



工业和信息化部“十二五”规划教材

辐射度 光度与 色度及其测量 (第2版)

金伟其 王 霞 廖宁放 黄庆梅 编著

PHOTOMETRY, RADIOMETRY,
COLORIMETRY & MEASUREMENT
(2ND EDITION)



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



工业和信息化部“十二五”规划教材

辐射度 光度与 色度及其测量 (第2版)

金伟其 王 霞 廖宁放 黄庆梅 编著

PHOTOMETRY, RADIOMETRY,
COLORIMETRY & MEASUREMENT
(2ND EDITION)



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是依据工业和信息化部“十二五”规划的“光电信息科学与工程类”专业教材,在2006年出版的《辐射度 光度与色度及其测量》基础上编著的教材。书中内容的编排遵循专业基础课的教学要求,以辐射度学、光度学与色度学的基本概念、原理、物理量的相互转换关系、计算分析方法以及测量仪器与测试计量方法为主,在总结原教材出版以来教学经验的基础上,补充了近年来典型的概念和技术发展,并扬弃了原教材中部分内容,以达到培养学生利用相关理论、技术和仪器解决实际问题能力的目的。同时,本教材也适合相关专业工程技术人员对基础理论和技术的学习和参考查询之用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

辐射度 光度与色度及其测量/金伟其等编著. —2 版. —北京:北京理工大学出版社,2016.6

ISBN 978-7-5682-2102-3

I. ①辐… II. ①金… III. ①辐射度测量②光度测量③色度学-测量 IV. ①O432

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 064383 号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)
(010) 82562903 (教材售后服务热线)
(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市华骏印务包装有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/25

字 数/585千字

版 次/2016年6月第2版 2016年6月第1次印刷

定 价/59.00元

责任编辑/封雪

文案编辑/杜春英

责任校对/周瑞红

责任印制/王美丽

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

《辐射度 光度与色度及其测量》是国防科工委“十五”规划的重点教材，是依据教学指导委员会审定的大纲编写的。

辐射度学、光度学及色度学（以下简称“三度学”）是现代光电信息转换、传输、存储、显示、测量与计量技术的基础，正如“应用光学”和“波动光学”是构成光学技术的基础那样，“三度学”已成为现代光学/光电信息工程的基础。

在以往的教学或常见的教材中，辐射度学、光度学与色度学通常是分离的。在许多培养方案中，仅在某些课程中涉及部分辐射度学和光度学的概念，由于内容分散，加之学时有限，往往难以使学生全面地掌握相关的理论和技术，这不仅影响后续技术课程的学习，而且影响学生对仪器的正确使用以及今后的灵活应用。而色度学在本科课程中更少涉及，系统讲授的课程大多安排在研究生阶段，但也较少涉及相关的实验仪器和技术的介绍。随着光电信息技术、图像技术的发展和应用的扩展，“三度学”及其测量技术已成为光电技术领域科研和应用人员必备的专业基础知识与技术。为此，全面、系统、有效地学习“三度学”的知识和技术成为适合社会需求的发展趋势。

鉴于以上情况，我们一直希望能以“三度学”为基本教学内容，开设专门的课程，这一思想也得到一些相关院校老师的肯定。在国防科工委“十五”重点教材规划中，本教材的编写计划得到了支持。编写本教材的主要目的是使读者掌握“三度学”的基本概念、原理、物理量的相互转换关系、计算分析方法、测量仪器与测试计量方法等，培养学生利用相关知识、技术和仪器解决实际问题的能力，并结合军用和民用领域的应用需求，介绍“三度学”技术发展的前沿和应用实例，增强读者为振兴祖国经济，特别是提高国防科技水平的责任感和使命感。因此，教材的编写力求简明扼要地说明有关的原理和分析计算方法，并通过实验使学生更深刻地学习和理解有关的测量方法、仪器的使用和测试技巧。

本教材主要是在我校原《辐射度学和光度学》（车念曾，阎达远，北京理工大学出版社，1990）、《色度学》（汤顺青，北京理工大学出版社，1990）和《微光与红外成像技术》（张敬贤，李玉丹，金伟其，北京理工大学出版社，1995）的基础上，收集有关理论和技术的新进展以及近年来

的新型测试仪器及其应用,重新进行整体构思和内容增补编写而成的。教材的第1章有关人眼颜色视觉部分和第5章、第10章由北京理工大学胡威捷执笔编写,其余部分由北京理工大学金伟其执笔编写,全书由金伟其统稿。

