全国普通高校光电信息科学与工程专业规划教材

PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF WAVE OPTICS

光波学原理与技术应用

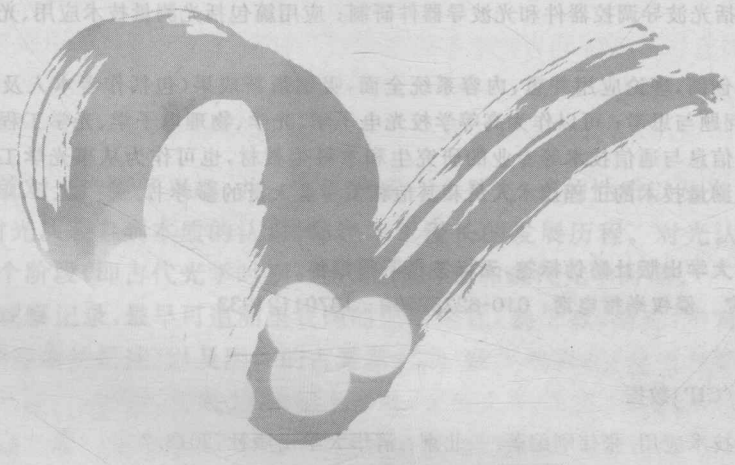
张伟刚◎编著
Zhang Weigang

清華大學出版社

N252
J0132

阅 览

全国普通高校光电信息科学与工程专业规划教材



PRINCIPLES AND APPLICATIONS OF WAVE OPTICS

光波学原理与技术应用

张伟刚◎编著
Zhang Weigang

北京大学图书馆藏书

清華大學出版社
北京

内容简介

本书以经典电磁场理论和近代光学为基础，系统论述了光波的基本原理、光波传输规律与特性、光器件设计与研制、光波技术主要应用等。全书共分五篇，即基础篇、运动篇、动力篇、器件篇和应用篇。基础篇包括光波学基础概论、光波分析方法和光传输介质波导；运动篇包括光波运动学方程、各向同性介质光传输、各向异性介质光传输和周期性介质光传输；动力篇包括光波动力学方程、光波与外场作用、光波之间互作用；器件篇包括光波导调控器件和光波导器件研制；应用篇包括光测量技术应用、光通信技术应用和光传感技术应用。

本书结构体系创新，理论应用并重，内容系统全面，吸纳最新成果（包括作者本人及合作者的科研成果），各章附小结、问题与思考；可以作为高等学校光电子学、光学、物理电子学、光学工程、光电子技术、激光技术、光学仪器、信息与通信技术等专业的研究生和本科生教材，也可作为从事光学工程、光电子技术、光通信、光传感、光测量技术的工程技术人员和其他相关专业人员的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。
版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989　13701121933

图书在版编目（CIP）数据

光波学原理与技术应用/张伟刚编著. —北京：清华大学出版社，2013.7
全国普通高校光电信息科学与工程专业规划教材
ISBN 978-7-302-31704-3

Ⅰ. ①光…　Ⅱ. ①张…　Ⅲ. ①光波导－高等学校－教材　Ⅳ. ①TN252

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 045903 号

责任编辑：盛东亮
封面设计：李召霞
责任校对：焦丽丽
责任印制：宋　林

出版发行：清华大学出版社
网　　址：http://www.tup.com.cn，http://www.wqbook.com
地　　址：北京清华大学学研大厦 A 座　　**邮　　编**：100084
社 总 机：010-62770175　　**邮　　购**：010-62786544
投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn
质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn
课 件 下 载：http://www.tup.com.cn，010-62795954
印 装 者：北京密云胶印厂
经　　销：全国新华书店
开　　本：185mm×260mm　　**印　张**：27　　**字　　数**：644 千字
版　　次：2013 年 7 月第 1 版　　**印　　次**：2013 年 7 月第 1 次印刷
印　　数：1～2000
定　　价：49.00 元

产品编号：042952-01

前言
Foreword

人类很早就对光产生了兴趣，并一直在探索什么是光、光的性质以及光如何运动等基本问题。然而，对光从表象到本质的认识，却经历了漫长的发展历程。对光认识的发展历程，可大致分为三个阶段，即古代光学时期、近代光学时期和现代光学时期。

