

现代光学应用技术手册

上册

王之江 主 编

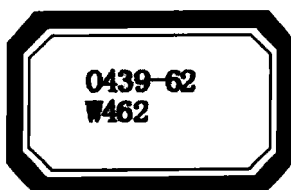
顾培森 副主编

Xiandai guangxue yingyong jishu shouce



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





-81

现代光学应用技术手册

上 册

主 编 王之江
副主编 顾培森

0439-62
W462



机械工业出版社

《现代光学技术应用手册》分上下两册,汇集了光学技术的基础、设计、加工及应用中所需的相关技术资料。

本书为上册,主要内容包括:梯度折射率光学,光的干涉、衍射及偏振,光谱学与应用光谱技术,全息术及光学防伪技术,散斑及光学材料等光学基础;等离子、液晶、场致显示技术;环境光学技术应用及海洋光学和仪器;数码技术基本原理和应用技术;光学信息技术基础和处理;新型光学镜片及视光技术应用;光学软件应用技术等。手册中集有大量光学设计实例可供读者参考。

下册主要由光学零件制造工艺、光学测量和评价、工程光学及仪器三部分组成。书后附录中有大量光学技术数据以及光学技术名词中英文对照可供查阅。

本书可供光学工程技术人员在生产、设计、科研中使用,也可供大专院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代光学应用技术手册. 上册/王之江主编. —北京:机械工业出版社, 2009.8

ISBN 978-7-111-27768-2

I. 现… II. 王… III. 光学-技术手册 IV. O43-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第119762号

机械工业出版社(北京百万庄大街22号,邮政编码100037)

策划编辑:张沪光 责任编辑:张沪光 封面设计:霍永明

责任校对:陈延翔 封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京双青印刷厂印刷

2010年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·30.75印张·5插页·1006千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-27768-2

定价:98.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

序

人类运用眼睛（人自身的光学仪器）来观察世界，继而认识世界、改造世界。现代科学研究表明，人获得的外部世界信息中，约有三分之二是靠人的眼睛来获得的。

可以这样说，人类所创造的光学仪器，其实是人的眼睛的延长，从而大大地提高了人的认识能力。当意大利物理学家伽利略（1564—1642）第一次用他发明的望远镜观察天空的时候，他发现木星及其卫星似是一个缩小了的太阳系，这为哥白尼（1473—1543）提出“太阳中心说”提供了科学的依据，并由此引起了宗教法庭对伽利略的审判。但宗教法庭的审判决不能阻止科学的发展进步。

望远镜可以观察到百亿光年的宇宙空间，从而极大地拓宽了人们对宏观世界的认识；光学显微镜可以观察到细胞、血球，而各种扫描探针显微镜甚至可以观察到原子的尺度，这使人们可以直接观察微观世界，表明了光学技术的进步对人类社会的发展有着不可或缺的作用。

科学技术是第一生产力。包括光学技术在内的各门科学技术，对经济社会正起着越来越重要的作用。其中，激光技术，从激光理论到技术发明再到广泛应用带来了社会生产力的重大变革，从而成为光科技史上的一个精彩案例。

1916年，爱因斯坦首先提出了光的受激辐射理论，并在理论上探讨了光的散射、折射、色散和吸收等过程。大约40年后，1958年美国科学家汤斯和肖洛提出激光器的详细技术方案。自此之后，各种技术方案纷纷产生。仅两年之后，1960年5月15日，美国科学家梅曼宣布获得了波长为 $0.6943\mu\text{m}$ 的激光，表明了第一台激光器的诞生。从此，激光技术呈现百花争艳的多彩局面。由于激光具有单色性好、相干性强、能量集中的特点，因而它在许多领域中得到了广泛的应用，并迅速普及到人们的日常工作和生活之中，成为当代人们工作、生活和娱乐不可缺少的科技手段，对国民经济和社会发展产生了巨大的影响。包括激光技术在内的现代科学技术在人类社会的文明进步中的“第一生产力”功能日益凸现出来。

中华民族对光学技术的发展曾做出了重大的贡献。早在战国时期，在墨子（公元前468—376）及他的弟子们所著的《墨经》一书中，就已经对光、物、影三者的关系做了精辟论述，并系统阐发了平面镜、凹面镜、凸面镜的成像规律。《墨经》中涉及光学技术的介绍仅有三百余字，但它却是世界上最早的系统的几何光学的“原本”。在之后的漫长岁月中，中国光学技术在世界科技史上也写下了不少可圈可点的篇章。

发展和应用现代光学技术的历史使命光荣地落在了当代光学人的身上。我们要紧追现代世界光学技术发展的潮流，加强光学基础研究，力争在某些领域中有所突破，以领先于世界先进水平；要进一步高度重视应用研究，不断缩短科学理论—技术突破—生产应用的周期，提高自主创新能力，形成具有自主知识产权的核心技术，为使中华民族屹立于世界民族之林增光添彩！

