

普通高等教育印刷工程类规划教材

本科

印刷应用光学

许鑫 杨皋 主编



印刷工业出版社

印刷应用光学

主编 许鑫 杨皋

主审 崔秀乾

印刷工业出版社

内 容 提 要

本书共分四篇二十一章，主要讲述几何光学、波动光学、傅里叶光学基础和激光及其在印刷技术中的应用四部分内容。比较系统地介绍了经典光学和近代光学的主要原理及其在印刷中的应用。本书可供印刷技术工作者、印刷院校师生及有关人员使用。

皋耐 鑫青 識主
諱表畫 审主

图书在版编目 (CIP) 数据

印刷应用光学/许鑫，杨皋编著. —北京：印刷工业出版社，1999.11
普通高等教育印刷工程类规划教材
ISBN 7-80000-262-4

I. 印… II. ①许… ②杨… III. 印刷-光学-高等教育-教材 IV. TS8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 01933 号

印刷工业出版社出版发行
北京复外翠微路 2 号 邮政编码：100036
北京顺义振华印刷厂印刷
各地新华书店经售

*

787×1092 毫米 1/16 开本 印张：25.50 字数：652 千字
1999 年 12 月第 1 版 1999 年 12 月第 1 次印刷
印数：1-5000 册 定价：41.00 元

全国高等学校印刷工程类教材编审委员会

主 任:周兴华

副主任:董明达 谢普南 邹毓俊

委 员:(按姓氏笔划排序)

左立民 冯瑞乾 孙兆喜

刘 真 杨 皋 庞多益

陈振康 黄祖兴 廉 洁

魏瑞玲

顾 问:郑德琛 高永清

前 言

为了贯彻《中国教育改革和发展纲要》有关精神,适应印刷高等教育和科技发展的形势,加强课程和教材建设,努力提高教学质量,根据国家教委高教司下达的高等院校专业规划教材编写任务,国家新闻出版署于一九九二年正式成立了高等学校印刷工程类专业教材编审委员会,负责组织编写出版高等学校印刷工程类专业全套规划教材。

高等学校教材是体现教学内容和教学方法的知识载体,是进行教学的基本工具,也是深化教学改革、提高教学质量的重要保证。因此,搞好印刷专业教材建设,对提高专业教学质量,培养合格专业人才将起到促进作用。

为了编写好专业教材,编著者及编委在编审过程中努力提高教材的思想性、科学性和先进性,抓住课程基本内容,即基本概念、基本原理和基本技能,处理好课程的知识结构和科学体系;既要反映现代科技成就,又要结合我国国情;紧密结合教学改革和课程建设、学科建设的实际,充分反映教学内容改革的新成果;注意教材在教学上的适用性和启发性;在学术上实行不同学派、不同学术观点、不同风格特色的“百家争鸣”的方针,活跃学术气氛,促进科技进步。教材的编写将按照国家教委正式审定的专业设置、培养目标、课程设置及其教学基本要求有计划地进行,力求形成一完整体系。

高等学校印刷工程类专业教材编写尚缺乏经验,各校在使用本教材时,可结合各自实际进行教学,同时恳切希望对教材不足之处提出宝贵的意见和建议,使我们编写出的教材成为具有中国特色的,适应我国社会主义现代化建设和高等印刷教育事业发展的,反映现代印刷科学技术及相关学科先进水平的专业教材。

国家新闻出版署高等学校印刷
工程类教材编审委员会

一九九五年六月二十三日

(33)	.....	射光轴系光学系统	节三第
(33)	.....	长图半	一
(33)	.....	射示真半	二
(34)	.....	射光轴系光学系统	节四第
(34)	.....	合轴光轴系光学系统	一
(34)	.....	射光	二
(35)	.....	真半射光轴系	节五第
(35)	.....	真半射光轴系	一
(35)	.....	真半射光轴系	二
(35)	.....	射光轴系光学系统	节六第

目 录

第一篇 几何光学	(1)
第一章 几何光学基本定律	(3)
第一节 基本概念	(3)
第二节 物与像	(4)
第三节 几何光学基本定律	(5)
第四节 光学玻璃	(5)
第五节 符号规则	(6)
第二章 光学平面的成像	(8)
第一节 反射光的成像	(8)
一、平面反射镜的成像	(8)
二、反射棱镜的成像	(10)
第二节 折射光的成像	(14)
一、平面平行玻璃板的成像	(14)
二、折射棱镜的作用	(16)
第二章复习思考题	(18)
第三章 光学球面的成像	(20)
第一节 光学球面的反射成像	(20)
第二节 光学球面的折射成像	(22)
一、单球面的成像	(22)
二、共轴球面系统的成像	(24)
第三节 非球面的应用	(26)
一、非球面反射镜	(26)
二、非球面透镜	(28)
第三章复习思考题	(31)
第四章 理想光学系统	(33)
第一节 理想光学系统概念	(33)
第二节 理想光学系统的基点、基面	(34)
一、焦点和焦面	(34)
二、主点、主面和焦距	(35)
三、节点	(35)

