

R53.7073
119

光学技术手册

下 册

主 编 王之江
副主编 陈杏蒲 陆汉民 顾培森



机械工业出版社

9410205

(京)新登字054号

光学技术手册分上下两册出版。已出版的上册主要内容为几何光学、物理光学、近代光学、光度、色度、光源、光学介质和各类光学零部件、光学系统设计等。

这是下册。下册的主要内容包括光学零件制造工艺、光学测量和光学仪器装校、眼镜、显微镜、电子显微镜、望远镜、大地测量仪器、天文仪器、体视仪器、夜视仪器、跟踪测量仪器、照相机、高速摄影仪器、投影仪器、分光仪器、印刷工业用光学仪器、电影光学设备、遥感技术及其光学设备、光学仪器的环境适应、光学信息处理等；资料篇集中反映了我国光学仪器行业和光学学科的主要成就；附录中有大量数据可供读者查阅；书末的索引可为读者方便地查阅有关名词术语。

本书可供光学技术工作者、有关院校师生查用。

图书在版编目 (CIP) 数据

光学技术手册/王之江主编. —北京: 机械工业出版社, 1994
ISBN 7-111-03728-6

I. 光…
I. 王…
II. ①光学-技术-手册 ②光学仪器-制造
IV. TH740.6

出版人: 马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)
责任编辑: 郑姗姗 版式设计: 霍永明 责任校对: 肖新民
封面设计: 方芬 责任印制: 王国光
北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1994年8月第1版·1994年8月第1次印刷
787mm×1092mm^{1/16}·112印张·2插页·3485千字
0 001—1 400 册
定价: 128.00元

序

光学既是一门基础科学,又是一门应用科学。作为基础科学,主要研究光的产生、光的本性以及光和物质的相互作用。另一方面,把光的现象和规律应用于人类的生产活动中便形成了一门应用科学。它被称作应用光学,并由此发展成为光学技术或光学工程。这是基础科学向应用科学技术发展的必然过程,正如力学发展成为机械工程或是热力学发展成为热力工程等过程一样,反映出二者间的相互关系。光学也并不例外。

按照光学的应用领域和作用的不同,光学技术可以概括为下面几个方面:

1. 利用光作为传递信息的手段,研究、发展出各种光学方法和设备,借以扩展人的视觉功能。这部分内容常被称为“技术光学”,作为此类信息机器的实体统称为光学仪器。技术光学和信息技术的结合是近年来的新发展,产生了诸如光通信、光学信息处理和机器人视觉等许多前沿技术。

2. 把光作为一种能量的形式,利用光对物质产生的物理化学反应来改变物质的属性或对它们进行加工处理,以服务于人类的生产和生活。其中至关重要的是由于光能对作物生长有重大影响。农业生产至今还与作为能源的光不可分离。人们所用的煤、石油等燃料实际上也是在利用着远古的太阳光能。在现代的工农业生产中,光能的直接利用例如太阳能电池以及激光能量的利用(激光种子辐射、激光焊接和激光核聚变等)也都在取得迅速的发展。

3. 利用光本身的性质来探索和理解物质的结构及运动规律,象我们熟知的那样,对于近代物理学中量子力学理论和相对论的形成和确立,有关光对物质相互作用的研究曾经起到过决定性的作用。光学的新进展,诸如激光的发现,为研究物质的运动规律正在开拓更为广阔的前景,在人类改造客观世界的过程中必将继续发挥重要的影响。

4. 光学对于人类活动的物质和精神文明方面的贡献也是不容忽视的。诸如照明、颜色、照相、电影、电视以及激光光盘等都是和我们的生产和日常生活密切联系着的。随着光学技术的进步,人们正以多种形式改善和美化自己的劳动条件,并使物质生活更加绚丽多彩。

光学科学和光学工程技术的相互促进推动了光学的发展。光学基础科学的新进展诸如激光理论、光电子学、光谱波段的扩展以及光学信息处理等不断使光学技术获得新的功能,并扩大它们的应用领域。反过来,光学技术的进步例如激光技术和工艺的完善也进而促进了基础光学的发展,不断开拓出新的光学分支,例如非线性光学和激光光谱学等等。此外,光学和其他科学技术间的相互渗透和影响,也极大地促进了包括光学本身在内的各种新兴科学技术的进步。从这个意义上看,光学科学和技术确是一个古老而又年轻、富有生命力的领域。概括起来可以说:“光学老又新,前程似锦”。