我们还要努力创造使现代光学技术能够广泛应用的客观环境，并提供各种便捷的工具手段。基于此，组织编写《现代光学应用技术手册》是一件很有意义的事。该手册立足现代、着眼应用，为有关高校、研究所及企业提供一本系统而又简明的工具书，从而为加快现代光学技术的发展贡献一份力量。

中国工程院院士

2009年8月

序 二

这是一本久盼了的《现代光学应用技术手册》。可以预见，她的出版发行必将受到一线科技工作者的欢迎。

手册是一种综合性的工具书。科技工作者在从事与光学技术有关的技术创新工作时，她可以发挥“一书在手，设计、工艺不愁”的作用。本书的结构科学合理，并将与光学技术密切相关领域的科技内容也归纳进来，从而为科技创新提供了便利。

本书所具有的综合性充分体现在由科学到技术直至工艺、仪器的高度集成上。现代光学基础知识凝聚了科学家们的智慧；而光学技术、光学零件制造工艺以及相关光学仪器，则将理论知识推向了工程实际。这种将科学理论到技术科学，再到工程应用，高度集成在一本手册之中，充分体现了当代科学技术的高度综合发展趋势。

众所周知，光学科技是一门古老而又现代的学科。在漫长的历史长河中，光学科技以其特有的光彩，为人类社会的发展做出了杰出的贡献。光学科技在科学技术的殿堂里有着无可取代的地位。但这也大大地增加了编写这样一本综合性手册的难度。任何现代的科学成果，都是历代科学家薪火相传的结晶。因此，本书立足现代，在充分显现现代光学科技成果的同时，也融合前人的光学科技成果；同时，本书将世界上包括我国科技工作者在内的技术创新成果，乃至光学零件制造工艺的精华，予以了充分的展示，从而完成由今及古、由科学到技术的集中展示。

光学科技不仅是人类认识世界的结晶，又给人类提供了认识世界和改造世界的不可或缺的工具。本书的编写出版又为我们从事光学技术的科研和创新提供了一本不可多得的工具书。但光学科技知识浩瀚复杂，使得本书的编写仅靠一两家单位难以完成。为此，组织了北京大学、中国科技大学、浙江大学、天津大学、苏州大学、上海大学、上海第二工业大学、西安邮电学院、华中科技大学、中国海洋大学等以及北京、上海、南京、华南的四个理工大学；同时，还组织了一批本领域中的顶尖科研院所，如中国科学院的上海、安徽、西安、成都的四个光机（电）所，还有中国电子科技集团公司第11研究所等一起参与；组织企业科技人员参加编写工作也成为该手册的一大亮点，其中有新添光电科技有限公司、云南光学仪器厂、中钞特种防伪科技有限公司等多家企业。由此，体现了编写队伍的综合性，从而也保证了本书内容的综合性。在编者中，有两院院士、资深学者，还有一大批中青年专家，他们都为本书的编写付出了辛勤的劳动。高水平的编者队伍，确保了本书的质量，我真诚地期望她的正式出版，能为我国光学科技事业的发展贡献自己的力量。



2009年8月

前 言

光学既是一门基础科学，又是一门发展很快的应用科学。把光的现象和规律应用于人类的生产活动中便形成了应用光学（或称为工程光学），并由此发展成为现代光学技术（或称为光学工程）。这是基础科学向应用科学发展的必然过程。正如王大珩院士所说的“光学老又新，前程端似锦”。

为了适应我国现代光学技术在各个领域的发展，我们组织编写了这本《现代光学应用技术手册》。本书在总结了编写《光学技术手册》和《实用光学技术手册》经验的基础上，同时又总结了近年来现代光学技术在各分支领域的新技术、新经验、新方法，如全息术及防伪技术、光谱技术、各种显示技术、环境光学和技术、海洋光学、光学软件技术及应用、光电探测器件和光电成像器件的应用、先进非球面加工工艺、晶体加工工艺、光学镀膜工艺、手机镜头设计、汽车灯具设计原理、电视机投影显示器设计、各种新型眼镜片设计、遥感技术、数码技术、光学信息处理、靶场光电跟踪和测量设备等，以及各类光学仪器和部件。

本书及时地反映了现代光学技术及其各分支领域的发展。以光学系统设计为例，在设计方法上介绍了目前国际上比较流行的美国 ZEMAX 光学软件，在具体内容上介绍了近 90 个光学系统设计实例。同时与美国 OSLO, CODEV 光学软件作了比较。

我国是一个光学零件生产大国，但是近年来关于光学零件制造工艺和测试方面的著作很少。而本书此部分内容是比较先进和实用的。而且作者在各自领域都是实践经验丰富的专家、学者。如非球面加工工艺洋为中国，作者投入了不少精力；晶体加工工艺作者终身从事本职工作，愿将经验奉献给读者，难能可贵。

