SYNOPSYS™ 光学设计软件

用户手册

2022 • 09



序言

首先,非常感谢您对武汉墨光科技的支持与厚爱!

武汉墨光科技地处武汉光谷商业和科技产业中心,依托美国 OSD 公司、美国 BRO 公司、德国 RP-Photonics 公司以及武汉华中科技大学的雄厚科研技术力量和光学产品开发设计经验,向外界提供优秀的光学设计分析软件和理想的技术支持,让光机电厂商在各领域的光学器件与光机系统的开发投入,在最短的时间内完成量产并获利。武汉墨光科技是光学领域优秀的服务商。

SYNOPSYS[™]是世界上最强大的镜头设计软件之一。其功能独特,凭借强大的 PSD 算法,SYNOPSYS[™]可以在几分钟内完成其他程序需要一个多小时才能 完成的工作,此软件内含人工智能功能,既可以快速找到初始结构,又可以积累 设计经验,通过蒙特卡罗验证和制造调整仿真,可以将制造公差调整到指定的易 加工水平。

武汉墨光科技是 SYNOPSYS[™] 光学设计软件亚太地区官方指定总代理,提供 SYNOPSYS[™] 光学设计软件的销售、培训、技术支持、解决方案及二次开发 等增值服务。

光学镜头的设计既是科学又是艺术和技巧。它是科学,因为设计者们用数学和 科学定律(几何光学和物理光学)来度量和量化设计;它是艺术与技巧,因为 各种有效结构常常取决于设计者的个人选择。

1

目录

概述	<u>.</u>		13
第1	章.		16
	1.0	简介	16
第2	章.		20
	2.0	基本概念	20
	2.1	输入命令	20
		2.1.1 AI 命令格式	21
		2.1.2 命令级输入	21
		2.1.3 字符集	21
	2.2	符号规定	22
	2.3	日志编号	23
	2.4	坐标系统	24
		2.4.1 表面位置选项	25
		2.4.2 在其他坐标系中分析	26
	2.5	符号规则	27
		2.5.1 反射	27
		2.5.2 光线交点	27
		2.5.3 半径	28
		2.5.4 光线的角度	28
	2.6	光阑——光瞳——渐晕	28
		2.6.1 真实光瞳的选择	30
		2.6.2 渐晕	32
		2.6.3 广角光瞳(WAP)	34
		2.6.4 CSTOP 选项	41
		2.6.5 FILLSTOP 选项	41
		2.6.6 光瞳选项摘要	42
		2.6.7 显示渐晕光瞳	42
		2.6.8 FNO 选项	43
	2.7	OPD ——数值考虑因素	43
	2.9	开关操作模式(ON, OFF)	43
		2.9.1 重置模式(RESET)	44
	2.10	0版本号	44
	2.1	1 项目名	45
第:	3章		45
	3.0	镜头数据输入	45
	3.1	在 RLE 数据系统中输入 RLE	45
		3.1.1 输入物方参数	48
		3.1.2 高斯光束定义(OBG)	54
		3.1.3 朗伯光源	57
		3.1.4 高斯输入文件	58

3.1.5 波导物方	59
3.1.6 照明阵列(OBI)	62
3.1.7 强度衰减表	69
3.2 RLE 数据——可选系统输入	72
3.3 RLE 数据——表面输入	82
3.3.1 特殊表面选项	83
3.3.2 曲率选项	88
3.3.3 厚度选项	219
3.3.4 折射率选项	220
3.4 关于使用拾取和求解的说明	229
3.5 RLE 数据的示例	230
3.6 改变镜头	233
3.6.1 CHG 文件	233
3.6.2 镜头编辑(LE)	235
3.6.3 镜头初始化(NLENS, SLENS)	235
3.7 存储和检索镜头数据	236
3.7.1 镜头库	236
3.7.2 保存和读取 SAVE, FETCH	237
3.8 不对称数据: 倾斜和偏心	238
3.8.1 相对和远程倾斜偏心	239
3.8.2 全局坐标	245
3.8.3 局部坐标	249
3.8.4 外部坐标	249
3.8.5 组坐标	250
3.9 棱镜库	251
3.9.1 棱镜定义	254
3.9.2 棱镜输入的例子	264
3.9.3 自定义棱镜的定义	265
3.10 边缘描述	275
3.11 透镜阵列	278
3.12 超半球表面	282
第4章	285
4.0 镜头数据输出	285
4.1 镜头规格(SPEC)	286
4.1.1 带有 SPEC 的 DWG(DSPEC)	288
4.2 显示数据(PRT)	291
4.3 镜头文件输出(LEO)	293
4.4 显示选项(POP)	294
4.5 输出	295
4.6 显示不对称 (ASY)	295
4.6.1 倾斜和偏心(TDC)	296
4.6.2 特殊表面数据(SSD)	

4.7	规格,带镜片光焦度(SPC)	297
4.8	(主题删除)	297
4.9	折射率数据(RIN)	297
第5章.		299
5.0	实用功能	299
5.1	表面形状程序(SAG)	299
	5.1.1 表面轮廓(SPROFILE)	301
5.2	元件重量计算(WGT, GWGT)	302
5.3	光通量计算	304
5.4	冷反射	307
5.5	鬼像	319
	5.5.1 使用 PGHOST 分析 Ghost 映像	325
	5.5.2 使用 RGHOST 分析鬼像	326
	5.5.3 绘制的鬼像图像功能(GHPLOT)	326
5.6	玻璃	341
5.7	数据拟合的 SFIT 表面	343
5.8	镜头缩放	346
5.9	热分析程序	347
5.1	0 宏注释	358
5.1	1 镜头翻转(REVERSE)	359
5.1	2 高斯光束追迹(BEAM)	360
5.1	3 一次反射鬼像(BGI)	361
5.1	4 组合两个镜头(COMBINE)	367
5.1	5 时间和日期(TIME)	368
5.1	6 最佳拟合球面(ADEF, ADSTAT)	368
5.1	7 物点搜索(OCALC, FCALC)	376
5.1	8 沿光线对准元件	377
5.1	9 折叠,展开	378
5.2	0 自定义材料库	379
5.2	1 调整放大倍率(MSET)	381
5.2	2 翻转一系列表面(FLIP)	382
5.2	3 插入真实玻璃(IRG)	383
5.2	4 创建 VFIELD (FVF)	384
5.2	5 显示玻璃特性(PGA)	385
5.2	6ASAP 输入文件(ASAP)	388
5.2	7 插入, 删除表面和镜片	389
5.2	8 GRIN 统计	390
5.2	9 等待	391
5.3	0 DOE 形状绘图 DMASK	392
5.3	1 寻找最好的玻璃(GSEARCH)	396
5.3	2 F /number 计算	404
5.3	3 阿贝数计算(VNUM)	406

第

	5.34 玻璃透过率(GTRANS)	.408
	5.35 DOE OPD 矢高表(DSAG)	.410
	5.36 沿光线透过率(RTRANS)	.411
	5.37 照明系统	.412
	5.38 锁定镜片楔形误差	.417
	5.39 T /数计算(TN)	.425
	5.40 镜片毛坯成本(GCOST)	.428
	5.41 镜头间隔长度(SPACERS)	.432
	5.42 Zemax 输入文件转换器(ZMCONVERT)	.434
	5.43 复制和反射镜(DMIRROR, CMIRROR)	.437
	5.44 表面斜率分析(SLOPE)	.440
	5.45 菲涅耳传输损耗(FTRANS)	.441
	5.46 多核操作(CORE)	.444
	5.47 自动真实玻璃插入(ARGLASS)	.446
	5.48 Code-V 输入文件转换器(CVCONVERT)	.454
	5.49 自由曲面工具(FFA)	.456
	5.50 玻璃透过率 (FGT)	.468
	5.51 查找三片消色差透镜(FST)	.471
	5.52 Oslo 输入文件转换器(OSCONVERT)	.477
	5.53 单高阶项的矢高贡献	.477
	5.54 创建和使用自定义 DLL 文件	.480
	5.55 黑盒镜头	.481
	5.56 用非球面项拟合矢高(CSAG)	.485
	5.57 重铸为 NURBS 或 XNURBS 表面(RNS, RXN)	.487
	5.58 重铸为 Zernike 表面(RZS)	.488
	5.59 变化非球面项(GSCALE)	.490
	5.60 重铸为 G 项幂级数非球面	.490
	5.61 重铸为福布斯 A 面型	.491
	5.62 隔离元件	.492
	5.63 精度控制	.492
	5.64 角度差	.493
	5.65 交换元件	.494
6	章	.496
	6.0 镜头分析例程	.496
	6.1 近轴光线追迹	.496
	6.2 通光孔径程序(CAP, EDGE)	.498
	6.2.1 CAP	.498
	6.2.2 边缘厚度	.499
	6.3 光线追迹(RAY)	.500
	6.3.1 目标光线追迹(TARGET)	.502
	6.3.2 全局光线追迹(GRAY)	. 502
	6.3.3 外部光线追迹(ERAY)	. 503

6.4 光扇图	503
6.5 一阶分析(FIRST)	506
6.6 三阶分析(THI)	506
6.7 五阶分析(FIFTH)	510
6.8 羽化点 (FEATHER)	511
6.9 应变评估(STRAIN)	512
第7章	517
7.0 镜头分析程序-绘图	517
7.1 镜头绘图(DWG)	517
7.1.1 变焦镜头绘制(ZDWG,ZPER)	519
7.2 透视图,实体模型(PER, RPER, SOLID)	521
7.3 光扇图, 绘制(PRT,PRO)	542
7.3.1 短格式输入	543
7.3.2 长格式输入	545
7.4 场曲(FCV)	545
7.5 畸变曲线(DIS)	546
7.5.1 AFOCAL 畸变	548
7.6 绘图程序 (saving, EPL)	550
7.7 镜头元件图(ELD)	550
7.8 边缘描述文件(EFILE, ELIST)	557
7.9 三参数图 (PA3)	565
7.10 组合镜头图纸(CDWG,LDWG)	570
7.11 图形系统摘要(GSS)	572
7.12 网格畸变(GDIS)	576
7.13 为图纸添加公差(USE BTOL)	577
7.14 纵向球差(LSA)	580
7.15 正向散射(FSC)	581
7.16 透射颜色分析(XCOLOR)MRR	587
7.17 畸变系数(CDIST)	588
<i>第8章</i>	591
8.0 像质分析例程——基本设置	591
8.1 界面驱动的像质分析功能	592
8.2 多波长分析	592
8.3 孔径对像质分析的影响	593
8.4 光迹选项	594
8.4.1 其他绘图程序的光迹	597
8.4.2 光迹分析示例	597
8.5 几何分析	602
8.5.1 点列图	603
8.5.2 刀口追迹(KNI)	606
8.5.3 几何 MTF (GMTF)	607
8.5.4 几何 MTF 的离焦(TFG)	609

	8.5.5 RMS 聚焦(FOCUS)	610
	8.5.6 RMS 点列图大小	611
	8.5.7 图像模型(GMODEL)	612
	8.5.8 几何图像评估输入示例	612
	8.5.9 视场弥散斑	613
	8.5.10 多场几何 MTF (MGMTF)	613
	8.5.11 傅科刀口边缘工具(MFK)	614
	8.5.12 照明模式(IPAT)	617
	8.5.13 全视场点列图(OFSPOT)	620
	8.5.14 横向色差图(LCPLOT)	621
8.6	衍射分析	623
	8.6.1 出瞳波前图(PUPIL)	626
	8.6.2 点扩散函数(PSPRD)	639
	8.6.3 衍射 MTF	647
	8.6.4 衍射图像模型(DMODEL, MODEL)	661
	8.6.5 衍射光瞳功能(DPF)	662
	8.6.6 波前多项式系数(COE)	662
	8.6.7 部分相干分析	665
	8.6.8 波前差(VAR), VFOCUS	674
	8.6.9 受扰出瞳(GPP)	677
	8.6.10 离焦 PSPRD(TFP)	677
	8.6.11 全视场 PSPRD(OFP)	680
	8.6.12 波前差-MTF 关系(VMR)	681
	8.6.13 变焦 PSPRD (ZPSPRD)	682
	8.6.14 全视场光瞳图	682
	8.6.15 全光谱 PSPRD(OSP)	683
8.7	通用像质分析	684
8.8	绘图函数	684
	8.8.1 MAP 输入示例	703
第9章.		708
9.0	像质分析程序 - 特殊设置	708
9.1	生成图像模型	708
	9.1.1 复合图像模型	713
	9.1.2 图像模型坐标系	714
9.2	IFOV-探测器效率(DETECTOR)	714
	9.2.1 查找探测器尺寸(FDS)	716
9.3	图像解剖(FOR)	717
9.4	衍射程序 (DIFF)	720
	9.4.1 提示 DIFF 输入	722
	9.4.2 DIFF 输入的例子	723
9.5	像方照度(ILLUM)	726
9.6	衍射传播(DPROP)	726

9.7 扩展像质分析(EIA)	749
9.8 信道容量分析 CCF	750
第10章	753
10.0 自动设计程序	753
10.1 数学方法	755
10.1.1 度量标准输入,度量	标准变量757
10.2 参数输入(PANT)	758
10.3 像差输入(AANT)	774
10.3.1 光线像差,设置	
10.3.2 近轴像差	
10.3.3 结构参数像差	
10.3.4 扩展格式	
10.3.5 限制和修正输入	
10.3.6 STA, GTA (存储像)	差集)819
10.3.7 边缘羽化控制(AEC)	
10.3.8 中心厚度控制(ACC,	ACM)822
10.3.9 MTF 像差	
10.3.10 复合像差	
10.3.11 CLINK 命令链接到(象差828
10.3.12 表面斜率控制(AS	C)832
10.3.13 临界角控制(ACA	
10.3.14 自动孔径控制(AA	C)835
10.3.15 自动变焦镜头空气	可隙控制(AZA)835
10.3.16 直径/厚度自动监测	(ADT)836
10.3.17 凹凸透镜中心分离	自动监控(AMS)836
10.3.18 自动光线中心监视者	器 (ARC)838
10.3.19 自动最小直径/厚度	比 (ADM)
10.4 SYNOPSYS 命令	
10.5 SYNOPSYS 的操作模式	
10.5.1 导数	
10.5.2 仅评估	
10.6 镜头设计输入示例	
10.7 变焦镜头,多重结构。	
10.7.1 ZFILE 变焦镜头	
10.7.2 多重配置	
10.7.3 变焦镜头设计搜索(Z	(SEARCH)
10.8 优化程序说明	
10.8.1 初步评估	
10.8.2 导数计算	
10.8.3 高阶非球面镜	
10.8.4 校正 OPD	
10.8.5 当"最优化"不够好时	

10.8.6 改变一个好的设计	904
10.9 最终结果	905
10.9.1 优化摘要	905
10.9.2 更改摘要	906
10.9.3 信息	906
10.10 自动光学样板匹配(TPM)	906
10.11 命名像差:AFILE,ALIST	910
10.12 模拟退火	912
10.13 降低公差灵敏度	914
10.14 设计搜索(DSEARCH)	918
10.15 自动非球面分配(AAA)	947
10.16 自动删除透镜(AED)	948
10.17 鞍点构建(SPB AEI)	952
10.18 弯曲翻转优化(BFO)	969
10.19 自动分配 DOE (ADA)	971
10.20 自由曲面的系统构建(FFBUILD)	972
10.21 对于 G-变量自动测试(AGT)	984
第 11 章	986
11.0 公差程序(TOL)	986
11.1 公差输入 TOL 的例子	989
第 12 章	991
12.0 公差预算程序(BTOL)	991
12.1 BTOL 输入:通用格式	993
12.1.1 变量的特性	
12.1.2 BTOL 调整	1019
12.1.3 BTOL 像质描述	1034
12.1.4 多重结构 BTOL 分析	1043
12.2 BTOL 成像质量评估	1046
12.3 统计方面的考虑	1048
12.3.1 分段公差	1052
12.4 BTOL 示例	1053
12.5 蒙特卡罗公差分析	1053
12.5.1 Monte-Carlo运行示例	1065
12.5.2 MC的其他量	1065
12.5.3 MC 中的制造调整	1067
12.6 现代透镜公差分析	1074
12.7 BTOL 格式总结	1077
12.8 编辑 BTOL 预算	
第13章	
13.0 交互特性	
13.1 帮助文档	
13.1.1 实时帮助	1085

13.1.2 工具提示帮助	1086
13.2 MACro 编辑器	1086
13.2.1 启动 MACro (SYSTART.MAC)	1089
13.2.2 其他的 MACro 命令	1089
13.3 PAD 窗口	1090
13.3.1 PAD 图形显示	1093
13.3.2 工作表	1095
13.3.3 LE 透镜编辑器	1096
13.3.4 快照	1096
13.3.5 玻璃库	1097
13.3.6 Y-YBAR 图	1097
13.4 BELL 命令	1098
13.5 图形工具	1098
13.6 交互式目录(DIR)	1101
13.7 SYNOPSYS 菜单对话框	1103
13.8 旋转图纸(RPER, RSOLID)	1106
13.9 将绘图另存为 HPGL, DXF 或 Postscript 文件	1107
13.10 获取显示输出(PON, POFF)	1108
13.11 命令窗口选项(CCW, NCW, PCW)	1109
13.12 输出切换(QUIET, LOUD)	1110
13.13 滚动到最近键入的命令	1110
13.14 在一页上显示多个绘图	1111
13.15 错误消息的显示	1117
13.16 程序更新	1118
13.17 透镜单元编辑器	1118
13.18 撤销和重做	1131
13.19 许可证信息	1132
13.20 工具栏提示	1132
13.21 格式指导	1133
13.22 双显示器支持	1133
13.23 注释字符串(ASn)	1134
第 14 章	1135
14.0 环境分析程序	1135
14.1 热光学结构程序(TOSP)	1135
14.1.1 生成微扰参数	1137
14.1.2 使用单独的程序创建 TOSP 数据	1138
14.2:环境系统模型(EMODEL)	1140
第 15 章	1146
15.0 人工智能功能	1146
15.1 自然语言处理	1146
15.1.1 语法考虑	1147
15.1.2 参数图,列表	1149

10

	15.1.3 符号替换	1158
	15.1.4 用 Al 计算	1161
	15.1.5 AI 中的其他镜头变化	1166
15.2	原始 Al	1171
	15.2.1 基础	1171
	15.2.2 AI 的发展潜力	1177
15.3	专家系统	1182
	15.3.1 初始化示例文件	1184
	15.3.2 从零开始的一个镜头	1184
	15.3.3 将 XSYS 与起始透镜配合使用	1185
	15.3.4 输入镜头设定	1185
	15.3.5 替代初始结构	1187
	15.3.6 优化所选匹配	1190
	15.3.7 XSYS 示例	1191
第16章.		1196
16.0	膜层程序	1196
16.1	通用模式	1196
16.2	分析模式	1199
16.3	设计模式	1199
16.4	FILM 输入示例	1203
16.5	创建一个自定义材料库	1205
第 17 章.		1208
17.0	偏振	1208
17.1	偏振光线追迹	1209
	17.1.1 光源偏振	1210
17.2	表面膜层建模	1211
	17.2.1 标准膜层	1212
	17.2.2 自定义膜层	1215
	17.2.3 透射膜层	1216
	17.2.4 反射膜层	1216
	17.2.5 镜面材料	1217
	17.2.6 偏振活性组件	1218
	17.2.7 表面膜层输出	1219
17.3	利用偏振的 SYNOPSYS 功能	1219
17.4	偏振输入示例	1222
17.5	双折射材料	1228
	17.5.1 双折射光线追迹	1230
	17.5.2 四分之一波片和半波片	1233
第18章		1235
18.0	非序列光线追迹	1235
18.1	非序列表面	1237
	18.1.1 LOOSE 表面	1237

	18.1.2 CAPTURE 表面	1238
	18.1.3 ILOOSE 表面	1238
	18.1.4 其他非序列表面	1238
	18.1.5 RECTIFY 表面	1239
	18.1.6 MBOUNCE 表面	1239
18.2	非序列追迹中的孔径考虑因素	1239
18.3	非序列追迹的例子	1240
	18.3.1 有内置孔径的望远镜	1240
	18.3.2 分段式孔径系统	1241
	18.3.3 分片镜	1243
	18.3.4 一个更加复杂的非序列系统	1245
	18.3.5 谐振腔	1246
	18.3.6 具有非序列光线的鬼像分析	1248

概述

欢迎使用 SYNOPSYS! 为获得最佳效果,请将显示器显示分辨率设置为 1280x1024, SYNOPSYS 的大部分输出(包括图形显示)都可以在显示器正常显示。

您正在阅读的是 SYNOPSYS 帮助文件部分。 这是"概述"的部分,无论何时 启动 SYNOPSYS,在安装新设备时它都会自动出现。 购买许可证并安装安全密 钥后,它将不会再自动跳出,但您仍可以通过"帮助"、"内容"、"概述"导航到此 概述。

所有 SYNOPSYS 文档都在联机帮助文件中,该文件分为四个部分:

1.本概述

2.教程手册

3.用户手册

4.上下文相关的帮助

另一个有用的部分是"更新功能"。每当您安装 SYNOPSYS 更新时,请阅读此文件以查看新添加的内容。

如果这是您第一次使用 SYNOPSYS,我建议您单击上面第 2 部分的链接,并阅读教程手册。(在帮助文件中带有下划线的和在上面列表中看起来像下划线的单词都是链接。只需单击该单词即可转到解释该主题的部分。)单击此链接并在屏幕上查看手册,键入 Ctrl+P 以显示该章的副本。(即按住 Ctrl 键并按"P"。)然后导航到其他章节并显示它们。 当您的手册全部显示完毕后,请从头开始阅读,并完成所有示例。这是学习使用 SYNOPSYS 的最快速,最轻松的方式,一旦您知道它们的功能,它就会为您提供很多东西。

用户手册更多的是参考,一次显示一个部分就可以满足您的需求。

充分利用 SYNOPSYS 中的许多帮助功能。在这里,您将了解每个菜单项,工具 栏按钮和对话框的作用:

1.	按 F1 查看当前打开的对话窗口的说明。进入"帮助"功能后,单击"内容" 或"索引"以访问整个帮助文件。
2.	按 <shift>+F1 可再改为"帮助模式" 光标变为签头加上问号, 你将获得</shift>
	对您单击的下一个对话框或按钮的说明。 您也可以通过单击按钮 ? 进入此模式。
3.	将鼠标光标悬停在工具栏或菜单项上,但不要单击。 然后,您将在光标 旁边的小方框中看到该项的简要说明。 这称为"工具提示帮助"。 您还可 以在屏幕底部的状态栏中找到更长的描述。
4.	想得到特定 SYNOPSYS 功能的帮助,您只需键入 HELP <u>topic</u> 即可

主题是您想要解释的指令。例如,HELPDWG 将显示 DWG 命令的格式。5. 除了这些 Windows 功能外,SYNOPSYS 本身还具有各种帮助功能。如果您键入一个需要数字参数的命令,但是不输入而直接运行,您将立即在屏幕上看到有关该命令语法的说明。6. 最后,让我提一下 TrayPrompt。 这是一个非常方便的提示,当您键入有效单行命令的第一个单词时,右下角系统栏中将出现大多数 SYNOPSYS 输入的格式。 如果您忘了这些参数,只需看一下系统栏就可以了。 当您在命令窗口中键入内容时,或者当您实时键入 MACro 时,此功能将起作用。

并且,当格式显示在系统栏中时,如果按F2键,用户手册将打开该主题。 该功能对于使用非常方便。

尽管 SYNOPSYS 是一个非常大的程序,但您只需点击几下鼠标即可运行许多功能-许多功能可以通过多种方式运行。假设您需要绘制镜头。以下是获得它的一些方法:

2.或者您可以键入命令 MPL, 这会打开一个对话框, 您可以在其中填写数据框并 单击"显示"。

3.或者在命令窗口中自己键入 DWG 命令。

4.将该行(以及您想要的任何数字参数)放入 MACro 文件中,以便随时保存和运行。

5.创建一个新命令,例如 XX: DWG 0 1 99 HBAR 0 -1 1。然后,您只需键入 XX 即可运行该版本的 DWG 命令。有关如何创建和使用这些符号的说明,请参阅 AI 符号部分。

6.将相同的行放入 MACRO 文件 CUSTOM.MAC 中,以便下次启动 SYNOPSYS 时您自定义的定义将在那里出现。

7.创建一个新命令,如YY: EM name,其中 name 是您保存的 MACro 文件。现在只需键入YY 即可完成您放入该文件的所有内容:可以是绘图,也可能是一组光扇图或其他内容。

8.在镜头优化后,转到 SketchPAD 功能以查看绘图更改。

如您所见,SYNOPSYS 是一个具有深度和灵活性的程序。

SYNOPSYS 的另一个强大特性是优化程序。如果您不知道什么是最优化,我建 议您复习一下光学的内容,同时学一门关于透镜设计的课程,或者至少读一本关 于这个主题的新书。您将在用户手册的第 10 章中找到优化特性的完整描述,以 及教程手册第 8 章末尾的参考书目。很多人把整个职业生涯都献给了这门学科, 因此,SYNOPSYS 中有许多高级功能需要熟练的应用,所以在开始之前您知道 的越多,您的工作就越容易。

简而言之,让我描述一下优化功能是什么,适用于那些需要一些功能但不需要成 为专家的人。优化是一种功能,您可以告诉程序改变一些镜头参数,以达到某 个目标。在镜头设计中这一目标往往是成像质量的提高 - 但功能比这更普遍。 在某些程序中,这是优化唯一使用的地方,但是 SYNOPSYS 允许您以通用方式 指定目标,您可以使用此功能来控制纯机械属性,镜头位置,找到中间焦点等。 因此,不要只是将其视为成像校正程序。完成此简要概述后,请阅读"教程手册", 以查看此功能和其他功能的许多示例。

为了帮助您运行 SYNOPSYS,我们选择了一些最有用的功能并将它们放入工具 栏和对话框中。 当您运行 SYNOPSYS 时,您会注意到屏幕顶部有一组按钮,而 左侧则有另一组按钮。 顶部工具栏调出一般性的几个特性,而侧栏进行各种类 型的分析或向您发送这样的对话框。 一旦正确设置了这些工具栏,获得所需的 分析(例如 MTF 曲线)只需单击按钮即可。

您可以在"教程手册"中找到示例和练习,我不想在此重复。但我应该解释一下整体框架。

SYNOPSYS 是世界上最大和最古老的光学代码之一。许多功能都是在交互式终端之前开发的,我保留了大部分这些命令语言功能,特别是那些已经证明为最强大的功能,同时为它们增加了许多纯粹的交互式改进。只需浏览菜单,对话框和工具栏按钮,即可完成几乎所有在 SYNOPSYS 中执行的基本任务。或者您可以选择使用命令输入。这些对话框易于使用,您无需学习大量命令即可使用它们,而命令语言形式可以更快地被执行,并允许您使用 MACros 执行复杂或冗长的任务,只需几个按键。您最有可能同时使用两者。我建议您浏览用户手册,看看那里有的各种各样的选项。

当您启动 SYNOPSYS 时,您将在屏幕上看到一个名为"<u>Command Window</u>"的窗口。该窗口实际上是 DOS 终端的仿真,您可以在其中与命令语言解释器进行交互。 实际上,当您单击工具栏按钮时,实际发生的是按钮为您准备命令输入,并立即看到命令窗口中列出的结果。 您可以显示此窗口,最多可以打开 10 个单独的实例,只需单击它们即可激活。 这是一种很好的方法,当您在另一个窗口中工作时,请将镜头数据列表保存在一个窗口中。

许多对话框都有数据框,您可以在其中键入单词或数字。 如果您不是一位经验

15

丰富的 Windows 用户,请让我解释一下这是如何工作的:当您第一次点击数据 框时,该框会被激活,但您无法在该框输入;再次单击然后选择当前存在的任何 文本,如果键入任何内容,则将替换该文本所有内容。 在框中的第三次单击将 把输入光标放在您单击的位置,您可以在其中添加或删除单个字符或数字。 然 后,要实际应用新数据,您必须按<Tab>键或单击其他位置。 然后 Windows 知 道您已完成编辑该框。这是标准的 Windows 行为。

第1章

1.0 简介

这是《SYNOPSYS 用户手册》,是 SYNOPSYS (SYNthesis of Optical SYStems) 软件的参考资料之一。 我们建议您将我们的另一本《SYNOPSYS 教程手册》作 为主要参考资料并来从头到尾阅读,而将本用户手册作为对照,根据需要进行阅 读。

本用户手册解释了 SYNOPSYS 软件中所有可被输入的指令。虽然 SYNOPSYS 本质上是一个基于命令的程序,但掌握这些命令并不是必须的,因为它还包含许多交互功能,您只需鼠标点击几下就可完成大部分工作。因此,甚至您还未掌握这些命令语言,您通过单击工具栏按钮或对话框也能完成那些命令语言所执行的工作。学习命令语法的最大好处是,它允许您构建自己的 MACro(宏),以便通过运行该文件来执行任何您想要的操作。MACro 可以保存到磁盘、被编辑,甚至可以以类似子程序的方式或以链的方式调用其他 MACro。有关这个重要特性的更多信息,请参见第13.2节。为了帮助您掌握命令语法,大部分的交互式对话框都准备了相应的 MACro 命令,运行对话框后,您只需要将这些数据(使用 LMM) 加载到一个编辑器中,就能查看具体包含了哪些命令。您可以再次运行这个MACro,或者编辑它之后再运行。

当您浏览本手册的各个页面时,您将看到大量的命令、功能、图形选项等等,一 开始可能看起来较难掌握。但即使您之前没有接触过 SYNOPSYS,或者已经学 过其它光学软件的命令,SYNOPSYS 的许多功能都可以在很少或没有指令的情 况下操作。例如,这里有一个您可以键入的示例:

INCREASE THE THICKNESS OF ELEMENT 2 BY .01

镜片2的厚度增加0.01

不需要进一步阅读,您也可以知道该指令的含义。如果您觉得这种计算机命令输入方式看起来很特殊,那就对了,SYNOPSYS就是一个很特别的程序。

这个命令执行的任务和很多其他任务一样,都可以通过多种输入方式来完成,您可以选择最方便的方法。上面给出的自然语句是 AI 输入的一个例子,或称其为 SYNOPSYS 的人工智能部分,这是第 15 章中描述的一个特性。虽然对于许多任 务来说,这个特性是简单和方便的,但是上面的句子并不是改变厚度的唯一方法,也不是最好的方法。为了让您了解 SYNOPSYS 的灵活性,现在我会向您展示一 些其他的输入方法。 使用 AI,您还可以输入类似的句子

CHANGE THICKNESS 6 TO .12345

or **6 TH = 12.6**

or SET THICKNESS NUMBER 6 EQUAL TO -12.4356

or **DECREASE THE TH OF SURFACE NUMBER 6 TO 5.345**

或者有很多类似的句子来表达您想做什么。您还可以使用命令语言形式

CHG

6 TH 1.234

END

从而来改变您的镜头厚度。一旦学会了这些命令,这些命令就会变得又快又强。

这里仍有其他方法可以实现上述相同功能:使用第 13 章中描述的屏幕镜头编辑 功能 WorkSheet,在 PAD 中查看镜头布局时,在单独的窗口中查看所选表面的输 入数据。 您会看到类似以下的内容

6 RAD 123.456000 TH 12.900000 GTB S

BK7.

然后,您只需编辑要更改的任何数字。单击"更新"按钮,重新绘制镜头视图,显示新的厚度。 或者,您可以单击文本窗口右侧的一组滑块之一的滑块,然后向 左或向右拖动它。 参数平滑变化,镜头图像(和图像显示)逐步变化,因此您 可以监视效果。

我们的输入方法还没有完成讲完。 在 PAD 程序中,单击"镜头编辑"工具栏中的

按钮 , 立即将镜头的整个输入文件重新格式化并放入 MACro 编辑器中。在编辑器中更改所需的任何数字, 然后单击"运行"按钮。 同样, PAD 图片会自动更新,显示新镜头。

假设您想知道球差如何受到厚度变化的影响。 只需输入

PLOT SPHERICAL ABER AS TH 6 VARIES FROM 3.5 TO 6.0

然后您就有答案了

在使用 SYNOPSYS 时, 您会发现它既灵活又强大。例如, 以评价函数为例。如 果您愿意, 您可以在一个变焦镜头中同时单独校正 10 个不同位置每个镜片的三 阶像差(或者同时对6个完全不同的镜头的10个变焦位置的三阶像差进行优化)。 您还可以控制像的质心位置, 波前差和形成全息光学元件的光束的(X, Y, Z) 坐标。也能控制光线沿切向入射、使系统具有环形焦平面等等。灵活的评价函数 是 SYNOPSYS 最强大的功能之一, 因为您可以同时控制镜头或它的像的各个方 面。

假设您想要(由于某种原因)后焦距等于表面 16 的折射率。只需键入 AANT 文件中键入这些命令:

M 0 1 A BACK S INDEX 16

如第10.3节所述。您可以定义自己的符号:

@: the thickness of surface 6 RR: RAY 2 0 0 1 SURF X1: 23.4 然后键入

@ = X1

厚度再次变化,值为 23.4。 键入 RR 并且程序追迹轴向边缘真实光线并显示路径。

到目前为止,您应该懂得我们说 SYNOPSYS 是一个很特别的程序的原因。它的强大功能、灵活性和友好性在业内无与伦比。在本介绍中,我们没有列出所有最先进的特性,而是建议您检查目录以了解代码的使用范围和功能。我们建议新用户先阅读配套手册,即《SYNOPSYS 教程手册》,掌握入门知识以及 SYNOPSYS

各种功能的示例。

学习使用 SYNOPSYS 就像学习说一门新的语言:一旦您有了一个适度的词汇量和一些语法知识,您就可以写很多东西。本用户手册旨在为您提供 SYNOPSYS 的使用规则和词汇——其中大部分与英语的语法习惯非常相似。

第2章

2.0 基本概念

在上一章中,您了解了用户与 SYNOPSYS 交互的一些方法。本手册中描述的许 多命令模式功能可以通过很多种不同的 AI 指令来实现;在某些情况下,您的 AI 输入很简洁,有时与此相反。您可以选择最方便的方法。您还可以通过对话框 访问许多功能,对话框以指令 MMM(主菜单模式)开始,指令 MLI(菜单列表) 列出整个菜单栏。 每个对话框也有自己的指令,如果掌握了就不需要使用菜单 界面。

2.1 输入命令

当您第一次进入 SYNOPSYS 时,您将处于 COMMAND LEVEL。 此级别接受许 多命令,包括一些将操作程序跳转到更高级别的命令。 命令级别的提示符是

SYNOPSYS>. or SYNOPSYS AI> (如果打开 AI 模式)

如果输入的命令转到另一个级别,则提示符将更改,表示有新的输入设定。 例如,如果您输入像质分析命令,或仅输入命令 IMAGE,程序将接受与像质评 估相关的另一级别的整套命令,并将提示

IMAGE>.

本手册第8章介绍了该提示下的有效输入。许多对话框包含自动转到另一个 级别的数据。在这些情况下,您不必担心命令格式,因为对话框会为您处理。

许多用户输入可以在键盘上实时输入,但是如果您想输入多行,使用宏编辑器更方便,它可以准备一个不同的行的集合,然后一次性运行它们。在我们的深入讲解之前,先定义一些项:

OPERATION COMMAND (or just COMMAND)	一个独立的命令。通常独立于前面的命令,不包括 AI 语句或交互式 PAD 命令。见下文。
INPUT FILE	用于执行给定功能的一系列输入命令。需要在 第一行和最后一行中使用某些指令。
FILE HEADER COMMAND	输入文件的第一行。

所有输入命令的集合必须以 EXIT 命令结束

EXIT

它终止程序执行。 (您也可以通过单击主窗口右上角的"关闭"按钮或使用 **File**|**Exit** 退出。)

2.1.1 AI 命令格式

AI 输入由标准的英语句子组成,使用第 15 章中描述的语法和词汇。

2.1.2 命令级输入

所有其他类型的输入都被称为命令级输入,通常由指令后跟一个或多个数字条目 或其他指令组成,例如

RAY 2101 SURF

命令级指令只需要使用它的前三个字符。 (在 AI 模式下,偶尔需要四个字符,并且必须精确拼写定义玻璃类型或文件名。)

输入字符,包括字母和数字,必须通过一个或多个空格与下一个字分开;除此之 外,列的划分通常不重要。

数字输入可以采用以下任何格式:

6	整数
-3.456	十进制数
1.0E-6	指数
0376.29843E04	
-2.608E 3	
+2.0E+ 1	开头的加号可以被忽略

注意:包含 E (表示指数)的数必须具有小数点。

2.1.3 字符集

命令级输入必须由以下字符集的组成。

字母 A-Z and a-z

数字 0-9

特殊字符 + - . , ; >: ! [] / \$ ' # HT and blank

以"ID"开头的镜头标识行可以包含除引号(")之外的任何字符。

AI 程序还可以接受其他字符,用于符号定义。

包含注释字符(感叹号(!)和分号(;))的行不会超出该字符。因此,您可以 通过在命令行前加上这些字符前缀来添加注释,或者通过将该字符放在前面来完 全绕过一行。唯一的例外是具有玻璃类型名称的行,必须精确拼写,没有额外的 字符。第1列中的美元符号"\$"也支持作为注释字符,以便与旧版本兼容,但不 鼓励使用它,因为现在可以使用其他注释字符。

允许使用水平制表符(HT),它可以很好地帮助注释排列。它被视为用于句法分析的间隔。

以数字开头的单词可能不包含除 E 之外的任何字母, E 表示数据。(例如: 0.340000E-6)

可以在输入行中输入斜线符号"/",以指示后面的字符将被视为是在单独的行中输入的。(例如: "3 GTB S / BK7"。)但是,斜线在以字符"ID", "PROJECT"或 "="开头的行中被视为普通图形字符。

以下是 SYNOPSYS 的有效输入数据示例:

PRT

1 RD 62.2 TH 4.6 AIR ; this is the first surface in the lens OBA 1.0E4 -22.629 4.6
ID F/2.5 LENS (SPECIAL VERSION)
FETCH A:EXAMPLE.RLE
! this line is ignored because of the "!" character
CHG / 2 TH 3.4356 / 4 CAO 33.6 / END
Find the largest clear aperture.
@: increase ympl by 0.1 / em mtf / what is the back focus?

如果程序需要数字数据,但输入时没有输入,则值假定为零。如果数字数据是可选的且未输入,则假定为默认值。在手册中用方括号"[]"选中的是可选数据。

2.2 符号规定

本手册中描述的某些数据条目必须完全按照所示键入,而其他数据条目在字母字 符或数字输入上有不同的选择。为防止含糊不清,本手册中使用了以下符号:

1.大写字母代表标识符单词,其前三个字符必须准确输入:

RLE SPT

2.带下划线的字母表示必须由用户提供数字数据或命令

<u>NB</u> <u>SN SN SN</u> <u>YMPI</u>

3.用花括号括起来的几个项表示一个组,其中一个必须被选择并输入。



在某些情况下,后续条目的格式可能取决于所做的选择。

4.方括号括起来的一组条目表示可选数据。

DWG [<u>SCF</u>]

在这种情况下,程序会有缺少参数的默认值。

5.字母O和数字0按这里给出的形式表示出来。

6. 本书中, 星号(*)表示乘法, (**)表示求幂。

7. 斜杠(/)意味着下面的输入将被理解为它位于下一行。(以字符 ID、PROJECT, 或"="开头的行除外。)

2.3 日志编号

每次 SYNOPSYS 运行都会被分配一个日志编号,该编号会在每次运行开始时自动递增并显示。用户可以随时使用命令递增日志编号的当前值

LOG

或初始化为所需的值

LOG SET <u>NB</u>.

您可以看到当前的日志编号

LOG SHOW.

当前的日志编号会在镜头更改时自动分配给该镜头,它会显示在所有绘图和绘图输出上,与 ID 信息位于同一行,以帮助您跟踪哪个镜头进行了哪次运行。

您还可以使用命令将分配给镜头的日志号设置为所需的值

LOG LENS <u>NB</u>.

除了这些工具,AI程序还可以通过以下句子访问当前的日志号:

LOG?

LOG = 331

change log to 56.

也可以用 AI 重新分配与特定透镜相关联的日志编号。通常在镜头更改时将其设置为当前的日志编号,但有时您可能希望在以某种方式更改后,绘图上显示的编号是保存的镜头的编号,而不是当前的日志编号。以下是如何使用人工智能来实现这一点:

Z1 = LENS LOG

(更换为镜头编号)

LENS LOG = Z1

(所有包含透镜日志标号的输出,如图纸等)

您也可以使用特殊名词"LLOG"来表示透镜日志编号。

2.4 坐标系统

镜头系统中的每个表面都有自己的坐标系。每个曲面的顶点位于该系统的 (0,0,0)点,(X,Y,Z)轴的方向如下所示。如图所示,这些构成了左手笛 卡尔坐标系。通常假设光从左侧(从-z方向)向右(z方向)入射。 您可以通过下面的指令设定透镜遵循右手系统:

RHAND

在 RLE 或 CHG 文件中。 要更改为默认值,请使用 LHAND。 在右手模式下,程序将反转每个涉及 X 或 ZZ 坐标的用户输入的符号,也将反转每一个受影响的输出量的符号,例如质心位置,X 的奇数幂的非球面项等。其效果是模拟右手系统,以方便用户使用。角度定义不受此选项的影响,但是,正角始终定义为从(左

手)轴的正端看,逆时针旋转的为正角度。



2.4.1 表面位置选项

每个表面都嵌入在局部坐标系中。每个局部坐标系相对于镜头中的其他坐标系的位置由用户选择的三个规则之一给出。每个表面可以是 RELATIVE, GLOBAL或 LOCAL,并且对于每个定义,存在用于定义倾斜和偏心的相应规则;例如,如果使用全局倾斜规则输入倾斜,则相对表面将变为全局。

2.4.1.1 相对参考位置

最简单的规则是 RELATIVE。 根据这条规则,每个表面的标准位置在前一表面的 Z 轴上,其间距由该表面的当前厚度给出。两者的 X 轴和 Y 轴平行。如果指定了倾斜或偏心,则表面相对于其标准位置倾斜或移动规定的量,并且其局部坐标系随之移动。此规则中指令 AT, BT 和 GT 表示倾斜,DECENTER 表示偏心,如 3.8.1 节所述。 在大多数情况下,这是最容易使用的规则。

根据这个规则,一个或多个表面可以作为一组倾斜或偏心,并且该组后面的表面 保持原样;程序自动计算该表面的反向倾斜和偏心,该表面称为"撤消"表面。相 对倾斜和偏心可以被另一个表面拾取,并且倾斜轴不需要位于表面的顶点,使得 该规则对于大多数情况而言足够强大。您可以指定使用相同撤消表面的任意数量 的倾斜或偏心表面,从而创建或撤消堆栈。唯一的要求是,撤消表面必须撤消所 有在该点上有效的、需要撤消表面的相对倾斜和偏心。因此不能重叠相对区域, 试图这样做会产生一个错误信息。

撤消表面本身可以是 RELATIVE, LOCAL 或 GLOBAL; 在后两种情况下, 相对倾斜和偏心被视为永久性的, 而不需要撤消。

如果从旋转轴的正端看到的表面沿逆时针方向旋转,则倾斜方向被定义为正。这些如下所示。



2.4.1.2 全局坐标

如果表面定义为 GLOBAL,则在表面编号 1 的坐标系中输入其绝对位置。如果选择此选项,则所有三个倾斜角度都可以与偏心轮一起输入到一个表面上。如第 3.8.2 节所述,欧拉角可按任何序列指定。但是,程序不会自动计算后续表面的反向倾斜和偏心。换句话说,全局倾斜是永久倾斜。不能以相对倾斜的相同方式拾取全局倾斜,但可以使用 3.8.2.1 节中描述的 COINCIDENT 规范使后面的表面与前一个表面重合。使用全局表面时需要注意:如果表面是相对的,并且表面之前的表面由于之前的厚度变化而沿着轴移动,则相对表面也会移位,保持相同的相对间距。另一方面,全局表面将保持其相对于表面 1 的位置,因此将出现在相对于前一个表面的新位置。如果忽视这种影响,可能会导致镜头发生意想不到的变化。单个全局参数可以在 AI 中访问,并使用指令 XG,YG,ZG,AG,BG 和 GG 进行优化。

2.4.1.3 局部坐标

如果表面定义为 LOCAL,那么位置和倾斜角是作为全局表面输入的,但是是在前一表面的坐标系中而不是在表面编号 1。与全局输入一样,可以输入所有三个角度,并且没有自动反向倾斜或偏心。(但 COINCIDENT 规范可以在后面的表面上声明。)LOCAL 定义的指令是 XL,YL,ZL,AL,BL 和 GL;输入格式在 3.8.3 节中讨论。

2.4.1.4 外部坐标

除了上述用于指定单个表面位置的特征之外,还有另一个特征用于描述表面1在 某些外部坐标系中的位置。如果您正在研究一个安装在可移动结构上的望远镜, 并且您希望在该结构的坐标中看到光线的路径,这可能会有所帮助。第 3.8.4 节 描述了该输入。一旦显示了这些坐标,就可以使用指令 XE, YE, ZE, AE, BE 和 GE 检查表面和光线位置。

2.4.2 在其他坐标系中分析

上述段落指的是表面位置的输入。SYNOPSYS 还可以评估和显示任何选定表面 坐标系(参见第 4.6 节)或外部参考坐标系(参见第 3.8.4 节)。它可以给出光线 在任何所需坐标系中穿过透镜的路径(见 6.3.2),并且可以在像差定义文件中定 位表面和光线的全局坐标(见 10.3.1.2 和 10.3.3)。

2.5 符号规则

SYNOPSYS 的基本约定是光线必须按序列次序与每个表面相交,并且不能跳过表面或储存(除了一些鬼像程序)。遵循该约定的镜头处于 SEQUENTIAL 序列模式,并遵守下面给出的许多规则。适用于 NONSEQUENTIAL 非序列模式的一组单独的约定和规则将在第 18 章中介绍。

2.5.1 反射

光线路径通常是通过透镜系统从左到右计算的。考虑两种光线:NORMAL 和 STRANGE。正常光线通过没有反射或反射次数偶数的系统向右入射。当遇到 反射表面时,光线从右向左行进。该表面必须声明为反射面,厚度通常在经过光的路径后变为负值。然后光线被称为负空间。如果遇到另一个反射,则方向再次 反转。有关光线角度的符号,请参见 6.3。

奇异光线从右边穿过一个负空间,从左边穿过一个正空间。这种光线通常由 全反射产生。对于任何一种光线,反射都是通过将表面声明为反射面来指定的。 然而,关于光线交叉点的规则对于两者来说是不同的。请参阅下一节。

SYNOPSYS 早期版本(12版之前)的用户应注意这一变化:无论光线方向如何,从版本12开始,折射率始终为正。如上所述,反射面是被明确声明的,并且不再像在早期版本中那样通过折射率符号来表示。SYNOPSYS 可以读取早期版本中准备的 RLE 文件,并在需要时自动转换符号,以符合新规则。

如果光线必须从右侧而不是左侧进入系统,则在 RLE 文件中必须包含系统 设置 LRAYS。要恢复默认值,请使用 RRAYS。

也可以在负空间中声明一个 PSPACE 表面。然后程序将恢复到交叉和渲染的通常规则。

2.5.2 光线交点

在通过包含二阶表面(球面和圆锥曲面)的系统追迹光线时,通常光线与表面有两个交点。给定应用程序的正确交点可以由用户规范控制,该规范向表面分配三种可能之一: AUTO, NEAR 或 FAR。默认值为 AUTO,在此规则下,程序选择几何上最接近曲面顶点的交点(对于普通光线),另一个交点用于奇异光线。这个规则已被证明对于诸如 Schwarzschild 透镜之类的系统是有用的,在此类镜头中一部分光束包含正常光线,其余的由奇异光线组成,如下所示。它也适用于大多数全反射应用。

27



对于默认交点不是所需的交点的情况,您可以选择 NEAR 或 FAR。NEAR 总 是选择最接近顶点的交点,而 FAR 则选择最远的另一个。

如果要使用的表面部分完全超过半球点,则应输入将表面本身定义为 NEAR 或 FAR 的附加规范。这些选项的输入格式在 3.3.1.2 节中给出,默认值为 NEAR。

请注意, 近轴程序始终只考虑曲面的近顶点。如果交点或曲面定义为 FAR, 则如果它是实际使用的另一个顶点, 则焦距等近轴量可能没什么意义。

一些曲率选项包括基础曲面,它可以是球面或圆锥截面,或者具有附加的变形,例如幂级数,Zemike或样条曲面变形。 交点规则仅适用于这些情况下的基本曲面。 程序选择最接近基础曲面的变形曲面的交点。

2.5.3 半径

如果曲率中心在右侧(朝向+Z方向),则曲率半径是正的,而如果是向左,则曲率半径是负的。

2.5.4 光线的角度

一个正的光线角向右上方倾斜。



2.6 光阑——光瞳——渐晕

SYNOPSYS 要追迹的光线通常由归一化物方参数和入瞳坐标指定。因为入 瞳的定义是 SYNOPSYS 的大多数特征的核心,所以可以选择许多选项来定义其 位置、大小和形状。有关此复杂主题的简介,请参阅《教程手册》。第 2.6.6 节 总结了这些选项。一旦您的镜头设置了任何类型的光瞳定义,您会发现 Pupil Wizard 将极大地帮助您找到您需求的最适合的光瞳。 只需输入命令 MPW 即可 调用该功能。

默认光瞳由近轴量 YMP1 和 YP1 描述,如下所示。这个光瞳是一个与光轴 成直角的圆。在输入光束不是圆形的情况下,轴外尺寸与轴上尺寸不同,或者实 际主光线的路径没有紧密跟随近轴主光线,则需要其他选项。下面列出了可用选 项,将在以下各节中详细简介。其中大多数可以通过 SYS 对话框或 Pupil 光瞳向 导以界面方式输入。



光瞳选项摘要

1.光瞳位置选项

- a. 近轴光瞳,明确输入 YP1(这意味着光阑表面)
- b. 近轴光瞳, YP1 通过追迹近轴光线光阑确定
- c. 真实光瞳, 通过追迹真实光线的光阑找到真实 YP1
- d. 真实光瞳+ WAP 2 或 WAP 3

2.光瞳尺寸和形状选择

a. 近轴光瞳, YMP1 明确输入

b. 近轴光瞳, YMP1 被 FILLSTOP 在光阑处确定

- c.WAP1选项:倾斜圆形光瞳
- d.WAP2选项:在光阑 CAO 处通过实时搜索找到实际的 YMP1, XMP1

e.WAP3选项:找到实际YMP1,XMP1;和主光线,但不一定在光阑表面

- f.VSET 参数缩小,偏移光瞳进行优化
- g.FIELD 表格按比例变化产生渐晕,偏移光瞳用于分析和优化。

最简单的光瞳是近轴光瞳。 描述参数 YMP1 和 YP1 的几何形状是在系统的近轴 光线追迹过程中显示的,无论何时输入或改变镜头,都会自动执行。

该程序在那时显示表面1处全视场主光线的近轴截距;这是穿过被指定为孔径光阑的表面中心的光线。 截距高度称为 YP1,其值与近轴边缘光线高度或半孔径 YMP1 一起,用于显示所有其他光线在遇到透镜系统时,在表面1的位置。对于

任意光线, 表面 1 的顶点平面上的 Y 坐标由下式给出

Y = YP1*HBAR + YMP1*YEN.

其中符号"HBAR"指的是子午(Y-Z)平面中的归一化视场,而"YEN"指的是Y方向上光线的归一化孔径,本手册中遵循一个惯例。类似的计算在X方向上成立,其中涉及的量是GBAR,XP1,XMP1和XEN(如果镜头中存在这些量的话)。

可以用四种方式指定 YP1 的值:如果用指令 APS 在镜头文件中声明表面是光阑 表面,则通过近轴程序找到 YP1 的值。如果未声明光阑,则可以使用物方参数 输入 YP1 的显示值,如 3.1.1 节中所述。如果未输入任何值(并且未声明 APS), 则 YP1 等于零,并且有效的表面编号 1 将成为光阑。如果使用 APS 条目输入负 的表面编号,则 REAL PUPIL 真实光瞳生效。并且任何时候在追迹真实光线时, YP1 将被校正为真实光线值。

如果物体规格给出了倾斜视场尺寸,则在 X 和 Y 中计算近轴主光线坐标。

2.6.1 真实光瞳的选择

在具有大光瞳像差的透镜中,在近轴坐标 YP1 处追迹的真实光线可能不会 穿过光阑的中心。然后需要真实的光瞳选项,该选项将迭代地查找每次需要主光 线实际穿过光阑中心的光线。它只控制主光线的位置,而不控制光瞳大小。(如 果光阑表面具有偏心的用户输入 CAO 孔径值,则它会找到穿过该孔径中心的光 线,而不是表面的顶点。)

如果镜头的光瞳变形或发生渐晕,不是再圆形的,那么由真实光瞳选项找到的主光线可能不是您想要的;然后需要一个更复杂的选项。这就是广角光瞳选项, 其中有三种形式,WAP1到3,在2.6.3节中描述。它们控制光瞳大小和主光线 位置。

用作像质分析参考的主光线通常与上述光线相同,除非 ICR 选择给出不同 的光瞳坐标(见 3.2), VSET 参数指定光瞳的偏心,或者有效的 VFIELD。

为了使 WAP 特征与倾斜视场点(GBAR 不等于 0)一起工作,需要对光瞳 进行一些重新设置。WAP 特征根据搜索算法减小光瞳大小,该算法针对子午平 面中的视场点调整光瞳的 X 和 Y 尺寸。但是假设您想要在倾斜视场点的情况下 检查图像。在这种情况下,正确的光瞳几何图形通常是相对于 Y 轴旋转的椭圆。 为了正确地建立模型,当实际的光瞳生效时,任何射入透镜的光线,包括由许多 分析特征在网格中生成的任何光线,都首先得到一个坐标旋转。结果是,如果您 在 XEN = 1 和 YEN = 0 处追迹光线,通常是在主光线的左侧或右侧,如果视场 点不在子午平面中,则该点将相对于主光线以及图案中的所有其他光线旋转。为 了说明这一点,请考虑以下输入:

PER 10 -90 10 1 2 PLOT RED RAY P .707 0 1 .707 BLUE RAY P .707 0 -1 .707 LIME RAY P .707 1 0 .707 MAGENTA RAY P .707 -1 0 .707 PUP 3 50 CYAN TRA P -.707 -.707 50 END

在这里,我们创建了镜头的第一个元件的 PER 图,请沿着轴向下看,图上会显示一些光线。 该镜头具有圆形视场(CFOV)和 WAP 3,并且我们在光瞳的顶部,底部和侧面处的倾斜视场点(0.707,0.707)处追迹四条光线。光线以彩色绘制,因此您可以识别它们。然后我们创建一个光线圈,用青色勾勒出在相反视场点的光瞳。结果如下所示。



请注意,青色圆圈实际上是一个椭圆形,因为 WAP 3 光瞳尺寸减小到只清除所 有孔径,椭圆形被正确地旋转。现在看看左下角的四条光线路径。红色绘制的光 线来自光瞳的顶部,但是整个图案已经旋转了 135 度,对于该视场点,将该光线 放在大约 7:30 方向处。其其他光线也会被旋转,这样有插图的光瞳形状就可以 在现场的任何地方精确地建模。只要实际的光瞳生效,该旋转就适用。

由于人们经常想要通过系统控制给定光线的路径,因此了解哪一条光线正在控制 是很重要的。 刚才描述的光瞳旋转在某些情况下可能意味着您设定的光瞳旋转 可能不在您预期的位置。请看下面的绘图。



PUPIL ROTATION WHEN REAL PUPIL IS IN EFFECT



有一种简单的方法可以保持正确性: 打开 PAD 界面, 如果镜头还没有绘制出来, 则设定一个镜头, 然后按 F7 或 F8 键。 F7 键仅显示下边缘光线, F8 显示上边缘光线。 这个简单的检查可以告诉您哪条光线在镜头中处于哪个位置。

如果更改物方 YPP0 或 UPP0 的符号,那么请注意,正在分析的视场点也更改了符号。

本节中讨论的入瞳的旋转仅适用于真实光瞳生效的情况。对于近轴光瞳,光瞳永 远不会旋转。

2.6.2 渐晕

要正确地设计或分析一个镜头,重要的是要追迹哪些光线是可以透射的,哪些光 线是渐晕的。SYNOPSYS 的方法是首先定义入瞳,使其与实际镜片的真实光瞳 尽可能一致,然后在分析图像时删除该光瞳的任何渐晕光线。有以下三种情况: 1.如果镜片具有定义的近轴或真实光瞳,则光瞳为圆形,分析功能将尝试填充整 个光瞳。如果光线超过某些孔径,则可能会删除光线。

2.如果其中一个 WAP 选项生效,分析功能将尝试填充一个通过迭代搜索找到形状的且通常不是圆形的光瞳。在某些情况下,光线可能会从光瞳中消失。

3.如果 VFIELD 选项生效,则光瞳再次为非圆形,但尺寸会被声明并且不会连续更新。

VFIELD 选项可让您明确描述光瞳如何随视场位置改变大小。如果涉及通光孔径, FVF 命令可以自动生成 VFIELD 阵列的数据,该阵列复制由这些孔径引起的渐 晕。在这种情况下,由于已经考虑了孔径,所以进入光束很少或没有额外的渐晕。 此选项主要用于分析已完成的设计,但在设计正在进行时也可以使用此选项,前 提是您完全了解渐晕模式的性质。

第 2.6.3 节中描述的 WAP 声明与 VFIELD 选项大致相同,但它们是实时的,在 必须找到主光线的任何时候都会更新光瞳形状,而主光线只能设置一次。

要计算渐晕,程序需要知道通光孔径的大小。它们分为两类:用户输入(HARD) 和程序计算(SOFT)。 SYNOPSYS 的所有像质分析功能都考虑了渐晕,但计算 仅基于固定孔径。如果您没有输入通光孔径数据,程序将计算默认孔径,只有 入射光瞳中的光线无法追迹成像或遇到羽化边缘时,才会出现渐晕。

在设计的初步阶段,孔径通常会被完全忽略,因为在优化过程中,镜片直径和羽 化表面快速变化,并且在该阶段不一定重要。实际上,优化程序本身在追迹光线 时忽略了通光孔径。 当您设计您的评价函数时,您应该只控制那些您希望透射 的光线,并以这种方式控制镜头,然后在需要的时候指定孔径,这样它们实际上 可以通过图像。在这方面,可以使用系统选项 cfree 和 cfix。如果光瞳将在最终 镜片中渐晕,重要的是评价函数不包含渐晕部分中的光线。如果选择自己的光线, 则可以精显示义光线图案。

上面提到的 VFIELD 选项是满足这一设定的一种方法,因为根据定义,其中定义的渐晕在光线模式中被自动考虑。

一个特别有用的特征是 VSET 参数, 它将光瞳建模为椭圆形, 尺寸减小, 具有距 光阑中心的指定偏移, 从而近似渐晕光瞳的形状。此选项仅在 AANT 文件中使 用, 并影响用于优化的光线网格, 但不是镜头的永久特性。有关此功能的讨论, 请参见第 10.3.1.1 节。 如果镜头以这种方式进行优化, 通常可以通过在该光瞳 模型所需的孔径处插入 CAO 来生成模型光瞳。(或者通过将数据传输到 VFIELD 参数。)当开始新设计时, 如果不显示要允许多少渐晕, 此功能尤其有用。 边缘羽化由评价函数中的特定设定控制(参见 10.3.7)。

使用 VFIELD 参数设计镜头后,最好删除 VFIELD 并将其转换为 WAP 选项之一。WAP2 特别有用,因为它会导致分析例程填充光阑并删除任何渐晕光线。 这 是评估 VFIELD 近似建模的更准确(但更慢)的方法。 (这也与 Zemax™中的 光瞳处理大致相同, Zemax™用光线栅格填充光阑表面。)

Synopsys 中的大多数分析程序都可以在跟踪光线时检查光线是否因光圈不规则、 边缘羽化或交叉误差(MCS)或折射误差(TIR)造成的通光孔径违规,边缘羽 化或光线故障引起的渐晕。例外情况包括近轴程序 PXT,GHOST,NAR,BEAM, BGI 和程序 FLUX,它们只能检测光线追迹失败。

优化程序设定评价函数中的每条光线成功追迹到目标曲面,如果不是这样,它将 立即中止。当发生这种情况时,有两种方法可以继续。第10章描述了一种快速 而强大的方法,只需点击一个按钮就可以纠正光线故障。另一种方法是简单地改 变镜头,使故障消失。为此,工作表很方便,您可以在观察光线路径时拖动滑块 以更改单个半径或厚度。

如果镜头定义了 EFILE 数据,并且开关 39 被打开,则还应检查边缘定义点 A 和 E 的渐晕。

您可以禁用渐晕功能,检查镜头而不考虑边缘羽化,例如,

NOVIG

在 RLE 或 CHG 文件中,要重新建立渐晕,请在 CHG 文件中输入 VIG。

2.6.3 广角光瞳(WAP)

对于默认圆形,居中光瞳不足的情况,可以使用三种广角光瞳选项:WAP1,2和3。可以通过 Pupil Wizard 轻松选择它们。

命令

WAP 1

在 RLE 或 CHG 文件中的 WAP1 条目,使第一个广角光瞳选项生效,该选项将 输入光束的半径设置为 YMP1,测量时垂直于主光线而不是垂直于轴。 系统命令

WAP 2

系统条目 WAP2 导致第二个广角光瞳选项,导致 YMP1 和 XMP1 的值在每个视场角度调整,以便上边缘光线和下边缘光线都落在 CAO 给出的边缘处的光阑表

面或 RAO 在那个表面上。除非选择了 CSTOP 选项,否则此选项也会自动打开 真实光瞳选项(参见 2.6.1)和 FILLSTOP 选项。 主光线位于该光瞳的中心,因 此可能不会位于光阑表面的中心。

因为每次 SYNOPSYS 的任何特性需要主光线时都会进行迭代计算,所以这是代码中比较耗时的选项之一。这样发现的入瞳通常是非圆形的,并且由光瞳尺寸变化引起的光线吞吐量随视场角变化,目前被通过光线计数计算吞吐量的那些特征忽略。(然而,透射计算 TN 和 ILLUM 确实考虑了光瞳尺寸的变化,因为它们会影响图像的会聚角。)

对于光瞳尺寸随视场显著变化的广角镜头,建议使用此选项。用户输入的固定 孔径光阑(CAO,EAO或RAO)必须位于光阑表面(或选择的CSTOP选项, 它执行相同的操作)或此选项将给出错误信息。

因为此选项(以及 WAP3)涉及迭代光线瞄准,如果镜头很长,这可能是一个缓慢的过程,您应该考虑使用 VFIELD 选项代替。例如,您可以使 WAP 2 生效,然后运行 FVF 以查找光瞳的大小和形状随视场的变化。创建 VFIELD 数组,关闭 WAP 选项,所有涉及光线追迹的选项将运行得更快。但这只有在镜头相当稳定时才有意义,因为如果稍后进行实质性改变,阵列将是不准确的。

系统选项

WAP 3

系统选项 WAP 3 提供了另一种在近轴光瞳不够的系统中控制光瞳大小和形状的 方法。使用此选项,程序将尝试在通常追迹主光线的每个视场点处,在光瞳的顶 部,底部和两侧找到限制光线;这些光线可以清除镜头中的所有 CAO, RAO 和 EAO 孔径(请记住,WAP2 仅考虑光阑处的 CAO)。首先追迹子午线,并将主 光线定义为顶部和底部光线之间的中点(即使它可能不穿过真实光阑表面的中 心)。然后在该光线的右侧和左侧执行倾斜光线搜索。产生的光瞳通常是椭圆形 的(或者如果 RPUPIL 有效则为矩形)。WAP 3 是最耗时的 WAP 选项,最好在 镜头完全设计后使用。如果在设计阶段使用它,可能会发生现有的固定孔径对于 光束变得太小的情况。然后入射光瞳将减小尺寸——这将很好地限制镜头的孔阑, 使像差看起来很棒。但那不是您想要的解。为了避免这种陷阱,请在这种极少数 情况设计完成时保存 WAP 3,并且需要这种特殊的光瞳定义进行像质分析。

这些光瞳选项仅检查 CAO, EAO 和 RAO 孔径,并且不受可能有效的任何 EFILE 数据的影响。前者可以被认为是限制光束的孔径,而后者是要加工到透镜元件本 身中的孔径——它们不必是相同的。通常,用一个固定环固定透镜元件,并且该 部分的孔径限制光束,而不是玻璃元件的边缘。在这种情况下,应将 CAO 设置 为等于固定环的半径,而不是透镜边缘。

使用WAP3时,在像面或非常接近的镜头上设置一个固定孔径不是一个好主意。
此时的像差有时会产生离焦,当程序搜索刚刚搜索到 CAO 光线时,搜索可能会 失败。发生这种情况时,您会看到该消息。

WAP PUPIL SIZE EQUATION HAS NO REAL SOLUTION.

换句话说,如果您使用 WAP3,请不要在光束可能表现出离焦的任何地方放置固定孔径。

如果开启渐晕模式,则 EFILE 边缘数据可以渐晕光束,如果这些边缘的直径小于透镜 CAO。也就是说,光瞳如上定义,并且根据当前光线网格模型追迹光线, 但是如果程序发现光线击中 EFILE 点 A 或 E 上方的表面,则在像质分析期间从 光线集中删除其中的一部分。

如果 WAP 2 和 3 选项在搜索光瞳边界时遇到光线追迹失败,则生成的光瞳尺寸 将减小,这不一定是您想要的。如果您的目标是校正您所期望的光瞳上的光线, 您实际上可能会在不知情的情况下纠正较小光瞳上的光线。出于这个原因,明智 的做法是不要在设计中过早使用这些光瞳选项,如果稍后再使用它们,则要监视 PAD 显示中的优化,并观察落在光阑表面的光线。通常情况下,这些光线会很好 地填充光阑,但如果看起来光阑明显未填满,则可能是光线故障。(我们发现在 这种情况下校正一个或两个边缘处的几何 TFAN 的斜率是有帮助的,这会使程序 远离光瞳边缘处的大的高阶像差。这已被证明是解决这种光线故障问题情况的好 方法。)

换句话说,在优化过程中不要使用 WAP3 选项,除非镜头已经非常稳定。

假设 TFAN 在负边缘处显示非常大的像差,并且光阑未填满。您可以将以下内容 放入 AANT 文件中来执行控制:

M 0 .1 A P YA 1 0 -1

S P YA 1 0 -.95

这针对-.95 和-1.0 光瞳点处的光线截距之间的差异。

关于这个公认的复杂话题的最后一句话。自然界找到穿过镜头的一束光线是没有问题的,因为自然界有无限数量的光线可供尝试。为了使镜头设计过程切实可行, 我们必须尽快显示哪些光线通过,哪些没有通过。当设计已经显示形状时,有时 我们想要忽略那些没有通过的光线,有时候我们想要考虑它们,就像我们计划稍 后解决渐晕问题时一样。因此,没有一个通用的解,您必须了解您的目标以及最 适合您的工具。

一些用户得出结论认为,由于 WAP 3 选项是可用的最复杂的选项,因此应该在 每个镜头中使用。这是错误的。实际上,该选项应该很少(如果有的话)使用, 然后主要用于分析完成的设计。 这是我们的方法:首先,设计具有近轴光瞳的镜头,除非您显示它需要一个实际的光瞳。如果光阑上的主光线没有足够密集到您想要的程度,那么就更改为一个 实际的光瞳。继续设计工作直到您发现是否需要在轴外点进行一定量的渐晕。然 后在优化函数中使用 VSET 选项,尝试各种值,直到被考虑的光线表现良好。现 在您知道有多少渐晕是合适的。根据需要调整镜片厚度,以避免在想要校正的光 束上羽化。有时会发生刚刚校正的缩小的光线组以外的光线无法追迹。在这种情 况下,默认的通光孔径计算必须忽略这些光线,并且可能会返回太小的孔径值。 这里是 VFIELD 选项派上用场的地方。为您的镜头分配一个 VFIELD,至少有两 个视场点,两者都是轴上点(没有渐晕),并且在视场的边缘,您发现减少对您 运行的 VSET 测试有用。(CAP 计算现在也会在此减少的光瞳上追迹光线,并且 不会发现光线追迹。)现在移除 VSET 并再次进行优化。这次程序根据 VFIELD 数据重新定义光瞳,而不是根据 VSET 数据-这可以做同样的事情。

现在做一个 CHG / CFIX / END,在任何地方都设置固定孔径。这些孔径是那些 刚刚通过 VFIELD 减少来自光瞳的光线的孔径。(如果没有更改为 VFIELD 选 项,则必须自己分配 CAO;这很容易做到:在工作表中,将 CAO 添加到第一个 和最后一个表面。然后使用滑块调整 CAO 值,直到 TFAN 仅在您预期的点上呈 现渐晕。)现在您可以切换到 WAP 3 以检查图像质量在该视场中的其他点是否 足够。如果要进行大量分析运行,可以通过制作更好的 VFIELD 阵列而不是使用 WAP 选项来节省一些时间。使用 FVF 命令执行此操作,该命令可根据当前的固 定孔径在多个视场点生成更新的 VFIELD 数据阵列。您在镜头中设计的渐晕不 一定会与视场(VSET 假设)呈线性变化,现在您可以在许多点检查图像,以查 看渐晕是否以适当的方式随视场变化。这样做最好是在设计已准备好进行最后润 色时进行,对板和公差分析。

如果孔径合适并且设计看起来足够但是显示出强烈的渐晕,那么进行额外的测试 是明智的。VFIELD 和 WAP 选项使用椭圆(或矩形)模拟渐晕光瞳,但真实光 瞳在某些情况下可以是新月形。只需更改为删除 VFIELD 的 WAP2,然后查看完 整视场光阑时的光迹。简单地删除渐晕光线(确保打开 VIG 模式),结果的模式 就是前面的选项试图模拟的实际模式。使用有效的 VFIELD 或 WAP 选项查看相 同的占用空间,并比较两者。如果它们几乎相同,那么您就完成了。如果没有, 您应该再次进行优化,添加一些您自己选择的光线,追迹光瞳中没有减少光瞳选 项的部分。

第 2.6.1 节中的注释描述了如果使用真实光瞳选项,如何为倾斜视场点旋转入瞳,则同样适用于启用真实光瞳的 WAP 选项。

2.6.3.1 设置预期的光瞳渐晕(VFIELD)

除了三个 WAP 光瞳选项之外,还有另一种选择

VFIELD <u>NHBAR</u> <u>HBAR VYP VYN VIGX</u> ...

(up to nine field points)

它允许您提前设置最多 9 个视场点的预期光瞳渐晕。NHBAR 是点数, VYP 和 VYN 是 Y 维度的分数上限和下限, VIGX 是 X 维度的分数限制(相对于近轴光 瞳尺寸)。视场点列表必须是非负的并且按递增序列排列。对于不在 VFIELD 列 表中的 HBAR 值的光线追迹,执行线性插值以显示使用的渐晕。这些数据可以 输入到对话框中,该对话框在 SYS 或 Pupil Wizard 对话框中作为链接找到,或者 由 FVF 命令自动计算。虽然不是必需的,但我们建议第一个视场点应该是 HBAR = 0,没有渐晕。默认的通光孔径计算利用所有输入的 HBAR,有时轴上光束需 要更大的孔径。这将确保它也被检查。



上图显示了如何定义尺寸。外圆表示没有 VFIELD 参数的光瞳。假设您希望全视场的光瞳在+Y 方向上降低到标准。 值的 70%,在-Y 方向上降低 60%,并且在 X 方向上不需要渐晕,如在光瞳上下部分画出的弧所示。对于这种情况,可以输入

VFIELD 2 0 1 1 1 1 .7 .6 1

指定双视场 VFIELD 设置。轴上点没有渐晕,因为所有参数都是 1.0,而全视场 点是渐晕的,如图所示。主光线位于上下渐晕点之间的中间位置,在这种情况下,

主光线对应的点是在距标准光瞳中心 0.05 处。

VFIELD 的输入在子午平面中定义,如果您分析不在此平面中的图像(具有非零GBAR),则根据需要旋转渐晕的光瞳形状以产生在该视场点处看到的光瞳 - 前提是视场是圆形或方形。如果不是这种情况,则不建议使用 VFIELD,而应使用 WAP 选项。

给定渐晕图案的输入参数不取决于近轴物体高度是正还是负。因此,对于正物体高度起作用的 VFIELD 数据与对于负高度的数据完全相同。

SYNOPSYS 的所有功能都会在追迹光线时将光瞳减少到这些数量。特别是经过 未固定的通光孔径时, CAP 将追迹 VFIELD 输入中给出的所有 HBAR 上的上下 光线(如上所述)。将此功能与 CFIX 命令结合使用是显示提供所需渐晕分布 的固定孔径的有用方法。使用 FVF(Find VField)命令实现逆向函数,该函数显 示对应于给定固定孔径的集合的 VFIELD 集。VFIELD, CAP, CFIX, CFREE 和 FVF 命令的组合是用于设计光学系统的非常有用的工具,其将受益于一定量的 渐晕。

总结一下:

FVF 查找特定孔径和视场点集的 VFIELD 数据。 VFIELD 允许您自己设置这些数据。 CAP 显示当前孔径数据,并找到未固定孔径。 CFIX 将孔径设置为当前的未固定孔径,这反映了 VField。 CFREE 使所有孔径都不固定(因此它们会随设计随时变动)。

默认情况下,主光线穿过 VFIELD 渐晕的光瞳中心。由于不需要光线搜索来显示光瞳的范围,因此该选项执行得非常快,并且在许多情况下可能是优选的光瞳模型。

VFIELD 与所有 WAP 不兼容。 真实光瞳选项自动生效,除非已将光阑分配给曲面 1。在这种情况下,近轴主光线取自输入的 YP1 值(如果有),并且 VFIELD 数据修改真实光瞳的大小但是不激活真实光线中的主光线搜索。通过这种方式,您可以定义虚拟光阑位置,通过改变近轴数量 YP1,您可以找到最佳光阑位置 - 同时通过 VFIELD 数据实现预期的渐晕程度。但是,在此模式下禁用 FVF 功能,您必须先分配一个真实光瞳,然后才能使用它。如果使用此程序,可以使用 CFIX 选项在任何地方设置固定孔径,然后指定真实光阑表面。之后 FVF 命令将创建您需要的 VFIELD 数据。

在优化过程中使用 VSET 选项,而不是 VFIELD,这样做要简单得多,而且通常 是适当的。有关替代方案的讨论,请参见上一节。

SYNOPSYS 中的所有光瞳选项都设定主光线在追迹过程中物理的穿过系统,并

且某些选项(例如, TRACE 中的 PUPIL 3 和 4)同时设定它是没有渐晕的。因此明智地定义光瞳就是这样。

任何后续的 APS 条目都会删除 WAP 选项。以下是建立视场 2VFIELD 的输入示例:

CHG VFIELD 2 0 1 1 1 1 .9 .8 .95

END

在这里,我们在轴上点没有给出任何渐晕,并且将全视场光瞳减小到+Y的标准 尺寸的 0.9 倍,-Y 的标准值的.8 倍,并在全视场范围内 X 减少到标准值得.95。

可以指定尺寸减小的光瞳,并在 Y 轴上任意位置偏心。以下是最近发送给我们的示例:



在这里,为了在全视场得到这个光瞳形状,人们会输入

VFIELD 2 0 1 1 1 1 0.8 -0.2 0.3

其中 VINYL 的负值转到中心的"错误"一侧。在所有情况下,主光线位于光瞳的 上下范围之间。

第2.6.1节中的注释描述了如果使用真实光瞳选项,如何为倾斜视场点旋转入瞳,

这同样适用于 VFIELD 选项, 该选项会启用真实光瞳。

还有最后一个复杂问题需要解决。 如果您使用 VFIELD 数据定义光瞳,例如全 视场点,则您希望视场的另一侧的图案相同,但旋转 180 度。 这实际上就是您 得到的 - 但现在您必须清楚输入数据直接应用于哪个视场点。 规则很简单:在 子午平面中进行追迹,如果物点在+Y 轴上,则输入的模式将按照您的定义进行 应用。 如果该点低于原点,由于 YPP0 的符号,则旋转图案。 只要真正的光瞳 生效,该规则就适用,如第 2.6.1 节所述。

要删除 VFIELD 声明,请输入任何 WAP 选项,或使用 Pupil Wizard (MPW)。

2.6.4 CSTOP 选项

上述选项定义了主光线,在某些情况下定义了入射光束的孔径。如果选择了 WAP2选项,则在显示光束尺寸之前,孔径必须具有固定孔径。然而,在设计 阶段期间,光阑的通光孔径可以随着镜头的其他特性而变化,并且在这种情况下 输入固定值以满足 WAP设定是不实际的。在这种情况下系统参数

CSTOP [REAL X Y [MARGIN]]

可以输入 RLE 或 CHG 文件。此选项追迹在原始镜头文件中输入的 YMP1 值的 近轴光线,然后在该光线给定的孔径处将固定孔径放置在光阑表面上。 使用此 选项,光阑孔径将在设计期间浮动,始终给出入射光束直径或对应 F/number 的 原始近轴光线,并将为所有视场点提供参考,以调整 WAP2 光瞳大小。"光瞳 向导"对话框中也说明了此选项。

REAL XY选项通过在近轴光瞳坐标 X,Y处追迹真实光线而不是近轴光线来设置孔径的 CAO。这将孔径设置为真实光线截距的精确值。偶尔会发现使用 WAP 2 或 3 选项生成的光线网格会因高阶光瞳像差或舍入误差而追迹超过此孔径的少量倾斜光线。为了避免将这些光线声明为渐晕,您可以输入一个小的 MARGIN, 它给出了在光阑处的光线截距可以超过孔径的数量,并且仍然被认为是渐晕。如 果需要该参数,则几微米的余量通常就足够了。

对于具有 Zemax™程序经验的用户,最接近该程序逻辑的光瞳模型由 CSTOP 和 WAP 2 的组合给出。

要删除 CSTOP, 请使用 NOFILL。

2.6.5 FILLSTOP 选项

上面描述的 CSTOP 选项的逆向选项是

FILLSTOP

,调整 YMP1 的值,使近轴轴向边缘光线在其输入的 CAO 处截取光阑表面。孔 径必须有固定孔径,否则此选项会给出错误信息。此选项仅调整 YMPI 的值,而 不调整光瞳的位置。"光瞳向导"对话框中也说明了此选项。因此:

CSTOP 调整光阑 CAO 以传递边缘光线,而 FILLSTOP 调整边缘光线以填充光阑 CAO。

要删除 FILLSTOP 或 CSTOP 选项,请在 CHG 文件中输入 NOFILL。

2.6.6 光瞳选项摘要

可用于定义入瞳的许多选项可以理解为分层结构,您可以在其中选择所需的复杂 程度。物方向导(MOW)和光瞳向导(MPW)对话框解释了它们的使用方式, 并可以自动将它们放入镜头中。

不同光瞳设置描述如下:

1.	近轴光瞳具有固定的大小和位置,用于具有固定入瞳的镜头。尺寸在轴外视场点减小。如果孔径是内部的,而真实主光线因为像差不会通过中心,则请使用 <u>real pupil</u> 。如果您不知道近轴光瞳的大小但想要填充光阑表面的通光孔,请使用 FILLSTOP 选项。
2.	光瞳尺寸在离轴视场点处增大,使得直径看起来是恒定的(即,不减小)。 使用 WAP 1
3.	必须改变光瞳尺寸,以便在所有视场点填充光阑的通光孔径。使用 WAP 2。
4.	光瞳尺寸必须改变以填充通光孔径,并且还必须调节尺寸以便不超过其他表面上的通光孔径,或者因为光瞳边缘处的光线将无法追迹。使用 WAP 3。
5.	您需要 WAP 3 选项的强大功能,但需要更快的方式来运行它。输入所有通光孔径后,运行 FVF 功能以设置 VFIELD 数据。现在,程序追迹近轴光瞳像追迹光线一样快,但是入瞳和 WAP 3 搜索得到的一样快。

2.6.7 显示渐晕光瞳

自然会出现这样的问题:当使用其中一个选项根据 VFIELD 减小入瞳的大小或 通过搜索将固定孔径(光瞳选项)的光瞳大小时,应该对待一个减小的光瞳作为 "全孔径"光瞳,还是应该将它显示为光扇图上的近轴光瞳的较小部分?

使用模式控制开关 59 进行选择。如果此开关打开, RPT 和 RPO 显示的轴以及 PAD 显示的是标准的近轴光瞳大小,绘制的曲线将根据通过上述选项产生的光

瞳缩小而减小。如果此开关关闭,则轴仅在缩小的光瞳上延伸。

2.6.8 FNO 选项

另一种调整近轴值 YMP1 的方法是使用 FNO 求解。格式是

FNO value

其中 value 是镜头所需的 F/number。此参数位于 RLE 或 CHG 文件中,仅在镜头 相当稳定时使用,否则可能会导致孔径值变得混乱。它与镜头中的任何 UMC 解 都不兼容,因为它们也控制 F/number。程序调整 YMP1,直到 FNUM 的绝对值 等于目标值。可以使用 SYS 或 MPW 对话框输入或修改目标。

若要删除 FNO 命令,请输入数值 0。

请注意,这种控制 F/NUMBER 的方法非常不稳定。可能没有任何曲率的解,并 且几乎肯定会导致 GSEARCH 挂起停止,因为镜头绝不是稳定的配置。因此,我 们建议使用 UMC 求解或使用 AANT 文件中的 FNUM 目标来控制 F/number, 而不是使用此参数。

2.7 OPD ——数值考虑因素

SYNOPSYS 执行的某些计算需要显示两条光线之间的光程差(OPD),其中一条通常是主光线。通常希望误差精度控制在光的一个波长精度内,而所涉及的实际路径长度可以是几米(数百万波长)的量级。在某些情况下,计算这种差异可能会导致精度损失,特别是在距离异常大的情况下。一个例子可能是高 F/number 镜头,其后焦距是数百米。

在这些情况下,应尽可能使用 AFOCAL 选项。然而,由于这并不总是实用,因 此可以使用特殊的 OPD 计算程序,该程序在很大程度上不受上述数值上的困难 的影响。该程序设定图像表面和紧接在其之前的表面都是平坦的并且没有倾斜和 偏心,并且后焦距超过一米长。当这两个表面满足这些设定时,将自动调用特殊 的 OPD 计算。

当为物距指定值偏大时,也可能出现数值问题。对于无限物距,建议使用物方参数 OBB,角度 UMPO=0(见 3.1.1)。该规范使用特殊的输入算法,不需要减去 大数。 如果 TH0 的值超过 1.0E10,程序将把进入的光束视为平面波(用于 OPD 计算)。

2.9 开关操作模式(ON, OFF)

根据一组 100 个模式控制开关的状态,可以调用或绕过 SYNOPSYS 的一些可选功能。这些可以通过列表的命令从其默认配置中重置

ON <u>NB NB NB NB</u>

or **OFF** <u>NB</u> <u>NB</u> <u>NB</u> <u>NB</u>...

其中 NB 是要打开或关闭的开关的编号。 使用 ON 和 OFF 命令一次最多可以输入 29 个开关编号。此输入几乎可以在任何时间输入,包括在数据文件中。 对话 框 MSS 显示当前的开关设置以及效果的说明。

附录 B 给出了一个列表,总结了每个开关打开所产生的影响(例如额外输出)。 程序启动时,开关配置如下:

12457827293239455465 打开 其他关闭 OFF.

运行 MACro SYSTART.MAC 时,会打开另一组开关:

10 28 35 41 42 62 67

如果更改开关设置,新设置将在整个运行过程中生效,直到再次更改。

要列出模式控制开关的当前设置,请输入命令

SSW (show switches 显示开关),

或选择 MSS 对话框以查看和操作当前的开关设置。10.5 节讨论了这些开关如何 影响优化程序。

如果您希望每次启动 SYNOPSYS 时其他开关设置生效,请将这些设置放入要使用的目录中名为 CUSTOM.MAC 的 MACro 中。 、只要程序启动,MACro 就会自动运行(如果存在)。

2.9.1 重置模式(RESET)

命令 RESET 会将所有模式开关重置为默认设置,并执行启动 MACro,以实现您可能在此处输入的任何设置。如果更改目录(请参阅 CHD),程序将自动运行新目录中的文件 SYSTART.MAC 和 CUSTOM.MAC 文件。这可以设置您希望对该目录唯一的选项。

2.10 版本号

命令

VERSION

将显示当前安装的 SYNOPSYS 的版本号。 您也可以单击"帮助|关于"菜单项。

2.11 项目名

命令

PROJECT <u>name</u>

将在数据文件 PROJECT.LOG 中创建一个时间戳,给出该项目名称的开始时间,并显示自上一个 PROJECT 命令输入命令窗口以来经过的时间。此文件可以脱机显示以用于记录流水。例如,要开始使用代码名称为 J35-001 的新镜头,请输入命令

PROJECT J35-001.

命令 PROJECT CLEAR 将清除日志文件的内容。 (完全拼写,有五个字符。) 不要将该词用于项目名称。 (如果日志文件不及时清除,文件将无限增长。)

第3章

3.0 镜头数据输入

透镜的规格最初是通过下面描述的结构的数据文件进入 SYNOPSYS 的。镜 头单位为英寸,除非打开开关 24 (使默认单位为 mm)——或者除非特别声明英 寸以外的单位(参见 3.2)。大多数镜头文件数据可以通过交互输入的方式输入 到对话系统和 SPS,但是按下面描述的输入速度更快。

3.1 在 RLE 数据系统中输入 RLE

RLE ID [sample lens ident.] [ID1 ' text '] [ID2 ' <u>text</u> '] [ID3 ' <u>text</u> '] [ID4 ' <u>text</u> '] [ID5 ' text ']

> WAVL <u>L1 L2 L3</u> WAVL <u>L1 L2 L3 L4 L5</u> WA1 <u>L1 [L2 L3 L4 L5]</u> WA2 [<u>L6 L7 L8 L9 L10]</u> WT1 <u>W1 [W2 W3 W4 W5]</u> WT2 <u>W6 [W7 W8 W9 W10]</u>

OBA <u>TH0 YP0 YMP1 [YP1 XP0 XP1 XMP1]</u> OBF <u>TH0 YP0 YMP1 [YP1 XP0 XP1 XMP1]</u> OBB <u>UMP0 UPP0 YMP1 [YP1 UXP0 XP1 XMP1]</u> OBC <u>TH0 UPP0 YMP1 [YP1 UXP0 XP1 XMP1]</u> OBD <u>TH0 UPP0 YMP1 [0 UXP0 0 XMP1]</u> OBG <u>WAIST [RBS [WAISTx [RBSx] [M2]]]</u> OBJECT FINITE <u>TH0 YP0 [XP0]</u> OBJECT INFINITE <u>UPP0 [VPP0]</u> REFERENCE HEIGHT <u>YMP1 [YP1 XMP1 XP1]</u> REFERENCE ANGLE <u>UMP0 [YP1 VMP0 XP1]</u>

[LOG <u>lognumber</u>] [ILINE] END

RLE	读取镜头
ID	最多可输入 33 个字符的镜头文件标识。每当输出或显示镜 头 ID 时,也会输出镜头更换的最近一次运行的日志编号。ID1 至 ID5 最多可提供 5 行镜头识别,最多可包含 76 个字符,这些 字符列在 RLE 和 LEO 文件中。这些行将显示在 LE 编辑器中, 可以在其中进行更改,也可以在特殊对话框中显示,您可以通 过工作表或命令 ID 访问这些行。Al 程序还可以更改或显示当 前 ID,输入的格式为 ID ='example lens file'或 ID? 您还可以在保存镜头文件时对其进行注释,并在再次打开 文件时显示注释。见 3.7.2 节。
WAVL	使用此命令输入三个或五个波长,单位为uM;前三个NB 条目用于长波长,中波长和短波长。CDF选项自动输入0.6563, 0.5876和0.4861um;这些也是默认波长。输入GHI指定紫外线 中的0.4358,0.4047和0.365um。 使用此选项,第二个波长始终是主波长,您必须输入三个 或五个数字。对于所有波长,权重自动设置为1,但可以使用 WT1输入(或之后使用MMC或SYS)更改。 如果参数未指定三个或五个波长,程序将把该行解释为

	WA1 输入。
WA1, WA2	这些选项允许输入从 1 到 10 任意数量的波长。权重设置为 统一的,可以使用 WT1 和 WT2 输入进行更改。波长优先级不 是用这个输入设置的。 如果使用 WA1 格式,则必须输入至少一个波长。例如,要 输入七个波长,可以使用 WA1.8.75.7.65.6 WA2.55.5
WT1, WT2	使用这些选项输入每个输入波长的光谱权重。除零之外的 任何数字都可以分配给任何波长。要抑制任何给定的波长,请 使用非常小的权重,但不能为零。因此,为了评估上述数据,如 果打算过滤掉 0.65uM 的光线,可以输入
	WT1 1 1 1 .0001 1 WT2 1 1
CORDER	此输入显示波长顺序:第一个是主波长,用于近轴光线追迹和可能有效的任何近轴求解。它也是用于像质分析的主光线的波长。第二个条目和第三个条目是长波长和短波长,它们给出了计算三阶色差的波长。按此顺序对所有波长执行多波长像质分析。在 WAVL 选项中,波长顺序被自动设置为(213),但不是由 WA1和 WA2 选项设置的,为此需要单独的 CORDER 输入。
LOG	每当你输入或改变一个镜头时,它都会被分配一个与当前 LOG 编号相同的镜头编号。 这可以帮助你追踪哪次运行产生 了哪个镜头,而且这个编号会与 SPEC 和其他列表一起打印。 当保存了一个镜头,然后在另一个时间取回它时,这个镜头会 被分配一个新的 LOG 号码,而不一定是它第一次生成时的那 个。 如果你想记录这个镜头,你可能希望原来的日志编号出现 在列表上,而不是当前的。 如果是这样,只要把这一行放在 CHG 文件中。 镜头编号将被设置为输入值。
ILINE	这是一个系统规范,用于在光谱的紫外线区域工作的透镜。 现代的微光刻透镜需要比可见光分辨率更高的分辨率,而不是 在 iLine(0.395 uM)附近的较短波长工作。但 GLM 使用的默 认玻璃模型并不能准确地描述该地区的真实玻璃。 激活这个选项将使 GLM 元件的一组替代插值系数生效, 这更接近于真正的玻璃在紫外线中的表现。

	此选项仅在定义了三个或更多波长时有效,且没有指定大
	于 0.45 uM 的值。
	如果选择这个选项,一些玻璃图分析功能将被禁用,因为
	它们需要C光(0.6563 um)的索引,这是在新系数的范围之外。
	要想删除此声明,请在 CHG 文件中使用 NILINE 指令。
WPOWER	微光刻透镜的输入光焦度。
DCYCLE	微光刻透镜的占空比。

每当输入新的波长数据时,程序的 COLOR (见 5.6)会根据 RLE 或 CHG 输入自动调用,以计算指定玻璃模型、玻璃表或玻璃系数 (GLM、GTB、GLASS、GDF)的所有介质的折射率。如果任何材料有一个固定的折射率,那么输入的波长超过目录表就是错误的,并且必须小心确保如果波长改变了,折射率也会相应改变。

3.1.1 输入物方参数

输入可以通过一个 RLE 或 CHG 文件,也可以通过对话框 SYS 输入、物方向导 MOW 或光瞳向导 MPW 交互输入。

必须从11种物方格式中选择一种进行输入。每个数据项的内容如下所示, 并且数据项在图中标出。请注意,正物方高度的定义取决于选择的物方模式。



通过使用 RD 或 CV 输入表面编号 0,可以在 RLE 或 CHG 文件中指定球形 表面的物体。如果使用选择 OBD,则自动假定物是弯曲的。在这种情况下,输 入的角度可能会超过 90 度。见下文。

格式如下:

OBA <u>THO YPO YMP1</u> [<u>YP1 XPO XP1 XMP1</u>]	
[GAUSSIAN <u>RBS</u>]	(见 3.1.4
节)	
[FTABLE]	(见 3.1.7
节)	
OBF <u>TH0 YP0 YMP1</u> [<u>YP1 XP0 XP1 XMP1</u>]	

OBB <u>UMP0 UPP0 YMP1 [YP1 UXP0 XP1 XMP1]</u> OBC <u>TH0 YANGLE YMP1 [YP1 XANGLE XP1 XMP1]</u> OBD <u>TH0 UPP0 YMP1 [YP1 UXP0 XP1 XMP1]</u> (见下 文)

OBL <u>TH0 YP0 ANGLE [XP0]</u> OBW <u>SEMIAP MULTIPLIER</u>

(见 3.1.3 节)(见 3.1.5 节)

OBI <u>THO YPO ANGLE XS YS NX NY</u>

(见3.1.6节)

上述物方和光瞳描述仅需要一行输入。也可以使用一条 OBJECT 线指定物 方和光瞳,以及从下面的列表中选择的一条 REFERENCE 线来指定。

OBJECT FINITE <u>TH0 YP0 [XP0]</u> OBJECT INFINITE <u>UPP0 [VPP0]</u>

REFERENCE HEIGHT <u>YMP1</u> [<u>YP1 XMP1 XP1</u>] REFERENCE ANGLE <u>UMP0</u> [<u>YP1 VMP0 XP1</u>]

<u>TH0</u>	物距离表面1的距离,向左为正。
<u>YP0</u>	物高,以透镜单位表示。必须非零。
YMP1	表面1顶点平面上的轴向边缘光线高度。
<u>YP1</u>	表面1顶点平面上的主光线高度。
<u>XP0</u>	X 轴物高,以透镜单位表示。XP0 允许为零,但 YP0 不允许。
<u>XP1</u>	表面1X轴上的主光线高度,来自 XP0或 UXP0 处的物方
XMP1	轴向边缘光线的 X 高度(见下文)
<u>UMP0</u>	近轴边缘光线角度。主要用于无限共轭,UMP0=0。
<u>UPP0</u>	物在 Y 轴上的视场角,在表面 1 的顶点处测量。该值必须为非零。
<u>UXP0</u>	物在 X 轴上的近轴主光线角度,在表面 1 的顶点处测量
YANGLE XANGLE	这些数量仅用于 OBC 物方格式。它们根据从表面 1 的顶点测量的角度来指定 物方高度,而不是线性高度,这是格式 OBA 的情况。OBC 与 OBD 格式(也 指定物体角度)不同,因为在 OBC 的情况下物是平面,而在 OBD 处是弯曲 的(并且可以延伸超过 90 度)——物点被指定为分数高度(与 OBA 一样)而不是分数角(与 OBD 一样)。
ANGLE	指定朗伯光源的半光线角

注意,如果已经定义了一个光阑面,使用 APS SN (见第 3.2 节),并且 SN 不等于 1,那么将执行一个光瞳求解来重新计算 YP1 和 XP1。否则,将应用 YP1 和 XP1 的输入值。如果实际输入"APS 1",则 YP1 和 XP1 的当前值被设置为零,然后光阑在表面编号 1 上。除非用 e 光瞳表示光瞳为椭圆形,或用 r 光瞳表示矩形,否则 XMP1 的任何用户输入数据都将被忽略,而且光瞳保持圆形(默认为圆形光瞳)。

如果打开 FILLSTOP 选项, YMP1 的输入值将被替换为计算出的值, 以使近

轴边缘光线在绝对孔径(必须由用户输入)处截取光阑表面。

如果 FFIELD 选项打开,程序将调整 YP0 的值,使高斯像高的绝对值等于像面上的通光孔径(必须由用户输入)。此选项不适用于选择 OBD,但您可以使用 OCALC 求解相应的物方点。

如果 WAP2 选项打开(见 2.6.3),则在每个视场角调整 YMP1 和 XMPI 的 值,以填充光阑表面的通光孔径。

WAP 3 选项调整 YMP1 和 XMPI 的值以接近用户在系统中输入的所有孔径 形成的光瞳。见 2.6.3。

物方坐标可以在优化中变化如下:

物距可以变化,并以指令 TH0 为目标,为"VY 0 TH0"。

如果物方是 OBA 或 OBB 类型,则可以使用 YPP0 或 YP0 更改物方高度并将其作为目标。对于物方类型 OBC 和 OBD,指令是"UPP0","UP0"或"UB0"。

另一种控制 YMP1 值的方法是输入

OSNA <u>NA</u>

此输入必须遵循任何其他物方描述符。程序计算 YMP1 的值(如果光瞳为圆 形,则计算 XMP1),使得输入的边缘光线角度满足条件 n*sin(UMP0)=NA, 其中 n 是主波长的物空间折射率,保持即使您稍后改变 TH0 的值,也可以输入 NA。当 TH0 变化时,大多数其他选项将使 YMP1 保持不变,结果是物方空间 NA 将不断变化。OSNA 与其他通过各种方式重新计算 YMP1 的选项不兼容,对 于 ZFILE 变焦镜头来说,可能不会被要求使用,对于这些镜头来说,YMP1 的 (可能)变化值不会被任何变焦镜头接受,除了表面 1。您可以使用以下输入关 闭此选项:

OSNA OFF.

物方光线可以通过两种方式表示远心:一种是将光阑分配给表面 1, 然后指 定 YP1 的值等于物高。另一种是使用这个指令

TCO

在 RLE 文件中。声明物方是远心的,将光阑置于 1,关闭任何 WAP 指定, 并将物方高度复制到 YP1(如果存在倾斜视场则复制到 XP1)。如果启用此选项, 则无法单独更改这些参数。要删除此声明,请使用

TCO OFF.

实用程序 OCALC (见 5.17) 可以调整 YP0 和 XP0 的值,使物方在最后一 个表面上的所需位置成像。

光线由其归一化入射光瞳和视场坐标指定,入射光瞳通常呈圆形(参见下一节)。在那些考虑渐晕的程序中,出瞳的形状将取决于发生的渐晕量。(见第 2.6.2 节)。

如果 UPP0 不等于 UXP0,在这种情况下 CFOV 选项被关闭。 在除 OBD 之外的所有物方参数中,除非明确地给表面 0 一个形状,否则物 都是被假定为平面。在这种情况下,SYNOPSYS的所有引用相对视场的特征都 是用参数 HBAR 和 GBAR 指定归一化视场点,而不是直接指定角度或其分数。

对于总视场超过 180 度的系统,需要 OBD 格式。在这种情况下,物方被自动分配等于物距 TH0 的曲率半径,并且输入角 UPP0 和 UXP0 可以超过 90 度。 仅对于此选择,参数 HBAR 和 GBAR 给出归一化角度,而不是其他情况下的归 一化线性物方高度。对于无穷远处的物体,您可以为 TH0 输入一个较大的值, 最大为 1.0E21。当然,当物方视场小于 180 度时,也可以使用此选项;当您想要 将物点指定为角度的分数而不是高度的分数时,建议使用此选项。如果物距超过 10.E9,程序将在计算 OPD 时将进入光束视为平面波。由于物体被指定为角度而 不是线性高度,因此这种形式对于所谓的 F-theta 镜头非常有用。畸变计算自动 将像高绘制为物方角度的函数。

如果具有物方 OBD 的镜头要定义倾斜视场(例如,与 MAP 或 GDIS 一起 使用),则对应于给定(GBAR, HBAR)位置的物方点的位置难以可视化,因 为那时我们是处理球面坐标。理解几何的最佳方法是将物方想象为平面,在 XZ 和 YZ 平面中测量 X 轴和 Y 轴。取球形物体表面,并将其拉伸平整。全视场主 光线从轴线产生角度 A。现在,假设视场是轴对称的,并且您希望追迹与轴成相 同角度的倾斜视场位置的光线。在诸如 OBA 的线性物方格式的情况下,该视场 点可以在(0.707,0.707)处找到,其与轴(0,1.0)在距离轴相同的距离处。在 OBD 的情况下,该光线的描述方式完全相同(0.707,0.707)。此约定使您可以 轻松查找和追迹所需的光线。

对于具有 OBD 物体的镜头,允许使用 WAP1 选项,当系统中没有真实光阑 时,可以从眼点对广角目镜进行建模。在这种情况下,表面1 被声明为光阑,并 且如果它实际上不在眼点,则后者可以由非零 YPP1 表示,其可以在优化中变化 (具有 VY 1 YP1)。如果镜头的畸变被校正,则光束直径在视场上是恒定的, 然后 WAP 1 是合适的。如果系统实际上在其他地方有一个光阑,那么入瞳实际 上只能通过 WAP 2 或 3 选项找到。如果要在光阑点位于表面 1 上时对倾斜视场 (GBAR 不为零)进行建模,则必须将其声明为真实光阑(APS-1)才能实现正 确的孔径旋转。

物形式 OBD 也不允许表面 1 上有 HOE 或 DOE;它使用一个适用于所有角度的特殊光线交点公式,但对于那些形状,交点实际上是在表面 2 上。因此,如果要在第一个元件上使用此物体,请添加虚拟表面 1。可以允许将 DOE 建模为USS 类型 16,因为交点位于该表面本身。

OBF 与 OBA 相同,除了它是用于物体光束非常快的系统。在这种情况下,将光线在入瞳中的位置建立在光瞳高度的线性分数上是不合适的,就像所有其他选项那样。相反,这个量被转换为一个角度的正弦分数,然后如果物体光束满足阿贝正弦条件,光线高度就会按照人们所期望的那样。其效果是在透镜的输出光束中产生一个均匀的光线分布。如果没有这个特点,后者将是不均匀的,在光瞳外围的光线比中心的多。真实光线和近轴光线都受到影响。

OBG 模拟高斯输入,如激光束。这里的输入通常很窄,衍射对传播方向有 很大的影响,光束的强度也不均匀。见 3.1.2 节。

如果您希望系统在物空间中是远心的,请不要使用 APS, 而是输入等于 YP0 的 YP1 值。

52

3.1.1.1 非圆形光瞳

除非另有说明, 否则 SYNOPSYS 假定入射光瞳的 X 和 Y 尺寸相等:分数光 线坐标 XEN 和 YEN 指的是圆上的点(可能是倾斜的——见 2.6.3)。如果为具 有物方规范的参数 XMP1 输入非零值, 则可以定义非圆形光瞳。在这种情况下, XMP1 不需要等于 YMP1,并且 SYNOPSYS 的所有基于光线的分析功能都将 XMP1 的输入值作为 X 方向上的"全孔径"维度。然而,如果光瞳中 X 与 Y 的 比例不统一,则在使用一些基于衍射的像质分析程序时需要注意:图像样本区域 基于 Y 维 F/NUMBER,并且在 x 方向上可能不合适。在将光瞳声明为椭圆 (EPUPIL)或矩形(RPUPIL)之前,用户输入的 XMP1 值不会生效。

广角光瞳选项 WAP 2 和 WAP 3 (见 2.6.3) 在每个视场角上调整 YMP1 和 XMP1 的值,在大多数情况下产生非圆形进入光束。VFIELD 选项提供了另一种 方法来定义有意非圆形的光瞳。

OBG 物方可以直接指定非圆形高斯光束。

若要由输入的 XMP1 创建的一个非圆形光瞳改变为一个圆形的光瞳,(导致 XMP1 被忽略),请使用以下序列:

CHG

CPUPIL

END

所有这些都在光瞳向导对话框中进行了解释。

3.1.1.2 隐含光瞳

所有的镜头设计程序都允许您指定镜头的哪个表面是光阑表面,这个指定影响所有的光线追迹,正如前面章节所解释的那样。但有时您想让程序告诉您该停在哪里,而不是反过来。如果有一个伟大的设计需要停在一个与现在不同的表面上,您想知道它,不是吗? SYNOPSYS 对此可以告诉您。

要做到这一点,您需要建立一个隐含的光瞳。首先,您告诉程序停止在表面 1上,利用下面的指令:

APS 1

在 RLE 或 CHG 文件中。然后给出带有物体描述的量 YP1 的非零维度。例 如,您可以指定

OBB 0 20 15.77 -4.6

在镜头文件中,这里给出了 YP1(-4.6)的显示值,它将被近轴光线追迹程序用于定义主光线。(请注意,APS条目应该在 RLE 文件中的物方描述之前出现,因为该程序在那个时候将 YP1 设置为 0,并且物方条目必须遵循,以便以后处理新值。)

在处理 RLE 文件之后,您还可以输入一个期望的值,如

YP1 = -4.6

由于真实光线在追迹主光线时从表面 1 处的 YP1 值开始(如果光线不是来 自全视场物体,则是该值的一小部分),真正的主光线将接近近轴光线。因此您 的光阑是隐含的,并且您可以评估镜头,好比光阑为轴上的点,在这个轴上,近 轴的主光线穿过了轴。这是一个功能强大的工具,您可以使用滑块调整工作表中 的 YP1 值,同时监控对像差的影响。更好的是,您可以在优化期间使用变量 YP1 改变此值,并且程序将在最小化价值函数时调整它。因此,如果您的镜头设置如 上所述,您的 PANT 文件可能如下所示:

PANT VY 0 YP1 ... END.

也有一个实际的光瞳变化的隐含光瞳:请利用输入指定光阑面为 APS –1

负号使真实光瞳生效,并且程序将执行迭代搜索,当遵循该协议时,在与近 轴主光线相同的位置处穿过轴的真实光线。(此搜索只有在第一个和最后一个表 面之间的某个位置处才有效。如果孔径位于镜头前,则无论如何都不需要真正的 光瞳。)

隐含光瞳选项也适用于 OBD 类型的物方(用于非常广角的系统)。在这种 情况下,光线不是相对于表面1上的项点平面定义的(通常是这种情况),因为 它将在恰好 90 度处变为无穷大。相反,输入的高度给出了表面1上的全视场实 际主光线。

当您的镜头以这种方式进行优化时,您可以很容易地检查镜头的画图,看看 主光线穿过轴的位置——然后把它停在那里。毫无疑问,一旦您知道了光阑应该 去哪里,您应该在那里放一个实际的表面,并声明它为光阑面。这是一种更传统 的设置方式,尤其是如果您希望使用其他光学软件的用户能够理解结果。(因为 这些代码不能定义一个隐含的光阑,否则它们会感到困惑。)

3.1.2 高斯光束定义(OBG)

在输入或输出光束非常慢或准直的情况下,衍射效应可导致与考虑系统的一 阶几何特性所预期的行为有显著差异的行为。例如,在激光束中,输入光束直径 通常非常小,光的路径不能用直线很好地描述,因此需要其他分析方法。

在这种情况下,输入光束几何形状由光束腰位置和发角度描述。后者由衍射 显示,前者不一定与系统中的普通共轭点一致。

Herloski 等人给出了耦合一阶和衍射效应的简单方法,(Applied Optics 22 1168(1983)。这种技术利用了这样一个事实,即高斯光束的实际行为可以被描述为两条近轴光线的组合。为了与这个理论保持一致,我们定义了物体坐标系和

高斯光束的近轴光线如下:

1. 第一个曲面必须放在输入高斯光束的光束腰位置。

2. 物方规范如下

OBG <u>WAIST [RBS [WAISTx] [RBSx] [M2]]]</u>

而不是正常的 OBA, OBB 或 OBC 输入。WAIST 是第一表面(光束腰) 在 Y 方向上的光束半径, RBS 在下面定义。不应输入 APS。如果输入 WAISTx,则它适用于 X 方向的光束腰半径。M2 给出了光束的品质因 数; 默认值为 1.0,或完美高斯模式(0,0)。更多信息请见下面。

3. 程序然后计算进入光束的发散度

DIV = WAV(p) <u>M2</u>/ π <u>WAIST</u> No (WAV(p) 是主要波长, No 是物方介质的折射率。)

此时有两种可能的操作,具体取决于镜头的几何形状:

1.如果第一个表面(根据上述规则是光束腰位置)是真正的折射或反射表面, 或者如果第一个厚度为零,程序将使用以下参数计算有效的 OBA 类型物方:

TH0 = 1.0E14 YP0 = TH0 * DIV YMP1 = <u>WAIST</u> * <u>RBS</u> (see below)YP1 = 0.0

然后,两个近轴光线 A 和 B (见 6.1)分别是"束腰大小光线"和"发散光线"。

2.如果第一个表面是虚拟表面(无折射率变化)与表面2不一致,程序将假设输入光束经历从表面1到表面2的高斯传播,并将计算光束半径,发散和在表面2上的相位曲率。然后有效物体将是OBA型,其中物点位于相位前沿的曲率中心,并计算边缘光线高度YMP1,使得表面上的近轴边缘光线为2等于RBS的光束半径。与情况(1)一样,近轴光线A和B是束腰大小光线和发散光线。然而,在这种情况下,光线YA的近轴路径更接近实际边缘光线的实际路径,因为表面1和2之间的衍射效应(假设光束较小,因此大多数受衍射扩散影响)已被计算在内。如果光束之后在表面2处扩展,则通常情况下,从该点开始的衍射效应可以忽略不计,并且近轴光线追迹和真实光线追迹非常接近高斯光束的行为。请注意,要使用此效果,曲面1必须明确指定厚度。使用LOCAL或GLOBAL描述符将表面2放在适当的位置是行不通的。在光束穿过镜片或在折叠镜到达镜片之前遇到折叠镜的常见情况下,应该将虚拟表面2放置在距光束腰一定距离处,等于所有中间表面的组合厚度。这将确保那时的实际光线行为是正确的。然后将其他表面放在中间空间的任何需要的地方。

该几何技巧的目的是建立入射光束的模型,以便真正的光线能紧跟高斯光束

55

的路径。然后,考虑像差,您可以使用所有的像质分析工具来评估您的系统。然 而,在某些情况下,这个技巧并不能很好地发挥作用。例如,如果您的系统在毫 米波区域工作,那么就不能说衍射在光束扩展后就不再是问题了,因为衍射在所 有地方都起着作用。在这种情况下,SYNOPSYS 唯一能够评估波前的特性就是 DPROP 程序。

输入 RBS(相对光束大小,默认值=1.0)指定光瞳大小是 RBS 乘以输入光束的 1/e**2 点。值为 1 意味着光束将在 1/e**2 处被精确截断,这并不总是理想的,因为远视场衍射模式与纯高斯衍射模式不同。出于数值原因,不建议 RBS 值大于 6。如果要在 X 中与 Y 中的不同点截断,则可以在 RBSx 中输入数据。

可以使用命令 BEAM 列出系统中任何位置的高斯光束的特性(参见第 5.12 节)。可以在优化程序中明确地控制输出光束的几何形状,其具有像差定义 GBR, GBU, GWR 和 GWL(参见第 10.3.2 节)。当然,这样的光束仅针对轴上物点定义,并且如果要覆盖有限域,就像扫描系统一样,视场必须由系统或其部分的适当倾斜来定义,而不是像通常情况那样由 HBAR 和 GBAR 坐标来定义。当指定 OBG 时,特征 FLUX 和 IMAGE 分析程序将考虑光束的高斯能量分布,但 REVERSE 命令将恢复为非高斯物方,并且必须在该命令之后重新进入 OBG。

您还可以使用衍射传播程序 DPROP 检查系统内任何点的光束轮廓。

在 OBG 输入中,一个非圆形的激光束可以通过赋予一个不同于 y 方向的腰 半径的值来模拟。在这种情况下,真实光线分析将考虑到不同的大小和光束在入 口光瞳各部分的发散。这就产生了奇怪的结果,即在光瞳的每个方位角产生不同 的 TH0 值,以及不同的有效归一化光瞳半径。如果表面 2 距离表面 1 有一定的 距离(推荐),那么所有地方的光束的散度都是用真实光线模拟的。虽然不是圆 形的,但在表面 1 上,光束被认为是没有像散的。

孔径的能量衰减是用 OBG 自动建模的,不需要像早期释放那样,将 UAP 分配给表面 1。衰减速率由 M2 参数控制,该参数描述了激光的质量。在 TEMoo 模式中,完美的激光器的 M2 值为 1.0,而不稳定或具有更高模态的激光器一般会呈现出比完美激光更大的散度,即使其尺寸相同。如果散度是平均的两倍,有人说 M2 等于 2.0

但现在我们面临一个问题:有很多激光模式,我们可以说 M2 = 2.0,所以我 们不能给出唯一的描述。M2 惯例的效用是它允许人们估计平均的激光输出是什 么样子,这是光束分析的目标。如果我们严格地分析大量的模态,叠加结果,然 后检查集合,我们会发现能量分布与光束输出相当相似。然而,光束只是一阶分 析,与光学中的所有一阶分析一样,它忽略了像差。

那么,当像差起作用时,我们该怎么做呢?在这种情况下,我们可以通过使用 DPROP 特性来感受像差变的影响,依次分析预期的激光模式的代表性样本,并查看它们是否有不希望看到的成像特性。要分析一个给定的模式,可以使用 RLE 文件输入指定所需的模式。

MODE XMODE YMODE

在这里,XMODE 和 YMODE 给出了在给定模式具有峰值强度的光束腰的 部分位置。(当前 M2 值指定该模式的 1/e**2 点相对于腰半径 Wo 的减小。)因此,对于腰为 0.25 度、M2 为 4.0 度的环形激光束,在峰值位于束腰中心到上边

缘距离的 60%的模式下,可以输入 CHG OBG.251004

MODE 0 .6 END

然后按照 DPROP 分析进行操作。在这种情况下,应在束腰和系统中的代表 性表面获取一个切片 SLICE, 然后在系统中的代表性表面上, 以验证所显示的模 式是预期的。然后可以在期望的目标位置处评估图像。以这种方式分析几种模式 将显示图像如何彼此不同, 并将验证系统成像目标是否符合(或不符合)。

当(0,0)以外的模式设置生效时,PSPRD 等图像程序也将遵循高斯分布 中较小的1/e**2点及其偏心位置。虽然这是分析这些影响对图像影响的一种 方便方法,但要注意分析不如 DPROP 分析准确,DPROP 分析或多或少地严格 追迹给定模式,而不是前者的真实光线近似。

由于高斯光束仅针对单个视场点(轴光束)定义,因此程序将忽略 OBG 物方存在时可能设置的任何非零 HBAR 或 GBAR。

要分析光束中的能量作为孔径位置的函数,请使用 MAP 或 AI 功能并设置 传输。(这种衰减被建模为均匀进入光束的传输减少,而不是初始的非均匀性。)

支持 OBG 物方指定的特性是为单波长系统设计的,尽管可以在 WAVL 输入 中指定多个波长。但是,请注意,上面描述的一阶特性适用于所有输入的波长, 这可能不一定适用于除主波长以外的任何波长。如果一个透镜使用不止一个激光, 而且它们有不同的波长或腰半径,最好将它们建模为不同的配置,并用合适的 OBG 参数定义每个配置。这样,高斯光束参数对所有情况都是正确的。

3.1.3 朗伯光源

一类重要的光学系统被设计成以期望的方式收集和分布光,而不是形成清晰的图像。该类通常涉及光源,例如钨丝或 LED,两者都接近朗伯发射器。

这种源可以使用 RLE 文件中的 OBL 物方描述符建模,如本节所述。对于没 有反射器的单个 LED,这种格式是合适的。为了模拟 LED 阵列和反射器,使用 OBI 格式。

物方的格式是:

OBL THO YPO ANGLE [XPO]

这里,参数 <u>TH0</u>和 <u>YP0</u>具有它们通常的含义,但通常情况下没有 YMP1 的 输入。相反,您给出了光源的半角,它以度为单位,必须大于 0 且小于 90。由于 平坦的朗伯源极端角度很少,通常最好给出一个不超过 85 度的角(或者光源将 其限制为更小的值,则小于 85 度)。

该程序以独特的方式处理这种类型的物体:虽然落在遥远的平面上的辐射会

随着光线角度的余弦相对于第四次幂而下降,但我们选择使用此功能对光线分布进行建模并处理每条光线以相等的权重。通过这样做,可以使光线图案的足迹在期望的表面处并且获得光能均匀性的良好视觉印象。人们还可以使用 GMODEL 和图像解剖程序来明确地找到光能模式。如果光线都具有不同的权重(这将是用均匀间隔的光线对分布进行建模的方式),则很难形成视觉效果。

对于这种模型的结果,追迹给定的光线并不那么简单。如果您问,对于 YEN = 1 的光线,您会得到进入角度的光线。但是其他的光线以类似于上面提到的衰 减的方式重新映射到进入光瞳,结果您通常不会得到您期望的光线。如果这看起 来很复杂,请记住,这些系统不是用来形成图像的,而且很少需要追迹特定的光 线。相反,一个处理整体的光线分布,如第 5.37 节中的示例所示。

使用 IPAT 是检验最终表面照明模式的好方法。

如果不为倾斜视场 XP0 输入值,则 OBL 格式自动将物方变为正方形;它在 HBAR 和 GBAR 中扩展,所以您可以从一个正方形的任何地方对流量进行评估。 默认的通光孔径,它被计算为通过角视场点的光,而不是通过在 HBAR = 1 的子 午面上的物体,因此会显得比您预期的要大。如果您想对具有可忽略 x 维的物方 建模,那么为 XP0 输入一个小(但非零)值。

3.1.4 高斯输入文件

有时,使用物方格式 OBA 而不是 OBG 来模拟来自高斯光源的输入是很方便的。例如,这适用于激光二极管,它的输出是近似高斯的,但你希望用普通的几何光学而不是 OBG 的特殊工具来处理光束。

在这些情况下,只需在 OBA 描述符后面附加一行。

GAUSSIAN RBS

在 RLE 文件中。RBS 是相对光束尺寸,指定在高斯分布中找到全孔径点 YMP1 和 XMP1 (可以是不同的)的位置。因此,如果输入的 YMP1 维度恰好在 1/e**2点,则 RBS 将为 1.0。此选项与 OBG 格式的区别在于以下几种方式: 您不能设定进行 BEAM 分析,并且一阶物方特性取自 OBA 描述,而不是重新计 算以满足第 3.12 节中所述的高斯光束设定。此外,可以自由地使用 HBAR 和 GBAR 参数来指定除轴之外的视场中的点——这不适合 OBG 物方。这就是分析 输入端具有激光二极管阵列的系统的方法。

58



一旦以这种方式定义,就可以使用 FLUX 命令和像差定义来分析和控制光束。

在 CHG 文件中, 要删除此声明, 请输入

NOGAUSS

3.1.5 波导物方

有时需要对波长比光学中通常情况更长的系统进行建模; 毫米波波导就是 一个很好的例子。虽然 SYNOPSYS 的所有功能都适用于这种情况, 但必须注意 衍射效应更加明显, 因为相对于系统的物理孔径, 波长比平常大得多。由于这个 原因, 衍射传播特征 DPROP 可能是唯一适用于这种系统的分析功能。

这种物方是用输入建模

OBW SEMIAP MULTIPLIER

此物方将输入波前模拟为贝塞尔函数,其中幅度由下式给出。

 $A = J0 (\underline{MULTIPLIER} * RHO / \underline{SEMIAP})$

and RHO = SQRT $(X^{**2} + Y^{**2})$.

然后,光束的强度是该量的平方,并且在幅度 A 为正的任何地方都取相位为零,否则为 180 度。

以下是波导光束分析的示例:



在该系统中,光束的半径为 65 毫米,波长为 2 毫米。我们先来看一下表面 1 上的光束轮廓:

DPROP P 0 0 1 SURF 3C



此配置文件在 Bessel 函数的第一个零处被截断。现在我们得到表面 2 的轮廓,距离为 2.0e4 毫米:



这与表面1处的光束非常相似,除了较大的比例。以下是此表面的 FRINGE 分析:



条纹来自哪里? 毕竟这应该是一个平面波。好吧,它不再是平面了。像高 斯光束一样,这个光束由于衍射而膨胀,在这个遥远的平面上,它看起来像一个 以表面 1 为中心的球面波前。这个分析显示了相对于平面的条纹 2.使半径为-2.0e4,并且条纹大部分都消失了。 与高斯光源一样,OBW 不能采用除零之外的视场点。

3.1.6 照明阵列(OBI)

光源类型 OBI 类似于 OBL (朗伯源),但它增加了重要的功能。对于这种 类型,您描述一个发光二极管(或 LED),然后定义将包含一组此类光源的阵列 的尺寸。此外,每个 LED 光源都将安装在您必须提供尺寸的反射器中。

此光源类型必须在 RLE 文件中输入,如下:

OBI THO YPO ANGLE XS YS NX NY

前三个参数与光源 OBL 相同:从 LED 到表面 1 (TH0)顶点的距离,圆形 LED 的半径 (YP0),以及后者发出的光锥的角度 (角度)的半角。这个角必须 小于 90 度。由于在极端角度下发射的光很少,我们建议不超过 80 度。来自单个 LED 的光线分布将模拟来自朗伯光源的 cos**4 衰减,就像物方类型 OBL 一样。

其他参数定义阵列: XS 和 YS 是相邻的 led 之间 X 和 Y 的间隔, NX 和 NY 给出行和列中的 led 数量。NX 和 NY 都必须是奇数,以确保有一个中央 LED。

这种格式与您必须输入的数据密切相关,曲面1将描述中央反射器的形状和 孔径。顶点的位置距离 LED 的距离为 TH0,您必须提供一个 CAO 来限制表面 的大小。程序会自动执行 INTERCEPT FAR 指令,使表面成为反射器,因此您不 必自己提供这些声明。

该程序自动声明系统参数 LRAYS,因为我们希望光线在表面 2 反射后由真 实光线(而不是奇异光线)组成,并向右反射。不要更改此设置。没有选择把光 源放在右侧,光线向左,用这个物体描述。

在使用光源 OBI 时,在表面 0 或表面 1 上都不允许使用某些特性:您不能 在它们上放置任何倾斜或去中心点,不允许使用 VFIELD,也不可以在表面 1 之 外指定一个光阑面,这是默认设置。表面 1 不能被声明为一个阵列。这个系统不 能逆转,但它可以伸缩。如果您想要检查反射器中的多个反弹,如下面的示例所 示,您必须声明系统没有序列。但是,您不必为反射器本身分配任何非序列特性, 因为这些特性将是自动的。所有基于 opd 的分析都是被禁用的,因为这对照明系 统没有任何意义。如果您请求对表面 1 进行垂度计算,如果在曲面的 CAI 和 CAO 之间没有包含孔径点,则返回将表示失败。(这就是程序如何知道在数组中的反 射器之间不画任何内容的方法。)

要评估 OBI 系统的性能,可以使用命令声明哪个 LED 是运行的

OBI INDEX JX JY

其中 JX 和 JY 在中心(0,0)处,对其他 led 取正值或负值。这个命令几乎可以在任何地方输入,甚至可以在数据文件、镜头文件或工作表中输入。声明在更改或输入或召回不同的镜头之前仍然有效。

例如,如果数组定义为(7,5),在行(X)中给出7个led,在列(Y) 中给出5个led,那么

OBI INDEX 0 0

将激活中央 LED,并且

OBI INDEX 3 2

会激活其中一个角处的 LED。对面的角落处的 LED 是

OBI INDEX -3 –2

下图显示了如何定义折射率。



以下是此类系统的示例:

₿	O ! X ≝ Q ™ 図 -N ■ ■ ■ ● ?
2	RLE ID OBI EXAMPLE 23828
6	LOG 23828 WAVL .6562700 .5875600 .4861300 APS 1
	OBI -1. 0.5 80. 14. 14. 7. 5.
	LRAYS 0 AIR 1 CAO 6.00000000 0.00000000 0.00000000 1 CAO 6.00000000 0.00000000 0.00000000
	1 CAI 2.01000000 0.0000000 0.00000000 1 RAD 2.00000000000 TH 100 AIR 1 CC -1.000000000 1 AIR
•	2 CV 0.0000000000 TH 0.0000000 AIR 2 AIR 2 AIR
	END
×	RSOL 10 20 2 0 123
	PUP 2 1 21 TRACE P 0 0 21
	OBI INDEX 1 -2 GREEN
	OBI INDEX -3 2
	TRACE P 0 0 21 END



在这里,我们声明光瞳类型 2 (1×21 TFAN 光线),然后将这些光线添加到 RSOLID 绘图中的三个 LED 位置:中心(0,0)用红色表示,位置(1,-2)用 绿色表示,最后(-3,2)用蓝色表示。请注意,光线分布不相同;我们在表面 2 上声明了一个 RAO 孔径,它使一些光线变暗。

下一个示例显示了一组三个源,每个源都包含在一个锥体内,该锥体被建模为一个非常短半径的双曲面。系统声明为 NOSEQUENTIAL,因此我们在每个锥体内看到多个反射。我们使用默认光瞳模式(PUP 1)绘制一幅图纸,其中三条 色差从三个 LED 设置 200 条光线。



让我们看一下顶锥内单个光线的路径:



在这里,您可以看到此光线的三个反射。其他光线可能会遇到不同数量或不相反的反射。

人们可以用几种方法评估光线分布。一种是在最终表面上留下足迹。





人们还可以使用图像解剖程序来查看光线密度随位置的变化:





在这里,我们为三个光源中的每一个制作了光线图的复合几何模型,然后通 过一个尺寸为 5×5mm 的矩形探测器从下到上检查该模型。 另一个有用的功能是 IPAT,它绘制了最终表面的照明图案。 可以轻松地向 OBI 阵列添加一系列小透镜。这是一个例子:



系统使用 ARRAY 功能创建一组小镜头:



请注意,来自下部光源的光线进入该光源上方的小透镜;顶部处光源发出的 光线也有类似的情况。其他光线也会这样,只是它们被表面 4 上的 RAO 渐晕了, 因此被删除。另请注意,此系统不需要非序列光线追迹:所有小透镜都包含在单 个表面中,编号为 3,并且反射器中没有多次反射。

人们仍然可能会选择以非序列模式检查系统。在这里,我们展示了 55 条光 线的自定义光扇图。



请注意,一些光线似乎停在小透镜的第一个表面。由任何 PUP 选项定义的 光线集仅包含到达最后一个表面的光线,而这些光线没有,因此它们从集合中删 除。但是,如果您设置单个光线而不是一组光线,那么在非序列模式下,即使稍 后有渐晕,也会显示该光线的路径,并且您可以看到阵列中出现的 TIR。示例如 下所示:



3.1.7 强度衰减表

光源类型 OBA 允许输入作为相对于光轴的角度的函数的强度表,这可能有助于建模具有测量输出特性的 LED。然后,可以自由地使用 HBAR 和 GBAR 参数来指定视场中的点,如 LED 阵列,以及光瞳坐标 XEN 和 YEN。

有两种形式:

1.您可以输入一个表格,给出四个角度和强度。例如,如果 LED 带有表格给出的测量数据,

angle(degree)	intensity
5	0.997147386
10	0.988627499
15	0.974553572
20	0.95511224
25	0.930560454
30	0.901221225
35	0.867478282
40	0.829769733
45	0.788580833
50	0.744435985
55	0.697890115
60	0.64951955
65	0.599912586
70	0.549659868
75	0.499344783
80	0.449534
85	0.400768336
90	0.353554094

您可以选择四个角度并输入数据,如下所示:

CHG FTABLE 4 20 .9551 40 .8298 60 .6495 80 .4495 END

该程序将输入的数据拟合为一组四个系数,此后这些系数将被用来模拟该分 布随光圈变化的透射率。系数与镜头一起保存,但不与表数据一起保存。请注意, 只需要四个数据点,FTABLE行的第2个字中的数字"4"提醒了这一事实。

您可以直接输入四个系数,如

CHG

FCOEFF 0.9999343 -0.3744452 5.3659603E-02 -3.2903864E-03

END

这也是保存的镜头文件中显示的格式。

如果您现在执行 AI 设置 PLOT TRANSM FOR YEN = -1 TO 1, 对于上面的 示例, 您将得到下面的图表。



与物方 OBA 的 GAUSSIAN 选项不同,此列表不会调整进入光线位置以匹配所需的光通量级别。因此,如果在表面1上查看光迹图,则光线将与任何其他 OBA 光源一样定位,如下所示。


输入可以删除该指令 NOGAUSS

在 CHG 文件中。(此输入删除物方类型 OBA 的 GAUSSIAN 和 FTABLE 选项。)

3.2 RLE 数据——可选系统输入

以下是可选的系统输入指令,在下面的链接中逐项列出。其中大多数可以通过对话框 SYS 以交互方式输入。

UNITS { INCH / MM / CM / M }

NOP/NSOLVE	<mark>FNAME</mark> 'name'	<u>VIG</u>	NCOP/NTOP/NIOP
<u>APS NB</u>	<u>CFIX</u>	<u>NOVIG</u>	<u>NOSEQUENTIAL</u>

WAP { 1 - 3 }	CFREE	GLOBAL	SEQUENTIAL
VFIELD NHBAR	BTH NB	RELATIVE	FFIELD
AFOCAL	<u>SYMM</u>	ICR XEN	NFFIELD
FOCAL	<u>XPXT</u>	<u>GTS</u>	VACUUM
ACCOM DIOPTERS	<u>YPXT</u>	GTZ	AIR
FILLSTOP	<u>NPXT</u>	PCAO	CAP
NOFILL	<u>PXT</u>	<u>RCAO</u>	NCAP
CSTOP [REAL X Y [MARGIN]	ADD NB	<u>CPUPIL</u>	<u>CFOV</u>
RFOV	EPUPIL	<u>RPUPIL</u>	RHAND
LHAND	LRAYS	<u>RRAYS</u>	PRESSURE
TEMPERATURE	NAS	NDEF	APERFECT
ALPHA	PRRULES	SLOW	PSPACE
PCV CV	YCAP	XCAP	EVD { X/Y/U/OFF}

UNITS { INCH / MM / CM / M }	定义镜头单位。默认为英寸,除非开关 24 为 ON,在这种情况下为毫米。如果选择了英寸以外的单位,则可以通过读取输入的单位来解释本手册中的文字,只要参考镜头或图像尺寸写上"英寸"(但不参考页边距,点符号大小等)
APS <u>NB</u>	是光阑的表面编号。正值产生近轴光瞳求解,负值为真实光 瞳求解。(参见第 2.6 节。)如果 NB=1,或者省略了该条目,则 不执行孔径求解,并使用随后的物方参数输入的 YP1 和 XP1 的 值(如果有的话)。APS 输入还删除了广角光瞳选项。
WAP [1-3]	设置广角光瞳选项。见 2.6.3 节。
VFIELD <u>NHBAR</u>	用视场选项启动光瞳渐晕。见 2.6.3.1 节。
NOP/NSOLVE	NOP 移除了镜头中的所有拾取和求解,NSOLVE 移除了所有厚度和曲率求解,只留下拾取。
SYMM	删除所有由倾斜和偏心引起的不对称,以及所有变形。环面 和锥面将改为球面。
BTH <u>NB</u>	如果后面的焦距是通过厚度求解计算的,则将 <u>NB</u> 的值加到 后焦距。要删除当前 BTH,在 CHG 文件中输入 BTH 0,或删除

求解。要在 PANT 文件中更改此参数,使用 VY 0 BTH。 如果镜头处于 APERFECT 模式,也可以给出该参数。在这 种情况下,将在从模拟完美镜头的焦平面偏移 NB 的位置处评估 图像。
在大多数分析程序中,打开自动渐晕选项,删除违反通光孔 径或遇到羽化或追迹失败的光线。(这是默认选项。)请参阅第 2.6.2 节。
关闭渐晕选项。只有光线追迹失败才会导致光线删除。
固定先前使用 CAP 计算的 CAO,就好像它们是由用户输入的一样。通常,在计算渐晕时忽略使用 CAP 计算的 CAO,但是当输入 CFIX 时,它们与明确输入的 CAO 属于同一类别。在将此命令包含在 CHG 文件中之前,应该调用 CAP。单独使用 CFIX 指令固定系统中的所有 CAO。您还可以使用 SN CFIX 列表来固定单个表面的孔径。
使所有的 CAO 不受渐晕的考虑。用户输入的孔径将被丢弃
导致以弧度为单位的最终光线角度被输出,而不是光线在像面的截距。OPD 输出表示波前与平面波的偏离。 当使用这个选项时,镜头中的最后两个表面必须是平面的、重合的,而且最后一个表面必须不包含倾斜或偏心(或撤消)。如果到像的距离非常大(即在最后一个透镜元件上使用 UMC 0),就应该使用这个选项,以避免使用非常大的数字所固有的错误。 SYNOPSYS 输出的光线角度在下图中定义,其中值 Φ 和 Ψ 给出了从光线上的一个点投影到 XZ 或 YZ 平面上测量的光线角度。

	AFOCAL 选项和它的变体都是在指定的距离内以最后一个 表面为中心的曲率来模拟图像,或者对于纯粹的 AFOCAL 来说 是无限的。 偶尔你会遇到一个在非常高的 F/number 下工作的系 统(这通常需要 AFOCAL 模式),但像面是平的,不是以最后 一个表面为中心的球面。 因此,它不太符合 AFOCAL 模式的要 求。 另一种模式可用于这种情况。 宣布系统为慢速,就可以避 免一些精度问题。
APERFECT <u>EFL</u>	此选项适用于输出是准直的、通常需要 AFOCAL 选项的镜 头。它将评估图像的质量和位置,如果在系统后面放置一个具有 指定焦距的完美透镜,人们将看到这一点。然后输出是线性透镜 单位而不是角度单位。 与 AFOCAL 选项一样,此模式设定最后两个表面平坦,但 在这种情况下,两个表面不重合;程序将指定一个等于设置的 EFL 的分隔,加上可能有效的任何 BTH 值。 出现细微差别的原因是 AFOCAL 模式下的图像被评估为直 接沿主光线观察时的图像,而 APERFECT 模式下的图像沿垂直 于图像表面方向进行评估,如 FOCAL 模式下的平面图像表面。 所以在两种情况下图像尺寸和形状将不同。 有关更多信息,请参见第 7.5.1 节。
FOCAL	恢复默认的 FOCAL 模式。
ACCOM <u>DIOPTERS</u>	用于名义上为 AFOCAL 但可能略微离焦的系统。主要用于 目镜设计,此选项需要两个最终表面,AFOCAL 模式也是如此, 但自动将最后一个放置在距前一个表面 1M / DIOPTERS 的距离 处,并为像提供以前一个表面为中心的曲率。因此,屈光度为-1 度的调节将在距离为-1 米、曲率半径为 1 米的地方产生一个表 面。如果用户的眼睛聚焦在该调节处,则图像表面将无处不在焦 点。与 AFOCAL 模式一样,RAY 输出为弧度,并且所有以主光 线为参考的像质分析以沿着该弯曲图像表面的角弧长度为单位 而不是 X 和 Y 坐标。OPD 误差是从汇聚到图像表面的参考波测 量的。 请注意,此功能与 AFOCAL 选项的用途非常相似:由慢光 束形成的像。这是一个问题,原因如下。如果所有光线会聚到主 光线点,那么 OPD 当然将为零。但是,如果一个小的像差导致 光线与主光线平行,就像它可能在一个慢光束中那样,那么 OPD 再次为零。简单的几何图形表明,最小 OPD 曲线始终存在两种 解,而远距离的、可调节的图像使它们非常接近。 这个问题在很大程度上可以通过禁用 Debye 近似和将 OPD 值引用到从光瞳到光线截点的实际距离来避免。因此,在 ACCOM 模式下会自动绕过 Debye 近似值。这种预防措施使两个 区域进一步分开,并且 OPD 更可能是正确的。无论如何,一定 要检查 TAP 和 OPD 曲线,以验证第二个是第一个曲线的积分,

	并确保下一个到最后一个表面确实在出瞳处。您可以通过打开开 关 66 来绕过 Debye 计算。 在优化过程中,可以改变适应性设置,适用于允许视场弯曲 但图像必须清晰的情况。请看到 10.3.1 节。
FILLSTOP	使近轴量 YMP1 被计算出的新值代替,使得边缘近轴光线在 用户输入的通光孔处截取光阑表面。每次执行近轴光线追迹时执 行该计算。见 2.6.5。
NOFILL	删除 FILLSTOP 和 CSTOP 选项,在光阑处保留 YMP1 和 CAO 的最新值。
CSTOP [REAL X Y [<u>MARGIN</u>]]	设置光阑面的 CAO 等于该表面上的轴向边缘光线高度。默认是近轴光线,但可以设置光瞳坐标(XY)处的真实光线。见2.6.4。
РСАО	导致默认的通光孔径基于近轴光线追迹,而不是基于实际的 光线追迹。这在粗略显示存在真实光线追迹失败的系统时非常有 用,并且镜头图纸没有显示有用的孔径。默认孔径不用于渐晕分 析,如 6.2.1 节所述。 如果打开开关 28,此选项将失败。在这种情况下,如果在通 光孔径计算中发现光线故障导致零孔径(并且图形中缺少表 面!),程序将自动暂时进入 PCAO 模式。
RCAO	删除 PCAO 选项。默认的通光孔径将基于真实光线, 如 6.2.1 节所述。
CFOV SFOV	指定 X 中的视场与 Y 中的视场相同。CFOV 是圆形的, SFOV 是方形的。程序自动设置 X 视场尺寸 XP0 等于 YP0。 如果选择 CFOV,程序使 CAP 将 YP0 作为确定清晰孔径的 最大视场,对 X 和 Y 上的视场进行分析的程序将视场裁剪为半 径为 YP0 的圆。 如果选择 SFOV,程序使用场的半对角线尺寸,在 Y-Z 平面 追迹它,找到通光孔径,在 X 和 Y 上分析场的程序延伸到正方 形场的各个角落。 您仍然必须同时输入 HBAR 和 GBAR 参数,以便在追迹光 线或分析视场中的给定点时,同时利用视场的 X 和 Y 范围。
RFOV	指定该视场是矩形的。此命令不会更改 XP0 的当前值, 但会导致 CAP 追迹视场的半对角线尺寸以找到通光孔径(在 Y-Z 平面中追迹)。RFOV 是默认值。
CPUPIL	指定近轴光瞳是圆形的。这是默认设置,如果手动更改 YMP1,XMP1的值将自动跟随变化。如果您尝试更改 XMP1, 则会忽略新值。
EPUPIL	指定近轴光瞳可以是非圆形的。如果手动更改 YMP1, XMP1

	的值将不会改变,并且光瞳通常会呈椭圆形。在这种情况下, CSTOP将在光阑上产生椭圆孔径。同时打开 XPXT 模式。
RPUPIL	指定近轴光瞳是矩形的。如果手动更改 YMP1,则 XMP1 的 值不会更改。在这种情况下,CSTOP 将在光阑上产生矩形孔径。 同时打开 XPXT 模式。
RHAND / LHAND	这些条目控制正 X 和 ZZ 的定义,默认为左向坐标系。参见 2.4 节。
ADD <u>NB</u>	将输入的 NB 添加到以下所有表面编号参考中。这对于重新 编号镜头文件的一部分非常有用。输入 LE, 然后在要重新编号 的部分之前插入 ADD 行。ADD 指令的另一种形式采用表面编 号,并且仅对指定点以外的表面进行重新编号。
GLOBAL	打开系统的全局选项。可以设置全局输出给出表面位置(参见 4.6)和光线路径(参见 6.3.2)。当你要求进行任何需要的分析时,或者当任何表面是全局的、局部的、倾斜的或居中的,或者外部选项是打开的,都会自动设置此模式。见 2.4.2 节。
RELATIVE	只能输入更改当前处于 GLOBAL 模式的镜头。所有表面都 将制成相对的,使用正常的倾斜和偏心来定义位置——除非这样 做需要在任何给定表面上进行多次倾斜。在这种情况下,将显示 信息性消息。系统 GLOBAL 模式保持打开状态。(要关闭系统 全局模式,请使用 LE 镜头编辑器,并删除镜头中的所有全局参 考,或在 CHG 文件中输入"SYMM"。)参见 3.8.1
ICR <u>XEN</u> <u>YEN</u>	像方主光线: 定义光线的光瞳坐标,用作图像质量特征的参考。这包括所有与主要光线相关的特征,例如 FAN, SPT 等——但不影响真实光瞳特征所使用的光线,该光线始终位于光瞳的中心。
GTS	全局厚度=间距(参见 3.8.2)。这是默认的。
GTZ	全局厚度= z 分量。见 3.8.2。
ХРХТ	指定 X-Z 和 Y-Z 平面上的近轴光线追迹。
YPXT	仅指定 Y-Z 近轴追迹(默认)。如果启用,还会关闭 EPUPIL 和 RPUPIL 选项。
NPXT	禁用在输入镜头或以任何方式改变镜头时自动执行的近轴 光线追迹。只有光线追迹被破坏,如拾取、反向倾斜等选项仍然 有效——但不能处理近轴求解,也不应该出现。 这是为那些真 实光线和近轴光线行为不耦合的系统准备的,比如在非序列系统 中。SYNOPSYS 的某些功能,如 NAR、BEAM、BGI等,在这 种模式下也是无效的。
РХТ	在 YPXT 模式下恢复近轴光线追迹选项。此参数与 PXT 命

	令不同。如果启用,还会关闭 EPUPIL 和 RPUPIL 选项。
NCAP	关闭在 DWG、PER 和 SYNOPSYS 的某些其他特性之前执行的自动通光孔径计算。这是为那些为 CAP 选择的默认光线不合适或甚至不跟踪的系统准备的,比如一个离轴条形场望远镜,它没有 "在轴 "场点。如果使用这个选项,每个表面都应该有一个用户输入的 CAO 或其他孔径。
САР	打开自动 CAP 选项(默认)。此参数与 CAP 命令不同。
УСАР	这导致仅在 Y-Z 平面中计算默认的通光孔径。如果系统定义 了倾斜视场,则以与该视场的最大角相对应的角度进行计算。如 果该视场是非圆形的,则默认值可能不合适,尤其是当您计划将 镜头切割成矩形时。
ХСАР	此选项计算 X 和 Y 方向的默认通光孔径,在没有指定固定 孔径的所有表面上生成矩形孔径。它主要用于条纹视场设计,其 中倾斜视场不同于子午线视场。它还授予 DCCR 指令,该指令将 孔径的中心指定为上下边缘光线之间的中点。
NOSEQUENTIAL	指定一种系统,其中光线可能在数值序列之外遇到表面。这 个特性的描述见第18章。
SEQUENTIAL	恢复顺序光线追迹。
FFIELD	改变物方高度,使 GIHT 的绝对值等于最后一个表面上用户 输入的 CAO。在 AFOCAL 模式下,此 CAO 以角度单位输入。 NFFIELD 删除此选项。这是一个近轴的特征。OCALC 命令是同 真实光线等价的。 请注意,FFIELD 可能与用户输入的 YP1 值不兼容。后者设 置表面 1 上的主光线高度,而 FFIELD 改变全视场的定义。这意 味着 YP1 的值很可能不是用户输入的值。
VACUUM	将空气间隔折射率设置为 0.9997076。此条目改变了镜头中的所有空气间隔;您也可以更改单个表面。见 3.3.4 节。
IMMERSE { WATER / SEAWATER / AIR / CUSTOM Nd Vd }	这个条目声明整个镜头系统浸泡在水、海水或定制的材料 中。根据 GLM 参数定义的材料指数,所有空气间隔都将被光线 追迹。这些参数与水和海水的测量指数值非常接近,你应该评估 任何你想使用的定制材料,看看玻璃模型是否被指数和阿贝数充 分描述。如果是这样,那么使用这些数据也应该是安全的。 当这生效时,你不能将 VACUUM 属性分配给单个表面。进 入浸入空气以恢复空气中的正常空气。 如果输入此参数,系统压力将重置为100%。
AIR	将所有空气间隔的折射率恢复为1.0。
PRESSURE <u>P</u>	将空气间隔折射率设置为一个取决于 P 值的值, P 是以正常

	值的百分比表示的大气压力。因此,如果 P = 100,结果是普通 AIR,而 0 是真空。受此影响折射率将与材料(AIR),而不是 AIR 一起列出,提醒您区分。只有在不等于默认值 100%时,系 统压力才会在 SPEC 和其他列表中注释。 AI 还可以通过 AI 输入显示和更改系统压力 PRESSURE?
TEMPERATURE <u>TEMP</u>	将系统温度设置为 TEMP C。该指令改变已分配热折射率系数的所有玻璃台玻璃的折射率,或具有用户输入系数的任何折射率。它对镜头中的其他尺寸没有影响。见 3.3.4 节。只有在不等于默认的 20 摄氏度时,系统温度才会包含在 SPEC 和其他列表中,或者告知您是否将所有玻璃折射率重新计算到该温度。 请注意, Schott 和 Ohara 目录折射率是在 22 度和 25 度的温度下测量的,而不是预期的 20 度。如果任何玻璃来自那些目录,程序将在系统温度(默认为 20 度)下重新计算指数。因此,你可以期望看到 SPEC 和 PRT 报告的指数值与供应商的目录中的指数值之间有轻微的差异。 AI 也可以通过 AI 输入显示和更改系统温度: TEMP? TEMP= value
FNAME ' <u>name</u> '	每当您获取或保存文件时,程序都会填写此条目。名称条目 只是文件名,然后在执行 GET 之后或使用该库进行临时存储的 任何功能时自动恢复。您通常没有任何理由自行更改此条目。 如果您想在这里指定文件名,您可以使用 31 个字符,并且 应该避免使用特殊字符,例如! @#\$%^&*() \?/><~和空 白。
NCOP/NTOP/NIOP	这些条目将删除整个镜头中的所有曲率拾取和求解,所有厚度拾取或求解函数,或所有折射率拾取。表面编号后的另一个版本仅影响该表面。
LRAYS/RRAYS	如果光线从左边进入镜头,就使用 LRAYS。默认值是 RRAYS,它向右传播。
NAS	移除镜头中的所有相对倾斜和偏心。
NDEF	消除镜头中所有一般的非球面变形。
ALPHA <u>data</u>	此条目给出了用于镜头外壳的材料的默认线性热膨胀系数 (CTE)或α。默认情况下,THERM功能将根据您声明的任何安 装方案将此系数分配给空气间隔尺寸。请参阅该链接了解详情。 第二个条目可以是膨胀系数,也可以是以下列表中的一个名

	称。
	A5086 铝合金 5086, 系数 23.7E-6
	A6061 铝合金 6061, 系数 23.4E-6
	BECU 铍铜合金,系数 18.0E-6
	BER 铍 I-70H,系数 11.4E-6
	IRON 灰铁, 系数 10.8E-6
	FCBRASS 易切削黄铜,系数 20.5E-6
	黄铜黄色, 系数 20.3E-6
	铜 UNS C14310,系数 17.0E-6
	FUSILICA,系数 0.55E-6
	花岗岩, 系数 6.3E-6
	INVAR, 系数 1.2E-6
	SAPPHIRE,系数 4.0E-6
	S304 不锈钢 304, 系数 17.3E-6
	S316 不锈钢 316, 系数 16.0E-6
	S440 不锈钢 440,系数 10.2E-6
	ZERODUR,系数 0.5E-6
	PYREX,系数 4.2E-6
	这个可选的系统条目可以启用主光线规则,该规则声明 OPD
	的多考点和小社主安已左十的图像付足所以且已左十的主儿线 而不具主要鱼羊山的主光线
	情况下 人们圣词每种鱼羊都有清晰的图像 们不圣词图像菠女
	同一个地方 加里选择了这个选顶 将忽略横向色美的效果 在
	这种模式下,要求讲行单色分析是有音义的,以便依次检查每个
PRRULES	图像。你也可以要求进行多色分析, 但这时图像将被叠加, 就像
	没有图像分离一样,这可能会引起混淆。
	优化设置 OPD 的功能与 OPP 相同, GNO 与 GPO 相同, 因
	此您可以使用 OPD 目标进行优化。对于横向光线目标,应使用
	GPR 形式,因为 GNR 仍将参考主光线截距,这将不再适用。
	要删除此选项,请使用 CRRULES(主光规则)。
	如禾芯的透镜以非常慢的迷度工作(1/100 或更同),但由 王皓碑的且何形地。王注左王隹描式下进行公析。那么打开这个
	了村外的几何形状,几位几九点侯氏下近门刀竹,那么11月这一 进而一位衍射俛禹公析功能使用的特殊 E/mumber 计算出效 通
	远域,使们别像灰刀们功能使用的村外 Γ /number 们昇土效。通 一
	用,图像上的 F/Infinite 在通过分析所远几线的收敛用不计异的。
SI OW	$ □ \mathcal{L}^{(1)}]] [0 \mathcal{L}^{(1)}]]]] [0 \mathcal{L}^{(1)}]]]]]]]]]]]]]]]]]]]$
	不可靠,加里汶个洗面被打开,计管炫诵讨分析次更表面的来面
	大小来完成。这与后住跖一起。为 F/number 提供一个面可靠的
	为字。议只有在像面是平面。没有価徵和偏心或撤销的情况下才
	有效。与几何像差相比. 像前的厚度应该很大.
	要删除此选项并恢复默认值, 请输入 FAST.

PSPACE	这个声明可以分配给一个跟随重力入射的表面。如果朝向右 边的光线在反射后仍然朝向那个方向,它们就会成为奇怪的光 线。这些光线遵循不同的交叉规则,负空间中的元件也会被渲染 得不同。但是,如果光束中的所有光线都是奇怪的光线,那么声 明镜像后的表面为 PSPACE 可能更方便。然后,正常的相交和渲 染规则将适用。 请注意,反射镜后面的奇异光线将根据奇异的规则拦截下一 个表面,即使该表面被声明为 PSPACE,因为光线本身仍然处于 负空间,直到它们到达该表面。因此,可能有必要声明表面也是 INTERCEPT NEAR。 要删除 PSPACE 声明,请使用 ASPACE 使自动空间声明生 效。
PCV CV	此选项使曲率拾取仅传递基本半径,而不是非球面项或圆锥 常数。它用于公差对称系统,其中给定的镜头应该与其反射镜相 同,但必须分配单独的公差。
EVD {X/Y/U/OFF}	默认情况下, 衍射像质分析使用标量衍射理论, 这意味着如 果两个波前同相, 则它们会相加, 如果不同相, 则会抵消。 但是这个理论对于一个高速透镜来说是不精确的, 比如显微 镜物镜, 它的锥角可能很陡。如果来自光瞳对面的光线以相对 于彼此的 90 度到达图像, 它们就不能相互干扰, 也不能对构成 图像的干扰模式作出贡献。所以在这种情况下, 分辨率比标量 理论预测的要低。例如, 一个工作在 F/0.628 的完美镜头, 在截 光阑的 1/2 处的标量 MTF 约为 0.4, 而矢量衍射分析得出的 MTF 在 X 处为 0.37, 在 Y 处为 0.26, 如果物体在 Y 处是线性偏振的, 人们希望在这种情况下提高标量计算的准确性。 如果声明物方是偏振的, 则会考虑这种效果。但并非所有特 征都能分析偏振的影响。例如, 傅里叶变换 DMTF 将其考虑在内 并进行矢量衍射分析, 而使用卷积方法的其他 MTF 特征则不然。 EVD(模拟矢量衍射)选项提供了一种弥补这一缺点的方法。 如果它被激活, 原本做标量分析的程序将模拟更精确的矢量分析 的结果, 在上述 MTF 的情况下, 得出的结果在 0.5%左右。这种 模拟忽略了反射损耗和镀膜, 因为它不是真正的偏振分析, 但是 当您想要对镜头的分辨率进行实际估计时仍然有用。如果启用了 偏振模式,则可以使用该模式的功能忽略此选项。 要模拟的偏振模式由第二个字符给出; X 或 Y 表示该方向的 线性偏振, U 表示非偏振(X 和 Y 的叠加), OFF 表示关闭模 拟。
REPUPIL B	大多数用户不需要使用这个选项。当程序需要一条真正的主 光线时,在 APS 条目上用减号声明,它将执行一个迭代搜索,寻 找通过光阑表面中心的光线。广角 WAP选项可以修改路径,但 第一步是要找到那条光线。

通常情况下,第一次迭代会尝试近轴光线路径,如果该光线
追迹成功,程序就会从那里开始搜索中心光线。但这个计算比你
想象的要复杂得多,我们看到过许多广角透镜,由于与光瞳像差
有关的焦散的存在,它们有两种解。如果第一次迭代恰好落在焦
散的错误一侧,搜索通常会失败。
REPUPLB选项在某些情况下甚至可以成功地找到正确的主
光线。它忽略了近轴路径,开始系统搜索,然后在最后在透镜的
反向上执行,从光阑面追迹到原始物体。当光线被发现到达目标
点时,原始透镜被恢复,该路径成为第一次迭代。(如果近轴路径
无法追踪,则自动执行此搜索。)
REPUPILB选项只用于极少数情况下,近轴路径可以追迹但
发现错误的解。默认情况下是 REPUPILA, 如果追迹成功, 则从
近轴路径开始。
请注意, 偶尔会遇到一个没有光瞳搜索解决方案的镜头。在
这种情况下,我们有时使用的一种策略是恢复到以前的镜头再正
确追迹,然后在评价函数中添加一个目标,使实际的主光线截距
接近近轴值。这样减少了光瞳的畸变,实际的光瞳在那之后不太
可能失败。例如,可以在 AANT 文件中使用以下代码:
M 0 1 A P YA 1 0 0 0 1
S YP1.

3.3 RLE 数据——表面输入

镜头表面数据可以通过对话框 SPS 进行交互式输入。以下是对命令模式格式的描述。

所有与特定表面有关的数据都输入到以下格式的输入行中:

SN option option...

其中 SN 是表面编号。每个选项由字母标识符和与该标识符相关联的一个或 多个值组成。光阑或光瞳不需要特定表面,但必须明确地定义像面。这是将执行 像质分析(点列图, MTF等)的表面。它不需要与近轴焦点重合。不需要为物方 输入任何表面数据,除非它不是平面或在空气中,在这种情况下,输入的数据是 以0 作为表面编号。镜头表面数据行通常可以是任何顺序排列,并且重复标识符 将导致使用最后一个值。最多可存在 200 个表面。需要表面编号的选项可以按任 何顺序排成一行,例如:

SN [curvature option] [thickness option] [index option]

除了空气和真空条目应该是最后一行。

3.3.1 特殊表面选项

在下面的数据描述中包括了面数,以提醒人们它必须是该行的第一个条目。

3.3.1.1 通光孔径输入

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件, 可以通过 SPS 窗口以交互方式输入。)



如果未输入给定曲面的孔径大小,程序将自动计算默认圆形孔径,以显示要 在镜头图纸上显示的曲面大小。这个孔径通常没有其他用途(但请参阅第 18 章 中对非序列光线追迹的影响)。对于用于此目的的光线不适合或不会追迹的情况, 可以使用系统选项 NCAP 来取消此功能。在这种情况下,如果要绘制镜头,则必 须自己输入所有孔径。

您可以使用形式 SN CFIX {C/E/R}固定单个表面的 CAO,或 CFIX {C/E/R) 固定所有表面。当表面通过 XCAP 指令被指定为默认矩形光圈时,你可以请求另 外三个选项。一旦这些被分配,这个选项将把默认的光圈转换为圆形(C),椭圆形 (E),或矩形(R)硬光圈。

默认孔径通常以表面的顶点为中心,但您可以设置它居中在光线图案的中间。 这在设计自由形状反射镜时很有用,自由曲面反射系统通常相对于轴光线偏心。 这是通过给表面指定一个声明来实现的:

<u>SN</u> DCCR.

在 RLE 或 CHG 文件中。该程序在上部和下部视场点追迹上下边缘光线,在 表面上找到极端的上、下边缘光线,并将默认 CAO 的中心置于它们之间的中间 位置。这将告诉您实际使用的反射镜的轴外部分的大小和位置。如果此声明生效, 透视图程序会把它们所画的表面区域剪辑到偏心的 CAO 上。

要删除此声明,请使用

<u>SN</u> DCAX.

一个特定的表面可以有一个外孔径,再加上一个内孔径,再加上类型为 3, 4,5或6的异常孔径。异常孔径6不允许有额外的内孔。指令定义如下。(镜头 也可以分配 EFILE 边缘,可以明确地为斜面和平面建模,以获得精确的元件图。)

CAO 和 CAI 输入一个圆形孔径的外部和内部,半径为 RADIUS,中心偏移 由 XOS 和 YOS 给出。

RAO和RAI输入一个矩形孔径,可以在外面或里面,具有中心偏移。尺寸XS和YS给出(X,Y)的全尺寸。对于具有复合形状的元件,您可以将RAO孔径与EFILE边缘描述组合在一起。在这种情况下,如果RAO应用于镜头,则RAO不能偏心,但如果应用于反射镜则可以。

EAO 和 EAI 进入椭圆形孔,外部或内部,半轴为 B 和 A,定义如下:



所谓的异常孔径有六种,通过 UAP 选择输入。类型 1 和 2 转换为 CAO 和 RAO 规范; 类型 3 和类型 4 定义一个外部或内部的多边形。为了输入下面所示 的三角形遮挡,例如在表面 3 上,输入将是



3 UAP 4 3 0.5 1 1 -0.5 -1 -1

这里我们指定了有三个顶点的 UAP 类型 4, 然后在(X, Y)中输入三个顶 点位置,以顺时针方向取角。建议您,如果要为镜片指定一个异常孔径,最好将 其指定给元件的两侧。然后,绘图程序(如 SOLID)将正确地渲染它。

UAP5给出了一个变迹的表面,其强度分布的选择,如下所示



这些孔径被大多数分析程序所重视。对于 UAP 5 类型 2, 传输由下式给出

T = A * exp (-C * (r - B) **2)

其中 r 是束腰半径。如果您希望 1 / e ** 2 点位于 X 位置,则参数 C 应为 1 / X ** 2。(您还可以使用 GAUSSIAN 系统声明模拟高斯光束轮廓,不需要 UAP 孔径。)

另外还有两种类型,7和8;这些与第2种类型相同,只是它们只在一个维度上变迹。类型7作为X的函数减少透射,并且类型8作为Y的函数。

UAP 类型 6 是环形遮挡;也就是说,遮挡在中央部分再次发射。对于这种 类型,R1 是环的外半径,R2 是内半径。XOS 和 YOS 是环的中心的位置。透射 落在半径 R2 内的光线,而在 R1 范围内但不在 R2 范围内的光线被遮挡。

要移除任何类型的当前孔径,请使用 SN NAP,或使用 CFREE 删除所有当前 CAO, RAO 和 EAO(但不是 UAP)。

可以将孔径分配给最终表面,并且在焦距模式下,它可以像任何其他表面一 样渐晕。在 AFOCAL 模式下,最终表面上的孔径将显示在图纸上,但不会引起 渐晕,因为光线坐标是角度。

您还可以使用 CFIX 指令为给定曲面指定固定孔径。使用输入

<u>SN</u> CFIX

在 CHG 文件中。在此选项起作用之前,程序必须已计算出默认孔径。

3.3.1.2 其他特殊表面选项

⁽这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

<u>SN</u> TAG	在后续调用 RAY 和 PRT 时产生表面输出。					
<u>SN</u> RVT	删除 TAG。					
<u>SN</u> NDEF	从这个表面去除一般的非球面变形。					
<u>SN</u> SPH	像 NDEF 一样,除了它还可以去除圆锥常数、拾 取和求解函数。			7		
<u>SN</u> NAS	从此曲面	面移除相对	倾斜和偏	心。		
<u>SN</u> NULL	删除所有表面声明;必须在某些复杂形状可以更 改为其他类型之前输入。			1 -		
<u>SN</u> REFLE	CTOR	声明表面	是反射面			
<u>SN</u> TRANS	MIT	删除反射	面的设置			
SN INTERS	SECT { N	NEAR / FA	R / AUTO	}		
选择用于确光射线与圆锥表面的交点的规则。只适 球面、圆锥面(可能有变形)、BIRADIALs和ASTOF 参见 2.5.2。			适用于 ORICs。			
<u>SN</u> SURFACE { NEAR / FAR }						
控制透镜绘制程序将绘制表面的哪个顶点,以及如 面变形且所需的截距超过半球点,则还控制截距。			_如果曲 。。			
<u>SN</u> ADD <u>NI</u>	B					
	将 NB 洋 编号大于 者更改所	忝加到所有 F或等于 Sl 所有引用,	「后面的表」 N。 这与第 无论给定的	面编号参 系统选项 的表面编	》考,这些参 〔ADD NB 不 计号如何。	≓考表面 、同,后
<u>SN</u> DPROP	P [D / G <i>A</i>	A]		见 <u>9.</u>	<u>6</u> .	
<u>SN</u> SID 'ide	entifier'					
	您最多可 数镜头数 上。 要	可以为表面 数据输出程 删除此项,	输入 12 个 序列出, 美 请仅输入	、字符的 并将显示 、空白字谷	标识。 这将 在踪迹和 M 符。	·被大多 IAP 图

<u>SN</u> [REAL / DUMMY]	此参数仅适用于虚拟表面(没有折射率更 改。)通常,虚拟表面的绘制方式与普通表 面不同,尤其是 SOLID,它只是在周边显示 虚线。但是,如果所讨论的表面是一个实际 的表面,恰好在当前配置中不存在(例如, 目前不在的翻转镜),您可以将其放置在没 有折射率变化的位置。然后它对光线追迹 没有影响,但如果您声明它是 REAL,绘图 程序将以与其他实际表面相同的方式显示 它。 这将有助于记录机械设计师反射镜的 位置和大小。
	此給入收出以主面 ICNI 工业的接头由协助
<u>SN</u> PEFILE { +/- } JSN	EFILE 边缘定义。有关详细信息,请参阅上面的链接
SN DRAW,	控制表面、边缘和光线在镜头图形中的显示
NODRAW, EDGE,	方式。NODRAW 从图纸中删除曲面;
NOEDGE, RAY, NORAY	NOEDGE 删除通常定义镜头边缘的额外线 条,并且 NORAY 导致表面上光线路径的一 部分被删除,而不是表面本身。 默认为 DRAW, EDGE 和 RAY。
<u>SN</u> HYPER	此项仅用于指定固定通光孔径的超半球形 表面。
	如果没有指定固定孔径,程序将检测球面是 否延伸超出半球点并将追迹光线并正确绘 制表面。但是,如果指定一个固定孔径,则 必须声明表面为 HYPER,如果您的目的是 将固定孔径放在半球点之外。
	这种不寻常的表面类型有限制。仅支持纯球 面曲线,没有非球面系数,并且居中的 CAO 是可以分配的唯一孔径。因此,不支持通过 UAP 的内孔径(CAI)和异常孔径。不能将 EFILE 边缘指定给 HYPER 曲面。程序 SOLID 不支持这种表面,但 RSOLID 可以。 如果您尝试使用 SOLID 显示系统,则会显 示警告消息。

Т

Г

	当程序检查渐晕时,不会检查分配给此类型的 CAO。通常,如果光线截距超过 CAO 值,则光线会被阻挡 - 但超半球形表面不是这种情况;所以测试绕过这样的表面。 元件绘制程序 ELD 显示较少的具有此类型的参考线和数据框。建议您使用注释编辑器添加所需的注释和尺寸。 要 关 闭 HYPER 标 志,请输入 SN SPHERICAL。
<u>SN</u> FLAG	可以为镜头中的一个表面分配 FLAG 特性。 这用于识别在 AANT 文件中给出目标的重 要表面。然后,可以使用单词"FLAG"而不 是表面编号指定像差输入行上的表面。对于 大多数镜头来说,这几乎不是必需的,因为 输入数字本身也很好一一但是如果您想运 行 AEI 功能,它会在这里和那里插入元件, 建议使用 FLAG 方法,因为当元件是重新分 配的时候会重新分配标志。在那个表面前添 加。因此,目标始终适用于标记的表面。例 如,输入
	M01APYA0010FLAG 将控制标记表面(可能是内部标线)的轴向 边缘光线,即使 AEI 在其前面添加了元件, 也会在那里校正光线。不言而喻,这种形式 仅适用于那些可以分配表面目标的像差。 还有其他指令也可以引用特定的表面。 这

3.3.2 曲率选项

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

在 SYNOPSYS 中可以描述多种表面形状。在某些情况下,可以指定多个描述符, 从而生成复合曲面。可用的基本形状包括以下内容: 棱镜在 3.9 节中描述。 拾 取和解将在 3.3.2.1 节中讨论。

<u>flat</u>	grating
spherical	linear spline
conic section of revolution	<u>cubic spline</u>
Zernike polynomial	biradial conic
<u>biconic</u>	flat polarizer
toric	aspheric toroid
holographic	Fresnel
power-series deformation	unusual surface shapes
non-circular zone surface	

表面可以在 RLE 文件中声明这些形状中的任何一个,但是一旦声明了这些形状,您就不能在不删除已经存在的形状标识(除非当前的形状是平面的或球形的)的情况下,不能将不同类型的形状指定给表面。

该程序允许在某些情况下构建复合形状。例如,如果曲面已经具有曲率和圆锥常数,那么为 RAD 或 CV 输入新值只会改变该数量 - 但保留先前的 CC (圆锥常数)不变。 要将表面重新定义为球面(没有额外的圆锥常数),请使用

<u>SN</u> SPH.

要删除当前形状指定,使表面保持平面(并且可用于不同的形状),可以使用输入将其设置为 NULL

<u>SN</u> NULL

在 CHG 文件中,或者使用诸如"表面 6 = NULL"之类的句子,在 AI 模式下输入 (参见第 15 章)。一旦为空,可以为曲面指定任何其他形状。

关于复合形状的规则如下:

1.	圆锥常数可以添加到球体,Zernike,样条曲线或非球面环形。
2.	幂级数项可以添加到平面,球面,圆锥截面或非球面环面。
3.	除全息,DOE,光栅或偏振器之外的任何形状都可以被声明为菲涅耳表面(并且允许 HOE 和光栅的基底)。
4.	所有其他形状都由它们自己的指令唯一描述。

3.3.2.1 球面

$\underline{SN} \{ RD / RAD \} \underline{NB}$

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互 方式输入。)

<u>SN</u> CV <u>NB</u>

相对半径,或者曲率。这也使基准曲线呈球形或平面。

<u>SN</u> PCV <u>NB</u> [<u>M</u> [<u>B</u>]]

表面 NB 的拾取曲率。NB 的负值反转了曲率,常数 M 和 B 可以用来变焦和偏移结果。(CV = CV(NB)*M + B)除了 HOEs、DOEs 和光栅之外,任何类型的曲面形状都可以被拾取,但参数 M 和 B 只影响球面和圆锥参数 a 和 c(见 App. c)。

<u>SN</u> UMC <u>NB</u>

在该表面折射或反射后,求出球面曲率,并给出相对于光轴的近轴轴向边缘光线角的规定值。NB 是所需角度的正切。要生成所需的 F/number,请为 NB 输入(1/2FNUM)。这个角度(参见 2.5.4 节)将与 NB 具有相同的符号。

<u>SN</u> UPC <u>NB</u>

求折射或反射后的近轴主光线角的曲率。NB 是所求角的正切。 例如,要生成远心系统,您需要输入"UPC 0"。

<u>SN</u> YMC <u>NB</u>

求下一个表面上的近轴边缘光线高度。

<u>SN</u> YPC <u>NB</u>

求下一个表面上的近轴主光线高度。

<u>SN</u> NCOP

移除此表面上的任何曲率拾取或求解,保持最新值。

VMC, VPC, XMC, XPC

与 UMC, UPC, YMC 和 YPC 使用的方式相同,只是它们指的是 X-Z 平面而不是 Y-Z 平面。这些选项产生球形表面,但考虑前面 的非球形表面的(近轴)效应。 如果发生冲突,Y-Z 解优先于 X-Z。输入这些选项中的任何一个都会自动打开 XPXT 选项。

SN AMY

根据边缘光线对指定的表面进行平面求解。

<u>SN</u> APY

基于主光线的平面求解命令。

<u>SN</u> IMY <u>NB</u>

边缘光线的入射角求解。

<u>SN</u> IPY <u>NB</u>

主光线的入射角求解。

<u>SN</u> CCY

给出与主光线同心的表面。

SN AMX, APX, IMX, IPX, CCX

以与 AMY, APY, IMY, IPX 和 CCY 相同的方式使用,除了它 们指的是 X-Z 平面而不是 Y-Z 平面。如果发生冲突,Y-Z 求解优 先于 X-Z 求解。

上述选项控制输入曲面的球面半径。大多数非球面表面形状选项不能分配到这样的表面。但是,您可以添加圆锥曲线,DC1等形式的幂级数项,或Zemike多项式到求解控制的曲面。

3.3.2.2 非球面

非球面分为七类:圆锥截面、幂级数非球面、复曲面的表面、双圆锥曲面、双径 向圆锥、非球面环面、用户指定形状和样条曲线。

3.3.2.2.1 圆锥曲面

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

旋转的圆锥曲线部分可以用等式描述



其中 R 是轴向曲率半径, K 是圆锥常数。(有关圆锥曲线的更多信息, 请参阅附 录 C.)

输入此类型曲面的数据时使用

<u>SN</u> RD <u>RADIUS</u> CC <u>K</u>.

圆锥截面可以用其长轴和短轴以及半径和圆锥常数来定义。附录 C 描述了适用于轴的符号约定,可以输入

<u>SN</u> B <u>b</u> A <u>a</u>.

(注意序列)。 圆锥截面可以放置在由曲率求解控制的表面上。

这是一个牛顿望远镜的例子。 曲面 1 的圆锥常数为-1, 使其成为抛物面。

RLE

ID F/8 PARABOLA WITH DIAGONAL MIRROR 106

WAVL .6562700 .5875600 .4861300

APS 1

GLOBAL

UNITS INCH

OBB 0.000000 0.50000 5.00000 0.00000 0.00000 0.00000 5.00000

93

MARGIN	0.050000			
BEVEL	0.010000			
0 AIR				
1 RAD	-160.00000000000000000000000000000000000) TH -70.	00000000 AIF	R
1 CC	-1.00000000			
1 EFILE I	EX1 5.050680	5.050680	5.060680	0.000000
1 EFILE I	EX2 4.900000	4.900000	0.000000	
1 EFILE N	MIRROR 2.00000	0		
1 REFLE	CTOR			
2 EAO	1.34300000	1.90000000	0.0000000	-0.10000000
2 CV	0.00000000000000	TH 0.000	000000 AIR	
2 DECEN	0.00000000	0.00000000	0.000000	00 100
2 AT	45.0000004 0.0	00000000 10	00	
2 EFILE I	EX1 1.950000	1.950000	1.960000	0.000000
2 EFILE H	EX2 1.950000	1.950000	0.000000	
2 EFILE N	MIRROR -0.30000	0		
2 REFLE	CTOR			
3 CV	0.0000000000000	TH 10.00	000001 AIR	
3 DECEN	0.00000000	0.00000000	0.000000	00 100
3 AT	45.0000004 0.0	00000000 10	00	
3 TH	10.00000001			
3 YMT	0.00000000			
4 CV	0.0000000000000000000000000000000000000	TH 0.000	000000 AIR	

94

END



3.3.2.2.2 幂级数非球面

SYNOPSYS 有许多功能可以帮助设计和分析非球面。最基本的选项是为基础球半径和可选的圆锥常数添加幂级数。本节介绍了该选项。

其他可能有用的包括:

<u>ASY</u>	显示有关镜头不对称的基本信息,包括非球面形状
ADEF	分析非球面的形状
ADSTAT	列出形状的统计信息
SPROFILE	显示具有可选轮廓或条纹的非球面形状
<u>GSAG</u>	计算单个非球面项的影响
<u>AGT</u>	测试添加非球面项是否改善了评价函数
<u>SFIT</u>	计算在表面上匹配一组测量的 SAG 值所需的非球面项
<u>FFA</u>	自由曲面分析
<u>SLOPE</u>	分析当前孔径处的表面的斜率
MAP	可以通过 GSAG 在全局坐标中映射表面的非球面形状
<u>CSAG</u>	使用 USS 类型 21 将一组测量的矢高值拟合成旋转对称的形状
<u>AAA</u>	自动非球面分配; 找到镜头中插入非球面的最佳位置
EMODEL	根据表示表面上的环境变化(例如温度梯度)的多项式来改变
表面	
<u>USS</u>	提供许多异常表面形状的菜单
<u>RZS</u>	将表面重铸成 Zernike 格式
<u>RNS</u>	将表面重铸为 NURBS 曲面(USS 15)。
<u>RXN</u>	将表面重铸为 XNURB 表面(USS 24)。

基本的非球面形状如下所述。

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

Z =	G(1)R**2	+ G(2)Y	+ G(3)R**4	+ G(4)R**2Y	+ G(5)Y**2
	+ G(6) R**6	+ G(7)R**4Y	+ G(8)R**2Y**2	+ G(9)Y**3	+ G(10)R**8
	+ G(11)X	+ G(12)R**2X	+ G(13)R**4X	+ G(14)X**3	+ G(15)XY
	+ G(16)R**10	+ G(17)	+ G(18)R**12	+ G(19)R**14	+ G(20)R**16
	+ G(21)R**18	+ G(22)R**20			

SYNOPSYS 将接受以下形式的非球面多项式项,数据以 DCn 或 ATn 格式输入:

其中R是距轴的径向距离。

该多项式允许使用半径的偶数幂来表达非旋转对称的表面以及更常见的非球面。 相同的输入 fomat 也用于不寻常的表面形状(USS)。 数据输入如下:

<u>SN</u> DC1 <u>G1 G3 G6 G10 G16</u>	半径的偶数次方
<u>SN</u> DC2 <u>G2 G4 G5 G7 G8 G9</u>	高次项
<u>SN</u> DC3 <u>G11 G12 G13 G14 G15</u>	没有左右对称项
<u>SN</u> DC4 <u>G18 G19 G20 G21 G22</u>	最高阶项

(要消除表面变形,请输入 SN NDEF 或 SN NULL。)项 G 17 仅由公差程序 BTOL 用于模拟某些厚度公差。

这样输入的变形可以应用于平面、球面、圆锥或非球面环面,但不能应用于双圆锥、曲面、样条曲线、双径向圆锥或泽米克。

注:非球面系数必须与其他输入分开输入。这意味着不能在与 RD 或 CC 相同的行 上输入 DC1 数据。

因此,要在透镜的表面增加一个 G(3)项,可以输入

CHG 1 DC1 0 .002 END

允许使用另一种形式的输入,每行使用较少的项,因此每个项给出更重要的数字:

<u>SN</u> AT1 <u>G1 G2 G3 G4</u>

<u>SN</u> AT2 <u>G5 G6 G7 G8</u>

<u>SN</u> AT3 <u>G9 G10 G11 G12</u>

<u>SN</u> AT4 <u>G13 G14 G15 G16 G17</u>

<u>SN</u> AT5 <u>G18 G19 G20 G21 G22</u>

如果开关 68 打开, LEO, LE 和 SAVE 也将以这种格式输出变形项。

一些非球面表面使用 XDD 和 XLD 指令,如 USS 形状系列的相应部分所述。

由曲率求解控制的曲面(例如 UMC)可以具有非球面系数和二次曲线常数,但是它们不能被赋予任何其他形状,如曲面、二次曲线等。

我们在这里注意到,程序中有两种算法可以找到光线与非球面的交点。 默认方

法非常快,使用粗略样本查找交叉点,然后使用二次搜索到零。这建议用于通常 情况,其中形状主要由曲率半径和圆锥常数显示,而非球面项与形状的偏差相对 较小。

但如果形状本身很大程度上由非球面系数决定,则有时需要另一种方法。这种情况可能发生在强烈的非球面手机相机镜头上——尤其是当这种形状来回摆动时,会造成一个特定光线可能与表面有两个或多个交点的情况。如果发生这种情况,快速程序有时会在您不想要的交叉点上归零。在这种情况下,建议您打开 switch 97,它激活一个速度较慢的二进制搜索算法,该算法进行得更谨慎,通常避免不必要的交叉点。

如第10.2节所述,非球面项可能因优化而有所不同。

AGT 命令是一个有用的特性,可以帮助您显示您的镜头是否会从非球面的项中 获益。

为了说明这种形状的使用,我们加载 MACro GNR.MAC。这从一个校正不佳的 三片式透镜开始并运行优化程序。

! GNR.MAC

! THIS SHOWS A SIMPLE OPTIMIZATION RUN 这显示了一个简单优化运行的 过程

GET 6 ; 起始透镜, 校正不良

PANT P ; 定义变量参数

VLIST RAD 1 2 3 4 6

VY 1 TH 20 3

VY 2 TH

VY 3 TH 20 3

98

VY 5 TH

VLIST GLM 1 3

END

- AANTP ;定义要更正的像差
- AEC ;自动边缘控制
- ACC ;自动中心厚度控制
- GNR .5 1 3 2 0
- GNR .5 1 3 2 .5
- GNR .5 1 3 2 .7
- GNR .5 1 3 2 1.
- GNR .5 1 2 1 0
- GNR .5 1 2 3 0
- GNR .5 1 2 1 1
- GNR .5 1 2 3 1

END

SNAP ;在优化运行时显示结果

SYNO 25;请求优化 25 次

它产生的镜头的评价函数值为 0.01177。



现在我们向 PANT 文件添加一个新变量并再次运行 MACro:

PANT P ; DEFINE THE VARIABLE PARAMETERS 定义变量参数

VLIST RAD 1 2 3 4 6

VY 1 TH 20 3

VY 2 TH

VY 3 TH 20 3

VY 5 TH

VLIST GLM 1 3

VY 1 G 3

END

这将改变表面1上的项G3,即R**4项,并且由于该表面尚未声明为非球面,因此默认情况下它将使用上面给出的多项式。运行此宏后,镜头效果更好,评价函数为0.00466。



如果表面已被定义为不同类型的非球面,则G变量将应用于适合该形状的公式, 而不是上述多项式。

3.3.2.2.3 复曲面的表面

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

可以输入复曲面(包括柱面)

<u>SN</u> RD <u>RY</u>

SN TORIC RX

其中 RY 是 YZ 平面中的半径, RX 是 YZ 曲线旋转以产生复曲面的半径。如果 RX 或 RY 为零,则相应的半径将为无穷大,从而得到圆柱面。要将复曲面表面 更改为旋转对称形状,请输入

<u>SN</u> SPH

要更改这些参数,请在 PANT 文件中使用指令 RD 表示 RY,将 G1表示为 RX。

3.3.2.2.4 双圆锥曲面

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

在 XZ 和 YZ 平面中圆锥常数不同的表面可以用下面的公式表示:

其中 KX 和 KY 是两个平面中的圆锥常数, R 是近轴曲率半径。 要指定此类型的曲面,请输入

<u>SN</u> RD <u>RD</u>

SN BICONIC KX KY

要更改回旋转对称曲面,请输入

SN SPH

要更改这些项,请将G1用于KX,将G2用于KY。

3.3.2.2.5 样条曲面

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

使用样条线选项可以获得非常通用的表面曲率指定形式。使用此功能,通过在不同区域给出一组(Y,Z)坐标来定义曲面,程序将使用分段三次插值或线性插值填充曲线的其余部分,具体取决于用户输入。可以描述多达25个区域,并且总是假设表面是旋转对称的。Y必须按序列增加;自动假设轴点(Y=0),该点的斜率始终为零。此点不得出现在数据中。

除了样条曲线之外,表面可以具有 RAD 和 CC。PXT 从第一个区域获取曲率,并将其添加到输入的 CV (如果有)。输入是:

<u>SN</u> SPLINE <u>N</u> [LINEAR]

<u>Y1 Z1</u>

<u>Y2 Z2</u>

•••

<u>YN ZN</u>.

可选的 LINEAR 导致线性插值。要在优化期间改变点编号 J 的 (Y, Z) 坐标, 请使用输入 (在 PANT 文件中) VY SN G NB, 其中 NB 由 (2J-1) 表示 Y, (2J) 表示 Z.

要删除样条曲线指定,曲面必须首先为空。

另一种形式的样条曲线可用 NURBS 曲面的形式存在,有两个版本:轴对称和非 对称。它们被发现为 USS 类型 14 和 15。

这是一个轴棱锥的例子,作为样条曲面输入。

ID KONUS

60

,

FNAME 'CONE.RLE

LOG 60

WAVL .9500000 .8800000 .8000000

APS 1

GLOBAL

UNITS MM

OBB 0.000000 8.00000 10.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10.00000

0 AIR

1 CV	0.0000000000000	TH	31.00000000 AIR

2 CV 0.00000000000 TH 2.00000000 AIR

2 SPLIN 10 LIN

- 6.13861609 8.0000000
- 9.20792389 12.0000000
- 12.27723026 16.0000000
- 15.34654045 20.0000000
- 18.41584969 24.0000000
- 21.48516083 28.0000000

1

24.55446053	32.00000000
27.62376976	36.00000000
30.69308090	40.00000000
2 DECEN 0.0000000	0 -26.0000000 0.0000000
2 AT 52.5000002	0.00000000 1
2 REFLECTOR	
3 CV 0.00000000000	00 TH -35.00000000 AIR

4 CV 0.00000000000 TH 0.0000000 AIR

END



3.3.2.2.6 Zernike 多项式曲面

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

可以使用输入将表面定义为 ZERNIKE 表面

<u>SN</u> ZERNIKE [<u>AP</u> [<u>XOS YOS</u> [<u>YSCALE</u>]]]

ZERNIKE <u>NB COEFF</u>

ZERNIKE <u>NB COEFF</u>

•••

在一系列输入线上输入多达 37 个系数。每个 NB 给出 Zernike 多项式数, COEFF 是该系数的值。ZERNIKE 多项式在单位半径圆上是正交的。

单位圆的大小可以变焦到半径 AP 的孔径(默认为 AP=1)。程序通过将径向坐标变化为 R**2=(X**2+Y**2)/AP**2来完成此操作。此选项的典型用法是从干涉图中获取系数(参见 ZCOE),然后在完美的抛物面上对表面进行建模,以便模拟测量的波前进行评估或校正。该孔径也可以用项 G 50 声明为变量。

由 Zernike 项定义的表面通常以表面的顶点为中心。但有可能偏离多项式;为此, 请在 XOS 和 YOS 中输入所需的中心点坐标。这些数据也可以通过指令 G 38 和 G 39 在优化中声明为变量或目标。

这些区域通常在 X 和 Y 中以统一比例计算,使得区域没有方位角圆形。但您也可以在声明的第6个视场中输入 Y 中的可选比例因子。然后在计算多项式之前,将表面上任何点的 Y 值除以 YSCALE。 这个项可以用 G 51 改变。

Zernike 展开理论需要一个常数项和多项式。其他一些项即使在轴上也会产生 Z 分量,并且结果的形状不一定会通过顶点,正如人们所期望的那样。项 G 37 对 扩展应用常数,可用于将实际中心点移动到顶点平面。 它可以通过在变量列表 中包含该 G 项来改变,并通过以中心处的表面的 Z 坐标为目标来控制。 它也可 以通过声明来控制

<u>sn</u> ZVZ

在 RLE 或 CHG 文件中。 然后程序将自动调整项 G 37, 使曲面在坐标(0,0) 处 的 SAG 为零。

要删除此声明并让项G37可以自由更改,请使用

sn ZVF.

Zernike 项可以应用于也具有球面曲率和圆锥常数的表面。 表面 SAG 是后者的 贡献加上多项式的总和。

经常需要添加具有双边对称性的项。 为方便起见,这些项列于此处:

2 3 4 7 8 10 11 14 15 16 19 20 23 24 26 27 30 31 34 35 36 37.

具有旋转对称性的项如下:

3 8 15 24 35 36 37.

SPS 对话框有一个子对话框,列出当前项和每个项的等式。 您还可以通过选择 所需的曲面,然后单击"曲率对话框"按钮 ,从工作表访问该对话框。

SYNOPSYS 中使用的 Zernike 多项式如下:(角度 A 是从 X 轴测量的, R 是半径矢量长度)
Order Polynomial

1	RCOS(A)
2	RSIN(A)
3	$2R^{**^2} - 1$
4	$R^{**2}COS(2A)$
5	$R^{**2}SIN(2A)$
6	$(3 R^{**2} - 2) R COS(A)$
7	$(3 R^{**^2} - 2) R SIN(A)$
8	$6R^{**4} - 6R^{**2} + 1$
9	$R^{**3}COS(3A)$
10	R** ³ SIN(3A)
11	$(4 \text{ R}^{**2} - 3) \text{ R}^{**2} \text{COS}(2\text{A})$
12	$(4 \text{ R}^{**2} - 3) \text{ R}^{**2} \text{SIN}(2\text{A})$
13	$(10R^{**4} - 12R^{**2} + 3) R COS(A)$
14	$(10 \text{ R}^{**4} - 12 \text{ R}^{**2} + 3) \text{ R SIN}(\text{A})$
15	$20R^{**6} - 30R^{**4} + 12R^{**2} - 1$
16	$R^{**4}COS(4A)$
17	$R^{**^4}SIN(4A)$
18	$(5 \text{ R}^{**2}-4) \text{ R}^{**3} \text{COS}(3\text{A})$
19	$(5 \text{ R}^{**2} - 4) \text{ R}^{**3} \text{SIN}(3\text{A})$
20	$(15 \text{ R}^{**4} - 20 \text{ R}^{**2} + 6) \text{ R}^{**2} \text{ COS}(2\text{A})$
21	$(15 \text{ R}^{**4} - 20 \text{ R}^{**2} + 6) \text{ R}^{**2} \text{SIN}(2\text{A})$
22	$(35R^{**6} - 60R^{**4} + 30R^{**2} - 4) R COS(A)$
23	$(35R^{**6} - 60R^{**4} + 30R^{**2} - 4) R SIN(A)$
24	$70R^{**8} - 140R^{**6} + 90R^{**4} - 20R^{**2} + 1$
25	R** ⁵ COS(5A)
26	R** ⁵ SIN(5A)

27	$(6 R^{**2} - 5) R^{**4} COS(4A)$
28	$(6 R^{**2} - 5) R^{**4} SIN(4A)$
29	$(21R^{**4} - 30R^{**2} + 10) R^{**3}COS(3A)$
30	$(21 \text{ R}^{**4} - 30 \text{ R}^{**2} + 10) \text{ R}^{**3} \text{SIN}(3\text{A})$
31	$(56R^{**6} - 105R^{**4} + 60R^{**2} - 10) R^{**2}COS(2A)$
32	$(56 \text{ R}^{**6} - 105 \text{ R}^{**4} + 60 \text{ R}^{**2} - 10) \text{ R}^{**2} \text{SIN}(2\text{A})$
33	$(126R^{**8} - 280R^{**6} + 210R^{**4} - 60R^{**2} + 5) R COS(A)$
34	$(126R^{**8} - 280K^{**6} + 210R^{**4} - 60R^{**2} + 5) R SIN(A)$
35	252.0*R10-630.0*R8+560.0*R6-210.0*R4+30.0*R2-1.0
36	924.0*R12-2772.0*R10+3150.0*R8-1680.0*R6+420.0*R4-42.0*R2+1.0
37	1.0

要改变任何系数(在 PANT 文件中),请输入

VY <u>SN</u> G <u>NB</u>

其中 NB 是要改变的系数。请注意,在读取 PANT 文件之前,必须将曲面定义为 Zernike 曲面,因为 G 变量的含义取决于当前的形状。

下面的图片说明了每个多项式的形状,以供参考。这些是使用命令创建的

ADEF 1 FRING 0 0 SPRO 1 0 .0001

将非球面指定给曲面1的位置。在所有情况下,"最适合的球体"被宣布为平坦的, 所以您只能看到原始的泽尼克项。例如,通常必须选择那些在 X 中对称的项一 一如果系统在 Y 中折叠,并且必须重新映射双边对称。因此,项1不是对称的, 而项2是,等等。您可以从这些图片中挑选出您想要使用的图片。

































20













28

28













v





3.3.2.2.7 双辐圆锥曲面

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

双径向二次曲面与上面讨论的双锥面不同。虽然双锥在 X 和 Y 方向上的曲率半 径相同,但圆锥常数不同,但双径向在两个方向上的半径也不同。它是由方程定 义的。

 $\frac{(Z-b)^2}{b^2} + \frac{Y^2}{a^2} + \frac{X^2}{c^2} = 1$

该等式表明表面在 X-Z 和 Y-Z 平面中都是圆锥截面,在两种情况下都是半长轴 b,在 Y 和 X 方向上是半短轴 a 和 c。 a 和 c 的值遵循对称圆锥曲线的规则,在 附录 C 中讨论。输入是

<u>SN</u> BRD <u>b</u> <u>a</u> <u>c</u> (注意参数顺序)

在 USS 17 表面中发现了相关的形状,其中半径和圆锥常数在 X 和 Y 上都不同。 要改变这些项,请使用 RAD, CC 和 G1.(使用全部三个,因为它们是耦合的。)

3.3.2.2.8 非球面环形

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

非球面环形是 YZ 平面中的形状由圆锥截面,平面或球面给出的表面,加上使用 输入 DC1 和 DC2 (如下所述定义)的可选幂级数项——并且其形状在 XZ 中通 过围绕轴上的给定点旋转 YZ 曲线找到平面。因此,Y-Z 形状是非球面的,而 X-Z 曲线是球形的。要进入这种表面,首先使用指令 RD, RAD, CV, CC, DC1 和 DC2 给出 Y-Z 形状,然后使用指令指定 X-Z 曲线的曲率中心。

<u>SN</u> ASTORIC <u>RX</u>

其中 RX 是 X-Z 平面中的曲率半径。(RX=0 将曲率设置为无穷大。)X-Z 曲率 被置于 G (17) 非球面位置,并且可以通过在优化中将该项作为变量来改变。

非球面非球面系数与普通非球面的非球面系数不同;方程中只有 Y 的偶数次项,因为这样描述的轮廓只适用于 Y-z 形状,其中 X=0。X 的幂次项被 Y 的幂次所取代,Y 的幂次项为 Y 的 20 阶项:

G-term	Power of Y
1	2
2	12
3	4
4	14
5	16
6	6
7	18
8	20
9	unused
10	8
11	unused
12	unused
13	unused
14	unused
15	unused
16	10

这个表面的矢高由下式给出

$$Z = Rx - \sqrt{Rx^{2} - 2 Rx F(y) + (F(y))^{2} - X^{2}}$$

其中 F (y) 是由 Y-Z 平面中的非球面项给出的矢高。注意,这些系数中的一些适用于孔径的高光焦度,并且诸如 Y**20 的量的值可能是非常大的数量,超过计算机的数值精度。将具有这些系数的系统扩展到英寸或更大单位是明智的,这样这些数字的大小将是可控的。

3.3.2.2.9 多功能的柱面

为在任何其他非球面形状上增加一个薄柱面作了准备。这主要是为了让公差 程序 BTOL 可以模拟数字误差,并将其纳入总体预算。否则,BTOL 会忽略大多 数比较奇特的形状,比如 USS 类型。

为此, 您必须在 BTOL 输入中输入一个声明, 在给定的表面上激活该选项, 例如:

BTOL ...

… PFTEST <u>sn sn</u> … 或者 RANGE <u>sn</u> PFTEST <u>dmax</u>

请参阅 BTOL 中关于该特性的讨论。 该属性也可以在 RLE 或 CHG 文件中随输入添加到非球面上

sn GPCYLINDER value

3.3.2.3 菲涅耳表面

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

菲涅耳曲面的斜率不是由弧矢线的导数决定的。一个常见的例子是我们所熟悉的 平面塑胶透镜,它的同心圆沟槽具有局部的倾斜角。这种透镜质量良好,被广泛 用作太阳能集热器。

在一般情况下,可以认为菲涅耳表面是在表面上施加的任意斜率的无限小区域的 集合,该表面本身可以具有任意形状。SYNOPSYS 允许指定这样的表面,如下 所示: 为了描述菲涅耳表面,需要两个透镜表面。这些中的第一个应该是虚设表面(两侧没有折射率差),厚度为零,其曲率定义适用于菲涅耳表面的基底形状。无论形状如何定义菲涅耳表面的局部斜率,都会给出紧随其后的表面。在该表面上输入透镜的折射率差,然后将其与输入声明为菲涅耳曲面

<u>SN</u> FRESNEL.

任何曲率选项都可以用于这些表面,包括复曲面和幂级非球面。具有圆锥形斜面 的平面基底(两个表面中的第一个)将提供通常的平面菲涅耳透镜。由 CV = 0 的第二表面和非零 G2 项(使用 DC2 输入)指定的斜率可用于描述菲涅耳棱镜, 等等。每个光线的 Z 轴截距由第一个表面给出,而从第二个表面得到斜率,使得 这一特征完全通用。两个曲率可以通过优化程序以正常方式改变。

如果菲涅耳表面具有反射性,则 SN REFLECTOR 指定位于两个表面中的第二个上。

菲涅耳表面可以仅通过随后输入两个描述符中的第二个的任何有效曲率规范而 被重新定义为法线表面。如果要在菲涅耳上输入新斜率,则新曲率选项后面应跟 有新的 SN FRESNEL 声明。

通常情况下,菲涅耳透镜实际上有三个表面,当您包括透镜的另一面(通常只是 一个平面)时——两个用于菲涅耳侧,一个用于另一侧。

只有基底形状才会出现在 DWG 和其他绘图上。

应该意识到,当制造菲涅耳透镜时,,成型精度不足以保持来自相邻区域的光的 相干性。结果是在光束的孔径上相位相当混乱,并且不能可靠地计算任何给定光 线的 OPD。如果设置,程序将生成一个值,但在实际情况下这可能没什么意义。 还可以使用 USS 类型 3 形状的第二类菲涅耳表面。这种表面并不假设这些区域的尺寸可以忽略不计,而是局限于平坦的基底。

3.3.2.4 全息光学元件(HOE)

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

通过将感光胶暴露于两个相干光束而构造的全息图可以定义为 SYNOPSYS 的光 学元件。HOE 可以是折射的或反射的,并且基底可以是正常表面选项允许的任 何形状。另外,用于构造 HOE 的光束可能包含用户明显示义的或通过辅助光学 系统隐式定义的像差。用于定义 HOE 或辅助系统的大多数参数也可以作为变量 或像差输入到优化程序中。

HOE 需要至少两个表面来描述参考光束和感光胶的特性。对于透射式 HOE, 通常需要第三表面来限定衬底的另一侧。

HOE 的输入选项如下:

<u>SN</u> HOE

HIN INDEX MODUL

CWAV WAVELENGTH

HTH THICKNESS

Pl <u>X1 Y1 Z1 PHA [INDEX]</u>

P2 <u>X2 Y2 Z2 PHA</u> [<u>INDEX</u>]

[WOPD / WLENS] [A11 <u>G1 G3 G6 G10 G16]</u> [A12 <u>G2 G4 G5 G7 G8 G9]</u> [A13 <u>G11 G12 G13 G14 G15]</u> [A21 <u>G1 G3 G6 G10 G16</u>] [A22 <u>G2 G4 G5 G7 G8 G9</u>] [A23 <u>G11 G12 G13 G14 G15</u>]

[B11 <u>Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6</u>] [B12 <u>Z7 Z8 Z9 Z10 Z11 Z12</u>] [B13 <u>Z13 Z14 Z15 Z16 Z17</u>] [B14 <u>Z18 Z19 Z20 Z21 Z22 Z23</u>] [B15 <u>Z24 Z25 Z26 Z27 Z28 Z29</u>] [B16 <u>Z30 Z31 Z32 Z33 Z34</u>] [B17 <u>Z35 Z36</u>]

[B21 ...]

[**B27** ...]

[GA1]

[GA2]

ORDER <u>N</u>

进入 HOE 的规则如下:

1.	两个表面用于描述 HOE 形状和感光胶。两个中的第一个给出了回放时看到的感光胶折射率。 此曲面不需要曲率或厚度选项,并且必须通过输入 SN HOE 将其声明为 HOE。 在两个 HOE 表面中的第二个上给出基底形状,并且分配给该表面的折射率表示基底的折射率(通常是某种玻璃)。 可以将膜层分配给基底表面。
2.	曝光过程中感光胶的指标和指标调制由 HIN 输入给出。
3.	构造波长由 CWAV 输入给出。
4.	感光胶厚度由 HTH 输入给出。这和折射率调制用于估计衍射效率,使用 Kogelnik 方法的增强版本(H. Kogelnik, Bell Sys.Tech.J。,48, No.9, (November, 1969), pp.2909)-2945)。仅考虑单模衍射,但包括偏布拉 格入射。(在偏振模式下,计算S平面效率和P平面效率;否则仅给出S平 面。)
5.	两个相干光束由具有输入 P1 和 P2 的两个点对象的(X, Y, Z)坐标定义。

在 HOE 的局部坐标系中, X, Y 和 Z 坐标具有它们通常的含义;如果该点位 于 HOE 的右侧,则 Z 坐标为正。然而, (X, Y, Z) 坐标本身不足以唯一 地定义 HOE 上的每个点处的两个光束的相位差,因为每个点可以是实际或 虚拟图像。为消除歧义,每个点都需要一个额外的相位因子 PHA。 它可以 解释如下:

对于透射式 HOE,这两个点将从 HOE 的同一侧照亮。如果点 P1 或 P2 的实际位置在 HOE 的左侧(即,在-Z 方向上),则相位因子 PHA 是+1。 如果 该点位于 HOE 的右侧,则因子为-1。如果任一点不在 AIR 中,则可以在单词 6 中输入浸入式折射率。

对于反射式 HOE,两个点从相对侧照射,并且该规则取决于所选择的衍射级。如果输入 ORD -1,则点 P1 将被视为从左侧照亮,PHA 的规则与上述相同。点 HO 从 HOE 的右侧照亮,规则反转:如果点 P2 在右侧,则 PHA 等于+1。如果 ORD 为+1,则点 P1 使用反向规则,P2 使用正常规则。

6. 两个光束通常被认为是完美的点光源,但是像差可以以具有条目 A11, A12 等的幂级数多项式的形式或者使用条目 B11 等的 Zernike 多项式来定义.G值 给出使用 9.4 节中给出的多项式表示,构造光线的 OPD 误差作为 HOE 上某 点的(X,Y)坐标的函数,B值表示 3.3.2.2 中列出的扩展误差。

然而,这些扩展与应用于图像插值的形式之间存在显着差异。在 HOE 的情况下,坐标(X,Y)是透镜元件中 HOE 的实际坐标,而不是光瞳处的归一化坐标。因此,为了使光束 P1 具有作为半径的四次幂变化的 OPD 误差,并且在半径为 1.0 单位时等于 1.5 波,输入可能是

A11 0 1.5

G-terms 可以在优化中变化,但您必须使用 10.2 节中解释的寻址方案。 Zernike 项的变化不同,有 RHG 和 LHG 变量。

系数通常以 OPD 单位输入,但您也可以在镜头单位中输入。为此,请在输入系数之前包括条目 WLENS。在这种情况下,系数是指透镜元件中的相移。WOPD 将恢复默认值。

7. 一个或多个辅助光学系统可以被定义为像差的来源,而不是如上段中输入的明确的项。这些辅助系统的大小或性质没有限制,它们实际上是完全独立的镜头,必须在创建包含 HOE 的系统之前由用户定义。通常,您将根据需要设置并将它们存储在镜头库中。对这些系统的唯一设定是,倒数第二个表面在尺寸,形状和位置上与 HOE 基底几何对应,并且全视场图像点对应于点P1 或 P2。换句话说,这些系统应该完全对应于制作 HOE 所采用的几何形状,其中基底是图像前面的虚拟表面,全视场图像(HBAR 和 GBAR 均等于1.0)位于参考点 P1 或 P2。由于 OPD 功能是在 HOE 表面拍摄的,而不是通

常在追迹光线时的无限远处,因此您应该通过打开开关 66 来关闭辅助系统 的 Debye 计算。

8 **EFILE**边缘无法分配给 HOE。

要使用辅助系统并将其数据传输到 HOE,请从库中获取该系统,然后输入命令

 HP1 [-1]
 Hologram Point 1

 或
 HP2 [-1].
 2

使用幂级数多项式,以及

HZ1 [-1] HZ2 [-1]

或

使用 Zernike 表示。该程序通过显示在光栅网格上找到的精确数据与来自扩展的 插值数据之间的最大值和 RMS OPD 差异来指示曲线拟合的准确性。如果开关 13 打开,则还将显示每个采样光线的误差。如果这些误差只是波的一小部分,则可 以放心地使用扩展;如果幂级数展开不充分,则可以尝试使用更长的 Zernike 级 数。

程序将根据系统的真实光线轨迹计算系数的值,并将值与图像坐标一起存储在临时文件中。执行此步骤后,将从库中创建或检索包含 HOE 的系统。用户应将 CAO 插入 HOE 本身;该程序验证结构通光孔径至少与 HOE 的孔径一样大。然后,在 CHG 文件中, HOE 表面用 HOE 输入声明,如上所述。不是用输入 A11 等引入系数,而是输入

GA1

或 GA2

,使程序获取存储的系数并将它们分配给点 P1 或 P2。还检索 X, Y 和 Z 中的图 像位置,并将其分配给该点的 X, Y, Z 值。如果辅助系统的主波长与 CWAV 输

入上输入的结构波长不同,或者前者的通光孔径小于 HOE 的通光孔径,则将显 示警告信息(系数仅对孔径有效),则将显示警告消息。如果在字2中出现可选 的[-1],系数的符号在转移到 HOE 之前将被反转。

8.	RLE 或 CHG 文件的 HOE 部分的最终输入是 ORDER 命令行,它给出衍射序列。此输入是必需的,每次包含 SN HOE 线时都必须输入。值-1 将使得从点 P1 发出的光束被衍射以便会聚到点 P2,并且值+1 将反向。请注意,一次只有一个案例具有实际意义。建议-1。
9.	如果在 HOE 上需要 CAO 来控制渐晕,则可以将其放置在两个 HOE 表面中的第二个上。然而,倾斜和偏心在 HOE 表面本身而不是基底上。
10.	上述规则和输入都涉及厚的体积全息图的常见情况。 也可以用一些不同的规则来模拟反射表面全息图。 用于这种情况的点 P1 和 P2 以与厚传输 HOE 相同的方式定义,但是厚度 HTH 被声明为零。反射通过声明基底表面 REFLECTIVE 来表示。在这种情况下,效率计算被绕过,表面效率为 1.0。
11.	在优化期间可以控制 HOE 的许多特征,包括局部光栅频率,偏离布 拉格条件和效率(见 10.3.1.2)。 在多重结构优化过程中可能会出现 结构畸变(见 10.7.2)。

在优化中改变 HOE 参数:

大多数 HOE 参数可以在优化中变化。 下表显示了可能使用的位置。

G 1	结构波长
G 4	X 坐标, 点 P1
G 5	Y 坐标, 点 P1
G 6	Z 坐标, 点 P1
G 8	X 坐标, 点 P2
G 9	Y 坐标, 点 P2
G 10	Z 坐标, 点 P2
G 11	HIN(HOE 折射率)
G 12	折射率调整
G 16 to G 32	改变像差系数 G1

	到 P1 点的 G17
G 33 to G 50	改变像差系数 G1
	到点 P2 的 G17
G 50	HTH 值

如果像差由 Zernike 项定义,则变量为

Point P1:

对于 Z1 至 Z17, LHG 16 至 LHG 32; RHG 16 至 RHG 32 用于 Z18 至 Z34, 以及用于 Z35 和 Z36 的 LHG 33 和 RHG 33。

因此,为了改变项 Z1,使用 VY SN LHG 16;并改变 Z18, VY SN RHG 16.项如 下表所示。

<u>G-variable</u>	<u>LHG term</u>	<u>RHG term</u>
16	Z1	Z18
17	Z2	Z19
18	Z3	Z20
19	Z4	Z21
20	Z5	Z22
21	Z6	Z23
22	Z7	Z24
23	Z8	Z25
24	Z9	Z26
25	Z10	Z26
26	Z11	Z28
27	Z12	Z29
28	Z13	Z30
29	Z14	Z31
30	Z15	Z32
31	Z16	Z33
32	Z17	Z34
33	Z35	Z36

点 2:

对于 Z1 至 Z17, LHG 34 至 LHG 50; RHG 34 至 RHG 50 用于 Z18 至 Z34,以及用于 Z35 和 Z36 的 LHG 51 和 RHG 51。 项如下表所示。

<u>G-variable</u>	LHG term	RHG term
34	Z1	Z18
35	Z2	Z19
36	Z3	Z20
37	Z4	Z21
38	Z5	Z22
39	Z6	Z23
40	Z7	Z24
41	Z8	Z25
42	Z9	Z26
43	Z10	Z26
44	Z11	Z28
45	Z12	Z29
46	Z13	Z30
47	Z14	Z31
48	Z15	Z32
49	Z16	Z33
50	Z17	Z34
51	Z35	Z26

HOE 输入的示例

我们想要从两个完美的相干点制作一个 HOE,并重建光束。假设照明系统看起来像这样:



我们将建立一个系统,其对象对应于点 P1,并期望图像在点 P2 处形成。

RLE

ID HOLOGRAPHIC ELEMENT

WA1 .6328

- OBA 10 1.5 1 ! P1 的实际光源
- 2 IND 1.525 ! 回放时的感光胶折射率

3 TH .05 GTB S ! 这是基底

BK7

- 3 CAO 1
- 4 TH -5

4 CAO 1

5 !像面位于 P2 位置(见下图) 2 HOE

HIN 1.525 .002

CWAV .6328

HTH .0004

P1 0 1.5 -10 1

P2 0 -1 -5 1

ORDER -1

END

在这里,我们将 HOE 的基底建模为厚度为 0.05 英寸的玻璃板。由 HBAR = 1 处 的物体的 HOE 形成的图像将大致落在点 P2 处 ,但玻璃板引起的像差和散焦除 外,在本 HOE 示例中未对其进行建模。

2. 在该示例中,点 P1 和 P2 在物理上类似于示例 1 中的点,但是 HOE 将是反射式 HOE。

RLE

ID REFLECTION HOE

WA1 .6328

OBA 10 1.5 1

2 INDEX 1.48

3 TH -5 AIR

3 REFLECTOR

2 HOE

HIN 1.47364 .00014

CWAV .6328

HTH .00025

P1 0 1.5 -10 1

P2 0 -1 -5 -1

ORD -1

END

注意在这个例子中, HOE 在表面 4 上给出了实际的图像; 在前面的示例中, 图像 是虚拟的。

3.

这里我们将使用辅助系统创建一个反射式 HOE,以定义其中一个参考光束的像差。

考虑下面草图中的系统。 HOE 将位于弯曲的基底上,并且点 P1 和 P2 都将位于 HOE 的右侧。 点 P2 在光轴上距离很远,而点 P1 是由负透镜形成的虚像。



我们将首先定义辅助系统:

RLE

ID HOE REFERENCE POINT P1

WA1 .6328

 OBB 0.0000001.125.1
 ! FOV 输入光束最初是准直的,非常小的

 FOV
 ! W体在空中,但进入光束向左

1 RD .3456 TH -.075 GTB S ! 第一个镜头表面。 注意 TH 为负数

BK7

2 RD -3.45 TH -9.624 AIR	
3 RD 25 TH 8 AIR	!这将是 HOE
4	! 这将是 P1 点
3 AT -30 0 100	! HOE 倾斜角度
END	! 聚焦系统, 使全视场图像相当好
PANT	
VY 3 TH	
END	
AANT	
M 0 1 A P YC 1 0 .1	
END	

SYNO 5

当该系统进入 SYNOPSYS 时,我们进行 SPEC 和 CAP 检查图像点的位置和表面 3 上的孔径。这些必须对应于点 P1 和最终 HOE 的孔径。假设这些量是令人满意 的,我们将系统保存在镜头库中并设置为 HOE 系统(我们尚未创建)准备像差 系数。

- **STORE 5** 保存辅助系统
- HP1 计算系数

现在我们可以制作 HOE 系统:

RLE	
ID HOE WITH ABERRATIONS	
WA1 .6328	!这是反射光的波长。
OBA -8.89796 5.13724 2.5	!这是目标点。由于它是在点 Pl 附近,我们期望 图像在点 P2 附近形成。
LRAYS	!光线从左边进入
1 AIR	
2 CAO 2.5 IND 1.5	! Fix CAO of the HOE and playback index.
	固定 HOE 的 CAO 和反射折射率。
3 RD 25 TH 1000	!图像将在这里。
3 REFLECTOR	! 将是一个反射式的 HOE; 这是基底
4	
2 HOE	
HIN 1.5 .001	
CWAV .6328	!该波长必须与辅助系统的主波长相同。
HTH .0002	
P1 0 5 8 -1	!这一点会出现像差。约。(某某)坐标。将用实际的图像位置替换,在曲面的坐标系3中。
P2 0 0 1000 1	!点 P2 距离为 1000 英寸。
ORD -1	
END	
CHG	
2 HOE	
GA1	!这就得到了我们上面创建的系数。
ORD -1	
END	

3.3.2.5 光栅

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

光栅可以被认为是透射式 HOE 的一种特殊情况,在这种情况下,两个照明点都 在无穷远处,而条纹是平行的,并且具有恒定的分离。这种曲面可以与输入一起 输入

SN GRATING { X / Y } L/MM ORDER CWAV HIN VNUM

入射 X 表示衍射发生在 X-z 平面(与轴平行的条纹), Y 表示 Y-z 平面的衍射。 给出了线/mm 的光栅频率和阶数。输入光栅的规则与前一节中所描述的 HOEs 的 规则完全相同,只是需要一条输入线,而不是后者所需的几条线。简而言之,这 些规则是:

1.	光栅需要两个表面。第一个是虚拟表面,没有折射率差异,曲率或厚度。该曲面被赋予 GRATING 输入。两个表面中的第二个定义了形状,CAO 和基底的折射率。如果反射,则必须如此声明第二个表面。 膜层可以分配给第二表面。 倾斜,偏心和全局或局部坐标分配给两个表面中的第一个。
2.	该程序将计算在波长 CWAV 下提供 100%效率的闪耀角,并将根据 HIN 给出的感光胶折射率值计算任何其他波长的衍射效率,并且由 下式给出的色散。阿贝数 VNUM。,以透镜中的实际波长计算,不 一定是 C, d, F 线。结果将由 PRAY 命令计算。
3.	光栅阶数为-1将使光在+Y或+X方向衍射。
4.	要移除光栅,请执行 <u>SN</u> NDEF; 然后输入新规范。

示例:



RLE **ID GRATING_REAL FLAT** WAVL .6000000 .5000000 .4000000 APS 1 POLARIZATION LINEAR Y **UNITS MM OBB** 0.000000 10.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 1. 00000 0 AIR 1 GRA Y 500.0000 -1 0.500000 1.500000 50.000000 **2 COATING PERF** 0.000000000000 TH 1.0000000E-06 2 CV 2 N1 1.51628919 N2 1.52140818 N3 1.53084089 2 CTE 0.710000E-05 2 GTB S ۱ '**BK7 3 COATING PERF 3 CV** 0.0000000000000 TH 100.0000000 AIR 3 AIR 4 CV 0.0000000000000 ТН 0.00000000 AIR 4 AIR END

在上面的示例中,我们将表面 1 定义为一个 500 线/毫米的光栅,将膜层分配到 表面 2 和 3 上,并显示一个以三个定义波长的光线绘制的图形。

3.3.2.6 非圆形区域表面(NCZONE)

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

在具有倾斜校正板的反射式施密特望远镜等系统中,有时需要描述具有非圆形区 域的非球面。指定的表面

SN NCZONE COSPHI

被当作一个平面与幂级数系数的形式 DC1,等等,扩张是评估在一线的实际 X 坐标,但 Y 坐标 COSPHI 减少的因素,这将通常的余弦校正器板的倾斜角度。因此,这些区域的形状是椭圆形的, y 维大于 x 维, COSPHI 值小于单位。实际系数是用 DC1 等输入的,与正常幂级数表面一样,并随常用的 g 项而变化。

3.3.2.7 不寻常的表面形状(USS)

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以使用对话框 SPS 或工作表以交互方式 输入。)

SYNOPSYS 目前有几种不同的表面形状。输入描述时总是使用一组系数,格式如下:

SN USS TYPE

<u>SN</u> DC1 ...

or <u>SN</u> AT1 ...

or <u>SN</u> XDD ...

TYPE 必须等于下面列表中的一个数字,并显示其他项所指的形状。输入格式在 第 3.3.2.2.2 节中定义。

这些表格中的大部分都使用了 17 个 g 项, 它们可以与 DCn 列表或 ATn 输入列 表的普通幂级数非信息类一样输入。类型 8、12、14、15、16、20 和 21 需要额 外的数据,在这种情况下需要 XDD 格式,如下所述。XDD 形式也可以用于任何 其他 USS 类型。

所有的 USS 形状都包含对形状的完整描述;Z 项适用于另一平面衬底。在某些情况下,这些项还指定了曲率加上圆锥常数,除了幂级数系数之外,它还适用于各种幂级数系数。注意,如果您使用任何 USS 形状,您不会像往常一样指定 RAD 或 CV。形状完全由 G 项来描述。

USS 类型如下:

类型	说明
1	e圆锥+偶次幂级数,孔径的28次幂
<u>2</u>	有交叉项的一般幂级数,直到4次方
<u>3</u>	锯齿型菲涅尔,在恒定的 y 分离下具有平坦的区域
<u>4</u>	锯齿型菲涅尔具有弯曲的起伏区域
<u>5</u>	另一个幂级数;X 是对称的,Y 的奇数次幂
<u>6</u>	圆锥曲线加余弦波表面波纹; 模型抛光区错误
<u>7</u>	圆锥曲线加上 abs(孔径)的奇数和偶数幂
<u>8</u>	模型表面有两个区域,每个区域都有自己的圆锥和幂系列项
<u>9</u>	多项式 A 型; 类似于径向 Zernikes, 但具有更好的精度
<u>10</u>	扩散片
<u>11</u>	Forbes 多项式, B 型
<u>12</u>	Forbes 多项式, C型
<u>13</u>	非球面圆柱
<u>14</u>	贝塞尔曲线
<u>15</u>	NURBS 表面
<u>16</u>	简单的 DOE
<u>17</u>	BiconicBirad

<u>18</u>	用户描述的表面(需要用户编写的 DLL)
<u>19</u>	Y系列圆柱
<u>20</u>	多层 DOE
<u>21</u>	半径的偶数和奇数幂
<u>22</u>	勒让德多项式曲面
<u>23</u>	弯底锯齿菲涅耳曲面
<u>24</u>	扩展的 NURBS 曲面
<u>25</u>	扩展的简单 DOE
<u>26</u>	三层 DOE
<u>27</u>	平面衍射光栅
<u>28</u>	孤立隆起或凹陷
<u>29</u>	8阶扩展多项式

类型 1;圆锥加幂级数:

这是一种常见的幂级数形状,可以达到孔径的28次方。

G1 是轴向曲率

G2 是圆锥常数

G3是第2次幂非球面项

G4 是第 4 次幂项,一直到 G16,这是第 28 次幂项。

类型 2;具有交叉项的一般幂级数:

这是一个具有交叉项的普通幂级数的简单形式,最高可达孔径的四次方。

$$\begin{split} Z &= G(1) + G(2)^*X + G(3)^*Y &+ G(4)^*X^{**2} + G(5)^*XY + G(6)^*Y^{**2} + G(7)^*X^{**3} + G(8)^*X^{**2}Y + G(9)^*XY^{**2} + G(10)^*Y^{**3} + G(11)^*X^{**4} + G(12)^*X^{**3}Y + G(13)^*X^{**2}Y^{**2} + G(14)^*XY^{**3} + G(15)^*Y^{**4} \end{split}$$

类型3;锯齿型菲涅尔,常数Y分离:

这是锯齿菲涅耳表面,其中区域宽度在项 G16 中输入,并且表面的锯齿形状被 明确地建模。 其他项与类型 1 相同。这种菲涅耳表面的基底是平面的。有关另 一种可能具有任意基底形状但不对各个区域进行建模的菲涅耳规范,请参见第 3.3.2.3 节。类型 3 的区域具有平坦的斜率,仅在断点处对多项式建模。要模拟底 部不平坦的菲涅耳表面,请使用 USS 23 类型。



请注意,如果您的镜头包含类型为 3,4 或 23 的菲涅耳表面,则会出现光线无法 通过的区域。在下面的插图中,一条光线正好击中两个面之间的边缘。光线追迹 程序无法评估此类光线的路径,并且会因 MCS 错误而失败。如果您在您的 TFAN 图中看到很多洞,这就是原因所在。



还应该意识到,当制造菲涅耳透镜时,模制的精度不足以保持来自相邻区域的光的相位相干性。结果是,在光束的孔径上,相位相当混乱,并且不能可靠地计算任何给定光线的 OPD。如果需要,程序将生成一个值,但在实际情况下,这可能没有什么意义。

类型 4; 具有恒定矢高的锯齿菲涅耳:

此类型与类型 3 相同,不同之处在于区域具有相等的矢高高度,而不是相等的区 域宽度,并且区域具有弯曲的斜率,精确地对多项式进行建模。在这种情况下,项 G 16 给出区域高度,而不是 USS 3 类型中的宽度。



上述关于类型3的关于光线失效和光学性能评价的说明也适用于这种类型。

类型 5; 光焦度系列; 在 X 中对称:

这种类型使用具有更高幂的多项式,Y的一些奇数幂,在X中是对称的。形式是

```
\begin{split} Z &= G(1) + G(2)^*Y + G(3)^*Y^{**2} + G(4)^*Y^{**3} + G(5)^*Y^{**4} + G(6)^*X^{**2} + \\ G(7)^*X^{**2}Y + G(8)^*X^{**2}Y^{**2} + G(9)^*X^{**2}Y^{**3} + G(10)^*X^{**2}Y^{**4} + \\ G(11)^*X^{**4} + G(12)^*X^{**4}Y + G(13)^*X^{**4}Y^{**2} + G(14)^*X^{**4}Y^{**3} + \\ G(15)^*X^{**4}Y^{**4} \end{split}
```

类型 6; 圆锥曲线加余弦波纹:

该类型使用曲率加上二次曲线常数来描述曲面,并添加一个变形,该变形会生成 等距分布在曲面上的余弦波形区域。这可以用于模拟一些常见的制造误差。变量 包括:

G1轴向曲率 G2圆锥常数 G3值A G4值B

这里, 矢高由下式给出

Z = (conic contribution 圆锥形的贡献) + A cos(Bρ)

where $\rho^{**2} = X^{**2} + Y^{**2}$.

因此,为了模拟文件 4.RLE (16 英寸中继望远镜)中保存的系统主镜上的波状表面,可以输入

GET 4 CHG 1 NULL 1 USS 6 1 AT1 -1.011634E-2 0 5.0E-6 1.5708 END PANT VY 0 BTH END AANT M 0 1 A P YA 0 0 1 END SYNO 5

在这个输入中,我们想要模拟从孔径中心到边缘 5.0e-6 英寸的两个波形周期。 轴向曲率标准值为 0.01011634,圆锥曲线常数为零。 要在 ρ= 8.0 时得到两个周
期,值 B 必须是 PI / 2 或 1.5708。 这种形式在表面中心引入一个小曲率,然后 上下振荡到边缘,我们必须使用 PANT 和 AANT 文件稍微调整焦点。

接下来我们找到平面镜的有效曲率

1 CV ?

答案是-0.01012127,和预期的一样,稍微偏离了理论值。现在我们可以看到对波 阵面的影响

FRINGES

PUPIL P 0 0 0 0 3.



类型 7; 圆锥曲线加奇数和偶数幂:

这种类型类似于类型 1,但重要的例外是它涉及孔径的奇数和偶数光焦度。 这个扩展中的 R 是 SQRT (X ** 2 + Y ** 2),它总是正的。所得到的形状关于光轴旋转对称。

如果 G3 项非零,则这种表面的焦距为零,因为在这种情况下,曲率在轴上是无穷大的。由于在近轴光线追迹中考虑该项是没有意义的,因此它仅使用 G1 和 G4 项来计算表面的光焦度。

G 1 axial curvature G 2 conic constant G 3 R G 4 R**2 G 5 R**3 G 6 R**4 G 7 R**5 G 8 R**6 G 9 R**7 G 10 R**8

类型 8; 双区非球面:

这种类型与其他类型完全不同;在这种情况下,表面由两组参数和一个区域半径 来描述。在该半径内,集合1的数据适用,而在该半径范围外,曲面由集合2描述。因此,该表面有两条截然不同的曲线,一条靠近中心,另一条位于更远的区域。每种情况下的非球面项都涉及光圈的偶数次方加上曲率和圆锥常数。下面是 这样一个表面的例子:



对于这种类型,非球面数据以特殊的扩展数据格式输入:

<u>SN</u> USS 8

<u>SN</u> XDD 1 <u>XD1 XD2</u> <u>XD3</u> <u>XD4</u> <u>XD5</u>

<u>SN</u> XDD 2 <u>XD6</u> <u>XD7</u> <u>XD8</u> <u>XD9</u> <u>XD10</u>

<u>SN</u> XDD 3 <u>XD11 XD12 XD13 XD14 XD15</u>

<u>SN</u> XDD 4 <u>XD16</u> <u>XD17</u> <u>XD18</u> <u>XD19</u> <u>XD20</u>

<u>SN</u> XDD 5 <u>XD21 XD22</u> <u>XD23 XD24</u> <u>XD25</u>

<u>SN</u> XDD 6 <u>XD26</u> <u>XD27</u> <u>XD28</u> <u>XD29</u> <u>XD30</u>

<u>SN</u> XDD 7 <u>XD31</u> <u>XD32</u> <u>XD33</u> <u>XD34</u> <u>XD35</u>

<u>SN</u> XDD 8 <u>XD36</u> <u>XD37</u> <u>XD38</u> <u>XD39</u> <u>XD40</u>

<u>SN</u> XDD 9 <u>XD41 XD42</u> <u>XD43</u> <u>XD44</u> <u>XD45</u>

<u>SN</u> XDD 10 <u>XD46</u> <u>XD47</u> <u>XD48</u>

总共有48个项,这些项适用于表面,如下所示:

XD	Function	XDD index
number		
1	CV, inner	1
2	Conic	1
3	Zone radius	1
4	R**2	1
5	R**4	1
6	R**6	2
7	R**8	2
8	R**10	2
9	R**12	2
10	R**14	2
11	R**16	3
12	R**18	3
13	R**20	3
14	R**22	3
15	R**24	3
16	R**26	4
17	R**28	4
18	R**30	4
19	R**32	4
20	R**34	4
21	R**36	5
22	R**38	5
23	R**40	5
24	Normalizing radius	5

25	unused	5
26	CV, outer	6
27	Conic	6
28	Z-offset (set by paraxial trace)	6
29	R**2	6
30	R**4	6
31	R**6	7
32	R**8	7
33	R**10	7
34	R**12	7
35	R**14	7
36	R**16	8
37	R**18	8
38	R**20	8
39	R**22	8
40	R**24	8
41	R**26	9
42	R**28	9
43	R**30	9
44	R**32	9
45	R**34	9
46	R**36	10
47	R**38	10
48	R**40	10

在该表中,R=sqrt(X**2+Y**2)。由于通常希望两条曲线在区域半径处相 互会合,因此程序计算外部区域的矢高偏移量,该偏移量在给定半径处被添加到 该区域的内部矢高,因此情况就是如此。偏移量放在数据 xd28 中作为参考。您 不应该编辑此值。可以在 XD24 中输入标准化半径。如果它非零,则在计算非球 面项之前将 R 的值除以该值(但在计算曲率和圆锥矢高时忽略它)。相同的归一 化半径适用于内部区域和外部区域。 必须提到一个要点。衍射像质分析程序必须估计艾里斑半径的值,因为这决定了 点扩散函数将要采样的区域的大小。这是通过在 0.2 区追迹一些光线并外推到全 孔径(以避免边缘光线不会追迹的问题)来获得局部 F/number 来完成的。但是 这种类型的 USS 通常会产生两个不同的 F/number,一个来自内部区域,另一个 来自外部区域。如果区域边界超出 0.2 区域,则使用内部区域返回的值。如果它 在内部,则会发生相反的情况。在这两种情况下,衍射程序可能会对一个不同于 您想要的区域进行采样。

还有第二个要点:由于分配给外部区域的曲线的顶点位置会自动移动以使两个区 域连续,因此该部分的近轴焦点一般不会与真实焦点重合。这会使好的图像看起 来更糟。因此,建议您在校正真实光线的一个或多个 OPD 时,通过改变适当的 厚度来调整焦点位置,而不是依靠更常见的 YMT 求解来完成工作。此外,请注 意,OPD 计算使用的参考光线默认通过入射光瞳的中心,并在一个区域或另一 个区域截取 USS 表面,但不能同时截取两者。因此,如果您希望该引用引用未 选择的区域的 OPD,建议您调整 ICR 参数。

使用 G 项格式,可以在优化中改变所有这些参数。 因此,要改变 XD30 项,可 以设定

VY <u>SN</u> G 30

在 PANT 文件中。

以下数据显示了上述示例的定义方式。

1 USS 8

1 XDD 1 2.000000E-02 0.000000E+00 1.000000E+01 1.000000E-03 1.000000E-05

1

XDD 2 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.00000E+00 0.0000 00E+00

1

XDD 3 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.00000E+00 0.0000 00E+00

1 XDD 4 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.0000 00E+00 1 XDD 5 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.00000E+00 0.0000 00E+00 1 XDD 6 -1.000000E-02 0.000000E+00 1.621468E+00 -1.000000E-04 1.00000E-05 1 XDD 7 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.00000E+00 0.0000 00E+00 1 XDD 8 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.00000E+00 0.0000 00E+00 1 XDD 9 0.000000E+00 0.00000E+00 0.000000E+00 0.00000E+00 0.0000 00E+00 1 XDD 10 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

Type 9; Forbes polynomial type A: _9 型; Forbes 多项式 A 型:

这种类型使用由 Greg Forbes 派生的一组系数扩展表面形状,我们将其称为 Forbes 类型 A.它被定义为多项式的正交集加上曲率和圆锥常数的和。所有项以及因此 表面都是旋转对称的。

使用 DCn 或 ATn 项输入的输入如下:

- G 1 axial curvature
- G 2 conic constant

G 3	a0
G 4	a1
G 5	a2
G 6	a3
G 7	a4
G 8	a5
G 9	аб
G 10	a7
G 11	a8
G 12	a9
G 13	a10
G 14	a11
G 15	a12
G 16	a13
G 17	R0

对于 XARG, YARG 在归一化半径 R0 表面上的点, 前六个多项式定义为

Q0	1.0
Q1	-(5-6x)
Q2	15 - 14x(3 - 2x)
Q3	-(35 - 12x(14 - x(21 - 10x)))
Q4	70 - 3x(168 - 5x(84 - 11x(8 - 3x)))
Q5	-(126 - x(1260 - 11x(420 - x(720 - 13x(45 - 14x)))))

其中 x = rho / R0 ** 2 且 rho = XARG ** 2 + YARG ** 2。 然后表面矢高由

 $Z(rho) = (CV+conic term) + x^{**}2^{*}SUM(an Qn(x))$.

在该形状中可以包含多达14个多项式。

这种公式产生的好处类似于更常见的泽尼克多项式,它产生了比通常的幂级数展 开更精确的形状计算,其小数位数更少,由于取消项而减少了精度损失。下面是 一个由曲面上的 Q5 项产生的形状示例:



前六个多项式如下所示, G. Forbes and C. Brophy, "Asphere, O asphere, how shall we describe thee?", Proc. SPIE, 7100,2008.



这些项可以在优化方面以与使用 G 项描述的任何其他非球面相同的方式变化。此外,如第 10.33 条所述,从基圆锥曲线出发的 RMS 偏差可以用 FRMS 像差加以控制。

类型 10;平面散射器:

此类型用于模拟平面漫散射器。在这种情况下,参数 G1 给出了光将被散射的锥体的半角,并且 G2 是 0 或 1; 值 0 使得光在所设置的锥内均匀地散射,并且值

1 模拟光在正向方向上优先散射的表面。从而:

G1 = semi cone angle

G2 = mode (0 or 1).

下面给出两种类型的实例。



上述系统的表面 2 声明为 USS 类型 10,半锥形为 41 度,模式为 0。

2 CV 0.00000000000 TH 0.10000000

2 N1 1.51431703 N2 1.51679441 N3 1.52237006

2 GTB S 'BK7

2 USS 10

2

AT1 4.10000000E+01 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00

这是漫射器的第一面,41度的散射角接近 BK7 玻璃的临界角。从漫射器射出的 光被折射成更宽的锥体。



如果模式更改为1,则光在前进方向上更集中:

'

表面 4 上的光迹显示了这两种情况下的光分布。



在这两种情况下,光都不均匀,因为在模式0中,角度分布是均匀的,而追迹显示Y坐标,它是角度的正切的函数。

请注意,此功能与前向散射分析 FSC 完全分开,前向散射分析 FSC 模拟来自给 定镜头表面上的单个点的散射光,可能是由于凹坑或灰尘。 该功能的 STAT 选 择与漫射器的模式具有相同的效果,您可以在该链接上更详细地了解它。

毫无疑问,如果使用这种表面类型,大多数常用的分析功能,例如光扇图,OPD 计算和像质分析都没什么意义。踪迹特征,照明模式 IPAT 和所有绘图程序仍然适用。

类型 11; Forbes 多项式 B 型:

这种类型是 Greg Forbes 的另一种公式,称为类型 B。这个和 USS 9 都用一系列 正交多项式对表面进行建模;类型 9 添加在孔径上正交的多项式,并且您可以使 用 AANT 指令 FRMS 控制 RMS 矢高偏离基础球体。类型 11 改为以多种形式对 多项式进行建模,使得易于计算平均斜率差而不是矢高差异,这适用于确保测量 形状时显示的条纹足够宽,能够通过有限分辨率的数字探测器进行识别。有关详 细信息,请参阅类型 9 中引用的文章。

此形状总共需要10个G项,如下所示:

- G 1 axial curvature
- G 2 conic constant
- G 3 a0
- G 4 a1
- G 5 a2
- G 6 a3
- G 7 a4
- G 8 a5

G 17 R0

项G9到G16目前尚未使用,但保留用于此功能的未来扩展。

六个多项式如下:

- Q(0) 1.0D0
- Q(1) (1.0D0/SQRT(19.0D0))*(13.0D0 16.0D0*X)

Q(2) SQRT(2.0D0/95.0D0)*(29.0D0 - 4.0D0*X*(25.0 - 19.0D0*X))

Q(3) SQRT(2.0D0/2545.0D0)*(207.0D0 - 4.0D0*X*(315.0 - X*(577.0D0 - 320.0D0*X)))

Q(5) (1.0/(3.0D0*SQRT(6632213.0D0)))*(66657.0D0 - 32.0D0*X*(28338.0 - X*(135325.0D0 -

8.0D0*X*(35884.0D0 - X*(34661.0D0 - 12432.0D0*X)))))

where $x = (rho/R0)^{**2}$ and $rho = X^{**2} + Y^{**2}$.