建国以来我国的光学事业有了很大的发展。传统的光学技术已经形成

了技术配套的工业体系和综合性的科研、教学队伍。现代光学也有了长足的发展。虽然总的水平和国际先进水平尚有一定的差距，但也有一些方面接近或进入到国际先进行列。瞻望新技术革命的发展，我相信光学在今后的信息技术中一定会发挥重要的作用。我们的光学工作者肩负着重要使命。我们要充满信心，为推进我国光学技术的发展，立足于世界先进水平，为实现我国社会主义现代化努力作出自己的贡献。

为适应我国光学技术的发展，总结近年来光学领域中的新经验、新技术和新方法，系统地介绍光学技术各分支的原理、规律和应用，中国仪器仪表学会组织了国内各光学行业的专家、学者，编写了这部光学技术手册。就好象不论是语言学家还是学生手头总要有一本字典一样，光学技术工作者也要有一本供查阅、引用资料和工作参考用的技术手册。因此，这本手册对专业工作者或是爱好者来说都是很有用的，也是及时的。手册的编写注意到了贯彻科学性、实用性和先进性，选材和编写也是严谨和审慎的。我们欢迎这套手册的出版，预期它能很好地发挥出原来设想的作用，并且希望这本手册能随着光学的发展和手册使用经验的积累而进一步完善和再版，以满足我们光学技术发展的需要。

王大珩

编者的话

华东工业大学

为了认真总结光学仪器行业和光学学科在生产和科学实验方面的实践,提高科学技术水平,更好地为实现我国四个现代化服务,特编写了本手册。

本手册是在中国仪器仪表学会及其下设的《光学技术手册》编委会直接领导下编写的。编委会领导下的设在(原上海机械学院)的编辑组,负责编写手册文件、制订提纲以及联系、交流、协调、组稿和定稿等日常工作。

本手册的主要内容包括几何光学、物理光学、光度、色度、光源、光学介质、各类光学零部件、光学系统设计、光学零件制造工艺、光学测量和光学仪器装校、光学仪器、光学信息处理等十二个部分,共十篇,分上、下两册出版。下册还增设了资料篇。

参加本手册编写工作的有全国几十个工厂、研究所、高等院校的100余名工程师、研究人员及教师。各篇稿件除经编委会评阅外,特邀请了有关专家详细审阅。在编写中,我们力求选材先进、科学、实用,并在编写、协调、审稿、定稿等环节中,既注意了发挥学者、专家的作用,也注意了集中群众的智慧和力量。

本手册以个人名义署名。各章执笔人的姓名分别署于章首(或章末)。审稿人以姓氏笔划为序,集中署于册首。

本册审稿得到了广东省省长朱森林的大力支持。在出版过程中得到了王宝、叶可珞、金洪山、安俊敏、朱德新、庄松林、周家宏、吴业民、杨靖岳、张贤、张以谟、张国荣、罗国英、赵丽元、翁自强、陆一骏、董开距等同志大力协助。在编写过程中还得到了唐九华、章增、夏仲平等同志的关心和支持。

本册附录由顾培森编写,王祖怡、毛厚丰、冯秀恒、田金生、沈永明、易芳、宣卫青、章慧贤、潘兆鑫、魏绮龄等同志提供了资料。参加本手册编写、审稿、组织、协调的还有许多同志,恕不一一署名,在此一并致谢。

本手册系初版,囿于条件,所用名词、术语、符号、代号以及单位,可能有不统一之处,内容上也可能有重复、遗漏,甚至错误之处,敬请读者批评指正。

《光学技术手册》

编辑委员会编辑组

编辑委员会

主 编：王之江
副 主 编：陈杏蒲 陆汉民 顾培森
编 委（按姓氏笔划为序）：马 涛 马燮华 孙培懋
李元康 陈文斌 何绍宇 邵景鸿
邱锦来 张肇群 凌德明
责任编辑：郑姗姗