在编写过程中，我们遵循内容要“完整、实用、先进、有特色”这一宗旨制定了编写提纲，并进行选稿、组稿。本书共分上、下两册，共 10 篇 48 章（其中上册分为 7 篇 25 章，下册分为 3 篇 23 章），主要内容包括现代光学基础、显示技术、环境光学和技术、数码技术、光学信息处理、视光技术、光学软件应用技术、光学零件制造工艺、光学测量和评价、工程光学及仪器。

本书由我国光学界老中青三代作者集体完成，他们中既有中国科学院上海光学精密机械研究所姜中宏院士，还有中国科学院安徽光学精密机械研究所所长刘文清教授，上海理工大学徐福侯教授，中国海洋大学刘智深教授，中国印钞造币总公司控股子公司中钞特种防伪科技有限公司前总经理，现任首席技术顾问张静方教授，中国电子科技集团公司第 11 研究所张心德高级工程师，原云南光学仪器厂副总工程师田金生研究员，志业光电精密技术公司董事长刘怀道高级工程师。更为难得的是 30 位实践经验丰富的资深专家、学者也参与了编写，他们是（按姓氏笔画为序）于美文、王宝、毛秀娟、史大椿、乔亚天、朱耆祥、朱维涛、余景池、何志华、沈海龙、李志超、李剑白、李锡善、吴震、范世福、周俊杰、陈林、陈文斌、陈俊人、陈祥熙、金丽芳、胡清、郑全利、赵力平、钟旭、姚海根、徐真善、曹天宁、黎新章、滕家炽。尤为可贵的是 31 位年富力强的中青年专家也参与编写，优势互补使本书生色不少，他们是（按姓氏笔画为序）马韬、方慧、白廷柱、刘建国、刘增东、吕纬阁、乔鞞鞞、应棋伟、宋俊慧、宋新新、李素文、李湘宁、杨钢锋、孟啸廷、张大伟、张荣福、郭培基、姜颖秋、郑继红、赵南京、唐义、徐成年、徐华斌、曹峰梅、曾琪明、焦健、阚瑞峰、蔡怀宇、滕琴、霍宏

友、魏秀丽。他们分别来自北京大学、浙江大学、天津大学、苏州大学、中国科技大学、华中科技大学、上海理工大学、北京理工大学、华南理工大学、南京理工大学、西安邮电学院、上海大学、上海第二工业大学、上海出版印刷高等专科学校、中国科学院成都光电技术研究所、中国科学院西安光学精密机械研究所、江西省科学院、贵阳新添光电科技公司等 40 个单位。

承蒙中国计量学院院长、上海理工大学光电学院院长、上海光学仪器研究所所长庄松林院士和中国光学学会理事浙江省光学学会副理事长毛磊先生作序。这是对我们的关心和支持。

本书在编写过程中得到了上海理工大学光电学院和宁波永新光学股份有限公司资助，特此表示衷心感谢。

本书在编写过程中也得到了苏州大学蒋鸣球院士，中国科学院安徽光学精密机械研究所龚知本院士，天津大学张以谟教授，上海理工大学党委副书记张仁杰教授，上海理工大学副校长兼上海出版印刷高等专科学校校长陈敬良教授，科研处倪争技副处长，光电学院副院长戴曙光教授、办公室何勇胜主任，上海第二工业大学校长胡寿根教授、原党委书记陈林教授，贵阳新添光电科技公司副总经理罗武勇高级工程师，中国仪器仪表行业协会光学仪器分会秘书长冯琼辉高级工程师，上海激光学会副理事长马仁勇教授，常务副秘书长邵兰星高级工程师，上海激光技术研究所所长王又良教授的关心和支持，同时也得到了（以姓氏笔画为序）王家道、刘文、季舒蔚、张峰、陈桂莲、施治平、凌德明、章锡安、黄卫佳、黄晓燕、傅鑫伯、熊光欣等同志的帮助，在此一并表示衷心感谢。

原《光学技术手册》编委会、编辑组、全体特约审稿人、全体统稿人以及责任编辑郑姗姗对该手册做出的贡献和留下的宝贵经验给了我们很大的帮助和启示，在此向他们表示崇高敬意和衷心感谢。

