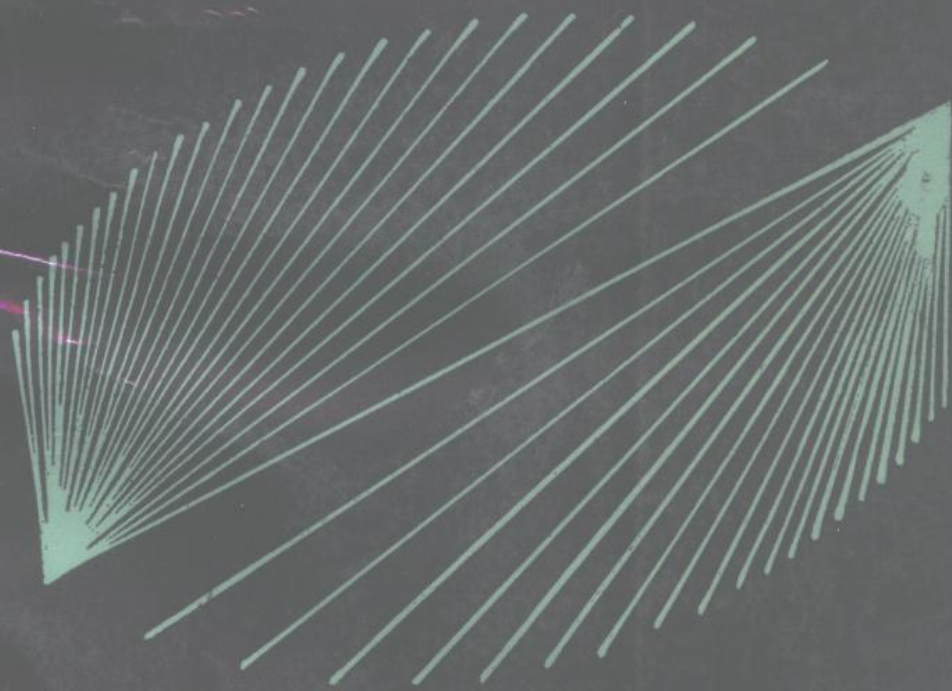


Engineering Optics

工程光學

Keigo Iizuka 著

胡淑琴 程文芹 王 丁 译



西南師範大學出版社

72 34

工 程 光 学

铃木
Keigo Iizuka 著

胡淑琴 程文芹 王 丁 译

西南师范大学出版社

工 程 光 学

胡淑琴 程文芹 王 丁 译

西南师范大学出版社出版

(重庆 北碚)

新华书店重庆发行所经销

重庆新华印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 16.5 插页: 13 字数: 414千

1991年3月第一版

1991年3月第一次印刷

印数: 1—3 000

*

ISBN 7-5621-0489-1/G · 325

定价: 5.28元

Springer Series in Optical Sciences
Volume 35

Engineering Optics
(Second Edition)

Keigo Iizuka

published by Springer-Verlag

1987

内 容 简 介

“工程光学”包括下述专题：全息学、光学信息处理、层析X射线摄影(CT)、全息雷达、光纤通讯、电光学和声光学、集成光学(包括光学双稳)，几乎涉及了现代光学的所有重要的应用方面。在讨论上述问题之前，本书首先简明扼要地阐述了现代光学的基础，也是工程光学各种应用的计算基础，它包括波的数学表示、衍射的基本理论、几何光学、透镜、快付立叶变换、光学系统的空间频率域分析。

从学术水平上看，本书有别于科普读物也有别于专著，它是一本简明、全面、系统又具有相当理论水平的现代光学著作。它对于从事光学工作的专业人员，是一本好的参考书；对于有关专业的大学生、研究生和教师，是一本好的简明教程；对于具有一定数学和物理基础的初学者，则是一本好的入门书。

书中还列举了如视频盘、菲涅耳波带片、光存储器等一类有实用价值的例题和思考题以及大量的参考文献，这对于想深入学习和研究工程光学的读者，很有帮助。

译 者 前 言

激光的问世使光学迅速地向现代光学演变，现代光学以及它在各个方面的应用已使原来的工程光学成为一门具有广泛应用的现代工程光学。有人认为21世纪将是光学的时代。我国光学界也正处于由传统的光学向现代光学转变的新时期，我们深感需要吸取国外的新理论和新技术。