多项式的形状如下所示。



这种类型的 SPROFILE 分析如下所示,其中 G 8 项非零:



与9型不同,具有这种形状的近轴曲率不一定等于第一个G项;多项式本身在轴上贡献光焦度。近轴程序会自动考虑这一点。然而,最佳拟合球面由第一个G项给出,并且 ADEF 分析应该产生非常接近该值的最佳拟合,这取决于实际通光孔 径与项G17之间的匹配。

如第 10.33 节所述,此形状使 AANT 进入 FSLOPE, 它将控制曲面和最佳拟合球 体之间的 rms 坡度差。如果您使用这种像差,您可能不得不施加非常高的权重,因为项本身可能非常小,否则可能影响很小

类型 12; Forbes 多项式 C 型:

Forbe 多项式 C 型不同于其他类型,用极坐标而不是笛卡尔坐标来描述形状。表面由一组 54 项加上轴向曲率和参考半径描述。要输入如此多的 G 项,需要 XDD 输入格式,而不是通常的 DCn 或 ATn 格式。数据如下:

G 1 (CV)	G 2	G 3 (a00)	G 4 (a01)	G 5 (a02)
	(RHOMAX)			
G 6 (a03)	G 7 (a04)	G 8 (a10)	G 9 (a11)	G 10 (a12)
G 11 (a13)	G 12 (a14)	G 13 (a20)	G 14 (a21)	G 15 (a22)
G 16 (a23)	G 17 (a24)	G 18 (a30)	G 19 (a31)	G 20 (a32)
G 21 (a33)	G 22 (a34)	G 23 (a40)	G 24 (a41)	G 25 (a42)
G 26 (a43)	G 27	G 28 (a50)	G 29 (a51)	G 30 (a52)
G 31 (a53)	G 32	G 33 (b10)	G 34 (b11)	G 35 (b12)
G 36 (b13)	G 37 (b14)	G 38 (b20)	G 39 (b21)	G 40 (b22)
G 41 (b23)	G 42 (b24)	G 43 (b30)	G 44 (b31)	G 45 (b32)
G 46 (b33)	G 47 (b34)	G 48 (b40)	G 49 (b41)	G 50 (b42)
G 51 (b43)	G 52	G 53 (b50)	G 54 (b51)	G 55 (b52)
G 56 (b53)				
	G 1 (CV) G 6 (a03) G 11 (a13) G 16 (a23) G 21 (a33) G 26 (a43) G 31 (a53) G 36 (b13) G 41 (b23) G 46 (b33) G 51 (b43) G 56 (b53)	$\begin{array}{cccc} G \ 1 \ (CV) & G \ 2 & (RHOMAX) \\ G \ 6 \ (a03) & G \ 7 \ (a04) \\ G \ 11 \ (a13) & G \ 12 \ (a14) \\ G \ 16 \ (a23) & G \ 17 \ (a24) \\ G \ 16 \ (a23) & G \ 22 \ (a34) \\ G \ 21 \ (a33) & G \ 22 \ (a34) \\ G \ 26 \ (a43) & G \ 27 \ \\ G \ 31 \ (a53) & G \ 32 \ \\ G \ 36 \ (b13) & G \ 37 \ (b14) \\ G \ 41 \ (b23) & G \ 42 \ (b24) \\ G \ 41 \ (b23) & G \ 42 \ (b24) \\ G \ 46 \ (b33) & G \ 47 \ (b34) \\ G \ 51 \ (b43) & G \ 52 \ \\ G \ 56 \ (b53) \\ \end{array}$	$\begin{array}{ccccccc} G \ 1 \ ({\rm CV}) & G \ 2 & G \ 3 \ (a00) \\ & ({\rm RHOMAX}) \\ \hline \\ G \ 6 \ (a03) & G \ 7 \ (a04) & G \ 8 \ (a10) \\ G \ 11 \ (a13) & G \ 12 \ (a14) & G \ 13 \ (a20) \\ G \ 16 \ (a23) & G \ 17 \ (a24) & G \ 18 \ (a30) \\ G \ 21 \ (a33) & G \ 22 \ (a34) & G \ 23 \ (a40) \\ G \ 26 \ (a43) & G \ 27 \ & G \ 28 \ (a50) \\ G \ 31 \ (a53) & G \ 32 \ & G \ 33 \ (b10) \\ G \ 36 \ (b13) & G \ 37 \ (b14) & G \ 38 \ (b20) \\ G \ 41 \ (b23) & G \ 42 \ (b24) & G \ 43 \ (b30) \\ G \ 41 \ (b23) & G \ 47 \ (b34) & G \ 48 \ (b40) \\ G \ 51 \ (b43) & G \ 52 \ & G \ 53 \ (b50) \\ G \ 56 \ (b53) \end{array}$	$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$

注意,有些 G-terms 是未使用的;多项式被截断在一个有用的大小,但数组有一个固定的大小——所以一些项不被使用。

G1 项是轴向曲率,并且是这种类型的"最佳拟合"球面的良好近似值。G2 是项在 其上正交的孔径半径,并且应该被赋予近似等于表面的 CAO 的值。项 a00 至 a04 是径向对称的;其他项是非对称的。项 a10 到 a53 乘以 θ 角的余弦,而 b 项乘以 正弦。

为了说明这种表面类型,我们展示了一个简单示例的 RLE 文件:

2

END

!CONTOUR SPROFILE 1 0 .001

(不需要输入所有参数为零的 XDD 行;我们展示这个来说明这个格式)当它作为 一个 MACro 运行时,它会产生这个图。



显示项 b53 的形状。 如果取消注释 CONTOUR 指令,则图片将显示轮廓图:



在这种情况下,SPROFILE 命令的第三个单词为零,导致程序忽略 CV 项,从而 仅显示非球面项。定义的系统显示在 PAD 中,因此:





有关此表面形状的更多信息,请参阅"表征自由形状光学器件的形状",OPTICS EXPRESS 2483, Vol. 20 No. 3, by Greg Forbes.

类型 13; 非球面圆柱:

该表面由 X 和 Y 的偶数幂描述, 主要用于非球面圆柱体。输入是

<u>sn</u> USS 13 <u>sn</u> XDD 1 G1(CV) G2(CC) G3 G4 G5 <u>sn</u> XDD 2 G6 G7 G8 G9 G10 <u>sn</u> XDD 3 G11 G12 G13 G14 G15 <u>sn</u> XDD 4 G16 G17 G18 G19 G20 <u>sn</u> XDD 5 G21 G22

G1 项是基础曲率, G2 是圆锥常数。

然后给出表面矢高

Z = (conic contribution 圆锥的贡献)

 $+ G3^*X^{**2} + G4^*X^{**4} + G5^*X^{**6} + G6^*X^{**8} + G7^*X^{**10} + G8^*X^{**12} + G9^*X^{**14} + G10^*X^{**16} + G11^*X^{**18} + G12^*X^{**20}$

 $+ G13^*Y^{**2} + G14^*Y^{**4} + G15^*Y^{**6} + G16^*Y^{**8} + G17^*Y^{**10} + G18^*Y^{**12} + G19^*Y^{**14} + G20^*Y^{**16} + G21^*Y^{**18} + G22^*Y^{**20}$

X和Y中的近轴曲率是从G3和G13的2倍增加到G1中由CV给出的旋转对称 折射率的2倍。

为了说明这种形状,我们使用以下 RLE 文件:

RLE ID USS 13 OBB 0 1 10 1 TH 5 GTB S N-BK7 2 YMT 3 1 USS 13 1 XDD 3 0 0 .025 END



这看起来像一个正透镜,但它实际上是一个圆柱体,如 RSOLID 所示。这是一个 纯圆柱体,因为我们在 G1 项中没有输入 CV 值。

162



类型 14; 贝塞尔样条:

通过围绕 Z 轴旋转贝塞尔样条曲线来生成该表面。它在几个方面与其他样条曲 线形状不同:首先,当其他样条曲面总是通过所有输入的(Y,Z)数据点时,通 常不是贝塞尔曲线的情况。相反,您为程序提供一组"控制点",并根据自己的逻 辑创建曲线。得到的曲线具有连续的导数——对于其他样条曲线,这通常不是正 确的。这种形式可以看作是一个特殊的情况下的一个 NURBS 曲面。该公式允许 非旋转对称形状,并允许在每个控制点上指定加权因子,而该 USS 形状意味着 单位的权重并且是旋转对称的。

N 个控制点构成一个(YZ)坐标表,与一些具有扩展非球面格式的定义参数一 起输入如下:

<u>SN</u> USS 14 <u>SN</u> XDD 1 <u>CV CC RNORM N</u>

SN XDD 3 <u>PY1 PY2 PY3 PY4 PY5</u> SN XDD 4 <u>PY6 PY7 PY8 PY9 PY10</u> SN XDD 5 ... SN XDD 6 ...

SN XDD 7 <u>PZ1 PZ2 PZ3 PZ4 PZ5</u> SN XDD 8 <u>PZ6 PZ7 PZ8 PZ9 PZ10</u> SN XDD 9 ... SN XDD 10 ...

控制点定义为对(PY1, PZ1),(PY2, PZ2)等。 最多可以定义 20 个点,直 到数字 N.Y 坐标的数值范围可以达到 RNORM 的值,这是一个归一化半径应该 等于或大于曲面的 CAO。(0,0)处的另一个控制点由程序自动分配,不应与数 据一起输入该点。因此,如果将N定义为等于5,则在包含添加的轴点时,程序 实际上会评估总共六个控制点。

得到的曲线总是经过(0,0)和(PYN,PZN)这两个点,它们是第一个也是最后一个控制点。它通常不会通过其他任何一个。控制点的z值通常不是由用户指定的,而是由程序在镜头优化过程中计算出来的。

通常情况下,在Y中以等间隔的间隔定义该表面,并帮助用户设置数据,如果没 有为YN输入数据(或者值是零),程序将自动计算Y中的N个点。

以下是 Bezier 形状的简单示例:

RLE

ID USS 14 BEZIER

WAVL .6562700 .5875600 .4861300

1

APS

UNITS INCH

OBB 0.000000 1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 1.0000 0

0 AIR

1 CV 0.00000000000 TH -10.00000000 AIR

1 AIR

1 USS 14

1 XDD 1 0.000000E+00 0.000000E+00 1.000000E+00 5.000000E+00

1 XDD 3 2.000000E-01 4.000000E-01 6.000000E-01 8.000000E-01 1.0000000E+00

1 XDD 7 0.000000E+00 -2.5000000E-03 -7.5000000E-03 -1.5000000E-02 - 2.5000000E-02

1 REFLECTOR

2 CV 0.00000000000 TH 0.0000000 AIR

164

2 AIR

END



在这里,我们总共输入了五个控制点。系统如下所示:

ASY 列表显示了定义,其中(YZ)控制点以 PY 和 PZ 形式列出,并作为参考,显示了在 PY 区域的表面的实际矢高。

SPECIAL SURFACE DATA

SURFACE NO. 1 -- UNUSUAL SURF TYPE 14 (BEZIER SPLINE)

BEZIER SPLINE CV 0.00000

CC 0.00000

RNORM 1.00000

N 5

PY PZ (SAG)

- 0.200000 0.00000 -0.100000E-02
- 0.400000 -0.250000E-02 -0.400000E-02
- 0.600000 -0.750000E-02 -0.900000E-02
- 0.800000 -0.150000E-01 -0.160000E-01
- 1.00000 -0.250000E-01 -0.250000E-01

人们通常希望曲面的斜率在轴附近接近零,但这仅在第一个控制点被赋予零值 Z1 时才会出现,这在上面的例子中是正确的。如果不是这种情况,那么得到的 形状将类似于中心附近的轴棱镜。这是由 AI 句子 PLOT SAG OF 1 FOR Y = -1 TO 1 产生的图,首先是上述控制点集,然后 PZ1 的值变为 0.01。



如果输入,近轴程序将遵循 CV 的值,并且如果 PZ1 项为零,则将从控制点显示的顶点处的曲率添加到该值。 (否则, CV 贡献是无限的。)

通常人们想要改变控制点的 Z 坐标,这是通过常用的 G 项变量来完成的。在这里,变量分配如下:

varies the entered curvature.

G 1

- G 2 varies the entered conic constant.
- G 11 varies PY1
- G 12 varies PY2, and so on up to PY20
- G 31 varies PZ1
- G 32 varies PZ2, and so on up to PZ20

因此,为了优化该系统,我们将改变分配给表面 1 的控制点的 Z 坐标,如下所示:

PANT VY 1 G 32 VY 1 G 33 VY 1 G 34 VY 1 G 35 END AANT GNR 0 1 6 P

END

SNAP SYNO 20

注意,我们没有改变G31项,这违反了设定PZ1保持零的规则,对于轴上的曲率必须是有限的曲面。

类型 15; NURBS 表面:

这个曲面是 SYNOPSYS 中最常见的自由形状的一个例子,是一种称为 NURBS(非均匀有理 B 样条)的类型的特殊情况。同类型 14 一样,您给出一组控 制点,程序根据 NURBS 理论找到表面形状。然而,与类型 14 不同的是,控制 点在 X 和 Y 中都有定义,在这种情况下,控制点在(X,Y)网格中是均匀间隔的, 并且所有控制点都假定具有相同的权重。因此,由于这些限制,它并不是一个真 正的 NURBS,但它适用于光学领域,在光学领域,形状往往表现良好,在光学领域,并且需要非均匀的间隔或权重来建模。NURBS 的程度是由 X 和 y 中的点个数取的,一组三点模型二次拟合,一组四点模型三次拟合,以此类推。

控制点是均匀分布的,用户不需要输入。相反,您将使用输入给出矩形(或正方形)数组角的位置,其形式为

<u>SN</u> USS 15 <u>SN</u> XDD 1 <u>CV CC NX XMIN XMAX</u> <u>SN XDD 2 NY YMIN YMAX [0 1]</u>

SN XDD 3 <u>PZ1 PZ2 PZ3 PZ4 PZ5</u> SN XDD 4 <u>PZ6 PZ7 PZ8 PZ9 PZ10</u> SN XDD 5 ... SN XDD 6 ...

<u>CV</u>是顶点处的局部曲率。

<u>CC</u>是圆锥常数,如果有的话。
<u>NX</u>是控制网格的 X 维度中的点数,从 2 到最多 20。
<u>XMIN</u>是 X 点中最负面的。
<u>XMAX</u>为 X 点的最正点。
<u>NY</u>是控制网格的 Y 维中的点数,从 2 到最多 20。
<u>YMIN</u>是 Y 点中最小的。
<u>YMAX</u>是 Y 点中最大的。

如果 XDD 2 行的第 8 个字是 1.0,则表示曲面对 Y-Z 平面对称。在这种情况下,XMAX 被设置为-XMIN,数组右侧的控制点将获取左侧的 z 值。

请注意,NURBS 曲面实际上并未通过任何控制点。要查看结果的实际表面,建议使用 SPROFILE 把控制点想象成推拉表面,但并不接触它。

大多数这些数据可以在优化中变化。可以使用 PANT 输入 VY SN NURBS 改变 所有 Z 值。您也可以使用 VY SN G NB 独立改变它们中的任何一个,其中 NB 从 左下角控制点的 11 开始。其他可以改变的项如下:

G 1 varies the base <u>CV</u> G 2 varies the conic constant <u>CC</u> G 4 varies <u>XMIN</u> G 5 varies <u>XMAX</u> G 7 varies <u>YMIN</u> G 8 varies YMAX 人们有时想要控制 pz 项的大小,即使表面看起来平滑和受控, pz 项也会变大。 这可以通过在 AANT 文件中包含一个 <u>NURBS</u>条目来实现。

控制点的 Z 坐标以串行方式给出,剩余的 XDD 输入数据从网格的左下方开始。 下图显示了 4x4 网格中用于这些数据的编号方案。

	13	14	15	16	Y
					4
	9	10	11	12	
	5	6	7	8	
	1	2	3	4	
				I	
			-⇒ X		

点 PZ1 位于左下角,依此类推,如图所示。

可以使用命令 RNS 将几乎任何曲面形状转换为 NURBS 曲面,或者更改现有 NURBS 曲面的控制点数量或阵列大小。

以下是具有 NURBS 曲面的系统示例:



该系统的 RLE 文件如下。

RLE

```
ID OFF AXIS B-SPLINE SURFACE
                                        38123
WAVL .6562700 .5875600 .4861300
APS
               1
GLOBAL
UNITS INCH
OBB 0.000000
               0.10000
                         0.50000
                                   0.00000
                                            0.00000
                                                      0.00000
                                                               0.5
0000
MARGIN
             0.050000
BEVEL
           0.010000
 0 AIR
 1 CV
          0.00000000000000
                           TH
                                  5.0000000 AIR
 1 AIR
 2
RAO
        1.00000000
                       1.00000000
                                      0.00000000
                                                     2.5000000
 2 \,\mathrm{CV}
          TH
                                -10.0000000 AIR
 2 AIR
 2 USS 15
 2 XDD 1
            0.000000E+00 0.000000E+00 3.000000E+00 -5.0000000E-
01 5.000000E-01
           3.000000E+00 2.000000E+00 3.000000E+00
 2 XDD 2
0.000000E+00 0.000000E+00
 2 XDD 3 -5.3953055E-01 -5.2633608E-01 -5.3953055E-01 -5.5272503E-01 -
5.3953055E-01
```

2 XDD 4 -5.5272503E-01 -5.9230845E-01 -5.7911397E-01 -5.9230845E-01 0.000000E+00 2 DECEN 0.00000000 -2.50000000 0.00000000 100 2 AT0.00000000 0.00000000 100 2 EFILE EX1 1.000000 1.000000 1.000000 0.000000 2 EFILE EX2 1.000000 1.000000 0.000000 2 EFILE MIRROR 0.100000 **2 REFLECTOR** 3 CV 0.0000000000000 TH 0.00000000 AIR 3 AIR END

曲面 2 是 NURBS,由 3x3 控制点阵列定义。表面在-Y 方向偏心 2.5 英寸,我们 只使用偏心的 1x1 英寸矩形部分,由 RAO 输入定义。这里我们还添加了一些 EFILE 数据,以说明可能性。对于此示例,我们使 EFILE 尺寸大于 RAO 尺寸,并且可以在 RSOLID 显示中看到这种差异。实际上,我们已经模拟了这样一种情况,即镜子的有效面积由 RAO 维度给出,而物理尺寸由 EFILE 数据给出。



以下是我们用于创建此设计的优化 MACro:

PANT VY 2 NURBS END AANT M 1.5 1 A P YA GNR 0 1 6 P 0 0 0 F END

SNAP SYNO 20

在这个 PANT 文件中,我们使用了特殊参数代码"NURBS",它改变了控制点的 所有 Z 坐标。我们还设定轴向图像应显示在离表面 3 轴线 1.5 英寸的位置。普通 的圆锥截面在此时不能产生校正图像,因为它不在表面的轴上,但是 NURBS 可 以。图像质量由 GNR 设置控制。注意 GNR 设置的第 9 个字中的"F";在使用 NURBS 时校正光瞳的两侧是明智的,因为它们不会自动对称于 Y-Z 平面。

人们可能会想要利用大量的控制点,认为它会产生更大的灵活性,但这是不明智的。最好从一侧开始,例如三个或四个,并且只有在证明有必要时才增加数量。 更多的控制点意味着更慢的分析,并且更多的光线也可能是获得平滑收敛所必需的。如果您决定增加网格数,最简单的方法是使用 LE 命令,该命令设置一个新的 RLE 文件,该文件初始化所有内容。您也可以使用 WorkSheet,但一定要在新的 NURBS 输入数据之前放置一个 SN NULL 指令,以确保先删除以前的数字数据。

FFA 程序可以分析这种形状。请输入

FFA 2 0 RSAG SURFACE

生成此图,显示形状与旋转对称表面的偏离。



程序通过获取 CV 输入给定的总和加上该点处 NURBS 曲面的局部曲率来找到顶 点处的曲率。如果曲面是用一组偏心坐标定义的,那么轴上的值可能有意义,也 可能没有意义——但是近轴光线追迹需要一个值,这就是将要使用的值。

SAG 程序可以以多种格式列出控制点和表面矢高的值。在这里,我们首先设置 一个 ASY 列表,列出参数和控制点定义。然后我们设置 SAG SN NURBS 列表, 其中显示了这些点的实际表面矢高。它们仅在网格周围重合。请注意序列:左上 角是网格的左上角,而输入数据是从 RLE 文件的左下角开始编号的。

SYNOPSYS AI>ASY

SPECIAL SURFACE DATA

SURFACE NO. 2 -- UNUSUAL SURF TYPE 14 (NURBS)

NURBS SURFACE CV 0.00000

- CC 0.00000
- NX 3

XMIN	-0.500000
XMAX	0.500000
NY 3	i

YMIN 2.00000

YMAX 3.00000

Z-COORDINATES OF CONTROL POINTS

-0.5923	-0.5791	-0.5923
---------	---------	---------

- -0.5527 -0.5395 -0.5527
- -0.5395 -0.5263 -0.5395

TILT AND DECENTER DATA

LEFT-HANDED COORDINATES

A	X	¥		′НА	вета	GAMM
2 REL	0.00000	-2.50000	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000

GLB GLOBAL COORDINATES COORDINATES

LOC LOCAL

REL RELATIVE COORDINATES RELATIVE COORD.

REM REMOTE TILTS IN

SYNOPSYS AI>SAG 2 NURBS

SAG OF NURB SURFACE AT (X,Y) CONTROL POINTS

- -0.5923 -0.5857 -0.5923
- -0.5593 -0.5527 -0.5593
- -0.5395 -0.5329 -0.5395

类型 16; 简单 DOE:

这种类型将表面定义为衍射光学元件(DOE)的简单形式。(模型 DOE 的另一种方法在 3.3.2.8 节中描述。这种形式是强大而通用的——但设置起来有些复杂,需要两个表面来保存所有潜在的系数。)

16型 USS 不太通用但更易于使用。 表面完全由输入 XDD 形式的系数描述,并 且在扩展多项式中仅包含偶数幂。 该程序模拟正常的 DOE,从输入的项中获取 数据。对于均匀的光焦度,它只能描述旋转对称的形状 - 但对于中心光学系统, 那些正是最有用的形状。 相关类型 USS 20 模拟多层 DOE。

DOE 两侧的折射率通常取自左侧和右侧的材料折射率,其中一个通常是 AIR。 如果要通过涂覆表面具有模制或蚀刻区域的薄膜来制造 DOE,则可以用 HIN 数 据输入该材料的折射率。否则,HIN 值应该是基底本身的值,可以用 GLM 值 (INDEX 和 VNUM)输入或用 PICKUP 表示;在后一种情况下,程序将非 AIR 一 侧的折射率转移到 DOE。DOE 的衍射效率取自闪耀高度、波长、HIN 值、衍射 级和光线角度,根据标量衍射理论。有关该理论的一个很好的总结发表在 http://apollooptical.com/content/docs/diffractive_formulas.pdf。如果基底折射率与 HIN INDEX 不同,则此形式的效率计算不如更完整的 DOE 指定的效率计算(尽 管如果折射率差异较小,误差很小),并且应使用该形式如果结果很关键。在所 有情况下,光线追迹计算都是正确的。

如果 DOE 被浸没,这意味着两个指标都不是空气,您必须声明 HINPI CKUP。 然后,这些区域的形状取决于哪一侧的折射率更高。在两侧指定相同的材质是错 误的。

请输入如下形式

<u>SN</u> USS 16

[CWAV <u>CWAV</u> / BLAZE <u>D0 D1 D2</u>]

HIN [INDEX VNUM / PICKUP]

RNORM <u>RNORM</u>

[ORDER <u>ORDER</u>]

<u>SN</u> XDD 1 <u>XD1 XD2 XD3 XD4 XD5</u>

<u>SN</u> XDD 2 <u>XD6</u> <u>XD7</u> <u>XD8</u> <u>XD9</u> <u>XD10</u>

<u>SN</u> XDD 3 <u>XD11 XD12 XD13 XD14 XD15</u>

SN XDD 4 XD16 XD17 XD18 XD19

定义 DOE 区域的基本形状和 OPD 系数均取自上表中的数据,如下表所示:

XD number	Function	XDD index	<u>G-variable</u>
1	Base curvature	1	16
2	Base conic constant	1	17
3	Rho**4 term of base curve	1	18
4	Rho**6	1	19
5	Rho**8	1	20
6	Rho**10	2	21
7	Rho**12	2	22
8	Rho**14	2	23
9	Rho**16	2	24
10	Rho**18	2	25
11	Rho**2 term of OPD expansion	3	26
12	Rho**4	3	27

13	Rho**6	3	28
14	Rho**8	3	29
15	Rho**10	3	30
16	Rho**12	4	31
17	Rho**14	4	32
18	Rho**16	4	33
19	Rho**18	4	34
	D0: Blaze depth constant term		54
	D1: linear term		55
	D2 quadratic term		56

非球面项和 OPD 项存储为系数 G16 到 G34。因此,要改变第 6 次幂的 OPD 项,可以改变第 G 28(15 + 13)项,如上表所示。(g1 到 g15 项是模拟 DOE 模型的一部分,不应被用户修改或更改。)OPD 项总是以延迟周期为单位;因此,1 的值产生一个波长的 OPD 变化。

您可以输入构造波长 CWAV (对于光学准备 DOE 的情况),程序将从中计算在 轴上输入的衍射级产生布拉格条件的闪耀深度。或者您可以输入明确的项 D0, D1 和 D2,它们以镜头单位给出实际的闪耀深度。对于将 DOE 槽直接加工到零 件中的情况,高度不必是均匀的,有时可以通过不均匀的深度轮廓提高效率。D0 项是常数,D1 是线性斜率,D2 是具有孔径的闪耀深度的二阶变化。要更改 D 项, 请使用变量 G 54,G 55 和 G 56,要控制效率,请在 AANT 文件中使用单个光线 上的 HEFFIC 选项。

数量 RNORM 是归一化孔径:当在给定(X,Y)位置计算 OPD 时,在计算 OPD 之前,Rho 的值(该点处距离轴的径向距离)除以 RNORM。(它不适用于基本曲线本身的项,仅适用于 OPD 定义。)

当没有明确输入时,由程序计算的闪耀高度是在输入的构造波长 CWAV 的序列 处获得的,其通常应该与系统的主波长相同。如果区域高度等于该值,则 DOE 然后在布拉格条件下操作,并且衍射效率在该波长处接近 100%。 在其他波长 处,效率将降低,这可以通过 PRAY 或 AI 问题"FIND TRANSMISSION FOR COLOR <u>n</u> AND YEN = <u>yen</u>"来计算。

默认情况下,衍射序列为-1,但您可以使用 ORDER 参数指定任何所需的序列。 如果要以不同于 USS 定义中指定的序列进行分析,请使用 BLAZE 选项。 然后 以输入的序列计算效率,但是闪耀深度由系数 D0,D1 和 D2 给出,并且不按照 该序列进行调整,如 CWAV 输入的情况。

要使此表面类型具有反射性,只需使用 SN REFLECTOR 在 RLE 文件中声明它。

可以将膜层施加到 USS 表面。

我们用以下 RLE 文件说明了这种类型的表面:

RLE

ID EXAMPLE USS 16 DOE

WA1 .3547000

WT1 1.00000

APS 1

UNITS MM

OBG 1.7500000 1.0000000

0 AIR

1 CV 0.00000000000 TH 30.0000000 AIR

1 AIR

2 CV 0.00000000000 TH 1.00000000

2 GLM 1.49100000 61.40000000

3 CV 0.00000000000 TH 110.00000000 AIR

3 AIR

3 USS 16

CWAV 0.354700

HIN 1.491000 61.4

RNORM 1.00000

3 XDD 1 1.000000E-

02 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

178

3

XDD 2 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0. 0000000E+00

3 XDD 3 0.000000E+00

1.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00

3 XDD 4 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

4 CV 0.00000000000 TH -157.32000000 AIR

4 AIR

5 CV 0.00000000000 TH 0.00000000

END

表面 2 启动 DOE,我们已经为表面 3 上的 USS 16 表面分配了一个 4 次幂 OPD 项。现在我们将改变该系数并给出表面 4 处的边缘光线截距 3 mm 的目标:

PANT

VY 3 G 27

END

AANT

 $M \ 3 \ 1 \ A \ P \ YA \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 4$

END

SYNO 10

这是新系统:

SPECIAL SURFACE DATA

179
SURFACE 1	NO. 3 UNUS	SUAL SUR	RF TYPE 16	(SIMPLE DOE)
WAVELEN	GTH OF OPD D	EFINITIC	ON: 0.3	354700
Nd, Vd OF E	OOE MATERIA	L:	1.491000	61.400000
NORMALIZ	ZING RADIUS:	1.00	0000	
DIFFRACTI	ON ORDER:	-1		
XD 1 ().010000(CV)	XD 12	-0.314220(F	(**4)

系数 XD12 现在的值为-0.314。要查看 DOE 区域,我们输入

DMASK 3 YPROFILE



注意,UV(0.3547µm)中的基底折射率高于输入的HIN值,因为这些数据适用于钠Nd线。由于几乎所有光学材料都在该线上进行测量,因此可以轻松提供正

确的参数。

类型 17; 双锥曲面:

这种类型用于双锥双曲面,其在 X 和 Y 方向上具有不同的轴向半径以及在两个 方向上具有不同的圆锥常数。(双径圆锥和双锥形状有三个独立的参数,而 USS 17 型有四个。)

输入指定如下:

<u>SN</u> USS 17 <u>SN</u> AT1 <u>Rx Ry Cx Cy</u>

在此输入中, Rx 和 Ry 给出 X 和 Y 的轴向曲率半径, 而 Cx 和 Cy 给出 X 和 Y 中的圆锥常数。要改变这些参数, 使用变量 G1 表示 Rx, G2 表示 Ry, G3 表示 Cy 的 Cx 和 G4。

类型 18; 自定义表面:

类型 18 是唯一的: SYNOPSYS 中没有任何地方描述它,但可以由用户编写的 DLL 支持。一个单独的文档为需要这种灵活性的人提供了编程指导。简而言之, 您使用 C ++编写代码,将 DLL 文件复制到 SYNOPSYS 目录中,然后您的表面 将被 SYNOPSYS 采用。您的 DLL 必须能够计算表面矢高作为(X,Y)的函数, 以及 X 和 Y 中的轴向曲率。最好还提供可以反转和变焦自定义形状的代码。 SYNOPSYS 将完成剩下的工作。有关此功能的更多信息,请参见第 5.54 节。

类型 19; Y 柱面:

这种类型用于非球面柱。形状由Y中的幂级数多项式定义。各项如下:

- G(1) Y
- G(2) Y**2
- G(3) Y**3

•••

G(10) Y**10

类型 20; 多层 DOE:

USS 类型 20 指定了一个具有旋转对称项的 DOE,就像 USS 16 一样——但是在 这种类型的 DOE 中,它是由两部分组成的,不同的材料,具有相同的 OPD 和形 状功能,但是构造波长不同。这些区域是靠得很近的,所以这些区域几乎是接触 的,在这个结构中衍射效率比一个简单的 DOE 要高得多。

输入与 USS 16 类型相同,不同之处在于,不是给出构造波长的单个 CWAV 条目,而是输入两个值,程序计算两个部分的闪耀高度。 这些高度显示在 dmask 图上。

此类型的输入如下:

<u>SN</u> USS 20

CW1 WAVELENGTH1

CW2 WAVELENGTH2

HIN PICKUP

RNORM <u>RNORM</u>

<u>SN</u> XDD 1 <u>XD1 XD2 XD3 XD4 XD5</u>

<u>SN</u> XDD 2 <u>XD6 XD7</u> <u>XD8 XD9</u> <u>XD10</u>

<u>SN</u> XDD 3 <u>XD11 XD12</u> <u>XD13 XD14</u> <u>XD15</u>

SN XDD 4 XD16 XD17 XD18 XD19

XD number	Function	XDD index	<u>G-variable</u>		
1	Base curvature	1	16		
2	Base conic constant	1	17		
3	Rho**4 term of base curve	1	18		
4	Rho**6	1	19		
5	Rho**8	1	20		
6	Rho**10	2	21		

定义 DOE 区域的基本形状和 OPD 系数均取自上表中的数据,如下表所示:

7	Rho**12	2	22
8	Rho**14	2	23
9	Rho**16	2	24
10	Rho**18	2	25
11	Rho**2 term of OPD expansion	3	26
12	Rho**4	3	27
13	Rho**6	3	28
14	Rho**8	3	29
15	Rho**10	3	30
16	Rho**12	4	31
17	Rho**14	4	32
18	Rho**16	4	33
19	Rho**18	4	34

非球面项和 OPD 项存储为系数 G16 至 G34。因此,为了改变六阶 OPD 项系数,可以改变项 G 28 (15 + 13),如上表所示。(G1 项至 G 15 项是模拟 DOE 模型的一部分,用户不应修改或改变。)OPD 项总是以延迟的单位为单位;因此值为1 会产生一个 OPD 变化波长。

数量 RNORM 是归一化孔径:当在给定(X,Y)位置计算 OPD 时,在计算 OPD 之前,Rho 的值(该点处距离轴的径向距离)除以 RNORM。(它不适用于基本曲线本身的项,仅适用于 OPD 定义。)

默认情况下,衍射级次为-1,但您可以使用 ORDER 参数指定任何所需的级次。

这种 USS 表面不能涂上膜层,且两侧的材料必须是真正的玻璃或塑料,而不是 GLM 模型玻璃。

为了说明这种类型,我们设计了一个简单的系统:





RLE

ID TEST USS 20

WAVL .6562700 .5875600 .4861300

1

APS

POLARIZATION LINEAR Y

UNITS MM

OBB 0.000000 2.00000 20.00000 0.00000 0.00000 0.00000 20.00000

0 AIR

1 COATING QMD

1 CV 0.0174441987726 TH 5.90000010

1 N1 1.48893843 N2 1.49166843 N3 1.49782785

1 DNDT -8.500E-06 -8.500E-06 -8.500E-06 4.00000E-01 6.00000E-01 8.00000E-01 01

1 CTE 0.674000E-04

1 GTB U 'ACRYLIC

2 CV 0.00000000000 TH 4.59999990

'

۱

2 N1 1.58494878 N2 1.59048125 N3 1.60407904

2 DNDT -1.200E-05 -1.200E-05 -1.200E-05 4.00000E-01 6.00000E-01 8.00000E-01 01

2 CTE 0.70000E-04

2 GTB U 'STYRENE

2 USS 20

CW1 0.450000

CW2 0.700000

HIN PICKUP

RNORM 20.0000

2

XDD 1 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0. 0000000E+00

2

XDD 2 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0. 0000000E+00

2 XDD 3 2.8249901E+02 -6.4751483E+01 0.0000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

2 XDD 4 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

3 COATING QMD

3 CV 0.00000000000 TH 100.0000000 AIR

4 CV 0.00000000000 TH 0.0000000 AIR

END

这两个部分由金刚石转动的丙烯酸和苯乙烯制成,两者都是平面的,但衍生区域由 XDD 3 系列中的两个项给出。该系统旨在提供 0.45 和 0.7 微米波长的高效率。 AI 句子 PLOT TRANS FOR WAVL = .4 TO .8 产生下图:



相比之下,进入与 USS 16 DOE 相同的表面(具有单一构造波长)会产生较低的透射率:



在此曲面类型的任一侧指定 AIR 或在两侧提供相同的材料是错误的。

类型 21; 偶数和奇数幂:

这种类型类似于 7 型,但它涉及光圈的奇数和偶数次方幂,并可达到 30 次方。 这个展开式中的 R 是√(X*2+Y*2),因为它总是正的,所以形状是旋转对称的。

如果 G3 项不为零,则此类表面的焦距为零,因为在这种情况下,在轴上的曲率 是无穷大的。由于在近轴光线追迹中考虑这一项没有意义,因此它只使用 G1 和 G4 项来计算表面光焦度。

由于这种类型对非球面使用的项多于标准的 17 个项,因此它需要 XDD 输入格式,如 USS 类型 15 所解释的那样。在这种情况下,项增加到 XDD 7,它有系数 g29 和 g30。

G 1 axial curvature G 2 conic constant G 3 R G 4 R**2 G 5 R**3 G 6 R**4 G 7 R**5 G 8 R**6 G 9 R**7 G 10 R**8 ... G 31 R**29 G 32 R**30

类型 22; 勒让德多项式:

这个版本使用最多10个勒让德多项式对曲面进行建模。输入如下:

G 1 axial curvature G 2 conic constant

G 3 1.0

G 4 X

G 5 0.5(3X**2 - 1.0)

G 6 0.5(5X**3 - 3X)

 $G 7 0.125(35X^{**4} - 30X^{**2} + 3)$

G 8 0.125(63X**5 - 70X**3 + 15X)

G 9 0.0625(231X**6 -315X**4 + 105X**2 - 5)

 $G \ 10 \ \ 0.0625(429X^{**7} - 693X^{**5} + 315X^{**3} - 35X)$

G 11 1/128(6435X**8 - 12012X**6 + 6930X**4 - 1260X**2 + 35)

G 12 1/128(12155X**9 - 25740X**7 + 18018X**5 - 4620X**3 + 315X)

G 13 1/256(46189X**10 - 109395X**8 + 90090X**6 - 30030X**4 + 3465X**2 - 63)

G 14 RNORM

在这里, X 等于√(X**2+Y**2), 在计算展开式之前, 坐标被 RNORM 分割。下 面是这种表面类型的 ADEF 分析示例:



类型 23; 带弯曲基底的锯齿菲涅耳:

这种类型的模型是带有显示区域的菲涅耳表面,并且允许基面是弯曲的,不像3 号和4号。这些形状在一个区域内呈圆锥形,旋转对称,其斜率等于每个区域中 间的菲涅耳曲线的斜率。输入以 XDD 形式输入,如下所示:

XD number	Function	XDD index	<u>G-variable</u>
1	Base curvature	1	1
2	Base conic constant	1	2
3	Rho**2 term of base curve	1	3
4	Rho**4	1	4
5	Rho**6	1	5

6	Rho**8	2	6
7	Rho**10	2	7
8	Rho**12	2	8
9	Rho**14	2	9
10	Rho**16	2	10
11	Rho**18	3	11
12	Rho*20	3	12
13	Rho**22	3	13
14	Rho**24	3	14
15	Rho**26	3	15
16	ZONE WIDTH	4	16
20	CV of Fresnel shape	4	20
21	Conic constant of Fresnel shape	5	21
22	Rho**2 of Fresnel	5	22
23	Rho**4	5	23
24	Rho**6	5	24
25	Rho**8	5	25
26	Rho**10	6	26
27	Rho**12	6	27
28	Rho**14	6	28
29	Rho**16	6	29
30	Rho**18	6	30
31	Rho**20	7	31
32	Rho**22	7	32
33	Rho**24	7	33
34	Rho**26	7	34

这是一个例子:

RLE

ID USS 23 TEST

1022

LOG 1022

WAVL .6562700 .5875600 .4861300

1

APS

190

UNITS INCH

OBB 0.000000 1.00000 5.00000 0.00000 0.00000 0.00000 5.00000

0 AIR

1 CV 0.00000000000 TH 20.0000000 AIR

2 CV -0.01000000000 TH 1.00000000

2 N1 1.48893843 N2 1.49166843 N3 1.49782785

2 DNDT -8.500E-06 -8.500E-06 -8.500E-06 4.00000E-01 6.00000E-01 8.00000E-01 01

2 CTE 0.674000E-04

2 GTB U 'ACRYLIC

3 CV 0.00000000000 TH 18.0000000 AIR

1

3 USS 23

3 XDD 1 -1.000000E-

02 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

3

XDD 2 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0. 0000000E+00

3

XDD 3 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0. 0000000E+00

3 XDD 4 1.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00 -1.00000000E-01

3

XDD 5 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0. 0000000E+00

3

XDD 6 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0. 0000000E+00

3 XDD 7 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

4 CV 0.00000000000 TH 0.0000000 AIR

END



提醒您,任何菲涅耳形状的 OPD 计算都没有意义,如果光线准确地撞击区域边界,则可能发生光线追迹失败。

类型 24; 扩展 NURBS:

这个表面是 SYNOPSY 中可用的另一种自由形状,是一种称为 NURBS(非均匀 有理 B 样条线)的特殊情况。 它与 15 型不同,后者也是 NURBS,有几个重要 的方面。

1. 最多允许 400 个控制点 (类型 15 允许 81 个)。

2.此形状必须分配给仅五个插槽中的一个。这是一个重要的区别。所有其他形状都可以分配给200个表面中的任何一个,它们都可以是不同的。但是为这么多表面分配400个数据点会使程序的内存占用太大,所以我们只提供五组数据,这些数据可以根据需要分配给多个表面。

3.使用特殊的指令"XLD"输入数据,该数据允许最多 82 个折射率,每个折射率 为5 个项。

4. 不能将此类型指定给物方表面。

和类型 15 一样,您给出一组控制点,程序根据 NURBS 理论找到表面形状。这些点在(X,Y)网格中是均匀间隔的,所有这些点都被假定具有相等的权重。因此,由于这些限制,它并不是一个真正的 NURBS,但它适用于光学领域,在这种情况下,形状往往表现良好,没有区域显示出与整体形状强烈的局部偏离,并且需要非均匀的间隔或权重来建模。NURBS 的程度是由 X 和 y 中的点个数取的,一组三个点模拟二次拟合;四点一立方,依此类推。

控制点均匀分布,用户不输入。相反,您使用输入(即形式)给出矩形(或方形) 数组的角的位置

<u>SN</u> USS 24 <u>SLOT</u> <u>SN XLD 1 CV CC NX XMIN XMAX</u> <u>SN XLD 2 NY YMIN YMAX</u> [0 1]

SN XLD 3 <u>PZ1 PZ2 PZ3 PZ4 PZ5</u> SN XLD 4 <u>PZ6 PZ7 PZ8 PZ9 PZ10</u> SN XLD 5 SN XLD 82 ...

<u>SLOT</u>1到5之间的数字。 CV是顶点处的局部曲率。

<u>CC</u>是圆锥常数,如果有的话。 <u>NX</u>是控制网格的 X 维度中的点数,从 2 到最多 20。

<u>XMIN</u>是X点中最小值。 XMAX是X点中最大值。

<u>NY</u>是控制网格的 Y 维中的点数,从 2 到最多 20。

<u>YMIN</u>是Y点最小值。 <u>YMAX</u>是Y点中最大值。

如果 XLD 2 行的字 8 是数字 1.0,则表面被声明为关于 Y-Z 平面对称。在这种情况下,XMAX 设置为-XMIN,并且阵列右侧的控制点将获取左侧的 Z 值。

PCV的表面可能是USS 24 表面的曲率。它在同一个插槽中获取相同的数据。但是不可能做反向 PCV。

请注意,XNURBS 曲面实际上并未通过任何控制点。要查看结果的实际表面,建议使用 SPROFILE。将控制点想象为推动和拉动表面,但不要碰到它。

大多数这些数据可以在优化中变化。使用 PANT 输入 VY SN XNURBS 可以改变 所有 Z 值。您也可以使用 VY SN XLD NB 独立更改任何一个,其中 NB 从左下 角控制点的 11 开始。如果表面声明为对称,则 XNURBS 输入分配的变量数量是 控制点总数的一半。因此,对于具有 400 个控制点的 20x20 XNURBS,您将获得 200 个变量。

明智的做法是从少量控制点开始,并随着需要逐渐增加等级。RXN 命令可用于更改阵列尺寸。请记住,该程序仅允许 PANT 文件中的总共 400 个变量。因此,只能使用最小的等级来完成这项工作。

人们有时想要控制 PZ 项的大小,即使表面看起来平滑和受控,PZ 项也会变大。 这可以通过在 AANT 文件中包含 XNURBS 的条目来实现。

其他可以改变的项如下:

XLD 1 varies the base <u>CV</u> XLD 2 varies the conic constant <u>CC</u> XLD 4 varies <u>XMIN</u> XLD 5 varies <u>XMAX</u> XLD 7 varies <u>YMIN</u> XLD 8 varies <u>YMAX</u>

控制点的 Z 坐标以连续的方式与剩余的 XLD 输入数据一起给出,从网格的左下 方开始。下图显示了在 4x4 网格的情况下用于这些数据的编号方案。

	13	14	15	16	Y
					4
	9	10	11	12	
	5	6	7	8	
	1	2	3	4	
-					•
		I	I		
			→ X		

点 PZ1 位于左下角,依此类推,如图中的编号所示。

USS 15 类型的其余注释也适用于此形状。

类型 25; 扩展的简单 DOE。

这种类型将一个表面定义为衍射光学元件(DOE)的扩展形式。(USS 16 型类 似,但只允许旋转对称的 OPD 项,并且可以有一个弯曲的基底。) 这种形式允许各种非对称项,因此更加通用。 这是另一种运动形式的曲面。

该曲面完全由以 XDD 形式输入的系数描述,在 OPD 扩展多项式中包含 X 和 Y 的偶数次方,以及交叉积。 该程序模拟一个正常的 DOE,从输入的项中获取数据。

DOE 两边的折射率通常取自左右两边材料,其中一个通常是空气。如果 DOE 是通过应用薄膜制作的,其表面有成型或蚀刻的区域,则该材料的折射率可以与 HIN 数据一起输入。否则,HIN 值应该是基片本身的值,可以用 GLM 值(INDEX 和 VNUM) 输入,也可以用 PICKUP 表示;在后一种情况下,程序会将非 AIR 那一面的指数转移到 DOE 上。根据标量衍射理论,DOE 的衍射效率取自闪耀的高度、波长、HIN 值、衍射级次和光线角度。这个理论的一个很好的总结发

表在http://apollooptical.com/content/docs/diffractive_formulas.pdf。如果基底折射率与 HIN 不一样,这种形式的效率计算就不如更完整的 DOE 指定的效率计算精确 (尽管如果折射率差异很小,误差也很小),如果结果很关键,应该使用这种形式。光线追迹计算在所有情况下都是正确的。

如果 DOE 被浸没了,也就是两个折射率都不是空气,你必须声明 HIN PICKUP。 然后,区域的形状取决于哪一侧的折射率更高。在两边指定相同的材料是一个 错误。

输入格式:

<u>SN</u> USS 25 [CWAV <u>CWAV</u> / BLAZE <u>D0 D1 D2</u>] HIN [<u>INDEX VNUM</u> / PICKUP] RNORM <u>RNORM</u> [ORDER <u>ORDER</u>] <u>SN XDD 1 XD1 XD2 XD3 XD4 XD5</u> <u>SN XDD 2 XD6 XD7 XD8 XD9 XD10</u> <u>SN XDD 3 XD11 XD12 XD13 XD14 XD15</u> <u>SN XDD 4 XD16 XD17 XD18 XD19 XD20</u> <u>SN XDD 5 XD21 XD22 XD23 XD24 XD25</u>

这种形式的基底形状总是平面,定义 DOE 区的 OPD 系数是根据下表从上述数据中提取的。

<u>XD number</u>	Function	XDD index	<u>G-variable</u>
1	Y**2	1	16
2	Y**4	1	17
3	Y**6	1	18
4	Y**8	1	19
5	Y**10	1	20
6	Y**12	2	21
7	Y**14	2	22
8	Y**16	2	23
9	X**2	2	24
10	X**4	2	25
11	X**6	3	26
12	X**8	3	27
13	X**10	3	28
14	X**12	3	29
15	X**14	3	30

16	X**16	4	31
17	X**2 Y**2	4	32
18	X**2 Y**4	4	33
19	X**2 Y**6	4	34
20	X**4 Y**2	4	35
21	X**4 Y**4	5	36
22	X**4 Y**6	5	37
23	X**6 Y**2	5	38
24	X**6 Y**4	5	39
25	X**6 Y**6	5	40

OPD 项被存储为系数 G16 到 G40。 因此,要改变 Y 中的第 6 次方 OPD 项,需要改变 G18 项,如上表所示。 (项 G1 到 G15 是模拟 DOE 模型的一部分,用户不应修改或改变)。OPD 项总是以波长为单位,因此 1 的值产生一个波长的 OPD 变化。

你可以输入构造波长 CWAV (用于 DOE 的光学制备),程序将根据它计算出在 轴上输入的衍射级次上产生布拉格条件的闪耀深度。或者你可以输入明确的项 D0、D1 和 D2,这些项给出了以透镜为单位的实际闪耀深度。对于 DOE 槽直 接加工到零件上的情况,高度不一定要均匀,有时可以用不均匀的深度剖面来获 得更好的效率。项 D0 是一个常数,D1 是一个线性斜率,D2 是一个随孔径变化 的二阶斑纹深度。要改变 D 项,可使用变量 G 54、G 55 和 G 56,要控制效率, 可使用 AANT 文件中的 HEFFIC 选项对个别射线进行控制。

数量 RNORM 是一个归一化的孔径。 当在一个给定的(X,Y)位置计算 OPD 时, 在计算 OPD 之前, X 和 Y 的值要除以 RNORM。

当程序没有明确输入时,程序计算出的闪耀高度是按输入的施工波长 CWAV 的顺序取的,通常应与系统的主波长相同。如果区域高度等于该值,DOE 就会在布拉格条件下工作,在该波长下衍射效率接近 100%。在其他波长下,效率会降低,这可以通过 PRAY 或 AI 问题 "FIND TRANSMISSION FOR COLOR n AND YEN = yen "来计算。

默认情况下,衍射级次是-1,但你可以用 ORDER 参数指定任何你想要的级次。 如果你想以不同于 USS 定义中指定的级次进行分析,请使用 BLAZE 选项。 然 后按输入的级次计算效率,但闪耀深度由系数 D0、D1 和 D2 给出,并不像 CWAV 输入那样为该级次进行调整。 要使这种表面类型具有反射性,只需在 RLE 文件中用 SN REFLECTOR 声明。

可以对这种表面进行膜层处理。

各个 G 项可以在优化中变化,你可以用 PANT 文件中的变量 VY SN DOE 自动改变所有的 OPD 项。

我们用下面的 RLE 文件来说明这种类型的表面。

RLE ID USS 25 TEST OBB 0 1 10 UNI MM WAVL .5 1 TH 1 GTB S BK7 2 YMT 0

1 USS 25 CWAV .5 1 XDD 1 5

3

END

这里是新的系统。由于第一个 XDD 项的存在,光线在 Y-Z 平面上是聚焦的,但在 X-Z 平面上是不聚焦的。



PAD>ASY

SPECIAL SURFACE DATA

SURFACE NO.1 -- UNUSUAL SURF TYPE 25 (EXTENDED DOE)WAVELENGTH OF OPD DEFINITION:0.500000Nd, Vd OF DOE MATERIAL:1.500000NORMALIZING RADIUS:1.000000XD15.00000000 (Y**2)

THIS LENS HAS NO TILTS OR DECENTERS

SYNOPSYS AI>

此刻这个形状在边缘有大约 500 波长的 OPD,所以让我们改变焦距,使 DOE 优 化,然后看一下 DOE 的边缘。虽然没有一个单独的项是旋转对称的,但结果是 圆形的,是一个很好的近似值。(当然,这个形状是为你不需要圆形边缘的情况 准备的。如果你需要,就用 USS16 型代替) PANT VY 1 DOE END AANT M 10000 1 A BACK M 0 1 A P YA 0 0 1 M 0 1 A P YA 0 0 1 GNR 0 1 7 P 0 END

SYNO 30

DMASK 1 GREY 500



类型 26,3 层 DOE

USS 26 型规定了具有旋转对称项的 DOE,正如 USS 20 型一样 -- 但在这种类型中,DOE 是由三种材料制成的,而不是由两种材料制成的,并且组件之间的空间是由某种塑料填充的。DOE 的第一层和最后一层由不同的材料制成,具有相同的 OPD 和形状功能,但构造波长不同。这些部分被安装得非常接近,所以这些区域几乎接触,而塑料则在中间。在这种配置中,衍射效率可以比 16 型或20 型 DOE 的情况更高。这是另一种类型的 kinoform 表面。这种类型的效率随着光线角度的变化也比空气间隔 DOE 的效率更稳定。

输入方式与 USS20 型相似,输入两个施工波长值,程序为两个部分计算出不同的闪光高度。 (人们还必须从 MINDEX 值指定的四种塑料类型的列表中选择层间材料, MINDEX 值是下列之一

- 1. Polycarbonate
- 2. Styrene
- 3. SAN
- 4. Acrylic.

输入格式如下:

<u>SN</u> USS 26

CW1 WAVELENGTH1 CW2 WAVELENGTH2

MINDEX <u>MINDEX</u> ORDER <u>ORDER</u> RNORM <u>RNORM</u>

<u>SN</u> XDD 1 <u>XD1</u> XD2 XD3 XD4 XD5 <u>SN</u> XDD 2 <u>XD6</u> XD7 XD8 XD9 XD10 <u>SN</u> XDD 3 <u>XD11</u> XD12 XD13 XD14 XD15 <u>SN</u> XDD 4 <u>XD16</u> XD17 XD18 XD19

根据下表,定义 DOE 区的基础形状和 OPD 系数都取自上述数据。

<u>XD 数</u>	函数	XDD index	<u>G-variable</u>
1	Base curvature	1	16
2	Base conic constant	1	17
3	Rho**4 term of base curve	1	18
4	Rho**6	1	19
5	Rho**8	1	20
6	Rho**10	2	21
7	Rho**12	2	22
8	Rho**14	2	23
9	Rho**16	2	24
10	Rho**18	2	25
11	Rho**2 term of OPD expansion	3	26
12	Rho**4	3	27
13	Rho**6	3	28
14	Rho**8	3	29
15	Rho**10	3	30
16	Rho**12	4	31
17	Rho**14	4	32
18	Rho**16	4	33
19	Rho**18	4	34

非球面和 OPD 项被存储为系数 G16 到 G34。因此,要改变 6 次方的 OPD 项, 就要改变 G28(15+13)项, 如上表所示。 OPD 项总是以波长为单位;因此 1

的值产生一个波长的 OPD 变化。

也可以改变构造波长,它们在变量 G1 和 G13 中。 然后,DMASK 图会告诉你 产生了什么闪耀深度。 有了这些变量,就可以最大限度地提高所选区域和波长 的透过率。 不要改变任何其他 G 项,因为这些是 DOE 模型的一部分。

数量 RNORM 是一个归一化的孔径。 当在给定的(X,Y)位置计算 OPD 时,在计算 OPD 之前,Rho 的值,即该点与轴的径向距离,要除以 RNORM。 (它不适用于基础曲线本身的项,只适用于 OPD 的定义)。

默认情况下,衍射级次是-1,但你可以用 ORDER 参数指定任何你想要的级次。

USS 表面不能有膜层,两边的材料必须是真实的玻璃或塑料,而不是 GLM 模型。

为了说明这种类型,我们输入一个简单的模型。

RLE ID TEST USS 26

WAVL .7000000 .5000000 .4000000 APS 1 UNITS MM OBB 0.000000 1.00000 10.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10.00000 0 AIR 1 CV 0.000000000000 тн 1.0000000 1 N1 1.49420192 N2 1.50049545 N3 1.50767238 'FCD1 1 1 GTB H 0.000000000000 TH 1.0000000 2 CV 2 N1 1.79177452 N2 1.82364782 N3 1.86739818 2 GTB H 'FD6 . 2 USS 26 CW1 0.400000 CW2 0.600000 MINDEX 1 RNORM 1.00000 2 XDD 1 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.000000E+00 2 XDD 2 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

```
2 XDD 3 5.000000E-

02 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

2

XDD 4 0.0000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00

3 CV 0.0000000000 AIR

3 YMT 0.000000000 TH 0.0000000 AIR
```

END

这个系统的表面都是平的, DOE 上有一个 5 波长的 OPD 函数。 后焦距接近 20000 毫米, OPD 误差可以忽略不计。 色差没有得到纠正, 因为它只由一个元 件组成。



如果要求 AI 对 WAVL=.35 至.8 进行绘制透过率,就会得到一条有两个峰值的曲线,位于结构波长处,如下左图所示。效率比其他类型的 DOE 要高。右边显示的是 USS 20 型 DOE 的曲线,人们可以通过比例的变化看到差别。(这些系统没有在偏振模式下进行评估,因此忽略了反射损失)。

203



类型 27; 平面光栅。

USS 27 型是一个平面衍射光栅的模型。你也可以使用 GRATING 表面类型,这稍微复杂一些,使用 HOE 模型,需要两个表面。USS 27 型只使用一个表面。

光栅频率是用 XDD 形式输入的。 程序模拟一个 USS 16 DOE,其 OPD 函数在 X 或 Y 中是线性的。

DOE 两边的指数通常取自左右两边材料的指数,其中一个通常是 AIR。如果 DOE 是通过应用薄膜制作的,其表面有成型或蚀刻的区域,该材料的折射率可 以与 HIN 数据一起输入。 否则,HIN 值应该是基片本身的值,可以用 GLM 值 (INDEX 和 VNUM)输入,也可以用 PICKUP 表示;在后一种情况下,程序会 将折射率从不是 AIR 的那一面转移到 DOE 上。 根据标量衍射理论,DOE 的衍 射效率取自闪耀高度、波长、HIN 值、衍射级次和光线角度。这个理论的一个很 好的总结发表在 http://apollooptical.com/content/docs/diffractive_formulas.pdf。 如果基底折射率与 HIN 不一样,这种形式的效率计算就不如更完整的 DOE 指定 的效率计算精确(尽管如果指数差异很小,误差也很小),如果结果很关键,应 该使用这种形式。 光线追迹计算在所有情况下都是正确的。 效率计算的理论只 对小的衍射角有效,如果该角度超过约 8 度,就会变得不太准确。 对于在更大 角度上衍射的光栅,传输和 PRAY 计算就不那么准确了,不应依赖。

如果 DOE 被浸没了,这意味着两个折射率都不是 AIR,你必须声明 HIN PICKUP。

然后,区域的形状取决于哪一侧的折射率较高。在两边指定相同的材料是一个错误。 输入的格式:

<u>SN</u> USS 27 [CWAV <u>CWAV</u> HIN [<u>INDEX VNUM</u> / PICKUP] [ORDER <u>ORDER</u>] <u>SN</u> XDD 1 0 0 CY/UNIT, {1 / 0 }

基底形状总是平的,定义光栅的 OPD 系数取自 XDD 数据,其中光栅频率取自 输入的字 6,字 7 的值指定衍射级次。如果镜头的单位是 MM,光栅的单位是线 /毫米;如果镜头的单位是英寸,则是线/英寸。

虽然你可以用这种表面类型运行 DMASK,但这可能不是一个好主意,因为线的 数量可能会超过分析的分辨率。

下面是这种表面类型的一个例子。 RLE ID USS 27 GRATING WAVL .8000000 .6000000 .4000000 APS 1 AFOCAL GLOBAL UNITS MM OBB 0.000000 1.00000 25.40000 0.00000 0.00000 0.00000 25.40000 0 AIR 1 CV 0.0000000000000 20.0000000 AIR тн 0.000000000000 2 CV TH 10.0000000 1.50000000 2 GLM 50.0000000 2 USS 27 CWAV 0.600000 1.600000 55.000000 HIN ORDER -1 2 0.000000E+00 0.000000E+00 1.000000E+02 1.000000E+00 XDD 1 0.000000E+00 3 CV 0.000000000000 100.0000000 AIR TH 4 CV 0.000000000000 TH 0.0000000 AIR 0.000000000000 5 CV TH 0.0000000 AIR END



下面是透射式的

RLE

```
ID USS 27 REFLECTIVE GRATING
                            53657
FNAME 'USS_27_REFL.RLE
                                                T
LOG
     53657
WAVL .8000000 .6000000 .4000000
APS
               1
AFOCAL
UNITS MM
OBB 0.000000 0.10000 25.40000 0.00000 0.00000
  0.00000 25.40000
  0 AIR
  1 CV 0.0000000000 TH
                              50.00000000 AIR
  2 CV 0.00000000000 TH -40.00000000 AIR
  2 USS 27
         0.600000
CWAV
HIN
        1.600000 55.000000
   ORDER
          -1
  2
XDD 1 0.000000E+00 0.000000E+00 1.000000E+02 1.000000E+00
0.000000E+00
  2 REFLECTOR
  3 CV
         0.0000000000000
                         TH 0.0000000 AIR
  4 CV
         0.0000000000000
                         тн
                                0.0000000 AIR
END
```

类型 28; 孤立的凸起或凹陷。

这种类型适用于球形或圆锥形的表面,其抛光误差会留下一个孤立的高点或低点。 其参数如下。

G1 <u>轴上曲率</u> G2 <u>圆锥常数</u> G3 <u>高度</u> G4<u>X</u> G5<u>Y</u> G6<u>R</u>

误差被建模为以点(X,Y)为中心的余弦波,其高度是从半径为 R 的理想表面测量的。

下面是一个例子。 我们拿出中继望远镜,将 USS28 形状应用于表面 6,即第一 个校正镜,指定一个深度为 0.0001 英寸的隆起,位于(0.2,0.4),半径为 0.2 隆起。因为这是元件的第一面,厚度是正的,高度也是。

GET 4

```
CHG
6 NULL
6 USS 28
6 AT1 .08394022 0 .0001 .2
6 AT2 .4 .2
END
```

查看波前差的影响,输入 FRINGES

207

PUPIL P 1 0 5 0 0 0



可以看到波前有严重的影响

类型 29 型。八阶多项式

这个曲面类型是一个完全填充的八阶多项式。项是用 XDD 格式输入的,分布如下。

<u>SN</u> USS 29

<u>SN</u> XDD 1 <u>XD1</u> <u>XD2</u> <u>XD3</u> <u>XD4</u> <u>XD5</u> <u>SN</u> XDD 2 <u>XD6</u> <u>XD7</u> <u>XD8</u> <u>XD9</u> <u>XD10</u> <u>SN</u> XDD 3 <u>XD11</u> <u>XD12</u> <u>XD13</u> <u>XD14</u> <u>XD15</u> <u>SN</u> XDD 4 <u>XD16</u> <u>XD17</u> <u>XD18</u> <u>XD19</u> <u>XD20</u> <u>SN</u> XDD 5 <u>XD21</u> <u>XD22</u> <u>XD23</u> <u>XD24</u> <u>XD25</u> <u>SN</u> XDD 6 <u>XD26</u> <u>XD27</u> <u>XD28</u> <u>XD29</u> <u>XD30</u> <u>SN</u> XDD 6 <u>XD26</u> <u>XD27</u> <u>XD28</u> <u>XD29</u> <u>XD30</u> <u>SN</u> XDD 7 <u>XD31</u> <u>XD32</u> <u>XD33</u> <u>XD34</u> <u>XD35</u> <u>SN</u> XDD 8 <u>XD36</u> <u>XD37</u> <u>XD38</u> <u>XD39</u> <u>XD40</u> <u>SN</u> XDD 9 <u>XD41</u> <u>XD42</u> <u>XD43</u> <u>XD44</u> <u>XD45</u> <u>SN</u> XDD 10 <u>XD46</u>

总共有46项,具体如下。

XD 数	函数	XDD index
1	CV	1
2	Conic constant	1
3	Y	1
4	X	1
5	Y**2	1
6	Y*X	2
7	X**2	2
8	Y**3	2
9	Y**2*X	2
10	Y*X**2	2
11	X**3	3
12	Y**4	3
13	Y**3*X	3
14	Y**2*X**2	3
15	Y*X**3	3
16	X**4	4
17	Y**5	4
18	Y**4*X	4
19	Y**3*X**2	4
20	Y**2*X**3	4
21	Y*X**4	5
22	X**5	5
23	Y**6	5
24	Y**5*X	5
25	Y**4*X**2	5
26	Y**3*X**3	6
27	Y**2*X**4	6
28	Y*X**5	6
29	X**6	6
30	Y**7	6

31	Y**6*X	7
32	Y**5*X**2	7
33	Y**4*X**3	7
34	Y**3*X**4	7
35	Y**2*X**5	7
36	Y*X**6	8
37	X**7	8
38	Y**8	8
39	Y**7*X	8
40	Y**6*X**2	8
41	Y**5*X**3	9
42	Y**4*X**4	9
43	Y**3*X**5	9
44	Y**2*X**6	9
45	Y*X**7	9
46	X**8	10

3.3.2.8 衍射光学元件(DOEs)

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

SYNOPSYS 有两种形式的衍射光学元件(DOE)。 只有旋转对称形状和 OPD 系数的简单形式由表面类型 USS 16 和 USS 20 给出, 如 3.3.2.7 节所述。下面描述了一个更一般的形式,它有各种展开多项式。

可以用输入定义这种衍射光学元件

<u>SN</u> DOE <u>CWAV HIN VNUM</u> [RNORM <u>RNORM</u>]

其中 SN 是要声明为 DOE 的表面, CWAV 是定义 OPD 功能的波长, HIN 是感光

胶的折射率。后者用于准备要在 DMASK 图上显示的条纹高度乘数。VNUM 给出感光胶的阿贝数。根据局部条纹间距和 HIN 值计算闪耀角,并且衍射效率由构造波长和折射率之间的差异给出,并且在重放期间相同。

VNUM 的值由下式给出

VNUM = (N(primary) - 1) / (N(short) - N(long))

其中三个折射率取自分配给镜头的波长,由色差顺序给出。只有当这些波长是 C, D 和 F 线时,它才会等于材料的阿贝数。

这种类型的 DOE 模拟有两个表面, HOE 也是如此; 有关详细信息, 请参阅该链接的讨论。可以将 AR 膜层分配给两者中的第二个。

DOE 由 SYNOPSYS 建模为 HOE 的特例;程序将点 P1 和 P2 放在同一位置,这样 DOE 本身就没有光焦度,然后接受 A11等形式或 B11的 OPD 系数项。 请参阅 HOE 部分中对这些项的讨论。

OPD	G(1)R**2	+ G(2)Y	+ G(3) R **4	+	+ G(5)Y**2
=				G(4)R**2Y	
	+ G(6) R **6	+ G(7)R**4Y	+	+ G(9)Y**3	+
			G(8)R**2Y**2		G(10)R**8
	+ G(11)X	+	+ G(13)R**4X	+	+ G(15)XY
		G(12)R**2X		G(14)X**3	
	+ G(16)R**10	+ G(17)			

G 项多项式采用的形式

其中 R 是距轴的径向距离。

该多项式与用于透镜表面的幂级非球面方程的形式相同,如 3.3.2.2.2 节所述。 (如果要在优化中改变这些项,则 G 折射率偏移 15 以考虑其他 DOE 数据。因 此,变量 G 16 在上式中改变系数 G 1。见下文。)

Zernike 项在第 3.3.2.2.6 节中定义。

还有一些额外的扩展可用于 DOE (但不适用于 HOE)。第一个将根据不同的多项式对相移进行建模,我们将其称为"S 项",以将其与 HOE 部分中描述的 G 项 多项式区分开来。

S项多项式采用 21 个形式的系数

Term	Argument
S1	Y
S2	X**2
S 3	Y**2
S4	X**4
S5	X**2 Y**2
S6	Y**4
S7	X**6
S8	X**4 Y**2
S9	X**2 Y**4
S10	Y**6
S11	X**8
S12	X**6 Y**2
S13	X**4 Y**4
S14	X**2 Y**6
S15	Y**8
S16	X**10
S17	X**8 Y**2
S18	X**6 Y**4
S19	X**4 Y**6
S20	X**2 Y**8
S21	Y**10

输入很简单:

Snn <u>VALUE.</u>

为了说明这些项的输入,假设我们希望项 S9 的值为 2.54:在 DOE 输入文件中 我们将包括

S9 2.54.

要将所有 S 项置零,请使用输入

S0

XDD 项提供了更复杂的功能。 这里,孔径被分成两个区域,并且内部区域和外部区域被分配有偶数幂级数展开式的不同系数。项如下;

XD 项	函数	XDD location
1	R**2, for inner zone	1
2	R**4	1
3	R**6	1
4	R**8	1
5	R**10	1
6	R**12	2
7	R**14	2
8	R**16	2
9	R**18	2
10	R**20	2
11	R**22	3
12	R**24	3
13	R**26	3
14	R**28	3
15	R**30	3
16	Radius, normalizing	4
17	Phase offset	4
18	Zone radius	4
19	R**2, for outer zone	5

20	R**4	5
21	R**6	5
22	R**8	5
23	R**10	5
24	R**12	6
25	R**14	6
26	R**16	6
27	R**18	6
28	R**20	6
29	R**22	7
30	R**24	7
31	R**26	7
32	R**28	7
33	R**30	7

此表格的输入如下:

XDD 1 XD1 XD2 XD3 XD4 XD5

XDD 2 XD6 XD7 XD8 XD9 XD10

XDD 3 XD11 XD12 XD13 XD14 XD15

XDD 4 <u>XD16 XD17 XD18</u>

XDD 5 XD19 XD20 XD21 XD22 XD23

XDD 6 XD24 XD25 XD26 XD27 XD28

XDD 7 <u>XD29 XD30 XD31 XD32 XD33</u>

要将所有这些项清零,请输入 XDD 0 而不使用其他参数。请注意,此列表与用于 USS 类型 8 表面的列表不同:后者需要表面编号,而 DOE 的数据则不需要。

利用这种形式,在 XD 18 给出的半径区域处或内部的光线被 XD1 到 XD15 中的 函数衍射,而击中该半径之外的光线被 XD19 到 XD33 项衍射。因此,DOE 可

以具有两种不同的光焦度,一种在中心区域,另一种在外部区域。(如果该形状 被宣布为 USS 类型 8,则基底也可能在两个区域中具有两种不同的光焦度。在这 种情况下,人们可能希望 DOE 的区域半径与 USS 相同。 但是可以指定任何有 效的表面形状,并且不必使用 USS 基底形状。)

XD16 项给出了展开式的归一化半径。如果它非零,则在计算 OPD 之前,将距顶 点的径向距离除以该数。

XD32 项是由程序计算的相位偏移,其调整外部区域的相位以匹配区域边界处的内部的相位。这避免了该位置 OPD 的急剧中断。您不应编辑此值,因为程序会重新计算它。

您可以在 RNORM 中输入可选的标准化半径。 如果这不是零,程序将在计算由 G 或 S 项引起的相移之前将给定光线的孔径位置除以该数。(XDD 列表将此因 子放在数据位置 XD16 中,并忽略 RNORM 输入。)

输入通常以 OPD 为单位,或相移周期,但如果在所有 S 项输入前加上输入,则 可以以镜头为单位输入数据

WLENS

(默认值)指定 OPD 单位的条目。

"表面形状"对话框(通过"表面数据"工具栏按钮从 SPS 或工作表到达)将生成一个子对话框,您可以在其中将镜头单位转换为 OPD 单位,反之亦然。

您可以使用 DSAG 功能查看 OPD 功能的形状。

DOE 可以被认为是应用于透镜表面的圆形光栅。通过光栅标准,光栅通常非常 粗糙,并且在结构波长处闪耀,从而提供接近100%的效率。在其他波长,闪耀 并不完美,但光栅方程决定了衍射角,而不是闪耀角,因此长波长弯曲的时间比 短波长——与折射光学系统的情况相反,短波长总是遇到折射率越大,弯曲越多。 因此,利用衍射光学元件,可以平衡两者并且仅用单透镜来校正色差。

有关 DOE 制造的讨论,请参阅 DMASK 命令一节。

注意,反射 DOE 非常实用,并且被视为有膜层的反射 HOE。这意味着 DOE 本身是透射元件,而不是反射元件,并且反射发生在基底上,必须将其称为反射器。 对于反射 DOE,感光胶折射率应为 1.0,因为 DOE 本身将被铝化而其折射率会 发生改变(在本讨论中,"基底"始终是两个 DOE 表面中的第二个,即使 DOE 位 于元件的第二侧,物理基底实际上位于较低编号的表面上。)
所有 DOE (上述 USS 16 型除外)都需要两个表面,HOE 也是如此。第一个表面 是 DOE,没有折射率变化,第二个是基底。后者可以被指定除菲涅耳之外的任 何形状选项,并且给出基底的折射率以及可能需要的任何透明孔径尺寸。 另一 方面,倾斜和偏心分配给 DOE 本身,而不是衬底。

DOE OPD 参数可以以与 HOE 参数相同的方式变化(尽管提醒您不要更改除系数之外的任何构造参数。)这些参数始终分配给点 P1,并且不应在点 P2 上声明系数。S 项系数可以如下变化:

G16到G36将改变S1到S21。

G-项的变化方式与此类似。

变量 G16 到 G31 将改变 DOE 项 G16 到 G31。

而 XDD 系数也遵循同样的规则。

G16到G48将改变项XD1到XD33。

如果你的 DOE 使用 Zernike 系数,变量就比较复杂了。 系数 Z1 到 Z17 是通过 以下形式的输入来改变的

VY SN LHG 16

到

VY SN LHG 32.

系数 Z18 到 Z34 使用 RHG 16 到 32 的变量。 项 Z35 用 LGH 33 变化, 项 Z36 用 RHG 33 变化。

示例:

以下是 MACro 的输入,它将设计一个用丙烯酸塑胶模塑的校正色差的单透镜。

RLE

ID SINGLET DOE

WAVL CDF

OBB 0 1 1

1 RAD 10 TH .3 GLM 1.491 61.4 2 DOE .6328 1.491 65.2 A11 3 YMC 0 TH 15 4 END PANT VY 1 ASPH VY 2 G 16 VY 2 G 18 VY 2 G 21 END AANT

GSR 1 10 3 2

GSR 1 5 3 1

GSR 1 5 3 3

GNR 1 1 3 2 1

END

SNAP

SYNO 10



在此输入中,我们在表面 2 上声明 DOE,并在表面 3 上放置 YMC 求解,表面 3 将是 DOE 的基底。这是控制镜头一阶特性的一种方法;在这种情况下,图像将 在距离 DOE 15 英寸的距离处聚焦在表面 4 上。半径也可以明确输入并像往常一样变化。

使用 A11 输入为 DOE 分配了幂级数 OPD 项(开始时均为零)。此输入的格式 与 HOE 的格式相同。现在可以在优化中改变这些项,以便在评价函数中校正色 差以及其他任何内容。如果镜片是用塑胶模制的,那么这是一个使用非球面镜和 DOE 的好地方,因为成品镜片的价格不会随着这种增加的复杂性而增加(尽管 模具会更贵)。

区域高度的 2 阶, 4 阶和 6 阶的 OPD 项随着项 G16,18 和 21 而变化。多项式与 通过输入形式 DC1 等描述的多项式相同(参见章节)3.3.2.2.2)。 这些可以变 化, DOE 非球面项 G1 到 G16 通过改变 DOE 中的变量 G16 到 G31 而变化。 见 10.2 节。

检查 DOE 的空间频率很简单:这是一个 MACro,它使用 MAP 功能准备一个表格,显示在表面 2 上分布的 25 个点的 cy / mm 频率

DEFAULT.MAC

- --- MAP HSFREQ OVER PUPIL ON SURF 2
- --- FGRID POINT 0 0
- --- RGRID CREC 5 5
- --- ACTUAL
- --- DIGITAL
- --- PRINT

0.000000E+00 0.000000E+00 0.122436E+02 0.000000E+00 0.000000E+00

0.000000E+00 0.455905E+01 0.163926E+01 0.455905E+01 0.000000E+00 0.122436E+02 0.163926E+01 0.235583E-05 0.163926E+01 0.122436E+02 0.000000E+00 0.455905E+01 0.163926E+01 0.455905E+01 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.122436E+02 0.000000E+00 0.000000E+00

在这里,我们看到 DOE 在光线的边缘处需要最多超过 12 cy/mm。要查看适用 这些数据的 DOE 上的位置,可以使用 MAP 的"PRINT FULL"选项。

3.3.3 厚度选项

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

镜片厚度——更合适的轴向分离,因为空间间隔也被处理——通过以下选项之一 输入:

<u>SN</u> TH <u>NB</u>

<u>SN</u> PTH <u>SN</u> [<u>M</u> [<u>B</u>]]

表面 NB 的拾取厚度。负号改变了结果的符号。使用 M 和 B 对结果进行缩放和偏移:

 $TH = TH(\underline{SN})*\underline{M} + \underline{B}$

<u>SN</u> YMT <u>NB</u>

求出下一个表面上指定的轴向边缘线坐标的厚度

<u>SN</u> YPT <u>NB</u>

求出下一个表面上指定的近轴主光线坐标的厚度

<u>SN</u> NTOP

消除任何厚度的拾取或解决,保留最新的值。

<u>SN</u> XMT, XPT

和 YMT 和 YPT 一样,但是在 X-Z 平面。所有表面的默认 厚度为 0。

如果下一个表面已声明为 GLOBAL 或 LOCAL,则使用任何这些选项输入的厚度无效。

3.3.4 折射率选项

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,并可以与对话服务器交互输入。)

可以为包括物方的每个表面分配折射率或者允许由程序计算折射率的若干类别 之一。在特定表面上输入的数据是指在该表面处折射或反射之后光所经过的介质 的折射率。如果输入明确折射率,则折射率必须等于已定义的波长数。输入格式 为:

<u>SN N1 NB</u> 波长1的折射率

<u>SN</u> N2 <u>NB</u> 波长 2 的折射率

•••

<u>SN</u> N10 NB 波长 10 的折射率

<u>SN</u> INDEX <u>NB</u>

输入主要折射率的数据。这是使用 WAVL 输入指定波长的系统中的波长 2, 否则 是 CORDER 输入中的第一个数字。

<u>SN</u> GLM <u>ND VD</u>

SYNOPSYS 使用玻璃模型公式来近似正常玻璃的部分色散,如 App. F。 将 ND 和 VD 的量输入到公式中,并计算所有定义波长的折射率。 每次输入新 的波长数据时重复该计算。 对于大多数折射率,所得到的折射率对应于所设置 的 ND, VD 在大约 0.0001 内,在 CDF 光谱区域内。

模型参数可以在优化中变化,以便您显示在玻璃图上的哪个位置可以找到最佳校正。然而,该特征没有找到部分色散与平均值不同的特殊玻璃,因为该模型基于平均玻璃特性。另一个特点是,GSEARCH可以尝试实际玻璃的组合,其中考虑了各种玻璃特性。

如果您不使用数字数据,并且表面已经分配了玻璃表玻璃或固定折射率,程序将 尝试将当前玻璃参数拟合到模型中,以防您想要查看差异。必须先处理 GTB 玻 璃,因此只能在 CHG 文件中使用此选项。

该玻璃模型仅适用于在普通光学玻璃波长范围内工作的系统,大约 0.3 至 2.0 微 米。

SN GTB table / TYPE

<u>或</u>

SN GTB table 'TYPE'

此输入从存储的玻璃表中检索数据。 表格可以是任何条目{S/O/H/F/U/C/G/R/M/P/N},表示 Schoft, Ohara, Hoya, French Corning, Unusual, Custom, Chinese Guangming, Russian LZOS, SuMita, Private, or Nikon; "U"是指一组特殊材料,包括红外透射和晶体。这些表列在App.G中,可能会显示在PAD中。条目C指的是自定义表(见5.20)。类型在下面一行中指定,并且必须按照索引中列出的那样拼写。如果用引号括起来,也可以在与GTB条目相同的行上给出。

例子: 3 GTB S 'N-BK7'

这种格式不适用于双折射材料(见 17.5)。

<u>SN</u> GID / <u>type</u>

SN GID 'type'

可输入最多 16 个字符的可选单词,仅用于识别目的。这将出现在 SPEC 列表中, 以帮助记录镜头数据。类型可以在单独的行中输入,也可以用引号括起来。如果 随后输入新的折射率数据,则 GID 指定将自动替换为新折射率的默认 GID。

SN GLASS / (6E13.7) 可以在单独的行上输入六个折射率插值系数。此行的格式非常严格,适用于具有该格式规范的 Fortran 程序生成的数据。要自己输入数据,请使用 GDF 表格,如下所述。您也可以使用单独的命令文件,如 5.6 节所示。

<u>SN</u> GDF / <u>Al A2 A3</u> / A4 A5 A6

与GLASS相同,只是六个系数以自由格式输入两个后续行。这些数据是指Schott 公司多年来公布的玻璃系数,而不是使用不同公式的较新的 Sellmeier 系数。要 输入此类玻璃的数据,最好使用下面描述的 GFIT 格式,该格式以所需格式计算 系数。

<u>SN</u> GFIT <u>NWAV [D] / WAV IND / WAV IND...</u>

使用此输入,您可以将测量的折射率设置为6到20个波长,程序将计算六个系数,就像使用GLASS或GDF输入数据一样。 NWAV 是要输入数据的波长数。 该命令之后是 NWAV 附加条目,每个条目给出波长和相应的折射率。 如果测量数据不精确,则输入20个值是明智的,因为这将给出比6个更平滑的插值曲线。

如果开关 26 接通,程序还将显示一个表,给出输入数据和由多项式给出的重建 折射率;这对于检查曲线拟合的准确性很有用。如果所讨论的材料的波长范围 太宽,则拟合可能不够精确,并且可能需要将光谱范围分解成更小的区域,在该 区域上拟合将更好。

如果数据对多项式的约束不足,则可能需要添加一个阻尼因子 d,实验值为 1 或 更小,直到最合适为止。

<u>SN</u> PIN <u>NB</u>

表面 NB 的折射率拾取。

<u>SN N13 NB NB NB</u>

对于小于 2.0 的折射率,"1.0 "被省略,并输入三个小数。 你可以用同样的方法 输入最多 5 个折射率,即 N15,然后是 5 个折射率值(不含小数)。 你也可以 使用

N610...表示折射率 6 到 10。

SN NIOP

删除固定当前折射率的任何折射率拾取或折射率计算(从 GTB、GLM、GLASS 或 GDF 设置中)。

<u>SN</u> AIR

将该表面的所有折射率设置为 1.0。所有表面的默认折射率均为空气。如果系统选项 VACUUM 生效,则所有空气间隔的折射率将为 0.9997076 而不是 1.0。

SN VACUUM

将该表面的折射率设置为 0.9997076。

<u>SN</u> MELT <u>Nd Vd</u>

此输入仅对具有使用 GTB 格式的玻璃表折射率的元件以及在可见光谱中操作的 镜头有效。当一批玻璃熔化时,折射率总是与目录值略有不同。只需输入 Nd 和 Vd 的测量值(输入 GTB 数据后),程序将相应地更改目录值。要删除熔化数 据,请再次输入 GTB 说明。

<u>SN</u> DNDT <u>D1 D2 D3</u> [<u>W1 W2 W3</u>]

当 RLE 文件被处理时。该程序将存储在玻璃表中的 dn/dt 数据加载到存在此类数据的所有材料中。(目前,这包括 S 和 O 目录中的首选玻璃。这些表中的大多数旧玻璃类型都没有系数,其他目录中很少有系数。如果您需要评估包含缺少这些数据的材料的镜头的热效应,您可以使用 DNDT 输入输入三个 dn/dt 值。默认参数是波长为 1.06um 的相对 dn/dt 值、e 线(0.54607)和 g 线(0.4358)。如果这些线不是可用的,或者不适合透镜中的波长,您可以选择任意三个 dn/dt 值,并使用相应的波长追迹这些数据。该程序将在输入值之间插入,以找到在镜头文件中应用于每个波长的 dn/dt。例如,如果透镜包含表面 9 上的 Ohara 材料 PBL6Y 并在GHI 波长下工作,则 RLE 输入可以是

9 DNDT 3.35E-6 3.8E-6 5.2E-6 0.47999 0.435835 0.365015 ; PBL6Y

(由于该玻璃是玻璃表中包含 dn/dt 数据的众多玻璃之一,在这种情况下,您不 需要输入上述数据。)如果您没有三个值(许多红外材料的情况下),您也可以 只输入一个 dn/dt 值,而不输入任何波长。这个值将应用于所有波长。

DNDT 输入也可以用于不使用 GTB 玻璃表查找的材料,如固定折射率选项 N13 等。

在您改变镜头的温度之前,检查所有的材料是否被分配了所需的系数是明智的。 最简单的检查方法是运行命令 THERM 测试,该测试将列出所有缺少 dn/dt 数据 的非空气材料。您也可以用 PGA ALL 列出镜头中每一个玻璃的特性,程序将识 别任何没有热系数的玻璃。该检查应在温度改变前和运行前进行。

要删除 DNDT 系数,请输入没有数据的行,比如。

9 DNDT

<u>SN</u> CTE <u>ALPHA</u>

您也可以为那些没有数据的材料输入热膨胀系数。

<u>SN</u> PLASTIC

这个条目将玻璃模型的材料识别为一种塑料,而不是玻璃。 唯一的影响是,在 优化中,玻璃地图的边界被限制在要找到塑料材料的区域,忽略任何可能生效的 CBOUNDS 和 FBOUNDS 数据。 然后,当你用真正的塑料替代模型时,无论是 手动还是用 ARGLASS,由于镜头已经很接近了,所以匹配效果会更好。要删除 此声明,请使用 SN NPLASTIC。 如果物不在空气中,则可以使用表面编号0输入折射率。然后可以使用上面列出的任何折射率选项。GRIN, BIREF和 PIN 除外。

3.3.4.1 梯度折射率(GRIN)

(这些选项进入 RLE 或 CHG 文件,可以通过对话框 SPS 以交互方式输入。)

可以使用表格的输入形式向 SYNOPSYS 指定几种梯度折射率材料

<u>SN</u> GRIN <u>name DT N1 N2 N3</u>

or <u>SN</u> GRIN <u>name DT N2</u>

然后输入系数

GC1 ICOL C1 C2 C3 C4 GC2 ICOL C5 C6 C7 C8 其中的名称是下列之一:

RADIAL, AXIAL, URN, SPHERICAL, SELFOC, LUNEBERG, MAXWELL, USR, EYE, LOCAL.

ENM 使用了一个特殊版本的 GRIN,它可以通过特殊的输入格式(见第 3.3.4.2 节), 模拟因环境变化(如温度梯度)而导致的折射率或表面矢高的变化。

GRIN 材料只能用于具有三种波长的系统,其中主波长为波长 2.条目 N1, N2 和 N3 是基本折射率。如果仅输入 N2,则所有三个折射率将具有相同的值。可以输入三个波长的系数,ICOL 给出波长编号(1 到 3)。

DT 是积分增量。较大的值将允许更快的光线追迹,但较小的值将提供更准确的结果;对于某些系统来说,一个好的折衷是 0.05。该程序使用 Sharma (Sharma, Kumar, Ghatak, Appl Opt. 21,984(1982))的快速 raytrace 算法。)GRIN 内的光线路径是弯曲的,并且在透镜图上将如此显示。由于光线追迹涉及二阶微分方程的数值积分,因此追迹 GRIN 所需的时间比普通材料要长许多倍。还使用 Sharma (A.Sharma, Appl.Opt.24,4367 (1985))的技术计算 OPD。近轴程序和三阶程序使用 Sands (PJ Sands, JOSA 60,1436 (1970))的方法自动考虑 GRIN 的效果,但目前没有处理的三阶色差除外。

使用 GC1 和 GC2 输入输入系数。 这些数据适用于以下几种类型的 GRIN:

RADIAL:	$N = N_o + C1P^{**2} + C2P^{**4} + C3P^{**6}$	(P** ² =X** ² +Y** ²)
	$+ C4P^{**8}$	

AXIAL:	$\begin{split} N &= N_o + C1Z + C2Z^{**2} + C3Z^{**3} + \\ C4Z^{**4} \end{split}$	
URN:	$\begin{split} N &= N_{o} + C1Z + C2Z^{**2} + C3Z^{**3} + \\ C4Z^{**4} + C5P^{**2} + \\ C6P^{**4} + C7P^{**6} + C8P^{**8} \end{split}$	
SPHERICAL:	$N = N_o + C1P^{**2} + C2P^{**4}$	(P** ² = X** ² + Y** ² + (Z - C3) ** ²)
SELFOC:	$N = N_0 (1 - C1P^{**2}/2)$	$(P^{**2} = X^{**2} + Y^{**2})$
LUNEBERG:	$N^{**2} = N_0^{**2} (2 - P^{**2}/C2^{**2})$	$(P^{**2} = X^{**2} + Y^{**2} + (Z - C1)^{**2})$
EYE	see below	

轴向梯度始终在传播方向上。

GRIN 内的光线孔径在每个增量处与已经在 GRIN 表面上输入的通光孔径(如果 有的话)进行比较。如果超过此孔径,并且镜头处于 VIG 模式(见 3.2),则光 线会渐晕。GRS 命令将显示 GRIN 中折射率的统计信息。

人眼的晶状体可以建模为特殊类型的 GRIN。此类型不允许用户输入的系数,因为眼睛或多或少是相同的。公式和系数由 Jose'Antonio Diaz Navas 博士提供,格式如下:

The lens GRIN profile for the whole lens, was given by:

 $n(\lambda, x, y, z) = n_0(\lambda) + n_1(\cos(n_2 z) - 1) + n_3\sin(n_4 z) + n_5(x^2 + y^2)$

完整的眼睛模型还必须包括角膜和其他结构;这些可以用来自 U 目录的数据建模;下面给出一个例子。 GRIN 部分由

<u>SN</u> GRIN EYE <u>DT</u> <u>AGE</u>

基本折射率和其他数据被编码到定义中,并且不能由用户输入。在这种情况下,在 AGE 输入眼睛的年龄。

对透镜元件中的局部折射率不均匀性的影响进行建模是很有用的。 这使用了一种特殊形式的 GRIN 输入,如下所示。

SN GRIN LOCAL <u>DT N1 N2 N3</u> GC1 <u>ICOL X0 Y0 Z0 DN</u> GC2 <u>ICOL R</u>

这里是描述一个具有外部焦平面的 Selfoc 棒的输入,并要求绘制透视图。 杆的 基本指数是 1.5,梯度由系数 Cl 给出,在这个例子中,系数 Cl 的值是 0.1225。 只输入波长 2 的数据。

RLE

ID EXAMPLE GRIN WAVL .6328 .6328 .6328 UNITS MM **OBG**.12 1 CAO .5 1 TH 11.64 **1 GRIN SELFOC .1 1.5** GC1 2 .1225 2 YMT 0 2 CAO .5 3 END PER 10 30 15 PLOT **PUP 216 TRA 2006**

END

产生的图像如下所示。



GRIN 人眼模型:

这是一个 20 岁的人的眼睛的简单模型的 RLE 文件。所有表面都是非球面的;角膜,体液和玻璃体液的折射率值取自 U 目录。晶状体被建模为 GRIN,视网膜用 双径锥形建模。该模型是轴对称的;更精确的模型还可以在几个地方包含倾斜和 偏心。

RLE

ID EYE MODEL WAVL .6562700 .5550000 .4861300 APS 3 UNITS MM OBB 0.000000 10.00000 2.50000 0.54896 0.00000 0.00000 2.50000 0 AIR 1 CAO 4.50000000 0.00000000 0.00000000 1 RAD 7.690000000000 TH 0.57900000 1 CC -0.18000000 1 N1 1.37269615 N2 1.37597881 N3 1.37937937 1 GTB U 'EYECORNEA . 2 CAO 4.50000000 0.00000000 0.00000000 2 RAD 6.530000000000 TH 3.09100000 2 CC -0.12000000 2 N1 1.33290591 N2 1.33609278 N3 1.33940386 2 GTB U 'EYEAQUEOUS ' 3 RAD 12.113700000000 TH 3.40200000 3 CC -4.56000000 3 N1 1.36676921 N2 1.37100226 N3 1.37580590 3 GRIN EYE 1.0000000E-02 2.0000000E+01 4 RAD -5.870000000000 TH 16.36280649 4 CC -1.13000000 4 N1 1.33277693 N2 1.33599067 N3 1.33929613 4 GTB U 'EYEVITREOUS 4 TH 16.36280649 4 YMT 0.00000000 5 CAO 8.00000000 0.00000000 0.00000000 5 TH 0.00000000 AIR 5 AIR 5 BRD -10.17070000 11.37711000 11.45577000 END

227



不均匀透镜的 GRIN 模型

一个微光刻透镜的表面 13 的元件有一个小的局部折射率不规则,我们希望对图像的影响进行建模。

CHG

13 GRIN LOCAL 1 1.476134 1.476137 1.47614 GC1 2 6 11 8 1.0E-5 GC2 2 5.9 END

GRIN 输入的格式为 GC1 ICOL X0 Y0 Z0 DN GC2 ICOL RADIUS

在这个输入中,我们给出了积分步长(1毫米),然后是三个名义折射率值。 GC1线给出了不规则中心的(X,Y,Z)位置,它被建模为一个具有余弦轮廓 的球形体积。在这种情况下,体积中心的折射率变化是1.0e-5,如GC2线所 规定的半径为5.9mm。这种类型的GRIN输入只能分配给三波长透镜中的波长 2,或单波长透镜中的波长1,但其效果适用于所有波长。

然后,我们为半场的一个物体点在输出光束中的衍射图样图案创建一个图片。 这个小的折射率变化的影响是清晰可见的。 PSPRD 图也受到影响。

FRINGES

PUPIL P .5 0 5 0 3 0



PSPRD P .5 600 0 0 3.5 R



3.4 关于使用拾取和求解的说明

当您在镜头文件中设置拾取或求解时,不会立即执行请求。程序会保留所有此类

设置的记录,但直到镜头文件结束后才会执行计算。然后,近轴光线追迹程序收 集拾取所需的数据并计算满足求解所需的曲率和间距。每次执行近轴程序时都会 重复此步骤,这在每次更换镜头后都会发生(在 COLOR 或 FOCUS 命令之后除 外),并在优化期间反复进行。这意味着,如果修改了计算所基于的数据,则拾 取或求解控制的参数值可随时更改。

这些功能对于某些镜头设计任务非常重要;例如,如果您想要一个透镜或一个元件是对称的,或者一个给定的表面与一个近轴焦平面或光瞳重合,或者某个点上的光束有一个特定的孔径或 F/number,一个近轴拾取或求解是实现这一目标的最佳方式。例如,假设最终表面应该在焦平面上。您可以在 PANT 文件中更改最终厚度(参见 10.2),并在评价函数中指定近轴离焦 DELF 应最小化(见 10.3.2)。更好的方法是在最终厚度上进行 YMT 求解。

这两种方法之间的一个区别是后者具有一个较小的变量和一个较少的像差。但是 当您考虑优化程序执行的导数计算时,可以看到最重要的差异:在第一种方法中, 镜头变量对离焦的影响要比对图像质量的影响大得多,因为后者涉及到光线落点 的不同,而离焦随落点本身的不同而不同。任何表示为两个(可能很大)数字之 间差异的镜头设计目标都不如直接计算它的精确度。使用近轴求解,离焦始终为 零(或任何设定的值),因此变量对图像质量的影响是唯一看到的效果。由于这 些原因,如果可以使用解决,那么优化会更快、更精确。

像面不允许拾取。

所有的近轴求解都是在近轴上进行的,这意味着在这个过程中没有追迹到真正的 光线;一个重要的结果是倾斜和倾斜度被忽略。由于这个原因,如果透镜有倾斜 或偏心,对透镜的一阶特性有影响,那么近轴解决不应依赖于产生图像、光瞳或 其他任何东西的位置。

该程序可以在给定的镜头中接受无限数量的拾取和求解。

如果曲面具有曲率求解,则其必须具有球面曲率。这意味着不能通过求解来控制 复曲面,但是球面基底可以具有圆锥常数。

如果使用 CHG 文件更改了具有求解效果的曲面,则会根据需要自动删除或更改旧的求解以反映输入的新曲面选项。

3.5 RLE 数据的示例

以下示例用于阐明 RLE 选项的使用。

例 1.简单的抛物面镜



RLE	输入文件的开头
ID PARABOLA EXAMPLE	ID 行
WAVL 2 2 2	假设需要在2微米处的单波长。
OBB 0 .5 8	无限物距,.5度半视场角,16英寸孔径(8英寸 半径)
1 RD -80 CC -1 YMT 0 AIR	焦距 40 英寸,凹面抛物面
1 REFLECTOR	
2	图像平面离平面镜 40 英寸。 默认曲率为零。
END	

例 2: 双胶合透镜



RLE	
ID DOUBLET	
WAVL CDF	透镜用于可见波长。(由于 CDF 是默认的 波长规格,因此可以省略此行。)

OBA 10 1.0 3 0	物体距离左侧 10 英寸,物体高度 1.0 英 寸,进入光束半径3英寸。
1 RD 27.673 TH 1.5 GLM 1.6205 60.32	第一个镜片类似于玻璃类型的 SK16。请 注意,由于使用了玻璃模型,所以二阶色 差将被近似。
2 RAD -5.4515 TH .2 AIR	空气间隔的双胶合透镜(空气是默认值,可以放在这里)
3 RD -5.176 TH .375 GTB S	
BASF12	玻璃类型BASF12将从Schott目录中检索,并计算波长在WAVL行上的折射率。
4 UMC05 YMT	我们想要一个 F / 10 出射光束,下一个表面处于近轴焦点。默认情况下,焦点求解的目标为零(此处未输入任何值),AIR 也是如此。
5 RD -20	将在曲面上检查像质。
END	

由于我们需要 F / 10 镜头,因此 UMC 求解所需的值为 1 / (2 * FNUM) = -.05。 需要减号,因为光线角度是负的(参见第 2.5.4 节)。

例三:对称三片式透镜



r					
OBB 0 1 1					
APS 3	光阑位于表面 3	;近轴光睛	童足够好	• •	
1 RD 6.25 TH .3 N13 62757	61727 62041	玻璃类型 射率。	SK16,	显示如何准	^主 确输入折
2 RD -25 TH .723 AI	R				
3 RD -14 TH .1 N1 1. 1.68204	66495 N2 1.66998 N	N3	玻璃类 精确指	型 BASFI2, 定	折射率被
4 PCV -3 PTH 2	表面 4 的曲率与表	表面4的曲率与表面3的曲率和表面2的厚度相反。			
5 PCV -2 PTH 1 PIN 1	最后一个镜片从第	一个镜片	中获取值		
6 PCV -1 YMT 0					
BTH .002	我们希望图像在近	轴焦点右位	侧离焦.(002 英寸。	
7	默认值将用于曲面编号 7.由于这是编号最高的曲面,因此 假定它是图像平面。				
3 RD -15	假设我们在输入 END 行之前改变了主意。新值将简单地 替换之前输入的内容。求解和拾取将使用此值,因为它们 尚未计算。				
END	RLE 文件的最后一行。				

3.6 改变镜头

通过 RLE 文件或 GET 或 FETCH 命令将镜头输入 SYNOPSYS 后,可以通过多 种方式更改规格,其中最基本的方法是使用 CHG 文件,如下所述。其他方法包 括 AI 程序(参见第 15 章),LE 镜头编辑器(见 3.6.2),SYS 和 SPS 对话框以 及工作表(见第 13 章)。

3.6.1 CHG 文件

要使用 CHG, 请输入以下格式的输入文件:

CHG (数据输入行)

END

CHG 行的格式必须与 RLE 文件的格式相同。表面参数的新值将替换旧值。如果 在 CHG 文件中输入的表面编号超过先前在镜头中的最高数目,则相应的表面被 添加到镜头中。HG 文件中未提及的、不受拾取或求解影响的表面不会改变。

3.6.1.1 插入和删除的表面

可以以各种方式插入或删除表面。 命令

INSERT { <u>SN</u> / <u>JSSS JSPS</u> } DELETE { <u>SN</u> / <u>JSSS JSPS</u> }

在命令模式下运行; AI 程序可以插入或删除镜片(见 15.1.5.2), PAD | Worksheet 功能可以插入或删除曲面或镜片,并立即更新镜头图形。您也可以在 CHG 文件 中执行此操作,如下所示,或使用 5.27 节中描述的其他命令。

要在镜头中插入表面,请输入(在CHG文件中)

<u>SN</u> SIN (表面插入).

此指令会自动将指定表面和所有编号较高的表面的表面数据传输到下一个编号 较高的表面。规定的表面保持相对清洁:平整、零厚度、浸在空气中(除非具有该 数值的表面之前已被掩埋);为了安全起见,删除拾取、解析、倾斜、求解、变形、 标签和固定孔径。

SIN 输入上不会出现额外的表面数据,并立即执行表面重新编号。这意味着要更改或插入其他表面,您必须引用重新编号的表面,而不是旧的编号。

要删除表面,请输入

<u>SN</u> SOUT (Surface OUT 表面 OUT).

应用于所有较高编号表面的数据被传送到下一个较低的表面。立即执行重新编号, 后续更改应参考新编号。 如果删除的表面是镜头中其他位置的拾取的对象,则 结果可能出乎意料——因此最好先删除这些选项。如果 SOUT 指令使光阑表面 成为第一个表面,则不执行光瞳求解并保留 YP1 的当前值。如果需要零值,则 必须自己输入新物方或 APS。

3.6.1.2 镜头截断(MXSF)

可以使用输入从镜头中删除高于给定数量的所有表面

SN MXSF

在 CHG 文件中。 表面 SN 将是最终表面,并且镜头将处于 FOCAL 模式。

AI 可以截断一个镜头来响应一个句子,例如

MXSF = 8, but this does not remove AFOCAL mode, if it is on. 但是如果它打开,这不会删除 AFOCAL 模式。

您还可以使用 SYS 对话框指定曲面数。如果输入的数字小于镜头中当前的表面数,则镜头会被截断。

3.6.1.3 删除孔径数据(CFREE)

所有孔径数据都可以通过输入从表面上删除

CHG 文件中的 SN CFREE。您可以使用 SPS 对话框删除单个孔径,或者向 CAO 提供 0 参数。

3.6.2 镜头编辑(LE)

更改镜头数据的便捷方法是在命令模式下键入

LE

当前镜头将被格式化为 RLE 文件,列出所有当前参数,并将文件放入 MACro 编辑器中。要更改任何镜头数据,只需使用编辑器更改数字,当您单击 RUN 按钮时,新镜头数据将变为当前数据。 SketchPAD 程序有一个按钮,也可以调用 LE 编辑器。

3.6.3 镜头初始化(NLENS, SLENS)

命令 NLENS (New LENS) 将删除当前镜头,并将其替换为具有两个表面和默认物方描述的虚拟系统,准备由用户更改。此命令将提示您是否确实要擦除当前镜头并重新开始。 (文件头命令 RLE 也会擦除镜头并允许立即输入用户数据。)

类似的命令, SLENS (Starting LENS) 以相同的方式工作, 但不会先提示您。这

是为了进入您的 CUSTOM MACro (参见第 13.2.1 节),结果将是您使用新的空 白镜头启动程序。但无论如何,该计划都是这样做的,那么这是怎么回事呢?简 单。自定义宏是在其他启动过程完成后执行的,您可以在这里打开或关闭自己喜 欢的开关。然后程序将执行 SLENS 命令(如果它在宏中),那么您将得到一个符 合这些开关的起始镜头。使用公制的国家的用户会很欣赏这一点。在这个宏中打 开开关 24。

3.7 存储和检索镜头数据

在镜头被输入到 SYNOPSYS 后,数据可以存储在镜头库中或单独的磁盘文件中,如下所述。如果不以其中一种方式存储,程序终止时数据将丢失。

对话框 MOS 提供了一个链接到用于库函数的对话框 MLB,以及用于访问保存的镜头的 MWL。

3.7.1 镜头库

这个库最多可以保存 10 个镜头描述。由于 SYNOPSYS 的一些特性可以读取这些数据,并且它们的灵活性也因此得到了增强,所以这是在积极开发下存储镜片的最实用的地方。通常情况下,镜头的存储和获取由您决定,但是有一个特性将使程序保留位置编号 10,以便在优化后按照输入或更改序列自动存储透镜。要使用此功能,必须将模式开关 42 打开(输入 42;见 2.9)。菜单特性 MLB 也可以用来执行库功能。在命令模式下,库命令如下:

PLB	列出库的当前内容以及当前目录的名称		
STORE	将镜头存储在最低的空位置		
STORE	将镜头存储在 NB 位置		
<u>NB</u>			
GET <u>NB</u>	从 NB 位置取回镜头		
DLL <u>NB</u>	删除位置 NB 的镜头,使该位置为空。要重置由开关 61 启用的 评价函数测试,请使用 DLL 10。		

镜头库中的镜头实际上只是以与任何其他 RLE 文件相同的格式保存的镜头文件, 给定特殊名称 LENSLIB01.RLE,最高可达 LENSLIB10.RLE。因此,您可以使 用 MWL 对话框访问和显示它们,这有时很方便。

命令 LDWG [ALL / nb nb ...] 将会准备一幅图,或者在库中挑选镜头。参见 7.10 节。

3.7.2 保存和读取 SAVE, FETCH

镜头库仅存储十个镜头,但另一个存储选项提供无限数量的透镜。您可以使用 Windows 菜单 File|Save, File|Open,以及通常用于文件保存和打开的工具栏按钮 来保存和获取任意数量的镜头。当您点击每个镜头时,对话框 MWL 会显示所有 已保存镜头的 ID 以及镜头配置文件的预览窗格;您可以点击选择一个。用于此 目的的命令如下:

SAVE filename 和 FETCH filename.

SAVE 会将镜头文件以 RLE 文件的格式写入磁盘存储器,并将其永久保存为输入文件名和文件类型为".RLE"的文件。可以在 SAVE 或 FETCH 命令之后或在下一行上键入文件名。任何具有相同名称和文件类型的先前文件都将被取代(没有提示)。

SYNOPSYS 中的文件名长度最多为 90 个字符,并且可以包含嵌入的空格。它们 不能使用特殊字符,如"/"、""、""和";"。某些功能(例如 MWL 文件 打开菜单)限制为 50 个字符,因此建议您不要超过该限制。

为方便起见,您可以使用 SAVE 命令使用特殊名称"LOG"或"log"而不是文件名。 在这种情况下,程序将使用等于当前日志编号的数字替换这些字符。因此,您可 以轻松记录导致当前设计的设计路径:只需确保在您的优化 MACro 中放置一个 LOG 命令(以便更改数字),然后每当您获得可能想要返回的设计时,只需键入 SAVE LOG,您就拥有该镜头的唯一文件,其名称只是当时的日志编号。为方便 起见,我们提供了一个工具栏按钮来执行相同的操作。点击

123

如上所述,将执行命令 SAVE LOG。

MACro编辑器工具栏上会出现一个类似的按钮。 在这种情况下,它不保存镜头 文件,而是将编辑器的当前内容保存为名称为当前日志编号且文件类型为"MAC" 的文件。 如果编辑器包含最新的优化 MACro,那么只需单击编辑器工具栏上的 此按钮,然后单击主窗口工具栏上的相同按钮,即可记录此镜头版本和优化它的 MACro。

如果您已运行 BTOL,并且还想保存公差预算,请使用命令 BTOL SAVE,它将预算信息保存为名称为当前日志编号且文件类型为"BTO"的文件。

FETCH filename 读取 SAVEd 的文件。

当前 SAVEd 文件的列表由 DIR RLE(参见 13.6) 和菜单命令 MWL 生成。

请注意,需要镜头库的操作(如 MC)无法访问使用 SAVE 命令创建的文件。如果所需的镜头不在库中,则必须使用 FETCH 读取它并在执行此类命令之前将其放入库中。

可以使用镜头文件保存任意数量的注释行。打开开关 58, SAVE 命令将提示输入 文本行。输入所需的所有文本后,按<esc>键。当 FETCH 命令再次读取该镜头 文件时,这些文件将出现在屏幕上。

3.8 不对称数据:倾斜和偏心

上述大多数镜头数据输入适用于具有旋转对称性的系统。下面描述的输入适用于非对称系统。

为获得最佳效果,表面1不应有任何倾斜或偏心;尽管这可以正常工作,但其他 一些特性会变得混乱:因为镜头图纸是根据起始表面定向的,如果它是倾斜的, 它会使整个图形倾斜(否则这是正确的);此外,全局坐标将相对于倾斜坐标系 1。

在表面上输入倾斜和偏心数据有五种可能的方法:RELATIVE,REMOTE,GROUP,GLOBAL和LOCAL。所有这些都可以在SPS对话框中编辑。另外,整个系统可以在一些外部坐标系中给定位置和方向,然后在该系统中进行分析。

这些选项总结如下:

Family	Features	Restrictions	
<u>RELATIVE</u>	简单输入,自动撤消;也可以偏心。	一次只有一个倾斜方向。 倾斜轴可以在光轴上的任 何位置。	
<u>REMOTE</u>	简单的输入,自动撤消,倾斜轴可以 在任何地方;也可以偏心。	一次只有一个倾斜方向。	
<u>GROUP</u>	允许三个倾斜方向,自动撤消;也可 以偏心。	欧拉序列总是 alpha, beta, gamma。	
LOCAL	允许三个倾斜度和偏心方向,任何欧 拉序列。	没有自动撤消。	

<u>GLOBAL</u>	允许三个倾斜度和偏心方向,任何欧 拉序列。	没有自动撤消。
EXTERNAL	原点可以在任何地方。	仅用于分析,不用于输入

3.8.1 相对和远程倾斜偏心

输入光学镜片的相对和远程倾斜和偏心,其中参数指定方向和幅度以及所涉及的 表面的数量。利用这些命令,单个表面或一组表面可以作为一个元件移动,并且 程序将自动计算,将组后面的表面放置在相对于组之前的镜片的正常位置所需的 反向运动。可以使用远程选项指定关于不在表面顶点的点的倾斜。

偏心:

SN DECENT XDC YDC ZDC NSURF

如果未指定 NSURF (涉及的曲面数) 或输入为 1,则不对称性仅适用于该曲面。 如果数量超过镜头中剩余的表面数量,则不会施加反向运动,从而导致永久的光 轴倾斜或偏心。

也可以在 SPS 对话框中编辑相对倾斜。 输入命令包含在 RLE 或 CHG 文件中, 如下所示:

倾斜:

SN AT ANGLE AXIS NSURF	(Alpha Tilt) (Beta Tilt) (Gamma Tilt)
SN RAT	(Remote Alpha Tilt)
RBT	(Remote Beta Tilt)
RGT	(Remote Gamma Tilt)

可以对带有输入的镜片应用一个特殊的集合

SN { MAT / MBT) ANGLE.

详情见下文。

涉及的方向和标志惯例如下所示。α和β倾斜的幅度不应超过90度,γ倾斜应 小于180度。倾斜轴的位置,如果不在表面的顶点,可以由AXIS输入给出,如 果它在Z轴上,或者由远程倾斜选项RAT,RBT和RGT给出,其中坐标是使用 参数XRYR和ZR显示输入旋转点。请注意,后一个选项由程序转换为常规偏 心加上居中倾斜,使用此选项时不应输入其他偏心。使用ASY输出显示相等的 偏心。

不要使用 RAT 的倾斜角... RGT 倾斜作为设计变量。由于程序在转换为居中倾斜后不保留远程坐标,因此不同的倾斜角度将不会与所得到的偏心相对应。但是,当 AXIS 输入指定倾斜轴时,您可以改变倾斜角度,因为该尺寸是连续的。

请记住,近轴程序忽略倾斜和偏心。如果使用此选项定位曲面,焦距,f/number 等可能没什么意义。请参阅 GLOBAL。



您可以使用 PANT 输入改变倾斜角度

VY <u>SN</u> AT <u>NSURF</u> VY <u>SN</u> BT <u>NSURF</u> VY <u>SN</u> GT <u>NSURF</u>

您可以在 AANT 文件中以这些量为目标,输入诸如

M 5.0 1 A TILT 4 ,

它指定目标值为表面倾斜角的5度。

输入

SNA PAS SNB NSURF

从表面 SNB 拾取倾斜和偏心(如果 SNB 为负,则改变符号)并将它们应用于以 表面 SNA 开始的一组 NSURF 表面。请注意,如果曲面 SNB 使用非零 AXIS 位 置,则 AXIS 的符号将跟随倾斜的符号。表面 SNB 不得为 GLOBAL 或 LOCAL。

如果可能,输入 SN RELATIVE 将 GLOBAL 或 LOCAL 曲面更改为 RELATIVE 曲面。

使用相对倾斜和偏心时必须遵守几条规则:

1.	每个表面只能指定一个倾斜方向(即,不要在同一表面上同时进行 AT 和 BT)。 偏心可以同时在所有三个方向上。 重合的虚拟表面可用于 提供复合倾斜,或者您可以使用 GROUP 选项,该选项允许在同一表面 的三个轴上倾斜。
2.	一个表面或组倾斜或反倾斜会自动产生一个补偿的反倾斜或随组倾斜 表面。这个表面被称为"撤销"表面,并在透镜的不对称的显示列表中被 识别(见 4.6)。在这个表面上没有额外的倾斜和衰减的限制,任何先前 的表面都可以使用相同的撤销表面。有关更多信息,请参见第 2.4.1.1 节。
3.	要将倾斜度和倾斜度同时应用到同一表面,请先输入倾斜度。组中的曲 面数目必须在两个条目中一致。
4.	如果倾斜轴位于曲面的左边(即,在-Z方向)。
5.	如果输入非零 AXIS,将计算得到的偏心,并将其添加到先前输入的偏 心中。如果输入具有非零轴的倾斜入口以更改也具有非零轴的先前倾 斜,则在计算新的偏心之前将丢弃先前的偏心。
6.	可以在物体表面上放置相对倾斜。 在这种情况下,数据被分配给表面 号 0,轴位置总是假定为零,并且组大小条目未被使用;倾斜仅影响物 体表面。 您无法使用 PAS 拾取物方倾斜或使用 COINCIDENT 使其与 任何重合。 倾斜物方没有 GLOBAL 或 LOCAL 选项。 物方倾斜可以 在 PANT 文件中变化,并且在 AANT 文件中显示为目标,两者都使用 表面编号 0。
	丁 月 限 物 力 规 氾 。) 可 以 使 用 任 何 倾 斜 选 项 来 倾 斜 图 像 。

必须在单独的行中输入倾斜和偏心数据。 可以使用该命令从表面(以及相关的 UNDOsurface,如果有的话)中移除倾斜和偏心
<u>SN</u> NAS (No ASymmetry 没有不对称).

要移除整个镜头中的所有倾斜和偏心,请在没有表面编号的 CHG 文件 中输入

NAS

变形(参见 3.3.2.2.2)不会被这些说明移除。输入 SYMM

从整个镜头中去除所有倾斜、偏心和变形。此命令不使用表面编号,它 作为 CHG 文件的一部分输入。请注意,这是近轴光线追迹,因此拾取 和求解计算忽略了所有不对称性。

倾斜反射镜

当平面镜倾斜时,人们通常希望跟随平面镜的轴获得等于反射镜的第二倾斜度。 这可以通过以下两种方式之一完成:

1.虚拟表面放置在轴上的相同位置,跟随反射镜表面,并且被赋予与反射镜相同 的倾斜角。人们通常使用如上所述的 PAS 选项,这使得该表面拾取反射镜的角 度。此处的"折叠工作表"按钮可以自动插入两个曲面以设置此几何图形。如果要 将反射镜插入到现有虚拟表面的位置,则 WorkSheet 可以选择将该表面用作反射 镜,然后再为轴倾斜添加一个虚拟对象。

2.如果您不想在平面镜上放置一个额外的虚拟表面,格式 SN {MAT / MBT} ANGLE 会将所需的倾斜角度分配给平面镜,然后在下一个表面上实现负面撤消 ——这具有效果将该表面倾斜一个相等的角度,将其放在倾斜的光轴上。 WorkSheet 也可以自动插入具有此几何体的折叠反射镜。平面镜后面的表面可用 于任何其他倾斜或偏心。请注意,此方法不允许反射镜上有其他偏心,因为在这 种情况下,近轴光线追迹没有有效的分色。如果您需要在平面镜倾斜之前偏心, 请使用上面的双面方法。

要将镜像倾斜更改为普通的相对倾斜,请首先将以下曲面(带负向撤消)更改为 GLOBAL或LOCAL。这将改变表面和镜面倾斜的状态,保持位置和角度不变。

3.8.1.1 倾斜和偏心输入的示例

假设左侧显示的三片式透镜已经输入到 RLE 文件中,现在中心镜片将被偏心。



输入下列内容后,

CHG 3 DEC 0 -.005 0 2 END

如果读取了中心数据,会导致表面3和4的.005透镜元件向下偏心,如右图所示(放大图)。

如果偏心数据已读取

3 DEC 0 0 .005 2

中心镜片将向右移动.005个镜头元件而不是向下移动。注意,如果透镜在表面 6 上具有近轴厚度求解,则求解的结果以及表面 7 的位置将不受 Z 偏心的影响,因 为 PXT 忽略了不对称性。因此,在这种情况下,近轴解不会产生新的近轴焦点。 对于必须考虑 Z 轴运动效果的变焦镜头, ZFILE 元件运动描述优先于 Z 偏心。 它有自己的格式,不涉及 Z-decenters,并且近轴光线追迹尊重变焦设置。

如下所示,如果第三个镜片要倾斜,输入将被读取

5 AT -10 0 2



对表面 5 的顶点施加-10 度的倾斜。注意,表面 7 不受上述说明的影响,因为只 有两个表面倾斜。如果您希望曲面 7 沿着相同的轴跟随,如右图所示,则输入将 为

5 AT -10 0 100

条目"100"的位置大于表面的总数。

一个更复杂的例子如下所示。在这个例子中,折叠镜放置在两个相同的简单镜头 之间。在本例中,我们将使用远程倾斜选项。这种情况的 RLE 文件可能如下所 示:

RLE	
ID SPLIT LENS W/ MI	RROR
WAVL CDF	
OBA 1.3 .25 .5 0	
1 RD 1.89008 CC -23.078 TH .35 GTB S	83
BK7	
2 UMC 0 TH 1.5 AIR	UMC 求解了光的准直
3 CV 0 TH -1.12 AIR	
3 REFLECTOR	
4 PCV 2 PTH -1 PIN 1	表面 4 的曲率与表面 2 相同,厚度(符号变化)与表面 1 相同。

5 PCV 1 YMT 0 TH - 1.3 AIR	表面 5 与表面 1 的曲率相同。	
6 CV 0 TH 0 AIR		
3 AT 45 0 100	使表面3倾斜	
4 AT 45 1.12 100	这使表面 4 向表面 3 的顶点倾斜(向右 1.12 英寸)。	
END		



这个示例展示了如何使用轴规范来定位相对于远旋转点的表面。更简单的方法是 在平面镜上放置两个面;第一个是平面镜本身,第二个是虚拟表面,再倾斜45度, 使轴与反射的中心光线对齐。虽然这个方法需要一个额外的表面,但是几何结构 更容易理解,而且 SYNOPSYS 的一些特性(比如反向和展开命令)可以使用这个 方法,而不是上面描述的远程轴输入。此外,工作表程序可以插入和删除折叠反 射镜或改变折叠方向等,您只需单击几下鼠标即可完成。如果您想在系统中插入 折叠反射镜,请务必查看工作表。

3.8.2 全局坐标

如 2.4.1 节所述,输入倾斜和偏心有五种可能的规则。本节讨论 GLOBAL 规则, 当您想要输入三个欧拉角来定义表面的方向并在表面 1 的坐标系中给出位置时, 这些规则适用。

可以在 SPS 对话框中以及 WorkSheet 中编辑 GLOBAL 数据。在 RLE 或 CHG 文 件中,可以使用列表的输入定义表面 GLOBAL

	<u>SN</u> GLOBAL
or	<u>SN</u> GLOBAL POSITION <u>XG YG ZG</u>
and	<u>SN</u> GLOBAL ANGLE <u>AG BG GG</u> .

第一种形式仅用于更改先前已输入的表面 RELATIVE 或 LOCAL;它只是将当前 表面位置转换为 GLOBAL 坐标。(这应仅用于 CHG 文件,因为直到原始 RLE 文件结束后才会计算全局位置。)

第二种形式给出了表面在1号表面坐标系中的位置和角度。(也可以输入或更改 AI中的任何全局坐标,具体的助记方法参见第15章。)如果表面还不是全局的, 则在处理新数据之前,当前位置将更改为全局坐标。

在上面的输入中,指令 ANGLE 指定欧拉角度序列 (α, β, γ) ,其中 AG 是 α, 依此类推。您可以通过替换以下指令之一来指定不同的序列:

ABG

AGB

BAG

BGA

GAB

GBA.

例如, "5 GLOBAL BAG 5 10 3"表示 Euler 角度的序列为(β , α , γ), 其中 alpha 为 5, beta 为 10, gamma 为 3, 分配给表面 5。

您可以使用指令使用 PANT 文件中的变量更改全局位置

AG global alpha tilt angl	r	global alpha tilt ang	le
---------------------------	---	-----------------------	----

- BG global beta tilt angle
- GG global gamma tilt angle
- XG global X-position
- YG global Y-position
- ZG global Z-position ;

例如: VY 33 YG, 用于改变曲面 33 的全局 Y 坐标。

您还可以在 AANT 文件中使用相同的助记键将它们作为目标。,例如

M 22.7756 1 A ZG 21

将目标值 22.7756 给予表面 21 的全局 Z 坐标。

如果已定义表面 GLOBAL(或 LOCAL),则前一曲面的厚度不再控制其位置,因为 GLOBAL(或 LOCAL)数据会覆盖可能已输入的任何 TH。但是,为了进行近轴光线追迹,仍必须定义厚度。尽管近轴程序忽略了倾斜和偏心,但在 GLOBAL 曲面的情况下,全局数据是唯一可用的位置规范。根据这些数据,必须 得出有效的"厚度",这是根据系统参数 GTS 和 GTZ 选择的两个选项之一完成的 (见 3.2)。由于这些选项在某些情况下会产生意外结果,因此除非您非常小心, 否则不建议在 GLOBAL(或 LOCAL)曲面后使用近轴解。

1.	全局曲面和前一曲面的顶点分离用于 TH(默认)。 这是 Z 分量的符号。 (GTS)
2.	仅将顶点间隔的 Z 分量作为厚度。 这是在全局曲面的坐标系中完成的。 (GTZ)

全局输入与先前曲面上的厚度拾取或求解不兼容。表面编号 1 不能为 GLOBAL 或 LOCAL,如果该表面倾斜或偏心,则其他 GLOBAL 表面将跟随它。(但我们 不建议在表面 1 上放置倾斜或偏心。)全局数据可以转换为相对于 SN RELATIVE, 与 SN GROUP 分组,与 SN LOCAL 本地转换,并完全删除 SN NAS。

参考上面所示的倾斜透镜系统,假设表面 3,4 和 5 将作为全局表面输入。输入可能是:

CHG

3 GLOBAL POSITION 0 0 1.85 3 GLOBAL ANGLE 45 0 0 4 GLOBAL POSITION 0 -1.12 1.85 4 GLOBAL ANGLE 90 0 0 5 GLOBAL POSITION 0 -1.47 1.85 5 GLOBAL ANGLE -90 0 0 END

表面 6 还没有被重新定义(它也可能是全局的),以说明它相对于 5 仍然在相同的 位置,不管表面 5 放在哪里,因为它是一个相对的表面——默认情况下)。 在上面的示例中,顶点到顶点的间距是获取接近厚度(默认值)的逻辑选择。现在, 我们将使用全局坐标来除去三片式镜头的中心镜片(并展示 AI 如何改变镜头)。 在这种情况下,分离的 z 分量应该作为厚度。更换镜头的输入为:

CHG GTZ 5 GLOBAL END AI Change YG of surface 3 to 1.5

现在的镜头是这样的:



AI 句子改变了表面 3 的整体 y 坐标。在 CHG 文件中,表面 5 被更改为 GLOBAL,因此相对于表面 1,它仍然是固定的。注意,如果表面 5 没有发生如此大的变化,那么它仍然在表面 4(和 3)的 z 轴上,YG 与 3 相同。GTZ 条目选择表面 2 近轴厚度的 z 分量。

3.8.2.1 重合

一个表面可能与之前的一个表面发生重合

SN COINCIDENT NB

其中 NB 是前一曲面的曲面编号。与近轴拾取和解一样,此规范在随后的镜头更换期间保持有效,并且表面 SN 将遵循表面 NB。 也可以在 SPS 对话框中编辑此选项。

3.8.3 局部坐标

输入一个表面的局部坐标(见2.4.1.3)所需的输入几乎与上一节所述的全局坐标相同,并遵循相同的模式:

本地数据也可以在 SPS 对话框中编辑。在 RLE 或 CHG 文件中,可以使用列表的输入在本地定义表面

	SN LOCAL
or	<u>SN</u> LOCAL POSITION <u>XL YL ZL</u>
and	<u>SN</u> LOCAL ANGLE <u>AL BL GL</u>

这种情况下的位置和角度都在表面 SN 之前的坐标上。AI 也可以分别访问指令 (XL-GL)。

这些量可以在 PANT 文件中变化,并在 AANT 文件中以指令为目标

- AL 局部角 α
- BL 局部角β
- GL 局部角 γ
- XL 局部位置 X
- YL 局部位置 Y
- ZL 局部位置 Z

这里,欧拉角度序列也可以通过代替 ABG, AGB, BAG, BGA, GAB 或 GBA 中的指令 ANGLE 来指定。

3.8.4 外部坐标

有时需要检查从镜头本身移除的坐标系中的光线路径或镜片位置。例如,在 alt

方位角望远镜支架上可能就是这种情况,您希望在坐标的坐标中而不是在表面1 的坐标中。

这是通过将整个系统置于 EXTERNAL 模式并使用输入(在 RLE 或 CHG 文件 中) 来完成的:

EXTERNAL ANGLE <u>AE BE GE</u>

EXTERNAL POSITION <u>XE YE ZE</u>.

这里,欧拉角度序列也可以通过代替 ABG, AGB, BAG, BGA, GAB 或 GBA 中的指令 ANGLE 来指定。该输入给出了外部坐标系中表面 1 的位置。输入这些数据后,您可以在外部坐标中询问光线的路径

ERAY { ICOL / P } HBAR XEN YEN GBAR [SURF]

您也可以使用上述指令改变和显示任何这些数量,或者设定 AI 设置或告诉您他 们的值。要查看每个表面顶点的位置,请使用该命令

ASY EXTERNAL.

3.8.5 组坐标

群体倾斜和倾斜度特征与第 3.8.1 节中描述的相对倾斜相似,但允许在同一表面 的三个轴上倾斜。输入如下:

SN GROUP NSURF

<u>SN</u> GROUP POSITION <u>XDC</u> <u>YDC</u> <u>ZDC</u>

SN GROUP ANGLE ALPHA BETA GAMMA

与相对特性类似,此选项在超过使用 nsurf 声明的组大小的曲面上自动执行撤消操作。

可以使用 XDC, YDC 和 ZDC 参数声明顶点的偏心, 而倾斜角由 ALPHA, BETA

和 GAMMA 给出。这些参数的方向与相对倾斜的方向相同,如该部分所述。

首先在倾斜坐标中执行偏心,并且角度总是以欧拉序列 ALPHA, BETA 和 GAMMA 实现。

您可以使用输入从任何其他倾斜格式更改为组格式

CHG <u>SN</u> GROUP END

可以通过 PANT 指令在优化中改变偏心

VY <u>SN</u> XDC VY <u>SN</u> YDC VY <u>SN</u> ZDC

它们与用于相对偏心的那些相同,除了在这里您不需要像变量输入一样给组大小,因为相对格式需要。

倾斜角度可以随着指令而变化

VY <u>SN</u> GPA	! group alpha
VY <u>SN</u> GPB	! beta
VY <u>SN</u> GPG	! gamma

您也可以使用相同的指令为 AANT 文件指定目标,例如,

M 22.5 1 A YDC 14,

这使得目标 22.5 到表面 14 的 Y 偏心。

3.9 棱镜库

为了帮助您将棱镜输入 SYNOPSYS,可以通过仅仅说明棱镜类型并以透镜单位和折射率给出宽度来指定各种基本形式。程序设置所有需要的表面,使用 LOCAL 位置和倾斜来描述几何,以及 UAP 来定义活动表面的形状。对于涉及屋脊表面的棱镜,程序还定义了所需的 LOOSE 和 CAPTURE 曲面,并将系统置于 NOSEQUENTIAL 模式(参见第 18 章)。输入的一般形式,在 RLE 或 CHG 文
件中,是

<u>SN</u> PRISM name

程序在表面上放置一个棱镜标记,由程序 PER, RPER, SOLID 和 RSOLID 识别 ——使它们构造棱镜的非光学活动部分,但必须出现在图纸上以完成棱镜。

每种类型的棱镜都需要特定数量的表面,如下面的列表所示,您必须留下这些表面。在定义棱镜时,以及在使用 PAD 或 LE 编辑系统后,这些表面上的任何用户数据都将被棱镜数据替换。如果需要改变各种棱镜表面上的数据 - 例如改变面角 - 必须首先通过 CHG 条目移除棱镜标记

SN NPRISM.

然后棱镜表面变成普通表面,您可以根据需要改变它们。

请注意,基本镜头绘图程序 DWG 和 PAD / D 不会渲染棱镜。相反,建议使用程序 PER, [R] SOLID 和 PAD / PP (见 7.2 和 13.3.1)。

建议不要在表面1上放置棱镜,因为表面2(在局部坐标中定义)然后相对于表面1定位。但在全局坐标中它也定义为WRT表面1,因此存在冲突。在这种情况下,程序将表面2更改为全局,这非常有效-但如果您进行更多更改并且不知道现在涉及全局坐标,则可能会出现意外结果。因此,在2或更高的表面上启动所有棱镜。

到目前为止,将棱镜插入系统的最简单方法是使用 WorkSheet。您需要做的就是 在您希望棱镜移动的元件之间留出空格,然后单击 WS 按钮 . 从显示的集合 中选择棱镜,输入面尺寸,然后在镜头图纸中单击该空间。将插入您的棱镜,并 在必要时调整所有后续表面,以考虑棱镜后的正空间或负空间。如果您的系统自 身折叠,可能不清楚您在镜头图纸中单击的位置,请改用按钮 . 然后按照对话

框中的说明进行操作。棱镜最初将被分配玻璃类型 BK7,但对于大多数棱镜,如 果您想要其他玻璃类型,可以稍后更改它。 (只需在工作表中为该表面指定所 需的类型。)

另一个 WorkSheet 选项用于您希望在初始设计阶段使用玻璃板建模棱镜的常见 情况。优化可以更快,然后 PAD D 绘图适用于监控设计。(一旦插入了真正的 棱镜,透视图就需要正确渲染形状。)但是当设计稳定时,您可能希望将平板更 改为真正的棱镜,以显示实际的系统几何形状。如果您的系统当前包含假设板,则在"插入棱镜"对话框中,选择"用棱镜替换虚拟玻璃板"选项。 然后选择要替换平板的棱镜并像往常一样输入宽度。 然后在 PAD 图纸中单击平板时,将其移除并使用与平板相同的折射率替换棱镜。

"删除棱镜"按钮中提供了相反的步骤。

棱镜选择也可以在 SPS 对话框中以交互方式完成。 棱镜库中的一些选择的例子 如下所示。



大多数棱镜类型可以由任何光学材料制成 - 但是多芬棱镜和双多芬棱镜的尺寸 随折射率的变化而变化,来自具有固定折射率(玻璃类型 BK7)和适当尺寸的库。 在这种情况下,不应输入折射率。

以下各节简介了几种棱镜类型,并指出了棱镜前后的坐标系。在许多情况下,棱镜后面的厚度将与之前的厚度相反,并且在输入棱镜数据时,在适当的部分和命令窗口中都会显示。棱镜前的材料应该是 AIR,棱镜后也是如此。

如果您需要知道棱镜插入系统后的尺寸,命令 ASY GLOBAL 和 ASY LOCAL(见 4.6)将给出每个表面的位置和角度,CAP 列表给出了定义位置的 UAP 数据,透镜元件中每个面的顶点(见 3.3.1.1)。

关于棱镜最后提一下:其中许多涉及屋脊表面,这需要将镜头置为非序列模式。 光线追迹会比序列模式慢得多。如果您想在一个带有屋脊棱镜的系统上运行优化 程序,您可能会厌倦于漫长的等待时间。然而,有一个简单的解适用于大多数情况。如果打开开关 37,程序将追迹系统,就好像它是连续的 - 这要快得多 - 并 且会给出完全相同的像质分析,因此只要评价功能不能控制光线,屋脊本身的坐 标就会得到相同的优化结果。 唯一不适用的情况是当需要非序列模式时,将使用 DDOVE 而不是屋脊棱镜。

对棱镜进行公差处理涉及其他表面类型未遇到的考虑因素。这将在第12章中解释。

例如,偶尔需要移除棱镜标记,例如当您想要改变单个表面的位置时。假设透镜 在表面 12 处具有施密特棱镜,孔径尺寸为 15mm。您会输入

CHG 12 NPRISM END

删除棱镜标志,执行分析,然后恢复透镜遮光片

CHG

12 PRISM SCHMIDT 15 END

3.9.1 棱镜定义

可用的棱镜包括

<u>Right-angle</u>

<u>Amici</u>

Porro

Penta

Dove

Schmidt

Pechan

Penta-roof

Roof-mirror

Abbe

<u>DPorro</u>

<u>PCR</u>

DDOVE

Examples

您也可以使用自己的定义输入自定义棱镜;见 3.9.3 节

3.9.1.1 直角棱镜(RANGLE)

面数: 3 Z-axis after prism: reversed Total glass path: 1.0*WIDTH

RLE 输入:

SN PRISM RANGLE WIDTH



3.9.1.2 Amici 棱镜(AMICI)

这个棱镜就像直角棱镜,除了折叠表面是屋脊。

面数: 4 Z-axis after prism: normal Total glass path: 1.707107*WIDTH

RLE 输入:

SN PRISM AMICI WIDTH



3.9.1.3 普罗棱镜 (PORRO)

面数: 4 Z-axis after prism: normal Total glass path: 2.0*WIDTH

RLE 输入:

SN PRISM PORRO WIDTH

如果需要,可以单独使用这种棱镜;通常它成对使用以构成架设系统,并且在那种情况下可以定义为 DPORRO 棱镜。见 DPORRO。



3.9.1.4 五角棱镜(PENTA)

面数: 4 Z-axis after prism: normal Total glass path: 3.41422*WIDTH

RLE 输入:

<u>SN</u> PRISM PENTA <u>WIDTH</u>



3.9.1.5 道威棱镜 (DOVE)

由于尺寸仅对玻璃 BK7 有效,因此该棱镜不能接受用户输入折射率。所得到的 棱镜几何形状的第一个和最后一个表面是虚拟表面,在它们所包围的表面上具有 所需的 45 度倾斜。(如果要正确绘制棱镜,这些虚拟表面必须包含在 PER 或 SOLID 命令中,因此应关闭开关 20。)

如果需要其他折射率,则应使用 NPRISM 移除棱镜遮光片,并手动改变各个表面。

面数: 5 Z-axis after prism: reversed Total glass path: 2.3792*WIDTH (for BK7) Air path from dummy surfaces: 1.0*WIDTH

RLE 输入:

SN PRISM DOVE WIDTH



3.9.1.6 施密特棱镜(SCHMIDT)

施密特棱镜包含一个屋脊表面, 使系统处于非序列模式(见第18章)。

面数: 6 Z-axis after prism: normal Total glass path: 3.15002*WIDTH

RLE 输入:

SN PRISM SCHMIDT WIDTH



3.9.1.7 Pechan 棱镜(PECHAN)

这个复杂的棱镜使视野颠倒。它是由两部分组成的,两部分之间有一个很小的空 气间隔,这被 SYNOPSYS 忽略了。

面数: 9 Z-axis after prism: reversed Total glass path: 4.62132*WIDTH

RLE 输入:

SN PRISM PECHAN WIDTH



3.9.1.8 五角屋脊棱镜(PROOF)

面数: 5 Z-axis after prism: reversed Total glass path: 4.221248*WIDTH

RLE 输入:

SN PRISM PROOF WIDTH



3.9.1.9 屋脊棱镜(MROOF)

面数: 4 Z-axis after prism: normal Total air path: 2.0*WIDTH

RLE 输入:

SN PRISM MROOF WIDTH

虽然屋脊棱镜不是真正的棱镜,但它利用棱镜库的功能来选取偏心孔径和非序列 遮光片,以便正确地绘制和光线追迹屋脊。此功能将两个屋脊表面与输入的 SN 保持一个 WIDTH 的距离,这将是一个虚拟表面,应分配 AIR 或 MAIR。同样 AIR 在最终表面上以一个 WIDTH 的距离跟随屋脊,并且以正确的全局角度跟随 变化光轴。屋脊被分配有足以通过与光轴对齐并平行于光轴的直径为 WIDTH 的 圆形光束的孔径。光束在 Y 方向上反射 90 度。



3.9.1.10 阿贝组合显微镜附件(ABBE)

面数: 6 Z-axis after prism: normal Total glass path: 5.1962*WIDTH

RLE 输入:

SN PRISM ABBE WIDTH

这个棱镜用作架设系统,您并不需要大量的 Porro 棱镜。



3.9.1.11 双 Porro 棱镜 (DPORRO)

面数: 6 Z-axis after prism: normal Total glass path: 4.0*WIDTH RLE 输入:

SN PRISM DPORRO WIDTH

这个棱镜由两个 Porro 棱镜组成,定义为一个元件。 这是商业双筒望远镜的常见架设系统。



3.9.1.12 Pechan Roof (PCR)

面数: 10 Z-axis after prism: normal Total glass path: 4.62132*WIDTH

RLE 输入:

<u>SN</u> PRISM PCR <u>WIDTH</u>

这个棱镜类似于 Pechan, 但两个部分中的第二个顶部有一个屋脊。这是商业双筒 望远镜的常见架设系统。系统处于非序列模式以容纳屋脊。



3.9.1.13 双道威透镜(DDOVE)

当将两个道威棱镜放在一起时,就会得到双道威棱镜。它通常仅用于在准直光中 扫描光束。

由于尺寸仅对玻璃 BK7 有效,因此该棱镜不能接受用户输入的折射率。两个棱 镜中的第一和最后表面均是虚设表面,总共四个,并且所需的 45 度倾斜分配给 由它们包围的表面。总的来说,棱镜需要 10 个表面。

输入光束的上半部分和下半部分被反转然后缝合在一起。因此,上边缘和下边缘光线在输出光束的中心附近靠近在一起,而靠近轴的光线在边缘处缠绕。因此,默认的通光孔径计算对棱镜以外的表面几乎没有意义,建议您将自己的 CAO 放在这些表面上。DDOVE 棱镜还需要非序列模式,其追迹速度比正常情况慢。然而,可以打开开关 37 以迫使其他非序列棱镜以序列模式追迹,这对于这个棱镜不起作用。所以您必须让它以非序列模式追迹。

出瞳中心的主光线应该出现在边缘附近。因此,除非在棱镜之前发生光阑表面, 否则真实光瞳搜索将失败。所有这些意味着如果您想使用这种棱镜类型,最好 将它放在系统的末端而不是输入附近的区域。

另一个原因是,涉及的两个棱镜不能保持穿过它们的光束之间的相位相干性。这

意味着您不应该在轴上点以外的像质分析中设定 OPD 计算。在倾斜角较大的情况下,大部分光束只包含在其中一个棱镜中,可以进行光学光学显微镜分析,但 需要将 ICR 参数设置为穿过该棱镜的光瞳部分。即使您可以分析物体中心的 OPD, 请注意,制造棱镜时,厚度公差无论如何都不能确保相位一致性。衍射图案的结构和系统的分辨率将被改变。

这个棱镜在前端有一个虚拟表面,为其他表面提供一个坐标系。请勿改变此表面 或更改指定的厚度,该厚度必须为零。

如果需要其他折射率,则应使用 NPRISM 移除棱镜标记,并手动改变各个表面。

面数: 10 Z-axis after prism: reversed Total glass path: 2.3792*WIDTH (for BK7) Air path from dummy surfaces: 1.0*WIDTH

RLE 输入:

SN PRISM DDOVE WIDTH



3.9.2 棱镜输入的例子

为了说明棱镜库的使用,这里是使用 porro prism 棱镜安装器组件设置双重物镜 所需的输入。(DPORRO 选项可以自动完成大部分操作,但以下是如何使用单个 棱镜 - 如果您想自己控制方向或在两者上放置不同的尺寸,可能需要这样做。)

RLE ID PORRO ERECTOR SYSTEM WAVL CDF APS 3 UNITS MM OBB 0 2.5 25 1 RAD 352.23715 TH 6 GTB S SK16 2 RAD -300.13469 TH 2.37 3 RAD -273.33221 TH 3.25 GTB S **SF15** 4 UMC -.05 4 TH 200 4 AIR 5 GTB S K5 **5 PRISM PORRO 50.** 8 TH 2 9 PIN 5 9 GT 90 0 100 9 PRISM PORRO 50 **12 YMT** 13 GT 90 0 100 14 END

应该指出几个项。 表面 9 上的 90 度伽马倾斜使第二个 Porro 棱镜相对于第一个旋转。这使得焦平面也旋转了 90 度,并且由于光扇图分析更喜欢绘制 Y 误差与光瞳中的 Y 坐标,以及 X 与 X 的关系,我们在图像上引入额外的 90 度伽玛倾斜来纠正问题。

该系统的实体图如下所示:



3.9.3 自定义棱镜的定义

虽然棱镜库提供了许多最常用的棱镜类型,但可能您需要具有不寻常几何形状的 棱镜在那里找不到。要在 RLE 文件中输入此类棱镜,请使用以下格式:

SN PRISM CUSTOM SIZE

NAME 'prism name' FACES <u>NFACES</u>

<u>X Y Z ALPHA BETA GAMMA NPTS FFLAG</u> [REFL / AIR] ! face 1 <u>XAP YAP</u> <u>XAP YAP</u>

•••

<u>X Y Z ALPHA BETA GAMMA NPTS FFLAG</u> [REFL / AIR] ! face 2 <u>XAP YAP</u> <u>XAP YAP</u>

•••

LINES NLINES

LFLAG X1L Y1L Z1Y X2L Y2L Z2L

•••

END

在此输入中,使用引号标记要为棱镜指定的名称,并在 NFACES 中指定面数。 然后,对于每个面,您必须在前一个面的坐标系中输入该面的 ALPHA, BETA 或 GAMMA 中的(X,Y,Z)坐标和倾斜角。输入 NPTS 给出了定义形状的顶点 数,该面上的孔径通常是四个,但也可以更多。面标志 FFLAG 当前未使用,但 将在未来更新中声明屋脊表面。此行的最后一个条目将该面后的折射率声明为玻 璃类型(默认),AIR,或使该面成为反射面。

面数据必须跟随 NPTS 线,给出将分配给该面的 UAP 4 孔的顶点位置。

当所有面都已声明后,您可以定义最多 11 条额外的线,这些线将由实体绘图程序用于绘制构成棱镜未遇到光线的部分的额外曲面。NLINES 参数指定要定义的行数,并且必须后跟 NLINES 行,在第一个面的坐标系中给出每行的起点和终点。标志条目 LFLAG 控制行的解释方式:如果标志为 1,则该行为新行;如果为 0,则该线定义具有前一行的平面,并且绘图程序将在其后面的任何内容之前

绘制它。

输入文件必须以 END 结束, END 结束棱镜定义并与结束 RLE 文件的 END 分开。

唯一棘手的部分是弄清楚每一表面在前一表面的坐标中的位置;程序将每个面都放在 LOCAL 坐标中的第一个面上。一种方法是首先设置一个虚拟系统,其中面都在 GLOBAL 坐标中,这可能更容易计算,当位置,角度和 UAP 孔径都满意时,在命令中键入 ASY LOCAL 窗口。这将列出您的本地位置。

示例自定义棱镜。



这个棱镜复制了普通的 RANGLE 棱镜。 RLE 文件如下:

RLE

ID CUSTOM PRISM

FNAME 'MYPRISM.RLE

WAVL .6562700 .5875600 .4861300

APS 1

AFOCAL

GLOBAL

UNITS INCH

OBB 0.000000 1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 1.00000

0 AIR

1 CV 0.00000000000 TH 1.00000000 AIR

'

1

۱

2 SID 'MYPRISM

2 CV 0.00000000000 TH 1.00000000

2 N1 1.51431710 N2 1.51679451 N3 1.52237021

2 CTE 0.710000E-05

2 GTB S 'N-BK7

2 PRISM CUSTOM 0.200000E+01

NAME 'MYPRISM

FACES 3

	0 0000	0 0000	0 0000	0 0000		1 0
						4 11
(I, (N, N, N))	V.V.N.N.I	$(I, (\Lambda, \Lambda, \Lambda))$	().(///////////////////////////////////	().(///////////////////////////////////	().(///////////////////////////////////	

0.500000E+00 0.500000E+00

0.500000E+00 -0.500000E+00

-0.500000E+00 -0.500000E+00

-0.500000E+00 0.500000E+00

0.0000 0.0000 0.5000 -45.0000 0.0000 0.0000 4 0 REFL

0.500000E+00 0.707000E+00

0.500000E+00 -0.707000E+00

-0.500000E+00 -0.707000E+00

-0.500000E+00 0.707000E+00

0.0000 0.3535535 -0.353535 -45.0000 0.0000 0.0000 4 0 AIR

0.500000E+00 0.500000E+00

0.500000E+00 -0.500000E+00

-0.500000E+00 -0.500000E+00

-0.500000E+00 0.500000E+00

LINES 4

1	0.5000	0.5000	0.0000	0.5000	0.5000	1.0000
0	0.5000	0.5000	0.0000	0.5000	-0.5000	0.0000
1	-0.5000	0.5000	0.0000	-0.5000	0.5000	1.0000
0	-0.5000	0.5000	0.0000	-0.5000	-0.5000	0.0000

END

4 TH	-1.00000000	

5 CV	0.00000000000000	TH	0.00000000 AIR
6 CV	0.00000000000000	ΤН	0.00000000 AIR

END



我们建议您在标准化坐标中输入棱镜,其中面宽正好是一个透镜元件,并使用 SIZE 输入声明实际尺寸。然后,如果您以后想要在另一个项上使用类似的棱镜, 则可以复制输入行并根据需要调整大小,而无需重新计算任何其他数据。如果在 奇数次反射后的空间中使用棱镜,请输入与之前相同的数据;程序将根据需要自 动反转这些坐标。

Glan-Thomson Prism 示例

这是一个更复杂的例子,棱镜分为两部分粘在一起。



该棱镜用作偏振器。两个半部都是由双折射的方解石制成,角度非常大,普通 光线遭受 TIR,只有非常光线通过。胶的折射率由 GLM 材料给出。这是该系统 的 RLE 文件:

RLE

ID GT CUSTOM PRISM

WAVL .6562700 .5875600 .4861300

APS 1

AFOCAL

GLOBAL

POLARIZATION LINEAR 45.0000000

UNITS INCH

OBB 0.000 0.25000	0000	0.10000	0.25000	0.00000	0.00000	0.00000
0 AIR						
1 SID 'GT	PRISM	۲				
1 CV	0.00000	00000000	TH 1.5	50000000		
1 N1 1.65	440713 N	1.658472	54 N3 1.667	76447		
1 BIREF	1.000	000000	0.00000000	0.00000	000	
CALCITE						
1 EXTRA	ORDINA	ARY				
1 PRISM	CUSTON	A 0.10000	00E+01			
NAME 'GT	PRISM	,				
FACES 4						
0.0000	0.000	0.00	00 0.00	000 0.0000	0.0000	4 0
0.500000E	+00 0.50	00000E+00				
0.500000E	+00 -0.50	00000E+00				
-0.500000E	+00 -0.50	00000E+00				
-0.500000E	+00 0.50	00000E+00				
0.0000 71.5650	0.000 0.0000	00 1.50 0.0000	00 - 4 0			
0.500000E	+00 0.15	58110E+01				
0.500000E	+00 -0.15	8110E+01				
-0.500000E	+00 -0.15	58110E+01				
-0.500000E	+00 0.15	58110E+01				

271

0.0000	0.0000	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000	4 0
0.500000E+	00 0.158110	0E+01				
0.500000E+	-00 -0.158110	0E+01				
-0.500000E+	-00 -0.158110)E+01				
-0.500000E+	-00 0.15811	0E+01				
0.0000 AIR	1.4230	0.4743	71.5600	0.0000	0.0000	4 0
0.500000E+	-00 0.50000	0E+00				
0.500000E+	-00 -0.500000)E+00				

-0.500000E+00 -0.500000E+00

-0.500000E+00 0.500000E+00

LINES 9

1	0.5000	0.5000	0.0000	0.5000	0.5000	2.9940
0	0.5000	-0.5000	0.0000	0.5000	0.5000	2.9940
1	0.5000	-0.5000	0.0060	0.5000	0.5000	3.0000
0	0.5000	-0.5000	0.0060	0.5000	-0.5000	3.0000
0	-0.5000	-0.5000	0.0060	-0.5000	-0.5000	3.0000
0	-0.5000	-0.5000	0.0060	-0.5000	0.5000	3.0000
1	-0.5000	-0.5000	0.0000	-0.5000	0.5000	2.9940
0	-0.5000	0.5000	0.0000	-0.5000	0.5000	2.9940
0	0.5000	0.5000	0.0000	0.5000	0.5000	2.9940

END

272

3 BIREF 1.0000000 0.0000000 0.0000000

CALCITE

3 EXTRAORDINARY

4 TH 0.0000000

5 CV 0.00000000000 TH 0.00000000 AIR

6 CV 0.00000000000 TH 0.0000000 AIR

END

我们已经将两个半部分声明为 EXTRAORDINARY, 它告诉程序要追迹哪条光线, 并将偏振光输入到 Y 轴 45 度。 现在我们可以看看出现的偏振:

MAP POL OVER PUPIL

FGRID POINT 0 0

RGRID CREC 9 0

COLOR P

SCALE AUTO

ANALOG AUTO

EXPLODED

PLOT



确实。 只有光束的 X 分量才能通过。

这可能是一项有用的练习,但我们建议您不要使用这种类型的棱镜来输入偏振光束。RLE条目 POLLINX将更容易地做同样的事情。这是这个棱镜的实体模型。



3.10 边缘描述

本章描述的镜头数据足以设计一个镜头,并显示它的各种绘图特征。但是所显示的孔径将仅仅是有效的(默认或用户输入的)通光孔径(CAO's),边缘由绘图程序构建以使元件看起来更真实。为了更精确地控制边缘几何,需要更多的数据。这些数据可以以下面所描述的格式输入到 RLE 文件中,或者用一个单独的特性(EFILE)创建。但是,定义边缘的最快和最简单的方法是使用 Edge 向导,您可以在该向导中创建、删除和编辑边缘数据,同时查看 PAD 显示的结果。一些边缘参数与其他参数耦合在一起,向导在屏幕上显示这些连接,这极大地促进了您对情况的理解。

要将 EFILE 数据输入到 RLE 文件中, 您必须从以下选项中选择一个模式(有关这些选项如何工作的描述, 请参阅指向 Edge 向导的链接):

<u>SN</u> EFILE OFF	没有 EFILE 对这个表面起作用。		
<u>SN</u> EFILE UP	边缘坐标从 CAO 开始向上计算		
<u>SN</u> EFILE DOWN	边缘向下计算,从输入的直径开始		
<u>SN</u> EFILE MIX	上下结合		
<u>SN</u> EFILE EX1	边缘数据是明确输入的; 请参阅下面的数据格式		
<u>SN</u> EFILE MIRROR	对于空气的反射镜来说,这也会激活对于背面的绘制		
<u>SN</u> EFILE CMIRROR	反射镜的后侧复制前侧的曲率。 其他 EFILE 尺寸不 适用于此类型。		

边缘描述涉及每个表面的三个坐标, A, B 和 C.有关这些量的定义,请参阅上面的边缘向导链接。 RLE 文件的输入格式如下:

<u>SN</u> EFILE DIA <u>DIA</u>	指定(2*C)的值
<u>SN</u> EFILE ERAD <u>C</u>	指定C的值
<u>SN</u> EFILE BEVEL <u>BC</u>	指定斜角尺寸 BC
<u>SN</u> EFILE FACE <u>AB</u>	指定面部尺寸 AB
<u>SN</u> EFILE ANGLE <u>ANG</u>	指定面角 ANG

以上条目适用于 UP, DOWN 和 MIXED 模式。 在某些情况下,输入的数据会被 其他数据覆盖,因为输入的可能性超过了自由度的数量。边缘向导中已明确说明, 根据需要,不需要的选项将变灰。在向导中创建边缘后,这些数据将与镜头一起 保存,您可以设定 LEO 列表以查看您的案例实际需要上述哪些选项。 某些选项需要描述 MARGIN 和 BEVEL 的其他数据,这些数据也在边缘向导中进行了说明。这些数据可以输入到一个 RLE 文件中

MARGIN MARGIN

and

BEVEL <u>BEVEL</u>

要明确指定边参数,请使用列表

<u>SN</u> EFILE EX1 <u>A B C ANG1</u>

<u>SN</u> EFILE EX2 <u>E D ANG2</u>

(SN 相同!)

对于反射镜,请按照上面的条目进行操作

SN EFILE MIRROR MTH,其厚度显示在图纸上。(此列表需要所有三行。)下面是可能应用于文件 RTLOG141 的输入。RLE 在大的主镜上添加一个斜面:

1 EFILE EX1 8.011420 8.011420 8.061420 0.000000

1 EFILE EX2 3.000000 7.961420 25.000000

1 EFILE MIRROR 3.000000

斜角现在出现在实体图上:



上面的例子表明,对于这种类型,反射镜的后部是轴对称的。如果反射镜强烈弯 曲或偏心,这可能不合适。在这种情况下,形式

SN EFILE CMIRROR MTH

可能是更可取的。后表面是前表面的副本,具有相同的边界、坡度和曲率。这也 是唯一的选择,反射镜遵循一个 UAP 孔径。

显示模式是唯一适用于胶合双片透镜两个镜片的模式。 其他模式将尺寸从第二 个镜片传递到第一个镜片,这通常不是您想要的。

显示模式需要的不仅仅是其他选项的(ABC)坐标,原因如下:RLE 文件是面向表面的输入结构,而镜片的完整边缘描述需要元件两边的(ABC)坐标。与项结合相反面临的其他选项收集完整的边缘定义,创建点 E 和 D 从点 A 和 B 的第二端和修改数据模式工作的设定,同时明确选项允许您输入整个定义自己,最大限度的控制。如果您使用此列表,则不严格设定第二部分的数据,但是应该使用 EX2 输入数据,因为程序设定元件的两边使用相同的 EFILE 模式,如果不匹配,则会给出错误消息。如果这听起来很复杂的话,那就是。使用向导。您可以在 MPW 找到它。

输入后,如果开关 39 打开,则 EFILE 数据将显示在除 PAD/P 以外的所有镜头绘 图格式上。。

有关更多选项,包括当前数据的列表,请参见上面的到 EFILE 的链接。

3.11 透镜阵列

可以在 SYNOPSYS 中定义的所有表面形状(棱镜除外)也可以声明为相同小透镜的阵列。例如,这种元件正被应用于成型塑料板中。当曲面被赋予您想要的形状时,只需将其声明为带有输入的数组(在 RLE 或 CHG 文件中)

SN ARRAY NXARRAY NYARRAY XSPACING YSPACING

要删除曲面上的数组特性,请使用

<u>SN</u> ARRAY OFF.

NULL 指令还删除任何有效的数组指定。

要在表面 2 上以 3×3 网格创建相同的小透镜阵列,例如,小透镜间隔 0.1 英寸的距离,您将输入

2 ARRAY 3 3 .1 .1

使用此功能有一些限制。

1.需要用户输入的 CAO 或 RAO 孔径,以定义镜头阵列的总尺寸。 该孔径可以 偏心。如果未输入,程序将创建一个包含整个阵列的 RAO 孔径。请勿使用阵列 上的任何 UAP 孔径选项。请注意,此孔径适用于整个阵列,而不适用于单个小 透镜。

2.网格编号应为奇数。 中心小透镜将以光轴为中心。

3.您不能在阵列上设置任何倾斜,偏心或局部或全局坐标。光线追迹将根据需要 自动计算临时偏心,将每条光线放在最近的小透镜上的正确位置,这将与上述所 有选项冲突。如果需要使用这些选项定位数组,请在数组前使用虚拟表面。 可 以为阵列后面的表面分配这些特性。

4.要将数组正确显示为镜片,应为另一端分配与阵列相同的 CAO 或 RAO。如果另一侧也涉及小透镜,那么该侧面也必须声明为阵列:该名称适用于单个表面,而不是元件,因此必须声明双方。

5.对于非连续光线追迹,不能将数组声明为 CAPTURE 或 LOOSE。如果需要以 这种方式使用虚拟表面,请在之前或之后使用虚拟表面。

6.不要在阵列后的任何地方放置真正的光阑位置。在这种情况下通常没有一个独特的主光线,并且光瞳搜索很可能不会收敛到您想要的结果。

7.如果选择灰度选项并打开开关 60, SOLID 将显示透镜的最佳形状。

AZIMUTH -20.000 ELEVATION 30.0 JD TEST AFRAY JOS

示例数组如下所示。

定义光学元件并制作此图片所需的输入如下:

RLE **ID TEST ARRAY** WAVL .6562700 .5875600 .4861300 APS 1 UNITS INCH OBB 0.00 0.20000 0.00000 0.00000 0.00000 0.20000 1.00000 0 AIR 1 CV 0.000000000000 TH 0.1000000 1 AIR 2 RAO 0.30000000 0.30000000 0.00000000 0.00000000 2 CV 8.000000000000 ΤH 0.07000000

2 N1 1.51432237 N2 1.51680005 N3 1.52237643 2 GTB S 'BK7 . 2 ARRAY 3 3 0.100000 0.100000 3 TH 0.18938725 3 YMT 0.00000000 BTH -0.00633600 3 RAO 0.30000000 0.30000000 0.00000000 0.00000000 3 CV 0.0000000000000 3 AIR 4 CV 0.000000000000 TH 0.00000000 4 AIR END ON 60 SOLID 30 - 20 15 0 0 GREYSCALE PLOT PUPIL 2 50 5 RED **TRACE P 0 0 100** END

下面是一个小全息元件阵列(HOES)的例子,该阵列建立在弱透镜上:



RLE **ID HOE ARRAY** 92 WA1 .6328000 WT1 1.00000 APS 1 UNITS INCH OBB 0.00 1.00000 1.50000 0.00000 0.00000 0.00000 1.50000 0 AIR 1 CV 0.00000000000 TH 0.5000000 1 AIR 2 GLM 1.60000000 44.0000000 2 HOE HIN 1.61000000 0.00200000 HTH 0.00200000 CWAV 0.63280000 P1 0.00000000 0.0000000 -1000.0000000 1.00000000 1 P2 0.00000000 0.25000000 5.0000000 -1 1.00000000 ORDER -1 2 ARRAY 3 3 1.00000 1.00000 3 REAL 3 RAO 3.00000000 3.00000000 0.00000000 0.00000000 0.7257600000000 3 CV ΤH 0.36191400

3 GLM	1.6000000	44.	0000000	00	
4 TH	1.35022506				
4 YMT	0.00000000				
4 RAO	3.00000000	3.00000	000	0.00000000	0.00000000
4 CV	0.0000000000000000000000000000000000000				
4 AIR					
5 CV	0.0000000000000000000000000000000000000	ΤН	0.0000	0000	
5 AIR					
END					
SOLID 10 -	20 2 0 0				
GREYSCA	LE				
PLOT					
PUPIL 2 1	100				
BLUE					
TRACE P (0 0 100				
END					

ARRAY 特性被分配给 HOE 本身。程序自动将相同的数组特性分配给 HOE 的基底(本例中为表面 3),以便绘图程序正确渲染。用户必须输入 3(和 4)上的 RAO 孔径。

3.12 超半球表面

对于曲面超出半球点的表面,需要特别考虑。许多通常的规则不适用于这种 形状,它们可能需要特殊的输入。

这是一个有这种表面的透镜的例子:



在这个透镜中,表面7延伸到半球点之外。

有两种情况需要考虑:第一种是当这种形状在透镜优化过程中自然发生。问题表面仍然是一个正常的球面,但当程序计算默认的通光孔径时,它会感知到光线截距超过了那个点,并激活一个标志,其目的是提醒镜头绘制程序,包括 PAD 显示器,在超过那个点后正确地绘制形状。在这种情况下,不测试渐晕,只绘制简单的边缘。EFILE 边不能被分配给这样的元件,因为在这种情况下,普通的边几何形状是没有意义的。只有球面是这样处理的,必须没有偏心或非圆形孔径。

另一种情况是当一个设计完成,你想指定固定孔径。在这种情况下,您还必须将表面声明为超半球,因为默认的 CAO 计算将被绕过,标志也不会像前面的情况那样自动设置。

使用 ELD 的元件图也会显示简单的边,如果你想用不同的方式设计边,你 应该先声明元件 NOEDGE。然后,ELD 将不会绘制边缘,您可以使用注释编辑 器绘制所需的形状。

上面的例子显示了第一面的超半球。它也可以发生在第2条边,如下所示:



这种表面比普通的凹面更难制造,除非你别无选择,否则是要避免的。 所有的镜头绘制程序都尊重这种形状,除了 SOLID。但是旋转固体程序 RSOLID 的工作原理是一样的。

避免超半球表面

如果你想让一个表面成为非球面,而优化程序将其弯曲成超半球的形状,那 么上述关于这些形状固有的困难的评论就更加适用。 小的塑料非球体通常用于 手机相机镜头,它们可以通过成型工艺低成本地生产。 但是,如果镜片超过了 半球点,就不可能从模具中分离出来,而且测试该条件的特征无论如何只适用于 纯球面形状,而不适用于非球体。 因此,人们必须控制形状,使这种情况不会 发生。

光线像差 DSLOPE 在某些情况下可以保持半球点附近区域的曲面斜率,但 该功能是在两个接近的点上计算矢高,并取相对于 Y 的导数。问题是,一个超半 球曲面有两个矢高方程的解,程序取最接近顶点的那个。由于这个原因,如果 形状在任何迭代中碰巧变得强烈的超半球,矢高计算就不会看到它,此后形状就 不能离开这个解。

相反,在这种情况下,我们推荐使用光线像差 RSLOPE。它计算的是相对 于光轴的斜率,而不是相对于顶点平面的斜率(DSLOPE 那样),而且它使用真 实光线截距,而不是简单的矢高计算。

因此,在 DSEARCH 得出的超曲面的情况下,如下图所示,表面 2 是非球面的,延伸得太远了。



可以将条目添加到 SPECIAL AANT 部分

LLL 5 1 1 A P RSLOPE 1 0 1 0 2

这将使该表面上的全域上边缘射线位置的斜角大于5度。在这种情况下,光 瞳是倒置的,但程序感知到这一点,并对超球面点以外的截距返回一个正斜率。 所以这个操作数不管光瞳方向是什么。

这是在表面 2 和 4 上控制 RSLOPE 时 DSEARCH 返回的结果:



现在这两个表面都是实用的非球面。

第4章

4.0 镜头数据输出

当前镜头的规格可以以多种格式显示,其中大部分可以在 MLL 对话框中找到。 命令如下:

SPEC PRT LEO POP OUT ASY TDC SSD SPC SPC RIN DSPEC

4.1 镜头规格(SPEC)

The command



命令生成了镜头数据列表和一阶量表。表面数据采用定点表示法。第6.1 节定义 了 SPEC 列表中使用的近轴项。如果使用 SPEC 命令给出表面编号,则可以知道 透镜的一部分。默认是整个镜头。如果输入 SYS 选项, SPEC 仅显示第一个列表。 SURF 选项仅提供表面数据,FULL 在末尾添加 CAP 列表。 RTG 选项仅显示对 称数据。MLL 对话框中也可以找到此功能。

每个表面都有一个介质识别码,用于描述材料或折射率。对于空气间隔表面是 AIR 或 VACUUM,对于其他表面,标识将是以下之一:

glass type name	用于 GTB 玻璃表分配
ТҮРЕ	用于 GID / TYPE 分配
GLM-NDVD	用于 GLM 玻璃模型分配
PICKUP	用于索引拾取选项
GLASS	用于 GLASS 数据条目
GRIN name	用于梯度折射率材料

对于每个非 AIR 表面,程序还会显示出主波长的索引值和数量(主-1)/(短 - 长),这是有效波长的有效 V 值——除了表面指定的玻璃模型(GLM)。对于

这些程序,程序显示出模型的 Nd 和 Vd 的值,就像在这些表面的介质标题下的符号"GLM-NDVD"一样。如果另一个曲面拾取玻璃模型的索引,那么该曲面将得到实际的索引和有效的 V 值而不是模型参数——因此,如果波长不是 CDF 线,那么您将看到与 GLM 表面不同的值。

表面编号后面的"A"表示表面具有不对称性(倾斜或偏心),而"T"表示表面具有 有效的 TAG(见 3.3.12)。如果一个量受到解法的影响,受影响的数字将跟随"P" 或"S",作为追迹由于镜片中其他地方的变化而可能发生变化的数字的指南。已 分配 MELT 数据的表面用"M"表示。要查看解决方案的详细信息,您应该打开 POP 列表(见下文)。倾斜度和偏心的详细信息将在 SPEC 列表后自动显示(参 见下面的 ASY),如果有效的话。如果输入了可选的 GLOBAL,则 ASY 输出将 是 ASY GLOBAL。 如果输入 LOCAL 选项,则 ASY 输出将为 ASY LOCAL,如 果镜头处于 EXTERNAL 模式且输入 EXTERNAL,则输出将包括 ASY EXTERNAL。

在规范列表中,用符号"<-"表示负空间后的表面(如果物方被声明为 RRAYS,在 默认情况下为奇数次反射)。如果物方被声明为 LRAYS,则镜头在负空间中开 始,并且在奇数次反射之后不显示符号。

您可以通过打开开关 74 来了解表面标志("S", "P"等)的列表。

还有一个绘制版本的 SPEC,它显示了一个镜头图和数字表。这是 DSPEC 命令。 任何超过 9,999,999 的镜头参数将被 SPEC 列为"INFINITE"。示例 SPEC 列表如 下所示。

ID RELAY FLAT 16 07-OCT-05 11:06:35

LENS SPECIFICATIONS:

SYSTEM SPECIFICATIONS

_					
OBJECT DISTANCE	(THO)	INFINITE	FOCAL LENGTH	(FOCL)	-112.0450
OBJECT HEIGHT	(YPP0)	INFINITE	PARAXIAL FOCAL	POINT	12.7113
MARG RAY HEIGHT	(YMP1)	8.0000	IMAGE DISTANCE	(BACK)	12.7113
MARG RAY ANGLE	(UMP0)	0.0000	CELL LENGTH	(TOTL)	5.0344
CHIEF RAY HEIGHT	(YPP1)	0.0000	F/NUMBER	(FNUM)	-7.0028
CHIEF RAY ANGLE	(UPPO)	0.2500	GAUSSIAN IMAGE	HT (GIHT)	-0.4889
ENTR PUPIL SEMI-A	8.0000	EXIT PUPIL SEMI	-APERTURE	-1.6274	
ENTR PUPIL LOCATION		0.0000	EXIT PUPIL LOCATION		-10.0816
WAVL (uM) .6562700 .5875600 .4861300					
WEIGHTS 1.000000 1.000000 1.000000					
COLOR ORDER 2	1 3				
UNITS		INCH			
APERTURE STOP SUR	FACE (APS)	1	SEMI-APERTURE	8.00142	
FOCAL MODE		ON			
287					
MAGNIFICATION 1.12045E-10

POLARIZATION AND COATINGS ARE IGNORED.

SURFACE DATA

	RADIUS	THICKNESS	MEDIUM		INDEX	V-NUMBER	
0	INFINITE	INFINITE	AIR				
1	-98.85000	-37.86380	AIR	<-			
2	22.90473	-0.50000	SK12	<-	1.58313	59.45	SCHOTT
3	536.59216	0.50000P	PICKUP		1.58313P	59.45	
4	22.90473P	23.05965	AIR				
5	INFINITE	4.57873	AIR				
6	11.91324	0.25000	BK7		1.51680	64.17	SCHOTT
7	-6.14322	6.36561	AIR				
8	-1.62322	0.20000	SF6		1.80518	25.43	SCHOTT
9	-1.76086	8.12925	AIR				
10	-77.41077	0.31500	BASF12		1.66998	39.20	SCHOTT
11	-5.35174	12.71130s	AIR				
IMG	INFINITE						

KEY TO SYMBOLS

A	SURFACE HAS TILTS AND DECENTERS	в	TAG ON SURFACE
G	SURFACE IS IN GLOBAL COORDINATES	L	SURFACE IS IN LOCAL COORDINATES
0	SPECIAL SURFACE TYPE	P	ITEM IS SUBJECT TO PICKUP
s	ITEM IS SUBJECT TO SOLVE	м	SURFACE HAS MELT INDEX DATA
SY	NOPSYS AI>		

4.1.1 带有 SPEC 的 DWG (DSPEC)

SPEC 列表可以发送到图形图来代替命令窗口。下面列出了类似于 DWG 或 PERSPECTIVE 图纸的镜头图纸显示在页面顶部。

命令是

DSPEC [TSCF [JSSS JSPS [F/0] [YOS]]].

在此输入中,TSCF 是比例因子,其中 2.0 将是两倍比例,与 DWG 命令一样,

表面范围在数据 JSSS 和 JSPS 中给出。此功能始终追迹三个场视点:中心,上部 和下部视场。如果输入的比例超过图片可用的相当小的区域,则会自动缩小。如 果镜头包含使其延伸到正常图像区域以下的折叠,您可以在 YOS 中输入可选的 Y 偏移(单位为英寸),这将导致列表部分向下移动以避免重叠。负 YOS 会使 列表向下移动。

如果 TSCF 为零或不填,程序将计算适合页面宽度的比例因子。

此功能也可以从菜单 MPL 和 MLL 运行。

如果在命令的单词 5 中输入了可选的"F",则列表将包括系统以及所有表面数据,并将在末尾添加 CAP 列表。否则,只打印表面数据。示例 DSPEC 图如下所示。

			LENS	DATA S	SUMMARY	
BUDGET DATA SUMPLY DATA RADIUS TRICKMESS NEDIUS INDIX V-KUMERR 0 INTINITE INTINITE AIR	TINS 3	LESCOPE WITH 244 3 OF P				
0 INTINITY INTINITY AIR 1 166.36500 10.21500 GR 3.99986 843.88 UNUSUAL 2 242.13600 43.91100 AIR 3.99986 843.88 UNUSUAL 4 998.01000 19.88100 AIR 3.99986 843.88 UNUSUAL 5 -109.17900 4.25500 GR 3.99986 843.88 UNUSUAL 6 -161.56600 64.17900 AIR 7 37.45800 4.32080 GR 3.99986 843.88 UNUSUAL 8 55.69200 4.72500 AIR 7 37.45800 A.12000 AIR 10 INFINITE 40.07760 AIR 7 3.99986 843.88 UNUSUAL 11 -24.81300 13.23000 CR 3.99986 843.88 UNUSUAL 12 -34.81200 0.90000 AIR 7 3.99986 843.88 UNUSUAL 14 -225.36600 0.90000 AIR 7<	80707	RADIUS	THICKNESS	MEDIUM	INDEX	V-MINBER
18 INFINITE 0.00000 AIR INC INFINITE NUMPRITE 0.00000 AIR MEY TO SYMBOLS	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 8 4 78	IMFINITE 166.36500 242.13600 998.01000 -109.17900 -161.56800 37.45800 55.69200 INFINITE -24.81300 -34.81200 1878.52500 -44.54100 54.64800 INFINITE	INFINITE 10.21500 43.91100 6.75000 19.88100 4.27500 64.17900 4.32000 4.72500 3.15000 40.07700 13.23000 0.90000 4.27500 0.90000 4.72500 30.11400 0.00000	AIR GE AIR GE AIR GE AIR GE AIR GE AIR GE AIR GE AIR GE AIR AIR	3.99986 3.99986 3.99986 3.99986 3.99986 3.99986 3.99986	B 43.88 UNUSUNU 88.648 LAUGUNU 88.648 LAUGUNU 88.648 LAUGUNU 88.648 B 43.88 UNUSUNU 88.648 LAUGUNU 88.648 LAUGUNU 88.648
	18 INC XEY TO A SUR C SUR C SUR C SUR THIS L THIS L	INFINITE INFINITE SAYMEOLS FACE HAS TILTS A FACE IS IN GLOBA CIAL SURFACE TYP N IS SUBJECT TO ENS HAS NO SPECI ENS HAS NO TILTS	D.DDDD MD DECENTERS L COORDINATES SOLVE AL SURFACE TYP: OR DECENTERS	AIR B TAG ON S L SURFACE P TITM IS M SURFACE	SURFACE 13 IN LOCAL CO SURJECT TO PIC HAS MELT INDEX	DATA

如果列表太长,不适合单个页面,则程序将为其余数据创建额外的页面,并自动使 GAW 选项生效,以便其他页面不会覆盖第一页。

如果镜头包含经向平面或任何棱镜之外的任何倾斜或偏心,程序将自动使用透视 图而不是 Y-Z 剖面图。

以下是我们如何在折叠系统上运行此功能的命令:

FET FOLDS DSPEC 0 1 99 F -2.5

在这里,我们将列表向下移动 2.5 英寸,以便为图片腾出空间,并设置完整的 SPEC 列表。

4.2 显示数据(PRT)

该命令



以浮点格式显示镜头数据。此输出包含比 SPEC 更多的有效数字,并且还列出了 所有波长的精确索引。可选的[SYS]仅提供系统信息(目标代码, APS 等),[SURF] 仅提供表面数据。如果输入表面编号,则只有一行给出该表面的数据,如果使用 JSSS,JSPS 给出两个表面编号,则列出该部分镜头。带有 TAG 的表面(见 3.3.12) 用"T"表示,即使输入了不同的表面编号或[SYS],也会输出标记表面的数据。 PRT 列表自动跟随 ASY 或 ASY GLOBAL (如果输入可选的 GLOBAL)列表(见 下文),如果镜头中存在倾斜,偏离或变形,并且镜头处于 EXTERNAL 模式并 且输入了 EXTERNAL, 输出将包括 ASY EXTERNAL。 PRT 列表示例如下所示。 MLL 对话框中也可以找到此功能。

SYSTEM SPECIFICATIONS

OBJECT DISTANCE	(THO)	1.000000E+12	OBJECT HE	IGHT	(YPPO)	-3.639702E+11		
MARG RAY HEIGHT	(YMP1)	8.928000	CHIEF RAY	HEIGHT	(YPP1)	-4.331911		
MARGINAL RAY ANGLE	(UMP0)	5.115367E-10	CHIEF RAY	ANGLE	(UPPO)	20.000000		
WAVL (uM) .6562700	.587560	0 .4861300						
WEIGHTS 1.000000 1.000000								
COLOR ORDER 2	1 3							
UNITS		MM						
APERTURE STOP SURF	ACE (APS)) 3	SEMI-APERTU	JRE	6.78978			
FOCAL MODE		ON						
MAGNIFICATION	-4.	99972E-11						
POLARIZATION AND C	OATINGS 2	ARE IGNORED.						

SURFACE DATA

SURF	RADIUS	THICKNESS	Nl	N2	N3
OBJ	INFINITE	INFINITE		AIR	
1	24.125650	7.48759	1.783314	1.788309	1.799920
2	291.327395	4.43491		AIR	
3	-46.439859	3.95742	1.720848	1.728251	1.746482
4	20.566216	6.18597		AIR	
5	61.646360	4.25531	1.783314	1.788309P	1.799920
6	-34.584704	35.464558		AIR	
IMG	INFINITE				

KEY TO SYMBOLS

A SURFACE HAS TILTS AND DECENTERS B TAG ON SURFACE

- G SURFACE IS IN GLOBAL COORDINATES L SURFACE IS IN LOCAL COORDINATES
- O SPECIAL SURFACE TYPE
- P ITEM IS SUBJECT TO PICKUP
- S ITEM IS SUBJECT TO SOLVE SYNOPSYS AI>

4.3 镜头文件输出(LEO)

命令 LEO 使镜头数据格式化为 RLE 文件并显示。此文件包含重建镜头所需的所 有数据,对文档非常有用。MLL 对话框中也可以找到此功能。

LEO 列表示例如下所示 SYNOPSYS AI>LEO 28-AUG-03 14:11:10 RLE ID MIT 1 TO 2 UM LENS 79 WAVL 1.970100 1.529600 1.060000 APS 4 NOVIG UNITS MM OBB 0.00 7.00000 17.50000 1.05311 0.00000 0.00000 17.50000 0 AIR 1 RAD 86.72000000000 TH 4.0000000 1 N1 2.26504430 N2 2.27176709 N3 2.28899365 1 GTB U 'ZNSB . 2 RAD 256.16000000000 TH 1.90921550 2 AIR 3 PIN 1 тн 3 RAD 23.3200000000000 7.64871430 3 GID 'PICKUP ' тн 1.0000000 4 RAD 46.0900000000000 4 AIR 5 RAD 50.8000000000000 TH 3.0000000 5 N1 2.42683399 N2 2.43803687 N3 2.46972619 5 GTB U 'ASS3A ' 17.387000000000 TH 28.71738800 6 RAD 6 AIR 7 PIN 1 тн 3.5000000 27.1400000000000 7 RAD 7 GID 'PICKUP '

8 TH 16.29762614 8 YMT 0.0000000 8 RAD 65.226000000000 8 AIR 9 CV 0.0000000000 TH 0.0000000 9 AIR

END

4.4 显示选项 (POP)

命令 POP (显示选项)给出了有效的所有拾取和求解的短表,以及表示为曲率和 折射率设置的时常有用的各种标志的表。POP 列表的示例如下所示。MLL 对话 框中也可以找到此功能。

SYNOPSYS AI>POP ID TRIPLET

1898

10-JUL-99 15:34:33

SUMMARY OF SURFACE CHARACTERISTICS AND ACTIVE OPTIONS

 SURF	RSPO	SURFACE SPECIFICATION	INS	PC MEDIUM SPECIFICATION
_				
1	1	RD	1	GLASS MODEL Nd Vd
2	2	cv	4	AIR
3	1	RD	1	GLASS MODEL Nd Vd
4	2	cv	4	AIR
5	2	CV	3	PICKUP
6	1	RD	4	AIR
IMG	4	FLAT SURFACE	4	AIR

SOLVES, PICKUPS, AND OPTIONS

5 PIN 1 6 CV -0.03761123 6 UMC -0.1800000

SYNOPSYS AI>

标题"RSPC"和"INSPC"下列出的量是指输入的输入格式。

4.5 输出

简化命令 OUT 导致 SPEC, SPC, POP 和第四个列表 CAP 的自动输出,如 6.2.1 节所述。

4.6 显示不对称 (ASY)

可以使用以下命令以多种格式输出不对称(包括倾斜,偏心和特殊表面数据):

ASY [<u>SN</u>] ASY GLOBAL [<u>SN</u>] ASY LOCAL ASY <u>JSSS JSPS</u> ASY EXTERNAL

基本 ASY 命令生成倾斜和偏离的列表,显示输入它们的规则 (RELATIVE, GLOBAL, LOCAL)。如果表面变形,则显示系数 G1 至 G22。指示撤消先前倾斜或偏离的表面。如果镜头有不对称,则在 SPEC 和 PRT 之后自动生成此列表。下面给出了 ASY 列表的示例。MLL 对话框中也可 以找到此功能。

TILTS AND DECENTERS DATA

SURF	TYPE	Х	У	Z	ALPHA	BETA	GAMMA
9	REL	0.00000	0.00000	0.00000	45.0000	0.0000	0.0000
10	REL	0.00000	0.00000	0.00000	45.0000	0.0000	0.0000
13	REL	0.00000	0.00000	0.00000	18.0000	0.0000	0.0000
14	REL	0.00000	0.00000	0.00000	18.0000	0.0000	0.0000
15	REL	0.00000	0.00000	0.00000	27.0000	0.0000	0.0000
16	REL	0.00000	0.00000	0.00000	27.0000	0.0000	0.0000
KEY '	TO SURFACE	TYPES					
GLB	GLOBAL CO	ORDINATES		LOC LOCAL	COORDINAT	ES	
REL	RELATIVE	COORDINATES		REM REMOT	TE TILTS IN	RELATIVE	COORD.
SYNO	PSYS AI>						

如果输入 ASY GLOBAL,将打印一个表格,给出每个面在 1 号面(或 SN 号面)坐标系中的位置和全局欧拉角。见 3.2。下面是一个 ASY GLOBAL 上市的例子。

GLOBAL COORDINATE DATA

GLOBAL COORDINATE SURFACE LOCATION IN COORDINATE SYSTEM OF SURFACE 1

SURF	х	У	Z 1	NOTES ALPHA	BETA	GAMMA
1	0.000000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000
2	0.000000	0.000000	1.400000	0.00000	0.00000	0.00000
3	0.000000	0.000000	1.525000	0.00000	0.00000	0.00000
4	0.000000	0.000000	1.543440	0.00000	0.00000	0.00000
5	0.000000	0.000000	1.668440	0.00000	0.00000	0.00000
6	0.000000	0.000000	1.730680	0.00000	0.00000	0.00000
7	0.000000	0.000000	1.919300	0.00000	0.00000	0.00000
8	0.000000	0.000000	3.512570	0.00000	0.00000	0.00000
9	0.000000	0.000000	4.069350	-45.00000	0.00000	0.00000
10	0.000000	-2.01638E-16	4.069350	-90.00000	0.00000	0.00000
11	0.000000	-1.242050	4.069350	-90.00000	0.00000	0.00000
12	0.000000	-1.437050	4.069350	-90.00000	0.00000	0.00000
13	0.000000	-4.859920	4.069350	-108.00000	0.00000	0.00000
14	0.000000	-4.859920	4.069350	-126.00000	0.00000	0.00000
15	0.000000	-2.599996	2.427419	-153.00000	0.00000	0.00000
16	0.000000	-2.599996	2.427419	180.00000	0.00000	0.00000
17	0.000000	-2.599996	5.709489	180.00000	0.00000	0.00000
18	0.000000	-2.599996	5.904489	180.00000	0.00000	0.00000
19	0.000000	-2.599996	5.904489	180.00000	0.00000	0.00000
20	0.00000	-2.599996	5.904489	180.00000	0.00000	0.00000

Unless noted, Euler angles are taken in the order alpha, beta, gamma SYNOPSYS AI>

如果输入了 ASY LOCAL,则表格将位于上一个表面的坐标中。如果输入两 个表面编号,则仅列出镜头的那部分。

如果镜头处于 EXTERNAL 模式,则 ASY EXTERNAL 命令会生成类似于 ASY GLOBAL 的列表,但是在外部坐标系中而不是在表面 1 的列表中。

4.6.1 倾斜和偏心(TDC)

TDC (Tilts 和 DeCenters) 命令与前面描述的 ASY 命令相同, 只是它不产生特殊 的表面数据输出。

4.6.2 特殊表面数据(SSD)

命令

SSD [JSSS JSPS]

SSD [<u>SN</u>]

显示指定范围的曲面的特殊曲面数据。 这些数据描述了平面或球面以外的表面 名称。

4.7 规格,带镜片光焦度(SPC)

命令

SPC [JSSS JSPS]

给出了一个表面曲率而不是半径的表格,以及镜片的光焦度和通光孔径。对于 胶合透镜,光焦度是在使用时的配置中(隐含在在被胶合的的折射率中),以及在 空气中的镜片给出。如果输入表面编号,则仅列出镜头的那部分。下面给出一 个示例 SPC 列表。 MLL 对话框中也可以找到此功能。

```
ID TRIPLET START 5193 13-FEB-98 09-38-43
```

SPC LISTING

ELE	SURF	CURVATURE	THICKNESS	INDEX	V-NUMBER	POWER	SEMI-APER
	OBJ	0.00000	INFINITE	AIR			
1	1	0.02458	4.9274	1.61375	56.40	0.01334	21.32132
1	2	0.00298	11.2635	AIR			21.45762
2	3	-0.00998	3.0000	1.61942	35.07	-0.01619	16.76346
2	4	0.01598	3.0000	AIR			15.41003
	5	0.00000	12.7757	AIR			15.20744
3	6	0.01038	6.2000	1.61375	56.40	0.00811	16.77657
3	7	-0.00291	109.9889	AIR			16.96102
	IMG	0.00000					

4.8 (主题删除)

(此部分未使用。)

4.9 折射率数据(RIN)

命令

RIN { <u>SN</u> / <u>JSSS</u> <u>JSPS</u> }

如果只输入一个数字,命令 RIN {SN / JSSS JSPS}将在所包含的镜片表面范围内或在设定的表面上所有折射率的表格。

此功能位于 MLL 对话框中。

第5章

5.0 实用功能

可以在对话框 MUT 中用界面访问以下部分中描述的功能。

5.1 表面形状程序(SAG)

指令 SAG SN [HAAP] NSTEPS 将在 NSTEPS 步骤中显示 Y 轴坐标从 0 到 HAAP 的表面 SN 的 SAG 矢高表。倾斜和偏心被忽略。SAG 输出的示例如下所示。此 功能也可以与 MUT 对话框界面运行。

仅当表面 SN 已声明为 NURBS 表面时,特殊形式 SAG SN NURBS [FULL]才有效。在这种情况下,程序将列出控制点的 Z 分量,以矩阵排列。如果输入 FULL,则程序在表面上列出(X,Y,Z)点,其中 X 和 Y 取自控制点,Z 给出表面本身的矢高((而不是控制点的 z 坐标)。

超球面的处理方式有所不同;分析在球面坐标系中完成,程序提供角度列表和每个角度的(Y,Z)坐标。

14-FEB-98 10-26-42

4161

SYNOPSYS AI>SAG 2 10 10

ID MIT 1 TO 2 UM LENS

SAG TABLE

SURF SEMI-APERTURE AXIAL RADIUS SURFACE TYPE

2 10.00000 256.16000 RD

Y-HEIGHT SAG

1.00000	0.00195
2.00000	0.00781
3.00000	0.01757
4.00000	0.03123
5.00000	0.04880
6.00000	0.07028
7.00000	0.09566
8.00000	0.12495
9.00000	0.15815
10.00000	0.19526

SYNOPSYS AI>

5.1.1 表面轮廓(SPROFILE)

由幂级数系数,Zemike 系数,ASTORIC 或表面名称 NCZONE 或 USS 表示的表面的形状可以通过将表面绘制为倾斜透视图或轮廓图来表示。输入是

[CONTOUR [SCF]] [FRINGES [WAVL]] SPROFILE ISN {0 / F} SCF [{AP / 0} [PRINT]]

这里

ISN 是包含非球面系数的表面编号

F 表示完整的表面形状,包括基本曲面和圆锥常数(如果有的话)。如果输入零,则程序仅显示非球面的,而不显示基本曲线或圆锥曲线贡献(ASTORICS除外,它显示总体形状)。
 SCF 是比例因子,以表面上每英寸的比例为单位

[AP] 是要分析的通光孔径(默认是表面的 CAO)。

PRINT 在表面上生成(X,Y,Z)坐标的显示列表。

轮廓输出如 8.6.1 节所述获得,如果 FRINGE 命令在 SPROFILE 命令之前,则产 生衍射条纹图案。在这种情况下,条纹给出了双通道配置中可见的图案,其参考 波阵面恰好适合表面的基本曲面加上可能存在的任何圆锥常数(如果未选择"F" 选项;如果是,则参考波阵面是平免。)默认参考波长为.6328μM。示例 SPROFILE 图如下所示。(本例显示了蒙特卡罗程序在一个表面上模拟该表面不规则误差的 圆柱误差所产生的条纹图。)

如果您想要显示列表(由单词 6 中的 PRINT 一词生成),请务必先激活输出保存。这样生成的数据将生成多达 2500 个数据点,这对于单个命令窗口缓冲区来说太大了。 在运行 SPROFILE 命令之前输入 PON filename,然后运行 POF C。数据将保存在您创建的文件中。



5.2 元件重量计算(WGT,GWGT)

有两种形式的重量计算: WGT 和 GWGT。

命令 WGT SN [SPG]将计算由表面 SN 和 SN +1 限定的透镜镜片的体积和重量。 镜头边缘将是圆柱体,其半径等于两侧的 CAO 值中的较大者,或者如果开关 39 接通并且已定义 EFILE 数据,则由当前 EFILE 数据定义的边缘。 SPG 是镜片的 比重,单位为克/立方厘米。虽然可以分析非球面表面,但只有表面是旋转对称 的,结果才有意义。此功能也可以与 MUT 对话框交互运行。

WGT 还可以分析具有平面和两侧矩形(RAO)边缘的玻璃块的重量,这两个边缘完全匹配。 这用于分束器立方体。

如果玻璃是 GLM 玻璃或来自玻璃库,则将估算比重或从玻璃特性文件中获取比重,无需在数据中输入。

如果 EFILE 数据生效且开关 39 打开,则重量计算会考虑边缘的几何形状,包括 已定义的任何平面,角度或斜角。

如果镜片厚度已使用 EFILE 数据输入,或者使用 MEW 边缘向导,并且开关 39 打开,则程序可以计算镜片的重量。在这种情况下,您必须使用 GWGT 表格输入镜片材料的比重(见下文)。

如果镜头或反射镜 CAI 有效,程序将通过移除圆形或矩形芯来近似减轻重量。 它不处理用 EAO 和 EAI 定义的椭圆孔,但处理矩形孔。

在使用参数 WGT 进行优化期间可以控制镜片的重量,具有更简单的近似。

请注意,如果您的系统包含一个 Mangin 镜片,光线穿过两次,那么重量将被计算两次,因为,对于程序它设置为另一个镜片。

WGT 输出的示例如下所示。

SYNOPSYS AI>WGT 1

ID TRIPLET 4111 14-FEB-98 10-50-22

WEIGHT, VOLUME, AND CENTROID DATA

ELE SUI	RF SEMI-A	SEMI-APER. SP. GRAVITY		VOLUME	WEIGHT	CENTROID
	(mm)	(g/cm**3)	(mm**3)	(gram)	(mm)	
1 1	12.752	5.572	2770.208	15.436	4.217	

GROUP TOTALS

TOTAL VOLUME (MATERIAL MEDIUM ONLY)	2	2770.208 mm**3
NET CENTROID FROM THE VERTEX OF SURFA	ACE 1	4.217 mm
TOTAL WEIGHT	15.436 gram	S

NOTE: ITEMS MARKED "V" DENOTES USER-SUPPLIED SPECIFIC

GWGT 命令有两种形式。 第一种形式导致计算包括的表面范围的重量。

GWGT [JSSS JSPS] [P]

END

第二种形式

GWGT [INCLUDE / EXCLUDE] [P]

SN [SPG]

•••

END

将计算命令后表面列表中指定的表面的重量。 在每种情况下, SN 应该是您要 评估的镜片的第一面。

如果选择了 INCLUDE 选项,则只有输入的表面才会包含在组中;除了排除的 表面外,EXCLUDE 选项将包括整个镜头。可选 P 给出了单个元件计算和组总 数的列表。

要评估在表面范围内出现的镜片,必须使用 INCLUDE 窗口,您可以在其中输入反射镜材质的 SPG。

5.3 光通量计算

命令 FLUX NB { ICOL / P] SN 从轴向物点(或输入"P"时的主波长)追迹波长 编号为 ICOL 的 NB 光线的径向光扇,并找到每条光线与表面 SN 的交点。 然 后分开地追迹每条光线,并计算 SN 上的局部光线密度。如果系统处于 OBG 模 式或 OBA 的高斯模式生效,则包括物体空间中 cos**4 衰减的影响,以及远地 点化(如果有)和高斯强度衰减。表面 SN 不能偏心,并且轴上主光线必须与 光轴重合。该特征用于聚光器光学问题和激光束成形光学器件,并且如果在焦 散面(即在像面附近)评估光通量,则可能给出不正确的结果。FLUX 输出的 示例如下所示。

SYNOPSYS AI>FLUX 10 2 10

ID 7-ELEMENT LENS

124

11-DEC-12 17:14:45

FLUX INTENSITY AT SURFACE 10

HEIGHT FLUX INTENSITY

5.011166E-05 1.000000

0.501219	0.999587	
1.002701	0.998336	
1.504819	0.996219	
2.007913	0.993192	
2.512353	0.989186	
3.018549	0.984111	
3.526967	0.977845	
4.038151	0.970234	
4.552742	0.961077	
5.071518	0.950120	

SYNOPSYS AI>

此命令生成一个表,如上所示,如果点数不超过200,也会生成一个图。



您也可以使用不同的程序获得绘制的光通量分析,例如使用 MACro

DD: DO MACRO FOR AIP = 0 TO 1

COMPOSITE

CD1 P FLUX 0 0 AIP 0 surfacenumber

= CD1

Z1 = FILE 1

= 1 + Z1

ORD = **FILE** 1

第一行定义了一个命令符号,您应该在 MACro 运行一次后执行该命令符号。只需输入"DD"即可运行循环。(如果您不熟悉 AI MACro 循环,请参阅第 15 章。)

MACro 本身使用光通量畸变来计算输入表面编号的每个区域的光通量变化(该 区域将通过运行 MACro 时的 AIP 值来识别)。在该光通量差的复合评估之后的 计算将其转换为光通量值,然后绘制该光通量值。此形式比原始 FLUX 绘图更通 用,因为它允许您指定具有 FLUX 像差的视场点。

这有一个很好的技巧:而不需要像上面用户定义命令"DD",尝试这种变化:

DD: QUIET/DO MACRO FOR AIP = 0 TO 1/LOUD/AGAIN

现在,当您键入 DD 时,您只获得最终结果,而不必在命令窗口上滚动查看所有 案例。

5.4 冷反射

命令 NARCISSUS 给出了每个表面的 ΦAoN 值的列表。镜片定义如下。



在设计具有冷却探测器的扫描红外系统时,重要的是确保没有表面具有将源自探测器的热辐射反射回探测器的性质。如果出现这种情况,使这种反向反射成为可能的几何形状只能发生在扫描模式的中心附近,而探测器在那一瞬间接收到的总通量略低,将导致 "冷尖峰",或虚假的信号变化,在显示的中心出现一个黑暗的污点。

通过在透镜的近轴光线追迹期间计算的量,可以显示来自给定表面的反射辐射在 到达探测器时离焦的量。如果它完全失焦,则由逆向反射产生的能量密度将很小 并且来自该表面的冷反射将不会显着。

在上图中示出了反射光线的路径,并且识别了参数 Ao 和 Φ 。参数 N 是表面右侧 空间的折射率。给定这种几何形状,在探测器处返回的弥散斑尺寸可以显示为(在 小 Φ 的极限内) Y1 = 2 Φ Ao N / α ,其中 α 是探测器处光束的最终会聚半角,并且 Y1 是弥散斑的半高。冷尖峰的强度与 Y1 ** 2 成反比,因此 Φ AoN 的列表 表明哪些表面是严重的冷反射来源。对于 AFOCAL 系统,光束的(半)角度离 焦是 2 Φ AoN/af,其中 af 是正常出射光束的半孔径。

可以在评价函数中控制单个表面的冷反射贡献。见 10.3.3 节。您还可以使用 GHPLOT 分析冷反射的几何特性。

示例 NARCISSUS 输出如下所示。

SYNOPSYS AI>

SYNOPSYS AI>NAR

ID INFRA-RED OPTICAL SYS 2 0F P9217 7946

14-FEB-98 12-29-11

NARCISSUS ANALYSIS

SURF **YNI** Imarg/Ichief 1 11.0089 2.9393 2 2.3690 -0.6343 3 0.1848 0.3691 4 0.1952 0.1271 5 1.2380 -4.0893 6 0.0635 -0.0161 7.2144E-04 7 1.9262E-04

SYNOPSYS AI>

在一些系统中,物理上能够产生冷辐射的区域明显大于探测器区域本身。在这样的系统中,冷反射可能受到在一些中间表面上的逆向反射光束的渐晕的限制,称为"冷光阑",而不是由于先前计算所假设的过度填充探测器的光束的限制。

负责来自给定表面的冷反射光通量的光束必须从探测器向后穿过系统,经历反射,然后向前传播直到它与冷表面相交。任何被温暖表面渐晕的光束部分都不 会对冷反射产生影响。冷光阑是指任何向前移动的光线最终必须到达冷表面的 表面。它可以由输入指定。

NAR SN [AP]

其中 SN 给出表面编号, AP 给出通光孔径半径。默认孔径是 CAP 列表中给出 的。如果给出这个输入,则上面描述的冷反射计算将输出一个表格,该表格会 给出由于其前面的每个表面在冷停止处的逆向反射光束孔径,以及冷光阑面积 与光束的比值。近轴光线高度决定了初始光束的大小,并进行了近轴光线追 迹。一个例子如下所示。

SYNOPSYS AI>

SYNOPSYS AI>NAR 9 3.75

1D AFOCAL KERKACIOK IELEBCI OF 17520 7740 14-FED-70 12-53	ID AFOCAI	L REFRACTOR	TELESC 1 0F P7520) 7946	14-FEB-98	12-33-51
--	------------------	-------------	--------------------------	--------	-----------	----------

NARCISSUS ANALYSIS

SURF YNI Imarg/Ichief

1	17.8075	26.0558
2	7.3639	-4.2790
3	9.3105	-7.4326
4	4.8948	-3.7331
5	0.2947	0.6271
6	0.0791	0.0648
7	0.9858	-1.5529
8	0.1687	0.1556

GEOMETRICAL ATTENUATION FACTOR

COLD STOP ON SURFACE NO. 9

COLD STOP SEMI-APERTURE 3.7500

SURF BEAM HEIGHT AREA RATIO

1	-11.8458	0.1002	
2	-0.0985	1448.5962	
3	3.5586	1.1105	
4	0.2924	164.4876	
5	1.0141	13.6751	
6	-2.6105	2.0635	
7	6.0848	0.3798	
8	-1.9786	3.5923	
9	-3.5675	1.1049	

NOTE: BEAM HEIGHT is the height of the retro-reflected beamat the cold stop.

AREA RATIO is area(cold stop)/area(retro-reflected beam)

SYNOPSYS AI>

在该列表中,"面积比"是冷光阑的面积除以在给定表面处反射之后的返回光束 的面积。

全视场冷反射

虽然上一节描述了分析近轴光线的功能,但也可以用真实光线来评价冷反射。 这个功能是 FNAR,输入是

FNAR

NRYS nrys

ICOL icol

JNAR jn1 jn2 ... jn10

NSTEPS nsteps

REFL <u>refl</u>

CLOC <u>cloc cao</u>

DISPLAY background white black

END

在这个输入中:

nrys 是网格中要追迹的光线数量

icol 是波长编号

jn1 到 jn10 是要评估的冷反射表面

nsteps 是要分析的视场中位置的数量

refl 是表面 jnar 的反射系数

cloc 是冷光阑的位置,相对于表面 1, cao 是该光阑的半控径。

如果输入 DISPLAY,程序将创建一个灰度位图,显示人们在调整显示时看到的 冷反射,使背景处于水平背景,白色值是显示饱和的地方。这些条目说明了显 示电子设备的偏移和增益。下面给出一个例子。

考虑下面这个镜头,表面1是镜头的入瞳



这是一个 FLIR 望远镜,反向排列。光线实际上是从右边进来的,但这里我们 要检查的是冷反射的光线,而不是来自物方的光线。

我们假设在页面左侧有一个某种检测器,所显示的入射光线都是通过扫描棱镜 或其他一些机制传到那里的,没有显示。所描述的光线实际上是从右边来的, 但我们想向后追踪这些光线,看看检测器还能观察到什么。在表面1左边的距 离 cloc 处有一个宣称的冷光阑,半孔径 CAO。这个模型是通过移动冷光阑的 位置并使 CAO 偏离中心,以遵循传感器的观察方向(因为扫描棱镜没有被建 模)。

如果我们向后追迹的光线(向右)从某个表面反射并返回到左边,它们要么通 过冷光阑,要么不通过。如果它们通过了,就意味着探测器在那个视场角看到 了反射,因此那个视场点的信号略微降低了 -- 这就产生了在那个场点的显示 屏上看到的冷反射。如果这些光线不能通过,那么探测器就会看到一个热的反 射,这不会对冷反射效应产生影响。FNAR可以帮助评估这两种情况下的情况。

这个系统的 NAR 计算返回以下数据。

SURF	YNI	Imarg/Ichief	CYNI	RATIO (M/C)
1	2.6627E-11	1.3217E-11	0.1432	1.8595E-10
2	0.6135	-0.6601	1.6439	0.3732
3	1.4558	2.2467	1.1851	1.2285
4	0.0765	-0.0426	5.1619	0.0148
5	0.2625	-0.2924	3.8193	0.0687
6	0.0581	-3.8056	0.5334	0.1089
7	0.1039	0.5738	3.1955	0.0325
8	8.5961	-2.9942	0.2860	30.0601
9	7.1392	-2.6466	0.2580	27.6684
10	7.2616	5.4738	0.1257	57.7712
11	8.7545	6.8426	0.1075	81.4749
12	2.3688	1.1393	0.0566	41.8536
13	14.8436	-9.4149	0.0465	319.0402
14	9.6689E-04	4.7992E-04	0.0595	0.0163

NARCISSUS ANALYSIS

SYNOPSYS AI>

这里我们看到,4号和6号表面的 YNI 值最低,而4号和5号表面的 M/C 值最低。 让我们来看看这些表面的反射情况。

FNAR NRYS 1000

ICOL 2 JNAR 4 NSTEPS 50 REFL 0.01 CLOC -50 5 END



FNAR

NRYS 1000 ICOL 2 JNAR 5 NSTEPS 50 REFL 0.01 CLOC -50 5 END



FNAR

NRYS 1000 ICOL 2 JNAR 6 NSTEPS 50 REFL 0.01 CLOC -50 5 END



在这里,我们看到4号和5号表面的冷反射部分区域延伸,此后归于零。6号 表面的图显示了一个延伸到整个领域的渐变坡度,这对眼睛来说不太明显。该 表面的 M/C 值比其他表面高,这预示着那里的冷反射不那么严重,这就是我们 看到的情况。

现在让我们来看看来自表面4的冷反射真实光线,在视场点0.2处,在上面的 图中没有任何光线能通过。为此,我们关闭VIG模式(这样就不会删除渐晕的 光线),并使用 GHPLOT 来显示光线的路径。

GHPLOT 55 P 1 .2 0 4 R R 0.01 ALL BURIED 4 1 DRAD 0.01 SIMAGE CAO PER 0 0 0 1 200

PLOT



在这里,我们沿着红色的光线看,从视场点 0.2 向右传播。 这些光线从表面 4 反射并向左移动,显示为蓝色 -- 但它们是向着冷光阑外的一个点移动的,这 个点在表面 1 的左边,在这种情况下是向下偏心的,这就是为什么上面的轨迹 会这样下移。 这些光线是渐晕的。

相比之下,表面6的反射波有一个更渐进的曲线,显示大部分光线通过冷光阑返回,甚至从使场的边缘返回,这就是为什么在这种情况下曲线不那么陡峭。



显示仿真

FNAR 还可以显示 FLIR 系统的模拟显示,其中有一个或多个表面促成了冷反射效应。这里我们展示了选择四个表面时的效果。

CHG VIG END FNAR

```
NRYS 1000
ICOL 2
JNAR 4 5 6 7
NSTEPS 50
REFL 0.01
CLOC -50 5
DISPLAY .8 .78 .82
END
```

这将在调整时建立显示模型,使背景水平在 0.8,在 0 为黑色,1 为白色的刻度 上。 冷反射的贡献将降低受影响的视场点的数值,增益被调整为 0.78 的水平 显示为黑色,0.82 显示为白色。 这就是结果图,它显示了一个明显的冷反 射。



这是从专利文献中获得的镜头。 冷反射效应没有得到很好的纠正

表面 5 上的 YNI 值, 0.2625, 高于人们可能期待的严重冷反射的范围 -- 但这 取决于杜瓦瓶的几何性质。如果探测器位于一个小尺寸的 "冷指 "的末端, 并 且周围的一切都很温暖, 那么冷反射通量就会比在一个相当大的冷光阑之后的 杜瓦瓶中的一切都处于低温状态的情况下低得多。 在这种情况下,也就是上面 模拟的情况, YNI 的值不是衡量冷反射的可靠标准。 相反,人们希望有一个大 的 M/C 值,如 NAR 输出上所列。 这个量可以在优化中用操作数 RNAR 来控 制。

5.5 鬼像

有几个功能可用于分析鬼像图像,总结如下。

[PU]GHOST	对图像中所有二次反射鬼像的近轴分析,如本节所述
<u>RGHOST</u>	单个二次反射鬼像的真实光线分析
PGHOST	像差定义控制选定的二次反射鬼像
<u>GHPLOT</u>	绘制单个或多个鬼像图像的分析
BGI	近轴分析命令列出所有一次反射(隐藏)鬼像图像
<u>RGI</u>	单个一次反射鬼像的真实光线分析
<u>BGI</u>	由像差定义来控制选定的一次反射鬼像
<u>FGI</u>	单个一次反射鬼像的功率密度

这里描述的 GHOST 命令及其变体 PUGHOST 分析了来自镜头表面的入射光的 二次反射引起的像面处的鬼像。单次反射形成的鬼像在高光焦度激光系统中很重 要,可以使用第 5.13 节中描述的 BGI, RGI 和 FGI 命令进行分析。可以从对话 框 MGH 运行分析例程。

GHOST 分析参数 YA(近轴边缘光线)的近轴值,而 PUGHOST 则考虑主光线 YB。YA 的小值表示物体空间中的点的反射像或多或少地在像面处聚焦,形成不 期望的鬼像图像。另一方面,较小的 YB 值表示入射光瞳的鬼像图像聚焦在像面 附近,这在某些条件下也可能是不合需要的。这两种变化的输入在其他方面是相 同的。下面给出具有光瞳鬼像的系统的示例。

当光学器件必须在视场内以明亮光源工作时,透镜表面不希望产生的反射会使焦 平面充满所谓的杂散光。涉及镜头表面的两次反射的光线路径是这种杂散光的主 要来源,因为两个表面的每一个可能的组合都会产生一个在焦平面上或多或少失 焦的鬼像。所有这些鬼像的叠加构成了遮蔽的杂散光。下面的讨论描述 GHOST 命令;有关单个鬼像图像的详细信息的说明,请参见第 5.5.1 节。

分析镜头系统的鬼像形成特性所需的输入如下:

[PU]GHOST [R DTS]	注:如果[R REFL]输入了,	则必须输入[R
[P]	DTS].	
[R REFL [ALL]		
SN SN SN		

[RREFL]	
SN SN SN	
END	

使用 R REFL 输入每个表面的反射率,然后输入具有输入反射率的表面列表。 默认反射率为 0.01。虚拟表面(无折射率更改)和反射镜表面不会影响鬼像图像,除非特别输入反射率,否则不包括这些表面。

如果输入 R REFL ALL,则给定的反射率将应用于除虚拟表面之外的所有表面,并且不应继续输入表面编号。如有必要的话,接下来可能会有额外的 R REFL

输出包括所有鬼像,指示哪些表面引起近轴弥散斑大小,像面边缘光线角度和强度。如果鬼像弥散斑与 DTS 的大小相同,则后者被归一化为单位量(对于100%的反射率)。因此,对焦图像(即远小于 DTS)将具有非常大的强度。忽略由反射系数引起的传输损耗。此外还给出了累积鬼像,其中按从最弱到最强的顺序列出鬼像,使得识别最重要的鬼像变得简单。 DTS 的默认值为 1.0

如果输入可选的 P,则产生显示累积鬼像能量的曲线图

GHOST 输出的一个例子如下所示。

SYNOPSYS AI>GHOST R .01/R .02 ALL/END

ID MIT 1 TO 2 UM LENS 28 17-JAN-01 16:07:12

GHOST IMAGE ANALYSIS

ESTIMATED DIFFRACTION RADIUS ADDED TO GHOST RADIUS

NO.	GHOST S	URF Y	marg	U'marg	Ychief	INTENSITY
1	2-1	-30.0263	-0.3778	7.3093 320	4.436671	2-11

2	3-1	27.2554	-0.3984	4.6907	5.38462E-11
3	3-2	63.5962	-0.2721	4.1819	9.89004E-12
4	4-1	-46.5194	-0.2919	4.9248	1.84838E-11
5	4 - 2	-25.1703	-0.3088	6.6271	6.31370E-11
6	4-3	-75.6821	-0.4937	4.4156	6.98352E-12
7	5-1	-45.8741	-0.2619	4.0454	1.90075E-11
8	5-2	-27.0512	-0.2839	6.4038	5.46622E-11
9	5-3	-72.6075	-0.4576	2.7557	7.58747E-12
10	5-4	-3.4572	-0.3402	6.5303	3.34657E-09
11	6-1	0.5518	-0.5074	4.2823	1.31376E-07
12	6 - 2	44.1255	-0.4028	8.4076	2.05438E-11
13	6-3	-38.8875	-0.5677	1.4385	2.64509E-11
14	6 - 4	67.9080	-0.0931	9.4363	8.67396E-12
15	6-5	66.9482	-0.0241	8.9873	8.92447E-12
16	7-1	-26.2126	-0.5335	-37.0606	5.82158E-11
17	7 - 2	17.4747	-0.4676	31.7379	1.30991E-10
18	7 - 3	-71.3786	-0.6924	-107.3057	7.85099E-12
19	7 - 4	49.0454	-0.2674	80.2377	1.66289E-11
20	7-5	50.3121	-0.2213	81.8767	1.58021E-11
21	7-6	-38.8412	-0.7394	-55.0459	2.65140E-11
22	8-1	0.9632	0.1662	-14.2100	4.31151E-08
23	8-2	-13.2263	0.1338	3.6924	2.28656E-10
24	8-3	14.0349	0.1900	-33.4494	2.03067E-10

25	8 - 4	-21.3066	0.0377	17.6322	8.81113E-11
26	8-5	-21.1092	0.0162	18.4429	8.97673E-11
27	8-6	1.6569	0.1304	-20.9507	1.45699E-08
28	8-7	-10.9845	-0.9232	-5.0463	3.31511E-10

CUMULATIVE GHOST DISTRIBUTION

NORMALIZED FOR DETECTOR SEMI-APERTURE 0.0100

NO. GHOST INTENS. ACCUM. INTENS. SURFACES

6	6.98352E-12	6.98352E-12	4	3	
9	7.58747E-12	1.45710E-11	5	3	
18	7.85099E-12	2.24220E-11	7	3	
14	8.67396E-12	3.10959E-11	6	4	
15	8.92447E-12	4.00204E-11	6	5	
3	9.89004E-12	4.99104E-11	3	2	
20	1.58021E-11	6.57125E-11	7	5	
19	1.66289E-11	8.23414E-11	7	4	
4	1.84838E-11	1.00825E-10	4	1	
7	1.90075E-11	1.19833E-10	5	1	
12	2.05438E-11	1.40376E-10	6	2	
13	2.64509E-11	1.66827E-10	6	3	
21	2.65140E-11	1.93341E-10	7	6	

1	4.43667E-11	2.37708E-10	2	1
2	5.38462E-11	2.91554E-10	3	1
8	5.46622E-11	3.46216E-10	5	2
16	5.82158E-11	4.04432E-10	7	1
5	6.31370E-11	4.67569E-10	4	2
25	8.81113E-11	5.55680E-10	8	4
26	8.97673E-11	6.45448E-10	8	5
17	1.30991E-10	7.76439E-10	7	2
24	2.03067E-10	9.79506E-10	8	3
23	2.28656E-10	1.20816E-09	8	2
28	3.31511E-10	1.53967E-09	8	7
10	3.34657E-09	4.88624E-09	5	4
27	1.45699E-08	1.94561E-08	8	6
22	4.31151E-08	6.25713E-08	8	1
11	1.31376E-07	1.93947E-07	6	1

在这个列表中,Ymarg 是近似的半径,U'marg 是每个鬼魂在图像上的轴向边缘 光线角度,Ychief 是近轴主光线坐标,表示一个离轴鬼魂离开像面的速度。

下面是一个 GHOST 图的例子。


由于近轴鬼像可以在几何上聚焦到小于衍射极限的尺寸,因此提供了一种方法 来在这种情况下进行校正。如果在运行 GHOST 分析之前打开开关 49,则每个 鬼像的半径增加等于主波长乘以鬼像光束的局部 F/number 的乘积的量。因 此,完全聚焦的鬼像在 GHOST 列表中看起来大约是一个艾里斑,而较大的鬼 像相对不受此修正的影响。(此增量不适用于 PUGHOST)

虽然光瞳鬼像造成任何不良影响并不明显,但它也会产生不需要的鬼像。考虑 如下所示的系统:



在该示例中,光从最终表面反射,再次在最左侧透镜的内表面处反射,然后进入像面。显示的四个视场的光束都在大约相同的位置击中探测器,形成一个不应该存在的光斑。这通常是天文光学的考虑因素,其中视场非常暗,但可能存在孤立的亮点。在这种情况下,最好用 PUGHOST 评估设计,然后在必要时使用 PUGHOST 像差在评价函数中定位任何有问题的鬼像。

作为近轴计算,GHOST 命令忽略孔径,倾斜和偏心。要使用真实光线评估鬼像, 请参阅 RGHOST 命令。

您还可以使用 AANT 文件中的指令 PGHOST 控制选定鬼像的弥散斑半径。此功能还可以提供有关所选鬼像图像的详细信息,如下一节中所述。

5.5.1 使用 PGHOST 分析 Ghost 映像

当您想要识别镜头中所有鬼像来源时,上一节中描述的 GHOST 命令非常有用。可以从对话框 MGH 运行所有鬼像分析程序。 PGHOST 功能可用于详细分析单个鬼像图像。

用于优化的 PGHOST 选项也可以通过 AI 复合功能访问(与任何像差定义一样)。 以下是如何找到从表面 10 反射的光线,再次在表面 3 处反射,然后转 到像面的鬼像大小:

COMPOSITE

CD1 PGHOST 10 3

= CD1

(这是一个独立的序列,不需要 AANT 或 PANT 文件。)

另一个选择是在运行此序列之前打开开关 47; 然后程序将显示所涉及的近轴光 线从表面 1 到达像面的完整路径。 注意:如果在优化中使用此功能,请勿打开 此开关; 它会产生数百个您肯定不希望看到的列表。

5.5.2 使用 RGHOST 分析鬼像

要评估指定鬼像中所选真实光线的路径,命令为

RGHOST JREFH JREFL XEN YEN [SURF].

其中 JREFH 和 JREFL 是所涉及的高和低表面数,XEN 和 YEN 是要追迹的 (轴向)光线的光瞳位置,并且可选的 SURF 给出光线的逐个表面路径。

因此,要看到从表面 12 反射的光瞳边缘,然后从表面 4 反射,然后进入像面的 光线路径,就输入

RGHOST 12 4 0 1 SURF.

此功能可精确追迹所选光线,并考虑所有倾斜和偏新。它不检查空间是否违规。 通常,观察到鬼像远离焦点或完全离开视场就足够了,因此其强度可以忽略不计。 您还可以使用 GHPLOT 评估真实光线鬼像。该功能考虑了空间和渐晕,并给出 绘制的输出。

可以从对话框 MGH 运行所有鬼像分析程序。

5.5.3 绘制的鬼像图像功能(GHPLOT)

SYNOPSYS 可以分析和绘制具有多种格式的真实光线的镜头的鬼像功能。 请 输入:

GHPLOT <u>NRYS</u> { <u>ICOL</u>/P } <u>TSCF HBAR GBAR MODE</u> {R/L/C}

R <u>REFL</u> {ALL / <u>SN SN SN</u> ...}

[SINGLE <u>JREFH</u> <u>JREFL</u>]

[BURIED <u>JREFH</u> JREF]

[DRAD <u>DRAD</u>]

[SIMAGE [<u>XS</u> / BEST]]

[NARCISSUS <u>SURF</u>]

[SLOG <u>NRYS</u>]

[PER <u>EL AZ</u> [<u>TSCF</u> [<u>JSSS JSPS</u> [V/<u>XOS YOS</u>]]]

PLOT

NRYS	入瞳中的光线数量。 该程序将构建一个 (XY) 光线网格以近 似该数字。 每个鬼像将由追迹的实际数字表示并通过像面。 在 VIG 模式下,将删除违反镜头内通光孔径的光线。
ICOL / P	波长编号。请注意,GHPLOT 没有多波长选项。P 是主波长。
TSCF	比例尺。这仅影响模式1和2的图。在后一种情况下,图的峰高是3.5英寸*TSCF。
HBAR	Y 方向的归一化视场
GBAR	X 方向的归一化视场。必须先定义倾斜视场才能使用此参数。
MODE	输出的形式由此选择控制,该选择必须是1到4之间的整数。 选项包括: 1.点列图 2.斜透视图 3.表示强度的伪彩色图 4.显示单个鬼像光线路径的 PER 图
{ R / L / C }	此输入仅适用于 MODE 2,并指定 3-D 表面的视图方向。 默认值为 C (居中)。
SINGLE	使用此输入设置仅分析单个鬼像,涉及表面 JREFH 和 JREFL。 如果没有输入,程序将分析所有不涉及虚拟表面或反射表面的 二次反射鬼像。
BURIED	此选项是唯一涉及单次反射而非二次反射的选项。如果您的 系统有隐藏的鬼像,这是查看光线路径的好方法。模式4(透 视图)是在这种情况下有意义的唯一模式。分析的鬼像从 JREFH 的反射开始,并且光线路径向后绘制到 JREF。
DRAD	这给出了圆形探测器的半径,其面积用于归一化鬼像强度。 完全落在该区域内的鬼像强度等于两个反射的乘积,而较大的 鬼像根据面积比没有那么强烈。
SIMAGE	这给出了要采样的图像区域的直径。默认值是一个包围像面

	CAO 的正方形。见下文。
NARCISSUS	GHPLOT 可以显示像上的图案,该图案由从该表面反射的光 产生,然后再从镜头内的表面反射。这在具有冷却探测器的 IR 系统中是一个问题:当在探测器上形成小的鬼像时,逆向反射 的光通量降低了探测器的总输出,并且观察到监视器中心附近 的黑色光斑。可以使用 NAR 命令找到此效果的近轴来源。 GHPLOT 的 NAR 特征分析大致相同,但在这种情况下使用真 实光线,输出是图形化的。第一次反射的表面编号由 SURF 输 入给出。这通常只是探测器本身,在 FOCAL SYSTEMS 中。 如果镜头是 AFOCAL,那么该表面实际上不存在,因此人们 指定两个虚拟表面中的第一个,这在该模式中是必需的,并且 具有零曲率和厚度。被追迹的光实际上从物方开始,然后从指 定的表面反射并传播到每个先前的表面。由于像通常非常小, 因此该过程与从探测器上的某个点开始基本相同。对于此功 能,探测器的反射率设置为 1.0。
SLOG	GHPLOT 的另一个用途是找到源自视场外的杂散光源。如果 设置 SLOG 选项,程序将列出完全通过系统的第一个 NRYS 光线。从这个列表中,您可以看到哪些表面起作用,然后在模 式4中检查这些光线路径。SLOG 选项仅适用于模式1。
PER	此输入与通常的 PER 输入相同,仅在选择 MODE 4 时适用。 然而,可以在该行之后输入与 PER 一起使用的其他输入行;光 线定义取自其他 GHPLOT 输入。选择此模式时,还必须指定 BURIED 或 SINGLE。 如果您希望分析图像表面为 JREFH 的鬼像,除非在图像上添 加虚拟表面,否则 PER 选项将不起作用。
PLOT	结束 GHPLOT 输入文件。

为了说明这些功能,我们从文件"1.RLE"中的近红外镜头开始,并进行简单的 GHOST 分析,我们稍后可以将其与 GHPLOT 的输出进行比较。

FET 1

GHOST R .0004

R.01 ALL

END

以下是输出摘要的一部分

13 1.05809E-14 6.67329E-14 6 3

328

21	1.06017E-14	7.73346E-14	7	6	
1	1.77488E-14	9.50834E-14	2	1	
2	2.15403E-14	1.16624E-13	3	1	
8	2.18698E-14	1.38494E-13	5	2	
16	2.32820E-14	1.61776E-13	7	1	
5	2.52607E-14	1.87036E-13	4	2	
25	3.53198E-14	2.22356E-13	8	4	
26	3.60763E-14	2.58432E-13	8	5	
17	5.23795E-14	3.10812E-13	7	2	
24	8.13249E-14	3.92137E-13	8	3	
23	9.15459E-14	4.83683E-13	8	2	
28	1.32566E-13	6.16248E-13	8	7	
10	1.34038E-12	1.95662E-12	5	4	
27	5.88713E-12	7.84375E-12	8	6	

 28
 1.32566E-13
 6.16248E-13
 8
 7

 10
 1.34038E-12
 1.95662E-12
 5
 4

 27
 5.88713E-12
 7.84375E-12
 8
 6

 22
 1.74886E-11
 2.53323E-11
 8
 1

 11
 5.26013E-11
 7.79336E-11
 6
 1

 SYNOPSYS AI>
 2
 1.95662E-12
 1
 1

这些数据告诉我们,最强的鬼像来自于表面6和表面1(上面列表中的最后一个条目)的反射,我们可以检查细节(在摘要之前显示)以查看该鬼像的一些特性:

9	5 - 3	-72.6068	-0.4577	2.7558	3.03505E-15
10	5-4	-3.4550	-0.3402	6.5304	1.34038E-12
11	6 - 1	0.5515	-0.5074	4.2824	5.26013E-11
12	6 - 2	44.1259	-0.4028	8.4078	8.21736E-15

13 6 - 3 -38.8865 -0.5677 1.4386 1.05809E-14

在这里,我们看到涉及那些表面的鬼像数 11 在半径 0.5515mm 的图像平面上形成弥散斑。

现在让我们运行 GHPLOT 并查看所有鬼像的强度分布。 首先我们选择 MODE 1。输入是

CHG

CFIX !我们不希望看到渐晕光线,因此我们固定所有孔径

END

SSS .003 !会有很多光线,所以每个点都很小

GHPLOT 4000 P 10 0.5 0 1 ! 图片将以 10 倍的比例绘制,半视场

R .01 ALL	!所有表面的反射率为 0.01

DRAD.0004 !探测器半径非常小

PLOT

在这个输入中,我们选择分析光从 HBAR = 0.5 或半视场进入的情况。GHPLOT 是唯一允许您指定视场的鬼像分析功能;所有其他功能仅分析轴上对象。非零 视场角会将几个鬼像散开,以便在图上更容易看到它们。结果如下:



在中心点上方似乎有相当密集的光线集中。让我们放大这一点:



那里似乎有一个焦散,这可能使鬼像看起来比上面的 GHOST 列表预测的更 亮。(请记住,该特征仅是近轴分析,因此忽略了鬼像光束中的像差。)让我 们用 MODE = 2 来看这个能量分布:

GHPLOT 20000 P 1 .5 0 2 L

•••

在这里,我们将光线数量增加到 20000,这样结果看起来很平滑。由于分布是局部光线密度的函数,因此太少的光线会产生凹凸不平的图像。(GHPLOT 不限于适用于大多数像质分析功能的 20000 最大光线限制;数量可以与生成平滑图形所需的数量一样大。)

332



确实,有一个强烈的尖峰。

要查看伪彩色的强度分布,我们通过将输入更改为 GHPLOT 20000 P 1.503 L. 来设置 MODE 3

•••

这是结果:



如果要在黑白显示器上显示此输出,最好再次运行分析,关闭开关35。然后, 分布将显示为灰度,从黑色到白色。

此处显示的最大强度为 1.266E-10,略大于 7.8E-11 的近轴预测值。在这里,我 们必须稍微讨论一下,以讨论影响预测准确性的问题。

首先,该分析给出了 0.5 的视场 HBAR,因此在图片上分离了鬼像。近轴计算 仅适用于视场的中心,其中所有鬼像都是叠加的。离开轴时,由于分离,总和 通常会减少。

更重要的是与样本区域的大小有关。该程序将这个区域划分为一个 60 x 60 的阵列的接收器,并对每个区域中的光线进行计数。考虑两种情况:接收器比探测器大,和接收器比探测器小。在第一种情况下,如果在接收器的一小部分内存

在能量集中,则程序将看不到它并且所报告的能量将低于它应该的能量。在第 二种情况下,程序在最强烈的区域中找到强度,这可能不适用于整个探测器区 域,并从该值计算该区域的强度。因此报告的能量通常会高于应有的能量。当 接收器区域等于探测器的区域时,通常会产生最准确的能量分析,但是有一个 问题:如果接收器稀疏,那就会出现大的鬼像弥散斑和小探测器,那么计算中 的随机噪声会超过照明计算,结果几乎没有意义。似乎没有一般解,建议您检 查 MODE 3 图表以查看它是否看起来平滑。如果没有,那么使用更大的 SIMAGE 和更多的光线。如果您看到的鬼像看起来很光滑并且延伸到几个接收 器的区域,那么能量计算不应该受到这些问题的影响。

如果任何鬼像表现出焦散面,则计算的鬼像强度也将受到强烈影响。这不是人为造成的伪像,因为在这种情况下,强度实际上会变得非常大。在上面的例子中,点列图分析(模式1)看起来像一个焦散的模式。 让我们来看看这种模式。 这里我们只设置一个鬼像,并设定 PER 绘图, MODE = 4。

GHPLOT 4000 P 10 .5 0 4 L

DRAD .0004

SINGLE 61

PER 0 0 0 1 99

R.01 ALL

PLOT



为了使图像足够简单以便解释,程序仅允许在该模式下分析单个鬼像。在这里, 我们选择我们怀疑具有焦散的鬼像,涉及表面 6 和 1.此外,我们将光线数量减少 到 4000,因为在此模式下更容易看到更少的光线。(该程序采用接近所设置光线 数量的(X,Y)光线网格,而对于模式 4,仅采用该网格的一个切片,在这种情 况下给出一个包含 71 条光线的 TFAN。)可以清楚地看到两次反射后光束中的 焦散。

让我们使用 RGHOST 功能更详细地展示这个问题。运行包含的 MACro

RGH 6 1 0 AIP ;

归一化孔径在 AIP 中

ORD = **FILE** 1 ;

并且图像的Y高度位于FILE位置1

然后输入 DO MACRO FOR AIP = 0 TO 1

得到的图清楚地显示了来自该鬼像的光线高度是为何是 非线性的。



假设该图是直线的近轴分析,实际上并未给出精确的能量估计。这是一个可能体现 GHPLOT 优越性的例子。

现在让我们看看 HBAR = 4 处视场外的物体发出的强光源。输入将是

GHPLOT 400 P 10 4 0 1 ; SELECT MODE 1, INDIVIDUAL RAYS

SLOG 100 ; LOG THE FIRST 100 RAYS

PLOT

列表显示 88 条光线从该光源位置到达像面。

RAY No. Hi Lo X Y

1 2 1 0.400358E+01 0.417948E+01

2	2	1 0.402346E+01 0.132948E+01
3	2	1 0.403161E+01 -0.155158E+01
4	2	1 0.133893E+01 0.419567E+01
5	2	1 0.134555E+01 0.133881E+01
6	2	1 0.134870E+01 -0.155122E+01
7	2	1 -0.133893E+01 0.419567E+01
8	2	1 -0.134555E+01 0.133881E+01
9	2	1 -0.134870E+01 -0.155122E+01
10	2	1 -0.400358E+01 0.417948E+01

•••

68	5	3 0.306701E+01 -0.494091E+01
69	5	3 -0.306572E+01 0.815147E+00
70	5	3 -0.306701E+01 -0.494091E+01
71	6	3 0.549691E+01 -0.703057E+00
72	6	3 0.175080E+01 0.453863E+01
73	6	3 0.183525E+01 -0.307098E+00
74	6	3 -0.175080E+01 0.453863E+01
75	6	3 -0.183525E+01 -0.307098E+00
76	6	3 -0.549691E+01 -0.703057E+00
77	6	4 -0.269597E+01 -0.341428E+01
78	6	4 -0.268594E+01 -0.269153E+00
79	6	4 -0.266163E+01 0.328956E+01

338

- 80 6 4 0.269597E+01 -0.341428E+01
- 81 6 4 0.268594E+01 -0.269153E+00
- 82 6 4 0.266163E+01 0.328956E+01
- 83 6 5-0.267106E+01-0.466595E+01
- 84 6 5-0.266234E+01-0.152252E+01
- 85 6 5-0.263814E+01 0.203683E+01
- 86 6 5 0.267106E+01 -0.466595E+01
- 87 6 5 0.266234E+01 -0.152252E+01
- 88 6 5 0.263814E+01 0.203683E+01

RAYS-GHOSTS TRACED = 10752 RAYS EXITING = 88

有几种表面组合会导致杂散光。让我们从表面 6 和 3 来检查鬼像的光线路径。 透镜具有指定的 EFILE 边缘,并且处于 VIG 模式。

GHPLOT 4000 P 1 4 0 4 R R 0.01 ALL SINGLE 6 3 DRAD 0.01 SIMAGE CAO PER 0 0 0 1 200 PLOT 图片如下:



一次反射鬼像分析

GHPLOT 的另一个用途是观察镜头内的鬼像。这在高光焦度激光工作中尤其重要,如果聚焦度足够大,内部成像可以燃烧膜层。这是一个例子:在运行 BGI 之后,我们看到有一个由表面 13 处的反射引起的隐藏的鬼像图像,在表面 9 和 10 之间具有焦点。让我们看一些光线路径。 这是 MACro:

GHPLOT 200 P 1 0 0 4

R.01 ALL !这里并不重要,因为只有路径才有意义

BURIED 13 9

PER 0 0 0 5 15

PLOT

在这里,我们设定分析来自表面 13 的一次反射鬼像,光线向后追溯到表面 9。 结果显示有问题的鬼像:



GHPLOT 与非序列光线追迹不兼容。 它使用自己的逻辑——这本身是非序列的 ——如果您在非序列系统上运行它, 您会收到一条警告信息, 说分析将它视为序 列的。 这可能导致光线在屋顶棱镜处渐晕, 因为棱镜面上的 UAP 孔太小而不能 通过整个光束。要解决此问题,请创建 CHG 文件,并为每个屋顶面包含 SN NAP, 以移除这些孔径。或者您可以将系统置于 NOVIG 模式, 但即使它们是渐晕的, 它也会显示出鬼像。

如果您需要在非序列模式下评估一次反射鬼像,则可以运行单个案例;请看第 18.3.6节中的示例。

可以从对话框 MGH 运行所有鬼像分析例程。

5.6 玻璃

折射率是以固定值或允许作为波长函数重新计算的形式指定给 Synopsys 的。该

计算可以基于使用 GLM 输入的玻璃模型公式,或基于六系数插值公式,其本身可以以若干方式之一直接或间接指定。玻璃表设置(GTB ...)从存储的数据表中检索系数,而 GLASS 和 GDF 数据用输入流输入系数(见 3.3.4)。GFIT 选项将根据用户输入的折射率数据计算六个系数的值。所有上述选项的输入都是 RLE或 CHG 文件的一部分,并且在执行 PXT 之前、在读取文件后,折射率将自动计算。

本节介绍一个很少使用的特性,它提供了额外的灵活性。输入系数的可选方法 是使用单独的玻璃文件(不是 RLE 文件的一部分),格式如下所示:

GLASS

<u>SN</u>

<u>NB NB NB</u> (六个取自玻璃库的系数。)

<u>NB NB NB</u>

[ALSO <u>SN SN</u>...] (输入具有相同玻璃类型的其他表面)

<u>SN</u>

... (下一个表面数据等)

END

以下是如何输入表面1上LAH55等玻璃的系数;

GLASS

1

3.27862859 -0.01642532 0.02910141

0.00126438 -0.00007089 5.42510179E-06

END

请注意,以这种方式输入的系数采用 Schott 公司多年使用的形式,而较新的目录通常使用 Sellmeier 系数,这些系数不适用于此功能。在这种情况下,建议使

用 GFIT 选项。(玻璃表功能(GTB)采用各种公式,根据公布的数据自动选择。)

5.7 数据拟合的 SFIT 表面

当您希望形状匹配(X,Y,Z)坐标表(例如可能由数字化的干涉图产生)时, SYNOPSYS 可以计算模拟表面所需的系数。程序中可用的大多数表面形状都可 以匹配。(如果形状是旋转对称的,您也可以使用 CSAG,输入更简单。) 输入是

<u>SN shape</u>

<u>X Y DZ</u>

... (最多 400 个坐标)

END

必须在第二行输入所需的形状以及表面编号。 在这个输入中,形状是其中之一

形状	项和变量	备注
POWER	基本的 22 项幂级数	这会将已存在的任何非球面项归零,但保 留任何 RAD 和 CC 数据。 所有 G-terms 都是多种多样的。
ZERNIKE	增加36项泽尼克系数	忽略任何 G-terms ,保留 RAD 和 CC。
ZE4	增加4项泽尼克系数	与 Zernike 相同;见下文。
BICONIC	G 1 , G 2	表面必须是 biconic; 近轴曲率没有改变。
TORIC	G 1, RAD	必须是 toric; 改变 X 和 Y 的半径。
BIRAD	RAD, G 1 , G 2	必须是 birad; 改变参数 a, b 和 c。
ASTORIC	G1到G17	必须是 astoric; 只改变 G-terms, 保持当前的 RAD 和 CC。
USS nb	选择面型的项	此选项自动 NULLS 表面,然后分配设置的 USS 形状。表示该形状的所有项都是不同的。 类型 8 和 10 在此上下文中无效。

如果要使用 22 项幂级数变形多项式(见 3.3.2.2.2)或带有 4(见下文)或 36 项 (见 3.3.2.2.6)的 Zernike 多项式描述表面,则系数可以以最小二乘方式计算, 以便近似从干涉图读取的数据。除了表面上的任何球面或圆锥曲面之外,这些变 形可以适用。

如果包含[L],则假定 DZ 变形输入与镜头的单位相同。如果在指令 2 中存在任何其他条目或空格,则假定 DZ 信息处于主波长的波形中。可选 D 是一个阻尼因子,其可用于在变形输入欠约束多项式的情况下防止奇点,这可通过最小二乘法求解。但是,最好输入足够大的变形数组来过度约束解。

SN 是数据将被分配到的表面的编号。可选入瞳 APS 是 Zernike 系数使用的参考 孔径,其在该孔径上是正交的(默认是单位圆),并且是一些 USS 形状, APD 是全孔径干涉图上的尺寸。如果 APS 不等于 APD,则(X,Y)干涉图坐标将自 动变焦,以使 APD 处的位置变得等于 APS。如果在 DEF 之前打开开关 13,则 还产生输入文件的列表和用系数计算的形变表,其可以与原始输入数据进行比较 以检查曲线拟合的准确性。

在计算新系数之前,将删除表面上以前的任何变形数据(DC1等)。 对于 Zernike 曲线拟合,存在附加项,常数。它被显示为系数 37,然后被不使用。 仅拟合 Zernike 系数(ZE4)的前四项的选项旨在用于诊断表面形状误差。如果 光圈是一个均匀的圆,则完整的 Zernike 展开是有效的,人们可以简单地读取前 三个项,它们给出了表面的倾斜和离焦。然而,如果孔径是弥散斑的或非圆形的, 则 Zernike 系数不再在该孔径上正交,并且为了获得前三个的精确值,应该指定 ZE4 选项。(第四项是位置系数,必须计算但物理意义不大。)

如果您希望系数是理想的 Zernike 项,并且具有此扩展的特殊数学特性,请确保 为参数 APS 提供表面的 CAO。如果不这样做,则系数会失去其特殊含义 - 但仍 然可用于表示表面的形状。

USS 形状包括各种多项式,包括 A 型和 B 型的福布斯多项式。在这种情况下, APS 的值应该是表面的最大孔径,而 APD 是输入数据的等效孔径。在曲面拟 合之前,这将被缩放为前者。这些形状向 SYNOPSYS 提交一个优化运行,在 每个输入的数据点给出目标的 SAG,如上所述进行缩放和增强。并非所有的 USS 形状都能由 SFIT 计算;如果你要求的形状不被支持,会显示一个信息。

程序会创建一个优化数据的 MACro,并以 SFIT_OPT.MAC 为名保存。你可以 打开这个 MACro,编辑你想要的东西,然后在你需要再次优化系统时运行它。

USS15 和 24 的形状更加复杂。 这些是 NURBS 曲面,程序必须知道在构建节 点时要使用多少网格数。 这个数字应该出现在表面的第 4 项,默认为 9,意味 着 9x9 的点阵。 节点将在 APS 的 X 和 Y 方向延伸的区域内生成。 在这两种 情况下,USS 形状包含了整个形状,包括前 CV 和 CC 的影响,如果有的话, 在 ADD 模式下。 在 SFIT 结束时运行退火程序也是明智的,因为这些形状往 往收敛得很慢,结果可能无法表明在哪里可以找到真正的最小值。 USS24 型也 需要一个网格号,从1到 5,可以在表面行的第 5 字中输入。 因此,你可以输 入 5 USS 24 9 2,将 9×9 网格的数据放入。

USS21型,它可以上升到孔径的30次方,是有问题的。对大孔径表面应用这种形状会导致浮点溢出,这通常会使优化程序崩溃。由于这个原因,SFIT只对前18个(32个中的)项用这种形状进行变化。如果结果令人满意,你想改变更多的项,可以打开SFIT_OPT文件,根据需要添加额外的变量,然后再次运行该文件。

请注意,任何曲线拟合程序都必须处理两个相互矛盾的要求:你希望拟合尽可 能准确,但同时你又总是给它不准确的数据。物理测量或干涉图的数字化结果 只有有限的准确性。由于这些冲突,一条准确复制了所有输入数据点的曲线可 能会出现明显的震荡。也就是说,这些数据点之间的曲线可能会出现疯狂的振 荡,而这些点本身是非常准确的。

有两种一般的方法来处理这种冲突。 第一种是在输入请求中给出一个阻尼系数。 这个参数的作用是根据系数的大小对拟合进行惩罚:较大的阻尼产生较低的系数和较平滑的曲线。 拟合在输入点上可能不那么准确,但在这些点之间会有较少的震荡,其结果很可能比输入数据更准确。 第二种方法,适用于 Zernike 拟合的情况,就是给出一个比实际 CAO 大一些的单位孔径大小。 这导致程序用一个多项式来拟合数据,其中所有的空间波长与较小的实际孔径相比都较大。 其结果是振铃再次减少。 你必须对这些方法进行试验,检查 RSS 拟合误差和拟合的平滑度,如 PUPIL 或 SPROFILE 功能所见。

请注意,以前的版本使用 DEF、ZERNIKE 和 ZE4 等命令。这些格式仍然有效,但我们建议你使用新的格式来代替。

最后,请注意,输入一组非常大的坐标可能不是一个好主意。一个用户想装入 超过 6000 个数据点(程序最多可以接受 10000 个)。 但要考虑到,任何需要 这么多点来建模的光学表面,很可能都是凹凸不平的,以至于没有用。 光学要 的是平滑的表面和平缓的曲线。 即使是陡峭的非球面,也可以用 200 到 1000 个点建模。 超过这个点数就是在浪费时间了。 而且,如果你要求这么多的数 据点,也确实会浪费时间等待计算结果。

345

5.8 镜头缩放

透镜的尺寸可以用输入放大或缩小。可以输入



如果输入 NB,则镜头尺寸乘以 NB。如果输入 FOCL NB,则镜头的焦距变化, 使得得到的近轴焦距为 NB,其他近轴特性以类似方式工作。

您可以使镜头按焦距缩放,以便从 JSSS 到 JSPS 的选定组假定输入的焦距。(首 先进行 FIRST JSSS JSPS 分析以检查组焦距的符号是明智的。)如果输入 PART, 则只更改该透镜组;如果没有,整个镜头按所需的参数进行变焦。PART 选项不 会改变物方坐标,即使表面编号零也在组中。它将改变透镜组的全局坐标,但请 记住,这些维度始终是从表面 1 开始测量的,而不是透镜组中的第一个。此选项 不会更改 ZFILE 变焦数据。透镜组之前的 TH 距离不会改变,而之后的 TH 距离 则不会改变。SECTION 选项通过 NB 变焦包含 JSSS 到 JSPS 的范围中的表面。 M, MM, CM 和 INCH 将根据需要变化镜头以更改为这些单位。在新镜头上自 动执行 PXT。此功能也可以与 MUT 对话框交互运行。

请注意,"SCALE"也是 AI 词汇表的一部分,如果输入行包含动词,它将被解释 为名词(而不是命令)。

5.9 热分析程序

RLE 透镜文件允许 TEMPERATURE TEMP 形式的可选输入,这使得折射率可以 根据目录中包含的或由用户明确输入的热折射率数据从目录值调整。因此,该特 征在输入温度下对透镜的折射率进行建模,但不影响任何其他透镜数据,例如半 径,厚度和空气间隔。如果不是默认的 20 摄氏度,您可以在此处给出镜头的制 造温度。您输入的镜头尺寸将适用于该温度下的镜头。

如果您需要计算镜头的尺寸和性能如何随温度变化而变化,并在计算中包含机械 膨胀的影响,则可以使用另一个功能 THERM,如本节所述。还有一种使用玻璃 目录监视器对某些系统进行无线化的非常简单的方法。

一般情况下,透镜经历热通量和温度梯度,超出了 SYNOPSYS 的范围。这种分析需要考虑到透镜和电池的传导性和发射率。ENM 可以进行这种分析的简单形式,它接受描述表面和指数偏离标称值的多项式系数,如果镜片一边比另一边更热,你可能会发现。可以使用 THERM 检查更简单的情况,即镜头获得新的均匀温度。该程序可以根据系数和新温度更改当前镜头,也可以在不同配置下创建当前镜头的复制版本,以反映热效应引起的变化,然后每当镜头改变就自动拾取当前镜头变化。

只有在镜头中的每个折射材料都分配了热折射率系数时,此功能才能正常工作。 Schott 和 Ohara 目录中的所有首选玻璃都有它们,还有一些在 U 目录中。有关选 项的讨论,请参见第 3.3.4 节。有几种方法可以验证材料是否适当定义。一种是 键入 PGA ALL 并查找程序中没有系数的任何内容。

更简单的方法是运行命令 THERM TEST,这是一个独立的命令,不需要其余的 普通 THERM 输入文件。这将列出缺少材料的所需系数。

玻璃表中已分配 dndt 数据的每个玻璃也具有该材料的 CTE 或 alpha,因此您无 需在输入文件中输入这些数据。分配了折射率拾取(PIN)的镜头也将从拾取目 标中拾取 CTE。

为了操作该程序,每个半径,厚度或空间被分配一个膨胀系数,如上所述,或由 用户自动分配。由于 RLE 文件和玻璃库已包含所有需要的数据,因此不会使用 THERM 文件输入折射率系数。如果有的话,空气间隔会自动分配在镜头文件中 输入的 ALPHA 值。然后输入新的温度,程序从更改的参数中移除拾取和求解并 计算新的尺寸。输入数据的格式如下所示。

THERM [TEST]

COE <u>CNB data</u>;这里定义了扩展系数

COE <u>CNB</u> data

•••

RCHANGE <u>CNB</u>;半径将使用此系数

<u>SN SN SN</u>

<u>SN</u> ...