本书附录由顾振昕和顾培森编写。毛厚豐、章慧贤、郭迪礼等同志提供了资料。在此表示衷心感谢。

还有许多同志也对本书的编写出版给予了支持和帮助，恕不一一提名，在此一并表示感谢。

本书如有错误和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

《现代光学应用技术手册》编辑组

2009 年 8 月

主 编 王之江

副主编 顾培森

编 辑 组

组 长 顾培森

副组长 郑 刚 杨永才 孟啸廷 顾振昕

顾 问 齐宽元 季剑平

全书统稿 顾培森

责任编辑 张沪光 刘星宁

本手册作者、特约审稿人名单

第1篇 现代光学基础

第1章	梯度折射率光学	乔桦桦	乔亚天
第2章	光的干涉	滕家炽	何志华
第3章	光的衍射	滕家炽	何志华
第4章	光的偏振		徐真善
第5章	光谱学与应用光谱技术		范世福
第6章	全息术及光学防伪技术	张静方	于美文
第7章	散斑		李志超
第8章	光学材料	姜中宏	杨钢锋

第2篇 显示技术

第1章	等离子显示技术	张荣福
第2章	液晶显示技术	孟啸廷
第3章	场致发光显示技术	张荣福

第3篇 环境光学和技术

第1章	环境光学基础	刘文清	刘建国	阚瑞峰
第2章	环境光学技术及应用	刘文清	李素文	阚瑞峰
		赵南京	魏秀丽	刘增东
第3章	海洋光学			刘智深

第4篇 数码技术

第1章	数码技术基本原理	朱维涛
第2章	数码技术的应用实例	朱维涛
		特约审稿人 毛厚丰

第5篇 光学信息

第1章	光学信息基础	蔡怀宇
第2章	光学信息处理	蔡怀宇
		特约审稿人 张以谟

第6篇 视光技术

第1章	新型光学镜片	黎新章	霍宏发
第2章	视光技术应用	徐华斌	徐成年
		滕琴	
		特约审稿人	谭仲甫
第3章	渐进加光镜片	马韬	余景池

主 编 王之江

副主编 顾培森

编 辑 组

组 长 顾培森

副组长 郑 刚 杨永才 孟啸廷 顾振昕

顾 问 齐宽元 季剑平

全书统稿 顾培森

责任编辑 张沪光 刘星宁

第7篇 光学软件应用技术

第1章 光学薄膜软件功能及应用	张大伟	吕玮阁
	特约审稿人	范正修
第2章 光通信仿真软件功能及应用		张荣福
第3章 ZEMAX 软件功能及应用	徐福侯	郑继红
	特约审稿人	庄松林
第4章 菲涅耳透镜的设计		李湘宁
	特约审稿人	贺莉清

第8篇 光学零件制造工艺

第1章 光学薄膜技术		张大伟
	特约审稿人	范正修
第2章 非球面加工工艺	郭培基	方 慧
第3章 晶体加工工艺		余景池
第4章 特殊光学零件加工工艺		张心德
第5章 照相制版及复制工艺	钟 旭	刘怀道
		陈 林

第9篇 光学测量和评价

第1章 测量误差		史大椿
第2章 光电探测器件及其应用	田金生	唐 义
第3章 光学系统的几何光学参数测量		沈海龙
第4章 光学系统光度和色度测量		毛秀娟
第5章 光学系统像差和像质测量	史大椿	赵立平
第6章 光学系统成像质量的主观评价		姜颖秋
		李剑白

第10篇 工程光学及仪器

第1章 用 ZEMAX 软件设计手机物镜	宋新新	宋俊慧	应棋伟
	特约审稿人		古成昌
第2章 投影显示光学系统设计		王 宝	周俊杰
第3章 汽车灯具设计原理			陈祥熙
	特约审稿人		徐福侯
第4章 干涉仪			李锡善
第5章 光谱仪器			郑全利
第6章 光电成像器件与应用		白廷柱	曹峰梅
第7章 靶场光电跟踪和测量设备			朱耆祥
第8章 高速摄影机			陈俊人等
第9章 遥感技术及光学设备	曾琪明	焦 健	金丽芳
第10章 激光仪器和加工		陈文斌	吴 震
第11章 光学计量仪器			胡 清
第12章 印刷工业用光学设备与部件			姚海根