有关光的观察记录，最早可追溯至我国的先秦时代（墨子在《墨经》中对光线及平面镜、凹面镜、凸面镜成像的描述）以及国外的古希腊时期（欧几里得在《反射光学》中对光学现象和成像方面的描述）。然而，直到17世纪上半叶，光的几何性质才被揭示出来，这一漫长的过程为古代光学时期。此后至20世纪60年代之前，则为近代光学时期；其中，17世纪下半叶牛顿和惠更斯等人的卓越工作，使得光的研究真正走上了正轨。在整个18世纪中，以牛顿为代表的光微粒说占据主导地位。在19世纪，一系列光的干涉实验，使以惠更斯为代表的光波动说得到大力支持，并逐步占据上风。1960年，第一台红宝石激光器的问世，标志着现代光学时期的到来。现代光学具有三个显著特征，即激光理论及其技术，现代光学信息处理，光电子技术及应用。19世纪60年代，麦克斯韦创立的电磁场理论，证明了光的电磁本性。20世纪初，由黑体辐射引发的光的本性争论，导致普朗克光量子概念的提出以及爱因斯坦狭义相对论的建立，并促使人们认识到光的波粒二象性；20世纪中叶，数字技术、通讯理论与光学结合，形成了傅里叶光学，为光学信息处理奠定了基础；20世纪后期，电子计算机和纤维光学的迅猛发展，使得光通信成为新一代通信系统的代表。目前，现代光学发展迅速，并已渗透到各个学科领域和各种技术之中，并形成了诸多交叉学科，如激光物理、激光化学、激光生物学、激光医学、激光光谱学、激光全息术、激光等离子体、激光核聚变、光计算、光通信、光传感、激光加工等。由此可见，现代光学正在发生深刻变化，其深度和广度尚未可预知，但其带给社会的变革以及对科技进步的推动将无疑是巨大的。

光波作为一种特有形式的电磁波动，具有其自身的运动学和动力学规律。光波在各种介质中的传输过程，其实质是光波与物质的相互作用过程。光波规律主宰着光波在介质中的传输、耦合、变换以及与其他形式波场的作用与运动。了解光波性质并掌握光波规律，目的在于对其有效调控和利用，从而创造出丰富多彩的光波世界。纵观光波研究历史，可从两个方面进行考查。一方面，研究光波的基本性质和规律，这属于光学的基础科学；另一方面，开发光波技术和应用领域，这又属于光学工程的应用科学。因此，在编著有关光波学方面的专著或者教材时，需兼顾理论研究和技术应用两方面的成果。基于这种考虑，编写一本结构体系创新、内容系统全面、理论应用并重、吸纳最新成果的光波学专著性教材，一直是作者多年的心愿。为此，作者在科研和教学之余，不断积累、整理和凝练，根据光波学发展规律

和技术应用需求，以基本原理和应用技术作为主线，将光波学包含的基础知识、基本原理、运动学规律、动力学方程、光波导设计与制作、光波技术及应用等进行有机整合，希望构建一个较为完备的新体系，即“光波学”。为使“光波学”新体系具体化，作者编写了“光波学原理与技术应用”这本书。本书由 5 篇 15 章组成，具有模块化、多层次的特点；全书各篇相对独立，内容相辅相成，形成互相联系、互为支撑的有机逻辑关系，其结构体系和篇章关联如图 1 和图 2 所示。

本书的编写，是作者将科研与教学有机融合进行专著性教材编写的一次有益尝试，其目的在于将科研方法和创新思维引入本书，并实施于研究性教学之中。通过构建模块化、多层次的知识结构和体系，努力反映最新光波科研成果，激发读者对光波的科研兴趣，提高对光波问题的探究意识，促进光波科学研究和技术创新的实现。

