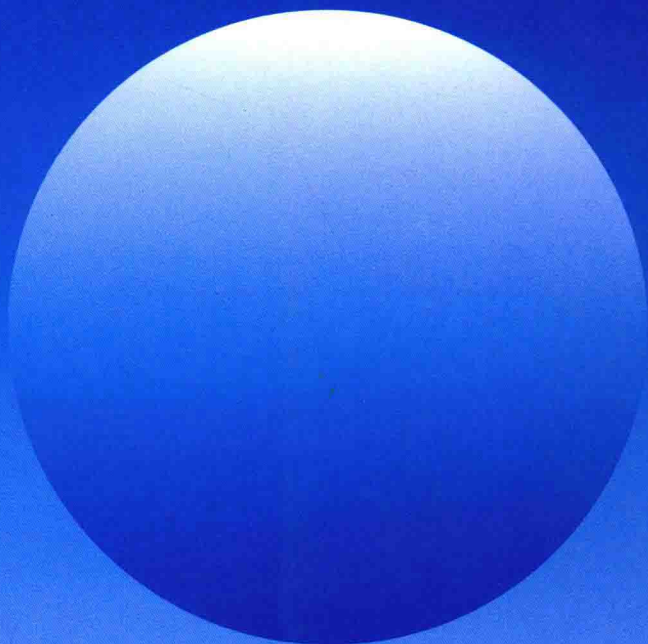


● 研 究 生 用 书 ●

MODERN PRACTICAL
OPTICAL SYSTEM

华中科技大学出版社



陈海清 编著

现代实用光学系统

现代实用光学系统

陈海清 编著

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代实用光学系统/陈海清 编 著
武汉:华中科技大学出版社, 2003年5月
ISBN 7-5609-2939-7

- I. 现…
II. 陈…
III. 光学系统-研究生-教材
IV. O43

现代实用光学系统

陈海清 编 著

责任编辑:陈晓娟

封面设计:刘 卉

责任校对:朱 霞

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87545012

录 排:华中科技大学出版社排版室

印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:850×1168 1/32 印张:12 插页:2

字数:280 000

版次:2003年5月第1版 印次:2003年5月第1次印刷

印数:1—2 000

ISBN 7-5609-2939-7/O · 279

定价:18.00 元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

Abstract

内 容 提 要

本书共分成三篇:第一篇是激光扫描光学系统,共三章,包括激光扫描技术基础以及高惯性激光扫描关键技术、高惯性激光扫描技术应用,并给出不同类型、不同技术参数的 $f \cdot \theta$ 物镜结构实例;第二篇是光盘存储光学系统,共四章,较系统地讲述了光盘存储基本技术、激光光盘光学系统,并对光学头中的主要部件给出了设计方法及实例,还介绍了光盘驱动器伺服系统;第三篇是红外光学系统,共四章,包括红外光学系统概述、红外光学系统、辅助光学系统及红外系统光学性能分析。三篇相对独立又相互联系,有利于学生了解现代实用光学系统的新动向,扩宽知识面。本书在写法上注意了实用性与开放性,在每篇的后面都列了有关的参考文献供查阅。

本书理论清晰、材料系统、理论联系实际,除作为高等院校相关专业研究生教材外,还可供从事光技术及光学系统研究与应用的工程技术人员阅读。

This book is clear in theory and systematic in information. It also does well in the combination of theory and practice. It can be used as the teaching material for graduated students of correlative majors and also be used for those who are engaged in optical technology and optical system's research and application.

This book is clear in theory and systematic in information. It also does well in the combination of theory and practice. It can be used as the teaching material for graduated students of correlative majors and also be used for those who are engaged in optical technology and optical system's research and application.