多伦多大学教授Keigo Iizuka著《Engineering Optics》最早是自日文译成英文出版。1985年作为光学科学的Springer系列第35卷，由Springer Verlag出版，1987年，修订再版。此书在国外属畅销书。它的内容既新又全，几乎包括了激光问世以来光学取得的所有重要新成就，读此书可以纵观现代光学及其重要应用的各个方面。书中还列举有许多象视频盘、菲涅尔波带片、光学存储器等类具有应用价值的实例、思考题，以及大量的参考文献，这些对于帮助读者阅读此书，开拓读者的思路，以及进一步深入钻研书中论述的各个专题都大有好处。《Engineering Optics》一书论述的专题众多，可以供读者选择阅读。《Engineering Optics》是一本有相当水平的学术著作，但它有别于某些面窄、内容较深的现代光学专著。《Engineering Optics》的论述简明、全面、系统，只要有一定数学和物理基础的人认真阅读就能读懂它。我们认为这样一本好书的翻译出版，会对相当多的从事光学工作的人学习有关的新理论和新技术带来方便，会对我国光学科学的发展作出应有的贡献。

本书的中译本是以《Engineering Optics》第二版本为蓝本译

出的，为了节省篇幅未译原书的第一章“光学史”。中译本由解放军后勤工程学院胡淑琴和重庆大学应用物理系王丁、中国科学院物理研究所程文芹翻译。全书译完后由胡淑琴校阅了全部译稿，王丁参加了部分校阅工作。西南师范大学出版社赵宏量审校了第1~2章和第10~11章，并对全部译文进行了编辑加工和技术处理。

译者在此向对本书的出版给予过帮助的各位同志表示衷心的感谢，特别要感谢为本书的制图所付出大量艰辛劳动的同志们，由于他们的辛劳使本书增色不少。

由于译者水平有限，加之时间仓促，定有不少疏漏和错误，敬请各位专家、读者批评指正。

译 者

1990年5月

初 版 序

选择专业的大学生和研究生常常提出这样的问题：你认为我应该学什么专业？什么专业最有前途？我总是建议选择那些由两个或多个学科组成的领域，比如核物理、生物医学工程、光电子学以及工程光学等，因为当今科学和技术日益复杂，很多问题只有在两个或者更多学科的努力之下才能解决。

工程光学重点是应用光学知识解决工程问题。本书是为想把自己的光学知识应用于工程问题的学物理的学生、以及想学习光学基本原理的学工程的学生而写的。

本书的编排有利于学生循序渐进地增加对工程光学的理解，书的前几章阐述一些光学的基本工具和概念，在后几章中再加以扩充和应用。

因为付立叶变换可以简明地解释很多光学现象，所以本书尽可能应用付立叶变换理论，因而排除了复杂的数字运算。

第1章概述光学发展史。对于古人来说光学是求知欲的巨大源泉，他们一直不断地在探索光的奥秘。尽管如此，还是直到18世纪末才提出了大部分光学原理。在19世纪中期，由于麦克斯韦方程组的建立，现代光学才算真正诞生。麦克斯韦方程组建立之后的100年，在学术上是一个激动人心的时代，今天我们已经亲眼见到了光学的巨大发展。

第2章概述光学中常用的函数，它们是以后各章的基础。

第3章详述衍射理论，证明远场衍射花样是源(或窗口)函数的付立叶变换，付立叶变换关系式是全书的基本组成单元(付立

叶光学)。

第4章检查在第2章和第3章中学到的知识。本章收集了一系列实用的例子,并对它们作了解释。

第5章详述几何光学。本章的几何光学与第3章的付立叶光学互为补充。几何光学在研究非均匀透明介质中所起的作用是人们所公认的,对于这类介质应用几何光学比应用其它方法更简单。本章还介绍了与纤维光学通讯有关的各种实例,并阐明了纤维光学通讯所需要的基本知识。

第6章用付立叶光学讨论透镜的付立叶变换性和成像性。这些性质在11章的光学信息处理中很有用。

第7章阐述快付立叶变换(FFT)原理,必须把模拟和数字处理二者的优点巧妙地结合起来才能制造一台多用途的装置,象计算机全息摄影、计算机层析x射线摄影和全息图矩阵雷达才可能实现。

第8章包括相干光全息摄影、白光全息摄影和用计算机制作全息图。由于全息摄影可以建立三维图像,可以把全息摄影作为一种测量技术,应用它可以测量细微的变化和振动以及物体的形状。