本教材适合光学/光电类专业:电子科学与技术、测控技术及仪器、光电信息工程等专业本科生和跨专业研究生选用,也可作为科研人员和工程技术人员的学习和工作参考用书。课程建议设置64学时,其中36学时为课堂讲授,28学时为测量实验。

本教材承蒙南京理工大学贺安之教授和北京理工大学高稚允教授主审,由北京理工大学教材编审室审定。在此作者向他们致以诚挚的谢意,并向被引为本书内容和参考资料的作者、译者表示由衷的感谢。

因时间所限,加之辐射度学、光度学及色度学是重要的工程基础学科,技术发展迅速,应用广泛渗透到各个领域,所以,要编写一本全面、完整、成熟的教材是比较困难的。鉴于作者的学识与水平,书中的缺欠、遗漏在所难免,对此,诚恳地希望广大读者予以批评指正。

最后,作者感谢国防科工委“十五”重点教材规划委员会和北京理工大学出版社,它们使这一教材得到出版。

作者

2005年12月

第2版前言

辐射度学、光度学及色度学（以下简称“三度学”）是现代光电信息转换、传输、存储、显示、测量与计量技术的基础，正如“应用光学”和“波动光学”构成光学技术的基础那样，随着光电信息技术、图像技术的发展 and 应用的扩展，“三度学”及其测量技术已成为现代光学/光电信息工程的重要基础，是光电技术领域科研和应用人员必备的专业基础知识与技术。鉴于在以往的教学或常见的教材中，辐射度学/光度学与色度学通常是分离的，往往只在“工程光学”“应用光学”或“光电技术”等课程中部分涉及辐射度学和光度学的概念，色度学则往往只安排在研究生阶段，由于内容分散，加之学时有限，往往难以使学生全面地掌握相关的理论和技术，这不仅影响后续技术课程的学习，而且影响学生对仪器的正确使用以及今后的灵活应用。

《辐射度 光度与色度及其测量》是国防科工委“十五”规划的重点教材，该书于2006年出版，距今已10年，先后印刷4次，印数达到8 000册。该教材除在北京理工大学使用外，也被武汉大学、重庆大学、深圳大学等国内知名高校选用，并在社会上引起较好的反响，在书评网等获得好评，这表明本教材的设计思想获得了同行的广泛认可。本“三度学”教材出版以来，光电信息技术得到了明显的进步，各类光电仪器不断出现并得到广泛的应用。在这一过程中，对具备“三度学”基础知识和专业技能的人才的需求更加旺盛，同时新方法和新技术的出现也有对原有教材知识“推陈出新”的要求。因此，我们在工业和信息化部“十二五”教材规划的支持下，进行了《辐射度 光度与色度及其测量（第2版）》的编写。

编写本教材的主要目的是使读者掌握“三度学”的基本概念、原理、物理量的相互转换关系、计算分析方法、测量仪器与测试计量方法等，培养学生利用相关知识、技术和仪器解决实际问题的能力，并结合军用和民用领域的应用需求，介绍“三度学”技术发展的前沿和应用实例，增强读者为振兴祖国经济，特别是提高国防科技水平的责任感和使命感。因此，教材的编写力求简明扼要地说明有关的原理和分析计算方法，并通过实验使学生更深刻地学习和理解有关的测量方法、仪器使用和测试技巧。

在总结北京理工大学多年教学经验的基础上，结合国内采用本教材学

校的教师以及同行专家提出的意见和建议,本教材的再版编写充分吸收了“三度学”理论和技术的新进展以及近年来的新型测试仪器原理,在保持原教材章节结构的基础上,重新对本书各章内容进行了删减和增补。其中除对教材进行了部分精简外,较明显的变化在于:绪论部分增加了太赫兹辐射及其探测的概念;第2章增加了对LED、节能灯、激光等新型光源的描述;第3章增加了对CCD、CMOS以及非制冷红外焦平面探测器等典型探测器原理的描述;第5章增加了色貌模型;在测试篇的各章中增加了部分典型测试原理。此外,在各章均增加了习题和思考题,以便于读者学习和掌握相关的知识和技能。

由于原书作者胡威捷已移民国外,因此对第2版的编著人员进行了调整,其中第1~4章由金伟其执笔,第5章由黄庆梅执笔,第6~9章由王霞执笔,第10章和第11章由廖宁放执笔,全书由金伟其统稿。