编辑组

组 长：顾培森
副 组 长：凌德明 曹祖植
工作人员：张爱宝

特约审稿人名单

马仁勇	尹世松	王 宝	王仁刚	王文桂
王效才	王家楨	王家道	王掌发	戈兆祥
毛秀娟	冯俊卿	叶可珞	古成昌	史大道
史大椿	<u>龙槐生</u>	金国藩	金锐英	朱德新
刘配殿	任健雄	庄松林	孙晶璋	苏大图
杨本琪	杨世杰	杨靖岳	余文炎	李国祥
李湘宁	周鹏飞	范世福	陈 林	陈 骏
陈进榜	张 贤	张以漠	张业兴	张武祖
张松坡	张海根	林凤娣	骆东森	顾去吾
顾美玲	赵俊民	凌世德	唐九华	唐务浩
唐晋发	夏国鑫	袁一方	徐福侯	钱振邦
翁文泉	翁自强	陆一骏	曹天宁	章志鸣
龚焕明	蓝星距	董太和	谭仲甫	蒋百川
穆 英	薛鸣球			

统稿人名单

全 册	顾培森	
第7篇	周鹏飞	梁月山
第8篇	陆汉民	
第9篇	戈兆祥	尹世松
第10篇	庄松林	
第11篇	顾培森	

目 录

序
编者的话

第 7 篇 光学零件制造工艺

第 1 章 光学零件工艺规程编制

常用符号表	1	2.4 加工余量	9
1. 光学零件生产组织	1	3. 光学零件典型工艺规程	9
1.1 光学车间组成	1	3.1 透镜加工工艺规程	9
1.2 光学车间工房要求	3	3.2 棱镜加工工艺规程	9
1.3 光学车间的装饰装修	3	3.3 平面镜加工工艺规程	9
2. 光学工艺规程编制	7	3.4 胶合加工工艺规程	9
2.1 工艺规程的内容及要求	7	3.5 镀膜加工工艺规程	9
2.2 工艺规程编制的方法及原则	7	3.6 刻度加工工艺规程	9
2.3 定位概念、工夹模具设计	8	参考文献	32

第 2 章 光学工艺材料

常用符号表	33	3. 粘结材料	51
1. 磨料	33	3.1 光学加工对粘结材料的基本要求	51
1.1 对磨料的基本要求	33	3.2 光学加工中所用的粘结材料	51
1.2 常用磨料的种类和性能	33	3.3 常用粘结材料性能	51
1.3 磨料的代号和粒度	35	4. 成型加工冷却液	53
1.4 金刚石	35	5. 清洁材料	55
1.5 金刚石制品——磨具和精磨丸片	36	5.1 三氯乙烯体系	55
2. 抛光材料	43	5.2 氟里昂 F113-聚醚 F68 体系	55
2.1 抛光粉	43	6. 保护材料	55
2.2 抛光膜层材料	45	参考文献	62
2.3 抛光圆片	51		

第 3 章 光学零件基本成型加工用机床及工夹具

常用符号表	63	2.1 工具的分类	70
1. 光学零件基本成型加工机床	63	2.2 工具的结构及规格	70
1.1 光学零件基本成型加工机床的分类	63	3. 光学零件基本成型加工夹具	75
1.2 光学零件基本成型加工机床的性能及主要参数	63	3.1 夹具的分类	75
1.3 特种光学零件成型加工机床	66	3.2 夹具的结构及规格	76
2. 光学零件基本成型加工工具	70	参考文献	86

第 4 章 透镜加工工艺

常用符号表	87	1. 透镜基本成型	87
-------------	----	-----------------	----

1.1 透镜滴料成型	87	3. 透镜抛光	113
1.2 透镜块料加热成型	87	3.1 抛光原理概述	113
1.3 透镜块料加工成型	93	3.2 古典法抛光	113
2. 透镜精磨	104	3.3 弧线摆动法抛光	117
2.1 透镜成盘	104	3.4 范成法抛光	119
2.2 用散粒磨料精磨	109	参考文献	121
2.3 用固着磨料精磨	110		

第5章 平面零件加工工艺

常用符号表	122	2.3 精密平行平面加工工艺	129
1. 玻璃平板与光楔的加工工艺	122	2.4 精密平面的测量	130
1.1 玻璃平板加工工艺	122	3. 棱镜的加工工艺	134
1.2 光楔加工工艺	124	3.1 棱镜的精度等级及加工方法	134
1.3 玻璃平板与光楔的测量	125	3.2 小批量加工棱镜的工艺	134
2. 精密平面加工工艺	126	3.3 大批量加工棱镜的工艺	137
2.1 提高光学平面度的方法	126	3.4 棱镜角度的测量	141
2.2 精密平面加工工艺	127	参考文献	145