微波全息摄影放在12章中讨论。在第3章和第6章中衍射场的知识以及FFT是有关全息摄影的很多讨论的基础。

第9章图文并茂地介绍了制作全息图的方法。对于有志成为工程光学领域中的拓荒者的大学生,制作全息图的经验可能就是实现目标的开端。

第10章介绍空间频率域分析。光学的研究方法有两种:一是空间域,本章之前一直在使用它;二是在本章中要介绍的空间频率域。用付立叶变换关系式可以把此二域联系起来。在电子学和量子物理学中也有用付立叶变换联系起来的这种双域,无需多言,应用这两种研究方法得到的结果是相同的,与分析域的选择无关。

第11章是各种光学信息处理。在3、6、7和8章中阐述的衍射、透镜、FFT以及全息摄影都在本章中得到了广泛应用。除了相干和非相干的光学处理以外，本章还有一节是层析x射线摄影。在本章中举了很多实例，希望这些例子能够激发读者去开拓新技术。

第12章专门阐述微波全息摄影。第8章阐述的是光学全息摄影。本章把光学全息摄影的原理推广到微波领域内了。特别要指出的是，本章阐述的很多技术对声学全息摄影也适用。

第13章描述光学技术和通讯技术相结合而产生的纤维光学通讯系统。第5章中讲的几何光学是研究光学纤维的基础。为纤维光学通讯研制的很多元件在别的领域内也是有用的。

第14章为了解集成光学提供必需的基本知识。很多集成光学设备都要用到电光物质或声光物质的折射率随外加电场或机械应力的变化而改变的性质。这些物质的折射率与光(非各向同性的)的偏振方向有关。分析非各向同性物质与分析各向同性物质不同，本章讨论光在这样一些物质中的传播。

第15章研究集成光学。集成光学还是如此年青，任何愿意而又有创造力的人都可能对它作出贡献。

Mary Jean Gilibert校对了全书，并对全书的英文作了修改，没有她的辛勤劳动本书是不可能出版的。我谨对她表示衷心的感谢。

Sony公司的Takmitsu Aoki验算了所有的公式并且求解了全部习题，他是一个对本书起了重要作用的人。

感谢Kyoto工业技术研究所的Junichi Nakayama博士，他帮助我对第10章中的多处地方作了修改。感谢多伦多大学Stefan Zukotyski教授和Dehuan He的帮助。感谢Brooklyn纽约工业研究所的T. Tamir教授和Springer-Verlag的H. K. V. Lotsch博士认真地阅读并修改了本书手稿。应该称赞Springer-Verlag的

R. Michels, 他为本书手稿能顺利出版所作的努力。最后,主题索引是在Megumi Iizuka的帮助下完成的。

Keigo Iizuka

1985年8月于多伦多。

再 版 序

本书的第一版于去年出版，现在又决定出一个平装的版本，目的是让所有希望扩大现代光学知识的人都更有能力购买此书。

本书对所涉及的各个课题的主要特性作了基本的论述，而详细地论述工程光学领域的所有课题则需要若干卷书。也许可以把本书比作一碗汤，它很容易被喝下去，但迟早你还是需要热量更大的食物。我希望本书能刺激你的胃口并为可能属于你的宴会做好准备。

我愿借此机会感谢读者们，特别是Branislav Petrovic，他给我写来了一些很有见地的信，并提了很好的意见，这些意见有助于我在再版中对本书作了一些小的修改。

Keigo Iizuka

1986年9月于多伦多。

目 录

译者前言

初版序

再版序

1	波的数学表示	(1)
1.1	球面波	(1)
1.2	柱面波	(4)
1.3	平面波	(5)
1.4	两波的干涉	(9)
1.5	空间频率	(11)
1.6	工程光学与付立叶变换之间的关系	(12)
1.7	工程光学中用的特殊函数和它们的付立叶变换	(16)
1.8	圆柱坐标内的付立叶变换	(24)
1.9	付立叶变换的相位复数矢量	(31)
	思考题	(31)
2	衍射的基本理论	(34)
2.1	基尔霍夫积分定理	(34)
2.2	费涅尔-基尔霍夫衍射公式	(38)
2.3	费涅尔-基尔霍夫近似公式	(43)