Abstract

There are three pieces in this book. The first piece is about laser beam scanning optical system. There are three chapters in this piece, including the base of laser beam scanning technology, the key technology of inertia laser beam scanning and the application of high inertia laser beam scanning. Some examples of different kinds and different technology parameters of $f \cdot \theta$ field lens are given, too. The second piece is about the Compact Disc memory optical system. There are four chapters in this part, which describes the basic technology of Compact Disc memory, the laser Compact Disc optical system, some design technique and examples of primary components, and Compact Disc driver servo system. The third piece is about infrared optical system which has four chapters, including the summary and text of inf-rared optical system and the assistant optical system and analysis of its capability. The three parts are independent but also related to each other. Students will benefit a lot from this book. They will get to know the updated modern practical optical system, which can enlarge their knowledge. The author of this book has paid attention to the practicability and the opening property. At the end of every piece, there are references for readers.

This book is clear in theory and systemic in information. It also does well in the combination of theory and practice. It can be used as the teaching material for graduated students of correlative majors and also be used for those who are engaged in optical technology and optical system's research and application.

写在“研究生用书”出版 10 周年

在今天,面对科技的迅速发展,知识经济已见端倪,国际竞争也日趋激烈,显然,国家之间的竞争是国家综合实力的竞争,国家综合实力的竞争关键是经济实力的竞争,而经济实力的竞争关键又在于科技(特别是高科技)的竞争,科技(特别是高科技)的竞争归根结底是人才(特别是高层次人才)的竞争,而人才(特别是高层次人才)的竞争基础又在于教育。“百年大计,教育为本;国家兴亡,人才为基。”十六个字、四句话,确是极其深刻的论断。目前,国际形势清楚表明:我们国家的强大与民族的繁荣,主要立足于自己,以“自力更生”为主;把希望寄托于他人,只是一种不切实际的幻想。这里,我们决不是要再搞“闭关锁国”,搞“自我封闭”,因为那是没有出路的;我们强调的是要“自信,自尊,自立,自强”,要以“自力更生”为主,走自己发展的道路。

显然,知识经济最关键的是人才,是高层次人才的培养,而作为高层次人才培养的研究生教育就在一个国家方方面面的工作中,占有十分重要的战略地位。可以说,没有研究生教育,就没有威伟雄壮的科技局面,就没有国家的强大实力,就没有国家在国际上的位置,就会挨打,就会受压,就会被淘汰,还说什么知识经济与国家强大?!

“工欲善其事,必先利其器。”教学用书是教学的重要

基本工具与条件。这是所有从事教育的专家所熟知的事实。所以,正如许多专家所知,也正是原来的《“研究生用书”总序》中所指出,研究生教材建设是保证与提高研究生教学质量的重要环节,是一项具有战略性的基本建设。没有研究生的质量,就没有研究生教育的一切。

我校从1978年招收研究生以来,即着力从事于研究生教材与教学用书的建设。积十多年建设与实践的经验,我校从1989年起,正式分批出版“研究生用书”。第一任研究生院院长陈王廷教授就为之写了《“研究生用书”总序》,表达了我校编写这套用书的指导思想与具体要求,“要力求‘研究生用书’具备科学性、系统性、先进性”。后三任研究生院院长,也就是各任校长黄树槐教授、我本人和周济教授完全赞同这一指导思想与具体要求,从多方面对这套用书加以关心与支持。

我是十分支持出版“研究生用书”的。早在1988年我在为列入这套书中的第一本,即《机械工程测试·信息·信号分析》写“代序”时就提出:一个研究生应该博览群书,博采百家,思路开阔,有所创见。但这不等于他在一切方面均能如此,有所不为才能有所为。如果一个研究生的主要兴趣与工作不在“这一特定方面”,他也可以选择一本有关的书作为了解与学习这方面专业知识的参考;如果一个研究生的主要兴趣在“这一特定方面”,他更应选择一本有关的书作为主要学习用书,寻觅主要学习线索,并缘此展开,博览群书。这就是我赞成为研究生编写系列教学用书的原因。

目前,这套书自第一本于1990年问世以来,已经度

过了10个春秋,出版了8批共49种,初步形成规模,逐渐为更多读者所认可。在已出版的书中,有15种分获国家级、部省级图书奖,有16种一再重印,久销不衰。采用此套书的一些兄弟院校教师纷纷来信,赞誉此书为研究生培养与学科建设做出了贡献,解决了他们的“燃眉之急”。我们感谢这些赞誉与鼓励,并将这些作为对我们的鞭策与鼓励,“衷心藏之,何日忘之?!”