第6章 非球面加工工艺

常用符号表	146	3.8 离子抛光法	155
1. 概述	146	3.9 真空镀膜法	156
1.1 非球面分类	146	3.10 复制法	156
1.2 非球面光学零件的面形精度指标	146	4. 非球面面形检验	157
2. 非球面光学工艺编制	147	4.1 坐标面形法	157
2.1 主要工艺参数计算	147	4.2 样板法	157
2.2 粗磨加工余量计算	148	4.3 星点法	158
2.3 非球面光学零件的精磨与抛光	149	4.4 光栅法	158
2.4 非球面工艺计算实例	150	4.5 阴影法	161
3. 非球面的加工方法	151	4.6 漫射阴影法	161
3.1 概述	151	4.7 实时全息检验法	161
3.2 仿形磨削法	151	4.8 计算机全息图法	161
3.3 样板研磨法	151	4.9 干涉法	164
3.4 修磨法	152	4.10 剪切干涉法	164
3.5 数控磨削法	154	4.11 哈特曼法	164
3.6 计算机控制的修正研磨法	154	4.12 光学补偿法	167
3.7 复曲面的加工	154	参考文献	167

第7章 晶体加工工艺

常用符号表	168	1.3 解理和硬度	168
1. 晶体基础知识	168	2. 晶体的定向	169
1.1 晶胞和晶系	168	2.1 定向的概念和意义	169
1.2 晶面和晶面指数	168	2.2 机械法定向	169

2.3 光学法定向.....	170	5.4 工艺条件.....	176
2.4 X射线衍射法定向.....	170	5.5 抛光方法.....	176
3. 晶体的切割.....	171	5.6 安全防护.....	177
3.1 外圆切割.....	171	6. 典型晶体零件加工.....	177
3.2 内圆切割.....	171	6.1 红宝石激光棒的加工.....	177
3.3 水线切割.....	172	6.2 YAG激光棒的加工.....	179
3.4 劈裂法切割.....	172	6.3 KDP电光Q开关的加工.....	179
3.5 超声加工.....	172	6.4 碘酸锂倍频器的加工.....	180
3.6 其它方法.....	172	6.5 一水甲酸锂倍频器的加工.....	180
4. 晶体的研磨.....	173	6.6 冰洲石偏振棱镜的加工.....	181
4.1 机械研磨.....	173	6.7 双45° LiNbO ₃ 电光Q开关的加工.....	182
4.2 化学研磨.....	174	6.8 水晶1/4波片的加工.....	182
5. 晶体的抛光.....	175	6.9 NaCl红外窗口元件的加工.....	183
5.1 基本特点.....	175	6.10 单晶Ge光学零件的加工.....	184
5.2 抛光剂.....	175	参考文献.....	192
5.3 抛光模.....	175		

第8章 光学塑料零件加工工艺

常用符号表.....	193	3.1 注射成型法.....	197
1. 几种常用的光学塑料.....	193	3.2 铸塑成型法.....	198
1.1 常用光学塑料的性质.....	193	3.3 机械加工法.....	198
1.2 塑料零件的优缺点.....	193	4. 塑料透镜的加工方法举例.....	198
1.3 常用光学塑料简表.....	194	4.1 注射成型法制造照相机取景器.....	198
2. 金属模具.....	196	4.2 模压成型法制造菲涅耳透镜.....	200
2.1 金属模具的制造.....	196	4.3 车削法制造菲涅耳透镜.....	201
2.2 金属模具的加工和检验方法.....	196	参考文献.....	201
3. 塑料光学零件的加工方法.....	197		

第9章 光学零件的粘结

常用符号表.....	202	3.4 光胶法的优缺点.....	211
1. 概述.....	202	3.5 光胶经常出现的疵病及其克服办法.....	211
1.1 基本概念.....	202	4. 深化光胶.....	212
1.2 粘结目的.....	202	4.1 深化光胶的适用范围.....	212
2. 用胶粘剂胶合.....	202	4.2 深化光胶对零件的要求.....	212
2.1 胶合的基本要求.....	202	4.3 SiO ₂ 薄膜的制备.....	212
2.2 胶合过程.....	206	4.4 光胶.....	212
2.3 胶层厚度与有关工艺因素的关系.....	209	4.5 红外热处理.....	212
2.4 胶合经常出现的疵病及其克服办法.....	209	5. 融合与焊接.....	213
2.5 胶合件的检验.....	210	5.1 融合.....	213
3. 光胶.....	210	5.2 焊接.....	213
3.1 光胶原理.....	210	6. 拆胶.....	213
3.2 影响光胶的因素.....	210	6.1 高温拆胶.....	213
3.3 光胶过程.....	211	6.2 低温拆胶.....	213