图 1　结构体系图

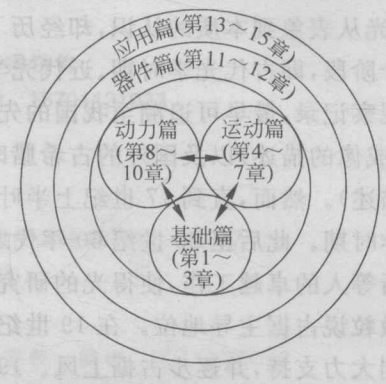


图 2　篇章关联图

本书对光波的基本原理和应用技术进行较为全面的介绍和阐述，同时反映光波原理与技术应用的最新研究成果。全书共分 5 篇，即基础篇、运动篇、动力篇、器件篇和应用篇，包括 15 章内容；以经典电磁场理论和近代光学为基础，系统论述了光波的基本原理、光波传输规律与特性、光器件设计与研制、光波技术主要应用等。各篇主要内容如下：

(1) 基础篇：本篇由第 1 章至第 3 章构成。第 1 章光波学基础概论，概要介绍光波特征参量(包括频率、波长、振幅、相位和偏振)、表征方法(包括三角函数法、复数表征法和矢量图形法)、基本形态(包括光线、光束、高斯光束、平面波、球面波、柱面波和抛物面波)和重要性质(包括独立传输性质、反射与折射性质、吸收性质、色散性质、干涉性质、衍射性质和偏振性质)；第 2 章光波分析方法，阐述光波导基本问题，介绍光波分析基本方法(包括光线分析法、波动光学法和本地平面波法)、数值方法(包括光束传输法、传输矩阵法、有限元分析法和有限差分法)以及等效方法(包括等效折射率法和等效电路法)；第 3 章光传输介质波导，简介光传输介质、介质光波导概念、分类方式、典型结构以及重要应用。

(2) 运动篇：本篇由第 4 章至第 7 章构成。本篇针对光波在无“外场”和无“损耗”的情况下，论述其在介质中的传输特点及其规律。第 4 章光波运动学方程，依据麦克斯韦方程，推导光波场方程(包括基本场方程、矢量场方程和标量场方程)、波导场方程(包括场方程组、模式与特点、场解分析等)、光波耦合方程和典型运动学方程；第 5 章各向同性介质光传输，阐述各向同性介质高斯光束、类透镜介质高斯光束、激光脉冲传输与色散；第 6 章各向异性介质光传输论述各向异性介质表征与分类、各向异性介质光传输分析、各向异性介质旋光特

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

性；第 7 章周期性介质光传输阐述周期性介质表征与分类、周期性介质简正模理论和周期性介质耦合模理论。

(3) 动力篇：本篇由第 8 章至第 10 章构成。本篇针对光波在有“外场”和有“损耗”的情况下，研究其在介质中的传输特点及其规律，并对光控进行阐述。第 8 章光波动力学方程，在推导光波动力学一般方程的基础上，给出电光调制、声光调制和磁光调制动力学方程表达式，并分析其调制特性；第 9 章光波与外场作用，主要介绍光波调制及评价、光波与电场作用、光波与声场作用、光波与磁场作用的原理与方法；第 10 章光波之间互作用，概述非线性光学，介绍非线性光学耦合理论，阐述二阶非线性效应(包括三波混频、二次谐波和光参量变换等)、三阶非线性光学效应(包括三阶非线性效应、四波混频和相位共轭光波等)。

(4) 器件篇：本篇由第 11 章和第 12 章构成。第 11 章光波导调控器件，分析并阐述典型光波导调控器件的基本结构、调控原理和特点，即电光控器件(包括调相、调幅或调强、偏转、耦合和双稳态等类型的器件)、磁光控器件(包括调制、隔离、环行、模式转换、读写等类型的器件)、声光控器件(包括弹光调制、声光调制、声光偏转等类型的器件)、热光控器件(包括热光调制、热光开关等类型的器件)和集成光控器件(包括器件的发展、特点、类型及制作等)；第 12 章光波导器件研制，简介光波导材料、制作及加工，阐述光波导器件设计的基本方法和重要研制技术。