目 录

序一

序二

前言

第 1 篇 现代光学基础

第 1 章 梯度折射率光学	1	2.4.1 多次反射光的干涉	23
1.1 梯度折射率介质中的光线追迹	1	2.4.2 法布里-珀罗干涉仪	24
1.1.1 径向梯度折射率	1	参考文献	27
1.1.2 轴向梯度折射率	3	第 3 章 光的衍射	28
1.1.3 层状梯度折射率	3	3.1 惠更斯-菲涅耳原理	28
1.1.4 球面梯度折射率	4	3.2 菲涅耳衍射	28
1.2 梯度折射率透镜的像差	5	3.2.1 菲涅耳积分、科纽螺线	28
1.3 梯度折射率透镜系统设计	6	3.2.2 直边衍射	30
1.3.1 径向梯度介质棒的几何光学	6	3.3 波带法与波带片	31
1.3.2 梯度折射率系统设计	7	3.3.1 波带法	31
1.4 光通信中梯度折射率光学系统	7	3.3.2 波带片	31
1.4.1 梯度折射率棒透镜的特点及损耗		3.3.3 全息波带片	31
评价	8	3.4 基尔霍夫衍射理论	32
1.4.2 耦合器及其他	9	3.4.1 菲涅耳-基尔霍夫衍射公式	32
1.4.3 光开关	11	3.4.2 亥姆霍兹互易定理	32
1.4.4 波分复用器	14	3.4.3 巴比涅原理	32
参考文献	15	3.5 夫琅和费衍射	32
第 2 章 光的干涉	16	3.5.1 单缝衍射	33
2.1 双光束干涉 (波前分割)	16	3.5.2 矩孔衍射	34
2.1.1 杨氏干涉典型装置	16	3.5.3 圆孔衍射	34
2.1.2 可见度与相干度	17	3.5.4 其他形状的开口衍射	35
2.1.3 光源单色性、相干长度、时间相		3.6 衍射成像理论	36
干性	18	3.6.1 相干照明的阿贝成像理论	36
2.1.4 光源的临界宽度、空间相干性	19	3.6.2 泽尼克相衬法	36
2.1.5 应用于测量光程差、测量光源的角		3.6.3 非相干照明成像理论	37
幅度	19	3.6.4 部分相干成像理论	37
2.2 驻波	20	第 4 章 光的偏振	39
2.3 双光束干涉 (振幅分割)	20	4.1 偏振光的数学描述	39
2.3.1 平行平板产生的干涉	20	4.1.1 完全偏振光的几何描述	39
2.3.2 薄膜产生的条纹	21	4.1.2 (线) 琼斯矢量	39
2.3.3 条纹的定域	22	4.1.3 复数表示法	40
2.3.4 迈克耳逊干涉仪	22	4.1.4 邦加球	40
2.3.5 双光束干涉研究光谱线的精细		4.1.5 j 圆	40
结构	23	4.1.6 相干矩阵	40
2.4 多光束干涉	23	4.1.7 斯托克斯矢量	41

4.1.8 基态问题	42	6.2 全息图的基本类型	80
4.1.9 换算公式	42	6.2.1 全息图的分类	80
4.1.10 正交偏振态	43	6.2.2 菲涅耳全息图	81
4.2 琼斯计算法和穆勒计算法	44	6.2.3 像全息图	81
4.2.1 琼斯计算法	44	6.2.4 傅里叶变换全息图	81
4.2.2 穆勒计算法	44	6.2.5 体积全息图	82
4.2.3 穆勒矩阵和线琼斯矩阵间的换算	45	6.2.6 全息图的衍射效率	82
4.3 偏振光学系统的传递特性	45	6.3 全息图的记录介质	83
4.3.1 非退偏振光学系统的各种传递函数	45	6.3.1 特性	83
4.3.2 偏振光学系统透过率的计算	46	6.3.2 常用记录介质	84
4.4 偏振元件的琼斯矩阵和穆勒矩阵	46	6.4 全息显示技术	84
4.4.1 延迟器与旋光器	46	6.4.1 反射全息	84
4.4.2 偏振器与退偏振器	47	6.4.2 彩虹全息	86
4.4.3 各向同性媒质界面上反射时的琼斯矩阵	47	6.4.3 合成全息(准三维显示)	87
4.5 邦加球法和j圆法确定出射光的椭圆偏振态	47	6.4.4 彩色全息	88
4.5.1 经过延迟器后出射光椭圆偏振态的确定	47	6.4.5 数字像素全息	91
4.5.2 理想偏振器透过率的计算	50	6.4.6 全息电影	93
4.6 吸收媒质的菲涅耳公式	51	6.5 全息产业(全息图的模压复制)	95
4.7 旋光性	52	6.5.1 基本生产流程	95
参考文献	52	6.5.2 全息图模压复制的主要设备	96
第5章 光谱学与应用光谱技术	53	6.6 光学防伪技术	96
5.1 光谱学基础	53	6.6.1 衍射光变图像(DOVID)	96
5.1.1 原子光谱	53	6.6.2 干涉光变图像(IOVID)	99
5.1.2 分子光谱	53	6.6.3 零级衍射光变图像(Z-DOVID)	100
5.1.3 激光光谱	54	6.6.4 DOVID、IOVID和Z-DOVID的比较	101
5.2 光谱分析基础	55	6.6.5 光学防伪技术的发展趋势	101
5.2.1 光谱分析	55	6.7 光学防伪产品	103
5.2.2 光谱定性分析	55	6.7.1 产品分类	103
5.2.3 光谱定量分析	58	6.7.2 烫印标识的结构和生产流程框图	103
5.2.4 光谱结构分析	59	6.7.3 光学防伪产品的应用	103
5.3 光谱仪器技术基础	59	6.8 计算全息	106
5.3.1 光谱仪器基本原理	59	6.8.1 计算全息图	106
5.3.2 原子光谱仪器技术	67	6.8.2 计算全息的应用	107
5.3.3 分子光谱仪器技术	70	6.9 全息干涉计量	108
5.3.4 激光光谱仪器技术	76	6.9.1 单次曝光法	108
5.3.5 光谱成像技术	76	6.9.2 二次曝光全息干涉	108
参考文献	79	6.9.3 时间平均值干涉	108
第6章 全息术及光学防伪技术	80	6.9.4 双波长干涉法	109
6.1 引言	80	6.9.5 数字全息干涉计量	109
6.1.1 全息术的发明和发展	80	6.10 全息存储	109
6.1.2 全息术原理	80	6.10.1 平面全息存储	109
		6.10.2 体全息存储	109
		6.11 数字全息显微术	110
		6.12 全息光学元件	110