6.3 锤击拆胶.....	213	6.6 真空拆胶.....	214
6.4 溶解拆胶.....	214	参考文献	214
6.5 石蜡拆胶.....	214		

第10章 眼镜片加工工艺

常用符号表	215	工艺.....	227
1. 概述.....	215	3.1 柱面镜片制造工艺.....	227
1.1 名词术语和公式.....	215	3.2 棱镜镜片制造工艺.....	229
1.2 眼镜片种类.....	215	3.3 多焦球面镜片制造工艺.....	230
1.3 眼镜片材料.....	216	4. 接触眼镜片(无形或隐形镜片)的制	
1.4 镜片的组合与换算.....	216	造工艺.....	234
1.5 眼镜片与眼镜架.....	218	4.1 接触眼镜的材料及种类.....	234
2. 球面透镜(凹、凸透镜)制造工艺.....	219	4.2 接触眼镜片的制造工艺.....	235
2.1 工艺流程.....	219	5. 镜片的磨边成型.....	236
2.2 毛坯成型.....	219	5.1 手工磨边.....	236
2.3 精密退火.....	219	5.2 自动磨边.....	237
2.4 研磨抛光.....	220	参考文献	237
3. 柱面透镜、棱镜和多焦球面镜片制造			

第11章 特殊光学零件加工工艺

常用符号表	238	2.4 激光棒的检测方法.....	242
1. 薄形零件加工工艺.....	238	3. 光学投影屏的种类及制作方法.....	242
1.1 薄形零件的“光圈变形”及其克		3.1 光学投影屏的种类与特性.....	242
服方法.....	238	3.2 光学投影屏的制作方法.....	243
1.2 薄平板加工工艺.....	238	3.3 光学投影屏的质量检验.....	244
1.3 薄透镜加工工艺.....	239	4. 水准泡的加工工艺.....	244
2. 固体激光器工作物质——激光棒的加		4.1 水准泡的类型、种类与精度.....	244
工工艺.....	240	4.2 长水准泡的加工工艺.....	246
2.1 圆套法加工激光棒.....	240	4.3 圆水准泡的加工工艺.....	249
2.2 用特殊夹具加工激光棒.....	241	4.4 水准泡的检验方法.....	251
2.3 激光棒的多件同时抛光法.....	241	参考文献	253

第12章 光学薄膜技术

常用符号表	254	4. 光学薄膜的质量技术指标.....	285
1. 光学薄膜的类型、符号及标注.....	254	4.1 光学性能.....	285
1.1 光学薄膜的类型和符号.....	254	4.2 表面疵病.....	285
1.2 光学薄膜在图纸上的标注.....	254	4.3 膜层的抗磨强度.....	285
2. 镀膜用材料.....	270	4.4 对环境的适应性.....	285
3. 光学薄膜的计算.....	270	5. 化学镀膜技术.....	285
3.1 光学薄膜计算方法.....	270	5.1 镀膜设备.....	285
3.2 光学薄膜计算的导纳矩阵法.....	270	5.2 镀膜溶液.....	285
3.3 各种典型的多层膜滤光片的结构		5.3 化学镀膜方法.....	288
和光谱特性.....	274	6. 真空镀膜技术.....	294

6.1 真空技术基础.....	294	7.1 激光镀膜技术.....	303
6.2 真空镀膜设备.....	294	7.2 溅射镀膜技术.....	303
6.3 常用的蒸镀方法及监控方法.....	298	7.3 离子镀膜技术.....	305
6.4 真空镀膜的典型工艺.....	301	参考文献	306
7. 其它镀膜技术	303		