(5) 应用篇：本篇由第 13 章至第 15 章构成。第 13 章光测量技术应用，简介光测量(包括基础知识、方法技术、常用仪器和重要应用)，阐述光测量误差(包括误差概念、误差源、误差分类和误差分析)，介绍光测量技术(包括光干涉测量、衍射测量、光全息与散斑测量技术)；第 14 章光通信技术应用，介绍光通信(包括发展简史、系统结构、典型技术和重要应用)，论述光通信器件(包括有源、无源和集成等类型的器件)，简介光通信应用(包括多信道复用技术、全光纤通信系统和光纤通信网等)；第 15 章光传感技术应用，简介光传感(包括发展简史、基本结构、工作原理和典型技术)，论述光传感技术(包括光波导传感、光栅传感和纤栅传感等技术)，介绍光传感应用(包括在工业、农业、医疗、环保、管理和军事等领域的重要应用)。

本书是作者在从事光波学、光纤光学科研与教学工作的基础上经数年积累撰写而成，并得到国家自然科学基金(11274181、10974100、10674075、60577018)、国家 863 计划课题(2002AA313110)、教育部高等学校博士点基金(20120031110033)以及天津市应用基础及前沿技术研究计划重点项目(10JCZDJC24300)的资助。全书结构体系创新，篇章相对独立，理论应用并重，研学结合实用。同时，注意吸纳国内外最新研究成果(也包括作者本人及合作者取得的最新科研成果)，可以满足高等学校光电子、激光、光学工程、光学仪器、物理学、光学、信息与通信技术等专业的高年级本科生和研究生的教学需要，也可供从事光学、光学工程、光通信和光传感技术的工程技术人员和其他相关人员参考。

本书在撰写过程中，作者除引用自己的研究成果之外，也部分地参考了国内外的相关研究成果，并将其列入“主要参考文献”之中，在此一并表示崇高的敬意。书稿整理得到了严铁毅副教授的全力协助，北京大学张严昕在资料收集、图形绘制等方面提供了大力支持；作者的研究生在本书编著过程中给予了多方面的支持，涂勤昌、姜萌、严肃源、耿鹏程、张珊珊、魏石磊、殷丽梅、薛晓琳等在研究实例、思考习题方面提供了诸多帮助，王丽、李杰良、梁鹄、崔志权、刘芳、高社成、白志勇等在书稿校对方面提供了帮助，参加课程学习的学生也提供了有

益的建议，在此一并表示感谢。本书出版得到了清华大学出版社盛东亮编辑的热情支持，清华大学窦曰轩先生对本书进行了审读，在此表示衷心感谢。

限于作者水平，书中不足之处敬请批评指正。

张书刚

2013 年 1 月于南开园

教学建议
Instructor's Manual

教学内容	学习要点及教学要求	课时安排	
		全部讲授	部分选讲
课程导论	1. 了解本课程的结构体系(三角层次结构)、知识模块(篇章关联图)和教材特色(四大特点); 2. 了解本课程的讲授内容,共分5篇15章;基础篇(第1～3章)、运动篇(第4～7章)、动力篇(第8～10章)、器件篇(第11～12章)和应用篇(第13～15章); 3. 了解本课程的重点、难点以及考核要求,包括: (1) 了解光波学与技术的发展历程; (2) 掌握光波基本原理和传输规律; (3) 了解光波特性并掌握基本分析方法; (4) 掌握光器件基本设计方法和光控手段; (5) 了解光波的调控技术及主要应用。	1	1
第1章光波基础概论	1. 掌握光波五大特征参量(频率、波长、振幅、相位和偏振)的概念及其含义; 2. 掌握光波基本表征方法,包括三角函数法、复数表征法和矢量图形法; 3. 了解光波的基本形态,包括光线、光束、高斯光束、平面波、球面波、柱面波和抛物面波; 4. 掌握光波的重要性质,包括独立传输性质、反射与折射性质、吸收性质、色散性质、干涉性质、衍射性质和偏振性质。	3	3
第2章光波分析方法	1. 了解光波导基本问题,包括光波运动学问题,光波动力学问题,光波导设计问题,光波导研制问题以及光波导应用问题; 2. 掌握光波分析基本方法,包括光线分析法、波动光学法和本地平面波法; 3. 了解光波分析数值方法,包括光束传输法、传输矩阵法、有限元分析法和有限差分法; 4. 了解光波分析等效方法,包括等效折射率法和等效电路法。	3～4	3
第3章光传输介质波导	1. 掌握光传输介质、介质波导和光波导的概念及其含义; 2. 了解光波导的分类方式,包括按结构、对称性、折射率分布、传输模式、制作材料、波导功能等方面的分类; 3. 掌握光波导典型结构,包括平板型、圆柱型、微结构、弯曲型光波导等; 4. 了解典型光波导的重要应用。	2	2