本教材适合光学/光电类专业:光电信息科学与工程、测控技术及仪器、电子科学与技术等专业的本科生和研究生选用,也可作为跨专业学生以及科研人员和工程技术人员的学习和工作参考用书。课程建议64学时,其中36学时为课堂讲授,28学时为测量实验。

本教材承蒙解放军装甲兵工程学院张智詮教授和北京理工大学白廷柱教授主审,由北京理工大学教材编审室审定。在此作者向他们致以诚挚的谢意,并向被引为本书内容和参考资料的作者、译者表示由衷的感谢。

当前光电传感器技术的发展以及各类应用的需求极大地促进了辐射度学、光度学及色度学相关理论和技术的发展。本书是一本专业性基础教材,但要在有限的篇幅中编写一本全面、完整地包含基础知识,同时包含最新技术发展的教材是比较困难的。

鉴于作者的学识与水平,书中的缺欠、遗漏在所难免,对此,诚恳地希望广大读者予以批评指正。

教材编写期间,天津大学蔡怀玉教授、武汉大学何平安教授、华中科技大学杨坤涛教授、重庆大学朱永教授、北京航空航天大学张维佳教授、南京理工大学柏连发教授、深圳大学牛丽红教授、长春理工大学付跃刚教授、燕山大学毕卫红教授、首都师范大学张存林教授、解放军装甲兵工程学院张智詮教授、石家庄军械学院刘秉琦教授以及空-空导弹研究院孟卫华研究员等对教材提出了非常有益的意见和建议,作者在此表示衷心的感谢。

最后,作者感谢工业和信息化部“十二五”重点教材规划委员会和北京理工大学出版社,它们使这一教材的新版得以出版。

作者
2016年2月

目 录

CONTENTS

第一篇 基础篇

绪论	003
第1章 辐射度量、光度量基础	006
1.1 辐射度量	006
1.1.1 立体角	006
1.1.2 辐射度量的名称、定义、符号及单位 (GB 3102.6—1982)	007
1.2 光度量	009
1.3 人眼的视觉特性	010
1.3.1 人眼的构造	010
1.3.2 人眼的黑白视觉特性	013
1.3.3 人眼的颜色视觉特性	025
1.3.4 颜色视觉理论	028
1.4 朗伯辐射体及其辐射特性	030
1.4.1 朗伯余弦定律	031
1.4.2 朗伯体辐射出射度与辐亮度的关系	031
1.5 几种典型光辐射量的计算公式	032
1.5.1 点源对微面元的照度	032
1.5.2 点源向圆盘发射的辐射通量	033
1.5.3 面辐射在微面元上的辐照度	033
1.5.4 朗伯辐射体产生的辐照度	034
1.5.5 成像系统像平面的辐照度	035
习题与思考题	036
第2章 热辐射定律及辐射源	038
2.1 黑体辐射的基本定律	038

2.1.1	基尔霍夫定律	038
2.1.2	黑体辐射定律	040
2.2	黑体辐射的计算	042
2.3	辐射体的温度	043
2.3.1	分布温度	044
2.3.2	色温和相关色温	045
2.3.3	辐亮度温度	046
2.3.4	辐射温度	047
2.4	辐射源	047
2.4.1	人工标准黑体辐射源	047
2.4.2	自然辐射源	050
2.4.3	人工辐射源	054
2.4.4	标准照明体和标准光源	069
2.4.5	色温变换及光谱能量分布特性的改变	073
	习题与思考题	077
第3章	光辐射探测器	079
3.1	光辐射探测器的性能参数	080
3.1.1	响应度	080
3.1.2	噪声及其评价参数	082
3.2	光电探测器	087
3.2.1	光电管和光电倍增管	087
3.2.2	光伏探测器	090
3.2.3	光导探测器	093
3.2.4	典型光电成像探测器	096
3.3	热探测器	097
3.3.1	热电偶和热偶堆	099
3.3.2	测辐射热计	100
3.3.3	热释电探测器	100
3.3.4	非制冷红外焦平面探测器	101
	习题与思考题	103
第4章	辐射在空间中的传输	104
4.1	光辐射能在空间中传输的基本定律	104
4.1.1	辐亮度和基本辐亮度守恒	104
4.1.2	辐射换热角系数	105
4.1.3	光辐射在光学系统内的传输	108
4.2	光辐射在传输介质界面的反射与透射	110
4.2.1	在光滑界面上的反射和透射	111