第13章 光学零件刻划工艺

常用符号表	307	4.4 闪耀光栅刻划层.....	325
1. 刻划零件	307	5. 刻划刀具与夹具	325
1.1 刻划零件的种类.....	307	5.1 刀具.....	325
1.2 分划零件制造的技术条件.....	307	5.2 夹具.....	325
1.3 计量光栅制造的技术条件.....	308	6. 刻划环境	327
2. 刻划工艺方法	311	6.1 温度.....	327
2.1 机械-化学法	311	6.2 湿度.....	327
2.2 机械-物理法	316	6.3 空气净化.....	327
2.3 直接刻划法.....	317	6.4 振动.....	328
2.4 光刻法.....	317	7. 光栅制造技术	328
3. 刻划设备	318	7.1 计量圆光栅制造中的多圈法.....	328
3.1 长刻线机.....	318	7.2 光栅制造中的重复曝光法.....	329
3.2 圆刻线机.....	319	7.3 计量光栅制造的其它方法.....	329
3.3 刻字机.....	320	7.4 物理光栅制造技术.....	329
3.4 光刻机.....	320	7.5 全息光栅制造技术.....	331
3.5 物理光栅刻划机.....	322	8. 检验	333
3.6 刻划中常用小设备和工具.....	322	8.1 一般光学分划零件的检验.....	333
4. 常用保护层	324	8.2 计量光栅的检验.....	333
4.1 液体蜡保护层.....	324	8.3 物理光栅的检验.....	336
4.2 固体蜡保护层.....	324	参考文献	338
4.3 甲基紫保护层.....	325		

第14章 照相制版及复制工艺

常用符号表	339	3. 复制工艺	350
1. 照相制版的基本工艺及设备	339	3.1 复制工艺分类.....	350
1.1 基本原理.....	339	3.2 虫胶复制.....	350
1.2 主要设备.....	340	3.3 聚乙烯醇复制.....	351
1.3 基本方法.....	343	3.4 光致抗蚀剂复制.....	351
2. 常用卤化银感光胶	346	3.5 复制用光源.....	353
2.1 概述.....	346	3.6 复制常用夹具.....	353
2.2 火棉胶湿版.....	346	3.7 典型零件的复制.....	354
2.3 火棉胶干版.....	346	参考文献	356
2.4 超微粒干片.....	347		

第8篇 光学测量和光学仪器装校

第1章 测量误差

常用符号表	357	1.6 间接测量的误差传递	361
1. 综述	357	1.7 有效数字及计算规则	361
1.1 测量及误差的基本概念	357	1.8 最小二乘法	361
1.2 测量误差的类型	357	2. 对准误差与调焦误差	362
1.3 有限次等精度直接测量数据的处理	359	2.1 对准误差	362
1.4 非等精度直接测量的数据处理	360	2.2 调焦误差	363
1.5 粗大误差的检验	360	参考文献	363

第2章 光学玻璃性能测量

常用符号表	364	4.2 利用偏振色决定程差	378
1. 概述	364	4.3 应用补偿器测定光程差	378
2. 光学玻璃的光学常数测量	364	4.4 半影偏光法	379
2.1 最小偏向角法	365	5. 光学玻璃的条纹检验	380
2.2 自准直法	367	5.1 全息干涉法	380
2.3 V棱镜折射仪法	369	5.2 经典干涉法	381
2.4 浸液法	369	5.3 平行光投影法	381
2.5 全反射临界角法	371	5.4 刀口阴影法	381
2.6 干涉法	372	5.5 成像法	381
3. 光学玻璃的光学均匀性测量	372	5.6 球面波投影法	381
3.1 激光全息干涉法	372	6. 光学玻璃中气泡和结石的检验	382
3.2 泰曼-格林干涉仪法	375	6.1 散射法	382
3.3 马赫-泽德 (M-Z) 干涉法	375	6.2 全息法	382
3.4 星点法	376	7. 光学玻璃的光吸收测量	383
3.5 刀口阴影法	377	7.1 测量原理	383
3.6 鉴别率法	377	7.2 积分球光度计	384
4. 光学玻璃的内应力测定	378	7.3 其它测量方法	384
4.1 内应力的生成	378	参考文献	385

第3章 光学零件的测量

常用符号表	386	3.2 超精平面的测量	399
1. 光学零件球面曲率半径的测量	386	4. 表面粗糙度及表面疵病的检验	405
1.1 标准球面样板的测量	386	4.1 国家标准有关表面疵病的规定	405
1.2 零件球面面形误差的测量	391	4.2 表面疵病的检验方法	405
2. 光学零件角度的测量	392	5. 晶体光学零件的测量	407
2.1 角度标准的测量	392	5.1 晶体光学零件光轴的测量	407
2.2 棱镜角度的测量	394	5.2 旋光性的测量	407
2.3 锥体棱镜的测量	397	5.3 偏振度的测量	408
3. 光学零件平面度的测量	398	参考文献	408
3.1 平晶平面度的测量	398		