现在,正是江南春天,“最是一年春好处”。华工园内,红梅怒放,迎春盛开,柳枝油绿,梧叶含苞,松柏青翠,樟桂换新,如同我们的国家正在迅猛发展、欣欣向荣一样,一派盎然生机。尽管春天还有乍寒的时候,我们国家在前进中还有种种困难与险阻,来自国内与来自国外的阻挠与干扰,有的还很严峻;但是,潮流是不可阻挡的,春意会越来越浓,国家发展会越来越好。我们教师所编的、所著的、所编著的这套教学用书,也会在解决前进中的种种问题过程中继续发展。然而,我们十分明白,这套书尽管饱含了我们教师的辛勤的长期的教学与科研工作的劳动结晶,作为教学用书百花园中的一丛鲜花正在怒放,然而总会有这种或那种的不妥、错误与不足,我衷心希望在这美好的春日,广大的专家与读者,不吝拨冗相助,对这套教学用书提出批评建议,予以指教启迪,为这丛鲜花除害灭病,抗风防寒,以进一步提高质量,提高水平,更上一层楼,我们不胜感激。我们深知,“一个篱笆三个桩”,没有专家的指导与支持,没有读者的关心与帮助,也就没有这套教学用书的今天。我衷心祝愿在我们学校第三次大发展的今天,在百年之交与千年之交的时候,这套教学用书会

以更雄健的步伐,走向更美好的未来。

诗云:“嘤其鸣矣,求其友声。”这是我们的心声。

中国科学院院士

华中理工大学学术委员会主任

杨叔子

于华工园内

1999年5月15日

前 言

激光技术、光信息技术及近代光学技术的发展,大大促进了光学系统的不断推陈出新,新的成像方法、原理与系统的不断涌现,开辟了一个崭新的领域。随着大量现代光学系统的出现,新型实用的光学系统在科学研究与工业生产中得到越来越广泛的应用。为了适应现代光学系统的发展,作者特编写了《现代实用光学系统》这本教材。在编写过程中,作者力求将系统基本原理与成像系统分析、设计,与器件设计相结合,基础理论与实践认识相结合。

本教材共分为三篇,分别介绍激光扫描光学系统,光盘存储光学系统及红外光学系统。本书除了介绍上述各类光学系统的基础理论、原理与系统器件设计方法外,还从实践角度出发,努力把作者在科学研究中的心得体会,以及研究设计出来的有实用价值的系统及镜头总结到相关章节中,因此具有一定的实用价值与参考意义。

在此,我十分感谢我的研究生陈波、杨振刚、陈卓、王东、宋洪波以及郑光辉,他们为该教材用 Auto CAD 做了插图,并进行了文稿校对。在出版过程中,华中科技大学出版社给予了大力支持,在此表示深深的谢意。

本教材包括的范围较广,涉及的专业内容较新,由于本人的理论基础有限,实践经验不足,同时也缺乏编写教材的经验,书中错误与不足之处在所难免,衷心地希望读者批评指正,本人不胜感谢!