6.12.1 全息透镜	110	7.3.4 透镜检验和视力检查	117
6.12.2 全息光栅	110	7.3.5 图形的比较(图像相减)	117
6.12.3 平视显示器	111	7.3.6 天文散斑	118
参考文献	111	参考文献	118
第7章 散斑	113	第8章 光学材料	119
7.1 散斑的基本性质	113	8.1 无色光学玻璃	119
7.1.1 散斑的形成	113	8.1.1 各牌号玻璃的性能及成分	119
7.1.2 散斑的尺寸	113	8.1.2 质量指标、类别和级别	128
7.1.3 相关性、变换和成像	114	8.2 滤光玻璃	130
7.1.4 散斑的运动规律	114	8.2.1 滤光玻璃的牌号	130
7.2 散斑干涉术	114	8.2.2 滤光玻璃的技术要求及性能指标	133
7.2.1 单光束干涉	114	8.3 其他光学玻璃	136
7.2.2 双光束干涉	115	8.3.1 光学石英玻璃	136
7.2.3 剪切干涉	115	8.3.2 透气玻璃 TQ1	138
7.3 散斑的应用	116	8.3.3 乳白玻璃	138
7.3.1 位移和变形测量	116	8.3.4 激光玻璃	138
7.3.2 振动分析	116	8.4 光学晶体	138
7.3.3 表面粗糙度和感光材料粒度的 测量	116	参考文献	147
第2篇 显示技术			
第1章 等离子显示技术	148	2.4 液晶的分类	165
1.1 等离子显示的特点与发展	148	2.5 对显示材料液晶的要求	165
1.1.1 等离子显示的特点	148	2.6 液晶的特性	165
1.1.2 等离子显示技术的发展	149	2.7 扭曲向列相液晶显示	167
1.2 等离子显示的原理	150	2.8 薄膜晶体管液晶显示器	168
1.2.1 PDP的物理现象	150	2.9 工程分类	171
1.2.2 荧光粉发光过程	151	参考文献	174
1.3 等离子显示屏的结构	152	第3章 场致发光显示技术	175
1.3.1 DC-PDP的结构	152	3.1 概述	175
1.3.2 AC-PDP的结构	152	3.2 场致发光显示的工作原理	176
1.4 等离子显示屏的制造工艺	152	3.2.1 场致电子发射现象	176
1.4.1 前基板制造工艺	152	3.2.2 逸出功	176
1.4.2 后基板制造工艺	156	3.2.3 场致电子发射方程	176
1.4.3 总装工艺	158	3.2.4 场致发射性能评价指标	177
1.5 等离子显示的驱动技术	159	3.3 场致发光显示的类型与结构	177
1.5.1 PDP接口电路	160	3.3.1 FEA	178
1.5.2 脉冲产生电路	160	3.3.2 CNT	178
1.5.3 数据存储与控制逻辑电路	161	3.3.3 MIM和MISM	178
1.5.4 PDP高压驱动集成电路设计研究	162	3.3.4 SED	179
参考文献	162	3.3.5 BSD	179
第2章 液晶显示技术	164	3.3.6 DLC	179
2.1 液晶显示器的近期发展	164	3.4 场致发光显示屏的制造工艺	180
2.2 液晶显示器的优点	164	参考文献	181
2.3 液晶显示器的种类	164		