续表

第 4 章光波运动学方程	1. 了解在无“外场”和无“损耗”的情况下，光波在介质中的传输特点及其规律； 2. 掌握波导场方程的推导过程，掌握求解波导场方程的矢量法和标量法分析思路； 3. 掌握模式的概念、含义及其特点， 4. 掌握光波耦合方程的形式和意义； 5. 了解典型光波运动学方程，包括光波无损及有损运动学方程。	2～3	2
第 5 章各向同性介质光传输	1. 了解各向同性介质高斯光束的传输性质； 2. 掌握基模高斯光束的主要特征； 3. 掌握类透镜介质高斯光束的变换定律； 4. 了解一维脉冲标量光波的介质传输特性； 5. 了解类透镜介质的群速度模色散和群色散。	4～5	4
第 6 章各向异性介质光传输	1. 掌握各向异性介质的表征与分类方式； 2. 了解晶体光学基本方程推导过程； 3. 掌握平面波在晶体中的传输特性； 4. 了解光波在介质中的损耗影响； 5. 了解各向异性介质的旋光特性。	6～7	6
第 7 章周期性介质光传输	1. 掌握周期性介质的表征与分类方式； 2. 掌握简正模与布洛赫波的概念及其含义； 3. 掌握一维周期性介质光传输的简正模理论； 4. 了解周期性层状介质光传输的简正模理论； 5. 掌握周期性介质耦合模理论及其分析思路。	6～7	6
第 8 章光波动力学方程	1. 了解在有“外场”和有“损耗”的情况下，光波在介质中的传输特点及其光控规律； 2. 掌握光波动力学一般方程的推导方法、各项含义、一般形式和复数形式； 3. 了解外场作用微扰量的表征形式，掌握电光调制、声光调制和磁光调制动力学方程； 4. 掌握电光调制、声光调制和磁光调制特点，以及使用相应动力学方程的分析方法。	5～6	5
第 9 章光波与外场作用	1. 掌握光波调制的基本概念、调制类型和光谱分析方法，了解光波调制的评价指标； 2. 掌握光波与电场作用的原理及分析方法； 3. 掌握光波与声场作用的原理及分析方法； 4. 掌握光波与磁场作用的原理及分析方法。	6～7	6
第 10 章光波之间互作用	1. 了解非线性光学效应，掌握其基本概念和非线性光学效率； 2. 了解非线性光学耦合理论，掌握非线性光学耦合方程及非线性作用能量守恒关系式； 3. 掌握三波混频、光参量变换的基本概念、物理意义及表征方式； 4. 掌握四波混频、相位共轭光波的基本概念、物理意义，了解其产生机理和主要类型。	6～7	6