作者

2003 年 3 月 15 日

1.1 激光扫描光学系统

第一篇 激光扫描光学系统

第一章 激光扫描技术基础	(3)
§1 激光扫描分辨原理	(3)
§2 激光扫描方法与特性	(11)
§3 空间光调制器	(22)
第二章 高惯性激光扫描关键技术	(33)
§1 转镜扫描器	(33)
§2 转镜扫描技术	(45)
§3 转镜及驱动装置	(53)
§4 物镜前扫描用 $f \cdot \theta$ 物镜及抛物面反射镜	(62)
§5 抛物面反射镜校正扫描失真原理	(75)
§6 $f \cdot \theta$ 物镜结构实例	(80)
第三章 高惯性激光扫描技术应用	(97)
§1 激光扫描测径仪	(97)
§2 激光打印机	(101)
§3 图像的激光扫描显示	(104)
§4 数据扫描存储	(108)
参考文献	(109)

第二篇 光盘存储光学系统

第四章 光盘存储基本技术.....(113)

§ 1	光存储技术发展概况	(113)
§ 2	光盘存储系统及光盘类型	(118)
§ 3	光盘存储系统的主要技术指标	(127)
§ 4	光盘信息存取方式及数据格式	(131)
第五章	激光光盘光学系统	(143)
§ 1	光学头光学系统分类	(143)
§ 2	CD 型只读式光盘读/写原理	(144)
§ 3	一次写多次读型光盘读/写原理	(157)
§ 4	磁光型光盘读/写/擦原理	(162)
§ 5	相变型光盘读/写/擦原理	(170)
第六章	光学头中主要部件及其设计	(177)
§ 1	光源及其读/写功率	(177)
§ 2	光束隔离器	(184)
§ 3	准直物镜及其调整方法	(185)
§ 4	整形光学系统	(194)
§ 5	会聚物镜	(200)
§ 6	典型元器件	(202)
第七章	光盘驱动器伺服系统	(220)
§ 1	伺服系统功能与构成	(220)
§ 2	伺服光学系统	(237)
参考文献		(253)

第三篇 红外光学系统

第八章	红外光学系统概述	(257)
§ 1	红外系统的组成	(257)
§ 2	红外光学系统的作用	(259)
§ 3	红外光学系统的特点与主要参数	(261)
第九章	红外光学系统	(267)

§ 1	折射式物镜	(267)
§ 2	反射式物镜	(277)
§ 3	折反射式系统	(292)
第十章	辅助光学系统	(297)
§ 1	辅助光学系统	(297)
§ 2	前置望远系统和中继透镜组	(319)
§ 3	光机扫描	(321)
第十一章	红外系统光学性能分析	(339)
§ 1	概述	(339)
§ 2	主动红外成像系统	(340)
§ 3	红外热像仪	(357)
参考文献		(364)

激光扫描光学系统

第一章 激光扫描技术基础

激光提供一个相干辐射, 获得了鲜明色彩和高亮度。这两种因素对其可能的高分辨率提供了高的信噪比。激光优良的单色性使相干波前的聚焦成为几乎理想的衍射受限的光点。

第一篇

激光扫描是激光技术的一个重要应用领域, 已应用于诸如激光打印机、条形码扫描、图形传真、报警扫描、三眼尺寸测量及激光光点测量等方面。为此, 本书首先从激光扫描技术基础入手, 展开讨论。

激光扫描光学系统

§1 激光扫描分辨原理

一、扫描分辨率概念

一般通常认为光具有四性, 单色性, 相干性, 方向性和高亮度。实际上, 这四性本质上可归结为一性, 即激光具有很高的光子简并度。激光是相干辐射, 由于其突出的单色性和高亮度, 对其可能的高分辨率提供了高的信噪比。扫描分辨率是个重要的基本参量, 决定了每次扫描记录的信息量。显然, 获得高信噪比的前提, 需要有足够功率的高质量激光源做保证。