第三节 理想光学系统的成像	(36)
一、作图法	(36)
二、计算求像	(38)
第四节 理想光学系统的组合及透镜	(43)
一、理想光学系统的组合	(43)
二、透镜	(46)
第五节 近轴矩阵计算	(51)
一、球面成像的矩阵计算	(51)
二、理想光学系统基点和焦距的矩阵计算	(54)
第六节 关于光学系统成像的小结	(56)
(1) 一、符号规则	(56)
(8) 二、作图法求像	(56)
(8) 三、计算法求像	(57)
(第四章复习思考题	(58)
(第五章 光 阑	(61)
(2) 第一节 光阑及其作用	(61)
(0) 第二节 孔径光阑	(61)
(8) 一、孔径光阑的确定	(61)
(8) 二、入瞳和出瞳	(63)
(8) 第三节 视场光阑	(64)
(01) 一、视场光阑的确定	(64)
(41) 二、入窗和出窗	(64)
(41) 三、渐晕	(65)
(01) 第四节 景深	(66)
(第五章复习思考题	(71)
(第六章 像 差	(72)
(00) 第一节 概述	(72)
(22) 第二节 球差和彗差	(72)
(22) 一、球差的原因和度量方法	(72)
(42) 二、球差和校正	(73)
(02) 三、彗差的形成	(75)
(02) 四、彗差的度量与校正	(76)
(82) 第三节 像散、场曲和畸变	(77)
(12) 一、像散	(77)
(22) 二、场曲	(79)
(22) 三、畸变	(80)
(42) 第四节 色差	(80)
(42) 一、位置色差	(81)
(22) 二、倍率色差	(83)
(22) 第五节 像差综述	(84)

(127)	一、光学系统对像差的要求	(84)
(128)	二、消像差谱线的选择	(84)
(129)	第七章 光源与光学系统的光能损失	(86)
(130)	第一节 光源的分类和印刷技术对光源的要求	(86)
(131)	第二节 印刷制版常用光源	(87)
(132)	一、热辐射光源	(87)
(133)	二、气体放电光源	(88)
(134)	第三节 光学系统中的光能损失及其计算	(92)
(135)	一、光度学基本概念	(92)
(136)	二、亮度的传递	(94)
(137)	三、吸收损失	(95)
(138)	四、反射损失	(96)
(139)	五、光能损失的计算	(96)
(140)	第四节 像面上的照度	(98)
(141)	一、轴上像点的照度	(98)
(142)	二、轴外像点的照度	(99)
(143)	第七章复习思考题	(101)
(144)	第八章 光学系统分析	(102)
(145)	第一节 眼睛	(102)
(146)	一、眼睛的构造及其光学参数	(102)
(147)	二、眼睛的感光特性	(103)
(148)	三、眼睛的感色特性	(104)
(149)	第二节 制版照相机的光学系统	(105)
(150)	一、概述	(105)
(151)	二、制版照相机镜头的性能参数	(106)
(152)	三、制版照相机镜头的特点	(108)
(153)	四、制版照相机镜头的结构	(109)
(154)	第三节 照排机的光学系统	(110)
(155)	一、概述	(110)
(156)	二、激光照排系统	(111)
(157)	第四节 电分机的光学系统	(116)
(158)	一、照明系统	(116)
(159)	二、扫描系统	(118)
(160)	三、分色系统	(119)
(161)	四、记录曝光系统	(121)
(162)	第二篇 波动光学	(125)
(163)	第九章 光的干涉	(127)
(164)	第一节 光与波	(127)
(165)	一、光波与电磁波	(127)