续表

第 11 章光波导调控器件	1. 掌握电光控器件的基本结构、工作原理和主要特点，包括电光调相、调幅或调强、偏转、耦合和双稳态等器件； 2. 掌握磁光控器件的基本结构、工作原理和主要特点，包括磁光调制、隔离、环行、模式转换、读写等器件； 3. 掌握声光控器件的基本结构、工作原理和主要特点，包括弹光调制、声光调制、声光偏转等器件； 4. 了解热光控器件的基本结构、工作原理和主要特点，包括热光调制、热光开关等器件； 5. 了解集成光控器件的发展历程、分类方式、主要特点、制作流程。	5	5
第 12 章光波导器件研制	1. 了解光波导材料的选择要求、光路设计、制作工艺和主要加工方法； 2. 掌握光波导器件设计的基本方法，包括材料改性法、结构改造法、介质填充法等； 3. 了解光波导器件制作流程、典型光波导器件研制方法和技术，包括典型光波导制作、光纤拉制流程以及功能器件的研制。	2	2
第 13 章光测量技术应用	1. 掌握光测量的基本概念、测量结构和技术特点，了解光测量的基本方法和典型技术； 2. 了解光测量常用光源和光电探测仪器，了解其特性参数和重要应用； 3. 掌握光测量误差的基本概念、误差源、误差分类和误差分析方法； 4. 掌握光干涉测量、光衍射测量、光全息与散斑测量的基本原理，了解这些测量技术的特点和主要应用。	4	4
第 14 章光通信技术应用	1. 了解光通信发展简史、系统结构、技术类型和重要应用； 2. 掌握光通信有源器件和无源器件的基本概念、基本结构、工作原理、主要类型和重要特点；了解光通信集成器件在光通信系统中的重要性； 3. 了解多信道复用技术的类型和特点，包括 TDM、CDM、SCM、WDM、FDM 和 SDM； 4. 掌握全光纤波分复用通信系统的结构和工作原理，了解光纤通信网的分类、结构和发展要求。	4	4
第 15 章光传感技术应用	1. 了解光传感发展简史、系统结构，掌握建模方法、传感原理和技术类型； 2. 掌握光波导传感原理和主要类型，了解典型光波导传感器及技术特点； 3. 掌握光栅传感原理、基本结构和分类方式，了解典型光栅传感器及技术特点； 4. 掌握纤栅传感概念、基本原理、典型结构，了解典型纤栅传感器及技术特点； 5. 了解光传感技术的典型应用，包括在工业、农业、医疗、环保、管理和军事等领域的重要应用。	5	5
	教学总学时建议	64～72	64

说明：

(1) 本教材为光电子学、光学、光学工程、激光技术、光学仪器、信息与通信技术等专业课程教材，总学时数为 64～72 学时。不同专业根据不同的教学要求，可酌情对教材内容进行适当取舍。

(2) 本教材理论授课学时数中包含习题课、课堂讨论等必要的课内教学环节。

(3) 根据不同专业不同教学要求，可适当设置实验教学课时与内容，例如参照第 11 章～第 15 章内容具体安排相关实验。

目录
Contents

前言 …… I
教学建议 …… V

基 础 篇

第 1 章 光波学基础概论 …… 3
1.1 光波特征参量 …… 3
1.1.1 光波频率 …… 4
1.1.2 光波波长 …… 4
1.1.3 光波振幅 …… 4
1.1.4 光波相位 …… 5
1.1.5 光波偏振 …… 6
1.2 光波表征方法 …… 7
1.2.1 三角函数法 …… 7
1.2.2 复数表征法 …… 8
1.2.3 矢量图形法 …… 9
1.3 光波基本形态 …… 9
1.3.1 光线 …… 10
1.3.2 光束 …… 10
1.3.3 高斯光束 …… 10
1.3.4 平面波 …… 11
1.3.5 球面波 …… 12
1.3.6 柱面波 …… 13
1.3.7 抛物面波 …… 14
1.4 光波重要性质 …… 14
1.4.1 独立传输性质 …… 14
1.4.2 反射折射性质 …… 15
1.4.3 吸收性质 …… 16
1.4.4 色散性质 …… 16

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

1.4.5 干涉性质 …… 17
1.4.6 衍射性质 …… 18
1.4.7 偏振性质 …… 19
本章小结 …… 23
问题与思考 …… 23

第 2 章 光波分析方法 …… 24

2.1 光波导问题 …… 24
2.1.1 传输特点 …… 24
2.1.2 基本问题 …… 24
2.2 基本方法 …… 25
2.2.1 光线分析法 …… 25
2.2.2 波动光学法 …… 28
2.2.3 本地平面波法 …… 29
2.3 数值方法 …… 30
2.3.1 光束传输法 …… 30
2.3.2 传输矩阵法 …… 32
2.3.3 有限元法 …… 33
2.3.4 有限差分法 …… 36
2.4 等效方法 …… 39
2.4.1 有效折射率法 …… 39
2.4.2 等效电路法 …… 41
本章小结 …… 44
问题与思考 …… 45