TCHANGE <u>CNB</u>;厚度将使用此系数

<u>SN SN SN</u> ...

DECENTER <u>CNB</u>;偏心使用此系数

<u>SN SN SN</u> ...

SN { TLEFT / TRIGHT / TNULL } NB ;制定安装方案

{ TEMP <u>TEMPERATURE</u> /

ATS <u>TEMPERATURE</u> JCONF/ ... / END /

TEST }

根据方程,线性尺寸随温度变化

$Q'=Q(1+\alpha\Delta T)$

其中 Q 是经历变化的参数, ΔT 是温度变化。参数 α 是每个透镜单位的每摄氏度的变化。

CNB 是 1 到 50 之间的标识整数。您可以在此行中输入 α 的数字,或以下列表中的某个材料的名称。

名称	材料	CTE
A5086	Aluminum alloy	23.7E-6
A6061	٠.	23.4E-6
BECU	Beryllium copper	18.0E-6
BER	Beryllium	11.4E-6
IRON	Gray cast iron	10.8E-6

FCBRASS	Free-cutting brass	20.5E-6
BRASS	Yellow brass	20.3E-6
COPPER	Copper	17.0E-6
FUSILICA	Fused silica, quartz	0.55E-6
GRANITE	Optical bench material	6.3E-6
INVAR	Low-expansion alloy	1.2E-6
SAPPHIRE	Available in rods	4.0E-6
S304	Stainless steel alloy	17.3E-6
S316	"	16.0E-6
S440	"	10.2E-6
ZERODUR	Low-expansion glass	0.05E-6
PYREX	Pyrex	4.2E-6
ACRYLIC	Plastic	6.74E-5
STYRENE	Plastic	7.0E-5
SAN	Plastic	6.6E-5
POLYCARBONATE	Plastic	6.75E-5
NYLON	Nylon	6.8E-5

输入所有必需的系数值后,通过指定 RCHANGE 或 TCHANGE 以及适用的 CNB 将它们分配给各个表面。在下面的行中,列出了 RD 或 TH 具有指定 α 的表面编 号。使用分配给 DECENTER 的系数重新计算相对表面偏离,但不改变 GLOBAL 和 LOCAL 尺寸。

如果输入文件以单词 TEST 结束,则程序将显示一个表,给出要更改的每个参数的系数,并指定适用于每个元件的 dndt 数据的类型。在这种情况下,它不会对镜头进行任何更改。此列表比简单的 THERM TEST 版本更完整,该版本仅列出问题。

使用 TEMP 线输入所需的新温度。它必须是摄氏度。

程序自动将系统置于设定的温度,并重新计算分配了系数的机械尺寸。根据当前的 dt/dt 系数在新温度下重新计算折射率值。(请注意,如果您的镜头包含的材料不在库中或没有指定系数。而且许多旧玻璃没有,必须在 RLE 文件中自己输入折射率系数。)

目前,并非 THERM 都可以改变所有表面形状。如果您的镜头中包含一个不能

显示的镜头,您将看到一条错误消息。否则,根据分配的系数按比例放大或缩小 半径,并且通过适合于每个项的光焦度来改变非球面系数。

如果镜片厚度包含该玻璃类型的系数,则根据输入的 CNB 或根据玻璃表中的 CTE 改变镜片厚度。空气间隔变化更加复杂。如果已为镜头文件指定了 ALPHA 值,则假定每个空气间隔的扩展系数取该值,除非在 THERM 输入中为该表面输 入了不同的值。如果 FOCAL 系统中的最终空气间隔具有厚度求解,则不会自动 为其分配系数,因此将自动满足求解。如果镜头无法随温度重新聚焦,您必须自 行删除求解或自行分配系数。

如第10.7.1节所述,ZFILE 变焦镜头的情况更复杂。

空气间隔本身根据三个规则之一进行更改,这取决于用户输入TLEFT,TRIGHT和TNULL。这些数据描述了由于热膨胀导致的给定厚度或空间的变化将如何影响透镜中的其他分离。简而言之,如果表面J被赋予NB的TLEFT参数,那么该TH的任何变化都会导致表面J-NB中相反符号的变化。如果赋值为TRIGHT,则受影响的表面将为J+NB。因此,一个地方的增加导致其他地方的减少。然而,还有一个更为复杂的问题:如果空气间隔左侧的元件被赋予TRIGHT标记,则程序假定镜头座设计在元件左侧有一个参考座。在这种情况下,要更改的参考空间间隔尺寸不仅是分配给空间间隔的TH;而是一直延伸到那个参考座。(此处左侧始终表示较低编号的表面,无论光线实际朝向哪个方向)。类似地,如果空气间隔右侧的元件被指定为TLEFT,则假定镜头座位于该元件的右侧,并且参考尺寸到达该座位。当这些情况不适用时(即TNULL),程序将参考尺寸作为由包围空气间隔的元件两侧的表面矢高值改变的实际TH。因此,在这种情况下,通过热变化扩展的尺寸延伸穿过通光孔径,该间隔件在透明孔处而不是在顶点处分离镜片。这种几何形状在下图中解释。



在上图中,顶部镜头安装设计需要默认间距选项,即 TNULL。在这里,如果 镜头 A 伸展,指向 a,右边的往右移动。因此,其他地方没有任何补偿,每个 厚度和空气间隔都独立于其他所有空间而扩展。空气间隔由距离(ab)变化的 参数改变,因为这是间隔物的假定尺寸。该间隔物的内径取在每端的元件的 CAO 上,长度由标准 TH 加上两个透镜的矢高距离给出。

下面的安装方案是不同的。如果透镜 C 膨胀,则点 c 保持原位,并且镜片之间 的空隙必须减小。类似地,如果透镜 D 膨胀,它们之间的空间必须再次减小, 因为它安装在其右侧的凸缘上并且只能向左扩展。当然,空气间隔也将扩展, 但受此扩展影响的距离是(cd),而不是名义空气间隔。 然后将该距离随温度 的变化应用于 TH。 在这个例子中,有三个单独的变化被加在一起,以便在新 的温度下找到有效的空气间隔。

在所有这些例子中,我们假设镜头一侧的支架控制其位置。实际上,在另一侧 通常有一种固定环,但这很容易过度约束镜头。如果镜头支架以比镜片本身更 高的速率膨胀,则该镜片不受约束并且在其元件中将松散。如果温度下降,则 元件可能对于镜片而言太小,并且这将导致透镜中的应力,电池中的应变和根 据应力折射率系数的折射率不均匀性。 SYNOPSYS 不考虑任何这些复杂情 况,建议您设计具有足够弯曲度的固定环以避免这种情况。 还有一个并发问题。当间隔物体随温度膨胀或收缩,其与镜片表面接触的点将 改变。 这也会影响产生的空气间隔,因为表面的矢高在新的接触点处不同。 对于已经分配了固定孔径的表面,上述厚度调整也自动考虑了这种效果。 该值 指定间隔物接触表面的孔径。然而,在间隔物接触表面的平坦部分的情况下, 人们看不到这种额外的效果。因此,在这种情况下,只要移除表面上的固定孔 径(如果有),就不需要进行额外的调整。

一个相当复杂的例子如下所示。



在这里,我们希望通过组合具有不同膨胀系数的两种材料来使系统绝热。让我 们假设 P 是参考点,并且根据铝的性质,点 Q 随着温度的升高而从 P 扩展开。 从 Q 开始,我们想要使用塑胶材料向左移动,塑胶材料具有更高的膨胀系数, 并且如图所示安装两个透镜。光线从左边进入。

即使是这个复杂的系统也不难设置,因为该程序为您完成了大部分工作。该过 程是对扩展系数变化的所有点进行建模,并将 CTE 分配给需要的每个点。然后 对每一个空气间隔进行必要的扩张导致相应的收缩。

因此,在系统中,我们首先按照该序列将表面放在 P,Q,R 和 S(它是透镜) 上。将铝的系数分配给 P,将聚碳酸酯的系数分配给 Q,并分配给镜片之间的 间隔物。将 TLEFT 1 分配给 S,将 TLEFT 2 分配给镜片之间的空气间隔,将 TLEFT 3 分配给镜片 F 的第一侧,厚度。不要为厚度(RS)指定任何东西。 换句话说,我们让聚碳酸酯将物质从 Q 扩展到 R,并将镜片的厚度和间距控制

现在看看温度上升时会发生什么:

1.Q 向右移动

2.R 相对于Q 向左移动

3. E 的厚度增加,并且(RS)减少相同的量(由于 TLEFT 分配)。但是在这里,(RS)是负数,因此减小实际上将镜头 E 从 R 移开。(即使 R 在物理上位于 E 的右侧,数字上它在左侧,因此 TLEFT 适用于此处。)

4. E 和 F 之间的空气间隔由距离 D 变化的量改变。 该距离大于实际空气间 隔,因为镜头 F 上的 TLEFT 告诉程序安装法兰位于镜片的右侧,在第二侧的 CAO 处,并且它是必须随温度膨胀的总距离。 由于空气间隔上的 TLEFT, (RS)由于这种扩展而得到补偿性变化。

5.镜片 F 扩展,并且(RS)在该镜片上由 TLEFT 增加(使得更负)。

这样,两个镜片和间隔件向左扩展,而点Q向右移动。通过在这样的设计中分 配适当的材料和距离,原则上可以产生焦点不随温度变化的透镜。

热拾取

THERM 输入文件以三种方式之一终止:通过 TEST 指令,它列出了一个系数 表,以便你可以检查是否一切正常,但不改变镜头;通过新的温度指令 TEMPERATURE,它改变当前镜头;或通过输入 ATS,它激活热拾取。后者 的功能要求当前镜头处于 ACON 1,它将被扰动的镜头自动放入指定的配置。 这是一个真正的拾取:如果你改变了 ACON 1 中任何一个被分配了热系数的参 数,其他 ACON 中的镜头也会根据热系数而改变。因此,你可以运行一个多 重配置优化,通过同时校正所有 ACON 中的成像质量来控制热效应。通过 THERM OFF 命令或任何 GET 或 FETCH 命令可以关闭拾取效应。请记住,名 义透镜和拾取透镜之间的关联是与原始 THERM 文件一起定义的,如果你后来 编辑名义透镜的方式改变了表面数字或材料,拾取透镜将不再有任何意义。当 拾取被打开时,状态窗格会在显示器的右下方附近显示 "SHADOW "字样。

如果你在 ACON 1 中改变了镜头的任何属性,而这些属性不受热系数的影响, 备用配置将不会对这些数据产生拾取。 在这种情况下,如果你想把这些数据转 移到有拾取的镜头上,你应该再次运行 THERM 文件来重建有拾取的版本。 这 适用于,例如,当你改变物方参数或输入不同的波长时。

任何被 THERM 输入扰动的参数将不再受制于近轴求解。 然而,对于没有明确 指定系数的参数,求解计算将被搁置。 这意味着,例如,如果名义镜头在像面 位置上有一个 YMT 求解,那么拾取(或改变)镜头仍然会有一个求解,如果 它的厚度没有被赋予一个系数。 当被允许在温度变化时重新聚焦镜头时,会使 用这个功能。 但如果不能重新聚焦,那么应该给最后的空气间隔分配一个系 数,让它像透镜中的任何其他厚度一样随温度变化。

如果要分析第二个案例,必须再次输入 THERM 文件,为此,使用 MACro 是 最简单的。如果你想在最多六个温度下监测系统,你应该使用 ATS 选项,因 为这只需要对所有的 ACON 进行一次设置。 在 TEMPERATURE 或 ATS 行之后,系统将被重新计算,并执行近轴光线追迹,这将遵循任何不在受影响表面的拾取或求解。 下面是一个简单的 THERM 输入文件。

GET 4	起始镜头
CHG	
ALPHA A6061	指定铝 6061 的默认空气间隔 CTE
END	
THERM	开始 THERM
COE 1 PYREX	反射镜没有指定玻璃,因此请使用 pyrex 数据
RCHANGE 1	使用系数1的半径将在下一行
1	在这里,表面1指定为反射镜
TEMP 100	将温度更改为 100 C.
SPE	并检查镜头,看看有什么变化

然后 THERM 显示以下输出:

THERMAL COEFFICIENT DATA IN EFFECT

SN RADIUS THICKNESS INDEX DECENTER

1 4.200E-06 2.340E-05 2.340E-05

2 6.400E-06 6.400E-06 DNDT FROM TABLE 6.400E-06

3	6.400E-06 PICKUP	PICKUP 6.400E-06
4	PICKUP 2.340E-05	5 2.340E-05
5	2.340E-05	2.340E-05
6	7.100E-06 7.100E-06 I	ONDT FROM TABLE 7.100E-06
7	7.100E-06 2.340E-05	2.340E-05
8	8.100E-06 8.100E-06 I	ONDT FROM TABLE 8.100E-06
9	8.100E-06 2.340E-05	2.340E-05
10	7.900E-06 7.900E-06	DNDT FROM TABLE 7.900E-06
11	7.900E-06	7.900E-06
12		0.00000

SYSTEM RECALCULATED FOR NEW TEMPERATURE OF 100.000 (80.000 DEGREES CHANGE)

出现在这个表中的大部分数据都是自动分配的。 最后一个空气间隔表面 12, 在这个镜头里有一个 YMT 求解,这个求解没有被自动删除。 如果我们想让这 个距离也扩大,我们会输入一个系数,并把它分配给这个空气间隔。 注意半径 1上的系数,即反射镜。 这是 Pyrex 的数值。 偏心系数也被列出,但在这个镜 头中没有偏心,所以这些值在这种情况下是不用的。

这里是一个使用拾取功能的更复杂的例子,我们将自己输入所有的系数,以显示它是如何做到的。 在实践中,由于玻璃 dn/dt 和 CTE 系数都在这个镜头的玻璃表中,输入实际上会简单得多。



355

THERM OFF	;如果是,请务必关闭阴影
ACON 1	;在之前,并确保
GET 3	;将标准镜头放入 ACON 1。
SPE	
THERM	
COE 1 A6061	; 铝系数
COE 2 6.8E-6	;LAK21(玻璃LAK21的扩展)
COE 3 5.3E-6	; LAFN7
COE 4 8.1E-6	; SF6
COE 5 5.5E-6	; LAK16A
RCHANGE 2	;系数2将分配给半径1
1	
RCHANGE 3	; 系数3将分配给半径2
23	
RCHANGE 4	
56	
RCHANGE 5	
78	
TCHANGE 2	;系数2将被赋值为厚度
1	
TCHANGE 3	

356

2

TCHANGE 4

5

TCHANGE 5

7

TCHANGE1 ; 系数1被分配到厚度346,

3468 ;如果我们用的是 ALPHA, 这是将是自动的。

ATS 50 2 ; 用新的温度在 ACON 2 中追迹当前的镜头

ATS 2003 ;在 ACON 3 中用 200 度追迹

END ;如果追迹指定了,则需要用 END 一行来结束

该输入将计算由于温度变化到 50 度和 200 度而产生的所示透镜的新构造参数。 改变的镜头将出现在 ACON 2 和 3 中。

完成热分析后,请务必使用 THERM OFF 命令关闭热追迹。 否则,下次您 GET 或 FETCH 一个镜头,程序将尝试在该镜头上实现追迹,通常会产生大量的错误信息

热拾取在 ZFILE 变焦镜头上也起作用 -- 但被拾取的副本不再是变焦镜头。 要 看到一个给定变焦的拾取镜头,当 ACON 1 中的镜头处于变焦位置 1 时,发出 ATS 命令。 然后你可以在 ACON 1 中改变位置变焦,其他配置中的副本将是 该变焦设置的拾取版本。 另外,要注意的是,被拾取的版本不会有与名义镜头 相同的 CAO,除非那些孔径已经被固定。 默认孔径是在所有变焦上计算的, 但这一步不能在拾取中进行,因为它不再是一个变焦镜头,所以默认光圈只适 用于该变焦位置。 同样地,任何 CSTOP 或 FILLSTOP 声明将从拾取版本中删 除,因为它从 ACON 1 中获取物方参数。 如果你的镜头是用 GLM 材料建模 的,请注意这些材料没有任何热数据,在这一点上,热分析没有什么意义。

也有可能在一个以上的温度下校正一个变焦镜头。 要做到这一点,请遵循以下步骤。

1. 使用上面解释的 ATS 格式,在另一个配置中创建一个变焦镜头的拾取副本。这可以在变焦位置1中完成。

2. 在 AANT 文件中,像差通常从 ACON 1 和 ZOOM 1 开始。你也可以指定 ACON 2,因为此时该 ACON 是 ZOOM 1 中 ACON 1 的拾取。 在这些像差被 定义后,可以在 AANT 文件中的 ACON 2 中切换到有拾取的 ZOOM 2。 但 ACON 2 不是一个变焦镜头,所以不能变焦移动。 为了同步两个配置,必须先 把 ACON 1 放到 ZOOM 2 中,这样 ATS 就可以修改它并更新 ACON 2。 在 AANT 文件中加入以下几行

ACON 1

ZOOM 2

M 0 1 A SYNC

最后一行是一个无用的像差,其唯一的效果是实际切换到 ACON 1,并将该镜头置于 ZOOM 2。现在, ACON 2 是该变焦位置的一个拾取副本。

3. 现在你可以为该配置添加像差。

ACON 2

M TAR WT

如果 ACON ...生效,则不能使用热拾取。PICKUPS 是有效的。

当完成热分析后,一定要用 THERM OFF 命令关闭热拾取。否则在下次打开时还会重复热拾取

5.10 宏注释

在宏文件中可以用三种方法添加注释:

一行后面跟有分号";"或感叹号"!"被视为注释。这些行几乎可以出现在任何地 方,包括数据文件中(除非提示输入文件名或玻璃类型名称)。

如果以行 SKIP 开头并以行 EOS 结束,则可以在显示输出中可能包含一段普通 文本

如果放在 MACro 中,这将注释输出。不对 SKIP 文件的内容采取任何其他操作。您还可以在任何命令级位置(即,不在数据文件中)输入列表的输入

MSG any desired mes 矢高 e using valid characters

以使消息出现在输出列表中。

(以前的版本也遵循 TEXT ... END 格式来表示文本行。这个函数仍然有效,但 是由于已经有三种其他方法来识别被命令解释器绕过的行,因此提供第四种方 法似乎是多余的。因此,此格式计划在将来某个时候弃用)

在编辑器中,你可以通过宏窗口工具栏上的 **上** 按钮,轻松地对选定的行进 行注释,或者取消对该部分的注释。前者在每一行的开头添加"!"字符,后者 则删除该字符(或";"字符)。

5.11 镜头翻转(REVERSE)

命令

REVERSE

将导致整个镜头反转,一端变成另一端。如果存在倾斜或偏心,程序将: 1.将所有表面转换为 GLOBAL 坐标。

2.在最后一个表面的坐标中找到全局位置。

3.翻转镜头。

4.通过反转刚刚找到的位置矩阵为所有表面分配新的全局坐标。

5. 如果可能,将所有新的全局坐标更改为相对坐标。
新物方位置对应于先前像方位置,如果前一个镜头为 AFOCAL,则将处于无穷 远。同样,如果前一个物距是无限的,则反转系统将是 AFOCAL。近轴光瞳生 效,如果需要,应该把它变成真实光瞳。反转镜头没有 WAP 或 OBG,如果需要,可以插入它们。在翻转之前,最好删除所有拾取和求解,冻结设计的先前值。棱镜可以正确反转,但棱镜标记被移除(见 3.9)。 HOE 和 GRATING 无法翻转,DOE 可以。

ZFILE 变焦镜头可以反转,但有一些限制。表面,组定义和变焦位置都可以翻转的-但生成的镜头将处于 FOCAL 或 AFOCAL 模式,具体取决于前一个 zoom 1 的物方设置(仅变焦 1)。这意味着如果 zoom 1 使用 OBB 物体(在无穷远处),而 zoom 2 分配了一个有限远物(使用 OBA),这是完全合法的,反转镜头将在 所有变焦位置上设置为 AFOCAL,而 zoom 2 中的有限远物,反转后不会变成有 限的像距。此外,可以在 ZFILE 变焦镜头中翻转一系列表面,只要该范围不包含 任何 zoom 组,或者包括单个整个透镜组。每次变焦中的物体坐标取自反转前该 变焦的近轴像特性。如果这些特性与真实光线特性不同,则必须编辑反转镜头并 修改这些特性。

该程序很少尝试整理和反转非序列模式所涉及的逻辑。因此,您必须在镜头反转 后以任何有意义的方式声明合适的表面 LOOSE, CAPTURE 等,然后编辑镜头。 要仅反转镜头的一部分,请参阅第 5.22 节中的 FLIP。 WorkSheet 程序还可以通 过即时图形反馈翻转镜片。

5.12 高斯光束追迹(BEAM)

[X]BEAM.

在 RLE 或 CHG 文件(见第 3.1.2 节)中使用物体指定 OBG 描述的波束路径可以 通过输入[X]BEAM 进行分析.

在每个表面上,程序显示出局部波束半径、从该表面测量的光束腰位置(必要时 将局部波束前后投影)、光束腰半径和波束散度。计算是在近轴的情况下进行的, 因此不考虑像差、倾斜和偏心以及渐晕。散度是光线角度的正切。如果使用可选 的 XBEAM 格式,则分析是在 X-Z 平面上,而不是 Y-Z 平面上。 高斯光束的输出特性可以通过优化来控制。见第 10.3.2 节。 BEAM 当然是一阶分析。要查看更高阶效果,请查看真实光线路径(如果系统遵 循表面 1 之后的真实光线追迹的光学系统)或 DPROP(如果衍射是进入光束腰 位置以外的其他位置的问题)。

BEAM 输出的示例如下所示。

SYNOPSYS AI>

SYNOPSYS AI>BEAM

ID GRIN FROM NTB

7947

14-FEB-98 15-18-00

GAUSSIAN BEAM ANALYSIS

SURF	BEAM RA	DIUS WAIST L	OCATION	WAIST RADIUS	DIVERGENCE
1	0.0048	-1.4353E-16	0.0048	0.0871	
2	0.3726	-6.9958	0.0048	0.0532	
3	0.1351	0.4575	0.0014	0.2952	
4	0.0014	8.0530E-06	0.0014	0.2952	

SYNOPSYS AI>

5.13 一次反射鬼像(BGI)

四个特征可以分析由镜头系统内的单次反射形成的鬼像的特性。这些是 BGI 近轴一次反射鬼像分析 RGI 指定一次反射鬼像的真实光线分析 FGI 计算鬼像处各个区域的归一化入射强度 GHPLOT 可以显示一次反射鬼像的光线路径 可以从对话框 MGH 运行这些功能。

(为了分析由镜头表面的两次反射形成的最终表面上的鬼像图像,使用 GHOST 命令。)

在大光焦度激光系统中,有时可能由于透镜表面的不必要反射而获得危险的能量 密度,前提是这些反射会在系统的某个敏感点产生低 F /number 的鬼图像。

普通的近轴光线追迹和鬼像图像程序在光束通过整个系统后考虑图像几何和鬼像位置,并忽略镜头内的光束几何形状。如果需要监视镜头内的鬼像尺寸,对于系统中的每个折射表面,执行命令 BGI [RADIUS]给出了所有中间鬼像图像的位置,鬼像图像处的光束的 F/number 参数,以及鬼像两侧表面处的光束的半孔径。如果输入可选的 RADIUS,则仅显示小于该半径的那些鬼像。典型的输出命令可能会读取为

10 3 - 4 -4.2520 -0.3609 2.3508

表示从表面 10 反射的光束在表面 3 和 4 之间形成中间图像,局部(近轴)为 F / 4.252,光束半径在表面 3 上为-0.3609,在表面 4 上为 2.3508。

05-JAN-01 16:24:57

BGI 输出的示例如下所示。

SYNOPSYS AI>

SYNOPSYS AI>BGI

ID RELAY TELESCOPE VERSION 3

BURIED GHOST IMAGE ANALYSIS

REFL SURF	GHOST	LOCATION	F/NUMBER	YA1	YA2
4	0-1	4.1261	-0.8663	3.7098	
6	0-1	-8.7118	0.7442	-1.4231	
7	6 - 7	4.7580	0.7394	-0.3453	

7	0-1	2.1283	-3.5974	5.2743
9	4-5	4.0273	0.2995	-0.2163
9	0-1	3.8965	-2.5772	2.2686
10	9 - 10	1.6304	2.9228	-0.9108
10	3 - 4	-4.2520	-0.3609	2.3508
10	0-1	-2.7222	6.5375	-0.3986
11	3 - 4	-16.4040	-0.4500	0.2528
11	0-1	-10.5703	1.3223	-0.4640

您还可以在任何表面控制鬼像图像半径,如第 10.3.1.5 节中所述。 由于近轴一次反射的鬼像看起来的半径小于该 F /number 的衍射环,因此添加等 于主波长乘以 F /number 的校正是有用的。 打开开关 49 以激活此功能。 有关如何在非序列模式下评估一次反射鬼像的示例,请参见第 18.3.6 节。

Real-Ray Buried Ghosts 一次反射的真实光线的鬼像

BGI 命令生成一次反射鬼像的近轴分析,但您也可以使用命令 RGI JREFL JHOT XEN YEN [SURF] (Real-ray Ghost Image)通过真实光线更详细地评估特 定鬼像的特性。JREFL 是反射表面,JHOT 是鬼像临近的表面,在那里可以监 视光束尺寸,以检测来自输入激光器的可能存在的过热现象,并且 XEN 和 YEN 是要追迹的光线的光瞳位置。可选的 SURF 产生进入和返回 JHOT 光线路 径。为了评价从表面 10 处边缘光线的反射到表面 3 在上面的表格的鬼像,您应 该输入

RGI 10 3 0 1

您可以使用此功能将截距坐标绘制为具有 AI 循环功能的入口坐标(如光扇图曲线,但在中间鬼像图像)的函数。例如,您可以创建一个 MACro,读取为

RGI 10 3 0 AIP

ORD = FILE 2

运行此 MACro 一次, 然后输入 AI 句子"DO MACRO FOR AIP = 0 TO 1"。 然 后绘制所需曲线。

请注意,如果选择 SURF 选项,则当光线到达反射表面时,Z 轴符号约定会反转。该程序实际上构建了整个镜头的反转版本(您无法看到),并从那里追迹 (向前)到 JHOT,以完成光线追迹。结果,参数 ZZ, HH 和 Z 与该部分分析 的通常符号相反。

一次反射鬼像归一化强度

另一个功能可以估计鬼像处的若干区域中的局部功率密度和归一化输入功率。输入是

FGI JREFL JHOT RADIUS [POWER]

该程序将 JHOT 表面划分为 25 个半径为 RADIUS 的圆形区域,并在入瞳的子 午线平面上均匀分布了 1000 道光线。每个光瞳点的能量来自输入光束的高斯强 度分布(必须使用此特征的 OBG 物体形式定义)。然后记录和列出每个区域 中总输入能量的分数,并将其与区域中的能量密度一起制成表格。(此特性中 忽略衍射。)

让我们举例说明。假设您将功率为 50.0e-6 焦耳的脉冲激光束入射到镜头系统, 并希望确保一次反射的鬼像图像光通量保持在 0.001 焦耳/毫米**2 以下。 计算 光束腰尺寸是有用的,该光束腰尺寸仅在光线的中心处产生该功率密度。这是 由

W ** 2 = 2 * ETOTAL / PI * EPEAK

这里 W 是峰值强度密度 EPEAK 的光束腰,并且总光束强度是 ETOTAL。如果 ETOTAL = 50.0e-6 焦耳且 EPEAK = 0.001 焦耳/mm ** 2,则该等式给出 W = 0.1784mm。如果此系统中的 OBG 指定的相对光束尺寸为 2.0,这通常是为了避免高斯光束渐晕,然后您需要查找 BGI 光束小于 0.356 的任何位置。

假设 BGI 列表显示出在表面 35 处的反射和表面 32 上的鬼像的潜在问题。

SYNOPSYS AI>BGI .356

BURIED GHOST IMAGE ANALYSIS

REFL SURF GHOST LOCATION F/NUMBER YA1 YA2

35 31-32 10.4216 0.4253 -0.0300

这里, 表面 32 上的鬼像的半径仅为-0.0300 毫米 - 小于 W 的允许值。让我们 看看实时光线追迹时弥散斑的大小:

SYNOPSYS AI>RGI 35 32 0 1

GHOST REFLECTED FROM SURFACE 35 AT SURFACE 32

X Y ZZ HH

0.00000 -0.328888E-01 0.00000 0.476059E-01

弥散斑半径(0.032889) 仅略大于 0.0300 的近轴预测。 现在我们将分析这个 鬼像的能量,半径为 0.033。

SYNOPSYS AI>FGI 35 32 .033 50E-6

REAL-RAY GHOST ENERGY ANALYSIS

ZONE RADIUS THIS ZONE CUMULATIVE DENSITY

1	0.001320	0.015374	0.015374	0.140428
2	0.002640	0.044718	0.060092	0.136156
3	0.003960	0.070065	0.130157	0.127997
4	0.005280	0.091609	0.221766	0.119540
5	0.006600	0.104173	0.325939	0.105727
6	0.007920	0.108858	0.434797	0.903943E-01
7	0.009240	0.106406	0.541204	0.747646E-01
8	0.010560	0.098269	0.639473	0.598410E-01
9	0.011880	0.088041	0.727514	0.473053E-01
10	0.013200	0.073428	0.800942	0.353003E-01

11	0.014520	0.057397	0.858339	0.249658E-01
12	0.015840	0.044940	0.903280	0.178476E-01
13	0.017160	0.031714	0.934993	0.115872E-01
14	0.018480	0.022693	0.957686	0.767709E-02
15	0.019800	0.015369	0.973055	0.484094E-02
16	0.021120	0.009948	0.983004	0.293135E-02
17	0.022440	0.006483	0.989487	0.179442E-02
18	0.023760	0.004060	0.993547	0.105955E-02
19	0.025080	0.002470	0.996016	0.609676E-03
20	0.026400	0.001587	0.997604	0.371753E-03
21	0.027720	0.000987	0.998590	0.219782E-03
22	0.029040	0.000632	0.999222	0.134273E-03
23	0.030360	0.000381	0.999604	0.774075E-04
24	0.031680	0.000249	0.999853	0.484387E-04
25	0.033000	0.000147	1.000000	0.274454E-04

从上表可以看出,峰值能量密度为 0.140 焦耳/毫米** 2,比我们的极限值大约 140 倍。因此,我们必须确保表面 35 具有约 1/140 或 0.00714 反射率的抗反射 膜层,以避免损坏表面 32。

该特征假设鬼像中的旋转对称,忽略了光束中的衍射,渐晕和反射损失,以及 来自轴上物的光线追迹。

5.14 组合两个镜头(COMBINE)

使两个单独的镜头组合在一起可以通过命令

COMBINE [<u>SN</u>]

<u>filename</u>

其中 filename 是先前使用 SAVE 命令保存的镜头文件的名称。当前保存的镜头 将构成组合镜头的前部(可选地在表面 SN -1 处截断),并且保存文件中的镜 头将是后部,从表面 SN 开始(如果没有输入 SN,则在第一部分的最后一个表 面)。

物方参数取自第一部分,像方参数取自第二部分;这些和孔径光阑的配合应该 手动调整,如有必要,按照组合命令进行调整。

现在激活第一部分的 ACON, 然后再将数据发送到 LE 编辑器。找到您想要插入另一个镜头的位置,并记下表面编号。删除该部分之外的所有表面, 然后输入

ADD SNA

代替他们。然后从文件末尾的另一个镜头粘贴数据并执行它。SNA 的值将添加 到输出文件中超出该点的所有表面编号,这将对刚添加的表面重新编号。通 常,SNA 将等于 SN-1。例如,如果第一部分从表面 1 到 6,如指定的那样:

COMBINE 7

您希望添加的表面在表面 7 之后。如果添加的部分以该镜头中的表面 1 开始,则正确的 SNA 将为 6,因此添加的表面将从表面 7 开始。

当这个文件运行时,新的数据将从设置的 SN 开始重新编号,并成为组合透镜的一部分。

5.15 时间和日期(TIME)

第4章到第6章中的大多数命令都会显示日期。当前时间和日期还将被显示以 响应命令

TIME

或 AI 命令"DATE?"。

TIME 命令还将显示自上次使用此命令以来经过的时间(以秒为单位)。 要查看每个优化迭代的已用时间,请使用命令 SUMMARY。

5.16 最佳拟合球面(ADEF, ADSTAT)

命令

ADEF SN { PRINT / PLOT / FRINGES } [YINCR [REF]] (分析 DEFormed 表面)

将计算最接近定义为球面或圆锥曲面的给定非球面的拟合,包括具有指令 DC1 的幂级数表面等(见 3.3.2.2.2),Zernike 多项式(见 3.2.2.2.6),或表面指令 NCZONE 或 USS(见 3.3.2.6 和 3.3.2.7)表面。该程序在表面上采样一个 21x21 点的网格,并计算表面和候选球面之间的体积差异。最接近的球面定义为具有最 小差异的球面,并且所有矢高差异均为正(必须移除材料以生成非球面)。该程 序还显示了非球面曲线和基本曲线之间的矢高差,根据表面的当前 CAO 计算, 以供参考。

您可以使用可选的 YINCR 输入覆盖绘图的 Y 轴上的默认比例。如果输入此项, Y 轴上将有 5 个 tic 标记,由 YINCR 分隔。当两种设计的默认比例不同时,这是 一种生成可直接比较的两种设计曲线的有用方法。

您还可以使用 ADEF 计算非球面和给定参考球之间的拟合。在命令中的命令 5 中输入球体的半径作为 REF。然后,程序将不会搜索最合适的球体,而是只分析输入的数据。对于平面参考,输入半径为零。

为了简单地显示当前非球面的形状,建议使用 SPROFILE。要检查单个 G-term 的矢高贡献,请使用 G SAG 命令。

该程序还计算并绘制 X 和 Y 中表面的局部曲率,并找出表面与最佳拟合球体的 峰值和 RMS 偏差。后一个参数可以通过构造参数像差 ADIFF 和 AVOL 进行优 化控制,也可以通过 CLINK 控制;在这种情况下,它们的值可以在 AI BUFFER 中找到。

ADEF 示例输出如下所示。

SYNOPSYS AI>ADEF 2 PLOT

 ID CC SCHMIDT CASS ZERNIKE
 52
 25-FEB-18
 16:07:31

DEFORMATION ANALYSIS OF SURFACE NO. 2

SEMI-APERTURE SURFACE TYPE

5.00117 ZERNIKE POLYNOMIAL

AXIAL CURVATURE IS ZERO

CURRENT CAO = 5.00117

ZERNIKE POLYNOMIAL REPRESENTATION

- TERM COEFFICIENT ZERNIKE POLYNOMIAL
 - 3 -0.000228 2*R**2-1
 - 8 0.000221 6*R**4-6*R**2+1
 - 15 -2.003178E-07 20*R**6-30*R**4+12*R**2-1
 - 24 -3.817891E-08 70*R**8-140*R**6+90*R**4-20*R**2+1
 - 35 -3.474690E-07 252*R10-630*R8+560*R6-210*R4+30*R2-1
 - 36 3.769744E-07 924*R12-2772*R10+3150*R8-1680*R6+420*R4-42*R2+1

SAG DUE TO ASPHERIC TERMS ONLY

UNITS	MAXIMUM	I MINIM	IUM	RMS	
INCH	0.00045	-0.00015	0.00018		
WAVES at 0.6328 uM	17.97210	-6.00752	7.09975		

BEST-FITTING SPHERICAL SURFACE

CURVATURE RADIUS VERTEX SHIFT

-3.54444E-05 -28213.19452 0.00045

VOLUME TO BE REMOVED 293.12042 CUBIC MM

PEAK DIFFERENCE 3.39199E-04 RMS DIFFERENCE 2.44742E-04

Y-HEIGHT SAG DIFFERENCE CURV, X CURV, Y

-5.00117	-1.33244E-05	0.699740E-04	0.519318E-03
-4.50105	-0.00022	0.293570E-04	0.368687E-03
-4.00094	-0.00031	-0.652006E-05	0.266259E-03
-3.50082	-0.00034	-0.386185E-04	0.171094E-03
-3.00070	-0.00031	-0.662725E-04	0.857604E-04
-2.50058	-0.00025	-0.893913E-04	0.155219E-04
-2.00047	-0.00018	-0.108408E-03 -	0.399351E-04

370

-1.50035	-0.00011 -0.123687E-03 -0.834066E-04
-1.00023	-5.22858E-05 -0.135161E-03 -0.116279E-03
-0.50012	-1.35286E-05 -0.142386E-03 -0.137466E-03
-6.66134E-16	-4.60952E-14 -0.144865E-03 -0.144865E-03
0.50012	-1.35286E-05 -0.142386E-03 -0.137466E-03
1.00023	-5.22858E-05 -0.135161E-03 -0.116279E-03
1.50035	-0.00011 -0.123687E-03 -0.834066E-04
2.00047	-0.00018 -0.108408E-03 -0.399351E-04
2.50058	-0.00025 -0.893913E-04 0.155219E-04
3.00070	-0.00031 -0.662725E-04 0.857604E-04
3.50082	-0.00034 -0.386185E-04 0.171094E-03
4.00094	-0.00031 -0.652006E-05 0.266259E-03
4.50105	-0.00022 0.293570E-04 0.368687E-03
5.00117	-1.33244E-05 0.699740E-04 0.519318E-03

SYNOPSYS AI>

请注意,拟合球面的顶点向非球面的右侧移动 0.00045 mm。该非球面位于镜片的右侧,实际表面必须位于拟合球面的左侧,以便可以首先生成球形曲面,然 后移除材料以创建所需的曲线。最后一行告诉您必须移除多少玻璃。在这种情况下,最贴近球面的半径为-28213,2mm。

要分析半径为 20.0 的参考球面的拟合,可以输入 ADEF 2 PLOT 0 20.0。

ADEF 命令中的[PRINT / PLOT / FRINGES]选项可以产生一个列表和一个绘图,或者在 ADEF 发现的真实表面和最接近的球面之间的矢高的双通道中看到的边缘线。下面是一个例子,后面是 FRINGES 版本。



下一张图片是通过将中继望远镜的主镜重铸到 Zernike 表面而创建的,

FETCH 4

RZS 1 SYMM CAO RFIX

然后在 WorkSheet 中将项 ZERNIKE 5 更改为 1.0e-5。 命令 ADEF 1 FRINGES 0 -98.85 生成图片,显示添加的散光项和去除的体积的效果,在这种情况下相对 于未变形的原始表面为 32.079 mm ** 3。



相关特征 ADSTAT 将显示一些与非球面相关的统计数据。 输入是

ADSTAT SN

程序分析 21 个区域的 Y-Z 平面中的局部曲率,从轴到当前的 CAO 值,并产生如下的输出。

ADSTAT 2

ID CC SCHMIDT CASS ZERNIKE 52 25-FEB-18 16:10:06

DEFORMATION ANALYSIS OF SURFACE NO. 2

SEMI-APERTURE SURFACE TYPE

5.00117 ZERNIKE POLYNOMIAL

AXIAL CURVATURE IS ZERO

CURRENT CAO = 5.00117

ZERNIKE POLYNOMIAL REPRESENTATION

- TERM COEFFICIENT ZERNIKE POLYNOMIAL
 - 3 -0.000228 2*R**2-1
 - 8 0.000221 6*R**4-6*R**2+1
 - 15 -2.003178E-07 20*R**6-30*R**4+12*R**2-1
 - 24 -3.817891E-08 70*R**8-140*R**6+90*R**4-20*R**2+1
 - 35 -3.474690E-07 252*R10-630*R8+560*R6-210*R4+30*R2-1
 - 36 3.769744E-07 924*R12-2772*R10+3150*R8-1680*R6+420*R4-42*R2+1

ZONE APERTURE CURVATURE

- 1 -5.00117 0.519318E-03
- 2 -4.50105 0.368687E-03
- 3 -4.00094 0.266259E-03
- 4 -3.50082 0.171094E-03
- 5 -3.00070 0.857604E-04
- 6 -2.50058 0.155219E-04
- 7 -2.00047 -0.399351E-04
- 8 -1.50035 -0.834066E-04
- 9 -1.00023 -0.116279E-03

- 10 -0.500117 -0.137466E-03
- 11 -0.666134E-15 -0.144865E-03
- 12 0.500117 -0.137466E-03
- 13 1.00023 -0.116279E-03
- 14 1.50035 -0.834066E-04
- 15 2.00047 -0.399351E-04
- 16 2.50058 0.155219E-04
- 17 3.00070 0.857604E-04
- 18 3.50082 0.171094E-03
- 19 4.00094 0.266259E-03
- 20 4.50105 0.368687E-03
- 21 5.00117 0.519318E-03

DIFFERENCE HIGH-LOW 0.664183E-03

- RATIO HIGH/LOW -3.58484
- MAXIMUM CV 0.519318E-03
- MINIMUM CV -0.144865E-03
- SEMI-APERTURE 5.00117

SYNOPSYS AI>

列出的参数全部放在 AI 缓冲区中,从而可以通过 CLINK 功能以与 ADEF 相同的方式控制优化期间的任何数据。

5.17 物点搜索(OCALC, FCALC)

有时有必要找到物方空间中的点,这些点将在焦平面的特定位置成像。为此, 输入命令

OCALC XOUT YOUT

或 FCALC XOUT YOUT

其中 XOUT 和 YOUT 是理想像坐标(如果镜头处于 AFOCAL 模式则为角度)。 使用 OCALC,程序将调整物坐标 YPO 和 XPO 的值,使目标点 HBAR = 1 和 GBAR = 1 的主光线追迹到所需的像位置。注意这个特性是基于真实光线追迹, 不像系统选择 FFIELD,它调整 YPO,以在图像表面上给一个类似于 CAO 的近 轴高斯像高。如果 FFIELD 生效,OCALC 将无法工作。

FCALC .255 .9

Z1 = FILE 1

Z2 = FILE 2

SPT M Z2 200 0 Z1

如果使用 FCALC 选项,程序将保留先前的物方定义,但显示在设置的点处成像的 GBAR 和 HBAR 的值。然后,您可以使用这些数据来分析此时的像,例如:

FCALC .255 .9

Z1 = FILE 1

Z2 = FILE 2

SPT M Z2 200 0 Z1

在这里,我们找到图像上的图像到(0.255,.9)的物体点。 AI 命令接下来获 取产生的 GBAR 和 HBAR 坐标,并将它们放入变量 Z1 和 Z2 中(有关 Zn 参数 使用的说明,请参阅第 15.1.4.2 节;有关 FILE 缓冲区的说明,请参阅 15.1.2.3)。然后,点略图将分析该点的图像。

OCALC 和 FCALC 不适用于 OBG 的镜头。

5.18 沿光线对准元件

AIM [<u>HBAR GBAR</u> { <u>ICOL</u> / P }]

TILT <u>SN SN</u>...

DECENTER <u>SN</u>...

GO

AIM 命令将对齐元件,以便给定的真实光线穿过原点处的选定表面。当系统具 有折叠镜的复合倾斜并且难以找到所需的精确角度时,这十分有用。要使用此 功能,系统必须首先设置近似位置,最好是追迹所需的光线。然后是输入文件

AIM [<u>HBAR GBAR</u> { <u>ICOL</u> / P }]

TILT <u>SN SN</u>...

DECENTER <u>SN</u>...

GO

AIM 命令指定元件与参数 HBAR 对齐的光线。 GBAR 和 ICOL (默认情况下主 波长的主光线),以及 TILT 和 DECENTER 参数指定要调整的元件。

该计划分阶段进行;在倾斜或偏心列表中给出的第一个表面被赋予全局坐标并 被发送到优化程序,其中变量是全局角度和/或位置,目标是在列表的下一个表 面上选定的光线的(X,Y)坐标。当运行结束时,光线穿过原点的下一个表面。 然后,这个表面依次变化以瞄准列表中的第三条光线,以此类推。最后一次运 行调整列表中的最后一个变量,使光线在像面居中。偏心变量主要在它是第一 个(或唯一的)变量时有用,因为否则变化表面(来自前一个变量)的光线中 心会丢失。

这个功能只适用于所有相关的表面都在全局模式下。如果有任何相对倾斜的话,它不会改变相对倾斜。由于这个原因,如果你的镜头有折叠镜,被设置为相对倾斜,在下一个表面上有相等的倾斜,以对准新的轴线

你可以通过 MACro 编辑器运行你的 AIM 命令文件,但不要将其作为备用 MACro 运行。 AIM 创建它自己的备用 MACro 来做优化,所以这必须是空缺的。

AIM 命令在后台运行优化程序,如果你后来用 FINAL 询问最后的像差,期望 看到自己早先做的优化结果,反而会看到 AIM 的结果。

5.19 折叠,展开

偶尔需要从镜头系统插入或移除折叠镜。 虽然这可以通过普通镜头更换选项来 完成,但由于这种改变之后,所有厚度的符号必须翻转,因此这种操作是很繁琐 的。 最简单的方法是使用 PAD 和 WorkSheet,您可以在其中选择要折叠或展开 的工具栏按钮,然后只需单击光轴,即可在该点插入或移除反射镜。 另一种方法是通过输入命令

FOLD <u>SN ANGLE</u> [BETA]

MFOLD <u>SN</u> <u>ANGLE</u> [BETA]

or UNFOLD SN.

要使用 FOLD 命令, SN 当前必须是平面虚拟表面(无折射率),下一个表面也 必须是与 SN 重合的平面虚拟表面。尽管允许群组大小为1的倾斜,但 SN 和下 一个表面都必须没有倾斜和偏心,。表面 SN 会变成一个反射面,倾斜角度为 ANGLE 的-1/2,下面的表面会得到这个角的另一半。后续厚度和曲率的符号 相反。

第二个表面被指定为 PAS 选项,该选项接收第一个表面的倾斜;因此,如果您改变第一个倾斜角,第二个倾斜角就会自动跟随。这也是当您使用 WorkSheet 选项为您插入所需的两个表面时的结果。

如果命令的第四个字是 BETA,那么倾斜将在 x 方向而不是 Y 方向上创建。

命令的 MFOLD 形式在 SN 处仅需要单个虚拟表面。 它创建了反射镜倾斜的 MAT 或 MBT 形式,下面的表面被指定为相等的倾斜,作为正负抵消。此列表不 需要分配 PAS 选项的单独虚拟表面。

展开命令将在表面 SN 上展开系统,前提是当前系统看起来在那个点被折叠。这意味着,表面 SN 和下面的一个必须有相等的倾斜,而表面的 SN 必须是一个反射镜,或者表面 SN 目前被指定为列表 MAT 或 MBT 的镜片倾斜。

5.20 自定义材料库

不在标准玻璃库中的材料的折射率数据可以使用 3.3.4 节中描述的几种格式之一 输入 SYNOPSYS。 然后可以将格式为 GLASS, GDF 和 GFIT 的玻璃输入定制 玻璃的库。

为此,玻璃必须存在于当前镜头库中,并且必须使用 GID 格式指定所需的名称。然后用命令将它放入玻璃表格中

AGLASS SN(添加玻璃)

其中 SN 是具有所需玻璃的表面编号。如果当前目录尚未包含自定义表,则将自动创建一个新表并输入所需的玻璃库。之后,可以通过在 RLE 或 CHG 文件中提供玻璃库名"C"以及下一行上指定的名称来访问新的玻璃库。

如果该材料已被分配热折射率性质(DNDT)或热膨胀系数(CTE),这些数据也会保存在目录中。

自定义玻璃表的内容可以用命令 PCGLASS 显示,玻璃可以用命令 DGLASS 删除,下一行后面跟着 GID 名称。

私有玻璃库

SYNOPSYS 还可以创建私有玻璃库,该玻璃库与上述自定义表不同。 这适用于选择了一组最喜欢的玻璃类型并希望仅在玻璃目录显示中看到这些玻璃并将 其用于 IRG, VNUM 等程序的用户。

要创建私有玻璃库,请使用以下语法:

PCAT INIT

PCAT ADD

[S/O/H/F/G/R/M] <u>glassname</u>

[S/O/H/F/G/R/M] glassname

[S/O/H/F/G/R/M] glassname

•••

END

该表在当前目录中创建,仅在该目录中可供用户使用。 请注意,此列表中不 允许使用非寻常材料目录(U)和自定义目录(C)。 它们的格式不同,在此 上下文中不起作用。

要使用私有库,请为表名指定字母"P"。

例如,要创建包含三种玻璃类型的私有库,我们输入

PCAT INIT

PCAT ADD

S N-LAK10

O S-NBH5

S N-SK16

END

现在我们可以将这些玻璃应用于我们的镜头,如输入

CHG

3 GTB P

S-NBH5

END

私有库中没有新的玻璃的信息,您使用它的唯一原因是,当您只想使用选定的一组时,您可以避免看到标准库中的所有玻璃。

5.21 调整放大倍率(MSET)

镜头的放大倍率是像高与物高的比,并使用 SPEC 列表显示。指令

MSET MAG [A]

可用于调整物距,以便获得所需的近轴放大率。此命令设定后焦距由 YMT 求 解控制(因此不适用于 AFOCAL 镜头)。输入的放大倍数是所需比率的绝对 值,因此程序将保持与之前相同的放大率符号。

输入此命令时,程序准备并执行优化运行;变量是物距,并且校正了单色像差(放大率误差)。除非输入选项[A],否则物体高度(YP0)保持不变;在这种情况下,物体角度范围(从表面1的顶点测量)保持不变。由于放大率基于近轴高斯像高(GIHT),因此该功能不能与NPXT模式一起使用。

您可以通过 MACro 编辑器运行 MSET 命令,但不要将其作为备用 MACro 运行。 MSET 创建自己的备用 MACro 来进行优化,因此必须是空的。

5.22 翻转一系列表面(FLIP)

翻转镜头系统中的一系列表面通常是有效的。 一种简单的方法是使用 FLIP 命 令。

FLIP JSSS [JSPS]

FLIP ELEMENT <u>NB</u> [<u>NB</u>]

物和像以及范围之外的所有表面保持不变。 翻转倾斜和偏心,但选项从透镜组中被删除。

您可以在 ZFILE 变焦镜头中翻转一系列表面,只要该范围不包含任何变焦透镜 组,或者包括单个整个透镜组。

REVERSE 命令将反转整个镜头。

WorkSheet 程序还可以通过即时图形反馈翻转镜片。

5.23 插入真实玻璃(IRG)

SYNOPSYS 可以用于替代任何其他玻璃类型或玻璃模型。ARGLASS 可以替换 任何或所有符合某些选择标准的模型玻璃,而 IRG 一次只能在一个表面上操 作。

命令

IRG \underline{SN} {S/O/H/F/U/C/G/R/M/P/N} [AUTO]

[glassname]

将用指定的玻璃替换表面 SN 处的当前玻璃。然后程序生成一个优化宏,根据 需要改变曲率,以保持镜头的焦距和两个表面的光焦度比。

采用玻璃的目录由以下字母之一给出:

S	Schott
0	Ohara
Н	Ноуа
F	Corning France
U	Unusual
С	Custom
G	Guangming
R	LZOS
М	Sumita
Р	Private catalog
Ν	Nikon glass

AUTO 选项指示在指定的玻璃目录中搜索最近的玻璃匹配。在这种情况下,不

允许执行下一行中的 glassname。

GSEARCH 功能可以将命名的玻璃替换为所选镜片并自动重新优化。 PAD 中的玻璃监视器可以显示整个目录,只需点击几下鼠标即可插入选定的玻 璃。这比 IRG 命令更容易使用。

您可以通过 MACro 编辑器运行 IRG 命令文件,但不要将其作为备用 MACro 运行。IRG 创建自己的备用 MACro 来进行优化,因此必须空置。

5.24 创建 VFIELD (FVF)

命令

FVF [<u>HBAR HBAR</u> ...]

根据用户输入的固定孔径创建一个 VFIELD 渐晕光阑阵列。有关渐晕模型的讨论,请参见第 2.6.2 节。 HBAR 列表可以包含按增加值的顺序列出的最多九个 非负视场点。追迹光线以显示每个视场点处无渐晕光阑的最大范围。然后将这 些数据转换为 VFIELD 数组,在这些视场中提供相同的光瞳几何参数。如果命 令中未给出 HBAR 值,并且先前己输入 VFIELD 的 HBAR 集,则使用当前的 HBAR。 当前必须将 CAO 或 EFILE 数据分配给光阑表面。 分配给其他表面 的孔径的评估方式与 WAP 3 光瞳的评估方式相同。

在使用 FVF 之前,必须为镜头指定一个真实光阑。 这意味着如果您通过改变 近轴参数 YP1 来建模隐藏光阑时,则必须在运行 FVF 之前指定真实光阑位 置。

此功能是更通用的 WAP3 选项的非常有效的替代品(见 2.6.3)。 该选项减少了 光瞳,以便为每次需要光线追迹的分析清除所有输入的孔径,这是一个漫长的过程。另一方面,VFIELD 使用存储的表格对结果进行建模,并在需要时通过插值 找到光瞳,而不是通过重新执行搜索。 然而,仅在镜头稳定时才合适,因为如 果孔径改变,原本的数据不再有意义。 5.25 显示玻璃特性 (PGA)

命令

PGA { SN / ALL }

从适当的玻璃目录上显示表面 SN 的玻璃特性表。如果在第二个字中输入 ALL,则会列出镜头中的每个玻璃目录中的玻璃特性。 PGA 输出的示例如下 所示。

SYNOPSYS AI>PGA 3

GLASS ATTRIBUTE FOR SURFACE NO. 3

SCHOTT SF57

GLASS IS A PREFERRED TYPE.

GLASS MAY CONTAIN Pb OR As.

PRICE BUBBLE HUMIDITY STAIN ACID RESIST ALKALI RESIST SP GRAVITY

	2.5	2	2	6	6	2	5.51
--	-----	---	---	---	---	---	------

THIS GLASS HAS A LIST OF TRANSMISSION VALUES ATTACHED

VALID RANGE OF TRANSMISSION DATA:

LOW HIGH

0.370 2.500

GLASS HAS SELLMEIER INDEX COEFFICIENTS:

0.1816514E+01 0.4288936E+00 0.1071863E+01 0.1437042E-01 0.5928012E-01 0.1214199E+03

GLASS HAS 6 DNDT VALUES FROM GLASS TABLE:

7.2600E-06 1.8800E-08 -5.1400E-11 1.9600E-06 1.7900E-09 2.7600E-01

THERMAL COEFFICIENT (ALPHA) = 0.830E-05

价格与BK7型玻璃有关。

透射特性以两种方式之一进行编码:较新的玻璃具有数值表,程序可以通过在对 应区域上插值来计算任何波长的透过率,而旧的和过时的玻璃使用一组系数来应 用自定义多项式整个透射区域的准确度稍差。 这两种方案也被一些其他功能所 采用,例如 GTRANS,它将在选定的波长范围内显示透过率。

要检查透过率表,请打开玻璃表(命令 MGT),选择所需的目录,单击所需的玻 璃,单击特性,然后单击列表。命令窗口中将显示一个表。

GLASS DATA LISTING

GLASS TYPE N-SF57

FROM SCHOTT CATALOG

GLASS IS A PREFERRED TYPE

GLASS IS ENVIRONMENTALLY SAFE (NO Pb OR As)

PRICE BUBBLE HUMIDITY STAIN ACID RESIST ALKALI RESIST SP GRAVITY

5.0000 0	.0000 1	1	1	1	1	3.530000
----------	---------	---	---	---	---	----------

GLASS HAS A LIST OF 19 TRANSMISSION COEFFICIENTS

WAVELENGTH TRANSMISSION

0.37000	0.00100
0.38000	0.05000
0.39000	0.25000
0.40000	0.46000
0.40500	0.54000
0.42000	0.71000
0.43600	0.81000
0.46000	0.87700
0.50000	0.93000
0.54600	0.96500
0.58000	0.97500
0.62000	0.97100
0.66000	0.96900
0.70000	0.97700
1.06000	0.99700
1.53000	0.98500
1.97000	0.91000
2.32500	0.71000
2.50000	0.65000

VALID RANGE OF INDEX DATA:

LOW HIGH

0.370 2.500

GLASS HAS SELLMEIER INDEX COEFFICIENTS:

1.8754380e+000 3.7375750e-001 2.3000180e+000 1.4174950e-002 6.4050990e-002 1.7738980e+002

GLASS HAS 6 DNDT VALUES:

-4.5100000e-006 8.7300000e-009 -1.6400000e-011 1.0700000e-006 1.5700000e-009 2.9500000e-001

COEFFICIENT OF THERMAL EXPANSION: 8.4600000e-006

5.26 ASAP 输入文件(ASAP)

命令

ASAP filename

将当前的镜头转换为 ASAP 软件的输入格式。

5.27 插入,删除表面和镜片

可以在工作表对话框中通过即时图形反馈插入和删除表面和镜片。 您也可以使用命令列表

INSERT { ISN / JSSS JSPS }

DELETE { <u>ISN</u> / <u>JSSS</u> <u>JSPS</u> }

DELETE { ELEMENT <u>NB</u> }

DELETE SURFACE <u>ISN</u>

DELETE ELEMENTS <u>NB</u> <u>NB</u>

其中数据项指定要插入或删除的表面或镜片的编号。这些命令不会自动校正受影响表面两边的间隔,这与 WorkSheet 功能不同,后者在插入或删除镜片或表面时保持镜片之间的空气间隔。

AI 程序还可以插入具有所需光学特性的镜片,或者从库存供应商镜片库中选择 镜片。Worksheet Stock lenses feature 工作表库存镜头功能也可以插入从表格 中选择的镜片。

CHG 文件条目也可以通过输入 SN SIN 插入独立的表面,并通过输入 SN SOUT 删除表面。这些条目也可以在工作表编辑框中输入,所有 RLE 文件输入也可以。

5.28 GRIN 统计

您可以使用命令分析 GRIN 材质的折射率:

GRS SN



GO

程序将追迹所设定的光线,然后报告沿光线路径的折射率变化的数据。下面显示了一个 GRS 输出示例。

SYNOPSYS AI>GRS 2

GRS>GNR 0 0 3 2 1

GNR 0 0 3 2 0

GRS>GO

GO

GRIN STATISTICS OVER 41 RAYS:

SURFACE NUMBER 2

WAVELENG	GTH MA	X INDEX	MIN INDEX	DIFFERENCE
1.300000	1.636000	1.519429	0.116571	
1.300000	1.636000	1.519429	0.116571	
1.300000	1.636000	1.519429	0.116571	

5.29 等待

命令

WAIT SECONDS

将在设置的时间内暂停程序。

5.30 DOE 形状绘图 DMASK

命令

DMASK ISN MODE [GRID [CAO [SIGN] [X]]]

将创建一张图片,显示与分配给 DOE 或某些种类的 USS 形状的多项式相关的条 纹图案,该图案可作为掩模,用光刻方法创建 DOE。

ISN	表面编号,必须是 DOE
MODE	要显示的条纹图案的类型。见下文。
GRID	条纹图样的分辨率。这主要受可用内存和运行时间的限制。为了 获得足够的质量,可能需要1000或更多。见下面的注释。默认值 为1000。
CAO	通光孔径显示。 默认值是分配给 DOE 的基底的当前孔径(即,下一个表面)。 输入零作为默认值。 对于 USS 16 类型的 DOE, 它是表面本身的 CAO。
SIGN	控制边缘的符号; +1 是正常的, 而-1 则反转 OPD 函数。

现有的 MODE 如下:

GRAY

LEVEL

B0

B1

B2

B3

ZONES

[X/Y]PROFILE

DOE 是衍射光学镜片,建模为 HOE 但输入更简单,或者形状为 USS 16。它类 似菲涅耳透镜,因为所需的曲线分配给一系列小的楔形凹槽,但与后者不同,因 为凹槽高度在光的波长范围内。它通常通过将凹槽加工到模具中或直接加工到零 件中来制造 - 或者通过光刻方法制造,其中楔形件构造成一系列薄层,每个薄 层都是总凹槽高度的一部分。

有两种方法可以模拟楔形凹槽。在下图中,曲线 A 是要在 DOE 中构建的 OPD 函数。曲线 B 是相同的函数,模数为1个波长。这是将出现在 GRAY 选项中的曲线。 C 中所示的阶梯函数是一种近似所需楔形的方法的示例,其中四层依次施加到基底上。





为了使部件如 C 所示,可以制作四个单独的 DMASK 图, LEVEL 等于 0.2,0.4,0.6 和 0.8, 然后将图像转移到光刻机的透明度中。

准备掩模的更复杂的方法是考虑每个点处具有四位的高度的二进制表示。 下图 显示了如何叠加四个蒙版,每个蒙版表示边缘区域,给定位等于1,并在楔形中 模拟16个离散阶梯。 MODE 选项 B0 至 B3 分别选择位0到3的掩码。 以这种 方式描述的元件被称为二元光学器件。



ZONES 选项仅绘制每个区域边界的位置。 它旨在作为验证供应商是否了解 OPD 函数的参考。 生成一个表格,显示每个区域边界的位置。

下面显示了一个 DMASK 图示例:



必须计算各个凹槽的物理高度,使得顶层在 DOE 的构造波长处产生恰好一个波 长的 OPD 偏移。对于在空气中的透射 DOE,这只是波长/(折射率-1),其中 折射率是基底感光物质的折射率,而对于反射 DOE,它是波长的一半。 该高度 在 DMASK 图上给出,以供参考。为了理解模式的符号,观察 DOE 的正 OPD 贡 献推进波前。 因此,如果 OPD 函数为正,则应从镜片表面移除材料或将材料添 加到反射镜表面,如果是负的话,则将相反的材料添加到反射镜表面。 在绘制 区域之前,您可以为 SIGN 输入值-1 以翻转 OPD 函数。

如果 DOE 浸没在空气以外的介质中,并且折射率为 Nimmersed,则必须修改图

中给出的光源高度 H. 然后由 Himmersed = Hair *(Ndoe-1.0)/(Ndoe-Nimmersed) 给出高度。

PROFILE 选项显示 **OPD** 函数的(Y-Z)横截面,系数为1个波长,其边缘高度为1英寸。(可选的 X 输入产生 X-Z 轮廓。)此图片可用于验证 **DOE** 的符号 是正确:它将区域显示为碗形或山形,如下所示。



由于在该示例中基底位于右侧,因此显然中心区域形成山形而不是碗形。 如果 DOE 的非球面项都是旋转对称的并且 DOE 的基底仅具有指定的圆形(或 没有)通光孔径,那么 DMASK 区域本身就是完美的圆形。在这种常见情况下, 程序在单个半径上的 10,000 点处对 OPD 函数进行采样,并从这些数据生成完整 的圆。 在这种情况下,除 GRAY 选项外,GRID 条目将被忽略,计算速度非常 快。 然后,输出分辨率主要受显示输出设备的限制。 如果不满足这些条件,程 序将在 GRID 给出的网格中对 DOE 的整个区域进行采样。此功能更通用,但需 要更长时间,分辨率只是网格的分辨率。

更快的方法还可以显示已绘制的离散环的数量,以帮助您显示您的技术是否能够 生产零件。

如果表面除 DOE 外还有一条基本曲线,DMASK 的输出是区域图案在 X-Y 平面上的投影,而不是表面的垂直投影。

如果表面已经被声明为带有 USS 20 的多层 DOE,则该部件实际上由两部分制成,具有不同的材料,并且具有相同的区域位置但不同的高度。这些高度通常远高于一侧是空气的 DOE 的情况,并且这些部分彼此安装非常靠近。 DMASK 图显示了 DOE 表面之前和之后的高度。

395
5.31 寻找最好的玻璃(GSEARCH)

玻璃模型参数(GLM)可在优化过程中进行变量化,以帮助您找到可提供 最佳像质校正的玻璃参数。该功能将参数视为连续变量,因此可以求导数,玻 璃模型描述了光谱可见光部分中玻璃的平均特征。IRG 功能可以插入真实玻璃 类型,替换当前的模型玻璃,ARGLASS 可以替换任何或所有符合特定选择标 准的模型玻璃。

但是玻璃模型对于可见范围之外的系统没有用,其中模型系数不合适且可能可供选择的材料很少。此外,由于该模型仅描述了玻璃库上玻璃的平均特征,它不会采用有具体用途的材料的设计,因为它们不像普通玻璃——例如 KzF 玻璃。

对于这些情况,可以使用 GSEARCH 功能,将对选择的玻璃类型和元件进行详尽的搜索,针对每种组合(或选定的子集)优化整个系统。这是一个漫长的过程,但是使用折射率的目录值而不是模型,因此它适用于所有材料。

建议使用此功能的多核计算,因为它通常是一个漫长的过程。 AI 符号不能 由优化 MACro 定义,但程序将继承并遵守在启动之前已定义的任何符号。 如 果您希望优化程序遵循符号,请务必在调用 GSEARCH 之前声明它们。 此 外,对于许多只想用真实玻璃替换模型玻璃的用户来说,ARGLASS 可能是比 GSEARCH 更好的工具。它的运行速度比 GSEARCH 快得多,除非您特别需要 该程序的特殊功能,否则它可能不会产生更好的结果。

GSEARCH有两种模式:如果输入NAMES,程序将循环浏览所有输入的玻璃 名称,将每个名称应用于所设定的每个表面。另一个选项使用NEAREST,您 可以在其中指定要在每个表面上计算的玻璃类型的数量。通过比较指定目录中 每个玻璃的Nd和Vd与镜头中的当前值并选择最接近的那个数量,程序在后一 种情况下找到候选玻璃。因此,如果输入NAMES,则要评估的案例总数是表 面数乘以玻璃数的乘积。NEAREST分析通常会检查更多的玻璃,但由于并非 所有的玻璃都在每个表面进行评估,因此分析不会花费更长时间。NEAREST 行上的第三个字控制玻璃选择:如果输入"P",则只允许来自所选库的需要的类 型,而"0"将允许库中的所有玻璃(其中一些可能已经过时。)第四个字指定价 格限制;价格超过此值(相对于BK7价格)的玻璃将被忽略。默认考虑所有镜 片,无论价格如何。每个表面的玻璃数量乘以表面数量的乘积不得超过100, 每个表面的数量不得超过5。

另一种选择是使 GSEARCH 仅更换镜片中的单个玻璃,而不是在所有表面上循环通过所设定的玻璃。这是 SINGLE 选项。

请按以下步骤操作:

1.使用合理选择的玻璃类型设置镜头。如果初始设计满足一阶和机械参数,那 么剩下的问题是找到最好的材料。如果可能,请在此阶段使用低折射率材料。 如果使用 NEAREST 选项,则后一个注释不适用,因为程序将使用接近起始值 的玻璃。

2.创建包含 PANT 和 AANT 文件的优化 MACro,但不要改变您希望包含在搜索空间中的表面上的玻璃。(如果在 PANT 文件中指定 VLIST GLM ALL,程序将只更改当前玻璃模型的那些材料,而不是 GSEARCH 已插入的任何实际玻璃,这也是可以的。)根据早期版本的设定此 MACro 以 GSEARCH 行结束,但现在不再需要该行。请勿在此文件中包含任何其他命令,如 STORE, GET, FETCH,或符号定义。它们将使所有高于 1 的核心崩溃。

用任何所需名称保存此 MACro。除非您在下面的输入中指定不同,否则程序将使用默认名称 GSOPT.MAC 的宏。程序将在优化每种情况时读取此文件。

GSEARCH LLIB [QUIET] [LOG]	GSEARCH 会将当前镜头存放在 LLIB 位置,然后 在尝试每个玻璃组合之前恢复到该镜头。可选的 QUIET 禁止输出到命令窗口。可选的 LOG 显示到 目前为止发现的最佳评价函数值的运行记录,即使
	经找到了一个极好的解并且您可以停止搜索。
SURF	请注意,这是一个单词,而不是数字
SN SN SN SN	将玻璃分配到指示的表面。
SN SN SN SN	
END	
OFILE "filename.MAC"	此输入指定将被打开并用于优化每种情况的文件。 该文件必须存在,名称必须以文件类型".MAC"结 尾。 必须使用引号设置整个名称。 如果省略此条 目,则默认名称为 GSOPT.MAC,如上所述。
NAMES	
{S/O/H/F/U/C/G/M/P/N} glassname	请参阅 GTB 描述,并参见下面的内容。
{S/O/H/F/U/C/G/M/P/N } glassname	
{S/O/H/F/U/C/G/M/P/N } glassname	

输入以下命令,可以是实时的,也可以是其他 MACro。

END	
NEAREST NB { P / 0 [price] }	关于此模式,请参见上面的文本。
{S/O/H/F/U/G/M/P/N}	
END	
[USE nb]	此条目过滤了许多可能的玻璃类型组合,仅适用于 NAMES 选项。 如果输入的数字大于零,则程序将 仅优化至少包含该数量的不同玻璃的数字。 对于准 确的色差校正,通常需要三种不同的类型,这将跳 过那些较少的类型。 默认情况下接受所有组合。 该程序最初设置了第一个玻璃应用于每个设定的表 面的情况,以获得用于测试后面的组合的基础评价 函数。 可能会发生这样的情况: 服从 USE 指令的 案例实际上都不比该基础好。当发生这种情况时, 将返回该情况,并且知道了 USE 选项对于该镜头可 能不是一个好的选项。
CLIMIT NB	允许的最大案例数。此条目旨在防止粗心的用户请 求过多的案例,然后想知道为什么需要这么长时 间。默认值为 9999 个案例。
TIMEOUT TIME	在多核模式下,某些核心比其他核心需要更长的时间才能完成。在核心1完成所有情况之后,如果任何更高的进程在额外的TIME(以1/10秒为单位)还没有完成,那么这些进程将被中止,并且将跳过分配它们的任何剩余案例。这是为了使程序即使在另一个核心已中止的情况下也能完成。默认值为600,需要等待60秒。如果要等待5分钟,您需要输入TIMEOUT 3000。 DELAY 也有效,如果您使用 DELAY OFF,时间设置为一个非常大的数字,所以应该永远不会被触发。 默认为 OFF。 此选项很少需要,因为所有较高的核心都显示带有STOP 按钮的进度窗口,如果需要可以以此方式终止。单击项部工具栏上的停止标志按钮将中止所有正在运行的核心。

[SINGLE]	如果这被输入,则仅为一个表面分配一个候选玻
	璃。 这对于找到具有不寻常色散的昂贵玻璃之一的 最佳位置是有用的。
GO	

试验优化的数量是输入的玻璃数量和镜片数量的次方。因此,在10个元件上选择10个玻璃可以得到10**10个案例,以每分钟6个优化的速度运行需要大约3171年。显然,必须谨慎使用此功能,并且它不会接受任何导致超过9999次优化的输入(以上述速率超过一天。)此功能符合CORE指令,因此如果无论如何都要将其打开,这时您有一台多核PC;这将大大加快速度。如果您确实想要运行更多案例,可以如上所述覆盖CLIMIT。例如,您应该使用条目CLIMIT 1.0E6将最大数量设置为1.0e6

CLIMIT 1.0E6.

但是,如果您这样做,请准备好等待很长一段时间才能完成。如果您看到正在 运行的记录中列出了足够低的评价函数,则可以始终单击停止符号按钮 来 终止该过程。但是,在这种情况下,程序只会停止,您必须加载到目前为止找 到的最佳解,您可以在 GSEARCH.RLE 文件中找到该解。

警告!

请注意,较高的内核无法向命令窗口发送错误消息。因此,在以多核模式运行之前,请确保输入正确无误。一个用户使用了错误的OFILE-这不适合他当前的镜头-最后所有进程都挂了。如果您使用任务管理器终止它们,它们将保留锁定的磁盘文件,唯一的恢复方法是重新启动 PC。 原则:先检查您的输入!

为了说明这一特性,我们将优化 3-5uM 系统,其中玻璃模型不合适。 MACro GSOPT.MAC 包含

PANT

VLIST RAD 1 2 3 4 5

VLIST TH 1 2 3 4 5
END
AANT
ACC 25.4 1
AEC 5 1
GSR .75 1 4 1 0 0
GSR .75 1 4 2 0 0
GSR .75 1 4 3 0 0
GNR .75 1 3 1 .75 0
GNR .75 1 3 1 1.0 0
GNR .75 1 3 2 .75 0
GNR .75 1 3 2 1.0 0
GNR .75 1 3 3 .75 0
GNR .75 1 3 3 1.0 0
END
SNAP
SYNO 25 0 FIX 5

运行此功能时,您可能希望测试优化 MACro,因为快速可靠地收敛非常重要。 只需运行文件 GSOPT.MAC 即可检查结果。如果您的 MACro 包含与图像质量 无关的项,例如机械尺寸等,如果这些是评价函数中的主要偏差,则 GSEARCH 程序不一定能找到最佳解。它只选择具有最低评价函数的玻璃组 合,而大的机械误差可能会影响您想要控制的效果。

现在我们输入并运行另一个 MACro, 如下所示:

GSEARCH 5 QUIET
SURF
135
END
NAMES
U ZNS
U ZNSE
U AMTIR1
U GE
U CAFL
END
GO

在这里,我们将初始镜头保存在库中的位置 5。 MACro 列出了我们想要修改 玻璃的表面,并为程序提供了从在 3-5 微米的波长区域中有用的非寻常目录中 选择的五种材料。这只有 125 个案例,在我们的测试中运行不到五分钟。最终 镜头如下所示。



该设计在整个波段内校正像差到 1/10 个波长,并且程序选择了材料 AMTIR1, GE 和 CAFL。

当程序替换每个玻璃时,它会自动运行 IRG 程序,该程序调整元件的曲率以尝 试保持与以前相同的光焦度和曲率。此步骤旨在防止光线失效 - 如果只是更改 了折射率并且没有执行任何其他操作,则会不断发生光线失效。 但如果新玻璃 的折射率低于初始玻璃,则曲线将变得更陡峭,这可能再次导致光线失效。 因 此,如果可能的话,从低折射率材料开始是明智的。 在 SYNOPSYS 命令上使用 FIX 指令也是明智的,因此即使光线发生故障,程序仍然可以恢复和优化它。 该程序将最佳组合保存在 GSEARCH.RLE 文件中,并在检查完所有组合后自动

获取该设计。您可以通过单击停止标志 № 来中断该过程,但程序未完成最后 一步。如果您发现一个优秀的设计(在 SNAP 模式下)并且不希望等到所有剩 余的情况都运行,只需中断它然后获取该文件,这将是到目前为止遇到的最佳设 计。程序输出一个运行记录,显示到目前为止遇到的最低评价函数。如果出现 一个非常低的值,这是另一个迹象表明等待所有其他情况完成可能是不值得的。 玻璃名称的条目格式严格。该程序从第 3 列到第 18 列中键入的字符中获取名 称。此名称必须与玻璃库中的条目完全匹配。因此,这些参数必须出现在 MACro 中行的开头。如果输入的任何名称不匹配,程序将以错误消息终止。 您可以通过 MACro 编辑器运行 GSEARCH 命令文件,但不要将其作为备用

MACro运行。GSEARCH创建自己的备用 MACro来进行优化,因此必须空置。 为了说明 NEAREST 模式,我们创建了一个起始镜头和一个名为 GSOPT2.MAC 的优化文件,然后输入我们的 MACro:

CORE 8 GSEARCH 5 QUIET SURF 1 3 6 END OFILE "GSOPT2.MAC" NEAREST 5 P S O H END GO

这将用来自 Schott, Ohara 或 Hoya 目录的五个最接近的玻璃之一替换表面 1,3 和 6 处的材料。 最终的镜头将是最好的组合。 请记住,指定许多目录并不总 能产生比更少目录更好的镜头。 一些玻璃可能必须在其他玻璃匹配后偏离起始 值,以找到最佳解,并且搜索更多目录可能找不到更好的那些,因为有更多接 近的玻璃可供选择。

403

5.32 F /number 计算

FNUM = 0.5/SIN(0.5*PHI).

由近轴光线追迹 PXT 计算和显示的量是系统 F/number,但显示的值仅适用于 视场的中心并且基于近轴光线而不是真实光线。另一个特征是可以使用真实光 线而不是近轴光线在给定的视场上找到 X 和 Y 方向的 F/number 。计算上边缘 光线和下边缘光线之间的角度 PHI,有效的 F/number 由

FNUM = 0.5/SIN(0.5*PHI).给出

程序通过追迹主光线左右两侧的倾斜光线来找到 X 方向的角度。输入是

FN HBAR GBAR

HBAR 和 GBAR 有其通常的含义; Y 和 X 中的归一化视场点。示例输出如下所示。计算是在镜头中定义的所有波长下进行的。

SYNOPSYS AI>FN 10

F/NUMBER AT REL. FIELD (HBAR,GBAR) 1.0000 0.0000

- WAVELENGTH TANGENTIAL SAGITTAL
- 0.656270 11.694085 11.667210
- 0.587560 11.732389 11.708724
- 0.486130 11.798257 11.782950

第二个格式将在主波长绘制 21 个视场点上的有效 F/数。 输入是

FN PLOT

例如,这是一个具有 cos**4 衰减(加上一些畸变)的镜头的图。 F/number 在 视场边缘附近增加。

--- FN PLOT

SAGITTAL

FIELD	TANGENTIAL		
0.00000	3.06167	3.06167	
0.500000E-01	3.06763	3.06397	
0.100000	3.08626	3.07108	
0.150000	3.11966	3.08361	
0.200000	3.17059	3.10246	
0.250000	3.24115	3.12862	
0.300000	3.33056	3.16298	
0.350000	3.43169	3.20608	
0.400000	3.52712	3.25794	
0.450000	3.58763	3.31795	
0.500000	3.57829	3.38493	
0.550000	3.47544	3.45737	
0.600000	3.29142	3.53367	
0.650000	3.10963	3.61242	
0.700000	3.11424	3.69296	
0.750000	3.46773	3.77614	
0.800000	4.12376	3.86298	
0.850000	4.89719	3.95130	
0.90000	5.59365	4.03607	
0.950000	6.18340	4.11539	
1.00000	7.02478	4.19986	

EFFECTIVE F/NUMBER OVER FIELD



5.33 阿贝数计算(VNUM)

VNUM = (N2 - 1)/(N3 - N1).

为了校正色差,必须选择具有不同色散的材料。如第 13.3.5 节所述,很容易在 玻璃目录中找到这些材料或在屏幕上显示。但是在红外线下工作存在问题,因 为材料较少并且有效阿贝数(V数)随着从一个光谱区域变化到另一个光谱区 域而变化。例如,锗在 8-12 uM 波段中表现得像冕牌玻璃,但在 3-5 uM 区域表 现出更大的火石玻璃色散度。对于在三个波长处具有三个折射率的任何光谱区 域,可以定义材料的阿贝数

VNUM = (N2-1) / (N3-N1).

命令序列

VNUM [WAV1 WAV2 WAV3]

{ S / O / H / F/ U / C / G / M } glassname

•••

END

将列出输入波长范围内所有列出材料的有效 V 值。与 GTB 镜头输入一样, 玻璃目录用{S/O/H/F/U/C/G}指定。 您可以输入计算结果的波长; 默认值是镜头中当前的波长。

以下是如何获取 3-5 uM 区域的材料列表:

VNUM 5 4 3

U CAFL

U GE

U AMTIR1

U ZNS

U AS2S3

END

结果如下所示

EFFECTIVE V-NUMBER OVER WAVELENGTH RANGE 5.000000 4.000000 3.000000

CAFL 1.409640 21.68301

GE 4.024904 103.60717

- AMTIR1 2.514015 179.51608
- ZNS 2.251782 109.79658
- AS2S3 2.411143 156.67098

每条线给出中心波长的折射率和有效的 V 数。在这里我们看到 CAFL 具有高色散,而 AMTIR1 的色散则低得多。这些将是该频段中色散校正的良好选择。如果输入的波长超出任何所选材料的有效范围,将显示警告消息。

请注意,此输入与所有涉及玻璃名称的输入一样,必须在单独的行上输入,如 上所示。这意味着您不能像对大多数 SYNOPSYS 输入那样将多行用"/"字符 连接起来。

5.34 玻璃透过率(GTRANS)

命令

GTRANS SN WLOW WHIGH

将计算在从 WLOW 到 WHIGH 的波长范围内分配给表面 SN 的玻璃的透射率。 玻璃必须来自其中一个玻璃列表,并且必须是可以获得透过率数据的玻璃列 表。(有些玻璃缺少公布的数据, Hoya 和 LZOS 目录中根本没有数据。)也 可以通过 MTR 对话框访问此命令。 另一个功能将以图形形式显示所选玻璃类型的透射曲线。这可以在 PAD GlassTable 功能下找到。另一个特征将显示沿着光线路径穿过整个镜头的传输。这是 RTRANS。

这是一个例子,表面 8 有玻璃 SF6:

GTRAN 8.35.7

TRANSMISSION DATA FOR SURFACE NO. 8

SCHOTT SF6

WAVELENGTH TRANS(5MM) TRANS(TH)

- 0.36667 0.600287 0.595405
- 0.38333 0.846750 0.844500
- 0.40000 0.940918 0.940002
- 0.41667 0.977366 0.977008
- 0.43333 0.991384 0.991247
- 0.45000 0.996558 0.996503
- 0.46667 0.998247 0.998219
- 0.48333 0.998596 0.998573
- 0.50000 0.998468 0.998443
- 0.51667 0.998206 0.998177
- 0.53333 0.997937 0.997905
- 0.55000 0.997706 0.997669
- 0.56667 0.997520 0.997480
- 0.58333 0.997375 0.997333

0.60000	0.997265	0.997221
0.61667	0.997182	0.997137
0.63333	0.997120	0.997074
0.65000	0.997074	0.997027
0.66667	0.997041	0.996993
0.68333	0.997017	0.996969
0.70000	0.997000	0.996952

第三列给出的透射率的厚度等于所讨论的透镜的中心厚度,而第二列的厚度为 5毫米,该厚度在供应商的玻璃库中列出。

只要设置的范围超出该玻璃类型的已发布的透过率数据的范围,就会显示警告 消息。

5.35 DOE OPD 矢高表(DSAG)

DSAG 命令将生成一个类似于 SAG 表的表,不同之处在于它列出了 DOE 镜片中的相移而不是镜片的表面形状。输入是

DSAG <u>SN</u> [<u>HAAP</u> [<u>NSTEPS</u>]]

表面 SN 必须已声明为 DOE, 默认半孔径是表面的当前 CAO。 NSTEPS 是要分析的区域数, 默认为 10 个区域。沿 Y 轴从中心到 HAAP 进行分析。 由于 DSAG 结果不能直接用于 AI 程序,因此 SYNOPSYS 将结果的副本放入 AI 缓冲区,AI 可以访问它。下面是如何在表面 33 上绘制 DOE 的相移图,作为 y=0 到 5.0 的 y 坐标函数:宏:

DSAG 3 AIP 1

ORD = **FILE** 1

运行这个宏一次,然后输入

DO MACRO FOR AIP = 0 TO 5

图像就产生了

5.36 沿光线透过率(RTRANS)

光学系统的传输可以通过 SYNOPSYS 的在 5.39 节中逐项列出的几个特征来计 算。运行这些选项最简单的方法是通过菜单 MTR。

在本节中,命令 RTRANS 将计算通过整个系统的给定光路上的吸收率。它不考虑渐晕,切趾或膜层。该功能设定所有光学材料来自其中一个玻璃库,并分配传输系数。如果任何镜头都不是这种情况,程序将忽略该材料并发出警告信息。 格式与 RAY 命令相同:

RTRANS { ICOL / P } HBAR XEN YEN { SURF / 0 } GBAR

ICOL / P	波长编号,或"P"表示主波长
HBAR	Y 方向上的归一化视场

XEN,	归一化入瞳坐标
YEN	
GBAR	X 方向上的归一化视场

如果输入 SURF, 程序将逐项列出每个元件的透过率。下面是一个例子:

SYNOPSYS AI>RTRANS 3 0 0 1 SURF

SYSTEM TRANSMISSION ALONG SELECTED RAY

SURF. PATH LENGTH THIS PATH CUMULATIVE

- 2 14.6111 1.0000 1.0000
- 6 5.99471 0.9998 0.9998
- 8 5.05732 0.9986 0.9984
- 10 6.13605 0.9944 0.9928

TRANSMISSION ALONG RAY: 0.992823E+00

您还可以通过单个镜片评估透过率,如第5.50节所述。

5.37 照明系统

SYNOPSYS 的几乎所有功能都是为成像系统而设计的,其目标通常是尽可能清晰地成像。另一类系统涉及照明,这里的目标是以有效的方式聚焦光线以期望的均匀性将其分配到特定的位置。

此类系统可以使用 OBL 或 OBI 物方参数进行设置,该描述符对自动包含倾斜效 应的朗伯光源进行建模。然后可以使用处理几何光线集的 SYNOPSYS 的所有特 征来分析这样的系统,但是诸如 MTF 和所有基于 OPD 的分析之类的像质分析 工具几乎没有意义,这些工具不应该与该物方一起使用。 OBL 物体由一个周围没有反射镜的 LED 组成,而 OBI 则为 LED 阵列建模,每个 LED 都有一个反射器。

也可以使用物方类型 OBL 定义自己的反射镜,尽管它非常复杂,如以下示例所示。这里,光源是一个半径为 0.049 英寸的发光二极管。我们用一个圆锥形反射镜收集光线,然后通过一个环形透镜传递它,它使光线在 x 中的分量比在 y 中的分量更大,我们将其作为一个设计目标来讲解。这是该系统的 RLE 文件:

RLE

ID LAMBERTIAN OBJECT WITH CONE

WA1 .625

APS 1

NOSEQUENTIAL

UNITS INCH

OBL 0.003 0.049 80.

 $0 \, \text{AIR}$

1 LOOSE

1 CV 0.00000000000 TH -0.27248800

1 AIR

2 INTERSECT FAR

2 MBOUNCE

2	CAPTURE
4	CALIONE

- 2 LOOSE
- 2 CAO 0.40000000 0.00000000 0.00000000
- 2 CAI 0.06500000 0.00000000 0.00000000
- 2 RAD 0.00200000000 TH 1.88000000
- 2 CC -1.04515000

2 REFLECTOR

3 CAPTURE

3 CAO	1.25000000	0.00000000		0.00000000	
3 CV	0.0000000000000	TH	0.00952	2965	
3 AIR					
4 CAO	0.45000000	0.00000	0000	0.00000000	
4 CV	0.00000000000000	TH	0.12427	7800	
4 GLM	1.50000000	50	0000000	00	

- 5 CAO 0.45000000 0.00000000 0.00000000
- 5 CV -0.4343390000000 TH 118.00000000
- 5 AIR
- 5 TORIC 1.01859000
- 6 RAO 136.26000000 41.60000000 0.00000000 0.00000000
- 6 CV 0.00000000000 TH 0.00000000
- 6 AIR

END



上面的 PAD 图显示了顶部的 YZ 剖面和底部的 XZ 的系统,我们在同一平面上 设置了 21 个光线的扇面以显示路径。在展示分析之前,先进行讨论:

1.我们使用非序列光线追迹,因为在锥体内,在表面 2 上建模为非常偏心的双表面,光可能经历从零到三次反射(如果我们改变圆锥体角度,则会发生更多反射)。 2. 由于光从圆锥体的顶点传播,我们为该表面指定 INTERSECT FAR。请记住, 光线总是有两个圆锥截面的交点,默认是最接近顶点的交点。在这里我们想要另 一个。

3.表面 2 既是 CAPTURE 也是 LOOSE,,因为进出该表面的光线可以具有不同的 线路。它也是 MBOUNCE,允许从该表面到自身的反射。

这是一个非常微妙的问题。请注意,物距非常小,在这种情况下为 0.003 英寸。 这就是为什么:即使在非序列模式下,也始终假定光从物体到达表面 1。如果物 体距离大得多,那么大角度的光线会在距离轴很远的地方穿过该表面。(这就是 为什么禁止 90 度的角度:截距将在无穷远处。)但如果截距是在圆锥体的外面, 那么光线就永远找不到返回圆锥体的路,光线也就无法追迹。这个小值确保离开 表面 1 的光线在圆锥体内。

让我们在远处的表面做一个标记来检查光线分布。我们在 LED 上指定了几个点, 并在每个点指定了数千条光线。以下是命令列表,从 12 个视场点追迹 3000 条光线:

PUPIL 1 3000 PLOT 6.05 0

0

415

TRACE P 0 0 3000

TRACE P 1 0 3000

TRACE P .5 0 3000

TRACE P -1 0 3000

TRACE P -.5 0 3000

TRACE P 0 .7 3000

TRACE P 0 -.7 3000

TRACE P 0 .3 3000

TRACE P 0 -.3 3000

TRACE P 0 1 3000

TRACE P 0 -1 3000

END

这是结果:



矩形是目标表面的 RAO。要评估光分布,最简单的方法是创建一个 GMODEL, 然后用 FOR 扫描模型上的一个小探测器。

虽然这个例子在使用 SYNOPSYS 的一些功能中提供了很好的教程,但是使用物 方类型 OBI 可以更容易地解决这个问题。有关示例,请参见第 3.1.6 节。

5.38 锁定镜片楔形误差

当镜头镜片被制造出来时,所有的尺寸都会有一定的误差,为了抵消这些误差的 影响,人们通常会通过某种方式调整镜头。也许最简单的调整是调整镜片的位置, 使其中一个镜片的楔形误差的影响被其他镜片所补偿。一种做法是改变镜片的方 向,将一个镜片的厚边与下一个镜片的薄边对齐,以此类推。MC 可以根据开关 14 的状态来评估以这种方式对齐的一批镜头的统计信息。一个更好的方法是在 计算的角度上对单个元件进行计时,以最小化整体效果。MC 还可以评估该过程 的统计数据。我们所说的"时钟"指的是最厚的边相对于局部 y 轴的方向,我们称 之为 12 点或零时钟角。

这个程序非常有效。UCLOCK 功能将计算最佳角度并提供结果列表和图表。输入如下:

UCLOCK [QUIET / LOUD / TEST [MONO]]

[WEIGHT WBORE WDISP WCOMA]

SN WEDGE

SN WEDGE

•••

GO

[UCLOCK [LIST / PLOT]]

上面列表中的表面编号 SN 必须全部位于要考虑的每个元件的第二侧。WEDGE 值是测量的楔角,以弧分为单位。程序将输入的楔形定义给指定的元件,并将伽 玛倾斜指定给元件的第一个表面。然后,它改变列表中每个楔形的伽马旋转,以 便使楔形误差的累积效应最小化。

当指令运行时,要分配倾斜或旋转的所有表面都必须没有倾斜或偏心。

默认情况下,要最小化的缺陷包括真实光线坐标在 X 和 Y 轴的光线像差(孔径误差模型),在轴上的长波长和短波长(在轴上建立色差模型)的光线和在波前的 COE 扩展中近似系数 9 和 14 项的轴向彗差之间的间隔。

这些项的相对权重可以用 WEIGHT 参数来输入,这些参数的默认值为 1.0。如果 指定了 MONO,或者镜头定义的波长少于三个波长,则会忽略色散效应。可选 的 QUIET 输入抑制输出,但显示结果。默认值是 LOUD。默认情况下会生成一 个列表和一个图,您可以使用上面所示的附加输入设置另一个宏。

可选的 TEST 输入将指定的楔形添加到镜片中, 然后停止, 让您可以评估楔形对 成像质量的影响, 而不需要保存。

胶合透镜组的处理方式有些不同:您可以像往常一样为每个镜片的第二部分分配 一个楔形,但是程序只计算整个组的时钟角,而不是单个元件的时钟角。由于这 个原因,在零件上用相反的符号设置楔形是明智的,这是常见的加工场惯例而且 这是被推荐的。然后,程序将记录组的方向。结果是每个镜片的最佳时钟角度列 表,以及显示方向的图表。

为了说明这个特性,让我们从保存为 X33.RLE 的镜头开始。



首先,让我们看一下楔形的效果,它的方向是由镜头输入所包含的,没有时钟角。 在此,我们假设元件已经制造完毕,并测量了楔形的角度。 这些角度在下面的 数据中给出。 因为表面 3、11 和 14 都是胶合表面,我们为这些表面规定了一 个负的楔形角,如上所述输入是

FETCH X33

UCLOCK TEST

WEIGHT 111

2 4.2

3 -6

6 1.5

8 6.3

10 4.8

11 -2.1

13 6.6

14 -4.2

GO

在这里,我们把第一个双胶合透镜的第一部分的楔形,分配给表面 2,这个元件的第二个表面。第二部分的楔形在表面 3 上,这是第二个元件的第个表二面,以此类推。现在分配了楔形(但由于测试输入的原因没有 clocked),我们运行 PSPRD 命令来查看效果。



这里我们看到的是由楔形误差引入的一定数量的轴向误差。我们希望通过 UCLOCK 来消除这个错误。为此,我们重新运行 UCLOCK 命令,用 QUIET 替换 TEST。(FETCH 命令是重复的,因为 UCLOCK 设定从当前表面开始。)

FETCH X33

UCLOCK QUIET

WEIGHT 111 2 4.2 3-6 ••• GO 输入如下 --- FETCH X33 GIHT FOCL FNUM BACK TOTL DELF 22.22211 254.00119 5.00002 69.73485 163.00000 -0.00085 Lens number 10 ID 8-ELEMENT TELEPHOTO --- UCLOCK QUIET --- WEIGHT 111 --- 2 4.2 --- 3 -6 CLOCKING OF WEDGE ON SURFACE 3 DEFEATED DUE TO PREVIOUS TILT --- 6 1.5 --- 8 6.3 --- 10 4.8 --- 11 -2.1 CLOCKING OF WEDGE ON SURFACE 11 DEFEATED DUE TO PREVIOUS TILT

--- 13 6.6

420

--- 14 -4.2

CLOCKING OF WEDGE ON SURFACE 14 DEFEATED DUE TO PREVIOUS TILT

--- GO

OPTIMUM CLOCKING OF WEDGED ELEMENTS IS AS FOLLOWS:

BORESIGHT WEIGHT = 1.0000

DISPERSION WEIGHT = 1.0000

AXIAL COMA WEIGHT = 1.0000

No.	SURI	F WEDG	E, MIN RAD	DIANS	DEGREES
1	2	4.20000	0.00122	0.07000	
2	3	-6.00000	-0.00175	-0.10000	
3	6	1.50000	0.00044	0.02500	
4	8	6.30000	0.00183	0.10500	
5	10	4.80000	0.00140	0.08000	
6	11	-2.10000	-0.00061	-0.03500	
7	13	6.60000	0.00192	0.11000	

8 14 -4.20000 -0.00122 -0.07000

RESIDUAL BORESIGHT ERROR, IN LENS UNITS: 0.09665201

RESIDUAL DISPERSION ERROR, IN LENS UNITS: 0.00726944

RESIDUAL AXIAL COMA, IN WAVES: 0.00581089

UNCLOCKED BORESIGHT ERROR, IN LENS UNITS: 0.23229099

UNCLOCKED DISPERSION ERROR, IN LENS UNITS: 0.01107232

UNCLOCKED AXIAL COMA, IN WAVES: 1.22869658

--- UCLOCK PLOT



输出结果证实,程序没有对每个胶合的双透镜中的第二个进行时钟排列,因为 该元元件的第一面已经有一个倾斜了。 这就是 DEFATED 注释的含义。

上图是结果的图形显示。 元件 1 (和 2,因为这是一个胶合双透镜)默认情况下,其楔形方向为零度,也就是说,元件最厚的部分在顶部,即 12 点钟方向 (第一个元件总是没有时钟角的)。 第三个元件 (表面 5 和 6)的楔形为 1.5

弧分,时钟倾斜度为137.92度,分配给表面5,组数为2。(如果需要,可以 查看 ASY 列表。)第四个元件(7和8),楔形为6.3 弧分,时钟为-14.33度, 以此类推。 这些数据将指导装配技术员在将元件装配进机械结构时的工作。

结果显示,所有像差都有改进:孔径误差从没有时钟角的 0.2323 变成了倾斜生效后的 0.0966。 查看这个时钟角的结果是如何改善像质的。 这里是对应时钟角镜头的 PSPRD。 正如希望的那样,轴向彗差已经大大减少。



不言而喻,您必须准备好并且能够在组装每个透镜时运行这个程序,以便利用 这些改进。

最后,注意 UCLOCK 创建并运行一个特殊的 MACro 来重新优化系统。因此,如果您尝试像 FINAL 或 SYNOPSYS 这样的命令,程序将不会报告或运行您自己运行的最后一个优化,因为新的优化已经覆盖了这些数据。

您可以通过 MACro 编辑器运行 UCLOCK 命令文件,但不要将其作为备用 MACro 运行。UCLOCK 创建自己的备用 MACro 来进行优化,所以这必须是空 的。

如果开关 67 打开, UCLOCK 中的优化效果更好, 如果它还没有打开, 那么它将暂时打开。

5.39 T /数计算(TN)

SYNOPSYS 的几个功能将解释各种原因造成的能量损失。其中大多数都可以通过 MTR 对话框轻松访问, MTR 列出了选项和限制。

1.第 5.34 节中的 GTRANS 计算了单个透镜沿轴的透射率,并仅分析了许多波长下玻璃内的吸收。

2. PTRACE 考虑了整个系统的渐晕,切趾和膜层——但不考虑吸收。。

TRACE 考虑渐晕和切趾,但不考虑膜层或吸收。

4. PRAY 分析单条光线的路径,并评估膜层造成的损失。

5. MAP 可以绘图视场或光瞳上的传输,并考虑与 TRACE 相同的效果。

6.另一个功能将以图形形式显示所选玻璃类型的透射曲线。这可以在 PAD GlassTable 功能下找到。

7. RTRANS 将分析沿给定光线的吸收,忽略其他影响。

8. AI 名词"TRANSMISSION"将追迹光线并记录所有效果。对于此分析,输出如 FIND THE TRANS FOR HBAR = 1 AND YEN = .5

(请注意,此处必须至少使用四个字符,以区分"TRANSMISSION"和"TRACE", 这是 AI 句子中未使用的有效命令。)

9. ILLUM 将输出视场上的照度衰减。 这考虑了所有效果,包括像的倾斜。

另一个特征是在设定的视场点找到系统的有效 T /number,包括所有上述效果,包括渐晕,切趾,膜层损失和玻璃吸收 - 但并非倾斜,这不会改变 T /number。 请输入

TN HBAR GBAR [ICOL / P]

HBAR 和 GBAR 是在(Y, X)中的归一化视场, ICOL 是要分析的波长编号。 P 指定主波长。

这是一个例子。 该镜头在第一个双合透镜上有遮挡,在表面 5 上指定了切趾,在所有元件上都有四分之一波长的 AR 膜层。 (此镜头也处于偏振模式, 否则将忽略膜层。)



命令

TN 1 0

给出以下列表:

SYNOPSYS AI>TN 1 0

Rayset Thru lens Energy/Ray Energy Thru *Polarization

577 383 0.666000E+0 0.442076E+00 0.429355E+00

THE ABOVE ANALYSIS IGNORES ABSORPTION

T-NUMBER ANALYSIS AT FIELD (HBAR,GBAR) = 1.0000 0.0000

COLOR NUMBER 2 0.587560 uM

EFFECT X Y

PARAXIAL 0.0000 3.5714

GEOMETRIC 3.5295 3.2358

VIGNETTING 4.3322 3.9716

APODIZATION 5.3085 4.8666

COATINGS 4.3959 4.0300

ABSORPTION 4.3373 3.9763

TOTAL 5.3929 4.9440

COSINE OF INCIDENT ANGLE OF CENTER RAY AT IMAGE = 0.997804

前三行提供与 PTRACE 命令相同的信息。通过遮挡,光线数量减少了;通过切 趾法减小了能量/光线;能量通过是光线分数乘以能量/光线;并且膜层和偏振的 影响将能量降低到最后值 0.4294。到目前为止,唯一缺少的是玻璃吸收的效果, 如列表中所述。

这是由下面的表格提供的,它将这些数据减少到有效的 T/number。因此,在表的第一行中给出了近轴 F /number,并且由于该透镜不在 XPXT 模式中,因此不计算 X 值。通过在设定的视场点处追迹真实光线,在 X 和 Y 中找到几何 F /number。T / number 是由列表中其他影响的能量损失引起的。例如,如果切趾是能量损失的唯一原因,则在 Y 方向上 T /number 将是 4.8666。当考虑所有原因时,TOTAL 一行给出 T /number。

当然只有在镜片处于偏振模式并且已经指定膜层时才考虑膜层的效果。如果偏振态是非均匀化的,则表面反射引起的损耗在 X 和 Y 线性状态之间取平均值, 而影响总和的其他项仅用于 Y 偏振。

如果您的目标是估计像的光通量密度,那么您还需要考虑光束相对于局部表面法 线的倾斜度。最后一行给出了这个角度的余弦。透镜近似于远心,所以在这种情 况下衰减不是很大。

5.40 镜片毛坯成本(GCOST)

提供了一个实用程序来帮助您估算镜坯的成本。命令是

GCOST [JSSS JSPS].

该功能也可在对话框 MUT 中找到。

GCOST 将生成一个如下所示的表格,如下所示:



SYNOPSYS AI>GCOST

Switch 39 is ON, EFILE data are honored.

RELATIVE PRICE OF GLASS ON SURFACE	2 IS	16.000
RELATIVE PRICE OF GLASS ON SURFACE	4 IS	5.000
RELATIVE PRICE OF GLASS ON SURFACE	6 IS	3.500
RELATIVE PRICE OF GLASS ON SURFACE	8 IS	3.500
RELATIVE PRICE OF GLASS ON SURFACE	10 IS	3.500

RELATIVE PRICE OF GLASS ON SURFACE 12 IS 16.000

RELATIVE PRICE OF GLASS ON SURFACE 14 IS 2.000

RELATIVE PRICE OF GLASS ON SURFACE 16 IS 20.000

ELEMENT SURF. COST FACTOR

ID 90 DEGREE VIEWER LENS 13 09:41:00

10663 15-AUG-

LENS BLANK PRICE IF MOLDED BLANKS ARE ORDERED:

(MULTIPLY COST FACTOR TIMES PRICE/LB OF LEAST EXPENSIVE **GLASS FROM THIS VENDOR**)

(ALLOWS FOR 5% LINEAR REMOVAL OF GLASS IN GRINDING)

ELEMENT SURF. COST FACTOR

- 1 2 0.557
- 2 4 0.360
- 3 6 0.420
- 4 8 0.972
- 10 1.378 5
- 12 6 4.690
- 7 14 0.453
- 8 16 0.825

TOTAL COST FACTOR IS9.654928

LENS BLANK PRICE IF FLAT BLANKS ARE ORDERED:

ELEMENT SURF. COST FACTOR THICKNESS DIAM

Y-APER.

(X-APER.)

 1
 2
 1.383
 8.418
 38.507

 2
 4
 0.856
 12.915
 46.705

 3
 6
 0.769
 8.444
 62.582

4 8 2.313 15.590 79.870

5102.41516.48679.3616126.84711.31173.9287140.56910.17568.258

8 16 1.317 6.556 69.561

TOTAL COST FACTOR IS 16.468850

NOTE: The cost data presented above are intended only as a guide.

Contact a glass vendor for accurate, updated, costs.

SYNOPSYS AI>

这些数据列出了制造商的成本因素,表明每种玻璃类型的价格相对于该供应商 中最便宜的玻璃的价格,通常相当于 BK7 型。请注意,如果任何表面使用过时 的玻璃或玻璃表中不包含成本数据的玻璃,则不会在总成本计算中考虑它。

免责声明:玻璃表中的成本数据在编译时是显示的,但制造商可能会在不 另行通知的情况下更改其价格,并且收取的价格取决于订单的数量和所 选的质量等级。此分析的结果应仅被视为粗略指南,并且在作出受成本影 响的关键决策之前,建议您与供应商联系。

这里执行了两种分析。第一部分假设镜坯将被订制成大约成品镜片的形状,而 第二部分则假定您将订购平面毛坯并自行生成曲线。在后一种情况下需要更多 的玻璃,因此成本因素更高。两个部分都假设您在生成和研磨过程中将三个尺 寸中的每一个玻璃移除约5%的玻璃。

如果输入,则在输入的表面范围(JSSS 到 JSPS)上执行分析,如果没有,则执行整个镜头。

成型毛坯的成本考虑了元件中的任何内孔径,而平板毛坯的成本则没有。
5.41 镜头间隔长度(SPACERS)

命令

SPACERS [JSSS JSPS]

将计算两个元件之间的透镜元件或间隔环的长度。该计算采用每个空气间隔的值, 并通过两侧表面的矢高来调整它。可以使用命令输入表面范围; 默认覆盖整个镜 头。 计算在 YZ 平面中完成, 如果表面不具有轴对称性, 则无效。实用程序 MUT 可以访问此功能。

用于每个表面上的矢高计算的孔径等于以下之一;

1.任何固定孔径在表面上的作用值(如果有的话)。

2.如果没有声明固定孔径,则 EFILE 的值指向 A 或 E。对于跨越空气厚度的下 表面数量采用点 E,对于更高的点采用点 A.

3.如果没有 EFILE 或固定孔径数据生效,则当前的未固定孔径有效。



考虑下面所示的透镜:

命令 SPACERS 给出下表:

SPACER LENGTH CALCULATION, IN UNITS OF MM

SN	SN	AIRSPA	ACE APE	RTURE A	APERTURE	SAG	G SAG
S	PAC	ER					
2	3	1.9092	19.1171E	17.6450E	0.7143	8.0728	9.2677
4	5	1.0000	15.6285E	15.3811E	2.7306	2.3845	0.6539
6	7	28.7174	12.6585E	12.1000C	5.4677	2.8466	26.0963
8	9	16.2998	12.8906E	6.0611C	1.2865	0.0000	15.0133

Note: apertures marked "C" are taken from the current CAO value;

Apertures marked "E" are taken from the current EFILE data for points A or E.

SPACER is the airspace adjusted by the 矢高 s on both sides.

注意:标有"C"的孔径取自当前的 CAO 值;

标记为"E"的孔径取自当前 EFILE 数据的 A 点或 E 点。

SPACER 是由两侧矢高调整的空气间隔。

假设您想在表面 6 和 7 之间设计一个垫片。该垫片的长度为 26.0963 mm,如表中所示。用于矢高计算的孔径在表面 6 上的 EFILE 点 E (12.6585)处(由标记 "E"表示),而表面 7 处的孔径在该表面上的固定孔径(12.1)处(由"C"表示))。由于 EFILE 数据仅描述了镜头的形状,并且未指定表面上您希望垫片接触表面的点,因此我们允许固定孔径覆盖 EFILE 点以进行此计算。如果要管理 EFILE 点,请务必删除可能有效的任何固定孔径。

5.42 Zemax 输入文件转换器(ZMCONVERT)

ZMCONVERT [ZOOM]

命令 ZMCONVERT [ZOOM]将打开一个对话框,您可以在其中选择扩展名为 ".zmx"的文件。 这是镜头设计程序 Zemax™生成的输出文件。 SYNOPSYS™ 可以打开此文件,并在大多数情况下将数据转换为 SYNOPSYS 的 RLE 格式。 完成后,它会在 MACro 编辑器中打开新文件,您可以在其中检查结果,进行 必要的更改,然后运行该文件。要打开的文件必须位于当前工作目录中。

免责声明:由于 Zemax™是我们无法控制且数据不完全透明的第三方程 序,因此我们不保证转换为 SYNOPSYS 格式的结果将是完整或准确 的。

请记住,SYNOPSYS和ZMX都是非常大的程序,每个程序都有一些互不相同的功能。转换器将尽可能多地获取文件数据,并在无法转换重要项时发出警告消息。这些通常涉及不受支持的表面类型,玻璃表,GRIN定义和某些系统特性在两个程序之间有所不同,因此转换可能不完整。一些参数被认为不重要,完全被跳过。因此,应该仔细检查ZMCONVERT的结果,以确保镜头模型完整和准确。

ZMX 文件还可以包含公差数据和产生镜头的评价函数的描述。SYNOPSYS 将 这些数据放在单独的文件中,因为镜头文件只是一个镜头描述文件,而不是其 他文件。因此转换器也会忽略这些数据。

尽管如此,所有最常见的光学参数都被可以正确转换,并且大多数用户会发现 从 ZMX 读取文件是非常实用的。

您会注意到 ZMX 中具有倾斜或偏心的系统更加麻烦, ZMX 只有坐标中断而没 有自动撤消,缺乏 SYNOPSYS 倾斜和偏心选项的复杂性。(我们有一个例 子, ZMX 需要 12 个表面来描述 SYNOPSYS 可以用 6 个表面来描述的几何 体。)因此,在运行转换程序之后,您可以选择执行的任务之一是以不太简单 的方式重新定义几何体。该程序将定位 Zemin 用于在其他地方反转倾斜或偏心 的表面,并将其作为一组倾斜或偏心在原始表面上实现,这将简化一些事情。 您还应该查看系统特性,真实光瞳和通光孔径定义,看它们是否合适。 根据 以下规则,根据 zmx 文件中的定义设置物体和系统参数:

1.真实光瞳生效,光阑表面上设置固定孔径,系统进入 WAP 模式。

2.如果物距为"无限",则系统使用物体 OBB。

3.如果视场角超过70度,系统将使用OBD物方参数。

对于某些镜头,这些规则可能不是最佳的,因此如果是这种情况,您应该检查 (并在必要时更改)这些声明。如果 ZMX 文件指定了一个零视场(在 SYNOPSYS 中不允许),程序将调用一个非常小但非零的视场。如果镜头的构 造非常奇怪,以至于所有的光线都在任何场点上都是渐晕的,一些 ZMX 用户 似乎认为这是一个好主意,那么 WAP 3 光瞳搜索就会失败。在这种情况下,您 应该更改为近轴光瞳(WAP 0, APS SN)。

Zemax 允许您通过提供像高来表示物高,无论是近轴还是真实光线。转换不 遵循此选项(尽管 SYNOPSYS 可以与 FFIELD 选项大致相同),因为我们测试 的大多数转换都涉及不同的玻璃名称,除非镜头相同,否则求解变得毫无意 义。

生成的物方参数始终为 OBA, OBB 或 OBD。如果进入光束具有高斯数值孔径 NA,则应考虑更改为 OBF 格式,这种格式适用于此类情况。

该程序将文本行转换为 ID, ID1 和 SID 行。但是, ZMX 中允许的字符集与 SYNOPSYS 中使用的字符集不同。几乎任何字符都可以在这些行中工作,转换 器将用引号包围,以禁用解析器对其进行解释的任何尝试。但是,如果这些行 中的任何一行实际上包含引号,则必须在运行 RLE 文件之前将其删除,否则将 出现解析错误。

SYNOPSYS 在命令窗口中响应 zmx 文件,转换完成后,建议您检查列表以查看 是否出现任何警告消息。当转换程序遇到玻璃类型时,它会检查除自定义表之 外的所有玻璃表,以查看是否有任何名称匹配。如果找不到该名称,程序将替 换该材料的玻璃模型(GLM)并发出警告消息。尽管名称不同,但通常正确的 玻璃是可用的。例如,如果 zmx 文件调用玻璃类型 LAH66,则无法找到它,因 为 SYNOPSYS 玻璃表包含 Ohara 目录中的替换玻璃 S-LAH66。如果您看到这 种消息,通常很容易自己插入正确的玻璃。大多数不寻常的材料将自动从 U 目 录转换为 SYNOPSYS 等效材料,在大多数情况下名称略有不同。如果未找到 匹配项,程序将从 zmx 文件中的 GLAS 数据中读取折射率和色散数据,并将其 分配给玻璃模型。但是我们已经看到那些 Zemin 数据完全不符合实际玻璃特性 的情况,因此必须仔细检查所有这些情况,看看结果是否有意义。 在无焦模式输出后,以ZMX为模型,采用近轴表面式(一个理想透镜)。 SYNOPSYS将它转换为APERFECT声明,它做了几乎相同的事情——但是大 多数用户更喜欢将其转换为局部AFOCAL声明,对我们来说,这更直观。

SYNOPSYS 输入指定全视场点的定义,而 ZMX 给出可用于优化和分析的视场 点列表。 SYNOPSYS 查找该列表中的最大视场,并声明全视场点以及您可能 需要的任何其他点,因此通常可以使用 HBAR 参数自动获得。

ZMX 没有自带变焦镜头功能,必须应用多重结构功能对其进行建模,而 SYNOPSYS 则在单一配置中建模变焦镜头。由于 ZMX 输入文件无法区分纯变 焦和多重结构镜头,如果系统是多重结构的话,尝试构建 ZFILE 变焦镜头是不 正确的,如果是这样的话,您必须在 ZMCONVERT 命令的 word 2 中加上单词 "zoom",从而将该镜头声明为一个真正的变焦镜头。如果省略此条目,则转换 将忽略在 ZMX 文件中发现的任何多重结构数据。

如果存在 ZOOM 条目,则转换程序将尝试构建复制变焦镜头的 ZFILE 数据。 务必仔细检查结果,以确保正确的镜片移动并且数量合适。注意: ZDATA 参 数将与 ZMX 文件中给出的厚度更改不同。后者测量每个元件的位置,从先前 的厚度变化处开始,而 SYNOPSYS 自动反转下一个元件的任何变焦运动,因 此从标准位置而不是移位位置测量进一步的变焦。

ZMX 支持许多非球面的表面形状,其中一些与 SYNOPSYS 不兼容。我们怀疑 是否有人使用过它们中的大部分,但是如果您有一个系统需要,请告诉我们, 我们会尝试单独进行转换设置。我们的政策不是支持很可能永远不会使用的功能,而是快速响应实际需要的设置。

ZMX 中的坐标几何是右手系,而 SYNOPSYS 中的默认是左手。我们选择将 ZMX 文件转换为后一种,因为 SYNOPSYS 用户更熟悉它。

ZMX 文件中目前尚未转换的某些数据项实际上与 SYNOPSYS 兼容,但尚未解决,主要是因为这是一项新功能,我们仍在收集示例文件。建议文件未完全转换的用户向我们发送示例,我们将根据需要增强转换的能力。我们鼓励您的评论和帮助。

436

5.43 复制和反射镜(DMIRROR, CMIRROR)

该程序可以很容易地执行常见的任务,即你想要一个你的镜头的精确副本,翻转,以便获取镜头的镜像并放在最后。 有两种形式。DMIRROR 制作一个翻转的副本,CMIRROR 制作一个副本,光线通过一个在反射镜上反射后经过没有翻转的副本返回。

第一种形式的输入是

DMIRROR ISN

ISN 是系统将被反射镜的表面编号。

可以从对话框 MUT 运行该功能。

下面是一个例子。这是一个三元件透镜,在图像上近似远心。我们希望复制并 反射镜系统关于图像平面,即表面编号8。



命令之后

DMIRROR 8

系统按设定复制。



这里有一定限制。受影响的镜片中不能出现 HOE, DOE 或 GRATING 表面, 也不会涉及倾斜,偏心或 GLOBAL 或 LOCAL 表面。换句话说,这仅适用于非 常简单的情况。反射镜表面将全部分配给原始表面的拾取,因此如果更改第一 部分,将保持反射镜对称性。如果物体是 OBB 类型(通常是无限远物体),则 DMIRROR 的输出将为 AFOCAL。否则,最后的厚度取自 TH0 的值。但是,此 厚度未指定拾取,因此如果您想保持近轴焦点,则必须自行添加 YMT 解。

在更一般的情况下,没有遵守上述限制,您仍然可以制作镜头的镜片副本,但 您必须使用不同的功能。以下是步骤: 1.将起始镜头装入两个 ACON, 例如 1 和 2。

2.切换到 ACON 2 并执行 REVERSE 命令。这是更一般的,允许上面提到的禁止选项。

3.使用 LE 命令将此反转系统的副本放入编辑器中。

4.在编辑器中,拖动选择并复制(Ctrl+C)从表面1开始的所有行,但不包括物方和系统数据。

5.切换到 ACON 1, 创建一个检查点, 然后打开 WorkSheet。

6.注意最后一个表面的表面编号,在上面的例子中,这将是数字8。

7.在"工作表"编辑窗格中,在表面8的文本下方输入

ADD 8

然后粘贴复制的行。 单击"更新",将反转镜头添加到当前镜头中。

8.您差不多完成了。此过程已复制数据但尚未添加任何拾取。唯一不正确的参数是厚度 8,我们尚未指定。所以加

8 PTH 7,

单击"更新",您就完成了。

务必在这些步骤之后或在 DMIRROR 命令之后检查镜头,以确保物和像位于您 想要的位置,并检查是否有任何 GLOBAL 表面放在它们不应该的位置。(它 们相对于表面 1 而非反射镜表面。)

第二种形式的输入大致相同: CMIRROR ISN

在这种情况下,在 ISN 上添加镜片后,程序会复制镜头并将其叠加在原件上。 这是一个例子:



我们输入命令 CMIRROR 7, 在反射镜上折叠系统以插入当前表面 7.现在系统 有 15 个表面,并且光线从图像的前端返回。系统处于 AFOCAL 模式,因为输 入是准直的。这是新系统:



这里也有一些限制:没有 HOE, DOE 或 GRATING。复制的表面都是指定的拾取并且与原件重合,因此可以容忍前半部分并且期望复制部件将保持重复。

5.44 表面斜率分析(SLOPE)

人们通常希望避免具有非常陡峭斜率的表面,因为它们比浅的表面制造起来更昂贵并且更难镀膜。可以使用 DSLOPE 像差在 AANT 文件中控制斜率,但要有效地使用该工具,必须知道问题镜头当前的斜率。然后可以一步步地改变它,希望成像质量保持很高。斜率控制监视器 ASC 也可用于控制斜率;它将追迹曲率为变量的所有表面的斜率。

命令

SLOPE [JSSS JSPS]

将计算从 JSSS 到 JSPS 的范围内每个表面的斜率。默认范围包括除像面之外的 所有表面。它将当前 CAO 值作为要评估的 Y 坐标,或者当前 EFILE 坐标"A" 或"E"(如果已分配)。计算在 Y-Z 平面中进行。如果您还需要像面的斜率, 则必须自己输入显示范围。一个例子如下所示:

SURFACE SLOPE CALCULATION AT CONTROLLING APERTURE

SURF. Y-HEIGHT ANGLE TYPE

- 1 8.05142 4.6723 EFILE
- 2 2.11000 5.2869 EFILE
- 3 2.11000 0.2254 EFILE
- 4 2.11000 5.2869 EFILE
- 5 0.46280 0.0000 CAO
- 6 0.92966 4.4781 EFILE
- 7 0.92966 8.7088 EFILE
- 8 0.78728 29.0333 EFILE
- 9 0.81804 27.7006 EFILE
- 10 1.17252 0.8682 EFILE
- 11 1.17398 12.6772 EFILE

5.45 菲涅耳传输损耗(FTRANS)

一旦所有表面都分配了适当的膜层并且系统处于偏振模式,就可以通过 PRAY

对光线的透射进行严格的分析。 该分析将处理所有表面,包括内胶合表面(两侧都有玻璃)。如果胶合层已明确建模为适当折射率的薄层,则在该模式下也会评估胶合层的反射损失。

本节中描述的 FTRANS 功能提供了一种快速估算胶合层损失的方法,并且不需要分配膜层或激活偏振模式。它根据菲涅耳方程分析胶合界面处的反射

$REFL = (N' - N)^{**2}/(N' + N)^{**2}$

这在正常入射下是准确的。命令选择了两种模式

FTRANS { CONTACT / CEMENT [<u>INDEX</u>] }.

如果选择了 CONTACT 选项,则程序假定胶合面两侧的两种玻璃类型完全接触,并且在每种情况下只有一次反射。 如果选择了 CEMENT 选项,程序将在 假定的胶合薄层两侧的每个胶合表面处上模拟两个反射,其折射率由 INDEX 给出,默认值为 1.55。这些选项适用于在镜头文件中将两种玻璃类型声明为相 邻材料的情况;即您没有把薄胶合层作为胶合折射率的额外表面来建模。

但是有时会对具有两个明确表面的胶合层进行建模,并且在它们之间存在小的 间隔,并且对于一些复杂的系统,这种对细节的关注程度是需要的。在这种情 况下,可以选择 CONTACT 选项,因为胶合层的两侧都在镜片中声明,并且它 们与两侧的玻璃接触。在更常见的情况下,用一对相邻的玻璃类型来描述一个 胶合的界面,胶合层本身是隐含的,但实际上并没有在镜头文件中建模。在这 种情况下,可以选择 CEMENT 选项,以便程序假装存在额外的膜层并对其进 行建模。除了描述的菲涅耳损失之外,FTRANS 不会考虑其他损失来源。

FTRANS 分析可以在对话 MTR 中找到。

以下是一个透镜的示例,其中四个胶合双合透镜被建模为相邻的玻璃类型,未 指定明确的胶合层。



--- FTRANS CEMENT 1.6

ESTIMATED TRANSMISSION LOSS DUE TO CEMENTED INTERFACES

SURFACE		INDICES T		CUMUL.
2	1.640493	1.600000	0.000156	0.999844
2	1.600000	1.805163	0.012917	0.986929
5	1.640493	1.600000	0.000156	0.986775
5	1.600000	1.603412	0.000005	0.986770
9	1.640493	1.600000	0.000156	0.986616
9	1.600000	1.733490	0.005930	0.980765
12	1.733490	1.600000	0.001604	0.979193
12	1.600000	1.761785	0.008433	0.970935

TOTAL NUMBER OF INTERFACES FOUND8 EFFECT ONTRANSMISSION 0.970935

该分析发现,由于四个胶合层处的菲涅耳反射,约3%的入射光损失。最大的 单一损耗发生在胶合层和表面2的界面处,在那里它与高折射率玻璃接触。

5.46 多核操作(CORE)

多年来,计算机芯片的制造商一直在努力生产速度更快的 CPU,但最近他们遇到 了一个瓶颈,这使得提高时钟速度比现有速度更快不切实际。更快的芯片推动电 子在导线更快地运动,增加了 I** 2R 的加热损失 - 并且它们已经接近熔点。 因此,目前的趋势是制造芯片上具有多个 CPU 的处理器。原则上,这种安排可 以比单个核心上的程序运行快许多倍;然而,在实践中,大多数用户体验到的收 益充其量只是适度的。根据 Amdahl 定律,如果一个程序包含必须以串行方式运行的部分(在单个核心上),那么无论 PC 中有多少个核心,这些部分都不会运行得更快。如果一半代码必须是串行代码,那么最大速度提升是两倍。

但是,当您运行冗长的命令时,即使适度的改进也很有吸引力,因此从 SYNOPSYS™的第14版开始,我们已经为某些功能启用了多核支持。目前,这 些特性包括创建一个光线网格(使用几个核心作为离散线程并在多线程模式下运 行)和搜索例程(在多进程模式下工作)。两者之间有很大的不同。

DSEARCH, ZSEARCH, AEI, GSEARCH 和 MC 程序遵循多核设置,但对于这些功能,核心分配了单独的进程,而不是线程。差异很大:如果您有八个内核,那么 DSEARCH 的运行速度将快八倍。

命令是

CORE NCORES

其中 NCORES 是您要启用的核心数。如果 NCORES 为零,程序将以串行模式运行。该值可以是最多 16 个的任何数字(如果它超过计算机中可用的实际进程数, 它将自动减少到该数字)。具有超线程技术的现代 PC 可以在一个内核上运行两个进程,因此一个 8 核 PC 可以运行 16 个进程,但速度增益将低于此,因为每个进程对必须共享一个核心而只有一些操作可以并行完成。

如果镜头包含任何 GRIN 或 BIREF 材料或者镜头处于除 OFF 之外的任何 POLARIZATION 模式,则不会使用评估光栅网格的多核选项。

事实证明,创建和启动实现多线程操作所需的几个程序线程本身需要相当多的 计算机时间,而对于小型镜头系统,开销大于增益。尽管如此,有时候多核操作 值得额外开销。

多核 SYNOPSYS 优化

上面的说明适用于搜索程序的多核功能。 在用 SYNOPSYS 命令运行普通优化时,也可以利用多核。 为了使用这个功能,必须首先用 CORE 命令请求所需的核心数,然后打开开关 99。 这将在优化程序中实现特殊的程序,在计算导数时将单个变量分给几个核心,这将大大加快优化的进展,因为这些计算是并行进行的。

在运行多核优化时,可以通过开关 99 指定不同的核心数。 默认情况下,这与 CORE 命令要求的核心数相同,但你可以通过命令授权一个不同的核心数。

C99 number

当优化开始时,程序会产生一些额外的进程。

还有两个选项影响这种类型的多核优化。命令 CORE STATIC 将启动更高的内核,并在完成优化运行后让它们继续运行。命令 CORE VOLATILE 会使每个

高级内核在运行结束后终止。因此,当运行退火程序时,STATIC选项应该运行得更快,因为它避免了在每个温度下启动和停止每个高级内核所需的开销。 但是这些程序在退火完成后仍然处于活动状态。要关闭它们,你必须点击顶部 工具栏上的停止按钮。 默认是 VOLATILE。

我们鼓励你对 C99 参数进行实验,看看哪个值能给你带来最快的优化。

对于搜索程序,我们看到在使用所有可用的核心时,速度有了明显的提高,我 们建议你在你的电脑中授权最大的核心数。

C99 值被限制为不超过 16, 以确保程序的稳定性。

5.47 自动真实玻璃插入(ARGLASS)

SYNOPSYS™中的几个功能可以更改玻璃类型或将真实玻璃插入镜头。IRG 可 以将所需的玻璃分配给指定的表面,或者自动从给定的玻璃表中挑选最接近的玻 璃,GSEARCH 可以尝试候选玻璃列表的所有排列以找到最佳组合。

本节描述的功能将自动用真实的玻璃模型替换当前的任何或所有玻璃,但要符 合某些设置。 它只能在正常的优化运行后运行,因为它将以相同的优化函数和 相同的变量重复该优化--除了表面上的任何 GLM、GBC 或 GBF 变量,它们将 被首先删除。 它也可以在 MRG 对话框中运行。 如果优化工作是在多重配置 模式下运行的,主配置必须在 ACON 1 中,因为在这种情况下,ARG 将在优化 候选镜头之前恢复该配置。

ARGLASS <u>LIB</u> [QUIET] [SEQUENTIAL / SORT / REVERSE] CAT { S/O/H/F/G/R/M/U/N }

INCLUDE JSSS [TO] JSPS

EXCLUDE <u>SN SN SN</u>...

[PRICE <u>PTIMES</u>]

[BUBBLE <u>BLIMIT</u>]

[STAIN <u>SLIMIT</u>]

[ACID <u>ALIMIT</u>]

[ALKALI<u>ALLIMIT</u>]

[HUMIDITY <u>HLIMIT</u>]

[PREFERRED]

[SAFE]

[ILINE]

GO

LIB	这就给出了一个库的位置,程序将在那里保存开始的镜头,然后 是最终的镜头,在这个过程结束后,插入真正的眼镜。
SEQUENTIAL / SORT /	此选项设置更换玻璃模型的顺序。
REVERSE	SEQUENTIAL 从第一个元件开始到最后一个元件匹配它们。 REVERSE 以相反的序列做同样的事情。
	SORT 检查当前的模型玻璃,并调整顺序,使最接近限定真实玻
	默认值为 SORT。
CAT	指定所需的玻璃目录,必须是S代表Schott,O代表Ohara,H 代表Hoya,F代表CorningFrance,G代表Guangming,R代表 Russian LZOS,M代表Sumita,U代表非寻常目录,N代表 Nicon目录。它不适用于C(自定义)目录。

	如果设置 U 目录,程序会将 PREFERRED 指定视为仅匹配塑料 材料的设置,并且只匹配 RLE 文件中标记为 PLASTIC 的表面。 如果设定任何其他目录,将自动排除如此标记的表面。
INCLUDE	指定要处理的表面范围;默认是整个镜头。只能输入一个 INCLUDE 指令。
EXCLUDE	提供您不希望与真实玻璃匹配的表面列表。允许多个 EXCLUDE 指令
PRICE	在这里,您可以给出实际玻璃价格的上限,以玻璃类型 N-BK7 的价格的倍数计算。
BUBBLE	这是您能接受的最大气泡等级。
STAIN	最大污损等级。
ACID	最大耐酸度等级。
ALKALI	最大耐碱度等级。
HUMIDITY	最大湿度灵敏度等级。
PREF	如果您只想匹配首选的玻璃类型,请输入此选项。
SAFE	使用此指令只匹配环境友好的玻璃(不含铅或砷)。
ILINE	该过滤器仅匹配制造商显示的适用于紫外线的玻璃类型,其中许 多其他玻璃类型在长时间曝光时变暗。目前,只有 Ohara 目录 中有足够数量的此类型才有用。大多数其他目录很少或没有。
GO	开始匹配过程。

该程序从 JSSS 到 JSPS 的表面范围开始,识别当前分配了玻璃模型(GLM)的下一个表面,找到符合选择标准的指定目录中最近的玻璃,并在添加目标后重新优化镜头 将 GLM 参数移动到所选真实玻璃附近的功能。当插入玻璃代替模型时,该步骤能减少光线失效的可能性。然后用该玻璃类型替换玻璃模型,移除该表面上的玻璃模型变量,并再次运行优化程序。然后它在下一个候选表面上循环,继续直到所有设置的表面都匹配。

在没有先前运行优化运行的情况下运行 ARGLASS 是错误的,并且它仅适用于 在可光见玻璃模型有效的可见光波段中运行的系统。

如果选择标准过于严格,程序可能无法找到任何好的解。供应商未为许多玻璃分 配所有命名特性,在这些情况下,目录的缺失数据值为零。因此,这种玻璃会通 过玻璃的测试,即使玻璃本身可能不合格,如果它的实际特性是已知的。因此, 建议您与供应商一起验证对项重要的特性值。 U 材料库(不寻常的材料)的处理方式与其他材料略有不同。这些材料没有诸如价格,酸敏感等数据,但由于该目录包含所有可用于模制光学器件的塑料材料,因此也支持该材料。在这种情况下,将自动选择首选名称,并挑选出塑料,而不是通常的可用性级别。在此模式下,所有 GLM 材料都将与塑料匹配,如果您希望特定元件不匹配,例如,如果它们由光学玻璃制成,则必须在 EXCLUDE 部分列出模型的表面编号。

为了说明这个功能的使用,我们将从零开始,并使用 DSEARCH 设计一个七元件 镜头。然后我们用 ARGLASS 来替代 DSEARCH 返回的模型。 首先,创建一个 DSEARCH 宏以找到一个初始镜头形式。

CORE 8

QUIET

DSEARCH 5 QUIET

SYSTEM

ID DSEARCH SAMPLE

OBB 0 20 12.7

WAVL 0.6563 0.5876 0.4861

UNITS MM

END

GOALS

ELEMENTS 7

FNUM 3.57

BACK 50 0

TOTL 00

STOP MIDDLE

STOP FREE

RT 0.5

FOV 0.0 0.5 .7 1

FWT 10 5.5 5.5 3

NPASS 40

ANNEAL 0 0

SNAPSHOT 10

QUICK 20 40

END

SPECIAL PANT

CUL 1.9

FUL 1.9

END

GO

LOUD

完成后,我们编辑 DSEARCH 已准备好的优化文件,在底部添加 ARGLASS 输入,增加设置的通过次数,然后设置对该视场进行 MTF 分析:

PANT CUL 1.9 FUL 1.9 VY 0 YP1 VLIST RD ALL

VLIST TH ALL

VY 1 GLM

VY 3 GLM

VY 5 GLM

VY 7 GLM

VY 9 GLM

VY 11 GLM

VY 13 GLM

END

AANT P

AEC

ACC

GSR	0.500000	5.000000	4 2	0.000000
GNR	0.500000	3.000000	4 2	0.750000
GNR	0.500000	1.000000	4 2	1.000000
GSR	0.500000	5.000000	4 1	0.000000
GNR	0.500000	3.000000	4 1	0.750000
GNR	0.500000	1.000000	4 1	1.000000
GSR	0.500000	5.000000	4 3	0.000000
GNR	0.500000	3.000000	4 3	0.750000
GNR	0.500000	1.000000	4 3	1.000000

M 0.500000E+02 0.100000E+01 A BACK

END

SNAP/DAMP 1

SYNOPSYS 100

STORE 3

ARGLASS 3 QUIET	!开始 ARGLASS 输入
CAT S	!指定 Schott 玻璃库
INCLUDE 1 TO 13	!包括所有表面
PREF	!只使用标记为优先的玻璃
SAFE	!使用环境无害的玻璃
GO	

MOF M 0 40 80 0 Q 30 20 10 ! 计算全视场 MTF

我们在最好的 SEARCH 结果中运行此文件,最终得到了这个设计,并配有真实的玻璃。整个过程只需要大约一分钟的时间。

452





这些出色的结果部分是因为我们多次运行这项工作,调整一些输入参数以找到 最佳结果。尽管这个程序很强大,但在仍有需要手动判断的空间。作为一个镜

头设计师,这是您的工作;软件可以让您做出权衡,但它不能帮您完成工作。 不过,这会使它变得更容易、更快和有趣。

5.48 Code-V 输入文件转换器(CVCONVERT)

命令

CVCONVERT

将打开一个对话框,您可以在其中选择扩展名为".seq"的文件。这是镜头设计程序 Code-V™生成的输出文件。SYNOPSYS™可以打开此文件,并在大多数情况下将数据转换为 SYNOPSYS RLE 格式。完成后,它会在 MACro 编辑器中打开新文件,您可以在其中检查结果,进行必要的更改,然后运行该文件。要转换的文件必须位于当前工作目录中。

免责声明:由于 Code-V™是我们无法控制且数据不完全透明的第三方程 序,因此我们无法保证转换为 SYNOPSYS™格式的结果将是完整或准确 的。

请记住,SYNOPSYS和 Code-V 都是非常大的程序,并且每个程序都有一些在 另一个程序中互不相同的功能。转换将尽可能多地获取镜头数据,并在无法转 换重要项时发出警告信息。这些通常涉及不支持的表面类型,玻璃库和某些系 统特性在两个程序之间有所不同,因此转换可能不完整。一些参数被认为不重 要,完全被跳过。因此,应该仔细检查 CVCONVERT 的结果,以确保镜头模 型完整和准确。

由于系统的组织逻辑在程序之间有很大的不同,在某些情况下自动转换是不切实际的。例如,在SYNOPSYS™中,ZFILE变焦镜头仅在声明空气厚度和物体定义时变焦;这适用于普通变焦镜头。但该程序还有六个独立配置,可以同时驻留在内存中,并且可以声明相关性,以便镜头的任何特性都可以在多重结构模式下在它们之间"变焦"。另一方面,Code-V 仅允许驻留单个配置,并且必须通过变焦各种其他特性来模拟其他配置。因此,当 CV 声明变焦镜头时,转换器必须检查系统是否遵循 ZFILE 的协议,如果是,则生成适当的数据,如果不是,则发出警告消息。

当出现与光线追迹相关的问题时,它们通常是由于一阶惯例的简单差异。因此,我们建议您在计划转换文件并访问 Code-V 时,首先按如下方式更改文件:

1.避免近轴 F /number 或视场角求解。如果镜头具有固定的输入半视场角和轴上固定的半孔径,则转换可以避免许多问题。

2.删除所有渐晕表。如果需要,SYNOPSYS 可以创建自己的 VFIELD 表。 当然,请确保在必要时分配 CAO 以获得所需的渐晕。

3.如果光阑位于表面 1 上,则 SYNOPSYS 将光线对准顶点平面,而 Code-V 将光线对准表面本身;这可能导致追迹不同的光线。但是,如果指定物体类型 OBD,则 SYNOPSYS 也会将光线对准表面。这不是自动的,因此您应该检查自己是否需要执行此步骤。

据我们所知,当 TH 在 CV 中变焦时,该组后面没有自动反向变焦。这意味着所 有后续表面都会移动,而不仅仅是组中的那些表面。为了在 SYNOPSYS™中对 这种排列进行建模,我们设置每个透镜组的大小,使其从起始表面一直延伸到像 面。

转换还会忽略 CV 文件中的任何非序列声明。几何结构和设置是不同的,我们将 其留给用户来复制这样的系统。

在此更新中,不转换 GRIN 系统。在 CV 中,那些使用私有玻璃目录 - 在 SYNOPSYS™中不支持相同的方式。如果幂级数非球面不超出孔径的 10 次幂, 则使用 G 项多项式形式转换非球面,如果超过的话,则使用 USS 类型 1 转换。 这种形式可以容纳高达 28 次幂。其他形状目前尚未转换。

如果它们仅使用相对倾斜和偏心规则,则转换倾斜和偏心。程序添加虚拟轴倾斜 表面,其中 CV 使用 BEN 参数。如果涉及全局坐标,转器会忽略它们,您必须 在需要时自行插入它们。

HOE, DOE 和光栅可以被转换, 但建议您仔细研究转换的结果。设置非常复杂, 我们只解决了一些简单的案例。如果可能, SYNOPSYS 将使用 USS 16 类型的 DOE。

在一些 CV 系统中,表面编号 1 被指定为偏心并且声明光阑以便模拟偏心的入射 光瞳,例如离轴抛物面所需的。如果转换器检测到这种用法,它将插入虚拟表面 1 并使剩余系统偏离相反的量。结果是等效的,但遵循 SYNOPSYS 的程序,该 程序建议不要为第一个表面分配倾斜或偏心。

许多玻璃名称不同。例如,Code-V 识别 Ohara 玻璃 S-BSM81 的名称为 SBSM81, 而 SYNOPSYS™使用前者。建议您在运行前检查转换后的文件,以纠正此类错 误。当 CV 输入指定私有玻璃目录时,转换检查玻璃目录是否被嵌入 seq 文件中, 如果是,则使用它;如果没有,它会发出警告信息并替换模型玻璃。 遗憾的是, Code-V 不包括确切的折射率值以及玻璃名称。在我们看来,这是一个大错:如 果命名玻璃有一天从目录中删除或重命名,那么.seq 文件将永远不会正常打开。 另一方面, SYNOPSYS 的 RLE 文件包括折射率和玻璃名称。 这是 SYNOPSYS 比 Code-V 更好的一个例子。

物方参数将成为 OBA, OBB, OBG 或 OBD 之一。如果需要其他定义, 建议您 编辑转换创建的 RLE 文件。

如果 CV 文件指定渐晕,则会创建 VFIELD 数据。然而,它不支持 X 方向的不 对称渐晕,因为 SYNOPSYS™中的真实光瞳被旋转以用于倾斜视场点,并且子 午方向通常是合适的。如上所述,我们建议您在保存 seq 文件之前删除渐晕表

尽管存在这些限制,但是所有最常见的光学参数都可以被转换,并且大多数用户 会发现从 CV 读取文件是非常实用的。

我们认识到很多选项都没有转换,尽管在大多数情况下 SYNOPSYS™中都有一 个等效的选项。如果您希望转换不完全支持的系统,请向我们发送.seq 文件的副 本以及足够的图形文档,以便我们可以弄清楚它应该做什么。 我们将根据我们 的判断处理所有此类设置。

5.49 自由曲面工具(FFA)

FFA 命令也可以从对话框 MUT 中运行。

光学制造的最新发展使得通过精密铣削或金刚石车削制造非旋转对称表面成为 可能,在这种情况下,只有活动表面被加工。这与以前的技术不同,以前的技 术需要从一个更大的旋转对称的母体上挖出一部分来制造一个离轴非球面。新 工艺要求在加工零件时在三维空间内调整切削工具的位置。

为了在精密车床上制造一个居中的抛物面,人们将沿着复制抛物面的非圆形截 面的弧线移动刀具,在每个区域保持固定。因此,该表面是旋转对称的,但不 是球形的。

如果目标是只使用这个表面的离轴部分,可以在母体被抛光后切出所需的部分。这需要制造一个比实际使用的大得多的零件,而且非常昂贵。人们希望 重新定义表面,使其只与离轴部分相对应。这是 FFA 的一个重要功能。另一 个功能是以各种方式分析这个形状。

当你在一个非球面的系统上运行 FFA 时,如下图所示,程序会将其转换为以轴 上主光线点为中心的 Zernike 曲面。 这与实际要制造的零件相对应。 该非球 面之后的表面必须是全局坐标,因为所选的曲面将被重新定义,之后当前的 TH 将没有什么意义。 程序也会删除任何可能已经分配给该表面的 EFILE 数据, 因为这些数据不对应于新的通光孔径。

下面是一个解释的实例



这里,入瞳直径为20英寸,母镜至少要大三倍。这是一个昂贵的反射镜。 如果我们只改造将要使用的部分,则该部件将更小:



为了制作抛物面的这个离轴部分,可以选择镜面坯料,使局部表面法线居中并与车床轴线对齐,然后仅转动该部分。



但现在这部分不再是旋转对称的。 这意味着,当车床中的零件转动时,切削刀 具必须高精度地移入和移出,并在每个区域遵循所需的形状。当我们指定总指示 跳动(TIR)的工具运动变得更大时,实现光学表面所需的精确度变得越来越困 难。

(要定义这样的离轴反射镜,我们将偏心 CAO 指定给表面,或使用 DCCR 属性。)

因此,能够分析和控制其值是有用的。 命令

FFA SN [RHO/0 [SAG/RSAG/0 [CONTOUR/SURFACE]]]

将分析表面并报告一些有用的统计数据。 SN 是要分析的表面编号, RHO 是从 CAO 中心测量的截面孔径的半径。可选的 SAG 产生一个表,给出表面的总矢 高,平行于光学中心的表面法线,而 RSAG 列出"减少的矢高",这是所有旋转 对称项被设置为零后的矢高。换句话说,后一个表在部件转向时给出了对称性 的偏离,而不是实际的矢高本身。正是这个值决定了加工零件时的预期难度。

相关命令将显示相对于参考球体的双通道条纹。这用于测试完成的反射镜。此列表的输入是

FFA SN [RHO/0] RFRINGES [RREF/0] [NLNS]

如果未输入 RHO 或为零,则程序将在 HBAR = -1 和 1 处追迹上下边缘光线并 找到所需的最大直径。这个值的一半然后变成 RHO。然后将光学中心定义为表 面上的轴上主光线的位置。

为了分析表面,程序首先将形状拟合到一组 Zernike 多项式,其中参数是车床 坐标系中(X,Y,Z)的尺寸。因此,多项式描述了那些坐标中的表面,这些 是输出中列出的系数。 在 RFRINGES 模式下,程序然后在网格编号作为 NLNS 输入的点阵列处找到 多项式和参考球体之间的矢高差异。如果未输入 RREF 或为零,程序将通过检 查通光孔顶部和底部的计算矢高来估算有用半径。然后将该差值乘以 2 (对于 双通道)并除以 0.6328µm,最常用于干涉测试的 HeNe 激光线。将结果绘制为 从黑色到白色的 255 个可能值的灰度。

请注意,虽然此功能不假设旋转对称,但它实际上假设双边对称。如果您的 设计涉及 beta 倾斜或 X-偏心,结果可能没有意义。

在所有其他模式中,对称的 Zernike 项,第 3、8、15、24、35 和 36 项被设置 为零,程序只用剩余的项找到表面的最高点和最低点。 这些项给出了平行于车 床轴线的切削工具的运动,在一个给定的区域,当零件转动时,正是这种运动 对于获得光学精度至关重要。

为了展示 FFA 的功能,我们打开一个由 FFBUILD 设计的自由曲面系统:



表面 5 目前被定义为幂级数非球面,通光孔径相对于顶点有很大的偏心(通过 DCCR),如上图所示。

当我们运行 FFA 时,要求得到表面 5 相对于完美测试球面的衍射光圈图样,程序会重新定义表面 5,使其以轴上的光线为中心。运行:

FFA 5 0 RFRING 0 150



现在,这个表面位于图中所示的位置,它被分配了一组 Zernike 项,重复了前面所示的离轴部分的形状。

(在这种情况下,发生了一件有趣的事情。 母体形状的方向是局部 Z 轴朝下 的,但在重新定义该表面后,轴线现在指向了上方。 这种情况很少发生,但当 它发生时,程序必须重复这个过程,在几个地方调整符号的变化。 这就是为什 么列表中显示了这个曲面的两组系数,第二组是当前的。 下面是这个例子所产 生的衍射图样)



以下是上述离轴抛物面的 FFA 命令的输出:

--- FFA 2 0 RSAG

SYNOPSYS AI>FFA 2 0 RSAG

```
FREE-FORM SURFACE ANALYSIS OF SURFACE 2

OPTICAL CENTER OF SECTION IS AT (X,Y,Z) 0.000000 20.000000 -

0.833333

TILT TO NORMAL (ALPHA, BETA) 4.7636 0.0000

NORMAL COSINE = 0.99654576

RADIUS OF CIRCULAR SECTION = 0.9998530678E+01

COEFFICIENTS

0.292248E-14 0.473164E-06 -0.103449E-02 -0.715900E-05 -0.379292E-15

-0.110655E-15 0.236582E-06 -0.305296E-10 0.656650E-18 0.123005E-08
```

```
0.303280E-10 0.534358E-17 0.110086E-17 0.125694E-13 -0.905851E-16
0.211211E-12 -0.256503E-19 0.643444E-22 -0.413235E-14 0.206118E-17
-0.236340E-19 -0.398930E-20 0.361048E-19 0.654651E-18 0.328295E-20
-0.360950E-16 -0.118426E-17 0.566044E-22 -0.150687E-23 -0.423853E-21
0.268679E-21 0.321432E-22 0.476407E-23 -0.590788E-22 -0.144943E-20
0.157560E-23 -0.103449E-02
```

CURVE-FIT ERROR RMS, LENS UNITS: 0.4857141194E-09

NOTE: REDUCED SAGS BELOW DESCRIBE ONLY THE NON-SYMMETRIC PART OF THE SHAPE

	X	I RSAG	
1	-0.8894942855E+01	0.4480003174E+01	-0.1054381414E-03
2	-0.8895492774E+01	0.2246127620E+01	-0.3947889479E-03
3	-0.8895442781E+01	0.1369020346E-01	-0.5649560536E-03
4	-0.8895492774E+01	-0.2217035611E+01	-0.6634339756E-03
5	-0.8894942855E+01	-0.4445781497E+01	-0.7374295318E-03
6	-0.6671579586E+01	0.6710106182E+01	0.4308300940E-03
7	-0.6671049664E+01	0.4473903486E+01	0.3038050649E-04
8	-0.6670059809E+01	0.2239612363E+01	-0.2033135012E-03
9	-0.6669659868E+01	0.7696302607E-02	-0.3179825336E-03
10	-0.6670059809E+01	-0.2222507417E+01	-0.3612282082E-03
11	-0.6671049664E+01	-0.4451660456E+01	-0.3803816408E-03
12	-0.6671579586E+01	-0.6679303247E+01	-0.4224983779E-03
13	-0.4447476427E+01	0.8942885477E+01	0.1063162655E-02
14	-0.4447366443E+01	0.6705294471E+01	0.4883047600E-03
15	-0.4446146622E+01	0.4468398177E+01	0.1276518535E-03
16	-0.4445206760E+01	0.2234580753E+01	-0.6626297386E-04
17	-0.4444876809E+01	0.3418174415E-02	-0.1413460009E-03
18	-0.4445206760E+01	-0.2226034049E+01	-0.1451401156E-03
19	-0.4446146622E+01	-0.4454717666E+01	-0.1249158065E-03
20	-0.4447366443E+01	-0.6683051441E+01	-0.1278384797E-03
21	-0.4447476427E+01	-0.8908663799E+01	-0.2008187974E-03
22	-0.2223873193E+01	0.8940872468E+01	0.1074065617E-02
23	-0.2223353270E+01	0.6701732143E+01	0.5228049888E-03
24	-0.2222603380E+01	0.4464888154E+01	0.1861073679E-03
25	-0.2222103453E+01	0.2231514314E+01	0.1603426266E-04
26	-0.2221923480E+01	0.8541476654E-03	-0.3533806570E-04
27	-0.2222103453E+01	-0.2228097170E+01	-0.1549522449E-04
28	-0.2222603380E+01	-0.4456341450E+01	0.2835308145E-04
29	-0.2223353270E+01	-0.6684627197E+01	0.4906084465E-04
30	-0.2223873193E+01	-0.8911780459E+01	-0.5145924213E-06
31	-0.1111036729E-14	0.8939966501E+01	0.1077652106E-02
32	-0.1110716776E-14	0.6700474645E+01	0.5343158234E-03
33	-0.1110326833E-14	0.4463701881E+01	0.2056082385E-03
34	-0.1110076870E-14	0.2230479292E+01	0.4347597311E-04
35	-0.1109986883E-14	0.000000000E+00	-0.3493260006E-29
36	-0.1110076870E-14	-0.2228770997E+01	0.2771507478E-04
37	-0.1110326833E-14	-0.4456865532E+01	0.7943302159E-04

38	-0.1110716776E-14	-0.6685082040E+01	0.1080231597E-03
39	-0.1111036729E-14	-0.8912586094E+01	0.6630043608E-04
40	0.2223873193E+01	0.8940872468E+01	0.1074065617E-02
41	0.2223353270E+01	0.6701732143E+01	0.5228049888E-03
42	0.2222603380E+01	0.4464888154E+01	0.1861073679E-03
43	0.2222103453E+01	0.2231514314E+01	0.1603426266E-04
44	0.2221923480E+01	0.8541476654E-03	-0.3533806569E-04
45	0.2222103453E+01	-0.2228097170E+01	-0.1549522448E-04
46	0.2222603380E+01	-0.4456341450E+01	0.2835308145E-04
47	0.2223353270E+01	-0.6684627197E+01	0.4906084465E-04
48	0.2223873193E+01	-0.8911780459E+01	-0.5145924199E-06
49	0.4447476427E+01	0.8942885477E+01	0.1063162655E-02
50	0.4447366443E+01	0.6705294471E+01	0.4883047600E-03
51	0.4446146622E+01	0.4468398177E+01	0.1276518535E-03
52	0.4445206760E+01	0.2234580753E+01	-0.6626297387E-04
53	0.4444876809E+01	0.3418174415E-02	-0.1413460009E-03
54	0.4445206760E+01	-0.2226034049E+01	-0.1451401156E-03
55	0.4446146622E+01	-0.4454717666E+01	-0.1249158065E-03
56	0.4447366443E+01	-0.6683051441E+01	-0.1278384797E-03
57	0.4447476427E+01	-0.8908663799E+01	-0.2008187974E-03
58	0.6671579586E+01	0.6710106182E+01	0.4308300940E-03
59	0.6671049664E+01	0.4473903486E+01	0.3038050650E-04
60	0.6670059809E+01	0.2239612363E+01	-0.2033135012E-03
61	0.6669659868E+01	0.7696302607E-02	-0.3179825336E-03
62	0.6670059809E+01	-0.2222507417E+01	-0.3612282082E-03
63	0.6671049664E+01	-0.4451660456E+01	-0.3803816408E-03
64	0.6671579586E+01	-0.6679303247E+01	-0.4224983779E-03
65	0.8894942855E+01	0.4480003174E+01	-0.1054381414E-03
66	0.8895492774E+01	0.2246127620E+01	-0.3947889479E-03
67	0.8895442781E+01	0.1369020346E-01	-0.5649560536E-03
68	0.8895492774E+01	-0.2217035611E+01	-0.6634339756E-03
69	0.8894942855E+01	-0.4445781497E+01	-0.7374295318E-03

NON-ROTATIONAL RUNOUT: HIGH, LOW, TIR, RMS 0.1077652106E-02 -0.7374295318E-03 0.1815081638E-02 0.4163028902E-03

TOTAL RUNOUT: HIGH, LOW, TIR, RMS 0.2392375577E-11 -0.2053300619 0.2053300619 0.1287231102 SYNOPSYS AI> 从这个列表中我们看到,光学中心在抛物面顶点轴线的(0,20)英寸处,表面 法线相对于该轴线的角度为 4.7636 度,程序计算的 RHO 值为 9.9985 英寸。

接下来我们看到 Zernike 系数本身,以表格形式列出。 要想看到被识别的各个 项,可以要求提供该表面的 ASY 列表。 如果用数控车床制造这个零件,这些 系数可以输入机器的控制器,以完全描述这个形状。

在这个 RSAG 分析中,我们接下来看到一组分布在表面上的 69 个数据点,以 光学中心为中心的矢高减少。 在中心,X 和 Y 都是零,矢高是零,它在其他 地方可以采取正值和负值。 当减少的矢高为负值时,工具在(-Z)方向上移动, 在这种情况下,远离镜坯。

明智的做法是检查新表面的矢高表,以确定正确的符号,因为轴的方向可以通过 FFA 改变。

最后几行显示了分析的一些统计数据:最高和最低的 RSAG 值,总偏移,或 TIR,以及有效值偏移。请注意,这些数字只指多项式的非对称项,而不是总 的表面形状,总的表面形状在下面一行总结。请注意,最高和最低项指的是发 现的最正和最负的矢高,而不一定是表面上的最高点和最低点(例如,表面上 的一个高点很可能有一个负的 Z 值)。

对于这个例子, TIR 值是 0.001815 英寸, 这是一个相当小的偏移。 考虑到所 有 Zernike 项, 总的 TIR 为 0.20533 英寸。 这是相对于垂直于车床轴线的平面 测量的零件的实际总矢高深度。

命令中第5个字符可选 CONTOUR 指令产生一个表面的等高线图,其中显示全部形状(用 SAG)或只显示非对称项(用 RSAG)。可选的 SURFACE 可以显示表面的斜向视角图。下面的例子是用以下命令创建的

FFA 2 0 RSAG CONTOUR

FFA 2 0 RSAG SURFACE





如第 10.3.3 节所述,还可以在优化期间控制大多数统计数据。为此,使用构造参数像差 FFHIGH, FFLOW, FFTIR, FFRMS, FFALPHA 和 FFBETA。 程序 SPROFILE 还可以描绘非球面的轴外部分。这是命令的输出 SPRO 2 F - 2 0:



如果在命令之前使用 CONTOUR, 输出为等高线:



请注意,程序会分析轴外部分,因为表面被分配了一个偏心 CAO。

应该提到一个细微的点:数量 RHO 指的是在母体表面上采样的区域的半径, 在该表面的坐标中。另一方面,由 CONTOUR 和 SURFACE 选项显示的区域按 因子 1/(NORMAL COSINE)放大,以考虑轴外部分表面所需的较大区域。

作为参考,此处分析的系统的 RLE 文件如下所示。

RLE

ID PARABOLA

WAVL .6562700 .5875600 .4861300

1

APS

GLOBAL

UNITS INCH

OBB 0.000000 0.25000 10.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10.000 00

MARGIN 0.050000

BEVEL 0.010000

0 AIR

1 CV 0.00000000000 TH 100.0000000 AIR

1 AIR

2 CAO 10.50000000 0.00000000 20.0000000

2 RAD -200.00000000000 TH -100.0000000 AIR

2 CC -1.00000000

2 AIR

2 DECEN 0.0000000 -20.0000000 0.0000000 100

2 AT 0.0000000 0.0000000 100

2 EFILE EX1 30.476237 30.476237 30.486237 0.000000

467
2 EFILE EX2 30.476237 30.476237 0.000000

2 EFILE MIRROR 3.042624

2 REFLECTOR

3 CV 0.00000000000 TH 0.0000000 AIR

3 AIR

END

5.50 玻璃透过率(FGT)

几个功能可以评估镜头的透过率。其中大多数,例如 RTRANS,可以从对话 MTR 运行。大多数功能评估整个镜头。

FGT ICOL TH SN

知道单个镜片的透射系数有时是有用的;这是 FGT 的功能。输入是

FGT <u>ICOL TH SN</u>

在此命令中, ICOL 是波长编号, TH 是要评估其透射率的玻璃厚度, SN 是指定要处理的玻璃类型的表面。如果 TH 为零,程序将使用表面 SN 处的玻璃的当前厚度。



在上面的镜头中,我们希望知道镜片1的透射率。结果如下所示,为 0.98718。

SYNOPSYS AI>FGT P 0 1

TRANSMISSION OF GLASS

ON SURFACE 1

GLASS TYPE BSM51Y

IN COLOR 2

THROUGH THICKNESS 14.075480

EQUALS 0.987180

这个功能一个新奇的用途是当您想要控制镜头系统的整体透射率时。假设上面显示的三个镜片由两种玻璃类型组成:元件1和3是玻璃BSM51Y,元件2是PBL25Y。首先,我们需要每个玻璃厚度为1毫米的透射系数。我们运行两次FGT并将系数传递给变量Z1和Z2。

FGT P 1 1

Z1 = FILE 1

FGT P 1 3

Z2 = FILE 1

现在我们可以为 AANT 文件创建一个条目,该条目将尝试控制这三个元件的总透过率。

AANT

•••

M .99 1 COMPOSITE

CD1 TH 1

CD2 TH 3

CD3 TH 5

= Z1**(CD1 + CD3) * Z2**CD2

•••

END

这个条目采用了像差定义的复合形式,使用的依据是总的透过率等于设置的系数提高到等于使用该玻璃的元件厚度的总和的次方。 当镜头根据这个额外的要求进行优化时,我们会期望透射率得到改善,当然镜片也会变得更薄。 但程序会优先在最有利的地方减少厚度。

5.51 查找三片消色差透镜(FST)

在镜头设计中有四种色差校正的描述。未校正的,消色差的,复消色差的和超消 色差的。 校正消色差透镜,使两个不同的波长聚焦在同一个地方。复消色差聚 焦三个,超消色差保持四个波长聚焦。这是迄今为止最高程度的色散校正。

寻找适合这种校正的玻璃类型并不困难,但必须采用恰当的组合,否则校正不起作用。Max Herzberger 在 1963 年发表了一篇论文,描述了一个简单的几何规则,可用于选择这些组合。简而言之,如果制作量 P*与 P**的关系图,则可获得玻璃库中所有玻璃的值的分布。然后选择位于直线上的三种类型产生组合,其校正可以接近超消色差水平。

屏幕上的玻璃地图功能(MGT)可以显示这个图形,你可以通过<Ctrl>点击你想要的下端,<Shift>点击你想要的上端,在地图上的任何地方定位一条直线。 然后选择任何其他接近同一直线的玻璃,就有了一个潜在的三片透镜。 出于实际原因,如果这条线很长,而且你希望端点的分散度相差很大,那就最好了(否则元件的曲线可能会变得很陡峭。)这种方法可以让你准确地看到发生了什么,而且你可以通过在 P*-P**图上绘制这些属性,将你的选择限制在低成本、化学稳定性等方面的玻璃类型。

还有一个命令列表会自动做同样的事情。它有输入

FST

[PRICE PTIMES]

[BUBBLE <u>BLIMIT</u>]

[STAIN <u>SLIMIT</u>]

[ACID <u>ALIMIT</u>]

[ALKALI <u>ALLIMIT</u>]

[HUMIDITY <u>HLIMIT</u>]

[PREFERRED]

[SAFE]

CATALOG $\{S/O/H/F/G/R/M/P/N\}$

CATALOG $\{S/O/H/F/G/R/M/P/N\}$

•••

GO

此命令允许用户搜索多个目录 - 这是玻璃库显示无法执行的。 目录由下面指 定

- S Schott
- O Ohara
- H Hoya
- F Corning France
- G Guangming
- R Russian LZOS
- N Sumita
- P Private catalog
- N Nikon

该程序将在所设置的表格中搜索所有合适的玻璃组合(最多 1000 种类型), 然 后报告它找到的 10 种最佳组合。

我们必须定义"合适"。由于实际设计设定在直线末端的顶部和底部玻璃之间存在 较大的色散差异,因此程序仅测试下列的组合:

- 1. 顶部玻璃的阿贝编号在目录中的上半部分。
- 2. 底层玻璃的阿贝数在下半部。

此外, 玻璃特性必须满足所有输入的设定, 例如相对价格, 酸敏感度等。(有关

这些属性的定义,请参阅 ARGLASS。)请注意,大多数玻璃库不包含价格信息,因此不会对该问题进行过滤。(最简单的检查方法是打开玻璃库 MGT,选择一个表格,然后设定查看列表。如果给出的价格为零,则该玻璃没有价格数据。)

测试的每个三合透镜的评价基于三者之间阿贝数的差异和中间玻璃与直线的距离的综合。距离越远越好,更接近直线能增加评分。

这有一个例子,我们运行下列输出:

FST

PREFERRED

CAT O

CAT S

CAT M

GO

并得到以下组合:

--- FST

PREFERRED

--- CAT O

--- CAT S

--- CAT M

--- GO

SUPERACHROMAT GLASS SEARCH RESULTS (LOWER SCORES ARE BETTER)

SCORE	UPPER	IDDLE	LOWER	OFFSET

1	0.01424197	M K-PFK90(M)	O S-LAL61	M K-PSFN1	0.00000177
2	0.01357538	O S-FPL53	O S-BAL11	O S-TIH14	0.00000098
3	0.01333738	M K-CAFK95	M K-VC79(M)	M K-PSFN5	0.00000275
4	0.01115860	M K-FIR98UV	M K-VC78	M K-SFLD11	0.00000000
5	0.01107450	M K-CAFK95	O S-FTL10	O S-NPH3	0.00000240
6	0.01509107	M K-CAFK95	M K-PSK11	O S-TIH1	0.00000066
7	0.01107117	M K-CAFK95	O S-FTL10	O S-NPH3	0.00000240
8	0.01156925	M K-FIR98UV	S N-BAK4	M K-SFLD14	0.00000015
9	0.01321332	M K-PFK90(M)	O S-BAL11	M K-PSFN1	0.00000077
10	0.01243234	M K-FIR98UV	M K-BASF5	M K-PSFN1	0.00000136

由于中间玻璃与直线的偏移仅在近轴意义上是有意义的测试,并且仅适用于薄透镜,考虑其他像差时的最佳组合可能不具有该图表上的最低分数。我们鼓励您将每个组合输入到 GSEARCH 中,以便了解它们在镜头中的工作原理。在我们的测试中,10 号组合得到了很好的结果;这三个玻璃在下面的玻璃库上显示为绿色圆圈:

474



阿贝数确实有很大的差别,这是一个好主意。 当显示在 P*-P**图表上时, 它们会产生一个完美的集合:



当插入一个6英寸F/8物镜时,在0.4到1um范围内校正几乎完美,如下所示。 我们还使用 Schott 目录找到了一些出色的组合。我们鼓励您进行实验,看 看什么在您自己的设计中最有效。



5.52 Oslo 输入文件转换器(OSCONVERT)

命令

OSCONVERT

将打开一个对话框,您可以在其中选择扩展名为".len"的文件。这是镜头设计程序 Oslo™生成的输出文件。SYNOPSYS™可以打开此文件,并在某些情况下将数据转换为 SYNOPSYS RLE 格式。完成后,它会在 MACro 编辑器中打开新文件,您可以在其中检查结果,进行必要的更改,然后运行该文件。要打开的文件必须位于当前工作目录中。

免责声明:由于 Oslo[™]是我们无法控制且数据不完全透明的第三方程序,因此我们无法保证转换为 SYNOPSYS 格式的结果将是完整或准确的。

目前这是一项正在进行的工作;它适用于普通镜头,包括球面和偶数幂级数表面以及反射镜。不支持更奇特的几何形状,但简单的倾斜和偏心可以。Oslo文件不能很好地区分玻璃目录名称,许多玻璃名称将转换为指向 Schott 目录。请务必检查 RLE 文件并对 GTB 条目进行必要的更改。Oslo 输入不会将波长从长到短排序,SYNOPSYS 也是如此,因此您可能必须更改转换返回的顺序。

对于变焦镜头,您必须自己创建 ZFILE 数据。

5.53 单高阶项的矢高贡献

在设计具有非球面系数的系统时,人们通常想知道所得到的项是否真的是必要的。 有几种方法可以找到答案。最简单的方法是在 PAD 中创建一个检查点,然后在 WorkSheet 中将可疑项置零。然后单击"更新",查看更改对图像的影响。在将系 统添加到镜头之前,也很容易找出给定的非球面项是否有用。这个问题是由 AGT 计算的。

本节描述了另一个功能,它可以列出一个给定的非球面项的实际贡献,并显示线性矢高和双通道中的光圈贡献。如果这些贡献小得可怜,那么这个项就可能没有必要。

输入如下:

GSAG <u>SN GN NZONES</u> [X / Y].

这里, SN 是存在 G 系数的表面, GN 是要检验的系数, nzone 是要分析的点个数(最大值为 50), X/Y 的决定样本的方向。

例如,这是一个带有两个非球面反射镜的望远镜。



ASY 的检查显示表面 31 的 G 16 上的系数非常小。

SURFACE NO. 31 -- CONIC + POWER-SERIES ASPHERE

 $G\ 3 \quad \ \ 3.819374E\textbf{-}14(R^{**}4) \quad G\ 6 \quad \ \ 1.199995E\textbf{-}18(R^{**}6) \quad G\ 10\ \textbf{-}1.388286E\textbf{-}24(R^{**}8)$

G 16 7.295454E-31(R**10)

我们想检查这项是否确实有所不同。 输入 GSAG 31 16 20 Y 生成此表:

--- GSAG 31 16 20 Y

SAG CONTRIBUTION FROM G-TERM 16 ON SURFACE 31

ZON	E X	Y	SAG	G-CONTR	2. D.P.FRINGES
1	0.00000	233.347	8.89462	0.349205E-06	0.110403E-02
2	0.00000	256.777	10.7702	0.909113E-06 478	0.287422E-02

3	0.00000	280.207	12.8250	0.217694E-05	0.688251E-02
4	0.00000	303.637	15.0590	0.485961E-05	0.153640E-01
5	0.00000	327.067	17.4722	0.102193E-04	0.323090E-01
6	0.00000	350.497	20.0646	0.204125E-04	0.645354E-01
7	0.00000	373.927	22.8362	0.389871E-04	0.123260
8	0.00000	397.357	25.7870	0.715914E-04	0.226341
9	0.00000	420.787	28.9170	0.126962E-03	0.401399
10	0.00000	444.217	32.2262	0.218275E-03	0.690089
11	0.00000	467.647	35.7145	0.364949E-03	1.15381
12	0.00000	491.077	39.3822	0.595041E-03	1.88126
13	0.00000	514.507	43.2290	0.948339E-03	2.99823
14	0.00000	537.937	47.2551	0.148035E-02	4.68022
15	0.00000	561.367	51.4605	0.226735E-02	7.16837
16	0.00000	584.797	55.8452	0.341272E-02	10.7895
17	0.00000	608.227	60.4092	0.505483E-02	15.9812
18	0.00000	631.657	65.1526	0.737671E-02	23.3219
19	0.00000	655.087	70.0754	0.106179E-01	33.5692
20	0.00000	678.517	75.1776	0.150889E-01	47.7044

SYNOPSYS AI>

确实。 该项的矢高贡献在边缘处为 0.0151 mm,或在双通道为约 48 个光圈。 看起来它在那里是有原因的,所以我们不管它。

在上面的示例中,注意示例区域是如何从表面的顶点展开的。如果 CAO 本身是 偏心的,就会自动完成,因为在这个例子中,因为 surface 31 被分配了 DCCR 特 性。

这个功能可以在很多种类的非球形表面上运行--但要注意 G 项的含义是不同的,

并不是所有的都适合这个功能。我们建议你只对直接影响表面矢高的项使用它。

GSAG 也是 MAP 程序中的一个选项。

5.54 创建和使用自定义 DLL 文件

偶尔, SYNOPSYS 的用户会需要一个目前程序中没有的功能。 当这种情况发生时,我们鼓励你与我们联系并申请新的功能。 请具体说明它将做什么:输入和输出,如果它是复杂的,还需要适用的理论。 我们通常会对这样的请求作出快速反应

但并非总是如此。如果一个新的功能被判断为对一般用户没有什么兴趣,或者如果理论非常复杂,最终的用户很少,我们可能会拒绝。在这种情况下,你可以编写你自己的 DLL 并将其链接到 SYNOPSYS 中。

请注意,这个步骤不适合没有基础的人。你必须对 MFC 中的 C++编程有大量的了解。 如果你还没有深入了解,你会发现它很神秘,对用户很不利,而且比较困难。 尽管如此,如果你是一个专家,它还是可以做到的。 以下是具体步骤。

1.向 OSD 公司索取一份 USERDLL.sln 的副本,其中包含一个基本的结构,你可以在其中添加你的自定义程序。

2.使用 Microsoft Visual Studio 2010,这是能与 SYNOPSYS 链接的版本。

3.USERDLL.sln 中的示例程序包含几个部分,其中大部分涉及到 SYNOPSYS 和 DLL 之间的通信。不要改变这些部分的任何内容! 你可以定制的部分被称为 MyDLLFiles.cpp。

4.示例代码显示了如何创建一个自定义的表面形状。 这个形状将完全由一组 43 个非球面系数定义,用 XDD 输入格式在一个 RLE 文件中输入。 你的代码必须 能够返回表面矢高作为 X 和 Y 的函数, X 和 Y 的轴向曲率,并且必须能够在 镜头被缩放或反转时调整 G 系数。 这个例子对一个只有一个系数的形状,即 曲率,做了这些事情。

5.这个例子还展示了如何编写代码来分析像质,无论是横向像差还是 OPD。 它可以在单一波长和区域中计算出 RMS 光斑大小和波前。 你可以根据自己的意愿扩大这种能力。 (当然, SYNOPSYS 已经可以做这种成像评估;给出的例子 只是为了告诉你如何编写这种程序)。

6.文件 fortranstructures.h 列出了 SYNOPSYS 中大多数常用块的内容,你可以从中提取任何你想要的镜头数据。然而,不建议你在自己的例程中改变这些数据的任何内容。请使用 RLE 和 CHG 格式。这些格式有广泛的错误检查,并且

初始化了程序的许多功能所需的一系列数组和常量,而你的 DLL 文件将无法做 到这一点。 请注意。

7.你的自定义 DLL 将能够使用所提供的示例代码,将其结果写入命令窗口。

8.当你的 DLL 完成并正确编译后,将文件 USERDLL.dll 复制到 SYNOPSYS 目录中。 程序会在那里寻找它。

9.当 SYNOPSYS 启动时,如果你的 DLL 存在,它会自动加载。 要检查的话, 输入 USER DLL 命令,它将显示一条信息,告诉你加载是否成功。 然后,要 使用一个自定义的形状,将其作为 USS 18 的面型输入,并给出所需的系数作 为 G-terms。 要使用你的自定义图像分析,使用 USER DLL IMAGE NRYS ICOL HBAR GBAR 命令。 (或者你可以根据 CARD()阵列中的输入定义你自己 的数据)。 如果该命令前面有 OPD 命令,那么将使用分析的 OPD 部分。 使用 USER DLL CUSTOM 命令来运行你放在 USERDLL 文件中的例程 pfnDoUserFunc()中的任何其他代码。

10.如果你成功地使你的自定义形状或图像分析工作起来,通过各种方式把它的 副本发送给我们。 然后我们很可能将其纳入程序本身。

11.我们不保证你的 DLL 会工作或结果是正确的。你这样做的风险由你自己承担。

12.祝您好运。我们可能会也可能不会帮助你诊断出你的代码中的错误。

5.55 黑盒镜头

Synopsys 可以创建一个加密的镜头文件,以隐藏镜头数据的方式在另一个 RLE 文件中引用该文件。透镜将正常工作,并可进行光线追迹,但加密部分的数据 无法在透镜图纸上列出或显示。通过这种方式,您可以将专有镜头信息发送给 另一个用户,他可以评估性能或将您的镜头插入到他的系统中——但他无法在 列表或图形中看到该部分中的数据。

要创建 blackbox 文件,镜头必须是最新的。然后键入命令

BBOX JSSS JSPS 'FILENAME'

程序将提示输入可用于解密文件的密码。输入的密码和文件名必须带有引号, 并且不能超过14个字符。 程序报告文件已创建,并告知涉及的表面数。

从表面 JSSS 到 JSPS 的当前透镜部分将被编码并写入命名文件,该文件名为 FILENAME.BBX。您可以将该文件发送给第三方,然后第三方可以将数据插入 他的系统。

加密的部分必须以平面开始和结束。 光线将被追迹到第一个表面,并从这些表面的最后一个开始追迹。 删除编码部分的所有拾取和求解是个好主意,因为当它被插入到不同的系统中时,结果是不可预测的,尽管该文件可以拾取该文件本身的数据。 换句话说,编码部分应该是完全自我包含的。 另外,如果该部分的任何材料被分配了固定的折射率--而它被插入的系统使用不同的波长,那么这些折射率就会不正确。 只有表面数据被编码;系统数据,包括波长、物方参数、光阑等都不包括在内。 你有责任确保这些数据在插入的系统中以合理的方式定义。要插入数据,请使用格式

SN BBOX 'FILENAME'

在一个 RLE 文件中。

用户现在可以使用添加的元件对系统进行光线追迹。不能更改 BBOX 部分中的 任何镜头数据,但可以指定组前后的 TH。

当您将数据文件发送给另一个用户时,请确保记录文件中的表面数量以及光阑 位置(如果它在该部分中)。然后他将知道如何在添加这些表面时构造新系 统。

有一些限制。不能编辑或翻转加密的表面,如果反转整个镜头,则无法保存该 文件并希望重新打开,因为加密文件中的数据不会反转。同样,如果变焦系 统,则无法成功保存和获取。由于 Synopsys 的许多操作都是在后台保存和获取 镜头,因此这些操作不会返回己变焦的镜头。换句话说,不要用 BBOX 部分反 转或变焦系统。

要解密文件, 请输入命令

BBOX DECRYPT

程序将提示输入密码,如果密码与原始密码匹配,则文件将被解密,然后变为 普通镜头文件。如果在系统中声明多个 BBOX 部分,则禁用解密功能。

例子:

在这里,我们把镜头放在7号库中,制作一个表面2到18的黑盒版本,叫做 BBTEST。密码是 QWERTY。

www.asdoptics.com

GET 7

CHG

19 SIN

2 SIN

END

BBOX 2 20 'BBTEST'

'QWERTY'

--- GET 7

Get lens no. 7 ID KOSO LENS 1:1 119 GIHT FOCL FNUM BACK TOTL DELF

-0.54640	1.59177	4.57056	2.47910	1.32340	0.00000	

--- BBOX 2 18 'BBTEST'

ENTER PASSWORD, IN QUOTE MARKS

--- 'QWERTY'

BLACKBOX FILE CREATED, WITH 16 SURFACES



现在我们创建了一个新的系统,从表面 6 开始。我们在透镜组前后分配一个所 需的空气间隔,在这种情况下,复制原始透镜中的值。我们还将光阑定给原始 表面,即现在的表面 15。

RLE

ID TEST BBOX

OBA 2.5 0.55 .2717

WAVL 1 .94 .875

APS 15

6 BBOX "BBTEST"

4 TH .1286

24 TH .1286

25 YMT

26

END

EXECUTING MACRO DEFAULT.MAC

--- RLE

--- ID TEST BBOX

--- APS 14

--- WAVL 1 .94 .875

--- OBA 2.5 0.55 0.2717 0.1195085181 0 0 0.2717

--- 5 TH .1286

--- 6 BBOX 'BBTEST'

```
BLACK BOX LENS DATA FOUND IN FILE; NUMBER OF SURFACES = 16
```

--- 23 TH 2.4791

--- 24

--- END

GIHT	FOCL	FNU	J M	BACK	TOTL	DELF
-0.54640	1.59177	4.57056	2.47910	1.32341	2.11285E-06	

Lens number 10 ID TEST BBOX

SYNOPSYS AI>



同一个镜头现在是最新的,但您无法在列表或图形中看到数据。光线路径正确 显示在组前表面和组后表面。

此功能的唯一目的是隐藏专利镜头文件数据,使其不被发送 BBX 文件的人看到。Synopsys 的大部分功能将在这些系统上工作,但受影响表面的输出将被抑制。

5.56 用非球面项拟合矢高(CSAG)

Synopsys 可以将一组测量的表面矢高值拟合到非球面上。这可以用来模拟被测 表面,以便分析得到的透镜的性能。形状假定为旋转对称,程序将形状 USS 21 分配给表面。(也可以使用 SFIT 为非对称形状建模。) 输入是: CSAG <u>sn</u> y <u>矢高</u> y <u>矢高</u> ... y <u>矢高</u> END

透镜必须是当前的,并且要建模的表面被指定为 sn。要适合的区域数必须介于 3 到 50 之间。

输入包括孔径(Y)和每个点的测量矢高列表。必须对测量值进行归一化,使轴 点具有零矢高,但输入的输入数据从第一个非零 Y 坐标开始。

当读取所有数据时,程序提交一个优化运行,将每个指定区域的矢高目标定为测量值,随着要建模的点的变化,G项变量的变化量也会随之变化,最多 30 个区域可用于此形状。

例子:

供应商测量了表面3的非球面形状,并提供了一套测量结果。 然后输入如下:

CSAG 3

- 1 -.005145659
- 2 -.020512029
- 3 -.045897901
- 4 -.08100158
- 5 -.125465304
- 6 -.178925032
- 7 -.241055362
- 8 -.311588336
- 9 -.3902956
- 10 -.476908271
- 11 -.570935297
- 12 -.671380454
- 13 -.776293867

END

程序求出了以下系数,其优化函数下降为1.616E-12。这很合理。

SYNOPSYS AI>ASY

SPECIAL SURFACE DATA

SURFACE NO. 3 -- UNUSUAL SURF TYPE 21 (EVEN AND ODD POWERS)

G 1 -0.770423E-03 (CV) G 3 0.142691E-03 (R) G 4 -0.516782E-02 (R**2)

G 5 0.458381E-03 (R**3) G 6 -0.280539E-03 (R**4) G 7 0.110637E-03 (R**5)

G 8 -0.280429E-04 (R**6) G 9 0.478880E-05 (R**7) G 10 -0.556625E-06 (R**8)

G 11 0.433812E-07 (R**9) G 12 -0.216835E-08 (R**10)G 13 0.628193E-10 (R**11)

G 14 -0.801827E-12 (R**12)

5.57 重铸为 NURBS 或 XNURBS 表面(RNS, RXN)

在设计具有 NURBS 曲面(USS 15 类型)的系统时,可以指定 X 和 Y 中控制点的数量以及如此定义的阵列的大小。可能会发生这样的情况:随着设计的进展,人们希望用不同的阵列大小或不同数量的控制点对曲面进行建模。这是"重铸 NURBS 曲面"(RNS)命令的功能。格式如下:

RNS <u>SN NX XMIN XMAX NY YMIN YMAX [SYMM]</u>

数据与第 3.3.2.7 节所述相同,可选项 SYMM 将 G 10 设置为 1.0, 这表示阵列与 Y-Z 平面对称。NX 和 NY 的乘积不得超过 81。

程序在每个新定义的控制点处计算原始表面 SN 的矢高,然后用新的阵列数据重新定义表面。然后提交一个优化运行,改变所有控制点的 z 坐标,并以这些位置的表面矢高为目标。完成此操作后,表面将被重新定义,其形状与前一个形状非常接近。然后可以优化新的系统,像往常一样改变新的控制点。

该特征也可用于将任何形状的现有非球面更改为 NURBS 曲面,只要它在每个新 控制点上具有确定的矢高。

类似的功能可以将现有曲面重新转换为 USS 24 类型的扩展 XNURBS 曲面。命令是

RXN <u>SN NX XMIN XMAX NY YMIN YMAX</u> {SYMM / 0 } <u>SLOT</u>

参数与 RNS 命令相同,在 Word 10 中添加了 SLOT 条目。这必须是1到5之间

的数字。对于这个命令,所有的数据都是必需的,而且没有像 RNS 那样的默认值。

5.58 重铸为 Zernike 表面(RZS)

RZS 命令将把大多数表面形状重铸成泽尼克表面。格式如下:

{RZS / RZP / RZB } <u>sn</u> [SYMM / RSYMM [CAO / 0 / <u>rnorm</u> [RFIX]]]

如果包含可选的 SYMM,则仅使用具有双边对称性的项。RSYMM 只设定具有旋转对称性的项。可选的 <u>rnorm</u>是多项式正交的孔径;默认值是一个透镜单位;如果输入 CAO,则当前表面的通光孔经将用于 rnorm。可选的 RFIX 修复了表面的当前 RAD,只改变了 zernike 项。

如果命令是 **RZS** 或 **RZB**,则程序将计算原始表面 sn 在表面上的点阵列处的矢高。然后它提交一个优化运行,它改变所有启用的系数加上基本曲线(如果不是 **RFIX**),并针对这些位置的表面矢高进行优化。完成此操作后,曲面将被重新定 义,其形状与前一个形状非常接近。然后我们可以优化新的系统,像往常一样改 变 G 项。

RZP 命令计算每个阵列点处目标曲面的坡度,并为 X 和 Y 中的坡度添加一个目标。这可能有助于避免形状更改时的光线故障。

RZB 命令计算矢高和坡度,并同时优化两个目标。 为了说明这个特性,我们从中继望远镜开始,把主镜重铸为泽尼克表面。

FET 4 RZS 1 SYMM

该程序适合当前的球面形状,并返回一组系数,其中大多数系数非常小:

SPECIAL SURFACE DATA

SURFACE NO. 1 -- ZERNIKE POLYNOMIAL

APER. SIZE OVER WHICH ZERNIKE COEFF. ARE ORTHOGONAL (AP) 1.000000

TERM COEFFICIENT ZERNIKE POLYNOMIAL

2	-4.878792E-15	R SIN(A)
3	-0.001722	2*R**2-1
4	1.719655E-15	R**2 COS (2A)
7	3.527638E-16	(3*R**2-2) R SIN(A)
8	-2.087041E-08	6*R**4-6*R**2+1
10	-2.377171E-17	R**3 SIN(3A)
11	-4.140616E-17	(4*R**2-3) R**2 COS(2A)
14	-6.372096E-18	(10*R**4-12*R**2+3) R SIN(A)
15	-3.304352E-13	20*R**6-30*R**4+12*R**2-1
16	-5.243615E-15	R**4 COS(4A)
19	1.360698E-19	(5*R**2-4) R**3 SIN(3A)
20	2.994780E-19	(15*R**4-20*R**2+6) R**2 COS(2A)
23	3.896676E-20	(35*R**6-60*R**4+30*R**2-4) R SIN(A)
24	-2.606692E-18	70*R**8-140*R**6+90*R**4-20*R**2+1
26	7.122774E-19	R**5 SIN(5A)
27	2.668823E-17	(6*R**2-5) R**4 COS(4A)
30	-9.995441E-22	(21*R**4-30*R**2+10) R**3 SIN(3A)
31	-6.525799E-22	(56*R**6-105*R**4+60*R**2-10) R**2 COS(2A)
34	-7.889715E-23	(126*R**8-280*R**6+210*R**4-60*R**2+5) R SIN(A)
35	-1.347163E-20	252*R10-630*R8+560*R6-210*R4+30*R2-1
36	1.822909E-23	924*R12-2772*R10+3150*R8-1680*R6+420*R4-42*R2+1
37	-0.001722	1

这些非球面项被添加到一个半径为-309.87495 英寸的新球形基底的表面中。虽然 原始半径为-98.85 英寸,但拟合基本上是完美的。这是因为有不止一种组合可以 很好地拟合;事实上,添加到平面上的 zernike 项也可以很好地拟合。所以程序 改变了所有项,加上基本半径,并一起优化了所有项。 如果希望基半径保持不变,只需将 RFIX 项添加到输入中即可。

5.59 变化非球面项(GSCALE)

命令

GSCALE sn factor

将按所输入的系数缩放所有分配给表面 sn 的非球面项。这适用于普通幂级数非 球面或那些由 G 项 1 至 22 描述形状的 USS 表面。

5.60 重铸为 G 项幂级数非球面

命令 RAS 将把一个表面形状重新转换为基本的幂级数曲面。格式如下:

RAS <u>sn</u> [SYMM / RSYMM]

如果包含可选的 SYMM,则仅使用具有双边对称性的项。RSYMM 只设定具有旋转对称性的项。

程序计算原始表面 sn 在表面上的点阵列处的矢高。然后,它提交一个优化运行, 改变所有启用的系数加上基底形状和圆锥常数,并针对这些位置的表面矢高进行 优化。当这个过程完成时,表面已经被重新定义,并且有一个我们希望非常接近 以前的形状。然后我们可以优化新的系统,像往常一样改变g项。 为了说明这个特性,我们从中继望远镜开始,将主镜重铸为幂级数表面。

FET 4

RAS 1 SYMM

该程序适合当前的球形,并返回一组系数,所有系数都非常小。 请注意,大多数非球面形状不可能与普通的幂级数相匹配——这就是为什么这些 形状首先是可用的。如果尝试不收敛到一个非常小的评价函数,则很可能无法用 这种方式替换该形状。

5.61 重铸为福布斯 A 面型

命令 RFS 将一个表面的形状重铸为福布斯 A 型曲面。 其格式如下。

RFS sn [nterms / 0 r0]

这个表面类型最多可以使用 16 个系数,可以在 nterms 中输入要使用的系数 数。 输入 0 的值会使所有的系数都被使用。 归一化孔径可以在命令的第四字 中输入。 如果省略,孔径将在一个假定的矩形孔径的角上取值。 如果系数要 在一个圆形区域内拟合,你应该在字四中输入半径。

程序计算原始表面 sn 上的一列点的矢高。 然后它提交一个优化运行,改变所 有启用的系数,并以这些位置的表面矢高为目标。 当这一过程完成后,表面就 被重新定义了,并且希望它的形状能与之前的非常接近。 然后我们可以优化新 的系统,像往常一样改变 G 项。

为了说明这个特点,我们从一个非球面相机镜头开始(书中的例子 C44L3*),将表面 5 重铸成福布斯 A 型曲面。





该程序拟合当前的非球面形状并返回一组系数。在这种情况下,拟合结果基本 上是完美的。

SURFACE NO. 5 -- UNUSUAL SURF TYPE 9 (FORBES POLYNOMIAL A) G 1 0.459790 (CV) G 3 -0.168356 (Q0) G 4 0.024190 (Q1) G 5 -0.001607 (Q2) G 6 -1.210197E-05 (Q3) G7 -9.889686E-06 (Q4) G 8 -7.343519E-06 (Q5) G 9 -4.938565E-06 (Q6) G 10 -2.991371E-06 (Q7) G 11 -1.613900E-06 (Q8) G 12 -7.627168E-07 (Q9) G 13 -3.068780E-07 (Q10) G 14 -1.004772E-07 (Q11) G 15 -2.434786E-08 (Q12) G 16 -3.524702E-09 (Q13) G0 0.800000 (RO)

请注意,不可能用这种轴向对称的类型来匹配许多奇特的非球面形状--这就是 为什么这些形状首先是可用的。如果尝试不能收敛到一个非常小的评价函数, 那么很可能你不能以这种方式替换为该形状。

5.62 隔离元件

该命令

ISOLATE { FIRST / LAST / BOTH }

将在每个镜头元件之前(FIRST)、每个镜头元件之后(LAST)或在两个地方 (BOTH)插入一个平面的虚拟表面。 这可能很有用,例如,当创建一个黑盒 子透镜并将其发送给另一方时。

5.63 精度控制

有些用户喜欢把厚度或空气间隔指定为一个精度有限的数字。因此,如果优化 后的镜片厚度为 1.234567 毫米,他们希望这个值正好成为 1.23。 这对于标注 镜头图纸等是很方便的。

命令是

QUANTIZE { TH / ATH } <u>n</u> END

将改变指定的透镜 TH 或空气间隔 ATH,小数点后正好是 n 个数字。

因此,要想在厚度上获得两位数的精度,在空气间隔获得三位数的精度,可以 输入

QUANTIZE

TH 2 ATH 3

END

不言而喻,在做了这种改变之后,应该重新优化系统,从变量列表中删除改变 的参数。

分配给求解或拾取的参数很可能不会保留减少的精度值,因为近轴光线追迹是 在做了这些改变之后进行的。

5.64 角度差

指令

RUDIFF

将计算上下边缘光线与表面法线之间的角度差,输出每个表面的结果,然后计 算这些差的平方和。 我们的想法是,如果这些值在一个给定的表面上很大,那 么离轴像差也可能很大。 下面是一个例子。

SYNOPSYS AI>RUDIFF

 ANGLE DIFFERENCE, UPPER AND LOWER RIM RAY, FROM NORMAL, IN RADIANS

 SURFACE
 UPPER
 LOWER
 DIFFERENCE

 1
 3.06495
 3.05620
 8.755366E-03

 2
 2.89452
 2.90061
 -6.090887E-03

 3
 6.941753E-02
 7.987366E-02
 -1.045613E-02

4	1.2	71192E-02	1.2	32672E-02	3.8	352024E-04
5	6.5	74427E-02	9.0	16144E-02	-2.4	441717E-02
6	5.3	13517E-02	0.1	64070	-0.1	10934
7	7.0	16409E-02	0.1	10563	-4.0	39890E-02
8	0.1	60946	0.49	95096	-0.3	34150
9	8.7	45049E-02	0.2	52514	-0.1	65064
10	7.0	68782E-02	1.9	16947E-02	5.1	L51835E-02
11	0.1	56699	0.13	32285	2.4	41401E-02
SUM	SQUARED	DIFFERENCES	=	0.156911		

SYNOPSYS AI>

5.65 交换元件

有时,人们会想,如果把一个镜头的元件换成另一个,是否可以改进它。这个 命令将交换两个镜头元件,以便你可以测试这个想法。 其格式为

SWAP sna snb

其中 sna 和 snb 是你想交换的元件第一个表面的数字。

因此,例如,在下面的镜头中,我们想看看如果最后两个元件被调换会发生什么。



首先,我们必须删除待换元件上的任何求解或拾取,因为这将改变交换后的数据。 然后我们可以使用 SWAP 命令。

CHG NOP

END

SWAP 5 7

这个命令交换了元件,现在我们可以编辑镜头,添加新的求解,重新优化,等。



如果镜头有任何拾取、求解或任何高级折射率选项,如 GRINs、BIREF 等,交换 命令就不起作用。 倾斜、偏心和全局数据都没有变化,所以元件位置应该不受 影响。 但事后要仔细检查,以验证事情是否在你希望的位置。 用 EFILE 编辑 器 MEW 输入的边缘数据会被这个命令删除,因为光路径可能会有很大改变,以 前的孔径可能不再合适。 第6章

6.0 镜头分析例程

6.1 近轴光线追迹

每当读取或以任何方式更改镜头时,都会自动执行近轴光线追迹以满足光瞳 求解,例如 FILLSTOP, FFIELD 和 CSTOP 选项以及所有的表面拾取或求解。它 还计算 SPEC 输出上显示的一阶量、UNDO 表面所需的反向倾斜和偏心,并在系 统处于 GLOBAL 模式时查找全局坐标。

PXT [P / JSSS JSPS]

PXT 的正常输出是给出高斯图像高度、焦距(对于无限物体而言)、后焦距、顶点到顶点距离和近轴散焦。近轴光线追迹可以从对话 MFT 中交互地运行,或者由用户输入 PXT [P/JSSS JSPS]调用

可选的[P]可以导出近轴光线的逐个表面列表,如果输入两个表面的数字, 就可以只输出镜头的那一部分。以下是逐个表面列表的示例:

PARAXIAL	RAYTRACE	DATA				
SURF	Ymarg	U'marg	Imarg	Ychief	U'chief	Ichief
OBJ	0.00000	2.540E-11		-1.74551E+10	0.01746	
1	25.40000	-0.04327	0.12700	0.00000	0.01151	0.01746
2	24.88075	-0.03655	-0.10547	0.13809	0.01080	0.01116
3	24.58836	-0.05000	-0.02169	0.22447	0.01757	0.01093
IMG	0.00000			8.86717		

Ymarg	Height of marginal ray	边缘光线的高度
U'marg	Angle of marginal ray after refraction or reflection	折射或反射后边缘光 线的角度
Imarg	Incident angle of marginal ray	边缘光线的入射角
Ychief	Height of principal ray	主光线的高度

U'chief	Angle of principal ray after refraction or reflection	折射或反射后的主光 线角度
Ichief	Incident angle of principal ray	主光线的入射角

GIHT	在最后一个表面上的 YB 值(不需要处于近轴焦点)。在 AFOCAL 模式中,输出是近轴主光线角度 UB。
FOCL	在图像空间中测量角度 UA 的量(-YMP1)/(UA *(最终折射率))。 即使实际物距是有限的,也可以对无限远物体进行此计算。
BACK	最后两个表面之间的间隔。如果镜头是 AFOCAL,则此数量是直到最后两个虚拟表面的厚度或空气间隔。在这种情况下,如果模拟表面位于出瞳处,那么 BACK 就是设计的出瞳距。
TOTL	除 BACK 之外的所有厚度的总和。(如果系统只有两个表面,则 TOTL = BACK。)
DELF	最终表面上实际物距的近轴离焦。正值表示近轴焦点位于最终表面的右侧。在 AFOCAL 模式中,输出是近轴边缘光线角度 UA。
FNUM	该数量由 PXT 计算并由 SPEC 显示。它被定义为最后一个表面的-0.5 / UA。注意,角度 UA 是在最终介质中计算的,其不一定是空气。对于 AFOCAL 系统,显示准直输出光束的直径而不是 FNUM。

在计算近轴光线路径时, PXT 忽略所有不对称(倾斜和偏心, 变形)。对于 双表面和复表面, PXT 使用 Y-Z 平面中的曲率。样条曲线是通过采用第一个非 零区域所隐含的曲率来处理的。

对于 HOE,程序将 HOE 点 P1 和 P2 作为共轭位置并且导出有效焦距,将从 HOE 的项点到每个点的路径长度作为距离。

根据系统标志 GTS 和 GTZ,根据 3.8.2 节中的规则,对于近轴程序,导出表面定义为 GLOBAL 或 LOCAL 之前的厚度。

如果镜头包含任何基于 X-Z 的近轴求解或系统参数 XPXT,则将在 X-Z 和 Y-Z 平面中执行 PXT 分析。

SPEC 命令显示另一个近轴量,标识为 PARAXIAL FOCAL POINT。 这是从 最后一个镜头表面到近轴焦点的距离,这可能与从该表面到最终表面的实际距离 相同或不同。

这些所有的近轴量都可以通过评价函数中的条目来控制。见10.3.2节。

6.2 通光孔径程序(CAP,EDGE)

6.2.1 CAP

当输入

CAP [JSSS JSPS] (通光孔径)

CAP [SN]

被读取后,则程序通过追迹三条光线(通常是全视场上下边缘光线和轴上边缘光线)显示每个表面的最大通光孔径半径,并将它们显示在表格中。如果镜头在物体描述中指定了倾斜视场,则 CAP 的物体点将位于与最大倾斜物体(其中 HBAR 和 GBAR 均等于 1)的轴距离相等的子午平面中。如果镜头具有倾斜或偏心,则通过从下极端物体点追迹来重复计算。任何这些光线所需的最大 Y 坐标决定了孔径。对于用户明确输入通光孔径的任何表面(使用 CAO, RAO 或 EAO),不执行计算。如果 CFOV 有效,则最大物方点的 HBAR 等于 1, GBAR 等于 0。CAP 可以从对话框 MLL 以交互方式运行。

在优化期间也可以控制或改变通光孔径。

如果输入表面编号,则仅列出镜头的那部分。CAP 输出的示例如下所示。

SYNOPSYS AI>CAP							
ID MIT	1 TO 2 UM LENS		:	119	29-JUL-22	09:00:14	
CLEAR	APERTURE RADIUS						
SURF	X OR R-APER.	Y-APER.	REMARK	X-OFFSET	Y-OFFSET	EFILE?	
1	18.3130		Soft CAO			*	
2	17.8471		Soft CAO			*	
3	16.1210		Soft CAO			*	
4	14.3585		Soft CAO			*	
5	13.8571		Soft CAO			*	
6	11.3885		Soft CAO			*	
7	12.0653		Soft CAO			*	
8	11.6206		Soft CAO			*	
9	6.0611		Soft CAO				

CAP 的孔径由 DWG, PER, RPER, SOLID, TOL 和 BTOL 使用, 可自动 计算, 还有 SketchPAD 功能。

由 CAP 显示的值不一定适合于孔径不是圆形的倾斜或偏心表面。在这种情况下,应使用光迹程序来显示孔径几何形状(参见第 8.4 节和 MFP 对话框)。

可输入附加数据以定义绘图程序中镜头镜片的边缘。这些数据包括边缘描述 文件或 EFILE,如果存在这些数据,它们将覆盖 CAO 数据。如果存在 EFILE 数 据,则 CAP 列表将在受影响的表面上注上星号。要查看 EFILE 数据,请使用 ELIST 命令。见 3.10 节。

对于在全视场显示大量渐晕的镜头,无论是由于光阑还是由于光线故障,都可以选择减少程序在找到默认 CAO 时使用的孔径。这是 VFIELD,可能包含在 RLE 或 CHG 文件中。如果 WAP 或 VFIELD 选项生效,则 CAP 追迹的光线是基于减少的光瞳而不是标准光瞳。

CAP 程序计算的 CAO 值不用于像质分析的渐晕计算。用于渐晕的孔径必须

由用户明确输入,或由 CFIX 参数固定。VFIELD 参数受到创建光线网格的所有分析特征的尊重。在某些情况下,非序列特征甚至可以支持默认孔径,如第 18章所述。

6.2.2 边缘厚度

命令

EDGE [<u>SN</u>] EDGE [JSSS JSPS]

生成所有相邻表面的中心和边缘厚度列表,这些表面没有倾斜或偏心。计算在 Y-Z 平面中进行。程序使用 CAO 值或 EFILE 点 A (如果已定义)检查镜片或空气间隔两侧的孔径。然后计算两侧的矢高并找出边缘厚度。可以从对话 MUT 以交互方式运行 EDGE。可以利用构造参数 ETH 来优化控制各个边缘,并且可以使用助记符 AEC, AGE, AFE 和 AAE 在整个透镜中监视边缘。

EDGE 不支持超半球形表面,其中给定 Y 坐标存在两种不同的矢高。在这种情况下,羽化可以按照第 10.3.7 节的规定进行控制。

EDGE 列表示例如下所示。

SYNOPSYS AI>EDGE								
ID FOUR-ELEMENT LENS 1646 05-JUN-18 08:29:15 SWITCH 39 IS ON; Y-HEIGHT IS EFILE POINT A OR E, IF DEFINED, OTHERWISE IS CAO								
EDGE THICKNESS DATA								
SU	RF	CENTER TH	EDGE TH	Y-HEIGHT-1	Y-HEIGH	T-2 MEDIUM		
1-	2	7.7291	-1.5226	30.7460	30.6190	LAR21		
2-	3	5.0000	9.9149	30.6190	30.6190	LAFN7		
3-	4	28.6286	27.9682	30.6190	0.0000	AIR		
4-	5	31.9644	37.6102	21.3076	20.3534	AIR		
5-	6	5.0000	4.3863	21.2000	18.8926	SF6		
6-	7	5.3513	1.0562	18.8926	20.9460	AIR		
7-	8	9.0000	8.2986	20.9460	20.6643	LAR16A		
8-	9	99.8780	99.3189	20.6643	0.0000	AIR		
SYNOP	SYS	AI>						

在上面的列表中,第一个镜片是羽化的,如负边缘厚度所示。

6.3 光线追迹(RAY)

可以通过输入追迹单个光线

RAY { ICOL / P } HBAR XEN YEN { SURF / 0 } GBAR

或者使用交互式对话 MRR。数据是:

ICOL / P	波长编号/"P"表示主波长
HBAR	Y 方向上的归一化视场
XEN, YEN	归一化入瞳坐标
GBAR	X 方向上的归一化视场

如果包括条目 SURF,则获得光线坐标和角度的逐个表面显示输出。纵列 在显示输出中标识;量 ZZ 和 HH 是光线投射到 X-Z 和 Y-Z 平面的切线,如下 所示。RAY ... SURF 列表示例如下所示。



SYNOPSYS AI>RAY P 1 0 1 SURF									
INDIVID	INDIVIDUAL RAYTRACE ANALYSIS								
FRACT.	FRACT. OBJECT HEIGHT HBAR 1.000000 GBAR 0.000000								
FRACT. I	ENTRANCE PUPI	L COORD.	YEN	1.000000	XEN	0.000	000		
COLOR N	UMBER		2						
		RAY VEC	TORS	(X DIR TA	Y) (Y	DIR TAN)	(INC. ANG.)		
SURF	x	У	Z	:	ZZ	HH	UNI		
OBJ	0.00000-3	.639702E+11	0.00000	0.0000	00	0.363970			
1	0.00000	2.628849	0.161368	0.0000	00	0.163032	27.025235		
2	0.00000	2.922989	-0.034445	0.0000	00	0.253674	7.909269		
3	0.00000	4.149137	-0.455983	0.0000	00	0.241724	1.691139		
4	0.00000	4.683535	0.504797	0.0000	00	0.639576	25.892397		
5	0.00000	7.572675	0.087340	0.0000	00	0.340900	33.923596		
6	0.00000	7.675323	-1.861550	0.0000	00	0.240158	8.441947		
0.0000	0000E+00 0.3	10000000E+01		•	VIGNETT	TED AT 5			
IMG	0.00000	18.507562	0.00000						
SYNOPSY	SYNOPSYS AI>								

请注意,由于用户在该表上输入了 CAO,此光线在表面 5 处呈现渐晕。如 果选择了系统选项 NOVIG,则不会显示此消息。

RAY 列表的最后一行(如果未设置 SURF,则唯一的一行)在最后一个表面 给出(X,Y,Z)光线坐标。如果镜头处于 AFOCAL 模式,则(X,Y)坐标是 输出光线角度,以弧度表示。有关光线角度坐标系的讨论,请参见上面的链接。 如果命令 OPD 在 RAY 命令之前输入(并且未设置 SURF),最后一行给出主光 线的(X,Y,Z)坐标和所设置光线的 OPD。OPD/RAY 输出的示例如下所示:

SYNOPSYS AI>OPD SYNOPSYS AI>RAY 2 1 OPD MODE	0 1				
INDIVIDUAL RAYTRACE	ANALYSIS				
FRACT. OBJECT HEIGH	г	HBAR	1.000000	GBAR	0.000000
FRACT. ENTRANCE PUP	IL COORD.	YEN	1.000000	XEN	0.000000
COLOR NUMBER		2			
CHIEF BAY C	TORDINATES AT	TMAGE SUBPA	"R	OPD	
VChief	VChief	ZChi	af ()	MAV/RS1	
Achier	10 202200	0.0000		CELEGA	
0.00000	10.393309	0.0000	JU 1.	601024	
SYNOPSYS AI>					
1					

对于 RLE 或 CHG 文件中设置标记的所有表面,即使不设置 SURF,也会给出表面输出。如果输入 SURF,则不遵从 OPD 设置。

要取消 OPD 设置,以便 RAY 命令产生横坐标而不是光线的 OPD,在 RAY 命令之前请输入 TAP。

当镜头具有真实光瞳时,通常会修改描述镜头光瞳中光线位置的符号约定。如果入瞳是非圆形的,例如当 VFIELD 有效时,或者当使用广角光瞳选项时,那 么人们希望倾斜视场的光瞳形状与子午平面中的点相同。但在这种情况下是侧 向旋转的。这设定输入光线定义的坐标系也要旋转。如果您的目标是控制特定 倾斜视场的特定光线,那么首先要检查有问题的光线,检查其路径,并确认它 确实是您想要的光线。

6.3.1 目标光线追迹(TARGET)

SYNOPSYS 可以找到穿过给定表面的指定位置的光线。输入是

TARGET {ICOL / P} HBAR {X / CAO} {Y / CAO} SN GBAR [SURF]。

{ X / CAO }	期望的表面 SN 上的光线坐标。CAO 设置 CAP 列表中给出的 值。
{ Y / CAO }	与上述相同,在Y方向上。
[SURF]	构成光线路径的逐个表面列表。

TARGET 忽略 CAO,但会显示光线是否无法追迹,或遇到不倾斜或不偏心的表面之间的羽化边缘。它可以从对话 MRR 中以交互方式运行。

TARGET 输出的示例如下所示:

SYNOPSYS AI>TARGET 2 1 0 .25 3 0 SURF									
ID C	OOKE TRIPLET F/4.	.5	79	50	15-	FEB-98 14	1:57:00		
TARG	ETTED RAYTRACE AN	IALYSIS							
FRAC	T. OBJECT HEIGHT		E	BAR 1.	000000	GBAR	0.000000		
RAY (COORD. ON SURFACE	SINO. 3	Y	0.250000		X 0.	.000000		
FRAC	T. ENTRANCE PUPIL	L COORD.	YEN	0.022424	XEN	1.832440E	-26		
COLO	R NUMBER			2					
		RAY VECT	ORS	(X DIR	TAN)	(Y DIR TZ	AN)		
SURF	х	У		Z	ZZ		HH		
OBJ	0.000000 -3	3.639702E+11	0.0000	0 1.01792	1E-37	0.3639	970		
1	1.017921E-25	-2.793946	0.1823	53 -1.90658	4E-27	0.2710	015		
2	9.836748E-26	-2.307154	-0.0214	59 -3.89921	6E-27	0.4847	77		
3	7.779946E-26	0.250000	-0.0016	36 -5.42901	8E-28	0.2861	L82		
4	7.711534E-26	0.610624	0.00848	34 1.69368	5E-27	0.5228	365		
5	8.548517E-26	3.194513	0.01554	1 8.53451	2E-28	0.2938	353		
6	8.703375E-26	3.727705	-0.4199	70 -2.01063	1E-27	0.3358	358		
IMG	-7.566616E-28	18.392331	0.0000	00					

6.3.2 全局光线追迹(GRAY)

前面命令(RAY, TARGET)给出的光线路径位于每个表面的局部坐标系中。选择其他坐标系可以通过输入:

GRAY { ICOL / P } HBAR XEN YEN [{ SURF / 0 } GBAR [JCOORD]].

如果还没有进入 GLOBAL 模式,镜头系统将进入 GLOBAL 模式。GRAY 始终在表面 JCOORD 的坐标系中显示横坐标(没有 OPD 模式)(默认为表面 1)。可以从对话 MRR 以交互方式运行 GRAY。示例 GRAY 输出如下所示。

SYNOPSYS AI>GRAY 2 0 0 1 SURF 0 3									
Global mode has been turned on.									
ID COOK	E TRIPLET F/4.	5	2	29-Л	UL-22 10:47:05				
GLOBAL 1	RAYTRACE ANALY	SIS							
RAY DAT	A IN COORDINAT	E SYSTEM OF SU	JRFACE NO. 3						
FRACT. OBJECT HEIGHT HBAR 0.000000 GBAR 0.000000									
FRACT.	ENTRANCE PUPIL	COORD. YEN	1,000000	XEN 0.00000					
COLOR N	UMBER	2							
		RAY VECTO	ORS	(X DIR TAN)	(Y DIR TAN)				
SURF	x	Y	Z	ZZ	HH				
1	0.00000	5.555000	-6.524855	0.000000	-0.101581				
2	0.000000	5.438131	-5.374357	0.000000	-0.195041				
3 0.000000 4.494489 -0.536188				0.000000	-0.023404				
4	4 0.000000 4.442069 1.703553			0.00000	0.090531				
5	0.00000	000000 4.850998 6.220568			0.050028				
6	0.00000	4.924740	7.694571	0.00000	-0.111806				
7	0.00000	0.007151	51.677767						

6.3.3 外部光线追迹(ERAY)

光线的路径可以在 RLE 文件中由 <u>EXTERNAL</u>选项定义的坐标系统中列出。 格式是

ERAY { ICOL / P } HBAR XEN YEN [{ SURF / 0 } GBAR] 输出类似于 GRAY。

6.4 光扇图

SYNOPSYS 可以追迹光扇图并生成显示或绘制的输出,或者两者兼有。绘制的扇形图在第 7.3 节讨论。

单个光扇图可以被追迹,他们的横向坐标或 OPD 在最后的表面显示。输入

{ SFAN / XFAN } <u>NRYS</u> { <u>ICOL</u> / P } <u>HBAR GBAR</u>

产生一个含有 NRYS 光线和要求波长(如果输入"P"则为主波长)的矢量 光扇图。(弧矢光扇由 X 坐标在半边光瞳中的光线组成——见下文)在 SFAN 命
令中,NRYS 的负项将利用光瞳左半部分的光线。输入 XFAN 而不是 SFAN 可 以得到两半。可以从对话框 MRR 中交互式地运行 SFAN。



每条光线的输出包括入瞳中的分数坐标和 X 和 Y 方向上的最终光线坐标, 从主波长中的主光线点测量。HBAR 和 GBAR 与 RAY 输入相同。

SFAN 的输出如下:

SYNOPSYS AI>SFAN 1021						
ID TRIPLET SAGITTAL RAY FAN ANAL	YSIS		124	29-ЈО	L-22	10:49:08
FRACT. OBJECT HEIGHT COLOR NUMBER		HBAR 2	1.000000	GBAR	0.0	00000
REL ENT PUPIL	RAY	ABERRATIO	NS			
XEN	DELTA X		DELTA Y			
0.100	0.011405	-(0.000380			
0.200	0.022457	-0	.001501			
0.300	0.032875	-0	.003307			
0.400	0.042531	-0	.005701			
0.500	0.051562	-0	.008530			
0.600	0.060518	-0	.011575			
0.700	0.070590	-0	.014527			
0.800	0.083955	-0	016948			
0.900	0.104343	-0	.018225			
1.000	0.137968	-(0.017490			

输入

{ TFAN / YFAN } <u>NRYS</u> { <u>ICOL</u> / P } <u>HBAR GBAR</u>

追迹光扇图的切线。这些光线在入瞳中具有 Y 坐标,如下所示。TFAN 和 YFAN 都追迹整个光瞳。



TFAN 的输出包括从主波长中的主光线点测量的 Y 坐标,以及如果镜头包含不对称(倾斜或偏心)的 X 坐标。对于 FOCAL TAP(见下文)扇形图,还会显示图像上的主光线坐标。TFAN 的输出如下所示。TFAN 可以从对话 MRR 以交互方式运行。

SYNOPSYS AL>TFAN 52						
ID TRIPLET			124	29-J	UL-22	10:50:00
TANGENTIAL RAY FAN ANALY	SIS					
FRACT OBJECT HEIGHT		HBAR	0 00000	GBAR	0.0	00000
COLOR NUMBER		2	0.000000	OLMAN		
COLOR NOMBER	-	2				
CHIEF RAY COORD. AT IMAG	E	Y	0.000000	x	0.0	00000
GAUSSIAN IMAGE HEIGHT			0.000000			
REL ENT PUPIL	RAY	ABERRAT	IONS			
YEN	DELTA Y		DELTA X			
-1.000	0.003171		0.00000			
-0.800 -	0.003230		0.000000			
-0.600 -	0.015776		0.000000			
-0.400 -	0.019352		0.000000			
-0.200 -	0.012710		0.00000			
0.200	0 012710		0 000000			
0.200	0.012710		0.000000			
0.400	0.019352		0.000000			
0.600	0.015776		0.00000			
0.800	0.003230		0.000000			
1.000 -	0.003171		0.000000			

命令

FANS <u>NRYS</u> { <u>ICOL</u> / P } <u>GBAR</u>

在输入的 GBAR 中追迹 T 和 S 光扇四个视场点(HBAR = 0, .5, .75 和 1.0), 仅在轴上追迹 SFAN。您还可以获得绘制的 FANS 输出, 如 7.3 节所述。FANS 可以从对话 MRR 以交互方式运行。

如果条目 OPD 被输入,对 FANS, TFAN, SFAN, XFAN, YFAN 和 RAY 的 所有后续调用输出的是光程差而不是横坐标。要还原横坐标的输出,请使用命令 TAP。根据命令 GET 和 FETCH 自动复位横向模式(TAP)。

除非您在 RLE 文件中输入了可选的 NOVIG, 否则将在列表中识别由于边缘 羽化, 通光孔径违规或光线故障而引起渐晕的光线, 在这种情况下, 仅光线故障 会被显示。可以通过将开关 33 打开来抑制列表(但不是渐晕检查)。

6.5 一阶分析 (FIRST)

可以使用命令

FIRST [JSSS [JSPS].]

分析透镜或透镜的一部分的一阶特性。其中 JSSS 和 JSPS 是镜头中要包含 在分析中的第一个和最后一个表面。默认是整个镜头,如果您输入的是单个表 面编号,则只需对该表面进行分析。示例列表如下所示。FIRST 可以从对话框 MFT 中以交互方式运行。

IMAGE>first				
ID TRIPLET F/2.8		2	29-JUL-22	10:51:50
FIRST-ORDER ANALYSIS OF SU	IRFACES 1 TH	RU 6		
OPTICAL POWER	0.020001	EFFECTIVE FOCA	L LENGTH	49.997200
FRONT FOCAL LENGTH	-49.997200	REAR FOCAL LEN	GTH	49.997200
FRONT FOCAL POINT	-36.764884	REAR FOCAL POI	NT	35.464594
FRONT PRINCIPAL POINT	13.232316	REAR PRINCIPAL	POINT	-14.532606
PRINCIPAL POINT SEP.	-1.443721			
FRONT NODAL POINT	13.232316	REAR NODAL POI	NT	-14.532606
ENTRANCE PUPIL POINT	11.901816	EXIT PUPIL POI	NT	-15.899481
ENT PUP SEMI-AP.	8.928000	EXT PUP SEMI-A	Р.	9.172083
OBJECT POINT	INFINITE	IMAGE POINT		35.464594
OBJECT SEMI-AP. (ANGULAR)	0.363970	GAUSS. IM. HT.		18.197493
OBJECT MAGN.	4.999720E-11	PUPIL MAGN.		1.027339
OVERALL LENGTH	26.321201			
NOTE: Front measurements a	re from the f	irst vertex of t	he group.	
Rear measurements an	e from the las	st vertex of the	group.	
Analysis is taken at the	paraxial focus	s, not the last	surface.	