(18) 二、光波的特征参数	(127)
(18) 三、光波的波动方程	(128)
(88) 四、波列	(129)
(88) 第二节 光的干涉现象	(129)
(78) 一、光波的叠加	(129)
(78) 二、相干条件	(131)
(88) 三、分波阵面干涉	(132)
(90) 四、薄膜的干涉	(140)
(90) 第三节 干涉仪	(156)
(40) 一、激光干涉仪	(156)
(20) 二、迈克尔逊干涉仪	(158)
(00) 三、干涉滤色片	(159)
(00) 四、法布里-珀罗干涉仪	(162)
(第九章复习思考题	(164)
(第十章 光的衍射	(167)
(00) 第一节 惠更斯-菲涅耳原理	(167)
(101) 一、惠更斯-菲涅耳原理	(167)
(501) 二、基尔霍夫衍射公式	(168)
(103) 三、菲涅耳衍射与夫琅和弗衍射	(169)
(501) 第二节 夫琅和弗单缝衍射	(170)
(103) 一、单缝衍射装置	(170)
(104) 二、接收屏上的光强分布	(170)
(201) 三、单缝衍射图的特点	(171)
(501) 四、矩形孔的衍射	(173)
(100) 第三节 衍射光栅	(174)
(801) 一、衍射装置及衍射场上的光强分布	(174)
(109) 二、衍射图的特点	(175)
(110) 三、衍射光栅的特性参数	(177)
(1011) 第四节 闪耀光栅和计量光栅	(180)
(111) 一、闪耀光栅	(180)
(110) 二、计量光栅	(182)
(110) 第五节 圆孔的衍射与光学系统的分辨本领	(185)
(118) 一、圆孔衍射装置及光强分布	(185)
(110) 二、圆孔衍射的衍射图特点	(185)
(131) 三、光学系统的分辨本领	(186)
第六节 菲涅耳半波带法	(188)
(132) 一、菲涅耳半波带	(188)
(132) 二、半波带的面积	(189)
(132) 三、各半波带到观察点的距离	(190)
(132) 四、观察点的振幅	(191)

(869) 五、菲涅耳波带片	(191)
(019) 第七节 各种衍射装置的衍射光强分布	(192)
(019) 一、菲涅耳衍射与夫琅和弗衍射	(192)
(819) 二、夫琅和弗单缝衍射的光强分布	(194)
(119) 三、光栅衍射的光强分布	(196)
(119) 四、圆孔衍射的光强分布	(197)
(119) 第十章复习思考题	(199)
(119) 第十一章 光的偏振	(201)
(819) 第一节 自然光和偏振光	(201)
(819) 一、光的偏振性	(201)
(019) 二、自然光和偏振光	(201)
(019) 三、偏振器和马吕斯定律	(203)
(029) 第二节 反射和折射时的偏振	(204)
(129) 一、反射时的偏振	(204)
(829) 二、折射时的偏振	(205)
(829) 第三节 双折射现象	(206)
(839) 一、晶体的双折射	(206)
(829) 二、椭圆偏振光和圆偏振光	(209)
(829) 第四节 磁光效应和电光效应	(211)
(829) 一、磁光效应	(211)
(829) 二、电光效应	(212)
(119) 第十一章复习思考题	(213)
(819) 第十二章 光学全息	(215)
(809) 第一节 光学全息的原理与特点	(215)
(809) 一、全息照相的过程及装置	(215)
(809) 二、光学全息的基本原理	(216)
(109) 三、全息术的特点	(217)
(109) 第二节 全息图的种类	(219)
(809) 一、离轴全息图	(219)
(809) 二、其它全息图	(221)
(709) 第三节 全息记录介质	(225)
(809) 一、概述	(225)
(809) 二、银盐全息记录材料	(229)
(809) 三、重铬酸盐明胶片和光导热塑片	(230)
(819) 四、其它记录材料	(231)
(819) 第三篇 傅里叶光学基础	(233)
(819) 第十三章 傅里叶光学的数学基础知识	(235)
(819) 第一节 傅里叶级数和傅里叶变换	(235)
(819) 一、傅里叶级数	(235)