4.2.2	光辐射能在粗糙表面的漫反射	114
4.3	光辐射能在介质中传输时的吸收和散射	116
4.3.1	光辐射能在介质中传输的一般规律	116
4.3.2	辐射在大气中传输的消光	117
	习题与思考题	122
第5章	色度学的技术基础	124
5.1	颜色匹配	124
5.1.1	色光匹配实验	124
5.1.2	格拉斯曼定律	125
5.1.3	颜色匹配方程	126
5.1.4	三刺激值和色品图	126
5.2	CIE 1931 标准色度系统	128
5.2.1	CIE 1931 RGB 系统	128
5.2.2	CIE 1931 XYZ 标准色度系统	130
5.2.3	颜色空间及色度系统的转换	133
5.3	CIE 1964 补充标准色度系统	135
5.4	CIE 色度计算方法	137
5.4.1	三刺激值及色品坐标的计算	137
5.4.2	颜色相加的计算	138
5.4.3	主波长和色纯度	139
5.5	均匀颜色空间	141
5.5.1	颜色分辨力	142
5.5.2	均匀明度标尺	144
5.5.3	均匀色度标尺——CIE 1960 UCS 均匀色品图	145
5.5.4	CIE 1964 $W^*U^*V^*$ 均匀色空间及色差公式	146
5.5.5	CIE 1976 均匀色空间及色差公式	148
5.5.6	色差公式	150
5.6	同色异谱程度的评价	153
5.6.1	同色异谱色	153
5.6.2	CIE 同色异谱程度的评价方法	156
5.7	CIE 光源显色指数	159
5.7.1	光源的显色性	159
5.7.2	CIE 光源显色指数计算方法	160
5.7.3	常用光源的一般显色指数	162
5.8	色序系统	162
5.8.1	孟塞尔系统	162
5.8.2	自然色系统	168
5.8.3	OSA 均匀色标	169

5.9 CIE CAM02 色貌模型	171
5.9.1 色貌属性和色貌现象	171
5.9.2 色适应变换	174
5.9.3 CAM02 色貌模型	176
习题与思考题	180

第二篇 仪器与实验篇

第6章 辐射测量的基本仪器	185
6.1 光度导轨	185
6.2 积分球	187
6.3 单色仪	190
6.3.1 棱镜单色仪	191
6.3.2 光栅单色仪	194
6.3.3 使用单色仪的几个问题	198
6.4 分光光度计和光谱辐射计	200
6.4.1 分光光度计	200
6.4.2 光谱辐射计	203
6.5 傅里叶变换光谱仪	203
习题与思考题	208

第7章 光辐射测量系统的性能及其测量	209
7.1 测量系统的响应度	210
7.1.1 远距离小光源法	211
7.1.2 远距离面光源法	212
7.1.3 近距离面光源法	212
7.1.4 近距离小光源法	212
7.2 测量系统的光谱响应	214
7.3 测量系统的视场响应	218
7.4 测量系统的线性响应	221
7.5 测量系统的偏振响应	225
习题与思考题	228

第8章 光度量的测量	230
8.1 发光强度的测量	230
8.1.1 在光度导轨上测量发光强度	230
8.1.2 用偏光光度计测量发光强度	233
8.1.3 用客观光度法测量光强度	234
8.1.4 光强度测量中应注意的问题	235
8.2 光通量的测量	236

8.2.1	用分布光度计测量光通量	236
8.2.2	用积分球测量光通量	238
8.3	照度的测量	240
8.4	亮度的测量	245
8.4.1	目视法测量亮度	245
8.4.2	客观法测量亮度	246
	习题与思考题	250
第9章	辐射度量的测量	252
9.1	光谱辐射度量的测量	252
9.1.1	分光装置	253
9.1.2	光谱辐射度量的测量	255
9.2	总辐射度量的测量	258
9.2.1	用已知光谱辐射特性的光源进行测量	259
9.2.2	用已知光谱响应度的探测器进行测量	260
9.3	辐射体的温度测量	261
9.3.1	亮温的测量	261
9.3.2	色温的测量	262
9.3.3	辐射温度的测量	265
	习题与思考题	265
第10章	颜色的测量及其仪器	267
10.1	颜色测量的标准化	268
10.1.1	照明观察的几何条件	268
10.1.2	比较测色及其比较基准	272
10.2	测色分光光度计	273
10.2.1	测色分光光度计的组成	273
10.2.2	测色分光光度计的特点	275
10.2.3	测色分光光度计的分类	275
10.2.4	CM-1000 型电脑配色系统设计实例	276
10.3	色度计	278
10.3.1	卢瑟条件和校正滤色器	279
10.3.2	仪器的定标	280
10.3.3	色度计构造实例	281
10.4	光源颜色特性的测量	282
10.5	荧光材料的颜色测量	283
10.5.1	单色光激发测量法	283
10.5.2	复合光照射测量法	284
10.6	白度的测量	285