第3篇 环境光学和技术

第1章 环境光学基础 182

1.1 环境物理学 182

1.2 吸收光谱 182

1.2.1 紫外吸收光谱 182

1.2.2 红外吸收光谱 182

1.2.3 激光吸收光谱 183

1.3 发射光谱 184

1.3.1 荧光光谱 184

1.3.2 激光诱导击穿光谱 184

1.3.3 光的散射 185

1.4 大气辐射传输 187

1.4.1 大气的组成与结构 187

1.4.2 大气的吸收和散射 189

1.4.3 湍流对辐射传输的影响 190

1.4.4 相关辐射传输软件介绍 191

第2章 环境光学技术及应用 194

2.1 差分光学吸收光谱技术及应用 195

2.1.1 DOAS 测量原理 195

2.1.2 典型 DOAS 系统 196

2.1.3 DOAS 技术在环境监测中的应用 200

2.2 红外光谱技术及应用 202

2.2.1 傅里叶变换红外光谱仪基本原理 202

2.2.2 典型的 FTIR 光谱学检测技术 204

2.2.3 FTIR 在环境检测中的应用 204

2.2.4 非分散红外吸收光谱仪基本原理 206

2.2.5 NDIR 在环境检测中的应用 207

2.3 可调谐半导体激光吸收光谱技术及应用 208

2.3.1 TDLAS 基本原理 208

2.3.2 TDLAS 长光程技术 212

2.3.3 TDLAS 技术的应用 213

2.4 激光雷达技术及应用 216

2.4.1 米散射激光雷达原理 216

2.4.2 米散射激光雷达应用 216

2.4.3 拉曼激光雷达原理 219

2.4.4 拉曼激光雷达应用 219

2.4.5 荧光雷达系统应用 220

2.5 激光诱导击穿光谱技术及应用 221

2.5.1 仪器原理 221

2.5.2 LIBS 的应用 225

参考文献 227

第3章 海洋光学 229

3.1 海洋的光学性质 229

3.1.1 海洋中的辐射场 229

3.1.2 海洋光学中的基本辐射度量参数 229

3.1.3 海水的固有光学性质 229

3.1.4 海洋的表现光学性质 232

3.1.5 海洋固有光学性质和表现光学性质的关系 233

3.2 海洋中的辐射传递 234

3.2.1 海洋辐射传递的基本问题 234

3.2.2 光辐射与海表面的相互作用 234

3.2.3 海洋两流辐射传递理论 235

3.2.4 海洋辐射传递的辐亮度传递过程 237

3.2.5 海面向上辐射 238

3.3 水中能见度 239

3.3.1 引言 239

3.3.2 水中对比度传输 240

3.4 海水的光学传递函数 241

3.4.1 定义 241

3.4.2 现场测量 241

3.4.3 海洋水体的光学传递函数 OTF 与 PSF 的关系 241

3.4.4 水下图像系统 241

3.5 海洋光学仪器 243

3.5.1 海水透射率仪 243

3.5.2 海水光散射仪 244

3.5.3 海水光谱辐照度仪 245

3.5.4 海面高光谱辐射计 246

3.5.5 荧光仪 247

3.5.6 量子计 248

参考文献 249

第4篇 数码技术

第1章 数码技术基本原理 250

1.1 数码概述 250

1.1.1 什么是“数码技术” 250

1.1.2 多媒体信息与信息数码化 250

1.2 数码设备的一般工作原理 251

1.2.1 用作输入设备的数码产品 252

1.2.2 用作输出设备的数码产品 252

1.3 数据传输 253

1.3.1 并行传输	253	2.3.1 摄像系统	258
1.3.2 串行传输	253	2.3.2 镜头(物镜)	258
第2章 数码技术的应用实例	254	2.3.3 图像传感器	259
2.1 扫描仪的工作原理及结构特点	254	2.3.4 液晶显示屏	259
2.1.1 扫描仪的结构	254	2.3.5 电子取景器	259
2.1.2 扫描仪的工作原理	254	2.3.6 录像系统	259
2.1.3 扫描仪的几个指标	255	2.4 数码多功能机的特点、原理和结构	260
2.2 数码相机的工作原理及结构特点	256	2.4.1 数码多功能机的主要特点	260
2.2.1 数码相机的工作原理	256	2.4.2 数码多功能机的工作原理	260
2.2.2 数码相机的主要部件及有关光学 参数	256	2.4.3 数码多功能机的结构	261
2.3 数码摄像机的构成和工作原理	258	参考文献	261

第5篇 光学信息

第1章 光学信息基础	262	2.1 相干光处理	273
1.1 概述	262	2.1.1 相干光处理系统	273
1.1.1 光学信息处理简述	262	2.1.2 空间滤波器	275
1.1.2 若干常用函数	262	2.1.3 相干光学处理系统应用	276
1.1.3 卷积	263	2.2 非相干光处理	280
1.1.4 相关	264	2.2.1 相干光处理和非相干光处理的 比较	280
1.1.5 傅里叶变换及其相关性质和定理	264	2.2.2 非相干光空间滤波	281
1.2 光学信息处理有关的基本理论和基本 概念	266	2.2.3 功率谱相关器	281
1.2.1 线性系统	266	2.2.4 以几何成像为基础的非相干光 处理	281
1.2.2 空间频率、频谱(角谱)	266	2.2.5 基于投影原理的非相干光处理器	282
1.2.3 抽样定理	267	2.3 白光信息处理	282
1.2.4 光学成像系统的光瞳函数及其影响位 相因子	268	2.3.1 概况	282
1.2.5 光学成像系统的频率特性及其传递 函数	268	2.3.2 复空间滤波	283
1.2.6 相干光成像和非相干光成像的 比较	269	2.3.3 黑白图像的假彩色化	285
1.2.7 球面波照明时的傅里叶变换	270	2.4 光电混合处理	286
1.2.8 光波场的部分相干理论	270	2.4.1 概况	286
第2章 光学信息处理	273	2.4.2 实时空间光调制器	286
		2.4.3 光电混合处理系统	288
		参考文献	290