第 3 章 光传输介质波导 …… 46

3.1 光传输介质 …… 46
3.1.1 基本概念 …… 46
3.1.2 介质极化 …… 46
3.1.3 介质分类 …… 46
3.2 介质光波导 …… 47
3.2.1 介质波导概述 …… 47
3.2.2 光波导简介 …… 48
3.2.3 光波导分类 …… 48
3.2.4 光波导应用 …… 51
3.3 典型光波导 …… 51
3.3.1 基本结构 …… 51
3.3.2 平板光波导 …… 51
3.3.3 圆柱光波导 …… 53

3.3.4 微结构光波导 …… 55
3.3.5 弯曲光波导 …… 55
3.3.6 特种光波导 …… 56
本章小结 …… 58
问题与思考 …… 58

运 动 篇

第4章 光波运动学方程 …… 63

4.1 光波场方程 …… 63
4.1.1 基本场方程 …… 63
4.1.2 矢量场方程 …… 64
4.1.3 标量场方程 …… 66
4.2 波导场方程 …… 66
4.2.1 本征方程 …… 66
4.2.2 模式及特点 …… 67
4.2.3 光波导场解 …… 68
4.3 光波运动学方程 …… 70
4.3.1 光波耦合方程 …… 70
4.3.2 典型运动学方程 …… 71
本章小结 …… 72
问题与思考 …… 73

第5章 各向同性介质光传输 …… 75

5.1 各向同性介质高斯光束 …… 75
5.1.1 类透镜介质光束传输 …… 75
5.1.2 介质中高斯光束传输 …… 76
5.1.3 基模高斯光束主要特征 …… 78
5.1.4 介质中高斯光束高阶模 …… 80
5.2 类透镜介质高斯光束 …… 81
5.2.1 类透镜高斯光束传输分析 …… 81
5.2.2 类透镜高斯光束变换定律 …… 82
5.2.3 类透镜介质高斯光束简正模 …… 84
5.3 激光脉冲传输与色散 …… 86
5.3.1 一维脉冲标量光波及特性 …… 86
5.3.2 色散介质的激光脉冲传输 …… 88
5.3.3 类透镜介质的群速度色散 …… 89
本章小结 …… 92
问题与思考 …… 92

第 6 章　各向异性介质光传输 …… 94
6.1　各向异性介质表征与分类 …… 94
6.1.1　介电张量 …… 94
6.1.2　晶体分类 …… 96
6.1.3　折射率椭球 …… 97
6.2　各向异性介质光传输分析 …… 98
6.2.1　晶体光学基本方程 …… 98
6.2.2　晶体光波传输特性 …… 101
6.2.3　晶体边界的双折射 …… 105
6.2.4　光波介质损耗影响 …… 109
6.3　各向异性介质旋光特性 …… 110
6.3.1　旋光现象 …… 110
6.3.2　旋光机理 …… 111
6.3.3　偏振态方程 …… 115
本章小结 …… 117
问题与思考 …… 118
第 7 章　周期性介质光传输 …… 120
7.1　周期性介质表征与分类 …… 120
7.1.1　周期性介质表征 …… 120
7.1.2　周期性介质分类 …… 121
7.2　周期性介质简正模理论 …… 121
7.2.1　简正模与布洛赫波 …… 121
7.2.2　一维周期性介质光传输 …… 122
7.2.3　周期性层状介质光传输 …… 126
7.3　周期性介质耦合模理论 …… 133
7.3.1　耦合模理论 …… 133
7.3.2　双模式耦合 …… 135
本章小结 …… 138
问题与思考 …… 139

动　力　篇

第 8 章　光波动力学方程 …… 143
8.1　光波动力学一般方程 …… 143
8.1.1　方程一般形式 …… 143
8.1.2　方程复数形式 …… 144
8.2　电光调制动力学方程 …… 145