(191) 二、傅里叶变换	(238)
(381) 第二节 卷积和相关	(240)
(191) 一、卷积	(240)
(191) 二、相关运算	(243)
(99) 第三节 δ 函数	(244)
(791) 一、 δ 函数的定义	(244)
(99) 二、 δ 函数的性质	(245)
(103) 三、 δ 函数的傅里叶变换	(247)
(301) 第四节 常用函数及其傅里叶变换	(248)
(103) 一、矩形函数	(248)
(103) 二、 $\text{sinc}(x)$ 函数	(249)
(303) 三、符号函数	(249)
(103) 四、三角形函数	(250)
(304) 五、圆域函数	(251)
(305) 六、实函数的傅里叶变换	(252)
(305) 七、指数函数的傅里叶变换	(252)
(306) 八、梳状函数及其傅里叶变换	(253)
(306) 第十三章复习思考题	(255)
(307) 第十四章 三维傅里叶分析及标量衍射理论	(258)
(311) 第一节 空间频率及其物理意义	(258)
(312) 一、平面波和球面波的复振幅	(258)
(313) 二、空间频率	(259)
(313) 第二节 二维傅里叶分析	(263)
(313) 一、相干光照明	(263)
(315) 二、非相干光照明	(263)
(316) 第三节 线性系统和线性空间不变系统	(264)
(317) 一、系统	(264)
(319) 二、线性系统	(264)
(319) 三、线性空间不变系统	(265)
(321) 第四节 衍射与傅里叶变换	(266)
(322) 一、单缝	(267)
(322) 二、矩形孔	(268)
(329) 三、圆孔	(268)
(330) 四、光栅	(269)
(331) 第十四章复习思考题	(273)
(332) 第十五章 透镜的傅里叶变换	(276)
(333) 第一节 薄透镜的作用	(276)
(333) 第二节 透镜的傅里叶变换特性	(278)
(333) 一、物透明片与透镜接触	(278)
(333) 二、物透明片在透镜前	(279)

(333) 三、物透明片在透镜后	(281)
(333) 四、透镜组产生的傅里叶变换	(282)
(333) 第三节 透镜孔径的影响	(283)
(333) 一、截止频率	(283)
(333) 二、透镜孔径对傅里叶变换的影响	(283)
(333) 第十五章复习思考题	(286)
(333) 第十六章 光学传递函数和光学信息处理简介	(288)
(333) 第一节 光学传递函数	(288)
(333) 一、概述	(288)
(333) 二、相干传递函数	(289)
(333) 三、非相干传递函数	(292)
(333) 第二节 光学信息处理简介	(298)
(333) 一、概述	(298)
(333) 二、阿贝成像理论和阿贝-波特实验	(298)
(333) 三、相干处理	(300)
(333) 四、非相干处理	(301)
(333) 第四篇 激光及其在印刷技术中的应用	(303)
(333) 第十七章 激光概述	(305)
(333) 第一节 激光原理基础	(305)
(333) 一、原子的能级、辐射跃迁和无辐射跃迁	(305)
(333) 二、光与其它物质的相互作用	(306)
(333) 三、粒子数反转分布和光在增益介质中的增益	(309)
(333) 第二节 激光的形成	(312)
(333) 一、激光器的基本结构	(312)
(333) 二、激光的形成	(313)
(333) 第三节 激光的特性	(315)
(333) 一、单色性好	(315)
(333) 二、方向性好	(315)
(333) 三、相干性好	(315)
(333) 四、高亮度	(316)
(333) 第十七章复习思考题	(316)
(333) 第十八章 光学谐振腔	(317)
(333) 第一节 光学谐振腔的稳定条件	(317)
(333) 一、光学谐振腔的构成与分类	(317)
(333) 二、谐振腔的稳定条件和稳区图	(317)
(333) 第二节 激光的纵模	(319)
(333) 一、激光的频率特性、谐振条件	(319)
(333) 二、谐振频率和纵模频率	(320)
(333) 第三节 激光的横模	(320)

第四节 共焦腔中高斯光束的特性	(322)
一、基模高斯光束	(322)
二、高斯光束的特点	(322)
三、共焦腔中的高斯光束	(324)
第五节 高斯光束的传输	(324)
一、高斯光束通过薄透镜时的变换	(324)
二、高斯光束的聚焦	(325)
三、高斯光束的准直	(326)
第十八章复习思考题	(327)
第十九章 印刷中常用的激光器	(328)
第一节 氦氖气体激光器	(328)
一、氦氖激光器结构和激发机理	(328)
二、氦氖激光器的输出功率	(330)
三、氦氖激光器的工作特性	(331)
第二节 氩离子激光器	(332)
一、氩离子激光器结构和激发机理	(332)
二、氩离子激光器工作特性	(334)
第三节 氦镉激光器	(334)
一、氦镉激光器结构和激发机理	(335)
二、氦镉激光器工作特性	(336)
三、空心阴极氦镉激光器	(336)
第四节 红宝石激光器	(337)
一、红宝石激光器结构	(337)
二、红宝石激光器的激发机理	(337)
三、红宝石激光器的工作特性	(339)
第五节 掺钕钇铝石榴石激光器	(339)
一、掺钕钇铝石榴石激光器的结构和激发机理	(339)
二、掺钕钇铝石榴石激光器的输出特性	(340)
第六节 半导体激光器	(340)
一、半导体激光器的特征	(340)
二、半导体激光器的结构与工作原理	(341)
三、半导体激光器的工作特性	(342)
四、连续室温半导体激光器	(343)
第二十章 激光技术	(345)
第一节 激光稳频技术	(345)
一、概述	(345)
二、激光频率的稳定方法	(346)
第二节 激光模式选择技术	(346)
一、横模选择技术	(347)
二、纵模选择技术	(350)