6.6 三阶分析(THI)

命令

{THIRD / NTHIRD}[ELEMENT/PLOT <u>SCF</u>/CPLOT <u>SCF</u>] [CHROM [<u>ICOL1</u> <u>ICOL2</u>]]

或者

{ THIRD / NTHIRD } [<u>SN</u> / SURFACE] [FULL] [CHROM [<u>ICOL1</u> <u>ICOL2</u>]]

或者

{ THIRD / NTHIRD }[<u>JSSS JSPS</u> / P / SENS] [ELEMENT / FULL][CHROM [<u>ICOL1 ICOL2</u>]]

将产生三阶横向像差系数的列表。可选的[P]或[SURFACE]通过给出最后一个表面编号的总像差,给出逐个表面的贡献,PLOT SCF 给出了每个表面的累

积像差图。CPLOT 提供了一种替代格式,如下所示。您可以为任一绘图的自动变焦输入比例因子零。ELEMENT 选项按镜片显示系数,FULL 选项将单独显示非球面或 GRIN 贡献(如果存在)。如果使用助记符 CHROM 输入两个波长编号,则将显示三阶像差的色差,请注意,这是字母"P"可能无法替换颜色编号的少数几个地方之一。

如果设置 SENS,程序将评估某些像差组合,其中一些组合显示像差对倾斜 或偏心的敏感度。这些数据提供了降低系统公差灵敏度的方法。有关此有用功能 的更多信息,请参见第 10.13 节。

第三种方法可以从 MFT 对话框中交互式地运行。输出位于镜头元件,与横向像差相同。

如果输入 JSSS 和 JSPS,则仅针对该表面范围计算像差。

该程序使用代数方法计算三阶像差,该方法适用于所有简单形状和一些更复杂的形状,但并不适用于所有形状,例如表面定义为 HOE, Forbes 多项式等。因此程序通过追迹一组光线并将截距拟合到幂级数来评估最终曲面的像差,其项与 Seidel 像差非常接近。然而,这种方法本身具有局限性:它不会仅返回镜片的一部分的像差,因此所需的表面(如果有的话)必须包括整个镜片。而且,它不会 返回光瞳像差,因此这些形状不可用。

除非输入命令 NTHIRD, 否则系数按最后一个表面上系统的 F/number 进行 变焦;在这种情况下,像差在空气归一化为 F/number1.0。在 App.D.中讨论了计算 系数的方法。

SA3	三阶球差
CO3	三阶彗差
TI3	子午像散
SI3	弧矢像散
PETZ	佩兹伐场曲
DIS(FR)	畸变/GIHT(畸变/带 NTHIRD 的 1.0)
PAC	主轴向色差
PLC	主要横向色差
SAC	二级轴向色差
SLC	二级横向色差

计算是基于近轴光线追迹,因此不考虑倾斜和偏心或不适用近轴光学的表面的影响,如光栅和 HOEs。下面显示了 THIRD 输出示例,以及 THIRD PLOT。

SYNOP	SYS AI>	THIRD SUR	Æ					
ID TR	IPLET				1	.24	29-JUL-22	11:34:38
THIRD	-ORDER	ABERRAT	ION	ANALYSIS				
FOCAL	LENGTH	ENT P	UP S	EMI-APER (GAUSS IMAGE	HT		
	49.600			8.928	17.	936		
SURF		SPH AB	ERR	COMA	TAN ASTIC	SAG ASTIG	PETZVAL	DISTORTION
		(S	A3)	(CO3)	(TI3)	(SI3)	(PETZ)	(DI3(FR))
1		-0.23	061	-0.36501	-0.69872	-0.57034	-0.50614	-0.01678
2		-0.27	939	1.66112	-3.26766	5 -1.07296	0.02440	0.11856
3		0.79	215	-2.79082	3.63478	1.44981	0.35732	-0.09493
4		0.33	531	1.52151	2.91385	5 1.37962	0.61250	0.11634
5		-0.04	231	-0.45577	-1.76782	-0.67669	-0.13113	-0.13549
6		-0.71	212	0.33473	-0.56054	-0.52558	-0.50810	0.00459
SUM		-0.13	696	-0.09424	0.25388	-0.01614	-0.15115	-0.00770
SURF		AX CO	LOR	LAT COLOR	SECDRY AX	SECDRY LAT		
		(P	AC)	(PLC)	(SAC)	(SLC)		
1		0.17	405	0.09183	0.05206	5 0.02747		
2		0.11	876	-0.23536	0.03552	-0.07040		
3		-0.28	892	0.33930	-0.08084	0.09493		
4		-0.24	109	-0.36466	-0.06746	5 -0.10203		
5		0.06	388	0.22940	0.01911	0.06861		
6		0.17	689	-0.02772	0.05291	-0.00829		
SUM		0.00	357	0.03279	0.01130	0.01030		



CPLOT 选项以不同的颜色显示像差。此处显示单个和累积表面的贡献。一个例子如下所示。



计算三阶光瞳像差可以使用命令

{ THP / NTP } [JSSS JSPS] [ELEMENT] [CHROM [ICOL1 ICOL2]]

或者

{ THP / NTP } [<u>JSSS JSPS / SN</u> / SUR_] [FULL] [CHROM [<u>ICOL1</u> <u>ICOL2</u>]]

此列表设定 JSSS 和 JSPS (如果输入)必须是镜头内不包括图像表面的有效表面。

三阶光瞳像差定义如下:

SAP	光瞳的三阶球差
СОР	光瞳子午彗差
TIP	光瞳的子午像散
SIP	光瞳的弧矢像散
PZP	光瞳的佩兹伐曲率
DIP(FR)	光瞳畸变/ GIHT (畸变/带 NTP 的 1.0)

如果使用助记符 CHROM 输入两个波长编号,则将显示三阶像差的色差。 THP 命令的输出如下所示。

SYNOPSYS AI	>THP SUR					
ID TRIPLET			12	4	29-JUL-22	11:59:08
THIRD-ORDER	PUPIL ABERR	ATION ANALY	SIS			
FOCAL LENGT	H ENT PUP S	EMI-APER G	AUSS IMAGE	нт		
49.60	0	8.928	17.9	36		
SURF	SPH PUPIL (SAP)	CMA PUPIL ((COP)	TAST PUPIL (TIP)	SAST PUPIL (SIP)	PTZ PUPIL (PZP)	DST PUPIL (DIP(FR))
1	-0.05382	-0.30604	-0.28253	0.10418	0.29754	-0.01873
2	0.48121	-0.72844	0.35322	0.10818	-0.01434	0.00518
3	0.00000	0.00000	-0.21005	-0.21005	-0.21005	-0.01696
4	-0.13333	-0.26446	-0.53490	-0.41834	-0.36006	0.02623
5	0.93133	0.77804	0.29375	0.14931	0.07709	-0.00394
6	-0.00773	0.14803	-0.64609	-0.01624	0.29869	-0.00983
SUM	1.21766	-0.37286	-1.02662	-0.28297	0.08885	-0.01806

6.7 五阶分析 (FIFTH)

可以通过命令以上或以下命令产生三阶和五阶系数

{ FIFTH / NFIFTH } [ELEMENT] [CHROM [<u>ICOL1 ICOL2</u>]] 或者

{ FIFTH / NFIFTH } [<u>SN</u> / SURFACE] [FULL] [CHROM [<u>ICOL1</u> <u>ICOL2</u>]]

或者

{ FIFTH / N FIFTH } [<u>JSSS JSPS</u> / P] [ELEMENT / FULL] [CHROM [<u>ICOL1 ICOL2</u>]]

如果输入 JSSS 和 JSPS,则仅为该范围内的曲面提供列表。如果输入了可选 的[P],则列表给出每个曲面的贡献。如果仅输入 SN,则列表仅给出该表面的五 阶贡献。FULL 选项显示分解为内部和转移部分的系数;如果仅输入 FIFTH 或 NFIFTH 助记符,则仅显示系统总计。CHROM 选项可显示色差。NFIFTH 在空 气中使像差归一化为 F / 1。如果使用助记符 CHROM 输入两个颜色编号,则将 为输入的颜色编号显示五阶像差的色差(在这种情况下不允许使用字母"P")。 这些像差的定义在 App.D.中给出。可以从对话 MFT 以交互方式运行 FIFTH。输 出在透镜元件。

该程序使用代数方法计算五阶像差,该方法适用于所有简单形状和一些更 复杂的形状,但并不适用于所有形状。定义为 HOE,Forbes 多项式等的表面不 适合这种计算,所以程序会通过追迹一组光线并将其与一个幂级数进行拟合来 评估最终表面的像差,其条件与 Seidel 的像差密切相关。然而,这种方法本身 具有局限性:它不会仅返回镜片的一部分的像差,因此所需的表面(如果有的 话)必须包括整个镜片。而且,它不会返回光瞳像差,因此这些形状不可用。 五阶像差是:

SA5	五阶球差
CO5	子午彗差
TI5	子午像散
SI5	弧矢像散
PZ5	佩兹伐场曲
DI5	畸变/GIHT(畸变/带 NFIFTH 的 1.0)
TOBSA	子午轴外像差
SOBSA	弧矢轴外像差
ECOMA	椭圆彗差

下面给出五阶输出示例。

SYNOPS	SYS AI>FIFTH SUR					
ID TR	IPLET		12	4	29-JUL-22	12:29:19
FIFTH-	-ORDER ABERRATION	ANALYSIS				
FOCAL	LENGTH ENT PUP S	EMI-APER O	GAUSS IMAGE	НТ		
	49.600	8.928	17.9	36		
SURF	SPH ABERR	COMA	TAN ASTIG	SAG ASTIG	PETZVAL I	DISTORTION
	(SA5)	(CO5)	(TI5)	(SI5)	(PZ5)	(DI5(FR))
	0.01454	0.00544	0.05644	0.00500	0.00076	0.00100
1	-0.01454	-0.02544	0.05641	0.03509	0.02976	0.00103
2	-0.04628	0.22905	-0.81074	-0.17633	-0.01773	0.01153
3	0.12137	-0.40967	0.53676	0.12105	0.01/13	-0.00/21
4	0.07692	0.25777	0.86/8/	0.23//1	0.08017	0.02960
5	-0.01623	-0.11698	-0.91794	-0.20407	-0.02560	-0.03205
6	-0.08168	0.14605	0.13102	0.05512	0.03615	-0.00383
SUM	0.03956	0.08080	-0.13662	0.06858	0.11988	-0.00092
SURF	TAN OBL SA	SAG OBL SA	ELLIP COMA			
	(TOBSA)	(SOBSA)	(ECOMA)			
	0.00000	0.00056				
1	-0.00393	-0.02236	0.04329			
2	-0.51860	-0.14161	0.84807			
3	0.64308	0.18812	-0.72980			
4	0.28642	0.14424	0.38090			
5	-0.23420	-0.09509	-0.21798			
0	0.09711	-0.00063	-0.29082			
SUM	0.26989	0.07247	0.03366			

6.8 羽化点 (FEATHER)

找到两个表面交叉(羽化)的Y坐标 可以通过输入

FEATHER <u>SN</u> [<u>HAAP</u>]

其中 SN 是两者的第一个表面, HAAP 是具有自由曲率或多个交叉的系统的羽化点的可选的第一近似值。下面是一个 FEATHER 输出示例。FEATHER 可以从对话框 MUT 以交互方式运行。

SYNOPSYS AI>FEATHER 1			
ID TRIPLET	124	29-JUL-22	14:02:26
FEATHERING ANALYSIS WARNING: Feather calculation ignores tilts	and decenters.		
SURFACES 1 - 2 FEATHERED AT Y-HEIGHT OF	18.27979		
SURF SAG AT FEATHERING PT			
1 7.24235			
2 0.30180			

下面是一个示例图,其中表面在两个区域处相交。垂度计算仅报告其中一个,但两者都在图中很明显。



6.9 应变评估(STRAIN)

STRAIN 评估提供的信息可能有助于决定如何修改镜头以改善其性能。这个 想法是,如果一个给定的镜片贡献了大量的三阶或五阶像差,那么其他镜片很难 准确地进行补偿。而如果个体贡献很小,则补偿不必如此精确。该功能评估透镜 中每个镜片的像差,并准备一个表格,给出像差值,镜片的光焦度和列出的像差 的平方和,标识为"STRAIN"。它可以选择性地生成结果图。输入是

STRAIN [P].

如果你的目标是改进镜头,你可以允许一个额外的镜片,从这个表中你可以 显示哪个镜片具有最大的应变并且应该被分割。这样做允许该镜片的光焦度由两 个镜片共享,每个镜片可能具有较小的像差。相反,如果镜头性能足够并且您的 目标是尝试通过移除镜片来简化设计,那么您应该检查表格以查看哪个镜片显示 最小的应变。如果该镜片也具有相对较小的光焦度,那么可以将它从镜头中移除 并重新优化,这是一个不错的选择。AED 功能是一种非常方便的方式来改变镜 头,因此可以在不破坏图像校正的情况下删除镜片。

具有大应变的镜片也是具有严格公差的镜片。此表可以识别此类镜片,因此在花费时间计算 BTOL 预算之前,您需要了解问题区域。您可以在列表中检查这些镜片的个体差异,并可能通过控制应变的最大贡献者的值来改善情况。 在使用 STRAIN 像差进行优化期间,可以控制镜片的应变,并且也可以控制各个元件的贡献,如下所示:



SYNCPSYS	ATM	UTT	LIII														
OPTICAL S	TRA	-	NIA	VEIS	ŧ												
TOBUAT :																	
SA3		m	11 A	12	10		- 3	513		20	173		DIS	PAC		PLC	18
SAS		-	5	10	CIBS	A.	- 3	SCREA	ί.	20	TBIA		TIS	SIS		DIS	1 C
ELIDIENT S	ю.	1.	sut	UFACE	15	1	10	2.	PCM	an -			268428-03	STRAIN	n -	0.45	00184E+00
-0.32963	-0	.44	129	-0.	192	13	-0	1198	5	~D.0	08371	٤.,	-0.00215	-0.08	204	0.28	812
0.00890	-0	01	915	-0.	DDB	37	-0	.0032	3	-D.I	00035		0.00068	0.00	046	0.00	1001
ELENENT N	ю.	2:	SUR	FACE	8	z	10	3.	PON	- 108		1.2	22515E-03	STRAI	н -	0.24	9804E+00
-0.16071	0	36	521	-0.	255	20	-0	.0837		0.0	00135	3	0.00266	0.00	153	-0.13	445
-0.01190	0	.052	253	-0.	004	55	-0	.0893	8	0.1	00563	1	-8.00227	-0.00	035	0.00	000
ELEMENT I	ю.	8:	su	FACE	18	5	70	41	PON	ER -		2.4	85307E-01	STRAD	N -	0.45	02038+02
-8.82816	2	56	673	-0.	326	87	-0	1603	4	-0.1	07707	,	-0.00038	0.43	509	0.01	053
-1.20491	Ð	78	540	-0.	249	96	-9	.0672	0	0.1	03731	L.	-0.00067	0.00	01.5	0.00	000
ELEMENT N	ю.	41	sur	FACE	19	7	10		ICN	- 88		2.8	38548E-02	STRAI	n -	0.60	31738+02
6.73840	-3	.26	125	0.	570	85	¢	2781	6	0.1	12433	2	0.00069	-1.19	934	-0.02	662
1.29122	-0	811	178	0.	258	83	0	0735	4	-0.1	04721	,	0.00122	-0.00	024	0.00	0000
ELENENT I	ю.	6:	848	WACE	16	9	10	10,	ION	ER I		1.2	50200E-02	STRAI	н =	0.27	97298+00
-0.19559	-0	.06	620	Π.	020	58	-0	.0276	2	-0.0	05172	2	0.00390	0.30	376	0.25	225
-0.01835	-0	00	199	-0.	007	66	-0	0019	1	D.0	00720	5	0.00169	0.00	639	0.00	0000
-	α.	6:	su	FACE		10	70	11,	PON	- 13		0.3	84306E-02	STRAL	н –	0.15	23648+01
-1.08139	-0	0.95	548	-0.	066	D1.	-0	.0585		-0.1	05488	6	-0.00010	0.62	091	0.04	031
-0.09695	-0	0.25	504	α.	000	61	-0	0022	1	-0.0	00443	2	0.00010	0.00	026	D.00	0000
LINGST N	R2.	7:	507	FACE	B .	12	10	13,	PON	ER 4		0.5	66707E-02	STRAL	н -	0.13	174CE+01
0.70069	D	.68	176	U.	359	37	¢	2107	s	0.1	13640	9	0.00317	-0.34	406	-0.14	432
0.05165	ø	.04	671	0.	025	43	0	0138	2	0.0	01161	É.	0.00343	0.00	031	8.00	002
LENGENT N	ю.	8:	502	FACE	ts .	13	70	14/	RON	RR -		0.7	54151E-03	STRAIN	N -	0.77	5733E-01
-0.03702	0	10	544	-0.	120	65	-0	.0476	5	-0.0	01115	5	0.00218	-0.07	260	-0.20	1541
-0.00059	0	.00	245	-0.	003	30	-0	0005	6	0.0	00111	,	0.00000	-0.00	006	0.00	000
SYNCPSYS	AT>																

从这张表中我们可以看出,在镜片3和4上的应变最大(结果证明,元件3和元件4的公差非常小)。注意 SA3在镜片4,6.73上的值。让我们看看在AANT文件中如果我们通过条目 M 3.01 A SECTION SA378给出这种像差的目标会发生什么。镜头如下图所示:



STRAIN 计算发生了很大变化:

Contract of	TAX IN AND	I MARTIN					
of the second second	TRALL PROP	41010					
FCHIMAT :							
583	000	713	513	PET	015	PAC	PLC
SAS	000	TUBSA	BOBISA.	RCCB6A	715	515	018
ELEMENT N	0. 1: 50	REACED 1	10 2: PC	NEX - 0	1093608-03	STRAIN -	0.1936548+00
0.04145	-0.15601	-0.11019	-0.06962	-0.04363	-0.00015	+0.22350	0.29957
0.00044	-0.00370	-0.00139	-D.D0054	-0.00048	D.00040	0.00027	0.00001
ELENERT N	0, 2, 80	RFACES 2	10 8; 90	NISI. = 0	100276E-02	STRAIN =	0.3032748-00
-0.21184	0.39909	-0.25883	-0.09697	-0.01604	0.00269	0.06426	-0.13478
-0.00658	0.00992	-0.00963	-0.00019	0.00673	-0.00188	-0.00023	0.00000
ELENENT N	0. 3. 50	NEACES 5	10 6, 20	NER = 0	441373E-02	575A18 =	0.1465682+03
-0.89063	0.86313	-0.38991	-0.17853	-0.07264	-0.00015	0.42092	0.00524
0.03366	0.04666	-0.03956	-D.01261	0.01929	-0.00142	10000.0-	0.00000
-	0. 4: 50	FFACES 7	TO 8: PO	NES0	8021748-02	STRAIN -	0.437621E+01
1.20469	-1.19044	0.57555	0.27012	0.11740	0.00200	-0.93599	-D. D4686
0.04809	-D.05466	0.05995	0.02041	-0.02392	0.00206	0.00008	0.00001
ELIDERT H	0. 5: 86	REACES 0	TO 10. PO	NER = 0	1646068-02	178A10 -	D. 1469678+0
-0.13982	-0.05063	8.07110	0.00232	-0.03208	-0.00387	0.25340	0.23731
-0.00817	-0.00085	-9.00349	-0.00132	8.00317	8.00184	8.00033	-6.00001
ELENENT IN	0. 6: 50	WACES 10	TO 11, PC	NER = 0	3138108-02	STRAIN =	0.4018455-0
-0.40577	0.12256	-0.07608	-0.05444	-0.04362	0.00035	0.45952	-0.01063
-0.01549	-D.00004	8.00101	-0.00044	-0.0006Z	0.00040	0.00020	0.00000
-	0. 7: 50	REACES 12	TD 13; PC	NER - 0	405214E-02	STRAIN -	0.755555E-0
0.86127	0.03295	0.17107	-0.00771	-8.89758	-0.00292	-0.06884	0.17497
0.00000	0.00014	0.00069	-0.00011	-0.00044	0.00093	0.00040	0.00001
-	0. 8 80	RFACES 13	10 14, 20	NKH = -0	1221586-01	STRAIN =	0.1867058+0
-0.00886	-0.06743	0.00288	D.12183	0.18146	D. D1491	-0.21016	-D.29984
-0.00010	-0.00107	-0.00106	U.00371	0 00380	0.01486	0.00363	0.00066
STREETS'S	AI>						

现在镜头已进入不同的求解区域, SA3 的值甚至低于我们设定的值。最大的 应变现在是 4.37, 而之前是 60.3。我们希望这种透镜的公差更大。

命令行中的可选"P"会生成一个绘图,使您可以快速识别设计。以下是显微 镜物镜的一部分:





从镜头图纸上看,人们永远不会怀疑表面9处的镜片没有做太多工作并且可以删除。但是,STRAIN 图表显示该元件的光焦度和应变都非常低。因此,我们将 AED 命令放在优化 MACro 的顶部并重新优化。 这种情况需要很多次传递,因为输出端具有高 NA 并且对结构变化非常敏感。但最终评价函数接近其先前的值并且我们能够删除该镜片。

第7章

7.0 镜头分析程序-绘图

在 SYNOPSYS 中有几种图形镜头分析例程。这些包括图像评估例程、光学 图像描述和表面绘图。参见第 5.1.1 节关于变形的表面图。

7.1 镜头绘图 (DWG)

条目

[USE BTOL]

DWG [<u>TSCF [JSSS JSPS [HBAR NB NB NB]</u> [OFFSET <u>XOS YOS]</u>]

将产生光学系统的 Y-Z 轮廓,并显示指定子午线的路径。

出现在图纸上的孔径将是作为镜头输入的一部分(见 3.3.1.1),如果有的话, 否则用 CAP 计算的孔径;如果开关 39 为 ON, DWG 还将使用 EFILE 定义边缘 (见 7.8)。为了更好地控制视角或光线选择,还可以使用 PER 和 RPER 程序。 可以从 MPL 对话框以交互方式运行 DWG 功能。可选输入是:

[USE BTOL]	此可选输入将通过指令 PREPARE ELD 打开由 BTOL 创 建的数据文件,该指令包含公差预算的详细信息。它用于创建 具有倾斜,偏心和空气间隔公差的装配图。有关示例,请参见 第7.13节。
TSCF	乘数比例因子。镜头的可用空间长为 9.5 英寸, 宽为 6.6 英 寸。由零或空白条目生成的默认比例因子给出了一个 8 英寸长 的图形。如果输入负 TSCF,则不会在图片上绘制光线。
JSSS JSPS	绘图上的第一个和最后一个表面,如果表面编号为零或省略,所有的表面将被绘制。除非 BACK 超过 TOTL,在这种情况下,图像表面被省略。如果开关 63 打开,无论 BACK 的大小是多少,都将绘制图像。如果 JSSS 为零但 JSPS 不为零,则物体也将被绘制,除非它超过 10 ** 6 个单位。
HBAR <u>NB</u>	指定最多三个物点,从这些物点将追迹光线并将其包含在 图形中。上部和下部边缘光线以及主线(如果未被激活)都是 以主波长绘制的。如果省略,则将从 HBAR = 1.0 的单个视场 中提取光线,但 OBG 系统除外,其视场点为 HBAR = 0。
OFFSET	此输入使镜头绘图定位在页面上偏离默认位置的位置。在

这里,XOS 将图片向右移动,YOS 将其向上移动。这对于从 页面延伸出来的折叠系统非常有用。您可以同时输入 HBAR 和 OFFSET 数据中的一个或两个。



由于每个表面的 Y-Z 轮廓是在纸面上绘制的,因此不会显示由β或γ倾斜 引起的不对称。要获得显示所有倾斜和偏心的实际透视图,建议使用程序 PER 和 RPER。此外,DWG 可能无法正确显示具有 RAO 和 EFILE 边缘组合的镜 头,这些镜头可能会产生相当复杂的几何形状。在这种情况下,建议采用透视 程序。

在连接通光孔径的所有透镜上绘制默认边缘(参见第 6.2.1 节),但以下情况除外:(1)由 AIR 分隔的那些,(2)如果介质不是 AIR,则紧挨反射后的表面,(3)以及相对于透镜另一侧具有倾斜或偏心的表面。边缘相对于局部轴以 0,45 或 90 度的角度绘制。如果开关 20 打开,DWG 将省略图形中的虚拟表面(没有折射率差异),除非它们恰好是所示的第一个或最后一个表面或者指定了用户 输入的孔径。有关镜头边缘的更明确控制,请参阅"边缘向导"。

如果镜头浸没在除空气外的环境中,DWG 会在物体和表面 1 之间画出如下的区域。如下图所示:



单独的镜头元件可以通过程序 ELD 绘制成更适合加工厂使用的形式。 CDWG 命令可以在同一幅图片上显示多达 10 个镜头。 命令 ZDWG 可以绘制变焦镜头,显示几个变焦位置。 命令 DSPEC 将显示带有以下镜头 SPEC 的 DWG 图。

7.1.1 变焦镜头绘制(ZDWG, ZPER)

另一个版本的 DWG 程序可以在一张或两张照片上显示 ZFILE 变焦镜头的 所有变焦位置(见 10.7.1)。如果开关 39 打开,则 EFILE 边缘将被接受(见 7.8)。

命令是

ZDWG [TSCF [JSSS JSPS [HBAR HBAR HBAR HBAR]]]。

如果镜头定义了五个或更少的变焦位置,则图形分为五个部分;如果定义 了超过五个变焦位置,则分配十个部分,并且各个绘图将更小。如果定义了10 个以上的变焦位置,则会绘制第二个页面。在这种情况下,您必须选择图形选 项为每张图片创建一个新窗口,以便绘制第二页时不会删除第一页。

如下图 ZDWG 示例所示;这个镜头有五个变焦位置。



如果镜头有倾斜或偏心的镜片,ZDWG 无法正确显示,您可以使用其他功能。格式是

ZPER EL AZ TSCF JSSS JSPS

其中参数与 PER 功能相同,但限制只允许一行输入。如果为带有倾斜或偏心的镜头输入 ZDWG 命令,程序将自动替换为 ZPER 命令。如果您更喜欢镜片的 YZ 轮廓,而没有 PER 提供的圆形轮缘,在运行此命令之前,请务必打开开关 18。下面显示了一个 ZPER 的示例。ZPER 将自动在三个视场点包含一组默认光线。



7.2 透视图,实体模型(PER, RPER, SOLID)

可以使用程序 PER, SOLID, RPER 和 RSOLID 获得透镜的透视图,显示所有倾斜和偏心。PER 产生一个显示所有边缘的"线框"图。除了绘图可以旋转,变 焦和平移之外, RPER 与 PER 类似。这些程序的大多数功能都可以从 MPE 对话 框中运行。

SOLID 和 RSOLID 绘制一个实体模型,其中隐藏的线条和表面被移除。 RSOLID 可以旋转,缩放和平移。有关旋转特征的使用,请参阅第 13.8 节。

如果开关 39 打开,这些程序将遵循 EFILE 边缘(如果有的话)。

开关 88 控制输入光线的显示方式。如果表面 0 是显示设置的,则显示来自 该表面的光线,前提是物距不超过 10*6个单位。如果超出此范围,或者图片从 表面 1 开始,则只有在开关 88 打开时才会显示输入光线路径。如果起始表面高 于 1,则路径将从该表面开始。此规则也适用于 PAD 透视图。

对于该系列的所有程序,输入都是相同的,并且每个程序都有两种输入形式:命令形式和提示形式。此外,这些特性可以从对话框 MPE 中交互式地运行。输入命令:

PER

RPER

或者

[R/D]SOLID

将激活提示符,提示符将询问透视图、表面编号等。要使用命令格式(例如,在MACro中),格式为

[SSEP <u>SEPARATION</u>]

[HPLOT [<u>SN</u>] / APLOT [<u>SN</u> [HPLOT]]] { PER / RPER / [R]SOLID } <u>EL AZ</u> [<u>TSCF</u> [<u>JSSS</u> <u>JSPS</u> [V / <u>XOS</u> <u>YOS</u>]]]

[SPT] [LINE]

```
[ RAY { <u>ICOL</u> / P } <u>HBAR XEN YEN GBAR</u> ]
[ RAY... ]
[ PUP... ]
[ TRACE { <u>ICOL</u> / P } <u>HBAR GBAR NRYS</u> ]
```

[GREYSCALE] [TONE <u>A B C D E</u>] [GLINT <u>SN X Y</u>]

```
[ CUTAWAY ]
[ HRAYS ]
```

```
[ ACOLOR ]
[ COLOR <u>RED BLUE GREEN</u> / <u>SN SN SN ...</u> ]
```

```
[SPART PARTITION]
[PANELS]
```

PLOT

```
[RED] (这些命令可以定义后续光线的颜色)
[BLUE]
[LIME or GREEN]
[YELLOW]
```

[MAGENTA] [CYAN] [WHITE] [BEAM] [PUP...] [TRACE...] [RAY...] [GET <u>NB</u>] END

SSEP SEPARATION	此输入控制由立体图功能显示的两个视图之间的间隔,该功能仅适用于 RPER。默认值为2 英寸。			
HPLOT [SN] / APLOT [SN [HPLOT]]	当您想要叠加两个或更多不同镜头系统的图纸时应 用。见下文。			
{ PER / RPER / SOLID / RSOLID }	执行所选程序			
ELAZ	定义将从中绘制透视的视场点。角度在下图中定义。 在这个图中,XYZ坐标系统是要绘制的第一个表面的局 部坐标(不一定是表面 1)。输出将在页面上定向,以便观 察者的Y坐标向上,并且他的Z坐标在右侧。因此,如 果两个输入角度均为零,则透视与DWG输出中的透视相 同。绘图是等距的,即无限透视图,除了RSOLID版本, 它给出了真正的透视图。			
TSCF	"乘数比例因子": 0.5 等于半比例等。零或空白使用 默认比例因子。			
JSSS JSPS	定义图形的起始和最后一个表面。如果为 JSSS 和 JSPS 输入零或者如果省略两个命令,程序将从表面 1 开 始绘制整个镜头。如果只有 JSSS 为零,程序也将从物点 开始绘制。			
XOS YOS	可选坐标用于定位表面 JSSS 的顶点,以距离绘图页 中心几英寸的位置建立新坐标。如果省略,程序将居中绘 图。 输入"V"而不是这些坐标将使图像定向,使光线从顶 部进入而不是从左侧进入。如果图形垂直方向大于水平方 向,则可以获得更大的比例因子和更好的分辨率。			
[SPT]	见下面的 RAY			
[LINE]	见下面的 RAY			

	此输入指定要显示的单个光线。第 8.4 节中描述的
	PUPIL 和 TRACE 命令也可能出现在此功能的输入文件
	中,开待仍建几线图案。几线田现任绘图上的刀式取伏了 生成光线的命令出现在输入文件中的 PI OT 命令之前还
	是之后,以及开关 90 的设置。
	如果光线设置在 PLOT 命令之前,则每个表面与光线
	的交点将显示在图形上,而不是路径本身。这些点将在
	SPT 命令之后绘制为小点,如果开关 27 为 OFF,则 PER
	将使用表明光线颜色的符号来绘制他们。可以通过
[RAY]	SSSIZE 命令设置光点大小。如果按照 LINE 命令设置光
	线,则每条表面上所有光线的点集将通过线连接。这通常
	用于概述由 PUP 3 或 PUP 4 选项创建的光束的孔径,然
	后是 TRACE 命令(见 8.4)。SOLID 不支持 LINE 选项,
	但 PER 和 RPER 支持。
	如果 RAY 或 TRACE 输入遵循 PLOT 命令,则将绘
	制迪过镜头的光线的头际路径。在 PLOT 命令之间可以设置 象法 50 名火线 之后可以沿黑灯 金粉晶的火线 左
	直多达 50 余元线, 之后可以反直任息数里的元线。在 DI OT 会众之前口地行一个 TDACE 诗求 伯昌之后可
	$\Gamma LOI 而又之前从扒了 IKACE(n) 请求,但定之后可 以输 \lambda 任何 数 之$
[CDEVSCALE]	田 SOLID 使用(开板 PER 和 RPER 忽略),寻我所 云的边武表面被通挡。横扣反射武投影。阻影的米利由于
	关 60 控制, 阳影的程度由 TONE 数据给出。见下文。
	5 日 四 円 J 衣 田 的 影 任 反。 如 木 仪 足 GREVSCALE、刚锫头边缘以固定方式差色、使田友度色
	调或点状效果,使用许多小点来模拟半色调效果(见下
	文)。表面也可以加阴影,强调曲线。应用于表面的阴影
	随着表面角度从唯一方向(称为 GLINT 角度)变化而下
	降,其速率由等式显示。
	SHADE = AN + B $*\Gamma ** 40 + C *\Gamma ** 10 + D *\Gamma ** 4 +$
[TONE]	E.
	其中 AN 等于 A, 如果局部表面法线和闪光角之间的
	用度 小丁 U.5 度,省则万零。 具他坝以个回的速度下 陈 通过选择关系的系数 A F 可以增加也要列始的业素
	阵,也已远往迫当的余级 A-E,可以快报出短烈的内尤现 渐峦的阳影 (国下立)
	1) 又印 の彩。(22下入。) 野认信県
	TONE 0.4 0 0 0 0 (开关 60 关闭)
	TONE 200 5 4 (开关 60 打开)

[GLINT]	通过指定要在其上出现的表面和 X 和 Y 中所需位置 上出现 GLINT 的分数孔径(相对于局部清晰孔径)来定义 GLINT 方向。如果透镜中的其他表面的角度恰好落在正 确的范围内,那么根据 GLINT 方程,透镜中的其他表面 也将被着色。默认的 GLINT 方向大约是 15 度仰角和 45 度方位角(在纸上的平面坐标中)。如果设定 GLINT,也必 须设定 GREY。				
CUTAWAY	如果设定此选项,SOLID 显示屏将在一个象限显示 被切掉部分元件的镜头,显示该部分内的表面轮廓。棱镜 表面将完整显示,但未被光线穿过的表面的额外表面将被 删除,从而使您可以看到棱镜内部。 此选项会自动打开灰度选项,这是正确显示切口所必 需的。它被 PER 和 RPER 忽略。对于这些程序,您可以 通过打开开关 18 来实现类似的效果。如果有表面具有偏 心的 CAO 或 RAO,则不建议使用此选项。				
HRAYS	此选项将显示隐藏光线的路径,通常不会显示,因为 它们位于其他东西的后面。它们用洋红色虚线线条绘制。 如果您将 HPLOT…APLOT 序列与 plot 叠加,则只有最后 一个图将显示隐藏的光线。 RSOLID 也可以显示隐藏的光线,但在这种情况下, 它们是虚线条。按设定的光线颜色绘制。				
ACOLOR	此选项将根据折射率和色散的当前值自动对镜头元件进行着色。如果选择了 flood-fill 选项,结果与 PAD 显示屏上显示的颜色大致相同。如果在各个表面上需要其他颜色,则可以设置单个 COLOR 设置,如下所示。				
COLOR	您可以使用此选项选择绘制镜头元件的颜色。三个颜 色参数是颜色参考结构的(RGB)分量,它给出了数字在 下一行后面的表面的红色,绿色和蓝色的相对强度。参数 必须都在0到255的范围内。以这种方式指定的颜色总数 超过1600万。 对话框 MPE 允许您选择具有视觉反馈的颜色。滚动 到该对话框的底部,然后单击其中一个"选择"按钮。 以下是如何指定一些常见颜色的方法。			前在数数 动	
	Color:	RED	BLUE	GREEN	
	Red	255	0	0	
	Blue	0	255	0	
	Green	0	0	255	

Yellow

Magenta

	Cyan	0	255	255	
[-
COLOR	镜片边缘根据分配给元件第一个表面的颜色配色,为 了获得最佳效果,应在镜片的两侧指定相同的颜色。棱镜 的所有表面都应该被赋予相同的颜色,除非你真的想让某 些面以不同的方式显示。 该选项仅适用于 SOLID(必须打开 60,并且还必须 选择 GREYSCALE)和 RSOLID。				
[SPART]	在默认情 起小,可以 够确正之心。 如果一个的。 在就不可见。 一个的。 在一个可不可。 在一个可不可。 在一个可不可。 在一个可不可。 在一个可不可。 在一个可不可。 在一个可不可。 在一个可不可。 在一个可不可。 在一个可不可。 在一个可不可。 在一个可不可。 在一个可不可不可。 在一个可不可不可。 在一个可不可不可。 在一个可不可不可? 在一个可不可不可? 在一个可不可不可? 在一个可不可不可? 在一个可不可? 在一个可不可? 在一个可不可? 在一个可不可? 在一个可不可? 在一个可不可? 在一个可不可? 在一个可不可? 在一个可不可? 在一个可不可? 在一个可不可? 在一个可不可? 在一个可可? 在一个可不可? 在一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一	情况下,实体绘 「显示平滑的曲 0×200,并且 う表面有更多的 2 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	制程序用网格 到我。对数量可 前板。网格强争 前面板。网络强争 在小的一个的一个的 一个。 一个, 一个, 一个, 一个, 一个, 一个, 一个, 一个, 一个, 一个,	科划分表面,网 表面形状,这 认非常大。陡 为输入数,输 入行文件。网 KF 文件。网格 下 5 10 的情况下 更容易有不能在	格可峭 入并,,减。较
[PANELS]	STFILE 和圆柱体形状 术。后者生成 者。但并不是 果您的程序没 STFILE 输入 会被该程序呈 所有具有 通过面板选巧	生成的步骤文 代。但它也可以 达的文件比前者 一般有正确显示错。然得更好。 算非球面、楔形 质自动呈现。	件使用该协议 用大量的小面 大得多,因此 程序都能打开 竟头元件,请 使用 panel 选 、非圆形或开	支持的本机球 板来模拟这些 一般建议使用 较小的文件。 将此指令添加 可的元件都可	体形前如到能 以
[BEAM]	此输入执 斯光束的路径 所设置的最后 上下文中忽略 顶点平面上, 径是否与高期 OBG 物方时 第 3.1.2 节。 此选项位 有 OBG 物体	如行 BEAM 命 不 BEAM 命 不 M m m m m m m m m m m m m m m m m m m	令,该命令查 令表面处的光 表。BEAM分析 因此线断开发 表面上。这是 好近似的好力 应该是这样。	找通过镜头的 行是近轴的,在 在每个表面 全在每个表面 检查实际光线 方法。如果在定 详细信息请参	高与该的路义见 带
[PUP],	定义要	在图片上绘制	川的一组光线	1. (参见上面	的

	RAY)。			
[TRACE]	此输入的格式与足迹使用的格式相同,并在 8.4 节中 定义。			
[RED] , [BLUE]	设置以 PLOT 命令指定的光线应该以该颜色绘制。 (这与光线本身的波长无关,由{ICOL/P}输入给出。)			
END	向程序发出信号,表示没有更多的光线可以添加,这 样它就可以完成图像并显示它。			

下图定义了视角 EL 和 AZ。





在该示例中,开关20是关闭的,并且虚拟面和实际面一样出现

528



上面的图片是在开关 20 接通的情况下制作的,因此不会出现虚拟面。该图 也不包含可选的 GREYSCALE。

下面的草图说明了使用输入参数可以实现的一些效果,这些示例都是在关闭开关 60 的情况下完成的,用小点显示亮度。

PER	\bigcirc	SOLID, no GREY
SOLID GREY		SOLID GREY GLINT 63 .45
SOLID GREY GLINT 6 .3 .45 TONE .8 1		SOLID GREY GLINT 6 .3 .45 TONE 0 .02 .02 .02

如果您指定的镜头颜色不是灰色(默认),那么该颜色将是将显示在表面上的颜色中最亮的地方。但人们通常希望闪光是白色的,而不是透镜颜色。要 实现这一点,只需为 TONE 系数 A 赋予一个值 2.0,这将使其覆盖该点的颜 色。如果开关 60 打开,这是默认的 TONE。 如果您希望将结果输出到非连续灰度的笔式绘图仪,则应关闭开关 60。然 后使用点画图案模拟阴影,如下所示。这种输出类似于艺术家绘制的线条。



可以执行连续灰度的显示设备允许您打开开关 60,使照片更加平滑,类似于以下图像:



请注意,如果使用此选项,程序不会显示虚线表面形状线这可能很有用。 此外,TONE参数产生较浅的色调,闪烁显示为白色。而点画方法使用TONE 使表面变暗,显示黑色闪烁。作为参考,这里是生成上图所示的输入文件:

```
FET X28
ON 60
SOL 20 -20 0 1 99
GREY
GLINT 1 .4 .6
COLOR 100 255 255/1 2
COLOR 200 100 175/13 14
PLOT
RAY 2
PUP 2 1 10
BLUE
TRA 2 1 0 10
TRA 2 -1 0 10
PUP 2 10 1
RED
TRA 2 0 0 10
END
```

CUTAWAY 选项提供了可变的实体模型。这是以正常方式生成的一组棱镜的图片:



以下是设置颜色并选择了剖面选项的示例:



镜片也可按以下方式显示:



对于已分配偏心 RAO 的元件,禁用 CUTAWAY 选项。该选项本身会切割 孔径侧面的镜头,它将覆盖该元件的 CUTAWAY 设置。

PER 和 RPER 特性在每个表面上都绘制了一个圆形的边缘,这是根据 CAP 列表给出的孔径(参见 6.2.1),除了具有矩形 RAO 规范(参见 3.3.1.1)的表面(矩形 孔径绘制)或 UAP 类型 3。还绘制了 XZ 和 YZ 平面中的表面垂直曲线。没有指 定用户输入的孔径(不在第一个或最后一个镜片的表面)的虚拟面(没有折射率更

改的表面)可以通过在 PER、RPER 或 SOLID 输入之前打开开关 20 来忽略(参见 2.9)。如果开关 39 打开且镜头已分配 EFILE 数据,则将应用这些数据,并且输入的 CAO 和 RAO (如果有)将不会控制元件尺寸。但是,EFILE 和 RAO 数据 的某些组合是有效的;参见第 7.8 节。

RPER 可以选择使用红蓝立体玻璃或者以略微不同的角度显示的并排视图, 以立体方式绘制线框图片。

在每个表面上绘制的边缘是为了显示元件,就像它在外部观察者面前所显示的那样,而不是通过 Y-Z 剖面程序 DWG 获得的横截面视图。当从复合角度观察镜头时,这些边缘增加了图像的真实感,有时在创建复杂系统的立体对时,可以让涉及的倾斜和偏心更好地可视化所。对于使用横断面图的情况,可以通过在PER 命令之前打开开关 18(并指定视角 0,0)来消除边缘。此选项适用于 PER 和 RPER,但不适用于 SOLID。一个例子如下所示。



虽然会检测到光线故障,但是不会去检查光线输入产生的光线路径,以检查在这些功能中的渐晕。如果要显示的只是渐晕光瞳中的光线,则应该使用 PUP和 TRACE 命令来创建光线模式,因为这些选项检查每个光线是否渐晕。

以下是具有弥散斑孔径的镜头示例,其中我们将绘制显示 Y-Z 剖面和一组 光线的图。

ON 18	我们不希望这个角度的边缘
PER	调用角为 0,0 的 PER
PLOT	绘制镜头
PUP 2 1 25	指定1X25光线组
TRACE 2 0 0 25	执行追迹

RAY 2	绘制光轴,而不是默认值。即使镜头在表面 2 上具有 CAI,
	也会绘制该光线,因为 RAY 选项忽略了孔径。
END	绘图全部完成

结果如下所示:



建议您使用比 PER 更复杂的 SOLID 程序,尽管运行时间更长。图形包含 630,000 个像素,每个表面必须以较小的间隔进行采样。为获得最佳效果,首先 应使用 PER 命令将需要输入的数据输入到 MACro 中,以测试大小和角度。如果 满意,则更改为 SOLID。您还可以在 PAD 中设置所需的角度,然后在 MPE 对 话框中单击标记为"PAD"的按钮以传输这些角度。更快版本的 SOLID 可用作 RSOLID,如下所述。

为了加速 SOLID 模型处理,首先对每个表面进行相当粗略的采样,如果样本面板的所有四个角都隐藏在其他表面后面,则假设整个样本都是隐藏的,将其丢弃。如果您的图片显示缺少部分,您可以通过打开开关 73 来覆盖此预先采样。然后图片将需要更长的时间来处理,但应该没有丢失的部分。如果镜头包含的表面接近半球点,并且表面灰度显示边缘有明显的面板或异常,则还应选择此选项。下面的示例显示了一个在开关 73 打开时看起来更好的系统(如右图所示)。无论开关设置如何,RSOLID 选项始终使用更精细的采样,因为该版本在显卡而不是 CPU 中进行建模计算,因此速度要快得多。



叠加两个不同镜头系统的透视图通常很有用。这样,您可以显示分束器的 两个路径或两个使用公共窗口,共享镜头元件等系统的几何形状。通过透视图 看到它们将有助于识别机械干扰,并且可以向客户展示精美图像。

执行此操作的序列如下:

HPLOT [<u>SN</u>] (保持图) [PER / RPER / SOLID / RSOLID] ... END APLOT [<u>SN</u>[HPLOT]] (添加到上一个图) [PER / RPER / SOLID / RSOLID]

... END

注意事项:

1.指定哪些表面与 HPLOT 和 APLOT 命令上的可选 SN 条目重合。例如, 如果两个系统在某个点折叠在一起然后通过公共窗口退出,则可以在这些命令 上给出该窗口的表面编号。数字不必相同,默认值为表面 1。

2.比例尺,偏移和角度数据(如果有),仅取自第一张图片。第二张图将 忽略这些数据,使两张图片具有相同的比例。使用默认比例和偏移通常是成功 的。 如果第一张图片设置"V"方向(光从顶部进入),那么第二张图片也必 须。两个系统的 UNITS 应该是相同的。 3.根据输入的数据在两个系统中显示光路,但对于两个系统,它们的呈现 方式不同。通常,光线路径以矢量形式(连续线)显示,而透镜表面和边缘以 像素(小点)显示。但是第一张绘图的光线路径也必须呈现为像素,因为只有 这样它们才能被后来绘制的第二个系统的元件遮挡。结果是第一个光线路径显 示为略微不规则的线条,而在第二个系统中它们是平滑的。考虑一下这个功 能。此外,如果您在第一个系统中指定黄色或白色的光线路径,它们确实会是 那种颜色,即使显示在白色背景上,它们也会消失。最终绘图的光线路径显示 为矢量,并且可以是任何颜色,因为如果背景为白色,程序会将它们绘制为黑 色。

4.您可以在组合的 SOLID 图纸上设置灰度。如果开关 60 打开,结果将会更好(给出连续的灰度而不是点画。)在这种情况下,最好在两个系统上设置灰度。

5.毋庸置疑,两张图必须属于同一类:例如,你不能为第一张画出 PER, 而为第二张画出 SOLID。

6.如果您希望组合两个以上的图纸,则必须在 APLOT 行的第三个字中添加 HPLOT。然后程序将添加下一张图片,但不会显示它。然后可以为每个附加图 像输入附加的 APLOT。输入以与先前的图像组合。最终图片不得声明为 HPLOT;添加时,会显示该组合。

使用 RPER 可以制作两种立体图。屏幕上显示后,单击按钮 □ 可并排显示 两个视图,并在它们之间以 5 度倾斜差异绘制。如果它们最初重叠,您可能需 要缩小图片以分隔视图。如果你可以通过在聚焦屏幕时将眼睛偏向无限远来融 合两个视图,你将在 3D 中看到它们。此视图可以发送到打印机,并且可以通 过查看器 (如果您有查看器的话)查看,它可以很好地工作。硬拷贝的默认分 隔是 2 英寸,但更改此值您可以使用命令: SSEP SEPARATION.

下面是这样生成的显示示例。

536



另一个工具栏按钮[■],将显示为红蓝色立体图,可以使用彩色玻璃在 3D 中查看。此视图可能比立体视图大,但不显示您设置的光线颜色,并且在纸质硬拷贝上不能很好地工作,因为玻璃会降低对比度。

如果要查看镜头或棱镜内的光线路径,请在 PLOT 指令之前将 HRAYS 设置添加到输入。如下图所示:



旋转 RSOLID 图纸

SOLID 绘图功能还具有旋转选项,使用 RSOLID 命令。与通常的 SOLID 版本(计算整个画面并在软件中实现隐藏表面删除)不同,旋转版本利用了显卡的 OpenGL 功能,它对显卡上的专用硬件做同样的事情,速度比软件版本提高了很多倍。在这种情况下,GREYSCALE 选项是自动的,如果输入的话,将 遵从 HRAYS 和 CUTAWAY 选项。

但是,您最好不要在此功能设置黄色或白色的光线。如果你选择了白色背景,那么 SOLID 就足够聪明地用黑色来显示它们,而当你点击背景按钮时, RSOLID 已经将光线颜色数据发送到显卡上。所以白色光线确实是白色的,如 果背景也是白色的话,它将是不可见的。

该程序打开一个小控制面板,您可以在其中选择白色或黑色背景,以90度 的间隔旋转,增加或减少绘图大小,或恢复原始视角和大小。还有用于制作位 图副本的按钮,该按钮用于 Windows 剪贴板,另一个用于显示窗口。后者也会 进行位图复制,但随后会自动打开一个新的图形窗口,将图片粘贴到那里,然 后显示该窗口。如果你选择了一个白色背景,显示出来的拷贝会更好,因为显 示光线路径的细线不会显示在喷墨显示机上,这会使背景更加突出。默认情况 下,图片在图形窗口中水平定向。如果您希望后者更好地填充显示页面,请在 创建位图副本之前打开开关 81,或单击显示显示机旋转 90 度的按钮。这使画 面旋转很长。如果您希望为粘贴的图片添加文本注释,并且图片已旋转,请确 保在文本编辑器中单击选项将文本旋转 90 度,以便它们以相同的方式排列。

其中一些操作有快捷方式:您可以通过使用鼠标左键拖动来旋转图片,然 后使用右键拖动来平移。使用<Shift>+右键单击放大图片,然后使用<Ctrl> <Shift>+右键单击缩小尺寸。鼠标滚轮也可以放大和缩小。在绘图窗口中单击 并拖动后,可以按住空格键以围绕绘制的Y轴缓慢旋转图片。 <Shift>+空格 键将围绕绘制的X轴旋转。如果您使用RSOLID命令设置角度为(0,0),则在 第一种情况下将围绕镜头Y轴进行旋转,而在第二种情况下围绕镜头Z轴进行 旋转。

您可能希望在设置位图或显示选项之前将按钮面板移出屏幕,因为否则它 将显示在您的图片中。

位图副本可以粘贴到任何可以接受这些文件的图形程序中,包括 SYNOPSYS 图形窗口。然后,如果您愿意,您可以注释并显示图片。较大的 RSOLID 窗口包含更多像素,并将提供一个更清晰的位图副本,所以在复制之 前,请尽可能增加窗口大小。

示例 RSOLID 图如下所示。

538



创建此文件的输入如下:

FET X28
RSOLID 10 30 1.6 0 123
HRAYS
COLOR 255 0 0
1 2
COLOR 100 200 200
3 4
COLOR 200 200 1
5 6
COLOR 255 255 255
78
COLOR 0 255 255
10 11 12
COLOR 200 50 101
13 14
DI OT
PED
RAI P 0 0 0 0
PUPIL 2 I II
BLUE D 1 0 11
TRACE P -1 0 11
POPIL 2 1 11
YELLOW
TRACE P I U II
END

用户可调节的数据值来控制绘制的整体亮度级别。请输入 AI 句子

SFLAGS 118 = <u>value</u>.

默认值为0.5。0.6的值将更亮,0.4的值将更暗。
这个集合的另一个功能是 DSOLID 命令,它的工作方式与 RSOLID 非常相 似,只是它不生成屏幕上的显示。但是实体模型以 dxf 格式呈现并保存为磁盘 文件。程序将提示您输入文件名,创建此文件后,您可以使用许多常用的设计 程序(如 AutoCAD)打开它。这适用于想要设计镜头元件和其他硬件的用户, 并了解镜头如何适合内部。该程序尝试尽可能按设置来设定元件颜色。然而, 完全匹配通常是不可能的,因为 SYNOPSYS 可以绘制大约 1600 万种颜色,而 dxf 只支持 255 种。线框 dxf 转换可以由 RPER 生成。这比 DSOLID 绘制创建得 更快,但是然后你只能看到镜头边缘,而不是表面。RPER dxf 文件的方向是窗 口中当前显示的内容,你可以在制作 dxf 文件之前根据需要调整它。另一方 面,DSOLID 的方向由原始输入数据给出。

STEP 文件

一些用户更喜欢 STEP 文件,这是描述立体物的另一种协议。但是这种格式从来没有被设计用来为透镜建模,它更适合于齿轮和电路板,而且它不能有效或优雅地为透镜建模。不同的供应商以不同的方式来处理这个限制,而且都有缺点; SYNOPSYS 的功能也不例外。它是通过 STFILE 命令实现的,其格式如上所述。

有一个限制是 STEP 协议中可用的本机形状不能对 SYNOPSYS 中 45 多种 不同类型的表面中的大多数进行建模。

为了克服这些困难, SYNOPSYS 中的 STEP 特性必须采用不同的方法。如 果一个透镜元件被带有旋转对称孔径的球面所包围,程序将用 STEP 中的原生 形状对其进行建模。使用 USS 类型 15,将具有圆形中心孔径的旋转对称非球面 转换成网格为 9×9 的 NURBS 表面。STEP 协议可以模拟这种表面类型,尽管 重建的准确性可能不完美。为了测试非球面是否对称,程序比较了一系列点的 表面矢高的值,如果偏离严格对称性不超过 0.001 mm,则该形状被认为足够对 称,以便设计透镜单元。

然后程序运行优化程序,改变每个控制点的 Z 分量,并将每个点的矢高值 调整为标称值。所得的优化函数值可以很好地说明 NURBS 表面与原始非球面 的匹配程度。如果这个数字很小,那么在设计单元时,误差可能因为太小而不 重要。如果它们不小(这个值取决于镜头单位),明智的做法是事先自己用 RNS 重建表面,因为这样你可以检查结果,看看性能是否有严重改变。如果 9 ×9 的重建到表面类型 USS 15 不够精确,那就试试 RXN 模型,它允许多达 20 ×20 的控制点。

任何更复杂的,如非对称非球面,偏心孔径,楔形等,需要一个不同的模型。在这种情况下,程序将表面划分为矩形网格的面板,并依次创建每个面板的模型。边缘和斜面同样被分割成小面板。其结果是,所有形状都准确地模拟在每个面板的角落,但看起来像平板之间。如果目标是在 CAD 程序中打开透镜模型,这样你就可以在它周围安装一个透镜单元。

现在来讨论一下上述方法的缺点:最后一种方法效率极低。每个面板(有数百个)在步骤文件中需要 39 个单独的行,并且这些行很长,因此文件往往很大。例如,下面是 RSOLID 显示的镜头。



这看起来是平滑的,但实际上使用了很多分区,只是每个分区都很小,不容易看到;每个表面上的面板数量随形状而变化,通常在 40 到 200 之间。现在看看下面的 STFILE 模型。为了保持文件大小合理,该程序将默认分区设置为 19,因此表面不那么光滑。这张图片的文件大小是 4.44MB。只有第一个元件使用原生形状;其他的都是用镶板渲染的。



由于该文件对于某些用户来说可能太大了,特别是对于通过电子邮件发送 给 ME 的用户来说,我们建议使用 SPART 指令将分区号减少到小于这个值。 下图的文件大小只有 3.04 MB,虽然表面不那么光滑,但顶点都在正确的位 置,所以应该足够 ME 处理了。如果你放大这个模型并检查镜片的边缘,你会 看到会有微小的裂缝,这是划分阶段的产物。因此这些元件并不是严格意义上 的实体模型;相反,你得到的是一组小面板,它们很适合,但并不完美。对于 某些用户来说,这可能是缺点,也可能不是。您还可以强制程序用面板对所有 元件建模,以防止用户的 CAD 程序不能正确地呈现较简单的形状。为此,请 使用前面描述的 PANELS 选项。



下面是创建这幅图的输入:

```
      STFILE
      0
      0
      0
      0

      SPART
      9

      PLOT

      RED

      RAY
      P
      0
      0
      0

      PUPIL
      2
      1
      20

      BLUE
      TRACE
      P
      1
      0
      20
```

还要注意的是,这个版本的步骤文件转换器不支持颜色变化,我们希望用 户探索这个特性,如果你们发现改进或发现 bug,请告诉我们。

最后,请注意,默认步骤文件转换默认情况下不绘制虚拟表面,不像其他 渲染选项,如 PER 和 SOLID,但在 RLE 或 CHG 文件中声明 REAL 的虚拟表 面也将在步骤文件中渲染。

7.3 光扇图, 绘制(PRT, PRO)

可以获得弧矢和子午方向光线扇的两种绘制输出,一种用于具有左右对称性的系统,仅显出 SFAN 的一半,而另一种显示全部。这两种情况都有短的和长的输入形式,两者都可以显示横向像差或 OPD。短格式也可以从对话 MRR 以交互方式运行。请参阅下一节。

7.3.1 短格式输入

有关此功能的长格式,请参阅 7.3.2。获得绘制横向截距图的使用命令如下:

{ **RPT** / **RFT** } <u>SCF</u> <u>NRYS</u> { <u>ICOL</u> / **P** / M } [<u>ICOL</u> ...]

绘制的 OPD 扇形图使用助记符

{ **RPO** / **RFO** } <u>SCF</u> <u>NRYS</u> { <u>ICOL</u> / P / M } [<u>ICOL</u> ...]

助记符 RPT 和 RPO 提供对称镜头版本,而 RFT 和 RFO 提供全 SFAN 版本。这个输入的论点解释如下。

SCF	图像的尺寸在图上是全比例
NRYS	为每个 SFAN 的光线数(最大 100)
ICOL	是要分析的波长编号。如果为第一种波长输入"M",则将追迹所有定义的波长,进行多 波长分析。"P"指定主波长。

这种简短的输入形式将为视场点 0, 0.5, 0.75 和 1.0 输入的颜色提供扇形 图。任何这些命令的 SCF 为零将给出一个默认的比例因子,通过对几个区域的 光线进行采样来显示。

遇到通光孔径违规,边缘羽化或追迹失败的光线将从图中删除,并将在显示输出中识别,除非您在 RLE 文件中输入了可选的 NOVIG。在后一种情况下,仅指示光线故障。通过将开关 33 置于 ON,可以抑制渐晕消息(但不是渐 晕检查)。

如果开关 59 是打开的,那么当光瞳被任何一个光瞳选项缩小时,光瞳缩小就会显示出来,即使您可能已经选择了一个通常显示缩小的光瞳覆盖整个轴(如 VFIELD 和 WAP 选项)的选项。在这种情况下,每幅图的横坐标给出了完整的光瞳大小,而不是渐晕大小,如果光瞳缩小,那么 TFAN 只延伸到整个轴的一部分。这是一个有用的方法来记录你的镜头渐晕的程度。

如果开关 35 接通,则光扇图将以彩色显示。显示的颜色来自内置颜色表, 并且不一定与分析的波长颜色相同。要以近似视觉颜色显示曲线,请在设置绘 图之前打开开关 85 以及 35。在这种情况下,曲线显示为实线而不是点阵,因 为点阵对于识别曲线来说是不必要的。

下面显示了样本 RPT 图,然后是 RFT 图。下一节将显示允许您自己指定 字段角度的长形式输入。第三个例子显示了打开开关 85 的结果。







544

7.3.2 长格式输入

有关此功能的简短格式,请参阅 7.3.1。这种更长格式的扇形图输入允许您 指定除了其他数据之外还要绘制的视场角。

这里,ICOL条目指定所需的波差编号,"M"设置所有当前的波长分析, "P"设置主波长。FOV条目可以设置多达四个视场点,每个场点在Y方向 (HBAR)和X方向(GBAR)的归一化视场定义。如果开关35为ON,则生 成的绘图将为彩色。SCF为零给出默认比例。

如果开关 59 是打开的,那么当光瞳被任何一个光瞳选项缩小时,光瞳缩小就会显示出来,即使您可能已经选择了一个通常显示缩小的光瞳覆盖整个轴(如 VFIELD 和 WAP 选项)的选项。在这种情况下,每个图的横坐标给出了完整的 光瞳大小,而不是渐晕大小,如果光瞳缩小,TFAN 只覆盖整个轴的一部分。

7.4 场曲 (FCV)

获得子午和弧矢视场的曲线的图可以通过输入:

$FCV \underline{SCF} [\{ P/0 \} [GBAR [\underline{ICOL} / P / M]]]$

其中 SCF 是曲线横坐标上每英寸的纵向离焦。计算在子午平面中进行(除 非在命令的 word 4 中输入可选字"GBAR"(不是数字),表示 X-Z 平面),通 过追迹主光线和 25 个视场角的差分光线。这些光线的分离以及已知的(局部) F/NUMBER 给出了它们在 X 或 Y 方向上重合的离焦位置。如果输入了可选的 [P],它们将在表格中输出,也将在图表中输出。样本图如下所示。对于 AFOCAL 系统,结果以全孔径的半角展度为单位,如果 ACCOM 选项有效,则 为光焦度。SCF 为零给出默认变焦。此命令也可以从 MRR 对话框运行。



可以在 word 5 中输入颜色编号,"M"以所有定义的颜色绘制视场曲线,"P" 是默认的主要颜色。如果开关 35 打开,则绘图以彩色显示,与存储的颜色表一 起显示。如果开关 85 也接通,则颜色将近似于所分析波长的视觉外观。

下面给出了一个多波长示例图,由该命令得出:

FCV .05 P 0 M



7.5 畸变曲线 (DIS)

命令

DIS <u>SCF</u> [{ P / 0 } [{ GBAR / 0 } { <u>ICOL</u> / P / M } {REAL / 0 } [<u>REFHBAR</u>]]

将生成在视场中的 25 个点的归一化畸变与部分视场的一个表和一个图作比较(如果输入 P)。对于每一点,将 X 和 Y 中的实际光线穿过高度与该场的高 斯图像高度进行比较,并除以全视场 GIHT。输出给出两列,横向(Y)畸变和矢 向(X)畸变。因此,这两个方向上的值是 GIHT 的分数。如果在 word 4 中输入 了可选字"GBAR"(不是数字),则在 X-Z 平面中获取目标点和计算。零 SCF 提 供默认比例尺。此命令也可以从 MRR 对话框运行。没有畸变的 FOCAL 镜的像 高与物高成正比。

可以在 word 5 中输入波长(或者对于主波长输入"P",或者对于多波长分析输入"M")。如果在 word 6 中输入"REAL",则计算的畸变将是光线截距与该场点上的近轴值之间的实际差异(未标准化),如果镜头为 FOCAL,则为镜头单位,并且如果不是则为弧度。

如果你在 REFHBAR 中输入一个非零的参考视场点,放大率将被重新定义, 以使畸变在该点完全为零;然后给出相对于该放大率的畸变结果。这很有用,例 如,如果您想计算每个视场点与理想像素位置的偏差,您可以尝试不同的 REFHBAR 值来使最大偏差最小化。

在 AFOCAL 或 ACCOMODATED 模式下,畸变定义如上所述,只是程序不再处理线性图像高度,而是处理输出角度。因此,如果镜头没有畸变,就会发现输出角度与输入(物体)角度成正比。另一方面, APERFECT 模式显示线性图像高度。这些问题影响畸变计算的意义,如第7.5.1 节所述。

在具有物体类型 OBD (用于广角)的透镜中,由 HBAR 给出的物体坐标是 指分数角度,而不是线性高度。因此,只有当图像高度与物体角度成线性比例时, 畸变曲线才会显得完美。这是所谓的 F-theta 镜头通常所需的情况。

由于理想像点的近轴计算忽略了倾斜和偏心,因此必须在具有不对称性的系统中谨慎使用程序 DIS。在这种情况下,应为 REFHBAR 输入一个值,导致近轴结果被忽略。命令 CDIST 将计算一个幂级数多项式的系数,该幂级数多项式在视场点上模拟畸变,并且不假设对称

样本 DIS 图如下所示。



命令 GDIST 还可以评估畸变,显示点网格。

7.5.1 AFOCAL 畸变

当镜头具有准直输出时,必须特别考虑计算畸变的问题。在这种情况下,建议使用 AFOCAL 模式,然后这些功能的输出是光线的角度,而不是横向的截距。

这会产生很大的影响。而在有焦点系统的情况下,很容易定义"零畸变",而 当镜头是 AFOCAL 时,这并不是那么简单。在前一种情况下,这意味着输出光 线截距必须与物体高度成比例。但是,如果设定在 AFOCAL 情况下进行畸变计 算,则默认情况下"零畸变"意味着输出角度与输入角度成比例。

在设计目镜时必须对此进行排序,因为人们希望用户看到没有畸变的图像。 以下是我们发现有效的两个方法:

1.从望远镜侧布置系统,目标点在末端,镜头处于 AFOCAL 模式。将光阑分 配给望远镜孔径,如下图所示。使用物方 OBA,使物距等于光阑和望远镜图像 之间的距离。物体在目镜内,并且光阑和目镜之间的间隔是变化的以便聚焦。



将您想要的出瞳距分配到出射点,当您优化系统时,控制出射点处的主光线 截距为两个或三个视场点(以避免引起臭名昭著的"kidney-bean"效应的光瞳畸 变)。

通过在两个或三个视场点给主光线的 YA 值给出目标来校正畸变。因此,为 了在全视场获得 45 度角,YA 应该是 0.7854 弧度,而在半视场时它应该是一半。 严格来说,输出角度应与输入角度成比例,但对于大多数望远镜而言,实际输入 角度非常小,我们可以使用(线性)HBAR 代替。你可以先给出一个目标,看看 全视场 YA 和 GIHT 之间的差异,然后看看你是否需要控制其他视场角。

如果优化程序满足这些设定,则镜头将具有很小的光瞳像差和畸变。然后可 以使用命令 GDIS 评估后者,该命令给出了与程序一起安装的 16 毫米目镜示例 的图片。



这种设计具有少量桶形畸变,其在视场的最边缘附近改变符号。实际上,这 种畸变量并不是很明显。

以这种方式建模,输出角被绘制出来,如上所述。另一方面,如果您将系统 声明为 perfect10,那么镜头将不再处于 AFOCAL 模式,图像将在一个平面上评 估。在这种情况下,GDIS 图将显示大量失畸变,如下所示。这是其他程序所显 示的,因为它们没有 AFOCAL 模式。如果你要在其中一个程序中纠正畸变,那 么它将在平面上被纠正,图像将在眼睛看来严重失真。这也是避免使用其他程序 的另一个原因。



2.从光瞳开始布置系统,与上图相反。根据需要定义视场角,并使用物体类型 OBD,它通常用于广角镜头,但在此也很有用,因为输入视场角 HBAR 则指 的是分数角度而不是高度。在眼点处将光阑分配给表面 1,并在望远镜物镜的位置放置虚拟表面。在该示例中,最终图像在目镜内部,并且在物镜处的 YMT 求

解可以用于获得该图像处的最终表面。

将近轴 YMP1 分配给物体 OBD,并在最后一个镜头表面上使用 UMC 求解 来控制 F/number,从而控制焦距。分配 WAP1 光瞳选项,将光束保持在视场上 直径恒定的眼中。

现在在两个或三个视场点处校正虚拟物镜处的主光线高度,并控制该表面处 的边缘光线高度,使其落在物镜的边缘。这样做也适用于全视场点。这将控制畸 变以及光瞳畸变。

如果达到这些目标,GDIS 图将显示很少或没有畸变,如下所示。

如果没有得到很好的目标,可能仍会有一些畸变,并且由于镜头反转,符号 会反转。如果您愿意,您可以反转镜头,并使用正确的符号制作新的畸变图。

7.6 绘图程序 (saving, EPL)

除了分屏 PAD 显示器和 RPER 显示器之外, SYNOPSYS 中的所有绘制输出 可以在稍后存储和检索。(PAD 显示格式可以用 SSU 命令保存。)最简单的方 法是单击图形窗口顶部的工具栏中的按钮 🖬 🍽 。这将把图片以及您可能添加 的任何注释保存在扩展名为 SSP 的文件中。

可以在极少数情况下使用命令 EPL,其中绘图未正常完成且尚未在屏幕上显 示。此命令刷新绘图缓冲区的内容,允许您创建新图片。

7.7 镜头元件图 (ELD)

可以用输入文件获得透镜元件图:



[USE BTOL] ELD [- <u>]isss</u> [<u>tscf</u>]
[MTH <u>th</u>] [DIA <u>dia</u>] [RAD <u>rad</u>] [BEVEL <u>bc</u>]
[{1/2}{A a / SAG sag / BC bc / ABC ab bc / AAB a ab / ANG angle}]
[ID <u>up to 35 characters of title</u>] [ID <u>second line</u>] [ID <u>third line</u>]
[COAT " <u>string</u> "] [FINISH " <u>string"</u>] [DESIGNER " <u>string</u> "] [CHECKER " <u>string</u> "] [TWAV " <u>string</u> "]
PLOT

JSSS 是定义要绘制的透镜元件的两个表面编号中的较低者,并且比例因子 TSCF 是可选的。如果没有输入 TSCF,程序将自动按 2 或 1/2 的比例改变镜 头,直到它适合页面。

ELD 也可以在对话框 MPL 中找到。

该程序绘制单个镜头元件,遵从可能有效的任何边缘描述数据。可以使用 Edge Wizard 轻松创建此附加信息,但也可以使用 EFILE 命令创建或明确输入到 RLE 输入。如此定义的数据成为镜头描述的一部分,并与镜头一起保存。如果没 有对设置的元件有效边缘定义,则程序将替换与 CAO 相关的默认边缘,如下所 述。

三条 ID 行的字体大小根据行的长度进行调整,三种尺寸的长度最多分别为 20 个、27 个、35 个字符。

ELD 创建的图纸有许多框,可以由用户填写,还有一些是程序从镜头规格中 提取的数据填写的。如果你指定使用 BTOL 选项,镜片公差的方框将被填入,如 下所述。涂层、表面处理、设计者名称、检查者名称和测试波长的方框是空的, 除非你输入上述明确的字符串。在这种情况下,这些字符串将作为用户注释添加。 例如,要把设计者的名字添加到图中,你可以在 ELD 输入中输入设计者"JOHN SMITH"。请注意,引号是必须的,以确定输入是一个字符串,而不是一个命令 参数。上述字符串限制为9个字符,除了设计者和检查者的名字或首字母,它们 将接受 12 个字符。

ELD 也可以从对话框 MPL 中运行。但是这个对话框不允许输入可选的边缘 尺寸,所以最好先用边缘向导(MEW)定义边缘。实际上,我们建议使用向导 来定义你的边缘。这样你就可以看到你得到的东西,因此你可以立即控制。

ELD 无法以适当的方式绘制某些元件,在这种情况下,您可以选择获取 ELD 绘图,其中大部分数据框都填充了常用信息,但没有元件本身。为此,只需在 ELD 命令上给出负表面编号。然后程序将比例因子和表面矢高框留空,并且不会绘制

元件。然后你可以添加元件的 PER 或其他绘图并自己注释;下面给出一个示例, 说明如何执行此操作。如果您想要将所有数据框都清空,只需打开开关 34,即可 从所有图形中删除注释。

如果一个表面不是旋转对称的,上述段落适用。默认的 ELD 图不会显示不 对称。

如果镜头或反射镜已经指定了偏心的 CAO 或 RAO, ELD 将绘制母部件, 从中将实际部件挖空或切掉。由于通常必须首先创建母项,因此此过程为您提供 了对该步骤有用的绘图。然后,您可以制作第二张图纸,根据需要添加透视图, 并使用注释编辑器进行注释,以通知加工场所需的额外步骤。

在 ELD 命令之前输入的可选命令"使用 BTOL"将打开由 BTOL 创建的数据文件。如果该文件包含 ELD 要绘制的元件的公差值,则这些公差将自动添加 到图形中。有关示例,请参见第 7.13 节。该选项使用名为 BTOL_ELD.DAT 的最新文件中的数据。如果您没有在当前镜头上运行 BTOL,那些数据将适用于您容纳的最后一个镜头,而不是当前镜头。您可能不想要这些数字,所以一定要先用 当前系统运行 BTOL,或者如果您在较早的时候准备了预算,获取预算。详情请参见 12.1 节。

图中表面矢高所示的公差取自相邻空气间隔的 BTOL 预算(如果有的话)。 但是,这种矢高误差可能会或可能不会实际影响该空气间隔,具体取决于您之后 决定的安装方案。因此,请务必检查 ELD 图纸,以验证矢高公差是否合适。如 果相邻空气间隔没有分配公差,因为它被宣布为 EXACT 或将用作调整,程序会 指定默认的矢高公差为 0.005 英寸(0.127 毫米)或实际矢高的 1/20,以较小的 值为准。

下面描述的选项提供了一种复杂的方法,即在 ELD 数据文件中临时定义边 缘几何图形,并且可能不适合大多数用户,他们更喜欢上面提到的其他功能,特 别是边缘向导(MEW)。

为了在 ELD 输入文件中临时定义边缘几何形状,请输入数据定义下面显示的相关量,其中每个表面的三个关注点标记为 A, B 和 C。使用 ELD 文件输入的数据不会成为镜头描述的一部分。它们仅用于该绘图,然后丢弃。如果镜头文件或 ELD 数据中没有提供边缘数据,则 ELD 将根据以下规则提供默认边缘。



552

两个表面的 C 点始终处于相同的高度,而 A 和 B 可能不同。这些数量的默认值如下:

	<u>CONVEX</u>		CONCAVE
С	larger CAO + 0.050 in.	C	larger CAO + 0.050 in.
В	C - 0.005 in. (BC = 0.005)	В	C -0. 005 in. (BC = 0.005)
Α	A = B	A	actual CAO + 0.005 in.

如果没有输入数据来覆盖默认的镜头边缘定义,程序会将 0.050 英寸增加 到较大的通光孔径(如 CAP 列表中所示)以显示镜头直径,并将两边的斜角设 为 0.005 英寸。凸面将延伸到斜面的起点,而凹面将从该表面的 CAO 之外到斜 面具有平坦的截面。

有几种方法可以为边缘参数指定其他值。在某些情况下,指定一个参数也会自动重新定义其他参数。通常,除非输入明确给出量 AB 的选项(ABC 或 AAB), 否则 A 和 B 的值对于凸面将始终相同。对于凹面,这些量通常是不同的。

最简单的选择是使用 DIA 指定元件的直径,或使用 RAD 指定半径(DIA = RAD*2)。然后, A 和 B 的值将遵循默认规则: BC = 0.005 in。A = B,用于凸面。

BEVEL BC 为透镜的两侧提供了一个新的斜面尺寸。

通过以1或2开头的可选表面输入可以获得更明确的控制;"1"指的是图纸 上最左边的表面,"2"指的是最右边的表面。通常(对于正厚度),最左边也是 JSSS。

Α	为该表面的A赋予新值。仅针对凹面进行输入。
SAG	意味着该表面有一个新的 A: 该孔径给出了所需的矢高。
<u>BC</u>	给出一个新的斜面尺寸,从而重新定义点 B。对于凸面,A 也被重新定义,使得 A=B.
ABC	给出该表面的距离 AB 和 BC 的明确数据。此输入对凸面和凹面都有 效。A 被重新计算,并且在任何一种情况下都不一定等于 B。
AAB	给出 A 值和距离 AB 的数据,从而隐含地重新定义斜面距离 BC。这也适用于凸面或凹面。
ANG	给出 AB 部分的面角,通常为 90 度角。这不应与斜角相混淆,斜角始终为 45 度。

示例 ELD 图如下所示。



在图纸上还包括许多方框,其中包含的尺寸出现在图纸上或在其中您可以 输入公差等。用于准备这幅图的输入是



如果边缘定义数据已被排除在此文件之外,则将根据当前的 EFILE 数据(如 果有)而不是输入的尺寸绘制反射镜。

可以用前两个 ID 行输入两行标题。这些必须从第 1 列开始,字符为"ID", 实际的文本字符将从第 4 列开始。除了(")字符外,这些行中可能出现任何字 符。程序调整文本大小,以尝试在图形上提供的空间中匹配输入的字符,使用三 个字符高度:最大字符最多 20 个,较小字符最多 27 个,最小字符最多 28 到 35 个。这可能不准确,因为比例字体在某些字符上比其他字符使用更多的空间。

可以使用第三个 ID 行输入提供公司名称的单行。可以绘制圆锥截面,复表面和幂级非球面,但不能绘制一侧相对于另一侧倾斜或偏心的元件,并且仅注释旋转对称的幂级数项。而且,菲涅耳表面目前尚未处理。仅显示 Y-Z 剖面,对于非对称表面,您需要手动添加另一个视图,或者将 ELD 输出与 PER 绘图组合,可能使用负表面编号来抑制正常绘制,如上所述。只有 RAO (矩形孔径)数据

的 Y 维度会显示在图纸上。

可以使用"注释编辑器"将其他注释添加到图形中。可以定义经常使用的几行 文本,并将其添加到绘图中,如该链接中所述。

可以绘制反射镜以及镜片。反射镜厚度可以在边缘向导中定义,也可以包含 在 ELD 文件中。如果 JSSS 是一个反射表面,您可以使用带有 MTH 输入的 ELD 文件头命令,它提供所需的反射镜厚度。如果反射镜在左侧,则该厚度为正,如 上图所示。如果省略,镜面厚度将等于通光孔径半径的 1/10。将为背面插入平面 虚拟曲面,并且所有其他边缘参数可用于指定斜面,面角等。

如果透镜元件的任一侧具有 CA1 说明,则遮蔽部分将在 ELD 图上显示为虚 线。如果两侧都有 CA1,或者图形是带有 CA1 的反射镜,则会显示穿孔并进行 注释,如上例所示。

如果元件具有玻璃列表玻璃或玻璃列表玻璃的 PIN,则将输入玻璃类型。

更复杂的边缘形状需要 ELD 和 PER 或 SOLID 的组合。以下是具有 EFILE 边缘和 RAO 孔径组合的透镜元件的示例。使用 Edge Wizard 编辑此元件,该向 导指定两侧的点 A, B 和 C 的值。也可以在那里添加 RAO 孔径。对于此示例,我们希望 ELD 绘图显示元件以及使用 SOLID 创建的两个视图。要组合这些图,我们使用 CPLOT 命令。这是输入的 MACro 命令:

DEFAULT.MAC	
🗟 😳 ! 🗶 🛎 🔍 🖻	🖻 -N 🖬 🖬 🔛 🎒 🥐
? OFF 60 ;我	们想要阴影的点画效果
CPLOT	; 此命令表示要组合绘图
ELD 3	;在表面3绘制元件
C ID ELD EXAMPLE ID COMPLEX APERTURE	
END END	
SOL 0 90 1.5 3 4 -1.0 2	; 现在添加一个显示面的图形
GREY	; 注意明确的中心坐标
SOL 10 30 1.5 3 4 −1.5 −. GREY	5 ; 另一个 透 视图
	;最后,显示绘图

当绘图完成后,我们使用 AFILE 注释工具添加了一些注释。这是图示。



棱镜需要不同的绘图格式。在这种情况下,显示了四个视图,并且在适当的 情况下给出尺寸。表格中列出了角度和公差,以及表面形状公差,后者由 BTOL 计算,如果输入了 USE BTOL 指令则显示。此图不接受 ELD 文件允许的任何可 选数据,除了三个 ID 行和 PLOT 条目(必须全部输入)并按此序列。 阿贝棱镜的示例图如下所示。



7.8 边缘描述文件(EFILE, ELIST)

为了显示要制造的透镜元件的边缘,通常需要定义通常不是透镜描述的一部 分的某些尺寸,例如斜面宽度等。这些附加信息最容易用边缘向导创建,但也可 以使用 RLE 数据输入,或直接(和临时)输入 ELD 的数据。

用于输入边缘数据的旧格式使用 EFILE,它很大程度上被向导取代。它具有 创建默认边集或删除或列出整个集的有用选项。出于其他目的,我们建议使用向 导(MEW)。

一旦定义了边缘数据,它们就成为镜头描述的一部分并与镜头一起保存(除 了直接输入 ELD 的数据,这是暂时的)。因此,稍后可以使用 LE 或 Edge Wizard (命令 MEW)对它们进行编辑。如果开关 39 打开,EFILE 边缘遵从镜头绘制程 序 PERSPECTIVE, RPER, SOLID, RSOLID, ELD, DWG, CDWG, WGT 和 ZDWG。此外, PADD 和 PP 显示屏显示这些边缘,并在使用向导时提供即时图 形反馈。

EFILE 边缘由五个孔径值 A, B, C, D 和 E 定义, 如边缘向导一节中所述。

命令 EFILE CREATE 基于类似于 ELD 部分中描述的规则创建一组全新的边 缘数据。EFILE ERASE 删除整个集合,命令 ELIST 给出当前边缘描述数据的列 表。您也可以使用表格

EFILE

```
{ CREATE / LIST / ERASE }
```

END

或者

EFILE CREATE SNA SNB

最后一种形式仅为输入的表面编号处的镜头生成默认 EFILE 数据。

EFILE 数据只能分配给实际表面(不是虚拟表面,没有折射率变化),并且 不能分配给形状不是旋转对称的表面或涉及 HOE, DOE 或光栅的元件,或者指 定为 HYPER 或发现需要 CAP 程序的超球面形状的表面。

孔径规格和 EFILE 边缘描述有许多可能的组合,许多(但不是全部)是允许的;这些在下面详细描述。请注意,镜头和镜面的规则略有不同。

LENSES:镜头

被允许的	不允许的
CAO 和 RAO 边缘,可能偏心。 允许使用 UAP 类型 4(内部多边形), 仅当表面没有 RAO 孔径时才允许使用类型 3 (外部多边形)。	EAO 边缘(将由程序转换 为 CAO 边缘)。

镜面 (空气中)

被允许的	不允许的
------	------

CAO 和 RAO 边缘,可能偏	除了 CMIRROR 形式外,不支持
心。	UAP 类型 3(外部多边形)。使用
允许使用 UAP 类型 4(内部	CMIRROR 时,偏心孔径可以更好地工
多边形)。	作

您可以将 EFILE 边缘和 CAO 或 RAO 数据分配给镜头元件或镜面。对于镜头,两侧的 RAO 尺寸应相同,并且可选角度必须均为零。如此提供的尺寸以特殊方式与 EFILE 数据相互作用,具体取决于它们是分配给镜头还是镜面。简单来说:

1.如果镜头没有 EFILE 数据,则软孔径(默认 CAO)显示在图纸上。

2.如果分配了 EFILE 数据,则显示 EFILE 数据,软 CAO 对图纸没有影响。 3.如果同时分配了 EFILE 和硬 CAO 数据,但 CAO 居中,则后者再次无效。

但是如果 CAO 偏心,则将其视为核心元件,该元件是通过从较大的母级元件中 取出一个区域而生成的元件。在这种情况下,假设母级元件按照 EFILE 参数照 常进行边缘处理,然后将圆形截面挖空,其中半径和位置由硬 CAO 给出。这个 规则对于镜头和镜镜面都是一样的。此功能适用于离轴抛物面等。

4.如果同时分配了 EFILE 和 RAO 数据,则对镜头和镜面的处理方式不同。 镜头将首先使用圆形 EFILE 数据进行边缘处理,然后根据需要切除以适合 RAO 矩形内部。无论 RAO 是否居中,这都适用。另一方面,对于镜面,EFILE 数据 将不再被视为循环。这使您可以定义一个矩形反射镜,它的斜面在前面和后面延 伸到矩形的长度,而不是围绕一个圆形边缘,这与 EFILE 数据中的斜面尺寸一 致。

5.CMIRROR 是唯一一个镜片背面不一定垂直于轴线的镜片。在这种形式中, 背面被绘制为反射镜前部的精确副本,但是根据输入的镜面厚度在局部 Z 方向 上移动。然后,表面的孔径是母圆圈与任何有效的 UAP, RAO 或 CAO 之间的 公共区域,其可以是偏心的。请注意,如果孔径偏心,则这是反射镜的唯一有效 分配。

为了说明这些影响,请考虑以下示例。第一种是具有各种 CAO 和 RAO 数据的镜头,但没有 EFILE 数据。最后一个元件是一个分配了 CAO 的楔形。(请注意,DWG 和 PAD / D 不会在楔形元件上绘制边,而透视和其他绘图程序会这样做)。

558



第二张图片来自 RSOLID。 现在我们将 EFILE 数据分配给元件(楔形元件除外,它不接受这些数据)。





在这些图片中,您可以看到它们落在 CAO 和 RAO 孔径下方的 EFILE 边缘。

下一个示例显示了一个系统,其中有两个离轴反射镜,后面是楔形元件,然后是偏心双胶合透镜。



下图显示了已分配RAO和EFILE数据的两个元件。最后一个镜片是纯RAO,没有 EFILE 有效。



下一个示例显示了已分配偏心 RAO 的镜头,结果是大部分下半部分被切断。 在这种情况或上述情况下,首先使用向导(MEW)分配边缘数据,然后为元件 分配 RAO 是明智的。此步骤也可以通过向导完成,向导可方便地为元件的两侧 分配相同的 RAO 尺寸,这是一项设定。



如上所示的元件的 ELD 图仅显示 EFILE 边缘,因为必须首先将镜片边缘圆 形化。然后,您可以对该元件进行 PER 或 SOLID 绘制,该元件将显示复合形状, 并注释该绘图以向加工场提供额外的边缘信息。

可以为镜面分配带有可选厚度参数的 EFILE 数据。创建矩形边缘的最简单 方法是在添加 EFILE 数据之前先分配所需的 RAO。在命令窗口输入 MEW, 然 后转到边缘向导,选择表面,选择"明确"选项(此功能需要),然后单击"更新"。 为获得最佳效果,EFILE 参数 A 应等于 Y 中 RAO 的半孔径。如果不是这种情况,只需单击"-F"按钮,这将使 A 点和 B 点相等。然后,边缘向导将允许您直接 编辑生成的矩形边缘的尺寸。要更改矩形边缘的 Y 维,请在对话框中更改 EFILE 参数"C";要更改 X 维度,请更改标记为"X / Y"的数据。



上图显示了几个带有 RAO 孔径的镜面,这些镜面已分配 EFILE 边缘和厚度。

您可以选择在 RLE 或 CHG 文件中以 3.10 节中给出的格式自行输入所有边 缘参数。这些选项中最有用的是

SN EFILE EX1 A B C ANG1

SN EFILE EX2 E D ANG2

使用此输入,您可以定义点A到E以及任何平坦部分的倾斜角度。这可以 通过工作表轻松完成,您可以使用"选择"滑块更改值。但以这种方式更改的参 数不会自动耦合到必须一起更改的其他参数。因此,使用向导会更好。

下图显示了如何在 ELD 图上绘制 CMIRROR。在该示例中,表面 35 是从 CAO 30mm 的母体切割的厚度为 3mm 的非球面镜。RLE 命令是

 35 EFILE CMIRROR
 3.000000
 30.000000

 35 RAO
 57.00000000
 30.0000000
 0.00000000
 17.00000000

绘图的输入是

HI: 35 SCA: 1.5 Ti: -7 Ti: -7 Ti? -1.5 CELOT ELD -SH SCA | Note the negative surface number. This defeats the usual ELD drawing, leaving room for the SOLID plots. ID HIPPOR 2 ID SAMPLE CHIPMCR ID SOLID 0 SCA SH SH 1 Y1 SOLID 0 SCA SH SH 1 Y1 SAMPLE SAMPLE SAMPLE SHIPPOR ELD SULID 10 D0 SCA SH SH 1 Y2 SAMPLE SAMPLE SHIPPOR ELD SULID 10 D0 SCA SH SH 1 Y2

QPLOT

PARAMETERS RADIUS OF CURVATURE	SIDE 1 R1 -122.0287	SIDE 2 R2 INFINITE	NOTE R1: ASPHER 0.2956270E-05 ASPHER	O.1548246	ORDER	4 6 8 10: 0.6390684E-10 12 14 16 18 20:	-0.1879220E-12	
RADIUS TOLERANCE			0.3809398E-15	-0.5176003	E-18	0.4491559E-21	-0.2248195E-24	0.4939482E-28
FRINGE TOLERANCE					_			
CYLINDER FRINGES								
EDGE ROLL FRINGES								
FINISH				/				
COATING				/				
DIAMETER	64.0000							
SAGITTA								
DIA. TO FACE								
DIA. TO BEVEL	60.0000	82 60.0000					`	
FACE WIDTH TO BEVEL					Â	9	\	
BEVEL WIDTH	C1 0.0	C2 0.0			đ			
FACE ANGLE)	
THICKNESS	TH 3.0000							
TH. TOL.								
WEDGE TOL.					10	And the second se		
FLAT TIR								
DIAMETER	DIA 60.0000		SCALE	NUMBER				
DIA. TOL.			17-NOV-15	REV.			NON 2	
MATERIAL			DESIGNER	APPROVED		SAM	IPLE CMIRI	ROR
GRADE			CHECKER					
ANNEAL			TEST WAVL					
SLOPE			DIMENSIONS		LOG 249		, INC.	

下面是 ELIST 输出示例。

SYNOPSYS AI>elist

CURRENT EFILE DATA:

Surf.	A E	AB ED	BC DC	C C	ANG ANG2	CAO CAO	TYPE
1	20.218	0.0000	0.12700	20.345	0.0000	18.313	DOWN
	18.863	0.46585	1.0160	20.345	0.0000	17.847	
3	18.026	0.0000	0.12700	18.153	0.0000	16.121	UP
	15.628	2.3976	0.12700	18.153	0.0000	14.358	
5	15.889	0.0000	0.12700	16.016	0.0000	13.857	MIX
	12.658	2.2146	1.1430	16.016	0.0000	11.388	
7	13.334	0.0000	0.12700	13.461	0.0000	12.064	EXPL
	12.890	0.44471	0.12700	13.461	0.0000	11.620	

CURRENT BEVEL IS 0.1270000 CURRENT MARGIN IS 1.270000 SYNOPSYS AI>

563

下图显示了一个由默认 DWG 命令绘制的三片式透镜,然后使用一个 EFILE,只使用 CREATE 选项生成的默认边缘参数。



带有默认边的 DWG 图。



带 EFILE 边缘的 DWG 图,开关 39 打开。

<u>SN</u> PEFILE { +/- } <u>JSN</u>

镜头可以从另一个元件中拾取边缘参数。这使用 RLE 选项 <u>SN</u> PEFILE { +/- } <u>JSN</u>

例如,如果镜头是对称的,并且从表面8开始的元件与表面1上的元件相同,但翻转过来,您将使用

{ RLE / CHG }

•••

8 PEFILE -1

END

这里,负表面数意味着第二透镜的第一侧和第二侧互换。如果表面都是镜面, 第二面实际上并不存在,但可以像在图纸上那样显示,负数会导致反射镜厚度反转。

有关 EFILE 参数的更多信息,请参见第 3.10 节和此处。

7.9 三参数图 (PA3)

AI 可以准备一个图表,给出一个双参数图显示给定参数如何影响其他量。 本节中描述的功能准备了一个图,其中两个参数独立变化,第三个参数被评估并 绘制为这两个参数的函数。此功能需要启用 AI 模式,并使用 Zn 参数来包含要 更改和评估的数据。必须将输入输入到此功能的 MACro 中。格式如下:

[CONTOUR] PA3 { TEST / LOOP / AGAIN / QUIT } [<u>HT</u> [R / L]]/[COLOR] RZ1 <u>START END</u> RZ2 <u>START END</u> RZ3 <u>MIN MAX</u> [NO]SMOOTH XLABEL "label string" (up to 32 characters, refers to Z1) YLABEL "label string" (refers to Z2) ZLABEL "label string" (refers to Z3) LOOP

(任何 SYNOPSYS 命令,其中参数 Z1 和 Z2 用作某处的输入)

[任何写入 AI 输出缓冲区的评估]

Z3 =(something that AI can refer to)

PA3

第一个 PA3 输入初始化所有内容并指定要制作的三维绘图的高度和方向。 HT 是从该参数对的零点测量的图上最高点的高度。R / L 选项指的是显示器的 右旋或左旋转,它被渲染为实体表面。输入这两个选项都不能提供直观视图, 无需旋转。如果 PA3 命令遵循 CONTOUR 指令,则忽略高度和方向数据,并 绘制轮廓数据,绘制的 10 个级别正好包含整个数据范围。

如果出现单词"COLOR"而不是 HT [R / L]条目,则显示将被格式化并显示彩色像素而不是倾斜透视图。色谱应用于 Z3 的整个数据范围,但任何完全等于零的数据值都以黑色显示。

要更改的参数始终为 Z1 和 Z2。Z1 和 Z2 的范围由 RZ1 和 RZ2 输入给出。 在 Z 轴上绘制数据的 Z3 的范围可以由 RZ3 输入给出。超出此范围的任何数据 都将在违反范围的一端被剪裁,如果在低末端剪裁,则颜色选项显示为黑色, 如果在高末端剪辑,则显示为白色。默认范围是+/-1.0E10。

可以使用 XLABEL 到 ZLABEL 输入标签,如果输入,标签将显示在绘图上。重复标签中的范围点是明智的,因为它们没有记录。LOOP 命令结束 PA3 输入并将控制发送回命令解释器,命令解释器然后以通常的方式执行剩余的命令。当达到第二个 PA3 命令时,程序循环回到开头,改变变量,再次执行命令序列,并以这种方式继续,直到评估整个参数空间。

参数 Z1 和 Z2 的影响来自命令序列中某处出现的符号,这些符号可能包含 普通命令或 AI 字符串,但不能包含使用与 PA3 绘制输出相同的三维显示,显 示的命令会破坏这些数据,或者它们自己循环回 MACro。因此,您不能按此序 列设置以下任何命令:

[W]DMTF, [W]PSPRD, DMODEL, M2F, SURP, SPROFILE, ANNEAL.

在达到第二个 PA3 命令之前,必须将要作为两个变量函数计算的数量放入 Z3 参数中。这是以通常的方式进行的,其中 Z3 设置为等于某些镜头参数,例 如

Z3 = 4 TH

Z3 = BACK

或者您可以执行上面列表中没有将其输出的副本放在 AI 缓冲区中的任何命令, 然后从那里加载 Z3, 例如:

Z3 = FILE 4

大多数命令填充缓冲区,只需执行该命令然后输入 AI 语句 BUFFER?即可进行检查。

BUFFER?

如果显示您的答案,请记下哪个文件位置包含您想要的号码,然后将该编号

作为 FILE 位置。

此功能通常执行循环总共 3481 次,为 59x59 点阵列提供数据。运行通常是 一个非常冗长的功能,在提交整个循环之前测试输入是明智的。要测试它,只需 在 PA3 命令的第 2 个字词中输入"TEST",然后运行 MACro。程序只进行一次循 环,并在结尾列出 Z1,Z2 和 Z3 的值,显示命令序列的所有输出。如果你给这 个循环计时(使用 TIME 命令)并乘以 3481,你就会知道这个过程需要多长时 间。如果字 2 包含"LOOP",则评估整个点阵列,并自动将输出置于 QUIET 模 式。如果在过程开始之前打开开关 78,则阵列将包含 118x118 个数据点而不是 59x59。(然而,更精细的分辨率只能在 COLOR 显示中看到,所以没有其他意 义。)运行时间也要长四倍。

PA3 AGAIN COLOR

在评估点阵列并显示绘图后,您可以通过在 Word 2 中输入带有"AGAIN"的 PA3 命令来更改显示方向和高度。在这种情况下,不要使用相同的 MACro,因为只需要一行输入。(但是,您无法将默认的倾斜透视图或颜色视 图更改为等高线图,反之亦然。)因此,如果您的绘图与表面图一起显示并且 您想要使用 COLOR 选项再次显示它,则可以第一次显示出现后简单地输入 PA3 AGAIN COLOR 你也可以反过来。

如果由于无法预料的错误情况而导致循环异常终止,则系统可能不再响应 用户输入。这是因为它仍在尝试运行 PA3 而不是命令解释器。要从这种情况中 恢复,只需输入 PA3 QUIT。

可选的[NO] SMOOTH 指令控制倾斜透视图是否平滑。如果数据显示是连续表面上的离散点,则应打开平滑指令(这是默认值)。如果数据包含离散值,这些值最好显示为阶跃函数,则应关闭平滑。

为了说明此功能,我们输入以下 MACro:

PA3 LOOP 3.5 L
RZ1 1 0
RZ205 .05
XLAB "HBAR 1 TO 0"
YLAB "BTH05 TO .05"
ZLAB "1/RMS"
LOOP
CHG
BTH Z2
END
RMS P Z1 200
Z4 = FILE 1
= 1/Z4
Z3 = FILE 1
PA3

在此序列中,我们将 BTH 参数从-0.05 变为 0.05,从而使用变量 Z2 稍微改 变焦点位置。我们还使用变量 Z1 更改了视场点,该变量显示在 RMS 命令的 HBAR 位置。

为了评估这些变化的影响,我们执行 RMS 命令(在宏命令中),它将 RMS 点大小放入文件位置 1。现在事情变得有点棘手。良好的图像具有较低的 RMS,但是在图中显示为孔而不是山,并且由于隐藏线移除算法而不可见。因此,我们将值放入 Z4,使用隐含计算找到该量的倒数,然后将该计算的结果放入图中 Z3 中。

这是结果



在这里,它再次以右视角绘制:



这就是等高线图的样子:



下面是彩色版本。这是在打开开关 78 的情况下准备的,您可以看到此选项 产生的精细图。



7.10 组合镜头图纸(CDWG,LDWG)

SYNOPSYS 可以在同一张图片上显示几个不同的镜头。有两种格式;第一个命令是

CDWG { 5 / 10 }

•••

CDWG [<u>TSCF</u> [<u>JSSS JSPS</u> [HBAR <u>NB NB NB</u>]]]

•••

CDWG

CDWG PLOT

第一个 CDWG 命令指定要在页面上放置的图片数量。如果您最多需要 5, 请输入 5,如果您需要最多 10,请输入 10。后者当然会生成较小的单张图片。 然后以与 DWG 命令相同的格式输入其他 CDWG 命令,最多为之前允许的数字。 每个新绘图都放在与前一个绘图相同的页面上,处于较低位置。创建所需的所有 图片后,输入 CDWG PLOT 以生成合成图片。

如果在任何 CDWG 命令上输入的比例因子产生的图形超出其分配的区域, 程序将自动缩小比例以使其适合。然而,在一个页面上绘画 10 个镜头,这种情况几乎没有多余的空间,所以在这种情况下我们允许一些重叠。如果一个透镜的 重叠部分恰好位于其相邻的一个狭窄区域,这可能是正确的。如果您希望避免这 种重叠,最好在这种情况下给出您自己的比例因子。

这是一个示例 MACro, 它创建一个页面显示五个镜头的图形:



这是结果:



另一种格式是

LDWG [ALL / nb nb ...]

此列表绘制当前镜头库中的所有镜头,或仅列出其编号的镜头。默认比例和表面范围将适用于所有图纸。如果这些选择不是您想要的,请改用 CDWG 格式。

7.11 图形系统摘要(GSS)

本手册描述了许多不同的分析系统的方法,一些基于几何光学,另一些基于价射理论。通过这些功能,您通常可以在绘制的页面上进行一种分析。

另一个命令将创建一个包含多种图形集合的图形,包括衍射点扩散函数、 点图、光瞳波前图、MTF、场曲图、畸变曲线和镜头绘图。所有这些都在同一 页面上。此命令主要用于通过一次显示大量数据来帮助您记录最终设计。可以 使用对话框 MGS 访问它。由于每个图形元件都非常小,因此如果要对数据进 行测量,则应生成分析的完整版本。输入是:

[FCO <u>CUTOFF]</u> [PSVISUAL <u>MAGN</u> <u>GAIN</u>] [FRINGES [<u>GRID</u>]]	
GSS [[ICOL / P / M] NRYS [Q]] [ZERNIKE] [HBAR HBAR [HBAR [HBAR]]] [GBAR GBAR] [DWG TSCF JSSS JSPS] [PER EL AZ TSCF JSSS JSPS [V]] [PSCF PSCF [R/L/0[C]]] [SSCF SSCF] [PUSCF PUSCF [WX WY]] [FSCF FSCF] [DSCF DSCF] END	

除 GSS 和 END 行之外的所有输入都是可选的。

FCO 指定 MTF 的截止频率,该截止频率由第8.6.3 节中描述的例程计算。

PSVISUAL 以其视觉外观而非倾斜投影显示衍射点扩散功能。数据在 8.6.2 节中描述。

FRINGES 将光瞳图显示为条纹而不是倾斜透视图。GSS 不遵守 CONTOUR 指令,如果设定,将把后者变成 FRINGES。

可以以单色(ICOL), 主波长(P)或一次显示所有颜色(M)设置分析。 默认值为 M. NRYS 给出要分析的光线数量。这个数字适合(通常是圆形的)光圈, 因此确切的数字可能会有所不同,并且根据该颜色的光谱权重, 色斑图的每个颜 色中的数字都会减少。默认值为 600 光线。可选 Q 在 quiet 模式下运行, 其中命 令窗口的输出被抑制。

要分析的视场点由 HBAR 输入提供,您可以在其中设置最多三个视场点。

如果透镜具有非零的倾斜视场,可以使用 GBAR 输入指定 x 方向的分数场点。

可选的 ZERNIKE 指令使程序将 Zernike 波前扩展用于分析的 MTF 部分。此选项适用于截止频率 FCO 对于正常 MTF 分析而言太低的情况。如果是这种情况,您将收到错误消息,将 FCO 提高到极限,并建议您使用 Zernike 选项。

默认图形是镜头轮廓(DWG),它将以TSCF给出的比例绘制,如果输入了 这些数据,将包括JSSS到JSPS的表面。如果设置的比例会导致图形超出图像的 某些有限区域,或者如果没有输入比例,程序将计算该区域内的比例。如果没有 输入曲面,程序将绘制整个镜头。由于这是Y-Z 剖面图,因此不会显示纸张平面 外的倾斜或偏心,如果是这种情况,建议小心。程序将图纸水平放入其指定区域, 但是在该区域之上或之下存在不对称,建议您使用 PER 选项。

如果输入 PER 数据,则图形将是透视图,而不是 DWG 的 Y-Z 剖面图。 您可以选择 EL (仰角)和 AZ (方位角)的视角。如果输入,绘图将以 TSCF 的比例显示,否则将是默认比例,如果输入了这些数据,则将跨越 JSSS 到 JSPS 的表面。请注意,与 PER 命令本身不同,此功能仅使用一行透视数据;要追迹的光线始终是主光线,并且在任何 HBAR 设置时都需要上下边缘光线。命令 7 中的可选 V 将使输入光从顶部而不是从左侧下降。透视功能围绕元件的边缘绘制边缘;如果两个视角均为零并且您不希望图纸上有额外的边缘线,请在运行 GSS 之前打开开关 18。

PSCF 给出点扩散函数峰值的高度(以英寸为单位)。该值不应大于 1.0,因为每个图的面积都很小。如果没有为 PSCF 输入数据,程序将调整每个模式的高度以说明相对强度。图片可以向左(L)或向右(R)旋转,并且可以用在每个点(C)处映射图像的局部颜色的颜色显示。如果输入了可选的 PSVISUAL,则应输入高度,除非在所有场点上图像得到很好的校正。该程序在转换为视觉外观之前将高度标准化,然后将强度归一化并且可以容易地看到该点。而没有给出高度的不良图像可能太暗而不能看清楚。

SSCF 以透镜单位为点列图提供参考尺寸。如果镜头是 AFOCAL,则此尺寸为弧度。程序绘制了艾里衍射盘的尺寸,以供参考,计算了在第一个被设置的图像点处 X 和 Y 的主要颜色和实际 F/number。打开开关 80 可使其失效。开关 85影响显示的颜色。有关此特殊颜色选项的讨论,请参见第 8.5.1.1 节。

PUSCF 为波形图提供 PUPIL 图的参考尺寸。如果已设置 FRINGES, 您还可以使用 WX 和 WY 在条纹 X 和 Y 中输入楔形。

FSCF 以透镜单位给出了场曲图的参考尺寸。如果镜头是 AFOCAL,则此尺 寸为光焦度。

DSCF 给出了畸变图的参考尺寸。相对于 GIHT,这是一个分数。

由于 GSS 显示的许多项涉及衍射效应,因此该功能仅应用于图像校正得足以使该分析适当的系统。以下是输入的 GSS 输出示例





这里我们为 PSPRD 高度输入数字 0,因此程序将根据强度变焦图表,并在 图纸上设置左方向。

下一个示例显示了目镜的衍射图案的视觉外观,其中光瞳显示出条纹,为 了清晰起见,在X中添加了6个波长的楔形。这是输入:

DEFAULT.MAC		
	⊖ ! <mark></mark> X	ጅ 🔍 ங 🖻 -N 🖬 🖬 🔤 🎒 🤶
2	FET 9 SSS .002	;设定设置为小点,因为图片很小
9 0	PSVIS 3 2 FRINGES	
	GSS M 600 Q DWG 0 2 18	设置无线模式
F	PUSCF .1 6	; 上述设定的光瞳的条纹;尺度将被忽略
	PSCF 1 L END	; 开对图像进行可视化显示, 归一化强度


7.12 网格畸变(GDIS)

SYNOPSYS 中有几个功能可以分析和显示镜头的畸变特性。命令 DIS 将绘制 Y 方向上的畸变, MAP 可以通过多种方式显示视场中的畸变。此外, 视场弥散斑菜单(MFB)可以显示当镜头成像时所选目标的样子。

此选项也可以在菜单 MRR 中找到。

对于您想要查看线网格如何扭曲的常见情况,可以使用更简单的功能。命令 是

GDIST [<u>NGRID</u> [G/0 <u>SCF</u>]].

该程序在视场网格上追迹主要颜色的主光线,如果镜头具有 CFOV 声明则 限制在圆内,如果镜头被声明为 RFOV 则限制在矩形内,并绘制每个点的位置。 如果包含可选的[G],程序将叠加一个显示相同光线的近轴位置的网格,以便您 轻松查看差异。网格编号在 NGRID 中输入,如果输入则必须介于 1 和 99 之间; 默认值为 31。

如果镜头没有定义倾斜视场(这是此功能的设定),程序将暂时将该视场更改为圆形。见 CFOV。如果这不合适,Pupil Wizard (MPW)是一个根据需要定义数据的好地方。

如果镜头是 FOCAL,则图表显示图像上每条光线截距的(X,Y)位置。如果是 AFOCAL,则图表显示减小的角度 Φ 和 Ψ (参见第 3.2 节)。

对绘图进行缩放,以使真实光线网格适合页面。如果畸变太大,以至于同轴 网格延伸到页面之外,则可以使用 word 4 中的可选 SCF 减小整体比例,其中 0.5 表示通常大小的一半。

下图显示了 GDIS 分析的一个示例。



第7.5.1节给出了使用此功能的更多示例。

7.13 为图纸添加公差(USE BTOL)

公差程序 BTOL 将为您的镜头计算一个复杂的公差预算,并打印一个表显示结果。通常,您需要准备包含这些数据的元件制造和装配图,如果程序为您将这些数据添加到图中,将会非常方便。然而,这个想法有一个问题:虽然 BTOL 根据一组灵活的用户需求为您提供预算,但是关于透镜的安装设计和光学商店的功能有很多是 BTOL 所不知道的。由于这些原因,您总是希望仔细研究 BTOL 输出,以确保它在您特定的环境下是合理的,并且您可能希望在某些情况下更改 BTOL 计算的预算。

你可以很容易地想象出你自己修改公差预算的例子。现代光学制造商通常会 有一个数字控制的车床,它可以制造出比镜片制作者设定更高的机械精度的透镜 元件。在这种情况下,如果该矢高影响空气间隔,则将所有空气间隔公差分配给 元件上的矢高公差。另一方面,如果您的加工场不那么现代,镜头元件的公差可 能必须更大,因为这是您的加工场所能做的。然后您将减少适合该元件的镜头的 矢高公差。也许两个元件应该共享矢高公差,依此类推。

因此,程序简单地将原始 BTOL 公差值添加到元件绘图中是不明智的:一旦 绘图被注释,就不容易更改数字。但是,使用注释编辑器编辑自己添加的文本行 是很容易的(在图形窗口打开时单击按钮^{Ab}。),因此程序会在该列表中添加所 需的公差数据。

可以在 ELD 或 DWG 命令之前输入的 USE BTOL 命令将读取 BTOL 保存的数据文件,并将该文件中的所有公差传递给 ELD 绘制的元件或 DWG 图纸上的装配公差。由于这些注释行的格式与注释编辑器创建的文本行的格式相同,因此您可以根据需要选择,编辑,重新定位或删除它们。

我们将使用镜头文件 1.RLE (红外 MIT 镜头)来说明此功能。



首先,我们创建公差分析

🔳 DE	EFAULT.MAC
	🔁 । 🗶 🛎 🔍 ।
2	FET 1 CHG
9	NCOP END
6	SPEC BTOL 2
∃	RANGE 3 RL1 .1 RANGE 5 RL2 .1
	DEGRADE SPOT .2 TPR ALL
	GO

此输入使 BTOL 在当前镜头目录中创建名为 BTOL_ELD.DAT 的数据文件。

现在让我们做一个第二个镜片的元件绘制;

🔳 DE	FAUL	T.MA	NC			
	Ð	!	Ж	5	٩	F
2	USE ELD	ВТО 3	L			
9	ID I ID I	EXAM	PLE ENT	LENS 2	NAM	E
6	ID Y PLO	YOUR F	COM	IPANY	NAM	E



现在,您可以在图纸上的适当位置看到适用于此元件的公差,该公尺直接 取自 BTOL 文件。这是一个装配图:

USE BTOL DWG -2



在这里,倾斜,偏心和空气间隔公差为您注释。

程序将使用足以容纳 15 个镜片的镜头空间将这些注释线放置在绘图的顶部 和底部。如果您的镜头包含超过 15 个镜片,您可能需要移动一些东西以避免重 叠,或者分段绘制镜头。

您必须确保您所绘制的镜头必须与计算公差预算的镜头相同。程序没有为 您检查这个,所以要小心。

7.14 纵向球差(LSA)

命令

LSA SCF {P / 0}

将为孔径中的 25 个点产生纵向球差的表格和绘图(如果输入 P)。对于每 个点,从轴上主光线点测量的 Y 中的实际光线截距除以从主光线测量的光线角 度(HH)的正切的差值。输出给出两列,列出入瞳坐标和纵向像差。零 SCF 提供默认变焦尺度。此命令也可以从 MRR 对话框运行。它仅适用于 FOCAL 或 APERFECT 的镜头。始终对所有定义的颜色执行分析。

下面是一个例子:



7.15 正向散射(FSC)

SYNOPSYS 可以模拟由于灰尘或凹坑引起的表面散射,并显示以各种方式 出现的光线模式。输入是

FSCATTER ISN NRYS ANGLE TSCF MODE STAT

[PER <u>EL AZ SCF JSSS JSPS</u>]

RAY { ICOL/P } HBAR XEN YEN GBAR

RAY ...

PLOT

此功能也可以从对话框 MFS 运行。

ISN	是散射光的表面
NRYS	是要建模的散射光线的数量
ANGLE	是散射锥的半角
TSCF	是绘图比例因子; 解释取决于 MODE

MODE	您可以在这里索取所需的分析。 1 =用点列图显示 2 =用斜透视图显示 3 =用伪彩色图显示 4 =在 PERSPECTIVE 上显示光线路径。
STAT	这将选择散射光线的统计数据: 1=中心加权 2=均匀
PER	如果您设置模式 4,则可以在此处输入透视参数。PER 命令必须放在任何 RAY 命令之前。
RAY	这定义了输入光线。您可以根据需要输入任意数量的 RAY 命令。

程序将追迹由 RAY 命令的参数定义的光线直到表面 ISN。此时,它将创建 一束 NRYS 光线,以设置的光线为中心,并尝试将这些光线传播到最终表面。光 锥将沿着表面 ISN 之后的输入光线的方向偏离随机角度,针对所选择的统计调 整,不超过 ANGLE。当所有的光线都考虑进去后,它就会绘制一张图。

如果镜头处于 VIG 模式,则测试所有散射光线,如果它们超过任何用户定义的光圈,则删除它们。在 NOVIG 模式下,只删除无法追迹的光线。

在 MODE 1 中,图像类似于一个脚印,其中显示了到达最终表面的所有光线。TSCF 因子给出图像的比例,其中值 2.0 表示两次比例,依此类推。

MODE 2 将图案格式化为倾斜透视图,其中局部光线密度由图案的高度指示。 在这种情况下,TSCF 给出图案上最高峰的高度(以英寸为单位)。显示的最终 曲面的面积取自最终曲面的当前 CAO。

MODE 3 创建一个彩色框阵列,显示每个点的局部光线密度。对于此格式,将忽略比例 TSCF,并且图像比例取自最后一个表面的当前 CAO。

MODE 4 创建镜头的透视图。所设置光线的路径显示到表面 ISN,并且显示 散射光线从该点发出。在这种情况下,绘图的比例取自 PER 输入。

对于模式 1 到 3,设置数千条光线是合理的,并且更多光线使图像更平滑。 然而,在模式 4 中,最好只请求几百个,因为大量的请求会使绘图变得相当混乱。

FSC 适用于非序列系统,但仅适用于散点。此后,依次追迹散射光线。

一个单独的特性可以对一个扩散器建模,在这个扩散器中,到达给定表面的每一束光线都按照相同的算法被散射。这是 <u>USS type 10</u> 面。

以下是使用来自库位置 1(1.RLE)的样品透镜的模式示例。



在这里,我们使所有的孔径都固定(使用 CFIX),并且在表面9上输入大于默认值的 CAO(因此我们可以看到以更大的角度散射的光线)。光线从表面7散射出来。我们在40度总角度的锥形内部设定10,000条光线。列表和图显示,其中只有8954根光线到达最终表面。

相同的输入,但这次是模式2,给出了下面的图片。在这里,更容易看到 中心浓度。这些示例使用中心加权统计:在这种情况下,锥体被分成同心壳, 并且每个壳中的光线数量是常数。由于中心壳具有最小的角度区域,因此其中 的光线密度高于外壳中的光线密度。这模拟了正向散射中的常见情况,其中窄 角散射比广角更强烈。



模式3中的第三个示例是相同的,但用彩色图表示。

584



对于模式 4,我们只设置 200 条光线。



下图显示了 MODE 1 和 STAT 2 生成的内容,设置了 20000 条光线。这 里,光线均匀地分布在整个散射锥中,这种不均匀性是由于最终表面的倾角效 应造成的。



现在我们将使用此功能来检查目镜内灰尘的影响。



在图中所示的 HBAR = 0.7 处,表面 9 处的光线非常靠近焦点。我们想看看位于那里的尘埃粒子是否会突然出现在用户的焦点上。



散射的光线确实是聚集在一个小群体中,但是这个群体的角度大小大约是 0.25 弧度,也就是肉眼所见的 14 度。所以这种特殊的尘埃颗粒不会是一个严重 的问题。

10

GEALIG-22 12:38:18

7.16 透射颜色分析(XCOLOR) MRR

SYNOPSYS 可以分析透镜沿给定光线的光谱传输,并在可见光谱上绘制结 果。输入是

XCOLOR [hbar gbar xen yen]

该分析包括所有效果:变迹,渐晕,偏振和吸收。图中显示了光的视觉颜 色,以及透射率和波长的关系。分析在 0.45 微米到 0.7 微米的可见光谱上进 行,忽略了透镜本身声明的波长和重量。

也可以从菜单 MRR 运行 XCOLOR。

示例如下所示。



7.17 畸变系数(CDIST)

现代技术已经使人们有可能将"虚拟现实"图像投射到戴着由显示面板和光 学装置组成的头戴式设备上。这些显示器的光学设计往往是复杂的,有多个非球 面或反射镜,通常偏心。设计它们时,会遇到轴向对称设计中通常不会遇到的挑 战。

不过,也有独特的机遇。如果显示器有三种颜色的像素,人们只需要在这些 波长上校正图像。如果所涉及的倾斜和衰减产生了一个高度扭曲的场,人们可以 通过适当调整显示器上每个像素的位置来纠正每个图像点的位置。如果人们独立 地补偿三种颜色中的每一种的畸变,那么也不必纠正横向色差。这些可能性可以 简化设计或提高设计的分辨率,否则就需要进行这种校正。

然后,挑战在于以适合这种校正的方式表征所需的像素畸变。这就是 CDIST 的功能,它找到描述畸变图的系数。

输入如下: CDIST { icol / P } [FULL]

这里有一个例子。VR 头盔创建的图像在每种颜色上都得到了很好的校正, 但有很大的畸变和横向色差,如下面的 MAP 分析所示。



为了向用户投射一个没有畸变的图像,必须将一个矩形的视觉区域映射到显示面板上,如上图所示。设计显示器的工程师必须知道如何扭曲图片以模仿这种映射。

命令 CDIST P FULL 可以打印出一个系数表并列出多项式。例如,这个输出 告诉你,要想在显示器上找到投射在视野角落的场点(1,1)的位置,你可以取 Y=1,X=1,找到 R**2=(X**2+Y**2),然后根据列出的系数评估 X 和 Y 中的 位置方程。答案是相对于要求的波长中的中心光线点而言的,其位置也被列出。 同样地,在波长 1 和 3 中运行 CDIST 可以得到适用于红色和蓝色像素的系数。 有了这些数据,我们就可以控制像素绘图,并向用户投射出一个无畸变、无横向 色差的图像。

如果 word 3 不是"FULL",程序将打印一个短的系数表,而不显示多项式本身。

下面是这个镜头的波长2的系数集:

S	NOPSYS AI>CDIST	P FULL
A	NALYZING IN COLO	R 2
CI	SNTRAL RAY COORD	INATES: 0.00000 1.43850
A	NALYZING X COMPO	NENT
	COEFFICIENT	POLYNOMIAL
-		
1	0.5546798-02	R**2
	2 -0.566609E-02	Y
	3 -0.391569E-01	- R**4
	4 0.153234E-01	Y*R**2
	0.318845E-02	Y**2
	5 0.737640E-01	R**6
1	7 -0.123141E-01	Y*R**4
8	-0.387828E-02	R**2*Y**2
9	0.430686E-02	Y**3
10	-0.510192E-01	R**8
11	L 4.10390	х
12	2 0.144728	X*R**2
13	0.105771E-01	X*R**4
14	4 -0.287071	X**3
1	5 -1.54268	X*Y
10	5 0.116528E-01	R**10
RI	AS FIT ERROR =	0.7331E-02
A	NALYZING Y COMPO	NENT
	COEFFICIENT	POLYNOMIAL
-		
1	L 0.420848	R**2
1 2	2 8.06382	Y
	3 0.493980E-01	R**4
4	4 -0.476579	Y*R**2
	5 -1.96998	Y**2
	5 -U.785137E-U1	K**6
	0.5457796-01	1*K**4
	0.1000/1	K**2*1**2
10	0.140904	1**3 D++9
11	0.327321B-01	V V
14	0 157190F-03	A ¥+D++2
1 1	-0.698257E-03	X*R**4
1	-0.114147E-02	X**3
1	5 0.914917E-03	X*Y
10	5 -0.447451E-02	 R**10
R	AS FIT ERROR =	0.3673E-02
S	NOPSYS AI>	

第8章

8.0 像质分析例程——基本设置

通过输入下面描述的任何命令来访问本节中描述的基本像质分析例程。以前版本的 SYNOPSYS 需要在分析命令之前输入该命令

IMAGE

但现在这是可选的。

它们也可以通过一个面向图像的对话框访问,这些对话框以菜单 MIM 开始, 并在下一节中进行描述。例程可用于执行几何或衍射为基础的计算单波长或多波 长图像,本章中描述的所有例程一次只能处理一个物体点。为了分析镜头像差对 扩展目标的影响,可以使用 MIT 对话框, MFB、DETECTOR 功能或 EIA 命令来 代替。

大多数像质分析例程首先创建图像的数学模型,然后执行命令所需的任何分析。例如,一个几何刀口轨迹,从一个点列图(模型)开始,然后按步骤掩盖来进行分析。

这条规则有两个例外:部分相干程序 PARTC 和 MTF 分析的卷积形式采用 不需要图像模型的算法。大多数 MTF 分析将使用第 8.6.3 节中所描述的卷积方 法。 然而,对于特殊目的,图像模型方法也可用于 MTF 分析。例如,在偏振起 作用的情况下进行矢量衍射分析。请参考第 8.6.3.4 节。

该程序生成光线网格,并精确地追迹所有要求的光线,删除任何违反孔径值 或遇到羽化的光线——除非镜头文件包含可选的 NOVIG 条目,在这种情况下, 只有光线失败被检测到。 通常在最终焦平面检查图像,但是光迹图允许您指定 一个中间表面,用于检查镜头中其他位置的光线模式。

本章中的所有例程都利用几何光线追迹来导出几何光线网格或出瞳配置。另 外一个特征是可以从一个表面到另一个表面进行衍射传播。这在第9.6节中有描述。

8.1 界面驱动的像质分析功能

在第 13.7 节中描述了 SYNOPSYS 对话框。 涉及像质分析功能的对话框包 括以下内容:

MIM	主图像对话框	MFP	光迹图
MGI	主要几何图像分析	MMO	图像模型功能
MDI	主要衍射图像分析	MID	图像解剖
МОР	MTF 选项	MTG	离焦几何 MTF
MFM	傅里叶变换 MTF	MTS	离焦点列图
MMF	多视场 MTF 图	MPA	部分相干分析
MTM	离焦 MTF	MDF	特殊衍射图
MIT	图像工具	MIF	图像工具 MTF
MTP	离焦点扩散函数	MPF	全视场点扩散函数
MPZ	变焦点扩散函数	MPS	全光谱点扩散函数
MFB	视场模糊菜单		

8.2 多波长分析

在 RLE 或 CHG 文件中输入的波长和权重定义了分析的的波长。对话框 MMC 提供了一种交互的方式来更改波长和权重,并将特定的波长分配为主波长、 长波和短波(参见 CORDER)。它们也可以在 SYS 对话框中编辑。 多波长分析的波 长按照 CORDER 顺序检查。光谱向导(对话框: MSW)可以根据各种信号源和 探测器的光谱输出和灵敏度自动选择波长和权重。

为了使用以上述方式输入的多波长数据,应该在可以接受的像质分析命令中 使用条目 M,而不是正常的 ICOL 数据,如下面的部分所述。

如果在像质分析命令上输入显示波长色编号,将执行单波长分析。"P"指以 主波长进行分析。

8.3 孔径对像质分析的影响

尽管几何分析功能(例如点列图)无法显示切趾,但所有像质分析程序都遵循用户输入的孔径。

通过系统的光线数量不得超过 20,000。 如果许多光线是渐晕的,只要孔径 消除多余光线并且传输的数量在限制范围内,则在使用像质分析功能时允许设置 超过此数量。 然而,在大多数光瞳是渐晕的情况下,该过程可能需要追迹比实 际需要的更多的光线。

例如,对于大部分被一个大障碍阻挡住的情况,在追迹光线之前消除光瞳未 使用的部分,比直接追迹大量光线,然后丢弃大部分光线更有效。为此应该使用 输入

OBS [<u>P1</u>] <u>R1</u>

应该使用,其中 P1 是光瞳中沿着 Y 轴测量的分数位置,遮蔽的中心,其分数半径是 R1。在像质分析的光线追迹部分期间,跳过光瞳部分内的所有光线。

输入 OBS 与 CAI 规范不同,后者被输入到原始镜头文件(带有 RLE),并 且其效果通过像质分析和光迹程序(通过追迹和丢弃光线)自动考虑,而 OBS 条目仅适用于紧随其后的图像或光迹命令。CAI 表面渐晕的光线被追迹,而 OBS 表面渐晕的光线则没有。

在通过更大透镜的窄光束的情况下,YMP1的值应与光束大小相同。您应该 避免指定一个较大的YMP1值和一个较小的CAO来限制光束大小的做法,因为 这是对计算机资源的浪费;例如,追迹20,000条光线来生成一个包含50条渐晕 光线的光瞳是没有意义的。输入光束应与发射光束匹配的第二个原因是,在第8.6 节中描述的衍射理论分析选项首先在生成图像模型之前,显示全孔径的F/数。 然后使用该参考来确定理论图像尺寸和采样区域。如果这与实际图像尺寸不匹配, 因为渐晕孔径产生更大的衍射图案,采样可能是不完整的。

您还应注意,最终光束应该有足够多数量的光线,以正确描述图像或波前。 例如,如果您尝试使用 10 或 20 条光线的图像计算几何 MTF,粗略分布将导致 更高频率的 MTF 出现不可预测的变化。包含 400 或更多光线的图像通常是足够 的。上限是 20,000。

如果镜头具有 OBG 输入(高斯输入光束),则 IMAGE 程序将自动变焦光 束,以考虑到高斯强度随光束半径的衰减,并且在打印输出中显示相应的信息。 因此,您无需输入任何 UAP 选项来模拟衰减。

8.4 光迹选项

光线图案可以在最终图像以外的位置进行检查,输入如下所示。对话中 MFP 提供了一种交互式方式来请求示意图。在命令模式或 MACro 中,格式为



该程序在 HBAR GBAR 处追迹来自物体的近似 NRYS 光线束,并在 TSCF 的尺度上绘制其与表面 ISN 的交点,其中 0.5 为半尺度等。图的中心对应于表面 上的 (XOS YOS),除非输入 CR,在这种情况下,它是该视场角的主光线位置。

在绘图上,Y轴是正方向朝上,X轴是正方向朝右。

如果 NRYS 输入为 1,则用分数入瞳坐标 XEN YEN 追迹单个光线。对于大于 1 的 NRYS,追迹的光线网格实际上由光瞳选项定义的。默认选项使程序追迹 填充圆形光瞳的光线网格。如果开关 90 关闭,这将是一个方形网格,如果该开关打开,则为六边形阵列。您可以通过可选的 PUP 输入请求替代模式; PUP 2 在 X 和 Y 方向上指定了的不同间距,对于狭缝光瞳通常为 1 乘 N. 在这种情况下,TRACE 命令上的 NRYS 条目被覆盖(但 NRYS 不能等于 1)。

第一个选项, PUP 1, 创建一个方形的光线网格,并设置网格数,以便接近 TRACE 数据中设置的光线总数。如果开关 90 打开,则程序追迹六边形网格而不 是方形网格。

594

前两个选项在 RLE 文件中使用光瞳直径输入作为 YMP1,或者通过任何有效的 WAP 或 FILLSTOP 选项进行调整。为了研究物理孔径的影响,有时需要为 YMP1 指定一个过大的值,以确保限制光束的是光阑,而不是入瞳直径。

第三个选项, PUP 3, 允许您显示从输入的物点看到的渐晕光瞳边界的形状。 该程序以 YMP1 为起始光瞳半径, 追迹一束 NRYS 边缘光线, 并使每条光线朝 向或远离主光线, 直到它清除所有孔径或羽化边缘, 然后绘制最终的光线图案。 当使用 PUP 3 时, 必须至少一个通光孔径或光瞳直径无限大, 并且镜头必须处于 VIG 模式。 主光线不能被渐晕, 否则 PUP 3 会中止。 条目 NRYS (在 TRACE 命令中) 被覆盖, 但不能等于 1。

PUP 4 类似于 PUP 3,除了仅在起始光线渐晕时才执行搜索(即,光束不会比 YMP1 变大,但是如果遇到渐晕,可以变小)。PUP 5 与 PUP 3 相同,不同的是中心光线是在 ICR 点确定的。此选项对于默认中心光线不会追迹的系统很有用。PUP 规范适用于 TRACE 光迹输出,并可用于指定绘图程序 PER, RPER 和SOLID 的光线模式。

PUP 3,4 和 5 的 LINE 选项将使表面上的每个光线截距点与前一个点之间直 线相连。这是一个很好的方法来显示一个表面的部分,该部分被一个给定的物点 的光束利用。

通过输入附加的 TRACE 数据,可以在同一图上绘制来自附加物点的光迹。 用这种方式,可以确定覆盖给定视场所需的总光迹,或扫描系统所需的孔径。例 如,在后一种情况下,GET 命令可以在 TRACE 命令之前,以检索具有旋转棱镜 的透镜。使用可选的[RED/BLUE/GREEN...]输入为每个场点(或设置的波长) 中的每一个设置不同的颜色是很有用的,如果输入了其中任何一个,程序将忽略 之前输入的任何冲突的 COLOR 指令。

如果在 TRACE 输入之前打开开关 16,将生成一个列表,其中包含由于光线 故障和渐晕而被删除的所有光线的列表。开关 21 将使这样的光线作为一个小数 字包含在图中,给出它们停止的表面编号。这是一种非常方便的方法,可以找出 您的光束在哪里渐晕。

透过率计算

可以在没有 PLOT 设置的情况下使用 TRACE 命令,只提供系统的透过率分析,而不提供绘图。TRACE 将考虑渐晕和切趾的影响,而 PTRACE 也将考虑膜层的效果,如果开启极化模式(见第 17 章)。这两种方法都不会考虑在玻璃内部的吸收,而是使用 GTRANS, RTRANS, ILLUM 和 TN 命令来代替。FTRANS将估算发生在胶合界面处的菲涅耳损失。人工智能程序还可以评估沿光线的透过率,并且包括所有影响。对话框 MTR 显示评估镜头透射的 8 个命令,并指出需

要考虑哪些属性,从而可以简单地选择最合适的一个。

在 PANT 文件中可以使用条目 SGTH 来控制玻璃的总厚度,从而控制吸收损失。

使用 TRACE 和 PTRACE,可以列出追迹的光线数量,通过图像的光线数量, 通过的光线的分数传输,相对于入射光线组的传输,以及由于反射损失的减少(使用 PTRACE)。光线追迹统计数据和传输被放入 Al 缓冲区(参见第 15.1.2.3)。

如果开关 27 为 ON (默认),会绘制成单个点。如果为 OFF,就会用符号来 表示光线颜色。这些符号与 SPT 图形上列出的符号相同,如果需要查看符号,可 以简单地对后者进行采样。符号的大小在绘图被创建之前可以使用以下命令设置。 SSSIZE NB

以下是使用 MACro 创建的示例 FOOTPRINT 图





8.4.1 其他绘图程序的光迹

透视图绘制程序 PER, RPER 和 SOLID 所显示的光线集可以由用于光迹的 PUP 和 TRACE 输入定义,如果这些数据包含在这些程序的输入中,如 7.2 节所 述。这些程序也可用于产生光迹;为此,只需设定所需的表面。该功能允许您从 任何角度在任何表面上绘制光迹。

8.4.2 光迹分析示例

1.离轴望远镜

打开下面的 RLE 文件。

```
RLE
ID TEL 8.4.2
                                  62002
WAVL .6562700 .5875600 .4861300
APS
               1
GLOBAL
UNITS INCH
OBB 0.000000 1.5000000 2.5000000 0.00000000000
                                                      1.5000000 0.0000000
2.5000000
  0 ATR
  1 CV
          0.000000000000 TH
                               6.00000000 AIR
  2 CV
         0.000000000000 TH
                               6.00000000 AIR
  3 CV
          0.00000000000 TH
                                0.00000000 AIR
  4 RAD
          -30.0000000000000
                          TH
                                -6.00000000 AIR
  4 CC
         -1.00000000
  4 DECEN
            0.0000000 -6.0000000
                                        0.00000000 100
          0.00000000 0.0000000 100
  4 AT
  4 REFLECTOR
               1.00000000 0.00000000
  4 PTH -2
  5 CV
         0.000000000000 TH -6.00000000 AIR
  5 PTH -1
             1.00000000 0.00000000
         0.000000000000 TH -3.00000000 AIR
  6 CV
  6 TH
          -3.00000000
  6 YMT
           0.00000000
  7 CV
         0.000000000000 TH
                               0.00000000 AIR
END
```

使表面4至7偏心可使用该命令

4 DEC 0 -6 0 100

和命令

OBB 0 1.5 2.5 0 1.5

给出入射孔径直径为 5.0 英寸,视场为 1.5×1.5 度。我们希望在表面 1,2,5 和 6 处放置挡板,并且希望知道所需的开口尺寸。



主镜边缘为方形,边长为3英寸,开口中心位于原轴上。

为了输入反射镜上矩形孔径,并得到表面5和6处的光束尺寸图,我们将输

2	
	Υ.
/	``

1.0	EFAUL	T.M	AC															1	1 (3)	
	0	1	×	*	٩	-	3	-N			-	-	8							
1	CHB 4 R	NO :	3 3 0	6			TI	115 1	e tè	le st	guare	aper	rture,	dece	ntere	d up	ward	by (uni	ts.
?	FOP	3 ;	50																	
ę	TRA	15 CE:	.5 2 1 1	150																
3	TRA		2 -1	1 15 1 15	0															
=	END		2 -1	-1 1	50															
	PLO	1 6	1 2 1 1	150	ŝ															
鵩	TRA		2 -1 2 1 -	1 15	0															
Δ	END	CB :	2 -1	-1 1	50															
۲																				
۲																				
1																				
۲																				

此输入将生成两张图片,显示来自四个角落视场点的叠加边缘光线图。表面 5 的绘图以一半比例绘制的,而表面 6 要求全尺寸绘图,因为结果将应用在 8-1/2 x 11 英寸页面。图 1...和图 2...对输入光线所使用的挡板的 1 和 2 表面进行同样的分析。请注意,50 条光线的请求被 PUP 3 输入覆盖:每个边缘光线图将包 含 50 条光线。下面给出了表面 6 的输出结果的示例。



2.入瞳图

下图显示了一个有三种赛德像差的 Cassegrain 望远镜;我们想要一张入瞳图,显示出离轴图像的弥散斑。

```
RLE
ID TEL 8.4.2A
                                         62002
WAVL .6562700 .5875600 .4861300
APS
           1
UNITS INCH
0.000000
                                                                             0.0000000
2.0000000
  0 AIR

        0.10000000
        4.1000000
        0.00000000

        0.000000000000
        TH
        0.00000000 AIR

        4.10000000
        0.10000000
        0.000000000

                                                               0.00000000
  1 RAI
                                              0.00000000
  1 CV
  2 RAI
                                                               0.00000000
          0.00000000000 TH 2.00000000 AIR
  2 CV
  3 CAI
            0.30000000 0.00000000 0.00000000
  3 RAD -11.1607128283444 TH -4.63999987 AIR
  3 CC
           -1.00000000
  3 REFLECTOR
   4 RAD -2.3219593116197 TH 4.95019531 AIR
  4 CC
           -2.12684000
  4 REFLECTOR
          0.000000000000 TH
                                     0.00000000 AIR
  5 CV
END
```



通过将 RAI 放置在表面 I 和 2 上来输入赛德像差:

CHG 1 RAI .1 4.1 2 RAI 4.1 .1 3 CAI .3 END

为表面 3 给定 CAI 以模拟主镜中的穿孔。以下是获得全视场光瞳光迹所需的输入:



ON 21 输入使得弥散斑光线在图上显示为数字,给出它们光阑编号。结果图如下 所示:



该图很好地说明了为什么赛德像差的效果难以用基于光线的分析进行建模的原因。虽然赛德像差在这个图中很明显的,以一行2和一列1的形式出现, 但是图中可以使用更少数量的光线。如果行和列之间的空间恰好落在赛德像差所 在的位置,它们将不可见,对像质分析没有任何影响。在对赛德像差进行建模 时,通常需要追迹大量的光线,并检查光迹图以确保遮阑是明显的。

8.5 几何分析

在本节描述的几何像质分析命令格式中,输入中给出了所需的光线数量。实际追迹的数字取决于叠加在入瞳上的方形网格的几何形状,并通过渐晕,光线失效或边缘羽化减少,除非您在镜头文件中输入了可选的 NOVIG。在这种情况下,只考虑光线故障。最终图像中最多可包含 20,000 束光线。为了获得足够的准确度,最终图像应至少包含 400 条光线。

除了 AFOCAL 系统之外,图像由具有最终表面的一组光线的 X,Y 坐标定义,无焦系统使用最终光线角度(以弧度为单位)代替。

可以利用对话框 MGI 和后续链接来分析多种几何像质。

许多类型的几何像质分析(以及绘图程序 PER 和 RPER)可以将单个光线位置绘制为一个小点或带有表示颜色编号的符号。您可以使用该命令控制符号的大小

SSSIZE NB

NB 给出的尺寸以英寸为单位。默认大小为 0.020。注意, 开关 27 必须为 OFF 才能显示这些符号; 如果它是 ON, 则光线显示为单个点。这个参数也可以通过 对话框 MGI 中的编辑框设置。

除了本节中描述的功能之外,还提供了更通用的像质分析程序,如9.1节所述。

8.5.1 点列图

除了第8.4节中描述的光迹程序之外,还有两个点列图程序。第一种是SPT, 在单个视场点和焦点位置的点列图,而功能 TFS 可以生成合成图像,在单个图 像上显示三个视场的多达五个离焦位置的点列图。SPT 可以从 MGI 对话框运行, TFS 可以从对话框 MTS 运行。有关示例,请参阅下一节。

该组光线默认为方形网格,在椭圆形或矩形光瞳的情况下根据需要进行扩展,以便用光线填充它。如果开关 90 打开,则光线网格将是六边形而不是方形,这 通常更适用于查看点列图

8.5.1.1 点列图(SPT)

命令

SPT { ICOL / M / P } HBAR NRYS [SCF GBAR [YSCF]]

将生成描述最终表面上图像的单个点列图。数据如下:

ICOL	波长编号; 可选的"M"表示多波长分析, "P"表示主波长。
HBAR	指定分数 Y 坐标
<u>NRYS</u>	视场的光线数量,最多 20,000
<u>SCF</u>	图像尺寸将在图上变焦到一英寸。如果省略或为零,程序将使用合理 的默认值。
GBAR	指定分数 Y 坐标
YSCF	Y 方向的可选变焦比例

绘图的原点是主波长中的主光线位置(即使未请求该颜色)。点可以作为单个点绘制,也可以用一个符号指示颜色,由开关 27 决定(参见对话框 MSS 或 App.B)。 默认为 ON 27,只给出一个点。可以使用 SSSIZE 命令控制符号的大小。SPT 也可以从对话框 MGI 以交互方式运行。光线网格的几何形状由开关 90 设置:如果打开,则网格为六边形,而如果关闭则为方形网格。

与 TFS 和 MAP 不同的是,多波长 SPT 在每种颜色中追迹相同数量的光线, TFS 和 MAP 根据光谱权重改变光线数量。(如果光线数相同,均方根和质心计 算会更准确。)

603

如果开关 35 打开, SPT 图将以彩色显示。默认显示的颜色来自内置颜色表, 并且不一定与所分析的波长相同。要以每个波长的视觉颜色显示点列图,请在设 置绘图之前打开开关 85 以及 35。在此模式下,程序在绘制点列图之前绘制一个 黑色区域,因为一个好的图像可能会显示为白色,否则将不可见。紫外线中的波 长以紫色显示,而红外线中的波长以红色显示,即使实际上这些波长对于肉眼是 不可见的。

样本 SPT 图如下所示。



该程序绘制了艾里衍射斑的尺寸以供参考,计算在设置的图像点处的主要颜色和 X 和 Y 中的实际 F/数。这可以通过打开开关 80 来解决。

如果开关 50 打开,还将生成一个列表,给出点列图中每条光线的坐标。

8.5.1.2 离焦点列图(TFS)

通过下面所示的输入,可以获得最多3个视场的5个焦点位置的点列图的合成图像。它也可以从对话 MTS 交互方式获得。

TFS <u>NRYS</u> [<u>SCF</u>]	点列图光线数量[比例/尺寸]
[DF { 1 / 3 / 5 } <u>DELTAF</u>]	(离焦数据)
[HBAR <u>HBAR1</u> <u>HBAR2</u> <u>HBAR3</u>]	(Y视场)
[GBAR <u>GBAR</u>]	(X视场)
[ICOL { <u>ICOL</u> / M / P } [<u>ICOL</u>]	(波长编号)
PLOT	

其中 NRYS 是每个光斑中的光线数量,而 SCF 是在点列图上变焦到一英寸的尺寸。该程序将在每种波长 ICOL 输入的每个 HBAR (默认值:0,.75,1.0)生成点列图 (默认值:Q限主波长),并将它们绘制在单个图片上。"M"设置生成所有波长图,"P"只是主波长。如果在 DF 线 (默认值:1)上输入的离焦位置数为3或5,那么程序也将计算这个表面的光线角度,因为它们将出现在距离图像表面正负 DELTAF 的位置。然后将这些点列图与第一个点列图一起绘制。如果已经设置了5个离焦位置,则第二次重复此过程。如果只输入单词 TFS,程序将提示输入其他数据项。如果 SCF 被省略或为零,程序将使用合理的默认值。

该程序假设,像通常情况一样,离焦时,截距点的 Z 坐标都随表面一起移动。然而,如果离焦很大并且焦平面急剧弯曲,这可能不是真的,然后应该用 CHG 输入新的离焦并精确计算点列图。

对于多波长图,调整每种颜色追迹的光线数量以表示光谱权重。光线网格几 何形状取决于开关 90:如果开关 90 打开,则使用六边形阵列;如果关闭,则使 用方形网格。

如果开关 35 打开, TFS 绘图将显示为彩色。显示的颜色来自内置的颜色表, 不一定与分析的波长颜色相同。要以近似视觉的颜色显示点列图,请在设置绘图 之前打开开关 85 以及 35。在此模式下,程序在绘制点列图之前绘制黑色区域, 因为良好的图像可能显示为白色,否则将不可见。紫外线中的波长以紫色显示, 而红外线中的波长以红色显示,即使实际上这些波长对于肉眼是不可见的。

点列图的形状由开关 27 控制(见第 8.5.1.1 节)。点符号大小(27 OFF)由 SSSIZE 命令控制。TFS 输出的示例如下所示。



该程序绘制艾里斑的尺寸,以供参考,该尺寸是根据主波长和第一个请求的 图像点 x 和 y 处的实际 F/数计算得出的。这可以通过打开 80 开关来解决。

8.5.2 刀口追迹(KNI)

通过以下命令

KNI { ICOL / M / P } HBAR NRYS SCF GBAR { X / Y } [P]

计算几何刀口追迹。刀口的运动方向由{X / Y}选项给出。如果输入可选的 [P],则显示并绘制结果,在图的横坐标上 SCF 的比例因子等于 1 英寸。波长编 号"P"是主波长。如果需要多波长 KNI,则应输入 M。在这种情况下,仅显示并 绘制加权和。刀口的零点是主波长中的主光线位置。示例 KNI 图如下所示。 第 9.3 节描述了可以进行刀口追迹以及其他类型像质分析的另一个功能。KNI 也可 以从对话框 MGI 中以交互方式运行。



8.5.3 几何 MTF (GMTF)

大多数 MTF 分析应该使用 8.6.3 节中描述的 MTF 命令来进行,该命令考虑 了衍射的影响。本节中的 GMTF 命令通过点列图的傅立叶变换找到 MTF,忽略 衍射的影响,并且仅在图像尺寸比衍射图案的尺寸大时才有效。它可以从对话框 MFM 以交互方式运行。该命令模式输入是:

[FCO FREQ] GMTF {ICOL/M/P} HBAR NRYS 0 GBAR [P]

其中

<u>ICOL</u>	波长编号;"M"表示多波长分析,"P"表示主波长。
<u>HBAR</u>	指定分数 Y 坐标。
<u>NRYS</u>	给出所需的光线数量。GMTF 要分析的图像可能包含多达 20,000 条光线。
0	用于格式一致性的占位符

GBAR	指定分数 Y 坐标
Р	如果输入,则 MTF 被绘制

可选的 FCO 输入指定 MTF 分析所需的截止频率。如果未输入,程序将计算 默认频率,该默认频率是最大光斑直径的函数。此默认频率可能会因图像而异, 并且在设置 GMTF 时建议使用 FCO 输入,尤其是在不同波长的 MTF 组合时。

在删除或更改之前,将保留 FCO 规范。可以使用命令 FCO 0 删除它。

当追迹每个光束时,程序将显示所需颜色的主光线与主波长中的主光线之间 的横向色差,以供参考。对于每个频率,显示 X-MTF(弧矢)和 Y-MTF(子午) 的模量和相位。相位是该频率相对于主波长主光线截距上的横向偏移,以度为单 位。正相表示正向移位。

GMTF 功能是傅里叶变换类型的 MTF,也可以在对话框 MFM 中找到。还 提供多种 GMTF 功能;这就是 MGMTF,也可以在对话框 MMG 中找到。

如果开关 87 打开, MTF 图像将显示除常规基准线之外的网格线。

GMTF 图示例如下所示:



608

8.5.4 几何 MTF 的离焦 (TFG)

程序 TFG 将在多达十个波长的最多五个焦点位置计算 GMTF,获得每个位置的加权 MTF。用于该计算的光线仅被追迹一次,通过按请求的数量前后移动扩展光线路径来确定焦外图像,直到它们截取移位的焦平面来显示焦外图像。可以在显示所有 MTF 曲线的合成图上绘制结果。TFG 可以从对话框 MTG 中以交互方式运行。该程序的命令模式输入是:

[FCO FREQ]

TFG { ICOL / M / P } HBAR NRYS 0 GBAR [P]

DF { 1 / 3 / 5 } DELTAF

其中 DELTAF 是焦点偏移,根据 DF 输入,它将应用于 1,3 或 5 个单独的评估。

如果 ICOL 是波长编号或"P",则将追迹单波长,而"M"将生成多波长 GMTF。 图像每个可包含多达 20,000 个光线,并且离焦运动沿着图像表面的局部 Z 轴展 开。考虑所有孔径,渐晕和羽化,建议使用 FCO 输入。如果需要绘图,则应输 入可选的[P]。

样本 TFG 图如下所示。



8.5.5 RMS 聚焦(FOCUS)

要找到最小化 RMS 光斑尺寸的焦点位置,输入为

[X/Y]FOCUS { ICOL / P / M } HBAR NRYS 0 GBAR 或者 FOCUS DF

(另一个功能,VFOCUS,将找到给出最小波前差的焦点位置。更多信息请参见链接。)

FOCUS 程序计算 ICOL 给出的波长的最佳焦点,主波长("P")或输入的视场点上的所有波长("M"),并相应地改变后焦的值。如果为 DF 输入了一个数字并且该行的其余部分为空白,则 DF 的值将被添加到之前的后焦值上,并且不会进行其他重新聚焦。

如果镜头在最终空气间隔上具有 YMT 求解,则求解仍然有效,但是为 BTH 量插入一个值(参见第 3.2 节)。请注意,在处理 FOCUS 命令后,BTH 选项仍 然有效,如果更改镜头以使 YMT 求解得到不同的结果,则该结果将再次被相同 的 BTH 参数抵消。如果要删除 BTH,请在 CHG 文件中输入 BTH 0(或删除 YMT 求解)。

如果镜头处于 AFOCAL 模式,则以光焦度改变调节范围。

该程序使用适当的变量参数创建优化文件,并根据当前波长权重在设置的视场和波长上创建 GNR 光线集。它调整光线组的网格间距以接近所设置的光线数量,将后者限制为 20 x 20,以避免像差阵列溢出。该过程完成后,程序会自动运行 CHANGES 命令,该命令列出对变量参数的更改。

如果输入 XFOCUS 或 YFOCUS,则只考虑该点的 X 方向或 Y 方向的值。

可以从对话框 MGI 中以交互方式运行 FOCUS。

您可以通过 MACro 编辑器运行 FOCUS 命令文件,但不要将其作为替代 MACro 运行。FOCUS 会自己创建备用的 MACro 来进行优化,因此这必须是空 的。

8.5.6 RMS 点列图大小

当前焦点位置处的均方根光斑大小可通过输入计算得出。

{ RMS / XRMS / YRMS } { ICOL / M / P } HBAR NRYS 0 GBAR [XIP YIP]

除非选择了多波长"M"选项,否则此命令显示从主光线测量的所需波长的 RMS 尺寸,在这种情况下,它是从主波长*中的主光线点测量的。它还列出了光 斑方差,从图像质心测量的标准偏差,以及从主光线到主光点的位置。 XRMS 和 YRMS 仅考虑图像的一个组成部分。副本的结果被放入 Al 文件缓冲区(见第 15.1.2.3 节)。

您可以通过在命令的第7和8字中输入X和Y偏移尺寸来评估相对于偏离 上述位置的点的图像。

RMS 可以从对话框 MGI 中以交互方式运行。

还有一个绘图版本: 输入

将计算 RMS 光斑尺寸在视场上的变化情况。该命令的第 3 个位置中的可选 "P"设置绘图。此表格始终在输入的 GBAR(如果有)的 51 个视场位置显示 RMS。

FRMS 可以从对话框 MGI 中以交互方式运行。



* AFOCAL 和 ACCOModated 镜头例外; 这里 RMS 总是从主波长主光线点 开始测量。

如下所示:
8.5.7 图像模型(GMODEL)

几何点扩散函数的数学描述可由图像分割程序 FOR 和 DET 程序计算和存储,以供日后评估,该程序将物方视场与指定尺寸的探测器相结合(参见第 9.1节)。每种颜色最多可存储 20,000 条光线。

GMODEL 可以从对话框 MMO 中以交互方式运行。要在命令模式下存储图 像模型,请输入

<u>ICOL</u>	波长编号,"M"表示要使用所有波长,"P"表示仅设置主波长。		
HBAR	是 Y-视场分数高度。		
NRYS	是图像中设置的光线数量(最多 20,000 个)。		
<u>WT</u>	见 9.1.2 节。		
<u>GBAR</u>	是 X-视场分数高度。		
ADD	参见第 9.1.2 节。		

GMODEL {ICOL / M / P} HBAR NRYS 0 GBAR [ADD [AXIS]]

8.5.8 几何图像评估输入示例

1.点列图

假设已经使用 RLE 输入了镜头文件,并且我们希望获得物体在 75%视场点上的三个波长的点列图。如先前通过 FANS 输出所显示的,图像直径约为 0.002 英寸。我们可以输入:

SPT 2 .75 150 .002 SPT 1 .75 150 .002 SPT 3 .75 150 .002

上述输入将产生三个单独的点列图。如果需要所有三种波长的复合点列图, 我们将使用多波长选项,如下所示:

SPT M .75 150 .002

另一种方法是使用焦点对焦程序:

TFS 150 .002 HBAR .75 ICOL M PLOT

没有指定离焦,导致只在标注焦点位置进行评估。

2.复合刀口曲线

我们想要一种五波长复合刀口曲线。输入命令 KNI M 1 200.01 0 Y P.

将生成复合刀口曲线的列表和图表。该图将具有 0.01 英寸/英寸的水平比例 尺,并且将通过刀口曲线(Y)在全视场图像(HBAR=1)处的垂直运动来进行 评估。(这里,我们假设镜头定义了五个波长。)

3. MTF

镜头将在 75%的视场点重新聚焦,在四个视场角处获得单色 MTF:

```
FOCUS 2 .75 200
FCO 200
GMTF 2 0 200 0 0 P
GMTF 2 .5 200 0 0 P
GMTF 2 .75 200 0 0 P
GMTF 2 1 200 0 0 P
```

将显示并绘制每个 MTF,截止频率为 200 行/mm。第 8.6.3.3 节显示了如何 获得多场衍射 MTF 图,显示了同一图像上的所有视场。

8.5.9 视场弥散斑

SYNOPSYS 可以评估几何像差对镜头整个视场的影响。此功能没有命令表格,但可以在菜单 MFB 下找到。有关更多信息,请参阅该链接。

8.5.10 多场几何 MTF (MGMTF)

几何 MTF 可以在对话框 MMG 中最多四个视场点处获得,也可以选择绘制, 或者使用命令模式最多输入 20 个视场

FCO <u>FREQUENCY</u> MGMTF <u>NRYS</u>

[HBAR HBAR HBAR HBAR HBAR ...] [HGEN NHBAR]

ICOL { ICOL / M / P } [GBAR GBAR] { PLOT / GO }

当没有给出 HBAR 条目时,默认视场为 0,.5,.75 和 1.0。HBAR 线上最多 可以给出 20 个视场, HGEN 将生成均匀间隔为 0 到 1 的 NHBAR 视场, 必须使用 FCO 输入为此选项输入截止频率。 MGMTF 图的一个例子如下所示。



菜单 MMG 可以访问该选项

8.5.11 傅科刀口边缘工具(MFK)

命令 MFK 将打开一个特殊的窗口,显示在经典的傅科刀口边缘测试中光瞳 的图案。您可以选择要追迹的光线数量和刀口扫描方向,在 X 或 Y。程序会追迹 主波长中所需的光线数量,并在屏幕上显示强度分布。您可以使用水平滑块在 X 或 Y 中扫描刀口,使用垂直滑块沿 Z 轴改变焦点位置。通过这种方式,您可以 模拟用于验证给定区域是否聚焦在正确 Z 轴位置的测试。

虽然这是一个几何分析,但它考虑到了衍射对结果的影响。根据几何理论认为,可以预期给定的光线要么通过刀口,要么在那里停止,图像就会变成黑色和 白色。但该程序根据当前的 FNUM 和波长计算艾里衍射斑的半径,然后将光线 截距与完美衍射图案的刀口区间进行卷积。如果它在刀口内符合得很好,值是 0。 如果它通过(或被阻塞)接近边缘,它将被赋予一个与该距离上的完美刀口值相对 应的权重。您可以显示或将其转换为位图,可以将其加载到图形窗口,在图形窗口中可以对其进行注释然后显示。

MFK 显示的示例如下所示。这个系统是一个直径 16 英寸的 F/8 抛物面。 RLE 文件为:



在命令窗口中输入 MFK, 就可显示 MFK 图

注意,在这个例子中,由于傅科测试必须在曲率中心进行,而不是在无限物体的焦点上进行,所以F/数实际上是F/16而不是F/8。当然,您可以将此特性用于其他焦点,但是您必须使用准直的输入光束来测试实际的反射镜,以便看到相同的东西。

下图显示了刀口在轴向位置时的图案,但是在 Z 方向移动了-0.16 英寸,这 是 0.8 区域的焦点。显示在底部的曲线可以帮助您识别当前焦点所在的区域。



郎奇测试

一个相关的分析是郎奇测试,在这个测试中,人们使用一组带有细平行线的圆环,而不是单一的刀口。该测试也可以用 MFK 进行模拟。只需输入所需的线密度(始终以/英寸为单位),单击 Update,然后使用上面的滑块。



8.5.12 照明模式(IPAT)

在设计照明系统时,经常要检查最终表面光束的均匀性;这就是 IPAT 命令的目的。格式如下:

IPATTERN [<u>NCELLS</u> [RANDOM]] [OBI INDEX <u>JX JY</u>] TRACE {<u>ICOL</u>/P} <u>HBAR GBAR NRYS</u> [OBI INDEX <u>JX JY</u>] TRACE ...

PLOT

这些指令具有它们通常的含义:波长{ICOL/P}给出波长编号,或者输入"P",使用主波长。Y和X的分数视场由HBAR和GBAR给出,追迹的光束的数量由NRYS给出。

光线数量并不局限于通常的 20000 条光线, 鼓励您使用更多的光线以获得一 个平滑的显示, 在较大的 CAO 或 RAO 尺寸上, 通过填充 300x300 元件阵列覆 盖最终表面, 然后使用光线计算, 根据到达那里的光线数量为每个框分配颜色。 还可以根据需要输入其他的 TRACE 命令,并将产生的光线添加到已经积累的光 线中。因此, 您可以根据需要完全模拟光源的输出。您可以使用 NCELLS 条目 覆盖单元格的数量, 其中的数据必须在 2 到 300 之间。较小的数字会平滑分布, 但会失去分辨率。光线模式默认为进入光瞳的矩形网格, 但您可以使用 RANDOM 命令来设置一组随机的光线。这对于有透镜阵列的系统是有用的, 例 如微光刻照明器的均质化器, 在这些系统中, 规则网格将使用常规透镜阵列产生 莫尔模式。

仅当系统已分配 OBI 类型的物体时,才能使用可选的 OBI ...输入。见第 3.1.6 节。

下面是一个示例。在这里,我们输入一个朗伯物体的数据,该物体的光进入一个锥体,然后是环形透镜。该系统处于非序列模式,允许锥体内进行多次反射。

618

🔳 DI	DEFAULT.MAC				
े २ २ २ २	RLE ID LAMBERTIAN OBJECT WITH CONE 4877 FNAME 'OBL EXAMPLE.RLE 4877 LOG 4877 WA1 .6250000 WT1 1.00000 APS 1 GLOBAL NOSEQUENTIAL UNITS INCH OBL 0.003 0.049 80. 0 AIR -0.27248800 AIR 1 AIR -0.27248800 AIR				
	1 LOOSE 2 CAO 0.40000000 0.0000000 0.00000000 2 CAI 0.06500000 0.0000000 0.00000000 2 RAD 0.002000000000 TH 1.88000000 AIR 2 CC -1.04515000 2 AIR 2 REFLECTOR 2 INTERSECT FAR 2 MBOUNCE 2 CAPTURE 2 LOOSE 3 CAO 1.25000000 0.00000000 0.00000000 2 CV 0.0000000000 TH 0.00050865 AIR				
	3 AIR 3 CAPTURE 4 CAO 0.4500000000000000000000000000000000000				





在这个例子中,我们追迹了大约80000条光线,并且该图形在两个位置显示 了强烈的峰值。

8.5.13 全视场点列图(OFSPOT)

SYNOPSYS 可以在视场上显示点列图。 输入如下:

```
OFSPOT <u>NRYS SCF</u>
FIELDS <u>NFIELDS</u>
COLOR { <u>ICOL</u> / M/ P }
GBAR <u>GBAR</u>
PLOT
```

该程序将在倾斜视场 GBAR 处追迹每个 NFIELDS 视场点上的 NRYS 光线, 其必须是 1 到 20。如果为波长编号输入"M",分析将以所有定义的波长执行。如 果输入"P",分析将以主波长中执行,否则,分析将以输入的波长编号执行。

MULTI-FIELD SPOT DIAGRAM 0.842 0.632 0.684 0.579 0.737 0.526 0.316 0.368 0.421 0.059 0 105 0 158 ID RELAY FLAT 0.000198 17-JUN-13 08:44:37 PERTURE = 80

以下是 OFS 输出的示例。这是在开关 85 打开的情况下进行的,因此光线显示的颜色大致是眼睛能看到的颜色。

菜单 MSF 可以访问该功能。

8.5.14 横向色差图(LCPLOT)

使用该命令可以方便地分析镜头的横向色差

LCPLOT [<u>NB</u> [<u>SCF</u>]]

NB 是要分析的视场点数,默认值为 10,最大值为 50, SCF 是图中每 1 英寸的像差值。可以从 MRR 对话框中运行。

这有一个例子

在命令窗口中输入FET1

LCPLOT

就可得出以下数据:

SYNOPSYS AI>FET 1

GIHT	FOCL	FNUM	BACK	TOTL	DELF
6.13932	50.00075	1.42859	16.29978	49.77532	0.00000
Lens number	10 ID MIT 1 TO 2	UM LENS			
SYNOPSYS AI>L	CPLOT				

LATERAL COLOR EVALUATION

LONG WAVELENGTH IS COLOR 1 MED. IS COLOR 2 SHORT IS 3 Y-COORDINATE AT IMAGE AND Y-DIFFERENCES

	REL. FIELD) LONG	MED.	SHORT	L-S	M-S	L-M
1	0.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.1111	0.682874	0.682029	0.679968	0.002906	0.002060	8.451E-04
3	0.2222	1.365044	1.363348	1.359212	0.005832	0.004136	0.001696
4	0.3333	2.045802	2.043243	2.037003	0.008799	0.006241	0.002558
5	0.4444	2.724431	2.720993	2.712603	0.011828	0.008390	0.003438
6	0.5556	3.400201	3.395861	3.385262	0.014940	0.010599	0.004340
7	0.6667	4.072370	4.067098	4.054215	0.018154	0.012883	0.005272
8	0.7778	4.740177	4.733939	4.718683	0.021493	0.015256	0.006237
9	0.8889	5.402851	5.395607	5.377875	0.024976	0.017733	0.007243
10	1.0000	6.059615	6.051320	6.030992	0.028623	0.020329	0.008295
SYN	IOPSYS AI>GE	ST 1					

Get	lens no.	1	ID	DSEARCH	SAMPLE			5244
	GIHT		FOCL		FNUM	BACK	TOTL	DELF
	0.17455		10.00000	5.0	00000	-8.48397	45.81119	0.00000
SYN	OPSYS AI>F	ET 1						
	GIHT		FOCL		FNUM	BACK	TOTL	DELF
	6.13932		50.00075	1.4	42859	16.29978	49.77532	0.00000
Lens	number	10	ID MIT 1	TO 2 UM	LENS			



在这个例子中,我们打开了开关87,它也绘制了虚线网格线。

8.6 衍射分析

本节中描述的许多衍射像质分析功能可以从对话框 MDI 中以交互方式运行。 它们都通过追迹几何光线到光瞳来评估图像,然后对该光瞳及其伴随的波前进行 所需的分析。第9.6节中描述的单独功能可以在透镜系统内进行衍射传播。例如, 这种方法用于检查当光束通过小孔时发生的情况,然后衍射效应改变光线的路径。 本节中描述的衍射分析程序分为三个步骤:首先,追迹所设置的光线数量来显示渐晕入瞳,如在几何程序中所做的那样。在第二种情况下,通过给出最终光线位置和角度一系列坐标变换来显示物理光瞳,这些坐标变换产生了单独的光线与参考球体的交叉点,参考球体的(0,0)坐标是在主波长的主光点中与垂直于焦平面的线相交的点。在该步骤中考虑了光瞳缩短,光瞳像差和焦面倾斜的影响。该操作的输出包括三个变换角度(以弧度表示),倾斜因子(即图像入射角的余弦)以及由上下边缘光线之间的角度显示的图像 F /数(忽略渐晕)。这三个角度对应于从光轴旋转到图像表面法线所需的 ALPHA, BETA 和 GAMMA 倾斜。

对于 AFOCAL 系统,显示为 F / NUMBER 的数量等于最终光束半径的一半,并且倾斜因子设置为 1。在这种情况下,三个角度是从光轴旋转到主光线。

第三步涉及评估该出瞳上的基尔霍夫衍射积分,以获得衍射点扩散函数,以 艾里斑 0.41 倍的间隔采样。卷积 MTF 功能不涉及这种积分,因为该分析直接在 像差的出瞳进行的。然后,图像描述由设置的程序进行评估,或者存储该图像描 述以供程序 FOR 和 DET 使用。作为参考,那些对衍射图案进行采样的程序,也 会显示主波长的光线图像,测量主光线(X,Y)的坐标,坐标显示为"X,Y中 的横向色差"。艾里斑的半径取为

RAD = 1.22λ (FN) / INDEX

其中 λ 是波长, INDEX 是指折射率。注意,来自理想的圆形孔径的衍射图 案中的第一个暗环位于 RAD 处。开关 66 控制衍射孔径的位置;如果此开关为 ON, 则后者在倒数第二个表面,如果此开关为 OFF,则将孔径(和 OPD 计算)投影 到无穷远处,从而得到 Debye 近似值。这是默认值,建议在定义系统时特别小 心。

如果开关 50 打开(参见第 2.9 节),基于衍射的程序将显示光线和 OPD 表。

当分析衍射图样时,程序计算出在一个网格点上的强度,这个网格点延伸 到主波长(或设置的波长)的艾里衍射斑半径的6或12倍。是默认区域是6次, 但是如果图像被错误地校正,则需要进一步取样。如果有更广泛的选项可用, 则在命令指令前面用"W"表示。这个选项还需要更细的光线网格,以防止图像 中的混叠——因为下一个衍射指令将靠近样本区域的边缘。这些原因,宽选项 通常需要至少16倍的时间来处理。

如果波峰到波峰的误差超过了大约两个波长,程序将会显示一个警告信息,建议您使用几何程序或宽选项来处理这种情况。一般来说,几何和衍射程序对于 OPD 误差在一个波长和两个波长之间的图像给出了类似的结果。如果误差小于两个波长,则应使用衍射程序;如果超过两个波长,就应该使用几何程序。另一方面,卷积 MTF 分析程序对于所有的波前差都是准确的——尽管一个非常差的图像需要在非常低的频率下进行分析,而且需要很长时间来运行。

注意,由于在产生衍射图样时考虑了主光线与焦点表面的倾斜度,如果图像落在曲面上,就会按照它看起来垂直于曲面来计算。这与几何分析不同,几何分析只考虑图像的 X 和 Y 坐标。

对于 <u>AFOCAL</u>系统,在最终光束中插入一个焦距为 1.00 的完美透镜;对于 MTF 分析,频率是按每毫米弧度的周期而不是每毫米的周期给出的。

您应该指定足够数量的光线,以便最终的透视光瞳包含 400 到 20000 条光线。在大多数情况下,大约 600 条光线是足够的。如果有疑问,检查 PSPRD 图,看看是否有任何别的迹象,如下所示。



示例图像计算的光线太少,混叠明显。

有时将 OPD 的所有误差设置为零来评估系统是很方便的。这可以让您看到 遮蔽和渐晕的影响,而不受波前差的影响。要做到这一点,只需在进行像质分 析之前打开开关 25。

除了下面描述的功能之外,第9.1.1节描述了一个更通用的图像解剖程序。

625

上面提到的图像空间 F /数是通过在 0.2 区追迹几条光线,然后外推得到到 光瞳边缘的光线角来计算的。(这是为了避免由于光线边缘可能出现光线故障 或离焦引起的误差。)

也可以使用该命令覆盖默认计算

FORCE FNUM FN,

它是在绕射计算命令之前输入的。因此,例如,如果您的镜头有两个不同 焦距的同心圆区域,那么这些区域的 F/数可能不同,默认值可能不适合这两个 区域。这个输入将控制采样间隔和衍射分析程序使用的默认截止频率。对于 AFOCAL 系统,输入的 FN 是倒数第二个表面的近轴 YA 的 1/2,而对于焦透 镜,它只是所需的 F/数。

8.6.1 出瞳波前图(PUPIL)

最终波前的 OPD 误差可以从对话框 MDI 中或使用如下命令获得

[CONTOUR [<u>SCF]]</u> [FRINGES [<u>GRID]]</u> [CLEVEL [<u>GRID]]</u> [ZLEVEL [<u>GRID]]</u>

PUPIL { ICOL / P } HBAR 0 SCF GBAR [WX WY [POST { X / Y / XF / YF } [EXPUPIL / MXSF [RLIM] [MULTI/ADD/FINAL/]]]

数据如下:

<u>ICOL</u>	是波长编号,"P"为主波长。
HBAR	是 Y-归一化视场
<u>SCF</u>	是波前变形,将在图上变焦到一英寸
<u>GBAR</u>	是 X-归一化视场
<u>WX WY</u>	给可选的楔形组件添加到光瞳误差中。这在准备测试系统时预期的条纹图案的轮廓时是有用的,因为干涉仪通常更具可读性,并 且在波前添加了楔形。在光瞳边缘的光波中,WX和WY是X 和Y上的楔形。
POST	这个输入在 word9 命令中将实现条纹图案的后期处理。只有在设置条纹时它才有效。X 在 X 方向上产生穿过图案的轨迹; Y 在 Y

	中做同样的事情; XF 和 YF 计算轨迹在 X 或 Y 中的傅里叶变换。
	在傅立叶分析中,最低频率是常数值,下一个频率对应于图像上的第一个周期,第三个频率是第二个周期,依此类推。该阶段由 正弦和余弦值的反正切值给出。
	如果镜头处于偏振模式,该程序还将测试每条光线的透射,并相 应地改变条纹图案的强度。
	此功能只有当镜头处于 VIG 模式时才有效。
EXPUPIL /MXSF	Word11 中的该条目使程序评估出瞳处的条纹图案。它将测试光 瞳中每个点的光密度,并与轴上的密度进行比较。如果两者不 同,则调整条纹图案的强度。这适用于激光束整形器,其中光线 通常更集中在光瞳的边缘,以补偿那里的高斯激光束的衰减。它 还重新绘制光线的入射网格以反映这种重新分布。如果在没有光 束整形的 OBG 系统中选择此功能,则条纹图案将显示强度的高 斯衰减。 如果光束整形正确,则条纹看起来会更均匀。
	密度测试是在平坦表面上进行的,该平坦表面适用于通常准直的 光束整形器。但不推荐用于快速聚焦镜头,这种反射镜不能满足 正弦条件,而且虚假衰减也很明显。
	此功能仅在镜头处于 VIG 模式时有效,并且仅在设置 FRINGES 时才有效。
	MXSF 选项类似,不同的是每个采样点的位置是在镜头的最后一 个表面,而不是在出瞳处。这对于远心系统是有用的,在远心系 统中,出瞳在无穷远处,计算在这个距离上变得毫无意义。在多 光束设计中也需要它,在这种设计中,几束光束相对于光轴是偏 心的,将主光线投射到光轴上不会产生有意义的光瞳位置。
	请注意,如果波束整形器在输出端不能产生平滑的光线分布,强度图像可能会看到伪峰,特别是当存在焦散时。这看起来像高强度,程序将整个模式缩小到 256 级灰度范围内。这个图像看起来完全是黑色的,除了这里和那里出现了一个白点的峰值。如果出现这种情况,请尝试下面讨论的 RLIM 参数。
RLIM	当光瞳有非线性部分,或者更糟糕的是,有一个奇点时,这个可 选参数很有用。 该部分将给出非常高的强度,在奇点线的右边 是无限的。 这个参数是一个限制值,所有的样本都将被测试。 任何超过输入值的都将被设置为该值。 然后光瞳中表现良好的

	部分应该看起来比较正常。 一个从 2 到 10 的值往往能起到这个 作用。 当然,最好是在一开始就避免奇点。
MULTI/A	当您想要将来自不同系统的出瞳(或 MXSF 光瞳)叠加在单个图上
DD/FINA	时,就会使用 word 13 中的这些条目。当你有一个分割的光瞳,
L	像一个相干的激光器阵列,并希望看到显示它们所有结合在一起
	的整体时,就需要这样做。它只在边缘模式下工作,其他情况下
	应该有相同的光瞳参数。
	第一组指定 MULTI 参数,第二组指定 ADD,最后一组指定 FINAL

该图是通过绘制一系列水平线来制作的,就像在一个倾斜可见的孔径上一样。 给出这些Y偏移,其对应于每个孔径点处的OPD误差的值。图案以标准化的入 瞳坐标显示;如果XMP1不等于YMP1,则这种形式的图上不会出现差异。(然 而,轮廓和条纹选项确实显示光瞳形状;见下文。)显示渐晕和遮挡,但光瞳畸变, 因为这些是标准化坐标。要获得从光瞳中删除的所有光线的列表,请在 PUPIL 命 令之前打开开关 16。为了查看以实际坐标绘制的中间曲面的条纹,请使用 FIS 功 能代替。

PUPIL 输出的示例如下所示。



也可以通过轮廓图程序而不是倾斜透视程序来绘制光瞳图。要实现该操作, 请在 PUPIL 命令之前输入

CONTOUR [SCF]

该程序将生成一个轮廓图,其中的 SCF 轮廓之间存在间隔。最多可以绘制 十个级别的间隔,如果需要以超过十个级别的间隔设置绘制,则将替换默认间 隔。如果光瞳是椭圆形或矩形,则图形将显示在图上。CONTOUR 图的一个例 子如下所示。



通过将开关 26 置于 ON,可以将轮廓绘制为一行水平编号而不是直线。

要将光瞳图显示为条纹图案,请执行此命令

FRINGES [GRID]

此命令必须在 PUPIL 命令之前输入。光瞳形状显示在这种形式的。如下图 所示:



默认的网格指数为 70x70,您可以为 GRID 输入 50 到 500 之间的任何数 字。此列表还显示受高斯物体、光瞳畸变和光束整形(如果选择了 RESAMPLE)影响的条纹图案的相对强度,如果镜头处于偏振模式,也可以使 用偏振和膜层。 要禁用这些效果的影响,请关闭 VIG 模式。然后该图将仅显 示 OPD,而不显示图案的相对强度。此功能忽略了镜头内的吸收损失。如果选 择了 EXPUPIL 光瞳,则在出瞳而不是默认入瞳处获取绘图的坐标。由此可以 显示光瞳形状。

PUPIL 命令还可以使用颜色标度显示波前的形状,其中蓝色是最低点,红色是最高点。在 PUPIL 命令之前输入命令 CLEVEL。



如果在 PUPIL 命令之前输入 ZLEVEL,则显示将使用 Zernike 系数注释,如 ZCOE 选项返回的那样。



PUPIL 程序还可以提供由 COE 或 ZCOE 分析产生的波前形状。为此,该设置必须紧接在 PUPIL 命令之前。

另一种形式的光瞳图显示了该视场中几个点的波前。这是 FPU 选项,在第 8.6.14 节中解释。

请注意,PUPIL 形式显示的所有图形都指的是入瞳。在倾斜视图的情况下, 坐标是标准化的,因此图片总是由圆圈为界。另一方面,FRINGE 选项显示表面 1 的顶点平面处的入瞳形状,并且由 VFIELD 数据或 WAP 选项而引起的该形状 的任何变化也显示出来。(物体 OBD 类型例外,因为当角度接近 90 度时,近轴 尺寸可以变为无穷大;具有该物体的光瞳以标准化坐标显示。)例如下面的三片 式透镜,



其具有 WAP 孔径,并且入瞳在视场边缘处的尺寸大小明显减小。以下是轴上和全视场视场点的 FRINGE 图。



要查看可能具有 PUPIL 显示中看不到的光瞳畸变的出瞳,在适当的时候使用 EXPUPIL 选项;此外,建议使用 FIS, MAP 或光迹功能。

这是一个为相干激光器阵列计算的多光束光瞳的例子。在 CHG 文件中调用

了多个光束,但也可以通过 GET 命令调用。





8.6.1.1 干涉图绘制

SYNOPSYS 可以绘制与光瞳图相同格式的两个波面之间的差异。这首先需要用命令创建一个参考波前。

IFR { ICOL / P } HBAR 0 SCF GBAR [0 0 AXIS]

然后实际的波前,可能来自相同或不同的镜头,有命令

IFP { ICOL / P } HBAR 0 SCF GBAR [WX WY POST { X / Y / XF / YF } [COMMON [PHASE]]]

从第二个波前减去第一个波前,并绘制出两者的差值。该程序假设两者完全 重叠-没有剪切或大小差异。这些命令之前可能会有一个 CONTOUR 或 fringe 设 置。如果序列涉及任何其他命令,比如 GET 或 ACON,那么两个设置都必须在 前面。可选的 WX 和 WY 请求在 IPF 分析 X 或 Y 中添加一个楔形。 这个序列不应该被任何涉及到 OPD 光线追迹的其他事件打断。(这将改变程 序用来追迹两个波前的一些设置。)如果显示器有 OPD 光扇,即使激活 PAD 或 不同的 ACON 也可能做到这一点。



下面显示了添加了楔形的干涉图像图。

IFR 命令中 word 9 中的可选 AXIS 使得程序在计算 OPD 时忽略了通常保存的参考主光线数据。其效果是以轴点作为参考,而不是实际的像点。这对于分析干涉仪两个通道之间的干涉图样是有用的,其中光束可能有不同的像点或光线角度,当它们各自找到自己的参考波前时,你不希望这种差异从 OPD 图样中被减去。

可选 POST…在 IFP 命令的第9个字中,生成一条通过图案中心的轨迹,可以是 X 或 Y,也可以是该轨迹的傅里叶变换,使用 XF 或 YF。

word11 中的可选 COMMON 导致 IFP 分析重用与 IFR 分析相同的参考球位 置和路径长度。这对于分析干涉仪是有用的,其中两臂不仅波前形状不同,而且 相位也不同。

word 12 中的可选 PHASE 将输入的相位以波的形式添加到 IFP 阶段计算的 波前中。这对于建立傅里叶变换干涉仪模型是有用的,其中两个臂的绝对相位发 生变化,人们想要看到信号是如何受到影响的。

如果透镜处于偏振模式,程序将追迹每个通道的主光线并比较相位;然后将 发现的差异添加到 IFP 情况的 OPD 中。这适用于相位在一个通道中被修改得与 其他通道不同的情况,如半波板插入圆偏振光束中时发生的情况。 这个选项假 定两个通道的偏振状态是相同的(线性、圆形或其他),并且所有的表面都已经 用膜层正确建模。 如果情况不是这样,建议关闭偏振模式。

8.6.1.2 中间表面条纹(FIS)

第 8.6.1 节中描述的光瞳功能可以显示在最终表面上计算的波前的条纹,并 以各种方式绘制,包括作为条纹。然而,条纹上每个光线点的位置都是从入瞳处 的光线坐标获取的,如果有的话,这幅图并没有显示出瞳的任何变形。

本节中描述的特性可以绘制镜头中任何中间表面的波前条纹,光线位置取自 精确的光线追迹。因此,它显示了光束在该位置的位置和形状,以及显示为条纹 图案的 OPD。它可以从对话框 MDI 运行。

记住,OPD 是在目标表面计算的,而不是在表面上计算的。它们给出了相对 于镜头中那个点的一个参考球体的光程差,但忽略了那个表面的实际形状。如果 它被分配了一个相对偏离斜视场,程序将模拟一个偏离斜视场的波前,在 X 或 Y 中计算出一个楔形,在每个光线点上给出相同的 OPD 偏移,就像人们从这个 偏离斜视场角度所期望的那样。

如果波束不以目标表面为中心,那么整个图形将相应地在 X 和 Y 上移动,并显示波束在表面的实际位置。

输入是:

FIS ICOL HBAR ISN SCF GBAR { REF / PARAX } WX WY NGRID [FULL]

ICOL	波长编号。可以输入"P"来指定主波长,但是这个功能
	没有多波长"M"。
HBAR	是 Y-Z 平面上的分数视场
ISN	是找到波前条纹的表面。
<u>SCF</u>	是一个比例因子。输入 1.0 将以 1 倍的比例绘制图片。输
	入0将生成一个大约5英寸宽的默认图片。
GBAR	是分数偏离视场点
REF	决定程序将如何解释光线的 OPD。如果这个入口是零,
	那么在请求表面的光束将被视为镜头在该点处于
	AFOCAL 模式,因此条纹将相对于一个平坦的参考波前。

在这输入,

	I
	如果输入一个非零值,那将是到参考波前中心的距离。
	如果为 REF 输入单词 "PARAX",程序将计算近轴焦点
	位置跟随曲面 ISN 的位置,并将其作为参考曲面。当近
	轴光线追迹有意义时,这个洗项对大多数用户来说可能
	更容易。
<u>WX,WY</u>	这些项在波前条纹的 X 和 Y 方向上应用一个可选的楔
	形。然而,这里的事情变得有点棘手。在光瞳分析的情况
	下,楔形适用于整个入瞳,它是根据光瞳定义标准化的。
	但 FIS 显示的局部波前在不同的点,通常是不同的大小。
	因此程序必须知道所要求的楔形将显示在什么光圈上,
	为了做到这一点,它将当前光线的位置除以分配给该表
	面的当前清晰光圈(或默认计算)。如果波前很好地填满了
	CAO,条纹就会如预期的那样;如果它小于这个值,那么
	就会出现更少的条纹。
NGRID	此条目控制求值的网格号。默认值是100 x 100,您可以
	输入 500 以内的任何数字。
[FULL]	FIS 还计算了一组泽尼克系数来模拟观察到的条纹图案。
	除非在 word 11 中输入可选的 FULL,否则它们将以紧密
	型形式表。这将生成每个多项式的完整列表。
	请注意,Zernike 多项式通常是在一个单位圆上的,这在
	这里并不合适,因为实际的光束尺寸可能不是这个尺寸。
	因此,程序将目标表面的光线坐标按 X 和 Y 的总光束尺
	寸进行缩放,从而使输入到 Zernike 分析代码的数据正常
	化。如果你希望以后利用这些系数,你必须牢记这一点。
	(扩展的 X 和 Y 参数是由该光束尺寸归一化的)。

为了说明这一特征,我们拿出中继望远镜,在全视场下找到了表面 11(3 波 长)的条纹图案和位置。图像是在距离表面 11 的 12.711 英寸处形成的,因此我 们输入这个参考维度。

FETCH 4

FIS 3 1 11 0 0 12.711.



注意,图案以Y居中,这与下面的光线追迹一致。



现在我们展示一个更复杂系统输出的条纹图:





在本例中,输出是准直的,因此我们不输入 REF 维度。这项分析的输入是:

FET X16 FIS P 1 12 0 0 .

对于非连续系统要特别注意。FIS 根据分析的细节改变镜头,它可能会发生 一个非连续光线追迹的基本表面不再存在。在这种情况下,结果将没有什么意义, 建议您请求一个与声明 CAPTURE、LOOSE 等的任何表面不一致的表面编号。 这将确保这些表面不受干扰。

8.6.2 点扩散函数(PSPRD)

可以使用对话框 MDI, MIT, MIF, MPF, MPS, MTP 或以多种方式输入 绘制衍射点扩展函数

[ZOPD / ROPD] [CONTOUR] [PSVISUAL [<u>MAGN [GAIN]]]</u> [PSSOLID] [W / L]PSPRD { ICOL / M / P } HBAR NRYS 0 GBAR [HT { R / L / 0 } [C [FD]]].

NRYS 是要追踪以定义光瞳的光线数量。在默认视图中(无 CONTOUR, PSVISUAL, R 或 L),该函数以倾斜透视图绘制,在主波长的主光线点处绘制 一个小"x"以供参考。整个图像采样区域以每行 100 点,超过 50 行的分辨率显 示。对于没有像差的系统,默认的(单波长)刻度给出了一个高度约为 3.8 英寸 的图。图上的实际高度随特定图像的强度而变化,并且可以被视为该强度的度量。 然而,对于校正不佳的图像,高度可能太低以至于难以看到细节,对于这些情况,可选的[HT]条目将增加比例,使得实际高度由 HT 给出。则产生一个样本网格和 图形,并且还显示图像的质心位置。

宽采样选项(WPSPRD)采样的面积是窄采样区域的两倍。这适用于图像 校正不佳,以至于图像溢出后者区域的情况。

请参见第 8.6.15 节,以评估频谱上的 PSPRD 分析。

该命令的 LPSPRD 版本在图像中绘制一个 Y-Z 截面。通过焦点,给出了图 案的纵向横截面,而不是前面命令的横向横截面。Z 坐标的范围等于 Y 坐标的 (+/-)范围乘以图像处的 F /数 r。此功能仅适用于焦距镜头。

到目前为止所讨论的所有衍射图案功能都解决了所谓的夫琅和费积分, 这是更一般的菲涅耳积分的简化。主要区别在于前者仅在远视场有效,忽略 了在衍射孔附近看到的效应。对于绝大多数镜头分析问题,这是一个非常有 效的程序。

但也有例外。如果您设置一个系统的 LPSPRD,其出瞳和图像的距离与 z 轴的分析范围的距离相等,然后该图像的一部分会明显比其他图像更靠近孔 径,并且远视场近似将不适用。

在这种情况下,必须考虑两件事情。首先,对于不同的Z值光束的有效F/ 数不相同(这是夫琅禾费积分的基本假设),并且图像结构会随之改变。第 二,由于产生较小的衍射尺寸,更接近光圈的位置会看到光强度增加。要分析 这种情况,您可以在LPSPRD 命令的单词 10 中输入我们称之为菲涅耳距离 (FD)的内容。这是从图像平面到系统中最后衍射孔径的明显距离,通常是在 出瞳处。

为了说明这个特性,考虑一个非常小的镜头,用于在 Shack-Hartman 波前 分析仪中对光束进行采样。在这个例子中,镜头直径仅为 175 微米,焦距约为 5 毫米。首先,我们运行默认的 LPSPRD,看看 Z 轴范围将是什么。结果如下 所示:



图上的刻度/英寸为 8.38 毫米。与菲涅耳距离约 5 毫米相比,这显然不 小。 所以我们需要再次运行程序,这次给出从图像平面测量的出瞳位置, 在本例中为-5.02(取负值是因为光瞳在左边)。现在程序考虑了上面描述的 邻近效应,也还限制了 Z 范围,使得计算不会达到孔径时出现的奇点。 结 果如下所示。



请注意,图像在 Z 中不再对称,并且峰值从近轴焦点偏移,在这种情况下 约为-1.16 mm。这个例子的输入是

LPSPRD P 0 10000 0 0 3.5 0 0 -5.02.

对于此分析,我们需要最大数量的光线,以避免会出现的图像畸变。我 们如何知道光阑距离图像-5.02 处的位置?很简单,请输入以下命令: SYNOPSYS AI>EPP?

The exit pupil location is -0.12765851 SYNOPSYS AI>BACK?

The paraxial image distance (BACK) is 4.89203074

然后,期望的位置是-4.892-0.1277 = -5.02

查看离焦的情况可用 WPSPRD:参见第见 8.6.10 节。

如果命令 CONTOUR 在 PSPRD 命令之前,则产生衍射图案的等高线图。

如果命令 PSVISUAL 在 PSPRD 命令之前,则该模式将以可视方式显示。可 选参数 MAGN 控制采样区域的大小;值 1 表示与倾斜透视图相同的样本区域,而 值 2 表示图像覆盖宽度的一半和面积的四分之一。较小的值显示较大的区域。参 数 GAIN 控制视觉增益;值 1 表示整个图案线性地反射到监视器上的颜色强度(如 果开关 35 关闭则为灰度)。这给出了准确的视觉图像,但可能很难看到微弱的 条纹;增益超过 1 会使条纹更加明显,但会使监视器在峰值处饱和。如果设定放 大倍数小于 1,建议小心使用;在这种情况下,您必须设置足够大的光线,以便光 瞳中的光线网格变得足够精细,以便在显示区域之外投射更高的衍射级次。毕竟, 当用矩形网格采样时,光瞳是二维光栅,并且所有级次都依次出现。如果您设定 999 条光线,您可以在约 0.3 倍的放大倍率下显示图像,并且除非像差非常差, 否则较高的级次会离开屏幕。如果是这种情况,则使用 W 选项并设置至少 2000 条光线。不建议使用低于此的放大率。如果开关 35 打开,则显视器显示的颜色 接近所分析的波长 - 红外线和紫外线除外,它们分别以红色和紫色显示,即使 它们实际上是肉眼看不到的。

PSS(菜单 MGS),TSPSPRD(MTP)和 OFPSPRD(MPF)也对遵循 PSVISUAL 指令。

如果输入"M"而不是波长编号,将显示多波长图像,而"P"则设置主波长。 该图的中心将是多波长图上主波长的主光线位置。 请注意,M 选项评估所有 波长的图像,但通常(例如,未设置 PVISUAL 时)仅显示这些强度的总和, 而不显示波长。 但是,在这种模式下还有一个波长示选项;见下文。

峰值的高度和该点的图像强度与输出一起列出(彩色选项(单词 9 中的 "C")除外)和输入 FD(菲涅耳距离)时除外。在这种情况下,根据当前波长 权重在波长之间划分输入能量。对于单波长分析,将所有能量分配给所设置的 波长。

峰值是标准化的线性单位,可用于估计斯特列尔的值。(VAR 命令将根据折

射率近似计算和显示 SR,但该计算不适用,除非在没有均匀遮挡的圆形光瞳的 情况下。)在其他情况下,最好将程序输出的峰值与计算出的完美图像的峰值进 行比较。要做到这一点,您首先需要知道完美的图像是什么样的。只需在 PSPRD 命令之前输入 ZOPD 命令,所有 OPD 值都将设置为零。然后输入 ROPD 命令, 然后输入要评估的图像的 PSPRD,您将获得该图像的峰值。这是一个例子:

ZOPD WPSPRD P 1 1000 Z1 = FILE 6 ROPD WPSPRD P 1 1000 Z2 = FILE 6 = Z2/Z1

注意使用 Zn 参数将全视场的峰值除以(完美)峰值。当执行 WPSPRD 计算时, 程序自动将这个峰值加载到文件缓冲区的位置 6 中。

该程序还计算并列出了峰值点的照明强度。该估计假设光束在入瞳处初始 均匀强度为每单位面积一瓦特,结果是图像处每单位面积的瓦特强度。由于膜 层引起的传输损耗(在偏振模式下)以及在渐晕中损失的光线被考虑在内。不 考虑玻璃中的吸收损失。为了获得图像的实际光通量,可以将列出的强度乘以 实际输入光焦度再除以入瞳的面积。如果系统处于 OBG 模式,事情会变得更 复杂;高斯切趾显示为远离光瞳中心的光通量明显减少,因此列出的强度较 低。如果系统中没有其他损耗来源,那么此减少量为显示"LENS TRANS"的 值。只需将列出的强度除以这个值就可以得到实际的光通量。

照明强度计算强烈依赖于图像的 F/数,其通过追迹光瞳中心附近的光线并 进行外推来计算。(这是为了在边缘光线不会追迹的系统中产生合理的答 案。)但是如果形成图像所涉及的聚集的光线角度与所计算的 F/数的角度大致 不同,则强度结果会更不可靠。例如,这可以通过非序列镜头发生,其中心区 域的光线具有与边缘光线不同的光线追迹过程,并且两者的 F/数是不同的。在 这种情况下,不应依赖强度结果。

估计的准确性取决于样本阵列中图像能量占比,因为当峰值强度被标准化时需要总能量。由于样本区域的大小有限,PSPRD 错过了完美图像的 3.4%的能量,而 WPSPRD 错过了大约 1.2%的能量。针对这些误差自动调整照明估计值,因此如果图像得到良好校正则非常准确。然而,校正不良的图像会丢失额外的(未知)量,然而,计算出的强度比结果应该稍微大一些。在所有情况下,由于样本区域较大,WPSPRD 更准确。

图像的方向由图上的方向箭头表示。然而,在系统与倾斜和偏心的操作中,这些操作必须被谨慎对待,因为"Y"箭头的方向实际上是平行于上下边缘光线之间最终表面上的线,在这样的系统中,这可能不平行于Y轴的表面。

显示为 AIRY DISK RADIUS 的值等于 1.22λFNUM,其中 FNUM 通过取 0.2 和-0.2 区域的光线之间的角度并通过调整 5 来显示,忽略渐晕。

如果默认值不合适,可以在分析命令之前输入命令 FORCE FNUM FN 以强制使用不同的 F /数,从而输出不同的采样间隔。



默认图片以Y轴水平显示,并包含比例尺寸以帮助估算尺寸。可选的{R/L}选项将图片旋转约45度,如下图所示。



下面是视觉外观图的示例:



CONTOUR 选项在窄模式下绘制 10 个级别,在宽模式下绘制 20 个级别(使用 WPSPRD)。

虽然多波长 PSPRD 图包含有关镜头中所有波长的信息,但默认图仅显示净 强度分布,您无法分辨哪些波长占主导地位。要获得此附加信息,您应该设定 使用 PSPRD 命令的第 9 个单词中带有"C"的波长版本。这样就产生了一个图 形,其中线条颜色在任何地方都被调整,以接近图像在该点的颜色,就像您看 到的一样。示例波长 PSPRD 图如下所示:



在这种情况下,眼睛看不到的波长没有显示出来——因为不是所有的波长都 是可见的,在不可见时图像就会显示为灰色。即使强度曲线本身是平滑的,颜色 的变化也没有。这就像 MIT 和 PSVISUAL 的功能一样,如果您使用 10 个波长 的颜色来分配眼睛的颜色,就会更加真实。最简单的方法是使用光谱向导 MSW。

遗憾的是,此颜色选项将使 Windows 2000 之前的操作系统版本崩溃。为了 防止这种情况发生,程序将测试您所拥有的版本,如果您在这样的机器上设置 它,将会发出一条错误消息。

例如,如果您需要生成衍射图案中每个点的列表,要导入到另一个程序, 只需在创建 PSPRD 图之前打开开关 17。在这种情况下,最好也打开开关 55, 因为数据稍后会以易于理解的方式排序。样本分为 57 列,每列 60 行,点之间 的间距为 1.4(WAVL*FNUM)。图像的中心对应于数据点 1710,并且总阵 列由 3420 个点组成。

(如果开关 55 关闭,程序会创建一个三角形阵列,首先列出中心切片,然 后向两侧移动。不要将此选项用于此目的。)

使用 PSSOLID 打开一个旋转固体模型窗口,其中显示可以旋转,平移和变 焦的图像,就像 RSOLID 显示的内容一样。图片总是彩色的。 下图显示了图像的横向色差:



PSPRD 图的分辨率为 60 x 60,小于奈奎斯特频率,足以用于您的分析。 如果您想要更高分辨率的版本,请使用图像工具(MIT)中的"实体"选项。

8.6.3 衍射 MTF

衍射 MTF 有两种形式。第一种使用霍普金斯卷积算法,第二种使用傅里叶 变换方法。前者是大多数镜头的首选,因为它保持精确到几十个波长的像差,而 后者需要经过良好校正的图像,以确保在有限的样本区域内完全采样。然而,变 换方法具有显著的优势,它可以进行矢量衍射分析,考虑偏振的影响,而卷积方 法假设标量衍射理论成立。此外,宽阵列版本(WDMTF)除了弧矢和子午 MTF 之外还将 MTF 绘制在 45 度,这偶尔是有用的。对话框 MOP 提供了可以交互运 行的几个 MTF 选项的列表。命令模式格式将在以下部分中解释。

如果开关 87 打开,所有 MTF 图像将显示网格线;如果关闭,则仅绘制沿轴的基准点。

8.6.3.1 卷积 MTF 选项(MTF, ZMTF, MFF, MZMTF等)

SYNOPSYS 中有几种 MTF 分析。简而言之,这些是:

1.卷积 MTF, 精确 OPD (MTF), 见第 8.6.3.2 节

2.卷积 MTF, 插值 OPD (ZMTF) (见上面的链接)

3.多视场卷积 MTF, 精确 OPD (MFF), 见第 8.6.3.3 节

4.多视场卷积 MTF,插值 OPD(MZMTF)(见上面的链接)

5.全视场卷积 MTF (MOF),见第 8.6.3.6 节

6. MOF(ZMOF)的插值版本(见上面的链接)

7.离焦卷积 MTF (TFMTF), 见第 8.6.3.5 节

8.傅立叶变换 MTF (DMTF), 见第 8.6.3.4 节

9.几何 MTF,见第 8.5.3 节

10.离焦几何 MTF(TFG), 见第 8.5 节
11.多视场几何 MTF (MGMTF),见 8.5.10 节

这些选项可在对话框 MOP 中找到。

第一个功能(MTF)对 MTF 进行评估,光瞳通过对网格频率等于或倍数的采 样来分析与空间频率对应的光瞳剪切。该方法快速且准确,但是它不能处理所 需空间频率低于基础剪切所暗示的空间频率的情况。第二个功能(ZMTF)使 用分段线性样式来插入光瞳波前像差,并使用这些数据来近似每个剪切样本点 处的 OPD。该技术即使在低频下也能工作,但速度较慢。在我们的一个测试 中,MOF 功能在大约在 4 秒内运行完成,线性拟合需要 54 秒。MTF 和 ZMTF 案例的差异较小。如果您需要对频率远低于衍射截光阑的 MTF 进行精确分析, 这在像差较大的情况下是经常发生的,那么建议采用插值形式的分析。虽然这 是最慢的选项,但它在低空间频率下更可靠。

如果运行 MTF 分析并查看错误消息,消息指出所涉及的频率太低,请切换 到插值法。(对话框 MOP 允许您通过鼠标单击从这些选项中进行选择。)该协 议也适用于 BTOL 中的 MTF 计算和 MTF 像差。

通常,如果设置的频率小于衍射截止值 1/20,请使用插值法。如果您设定 MTF 曲线并指定截止频率小于 F /数的衍射截止频率的 1/3 左右,则同样应该设 置插值法。如果不这样,程序会检测到低频错误,它将显示错误消息,并将频 率增加到可接受的值,建议使用插值选项。

如果镜头的出瞳是非圆形的,MTF 处给定的空间频率需要在 X 和 y 处的 入瞳处有不同的剪切。程序计算了这些剪切,但在极端情况下,剪切可以完全 在入瞳外的一个方向或另一个方向。在这种情况下,没有足够的数据点来产生 有意义的 MTF,程序将显示一条消息,建议您降低截止频率,这将使剪切率与 请求的默认频率的比例成比例地降低。

尽管卷积法忽略了偏振,但它们确实考虑了渐晕和切趾。(只有 DMTF 版本考虑偏振。)

由 MTF 优化功能和 MTF 公差程序 BTOL 计算的 MTF 使用插值法,并根据 空间频率自动选择精确光线或 Zernike 选项。然而,优化 MTF 不会处理渐晕。如 果要考虑渐晕光瞳,则需要在优化期间使用 VSET 参数接近光瞳(或选择一个自 动包含渐晕效果的光瞳选项,例如 WAP 2 或 3,或 VFIELD 选项。

这两个系列都可以以单个频率给出 MTF,也可以选择绘制 21 个频率的 MTF。 还可以查看在同一幅图上最多绘制 4 个视场点 MTF 的格式,以及在 7 个焦点位 置或视场上方以单一频率绘制的 MTF,在下面部分中描述。

除了带注释的 X 轴和 Y 轴之外,大多数 MTF 系列的图像都可以显示微弱的网格线。要获取光路,请在设置分析之前打开开关 87。MOP 对话框允许您使用复选框选择此选项。

648

请注意,所有卷积 MTF 计算都假设出瞳中的光线网格在几何上是完美的矩形。如果不是这种情况,则剪切计算可能会出现错误,并且 MTF 可能不准确。 这很容易检查:只需在最后一个表面上寻找光迹并寻找任何类型的变形。使用傅 里叶变换 MTF 计算 DMTF,它不依赖于剪切光瞳。对于大多数系统而言,这不 是问题,通常会得到很好地纠正,但我们建议用户牢记这一功能。

8.6.3.2 单视场卷积 MTF

有两种形式的单视场 MTF,可以在对话框 M	OP 中找到,也可以使用命令运行	
[Z]MTF { <u>ICOL</u> /M/P } <u>HBAR FREQ</u> [<u>GRID</u>]GBAR	以单一频率显示分析	
[Z]MTF { <u>ICOL</u> / M / P } <u>HBAR</u> 0 [<u>GRID</u>] <u>GBAR</u> [P]	通过可选图分析 21 个频率	

第一种形式在 FREQ 的空间频率下计算子午和弧矢的 MTF,对于聚焦透镜 而言,频率单位为 cy/mm,对于 AFOCAL 而言,频率单位为 cy/mr。指令"MTF" 使用精确光线选项,而"ZMTF"使用波前插值法。如果开关 84 关闭,这是 Zernike 展开式,如果开启,则是线性样式。可以在 ICOL 输入明确的波长编号,"P"为主 波长,"M"为所有波长。如果输入 P,则第二种形式给出 21 个频率的 MTF,并 且可选地给出曲线图。

如果镜头矫正不好,你想检查低频的 MTF,你可以使用 ZMTF 选项获得更好的精度。

一个例子如下所示。



插值选项可以选择 GRID 输入; 默认值为 80 (乘以 80),较小的网格速度 稍微快一点,但如果网格太小或系统校正不佳,输出可能会变得不规则。

默认截止频率是镜头的 F /数和请求的波长(或多波长分析时的主波长)处的自然截止频率。您可以在 MTF 命令之前使用该命令输入所需的截止值。

FCO FREQUENCY

在 MTF 命令之前,直到更改频率前此截止值保持有效,或使用 FCO 0 将 其删除。

8.6.3.3 多视场 MTF 图(MMF)

可以从对话框 MMF 中或命令模式下获得四个视场点的卷积 MTF

- or MZMTF [GRID] (nterpolation method)
 - [HBAR HBAR HBAR HBAR HBAR ...] [HGEN NHBAR]

ICOL { ICOL / M / P } [GBAR GBAR] { PLOT / GO } 当没有给出 HBAR 条目时,默认视场为 0、.5、.75 和 1.0。HGEN 条目创 建了一个 NHBAR 视场的数组,均匀分布在 0 到 1.0 之间。在 HBAR 或 NHBAR 上可以指定最多 20 个视场点。

MZMTF 选项使用的是波前插值法,如果开关 84 关闭,它将是一个 Zernike 展开式,如果开关 84 打开,它将是一个线性样式。这些情况可以接受可选的[GRID] 输入(默认为 80 -参见第 8.6.3.2 节)。

如果镜头校正不好,并且您想在低频下检查 MTF,那么在打开开关 84 的情况下,使用 MZMTF 选项可以获得更好的精度。



MFF 图的示例如下所示。

默认的截止频率是在镜头的 F/数和所设置的波长处的自然截止频率(或者在 多波长分析中是主波长的频率)。此计算(以及绘制的用于参考的理想 MTF 曲线) 是在设置的第一个视场点上执行。您可以在 MTF 命令之前使用该命令输入想要 的截止频率

FCO FREQUENCY

在 MTF 命令之前,此选项可以通过 MMF 菜单访问。

8.6.3.4 傅里叶变换衍射 MTF

在矢量衍射起作用的情况下,或者考虑偏振的影响(透镜必须处于偏振模式 —参见第 17 章),衍射调制传递函数可以从对话框 MOP 或 MFM 或输入中获得

[W]DMTF {ICOL / M / P} HBAR NRYS 0 GBAR [P]

其中

ICOL	是波长编号,"M"表示多波长,"P"表示主波长。
<u>HBAR</u>	是 Y-物体的分数高度
<u>NRYS</u>	是入瞳中所需的光线数量
GBAR	是 X-物体的分数高度
[P]	表示应绘制 MTF 数据。

通过对从 8.6.2 节中描述的点扩展函数导出的线扩展函数进行傅里叶变换来 计算 DMTF。虽然比前面章节中描述的卷积法更严格,但这种方法有其自身的缺 陷:不可能对整个图像进行采样,因为这种图像延伸到无穷大。因此有必要在准 确性和费用之间作出妥协;如果选择了宽选项(WDMTF),图像将在艾里斑的 6 倍左右的区域上进行采样。如果超出这一区域进行采样,则会增加计算的成本, 而随着进一步采样,额外能量将稳定地减少。当前的采样算法是折中方案。对于 校正为比一个波长的像差更好的图像,在大多数情况下,MTF 分析中的残余误 差在最低空间频率处小于 1%,在更高频率处甚至更小。

宽选项计算 X 和 Y 在 64 个空间频率下的 MTF,在 50 个频率下在+和-45 度。窄选项计算 X 和 Y 在 21 个空间频率下的 MTF。该程序选择作为默认截止 值的镜头的理论截止值为 F /数(按第 8.6 节计算),主波长或单独指定的波长。 如果光瞳的透射部分远小于 YMP1 的尺寸,您可能希望减小 YMP1 的尺寸,使 得 F /数和截止频率将更接近于物理图像的尺寸。

如果需要除默认值以外的截止值,也可以使用 FCO 输入,如 GMTF 的情况 一样,但仅适用于宽选项,这将仅绘制等于或低于设置的 FCO 的值。

如果您当前的 FCO 明显低于衍射截止值,您将获得一个更平滑的 MTF 图,因为它计算更多的 MTF 值,并且在缩小的数据范围内有更多的数据点。

作为参考,还在 DMTF 图上的第一波长处绘制了理想的 DMTF。这个参考 忽略了偏振和渐晕,不像用卷积法给出的完美 MTF,它对真实光瞳进行建模。

示例 DMTF 图如下所示:



您还可以使用对话框 MIF 显示三维 MTF 曲面,并通过输入获得 DMTF 的二 维轮廓

M2F { ICOL / M / P } HBAR NRYS 0 GBAR.

此功能始终采用广域采样,并绘制到自然截止频率,忽略 FCO 输入,如果 有。请记住,为了避免混叠错误,您必须设置足够数量的光线。 有关此主题的 讨论请参阅 MIF。



示例 MIF 图。



示例 M2F 图

可以通过菜单 MOP 访问该选项

8.6.3.5 离焦衍射 MTF (TFMTF)

从对话框 MTM 中,可以在给定空间频率上将卷积 MTF 绘制为最多四个视场点和 10 个波长处的离焦位置的函数。命令模式输入是:

TFMTF FREQ [FREQ FREQ]

[HBAR <u>HBAR</u> [<u>HBAR</u> <u>HBAR</u> <u>HBAR</u> ...]] [HGEN <u>NHBAR</u>] [GBAR <u>GBAR</u>]

ICOL { ICOL / M / P }

INCREMENT DF

{PLOT/GO}

主波长中的默认值为 HBAR = (0, .5, .75, 1.0) 和 GBAR = 0。"M"表示 多波长分析, "P"表示主波长。

在 HBAR 线路上可能需要多达 20 个视场点;如果输入,将生成一组 NHBAR 字段点,这些点均匀分布在 0 到 1 之间。后者需要命令模式输入。

该程序还可以在多达四个空间频率的单个视场点处绘制 MTF。如果在命令 行中设置多个频率,则将分析所有频率,并且仅使用第一个 HBAR。在这种情 况下,需要命令模式列表。

由于该程序使用精确光线追迹而不是其他 MTF 选项可用的插值选项,不应 在低于衍射截止值的 1/40 左右时的空间频率下设置它。

该程序评估总共7个离焦位置,由离焦增量 DF 分隔。示例 TFMTF 如下所示:



菜单 MTM 可以访问该选项。

8.6.3.6 视场上 MTF (MOF)

在视场上绘制卷积 MTF 可以使用输入

[F][Z]MOF { ICOL / M / P / S } 0 FREQ { GRID / 0 } GBAR [Q] [FREQ FREQ FREQ]

这里, MOF 利用精确的光线衍射 MTF 计算,并且 ZMOF 在光瞳上插入每 个点得到近似 OPD,如果开关 84 关闭则使用 Zernike 方法,如果开启则使用线 性样式。有关差异的解释,请参见第 8.6.3.1。简而言之,插值法对于非常低的空 间频率是必需的。

FMOF 和 FZMOF 选项执行从 HBAR=-1 到+1 的完整追迹, 而其他选项执行 从 0 到+1 的追迹。

该系列功能允许使用波长编号"S",它分别分析每种波长的 MTF。这适用 于数字显示器有多种颜色的荧光粉,并且您想要对整个阵列生成清晰的图像,但 是您可以在软件中补偿横向色差的情况。在这种情况下,您不需要特别好地校正 正横向色差,这可以使设计在其他方面更好地工作。如果选择此选项,程序将只 处理第一个 FREQ 请求。其他颜色请求照常运行:M 分析所有波长(参考主波长 主光线),输入波长编号分析单波长。

FREQ 是第一个要分析的空间频率。

GRID 是网格编号,从 20 到 80;这仅适用于插值选项。

GBAR 是倾斜视场点。倾斜视场必须被定义才能有任何意义。

Q 设置 quiet 操作:程序将不会列出所有绘制的 MTF。

FREQ...最多可以分析三个空间频率。

程序计算 21 个视场点中每个点的 MTF,并绘制结果,如下例所示。这个 例子的输入是

MOF M 0 20 80 0 Q 40 60 80



可以通过菜单 MOP 访问该选项。

8.6.3.7 光瞳: 对 MTF 计算的影响

卷积衍射 MTF 被广泛应用于镜头质量的测量,在适当的条件下是完全合适的。但大多数用户不知道,在其他情况下,它的准确性可能会降低。我们指出,该计算是光瞳中剪切点对的 OPD 值的函数,而默认的标量计算忽略了图像上光线的偏振和入射角,只考虑每条光线相对于主光线的相位。这些细节的影响通常很小,除非 F/数非常小。

但是还有另一个条件会影响 MTF, 而且这个条件不是很小。卷积 MTF 模型 忽略了光瞳像差的影响。

为了理解这种效应,考虑在相干照明下由镜头形成的正弦波图像。如果物体 是振幅空间中的正弦波,那么在出瞳处的能量分布恰好由三个相干辐射点组成, 它们之间的间隔给出了正弦波图像的空间频率。这是产生一组干涉条纹的经典双 缝实验(广义为三缝)的一个例子。这些条纹构成了目标的图像,图像的对比度就 是 MTF。现在推广到不连贯的情况,即光瞳均匀充满照明,光瞳入口的每个点 现在在出口变成了不同的三个点,所有这些辐射三联体的模式叠加在一起就是这 种情况下的图像。请注意,每个图案的空间频率与所有其他图案的空间频率是相 同的。

到目前为止,这很简单。但是,如果出瞳的图样不是入瞳的严格几何映射, 会发生什么呢?考虑下面的光迹图,它显示了从离焦镜头中出现的光线模式,在 该位置有严重的光瞳变形。

658



通过这种映射,很明显,光瞳入口的每一组三个点会在出口表面产生另一组 三个点,它们的间距取决于起点。在边缘,它们会比中心靠得更近。所以每一组 的正弦波图像的空间频率都不同于其他的,因为。这取决于分离。在这种情况下, 不同频率的正弦波叠加在一起的图像对比度要比它们排列在一起的图像对比度 要低。这是卷积 MTF 算法忽略的。

上图显示了最后一个镜头表面的图案,在这种情况下,它不接近镜头的出瞳。 如果最后两个表面(焦透镜所需要的)被移动到出瞳处,这个镜头的光线模式变得 几乎均匀,卷积和傅里叶变换 MTF 之间的差异就可以忽略不计了。

为了说明这种影响,我们展示了上述光线图的 MTF,通过卷积法计算:(MTF):



下面是傅里叶变换法(DMTF)计算出的 MTF:



这两者非常不同。程序测试这种情况,并在光线模式看起来不完全正确时显

示一条警告消息。它找到边缘光线的 LB1 面和入瞳一半处的一条光线的截距, 计算出这两条截距与主光线截距的距离,如果主光线在 2%以内不是主光线截距 的一半,它就会显示消息。

所以在分析你的镜头的 MTF 时要小心,如果两种方法不一致,DMTF 可能 会更准确。如果你的 AFOCAL 镜头的最后一个表面不在出瞳处,建议你把它们 放在那里,然后再比较两种结果。知道这种效应的人并不多,虽然他们应该知道。

在这种情况下,如果您遵循了规则,但输出图形仍然不均匀,您可以在 MF 中添加一个目标,以控制输出光线图形的畸变。你不能仅仅控制三阶光瞳像差,除非测试面实际上是在近轴出光瞳,因为 DIP 的数量是在那里,而不是最后一个面。

8.6.4 衍射图像模型(DMODEL, MODEL)

衍射点扩散函数的数学描述可以通过通用的图像解剖程序 FOR 或程序 DET 来计算和存储,以便以后进行评估(参见第 9.1 至 9.3 节)。创建模型的最简单 方法是使用对话框 MMO;命令模式输入如下:

{D/W}MODEL { ICOL / M / P } HBAR NRYS WT GBAR

<u>ICOL</u>	是波长编号,"M"表示多波长分析,"P"表示主波长。
<u>HBAR</u>	是 Y-归一化视场
<u>NRYS</u>	是入瞳所需的光线数量,最多可达 20,000。
<u>WT</u>	是该图像的相对权重。多波长 (M) 图像的加权是镜头数据的一部分,对于这种情况应输入 1.0 的 WT。见第 8.2 节。)
GBAR	是 X-物体的分数高度

图像通常在截止空间波长的 1/4 处采样。DMODEL 将图像采样到大约 5 倍 艾里斑半径的范围,而广角版本的 WMODEL 采样到该区域的两倍。如果您设置 该版本,请务必指定足够多的光线,以避免图像中出现锯齿。一个好的测试是首 先运行 WPSPRD 命令,它将显示衍射图案并使锯齿非常明显(如果存在)。 如果您的图像延伸的区域大于 WMODEL 采样的区域,这是可能发生的,例 如,如果一个点的图像是一个尺寸超过艾里斑大小 10 倍的狭窄狭缝,那么上述 图像模型程序就不适合了。当您查看 WPSPRD 图并看到图像溢出图片时,这应 该是显而易见的。在这种情况下,您可以使用图像工具(MIT)代替,并设置进 行一致性分析。(点物体总是与其自身一致,所以这是一种合适的工具。)该程 序不限于样本区域,并提供许多可以在衍射模型上执行的相同类型的像质分析。 因为图像被更精细地采样,MIT 相干分析功能对于检查校正不佳的图像也更精 确。因为它使用 2D FFT 方法,而不是模型的衍射积分,它也更快。

有关使用图像模型功能的说明,请参阅第9.1节

8.6.5 衍射光瞳功能 (DPF)

通常由衍射分析程序计算的渐晕出瞳,可以存储以供 DIFF 使用。输入是

DPF { ICOL / P } HBAR NRYS 0 GBAR

有关此功能的说明,请参见第9.4节。

8.6.6 波前多项式系数(COE)

可以计算插值多项式的系数以供 DIFF 使用。对于某些衍射分析而言,此功 能比需要 DPF 的选项运行得更快,并且还允许用户控制各个项有关更多信息, 请参见第 9.2 节。输入是:

COE { ICOL / P } HBAR 0 0 GBAR [FULL].

程序 COE 追迹 21x21 光线的网格,并用最小二乘法求解系数。考虑了光圈 和渐晕。COE 使用的多项式与第 3.3.2.2.2 节中描述的多项式相同。

FULL 选项逐项列出系数,并列出每个系数的多项式项,如下所示:

COEFFICIENT FOLYNOMIAL 1 -0.972493 R**2 0.716866E-02 Y 2 0.383261 R**4 3 0.478242 Y*R**2 4 0.127801 Y**2 5 6 -0.353496E-01 R**6 7 -0.418757 Y*R**4 8 0.670004 R**2*Y**2 9 -0.110492 Y**3 10 -0.716602E-01 R**8 11 -0.342059E-03 X 12 0.144931E-02 X*R**2 13 -0.169279E-02 X*R**4 0.326432E-03 X**3 14 15 0.258674E-03 X*Y 16 0.155731E-01 R**10

可以使用指令 COE 在 AANT 文件中控制扩展式中的各个项。

如果 COE 命令紧接在 PUPIL 命令之前, PUPIL 功能将使用 COE 系数而不 是真实光线追迹对波前建模。

8.6.6.1 Zernike 波前多项式(ZCOE)

为了使波前拟合 Zernike 多项式系列,如第 3.3.2.2.6 节所述,输入为

{ ZCOE / ZC4 } { <u>ICOL</u> / P } <u>HBAR</u> 0 0 <u>GBAR</u> [FULL [RMS]].

显示参考部分中讨论的 36 个项,加上常数项的系数,显示为数字 37。目前, DIFF 不能使用 ZCOE 系数。如果运行 COE 或 ZCOE,然后立即运行 PUPIL,则 会得到一个多项式描述的波前图。

ZC4 选项仅评估 Zernike 系列的前四个项。这适用于光瞳不是均匀圆的情况,并且仍然希望看到倾斜和离焦项。更多详细信息,请参见第 5.7 节。

FULL 选项逐项列出系数并显示每个系数的多项式,如下所示:

COEFFICIENT SERNIKE TERM _____ 1 -0.543383E-07 R COS(A) (distortion) 2 0.612461E-01 R SIN(A)) 3 -0.134166 2*R**2-1 (defocus) 4 -0.315161 R**2 COS (2A) (astigmatism) 5 0.139942E-06 R**2 SIN(2A) 6 -0.100257E-06 (3*R**2-2) R COS(A) (coma) 7 -0.359022E-01 (3*R**2-2) R SIN(A) 0.950251E-01 6*R**4-6*R**2+1 (spherical aberration) 8 0.179692E-06 R**3 COS(3A) 9 10 0.275242E-01 R**3 SIN(3A) 11 -0.837673E-01 (4*R**2-3) R**2 COS (2A) 12 0.226484E-06 (4*R**2-3) R**2 SIN(2A) 13 -0.157609E-06 (10*R**4-12*R**2+3) R COS(A) 14 -0.422843E-01 (10*R**4-12*R**2+3) R SIN(A) 15 -0.677008E-02 20*R**6-30*R**4+12*R**2-1 0.855502E-03 R**4 COS(4A) 16 17 -0.119863E-06 R**4 SIN(4A) 18 0.260765E-06 (5*R**2-4) R**3 COS (3A) 0.301007E-02 (5*R**2-4) R**3 SIN(3A) 19 20 0.753338E-04 (15*R**4-20*R**2+6) R**2 COS(2A) 21 0.302299E-06 (15*R**4-20*R**2+6) R**2 SIN(2A) 22 -0.180108E-06 (35*R**6-60*R**4+30*R**2-4) R COS(A) 0.157635E-02 (35*R**6-60*R**4+30*R**2-4) R SIN(A) 23 24 -0.513180E-03 70*R**8-140*R**6+90*R**4-20*R**2+1 25 0.184486E-07 R**5 COS(5A) -0.262031E-04 R**5 SIN(5A) 26 0.973738E-04 (6*R**2-5) R**4 COS(4A) 27 28 -0.168155E-06 (6*R**2-5) R**4 SIN(4A) 29 0.330699E-06 (21*R**4-30*R**2+10) R**3 COS(3A) 30 0.904492E-04 (21*R**4-30*R**2+10) R**3 SIN(3A) 31 0.650909E-04 (56*R**6-105*R**4+60*R**2-10) R**2 COS(2A) 32 0.372422E-06 (56*R**6-105*R**4+60*R**2-10) R**2 SIN(2A) 33 -0.252197E-06 (126*R**8-280*R**6+210*R**4-60*R**2+5) R COS (A) 34 0.214775E-04 (126*R**8-280*R**6+210*R**4-60*R**2+5) R SIN(A) 35 -0.112757E-05 252.0*R10-630.0*R8+560.0*R6-210.0*R4+30.0*R2-1.0 36 0.135635E-06 924.0*R12-2772.0*R10+3150.0*R8-1680.0*R6+420.0*R4-2.0*R2+1.0 37 -0.235450 1

RMS 选项对该项进行规范化,以使单位圆环上的 RMS 值=1。如果未设置 此选项,则规范化会在圆环边缘给出峰值1。

ZCOE 考虑孔径和渐晕。

可以使用指令 ZCOE 在 AANT 文件中控制扩展式中的各项。

如果 ZCOE 命令紧接在 PUPIL 命令之前, PUPIL 功能将使用 ZCOE 系数而 不是真实光线追迹对波前建模。

664

8.6.7 部分相干分析

当考虑衍射时,自发光或漫射目标的图像不同于通过显微镜或幻灯片投影 仪等聚光系统照射的目标的图像。在后一种系统中,通常通过在投影透镜的入 瞳处形成光源的实际图像来照射目标或透明物体,并且根据聚光器的设计,光 瞳可能完全充满灯丝的像,也可能不完全充满。

如果光瞳仅在其中心填充,如使用激光源,目标的各个点就会受到与其他 点的辐射相一致的照射。光对所有点都有一定的相位关系。在这种条件下形成 的图像(称为相干成像)与在非相干条件下形成的图像有很大不同:例如,条 形目标的邻近部分会相互干扰,产生比目标本身更高的空间频率的条纹。

如果光瞳完全充满光线,则图像在相干情况下比非相干更接近,但是完全 不相干的成像需要光瞳过度填充的2倍。因此,在大多数实际情况下,图像介 于两种情况之间,称为部分相干。

SYNOPSYS 可以通过指定的光瞳填充来计算不同目标部分相干图像的一维 轮廓或二维图像。该计算在某种程度上不如其他衍射分析程序通用,因为它假设 从图像的法向入射,遵守标量衍射理论,忽略偏振,并使用插值多项式来描述波 前,而不是精确的追迹每条光线。这些假设通常适用于部分相干性是一个因素的 情况,然而,在微光刻镜片,远心光学器件的情况下,这些假设通常近乎完美。 PARTC 支持光晕和渐晕,但不支持 OBS 功能。作为参考,您可以通过在 PARTC 命令之前打开开关 50,来获得光瞳掩模中所有点的列表,其中传输从 0 缩放到 10 变焦。二维版本可在图像工具菜单 MIT 中找到;这里描述的是一维情况。

两种形式都假设出射光束的光线图样是入瞳的线性反射。如果不是这样, 当系统有较大的光瞳像差时,部分相干特征是不准确的,不应该使用。

对话框 MPA 可以交互地运行 PARTC。PARTC 的命令模式输入是

PARTC { ICOL / M / P } HBAR GBAR REL [GAUSSIAN RBS]

[XREL <u>XREL</u>] [KNIFE] [ANNULUS <u>RHO</u> <u>NRHO</u>] [[NO]NORMAL]

JTAR SWAVL CONTRAST [X/Y [PHASE]]

{ PLOT / END } [PLOT NOSOURCE]

ICOL	是波长编号,"M"表示所有波长,"P"表示主波长		
HBAR	是 Y-归一化视场。		
GBAR	是 X-归一化视场。		
<u>REL</u>	是要填充的光瞳的比例。		
GAUSSIAN <u>RBS</u>	如果被照明的光斑具有高斯分布而不是均匀分布,则 在光斑边缘输入相对光束尺寸作为 RBS。		
<u>XREL</u>	如果 X 和 Y 的分数不同,例如对于狭缝,则在此处输入 X 值。		
KNIFE	生成重建波形的显示刀口迹线。		
ANNULUS	用于定义环形照明图案的参数。见下文。		
[NO]NORM AL	NORMAL 设置对输出重建进行标准化,使平均强度 与输入波形的平均值相同。这可能是准确的,也可能 不准确,因为能量可以从孔径衍射出来 ——但对比不 受此步骤的影响,波形更容易与之后的目标形状进行 比较。默认值为 NONORMAL。		
JTAR_	是目标类型,定义如下。		
<u>SWAVL</u>	是空间波长,在最终图像上以微米为单位测量。对于 AFOCAL镜头,这个尺寸以毫弧度为单位。		
<u>CONTRAST</u>	给出目标对比度,定义为(MAX - MIN)/(MAX + MIN)。它的值应该是非零的。		



PARTC 计算需要对四维积分进行数值计算,这可能是耗时的。目标的采 样频率足以描述镜头成像的所有谐波,在正弦波或方波目标的情况下,最小值 为 20 个样本,最多为 200 个样本,其他类型的样品固定数量为 180 个样本。使 用前者通常要快得多,因为只评估模式的单个循环,然后在图上重复四个循 环。另一方面,其他目标类型需要计算四个半周期等效的点。如果您设置可选 DOUBLE,那么这些数字都将乘以 2。在这种情况下,后面的文本中的样本数 也应该全部乘以 2。

通常假设目标根据所设置的对比度在强度上进行调制。还可以恒定强度分析以相位差编码图案的目标。为此,只需在目标描述中包含可选词 PHASE。对比度的条目适用于相位差,而不是强度对比度,对于这种情况当然为零。相位以波长为单位。

假设根据 REL 输入填充的光瞳被均匀填充,但如果镜头在 RLE 文件中具有高斯声明,则程序将模拟高斯强度分布。详细信息请参见第 3.1.4 节。

输出由显示出来的目标和图像配置文件表组成,如果输入文件以单词 PLOT 结尾,输出将显示这些数据的绘图。您也可以使用可选的 KNIFE 设置刀 口轨迹的图像数据。这些数据给出了重建图像强度的运行总和。

目标编号 6 仅在命令模式下或 MACro(不在对话框 MPA 中)中可用。它 由用户以以下格式定义:

PARTC ... 6 <u>SIZE</u> 0 [X] LOCATION VALUE LOCATION VALUE ... END

在 180 个数据点上此输入定义一组不连续的点来指定目标配置文件。当读 取每个位置和值的集合时,从该点到点 180 的目标数据被设置为输入的值。 SIZE 是参考尺寸,在绘图上绘制(参见下图),其对应于恰好 40 个数据点的 图像比例。程序根据输入的数据计算目标对比度,因此在这种情况下不需要输 入对比度数据。

要描述 X 方向上的阶跃函数,例如,从目标左侧的 80%开始,从中心到右边缘的 20%,输入将是:

6 30 0 X 1 .8 90 .2 END

目标的总尺寸为 30 x 4.5,或 135 微米,因为输入的 30 微米尺寸覆盖了 180 个数据点中的 40 个。

PARTC 的一个新用途是分析任意物体轮廓的衍射模式,其中相干性不是一个问题。例如,可以通过输入如下参数检查双星的图像的配置文件:

```
GET 4
PARTC M 0 0 2
6 8 0 X
10
70 300
71 0
110 300
111 0
END
PLOT NOSOURCE
```

在这里,我们从镜头库中获取中继望远镜,并设定分析双星,其图像在焦平面处相隔8微米。该物体由两个强度为300的亮点组成,图像如下。对于这种情况,我们不希望显示物体轮廓,它将从图片顶部延伸。填充REL为2的相对孔径确保我们看到完全不相干的情况。("图像工具"对话框 MIT 还可以分析和绘制双星源。)



输入此类 REL 值时,请注意计算时间会随此数字的平方而变化。

PARTC 的另一个有趣用途是分析如果光瞳处的照明图案在中间有一个洞会发生什么。此功能的一个重要用途是当您需要设计微光刻的物镜时,必须非常快,并且需要在 UV 中将波形的一小部分校正。这些镜头非常复杂,并且难以设计和制造。但如果您可以使用反射系统,则会产生全新的选项,图像是弥散斑的。由于阻挡完全遮蔽来自图像的零级信息,所以业界已经避免了这种方法。根据衍射理论,低频信息通过光瞳中照射点附近的镜头,它始终位于中心并且可能非常小,不能容忍那里出现的遮蔽情况。高频信息通过光瞳边缘附近,这就是为什么我们首先要使用非常快的镜头:尽可能高地传递频率。

但是,如果不是用中心的小斑点照射光瞳,而是设计照明光学系统,使得 它产生一个照明环,位于光瞳的中间位置,则几何形状会发生变化。现在可以 容忍中心遮阑,虽然传输的频率与通常的情况不同,但是获得了非常有用的图 像。下面给出了这种分析的一个例子。

PARTC 的输出包括每种颜色的波前多项式,透镜的数值孔径和 F/数,样本间距以及评估目标的样本数量的系数列表。在 41 x 41 行的网格对光瞳进行采样,其中实际包含在输出中列出的填充部分内的行数。您可以通过在调用 PARTC 之前将开关 22 置于 ON 来设置物方频谱的可选列表。

给出了每个采样点上的物体强度以及该点处的重建图像的强度的列表。绘制 输出的示例如下所示:



PARTC 将其输出的副本放在 AI FILE 缓冲区中,您可以使用这些数据做一些有趣的事情。例如,让我们画出完全相干情况下的正弦波对比度绘制为空间 频率的函数。结果类似于熟悉的 MTF 曲线,更不用说 MTF 概念严格来说不适用于相干光。首先我们写一个 MACro:

```
= 1000 / AIP
Z5 = FILE 1
PARTC P 0 0 0
1 Z5 1 Y
PLOT
```

使用 AIP = 200 初始化 AIP,这是该镜头的 MTF 曲线中间附近的频率,并运行该 MACro。然后设定查看 AI 缓冲区:

SYNOPSYS AI>BUFFER?

The	current FILE	BUFFER	contains
1	20.0000	0000 No	 Samples
2	0.9259	8074 CC	NTRAST
3	0.0433	7431 00	JTPUT
4	0.0525	1709 00	JTPUT
5	0.0839	9759 OT	JTPUT
6	0.1476	8598 OT	JTPUT
7	0.2533	5719 OT	JTPUT
8	0.4036	1910 00	JTPUT
9	0.5887	1012 00	JTPUT
10	0.785	56516 0	UTPUT
11	0.961	96295 0	UTPUT
12	2 1.084	62728 0	UTPUT
13	3 1.128	59918 0	UTPUT
14	4 1.084	62728 0	UTPUT
1	5 0.961	96295 0	UTPUT
10	6 0.785	56516 0	UTPUT
1	7 0.588	71012 0	UTPUT
18	B 0.403	61910 0	UTPUT
19	9 0.253	35719 0	UTPUT
20	0.147	68598 0	UTPUT
2:	0.083	99759 0	UTPUT
23	2 0.052	51709 0	UTPUT

SYNOPSYS AI>

在上述数据中对重建的正弦波进行采样,并在文件位置2中给出对比。 (对比度定义为(MAX - MIN)/(MAX + MIN))现在我们可以创建一个新 的 MACro 进行分析 我们需要:

```
= 1000 / AIP

Z5 = FILE 1

PARTC P 0 0 0

1 Z5 1 Y

END

ORD = FILE 2
```

运行一次,然后定义一个符号以循环我们想要的空间频率范围:

QQ: QUIET / DO MACRO FOR AIP = 1 TO 400 / LOUD

通过键入新命令 QQ 运行此命令。结果如下:



让我们指出一些细微之处:首先,我们以 c / mm 为单位输入 AIP 数据,与 MTF 单位相同。而 PARTC 希望波长以微米为单位。所以我们先把 AIP 值转换为 1000 / AIP。我们将这个值放入变量 Z5(了解第 15.1.4.2 节中 Zn 的参数)。这是 空间波长, PARTC 读取 word 2 中的 SWAV 数据。然后 ORD 累积绘图数据。

该镜头的衍射 MTF 截止值为 649 cy / mm,完全相干分析在该值的一半处 降至零,如图所示。注意逐步减少对比度。人们普遍认为,完全相干的 MTF 保 持在 1.0 的值,直到它降至零。但只有当物体在振幅空间中是完美的正弦波时 才是如此,而我们的目标是强度空间中的正弦波。这两者当然是不同的。

如果您使用环形光瞳照射将此分析运行至 500 c / mm,则曲线会发生变化:可以使用更高频率显示,但中频较低,表明使用弥散斑系统进行相干微光刻工作是非常可行的,前提是照明光源是环状的。



ANNULUS 选项生成一组 NRHO 光瞳阵列,每个阵列与 PARTC 通常位于 光瞳中心的阵列相同,但排列在光瞳半径 RHO 的环形上。在这种情况下,我 们建立了一个完美的相干系统,在光瞳中间有一圈照明,总共有 100 个相干 点。增加的输入是

ANNULUS 0.5 100

大量的点会产生更平滑的曲线,而较少的点会更快地运行。

理论

Hopkins *已经描述了部分相干的数学理论,这里不再重复。但是,我将概述 SYNOPSYS 执行的计算过程中的步骤,以帮助用户理解结果的含义。

二维物体可以通过用 X 和 Y 中变化强度函数来描述,也可以用振幅函数来描述,振幅函数给出了每一点的局部场强。如果我们暂时考虑完全相干的情况,在没有目标的情况下,投影镜头的光瞳包含来自聚光器的单个光点。当插入目标时,其幅度分布的每个傅里叶分量产生光瞳中该点的两个附加衍射图像。通常,这些衍射点中的许多落在物理透镜光瞳之外,能量和信息就会丢

失。落入光瞳内的所有这些点的阵列构成了一组相干的辐射源,其在最终图像 处产生干涉图案。这种模式是完全一致的情况。

在部分相干的情况下,光瞳中有许多点被照明的相互不相干区域填充,我 们只需对每个这样的区域重复上述计算并叠加结果。几个点并不是都有相同的 图案,因为它们的中心位置不同,具有不同的像差,而且同一组衍射点不会从 所有这些点穿过透镜。

*H. H. Hopkins, "On the diffraction theory of optical images", *Proc. Roy'. Soc. London*, Ser. A 217, pp. 408-432, 1953.