第4章 光学薄膜性能测量

常用符号表	410	4.3 干涉测量方法	415
1. 光学薄膜透过率测量	410	5. 测量薄膜光学常数的其它方法	417
1.1 点测法	410	5.1 椭圆偏振法	417
1.2 扫描法	410	5.2 光波导法	418
2. 光学薄膜反射率测量	411	6. 光学薄膜吸收及散射的测量	419
2.1 反射率测量原理	411	6.1 吸收的测量	419
2.2 低反射率测量	411	6.2 散射的测量	420
2.3 高反射率测量	411	7. 光学薄膜聚集密度的计算	421
3. 光学薄膜折射率测量	412	8. 光学薄膜应力、牢固度及激光损伤阈值的测定	422
3.1 光度法	412	8.1 应力测定	422
3.2 利用布儒斯特角的测量	414	8.2 薄膜牢固度和稳定性的测量	422
4. 光学薄膜厚度测量	415	8.3 激光损伤阈值测定	423
4.1 分光光度法	415	参考文献	424
4.2 轮廓扫描法	415		

第5章 光学系统的几何光学参数测量

常用符号表	425	5.1 望远系统视场的测量	440
1. 焦距和截距的测量	425	5.2 显微系统视场的测量	441
1.1 放大率法测量	425	6. 相对孔径和数值孔径的测量	441
1.2 精密测角法测量	426	6.1 照相物镜相对孔径的测量	441
1.3 附加接筒法测量	426	6.2 显微物镜数值孔径的测量	441
1.4 阿贝焦距仪法测量	427	7. 望远系统视度的测量	443
1.5 附加已知焦距透镜法测量	428	7.1 用普通视度筒测量	443
1.6 反转法测量	429	7.2 用大量程视度筒测量	444
1.7 望远物镜焦距配对的方法	429	8. 望远系统视差的测量	445
1.8 平面光学零件的最小焦距测量	431	8.1 望远系统视差量的表示方法	445
2. 焦面位置和主点位置的确定	433	8.2 用平行光管视差仪测量	446
2.1 焦面位置的确定	433	8.3 用狭缝光阑移动法测量	446
2.2 主点位置的确定	436	8.4 用半透镜视度筒测量	446
3. 光学系统的出瞳直径和眼点距离的测量	436	8.5 用立体视差仪测量	447
3.1 出瞳直径的测量	436	9. 照相物镜渐晕系数的测量	448
3.2 眼点距离的测量	437	9.1 照相物镜渐晕系数的表示方法	448
4. 光学系统放大率的测量	439	9.2 焦面针孔法测量	448
4.1 望远系统视放大率的测量	439	9.3 远心投影光学系统法测量	449
4.2 显微系统视放大率的测量	439	参考文献	450
5. 光学系统视场的测量	440		

第6章 光学系统光度和色度测量

常用符号表	451	1.1 基本概念	451
1. 杂散光测试	451	1.2 测试方法和原理	451

1.3 望远系统杂散光测试.....452	2.4 摄影物镜透过系数测试.....455
1.4 摄影物镜杂散光测试.....453	2.5 光谱透过系数测试和彩色贡献.....455
2. 透过系数(透过比、透过率)测试.....454	3. CCI值评价色复现.....456
2.1 基本概念.....454	4. 像面光照度分布测试.....458
2.2 测量方法.....454	参考文献.....458
2.3 望远系统透过系数测试.....454	

第7章 光学系统像差和像质测量

常用符号表.....459	3. 星点检验.....479
1. 几何像差测量.....459	3.1 检验装置.....479
1.1 哈特曼法测量几何像差.....459	3.2 光学系统的成像质量与星点衍射像.....480
1.2 焦面法测量几何像差.....460	4. 分辨率测量.....482
1.3 阴影法测量几何像差.....462	4.1 光学系统的理论分辨率.....482
1.4 物镜畸变的测量.....463	4.2 分辨率图案.....483
2. 波像差测量.....467	4.3 分辨率测量.....485
2.1 测量仪器.....467	5. 光学传递函数的测量.....486
2.2 典型干涉图.....467	5.1 定义和常用术语.....486
2.3 由于干涉图求波差.....469	5.2 基本原理和物理基础.....488
2.4 用优良率评价成像质量.....472	5.3 测量原理及装置.....490
2.5 剪切干涉术.....472	5.4 测量要点.....494
2.6 点衍射干涉仪.....478	5.5 光学传递函数与像质评价.....494
2.7 相位探测技术.....478	参考文献.....496