10.6.1	白度的表达式	286
10.6.2	白度的测量	288
习题与思考题		288
第11章 辐射度、光度与色度的应用		289
11.1	材料特性的测量	289
11.1.1	反射特性的测量	289
11.1.2	透射比的测量	295
11.1.3	发射率和吸收比的测量	299
11.2	探测器特性的测量	302
11.3	光学系统中杂散光的分析和计算	305
11.3.1	参与杂散光传输的表面分析	306
11.3.2	表面的散射特性	307
11.3.3	表面对像平面杂散光平的贡献	310
11.4	辐射测温仪	311
11.4.1	双色高温计的结构和工作原理	312
11.4.2	测温参数对测温精度的影响	314
11.4.3	辐射测温仪使用中应注意的问题	316
11.5	卫星多光谱扫描系统	316
11.5.1	对探测器工作性能要求的估算	318
11.5.2	辐射仪的辐射定标	321
11.6	建筑用低辐射玻璃	324
附录1 黑体函数表		326
附录2 色度参数表		329
附表3 辐射计算表		359
附表4 孟塞尔新标系统颜色样品的 CIE 色坐标		368
主要参考文献		386

第一篇

基 础 篇

绪 论

辐射度学是一门研究电磁辐射能测量的科学。辐射度学的基本概念和定律适用于整个电磁波段的辐射测量，但对于电磁辐射的不同频段，由于其特殊性，又往往有不同的测量手段和方法。本书主要阐述电磁辐射光学谱段内辐射能的计算与测量。

传统上，光学谱段一般是指从波长为 0.1 nm 左右的 X 射线到波长约 0.1 cm 的极远红外的范围（图 0-1），波长小于 0.1 nm 是 γ 射线，波长大于 0.1 cm 则属于微波和无线电波。近年来，THz 波（太赫兹波）受到了人们的关注，其属于频率为 $0.1\sim 10.0\text{ THz}$ 的电磁波，适用于电磁辐射的毫米波波段的高频边缘（ 300 GHz ）到低频率的远红外光谱带边缘（ 3 000 GHz ）之间的频率，对应的辐射波长范围为 $0.03\sim 3.00\text{ mm}$ ，成为光学和微波领域拓展研究的重要波段。因此，在光学谱段内，可按照波长分为 X 射线、远紫外、近紫外、可见光、近红外、短波红外、中波红外、长波红外、远红外和太赫兹波段。可见光谱段，即辐射能对人眼能产生目视刺激而形成具有光亮感和色感的谱段，一般是指波长为 $0.38\sim 0.76\text{ }\mu\text{m}$ 。

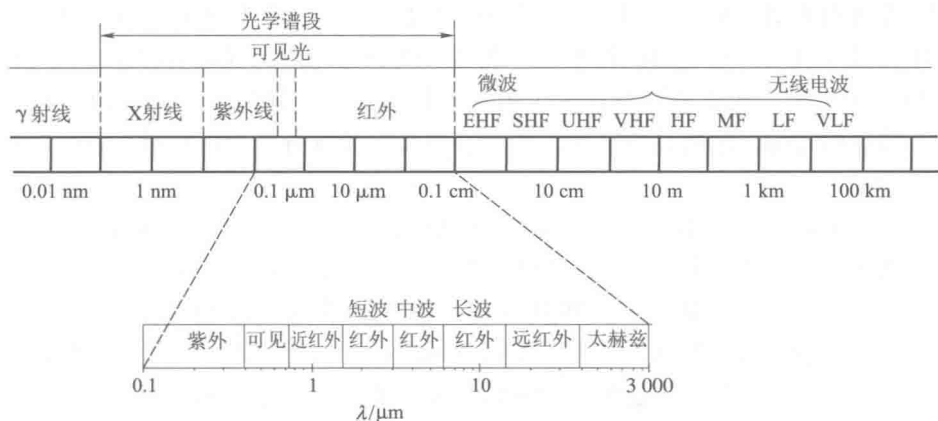


图 0-1 电磁频谱

使人眼产生目视刺激的度量是光度学的研究范畴。光度学除了包括光辐射能的客观度量外，还应考虑人眼视觉的生理和感觉印象等心理因素。因此，光度量作为一种物理量度量，可认为是用具有“标准人眼”视觉响应的探测器对辐射能的度量，而且人眼的生理、心理因素常常对光度测量有着很大的影响。