8.6.8 波前差(VAR), VFOCUS

条目

[Q]VARIANCE { ICOL / M / P) HBAR NRYS 0 GBAR [XIP YIP]

将计算给定视场和波长的波前差、标准差、斯特列尔比和 RMS 误差。

该功能也可以从对话 MDI 以交互方式运行,并且可以在设置 GNV 的优化 中控制方差。

对于大多数这些计算,参考球的中心位于衍射图像点,而不是在主光线点。 这是加权方差最小的位置,并且它大致对应于衍射图案的中心峰值的位置。只要 OPD 误差不超过大约一个波长,该近似是相当准确的。在图像具有非对称像差 的情况下,它从主光线偏移。该中心位置相对于主光线点,可以选择用 XIP YIP 输入。斯特列尔比近似等于此点处的强度与理想图像的强度之比,并且仅对于均 匀的无遮挡的光圈有效。(要查看图像重心的位置,请使用 PSPRD 功能。)

文中还列出了 RMS 波前误差。RMS- CR 计算给出了主波长之前的均方根, 参考点在主光线点而不是图像点,而标准偏差(STD. DEV)计算则以图像点为参 考点。将 RMS-CR 与标准偏差进行比较,可以看出两者在任何给定情况下的差异。例如,如果图像显示了大量的彗差,这种差异就很大——这说明在评估图像 质量时进行这种调整的重要性。

M 选项使得方差被计算为当前有效波长的颜色加权平均值。P 仅设置主波 长颜色。表格为 QVAR ...仅显示最终加权结果,没有按颜色逐项列出中间结 果。

在计算波前差时,参考球的中心在逻辑上有三个位置:一阶理想点(即实际 主光线点),对应于图像表面上衍射图案的峰值的点和对应于一般 3D 空间中的 衍射图案的峰值的点(不一定在图像表面上)。这三点在一个完美的光学系统中 重合。如果光学系统不完美,则三个点是分离的。如果使用一阶理想点计算原始 波前像差函数,则可以通过从像差函数中减去倾斜项来找到第二点(假设像差的 幅度不是非常大)。从像差函数中减去倾斜和离焦项就找到第三个点。 SYNOPSYS 使用第二个点作为波前差计算中参考球的中心,该点为波长的加权 集合。MAP 程序可以根据图像点的位置来影响畸变进行反射。

在单波长系统中,标准偏差只是方差的平方根。在多波长图像中,我们采用了不同的方法:这里,S.D.的显示值和 Strehl 比值是上面第二点所取的每个独立值的加权平均值。

返回值可以作为目标输入到 AANT 文件中,如第 10.3.1.3 节所述。

另一种形式将由方差程序计算的数据绘制为视场点的函数。输入是:

OFVARIANCE <u>NRYS MODE</u> FIELDS <u>NF</u> GBAR <u>GBAR</u> ICOL { M / P / <u>NB</u> } PLOT

MODE 必须是1到5之间的整数,并选择要绘制的数量。

MODE PLOTS

- 1 方差
- 2 标准差
- 3 斯特列尔比率
- 4 X 像点
- 5 Y 像点
- 6 RMS 波前误差

设置的视场数必须介于 2 和 21 之间。仅当镜头定义了倾斜视场且镜头中必须存在所设置的波长时,GBAR 条目才有效。像往常一样,"M"设定以所有波长进行分析,而"P"只有主波长。结果被显示并绘制出来。数据给出了图形上每个点的 X 和 Y 位置(以英寸为单位),以及所选数量的值。

命令

VFOCUS { ICOL / M / P) HBAR NRYS 0 GBAR [0 0 TVAR]

用于重新聚焦系统,使方差最小化。程序将根据以下规则选择不同的参数:

1.如果输入TVAR,则该厚度数字是变量。设定的厚度不能通过拾取或解 决来控制。该数字必须在命令的第9个字内。仅当最后一个厚度也不受求解控 制时才推荐使用,因为求解仍然有效。厚度变量不能改变近轴离焦。

2.如果未输入 TVAR 并且镜头为 FOCAL 且最后厚度为求解,则 BTH 的值 会发生变化。如果最后的厚度没有解决,则改变厚度。

3.如果没有输入TVAR 且镜头为AFOCAL,程序将把它置于ACCOM 模式,并且会改变适应的屈光度。

这些选项可用于创建一个图表,显示基于真实光线 OPD 的视场曲线,而不 是 FCV 使用的中心区域光线截距。例如,假设您的镜头在最后一个厚度上有一 个 YMT 求解,编号为 11。然后使用宏

VFOCUS M AIP 600 ORD = THICKNESS 11

运行此 MACro 一次, 然后输入

DO MAC FOR AIP = 0 TO 1

系统将重新聚焦在每个视场点(由当前的 AIP 值给定,在循环期间发生变化),然后拾取最后厚度的值以在图上显示。(有关 AI 循环的更多信息,请参见第 15.1.2.1 节。)

VFOCUS 在后台运行优化程序,具有单个变量和单个像差,使用 CLINK 优化功能调用 VAR 程序来评估波前。

VAR 和 VFOCUS 可以从对话框 MDI 中以交互方式运行。

8.6.9 受扰出瞳(GPP)

在 TOSP 程序计算出具有机械或热应力或梯度的光学系统的扰动波前之后, 程序 DMODEL, DMTF, VARIANCE, PSPRD 和 DPF 可以接受数据并计算得到 的(单波长)图像。要使用此选项,输入

GPP (被干扰的光瞳)

应该在像质分析命令之前。

8.6.10 离焦 PSPRD(TFP)

利用下面所示的输入,可以获得在3个视场中5个离焦点位置的衍射点扩展的合成图像。它也可以从对话 MTP 中以交互方式获得。

[PSVISUAL <u>MAG</u> <u>GAIN</u>]	
TFPSPRD <u>NRYS [HEIGHT</u> [R / L]]	
[DF { 1 / 3 / 5 } <u>DELTAF</u>]	(离焦数据)
[HBAR <u>HBAR1</u> HBAR2HBAR3]	(分数Y视场)
[GBAR <u>GBAR</u>]	(分数 X 视场)
[ICOL { <u>ICOL</u> / M / P } <u>[ICOL</u>]	(多达5个波长编 号)
PLOT	

其中 NRYS 是要在光瞳中追迹的光线数量,而 HEIGHT 是通过图像的中心 切片中最高点的高度。该程序将为每个波长 ICOL (默认值:仅限主波长)中输 入的每个 HBAR (默认值:0,.75,1.0)生成 WPSPRD,并将它们绘制在单个图 片上,如果输入了可选的 R 或 L,则从右或左方向看。"M"设置所有波长,"P"只 是主波长。如果在 DF 线 (默认值:1)上输入的离焦位置数为 3 或 5,程序还将 计算图像表面的正负 DELTAF 距离处。然后将这些图像与第一个图像一起绘制。 如果已经设置了五个离焦位置,该程序将重复第二次。

如果只输入 TFP 这个词,程序将提示输入其他数据项。如果省略 HEIGHT 或为零,程序将计算一个比例因子,使得理想图像在图上具有大约一英寸的高度,而较差的图像显示一个减少的高度,这表示该图像处的峰值强度降低。

如果镜头为 AFOCAL 或 ACCOMODATED,程序会将 DELTAF 条目解释 为离焦屈光度而非镜头单位。

单个图片是相当小的,因为我们必须在一个页面上容纳15张图片,因此用于显示图像的线条非常靠近。我们建议您使用最小的线宽进行绘图,因此这些行就不会连到一起。(请参阅顶部菜单栏中的选项|图形|设置线宽。)

如果 TFP 命令遵循 PSVISUAL 命令,则图片将显示每个图像的视觉外观, 而不是倾斜透视图。在这种情况下,您可以使用 MAG 参数控制每个图像显示 的区域,其中数值 2 将放大图像 2 倍,通过增益将图像放大,显示出较暗的条 纹,同时可能使峰值饱和。

如果在 TFPSPRD 命令中输入非零的 HT 值,则程序将对每个图像进行标准 化,以便任何 RGB 颜色坐标的最高值等于 255 * GAIN。在这种情况下,每个 图像都是单独标准化的。如果为 HT 输入无值或零,则程序将计算其创建的第 一个图像所需的标准化,并对所有其他图像使用此比例。由于第一张图像通常 是对焦内,轴上(和最佳)图像,因此该选项将显示在其他视场点和焦点位置 发生的强度下降。然而,由于像差和离焦,通常情况下,其他一些图像太低而 看不清楚,在这种情况下,您需要输入 HT 的值,例如 1.0,才能看到它们。

TFP 输出的两个例子如下所示。在第一个例子中,我们没有指定图像高度,您可以看到离焦图像的峰值强度较低。第二个例子是 TFP 的 PSVISUAL 形式,其中我们指定 MAG 为 2,增益为 20 ——但不指定高度,以显示右上方的弥散斑图像,同时使图像看起来更加饱和。

678





8.6.11 全视场 PSPRD(OFP)

SYNOPSYS 可以绘制衍射点分布在视场中的许多点。可以通过 MPF 菜单 访问此功能。

有一个命令模式列表,如下所示:

[PSVISUAL [MAG GAIN]]

OFPSPRD <u>NRYS HT</u> [R / L] FIELDS { <u>NHBAR</u> / FULL } GBAR <u>GBAR</u> ICOL { <u>ICOL</u> / M / P } [<u>ICOL</u> I<u>COL</u> ...] PLOT 如果需要,可以在上面的链接中更详细地解释这些参数。

8.6.12 波前差-MTF 关系(VMR)

有时想知道波前差和衍射 MTF 之间的关系,特别是在规划 BTOL 分析时。 该程序可以接受任一类型的质量描述符,但方差分析执行得更快。

序列

VMR <u>SFREQ</u> HBAR <u>HBAR</u> <u>HBAR</u> <u>HBAR</u> [GBAR <u>GBAR</u>] ICOL { P / M / <u>ICOL</u> } PLOT

将在合理范围内逐步改变焦点并绘制两个分析图。这里,SFREQ 是执行分析的空间频率。下图显示了输出的示例。



可以从图中读取对应于期望 MTF 值的每个视场的方差值。然而,这通常不 是一个简单的单值函数,因此在选择目标时要谨慎。

8.6.13 变焦 PSPRD (ZPSPRD)

SYNOPSYS 可以在所有定义的变焦上绘制单个视场点的衍射点扩展函数。可以通过菜单 MPZ 访问此功能。

有一个命令模式列表,如下所示:

[PSVISUAL [MAG GAIN]]

ZSPRD <u>NRYS HT</u> [R/L] ZOOMS <u>NZOOMS</u> HBAR <u>HB AR</u> GBAR <u>GBAR</u> ICOL { <u>ICOL</u> / M / P } [<u>ICOL</u> I<u>COL</u> ...] PLOT

如果需要,可以在上面的链接中更详细地了解这些参数的解释。

8.6.14 全视场光瞳图

SYNOPSYS 可以创建一个绘图,显示视场中多个位置的出瞳波前的形状。 通过选择 PUPIL 部分中的 Over Field 复选框,然后单击 PUPIL 按钮,可以从 MDI 对话框中运行此功能。图中显示的坐标是在入瞳处取得的,而波前是在出 瞳处。(要查看出瞳处的波前,请使用 PUPIL 命令并指定 EXPUPIL。)

命令模式输入是

[FRINGES] [F]FPU ICOL SCF GBAR WX WY NFOV.

除非命令前面有命令 FRINGES, 否则将生成倾斜透视图。FFPU 形式从-1 到1分析, 而 FPU 形式从0到1。

条目 ICOL 和 GBAR 具有它们通常的含义:分别为波长编号和倾斜视场。

此功能没有多波长选项,也不支持波前的等高线绘图(与 PUPIL 一样)。 您可以在第7字内输入所需的视场点数作为 NFOV;如果输入,则数字必须介于2和15之间。默认数字为15个视场点。

比例因子 SCF 仅适用于倾斜透视图,并指定绘图上每 0.25 英寸绘制的波数。

条目 WX 和 WY 给出一个可选的楔形,它将被添加到 X 或 Y 方向的波前上;数值 3 到 5 可以使条纹更容易解释。示例 FPU 图如下所示,在这种情况下没有添加楔形。



命令 PUPIL 将绘制单个视场点。

8.6.15 全光谱 PSPRD (OSP)

镜头中的色差校正很少是完美的。当镜头看起来还不错时,OSPSPRD 功能可以告诉您它是否足够好。也可以通过菜单 MPS 访问此功能。
[PSVISUAL [MAG GAIN]]

OSPSPRD <u>NRYS HT</u> [R / L] COLORS <u>NCOLS</u> FIELD <u>HBAR GBAR</u> PLOT

如果需要,可以在上面的链接中更详细地解释这些参数。

8.7 通用像质分析

(此部分已删除。)

8.8 绘图函数

MAP 功能将根据入瞳内的视场或位置的函数,来评估镜头系统的各种属性。此功能的基本用途是在几个视场点显示点列图,但有几个不太明显的用途 是有意义的:您可以在给定物体坐标处的光瞳中的许多点处绘制局部 HOE 光栅 频率。您可以看到一张显示局部入射角的图片,例如,主光线在一个特定表面 上的许多视场点上,或者将光线网格的 OPD 绘制到光瞳上。

输出可以以数字或模拟方式绘制。您可以存储一组绘图数据,创建第二组 数据,并绘制两组之间的差异——从而反射出双目系统中的收敛差异。绘图位 置可以对应于曲面或图像处的实际坐标,或者对应于初始坐标而不是最终坐标 的函数。最多可设置和处理 20000 条光线。

MAP 可以从对话框 MMA 中以交互方式运行。共有 19 个项可以被绘制。 它们可以采用许多指令来控制显示内容和以何种方式显示。下表总结了允许的 组合。(Y 表示数据是必需的,"~"表示可选,N 表示不允许。列 P234 表示除 正方形以外的光线几何网格。这些类似于 PUP 2,3 和 4 光迹选项。SPOT、VAR 和 IPDISTORTION 图总是使用方形网格。)

注意:我们不要求 SYNOPSYS 用户研究此图表,仅供参考。 MMA 对话 框为您完成工作。当您在该对话框中选择项时,根据规则启用或禁用其他项。 之后,命令 LMM 将命令序列加载到 MACro 编辑器中,所有编辑器都被正确格 式化,如果需要,可以将该工作保存为 MACro。

No.	name	over	over	on	multicolor	circle	P234	Digital	Actual
		FOV	pupil	surface		cscale			

1	SPT, SPOT	Y	Ν	Ν	Y	Ν	Y	Ν	~
2	FOOT	Y	N	~	Y	N	Y	N	~
3	YA	Y	Y	~	Y	Y	Y	Y	~
4	XA	Y	Y	~	Y	Y	Y	Y	~
5	[R][H]DIST	Y	N	N	Y	Y	N	Y	~
6	ZZ	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	~
7	HH	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	~
8	OPD	N	Y	~	Y	Y	Y	Y	~
9	UNI	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	~
10	HFREQ GFREQ	Y	Y	~	Y	Y	Y	Y	~
	SAC	V	CUD		N	V	V	N 7	
11	SAG	I	F	~	1	Y	Y	Y	~
11 12	ZA	I Y	F Y	~	Y	Y Y	Y Y	Y Y	~
11 12 13	ZA PUPIL	Y Y Y	F Y N	~ ~ N	Y Y Y	Y N	Y Y Y	Y Y N	~ ~ N
11 12 13 14	ZA PUPIL TRANS	Y Y Y Y	F Y N Y	~ ~ N ~	Y Y Y Y	Y N Y	Y Y Y Y	Y Y N Y	~ ~ N ~
11 12 13 14 15	ZA PUPIL TRANS POLAR	Y Y Y Y Y	F Y N Y Y	~ ~ N ~ ~	Y Y Y Y Y	Y N Y N	Y Y Y Y Y	Y Y N Y N	~ ~ N ~ N
11 12 13 14 15 16	ZA PUPIL TRANS POLAR HSFRE	Y Y Y Y Y Y	F Y N Y Y Y Y	~ N ~ ~ ~	Y Y Y Y Y Y	Y Y N Y N Y	Y Y Y Y Y Y	Y Y N Y N Y	~ N ~ N ~
11 12 13 14 15 16 17	ZA PUPIL TRANS POLAR HSFRE RMS	Y Y Y Y Y Y Y	F Y N Y Y Y Y N	~ N ~ ~ N	Y Y Y Y Y Y Y	Y N Y N Y Y Y	Y Y Y Y Y Y N	Y Y N Y N Y Y	~ N ~ N ~ Y
11 12 13 14 15 16 17 18	ZA PUPIL TRANS POLAR HSFRE RMS VAR	Y Y Y Y Y Y Y Y	F Y N Y Y Y Y N N	~ N ~ ~ N N	Y Y Y Y Y Y Y Y	Y Y N Y N Y Y Y	Y Y Y Y Y Y N N	Y Y N Y N Y Y Y	~ N ~ N ~ Y Y
11 12 13 14 15 16 17 18 19	ZA PUPIL TRANS POLAR HSFRE RMS VAR IPDISTOR	Y Y Y Y Y Y Y Y Y	F Y N Y Y Y Y N N N	~ N ~ ~ N N N	Y Y Y Y Y Y Y Y Y	Y N Y N Y Y Y N	Y Y Y Y Y Y N N N	Y Y N Y N Y Y Y Y	~ N ~ N ~ Y Y Y Y

可以使用以下形式的文件询问任何允许的条件集:

*10	EFAU	T.M	AC															-	-
-	0	1	*	5	9	-	3	N		63	-	a		1					
9 c III		ED (SCT) SCT) SCLE SCLE STOR	RECT RECT RENAR ND / IDAR ND / HDAR	OVER NHBA NGBA GBAR AR NG GBAR	(PC R NG R / / BAR I	V / J BAR / COL]	OPIL.	11	to s	RFACI peri l	t HB] = fim]	d gri	14					
	BORD CTI POI BREA ICI I CTI POI BREA ICI I CTI I CTI I CTI I CTI I CTI I CTI I POI I C I I CTI I POI I C I I I C I C I I C I I C I I C I I C I I I C I I C I I C I I I C I I C I I C I I C I I C I I I I I C I	ED (ERCLA NCLK ENT S ERCLA SLOR	CREC E NB NB / CRN ½ E NB (100 F107	вн / н / п. / р 1	7.8	11				1.1.	i spe	cify 1	ihe ra	ek Gr	14				
8 3	[54 [83 [94	ALS CAL	TSCE REF AUTO	1					1	contr	TOLS	locati	ian oi	f eac	b dia	φ γ α π			
		GALD KALD GALD GIT GIT SEP CFFE LANT SPHB CHOC LNDC	G ANC DG RE G AUT AL] RENCE NB] AR BB DLAR [FU	F [F [D [C S] (LEP (LEP	CIRC CIRC IRCL 7 / PL	LHE / LHE / E / C RIIGHT 277 /	CSCAL CSCAL SCAL	1] 1]	1	1 001	strul	121	and	di ag	lay f		of sec	ti diaq	11.919

MAP 有两种基本形式:视场(FOV)和光瞳(PUPIL)。(下面描述的另一种形式将表面 SAG 绘制到表面上。)对于上面列出的那些参数,可以设置这两种形式。例如,要将表面 6 上的光迹绘制为视场点的函数,您可以输入

MAP FOOTPRINT OVER FOV ON SURFACE 6

并通过适当选择参数进行此操作。

上面列出了许多可选数据项,每个都有一个默认值,该默认值取决于所选 的其他选项。

一些设置还在图表的顶部生成一行统计信息,给出绘制的数据的最大值, 最小值和平均值。

指令 QMAP 以 quiet 模式运行 MAP,其中不显示诊断或分析结果。如果您 不显示输入是否有意义,最好使用 MAP 而不是 QMAP 运行,这样您就可以在 命令窗口中看到错误和警告消息。

请注意,必须为某些设置提供特定的表面编号,可以为其他表面设置提供 编号,也可以不为其他设置提供特定的表面编号。在可选的情况下,默认为图 像表面。如果需要,允许使用除图像表面之外的任何表面编号。最简单方法是 使用 MMA 对话框,其中每个选项都会影响•其他选项的启用。在上面的一般 格式描述中区分了各种可能性。在大多数情况下,如果您在该视场上进行映 射,则只能指定一条光线(使用 RGRID POINT ...),如果您在光瞳上方反射, 则只能指定一个视场点(使用 FGRID POINT ...)。例外是 SPOT、 FOOTPRINT、TRANS、RMS、IPDIST 和 VAR 图,这些图绘制在视场上,但是 RGRID 数据提供了要追迹的光线网格的数量。

指令:

ZZ	是光线在反射或折射后局部 X-Z 角的正切。
HH	是光线在反射或折射后局部 Y-Z 角的正切。
UNI	是从表面法线测量的所需表面上的光线的入射角(以度为单位)
FOOT	在一个表面上给出了光线的光迹。如果光线选择 CREC,则 在方形网格上追迹光线,以单位圆为界,除非镜头已被声明 为 RPUPIL。 如果开关 90 打开,光线网格是六边形而不是 方形。其他光线图案不一定是方形的,并且忽略开关 90。
XA, YA, and ZA	是表面上光线交点(X,Y,Z)的实际局部坐标。
SAG	与 ZA 相同,不同之处在于它可以在当前 CAO 的整个表面上进行评估,而不是在一组光线照射到该表面的那些位置上进行评估。要执行该选项,请使用"OVER SURFACE"
HFREQ ,	给出指定光线点局部的 HOE 频率和光栅频率。频率是在光
GFREQ,	线遇到的最后一个 HOE 或光栅处获得的,但是可以在任何
HSFREQ	表面上绘制该图。尤论镜头单位如何,结果始终为 cy/mm。 HSFREQ 形式给出了表面的频率;其他的给出了垂直于条纹 平面的频率。
SPT	这些是点列图。如果设定进行多波长分析,则调整每种波长
SPOT	中描绘的光线数量以表示光谱加权。作为参考,该程序还绘制了艾里衍射斑的尺寸,计算了主要颜色和中心图像点 X 和 Y 的实际 F /数。这可以通过打开开关 80 来解决。如果开关 35 打开,则产生彩色输出。打开开关 85 也可以获得逼真的颜色。此评估始终在最终图像处执行。如果选择光线图案 CREC,开关 90 将产生六边光线网格。
	要以合理的颜色查看点列图,必须显示为黑色背景。 在这种情况下,它可以使用逻辑红色+蓝色+绿色=白色组合不同颜色的光线。另一方面,如果显示器背景是白色的,那么好的图像就会显示为白色,并且很难看到。 因此,程序不会组合颜色,而是覆盖颜色,使最后绘制的颜色决定任何一个像素的颜色。如果开关 85 打开,它将首先在基准点后面绘制黑框,然后即使在白色背景下也能正确显示组合颜色。
	如果显示器显示为黑色背景并且您单击"Print"按钮,则默认 情况下程序会切换到白色背景,以避免显示带有细彩色线条

	的黑色页面—— 通常很难看到 ——并避免浪费大量昂贵的碳粉。
	BINOCULAR 选项有自己的规则:在这种情况下,图片后面没有黑框。但是如果您想看到带有组合颜色的 SPT 图,您仍然可以这样做。只需打开开关 92,并设置黑色背景。该开关使显示输出符合黑色背景设置。
[R][H]DIST	选择四种类型的畸变分析之一。基本 DIST 给出了最终主光 线截距和理想点之间 X 和 Y 的差值,根据 GIHT 的大小除 以 GIHT。 这是一种标准化的畸变,就像 DIS 给出的那样。 倾斜物体点按 X-GIHT 或比率 XP0 / YP0 变焦。
	如果使用 RDIST 形式,则对于 FOCAL 镜头,输出为镜头单位,而不是归一化,无焦则为角度单位。
	如果使用 HDIST 形式,分析将忽略 GIHT 的值并将结果变 化到 REFHBAR 输入给出的视场点。当准轴模式关闭,轴光 线截距非零时,或者您希望将某个视场点的图像变为"零畸 变"点时,并检查其他视场点与该测量点的偏离,这是合适 的。例如,如果您的镜头显示出强烈的三阶畸变,您可能会 给出一个 0.7 的参考 HBAR,它实际上意味着放大倍数已被 改变,使 0.7 视场点在原来的位置。 然后,MAP 分析将显 示视场内其他点的放大率与该值的变化情况这只是这些点 相对于该放大率的畸变。 其所产生的失真只是准轴值的一 小部分,如果你必须满足一个规格,这是一个相当诚实的方 法来做到这一点。
	RHDIST 列表是上述两个选项的组合。
OPD	给出所设置光线的光程差。
PUPIL	在 FOV 上绘制入瞳的光线坐标图。此列表始终以分解视图中显示。
TRANS	在 MAP 中,有两种形式的传输评估,取决于分析是在视场 点的网格上还是在光瞳点的网格上。
	如果 FGRID 指定了一组场点(OVER FOV),当所要求的 光线网格被追迹时,结果给出了每个视场点的透射情况。在 这种情况下,如果偏振模式有效,计算会考虑到反射损失以 及渐晕损失。切趾总是被考虑的,但在这种情况下不考虑吸 收损失。
	如果分析的是来自单一目标点的光瞳上的一组光线,那么透

	过率将单独计算每条光线,并考虑所有的损失,包括沿该光线路径的吸收。
	其他可以评估透射率的功能有 TN、GTRANS 或 RTRANS, 它们可以在菜单 MTR 中方便地找到。
POLAR	绘制极化图。请参阅第 17 章。此功能可让您监控极化从表面到表面的变化情况。只需包括"ON SURFACE NB"的输入。它设定开启偏振模式。
	注意,程序显示了局部 X-Y 平面上的偏振态的投影。 它不显示 Z 分量,如果有的话。如果光线以陡峭角度到达表面,则会导致 X-Y 投影显得更短。
RMS	在这种情况下追迹的光线数量来自 RGRID 输入,其光线计数等于 NX 和 NY 的乘积。如果产生的光线少于 100,则程 序将替换 2000 的光线数。此形式始终以分解视图显示。
VAR	计算视场上的波前差。光线网格的控制与 RMS 分析相同。 此列表始终显示在分解视图中。
IPDIST	图像畸变后考虑到衍射图像点的位置。这主要用于设定将畸 变控制在几微米的极端设定范围。图像点处于从参考光线测 量的衍射图案的峰值的位置,该参考光线是设定波长的主光 线或用于多波长分析的主波长。即使在没有任何畸变的情况 下绘制主光线,如果图像点在视场上变化,则用户将感知图 像中的畸变。
	程序找到要分析的每个视场角的像点,减去在轴上像点位置,并将结果与网格上的理想位置进行比较,在网格中,从中心到边缘的距离为从中心到场顶端的主要光线截距的差值。然后将两者之间的差值作为该视场点的畸变。
	如果镜头与主光线截距是恒定偏移的(例如,在视场上的彗 差是恒定的),则该分析表明,总体畸变可能非常小,因为 所有视场点位移量相同。
	如果像差被校正到大约一个或两个波长内,这种计算才有意义;否则,像点可能不对应于衍射图案的峰值。(它实际上指的是波前差最小的点,即小误差的峰值。)
	有关像点的更多信息,请参阅方差命令部分。
GSAG	这将计算网格点上的表面的矢高,并返回全局坐标中的位

置。它可用于创建点云,可以输入到一些 CAD 程序以对形
状进行建模。

FGRID 条目定义物空间(视场网格)中的网格图案以用于在 FOV 上进行 绘图,并且还可以定义用于在光瞳上进行绘图的物点。输入如上所示。

RECT	在垂直(Y)视场中的 NHBAR 点和偏斜(X)视场中的 NGBAR 点上定义一个矩形。默认在子午平面上的 5 个点。如果要分析任 何偏斜点,则必须在镜头数据中定义偏斜视场。如果数字大于 1,则此绘图包括极值点,如果数字为奇数,则包括零坐标。 如果镜头没有定义倾斜视场,可以单击"定义倾斜视场"按钮设置 XP0=YP0。然后,您可以设置非零 GBAR 视场。
CRECT	类似于 RECT,除了位于单位圆外的任何视场点将被删除。如果 XPP0 等于 YPP0,则会产生圆形视场图。为获得最佳结果,网 格数应为奇数。
CIRCLE	在视场的周边采样一圈点。
POINT	在输入的坐标处对单个视场点进行采样。这定义了在光瞳上绘图 时的单个视场点。
DIAMON D	此选项将矩形网格裁剪为位于菱形上的点,其顶点位于顶部、底 部和两侧。它适用于视场是方形或矩形的常见情况,并且您已将 全视场视场点(YPO)定义为等于从轴到焦点的距离。该方案允 许您在子午平面上进行设计和分析时控制视场上的像差——这比 对实际视场形状建模更方便。该视场将被绘制为一个正方形视 场,倾斜45度。矩形视场在分解视图中显示为倾斜方形,在实际 视图中显示为倾斜矩形。
CUSTOM	此条目允许您指定自己的一组视场点。按照这一行添加一组额外 的行,每行都给出下一点
	HBAR GBAR [ICOL]
	最多总共 50 个视场点。默认波长是主波长。此选项在 MMA 对话 框中不可用,因此您必须创建输入 MACro 才能使用它。

由 RGRID 定义的光线网格用于在 PUPIL 上进行绘图,并且还定义用于在 FOV 上绘制 SPT, PUPIL 和 TRANS 的光线集,以及在 FOV 上绘制大多数项时 所需的光线。它由 RGRID 输入定义,如上所示。

CRECT	追迹填充光瞳的正方形光线网格,网格数为 NB。除非已将镜头声明为 RPUPIL,否则网格将被遮盖为单位圆。打开开关 90 给出六边形网格而不是方形网格。
RECT	追迹一个矩形网格,如 TRIPP 中的 PUP 2。即使镜头已声明为 CPUPIL,此选项仍然有效。X 和 Y 中的网格数可以不同。开关 90 不适用于这个选项。
MCIRCL E	追迹将通过系统的最大 NB 光线圈,根据需要扩展或收缩每条光线。 这类似于 TRACE 中的 PUP 3。
CIRCLE	在光瞳外围给出一圈 NB 光线。圆环将根据需要收缩,以清除所有 渐晕的来源,但不会扩大。这类似于 TRACE 中的 PUP 4。如果 RPUPIL 生效,圆环将是一个矩形。
ICRCIR CLE	类似于 MCIRCLE,不同之处在于中心光线位于 ICR 点而不是光瞳中心。这在后一条光线不会追迹的情况下很有用。
POINT	在输入的光瞳坐标处给出单个光线。在通过视野(FOV)进行绘图 时定义了光线。

其他输入选项如下:

[COLOR { <u>ICOL</u> / P / M}]	定义光线的波长编号。 默认是主波长。 P 是主波长, M 是所有波长
[GIHT <u>NB</u>]	给出所需的像高,作为用于比较 HDIST 设置的光线坐标。默认值是近轴值。
[SCALE <u>TSCF</u>]	给出了绘图所需的比例因子。默认为统一比例。因此, 如果 TSCF 是 100,则位置被放大 100 倍。 这指的是 每个图案的位置,而图案的尺寸由模拟刻度控制,如下 所述。 例如,如果设定 TSCF 为 10.0,则图中的一英寸等于 25.4 mm 或 0.1 英寸,而 TSCF 为 1.0 则等于 25.4 mm 或 1 英寸。
[ESCALE <u>REF</u>]	给出了与上述相反的结果。 REF 尺寸是以镜头单位表示的尺寸,在图上显示为1英寸。 在 REF 为10时,如果镜头为 MM,则图上的一英寸等于 0.3937 英寸,即 10 毫米。
[SCALE AUTO]	如果输入这个列表,程序将在一个大约4.8 英寸的正方 形内自动选择一个适合第一基准的比例。由于这个点 通常位于光线组的角落,因此其他点通常也适合。但 是,情况可能并非总是如此,如果任何基准距离图片的 中心太远,或者完全在场外,您可以自己输入一个明确

	的SCALE。
ANALOG <u>ASCF</u>	给出了在每个基准点绘制的各个图表的比例因子。因此, 100的 ASCF 将以 100x 比例绘制图案。
	CIRCLE 选项适用于所有返回单个数字的列表;如果 选择,则将数据绘制为半径等于该值的圆。 如果未选 择,则将数据绘制为一条线。
	CSCALE 选项在基准位置绘制一个彩色框,从蓝色(最小值)到红色(最大值)变焦。此选项最适用于大型网格数。
EANALOG <u>REF</u>	此列表给出了图表的参考尺寸,该图案将在图表上变 焦到1英寸。
ANALOG AUTO	使程序自动变化图表,使它们适合图片。这会调整显示的第一个图表(通常靠近阵列的角落),因此大小约为1英寸。如果基准点的数量很大,则图案可能会以此结果标度重叠,然后您可能希望以更大的 EANALOG 标度重复分析。
[ACTUAL/	
EXPLODED]	这些显示每个数据点(基准点)的位置是由表面处的光 线的实际坐标给出的,还是由 FGRID 或 RGRID 设置 (EXPLODED)中指定的分布给出的。对于未输入表 面编号的设置,默认值为 EXPLODED。
	请注意,当设置 ACTUAL 时,有三种不同的规则可显 示程序在页面上放置单个基准点的位置:
	1.对于 FOCAL 镜头,位置是几何主光线位置的函数。 畸变被定义为偏离光线位置和视场点之间的固定比 率。在这种情况下,绘图是光线角度的正切的函数。
	2.对于 AFOCAL 系统,基准位置由光线角度而不是切线,畸变定义为偏离该角度与物体角度之间的严格比例。
	3.对于目镜设计,人们不希望测量光线角度的畸变。 PERFECT 选项提供了另一种设置此类系统的方法。 见第 7.5.1 节。 如果设置的 MAP 是 EXPLODED 并且超过 FOV,则程 序将在图片中添加 X 和 Y 中的比例尺度。如果物方已
	被定义为类型 A, C, F和 L 类型,则标度标记将为线

	性单位,否则为角度单位。
[DIGITAL/	指定在设置的采样点处为设置的参数计算的值是否在
ANALOG	绘图上编号,还是绘制为长度或方向给出所需信息的
[ASCF]]	图表。如果设置 ANALOG, 则矢量数据由 ASCF 变焦,
	默认为 TSCF。

[KEEP]	导致程序存储绘图数据的数组。仅对单波长分析有效。
[DIFFERENCES]	导致在显示或绘制当前数据之前从当前数据中减去以前的数据(用 KEEP 存储)。仅对单波长分析有效。
[SLANT <u>NB]</u>	设置绘制的数据以倾斜的行排列在页面上,以便数据向量不会相互遮挡。NB 是倾斜角的正切。 仅适用于 EXPLODED 视图。模拟 CIRCLE 选项提供了另一种避 免重叠线的方法。
[REFHBAR <u>HBAR</u>]	指定通过 DIST 分析用作参考的视场点,如上所述。
BINOCULAR	仅适用于该视场的点图。点图的波长取自单词 2,其中 LEFT 将使它们以蓝色绘制,而 RIGHT 将以红色绘制。 目的是让您能叠加两幅图,每幅都显示出您用一只眼 睛在适当的光瞳位置所能看到的东西,并看看它们是 如何排列的。要合并这两个绘图,您必须使用 CPLOT 功能。 仅当您选择反射实际位置而不是 EXPLODED 的选项 时,此功能才有意义。
PRINT [FULL]	给出了显示的数据列表而不是图表。计算的数据值以 样本几何体给出的维数阵列的形式显示,或者在列表 (FULL)中显示,其中在每个样本点处显示(X,Y) 坐标和计算的数据值。
PLOT	指定图形的输出。
GO	既没有显示输出也没有绘制输出。这是在使用 KEEP 命 令保存大量点时使用,下一次运行将通过差异获得所 需的结果。

一种特殊的输入形式可以将表面矢高绘制到表面中的点网格上。输入是

MAP SAG OVER SURFACE ON SURFACE <u>NB</u>.

这种形式不涉及光线追迹,并且网格是相对于表面的通光孔径尺寸(在 X 和 Y 中)定义的,就像 OVER 光瞳和 OVER FOV 的选项一样在光栅网格的交

叉点处定义。EXPLODED, PRINT等选项也可用于此列表。GSAG格式还可以 计算表面 SAG,但在列出输出之前,将每个点的(X,Y,Z)坐标转换为表面 1 的坐标。因此,输出在全局坐标中,对于一个非球面系统内任意位置的进行 建模是非常有用的。如果选择了 PRINT FULL 形式,则将显示全局坐标表,并 将其获取,甚至可用作 CAD 程序对系统建模的输入。

MAP 的例子

第一个示例将显示在视场上的点列图。





现在我们得到一张图,显示相同视场点的 RMS 点大小。





这是一个关于视场畸变的多波长图:





下一个图显示单个物点的三种波长的 OPD, 绘制在表面 1 上每条光线的位置上。





这个例子显示了在遇到 Amici 棱镜之后光的偏振, Amici 棱镜具有未镀膜 的屋脊面。

DEFAULT.MAC	, • ×
🗟 😳 ! 🗶 🛎 🔍 🛍 🖻 -N 🖬 🖬 🖼	6 ?
FETCH AMICI MAP POLAR OVER PUPIL ON SURF 7 EXPLODED ANALOG AUTO	^
۲ SCALE AUTO RGRID CREC 10	
FORID POINT	



以下是使用 CSCALE 选项的绘图示例。在这种情况下,畸变在视场上的变化从 0.0 到 0.01397。

D	efaul	T.M	AC								x
	0	İ	ж	5	٩	•	-N	Ø	123	8	8
8	FET	CH 1	1								^
9	CFO END	7									1
6	MAP	DIS	ST OV	ER FO	W						
	EXP ANA SCA RGR FGR FGR	LODE LOG LE J ID I ID (SD AUTO AUTO POINT CREC	0 0 0 44 44	41.B						
// ©											
•											



8.8.1 MAP 输入示例

1.我们想要检查整个视场三片式透镜的渐晕孔径形状("猫眼图")。这个 镜头关于 Y-Z 平面是对称的,所以实际上没有必要绘制倾斜视场点。但是对于 这个例子,我们无论如何都要显示没有旋转对称的镜头会发生什么。此示例的 输入是:

MAP PUPIL OVER FOV FGRID RECT 5 5 RGRID CIRCLE 30 PLOT.

结果如下所示。



请注意,我们没有输入比例因子;对于 PUPIL 图,默认比例为非渐晕光瞳 提供一英寸直径的圆。图上每个图的位置(由每组点内的十字准线给出)与其 表示的视场成比例,根据(默认)EXPLODED 选项变焦为 5 x 5 英寸的正方形 阵列。(这是常量,与输入中的"5 5"无关,它指定了物方点网格中的行数和列 数。)如果我们指定了 ACTUAL,则每个绘图的位置将与(X,Y)成比例, 是该视场点在图像处的坐标,而不是在物体成比例。默认值为 EXPLODED,因 为在这种情况下,没有 ON SURFACE ...或 ACTUAL。

2.这里我们希望将主光线在陡峭曲面上的入射角的变化绘制为视场点的函数。 输入将是:

MAP UNI OVER FOV ON SURFACE 7 FGRID CREC 9 9 ANALOG SCALE 4 PLOT.

在这种情况下,默认值是 ACTUAL 坐标,我们选择以模拟方式(如下所示)而不是数字方式查看数据,这是默认值。输入的比例因子 4 替换默认值 1。模拟比例因子通常等于 SCALE 输入,除非明确输入 ASCF 的值,但是对于 这些角度图,它是未使用的,角度显示为实际大小。



3.此示例显示数字输出。输入是:

MAP HFREQ OVER PUPIL ON SURFACE 2 FGRID POINT 0 0 RGRID CREC 9 9 SCALE 600 PLOT.

图上每个位置的数字是该点处的全息图空间频率,并且图上的点的位置以 600 倍的比例给出表面上的点的实际坐标。此示例如下所示:



4.此示例显示在该视场上绘制的点列图。输入是:

```
ON 85
CHG
CFOV
END
MAP SPOT OVER FOV
FGRID CREC 77
RGRID CREC 15 15
COLOR M
SCALE 1
EXPLODED
ANALOG 500
PLOT
```

在我们在视场上绘图之前,这个没有倾斜视场的镜头必须用 CFOV 指令分配一个圆形视场。开关 85 在这里打开,因此点列图的颜色大致与它们在眼睛看到的衍射车不多。由于经过良好校正的图像通常会显示为白色点列图(在白纸上不可见),因此在此模式下,程序会在绘制斑点之前自动添加黑色区域。



第9章

9.0 像质分析程序 - 特殊设置

有三个程序可用于分析成像效果,MIT、DETECTOR 和 FOR。MIT 是一个对话框,可以显示几何像差以及衍射对各种目标的影响。其他程序用于,例如,确定到达探测器的能量有多少是来自与探测器共轭的物体空间部分,有多少是由于衍射效应或像差而来自该区域之外。它们是通用的成像分析程序,可以计算狭缝内或探测器上的能量,并确定这一数量如何随大小或位置而变化。 DETECTOR 程序,如下所述,可以让你指定你想要的确切的探测器几何形状,而FOR 程序将自动改变各种探测器形状的大小或位置,并产生一个结果图。

这两种情况的输入必须分两个阶段准备:首先,必须生成图像模型,然后为图像分析指定探测器的几何形状。

模型可以用对话框 MMO 交互式地准备,而绘图分析则用对话框 MID。

9.1 生成图像模型

可以使用对话框 MMO 准备图像模型,以便以后使用对话框 MID 或 FOR 命令进行分析。下面给出了创建图像模型所需的命令模式输入。

GMODEL { ICOL / M / P } HBAR NRYS WT GBAR [ADD [AXIS]]

DMODEL { ICOL / M / P } HBAR NRYS 0 GBAR

WMODEL { ICOL / M / P } HBAR NRYS 0 GBAR.

ICOL	波长编号, "M"分析所有波长, "P"只是主波 长。
HBAR	物方 Y 方向归一化视场
GBAR	X 方向归一化视场
NRYS	是被追迹以定义图像的光线数。(请注意,NRYS不会影响多个图像的相对权重。)

[ADD[AXIS]] 查看 9.1.2

有几种方法可以准备图像模型。最简单的是设定一个单色模型,它可以是点列图 (由 GMODEL 命令创建)或衍射点扩散函数(由 DMODEL 创建)。

如果输入 M 而不是波长编号,将生成多波长模型。在这种情况下,模型表示一个单独的物点,如在几种波长中看到的那样,相对权重由镜头文件中的 WT1 和 WT2 数据给出。

如果开关 17 打开, DMODEL 还将列出采样值。开关 55 控制样本网格的大小。两种设置如下图所示。

57 columns by 60 RAT	1 61		1681	3361
rows in a rectan-	T 2 62		3	•
ber 1710 is in the	3 63		•	0.00
center of the array.			34	S•3
			89.1	
			• 1710 ·	 •••
			٠	•
Y			•	•
	58 118		•	•
×	59 119			
	60 120	_	1740	3420
	60 120		1740	 3420

带开关 55 的实例网格。

	841						511	481	1	31	61							451
	842						512	482	2	32	62		-					452
	843						513	483	2	33	63							453
	045							•										455
							- 23	•		•								
	•						. •		٠.		-32							
									•	102	٠							
									•									٠
							•			37								
	855	•	•		•		525	495 496	15	45 46	75	•	¥	÷	•	•	٠	465
1							•	22	•		•							
									•		٠							٠
								1	•	12	•							
								•		•	2							
ł	- 1						1.20			•								99
	•						•	508	8	58	•							•
	868						538		28	50	88							478
	869				14		539	509	29	59	89	•					đ	479
	870						540	510	30	60	90							480
-		-	-	-		 -	-	12.	+	F	2	1			-			
										RAI	D							

关闭开关 55 的示例网格。

在上图中, RAD 的数量是光学系统衍射艾里斑的半径。

DMODEL 的采样面积与 PSPRD 的相同。广域模型(WMODEL)的采样范围是 这个区域的两倍,或者大约是艾里斑半径的 12 倍。因此,它更准确,尽管运行 时间更长,并且需要更多的光线以避免混叠。它还产生一些额外的输出,如下所 述。以下是使用此功能的示例:

WMODEL Example

我们想通过找到一颗落在单个 CCD 像素上的恒星图像中的能量部分来评估天文 望远镜的分辨率。首先,我们必须确保我们计划使用的光线网格足够好,以防止 在宽采样区域上出现混叠。这最好用 WPSPRD 命令完成,结果图片显示当请求 800 条光线时,示例区域的边缘没有更高阶的衍射。



然后,我们运行 WMODEL 命令以查看它放入文件缓冲区的额外信息。完成后, 键入 BUFFER?(人工智能模式必须打开才能工作。)

IMAGE>BUFFER?

The current FILE BUFFER contains

- 1 749.0000000 RAY GRID
- 2 724.0000000 RAYS THRU
- 3 1.0000000 RAY TRANS.
- 4 0.96662216 LENS TRANS.
- 5 1.01994100E+07 TINT
- 6 0.02628794 PEAK
- 7 -7.16666439E-13 X CENTROID

8 -0.00005187 Y CENTROID

9 -0.00004011 PEAK(X)

10 -0.00004011 PEAK(Y)

这里您可以看到 96.7%的输入能量通过系统,其余的能量通过在二次反射镜上的 渐晕而损失。我们还需要衍射图形的峰值位置,因为这是我们想要定位 CCD 像 素中心的位置。这个数字在文件位置 10 中。

现在,我们用以下几行制作一个 MACro: WMODEL P AIP 800

> ! total transmission: Z1 = FILE 4 ! is peak Y-coordinate Z2 = FILE 10 OV5 DET_DECT__000254__000254_0

DET RECT .000354 .000354 0 Z2 Z3 = FILE 1 = Z3/Z1 ORD = FILE 1

运行此 MACro 一次,检查输入错误并将副本放入计算机内存。(或者,只需单 击按钮 即可完成后者。)然后键入

DO MACRO FOR AIP = 0 TO 1

程序在 AIP 的值上循环,对每一种情况计算图像模型,并像以前一样填充文件缓冲区。 然后运行 DETECTOR 功能,在这里我们指定一个矩形的探测器,其尺寸为 CCD 像素,并给它一个位于模型峰值的 Y 位置,其变量为 Z2。

然而,我们还没有完全完成。 探测器的计算给了我们落在像素上的输入能量的 分数--但在这个例子中,我们要的是透射能量的分数,而不是入射能量。 因此, 我们在 Z3 中提取 DET 的结果,并将其除以我们先前在 Z1 中输入的总传输量。 这个结果被分配到图表的序数上,就是我们要的数字。 现在我们指定我们想要 的比例系数,并给程序新的轴标签(假设默认值不是我们想要的),使用宏:

ALAB = 'REDUCED FIELD' OLAB = 'PIXEL FRACTION' SCALE = .2 BY .2 ORIGIN = 0, 0 AGAIN

这是我们的图像:



如果将系统置于偏振模式,透射结果也将包括表面的反射损失,包括膜层的影响。

9.1.1 复合图像模型

SYNOPSYS 的几个功能可以创建一个比上述单场单色或多色图像更复杂的图像 模型。最简单的方法是用图像工具(MIT 命令)来建立一个扩展光源的模型并 分析像差的影响。 这将显示成像光源的外观,并能以多种方式分析图像,如用 狭缝或刀口追迹。 扩展图像分析功能(EIA)将考虑一个物点阵列,并为每个物 点计算出独特的光线模式,并提供几何分析。 另一种结合图像的方法是使用 GMODEL 中的 ADD AXIS 选项。 这将在下一节 讨论。

9.1.2 图像模型坐标系

除了下面描述的情况,单色模型的坐标原点是所要求波长的主光线点。对于用 M 选项创建的图像,它是主波长中的主光线点。 坐标为(0,0)的探测器将以该点 为中心,而其他波长的图像将被去中心,去中心的量等于该视场点的横向色差。 如果图像是由图像补丁定义的,(0,0)的位置就是该补丁的中心。

如果命令的第8字中出现了可选的 AXIS 条目(仅对 GMODEL 有效),那么图像模型坐标系的中心就在图像表面的轴上,而不是在主光线处。另一个选项,也只对 GMODEL 有效,让你在不同的视场点和或波长上组合几个几何图像。随后的分析将检查这样创建的所有图像的集合,而这只有在所有模型都使用相同的坐标系时才有意义。

要使用这个选项,每个 GMODEL 必须只指定一种波长(而不是多波长 M 选项), 第一个 GMODEL 命令应该在第 7 和第 8 个字中包含 0 AXIS,除了第一个命令 外,其他命令的第 7 和第 8 个字中必须包含 ADD AXIS 条目。 每个图像模型的 相对权重是用 WT 输入的,它只在合成图像时使用,否则可以是零。 每个模型 将被添加到复合图像结构中,并以光轴为参照。 你可以要求以这种方式组合尽 可能多的图像模型。(这个选项需要命令模式输入,在图像模型对话框 MMO 中 找不到)。

9.2 IFOV-探测器效率(DETECTOR)

一旦如上定义创建了图像模型或模型阵列,DETECTOR 程序将其与指定尺寸的 探测器组合,以显示将接收的能量的比例。输入是

DETECTOR RECT <u>XDS YDS XOS YOS</u> 或

DETECTOR ROUND RADIUS XOS YOS

下一节将描述一个相关的特性,该特性将找到包含给定能量部分的半径。

探测器的形状、大小和位置由 DET 命令给出,其中 XDS 和 YDS 为矩形探测器的 X 和 Y 方向,半径为圆形探测器的半径。探测器的中心位于 XOS。YOS 在与 图像模型相同的坐标系中(见上图)。

对于无焦系统,模型和探测器的尺寸都是角坐标(弧度)。

当每一个 DET 线被读取时,复合图像被叠加在探测器上,并计算和显示总能量 下降的部分。您可以根据需要输入任意多的 DET 行,每个行将使用最新的一组 模型。您可以通过在输入之前打开开关 15 获得每个图像模型的列表。每个模型 由一系列的样本和相关的强度组成。对于 GMODEL,每一条光线都是一个样本; 对于 DMODEL,在上图中,衍射图样被分解成一组局部图像。每个样本的 X,Y 坐标与样本的相对强度一起被显示出来。这个特性的一个基本用途是在一个点状 图中生成每个光线的列表。(SPT 命令还将生成这样的列表,并打开开关 50。)

为了准确地使用衍射模型 DMODEL, 探测器的尺寸应该有一个大于 1/10 衍射图 样半径的尺寸。如果不是这种情况,则会显示出一条警告消息。

为了使图像分析正常化,大多数特征将采样能量的总和作为100%。具有圆形探测器的 DMODEL 是个例外。对于这种情况,从理论上讲是已知的,程序估计未采样能量的(小)部分(因为采样模式不延伸到无穷大),并将其也包括在内。

DET 输入的示例

1. 假设我们有一个 0.010 英寸的方形探测器,导入一个光学系统。我们希望 知道探测器上由于衍射而溢出的能量。

DMODEL 2 0 200 1 (我们使用同轴图像作为模型)

OV5 IFOV REC .01 .01

DET REC .01 .01

2. 光学系统会产生一个长而细的离轴图像,其方向是远离轴的径向。我们希望得到图像扫过一个稍微非径向的狭缝时的波形。由于横向色散的关系,波形取决于物体的波长。假设 RLE 文件包含

OBB 0 2 3 0 2

指定一个 2 度的 X 和 Y 物方视场。图像将与与 y 轴平行的 0.001 英寸宽度的狭 缝相结合, 但与 y 轴之间的距离为 0.025 英寸, 相当于 GBAR 物方坐标 0.012。



MODEL M 1 200 1 .012 OV5 DET REC .001 10 -.005 DET REC .001 10 -.004 DET REC .001 10 -.003 DET REC .001 10 -.002

•••

上述数据将存储三个图像模型,波长为2、1和3,然后将它们与一个长度为10、 宽度为0.001的狭缝结合起来,该狭缝相对于主波长即2号波长的主光线坐标的 连续X坐标为-.005、-.004、-.003,等等。

9.2.1 查找探测器尺寸(FDS)

在第9.1节中描述的图像模型的另一个用途是找到只包含给定百分比的图像能量的圆形半径。您可以从被包围的能量图中读出同样的信息,这会在下一节中描述。 这里有一种方法,当您不想看到整个曲线时,它可以精确地给出您需要的答案。

创建模型后, 输入指令

FDS PERCENT XOS YOS

百分数是 10 到 100 之间的数字, XOS 和 YOS 给出要计算的圆形区域中心在图 像上的位置。如果在图像模型中找到所设定的能量,程序将显示包围它的圆的半 径。如果没有,则会生成一条错误消息。(如果百分数是 0 到 1 之间的值,程序

将它解释为分数而不是百分数。)

- 例如,以下是如何找到望远镜的 80%能量圈: GET 4 DMOD M 1 500 ;建立多波长衍射图像模型
 - FDS 8000 ; 找到 80%的能量圈

THE RADIUS OF THE CIRCLE CENTERED AT 0.000 0.000 CONTAINING 80.00 PERCENT OF THE ENERGY IS 0.60136E-03

9.3 图像解剖(FOR ...)

频繁使用图像采样程序会生成刀口迹线,狭缝迹线等,其中图像实际上是单个视场处的多波长图像。对于这些情况,可以使用与上述 DETECTOR 命令不同的输入。此列表将简化数据准备工作,还可以生成绘图结果。

要使用这个功能,至少要用 GMODEL 或 DMODEL 创建一个图像模型,如前几 节所述。对话框 MMO 可以在互动模式下创建模型。 这可以是单一的波长,也 可以是使用 M 选项所有波长,或者是一个图像补丁。 然后,该模型可以由 FOR 程序进行分析,该程序可以从对话框 MID 中交互式运行,也可以在命令模式下 输入

FOR KNIFE SLIT CIRCLE RECTANGLE	
$ \begin{bmatrix} \text{RADIUS } \underline{\text{RAD}} \\ \text{SIZE} & \left\{ \underline{\text{RAD}} \\ \underline{\text{XS}} & \underline{\text{YS}} \\ \end{array} \right\} $	Note: <u>RAD</u> is the radius of a round detector, while <u>XS</u> and <u>YS</u> are the <i>full</i> dimensions of a rectangular detector
[CENTER AT <u>XOS YOS]</u> [SCALE <u>XS YS]</u> [ORIGIN <u>X Y</u>]	
VARY X POSITION	FROM <u>START</u> TO END BY INCREMENT ABOUT CENTER IN NB INCRE OF INCRE
{PLOT GO	

这种输入非常灵活;其思想是用通俗易懂的英语表达您想要的分析类型,提供任何不明显的数据。例如,假设您想要将图像模型叠加在一个狭缝上,并改变它的

宽度,看看有多少能量通过狭缝:

FOR SLIT VARY X SIZE FROM 0 TO .0015 BY .0001 PLOT

要将图像叠加到圆形探测器上,然后在保持相同大小的 Y 方向上移动,您可以 输入

FOR CIRCLE RADIUS .0015 VARY Y POSITION ABOUT 0 IN 50 INCREMENTS OF .00025

可输入上述输入参数的任何有意义的组合,且应提供对问题的完整说明:对于移动的探测器,您应该提供大小,对于大小发生变化的探测器,您应该提供位置。对于刀口,尺寸无关紧要,只需要改变刀口的位置即可。对于 DMODEL 来说,最小的可采样探测器的半径(或半宽度)不小于艾里斑半径的 1/10。较小尺寸的请求将被跳过。

VARY 命令中的额外单词是可选的。它们使打印输出可读, 但您也可以尝试以下 互换

VARY Y POSITION FROM -.00125 TO .005 BY .0001

和

VARY Y POS FROM -.00125 .005 .0001

如果从 from 设置中省略了增量大小,程序将生成 100 个增量来填充所设置的间隔。在任何情况下都不应设定超过 100 个增量。对于 ABOUT 请求,在中心的两 边都采用请求增量的数量。

如果需要一个图, FOR 文件中的最后一行应该是一个 plot 命令。GO 命令将只生成打印的值列表。

可选的比例和原点的输入定义了在坐标轴上的单位和原点的坐标。如果这些数据 没有输入,程序将替换默认值。请注意,如果您使用 CPLOT 选项叠加曲线,除 非您使用这些参数覆盖默认值,否则您可能不会得到有意义的结果。这是因为默 认的比例取决于图像质量,它可以随色差和视场点的不同而变化。

这一功能也可以与上一节所述的 OV5/IFOV 输入一起使用。要做到这一点,图像模型和 IFOV 的定义与上述情况相同,但你可以输入一个 FOR 输入文件来代

替 DET 输入。 通过这种方式,你可以得到,例如,一个绘制的衍射刀口轨迹, 其中图像实际上是一个小片,而不是一个单一的点扩散函数。

FOR 的例子

在这个例子中,我们得到在.75视场处绘制的衍射刀口边缘迹线。

DMODEL M .75 300 FOR KNIFE VARY Y POSITION ABOUT 0 IN 25 INCREMENTS OF .001 PLOT

注意(0,0)的位置,也就是刀口的中心位置,在主波长处。

这个例子展示了一种更简单的方法来获取在 9.2 节中的探测器序列中获得的 狭缝追迹。

MODEL M 1 200 1 .012 FOR SLIT SIZE .001 10 VARY X POSITION FROM -.005 TO .005 PLOT

下面给出了 FOR 的一个示例图:


9.4 衍射程序 (DIFF)

DIFF 程序与 IMAGE 中的 PSPRD 程序相似,只是它不局限于后者的 5.74-艾里 斑样本区域,而且它也能产生衍射刀口轨迹或图像中许多样本点的局部能量密度 表。PSPRD 计算二分之一艾里斑半径(或四分之一,取决于开关 55 的设置)采 样间隔的衍射强度,并采用插值算法来绘制完整的图像,而 DIFF 则精确计算图 像中的每一点。由于这个原因,DIFF 的运行时间比 PSPRD 长。

能量密度表可以通过两种方式要求:如果在运行 DIFF 之前打开开关 36,程序将 输出一个表格,给出图像中央切面的能量密度。 通常情况下,你会指定图像在 二维样本阵列中的许多点进行计算(和绘图)。 但如果只要求单列(SLICES = 1),程序将假定图像具有圆形对称性,以便对能量计算进行标准化。 这允许你 获得远离轴点的能量,而无需检查图像的更大面积。

如果开关 51 被打开,程序将输出一个表格,给出图上每个采样点的图像强度。 如果这些数据被获取到一个磁盘文件中(见第 13.10 节),它们可以被一个自定 义的程序读取,以进行额外的图像评估。

DIFF 有两种操作模式:在一种模式下,计算一个多项式(带 COE)来描述波前 OPD,并通过对光瞳的内插来评估衍射积分。在另一种模式下,用 DPF 精确计 算 OPD 的集合。 COE 选项更快。 两个选项都是一次只对一个波长进行操作。

COE 选项使用的多项式的形式如下:

Let X and Y be normalized pupil coordinates, and $R^2 = X^2 + Y^2$

 $OPD = C_1R^2 + C_2Y + C_3R^4 + C_4R^2Y + C_5Y^2 + C_6R^6 + C_7R^4Y + C_8R^2Y^2 + C_9Y^3$

 $+ \, C_{10} R^8 \! + C_{11} X + C_{12} R^2 X + C_{13} R^4 X + C_{14} X^3 + C_{15} X Y + C_{16} R^{10}$

COE 特征被用于分析具有大量子午像散但衍射受限的图像,并设计为落在窄缝上。通常,用衍射程序分析这样的图像是不可能的,因此安装了一个特殊的功能:在 DIFF 输入之前,将开关 19 打开,将 G(5)项设置为零。

在 COE 模式中创建系数和运行 DIFF 所需的输入如下:

COE { <u>ICOL</u> / P } <u>HBAR</u> 0 0 <u>GBAR</u> DIFF <u>REGION SLICES SAMPLES HT NPUP</u> [LOG] [KEEP / COMBINE] END

其中

<u>REGION</u>	是输出中包含的关于主光线截距的区域,以艾里斑测量直径。(对于 <u>REGION</u> >20 的情况,运行时间可以变长。)
<u>SLICES</u>	是绘制点扩展函数时要用到的水平线的数量。
<u>SAMPLES</u>	是每一行的离散数据点的数量,给出了水平分辨率。注:最大切 片*样本=5000,最大样本=2000。
<u>HT</u>	为中心两条直线中计算的点扩散函数的峰值的高度(单位为英寸)。
<u>NPUP</u>	是为了生成点扩散函数而对光瞳进行分割的阵列大小。例如, 对于 10x10 的分区, NPUP=10。这个输入仅适用于使用 COE 选项时;如果选择了 DPF 选项,那么光线数将明确地输入到 DPF 输入中,然后 NPUP 必须为-1。 为了获得最佳精度,你希望追迹的光线总数接近但不超过 20,000 条。如果系统被遮挡,你可能需要对 NPUP 进行试验以找到最
	合适的值。如果孔径没有被遮挡,31的值是合适的。
LOG	这个输入计算以10为底的单独强度的对数。以这种方式绘制时,可以看到不可见的微结构。下一节给出一个示例。

要使用 DPF 创建的渐晕出射光瞳(无插值),输入为:

DPF { <u>ICOL</u> / P } <u>HBAR NRYS</u> 0 <u>GBAR</u> DIFF <u>REGION SLICES SAMPLES HT</u> –1 [LOG]

DPF 和 COE 方法都将支持任何 OBS 输入。DPF,因为它精确地追迹每一条光线,也会支持 CAI 数据。

如果在激光雷达等外差探测装置中使用衍射图样,则 DIFF 的另一个特性将计算 相对效率。在获得图像之后, DIFF 显示两个编号为"SUM I, SUM I 2"的数字, 这两个数字给出了图像上所有的采样点,所有的强度和这些值的平方和。这一领 域的专家可以利用这些信息来估计器件相对于一个完美的系统的效率。将总能量 归一化,使其等于光学的总传输量,并考虑了渐晕和偏振(但不考虑吸收)。如果 用户输入命令:

KEEP

在 DIFF 输入之后,存储当前图像。如果稍后计算第二个图像,您可以输入命令

COMBINE

在第二条 DIFF 命令之后,当前图像将与存储的图像合并(数学上,而不是图形上)。 然后, I**2 的值指的是两个局部强度的乘积,而 I 的总和则是两者的总强度,再除以 2。

请注意,只有当每个图像中的取样点相同时,这种计算才有意义,为此,允许对 REGION 进行另一种形式的输入:如果为这个量输入一个负数,它指的是取样区 的实际镜头单位,从要求的波长中的主光线点测量,而不是以艾里斑单位计算的 取样尺寸。

DIFF 也可以通过 MDF 对话框访问。

如果你需要一个通过衍射图像的多波长切片,请使用 MIT 功能,它可以创建各种目标的各种图像,并在 X 和 Y 方向绘制中心切片。

9.4.1 提示 DIFF 输入

您可以很简单的输入这个指令

DIFF

在准备了 COE 或 DPF 文件之后,要激活 DIFF 的提示形式。该程序将提示 DIFF 命令中需要的所有输入数据。

9.4.2 DIFF 输入的例子

1. 需要一个类似于 PSPRD 输出的图(参见 8.6.2),但是要检查的区域是 10 个艾 里斑直径。透镜的中央暗环为光瞳直径的 80%。图像在 HBAR = 0.10 处,图 上的峰值高度为 3 英寸。(这个例子使用的是波前系数,而不是精确光线。)

OBS .8	
COE 2.10	
DIFF 10 50 100 3 30	

注意,为了防止混淆错误,NPUP 至少应该执行两次 <u>REGION</u>。



2. 这是一个 DIFF 图的例子,图中只有一条线穿过 80%弥散斑的系统衍射图案 中心。



现在让我们看看这个图,选择 LOG 选项:



在这里, 远离中心的微弱条纹显示了一个低阶波纹, 这个大环是一个艾里衍射斑 尺寸的函数。这是本案例的输入:

RLE ID TEST ANNULAR APERTURE 157 LOG 157 WAVL .6562700 .5875600 .4861300 APS 1 UNITS MM OBB 0.00 1.00000 1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0 AIR 1 RAD -100.000000000000 TH -50.00000000 AIR 1 CC -1.00000000 **1 REFLECTOR** 1 TH -50.00000000 0.00000000 1 YMT 2 CV 0.0000000000000000 TH 0.00000000 AIR END IMAGE

725

OBS .8 COE P 0 DIFF 30 1 2000 3.5 180 LOG END

9.5 像方照度(ILLUM)

指令

ILLUM <u>NRYS</u> { <u>HBAR</u> / P } [<u>GBAR</u>]

将计算输入场点的相对照度,如果输入了可选的 "P",则在输入的倾斜场点 GBAR 处绘制 21 个场点的曲线。

该功能计算给定像点的会聚光线的实体角,乘以中心光线在像面的倾斜角的余弦, 然后根据可能分配给镜头表面的偏振状态和膜层,追迹所要求的光线数量,以确 定光瞳的渐晕和光线的透过率。然后计算每条光线沿途的吸收率,并将其计入。 然后用轴上像点的结果对所得数量进行归一化。若不是旋转对称系统,整个分析 将使用输入的 GBAR 参数,如果有的话,从轴上的 HBAR 点取值为 HBAR=1。

如果要求绘图,程序将添加一条信息,警告您如果程序无法考虑偏振、渐晕或吸收。

这项功能也可以通过 MTR 和 MGI 对话框访问。 一个单独的功能,IPAT,将显示最终表面的照明模式。

9.6 衍射传播(DPROP)

第6章描述了计算和分析最终图像的许多衍射分析特性。所有这些特征都使用几 何光线追迹来描述透镜的现有光束,并找到现有的波前形状。然后将这个形状输 入到产生最终结果的衍射积分案例中。本章描述了一种特性,它可以在镜头内从 一个表面衍射到下一个表面,而不仅仅是在最终的图像上。因此,它更普遍,但 也有许多限制,必须谨慎使用。它的运行速度也慢得多。

考虑这样一种情况:一组透镜在针孔上形成一个图像,然后通过的光线进入另一个透镜组。由于小孔处的衍射,针孔后的光束几何形状与之前有很大的差异,这

种差异对之后的光束性质有很大的影响。这是 DPROP 设计用于处理的问题的示例。

但在一个系统的每个表面上求衍射积分是一个非常耗时的过程,因此 DPROP 将 曲面分为两类。第一种方法适用于通过简单的几何光线追迹就能很好地描述光束 进入下一个表面的情况,而考虑到该间隔中的衍射,则无法获得有用的信息。在 本节中,我们将这些曲面称为"G"面。

另一类是"D"面,人们认为下一类光束的几何形状会受到衍射的强烈影响,简单的几何光线追迹是不够的。考虑望远镜物镜;很明显,当光线从物镜的第一个表面到第二个表面时,我们可以忽略衍射,但是在最终的图像表面,我们不能忽略衍射。在本例中,只有图像前的表面才符合 DPROP 的 D 面设定。

有必要在某个地方划一条界线,以便程序能够区分这两种情况,我们已经决定了 一个有用的折衷方案,具体细节如下所述。这条规则避免了不是衍射问题的时候 浪费时间。

为了说明这一区别的重要性,考虑一下如果我们试图得到衍射图样,当光从目标 透镜的第一面进入第二面时会发生什么。在这种情况下,条纹只会出现在光束的 边缘,在非常窄的波段上有非常精细的结构。要评估这种模式,需要获得数百万 个数据点,这将需要很长时间。但是从几何传播中得到的答案是一样的,非常快。 所以花费大量时间是没有必要的。这就是我们把这两种情况分开的原因。

然而,在某些情况下,人们确实希望在更大的范围内评价衍射;请参阅下面的注释。

作为参考, 衍射传播时的光斑是衍射模糊直径的函数, 定义为

弥散斑= wavl * TH / APERTURE,其中 wavl 是波长,TH 是与前一个表面的距离,而 APERTURE 是那里光束的直径。

当通过 G 面进行追迹时,将执行正常的光线追迹。但是在 D 表面之后, 衍射积 分在上面提到的弥散斑上被评估,一个全新的光线网格被创建。由于这个原因, 我们不能说一个特定的光线已经从物体传播到图像。光束可能会在某个地方发生 渐晕,减少了光线的数量,但是在下一次衍射之后,重新定义了光线网格以覆盖 新的衍射区域,并且产生了一组全新的光线。这些光线的角度是通过观察每条光 线在它的新点的相位,然后在 X 和 Y 中振动以得到波前斜率来得到的。然后光 线网格中的每一条光线都到达下一个表面。这是要记住的一个重要的区别:给定 的光线的概念必须被抛弃。当光线穿过镜头时,新的光线会不断地产生(和渐晕)。 然而,衍射图样所覆盖的区域并不总是等于上面定义的弥散斑。如果目标表面有 一个小于这个的 CAO 定义,则使用较小的区域。如果几何光束的尺寸大于这个 弥散斑,在某些情况下会发生这种情况,那么就使用较大的尺寸。 此功能有许多限制:

1. 偏振和膜层被忽略。

2. 目前只考虑聚焦系统(但输出波前可以在非聚焦系统中进行评估)。

3. 没有多波长选项。

4.

由于下面列出的原因,将固定孔径分配给所有表面并在 VIG 模式下设置系统是 很有用的。这是为了避免在波束中出现不可预见的因果关系,并增加它所影响的 光线密度,即实际使用的波束的部分。

此功能的输入如下

[DPROP THRESHOLD <u>THRESHOLD</u>]

[DPROP REGION <u>REGION</u>]

[DPROP WINDOW WINDOW]

DPROP { <u>ICOL</u> / P } <u>HBAR</u> <u>GBAR</u> <u>ISTOP</u> <u>request</u> [<u>HT</u> { L / R } [RESAMPLE [SMOOTH [F/Q]]]]

这里, request 是以下其中一个:

[X]SLICE	这个选项计算的是在表面 ISTOP 的顶点平面上的光束强度的 Y-Z 剖面或 x z 剖面。
SURFACE	这将绘制一个波阵面的透视视图,波阵面落在 ISTOP 的顶点平面上。所显示的图像区域根据光束是通过 G 还是 D 面传输进行评估 而变化。见下文。
GEOM	该图绘制了落在 ISTP 顶点平面上的几何光线图案,忽略了衍射。 它的目的是使您能够比较几何光束的几何形状与衍射效应产生的 几何光束的几何形状。当然,只有当 ISTOP 之前的表面是 D 面时, 才会有区别。
	您还可以使用此选项来简单地检查目标表面的光束几何形状、检查渐晕或光线网格是否已变形并需要重新采样。在 D 表面之后的 光线图案总是均匀的,由于 GEOM 选项将关闭对该表面的衍射传 播,它将会显示几何图案。
FRINGES	这个选项显示了光束落在 ISTOP 表面的衍射条纹,而不是在顶点 平面。要正确地显示一个条纹,每个条纹至少需要三个样本,而且 因为程序要对一个 70x70 光线的网格进行采样;只有当条纹的数 目小于6时,它们才会清晰地显示出来。
MODEL	这将表面 ISTOP 上的图像转换为 DMODEL, 然后可以在 9.1 到 9.3 节中由程序对其进行进一步的评估。

MTF	此选项对表面 ISTP 上的图像执行 DMTF 评估。这让您看到针孔对透镜衍射 MTF 的影响。(但在这种情况下不考虑极化)
VISUAL	这显示了光束的外观。这个,GEOM 和条纹选项是唯一的 DPROP 选项,它显示了 X 和 y 中光束的相对尺寸(其他选项显示了在两个 方向上归一化的光束)。
LIST	此选项执行与条纹选项相同的计算,但它不会生成衍射条纹的图 片,而是生成图片中所有点的列表。结果包含多达 4900 行输出, 在 70x70 点网格上描述 X 和 Y 中的网格数、X 和 Y 中的样本位 置、该样本的强度以及相位 MOD(1 个波长)。此结果将输出到一个 文件(请参见 PON)中,以供第三方软件进行处理。

其他参数有它们通常的含义:ICOL 是波长编号, P 是主波长, HBAR 和 GBAR 是 Y 和 X 的分数视场(对于这个特性,可能应该总是为 0); HT 是表面图的高度, L / R 设定该曲面的左右视角。

下面讨论可选的设置阈值、区域、窗口和多重采样和平滑。

由于 DPROP 需要花费一些时间来完成,因此我们提供了一个快速模式,它的运行速度要快很多倍,并且有一些限制。如果在命令的 word 11 中输入"Q",系统将以这种模式运行。如果键入"F",就会得到完整的分析模式。如果您两者都不设定,系统会检查镜头,看它是否能在快速模式下分析,如果可能的话,系统会这样做。在任何情况下,决策都被发送到命令窗口输出。

快速模式仅通过系统传播子午扇面的一半,并在需要进行衍射计算或用户输出设置时将扇形图转换成完整的光瞳图。在很多情况下,快速模式的运行速度大约是 全模式的 60 倍,所以最好尽可能地使用它。自动测试不能在快速模式下运行的 系统是:

- 1. 所设置的视场不在轴上。
- 2. 一个或多个表面使用比平面、球面或圆锥曲面更复杂的形状。
- 3. 透镜有不对称,如倾斜或偏心,非圆形孔径或遮拦,或不寻常的孔径。
- 4. 光瞳不是圆的。

换句话说,整个系统必须具有轴向对称性。在这种情况下,少量的光线分析为整 个光瞳提供信息。在大多数情况下,两种模式的分析输出几乎相同。

但是,您有时会想强制使用Q模式,即使自动选择需要另一个。例如,如果您的系统有一个非球面元件,所有的项都是零,除了孔径的奇次幂,那么它实际上是轴对称的,Q模式就可以了。自动测试不检查单个项,所以您只需在 word 11 中输入"Q"即可。

RLE

有时候您也需要强制 F 模式。假设有一个 D 面所有的能量都集中在中心。在快速模式设定光线集中,只有很少的光线具有足够的能量,当程序重建波前时,它没有足够的信息来精确地描述小的图案。在这种情况下,程序将显示一条错误消息,提醒您注意这种情况,然后建议您在这种情况下以 F 模式运行。

当程序决定是否在一个特定的表面上使用几何或衍射传播时,它利用了常数阈值、 区域和窗口,如下:它估计下一个表面的衍射扩展的大小,并将该值乘以窗口。然 后将结果与下一个曲面上的几何尺寸进行比较,如果较大,则将该曲面标记为衍 射传播。这一步需要对下一个表面进行衍射积分。在这个过程中,它忽略了任何 振幅低于阈值的光瞳样本。因此,它倾向于在衍射几乎没有差别的情况下使用几 何传播,并且只检查能量可能很大的区域(按区域给出)。在衍射图样中取样是没 有意义的,因为在衍射图样中,能量很低,当粗略取样时相位是混乱的较大的窗 口增加了使用 D 传播的可能性,较大的区域将看到更多的模糊条纹。

经验表明,随着更多的曲面通过衍射进行追迹,计算精度迅速下降。每个积分都 有一定的噪声,这个结果就成为下一个积分的来源,这个积分会将噪声相乘。因 此,最好只在需要衍射的少数情况下进行排列。超过三次积分是有问题的。 让我们举例说明 DPROP 的一些用法。考虑以下系统:



这里我们将一束准直光束聚焦到表面4处的图像上,然后将其重新成像到表面9 处。在表面1和6处有两个透镜。其他的表面将在下面解释。这是这个例子的输入。非球面用于在两个焦平面上给出衍射极限图像。

521 ID DPROP TEST PERFECT FNAME 'DPROP.RLE WAVL .6562700 .5875600 .4861300 APS 1 UNITS INCH OBB 0.00 0.00010 1.00000 0.00000 0.00000 1.00000 0 AIR 1 RAD 21.5936383382863 TH 0.5000000 1 CC -7.77007024 1 N1 1.51432237 N2 1.51680005 N3 1.52237643 , **'**BK7 1 GTB S 1 DC1 0.0000000E+00 2.1536359E-06-1.8065450E-07 0.0000000E+00 0.0000000E+00 1 DC2 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 1 DC3 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 2 RAD -19.9711533714400 TH 0.74812200 2 CC -0.32225149

730

2 AIR 3 RAD 19.251900000000 TH 19.25190000 3 AIR 4 CV 0.000000000000 TH 9.0000000 4 AIR -9.000000000000 TH 1.00000000 5 RAD 5 AIR 6 PIN 1 2.7488764757138 TH 0.5000000 6 RAD 6 CC -1.06463498 6 GID 'PICKUP ' 6 DC1 0.0000000E+00-9.4993432E-04 1.5394436E-05 0.0000000E+00 0.000000E+00 6 DC2 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 6 DC3 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 7 RAD -55.1912656837387 TH 2.01579000 7 AIR 7.900000000000 TH 7,98421000 8 RAD 8 AIR 9 CV 0.000000000000 TH 0.00000000 9 AIR END

由于 DPROP 所做的许多决策都涉及到将光束大小与当前的 CAO(而不是在该区 域之外采样)进行比较,因此我们现在希望声明一个固定的 CAO 所有表面。然后 我们将第 4 表面的 CAO(在中间图像上,因此接近于零)改变到一个合理的尺寸。

CHG

CFIX

4 CAO .0005

END

现在我们要做的是观察表面的光束分布。这是一个虚拟的表面,那里根本不需要 虚拟面——除非我们想看那里的波前条纹。DPROP 与其他衍射程序在几个方面 都有所不同:首先,它不包含主光线。其次,人们无法用感觉来描述波阵面的形 状。最初,当然,在这个例子中,光束是一个平面波,但是一旦它在透镜内部经 历了任何衍射,唯一剩下的描述就是每个光线点的强度和相位。波前的整体曲率 没有任何描述。

这意味着,如果我们想要观察条纹图案,比如说,在表面3处,光束会聚到表面

4 处的焦点上,程序不能自动地将波前与以某个主光线点为中心的参考球面进行 比较。相反,我们必须在表面 3 上画出一个曲率半径,对应于我们想要定义条纹 的参考球面。因为没有主光线,也没有参考球面,直到我们定义一个。如果我们 不想计算表面 3 的波前,那么这个表面就不需要存在于透镜中;无论额外的表面 是否存在,衍射传播在透镜和表面 4 之间都能很好地工作。我们输入的命令 DPROP P003 SLICE



这张图的波阵面是完全均匀的,所以我们看到一条直线。让我们把它看作一个面:

DPROPP003SURF2R



现在我们看到一个圆形盒子。这个例子是在没有可选的平滑指令的情况下运行的, 程序只是简单地将每个数据点按原样绘制出来。如果数据被插值和平滑,一些细 节看起来会更好,但这不是其中之一。曲线瞬间从0跃迁到一个较大的值,使用 的平滑函数将尝试绘制一条光滑的曲线——它将在跃迁时振荡。

SURFACE 选项以一种特殊的方式工作。如果落在表面 3 上的光束是来自表面 2 的衍射结果(这里不是这种情况),那么程序将评估后一个表面的波前,然后转到 WPSPRD 程序,它将绘制图像。如果 3 处的波束是 G 传输的结果,如本例所示,那么程序将显示 DPROP 计算的波束几何图形,而不是 WPSPRD 图像。差异主要与所显示的图像区域有关;WPSPRD 显示的面积是艾里斑直径的 12 倍,而 DPROP 区域是 X 和 Y 的衍射弥散斑,如果两个维度是不同的,如下面所示,那么数据将被压缩在一个方向上,从而显示为正方形,并且在图上给出了 X 和 Y 中图形的范围。

只有在表面设置 SURF 时才存在这种区别。当光束在系统内传播时,几何光束总 是由 DPROP 计算,并且 X 和 Y 范围不一定相等。为什么有区别? WPSPRD 显 示更平滑的图像,并且在 60 乘 60 的网格上追迹光线。这种过采样提供了一个更 令人愉快的显示结果,而 DPROP 波束仅包含进一步传播所需的信息。

在上面的例子中,我们观察到圆形盒子的顶部是平的,这表明光束在那里有均匀的强度。

用 DPROP 我们可以看到透镜内部的衍射图形。下面是如何显示表面 4 的强度分 布:

DPROP P 0 0 4 SLICE



这是一个完美的艾里斑。这里我们没有指定可选参数,所以我们得到了默认值:THRESHOLD=0.01, REGION=2.0,窗口=10.0。

现在我们将展示更吸引人的曲面选项,它可以追迹更多的光线(60×60)并使曲线 平滑。这是这样一个图,计算表面 9:

DPROP WINDOW 5

DPROP REGION 4

DPROP THRE .05

DPROP P 0 0 9 SURF 3 L



由于在表面 4 上图像几乎没有渐晕, 您会认为表面 5 或 6 上的光束分布看起来就像在表面 3 上一样。这是表面 6 的 SURFACE 输出:

DPROP WINDOW 12

DPROP REGION 4

DPROP THRE .05

DPROP P 0 0 6 SURF 3 L



这很奇怪,光束不再是均匀的。发生了什么事?记住,表面4上的衍射图样并不 是无限的。当我们截断到光斑的4倍时,我们就失去了高频信息。这是在表面9 处产生衍射图样所需要的光束,它也会以同样的大小被截断。所以我们没有失去 任何重要的信息。

现在让我们看看表面 8 的条纹图案:

DPROP WINDOW 5

DPROP REGION 4

DPROP THRE .05

DPROP P 0 0 8 FRINGE



看看上面给出的镜头文件,您会发现表面 8 与波前并不完全是同心的。厚度 8 不 等于半径 8。您可以给这个程序任何您想要的参考球面半径,这里我们选择了一 个半径,这个半径与收敛光束相比,产生了大约 4 条条纹。如果半径和厚度完全 吻合,在这种情况下,我们就不会得到任何条纹。那也没有任何意义。

查看此示例中的打印输出:

--- DPROP P 0 0 8 FRING

DIFFRACTIVE PROPAGATION FROM SURFACE 3 TO 4

DIFFRACTIVE PROPAGATION FROM SURFACE 4 TO 5

该程序已经注意到它使用了从表面3到4以及从4到5的衍射传播。在本例中, 只有在这种情况下衍射才发挥重要作用。但是,当您认为应该选择D选项时,程 序可能不会自动选择D选项。如果在该示例中的单透镜被改变以使得第一图像 具有大约三个波长像差,则尺寸测试可能失败并且程序将表面3视为G表面。 不过,即使在这种情况下,仍然可以强制它利用衍射传播。为此目的,在RLE或 CHG文件中有一个表面选项:

<u>SN</u> DPROP [**D** / **G** / **A**]

如果我们想让曲面3成为一个D面,我们就会输入

CHG

3 DPROP D

END

G选择可以防止一个表面触发衍射计算。你为什么要使用它呢? 假设你的镜头 有一个虚拟表面,在这个表面上光线必须后退,然后再向前。 这是很常见的情 况--但是如果所涉及的表面都是 D 面,那么程序就会对去往假面的光束都进行衍 射。 这在物理上是不合理的,在这种情况下,你肯定会想把虚拟表面设置为 G 面。要恢复表面的默认测试,只需输入 SN DPROP。

有时你需要在一个不靠近图像的位置分析光束轮廓,使用 D 面选项,程序会默 认为 G。在这种情况下,程序会计算出避免混叠所需的网格密度,如果超过了默 认的光线网格,它会自动将网格细分,最多 10 次。如果需要更大的细分数,程 序将打印出警告信息--但不会超过 10。 如果你在 X 和 Y 方向都需要 10 倍的光 线点,分析的时间就会延长 100 倍左右,现在你看到的是需要几个小时而不是几 分钟的运行,所以程序会设置一个限制。

这个表面选项的第三个选择, A, 将覆盖程序对评估衍射的区域的选择。默认的规则是使用上面定义的衍射区域,除非几何模糊度较大;然后使用后者的尺寸,但将其放大到预期衍射图案的尺寸。如果表面有一个固定孔径,而这个孔径小于其他计算的尺寸,那么就用这个尺寸代替。如果你想强制程序填充一个给定的 CAO 或 RAO,而不考虑上述因素,那么你必须输入 A 选项--当然还要输入一个带有 CAO 或 RAO 的固定孔径。

一般来说, 衍射传播绝不适合于表面之间距离较小的地方。 如果 D 或 G 的默认选择不是你想要的, 请谨慎地覆盖它。 假设一个像面的正前方有一个窗口, 你 想通过衍射找到像。 这时, 衍射图像与前面的表面的距离可能太小了, 你应该 在图像表面之前添加一个更大距离的虚拟表面。 DPROP 不做 Debye 近似, 其他 衍射分析功能也是如此, 这将在第 8 章介绍。 由于准确的结果需要一个无限大的光瞳, 所以您必须自己制作。 当然, 无限远不是必须的--只是一个与被评估的 衍射图像区域相比较大的距离。

现在我们将在表面 4 处放一个针孔,并检查此后对光束的影响。为了让它更有趣,我们将在针孔处放一个矩形的孔径。

DPROP THRESH .01

DPROP REGION 1

DPROP WINDOW 2

CHG

CFREE

4 RAO .00005 .1

END

DPROP P 0 0 6 GEOM



因为x维比图像4小,所以光束在x方向的衍射比在y方向的衍射要大。



等一下! 这张照片显示的光束呈圆形对称。发生了什么事?它根本不是圆的。看 尺寸:Y的范围是 0.957 英寸,X的范围是 9.095 英寸。所以X的长度是Y的 10 倍。

这是一个尝试 VISUAL 选项的好地方。如果您这样做,您会看到图像在 X 比 Y 大得多。



我们选择在表面 6 上画这幅图来说明刚才提到的点。表面 5 为 G 面,表面 6 上的波前用 DPROP 计算。如果我们在表面 5 上做同样的图,它在 D 表面之后,那么波阵面将被发送到 WPSPRD 特性,它将显示一个正方形的面积,其通常的范围大约是艾里斑直径的 12 倍。这是它的样子;



高斯光束

DPROP 特性的另一个用途是检查系统中选定点的高斯光束的分布。以上的评论都是适用的,还有一个额外的考虑。

在第3.1.2节中,您可以看到,通常明智的做法是将OBG系统的第二个表面定位 在离光束腰较远的位置,而光束腰始终位于表面1。如果光束通过几个视窗或反 射镜传播,最终到达一个透镜,那么就会像一个虚拟的表面2,到光束腰的距离 等于到透镜的组合间隔。这样做的原因是,该程序描述了光束腰和透镜之间的真 实光线状态,这种状态与高斯光束的路径非常接近,后者在两者之间展开,并且 可以对这样的系统进行可靠的分析。(对真实光线和光束输出进行快速比较,就 可以验证这一点。)

我们也可以将曲面 2 与光束腰重合,在这种情况下,程序将真实光线追迹到系统中。无论哪种情况,波束输出都是完全相同的,但是实光线路径与一阶波束路径 不太匹配,因此,OBG系统不推荐使用这个选项。

如果光束在遇到透镜之前经过了几个视窗,人们想要在整个过程中模拟衍射传播。 然而,这带来了一个问题。即使总的投影距离很大,如果有许多干涉面,程序也 可能很好地将它们中的一些或全部声明为 G 面,因为从每一个到下一个的期望 衍射膨胀都低于极限。在这种情况下,可以明确地声明它们 D 表面,并等待很长 一段时间以完成所有的衍射计算。一种更实用的方法是在透镜距离处放置一个虚 拟表面 2,并声明除了表面 1 之外的所有中间表面 G。然后只有一个衍射积分要 计算,速度和准确度都得到了提高。

DPROP 支持模式选项;将入射束的光束腰半径从指定的 Wo 值减少到因子 M2, 并且在 RLE 文件中根据 XMODE 和 YMODE 移动模式中心的位置。因此,我们 可以用不同的激光模式来模拟透镜的性能。

多重采样

上面的各段都是关于在光束上的光线分布是由一个线性方形网格给出的。还有另 一类系统为了改变光通量分布故意改变了这个分布,例如,想要把激光的高斯分 布转换成更均匀的形状。

如果要正确显示合成的强度分布,则需要额外的处理步骤。当光光通量密度改变时,每条光线的光光通量不变。因此,在显示切片或表面分析之前,程序必须从其中一个转换为另一个——而且它还必须将均匀的光线间距转换为重新分布的间距,以便进行条纹分析。如果在命令中包含可选的 RESAMPLE,程序只执行这些额外的步骤。

为了执行这些步骤,该程序创建了一个全新的光线网格,通过生成一个多项式来显示附近光线的位置,并求出该函数的斜率,从而找到每条新生成的光线的振幅。这个过程很有效,除了在目标表面的光线图案含有焦散的或孤立的窄峰的情况下。在焦散参数和曲线拟合不准确的情况下,强度是奇异的,窄的尖峰没有提供足够的样本点来进行平滑的插值。如果检测到焦散参数,程序将显示一条警告信息。

焦散是一种严重的问题,经常发生在用于整形激光束的系统中。为了避免这种情况,最好在运行 DPROP 之前将 CAO 分配给所有元件。这样,光束就会在孔径 上形成渐晕,如果在有用的孔径之外产生光线,就避免了焦散。

记住,在 D 表面之后的光束永远不需要重新采样,因为衍射积分中考虑了光线的几何形状

13195

这里是重新取样对需要它的系统的影响的示例。其 RLE 文件是

RLE

ID GAUSSIAN LASER EXAMPLE FNAME 'OBG.RLE LOG 13195 WA1 .3640000 WT1 1.00000 APS 1 UNITS MM OBG 0.37350000 1.0000000 MARGIN 1.270000 BEVEL 0.254001 0 AIR 1 CV 0.000000000000 TH 0.00000000 AIR 1 AIR 2 CAO 2.00000000 0.00000000 0.00000000 2 RAD 15.4620752933784 TH 1.00000001 2 N1 1.53644185 . 2 GTB S 'BK7 3 CAO 2.00000000 0.00000000 0.00000000 3 RAD -10.4308243767682 TH 2.33506913 AIR 3 AIR 4 CAO 2.00000000 0.00000000 0.0000000 4 RAD -1.2554681676415 TH 5.24414000 4 CC -14.21205147 4 N1 1.53644185 4 GID 'BK7 . 4 PIN 2 5 CV 0.0850898663801 TH 1.00000001 AIR 5 AIR 6 CV -0.1720229180926 TH 8.80000000 6 N1 1.53644185 6 GID 'BK7 6 PIN 4 7 CV TH -0.1513610554256 960.86170944 AIR 7 AIR 8 CV -0.0185129524937 TH 3.69638650 8 N1 1.53644185 8 GID 'BK7 8 PIN 4 9 RAD -56.2087262441606 ΤH 1.00000001 AIR 9 AIR 10 RAD 1.8114187644394E+06 TH 5.06269211 10 N1 1.53644185 10 GID 'BK7 10 PIN 8 -236.4255980367810 TH 853.68746400 AIR 11 RAD 11 AIR 11 CV -0.00422966 11 UMC -0.05000000 12 CAO 0.00000000 0.02000000 0.00000000

12 CV 0.0000000000 TH 0.0000000 AIR 12 AIR END

这个系统使用一个非球面元件来重新分配高斯光束能量,所以它几乎是均匀的。 这是表面 11 上的光线模式,由普通的光迹选项呈现:



光线现在集中在孔径的外面。由于网格不再是均匀的,所以这个镜头需要重新采样。如果我们设定对表面 11 进行 SURF 分析,不进行重采样,它看起来像输入高斯函数:

DPROP THRESH .01

DPROP REGION 1

DPROP WINDOW 2

何产生更均匀的强度。

DPROP P 0 0 11 SURF 3 R 0 0



这张图告诉我们,每一点上每条光线的强度都遵循这条曲线。它没有说明的是, 由于光线不再是均匀间隔的,能量密度已被新的分布所改变。 为了显示我们必须使用 RESAMPLE 选项。它将光线重新映射到一个统一的网格 中,根据局部能量密度改变每一束光线的强度。这显示了激光束整形器的效果如

745



有时候,您想要同时看到有采样分析和没有任何采样的分析。如果您用两种方式 比较一个切片,例如,您会看到光线分布的变化对光束分布的影响有多大。如果 您知道您的系统没有对 ray grid 几何体显示显著的更改,您可以使用 GEOM 选 项进行检查,那么您就不需要使用 RESAMPLE 选项,您将节省一些处理时间。 在最终的图像上观察衍射图样是很有意义的。记住,由带有高斯包络线的光束形 成的图像本身就是高斯的。然而,在这种情况下,由于光束是均匀的,所以图像 显示了一个均匀的光瞳所期望的衍射环。

DPROP THRESH.01

DPROP REGION 4

DPROP WINDOW 2

DPROP P 0 0 12 SURF 3 R 0 0

746



(因为这个例子只设定衍射传播到最终的像面,所以我们得到了与 PSPRD 程序 相似的结果,它比 PSPRD 程序快很多倍)。

让我们用一个更复杂例子来结束。在这里,我们将高斯激光束转换成一个几乎是 平的分布,然后将它压缩到 X 方向(带圆柱体或棱镜),以适应 YAG 棱镜的入口 孔径。问题是:板坯输出光束分布是什么?这个例子将说明上面没有提到的几个问 题。首先,让我们在板入口处和出口处比较光束分布,用 VISUAL 选项:



很明显, 衍射起了一个我们可能没有预料到的作用。在这个例子中, 光束在 X 轴上是窄的(需要衍射计算), 在 Y 轴上是宽的(通常不需要)。但您不能两者兼得;该程序将在两个轴中进行衍射计算, 并且在这样做时, 它发现, 为了避免混叠, 它在 Y 上比在 X 中需要更细的光线网格。实际上, 它实际上没有追迹更多的光线, 但是当它做了衍射积分时, 它在 Y 方向上将光束细分为 9 的因子, 如以下信息所示

TO PREVENT ALIASING, THE BEAM HAS BEEN SUBDIVIDED IN Y BY 9

因此,这种分析需要比通常时间长9倍。 在这种情况下,我们可能不希望使用 RESAMPLE 选项。记住,D 面后的波束始 终是一个直角网格,所以重新采样不会因为将其转换为1而改变任何东西。事实上,我们可能会丢失信息,因为当重新采样时,程序将所有的数据都匹配到一个分段的三次函数中,这必然会自动地进行一些平滑处理。此外,平滑选项,仅适用于 SURF 输出,对该可视化分析没有影响,无需设置。

9.7 扩展像质分析(EIA)

SYNOPSYS 的两个功能可以分析来自扩展光源物体的图像,而不仅仅是一个单点。图像工具菜单(MIT)可以将一个给定的图像应用于多种物方类型,包括空间分辨率目标,甚至是你自己的照片。然而,它假定要分析的像区域是平面的,这意味着像差被假定为在该区域上到处都是相同的。

但有时情况并非如此。 视场模糊菜单(MFB)将显示一个扩展物体的图像,并 在视场的每一点都考虑了几何像差,但该功能没有检查精细结构的分辨率,也不 会产生数字分析。 本节讨论的功能是扩展图像分析。

EIA 特性的目的是告诉您,填充物体弥散斑的目标点网格中所追迹到的光线的哪一部分最终会到达最终的表面。只涉及几何光线追迹,只考虑光线的数量,不考虑切趾或吸收;而且,它只适用于有焦镜头。从每个目标点追迹一组唯一的光线。如果我们的目标是要看看有多少能量到达位于最后一个表面的探测器,您必须在这个表面上放一个固定孔径,因为如果光线不落在这个孔径内,就会导致光线被删除。如果有的话,所有的固定孔径都被考虑,在所有表面,包括 EFILE 边缘。

输入是:

EIA { <u>ICOL</u> / P / M } <u>NRYS</u> IOBJ { RECT <u>GBAR HBAR</u> / ROUND <u>HBAR</u> } CENTER <u>XOS YOS</u> GRID <u>GRIDNUMBER</u> GO

在这里,波长选择{ICOL/P/M}有其通常的含义: ICOL 是一个显示波长,P是 主波长,M是所有波长。

物体弥散斑尺寸由 IOBJ 输入提供,指定一个矩形或圆形补片,尺寸标注在归一 化物空间坐标中。矩形区域的尺寸给出了区域在 X 和 Y 中的总范围,而圆形区 域的 HBAR 是圆形的半径。必须在镜头中定义一个倾斜视场,否则 EIA 将中止。

弥散斑的中心位于物方坐标中的位置(XOS,YOS)。网格编号指定了在弥散斑中需要多少物方样本;因此,如果弥散斑是矩形的,一个3的网格将会追迹3x3或9个点,如果是圆形的网格则会更少。为了获得良好的精度,您应该对网格编号进

行实验,并在速度和准确度之间找到最佳的折衷方案。

以下是 EIA 的产出示例:

EIA M 900	
CENTER 0 0	
IOBJ ROUND 1	
GRID 11	
GO	
NUMBER OF RAYS ATTEMPTED	83517
NUMBER OF RAYS THROUGH	23587
GEOMETRIC EFFICIENCY 0.2824	
SYNOPSYS AI>	

分析表明,在这种情况下,只有28%的光线到达了探测器。

9.8 信道容量分析 CCF

如果我们把镜头看作是一个传输信息的通道,就可以查看有多少信息可以通过。 这就是 CCF 命令的目的。 其格式是 CCF [icol / P / M]

ICOL 是一个波长编号, P 是主波长, M 是所有波长。默认为 M

该程序计算出在该表面的孔径内,大约有多少离散的像可以在像平面上配适。做 到这一点需要一些判断,因为必须确定相邻的图像能有多近而仍能被分辨。如 果我们创建两个近乎完美的衍射图案,并以两倍的艾里斑半径将它们分开,它们 就几乎被分辨出来了,如下面第一张图片所示。



由于我们判断这对于可靠的辨别来说太近了,我们选择将它们隔开一段距离或 2.5 倍的艾里斑半径,如第二张图片所示。

为了评估适合图像区域的图像数量,我们将该区域(必须是圆形)除以半径为1.25 倍的艾里斑的区域。这就是在没有像差的情况下通过镜头的信息位数,把一个 位作为1或0,对应于一个特定像点的存在或不存在。

在有像差的情况下,我们必须估计单个图像的面积。为此,我们计算衍射 MTF, 并寻找产生 MTF 值的空间频率,该值与完美系统在空间频率下的 MTF 相同,该 空间频率对应于所需的图像分离。 该值的倒数应该是可解析的有像差图像的分 离度,它大于为完美图像计算的分离度,所以解析点的数量比完美情况下要低。 CCF 值只是真实图像计数除以完美计数的比率。

计算是在子午线上的 19 个点进行的,从 0.1 到视场的边缘。 这意味着,只有当像差与视场对称且视场为圆形时,结果才是准确的。镜头应该被校正得足够好,以至于 MTF 在第一个计算点不低于 0.58 的值。 换句话说,这个功能是针对校正好的镜头。

例如,如果我们分析中继望远镜,它在轴上几乎是完美的,但在边缘视场就不那 么完美了,我们得到以下输出。

SYNOPSYS AI>CCF M

***************************************	*****							
CHANNEL CAPACITY FRACTION CCF								

MULTICOLOR ANALYSIS								
POLARIZATION AND COATINGS ARE IGNORED								
PARAXIAL F/NUMBER ON AXIS IN Y:	7.00683							
PARAXIAL FULL-FIELD IMAGE HEIGHT,:	-12.4178							
PARAXIAL CHANNEL CAPACITY:	0.391655E+07							
SUM OF DISCRETE IMAGES OVER FIELD	777535.							
CHANNEL CAPACITY FRACTION	0.198525							

SYNOPSYS AI>CCF P

这告诉我们,单波长分析(波长2)得到的比例是0.420989,而分析所有波长得到的数值是0.198525,这是由于波长3的图像尺寸较大。

在比较两个具有不同像差含量的系统时,这一信息可能是有用的。

该程序可以包括偏振对图像的影响,并且可以分析纯 AFOCAL 系统--但不能分析 ACCOM 系统。

像面应该是平面的或几乎是平面的;如果它是强烈的弯曲,精确度可能会降低。

第10章

10.0 自动设计程序

使用 PSD 算法^(1,2)对 SYNOPSYS 进行自动优化,该算法优于我们熟悉的阻 尼最小二乘(DLS)方法。这种方法被证明是最通用、最强大的非线性系统优化方 法之一。

该程序是通用的,因为它允许您在一个镜头的设计过程中指定许多种类的 "像差",包括结构参数,近轴量,元件或光瞳坐标,光线拦截,光程差,甚至 是衍射 MTF。使用方便的助记名称,您可以将这些量合并到算术和、差、商等 中,为结果指定明确的目标或部分边界,或者给出一个描述您希望控制的量的 方程。您可以从自动生成的光线集合中选择具有灵活权重的光线,或者用您自 己选择的光线来构建您自己的评价函数。

通过给评价函数的每个部分分配适当的权重,可以评估图像质量和机械设 定之间的权衡,比如总长度或镜头直径。通过操纵权重,您可以将设计推向剩 余缺陷之间的任何需要的平衡。使用这种工具可以设计一个最优的系统,而不 仅仅是一个最优的图像。

该程序非常强大,因为算法始终比 DLS 方法或其他变量算法收敛得更快。 自动特征控制阻尼、二阶导数近似、导数增量、变量度量和边界条件。除起始 镜头、变量列表和评价函数定义之外,您很少需要输入任何内容。

优化程序的许多最有用的特性都可以从以 MOM 开头的交互式对话框中运行。该特性为初学者提供了一种方便的方式来练习许多优化可能性,并且通过 学习 MOM 生成的命令和数据,您可以快速地学习使用更快的命令模式运行所 需的格式,这将是经验丰富的用户的首选。

优化运行的输入被分成几个部分,必须按序列输入。序列不重要,但是不 能使用与优化无关的命令来中断序列。如果这样做,当您与其他部分一起重新 输入时,程序将重新初始化所有的优化设置。

各部分如下:

ACON <u>NB</u> PICKUPS	用于多重结构工作
 END	
PANT	变量参数定义
 END	
AANT	评价函数定义
 END	
(other directives)	开始优化
SYNOPSYS <u>NPASS</u>	

唯一可能中断此序列的命令是 QUIET、LOUD、ACON 和 ON 和 OFF 命令。

注意,优化数据并不是透镜定义本身的一部分,其他软件包也是如此。上面 描述的输入通常输入在 MACro 编辑器中,并以所需的文件名保存。创建许多这 样的文件非常容易,一个是使用横向像差进行优化,另一个是使用 OPDs 等等, 然后通过运行这个 MACro 从一个文件切换到另一个文件。我们没有理由将一组 特定的数据与镜头文件关联起来,使切换到另一组数据变得笨拙。

带有最终镜头的 MACro,用于存档目的,带有工具栏按钮,它出现在主工 具栏上以及 MACro 编辑器工具栏上。点击前者可以保存镜头的名称等同于当前 的 LOG 编号和文件类型.RLE,而后者则保存 MACro 的名称和类型.MAC。

为了说明这种格式,这里是一个非常简单的优化 MACro 的例子:

D	EFAUL	T.M/	AC										-	E 💌
	0	!	Ж	6	٩	5	2	-N		6	123	8	8	
T	PANT : DEFINE THE VARIABLE PARAMETERS													
9	VY 1 TH 20 3 VY 2 TH													
ę	VY 3 TH 20 3 VY 5 TH													
Ξ	VLIST GLM 1 3 END													
=	AAN	P		; DI	EFIN	E THE	E ABI	ERRAT	TIONS	70	BE C	ORREC	TED	
	AEC					AU'	TOMA	TIC I	EDGE CENTE	CONT R TE	ROL	ESS C	ONTRO)Ľ
	GSR GNR	.5	53 13	202.5										
Δ	GNR	.5	13	2.7										
۲	GSR GSR	.5	52 52	1030										
9	GNR	.5	12	11										
£	END													
۲	SNA	2				; RI	EQUE	ST SI	APSH	OTS	AS O	PTIMI	ZATIO	N RUNS
•	SYN	25			; RE	QUES	r op	TIMIS	LATIO	N PC	IR 25	PASS	ES	
	1													

上述行中的数据将在本手册的后续部分中简介。

¹D.C. Dilworth, Appl. Opt. **17**, 3372 (1978)

² D.C. Dilworth "Automatic Lens Optimization: Recent Improvements", SPIE **554**, 191, (1985).

10.1 数学方法

设计程序应该被称为设计改进程序,因为它需要一个启动镜头。(XSYS 以及 DSEARCH 和 SPBUILD 程序可以帮助找到这样的镜头。用行业术语来说,这些 都是"全局优化"特性。这个起始镜头的唯一设定是,所有被追迹的光线必须在不 会遇到交叉误差(MCS)或折射误差(TIR)的情况下这样做。(该程序也有处理这些 问题的工具;参见第 10.3.1.2 节中的误差像差。)优化程序通过将评价函数优化到 尽可能小的值来迭代地改进修正状态。

这一过程的成功取决于评价函数如何描述镜头所需特性的好坏。设计师将花费大部分精力来定义和精炼问题的确切陈述。当定义了合适的评价函数后,优化的成功与否将主要取决于起点的适用性。

为了提高效率,只要没有遗漏重要的项,评价函数应该尽可能简单。

让我们假设已经定义了一个合适的评价函数,它由一组数据组成,每个数据 都有一个期望的目标。这些可能包括光线截距误差、焦距等。我们将通过数组 Ai 来指定这组数量的当前值,通过数组 Ti 来指定目标值。然后可以将像差 fi 定义 为

$\mathbf{fi} = \mathbf{Ai} \cdot \mathbf{Ti}$.
我们定义评价函数

 $\Phi = \Sigma$ (wi fi) ** 2

其中,wi 是分配给第 i 个像差的相对权重。如果允许更改设计参数 Xj,则 Φ 的价值将会改变。由于一个完美的设计往往无法实现,所以该程序的目标是找到 一组设计变量,这些变量会产生 Φ 的最低可能值。

为了找到关于 Xi 的最小值,我们定义

$$Gj = 1/2 \frac{\delta \Phi}{\delta Xj} = \sum wi^{2} fi \frac{\delta fi}{\delta Xj}$$
$$Ljk = \frac{\delta Gj}{\delta Xk} = \sum wi^{2} fi \frac{\delta^{2} fi}{\delta Xj \delta Xk} + \sum wi^{2} \frac{\delta fi \delta fi}{\delta Xj \delta Xk}$$

由于 Φ 的最小值代表相对于 X 的静止点 Φ ,我们需要找到一个使 G = 0 的解。为 G 写一个泰勒级数,我们得到

因此,在泰勒级数的前两项的极限中,设计变量 Xj 的所需的变化是 ΔXj。 由于忽略了扩展中的高阶项,解 ΔXj 通常不是最优的,而是改进。通常需要多次 迭代才能找到真正的最小解。

上述方程的精确解需要有 Ljk 的知识, Ljk 是由项组成的

$$\sum wi^{2} fi \frac{\delta^{2} fi}{\delta X j \delta X k} = SCDR \Big|_{j=k}$$

在 SYNOPSYS 中,利用有限差分计算 fi 的一阶导数。从理论上讲,高阶导数也应该计算,但这并没有这么做,因为这将非常耗时。大多数 DLS 程序使用所谓的"阻尼因子"来近似齐次二阶导数,这个阻尼因子是一个数字添加到矩阵的每个对角线项上。这种阻尼因子的作用是减少 ΔX 的大小的影响,并有助于保持

近似线性的解在该地区。另一方面,SYNOPSYS 试图通过计算来更好得逼近齐 次二阶导数。

$$\frac{\frac{\delta^{2} fi}{\delta X j^{2}}}{\left|\Delta X j\right|} \approx \frac{\frac{\delta fi}{\delta X j}}{\left|\Delta X j\right|} + \sqrt{\sum \Delta X k \frac{SCDR k}{SCDR j}}_{k \neq j}$$

每次迭代都从第二次迭代开始。这个过程导致每个变量的阻尼因子不同,而 那些更线性的阻尼则比其他的阻尼因子更小。(这个近似来自于考虑非齐次二阶 偏导数的统计期望效应,参见 Ref(1))。与实际计算二阶导数的方法相比,PSD 算 法有一个意想不到的优势——这种方法的计算速度稍微慢一些。因为这个过程利 用了一阶导数从一个传递到下一个的变化,因此至少部分的考虑了所有高阶导数 的影响,并在一定程度上考虑了混合二阶导数的影响。

由于第一次迭代还没有任何关于导数变化的记录,所以当时无法实现 PSD 方法。如果开关 82 是关闭的,第一轮将使用标准的 DLS 方法;如果开关 82 是 打开的,则使用有限差分计算出数值二阶导数。在这种情况下,默认的阻尼因子 被更改为 0.01,而不是默认值 1.0。

使用伪二阶导数通常能显著提高 SYNOPSYS 的收敛性。但是,如果混合二 阶导数特别大,那么对 SCDR 的近似就不是准确的;如果怀疑存在这种情况,可 以通过关闭 8 开关来抑制近似的使用,从而得到普通的 DLS 解。然而,我们不 记得曾经见过这样的案例。

10.1.1 度量标准输入,度量标准变量

当程序计算出每个变量在每次迭代中应该被修改的数量时,结果在一定程度 上是由所有 DLS 算法固有的特性所优化的:设定变量变化不要太大。这个过程 的细节不同于一个程序,也不同于 SYNOPSYS 的一种操作模式;但在任何情况 下,都必须有一个共同的标准来衡量什么构成了一个大的或小的变化。

如果您把曲率,厚度,或者折射率改变一个单位,通常会得到非常不同的结果。这种差异被调和的规则称为度量,在 SYNOPSYS 中,这个度量是通过给每一类变量分配一个可伸缩该类的维度,并提供通用度量的值来实现的。

SYNOPSYS使用的初始默认度量值为所有参数分配了一个单位的度量值(除 波长外),该值为 0.1。因为 PSD 算法在线性度上感知差异;它对初始度量相对不 敏感,这个简单的规则就足够了。一个可选的 SYNOPSYS 模式使用另一组规则 来持续更新度量标准。您可以通过打开 30 开关来激活此模式(为了获得最佳效果,

也可以将开关2和8关闭,以击败 PSD 方法)。这种组合并不总是像上面描述的 默认算法那样有效,但有时对某些问题来说会更好。

在使用默认的 PSD 算法时,您也可以通过输入您自己的度量,

METRIC RDMET THMET INDMET VMET TDCMET GMET OBJMET

与优化输入文件一起,在 SYNOPSYS 命令之前。(请确保开关 2 和 8 是打开的, 30 是关闭的)在这个输入中,每个参数都是要应用到一组变量的度量值。它 们依次是:半径、厚度、折射率、分散、倾斜和衰变、非球面变形和目标参数。

大多数用户都不需要这个选项,但是,例如,如果您特别想要,比如说,厚 度的变化要比半径的变化大,您可以输入自己的度量值,用较小的值表示半径, 用较大的值表示厚度。开关 30 必须关闭,否则新的度量将只影响第一次传递。

10.2 参数输入(PANT)

只有那些专门作为变量输入的设计参数才可用于优化程序。在列表的输入文件中最多可以指定400个变量。

PANT [P]

[RDR FRACTION] [CBOUNDS ND1 VD1 ND2 VD1] [FBOUNDS ND1 VD1 ND2 VD1] [CLIMIT UPPER LOWER] [TLIMIT UPPER LOWER] [SLIMIT UPPER LOWER] [CUL CROWNLIMIT] [FUL FLINTLIMIT] [CLL CROWNLLIMIT] [FLL FLINTLLIMIT] VY SN parameter [UPPER LIMIT LOWER LIMIT [INCREMENT]] VLIST parameter SN SN SN ... VLIST Parameter SN THRU SN VLIST RAD ALL [EXCEPT SN SN SN ...] VLIST C SUM ALL [EXCEPT SN SN SN ...] VLIST CDIFF ALL [EXCEPT SN SN SN ...] VLIST TH ALL VLIST TH ALL EXCEPT SN SN SN ... VLIST TH ALL OVER VALUE VLIST TH ALL OVER VALUE EXCEPT SN SN SN ... VLIST TH ALL GLASS VLIST TH ALL GLASS EXCEPT SN SN SN ... VLIST TH ALL GLASS OVER VALUE VLIST TH ALL GLASS OVER VALUE EXCEPT SN SN SN ... VLIST TH ALL AIR VLIST TH ALL AIR EXCEPT SN SN SN ... VLIST TH ALL AIR OVER VALUE VLIST TH ALL AIR OVER VALUE EXCEPT SN SN SN ... VLIST GLM ALL [EXCEPT SN SN SN ...] VLIST CC ALL [EXCEPT SN SN SN ...] VLIST G ALL [EXCEPT SN SN SN ...] VY SN NURBS VY SN XNURBS VY SN ZERNIKE [SYMM/RSYMM/NLSYMM/RRSYMM] WY SN DOE [SHAPE] [UPPER LIMIT LOWER LIMIT INCREMENT] VY SN DCA[SYMM/RSYMM] NDTE ST

END

其中参数是标识参数的代码,从下面的列表中获取。上边界和下边界给出了 允许参数移动的范围,增量用有限差分法计算导数。

VLIST 选项对输入的变量使用默认的限制和增量。有几种版本的 VLIST。所有的格式可以处理多种变量类型,自动扫描镜头和分配变量到那些满足某些设定

的表面。

对于 RAD 变量, 它们是:

1.表面是球面的或圆锥面的,而不是平面的。

2.没有拾取和设定解

3.物面和像面保持不变。

对于 TH 变量, 设定是:

1.没有拾取和求解参与

2.它不是 HOE, DOE 或 GRATING 的一部分

3. 它不在 PRISM 中。

对于 GLM 变量,设定是:

1.它没有拾取另一个折射率。

2. 它已经定义了 GLM 材料。

我们可以通过在 EXCEPT 助记符后声明将表面排除在所有变量之外, EXCEPT 助记符位于该行的第4字。通过选择适当的选项,由 ALL 设置生成的 厚度变量可以限制在空气间隙、玻璃厚度,或者仅限制当前超过指定值的厚度。 因此,如果镜头的默认最小值为1毫米的空隙,您不希望那些被声明为所有格式 的变量,因为它们总是希望变小,但不能这样做,那么您可以声明。

VLIST TH ALL OVER 1.1.

该选项检查当前厚度的绝对值,如果值小于已声明的阈值,则绕过该变量。

VLIST GLM ALL ...选项只在已经指定玻璃模型的表面上改变玻璃模型。这 与 VY SN GLM 形成对比, VY SN GLM 尽可能地在所设定的表面上强制使用玻 璃模型,不论其当前状态如何。如果该表面尚未指定模型,则后一选项将试图查 找复制当前所在折射率值的模型参数。只有当前波长与 CDF 波长差别不大时, 此搜索才有可能成功。如果失败,变量将被删除,然后建议您在尝试使用它用作 变量之前,自己插入合理的玻璃模型。这种格式的一个常见用途是,当您想更换 一个真实玻璃模型,在更改下一个之前重新优化每个案例。然后,VLIST ALL GLM 格式将继续改变镜头中剩余的那些型号,但将保留任何指定的玻璃参数。 因此,您不必像单独声明 GLM 变量那样,删除每个受影响的变量。 VLIST CC ALL...选择将改变圆锥常数在所有表面已经有圆锥常数。它们包括普通非球面、Zernike 表面、线性样条和三次样条以及非球面环形表面。它不适用于任何 USS 类型,其中有些类型具有赋给 G 系数的圆锥项。它们必须显示地随适当的 G 项变化。

VLIST GALL...选项将改变所有在 DC1 等形式的非球面上的所有非零系数。 它不会改变任何其他表面形状上的 G项;要改变这些 G项,必须在每个表面的每 一项上输入显示变量。NURBS 和 ZERNIKIES 也有其他选项。

VLIST ... n THRU m 表格与 VLIST ... ALL 表格类似,只是它只检查和改变 指定表面范围的变量。

VLIST 选项只对上述段落中描述的参数起作用。

VY SN NURBS 的形式将改变所有适用于控制点的 z 坐标的所有 G 项。如果 表面在 Y-Z 平面上被定义为对称的(有原始输入),那么只有一半的项会发生变化; 另一半会取这些值。表面必须已经定义为 NURBS 表面类型 USS 15。形式 XNURBS 是类似的,但是它适用于表面类型 USS 24 并改变 XLD 变量。

形式 VY SN ZERNIKE [SYMM / RSYMM]的形式只适用于已经声明为 ZERNIKE 的表面。除非输入 SYMM、RSYMM、RRSYMM 或 NLSYMM 等选 项,否则它将改变适用于系数 1 到 37 的 G 项。前改变具有双边对称性的项,后 者只改变具有旋转对称性的项,第三项与第二项类似,但它不改变最高阶项 G36, 第四项与第二项类似,但它不改变项 G2,它在 Y 中是线性的,与 α -倾斜变量的 作用基本相同(如果也改变倾斜,其作用是多余的,达到一阶)。为了改变中心 偏移,使用项 G38 和 39;要改变 Y 比例因子,使用术语 G51。要改变单位孔径, 使用术语 G50。如果 ZVZ 选项生效,这些形式都不会改变术语 G 37,它由该选 项管理。

VY SN DOE [SHAPE] 表格只适用于已经通过四种形式之一声明为 DOE 的 表面。 真正的 DOE、USS 16、USS 20 和 USS 25。 USS 16 和 USS 20 类型包含 了对基本形状的描述,以及定义 kinoform 区的 OPD 函数。 对于这两种类型, 你可以输入可选的 SHAPE 限定词,程序将只改变那些描述该形状的术语。如果 省略了这个修饰语,它将改变描述 OPD 函数的术语。 根据定义,USS25 型总是 应用于平坦的基底,程序会忽略该限定词并改变描述 OPD 函数的术语。 如果表 面是一个真正的 DOE,要改变的项取决于选择哪一个多项式来描述 OPD 函数。 如果是 G 系列的多项式,它将改变 G16 到 G31 项。 如果是 S 型多项式,项数 为 16 至 36。 如果它是一个 XDD 多项式,其条款从 16 到 48。 目前,Zernike 项不能用这种输入格式来改变。(你必须为该形状改变明确的 LHG 和 RHG 项, 如第 3.3.2.8 节所述)。

VY SN DCA [SYMM / RSYMM]的形式适用于目前是球面、圆锥面或平面

的表面。 它将基本的非球面条款应用于该表面,并根据字 4 的指令改变其中的 部分或全部条款。SYMM 只改变那些在 X 上对称的术语,确保双边对称。RSYMM 只改变旋转对称的术语。

在 SYNOPSYS 的默认模式下,可选[P]没有影响。此模式给出优化过程中显示输出的最小数量,并自动包含 PANT 和 AANT 的输入数据列表(参见 10.3)。如果关闭模式开关 29(请参见 10.5),程序将检查 PANT 命令的[P],并在存在输入时返回输入。如果 P 不存在,它将显示更长的,但可读的所有变量的运行记录。换句话说,如果您想要一个非常短的列表,请打开开关 29。对于一个输入回应, 关闭 29 并包含 P,并且对于一个较长的总结,也不要关闭 P 关闭。

您可以在每个变量上输入上限和下限,如果不输入,程序将替换默认值。这些边界条件限制了变量的偏移量。如果在某次迭代中违反了某一边界,程序将镜头解向量,使变量精确地移动到该边界,然后删除该变量。如果模式开关1打开, 变量在运行期间将保持在该值。如果关闭开关,它将再次自由地在下一次迭代中移动。通常情况下,一个变量会继续违反边界,并且通过打开这个开关,将它永 久地删除是更有效的。然而,在设计的早期阶段,当设计列表还没有显示时,最 好关掉这个开关,因为边界冲突可能只是暂时的。

默认的边界曲率和厚度变量可以设置条目 CLIMIT...和 TLIMIT ...来设置。 对于曲率(半径为0.2),默认限制为+/-5.0,对于厚度和空间,限制为1.0e和1mm。 如上所述,将厚度变量的绝对值与检查违规行为的限值进行比较,以检查是否有 违规行为,所以只需要输入正的极限值。因此,如果您正在设计一个包含非常小 的元件的系统,其中的厚度可能小于1毫米,您可以输入

TLIMIT 100 0.1

设定一个更小的下限。这个限制适用于所有的 VLIST TH 变量,并且所有的 VY SN TH 变量,以及所有没有与数据一起输入明确限制的 VY SN TH 变量。为 了影响这些变量,必须在声明厚度变量之前输入限制。

在默认情况下,应用于空气间隔的限制与 TLIMIT 限制相同,但是可以使用 SLIMIT 输入覆盖这些数据。然后提供的数据将应用到作为变量的空气间隔。因 此,如果输入 SLIMIT,必须在 TLIMIT 之后。为了影响这些变量,必须在声明 厚度变量之前输入限制。

约束变量的另一种方法是将像差阵列(AANT)中的数值作为目标,这种方法 在违反边界时不会使变量从变量列表中删除。这种类型的控制可以给出一个精确 的目标或单边边界(参见 10.3.5)。如果你想让一个变量移动到一个特定的值并保 持在那里,或者变量必须被约束在一个非常狭窄的区域内,这是推荐的方法:如 果您试图用参数限制一个变量与一个狭窄的地区的变量,它很可能在第一遍就被 固定在一个边界或另一个边界上,即使最好的解很可能是其他地方。出于这个原 因,在这种情况下,最好给出一个宽的边界,并使用 AANT 文件控制值。 正确选择增量大小对于任何有限差分程序的成功都是很重要的。增量过大可 能会由于非线性而产生误差,过小可能由于数值精度问题而产生误差。下面描述 的默认值通常是适当的,在必要时可以重写这些值。

实现最佳增量的最简单方法是使用模式开关 7(这是默认设置)。此开关重新 计算每次通过时的增量,如第 10.5 节所述。假设初始增量在第一次时成功,那么 后续的遍数将使用新的数值。

虽然默认的导数增量大小通常是有效的,但是当一个参数被扰动时,一些光 线由于某处的 TIR 或 MCS 的错误而无法追迹。这种情况通常发生在镜头非常小 的时候,在这种情况下,我们希望默认的增量减少一些因素。这是可选的 RDR 输入的函数,其中分数是所需的减少系数。因此,要将默认增量减少到正常值的 1%,可以输入

RDR 0.01

在 PANT 文件中。此参数仅影响起始增量,如果开关 7 打开,则将在每次迭 代时计算新值。

CBOUNDS 和 FBOUNDS 用于更改适用于 GLM, GBC 和 GBF 格式的玻璃 变量的色散部分(VD)的默认边界。这些数据最容易通过 Glass Map 开发。 在 每一行中输入一对 Nd 和 Vd 值,首先是最高的折射率值,例如

CBOUNDS 1.88 40.43 1.49 78.53

FBOUNDS 1.92 22.16 1.50 62.67.

如此输入的边界适用于所有变化的玻璃模型,除了指定为 PLASTIC 的元件。 在这种情况下,将应用窄的默认边界,并忽略输入的边界。

如果你为这些边界输入非默认值,请确保也为 CUL、CLL、FUL 和 FLL 提供一个值。否则,索引可能会偏离你所选择的区域,而且结果是不可预测的。

CUL 和 FUL 给出了玻璃变量的上限。CUL 用于 GLM 和 GBC 变量,而 FUL 仅用于 GBF 变量。冕牌玻璃的默认限额是 1.9,而火石的默认限额是 1.92。例如,如果您正在设计一个 i-Line 镜头,因为它没有合适的折射率超过 1.6,您可以在 这里限制玻璃变量到这个限度。输入 CLL 和 FLL 同样可以改变冕牌和火石玻璃 折射率的默认指数下限。默认值是 1.501,您可以增加这个值,但是不要减少这 个值,因为边界强制计算不再有效。请注意,这些设置在您更改或重新启动程序 之前仍然有效。

上面的示例给出了程序的默认值; CBOUNDS 定义冕牌边界, FBOUNDS 定

义火石边界。有关玻璃库和边界显示的更多信息,请参见上面的链接。

RD, RAD or CV	<u>VZN</u>	<u>AG</u>	<u>AL</u>
TH		<u>BG</u>	<u>BL</u>
INDEX	<u>AP1 NB</u>	<u>GG</u>	<u>GL</u>
VD	AP2 NB	<u>XG</u>	<u>XL</u>
GLASS or GLM	<u>TH0</u>	<u>YG</u>	YL
<u>GBF</u>	<u>YP0</u>	ZG	ZL
<u>GBC</u>	<u>YMP1</u>	AT NB	XDC NB
ASPH	<u>YP1</u>	BT NB	<u>YDC NB</u>
CC	LHG NB	<u>GT NB</u>	ZDC NB
ACCOMMODATE	<u>RHG NB</u>	<u>BTH</u>	GC NB
ZDATA NZOOM	<u>CAO</u>	<u>G NB</u>	<u>GOUT</u>
<u>XP1</u>	XMP1	<u>XE</u>	<u>YE</u>
ZE	<u>AE</u>	<u>BE</u>	<u>GE</u>
<u>GPA</u>	<u>GPB</u>	<u>GPG</u>	ZTH0
PTH0	<u>UP0</u>	<u>UB0</u>	
CSUM	CDIFF	CAX	CAV

PAR 的允许条目如下所示。

除非输入特定的数值,否则将假定限制和增量的默认值,除非如下所示。数 据定义如下:

RD, RAD, CV	改变表面 SN 的曲率半径。如果表面最初是圆锥面,这个变量保持圆锥常数的先前值。如果表面最初是平的,那么在优化前半径将被设置为 10*8 个单位。
	在这三种情况下,实际改变的是曲率(1/RD)。因此,对 RD 的极限实际上适用于曲率,而不是半径本身。假设半径的绝对值不小于 0.01。那么,你必须使用输入覆盖默认的限制,即 0.1,输入的内容是

	VY <u>SN</u> RAD 0.01 –0.01.
	在这里,上限和下限看起来是相反的——但它们不是。曲率的上限是 0.01 即 100 的倒数;下限是-100。所以当应用到曲率上的极限是正确的,为了满足语法,它必须按照这个顺序
	您还可以使用上面描述的 CLIMIT 参数指定不同的默认极限。在这种情况下,您不必在变量声明行上输入显示的限制。
	RD 变量的默认增量为 5.0E-5/CAO,其斜率变化约为 2 弧秒。 如果表面没有定义 CAO,则增量为 1.0E-5。
CSUM, CDIFF	变量 CSUM 和 CDIFF 是 RAD 变量的一种替代。如果您改变 一个元件两边的 RAD, 您会得到两个变量;如果您改变 CSUM,程序同时改变两个半径,保持变化之和为0。因此, 这就是一个元件弯曲度的变化。如果您改变 CDIFF,两个半 径的变化会改变光焦度,而不是弯曲。从数学上讲,我们可 能会认为改变两个半径的结果与同时改变 CSUM 和 CDIFF 的结果是一样的——但实际上许多过程会影响结果,而且由 于镜头设计固有的混乱性质,您通常会得到一个非常不同的 镜头。不用说,您不能单独改变半径也改变 CSUM 或 CDIFF, 这可能会产生一个奇异矩阵。 这个变量只能被分配到元件的第一面,而大部分的非球面形 状是不允许的。
TH	改变一个厚度或空气间隔。默认的限制允许变量的绝对值增 长到 10000 个单位或者收缩到 1mm,保持相同的符号。这条 规则为变量提供了很大的范围,但是不允许改变厚度的符号。 如果您想让厚度可以自由地移动到正值和负值,您必须自己 输入极限。默认增量是 0.001。 您也可以改变参数的默认限制 TLIMITS然后,新的默认值 将适用于所有 VLIST TH 变量,以及所有未输入明确限制的 VY SN TH 变量。 如果起始厚度恰好为零,那么上限就同时适用于最大值,如 果符号发生变化,则应用于下限。 关于监视器 ACC 和 ACM 如何用于控制厚度的讨论,见第 10,3.8 节。
INDEX	在主波长上改变折射率。其他波长的折射率保持不变。这个

	变量主要用于单 IND 变量的默认 波长系统,下一 量更为合适。	单色系统,在这种系统中,材料的色散不重要。 人限制为(1.8,1.46),默认增量为 0.001。对于多 一节中根据玻璃模型改变所有折射率的玻璃变
VD, GLASS, GLM, GBC and GBF		所有导致表面 SN 的折射率被重新定义为模型玻璃(见第 3.3.4 节和 App. F)。该程序试图 寻找 Nd 和 Vd 的值,以使主、长、短折射率的建模值与初始值相同。(这些变量都设定至 少三种波长。)根据输入的不同,找到的 Nd 和 Vd 可以作为变量使用。 请注意,玻璃模型只适用于类似典型光学玻
		璃的材料,而且只适用于此类材料的波长范围。因此,您不应该尝试使用它的红外或紫外 线工作,或用于其他材料。
		您可以通过玻璃参数显示(并调整)玻璃变量 边界。
		与 VLIST 一起输入的玻璃变量被分配为默认 折射率限制(1.5 到 1.8,GBF 变量除外,它可 以增加到 1.92)。如果您需要其他的限制,可 以使用 VYGLM 等列表,并在其中提供您 的限制,或者使用 CUL 和 FUL 指令指定不 同的默认值。
		有关玻璃变量的更多信息,请参见下一节。
VD	只改变 V 与 Schott 以在玻璃	d,保持 Nd 不变。Vd 的极限是 Nd 的函数, :玻璃库的冕牌和火石边界近似。这些边界可 :参数显示中查看和调整。

GLASS 或 GLM (或连续输入 INDEX 和 VD)

分别改变 Nd 和 Vd, 直到 Vd 到达玻璃库的一边。如果发生这种情况,这两个变量被合并,玻璃在一个维度上移动,在适当的边界上下移动。"GLASS PINNED, VAR. NO"当出现这种情况时就会显示"玻璃被钉住,变量号的信息。NO"的信息,发生这种情况时,会显示出来。

	如果小于 3 个波长被定义,或者主波长超过 2.0 µ M,玻璃模型将不会被使用,那么色散将不会被接受作为一个变量。如果初始的玻璃是在冕牌或火石边界外,它会在优化前被移到它的位置上。当发生这种情况时,将显示"玻璃模型改变初始指数"的信息。
	连续输入变量 INDEX 和 VD 等价于输入 GLM。
	由于任意改变初始玻璃属性通常会导致光线失效,所以在使用 该变量之前,应该确保初始模型在边界内或非常接近边界。
GBF	把最初的玻璃移到火石边界,之后的优化将使 Nd 和 Vd 一起沿着边界移动。
GBC	将初始的玻璃移到冕牌边界,随后的优化将沿着边界将 Nd 和 Vd 移动到一起。
PGM	这个变量为所要求的表面打开塑料标志,然后改变该表面的 GLM 玻璃模型的输入指数。 这个标志会使通常的边界被忽 略,而是将模型放在一条通过玻璃地图上发现塑料的区域的直 线上。索引范围被限制在 1.488 到 1.663 的区域。
	这样建模的线类似于输入 FBOUNDS 1.92 12.76 1.50 80.27 所设定的 GBF 玻璃地图边界。 程序会自动使用等效方程。
	如果表面已经严明为PLASTIC,那么GLM 变重的作用与PGM 变量相同。
ASPH	使表面定义为旋转的圆锥截面(如果它目前是球形的),使半轴 a和b成为变量(参见第3.3.2.2.1节)。默认的限制是正或负的 0.025,它们适用于1/2b和b/2a*2的计算值。(对于球面来 说,它们的半径在0.025到-0.025之间,一直到无限大)默认 增量是1.0E-5。这个变量相当于将RAD和CC都作为变量。
	AAA 命令可以自动地在镜头中找到引入非球面的最佳位置。
AT, BT, 和 GT	改变一个表面α、β或γ的倾斜程度。如果要改变一组表面的 倾斜程度,则将一起倾斜的表面数目输入为 NB。如果一个倾 斜已经出现在该表面上,那么 NB 必须与先前输入的组大小相 同,或者为零,这将保留之前的组数。如果当前没有倾斜,则 重新定义表面为倾斜表面。 它目前必须不是 GROUP、 GLOBAL 或 LOCAL。 请注意,3.8 中列出的倾斜曲面的规则 适用,但是对于程序 TOL 的公差,单个表面可以同时具有 AT、 BT 和 GT(因为它们一次使用一个)。如果需要轴的非零值(倾斜 轴的位置),则必须事先在 RLE 或 CHG 文件中输入。默认的

	极限是正 90 度或负 90 度,默认的增量是 1mr 的极限可以作为 角度输入,而增量是弧度。
XDC, YDC, 和 ZDC	改变表面的偏心。相对的偏移量可以用前面所描述的倾斜方式 来指定,由 NB 参数来指定一起偏移的面的数目。对于一个单 一的表面,所有三个偏移量都可以是不同的。默认的限制是正 或负 100 个镜头单位,默认的增量是 0.001。这不是用于 GLOBAL 或 LOCAL 表面,因为它们有其他的指令(见下文), 而且不应该用于改变以非零 AXIS 值输入的表面的偏心(见第 3.8.1 节)。这些变量还可以用于 GROUP 表面的偏心,在这种 情况下,您不需要输入第四个字,因为已经声明了组的大小。
G <u>NB</u>	导致表面 SN 被描述为一般非球面(见第 3.3.2.2 节),除非 它已被定义为 TORIC, BICONIC, BIRADIAL, HOE, DOE, ASTORIC, ZERNIKE, USS 或 GRATING, 以及要改变的特定 系数。下面列出了一般非球面形状的径向对称系数。 G1 乘以 ρ^{**2} G3 乘以 ρ^{**4} G6 乘以 ρ^{**6} G10 乘以 ρ^{**8} G16 乘以 ρ^{**10} G18 乘以 ρ^{**10} G18 乘以 ρ^{**12} G19 乘以 ρ^{**14} G20 乘以 ρ^{**16} G21 乘以 ρ^{**18} G22 乘以 ρ^{**20} 其中 $\rho = (X^{**2} + Y^{**2})^{**1/2}$ 由于这些系数中的有些是将光瞳与一个非常高的光焦度相乘, 所以小于统一的光瞳的系数与大于统一的光瞳的系数是非常 不同的。由于这个原因,除非明确地输入到输入行,否则默认 增量是根据光圈大小自动计算的。如果 G-terms 是变化的,则 建议使用开关7,它可以控制优化过程中的增量。

其他 G 项是非旋转对称的。所有这些 G 系数的默认限制是+ / - 1.0E10。
如果表面之前被定义为 TORIC,那么变量 RD 和 G1 适用于 YZ 半径和量 CX/2,其中 CX 是 X-Z 平面的曲率。
如果表面之前被定义为 BICONIC,变量 G1和 G2适用于 CCX 和 CCY 圆锥常数。
如果表面之前被定义为 HOE, G 变量适用于第 3.3.2.4 节所述。
如果先前将表面定义为 DOE,那么 G 变量将按照 3.3.2.8 节中 描述的那样应用。
如果表面被定义为不寻常的表面形状(USS), G 术语的应用方 式取决于指定的特定形状。详见第 3.3.2.7 节。

如果表面是 BIRADIAL, 变量 G1 适用于 CX/2, 其中 CX 是 X- Z 平面的曲率。
如果表面是 ASTORIC,则 G 变量根据第 3.3.2.2.8 节中的变量, G 变量适用于 Y 的幂次,其数量为 CX / 2,其中 CX 是 X-Z 平面中的曲率。
如果表面是 ZERNIKE, G 系数 1 到 36 适用于 Z1 到 Z36。G38 改变了单位圆的 X-偏移, G39 改变了 Y-偏移。

TH0、YP0、YMP1、YP1 对物方参数进行变化:

ТНО	改变元件的距离,如在 OBA 命令行输入。请看下面 YMP1 下的注释。
YP0	改变物体的高度。请注意,YP0 的零值是不允许的,即使作为起始点。导数增量最初等于 YP0/10,000,如果物体离得很远, YP0 本身很大,那么这个数可能很大。物体类型 OBA 和 OBB 使用此列表。
UP0	改变物体的角度。这是针对 OPD 物体(广角)的,其中 YP0 变量 没有什么意义,因为它指的是一个平面物体,而 OPD 创建一个

	表面。它也适用于 OBC 物体,其中 YP0 不工作。条目 UB0 也可以按照允许出现像差的指令执行。
YMP1	改变边缘光线的高度。改变 YMP1 或 TH0 是改变物体空间 F/number 的一种方法。(另一种方法是使用 FILLSTOP 选项,并 更改光阑 CAO。)
YP1	改变表面1上的主光线高度(并且还使用 YP1 的当前值作为起 点去除任何有效的 APS 定义)。此功能可让您找到最能满足您 的成像需求的主光线位置,而无需事先知道光阑位置。当设计 收敛时,您可以检查光线路径并选择光阑的最佳位置。
	每个变量的默认限制为正或负 1.0E20,增量为 0.001。为了获得最佳结果,在改变 TH0 或 YP0 之前,应使用 OBA 或 OBC (TH0 = 1.0E4 或 1.0E5)更接近地重新定义无穷远出物体 (OBB)。请注意,SN 的条目必须出现在所有参数输入上,包括物体参数(用于语法错误检查),尽管在这种情况下它被忽略为"VY 0 TH0"。另请注意,如果更改物距,也可以更改物体空间的 F/数,如果不需要,则必须在方便的位置放置虚拟表面 编号 1,然后改变 1 TH(或者使用系统选项 OSNA (见 3.1.1。)) 如果 FIELD 选项或真实光瞳有效,你就不能改变 YP1,因为这两个选项不兼容。
	变量 YP1 也适用于广角物方类型 OBD 的系统。在这些系统中, 这个值给出了在表面 1 上的真实光线的高度,而不是在切平面 上的近轴光线,因为后者在 90 度下趋于无穷大。
ZTH0	这个变量可以更改给定镜头设置的物距。主要是为了调整 MC 分析中的物距。若要更改非变焦镜头的物距,请使用上面描述的 TH0 变量。
	与 ZDATA 变量不同(ZDATA 变量是唯一可以分配给特定镜头 设置的其他变量),这个变量可以应用于变焦组1或更高版本。 (ZDATA 变量只适用于镜头2和更高,因为在变焦组1中偏移 值总是为零。)
	这个变量可以通过调整物距来聚焦变焦镜头。另一方面,要将 单个镜头焦点聚焦在图像上,只需为系统分配一个 YMT 解;然 后所有的镜头都将看到该解并重新聚焦,并且不需要任何变量。
	在本例中,VY线上的第二个词指的是变焦位置,而不是表面编号。此变量不能使用 VLIST 格式。

РТНО	这个参数改变 TH0 的值,即物距,特别适用于变焦镜头。当它 变化时,新值将自动分配给所有定义的变焦位置。它被用来模 拟物体的重新聚焦,所有变焦镜头都必须在相同的距离上工作。 (上面的变量 ZTH0,在每个镜头被允许独立地调整物距时使 用。) 表面编号并不重要,但是必须在 word 2 中出现一个数字。因此,
	您可以输入"VY 0 PTH0"。
XMP1, XP1	与 YMP1 和 YP1 相同, 但在 X-Z 半面中。
CC	将表面指定为圆锥截面,并且(1/2b)的值是变化的,保持(b/2a**2)恒定。这是改变圆锥截面的另一种方法,该圆锥截面将保持轴向曲率半径恒定,同时改变圆锥常数。(注意,在保持(1/2b)恒定的同时,圆锥上的变化 RD 会变化(b/2a**2)。)变量(1/2b)的默认限制为正负 20,增量为 0.0001。 (有关圆锥数据的说明,请参见附录 C。)要同时改变半径和圆锥常数,可以使用更简单的 ASPH。
	命令 AAA 可以自动找到镜头中引入非球面的最佳位置。
AP1 和 AP2	改变 HOE 的像差系数。仅当包含 HOE 的系统是 ACON 1 且 HOE 必须已经具有针对具有输入 A11 或 B11 等的点 P1 或 P2 定义的系数时才使用该特征(参见第 3.3.2.4 节)。在每种情况 下,NB 是要改变的像差多项式的 G 项。因此,为了改变来自 表面编号 11 上的 HOE 的点 P1 的光束的四阶球差项,输入将 是 VY 11 AP1 3 默认增量为 1.0E-4,限制为±1.0E10。
ACCOM	改变系统的调节(必须是一个局部)。最后一个表面与前一个表面的距离为1/D,其中D为调节屈光度数,图像表面为以前一个顶点为中心的球面。有关此特性的描述,请参见第3.2节。
XG through GG	改变全局 X, Y, Z 坐标以及全局角度 α、β、γ。 如果表面 目前不是 GLOBAL,则它将在当前位置变成全局的。请参见第 3.8.2 节。
XL through GL	适用于局部坐标。见第 3.8.3 节及以上部分。
XE through GE	改变外部的位置和角度。如果尚未启用外部模式,则会打开它。
GC <u>NB</u>	适用于 GRIN 参数。将 GC 变量分配给几种 GRIN 输入如下 所示。

GRIN type		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	GC	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
RAD or AXI		DT	N1	C1	C2	C3	C4				
		DT	N2	C1	C2	C3	C4				
		DT	N3	C1	C2	C3	C4				
URN		DT	N1	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		DT	N2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		DT	N3	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
SPHERICAL		DT	N1	C1	C2	C3	C4	C5			
		DT	N2	C1	C2	C3	C4	C5			
		DT	N3	C1	C2	C3	C4	C5			
SELFOC		DT	N1	C1							
		DT	N2	C1							
		DT	N3	C1							
LUNEBERG		DT	N1	C1	C2						
		DT	N2	C1	C2						
		DT	N3	C1	C2						
MAXWELL		DT	N1	C1	C2						
		DT	N2	C1	C2						
		DT	N3	C1	C2						

	例如,要在波长2处改变 SELFOC 的基准折射率,您可以从表中选择"GC12",并在波长1处改变球形 GRIN(即系数 C5)的半径系数,GC 编号为7。
ВТН	改变与近轴焦点的偏移量,前提是镜头有一个定义后焦距的 YMT 解。
ZDATA <u>NZOOM</u>	用于移动 ZFILE 变焦镜头的变焦组(参见第 10.7.1 节)。在这种 情况下,条目 SN 指的是组号,而不是表面号。要更改变焦位 置 3 中第 2 组的位置,,例如,您将输入 VY 2 ZDATA 3。
САО	改变表面硬通光孔径。如果镜头最初有程序定义的光瞳,光瞳 就会变硬。
LHG, RHG	用于改变 G 变量的左半部分和右半部分。这仅适用于将两个单精度值编码到 G 的一个双精度地址的表面。唯一的当前情况是具有 Zernike 系数的 HOE 的情况;它们如下加载到 G 阵列中:点 P1 的系数 ZI 到 Z17 在 G16 到 G32 的左半部分,而系数 Z18 到 Z34 在右半部分。Z35 和 Z36 位于项 G33 的左半部分和右半部分。
	对于点 P2, G 地址增加 18。因此,为了改变表面 3 上的 HOE 的点 P2 的项 Z 19,输入将是"VY 3 RHG 35"。
VZN	该变量改变其中一个 AI 数字 Zn 中的值。它没有任何作用,除 非您使用 CLINK 像差形式,在此处输入命令行或重新运行备 用 MAC - 并且该命令的数据或 MACro 包含一个或多个符号 Z1 到 Z20 - 或者您正在使用它,否则它无效。复合定义并希望 Zn 值出现在等式中。 例如,要改变 Z6 的值,可以把
	VY 6 VZN
	在 PANT 文件中, 然后在命令或 MACro 中的某处使用字符 "Z6", 在您希望数值数据变化的位置。
	由于此变量仅在运行命令行或备用 MACro 时生效,而不是在 Zn 本身被改变时生效,所以在 Zn 发生像差之前,应将 CLINK 像差放置在 AANT 文件的开头。
GOUT	当你想移除一个元件或改变 AIR 的索引时,这个变量就会被使用。它显示该表面为固定索引类型,所有索引值都等于该元件上的当前主要索引,将索引的上限设置为当前的 CUL 值,下限为 0.001。 这些限制允许该值下降到 1.0。 这是为了方便地查看是否可以完全移除透镜元件。
	(更简单的方法是使用 AED 功能,见第 10.16 节)。

	如果只是移除一个元件,镜头通常会出现光线故障,从那里继续下去并不总是很简单。 但是如果您使用 GOUT 改变折射率 并将其值设定为 1.0,那么镜头将以几乎为零的光焦度结束,然 后您可以将其移除而不会产生太大影响。如果在不对像差造成 严重鬼像影响的情况下无法移除镜头,优化程序将不会让折射 率一直变小。这是一个迹象,这表明该元件正在起作用,也许 应该留在其中。
GPA, GPB, GPG	这些变量改变了透镜组倾斜角度。它们仅在已经将透镜组倾斜 分配给所设置的表面时才起作用(与相对倾斜变量 AT, BT, GT 不同,它们在没有倾斜的情况下自动生效)。使用透镜组倾 斜选项,允许在给定表面上使用所有三个方向。默认限制为+/- 180 度,默认增量为1 mr。
CAX, CAY	这些选项改变了 CAO 在 X 或 Y 方向的倾角。

参数输入的 VLIST 形式允许您输入具有特定类型的变量(如曲率或厚度)的 表面。当使用此列表时,将应用默认限制和增量。可以指定任何不带额外数值参 数的有效 PAR,例如,

VLIST RAD 1 2 3 5

上面是允许的,下面则不被允许

VLIST AT <u>NB</u> 1 2 3... (Invalid)

因为 AT 变量需要额外的参数 NB, 它指定了作为一个组倾斜的表面的数量。 可以输入任何数量的 VY 或 VLIST 命令,最多可以输入 400 个变量。

默认情况下,程序在优化镜头前会测试所有的导数增量,并减少任何导致射 线故障的增量,这通常是一个好主意。但是如果你用 PANT 数据输入了你自己 的增量——并且希望这些增量保持不变——在 PANT 文件后面输入的 NDTEST 指令将使这个步骤失效。

10.3 像差输入(AANT)

为了优化目的,您希望合并到评价函数中的每个数量必须在像差输入文件中

描述,该文件必须以输入开头

AANT [P]

以输入结束

END

你可以创建多达 25,000 个畸变,这些畸变由后续的线条定义,有六种类型:

1.	基于光线的像差,包括横坐标和 OPD
2.	副像差,包括三阶和五阶像差
3.	设计参数像差
4.	衍射 MTF 像差
5.	由使用一个或多个其他定义的等式定义的复合像差。CLINK 像 差类似,但涉及处理 SYNOPSYS 命令并选择一个或多个输出数 据项。
6.	常量数字也可以包含在指令 CONST 中。例如, M01APYA.5 MUL CONST 2 S GIHT 这将找到半视场 Y 坐标,乘以 2,然后减去高斯图像高度,控制 该视场的畸变。

在默认模式下(开关 29 打开), SYNOPSYS 忽略 AANT 命令上的可选[P] 并自动给出 AANT 输入和输出列表。如果开关 29 关闭(见第 10.5 节),可以控制列表的形式;[P]产生一个输入图像,而省略 P 导致像差定义的更长但完整的总结。

如果开关 89 打开,则在每个优化运行的开始和结束时列出所有定义的像差的值。由于列表可能很长,并且很少需要检查所有列表,因此默认情况下此开关处于关闭状态。

所有像差定义必须放在 AANT 和 END 命令行之间。最常使用两种像差定 义。这些定义明确地控制的数量或显示这些数量的集合。第一种使用输入,如



在这里,GOALS 部分说明将目标值减少到 55.2,相对权重为 1,即细节部 分中的数量,在这种情况下是镜头的总长度。该部分中的"A"表示添加此数量。 您可以在细节部分中包含多个项,并结合 A, S, MUL 和 DIV。例如,要控制厚 度 4 和 5 的总和,您可以输入

M 34.567 A TH 4

A TH 5.

定义要控制的数量集合的输入采用如下形式

GNR 0.5 10 4 P 1

在这个例子中,要生成一个光线网格,参数为0.5和10,每半个光瞳4条光线,全视场(HBAR=1)波长P(主色)。格式在第10.3.1.1节有解释。

目标部分的输入正式采用以下形式

[NAME aname]



这个输入后面跟着描述最小化内容的附加参数(详细信息部分)。这是四个类

别,您可以通过在本节末尾的链接了解它们。

名称是一个可选字符串,最多8个字符,由所有数字组成,或以字母开头, 名称中没有标点符号或空格。这个名字将出现在 ALIST 和 FINAL 输出中,以帮 助您识别单独的像差。

M 表示最小化到指定的目标;MF 的意思是用像差的四次方最小化,而不是 用评价函数的二次方。L、LIM、LL、LUL 和 LLL 指定一个单边限制,如第 10.3.5.1 节所述。C 指定基于拉格朗日乘数的精确校正,如第 10.3.5.2 节所述。

在光线像差讨论中描述了 SR 和 SCR。 可以定义多达 5001 个像差 M's 等。 每个光线像差最多可包含 9 个分量(见第 10.3.1.2 节),以及任何数量的其他类型的像差。

许多像差定义允许人们参考特定的表面编号,例如输入

M 55 .1 A TH 6

为厚度编号6指定目标值55。

当提到镜头内的表面编号时,有时使用特殊代码是很方便的

LB0 LB1 LB2 LB3 LB4 LB9 FLAG FP1 FP2 FP3 FP4 FP9 FM1 FM2 FM3 FM4 FM9 APS.

第一个指定"last but zero", "last but one", "last but two", 依此类推; 这些让您从最后一个表面倒数。如果镜头具有八个表面,则可以写入表面 6 的示例

M 55 .1 A TH LB2

您还可以使用指令 FLAG 和 APS 间接引用表面编号。如果表面被声明为 FLAG 表面,则该表面编号将替换 FLAG 条目。命令 FP1 表示"标记加 1",依此 类推,让您在标志表面之前和之后指定最多四个表面。声明光阑的表面(在 RLE 文件中具有 SN APS ...)可以使用 APS 条目引用。这些在运行 SPBUILD 或 AEI 时都很有用,其中表面的数量不断变化,并且按数字引用特定的表面是不实际的。 这些代码可以在 PANT 和 AANT 文件中使用。以间接地引用一个表面的编号。 它们不能在 RLE 或 CHG 文件中使用。另外, APS 不能在 FFBUILD 文件中使用, 因为在这种情况下这是一个有效的助记符。

在设计变焦镜头时,你可以声明哪些变焦镜头要被校正,用

ZOOM <u>nb</u>

在 AANT 文件中的指令。此后定义的所有像差都将应用于设置的镜头,直 到遇到另一个镜头指令。如果您希望将相同的像差应用到多个镜头,您可以使用 ZGROUP ... END 的格式。例如,

```
ZGROUP ALL
(aberrations, raysets, etc.)
END (to end the group)
or
ZGROUP 1 3 5 7
...
END
ZGROUP 2 4 6 8
...
END
(other AANT entries)
END (to end the AANT file)
```

第一个示例将输入的像差应用到所有镜头组;第二个和第三个示例只应用于 显示输入的镜头。

注意,ZGROUP 命令需要一个 END 命令(终止群组),而 AANT 文件需要第 二个 END 命令来终止所有像差的定义。ZGROUP 不能包含任何 ZOOM 或另一 个 ZGROUP 声明。

输入 ZFOCUS TH0 JSN DT [GIHT]将改变物距值 TH0,增加 JSN 表面后的 空气间隔 DT,对这些设置计算后续的光线和像差。要恢复名义参数,请输入 ZFOCUS OFF。可选的 GIHT 参数在第 10.7.1 节中解释。 对于多重结构优化,您必须输入

ACON <u>nb</u>

在应用于多重结构 nb 的像差之前 ACON nb。。

除了上述定义之外,还有几个命令用于监视镜头的某些方面,以防止它变得不合理。这些是

AEC 监测边缘厚度,其中 TH 是变化的。

AGE 监测玻璃元件的边缘厚度,其中TH 是变化的。

AFE 监视边缘, AGE 也是如此, 但是如果定义了 EFILE 点 A 和 E, 则在光 瞳处, 如果没有则在 CAO 处。

- AAE 监测空气间隔的边缘厚度,其中 TH 是变化的。
- ACC 控制元件的最大中心厚度,其中TH是变化的。
- <u>ACM</u> 控制最小中心厚度,其中 TH 是变化的。

ASC 防止表面斜坡变得太陡,其中 CV 是变化的。

ACS 防止表面坡度在 CAO 处变得过于陡峭,其中 CV 是变化的。

ACA 防止光线进入或离开太靠近临界角的元件,其中 CV 变化。

<u>ATC</u> 检查评价函数中由光线误差追迹的所有光线的法线角度。 这是为了防止临界角错误,如果角度变得太陡峭。

<u>AAC</u> 光瞳控制,监测清晰的光瞳,并防止它们变得太大。这适用于所有未 指定硬 CAO 的光瞳。

- ALA 监测镜头表面的光圈。这与 AAC 类似,但不适用于反射面。
- AZA 监测 ZFILE 变焦镜头中每个镜头组的两侧空气间隔和边缘尺寸。
- <u>ADT</u> 监测镜头直径与厚度的最大比率。

ADM 监测镜头直径与厚度的最小比率。

<u>ADS</u> 监测镜头直径与厚度的比率,将表面下陷加到厚度上。 这说明半月 板元件的刚度更大。

AMS 监测半月板镜片曲率中心之间的分离。

<u>ARC</u> 用于监测整个镜头内光线的主要光线的位置。

其中每个都有可选参数来控制它们的应用方式。单击上面的链接以查看每个 链接。 特别考虑适用于 ZFILE 变焦镜头;见第 10.7.3 节。

本章暗示了 SYNOPSYS 优点功能的深度和许多可能性,可以供您使用。但 普通用户只需要使用其中的一小部分,而您的评价函数通常会变得相当简单。例 如,这里是一个样本函数定义的例子(有关所用参数的定义,请参阅以下章节):

AANT		
AEC		
GSR 0	10.000000 3 2	0.000000
GNR 0	2.000000 3 2	0.750000
GNR 0	1.000000 3 2	1.000000
GSR 0	10.000000 3 1	0.000000
GNR 0	2.000000 3 1	0.750000
GNR 0	1.000000 3 1	1.000000
GSR 0	10.000000 3 3	0.000000
GNR 0	2.000000 3 3	0.750000
GNR 0	1.000000 3 3	1.000000
M 33.1	A BACK	
ACA 60	1	
ACC 40	1	
END		

10.3.1 光线像差,设置

SYNOPSYS 要追迹的光线集可以由用户显示输入,也可以由程序自动生成, 或两者都输入。自动光线集忽略渐晕,但很决定于 VSET 参数(见第10.3.1.1节), 模拟渐晕光瞳,以及 VFIELD 数组(如果有效)。

在评估稍后定义的光线像差时,可以输入附加参数以改变镜头。(所有这些都被放入 AANT 文件中。)首先是

DIOPTERS D

此参数仅在镜头处于 AFOCAL 模式时有效。它将镜头的调节设置改变为 D 的输入值。镜头保持在那个设置,直到用户改变它。因此,如果您总是希望系统 在优化完成后返回到原始设置,明智的做法是在 AANT 文件的末尾添加最终的 DIOPTER D 命令。

ZOOM <u>NB</u>

将调整当前镜头设置以镜头数字 NB。这仅适用于 ZFILE 变焦镜头。

输入

BIREF SN { ORD / EXTR }

将表面 SN 处的材料的折射率选择设置为选定状态。因此,在此输入之后追迹的光线将看到该折射率。在使用此输入之前,材质必须是 BIREF。

输入

POLAR { X / Y / CL / CR }

将系统的偏振态设置为线性 X,线性 Y,圆形 X 或圆形 Y。必须先打开偏振 模式才能使用此输入。

每当评估像差阵列时,对镜头进行这些改变。此后镜头仍保留这些设置,除 非您设置 EVAL 而不是 SYNOPSYS;在这种情况下,透镜随后恢复到初始状态。 这意味着在下一次优化评估时,您可能不会从原始设置开始。如果是这种情况, 最好在 AANT 文件的开头初始化它们是明智的。

10.3.1.1 自动生成光线像差

自动光线生成功能构造所选类型的光线模式,并将所选光线特性添加到评价 函数中。此功能不需要上面部分中描述的"M TAR WT ..."命令行,因为每条光线 的目标和权重大小由程序根据模式指令中内置的规则分配。输入包含以下一行或 多行组成:

GNR <u>RT WT DEL ICOL HBAR GBAR [SM</u> [F [<u>XWT</u>]]]	<u>I</u> 横坐标
GXR <u>RT WT DEL ICOL HBAR GBAR [SM</u> [F]]	N 仅校正 XC 坐标
GYR <u>RT WT DEL ICOL HBAR GBAR [SM</u> [F]]	I 仅校正 YC 坐标
GSR <u>RT WT DEL ICOL HBAR GBAR [SN</u> [F]]	I <u>XC</u> 弧矢面时,矫正 XC
GTR <u>RT WT DEL ICOL HBAR GBAR [SM</u> [F]]	I YC 子午扇面矫正 YC
GPR <u>RT WT DEL ICOL HBAR GBAR [SN</u> [F [<u>XWT</u>]]]	[来自主光线的误差

GNO <u>RT WT DEL ICOL HBAR GBAR</u> [0 F]	OPD 目标
GSO <u>RT WT DEL ICOL HBAR GBAR [</u> 0 F]	弧矢面
GTO <u>RT WT DEL ICOL HBAR GBAR</u> [0 F]	子午面
GPO <u>RT WT DEL ICOL HBAR GBAR</u> [0 F]	主光线基准点
GO2 <u>RT WT DEL ICOL HBAR GBAR [</u> 0 F]	OPD 目标平方
GNN 0 <u>WT DEL ICOL HBAR GBAR</u> [<u>SN</u>]	对质心的修正
GNV 0 <u>WT DEL ICOL HBAR GBAR</u> [0 F]	波前方差
GPV 0 <u>WT DEL ICOL HBAR GBAR</u> [0 F]	主光线基准点
GTP <u>RT WT DEL ICOL</u> 0 0 <u>SN</u>	表面 SN 上的光瞳像差
GDR 0 <u>WT DEL</u> [ICOL / P] <u>HX HY</u> [0 F]	用于校正畸变的阵列。HX 和 HY 在 X 和 Y 的全视场给出目标 XA 和 YA,如果 XPP0为0,则只考虑 Y 中的目标。如果"F"在词 9 中,那么正的和负的GBARs 都被纠正。(此表格不支持波长"M"。)
GSHEAR <u>SHEAR WT DEL ICOL HBAR</u> <u>GBAR</u> [X/Y[F]]	见下文
M <u>TAR WT</u> A <u>ICOL</u> IPVAR <u>HBAR NRYS</u> <u>GBAR</u>	见下文

RT 是一个与光瞳相关的加权因子,从它可以显示每条光线的权重如下:

weight = \underline{WT} / (Xen**2 + Yen**2) ** \underline{RT}

Xen 和 Yen 是光线的分数入瞳坐标。如果 RT 为 0,那么对于生成的所有光 线,光线的权重就等于 WT。若 RT 为非零,则每条光线的权重取决于其分数光 瞳(FA);数值为 1 将使光线的权重为 1/FA* 2。一般来说,0 的值倾向于产生高对 比度的图像,而1 的值会产生低对比度,但高分辨率的图像。中间值将产生中间 结果,您应该根据单个镜头的需求选择 RT 值。

一个很好的规则是,要优化 RMS 点大小, RT 的值应该为零。当计算 RMS 点时,所有光线的权重都是相等的。另一方面,要获得最高的 MTF,值达到 1.0 可能是最好的;当它达到最大限度后,您可以切换到 MTF 像差或者 GSH 方法来 优化给定的 OPD。例如,如果您想把 MTF 峰值设为截止值的 0.33, SHEAR 值 将是 033。为了使 OPD 的 Strehl 比值最大化,这个值通常应该是 1.0,因为这个 权重适用于计算 Strehl 比率的波前差。

如果您为 RT 输入一个非零值,程序就会改变 WT 参数,这样一来,当您改 变 RT 的值时,这组光线的总体影响就会大致相同。这样做是为了确保,当您改 变 RT 的值时,您所设定的任何机械目标与光线像差之间的平衡不会发生很大的 改变。为了只控制那些光线而忽略其他的设定。因此,当调整 WT 时,靠近中心 的光线会有更大的权重,而靠近边缘的光线会有更小的权重,导致图像结构发生 变化,但同时也保持对机械或其他目标的控制。在大多数情况下,RT 的值应该 在 0 到 1 之间。较大的数值会破坏 WT 的调整,可能会破坏平衡。

如果模式开关 83 是打开的,上面给出的权重会乘以在镜头文件中分配给该 波长的波长权重。

在以上所有定义中,您可以用"P"指定主波长。您还可以使用字母"M",这会考虑所有波长。如果您希望每种波长的权重不同,您必须为每种波长输入不同的 设置。

这些行中的 "F "选项使程序在瞳孔的两侧生成射线。 通常情况下,光线只在一侧被追踪,因为大多数镜片表现出双侧对称性,对一侧的修正会自动修正另一侧。 但如果你的镜片不是对称的,你可以用这个选项来控制整个瞳孔。 这样做会增加评估 MF 所需的时间,所以除非有需要,否则不应要求这样做。

一个 GNR 设置将为网格中的每条光线生成一个 YC 和一个 XC 像差,其分 辨率由命令 DEL 给出。该条目表示要对半光瞳进行分区的数量,如下所示。



如果输入 XWT,则为适用于光线像差 x 分量的权值,因此它可能与 WT 给出的 y 分量不同。默认值是 XWT = WT。对于在 x 方向分散的单色器,有时将 XWT 设置为一个小值,将 WT 设置为一个较大的值是有用的。

对于 GNR 设置,即使产生两个像差,也只追迹每条光线一次。如果输入 GNO, 则会为每条光线生成一个单像差,即光线的 OPD。GSR 和 GTR 只在弧矢面或子 午光扇中产生光线。GPR 和 GPO 定义了参考的光线误差。主光线位置,而不是 主光线。(主光线总是用主波长,而主光线是用光线集的波长。)这对于光谱仪的 设计很有用,因为在这种情况下,不同波长的图像被广泛地分离。当一个图像由 几个探测器采样时,它也很有用,而且颜色不必重合,因为可以在软件中补偿差 异;在这种情况下,你可能会发现创建一个描述图像在各种颜色中的映射的多项 式很有用。参见 CDIST。

输出一个消息,给出由这些选项产生的光线数量。如果在 AANT 命令之前 关闭了 switch 29,那么优化程序将在 AANT 命令中查找可选的[P]。如果它在那 里,程序会列出产生的光线的数量。如果不是,则列出每个光线的全部细节。

如果为 DEL 输入一个负数,那么光线将在光瞳的左侧产生。如果可选的 F 包含在设置的 word 9 中,则将追迹光瞳的两边,得到两倍的光线。如果镜头没 有双侧对称性,就应该输入这个选项。

784

DEL 的值通常应该在 2 到 6 之间。4 的值产生 26 条光线,这个数随这个值 的平方而变化。对于大多数系统,4 的值是足够的。对于不填充网格的 GSR 和 GTR 光线集来说,有时更大的数字是合适的。

您可以按照与自动生成的光线相同的评价函数来指定单独的光线。例如,如 果横向色差是不容易被普通 GNR 像差控制的,则有人可能会用它。

AANT	
GSR .5 2 5 2 0	在2号轴上修正5条光线。
GNR .5 1 4 1 1	光线网格,波长1,全视场
GNR .5 1 4 2 1	相同,波长2
GNR .5 1 4 3 1	波长 3
M 0 10 A 1 YA 1	校正像差,权重更高
S 3 YA 1	(定义见下一节)
END	

这个输入将在全视场上产生 26 条不同的光线。轴上图像的相对权重为 2, 离轴图像的权重为 1。在每个视场处的带状光线的权重比边缘光线的权重更大, 系数为1/2*FA*2,因为我们输入了用于 rt 的值。为了改善横向色差,我们指 定在全视场的波长1和3的光线应该具有相同的 y 截距,且权重为 10。(这个例 子假设镜头已经被设置为1和3,为长和短波的波长,和波长 2 为主波长。)

GNN 修正了与这组光线的中心线相对的光线,而不是对光线的主要光线的 截距,并且总是在整个光瞳的轨迹上(因为铅笔的中心体只有一半的光瞳本身是 不合适的)。当 GNR 为每条光线产生两个像差时,GNN 仅为整个集合产生一个 像差:从质心测量的平均平方点大小。为了获得最佳的效果,镜头应该尽可能地 通过单个的光线像差或 GNR 设置进行优化,而 GNN 选项只用于对最终图像进 行峰值处理。GNN 选项还允许显示控制质心坐标。(参见第 10.3.3 节。)由于 GNN 选项忽略了主光线的位置,因此它不会自动控制稍后的色差,因此应该为此添加 特定的目标。

GNV 导致对所有生成的光线计算波前差。在设计的最后阶段,提高性能是 很有用的。注意,GNN 和 GNV 都不支持非零 RT 命令;所有光线均被同等地加 权。方差是相对于以主色主光线点为中心的球体而言的。因此,如果所设定的波 长不是主波长,则横向色差的效果会自动修正。对于给定频率的 MTF 峰值, GSHEAR 选项是比较好的。 GPV 选项类似于 GNV,除了 OPD 参考球以所设置的波长居中于图像点。 这个点使这个波长的方差最小,通常不是在主光线点。当您想要每一种波长都能 形成清晰的图像时,GPV 是有用的,但不要在意横向色差,因为横向色差不受这 个选项控制的。

GO2 与 GNV 类似,但通常更强大。虽然原则上最小化方差(与 GNV)应该最 大化 Strehl 比率,但它有两个缺陷。首先,方差对平均 OPD 不敏感,因为它定 义为平方的平均值减去平均值的平方。因此,如果这两个都是大的,程序只会控 制它们的差值,而 OPDs 本身并没有被强烈地优化为 0 的值。同时,该程序丢弃 每个 OPD 的符号信息。相反,GO2 计算每个 OPD 的平方,然后将 OPD 本身的 符号赋给结果。最终的效果是减少 OPD 的平方和,如果平均值是 0,那么方差 也会减少,同时尝试将每个 OPD 减少到 0,使之成为这种情况。

GSHEAR 是 MTF 像差的替代品,它可以工作但只能在设计非常接近完美时 使用。如果 GSHEAR 已经接近一个好的解,那么它也是最好的,但它的宽容度 更高,可以在过程的早期使用。此形式为图像中的每个点创建两条光线的痕迹, 相对于该点在光瞳中以 X 或 Y 剪切。目的是在输入的剪切值下改善卷积 MTF。 它也接受波长"M"和"P"。剪切值是半孔径的一部分。因此,1.0 的剪切对应于截 止频率,并且 0.5 或更小的值通常是合适的。RT 值不适用于此列表。较大的剪 切值产生较少的光线,因为忽略了从光瞳剪出的光线。

IPVAR 选项是 GNV 的另一个选择。后者在一个射线的网格上计算波前方差,其中每条射线的 OPD 都参考了主射线的路径长度。如果图像中心点位于主射线点附近,这是一个有效的指令,应该有助于细化一个已经用单个射线或 OPD 优化过的镜头。 但是如果衍射图案的峰值偏离了中心点,最好是取相对于该位置的波前方差,这就是 IPVAR 的作用。 注意格式:该请求要求行中包含 M tar wt A的条目,如上表所述,用于射线像差。 参见第 8.6.8 节关于像点计算的讨论,它也适用于这个指令。 目标应该是零,你应该根据 MF 的其他元件的值来调整权重。这个指令比其他形式涉及更多的计算,所以它运行得更慢。因此,射线的数量不应该过大,从 50 到 100 是一个好的范围。 对于这个指令,RT 参数被忽略;所有射线的权重相同。 不要为一个最初没有得到很好矫正的镜头指定这个或任何其他差异指令。 它的目的只是为了使已经接近最佳的设计达到峰值。 这个指令与上面描述的 GPV 相似,只是在 IPVAR 中,所有颜色都使用相同的像点参考,而后者在每种颜色中使用不同的参考。

只有考虑入瞳的光线才有意义,这些光线因此有助于最终的图像,以上选项 有几种实现这一需求的方法。大多数复杂的搜索选项都是相当耗时的,而且只有 在需要的时候才会用到。由于这个原因,有几个级别的近似速度要快得多,并且 在适当的时候可以使用它们。较慢和更准确的方法使用 WAP 2 和 3 的名称,而 较快的方法根据简单的规则修改副光瞳。因此,我们可以得到一种相当精确的方 法来快速优化镜头,同时期望以后改变到更精确的光瞳描述,以便最终优化。 VFIELD 选项介于两者之间;这些数据通过搜索找到,然后用来修改副光瞳。 要使用最简单的透视选项,将一个副光瞳分配到镜头上,然后声明光瞳是用 输入进行透视的

VSET <u>FRAC POS</u> (Vignetting SET).

这两个参数指定了光束在近轴光瞳中缩小和去中心的程度。当您可以估计您 期望在最终镜头中显示渐晕的性质时,此选项是合适的。因此,您设计给光瞳, 然后再指定通光孔和光瞳定义,这样就会产生渐晕。这种方法非常快,而且通常 非常准确。

VSET 命令必须在生成光线的命令之前出现在 AANT 文件中。FRAC 的数量 是所有光线在全视场的相对 y 坐标减小的值,而 POS 是在全视场的 y 方向的数 据偏移。如果向上边缘的光线移动,则是正的。

因此,要将全视场光线压缩到正常高度的 70%,并将产生的椭圆光瞳的中心 向上边缘光线的方向偏移近轴光瞳半径的 25%,就需要输入

VSET .7 .25

然后使用 GNR 设置进行追迹。其他视场按比例受影响,轴上点不受影响。 只有 y 坐标被还原。光线均匀分布在受压的光瞳中;因此,光线集的中心光线被 POS 移位,但是测量截距误差的主要光线仍然集中在虚设光瞳中。如果您希望主 光线以缩小和移位的光瞳为中心,那么不建议使用 VSET 选项,而应该使用 VFIELD 选项。

VSET 和 VFIELD 特性的主要区别在于后者成为镜头的永久组成部分,而它 定义的缩小光瞳适用于 SYNOPSYS 的所有特性。另一方面,VSET 是一个临时 设置,只适用于用于优化的几何光线网格。它的目的是在优化过程中给您一个快 速的方法来评估各种各样的渐晕因素(和 VSET),然后,当您的设计看起来很有 前途,您知道需要多少的渐晕,您可以把合适的 VFIELD 分配给镜头。然后您可 以分析这个系统,找到一个通光孔径,这个孔径(用 CFIX)给了这个孔径,或者创 建一个更新的 VFIELD 参数集来反映这些孔径(用 FVF),如果有必要的话,用那 个光瞳定义(没有 VSET)再次优化镜头。一种简单的方法是使用工作表来找到孔 径,在这里,您可以指定并更改所需表面的 CAO,同时观察光线光扇的绘图, 以查看 CAO 值在哪个位置被正确地截断。

在同一个 AANT 文件中修改之前,当前的 VSET 命令仍然有效,对于备用 配置优化,可以在每个光线集设置之前按需要输入额外的 VSET 命令。VSET 命 令还减少了使用 ECP 和 ECN 设置评估边缘羽化的光瞳(参见第 10.3.7 节)。

输入命令

OBS <u>P1</u> <u>R1</u> (or OBSET <u>R1</u>) (OBScuration Set)

将会导致 P1 处的部分半径 R1 中造成一个弥散斑,从自动生成的光线中被删除。

GTP 产生了一种光线的 TFAN,所有的光线都通过入瞳的中心。在这种情况下,光扇是一个 HBAR 点的集合。该功能用于修正给定表面上光瞳的球差。需要注意的是,如果您的镜头使用广角(WAP)瞳距或 VFIELD 选项,那么主要光线一般不会穿过光阑的中心,使用 GTP 功能可能没有意义。

10.3.1.2 用户指定的光线像差

您可以使用以下输入指定个别光线进行校正(在 M、MF、L 或 LL 行之后)。

{ A / S / MUL / DIV } { <u>ICOL</u> / P } <u>name HBAR XEN YEN GBAR</u> [<u>SN</u>]

<u>YA</u>	ZA	RA	XG	<u>XL</u>
<u>YC</u>	<u>OPD</u>	<u>RC</u>	<u>YG</u>	<u>YL</u>
<u>YP</u>	<u>OPP</u>	<u>HFREQ</u>	<u>ZG</u>	ZL
XA	ZZ	HBRAGG	ZZG	ZZL
<u>XC</u>	HH	HEFFIC	HHG	HHL
<u>XP</u>	DSLOPE	HSFREQ	FLUX	<u>PL</u>
<u>XE</u>	YE	ZE	ZZE	HHE
ERROR	UNI	UNR	<u>OPL</u>	ILLUM

其中的名称为:

A, S, MUL 和 DIV 显示该像差的分量如何与任何先前的分量组合以形成组合(加到、减到、乘以或除到)。特殊的像差形式可用于控制复杂情况下的边缘羽化。 见下面的 RCLEAR。

ICOL	是波长编号。您可以用"P"代替主波长,但您不能用"M"。
YA	是光线 Y 坐标的实际值。注意,如果镜头是 AFOCAL 的话,像 这样的横向量会变成角度量。
YC	是光线相对于主光线在主波长中的 Y 坐标
YP	在设定的波长下,相对于主光线的光线 Y 坐标
XA	是光线 X 坐标的实际值。
XC	是相对于主光线的 X 坐标的情况下光线的 X 坐标。
ХР	在设定的波长下,相对于主光线的光线 X 坐标
ZA	是光线 Z 坐标的实际值。
OPD	是光路的差异,以设定的波长为单位的波,光线的路径和主光线的路径之间的差异,以主色中的主光线点为 OPD 参考球的中心。 球面可以投影到无穷远处,也可以不投影,这取决于德拜近似是 否有效。
OPP	是光线的 OPD,以所设定的波长的主光线的截距作为参考球的中心,而不是主光线的截点(主光线的主波长)。
RA	是光轴到光线截距的径向距离。它总是正的。
RC	是光线截距与主光线在主波长上的距离。它总是正的。
ZZ	是在表面折射后,光线路径在 X-Z 平面上投影的角度的切线。
НН	是在 Y-Z 平面上,经过表面折射后的光线路径投影的切线。
UNI, UNR	UNI 是在表面折射之前,从表面的角度出发的光线角度,以度数为单位,且始终为正。UNR 是折射后的角度。这些量的目的是使防止非常陡峭的光线截距变得简单,这将引入非常高阶的像差,并且通常会阻碍优化程序的收敛。只需给出一个合理的目标角度,比如 60 或 70 度,如果当前角度超过这些值。其他可以影响陡峭角度的选项是 DSLOPE 像差和 ASC。
HFREQ	是光栅的局部光栅频率,在 cy/mm 中最后遇到的。这是沿着条纹 平面测量的。
HSFREQ	光栅频率是沿着表面测量的,而不是普通的平面
FLUX	为给定光线/表面截距处的光通量水平与轴点处的光通量水平之差,除以轴上光通量;这给出了光通量值的分数变化量。如果系统处于 OBG 模式或使用的是 OBA 的高斯版本,则该计算包括 cos* 4 衰减和消去以及高斯衰减。小于零的值表示该区域的光通量降低。 该功能可以用来控制光束的反射,将高斯光束转换成平顶光束。

	要做到这一点,只需在几个区域将光通量定位为零。这样就可以 使光束在这些点处的平面度最小化。
	请记住,如果所设置的表面遵循衍射光瞳(如针孔),那么这个方法的效果就不会很好,因为在这种情况下,下列表面上的光通量并不仅仅受几何光学的控制。同样,它不能用于校正 cos*4,因为它将结果与主光线的结果相比较,而不是光轴。要校正这一点,使用 ILLUM 像差
	还有一个光通量指令来分析光通量的均匀性。
XG, YG, ZG	是光线的全局(X,Y,Z)坐标。
ZZG, HHG	是全局角度切线(见上面的 ZZ, HH)。
XL, YL, ZL, ZZL, HHL	是对应的局部(X,Y,Z)坐标和角切线。
XE, YE, ZE, ZZE, HHE	对应的外部(X,Y,Z)坐标和角切线。
ERROR	这种像差与其它的像差非常不同,只能单独使用,没有被定义的 其它像差。它的目的是纠正目前给追迹失败的镜头,因此不能正 常地进行优化。您可能永远都不应该设置这种像差,而是使用下 面描述的自动版本。
	SYNOPSYS 使运行这个特性变得很容易。如果您的优化由于光 线追迹失败而无法工作,请立即单击该程序将创建的按钮,并运 行一个快速优化,在您的 AANT 文件中第一个有问题的光线用 一个错误特性纠正,在最近的 PANT 文件中使用当前变量。完成 后,光线应该完全追迹。然后程序自动发出 GDS 命令,该命令 将重新运行最后一个 MACro,这应该是您的优化 MACro。(一定 不要在 MACro 的开头放置一个 GET 或 FETCH;您要从透镜开 始,误差像差得到了改善)只有在首次尝试运行优化并遇到光线 故障时,并且只有在以 MACro 的形式输入优化文件时,才使用 此过程。
	虽然在此步骤之后,违规的光线通常会追迹,但其他光线仍然会 出现故障。如果是这样,只需重复这个过程,再次单击按钮。这 将纠正第一个仍然失败的光线,并且以这种方式您可能会将它们 全部追迹。为了更快地收敛,最好在 AANT 文件的开始处放置设 定最高的光线,这样它们将在早期得到修复。之后剩下的光线应 该没问题。当然,一个镜头的结构可能非常糟糕,即使多次使用 这个功能,您也无法让光线通过,所以它不能保证工作。但我们 在大多数情况下都取得了很好的效果。

但是,只有当当前定义的变量能够修复光线故障时,这个按钮才起作用。如果没有,您可能需要创建一个全新的 MACro,只有这个异常,并包含一组您认为有效的新变量。(不过,在得到合理的结果之前,使用工作表滑块修改镜头可能更容易一些。)
如果您预期一个或多个光线将无法追迹,您可以通过在 SYNOPSYS 命令的 word 4 中添加 FIX 这个词来简化事情。因此,
SYNOPSYS 20 0 FIX
然后,当初始系统失败时,程序将自动运行修复程序,循环直到 所有光线追迹。如果它在合理的时间内不收敛,您可以使用
stopsign 按钮 💁 中止进程。
要实现自己的误差像差,首先要显示哪条光线的误差最大。(通常 是全视场上边缘光线;找一个 TFAN,看看哪边最亮。然后在您的 评价函数中加入一个单像差:
M11APERROR101 (针对该光线而言)
得到修正的误差是根号下的参数的值最终产生 MCS 或 TIR 误差 因为它是负的。在这个例子中,我们给它一个正目标,程序优化 镜头朝向那个值。但是,它是否到达目标并不重要,因为只要光 线追迹无误,评价函数就变为零,运行就终止了。然后您可以用 您通常的评价函数进行优化。
需要注意的是:如果您使用 Fix ray 按钮 🗖 来运行这个功能,那
么当错误纠正过程完成时,它必须恢复原始变量和评价函数定义。为此,它重新运行最后一个 MACro,我们假定它包含 PANT 和 AANT 文件。然后,它将跳过该文件中的所有命令,除了 PANT、AANT、DAMPING、SNAP 和 SYNOPSYS 命令,以便在此之前的任何东西(比如 GET 命令)都不会改变已被修正的镜头。
DSLOPE 像差追迹一条光线,以找到目标表面的截距坐标。返回 值是表面本身在截点处的斜率,总是正的并且以直角为单位。这 是为了帮助避免过于陡峭的表面可能难以统一覆盖。因此,为了 使目前过于陡峭的表面 12 平坦,在最主要的光线点上,以 45 度 的倾斜度将其变平,我们可以使用
M 45 1 A P DSLOPE 1 0 0 0 12

RSLOPE

HBRAGG	是 HOE 的光线截角和构造角之间的差值,也就是布拉格角。这是一个角度,用弧度表示,适用于最后一个被追迹的 HOE。如果结构和回放波长不相同,则会自动调整布拉格角以考虑这一差异。
HEFFIC	是S面 HOE 沿光线效率的乘积。对于 HOE,这使用了 HOE 近似,包括波长和角度的影响。在多 HOE 系统中,要查看中间 HOE 之后的这一或先前的像差的结果,请在将要考虑的 HOE 之后指定一个表面编号。
	对于简单的 DOEs(USS 16 和 USS25),用标量衍射理论计算效率。 在这种情况下,可以通过改变闪耀深度来控制效率,就像在这个形 状的章节中所描述的那样。
PL	是沿给定表面与前表面之间的光线的物理长度。无论光线方向如何, 这个像差总是正的。与下面的 OPL 像差进行比较。
OPL	给出任意两个表面之间的光程长度。这里需要输入两个表面编号, 而不是一个,例如:
	M 55.2 1 A P OPL 0 0 1 0 4 9
	本例的目标是沿着表面 4 和表面 9 之间的轴向边缘线的路径,其值

	为 55.2。计算将物理路径乘以所设置的波长中的局部折射率。这一 功能目前并不适用于奇怪的光线(它总是导致错误),也不适用于 GRIN,因为 GRIN 的路径是弯曲的,折射率到处都在变化。只考虑 物理路径,不考虑任何可能由 HOE、光栅或 DOE 引起的相变。	
ILLUM	这个像差会比较给定视场的照明和轴点的照明。该程序发现在 0.1 区 域处的极端光线与输入的 HBAR、GBAR 之间的立体角,找到在主 光线和光轴之间的角度(如果图像表面是平坦的,则为表面法线),考 虑到该视场点 COS **4 中的因子暗化,并将结果与同轴的情况进 行比较。回报率的偏差是两者之比。因此,如果值为 1.0,则意味着 该视视场的照度与轴上的照度相同。 在这种情况下,程序忽略了 XEN 和 YEN 参数。 这种计算不如 ILLUM 命令精确,后者考虑了 VSET 参数、吸收损 耗、膜层效果,并追迹了大量的光线网络。尽管如此,它通常是足 够接近的一个有用的指示,说明照明将如何统一。因为它假设图像 平面是平的,所以它可能不适合表面。它还假设出瞳处的光线网格 是入瞳处网格的线性反射,这通常不是完全正确的情况。	
IZZ	这是物体和表面1之间的光线的ZZ坐标。	
ІНН	这是物体和表面1之间的光线的HH坐标。	
HBAR	是Y方向的元件分数高度。	
XEN	是X方向上的入瞳分数坐标。	
<u>YEN</u>	是Y方向上的入瞳分数坐标。	
GBAR	是X方向的部分分数高度。	
<u>SN</u>	是要计算光线截距的表面编号。默认的表面是图像平面。不应该为 OPD 设置输入这个参数,因为 OPD 设置只在图像中有效。	

为了节省计算时间,该程序会检查 XC、YC、RC、OPD 或光通量像差所需的主光线是否已被追迹到之前的光线像差,并将在可能的情况下自动重用其坐标。在 M/L 设置上的可选 SCR 输入将迫使程序重新使用最后的主光线坐标。

M/L设置的可选 SCR 条目将导致程序重新使用前一个光线。例如,XA和 YA都可以在单独的像差中被赋予不同的目标。

控制光线的指令

有两种指令可用于控制不同表面上的光线截距。 第一个指令将计算所有相 邻表面上的射线点之间的全局 Z 轴间距,假体除外。这需要使用以下格式的输入

RCLEAR tar wt window jsss jsps { icol / P } hbar xen yen gbar

程序为 jsss 到 jsps 范围内的每一对表面,沿着指定的光线创建一个 LLL 像差,目标是这对表面的 ZG 坐标差。关于所用算法的描述,请参见 LLL 的链接。这是为涉及到倾斜或偏心的表面的情况而设计的,这些情况不被较简单的 AEC 监视器所监控。在光轴强烈偏离全局 Z 轴的情况下,它没有用。另一种像 差类型,LSX、LSY、LSZ 在这种情况下可能有用。 RCLEAR 忽略了虚拟表面 (没有折射率),所以图像表面将不包括在要测试的表面中。 如果要控制图像 的间隙,可以使用沿选定光线的 ZG 坐标差组成的像差来代替。

一种特殊的光线像差形式可以控制两个相邻表面之间的光线与任何其他表面的顶点之间的距离的命令是

A { ICOL / P } VCLEARANCE HBAR XEN YEN GBAR SNR SNV A { ICOL / P } SCLEARANCE HBAR XEN YEN GBAR SNR SNV A { ICOL / P } YCLEARANCE HBAR XEN YEN GBAR SNR SNV A { ICOL / P } CCLEARANCE HBAR XEN YEN GBAR SNR SNV

这些列表将追迹设置的光线,找到它在表面 SNR 和 SNR+1 表面的坐标,并 将这些点转换为表面 SNV 的坐标。一个简单的计算就会得到光线的截距点,必 要时扩展,顶点平面在表面 SNV 上。目标是避免表面 SNV 阻碍 SNR 和 SNR+1 之间光束的情况。VCLEARANCE 表格的目标是顶点到顶点平面的光线截距的绝 对值,并且总是正值。SCLEARANCE 列表查找光线与实际表面的交点,而不是 顶点平面的交点,并返回该点与表面 SNV 轴的距离的绝对值。y 间隙只返回 y 坐 标,在实际表面的交点,并带有当前的符号。如果设置上述异常,程序将自动打 开全局模式——运行 AEI 时除外。要运行该特性,请确保在运行 AEI 之前激活 全局模式(如果镜头没有倾斜或倾斜度,则打开该模式)

CCLEARANCE 表格找到从光线截距到表面 SNV CAO 中心的距离的绝对 值。当 CAO 被去中心点时,这是很有用的。通常情况下,如果表面具有 DCCR 特性,并且希望光线清除去中心点的光瞳,而不考虑顶点在哪里。这很容易控制 输入,例如

M 1.5 1 A P CCLEAR 1 0 1 0 5 3

S CAO 3

在这个例子中,从表面 5 到 6 的全视场主光线,如果它拦截了表面 3,将会保持在表面 3 的 CAO 外的 1.5 个单位的距离。

上述选项做好保持镜头和反射镜的光束从其他元件或反射镜,但他们不会看到一个干扰时的表面不是设置的光线,但阻碍其他光线之间的表面进行测试。例如,这可能发生,如果一个小反射镜完全在系统内其他地方的光线中,所以在极端的视场上的光线都不能拦截反射镜。控制这种情况的一个简单方法是GCLEARANCE选项。这是一种几何评估,测试在 SNV 上 CAO 的顶部、中心或底部在 SNR 和 SNR+1 表面上的极值光线形成的四边形内部是否具有几何特征的格式是

A (<u>ICOL</u>/P) GCLEARANCE <u>SNR</u> <u>SNV</u>

这个选项不需要输入光线或字段(如果输入的话也会被忽略),因为它总是追迹 HBAR=1和-1的上和下边缘光线,以发现四边形的大小。另外,目标值总是0,因为如果这三个点完全在这个区域之外,则计算不会返回一个值。当一个给定的点在四边形的中心附近,并且当这个点到达边界时接近0时,误差最大。同时对 CCLEAR 和 GCLEAR 控制,有良好的效果。

另一种选择是使用指令 CNCLEARANCE。

A { ICOL / P } CNCLEARANCE HBAR 0 0 GBAR SNR SNV

这种形式与上述类似,但仅检查 CAO 的中心。因此,如果由其它清除选项 所使用的光线不与该表面相交(所以这些控制没有效果),则表面本身在该区域内 的事实将产生可以被控制的像差。

下面是使用这些特性的一个例子:



这是一个折叠系统,我们看到从表面 4 到 5 的光束被表面 2 的透镜部分阻 挡。表面 2 的孔径(在本例中由 EFILE 数据给出)为 27.5 mm。我们希望这条违规 光线至少能保持与表面 2 轴的距离。我们将改变镜面在表面 3 和 4 处的倾斜角, 以及三个分离点。如果角度变化太大,场的另一边的光线也有可能被表面 3 阻挡 所以我们也要控制这个角度。这是我们的优化 MACro:

DEFAULT.MAC		
₿ 🔁 ! 🗶 🛎 🔍 🖻 🖻 -N 🖬 🖬 🕮 🎒 ?		
PANT VY 3 AT VY 4 AT VLIST TH 2 3 4 C END		
LLL 35 1 1 A P VCLEAR -1 0 -1 0 4 3 AEC ACC		
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		
GNR .5 1 3 1 1 GNR .5 1 3 1 1 END		
SNAP SYNO 10		

SCLEAR 像差表示,该程序应该监测 4 到 5 层之间的全视场下缘光线的部分,并保持该段与表面 2 的交点,距离 2 轴的距离为 28 毫米。在表面 4 和 5 之间的场的底部的边缘光线必须清除 3×35 毫米或更多的顶点。(在本例中,我们给出了第一个目标和第二个目标的下限。)如果光线不相交于 SNR 和 SNR+1 两个交叉点之间的顶点平面,则 VCLEAR 的返回值等于目标,因此误差为零。如果光线不拦截 SNV 的表面,那么这个 SCLEAR 误差还是为零。

运行此优化后,镜头发生了变化。



现在光束已经移动了并且刚刚清除了表面 2 和 3 的光瞳。

有些注意事项是需要注意的。VCLEAR 的计算是在目标表面的顶点平面上进行的,而不是实际的表面,当表面是平的或几乎是平坦的时候,这是合适的。如果表面是强弯曲的,则使用 SCLEAR 版本。并且在大多数情况下必须允许用于镜头元件或其它支撑结构的额外空间,在此示例中我们没有这样做

10.3.1.3 基于方差的像差

波前差是图像质量的有用度量,方差命令可以与标准偏差和 X、Y 中的图像 点一起计算它的值。后两个量给出了方差最小的参考球的中心的位置,从所设置 的波长的主要光线点或在分析是多波长的情况下测量出主波长。这是对衍射图样 的峰值位置的一个有用的近似值,只要 OPD 误差小于一个波长。对于像差非常 重要的镜头,比如微光刻目标,我们希望控制这个位置,而不是仅仅控制主光线 截距的位置——这是校正像差的一个更常见的目标。本节描述的像差使人们能够 做到这一点。格式是:

M TAR WT A { ICOL /P / M } WVAR HBAR GBAR NRYS M TAR WT A { ICOL /P / M } WSTD HBAR GBAR NRYS M TAR WT A { ICOL /P / M } YIP HBAR GBAR NRYS M TAR WT A { ICOL /P / M } XIP HBAR GBAR NRYS M TAR WT A { ICOL /P / M } IPX HBAR GBAR NRYS M TAR WT A { ICOL /P / M } IPY HBAR GBAR NRYS

它们进入 AANT 文件。从参考点到图像点的距离为 XIP 和 YIP 的值,接近 衍射图样的峰值。参考点是在设置的波长中,或在设置的多波长"M"的情况下,在设置的场角处的主光线点。WVAR 返回波前差,WSTD 返回方差的平方根,即 波前差。

IPX 和 IPY 的数量是相关的,但是不同。在这里,程序找到上图中的图像点, 然后也找到轴上物体的对应点。返回的值是 X 和 Y 的差值,以镜头为单位表示, 这两个值之间的差值。因此,如果在轴上的图像是完美的,计算返回图像点在设 置的区域的位置。如果在轴上的图像点有非零坐标(例如,由于轴向彗差),返回 的值是从该点而不是从顶点测量的。因此,要控制畸变,只需针对所需的图像比 例与 IPX 或 IPY 返回的值之间的差异为目标。

计算过程是由方差例程进行的,它可以追迹到 NRYS 光线并找到所需的数量。

10.3.1.4 波前差系数

在指定的视场和波长上的波前扩展的单独项可以用像差来控制

{ A / S / MUL / DIV } ICOL COE HBAR GBAR nb { A / S / MUL / DIV } ICOL ZCOE HBAR GBAR nb

其中 nb 为所需的系数。COE 指的是 COE 特征的幂级扩展的项,而 ZCOE 是 Zernike 项。因此,要在波长 2 的全视场上得到第 3 个 Zernike 系数的值 5.4,就需要输入一个

M 5.4 1 A 2 ZCOE 1 0 3

在 AANT 文件中。

注意,这种像差的结果可能在某种程度上不同于 ZCOE 的输出。这是因为,为了尽可能快地执行,像差计算忽略了渐晕(如在 AANT 文件中的所有光线一样)。如果渐晕是一个问题,您可以移除违规的光瞳或者切换到 WAP 3 (这是非常慢的)。

10.3.1.5 鬼像控制

鬼像是由一个或多个折射面反射引起的。SYNOPSYS 可以对两种类型进行 评估和控制:GHOST 程序可以显示哪些表面的组合会在像面上产生鬼影,并且 BGI 可以评价在镜头系统内的另一个位置处形成的鬼像图像的特性。

为了控制近轴图像中鬼像弥散斑的图像的大小,输入是

M TAR WT A PGHOST JREFH JREFL

M TAR WT A PUGHOST JREFH JREFL

第一个是 PGHOST,用于控制物体空间中一个点的近轴鬼像的弥散斑大小。 这是通常的鬼像情况,其中在视场的一部分中的亮物体在另一部分中形成鬼像图 像。第二种类型 PUGHOST 用于控制入瞳上的点的鬼像图像的大小。

假设由表面 15 和表面 9 的反射产生的鬼像在图像平面处清晰地聚焦。鬼像 越小越清晰,您可以通过增加弥散斑的大小来降低它的强度。假设您想让鬼像 的半径不小于 5mm。以下是如何在 AANT 文件输入中把它的目标精确到这个 值。:

M 5 1 A PGHOST 15 9

由于较大的鬼像不是缺陷,因此提供单侧像差常常较好:

LL 5.141

A PGHOST 159

在这里,如果虚半径为 5.0,缺陷值为 0.1;如果半径为 4.0,缺陷值为 1.0。 注意,像差的返回值总是正的,因此目标值也应该是正的。

如果使用这个功能进行优化,请不要打开开关 47。该选项用于对单个鬼像 进行详细分析,如果该开关设置用于优化,则会产生大量不必要的显示输出。

与 GHOST 命令类似,该功能将在开关 49 处于打开(但不用于 PUGHOST)时 通过所估计的衍射斑半径来增大所计算的近轴鬼像半径。

您也可以控制一个在镜头系统中形成的鬼像的大小(一个"隐藏的鬼像")这在 高光焦度激光系统中是有用的,在高光焦度激光系统中,来自透镜表面的鬼像可 能会对元件造成严重的聚焦。这种控制的输入是

M TAR WT A BGI JREFL JHOT

JREFL 是反射光线的表面,而 JHOT 则是您想要监测光通量来防止损伤的表面。这种控制方式也推荐使用 LL 列表。因此,要确保从表面 41 反射到表面 9 上的鬼像光束半径大于 0.2 个单位,可以输入

LL 0.2 .01 0.1 5 A BGI 41 9

在评价函数中。这个例子给出了 0.01 如果鬼像半径为 0.2 时的控制,如果其 收缩到 1.5,则控制为 5。注意,该控制应用于弥散斑半径的绝对值,因此该程序 将让它假设一个大的正值或负值,因为情况需要。

还要注意,PGH和BGI控制都是接近轴的量,不涉及真正的光线追迹。因此,他们忽略了光阑、倾斜和衰变。这两种都将是第49号开关,如果这个开关打开的话,会将预估的衍射斑半径加到计算出的几何图像半径。

10.3.2 近轴像差

近轴像差由输入指定

{ A / S / MUL / DIV } <u>name</u>

其中的名称为:

FOCL	焦距		
ВАСК	后焦距		
TOTL	顶点到顶点的长度		
GIHT	(UB if AFOCAL) 高斯图像高度 见第 6.1 节		
EPP	出瞳距离		
ENP	入瞳距离		
DELF	从近轴的焦点转移		
FNUM	F/数		
YP0 or YPP0	物高,不适用于 OBC 或 OBD		
тно	物距		
UP0 or UPP0	对于 OBC 和 OBD 元件,是元件角度 的度数		
XP0 or XPP0	元件高度方向;不适用于 OBC 或 OBD。		
UXP	X 方向元件角度;仅适用于 OBC 或 OBD。		
YP1	主光线高度 元件参数(见第 3.1.1 节)		
XP1	主光线高度,X方向		
YMP1	边缘光线高度		
XMP1	相同,在X方向		
GBR	高斯光束半径		
GWR	高斯束腰半径 见第 5.12 节		

GBU or GBD	高斯光束发散度		
GWL	高斯束腰位置		
GXR	高斯光束在 X 方向的半径		
GXW	光束束腰在 X 方向的半径		
GXU	光束在 X 方向的发散度		
GXL	束腰在 X 方向的位置		
ACCOM	AFOCAL 调节 见第 3.2 节		
втн	从近轴(YMT)转移焦点		
BCL	后焦距。见下文。		
SGTH	玻璃厚度的总和。见下文。		
SYNC	这个像差实际上并不计算任何东西。 焦镜头。见第 5.9 节。	个像差实际上并不计算任何东西。 其目的是为了同步热影变 意头。见第 5.9 节。	

对于 AFOCAL 镜片,指令 FNUM 控制准直输出光束的直径(1/DIA),ACCOM 控制屈光度的调节。

另一组近轴像差也可用。它们可以针对选定表面上的近轴光线坐标。见第 10.3.2.1 节。

虽然它不是严格意义上的半轴量,但程序将接受 BCL 的目标,它代表的是 后焦距。这是使后焦距大于期望最小值的另一种方法。与重新计算并控制着近轴 后焦点值——在某些情况下可以无限 BCL 轴向边际线追迹,并测试是否拦截轴位 置之外的一个虚拟表面位于 TAR 从最后一个镜头表面。如果是这样,误差为零。 如果不是,误差就是光线在表面的 Y 坐标乘以输入的权重。这应该是获得所需 结果的更可靠的方法,因为错误在任何时候都不太可能给出非常大的数字。

SGTH 是所有玻璃厚度的总和。这是为了当您想通过减少玻璃的总路径来增加镜头的传输。

10.3.2.1 近轴部分像差

整个镜头或部分镜头的一阶特性可由输入控制

{ A / S / MUL / DIV } SECTION <u>name JSSS JSPS</u>

其中的名称为:

FFOCL FRONT BACK FOCL NP1 NP2 PP1 PP2 PPSEP ENP EPP POW GBR GBD GWL GWR

and

FFOCL	是前焦长。	
FRONT	是前焦距。	
BACK	是近轴后焦距(不一定是当前的 TH)。	
FOCL	是后焦长	
NP1	是来自表面 JSSS 的第一个节点的位置。	
NP2	是来自表面 JSPS 的第二个节点的位置。	
PP1	是来自表面 JSSS 的第一个主平面的位置。	
PP2	是来自表面 JSPS 的第二个主平面的位置。	
PPSEP	是两个主要平面之间的间隔。	
ENP	是表面 JSSS 的有效入瞳的位置。	
EPP	是表面 JSPS 的有效出瞳的位置。	
POW	是本节的光焦度。	
ENA	入光瞳径	
EXA	出光瞳径	
ROD	元件距离如本节所示	
RID	像距如这一节所示	
ROS	元件的半孔径	
RIS	像面的半孔径	

OMAG	图像相对元件的放大
PMAG	光瞳放大
ROAL	该部分的总长度
GBR GWL	是高斯光束参数。(参见上一节)。要使用这些参数,组中的第一个表面必须是1。

10.3.2.2 三阶和五阶像差

最终表面的三、五阶像差值可定义为要控制的像差。输入是

{ A / S / MUL / DIV } <u>name</u>

名称如下(见第 6.6 和 6.7 节):

SA3 CO3 TI3 SI3 PETZ DI3 PAC PLC SAC SLC SA5 CO5 TI5 SI5 ECOMA PZ5 DI5 TOBSA SOBSA SAP TIP COP SIP ASP PZP DIP

另一组像差可以帮助降低镜头对制造误差的灵敏度。这些都是

SAT COT ACD ACT ECD ECT ESA ECO

第10.13节对这些像差作了说明,并说明如何使用这些像差。

10.3.2.3 三阶和五阶部分像差

透镜的部分像差可以用以下方法控制

{ A / S / MUL / DIV } SECTION <u>name JSSS JSPS</u> [<u>ICOL</u>]

其中的名称为:

SA3 CO3 TI3 SI3 PETZ DI3 PAC PLC SAC SLC SA5 CO5 TI5 SI5 ECOMA PZ5 DI5 TOBSA SOBSA SAP TIP COP SIP ASP PZP DIP

差值由最终的系统 F/number 进行缩放的。除了波长之外,这些选择可能会 被设定在波长 ICOL 中默认为主波长。(见第 6.6 和 6.7 节):

10.3.3 结构参数像差

结构参数像差由两种类型的输入指定。首先是一个指令,然后是一个表面编号,格式为。

{ A / S / MUL / DIV } <u>name SN</u>

其中的名称为:

R	<u>D</u>	ZDC	<u>GG</u>	PYA	PXA
R	<u>AD</u>	NAR	<u>XL</u>	<u>PYB</u>	<u>PXB</u>
I	<u>ND</u>	<u>RGR</u>	<u>YL</u>	<u>PUA</u>	PVA
<u>P</u>	DISP	<u>XG</u>	ZL	<u>PUB</u>	PVB
T	H	YG	<u>AL</u>	<u>POW</u>	PJA
T	TILT	ZG	<u>BL</u>	<u>PIB</u>	PJB
X	<u>DC</u>	<u>AG</u>	<u>GL</u>	<u>CV</u>	SLOPE, XSLOPE
Y	<u>DC</u>	<u>BG</u>	<u>CAO</u>	<u>CC</u>	CAX, CAY
V	<u>VGT</u>	<u>XE</u>	<u>YE</u>	<u>ZE</u>	<u>AE</u>
B	E	<u>GE</u>	STRAIN	<u>SCAO</u>	FRMS
F	SLOPE	FFHIGH	FFLOW	<u>FFTIR</u>	FFRMS
F	FALPHA	FFBETA	<u>ETH</u>	<u>BLTH</u>	<u>ZM1 - ZM3</u>
A	DIFF	AVOL	FCLEAR	<u>GMN</u>	GMV
D	OCX	DCY	STX, STY		

第二种类型采用指令和零或更多的附加数字。

{ A / S / MUL / DIV } <u>name</u>

其中的名称为

ZDATA ngroup zoom
SAG sn x y
ASAG sn x y
CONST nb
<u>GC nb isn</u>
ABR nb
<u>G nb isn</u>
OAL jsss jsps
LS{X/Y/Z} low high
SLOPE sn x y
XSLOPE sn x y
XLOC
YLOC
TSAG isn fraction
TYSAG isn Y-height

RD or RAD	指的是曲率半径。对于圆锥,使用轴向半径(a**2/b)。	
CV	曲率,或1/RAD。	
СС	表示圆锥常数。	
IND	指的是主折射率。	
PDISP	指 Nlong 和 Nshort 的区别。	
ТН	是轴向厚度或空气间隔。(注:精确物距使用"TH0",而不是"TH 0"或"0 TH"——见第 10.3.2 节)	
TILT	是表面上 AT, BT, 或 GT 的角度。撤销倾斜被忽略。这并不 用于 GLOBAL 或 LOCAL 倾斜的,这些倾斜具有其他指令(如下)。	
XDC, YDC, and ZDC	是相对表面去中心的数量(不是 LOCAL 或 GLOBAL 的)。	
NAR, RNAR	指的是该表面的贡献 NAR 是请求表面的 YNi 值,而 RNAR 是边缘光线和主要光线的计算值的比率。	
RGR	KGR 类似于 NAR 像差,只是它指的是位于光瞳位置的检测器的 像,而不是位于检测器的背面。 计算这个像差的值,乘以光瞳处的 YA 值,就是在光瞳处反射	
	轴向近轴边缘光线的 YA 值。	
WGT	控制元件在这个表面和下一个表面之间的权重,以克计。参见第 5.2 节。此计算目前忽略任何可能生效的 EFILE 数据。	
XG, YG, ZG	是表面的全局坐标。	

AG, BG,GG	是表面的全局角度,单位是度数。		
XL, YL, ZL, AL, BL, GL	为局部坐标中的位置和角度(即,在前一个表面的坐标系中),单位为度。		
XE, YE, ZE, AE, BE, GE	控制外部位置和角度。		
PYA, PYB, PUA, PUB, POW, PIB	为 A 和 B 近轴光线的 Y、U 和 I(入射角)值。光线 A 为轴向边 缘光线,光线 B 为主光线。POW 是元件光焦度。		
PXA, PXB, PVA, PVB, PJA, PJB	对应于上面的 PYA 像差,除了那它们还适用于斜平面。除非 XPXT 被打开,否则这些像差为零。PJA 是 X-Z 平面的幂。		
GC <u>NB ISN</u>	参考第 10.2 节中定义的 GRIN 系数。		
ZDATA <u>NGROUP</u> <u>NZOOM</u>	是 NGROUP 组在变焦 NZOOM 时的 ZDATA 变焦。该镜头必须是一个 ZFILE 变焦镜头。		
G <u>NB ISN</u>	目标为非球面系数(DC1 项等):G值 NB 在表面上为非球面系数。		
CAO	是通光孔径的半径。这将在优化过程中计算,因此它始终是当前的。如果表面有固定孔径,这个量将是固定的,除非 CAO 也是一个变量。有关默认定义的讨论,请参见第 6.2.1 节。如果表面有硬的 EAO 或 RAO,则返回 Y 半轴。有关这些功能的描述,请参阅第 3.3.1.1 节。 这种像差将在当前的 ACON 和 ZOOM 处控制单个表面的光瞳。		
	如果您想要控制镜头中所有元件的光瞳,请使用 AAC 控制		
SCAO	它返回表面在当前 CAO 值给定的通光光瞳上的 sag。它的目的 是帮助控制变焦镜头的边缘羽化,在变焦镜头中,ECP 和 ECN 的功能并不能解释在不同的镜头设置中,光瞳上可能出现的羽 化。监视器 AZA 用于自动控制事物,但是您可以使用这个选项 获得更详细的控制。		
XLOC	是由先前的 GNN 设置最近定义的图像质心的 X 坐标的实际值。		
YLOC	是由先前的 GNN 设置最近定义的图像质心的 Y 坐标的实际值。		
ABR <u>NB</u>	指先前的加权像差,可以与其他复合构件结合重用。NB的输入数字是指如果是正的,将被重新使用的像差值。如果为负数,则表示当前数字加上输入值。(参考刚才的像差,您可以输入-1,等等。)		
SAG <u>SN X Y</u>	指先前的加权像差,可以与其他复合构件结合重用。NB 的输入		

	数字是指如果是正的,将被重新使用的像差值。如果为负数,则 表示当前数字加上输入值。(参考刚才的像差,您可以输入-1, 以此类推。)
ASAG <u>SN X Y</u>	与 SAG 指令不同的是, ASAG 只返回非球面系数带来的那部分 矢高。 这适用于基本的功率系列非球面和 Zernike 曲面。对于 所有其他形状,包括 USS 表面,都会返回总的矢高。
CONST <u>NB</u>	输入一个常数 NB,当复合像差涉及一个常数时,与其他像差分量结合使用。
OAL <u>JSSS</u> JSPS	控制两个表面之间的总长度,定义为干涉厚度之和。这只使用 TH 值,如果涉及全局或局部位置,则可能不合适。
STRAIN	控制元件的应变。这可能有助于减少所选元件的像差(和光焦度)。
FRMS	这种像差只适用于定义为 USS 类型 9 的表面,它使用福布斯 a 类非球面多项式来描述球面从球面+圆锥截面的偏离。它控制非 球面项与基本圆锥曲线的 RMS 偏离。
	注意,您还可以通过 CLINK 选项控制非球面偏离和最佳拟合球面,其中的数据由 ADEF 命令计算。详情请参见上面的链接。
FSLOPE	这个列表控制了多项式 B 型或 USS 11 型的斜率误差。见上文。
FFHIGH	控制自由表面的最高(最正的)下降 sag。有关本项的描述,请参 阅第 5.49 节。
FFLOW	控制一个自由表面的最低(最负)sag。
FFTIR	在一个自由表面的 Zernike 扩展中,控制了非对称项的总输出。
FFRMS	在自由表面的 Zernike 扩展中,由于非对称项,控制 rms。
FFALPHA	控制在光学中心的自由表面的表面法线的 α 角(在 Y-Z 平面)(轴 上的主光线点)。该角度限定了零件在车床中心时的轴线。
FFBETA	控制在光学中心的自由表面的表面法线的的β角度(在 X-Z 平 面)。该角度限定了零件在车床中心时的轴线。
ЕТН	控制元件或空气间隔的边缘厚度。这是在当前 CAO(不是 EFILE edge)上计算的,并且忽略了 SN 之后表面的任何倾斜或去中心点。它不适用于具有相同 y 坐标的两个不同 sag 的高半球表面。
BLTH	控制镜坯的厚度。该程序取指定表面的轴向厚度,如果是凹的, 在当前的 CAO 两侧增加曲线的垂度,如果是凸面则不加。计算 是在 Y-Z 平面上进行的,忽略了元件第二面的任何倾斜或偏心。
	返回绝对值,所以答案总是正值。

LSX, LSY, LSZ	这些量将控制(X,Y,Z)两个非数值邻接面之间的分离。如果表面 是相邻的,那么通常的边缘厚度控制可以很容易地防止羽化边 缘或太小的空间,但是如果表面不是相邻的,这些控制就不起作 用。如果重叠在 y 方向上,也很有用,因为边缘控制不起作用。 例如,为了对镜头进行热化,可以在镜头 4 和 5 之间添加一个 虚拟表面,为镜头 4 和(插入的)5 分配不同的膨胀系数,并改变 它们和其他镜头参数。这将告诉您表面 5 应该去哪里,以便使 用热遮蔽功能,连接两个套筒来补偿热变化。但是您不希望表面 4 和 6 发生重叠,而且由于它们不再是数值上的相邻,AEC 和 ECP/N 将无法工作。
	您可以在 AANT 文件中输入,
	M 3 1 A LSZ 4 6
	这将控制表面 4 和 6 之间的间隔的 z 分量,在这两个表面的当前 CAO 光阑上,并将结果对准 3 个镜头元件。程序将此设置转换为以下内容:
	M 3 1 A ZG 6 S ZG 4 A SCAO 6 S SCAO 4
	计算得到了这个例子中表面的全局 z 坐标,但是如果系统折叠 了,所以局部 z 轴与表面 1 的 Y 轴平行,那么我们应该使用全 局 Y。这就是 LSY 选项的目的,LSX 也是如此。
ZM1 - ZM3	这些参数控制了 ZFILE 变焦镜头的前三个时刻。ZM1 是所选组的变焦运动的 RSS 一阶导数;ZM2 编码二阶导数, ZM3 为第三阶导数。人们经常想要避免凸轮曲线的上下波动,尽管图像看起来很好,但用这种运动来制作凸轮是一个挑战。这种情况下的第三个力矩要比平缓曲线大得多,可以用 ZM3 像差来进行控制。
	本命令后面是您希望控制的组的编号。
	要评估凸轮曲线的当前力矩,请使用 CAM STATISTICS。
AVOL, ADIFF	这些像差只适用于 ADEF 分析的非球面。他们调用该程序",它 将当前的形状与最接近的拟合球进行比较,然后返回所取的总 体积的值来产生非球面,以及它与球面之间最大的 sag 差值。如 果您的非球面系数很大,并且图像显示了剧烈的上下波动—— 这种情况经常发生——您可以用这些调低。如果镜头不允许你

	简单地删除系数,也可以使用这些来去除非球面。目标为1或 两者都为零,如果它收敛,那么您应该能够将表面声明为一个球 体。
FCLEAR	当您想要两个相邻的表面之间的间隔变得足够大以容纳一个折 叠镜时,可以使用这个。一个负值表示间隙不足,您应该设定一 个足够大的正值以允许安装硬件等等。
	该程序对表面 SN 和 SN+1 的当前 CAO 进行评估,再加上两者的 sags,并显示一个 45 度的折叠镜是否适合于两者之间的空间。返回像差的符号与表面 SN 厚度的符号无关。
GMN, GMV	这些量针对的是玻璃模型的 Nd 和 Vd。
DCX, DCY	它们以 X 和 Y 的形式返回表面 CAO 的当前偏心。在 CAO 通过 DCCR 声明偏心的情况下,它们可以与 SCLEAR 像差一起使用。
STX, STY	这些量用于设计 Zernike 多项式表面。如果某些系数是变化的, 这样的表面有可能以一个陡峭的角度到达顶点平面。例如,第G 2项就像表面上的一个倾斜项,结果就不能很好地描述为顶点平 面的实际倾斜度。在极端情况下,光线可能无法追迹,因为它们 必须首先遇到顶点平面。
	利用这些项计算出的像差,是通过取得到的表面在Y在表面上的小的正值和负值处的垂度,并求出差值。如果它们相等,表面在原点处与顶点平面相切,返回值为零。如果不是,这个值大约是表面和顶点平面之间角差的正切的两倍。
SLOPE, XSLOPE	这些像差返回在给定点(X,Y)处的 Y 或 X 的斜率的正切值。当 某些类型的非球面在有效光瞳之外快速飞离时,它是很有用的。 在这种情况下,一条光线有可能与该表面有多个交点,如果程序 找到了错误的交点,这将导致光线失效。保持斜率的控制应该可 以避免这一问题。
CAX, CAY	它们返回 X 和 Y 中给定表面上的固定光瞳的当前偏心。
NURBS	这个表格是针对 USS 15 NURBS 曲面的每个控制点的个别 Z 分量。 当变化时,项有可能变得非常大,符号交替出现,曲面可能会显得很光滑。 但这并不是一个理想的情况。这个指令应该会使事情变得平缓。
XNURBS	这与 NURBS 版本类似,但适用于分配给 USS 24 型扩展 XNURBS 曲面的 XLD 阵列的 Z 坐标。 请参阅上面对 NURBS 的评论。
ASPH	当你想把一个非球面改成球面时,这个指令就会用到。 有时,

	仅仅删除非球面项和圆锥常数会导致射线失败,所以你需要在 程序的帮助下温和地达到目的。
	如果目标曲面是由圆锥常数、G系列多项式项或Zemike项定义的,这个选项将为每个非零项添加一个目标为零的项,其权重等于当前值的倒数乘以输入的权重值。
CSLOPE	这个指令将返回当前 CAO 处的曲面斜率的正切值。 它用于控制 ZFILE 变焦镜头中曲面的斜率,因为最陡峭的斜率可能发生在不可预知的变焦位置。 由于默认的 CAO 是在所有变焦使用的最大光圈处计算的,这将控制该位置的坡度。
GSA, GSC	这些指令是为你在设计模塑玻璃非球面镜头时,希望避免 "鸥 翼 "形状而准备的。考虑一下下面的镜头。
	如果在成型过程中需要将加热的玻璃球压入非球面模具,那么 表面 7 的形状可能会给成型带来问题。 表面的中心是凸形的, 然后在向边缘延伸的部分变成凹形。 这种几何形状会导致空气 被困在玻璃和模具之间,因为一旦模具的中心和边缘与玻璃接 触,空气就无处可去。 然后,镜片就会在该区域与模具不匹配。 简而言之,形状的下陷在轴线和边缘之间有一个静止点(SP), 这必须避免。 同样的问题也出现在表面 3。
	处理这个问题的一个方法是尝试将 SP 移到轴线上或移到镜片的边缘,这就是这些指令的功能。GSA 返回从轴线上测量的 SP 的小数孔径。GSC 返回从表面的 CAO 的分数距离。如果返回 值为零,那么这个表面就不再是鸥翼形了。
	在这个例子中,我们不太可能把 SP 移到任何一个表面的边缘,因为那里的坡度要相当大。因此,在这种情况下,GSA 版本可

	能效果更好。 这个问题不会出现在成型的塑料镜片上,因为过程是非常不同 的。
TSAG, TYSAG	像差 TSAG 计算元件在指定区域的局部厚度,以当前清晰孔径 的分数形式给出。 它取当前的厚度,减去该区域给定表面的矢 高,再加上下一个表面的矢高。 这可以用来控制成型塑料元件 的最大和最小厚度,由于材料在冷却时发生变化,所以必须限制 在一定范围内。 比如说
	LLL 2 1.5 A TSAG 3 0.55 将控制表面 3 的局部厚度在 0.55 倍于当前光瞳半径的区域,如
	果该值低于 2.0 毫米,则惩罚 MF。 TYSAG 的形式类似,只是高度是以 Y.为单位指定的,以透镜为 单位,而不是以 CAO 的分数为单位。

输入 ABR 最常用于允许校正各个光线截距之间的差异以及截距本身,而不 会多次追迹光线。例如,要校正区域.8 和 1.0 处的经向光扇的全视场 YC 像差, 同时校正这两条光线的 Y 截距差异,您可以输入

M 0 1 A 2 YC 1 0 1 M 0 1 A 2 YC 1 0.8 M 0 2 A ABR -1 S ABR -2.

这将修正横向像差,并使TFAN在0.8到1.0区域的斜率最小化,权重为2.0。

10.3.3.1 全息光学元件参数

参考点 P1 和 P2 的坐标可以通过列表的输入指定为像差



指令 P1X 指定点 P1 的 X 坐标,以此类推。SN 是 HOE 的表面编号。注意, 上面的像差指的是 HOE 本身,而不是结构系统。

也可以指定来自构造光学本身的 HOE 点和像差系数的目标,而不一定考虑 使用这些数据的 HOE 系统。在这种情况下,结构光学可以是主结构,也可以是 像差系数在主结构中传递给 HOE 的子结构。无论哪种方法,以下记忆法都适用:



HCOE 给出了像差系数编号 NB, 而 HPX、HPY 和 HPZ 给出了 HOE 点的位置。由于这些命令指的是结构光学, 而不是 HOE 系统, 因此在这种情况下, 没有必要指定该点是 P1 还是 P2。对于实际包含 HOE 的系统, 可以不指定上述的助记符。

这些选项可以让你设计一个构造系统,从而实现一套理想的系数和像点。如 果作为一个单一的配置优化来做,这比同时设计构造光学和回放光学要快(尽管 那个程序更强大,更通用)。

10.3.4 扩展格式

为了方便起见,允许将第一个像差定义放在与 M/L 设置相同的行上。例如,

M 10 1 A FOCL

and M 10 1

A FOCL

两者都指定焦距的目标值为10,权重为1。

10.3.5 限制和修正输入

下面的部分描述了一种仅在一个方向上控制的修正,以及基于拉格朗日乘数的精确校正。

10.3.5.1 限制输入

有时,您想要的像差大于或小于一个特定值,但不关心其他的值。在这种情况下给出一个特定的目标是不明智的,因为这可能会不必要地限制解。

为了满足" one-sided"的设定,有三种输入格式

{ LUL / LLL / LUA / LLA } TAR WT WINDOW

{ L / LIM } <u>TAR WT</u>

and LL <u>A1 f1 A2 f2</u>.

在像差定义之前,它们被用来代替通常的 M TAR WT。

这三种格式中最简单的是 LUL...格式。这里指定一个目标值、一个相对权重和一个窗口大小。LUL 选项指定一个上限,而 LLL 形式给出一个下限。

首先考虑 LUL 形式,如果要控制的量小于 TAR,则像差为零,因为这是上限,并且在这种情况下我们并不关心。对于超过 TAR 的值,像差随着离开 TAR 的平方而变化,计算成如果过量刚好等于窗口,像差值等于 WT。

对于 LLL 命令,规则是相反的;如果数量超过 TAR,则像差为零;如果数量 小于 TAR,则像差为二次方。

如果你输入 LUL 或 LLL 中的任何一种形式,并且 WINDOW 大小不等于 1.0,程序会改变权重,从而产生相同的畸变计算,但窗口大小为 1.0。其结果 与您输入的原始权重和 WINDOW 所隐含的计算结果相同,但有所简化。如果 你用 FINAL 命令检查最终的像差,就会列出这个重新计算的重量。 LUA 形式给出了像差绝对值的上限,而 LLA 给出了绝对值的下限。

因此,为了控制表面4空气间隙使其大于10mm,可以输入AANT文件

LLL 10 2 1 ! 下限为 10 个镜头单位; 加权因子= 2.0, 窗口大小为 1 个单位。

A TH 4

如果该值减小到例如9毫米,则该像差将获得2.0的值。 可以使用WT输入调整这个控制的重要性,并根据WINDOW参数的设定获得精确的结果。 (与所有像差一样,人们必须注意平衡事物的需要:某处的严密控制可能导致 其他目标被忽视。)

第二种形式将像差定义为折射率,这也是单侧控制。 在这种情况下的像差 被定义为

$\mathbf{fi} = \exp(\mathbf{WT} (\mathbf{Aberration} - \mathbf{TAR}))$

根据 TAR 和 WT 的值,可以施加一个正或负限制。您可以使用以下步骤 自行输入这些值,也可以选择"LL"选项,程序将为您找到它们。

在任何一种情况下,您将识别受控量的两个值和两个与这些值对应的像差 值,如下所示:

1.	选择 A1 f1, A2 和 f2, 其中 A1 和 A2 是接近所需极限的数值, f1 和 f2 是 您希望进入与这些值对应的评价函数的像差值。
	然后,使用 LL 方法,您只需根据上面的格式输入这些值。然后,程序会计算 TAR 和 WT 的值,这些值产生适合这些数据的折射率函数。
2.	如果您愿意,可以自行计算 TAR 和 WT 的值,如下所示:

WT = (ln(f1/f2))/(A1 - A2)

TAR = (In f1 + WT A1) / WT

例如,假设您希望表面上的冷反射值大于 0.01。假设评价函数中的其他像差值约为 0.02。然后您可以选择参数 A 和 f 的值

A1 = 0.008, f1 = 10 A2 = 0.010, f2 = 0.02

然后

以及

TAR = (In (10.0) + 3107.304 * 0.008) / 3107.304 = 0.008741.

AANT 命令是

L .008741 3107.304 A NAR 9

更简单的输入是 LL.008 10.010.02 A NAR 9, 这是一样的。 在任何一种情况下, f(a)的曲线都会像下面的曲线这样。



折射率形式和二次形式(LUL 和 LLL)一样有效,除非起始系统离预期目标非常远。在这种情况下,折射率值可能会变得非常大,控制将不能正常工作。因此,除非开始的设计与目标相当接近,否则二次形式的结果会更好。

10.3.5.2 校正输入

在某些情况下,您将希望将像差精确地校正为特定值。在 SYNOPSYS 中采 用的 PSD 阻尼最小二乘法优化算法适用于通过拉格朗日乘数法实现精确的像差 校正。

规格说明如下:

C TAR WT

其中 WT 条目被忽略,因为该选项实际上给出了像差无穷大的权重。

在优化过程中,SYNOPSYS 会尝试将像差修正到 TAR 的准确值。然而,您 需要注意的是,除非像差(以及以这种方式控制的任何其他像差)实际上能够被精 确地修正到目标值,否则不会出现这种情况。用拉格朗日乘法器控制多于单个像 差是有风险的,因为它们通常证明是不兼容的:如果不能被完全地满足目标,则 程序将不会收敛。这与常规优化不同,常规优化旨在平衡相互不相容的目标。我 们已经看到了两个修正设置导致一个奇异矩阵的情况,如果出现这种情况,使用 正常的最小化来代替修正。

如果校正不能收敛,有时在相同的像差上同时使用校正和最小化是有帮助的。 如果您对最小化赋予了很高的权重,那么程序通常会将镜头保存在一个可以进行 精确校正的区域——由于误差变为零,因此不会对评价函数造成任何影响。例如, 假设我们要保持光源到图像的距离为100:

AANT ... M 100 10 A TH0 A TOTL A BACK C 0 1 A ABR -1 ...

这里的校正指定了先前的像差的目标为 0(该目标的总距离为 100)。

我们已经观察到,即使这种控制产生了一个精确的线性解,事实上,镜头是 不断变化的,因此找到的解在下一次迭代中可能并不完美的。所以我们要谨慎使 用这个功能。

10.3.6 STA, GTA (存储像差集)

如果要多次使用一个像差文件(AANT...END),可以使用命令STA来存储它。 下一个需要的时候,在(PANT...END)文件之后的输入GTA将调用数据。

这是穿孔卡片时代遗留下来的问题,那时屏幕上没有 MACro 功能。

10.3.7 边缘羽化控制(AEC)

自动边缘羽化控制 AEC 是几个监测器之一,可纳入评价函数,以确保不超 过某些设定。

本节中描述的监视器很容易使用,但不适用于表面倾斜或偏心的情况。为 了控制这些情况下的边缘羽化,推荐使用 RCLEAR 和 LSX、LSY、LSZ 像差来 代替。

有几种工具可以控制边缘厚度。最基本的是 AEC, 即自动边缘控制。这是通过放置命令来启用的

AEC [TAR WT [WINDOW]].

在 AANT 文件中。此控件适用于所有的相关 TH 为变量的边缘。

然而,在玻璃元件上所能承受的最小边缘厚度通常与空气间隙不同。半毫米的空气间隙不会出现机械问题,而如此小的镜头边缘通常是要避免的。AANT命令如下:

AGE [TAR WT [WINDOW]] AFE [TAR WT [WINDOW]] AAE [TAR WT [WINDOW]]

允许人们给玻璃边缘(与 AGE)和空气边缘(与 AAE)不同的目标。AEC 关闭 AGE 和 AAE。如果 TAR 为零,程序将替换默认值。

当优化一个 ZFILE 变焦镜头时,边缘监视器将自动检查所有变焦位置。

AFE 类似于 AGE, 但是如果定义了 EFILE 点 A 和 E, 则检查它们的边缘;如 果没有定义, 则检查当前 CAO 点的边缘。这就产生了微妙的结果, 这取决于如 何定义 EFILE 边缘。如果使用显示的形式, 光瞳是固定的, 如果其他的形式是有 效的, 那么 A 点和 E 点的值会随着镜头的变化而变化。因此, 边缘羽化将在当 前 CAO 维度加上当前 MARGIN 给定的光圈上进行控制。

程序将自动监测如此指定的边缘,并且如果它们中的任何一个变得比 TAR 更薄,由 WT 加权,将对评价函数添加控制。默认值为1毫米厚度,权重为1.0。 此功能不会监控由拾取或求解控制的厚度(因为它们不能是变量),并且它不支 持 VSET 参数(可以针对单个像差进行更改,但不能针对像 AEC 这样的全局功 能进行更改)。尽管如此,它是一种非常方便的工具,用于将镜头保持在现实世 界中,特别是在设计的初始阶段,当镜头快速变化并且有时希望具有相当大或小 的元件厚度时。所涉及的光线与 ECP 和 ECN 选项所描述的光线相同,如下所述 (VSET 除外)。控制以二次方式应用到 WINDOW 的错误,然后线性地应用。

如果输入了 AEC 选项, 如果随后输入了 AAE, 则将转换为 AGE, 如果后来 输入了 AGE, 则转换为 AAE。

AEC 不支持超球面,因为边缘厚度没有定义。它可以控制 CAO 点的厚度,但不能控制超球面点的厚度。为了监视后者,我们建议控制元件或空气间隙两边的边缘光线的 ZA 或 ZG 坐标。

AEC 和其他边缘监视器自动应用于 ZFILE 变焦镜头的所有镜头设置。

您可以设定用输入来监控单个的边缘厚度

$ \left\{ \begin{matrix} ECP \\ ECN \\ ETP \\ ETN \end{matrix} \right\} \frac{TAR WT SN SN SN SN SN SN \ldots }{SN SN $	(Edge Control, Positive) (Edge Control, Negative) (Edge Target, Positive) (Edge Target, Negative)
---	--

其中, ECP 使程序从整个视场物方点追迹上(通常是正的 Y)边缘光线,而 ECN 使程序从该物方点追迹下(负的 Y)边缘光线。计算了 SN 数据输入的每个表 面与镜头下一个表面之间的边缘厚度,并与目标进行了比较。如果边缘较薄,则 认为该差异是违规的。然后,所有输入表面的边界违反的平方和被包含在评价函 数中。这个量的平方根被显示成像差值。该功能不需要考虑到表面的倾斜和倾斜 几何形状,因此不应该用于楔形。

"全视场"的定义取决于物体描述。如果物体是矩形的,程序就会发现从轴到目标点的距离,即 HBAR 和 GBAR 都等于 1.0,并从轴线上这个距离的子午平面上的一个点开始追迹。如果系统规范"CFOV"生效,指定一个圆形视场,则追迹

的点就在 HBAR = 1 处。

最后的复杂性应该被注意到。如果镜头使用实际的光瞳选项(参见第 2.6.1 节), 那么上边缘光线实际上是与全视场物体在轴的同一边的边缘处的光线。如果物体 的高度是正的,那么上边缘光线的方向与副光瞳的方向相同。但如果它是负的, 上缘线就在光瞳的底部。这通常都是您想要的,因为 ECP 光线需要更大的孔径, 就像您所期望的那样,在光阑之前,对所有的元件都是这样的。

当您不显示的时候,只要看一下平板监视器,确保窗口上有一幅图画,然后按下 F7 和 F8 键。F7 键只显示"下层 "边缘光线,F8 为"上层"。您可以快速验证 哪些光线遇到了特征边缘,并据此构造 ECP 或 ECN 目标。

ETP 和 ETN 与 ECP 和 ECN 相似,只是边缘在较厚和较薄的值上都是相同的。这指定了厚度的精确目标。

要使用这个功能, TAR 的值应该等于期望的边缘厚度, 而 WT 是你希望在 边缘过薄1个单位时进入评价函数的值。即使当镜头的厚度为负时, TAR 和 WT 都是正的。

与阻尼最小二乘优化中的其他所有东西(除了拉格朗日乘数选项)一样,该错误根据其权重与其他错误进行平衡。这意味着 WT 的有用值大约等于要控制的 其他最大像差的值。如果评价函数包含 OPD,那么有用的 WT 可能在 1 到 10 之 间,而如果指定了小的横向像差,则 0 .01 的值可能就足够了。通常最好从一个 小的权重开始,只有当镜头对小的值没有反应时才增加它,,因为在严重的边缘 违背上的一个大的权重可以改变镜头一个不规则的量,并从一个好的解决区域移 开。

当然,重要的是有一些变量可以控制边缘,特别是中心厚度。

如果这些单独的控件中的任何一个有效,它们将覆盖该表面上的任何 AEC 或 ACC 设置。

这个特性使用 VSET 输入的数据(如果有的话)来减少有效的离轴光瞳的大小, 当然它也尊重所有光瞳大小的选项,比如 WAP 和 VFIELD。但是如果边缘厚度 更好地由这个光瞳定义的上下边缘光线来决定,您可以通过指定来创建你自己的 像差,例如,

M <u>TAR WT</u> A TH <u>SN</u> A 2 ZA <u>HBAR XEN YEN GBAR</u> (<u>SN +1</u>) S 2 ZA <u>HBAR XEN YEN GBAR</u> (<u>SN</u>)

或利用第 10.3.51 节所述的 LIM 或 LL 输入实现单向控制。

10.3.8 中心厚度控制(ACC, ACM)

中心厚度可由输入自动控制

ACC [TAR WT [WINDOW]] ACM [TAR WT [WINDOW]]

在 AANT 文件中。ACC 激活一个控制来防止厚度超过 TAR,而 ACM 阻止 厚度变小。TAR 总是一个正数,即使 TH 是负数。每个监测仪只能指定一个目标, 因此将这些目标应用于所有不同的厚度。

这是几种在优化过程中持续运行的监视器之一。

如果您希望您的厚度变量保持在给定的范围内(通常是这样),这些控制将为您提供一种方便的方法来获得该控制。您也可以对变量给出限值,但自动方法具有优势,建议在实际中使用。因此,如果您的范围不超过25.4 mm,不小于2 mm,您可以进入 AANT 文件。

ACC 25.4 1 1 ACM 2 1 1.

所有被声明为变量的玻璃厚度都将被监控,如果其中任何一个厚度超过目标,将会受到控制,权重为WT。默认的ACC目标为1英寸,默认的ACM目标为1单位,权重均为1.0。这是防止镜头变得太厚或太薄的一个有用工具,特别是在设计的最初阶段,它对所有不同的厚度都适用同样的限制。控制以四次方的方式应用到一个等于WINDOW的误差,之后则是线性的。

请注意,有两种约束镜头厚度的方法。硬性限制总是被分配给 TH 变量,你可以通过 TLIMIT 指令改变这些限制。如果在优化过程中的任何迭代中违反了限制,程序会对解决方案进行缩放,使变量正好处于限制的位置。然后,根据模式开关1的状态,它可以放弃该厚度变量或允许它继续变化。这种方法是可行的,但有时很慢,因为有些迭代的结果很不理想。另一种方法是指定非常宽的限制,这样它们就不会经常被违反,如果厚度偏离了期望的范围,就使用上述的监控器来惩罚 MF。 如果在读取 PANT 文件时打开开关 55,这种方法会自动激活。由于镜头设计的混乱性质,这两种方法通常会得到非常不同的结果,这两种方法都值得尝试。

然后线性地,单个中心厚度也可以控制,可以对变量进行边界限制,也可以 通过评价函数中的显示目标进行控制。另一个选择是使用指令

CTC TAR WT SN SN SN ... (Center Thickness Control) CTT TAR WT SN SN SN ... (Center Thickness Target)

CTC 提供了一个单边控制,类似于边缘厚度(参见第 10.3.7 节),而 CTT 给出了一个明确的目标。这两者都将覆盖任何可能有效的 ACC 或 ACM 控制。他们可能被分配到空气间隙和镜头元件(不像 ACC 和 ACM,只适用于元件)。您可以输入多于一组表面数字和目标。因此,

CTC 9 100 2 CTC 6.6 100 3

将控制空气间隙 2 和厚度 3,保持前者不超过 9,后者不超过 6.6 镜头单位。

与边缘厚度像差一样,TAR和WT的值总是为正值。TAR是中心厚度的期望极限(或值),当值太大时WT是控制。

10.3.9 MTF 像差

SYNOPSYS 提供了一种选项,可以直接在评价函数中对衍射 MTF 进行定位。这已经被证明是平衡残差的一种强有力的方法,并且有时可以显著提高镜头的性能。然而,它必须被认为是一种作为最后手段的工具,而不是一种标准程序,原因有二:

首先,评估 MTF(用于此目的的卷积 MTF 例程)的过程要比优化过程中所需 的正常光线追迹慢很多倍。当优化 MTF 时,可能需要等待数小时而不是数分钟 才能完成优化。

第二个原因是,这个过程只能应用于已经非常接近衍射极限的镜头。这是一个重要的限制。透镜的 MTF 倾向于几乎对涉及的每个参数都有振荡。如果透镜不完美,MTF 也会在更高的空间频率上振荡,如下所示。



典型的 MTF 曲线显示模量随空间频率的变化。

如下图所示,一个给定频率的 MTF 也会作为一个镜头变量振荡。虽然不太 为人所知,但这种效果是基于波形的标准(如 MTF)所固有的,并且完全排除了它 作为一种通用的优化工具的使用。每一个成功的优化方法都利用第一个(有时是 第二个)对设计变量的偏差的导数,从而找到一个改进的解。但是如果导数在初 始解和期望解之间快速变化,那么除了随机搜索之外,没有任何程序可以从一个 解到另一个。



图中显示当结构参数改变时,镜头的 MTF 如何振荡。

为了满足 MTF 优化的设定,必须对镜头进行足够的校正,使其在低于目标 频率的频率上不存在 MTF 曲线的最小值,并且在起始值和改进的解之间的变量 值之间不存在 MTF 的最小值。这两个设定密切相关,满足第一个设定可能就足 够了。

假设上述图中的 MTF 要在点 A 处(不满足上述规则)进行修正。程序将尝试 在这一点上提高 MTF 值,并将设计移动到 b 点。这是一个局部最大值,一旦到 了那里,程序就会停止。但这不是期望的最大值。如果起点是 C 点,设计就会成 功。

要使用 MTF 优化来达到好的效果,您应该遵循以下步骤:

1.	首先用单独的光线或 OPD 校正镜头。GSR 和 GTR 选项简单而有效。GNR 选项将改进镜头尽可能通过几何光线目标进行改进。
2.	在多个视场点绘制 MTF 曲线,并选择比图中任何最小值都低的频率。
3.	将 MTF 目标锁定在那些视场点和频率上。如果初始镜头满足这些设定,程序将检测并拒绝任何违反这些规则的 MTF 曲线的解。改进后的镜头将会出现。

优化程序计算的 MTF 始终采用波前插值法,在第 6.6.3.1 节中有更充分的 说明。如果开关 84 是关闭的,这将在波前使用一个 Zernike,后者的速度要慢很 多倍,但如果波阵面的表现不佳,则必须采用后者。

如果您打算使用 KICK 或 ANNEAL 函数,应该谨慎地使用 MTF 优化。这些选项将改变镜头,使 MTF 可能不再处于最大值附近,而在这种情况下,该程序将不起作用。如果您小心地设定一个相当低的初始温度,您可以使用模拟退火,所以设计变化不大。

最后,我们注意到,你不应该使用 MTF 像差作为蒙特卡洛公差分析中调整的一部分。该程序几乎肯定会扰乱镜头,使其不再接近于最佳焦点。

用 MTF 优化的输入格式是:



其中 TAR 是所需的 MTF 和 WT 是相对权重。OBS 的输入会被约束,但是 弥散斑必须居中(参数 P1 被忽略)。

对于 MTF 系列的像差,允许输入字符"PERF"以代替目标值。然后,该程序 将在输入的空间频率上替换一个完美的 MTF 的近似值,该值为接近 F/number 和 主色,用于一个不模糊的圆形光瞳。这个估计值的精度大约是 1%,比设定一个 1.0 的 MTF 的效果要好得多,因为如果镜头接近衍射极限,您希望误差很小,以 便正确地平衡对其他可能还没有被很好纠正的像差。

ICOL	是颜色编号,"M"设置多波长 MTF,而"P"只是主色。
XMTF,YMTF	指定要控制的特定 MTF 方向。当只有一个方向是重要的时候,就推荐使用它们。
AMTF	以所设置的波长、视场和空间波长的 XMTF 和 YMTF 的平均 值为目标。
MTF	针对一般使用的 XMTF 和 YMTF 的几何平均值,建议使用此选项。
MTX, MTY	当要以相同频率给予 X 和 Y MTF 特定目标时,可以设置(按此序列,作为两个像差)。只对两者执行一次计算。
C/MM	是要被控制的期望的 MTF 的频率。如果镜头是 AFOCAL,则此命令单位实际上是 c/mr 而不是 c/mm。

10.3.10 复合像差

前面部分中给出的像差定义允许您控制指定量的简单代数组合,例如光线差、 比例等。当需要更通用的表达式时,另一种形式的输入更方便。可以定义复合像 差

M <u>TAR WT</u> COMPOSITE CD1 <u>aberration</u> (composite definition 1, etc.) CD2 <u>aberration</u> CD3 <u>aberration</u> ... CD9 <u>aberration</u> = <u>equation</u>

这种格式接受一个方程式作为像差定义的一部分,就像它在 Fortran 中表达 一样,具有数值常数,Zn 变量,算术符号(+, -, *, /, **),括号,ABS, SQRT 和 循环函数 SIN, ASIN, COS, ACOS, TAN, ATAN,以及折射率和对 数函数 EXP, ALOG 和 ALOG10。每种情况下的角度参数都以弧度为单位,如 Fortran 中所示。

最多可以定义9个变量(按顺序,从 CD1 开始),与本手册前面部分给出

的其他像差相同,然后在等式中随意使用。 例如,输入

M 1.5 1 COMPOSITE CD1 2 YA 0 0 1 0 3 CD2 SAG 3 0 1.2 CD3 SA3 = 2.0*SQRT(CD1*CD1 + CD2*CD2) / CD3

将进行规定的计算,其中 CD1 为轴向边缘光线表面 3 的 YA 坐标,CD2 为 该表面在 1.2 区处的 sag,CD3 为三阶球差。计算结果将与目标值 1.5 相比较, 其差值将进入评价函数。注意,方程本身出现在一个单独的命令行上,从等号"=" 开始。该字符使行绕过普通的命令解释器,后者不能解释数学符号。

操作符从右到左,其优先级为

** exponentiation

*, / multiplication, division

+,- addition, subtraction

括号可用于强制优先。例如,上面的方程不同于

= 2.0*SQRT ((CD1*CD1 + CD2*CD2) / CD3).