第8章 光学系统成像质量的主观评价

常用符号表.....497	3.4 对数频率判据的简略型式.....500
1. 光学系统成像质量主观评价的基本环节及概念.....497	3.5 视觉效率.....501
2. 主观评价的信息容量指标.....498	4. 目视阈值对比的主观评价方法.....502
3. 基于MTF的主观像质判据.....499	5. 带有噪声的图像主观评价.....503
3.1 系统调制传递锐度.....499	6. 彩色图像的主观像质评价.....507
3.2 级联调制传递锐度.....499	7. 各种主观像质评价指标的比较和选用.....509
3.3 频率坐标以对数表示的像质判据.....500	参考文献.....510

第9章 像增强器管和夜视仪器的测量

常用符号表.....511	2.2 视场的测量.....518
1. 像增强器管的测量.....511	2.3 畸变的测量.....519
1.1 光电转换参数的测量.....511	2.4 分辨率的测量.....519
1.2 图像传递特性的测量.....514	2.5 物镜和目镜杂散光的测量.....520
1.3 背景和噪声的测量.....515	2.6 双目夜视仪光轴平行性的测量.....520
2. 夜视仪器的测量.....517	参考文献.....521
2.1 视放大率的测量.....517	

第10章 装配的基本知识

常用符号表	522	5. 装配方法	531
1. 装配工作的中心问题	522	6. 装配与调整的程序	534
2. 装配工艺过程的基本概念	522	6.1 制定装配与调整程序的基本原则	534
2.1 产品的组成	522	6.2 装配程序	534
2.2 装配工艺过程	523	6.3 调整程序	535
2.3 装配工艺过程的划分	523	7. 产品结构装配工艺性的审查	535
3. 装配的组织形式	523	8. 装配工艺规程的制定	535
4. 装配尺寸链	524	8.1 装配工艺规程制定原则	535
4.1 装配尺寸链的分类及其类型	524	8.2 制定装配工艺规程的依据	536
4.2 装配尺寸链计算的基本公式	525	8.3 制定装配工艺规程必备的原始资料	536
4.3 光学仪器装配尺寸链计算的特殊 问题	526	8.4 装配工艺规程制定的内容和步骤	537
4.4 装配尺寸链计算示例	529	8.5 编制装配工艺文件	537
		参考文献	542

第11章 典型光学部件的装配

常用符号表	543	6.2 装配实例	562
1. 光学零件的清洁	543	7. 刻度尺与度盘的装配	568
2. 光学零部件和系统的调整基准	543	7.1 刻度尺的装配	568
3. 装配误差的测量方法及其应用	547	7.2 度盘的装配	568
4. 光学元件的位移和偏转对成像位置和 方向的影响	548	8. 激光器的调整	570
5. 物镜的装配	552	8.1 激光器的制作工艺过程	570
5.1 物镜的装配要求	552	8.2 激光器腔体的调整	570
5.2 物镜的固定	552	9. 视度的调整	571
5.3 物镜的定中心	553	9.1 固定视度的调整	571
5.4 典型物镜的装配	555	9.2 可调视度的调整	571
6. 反射镜——棱镜的装配	562	10. 视差的调整	572
6.1 反射镜——棱镜系统的分类及其 有效小运动的影响	562	10.1 装配要求	572
		10.2 调整过程	572
		参考文献	573

第12章 典型光学仪器的调整

常用符号表	574	面的平行度的调整	575
1. 双筒望远镜视效应的调整	574	2.4 当立柱位于“0”位,显微镜臂架 在立柱上移动时,其移动方向对工 作台面垂直度的调整	577
1.1 像倾斜的调整	574	2.5 立柱偏摆角度示值误差的调整	577
1.2 视放大率的调整	574	2.6 当立柱位于“0”位,中央显微镜光轴 与照明光轴对工作台面垂直度的综合 调整	578
1.3 两光轴平行度的调整	574	2.7 顶针架顶针轴线对纵向滑座移动 方向平行度的调整	578
2. 工具显微镜主要误差的调整	575		
2.1 纵、横向滑座移动不直线性的调整	575		
2.2 纵、横向滑座移动的相互不垂直性 的调整	575		
2.3 工作台支承面与纵、横滑座运动			