三、模式测量方法.....	(353)
第三节 激光调制技术.....	(356)
一、激光调制概述.....	(356)
二、电光调制.....	(356)
三、声光调制.....	(362)
第四节 激光偏转技术.....	(367)
一、机械偏转法.....	(368)
二、电光偏转法.....	(368)
三、声光偏转法.....	(370)
第二十章复习思考题.....	(372)
第二十一章 激光在印刷工业中的应用.....	(373)
第一节 激光印字机.....	(373)
第二节 激光制版.....	(374)
一、电子分色机.....	(374)
二、激光自动照相排版机.....	(375)
三、激光直接制版.....	(376)
第三节 电子出版.....	(379)
一、CD-ROM 光盘	(380)
二、利用光盘提供原文和即期发行.....	(381)
三、杂志出版电子化.....	(381)
四、电子出版系统.....	(381)
第四节 激光全息印刷.....	(382)
一、全息印刷的工艺过程.....	(382)
二、全息印刷的应用.....	(385)
第二十一章复习思考题.....	(386)
参考文献.....	(387)
后记	

第 一 篇

几 何 光 学

第一章 几何光学基本定律

第一节 基本概念

几何光学用几何学中的点、线、面的概念研究光的传播及光学成像的规律，就构成了几何光学。与波动光学相比，几何光学虽然具有一定的近似性，但是，由于它是研究和解决实际光学成像问题的一种简便易行的手段，因而获得了广泛的应用。

在讨论几何光学基本定律之前，先来讨论几个基本概念。

1. 发光点。只有几何位置而不计大小的光源称为发光点（或称为点光源）。在实际应用中，光源总是具有一定大小的。因此，当光源本身的大小和它的辐射能的作用距离相比可以忽略不计时，该光源也可称为发光点。任何被成像的物体（如原稿）都可以认为是由无数个这样的发光点组成的。

2. 光线。在几何光学中，光线就是一条携带光能量的几何线，它代表了光的传播方向。在波动光学中，认为光是电磁波。光的振动方向垂直于它的传播方向。在传播过程中，具有相同位相的点形成的曲面称为波面，辐射能沿波面法线方向传播。因此，几何光学中定义的光线实际上就是波动光学中所说的波面的法线。

3. 光束。一个位于均匀介质中的发光点，它所发出的光波波面是以发光点为球心的球面波。显然，波面的法线束就是几何光学中的光线束，简称为光束。

光束可以分成三种：

(1) 同心光束。发自同一点或会聚于同一点的光束称为同心光束。发自同一点的光束又称为发散同心光束；会聚于同一点的光束又称为会聚同心光束。如图 1-1a、b 所示。

(2) 平行光束。彼此平行的光线构成的光束称为平行光束。显然，平行光束与平面波相对应。如图 1-1c 所示。平行光束是一种特殊的同心光束，即当会聚点或发光点在无限远时，同心光束就变成了平行光束。

(3) 像散光束。当光线空间既不平行又不相交于一点时，这种光束称为像散光束。显然，在各向同性的介质中，像散光束与非球面的高次波面对应，如图 1-1d 所示。

4. 光路。几何光学主要研究光的传播和成像规律，为此，首先应讨论每一条光线的传播途径，这种光线的传播途径称为光路。由于每一发光点都可以发出无数条光线，在研究光的

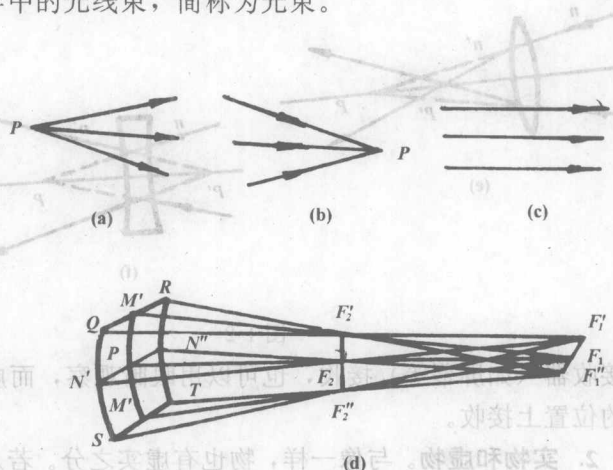


图 1-1