CDs, 当在 AANT 文件中定义时, 在重新定义之前保留其最后的值——因此 它们可能再次用于另一个方程。有关 Zn 参数的相关功能, 请参见下一节。

AI 程序还可以在优化运行之外使用这些量进行计算,它还可以显示所有当前 CDn 参数的值。看到第 15.1.4 节。

注意,CDs只能用自包含的像差来定义。这意味着,例如,您不能在定义中使用GNR、GNN等,因为它们生成一个无法计算的整个光线集的组合。

注意,运算符 ASIN、ACOS 和 ATAN 用弧度而不是度数来表示结果。另外, 请注意,在命令字符串中,甚至在注释中,都不允许使用等号"="。

10.3.10.1 Zn 参数优化

第 15.1.4.2 节描述了 AI 定义一组 20 个参数的能力,称为 Z1 到 Z20。这些 是永久参数,只能由 AI 定义或使用 VZN 变量定义,但一旦定义,它们可以在复 合像差中使用,其方式与 CDn 定义完全相同。

例如,假设您希望表面 7 的全局 y 坐标等于某个图像的质心位置。
SYNOPSYS 可以使用 GNN 选项计算图像的质心,但是如何使用 Zn 参数进行计算:

```
RMS 2 1 300

Z1 = FILE 5

Z2 = YA AT HBAR = 1

= Z1 + Z2

Z3 = FILE 1

PANT

VY 7 YG

END

AANT

M 0 1 COMPOSITE

CD1 YG 7

= CD1 - Z3

END
```

SYNOPSYS...

这里 Z1 的值是图像质心的 y 坐标(来自文件缓冲区位置 5, 这是 RMS 命令 放置它的地方)。运行 RMS 命令, 然后问 AI"BUFFER?"看看哪里去了什么)Z2 是 主要的光线坐标;它们的和是绝对质心位置, 它首先由 AI 方程(将答案的副本放 入文件缓冲区 1)计算, 然后放入 Z3。然后, 在 AANT 文件中, 从表 7 的全局 y 坐标中减去它。然后, 优化运行会改变表面 7 的全局 y 坐标, 从而使它等于 Z3 的值。

(在这种简单的情况下,最好让 AI 来完成整个工作;当质心位置在变量 Z3 之 后, AI 句"将表面 7 的 YG 改变为 Z3"就足够了。

10.3.11 CLINK 命令链接到像差

第 10.3.10 节描述如何构造一个复合像差,该像差由通常对优化程序可用的 量构成。但有时你需要控制一些不能作为像差的东西的值。CLINK 操作可以在 优化过程中提交一个 SYNOPSYS 命令字符串,然后通过 AI 输出缓冲区访问结 果。(AI 模式不需要打开就可以工作。)

这种像差的定义与复合像差的定义非常相似。

M <u>TAR WEIGHT</u> CLINK --- any single-line <u>SYNOPSYS</u> command ---CD1 FILE <u>nn</u> CD2 ... ---= equation

输入的是"CLINK"而不是"COMPOSITE",下一行必须包含有效的SYNOPSYS命令。这里有一些限制。您不能使用AI语句,并且命令必须是自包含的,没有"/"等连续字符。不能使用EM或EAM命令来执行一个MACro,但是可以使用GADS命令重新运行任何使用EAM命令运行的MACro,或者在优化开始之前单击按钮 3.除了Zn参数之外,在命令中不能有任何符号替换。只

化开始之前单击按钮,除了Zn 参数之外,在命令中不能有任何符号省换。只 有将输出的副本放置到 AI 缓冲区的命令才能工作,因为在那里可以找到传输到 CDn 变量的数据。与复合像差一样,CDn 必须以数字序列定义,定义必须以一 个等式结束,以"="符号开始。

例如,假设您想控制来自镜头的主光线的 S 和 P 偏振之间的相位差。如果您运行 <u>PRAY</u>命令,然后查看缓冲区(使用"BUFF?"),您将在文件位置 4 和 8 中看到这两个阶段。这是像差:

AANT M 90 1 CLINK PRAY P 1 CD1 FILE 4 CD2 FILE 8 = CD1 - CD2 END

这将使相位差精确到 90 度。

另一个例子。 假设你想让一个元件的重量正好是 22 克。WGT 的像差已经可用,但是它不尊重 EFILE 边缘,而 WGT 命令可以。

M 22 1 CLINK WGT 3 CD1 FILE 4 = CD1

这将控制所需的权重。当然, EFILE 边缘必须被指定为不同于 WGT 像差的, 并且为了这些边缘被约束,必须打开开关 39。

如果有必要在后续的异常情况下控制 AI 输出缓冲区中放置的额外数量,则 不需要重新运行创建该输出的命令序列。相反,在随后的像差定义(该列表不使 用语法中的命令行)上使用 COMPOSITE 形式,并且简单地使用 CD1 文件 nn 等 来获取先前文件变量。在 AI 缓冲器中的所有命令保持在那里,直到另一个命令 已经改变它们为止,并且一旦已经执行了命令,它们可以被尽可能多的组合像差 访问。但请记住:必须重新定义任何东西的每个 COMPOSITE 或 CLINK 都必须从 CD1、CD2 开始,按数值序列,这将覆盖之前的定义。任何在前像差中定义且未 被覆盖的 cd 都可以被重新使用,如果该值是您想要的话,因为它们也会保留直 到被改变。

注意,如果要使用 CLINK 执行多行命令,必须在运行优化程序之前将序列 放入 MACro中,并使用 EAM 命令或按钮运行该 MACro。这将执行 MACro并 在备用 MACro缓冲区中保存命令字符串的副本。然后,将您的优化作为主要 MACro进行操作,并在命令行中使用"GADS "来使用 CLINK 像差。获取备用数 据集(GADS)只需重新运行该缓冲区中的任何命令字符串。(不过,您不能在 CLINK 像差定义本身中使用 EM 或 EAM 命令。)

这种形式的 CLINK 比单行形式更灵活,并且备选 MACro 可以包含许多但不是所有的常规 SYNOPSYS 命令和 AI 句子。例如,这里是如何最小化三个视视场点的加权 RMS 点大小:首先创建包含的备用 MACro

! Calculate multi-color RMS at 3 fields:		
rms m 0 300 0 0	在轴上获取第一个有效值,	并将结果加载到变量
	Z1 中	
z1 = file 1		
rms m .7 300 0 0	视场点 0.7	
z2 = file 1		
rms m 1 300 0 0	和视场点 1.0	
z3 = file 1		
=(z1+z2+z3)/3	计算这些视场点的平均 RM	S。

使用按钮 运行此 MACro, 然后按如下方式进行优化 MACro:

pant	定义变量参数
(variables)	
end	

830

aant	启动评价函数定义
(other aberrations)	(其他像差)
m 0 1 clink	创建 CLINK 像差
gads	执行备用 MACro
cd1 file 1	MACro 留下了计算的副本(z1 + z2 + z3)/3
	在第一个缓冲区位置。在这里,我们将该值分配给 CD1。
= cd1	这样就完成了 CLINK 像差,返回了 CD1 的值。
end	完成评价函数的定义
snap	
syno 100	

在这个简单的例子中,如果图像质心接近主光点,您会得到与 GNR 像差相同的结果。更严重的是 GNN 像差的影响,它是从图像质心测量的。

CLINK 的最后一个例子: 在这里, 我们希望最大限度地减少非球面离最近 拟合球体的偏离。

M 0 10 CLINK ADEF 1 CD1 FILE 6 = CD1

这里, RMS 偏离已经由 ADEF 加载到 FILE 位置 6,并且我们将该值传送到 变量 CD1,变量 CD1 变为最小化的像差。

在 CLINK 像差中进入备用 MACro 有限制。 下列是禁止的:

1.优化文件, PANT ...和 AANT

2.ACON 拾取文件

3. BTOL 文件

4. IRG, AIM, TPM 或任何其他运行优化的命令。 这些将创建破坏包含 CLINK 像差的优化文件的文件。

5. GET, FETCH, CHG 或其他改变镜头的命令。如果您在 MACro 结束时拿回镜头,您可能会摆脱这些。该程序必须看到采取衍生增量的效果,如果您自己更换镜头,它们就会消失。

另请参见第 15.1.4.2 节,其中简介了如何在使用 CLINK 运行的 MACro 中出 现 Zn 参数。由于 Zn 可以是优化变量(使用 VZN),因此您可以更改任何可以 放入 MACro 的数字参数,同时控制放置在 AI 输出缓冲区中的任何输出。这个 功能的强大功能和灵活性非常棒。

"停止"按钮通常用于终止一个您不希望继续的长时间操作,它是在 CLINK 像差被评估的时候禁用的。

10.3.12 表面斜率控制(ASC)

在优化期间,镜头偶尔会弯曲到边缘处的斜率接近半球点的程度。这通常是 不可取的,原因有两个:第一,镜头难以制作,膜层难以均匀涂抹;第二,在这 种情况下,光线往往非常接近失效。即使评价函数在控制之下,镜头的微小变化 也可能导致故障。然后优化程序停滞不前。

这是在优化期间连续运行的几种监视器之一。

一个是可以用 DSLOPE 像差控制单个点处的表面斜率。另一个选项可让您 自动控制系统中所有镜头的倾斜度。AANT 文件条目

ASC [<u>ANGLE WT WINDOW</u>]] (自动斜率控制)

将添加一个像差,该像差取决于每个表面的表面倾斜角超过目标值的数量。 计算像差,以便:

1. 任何小于目标的角度都会得到零控制。

2.目标的 WINDOW 中的任何角度都会获得一个控制,该控制随着差异呈四次方增加,并且当误差等于 WINDOW 时等于 WT。

3.任何超过目标值的角度都会得到一个从二次罚分停止的位置线性增加的 控制。

832

使用此选项,可以在全视场视场点沿着上下光线连续监视镜头,并且可以自动控制镜头过于陡峭的镜头。默认 ANGLE 为 60 度,默认权重为 1.0,默认 WINDOW 为1度。该像差适用于曲率变化的所有表面。如果您想允许陡峭的角度超过默认的 60 度,只需输入您自己的目标和权重。

在计算评价函数中的其他像差之后计算 ASC 像差的值,而不管 AANT 文件 中声明发生的位置。对于大多数镜头而言,这没有区别,但如果镜头是 ZFILE 变 焦镜头,则计算将在评价功能中指定的最后一次变焦时执行。因此,例如,如果 在镜头 7 处指定了最后一个像差,则还将在镜头 7 中计算 ASC 控制。如果这种 行为不是您真正想要的,则建议您使用 DSLOPE 像差而不是 ASC。

其形式是

ACS [ANGLE WT WINDOW]] (自动 CAO 斜率控制)

操作方式基本相同,但在当前 CAO 光瞳处检查斜率,而不是在边缘射线处 监测。对于大多数镜头来说,它们是等效的 —— 但如果你正在优化一个 ZFILE 变焦镜头,监视器是在所有其他像差之后评估的,这意味着系统当时处于最后的 变焦位置。因此,ASC 版本将沿边缘射线监测该变焦时的斜率,而 ACS 版本将 在当前 CAO 处检查,该 CAO 被设置为所有变焦所需的最大值(在具有软 CAO 的表面)。因此,在处理变焦镜头时,后者通常是首选。

人们可以用 SLOPE 命令评估所有表面的当前斜率。SLOPE 指令可用于控制 AANT 文件中某一特定光线处的表面斜率,而 CSLOPE 将返回当前 CAO 处的斜 率。

10.3.13 临界角控制(ACA)

人们通常会在光线进入或离开元件的情况下获得几乎掠入射的镜头。出于两 个原因,应避免这种情况。

1. 这样的光线接近失败。镜头参数的微小变化通常会超过临界角,然后失败。在这种情况下,优化程序有办法进行,但最好首先避免这种情况。发生这种 情况时,运行通常要慢得多,并且当发生这种情况时结果不太令人满意

2.尽管入射光线陡峭,评价函数中的光线似乎也得到了很好的校正,但这是 一个控制太少光线的人工制品。处于略微不同的光瞳位置的光线可能表现出非常 大的像差。在这种情况下,这些像差难以控制,并且镜头表现出比预期更差的性能。因此,我们提供了一种方法来监视和控制这种光束角。AANT 条目

ACA [ANGLE WEIGHT [WINDOW]]

将使程序连续监视每个元件的第一个和最后一个表面上的全视场上下边缘 光线的表面法线的角度,其中这些表面的曲率被声明为变量。与目标角度相比, 这些角度在 AIR 中获取,并且如果任何角度比该角度更陡峭,则向评价函数添 加控制,其增加为两者之间的差的平方,直到 WINDOW 的误差,并且之后线性 增加。默认的 WINDOW 是1度。

这是在优化期间连续运行的几种监视器之一。

我们已经取得了良好的效果,目标角度约为 60 度。但当然这取决于特定的 镜头,如果镜头中的光线接近失败,建议您尝试目标角度,直到获得满意的效果。 默认值为 80 度。

在计算评价函数中的其他像差之后计算 ACA 像差的值,而不管在 AANT 文件中声明发生的位置。对于大多数镜头而言,这没有区别。但如果镜头是 ZFILE 变焦镜头,则计算将在评价函数中指定的最后一次镜头时执行。因此,例如,如 果在镜头 7 处指定了最后一个像差,则还将在镜头 7 中计算 ACA 控制。如果此 行为不是您真正想要的,则建议您使用 UNI 或 UNR 像差来代替 ACA。

默认情况下,该监视器在场的 HBAR 处追迹一条光线,其中 HBAR 实际上 是轴到场角的对角线距离,当场居中但不是圆形时,这是合理的。(但是在极少数 情况下,当视场在 Y 方向上不对称时,如果光线角度沿该光线比沿 HBAR 1.0 处 的光线更陡峭,人们可能更愿意监测负 HBAR 方向的 ACA 角度。如果是这样, 只需输入一个负的 WEIGHT,该区域将被追迹。

一个相关的监视器检查了由任何射线畸变追踪的所有射线的法线角度。 其 形式是

ATC [ANGLE WEIGHT [WINDOW]]

因此,这个表格适用于所有变焦位置的所有场和所有配置。在变焦镜头中,可能很难预测哪个变焦会产生光线失败的错误,而这个监视器应该有帮助,因为 它检查所有的光线。

10.3.14 自动孔径控制(AAC)

通常人们希望镜头适合固定直径的元件。当然,人们可以通过 CAO 像差为 各个镜头光瞳提供目标值并控制事物,但是当您无法预测哪个元件会变得太大时, 有一种更简单的方法尤其有用。这是 AAC 像差。命令是

AAC [TARGET WEIGHT [WINDOW]].

该程序将监视每个表面上的默认 CAO(而不仅仅是那些变量),并对基于孔径 大小违例的评价函数增加一个控制。如果错误小于 WINDOW,则控制为违例的 平方,之后是线性的,违例仅仅是当前 CAO 值减去目标。指定固定孔径的表面 不包括在本评估中。

这是在优化过程中连续运行的几种监视器之一。

这个像差是在大多数其他像差之后计算出来的,镜头会在所有的变焦位置和 最近指定的 ACON 上进行分析。

一个相关的表格使用记忆法 ALA 而不是 AAC,并且只适用于镜头表面,而 不是镜面。当你想在散光系统中添加校正镜面时,这可能很有用,而且镜面可能 比镜头大。

10.3.15 自动变焦镜头空气间隙控制(AZA)

当设计一个 ZFILE 变焦镜头时,人们自然希望移动的元件不会因为 ZDATA 变量而相互碰撞。对于个别情况,这可以通过简单地给任何产生碰撞的变焦中的 违规厚度一个目标来实现。一种更简单的方法,它只适用于一个单独的结构,在 这个结构中,空气间隙应该是正的,就是

AZA [TARGET WEIGHT [WINDOW]].

该程序将监测每个镜头组两边的空气间隙,并将其与目标进行比较。如果值 较大,则不存在控制。如果错误小于 WINDOW,则控制将以违规的平方的形式 进行,之后是线性的。

该程序还将监视当前 CAO 孔径下相邻表面之间的距离,并在超过目标时增加控制。因此,该监视器应该避免移动元件与相邻元件之间的冲突。

这是在优化过程中连续运行的几种监视器之一。

10.3.16 直径/厚度自动监测 (ADT)

人们经常想要控制镜头的厚度,以使直径/厚度之比不超过由加工厂实践决定的某个值。一个太薄的镜头可能会在抛光时弯曲。仅仅监测厚度并不总是一个好的解,因为小镜头确实比大镜头更薄。AANT 文件输入

ADT [TARGET WEIGHT [WINDOW]]

将监视所有厚度为变量的元件的这个比值,并将其与目标值进行比较。如果 值更小,就没有控制。如果错误大于窗口,则控制将作为违反的平方,然后是线 性的。

例如,为了确保厚度至少是直径的1/6,例如,输入应该是

ADT 611.

程序选择元件两边当前 CAO 值的较大值。目标值总是一个正数。此监视器 不适用于 DOEs、HOE 或光栅。

第二种形式亦是可用的:

ADS [TARGET WEIGHT [WINDOW]]

这种形式在评估像差之前,如果表面是凹进去的,就把表面的矢高加到厚度 上。这就使得弯月形镜头,其固有的硬度比平板要高,不会产生比必要时更大的 厚度。一个陡峭的半月板镜头,或者一个厚边的负透镜,在抛光时很可能不会弯 曲,这种形式考虑到了这一点。

这两种形式是互斥的:如果您选择其中一种,则不能选择另一种。

这是在优化过程中连续运行的几种监视器之一。

10.3.17 凹凸透镜中心分离自动监控(AMS)

如果凹凸透镜的曲率中心靠得太近,就很难通过定心和边缘来去除剩余的楔形。如果它们重合,就不可能了。AANT 文件输入

AMS [TARGET WEIGHT [WINDOW]]

将监视所有厚度为变量的元件的间隔的绝对值,并将其与目标值进行<u>比较</u>。 如果值较大,则不存在控制。如果错误小于 <u>WINDOW,</u>则控制将以违反的平方 的形式进行,之后是线性的。

例如,为了确保间距都不小于 2mm,输入的数据将是

AMS 211

目标值在镜头单位中总是一个正数。此监视器不适用于 DOEs、HOE 或光栅。 这台监视器应该谨慎使用,在磨平镜头时绝不要使用。一个给定的元件可能 想要从一个正的凹凸镜变成一个负的,这样做可能需要穿过中心重合的禁地。如 果监视器是有效的,那么这个解可能永远也找不到,即使另一边有一个优秀的设 计。所以,在设计完成时保存它,但需要进行一些调整。

在下面的图中,一个镜头有两个半径,中心位置几乎相同,间隔很小的距离 d,和一个w的楔形误差。为了去除楔形,镜头的边缘必须加上H

$\mathbf{H} = \mathbf{W}^*\mathbf{R}^{**2/\mathbf{d}}$

如果 d 趋于 0, H 就变成无穷大。因为一个人通常只有少量的额外的玻璃可以被除去在边缘, 数量 d 必须大于一定的数量。这是 AMS 的目标。



这是在优化过程中连续运行的几种监视器之一。

10.3.18 自动光线中心监视器 (ARC)

有时,镜头内的光束会出现严重的昏迷,以至于主要光线不能很好地居中。 这种情况使后面的元件很难纠正前面的元件的畸变,应该避免。 这就是 ARC 监 视器的目的。 输入是

ARC [WEIGHT]

程序将计算全视场物体(如果不是圆形场,则为角视场物体)光束中每个表面的主光线的中心误差,并将加权值加到评价函数中。

因此, 输入

ARC 0.1

将把这个误差权重为 0.1, 这应该会温和地推动光束, 使主光线大致保持在 中心位置。

这是在优化过程中连续运行的几种监控器中的一种。

10.3.19 自动最小直径/厚度比(ADM)

ADT 监视器可以防止镜头变得太薄而不实用,而 ADM 监视器则相反:它可以防止小镜头变得太厚。即使所有其他监测器都得到了满足,一个小镜头可能最终会有很大的厚度,但仍在 ACC 监测器的限制之内。这样的镜头很难制造,就像在铅笔末端打磨橡皮的形状。这时就需要 ADM 监视器了。

AANT 文件的输入

ADM [TARGET WEIGHT [WINDOW]]

将监测所有厚度为变量的元件的这个比率,并将其值与目标值进行比较。如 果该值较大,则没有控制。如果误差小于 WINDOW,则处罚为违规的平方,此 后则为线性控制。

为了确保直径不低于厚度的两倍,例如,输入将是

ADM 2.0 1 1

程序选择元件两边的当前 CAO 值中较大的一个。 目标值总是一个正数。 这个监视器不适用于 DOE、HOE 或光栅。

这是在优化过程中连续运行的几种监控器中的一种。

10.4 SYNOPSYS 命令

当参数文件(PANT...END)和一个像差文件(AANT...END)被输入,自动设计程序被启动,命令如下

[DAMP <u>DAMP DLIMIT</u>] [SNAPSHOT <u>NPAS</u>] [DERIVATIVES] [EVALUATE] [SYNOPSYS <u>NPASSES</u> [MULTICONFIGURATION / 0] [FIX <u>nb</u>]

DAMP <u>DAMPING</u> <u>DLIMIT</u>	初始阻尼因子。通常不需要对 PSD 方法进行修改。 DLIMIT 是允许的最大阻尼。默认限制是 1.0E10。
	初始的默认阻尼值是 1.0。如果开关 82 打开——导致程 序在第一次通过时计算二阶导数——一个较低的阻尼通 常会工作得更好,在这种情况下,程序使用的默认值是 0.01。
	您输入的值将成为下一个优化运行的新初始值。然后,优化程序在运行时调整该值。
	您可以用 AI 句子 DAMPING 询问当前的阻尼值,并设置 一个不同的值,用 DAMPING= <u>number</u> 。
[SNAPSHOT]	设定实时更新 PAD 显示。参见第 13.3.4 节
<u>NPASSES</u>	是要进行的迭代次数。这个数必须大于零。
	使用较老的光学代码的用户(其优化不如 SYNOPSYS 中那么强大)可能会习惯性地要求大量的通过,通常是 600 次以上。这是一个错误。SYNOPSYS 的运行速度比其他代码快得多,通常 20 到 50 个数字就足够了。如果运行模拟退火程序(这几乎总是一个好主意),同样的逻辑也适

	用。
	设置几次短时间的运行而不是一次性设置一个时间的运 行通常是明智的。因此,
	SYNOPSYS 30
	SYNOPSYS 30
	通常比下面更好
	SYNOPSYS 60.
	如果玻璃模型是多种多样的,这一点尤其正确。在这些情况下,玻璃可以在早期被固定在冕牌或火石的边界上,但 在后期的运行中可能想去别的地方运行。单独的运行从 所有变量都是空闲的开始。
	为了说明上述建议,我们运行了一个简单的优化,要求 900 次通过,并在 17.8 秒内得到 0.01496 的评价函数。 然后我们运行同样的工作,要求 100 次通过,然后进行 退火处理(ANNEAL 10 5 100),在 10.8 秒内得到 0.0133 的评价函数。这通常是一个更好的程序,而不是仅仅要求 大量的通过。
[MULTI]	设置多重结构优化。参见第10.7节。
[FIX <u>nb</u>]	此选项仅影响初始系统出现光线故障的情况。如果发生这种情况,它会自动执行修复光线失效功能,重复运行直到所有光线都追迹,或者达到 nb 给出的尝试次数。结果与单击按钮 2 一次或多次相同。
	如果初始镜头的构造非常糟糕,以至干该过程在合理的
	时间内没有收敛,您也可以单击"停止"按钮 这来停止
	它。
	校正使用 <u>ERROR</u> 光线参数,如该链接所述。
	这个选项不能修正光线故障实际上是由于真实光瞳搜索 失败的情况。这个错误可能是由于光线故障或在停止的 光束中存在焦散线引起的。虽然这些错误也被标记为一

个光线失败错误,但不能以这种方式修复它们。如果光瞳选项 WAP 2 是有效的,这种情况很可能会发生,因为该选项必须将光线迭代到中心,同时在停止的顶部和底部。

这些量的意义将在下面的章节中解释。

10.5 SYNOPSYS 的操作模式

设计程序可以在几种操作模式中任意一种进行操作,这些操作模式由模式开 关决定,并设置为 ON 和 OFF 命令(参见 2.9)。应用于优化的开关是

1-9, 12, 29-32, 61, 62, 67, 82, 83, 99

这些方法适用于 SYNOPSYS 的操作如下:

1.	使优化过程中碰到边界的变量在运行的剩余时间内被删除。所有变量 都有默认边界,如果需要,用户可以输入其他值。如果一个变量试图在 某个给定的传递过程中破坏边界,它通常会继续这样做,并且最好放 弃。但是,如果一个变量在变量快速变化时的早期传递中被删除,那么 如果该变量当时没有被删除,那么它随后可能会离开该边界。如果开 关1被关闭,在 SYNO 输入之前使用"OFF 1",则有界变量将不会被删 除。
2.	如果开关 8 也开启(默认),则使用 PSDIII 优化算法。这似乎是最有效的优化模式。如果关闭,则使用 PSD II 算法代替。
3.	使在每次迭代中,除了 PSD 阻尼之外,还执行子组以优化应用的比例 因子。这个选项为每次迭代提供了最大的改进,但是每次迭代需要更 多的时间。默认模式(2 ON)关闭此功能。平均而言,此选项不会在 质量或时间上带来净改进,但如果您愿意,可以尝试它。
4.	抑制在每个通道和次通道上显示当前的像差列表。参见下面的开关 29。
5.	抑制在每个关卡和次通道上显示更改列表。参见下面的开关 29。
6.	在每个评估过程中,产生一个像差值的列表,包括导数和子通道。这个 开关在默认情况下是关闭的,对于大多数用户来说是不推荐的,因为 输出很长。见下面的第29节。
7.	使每次迭代后都要计算新的导数增量。所遵循的规则是计算每个通道 (A)处的最大像差和由先前的增量 DQ 引起的任何像差(C)的最大变化。 然后给出新的增量

$\mathbf{DQ} = \mathbf{DQ} * \mathbf{0.1} \mathbf{A} / \mathbf{C}$

	对每个变量都进行这种计算。我们的目标是使用一个增量,这将导致 最大的像差变化,约等于最大像差的 1/10。
	这个选项通常生成非常精确的导数,默认情况下是打开的。但是,如果 初始系统的修正非常糟糕,那么在优化过程中,导数本身可能会变得 很大,从而导致光线失效。如果您看到这样的消息,您可能想关闭这个 开关。
8.	使 PSD 算法得以应用。开关 2 控制使用哪个版本。
9.	将派生数组阵列和矩阵 L 的长输出显示到每一个通道和子通道中。这不是默认模式,不建议大多数用户使用。请参阅下面的第 29 节。
29.	抑制优化中几乎所有的显示输出。如果此模式为打开(为默认模式),则 禁用开关4、5、6、9和31,您将自动收到以下内容:

	•	为PANT、AANT 和 ACON 文件输入图像。
	•	替换多重结构位置的总结
	•	
		模式控制开关的概述,供参考。
	•	初始像差值的列表。
	•	在优化过程中关于边界违反的消息(如果这些变量导致被删除), 以及被固定的玻璃变量。
	•	每个通道的评价函数
	•	最终的评价函数和像差值。
	•	在运行结束时没有空闲的变量的列表。
30.	激活可 这个开	J变度量选项。这是另一种优化算法,您可能希望进行实验。如果 F关是打开的,建议关闭开关2和8。
31.	显示当 用户准	台前每次通过的度量参数的列表(如果 29 是 OFF)。这不是为普通 挂备的。
32.	使程序 的局阻 认模 I	序接受通常在第一次通过时被拒绝的解。这是一种克服 DLS 方法 是性的有效方法。从第二遍开始使用更强大的 PSD 方法。这是默 代。

61	在库位置10中自动保存优化结果。
62	将变量与其边界进行比较,并在优化之前将任何违反这些边界的变量 移动到有效区域。
67	设置双边导数。虽然比默认的单面导数要慢,但是随着设计趋于最佳, 这个选项可以提高收敛性。
82	在第一次迭代中计算 d2f/dX2。
83	根据镜头中的波长权重调整自动光线网格像差。
99	这个开关使优化程序尊重 CORE 设置。所有的搜索程序都自动利用多 核处理,但运行单一优化的 SYNOPSYS 命令通常在单核上执行。
	如果进程很长,你可能会通过授权你的电脑有多少个核心,然后打开这 个开关来体验速度的提高。如果进程在单核上的运行时间反正只有几 秒钟,那么这个开关可能会使它运行得更慢,而不是更快,这是由于启 动和管理几个进程所涉及的开销;所以应该谨慎使用。
	82 亏开天仕这种模式下个被文持,如果打开的话会被关闭。

将此列表与第 2.9 节中的默认设置进行比较。如果需要不同的设置,可以在运行优化之前在命令窗口中输入它们,或者将它们放在自定义 MACro中,以便在程序启动时设置它们。

为了说明这些模式开关的使用,假设我们希望优化一个在某些变量上具有窄边界的镜头,并希望在尝试违反时不要删除它们。我们可以输入:

OFF 1 SYNOPSYS...

这将关闭开关1,使所有其他开关保持不变。

SYNOPSYS 上的运行将因下列任何原因而终止:

1.	完成所设置的迭代次数。
2.	除了第一次以外,任何一次通过时,性能改进都小于 0.01%。
3.	将评价函数降低到 1.0E-10 以下。
4.	阻尼变得大于 DLIMIT。这通常不会发生,但是如果开关 8 关闭(不默认),使用普通的阻尼最小二乘法算法,并且在这种情况下它可能会使

	用。
5.	光线无法通过初始系统。
6.	所有的变量都固定在它们的边界上。
7	在优化完成之前,用户单击"停止信号"工具栏按钮。

如果在优化前关闭模式控制开关 29,则 SYNOPSYS 的每次迭代将输出:

1.	通行证号码。
2.	当前的评价函数
3.	增加 DQ 的当前值(如果 7 是 ON)。
4.	如果为 8,则 SECDR 的当前值(参见 10.1 节)。
5.	有 3 个 ON(非默认值),连续的试验阻尼函数和结果的评价函数,然后 是方程中的 A、B 和 C A X**2+B x+C=Φ
	其中 X = 1 /DAMP 和 Φ 是评价函数。这就给出了该迭代的最佳表观阻 尼因子, DAMP= -2 A / B, 也显示出来了。
6.	根据目前设计的线性推断,预测下一个评价函数。
7.	实际的下一个评价函数,使用新的解向量。

在设计运行的开始和结束时提供了初始和最终像差的摘要。

10.5.1 导数

有时,看到每个像差对每个变量的导数是有帮助的。这可以在命令中生成

DERIVATIVES [0 MULTI]

输入,而不是命令 SYNOPSYS。在这种情况下不会执行任何优化。如果 AANT 或 PANT 文件包含任何 ACON 条目,则必须输入可选的多个选项。下面 显示了一个导数输出的示例。(注意,对于 RAD,变量实际上是数量(1/2RAD)。

导数列表

	> Aberrations					
 V	Variables					
	6.21582E+02	4.37907E+02	-5.48124E+02	-1.14512E+03	-5.87628E+02	
	-5.30501E+02	-4.76842E+02	4.78853E+02	-3.51716E+01	-1.97910E+01	
	4.09232E+00	6.70383E+02	-2.40804E+02	-1.89103E+03	-8.60517E+02	
	-1.52910E+00	-4.33806E+02	2.14392E+02	1.82030E+02	8.35976E+01	
	0.00000E+00	1.31589E+01	-2.09300E+01	2.03202E+02	9.94928E+01	

10.5.2 仅评估

如果命令

EVALUATE [0 MULTI]

输入的不是 SYNOPSYS 命令,而是在第一次遍历开始时评估像差和评价函数值后,程序将终止。这些数值将被显示,但不会对镜头做任何改变。如果 AANT 或 PANT 文件包含任何 ACON 指令,则必须输入可选的多重指令。

在执行 EVALUATE(或 DERIVATIVES 或 SYNOPSYS)命令之后,程序还将 像差的最新值复制到 Al 缓冲区中(参见 15.1.2.3), Al 设置可以访问这些值。这个 缓冲区可以容纳 100 个值。

10.6 镜头设计输入示例



1.假设上述镜头已经输入,并且没有拾取或解决方法有效。我们希望产生一个 F/2 镜头在轴上和全视场上校正。我们不设定镜头在副轴焦点。下面显示了一个合适的输入文件。

VLIST TH 2 4 6 VY 1 GBC (The glasses will be pinned ag VY 3 GBF the glass chart boundary.) VY 5 GBC END	gainst
AANT P M 2 1 A FNUM GSR 0 5 3 P GNR 0 2 3 P .75 GNR 0 1 3 P 1 GSR 0 5 3 1 GNR 0 2 3 1 .75 GNR 0 1 3 1 1 GSR 0 5 3 3 GNR 0 2 3 3 .75 GNR 0 1 3 3 1 END (Here we use program-generic (Here we use program-generic (Correcting colors 1 and 3 in help to minimize spherochron	erated rays) n this way will matism.)

SYNOPSYS 10

(10 passes, initial damping = 1, default modes.)

2.我们希望在轴向图像上修正这 Dall-Kirkham 望远镜。遮光效果应该是光瞳的 0.33 倍,并且图像必须在主图像之后 2.0 英寸。在表面 2 上采用了准轴聚 焦求解(YMT)。最终焦距应为 8.0。输入如下所示。



10.7 变焦镜头,多重结构。

有两组功能可用于优化变焦镜头。第一种只适用于真正的变焦镜头,只有物 方参数和表面间隔允许镜头。使用此功能的镜头称为 ZFILE 变焦镜头。该功能 使用起来相对简单,只需要一个结构就可以进行优化(见下文),而且它的优点是 镜头信息是镜头描述本身的一部分,并且在存储或保存时遵循镜头。可以用这种 方法定义最多 10 个变焦位置。这种变焦镜头是推荐的,除非您绝对需要其他参 数来改变除了元件间隔。在这种情况下,需要第二个群组,即多重结构功能。

多重结构功能允许您以备用结构或 ACON 的形式指定多达六个完全独立的 镜头,所有镜头都可以同时进行优化。提供输入格式以将一种结构的参数与另一 种结构的参数联系起来,因此例如所有半径和厚度在几种结构中可以是相同的并 且在优化期间将保持相同。虽然在设计真正的变焦镜头时,通常首选 ZFILE 形 式,但如果除了空气间隙之外还有任何不同的参数,例如当镜头元件被翻入或翻 出系统以改变放大率时,ZFILE 形式是不合适的,并且必须使用替代结构或 ACON 格式。它还需要更复杂的任务,例如在 HOE 系统优化的同时对 HOE 结 构光学器件进行建模。 ACON 变焦镜头实际上是单独的镜头,除了在优化过程 中,没有任何信息将其与任何其他镜头联系起来。首先描述 ZFILE 镜头选项。

10.7.1 ZFILE 变焦镜头

镜头可以定义一个 ZFILE 变焦镜头, 输入如下, 在所有其他镜头数据之后, 必须将其放入 RLE 或 CHG 文件中。

ZFILE NGROUPS (number of zooming groups) [COBJ] [CAM RANK RANK] [CAM DAMP DAMP] [CAM EXPONENT EXP] [RSOLVES] [ZCSTOP] [CUBIC] [ZFOCUS THO JSN DT [GIHT]] FIRST LAST [PFOCUS/DFOCUS] (surface numbers enclosing first group) FIRST LAST [PFOCUS / DFOCUS] (second group, etc.) ZOOM 2 (defines zoom position 2. The nominal lens is zoom 1.) [FNO FNUM] [{OBA/OBB/OBC ... / OBSAME }] ZDATA ZD1 ZD2 ZD3 ... (gives shift along the axis of all the groups) ZOOM 3 (defines zoom position 3, etc.) END (this ends the RLE or CHG file)

在这个输入中,NGROUPS 是移动元件或元件组的数量。一定是从1到10。 镜头组本身由额外的数据定义,每组一个集合,给出包含组的表面数字,输入的 第一个和最后一个。可选的 PFOCUS 或 DFOCUS 可用于指定一个组,由凸轮计 算进行调整,以保持近轴焦点。详情请参阅链接。

CAM 命令还可以设置上面的一些声明。详情请参见上面的链接。

对于物体本身在变焦镜头之间变化的情况,可以为每个变焦镜头分配其自己的物方规格;或者可以为所有变焦镜头分配与变焦组1相同的物方。在这种情况下,使用 COBJ 条目表示常量物方。如果没有为任何单独的变焦镜头输入物方数据——并且 COBJ 没有生效——那么镜头将被分配与变焦组1 相同的物方。因此,每个变焦镜头可以获得不同的物方,其可以相同或不同变焦组1。COBJ 就像一个拾取;如果变焦组1中的物方发生更改,则所有变焦镜头也将改变。

以这样的方式设计镜头具有实际优点,即图像几何形状是恒定的而不是物体几何形状。然后,您可以根据需要使用 CAM ZMAG magn 功能调整放大率,以及 AANT 文件中的 ZGROUP 选项,该选项将相同的像差定义应用于所有(或选定的一组)镜头组。

您可以输入可选数据 RANK, DAMP, EXP 和 CUBIC, 这将影响 CAM 计算如何执行适合输入数据的多项式曲线。有关更多信息,请参阅该链接。

可选的ZFOCUS命令将调整变焦镜头以聚焦在不同的物距。输入所需的THO 新值,表面JSN,其空气间隙将被改变以聚焦在该距离处,以及第一组DT的所 需轴向位移。 仅当所有镜头使用相同的物距时,此选项才有意义。 因此,如果 组 1 由表面 1 到 4 组成,并且您希望通过将该组移动 20 mm 来将镜头聚焦在 3000 mm 处,那么您将进入

ZFOCUS 3000 4 20

ZFOCUS 也是一个命令,它也可以包含在 ANT 文件中,用于校正改变的物 方共轭处的像差。

该程序改变物距和指定的空间,并将近轴物体高度 YPP0 减小与 TH0 相同的比率,保持大约相同的物体角度。但这可能不会产生与之前完全相同的 GIHT,因为当调整空气间隙时镜头的焦距也会发生变化。可选的 GIHT 命令使程序找到新的 GIHT,然后按比例调整 YPP0,从而产生非常接近输入值的新 GIHT。如果省略该字,则程序不进行最终调整。这在粗加工镜头时是合适的,并且焦距和 GIHT 最初没有得到很好的控制。

可选的 RSOLVES 输入使厚度求解仅在变焦组 1 中有效。这意味着如果变焦 组 1 具有 YMT 求解,例如,最后一个表面将在该镜头中处于近轴焦点——但在 其他变焦中不一定。如果此命令不存在,则厚度求解将在所有镜头中激活。(曲 率求解仅在变焦组 1 中有效。)

许多设计者喜欢把光瞳挡放在最后一组,因为这样一来,那里的 CAO 将适 用于所有变焦,而且它们都产生相同的 F/number。 但把光圈挡放在不同的组, 有时会产生一个具有吸引力的机械性能的镜头,较小的光圈,等等。但在这种情 况下,(移动)挡位上的适当光瞳可能会在变焦范围内有所不同。为了实现这种 设计,我们已经实现了一个特殊的参数,ZCSTOP,它被放在 RLE 文件的 ZFILE 部分。(然后,为了达到一个理想的 F/number(它本身可以随着变焦而变化), 人们在每次变焦时调整 ZFILE 物方定义中的 YMP1 参数,以产生该 F/number。 有了 ZCSTOP 指令,程序将在每次变焦时重新计算止点 CAO,根据那里的准轴 光束直径,如果镜头被指定为 WAP 类型 2 或 3,真实光线的光束将被调整,使 其正好充满该止点光瞳。要删除 ZCSTOP 指令,在 RLE 文件的 ZFILE 部分输入 NZCSTOP。

当组被定义后,必须输入变焦位置。最多可以描述 20 个位置。每个镜头设置都需要每个组的变焦位置数据,并且可选择该镜头的物方定义。物方数据的格式与使用指令 OBA, OBB 或 OBC 的 RLE 物方输入行的格式相同。如果所有镜头中的物方与第一次镜头中的物方相同或由 FILLSTOP 或 FFIELD 选项控制,则不需要为任何镜头输入物方数据。您可以使用指令 OBSAME 代替物方说明,它也可以从变焦组 1 中获取物方数据。这些系统选项和 CSTOP 在某些情况下可以保持所需的物方几何,如果在每个变焦位置都可以使用它们。它们在 ZOOM 1 中生效。请注意,"OBSAME"选项不像拾取;它仅在首次输入时获取值,而不是在优化期间连续获取。

限制适用于物方类型 OBC: 如果任何变焦使用此类型,则所有变焦都必须

使用它,或者变焦滑块不起作用。物方类型 OBA 和 OBB 可以混合使用。

您还可以为每个变焦输入 VFIELD 数据。只需在物方规格行后输入您输入的参数即可。

物方行(如果有的话)后面跟着以指令ZDATA开头的一行或多行,根据ZD1、 ZD2等的值定义每个组的镜头比例。注意,这些数据以变焦组 2 开始;开始镜头 总是被认为是变焦组 1。ZDATA 没有提供新的空间;它们给出每组的位置相对 于在变焦组 1 中的位置。其他程序的用户应该记住这一点;这些程序可以通过指 定新的空气间隔来定义变焦位置,这与 SYNOPSYS 不同。

近轴曲率求解仅适用于变焦位置 1,但厚度求解通常在所有镜头中都有效。因此,如果为最终空气间隙分配了 YMT 求解,请注意每个变焦位置的空气间隙 将不同。如果您希望它在所有变焦中都相同,请使用 RSOLVES 选项,或者不 指定 YMT 求解,而是控制 ZOOM 1 的 AANT 文件中的离焦。然后所有镜头将 使用得到的厚度。如果图像表面也由 YMT 求解控制,则不要将图像表面声明为 变焦组。然后将有两个不同的规则适用于后焦距离,他们会相矛盾。 使用解决 或变焦设置,但不能同时使用两者。

在变焦位置的数量在 5 到 10 之间的情况下,我们已经取得了良好的效果, 但最合适的值取决于具体情况。最好是校正过多的镜头而不是过少。

这是一个例子:在下面所示的镜头中,元件3和5被变焦以改变激光扩束器的放大率。输入光束在所有变焦镜头中都是相同的,并且由于这是光学补偿的变 焦镜头,因此两个元件总是以相同的数量进行变焦。



这种情况的输入可能如下

RLE ... (lens description) ZFILE 2 5 6 9 10 ZOOM 2 ZDATA .5 .5 ZOOM 3 ZDATA 1.0 1.0 ZOOM 4 ZDATA 1.5 1.5 ZOOM 5 ZDATA 2. 2. END

为了确保该镜头确实是光学补偿的,必须包括 AANT 文件中的组变焦与目标为零之间的差异,如下所示(参见第 10.3.3 节):

AANT	
M 0 10 A ZDATA 1 2	第1组在变焦2时的变焦
S ZDATA 2 2	等于变焦2时的第2组
M 0 10 A ZDATA 1 3	变焦3时也相同
S ZDATA 2 3	
	等等

当镜头由 RLE 文件定义时,可以使用 STORE, GET, SAVE 和 FETCH 命令 存储和检索镜头,并且变焦数据保留在镜头中。要在所需的变焦位置分析镜头, 请输入命令(在命令模式下)

ZOOM <u>NB</u>

其中 NB 是先前定义的变焦位置之一,或者单击右侧工具栏:

851

-8--

(仅当当前镜头是 ZFILE 变焦镜头时,此工具栏才可见。)

当读取此命令或单击工具栏按钮时,程序将替换该变焦位置的物方数据,并 将变焦元件移动到所需数量。例如,使用上述镜头的命令"ZOOM 2"将向表 面 4 的厚度(空域)添加 0.5,并从厚度 6 中减去相同的量,然后对第二个变焦 元件重复此操作,从而更改厚度 8 和 10。要返回第一个位置 1,请输入"ZOOM 1"。AL 程序将给出问题"ZOOM?"显示当前变焦位置。

因此从一个镜头到另一个镜头很简单,但有几个限制:程序不允许您更改未 处于变焦位置1的ZFILE变焦镜头。如果您这样做,则输入ZOOM命令要进行 另一次变焦,镜头可能不正确,因为镜头都是变焦组1,而不是您改变的镜头。 一个例外是在工作表中,您可以使用滑块更改给定组的镜头数据。在这种情况下, 如果镜头当前不在变焦组1中,并且您单击或选择作为镜头组开头的表面,则顶 部滑块(通常用于CV)将重新定义为镜头滑块,并且该位置将更改为然后可以

使用该滑块更改当前镜头中的组。(您还可以通过在变焦组1中单击按钮 **Z**来更改工作表中的任何 ZFILE 数据。在这些数据的顶部附近,您还可以找到当前有效的 CAM RANK, DAMP 和 EXPONENT 值,以及您可以更改的值如果您愿意的话。)如果镜头不在变焦组1中并且您试图改变工作表中的任何其他内容,程序将不会让您。请先改为变焦组1。

因此,要更改 ZFILE 变焦镜头中的数据,必须首先进行变焦组 1,进行更改, 然后变焦到所需位置。或者, 您可以使用该命令删除 ZFILE 特性

ZFIX

在命令模式下,一旦以这种方式固定,镜头就变成普通镜头,可以以任何方 式改变,但不能变焦。请注意,此输入是一个单独的命令,而不是 RLE 或 CHG 文件的一部分。

当输入 ZFOCUS TH0 JSN DT [GIHT]的命令形式时,程序改变物体厚度和聚 焦组的位置,如上所述。然后,您可以在新的共轭处分析图像。要恢复标准参数, 请输入命令

ZFOCUS OFF.

请注意,ZFOCUS选项将改变指定的TH,如果你使用AEI在该TH之前插入任何元件,那么该厚度将不适用于之前的位置,因为现在该位置有不同的面号。所以,如果你想使用AEI,一定要给出一个不包括前面组的表面范围。

变焦工具栏上的底部按钮打开一个小对话框,其中水平滑块在 PAD 显示打 开时变为活动状态。向左或向右拖动滑块将以较小的增量变焦镜头,在实际定义 的变焦之间进行插值,以便在整个范围内追迹图像质量。这是检查在评价功能中 未控制的变焦设置是否会出现图像问题的一个好方法。此功能使用与 CAM 例程 相同的插值,您应该阅读该部分以了解程序适合多项式的方式以及适用于变焦滑 块的 CAM RANK, DAMPING 和 EXPONENT 输入的效果以及 CAM 曲线。

如果存储或保存了 ZFILE 变焦镜头,程序会先将其置于变焦组 1 中。程序 REVERSE 将尝试反转镜头和变焦调整,尽管某些条件未被处理,例如镜头的图 像平面。对于所有反转,建议您检查结果,尤其是之后的物方定义。

在多重结构 1 中,变焦组 1,您可以在 WorkSheet 编辑器中编辑所有参数。 在其他变焦镜头中,滑块被禁用,"更新"按钮也是如此。换句话说,如果要更改 变焦镜头中的任何内容,请先将其置于变焦组 1 中。此限制可确保从变焦组 1 获 得其标准数据的其他镜头位置将正确移位。

如果处于变焦组1以外的变焦镜头并单击镜头组的第一个表面,则顶部滑块 将变为活动状态,并在该镜头中控制该组的镜头位置。

当 ZFILE 变焦镜头受到热阴影时,特殊规则适用。根据 ATS 数据将带阴影的副本置于备用结构中,然后允许更改的规则比其他情况更具限制性。

如果改变为一个包含 ACON(1)中的镜头的热影的可选结构,则变焦工具栏 不可用。您必须在结构1中改变镜头,以使被阴影的镜头转向那个变焦。您也不 应该尝试编辑阴影透镜的其他参数,因为当您激活该结构时,它们将从 ACON 1 恢复到阴影变量。换句话说,使用阴影版本检查布局和图像质量——但是不要尝试独立地编辑该结构中的任何参数。

关于在优化中使用 ZFILE 变量,请参见下一节。

该命令列出了 ZFILE 镜头数据的摘要

ZOUT [FULL].

摘要包含所有 ZFILE 数据,包括物方描述(如果包含可选的 FULL)。否则, 将给出如下所示的简要总结。

ZFILE ZOOM LENS HAS 2 ZOOMING GROUPS, 5 ZOOMS GROUP DEFINITIONS (FIRST, LAST): (5,6) (9,10) ZOOM SHIFTS BY ZOOM NUMBER: GROUP: 2 1 1 0.000000 0.000000 2 0.500000 0.500000 3 1.000000 1.000000 1.500000 1.500000 4 5 2.000000 2.000000

程序 PAD 将在 PAD>提示下符处接受命令 ZOOM NB,从而更改变焦镜头和 更新显示(或者您可以单击上面所示的 zoombar),并使用指令 ZDWG 获得所有已 定义镜头位置的合成图。

要在 ZFILE 变焦镜头中修改 ZDATA,可以使用 LE (lens edit)特性(参见第 3.6.2 节),单击工作表工具栏按钮,或者使用上面描述的镜头数据滑块。如果在 CHG 会话中输入 ZFILE 指令,则必须重新输入整个数据文件,因此,让 LE 和 工作表为您准备当前文件更容易,然后只需用新数据编辑该文件即可。

人们有时需要分析变焦镜头在改变物距时的性能。最简单的方法是使用 ZFOCUS 命令,如上所述,它可以改变物距和用于范围聚焦的指定空气间隙。

可以分析ZFILE变焦镜头受温度变化的影响。THERM程序可用于此目的, ATS(激活热阴影)选项很有用。这将把镜头的阴影版放在另一个配置中,其尺 寸被温度差改变。然而,它不会是一个变焦镜头。(ZFILE 数据不随温度变化而 变化,所以如果完整地使用它们将是不合适的)。但是如果你改变了 ACON 1 的 变焦设置,新的间距将被转移(并受到热膨胀的影响)到有阴影的 ACON,因此 它将在新的温度下,以新的变焦设置为镜头建模。 AI 程序可以评估任何感兴趣的属性,在变焦位置上循环。它还可以检查和 改变单个变焦位置——有一些限制。 AI 输入

FIND ZDATA 1 2

将显示变焦 2 中 1 组的变焦位置。你也可以改变一些东西。比如说

```
21 = 2DATA 2 3
= 21 + 1
22 = FILE 1
2DATA 2 3 = 22
or
```

ZDATA 2 3 = -44.5

AI 还可以返回当前定义的变焦数量,例如,FIND NZOOMS,或者 Z1 = NZOOMS。

然而,AI不支持更复杂的结构,如INCREASE ZDATA 2 3 BY 1.1 或 ZDATA 2 3 = FILE 1。 AI 句子只能包含数字、Zn 参数和 ZFILE 数据。

10.7.1.1 优化 ZFILE 变焦镜头

ZFILE 变焦镜头中的变量以与固定焦距镜头完全相同的方式输入到 PANT 文件中,变量"ZDATA"用于改变给定组的变焦运动。在变焦组 1 中要改变的每一 个厚度或空气间隔都必须用 TH 变量来声明。(它们不受 ZFILE 数据的影响,因 为这些数据只适用于 ZOOM2 或更高版本。)另一个变焦从这些变量的当前值开 始,然后添加或减去当前的 ZDATA 值,以得到一组仅用于该镜头的新的间隔。 您永远不会给出一个 TH 变量,目的是它只应用于指定的镜头,因为其他变量会 处理所有的情况。如果您的镜头在其他的镜头设置中有不同的厚度,那么您应该 使用多重结构方法而不是 ZFILE。

ZFILE 镜头变量的格式是

VY GN ZDATA ZP,

其中 GN 为镜头组号, ZP 为镜头位置。

例如,假设您想要在镜头编号3中改变第二组的镜头位置。那么变量就是

PANT

...

(other variables)

VY 2 ZDATA 3

(other zoom variables)

... END

(other 200m van

一个简单的符号是

VLIST ZDATA ALL

它会自动为所有的变焦组创建变量。

也可以在几个变焦位置校正像差。为此, AANT 文件必须包含行

ZOOM NZOOM

在像差被分析之前在那个镜头位置。例如,如果在变焦1和变焦2中都要校 正三阶球差,AANT文件可能包括

AANT ZOOM 1	
	(other aberrations)
M 0 1 A SA3	
ZOOM 2	
M 0 1 A SA3	
	(other aberrations in zoom 2)
ZOOM 3	
	(aberrations in zoom 3, etc.)
END	

您还可以使用 ZGROUP 选项来声明一组 AANT 命令将应用于所有的变焦或 仅适用于列表中的那些变焦。的格式是

ZGROUP [ALL / <u>gp</u> <u>gp</u> ...] (aberrations ...) END

注意,这个组声明必须以 END 命令行结尾,这与关闭 AANT 文件的 END 命令行不同。参见第 10.3 节中的示例。

在镜头位置上保持几乎任何东西不变都是可能的。例如,球差可以用以下 AANT 输入保持为常数:

AANT ZOOM 1 M 0 1 A SA3 ZOOM 2 S SA3 END

在这个例子中,我们修正了变焦组1和变焦组2中SA3之间的差异。

人们自然希望,由于 ZOOM 1 中的 TH 值和其他 ZOOM 中的 ZFILE 数据的 组合而产生的空气间隙始终保持为正(或负,如果光线向左)。通常适用于变量的 边界不会实现这一点,因为放大的厚度本身不是一个变量,而是由另外两个参数 组成。控制空气间隙最简单的方法就是使用监视器。

AZA TAR WT WINDOW,

这将检查每个变焦中每个变焦组两侧的空气间隙,如果该值小于 TAR,则 会产生像差。如此发现的误差将在 WINDOW 给出的范围内平方变化,其权重 为 WT,并在该范围之上呈线性变化。此监视器仅适用于当前多重结构(不适 用于多重结构优化),目标应为正数(默认值为1 mm)。它不适用于光线向 左,厚度为负的情况。



您还可以通过 AANT 文件中的像差控制各个空气间隔值。

假设当您优化上述镜头时,表面4和5之间的空间在变焦组2中趋向于变为 负值。如果在您第一次粗加工镜头时发生这种情况,则违规可能会或不会随着几 何图形的变化而继续,但是镜头接近其最终形式,违规可能会持续存在。

第二种情况易于控制。当一个人显示一直试图变为负值的特定空气间隙时, 只需将违规 TH 定位到一个方便的小值,并根据需要调整权重。例如 AANT

ZOOM 2 M 1 10 A TH 4

这将倾向于使厚度4获得值1.0,从而防止其变为负值。

然而,如果镜头基本上发生变化,则不希望将厚度定位到特定值,因为稍后 它可能非常希望变得更大,这本身没有问题但是可以通过上述像差来防止。这是 单侧像差 LUL 有用的地方。

在这种情况下,可以添加如下像差:

AANT ZOOM 2 LUL .5 1 .1 A TH 4

在这里,我们指定如果厚度4在优化期间应该得到低于0.5的值,则将其视为权重为1.0的像差。换句话说,较小的值会受到控制,而较大的值则不会,因此程序不会让空气间隙变小,因为如果这样的话,像差会变得太大。但如果它想要的话,它会变得比这大。人们通常必须根据想要达到的间距和其他像差的值来调整上面例子中的目标和权重:如果那些远大于1.0,那么以这种方式定义的限制可能不会影响事物。它的贡献微乎其微;可能需要更大的控制。最好首先尝试优化,以便识别那些将成为问题的空气间隙,然后在需要它们的所有变焦中为数值添加限制。避免使用具有较大控制值的非常小的范围。从小的权重控制开始,逐渐增加,直到达到预期的效果。当然,AZA 监视器更容易使用,并完成完全相同的事情。

10.7.1.2 CAM 曲线计算

在制作 ZFILE 变焦镜头之前,您必须准备一张表格,显示每组在整个范围内的变焦位置。机械设计师将使用这些数据来切割控制变焦运动的凸轮曲线。计算此表是 CAM 命令的作用。此外,您可以选择将如此计算的位置实际分配给镜头,这有时很有用,如下所述,并分析镜头在变焦范围内 100 个位置的性能。

实际上,由于所有实际镜头总是与标准设计不同,因此必须调整每个元件的 凸轮曲线。通常的做法是将每个元件组装在光具座上,将其中一个变焦组移动到 其凸轮位置,然后用不同的组调整离焦。如此找到的位置通常与该元件的凸轮值 略有不同,并且该位置将被铣削到该元件的凸轮机构中 可选的 PFOCUS 或 DFOCUS 输入模拟该过程,将在下面讨论。CAM 计算的标准曲线仍然是一个很 好的起点。它代表了标准设计,但并不完全对应于每个镜头的最佳曲线。

CAM 命令的格式如下:(注意这些是命令,不是 ZFILE 镜头输入的一部分。)

CAM <u>INDEX</u> [SET / GROUP <u>nb nb</u> ...] 其中 INDEX (折射率) 是 2 到 100 之间的数 字

[CAM RANK RANK] (see below) [CAM DAMPING DAMP] [CAM EXPONENT EXP] [CAM MACRO] [CAM SCALE SCF ZERO] [CAM SEARCH [ELOW EHIGH]] [CAM STATISTICS] [CAM OPTIMIZE] [CAM OPTIMIZE] [CAM CUBIC] [CAM CUBIC] [CAM PSERIES] [CAM [PFOCUS / DFOCUS] GROUP]

要创建凸轮曲线,请使用该命令

CAM <u>INDEX</u>

该分析计算 INDEX 位置处所有镜头组的变焦位置,根据当前多项式参数在 定义的位置之间进行插值。我们建议您始终在至少五个镜头位置上校正变焦镜头, 以确保图像质量在整个范围内都可以接受,并找到使图像保持对焦的焦点。您校 正的点越多,凸轮曲线就越准确。

命令 CAM INDEX GROUP nb nb ...仅针对由单词 4 和更高单词中的数字给 出的组评估凸轮曲线。当一组移动的距离远远大于其他组时,这可能很有用,并 且图的有限分辨率使得很难看到后者。

CAM INDEX APERT 和 CAM INDEX ANGLE 表格的计算方法与上述相同, 但绘图的比例不同。通常情况下,标线显示缩放位置,从左到右呈线性间隔。 如果使用 APERT 形式,间距是以光瞳而不是变焦为单位的线性,而 ANGLE 形 式则是以场为单位的线性。这些可以用来查看定义的变焦位置如何在光瞳范围或 场域范围内分布。在许多设计中,图像校正在变焦的一端是稳定的,但在另一端 则迅速变化。在这些情况下,人们希望在需要更多校正的地方聚集定义的变焦。 CAM ZMAG ...表格可以调整这个间距, APERT 和 ANGLE 请求可以让你直观地 看到这个间距是如何产生的。 SYNOPSYS 通过查找最适合当前镜头数据的插值多项式计算曲线,然后将 该公式应用于所需位置。由于凸轮曲线通常是非线性的,并且您希望精度达到微 米级,因此找到最佳插值多项式是一项非常重要的练习。

CAM 所使用的多项式的形式取决于四个参数:多项式秩、阻尼、折射率度, 以及可选的 CUBIC 指令,所有这些都可以在 RLE 文件的 ZFILE 部分中输入。 如果不为这些参数赋值,程序将使用合理的默认值。虽然您可以优化您的镜头在 20 变焦组位置,多项式级不允许超过 10 的值。这是为了避免如果您使用一个更 高的等级会产生的难以解决的数值问题——我们已经看到创建的数值可能变化 了 20 个数量级。这超过了 PC 机的精度,结果是不可预测的。所以等级不能超 过 10。

默认情况下,当第一次输入 ZFILE 镜头时,程序会选择 CUBIC 选项,除非 该镜头的变焦数少于四个。

如果选择了 PSERIES 选项,该程序默认设置等于比变焦数少一个,最大值为9。如果这个数是4或更少,它的秩就等于这个数。它定义了多项式幂级数来第一个非线性项分配一个折射率,只是当前的 EXP 值(默认为 0.88 或多个镜头,和其他值更少),第二项是这个值的两倍,第三是三倍,等等。最后一步,在计算系数之前,将输入的任何阻尼因子应用到法线方程中。(默认的阻尼是 1.0-7。)

如果输入 CUBIC 指令,则程序采用分段三次拟合来定义变焦位置,而不是 上述的幂级数多项式。在这种情况下的排名,阻尼和折射率值将被忽略。如果您 定义了大量的变焦镜头比例(通常为15或更多),并且如果定义了所有20个变 焦镜头比例,则在您运行 ZoomSlider 时它会提供非常平滑的显示,因此立方体 拟合通常是最佳的。它通常适用于定义的5个变焦镜头,因此无论如何都值得尝 试。如果镜头定义的变焦数少于4个,那么立方选项就会被禁用,而使用幂级拟 合。请记住,多项式选项没有关于中间变焦位置的信息,并且您希望平滑曲线在 任何地方都能同样有效。如果没有,那么在更多变焦位置进行优化将生成该信息 并被推荐。输入 PSERIES 关闭 CUBIC 选项。

CAM 计算还有另一个选项:单个组可以指定为 PFOCUS 或 DFOCUS 组。 在设计镜头或在给定的变焦位置进行评估时,这没有任何效果,但是当计算凸轮 曲线或通过 ZoomSlider (tm)更改镜头时,程序将改变该组的位置以调整近轴焦 点。PFOCUS 旨在保持每个凸轮位置的完美焦点,而 DFOCUS 试图保持与标准 镜头相同的离焦位置,如同在该位置插值一样。这模拟了装配变焦镜头时装配技 术人员所做的事情:由于每个镜头略有不同,所选组的位置通常在变焦范围内的 光学平台上调整,然后凸轮曲线加工成测量值,即只对那个镜头准确。镜头应尽 可能优化,并在足够的变焦位置进行校正,以便在您使用此选项之前非常接近您 所追求的性能。换句话说,保存它以进行最终分析。 也可以使用 ZFILE 输入,来输入 CUBIC, PSERIES, PFOCUS 和 DFOCUS 设置。

要查看凸轮曲线是否按预期工作,您必须对其进行测试。 最好使用 PAD ZoomSlider。打开 ZFILE 变焦镜头时,将打开镜头工具栏:

底部按钮用于滑块;单击它并打开 ZoomSlider™。如果移动滑块时图像不 会保持对焦,即使在您优化的所有变焦位置都能很好地控制图像,您可能还需要 更改上面讨论的一些参数。您会发现 CAM SEARCH ...实用程序可用于此目的。 您自己选择 RANK 并可能选择阻尼因子,然后键入

CAM SEARCH [ELOW EHIGH].

程序将计算与 20 个步骤中的每个步骤的 EXP 值对应的多项式系数,从 ELOW 开始到 EHIGH 结束。默认范围是 0.5 到 1.0。对于每个值,它计算近轴离 焦; 然后它会显示一个图表,显示 EXP 的所有值在所有变焦处的该误差的均方 根值和峰值。如果定义的变焦位置都单独显示非常小的离焦,那么这些数据可以 很好地指示在整个范围内插值时的曲线拟合质量。 CAM OPTIMIZE 功能将自动 搜索最小 RMS 和峰值离焦的位置,并通常返回有用的结果。但是,如果曲线不 平滑且具有多个最小值,则可能找不到最低值。在这种情况下,您应该自己检查 曲线并找到您想要的点。如果变焦镜头滑块显示在变焦镜头范围内进出焦点的图 像,即使使用最佳折射率,也应该定义大量变焦镜头并重新优化。

为了说明这个功能,我们设计了一个以 10 个变焦校正的变焦镜头,然后输入命令

CAM RANK 9 CAM DAMP 0 CAM SEARCH 0.8 1.1

并得到了如下图所示的曲线。



这里很明显, 1.0 的值产生与设计值的最小偏差。要验证此结果, 我们将输入

CAM EXPONENT 1.0

并再次尝试变焦滑块。如果您按照此步骤操作,图像质量应在变焦范围内相对稳定。如果没有,您可以尝试其他 RANK 值并再次进行搜索。我们发现 RANK 的最佳值通常比镜头的数量少一个。如果 RANK 等于变焦镜头的数量,则搜索 结果往往会跳转,并且最小值可能难以识别。如果它少一个,曲线就会更平滑。

当你确定了最佳的 CAM 设置后,保存镜头;参数将保存为 ZFILE 的一部分, 并在下次打开镜头文件时,它们又会出现。

阻尼系数阻尼器有助于抑制凸轮曲线中的振荡。我们成功使用的 EXP 值在 0.3 到 1.1 之间。在试验 DAMP 的影响之前,最好先用 EXP 试验一下。

这些数量也可以作为镜头文件的一部分输入,并且很容易在工作表中进行编辑。单击"Z"按钮,并以与命令相同的格式输入数值,就在编辑窗口顶部的 ZFILE 行下方。

如果找不到一组有效的参数,如果性能在范围内不稳定,可能是因为您没有 定义足够的变焦镜头位置。检查每个位置的标准图像质量是否与相邻位置相似。 点击变焦镜头工具栏上的变焦镜头按钮,同时在 PAD 中监控像质分析。如果 TFAN 曲线的形状从一个到另一个有显著的变化,那么增加已定义的变焦镜头点 的数量并重新优化。这是最容易做到的 CAM ... SET 选项,描述如下。

如果定义了很多变焦并尝试控制每个变焦的图像,则总体上可能超过 10000 个像差的限制。为避免这种情况,我们建议您仅在少数变焦处校正光线集,并在 其他变焦处控制 DELF。

您可以使用命令更改镜头中定义的镜头数量

CAM INDEX SET

其中 INDEX 是一个不超过 20 的数字。这个变化使用与 CAM 曲线相同的多 项式,但如果不够准确,新的变焦位置将无法更好地工作,直到您优化它们。然 后您会有一个更好的镜头。

如果找到有效的 VFIELD 数据, CAM SET 将退出。该选项在设计的初始阶段很有用,因为它将近似于稍后放入实际孔径时会出现的渐晕。但是当您的设计接近完成时,如果渐晕是一个问题,您应该修复所有通光孔径并使用 WAP 2 或3选项来解释实际发生的渐晕,并移除 VFIELD。只有这样才能使用 CAM。

我想说的是,摄像头的功能并不适合只在镜头设置上使用,而不是介于两者
之间的任何地方。这种镜头通常被称为"click click",而不是变焦镜头。

CAM 编制的绘图是规范化的,因此所有运动的范围都包含在精确的5英寸 范围内。因此,tic标志上的数字不一定是整数。如果您想要一个不同的规模,请 使用该命令。

CAM SCALE SCF ZERO

在创建凸轮曲线之前。参数 SCF 为绘图的变焦运动/英寸,0 为镜头底部的 变焦运动。因此,例如,如果您的凸轮曲线覆盖范围-77.3845 到0,您可以进入 CAM SCALE 20.0 -80。这符合 80.0 到5 英寸的范围,每个 tic 标记为 20.0 的倍数,这是一个不错的图片。如果您输入一个0 的比例因子,程序将使用它自己的 默认值。

这是 CAM 输出的一个例子。它生成一个凸轮位置表(未显示),然后绘制所 有运动的图,如下所示。



CAM 还可以评估镜头的性能,通过上述的多项式在变焦范围内进行插值。 输入调用此功能

CAM MACRO.

AI 模式必须是打开的,并且数据的准备方式与 DO MACRO 非常相似,在 DO MACRO 中,需要的值从文件缓冲区取出,然后分配给变量 Z1。这个命令总 是检查 100 个点。

举例说明:假设您想要在整个变焦范围的全视场上使用多波长 RMS 点大小。 创建的 MACro 包含

RMS M 1 400 Z1 = FILE 1

(如果您不知道文件缓冲区中所需数字的位置,请运行 RMS 命令,然后让 AI 用"BUFFER?"向您显示缓冲区。(在本例中,位置 1 包含 RMS 值。)

运行此 MACro 一次,以测试它是否给出了您想要的答案,并将内容放置到 计算机内存中。然后输入命令 CAM MACro 开始分析。在凸轮范围内绘制 RMS 点尺寸图。分配给纵坐标的默认标签是"RESULT",您可能希望更改它。在本例 中,我们将使用 AI 序列

OLABEL = "RMS SPOT"

AGAIN

图片重绘如下图所示。

MACro不应该包含另一个 CAM 命令,或者任何您希望看到显示输出的命令——因为 CAM 分析总是在 QUIET 模式下进行。

CAM MACro 功能使用与 MACRO 相同的绘图例程,如果您希望更改绘图的标签、标尺或起点,您可以这样做,如第 15.1.2.4 节所述。



图表显示凸轮如何评估超过变焦范围的图像质量。

CAM 参数等级、阻尼和 EXP 可以以命令的形式输入,如本节所述,也可以 作为 RLE 文件中的 ZFILE 数据的一部分,如第 10.7.1 节所述。其他 CAM 选项 只作为命令输入。

如果需要控制凸轮曲线的形状,则 CAM 命令的另一种形式是有用的。我们 曾见过一个变焦范围很广的镜头,它的凸轮曲线显示了一组镜头的剧烈摆动。从 数学上讲,这种镜头看起来很棒,但制造这种凸轮是不现实的。在这种情况下, 有三个可能有用的构造参数异常:ZM1 到 ZM3。它们控制凸轮曲线的第一个、第 二个和第三个力矩,力矩被定义为该序列的 RSS 导数。因此,为了控制剧烈的 波动,这意味着一种大型的三阶导数,可以给给定组的 ZM3 提供一个目标。

命令 CAM STATISTICS 将创建一个表格,提供每个变焦镜头组的一些统计 信息,您可以从中选择组和目标。下面是一个例子:下面的凸轮曲线是一个变焦 镜头和三个移动的组。红色曲线肯定会是个问题。



我们运行 CAM STATISTICS 命令,看到以下内容:

SYNOPSYS AI>CAM STAT

ZOOM LENS CAM STATISTICS _____ ZOOM GROUP 1 SURFACES 5 TO 8 MAXIMUM, MINIMUM: 0.00000 -19.1877 MOMENTS 1 2 3: 14 0532 3 28001 3.28001 104.603 MOMENTS 1, 2, 3: 14.0532 ZOOM LENS CAM STATISTICS _____ ZOOM GROUP 2 SURFACES 9 TO 12 MAXIMUM, MINIMUM: 6.89509 -8.68807 MOMENTS 1, 2, 3: 10.0789 3.10353 140.816 ZOOM LENS CAM STATISTICS _____ ZOOM GROUP 3 SURFACES 13 TO 16 MAXIMUM, MINIMUM: 25.5748 0.00000 MOMENTS 1, 2, 3: 8.54002 0.635410 0.326696

事实上,第二组有一个很大的第三时刻。我们可以使用 AANT 文件条目来 控制它,比如 M20.1 A ZM32。这样就能减少第三点,让镜头更实用。您必须试 验目标和权重,使其发挥作用——但这就是镜头设计师的谋生之道。

如果您想要在每一个显示的镜头位置评估镜头,没有插值,它根本不需要使用 CAM。AI 程序可以处理诸如此类的输入

DO MACRO FOR ZOOM = 1 TO 8 PLOT SA3 FOR ZOOM = 3 TO 5.

有关使用 AI 程序的信息,请参阅第 15.2.1.5 节。

CAM 命令的另一种形式是 CAM OPT,这将自动完成 CAM SEARCH 允许 您手动进行的操作:它将搜索到的折射率的值,它会产生最低的峰值和 RMS 偏 离定义的变焦镜头位置。如果 CAM SEARCH 曲线平滑,就能很好地找到最小点。 不幸的是,这些曲线有时是不稳定的,这可能是由于在计算非常大的和非常小的 数字时的数值时出现了四舍五入。在这种情况下,当测试用例从高端开始时,程 序会找到第一个局部最小值。通过设置搜索以优化返回的值为中心的区域,您可 以轻松地评估这种情况。如果曲线上下跳动,超过一个最小值,您最好用肉眼找 出最小值。您还可以对 CAM DAMPING 值进行实验。如果您自己不输入任何值 (或零),程序将使用默认的 1.0e-7 阻尼。您可以试试其他的值,看看曲线是否光 滑。

输入 CAM ZMAG magn [ANG / APER / COMB / NONLIN exp / ENDS]用于 调整变焦物方规格,使其精确对应于所需的放大倍率范围。仅在物体位置在变焦

范围内变化时使用。通常,在第一次和最后一次变焦镜头中为物方输入的值显示放大率。但是,如果您使用了 CAM nb SET 命令,则会根据当前的凸轮曲线更改物方。这些曲线与很接近,但与定义的变焦镜头点不完全匹配。因此,物体可能会偏离您想要的放大倍数。此命令将重新定义它们。使用第四个参数选择物方参数的分布:如果选择 ANG,则全视场物方的角度将在变焦镜头上线性变化。如果选择 APER,则近轴值 YMP1 将线性变化。然后程序调整剩余参数,使拉格朗日不变量保持不变。这具有导致未指定的参数非线性变化的效果,在具有大变焦比的镜头中,该参数集中在该范围的最末端会导致非常大的变化,这可能导致优化。要解决此问题,建议使用 COMB 选项;它将物方调整为前两个选项的平均值,因此在较小范围内进行大幅度更改的可能性较小。在某些情况下,NONLIN选项的效果可能会更好。另一个选项是 ENDS 请求,它将缩放空间化,使它们在范围的两端被压缩。请参阅 ZSEARCH 中的讨论。要简单地对用户输入进行线性缩放,请使用 NONLIN 选项,指数为 1.0。

对于使用物方类型 OBD 的变焦镜头, ZMAG 选项只支持 APERT、NONLIN 和 ENDS。

但是,ZMAG 调整不会自动调整镜头组本身,建议您再次运行优化以确保它 们可以在校正的物方点上工作。如果所有变焦镜头物方都相同,则此命令不合适, 不应使用。它仅适用于物方类型 OBA,OBB 和 OBC。

您输入的放大率值对应于从第一个镜头到最后一个镜头的更改。例如,对于 10 倍变焦镜头,如果变焦组1是广角设置,则放大倍率为0.1。如果变焦组1是 窄角设置,则值为10.0。

让我们通过观察虽然凸轮插补例程在计算定义的镜头里之间的点处的变焦 镜头移位方面做得相当不错,但是在移动变焦镜头滑块时通常存在残余离焦。为 了获得最平滑的变焦动作,我们建议您定义 20 个变焦位置(使用 CAM 20 SET), 在所有 20 个位置重新优化镜头(适当时,ZGROUP 输入到 AANT 文件很方便), 然后为 ZFILE 数据分配三次插值。

还有一个功能将显示在变焦镜头上分布的衍射点。参见 ZPSPRD。

10.7.2 多重配置

SYNOPSYS 可以同时优化六个完全独立的镜头。这些被称为交替多重结构, 从一个切换到另一个很简单。命令

ACON <u>NB</u>

将更改结构 NB,它必须是1到6的数字。您还可以通过单击其中一个工具栏按钮来更改结构。23456

当您选择了您想要的结构后,您可以执行任何常规的 SYNOPSYS 任务,比 如获取一个镜头等等。通过键入命令,您可以看到哪个 ACON 是当前的。

ACON

没有参数。要删除当前的 ACON(使其被后续的多重结构优化忽略),请使用 该命令

ACON <u>NB</u> NULL.

要立即执行任何已声明的拾取(请参阅下面),请使用命令

ACON ENFORCE.

所有能够执行多重结构工作的功能 都将自动执行所有拾取,但是如果您不 想运行任何这些特性,这个命令将允许您自己执行。

命令

ACON CLEAR

将删除任何可能当前有效的 ACON 拾取设置。

命令

ACON BUMP

将在当前选定的结构中复制镜头并将其放置到下一个更高的 ACON 中。因此,如果 ACON 3 当前处于活动状态,该命令将把副本放入 ACON 4。它还将把所有 PAD 视图转移到新的 ACON 并切换到该结构。它的目的是当您想在当前的镜头上尝试一些不同的东西,但不想改变镜头和像他们现在的设置。ACONS 不以任何方式通过这个命令连接,并可以处理一个单独的镜头。如果当前的 ACON 是不打开的 PAD 显示位置 6,此命令将不起作用。它也可以通过点击按钮来执

行国。

ACON MBUMP 命令的工作方式 与此相同,只是它会撞到左边而不是右边。 如果 ACON 3 是活动的,它会把一个拷贝放到 ACON 2 中。这可以通过单击按 钮上来执行。

下面几节将解释如何使用这些结构来设计复杂的镜头系统。最常见的情况是 变焦镜头,其中的一些空间改变放大。如果只有变焦镜头的空间在变化,那么您 就完全不需要使用其他结构,因为在前面的小节中描述的 ZFILE 选项在一个结 构中为您处理一切。ACON 功能适用于更一般的情况,在这种情况下,某些镜头 参数在不同的结构之间不同,而另一些则必须相同。例如,当您想要相同的目标 镜头与几个不同的中继部分相结合时,情况就会出现这种情况。

SYNOPSYS 可以同时优化所有当前的 ACONs,但只有您特别设置它才会这样做。它不会自动假设结构之间的任何关系,但您通常希望它们以某种方式相互对应。这些关系在 ACON PICKUPS 文件中定义,该文件必须在 AANT 和 PANT 输入文件之前。任何结构的数据都可以被其他任何结构获取。

在分配拾取数据之前,要分配拾取的镜头必须已经加载到预定的ACON中。 仅仅声明拾取并不能初始化或加载镜头。

当要设计多个结构时,它们必须在优化开始之前都是当前的。在优化之后, 当它们被列出、检查或被任何普通的 SYNOPSYS 命令保存时,它们都保持当前 状态。

每个备选结构与其他结构之间的关系由格式的一个或多个格式为.NET 的文件定义的:



NB 是获得所拾取的数据(1至6)的结构中,和 ACONF 是其数据要被拾取的(默认值是配置1)的结构。

<u>SNA</u>	是结构 NB 中用于接收数据的表面编号。
PCV	表示要拾取曲率,圆锥常数和非球面数据。
РТН	表示要拾取厚度。
PIN	表示要拾取折射率。如下
PCAO	获取通光光瞳数据,包括 RAO, EAO 和 UAP 参数。
PAS	表示要拾取不对称(倾斜和偏心)。这将拾取所有类型的不对称 性:相对的,局部和整体。
PACCOM	拾取远焦调焦
<u>SNM</u>	是要从光源多重结构中获取值的表面编号。SNM 的负条目会导 致接收量的符号被反转。如果为 SNM 输入零,拾取将被移除。 请看下面关于变焦镜头的评论。
PZDATA	获取 ZFILE 变焦镜头位置数据。它不接收物方数据。

关系由后续输入数据指定,其中

在备用结构中,每个表面最多可以指定四条这样的线。如果需要多个备用,可以输入第二个 ACON ... END 文件,依此类推。每个文件必须以 END 结尾,ACON 命令必须包含单词 3 中的单词 PICKUPS。

输入

ZOOM

在 ACON 文件中导致所有半径,厚度和空气间隙,以及通过备用结构 NB 从 ACON 1 获取折射率。此选项不会拾取倾斜,偏心和透明光瞳。当镜头具有相同 的参数但具有不同的倾斜或偏心时,这非常有用,正如您在扫描系统中所发现的 那样。ZOOM 条目可以选择指定一系列表面,这些表面将从指定表面编号开始的 光源结构中拾取数据。例如,要使结构编号 2 中的表面 6 到 12 与结构 1 中以编 号 4 开头的表面相同,输入将为

ACON 2 PICKUPS ZOOM 6 12 4 END

如果您希望某个参数不被拾取,但是它包含在 ZOOM 命令的范围内,您可 以使用一个正常的拾取设置执行 ZOOM 命令,但是要为 SNM 指定 0。我们重 申,使用 ZOOM 功能与 ZFILE 变焦是分开的,ZFILE 变焦更容易使用,如果唯 一改变的是变焦镜头组的位置,则推荐使用 ZFILE 变焦。 该程序试图解决当前与镜头关联的参数与 ACON 命令之间的不一致性。例 如,如果一个曲率拾取在先前平坦的表面上放置一个表面,那么表面上的曲率标 志就会改变。如果 ACON 拾取的目标是由它自己的拾取或求解控制的,那么该 选项将在文件被处理时被删除,因为一个表面不能有两个相互冲突的拾取。

大多数可能的折射率选项都允许折射率拾取。但是,某些组合需要更改定义, 程序将根据需要采取纠正措施。例如,如果光源结构具有玻璃模型(或玻璃变量), 则将为目标分配相同的模型参数。如果源使用玻璃表或 GLASS 或 GDF 选项, 则传输系数。这允许目标使用与光源相同的材料,但具有不同的波长。如果源中 存在显示折射率,则目标将获取实际值。在这种情况下,由于折射率不能重新计 算,除非两种结构中的波长相同,否则它们没有意义,如果不是这种情况,则会 显示错误消息。您无法使用 ACON 拾取文件传输 BIREF 或 WPLATE 折射率数 据。如果备用结构要包含这些材料,则应手动插入它们,并且 ACON 文件中不 包含任何拾取。

设置

BZOOM

在 ACON PICKUPS 文件中类似于上面描述的 ZOOM 功能,除了它还会拾取不对称(倾斜,偏心,局部和全局坐标)以及通光孔径和 EFILE 数据。这主要用于 BTOL 的多重结构公差,其中必须确保在整个包含的表面范围内拾取元件倾斜和楔形。

选项

CZOOM ...

也类似于 ZOOM,但是拾取孔径和 EFILE 数据但不是倾斜和偏心。在这两个选项中,传输的 EFILE 数据都将转换为 EXPLICIT 形式,因此另一个 ACON (更改默认 CAO)中光线路径的更改不会意外地更改 EFILE 边缘。

请注意,ZOOM和BZOOM选项仅从ACON1中获取数据。如果要从任何 其他结构中选择,则必须使用显示格式(PCV,PTH等)。

可以通过条目拾取物方数据,包括YMP1,YP1,TH0,YP0,XMP1,XP1 XP0 和物方曲率半径

1 POB 1 [<u>ACONF</u>]

在 ACON 文件中提取。如果这些数量中的任何一个是主结构中的变量,并 且您希望交替使用相同的值,则需要这样做。 可替换的结构可以被定义为用于创建全息光学元件的一个或两个光束的源(参见第 3.3.2.4 节)。如果指令 HP1, HP2, HZ1 或 HZ2 包含在 ACON 文件中,则将为备用计算像差系数阵列,并将其传送到主结构中的表面编号 SNM(必须 是 HOE)。点 P1 或 P2 相对于 HOE 的位置也将从替代配置中的图像的已知位置 拾取,从旁边的最后一个表面测量,其必须对应于 HOE 的几何位置。如果 SNM 为负,则系数的符号反转。注意,在这种情况下,结构 NB 是数据源,而 ACON 1 是目标。

为了使程序将像差传送到 HOE, HOE 必须先前定义为具有指令 A11 或 B11 等的像差 HOE。然后在每次迭代时由优化程序更新像差系数。

只有在两种结构中 AXIS 的定义相同时,才可以使用 PAS 选项,因为一旦交替进行近轴光线追迹,将重新计算由倾斜产生的偏心。PAS 选项将拾取表面上有效的所有倾斜或偏心,包括 LOCAL 和 GLOBAL。

要参考备用结构输入变量和像差,只需输入:

ACON JCONF

在 PANT 或 AANT 文件中的任何时间。该文件中的所有输入,直到下一个 ACON 条目将引用结构 JCONF,依此类推。

由于优化程序通常适用于任何 ACON 是当前的,并且只有 ACON,因此如 果要一次优化多个 ACON,则必须在 SYNOPSYS 命令的字 3 中放置单词 MULTICONFIGURATION。 这会导致程序接受 AON 和 PANT 文件中的 ACON 命令,并在多个结构之间进行拾取。因此,要进行 20 次多重结构优化迭代,您 将使用该命令

SYNOPSYS 20 MULTI

当处理 AANT 和 PANT 文件时,程序会将像差和变量分配给当前的 ACON, 直到在该文件中遇到另一个 ACON 指令。由于人们通常希望将其中的第一个应 用于 ACON 1,因此在输入这些文件之前更改为此 ACON 或使用显示 ACON 1 指令启动 AANT 和 PANT 文件是明智的。如果不这样做,会导致数据被应用到 错误的结构,因为程序还没有看到要遵循的 SYNOPSYS ... MULTI 命令,因此它 默认为 AANT 和 PANT 数据的通常解释,这些数据适用到当前的结构。

换句话说,在优化 MACro 的开头放置一个 ACON 1 命令。

一旦您定义了所有的结构,您可以很容易地用命令保存该设置

SSU (Save SetUp)

完成此操作后,您不必在下次启动 SYNOPSYS 时从头开始设置它们。您可

以在退出程序之前将它们中的每一个保存到库或命名的 RLE 文件中,但上面的 命令会自动将所有当前的 ACON 保存到一组名为 SSU1.DAT 等的文件中。然后, 当您想要恢复该设置,只需键入命令即可

RSU (Restore SetUp)

这些命令还可以保存和恢复 PAD 显示的当前设置。(命令 SPL 和 RPL 将 保存和恢复当前的 PAD 布局,但不是所有 ACON 中的镜头)。

如果你在 SSU 或 RSU 命令的字 2 中指定一个数字,程序将只保存或恢复 该 ACON 中的镜头。 (但所有 ACON 的 PAD 显示仍将被保存和恢复)。

10.7.2.1 多重结构输入的示例



考虑使用三个镜片的变焦镜头,变焦比为4:1。 虽然 ZFILE 选项实际上更容易,但我们将在此处展示如何使用 ACON 功能进行设计。我们希望改变所有的半径和间距,在两种模式下将焦平面保持在相对于元件1的固定位置。为了使两个镜头的速度相同,我们输入具有4:1比率的入射光瞳光束尺寸和具有1:4 比率的视场角度。如果我们现在设定在两种模式下(在 AANT 文件中)具有相 同的高斯图像高度,将产生所需的镜头比率,并且F/#将是相同的。在两种模式 中都使用了近轴 YMT 解,这两种模式已经在 ACON 1 和 2 中。 **ACON 2 PICKUPS** 1 PCV 1 2 PCV 2 3 PCV 3 4 PCV 4 **5 PCV 5** 6 PCV 6 END PANT VLIST RAD 1 2 3 4 5 6 VLIST TH 2 4 ACON 2 VLIST TH 2 4 END AANT ACON 1 结构1的图像质量偏差 ••• **M 1.6 1 A GIHT** M 4.82 1 A TOTL A BACK ACON 2 结构2的图像质量像差 ... M 1.6 1 A GIHT M 4.82 1 A TOTL A BACK END **SYNO 15 MULTI**



该示例示出了一种方法,通过该方法可以移动镜头,同时在两个变焦位置中保持镜头之间的相同间隔。假设表面 9 和 12 之间的间隔是可变的,但对于两个变焦都是相同的。允许表面 10 的位置变化。我们会输入

PANT	
VY 9 TH	
VY 11 TH	
ACON 1	
VY 9 TH	
VY 11 TH	
•••	其他变量
END	
AANT	
	图像质量的像差
M 0 1	
A TH 9	
A TH 11	
ACON 2	
S TH 9	
S TH 11	
END	

在两种模式中,空气间隙 9 和 11 的总和将是相同的。(当然,对于这个简 单的例子,ZFILE 镜头选项更简单。)



在这个例子中,我们希望使用中间两个元件作为聚焦构件来优化单个镜头两 个物距。在 ACON 1 中,假设我们输入

OBB 0 5 1.6 0 8 YMT

和在 ACON 2 中

OBC 60 5 1.6 0

现在的替代物体有一个 60 英寸的元件,在表面 1 的顶点处有一个 5 度的视场。在 PANT 文件中,我们将改变 ACON 1 的所有参数(当然,8 除外),它们将 在替换中拾取

ACON 2 PICKUPS ZOOM 2 PTH 0 (6 PTH 0 fi END

(注意,我们从拾取列表中删除了这两

个厚度,这样它们就可以独立的变化了)

我们将在 PANT 文件中包含

ACON 1 VLIST RAD 1 2 3 4 5 6 7 8 VLIST TH 2 6 ACON 2 VLIST TH 2 6 并在 AANT 文件中包含

ACON 1 M 0 1 A TH 2 A TH 6 ACON 2 S TH 2 S TH 6

两个结构中的中间两个元件将在焦点上进行调整,以便在两个结构中保持最 佳的像质。

10.7.3 变焦镜头设计搜索(ZSEARCH)

第 10.14 节描述的功能可以搜索全局设计空间,并为许多固定焦点镜头找到 合适的初始结构。这个部分描述了一个可以找到变焦镜头的相关功能。

变焦镜头设计搜索(ZSEARCH)

我们首先指出,尽管 ZSEARCH 是一个非常快速和有效的全局搜索程序, 但我们不能期望它在一次操作中就能产生完成的设计,准备送到商店。它的目 的只是在漫长的设计过程中,作为第一步,创建合理的起点。然后由你根据需 要修改结果,以满足你的要求。在设计完成之前,通常要执行几个步骤,总结 如下。

A. 尽可能地把需求输入到 ZSEARCH 的输入文件中。

B. 运行程序,检查结果。

C. 如果所有的设计都与你的目标相去甚远,也许是因为设计的方向是你没 有想到的,那就修改输入并回到步骤 B。

D. 如果一个或多个设计看起来是一个好的起点,就对它们进行评估,看看还有什么不足之处。

E. 修改由 ZSEARCH 创建的评价函数,改变权重,增加或修改监视器和光线,如果违反了机械目标,则增加目标。

F. 优化和退火。当这个过程没有进展时,就用 AEI 在它能发挥最大作用的 地方增加一个元件。

G. 尝试使用 AED, 看看是否可以删除一个元件。

I. 重复 F 和 G 的步骤,也许几次,因为配置继续改善。

J. 当设计变得合理时,是时候增加窗户、折叠镜、用于冷停的假面或用于 监测场停的图像等。

K. 当所有重要的目标都达到后,运行真实玻璃程序 ARGLASS 或玻璃搜索 程序 GSEARCH。 这些程序将用真实的玻璃类型代替 DSEARCH 使用的玻璃模 型。 (对于红外和紫外设计,玻璃模型是不合适的,你应该在 ZSEARCH 输入 中直接指定材料)。

L. 继续优化和退火, 直到设计不再有任何改进。

M. 如果设计仍然不够好,回到步骤 D,从 ZSEARCH 中选择一个不同的回报。然后重复后面的步骤。

O. 研究 SYNOPSYS 网站的在线教程部分的设计实例。在那里你会看到各种问题是如何被发现和纠正的。

还有一个最后的想法。 SYNOPSYS 中的优化算法是世界上最强大的,但 是没有什么可以改变镜头设计的混乱性质。默认算法是 PSD III,由开关 2 激 活。 我们已经在这个开关打开和关闭的情况下运行了许多测试案例,当关闭 时,程序使用 PSD II 来代替——通常这两种设置的结果有明显的不同。我们鼓 励你在运行 ZSEARCH 时尝试这两个开关设置,并从这两个开关中选择最好的 回报。该设置可以用 PSD 输入来选择,如下所述。

ZSEARCH 程序将在镜头空间中搜索,以便找到一个有吸引力的起点。你 指定系统要求和你想要的变焦结构。然后它将执行以下步骤。

1. 它构建一系列候选镜头,初始尺寸根据二进制搜索方案或随机分配, 取决于用户的输入。 这些被定义为 ZFILE 变焦镜头,其中物体坐标根据用 户输入在变焦之间变化,变焦运动最初都是零。 镜头至少由三组组成,不超 过 10 组,每组包含指定数量的元件。 其中一些组被声明为变焦组。 物体规 格是通过在变焦 1 和最终变焦之间创建物体,以线性或反二次方程的方式找 到的。

默认选项是根据二进制数字中的位来分配元件的权力,这个数字在每个周期 都会递增。因此,如果你要求,比如说,一个四元件的镜头,第一个镜头 将有所有的负元件从二进制数字(0000)中取出。下一个尝试将有一个正 元件,来自数字(0001),以此类推。 2. 该程序构建一个 PANT 文件,改变所有半径、除最后一个以外的 所有厚度,以及(如果系统不是单色的并且是在可见范围内)每个元件上 的 GLM 变量。 它还改变了所有变焦组的变焦位置。

3. 它追踪上下边缘射线,以检查射线故障,这很常见。如果发现任何问题,它将使用 ERROR 像差和先前定义的变量提交一个快速优化。 这通常会立即收敛,然后射线会被追踪。如果没有,经过几次尝试后,这种情况就会被跳过。

4. 它构建了一个 AANT 文件, 其中包含监视器请求 AEC、ACC、AZA 和 ACA。这些控制边缘和中心厚度, 使透镜是合理的, 也监控变焦元件之间的重叠, 避免接近临界角的折射。 然后, 它在输入的场点上添加一组默认的射线。 (如果系统不是单色的, 它也会修正长色和短色的射线(取自 CORDER 输入)。 如果默认波长(CDF)是有效的, 这些将是颜色1和3。 然后, 它将你在 SPECIAL 部分给出的任何输入(见下文)添加到优点函数中。

6. 它对所要求的周期数运行优化程序。

7. 然后提交一个 ANNEAL 运行,如果要求的话,它对透镜进行小的 随机改变并重新优化,一遍又一遍。

8. 当所有上述步骤完成后,它就用下一个候选镜头进行循环。

9. 如果多核模式是有效的(见 CORE),程序会将试验案例按顺序分配给所有授权的核。这可以大大加快进程,如果你的电脑有这种能力,我们鼓励你实施这种模式。由于 ZSEARCH 比 DSEARCH 涉及更多的光线追踪,这一步特别重要。ZSEARCH 创建的优化文件不能定义任何新的 AI 符号,但它会继承并尊重以前定义的任何符号。

当它执行这些步骤时,程序以两种方式保存所产生的设计。到目前为 止看到的最好的设计被自动保存在要求的库位置,前十个设计被保存在名 为 ZSEARCH01.RLE、ZSEARCH02.RLE 的文件中,最多十个。此后,当 每个案例被优化时,将评价函数与这 10 个案例中最差的进行比较,如果更 好,就替换掉那个文件。

当所有的循环完成后,找到的最好的镜头因此在要求的库位置,而十 个最好的在命名的文件中(尽管不一定按数字顺序)。然后,该程序制作了 一张显示这些文件中所有镜头的合成图。 它还创建并打开一个名为 ZSEARCH_OPT.MAC 的 MACro,使你可以很容易地继续处理任何产生的 镜头。 如果它们中的任何一个看起来很有趣,请确保 FETCH 并以一个唯 一的名字保存它们,因为这些文件在您下次运行 ZSEARCH 时将被覆盖。

ZSEARCH 还创建了一个叫 ZSS.MAC 的 MACro,如果你运行它,你 会看到每个返回的设计都是逐一的。按回车键循环到下一个,让你在 PAD 上看到结果,你可以决定哪一个看起来最有希望。

ZSEARCH PLOT 命令将显示最近的结果,按数字顺序绘制。 ZSEARCH 会自动做一个图,按质量排序--但是这个功能可以让你第二天 再来做一个新的图,如果你想的话。

优化部分默认改变每个元件的玻璃模型变量,这只适合于在光谱的可 见部分工作的系统。如果你的系统在这个区域之外,你必须用 GLASS... 输入来选择正负元件的材料,如下所述。在这种情况下,玻璃模型不会 被使用或改变。

ZSEARCH 在保存 10 个最佳镜头时,会逐一识别。一个字符串被放入镜头识别串 ID1 中,列出创建设计的元件功率序列(在二进制搜索模式下)。请注意,产生的功率往往与最初的集合不同。

这个特征的输入如下。

ZSEARCH LLIB [QUIET]

[USE CURRENT JFROM [ALL]]

SYSTEM (lens ID) (object description) (wavelengths) [color order] E ND

GOALS ZOOMS <u>NZOOMS</u> GROUPS <u>NELS NELS NELS</u> ... ZGROUPS {0/Z} }0/Z) ... [ZFOCUS <u>THO JSN DT [GIHT]</u>]

GIHT FIRST LAST WT PYA FIRST LAST WT PUB FIRST LAST WT

BACK BK BWT

[PRISM PTH]

```
FINAL
{OBA.../OBB...}
ZSPACE [ANG/APER/COMB/NONLIN <u>EXP</u>/LINEAR/ENDS/ITEMIZE/WIDE]
APS <u>IAPS</u>
```

[SINGLE [CASE nnn]] [SAMPLE]

```
[MONITOR ZOOM nb]
RSTART RD1 RD2 RD3 RD4
THSTARTTH
ASTART ATH
RT <u>RT</u>
NPASS <u>NP</u>
TRACK
STATISTICS
NOLOAD
COLOR {MONO / P / 3 / M }
[AFOCAL]
[OPD WOPD]
[TOPD WOPD]
[TSONLY]
[PDIST]
[REVERT]
[DELAY{ <u>SECONDS</u> / OFF }]
[RANDOM <u>CASES</u>]
```

[EZW / NEZW]

FOV HBAR HBAR HBAR HBAR HBAR HBAR HBAR FWT WT WT WT WT WT NGRID GRID SNAP <u>NPASSES</u> ANNEAL <u>TEMP COOL</u> [Q/0] <u>AP ASSES</u> [DAMP ING <u>DAMP</u>] [WAC <u>angle</u>]

[{QUICK/QPLUS/QMINUS}<u>NQUICK</u><u>NREAL</u>] KEEP<u>NKEEP</u> ZMOMENT<u>TAR WT WINDOW</u>

GLASS {POS/NEG} { S/O/H/F/U/C/G/R/M/P } glassname

[PLASTIC [<u>sn</u> sn ...] [AGROUP] END 所需要的数据取决于所选择的其他选项,如下所述。

LLIB	这是将获得所找到的最佳镜头的库位置(1到10)的数字。
QUIET	由于有大量的案例需要分析,最好是在安静模式下运行,在 进程完成之前,将所有输出都压制到命令窗口。
USE CURRENT <u>JFROM</u> [ALL]	当你想让 ZSEARCH 找到一组元件,并跟随一个现有的镜头 或其一部分时,这个条目很有用。如果输入了这个选项, SYSTEM 的输入会被忽略。当前镜头的第一部分,到 JFROM-1 面为止,保持原样,从 JFROM 面开始,增加所要 求的元件数量。例如,要找到一个能与物镜耦合的中继部 分,这就可以完成任务。
	当前镜头中的物体数据被分配给变焦 1,而具他变焦则根据 FINAL 数据创建和间隔。
	在这种情况下,镜头的原始部分默认不会被 ZSEARCH 改变,尽管添加的镜头之前的空域是变化的。 这可以让您优化添加的镜头,而不改变前面的元件。 如果你想让所有的镜头都被改变,请在声明的第四个字里加上 "ALL"。
	如果要求 "ALL",程序会在添加变焦组之前删除当前镜头的所有硬 CAO 和所有 EFILE 数据。它还删除了任何 WAP 声明,因为 WAP 2 和 3 要求在停止面上有一个硬 CAO,这已经被删除。
	这个功能的一个用途是设计非常广角的镜头,ZSEARCH 通 常不能找到许多可以追迹的组合。只要建立一个前端,追迹 并以更浅的角度把光送入剩余部分,然后用 ZSEARCH 找到 能在这种情况下工作的镜头。 (但是看看 WAC 选项,它更简 单,如果角度不超过 90 度,也能完成这个工作)。
	当你指定变焦组时,表面数字的应用不考虑当前的镜头。因此,如果您想在 USE CURRENT 镜头中保留一个胶合的双胞胎,而增加的元件将从表面 4 开始,那么缩放组的编号就应该像没有选择 USE CURRENT 选项一样,增加的表面从 1 开始。程序以后在增加当前元件时将重新编号。
ZOOMS <u>NZOOMS</u>	在这里,您可以指定要同时纠正的变焦位置,最多为15。更 大的变焦范围需要更多的位置;5倍的范围可能适合8个位 置,而25倍的范围可能需要15个位置。
GROUPS <u>NELS</u>	这是您指定您的变焦镜头的基本构造的地方。通常的做法是 使用四组镜头;两种透镜在前面的范围聚焦,两个镜头组,

	和一个固定的组在图像之前。例如,要设计一个像这样有四个组的镜头,您可以输入 GROUPS 2 3 2 2 这说明第一组有两个镜头,第二组有三个,依此类推。 镜头必须由 3 到 10 个镜头组定义。
ZGROUP	此输入指定将变焦哪些组。在上面的例子中,您将声明组2 和组3与条目一起变焦
	您必须声明至少一个变焦组。
ZFOCUS	该输入指示程序为第二物距 TH0 创建评价函数命令,调整表面 JSN 后的指定空间 DT 量。可选的 GIHT 命令调整新 TH0 处的新 YPP0 以获得接近输入值的新 GIHT。
	只有当镜头的焦距已经接近所期望的值时,这最后一步才合适,而在快速阶段通常不是这样。所以这个命令被忽略了,只在接下来的优化阶段实现,当镜头已经是合理的时候。如果 GIHT 被忽略或为零,程序将 YPP0 在新的 TH0 上按与TH0 相同的比例变焦,这将产生大约相同的目标角度,并且对于快速阶段足够接近,并且不会做最后的调整。
	如果未设置 QUICK,则所有案例都会遵守 GIHT 命令。 无论如何,程序将 ZFOCUS 指令添加到它在 MACro ZSEARCH_OPT.MAC 中准备的 AANT 文件中。
	所有这一切的目的是找到在两个不同物距下工作良好的设 计。
SINGLE [CASE nnn]	用它来检查一个案例。该程序将创建一个具有交替表面能力的示例,然后将该情况置于通常的优化步骤。这对于查找输入中的错误非常有用,因为它可以快速运行。与 DSEARCH 中的相应选项不同,在这种情况下,您无法自己明确输入权限。
	使用 EVAL 选项而不是 GO 会有同样的效果。
GIHT <u>FIRST LAST</u> <u>WT</u>	变焦镜头的一阶特性由变焦范围两端的物体坐标和图像处的 高斯图像高度(GIHT)控制。如果这两个 GIHT 目标不相 等,程序将通过这个值的倒数来调整分配给光线像差的权

	重。因此,具有较小GIHT目标的变焦,覆盖的区域较小, 需要较小的图像,将获得较高的权重,因此这些光线得到了 更好的纠正。OPD目标不受影响。
	这些目标被添加到 AANT 文件中,其权重为 WT。
PYA FIRST LAST WT PUB FIRST LAST WT	这些指令的目的是为了在输出时进行准直处理。我们应该在目标部分声明系统为AFOCAL,然后用这些选项指定所需的一阶特性。 PYA 是出口光束在最后一个表面的准轴半孔径,PUB 是出口准轴主光线角的正切。
	这些目标被添加到 AANT 文件中,其权重为 WT。
FINAL / { OBA / OBB)	此输入声明要分配给最后一个变焦位置的物方坐标。(上面的系统数据适用于第一个位置。)根据 ZSPACE 指令在这两个之间构建其他变焦物方。
ZSPACE [ANG / APER / COMB / NONLIN <u>EXP</u> / LINEAR]	这个声明告诉程序如何在变焦范围内分配一阶特征。默认是 ANG,它使物体的角度从第一次变焦到最后一次变焦呈线性 变化。 APER 选项分配物方点,使准轴 YMP1 在该范围内线 性变化。
	在这两种情况下,调整另一个参数,使拉格朗日不变量在物 方空间中保持不变。结果是非线性的,通常显著,这可能导 致优化问题,因为像差可能在变焦范围的一端快速变化。为 避免此问题,COMB选项会进行一个择中的分布,即前两个 选项的平均值。对于宽变焦比,它的效果会更好。
	当你想对变焦位置的分布进行更明确的控制时,还有第三个选项可用。这是 NONLIN 选项,您可以在其中指定将变焦变 焦范围的折射率。 效果是非线性地模拟孔径范围,更多点位 于之前存在间隙的位置。我们将它用于 90:1 变焦镜头,发 现 2.5 的折射率非常有效。要测试给定的 ZSPACE 是否有 效,请执行一个案例的样本,,然后请求 CAM 100 APERT, 看看变焦是如何分布在光瞳上的。
	例如,请求 ZSPACE NONLIN 0.5 会将变焦位置集中在最后 一个变焦附近,而 ZSPACE NONLIN 1.5 会将它们更多地集 中在变焦1附近,ZSPACE NONLIN 1.0 则将它们均匀地放在 空间。
	第四个选项(LINEAR)在变焦范围内变焦用户输入的 TH0,YMP1和YP0值,而不调整常量Lagrange不变量。如 果您的镜头没有使用恒定不变量进行良好建模,则此选项可

	能是合适的。
	ENDS 选项调整了间距,使更多的变焦在范围的两端显示出来。我们经常注意到两端的像差是最差的,而在中心附近则控制得很好,所以当这种情况发生时,这个选项应该很有效。 拉格朗日不变量得到了尊重,并且是必须的:输入场和光瞳必须反映不变量。
	我们鼓励你对这个设置进行试验。 一开始使用 ANG 选项 (默认),看看像差在变焦过程中是如何变化的。 如果它们 在一端或另一端出现失控,那么 NONLIN 选项可能效果更 好。 如果它们在两端都很糟糕,那么就试试 ENDS 选项。
	对于物方类型 OBD,系统总是线性的角度。
	对 ITEMIZE 选项的解释如下
BACK <u>BK BWT</u>	所需的后焦距。这是必需的输入。后焦距将从值 BK 开始, 在快速模式下,此值将保持不变。在真实光线追迹阶段,如 果 BWT 非零,则它将变化,并且在这种情况下,目标将被 添加到评价函数以使其保持在该值,具有 BWT 的权重。如 果最终值不重要,您可以对该数量加权。
	所有的变焦镜头都将聚焦在相同的位置,除非最后一个表面 是变焦组的一部分。
[PRISM PTH]	如果变焦镜头后面会有一个盖板玻璃或某种棱镜,请使用此选项。后者会产生自己的像差,最好是在搜索过程的开始就加入这个元件。 它将被建模为一个玻璃块,被分配为与肖特公司的 N-BK7 型玻璃相对应的 GLM 指数。
	搜索完成后,你可以用你想要的任何棱镜替换那块玻璃,并 指定要使用的玻璃的指数。 畸变校正应该已经相当接近,然 后你可以用正确的数据重新优化系统。
	注意,这个选项与 DSEARCH 的 COVER 选项不同。 增加的 棱镜块不被算作定义的变焦组的一部分,而是在镜头的末端 增加。
APS <u>IAPS</u>	变焦镜头必须包含一个孔径光阑,并且在变焦范围内保持相同的 F/number 通常分配到最后一组。位置没有变化, ZSEARCH 不使用变量 YP1(和 DSEARCH 一样),因为它不 支持变焦镜头。

	您可以输入一个负数,使光阑被声明为真实光阑——但是要 小心。
	许多结构将在第一次通过时显示光线故障,特别是在输入角度很大的情况下,程序会定期使用自动功能纠正这些故障。 但它无法纠正光瞳搜索失败,如果发生任何问题,则会跳过 该情况。
	我们建议,除了简单的问题之外,您设定一个近轴光瞳然后 在 AANT 文件中添加一个目标,如果有必要在光阑处校正主 光线截距。将控制光瞳的像差,并且当优化最终的设计,您 可以通常只是在那个时候宣布一个真正光阑。
[MONITOR ZOOM nb]	程序自动将几个监视器添加到优化变焦镜头的 AANT 文件中,默认情况下,这些监视器是在 AANT 文件中要求的最后一个变焦设置下评估的。通过这个可选的输入,你可以要求一个不同的变焦来代替。
	人们经常发现,在变焦的一端或另一端最需要监视器,如果 最后的变焦不合适,这时你可以选择你想要的。 有些监视器 会自动考虑所有变焦位置;这些监视器是 AEC、AAE、 AGE、AFE、ADT、ACS、AZA、ALA 和 AAC。 其他的只 适用于单一变焦。
RSTART <u>RD1</u>	此输入最多指定程序要测试的初始半径的四个值。当程序构造每个元件时,它会使用适当的符号分配半径,在输入的数值上循环,或随机地循环到每一侧。输入很长的半径通常会产生与使用短半径不同的结果。您将不得不尝试找出在您的情况下最有效的值。默认值为100英寸(或2540毫米)半径。
	由于 ZSEARCH 上的运行时间比 DSEARCH 长很多倍,因此 指定多个 RSTART 值可能不是一个好主意,因为这需要更长 的时间。
	在随机模式下,只有第一个参数有效;它给出了分配给任何 表面的最短半径。
	如果起始半径太短,可能会有很多光线故障,虽然程序尝试 得最好但很难修复。查看最后的列表,它会告诉您尝试的案 例总数和必须跳过的数量,因为它们根本不起作用。如果后 一个数字很大,那么您可能需要输入(或覆盖)具有较大数 字的起始半径。

	你还可以使用指今 RDSTART.
	如果选择了 PDIST 选项,则不应用此参数。
THSTART <u>TH</u>	该输入给出了镜头厚度和空气间隙的起始值。默认值为 0.1 英寸。 您可以设置不同的值,但它应该是正数和非零的。
	您还可以使用指令 TSTART。
ASTART <u>ATH</u>	默认空气间隙值等于 THSTART,但是如果您愿意,可以使用不同的值跟随该命令,并使用此指令输入。
RT <u>RT</u>	此命令指定要分配给光线网格中的光线的与孔径相关的权重的值。有关详细信息,请参见第10.3.1.1节。
NPASS <u>NP</u>	在优化过程中要进行的扫描次数。包括优化和模拟退火在内的所有循环所需的时间都很容易变长。过少的遍会产生较差的镜头,而过多的则过长。默认是 25 次传递。如果元件的数量很小,另一方面,您可以设置一个更大的数字,比如 50,并且每种情况都更接近最优。然后可以设置更少的模拟退火次数。您可以对通过次数和模拟退火次数进行实验,以在最短的时间内找到最可靠的结果。
	有其他程序经验的用户(其优化速度比 SYNOPSYS 中的慢很多倍)可能会习惯性地认为他们必须设置数百次迭代。这是个坏观点。从 20 次扫描开始,看看结果有多好。如果需要,慢慢地增加。但是请记住,如果您设定 600 张快速扫描和 600 张真实扫描,那么这个工作就会被搁置起来,因为每个例子的完成速度都很慢。警告!
	如果输入任何 QUICK 输入,则会覆盖此输入,但在程序进行最终优化 MACro ZSEARCH_OPT.MAC 时将使用原始值。
COLOR	此选项控制在真实光线优化阶段中校正哪些波长。有三个参数: "MONO"或"P"仅针对主波长中的光线。 如果镜头定义的波长少于两种,则它是自动的。数字"3"将针对主波长,长波长和短波长,"M"将针对镜头中定义的所有波长。
[AFOCAL]	如果您希望镜头为AFOCAL,请将此命令放入目标部分。该程序将在末尾添加一个额外的虚拟表面,并将镜头置于该模式。
	对于这种情况,一阶设定由 GIHT 的输入给出,其中值将是 倒数第二个表面的近轴 YA。

OPD <u>WOPD</u>	DSEARCH 默认创建一个由横向光线像差组成的优化 MACro。输入此参数会生成 OPD 目标。您可以尝试使用此 设置,以查看最适合您镜头的设置。 加权因子 WOPD 用于说明光线和 OPD 像差之间的比例差 异。例如,这意味着一个波长的误差通常优于一英寸的误 差。如果第二个字是空白,程序将使用数字 1.0。或者您可以 输入自己的数值。
TOPD <u>WOPD</u>	如果选择此选项,程序将创建包含横向和 OPD 误差的优化 MACro。 这可能是获得更高分辨率镜头的一种方法,我们 鼓励您尝试使用此选项。由于涉及更多的光线追迹,因此运 行所需的时间比默认的 TAP 或可选的 OPD 设置要长。
TSONLY	由于运行 ZSEARCH 是一个漫长的过程,人们希望在可能的 情况下加快进度。如果选择这个选项,将使程序在实际模式 下只修正 TFAN 和 SFAN 光线,并用于最后的评价函数。如 果系统的 F/number 不是特别低,可能就没有必要修正光瞳象 限内的光线,你可以用较少的光线达到很好的效果,而且运 行速度会更快。
REVERT	此选项仅适用于快速模式。在针对3阶和5阶像差优化候选 镜头之后,使用评价函数来对该配置相对于所有其他像素进 行评级。但是,所得到的镜头可能不是具有该结构的最佳设 计,并且从该最小值开始可能在某些情况下阻止程序达到更 好的最小值。在根据快速优化结果对其进行评级后,此选项 将恢复为该案例的输入数据,因此真实光线优化不会以该局 部最小值开始。这似乎与低 F/number 的非常困难的设计有 关。
DELAY { <u>SECONDS</u> / OFF}]	仅用于多核操作。万一其中一个内核无法正常终止(并变成 "僵尸"进程),程序将在主内核完成后等待 SECONDS 秒, 然后显示一个对话框,让您终止所有进程单击"显示"按钮可 以看到其他核心 默认延迟为 60 秒。如果其他核心看起来工 作正常——但尚未完成——只需等到进度条全部放松后再单 击按钮。然后程序将正常完成。 OFF 将计时器设置为大数 字,因此它永远不会关闭。 默认为 OFF。 很少需要这个选项,因为所有较高的内核都显示一个带有停 止按钮的进度窗口,如果您愿意,可以这样终止。单击顶部
WAC angle	上共仁上的 停止 按钮侍中正所有运行更高内核的操作。 当一个非常宽的场角被输入到 ZSEARCH 时,很有可能大部 分或所有被追迹优化的光线都无法通过整个镜头。

	WAC 选项是一个简单而有效的方法,可以避免这些光线的失败。 你输入一个小于物体角度的角度(度),程序会通过一个以该角度为目标的旁轴 UPC 解来调整表面 2 的曲率。 这就减少了首席光线的准轴角,提高了真实光线的追迹几率。 在找到曲率后,求解被删除,曲率变量又可以像往常一样使用。 最大的场角应该是在 ZOOM 1 中才行,而且输入的角度必须小于 90 度。
PDIST	该选项覆盖用户输入的 RSTART 参数,并根据一个简单的算 法将所需的光焦度分配给正负元件。其目的是避免组合非常 强的曲线组合,这将需要光线失效修正。它还删除任何负元 件数量大于总数一半的组合,因此操作运行得更快。
TRACK	程序会自动显示一个进度条,这样您就可以看到它的进展。 TRACK选项用一个小窗口代替这个,这个窗口可以监视每 个案例,并报告当前和最好的评价函数值。
STATISTICS	该选项将创建并显示一个图表,显示整个运行的统计信息, 其中横坐标是评价函数的记录,纵坐标是评价接近该值的情况的数量。
NOLOAD	如果您不希望程序打开文件 ZSEARCH_OPT.MAC,请使用 此选项。 该文件是自动创建的,通常很有用,但如果您计划 在搜索完成后使用自己的优化 MACro,则无需查看自动文 件。
NGRID <u>GRID</u>	此命令控制由 DSEARCH 优化的光线的网格数量,您可以指定 1 到 50 之间的任何数字。默认值非常有效,因此只有在知道自己在做什么时才更改此项。默认情况下,在半光瞳中调用 4 条光线。
RANDOM <u>CYCLES</u>	此选项通过为 RSTART、THSTART 和输入 (或默认) 值分 配随机分数来创建候选镜头。然后用循环给出分析案例总数, 默认为 200 例。有关详细信息,请参阅下文。
EZW / NEZW	指定相等的变焦权重。通常情况下,如果变焦不是都有相同的 GIHT 目标,那么权重就会被调整,使较小的区域得到较高的权重。这个选项允许你关闭该选项。输入 NEFW 会打开它(默认)。这个选项会修改其他情况下生效的 FWT 权重。
FOV	该输入允许您覆盖默认的三个视视场点。在这里,您可以输入所需的 HBAR 值最多 6 个点。只有第一个区域可能是零;其他地方输入的 0 终止列表。。
FWT	这些命令定义要应用的视场权重。默认权重 (对于 HBAR 0、0.75、1.0) 是 5、3、1。

QUICK <u>NQUICK</u> NRFAI	此可选输入旨在加快通常相当长的搜索过程。 有三种类型。
	QUICK 使程序首先进行快速筛选,评估所有潜在的结构,并 优化他们的一个特殊的评价函数,只追迹三光线,同时针对所 有的单波长三阶和五阶像差(如果 MONO 不起作用,则加上 PAC 和 PLC),和特殊命令,也会进行优化。如果有的话。 这一步执行得非常快,因为很少有光线被追迹。然后,它重 新审视 NKEEP 的每个最佳结果,并用通常的基于射线的优 点函数对这些结果进行优化。由于许多非常差的配置已经被 消除,整个过程运行得更快。
	QPLUS 的做法与此相同,但在筛选过程中又增加了五条真实 光线。前三条光线是在轴上和全场点上追迹的,但在某些情 况下,光线在中间场会失败。为了更好地控制这些情况,额 外的五条光线也是在 0.75 场上追迹的。追迹真实光线时失败 的情况不会被保存或列在图上,所以如果你在程序完成时得 到消息说找不到某些文件,这可能就是原因。
	QMINUS 在筛选过程中只修正三阶和五阶像差,而不修正任 何真实光线。这将运行得更快,但在最后一关可能会产生光 线故障。
	在任何情况下,快速搜索都是以 NQUICK 迭代进行的,然后 以 NREAL 迭代执行基于射线的优化阶段。 (如果 NREAL 为 零,程序将在快速搜索完成后不执行任何优化,然后你只看 到第一阶段产生的镜头。
	速度的提高取决于所涉及的案例数。
	优化 MACro ZSEARCH_OPT MAC 将包含正常的定义,而不 是快速的定义。
	我们鼓励您尝试这个设置,看看镜头的结构回来是否是有吸引力的。
KEEP <u>NKEEP</u>	此选项将显示的案例数限制为 NKEEP, 必须是介于 1 和 10 之间的数字。它的目的是加快快速模式, 甚至更多: 只有这种 数量的案例将幸存的筛选通过, 如果它小于默认的 10 进程不 需要那么长时间。但是, 如果快速模式没有生效, 那么它就没 有什么意义了, 因为所有的情况仍将被优化。但只有这个数 字将显示在图中。
SNAP <u>NPASSES</u>	仔细考虑使用快照功能。尽管观察每个案例的每个周期都能 提供有用的信息,但这项工作可能需要两倍的时间才能完

	成。如果您不设置快照,则只有当程序按照上述规则保存镜头时,才会更新 PAD 显示。但是,如果您设置从 5 到 10 的 npass 值,那么显示的变化就不那么频繁,并且几乎没有时间损失。
ANNEAL	使用此输入,您可以指定模拟退火参数。更高的温度可能会 在您的镜头上产生更多的变化。冷却速度会影响运行时间: 冷却速度越慢,可能产生更好的镜头。
	如果您设定模拟退火, ZSEARCH 通常工作得更好。我们怀疑, 一些优秀的镜头是无法达到的, 仅仅是从程序创建的简单起点滑动下坡。通过在过程中产生一些随机性 (或者使用随机选项), 程序更有可能看到这样的情况。
	如果输入行的 word 四中输入了字母 "Q",则快速模式优化 也将执行模拟退火循环。否则,模拟退火只在最终的优化通 过与真实光线目标执行。
	如果一个值是在 word 5 中输入的,那么用于模拟退火周期的 优化迭代次数将是这个数。否则,它与其他地方的传递数相 同,默认为5次。通常情况下,更多的模拟退火循环(每次经 过的次数更少)比相反的效果更好。
	默认模式不执行任何模拟退火。
DAMP <u>DAMP</u>	这指定了 QUICK 模式下优化的初始阻尼。默认值是 1000, 你可以用不同的值来实验以获得不同的结果。
[PSD { 2 / 3 }]	我们称之为 PSD II 和 PSD III 的优化算法都非常有效,但由 于它们在设计空间中采取了不同的路径,最终的结果往往是 完全不同的。它们是通过模式开关来选择的,为了方便,也 可以用这个输入来选择。 PSD III 打开了开关 2,而 PSD II 则将其关闭。 两者都打开了开关 8。 我们鼓励你同时运行 你的 ZSEARCH 输入,选择最符合你需要的结果。
	如果省略了这个条目,程序会保留搜索开始前有效的开关设 置。
	程序将在 ZSEARCH 完成后恢复初始开关条件。
SAMPLE	此输入将只创建一个案例,不会优化任何内容。因此,您得到的是该情况的示例,您可以检查起始半径和厚度以及系统数据是否有意义。它还准备了优化 MACro,您可以检查并尝试查看它的功能。

ZMOMENT	这个命令的参数给出了一个 AANT 命令的数据来控制 CAM 曲线的第三个点。有可能会有一个很好的设计,它的凸轮曲 线会显示出剧烈的振动,但这当然是不实用的。有关更多信息,请参见第 10.3.3 节和 CAM STATISTICS 命令。 AANT 命令将为输入的目标、权重和窗口添加一个 LUL 像 差。
GLASS{POS/ENG}	您可以使用 GLASS 命令,如左图所示,指定两种玻璃类型,分配给正元件或负元件(只考虑分配的功率,不考虑曲
{S/O/H/F/U/C/G/R/M/P }glassname	率解算后的功率)。
	例如,如果要将异常目录中的 SILICON-NIR 用于正极元件,而将异常目录中的 GE-NIR 用于负极元件,你将输入。
	! positive elements will use this glass type GLASS POS U SILICON-NIR
	! and negative this type. GLASS NEG U GE-NIR
	请注意,第二行(声明玻璃目录和玻璃名称)必须遵守以下 语法。
	1. 在该行的开头没有前导空格(或缩进)。
	2. 在玻璃名称之后没有其他形式的注释字符。
	例如,这是一个不好的形式,SYNOPSYS™会给你一个错误 信息,关于玻璃的不正确输入。
	! positive elements will use this glass type GLASS POS U SILICON-NIR !positive
	-这个功能是针对不在可见光范围内的系统(例如,红外系统),在这些系统中,玻璃模型是不合适的(SYNOPSYS™中的玻璃模型只用于 0.9 微米以下的可见光范围)。
	-如果使用这两种指定,你必须同时指定它们,那么在优化过程中,玻璃将不会被改变。
	-如果 ZSEARCH 使用的是 RANDOM 模式,玻璃类型,如果 输入的话,会随机分配给镜头元件。

	-点击下面的链接来查看不同目录中的可用玻璃。
	S:肖特玻璃
	O:大原眼镜
	H:Hoya 眼镜
	F:法国康宁公司
	U:不寻常的材料
	C: 定制目录
	G:中国光明
	R:俄罗斯 LZOS
	M:苏米塔眼镜
	P: 私人
PLASTIC [<u>sn sn</u>]	当DSEARCH完成时,它会在一个PANT文件中创建一个带 有所有变量的优化 MACro,在一个AANT文件中创建一个 优点函数。后者默认包含一个单独的部分,列出了每个变焦 中要控制的像差。然而,通常情况下,人们希望同一个优点 函数同样适用于所有变焦,在这种情况下,输入可选的 AGROUP 条目。然后 MF 将有一个单一的 ZGROUP ALL 条 目,包含一组像差定义。因此,文件要短得多,而且如果你 后来改变了变焦的数量,你将不必用新增的变焦来编辑 AANT文件,因为它们都将被自动纠正。 如果几个变焦有不同的属性,例如每个变焦有不同的 GIHT,就不应该使用这个选项。如果是这种情况,将显示 一条整告信自
AGROUP	当DSEARCH完成时,它会在一个PANT文件中创建一个带 有所有变量的优化MACro,在一个AANT文件中创建一个 优点函数。后者默认包含一个单独的部分,列出了每个变焦 中要控制的像差。然而,通常情况下,人们希望同一个优点 函数同样适用于所有变焦,在这种情况下,输入可选的 AGROUP条目。然后MF将有一个单一的ZGROUPALL条

	目,包含一组像差定义。因此,文件要短得多,而且如果你 后来改变了变焦的数量,你将不必用新增的变焦来编辑 AANT文件,因为它们都将被自动纠正。 如果几个变焦有不同的属性,例如每个变焦有不同的
	GIHT,就不应该使用这个选项。 如果是这种情况,将显示 一条警告信息。
SPECIAL	在这一节中,您可以输入任何可以进入 AANT 文件的内容, 允许您控制几乎任何需要的内容。您不必输入任何图像质量 的设置,因为默认的评价函数会处理这个问题。但是,例 如,您可以在没有参数的情况下声明上面目标部分中描述的 FOV 输入,从而击败默认的光线定义——然后在特殊部分中 输入您自己的集合。
	如果您希望您的镜头是远心的,您可以输入命令
	M 0 1 A P HH 1
	在这一节中。或者,像差是一个问题,您可以添加。
	M 0 10 A P YA 1
	S GIHT
	来控制它
	在这里您还可以输入任何监视设置,如 AEC、ACC、ACA、AZA、ACM、ASA、AAC、AGE 或 AAE。前四个参数由ZSEARCH 自动放置到评价函数中,但是如果您想重写默认参数,可以在这一节中输入您自己的设置。
	本节的格式必须遵循 AANT 文件格式,否则进程将中止。这一节有 40 行限制。
	注意,除了监视设置之外,本节中的条目通常适用于所有变 焦。但是,如果您在这一节中输入一个 ZOOM NB 声明,那 么下一个异常设置将只在该 ZOOM 中添加到 AANT 文件。
	监视器,如果有的话,将只显示在优化 MACro 的第一个变 焦部分。实际上,只有在计算了所有其他像差之后,才会对 所有监视器进行评估,因此实际上,所有监视器只应用于已 声明的最后一次变焦。例如,如果您的镜头在变焦组1中显

	示有羽化边缘,而您的评价函数在变焦组 10 中以像差结束,那么 AEC 监视器将只会在那个变焦中校正边缘。在这样的情况下,只需在 AANT 文件的末尾添加另一个命令,该异常在最严重的问题下调用变焦。例如,输入
	ZOOM 1
	M 0 1 A DELF
	将会在列表中添加一个小的像差,并导致监视器引用变组焦 1,因为它是最后一个被引用的变焦。
{GO/EVAL}	GO 启动搜索过程。
	EVAL 的工作方式与单一选项相同:它运行一个单一的实例, 并进行优化。它执行得很快,您可以看到输入是否正确。如 果一切看起来都井井有条,那么您就可以运行完整的搜索。

许多 ZSPACE 选项允许用户以各种方式划分缩放位置,因此,如果像差在 一端或另一端更难纠正,程序可以在需要的地方更紧密地组合这些位置。 虽然 其他选项使用起来很简单——而且相当有效——但有时用户会希望对这些位置 进行明确控制。 这就是 ZSPACE ITEMIZE 选项的功能。 如果选择了这个选 项,该条目后面必须有一个所有变焦位置的列表,以及要分配给每个位置的对 象定义。 每个位置还需要一个理想的 GIHT 目标。其格式是这样的。

ZSPACE ITEMIZE ZOOM 1 [OBA / OBB / OBD] ... GIHT gift ZOOM 2 [OBA / OBB / OBD] ... GIHT gift ZOOM 3 [OBA / OBB / OBD] ... GIHT gift ... ZOOM <u>n</u> [OBA / OBB / OBD] ... GIHT gift FND

这个功能有一些限制。所有的变焦都必须在列表中得到考虑,而且必须使用相同的物方类型。因此,如果变焦1使用物方类型OBA,所有变焦必须使用该类型,以此类推。这个功能只支持列出的三种物方类型。

一些用户希望在每次缩放时指定 FNUM 而不是 GIHT。但程序只接受 GIHT 目标,所以你必须从一个转换到另一个。因此。

GIHT = 2.0*YMP1*FNUM*TAN(UPP0)

如果镜头使用物方 OBD (用于广角镜头),用角度值替换 TAN(UPP0), 单位是弧度。 然后你就有了 GIHT 的值来指定输入。

请注意,这个功能并不试图控制拉格朗日不变量。你有责任确保各种物体和图像的高度在物理上是可能的。数据应该位于一条平滑的曲线上,这是 CAM 功能的要求。 很容易得到一个符合你的目标的镜头,但在实践中却无法 实现,因为很可能没有一个清晰的光圈组合可以用真实的光线复制你所要求的 一阶目标。 所以要注意。

如果你以这种方式逐项列出你的变焦,明智的做法是首先只要求一个案例。 然后检查产生的 GIHT 的符号。 这是一个物体高度的函数,对某些物体 来说是正的,对其他物体来说是负的。 因此,在进行冗长的搜索之前进行检查 是明智的。 另外,请注意,如果你要求 FILLSTOP 或 CSTOP,程序将调整入 口瞳孔以满足该要求。在这种情况下,你输入的光瞳数据会被忽略。

请记住,你要求的元件越多,这个过程就越长:每增加一个元件,执行时间就增加一倍。由于这个原因,明智的做法是一开始要求相当简单的结构,例如每组两个元件,然后,当结果出来后,优化最佳候选元件,然后使用 AEI 功能,在它们将发挥最大作用的地方逐一添加元件。这样,你就可以在相当短的时间内建立起你的镜头。

ZSEARCH 运行实例。

在这个例子中,我们将设计一个10倍变焦镜头用于可见光谱。这里是输入:

🔳 DI	🖬 DEFAULT.MAC		
	0 ! 🗶 🛎	[™] [™] [™] [™] [™] [™] [™] [™] [™]	
? 7	TIME CORE 16 ESEARCH 3 QUIET	! to see how long this run took ! on our 8-core hyperthreaded PC ! save results in library location 3	
ر ا	ID ESEARCH TEST OBB 0 5 4 UNI MM WAVL CDF	! infinite object, 5 degrees semi field, 4 mm semi aperture. This defines the wide-field object	
	END GOALS SOOMS 10 GROUPS 3 3 3 2	! request 10 goom positions ! lens has four groups	
	SGROUP 0 S S 0	! and groups 2 and 3 will soom ! declare the desired object at the last soom position, which is the narrow field soom	
Δ	OBB 0 .5 40	! object has 0.5 degrees semi field and 40 mm semi aperture. This implies a 10% soom.	
- ()	ESPACE NONLIN 0.75 APS 19 DELAY OFF GIHT 3 3 10 BACK 10	! other soom objects will be linearly spaced between the first and last ! put the stop on the first side of the last group ! let other cores take longer before you are asked if you want to abort them ! the image height is 3 mm for all sooms, with a weight of 10. ! the back focus is 10 mm and will not vary.	
	ANNEAL 50 10 Q QUICK 30 30 AGROUP ENDMENT 10 .1 10 END	! anneal the lens as it is optimized ! 10 passes in quick mode, 30 in real-ray mode	
	SPECIAL AANT !LUL 300 1 1 A TOTL AAC 45 1 5 END GO TIME	! uncomment this if you want to control the total length of the lens ! request a maximum semi aperture on all elements of 45 mm ! start ESEARCH ! see how long the run took.	

我们进行这项工作,在大约16分钟内得到以下镜头:


在 ZDWG 图中可以明显看到变焦运动:



我们确实找到了一个相当不错的 10 倍变焦镜头,符合我们所有的规格。当然,该镜头只在我们要求的 10 倍变焦时进行了校正。 要了解如何进一步改进它,请参考我们网站上的在线教程中的第 38 和 47 课。 但是,最难的部分已经完成了!这就是我们的任务。

这里有无限的可能性。请随意尝试其他设置,如果您找到了一个特别有效的

组合,请告诉我们。我们也想记录下来。

10.8 优化程序说明

下面的建议应该可以帮助您理解 SYNOPSYS 优化程序如何处理某些困难的 情况

10.8.1 初步评估

在 SYNOPSYS 优化的初始评估阶段, AANT 文件中设置的所有光线必须通过系统而不会遇到 MCS 或 TIR 错误, 否则运行将立即终止。这种情况很少发生,除非在初始设计或对之前的设计进行较大的机械更改时。在这种情况下, 您通常可以通过单击按钮 经决定恢复。这实现了一个自动化流程, 如第 10.3.1.2 节所述。

如果这不起作用,那么在校正图像时,只需在较小的光瞳和视场上追迹几次 光线,这是很有用的。然后可以追迹整个光瞳和视场,减少光线失效的可能性。 另一种技术是改变从一些小值开始的 YMP1 和 YP0 的量,并将期望的值包括在 像差列表中。然后,程序将这些数量移动到指定的值,同时调整其他变量,以保 持图像质量。由于所涉及的数字更易于管理,所以这种方法在有限的目标距离下 最有效。

另一种修正光线故障的方法是在工作表中移动物体。当您移动滑块时,您可 以观察光线路径的变化,并且经常可以找到一个让光线穿过图像的设置。那么, 优化应该是有效的。

10.8.2 导数计算

当递增时,任何产生相同评价函数的变量都将在剩余的运行中被删除。这通常发生在偶然地将拾取或解留在该变量上时,但与该变量的初始值相比,增量太小时也可能发生。例如,如果在一个具有无限共轭的系统中改变 YPO,那么默认的增量(.001)将是不合适的,因为起始物方的高度大约是 10*12 个单位。在这种情况下,应该输入一个大约 10*4 的有限物距和一个 0.01 的增量。一般来说,增量应该是变量的 10**-5 倍。

如果开关7是打开,除了第一个新的变量,增量将在每次迭代中计算。

SYNOPSYS 只需要一个增量就能找到它的导数,除非第67个开关是打开的,这使得它在当前值的两边都采取步骤以提高精度。

10.8.3 高阶非球面镜

因为当 G3、G6、G10、G16 等项被放在一个表面上时,光瞳被采用的高光 焦度,有时会出现某些数值问题。如果光瞳的大小与整体相差很大,那么开关 7 应该是开的,这样导数的增量是合理的。在极端的情况下,例如光瞳表示为毫米 级大量级时,优化过程可能涉及指令字,这些数字相差多达 15 个数量级,在优 化过程中造成数值问题,可能导致无法正确使用这些项。然后,将系统扩展到米 的单位,执行优化,然后将其缩小。

10.8.4 校正 OPD

如果对先前用 OPD 修正的镜头进行了大量的机械改变,则所运动的镜头可 以具有其大小为数千分之一波长的像差。有时使用 OPD 来重新优化这些情况有 时是困难的,首先应使用光线截距合理合理地校正设计。

当您的镜头看起来要尽可能地优化时,同时尝试使用横向光线像差和 OPD 的组合。这使得光线高度和光扇曲线下的面积最小化。要有效地做到这一点,权 重因素通常对这两个因素的影响是非常不同的。在 OPD 中,一个波长的误差可 能相当好,而在光线拦截中1英寸的误差会更严重。从波长(以镜头单位)和 FNUM 计算出合适的 OPD 权重如下:

焦点:

WT =波长/(2.0 * FNUM *(cos(α)-1)), 其中 α 为图像轴向边缘光线的角度。

无焦: WT=4.0*波长*FNUM。

现成光线t的MOM对话框,也可以在EE工具栏的现成射线组按钮中找到, 当您选择第8号光线时,它将为您计算这个权重。

10.8.5 当"最优化"不够好时

当一个设计达到了它所能达到的极限时,程序将会以一条消息退出,声明最 后的改进小于性能的.01%然后,尝试对更多的迭代进行优化是明智的,因为有时 镜头会开始改进更多。如果这行不通,您可以试试下面的方法:

1.	KICK 镜头。这个功能可以通过少量更改设计参数然后重新优化来跳出 局部最小值。更好的是,见第2项。
2.	运行模拟退火特性。这将反复地优化镜头,有时找到一个新的解区域。 这个功能有时非常好用。我们已经学会在我们做的每一项设计工作中 对镜头进行模拟退火,我们鼓励所有的用户都这么做。
3	运行 BFO 功能。这是看是否有更好的解,可以通过翻转半月板元件的 弯曲可以找到一个简单的方法。
4.	运行 STRAIN 功能,以识别出对其他元件不能进行补偿的光焦度(以及 大像差)的元件。单击上面的链接获取关于这个有用功能的信息。
5.	从评价函数中删除一些东西——特别是机械约束。
6.	增添一些变量
7.	看看一个或两个像差是否比其他像差大得多。如果是这样,这些都会 严重影响系统。在这种情况下,以更大的权重运行系统对于最差的像 差是有益的。由此产生的设计不会很好,但您会看到哪些偏差会变得 更糟,以改善其他的差异,有时您可以想出一种不同的方法来改善它 们。
8.	有时,由于一些不为人知的原因,用较少的变量来优化镜头,进行几次迭代,会有帮助。如果这产生了实质性的改善,你就可以把其他变量放回去。
9.	如果您的工作符合这些强大功能的限制,请查看 DSEARCH 或 SPBUILD 程序的输出。您可能会发现一个新的起点,从而产生更好的 镜头。
10.	如果您的优化运行在第一次迭代时终止,并且有一个消息说阻尼已经 达到了极限,或者找不到任何解,这意味着普通的 DLS 方法不起作用。 试着打开开关 82,这使得程序在这个过程中计算第一和二阶导数,看 看您是否能得到更好的结果。如果没有,则尝试模拟退火功能,这将使 镜头突出局部最小,并可能找到更好的解。
11.	通常,人们得到一个最优的解,然后发现发生了一个机械问题:镜头边 缘重叠或边缘失去控制,在评价函数中没有给定目标,或类似的东西。 所以您添加了所需的目标并重新优化——而且镜头不会移动。原因很 容易理解。想象一下一个平坦的平面,有一个很低的点。那是您的最 低。现在把这个平面抬高倾斜一点。这就是添加一个相当远的机械目

标的评价函数的影响。有另一个距离很远的最小值,但是您不能从洞的底部看到它。换句话说,局部最小值仍然是局部最小值,即使评价函数变得更大。

这就是模拟退火最有效的地方。几乎任何对镜头的随机改变都会把它 踢出局部最小值,然后它就会朝着您真正想要的最小值下降。养成在 每次优化运行后运行这个特性的习惯,即使它看起来已经收敛了。您 有时会找到更好的解决办法。

12 如果优化在第一次迭代中失败,这可能是由于一些弥散斑的原因导致的,那么请尝试打开开关 86 并再次运行优化 MACro。这个开关会导致程序自动运行模拟的退火程序,温度是 100 度,温度是 5 度,当第一次失效时,可能会得到一个满意的优化结果。

10.8.6 改变一个好的设计

在镜头设计中,一个传统上非常困难的问题是使用一个校正良好的镜头作为 一个设计的起点,这个设计在某些机械方面是不同的。如果只是手工修改旧的设 计,起始点可能会产生光线失效错误。如果将机械改变目标放入 AANT 文件中, 则系统可能根本不会移动。

这个问题的出现是因为设计是局部最小的。即使远不能满足机械约束条件, 小系统的变化也会使图像严重退化,使起始点也是静止点。一种解是手工输入一 小部分机械变化,这样就可以使图像充分退化,从而使设计不再是静止的,然后 使用程序对其馀部分进行校正。

更好的方法是使用 KICK 或 ANNEAL 选项。 这些将以受控的方式变动设 计,通常将其拉出局部最小值,此时优化更有可能进入所需的解。为此,首先准 备具有所需机械目标的评价函数,并尝试优化镜头。在此步骤中它是否从局部最 小值移动并不重要,但您必须在上述命令起作用之前运行优化。然后 kick 镜头。 如果 kick 会导致光线故障,程序会自动恢复以前的版本,因此不会造成任何伤 害。 由于扰动中涉及随机数,因此另一个 KICK 将朝不同的方向发展。如果您 所有的 kick 都会发出光线故障,那就降低温度。 (见 KICK。)

10.9 最终结果

当优化完成时,获得像差的最终值以及每个对于评价函数的相对影响的列表 是有用的。这可以通过命令完成

FINAL [<u>n</u>]

FINAL NUMBER nb

FINAL NAME "name".

第一个选项显示 n 个最大的像差(或者全部,如果 n 被省略或为零);第二 个选项只显示编号为 nb 的像差;第三个选项只显示被赋予输入的名称字符串为 NAME("名称 "必须有引号)的像差。

这个列表显示了每个像差的原始值、从目标测量的加权值以及对评价函数的 相对影响。后者是属于该分量的评价函数的分数,所有分数之和等于 1.0。如果 为 N 输入一个数字,将只显示最大的 N 个像差,按它们的数字序列(不是按大小 排序)。另一种列表格式是 ALIST,在第 10.11 节中描述。FINAL 还将前 200 个 像差值复制到 A1 缓冲区(参见第 15.1.2.3 节)。

10.9.1 优化摘要

SUMMARY 命令,在优化之后,将给出每个迭代的评价函数值和每个迭代的耗时表,供你希望开发最有效的评价函数时使用。如果优化因达到最大通过数或最佳功绩函数以外的原因而终止,该命令也会列出原因。

如果您想要密切监控改进的速度,有一个图表:

SUMMARY P [TIME / PASSES].

默认的是 PASSES, 它绘制的是功绩函数与通过数的对数。TIME 命令以运 行时间为单位对横坐标进行变焦, 但在其他情况下绘制相同的曲线。因此, 除非 每一次传递的时间都是相同的, 否则它并不是完全准确的, 这并不总是正确的。 下面是一个示例图。



10.9.2 更改摘要

在优化之后,命令更改将给出一个初始值、最终值和运行期间对每个变量的 累计变化表。这是变量的最终值和初始值之间的差值。如果在运行期间玻璃或 GLM 变量被固定,则不列出 VD 的更改,因为它与该表面上的 ND 变量复合在 一起。

10.9.3 信息

命令 MESSAGES 将列出上次优化运行期间输出的最重要的消息。

10.10 自动光学样板匹配(TPM)

当一个设计已经充分优化以允许制造时,优选的做法是将表面安装到现有工具上以降低制造成本和那些可以从公差预算匹配的表面上的公差。本节简介

TPM 功能的输入,也可以从对话框 MMT 运行。

假设光学样板列表已经以正确的格式存储(见下文),然后执行额外的优化, 在这里,代替 "SYNOPSYS... "命令,您输入列表的文件,格式为

Testplate matching:	
TPMATCH [0 MULTI] MATCH { VARS / ALL / <u>SN SN</u> }	[TEST {POWER FRACTION WAVES WAVES }] LISTNAME / listname
MATCH EXCEPT [DFRAC <u>FRACTION</u>] [PASSES <u>NPASS_</u>]	$\begin{bmatrix} SELECT & NEAR \\ FAR \end{bmatrix}$
$\left\{ \begin{array}{l} \text{DEGRADE FRACTION} \\ \text{MERIT MERIT} \end{array} \right\}$	[PREOPT {FREE FIX NONE }]

输入中

МАТСН	给出一个表面编号的列表,如果可能的话,它的曲率半径将被匹配到光学样板列表中,指定所有的半径(除了图像表面)都将被匹配,除了那些输入表面的半径,或者只导致当前 PANT 文件中显示变化的半径被匹配。如果需要,可以在连续的行上添加 MATCH 和除 EXCEPT 输入项。
LIST	接下来是下一行的光学样板列表名称,指定要使用的列表。这些数据必须事先准备好,并与输入的文件名和".TPL"文件类型一起存储。该名单的格式如下: Line 1: 你希望的任何标识
	Line 2: 单位 { 英寸 / 厘米 / 毫米 }
	Line 3: 第一个(最小的)曲率半径,工具的直径
	Line 4: 下一个半径、直径,以此类推。
	列表中条目的最大数目是 10000。曲率的半径可以是英寸、厘 米或毫米。在文件的第二行中说明适当的单位。按递增序列输 入半径;如果不是这样,将显示错误消息。

	DIR 命令可以列出所有可用的光学样板列表。要列出所选的光学样板列表的内容,在运行 TPM 之前打开开关 43。您可以只得到一个列表,而不需要实际匹配任何输入。
	TPM PRINT
	listname
	此列表不需要设置开关 43。
LIBRARY	给出一个库位置,LLOC,其中将存储每个成功匹配的结果。 表面每次都匹配一个,如果一个给定的表面不能匹配,最后一 个成功的匹配将在继续之前从库中检索。
TEST	指定一个给定的表面必须与一个光学样板匹配的程度,然后才 会被认为是匹配的候选者。判据可以是曲率(光焦度)的一个分数(POWER),也可以是在通光光瞳矢高差的一个特定的波数 (WAVES))。(默认 POW 0.1。)
SELECT	表示匹配的程序是否更喜欢在每次迭代中最接近匹配的表面, 或者那些最远的(但仍然在输入的测试中)。在许多情况下, FAR 会导致更多的总匹配数。(默认=FAR。)
PREOPT	使程序为:1.在匹配任何测试盘之前,在所有半径自由的情况下 对系统进行优化; 2.在进行初始优化之前,将任何与测试盘匹 配的任何假设修正为+/-0.001%;或 3.不执行初始的预优化 (无)。(默认=FIX。)
DEGRADE FRACTION	在决定是否接受试验匹配和重新优化的结果时,将允许相对于 初始值函数的分数退化。(默认= DEGRADE 0.05。)
MERIT <u>MERIT</u>	给出了每个表面匹配的值函数的最大允许值。在重新优化后超 过这个值的那些尝试匹配将被拒绝。降级或优点可能是输入, 但不是两者都有。
PASSES	给出每个测试匹配执行的迭代次数。默认是 5 次迭代。
DFRACT <u>FRACT</u>	它指定要考虑的光学样板的最小直径,表示为镜头直径的一部分(是表面的 CAO 的两倍)。因此,0.7 的 FRACT 表示光学样板必须覆盖至少 70%的表面。
GO	启动匹配程序。

在匹配过程结束时,显示出一个摘要,给出每个表面的状态(匹配或不匹配),

最后的镜头被放置到位置的镜头库中。

<u>LLOC</u>.

注意,曲率或分辨率的曲线是不匹配的。

如果您的 PANT 和 AANT 文件已经运行了以前的优化,则不需要使用 TPM 输入来输入它们;这些数据会一直保留到您退出 SYNOPSYS——但是我们建议您 无论如何都要包含这些文件,因为程序的其他一些特性在后台运行一个优化,它 将覆盖您想要使用的文件。

TPM 命令有一个可选条目"MULTI",以及优化和 BTOL 公差。如果为多重 结构优化设置了评价函数,则需要此命令,并将导致程序执行可能在 AANT 文 件中的任何 ACON 声明。但要匹配的半径仅从 ACON 1 中得到。如果在拾取列 表的范围内,其他配置将拾取这些半径,但是其他结构中的半径在 TPM 中不会 被寻址。

DFRAC 输入仅适用于包含工具直径的光学样板列表。许多不列表。如果半径足够接近,那些没有直径信息的测试盘总是被允许匹配一个表面;默认的FRACT为0.75。

虽然找到一个足够大的工具来覆盖镜头表面是很有用的,但是我们不一定要 拒绝较小的工具:我们认为,如果有一个足够小的工具来匹配,比完全没有更好, 因为如果您已经有一个合适的半径的更小的光学样板,那么制作一个新的光学样 板会更容易更快。

如果一个或多个表面由于匹配时 MF 值过大而无法与试板匹配,有时可以将 镜头重新优化几个周期,然后再次尝试匹配试板。然后,如果选择 SELECT FAR, 有问题的表面将首先被匹配,这通常是一个好主意,其他的表面将尝试补偿。我 们经常以这种方式成功地匹配所有半径。

为什么有那么多的供应商都有光学样板列表,但是这些列表的度量很差呢? 以光学样板匹配为中心的假设假设假定测量误差太小,不必担心,如果不是这样, 计算公差预算的整个工作就会中断。许多厂商不理解镜头公差背后的逻辑,并认 为如果他们重做或重新测量一个光学样板,那么半径就在显示公差范围之内,他 们已经完成了所有必要的工作。但事实并非如此。在第 12.6 节中讨论了这个主 题,在 C:\SYNOPSYS 目录中找到了相同文本的.pdf 文件,准备发送给尚未得到 它的供应商。

10.11 命名像差:AFILE,ALIST

第 10.3 节展示了如何为任何允许的异常定义指定一个名称。本节进一步扩展了概念:创建了一个单独的文件,其中只包含像差定义和它们的名称;然后, AANT 文件可以根据名称引用这些像差,从而消除了在使用定义时重新键入定义的需要。

这些定义完全按照 AANT 文件的形式输入到 MACro 编辑器中,但文件以指 令 AFILE 而不是 AANT 开头。这个 MACro 永远不会被执行。它只是由编辑器 保存为具有特殊名称"AFILE.MAC"的文件。如果您希望在以后的 AANT 文件中 调用的每个像差或像差组应使用唯一的名称进行标识,最多 8 个字符,可以是所 有数字,也可以以字母开头,并且不包含嵌入的空格或标点符号。然后 AANT 文 件只是按名称调用它们。例如,假设 AFILE 包含命令

AFILE NAME RAYSET1 M 0 1 A 2 YA 0 0 .8 M 0 1 A 2 YA 0 0 .8 M 0 1 A 2 YA 0 0 1. NAME OFFAXIS M 0 1 A 2 YC 1 0 1 M 0 1 A 2 YC 1 0 1 M 0 1 A 2 YC 1 0 .8 M 0 2 A ABR -1 S ABR -2 M 0 1 A 2 YC 1 0 -1 M 0 1 A 2 YC 1 0 -1 S ABR -2 NAME ACCOLOR M 0 2 A ABR -1 S ABR -2 NAME AXCOLOR M 0 1 A 1 YA 0 0.7 S 3 YA 0 0.7 NAME SPHER M 0 1 A SA3 END

然后一个有用的评价函数可以简单地读取

AANT P AFILE SPHER AFILE AXCOLOR 10 AFILE RAYSET1 NAME EDGEPOS ECP .1 .01 2 4 5 END

每个被命名的像差是由单词"AFILE"识别的,然后是那个像差的名称,还有一个可选的权重因子,它将原来输入到 AFILE 的权重相乘。例如,上述 AANT 文件中的第一像差使最初给出的 SA3 目标的权重为 1.0。第二个用 AXCOLOR 表示的权重为 10,在这个像差上乘以 1 的初始权重。使用的第三个名称 RAYSET1 包含在该名称下定义的三种光线。该 AANT 文件没有使用光线设置 OFFAXIS,但是在 AANT 文件中添加了一个边缘控制像差,在定义它的时候被命名为 EDGEPOS。

您可以随意将 AFILE 引用和局部定义的异常混合在一起,并可以选择将名称分配给后者。当优化完成时,您可以使用最终命令或使用 ALIST 命令检查所 产生的异常(和定义),它给出了一个简短的列表,显示了每个像差的名称、原始 值和相对贡献值。像差的"原始值"是计算量的实际值,而不是从目标值测量的误 差。

例如,考虑以下 AANT 文件。

```
AANT
NAME RAY1
M.01 1 A 2 YA 0 0.7
NAME RAY2
M 0 1 A 2 YA 0 0 .9
NAME EDGEP
ECP 1 .1 3 6
END
```

优化后,最后的列表显示。

```
SYNOPSYS AI>
SYNOPSYS AI>FINAL
ABERRATION LIST
     NAME
                   TARGET
                                 WEIGHT
                                                FINAL VALUE R. EFFECT
 1 RAY1
                   0.0100000
                                1.0000000
                                                0.140562E-02 0.005123
  A 2 YA 0.00000 0.00000 0.70000 0.00000
 2 RAY2
                   0.000000
                                1,0000000
                                                -0.111611E-02 0.003230
   A 2 YA 0.00000 0.00000 0.90000 0.00000
 3 EDGEP
                  1.0000000
                                0.1000000
                                               0.195563E-01 0.991647
UPPER R.R. EDGE CONTROL
  3
   6
SYNOPSYS AI>
```

而 ALIST 给出了

SYNOPSYS AI> ALIST

ABERRATION SUMMARY LIST

NO.	NAME	RAW VALUE	REL. EFFECT	NO. NAME	RAW VALUE	REL. EFFECT
1	RAY1	0.0114	0.0051	3 EDGEP	1.1956	0.9916
2	RAY2	-0.0011	0.0032			
SYNO	PSYS AI>					

第一条光线的真实光线截距为 0.0114,比目标值 0.01 高出 0.001405。最后的列表给出后一个数字(乘以权重,这里是 1.0),AFILE 给出了前一个数字。对于像差 RAY2,由于目标为 0,两者是相同的。即使没有文件或本地名称,也可以使用 ALIST 命令;名称将以空格形式显示,并按序列列出像差。

如果不清楚,您不必为您的像差命名;这只是为了帮助您在FINAL或ALIST 的相当长的列表中找到它们。

10.12 模拟退火

SYNOPSYS 和其他程序中的优化方法都在一定程度上受到所谓局部极小值的影响。有时候,在镜头进入一个更好的解的区域之前,评价函数必须稍微增加一点。这可能是由于过于粗糙的光线网格造成的,或者是由于一个重要的变量已经达到了一个极限并且不能移动的边界条件,尽管更远的解可能会使该变量远离违规的极限。有时最好的局部最小值只有一小段距离,但只有在下降时才会到达那里。

通常情况下,当设计达到一定程度时,进一步的优化不会产生实质性的改进, 这将会扰乱设计并重新优化是有帮助的。这种情况类似于冶金中的消除应力,即 必须提高金属的温度,然后慢慢冷却,以减轻内部应力。增加能量可以使分子跳 出局部能量极小值,而且它们会优先地找到进入低能量状态的方法。

镜头优化可以从同样的过程中获益,我们称之为模拟退火。当优化停滞不前 时,有三种选择:

KICK TEMPERATURE

ESCAPE PUSH AREA

和

ANNEAL <u>TEMPERATURE</u> <u>COOLING</u> [QUIET / 0] [<u>PASSES</u> [FREE]]

KICK 命令通过将当前导数增量乘以温度,并取这个量的任意一部分,将每 个活动变量的值改变一倍,从而扰乱镜头。当所有的变量都被如此改变时,镜头 将使用与以前相同的评价函数进行重新优化。如果结果的评价函数值比以前低,

则保留新的镜头,否则恢复以前的镜头。您还可以通过单击工具栏按钮 · 来运行 KICK 选项。在这种情况下,温度与最后一次 KICK 或退火的温度相同,最低为1度,默认为 500 度。

ESCAPE 命令试图通过添加一个新的像差(该像差的值是每个变量与其起始

值的差值的函数)摆脱局部最小值。然后,它运行与以前相同的优化,删除任何之前显示地针对任何变量的像差。这将使设计远离局部最小值。然后您可以再次尝试原始的优化,希望这次它能找到一个更低的最小值。并不能保证这个过程会比 KICK 更好,但是如果问题证明非常困难,我们鼓励您尝试一下。PUSH 是应用 于新像差的一个加权因子,AREA 决定了您希望针对每个变量的当前值的距离。 默认值都是 1.0,但是您可能需要更高的值才能产生任何效果。您必须进行实验, 看看哪种方法最有效。

KICK 和 ANNEAL 都使用了与最近的优化运行中使用的相同的变量和评价 函数,最好在运行之后立即使用它们,以确保这些数据是最新的和合适的。(有些 特性在后台进行自己的优化,如果其中的任何一个都是自您自己的优化以来运行 的,那么您将重新运行那个,而不是您自己的优化,您可能不希望这样)。不过, 您可以使用 ANNEAL 命令的可选 PASSES 参数重写要执行的优化传递数。如果 您的优化指定了,比如说,200次,但是您想让模拟退火在每个温度下运行 20次, 那就是改变这个参数的地方。

字符 6 中的可选的 FREE 激活了一个特殊的模式,该模式释放所有固定在边 界上的玻璃模型变量,在每个模拟退火周期中,这样 INDEX 和 VNUM 都是独 立的变量。有时,一个被固定住的玻璃模型如果离开边界会更好,这通常是不允 许的。启动一个新的优化运行,首先释放 PANT 文件中的所有 GLM 变量,然后 启动一个新的模拟退火运行,也会恢复这些变量——但只在运行的开始。如果不 选择此选项,大多数退火运行会更好,因为在大多数情况下,那些想要违反边界 的模型会继续这样做,并且最好将它们固定在边界上(在那里它们成为 GBC 或 GBF 变量)。但是,如果最初的镜头构造得不好,玻璃模型可能会想在以后的运 行中离开边界,如果不是自由的,它们将不能这样做,您可能会错过一个好的解。 因此,只有当您的镜头结构预计在运行期间发生显著变化时,才使用此选项。

ANNEAL 命令以迭代的方式执行这个过程,每次都通过冷却速率降低温度。

您还可以通过单击工具栏按钮 来运行模拟退火过程。这将打开一个对话框,您进入温度和冷却速率。QUIET 选项在命令窗口中抑制输出,直到模拟退火完成,这是一个好主意,因为许多迭代通常都涉及到,如果您愿意,您也可以选择那里的自由选项。温度计底部的灯泡按钮起着备用停止按钮的作用。如果通常的停止图标不可见,单击球茎将在当前循环结束时停止退火过程。

如果一个变量(除了玻璃模型外)被固定到一个边界上,那么在接下来的循环 中,通过优化程序,这两个选项都可以使用它。

如果您有理由相信 GLM 变量已经达到了一个不错的选择,那么有时移除这些变量,优化和模拟退火是一个好主意。然后事情通常会进展得更快,因为当变量更改接近边界时,需要花费大量的精力来调整变量更改,这对于具有四个边界而不是通常的两个边界的 GLM 变量来说尤其如此。

您必须对这些功能进行实验,才能找到适合您镜头的温度。由于 KICK 中的 扰动是导数增量的倍数,因此结果将取决于您自己在 PANT 文件中输入的任何增 量的大小。如果开关 7 打开,则在每次迭代中重新计算导数增量,以反映每个变 量的灵敏度变化——由此产生的增量也将被模拟退火使用。通常,如果开关 7 打 开,通常需要更高的温度,因为这种情况下的增量通常小于默认值。

您必须先在当前镜头上执行优化运行才能使用这些功能。

如果程序没有完成退火程序,例如,由于电源故障,您可以轻松获得迄今为 止最好的解,而无需重新开始。只需将文件 KICK1.DAT 用于配置 1,将 KICK2.DAT 用于 2,依此类推。如果通过单击停止按钮终止退火运行,程序将重 新加载到目前为止在运行中遇到的最佳解。

如果您想要镜头,建议不要在优化中使用 MTF 目标。随机变化很可能将设计转移到 MTF 不再接近最大值的状态,此后该过程不能很好地工作。在这种情况下,建议使用 GSHEAR 像差代替。

10.13 降低公差灵敏度

当您的镜头已经设计好,并且运行公差分析 BTOL 时,您可能会发现一些制造或安装误差必须保持在一个非常小的公差范围内,以便镜头能够正常工作。公差越小,系统的制造成本就越高,因此,如果可能的话,我们希望在设计阶段降低这种灵敏度。

SYNOPSYS为此提供了特殊的工具。这是基于这样的观察:由于给定表面或 元件的像差本身可能相当大,所以往往会产生紧密的公差,但其他较大的像差会 用相反的符号进行补偿。虽然净像差可能小的时候他们都加起来,图像质量可能 相当足够补偿表面或镜头——如果不是在正确的地方或有一个稍微不同的变化, 这个和的变化可以很大,因为值大,一开始就很大,导致紧公差您想避免的。降低 敏感度的关键是减少个体的贡献。

下面所描述的功能是基于单个表面的3阶像差贡献,如果镜头包含某些复杂的形状,这些像差将被禁用。如果您不显示,运行第三个分析,并寻找一个结果, 说计算是基于真实光线的。如果是这样,就不能使用这些功能。

第10.3.2.2节描述的三阶像差包括用于此目的的一个特殊集合。这些都是

SAT COT ACD ACT ECD ECT ESA ECO

SAT	对球差的表面贡献的平方之和,SA3。
СОТ	表面作用对彗差的平方和,CO3。
ACD	CO3的数量的平方,随着每个表面被去中心时。
ACT	CO3 随面倾斜而变化的量的平方和。
ECD	CO3 随每个镜头偏心而变化的量的平方和。
ЕСТ	CO3 随每个镜头倾斜而变化的量的平方和。
ESA	镜头对球面像差的平方和,SA3。
ECO	镜头对彗差的平方和,CO3。
SDU	每个表面的同轴角 UA 的变化的平方之和。
RUD	这个指令实际上不是一个三阶的指令。 该程序找 到全场上、下边缘射线在每个表面的入射角之差。 我们的想法是,如果这个差值很小,那么这个表面 可能对轴外像差的作用不大。RUD 是所有表面的 这些差异的平方之和。平坦的表面会被跳过,所以 假人和窗户不会对这个值产生影响。
DAA	这个是找出相邻表面的 SA3 贡献之间的差异,并 返回结果的平方之和。 如果两个相邻的表面有较 大但相反的作用,那么它们的分离就可能非常敏 感。

以下是如何使用这些像差来消除镜头公差的例子。我们优化了下图所示的镜头,并以 0.05 的目标波前质量运行 BTOL。



标准镜头

一些公差的结果是非常严格的,如下表所示,该镜头的标准数据

	3 TH	6 wedge	7 tilt	5 YDC	7 YDC	9 YDC	12 YDC
Nominal	0.012	0.18 min	0.20 min.	0.0036	0.0027	0.0042	0.0071
Case A	0.119	0.81	0.52	0.012	0.010	0.013	0.013
Case B	0.046	0.77	1.72	0.019	0.033	0.013	0.017

将镜头的位置固定在这些严格的数值上确实会很昂贵,所以我们按以下方式 进行。

1.运行命令 THIRD SENS , 查看这些参数的当前值。

THIRD SENS 09-FEB-08 14:34:55 ID 8-ELEMENT TELEPHOTO 9069 NORMALIZED 3RD-ORDER ANALYSIS OF TOLERANCE SENSITIVITY SS OF SA3 BY SURFACE (SAT) = 85.107903 SS OF CO3 BY SURFACE (COT) = 21.404938 SS OF CO3/YDC BY SURFACE (ACD) = 0.007657 SS OF CO3/TILT BY SURFACE (ACT) = 73.889722 SS OF CO3/YDC BY ELEMENT (ECD) = 0.003941 SS OF CO3/TILT BY ELEMENT (ECT) = 31,259708 SS OF SA3 BY ELEMENT (ESA) = 1.944190 SS OF CO3 BY ELEMENT (ECO) = 0.492351

2.由于我们主要关注的是集中度错误,所以我们可能会尝试降低 ECD 的值, 即当镜头被分解时 CO3 的变化。让我们向 AANT 文件添加行

M .001 100 A ECD

由于 ECD 已经是一个很小的数字(与列表中的其他数字相比),所以我们赋 予它很高的权重,因此它会对评价函数产生影响。请记住,我们不能简单地将所 有这些值都设为零,因为一般来说,镜头元件在设计时没有任何像差,也没有任 何光焦度。此外,这些数量以弥散斑的方式耦合。例如,如果您降低 SAT 的价 值,您可能会发现它也变得更小了。你不可能给这两个量一个独立的值,并期望 程序能找到这样的一个组合。因此,明智的做法是每次都使用一个,直到找到最 适合您的镜头的参数。在这个例子中,控制 ECD 的值,镜头的结果是这样的。



Case A

THIRD SENS ID 8-ELEMENT TELEPHOTO	9069	09-FEB-08	14:48:26
NORMALIZED 3RD-ORDER ANALYSIS OF TOLER	ANCE SENSITIVITY		
SS OF SA3 BY SURFACE (SAT) =	5.617179		
SS OF CO3 BY SURFACE (COT) =	4.163698		
SS OF CO3/YDC BY SURFACE (ACD) =	0.001758		
SS OF CO3/TILT BY SURFACE (ACT) =	18.629842		
SS OF CO3/YDC BY ELEMENT (ECD) =	0.001155		
SS OF CO3/TILT BY ELEMENT (ECT) =	8.206368		
SS OF SA3 BY ELEMENT (ESA) =	0.149362		
SS OF CO3 BY ELEMENT (ECO) =	0.112059		

注意所有的值是如何变化的,即使我们只针对其中的一个(ECD)。这个镜头的公差列于上表的 A 例中。很明显,现在的公差要宽松得多,尽管对商店来说仍然是个挑战。让我们再做一些实验。这次我们将把 ACT 的值设为 7.0,即面值的 1/10。

M71AACT

镜头现在看起来像这样:



Case B

公差列在上面的案例 B 中。对于一些光焦度来说,这可能是更好的预算。

您选择控制的数量取决于您想要影响的公差。例如,空气间隙公差可以响应 对 ESA 数量的控制。另一方面,镜头厚度公差可能对 SAT 的反应更好。您必须 了解您的镜头,并尝试使用这些工具,以找到最佳目标和最佳 BTOL 预算。

有时这些量的作用是增加评价函数。通常这不是一个好主意,因为如果图像 变得更糟,公差通常会变得更紧。但是,本章中工具的放松效果有时会超过这种 效果,无论如何都会使公差更加宽松。当然,这只能达到一定程度,如果评价函 数太大,您的评价函数应该设定一个设定较低的值。

我们无不能保证任何这些像差目标在任何特定情况下都能起作用,但经验表 明它们肯定值得一试。您的公差可以放宽 2 到 10 倍。

最后我们提醒用户,控制单个元件灵敏度的一种非常有效的方法是使用 SECTION 像差。虽然本节中讨论的数量适用于所有表面或镜头,因此非常易于 使用,但 SECTION 像差仅适用于您指定的表面范围。如果一个镜头仍然被分配 了一个非常紧密的中心公差,即使您尝试了本节中给出的目标。如果某些镜头变 得松散但问题镜头变得更紧,可能会发生这种情况。您可能只控制那个的彗差或 球差元件。这使您可以精确控制所需的像差,并且通常值得采取额外步骤。例如, 如果表面 13 和 14 处的镜头非常敏感,您可以尝试

M 0 .1 A SECTION SA3 13 14

并对目标和权重进行实验,直到您得到最好的结果。

10.14 设计搜索(DSEARCH)

本章的前几节已经解释了如何设置数据文件以进行优化,它们都假设您从具有良好可能性的镜头开始。

但有时您没有。在这种情况下,有四个功能可以提供帮助:XSYS、DSEARCH、 ZSEARCH和 SPBUILD。虽然 XSYS 是一个非常强大的功能,但它需要一个镜 头数据库,需要花费一些精力来建立。另一方面,DSEARCH和 SPBUILD不需 要预先准备。这两个功能的输入方法基本相同。SPB 在第 10.17节中进行了描述。

这两个功能都可以在 MDS 对话框中找到。本节描述设计搜索程序。

设计搜索 (DSEARCH)

我们首先指出,尽管 DSEARCH 是一个非常快速和有效的全局搜索程序, 但我们不能期望它在一次操作中就能产生准备好送到车间的成品设计。它的目 的只是在漫长的设计过程中,作为第一步,创建合理的起点。然后由你根据需 要修改结果,以满足你的要求。在设计完成之前,通常要执行几个步骤,总结 如下。

A. 尽可能地把需求输入到 DSEARCH 的输入文件中。对话框 MDS 可以 让你开始,然后你可以根据需要修改它创建的文件。

B. 运行程序并检查结果。

C. 如果所有的设计都与你的目标相差甚远,也许是因为设计的方向是你没 有想到的,那么就修改输入,然后回到步骤 B。

D. 如果有一个或多个设计看起来是一个好的起点, 就对它们进行评估, 看 看还有什么不足之处。

E. 修改由 DSEARCH 创建的评价函数,改变权重,增加或修改监控器和光线,如果违反了机械目标,则增加目标。

F. 优化和退火。 当这个过程没有进展时,就用 AEI 在它最有好处的地方 增加一个元件。

G. 尝试使用 AED, 看看是否可以删除一个元件。

I. 重复F和G的步骤,也许几次,因为配置继续改善。

J. 当设计变得合理时,是时候增加窗户、折叠镜、用于冷停的假面或用于 监测场停的图像等。

K. 当所有重要的目标都达到后,运行真实玻璃程序 ARGLASS 或玻璃搜索 程序 GSEARCH。这些程序将用真实的玻璃类型代替 DSEARCH 使用的玻璃模 型。(对于红外和紫外设计,玻璃模型是不合适的,你应该在 DSEARCH 的输 入中直接指定材料。)

L. 继续优化和退火, 直到设计不再有任何改进。

M. 如果设计仍然不够好,回到步骤 D,从 DSEARCH 选择一个不同的返回。然后重复后面的步骤。

O. 研究 SYNOPSYS 网站的在线教程部分的设计实例。在那里你会看到各种问题是如何被发现和纠正的。

还有一个最后的想法。 SYNOPSYS 中的优化算法是世界上最强大的,但 是没有什么可以改变镜头设计的混乱性质。默认算法是 PSD III,由开关 2 激 活。 我们已经在这个开关打开和关闭的情况下运行了许多测试案例,当关闭 时,程序使用 PSD II 来代替 -- 通常这两种设置的结果有明显的不同。 我们鼓 励你在运行 DSEARCH 时尝试这两个开关设置,并从这两个开关中选择最佳的 回报。该设置可以用 PSD 输入来选择,如下所述。

设计搜索程序将在镜头空间中搜索,以找到一个有吸引力的起点。您可以 提供所需的系统参数和所需的元件数量,以及显示设计目标的目标数量。然后 执行以下步骤:

1.它构造了一系列候选镜头,初始维度根据二进制搜索方案或随机分配,取 决于用户输入。

默认选项按照二进制数字中的位分配镜头幂,在每个循环中递增。因此,如 果您设定一个四片式镜头,第一个镜头将会有所有的负镜头从二进制数(0000)。 下一个尝试将包含一个正数镜头,从数字(0001)等等。

如果选择了随机选项,那么半径、厚度和空气空间将作为 RSTART、 THSTART 和 ASTART 的输入(或默认)值的随机部分进行计算。在任何一种情况 下,镜头都被赋予一个 GLM 玻璃模型(用于可见光谱系统),或者被分配给两个 输入玻璃类型中的一个(用于 IR 系统)。

2.如果系统是 FOCAL,程序会给最终表面分配一个 UMC 解,从期望的 F/number 取一个值,并分配一个 YMT 解最后的空气间隔。因此,改变了步骤 1 中定义的最后一个镜头的光焦度。如果是 AFOCAL,则曲率解的目标值为零,没 有解 YMT。用户输入可以覆盖这些步骤。

3.该程序构造了一个 PANT 文件,它改变了除最后一个以外的所有半径(有一个解)、除最后一个以外的所有厚度,以及(如果系统不是单色的,并且在可见部分)每个镜头上的 GLM 变量。它也会改变副轴的量 YP1,除非另有指示。这允许近轴停止位置变化。

4.它追迹上下边缘的光线以检查光线的失效,这是很常见的。如果找到 了,它将使用误差像差和前面定义的变量进行快速优化。这通常会立即收敛, 然后光线就会追迹。如果没有,则在多次尝试之后跳过该案例。

5.它构建一个 AANT 文件,要求 AEC 和 ACC 来控制边缘和中心的厚度,因此镜头是合理的。然后,它会在输入的视视场点添加已设置的一阶目标和一组默认光线。(默认点位于 HBAR = 0.,0.75 和 1.0。)如果系统不是单色的,它还会校正长短波长的光线(取自 CORDER 输入)。如果默认波长(CDF)有效,这些将是波长1和3。然后,它会将您在 SPECIAL 部分(见下文)中给出的任何输入添加到评价函数中。

6.它运行的优化程序是按设定的周期数进行的。

7. 然后,如果需要,它会提交一次模拟退火运行,对镜头进行小的随机更 改并反复优化。

8.当完成以上所有步骤后,它将循环使用下一个候选镜头。

9.如果多核模式有效(参见 CORE),程序将试验案例按序列分配给所有授权的核。这可以极大地加快进程,如果您的电脑有这种能力,我们鼓励您实施这种模式。由 DSEARCH 创建的优化文件不能定义任何新的 AI 符号,但是它将继承和遵守前面定义的任何符号。

在执行这些步骤时,程序以两种方式保存结果设计。到目前为止看到的最佳 设计被自动保存在所设置的库位置;前十个设计保存在名为 DSEARCH01 的文件 中。RLE DSEARCH02.RLE,10。之后,当每一种情况被优化时,评价函数将与 10 种情况中最差的一种进行比较,如果更好,它将替换该文件。

当所有周期完成后,找到的最佳镜头因此位于所设置的库位置,并且十个最 佳镜头位于命名文件中(尽管不一定按数字序列)。然后程序制作一张合成图, 显示这些文件中的所有镜头。它还可以创建并打开名为 DSEARCH_OPT.MAC 的 MACro,它可以让您轻松地继续处理任何生成的镜头。如果它们中的任何一个看 起来很有趣,请确保 FETCH 并使用唯一名称保存它们,因为下次运行 DSEARCH 时文件将被覆盖。它还创建了一个 MACro DSS.MAC,它为您提供了一种在 PAD 中打开和评估所有已保存示例的简便方法。只需运行该 MACro,然后按<Enter> 键继续下一个。

DSEARCH PLOT 命令将按数字序列显示最新结果的图表。DSEARCH 会自动生成按质量排序的图表,但是此功能可让您在第二天返回并根据需要制作新图表。

此功能仅适用于单结构定焦镜头。可以使用 ZSEARCH 设计变焦镜头。

默认情况下,优化部分会改变每个镜头上的玻璃模型变量,这仅适用于在 光谱的可见部分中运行的系统。如果您的系统位于此区域之外,则必须使用 GLASS ...输入选择要用于正镜头和负镜头的材料,如下所述。在这种情况下, 不使用或改变玻璃模型。

DSEARCH 保存了 10 种最佳镜头,并将它们一一列出。将字符字符串放入镜头识别字符串 ID1 中,其中列出创建设计的镜头权限序列(以二进制搜索模式)。请注意,结果的幂通常与初始集合不同。如果您想再次运行一个特定的案例,该字符串将告诉您如何识别它。

此功能的输入如下:

DSEARCH LLIB [QUIET] [USE CURRENT JFROM[ALL]]

SYSTEM (lens ID) (object des cription) (wavelengths) [color order] (other system data, such as AFOCAL, etc.) END

GOALS [AFOCAL] ELEMENTS NB [NPOS] FNUMEN [WT]

(all goals below are optional)

(all goals below are optional)
[SINGLE [PNNP.../1001.../CASE mb]]
SAMPLE
IMMERSE INDEX VNUM
COVER TH INDEX VNUM
BACK BK[WT/SET]
TOTL TTWT
STOP {FIRST / MDDLE / LAST / TELECENTRIC }
STOP {FIRST / MDDLE / LAST / TELECENTRIC }
STOP {FIRST / MDDLE / LAST / TELECENTRIC }
STOP REAL]
RSTART RD1 RD2 RD3 RD4
THSTART TH
ASTART ATH
[ASPHERIC R]
[ASPHERIC R]
[ASPHERIC R]
[ASPHERIC R]
[ZERNIKE {0 / SYMW/RSYMW/RRSYMM} SN RNORM
[FORBES {A / B / C } SN SN ...]]
[ZERNIKE {0 / SYMW/RSYMM/RRSYMM} SN RNORM
[FORBES {A / B / C } SN RNORM]
[PLASTC SN SN SN ...]
RTRI
NPASS NP
DAMP DAMP
[PS0 {2 / 3}]
TRACK
STATISTICS
NDLOAD
COLOR {MONO / P / 3 / M}

NOLOAD COLOR (MONO/ P/3/M)

OPD [WOPD] OPSHEAR[WOPD] TOPD [WOPD] TOSHEAR [WOPD] SHEAR SHEAR

PD 6T REVERT [DELAY { SECONDS / OFF }] RANDOM CASES FOV HEAR HEAR HEAR HEAR HEAR HEAR FOV HEAR HEAR HEAR HEAR HEAR NAC angle DSENS (0 - 5) [mt]

FILTER (P/N/W P/N/W ...) QUICK NQUICK NREAL KEEP NKEEP GLASS (POSITME/NEGATIVE) {S/O/H/F/U/C/GR/M/P } glass name ÈND

SPECIAL PANT (extra PANT entries) END

<u>SPECIAL</u> AANT (extra AANT entries) END

{ <u>GO</u> / EVAL} [DSEARCH PLOT]

所需的数据取决于选择其他选项,如下所述。

LLIB	这是将获得所找到的最佳镜头的库位置(1到10)的数字。
QUIET	由于可以分析大量的情况,所以最好在 QUIET 模式下运行,将所有输出隐藏到命令窗口,直到进程完成。
USE CURRENT	当您希望DSEARCH查找一组将跟随现有镜头或部分镜头的透镜时,该命令是有用的。如果输入该选项,系统

	龄》收述勿败 当前培训的第一部分 直到丰而 IEDOM
	和八将被忽略。当前镜头的弟一部分,直到表面 JFROM-1 仍然存在,并且设置的镜头数量从表面 JFROM 开始添加。例如,为了找到一个可以对目标进行耦合的中继部分,这可能会起到作用。
	在这种情况下,DSEARCH 默认不会改变镜头的原始部分,尽管添加镜头前的空气间隙是不同的。这样您就可以优化添加的镜头,而不用改变之前的镜头。如果您想要所有的镜头都都被改变,在定义的第四个字中写上"ALL"这个词。
	该程序将删除所有硬件 CAO 以及那些将变化的镜头上的所有 EFILE 数据。保留当前镜头中的停止定义,包括 CSTOP 和 WAP 声明——但如果后者有效,或者如果您希望停止在之后保持在相同的表面编号,请确保在输入中设置 STOP FIX。
	此功能的一个用途是设计非常广角的镜头,DSEARCH 通常无法找到许多可追迹的组合。只需处理前端,追迹 并以更浅的角度将光线发送到剩余部分,然后使用 DSEARCH找到可在该情况下工作的镜头。
	设置的镜头数量将添加到 USE CURRENT 部分中已有的镜头
	如果你选择 ALL 选项,程序将改变当前镜头的所有半径。如果你想让任何一个半径保持固定,例如宣布停止的表面的曲率,请确保在 RLE 文件中声明该表面是静态的。
ELEMENTS <u>NB</u> [<u>NPOS</u>]	这是每个要测试的镜头中的镜头数量。请记住,这可能 是一个漫长的过程。对于N个镜头,时间比第N个幂稍 微大于2。 所以请不要将此功能用于20片镜片的微光 刻镜头。您必须指定所需的镜头数,并且该数字必须小 于21。
	请务必阅读 QUICK 选项,它将以更快的速度运行,如下所述。
	另一个加速过程的选项是在单词3中指定给定数量的正 镜头。对光学原理的考虑告诉我们,如果您想要校正色 差,您将永远不会成功使用包含所有冕牌或所有火石透

	镜的镜头。NPOS 是候选镜头中必须存在的正镜头的数 量,或者跳过该情况。例如,如果您设定 8 个镜头的设 计,并且期望它需要三个负面镜头,那么您将输入 ELEMENTS 8 5.这将绕过许多不合适的初始结构。 在二进制模式中,此选项减少了要优化的案例数量。在 随机模式下,随着玻璃的变化,系统对候选系统进行测 试,并计算出曲率产生正光焦度的镜头的数量。如果已 经声明了明确的玻璃类型,它将随机分配这些玻璃,并 计算分配到正镜头玻璃的数量。
[AFOCAL]	这个输入导致 DSEARCH 创建一个焦点透镜,在那里输出是准直的。在这种情况下,一阶属性是通过为 FNUM 目标输入一个值来控制的,该值在倒数第二个表面上是所需的副轴位 YA。它必须在 FNUM 设置之前输入。
WAC <u>angle</u>	当一个非常宽的场角被输入到 DSEARCH 时,很有可能 大部分或所有被追迹优化的光线都无法通过整个镜头。 避免这个问题的一个策略是创建一个前端,将广角光束 转换为较窄的光束,然后通过 USE CURRENT 选项使 用。
	WAC 选项是一个更简单、更有效的方法,其作用与此基本相同。 你输入一个小于物体角度的角度(度),然后程序通过一个以该角度为目标的准轴 UPC 解来调整表面 2 的曲率。这就减少了首席光线的准轴角,提高了真实光线的追迹几率。在找到曲率后,求解被删除,曲率变量又可以像往常一样使用。这对 89 度以下的物体角度有效,但对 90 度以上的物体角度则无效,这时需要使用第一个选项。
SINGLE	用这个只检查一个案例。参数定义您希望检查的二进制数,输入一系列"P"或"N"字符或一系列"0"和"1"字符。因此,要查看一个三重结构,我们可以输入单个 pnp 或单个 101 或单个 CASE 5。这些字符必须用空格隔开。这主要用于非常复杂的系统,对于这些系统,完整的二进制搜索将需要很长时间。镜头的数量也必须与镜头指令一起输入。结果镜头的光焦度分布很少与起始镜头相同,但您可以通过 RSTART 参数进行控制,它可以迫使元件的曲线足够陡峭,从而引导设计方向。如果您想输入这些数据,不要设置随机的评估。

Т

Г

	您还可以使用 EVAL 选项而不是 GO 来运行单个实例。 请参阅下面阅读有关该功能的文章。
FNUM <u>FN</u> [<u>WT</u>]	这是 DSEARCH 必需的输入。对于焦距系统,这只是图像的 F/number。
	对于 AFOCAL 系统,它是可选的,如果输入的话,它给 出的是下一个表面的旁轴边缘射线高度(PYA)的期望 值。(如果省略,请确保将全视野的 HH 对准所需的角 度切线,或将全光瞳的 YA 对准所需的光瞳,这样就可 以控制放大率)。如果输入 FN 值而 WT 为零,UMC 解 将被添加到最后一个元件,PYA 像差将得到 10 的权重。 如果 WT 为非零,将使用 PUA 的像差来代替 UMC 解 算,并且输入的权重将同时适用于 PUA 和 PYA 目标。
	对于 FOCAL 系统, 权重参数 WT 是可选的; 如果省略, F/number 将由 UMC 解算控制在倒数第二个表面。如果 输入, 它将成为一个像差的权重, 以控制同样的事情。 (评估的数量实际上是 1/FNUM, 而不是 FNUM 本身, 因为后者必须通过无穷大才能改变符号, 而它大约有一 半的时间要做。你可能需要一个相当高的权重, 如果你 输入任何权重, 因为图像总是在非常高的 F/number 下更 好——而你不想看到这些解决方案。)
	如果 F/number 由一个解控制,那么优化几乎总是更好的。将会有一个更少的变量,并且被倒置的矩阵是更好的条件。但在 DSEARCH 的情况下,由于其他镜头最初并没有在合适的地方附近,曲率解决经常会产生一个非常短的曲率半径,而光线无法追迹。这个程序有纠正这个困难的工具,但是如果错误特别严重的话,这些工具就不起作用了。因此,如果您的结果表明跳过了许多情况,您应该通过在 FNUM 设置上指定权重来解决曲率问题。如前所述,可能需要一个相当高的权重(比如 100)。
IMMERSE	如果图像不是在空气中形成的,就像油浸显微镜一样, 这时您应该在图像之前声明介质的折射率和色散的地 方。输入与该介质属性近似的数据,该数据将被声明为 GLM 玻璃模型。当设计完成后,如果玻璃模型不够精 确,您可以分配不同的材料。为最后一个表面的后焦点 距离和曲率添加目标可能是一个好主意,以确保现实的 几何。
COVER	如果要对显微镜中常用的盖玻片进行建模,请使用此选

	项。在这种情况下,如果设定 N 个镜头,则镜头 N 将在 输入的厚度和 GLM 玻璃模型参数的两侧保持平坦。如 果您想要一个九片式透镜镜头和盖玻片,您应该设定 10 个透镜并用这些数据定义盖玻片参数。如果输入设定 UMC 解决,它将应用于盖玻片之前的镜头。如果使用 YMT 求解,它将应用于最后一个空气间隙。 请注意,可以同时设置 IMMERSE 和 COVER,但这样 做没有多大意义。 浸入的整个要点是避免在空气中产 生非常陡峭的光线角度,如果盖玻片在空气中的空间, 如果需要覆盖,就会失去这种优势。 因为如果请求 COVER,它就会是这样。
	由于覆盖玻璃不能同时接受正负功率,程序将跳过通常 情况下一半的案例,以避免重复运行这些案例——除非 在随机模式下,所有案例都被考虑。 您不能为 AFOCAL 系统设置保护玻璃。
BACK	所需的后焦距。在这里或在 SPECIAL AANT 部分中指 定一个值是明智的,因为镜头可能会变得相当奇怪。 可以在单词 3 中指定该像差的权重。要绕过该控制, 请输入零目标值。
	如果镜头将具有一个 UMC 求解 (参见上面的 FNUM), 那么后焦距在该输入的评价函数中被给予目标。如果 给 FNUM 赋予权重,那么 F / number 由 AANT 文件中 的命令而不是近轴求解控制,在这种情况下,为 BACK 设置控制的数量实际上是 1 / BACK 而不是 BACK 本身。 在这种情况下,最好输入一个相当大的重量,比如 1000 左右,因为对于大的 BACK 值,控制的数量变小,并且 任何误差也变小,否则对评价函数几乎没有影响。
	另一种选择是在该行的第三个字中指定"SET"字样。 然后程序将后焦距设置为该距离,并且在评价函数中没有YMT 求解或目标。 此选项仅适用于焦点系统。注意,如果你想让最终的 BACK 值归零,仅仅输入这个目标值是不行的,因为那是绕过控制的标志。 在这种情况下,只要输入一个非常小的非零目标,这样程序就会看到它。
	对于 AFOCAL 系统来说,该数量是最后两个(虚拟)表面之前的距离,这使得它便于控制目镜的出瞳距离。

TOTL	从第一个顶,	点到最后一个顶点的所需距离。可以在字 3
	中指定该像差	差的权重。要绕过该控制,请输入零目标值。
STOP { FIRST / MIDDLE / LAST / TELECENTRIC }		
	此输入在优4 间。	化之前将光阑放置在设置的位置。默认是中
	如果选择 TE 传入的主光约 由的。	LECENTRIC,则入瞳将在无穷远处,所有 线将与光轴平行。这个选择不允许光阑是自
STOP { FIX [<u>SN</u>] /	FREE }	
	这里指定程序 非您真的需要 智的。默认是 的光阑,它的	序是否应该通过 YP1 变量改变光阑位置。除 要停在一个特定的地方,否则让它改变是明 是自由的。在这种情况下,镜头不再有声明 的位置由 YP1 的(变化的)值所显示。
	上述方法不过 物方的形式 ² 的光阑位置,	适用于具有广角 OBD 类型物方的系统。该 不允许改变 YP1,所以您应该声明如上所示 如果您使用该物方类型,也不要让它改变。
	第三个选项t STOP 分配给 置将不允许3 不是近似的;;	也可用:如果您输入 STOP FIX SN,程序将把 表面 SN,而忽略其他 STOP 输入。这个位 变动。如果 SN 是负的,光阑将是实际的而 光线瞄准将被用来找到所有的主要光线。
	如果您的系统 在 DSEARCI 否则,TCO	充有一个用 TCO 输入的远心物方,请确保 H 输入中使用 STOP FIRST 和 STOP FIX。 指令将被覆盖。
STOP REAL	该命令声明 正时,通过数 的光瞳像差	了光阑实值,因此该程序在追迹光线行差校 迭代找到了一个真正的主光线。如果有较大 导致不合适的光线被追迹,这将是有用的。
	它也可以被国 当主光线穿过 然后,追迹到 被指定一个国	宣布当光阑可以自由移动。在这种情况下, 过轴时,透镜会得到一个隐含的真实光瞳。 到的光线更接近于当最终的镜头在那个位置 真正的光阑时所产生的光线。
	因为这个选巧度比接近光时	顶涉及到搜索真正的光瞳,所以它的执行速 童的时候要慢。对于非常广角的镜头,当各

	种情况都得到优化时,搜索可能不会成功,因为在很大的设计空间中,几何形状会发生变化。在这种情况下, 许多情况可能被跳过,您不应该使用这个选项。相反, 使用副光瞳进行搜索,在接近完成时,只在最后的镜头 中使用真正的光瞳。
RSTART <u>RD1</u>	这个输入指定了最多四个初始半径的值,供程序测试。 当程序构造每个镜头时,它会指定一个半径,并使用适 当的符号,在输入值上循环,或者随机地在每一边循环。 输入非常长的半径通常会产生不同的使用短半径的结 果。您必须进行实验,找出对你的情况最有效的数值。 默认值为100英寸(或2540毫米)半径。当 RD 是期望焦 距的6倍时,我们已经看到了最好的结果。
	在随机模式下,只有第一个参数起作用;它给出了将被分 配到任何表面的最短的半径。
	如果起始半径太短,可能会有很多光线失败,这很难修 复,尽管程序已经尽力了。看看最后的列表,它告诉您 尝试的总数和必须跳过的数量,因为它们根本不起作 用。如果后一个数字很大,那么您可能需要输入(或重写) 一个更大的数字作为起始半径。在极端情况下,因为半 径太短,程序在试图优化每个情况时可能会发布许多错 误消息。
	您还可以使用指令 RDSTART。
	如果选择了 PDIST 选项,这个参数就不会被应用。
THSTART <u>TH</u>	这个输入给出了镜头厚度和空气间隙的起始值。默认值 是 0.1 英寸。您可以设置一个不同的值,但它应该是正 值和非零值。
	您也可以使用指令 TSTART。
ASTART <u>ATH</u>	默认的空气间隙值等于起始值,但是如果您愿意,可以 使用这个指令以不同的值,用这个指令输入。
[ASPHERIC <u>NB</u> [<u>SN</u>	此设置将导致非球面项被分配到添加的表面。如果没有
<u> SN SN</u>]]	给出表面编号,除了盖板(如果有的话)外,所有表面都将 被分配顶 否则 日有绘出数字的曲面是非球面 鼻叉
[ASPHERIC Q]	可列出 20 个表面编号。
[ASPHERIC R]	分配的项数是从 NB 中选择的。第一项是圆锥常数 CC,

	第二项是 R*4, 以此类推。NB 最多可以是 5, 这使项的 变化达到了 R*16。
	如果可选的"Q"在另一行输入,程序将在快速模式和实际模式下改变所有表面上的圆锥常数。否则,快速模式只使用球面。真实模式总是在非球面模式下改变 CC 变量。如果输入可选的"R",真实模式优化也将改变所有其他 允 许 的 非 球 面 项 。 最 后 的 优 化 MACroDSEARCH_OPT。MAC 总是在 PANT 文件中列 出所有分配的非球面项。Q 和 R 都可以在同一条线上输入。
	现代手机相机镜头和针孔间谍相机通常在大多数或所 有的表面都有非球面,为了帮助这些设计,我们在 DSEARCH中提供了这个选项。
	然而,这个选项使用起来很棘手。为了使事情处于控制 之下,您可能需要一个6个或更多的网格,并且要修正 最多6个视场点。如果您也使用快速模式,此选项将最 有效。
	从 NB 开始不超过 3 或 4 可能是个好方法。这遵循了在添加更多项之前尽可能少地使用项进行优化的良好实践。如果结果是有希望的,您总是可以向DSEARCH_OPT 文件添加额外的变量。
	当设计小的塑胶非球面时,这是一种常用的设计方法。 这种球体在大量使用时变得很经济。那么,我们必须将 GLM 模型保持在可以找到塑胶的玻璃库的范围内。这很 容易做到:使用 PLASTIC 指令声明这些镜头。
ZERNIKE { 0 / SYMM / RSYMM / RRSYMM } <u>SN</u> [<u>RNORM</u>]	这个请求将为输入的曲面分配 Zernike 多项式。变量取决于模式的选择。"0 "改变所有项; "SYMM "改变 X 方向的对称项, "RSYMM "只改变径向对称项, "RRSYMM "是 RSYMM 的简化版本,不改变最高阶项 G36,这在某些情况下可能不稳定。单位光瞳被设置为 RNORM,如果省略此条目,则为 1.0。必须为每个要宣布为 Zernike 曲面的曲面单独输入请求。
	输入 RNORM 的值是一个好主意,它大约等于曲面上预 期的最终 CAO。这样可以避免将一个大的数字提高到 一个非常高的功率的问题。

	请注意,指定这个属性将大大增加完成搜索的时间。一个球面有一个曲率变量,而一个Zernike曲面可以有 36 个曲率变量,这取决于所选择的选项。这意味着一个球面可能需要几分钟的运行时间,如果几个面都是 Zernike 的话,可能要运行几个小时。
FORBES { A / B / C } <u>SN [RNORM</u>]	这个请求将为输入的表面分配一个福布斯多项式(USS 类型 9、11 或 13)。单位孔径被设置为 RNORM,如果省略此项目,则为 1.0。必须为每个要宣布为福布斯曲面的曲面单独输入请求。
	输入 RNORM 的值是一个好主意,它大约等于该表面的 预期最终 CAO。 这样可以避免将一个大的数字提高到 一个高的功率而带来的问题。
	请注意,指定这个属性将增加完成搜索所需的时间。 球 形表面有一个曲率变量,而福布斯表面在真实光线优化 阶段将被分配五个变量。此外,非球面的光线追迹本身 就比较慢。
	DSEARCH 只改变可能分配给 Forbes 类型 A 和 B 表面的 16 个系数中的 5 个,因为从平坦的表面开始,如果你只从几个开始,以后继续处理镜头时再增加,效果会更好。 C 型则不同:这种类型不利用圆锥常数项,只有五个项是轴向对称的。
	另外,请注意,快速模式虽然比默认模式快,但比球面的情况要长,因为计算这种表面类型的三阶和五阶像差 需要进行光线追迹和曲线拟合。
	请注意,这个指令的第三字是表面的编号。
	还要注意的是,像 SAPU 这样的光瞳像差对于这种形状的系统是不可用的。
[PLASTIC <u>SN SN</u> <u>SN</u>]	这个设定会使进入的表面在镜头被优化之前被宣布为 塑胶。这使 GLM 参数保持在可以找到塑胶的玻璃库区 域内。它还将该表面上的 GLM 变量限制为相同的区域。 表面编号必须从 1 到 100。
RT <u>RT</u>	此命令指定要在光瞳网格中分配给光线的光阑相关权 重的值。详情请参阅第 10.3.1.1 节。

NPASS <u>NP</u>	在优化过程中要进行的次数。所有周期所需的时间,包 括优化和模拟退火,都可以很容易地得到。过少的次数 会产生较差的镜头,而过多的则过长。默认值是 25 次。 如果镜头的数量很小,另一方面,您可以设置一个更大 的数字,比如 50,并且每种情况都更接近最优。然后可 以设置更少的退火次数。您可以对通过次数和模拟退火 次数进行实验,以在最短的时间内找到最可靠的结果。 有其他程序经验的用户(他们的优化比 SYNOPSYS 中的 要慢很多时间)可能会习惯性地认为他们必须设置数百 次迭代。这是个坏想法。从大概 20 次开始,看看结果有 多好。如果需要,轻轻地增加。但是请记住,如果您设 定 600 次快速和 600 次实际优化,那么这个工作就会被 搁置起来,因为每个情况的完成速度都很慢。警告! 这个输入被任何快速输入覆盖,如果输入,但是原始值 被用于最终的优化 MACro DSEARCH OPT MAC。
DAMP	当 DSEARCH 完成时,这个阻尼因子将被写入优化 MACro 中。
[PSD { 2 / 3 }]	我们称之为 PSD II 和 PSD III 的优化算法都非常有效, 但由于它们在设计空间中采取了不同的路径,最终的结 果往往大不相同。它们是通过模式开关来选择的,为了 方便,也可以用这个输入来选择。 PSD III 打开了开关 2,而 PSD II 则将其关闭。两者都打开了开关 8。我们 鼓励你以两种方式运行你的 DSEARCH 输入,并选择最 符合你需要的结果。 如果省略了这个条目,程序将保留搜索开始前的开关设
COLOR	直。 该选项控制在真实光线优化阶段修正了哪些波长。有三 个参数:"MONO"或"P"将只针对主光线的波长。如果镜 头定义的波长少于两种,这是自动的。数字"3"将瞄准主 波长、长波、短波,而"M"将瞄准镜头中定义的所有波 长。
OPD [<u>WOPD</u>]	DSEARCH 默认创建了一个包含横向光线像差的优化 MACro。输入这个参数会导致 OPD 目标。您可以尝试 这种设置,看看哪一种镜头最有效。 用加权因子 WOPD 来表示光线与 OPD 像差之间的比例 差异。这意味着一个波差的误差通常比一英寸的误差要
	小。如果 word 2 是空的,程序将根据当前的镜头元件、

	F/number 和波长计算一个合理的值。或者您可以输入您自己的值。
TOPD [<u>WOPD</u>]	如果选择此选项,程序将创建一个包含横向和 OPD 误差的优化 MACro。这可能是获得高分辨率镜头的一种方法,我们鼓励您尝试这个选项。由于涉及到更多的光线追迹,它将比默认的 TAP 或可选的 OPD 设置花费更长的时间来运行。
OPSHEAR [<u>WOPD</u>]	该选项为真实模式优化创建 GSHEAR 光线集。它旨在 达到 MTF 的峰值,可以代替 OPD 选项使用。
TOSHEAR [<u>WOPD</u>]	这就产生了横向像差和 GSHEAR 光线集。它比 OPSHEAR 选项更稳定,一开始表现很差,因为候选镜 头距离最佳镜头很远, OPD 误差很大。
SHEAR <u>SHEAR</u>	如果您设置 OPSHEAR 或者 TOSHEAR,那么这个值函数的默认值是 0.25。这个输入可以覆盖默认值。
REVERT	此选项只适用于快速模式。在一个候选镜头被优化为三 阶和五阶像差之后,评价函数被用来对该结构进行相对 于其他结构的评估。但由此产生的镜头可能不是这种结 构的最佳设计,从最小值开始,在某些情况下可能会阻 止程序达到更好的最小值。根据快速优化结果对输入数 据进行评级后,该选项将恢复到该情况下的输入数据, 因此真实光线优化不会在该局部最小值开始。这似乎主 要与低 F/number 的非常困难的设计有关。 此选项将关闭 CORE 指令(如果已启用),并且仅在单 个核心中运行
[DELAY { <u>SECONDS</u> / OFF }]	Q用于多核操作。万一其中一个内核无法正常终止(并变成"僵尸"进程),程序将在主内核完成后等待 SECONDS 秒,然后显示一个对话框,让您终止所有进程。单击"显示"按钮可以看到其他核心。默认延迟为60秒。如果其他核心看起来工作正常,但尚未完成,只需等到进度条全部关闭后再单击按钮。然后程序将正常完成。OFF将定时器设置为大数,因此它永远不会关闭。 默认为 OFF。 此选项很少需要,因为所有较高的核心都显示带有STOP按钮的进度窗口,如果需要可以以此方式终止。 单击顶部工具栏上的停止标志按钮将中止所有正在运行的亮极内核
PDIST	该选项覆盖用户输入的 RSTART 参数, 而是根据简单算

	法在正负镜头之间分配所需的光焦度量。目的是避免需 要光线故障校正的非常强的曲线的组合。它还删除负数 镜头数大于总数的一半的任何组合,因此操作运行得更 快一些。
TRACK	这个程序会自动显示一个进度条,这样您就可以看到 它的进展情况。TRACK选项用一个小窗口代替这个窗 口,该窗口监视每个案例,并报告当前和最佳评价函 数值。
STATISTICS	该选项将创建并显示一个图表,显示整个运行的统计信息,其中横坐标是评价函数的对数,纵坐标是性能接近该值的情况的数量。由于 DSEARCH 还会生成最佳匹配的图片,所以最好在运行 DSEARCH 之前发出命令GNW,这样您就可以得到这两张图片。
NOLOAD	如果不希望程序打开文件 DSEARCH_OPT.MAC,请使 用此选项。该文件是自动创建的,通常是有用的,但 是如果您计划在搜索完成后使用您自己的优化 MACro,则不需要看到自动的 MACro。
NGRID <u>GRID</u>	该命令控制 DSEARCH 优化的光线的网格数量,您可以 指定从1到50的任何数字。默认效果很好,只要您知道 自己在做什么就改变它。默认情况下,半光瞳需要4条 光线。
RANDOM <u>CYCLES</u>	该选项通过分配 RSTART、THSTART 和 ASTART 输入 (或默认)值的随机部分创建初始结构镜头。然后按循环 给出要分析的总数,默认为 200 个。更多信息见下文。
FOV	该输入允许您覆盖默认的三个视视场点。在这里,您可 以输入所需的 HBAR 值最多 6 个点。只有第一个视场可 能为零;其他地方输入的 0 终止列表。具有高斯物方类型 OBG 的系统除了零之外,不能取任何视场点。
	第一个点通常在轴上,并通过 GSR 或 GSO 射线集控制, 它使用的射线比全瞳孔形式的 GNR 和 GNO 少。如果 镜头的几何形状需要在轴上的点上校正全套射线,只需 为第一个 FOV 输入一个小的但不为零的值。
FWT	这些命令定义了要应用的视场权重。默认的权重(对于 HBAR 0,0.75, 1.0)是 10,2,1。
QUICK <u>NQUICK</u> <u>NREAL</u>	这个可选的输入是为了加速通常相当冗长的搜索过程。 如果进入,它使程序首先做一个简短的检查,评估所有潜 在的初始结构和优化他们特殊的评价函数,只有三个光 线追迹而针对所有的单色 3 和 5 阶像差(包括 PAC 和

	PLC 如果 MONO 不在效果),如果有任何和特殊命令,也 要进行优化。这个步骤执行得非常快,因为很少有光线 被追迹。然后重新访问 NKEEP 的每个最佳结果,并使 用通常的基于光线的评价函数对它们进行优化。由于许 多非常糟糕的结构将被淘汰,整个过程的运行速度要快 得多。
	QUICK Q0 Q3 Q6
	QUICK 和 Q3 在三阶和五阶目标上增加三条真实光线。 Q0 不增加任何真实光线,而 Q6 增加了六条光线。这些 额外的光线包括 0.75 场点的边缘光线,目的是在设计广 角系统时提供帮助。
	使用 NQUICK 迭代执行快速搜索, 然后使用 NREAL 迭代执行基于光线的优化阶段。(此过程忽略 NPASS 设置。) 如果 NREAL 为零,在快速搜索完成后,程序将不会执行任何优化,然后您将只看到在第一阶段生成的镜头。
	快速搜索是用 NQUICK 迭代进行的, 然后用 NREAL 迭 代来执行基于光线的优化阶段。(此过程忽略 NPASS 设 置。)如果 NREAL 为零,在快速搜索完成后,程序将不 会执行任何优化,然后您将只看到在第一阶段生成的镜 头。
	速度的提高取决于所涉及的镜头数量。我们看到这个选项的运行速度高达18倍,在搜索一个八元件的镜头时。
	优化 MACro DSEARCH_OPT.MAC 将包含正常定义,而不是快速定义。
	我们鼓励您去尝试这个结构,看看返回来的镜头结构是 否有吸引力。
(DSENS { 0 - 5 } [<u>wt]</u>	上面描述的默认 QUICK 评价函数针对的是所有的三阶和五阶像差,而接下来的真正的优化是由真实射线的阵列组成的。如果你输入 DSENS n,后面的评价函数也将包含其中一个公差灵敏度要求。
	选择如下。

	0 none 1 SAT 2 ESA 3 SDU 4 RUD 5 DAA 例如,数字1将控制每个表面的三阶球差的平方之和, 人们希望由此产生的镜头的公差灵敏度将被降低。 默 认权重是 1.0,你可以在字 3 中输入一个不同的权重。 如果你输入 DSENS 2,增加的项将是 ESA 而不是 SAT。 这将控制单个元件的像差总和,而不是表面。 其他术语的定义见第 10.13 节。 当然,这个功能不能保证有效;产生的镜头很可能降低 灵敏度,但也可能降低质量,因为任何额处的要求都需
	要与所有其他要求妥协。不过,我们已经看到它产生了一组不同的回报,具有同等的质量和更宽松的公差。因此,如果公差是一个问题,它值得一试。我们希望它在处理快速模式下的 10 个最佳回报时,会倾向于那些本质上具有较宽松公差的设计。
	默认值是 DSENS 0, 它不会将这个条目添加到 MF 中。
KEEP <u>NKEEP</u>	此选项将显示的情况数量限制为 NKEEP, 必须是 1 到 10 之间的数字。它的目的是加速快速模式, 甚至更多:只 有这个数量的案例可以通过筛选, 如果小于默认的 10, 这个过程不会花太长时间。但是, 如果 QUICK 模式没 有发挥作用, 那就没有什么意义了, 因为所有的情况仍 然是优化的。但只有这个数字会显示在图上。
SNAP <u>NPASSES</u>	仔细考虑使用快照功能。尽管观察每个案例的每个周期 都能提供有用的信息,但这项工作可能需要两倍的时间 才能完成。如果您不设置快照,则只有当程序按照上述 规则保存镜头时,才会更新 PAD 显示。但是,如果您设 置从 5 到 10 的 NPASSES 值,那么显示的变化就不那么 频繁,并且几乎没有时间损失。
ANNEAL	通过这个输入你可以指定退火参数。较高的温度可能会 在你的镜头中产生更多的变化。冷却速度会影响运行时 间:慢一点的冷却会运行更久,可能会产生更好的镜头。
	如果您设定模拟退火,DSEARCH 通常会更好。我们怀疑,仅仅从程序创建的简单起始点向下滑动,就无法获
	得一些优秀的镜头。通过在过程中创建一些随机性(或者使用 RANDOM 选项),程序更有可能看到这样的情况。如果在输入行第 4 字中输入字母"O",那么快速模式优
--------	--
	化也将执行模拟退火循环。否则,如果快速模态有效,则仅在对真实光线目标的最终优化通过时进行模拟退火。
	如果在 word 5 中输入一个值,那么模拟退火循环所需的 优化迭代次数就是这个值。否则,与别处给出的次数相 同。通常情况下,更多的模拟退火循环(每次经过的次数 更少)比相反的效果更好。
	默认模式不执行任何模拟退火。
SAMPLE	此输入将只创建一个案例,不会优化任何内容。因此,您得到的是该情况的示例,您可以检查起始半径和厚度以及系统数据是否合理。它还准备了优化 MACro,您可以检查并尝试自己查看它的功能。
FILTER	这个输入将限制搜索空间。参数指定在给定位置的元件 是正数(P),负数(N),还是可以是两者之一(W)。例如, 在一个5元件的镜头中,如果你只想检查最后两个元件 是正的情况,你可以输入FILTERWWWPP。
	每个元件的正负功率都会使要分析的案例总数减少 2 倍,从而使很长的运行更加实用。当然,你这样做可能 会错过一个好的配置,但由于优化程序可以改变一个元 件的功率,它不排除找到功率分布与你要求不同的解决 方案。
	如果所有元件都以这种方式指定,其结果与你要求用这种结构的 SINGLE 案例相同。
GLASS	在本节中,您可以为正或负镜头指定两种玻璃类型(只考虑指定的幂次,而不考虑曲率求解所产生的幂次)。如果使用这两种指定,则必须同时指定这两个名称;在优化过程中,玻璃将不改变。这个特性是针对不可见的系统的,在这里,玻璃模型是不合适的。它对 UV 光刻设计很有用,在那里只有选择 iLine 玻璃是合适的。(但在这种情况下,可以考虑使用带有玻璃库上位置边界的默认模型玻璃。这将把这些模型限制在由 iLine glasses 构成的区域,在设计完成后,您可以从中选择最佳的匹配。

	命名惯例与 RLE 文件(GTB)中的玻璃桌面玻璃命令相同。请参阅本节中的最后一个示例。
	输入格式是相当灵活的。 以下是所有有效的例子。 GLASS POS U SILICON
	GLASS POS U 'SILICON'
	GLASS POS U SILICON
	GLASS POS U "SILICON"
	在随机模式下,如果输入玻璃类型,则随机分配给镜头 元件。
	注意,此选择只适用于 DSEARCH 分配的初始权限。随着镜头的优化,这些光焦度可以,而且经常会改变。因此,您分配给正镜头的玻璃最终很可能会变成负镜头。 这就意味着,在这种情况下,镜头能更好地完成任务, 而不是您想要的。
SPECIAL AANT	在这一节中,您可以输入任何可以进入 AANT 文件的内容,允许您控制几乎任何需要的内容。您不必输入任何 图像质量设置,因为默认的评价函数会处理这个问题。 但是,例如,您可以在目标部分中不带任何参数地声明 上面描述的 FOV 输入,从而破坏默认的光线定义—— 然后在特殊部分中输入您自己的设置。
	如果您想要您的镜头是远心的,您可以输入命令
	M 0 1 A P HH 1
	在这一节中。或者,如果畸变是一个问题,您可以添加。
	M 0 10 A P YA 1
	S GIHT
	来控制它
	您还可以在这里输入任何监视设置,如 AEC、ACC、 ACM、ASA、ACA、AAC、AGE或AAE。前两个参数 由 DSEARCH 自动放置到评价函数中,但是如果您想覆

	盖默认参数,可以在这一节中输入您自己的设置。 本节的格式必须遵循 AANT 文件格式,否则进程将中 止。这部分有 40 行限制。
SPECIAL PANT	在这个部分您可以输入任何您想要的 PANT 输入程序。 这应该很少需要,因为无论如何程序都会自动地将所有 普通变量放入 PANT 文件中。
{ GO / EVAL }	GO 启动搜索进程。 EVAL 运行一个单一的案例,单个指令也是如此。但在 这种情况下,开始镜头将由交替正负镜头组成。这是为 了帮助您快速查找输入错误。如果结果看起来不错,那 么可以运行完整的搜索。

DSEARCH 示例:

这是我们想要一个5片镜片的镜头的情况下,它有非常低像差的输入:

```
LOG
TIME
DSEARCH 5 QUIET
SYSTEM
ID TEST DSEARCH
OBB 0 15 35
UNI MM
WAVL CDF
END
GOALS
ELEMENTS 5
BACK 100
FNUM 4
THSTART 5
ASTART 25
RSTART 1000
NPASS 50
ANNEAL 200 200
              ; this is turned off! See the above comments.
ISNAP
STOP MIDDLE
                 ; these are actually defaults
STOP FREE
END
SPECIAL
ACM 3 1 1
             ; require all elements to be at least 3 mm thick
             ; very steep surfaces should be avoided
ACA 60 1 1
M 0 1 A P YA 1
                 ; here we correct distortion, which Is not a default target
S GIHT
END
GO
TIME
```

(在这个 MACro 中, 我们使用时间功能通过比较开始和结束时间来告诉我们 过程需要多长时间。PROJECT 命令对这个目的也很有用。输出如下。

ID THET DEGAACH SCALE D.1511X MERT - D.122540 TLE - DEGAGO 103.ALE	/
ID TUDT OD BAACH BOALE D.1251× MERIT - D.191520 FILE - NGEARCHDE FILE	
ID TERT DERACH Roals Dizzex Mert - Diferer File - Isearchterle	
ID TENT DEEARCH SCALE DITEN+X NERT - 0.211520 FLE - DEEARCHTE.ALE	
IN TENT DEFARCH BOALE D. HEDX MEAN" - D.212201 FILE - ISEARCHD. FILE	
ID THET SEGAACH BOALE D.1489× MERT - D.24972D FLE-DOBAROHDERLE	
ID TEDT SDEARCH SCALE D.1491X MERIT - D.20349 FLE - DGEARCHDIPLE	
ID TERT SCEARCH MOALE D.4507 X MEANT - D.220000 HLE - ISBANCHOR.RLE	
ID TEET DEEARCH BOALE D.1224× MERIT - D.2224F ALE - DEEARCHID.ALE	
IB TEIDT DELEARCH SCALE D.1296X NERIT - D.224234 FILE - ISGANCHUT RLE	
TOTAL CASES RUN: 32 CASES SKIPPED: 0	

共评估了 32 个镜头(2* 5),并给出了 10 个最佳镜头。有些设计与其他设计 相似,这意味着该结构具有吸引力,并且可以用不同的方式推导出来。如果您多 次运行 DSEARCH,使用相同的输入,每次都会得到不同的结果。这是因为流程 的模拟退火部分会在每次运行时进行不同的小的随机更改,然后在此基础上进行 优化。您可能会想要运行几次程序来看看是否有一些运行中遗漏的好结构。改变 初始半径并再次运行也是一个好主意。这打开了一组新的可能性。您也可以试着 设定更多的次数,比如 99 次,通过给起始温度为 0 来关闭退火。 PANT

这是 DSEARCH_OPT.MAC 文件, 它自动保存:

VY 0 YP1 VLIST RD ALL VLIST TH ALL VY 1 GLM VY 3 GLM VY 5 GLM VY 7 GLM VY 9 GLM END AANT AFC ACC GSR 0 10.000000 4 2 0.000000 GNR 0 2.000000 4 2 0.750000 1.000000 4 2 1.000000 GNR 0 GSR 0 10.000000 4 1 0.000000 GNR 0 2.000000 4 1 0.750000 1.000000 4 1 1.000000 GNR 0 GSR 0 10.000000 4 3 0.000000 GNR 0 2.000000 4 3 0.750000 1.000000 4 3 1.000000 GNR 0 0.100000E+03 0.100000E+01 A BACK M ACM 1 1 1 ACA 60 1 1 M 0 1 A P YA 1 ; HERE WE CORRECT DISTORTION, WHICH IS NOT A DEFAULT TARGET S GIHT END SNAP/DAMP 1 SYNOPSYS 20

在这里,您可以看到搜索周期中使用的所有变量和评价函数命令。 在这个 文件中,程序还插入了一个 SNAPSHOT 设置——它不在用户输入中——因为这 个文件以后供您自己使用,当然您想看看发生了什么。注意目标 BACK 上的统 一权重。这是所有一阶目标的默认权重。

现在让我们尝试一个更复杂的问题。在这里,我们将尝试设计一个 90 度视场角的目镜。为此,我们将把它设计成相反的,从眼睛到目标。我们指定 F/6 的相对孔径和直径 0.1 英寸的光瞳,这样就产生了 0.6 英寸的焦距。请注意,设定控制正在出现的光束中的 HH 值,该值必须针对目标镜头的位置,右边为 60 英寸。因此,在全视场时,光线角度切线为 0.01,在半场时为 0.005,我们同时控制这两种情况,以控制光瞳的像差。

这里是输入文件

log Time

DSEARCH 5 QUIET

SYSTEM ID TEST DSEARCH E OBB 0 45 .05 UNI INCH WAVL CDF WAP 1 END	YEPIECE ; We will control the eye relief in the SPECIAL ; section, below. ; this keeps the beam diameter constant at all ; field points.
GOALS ELEMENTS 8 TOTL 6 .01 FNUM 6.0 10 THSTART .4 RSTART 50 NPASS 10 ANNEAL 100 5 SNAP 10 STOP FIRST STOP FIRST STOP FREE QUICK 10 10 FOV 0 .75 .9 1. ; v FWT 2 1 1 1 !SAMPLE ; uncon END	ve correct over four field points in this wide-angle design nment this to see just one starting case
SPECIAL M .63 1 A P YA 1 0 0 0 M01 1 A P HH 1 M005 1 A P HH .5 END	 1 ; The chief-ray height at the eye lens ; will equal 0.63, to give eye relief of 0.63. ; Control the ray angle here, so the eye point ; is conjugate to the objective.
GO	

TIME

DESIGN	N SEARCH RESULTS
D TEST ISEANCH EVENIES E SCALE DJEDAX NERIT - LANKODAGE ILE - IDGAROHOJALE	
B TEDT IGEARON EVENED E Soale Olegen Neatt - 5 Zenedens Ile - Forman Kotale	
N TEST ISEANCH EYEPHEGE SCALE DUSALX NERT - DIVERSED ILE - NORMANELALE	
R TEDT IDEMAN EVENEDE BOALE EIZHIZH MERTT - NIZY TEHDA ILE - NISAACHDERLE	
O TRET ASSARCH SVEHIC & DOALD DIRGCH HERTT - DIRGCHOS TLE - NOCAROHD-ALE	
R TERT NOCANON EVENIEO E SCALE DURMEX MERIT - INSCREDECE ILE - NOCANONEERLE	
E TEDT NEGARON EVENEDE BOALE (12811) NERTT - 1 (1280500) NETT - 1 (1280500) NET - 1855ARCHERALE	
E TEST ISEAACH EVEPECE SCALE EISEAN MERIT - ISEASEACH ILE- NDGARANDERLE	
E TEDT HOEMAN EVENEDE BOALE EXEEDX Hemit - 19500 KOEME HEMIT - 19500 KOEME	
N TEST ISEANCH EYEPIECE SCALE USAGX NERT - SCHEDOOG - NOCHNNETALE	XED
TOTAL CASES RUN: 250	

在本例中,我们选择对 FNUM 设置给予权重;因此,该值将通过像差而不是 UMC 解来控制。对于这个广角系统来说,它有一个不同之处:使用 UMC 解,我 们发现程序无法让光线通过 96 个案例——这对于广角系统来说并不罕见——而 没有解,就不会跳过任何案例。一般情况下,如果使用了近轴 UMC 解,就能更 快地得到更好的结果,但是这个例子是没有它的结果更好的情况。

如果我们改变起始半径或厚度会怎样?这很容易发现。请自由尝试。无论如 何,您现在有几个候选物方可供选择。

上述输入执行大约需要7分钟。当我们输入如下这条命令的时候。

QUICK 10 10

我们得到了相似但不相同的结果——这项工作花了两个小时。除非您有很多 时间,我们建议快速模式。

这是一个系统在红外热成像系统中运行的例子

DSEARCH 3 QUIET SYSTEM OBB 0 10 25 WAVL 12 10 8 ID IR DESIGN EXAMPLE UNI MM END

GOALS ELEM 4 FNUM 3 BACK 54 .1 NPASS 20 QUICK 20 20 GLASS POS U GE GLASS NEG U ZNSE END SPECIAL ACC 10 .1 END GO

该输入将在 8-12 区域生成一组由 GE 和 ZNSE 构成的四片式的透镜镜头。 这是返回的镜头,它被修正为 0.2 波长范围之内。



随机搜索选项

DSEARCH 的目标是提供一种非常高效、快速的方法来找到起始点,它在大多数情况下都是成功的。但我们不能说已经完全解决了全局优化问题。 DSEARCH 包含了这样一个假设:从平行山的顶端开始,一个人可以向任何方向下坡,每个方向都会到达不同的局部最小值。我们人类喜欢把漫山遍野的丘陵和山谷想象成三维的景观。您想找到最深的山谷。如果您从山顶往下走,您肯定会到达一个山谷。在这个过程中,您首先要改变起始曲线,使它们不再平坦。但是有无数种曲率的组合在原则上,您可以计算。这导致了一个非常漫长的过程,实际上在一些代码中实现了这个过程,但我们宁愿避免它。如果在一个多维的组合网格中评估每个节点(包括厚度、间隔、索引值以及曲率),那么很容易得到200,000个或更多的结果。评估那个网眼可以花上整个周末。

尽管如此,我们不完全理解的景观可能有山谷,仅仅从山顶滑下来是无法到 达的。在这种情况下,二进制搜索方法不会找到它,我们需要一些其他的东西。 因此,我们实现了随机选项。把风景描绘成一片洼地,有的宽而浅,有的窄而深。 除非您离它们很近,否则您不可能坠入深渊。如果您设置大量的随机情况,比如 2000 个或更多,您就增加了找到那些孤立的局部最小值的可能性。如果您使用 QUICK 选项,所需的时间并不过多。我们有六种镜头的问题,2000 个随机案件, 并指定了 QUICK60 60。8 分钟后,一个很好的解出现了。在某些情况下,您可 能不得不设定超过这个数字,但我们怀疑,您将永远不得不等待一个通宵运行。

DSEARCH 中的光线瞄准

我们已经用广角相机镜头测试了这个程序,结果很有趣。但是请记住,这个 程序通常使用的是对光线瞄准的近轴规则,而广角镜头通常需要一个真正的光瞳, 因为光瞳差通常很大。您可以尝试使用系统输入,使用输入 APS -1 声明一个真 正的副光瞳。或者,当程序完成时,您可以在程序想要停止的地方附近指定一个 真正的光阑,从优化 MACro 中删除 YP1 变量,如果使用广角镜头,则重新优化。

要设计非常广角的镜头,这个程序需要您的帮助。如果进入的光束距离轴超 过 90 度,那么当然不会有光线穿过几乎平坦的表面,DSEARCH 也不会找到解。 但在这种情况下,有一种简单的方法非常有效:粗略地画出一个或两个负元件的 前端,以广角光束穿过的方式弯曲,并用当前使用选项使用这个部分。然后, DSEARCH 将添加该部分之后的镜头,并可能成功地找到一些非常好的解。

在广角设计中,我们通过指定所需的表面作为真正的光阑并打开 CSTOP 选项(在系统部分中都有),取得了良好的结果。请确保在该部分中包含一个比该部分更高的表面编号,从而声明光阑表面的存在(因此初始系统将 CAO 分配到正确的表面)。然后,在"目标"部分,指定 STOP FIX SN 指令,使停止始终位于相同的表面。然后程序将使用真正的光瞳而不是旁视。缺点是光阑不能改变。但是,如果您需要查看其他位置,您可以使用不同的位置进行实验。

由 DSEARCH 创建的 MACros

当 DSEARCH 完成时,它将自动加载文件 DSEARCH_OPT。MAC 进入一个新的编辑器窗口。这个文件包含了 DSEARCH 用于优化的 PANT 和 AANT 命令。 再次运行此文件进行优化,然后尝试自己的模拟退火。您可以自由地去探索 DSEARCH 的任何结果,而不仅仅是上面的结果。它们还不是最优的,只是为了 进一步的工作而有趣的候选者。无论如何,用相同或略有不同的参数运行程序几 次。输出会有差异,然后您就可以更好地判断是否找到了所有最佳候选者。

我们以一个主题结束这一节。您已经运行了 DSEARCH,现在您希望更仔细 地检查每个候初始结构。该程序生成一个名为 DSS.MAC 的 MACro。它将打开 每个产生的镜头文件,然后在 PAD 中显示。这里有一个设置 KEEP 5 的例子:

FETCH DSEARCH01 PAD/U NEW FETCH DSEARCH02 PAD/U NFW FETCH DSEARCH03 PAD/U NEW FETCH DSEARCH04 PAD/U NEW FETCH DSEARCH05 PAD/U NEW GDS

当您运行这个 MACro 时,程序将执行以下操作:

1. 打开命名的文件。

2. 刷新 PAD 显示,显示该镜头以及您当前设定的任何像质分析显示。

3. 等待直到您按下<enter>键。</enter>这是新命令的函数,它等待新的输入。当您按下那个键,它会继续下一个例子。

4. 当所有的镜头都显示出来后,MACro循环到顶部(由于 GDS 命令)并重 新开始。这样,您可以非常快速地完成所有案例,并选择您想要处理的一个。

当您看到您想要的,只要按下<Esc>键,MACro 就会结束,留给您那个镜头。 </Esc>您还可以单击编辑器上的 Run 按钮,立即开始优化该案例。 所以很简单:输入 EM DSS,反复按下<enter>键,直到您看到您喜欢的版本,然后点击 Run 按钮。</enter>镜头设计从未如此简单

由于 DSEARCH 可能需要一段时间才能运行,所以我们推荐多核操作,如上 所述。如果您想中止运行,有两个选项。

1. 单击进度条上的 STOP 按钮。这将尽快停止所有内核,并以迄今为止运行的案例的统计数据作为结论。

2. 单击顶部工具栏上的停止按钮。这将立即终止运行,并将您发送到命令 提示符。在本例中,没有显示程序的结果。

10.15 自动非球面分配(AAA)

一般来说,在设计镜头时,要避免使用非球面,因为它们比球形表面更难制造和测试。但是对于某些目的,它们的使用是不可避免的——事实上,它们被推荐用于涉及塑胶镜头的应用。一个人有时可以通过引入一个单一的非球面来消除三个传统的镜头,而一个模制的非球面镜头的成本不超过一个球形的(尽管模具的制造成本更高)。

所以人们有时想知道在镜头的什么地方非球面的引入是最好的。AAA 的目的是找出答案。

输入与普通的镜头优化相同,除了序列需要顶部的 AAA 命令:

AAA LLIB [QUIET / 0] [JSSS JSPS]

[EXCEPT sn sn sn ...]