2.4	夫琅和费区域中的近似	(46)
2.5	费涅尔近似的计算	(47)
2.6	一维衍射公式	(50)
2.7	费涅尔积分	(52)
	思考题	(56)
3	衍射理论应用举例	(58)
3.1	直角坐标系中的衍射问题	(58)
3.2	边缘的衍射	(63)
3.3	周期狭缝阵列的衍射	(68)
3.4	视频盘系统	(72)
3.5	圆孔衍射花样	(76)
3.6	一维费涅尔波带片	(78)
3.7	二维费涅尔波带片	(83)
	思考题	(86)
4	几何光学	(89)
4.1	常用的光路表达式	(89)
4.2	用几何光学近似解非均匀介质中的波动方程	(96)
4.3	非均匀介质中的光路	(101)
4.4	非均匀性和光路的曲率半径之间的关系	(106)
4.5	球对称介质中的光路	(109)
4.6	圆柱对称介质中的光路	(113)
4.7	自聚焦纤维	(117)
4.8	传播常数的量子化	(122)
4.9	群速度	(129)
	思考题	(130)

5	透镜	(133)
5.1	平凸透镜的设计	(133)
5.2	用波动光学研究透镜	(135)
5.3	用透镜作付立叶变换	(136)
5.4	用波动光学观点研究透镜成像	(145)
5.5	透镜大小的影响	(148)
	思考题	(155)
6	快速付立叶变换(FFT)	(159)
6.1	什么是快速付立叶变换	(159)
6.2	FFT 的频率筛选方法	(163)
6.3	FFT 的时间筛选方法	(173)
6.4	W^k 的值	(178)
	思考题	(180)
7	全息学	(183)
7.1	全息原理的成图说明	(183)
7.2	全息原理的解析描述	(186)
7.3	再现光束的入射角和再现像的亮度之间的关系	(192)
7.4	全息图按波前分类	(193)
7.5	用计算机制作全息图	(196)
7.6	白光全息图	(202)
7.7	散斑图	(206)
7.8	全息学的应用	(209)
	思考题	(217)
8	制作全息图的实验室方法	(220)
8.1	把环境噪声和工作区分隔开	(220)

8.2	制作全息图需要的光学元件	(222)
8.3	制作全息图的实验室方法	(225)
8.4	曝光时间	(228)
8.5	暗室方法	(230)
8.6	观察全息图	(233)
9	用空间频率域分析光学系统	(234)
9.1	相干光的传递函数	(234)
9.2	空间相干性和时间相干性	(239)
9.3	应用相干光和非相干光之间的差别	(241)
9.4	非相干光的传递函数	(244)
9.5	调制传递函数(MTF)	(249)
9.6	MTF和OTF之间的关系	(250)
	思考题	(252)
10	光学信号处理	(254)
10.1	照相底片的特性	(254)
10.2	光学计算的基本运算	(256)
10.3	相干光的光学信号处理	(262)
10.4	卷积滤波器	(272)
10.5	非相干光的光学信号处理	(277)
10.6	非相干光匹配滤波器	(282)
10.7	对数滤波器	(284)
10.8	层析X射线摄影法	(286)
	思考题	(306)
11	微波全息照相的应用	(308)
11.1	微波场强度分布的记录	(308)

11.2	应用于诊断和天线研究的微波全息照相·····	(312)
11.3	旁视综合孔径雷达·····	(318)
11.4	HISS雷达·····	(324)
	思考题·····	(331)
12	光纤通讯·····	(334)
12.1	光纤系统的优点·····	(335)
12.2	光学纤维·····	(336)
12.3	光纤的色散·····	(337)
12.4	光纤传输的损耗特性·····	(340)
12.5	几种用于光通讯的光纤·····	(344)
12.6	光纤通讯的接收器·····	(344)
12.7	光纤通讯的发射器·····	(352)
12.8	连接器、拼接和耦合器·····	(363)
12.9	波长分离多路转换(WDM)·····	(369)
12.10	光衰减器·····	(371)
12.11	光纤通讯系统的设计步骤·····	(371)
	思考题·····	(374)
13	电光学和声光学·····	(377)
13.1	光在单轴晶体中的传播·····	(377)
13.2	电光介质中的场·····	(382)
13.3	弹性光学效应·····	(395)
13.4	其它各种效应·····	(404)
	思考题·····	(408)
14	集成光学·····	(411)
14.1	薄片光波导的分析·····	(412)
14.2	耦合模理论·····	(423)