使人眼产生色感刺激的度量是色度学的研究范畴。研究人眼辨认物体的明亮程度、颜色类别和颜色的纯洁度（明度、色调、饱和度）是一门以光学、光化学、视觉生理和视觉心理等为基础的综合性科学，也是一门以大量实验为基础的实验性科学，主要解决对颜色的定量描述和测量问题。

对辐射度学和光度学系统的研究可认为是从18世纪中期研究光辐射的目视效应开始的。法国的Bouguer在1727年提出光度学的概念,为光度学的实践奠定了基础。1760年Lamber提出了光度学的基本定律,如照明可加性定律、照度的平方反比定律和余弦定律等。光度学的发展是与当时照明光源的进步密切相关的。光源由蜡烛、戊烷气灯到1879年Edisen发明的白炽灯,积极推动了光度学的发展。光度基准也由火焰灯发展到Violle提出的用凝固温度时的铂作为光强度的基准,并为1889年国际电工会议所采纳。

在这期间,Hershel在1800年测量太阳光通过棱镜色散在不同光谱位置上目视和液体温升的效应而发现了红外辐射,次年Ritter发现了紫外辐射,从而使辐射度学的研究领域逐步扩大。19世纪上半叶人们制造出第一个热电偶,并用于测量辐射热。Becquerel发现了光伏效应。19世纪中叶,Kirchhoff和Stewart提出了黑体的概念。1900年,在大量实验和理论分析的基础上,Planck导出了描述黑体辐射能量和光谱分布的物理定律。此后,随着温度测量精度的提高,普朗克常数和玻尔兹曼(Boltzmann)常数已可准确地被求到仅有1%的误差。

除了普朗克定律和量子理论这两个辐射度学对物理学最基本的贡献外,在19世纪的后20年,Langley研制了辐射热计,开始研究大气辐射。当时热电偶的响应度也大大提高,Angstrom于1893年制作出第一台标准探测计——电标定辐射热计,许多科学家用它来测量黑体总辐射能和温度的关系。

20世纪初,辐射度学和光度学在许多科学研究和应用领域(如分子物理、光谱化学分析、视觉、照明等)得到了广泛应用,使其作为物理学的一个分支得以迅速发展。当时气体放电灯、充气白炽灯等相继问世,白炽灯在1914年已被用作辐照度标准光源。1920年,在光度学中已使用具有一定色温的标准灯。此后,明视觉光谱光视效率和色度系统都有了国际标准。20世纪中期,光电探测器开始应用到光辐射探测,同时人们开始研究光辐射在吸收、散射介质中的传输。辐射度学在大气物理,红外、紫外分光光度测量,色度的质量检查中都有广泛的应用。

色度学最早开创于牛顿的颜色环概念。19世纪,Grassmann、Maxwell和Helmholtz等对色度学的发展做出了巨大贡献。Guild、Judd、Macadam、Stiles、Wright和Wyszecki等科学家的研究奠定了现代色度学的基础。从1931年建立国际照明委员会(CIE)色度学系统以来,色度学在工业、农业、科学技术和文化事业等领域获得了广泛应用,指导着彩色电视、彩色摄影、彩色印刷、染料、纺织、造纸、交通信号和照明技术的发展和应

近年来,辐射度学、光度学和色度学的发展特别迅速。光源的种类日新月异地发展着,其发光效率与颜色得到了很大改善,光辐射探测器品种大大增加,性能显著提高,各种测试方法、技术以及仪器不断提出并得到实现,这使辐射度量和光度量物理测量的精确度大为提高,应用领域也不断扩展。

在信息技术飞速发展的今天,辐射度量、光度量及色度量的评价和测量已成为获取光电信息的基础,因此,光电技术不论是在军事领域,还是在空间技术、医学和生命科学、工业和农业等领域均具有重要地位,获得了广泛的应用,同时这些应用也对学科的发展不断提出新的课题,大大促进了相关研究以及其在测量技术、设备、方法上的进步。

我国在辐射度学、光度学及色度学的理论和计量技术方面已取得了显著的成绩,国家和国防计量部门已建立了光通量、光强度、照度、亮度、色度等一系列标准,在一些研究