PANT

END

AANT

END

[SNAP <u>PASSES</u>] [DAMP <u>DAMPING</u>] SYNO <u>PASSES</u>

! allowed but ignored by AAA

其他命令不应中断此序列。

程序将首先使用输入的变量和评价函数执行一个正常的优化运行。然后在 JSSS 范围内的每个求面添加变量 G3,重新优化。 (EXCEPT 列表中的表面会被 跳过。)当所有表面都经过测试后,程程序会报告非球面项使评价函数减少最多 的表面编号。最好的镜头被自动加载到 PAD 窗口中,拷贝保存在 LLIB 位置的 镜头库中。如果您不想在屏幕上看到所有优化输出的输出,您可以选择 3 的选 项。

如果结果表明非球面项 G3 大大降低了评价函数,那么你就应该考虑增加更 多可用的 G 项非球面项的变量,只要情况继续改善,就一次增加几个。如果曲 率半径相当短,你也可以尝试改变圆锥常数(用 CC 变量)。请注意,当 CC 变 量分配给一个接近平坦的表面时,它的意义不大,在这种情况下不应该使用。

你也可以通过 AGT 确定在一个给定的表面上使用哪种非球面形状。

假的表面、目前是非球面的表面、以及接受其他曲率的表面都不会被测试。

因此,运行这个功能只需要在优化 MACro 中加入 AAA 命令和它的参数。

10.16 自动删除透镜(AED)

一个人有时会设计一个很棒的镜头,但接着会想,用更简单的结构是否也能获得同样的效果。那个问题可以由 AED 命令来回答。

输入是非常简单的。一个像往常一样准备一个优化 MACro, 但是在顶部添加了一行命令:

AED LLIB [QUIET / 0] [JSSS [JSPS]] [PCV [C]]

PANT

END

AANT

END

[SNAP <u>PASSES</u>] [DAMP <u>DAMPING</u>] ! allowed but ignored by AED SYNO <u>PASSES</u>

其他命令不应中断此序列。

程序首先使用输入的评价函数优化当前镜头。然后,它依次查看从 JSSS 到 JSPS 的各个表面镜头的范围,并对每个镜头执行以下操作:

1.添加半径和厚度添加变量,如果它们不在 PANT 文件中。

2.一个像差,将两边的曲率之差设为零。

3.为该元件的厚度增加一个目标值为零。

4.优化系统。

当过程完成时,最好的情况保存在库位置 LLIB 中并显示在 PAD 中。这个镜头仍然有原始的镜头数量,但是针对这种情况的镜头有非常小的光焦度和小的厚度。通常很容易看到,在PAD显示中,这个过程是多么成功:如果镜头仍然有两个不同的曲线,那么程序可能无法将光焦度降低到零。在这种情况下,可能不可能去除它并仍然校正像差。如果所讨论的镜头被简化为看起来像一个单一的表面(因为曲线非常匹配)并且图像质量看起来足够,那么您可能可以删除它。参数PCV,如果输入命令的第6个字,指定曲率-差像差的权重,您可以用它进行实验,看看什么值能提供令人满意的低镜头光焦度,以及多少图像退化结果。默认的权重是1000.0。第一个像差的权值总是1.0。

如果一切看起来都令人满意,那么删除镜头就很容易:程序显示一个框,询问您是否愿意,如果单击 Yes 按钮,该镜头就消失了。

可选的"C"可以在 word 7 中输入,在显示最佳的情况之后设置一个额外的优 化循环,并且您已经同意删除镜片。然而,这一次,新的像差被优化为修正而不 是最小化,使用拉格朗日乘数。在大多数情况下,这个额外的步骤应该将镜头的 光焦度和厚度降低到非常接近于零,并且当程序删除该镜头时,发生光线故障的 机会就会减少。 这一功能在优化每一种情况后都不会对镜头进行任何模拟退火处理。为了准确地了解什么可以被删除,因此最好是运行相当数量的迭代,比如大约 50 次左右,这样您知道每一个案例都被推到它所能达到的极限。

建议使用 QUIET 模式,因为命令窗口上将有大量数据滚动,您可能不需要 看到这些数据。

该程序将只尝试移除两边都是球形或扁平的镜头,不涉及拾取或求解,并且 第二部分没有倾斜或衰减,也不是局部或全局的镜头。

如果 JSSS 和 JSPS 都为零或缺失,程序将处理整个镜头。如果 JSSS 是非零,但是 JSPS 是零或缺失的,那么程序将只研究 JSSS 中的一个镜头。

我们应该注意,有一个相应的功能将自动插入一个镜头。这是 AEI 特性。

为了演示自动镜头删除特性的使用,我们从安装为 X33.RLE 的镜头开始。 这个镜头目前没有近轴解,所以我们选择增加一个曲率和厚度来解决,以维持一 阶属性。我们还删除了 EFILE 边缘,因为它们在几何图形发生变化后将不适用。



输入如下

950

DE DE	FAULT.MAC
	O ! X
2	FET X33 CHG 14 UMC10565 YMT
2	END
	EFILE ERASE END
	AED 5 QUIET 1 123 1.0E4 C PANT
	VLIST RAD 1 2 3 5 6 7 8 9 10 11 12 13 VLIST TH 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 VLIST GLM 1 2 5 7 9 10 12 13
	END
•	AANT AEC
	ACC ADT 6 .01 1 M 163 .1 A TOTI
	GSR .5 10 5 P 0 GSR .5 10 5 1 0
	GSR .5 10 5 3 0 GNR .5 2 3 P .7
	GNR .5 2 3 1 .7 GNR .5 2 3 3 .7 GNR .5 1 3 P 1
	GNR .5 1 3 1 1 GNR .5 1 3 3 1
	SNAP
	SYNO 30

完成后,程序输出如下内容:

THE BEST PLACE TO DELETE AN ELEMENT IS AT SURFACE 10 THE LOWEST MERIT FUNCTION WAS 0.350435E-01

SYNOPSYS	\times
DO YOU WANT TO DELETE THE RECOMMENDED ELEMENT?	
是(<u>)</u> 香(<u>N</u>)	

我们单击是。

Get lens no. 5 ID 8-ELEMENT TELEPHOTO REMOVING ELEMENT THE SELECTED ELEMENT HAS BEEN DELETED

新的镜头现在变为如下。



这个镜头是和原来的一样好,少了一个镜片。

10.17 鞍点构建(SPB AEI)

本章的前几节已经解释了如何设置数据文件以进行优化,它们都假设您从具 有良好可能性的镜头开始。但有时您不会。在这种情况下,有四个功能可以帮助 您:专家系统程序 XSYS、设计-搜索特性 DSEARCH、变焦镜头版本 ZSEARCH 和此处描述的鞍点构建方法。我们鼓励您可以点击链接到 XSYS、DSEARCH 和 ZSEARCH 的链接来了解这些功能强大的工具。

鞍点构建有三种方式。第一个需要一些较长的输入;它可以为您设置许多参数,不需要任何初始结构镜头。第二个允许您从一个现有的镜头开始,并向它添加一个或多个镜头。第三个是一个简短的列表,AEI,它只需要一行命令输入,但是需要一个初始结构镜头和优化 MACro 已经设置好了。鞍点构建背后的理论解释如下。请注意,SPBUILD 并不像 DSEARCH 那样尊重所有相同的输入参数。所以要仔细研究这个列表。

还要注意的是,如果你输入自己的 AANT 文件,它将覆盖默认的文件,所 以如果你这样做,一定要在那里包括所有相关的目标。

SPB 创建了一个优化 MACro, 你可以用它来进一步改进镜头。 但你不能在这个文件中加入 AEI 指令,因为 AEI 使用的代码与 SPB 相同,会有文件冲突。所以只要先重命名优化 MACro 即可。

长格式 SPBUILD 的输入如下所示。

所需要的数据取决于所选择的其他选项。

LLIB	这是将获得所找到的最佳镜头的库位置(1到10)的数字。
QUIET	由于可能有大量的案例需要分析,所以最好在 QUIET 模式下运行,将所有输出隐藏到命令窗口,直到进程完成。
ELEMENTS	这是要设置的镜头数量。请记住,这是一个很长的运行程序。 在我们的测试中,对9片式透镜镜头的设定将在大约两个小时内完成,而对5片式透镜镜头的设定则需要大约5分钟。 对于N个镜头,时间的尺度比2的N次方还要大。所以请不 要使用这一功能用在的20片镜片的微光刻镜头。您必须指定 所需的镜头数量。
FNUM	所需的 F/number。这是焦距系统所需的输入。如果您正在设 计一个有焦镜头,您必须在特殊区域放置一个或多个光线目 标来控制放大率。这样做的一种方法是给下一个面的轴向边 缘光线的 YA 坐标一个目标值。这一项没有权值参数,因为它 完全满足曲率求解。 SPBUILD 仅在不被其他数据取代的情况下才使用此数据。

BACK	所需的后焦距。明智的做法是指定一个值,要么在这里,要么 在特殊部分,因为镜头可能会变得相当奇怪。该像差的加权可 以在 word 3 中指定。要绕过这个控制,输入一个目标为零。
	对于 AFOCAL 系统来说,这个量是在最后两个虚拟表面之前的距离,这使得控制目镜的出瞳距离更加方便。
TOTL	从第一个顶点到最后的期望距离。该像差的加权可以在 word 3 中指定。要绕过这个控制,输入一个目标为零。
STOP { FIRST / M IGNORE }	AIDDLE / LAST /
	此输入在优化之前将光阑位置放置在设置的位置。默认是中间位置。忽略选项将与 USE CURRENT 选项一起使用,当停止在系统的另一部分中定义时,您不希望更改该定义。
STOP { FIX / FRE	EE }
	这里指定程序是否应该通过 YP1 变量改变光阑位置。除非您 真的需要把光阑放在一个指定的位置,否则让它变化是明智 的。默认是自由的。在这种情况下,镜头不再有声明的光阑, 它的位置由 YP1 的(变化的)值所示。
RSTART <u>RD</u>	这个命令决定了添加的镜头与相邻表面的匹配程度。在默认 情况下,程序同时尝试弱正负镜头和弱负镜头,并且半径与相 邻表面的弧度不同,这是由 RD 所暗示的曲率所决定的。一个 较大的数值通常是合适的,因为较短的半径值往往会产生光 线失效——这显然与鞍点理论不一致,后者希望在加入镜片 后,光线路径几乎保持不变。
	如果您输入的是 RD 的值为 0, 这个程序只会在生成试验案例 时只尝试一个镜片而不是两个。一个真正的鞍点会在鞍座的 两边产生一个较低的评价函数, 但是在实践中, 两个试验几乎 总是变成相同的附加镜头。因此, 尝试这两种情况都是多余 的, 而且如果只测试一种情况, 这个过程需要两倍的时间。这 是一种避免额外工作的方法。
	您还可以使用指令 RDSTART。
THSTART <u>TH</u>	这个输入给出了镜头厚度和空气间隙的起始值。默认值是 0.1 英寸。您可以设定一个不同的值,但它应该是正的和非零的。 鞍点理论意味着这个数字应该很小,但在实际中可能没有区别。
	您也可以使用指令 TSTART。

NPASS <u>NP</u>	在优化过程中要进行的次数。包括优化和模拟退火在内的所有循环所需的时间都很容易变长。过少的次数会产生较差的镜头,而过多的过则需要较长时间。默认值是 20 次。
CEMENT	如果输入,该程序将尝试胶合和空气间隙镜头。
CENTER	当所有常用的嵌套镜头都试过之后,该选项将导致程序尝试 其他镜头,这些镜头位于相邻的表面中间。
MONO	此选项将只针对主波长的光线。如果镜头定义的波长少于三 种,这是自动的。
RT <u>RT</u>	此命令指定要在光线网格中分配给光线的光阑相关权重的 值。详见第10.3.1.1节。
FOV	该输入允许覆盖默认的三个视场点。在这里,您可以输入所需的 HBAR 值,最多可达 5 个点。
FWT	这些命令定义要应用的视场权重。默认的权重(对于 HBAR 0,0.75, 1.0)是 10,2,1。
SNAP <u>NPASSES</u>	仔细考虑使用快照功能。尽管观察每个案例的每个周期都能 提供有用的信息,但这项工作可能需要两倍的时间才能完成。 如果您不设置快照,则只有当程序按照上述规则保存镜头时, 才会更新 PAD 显示。因此,监视器的变化非常少,几乎没有 时间损失。这样的话,您只能看到相当好的镜头,而不是程序 不得不淘汰的无数糟糕的镜头。如果您想监视所有迭代,请使 用输入 SNAP 1。
ANNEAL	通过这个输入,您可以覆盖默认的模拟退火参数,这是 ANNEAL 1005。更高的温度可能会使您的镜头产生更多的变 化,但可能不会有什么收获,而且需要更多的时间。冷却速度 影响运行时间:冷却速度越慢,运行时间越长,可能会产生更 好的镜头。但请记住,这个功能的目的不是给您一个很棒的镜 头,而是给您一个很棒的起点。因此,从长远来看,您可能会 保留默认值,从而节省时间。
SAMPLE	这个输入只会创建一个实例,不会优化任何东西。因此,您得 到的是该情况的示例,您可以检查起始半径和厚度以及系统 数据是否合理。它还准备了优化 MACro,您可以检查并尝试 自己查看它的功能。
GLASS	在这一节中,您可以指定两个玻璃类型分配给正或负的镜头 (只考虑分配的光焦度,而不是由曲率解决的光焦度)。如果使 用这两个名称中的任何一个,则必须同时指定这两个名称;在 优化过程中,玻璃将不改变。该功能适用于不可见的系统,在 这些系统中,玻璃模型是不合适的。

	命名规则与 RLE 文件(GTB)中的玻璃表玻璃命令相同。请参 阅 DSEARCH 部分中的最后一个示例。
SPECIAL	在这一节中,您可以输入任何可以进入 AANT 文件的内容, 允许您控制几乎任何需要的内容。您不必输入任何图像质量 设置,因为默认的评价函数会处理这个问题。但您可以,例 如,声明在目标部分上面描述的 FOV 输入没有参数,这样 就会打破默认的光线定义,然后在特殊区域输入您自己的设 置。
	如果您希望您的镜头是远心的,您可以输入命令行
	M 0 1 A P HH 1
	在这一节中。或者,如果畸变是一个问题,您可以添加。
	M 0 10 A P YA 1
	S GIHT
	来控制它
	您还可以在这里输入任何监视设置,如 AEC、ACC、ACM、ASA、ACA、AAC、AGE 或 AAE。其中的前两个由 SPBUILD 自动放置到评价函数中,但是如果您想重写默认参数,可以在 这一节中输入您自己的设置。
	本节的格式必须遵循 AANT 文件格式,否则进程将中止。这 一节有 20 行限制。
	如果 SPB 试图优化多个系统时遇到光线故障,它可能无法找 到一个足够好的系统来保存。在这种情况下,结果是不可预测 的。如果发生这种情况,请尝试在此部分的全视场中为上下边 缘光线添加目标。然后程序将只找到那些光线追迹的解,这个 问题应该会消失。

鞍点构建理论

构建镜头的鞍点方法是基于一种与 DSEARCH 使用的二进制搜索方案非常 不同的算法。在这里,我们使用了弗洛里安·波西奥尔博士最初提出的想法,他研 究了如何在优化镜头时避开局部极小值。这个问题在最近的一篇论文中解释了: F. Bociort, M. van Turnhout,"通过鞍点的构建在镜头设计景观中寻找新的局部极小点",《光学工程》48,063001 (2009)

有关更多信息,请参阅他的网页

http://homepage.tudelft.nl/q1d90/FBweb/networks.html.

该方案的核心思想是,在N维中,局部最小值是一个评价函数在各个方向 上变得更差的点。从这样一个最小的镜头开始,原则上,我们可以在现有的一 个元件附近添加一个零光焦度和零厚度的元件,曲线与它们所连接的边相匹 配,评价函数不会改变。但是现在您已经添加了更多的维度,一般来说,在附 近会有新的极小值,这在以前是不可用的。如果将弱壳的幂变成一个较小的正 值,并使用附加变量重新优化,系统应该移动到新的极小值之一。如果您从一 个小的负光焦度开始,它可能会达到一个不同的最小值。每种情况下的地形都 类似于一个鞍点:事物在与先前变量相对应的每个方向上都会上升,但可以沿 着每个新维度的两个方向下降。

SPBUILD 的输入与 DSEARCH 的输入非常相似,上面已经讨论过了,但是 实现非常不同,并且有更多的选项。您可以将您自己的 PANT 和 AANT 文件作 为 SPBUILD 输入的一部分,这是 DSEARCH 不能做的。

在 SPBUILD 中,有三种常见的方法::您开始与一个现有镜头您希望添加镜头,您从一无所有开始,您已经有一个镜头和优化 MACro 设置和只是想找到最好的地方插入一个额外的镜头。在这些情况下,程序的作用有所不同。我们首先讨论没有起始镜头的情况。

从零生成一个单透镜

如果没有声明起始镜头,程序将生成一个单透镜,以启动物体,使用系统数 据来建立镜头的基本属性。然后它做了以下工作:

它优化了单片,结果作为基础镜头。然后在1号边增加一个薄壳,首先是一个小的正光焦度,然后是负光焦度,每次都重新优化。然后它在单透镜片的2边做同样的事情,每次都优化系统。

这四种情况中最好的一种是新的基础镜头。此时我们有一个已优化和模拟退火的双胶合镜头。

这个过程还在继续,在这两个镜头的左右两边都加上了试验壳,既有小的正, 也有小的负变焦。当所有的镜头都经过这样的处理,我们选择了最好的一批,现 在我们有一个优化的三片式镜头。 以这种方式继续下去,我们会得到设定的透镜数量的镜头。

当每个案例被调查时,程序首先运行一个正常的优化工作,以满足被设置的 次数,然后再次运行相同的工作,以释放被固定在玻璃图表边界上的任何玻璃变 量。(在第一次优化之后,镜片很可能已经发生了很大的变化,因此可能需要不同 的玻璃性能。)然后用所设置的输入参数运行模拟退火程序。

然而,这一过程从单纯的马鞍角点理论出发,我们不会以零厚度开始,例如, 这可能会使自动边缘羽化控制失败。所使用的小厚度(取自 THSTART 数据)稍微 改变了评价函数——当然,在这一点上,镜片也可能存在违反边缘厚度。因此, 当每个镜片都经过测试时,评价函数确实会发生变化,但是这个过程还是相当不 错的。如果用户输入半径为 0 的值,我们也会偏离这个理论;在这种情况下,每 个迭代中只有一个零光焦度的镜头,大约节省一半的时间,通常都是正常工作的。

在我们正在讨论的情况中(没有启动镜头),没有必要输入自己的 PANT 文件, 因为程序管理系统本身中的所有变量。但是,您可以输入您自己的 AANT 文件, 如果您这样做,目标部分中需要的唯一命令是镜头的数量、传递的数量和退火参 数。如果您不输入自己的 AANT 文件,程序将根据目标部分中的其他参数和目 标为您创建一个。

从给定的镜头开始

更强大的方法从给定的镜头开始,并根据上面的步骤添加镜头。这个过程和 上面描述的一样,只是程序不是以单透镜开始。要使用此选项,起始镜头必须是 当前的,目标必须像往常一样被声明,并且所设置的镜头数量应该大于起始数量。 输入

使用当前的 JSSS JSPS

必须是文件的第二行,在 SPBUILD 行之后。如果输入系统数据,在这种情况下将被忽略。整个当前的镜头将会被处理,但是您可以指定系统中只有一部分将会受到鞍点构建过程的影响。这一部分的范围由 JSSS 和 JSPS 参数给出。所设定的镜头数量适用于该部分,而不适用于整个镜头。

程序将在添加镜头时维护活动区域的大部分解,并根据系统几何变化的需要将它们移动到不同的表面——但是当它在不同的地方添加镜片时,它将删除那里的任何拾取。如果活动区域包含镜头中的最后一个透镜,程序将向该镜头添加一个曲率解,从FNUM参数中获取的值,如果有的话,或者从任何当前的解决数据中,如果没有FNUM数据输入,那么该镜头的值就会出现。如果这些情况都不适用,那么SPBUILD将不受镜头的F/number控制,然后您有责任在AANT文件中提供适当的控制。如果您不提供AANT文件,则程序将根据目标参数为

您创建一个,与 DSEARCH 一样。如果输入了 AANT 和 PANT 文件,则必须在 目标部分之前。

允许 SPBUILD 输入中的 PANT 文件的目的是,如果您愿意,可以指定不在 活动区域的变量。程序将记住这些变量,并将它们重新分配到适当的表面,因为 活动区域被改变了。但是,它将忽略 PANT 文件中引用活动区域内表面的任何声 明变量。这些变量完全由程序管理,并根据系统几何变化的需要添加。

如果镜头是有焦距的,并且最后一个镜头在活动区域,则将有效地解决厚度问题。镜头将被分配一个副光瞳(允许光阑位置变化)。

程序将删除任何可能在当前镜头中生效的 EFILE 边缘,因为一旦结构几何 发生改变,它们很可能就没有意义了。

有限制。起始镜头的有效区域必须没有倾斜或偏心,没有 GLOBAL 或 LOCAL 表面,没有反射,没有 HOE, DOE 或光栅,并且它不能是变焦镜头。换 句话说,它必须是一个非常简单的设置。(不在此区域的表面可能具有上述任何 一项,只要它们有意义。)如果最后一个镜头在活动区域中,那么使用曲率和厚 度求解是明智的,因此镜头将满足第一个设置设定。如果它不在活动区域中,那 么您可能不应该在结尾处设置曲率求解,因为每当活动区域被改变时,这将改变 最后一个镜头,这可能不是您想到的。另一方面,如果您输入的 PANT 文件会更 改不在活动区域中的镜头,则求解可能有意义。

如果最后一个镜头在活动区域中,则在调查每个外壳时将使所设置的 FNUM 参数生效。如果这产生与初始镜头不同的 F/number ,则镜头将相应地改变。由于人们希望更改尽可能少地扰乱初始镜头,因此最好指定与当前有效的 FNUM 相同的参数(或完全省略该项,因此系统将使用之前的值)。

在活动区域允许使用胶合和虚拟表面。在胶合的界面上不会添加任何镜片, 但它们会被添加到一个浸入空气的内部虚拟表面。在这种情况下,只有两次尝试, 而不是通常的四次尝试。在图像虚拟表面之前,没有任何镜片会被尝试。

除非已输入可选的 CEMENT 指令,否则所有镜片都在两侧都使用 AIR 定 义。如果是这种情况,程序在完成对空气间隔壳的评估时,会在每个镜头的两侧 尝试粘合壳。有时最好的设计包含一个胶合结构。然而,通常使用空气间隔的单 体更好。 然后有一个更多的自由度,因此有更多的变量。 但是一些设计需要胶 合元件,例如,当空域会导致光线追迹失败时。因此,您可以尝试使用此选项并 显示它是否适合您的系统。

如果您想要在中间表面上控制某物,就需要特别小心,如果系统包含一个内部网板,您想要一个清晰的图像和一个校正良好的光束。如果一个人只是在网线上修正一个光线网格(通过给出 GNR 上的表面编号或其他指令),那么当一个镜头被插入到一个编号较低的表面时,网线的表面编号就会改变——因此,像差就

会指定错误的表面。为了避免这个问题,您应该将 FLAG 属性分配给中间的表面,然后指定单词"FLAG",而不是像差定义上的表面编号。

我们发现,结果受到模拟退火阶段随机镜头的影响,每次运行程序时,结果的结构都会有所不同。但通常最好的一种是与 DSEARCH 产品的质量相当的——而且由于最初的基本镜头需要优化的镜头较少,所以这个过程执行得更快。我们经常会看到与 DSEARCH 结果非常不同的结构,这很有趣。如果您多次运行它,您将得到几个不同的解,所以请随意探索。

我们可以通过给出起始温度为零来关闭模拟退火步骤。但是,我们建议使用 这个强大的工具作为过程的一部分。

与 DSEARCH 相比, SPBUILD 中控制光阑位置的选项的效果更小。当一个 人向基本镜头添加外壳时,人们不希望每次都重新定义光阑位置,因为这违背了 理论——该理论认为镜头是没有变化的。如果光阑可以随意改变,那么程序就允 许它保留在添加镜头时的位置,而如果光阑被声明为固定的,那么它就被重新分 配到每个情况下所需的位置。这通常使镜头的主要变化,除非它是在表面,以替代 理论(虽然结果镜头可能会好的),所以我们建议镜头这个特性保持自由移动,除非 它是在一个不同的部分,不活跃的地区,必须留在那里。

如果您没有声明一个初始镜头,程序将生成一个单透镜来开始。如果您让光阑位置变化,它会立即在前面走出去一些距离——因为这是一个单透镜的最好的配置。随着镜头的增加,这个位置可以移动到镜头内的一个位置,但通常不会。 当这种情况发生时,程序通常不会看到其他有潜力的结构,比如双高斯物镜—— 出于这个原因,如果您想要,例如,一个由三片式透镜衍生而来的镜头,它在镜头内部有一个光阑,那么明智的做法是在特殊区域添加一个命令,以迫使镜头内 部的主光线,如下面的一个例子所示。您还可以从一个三片式透开始,使用内部 光阑,并利用使用当前选项。当然,您可以从 Petzval 镜头或者任何其他形式的 镜头开始,您会得到这个结构的形式,这使得 SPBUILD 成为一个极好的工具, 可以研究将一组工作良好的镜头组合在一起所固有的许多可能性。

随着镜片的增加,半径从附加镜头的表面半径被 RSTART 输入中给定的曲率所抵消。这个半径应该很长。如果镜头太短,镜头就会被大量的修改,然后一个镜头就不会从当前的局部最小值开始,这又一次挫败了这个理论。此外,较大的半径差异可能会导致光线失效,这将导致跳过这种情况。初始镜片厚度取THSTART 参数,也应该很小。

使用 SPB 的传球次数应该比使用 DSE 的传球次数多。重点是在添加新镜头 之前找到最小值,这很可能会因为迭代太少而被忽略。我们推荐至少 20 种。示 例选项几乎没有什么用处,因为它只是开始的 SAMPLE,并不是很有趣。我们的 模拟退火温度为 200,冷却速度为 20,已经取得了很好的效果——但是您需要对 这些设置进行实验,以找到最适合您的镜头的结构。 如果你的设计是一个变焦镜头,通过ZFOCUS选项有一个备用的物体距离, 不要试图在该组前面添加表面。 组的编号已经固定,添加的元件不会被视为组 的一部分。

如果用玻璃输入显示玻璃类型......参数,然后正镜片将玻璃分配给正镜头, 反之亦然,在这种情况下,玻璃模型不会被使用或改变。

注意,该程序将自动向优化 MACro 添加 AEC 和 ACC 指令。这使得系统看起来很合理——但是,如果您的镜头有一个很大的孔径,并且可能需要比默认的 1 英寸厚的镜头,您应该在特殊区域添加您自己的 ACC,为 TAR 指定一个更大的值。否则将永远找不到所需的解。如果您提供了您自己的 AANT 文件,那么上面的注释不适用,您有责任自己管理整个性能。在这种情况下,你应该避免以任何明确提到活动区域内或过去的表面数为目标,因为这些表面编号随着程序添加镜头而不断变化。

当程序完成时,它会在 SPBUILD_OPT.MAC 文件中保存一个优化 MACro 的 副本。那个文件总是用 20 次来指定优化,当然您可以在运行它之前随意修改它。

对于多重结构优化,不建议使用 SPB。如果替换结构从主结构中获取数据(这 是通常的情况),那么在修改了主结构中的表面编号之后,这些拾取将不起作用。

例子

为了说明 SPBUILD 功能,我们使用默认的 start singlet,输入以下 MACro:

961



认的 ACC 命令,该命令将中心厚度限制为不超过 25.4 毫米(对于这个镜头 来说太小了),并且我们添加了一个临界角度控制(ACA),以避免在掠入射时光线 从镜头中冲出的情况。请注意特别部分中的 LUL 设置;如果它在表面 1 上的截距 是正的(如果停止是外部的,就会发生这种情况)。使用这个技巧,我们可以确保 得到的镜头会有一个内部光阑——否则通常不会出现这种情况,如上面的文字所 示。2000 mm 的 RSTART 设置已被注释掉;零值在每个阶段只检查一个 shell,运 行速度是原来的两倍。取消对该行的注释(并注释下一行),以查看如果检查两个 shell 权限,是否会产生更好的解。

一个有趣的结果如下所示。



接下来是 USE CURRENT 选项的示例。我们从 F/2.8 的三片式透镜开始,如下所示,并希望找到一个具有 5 片式透镜的良好结构。我们不指定活动区域,因此程序将改变整个镜头。



这个例子中的 MACro 是

DEFAULT.MAC		
	O ! X ≤ Q ™ ≤ -N □ □ □ □	
2	SPBUILD 3 QUIET USE CURRENT	
2	GOALS ELEMENTS 5	
• =	FNUM 2.8 BACK 0 0	
	STOP MIDDLE STOP FREE	
	RSTART 1000 THSTART .01	
	ANNEAL 200 20 SNAP	
	END	
	SPECIAL LLL 10 1 .1	
	END GO	

在这里的 SPECIAL 部分,我们指出后焦距不小于 10 mm。(虚拟图像可能

有很好的解,我们不希望看到。)这是使用一种形式的极限像差 LLL 完成的。

当这个过程完成时,我们有一个5片式透镜镜头,性能更好。如果我们再次运行这个 MACro,我们很可能会得到不同的结构。



这是一个示例,我们从现有设计开始,只想修改它的一部分。



该系统最后有一个物镜,一个继电器部分和一个准直部分。 继电器目前有 三个透镜,我们希望找到在该部分中插入透镜的最佳位置,以便改善图像。 这 是输入:

DEFAULT.MAC			
2	SPBUILD 9 QUIET JSE CURRENT 6 11 ! this is the relay section		
9	AANT ! use a custom AANT file		
୯	ACC		
∃	ACA 60 1 1 ! note the critical-angle control, to avoid ray failures M 100 .1 A TOTL ! target the total length		
	4.25.1 A P HH 1 ! this controls the output angle at the end LL 2 1 1 A BACK ! the paraxial quantity BACK is actually the eye relief		
	4 0 1 A SAP ! control of pupil aberration at the exit pupil SSR .5 10 5 P 0 ! a set of rays to be corrected		
8	SSR .5 10 5 1 0 SSR .5 10 5 3 0		
Δ	SNR .5 2 3 P .7 SNR .5 2 3 1 .7		
\odot	SNR .5 2 3 3 .7 SNR .5 1 3 P 1		
(SNR .5 1 3 1 1 SNR .5 1 3 3 1		
Ł	END CONTRACTOR OF CONTRACTOR O		
۲	SOALS		
⊡	TOP IGNORE ! the stop stays at the objective		
	NPAS 10 NNPAL 50 10		
	ND 30		

这产生了一个改进的设置与四透镜中继。

自动元件插入

可以使用简化的鞍点构建形式,当您已经有了一个相当不错的镜头和一个已 经设置了所有参数的优化 MACro 时,您希望找到插入单个镜头的最佳位置。在 这种情况下,问题是很明确的,大多数 SPB 输入都是不必要的。只有一行输入 是必需的,它应该在 PANT 和 AANT 命令之前的 MACro 中。该命令

AEI <u>LLIB JSSS JSPS FLAG</u> [<u>RSTART TSTART TEMPERATURE COOLING</u> <u>PINP PINN</u>]

其中 FLAG 是{CEMENT / CONLY / CENTER / CNONLY / CC / 0}之一。 CENTER 检查空气间隙和中心镜头, CC 打开 CEMENT 和 CENTER。如果两个 选项都不需要,请为此参数输入 0;在这种情况下,只评估空气间隙镜片。大多 数参数类似于上面描述的与 SPB 一起使用的参数。AEI 还有两个在 SPB 中找不 到的附加标志: CONLY 选项仅检查胶合镜片。如果您怀疑您的镜头将受益于胶 合接口,您只需检查这些情况就可以节省一些时间。 CNONLY 选项仅添加居中 的镜头,如果您的镜头有许多小空气间隙,这对于评估这些空间两侧的镜片没有 多大意义,那么这个选项可能很有用。

这个功能通常分配一个玻璃模型插入的镜头,但是如果您喜欢它分配一个真正的玻璃——或者如果波长大于 2.0,玻璃模型在哪里不合适,您可以设置透镜分

配一个折射率拾取。两个可选参数指定要从其获取折射率并分配到正(带 PINP) 或负(带 PINN)的起始系统的表面编号。因此,如果您的镜头在表面 21 上的表面 1 和 F2 上有 BK7 型玻璃,那么如果您想要在添加的镜头中使用这两种玻璃,您 可能会在 AEI 命令的 10 和 11 中输入数字 1 和 21。(如果您想要真正的玻璃类 型,而不是目前在镜头中,您必须使用完整的 SPB 格式,在这部分。)如果 PINP 非零,您还必须为 PINN 输入一个有效的表面编号。

所设定的表面范围可能不包含反射面。如果有的话,应该运行 AEI 两次,要求在镜子之前的表面,然后在它之后的表面。

程序会在要求的范围内向非球面添加镜头,但在这种情况下,镜头一开始就 是平坦的表面。因此,添加的镜头最终将是球形表面。

AEI 遵循 LB0, LB1 等的快捷方式,如第 10.3 节所述

默认模拟退火温度为100,冷却速率为20。这是一个有用的组合,但是如果 您愿意,您可以尝试其他的条件。如果您输入一个0的温度,模拟退火阶段就完 全被跳过。这将执行得更快,但结果通常不是那么好。

这种模式下程序的行为与前面几段中所描述的略有不同。

1.如果光阑被分配到活动区域内的一个表面,程序将它转换为一个隐含的光 瞳,并将改变副轴的数量 YP1。否则它将保留当前光阑定义。(如果镜头是 ZFILE 变焦镜头,则光阑总是固定的,因为 YP1 变量只适用于变焦 1)。如果你不希望 YP1 发生变化,请确保光阑面不在活动区域。

2.在 PANT 文件中被分配给镜头的变量被 AEI 保留,并且所添加的镜片的半 径和间隔变量也被改变。注意,如果给定的 TH 不是作为变量给出的,它将不受 AEC 监视器的控制,并且很可能在 AEI 完成后显示羽化边缘。

3.每次只能插入一个镜头。镜头不会插入到虚拟表面。

4.避免使用在中间表面定义的像差,除非您为该表面分配了标志属性,因为 每当 AEI 插入一个镜片时,表面编号就会改变。很可能,分配给显示表面编号的 像差将随后应用于错误的表面。(但是,您可以使用隐含的表面数字,如 LB0、 LB1 到 LB5。这些将在镜头添加时更新。如果分配了 FLAG,您可以在 AANT 文 件中使用相同的指令来引用该表面

5.如果您只设定几个优化周期,并使用监视器 AEC AAE 和 AGE(用于控制 边缘厚度),那么将它们分配到一个非常低的权重。当添加新镜片时,通常会违反 这些条件,否则评价函数将非常大。因此,一个快速的优化不太可能将其降低到 看起来有改进的程度。因此,该案例将被跳过,尽管一旦发现违规情况,它可能

是一个有吸引力的结构。如果您设定更多的周期,这就不那么重要了;我们一般 设定 20 到 30 个。

6.如果活动区域延伸到最后一个镜头,并且镜头是焦距的,程序总是添加一个YMT 解。如果开始的镜头在最后一个元件上有一个曲率解,这个解将被保留 ——或者如果这个解插入到镜头的末端,就会转移到新的镜片上。

7.AEI(与 SPBUILD 不同)尊重核心指令。如果您的镜头很复杂的话,这可以 节省很多时间。

8.如果为 RSTART 输入零值,程序将仅评估每个位置处的单个镜片。它的运行速度是计算每个镜片的两次方的两倍,但您可能会错过一个很好的结构——而且该程序不会计算任何 PINN 拾取,因为它永远不会尝试一个负镜片。

当过程完成时,程序列出每个核心找到的最终评价函数,并在 PAD 显示上显示最佳。如果您想看看其他的,就可以找到 AEInn.RLE, nn 是 1 号核心。因此,核心 1 的结果在 AEI00.RLE 中被发现,等等。



为了说明这个特性,我们将尝试改进镜头 X32。

这是我们的 MACro:



程序返回时在光阑面之前添加了一个镜头。



只是现在它不再是终点了。由于后者最初是在活动组内的表面 7 上,因此该 程序分配了一个隐含的光阑并改变它的位置。现在它要在表面 10 的镜头之前。

这个例子展示了如何很容易地找到插入镜头的最佳位置。鼓励用户尝试这个

有趣的算法,并让我们知道您的结果。

10.18 弯曲翻转优化(BFO)

镜头常常被困在所谓的"局部极小值"中;当对变量的任何更改都会使评价函数增加。如果附近有更好的解,程序就不会轻易地从您要找到的最小值中离开。 在第 10.8.5 节中列出的许多策略都是为了让您从最小值中解脱出来,并可能进入 一个更好的值。

BFO 命令提供了一种这样的策略。输入是

BFO ISN [WEIGHT]

ISN 是你想改变形状的元件的第一面的表面。

在使用 BFO 之前,您必须运行正常的优化(可能还有模拟退火)。

我们观察到,如果一个元件弯曲成弯月形状,并且有一个更好的解需要翻转 形状,那么简单的优化和模拟退火通常不会达到这个目的。 评价函数必须变得 更糟才能变得更好,这通常是不允许的。

运行时, BFO 的工作方式如下:

1. 该程序在当前定义的末尾增加了一个新的像差,使给表面 ISN 上的曲率 一个目标,与表面 ISN+1 上的现有曲率相反。这是一个相当高的权重,可以由用 户输入,并且默认值是 1000.0。

2.它运行优化程序,使用与以前相同的变量和评价函数的其余部分,以及相同的迭代次数。由于增加的像差值较大,镜头被迫脱离局部最小值,如果改变的弯曲使设计向另一个最小值移动,评价函数将再次下降。

3.然后删除添加的像差,再次运行优化程序。这将使设计移动到最佳的新区域。

当然,相关的曲率必须是自由变化的,无论是作为变量,还是受拾取或解决的影响。它不会对那些不适用 CV 规范的奇异形状起作用。

不用说,在镜头设计中没有万能方法,新的最小值可能比前一个更好,也可 能不是更好。在某些情况下,镜头会再次回来,这表明在反向弯曲时可能没有最 小值。但解往往是不同的,有时甚至更好。

这有一个例子。



该镜头经过了优化,具有良好的评价函数,但经多次模拟退火后仍保持在原 来的状态。我们怀疑,如果弯曲被翻转,表面5的镜片可能会更好。运行优化之 后,我们输入

BFO 5

然后再进行一些模拟退火。这个程序很快就找到了一个更好的最小值。



评价函数已经从 0.118 降低到 0.0835。

在运行 BFO 之前保存设计是明智的,以防结果没有改进。有时您可以通过 在不同的镜头上再次运行来获得更多的改进。

10.19 自动分配 DOE (ADA)

随着用于制造衍射光学元件(DOE)的技术的改进,人们会问在普通的中心 镜头设计中使用它们是否有意义。众所周知,如果在镜头的一侧使用 DOE,则 可以校正单透镜的色差。原则上似乎可以通过使用 DOE 来改善镜头的性能,或 者设计出一个具有较少镜头但性能相当于更复杂设计的镜头。如果能够以低成本 生产 DOE,则所得到的镜头的制造成本可能更低。

为了实现这种持续发展,我们提供 ADA 功能,该功能将检查当前镜头并显示 DOE 在哪些方面做得最好。

输入与普通镜头优化相同,除了序列需要顶部的 ADA 命令:

ADA LLIB [QUIET / 0] [JSSS JSPS [TEMP COOL NPASS]]

[EXCEPT sn sn sn ...]

[V3]

PANT

END

AANT

END

[SNAP <u>PASSES</u>] [DAMP <u>DAMPING</u>] ! allowed but ignored by ADA SYNO <u>PASSES</u>

任何其他命令都不能中断这个序列。

程序将首先使用输入的变量和评价函数执行正常的优化运行。然后它将改变 从 JSSS 到 JSPS 到 USS 16 表面的每个表面,添加五个新变量,并重新优化每个 案例。当它检查了所有表面时,程序报告 DOE 的改变减少了最大量的评价函数 的位置。最佳镜头自动加载到 PAD 窗口,副本保存在镜头库位置 LLIB 中。除非 您确实希望在屏幕上滚动查看所有优化输出,否则建议使用 word 3 中的可选 QUIET。 程序将使用输入的 TEMP, COOL 和 NPASS 将每个案例提交给模拟退 火程序。如果省略了这些数据,程序将默认替换为 20 4 20。

默认的新的变量包括轴向曲率(in term G 16 of the DOE)和 OPD 展开的 4 项 (区域半径的 2、4、6 和 8 的幂)。虚拟表面,目前的非球面,非玻璃-空气界面的 曲面,指定了曲率解的曲面,以及选择另一个曲率的曲面都没有经过测试。程序 将所选表面的当前 CAO 值赋给 DOE 的 RNORM 参数,并将拾取值赋给 DOE 的 HIN 中的折射率。因此,基底曲线保持球形,如果您能忍受非球面基底曲线增加
的复杂性,您可以稍后改变圆锥曲线和曲面展开项。

可选的输入 V3 则只创建了三个变量:基本的 CV 和 CC,再加上膨胀的二 次幂项。如果你愿意,你可以对此进行试验,并将其与默认结果进行比较。

因此,运行这个特性只需要将 ADA 命令及其参数添加到优化 MACro 中。

当设计完成后,如果 HIN 的值与基本折射率不相同,您可能希望将它的值 更改为用于创建区域的材料的折射率。该值用于计算满足 Bragg 条件所需的区域 深度,对光线追迹没有影响,但会影响衍射效率。

为了继续优化镜头,请确保为您想要改变的系数添加 g 变量。这些在描述 USS 类型 16 的部分中列出。

明智的做法是保存一份开始镜头的副本,以防 DOE 的结果不像您想要的那样。

10.20 自由曲面的系统构建(FFBUILD)

自由曲面一词通常指具有非旋转对称项的非球面镜面,或其轴对称轴相对于 最后部分中心的角度衰减的镜面,或两者兼有。尽管这种镜面比球面镜面或对称 非球面镜面更难制造,但有时也可能获得更好的图像质量——现代制造方法,如 CNC 加工和 MRH 抛光,正在定期提高这一难度。

FFBUILD 功能可以帮助您设置和优化这样的系统。它将找到分配给一组反射镜的角度,依次将轴光线发送到每一个反射镜,并准备一个优化 MACro,它将控制一个复杂折叠系统中遇到的许多几何问题。特别重要的是,设定给定的反射镜不能挡住来自不同反射镜的光束。这并不简单,如下所示。

FFBUILD 的当前版本只适用于双边对称的系统;也就是说,所有的曲面都应该位于 Y-Z 平面上。

FFBUILD 的输入如下:

FFBUILD LLIB SYSTEM ID name [WAVL ...] (OBJECT SPECIFICATIONS) UNITS ... [CFOV] END GEOMETRY [GCLEARANCE / CCLEAR [weight]] SN MIRROR XG YG ZG SN MIRROR XG YG ZG SN IMAGE XG YG ZG HYIMAGE HXIMAGE END SHAPES sn {SPHERICAL / CONIC / ASPHERIC / ZERNIKE / USS NB } sn {SPHERICAL / CONIC / ASPHERIC / ZERNIKE / USS NB } END

在这个输入中,形状被限制为USS1、2、5、7、9和11。

该程序在每个反射镜的 XG、YG 和 ZG 输入给出的全局位置上建立一个初始系统。然后它向 AIM 程序提交一个运行,它发现每个表面需要的全局 α 倾斜角度,将中心光线发送到下一个反射镜。这是自动的,但是其余的需要用户输入。 为了使工作尽可能简单,它创建了一个 MACro,其中包含您需要的大部分输入。

此 MACro 包含一个 PANT 文件,该文件将改变全局 α 倾斜以及每个反射镜的曲率。在此阶段,它不会自动改变反射镜的全局 Y 和 Z 位置,更高的非球面项或圆锥常数(如果与该类型相关)。它将后面的变量添加到 SKIP 块中,或者用"!"注释掉。因此,当设计进展得足够远以保证这些变量时,很容易将它们添加到变量列表中。我们发现如果您只从低阶变量开始,程序会更好,并在需要时添加更高的序列。否则,人们会尝试用高阶项补偿离焦,这没有任何意义。一我们必须分阶段工作,确保结果在进入下一阶段之前是合理的。

为了防止给定的反射镜阻挡来自不同反射镜的光束,该程序将许多 CCLEARANCE 像差添加到评价函数中。如果反射镜在某处徘徊成光束,那将产 生错误,程序将尝试将其推回。如果输入了可选的[GCLEARANCE]指令,程序还 将添加一组这些控件,这有助于避免当给定反射镜完全落在两个其他反射镜之间 的光束内并且CCLEAR 设置看不到时。可以在字2中输入一个可选的加权系数。 默认是 CCLEARANCE 1.0。下面给出的例子将使这些事项变得清晰。

这是我们的示例输入。 我们想要总共四个非球面镜,如下图所示。



我们在 FFBUILD 文件的 GEOM 部分中输入这些位置,如下所示。我们还 通过为全视场主光线设置-3.5 mm 的 YA 坐标来指定图像比例,并且对于偏斜主 光线设置相同的 YA 坐标。这将控制焦距,因为近轴值对于像这样的折叠系统几 乎没有意义,并且习惯性的 UMC 解可能无法完全按照您的意愿工作。

🔳 Di	EFAULT.MAC
	·····································
छ १ ९	FFBUILD ^ SYSTEM ID TEST FFBUILD OBB 0 2 10 WAVL CDF UNI MM
∃	CFOV END
	2 MIRROR 0 0 80 3 MIRROR 0 30 20 4 MIRROR 0 -50 60
	5 MIRROR 0 40 60 6 IMAGE 0 -50 20 3.5 3.5 END
⊕ �	SHAPES 2 ZERN 3 ZERN
 Image: Construction Image: Construction<	4 ZERN 5 ZERN END

这个例子将在 GEOMETRY 部分给出的位置创建一个带有四个非球面镜的系统。



这是 FFBUILD 在运行 AIM 功能后自动返回的设置。一个良好的开端,但尚未优化。优化 MACro 的一部分如下所示。

SKIP
VY 2 YG
VI 2 2G
VY 3 ZG
VY 4 YG
VY 4 ZG
VY 5 YG
VY 5 ZG
VY 6 ZG
EOS
VY 2 AG
VY 3 AG
VY 4 AG
VY 6 AG
VY 2 RAD
! VY 2 CC 10 -10
! VY 2 G 2
! VY 2 G 3
1 VY 2 G 7
1 VY 2 G 8
! VY 2 G 10
! VY 2 G 11
! VY 2 G 14
· VY 2 G 15
1 VY 2 G 19
! VY 2 G 20
! VY 2 G 23
END
AANT
GNR 0 1 4 P 0
GNR 0 1 4 P 1
GNR 0 1 4 P -1
GNR 0 1 4 P .7
GNR 0 1 4 P .3
GNR 0 1 4 P3
CNP 0 1 4 P 0 1 0 P
GAR OI 4 FOI 0 F
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 P
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P707 .707 0 F
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 P GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 P SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 M 80.0000 1 A P ZG 0 0 0
GNR 0.5 1 4 P 0 1 0 P GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P ZG 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P ZG 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0
GNR 0.5 1 4 P 0 1 0 P GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P ZG 0 0 0 0
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 M 40.0000 1 A P YG 0 M 40.0000 1 A P YG 0 M 60.0000 1 A P YG 0 M 60.0000 1 A P YG 0 M 60.0000 1 A P YG 0
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 M 50.0000 1 A P YG 0 0 0 M 50.0000 1 A P YG 0 0 0 M 50.0000 1 A P YG 0 0 0
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 M 20.0000 1 A P ZG 0 0 0 M 20.0000 1 A P ZG 0 0 0
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 0 1 A P YA 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 1 0 0 0 M 0.350000E+01 1 A P YA 1 0 0
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 M 0 1 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0 1 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0.350000E+01 1 A P YA -1 0 0 0 M -0.350000E+01 1 A P YA 0 0 0 1
GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 M 1 A P UNI 0 0 0 M 1 A P UNI 0 0 0 M 0.350000E+01 1 A P YA 1 0 0 0 M 0.350000E+01 1 A P YA 0 0 1
GNR 0.5 1 4 P 0 1 0 P GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -50.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 0 1 A P YA 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0.350000E+01 1 A P YA 1 0 0 0 M 0.35000E+01 1 A P YA 0 0 0 1 LLL 1.0000 1 1.0000 A P CLEAR 1 0 1 0 1 3
GNR 0 1 4 P 0 1 0 P GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M -50.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 0 1 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0.35000E+01 1 A P YA 1 0 0 0 M 0.35000E+01 1 A P YA 0 0 0 1 M 0.00000E+00 1 A P YA 0 0 0 1 LLL 1.0000 1 1.0000 A P CCLEAR 1 0 1 0 1 3 S CAO 3
GNR 0 1 4 P 0 1 0 P GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F GNR 0.5 1 4 P707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P ZG 0 0 0 0 M 0 1 A P YA 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0.350000E+01 1 A P YA 1 0 0 0 M 0.350000E+01 1 A P YA 0 0 0 1 M 0.00000E+00 1 A P YA 0 0 0 1 LLL 1.0000 1 1.0000 LLL 1.0000 1 1.0000
GNR 0 1 4 P 0 1 0 P GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 0 1 A P YA 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0.350000E+01 1 A P YA 1 0 0 0 M 0.350000E+01 1 A P YA 0 0 0 1 LLL 1.0000 1 1.0000 A P CCLEAR 1 0 1 0 1 3 S CAO 3 LLL 1.0000 1 1.0000 A P CCLEAR 1 0 -1 0 1 3
GNR 0 1 4 P 0 1 0 P GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 0 1 A P YA 0 0 0 0 6 M 0 1 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0.350000E+01 1 A P YA 1 0 0 0 M 0.350000E+01 1 A P YA 0 0 0 1 M 0.350000E+01 1 A P YA 0 0 0 1 LLL 1.0000 1 1.0000 A P CCLEAR 1 0 1 0 1 3 S CAO 3 LLL 1.0000 1 1.0000 A P CCLEAR 1 0 -1 0 1 3 S CAO 3
GNR 0 1 4 P 0 1 0 P GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 0 1 A P YA 0 0 0 0 6 M 0 1 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0.350000E+01 1 A P YA 1 0 0 0 M 0.350000E+01 1 A P YA 0 0 0 1 M 0.350000E+01 1 A P YA 0 0 0 1 LLL 1.0000 1 1.0000 A P CCLEAR 1 0 1 0 1 3 S CA0 3
GNR 0 1 4 P 0 1 0 P GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 0 1 A P YA 0 0 0 0 6 M 0 1 A P YA 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0.350000E+01 1 A P YA 1 0 0 0 M 0.350000E+01 1 A P YA 0 0 0 1 M 0.000000E+00 1 A P YA 0 0 0 1 LLL 1.0000 1 1.0000 A P CCLEAR 1 0 1 0 1 3 S CA0 3 LLL 1.0000 1 1.0000 A P CCLEAR 1 0 -1 0 1 3 S CA0 3 END
GNR 0 1 4 P 0 1 0 P GNR 0.5 1 4 P .707 .707 0 F SKIP M 0.00000 1 A P YG 0 0 0 0 M 80.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M -30.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 40.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 60.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 20.0000 1 A P YG 0 0 0 0 M 0 1 A P YA 0 0 0 0 6 M 0 1 A P YA 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0 10 A P UNI 0 0 0 0 6 M 0.350000E+01 1 A P YA 1 0 0 0 M 0.350000E+01 1 A P YA 0 0 0 1 LLL 1.0000 1 1.0000 A P CCLEAR 1 0 1 0 1 3 S CA0 3 LLL 1.0000 1 1.0000 A P CCLEAR 1 0 -1 0 1 3 S CA0 3 END SNAP

223344556

6

大多数评价函数由 CCLEAR 设置组成。举个例子,其中的第一个要求是, 说从表面1到2沿全视场上边缘光线的光束不能在(可能是衰减的)通光光瞳内的 任何地方击中表面3。整个 CCLEAR 设置集合涵盖了来自光瞳顶部、中心和底 部的光束、反射镜、视场和光瞳顶部、中心和底部的光线的所有组合。有很多这 样的组合,而且都必须加以控制。

在这个阶段,这个程序不做的是改变任何反射镜的非球面系数或位置。您可能希望在完成之前包含这些变量——但是当 MACro 第一次打开时,最好像第一次那样运行它。这将使您足够接近一个解,开始使用更多的变量。第一阶段只改变镜面的整体角度和曲率半径。下面是我们运行这个文件的结果:



光束很好地清除了每一个镜面,但是图像还没有很好地修正,我们希望这是 由于镜面都是球形的。

现在取消注释每个反射镜上的前六个 G 变量(通过删除编辑器中的"!"字符),然后再次运行 MACro。(明智的做法是不要在过程中过早释放 CC 变量。 反射镜开始平坦,您不能将 CC 分配给平面。如果反射镜被声明为 ZERNIKE 曲面, CC 变量通常不是甚至根本不需要,因为有足够的多项式来做同样的事情。 所以我们不会在本课中使用它们。)对系统进行模拟退火。 Zernike 项 2 类似于表面的 α 倾斜,不在变量列表中,因为它重复了改变阿尔法倾斜的效果。

图像更好,我们现在释放了 6 个非球面变量,进行优化,然后进行模拟退火。 这个设计看起来很有希望。在 YG 和 ZG 变量之前,再释放 6 个,并注释掉 SKIP 指令。优化和模拟退火。



这是 PAD 显示的在 18 个 G 变量被声明后的 OPD 风扇:

图像真的这么好吗?上面显示的光扇图是在子午面。整个视场会发生什么? 打开 MMA 对话框,获取该视场的波前差的反射。选择一个包含 7 x 7 个物方点 的 CREC 数组和一个网格数量为 9 的 CREC 光模式, EANALOG 比例为 0.01, 显示圆圈, 然后执行。

978



最差的图像点现在是大约在 0.66 视场。让我们看看这里的 PSPRD:



确实。这是一个很棒的设计。让我们再看一些东西。畸变是什么?我们输入

GDIS 21

结果:



确实。几乎没有畸变。

让我们看一下我们的设计。打开边缘向导(MEW),选择创建全部,根据需要 调整反射镜厚度,然后关闭。然后画一张实线图:



这里是波前差的彩色图,视场网格为11x11:



看一下 CAP 列表,注意到光束所使用的表面 3 到 5 的面积是如何与这些表面的顶点去中心化的。

IMACE>	CAP					
ID TEST FFBUILD			6796	50	05-APR-21	10:42:24
CLEAR APERTURE RADIUS (Y-coordinate only)						
SURF	X OR R-APER.	Y-APER.	REMARK	X-OFFSET	Y-OFFSET	EFILE?
1	10.0000		Soft CAO			
2	13.1525		Soft CAO	0.0000	0.2602	
3	19.3937		Soft CAO	0.0000	-1.3077	
4	29.6081		Soft CAO	0.0000	-6.1571	
5	17.7936		Soft CAO	0.0000	-8.4208	
6	3.5008		Soft CAO			
SYNOPS	YS AI>					

自由曲面经常这样做,因此它们的制造比旋转对称反射镜的情况更复杂。该程序在反射镜上实施了 DCCR 选项,它为 CAO 指定了一个偏心,该偏心与场地顶部和底部的极端边缘光线截距之间的中点重合。这些表面的未使用部分位于该默认 CAO 之外。FFA 分析可以将这些表面重塑为有中心的 Zernike 形状,这在制作图纸送往车间之前是合适的。

我们不必在这个例子中使用所有可能的 G 项,但通常最好改变项 G 39,它 改变 Zernike 多项式展开中心在 Y 方向上的位置。SYNOPSYS 允许该中心与半 径和圆锥形状的中心不同。它被证明是有用的。此外,我们没有改变项 G 51.该 项将 Z 尺度应用于 Zernike 多项式,从而产生椭圆形而不是圆形区域。例如,值 为 0.5 将产生 Y 的一半宽度的区域。它有时也可能有用。

这个练习很有趣,但当然我们可能会做很多不同的事情。在这个行业,您很 少知道,最好的方法是什么,直到您尝试了许多方法。

这里有一些微妙的要点。首先,我们给出的理想图像比例是+3.5 毫米。 我 们怎么知道目标应该是一个正数?试试一个正数就知道了! 很难预测正确的符 号应该是什么,更容易的是,只需同时尝试它们。我们甚至见过这样的情况: Y 目标必须是负数,但 X 目标却是正数。程序给图像表面分配了一个-108.7728 度 的全局阿尔法倾斜--这是很正确的--但 Y 坐标的符号却发生了变化。 所以要做 实验,看看什么最有效。答案还取决于你是有偶数还是奇数的镜头。如果你能想 出一个预测这些符号的一般规则,请给我们发一个说明,我们将把它添加到这个 帮助文件中。

如果我们将评价函数改为目标 OPD 而不是横向像差呢?它应该可以更好地 效果——但是一开始的任何更改都可能使设计走上一条非常不同的道路。不是吗? 有时我们同时使用 GNR 和 GNO 设置。每一种设计都是不同的,所有这些工具 都可以随意使用。

有了像 FFBUILD 这样强大的工具,您就可以去尝试您的想法。

后记

这个例子很好,但生活并不总是那么美好。有时会出现的一个问题是,当镜 头完全落在来自不同光束的光束中,因此不受 CCLEAR 像差的控制。这里有一 个这样糟糕的例子:

982



表面 5 确实挡住了从 2 到 3 的光束。CCLEAR 控件在这里没有效果,因为 在反射镜 2 和 3 之间的区域内,上、下边缘光线不相交于表面 5,这就是 FFBUILD 检查创建的所有 CCLEAR 设置。对于这种情况,可以使用 GCLEAR 控件:



此命令检查 SNV 上 CAO 的中心、顶部和底部是否位于反射镜之间的通光 区域内。如果是,像差就是该点到该区域最近边界的距离;当镜面移出区域时,像 差趋于零。然而,我们发现,最好手工将问题反射镜移出光束,并让 CCLEAR 指 令保持在那里。原因很简单:如果程序将表面 5 向上移动,试图把它从禁止区域 中移出来,它马上就会发现上面的边缘光线现在与这个表面相交——这就触发了 该光线的间隙像差,并将它推回到原来的位置。不过,如果您赋予它很高的权重, 它可能仍然有效,所以记住这个技巧。

另一个问题出现在测试光线的间隙时,该光线与目标表面有两个交叉点,如 上图所示,如果您向上移动表面 5。程序将控制其中一个,但不一定是正确的。 在这里,最好先把镜头移开。

如果您使用的是反射镜的 Zernike 项,您可以逐步释放 G 变量,从低阶项开始,就像我们上面所做的那样。我们在这个过程中很幸运,实际上不需要所有可能的变量。太多的高阶变量只会碍事。所以,当您刚开始的时候,不要试图把它们都用上。

最后要注意的是:FFBUILD 创建的优化函数还包含一个 SKIP 块,其中的命令的目标是全局轴向光线位置 YG 和 ZG,以等于原始输入中设置的反射镜位置。 当您需要镜头中 CAO 的中心位置靠近这些位置以满足机械安装或其他设定时, 可以使用这些方法。在这种情况下,只需注释掉 SKIP 指令,并删除您不需要的 任何像差定义。如果可能的话,应该把反射镜放在您想要的地方。(记住,将要使 用的反射镜的实际部分并不一定在全局位置,所以即使您不改变它们,CAO 也 会四处移动。)

10.21 对于 G-变量自动测试 (AGT)

SYNOPSYS 中的非球面形状由一组 G 阶项表示, G 阶项的数量取决于所涉 及的形状。例如, Zernike 曲面允许 39 个这样的变量。当我们怀疑在给定的曲面 上添加非球面项将改善评价函数(通常是这样)时,我们必须决定使用哪些项;并非 所有的项都同样有用。当然,对于给定的形状,可以简单地改变所有允许的项, 但这并不总是一个好主意。如果有些项实际上没有什么好处,最好不要改变它们。 如果涉及的项较少,那么光线追迹和优化通常运行得更快。AAA 功能可以决定 您的镜头在哪里,球体将会发挥最大的作用。AGT 用于显示在给定的表面上哪 些 G 项最有效。

输入如下:

AGT <u>LLIB</u> [QUIET / 0] <u>SN DELQ GN GN GN</u> ... PANT ... END

AANT ... END [SNAP] [DAMP] SYNOPSYS NPASS

在这个输入中,LLIB 是接收最终镜头的库位置。SN 是当前镜头中要测试的 表面编号,DELQ 是在接受一个给定项之前对评价函数的最小允许分数改进,GN 是要测试的项。这条线必须遵循通常的 PANT 和 AANT 文件以及优化命令。次 最多可以测试 20 个 G 项。 程序将首先使用输入的变量和评价函数对当前镜头进行优化。然后依次将每 个 G 项应用到表面 SN 上,用这个增加的变量对镜头进行优化,如果评价函数的 分数改进大于 DELQ,则保留该镜头并研究下一个 G 变量。如果改进幅度小于阈 值,那么 G 阶项将被删除,并测试列表中的下一个。

当过程完成时,带有保留的项的镜头变为当前的,并保存在 LLIB 中。

一些注意事项:首先,当镜头是最好的时候,保存这个功能,否则它很可能会 变坏。在没有非球面的镜片上增加非球面是没有意义的。AGT 将首先在没有附 加条件的情况下对其进行优化,但是您应该事先自己完成该任务,以确保您确实 处于最佳状态。其次,当您看到哪些项是有用的,您必须自己将这些项添加到 PANT 文件中。它们仍然在镜头中,但是之后不会自动添加到 PANT 文件的变量 列表中。第三,您输入的项应该符合当前的表面形状。如果一个曲面没有非球面 项,程序将把 G 项解释为第 3.3.2.2.2 节中描述的普通非球面形状。如果表面具 有不同的非球面形状,则保留该形状,并按上面所述应用附加项。最后,我们发 现这个特性可能不适用于 Zernike 表面。人们确实可以通过使用这个形状来改善 图像,但是像 AGT 一样,单独添加一个项,就不能看到同时应用几个项所得到 的改进。

例如



如果评价函数的改进超过了以前的 0.01,那么所涉及的项将被保留。在本例中, G10 项没有被保留,因为它没有按设定的量改进评价函数。 第11章

11.0 公差程序(TOL)

SYNOPSYS 有两个公差项。这里描述的项 TOL 生成一个反公差灵敏度表;BTOL, 在第 12 章中描述,可以为整个镜头准备一个公差分析,对于大多数用户来说, 这是一个更强大的特性。TOL 调整特定变量组的每一个,以使特定的一组像差之 一与所希望的公差相等。在公差运行过程中,可以调整厚度或空气间隙,也可以 使用近轴拾取和解析来保持焦点等。该特性适用于当您只需要选定变量的逆灵敏 度时,或者当镜头具有 BTOL 没有很好处理的特性时,比如有意倾斜或偏心的透 镜等,这个功能更加适用。

输入是:

PANT ... END AANT ...

END

TOL TOL [ADJUST SN TH TARGET ABN [DELQ]]

[TOL SUMMARY]

其中,TOL 为任何像差的最大允许值(从目标值测量),SN 为需要调整厚度的表面,使像差数 ABN 保持在目标值。许多设计在设计受到干扰时,会使用近轴焦点解来保持图像的焦点,在这种情况下,可选的调整输入是不需要的。但在某些情况下,比如调整了中间空气间隙以保持焦点的焦散透镜,对跟随像面的变量进行反向求解是行不通的。在这种情况下,您将指定 DELF 为第一个像差,并为目标输入 0,为 ABN 输入 1(第一个像差)。这将会改变指定的空气间隙,以便当变量受到干扰时,DELF 始终为零。对于离焦系统,也可以选择一个光线截距来进行控制。DELO 是调整厚度的导数增量。

TOL SUMMARY 重复前面的摘要。 要调整元件的距离,请输入 ADJUST TH0 …。

您必须输入 PANT 文件和 AANT 文件以定义要公差的变量和像差。应选择像差,以便如果它们中的任何一个刚刚达到给定的公差,则设计会降低可接受的最大量。

请注意,TOL 一次只能在一个 ACON 上运行。

程序打印的灵敏度表给出了单独扰动变量的效果,始终保持其他变量的名义值。 根据这些数字,可以准备整个镜头的公差预算。 这一步最常见的程序是将列出 的公差减少到可望造成系统净退化的变量数量的平方根。 这个过程是大数统计 法则的结果; N 个随机扰动的预期效果等于 N 的平方根乘以每个扰动的单次效 果。

那些可以期望制造出比这一结果更精确的元件,可以分配更严格的公差,然后在 编公差制预算时不需要考虑。 被判断为最难控制的尺寸可以得到更大的公差预 算份额,而较简单的元件则被控制得更紧。

根据上述平方根规则编制的公差预算实际上是有些保守的;该规则假定每个参数 总是在其公差范围的一端或另一端被发现。在实践中,镜头参数更多的是在其 范围内随机分布,为了在预算中反映这种分布,每个公差应乘以3的平方根的额 外系数。除了元件偏心,根号2更合适。

只要有可能,制造更敏感的元件,准确测量参数,然后重新计算其余的变量是很 有利的。 这个过程称为制造调整,将测量值从问题的统计中移除,然后剩余的 公差可能会更宽松。 出于同样的原因,建议使用测试板列表。

输入公差的像差集应该反映成像的重要要求。例如,对于一个接近衍射极限的 镜头,你可能会选择二分之一波的波前误差作为最大退化。在这种情况下,你 会在 AANT 文件中指定几个 OPD,以及一个 0.5 的公差。如果最大弥散斑尺寸 很重要,像差将被指定为横向光线截距误差。

当每个变量被计算公差时,程序会反复搜索反灵敏度,在每个迭代中打印出试验扰动的摘要和产生的优化函数。 当达到 TOL 极限时,将给出该变量的灵敏度,以及改变后的设计的所有像差的值。 在公差 5%以内的畸变用星号标识。所有公差的摘要印在最后。

对于曲率半径变量,在 CAP 列表中给出的孔径处计算的半径变化所对应的矢高差也被打印出来,单位是波长为 0.5876 μ M 的光圈数。 角度公差的输出单位 是度。

如果系统是非常非线性的,或者相对于某个特定变量的导数非常小(即公差非常大),搜索可能无法收敛,会打印出 "NO CONVERGENCE "信息。 这通常意味着该变量不是关键变量,可以分配标准公差。 可以查阅试验扰动的清单和产生的优化函数来验证这一结论。

请注意,多重结构镜片的公差是作为单个镜片的 TOL 进行的。

如果初始系统的像差超过所需的公差限制,运行将以 "INITIAL SYSTEM OUT OF SPEC "的信息终止。

TOL 可以解释所有允许的像差,以及下列变量。

RD	ВТ
RAD	GT
ТН	XDC
INDEX	YDC
AT	ZDC

当对倾斜和偏心进行公差时,第 10.2 节中关于 PANT 文件的说明适用。 然 而,三个方向的相对倾斜可以同时进行公差,因为这些变量是单独使用的。 在 公差运行结束后,所有的倾斜和偏心指定都恢复到读取公差输入前的状态。 如 果一组表面已经在标称镜头中倾斜或偏心,那么在该组的第一个表面上的倾斜 或偏心公差将容忍与当前相同大小的组。

当对圆锥面进行公差时, PANT 输入 VY ASPH 将导致两个变量的公差,在公 差输出中称为 "ASPH "和 "RD"。 ASPH 上计算的公差是指在 CAP 孔径上的误 差波数,保持轴向半径不变。 RD 的输出可以用来给出允许的焦距位置公差。 下面的公式很有用。

让焦距位置为 f1 和 f2; S = f2 - f1。

让半长轴为b(见PRT列表)。

那么 S 的公差 = (2*b/S)*(RD 的公差)

请注意,近轴解的存在与否是影响镜片公差的重要因素。例如,如果在后焦点上存在 YMT 解,并且改变半径以确定灵敏度,那么像面将会跟随近轴焦点移动,任何由于半径变化而产生的散焦效应将不会被看到。还需要注意的是,当公差倾斜和偏心时,主光线点通常会因倾斜而偏离中心。因此,在轴上图像的像差如 YA,将看到像的移动以及弥散斑变化。另一方面,一个 YC 像差将只测量弥散斑的变化。

当对一个镜头进行公差时,应该非常小心,在 AANT 文件中包括足够的像差, 以检测所有参数变化的不良影响。 通常情况下,公差畸变文件将包含在优化文 件中不需要的项目;例如,如果一个元件是偏心的,在轴上的像可能会存在彗 差,这种影响可能很容易被忽略,因为在一个对称的镜头系统中从来没有必要 校正轴上的彗差。

11.1 公差输入 TOL 的例子



我们希望公差包含三片式透镜的所有倾斜和偏心,以及设计变量。 假设 YMT 求解在表面 6 上。

> PANT VLIST RAD 1 2 3 4 5 6 **VLIST TH 1 2 3 4** VLIST INDEX 135 **VY1AT2 VY 1 BT 2** VY 1 XDC 2 VY 1 YDC 2 **VY 3 AT 2 VY 3 BT 2** VY 3 XDC 2 VY 3 YDC 2 **VY 5 AT 2 VY 5 BT 2** VY 5 XDC 2 VY 5 YDC 2 END

AANT ... END TOL .001 第12章

12.0 公差预算程序(BTOL)

常规格式 变量 调整 调整再优化 像质描述-波前 像质描述-光斑尺寸 像质描述-斯特列尔比 像质描述-MTF 放大率, 畸变和轴上像差 多重配置公差 质量描述 统计上的考虑 蒙特卡罗分析 蒙特卡罗公差调整 当今的透镜公差 BTOL 格式总结

程序 BTOL 是用来计算整个镜头的公差的。前一章讨论的 TOL 程序提供了用户 提供的变量和像差的反灵敏度表,而 BTOL 考虑了所有可能的变量,并基于统计 考虑为整个镜头构建了一个公差表。 许多加权和控制参数可以被输入,以控制 场权重,保持参数的相对难度,指定已经存在的工具的半径,等等,使程序在处 理各种实际的镜头和光学加工时相当灵活。 此外,可以指定几个调整参数来帮 助纠正个别扰动造成的缺陷,这些参数在某些情况下可以放宽一些变量的公差。 最后,一个蒙特卡洛选项可用于验证结果误差预算的统计。

MSB 菜单(简易 BTOL)将帮助您在一些简单但常见的情况下设置和运行 BTOL。 但是,我们建议您阅读本章的其余部分,以便您能够理解更全面,即使您选择使 用这个简单的接口。

BTOL 利用了这样一个事实,即涉及大量随机分布在指定范围内的变量的问题, 这些变量的累积效应可以进行统计预测。然后,问题就简化为指定每个变量的平 均值和标准差,可以很容易地计算出总体性能的相应数量。第 12.3 节简要总结 了应用于镜头公差的理论考虑和结果。以下段落描述程序的操作和所需的输入。 BTOL 将考虑轴上像差,放大率和畸变的变化,以及波前差,光斑方差,斯特列 尔比或 MTF 作为像质描述符。

该程序分三个阶段运行:第一个阶段是分析镜头以识别出制造误差的变量。这些包括半径,圆锥常数,厚度和空气间隙,玻璃的 Nd 和 Vd,表面楔形,不规则和边缘滚动,以及透镜倾斜和偏心。一组要监测退化的质量描述符与最大变化或公差限制一起被输入。各种用户输入可能会影响这个阶段。该程序不支持任何不寻常的表面形状(USS 类型),所以如果要对这些形状进行公差处理,应先将其重铸为 Zernike 表面(用 RZS)。不是所有的形状都能成功重铸,但如果拟合令人满意, PFTEST 公差在这种情况下会很有用。

在第二阶段,程序计算质量描述符相对于每个变量的一阶和二阶导数,并打印出 一个逆灵敏度表。 这些表格给出了每个变量的最大公差范围,假设所有其他变 量都是完美的,计算结果是没有任何质量描述符超过其最大值。

第三阶段是计算公差预算。 这是以迭代的方式进行的,根据当前的预算计算质 量描述符的平均值和标准偏差,然后调整各个公差,使所有的描述符都在其范围 内,同时保持公差尽可能宽松。 这个步骤有几个考虑因素。

公差分析没有唯一的答案。无数的预算可能在数学上是正确的,但其中一些预算 将导致较低的制造成本。问题是计算一个实际的预算,这主要取决于将每个变量 保持在其范围内的相对难度。BTOL 以如下方式解决了这个问题:

每个变量都有一个 "范围",可由用户输入控制,它定义了具有经济效益的最大 公差。例如,将元件厚度控制在正负 0.005 英寸,通常不会比控制在一个更大的 值上花费更多。初始预算将每个变量置于其范围的末端。 衍生增量也等于有效 范围,尽管程序将在个别基础上减少它,比如它导致光线追迹故障或 MTF 或 Strehl 比率的过度退化。

在准备公差预算的每个后续迭代中,程序会找到最不符合公差的质量描述符,以 及每个变量对减少其数值的相对有用性。如果一个变量对描述符有强烈的影响, 并且它仍然在其范围内,那么它就是有用的。 每个变量的公差容忍度根据其与 其他变量相比的相对有用性而降低,并重复上述程序。 在每次迭代中,控制该 过程的质量描述符可能会发生变化,这取决于前一次迭代的效果。 如果一个特 定的变量与它的范围相比已经相当受限,那么它受这个过程的影响就会越来越小, 而其他变量将承担起这个负担。 通过这种方式,成功的预算总是产生的,同时 倾向于保持所有公差尽可能接近其范围的末端。

当然,并不能保证在公差分析后不会有一些非常严格的公差。这反映了现实情况,对于某些镜头来说,有严格的公差。然而,我们可以通过各种方式来放松这些限

制。

例如,最明显的方式是改善透镜,使其有更大的公差空间。您可以用第 10.13 节 中列出的三阶像差目标来让您的镜头降低敏感度,这有时会很有帮助。第三种方 法是将尽可能多的曲率与现有的测试板相匹配,我们可以假定这些测试板的精确 度要比控制它们的准确度要高。在 BTOL 输入中可以显示匹配的表面,它们将比 不匹配的表面更接近,结果是其他公差的负担更小,可以更宽松。如果制造单个 元件并测量厚度,则透镜设计可重新计算,并按规定的半径和规定的"精确"数 量的厚度进行重新加工,这将再次导致剩余变量的公差变松。也可以得到熔融材 料数据,而折射率和色散变量的影响则被忽略。如果一个特定的变量很难保持它 可能被分配一个更大的范围,并且预算重新计算。其他的公差将会更紧以补偿。 如果可以在程序集中进行调整,程序可以显示这样做的好处,并将指示所需的预 期调整量。可以指定最多四种调整来进行 BTOL,包括半径、厚度或空气空间, 以及单个表面或一组表面的倾斜度或偏心。使用的函数(参见第 12.1.2.2 节)可以 帮助您显示有希望的调整变量。或者您可以选择运行再优化功能,在该功能中, 您可以更改在测量透镜后要调整的任何内容。作为最后手段,允许的质量退化可 能会增加。

12.1 BTOL 输入: 通用格式

BTOL 输入的一般格式如下所示。

[BTOL [CRITERION] [0] [RECALC]] [BTOL { SAVE / FETCH number / LIST }] [BTOL SORT] [BTOL MODIFY / DATA }] [BTOL CRITERION MULTI [RECALC]] [BTOL EDIT number] [BTOL BUDGET { PTH { AIR / GLASS } / PCV } [DEFAULTS] [FWAV WAVELENGTH]

[RANGE <u>parameter</u> <u>RANGE</u>] [FIX <u>parameter</u> <u>TOLERANCE</u>] ! 全局设置必须放在首位

[DAMPING D] [FOV NFOV] [MONOCHROMATIC [ICOL]] [FWT WT WT WT] [OBSET { <u>R1</u> / <u>P1 R1</u> }

993

[IMAX FRACTION] [GRID NB] [{ POWER / ZERNIKE }] [ZOOM { ALL / NB NB ... }] [NODMESSAGE] [SEGMENT]

[UCF NFOV / HBAR GBAR / HBAR GBAR ...]

[PREPARE MC]

ZAW { UNIFORM / FNUM / NB WT }

(variable attributes) (adjustment requests) (quality descriptors)

{ EVALUATE / GO }

FWAV	给出了(可选的)波长,在这个波长上,测试板的光圈数量和不规则度 公差是给定的。默认情况下,是 0.6328 µ M (HeNe)。这个输入也 会影响到在波前中指定的 RANGE 和 FIX 公差。
RANGE FIX	除了 DEFAULT 和 FWAV 之外,这些行必须在所有其他 BTOL 命令之前,覆盖整类变量的默认范围,或为该类变量输入一个固定的公差。 其他变量属性可以让你在单个表面上改变它们,但这些都是全局范围的。你以后所做的任何个别改变都会覆盖该表面的全局设置。允许的参数有:
	RFR 表示半径误差,单位是光圈。 默认范围取决于实际半径。
	CONIC 或 CC 代表圆锥常数。 默认范围是 1.0。
	TH 厚度和空气间隔。 默认范围是 0.005 英寸。 该范围应以当前镜 头单位输入。 以毫米为单位, 默认为 0.127 毫米。
	INDEX 默认范围是 0.001。
	VNO(或VNUM) 默认范围是 1.0。
	IRREG 用于非球面误差;默认范围为 2.5 光圈。

REDGE 用于边缘滚动误差;默认范围是边缘的 1.0 光圈条纹。这是 由非球面项 G16 模拟的, 它将半径乘以 10 次方。 WEDGE 指定每个元件的第二面的楔形误差。默认范围是 0.005 英 寸。 输入数据给出角度,单位是度。 WTR 与 WEDGE 类似,只是输入数据给出了一英寸光圈内的最大 TIR,单位为镜头。 DECENTER(或 YDC)应用于整个元件。 默认范围是 0.005 英寸。 除了单个元件的公差外,还可以找到一组元件的装配公差。 要做到 这一点,在组前和组后添加虚拟表面,并为组指定一个相对倾斜或偏 心(定义组的大小)。 偏心或倾斜的角度最初可以是零。 然后在组 的开始部分提供你自己的虚拟表面的偏心或倾斜度的范围。 这将迫 使程序将该参数添加到需要公差的参数列表中。 ZYDC 只对 ZFILE 变焦镜头有效,并适用于变焦组的中心误差。 TILT 或 TTR 适用于所有元件的第一面。 默认的 RANGE 是 0.005 英 寸。这总是作为一个 TIR 值输入。 关于一组元件的倾斜公差的评 论,请参见上一段。 DAMP 是一个可选的阻尼系数,在求解调整时使用。 由于这些调整可能不 是正交的,可能会出现数值上的困难,可以通过阻尼解来抵消。 如 果有一个以上的调整,默认的阻尼是 0.00001; 否则就是 0。关于适 用于这个参数的考虑因素的讨论见下文。

FOV	给出要考虑的视场点数,其中 NFOV 是从 1 到 5 的数字。 您不必像在 TOL 中那样指定各个视场点,而是必须从以下列表中选择所需的视场点数。 例如,FOV 1 给出一个;FOV 2 给出了点 1 和 2 等。默认值为 FOV 3,它给出了前三个视场点,但具有高斯物体 OBG 的镜头除外,其默认值是单个视场。				
	NFOV HBAR GBAR 1 0 0 2 1 0				
	3 .5 0 4 -1 0 5 0 1				
	请注意,选择的数字会影响 MAG, DIST 和 BORE 选项给定公差的边界条件。公差 BORE 只需要第一个视场点。MAG 需要前两个,而 DIST 需要前三个。见 12.1.3.5 节				
MONO	覆盖镜头文件中声明的波长和权重。 BTOL 分析将在输入的波长处进行单波长分析,如果没有输入波长编号,则在主波长处进行分析。				
FWT	给出了 FOV 输入所设定的每个视场点的相对权重。权重的输入序列 与上面列出的视场点相同。这些值以多种方式使用,如下面的 TOL 命令部分和 FOCUS 部分所述。				
UCF	允许用户控制的视场点。 在 NFOV 中可以设置最多 5 个点,并由后 续 HBAR GBAR 命令定义。如果还设定 TOL BORE,则这些点中的 第一个必须为(0,0);如果需要 TOL MAG,则第二个被限制为 (1,0);如果需要 TOL DIS,则第三个必须为(0.5,0)。				
ZOOM	指定 BTOL 要考虑哪些变焦位置(在 ZFILE 变焦镜头中)。默认为所 有变焦位置。				
IMAX	给出了计算导数时可接受的 MTF 或 Strehl 比率的最大变化的可选限制。例如,为了允许 10%的下降,输入将是 IMAX 0.1。默认 IMAX 允许 50%的下降。太大的下降给出了较不准确的导数,而太小则可能需要连续较小的增量进行冗长的搜索。				
GRID	指定所有像质权重评估的光线集的网格编号。默认值为 30,指定 30x30 矩形网格。用户输入必须介于 10 到 80 之间。				

{ POWER /	适用于基于 OPD 的像质描述符,以选择用于分析图像权重的插
ZERNIKE }	值类型。 默认情况下为 ZERNIKE,适用于 36 项 Zernike 多项式
	的波前,而 POWER 使用 17 项幂级数多项式,这通常是足够的
	并且运行得更快。如果像质描述符是基于 MTF 的,则此参数无
	效,因为它始终使用插值方法,或者基于点的描述符,这涉及精
	确的光线追迹。

GO	是 BTOL 的最后输入,并使程序执行。			
EVALUATE	(代替"GO")将计算品质描述符的初始值,然后终止。			
PREPARE MC	在 GO 输入之前放置此命令,会导致 BTOL 自动准备一个调			
	整文件,以便在以后的 MC 运行中使用该文件检查统计信息。			
	该文件将包含与BTOL 中使用的调整变量相同的 PANT 变量,			
	以及一个指向所使用的焦点命令的相同光线的 AANT 文件。			
	有关这个强大特性的描述,请参见 MC。			
BTOL { SAVE /	这些命令是为了帮助您记录您的镜头,并保存由 BTOL 生产			
FETCH <u>number</u> /	的公差预算。命令			
LIST }				
	BTOL SAVE			
	收在文件夕仅为当前日主是的文件由保存八美的摘要 并庙			
	何任文件有区为当前自心与的文件生体任公左的摘要,开议 田立供类刑 PTO 加里你还使田会会 SAVELOC 程友镑头			
	用文件关望. BIO。如禾芯龙使用叩マ SAVE LOO 体行镜关, 那力你有一个培业立供和同夕的公差立供			
	加公心书 「说入天日神門石田公左天日。			
	BTOL 读取编号将再次读取保存的文件。这让您可以使用将			
	公差信息添加到 DWG 和 ELD 图的特性,即使您在运行 BTOL			
	之后退出 SYNOPSYS。只要确保获取与预算相同的镜头,因			
	为公差预算只适用于该镜头。如果您在运行 BTOL 之后没有			
	退出该程序,那么您不必保存或获取该文件,因为公差仍然			
	是当前的。			
	BTOL 列表将列出当前的公差预算。这在运行程序时是自动			
	完成的,但是如果您想要的话,您可以再次列出它(例如,在			
	显示机上获取)。			
MODIFY	这个选项适用于已经运行了 BTOL 并且已经使用 MC 分析了			
	统计数据的情况。如果结果没有您预期的那么好——例如,			
	BTOL 没有考虑到的一些图像属性已经失控,或者因为收益			
	率小于预期——您可以修改该预算并再次分析它。			

	此输入后面必须跟随一条或多条额外的输入指令,说明哪些 公差要改变多少。这些行的格式如下:				
	{ list } <u>MULTIPLIER</u>				
	 END				
	其中,列表如下所示的一个, ALL RD RAD RFR CV TH THI INDEX VNUM WEDGE IRREG YDC DECENTER TILT TTR XDC PEP REDGE RL1 RL2 PAX PAY CONIC ZYDC SSD 1 SSD 2				
	和 MULTIPLIER 是一个值,通过该值可以乘以给定的公差 等级。				
	例如,使用此输入,如果您希望将所有楔形公差减小到预算 中当前值的 75%,则应输入				
	BTOL MODIFY WEDGE 0.75 END				
	选择 ALL 将使预算中的所有公差乘以设置的值。				
	一旦这个选项改变了公差,您可以保存它,显示它,或者像使 用其他预算一样将它用于 MC 分析。				
CRITERION	如果输入的数字小于 10,这是预算的置信水平,单位为 1 σ, 以此类推。如果数字大于 50,则给出百分比可信值:BTOL 90 将指定 90%置信度。注意,没有 σ 值对应的收益率不到 50%, 在这种情况下,程序会找到一个平均值等于目标性能的公差 预算,如果公差计算收敛,一半的镜头会更好。				
BTOL CRITERIO	N MULTI				
	使用此表格同时计算多个多重结构的公差分析。见12.1.4				
BTOL EDIT number					
此命令允许编辑 B	TOL 返回的预算。详情请参阅第 12.8 节。				
BTOL BUDGET { PTH (AIR / GLASS } PCV }					
, , ,					

	该命令可以用于对称性是像差校正的重要部分的透镜。在这
	种情况下,您可以为后半部分的曲率和厚度分配拾取,它们
	与前半部分保持对称。然后, BTOL 将遵循这些拾取, 但对结
	果值分配一个公差度。(如果您能公差带拾取的镜头而不需要
	这个选项, BTOL 将假设拾取的值是精确的, 不会计算它们的
	公差。这适用于光线与同一透镜接触两次的系统,例如,在
	Mangin 反射镜中,该透镜只能有一组公差。该选项还打开该
	镜头的系统洗项 PCV CV, 因此拾取不会传递非球面项, 非球
	面项用于建模不规则度和滚边,这两个部件必须分别进行。
	您可以指定 BTOL 是否将公差分配给已拾取的空气间隙、玻
	璃厚度、弯曲度或任何组合。
RTOL RECAL	
DIOL RECAL	
	这一远项促展了一种区堡口口几十个内面灰面处付值的顶昇 结果的方法 输入过程必须严权道循门值结果目右任何音义
	54米的方公。捕八过往少次)招受值以使54米共有任内意义。
	苦生。你抽行一个正常的 PTOI 运行。而不常山 PECALC 设
	目元,忍扒打 千山市的 BIOL 运行,而个及山 RECALC 以 罢。这和京县曾氏右的已教并立生效,众八美颈曾一姓丘声
	直。该住厅灯昇所有的寻数开广生弟一个公左侧昇。然后史 按日氏批决效的八美阳制式欧纽曼,按 PECALC 沿黑活地到
	以前灰油处付的公差限制以降级里,将 RECALC 反直称加到
	BIOL 命令,开冉伏运行整个 BIOL 输入义件。恐个能议受
	任何东四,因为导致只适用于那些变重和之前的品质描述付。
	因此,您可以将 SPOT 0.2 降级为 SPOT 0.5,但是不能将 SPOT
	描述符更改为 WAVE、STREHL 或 MTF。因为导数计算需要
	大部分的计算时间,特别是对于 REOPT 的调整, 之前的衍生
	工具的重用非常迅速。
	但这里有一个地方需要注意。程序监控每个导数增量的影响,
	如果图像变差过度,程序将减小步长,目标是保持在相对线
	性的区域。因此,如果完全运行,另一个不同的品质极限可能
	需要增量大小的改变,而之前的导数当然是基于与之前的极
	限相适应的大小。因此,在您运行了所需的案例并选择了最
	合适的预算之后,明智的做法是再次运行该案例,而不打开
	RECALC 选项作为最终检查。
NODMESSAGE	当 BTOL 评价各变量对成像品质的影响时,如果发现过度退
	化,将会降低导数增量;其目的是在导数精度范围内。当发生
	这种情况时,监视它所显示的消息是很有帮助的,但是如果
	它们没有用,这个选项将会抑制它们。
SEGMENT	当单独评估模块时,可以估计系统的总体性能。此选项导致
	程序显示一些对该目的有用的统计数据。有关更多信息,请
	参见第 12.3.1 节。
DEFAULTS	该命令使程序完全绕过公差分析计算,并将默认的公差视为
	预算。这个预算与性能统计数据一起输出,如果将镜头构建

	到这个预算中,则会产生这些统计数据。 程序将执行任何范围、精确或修复输入,因此输入的数据将
	覆盖此选项的默认值。
SORT	非常复杂的镜头,比如在紫外光下工作的30片镜片的微光刻
	透镜为目标,通常需要进行广泛的制作调整,每个透镜都被
	依次制作和测量,整个系统在制作下一个镜头之前对这个精
	确的镜头进行了重新优化。如果首先制造出公差最紧的透镜,
	则该工艺效果最佳。这个选项将对之前的 BTOL 预算进行排
	序,列出半径和厚度公差,从最紧到最宽松。

12.1.1 变量的特性

本节描述将属性分配给单个变量的输入。还可以定义全局设置,它将应用于给定类的所有变量。(前一节描述的输入必须先于所有其他输入,包括下面的输入)。

可以为变量分配许多具有附加输入的非默认属性。在下面的格式中,将从下列选项中选择:

RAD	RD	CV	TH	INDEX
VNO	WEDGE	TILT	IRREG	CONIC or CC
RFR	THI	DECENT	XDC	<u>RL1, RL2</u>
WTR	TTR	SSD <u>NB</u>	YDC	REDGE
PEP	PAX	PAY	ZYDC	PFTEST

[INCLUDE JSSS THRU JSPS] [EXCLUDE SN THRU SN]

[FIX { list } TOLERANCE] [RANGE { list } DMAX]

[EXACT ALL] [EXACT { { list } SN SN SN }] [EXACT ALL list] [EXACT SN { list }]

[RANGE SN { list } DMAX]

[FIX SN { list } TOL]

[TPR { SN SN SN ... / ALL }] [PFTEST { SN SN ... / ALL }]

[CEMENT { SN SN SN ... }] [GROUP { LEFT / RIGHT } SN SN] [THC SN SN]

TPR	给出光学样板已经存在的所有半径的表面编号。这些表面将被给予 更严格的公差,但也有一些边缘,而其他的公差通常会变得更宽 松。平面不需要列出,因为默认情况下它们是匹配的。如果输入的 单词是 ALL,而不是表号列表,那么在这次运行中可以公差的所有 半径将被假定为与光学样板匹配。
	永远不要计算要分配给光学样板本身的公差。将光学样板制作并测量,然后将镜头与该值相匹配。如果给光学样板本身一个公差,那么不管最终出现什么错误,表面的统计数据都会被扭曲,BTOL的预测就不那么准确了。有关这个问题的讨论,请参见第12.6节。半径公差适用于透镜表面,而不是光学样板。
	如果制造不计划使用测试板,则半径公差适用于半径,不应使用此声明,且该公差的统计应该是准确的。
PFTEST	本声明仅适用于非球面。 它适用于用轮廓仪测量的表面,而不是用 测试板或无效设置。 后者更准确,但设置起来比较困难和昂贵。
	该程序以系数 G 15 模拟功率系列非球面的数字误差,以项 5 模拟 Zernike 表面的数字误差,两者都是描述光焦度误差。对于其他形状,程序实现了通用圆柱体选项 GPCYLINDER,这将增加一个柱面,其Y 的形状与 X 的形状相反。在每一种情况下,建模的误差不能通过在轴上的焦点调整来改善。
	我们的想法是,如果误差很小,对 MTF 的影响是波前方差的函数, 对可能存在的特殊像差不是很敏感。所以我们用这些项作为一般数 字误差的代理。 为了测试这样的表面,我们用轮廓仪在表面上以光栅的方式运行,测
	重母个位直的矢局,开减去为埋想表面计算的矢局。 然后找出误差

	如果您输入一个零参数的修改或范围输入,程序就会把输入的内 容转换为精确的。
	EXACT ALL INDEX ;所有的折射率都是精确的
	EXACT TH 2 4 6 ;这三个厚度是精确的
	EXACT ALL ;所有变量都是合适的。(没有数字输入。)
EXACT	给出可用精确测量的变量。这些将被 BTOL 绕过,将对公差预算没有任何贡献。例如:
	KANGE SN PFIESI Sago
	默认情况下,建模的圆柱体误差在孔径处的矢高量为 300 个波长左 右。 然后根据需要减少,以形成最终的公差预算。 要输入一个不同 的范围,计算你想要的在全光圈的实际最大矢高误差,以镜头为单位, 然后除以该光圈半径的平方,得到单位光圈的矢高。输入这个值,格 式,
	如果指定 ALL 而不是表面编号,程序会自动将这个属性分配给活动 范围内所有已经是非球面的表面。
	如果一个表面没有以某种方式声明为非球面,则指定这个属性是错误的。
	如果非球面的形式为 ZERNIKE. BICONIC, 或 TORIC 没有被声明, 它们将被视为与普通表面相同,不规则度用柱面项来建模,(除了 Zemike)卷边用高阶非球面来建模。 这适用于通过无效设置测试的 表面,在那里可以观察到条纹并准确测量这些误差。 如果没有用 PFTEST 声明,其他非球面形状不会被分配一个公差。
	如此声明的表面不会被赋予曲率、不规则度或卷边的公差,因为我们 不想把相同的误差包含两次,而这些也是参数误差。
:	这个程序对大多数平缓的曲面误差都有效,但对那些在曲面上快速变 化并产生大斜率值的误差可能不合适。 如果表面类似于菲涅尔透镜 或 DOE,就有严重的问题。
	的标准偏差(平方的平均值减去平均值的平方),并取其平方根。如果这个结果小于 BTOL 打印的标准偏差公差,那么这个表面就在公差 之内。

RANGE	定义特定变量的最大允许公差。任何大于这个量的公差都将被设定在这个值上。
	虽然这个参数设置了一个最大值,但是它并没有被严格地用于这个目的。相反,通过增加分配给一个变化太紧变量的范围,当您再次运行 BTOL 时,该公差将被预算过程所放宽。这就是它的真正目的。
	大多数变量具有默认范围,如下所示:

<u> 类型</u>	<u>默认范围</u>
半径	在孔径上有10个波长的曲率误差。
	对于半径,输入 DMAX 的曲率范围,而不是半径范围。 要输入半径的边缘公差,请看下面的 RFR。
	这个变量适用于形状涉及半径值的曲面,但不适用于 一些奇特的形状。
圆锥常数	1.0.
厚度	.005 英寸
折射率	.001
色散(阿贝 数)	1.0
楔形误差	.005 英寸 TIR 在对应孔径
	对于楔形,输入角度,单位是度。除非表面已经有 BT 或 GT,否则楔形将在 AT 方向上进行公差,对于 单个表面,除非之前已经指定了组的倾斜。
	这个参数被分配到每个元件的第二面,因为第一面被 保留给元件倾斜公差。因此,楔形是在第2面建模 的。如果装配确保第2面没有倾斜,而想在第1面

	获得楔形公差,你可以用 PAY 变量代替,如下所述。 要将楔形输入为 TIR,请参见下面的 WTR。
不规则度	2.5 个光圈条纹.6328μM)的柱面。 对于不规则度,请 输入全孔径上的光圈数。
滚边误差 (REDGE)	非球面项 G16 的 1.0 光圈(在.6328µM 处)该项指定 由半径的 10 th 次方给出的滚边。输入位于光圈的边 缘。
	这是唯一的 BTOL 变量,其预期平均值非零。滚动边 缘几乎总是向下,而不是向上,并且任何表面上的错 误都不可能通过其他地方的相反误差来补偿 - 其他变 量就是这种情况。这会影响计算的统计数据,并且为 了解释这种特殊情况,程序返回的公差减少了 1/3 的 平方根。 MC 还对这种减小的公差进行建模,始终将 其应用于向下翻转的边缘,然后按预期显示图像品质 统计数据。
	此变量不适用于某些更奇特的形状,例如 Zernike 表面。
	下面显示了这种错误的一个例子。
元件倾斜	.005 英寸。在 CAO 半径处的 TIR。输入倾斜度值。倾 斜度和偏心公差将涉及单个透镜,除非一个相对倾斜度 或倾斜度已经生效。在这种情况下,公差适用于与公称 透镜相同的组大小。注意,这是倾斜输入的唯一形式, 单位是角度。在第 12.1 节中描述的全局变量,以及本节 的 TTR 输入,总是在 TIR 元件中输入。
	如果一个元件或一个元件组被声明为 GROUP,倾斜和 偏心的默认公差被禁用,该组将被给予所有六个自由度 的公差。X、Y、Z和α、β、γ。
元件偏心	.005 英寸。倾斜和偏心是指单个的透镜,除非该透镜是 胶合的;这样它指的是整个组。这个参数与滚动选项RL1 和 RL2 有关,下面将对此进行讨论。
	注意,默认选项是只对Y轴中心进行公差,假设X轴 中心也有类似的公差。但是对于一些离轴镜系统来说, 情况并非如此。 如果你的MC分析与BTOL的预测有 很大差别,可以尝试将XDC公差加入到变量列表中。 例如,如果表面2是一个倾斜和偏心的反射镜,你可以 添加

	RANGE 2 XDC 0.1
	到你的 BTOL 输入的声明部分,并检查 MC 分析是否 更符合目标。
	也可以将表面或元件声明为 GROUP, BTOL 将在所有 六个自由度中生成公差,这就更好了。见上面 TILT。
RL1, RL2	这些指的是一个元件的滚动,它是一个与倾斜结合在一起的偏心,使元件与左边或右边的机械结构保持接触。 请参阅下面的讨论。由于必须明确地设置此选项,所以 没有默认范围。有关这些参数在胶合表面上的使用的讨 论,请参见第 12.1.1.1 节。
PEP	这是棱镜表面的位置误差。请看下面关于棱镜的讨论。
PAX	X的角误差(方向),只用于屋脊棱镜。
РАҮ	在 Y 中的角误差,通常用于棱镜,用于除屋脊外的面。 当您希望在透镜的第1条而不是第2条(默认值)上计算 楔形公差时,也可以使用此参数。用这种方法来使用它, 首先要禁用楔形公差
	EXACT WEDGE <u>SIDE2</u>
	其中边2是第二面的表面编号,希望禁用它的楔形。然 后添加
	RANGE <u>SIDE1</u> PAY <u>TANGENT</u>
	其中, SIDE1 是第一边, <u>TANGENT</u> 是量程角的子午方向。例如,在6个弧分范围内,范围为0.001745。
	公差分析返回的是G2项的公差,也就是y中的非球面 项,这实际上是第1边的楔形角公差的切线。
ZYDC	这仅适用于 ZFILE 变焦镜头,适用于变焦组的集中误差。默认范围与前面描述的透镜偏心相同。对于这个变量, SN 指的是组号,而不是表面号。
PFTEST	请参阅上述特性的全局赋值的详细信息。
GPANG	这个参数只适用于已经声明为 GROUP 的表面。 它们 将被赋予三个角度的公差,即α、β和γ(按顺序)。 数据的输入单位是度,默认是 0.143 度,或 8.59 角分。

GPPOS	这也只适用于宣布为 GROUP 的开始表面。 他们将 被分配 X、Y 和 Z 的公差。数据以透镜为单位, 默认为 0.005 英寸或 0.127 毫米。 有了这些组的公差, 你就知 道所有六个维度的对齐要求。
CEMENT	当您将胶合层建模为非常小厚度的明确表面时,请使用此选项。这样做有几个后果,第12.1.1.1节对此进行了解释。

导数的增量是在当前的 RANGE 上进行的。由于如果由此产生的评价函数变化 过大,导数的准确性是值得怀疑的,因此如果发生这种情况,程序将分阶段减少 增量,直到所产生的变化是合理的。(对于 SPOT 和 WAVE 描述符,允许退化接 近 5 倍的极限;对于 MTF 和 STREHL 描述符,极限由 IMAX 参数给出)。当 这种情况发生时,程序会显示一条信息,说明增量已经减少。你可以用选项 NODMESSAGE 来禁用这个信息。

其他指令如下。

RFR	指定边缘单位的曲率半径。
VNO	是 the Abbe V-number。VNUM 也有效。
WTR	是当前通光孔径的 TIR 单位的楔形。
TTR	是 TIR 单位的表面倾斜度。
SSD	是指特殊的表面数据:
	对于复曲面, 对 RX <u>NB</u> = 1
	对于双锥,对 KY <u>NB</u> =1,以及对 KX <u>NB</u> =2
	对于幂级非球面,对于 G1 到 G2,NB = 1 到 2。(注意:先前版本的 SYNOPSYS 允许所有 G 系数都是公差的,但最近的变化只会使事情变得太大。这会使变量空间减少 8 倍。)
THI	为方便起见,与 TH 相同

要为这些数量中的任何一个输入非默认值,请在实际镜头单位中输入正数。用于透镜倾斜和偏心的表面编号应该是透镜的第一侧,而透镜楔形则分配给第二侧。

FIX... 为特定变量指定固定的公差。 在编制预算时,任何用此选项输入的变量都将被分配固定的公差,而不管其敏感性如何。 太大的固定公差会阻止成功的预算被发现。 (注意:BTOL 假定变量的固定公差代表一个具有均匀概率分布的范围--这也是它计算的公差的情

况。如果一个变量被预期在其公差范围内,而不是在公差范围内 的一个随机位置,那么固定公差的输入应该增加1.732,因为程序 计算的是它认为的标准偏差的影响,它是较小的。参见12.3 和 12.6 节。

特殊指令 ATH 和 GTH 可以被声明为 FIX;它们适用于所有的空气 空间厚度和玻璃厚度,并覆盖分配给 TH 变量的任何 FIX。 这些 操作数也可以被分配一个范围。

GROUP LEFT, GROUP RIGHT

当厚度变化被邻近的厚度或空间所抵消时使用。根据镜头透镜如何 安装的细节,给定的厚度误差可能只是将所有其他透镜向左或向右 移动,或者可能只影响依赖于镜头元件中相同参考面的相邻表面。 在下面的草图中显示了两组透镜,最左边的一组位于该组右边的一 个参考表面上,最右边的一组位于该组左边的一个表面上。如果左 组中的一个透镜被做得比标准上的更厚,那么该组左侧的空气间隙 就会相应减少。同样,适当组的厚度增加将导致右边空气间隙的减 少。因此,这些厚度和空气空间不是独立变量,为了正确地评估它 们对公差的影响,应该用 BTOL 输入来说明相关性。



在本例中,我们将为这两组输入: GROUP LEFT 5 9 GROUP RIGHT 11 15
表示表面 5 到 9 被安装, 使任何厚度误差都被表面 5 左边相反符号的对应误差所 抵消, 表面 11 到 15 的误差被表面 15 的右边所抵消。

THC	也可用于指定给定厚度与相邻厚度或空气间隙相关。例如,如果表面 6与表面9相关,我们将输入
	THC 6 9
	这意味着,表面 6 厚度的增加会导致表面 9 的厚度减小。注意,反 过来不是自动成立的;厚度 9 可能有它自己的误差,它独立于任何其 他表面。
	这个可选的输入不应该被忽略,因为当考虑相关时,许多厚度公差的 变化大于2倍。默认情况下,每个厚度都独立于所有其他厚度。
	指定的表面编号可能与指定给 ZFILE 变焦组的开始和结束的编号不一致。然而,它们可能适用于群体中的表面。
INCL	如果程序只考虑透镜的一部分,例如,在不考虑目镜的情况下,可以 对望远镜的目标进行公差分析。只有从 JSSS 到 JSPS 编号的表面才 会被处理。默认情况是允许使用整个镜头。只能输入一个 INCL 命 令。
EXCL	这个输入将排除那些表面从 SN 到 SN 从公差分析和预算准备。可以 输入任何数量的 EXCL 命令。自动排除的是参考面(无折射率更改)、 物面和像面(包括像面倾斜)。

计算透镜中心的公差需要了解该透镜的安装方案。默认参数DECENTER(或YDC) 将扰动视为 Y 方向上的纯偏心。如果透镜是相当厚,它是由重力保持抵靠透镜 元件的 ID,或当存在被压靠在肩部的平坦区域,这可能发生。然而,在其他情况 下,当弯曲表面被一侧的肩部或凸缘和另一侧的固定环约束时,透镜更可能在肩 侧滚动,从而在该过程中获得小的倾斜以及偏心。因此,透镜偏心和倾斜耦合。

该程序可以计算这种情况下的中心公差。参数 RL1 和 RL2 可以在 RANGE 或 FIX 指令而不是 DECENTER 上给出,以指示镜头将在侧面 1 或侧面 2 上滚动,这通常与纯偏心不同。考虑下面的镜头:



如果这两个透镜被偏心会发生什么?答案取决于它们是如何安装的。如果第一个透镜被允许滚动到它的左边,那么空气间隔就会获得一个明显的楔形,如下图所示。



另一方面,如果该透镜可以在透镜之间的结构上滚动,则该空气间隙不会获得一个楔形。



在这种情况下,我们希望从偏心误差少的图像退化。公差预算的差异很大。以下是默认情况下 BTOL 分析的一部分,其中偏心纯粹在 Y 方向:

		(ARC MIN)	(TIR)		
1	1	0.37828	0.00132	0.00150	0.00000
1	2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2	3	0.37316	0.00129	0.00150	0.00000
2	4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

ELE SURF ELEMENT TILT TOLERANCE Y-DECENT TOL X-DECENT TOL

当这两个要素被限制在与内部间隔滚动时,将其与上面的公差进行比较:

ELE	SURF	ELEMENT TIL	T TOLERANCE	Y-DECENT TOL	X-DECENT TOL
		(ARC MIN)	(TIR)		
1	1	0.38817	0.00136	0.00410 H	RL2
1	2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

2	3	0.38253	0.00132	0.00340	RL1
2	4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

在第二种情况下,偏心公差是两个或两个以上比较宽松的因素。这个案例的 BTOL 输入是:

BTOL 3 RANGE 1 RL2 .005 RANGE 3 RL 1 .005

RANGE 3 RL1 .005 DEGRADE SPOT .4 GO

由于程序没有办法知道您打算使用哪个安装方案,所以滚动选项没有默认值:您 必须在 BTOL 输入中给出一个明确的范围。此外,您只能在给定的透镜上使用选 项 DECENTER、RL1 和 RL2 之一。

上述参数与透镜倾斜参数之间没有冲突,但是您可以看到,这两个参数都在上面 的示例中被处理。因此,您可以考虑倾斜公差来控制元件的加工,并将 RL1 或 RL2 公差应用于元件内透镜的位置。

RL2 选项将围绕 AIR 后面的下一个表面滚动。 这意味着,如果你的镜头有一个 胶合的双组或三组,定义滚动几何的实际表面是胶合组的最后一个表面,而不一 定是你指定 RL2 的元件的第二面。 此外,要注意的是,为这种组中的第一个元 件以外的元件指定 RL2 范围是没有意义的;每个元件只能围绕其左边的胶结界 面滚动,这就要求所有的元件都使用 RL1 选项,但第一个元件可以使用任一选 项。 详见 12.1.1.1 节。

Monte-Carlo 程序 MC 根据你在 BTOL 输入中的选择对镜头进行扰动。 如果你 选择了滚动选项之一,那么该程序会给元件分配一个偏心和倾斜,此外还有任 何元件的倾斜也被赋予了一个公差。 唯一的限制是,倾斜和由于偏心引起的远 程倾斜总是在同一个意义上,要么是 α,要么是 β--因为相对倾斜一次只能是 一个意义。 我们不认为这对结果的统计有任何不好的影响,因为两者可以相加 或相减,这取决于所选择的随机符号。

滚边选项 RL1 和 RL2 与边缘公差不同。 前者描述的是一个给定元件的位置误 差,而后者是一个给定表面的形状误差。

卷边

当表面被抛光时,它们通常会在边缘周围出现一个较低的区域。这被称为卷边。 当然,对它进行建模并不准确,因为每一个镜头都会有所不同。该程序用 10 次 幂的非球面项近似形状误差。

这是一个例子。在中继望远镜的主镜上增加了一个 10 阶项。波阵面现在有一个 单波长误差。



描述这种形状的数据可以输入到 WS 中:

- 1 RAD -98.850000000000 TH -37.86380000 AIR
- 1 CC 0.00000000
- 1 DC1 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00 0.0000000E+00 1.0000000E-14
- 1 DC2 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00
- 1 DC3 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00
- 1 DC4 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00 0.00000E+00

图形误差的形状如下所示

SPROF 1 0 .00002



误差在+Z方向,如图所示。这是由于在抛光过程中控制不当造成的错误。

棱镜公差

棱镜,原本保存在棱镜库中,需要特殊处理的公差。 光学面本身有一个数字公差,就像所有其他的平面光学表面一样。 但是在一些棱镜中,一个给定的面会 遇到不止一次。 为了建立这个模型,程序会在需要的地方自动分配一个曲率拾 取,以及一个折射率拾取到所有内部空间。

厚度和斜率误差需要3个额外的变量类型,而普通的表面是不可用的。这些是:

PEP 除了第一个面外,每个面都有位置误差

PAX X 的角误差

PAY Y 的角误差

BTOL 在对棱镜进行公差时,自动加入上述变量,通过 G 系数建模。因此,G11 项,在 X 中是线性的,提供了一种方法来模拟分配给屋顶表面的β-倾斜误差,并由参数 PAX 改变,而 G2 项,在 Y 中是线性的,根据参数 PAY,模拟 所有不属于屋顶的面的α-倾斜误差。项 G17,在非球面描述中是一个常数 项,可以看作是一个活塞误差:面的位置要么高于要么低于其理想位置。这就 是参数 PEP 的功能。

要了解这一切是如何工作的,请考虑下面的 Schmidt 棱镜。



这里,光进入表面 10,从 11 反射,在 12 和 13 处到达两个屋脊表面,从 14 反射,并从 15 出射。表面 10 和 14 实际上是相同的,因此程序在 10 上分配类似地曲率拾取,表面 15 被赋予表面 11 的 PCV。(注意,具有较大 CAO 的表面是拾取目标;这是因为当 BTOL 计算轧制边缘公差 REDGE 时,它将该滚边边缘放在较大的 CAO 处。)当通过 BTOL 为表面 14 分配 PAY 变量时,对α倾斜的误差建模,表面 10 通过 PCV 获得相同的倾斜,并且类似地对于表面 11 和 15。

另一方面,12和13的屋脊表面是由一个局部的倾斜角度β来描述的,为了显示 这个倾斜的一个错误的影响,程序会分配变量 PAX。因此,屋脊的两面在这个变 量上都有公差。

还有一点需要提及。在像这样有屋脊棱柱的系统中,程序自动地将系统放入非序 列模式。在这种模式下,光线遇到屋脊表面的顺序取决于它们在光瞳的哪一边。 虽然这种模式提供了有意义的光线追迹路径,而且镜头绘制程序显示了正确的路 径,但光线追迹非常缓慢。特别是对于优化和 BTOL,当需要快速的结果时,速 度损失是显著的。

为了应对这种情况,我们提供了一个模式开关 37,这将导致程序总是按序列追迹光线,即使系统处于非序列模式。结果表明,一个计算的图像品质并不依赖于通过屋脊棱镜的光线顺序,所以即使系统中包含了像棱镜这样的系统,也可以获得更快的连续光线追迹速度。另一方面,为了绘制出准确的图形,就必须把开关关掉。

BTOL 在开关 37 的任何一个设置下都可以正常运行,但如果它是打开的,就会快很多。在这种情况下,当计算除屋顶以外的所有表面的公差时,会得到更快的速度。对于这些表面(仅),程序暂时关闭开关,计算公差(这取决于现在的表面顺序),然后再次打开开关,如果它是打开的,当它完成屋顶表面的计算。下面是一个用施密特棱镜运行的 BTOL 列表的一部分。

PRISM TOLERANCES

ELE	SURF	PISTON	X-ANGLE	Y-ANGLE
			(ARC MIN)	(ARC MIN)
5	11	0.10135	0.00000	3.53306
5	12	0.11557	0.26441	0.00000
5	13	0.11557	0.26441	0.00000
5	14	0.10135	0.00000	6.49856
5	15	0.00000	0.00000	0.0000

注意位置误差。要理解它们,请看下图中的表面11。

1015



在这里,我们给这个表面的 G17 项赋了一个很大的值,所以您可以看到效果。现 在它位于棱镜通常所处的右边。表面 15,它的曲率是 11,随着它移动,您可以 看到光线路径的变化,它不再到达顶点的屋脊表面。

面在 11 和 14 处的角度公差用 y 角表示, 而屋脊表面在 x 角上的公差要大得多。 屋脊很难精确地制造出来。

ZFILE 变焦镜头公差

当变焦镜头装配时,给定变焦组内的透镜被安装在套筒中,然后套筒被安装在 更大的管中,凸轮曲线在管中被加工。因此有两个关注的中心公差:套筒内的透 镜和筒内的组。BTOL 为这两个装配错误分配了两个单独的公差。

元件的中心公差在公差预算中以偏心的形式给出,和往常一样,另外一个列表给出了每个变焦组的中心公差。蒙特卡洛分析(MC)对这两个都进行了计算,产生了两个误差的随机组合的统计数据。

12.1.1.1 胶合透镜和 BTOL

当您将一个胶合层建模为一个非常厚度小的明确表面时,它必须在 BTOL 输入 中使用胶合选项声明。当以这种方式声明时,胶合层不会有厚度或楔形公差(因 为胶合的应用和控制很好)。紧靠胶合层的透镜,也就是胶合透镜的后半部分,并 没有给出一个单独的倾斜度或倾斜度公差,但是该透镜的最后表面有一个楔形公 差。由于这些操作的结果,假设一个胶合透镜的第二个透镜以与第一个透镜的楔 形保持一致的方式倾斜和偏心,并且它自己也有一个楔形误差,而胶合层本身则 被认为是完美的。

如果半径的变化使非常接近的表面变成羽化,程序将自动增加必要的胶合层厚度, 以避免这种羽化变化,无论是在 BTOL 还是 MC 中(否则会在这些条件下会使光 线束变暗)。

如果您打开开关 14, 胶合选项尤其重要(当您运行 MC 时,为了使连续的表面与 它们的楔形误差方向相反)。否则,程序将把胶合层视为另一种透镜,并将其楔形 与两边的透镜对齐,就好像它是三片式透镜一样。然后两个外部透镜会对齐,这 样它们的楔形就会增加而不是抵消。同样,如果没有这个选择,胶合将会被 BTOL 给一个楔形,这可能会在后来被 MC 所模拟的时候产生严重的渐晕。

当应用于胶合组时,楔形、偏心和滚边公差会引起混淆。下面的示例展示了这些 特性是如何工作的,应该指导您选择在镜头中考虑的有意义的变量。



这是一个三片式结构的胶合透镜,用明显的胶合层表现出夸张的厚度,所以您可以看到发生了什么。在下面的案例中,这些层被明确地声明为胶合。



这是楔形公差对第一组透镜的影响。注意,如果将其他透镜粘接到该透镜的第二 面,那么其他透镜就会被放置在您期望的位置。



在本例中,变量是第二个透镜的滚动,用参数 RL1 声明。再一次,组中其余的部分都不在适当的位置,但是保持它们固定的相对位置。

如果您声明了 RL1 变量,那么这种情况下的公差预算将包括楔形公差和滚边公差。它们都是预算的一部分,尽管它们描述的几乎是相同的东西:楔型公差可以指定给加工厂,以指导他们以每个透镜为中心,而 RL1 公差则是指导他们如何 准确地对齐胶合。

将上面的图片与下面的图片进行对比:



在这种情况下,三片式透镜被定义为接触表面而不是胶合。现在,当一个楔形应 用到第一个透镜时,它遵循楔形的默认规则,不考虑后面的内容。这意味着第一 个透镜上的楔形是由另一边倾斜的,组的大小为1。所以透镜和它的正确模型联 系在一起的情况有点不现实,它也有一个楔形,一个相反的符号,后面的透镜仍 然在原来的位置。我们不推荐这种方法。

如果不希望创建和声明明确的胶合层,则应该将楔块设置为精确模式,并使用 RL1参数声明每个透镜的第一侧。这将是一个更好的现实模型,但它不如胶合的 情况好,因为您不能用这种方法得到可用的楔形公差。请记住,只需在工作表中 单击一次鼠标,就可以将一个已连接的透镜组换为一个具有明确胶合层的透镜组。

12.1.2 BTOL 调整

调整是在 BTOL 运行时对镜头进行的更改,以补偿参数错误的不良影响。通过明 智的选择,他们可以在很大程度上减少公差。最基本的是调焦,没有它,任何公 差分析都是不完整的。通常一个近轴厚度求解会自动处理这个问题。毋庸置疑, 为了现实起见,必须计划在加工厂里做这些调整,因为立刻透镜就会被生产出来。

最简单的调整形式可以直接在 BTOL 中进行,使用本节描述的输入格式。它们执行得非常迅速,并且很好地解释了空气间隔调整或透镜倾斜的影响。一个更复杂的形式允许您执行一个 SYNOPSYS 优化,因为每个变量都在 BTOL 中处于混乱状态。这里有可能进行复杂的加工调整,图像品质的改善将体现在更宽松的公差上。这是 REOPT 选项,它运行起来更复杂,速度比第一个慢很多倍。第 12.1.2.1 节对此进行了描述。然而,第三个特性将模拟一系列 fab 调整,并给出整个过程的统计数据。这是最强大的,在第 12.5.3 节中进行了描述。

为了帮助您找到哪些参数最适合作为调整,BTOL 有一种特殊的模式,它可以 搜索沿着轴和 Y 轴偏心的所有合理组合,并打印一张显示每个参数的有效性的 表。这是第 12.1.2.2 节中描述的可访问特性。

这一步不涉及优化;调整目标只是规定一个或多个视场点的光斑应尽可能地与 名义设计相差无几。因此,像在一个或多个点上被重新聚焦,但像差没有被重 新平衡。另外,调整只涉及到光斑的大小,而不是满足 MAG、DIS 或 BORE 的边界目标。应用于多构型公差分析中的镜头的调整只考虑该构型中的图像。 这意味着,如果你想通过调整来同时控制几个配置的图像质量,你必须使用上 述的重新优化选项。

虽然您可能设定最多四个调整,但强烈建议您不要使用多余的调整。曲率和厚度的调整仅用于补偿轴对称参数,而其他的仅用于补偿非对称参数,如倾斜和楔形。但当两个或两个以上的调整作用于相同的参数时,求解最优组合调整往往会产生一个奇异矩阵;即两者的作用完全相同。SYNOPSYS 可以在 BTOL 命令中使用可选的阻尼项来抑制结果,防止出现奇点,但这或多或少地使用了重复的调整,这通常不是最好的解。

在一个典型的案例中,要求进行两种厚度调整,经常发生的情况是,其中一个 对重新聚焦非常有用,而另一个对像差平衡的改变太大,对这个目的没有用。 如果第一个是唯一的调整,公差可能相当宽松,因为该调整是有效的。如果在 第一项调整的基础上增加第二项调整,公差实际上会更严格,尽管 BTOL 现在 有一个额外的参数。虽然这是反直觉的,但这是由于镜头只是重新聚焦,而不 是重新优化,第二次调整的不良变化正在影响第一次调整的良好效果。

如果你确定额外的调整是有用的,你应该考虑 REOPTIMIZE 功能,在下一节描述。否则,建议你对阻尼系数进行试验,并多次运行 BTOL,以发现公差是否真的可以通过这种方式得到松动。事实上,这种情况有时会发生(我曾见过两个系数的改进!)--但请记住,这时加工有一个更困难的装配问题,因为他们一般没有办法知道如何同时调整几个参数。

您可以使用 APPLY 输入指定给定的调整仅应用于指定表面范围内的表面的扰动。这可能很有用,例如,当您想要分段构建系统,分别调整每个部分,然后再组装整个系统时。如果选择此选项,请注意您将无法运行 MC,因为该功能不适用于此类调整过程:它始终将适用的任何调整应用于整个系统。如果您想在这种情况下使用 MC,建议您改用 SEGMENT 选项。APPLY 输入必须紧跟ADJUST 设置以应用它。没有 APPLY 数据的调整会自动应用于整个镜头。

如果你的镜头是 ZFILE 变焦镜头,你可以指定如何应用该调整。如果你要求 ALL,那么调整实际上只在变焦1处计算,并且该调整在每次变焦时用于评估 图像质量。如果你指定 EACH,那么在计算成像质量之前,会在每个变焦位置 计算一个新的调整。后者只有在你可以在改变变焦设置时执行这种调整时才有 意义。

输入是

[ADJUST <u>SN name</u> [<u>AJMAX</u> [{ ALL / EACH } ZOOM]] [APPLY <u>JSSS JSPS</u>]

[FOCUS { REAL <u>HBAR GBAR</u> / ALL / EACH }]

Name 是其中之一

RD	TH <u>NSURF</u>	THI <u>NSURF</u>
RAD	XDC	TILT <u>NSURF</u>
CV	YDC	DEC <u>NSURF</u>
TH0	ACCOM	ZDATA

ADJUST	<u>SN</u> CV [<u>AJMAX</u>]
	给出一个曲率的表面数,可用于调整其他公差的不良影响。 在这种情况下,意味差其他恋景悠被制作成预算中的公差,并进行测
	量,然后用优化程序计算出 CV 的新值。 这个曲率的结果值将在制
	作最终镜片时取代原来的值。 这个和其他调整的目的,如下所述,是通过允许在制造后重新优化镜头来放松其他元元的公差。

Т

	纠正单一参数误差的最大; 曲率无限制的变化,单位; ADJUST CV。要调整的表	允许调整 是曲率。 長面必须	譥值可以输入 AJMAX。 緊 ADJUST RD 和 RAD 等Ⅰ €是球面。	伏认允许 司于
	BTOL 程序利用这个调整和 分介绍。	和其他调	围整的方式将在下面的 FO	CUS 部
ADJUST [<u>AJMAX</u>	<u>SN</u> TH <u>NSURF</u>			
	给出用于公差调整的厚度 的表面数。如果省略,只 入,则厚度变化通过组后 为 0.05 英寸。	的表面编 改变给定 面的厚度	副号。 NSURF 是要作为一 定的厚度或空气间隔尺寸; 定的相反变化来补偿。默认	一组移动 如果输 \最大值
ADJUST [<u>AJMAX</u>	<u>SN</u> TILT <u>NSURF</u>]			
	指定表面或透镜倾斜用于 响。NSURF 是要作为一个 以包括焦平面作为倾斜调整 具有倾斜或偏心,则忽略 样有效。 倾斜调整利用框 特征与组后面的 UNDO 表	补偿其他 一元件倾約 整。如果 命令 NSI 同对倾斜。 正面的可用	也表面或透镜倾斜和偏心的 斜的表面数量;默认值为 限表面 SN 在进入 BTOL 帮 URF 并且相同的数字将与 功能,并受到该特征的限 用性有关。	为不良影 1。 可 程序之前 之前一 制, 该
	请注意,不会检查指定为 偏心公差。如果想设置楔 将透镜包含在虚拟表面中; 将照常进行公差分析。	顷斜调整 形公差, 并调整整	冬的表面的表面楔形或透镜 并且表面具有偏心调整, 冬个组的偏心。然后,组中	€倾斜或 则必须 □的表面
	另请注意,倾斜调整仅用一 而不是用于视轴,放大率 误差的公差;即,不使用他 1度;AJMAX应以度数输。	于通过 F 或畸变权 页斜调整 入。	FOCUS 命令控制图像品质 交正。该补偿仅适用于非放 经来补偿半径误差。默认最	下降, 定转对称 大值为
ADJUST [<u>AJMAX</u>	<u>SN</u> DECENTER <u>NSURF</u>]			
	指定Y方向上的表面或透用。默认最大值为0.05英	镜偏心训 寸。	周整。以上关于 TILT 的评	论也适
	请注意,对于一个中心不 因为对一个弯曲的表面进 原因,你不应该同时调整-	顷斜的对 行偏心会 一个表面	求面,倾斜和偏心几乎是等 ≹改变轴线上的斜角。 由 面的倾斜和偏心,如果一个	新价的, 于这个 计被调

	整,另一个不应该被计算公差。如果两个或更多的调整对重新聚 集调整有同样的影响,它们会产生一个奇异的校正矩阵,这个矩阵
	是线性求解的,可以选择阻尼。 其结果可能不尽人意,建议你在
	这种情况下,在继续进行之前,消除其中的一个调整。
ADJUST	SN { XDC or YDC }
	指定偏心方向。
тно	可以调整物距以在 BTOL 中保持聚焦。表面编号则无关紧要,您可以使用如下命令
	ADJUST 0 TH0
	然而,请注意,当你在一个有固定 YMP1 的镜头中改变物体距离时(通常情况下),物体空间中的 F/number 会随着 TH0 而改变。如果这个 F/number 很大,影响就很小但对于一个快速的物体,如从短共轭物镜追踪的显微镜物镜,这可能是对镜头的一个主要扰动。在这种情况下,应该使用 OSNA 选项,它可以调整 YMP1 的值,保持数值孔径不变。
ACCOM	这将调整无焦调节。 镜头必须已经在 AFOCAL 模式下,但它不一定要被调整。 可以给出任何表面数字。
	请注意,MC不能调整无焦调节,因为它是一个参数,而不是一个 用于优化的变量。如果你想在事后用MC来评估你的公差,那么 就不要进行这种调整,只需将镜头放在ACCOMODATE模式下, 在次要的表面上添加YMT解。最后的表面将保留原ACCOM设置 的曲率,但与该表面的距离将自行调整为准轴焦点。然后不要将 ACCOM声明为调整。
ZDATA	这将调整一个组在 ZFILE 变焦镜头中的位置。 在这种情况下, SN 输入指的是组号而不是表面号。 调整将自动应用于每个变焦, 因为它的目的是模拟常见的程序, 即在镜头组装时在镜头台上调整其中一个组, 然后将该组的凸轮曲线切到测量的最佳位置。 在这种情况下, 将一个给定变焦的组的调整应用于不同的变焦是没有意义的, 所以输入的字 5 被忽略了。
	由于 ZDATA 调整必然只适用于变焦 2 和更高的变焦,程序不能用 它来调整变焦 1这通常也是需要的。因此,它为变焦组分配了一 个 Z-偏心,并在变焦 1 中改变 ZDC,同时在其他变焦中使用变焦 位置调整。其结果是一个反映上述程序的预算,并可由 MC 进行 分析。在该程序中,调整被分为变焦 1 的 ZDC 和更高变焦的 ZDATA 调整。

	请注意,如果要求对变焦镜头进行 ZDATA 调整,该程序被限制在 不超过 190 面的系统中。					
ZAW	给出了调整计算过程中各种变焦位置的权重。FNUM 以1/FNUM 对变焦进行加权,NB WT 给出该变焦的权重。UNIFORM 对所有变 焦位置进行相同的权重。					
FOCUS.	••					
	为了利用上述 ADJUST 输入给出的调整,必须有一个指定的调整目标。 许多镜头包括作为正常镜头描述一部分的近轴拾取和求解,这 些都会被 BTOL 自动兑现。 如果一个镜头在最终空气间隔上已经有 了一个近轴求解,就没有必要再指定一个调整参数或目标,因为求解 会自动执行这个功能。					
FOCUS I	REAL					
	给出一个要进行焦点调整的场角。 目的是在 BTOL 评估时补偿每 个参数引起的散焦,而不是重新优化镜头或重新平衡像差。 该程 序在主波长的 0.1 视场追迹四条光线(如果定义了短波长,则再追 迹三条),并改变指定的调整参数,以保持这些光线的横向截距尽 可能接近恒定,从主要光线截距开始测量。 其效果几乎与轴上图 像的近轴聚焦目标相同,但如果需要,也可以指定为轴外。 可以 要求任何场点,它不需要与定义质量描述符的任何点相同。 不要同时指定轴上的真实光线线聚焦目标和近轴聚焦求解。 这些 计算所控制的东西几乎是一样的,同时满足它们会在镜头中产生奇 怪的变化。					
FOCUS A						
	指定所有己指定质量描述符的视场点的焦点变化(用 FOV 输入),将由调整变量同时控制。在寻找最佳折衷焦点时,会考虑每个视场点的相对权重。					
FOCUS I	EACH					
	规定每个视场点都要用允许的变量独立调整。 这种情况适合,例如,对于一个目镜来说,用户可以根据需要将眼睛聚焦在视场中的每个点。					

请注意,有一个实用程序可以调整单个镜头透镜在其元件中的方向,以最小化透镜楔形的影响。这不是BTOL或MC的一部分,而是作为一个单独的命令运

行。请参阅第 5.38 节中的 UCLOCK。MC 还可以评估组装时将被锁定的一批镜头的统计数据。

12.1.2.1 制造和再优化调整

上一节介绍了如何利用 BTOL 的内置功能请求调整。 这些调整是快速和强大的,但除了重新聚焦镜头和也许补偿一些因元件倾斜或楔形而产生的彗差外,它们没有任何优化能力可言。

通常的做法是,当镜头从车间出来时,先测量其尺寸,然后进行制造调整,即 改变部分或全部空气间隔,以补偿制造误差。为此,BTOL可以在每个参数被 扰动时将透镜送入优化程序,其结果是用当前激活的任何变量尽可能地补偿每 个误差的不良影响。因此,这样得到的修正被建立在导数中。所得的公差预 算将适用于所要求的统计置信度,前提是你在完成的透镜上实际执行这个重新 优化,并先将扰动的尺寸手动输入程序。

这里描述的过程主要适用于这样的情况:在生产过程中,您只有几个参数需要调整,而透镜的设计在所有情况下都是一样的,只有少数例外。还有一个更通用的特性,适用于最困难的情况,当您必须在每个元件产生时执行 fab 调整,每次更改设计。这在第12.5.3 节中描述。

使用重新优化进行调整比使用默认调整要复杂一些;此外,如果设定进行真正的优化,通常在一分钟内运行的 BTOL 分析可能需要一个小时或更长的时间。也就是说,有时候这个特性非常有用,下面的讨论应该可以帮助您理解如何实现它。过程是这样的:

- 准备一个优化 MACro,它包含一个包含你要调整的变量的 PANT 文件,一 个包含你要的像质校正请求的 AANT 文件,并以 SYNOPSYS 命令结束。 如果优化函数只包含与图像质量直接相关的项目,那是最好的。当然,你 经常要控制其他东西,比如一阶属性--但关键是你希望优化能快速可靠地收 敛到最佳图像。如果你,比如说,有边缘控制或其他物理参数的目标,不 想去做这些目标,那么优化函数中的那些项可能会大于像质误差,图像校 正的确切状态不会可靠地从一次运行重复到下一次。请记住,BTOL 将在 每个参数被扰动时重新优化镜头,而新的成像质量将是估计图像相对于被 扰动变量的导数的基础。显然,如果该计算中存在明显的噪声,导数将是 无稽之谈,BTOL 将产生一个没有良好基础的预算。
- 2. 在运行 BTOL 之前立即运行此优化。 BTOL 不会加载或执行此 MACro,而 只是反复重新运行 SYNOPSYS 命令,重用最新的 PANT 和 AANT 文件中的 当前定义。程序在优化完成后会记住这些定义,但是如果在运行 BTOL 命令 之前运行某些其他功能,则存在这些数据被覆盖的危险,然后 BTOL 将无法 获得预期的结果。 最好在 BTOL MACro 的开头包含一个命令,用 EAM 命

令调用优化 MACro。 然后您知道 PANT 和 AANT 数据是最新的。 3. 在 BTOL 中,不要给予任何调整或调焦输入。相反,使用指令

REOPTIMIZE <u>NPASSES</u> [QUIET]

另外,不要使用 PREPARE MC 选项。该特性将尝试构建自己的优化 MACro,以便在 Monte-Carlo 分析期间使用——但由于 BTOL 本身没有调整,它将在宏中简单地添加一个 SYNOPSYS 命令。虽然这听起来很合理,但是您将在本节后面看到, MC 需要的 PANT 文件的结构通常与 BTOL 需要的 PANT 文件不同,您必须自己制作编写 MCFILE。

明智的做法是首先运行一个简单的案例,用 EXACT ALL,然后用 RANGE SN TH,在这个案例中,你只允许一个参数被扰动。不要申请可选的 QUIET,观察 屏幕上显示的优化输出。如果请求了 SNAPSHOT 选项,你也可以观察 BTOL 扰 动产生的图像质量,你可以判断它在优化运行中是否有所改善。 注意那些表明 变量冲突或不对称的错误信息。

1. 最后,你可以释放所有你想容忍的 BTOL 参数,并在打开 QUIET 选项的情况 下运行实际分析。 这将隐藏所有来自优化的打印输出,但仍将显示 SNAPSHOT。

为了说明这些程序,这是一个例子。下图是显微镜物镜,NA0.8。



在这样的系统中,公差是非常小的,在这里我们想要通过改变整个系统的偏心、 镜片2的偏心、物距和镜头内的两个空气间隔来进行调整。

这是优化 MACro,以名称 BTOLOPT.MAC 保存: PANT VY 0 TH 0 VY 2 YDC 200 VY 5 YDC 4 VY 4 TH 100.1 **VY 22 TH** END AANT M .00557 10 A GIHT M 0 100 A P YA GNO 0 10 3 P 0 0 0 F GNO 0 1 3 P 1 0 0 F GNO 0 1 3 P -1 0 0 F GNO 0 1 3 P 0 1 0 F END **SNAP** !EVAL :仅测试 SYNO 15

我们想要改变物距离以重新聚焦,但由于这个镜头的左边是短共轭,我们必须非常小心:物体空间中的 F/NUMBER 是 YMP1 和 TH0 的函数,如果我们允许 TH0 到 在保持 YMP1 固定的同时,NA 会发生变化。这极大地影响了图像品质,我们不希望优化程序减慢镜头 F/number 来获得精美的图像。为了避免这种情况,我们为镜头分配了选项 OSNA 0.8(参见第 3.11 节)。现在,当 TH0 变化时,YMP1 的值同时改变,并且物方空间中的 NA 保持固定。

我们在面 2 上也有一个偏心调整。 注意在 AANT 文件中,要求保持轴向光线 在图像上的中心。 这控制了 BTOL 中的 BORESIGHT 参数,但比 BTOL 做得 更好,因为虽然 BTOL 可以追迹误差,并将计算公差预算,使其在其限制范围 内,但它不使用任何调整来控制它。 这里是 REOPT 功能优越性的一个例子。 对这种调整的另一个需求来自于这样一个事实,即在像这样的快速物镜中,光 瞳的极端边缘经常显示出大的高阶像差。 在原始的设计中,这些高阶像差与其 他阶数是很好的平衡,但如果整个光束在光瞳中变得偏心--就像当楔形和元件 倾斜出现时那样--那么一个边缘或另一个边缘可能会超出标称孔径,并且会导 致非常大的像差。 与其依靠优化过程来找出如何减少这些像差,我们在这里选 择要求光束保持中心,从而完全避免了这个问题。

为了调整元件2的偏心,我们VY5YDC4。 注意5和8的虚拟。 这些是很重要的。 我们想要第2元件上的倾斜公差(以及所有其他的公差),但如果没有这些假面,我们将无法得到它。 如果我们只调整该元件的偏心,而没有两侧的虚拟表面,当程序发现偏心被作为调整变量时,就会跳过该元件上的倾斜和偏心公差。

图像质量是用 GNO 请求来校正的。 在这里,重要的是我们要使用 "F "选项, 从而控制整个光瞳的光线,而不是仅仅控制一半的光线--同时,我们还要控制 视场的顶部、底部和侧面。 在这个阶段,倾斜视场并不重要(BTOL 只做阿尔 法倾斜和 Y 偏心,除非另有说明),但在以后的 MC 分析中,它将是必要的。 当然,该系统已经被赋予了一个倾斜视场的尺寸。

当 MACro 准备好后,我们运行它,然后保存镜头(在这里的位置 5)。实际的 调整值在这个阶段并不重要(而且几乎为零),但所涉及的偏心的定义现在是 镜头文件的一部分,在其余的公差程序中必须保持如此。 如果偏心最初不是镜 头的一部分,而我们试图使用该镜头作为名义情况,那么重新优化将不会成 功。 优化过程会查看当前的镜头定义来决定偏心组的大小,而这些数据必须保 持可用。

现在让我们看看 BTOL 输入 MACro:

GET 5	;我们上面保存的镜头
EAM BTOLOPT	;确保优化参数是最新的
BTOL 2	
UCF 4	;将控制4个视场点
0 0	
10	
-1 0	
01	
EXACT 9 INDEX	; 这是一个相位调节器,基本上是完美的。
EXACT RAD 9 10	
EXACT IRREG 9 10	
EXACT TH 2	;由于调整了 TH 0,因此该 TH 无效
EXACT TH 9	
TPR ALL	
REOPT 10 QUIET	;在这里,我们重新优化镜头
TOL WAVE .014	; 波前差不会超过 0.014
TOL MAG 1.0	
TOL BORE 2.0	;我们不希望图像离开探测器;是偏心的。
PREP MC	;这是关闭的!请参见文本。
GO	
BTOL SAVE	; 对于 MC 分析是有用的

当 BTOL 运行完成时,下一步是使用 MC 来验证统计数据。看看 MC 是如何扰乱镜头的,这将是有用的;为此,我们创建并保存,但不运行一个名为 MCFILE 的 MACro。MAC 只包含两行代码:

STORE 1 MC

然后我们用命令运行它

MC 1 5

请记住,起始镜头已放入位置 5。此时我们所做的只是运行 MC 一次迭代,而根本没有调整任何东西。为什么? 因为现在我们在库 1 的位置有一个扰动镜头的 例子。输入 GET 1,然后是 ASY:

TILT AND DECENTER DATA

LEFT-HANDED COORDINATES

SURF TYPE	x	У	Z	ALPHA	BETA	GAMMA
2 REL	0.09283	0.07607	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000
3 REL	-0.00251	-0.00970	0.00000	0.0704	0.0000	0.0000
4 REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0304	0.0000	0.0000
5 REL	0.00295	-0.03342	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000
6 REL	0.00109	0.03132	0.00000	-0.0152	0.0000	0.0000
7 REL	0.00000	0.00000	0.00000	-0.0586	0.0000	0.0000
9 REL	0.04844	-0.01241	0.00000	0.0598	0.0000	0.0000
10 REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000	0.0102	0.0000
11 REL	0.00430	2.47800E-05	0.00000	0.0000	0.0347	0.0000
12 REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000	0.0446	0.0000
13 REL	-0.00146	0.00345	0.00000	0.0000	-0.0162	0.0000
14 REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0240	0.0000	0.0000
15 REL	0.00692	0.01227	0.00000	0.0279	0.0000	0.0000
16 REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000	-0.0159	0.0000
17 REL	0.00645	-0.00776	0.00000	0.0000	-0.0431	0.0000
18 REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0233	0.0000	0.0000
19 REL	0.00571	0.00366	0.00000	-0.0090	0.0000	0.0000
20 REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000	4.81E-04	0.0000
21 REL	-0.00135	0.00679	0.00000	0.0000	-5.31E-04	0.0000
22 REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000	0.0114	0.0000
24 REL	-0.02589	0.02725	0.00000	0.0000	-0.0583	0.0000
25 REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.1344	0.0000	0.0000
26 REL	-0.00915	-0.00954	0.00000	0.0000	-0.0772	0.0000
27 REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.1143	0.0000	0.0000

KEY TO SURFACE TYPES

GLB	GLOBAL COORDINATES	LOC	LOCAL COORDINATES
REL	RELATIVE COORDINATES	REM	REMOTE TILTS IN RELATIVE COORD.

SURF MESSAGES

5	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	4
5	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	3
8	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	7
8	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	6
9	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	5
11	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	10
11	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	9
13	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	12
13	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	11
15	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	14
15	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	13
17	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	16
17	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	15
19	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	18
19	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	17
21	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	20
21	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	19
23	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	22
23	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	21
26	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	25
26	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	24
28	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	27
28	UNDO	TILTS/DECENTERS	OF	SURFACE	NO.	26

现在您看到 MC 对镜头做了什么。倾斜,偏心和楔形的所有扰动都是用相对倾斜和偏心实现的,撤消堆栈在上面的列表中定义。任何地方似乎都没有冲突,所以我们可以继续。

现在我们编写真正的 MCFILE.MAC,如下所示:

PANT VY 0 TH VY 2 YDC 200 VY 2 XDC 200 VY 5 YDC 4 VY 5 XDC 4 VY 4 TH 100.1 VY 22 TH END AANT M .00557 10 A GIHT M 0 100 A P YA M 0 100 A P XA GNO 0 10 3 P 0 0 0 F GNO 0 1 3 P 1 0 0 F GNO 0 1 3 P -1 0 0 F GNO 0 1 3 P 0 1 0 F END **SNAP** !EVAL **SYNO 10** MC

这个文件很像 BTOL 运行时所使用的调整 MACro,增加了一些内容:由于镜头在 X 和 Y 都将受到干扰,我们必须同时控制两个方向的光束集中,并在 X 和 Y 上改变 2 和 5 的偏心。

当输入如所示准备好后,我们再运行一个额外的 MC 15,以验证修正工作并检查错误消息。如果它按预期运行,我们可以运行,比如说,一批 100 个镜头。

MC 100 5 QUIET.

当整个工作完成时,可以使用命令 MC 绘图来显示所有品质参数的直方图以及 多达 10 个调整变量。如果您需要超过 10 个变量,您可以为 Zn 参数分配额外的 变量,然后使用第 12.5.2 节中描述的 MC IZn 设置在 MC 中绘制它们。

12.1.2.2 寻找最佳的调整

前面几节介绍了如何声明一个参数作为 BTOL 的调整值--但在这之前, 你必须 确定哪个(些)变量将发挥最大作用。 本节介绍了一个可以帮助的程序。

当一个镜头被制造出来后,成像不如标称设计的好,通常是低阶图像误差占主 导地位。因此,一个校正好的镜头会因为制造误差而表现出三阶球差和轴向彗 差,尽管如果公差足够小,这些误差会很小或为零。因此,最有用的调整往往 是那些对这些像差影响最强烈的调整。一个非常简单的 BTOL 模式将检查所 有可用于空位和偏心调整的合理组别,并打印出一个显示每个组别效果的表 格。其效果以每单位扰动的 OPD 单位给出。

要使用此功能,请输入列表的文件:

BTOL ATABLE GO

程序将搜索不违反许多规则的组,这些规则可以阻止某些变量的使用,如组内 的全局规范。 尽管组的大小可以是任何不违反其他规则的数字,但只有那些 BTOL 可以使用的厚度和倾角才会被考虑。 如果透镜包含任何受倾斜或偏心 影响的表面,或者声明为 GLOBAL,那么组就不允许跨过这些表面。

例如:



我们想要显示我们应该在 Y 和 Z 中调整哪个透镜或组来弥补制造误差。输入上面所示的输入,我们得到

CHANGE IN SA3 AND GIHT FOR AXIAL SHIFT OF LENS GROUPS CONFIGURATION 1

FIRST	LAST	GROUP	EFFECT/UNIT	GIHT/UNIT
1	4	3	-4.47976	-0.113658
1	5	4	-4.47976	-0.113658
1	7	6	3.42527	-0.123959
1	9	8	4.44051	-0.128045
1	11	10	0.175995	-0.100403
1	12	11	0.175995	-0.100403
4	5	1	-0.285002E-05	0.00000
4	7	3	7.87846	-0.101629E-01
4	9	5	8.89641	-0.142598E-01
4	11	7	4.65279	0.132414E-01
4	12	8	4.65279	0.132414E-01
7	9	2	1.01820	-0.409443E-02
7	11	4	-3.23192	0.234260E-01
7	12	5	-3.23192	0.234260E-01
9	11	2	-4.25012	0.275182E-01
9	12	3	-4.25012	0.275182E-01
11	12	1	0.00000	0.00000

CHANGE IN AXIAL COMA FOR DECENTER OF LENS GROUPS CONFIGURATION 1

FIRST	LAST	GROUP	EFFECT/UNIT
2	4	3	-41.6375
2	5	4	-41.6375
2	7	6	133.829
2	9	8	141.563
2	11	10	17.5907
2	12	11	17.5907
6	7	2	175.466
6	9	4	183.200
6	11	6	59.2277
6	12	7	59.2277
8	9	2	7.73412
8	11	4	-116.238
8	12	5	-116.238
10	11	2	-123.972
10	12	3	-123.972

从第一个列表中,我们看到补偿球差的最敏感组包括由空气间隔4和9包围的 元件。 这具有将表面6至9沿Z轴移动的效果。(表面5的厚度,也是一个空 气间隔,没有被程序选择,因为BTOL不会自动计算它--因为它跟随另一个已 经被计算的空气间隔)。

从第二组中我们看到,对控制轴向彗差最敏感的一组还是表面 6 到 9。 在实际的 BTOL 分析中,从这两个调整开始是安全的。 请记住,在这里我们只检查两个像差,而一个现实的调整必须补偿图像中可能出现的其他一切问题。 由于这个原因,在你确定使用某个特定的调整之前,你可能必须对上述列表中的其他候选者进行试验。

12.1.3 BTOL 像质描述

BTOL 要检查的成像质量标准从四类中选择:波前方差、光斑尺寸方差、斯特列尔和卷积 MTF。这些将在下面的章节中讨论,都以 TOL 或 DEGRADE 开头。请注意,你可以包括任何或所有的边界条件 BORE、MAG 和 DIS,但只能有一个引用质量描述符的 TOL 或 DEGRADE 命令。

任何这些品质描述符的输入的误差值都必须超过初始值(MTF 和斯特列尔比除 外,它们必须更低)。差别越大,公差就越宽松。如果不是这样,将替换默认的 公差(1.5 倍公差),并显示一条警告消息。

此外,BTOL 可以检查三种系统特性的变化:放大率、视轴和畸变。

12.1.3.1 BTOL 波前品质描述符

您可以选择波前差以下输入:

TOL WAVE VARIANCE

1034

TOL WAF <u>VAR VAR VAR</u> ... DEGRADE WAVE <u>FRACTION</u> DEGRADE WAF <u>VAR VAR</u> ...

TOL WAVE	给的法场果个 关给出这个关系。	前差的最大允许值。如果透镜本质上是接近衍射极限 个输入可以被使用,并且它提供了一种控制波前的方 果输入了该值,那么公差预算允许的最大值对于所有视 是相同的,除非FWT 命令为每个视场点指定了权重。如 种情况,则每个点的最大值增加1/WT*2,这对应于每 的波前标准偏差的增加与该视场点的权重成反比。 前计算和使用这些品质描述符的其他评论在第12.2节中 所有用户都应该阅读。
TOL WAF	FOL与 TOL WAV 一样,除了满足每个视场点的期望公差,按上面WAFFOV 中描述的顺序给出。	
DEGRADE WAVE		指定波前差允许的变化。默认描述符是降级 WAVE .1(它提供了非常严格的公差)。
DEGRADE	WAF	允许在每个视场点的波前差的变化。

12.1.3.2 BTOL 光斑尺寸描述符

您可以选择几何光斑尺寸的方差,输入如下:

TOL [X/Y]SPOT <u>VARIANCE</u> TOL SPF <u>VAR VAR VAR</u> ... DEGRADE SPOT <u>FRACTION</u> DEGRADE SPF <u>VAR VAR</u> ...

TOL	给出点方差的最大允许值(不是值的变化量),即光斑的标准差的
SPOT	平方。如果输入了该值,那么公差预算允许的最大值对于所有视
	场点都是相同的,除非 FWT 命令为每个点指定了权重。如果是
	这样的话,每个点的最大值增加1/WT**2,这对应于每个视场
	的 RMS 点大小的增加与该视场点上的权重成反比。例如,如果

	您希望全视场点的大小公差是轴上点的两倍,那么您将为该点输入.5的权重。		
	标准差是一个有用的测量点大小的方法。如果从图案的质心测量 每个点,则与 RMS 点的大小相同。要确保该度量不会超过期望 的值,只需平方该值并输入数量 <u>VARIANCE</u> .的结果。		
	如果(以使) 前者?	象仅在一个方向上是清晰的,如在扫描器的线图像中,则可 目助记器 XSPOT 和 YSPOT 在单个方向上公差光斑尺寸。 会忽略一个 Y 方向,而后者会忽略 X 方向。	
TOL SPF	与 TOL 光斑相同,但对每个视场点都给出了期望的公差,按照 上面 FOV 中描述的顺序。		
DEGRADE SPOT			
	指于想允根个 由观定家指许的视 此一	光斑方差的最大允许值为大于初始值的分数。这种输入适用 希望镜头的像质下降(例如,不超过其标准值的 20%),但不 定实际公差。例如,如果您输入的值为 0.5,那么方差将被 备低到 1.5 倍于初始值的值,这个值对应于这个数字的平方 RMS 点大小的增加,或者是初始值的 1.2247 倍。计算在每 汤点上进行,并为初始图像最好的光斑分配最紧的公差。	
况一样。 DEGRADE 在每个视场点上给出允许的点列尺寸的变差程度。			
SPF			

12.1.3.3 BTOL 斯特列尔比品质描述符

您可以选择以下输入的 Strehl 比率品质描述符:

TOL STREHL <u>VALUE</u> TOL STF <u>VALUE VALUE</u> ... DEGRADE STREHL <u>FRACTION</u> DEGRADE STF <u>NB NB</u> ...

TOL STREHL	指定要评估斯特列尔比,并将其保持在指定的公差范围内。 该选项计算波前方差,但利用的是值的倒数		
	S.R. = exp(-4 π **2*方差)		
	作为质量描述符。 在这种情况下,最坏的允许值要小于初始值,而不是像 SPOT 和 WAVE 那样反过来。 .5 的场权重将 允许该点的 S.R.降低一半,而权重为1 时则适用。		
	注意: Strehl 比值应该只用于优化得非常好的系统。 BTOL 的预算计算部分依赖于这样一个假设,即质量描述符的变化可以由只有两个项的泰勒级数来相当好地描述,而这对于像 S.R.这样的指数来说是不正确的,除非在一个小范围内。 如果标称系统的 S.R.低于 0.3,这个计算的结果就没有什么意义,应该用波前方差或 MTF 来代替。 对于峰谷波前误差超过两波的系统,推荐使用 SPOT 公差选项,而不是任何基于 OPD 的方法。		
	Strehl 比描述符只推荐用于具有均匀、无渐晕的圆形孔径的系统。 这意味着它不应该被依赖在高斯物体系统中,在这种系统中,孔径被强烈地渐晕。		
	由于这个计算是基于波前方差的,它自动包括了横向色差的 不良影响。即使每种波长的图像都是完美的,每种波长的 S.R.都很高,方差计算也会采用一个共同的图像点来描述波 前,而横向色差会显示为波前倾斜这会增加方差,降低 S.R.。		
	请参阅关于 MTF 公差的评论,讨论在计算导数时质量过度下降的情况下采用的自动导数校正。		
TOL STF	对每个视场点的 Strehl 比率给予公差。		
DEGRADE STREHL		指定 Strehl 比率允许的分数变化。例如,允许 S.R. 降低 到其标准值的 70%,可以输入 DEGRADE STREHL 0.3。	
		有关其他信息和注意事项,请参阅 TOL STREHL 部分。	
DEGRADE STF		在每个视场点给出允许的 Strehl 比降低值。	

为方便起见,此处的表格给出了波前差公差,该公差等于给定的 Strehl 比率。 这仅适用于单波长分析,在这种情况下可用于代替 SR 公差。方差分析稍微强 一些,因为后者不需要计算折射率 SR 近似,这是更加非线性的。

TABLE OF STREHL VERSUS VARIANCE

	STREHL	VARIANCE
1	1.00000000	0.0000000
2	0.98433283	0.00040000
3	0.96891111	0.00080000
4	0.95373102	0.00120000
5	0.938/88/5	0.00160000
6	0.92408058	0.00200000
, ,	0.90960285	0.00240000
8	0.89535195	0.00280000
9	0.88132431	0.00320000
10	0.86751645	0.00360000
10	0.85392492	0.00400000
12	0.84034033	0.00440000
14	0.82737733	0.00480000
15	0.81441409	0.00520000
16	0.78909544	0.00500000
17	0.77673255	0.00640000
18	0.76456334	0.00680000
19	0.75258480	0.00720000
20	0 74079392	0.00760000
21	0.72918778	0.00800000
22	0.71776347	0.00840000
23	0.70651814	0.00880000
24	0.69544900	0.00920000
25	0.68455328	0.00960000
26	0.67382827	0.01000000
27	0.66327128	0.01040000
28	0.65287970	0.01080000
29	0.64265092	0.01120000
30	0.63258239	0.01160000
31	0.62267162	0.01200000
32	0.61291611	0.01240000
33	0.60331345	0.01280000
34	0.59386123	0.01320000
35	0.58455711	0.01360000

36	0.57539875	0.01400000
37	0.56638388	0.01440000
38	0.55751024	0.01480000
39	0.54877564	0.01520000
40	0.54017787	0.01560000
41	0.53171481	0.01600000
42	0.52338434	0.01640000
43	0.51518439	0.01680000
44	0.50711291	0.01720000
45	0.49916788	0.01760000
46	0.49134733	0.01800000
47	0.48364931	0.01840000
48	0.47607189	0.01880000
49	0.46861319	0.01920000
50	0.46127135	0.01960000
51	0.45404453	0.02000000
52	0.44693094	0.02040000
53	0.43992879	0.02080000
54	0.43303635	0.02120000
55	0.42625190	0.02160000
56	0.41957373	0.02200000
57	0.41300020	0.02240000
58	0.40652966	0.02280000
59	0.40016048	0.02320000
60	0.39389110	0.02360000
61	0.38771994	0.02400000
62	0.38164547	0.02440000
63	0.37566616	0.02480000
64	0.36978053	0.02520000
65	0.36398712	0.02560000
66	0.35828447	0.02600000
67	0.35267117	0.02640000
68	0.34714580	0.02680000
69	0.34170701	0.02720000
70	0.33635343	0.02760000
71	0.33108372	0.02800000
72	0.32589658	0.02840000
73	0.32079070	0.02880000
74	0.31576481	0.02920000
75	0.31081767	0.02960000
76	0.30594804	0.03000000
77	0.30115470	0.03040000

1039

78	0.29643646	0.03080000
79	0.29179213	0.03120000
80	0.28722058	0.03160000
81	0.28272064	0.03200000
82	0.27829121	0.03240000
83	0.27393117	0.03280000
84	0.26963945	0.03320000
85	0.26541496	0.03360000
86	0.26125666	0.03400000
87	0.25716350	0.03440000
88	0.25313448	0.03480000
89	0.24916858	0.03520000
90	0.24526481	0.03560000
91	0.24142220	0.03600000
92	0.23763980	0.03640000
93	0.23391666	0.03680000
94	0.23025184	0.03720000
95	0.22664445	0.03760000
96	0.22309357	0.03800000
97	0.21959832	0.03840000
98	0.21615784	0.03880000
99	0.21277126	0.03920000
100	0.20943773	0.03960000
101	0.20615644	0.04000000

12.1.3.4 BTOL MTF 品质描述符

您可以选择以下输入卷积 MTF:

TOL { MTF / YMTF / TMTF / SMTF / XMTF } <u>FREQ MTF</u> TOL { MFF / YMFF / TMFF / SMFF / XMFF } <u>FREQ MTF MTF</u> ... TOL { MSF / YMSF / TMSF / SMSF / XMSF } <u>MTF FREQ FREQ</u> ...

DEGRADE { MTF / YMTF / TMTF / SMTF / XMTF } <u>FREQ FRACTION</u> DEGRADE { MFF / YMFF / TMFF / SMFF / XMFF } <u>FREQ FRACTION</u> ... DEGRADE { MSF / YMSF / TMSF / SMSF / XMSF } <u>FRACTION FREQ</u> <u>FREQ</u> ...

TOL MTF	给出了最小允许的 MTF。 关于此方法中固有的假设,见 8.6.3.1 节。 空间频率由 FREQ 输入给出,MTF 是子午和弧矢 MTF 的 平均值。
TOL MFF TOL MSF	BTOL 的通常操作是确保质量描述符不超过一个给定值;对于 MTF(和 Strehl 比率),这需要修改,因为在这种情况下,质量 必须不低于一个指定的数量。出于这个原因,BTOL 实际上公 差了 MTF 的反值。这一行动有几个微妙的后果。
	其一是,如果增加一个变量后质量非常差,描述符可能接近无穷 大,导数信息将毫无意义。为了确保导数是合适的,程序将不 允许 MTF 退化到小于其初始值的 0.5 倍,或输入 IMAX 的数 量。如果超过了这个退化量,程序将迭代地减少导数增量,直 到它不退化。在极少数情况下,这种搜索可能会失败,并且会 打印出一条警告信息,表明该变量的行为过于恶劣,无法用 BTOL 来计算公差。请注意,这种退化与预算给定或允许的退 化不一样,而且不影响变量的范围。如果输入 IMAX,它应该 是一个小于1的正数。
	MTF 选项应该只在镜头在所要求的频率下具有大于约 0.5 的标称 MTF 和小于约 10 个波长的像差时才被要求。由于 MTF 函数在 像差或模数较低的情况下会出现振荡,所以在这些情况下不适合 做公差。
	如果需要,可以通过 FWT 输入为 MTF 公差输入场权重。 其作 用是将(倒置的)最大描述符除以权重。 如果最小 MTF 为 0.4,则描述符的限制为 1.0/0.4,或 2.5。 如果输入 0.5 的视场权 重,这个限制将变成 5.0,对应于 0.2 的 MTF。 大多波长 MTF 是使用镜头文件中的当前波长和权重计算的。 请注意,如果有 的话,场权重是按照 UCF 输入中给出的顺序定义的,否则就按 照默认顺序(0, 1.0, 0.5)。
	TOL MFF 为每个视场点指定一个不同的目标,所有视场点的特殊频率相同。
	MSF、YMSF 等变体让你在每个视场点指定不同的频率,对每个视场点保持相同的目标。
TOL { YN SMTF /	ITF / TMTF / XMTF /

YMFF /TN	MFF /	XMFF / XMFF /				
YMSF / T	XMSF / SMSF}					
	指定! 同。	指定只有 Y 或 X 方向的 MTF 公差。 T 与 Y 相同, S 与 X 相同。				
DEGRADE MTF		给出 MTF 的分数减少。例如,如果 MTF 为 0.8 且分数为 0.2,则 MTF 公差为 0.64。				
DEGRADE { YMTF / TMTF / XMTF / SMTF / YMFF /TMFF / XMFF / XMFF / YMSF / TMSF / XMSF / SMSF }						
	指定	MTF 仅在指定方向	上公差	0		

所有这些描述符都涉及到对出瞳的插值,以找到许多光线点的 OPD。 使用的函数将是对波前的线性样条拟合。 参见第 8.6.3.1 节对其影响的讨论。样条法的速度要慢得多,但效果很好。 为了提高精度,线性样条法的插值网格总是被设置为 80x80。

12.1.3.5 附加品质描述符

除了上述章节中的图像质量描述符外,BTOL还可以检查镜头的其他三个属性的变化。这些给出了一个参考点的位置,这个参考点是通过在给定的视场和孔径点YEN=+/-0.473处取两条光线的截点的平均值而找到的。当镜头有少量的彗差时,这些光线近似于衍射像点的位置。对于一个校正良好的镜头来说,它们基本上等于主光线点,而对于公差来说,当镜头可能显示轴向彗差时,结果显示了当该像差被计算在内时,图像位置是如何变化的。输入是。

[TOL MAGNIFICATION MTOL]

[TOL DISTORTION DTOL]

[TOL BORESIGHT <u>BTOL</u>]

TOL	通过指定参考点的最大变化来控制放大率的变化,减去孔径偏移。
MAG	默认值是100.0,这是为了在需要之前禁用这一功能。注意,没有

	焦点补偿的镜头的放大率变化与有重新聚焦的镜头的放大率变化 是不同的。在计划要指定的调整时,应考虑到这一点。
TOL DIST	给出一个最大的畸变变化,定义为在.5 视场点上的主光线参考点的变化,减去 MAG 变化的一半。 对于有大量实际畸变的镜片,这不一定合适,不应要求。默认值是 100.0,目的是禁用这个功能,直到需要它。
TOL BORE	通过给出轴上点的参考坐标的最大变化来控制轴视误差。默认值 是100.0,目的是在需要之前禁用这一功能。

要输入这三个边界条件的数值,公差应该是线性镜头单位,除了 AFOCAL 镜头, 它的单位是弧度。

请注意,你可以包括任何或所有的边界条件 BORE、MAG 和 DIS,但只有一个引用质量描述符的 TOL 或 DEGRADE 命令。

12.1.4 多重结构 BTOL 分析

BTOL 可以同时计算多重结构的公差预算。在启动 BTOL 之前,所有要使用的ACON 必须包含所需的镜头,并且必须使用一个或多个 ACON ... PICKUP 文件声明结构之间的任何拾取,就像多重结构优化一样。有关该功能的说明,请参见第 10.7.2 节。

对于公差,必须小心地选择不对称性,以及曲率、厚度和折射率,以便在使用相同透镜的所有多重结构中完整地再现透镜倾斜和楔形。为此目的,设置

BZOOM

用于代替 ACON PICKUPS 文件中的常用 ZOOM。这将拾取一系列表面数字内的 所有参数,包括倾斜和偏心。

设置多重结构 BTOL 运行时需要小心。在大多数情况下,多重结构在某些方面会 有所不同,并且必须从 ACON PICKUP 文件中排除不同的参数。但重要的是要记 住,程序将使用每个公差透镜后面的表面来撤消该透镜的倾斜,偏心和楔形。如 果该表面在另一个多重结构中应该是不同的,因此从拾取列表中排除,则透镜公 差将不会在该配置中正确建模。因此,当下一个表面从拾取列表中排除时,您必 须始终在镜头透镜后面提供虚拟表面,并且该透镜对于多个多重结构是通用的并 且公差在可容忍范围。
准备好 ACON ... PICKUP 文件后,您可以在 BTOL 输入中包含其他多重结构,如下所示:

```
BTOL <u>CRITERION</u> MULTI
ACON 1
(BTOL input for ACON 1)
ACON 2
(input for ACON 2)
ACON 3 ...
...
GO
```

对于 BTOL 输入中的每个 ACON 声明, 您必须为该 ACON 提供完整的 BTOL 设置, 就好像它是惟一涉及的结构一样。因此, 该特性是相当通用的, 您可以计算 一个多重配置使用 MTF 标准和一定的调整, 另一个配置使用光斑方差标准和不同的调整, 等等的公差。

程序标识在处理每个多重结构时要考虑的所有设计变量,并删除任何受拾取设置 影响的变量。此外,如果您已经使用了针对给定 ACON 的 BZOOM 选项,则在 该多重结构中受影响的半径将在别处获取其值,并且您不应该在将会影响这些值 的多重结构中输入任何其它规范,例如 FIX、TPR 等。由于这个原因而被删除的 变量将在 BTOL 列表上显示为零公差,以指示该程序没有处理它们。另一方面, ACON1 的公差将自动包含该多重结构中的变量对其他多重结构的任何影响,因 为这些变量被它们拾取。

如果您希望某个变量保持独立于结构 1,即使使用 BZOOM 选项拾取其他变量, 也只需使用指定表面的单个设置跟随该设置。例如,如果您希望表面 7 的倾斜为 ACON 2 与 ACON 1 不同,可以输入

ACON 2 PICKUPS BZOOM 7 PAS 0 END

这种普遍性有一些例外。如果要重新优化任何多重结构,则它们都不会设置 BTOL 调整,因为重新优化可能会调整需要控制的所有多重结构。此外,整个集 合只需要一个 PREPARE MC 设置。调整总数为 4,如果需要更多,则必须使用 重新优化功能(其中数字只是优化中允许的最大变量数,目前为 151)。 多重结构公差运行速度比其他方式慢,为了加快速度,您应该使用 ACON NB NULL 命令消除所有未使用的多重结构。另外,请记住,当执行拾取时,程序依 次检查每个多重结构并满足它发现的任何拾取。但这意味着如果较低数量的 ACON 从较高的数字中获取值,则在获得较高的 ACON 后,它获得的值可能不 再正确。换句话说,执行过程并不循环,以查看由于在更高编号的 ACON 中的 另一个拾取或近轴解决而后来拾取的任何东西是否被更改。

为了说明 ACONs 在公差方面的使用,这里有一个假设的输入文件:

ACON 1	
GET 1	
ACON 2	
GET 6	
ACON 2 PICKUPS	
BZOOM 1 7	表面 1-7 不再是独立的
7 PAS 0	我们稍后会对它进行调整,所以把它排除在外
END	
ACON 1	
BTOL 2 MULTI	
ACON 1	
INCLUDE 1 THRU 9	
TPR 6 7 8	
DEGRADE MTF .2	
ADJUST 22 TH 100 100	
FOCUS REAL ALL	
ACON 2	

FOV 1	
TPR 8 9	这些半径仍然是独立的
TOL SPOT .01	
EXACT RAD 13	
ADJUST 7 YDC 2 2	这仍然可以自由调整
PREPARE MC	
GO	

这里您可以看到这个特性有多普遍;几乎所有的事物都可能因一个而异。例外是 PREPARE MC 和 REOPT 命令,它们同时应用于所有内容,并且必须只输入一 次。

12.2 BTOL 成像质量评估

理想的情况是,如果要根据图像品质的某些描述来对镜头进行公差计算,那么分 析应该包括在许多视场点和波长上的大量光线,并且应该重新评估镜头,因为每 个变量都受到几个不同增量的干扰,以便通过包含所有相关导数的幂级数展开来 获得足够的信息来描述该变量的影响。然而,这一进程的费时将高得令人望而却 步。

由于这个原因,人们试图找到捷径和近似的方法,以获得合理准确的公差,而不 需要那种分析的成本。目前使用的一种方法是通过代数方法获得 OPD 相对于每 个设计变量的导数,以免每条光线都被追迹。 这种方法提供了非常快速的导数 评估,依赖于假设 OPD 误差是扰动的二阶函数。

然而,我见过一些镜头的例子,这种方法并不充分。只要每个变量的变化极小, 这个假设就没有问题,但当考虑到调整的影响时,变化很快就变得足够大,以至 于高阶效应变得很重要。代数法对活塞误差、波前倾斜和离焦给出了一个很好 的近似值,但当这些被参考点的改变和焦距移动所消除时,高阶波前变化成为像 质退化的主要来源,而这些是代数近似值所不能给出的。

BTOL 程序避免了这一困难,它通过有限差分法而不是代数法来评估质量描述符以及第一和第二导数。 BTOL 的隐含假设是,这两个导数足以预测变量的其

他值的质量。 虽然这本身是不精确的,但它比代数方法有一个优势,即假设是 保守的:有限差分是在极端公差下进行的,由 RANGE 输入定义,而不是在名 义设计下,所以任何未被发现的高阶项的不良影响都存在于评估中。 因此,最 终的公差是在这个范围内的内插值,而不是从名义设计的外推值。

当然,这种方法的缺点是比较耗时。为了使时间最小化,波前被简化为幂序列 或 Zernike 多项式,图像质量是通过在这个多项式上内插一格光线来确定的。 幂级数多项式的形式与第 9.4 节中给出的相同,只要高阶像差不过分,它就能 给出波前方差的准确值。(基于 MTF 的质量描述符将利用线性样条。见第 12.1.3.4 节)。 系数是通过对 21 条光线的最小二乘法拟合确定的,分布如下图 所示。



Zernike 选项在原则上更精确,但是需要 5 到 10 倍的时间才能运行。实际上, BTOL 产生的结果几乎总是一样的。

对光瞳进行品质分析的光线网格默认为 30x30 网格,但是用户输入可以指定 10x10 到 80x80 之间的任何网格。

BTOL 使用标准透镜在主波长的每个视场点检查光线网格,并丢弃任何有渐晕或弥散斑的光线。被切趾所影响的光线被根据沿着光线的传输分配了权重(但不考虑偏振)。BTOL 也尊重所有的光瞳选项,包括 VFIELD 数据(如果有的话)。在 BTOL 运行时,这一光线集被用于所有的色差,忽略了光瞳本身可能随色差的变 化和 BTOL 调整的可能性。这种简化是必要的,因为如果要连续更新光瞳,则需 要大量增加运行时间,而且这种假设可能不正确的情况也很少见。

在使用 BTOL 之前,使用图像选项对镜头进行评估是一种很好的做法,以便显示 校正的初始状态和品质描述符的标准值。使用 ZMTF、RMS 和方差命令很容易 做到这一点。所得到的点或波前的方差应该与 BTOL 计算的相似。

由于用于 IMAGE 分析的光线模式可能与 BTOL 中的光线模式不完全一致,而且 后者采用了插值算法,在追迹了几条光线后就可以估计图像质量,因此 BTOL 的 初始质量描述符可能与 IMAGE 程序给出的描述符有一定的差异,如果需要严格的相关性,使用 BTOL 的 EVALUATE 选项来确定初始质量描述符会更全面。

为了验证最终 BTOL 预算的统计数据,可以使用 Monte-Carlo 选项,在第 12.5 节 中介绍。

12.3 统计方面的考虑

近年来,人们对程序的兴趣很大,这些程序不仅仅是提供灵敏度表或它们的倒数 来帮助计算镜头的公差(1,2)。

这些程序成功的核心是两个必须合理有效的假设:第一个是镜头的质量变化可以 在一个有用的范围内由质量相对于每个变量的第一和第二导数来描述,第二个是 某些统计近似值对镜头有效。

第一个问题已经在第 12.2 节中讨论过了;对于大多数镜片来说,两个导数是合理充分的,只要它们是在典型的公差水平上精确计算出来的,而不是用名义设计代数出来的。 这就是 BTOL 的情况。

第二个假设是大数定理的结果,即大量独立、随机分布的变量(或它们的函数) 的总和由钟形概率曲线给出,称为高斯或正态概率密度函数。 这条曲线可以完 全由其平均值µ和方差σ来描述。 在适当的条件下,这些量可以从每个独立函 数的相应均值和方差中计算出来,并且与后者的特定概率分布无关。

这就是说,如果我们知道每个随机变量(在我们的例子中是镜头参数)的平均值 µ和标准偏差σ,我们就可以预测质量描述符超过阈值的概率。

为了使大数法则有效,数字不需要特别大:数值评估表明,只要有六或八个变量, 分布与高斯的偏离就可以忽略不计。 另外三个必须满足的条件被称为形式不变 性、独立性和缺乏支配性。这些条件要求每个变量的概率分布的形状不是容忍度 大小的函数,一个变量的错误不影响其他变量的错误,而且许多变量对性能下降 的贡献或多或少是相同的。

在大多数镜头中,这些条件都得到了充分的满足,特别是如果变量被正确定义的 话。例如,如果一个厚度误差导致其他地方出现相反符号的空气间隔误差,它 们就不是独立的--但变量可以被重新定义为表面的移动,而不是简单的厚度变化, 在这种情况下,独立的要求再次得到满足。BTOL 通过 GROUP 和 THC 选项来 满足这一要求。

鉴于上述假设充分有效,所有变量对镜头质量的影响可按以下方式确定。

如果质量描述符用 Q 表示,每个变量用 Xj 表示,那么 Q 对 Xj 的依赖性可以写为

$$\Delta Q = \sum Bj \Delta Xj$$

or
$$\Delta Q = \sum (Aj \Delta Xj^2 + Bj \Delta Xj)$$

取决于Q是X的线性函数还是非线性函数。

我们希望知道由于 X 中的所有误差导致的 Q 变化的均值和方差。在 Q 上使用期 望算子,可以证明对于线性情况, ΔQ 的平均值由下式给出:

$$\mu_{\Delta Q}$$
 = \sum Bj μ_j

方差

$$\sigma^2_{\Delta Q}$$
 = $\sum_{B_j \sigma_j}^{2} \sigma_j^2$

其中 μj 是 Xj 的平均值, σj 是标准偏差。 对于非线性情况,这些量是

$$\mu_{\Delta Q} = \sum_{j} A_j (\sigma_j^2 + \mu_j^2) + B_j \mu_j$$

and $\sigma_{\Delta Q}^2$ = $\sum B_j^2 \sigma_j^2$

如果我们假设每个变量变化的平均值为零,这些方程就变得有些简化。这并没 有很大的通用性损失,因为通过正确定义我们对每个变量的概率分布的含义, 这总是可以成为事实。下文将更全面地讨论这个问题。

在线性情况下,例如对边界条件 BORE、MAG 和 DIS 进行公差时,结果是这些量值变化的平均值总是为零,而标准偏差,也就是方差的根,是 15.9%的情况下会超过的退化量。在所有案例中,只有 2.3%的案例会超过 2 西格玛误差。

对于图像质量描述符来说,它们对变量是非线性的,其结果是Q的变化的平均 值不一定是零。BTOL将预期的平均值和ΔQ的多重偏差相加,并将此值作为 其大小不超过所需公差的数量。 这里的 "倍数偏差 "是 BTOL 线上的第二个 词,给出的置信度是一个西格玛、两个西格玛,等等,或者是从百分比标准中 得出的等价量。

从这些结果我们可以看出,对于编制公差预算来说,BTOL 唯一感兴趣的参数 是每个变量的标准差 σ。 预算的编制方式是为所有需要公差的数量获得一个必 要的 σ 值。 然而,为了将其与实际的加工公差联系起来,有必要了解一些适用 于特定变量的统计数据。 换句话说,我们必须知道指定什么样的公差才能保证 变量具有所需要的方差。

在这方面,有三种统计数据是值得关注的。 第一种情况是当变量可以用一个数 字来描述时,如半径、厚度、折射率等。 这是一个单维问题,唯一的问题是变 量在其容许范围内有一个特定值的相对概率。 在某些情况下,我们期望变量在 范围内的任何地方出现的可能性是一样的,而在其他情况下,它可能更经常出 现在中心或两端附近。 要解决这样的差异,需要详细记录一个特定的光学厂商 如何满足它所加工的镜头的公差要求。 幸运的是,对于我们的目的,这并不是 很重要。

很容易证明,在正负 E 的范围内,具有均匀概率分布的变量的标准偏差等于 E/ (3 的平方根)。 因此,对于这样一个变量,适当的公差是σ*1.732,其中σ 是预算计算中得出的理想倍数偏差值。 如果一个变量总是在其范围的一端或另 一端被发现,E 的适当值将等于σ。 这两种情况之间的差别不到2倍,如果你 知道某个特定变量的分布细节,你可以很容易地从一个转换到另一个。 例如, BTOL 假设一维变量为均匀分布,因此打印的公差为σ*1.732 要将其转换为其 他分布,只需除以1.732。

第二种分布是二维的,如元件偏心的情况;在这里,镜头的中心可能在 X 和 Y 上都有位移。

一般来说,当我们只评估子午线上的图像时,比如说,Y方向的偏心的效果将 与 X 方向的偏心有些不同。 让我们先看看限制在所有可能的偏心的狭窄部分

的偏心,以Y轴为中心,以确定该区域内的预期平均值和方差。考虑下图的分布。



在这里,我们看到特定偏心距离零点一定距离的概率大于上面讨论的均匀分布的 情况,因为在圆周边附近存在比在中心附近更多可能的偏心位置。对于上图中的 偏心集,可以显示平均值为零,标准偏差仅为 E / 1.414。

只有 Y 轴附近的偏心。理想情况下,应评估 X 偏心的影响并使其与 Y 偏心的统计数据相同,但这样做会使计算成本增加近 50%(因为倾斜也应该得到处理)。相反,让我们考虑两种可能性:第一种是 X 偏心是子午平面中图像退化的严重来源,第二种可能性是它们根本不严重,只影响 X-Z 平面中的图像。在实际操作中,效果通常在这两种极端情况之间,因此这种分析将限制问题。

在第一种情况下,在任何方向上的偏心都是同样严重的品质退化来源,问题基本 上已经变成一维,就像统一的情况一样,除了统计涉及两个而不是三个的根。在 第二种情况下,如果我们整合上图所示分布的所有可能的角度方向,则偏心的标 准偏差为 σ = E / 2.0。

所有这一切的要点是表明公差对每个透镜变量的概率分布的细节不是特别敏感。 为了保守起见,BTOL 将σ值乘以一维变量的根号3,再乘以十进制变量的根号 2。

楔形、透镜倾斜和不规则的情况类似于偏心的情况,除了通过圆形分布在线性情况下不增加误差的一σ概率。也就是说,误差本身具有均匀分布,并且只有其方向是圆形的。 同样,为了最小化计算成本,BTOL 假设误差在所有方向上同样严重,并且使用等于根号3的比例因子。

1. M. Rimmer, Appl. Opt., 9, 553, (1970).

2. M. Rimmer, SPIE Proc., Vol.147, pp. 66-70, (1978).

12.3.1 分段公差

偶尔我们需要为一个非常复杂的系统寻找公差,在整个系统组装之前,我们希望对独立的模块进行调整。 这比普通的 BTOL 分析涉及更多的步骤,但仍然 是非常可行的。

这个过程是多次运行 BTOL,每个模块一次。每次都是整个系统,用 INCLUDE 选项(见第 12.1.1 节)隔离有关的模块,并在 BTOL 输入中包括可选的 SEGMENT。对于每个分析,给出只适用于该模块的调整,并确保每个分析的 质量描述符是相同的。在每种情况下指定的允许退化应该是总的允许退化的一 部分,当所有的预算都准备好后,对图像的总影响可以按以下方法找到。

在每个片断的 BTOL 输出中,找到总结你在该分析中包含的片断的统计影响的部分。

REL.	Y-HEIGHT	REL. X-HEIGHT	ANTICIPATED STATISTICS			
			OF QU	JALITY DESCRIP	TOR	
	(HBAR)	(GBAR)	NOMINAL	MEAN CHANGE	VARIANCE	ZOOM
	0.000	0.000	0.00405	5.37284E-04	1.70040E-06	1
	1.000	0.000	0.09136	0.00118	1.88869E-04	1
	0.500	0.000	0.01629	6.33853E-04	9.68619E-06	1

PARTIAL CONTRIBUTIONS FOR SEGMENTED TOLERANCES

在这个列表中有几个数字您必须记录。

首先,确定哪个视场点最接近其公差,你可以通过阅读 "光学性能概要 "一节找 到。然后,加上该视场点的所有分段的平均变化。 接下来,加上所有区段的方 差。 取这个数字的平方根,你就得到了它们的多重偏差。 最后,把你刚才计算 的标称值、平均变化和多重偏差加在一起。 这就是整个系统在要求的置信度下 的质量。如果它比你希望的要高或低,只需在一个或多个分段上再次运行 BTOL, 在另一个方向上调整允许的质量,并再次找到预期的总质量。 这个过程应该很 快收敛。

然而,还有一个复杂的问题。如果你指定的质量描述符是 Strehl 比或 MTF,那 么打印在分段公差部分的描述符实际上是实际质量的逆值。因此,只要将你在 上一段中得到的答案倒过来就可以了。这种复杂的情况是必要的,因为在这种 情况下,一个更好的镜头有一个更高的质量值,而对于光斑大小或波前差异,一 个更好的镜头有一个更小的值。为了使统计工作顺利进行,我们必须在这种情况下将事情倒置。

按照这种方式,例如,你可能计划分别调整潜望镜的物镜,然后是一组中继模块的每一个,最后是目镜的最后。如果在组装时对每个模块进行调整是可行的,那么这种方法效果最好,所以一定要把它们设计成在单独测试时产生一个可识别的像,并计划你的调整策略以包括所有模块。

12.4 BTOL 示例

BTOL 输入最简单的形式就是

BTOL GO

这将使波前差在所有已定义波长的三个视场点上降低约 10%,并且仅利用透镜中已经存在的近轴解进行调整。通常,需要一组更复杂的命令。在教程手册第 8 章给出了一个 BTOL 运行的注释示例。

12.5 蒙特卡罗公差分析

前面几节所描述的 BTOL 功能,提供了一种有效和实用的方法,基于对镜头和其 图像的合理统计假设,得出公差预算。然而,这是在准确性和成本之间的折衷, 为了使速度足够快而有用,该程序必须假设以下情况。

1.	透镜变量与图像质量之间的关系可以用泰勒级数的两个项来描述。
2.	涉及这个级数的二阶导数的交叉项是可以忽略的。
3.	在 X-Z 平面上的楔形、倾斜和偏心与在 Y-Z 平面上的一样严重。
4.	大批量生产的图像质量的统计用正态分布表示。
5.	公差参数将遵循一个均匀的误差分布,其均值等于标准设计值,而 标准差则是由预期值除以该分布。

由于任何或所有这些假设在特定情况下都可能是不准确的,因此规定用蒙特卡洛 方法来验证最终 BTOL 预算的统计数据。

有两种形式的 Monte-Carlo 分析, 在允许的调整量方面有所不同。蒙特卡洛分析 在本节中描述; 镜片被反复改变以模拟制造过程中发生的随机变化, 始终在 BTOL 预算范围内, 然后被送去重新优化, 在那里可以用调整来纠正缺陷。 然 后以打印和绘图的形式提供所产生的质量和调整值的统计数据。

一个更复杂的功能叫 FAMC, 它模拟了一系列的制造调整, 加工时可以用它来完善一个非常困难的镜头。 它在第 12.5.3 节中有描述。

由于 MC 将应用指定的调整来补偿所有的参数误差,它不能用来评估一个预算,因为一些调整只应用于有限的表面范围。在这种情况下,你会发现 BTOL 的 SEGMENT 选项更方便。

MC 遵循 CORE 指令。如果你有一台多核计算机,使用所有的核进行分析会更快,但也有限制。由于多核功能的目标是尽可能快地执行,程序不会加载 AI 功能所需的所有数据(这涉及相当大的开销)。因此,你不能在 MCFILE MACro中定义任何新的符号。然而,该程序将继承并尊重已经在 CORE 0 中定义的任何符号。你也可以使用 "Zn ="格式来为显示的统计数据分配数量。

要使用 MC 程序,建议采用以下步骤。

1.	从镜头上移除不需要的拾取和求解以进行公差计算。通常,应删除所有 求解,除非它们与在装配时要进行的调整非常接近;如果它们反映现实, 拾取可以保持不变:将相同的玻璃材料用于多个透镜时的 PIN,在同一 个表面穿过两次的反射镜的 PCV,等等。
2.	将初始镜头存放在库中。此镜头将成为您计划稍后使用的任何调整的 模型。
3.	准备 BTOL 输入数据,并在 GO 指令之前设置命令 PREPARE MC。 如果您有任何调整,此命令将创建一个调整 MACro,其中包含复制每个模 拟制造镜头上的 BTOL 调整所需的 PANT 和 AANT 文件。 明确指定 2 或 3σ(例如,BTOL 2 或 BTOL 3)的置信水平以确保足够的制造良率。 如果将所有公差输入为固定输入,则 BTOL 文件可以以 EVAL 选项结 束,而不是 GO,从而节省大量时间。
4.	BTOL 运行完成后(使用命令 LM MCFILE)检查文件 MCFILE.MAC。 在这里您将看到调整 MACro,如果您愿意,您可以在此时添加任何其他 变量或目标(最多总共四次调整)。如果您设定更改,则每个变量的更 改将在统计表和绘图中稍后显示。但是,质量描述符将是 BTOL 使用 的质量描述符,而不是您可能添加到 MCFILE MACro 的任何其他质量 描述符。此文件包含调整镜头所需的 PANT 和 AANT 文件(如果有调

整),并且必须以 MC 命令结束

这将导致程序对下一组扰动进行循环。

请注意 MC 在模拟每个制造元件时对初始镜头所做的更改。您可以通过 在 MCFILE 宏的顶部添加一个 STORE.命令来轻松地检查样本案例,并 且只运行一个案例。然后把镜头从您储存的地方拿出来,做一个规格说 明。

虽然您不需要使用 LM 命令加载这个 MACro, 但是如果涉及到任何调整, 最好运行一次, 在设置大量的情况之前验证结果是否符合预期。 (您只需要一个样品就可以了。)

可以制作自己的 MCFILE.MAC,用您想要的任何优化,在这种情况下您 不能使用准备 MC 指令,否则您的文件将被覆盖。如果没有调整(例如, 当镜头中近轴求解足够时),MC 宏应该只包含一行"MC",使其循环。

您可以添加任何您想要指令加入 MCFILE.MAC。例如,您可以在 MC 命 令之前添加一个"SAVE..."命令,以便在每次迭代中保存修改后的镜头。 然后,您可以稍后获取这个镜头并更仔细地检查它,以查看 MC 在最后 一次迭代中所做的更改。但是,如果您对该文件做了任何更改,请单击 file-save 图标,确保保存该文件。否则 MC 将看不到您的更改。

您还可以将 SYNOPSYS 通过 Zn 参数评估的镜头或图像的几乎所有参数合并在一起,并将该参数包含在统计图和直方图中。见 12.5.2 节。

如果公差分析使用了重新优化功能,那么构造 MC MACro 的规则就有些不同了。有关详细信息,请参见上面的链接。

5. 命令

BTOL SAVE

可用来保存当前的 BTOL 预算。(BTOL FETCH 会把它拿回来。)如果您 想从 SYNOPSYS 中退出并稍后在同一点重新启动,以运行 MC 命令,则此命令非常有用。如果您这样做,一定要首先激活完全相同的镜头。 文件名取自当前日志号,从而生成一个文件,如"3354.BTO"。

6. 运行 Monte-Carlo 模拟有两种输入格式:输入都在一行上,输入的数据文件有几行。

要使用单行格式,请输入命令

MC <u>NSAMPLES LIBLOC</u> [QUIET] [<u>QTOL</u> {<u>QNUM</u>/ALL} <u>QLIB</u> [<u>tstat</u>]]

或者

MC <u>NSAMPLES</u> MULTI [QUIET] ...

在这一行中,您给出了标准透镜的库位置和您想要评估的模拟元件的数量。您可以在一次运行中设置最多 500 个元件。其他命令描述如下。

由于这条命令行可能变得相当拥挤,我们提供了另一种形式的输入:

MC ITEMIZE SAMPLES <u>NSAMPLES</u> LIBRARY { <u>LIBLOC</u> / MULTI } [QUIET] [WORST { <u>QNUM</u> / ALL } <u>QLIB</u>] [THSTATS { <u>tstat</u> }] [WEDGES { RANDOM / ALTERNATE / <u>CLOCK</u>}] [TEST] GO

可选的 QUIET 将禁止在命令窗口中滚动的输出;因此,较长的 MC 运行将更快完成。 建议您首先运行没有此选项的短 MC 运行,以确保优化(如果有)按预期执行,然后使用更大的样本运行,并设置选项。 始终显示最终统计数据。

TEST 选项将准备一个案例,其中镜头根据 BTOL 预算被扰动,但未进行优化。该程序随着更改后的镜头退出,因此您可以检查它并查看哪些参数已被更改,程序放置了楔形,倾斜和偏心等等。如果设置 TEST,程序将忽略 NSAMPLES 参数。

如果使用 MULTI 选项准备 BTOL 预算,则还必须使用 MC 命令的 MULTI 形式。然后程序不从库中获取标准镜头,而是从 BTOL 创建的文件(与 SSU 命令创建的文件相同)中获取。 然后,根据有效的 ACON ... PICKUP,对所涉及的所有结构进行扰动,调整和分析。

人们常常希望知道这个例子镜头的好坏。BTOL 质量描述符给您一个数字,但是它也有助于您看到一个最坏的例子,您可以详细检查您自己。 这是 MC 命令下一个参数的函数。 QTOL 给出将触发最坏情况示例的质量描述符的值。如果您想获取所有最坏情况的样本,请输入一个负数。QNUM 指定要监视哪个质量描述符,QLIB 给出一个将示例存储到其中的库位置。如果所有的命令都被替换为QNUM,程序就会监控所有的质量描述并捕捉到整体上最糟糕的值的系统。

因此,要查看在视场边缘(通常是描述符 2)有最差图像的示例镜头,可以 输入

MC 100 1 QUIET -1 2 6.

在这里,我们要求 100 个样本,原始镜头在位置 1,我们不想观看所有 100 个例子的优化。程序将监视质量描述符 2 号,并保存该描述符的值 大于-1 的第一个例子(这将是第一个案例,因为它们都是正数)。当每 个例子被存储时,QTOL 的值被设置为最新的值,所以当你完成时,你 在库中有最差的例子--这里是在位置 6。

这是一个非常有用的检查。我最近发现,一个广角目镜的最坏情况有一个很大的孔径误差,导致视场的边缘超出了修正的区域。只要向 MCFILE 文件中添加一个视轴像差,就可以纠正这个问题,结果就会好得多——模拟用户在显示的视场中实际看到的内容,而不是在视场光阑之外移动的内容。

在多重结构模式下,只保存第一个结构。

为了有效, MC 评估必须反映 BTOL 分析中的统计假设,特别是假设每 个参数的误差同样可能在其容许范围内的任何地方。这可能是真的,也 可能不是真的。 最常见的情况是,工厂故意将元件厚度定在范围的高 端,而不是定在中心位置。 这样做是有道理的:如果元件因某种原因必 须返工,那么透镜就可以变得更薄。 但统计数据是不同的。

为了帮助您评估此类加工厂商的实际的效果,您可以在 word 8, tstat 中为 MC 命令添加以下统计标志之一:

U或 UNIFORM 默认的均匀分布

E或 END 厚度始终在一端或另一端

T或 **TRIANGLE** 厚度遵循三角分布,在三角分布中,厚度更可能 位于中心而不是边缘。

H 或 HIGH 厚度始终在公差范围的上端

L 或 LOW 厚度始终在公差范围的下端

有关此参数的效果的示例,请参见第12.6节。

如果输入 WEDGE 选项(在 ITEMIZE 表格中),相邻透镜的方向将以随机值(alpha或beta)计算时钟角或者它们交替:一个的粗边与薄边缘对齐下一个,依此类推。如果没有给出命令,则程序查看开关 14 的状态。如果该开关为 ON,则楔形将交替。 第三个 WEDGE 选项 CLOCK 更复杂,如下所述。

7. 当蒙特卡洛分析完成后,程序将打印一个表格,给出图像质量标准、线 性属性 BORESIGHT、MAGNIFICATON 和 DISTORTION 以及调整 MACro 中 PANT 文件中给出的所有(最多4个)变量的统计数据。 如 果这些调整反映了 BTOL 所采用的调整,那么 MC 分析的统计数据应该 与 BTOL 所预测的数据相当吻合。

8. 使用该命令运行整个 MC 集后,可能会列出 MC 统计信息的副本

MC STAT

并且可以获得示出所涉及的所有参数的直方图以及列表的图

MC PLOT [DIST]

可选的 DIST 绘制分布函数,而不是柱状图。这个函数显示达到或优于标线上数值的案例的百分比。对于大多数可以绘制的项目,更好意味着更小。 这包括 Zn 参数以及所有的图像标准,除了 STREHL 和 MTF,它们在大的时候会更好。

最后两个命令只有在 MC 分析之后才有意义,而 MC 分析必须在 BTOL 分析之后进行。

注意:如果你的 MC 分析产生超过一页的图形输出,一定要选择选项|图 形|为每张图片制作新窗口。 否则,每张新的图片都会擦掉之前的图片, 而你只能看到最后一张。 命令形式是 GAW。

调整的 MACro 原则上可以包含任何有效的 SYNOPSYS 命令,你可能想通过包含 SPEC 或其他命令来检查重新调整后的镜头的某些属性来打印变量的值,或使用图像分析程序来观察 BTOL 没有考虑的镜头的某些属性。在返回 MC 之前,你可以执行任何其他你希望的任务。这时你唯一不能做的是启动另一个

BTOL 或 MC 的运行,或在标称镜头的库位置存储任何东西,因为 MC 需要在每个样本完成后取回它。

每次调整完成后,MACro末尾的MC命令将程序送回MC,然后执行最初在 BTOL分析中要求的相同图像评估,并准备下一个样本。你可以要求,比如 说,一个三或四个案例的MC运行,以检查调整是否如你所愿,然后再用一个 新的MC命令,增加样本数量。为了得到有意义的结果,样本量应该在100个 或更多的数量级上(500个是最大值)。如果你想再做一次MC运行,没有必 要重复BTOL分析;BTOL数据会一直保留到你退出SYNOPSYS或者再做一次 BTOL。这些数据也可以被保存和获取,如上所述,但只对原始的、名义的镜 头有效。

所有在 BTOL 预算中公差的参数都被 MC 扰动了。 每个参数的概率分布在其 公差范围内是均匀的,除了厚度,如果输入了 tstat 参数。(厚度不允许改变符 号;如果预算试图这样做,将打印出警告信息,违规的厚度将保持不变)。 楔 形公差用每个元件的第二面的α或β倾斜来模拟;不规则度用项 G1、G5 和 G15 来模拟,计算后的误差是一个随机方向的柱面;卷边误差用项 G16 来模 拟,它将半径乘以10 次方(并且总是被指定为卷边);这些扰动被添加到表面 已经存在的任何一般非球面项中,并且不能应用于不接受变形的.DC1...类型 的表面(反正后者不在 BTOL 预算之内)。 元件的倾斜是随机分配给元件的阿 尔法倾斜量(除非元件以前有一个相对倾斜--在这种情况下,方向被保留,只 有倾斜量被扰动)。 如果你想计算阿尔法和贝塔的倾斜公差,使用 GROUP 选 项,这将计算元件位置和角度的所有六个自由度的公差。

为了模拟一些厂商的做法,即在胶合前将胶合元件对齐,使其最厚的边缘紧挨着另一个最薄的边缘,在运行 MC 前打开开关 14 或要求使用 WEDGE ALTERNATE 选项。 这个选项会影响到所有元件的顺序,而不仅仅是胶合元件的方向。 (第 5.38 节描述了一个单独的功能,它可以在装配时将楔形元件的方向进行优化,从而使产生的图像误差最小化)。

前面的评论应该清楚地表明, MC 比 BTOL 更通用;因为扰动并不局限 于 Y-Z 平面,而且 MC 运行时采用的调整可以比 BTOL 更通用。因此,在 MC 上的运行比在 BTOL 上的运行更有权威性。例如,你可能会在三个维度上调整 一个中心,或者同时纠正图像误差和孔径。在这些情况下,你不会期望 MC 的 统计数字与 BTOL 的统计数字重复--但即便如此,BTOL 的预算通常也是足够 的,这一点已被 MC 所验证,而且在任何情况下,BTOL 都是进入 MC 的一个 便利工具。

然而,它并不是唯一的工具。你可能想从头开始创建你自己的公差预 算,并分析其性能。 在这种情况下,你应该使用 BTOL 条目。

EXACT ALL

然后是以 FIX...的形式输入的公差预算。所有的参数都必须输入,然后你输入 EVAL 指令,为 MC 准备预算。

关于 MC 为每个样本对你的镜头文件所做的修改,有必要说一下。如果你检查 任何由 MC 创建的案例,你会看到每个表面都有一般的非球面项(以模拟不规则 性)。 楔形公差适用于元件的第二面,具有α或β倾斜度,与元件的偏心和倾 斜的撤消面相同。

还需要注意的是。MC 只能在用于 BTOL 分析的同一配置上运行。所涉及的一些 定义包括它们所适用的 ACON,如果你试图在不同的配置中进行分析, MC 将无 法工作。

时钟角

MC 有可能考虑到对透镜进行时钟角计算的好处,以减少楔形误差的不良影响。 UCLOCK 特性描述了如何计算给定的测量透镜集的最佳时钟角。MC 可以检查 计划在每个镜头组装时使用该特性的项的产量统计数据。

要在此模式中使用 MC,必须以 ITEMIZE 的方式运行,并在输入时提供声明

WEDGE CLOCK.

这使程序对元件的倾斜进行建模,通常根据预算给出一个相对的α或β倾斜角度, 而用组的倾斜来代替。这个惯例允许元件在阿尔法或贝塔倾斜之外被分配一个 伽玛倾斜。然后,伽马倾斜可以用来为给定的情况找到最佳的时钟。

然而,该程序不会自动将所需的变量放入 MCFILE.MAC 文件中,因为该文件是 由 BTOL 提前准备的,它不知道时钟的情况。因此,如果你希望以这种方式使 用 MC,你应该编辑并保存该文件,用 GPG 的助记符添加伽马倾斜的变量。下 面是推荐的步骤。

1. 运行 BTOL,要求 PREPARE MC。 这将创建初始文件 MCFILE.MAC。

2. 准备并运行 MC 的 MACro,使用 ITEMIZE 和 WEDGE CLOCK 选项,并请 求一个 TEST 案例,所有的格式都按照本章的说明进行。

3. 检查由 TEST 指令产生的带有 ASY 的镜头,看哪些元件被分配了 GROUP 倾斜。 这通常会在每个元件的第一面宣布,而第二面会有一个相对 α 或 β 倾斜 的楔形角。

4. 编辑 MCFILE.MAC 文件,并在 PANT 部分添加如下几行

VY 5 GPG

VY 7 GPG

这里的面数只是那些分配了组倾斜的面。 指令 GPG 将组的伽玛倾斜角作为一 个变量加入。 然而,不要改变第一个元件的伽马倾斜度,因为这样一来,解决 方案就会受到限制:其他元件要相对于该元件进行时钟计算。

5. 保存这个文件(但不要自己运行它)。 然后从你为运行 MC 准备的 MACro 中删除 TEST 指令,并运行一个案例。

6. 如果一切顺利,再运行 MC 的实际案例数。你应该看到由于伽马倾斜变量的存在,产量有所提高。

为了说明这个特点,我们使用以下镜头的公差预算。



BTOL 2 ADJUST 14 TH TPR ALL EXACT 15 WEDGE FOCUS REAL 0 DEGR SPOT .4 PREP MC GO

然后编写蒙特卡罗分析宏:

MC ITEMIZE SAMP 1 LIB 3 !QUIET WORST ALL 5 WEDGES CLOCK TEST GO

在运行这个 MACro 之后,测试镜头被分配了不对称性来模拟楔形和透镜倾斜和 偏心:

TILT AND DECENTER DATA

LEFT-HANDED COORDINATES

SURF	TYPE	x	Y	Z	ALPHA	BETA	GAMMA
TILT	OR DECEN	ITER GROUP	SIZE: 3				
1 (GROUP	-0.00788	-0.00324	0.00000	-0.0051	0.0000	0.0000
21	REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0217	0.0000	0.0000
31	REL	0.00000	0.00000	0.00000	-0.0056	0.0000	0.0000
TILT	OR DECEN	ITER GROUP	SIZE: 2				
5 (GROUP	0.04172	0.00873	0.00000	0.0000	-0.0388	0.0000
6 1	REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0033	0.0000	0.0000
TILT	OR DECEN	ITER GROUP S	SIZE: 2				
7 (GROUP	0.00963	-0.01572	0.00000	0.0000	-0.0102	0.0000
8 1	REL	0.00000	0.00000	0.00000	-0.0175	0.0000	0.0000
TILT	OR DECEN	ITER GROUP S	SIZE: 3				
9 (GROUP	0.00472	0.02762	0.00000	-0.0082	0.0000	0.0000
10	REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0458	0.0000	0.0000
11 1	REL	0.00000	0.00000	0.00000	-0.0203	0.0000	0.0000
TILT	OR DECEN	ITER GROUP	SIZE: 3				
12 (GROUP	0.01415	-0.00742	0.00000	0.0000	-0.0179	0.0000
13	REL	0.00000	0.00000	0.00000	0.0540	0.0000	0.0000
14	REL	0.00000	0.00000	0.00000	-0.0123	0.0000	0.0000

表面 1、5、7、9 和 12 现在都有群组倾斜定义。这意味着我们必须改变表面 5、 7、9 和 12 上的组 γ 倾斜(但不是表面 1)。我们编辑文件 MACFILE.MAC,添加 新变量:: PANT VY 14 TH VY 5 GPG VY 7 GPG VY 9 GPG VY 12 GPG END AANT M 0.000000E+00 0.3333 A 2 XC 0.000 0 .1 0.000 M 0.297953E-05 0.3333 SR A 2 YC 0.000 0 .1 0.000 M 0.000000E+00 0.3333 A 2 XC 0.000 0 -.1 0.000 M -0.297953E-05 0.3333 SR A 2 ...

我们保存这个文件,然后编辑我们的 MC MACro, 删除 TEST 指令。运行一次, 我们没有看到错误,所以我们把 SAMPLES 改为 100,再运行一次。 当 MC 运 行完所有的 100 个案例后,我们用 MC PLOT DISTRIBUTION 得到一个统计图。 AANT 文件已经重新聚焦,只在轴上点调整楔形的时钟角,因为该点是在 BTOL 输入中指定的。这里是轴上点的图。:



WEDGE CLOCK





1063



正如预期的那样,交替使用楔形比随机分配楔形的性能更好,而且楔形物的时钟 角也更好。 当然不言而喻的是,为了实现这种改进的产量,你必须确保装配团 队在每个元件安装到单元之前向你提供测量的楔形角,你用这些输入数据运行 UCLOCK 功能,并将最佳时钟角度报告给技术人员,他们根据这些角度仔细对 准每个元件。 通过这些步骤,你可以提高你这批镜片的统计产量。

同样明显的是,这个功能只有在楔形误差造成大量退化的情况下才会有帮助。如 果其他变量的公差是成像误差的主要来源,那么从这一步骤中获得的收益就会很少。



MC 的打印结果包括一个直方图统计的摘要。 例如,对于下面的直方图。

QUALITY STATISTICS FROM MONTE-CARLO SIMULATION Total number of samples 500 Total number of parameters altered 59

1064

FIELD NUMBER: 1 QUALITY RANGE 0.4303E+00 0.8793E+00 CELL SIZE 0.1952E-01 HISTOGRAM: 1 0 1 1 6 10 3 8 13 11 21 28 24 28 41 43 48 52 57 42 28 22 12 AVERAGE 0.7330E+00 MEDIAN VALUE 0.6548E+00 PEAK 0.7914E+00

在这里,你可以看到图上最小和最大的属性值,被列为质量范围,还有平均值和 中位值以及最高峰中心的值。

12.5.1 Monte-Carlo 运行示例

为方便起见,示例的 MC 运行在教程手册中有详细说明。

12.5.2 MC 的其他量

对于 MC 来说,评估 BTOL 没有考虑的镜头或图像的属性统计有时是有用的。 通常情况下,MC 只考虑 BTOL 运行中要求的相同质量描述符,这些描述符产 生了正在模拟的公差预算。但是,几乎任何其他属性都可以包括在 MC 的评估 中,然后这个属性的统计数据可以由 MC 和其他参数一起打印和绘制。

要在 MC 分析中包括其他属性,首先必须在 MC 文件 MCFILE.MAC 中将所 需的数量分配给 Zn 参数之一,然后将其与输入的

MC IZn "label"

其中 IZn 是要包含的 Zn 参数, label 是最多 15 个字符的标识字符串,用于标识 此参数,并包含在引号内。

例如,假设您想在 MC 评估期间在全视场监视三种波长的图像质心的确切位置。 文件 MCFILE.MAC 可能如下所示:

PANT	(PREPARE MC 设置包含的调整参数)	

•••	
END	
AANT	(在 BTOL 中声明的调整目标)
•••	(运行优化)
END	
SYNO 5	

Z1 = YA IN COLOR 1 AT HBAR = 1	这是主光线位置。		
RMS 1 1 300	位置5获得Y中心。		
Z2 = FILE 5	加上两个		
= Z1 + Z2	并将结果放在 Z3 中。 使用此标签在 MC 中包含 Z3。		
Z3 = FILE 1			
MC IZ3 "Centroid 1"			
Z1 = YA IN COLOR 2 AT HBAR = 1	同样,但是是波长2		
RMS 2 1 300			
$\mathbf{Z2} = \mathbf{FILE} \ 5$			
= Z1 + Z2			
$\mathbf{Z4} = \mathbf{FILE} \ 1$			
MC IZ4 "Centroid 2"			
Z1 = YA IN COLOR 3 AT HBAR = 1	波长 3		
RMS 3 1 300			

Z2 = FILE 5	
= Z1 + Z2	
Z5 = FILE 1	
MC IZ5 "Centroid 3"	
мс	

注意使用 Zn 参数。 这里我们使用 Z1 和 Z2 进行初步计算,并将所需的结果放入 Z3, Z4 和 Z5。 当 MACro 完成时,MC 将读取这些值,并且在此期间不得将它们用于任何其他值,否则将覆盖值。

并注意最后的 "MC "命令。 如果你忘了包括这个,而你的分析处于安静模式, 系统将等待缺少的命令,并且似乎会挂起。

12.5.3 MC 中的制造调整

以上章节描述了蒙特卡洛功能(MC)的操作,它模拟了镜头的制造误差并计算 出性能统计。 该功能是针对你按照公差预算制造整个镜片的情况,在预算规定 的精度内将元件组装成单元。 然后它运行优化程序,目的是在根据结果进行调 整时提高性能。

在某些情况下,试图以刚才描述的方式生产透镜是不实际的。 诸如用于曝光微 光刻的晶圆的物镜,以及一些天文系统,在某些参数上只需要几微米的公差,而 试图保持这种公差是非常困难的。 在这些情况下,MC 可用的装配调整可能效 果不够好。

在这种情况下,镜头制造商可以求助于另一种程序。当每个元件被制造出来时, 测量的半径和厚度被输入到计算机中,系统被重新优化,其余的设计参数作为变 量。然后根据新的规格制造另一个元件,重复这个过程,以此类推,直到所有 元件都完成。这样,即使所有的参数都有误差,系统的性能也会接近标称性能。 在装配时,所需的空气间隔是由最后一次迭代产生的,而不是最初的设计,只有 对这些空气空间的公差影响,以及元件楔形、倾斜和偏心,然后影响图像质量。 许多加工还在装配时调整一个或多个元件的中心,以减少这些影响。由此产生的镜头性能通常都在衍射极限之内,而且在任何时候都没有人需要对半径或厚度保持微米级的公差。请注意,在这种情况下,试板匹配的概念没有什么意义; 当每个透镜被制造出来,系统被重新优化时,半径总是偏离以前匹配过的任何试 板半径。对于这种困难的系统,每一个元件都被给予尽可能多的关注,所需的 半径总是非常接近的,而不需要求助于测试板。

当然,这个过程比 MC 所模拟的过程要昂贵得多,需要更多的时间。只有在只做几个系统,并且有资源来支持这项工作的情况下,这种方法才是实用的。

在这种情况下,SYNOPSYS 的功能可以帮助你计算出有用的预算和制造顺序, 这就是 Fab. 调整蒙特卡罗功能(FAMC)。请按以下步骤操作。

1. 优化镜头。

2. 运行 BTOL,给出你的实际像质要求。不要设置与 TPR 匹配的测试板。 如果得出的公差预算在技术上是可行的和可负担的,你不需要使用 FAMC(但 你可能需要再次运行它与测试板匹配)。如果预算的公差太小,无法在加工时 保持,请继续阅读。

3. 找出最关键的元件,并按难度大小列出。

4. 重新运行 BTOL,调整输入,使公差更宽松。 你将不得不重复几次,所以 开始时你可能会把你先前要求的退化程度增加一倍。 这里的重点是要有一个可 以负担得起的公差预算,然后用 FAMC 来测试它。 一种有时很方便的方法是 用 BTOL 输入指定全局固定公差,如 12.1 节所述。

5. 现在准备并运行一个 MACro,有以下几行。

FAMC <u>NSAMPLES LIBLOC</u> [QUIET [<u>QTOL</u> { <u>QNUM</u> / ALL } <u>QLIB</u> [<u>TSTAT</u>] PASSES <u>NPASS</u> FAORDER <u>SN SN SN</u> ... FAORDER <u>SN SN SN</u> ...

```
PHASE 1
PANT
(校正轴对称的误差的变量)
END
AANT
(校正这些误差的评价函数)
END
SNAP
```

EVAL

PHASE 2 PANT (校正非轴对称误差的变量) END AANT (校正这些误差的评价函数) END SNAP SYNO NPASS

PHASE 3

在这个输入中,FAMC 一行的参数与 MC 输入中的参数相同,如果有必要,你 应该审查一下。(NPASS 是你想在第一阶段进行的优化迭代次数,FAORDER 给出了元件的制造顺序。一般来说,你想先制造最棘手的元件,所以这应该是 你在步骤 3 中列出的顺序。这个列表中的每一个 SN 都是元件的第一面的表面 编号。 镜片中的每一个元件都应该包括在列表的某个地方,否则它不会被扰 动。 胶合透镜只需要一个 SN,因为所有连续的元件都会被自动包括在内。

第一阶段的输入指定了那些你打算在制造每个元件时重新计算的半径、厚度和 空隙。为了获得最大的利益,你应该列出所有的半径和空气空间,但可能不要 列出玻璃厚度,因为这可能会很快变得不切实际,除非你对这些变量设置了相 当接近的限制。

注意,在 MACro中,PHASE 1 以 EVAL 结束,而不是通常的 SYNO...输入。 在这一点上,我们所做的只是定义优化参数,而不是运行优化。 当程序以后扰 动每个元件时,它将在那个时候运行实际的优化,调用 PASSES 输入中要求的 次数。当每个元件被扰动时,引用该元件的 PANT 文件参数将从变量列表中 删除,因此优化只使用剩余的变量。 然后下一个元件被扰动,从最新的设计值 开始,这个过程重复进行。 通过这种方式,当这个阶段结束时,公差已经应用 于镜头元件本身,并且不良影响被优化掉了。

当第一阶段完成后,程序会插入预算中存在的所有空隙、楔形、倾斜和偏心公差,以模拟装配误差,并再次发送镜头进行优化 - 这次使用 PHASE 2 输入。 在这里,你只想改变那些将实际用于补偿装配误差的参数。 当然,这不包括在 第一阶段重新计算的任何镜头参数。 评价函数应该包含正负视场点的目标,以 及光线集的 "F "选项,因为透镜在这个阶段不会是轴向称的。

当它遇到 PHASE 3 输入时,程序会循环整个程序,模拟下一个案例。

当所有这些都完成后,你可以用以下方法检查结果的统计数据

MC STAT

或

MC PLOT

就像你对正常的 MC 评估那样。看看所产生的产量,如果它没有达到你所需要的统计水平,重复第4步的程序,要求更高或更低的质量来抵消你发现的偏差,或者改变固定的公差,如果这些是输入的。 这将产生一个新的预算,在再次运行 FAMC 后,统计数据可能更符合你的要求。 当结果令人满意时,该迭代的 BTOL 预算就是你应该发送给车间的预算。

不言而喻,你必须确保他们理解你所做的事情,哪些元件要按顺序制作,以及在制作每个元件时将测量数据反馈给设计者的重要性,这样镜头就可以用 SYNOPSYS 重新优化。设计师和车间之间的紧密合作对这种方法的成功至关重 要。如果有谁忽视了这种互动,你的镜片将无法使用。

FAMC 只显示最后一组调整参数的统计数据,因为其他变量在连续的迭代中没有相同的标称值,列出与这些变化值的偏差没有什么意义。

你可以通过 MC IZn 输入要求获得其他量的统计信息,在 MC 一节中有所描述。这个输入应该出现在 PHASE 3 的输入之前。

FAMC 示例:



这个透镜是 X25.RLE。首先,我们优化镜头的评价函数,我们将用于 fab 调整。

PANT VLIST RAD 1 2 3 7 6 7 8 9 10 VLIST TH 2 4 END AANT M 1 10 A FNUM ETN 1 10 2 GSR .75 1 4 1 0 0 GSR .75 1 4 2 0 0 GSR .75 1 4 3 0 0 GNR .75 1 3 1 .75 0 GNR .75 1 3 1 1.0 0 GNR .75 1 3 2 .75 0 GNR .75 1 3 2 1.0 0 GNR .75 1 3 3 .75 0 GNR .75 1 3 3 1.0 0 END **SNAP** SYNO 10

(表面 3 的边缘间隙很可能是负的,所以我们用 ETN 像差来控制它。)当优化完成 后,我们将镜头存储在库位置 3 中。

现在我们想看看公差必须有多紧,以保持 0.0016 的光斑方差。让我们假设折射 率数据已经应用于玻璃,因此值是精确的并且不需要被扰动。

CCW GET 3 SPE BTOL 2 TOL SPOT .0016 EXACT INDEX 1 3 6 8 9 EXACT VNO 1 3 6 8 9 PREP MC GO

出来的公差预算设定一些厚度公差为18 微米,中心为6 微米。让我们看看是否可以通过使用制造调整以更宽松的公差实现这种质量。首先,我们重新运行 BTOL 分析,这次设定光斑方差为0.002。公差比以前大约三倍。我们使用 BTOL SAVE 保存预算,因此如果我们再次开始,我们不必再次创建它。文件名只是当 前的日志编号。让我们看看 FAMC 会做什么:

CCW GET 3 !假设文件名是 335.BTO BTOL FET 335 FAMC 100 3 QUIET -1 ALL 5 FAORDER 8631 PASSES 10 PHASE 1 PANT VLIST RAD 1 2 3 7 6 7 8 9 10 VLIST TH 2 4 END AANT M 1 10 A FNUM ETN 1 10 2 GSR .75 1 4 1 0 0 GSR .75 1 4 2 0 0 GSR .75 1 4 3 0 0 GNR .75 1 3 1 .75 0 GNR .75 1 3 1 1.0 0 GNR .75 1 3 2 .75 0 GNR .75 1 3 2 1.0 0 GNR .75 1 3 3 .75 0 GNR .75 1 3 3 1.0 0 END **SNAP EVAL** PHASE 2 PANT VY 3 YDC 2 VY 3 XDC 2 END AANT GNR .75 1 4 1 0 0 0 F GNR .75 1 4 2 0 0 0 F GNR .75 1 4 3 0 0 0 F GNR .75 1 3 1 .75 0 0 F GNR .75 1 3 1 1.0 0 0 F GNR .75 1 3 2 .75 0 0 F

GNR .75 1 3 2 1.0 0 0 F GNR .75 1 3 3 .75 00 F GNR .75 1 3 3 1.0 0 0 F GNR .75 1 3 1 -.75 0 0 F GNR .75 1 3 1 -1.0 0 0 F GNR .75 1 3 2 -.75 0 0 F GNR .75 1 3 2 -1.0 0 0 F GNR .75 1 3 3 -.75 0 0 F GNR .75 1 3 3 -.75 0 0 F END SNAP SYNO 10 PHASE 3



上面的直方图显示了这个公差预算的普通 MC 统计,只对最终空气间隔进行了 重点求解。 在这种情况下,所要求的 0.002 的性能在两西格玛水平上得到了相 当好的满足,正如人们所期望的那样,但这个预算不会达到所期望的 0.0016 的 水平。右边的图是 FAMC 的性能,很明显,现在的性能在同一水平上约为 0.0016。

这个例子表明,通过采用制造调整的过程,有时可以达到比原来要求的宽松2到

3倍的公差。 让我们对上述的一些输入进行评论。

在这种情况下,将从镜头后面的元件开始制造,因为最后面的元件的公差预算有 些紧张。如果这不方便,人们可以很容易地检查不同的施工顺序会发生什么, 并建议加工是否重要。 第二阶段的 AANT 文件包括 HBAR 正值和负值的光线 集,因为在那个阶段,镜头将不再是轴对称的,我们不希望程序调整镜头使视场 点+1 处的图像很好,而最终得到一个在-1 处图像很差的镜头。

一个最坏的例子将在库的位置 5 找到, 正如 FAMC 输入所要求的那样。

如果不明显的话, FAMC 功能并不像 MC 那样利用调整 MACro MCFILE.MAC。

FAMC 的运行时间比 MC 分析要长很多倍。 由于计算的复杂性,这个过程只在 0 号核心进行,申请更多的核心并没有什么好处。

12.6 现代透镜公差分析

下面的段落描述了 SYNOPSYS BTOL 预算的意义和解释。 在 C:/SYNOPSYS 目录中可以找到这部分的 PDF 格式的副本,每当用户为透镜下订单时,都应将 其发送给供应商。 也许这将使双方改善沟通,并更忠实地遵守图纸上的数字。

现代透镜公差

长期以来,计算镜片的公差一直是设计师不精确的判断,许多加工商认为图纸上的数字只不过是一种猜测。一些人用他们的标准加工公差代替,而另一些人似 乎完全忽略了公差,觉得它们没有合理的依据。

这不是真的 - 但由于许多加工人员不了解镜头公差的科学是如何成熟的,我们 在此提供一些产生现代镜头公差预算的统计考虑的简短概要。我们希望这将使 人们更好地理解和更谨慎地遵守图纸上的公差。

图纸上包含了每个参数的公差值,这些参数的值对最终镜头系统的性能有很大影响。在过去,这些数字往往代表某人的标准程序或有关数值的固定分数,而今 天我们有一个严格的统计程序,可以保证系统将按计划工作,只要公差得到绝对 遵守。 这个工具是 SYNOPSYS 镜头设计程序的 BTOL 功能,它可以说是世界 上最强大的镜头公差程序。

该软件计算每个设计参数对各种质量描述符的影响,并找到该质量相对于参数的 第一和第二导数。然后,统计学规则告诉我们,如果我们知道每个参数的平均 值和标准差,我们也知道每个质量描述符的平均值和标准差。该程序在一定条 件下是严格的,程序的输出是一个给出所有公差的表格。因此,我们知道,例 如,如果镜头是按照该表制造的,那么在各视场的斯特列尔比将高于,例如,0.7, 置信度为 2,这意味着我们可以有把握地预测,在一大批镜头中,97.7%实际上 会有一个较大的斯特列尔比。镜头公差预算背后的猜测已经消失了。

但我们提到了"某些条件"。这里是供应商可以帮助满足误差预算的地方--或者 使整个程序脱轨。为了使预算有效,以下条件必须是真实的。

1. 每个参数的平均值必须是设计值。

2. 参数必须在其误差范围内的任何位置都有同样的可能性。

让我们看看一些加工厂商是如何偏离这些统计假设的。 首先,考虑一下样测量 不良的情况。图纸上有一个半径,有一个公差,当样板被更仔细地测量时,发现 它与假设值不同 - 但误差仍在公差预算之内。 你会按照这个样板制作镜头吗? 大多数加工厂商会说是的,因为半径是在公差范围内。 但显然,这违反了上面 的第1条:平均值将是重新测量的值,而不是设计值。

我很惊讶有多少厂商保留了一份测量不良的样板清单。 要使用这样的清单,必须要求对每块样板进行重新测量,然后根据新的数值重新优化镜头,如果可能的话。 如果这不起作用,那么可能需要新的样板,并重复整个过程。 这就增加了设计成本。

然而,另一个问题涉及元件厚度。许多厂商的目标是公差预算的高端,以便在 需要返工的情况下,厚度不太可能过低。这当然也违反了统计数据。或者,如 果许多元件必须返工,所有的元件都可能在范围的低端。这里有一个例子。下 图显示了一个镜片的分布函数,其中厚度误差是均匀分布的。所需的斯特列尔 比得到了很好的实现。



具有均匀误差统计的统计分布函数

将其与下一张图片中的曲线进行比较;在这种情况下,所有的厚度都处于其范围的高端,产量明显较差--尽管在纸面上,所有的公差都得到了满足。



当厚度处于公差范围的高端时的统计分布函数

在这种情况下,人们可以通过认识到厚度符合不同的统计数据来更好地获得预期的结果。我们希望厚度的标准偏差与均匀分布相同,在这种情况下,如果我们将厚度公差除以3的平方根,就会出现这种情况。然后,厚度误差的预期值将与均匀分布相同,预期产量将再次得到实现。可以肯定的是,很少有厂商了解这种微妙的情况。

在光学领域的成功需要与供应商密切协作,他们必须理解这里提出的问题的意义。 如果设计师能与厂商联系到这种程度,就会减少镜片不能正常工作的情况。如 果设计师在与供应商接触时能阐明这些考虑因素,从而保证无知不再成为项目失败的借口,就像过去有时那样,这将是很有帮助的。

Don Dilworth

Optical Systems Design, Inc.

www.OSDoptics.com

12.7 BTOL 格式总结

为了方便熟悉 BTOL 概念的用户,本节总结输入格式。可以在这里找到到各个主题的链接。

输入文件结构:

[BTOL [<u>CRITERION</u> [MULTI]]]	变量属性:
[BTOL { SAVE / FETCH / LIST }]	
[BTOL <u>CRITERION</u> 0 RECALC]	[INCLUDE <u>JSSS</u> THRU <u>JSPS</u>]
[BTOL SORT]	
[BTOL BUDGET { PTH { AIR /	[EXCLUDE <u>SN</u> THRU <u>SN</u>]
GLASS } / PCV }	[EXCLUDE]
RANGE <i>list <u>RANGE</u></i>	
FIX <i>list</i> <u>TOLERANCE</u>	[RANGE { <i>list</i> } <u>DMAX</u>]
	[FIX { <i>list</i> } TOL]
[DAMPING <u>D</u>]	
[FOV <u>NFOV</u>]	
	[EXACT ALL]
	[EXACT ALL <i>list</i>]
[FWT <u>WT WT WT</u>]	$[EVACT \{ \{ B_{at} \} SN SN SN \} \}$
[FWAV <u>WAVELENGTH</u>]	$[EAACI \{ \{ usi \} \underline{SIN} \underline{SIN} \underline{SIN} \} \dots]$
	[EXACT <u>SN</u> { <i>list</i> }]
$[OBSET \{ CAI / PI RI \}]$	
[IMAX <u>FRACTION</u>]	

[GRID <u>NB</u>]	[RANGE <u>SN</u> { <i>list</i> } <u>DMAX</u>]	
[{ POWER / ZERNIKE }]	[FIX <u>SN</u> { <i>list</i> } <u>TOL</u>]	
[ZOOM { ALL / NB NB }]	[TPR { <u>SN SN SN</u> / ALL }]	
[UCF <u>NFOV</u> / <u>HBAR GBAR</u> / <u>HBAR</u> GBAR]	[PFTEST { <u>SN SN SN</u> / ALL)]	
	[GROUP { LEFT / RIGHT } <u>SN SN</u>]	
	[THC <u>SN SN</u>]	
[ACON <u>NB</u>]	[CEMENT <u>SN</u> <u>SN</u>]	
[NODMESS]		
[SEGMENT]	修改之前的公差:	
[DEFAULTS]		
ZAW { UNIFORM FNUM <u>NB WT</u> }	BTOL MODIFY [ALL <u>MULTIPLIER</u>] [<i>list</i> <u>MULTIPLIER</u>] END	
(变量属性)		
(调整需求)	BTOL EDIT <u>filename</u>	
(像质描述)		
{ EVALUATE / GO }		

其中 list 为:

RAD	RD	CV	TH	INDEX
VNO	WEDGE	TILT	IRREG	CONIC
RFR	THI	DECENT	XDC	<u>RL1, RL2</u>

WTR	TTR	SSD <u>NB</u>	YDC	REDGE
PEP	PAX	PAY	PFTEST	

像质描述:

TOL WAVE VARIANCE

TOL WAF <u>VAR</u> <u>VAR</u> <u>VAR</u> ...

DEGRADE WAVE FRACTION

DEGRADE WAF <u>VAR</u>

TOL [X/Y]SPOT VARIANCE

TOL SPF <u>VAR</u> <u>VAR</u> <u>VAR</u> ...

DEGRADE [X/Y]SPOT FRACTION

DEGRADE SPF <u>VAR</u> VAR

TOL STREHL VALUE

TOL STF <u>VALUE</u> VALUE

DEGRADE STREHL FRACTION

DEGRADE STF <u>NB</u> <u>NB</u> ...

TOL { MTF / YMTF / TMTF / SMTF / XMTF } <u>FREQ MTF</u>

TOL { MFF / YMFF / TMFF / SMFF / XMFF } <u>FREQ MTF MTF</u> ...

TOL { MSF / YMSF / TMSF / SMSF / XMSF } <u>MTF FREQ FREQ</u> ...

DEGRADE { MTF / YMTF / TMTF / SMTF / XMTF } FREQ FRACTION
DEGRADE { MFF / YMFF / TMFF / SMFF / XMFF } FREQ FRACTION ...

DEGRADE { MSF / YMSF / TMSF / SMSF / XMSF } <u>FRACTION FREQ FREQ</u> ...

[TOL MAGNIFICATION MTOL]

[TOL DISTORTION <u>DTOL</u>]

[TOL BORESIGHT <u>BTOL</u>]

调整请求:

[ADJUST <u>SN</u> name [<u>AJMAX</u> [{ ALL / EACH } ZOOM]]

[APPLY JSSS JSPS]

[FOCUS { REAL <u>HBAR GBAR</u> / ALL / EACH }]

[REOPTIMIZE <u>NPASSES</u> [QUIET]]

[ATABLE]

其中 **name** 为:

RD	TH <u>NSURF</u>	TILT <u>NSURF</u>
RAD	THI <u>NSURF</u>	DEC <u>NSURF</u>
CV	XDC <u>NSURF</u>	YDC <u>NSURF</u>
TH0	ACCOM	

12.8 编辑 BTOL 预算

有两种方法可以修改 BTOL 返回的公差预算。BTOL MODIFY,在第 12.1 节中描述,可以快速和容易地改变一个或一系列的公差。 BTOL EDIT,如下所述,提供一种方法来改变预算中任何地方的单个公差。

要使用这个功能,你必须首先运行 BTOL。 如果公差预算仍然是当前的,使用下面的命令,没有文件名。

BTOL EDIT filename.

这将把当前预算作为名为 BTOL_EDIT.MAC 的 MACro 加载到宏编辑器中。这个 文件中的命令必须保持给定的严格顺序,但是您可以更改任何单个的公差号。下 面是该文件的一部分示例:

SYDEFEAT

BTOL BUDGET

!--WARNING-- DO NOT CHANGE THE STRUCTURE OF THIS FILE.

!THE ORIGINAL LENS MUST BE CURRENT.

!TO SEE PREDICTIONS, RUN BTOL FIRST.

1	FR	0.00000	тн	0.00000	IN	0.00000	VN	0.00000
WD		0.00000						
1	IR	0.00000	DY	0.00000	TL	0.00000	DX	0.00000
PI		0.00000						
1	RE	0.00000	R1	0.00000	R2	0.00000	PX	0.00000
сс		0.00000						
2	FR	0.31972	тн	0.00164	IN	1.09203E-04	VN	0.49818
WD		0.00000						
2	IR	0.18748	DY	0.02034	TL	8.32905	DX	0.00000
PI		0.00000						
2	RE	0.05542	R1	0.00000	R2	0.0000	PX	0.00000
сс		0.00000						
3	FR	0.32646	тн	0.08060	IN	0.00000	VN	0.00000
WD		2.10172						
3	IR	0.19139	DY	0.00000	TL	0.00000	DX	0.00000
PI		0.00000						
3	RE	0.06136	R1	0.00000	R2	0.00000	PX	0.00000
СС		0.00000						
4	FR	0.42549	тн	0.02665	IN	5.08990E-05	VN	0.33131
WD		0.00000						

4	IR	0.21039	DY	0.02518	ть	3.37721	DX	0.00000
-		0.22000	21	0.02020		0.07722	2	0.00000
PI		0.00000						
4	RE	0.07977	R1	0.00000	R2	0.00000	PX	0.00000
сс		0.00000						
5	FR	0.43307	тн	0.00507	IN	0.00000	VN	0.00000
WD		3.54351						
5	IR	0.21555	DY	0.00000	TL	0.00000	DX	0.00000
PI		0.00000						
5	RE	0.09098	R1	0.00000	R2	0.00000	PX	0.00000
сс		0.00000						

• • •

END

SYACTIVATE

该文件以 SYDEFEAT 和 BTOL BUDGET 命令开始,然后显示分配给公差预算 中涉及的每个配置的每个表面的多达 17 个公差。

SYDEFEAT 条目禁止 AI 符号的替换,直到文件的最后,它被 SYACTIVATE 启用。 这只是一个预防措施:如果你像我们一样经常定义自己的符号,你不希 望当你的符号,比如说 "PI",出现在那些字符上时感到惊讶。

在数据列表中:

FR 是光圈的半径公差
TH 是厚度公差
IN 是折射率公差
VN 是阿贝数公差
WD 是楔形公差
IR 是不规则度公差
DY 是 Y 偏心公差
TL 是倾斜公差
TL 是倾斜公差
DX 是 X 偏心公差(默认情况下忽略该公差)
PP 是棱镜位置误差公差
RE 是滚边公差
RI 是第 1 侧的滚动公差
R2 是第 2 侧的滚动公差
PX 是棱镜侧面倾斜角度的公差
CC 是圆锥常数公差。

如果非零包括将显示的其他公差

G1 和 G2,适用于某些类型的非球面镜 ZY 对于变焦组的偏心公差。

以上所有的数据都被归一化了,所以数值与 BTOL 的公差预算输出相同,但 G1 和 G2 除外。这些变量有不同的含义,取决于它们适用于哪种表面,为了简单起见,程序只显示标准偏差。(其他参数用一个统计常数进行归一化,该常数将图纸上的公差与所产生的标准偏差联系起来,假设尺寸在公差区域内的随机位置,可以是直线、方形或圆形。)

当你按照你希望的方式编辑公差时,点击运行按钮。这将把文件发送到 BTOL, 新的公差预算将取代以前的预算。新的数据就在内存中,但不会自动保存在磁 盘上。如果你想保存编辑后的预算,请使用新的 BTOL SAVE 命令。你不需要 保存它来运行 BTOL 列表和 MC。

这个功能要求在 BTOL 分析中使用的原始镜头是当前的,因为预算的一些属性 是根据当前的清晰孔径来缩放的。 然而,保存的预算并不包括计算预算时使用 的所有导数,如果你想根据你修改的预算看到预测的图像质量,你必须先运行 BTOL,然后修改预算。 然后所有的导数将是当前的,BTOLLIST 命令将显示新 的预算和图像统计。 Monte-Carlo 程序 MC 可以分析并显示应用该预算时的成像 统计(不需要导数)。 第13章

13.0 交互特性

尽管 SYNOPSYS 保留了几乎所有的命令模式功能,这些功能长期以来使其成为 世界上最强大的光学代码之一,但最近快速交互式 PC 系统的发展为用户的直接 互动增加了大量的可能性。采用这些新功能的包括旋转透视绘图,它可以在监 视器屏幕上实时操作,并对复杂布局的折叠和反射给出一个直接的三维视觉印象 --还有 WorkSheet 功能,它可以让你沿轴线滑动一个元件,同时观察光线的汇聚 或发散,或者改变一个元件的弯曲或光焦度,同时实时观察对图像、透镜绘图和 光线路径的影响。本章所描述的所有交互式功能都可以从各种对话窗口中运行, 这些对话窗口中包含有标签框,你可以在其中输入数据。

命令模式的命令被输入到命令窗口,它就像一个交互式 DOS 终端,SYNOPSYS 在其中显示其输出。你可以在任何时候创建这个窗口的 10 个实例,程序的输入 和输出在最近激活的窗口中发生。(在帮助文件中给出了在线说明:当命令窗口 处于活动状态时,按 F1 键,或者点击菜单项 "帮助",然后选择 "索引 "并点击 "命令窗口"。 你将被引导到许多其他的菜单项和工具栏按钮,你可以点击它们 来创建命令窗口的新实例,擦除内容,或根据你的喜好循环调整字体大小。 在 任何时候,屏幕上都必须至少有一个命令窗口的实例;如果没有,将提示您创建 一个。

关于使用命令窗口的其他建议可在《教程手册》中找到。

13.1 帮助文档

为了顺应行业趋势,SYNOPSYS不再发行打印手册。教程手册和本用户手册现 在都可以作为在线帮助文件使用,使你可以立即获得完整的说明。 喜欢打印文 件的用户可以自己制作:《教程手册》是要在你的系统打印机上打印的。 我们 鼓励初级用户打印一份硬拷贝,然后在练习代码的各种功能时跟着文本走。 大 多数用户不需要打印整个《用户手册》,尽管可以打印个别章节以方便参考。

这种文档方式有两个优点: 第一, 每次更新都会自动包含最新的文档; 第二, 在

线手册中的任何参考文献都会有一个指向被参考章节的链接。 你应该不难找到你想要的任何主题,几乎是即时的,不需要与书的索引搏斗。

你可以通过多种方式激活这个在线文档。 最简单的方法可能是在命令窗口中输入

HELP topic

其中 topic 是一个命令的名称或描述你问题的词。 因此,要阅读有关 SPT 命令的内容,你可以输入 HELP SPT。 该部分就会打开。

如果你在命令窗口或 MACro 编辑器中自己输入一个命令,只需输入命令,然后向下看状态栏。格式就会为你显示出来。 请阅读第 13.20 节中关于这个非常友好的功能。

点击菜单项 Help|Help Topics,你可以选择内容菜单或索引。你也可以在一个对话窗口打开时按下 F1 键,查看该功能的帮助部分。(有些窗口会显示命令窗口的帮助部分,因为该窗口仍在接受键盘输入,尽管你可能正在其他窗口中工作)。或者你可以键入<shift>F1 或点击按钮帮助,然后点击任何其他按钮、窗口或菜单项来查看它的作用。

SYNOPSYS 中的许多对话框都有一个标记为帮助的按钮,如果你点击那里,你 将立即转到该主题的用户手册部分。在某些情况下,这个按钮非常小,只有"? "这个字符。 但更多的选项将在下一节解释。

13.1.1 实时帮助

大多数需要某种形式数据的 SYNOPSYS 命令,如果您输入命令而不输入任何其他内容,将显示数据格式。因此,如果您还记得给出绘制的衍射点扩展图的命令是"PSPRD",那么您可以通过键入

PSPRD

来查看格式

然后程序将显示

FORMAT: PSPRD { ICOL/M/P} HBAR NRYS 0 GBAR [HT [L/R]]

在这一点上,您可以使用正确的参数重新输入您的命令。当然,具有可选参数的 命令(或者不需要参数的命令,比如 DWG)不会以这种方式响应——但是您可以 通过列表的输入快速地访问 help 部分

HELP DWG

当你输入时,无论是在命令窗口还是在 MACro 编辑器中,程序都会观察你的输入,一旦它看起来你正在输入一个有效的 SYNOPSYS 命令,它就会在状态栏中显示该命令的格式,也就是屏幕底部的薄边框。关于这一方便功能的更多信息,见第 13.20 节。

13.1.2 工具提示帮助

另一种形式的即时帮助包括 "ToolTips", 这是 Windows 的一项功能, 显示一个方框, 对工具栏按钮的功能进行简要解释。 只要把鼠标光标放在一个按钮上一会儿, 但不要点击, 你就会在一个小方框中看到解释。 在屏幕底部的状态栏中也会给出一个更长的解释。 如果你把鼠标光标放在一个菜单项上, 状态栏的提示也会出现。

13.2 MACro 编辑器

你对 SYNOPSYS 的大部分输入将包括一组你想多次运行的命令。为了这个目的,创建一个 MACro 是最方便的。你可以随心所欲地打开许多 MACro 编辑器,每一个都包含一组不同的命令,然后只需点击 RUN MACro 按钮或 RUN Alternate MACro 按钮就可以在任何时候运行它们。你可以为它们中的任何一个或全部指定名称,只要你点击 SAVE MACro 按钮,或运行它们,其内容就会保存在磁盘上。一个 MACro 可以包含任何数量的数据行。

当编辑器打开一个文件时,或者当你在编辑器中对文件进行某些修改时,它会扫描内容以识别被注释掉的行或属于 SKIP 部分的行;然后这些行将以不同的颜色显示。这使得我们很容易区分将被运行的行和将被跳过的行。然而,这涉及到一些开销,如果你的文件很长,你可能会注意到在每一行被输入后有延迟。如果这是个问题,只要取消选择默认选择的按钮,就可以关闭自动扫描。你也可

以用开关 41 将其关闭。 (如果你关闭了它,你仍然可以扫描注释;只要在你想更新评论注释的时候<右键>就可以了)。 请注意,这个功能只是为了帮助你阅读你的 MACros;无论文件是否被扫描,命令分析器都会工作。

扫描还试图识别以有效的 SYNOPSYS 命令开始的行,那些被定位的行以红色字体显示,背景为灰色。 这是一种方便的方法,可以将属于命令的行与数据行或AI 句子区分开来。 然而,这个过程并不完美,因为它必须确定一个给定的输入行是一个命令还是一个输入文件的一部分--在这种情况下,它会像平常一样显示。为此,它要寻找该文件的结束行,通常是 END、PLOT 或 GO。当找到这一行时,它可以再次识别后面的命令。 但是,如果你用诸如 "chg/2 dec 31.75 0 0 1/end "这样的形式来结构一个输入行,例如, "end "将不会在下一行被发现。 所以不建议使用这种格式。

MACro 中以注释字符"! "或"; "开始的行将被跳过,如上所述。如果你想对一 组行进行注释,只需选择这些行,然后点击编辑器工具栏上的注释按钮。 被选 中的行将在第一栏中得到一个"! "字符。要取消对一组行的注释,选择这组行并 点击删除注释按钮。 任何开头的"! "或"; "字符将被从这些行中删除。 (要做到 这一点,选择应该从一行的开头开始)。

命令

EE

将打开最近使用的编辑器窗口,如果没有,则打开一个新的。

您可以使用该命令加载带有命名 MACro 的新 MACro 编辑器

LM <u>filename</u> (Load Macro ...)