8.2.1 电光调制方程 …… 145
8.2.2 纯相位调制 …… 146
8.2.3 纯振幅调制 …… 148
8.3 声光调制动力学方程 …… 149
8.3.1 声光调制方程 …… 149
8.3.2 布喇格条件解 …… 151
8.3.3 声光调制效率 …… 153
8.4 磁光调制动力学方程 …… 154
8.4.1 磁光调制方程 …… 154
8.4.2 旋光方程及求解 …… 156
8.4.3 法拉第旋光角 …… 157
本章小结 …… 158
问题与思考 …… 159
第 9 章 光波与外场作用 …… 161
9.1 光波调制及评价 …… 161
9.1.1 光波调制概述 …… 161
9.1.2 调制光谱分析 …… 162
9.1.3 调制评价指标 …… 167
9.2 光波与电场作用 …… 169
9.2.1 电光效应简介 …… 169
9.2.2 线性调制原理 …… 169
9.2.3 二次调制原理 …… 174
9.2.4 电光调制方法 …… 177
9.3 光波与声场作用 …… 178
9.3.1 声光效应简介 …… 178
9.3.2 声光调制原理 …… 178
9.3.3 声光调制方法 …… 181
9.4 光波与磁场作用 …… 183
9.4.1 磁光效应简介 …… 183
9.4.2 磁光调制原理 …… 183
9.3.3 磁光调制方法 …… 186
本章小结 …… 188
问题与思考 …… 189
第 10 章 光波之间互作用 …… 190
10.1 非线性光学概述 …… 190
10.1.1 非线性光学效应 …… 190
10.1.2 非线性光学效率 …… 191

10.2 非线性光学耦合理论 …… 192
10.2.1 非线性光学耦合方程 …… 192
10.2.2 非线性作用能量守恒 …… 194
10.3 二阶非线性光学效应 …… 195
10.3.1 三波混频概论 …… 195
10.3.2 非线性光学系数 …… 196
10.3.3 光二次谐波产生 …… 199
10.3.4 光参量的变换 …… 205
10.4 三阶非线性光学效应 …… 211
10.4.1 三阶非线性简介 …… 211
10.4.2 四波混频简介 …… 211
10.4.3 相位共轭光波 …… 214
本章小结 …… 218
问题与思考 …… 219

器 件 篇

第 11 章 光波导调控器件 …… 223
11.1 电光控器件 …… 223
11.1.1 电光调相器件 …… 223
11.1.2 电光调幅器件 …… 225
11.1.3 电光偏转器件 …… 227
11.1.4 电光耦合器件 …… 229
11.1.5 电光双稳态器件 …… 233
11.2 磁光控器件 …… 235
11.2.1 磁光调制器件 …… 235
11.2.2 磁光隔离器件 …… 237
11.2.3 磁光环行器件 …… 239
11.2.4 磁光模式转换器件 …… 241
11.2.5 磁光读写器件 …… 242
11.3 声光控器件 …… 244
11.3.1 弹光调制器件 …… 244
11.3.2 声光调制器件 …… 246
11.3.3 声光偏转器件 …… 248
11.4 热光控器件 …… 249
11.4.1 热光调制器件 …… 250
11.4.2 热光开关器件 …… 252
11.5 集成光控器件 …… 254
11.5.1 器件发展和特点 …… 254

11.5.2 器件类型及制作 …… 255
本章小结 …… 259
问题与思考 …… 261

第 12 章 光波导器件研制 …… 262

12.1 光波导制作概述 …… 262
12.1.1 光波导材料 …… 262
12.1.2 光波导制作 …… 264
12.1.3 光波导加工 …… 265
12.2 器件设计与研制 …… 270
12.2.1 光波导器件概述 …… 270
12.2.2 光波导器件设计 …… 270
12.2.3 光波导器件制作 …… 274
本章小结 …… 284
问题与思考 …… 284

应 用 篇

第 13 章 光测量技术应用 …… 289

13.1 光测量导论 …… 289
13.1.1 光测量基础知识 …… 289
13.1.2 光测量方法技术 …… 292
13.1.3 光测量常用光源 …… 294
13.1.4 光测量用探测器 …… 298
13.2 光测量误差 …… 304
13.2.1 误差简介 …… 304
13.2.2 误差源 …… 305
13.2.3 误差分类 …… 306
13.2.4 误差分析 …… 307
13.3 光测量技术 …… 312
13.3.1 光干涉测量技术 …… 313
13.3.2 光衍射测量技术 …… 318
13.3.3 光全息与散斑测量技术 …… 323
本章小结 …… 328
问题与思考 …… 328

第 14 章 光通信技术应用 …… 330

14.1 光通信导论 …… 330
14.1.1 光通信发展简史 …… 331

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com