为了使设计出来的扫描系统的性能能与单色性很好的激光辐射匹配, 首先需要研究扫描系统的衍射受限特性, 然后才可去评价真实系统对理想状态的偏离。

在衍射受限的系统中, 光点尺寸由受限孔径辐射发散角半角所确定, 表示式如下:

$$\theta = \frac{\lambda}{D} \quad (1.1)$$

第一章

緒論

第一章 激光扫描技术基础

激光提供一个相干辐射,表现了鲜明色彩和高亮度,这两种因素对其可能的高分辨率提供了高的信噪比。激光优良的单色性使相干波前的聚焦成为几乎理想的衍射受限的光点。

激光扫描是激光技术一个非常重要的应用领域,已应用于诸如激光打印机、条形码扫描、图形传真、报警扫描、三维尺寸测量及激光光盘刻录等方面。为此,本书首先从激光扫描技术基础入手,展开讨论。

§ 1 激光扫描分辨原理

一、扫描分辨率概念

一般通称激光具有四性:单色性、相干性、方向性和高亮度。实际上,这四性本质上可归结为一性,即激光具有很高的光子简并度。激光束相干辐射,由于其突出的单色性和高亮度,对其可能的高分辨率提供了高的信噪比。扫描分辨率是个重要的基本参量,决定了每次扫描记录的信息量。显然,获得高信噪比的前提,需要有足够功率的高质量激光器做保证。

为了使设计出来的扫描系统的性能能与单色性很好的激光辐射匹配,首先需要研究扫描系统的衍射受限特性,然后才可去评价真实系统对理想状态的偏离。

在衍射受限的系统中,光点尺寸由受限孔径辐射发散角半径所确定,表示式如下:

$$\theta_d = \frac{a\lambda}{D} \quad (1.1)$$

其中 θ_d 为发散角半径, a 是衍射形状因子 ($1 \leq a < 3$), λ 是辐射波长, D 是扫描方向受限孔径的直径。如果总的扫描角为 θ , 那么, 在 θ 角范围内衍射受限的总的扫描可分辨的光点数

$$N = \frac{\theta}{\theta_d} = \frac{D\theta}{a\lambda} \tag{1.2}$$

高分辨率的获得总是希望增大 D 和 θ , 但是同时增大 D 和 θ 是相互矛盾的。 θ 增加必然导致扫描速度的增加, 孔径尺寸 D 必须要相应减小, 以保证扫描器的功率消耗不至增加。

当 $a=1, \lambda=0.6328 \mu\text{m}$ 时, 可分辨的光点数与受限孔径尺寸 D 的关系如图 1.1 所示。

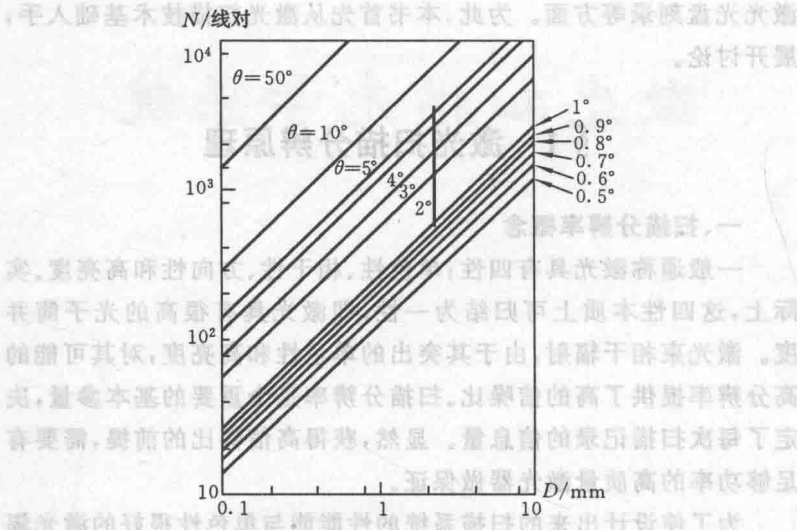


图 1.1

对于一个具体的激光扫描系统, 若高斯激光束被扩束, 扫描物镜被均匀照明, 则得到经典的 Airy 衍射图样, 第一个暗环直径由下式给出:

$$d = 2.44\lambda f' / D = 2.44\lambda \cdot FNO \tag{1.3}$$