其中文件名是先前保存的 MACro 的名称。您可以使用该命令运行已保存的 MACro(不需要先将其加载到编辑器中)

EM <u>filename</u> (Execute Macro ...)

您可以用这个命令把一个 MACro 加载出来

LTM <u>filename</u> (Load This Macro ...)

此命令不将文件加载到编辑器中,也不打开编辑器。它适用于您希望在稍后使用 GDS 命令或使用 DOMACro 循环运行 MACro 的情况。有关这个强大特性的描述,请参阅第 15.1.2.1 节。

一旦您运行了一个 MACro,您就可以重新运行它,即使编辑器已经关闭,使用 指令

GDS (Get Data Set)

如果您将 EM.命令放在文件的末尾,指定新的文件名,那么一个 MACro 可以以 链式的方式调用另一个 MACro,并且它还可以运行另一个 MACro,然后如果该 命令是 EAM(执行备用 MACro),那么它也可以运行另一个 MACro。要重新 运行备用 MACro,命令是

GADS

如果您想要删除最后一个 MACro(由 GDS 命令使用)的内存副本,请使用 ZDS (Zero Data Set)命令。

您还可以使用 Windows 菜单和工具栏功能来做许多相同的事情:当一个 MACro 窗口处于活动状态时,文件菜单提供了打开保存的 MACro 文件(在同一个窗口中) 或保存当前内容的选项。此外, MACro 菜单项包含类似的工具, 顶部工具栏按 钮也是如此

使用命令来准备 MACro 有时是有用的。顺序是

DATA

•••

(any lines you want in your MACro)

EDS (结束数据集)

也可以将 EDS 命令放入使用编辑器创建的 MACro 中。结果是,当到达 EDS 行时,MACro 的执行被终止。这是在不希望执行整个操作时禁用 MACro 的一种方便方式。

以这种方式准备的 MACro 仅存在于存储器中,而不是在 MACro 编辑器中。它可以通过命令执行。

GDS (获取数据集).

有时,重新运行命令窗口中输入的最新命令非常方便。命令

LLB, ELB (加载行缓冲区、编辑行缓冲区)

将最后 20 个命令加载到编辑器中。您还可以单击菜单 MACro|显示最后 20 个命令。

命令

PMA filename (打印 MACro)

将在命令窗口上显示 MACro, 但不执行它。

命令 LMM 将向 MACro 编辑器加载由 SYNOPSYS 对话框最近生成的命令的副本。然后,您可以更改、运行或保存文件,而无需再次进入对话框。

13.2.1 启动 MACro (SYSTART.MAC)

程序初始化是通过一个名为 SYSTART.MAC 的特殊 MACro 进行的。这个文件 在 SYNOPSYS 启动时自动运行,以设置各种默认选项。它还调用一个单独的文 件, ICONS.MAC,其中包含由侧边栏上的按钮产生的字符串的定义。

有些用户喜欢用不同的设置来初始化程序。 把你的自定义设置放到 SYSTART 文件中并不是一个好主意,因为每次程序更新时,这个文件都会在安装时被替换,你的设置就会丢失。 相反,你应该创建一个单独的名为 CUSTOM 的 MACro。 启动 MACro 将在完成其他工作后调用这个文件(如果它存在的话),而安装程 序将不再理会这个文件。

在你的自定义 MACro中,你可以设置任何你想从默认值中改变的模式控制开关,也可以定义任何你想让 AI 程序自动识别的 AI 符号。

13.2.2 其他的 MACro 命令

MACro 中可以包含的其他有用命令。

	SKIP
and	EOS

这将使在执行 MACro 时跳过它们之间的任何文本。

命令 EDS (End Data Set)导致跳过之后发生的所有文本。

您可以使用命令注释 MACro

; <u>any text you like</u>	(不限于字符集)
! <u>any text you like</u>	(不限于字符集)

or **TEXT**

one or more lines of text

END

MACro 中新建的命令会导致运行 MACro 时执行暂停,然后设置您输入新的一行。该输入将替换新的命令,并继续执行。如果 MACro 在循环中运行(请参阅 DOMACro),那么每次循环到达该点时,您都可以替换一条不同的行。

13.3 PAD 窗口

SketchPAD 功能是一个图形窗口,可以同时显示一个或两个显示器。它通常用于同时查看镜头绘图和成像质量的显示。这是一个交互式窗口,你可以打开它,

填入你选择的显示格式,然后随时用更新按钮更新,就可以看到当前镜头及其 图像立即以该格式显示。每当你获取或取走一个镜头时,以及在优化过程中, 如果你输入了 SNAPSHOT 命令,它也会更新。通过 PAD 窗口顶部的工具栏按 钮或快捷键,可以放大或平移显示,窗口也可以最小化、调整大小和打印。(快 捷方式:用鼠标右键拖动平移,用 Shift 点击该按钮放大,用 Ctrl+Shift 点击缩 小)。你可以鼠标拖动选框,然后点击按钮来查看放大的部分,你还可以用鼠 标滚轮放大和缩小。你在同一时间只能打开一个 PAD 窗口。你可以通过点击

按钮^到或使用 PAD 命令来打开一个 PAD 窗口。

PAD 可以定义多达五种不同的显示格式,你可以用1到5的按钮来切换

1 2 3 4 5 。因此,你可以用选择 1 查看 YZ 剖面和光线扫描,用选择 2 查 看两个方向的透视图,等等。你可以在任何时候从一个切换到另一个,甚至在 优化期间。所有选择和所有 ACON 的 PAD 布局可以用 SSU 命令保存,或者用 RSU 调用。 还有一个选项是将 PAD 显示与一个命令串相连,只要 PAD 显示被 更新,就会在一个单独的图形窗口中显示 SYNOPSYS 可以创建的任何其他类型 的输出。 这个选项在这里描述。 当 PAD 窗口打开时,你可以点击 WorkSheet Lens Edit 按钮 三, Y-YBAR 按钮 1,

或 Glass Table 按钮 来打开这些功能,或 Edge Wizard 按钮来编辑边缘描述。你也可以通过输入 WS 打开工作表,通过输入 MEW 打开边缘向导。

PAD 的一个特别有用的功能是 SNAPSHOT 功能,它在优化镜头时连续显示 PAD 的显示。这个命令是在 SYNOPSYS 命令之前输入的。

LE 镜头编辑按钮 T开了 LE 镜头编辑器,当你在那里对镜头进行了修改并点击了 RUN MACro 按钮后, PAD 显示会自动更新。

当你关闭 PAD 显示或退出 SYNOPSYS 时,程序会记住窗口的大小和位置,并试 图在你下次打开它时将其恢复到该位置。如果由于任何原因你想恢复默认位置 (比如在改变显示器分辨率后),请使用 DWL(默认窗口位置)命令。这也会 恢复 SPS 中的默认图片框位置。你也可以输入以下命令

PAD

RESTORE

这将把当前的 PAD 显示移动到显示器上。

PAD 显示屏可显示透镜的 Y-Z 轮廓图,并带有可选填充。填充使透镜更容易看到。



但有时舍入误差会导致行尾的一个像素丢失,然后填充颜色会渗入整个 PAD 屏幕。 当这种情况发生时,程序会感知并关闭该显示屏的彩色填充,每当重新绘制 PAD 时再进行测试。 你可以通过打开开关 46,或者点击 ff3 按钮来禁用彩色填充功能。

你也可以试试我们为此而实现的一个功能,它将包围元件绘制的线条延伸了一小

段。 这个想法是为了覆盖缺口,事实证明这对显示这种行为的系统很有用。 该 命令

FFF EXTEND

命令将把线条延长到所要求的数量。 默认值是 0.0, 如果彩色的填充没有显示出来, 你可以尝试更大的值, 看看它们在你的系统上是否效果更好。

PAD D 绘图中的另一个选项将根据折射率和色散的当前值来改变镜片的颜色; 这可以通过打开开关 91 或点击按钮来激活。颜色将按照下面的图片呈现。



色散取自 GLM 玻璃的模型参数,但对于真正的材料来说,它更复杂:程序从波 长顺序参数 CODER 定义的长、短波长的折射率值中找到色散,如果这两者之间 的波长范围与 C 线到 F 线的差值不一样,实际波长的 V 数将与玻璃的目录值不 一致。在这种情况下,程序会进行线性调整,这通常会相当好地再现材料的颜 色。在红外材料的情况下,显示的颜色没有什么意义。

下面是一个以这种方式显示的镜头的例子。



PAD 还可以指示镜头是否被分配了一个不在 AIR 中的物体。我们称其为浸没物体,然后 PAD 画出物体表面,与表面 1 相连,如下面的例子。



这里,物体和表面1之间的区域的颜色显示,浸液的折射率,通过它可以看到物体,被分配到表面0的材料的颜色

下一节将解释如何选择希望 PAD 显示的显示类型。

13.3.1 PAD 图形显示

在 PAD 中有七种显示方式,其中任何两种都可以同时显示,一种显示在 PAD 窗口的上半部分,另一种显示在下半部分。点击其中任何一个按钮

打开一个对话框,您可以从中进行选择

1.	与 DWG 相似的 Y-Z 剖面
2.	与 PER 相似的透视图
3.	近轴透镜绘图(当真实光线无法追迹时很有用)
4.	横向光线拦截,类似于 RPT
5.	OPD 光线光扇图,类似于 RPO
6.	点列图
7.	像散曲线
8.	屏幕的空白部分
9.	单个绘图,以窗口为中心。 这仅适用于纵断面和透视图选项。 显示 形式由为项部显示选择的显示形式给出;如果选择此选项,则忽略底 部显示格式。 默认绘图比例取自整个窗口尺寸,而不是窗口的一半, 因此显示可以更大。
10.	PAD 还可以让您将命令行链接到显示器;每当监视器更新时,执行命令(并且可以在当前图形窗口中创建图片。在这种情况下,有三个监视器一起更新:两个在 PAD 中,一个在图形窗口中。

除了数字9和10之外的所有这些显示形式也可以在命令模式下启动。键入命令 PAD,然后从命令中进行选择

D	绘图
PP	用于 PAD 透视图
Р	用于近轴绘图
F	光扇图
FP	全光瞳的光扇图(通常 SFAN 覆盖光瞳的一半)
FP3	对于在三个视场点的整个光瞳上的光扇图。
0	OPD 光扇图
OP	全光瞳的 OPD 光扇图
S	用于点列图
Α	用于像散的曲线
X	删除显示的一部分

当您键入上述任何命令时,系统将提示您输入其他数据。

在多重结构工作中,有时很容易将不同的 PAD 显示结构分配给不同的结构。为此,请确保 switch 48 是关闭的,然后按照您希望的方式在该结构处于活动状态时定义它们。如果此开关处于打开状态,则 PAD 显示将被限制为对所有开关都相同。

PAD 透视图中显示的光线路径遵循与每个命令相同的规则。(开关 88 控制是否显示进入的光线)

您可以使用该命令保存所有活动配置的当前 PAD 选择

SSU (保存设置)

RSU (恢复设置)

这些命令还可以保存和恢复分配给每个配置的透镜文件。这使得在退出程序之前恢复事物变得简单。对于六种配置中的每一种,透镜文件被命名为 SSU1.DAT, SSU2.DAT, 依此类推至 SSU6.DAT。RSU 命令自动获取所有这些文件,并将它们恢复到以前的配置。

有关 PAD 强大功能的更多信息,请点击此处。

13.3.2 工作表

PAD 中的工具栏按钮 将您发送到工作表程序。这个功能是为了在您以各种方式改变透镜时给您即时的反馈。工具栏按钮显示在 PAD 显示的顶部(工作表模式),您可以使用它插入和删除表面、折叠反射镜和透镜、翻转透镜或反射镜,或者创建一个检查点,您可以使用撤销按钮还原到该检查点。您还可以使用命令 WS 同时打开 PAD 和工作表。

工作表还显示了一个编辑窗口,该窗口以 RLE 格式显示所选表面的参数,您可以对其进行编辑。当您单击更新按钮时,更改将应用于透镜,并更新 PAD 显示。您可以在此窗口中输入任何您可以放入 CHG 文件的内容,并且不限于当前选定的表面。

此外,还提供了四个滑动条,您可以使用它们来更改 RLE 文件中的任何参数,包括表面的曲率、弯曲和厚度,或者沿着轴滑动一个透镜——同时使用 PAD 显示监视效果。您甚至可以在编辑窗口中选择一个数据项——不是被分配给一个滑

动条——并在点击 SEL 按钮后与顶部的滑动条改变它。

在工作表的链接中对这些特性进行了更详细的描述。

13.3.3 LE 透镜编辑器

LE 编辑器实际上是一个专门的 MACro 窗口, SYNOPSYS 在其中放置了一份 LEO 文件,这是一个描述所有镜头数据的 RLE 格式的文件。你可以通过输入以 下命令来启动 LE 的会话

LE

或者通过点击 PAD 中的 LE 镜头编辑按钮 ,或者通过点击 SideBar 中的相同按钮(尽管这取决于当前 SideBar 的选择设置)。如果你用 PAD 按钮启动了 LE,当你运行 LensEdit MACro 时,显示会自动更新;否则,你必须在 PAD 窗口中点击才能看到变化。

命令

LEP

打开 LE 编辑器, 然后在执行文件时自动更新 PAD 显示。

13.3.4 快照

可以使用命令调用快照特性

SNAP [NPASSES]

它必须在 SYNOPSYS 优化命令之前。

此命令使优化程序每 npass 次迭代更新显示的 PAD,以便您可以监视设计的进度。

在运行优化输入之前必须选择显示的形式。默认的 PAD 显示是顶部的 YZ 配置 文件和底部的一组光扇图。您有时会想要在底部显示 OPD 光扇图,或者如果透 镜有不在子午面上的倾斜或偏心,则选择顶部的 PP (PAD Perspective)显示。

如果您用按钮 1 2 3 4 5 定义了多个 PAD 显示格式,您可以随时在它们之间切换,甚至在优化运行期间也是如此。

如果优化过程开始朝着您不想要的方向前进,只需单击 Stop process 经按钮,在下一次迭代中停止它。

需要停止此功能,请输入 NOSNAPSHOT。

13.3.5 玻璃库

另一个可以从 PADsketchpad 中推出的功能是玻璃库功能。点击按钮。这显示了 您对玻璃表数据的选择,这些数据来自 Schott、Ohara、Hoya、Corning France、

Custom、Guangming、LZOS、Unusual、Sumita 和 Nikon,还有一些按钮 用于 放大和平移显示,以及选择在玻璃库上显示的各种属性之一。(快捷方式:用鼠标 右键拖动鼠标,点击鼠标左键放大,按 Ctrl+Shift 键缩小)您也可以用鼠标滚轮放 大和缩小。

您还可以使用命令 MGT 打开玻璃库。

单击上面的链接,查看玻璃表显示的帮助文件。

13.3.6 Y-YBAR 图

在 PAD 显示中发现的另一个特征是 Y-YBAR 图。 yybar 按钮可以打开一个对话框,在这个对话框中你可以看到近轴边缘光线的 Y 坐标与近轴主光线的绘图。如果你在顶部的 PAD 显示中点击一个表面的顶点,由该表面控制的节点会显示一个编辑柄。 然后你可以简单地用鼠标点击并拖动该节点,以任何你想要的方式重新绘制 Y-YBAR 图。

请记住,这个功能只涉及到近轴光学,并不纠正像差。当你想要一个光瞳或像 在系统中的某个位置时,它很有用。养成经常保存镜头检查点的习惯,因为如 果导数很小的话,拖动一个节点会产生很大的、意想不到的变化。检查点可以 让你撤销自它创建以来的任何变化。

13.4 BELL 命令

命令

BELL (or BEEP)

发出可听见的警报。在具有声卡的计算机上,该功能播放默认声音。在没有声卡的计算机上,该功能播放标准系统蜂鸣声。它可以在冗长的 MACro 中使用,以 在完成时提醒您

SYNOPSYS 的某些功能在遇到某些情况时自动发出提示音,例如过多的 OPD 误差等。如果你觉得这个声音警告很烦人,可以使用命令

BELL { OFF / ON).

13.5 图形工具

有几个命令可用于帮助管理图形窗口。

在制作新的图形显示时,SYNOPSYS 可以在与前一个显示相同的窗口中显示它 们,也可以为每个显示创建一个新窗口(最多十个图形窗口)。

您可以使用上述链接中说明的菜单项选择其中一个选项,也可以使用命令进行选择。

GAW	图形添加窗口
GRW	图形再使用窗口
KAG	关闭所有图形窗口
BLANK	生成空白图形窗口
GFRONT	将所有图形窗口置于 Z-order 的顶部

您还可以通过单击工具栏按钮创建一个新的空白图形窗口。您设置的任何新图片都将进入此新窗口,保留屏幕上所有现有图片的完整性。此按钮 (和 BLANK 命令)也激活 GRW 模式。

这些命令可以在一个 MACro 中按如下序列使用,例如。

KAG

GAW

(制作一系列图片的命令)

BLANK

当这个 MACro 运行时,之前的所有窗口都将关闭,然后 MACro 将在自己的窗口中创建一系列新图片。最后,它创建了一个空白窗口并更改了模式,以便当您继续工作时,实时生成新图片,每个窗口都进入了创建的最后一个窗口。这样,您就不会不断地创建新窗口来干扰屏幕,但是您的旧窗口仍然会显示出来。

有些用户喜欢定义确切的颜色作为 PAD 和图形窗口的背景。可以使用选项|图形 |中的菜单项定义背景颜色。您通过移动三个滑块来调整颜色,当您在这些窗口中 选择"黑色背景"选项时,将显示所定义的颜色。

如果您关闭了程序但忘记保存重要的图片,SYNOPSYS 可以为您恢复它。只需 重新启动程序并键入

RLP (Recover Last Plot)

图像将在图形窗口中重新绘制。这适用于所有普通的图形,但不是用于 RPER 或 RSOLID 显示,并且它不会恢复您自己添加的任何注释。

为了方便起见,这里有一个链接,解释在图形窗口中提供的各种工具。这些功能 允许您变焦和平移显示,在白色或黑色背景色之间选择,添加您自己的注释,并 以各种比例打印出硬拷贝。

拼贴图片

另一个方便的特性是可以创建多达 10 个图形窗口,并显示它们在显示器上显示。 您将创建一个 MACro 的过程是:

TILE <u>NCOLS TSIZE TSPACE XLOC YLOC</u> (Create a picture) (Create a picture) (Create a picture) ...

ETILE

读取 TILE 命令时,程序将删除所有打开的图形窗口;然后处理其余的行,依次显示每个图片,在下一个拼贴位置绘制每个图片。当读取 ETILE 行时,平铺就

停止了。

这个输入给出了列数(NCOLS)、每幅图片的大小、相对于屏幕大小(TSIZE)、间距 (TSPACE)和左上角图片在 X 和 Y 中的位置(XLOC, YLOC)的大小。显示器有各 种屏幕大小和比例,并且有许多分辨率设置可以影响单个像素的位置。如果您的 拼贴有重叠或太宽的间隔,您可以用 TSPACE 参数来调整。

默认值为 TILE 4 0.125 1.0 0.3 0.01.

如果您在所有的拼贴都画完之后再做一些图片,它们将会被绘制在最后一个可用 的窗口中。如果您希望这些块保持不变,只需单击顶部工具栏上的新图形窗口按 钮或键入命令为空。这将打开另一个图形窗口,可以显示更多的图片。

这是一种很好的方法,您可以随时查看多个分析图片。只需将命令放到 MACro 中并运行它。您甚至可以编写一个侧边栏按钮来运行这个 MACro,或者定义一 个 AI 命令来执行相同的操作。然后,点击那个按钮,您就可以看到所有的图。 这是一个例子:

GET 1

TILE DWG RPT 0 10 M SPT M 1 500 RSOL 22 33 0 0 0 PLOT RED PUP 2 1 21 TRACE P 0 0 21 BLUE TRACE P 1 0 21 GREEN TRACE P -1 0 21 END

FCO 0.000000 MTF M 0 0 0 0 P

FCV 0 P 0 P

DIS 0 P

Rper 22 33 0 0 0 PLOT RED PUP 2 1 21 TRACE P 0 0 21 BLUE TRACE P 1 0 21 GREEN TRACE P -1 0 21 END ETILE



13.6 交互式目录(DIR)

命令

DIR { RLE / MAC / FIL / TPL / SSP / BTO / ZMX / SEQ }

将生成存储在 SAVE 命令(RLE)、MACro 编辑器(MAC)、薄膜文件(FIL)、 在线光学样板、由图形窗口(SSP)保存的图形文件或 BTOL 产生的公差数据的 所有文件的列表。在 RLE 文件的情况下,每个文件的 ID 行也被显示出来以帮助 您识别透镜。文件类型 ZMX 和 SEQ 包含由 Zemax 和 Code-V 第三方程序生成的透镜信息。

其中一些文件类型的有用显示也由命令 MWL (RLE 文件)和 MWM (MACro)提供。

请注意,该程序支持一个特定的目录结构,如果你偏离了这个结构,一些功能可能无法工作。当程序安装时,它创建了一个目录 C:\SYNOPSYS,其中存放着程序的数据文件,还有一个子目录 C:\SYNOPSYS\USER,其中包含一些由程序读取的启动文件,用来初始化开关和 AI 符号。我们鼓励你在这个目录中进行所有的设计工作--或者在一个新的目录中,你可以用 CHD 命令来创建这个目录,如下所述。你可以根据你的需要创建多个这样的目录,通常是为每个新项目或客户创建一个。

没有其他参数的 DIR 命令将显示当前目录的路径。

您可以通过单击选择不同的目录

File|Select Directory

或者命令

CHD ["full pathname"]

(注意引号,这是必需的。)

例子: CHD "C:\SYNOPSYS\MYPROJECT\"

没有参数的 CHD 命令(或文件|选择目录)将显示选择新的默认目录对话框,你可以通过点击浏览按钮选择一个现有的目录并选择你想要的目录。或者你可以自己在对话框中输入所需新目录的完整路径,例如,C:\SYNOPSYS\USER\。(注意名称中最后的"\")。

在这两种情况下,在你使用这个命令之前,所需的目录必须存在。当你经常改变目录时,命令的形式很方便,因为命令和路径名可以在 CUSTOM MACro 中声明为一个符号,然后只要输入这个符号就可以切到另一个目录。

在本地 PC 上创建一个新目录

另一个有用的特性是,只需键入所需的名称并单击顶部"Create"按钮,就可以创 建新的目录。命名目录必须不存在。创建之后,程序将自动复制三个通常需要的 MACro文件: SYSTART.MAC, CUSTOM.MAC,和 ICONS.MAC。这些文件的原 件取自 C:\SYNOPSYS\USER\。这个特性可以在上面描述的"选择一个新的默认 目录"对话框中使用。新目录将创建为C:\SYNOPSYS的子目录。

如果使用对话框更改目录,程序将自动在新目录中运行 MACro SYSTART.MAC, 而命令窗体只会转到该目录,但不会自动运行任何内容。如果希望在新目录中运 行启动 MACro,请使用命令重置。(见第 2.9.1 节)

在远程网络上创建一个新目录

选择一个新的默认目录对话框也会让你在网络驱动器上创建一个目录,用底部的 "创建"按钮。在这种情况下,新的目录会完全按照你所说的来命名,不会自动 成为一个子目录。远程驱动器必须被配置为允许所有用户完全访问。例如,要 在网络驱动器 Z 上创建一个新目录,可以在对话框中输入 Z:\REMOTE_DIR,然 后点击创建按钮。该目录在网络驱动器上被创建,然后在你启动 SYNOPSYS 时 成为你的默认目录。

我们发现,当使用网络驱动器时,程序执行得更慢。这是可以预料的,因为访问本地硬盘比通过网线发送数据要快得多。

尽管 SYNOPSYS 可以访问网络驱动器上的用户目录,但程序本身只能安装在你的本地 PC 上。

13.7 SYNOPSYS 菜单对话框

SYNOPSYS 的大多数特性都可以与一组菜单对话框交互运行,这些对话框包含 有描述内容的标签的数据框。这些菜单以树结构排列,以对话框 MMM(主菜单 模式)开始。您可以通过单击菜单项"EZ menu"来导航这个对话框树,并沿着箭头 导航到您想要的分支。或者您可以简单地键入该分支的命令,从下面的列表中选 择。

这些菜单将准备并提交执行所选任务所需的 SYNOPSYS 命令。有时,能够以 MACro 的形式获取命令序列是很有帮助的,因为可以将它保存为一个命名文件 并重新运行,而不需要再次格式化对话框中的所有数据框。要执行此操作,请键 入命令

LMM (将菜单载入 MACro)

执行菜单后。 (或使用 "EM LASTMENU" 格式)

MMM	主菜单模式
MLI	列出所有对话框

程序选项:

<u>MSS</u>	模式开关
<u>MTB</u>	编写侧边栏程序

存储、检索透镜:

<u>MLB</u>	透镜库功能
MOS	打开,保存透镜文件。
MWL	获取保存的透镜

修改透镜数据:

<u>SYS</u>	系统数据编辑器
<u>SPS</u>	电子表格表面数据编辑器
<u>MUT</u>	修改透镜的实用程序

显示透镜分析:

MLL	透镜列表	
<u>MFT</u>	第一,第三,第五阶分析	
<u>MRR</u>	真实光线分析	
<u>MUT</u>	用于分析透镜的实用程序	

绘制透镜分析:

<u>MPL</u>	透镜的基本图形绘制	
<u>MFP</u>	光迹图	
<u>MPE</u>	透视图,实体模型	
<u>MGS</u>	图形系统总结, 包含多种数据	
<u>MGH</u>	鬼像分析	

一般像质分析:

<u>MIM</u>	启动菜单进行像质分析	
<u>MMC</u>	多波长分析数据	
<u>MMO</u>	创建一个由 MID 进行分析的图像模型	
MID	从 MMO 中分析图像模型	
<u>MOP</u>	MTF 选项	
<u>MFM</u>	傅里叶变换 MTF	
<u>MMA</u>	绘图工具	
<u>MIT</u>	图像工具;显示图像质量对扩展目标的影响	
MIF	图像工具 3-D MTF 显示	
MSF	视场点图	

衍射像质分析

<u>MDI</u>	基于衍射的像质分析	
<u>MMF</u>	多视场 MTF	
<u>MTM</u>	离焦衍射 MTF	
<u>MPA</u>	局部相干分析	
<u>MDF</u>	DIFF 图像模型	
<u>MTP</u>	离焦衍射点扩散函数	

几何像质分析

<u>MGI</u>	几何像质分析功能
<u>MTS</u>	离焦点列图
<u>MTG</u>	离焦几何 MTF
<u>MRR</u>	真光线分析

菜单窗口

MWL	保存的透镜文件的列表
<u>MWM</u>	保存的 MACros 列表。

优化对话框:

MOM	主要优化菜单	
(link)	可变参量	
(link)	一、三、五阶像差	
(link)	单光线选择	
(link)	自定义光线集	
(link)	标准光线集	
(link)	物理参数像差	
<u>MMT</u>	光学样板匹配对话框	
<u>MDS</u>	设计搜索对话框	
MRG	优化后插入真正的玻璃	
MPZ	变焦 PSPRD	

向导:

<u>MPW</u>	光瞳向导,您可以轻松编辑入瞳的定义。
<u>MSW</u>	光谱向导,您可以从中选择各种光源和探测器,然后创建一组波长 权重以分配给您的透镜。
<u>MEW</u>	边缘向导,您可以在其中创建和编辑定义每个透镜的边缘几何图形 的数据。

13.8 旋转图纸(RPER, RSOLID)

为显示器 RPER 和 RSOLID 创建一种特殊形式的图形窗口。可以通过单击 2 显示该窗口或单击此链接来显示说明。

您可以通过拖动窗口中的鼠标左键来旋转显示,以及通过拖动鼠标右键或使用键 盘来旋转,如上面的链接所解释的那样。用鼠标滚轮进行缩放。

13.9 将绘图另存为 HPGL, DXF 或 Postscript 文件

有三种方法可以创建由第三方程序(如 AutoCAD)打开的 dxf 文件。 第一部分 在本节中描述;它仅适用于 2D 图片。 第二个使用 RPER 线框渲染,而第三个使 用 DSOLID 创建。

在屏幕上显示绘图后,您可以选择将其保存为 HPGL, DXF 或 Postscript 格式。 这些格式无法通过 SYNOPSYS 读取,但可以导入到可以读取此类文件的某些第 三方应用程序中。其中一些应用程序还可以将文件转换为许多其他图形格式。

命令是

HARDCOPY HPGL

HARDCOPY DXF

以及

HARDCOPY POST.

您可以控制名称:实际名称只是命令的第二个参数,其中前三个字符必须是 "HPG","DXF"或"POS"。因此,您可以使用命令 HARD HPGLENS1 创建名为 "HPGLENS1.PLT"的文件,或使用命令 HARD POST55 创建文件"POST55.PS"。

如果您用于读取 HPGL 文件的应用程序允许您将笔号映射到颜色,以获得与 SYNOPSYS 显示相同的颜色,请按以下方式映射它们。(只适用于 HPGL 和 POST 文件;对于有颜色的 DXF 文件,您必须在 RPER 对话框中使用 DXF 按钮;见下 文)。

1	黑
2	红
3	蜇
4	品红
5	書
6	绿
7	黑

1107

您无法使用 HARDCOPY 命令保存 RPER 图——但您可以通过单击按钮 网络

转换为 DXF 文件或单击按钮 将其转换为 IGES 文件。这些文件将包含所有的 3-D 信息,并且图片可以由那些具有该功能的商业 CAD 程序进行旋转。DXF 命 令将显示当前显示角度的图像,而 IGES 格式最初将显示角度(0,0)的透镜。此外, 条纹或 PSVISUAL 和 MIT 图的灰度图目前不能使用此命令进行转换。可以使用 命令 dsolid 来准备 DXF 实体模型。

13.10 获取显示输出(PON, POFF)

可以在命令窗口中列出的输出可以获取以供以后显示或存储在指定的数据文件中以便脱机处理。的命令

PON

. . .

POFF

将获取在 PON 和 POFF 命令之间生成的所有数据。如果您稍后使用另一个 PON 追踪此操作,那么数据获取将继续,并添加到以前获取的内容中。

要关闭获取文件并将数据发送到显示器,请使用 POF C 或 POF close。要关闭获 取文件并在不显示任何内容的情况下丢弃它,请使用 POF D。

您还可以设置程序将获取的数据保存到指定的文件,而不是保存到打印机。要做 到这一点,请使用列表

PON [filename [NEW]].

如果名称中没有给出扩展名,则命名的文件将有一个".TXT "的扩展名。 和以前 一样,当输入 POFF 命令时,获取就会停止,并可以用另一个 PON 文件名恢 复。通过这种方式,可以从你的输出中提取选定的数据。(你必须重新输入相同 的文件名才能正常工作)。

当输入 POFF C 或 POFF CLOSE 命令时,获取文件被关闭,并可在任何时候用 记事本或其他文本编辑器程序打开。因此,文件中的输出数据可以用任何能够 读取.TXT 文件的程序来处理。这是一个方便的方法,可以创建一个你想通过电 子邮件发送给某人的文件。当然,你可以直接从命令窗口复制和粘贴文本本身 到电子邮件客户端,但在这种情况下,字体很可能是默认的比例间隔字体,而且 数据列不会正确排队。 .TXT 文件保留了字体信息,以后打开时看起来很正确。

如果在 PON 命令中没有给出文件名,那么当文件被关闭时,数据会被发送到一个临时的新命令窗口,然后被处理成打印。 这将显示所有获取的数据以及一个打印对话框,用户可以从可用的打印机中选择,然后点击确定。 如果用户点击 CANCEL,就不会发生打印。

你可以重新打开一个命名的获取文件,用新的数据替换以前的内容,即使它还没 有被关闭。为此,在 PON 命令的第三字中加入可选的 NEW。

命令

POFF D

将关闭当前获取文件并丢弃所有内容。

即使系统目前处于 QUIET 模式,也可以用 PON 获取打印输出。如果打印出来的东西很长,而你又不想先在屏幕上看到它,这可能会节省一些时间。

硬拷贝打印输出的字体大小可以通过菜单项 Options|Set Printer Offset, Margins, Font 来调整。

13.11 命令窗口选项(CCW, NCW, PCW)

有三个命令可以让你用一个命令完成其他需要点击鼠标的工作。

命令 CCW 将清除(擦除)当前的命令窗口。

NCW 命令将创建一个新的、空的命令窗口。 之前的窗口仍然存在,可以通过移动新窗口到一个新的位置来查看。输出将进入新的窗口,而以前的输出将保留在旧的窗口中。

命令 PCW 将打印当前窗口的内容。如果你想打印命令窗口,在输入这个命令前 要确保它被选中(并显示一个暗框)。

13.12 输出切换(QUIET, LOUD)

命令

QUIET

将所有输出抑制到当前命令窗口。 这主要用于长 DO MACRO 循环,您不需要 在滚动时查看所有情况。 循环也将在 QUIET 模式下更快地执行。

循环完成后,请务必输入命令

LOUD,

然后键入 AGAIN 以查看循环结果的摘要。您也可以通过打开和关闭开关 72 来 切换安静模式。

管理此功能的简便方法是定义两个符号: DD: QUIET / DML / LOUD / AGAIN DML: DO MACRO FOR ... (define your MACro loop variable here) (在这里定义您的 MACro 循环变量)

然后,您只需键入"DD"即可在 QUIET 模式下运行循环,并仅在屏幕上显示最终 表格。 当然,与所有 DO MACRO 循环一样,您必须在开始循环之前自己(或 单击)运行一次 MACro。 见 15.1.2.1 节。

如果系统处于打印机获取模式(遵循 PON 命令),则 QUIET 命令会禁止屏幕上的显示,但仍会获取输出数据,并可能在以后打印或保存。

13.13 滚动到最近键入的命令

最近类型的命令可以很容易地再次运行,而无需重新输入;只需按<上箭头>或<下 箭头>键在缓冲区中滚动即可。然后按<cr>运行所需的程序。 您还可以使用该命令将最后 20 个命令加载到 MACro 编辑器中

LLB (加载行缓冲区)

13.14 在一页上显示多个绘图

创建一个包含多个图形图像的页面的方法有五种。

A. 由图形窗口定位

第一个是按常规方式绘制图,然后点击按钮 3 。系统将提示您选择要将硬拷贝 图发送到页面的哪个部分。要将另一张图片添加到同一页中,您必须再次将纸张 输入显示机,并重复此过程,选择不同的四分之一。

B. 按Q1至Q4定位

当您想要提前准备最多四张图片的布局,或者在 MACro 中创建整个集合时,第二种方法更可取。这不需要第二次创建图纸,而是使用序列。

Q1

(make a picture) Q2 (make a picture) Q3 (make a picture) Q4 (make a picture) QPLOT

合成图片显示在屏幕上,您可以像对待任何其他图片一样对其进行注释,保存或显示。此方法适用于除 RPER 和 RSOLID 之外的所有图形功能,这些功能需要自己的优化程序才能正常显示。

C. 通过 CPLOT 叠加

第三种方法将在同一页面上叠加单独的图片。除第一个以外的所有图片都禁止注释。当然,组合任何两张图片没有意义,因为格式,尺寸和轴标签对于第一张图片是正确的,但对于其他图片则不一定正确。由用户确保应用于第一张图片的注释对于所有这些都是正确的。这种方法的序列是

CPLOT

(make a picture) (make a picture) (make a picture) ...

QPLOT

以下是如何在一个页面上叠加三个能量图。MACro 包含

GET 4 CPLOT COLOR RED DMOD M 0 600 FOR CIRCLE VARY Y SIZE FROM 0 TO .002 PLOT

COLOR GREEN DMOD M .7 600 FOR CIRCLE VARY Y SIZE FROM 0 TO .002 PLOT

COLOR BLUE DMOD M 1 600 FOR CIRCLE VARY Y SIZE FROM 0 TO .002 PLOT

QPLOT

结果如下所示。这里,轴标签对于所有情况都是正确的,但是我们使用注释编辑器为各个曲线添加了标签。请注意,在此示例中,所有三种情况的默认比例和原点都相同,因此即使未输入比例,结果也是正确的。一般来说,您并不总是那么幸运,我们建议您自己声明这些参数。有关格式,请参见第9.3节。



上面的 MACro 以不同的颜色显示绘图。使用该命令可以轻松完成此操作

COLOR <u>color</u>

在做出曲线图的命令之前。这里,参数的颜色必须是

RED BLUE MAGENTA CYAN GREEN or LIME BLACK DEFAULT

LTMAGENTA LTCYAN

如果背景是黑色,默认颜色是黄色;如果背景是白色,默认颜色是黑色。黑色选项 是类似的,除了黑色背景上的线条是白色的。所设置的颜色仅对下一幅图片有效, 并且只在开关 35 打开时显示。SYNOPSYS 生成的许多图都是用不同的颜色创建 的,在这些情况下,这些颜色将优先于前面的颜色命令,而忽略先前颜色命令上 请求的颜色。

D. 图形窗口叠加

图形窗口提供了第四种方法将图片组合在一个页面上。要使用这个特性,首先像 往常一样准备要叠加的所有图片,并将它们保存为唯一的名称(作为 SSP 文件)。 然后擦去图形窗口(或者创建一个新的空白窗口)并单击其中一个工具栏按钮 回回。如果您点击左边的图片,保存的图片会完整地返回;正确的选项会返回所

有的行,但不会返回文本。这是一个例子:



为了准备这幅图,我们首先执行一个 MACro 来设置所需的情况,包括波长、权重和焦点位置。这个 MACro 以行结束

SCALE = .2 .2 ORIGIN = 0, 0 LTM STREHL_PLOT
最后一行将另一个 MACro 加载到内存中。这是先前准备的,包含两行

VAR M AIP 600

ORD = FILE 3 ; FILE 位置 3 是 VAR 命令的 Strehl Ratio

现在我们用以下指令来分析这个案例

DO MACRO FOR AIP = 0 TO 1

(这会运行我们上面加载的 MACro,每次更改 AIP 的值。该值在 VAR 命令中用 作 HBAR 参数。)

得到的图显示了在这个视场上绘制的斯特列尔比。假设第一种情况处于标准焦点。 我们用 A 来保存这个图。

现在我们改变第一个 MACro 来改变第二个例子的焦点,并重复这个过程。但这次,我们要用蓝色的图;在显示图片后,我们输入

COLOR BLUE

AGAIN

图像立即变成蓝色,我们用 B 来保存它。第三个例子重复,这次设置颜色为红色,并将其保存为 C。

好了,三个图都被保存了。要合并它们,我们首先用按钮 擦除图形窗口,然

后单击一对的右按钮 20. 打开一个文件对话框,我们选择 file b。单击相同的按钮,选择 file c。单击一对的左侧按钮,选择 file a。图片返回时带有所有注释。 (最好不要将这三个注释叠加起来,因为时间戳将把这三个注释叠加在一起。)首 先添加有颜色的图片,以便将坐标轴和注释从文件 A 中以黑色绘制到其他的上面。如果您喜欢红色或蓝色注释,请更改序列。

为了完成这幅图,我们到注释编辑器添加额外的文本和波长表。

E. 绘图与 AI 结合

然而,第五种组合图的方法是使用第 15.1.2 节中描述的 ADD PLOT 或 ADD DO MACRO 功能。

四分之一大小选项(Q1等)和 CPLOT 是互斥的。如果您设定其中一个,则不得 设定对方提供相同的图片。

上述某些选项会禁用图形的正常显示,直到按顺序完成。如果您希望中止,请使用 EPL 命令

13.15 错误消息的显示

一些错误条件可能导致透镜文件不完整、光线追迹失败、或者分析不准确,这些 必须引起用户的注意。有三种类型:最高级别的是关于必须立即纠正的状况的紧 急信息,否则没有任何意义。当遇到这些消息时,这些消息会显示在一个小框中, 如果 switch 54 打开,这些消息也会在命令窗口中列出。

第二类包括可能影响结果有效性的错误。这些都列在命令窗口中——但不会立即显示出来——因此正在进行的任何 MACro 的处理都不会被中断。这两个类别中的错误也会点亮工具栏按钮,通常显示为灰色。单击此按钮 将显示自上次单击按钮或重新设置标志以来标记的所有错误消息。

最后一类是不重要的条件。这些将显示在命令窗口中,但不会触发错误框的显示。

我们建议新用户保持开关 54 打开(这是默认值),因为列出的错误消息随后与生成它的命令相关联。它也有助于文档,因为可能影响结果有效性的条件会在您可能显示的任何硬拷贝中记录。保持开关打开的缺点是,一些操作(如优化)可能会反复遇到该条件,并在命令窗口中生成多个相同消息的副本。

如果第一类或第二类消息与您的系统无关,并成为一个麻烦,您可以通过单击对 话框底部的复选框来取消该消息的显示。需要注意的是,如果您这样做并且关闭 了 54,那么您将不会得到任何错误条件的消息,这是有些危险的。您可以通过输 入命令重置所有错误消息,以便显示它们

SAE 显示所有错误

或通过点击菜单项 Options | Show Error Light for All Errors.

在不太可能发生的事件中,紧急消息的显示变成了麻烦——而且消息对于您的项 来说并不紧急——您可以通过将开关 79 打开来在这个类别中消除所有消息的显 示。 任何 GET、FETCH、RLE、CHG 或工作表更改都会自动关闭错误按钮。

您可以选择使用该命令显示任何等待的错误消息

ERRORS

并使用命令清除所有消息

ERRORS CLEAR

13.16 程序更新

程序更新可以从

www.osdoptics.com.

下载

(您可以从 SYNOPSYS 里面找到。点击 Help | Program Updates, 当 OSD 浏览器 打开时,点击 HOMEPAGE 按钮)

当您到达那个页面时,点击"修订"按钮,看看您的当前版本已经发生了什么变化。 如果新特性或 bug 修复对您的工作很重要,那么单击"下载"按钮。将文件下载到 临时目录,然后双击该目录以安装该版本。(如果您当时正在运行 SYNOPSYS, 则必须退出它。)

13.17 透镜单元编辑器

当你完成了对透镜的优化,是时候考虑一下你想把它放在哪种透镜单元中了。 SYNOPSYS 有一个透镜单元编辑器,你可以用它来设计许多种单元,并准备部件的图纸。这个功能不能替代机械工程师使用的更大的 CAD 程序,但它可以为 那些没有这些工具的人产生一个相当好的透镜单元和一套图纸。此外,它还会 检查透镜的几何形状,以确定垫片的长度和单元的直径。

这个功能有一些限制。

 一个透镜组中要装入一个单元的所有元件必须是旋转对称的,并与该组的第 一个元件在同一光轴上对齐。如果你的系统在组与组之间有折叠镜,那也是可 以的,只要单个组满足这个要求。

2. 为了获得最佳效果,组中的所有元件都应该定义 EFILE 边缘。 这是因为单元 编辑会让你把单元的 ID (内径)与透镜元件的外径联系起来,并有可选的间隙 余量。如果元件有一个 EFILE 边,程序就会简单地拾取值 "C"。如果透镜没有 EFILE 边缘,那么程序可以拾取 CAO,它可以是软的或用户定义的。 那么问题 来了,如果你以后用 ELD 功能绘制元件图,元件的 OD (外径)会比 CAO 大, 因为 ELD 在这种情况下会增加 0.05 英寸的孔径半径。 但镜头单元不会反映这 一点,你必须非常小心地在单元编辑器中自己填入内径。 否则,元件将无法装 入单元中。 有了 EFILE 边缘,这个问题就不会出现了。

3. 你必须在 PAD 显示的顶部显示一个透镜图("D "型,不是准轴或透视),而 且你必须在那个时候指定一个非零比例系数。单元的显示与 PAD 的显示设置密 切相关,这就是适用于你可能做出的任何成品图的比例。 绘图范围内的第一个 表面必须是进入单元的第一个元件。

让我们用如下的三片式透镜来说明这个特性,该透镜在安装目录中为 X24.RLE。



在 PAD 上展示,比例是 4。然后单击按钮 ,打开单元编辑器。当编辑器打开时,单击"拖动定义"按钮,然后单击并拖动鼠标到下面显示的区域。当您释放鼠标按钮时,将显示一个新的单元部分。



由拖动定义的新单元区域。



产生新的单元。

您的透镜单元将完全由圆柱体组成,您将看到我们如何通过连续的圆柱体建立一 个更复杂的形状。通常,通过拖拽来定义一个新的圆柱体是最简单的,就像我们 在这里所做的那样,但是您也可以将单元尺寸输入到编辑框中



然后点击按钮"Define from data"。

注意对话框上的 12 个彩色面板。默认的颜色是红色,这就是分配给圆柱体的颜色。在定义该单元的其他部分之前,应该单击另一个颜色按钮,以便更容易地看到新的圆柱体。当您做一个更复杂的形状时,就像我们马上要做的那样,所有的部分都被正确地对齐了,然后您要让它们相邻并且颜色相同。当您以后绘制元件部分的草图时,该程序允许您将相同颜色的所有部分组合成一个部分,并在整个集合周围绘制一个轮廓。这样就可以得到更复杂的形状。

这个圆柱体的 ID 和 OD 不是很正确。试着将滑块移动到上面显示的编辑框的右 边。您可以很容易地以任何您喜欢的方式塑造圆柱。但是我们希望单元的 ID 与 透镜 1 的 OD 匹配,并且要有一个小的间隙。这些透镜都有 EFILE 边缘,所以 很简单。单击"Tie→"按钮。

Ħ	单元格编辑器坐标	传输对话机	Ξ				×	单
32 75 4 37 多	 目标: C 単元0D C 単元ID C 単元开始 C 単元结束 	─来源 ── 表面 1	〇 EFILE C 〇 EFILE A 〇 CAO 〇 EFILE A的垂度 〇 ID的垂度 〇 Y的垂度= 0	<u>部</u> 1	○ OD [●] 在开始 ○ ID ○ 在结束 ○ 在目标开始 ○ 开始 ○ 结束	 □ 遵从间隙 确认 取消 帮助 		单 · 部 · 私

现在,对于目标,选择单选按钮"CellID",并选择源选择表面 1 EFILE C。选中 "Honor clearance"框,然后单击"显示"。现在,圆柱的 ID 等于单元 1 的 OD,间 隙为 0.127 mm。如果您想要不同的间隙,只需在单元编辑器右下方的框中输入数据,然后重复此过程。

现在选择一种不同的颜色,比如5,然后拖动以创建另一个圆柱体:



我们希望此柱面的 OD 等于柱面 1 的 ID。在 Tie to 对话框中,从 Part 1 ID 中选择 OD 目标和源,然后单击 OK。现在单击 Checkpoint 按钮。这会显示当前单元 的图片,如果稍后出现错误,只需单击一下即可恢复。

如果您创建了一个不需要的圆柱体,请单击"Delete part"按钮。这标志着圆柱被 删除,它不会出现在屏幕上,但此刻它仍然存在,只是隐藏。单击"检查点"或"保 存单元"按钮时,程序将清除所有内容,并且所有已删除的项都将消失。

当您的单元变得复杂时,追迹哪个圆柱体具有哪个零件号是有帮助的。只需单击"数字"复选框,您就可以看到哪个是哪个。您可能想要关闭 PAD 表面编号,就像我们在这里一样,因为事情会变得混乱。您还可以使用"光线"复选框切换透镜的光线显示。

现在我们要把这个新单元的起始点和表面 2 的末端联系起来。在连接到对话框的 对话框中,将单元的开始连接到表面 2,在 EFILE 点 a 处矢高。我们要在这个元 件上放一个内螺纹,以便为第二个透镜保留一个固定环。现在,确保"编辑这部 分"框中有数字 2,单击颜色 1(红色方块),然后更新。现在这个圆柱体看起来像 圆柱体的一部分。它仍然是一个独立的部分,但是,您可以看到如果您点击数字 按钮。再次单击检查点。为安全起见,在定义了一个新圆柱体之后,请始终单击 此按钮。然后检查编辑框中的单元号是否为您想要编辑的,因为在保存或检查点 之后,部件号可能会发生更改。如果您想编辑圆柱体 2,只需在单元的顶部双击 (或者在"编辑此部件"框中输入部件号并单击"更新"),就可以轻松地创建当前状态。

现在在线程ID框中输入数字2,然后单击update。新的圆柱是螺纹的,在2TPMM。

将 PAD 显示放大到透镜 2 的顶部(拖动此区域而不单击拖动以定义按钮 中, 然 后单击)。选择绿色,拖动定义固定环:



将 OD 的外径与部件 2 的 ID 相连,并将部件的末端连接到表面 3, EFILE 点 A. 将 2 TPMM 的螺纹分配给该部件的外径,并完成固定环。不要为此部件指定与 第 1 部分和第 2 部分相同的颜色,因为您不希望它们作为一个单元绘制。

现在创建一个新的圆柱体,如下面的棕色所示,并将 OD 连接到第1部分的 ID 和第2部分结束的开始。如果忘记了部件编号,请切换数字复选框。将末端留 在第三个透镜的中点附近,这样就可以像在前端那样制作一个固定环。

现在制作如下所示的第5和第6部分:



在这里,我们将 ID(5)与第二单元的 OD 联系在一起,以纪念间隙,以及第 4 部分的开始。第 6 部分(用黄色显示)的 OD 绑定到 5 个 ID,我们通过编辑框(然后单击 Update)给它一个正好为 15 的 ID。这使得在 Y = 7.5 的高度下,很容易将 6 的末端与面 5 的矢高连接起来。当第 4、5 和 6 部分完成时,用颜色 1 更新它们,

它们就成为外部单元的一部分。检查点!

注意,搭配过程不像一个透镜拾取设置;如果您后来改变了连接的来源,连接就 被破坏了。这是一次数据传输。

现在双击第1部分,选择第1部分,并将起点移动到单元1的中途。给 OD 赋值 为 24。现在创建第7部分并调整 ID,直到那里有足够的线程空间。把7的末端 系在1的开始处,把 OD 系在1的 OD 上。



将颜色更改为颜色 1,并在前端添加另一个固定环。用开始滑块将保持环的开始拖到所需的位置。(如果动作太粗糙,当您放大时,点击"Micro"复选框,使其慢 100 倍。)将 OD 连接到第 7 部分 ID,并在 OD 上放一条线。将 ID 更改为正好 19,并在 Y = 9.5 处将结束绑定到表面 1 的矢高处。



如果您忘记了所有这些单元的起点和终点,只需单击 Outline 按钮:



现在我们需要填充单元右边的东西。定义第 9 部分并将其与第 1 和第 4 部分绑定,使用 ID。



将第9部分的颜色更改为1,并添加最后的固定环第10部分。这是已完成的透 镜单元,没有部件编号。



光学单元的机械制图

将这个单元命名为"example"。如果您想在以后打开一个单元文件,重要的是您首 先获得相同的透镜,并在单元编辑器之前以相同的方式在 PAD 中显示它。否则 您会得到奇怪的结果。PAD 显示与单元编辑器紧密相连,在继续之前必须以相同 的方式初始化。

单击"绘图编辑器…"按钮。一个新的对话框打开。最初,您会看到相同的 PAD 显示。设计一个单元需要两个独立的步骤:第一个步骤是您已经完成的;也就是设计细胞本身。第二步是设计单元及其部件的图纸。要绘制的所有内容都必须在绘图编辑器中定义。您可以选择要绘制的各个部分,或者整个单元。这是默认的;单击"Define new"按钮。

现在您看到您的单元,没有透镜元件。如果您想要他们回来,点击"Include lens elements"。单击"Color fill"复选框,您的绘图显示为矢量形式,删除相同颜色的相邻部分之间的线。



您可以将显示打开时显示的任何绘图发送到标准 SYNOPSYS 图形。点击"制作 图形"按钮。这幅图片可以像所有标准图形一样进行显示、保存和注释。您可以 将您的公司名称等添加到绘图中——但您不需要绘制箭头之类的东西。绘图编辑 器可以为您做这些。

在"Cell part No"旁边的框中输入数字 1,然后单击该按钮。再次单击定义新的。 现在您只看到第 1 部分。但那部分确实是更大的一部分。选择"包含相同颜色的 所有部分"复选框,并再次定义您的绘图。中提琴!与第 1 部分相邻的所有部分现 在显示为一个单元。尝试颜色填充复选框;您可以在颜色或轮廓上看到这个部分。

如果您在您的部分中看到任何应该隐藏的线,这表明您并没有让这些线完全相连。 近处不够好。搭配编辑器的目的是帮助您准确地理解事物。如果发生这种情况, 关闭绘图编辑器并修复单元。然后返回。

付一下

现在我们要给这幅画增加一些尺寸。在写"零件"的方框中输入数字 6。在维度线 部分中选择 OD,并选择"left"的单选按钮。然后点击"Add line"按钮。如果选中复 选框"double lines"(默认),您现在将会得到位于 surface 6 左边的两条线。移动线 条开始和线条结束滑块,直到多余的线条看起来符合您的需要。



等一下!单元最左边的部分是 7, 而不是 6。为什么我们需要这个数字而不是 7?简 单。当您为绘图编辑器定义一个新部件时, 它将生成一个新的单元设计, 该设计 只包含所设置的部分。由于保留环不包含在这个新单元中, 所以编号与原始单元 不同。要查看重新编号的部分, 请单击"Show cell part numbers"复选框。(这只适 用于颜色填充框也被选中的情况。)

还有一个复选框"number"。这将向您显示添加到图片中的每一行的项编号。只有 在没有选择颜色填充框时,它才能工作。选择这些选项,您会看到现在显示了两 个新的项编号:



项 59 是定义光学轴的点划线,为默认设置。点击检查点,在"Edit item number" 框中输入数字 59,然后点击"Delete this"。它消失了。但是您可能需要它,所以 单击"Load check"以恢复检查点。您添加的两个基准线现在是第 60 项。 让我们添加一些维度。在"尺寸编号和箭头"下,在"From"和"To"框中输入数字 6。选择左侧的 OD 按钮和右侧的-OD 按钮。单击"Add arrows",您将获得尺寸箭 头,由于它们位于单元的最边缘,因此您几乎看不到它们。滑动"箭头位置"滑块, 直到它们移动到您想要的位置。

现在只需点击"Add dimension"按钮即可。数字 24.0000 显示在单元的顶部附近。 移动 X 位置和 Y 位置滑块,直到数字位于箭头的间隙内,然后转到编辑项编号 框中的项 61。(您可以单击此框右侧的旋转按钮来增加或减少项编号。)现在移 动"第一次中断"和"第二次中断"滑块以稍微关闭此间隙。

现在添加给出单元总长度的行。这里没有双线选项,因此您必须转到尺寸线部分中的第6部分,开始和向上。单击"添加行"。对于第7部分的结尾执行相同操作,如果需要更改查看部件号和项编号,则切换颜色填充复选框,以验证第7部分确实是最右边的部分。现在添加从6开始到7结束的箭头,以及尺寸。像以前一样使用滑块移动它们。如果您运行到滑块的末尾并想要更进一步,只需单击"更新"。滑块返回中心。



我们需要在左端显示线程的深度。为此,我们将使用不同的箭头选项。单击显示

两个箭头指向对方的单选按钮。

。在尺寸编号和箭头下,选择

第6部分开始,第6部分结束。单击"添加箭头",然后将箭头对移动到单元下方。 使用 First break 和 Second break 滑块调整两者的长度。在"尺寸线"部分的"零件" 框中输入 6,选择"开始","向下",然后单击"添加线"。调整行的开始和结束, 然后在第6部分的末尾执行相同的操作。单击添加维度按钮,图片上将显示线程的长度。将数字移动到刚刚制作的箭头的左侧。



程序现在应该清楚了。在添加了所需的其他线条和尺寸,并在必要时移动物体后, 我们得到最终的单元绘图。

当然这还没有完全完成。我们需要单击 Make graphics, 然后打开注释编辑器以添加公司名称, 所有维度的公差, 线程规范等。但大部分工作已经完成。

您可以保存任何图纸文件,点击保存按钮,但请记住,如果您想回来后和编辑,您必须首先得到相同的透镜,开放与相同的显示板,打开单元编辑器和得到相同的细胞回来,然后去绘图编辑器。要使程序正常工作,所有的组件都必须存在。

更改原始的单元绘图

好吧,您画了一幅完美的图,然后意识到您必须改变原始的单元设计。现在怎么

办呢?您可以更改单元并返回到绘图编辑器——但是如果您单击 Open 或 Load check,您将得到绘制在旧绘图上的所有线条,这些线条只对旧单元正确。新按钮 的定义是正确的,但是所有的线条都消失了!别担心;您不需要从零开始重新创造 一切。您可以回收您在上一幅图上所画的线和尺寸,并将它们应用到新的图上。 但这很棘手,您必须把它做好。

1.

保存包含您想要回收的所有用户输入数据的前一幅图。

2.

根据您的喜好更改原始的单元设计。

3.

打开绘图编辑器,选择要绘制的部分,然后单击 Define new。这就为这组部件的 实体和大纲版本创建了新的数据文件,并且还没有额外的行。

4.

单击"回收"按钮,选择步骤1中保存的文件。您所有的台词都回来了——包括那些指向您已经改变的东西的台词。只需编辑或删除这些行,并重新创建您需要的 任何内容,以使绘图达到最新。完成后,再保存一次。唷!

13.18 撤销和重做

SYNOPSYS 有两种不同的撤销功能。

1. 任何时候,如果你打开了一个需要你输入的编辑框,或者你正在使用 MACro 编辑器或在命令窗口中输入,你可以按 Ctrl+Z 来撤销你最近的改动。

2. 能够撤销对镜头文件的最新修改也是很有帮助的--但这里我们有一个两难的问题:如果我们给这个功能指定同一个键,很有可能当你真正想撤销镜头的修改时,你却撤销了一个编辑,或者反过来说。 出于这个原因,我们以两种不同的方式实现了镜头的 UNDO 功能:用 Ctrl+U 键代替 Ctrl+Z 键,以及用 F3 键。程序保留了 10 级 UNDO,你可以用这个键在堆栈中向后循环。你也可以用 Ctrl+Y 键往前走,因此它可以作为一个 REDO 键,但只有在往后走了至少一级之后才可以。

当你在任何命令对话框中时(也就是说,在你关闭该对话框之前,你不能在命令 窗口中打字),镜头 UNDO 选项被禁用。 当工作表打开时,它也被禁用。 当 你移动滑块时,该功能可以迅速做出数以百计的镜头变化,而捕捉它们是没有意 义的。 当 SYNOPSYS 的大多数功能改变镜头时,包括 AI 和电子表格 SPS,以及优化之后,都会捕获一个 UNDO 文件。

13.19 许可证信息

您可以通过单击菜单项 Help | License information 来显示支持的当前状态或使用 命令 LICENSE。

当您的支持即将到期时,请单击菜单项 HELP | UPDATES 有关如何续订支持以及如何在续订支持后安排更新安全密钥的说明。

13.20 工具栏提示

帮助您记住 SYNOPSYS 对此命令的格式,程序监控您在命令窗口输入 MACro 编辑器,当它检测到一个有效的单行输入命令,它显示的格式命令在系统托盘中,即带屏幕的底部,窗口显示各种信息。因此,当您输入命令

PSPRD

托盘提示符显示如下格式:

PSPRD {icol/M/P} hbar nrys 0 gbar [ht {R/L/0} [C]]

您可以很容易地看到需要的参数是什么。

如果文本具有有效命令的格式,那么在 MACro 编辑器中选择一些文本之后,提示也将显示出来。这将帮助您验证您输入的参数是否正确。

提示显示与 SYNOPSYS 中使用的其他提示字符串有些不同,因为这里不能显示 下划线字符。我们没有显示用户输入的带下划线的数字单词(如在帮助文件中), 而是在托盘中显示小写字母。

一些字符字符串,如"PLOT"在SYNOPSYS中有多种使用方式;在大多数情况下,不会提示这些字符串。

一些命令有各种各样的形式,为了适应这个托盘,我们只显示其中最常用的形式。

如果托盘中显示的信息不能满足您的需要,请按 F2 键。该键立即跳转到托盘中前四个字符提供的主题的帮助指引。在那里,您将找到您所追求的特性的完整描述。

13.21 格式指导

当你在创建 MACro 但不确定文件或数据格式时,这个方便的帮助功能可以帮助你唤醒记忆。只要在编辑器打开时点击 建按钮,你就会得到一个对话框,显示 RLE 文件和优化文件的格式。这个对话框显示了许多这些文件的例子,有时看 到一个例子就够了。

如果你需要更完整的信息,只需点击教练对话框上的帮助按钮,就会立即进入《用户手册》中涉及该主题的部分。

13.22 双显示器支持

如果你的系统有一个以上的显示器,你可能想知道为什么你不能把 SYNOPSYS 中的任何一个窗口拖到不同的屏幕上。实际上,你可以。

首先,在你启动程序后,使用恢复向下的功能(在外部框架的极右上方)。框架会变小。然后拖动外框的四角,使其扩大并覆盖你的两个显示器。现在你可以将程序打开的任何窗口放置在任何一个显示器上。

如果你按照你想要的方式展开你的窗口,然后拖动框架使其变小,可能会发生一 些窗口在较小的框架内不再被看到。如果发生这种情况,可以用以下命令恢复 PAD显示

PAD

RESTORE.

你也可以使用 DWL (默认窗口位置)命令,或者菜单项 Options | Use Default PAD placement。这些将关闭 PAD,下次打开时,它将出现在屏幕上。它们也将恢复显示比例弹出窗口的默认位置。

KAG 命令将关闭所有打开的图形窗口,即使你看不到它们。

13.23 注释字符串(ASn)

注释编辑器,当你点击"文件"按钮时打开,让你输入一个文本字符串,它将在 你点击的地方显示在你的图纸上。 然而,如果你想在许多图片上添加相同的文 本字符串,那么只定义一次字符串比每次都重新输入更方便。 这就是注释字符 串的功能。 这些命令是

ASn "任何一行文字,最长 90 个字符"。

这里, ASn 是一个形式为 AS1 到 AS9 的命令, 文本字符串必须包含在引号内(而 且本身不能包含任何引号)。通过这种方式, 你最多可以定义九个字符串, 以 便以后使用。

一旦这些行被定义,你就点击注释编辑器对话框中的相应按钮。

AS1 AS2 AS3 AS4 AS5 AS6 AS7 AS8 AS9

然后程序会将你之前定义的字符串插入到文本编辑器窗格中。

第 14 章

14.0 环境分析程序

有几个程序可用于评估温度和机械环境变化对镜头系统的影响。系统温度和 气压可以在镜头文件本身中定义,其中具有 TEMPERATURE 和 PRESSURE 参 数。然而,这些选项仅影响镜头元件的折射率,并且在这种情况下其他参数的输 入值仍然适用。如果系统也经历了影响机械尺寸的环境变化,那么下面描述的程 序就比较合适。

可以使用程序 THERM 分析热效应,如第 5.9 节所述。该程序将根据温度的 变化和对应于元件的热系数改变元件的半径和厚度。

如果您的系统经历环境变化导致表面形状有了更复杂的变化,您可以使用第 三方结构或热分析程序计算新形状,然后从该程序中获取新形状的系数。然后, 如果形状由该幂级数描述,则可以使用 RLE 文件中的 DC1...输入来分析那些表 面变形,并且如果该多项式更合适,则使用 Zernike 输入来分析这些表面变形。

如果在表面上有一组位置变化,则程序 DEF 和 ZERNIKE 可用于导出变形 系数。这些可以通过数字化干涉图来显示,从而在多个(X,Y)位置中的每一 处产生一组 Z 变形。第 5.7 节描述了此功能。

另一个功能,即TOSP,更为通用,但仅在微扰的基础上运行;它被描述如下。

14.1 热光学结构程序(TOSP)

1

SYNOPSYS 可以评估某些机械和热微扰对其他校正良好的成像的影响。程序 TOSP 在小变化的限制内是准确的,并且可以执行三个任务。类似的功能, EMODEL, 直接模拟系统本身的变化。

TOSP 可以读取由热或结构分析程序(例如 NASTRAN)创建的数据文件,该程序包含由于指定格式的多个节点处的热梯度引起的一组表面变形或折射率变化。

2.	TOSP 可以根据用户以指定格式输入的多项式的系数来创建描述许多节 点处的变形或折射率变化的数据文件。
3.	TOSP 可以创建一组光线,受渐晕和切趾影响,并分析由于上述微扰文件导致的每条光线的 OPD 变化。然后,这组光线可用于 IMAGE 分析程序,该程序可以评估这些微扰对成像质量的影响。

成像评估在微扰中准确到一阶;仅针对标准(无微扰)设计评估集合中每条 光线的路径,然后使用公式近似估算 OPD 误差

$\Delta OPD = \delta - (N'COS(\theta) - NCOS(\phi))$

其中 ΔOPD 是光线 OPD 的变化, δ 是表面位移(垂直于自身), N 和 N'是 表面上的初始和随后的折射率, θ 和 φ 是测量的入射和折射光线角度从表面法线。 对于折射率更改, OPD 更改只是折射率更改乘以介质中光线的路径长度。

只有衍射限制成像可以用 TOSP 分析,因为只有衍射理论程序 DMTF, DMODEL,DPF(和 DIFF),PSPRD 和 VARIANCE 可以利用这样生成的 OPD 数据。该程序由输入调用

IMAGE TPF { ICOL / P } HBAR NRYS GBAR TOSP.

TPF 命令指定要追迹的光线的视场,波长和数量。

假设已正确准备了数据文件(见下文),则下一个输入将是 GO

它将计算每条光线的路径微扰,并存储 OPD 数据供以后分析。

该程序将遵守所有 CAO', RAO'或 CAI'(如果有的话),以显示哪些光线保持不被触发,并且如果镜头具有高斯光源(OBG),则光线强度自动变迹。

在该输入之后,可以利用该命令将存储的光瞳数据插入到成像分析中 GPP (Get Perturbed Pupil).

然后可以下达所需的成像分析命令,并且该命令必须与 TPF 命令中指定的波 长相同并且在相同的视场点上。显示一个信息类消息以产生使用先前存储的数据 的效果,并且如果成像参数不匹配则显示错误消息。

TOSP 分析的一个功能是 OPD 计算的参考球(以主光线点为中心)不会因 波前微扰而发生偏移。衍射分析将以通常的方式评估成像,在该点周围的区域上

对成像进行采样,直到 Airy 斑半径的约 5.74 倍的距离。但是如果波前倾斜,则 实际成像可能位于不同的位置。因此,诸如 PSPRD 的分析将直接显示由于环境 导致的成像的任何横向运动。如果波前变形到大于约两个波长的量,则衍射程序 可能无法对整个成像进行采样并且将导致不准确(并且将显示警告消息)。然而, 如果波前仅仅倾斜多达四个波长,则衍射程序是足够的,因为成像在良好的限制 中并且仅从样本区域的中心移动到更靠近边缘。PSPRD 的图表在任何情况下都 会说明成像更改的性质,建议在使用 TOSP 时进行此检查。

14.1.1 生成微扰参数

描述表面形状变化的一种方法是使用多项式输入一组系数。 TOSP 使用的 多项式具有形式

 $DZ = A1 + A2R^{**2} + A3R^{**4} + A4R^{**6} + A5X + A6Y$ $+ A7X^{**2} + A8Y^{**2} + A9XY$

其中 R**2 = X**2 + Y**2.

按照格式的 TOSP 命令输入数据

DATA	or	DATA
ISN JZN NPS CAP		ISN JZN NPS CAP
A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9		EXACT
ISN		ΔΖ1 ΔΖ2 ΔΖ3 ΔΖ10
END		ΔΖ11 ΔΖ12 ΔΖ20
		ISN
		END

其中 ISN 是要微扰的表面,JZN 等于 1 表示表面变形,等于 2 表示函数变换(对于具有两种微扰类型的表面,首先输入变形),NPS 是表面分区所在的行数或列数,CAP 是数据适用的半光瞳。

CAP 的值应至少与光线组所需的最大光瞳一样大;否则将显示错误消息。数据在节点之间线性插值,因此生成足够精细的网格以提供平滑的波前是明智的。 (对于变形,NPS 的最大值为 25,对于折射率更改,最大值为 40。) 为了说明该功能的使用,假设镜头从顶部到底部受到热梯度的影响,导致顶部的厚度变化为.000025 英寸,折射率变化为.00148。让这些变化从上到下以线性方式发生,中心点不变。然后可以读取数据

```
IMAGE
TPF 2 1 300
TOSP
DATA
1 1 2 1.25
0 0 0 0 0 0 -.00002
1 2 2 1.25
0 0 0 0 0 0 .001184
END
GO
IMAGE
GPP ...
```

这里我们假设表面 1 的接收微扰的通光光瞳为 1.25 英寸。对于表面变形, A6 的输入值将在 1.25 的光瞳处给出-.000025 英寸的 Z 的线性变化(因为系数 A6 在多项式中乘以 Y)。负号表示正 Y 处的负 Z,由于表面 1 是元件的左侧,因此 在顶部给出较厚的镜头。随后是折射率微扰,并在相同的光瞳下给出折射率变化 +.00148。请注意,由于这些微扰在这种情况下是线性的,因此只要有两个节点就 是足够的,并且线性插值将给出确切的答案。

14.1.2 使用单独的程序创建 TOSP 数据

虽然分析机械载荷,应力,梯度等的一般问题超出了 SYNOPSYS 的范围, 但该程序可以与为此类分析设计的单独的机械或热封装接口。为此目的有强大的 (和广泛的)程序,例如 NASTRAN,所需要的只是那些程序或可由用户创建的 小接口程序,以正确的格式创建变形表。

要存储的数据必须在最多 200x200 点的网格中的每个节点处计算。重要参数 见下图。



一旦结构分析程序创建了这些数据,就必须将它们写入一个文件,该文件被 FORTRAN 程序识别为"TOSPDATA"。节点按序列编号,从左下角节点开始,变 形在(XYZ)按序列加载到一个数组中,其大小为120,000个单精度(32位)数。 对于机械微扰,该数组因此包含的数据量等于给定表面的节点数的三倍,数组中 的其余元件设置为零。对于折射率数据,折射率中的更改(而不是温度的变化) 将加载到数组中,因此数据量等于节点数。

当显示给定表面的数据并加载数据阵列时,通过以下 FORTRAN 语句将信息写入元件 16

```
        5012
        FORMAT(10G14.6)

        5013
        FORMAT(14)

        5014
        FORMAT(215,3G14.6)
```

WRITE(16,5013) ISN WRITE(16,5014) NPS,JZN,XZ,YZ,DELS

WRITE(16,5012) TOSPDAT

他们指

ISN	是表面编号(必须与 SYNOPSYS 镜头文件中的编号对应)。
NPS	s表面将被分区的行数或列数。
JZN	表面变形为1,折射率变化为2。
XZ,YZ	是从顶点测量的第一个节点的坐标。
DELS	是镜头元件中节点之间的间距
TOSPDATA	是 120,000 维的数组,加载如上所述的数据

对于被微扰的每个表面重复该序列,并且当所有信息已被写入元件 16 时, 关闭文件:

J = 1000 WRITE(16,5013) J CLOSE(16)

! FINISH TAPE

TOSP 将自动访问该文件,程序将显示每个表面的前两行,以供参考。如果随后使用"DATA... END"选项,则元件 16 上的数据文件将被新的替换。

如果开关 40 打开, TOSP 将显示光瞳中每条光线的摘要,给出下面每条光线的情况:

1.	光线数
2.	成像上的角度 ZZ(X-coord。用于 AFOCAL)
3.	成像上的角度 HH(Y-coord。用于 AFOCAL)
4.	由于微扰导致的 OPD 误差分量
5.	微扰前光线中的 OPD 误差
6.	这条光线的相对强度

14.2:环境系统模型(EMODEL)

虽然 TOSP 可以计算表面和折射率微扰对成像的影响,但它有两个局限性: 它仅在小变化的限制内是正确的,并且结果只能由少数成像分析程序使用。另一 方面,ENM 实施的更改直接应用于镜头,因此所有分析都可以看到结果。这些 更改可应用于当前为球面或 Zernike 面的任何表面,以及任何非 AIR 的介质。表 面变形的输入如下:

ENM
DATA
A1 A2 A3 A9
DATA
ISN JZN
<u>A1 A2 A3</u> <u>A9</u>

END

如果 JZN = 1,则数据定义表面变形; JZN = 2 定义了一个折射率微扰,它被 建模为一种特殊类型的 GRIN 元件。

对于表面变形,项 A1 到 A9 适用于 TOSP 使用的相同多项式:

 $DZ = A1 + A2R^{**2} + A3R^{**4} + A4R^{**6} + A5X$ $+ A6Y + A7X^{**2} + A8Y^{**2} + A9XY$

这里 R**2=X**2+Y**2.

对于指数变化,指令为:

$$DN = A1*R**2 + A2*R**4 + A3*R**6 + A4*X + A5*Y + A6*X**2 + A7*Y**2 + A8*X*Y$$

该程序创建一个覆盖表面 ISN 的点阵列,该尺寸由当前大小和分配给该表面的通光光瞳的位置显示。对于每个点,它计算当前表面垂度(没有微扰)以及由上面的多项式给出的每个点的 Z 坐标的变化。如果该表面尚未声明,则表面被声明为 ZERNIKE 表面。

然后它提交一个优化运行,改变所有 Zernike 项并将每个点对准垂度,使其 等于标准垂度加上微扰。可以通过检查评价函数的最终值来显示拟合的准确性, 并且可以使用命令 FINAL 检查各别拟合误差。要使用此功能,所有九个 A 值必 须出现在该行上。

完成后,表面应对微扰表面进行高精度建模。

对于折射率微扰建模,JZN 必须为 2,程序将当前镜头定义为 GRIN ENM,获取当前折射率值,并将项 A2 到 A9 添加到 GRIN 定义中。在这种情况下,对于所有 GRINS,系统必须准显示义一个或三个波长。折射率微扰的输入如下(注意这里没有 A1 项,因为它取自当前折射率值):

DATA ISN <u>JZN</u> A2 A3 A4 A5 A6 A7 A8 A9

这是一个例子。我们从 4.RLE 中的中继望远镜开始,并将项 A9(一个像散 项)应用于主镜面 1。 然后计算轴上波前的条纹,并考虑这些微扰。



输入如下:



拟合误差非常小(根据评价函数),图表显示了产生的波前。



要查看微扰表面和半径为-98.85 英寸标准表面之间的差异,请使用 ADEF 1 FRING 0 -98.85



要查看新波前的形状,请使用 PUPIL P001000



下面是一个示例,我们在表面 6 的镜头元件上模拟折射率变化,在 Y 中线性,使用项 A6:





EMODEL 不应用于衍射表面,例如 HOE, DOE 或 USS 形状 16 和 20。

第15章

15.0 人工智能功能

本章简介了 SYNOPSYS 的人工智能功能。正如有时定义的那样,AI 是程序 执行以前认为需要人类智力的任务的功能,而在 SYNOPSYS 的情况下,它涉及 两个领域:自然语言处理和专家系统。第一部分在下面讨论,第二部分在第 15.3 节讨论。

15.1 自然语言处理

输入命令可调用 SYNOPSYS 自然语言处理器

AI

来调用 SYNOPSYS 自然语言处理器,或通过单击按钮 ▲ 。要退出 AI(并 返回到纯命令 SYNOPSYS 处理),请输入

INTERACTIVE

或点击按钮 🙆 。

该程序提供了一种非常灵活的方式来与 SYNOPSYS 交互,并执行使用普通 命令语法不易完成的某些任务。在这些任务中,显示和改变某些镜头参数,定义 新命令或字符串,以及获得涉及多达三个不同量的绘制参数曲线。AI 的输入由 英语句子组成。

AI 模式由启动 MACro 启动,因此通常会被打开。所有正常的命令处理都可以在这种模式下完成,然后 AI 功能随时可用。此过程唯一可能的困难是对于新用户,他会输入许多错误。如果输入行没有以有效的 SYNOPSYS 命令开头,AI 将假定它应该是一个句子并将尝试解析它。如果它也不是正确的句子,程序将发出提示

REENTER 4 CHARACTERS STARTING WITH

显示所谓的错误单词的地方。然后 AI 设置您纠正拼写错误的单词,此时它 将继续解析句子。当您输入一个真正用于 AI 的句子时,此功能可以节省在输入 错误时重新输入整个句子的工作量。但是如果输入实际上是错误的 SYNOPSYS 命令,而不是 AI 句子,您必须离开这个 AI 循环才能继续。按<esc>键。您也可 以按<Enter>键跳过这四个字符并继续。(如果您只输入了四个或更少的字符,这 实际上也会取消该行。)一些新用户更适合去关闭 AI 模式,直到他们熟悉命令 语法。

本章中给出的许多例句相当冗长,乍一看似乎是与计算机程序交互的繁琐方式。但在许多情况下,使用非常短的句子可以完成同样的事情,当它不能时,您可能正在处理超出 SYNOPSYS 之外的光学程序的能力的设置。要获得这样一种独特的功能,只需输入一个句子,它值得被输入。

此外,您通常只需输入一次更长的句子。通过正确使用第 15.1.3 节中讨论的 符号替换功能,您可以将自己的符号定义与一个复杂的句子等效,然后您不必再 次输入。AI 语句(和符号定义)也可以出现在 MACros 中,可以保存和调用它 们,提供另一种方式来访问您收藏的输入而无需大量输入。我们建议您将自己收 藏的符号集放在 CUSTOM MACro 中,这样就不需要再次输入它们了。

15.1.1 语法考虑

自然语言处理已被证明是最棘手的编程任务之一,而 SYNOPSYS AI 程序最多只能使用有限的词汇表处理有限的各种句子。尽管只是通过使用一些简单的语法规则,SYNOPSYS 能正确理解的句子数量是惊人的。我希望您会发现这个功能是 SYNOPSYS 命令的一个有用的补充,并且只要正常的命令和输出不够用它就会有用。

AI 功能的目的是让您通过自然的英语句子提出问题或更改镜头参数。Al 的词汇是几百个单词,为了得到当前词汇的列表,您可以输入一个句子,如

List the subjects. What are the verbs? Conditions?

AI 的输入可以是大写或小写字母,也可以包括标点符号。使用词汇表中的单词,您可以按照一些简单的规则来表达您的句子

1. 句子必须有主语和动词。 (最后的"?"构成隐含动词。)

	What is the radius of curvature of surface number 2?
	2 RD?
	4 TH?
	Find the largest CAO.
	Increase the field angle by 0.25
	2 NG = 1.517
	Tilt surfaces 3 to 8 by 16 0
	Change VMPI to 21.5
	Print the SAG of surface 5 at a zone of 23.8
	Put the stop on surface 2.
	What is the thickness of lens number 4?
	Change ID to "ID TRIPLET F/2.8" (or set ID = "TRIPLET')
2.	可以包括条件短语,并且将被解释为jt 的临时改变或光线坐标的定义。
	If the thickness of 3 is 23.6, what is the focal length?
	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1.
	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field.
	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1?
	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD.
	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma.
3.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。
3.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。 可以随意使用正常的 SYNOPSYS 命令; AI 将识别它们并将设置发送给命令
3. 4.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。 可以随意使用正常的 SYNOPSYS 命令; AI 将识别它们并将设置发送给命令 解释程序。
3.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。 可以随意使用正常的 SYNOPSYS 命令; AI 将识别它们并将设置发送给命令 解释程序。 Where is the stop?
<u>3.</u> 4.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。 可以随意使用正常的 SYNOPSYS 命令; AI 将识别它们并将设置发送给命令 解释程序。 Where is the stop? PRT 6
<u>3.</u> 4.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。 可以随意使用正常的 SYNOPSYS 命令; AI 将识别它们并将设置发送给命令 解释程序。 Where is the stop? PRT 6 STORE 8 C+CC
<u>3.</u> 4.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。 可以随意使用正常的 SYNOPSYS 命令; AI 将识别它们并将设置发送给命令 解释程序。 Where is the stop? PRT 6 STORE 8 Set G 6 on surface 2 = .001
3. 4.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。 可以随意使用正常的 SYNOPSYS 命令; AI 将识别它们并将设置发送给命令 解释程序。 Where is the stop? PRT 6 STORE 8 Set G 6 on surface 2 = .001
3. 4. 5.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。 可以随意使用正常的 SYNOPSYS 命令; AI 将识别它们并将设置发送给命令 解释程序。 Where is the stop? PRT 6 STORE 8 Set G 6 on surface 2 = .001
3. 4. 5.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。 可以随意使用正常的 SYNOPSYS 命令; AI 将识别它们并将设置发送给命令 解释程序。 Where is the stop? PRT 6 STORE 8 Set G 6 on surface 2 = .001 除非导致混淆,否则将在 3 个字符上解析单词;那么就需要 4 个字符。 find 3 TH. EINAL 3
3. 4. 5.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。 可以随意使用正常的 SYNOPSYS 命令; AI 将识别它们并将设置发送给命令 解释程序。 Where is the stop? PRT 6 STORE 8 Set G 6 on surface 2 = .001 除非导致混淆,否则将在 3 个字符上解析单词;那么就需要 4 个字符。 find 3 TH. FINAL 3 (在 A1 模式下、"FINP"今期不法)
3. 4. 5.	At a field angle of 2.3, find YA on surface 23 for YEN equal 1. I want to know the value of YA at full field. YA AT HBAR = 1? If HBAR = 1 and the relative aperture is 0.3, find the OPD. If the stop is on 5, find the third-order coma. "and"这个词只能加入介词短语。因此,不允许使用复合句子。 可以随意使用正常的 SYNOPSYS 命令; AI 将识别它们并将设置发送给命令 解释程序。 Where is the stop? PRT 6 STORE 8 Set G 6 on surface 2 = .001 除非导致混淆, 否则将在 3 个字符上解析单词; 那么就需要 4 个字符。 find 3 TH. FINAL 3 (在 Al 模式下, "FIN"含糊不清。)

错误信息将解释与这些规则的任何偏差。例如,如果省略动词,程序将会设 定您提供动词。然后您只需要输入动词,保留句子的其余部分。如果输入的词不 在词汇表中,程序将设定您重新输入从该词开始的四个字符。如果新字符(或空 格)产生有效句子,则对其进行处理。如果您遇到错误信息的正确响应不明确的 情况,请按<esc>,A1将丢弃该句子并重新开始。

15.1.2 参数图,列表

AI 可以分析两个参数的值,因为三分之一(或两个中的一个)会逐渐变化, 并绘制或显示结果。您可以输入步数以及两个图轴的比例和标签。默认步数为 20, 除非明确输入,否则将自动调整比例。您可以使用单行输入(如下所述)或使用 MACro 运行此功能,如下一节所述。

Plot HH on surface 2 VS FOCL for 3 RAD = 1.2 to 3.4 at full field Print the SAG of 1 versus aperture for apert equal .1 to .2

```
MULTI Plot YA for YEN = 0 to 1
Add plot ZA on 2 for YEN = 0 to 1
end
```

```
Plot BACK as the object distance varies from 500 to 1000.
Plot the spherical aberration for a conic const on 6 = 0 to 1
What is STEPS?
STEPS = 100
SCALE?
SCALE =.001 by 50.
```

请注意,如果您没有"="符号或另一个明确使其成为 AI 句子的动词,则上面的 SCALE 指令会与 SCALE 命令混淆。

AI 允许您将另一个绘制的曲线添加到上一个图中,但首先必须确保在创建 第二个图之前它没有显示第一个视图。在上面的例子中,第三行用动词"multiplot" 而不是"plot"制作一个图。这允许第四行向第三行的图添加曲线,然后在它后面 的 END 语句显示视图。第二个(及后续)绘图的横坐标应与第一个图上的横坐 标相同,以保证两条曲线的水平比例因子相同(或者可以为第一个图输入显示比 例)

上述示例中的最后一句将导致图比例变成横坐标为 001 /英寸 (横轴),纵坐标为 50./英寸。

SCALE = 0 by 0

恢复两个轴的默认自动变焦,并恢复默认的自动原点位置

当使用输入 ADD PLOT ...或 ADD DO MACRO ...绘制单个页面上的多个曲线时,另一个指令可以重复使用先前的比例。如果希望两个轴上添加数据的比例和原点与先前数据相同,则可以使用输入

SCALE = LAST,

可以在执行第一个图命令之后但在第二个之前输入。程序将重用所有后续 AI 图的比例和原点,直到如上所述恢复默认值。

除非输入显示设置,否则设置图原点和轴标记是自动的。要指定在输入特定 比例时经常需要的特定原点,请输入一个句子,例如

	Origin = 2, 15
or	Set the origin equal -1 by 10.

原点和刻度一样,在通过为两个轴输入零刻度要求默认刻度之前一直有效。 请注意,ORIGIN=0,0不会恢复默认的自动原点位置:它将原点置于精确地(0,0)。

为了说明其中一些功能的使用,请参考下面所示的目镜。



这是一个大广角的目镜,我们希望看到出瞳的控制程度。如果那个位置有任何一部分的光线没进入出瞳,那个位置就将有一个黑暗的"芸豆"缺陷。为了监测三种波长的主光线到达表面 26 的位置,我们可以如下制作 MACro:

DEFAULT.MAC	-
B O ! X ≤ Q B 2 -N B B 2	
STO 9 CHG NOP	^
S END	
SCALE = 0, .2 ORIGIN = 0, -0.5 MULTI PLOT YA IN COLOR 2 ON 26 FOR HBAR = 0 TO 1 COLOR RED	
ADD PLOT YA IN COLOR 1 ON 26 FOR HBAR = 0 TO 1 COLOR BLUE ADD PLOT YA IN COLOR 3 ON 26 FOR HBAR = 0 TO 1	
END GET 9	

在这里,我们首先将镜头保存在库位置 9,因为我们想要删除表面 25 上的 曲率求解(使用 NOP),然后在完成时恢复镜头。然后我们为图设置一个固定的 比例和原点并制作三条曲线,以三种颜色显示整个视场的主光线截距。这是产生 的图表:


轴标签由程序从绘制的数据中获取,并且通常是令人满意的。但是,在某些 情况下,例如当变量是 AIParameter (见第 15.1.2.2 节)时,您更愿意输入自己的 标签。为此,请输入一个句子,例如

Label of ordinate = 'Relative field point' Abscissa label equals 'Here is a sample label' OLAB = 'This is the ordinate' Change ALABEL to 'and this is the abscissa'

最多可以给出 24 个字符长的字符串,并且必须放在引号或撇号中。可以为 指令 OLAB 和 ALAB 分配所需的字符串,然后将出现在下一个图中。(在 PLOT 命令之前输入轴标签。)标签仅对单个图有效,如果下一个图需要相同的标签, 则必须重新输入。通过输入新标签或数据然后输入 AGAIN,可以使用不同比例 或原点或不同标签重新绘制视图——请参阅第 15.1.2.4 节。

下面是一个 AI 图的例子,由输入产生

STEPS = 100 PLOT YA ON 18 FOR A REL FIELD OF -1 TO 1 END



15.1.2.1 DO MACro 命令

上一节中描述的图命令设定所有图定义都包含在单个输入行中。我们还可以 用更复杂的定义来制作绘图,需要几行。

为此,首先制作一个包含图所需的所有命令的 MACro(包括重新聚焦,优化,参数评估等)。见13.2节。现在您必须将 MACro 放入计算机的内存中。只要单击编辑器中的"运行"按钮,就会自动执行此操作。您也可以使用命令 LTM 名称(加载此 MACro)或通过单击编辑器工具栏中的按钮 **还** 将其加载到内存

中而不立即运行它。

	然后输入	、一个	AI 句子	, 例如	
--	------	-----	-------	------	--

	Do MACro for 1 TH = 2 TO 3
or	Do macro as the object distance varies from 200 to 2000

如上面的示例所示,镜头参数可以通过隐含循环递增,并且该参数默认变为 图的横坐标。您可以通过在 MACro 中包含 Al 命令来指定纵坐标(或不同的横坐标)

Ordinate = parameter Abscissa parameter

或等效句子,其中参数是任何有效的 AI 名词或通常将产生数值作为输出的 句子。当 MACro 循环时,创建一个文件,其中存储循环参数,纵坐标和横坐标 的值。完成后,绘制图并显示两个(或三个)参数及其值的表格。该功能的一些 示例在第 15.22 节中给出。

请注意,除了循环参数之外,其他镜头参数可能在上述过程中有所不同。 MACro可能包含一个 CHG 文件,例如,带有一个 NEW 命令,允许您每次通过 循环输入新数据,或者它可能包含更改一个或多个镜头参数的 AI 句子,如

Increase the index of surface 5 by .01.

通常,您将通过将其替换为 AIP 符号来更改数据项,然后使用循环形式

DO MACRO FOR AIP = start TO end.

可以使用动词 **multi do macro** 和 **ADD DO MACRO** ... 叠加图。 (有关此功 能的使用,请参阅第 15.1.2 节。)

15.1.2.2 变量 AlParameter

在 Do MACro 循环执行时,改变镜头数据的一种有用方法是使用一个叫做 AlParameter 的特殊变量。这可以以与任何镜头数据相同的方式变化,但是它不 会自动进入镜头。相反,它会被格式化并进入符号"AIP"。如果此符号出现在 MACro 中,则当前循环值将被替换。(有关符号替换的讨论,请参见第 15.1.3 节。)

例如,如果 MACro 包含

IMAGE FOCUS 2 AIP 300 ORDINATE BACK,

然后是 Al 的句子

Do MACro for AIP = 0 to 1.

将产生一个与 AIParameter 相比的后焦点点列图。在这种情况下,该图用焦面的形状作为视场的函数,在每个点处光斑尺寸最小化。FOCUS 命令中的 AIP 符号替换 HBAR 命令,在每个数据点给出小数视场。

即使绘图不是对象, AIParameter 也可以简单地使 MACro 循环给定次数(由 STEPS 值+1 给出)。

如果 AIP 参数涉及循环,则开关 45 自动打开,以预测数据中的替换。

15.1.2.3 自动输出文件(FILE)

有时需要绘制 AI 词汇表中没有的数量,因此不能像上面的例子那样在句子中给出。SYNOPSYS 的许多分析功能会自动在一个特殊文件夹中保存显示的输出数据,供 AI 用于此目的。

要使用这些数据,首先运行提供所需数量的功能,然后让 AI 向您显示缓冲 区:

显示缓冲区

在那里,您将看到已保存的数据。找到要在图上查看的数字,并将序数设置 为该文件位置。

例如,假设您想要表面4的冷反射作为厚度1的函数。输入NAR命令;输出是:

NARCISSUS ANALYSIS

ZOOM POSITION 1

SURF	YNI	Imarg/Ichief
1	0.0099	0.9464
2	0.0301	-2.9039
3	0.1611	11.6165
4	0.1435	10.0521
5	0.0088	-1.5668
6	0.0381	1.1968
7	0.0545	0.9655
8	0.0697	1.4322
9	0.0545	1.3706
10	0.0273	0.7638
11	0.0154	0.5664
12	0.0280	1.3953
13	3.3427E-06	-3.1927E-04

现在设定查看缓冲区:

SYNOPSYS AI>BUF?

The	current FILE BUFFER contains
1	0.00991197 NARCISSUS
2	0.03010778 NARCISSUS
3	0.16110719 NARCISSUS
4	0.14352850 NARCISSUS
5	0.00880218 NARCISSUS
6	0.03810517 NARCISSUS
7	0.05449725 NARCISSUS
8	0.06974438 NARCISSUS
9	0.05447745 NARCISSUS
10	0.02730198 NARCISSUS
11	0.01541717 NARCISSUS
12	0.02796404 NARCISSUS
13	0.00000334 NARCISSUS

所需的冷反射位于文件位置编号 4。然后输入您的 MACro: NAR ORD = FILE 4 (必须输入 MACro 编辑器。)运行 MACro 一次,然后输入 Al 语句

Do macro for 1 TH = 1 to 5.

根据需要,曲线的横坐标为厚度编号1,纵坐标为表面4的冷反射。每次执行 MACro时(通过 AI 循环"Do macro for ..."),NAR 命令计算j镜头的冷反射,结果放入 FILE 缓冲区。然后选择 FILE 编号4 作为该数据点的序数。

15.1.2.4 重新绘制相同的数据(AGAIN)

如果 AI 图上的比例,原点或标签不令人满意,则无需重新计算以获得新的 图。只需使用 15.1.2 节中描述的 SCALE, ORIGIN, OLAB 和 ALAB 方向设置所 需参数,然后输入

AGAIN.

相同的数据将被重新绘制(并列出)

15.1.2.5 循环搜索

AI 可以执行类似于创建图所涉及的循环,如上面部分所述,但是文件是自动选择其中一个点而不是创建整个集合的图。

一种形式采用格式

MINIMIZE (or MAXIMIZE) __ FOR __ EQUALS __ TO __

例如:

MINIMIZE SA3 FOR 2 TH = 1 TO 2 MAXIMIZE YA ON 11 AT HBAR = 1 AS 5 TH VARIES FROM 0 TO 20.

此功能不涉及优化或搜索;它只是选择最符合条件的数据点。请记住, MINIMIZE 动词找不到最小的绝对值,优化程序也是如此:-10,000 小于-1,如果 那些是选择项就会被选择。

另一种形式可以找到给定名词最接近期望值的数据点,因为另一个名词是变化的:

SEARCH FOR __ of VALUE for __ equals __ to __

例如:

SEARCH FOR SA3 of 0 for bending on surface 1 = -2 to 2. SEARCH FOR BACK OF 5.0 FOR 6 INDEX EQUALS 1.4 TO 1.8

第二个示例将选择后焦距离最接近 5.0 的那个数值。

15.1.3 符号替换

AI 具有重新定义字符串的能力。一个一到三个字符后跟冒号":"的序列可以 等同于一个字符串,例如

AA: Change G 3 on surface number 6 to

然后您可以进入

AA .0012

并且值已更改。要么

BB: The thickness of element 6 CC: 1.2345 Print BB BB = CC

在上面的示例中,结果就像您已经输入的一样 Print the thickness of element 6 The thickness of element 6 = 1.2343

可以类似地重新定义 SYNOPSYS 命令:

DD: RAY P 0 0 1 SURF

然后输入 DD 将给出光线的逐个表面路径。替换是递归的:如果新句子包含 等同的字符串,它将再次被替换:

EE: Plot FF for 1 radius equal GG FF: focal length GG: 1 to HH HH: 2.3

输入 EE 然后给出焦距与 1 RD 的关系图。(当然可以简单地输入"PLOT FOCL FOR 1 RAD = 1 到 2.3",但这里我们显示了一个巧妙的功能。)如果后来重新定 义了 FF,GG 或 HH,则命令 EE 使用新的定义。注意,如果开关 45 打开,则检查几乎所有输入行的所有字符的符号;如果关闭,则仅检查 AI 语句的前三个字 符或命令级 SYNOPSYS 命令。因此在输入文件中

OFF 45 CHG 3 RAD 2.345 TH 6.789 END

只有"CHG"部分可以使用符号替换,因为输入的其余部分不在命令级别。

注意,在前面的例子中,符号"HH"和"EE"由 Al 重新定义。如果您以后想通过输入 EE 来调用 MACro 编辑器,则该命令将不起作用,并且不再通过对 HH 的引用来计算光线角正切 HH。要解决此问题,您可以使用命令 INT 退出 AI,或者使用以下命令删除这些符号:

Delete symbol EE. Delete symbol HH.

显示符号生成当前符号列表,任何重新定义的符号将使用等同于名称的最新 字符串。最多可以定义100个符号,并且可以包含在 CUSTOM.MAC 中。

除"\$"和"!"之外的任何显示字符可以定义为符号

(a): What is the global Z coordinate of surface 6?

"/"或";"可隐含多行字符。

#: GET 5/EM STARS/print the back focus/SA3?

然后输入字符"#"

1.	从数据库获取5号镜头,
2.	执行以"STARS"名称保存的 MACro,
3.	显示后焦距,
4.	评估并显示三阶球差。

当符号包含在 AI 语句或 SYNOPSYS 命令行中时,它们不能与另一个词运行。这样可以防止意外替换如

SS: SHOW SYMBOLS CHG 1 GID GLASS END

在这里,GLASS 中的"SS"是安全的,因为它是另一个词的一部分(它会遇到字母"GLA")。此规则的例外情况是在符号前出现减号:

XYZ: 22.3 CHANGE 4 TH TO -XYZ

您可以使用 SYDEFEAT 命令暂时取消符号替换,并使用 SYACTIVATE 再次 启用它。如果您的 MACro 具有与您的某些符号碰撞的指令,那么这些可能会很 方便。

程序会自动识别一些符号,这在第10.3节有解释。因此,字符 FP1 将被比目前分配给 FLAG 属性的表面高一个的表面编号所取代。

15.1.3.1 使用 AlParameter 传递数值

第 15.1.2.2 节描述了如何在隐含循环中使用 AIParameter。此符号也可用作 临时传输工具,将一个数量的值传递给另一个数量。使用特殊动词 AIPSET,可 以格式化任何可以通过普通 AI 句子找到或评估的数量,并将其放入 AIP 符号中。 然后,该符号可以用作任何其他符号。

AIPSET YA on surface 6 at full field CHG 6 RAO .5 .8 0 AIP END

在该示例中,表面 6 上的全视场主光线的 Y 坐标被格式化为浮点数并且被放置在 AIP 符号中(通过 AIPSET 语句)。然后 CHG 文件使用该值作为该表面上矩形孔径的偏心的 Y 坐标。如果此时输入了 SHOW SYMBOLS,则符号 AIP 将列出一个数字字符串,等于光线坐标。也允许使用格式 AIPSET =

您也可以将 Zn 参数用于类似目的。

15.1.4 用 AI 计算

有两个功能可用于使用 AI 进行简单计算。COMPOSITE 方法是紧密的,而 且采用严格的格式规则,而使用 Zn 参数的方法是自由形式。

15.1.4.1 AI 中的复合像差

AI可以以复合像差的形式评估一个量,如第10.3.10节所述。在这种情况下,想法不是修正像差,而只是显示它的数值。此功能的命令是

COMPOSITE

然后是以像差定义的格式输入的复合定义。例如,输入

COMPOSITE CD1 TH 2 CD2 RAD 3 = CD1/CD2

将计算厚度编号 2 与半径编号 3 的比率。有 9 个 CD's (CD1 至 CD9),此 功能需要遵守 AANT 文件的输入格式:必须按序列定义 CD,并且您无法用一个 AI 语句定义它们。即,"CD1 2 TH"不起作用,因为它不是有效的 AANT 格式(虽 然 AI 本身允许更灵活的输入,但命令解释器却没有)。有关 COMPOSITE 像差 格式的讨论,请参见第 10.3.10 节。虽然此功能比其他 AI 功能更不宽容,但它在 某些方面更紧凑。它还可以访问任何可以进入评价函数的参数,包括 AI 程序不 知道的一些参数。

要评估两个光线坐标之间的差异,您可以输入 COMPOSITE CD1 2 YA 0 0 1 0 4 CD2 2 YA 0 0 1 0 2 = CD2 - CD1

这种序列可以放入 MACro,但不能放入多行符号中,因为"="符号必须位于 输入行的第一列,如像差定义的情况,并且多行符号保留其列位置。

与复合像差的情况一样,该等式可以涉及函数 ABS, SQRT 和循环函数 SIN, ASIN, COS, ACOS, TAN, ATAN 以及折射率和对数函数 EXP, ALOG 和 ALOG10。 每种情况下的角度参数都以弧度为单位,如 Fortran 中所示。

等式评估的结果显示在屏幕上并自动放入 FILE 位置 1。

当输入 COMPOSITE 命令时,所有先前定义的 CDn 将被删除。 (如果是在 AANT 文件中定义的,除非明确地重新定义,否则它们会保留其值。见 15.1.4)。

如果你的复合定义很复杂,那么事后能够显示出所有 CDn 参数的值,对排除故障有帮助。这可以通过 AI 句子轻松实现、

显示 CD.

请注意,此功能使用优化功能也使用的像差计算程序。因此,在计算综合数 据时,将丢弃任何先前定义的 AANT 文件数据,如果要继续先前的优化,则必 须重新输入 PANT 和 AANT 文件。请参阅下一节,了解使 AANT 文件保持不变 的其他格式。

另请注意,您可以在等式中自由使用任何 Zn 参数。当您只想插入数字参数 时,这些是很方便的,因为您可以使用 PANT 文件中的 VY NB VZN 变量声明来 改变该值。这个功能可以让你做各种参数研究,此功能可让您进行各种参数研究。

请注意,您还可以使用 Zn 参数而不是 CDn 来评估输入更简单的方程式。这 将在下一节中解释。

15.1.4.2 Zn 的参数

AI 方程评估的第二种形式涉及具有比 COMPOSITE 形式更少限制的格式规则的 AI 语句,以及一组称为 Z1 至 Z20 的 20 个参数。在这种情况下, Zn 参数在 普通 AI 语句中定义,并且在输入方程线时进行评估(不需要 COMPOSITE 命令)。可以输入上一节的第一个示例

Z1 = thickness 2 Z2 equals radius 3 = Z1 / Z2

第二个可能是

Z1 is YA on surface 4 for YEN = 1 Z2 = YA on 2 at full aperture = Z2 - Z1 等式评估的结果显示在屏幕上并自动放入 FILE 位置 1。

注意, Zn 的值可以通过 AI 设置的, 只有两种方式:

Zn = any quantity that may be evaluated by AI

或

Zn = a fixed number

例如,试图用形式"Z1 = Z2-Z3"是不正确的,因为仅能使用以等号开头的线 来评估等式。

参数 Zn 的值也可以在优化中改变,变量指令为"VZN"。这通常与 CLINK 像 差一起使用,CLINK 像差可以执行命令或重新运行备用 MACro,其中 Zn 参数 可以代替数字出现。有关更多信息,请参阅上面的链接。

如果按照本节所述评估等式,则程序不会使用 COMPOSITE 像差评估,因此 不会覆盖您之前可能输入的任何 AANT 文件数据。相比之下,COMPOSITE 公 式创建了它自己的非常小的 AANT 文件,并且您丢失了之前的任何定义。

15.1.4.3 使用 Zn 阵列传递参数

除了在复合评估中使用之外,Zn阵列还可以存储和传输数值。与CDn复合像差定义不同,CDn复合像差定义仅在COMPOSITE输入文件中定义,并且仅在优化运行或AlCOMPOSITE序列中存在,Zn参数永久存在,并且可以像几乎所有SYNOPSYS输入中的数字一样使用。例如,

```
ZI = 1
What is Z1?
Z2 = 2 th
4 th = Z2
increase th Z1 by 1.1
Z3 = FILE 4
```

尽管 Zn 参数在某些方面类似于 AIP 参数和其他符号,但存在形式上的差异: Zn 参数是数字,而不是符号。它们只能在 Al 语句中设置(或在优化中),并且 像数字一样使用——而符号可以用于 SYNOPSYS 的任何输入。

请考虑以下情况,例如:

Z1 = 0.4 a1: 0.4 change 2 th to Z1 change 2 th to a1

这里,这两个句子都将厚度2改变为值0.4。符号"a1"包含三个字符"0","." 和"4"的字符串,而Z1的值为0.4。

Zn 参数不应定义为符号,因为数字替换优先。

15.1.4.4 Zn 计算的例子

1.	假设您想要评估一组镜头的质量,并将"质量"定义为三个视场角下 RMS 弥散斑的平均值。这是一个显示此平均值的 MACro:
	RMS 2 0 400 ZI = FILE 1 RMS 2 .7 400 Z2 = FILE 1 RMS 2 1. 400 Z3 = FILE 1 = (Z1 + Z2 + Z3) / 3
2.	此示例绘制了视场上的绝对畸变图(DIS 命令绘制了归一化畸变)。 MACro:
	Z1 = YA AT HBAR = AIP
	Z2 = GIHT Z3 = AIP
	$= ZI - Z2^*Z3$
	AI 命令
	DO MACRO FOR AIP = 0 TO 1
	注意,我们必须定义参数 Z2=GIHT 和 Z3=AIP,因为该等式仅允许 Zn 和 常数(加上数学符号)。在通过等式计算畸变之后,结果被自动放入文件 缓冲区,其中纵坐标可以在文件位置1中获取结果。
3.	以下是如何使用 Zn 参数设置目标以优化变焦镜头。首先,我们将 Z1 的值 设置为变焦组 1 中我们想要的 GIHT,然后为另外九个变焦组生成所需的 目标值。

Z1 = 4 = 1.44444*Z1
Z2 = FILE 1
= 1.888889*Z1 Z3 = FILE 1
= 2.333333*Z1 Z4 = FILE 1
= 2.7777778*Z1 Z5 = FILE 1
= 3.222222*Z1 Z6 = FILE 1
= 3.6666667*Z1 Z7 = FILE 1
= 4.1111111*Z1 Z8 = FILE 1
= 4.5555555*Z1 Z9 = FILE 1
= 5.0*Z1 Z10 = FILE 1
在评价函数中,我们可以通过下列的输入来利用这些目标 AANT
ZOOM 1 M Z1 10 A GIHT
 ZOOM 2 M Z2 10 A GIHT
 END
为什么一个人想要这样做?好吧,假设客户指定了放大率范围,但在任何时候都没有给出确切的数值。您可以运行此优化并评估质量,然后将 Z1 更改为 5 的值,并重复操作。然后比较它们以杳看性能最佳的值。像这样的

参数研究很容易做到,因为您不必亲自自己计算出所有目标。

15.1.5 AI 中的其他镜头变化

15.1.5.1 匹配供应商提供的元件

SYNOPSYS 包含一个数据库,其中包含来自多家供应商的库存镜头 SYNOPSYS 支持。当前供应商是: Melles Griot, Inc。(MELL); Spindler&Hoyer (SPIN); Edmund Scientific Company(EDMU);纽波特公司(NEWP); JML Direct Optics (JML); CVI Laser Corporation (CVI);和光学研究公司(OFR)。

1.0		
		OSD, Inc.对在线供应商目录中数据的完整性或准确性不作任
	免责声明 :	何保证。尽管已尽一切努力确保这些数据的准确性,但我们无
		法控制第三方供应商提供的列表。建议您与供应商联系,以验
		证与这些镜头相关的所有数据,包括尺寸,玻璃类型和产品可
		用性。

AI 动词 MATCH 可以找到与给定镜头最匹配的镜片元件。格式是

MATCH ELEMENT NB TO catalog

该匹配基于元件 EFL,弯曲参数,通光光瞳和设计波长的组合。默认情况下, 程序将从列出的目录中选择 10 个最佳匹配,但不会自动插入镜头(请参阅下面的 INSERT CHOICE 和 REPLACE ELEMENT)。列出的选项数量可以用 AI 名词 NMATCH 控制,最大允许值为 50。

NMATCH = NB

该程序还可以在供应商目录中搜索所声明特性的元件:

MATCH { SINGLET / DOUBLET / TRIPLET / TORIC } WITH conditions [AND conditions] ...

在这里可能包含

FOCL = \underline{NB} BENDING = \underline{NB} CAO = \underline{NB} WAVL = NB

例如"Match singlet with FOCL 100 AND BENDING =.5 TO MELLES"。一 旦找到匹配集,如果需要,可以通过命令重新显示它

SHOW CHOICES

可能会显示整个供应商目录:

SHOW SPINDLER

可以输入匹配所需的默认厚度和通光光瞳

DEFAULT THICKNESS = NB DEFAULT CAO = NB

或以 SHOW DEFAULTS 显示。

命令工具栏包含一个按钮,该按钮将激活"供应商库存镜头"对话框,您可以 通过鼠标单击它来执行上述大多数操作。

15.1.5.2 用 AI 插入或删除给定镜头

一旦显示出选项后,您可以选择一个插入镜头

INSERT CHOICE NB [BEFORE / AFTER) (SURFACE / ELEMENT } NB

例如: INSERT CHOICE 6 AFTER SURFACE 11.

请记住,这些操作会对镜头产生重大影响,除非小心使用,否则会很容易产 生光线故障。 INSERT 动词的其他用法是这种形式

INSERT vendor 'lensname' { BEFORE / AFTER } { ELEMENT / SURFACE } NB

其中,你给出一个明确的零件编号,从目录中提取,并放在单引号或双引号 中,例如

INSERT EDMUND '32011' BEFORE ELEMENT 4

or

或者

INSERT type with condition [and condition] ... { BEFORE / AFTER } { ELEMENT / SURFACE } NB

其中 type 是从 SINGLET 或 DOUBLET 中选择的,并且可以从中选择条件

FOCL	C1	R1	C2	R2	BENDING	EFL
------	----	----	----	----	---------	-----

比如:

INSERT DOUBLET WITH EFL = 50 AND BENDING = 0.25 AFTER ELEMENT 1

使用此列表,您可以在表面1和2上指定曲率或半径,或者给出所需元件的 焦距。

INSERT 动词的这种使用执行快速优化以定义镜头规格,而不是从供应商目录中提取。

INSERT 还可以制作镜头中已有元件的副本:

INSERT { ELEMENT / SURFACE } NB [TO NB] { BEFORE / AFTER } { ELEMENT / SURFACE } NB

例如: INSERT ELEMENT 5 BEFORE ELEMENT 2. (也可以看第 15.1.5.4 节的 MOVE。)

INSERT 可以从先前保存的镜头文件中插入指定范围的表面或元件:

INSERT FILE 'filename' { ELEMENT / SURFACE } NB [TO NB] { BEFORE /

AFTER } { ELEMENT / SURFACE } NB

例如: INSERT FILE 'RELAY.RLE' ELEMENT 1 TO 5 AFTER ELEMENT 4.

AI 还可以删除镜头元件:

DELETE ELEMENT 3

WorkSheet 程序还可以插入和删除元件,并提供即时图形反馈。

15.1.5.3 用 AI 替换镜头

动词 REPLACE 执行类似于 INSERT 的功能:

REPLACE { ELEM / SURF } NB [TO NB] WITH CHOICE NB

REPLACE { ELEM / SURF } NB [TO NB] WITH MELLES 'lensname'

REPLACE { ELEM / SURF } NB [TO NB] WITH { ELEM / SURF } NB [TO NB]

REPLACE { ELEM / SURF } NB | TO NB | WITH FILE 'filename'

{ ELEM / SURF } NB [TO NB]

例如:

REPLACE ELEMENT 5 WITH ELEMENT 9 REPLACE SURFACES 5 TO 8 WITH FILE 'LENS23.RLE' ELEMENT 4

15.1.5.4 用 AI 移动元件

动词 MOVE 可以将元件移动到系统中的另一个位置。

MOVE { ELEM / SURF } NB { BEFORE / AFTER } { ELEM / SURF } NB

示例: MOVE ELEMENT 6 BEFORE ELEMENT 2

您可以在两个临近地方之间滑动一个元件

SLIDE { ELEMENT / SURFACE } NB BY VALUE.

WorkSheet 程序还可以通过滑动元件来及时反馈。

15.1.5.5 用 AI 选择玻璃目录

名词 GTB 可以通过以下方式获得一个目录值

GTB ON { ELEM / SURF } NB = catalog 'glassname'

其中目录从S, 0, H, U或C中选择。

例如: GTB ON SURFACE 9 IS S 'BK7'

PAD 中的 GT 监视器还可以通过图形反馈更改玻璃类型。

15.1.5.6 用 AI 改变波长

与大多数一次只能使用一个数字的名词不同,WAVL 最多可以占用十个数字:

$WAVL = NB NB NB \dots$

WAVL ICOL = NB

或者用句子查询

or

WAVL? WAVL ICOL?

15.2 原始 AI

前面的部分概述了操作 SYNOPSYS 人工智能功能的功能和规则。由于此功 能是完全独特的,因此预计用户将无法获得可比较的任何经验,并且对于许多 人来说,它可以做的事情可能并不明显。本节给出了这部分 SYNOPSYS 的一 些可能性的教程解释。

AI 功能是 SYNOPSYS 最容易使用的部分,但最难记录。大多数程序需要特定的输入数据序列,文档很简单;手册只描述了序列。在 AI 的情况下,人们希望避免给出具体的指示或示例,因为担心这是获得所需结果的唯一方式或最佳方式。每项任务都可以通过多种方式完成,任何简单的解释都是不完整的。

然而,必须让 SYNOPSYS 用户了解 AI 程序的可能性,因此本节将简介 AI 功能的一个有用子集。我希望用户能够尝试该程序,并发现其他情况所需的功能和灵活性。

15.2.1 基础

AI 可以完成下列五项基本操作:

1.	评估一个参数(疑问动词)
2.	更改一个参数(更改动词)
3.	执行完成上述一个或两个操作的循环,并准备一个结果图。

4.	将一个符号定义为字符串。
5.	评估一个方程式。

接下来的部分将详细描述这些操作。

15.2.1.1 询问动词

执行任何 Ai 任务需要使用正常的语法规则输入一个英语句子。我们首先考虑操作数 1, 评估一个参数。简而言之,为此目的的一个句子可能包含以下部分 (尽管该命令通常可以互换):

(conditions) (question verb) (subject) (conditions)

At full field find the OPD for YEN = .5 4 TH?

(询问动词)部分可以包含单词或短语

```
What is (are)
Tell me
I want to know
Find
Get
Print
Show
?
```

(主题)部分是与镜头数据,光线数据或第一,第三或第五阶特性相关的名词或短语。AI 句子

Show subjects

将给出当前词汇表的列表。其中一些内容在下面讨论。

15.2.1.2 名词 - 主语

所有普通镜头数据都通过名称识别,许多单词都有同义词:

RD, RAD, radius of curvature, CV, curvature, conic constant aspheric coefficient, G TH, thickness INDEX, Nd, Vd, NI, N2, N3, N4, N5 etc. CAO, clear aperture, RAO SAG tilt, global alpha tilt, AG, local beta tilt, BL, etc. X position, global Y coordinate, YG, local Z position, ZL, etc.

如果主体指的是特定表面,则必须以某种方式识别该表面编号:

at surface number 5 on surface 23 of 16 9 of element number 3

Ex: What is the clear aperture of surface 6? Ex: Thickness of element 2? Ex: 2 TH?

但是:您不能使用'FOR surface',除非说明条件,如下所述。如果您指的 是元件编号,AI 会在进一步查找之前来找到您的表面编号。

上面的一些名词带有微妙的含义:如果您设定表面的 ZG (全局 Z 坐标), 但镜头当前不处于全局 L 模式,它将暂时进入该模式,问题将得到解答,然后它 会被恢复为原格式。

其他参数(不涉及表面)也会被识别:

stop, aperture stop, stop diameter, stop radius, real stop aberrations, chromatic aberration, PAC, coma, TI3, etc. object distance, THO, object height, object angle, UPPO, etc. focal distance, FOCL, BACK, FNUM, F#, TOTL, DELF, etc. units, wavelengths MXSF

例如: What is full field?

通过追迹光线获得的大多数数据都是通过名称来识别的,使用第10章中给

出的指令,在光线像差下:

XA, YA, ZA, XC, YC, OPD, UNI, HH, ZZ, XG, ZZG, HHG, XL, YL,

ZL, HHL, ZZL, ray angle, incidence angle

HBAR, GBAR, XEN, YEN, relative aperture, relative field

Ex: Find UNI on surface 6 at full aperture and HBAR = 1.

当问题涉及在某一表面评估的数量时,AI可以找到最大或最小值:

Where is the largest CAO? Find the smallest YA at full aperture.

15.2.1.3 条件

在上面的段落中已经给出了条件短语的一些示例。条件可能为

1.暂时更改镜头参数

2. 定义光线。

输入一个类似的句子

What are the conditions?

将列出一些当前有效的格式。

条件短语必须以介词开头:

At, for, if, assuming suppose, when, as, in Ex: At full field in color 2

并且他们可能会更改名称在词汇表中的任何镜头参数:

If 4 TH equals 3.456 For a global alpha tilt of -45 when the Nd of element 4 = 1.517 at a wavelength of .656

并设置所有光线参数:

At YEN = 1 and HBAR equal to -.75, for full field

句子中没有定义的光线参数采用默认值:轴上视场,光瞳中心,起始波长。

在这里,镜头数据也根据需要重新定义;全局条件设定所讨论的表面是 GLOBAL,并且 Nd 设定表面具有玻璃模型。如有必要,将自动进行这些更改, 并在满足句子条件时恢复镜头文件。

15.2.1.4 改变动词

更改动词用于具有以下结构的句子中: (change verb) (subject) (value)

上述条件短语已经与一些变化动词一起使用。这些显示了镜头的变化:

=, equal, equal to, make, make equal to change to, change by increase to, increase by decrease to, decrease by.

Ex: Increase 5 RAD by .1 Ex: make surface 3 flat

一些变更动词必须首先评估要更改的数量,然后进行更改。与上述条件变化不同,变化动词所做的更改是对镜头的永久性更改。表面可以变为 GLOBAL 或 LOCAL,或者获得玻璃模型折射率。如果设定 AI"将表面 6 的 TH 增加到 12.5",而表面 6 的厚度为 15.5,设置将给出错误信息,并且不会进行任何更改(因为设置的值不是增加的)。

并非所有有效名词都可能被 Al 改变;例如,您不能指示程序"将球差减小 10.0",因为这不是一个独立的数量。

15.2.1.5 在 Al-Loop 动词中循环

Al 的最重要用途之一是在更改和评估参数时执行循环。上面给出的用于提问和改变镜头数据的规则适用,但是循环由循环动词而不是问题或改变动词显示。 有两种基本形式: 自包含和 MACro 形式。自包含的形式是:

(loop verb) (subject) (subject) (parameter) (conditions)

Ex: Plot the SAG of surface 5 for Y = 0 to 25 Ex: print BACK versus SA3 as the wavelength varies from .3 to .8

Loop verbs are actually composite verbs 循环动词实际上是复合动词

Plot ... for ... equals ... to ... Print ... as ... varies from ... to ... Plot ... versus ... for ... = ... to ...

上述句子中的几个词被称为"循环动词"。可以被变化的动词改变,或由条件 控制的,任何镜头或光线参数可以以这种方式在循环句子中使用。

如果设定绘制图表,则要绘制的数据取自句子本身;主语成为纵坐标,循环 参数成为横坐标——除非循环动词的"与……"形式设置了另一个主语。在后一种 情况下,显示数据给出三列(但是图总是只显示两个参数)。

在 MACro 形式的循环中,要绘制的数据取自 MACro 本身以及 AI 句子。

Do macro for th0 = 500 to 1000

在这种情况下,MACro可能包含ORD和/或ABS句子,如

Ordinate back abscissa equals coma.

当然,在这样一个简单的例子中,整个事件可以说是一个独立的循环:

Plot BACK vs COM3 as the object dist varies from 500 to 1000.

ZFILE 变焦镜头有一种特殊形式的循环。在这种情况下,人们不希望在给定

数量的步骤中改变给定范围内的参数;相反,人们想要改变总是而且必须是整数 值的变焦位置。AI语句采用与上述相同的形式,除了循环变量是单词"ZOOM"。 因此,如果第一个变焦组由表面 14 到 18 组成,则可以在表面 14 之前通过命令 获得空气间隔的图。

PLOT 13 TH FOR ZOOM = 1 TO 10.

(这假设已经定义了10个变焦。)

您也可以将您想要的任何评估放入 MACro, 加载或运行 MACro 一次, 然后 输入如下的句子

DO MACRO FOR ZOOM = 3 TO 6.

(在这种情况下,我们将展示如何仅评估四个变焦位置。)例如,MACro可能包含

RPT .005 10 M.

然后,如果您再输入 DO MAC FOR ZOOM = 1 到 10,您将获得 10 个扇形 图,每个变焦位置一个。请注意,要使其正常工作,您必须在开始循环之前声明 GAW(或单击顶部工具栏上的"新建窗口"按钮),这样每张视图都会显示在自己 的窗口中,而不会覆盖前一张视图。以这种方式使用,AI 循环忽略 STEPS 设置, 并运行所设置的变焦的次数。

15.2.2 AI 的发展潜力

前面的部分已经详细解释了 AI 的规则和概念。但阐述其潜力的最佳方式可能是选择能说明它的有益潜力的代表性例子来简介。

Plot back as wavelength varies from .3 to .8

(注意,除非求解有效,否则 BACK 不会受到影响;并且折射率都应允许重新计算。)您也可以用这种方式绘制三阶像差中的一个作为波长的函数。

Increase the field angle by .1

通常,要更改文件参数,必须在 CHG 文件中重新输入整个 OBA 或 OBB 行

(或使用 PAD 功能或 LE 编辑)。Al 可以使用第 3.1.1 节(YMP1, UPP0 等)中 给出的名称单独更改它们中的任何一个。

What is ZA for YEN = 1 at full field on surface 3?

为了评估基于光线的数量,可以在命令模式下输入 RAY 命令,但是必须从 列表中选择所需的数量。AI 可以为您找到它。

(a): Find YG for YEN = 1 on surface 6.

这里我们定义了一个符号"@"。如果表面 6 的光瞳想要超过临界空间边界,则输入该符号将在全局坐标中给出麻烦的光线截距的当前位置。这可能是一种追迹问题的简单方法。

VV: VAR 2 0 200

输入 VV 将转到成像程序并评估波前差。

FF: PANT / VY 6 TH / END / AANT / M 0 1 A DELF / END / SYNO 10

这是一个多线序列,它将通过不同的厚度编号6进行快速优化以重新聚焦镜头。您需要输入的是FF以运行此序列。

Plot YC for YEN = .9 to 1

假设镜头有一个环形光瞳,大部分光瞳上的光线都不会追迹。这句话仅给出 了光瞳最后十分之一的 TFAN。(对于此示例,可能还需要使用"ICR"选项。)

```
Z1 = MXSF
= Z1 - 1
Z1 = FILE 1
steps = Z1
Do macro for AIP = 1 to 10
```

MACro: ord = CAO of surface AIP

这个例子显示了 **AIParameter** 以一种新颖的方式使用。假设镜头有 10 个表面。首先,通过计算将 Z1 设置为 10 然后设置为 9。然后 STEPS 也设置为数字 9.目标是让 AIP 采用对应于每个表面编号的整数值。(当然可以在这里说"steps = 9",但这个例子更为通用,上面的行可以保存为一个被命名的 MACro,用于任何镜头,任意数量的表面。)

运行此 MACro 时,符号 AIP 将采用值 1,2 等,这些将替换 MACro 中的符

号"AIP"。在这种情况下,这是 CAO 问题的表面编号。然后该图将显示作为表面编号函数的通光光瞳。(请注意,10个数据点只涉及9个步骤。)

Do MACro for 5 TH = 5 to 8

MACro: NARCISSUS

ORD = FILE 7

这将绘制表面7上的冷反射与厚度5的关系。

	DO MACRO AS 9 TH VARIES FROM 0 TO 10
MACro:	GHOST R .00029
	K.UUJALL
	END
	ORD FILE 1

这个例子稍作解释。GHOST 程序找到所有鬼像,然后按序列将它们从最大 到最小的鬼像列表。最小的鬼像通常是一个问题,因为能量比较大的鬼像更集中。 因此,GHOST 程序以相反的序列将其输出放入 FILE 缓冲区:FILE 1 包含最小 的鬼像半径。(存储十个最小的。)该句子将绘制最小鬼像(可能来自任何表面) 的大小作为其中一个镜头厚度的函数。

要查看哪个FILE包含您要绘制的数量,只需运行该功能(本例中为GHOST), 然后设定查看缓冲区:

BUFFER?

这是使用 FILE 缓冲区的另一个示例:

	Do macro for AIP equal 0 to 1
MACro	IMAGE
:	TRA 2 AIP 0 500
	ORDINATE = FILE 4

如果您进行 TRACE, 然后查看缓冲区, 您将看到镜头传输位于文件位置 4. 此序列绘制了总镜头传输(随渐变而变化)作为相对视场的函数, 参数随之变化 AIP。这里的示例使用 TRACE 命令仅考虑变迹和渐晕。要考虑反射损耗和膜层, 请将其更改为 PTRACE。另一种变化是使用 AI 名词 TRANSMISSION, 它评估 所有效果, 包括玻璃内的吸收——但仅追迹单个光线。

如果系统具有一个 OBG 文件,则可以看到高斯包络,其被建模为输入光束

的变迹:

Plot transmission for yen = -1 to 1.

下面是一个 3 字符单词不起作用的示例:单词"TRACE"是一个 command 模式指令,"TRAN"是"传输"的最短缩写,不会引起混淆。"FIND"和"FINAL"是另一个例子。

Plot the SAG of 3 for Y = .5 to 1 Plot the SAG of 3 for YEN = .5 to 1

这两个示例略有不同:第一个指定绝对 Y 坐标,第二个指定相对(通光孔径)坐标。如果 CAO 为 5,则第二个图为 Y = 2.5 到 5。

Plot YA on 16 at full field for wavl = .4 to .8

如果表面 16 是出射光瞳,则该句子绘制出射光瞳的像差。注意,如果 YPT 求解有效,并且添加"在 YEN=1"时,则该图显示光瞳的色球差,因为取出了具 有波长的离焦。如果没有 YPT 求解,并且循环参数是视场点("...对于 HBAR = 0 到 1"),则该图显示出射光瞳的球差。

	Do MACro for AIP = 0 to 1
MACro	increase 5 th by .125
:	ordinate = YA on surface 9 at YEN = 1
	abs = thick 5

此示例在 AlParameter 上循环,但不在 MACro 中使用它。厚度数 5 将逐步 增加,并将相对于光线坐标绘制,该坐标受厚度变化的影响。

	steps = 5 Do MACro for AIP = 22 to 22.5
MACro:	Change 15 th to AIP EAM OPTIMIZE
	FCO 300
	ORD = FILE 10
	ABSCISSA = THICKNESS NUMBER 15

在这里我们使用 AIP 来改变一个厚度,重新优化镜头(使用备用 MACro"OPTIMIZE.MAC"-备用完成后返回主 MACro),并设定 DMTF。 MTF

值被自动放入 BUFFER,这种情况下将 X-MTF 绘制为约 150 个周期/mm,作为 厚度 15 的函数。在此示例中,我们仅设定 5 个数据点。(我们也可以说"……对于 15 th = 22 到 22.5"。)X 和 Y 中的模量和相位都放入缓冲区。

 R1:
 M 0 1 A 2 YA 0 0 1

 R2:
 M 0 5 A 2 YA 0 0 .6

 R3:
 M 0 1 A 2 YC 1 0 1

 R4:
 M 0 2 A 2 YC 1 0 .6

 R5:
 M 0 2 A 2 YC 1 0 -.6

 R6:
 M 0 1 A 2 YC 1 0 -1

 R7:
 M 0 1 A 2 XA 1 1

MF1: AANT/R1/R2/R3/R4/R5/R6/END

这是用符号构造整个评价函数的示例。您可以在启动 MACro 中定义一个大的光线菜单,然后在您做您的评价函数时简单地用符号来引用它们。您甚至可以制作评价函数菜单: MF1, MF2 等 - 每个选择您想要的光线(或其他像差)。 要使用这个评价函数,只需输入下列命令即可

MF1 PANT ... END SYNO

如果您想要的光线列表长于一条单独的线(这是 AI 限制),您可以将其分解为子符号:

P1: R1/R2/R3/R4/R5/R6/R7/R8/R9/RI0

P2: R11/R12/R13/R14/R15/R16/R17/...

MF: AANT/P1/P2/R56/R73/END

像差可以变成具有符号权重的符号:

w1: 1.0 w2: 0.5 w3: 5.0 r1: M 0 w1 A 2 YA 0 0 1 R2: M 0 W3 A 2 YC 1 0 -.6

等等之类的。您可以定义一个评价函数菜单,并在使用它们时重新定义权重。

GG: GRAY 2 0 0 1 SURF 0 GG 6 GG 9

这里符号"GG"仅给出命令的一部分。每次输入符号时手动输入表面编号, 给出 GRAY 光线追迹的坐标系。

**: RPT .001 10 2 1 3

也许最常用的符号就是为了简化常用功能的输入。 符号"**"将生成一组被 绘制的光扇图。

以上示例应该让您了解 AI 功能的非凡功能,并说明为什么我们很难在手册 中描述。如果程序只能做几件事情,那么手册就可以列出它们;但 AI 的潜能是 无穷无尽的,也无法用同样的方式记录。我们所能做的就是鼓励您去尝试。如果 您向 AI 提出一个合理的问题,但它还不知道这意味着什么,请务必向我们发送 一份说明;该功能正在不断发展,您可能还有我们尚未想到的想法。人工智能编 程领域是处女地,您可以成为它成长的一部分。

15.3 专家系统

SYNOPSYS 人工智能功能的第二个主要部分是专家系统程序 XSYS。该程序通常可以为您找到新的镜头配置。DSEARCH 功能也擅长寻找优化的初始结构。

通常,在 AI 领域,"专家系统"程序是采用树形结构逻辑的程序,其中决策 是从特定领域的一些专家的响应中得出的,以进行冗长的汇报。在某些领域已经 实现了显着的性能,可与人类专家相媲美。

SYNOPSYS 程序采用了一种不同的方法: 该程序提供了许多专家设计师的 成品镜头设计,代表了最先进的技术。以这些镜头作为模型,程序可以非常详细 地分析光学特性,显示每个镜头的一阶和高阶特性,以及每个元件前后光束中存 在的像差。通过这样做,程序"学习"如何解决特定的光学问题。给出的例子越多, 学的越多。

然后,当出现新问题或镜头没有很好地纠正时,它可以显示当前问题是否可 以类似于它知道解的问题。

这个功能在 SYNOPSYS 的所有程序中都是独一无二的,因为它没有内置的 性能。当程序首次安装时,没有示例文件,XSYS 是无知的。大多数工程程序都 会根据某个输入提供一定的输出,但 XSYS 必须接受教育才能生效。例如,如果 示例文件仅包含显微镜物镜,则可能无法设计红外望远镜:示例应该或多或少地 代表将使用该程序的系统类型。

我们应该注意到,XSYS 并不是 SYNOPSYS 的唯一功能,可以推出全新的 镜头结构。有关 DSEARCH 和 SPBUILD 程序的讨论,请参阅第 10.14 节,该程 序使用的程序与 XSYS 的程序完全不同。

输入程序 XSYS 后,将显示以下菜单:

Welcome to the SYNOPSYS expert systems program. (欢迎来到 SYNOPSYS 专家系统程序。) Select one of the following input commands: (选择以下输入命令之一:)

М	(再次显示此菜单)
START	(从头开始新的镜头)
ALTER	(寻找替代起始点)
REENTER	(重新使用最后一个匹配列表)
LIST	(列出文件中的示例镜头)
USE	(使用其中一个示例镜头)
INITIALIZE	(生成示例文件)
ADD	(将镜头添加到示例文件中)
END	

XSYS 可用于三大目的:

1.	可以完整地检索任何示例镜头以用作起始点。(例子:使用 4)
2.	可以输入一组一般设定,并且当可以尽可能地调整比例和光瞳时,XSYS 将找到最接近它们的镜头(或镜头的一部分)(根据用户输入的各种权重)。 然后可以将该镜头用作起始点(START)
3.	如果您提供一个起始镜头,XSYS 可以分析镜头中的光束,并显示并确定 在任何例子中是否存在一组类似的像差或一阶特性——如果是的话,如何 纠正像差或如何实现一阶特性。然后,它将基于此信息建议备用起始点。 这个功能可能是 XSYS 最强大的功能。(ALTER)

15.3.1 初始化示例文件

在创建 XSYS 示例文件之前,用于教育 XSYS 的示例镜头必须以 RLE 格式保存。然后在 XSYS>提示符下输入 INIT。程序设定提供镜头文件的名称,然后处理该文件并将其添加到数据库中。您可以添加更多镜头,并且在处理完所有示例后,在提示符处输入 END。

如果列表很长,您可以创建一个 MACro 并给出文件名。假设已保存三个镜头,名称为 EX1, LENS2 和 XXX3。然后 MACro 会读出

XSYS INIT EX1 LENS2 XXX3 END.

然后 XSYS 研究镜头并创建两个磁盘文件,一个用于镜头输入数据,另一个 用于研究后得到的镜头分析数据。

还可以将镜头添加到现有示例文件中。在这种情况下,您输入 ADD 而不是 INIT。XSYS 会提示示例文件中新镜头的位置,或是否应该在文件末尾添加镜头。

示例文件中的当前镜头列表由命令 LIST 生成,命令 LIST 显示每个镜头的 ID。

15.3.2 从零开始的一个镜头

如果在 XSYS>提示符下输入 START,程序将提示物体坐标和总体设定。 XSYS 的所有输入必须以 MM 为单位(如果镜头不在这些元件中,示例镜头和起 始镜头(如果有的话)会自动变焦到 MM)。当一般规格出现时,程序会在将新 设定与示例镜头进行比较时提示使用权重。此点的输入与 ALTER 命令的输入相 同,将在第 15.3.4 节中讨论。

15.3.3 将 XSYS 与起始透镜配合使用

通常,可以使用某种起始镜头,或者在进入 XSYS 之前尽可能优化设计。在这些情况下,该程序被用来建议替代的起点,而不是从头开始。

如果是这种情况,请在 XSYS>提示符下输入

ALTER

15.3.4 输入镜头设定

输入 START 或 ALTER 输入后, XSYS 提供以下菜单:

选择设定如下:

MAXSN	数字(最大表面编号)
MINSN	数字(最小表面编号)
FNUM	数字 权重(期望 F/NUMBER 量)
AFMAG	数字 权重(AFOCAL 放大倍数)
BACK	数字 权重 (所需的后焦距)
TOTL	数字 权重 (所需的镜头总长度)
WFOV	权重(FOV匹配加权,默认10.0)
CWT	权重(波长权重,默认1.0)

FWT	4个权重(视场权重,默认1.0,1.0,0.9,0.7)	
WYB	权重(YB匹配权重,默认1.0)	
WUB	权重(UB匹配权重, 默认 1.0)	
WPUP	权重(光瞳像差匹配权重,默认 1.0)	
ROOM	权重(负TH权重,默认10.0)	
SNAP	数字(用于图形显示)	
PLOT	[AUTO]用于 DWG 的隐藏起始点	
PASS	数字(优化迭代,默认为10)	
GO	(当输入所有设定时)。	
注意		
有关其他选项,请参阅"用户手册"。(M 代表菜单。)		

该程序将在匹配过程中利用库位置 10 进行临时存储。如果您通常不打开开 关 42 (自动存放更换的镜头),请务必保存放在此位置的任何镜头。

请注意,XSYS 在没有进行任何优化的情况下找到了隐藏的起始点,因此通常只会大致满足所设定的目标。

MAXSN and MINSN		
	给出在找到起始点时允许的表前 12 个表面的镜头,您就可以进	面编号范围。例如,如果您想要7到 入
	MAX 12 MIN 7	
	通常, MIN 不是必需的——但 适的双透镜, 则可以避免使用行	且如果您的文件包含许多您认为不合 之们。启动镜头时,必须指定 MAX。
FNUM, AFMAG, BACK, and TOTL		
	参考一阶数量。如果您从头开好没有可用的起始镜头,XSYS ALTER 模式下,可以扩展可能 定 FOCL 和 BACK。AFMAG	始,最好只指定其中一个,因为如果 只能变焦镜头并调整相对光瞳。在 b性,例如,可以使用适当的权重指 的独特之处在于 AFOCAL 望远镜的

	放大倍率与变焦和光瞳无关:在 START 模式下,XSYS 只能找到 最接近的镜头,而在 ALTER 模式下,可以控制结果。		
CWT	给出波长的相对权重。默认值为 1.0,并应用于波长为 1 和 3 的光 线错误。如果系统是单色的(WAV(1)=WAV(3)),则 CWT 等 于 0.0。		
FWT	给出四个视视场点的相对权重。XSYS总是在视场HBAR=0,.5,.75 和 1.0 上分析和评估隐藏匹配,默认视场权重为 1.0,1.0, .9, .7。 要改变这些,您可以输入,例如, FWT 1.0.8.6.4		
WFOV, WYB, WUB, WPUP, and ROOM			
	给出初始镜头(如果有)与示例文件中的隐藏匹配之间的某些不匹 配的权重。这些将在下一节中简介。		
SNAP	AP 使用 PAD 图形程序生成每个隐藏起始点的图像快照。您必须在这入 XSYS 之前定义显示;否则默认为屏幕顶部的 D 型显示。		
PLOT [A	AUTO]		
	指定在 XSYS 过程中创建一个正常的绘图,显示所有由用户选择的 潜在匹配,或所有匹配[自动]。下面是一个例子。PLOT 可以在 快照显示的基础上被设置。		
PASS	给出了 XSYS 可选的自动优化部分的迭代次数(见下文)。		
GO	启动 XSYS 匹配程序。		

在输入目标和权重之后,如上所述,XSYS 试图找到可能在以后优化时产生 优质镜头的替代起始点。

15.3.5 替代初始结构

寻找替代初始结构的过程包括三个阶段:首先,对隐藏的匹配进行评级并按 权重进行分类。其次,系统会提示您选择十个最佳匹配中的一个,然后显示在屏 幕上(如果设置 SNAP)并放在 XSYS 图上(如果设置 PLOT)。第三,询问是 否应对当前选定的匹配进行快速优化。在任何时候,您都可以退出 XSYS(使用 当前镜头或选定的匹配)并恢复正常处理。如果设置 PLOT AUTO, XSYS 将自 动为 XSYS 图选择所有 10 个匹配。
15.3.5.1 评级隐藏匹配

XSYS 假设如果当前镜头和示例镜头(如下面定义)之间的匹配是完美的, 那么示例的一部分(或全部)(适当变焦和定位)可以代替一部分(或全部)起 始镜头并且结果将是一个完美的,匹配良好的镜头。在实践中,匹配很少完美, 通常需要进行后续优化。

该程序评估起始镜头(如果有的话)与每个空气间隔的每个合适的示例镜头 之间的匹配,比较两者的像差和整体特性。镜头均局部标准化,局部光瞳和视野 对齐。然后以局部 F/NUMBER 调整该示例以匹配当前镜头,并围绕局部焦平面 变焦以优化由各种权重显示的匹配。基于 OPD'S 的多项式展开来估计这些调整 的每个视视场点处的每种波长对 OPD 的影响。研究了所有组合,并且前后都采 用了示例。考虑替换,其中示例部分在当前镜头部分之前或之后。然后对组合进 行评级。

权重 WYB 和 WUB 指的是主光线位置和示例镜头的一部分可以代替当前镜 头的一部分的地方的角度的差异。两者的默认值均为 1.0,最好不要单独使用。 WPUP 指的是局部光瞳处光瞳的球差相等。如果在给定情况下光瞳像差对特定情 况下的像差校正具有强烈影响,则该权重可以从其默认值 1.0 增加。(它仅指局 部不匹配,而不是像差值本身。)当在模 3 和 4 中使用示例时,WFOV 是导出的 示例文件 FOV 与所需 FOV 之间的不匹配之间的权重(见下文)。默认值为 10, 较低的值可能会产生光线故障的镜头。

ROOM 规定了避免负空气间隔的重要性,默认值为 10。这往往避免了各部 分之间具有负厚度的组合,但它不一定是必要的防范措施;可以想象,在厚度略 微为负的情况下,也可以找到一个优秀的镜头,并且优化程序可以快速纠正问题。 您你可能希望用一个较小的 ROOM 值进行实验。

15.3.5.2 选择隐藏匹配

当 XSYS 找到十个最佳匹配时,它会按不匹配的序列列出它们。显示两个等级:成像和机械,成像值是指预期的 OPD 不匹配,其中单位非常随意并反映视场和波长权重;机械匹配指的是其他一切,不匹配是两者的总和。典型评级可能

是:

1										
	TOP	TEN I	MATCHI	ES WITH	EXAMPLE	LENSES:				
	No.	Exa	m. Mov	ve Keep	Ap.	Scaled	Mismatch	Image	Mechanical	Mode
	1	3	10	-3	1.2677	0.9891	1.2382	0.0693	1.1690	1
	2	10	4	12	1.1094	1.0076	1.4348	0.0867	1.3481	3
	3	5	-3	12	0.5145	1.0153	1.5546	0.1653	1.3893	4
	4	19	-4	-7	0.4277	0.9401	1.7503	0.1727	1.5776	2
	5	16	13	0	1.0000	2.2493	2.0562	0.0000	2.0562	3
	6	22	7	0	1.0000	1.3158	2.0570	0.0000	2.0570	3
	7	7	-2	12	0.5117	1.0140	2.2454	0.0576	2.1878	4
	8	16	5	7	1.1824	0.9041	2.3135	0.5870	1.7265	3
	9	10	2	14	1.0000	1.4060	2.3221	0.7943	1.5278	3
	10	9	-14	0	1.0000	1.4383	2.4955	2.2901	0.2054	4

该列表如下所示:具有最低不匹配的匹配编号1取自示例透镜编号3.替换为 模式1(见下文),并且组合镜头由起始镜头的三个表面形成,从左边(-3)和 10个表面开始计数,从右边开始(10)。示例镜头局部 F/NUMBER 与起始镜头 不匹配,因此示例按比例放大 1.2677,然后停止到其先前的光瞳。此时 F/NUMBER 匹配且两个部分处于共同焦点,但该示例进一步按该焦点变焦 0.9891,以便最小化相对于所述设定的 OPD 和机械不匹配。这些误差分别为.0693 和 1.169,总不匹配是两者的总和,即 1.2382

第二个匹配包含来自示例 10 的 4 个表面和来自起始镜头的 12 个表面,两者 均从右侧开始计数。(如果其中任何一个是 AFOCAL,则将包括 AFOCAL 模式 所需的两个平面,如果镜头反向使用,则可能存在第一个表面的虚拟平面。)在 这种情况下,机械目标中的误差为 1.3481,以及 OPD 误差,总不匹配为 1.4348。 第五个匹配移动所有示例 16(13 个表面)并丢弃整个起始镜头。成像不匹配为 零(XSYS 假设示例完美匹配,如果它们被完整使用),但机械误差很大。

请注意,仅仅因为镜头的不匹配度低,不能保证它是一个很好的起始点。镜 片上通常有许多设定没有用输入声明,并且在某些情况下,示例部分的使用方式 与它们设计的背景非常不同。如果视场角度大不相同,程序将对校正不利,但即 使如此校正可能给出最低的失配误差并且将被选择为最佳——并且在这种情况 下它可能表现出光线故障并且完全不适合。

我们鼓励您在排除其中任何一项之前检查所有十次匹配。

15.3.5.2.1 镜头匹配模式

每种隐藏的镜头匹配以四种方式进行评估:向前和向后拍摄示例,并从起始 镜头插入每组之前和之后。这些可能性如下所示。"SL"表示起始镜头,"EL"表 示示例。



显示十个匹配项时,系统会提示您按编号选择一个。 输入一个数字将导致 该匹配由所涉及的两个镜头构成并显示在屏幕上(如果指定了 SNAP)。显示出 该组合的机械误差摘要,显示哪些一阶目标得到满足,哪些没有。然后提示您选 择:

Y	央速优化新镜头		
<cr></cr>	兆过那个匹配并尝试下一次匹配		
<esc></esc>	从 XSYS 中退出该匹配		
L	显示匹配列表		
NB	选择不同的匹配。		

15.3.6 优化所选匹配

如果输入Y,XSYS将根据为匹配过程指定的目标和权重创建优化文件,并 将文件提交给优化程序。这是SYNOPSYS 中唯一的优化形式,您无法直接控制 输入。评价函数由程序生成,其目的不是为了产生最终设计,而仅仅是为了校正 可以轻松纠正的镜头特性,以便您可以更好地判断该特定匹配。使用 PASS 输入 来输入迭代次数(默认值=10)。 当执行了所设置的迭代次数时,XSYS 会提示下一个决定。请注意,优化过程将伴随 SNAP 2 截图每隔几次通过,如果 SNAP 已被设置通过计数(如 SNAP

2(默认为每次通过)),并且如果您在优化期间单击按钮停止标志 **9**,它 将在当前迭代结束时终止。

在这一点上, XSYS 提示的选择是:

K	保持这个镜头并退出 XSYS			
<cr></cr>	丢弃这个镜头并尝试下一次匹配			
L	再次查看匹配列表			
NB	尝试这次匹配			
STORE NB	保存这个镜头,并做出另一个选择。			

如果在快速优化后退出 XSYS,则可以在 MACro XSYSFILE.MAC 中找到默 认优化输入。如果优化进展顺利,但镜头的某些特性不受控制,则可以修改评价 函数并重新提交以进行其他优化。

如果您出于某种原因退出 XSYS, 然后决定返回并尝试另一次匹配, 那么这仍然可以, 只要尚未写入库位置 10。如果开关 42 为 ON, 则许多其他功能将写入位置 10, 您可能无法重新进入。否则, 只需输入 XSYS, 然后输入 REENTER。如果已写入位置 10, XSYS 将无法正确构建组合镜头, 必须从头开始重新运行。

15.3.7 XSYS 示例

在本节中,我们给出了一个使用 XSYS 的简单示例。首先,我们使用与 SYNOPSYS 捆绑在一起的许多示例镜头创建数据文件。此 MACro 以名称 XSYSINIT.MAC 保存。

🔳 X3	XSYSINIT.MAC											
	Ð	1	×	5	٩	1		-N		•	123	4
	Y XS ; XS Y ; TH ; US ; Y Y XS XS X X X XX1 XX3 X4 X5 XX3 X4 X5 X6 X77 X8 X9 X110 X122 X133 X14 X15 X16 X17 X18 X120 X211 X222 X233 X24 X25 X26 X277 X28 X29 X30 X311 X22 X130 X24 X25 X26 X277 X28 X29 X300 X301 X314 X32 X30	! SYSI SED DU 1	X NIT. FILE BY X HINK	MAC CRE/SYS. MAY	ATES LII CON	THE ST H TAIN	DATA ERE A USEF	-N BASE	E THA	T WI FILE MATI	LLL B SS TH SON	EAT
	X33 END											
	END											

现在我们创建另一个将利用此数据库的 MACro。它从数据库中位置编号 9 的镜头开始,然后改变它以使无焦放大率为 0.2,总长度为约 300mm。在此示例 中,我们不需要色差校正。

I XSYS.MAC
<pre></pre>
Image: System 1 XSYS Image: System 2 XSYS Image: Alter AFMAG .2 10 TOTL 300 .01 Image: System 2 CWT 0
△ PASSES 5 PLOT AUTO snap GO GO

SYNOPSYS EXPERT SYSTEMS						
	1 MOVE	a KEEP	U 0.1900	.H 2000 0.2016	* MODE	
	10	-3	0.0691	1.16	1	
	ł	12	0.0759	1.34	э	
	-3	12	0.1788	1.38	٢	
	-4	-7	0.1727	1.59	2	
	7	D	0.0000	2.02	э	
	13	D	0.0000	204	э	
	-2	12	0.0653	2.16	،	
	5	7	0.9611	1.78	э	
	-5	10	0.1590	2.32	۱	
			01-AUG	-11 09:27:46	5	

该程序找到10个最佳匹配,并创建一个图:

然后使用第一个匹配项,我们只需在提示符下输入数字1:

TOP TEN MATCHES WITH EXAMPLE LENSES:

No.	Exa	m. Mov	ve Keep	Ap.	Scaled	Mismatch	Image	Mechanical	Mode
1	9	-14	0	1.0000	1.4156	0.3916	0.1900	0.2016	4
2	3	10	-3	1.2677	0.9891	1.2297	0.0691	1.1606	1
3	10	4	12	1.0896	1.0078	1.4184	0.0759	1.3424	3
4	5	-3	12	0.5064	1.0152	1.5538	0.1788	1.3750	4
5	19	-4	-7	0.4277	0.9388	1.7592	0.1727	1.5866	2
6	22	7	0	1.0000	1.3145	2.0166	0.0000	2.0166	3
7	16	13	0	1.0000	2.2424	2.0425	0.0000	2.0425	3
8	7	-2	12	0.5037	1.0142	2.2261	0.0653	2.1608	4
9	16	5	7	1.1936	0.8984	2.3369	0.5611	1.7757	3
10	5	-5	10	0.7482	1.0571	2.4754	0.1590	2.3163	4
10	5	-5	10	0.7482	1.0571	2.4754	0.1590	2.3163	

选择一个数字

XSYS>1

现在将插入以下匹配项

No.	Exam.	Move	Keep	Ap.	Scaled	Mismatch	Image	Mechanical	Mode
1	9 -	-14	0	1.000	1.416	0.3916	0.1900	0.2016	4

Mechanical errors:

YB UB FNUM BACK FOV 0.0000E+00 -0.3725E-08 -0.1291E+00 0.0000E+00 -0.2605E-06 PUPIL ROOM DEFOCUS THO TOTL 0.0000E+00 0.0000E+00 -0.1436E+00 0.2826E-10 0.4054E+00 ID COMPACT IR 7X AFOCAL Get lens no. 10 24424 Lens number 10 ID COMPACT IR 7X AFOCAL Lens number 10 ID COMPACT IR 7X AFOCAL This is match number 1 Enter "Y" to optimize, <CR> to skip, <ESC> TO END "L" for list, or number. XSYS>

这是匹配1

输入"Y"进行优化, <CR>进行跳过, <ESC>结束"L"进行列表或编号。

XSYS>

然后我们输入Y并快速优化镜头。



第16章

16.0 膜层程序

SYNOPSYS 包含用于多层膜层设计和分析的薄膜程序。

要使用此功能, 请输入

FILM

在 SYNOPSYS>提示符下。该程序有三种基本模式:通用模式,设计模式和 分析模式。

在按照本章所述定义表面膜层后,可将其分配到镜头表面。然后, SYNOPSYS 的许多功能将包括膜层对镜头性能的影响。有关更多信息,请参见 第17.2 节。

16.1 通用模式

默认模式就是通用模式,给出提示 FILM>。在此模式下,允许的命令是:

DESIGN	改变为设计模式
ANALYSIS	改变为分析模式
SAVE [<u>name</u>]	保存多层膜。要查看已保存的所有文件的列表,请在命令 提示符下使用命令 DIR FILM。
FETCH[<u>name</u>]	获取已保存的膜
RFILM	输入新的膜层数据
SPEC	显示当前堆栈的数据
RETURN	返回到 SYNOPSYS
PON	起始显示记录

POF	终端显示记录
EXIT	从 SYNOPSYS 退出

某些其他命令将自动返回到最高级别的 SYNOPSYS 命令处理器: GDS, GADS, EM, EAM, LM, LAM, CCW, GNW, GRW, MWM 和 PAD。 要运行任何其他命令,请先使用 RETURN 选项。

要输入新的膜层文件,格式为

RFILM	(读取文件)
[ID <u>identification</u>]	
[WAVL <u>LAMBD0]</u>	
[ANGLE <u>ANGLE</u>]	
[MICRONS]	指定厚度以微米为单位,而不是波长
<u>TH</u> { <u>IND</u> / <u>name</u> }	请参阅下面的列表。
<u>TH { IND</u> / <u>name</u> }	
<u>TH IND [K name]</u>	
END	

一些常见的膜层材料可以通过名称声明。 其中包括:

MGF2	(index 1.38)
SIO2	(index 1.47)
THF4	(index 1.52)
CEF3	(index 1.64)
CEO2	(index 1.74)
HFO2	(index 2.0)
ZRO2	(index 2.1)
TAO5	(index 2.154)

材料 THF4 可用于两个区域: 0.27 至 0.7μm 和 4.0 至 12μm。程序在所选区 域选择适当的折射率多项式。

可以在基体的第四个单词中输入名称 ALUMINUM。然后程序将在每个被分析的波长处更新该材料的折射率和 K 值。

用任何这些材料定义的膜层将用对使用膜层时有效的波长计算的折射率数 据建模。因此,当分析膜层插入镜头时的性能时,要考虑层和基板的分散。 然而,请注意,这些材料在沉积成薄膜时的实际指数通常与块状材料的指数 不同,因此,SYNOPSYS 中的设计和分析不能过于照搬。它是一个很好的指示, 表明人们可以从一个薄膜堆中期待的类型和性能,但最终的细节应该由应用膜层 的公司来制定。 一个给定的层的指数可以从一个供应商到另一个供应商是不同 的,我们联系的供应商不愿意透露他们的设备产生的值。 尽管如此,对于我们 的目的来说,薄膜的设计和分析是有用的,因为它可以很好地说明一个有能力的 供应商最终会实现什么。

如果你有一个感兴趣的材料的测量指数值,或者可以从供应商那里得到 Sellmeier或插值系数,你可以把这些数据输入到一个自定义的库中,然后在你的 膜层堆中使用这种材料。这应该允许一个更准确的评估。

LAMBDA0 定义了控制波长。光学厚度表示为一个波的波长,或者如果它们 遵循 MICRONS 命令则以微米表示。 ANGLE 是控制角度。输入厚度和折射率 不需要表面编号,从入射介质开始并以基底结束,基底可以选择性地给出假设的 折射率分量 K.可以输入总共多达 50 个层。例如,要在 BK7 的基板上输入四分 之一波长膜层,输入将是:

RFILM 0 1 .25 MGF2 0 1.517 END

这里我们没有输入控制量,因此默认波长为0.5876mm,角度为零度。膜层的折射率为1.38,并且对于入射介质和基板输入厚度值为零。使用 RFILM 数据输入新膜后,程序将自动进入分析模式。

RFILM 文件可以在设计模式、分析模式或通用模式中选择输入。

第 17.2 节描述了各种常用的表面膜层。这些可以放置在镜头表面上,而不 使用本章的功能或明确定义表面膜层。

注意,每层必须在表面膜层中指定,包括入射介质和基底。有关常见镜面材料的代表性复杂折射率,请参阅第17.2.5节。至少要有三层。

16.2 分析模式

在命令 ANALYSIS 之后,程序将接受输入:

```
[RFILM ...]
[PHASE]
[TRANS]
[LAM <u>LLOW LHI NSTEPS ANGLE</u>]
[PHI <u>PLOW PHI NSTEPS WAVEL</u>]
[PLOT [<u>SCF ORIGIN</u>]]
[EXIT]
[RETURN]
[DESIGN]
```

任何其他命令都将返回到通用模式。

PHASE	设置分析中的阶段输出。
TRANS	设定下一个图表显示透射率而不是反射率。
LAM	设定以固定角度 <u>ANGLE</u> 在 <u>NSTEPS</u> 步骤中对 <u>LLOW</u> 和 <u>LHI</u> 之间的波长进行评估。最多可以设置 200 个步骤。
PHI	要求对 PLOW 和 PHI 之间的角度进行评估,以 NSTEPS 为步长,固定波长为 WAVL。
PLOT	导致先前的分析转换为图,如果输入则在每英寸 <u>SCF</u> 的 Y 轴(纵坐标)上具有比例因子,或者如果不是则自动变焦。可以在 word3 中输入所需的纵坐标 <u>ORIGIN</u> 值。

16.3 设计模式

设计程序分为三种操作模式:它可以从基板定义开始构建膜层;它可以接受 一个起始膜层并为其添加层;或者它只能优化起始膜层。数据格式如下: [WAVL LAMBDA0] [ANGLE ANGLE] [DI THETA] [KSD { 1 / 2 }] [TNET T1 T2 T3 T4] [NNET N1 N2 N3 N4] TLIM LO HI [NLIM <u>LO HI</u>] [BUILD ±SN No Nf [K] [ID identification] [ADD ±<u>SN</u>] [FIX] PANT SN(1/0)(1/0) SN(1/0)(1/0) END AANT

GRW TAR ANG NB LLOW LHIGH	反射目标的产生,超过波长
GTW TAR ANG NB LLOW LHIGH	透射目标生成
GRA TAR ANG NB ALOW AHIGH	反射作为角度的函数
GTA TAR ANG NB ALOW AHIGH	透射作为角度的函数
RAVE WAVL ANG TAR WT	(平均反射率)
RSP WAVL ANG TARS TARP WTS WTP	(S和P反射率)
TAVE WAVL ANG TAR WT	(平均透射率)
TSP WAVL ANG TARS TARP WTS WTP	(S和P透射率)
RP WAVL ANG TARS TARP WTS WTP	(相变,反射)
PDR WAVL ANG TAR WT	(相位差,反射)
TP WAVL ANG TARS TARP WTS WTP	(相位变化,透射)
PDT WAVL ANG TAR WT	(相位差,透射)
END	
SYNOPSYS NPASSES	

这些命令中的前四个将自动创建一组目标。因此,为了使反射在 0.4 到 0.8 的范围内最小化,可以输入 GRW 0 0 50 .4 .8。要控制的目标总数不得超过 50 个。

用于构建膜层的方法来自 Dobrowolski(Appl.Opt., 1965 年 8 月, 第 937 页)。 该程序一次两个地向基板或当前膜添加层,从四个厚度和折射率的网络中选择最 佳的一对,提供 16 种可能性,并将这些添加到空气膜或膜-基板界面。添加最佳 选择后,膜将针对多次反复进行优化,然后重复整个过程,直到达到所需的膜的 大小。该程序将删除变得太薄的膜层并合并其折射率接近的相邻膜层。设计完成 后,程序可以选择在每一层插入最接近匹配的实际材料折射率,从存储的表中选 择,并重新优化膜层。输入数据如下所述。

WAVL, ANGLE	与 RFILM 文件中的相同,因为没有起始膜层 (BUILD)。
DI	定义相位角不连续的位置,用于控制相位变化。 相角定义在零和 THETA-360 之间,默认 THETA 为 180 度。
KSD	可以取值1或2.1仅在基板旁边添加膜层,而2 在入射介质旁边添加膜层。默认值可以在任一位 置添加,每次添加膜层时选择更好的位置。对于 这种情况,不应输入KSD。
TNET	给出厚度网格的四个值。默认网络为.1,.2,.3,.4。 可以为第一个数字输入零值;如果在其他地方输 入,则该网络终止。
NNET	给出了网络的四个折射率值。默认值为 1.38,1.62,1.86和2.1。
TLIM	定义优化期间的厚度限制。它们必须在厚度网之 外。默认限制为0到1波。
NLIM	给出了折射率的限制。默认值为 1.38 到 2.10。
PANT	是变量定义文件的文件头命令。格式与 SVNOPSVS 镜头文件中的格式不同,对于要更改
	的每个表面,将输入表面编号和两个数字。第一 个适用于该层的厚度,如果该数字为1,则该厚度 将变化,如果为0则保持固定。第二个数字适用 于该折射率。请注意,仅在输入起始膜时才需要 PANT文件。如果选择了BUILD选项,则不需要 PANT文件,因为所有参数在添加时都被假定为变 量。层编号1是入射介质,变量以层2开始。
BUILD	的每个表面,将输入表面编号和两个数字。第一 个适用于该层的厚度,如果该数字为1,则该厚度 将变化,如果为0则保持固定。第二个数字适用 于该折射率。请注意,仅在输入起始膜时才需要 PANT文件。如果选择了BUILD选项,则不需要 PANT文件,因为所有参数在添加时都被假定为变 量。层编号1是入射介质,变量以层2开始。 使程序仅在给定入射和衬底折射率以及层数的情 况下构造整个膜层。如果 SN 为负,则只有厚度随 着它们的增加而变化。没有入射介质的折射率; Nf 和 K 是基底折射率的实部和(可选)虚部。

ID	BUILD 这样做可 结果而没 (过程料 使用 sto 。 添加两周 定等于要 是一个可	BUILD 过程将尝试添加指定数量的膜层,但只要 这样做可以提高性能。如果添加其他膜层并优化 结果而没有任何改进,则该过程将在这里停止。 (但是,如果膜的层数少于所设置层数的 1/2,则 该过程将继续,但可能无法改进膜。您可能必须 使用 stopsign 按钮					
ADD	使所设置 变厚度。	置的层数添加到起始膜层中。负	SN 仅改				
FIX	使程序在优化后用最接近真实的材料代替每个 层,并仅改变厚度来重新优化。可用的材料是:						
	材料	折射率					
	MgF2	1.38					
	SiO2	1.47					
	ThF4	1.52					
	CeF3	1.64					
	CeO2	1.74					
	HfO2	2.0					
	ZrO2	2.1					
	TAO5	2.154					
AANT	是文件头	、命令,定义要由设计程序控制	的数量。				
RAVE	是输入波 相对权重	是输入波长和角度的平均反射率。TAR 是期望值,W 相对权重。					
RSP	分别指定	分别指定 S 和 P 偏振分量的所需反射率,分别为。					
TAVE	控制平均	控制平均透射率。					
TSP	控制S例	扁振和 P 偏振的反射率。					
RP	控制S利	P 的相位变化。					
PDR	是反射的	是反射的相位差。					

ТР	控制透射的相位变化。				
PDT	是透射的相位差。				
END	结束像差定义文件。				

AANT 文件中最多可以指定 50 个目标。SYNOPSYS 启动优化程序。完成后, 程序自动进入通用模式。通过在优化开始后点击 ,可以在完成所设置的迭代 次数或所设定编号的膜层的积聚之前终止优化。

16.4 FILM 输入示例

以下输入文件将在 BK7 的基板上创建带通滤波器,固定折射率,并以 30 度 的角度分析波长产生的膜。生成的设计将以名称"EXAMPLE.FIL"保存。



该膜层的绘制性能如下所示。



16.5 创建一个自定义材料库

前面的章节已经解释了如何用 RFILM 创建一个自定义的薄膜堆,保存它, 并使用默认数据库中的标准材料应用于你的镜头。但是当薄膜沉积在镜头上时, 通常是在高温的真空室中,薄膜的折射率通常与散装材料的折射率不同。本节介 绍了如何创建一个自定义的材料库,其属性可以由你自己指定。

分三个步骤进行。

1. 创建一个自定义材料库。

2. 使用这些材料定义一个自定义膜层堆栈。

3. 将该膜层应用于镜头表面。

创建一个自定义材料库

按照下面的格式输入一个 MACro。 命令 NLIB 创建一个新的库, 删除之前的任何一个库。

```
FILM

NLIB

1 "C-MGF2B " 0

0.179416E+01 -0.718242E-02 0.434546E-01 -0.908349E-02 0.109341E-02 -0.474168E-04

2 "TIO2 " 0

6.029678E+00 -3.245631E-02 7.932891E-02 1.176626E-01-2.343667E-02 2.416714E-03

END
```

每个材料的定义都有一个材料编号(这里是1和2),后面是最多16个字符的参考名称(必须用引号括起来),后面是数字0或1。0意味着下一行的6个插值系数是用于旧肖特目录中使用的功率系列扩展(也是 RLE 文件中 GFIT 选项产生的格式),而数字1意味着它们是 Sellmeier 方程式的系数。最多可以有10种材料被这样定义。

这里我们定义了两个自定义材料(在这个例子中,它们的折射率与大宗材料 相同)。这个输入创建了文件 LIB.CFL,即自定义材料库,它被创建在当前工作 目录下。

创建一个自定义膜层栈

现在材料已经定义好了,我们可以制作一个自定义膜层。下面是一个例子。

FILM RFILM ID TEST CUSTOM FILM WAVL .5876 ANG 0 0 1 .25 C01 0 1.5 END SAVE CUSTOM02

在这种情况下,我们定义一个 1/4 波的膜层,波长为 0.5876um,定义在一个 零度的入射角,使用我们上面定义的第一个自定义材料,即 C-MGF2B。 然后我 们把这个堆栈保存为 2 号自定义膜层。

在你的镜头上添加自定义膜层堆栈

现在我们把这个膜层应用到所有的镜头表面,用数字 02 来标识这个堆栈, 这指的是我们上面保存的膜层 CUSTOM02.FIL。.注意,偏振模式是打开的,否 则膜层会被忽略。

> CHG POL LIN Y COAT 02 ALL END

要检查堆栈在特定表面上的属性,可以使用 PCOAT sn 命令。例如, PCOAT 1 显示了这个列表:

SYNOPSYS AI>PCOAT 1

No.	1			
		2		
NGTH = 0.	5876 MICRON	S		
= 0.000	DEG.			
OPTICAL	PHYSICAL			
THICKNESS	THICKNESS	INDEX	IMAG. INDEX	
(WAVES)	(MICRONS)			
M		1.0000		
0.2500	0.107580	1.3655		C-MGF2B
0.0000	0.000000	1.5168		
		1.5168	0.0000	
	No. NGTH = 0. = 0.000 OPTICAL THICKNESS (WAVES) M 0.2500 0.0000	No. 1 NGTH = 0.5876 MICRON = 0.000 DEG. OPTICAL PHYSICAL THICKNESS THICKNESS (WAVES) (MICRONS) 4 0.2500 0.107580 0.0000 0.000000	No. 1 2 NGTH = 0.5876 MICRONS = 0.000 DEG. OPTICAL PHYSICAL THICKNESS THICKNESS INDEX (WAVES) (MICRONS) 4 0.2500 0.107580 1.3655 0.0000 0.000000 1.5168 1.5168	No. 1 2 NGTH = 0.5876 MICRONS = 0.000 DEG. OPTICAL PHYSICAL THICKNESS THICKNESS INDEX IMAG. INDEX (WAVES) (MICRONS) 0.2500 0.107580 1.3655 0.0000 0.000000 1.5168 1.5168 0.0000

SYNOPSYS AI>

列出您的自定义库

FILM / PCFL 命令将在命令窗口上打印自定义库的内容。(这个命令只在 FILM 程序中被识别)。

FILM>PCFL

```
1 "C-MGF2B " 0

0.179416E+01 -0.718242E-02 0.434546E-01 -0.908349E-02 0.109341E-02 -0.474168E-04

2 "TIO2 " 0

0.602968E+01 -0.324563E-01 0.793289E-01 0.117663E+00 -0.234367E-01 0.241671E-02

END

FILM>
```

编辑你的自定义库

一旦定义了库,你可以在需要时对其进行编辑,例如添加其他材料。

命令(在 FILM>提示下)是 ECFL, 它将库的内容加载到 MACro 编辑器中, 在那里你可以修改它。文件运行时, 它将自动保存。

第 17 章

17.0 偏振

本手册前面部分简介的材料体现了所谓的几何光学的默认假设:波前具有均 匀(或切趾)的幅度和恒定的偏振态。对于大多数光学问题,这些都是很好的假 设。在这种情况下,衍射分析使用简单的标量衍射理论,该理论认为如果两个波 同相位,则它们会相加,如果不同相,它们会相互抵消,忽略它们之间的角度。

但是有些情况下,偏振和矢量衍射的相关问题起作用。此类案例包括以下内容:

非常快的系统 屋脊棱镜 要对膜层进行建模的地方 偏振很重要的地方

在非常快的系统中,默认的标量衍射理论变得不准确。在这里必须考虑到来 自光瞳两侧的能量不会被通常的方式干扰;只有当它们的 E 矢量是平行的时,两 个波才能完全干涉,而这不是通常情况。



在上面的草图中,页面平面中的 E-矢量与所示的两条光线不平行,而页面外 的矢量是平行的。因此,前者仅经历部分干扰,而后者则是完全干扰——这会影 响衍射图样。更准确的矢量衍射分析包括将 E 视场分解为三个相互正交的分量, 并执行三次衍射积分,从而不相干地添加结果。如此发现的成像比标量理论所生 成的成像略大,并且对于该示例也不会表现出圆对称性。 SYNOPSYS 可以执行 所需的矢量衍射评估。

在具有全内反射的屋脊棱镜中,在反射时光的偏振有明显的变化。(如果屋 1208 顶表面涂有反射金属薄膜,则会发生较小的变化。)在前一种情况下,衍射图案的尺寸在横向于屋顶边缘的方向上大约加倍,并且 MTF 被切割约一半方向。显然,这是一个严重的影响,因为它甚至发生在偏振不起作用的系统中,其中 OPD 误差全为零,并且顶角恰好为 90 度。

通常应用于镜头1和镜面的大多数膜层影响光的偏振,并且给定膜层的性能可能受到在先前表面处发生的偏振的影响。如果要对一个系统的特性进行准确的 建模,则有时需要在光线追迹期间对膜层效应进行建模。膜层的效率是倾斜度和 波长的函数,因此,如果系统具有陡峭的入射角,出射光瞳的照明均匀性可能会 被膜层改变,导致意外的切趾和衍射图案和 MTF 的变化。

由于上述所有效果在一定程度上影响光的偏振,因此在系统用于测量偏振的 情况下它们是至关重要的。由反射和膜层特性产生的不需要的偏振可以统称为 "仪器偏振",并且在这种系统中它是一阶误差。

模拟矢量衍射对成像的一些影响的简单方法是使用镜头文件中的 EVD 选项。 这给出了与非常快的光束相关的分辨率损失的公平近似,但是不处理由屋脊棱镜 引起的需要完整的偏振分析的旋转。如果没有打开偏振模式,这仍然是一个标量 计算,并且它通过光瞳上的变迹的适当变化来模拟陡峭角度处的影响损失。

17.1 偏振光线追迹

为了处理上述效果,有必要在光线追迹期间考虑光的偏振,并提供模拟镜头 表面上的膜层的方法。SYNOPSYS为此提供了选项。

偏振光线追迹首先需要定义光源的偏振状态。虽然平面波很简单,但对于有限光源来说这变得更加复杂,因为偏振的定义不那么明显。

通常,可以通过将当前 E 矢量解析为两个正交分量并且为每个分配适当的 幅度和相位来完全定义任何光线的偏振状态。由于可以采用任何两个正交轴,因 此没有优选或正确的选择;所选择的矢量为程序在每个表面上的最方便的选择。

然而,将"Y 偏振"定义为仅由 Y 方向上的 E 矢量组成是不够的。如果光线 与 Z 轴成一定角度传播,则其 E 矢量通常具有(X,Y,Z)分量。为 SYNOPSYS 选择的惯例将偏振光源视为给定方向的电偶极子阵列,并根据该方向上的偶极视 场评估每条光线的视场矢量。因此,例如,如果光源是圆偏振的,则可以将物体 阵列定义为两个偶极子阵列的叠加,一个在 X 方向上取向,另一个在 Y 方向上,

相位差为 90 度。但在给定目标点上的两个偶极子,除了沿 Z 轴传播的光线外, 在给定的光线上不会产生正交的 E 矢量,因此它们必须在每个表面上分解成两 个正交的 E 矢量。

17.1.1 光源偏振

要使用任何偏振功能,必须使用镜头 RLE 或 CHG 文件中的以下命令之一将 镜头置于偏振模式:

POLARIZATION OFF POLARIZATION UNPOLARIZED POLARIZATION LINEAR { X / Y / ANG } POLARIZATION CIRCULAR { RIGHT / LEFT } POLARIZATION ELLIP { RIGHT / LEFT } (A / B) ANG

要关闭偏振模式, 请输入

POLARIZATION OFF.

在 CHG 文件中。注意 UNPOLARIZED 与 OFF 非常不同:前者通过追迹正 交偏振的两条光线并且不连贯地添加结果来处理,而后者简单地忽略偏振和膜层。 默认为 OFF。

对于椭圆偏振输入的量(A/B)是指偏振椭圆的半短轴(A)和半长轴(B)的比率,如下所示,在左侧。



右侧的草图在截取表面时显示光线。表面通常是弯曲的,法线向量显示在左侧。包含光线和法向量的平面是入射平面。光线的当前 E 矢量可以分解为两个分

量;一个在这个平面上,被称为 P 向量,另一个与它垂直(并且在表面的平面中) 并且被称为 S 向量。表面膜层对这两个矢量的影响是倾斜角的函数。

如果需要在多个状态下评估同一系统,则可以在优化期间更改偏振模式。见 第 10.31 节。

17.2 表面膜层建模

除了虚设表面和玻璃玻璃玻璃界面之外,镜头中的每个表面都可以被分配膜 层。可提供 11 种标准膜层,您可以定义多达 10 种自定义膜层。 这些通过输入 分配给各个表面

SNCOATING name

而名称是其中之一 NONE QMD QMH HEA AL ALSIO AU AGSIO LOSSY LO2 PERF COSINE EN1 EN2 5050

(有关这些膜层的定义,请参阅下一节)和

<u>SN</u> COATING <u>NB</u>

其中<u>NB</u>是指存储的自定义膜层(参见第 17.2.2 节)。

您也可以使用表格的 CHG 文件自动将任何上述膜层分配给所有非虚拟表面

CHG COAT <u>name</u> ALL COAT <u>NB</u> ALL END.

or

(如果这是在 RLE 文件中完成的,程序将不知道将输入或涂覆多少表面。 所以改为使用 CHG 文件。)如果偏振当前为 OFF,在处理完此输入后,系统将 进入线性偏振模式。

17.2.1 标准膜层

NONE	指定未膜层表面。				
QMD	是四分之一波长的 MgF2 膜层,厚度在氦 d 线(.58756μM) 处测量。				
QMH	是在 HeNe 线(.6328μM)处测量的四分之一波长的 MgF 2 膜 层。				
HEA	是一利	神三层抗反射膜	层,由下面的叠层组成(见16.1节)。		
		01	air		
		.25 1.384	MgF2		
		.50 2.1	ZrO2		
		.25 1.62	CeF3		
		0 <u>IND</u>	底物折射率		
	该叠层	层的厚度为.587	56μΜ.		
AL	是一层未膜层的铝。对于该层,我们取光学常数 N = 0.867, K = 6.42。见第 17.2.5 节。这仅用于反射表面。				
ALSIO	铝涂覆有 N=1.7 的半波(at.58756µM) SiO 层。这是一种反 射膜层。				
AU	是金膜层,其中光学常数取 N=8.843,K=64.13。黄金的测量数据不精确;这些值是来自多个来源的平均值,适用于 10μM的波长。(见17.2.5。)膜层是反光的。				
AGSIO	是镀银的。银的波长为 0.55μM 的常数为 N=0.055, K=3.32。 外膜层是在 N=1.7 时的 SiO 的半波层。这是一种反射膜层。				
LOSSY	是一种虚设膜层,用于多层叠层的细节未知的情况。它在每 个表面上产生 0.5%的固定损耗,并且没有相移。它可以是透 射的或反射的。				
LO2	这也是一个虚设膜层,这个膜层在每个表面固定损耗为 0.2%。				

PERF	是一种假膜层,表面没有损失。它可以是透射的或反射的。
COSIN E	该膜层旨在通过增加倾斜角度来模拟太阳能电池的效率损失。通常,光伏电池的响应作为光的入射角的余弦下降。因此,从表面法线到达 45 度的光将仅产生正常入射光的 0.707 倍的能量 第 17.4 节给出了使用这种膜层的一个例子。
EN1	这是一种用于反射镜的增强膜层。基材是铝,并添加 10 层。 在 0.45 微米至 0.65 微米的范围内,反射率高于 98%。 有关 此膜层的更多信息,请参阅下面的注释。
EN2	膜层 EN2 是一种用于铝镜的低成本增强膜层。堆叠只有四层,但在大部分可见光范围内反射率高于 98%。
5050	这是用来模拟分光镜的;一半的能量被损失,但偏振状态或 相位没有变化,这使得它不如真正的膜层准确,如果你有膜 层膜的数据,应该使用它。

我们一直致力于从光学行业获得商业多层镀膜的数据,但这些数据通常都是 专有的。尽管如此,我们仍希望为用户提供一种分析系统的方法,其膜层与行业 可提供的膜层非常匹配。指定为 EN1 的膜层是我们在 SYNOPSYS 中设计的堆 栈,其性能可能代表了可以获得的最佳性能。膜层 EN2 由膜层库送出。这些膜 层的反射随波长而变化,如下所示。



我们计划在需要时添加更多工业等效膜层样品。用户被鼓励去将他们希望用 的推荐膜层纳入他们的设计中,并提供实际的堆栈数据(如果有这些数据)。

17.2.2 自定义膜层

您可以在 FILM 程序中定义其他膜层。当将膜层分配给各个镜头表面时,必须将其声明为带有输入的自定义膜层(在 FILM 中)

SAVE CUSTOM<u>NB</u>

其中 <u>NB</u>是一个从 01 到 10 的数字,例如"SAVE CUSTOM03"。

然后将自定义膜层分配给镜片

SN COATING NB

在 RLE 或 CHG 文件中。(请注意,只输入自定义名称的 <u>NB</u>部分。)

命令 **DIR FIL** 将显示已保存的所有自定义膜层的列表。

17.2.2.1 虚拟自定义膜层

如果膜层设计未知,则可以仅模拟效果。这是一种简化的模型,没有角度或 波长灵敏度。用户通过一种表格堆栈来在 FILM 中定义它(参见第 16.1 节)

RFILM 999 EFFS EFFP PHAS PHAP END

这里, EFFS 是 S 偏振的效率, EFFP 是 P 偏振, PHAS 和 PHAP 是两个方向的相移,以度为单位。正相偏移会延缓波的速度。为了描述一种效率为 93%并且相对于 S 将 P 偏振延迟 30 度的膜层,您可以输入

FILM RFILM 999 .93 .93 0 30 END SAVE CUSTOM06

最后一行声明了虚设自定义膜层为编号6。

17.2.3 透射膜层

膜层可以应用到镜头元件的任一侧。在任何一种情况下,膜层应定义为堆栈, 其中入射介质是空气而基底是玻璃。如果膜层实际上应用于玻璃一空气界面,程 序将自动反转层的序列。当膜层被追迹时,膜层叠层中的基底折射率被镜头的折 射率代替。

17.2.4 反射膜层

在偏振光线追迹期间,在每个表面上监测光线的能量含量,并且例如,如果 在没有指定膜层的空气中的表面处发生反射,则程序将假设表面是具有介质的未 涂覆的界面。折射率 1.5——反射率约为 4%。因此,如果要进行偏振光线追迹, 有必要在所有反射表面上精确地建模膜层。(没有膜层的透射表面被建模为空气 和基板折射率的折射率为 1.0 的堆栈。)

反射膜层通常涉及具有复杂折射率的基板。无论这些是标准的还是自定义的, 程序都会检查堆栈以显示它是否可以完整使用或者应该倒置。如果反射表面遵循 AIR 的折射率规范,则堆栈按照定义进行(并且应该以1.0的折射率开始)。如 果它遵循玻璃,如在内部的棱镜上的膜层反射的情况下,只有当被定义为入射介 质是玻璃的堆栈时,膜层才会被完整地使用。如果膜层具有当作入射介质的空气, 并且反射是内部的,则程序将颠倒层的序列。假设基板消光折射率 K 为零,这将 是介电反射堆栈的情况。如果衬底 K 不为零,则程序将假设堆叠的最顶层是不 可见的,并且将仅模拟(假定是金属的)基板层。这允许使用相同的外涂金属叠 层来进行空气——空气或玻璃——玻璃反射,而不必专门指定一个。

17.2.5 镜面材料

为方便起见,本节给出了可用于镜面的各种金属的公开光学常数。您可以为 系统的金属和波长选择折射率和消光折射率 K. 这些数据来自 Ordal 等人, Appl.Opt.22 No. 7, pp.1099-1119(1983)和 Filmetrics.com 上发布的数据。有关 更完整的信息,请参阅这些的来源。

如果您的膜层具有铝基板并且在 0.18 um 至 20 um 的波长范围内工作,则应 在基板线上的堆栈定义的第四字中输入 ALUMINUM 字样。程序将自动重新计 算当前波长的 N 和 K。下面的表格给出了如此计算的数据样本。

Wavelength (µM)	Index N	K		
.32204	.3179	3.894		
.3444	.364	4.17		
.3701	.4191	4.494		
.4275	.558	5.2		
.5276	.867	6.42		
.6199	1.3	7.48		
.7999	2.8	8.45		
.9184	1.86	8.44		
1.459	1.33	14.9		
.85	2.08	7.15		
2.066	2.27	21.4		
4.13	6.76	41.0		
6.2	11.	59.4		
9.54	23.5	86.5		
12.9	36.2	109.		
20.	60.7	147.		

铝:

金(从几个表格中得到的平均值)

	Wavelength (µM)		Index	Κ
		.5	.84	1.84
		1.0	.267	6.145
		2.0	.543	12.55
		5.0	2.723	30.47
		10.	8.843	64.13
		100.	239.	404.

银

Wavelengtb (µM)		Inde	К
		X	
	4	.075	1.93
	5	.05	2.87
	.6	.06	3.75
	.7	.075	4.62
	.8	.09	5.45
	.9	.105	6.22
	1.24	.28	9.03
	3.1	.91	22.9
	6.2	2.84	45.7
	10.0	5.21	71.9
	12.0	7.46	86.0

17.2.6 偏振活性组件

元件可以在 SYNOPSYS 中明确声明为一个偏振器。输入是

<u>SN</u> POLARIZER

在 RLE 或 CHG 文件中。如此声明的表面将具有平缓的曲率。要删除偏振器 规格,必须将表面声明为 NULL(或使用 SPS 对话框)。

如此定义的元件将仅传递位于局部 Y-Z 平面中的当前 E 向量的那个部分。

该声明不应放在虚拟表面上,因为对于不平行于 Z 轴的光线,偏振器的效果 取决于材料中的光线路径。因此,重要的是在如此声明的表面上放置适当的折射 率。然后可以使用伽玛倾斜来评估旋转偏振器的效果。

17.2.7 表面膜层输出

命令级指令

PCOAT (Print COATings) PCOAT SN PCOAT ALL

可以进入来检查目前申报的膜层。第一个给出了指定的汇总表。第二个将在 评估给定表面上膜层的效率时显示程序使用的堆栈数据;这有助于检查膜层是 否符合设定,是否在玻璃后正确反转等非常有用。第三种形式将显示整个镜头的 堆栈数据。

AI 程序还可以显示膜层数据,以回答诸如"表面膜层 4?"之类的问题。

17.3 利用偏振的 SYNOPSYS 功能

一旦系统已经用使用适当的膜层和偏振器建模,并且已经输入了光源偏振, SYNOPSYS的一些功能可以评估它们的效果。其中包括成像评估命令

PTRACE, PRAY DMTF, DMODEL, PSPRD GMTF, GMODEL, TFG, KNIFE TN, PSURF

基于衍射的选项对光瞳中的每条光线执行偏振光线追迹,然后进行矢量衍射

计算以获得点扩散函数。这比通常的(POLARIZATION OFF)分析长三到六倍。 几何选项执行偏振光线追迹以获得点列图中每条光线的强度,但不考虑矢量方向。 在任何一种情况下,如果光源是未偏振的(这是偏振模式之一),图像将被计算 两次,并且两者不相干地添加。如果使用模型选项,则程序 FOR 和 DETECTOR (参见第 9.1 节)评估的图像会受偏振影响,因为模型包含该信息。

如果选择了上述选项,程序将显示成像达到的能量。示例摘要如下:

RaysetThru lensEnergy/RayEnergy Thru *Polarization1771570.100000E+00.887006E+000.798800E+00

这里设定 200 条光线, 但是 177 是最适合光瞳的渐晕方形阵列。其中, 由于 渐晕, 只有 157 个达到了成像。然而, 没有切趾, 因此每个光线的能量仍然是统 一的。由于一些光线是渐晕的, 只有 0.887 的原始能量通过, 忽略了偏振。当包 括膜层时, 只有.799 的原始能量通过。请注意, 那些不考虑偏振的 IMAGE 功能 (例如 SPT)将不会计算最后一项。

MAP 程序可以在光瞳上显示偏振以响应下列的序列

IMAGE MAP POLAR OVER PUPIL EXPLODED ANALOG SCALE .5 RGRID CREC 8 8 FGRID POINT 0 0 PLOT

这种设置的结果如下所示。在这种情况下,该系统涉及 Amici 棱镜,其包含 一个屋脊棱镜。入射光在 Y 方向上线性偏振,但输出是椭圆形的并且在光瞳中 从左到右变化。MAP 还可以绘制这种系统的传输。



AI 程序可以评估一条光线的传输,以回答下面的问题

Find the trans for yen = .5 at full field.

(有关 AI 语法可能性的讨论,请参阅第 15 章。)在 MTR 对话框中可以找 到以各种方式评估镜头光通量的命令摘要。其中一些考虑了偏振和吸收,而另一 些则没有,正如该对话中所标注的那样。

注意,这些特性没有一个考虑偏振并考虑所述镜头元件内的吸收,除了找到 所有具有效应的净余的 T /数的 TN 和 ILLUM。如果需要,可以用 GTRANS 和 RTRANS 分别计算吸收,并在以后考虑进去。

可以使用该命令设置独立的偏振光线追迹

PRAY { ICOL / P } HBAR XEN YEN { SURF / ESURF / E / 0 } GBAR [ISTOP]

该命令给出了两个 E 向量的参数表格(带有 SURF),因为它们在每个表面 处都被解析。可以以这种方式通过系统追迹两者的幅度。(注意,如果有的话, 光线的强度由这两个矢量的幅度的平方和给出,与变迹的次数相乘。)ESURF 选 项也给出一个表格,在每个表面显示椭圆度而不是相位。E 选项也给出椭圆度, 但仅在最后一个表面。

可选的 ISTOP 给出光线追迹停止的表面。通常情况下,我们会追迹整个镜

头,并且不需要这个输入。但是,如果要控制镜头内特定表面后的各个 S 和 P 偏振分量,可以在此处给出该表面编号,然后在 PRAY 命令完成后监视或定位 AI 缓冲区中的输出数据。PRAY 命令也可以在 MTR 对话框中找到。

要显示光线传播通过系统时给定光线的偏振态,请使用该命令

PSURF { ICOL / P } HBAR XEN YEN GBAR

样本图如下所示。在该系统中,线性偏振在表面4处变成圆形,表面4是具有1.25 波延迟的波片。其他表面是未膜层的,因此当光线通过时强度会降低。注意,程序显示了局部X-Y平面上的偏振态的投影。就算有的话,它也不显示Z分量。如果光线以一个陡峭的角度到达一个表面,这将导致X-Y投影出现扭曲。



17.4 偏振输入示例

为了说明如何使用上述功能,让我们输入三片式透镜的规格,在最后一个元件后面有一个偏振器。假设已经以通常的方式输入透镜数据以用于下面的配置。



我们希望为镜头指定各种表面膜层,并将偏振器旋转 90 度。光源将在 Y 方向上线性偏振。

FILM	转到 FILM 程序						
RFILM	读取新的堆栈						
0. 1	入射介质						
.243 1.38	第一层						
.488 2.1	第二层						
.735 1.62	第三层						
0 1.517	基层						
END	堆栈结束						
SAVE CUSTOM01	定义一个自定义膜层						
RFILM	读取新的堆栈						
999	是虚拟膜层						
.9	S 平面的.9 效率						
.9	和P平面						
0	没有相移						
0							
END							
SAVE CUSTOM02	保存自定义膜层						
RETURN	回到 SYNOPSYS						
СНБ	将镜头应用于膜层						
POLAR LIN Y	偏振模式开启						
1 COAT QMD	表面膜层:四分之一波长 MgF2						
2 COAT QMD							
--------------------------------------	--------------	--	--	--	--	--	--
3 COAT HEA	三层高效膜层						
4 COAT 1	自定义膜层1将在这里						
5 COAT 2	2号(虚拟膜层)将在这里						
7 POLAR	表面 7 是偏振元件						
7 GT 90 0 2	旋转 90 度						
END	结束						
РСОАТ	显示膜层总结						
PCOAT 1	并堆栈多个表面的数据						
PCOAT 4							
PCOAT 5							
PRAY 2	在轴上追迹偏振光						
PRAY 2 0 .7 .7	并在镜头的象限内						
Al							
Find trans for YEN = .7 and XEN = .7							

此输入序列的输出如下所示。应注意一些项:表面 4 被分配了自定义膜层编号 1,这是一个三层堆叠。来自命令 PCOA 4 的列表显示堆栈的入射介质具有 1.8236 的折射率,该折射率是该元件的折射率,并且堆栈被反转,因为表面编号 4 具有玻璃-空气界面。PRAY 命令表明,轴上光线基本没有能量通过,但对于象 限光线,振幅更大。即使偏振器相对于光源交叉,偏振在象限中的镜头表面处稍 微旋转(但不在子午或倾斜平面中),并且一些能量穿过偏振器。AI 示例显示了 该光线传输的另一个评估。AI 也可以将传输绘制为 A1 可识别所有内容,并且可 以在 MACro 中更改任何内容的函数。

AUTOMATIC SUDTINE FOR MULTILAIRE ANALYSIS AND CORRECTION ---- RFILM INITIAL SYSTEM 0.000000 1.000000 0.243000 1.380000 0.488000 2.100000 0.735000 1.620000 1.517000 0.000000 8066 STACE DATA CONTROL WAVELENGTH = 0.5876 MICHONS CONTROL ANGLE = 0.000 DEG. OPTICAL PHYSICAL TRICKNESS THICKNESS SURF NO. INDEX ING. INDEX (MAMES) (MICRORS) INCIDENT MEDIUM 1.0000 2 3 4 0.2430 0.109462 1.3800 2.1000 0.4890 0.136538 0.7350 0.266578 1.6200 SUBSTRATE 0.0000 ---- SAVE CUSTORDI ---- SAVE CUSTORDI ---- RFILM INITIAL SYSTEM 999.000000 0.900000 0.000000 0.000000 0.000000 FIRED-REFFICIENCY COATING ---P---0.9000 S-PHASE P-PHASE --S---0.9000 0.0000 0.0000 --- SAVE CUSTON02 --- RETURN CBG CHG POLAR LIN Y 1 COAT DHD 2 COAT DHD 3 COAT HEA 4 COAT 1 5 COAT 2 7 POLAR 7 GT 90 0 3 1000

SOLVES	ARE PRESE	ENT IN T	HE LENS				
	GIHT	FOO	L	FNUM	BACK	TOTL	DELF
18.	10094	49.6000	0 2.7	7778	30.74440	37.47531	0.15681
Delete	lens no. 1	10 1	D TRIPLET			8066	
Store 1	ens no. 10) I	D TRIPLET			8066	
PCOAT							
SURF. N	O. COATI	ING					
1 COA	TING QMD						
2 COA	TING QMD						
3 COA	TING HEA						
4 CUS	TOM COATIN	NG 1					
5 CUS	TOM COATIN	NG 2					
6 UNC	OATED						
7 UNC	OATED						
8 UNC	OATED						
PCOAT 1							
COATING	STACK. SU	JRFACE N	io.	1			
	,			-	0		
					-		
	STACK DAT	га					
	CONTROL V	VAVELENG	TH = 0.	5876 MTC	RONS		
	CONTROL 2	ANGLE =	0.000	DEG.			
	0011100		0.000	220.			
			OPTICAL	PHYSTCA	ι.		
	SURF NO	1.	THICKNESS	THICKNE	SS TNDEX	TMAG. TNDEX	
	Done in		(WAVES)	(MTCRON	5)	110101 110001	
	INCIDENT	MEDTIM	(1171)	(11101004)	1 0000		
	20010	MUDION	0 2500	0 10614	2 1 3840		
	SUBSTR	1992	0.2300	0.10014	1 8538	0 0000	
	3003110	ALD .			1.0000	0.0000	
DCU17 1							
COATING	STACK SI	IRFACE N	io	4			
COATING	STROK, SC	MIACE I		-	0		
					Ū		
	STACK DAY	רא					
	CONTROL V	AVELENC	тн — 0	5876 MTC	DUNK		
	CONTROL	MCLE -	0 000	DEC	NUNS		
	CONTROL	ANGLE =	0.000	DEG.			
			ODTCAL	DUVETON			
	CITER NO		TUTOTATES	THISTCA		THAC THERE	
	JUKE IN		(WAVES)	MICRON	SS INDEA	INAG. INDEA	
	THOTOFINE	MEDTIM	(WAVES)	(MICRON	1 0026		
	INCIDENT	MEDIOM	0 7250	0 06657	1.0230		
	2		0.7350	0.12662	0 1.0200		
	3		0.4000	0.10000	0 2.1000		
	4		0.2430	0.10340	2 1.3000		
	CTTD CTTD 7	(TTT)	0.0000	0.00000	1 0000	0.0000	
	SUBSTRA	415			1.0000	0.0000	
COMPTING	CTD 017 01		in the second	F			
CUATING	STACK, SU	REACE I	0.	5	0		
PTVPD P	PPTOTENOV	003.000			U		
LIVED-R	CLENCY	CUATING	C 11	17 6.6	DUACE		
0	9000	0 0000	5-Pr	100	r-rnast 0 0000		
U U		0.2000	0.00		0.0000		

PRAV 2 V1: (X,Y,Z),Phase 0.285346E-09 -0.102342E-18 0.000000E+00 -0.600278E+02 V2: (X,Y,Z),Phase 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 0.000000E+00 INTENSITY: Apod., Polar., Prod. 0.100000E+01 0.814226E-19 0.814226E-19 PRAY 2 0 .7 .7 V1: (X,Y,Z), Phase 0.769237E-02 -0.769237E-02 0.000000E+00 0.140441E+03 V2: (X,Y,Z),Phase -0.762971E-02 -0.762971E-02 -0.196924E-02 -0.395590E+02 INTENSITY: Apod., Polar., Prod. 0.100000E+01 0.238648E-03 0.238648E-03 AI ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODE IS NOW ON. FIND TRANS FOR YEN = .7 AND XEN = .7 The transmission of the ray from 0.0000000 0.0000000 Relative field (HBAR, GBAR) = Relative pupil coordinate (XEN, YEN) = 0.70000000 0.70000000 in color number 2 on surface number 9 is equal to 0.00023865 SYNOPSYS AI>

对于第二个例子,我们对太阳能收集器的效率进行建模,其中接收器的响应 随着光的入射角的余弦而下降。系统输入如下:





在这里,反应被建模为表面2处零厚度过滤器上的膜层。(膜层对虚拟表面 没有任何影响,因此我们必须将其分配到空气——玻璃界面。)

如果我们现在使用 PTRACE 功能来分析光通量,我们了解到总效率只有 72%:

PTRACE P 1 0 500 Rayset Thru lens Energy/Ray Energy Thru *Polarization 489 489 0.100000E+01 0.100000E+01 0.719027E+00 THE ABOVE ANALYSIS IGNORES ABSORPTION

如果我们将表面 2 上的膜层改为 PERFECT(没有损失),则光通量跃升至 90.3%,这就是在大型集热器上铝膜层的效果。

17.5 双折射材料

当光线穿过某些晶体,如方解石时,折射率取决于光线的行进方向和偏振。 这种材料的常见应用是在第 17.5.2 节中讨论波片。一个单独的元件也可以在 SYNOPSYS 中被建模,其输入为

SN BIREFRINGENT PHI CHI PSI [SPECIAL] name

[N1 N2 N3 N10]	! 普通折射率
[N1 N2 N3 N10]	!特殊折射率

在 RLE 或 CHG 文件中。这里的名称是 CALCITE, CRQUARTZ、SAPBIREF 或其他名称。三角余弦 PHI, CHI 和 PSI 给出(X,Y,Z)中的晶轴方向;如果 轴指向+Y 方向,则这些将是(0,1,0)。如果名称不是 CALCITE 或 CRQUARTZ 或 SAPBIREF,则必须输入 SPECIAL 选项和折射率。

此外,镜头中每个这样的表面都可以这样声明

<u>SN</u> EXTRAORDINARY	(也关闭开关 57)
-------------------------	------------

or	<u>SN</u> ORDINARY	(默认)
----	--------------------	------

并且将选择适当的折射率用于光线追迹。(近轴光线追迹总是使用普通光线。)

也可以通过 AANT 文件中的输入为折射率分配这些值中的一个。见第 10.3.1 节。

通常,双折射材料将产生以不同偏振形成的两个成像。给定的光线在界面处 被分成两条光线,并且应该分别追迹不同的传播路径。由于 SYNOPSYS 无法从 字面上分割一条光线,因此程序必须避免为同一光线找到两条不同的路径。最简 单的程序是让用户分析图像两次,在一种情况下指定普通光线,在另一种情况下 指定特殊光线。在这种情况下,一次只计算一个图像。

然而,当您想在同一分析中看到两个成像时,另一种方法是可用的:如果开 关 57 打开,那些产生光线网格的分析将循环通过所有双折射材料的普通和非常 折射率的所有排列组合。追迹连续光线时的镜头。例如,如果图像分析追迹 9000 条光线,那么将会有大约 4500 条追迹普通折射率,另外 4500 条具有非常特性。 如果每个排列的可用数量小于约 400,则由于光线网格与粗糙光栅的等效性,而 存在混叠的可能性,并且所设置的光线数量应足够大以避免这种情况。系统必须 处于其中一种偏振模式。如果此开关打开,则在完成循环后,任何用户输入的 EXTRAORDINARY 特性都将丢失。请注意,此开关仅在涉及程序生成的光线网 络和 PRAY 时运行。含有单一方解石晶体的样品系统如下所示。

🔳 DE	EFAULT.MAC
	·····································
	RLE ID CALCITE CRYSTAL WAVL CDF POLAR CIRCULAR RIGHT UNITS INCH OBA 1 .1 .1 1 TH .003 1 BIREFRINGENT .707 0 .707 CALCITE 2 YMT 0 3 END

这里我们指定了一个晶体,其轴在 X-Z 平面上,与光轴成 45 度角。要查看 生成的双重图像,请输入

ON 57 PSPRD 2 0 400 0 0 3.5 L

然后结果显示在下方



请注意,U玻璃目录(CRQUARTZ)中晶体石英的选择忽略了这是一种光学 活性材料的事实。此外,请注意,即使后者通常由双折射材料制成,此功能对于 分析四分之一或半波片无用。第17.5.2节描述了如何对这些元件进行建模。

您无法在 ACORN 拾取文件中拾取一份 BIREF 材料。

17.5.1 双折射光线追迹

将光线追迹到双折射介质中涉及普通偏振光线追迹不需要的两个步骤。第一 个问题涉及介质中的光线路径,在普通光线的情况下,光线路径由通常的 Snell 定律公式给出,其中采用普通折射率。异常光线的情况变得更加复杂,因为介质 中的有效折射率不仅仅是"特殊折射率",还是介质中光线角度的函数。程序解决 了影响给定光线的折射率。在入射光线角度和晶轴方向上,然后应用折射公式, 得到折射波前法向量。该向量一般不与介质中的 Poynting 矢量对齐,但是,因为 在双折射介质中传播,光线不会沿着波阵面的方向延伸。因此,光线沿着 Poynting 矢量的方向延伸,因为它定义了能量流动的方向。当到达晶体的出射面时,它再 次被折射。这里是波前法线向量而不是折射公式所需的 Poynting 矢量,它给出了 介质外的射线方向。

第二个复杂因素产生,因为根据定义,普通和非常光线的偏振不同。在常规 偏振追迹中,当光线到达折射表面时,给定光线的 E 矢量被分解成 S 和 P 分量。 这些分量以相同的方式折射,并且仅在反射和透射的比例以及由界面(包括膜层, 如果有的话)引起的相位变化中不同。但是这些分量通常不会对应于普通光线和 非常规光线,因此在双折射介质的情况下,程序必须再次在两个新方向上解决它 们:由折射光线矢量的交叉积给出的分辨率方向和晶轴矢量定义了普通光线,如 果介质表面被定义为"SN ORDINARY",则保持这种偏振,丢弃另一个分量。如 果非常规光线是在表面上取值,在普通光线偏振矢量和非常光线传播矢量之间的 交叉积给出的方向上解析偏振,那么只保留这个分量。在每种情况下,介质内的 有效折射率一旦被计算出,就会成为分析光线通过的任何膜层特性的基板折射率。

为了说明这些要点,我们将通过上面给出的系统追迹一个 PRAY,并检查输出。(如果开关 57 打开,则 PRAY 也循环通过几种模式。)这个命令是

PRAY 2000 SURF

输出如下所示。

SYNOPSYS AI>PRAY 2 0 0 0 SURF

SURFACE 1 IS DECLARED ORDINARY.

SU	RF.	. NO. MAGN		NO. MAGN.		x	Y	1	Z	PHASE
Incid	. s	1	0.707107E+(0.000000E+	00 0.70710	7E+00 0.000	000E+00 0.	.000000E+00		
Incid	. Р	1	0.707107E+0	0 0.707107E+	-00 0.00000	0E+00 0.000	000E+00 0.	900000E+02		
Refr.	S	1	0.685073E+0	0.00000E+	00 0.68507	3E+00 0.000	000E+00 0.	000000E+00		
Refr.	Р	1	0.685073E+0	0 0.685073E+	0.00000	0E+00 0.000	000E+00 0.	900000E+02		
Incid	. s	2	0.685073E+0	0.00000E+	00 0.68507	3E+00 0.000	000E+00 0.	000000E+00		
Incid	. P	2	0.00000E+0	0.00000E+	0.00000	0E+00 0.000	000E+00 0.	000000E+00		
Refr.	S	2	0.663726E+0	0.00000E+	0.66372	6E+00 0.000	000E+00 0.	000000E+00		
Refr.	Р	2	0.00000E+0	0.00000E+	0.00000	0E+00 0.000	000E+00 0.	.000000E+00		
V1: (X,Y	,Z),	Phase 0.00	00000E+00 0.6	63726E+00	0.00000E+00	0.000001	2+00		
V2: (X,Y	,Z),	Phase 0.00	0000E+00 0.0	00000E+00	0.00000E+00	0.000001	2+00		
INTEN	SIT	Y: A	pod., Pola	r., Prod. 0.1	.00000E+01	0.440532E+00	0.4405321	2+00		

SURFACE 1 IS DECLARED EXTRAORDINARY.

SUR	SURF. NO. MAGN.		х			Y						Z			PHASE						
Incid.	s	1	0.7071	07E	+00	0.0	0000)0E+	+00	ο.	7071	07E	+00	ο.	0000	000	:+00	0	. 00	0000	E+00
Incid.	Р	1	0.7071	07E	+00	0.7	0710)7E-	+00	Ο.	0000	OOE	+00	Ο.	0000	DOOE	(+00	0	. 90(0000	E+02
Refr.	s	1	0.6897	19E	+00	0.0	0000	00E+	+00	Ο.	6897	19E	+00	0.	0000	DOOE	(+00	0	. 00	0000	E+00
Refr. 1	Р	1	0.6897	19E	+00	0.6	8971	I 9E-	+00	0.	0000	OOE	+00	0.	0000	DOOE	:+00	0	. 90(0000	E+02
Incid.	s	2	0.0000	OOE	+00	0.0	0000	DOE-	+00	0.	0000	00E	+00	0.	0000	DOOE	:+00	0	. 00	0000	E+00
Incid.	Р	2	0.6897	19E	+00	0.6	8971	I 9E-	+00	Ο.	0000	00E	+00	Ο.	0000	DOOE	(+00	0	. 90(0000	E+02
Refr.	s	2	0.0000	OOE	+00	0.0	0000	00E+	+00	Ο.	0000	00E	+00	Ο.	0000	DOOE	(+00	0	. 00	0000	E+00
Refr. 1	Р	2	0.6727	59E	+00	0.6	7275	59E-	+00	0.	0000	OOE	+00	0.	0000	DOOE	(+00	0	. 90(0000	E+02
V1: (X,	Y,Z	Э,	Phase	0.	0000	00E+	00	0.0	0000	OOE	+00	0.	0000	OOE	+00	0.	000	000	E+0(0	
V2: (X,	Y,Z	Э,	Phase	0.	6727	59E+	00	0.0	0000	OOE	+00	0.	0000	OOE	+00	0.	900	000	E+0:	2	
INTENSI	TY:	A	pod.,	Pola	ar.,	Pro	d.	0.1	1000	00E	+01	0.	4526	04E	+00	0.	452	604	E+0(0	

在该列表中,由于开关 57 接通,因此 PRAY 被追迹两次,并且程序因此循 环通过所有模式组合(在该示例中为两个,因为仅存在单个双折射介质)。A 部 分显示了普通光线的入射和折射偏振矢量。因为入射光线是圆偏振的并且与表面 截距相位的差正好是 90 度,所以 S 和 P 矢量沿 Y 和 X 方向出现大小为.707107, 并且相对相位差为 90 度。折射进晶体中后,由于无膜层界面的反射损失,幅度 减小到.68507,取菲涅耳方程中的普通折射率。B 部分给出了晶体出射面的偏振 矢量。因为晶轴位于 X-Z 平面并且要追迹普通光线,所以只有 Y 方向的偏振分 量在通过晶体后才包含能量。这被称为"INCID.S"在表面 2 上。在该表面处存在 另一个反射损失,所以最终矢量幅度是.663726,给出该值的平方的最终强度, 即.440532,在 Y 方向上偏振。

程序运行的第二个案例分析非常光线。入射矢量与前一示例中的相同,但由于异常折射率略低于普通折射率,因此反射损失减小,故偏振矢量的幅度为.689719。因为我们在这里只追迹非常光线,在通过晶体后,只剩下极化的 X 分量,另一个分量被丢弃。最终的光线强度为.452604,在 X 方向上排列。

17.5.2 四分之一波片和半波片

四分之一波和半波片是用于将一种偏振态转换成另一种偏振态的光学元件。 它们通常由双折射材料制成,例如晶体石英,其中折射率随着光的偏振方向相对 于晶体内的独特轴线而变化。(有关这些材料特性的讨论,请参阅第17.5节。) 波片可以由这种材料的单个元件制成,方法是使(平面)平行于晶轴取向并调整 厚度,使相位之间的相位延迟介于平行于轴和垂直于轴的极化恰好是波的四分之 一(或二分之一)。如果将这样的元件插入线性偏振的准直光束中,其晶轴相对 于偏振方向成45度,则传输的光束将显示圆形偏振而不是线性。

事实证明,由于机械原因,单个元件所需的厚度太小;因此,这些元件通常 由两个较厚的元件制成,这两个元件的轴线成直角。一个的延迟几乎完全被另一 个消除,留下四分之一(或一半)的波网效应,因为它们的厚度略有不同。

对波片的严格分析设定将光线分成具有两个偏振的两个分量,并且分别计算 路径和延迟。尽管 SYNOPSYS 无法实际意义上将光线分成具有不同路径的两个 部分,但可以在单个路径中非常接近地模拟这些元件。如果晶轴垂直于光轴(就 像在波片中那样),并且如果表面是平滑的,那么两个元件的出口点,在它们独 立地追迹的情况下,将在出射面处紧密重合,并且折射方向也将完全重合。因此, 可以仅追迹一条光线路径并计算沿另一条路径发生的相位差——然后重新组合 偏振分量,并考虑该相位差。通过这种方式,SYNOPSYS 可以分析这些元件的 图像和偏振特性。

输入(在 RLE 或 CHG 文件中)是 <u>SN</u> WPLATE <u>THICKNESS</u> <u>RETARDANCE</u>[ICOL] { CRQUARTZ / CALCITE }

要使用这些元件,您必须总共允许三个表面,所有表面都是平滑的。该程序 将计算元件两个半部各自的厚度,每个的厚度几乎等于 THICKNESS 的二分之 一,但相差一个量 DELTA,其中

DELTA = RETARDANCE * WAVELENGTH / (No - Ne).

No 和 Ne 是对于普通光线和特殊光线的折射率,波长是色号 ICOL 的波长,或者如果没有输入 ICOL 则是主波长。没有必要给波片的两个组件中的任何一个提供厚度或折射率,因为这些是由程序生成的。(但必须打开 PXT 模式。)

对于四分之一波片, <u>RETARDANCE</u>为 0.25; 对于半波片, 它将是 0.5。材料在下一行中指定, 然后从玻璃表中获得普通折射率和特殊折射率。

在实际波片中,厚度和表面图形要保持非常严格的公差,否则延迟将是错误的。如果所涉及的任何表面都是弯曲的,那么一般来说,光线在分裂后并没有完

美地重新组合,然后 SYNOPSYS 的 WPLATE 功能是不合适的,尽管它会沿着一条路径显示偏振(前半部分为非常规而第二部分是普通的。)上一节的 BIREF 特性可以显示双重成像,但不能显示偏振的变化。(它可以告诉您给定偏振的流光通量,但不能将两个结果组合成单个光线,波片功能也是如此。)

由于波片总是在伽马方向上倾斜 45 度的方向上使用,因此程序定义了两个 半部,其中晶轴旋转到这些角度。因此,如果这是您想要的方向,则无需自己以 伽玛形式旋转元件。

请注意,如果更改包含波片的系统中的波长,则波片的厚度将根据应用于新 波长和折射率的上述规则自动更改。如果以这样的方式更改波长,使得镜头中不 再存在波长 ICOL,程序将把 WPLATE 规格更改为 BIREF,厚度与之前相同。因 此,您可以对材料进行光线追迹,但您无法评估其偏振特性。

使用 ACON PICKUPS 文件无法将 WPLATE 和 BIREF 折射率数据从一个 ACON 传输到另一个 ACON; 那么必须手动输入这些规格。在这种情况下拾取厚 度是不明智的,因为这些值是由 WPLATE 规格本身隐含的而与拾取是不相关的。

第18章

18.0 非序列光线追迹

本手册的所有前面章节适用于光线以数字序列通过表面的系统(除了一些鬼像成像程序,它们可以在一阶基础上反转光线)。遵守该约定的系统称为序列系统。

还可以以这样的方式定义系统,使得程序将显示光线遇到表面的序列。一些 表面可能不止一次地通过光,而其他表面根本不通过,这取决于表面的大小,形 状和位置以及光束的性质。使用此功能的系统称为非序列系统,光线追迹规则以 及光瞳和渐晕的阐述与序列情况不同。

因为此功能涉及比序列追迹更多的计算,所以只有在必要时使用它。可以仅 声明非序列的某些表面,从而保留其他表面的序列规则(和光线追迹速度)。在 许多情况下,序列定向的绘图程序 DWG 和 PAD / D 不适用于非序列系统;程序 PAD / PP。在这些情况下,建议使用 PER 和 RPER。

在所有系统中,光线必须从光源传递到第一个表面。然而,从那时起,规则 可能会有所不同。如果光线落在最终表面,则始终被拦截。

STRANGE 光线(见第 2.5.1 节)目前尚未得到处理,尽管它们在非序列系统的部分工作,而这些系统本身完全是纯序列的。

由于非序列光线追迹模式比普通光线追迹模式慢得多,因此不被建议进行优 化,因为所需的时间比希望的时间更长。在这种情况下,我们提供了一个可能有 用的模式开关。如果开关 37 打开,则无论镜头系统本身是否是非序列的, SYNOPSYS 都将执行序列光线追迹。这主要针对包含屋脊棱镜的系统,其一定 是非序列才能正常显示,但无论采用何种方式追迹,都会产生相同的光线追迹结 果和成像质量。因此,如果打开此开关,您的优化运行速度会更快,并且与较慢 的光线追迹结果相同。但是,当设计完成并且您想要准备透视图时,您应该关闭 此开关,透视图必须显示正确的非序列光线路径。不言而喻,如果您的系统实际 上需要非序列光线路径,以显示您想要控制的光线路径,那么您不应该打开此开 关。

18.1 非序列表面

在 RLE 或 CHG 文件中,有四个特征可以分配给单个曲面,以允许非连续的光线追迹,这些特征由以下命令给出:

SN LOOSE SN CAPTURE SN ILOOSE SN RECTIFY SN MBOUNCE

前三个将为表面分配非序列标志 LOOSE, CAPTURE, ILOOSE 或它们的任意组合。如果使用这些指令之一声明任何表面,则系统本身将自动进入非序列模式。RECTIFY 仅适用于虚拟表面。

要消除任何这些特性,请使用指令 NOLOOSE, NOCAPTURE, INLOOSE 和 NRECTIFY。

POP 列表列出了打开的非序列标志(如果有的话)。也可以在 SPS 电子表格程序中显示和编辑表面标志。

系统指令 **SEQUENTIAL** 和 **NOSEQENTIAL** (注释拼写)也可用于打开或 关闭非序列模式(见第 3.2 节)。

18.1.1 LOOSE 表面

如果一个表面被定义为 LOOSE,则离开该表面的光线可以自由地行进到它 们能够落到的表面。即使没有设置非序列标志,数字相邻的表面(前后都是)总 是合格的;其他表面只有在声明为 CAPTURE 时才合格。最后的表面不能被设置 为 LOOSE;一旦光线到达那里,它就会停止(但是,它可以被宣告为 CAPTURE)。 当自由光线能够落到多个表面时,程序选择在传播方向上给出最短路径长度的表 面。它不会检查沿途是否有任何非 CAPTURE 表面。如果光线可以落到其他表 面,则必须将这些表面声明为 CAPTURE,以便光线到达它们。

可以使用命令 NOLOOSE 删除 LOOSE 标志。

18.1.2 CAPTURE 表面

如果表面被声明为 CAPTURE,那么已设置为 LOOSE 的任何光线,以及来 自任一相邻表面的不需要设置非序列标记的光线,都可以落到上面。但是光线必 须落在表面的有效区域内(见第 18.2 节),否则它会传播到其他地方。例如,如 果想知道的是焦平面的非序列路径,则应该将该表面声明为 CAPTURE(并输入 合适的 CAO)。

可以使用 NOCAPTURE 删除 CAPTURE 标志。

注意,为了使程序显示是光线落在给定表面,它必须具有某种光瞳数据:使 光线不落在该光瞳外。如果没有指定硬边光阑,程序将使用硬度较低的或默认的 CAO 来代替。这是默认 CAO 可能影响光线路径的唯一情况。

18.1.3 ILOOSE 表面

如果表面被声明为 ILOOSE,则落在内部通光光瞳(CAI, EAI, RAI 或 UAP 类型 4)内的序列光线将不变地通过,并成为 LOOSE 光线。(如果不是 ILOOSE, 并且 VIG 模式打开,这些光线会产生渐晕。)除非表面也设置了 LOOSE 标志, 否则撞击有效区域的光线不会变成自由光线。即使没有在表面上设置 ILOOSE, 自由光线也可以始终穿过 CAPTURE 表面的内部光瞳

在主光线用于成像评估或校正的情况下例外:为了适应系统中心频繁遮阑的 情况,但(渐晕)主光线仍然可用作成像位置的参考,当追迹主光线时,将绕过 ILOOSE 选项,导致光线被序列追迹到下一个表面,无论它是否落入 CAI 内部。

使用 INLOOSE 可以删除 ILOOSE 标志。

18.1.4 其他非序列表面

除了有意声明表面非序列的上述选项之外,还有另外两种方式可以以序列追 迹中禁止的方式传播光线。如果一条光线应该从反方向进入镜头组(假设光线进 入的表面是 CAPTURE 表面),它可以以反方向来序列的穿过该镜头组,即使该 镜头组中的所有其他表面也是序列的。因此,即使该组通常是序列的,当系统处 于非序列模式时,每个表面都可以接受并传播一个沿错误方向的光线。

另一种方式是光线在镜头内经历全反射。如果系统处于非序列模式,则将光 线视为反射光线,并尝试以反方向传播光线。在大多数情况下,它会在后面的表 面上产生渐晕,但这取决于有效的光瞳。

18.1.5 RECTIFY 表面

RECTIFY 应仅分配给虚拟表面,不会更改折射率。到达该表面的异常光线 被整流,并成为正常光线。

18.1.6 MBOUNCE 表面

MBOUNCE 应该只分配到反射表面。当这个特性生效时,非序列光线追迹 允许光线在同一个表面反复反射,直到它最终到达其他地方。这主要用于收集光 锥等。

18.2 非序列追迹中的孔径考虑因素

为了使自由光线落在一个表面上,它必须落在有效区域内的表面,该区域是 光阑内不在内光阑里的区域。请注意,此规则与一个重要方面的序列规则不同: 如果 CAPTURE 表面没有用户输入的 CAO, RAO, EAO 或 UAP3 类型的光瞳, 则程序生成的 CAO 用于定义有效区域。如果截距点落在该光瞳之外,则这样的 一个表面可能导致光线缺失并进入另一个表面。另一方面,在序列光线追迹中, 程序生成的 CAO ("未固定孔径")将永远不会产生渐晕。这种区别可能导致同一 镜头系统在两种模式下产生不同光线路径。

如果镜头元件定义了 EFILE 数据,则边缘描述中的点"A"设置有效区域的边界,即使它在通光光瞳之外。

由于非序列光线追迹在许多情况下需要通光光瞳的值以决定光线是否落在 表面,但需要有光线路径以便计算程序生成的 CAO'S,它必须从某处开始;因此, 用于 CAP 计算的光线总是序列的。如果系统用序列光线追迹的方法建造则没有 什么意义,最好使用 RLE 命令阻止默认生成 CAO

NCAP

并在所有表面上自行放置合理的通光光瞳。

在任何情况下使用非序列功能时,建议所有曲面都有用户输入的 CAO's。如 果使用 NCAP 取消 CAP 计算,并且未定义某些 CAO's,将显示一条警告消息。

要解决的最后一个复杂因素是渐晕的标记的作用,该标记由 RLE 命令 VIG 和 NOVIG 设置和删除。在这里,非序列追迹的结果也不同;在序列模式下, NOVIG 标志会导致 CAO 被忽略,但在非序列模式下,它们不能被自由光线忽略,因为它们可能决定光线的未来路径。

光瞳、VIG 标志和光线追迹模式之间的相互作用可以通过记住非序列光线追迹在光线自由时需要并满足所有光瞳来理解,并且当光线不是自由时遵循序列规则。另一方面,序列追迹在不考虑光瞳的情况下追迹系统,但在遍历整个系统后检查路径是否有渐晕(如果 VIG 模式打开)。对于序列规则有效的非序列追迹的任何部分也是如此。

18.3 非序列追迹的例子

下列显示了几个非序列系统的例子

18.3.1 有内置孔径的望远镜

下图显示了一个卡塞伦望远镜,在主镜后面有一个重新成像镜头。表面1是 与副镜一致的虚拟表面,具有 CAI 以移除入射光束的中心,并且被声明为 LOOSE (但不是 ILOOSE)。表面 2,即主镜,具有标记光阑的 CAI,来自表面1的自 由光线可穿过该光阑。表面4(重新成像镜头的第一侧)被称为捕获,表面6也 是焦平面。其它所有表面都是序列的。



PER 曲线显示,一小部分光线可以穿过主镜中的开口并被镜头折射,而不会 碰到任何一面玻璃。光线 A 到 D 已通过了该区域。光线 E 和 F 直接穿过整个系统,不会落在焦平面以外的任何表面。

18.3.2 分段式孔径系统

在下面给出的 RLE 文件中,表面 1 接收来自光源的入射光束并将其发送到 表面 2 或表面 4,两者都是具有限定分段窗口一侧的矩形光瞳的 CAPTURE 表 面。两个窗口的厚度略有不同,导致一半的光束相对于另一半延迟。表面 1,3 和 5 是自由的,表面 6 是 CAPTURE。请注意,PXT 已被消除(使用 NPXT);近 轴光线追迹始终是序列的,并且同时通过两个窗口发送光束没有意义。系统如下 所示,然后是 PUPIL 图。请注意,波前在孔径中心具有逐步非序列性。 RLE **ID SEGMENTED WINDOW** WAVL .6562700 .5875600 .4861300 APS 1 GLOBAL NPXT NOSEQUENTIAL NOVIG UNITS MM OBB 0.00 1.00000 10.00000 0.00000 0.00000 0.00000 10.00000 0 AIR 1 LOOSE 1 CAO 10.00000000 0.00000000 0.00000000 1 CV 0.0000000000000 TH 1.00000000 AIR 2 CAPTURE 2 RAO 30.00000000 20.00000000 0.00000000 10.00000000 2.00000000 2 CV 0.000000000000 TH 2 N1 1.51432237 N2 1.51680005 N3 1.52237643 2 GTB S 'BK7 3 LOOSE 3 RAO 30.00000000 20.00000000 0.00000000 10.00000000 3 CV 0.0000000000000 TH -2.00000000 AIR **4 CAPTURE** 4 RAO 30.00000000 20.00000000 0.00000000 -10.00000000 4 CV 0.0000000000000 TH 2.00060000 4 N1 1.51432237 N2 1.51680005 N3 1.52237643 4 GTB S 'BK7 4 COINCIDENT 2 5 LOOSE 5 RAO 30.00000000 20.00000000 0.00000000 -10.00000000 5 CV 0.000000000000 TH 96.99940000 AIR 6 CAPTURE 0.00000000 6 CAO 15.00000000 0.00000000 6 RAD -150.00000000000 TH -75.00000000 AIR -1.00000000 6 CC 6 GLO POS 0.00000000 0.00000000 100.00000000 6 GLO ANG 0.00000000 0.00000000 0.00000000 6 REFLECTOR 0.000000000000 TH 0.00000000 AIR 7 CV **7 REFLECTOR** END





18.3.3 分片镜

这是一个稍微复杂的系统,其中分段表面是反射镜而不是窗口,如前面的示例所示。在这个系统中,如下所示,表面2和3是反射镜段,用GLOBAL坐标定位以模拟表面3上的小位置误差。表面1是LOOSE,如在窗口示例中,2和3是CAPTURE,因为图像前的单透镜入射侧表面5。

在这种系统中,当然必须使用 NPXT 选项关闭近轴光线追迹;并且由于反射 镜段之间存在间隙,导致主光线无法追迹,我们还必须使用 ICR 选项在适当的区 域指定主光线。

这里是用来建立系统的 MACro

RLE ID SEGMENTED MIRROR 2070 LOG 2070 WAVL .6562700 .5875600 .4861300 APS 1 GLOBAL NCAP NPXT NOSEQUENTIAL ICR 0.00000000 0.50000000 UNITS MM OBB 0.00 1.00000 1.00000 0.00000 0.00000 0.00000 1.00000 0 ATR 1 LOOSE 0.00000000 1 CAO 1.00000000 0.00000000 1 CAI 0.30000000 0.00000000 0.00000000 0.00000000000 TH 7.00000000 AIR 1 CV 2 CAPTURE 2 LOOSE 2 RAO 2.00000000 0.00000000 1.05000000 2,00000000 2 RAD -10.000000000000 TH 0.00001000 AIR 7.00000000 0.00000000 0.00000000 2 GLO POS 2 GLO ANG 0.00000000 0.00000000 0.00000000 2 REFLECTOR 3 CAPTURE 3 LOOSE 2.00000000 3 RAO 2.00000000 0.00000000 -1.05000000 3 RAD -10.000000000000 TH -4.00001000 AIR 3 GLO POS 0.00000000 0.00000000 7.00010000 3 GLO ANG 0.00000000 0.00000000 0.00000000 3 REFLECTOR 4 CAPTURE 4 CAO 0.30000000 0.00000000 0.0000000 2.000000000000 TH 4 RAD -0.20000000 4 N1 1.51432237 N2 1.51680005 N3 1.52237643 4 GTB S 'BK7 . 4 GLO POS 0.00000000 0.00000000 3.00000000 4 GLO ANG 0.00000000 0.00000000 0.00000000 5 CAO 0.30000000 0.00000000 0.0000000 -1.80000000 AIR -2.000000000000 TH 5 RAD 6 CAPTURE 0.30000000 6 CAD 0.00000000 0.00000000 6 CV 0.00000000000 TH 0.0000000 AIR END

下面的 PER 图显示了除了别的元件之外的虚拟表面 4



18.3.4 一个更加复杂的非序列系统

在下面的这个不寻常系统中,某些光线有几个非序列路径。表面1是自由表面。镜头表面2,反射面4和6以及镜头表面8和9都是CAPTURE,并且反射面也是LOOSE表面。标记为A的光束以正常方式通过系统,但是束B中的光线具有各种历史记录。例如,前两个光线在没有击中任何东西的情况下离开系统;接下来的两条光线从顶部进入表面9并向后穿过镜头,然后从反射面6反射,并因为它们错过了反射面4而丢失。束B的底部两条光线根本不会碰到任何表面。



设置这样的系统的主要困难是记住在需要的地方放置适当的标志。例如,如 果表面 8 不是 CAPTURE(光线仅从法线方向进入,那么您可能会认为它是序列 的),那么来自反射面 6 项部的光线将不会进入镜头。这是因为反射面 6 是 LOOSE ——它只能将光发送到它的临近表面或一个 CAPTURE 表面。表面 8 不是表面 6 的临近表面,并且来自 LOOSE 表面的光永远不会回流,正如在折叠镜处存在虚 拟表面时在序列系统中经常发生的那样。因此,对于落在表面 6 的顶部(表面上 的-Y)的光线,没有从表面 6 到 7 到 8 的路径。

18.3.5 谐振腔

此输入文件创建一个带有两个反射面的腔体,每个反射面位于另一个镜头的 焦点上。光线通过表面 4 中的小光瞳(通过表面 2)进入,并经历连续反射,直 到它碰巧通过相同的光瞳离开。在下面的 PER 图中,显示了单条光线的路径。 RLE ID CAVITY 170 FNAME 'CAVITY.RLE LOG 170 WAVL .6562700 .5875600 .4861300 APS 1 GLOBAL NOSEQUENTIAL UNITS INCH OBA -1. 0.01 0.3 0 0 0 0.3 MARGIN 0.050000 BEVEL 0.010000 0 AIR 1 CV 0.000000000000 TH 1.00000000 AIR 1 AIR 2 CAO 0.05000000 0.00000000 0.0000000 0.000000000000 TH 5.00000000 AIR 2 CV 2 AIR 2 LOOSE 3 CAO 2.00000000 0.00000000 0.00000000 -10.00000000000 TH -5.00000000 AIR 3 RAD 3 AIR 3 EFILE EX1 2.050000 2.050000 2.060000 0.000000 3 EFILE EX2 2.050000 2.050000 0.000000 3 EFILE MIRROR 0.200000 3 REFLECTOR **3 CAPTURE 3 LOOSE** 4 CAO 2.00000000 0.00000000 0.00000000 0.0000000 0.0000000 4 CAI 0.02000000 4 RAD 10.00000000000 TH -0.99990000 AIR 4 AIR 4 EFILE EX1 2.050000 2.050000 2.060000 0.000000 4 EFILE EX2 2.050000 2.050000 0.000000 4 EFILE MIRROR -0.200000 **4 REFLECTOR** 4 CAPTURE 4 LOOSE 5 CAO 0.50000000 0.00000000 0.00000000 0.000000000000 TH 0.00000000 AIR 5 CV 5 AIR **5 CAPTURE** END



两个反射面都是 LOOSE 和 CAPTURE; 表面 2 是 LOOSE 的,因此出射光 束可以到达因为同样原因,表面 5 是 CAPTURE。该程序将追迹一个振荡的光线, 这个光线最多可以振荡 200 个周期,然后删除它(如本图所示)。通过放置开关 12,可以将限制增加到 1000 个截距。

在使用 PER 或 SOLID 制作非序列系统的图纸时,请记住有两种方法可以在 图上设置光线:使用单独的 RAY 命令,并在合适的 PUP 定义指定了光线配置后 使用 TRACE 命令(请参阅第 7.2 节和第 8.4 节)。区别如下: RAY 命令显示设 置的光线是否到达图像平面,而 TRACE 选项仅显示到达图像平面的光线(如果 VIG 模式打开,则不显示渐晕)。由于许多可能的非序列路径导致最终的光线丢 失,因此这些光线不会被 TRACE 绘制,必须使用 RAY 单独设置。

18.3.6 具有非序列光线的鬼像分析

程序 GHPLOT 可以显示有助于鬼像的光线路径,可以是一次或两次反射。 但由于非序列模式与该功能不兼容,因此无法显示非序列的光线路径。

这是一个望远镜的例子,其中 BGI 报告了由表面 13 引起的近轴产生鬼像。 然而,并非所有进入系统的光线都到达了鬼像的途径,我们怀疑它们中的一些可 能被镜头元件内部的 TIR 误差困住了。为了检验这种情况,我们必须将系统置于 NOSEQENTIAL 模式,并使表面 13 成为反射面(以模拟该表面上的鬼像属性) 和 LOOSE(因此光线可以自由地进入他们想要的位置)。然后我们在光瞳中未 能到达鬼像的那部分上追迹一些光线。如下所示,光线路径确实表现出 TIR 误 差,并且光线沿各个方向发射。实际上,它们会被镜片的边缘吸收,但是 SYNOPSYS 并没有考虑到这一点,因为边缘不是光学表面。



武汉墨光培训课程

《SYNOPSYS 基础成像设计课程》培训

《SYNOPSYS 高级成像设计课程》培训

《SYNOPSYS 专题课程》培训

- 《ASAP 光学系统杂散光分析与控制课程》培训
- 《ASAP 光学系统鬼像分析课程》培训
- 《ASAP 光学系统波动光学课程》培训
- 《ASAP 光学系统照明设计课程》培训
- 《ASAP 光学系统生物光学课程》培训
- 《ASAP 光学系统汽车照明课程》培训
- 《ASAP 光学系统荧光建模课程》培训
- 《RP 光纤激光器设计分析课程》培训
- 《光学薄膜设计与加工课程》培训
- 《APEX 软件基础课程》培训
- 《DIFFRACT 光学仿真软件课程》培训
- 《光纤激光器及器件设计课程》培训
- 《光栅设计课程》培训
- 《衍射光学分析与设计课程》培训
- 《散射测量与模拟课程》培训

武汉墨光科技有限公司

- 座机: 027-87582688
- 邮箱: <u>market@asdoptics.com</u>
- 网址: www.asdoptics.com

武汉墨光科技有限公司

Wuhan Asdoptics Science And Technology CO.,Ltd

www.asdoptics.com



技术交流 新闻资讯