第6篇 视光技术

第1章 新型光学镜片	292	1.3.1 颜色视觉	297
1.1 光学树脂镜片	292	1.3.2 颜色对人的心理状态和工作效率的 影响	297
1.2 光学树脂防护镜片	294	1.3.3 几种红色镜片的光谱特性及用途	298
1.2.1 光对人眼的危害	294	1.4 激光护目镜	299
1.2.2 光辐射对人眼损伤的类型	295	1.4.1 激光护目镜的要求	299
1.2.3 几种光学树脂防护镜片	295	1.4.2 激光护目镜的现状	300
1.3 几种红色镜片	297		

1.4.3 结束语	301	2.2 隐形眼镜光学	310
1.5 CR39 镀膜镜片	302	2.2.1 隐形眼镜设计原理	310
1.5.1 镜片的清洗	302	2.2.2 隐形眼镜的加工工艺	314
1.5.2 镜片的化学镀膜	302	参考文献	317
1.5.3 镜片的真空镀膜	302	第3章 渐进加光镜片	318
1.6 光学树脂镜片的测试	303	3.1 渐进加光镜片概述	318
1.6.1 抗冲力、刚度、耐磨性的测试	303	3.1.1 渐进加光镜片特征分区	318
1.6.2 特征值、内应力和发黄度的测试	304	3.1.2 渐进加光镜片的标识	319
参考文献	305	3.1.3 渐进加光镜片的特点	319
第2章 视光技术应用	306	3.1.4 国内外研究现状和发展趋势	320
2.1 准分子激光在视光学中的应用	306	3.2 渐进加光镜片设计	320
2.1.1 ArF 准分子激光的特点	306	3.2.1 渐进加光镜片设计目标	320
2.1.2 应用准分子激光进行屈光矫正	306	3.2.2 渐进加光镜片设计分类	321
2.1.3 应用波前像差来分析眼球的像差	306	3.2.3 渐进加光镜片的数学模型与设计	
2.1.4 波(前)像差的测量	308	方法	323
2.1.5 应用准分子激光进行眼球像差的		参考文献	328
矫正	309		
第7篇 光学软件应用技术			
第1章 光学薄膜软件功能及应用	329	3.4 公差分析	357
1.1 Essential Macleod 软件	329	3.5 物理光学传播	361
1.1.1 主要功能及特点	329	3.5.1 近轴高斯光束的模拟	361
1.1.2 简单膜系的设计与分析	331	3.5.2 空间高斯光束的模拟	362
1.1.3 多层膜与膜堆的建立	334	3.5.3 物理光学传播	363
1.2 Tfcalc 软件	336	3.6 ZEMAX 软件的设计功能	370
1.2.1 使用介绍	337	3.6.1 优化功能	371
1.2.2 优化	338	3.6.2 设计技巧	372
第2章 光通信仿真软件功能及应用	340	3.6.3 优化实例	379
2.1 VPI 的发展史	340	3.7 ZEMAX 软件支持的光学面型	385
2.2 主要功能	340	3.7.1 标准面	386
2.3 应用实例	341	3.7.2 偶次方非球面	386
2.3.1 系统的全局设计	341	3.7.3 “奇次非球面”	387
2.3.2 光发送系统	341	3.7.4 环形表面(复曲面)	388
2.3.3 信号传输系统	342	3.7.5 衍射光栅表面	390
2.3.4 实验结果及性能分析	342	3.7.6 Zernike 位相表面	390
参考文献	344	3.7.7 二元光学面	392
第3章 ZEMAX 软件功能及应用	345	3.7.8 菲涅耳表面	395
3.1 成像质量的分析功能	346	3.7.9 全息面	396
3.1.1 调制传递函数	346	3.8 ZEMAX 软件支持的光学材料	397
3.1.2 点扩散函数	347	3.8.1 梯度折射率材料	397
3.1.3 像分析	349	3.8.2 双折射晶体材料	398
3.1.4 照度(光照度)	352	3.9 若干光学元件的设计实例	399
3.2 鬼像分析	355	3.9.1 平面反射镜成像	399
3.3 热分析	356	3.9.2 梯度折射率透镜	399
		3.9.3 透镜阵列	401