





国家示范性高职院校建设项目成果
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

院级精品课
配套教材

智能建筑照明技术

◎ 周巧仪 戎小戈 主编

◎ 张智靓 龚小斌 张伟 副主编

- 
- 
- ◎ 照明技术基础
 - ◎ 照明电光源
 - ◎ 照明器
 - ◎ 照度计算
 - ◎ 照明光照设计
 - ◎ 照明电气设计
 - ◎ 电气照明施工图设计
 - ◎ 住宅楼、办公楼照明工程设计
 - ◎ 建筑物防雷与接地系统
 - ◎ 智能照明技术基础 智能照明控制方式
 - ◎ 智能照明系统设计步骤与应用实例

- ◆ 以智能建筑电气照明设计为主线，通过多个工程案例进行介绍
- ◆ 采用最新的国家及行业标准规范，注重电气照明工程基本计算与设计方法
- ◆ 紧跟建筑行业工程实践和技术发展，内容新颖，突出照明设计与施工能力训练
- ◆ 提供免费的电子教学课件、习题参考答案和精品课网站，以方便教学



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

国家示范性高职院校建设项目成果
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

院级精品课
配套教材

智能建筑照明技术

周巧仪 戎小戈 主编
张智靓 龚小斌 张伟 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书根据教育部最新的职业教育教学改革要求,结合国家示范性高职院校项目成果及作者多年的教学与校企合作经验进行编写。本书共分为5个学习单元,主要内容包括照明技术的基础知识、照明电光源、照明器、照度计算、照明光照设计、照明电气设计、电气照明施工图设计、照明工程设计实例、建筑物防雷与接地系统和智能照明技术应用。本书内容深入浅出、语言简明扼要、层次清楚,尤其注重理论与实践相结合,充分体现智能建筑照明技术的实用性,向读者阐述智能建筑电气照明系统和建筑物防雷与接地系统设计应用的完整概念。为了配合教学与工程实践的需要,书中每个单元均设有思考题,以便于读者自学。

本书为高职高专院校楼宇智能化工程技术、建筑电气工程技术、给排水工程技术、建筑设备工程技术等专业的教材,也可作为应用型本科、成人教育、电视大学、中职学校、培训班的教材及工程技术人员的自学参考书。

本书配有免费的电子教学课件、习题参考答案和精品课网站,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

智能建筑照明技术/周巧仪,戎小戈主编. —北京:电子工业出版社,2012.4

全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

ISBN 978-7-121-16630-3

I. ①智… II. ①周… ②戎… III. ①智能化建筑-建筑照明-照明技术-高等职业教育-教材
IV. ①TU113.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第052011号

策划编辑:陈健德(E-mail:chenjd@phei.com.cn)

责任编辑:谭丽莎 文字编辑:王凌燕

印 刷:

装 订:北京京师印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开 本:787×1092 1/16 印张:13.25 字数:339.2千字

印 次:2012年4月第1次印刷

定 价:25.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

职业教育 继往开来(序)

自我国经济在新的世纪快速发展以来,各行各业都取得了前所未有的进步。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高,教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说,近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下,高职院校以服务为宗旨、以就业为导向,开展工学结合与校企合作,进行了较大范围的专业建设和课程改革,涌现出一批示范专业和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下,逐步加大校内生产性实训比例,引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下,教学以育人为目标,以掌握知识和技能为根本,克服了以学科体系进行教学的缺点和不足,为学生的顶岗实习和顺利就业创造了条件。

中国电子教育学会立足于电子行业企事业单位,为行业教育事业的改革和发展,为实施“科教兴国”战略做了许多工作。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社,具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验,有义务和能力与广大的高职院校密切合作,参与创新职业教育的新方法,出版反映最新教学改革成果的新教材。中国电子教育学会经常与电子工业出版社开展交流与合作,在职业教育新的教学模式下,将共同为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而提供优质服务。

近期由电子工业出版社组织策划和编辑出版的“全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列”,具有以下几个突出特点,特向全国的职业教育院校进行推荐。

(1) 本系列教材的课程研究专家和作者主要来自教育部和各省市区评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确,并且具有多年的职业教育教学经验及工学结合、校企合作经验,能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计,能够把握创新型教材的出版方向。

(2) 本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础,体现重点突出、实用为主、够用为度的原则,采用项目驱动的教学方式。学习任务主要以本行业工作岗位群中的典型实例提炼后进行设置,项目实例较多,应用范围较广,图片较多,还引入了一些经验性的公式、表格等,文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性,对全国许多职业教育院校具有较大的适用性,同时对企业技术人员具有可参考性。

(3) 根据职业教育的特点,本系列教材在全国独创性地提出“职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结”及“封面重点知识”等内容,有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学实践,也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

(4) 根据每门课程的内容特点,为方便教学过程对教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源。

职业教育要不断进行改革,创新型教材建设是一项长期而艰巨的任务。为了使职业教育能够更好地为区域经济和企业服务,我们殷切希望高职高专院校的各位职教专家和老师提出建议,共同努力,为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务!

前 言



本书根据教育部最新的职业教育教学改革要求,结合国家示范性高职院校项目成果及作者多年的教学与校企合作经验进行编写,注重与工程实践相结合,主要以国家标准 GB 50034《建筑照明设计标准》和行业标准 JGJ 16《民用建筑电气设计规范》等为依据。在编写过程中,注重教材内容的整合与精选,将建筑照明技术与建筑物防雷与接地技术相融合;注重先进技术的应用,引入了绿色照明理念和智能照明技术;注重理论与工程实践相结合,充分体现智能建筑照明技术的实用性。

全书以智能建筑电气照明设计为主线,通过多个工程案例和对国家及行业标准与规范的理解,重点介绍电气照明工程的基本计算与设计方法,以提高读者进行照明设计、施工和管理的能力;与传统电气照明类教材相比,本教材还增加了建筑物防雷与接地系统、绿色照明、照明节能及智能照明技术的相关内容,更切合工程实践和技术发展需要;为了便于读者学习,每个学习单元都给出了部分思考题。教学内容可根据各院校的具体专业要求和教学环境进行适当调整与学时安排。

本书为高职高专院校楼宇智能化工程技术、建筑电气工程技术、给排水工程技术、建筑设备工程技术等专业的教材,也可作为应用型本科、成人教育、电视大学、中职学校、培训班的教材及工程技术人员的自学参考书。

本书由浙江建设职业技术学院周巧仪、浙江机电职业技术学院戎小戈任主编,浙江建设职业技术学院张智靓、浙江中控研究院有限公司龚小斌、浙江建设职业技术学院张伟任副主编。具体分工为:周巧仪编写学习单元 1、4 并进行全书统稿;戎小戈、张伟编写学习单元 3;张智靓编写学习单元 2;龚小斌编写学习单元 5;浙江建设职业技术学院马福军、王三优参与学习单元 1、2 的编写,杭州中联筑境建筑设计有限公司董春霞为本书提供了大量的专业资料和设计实例。

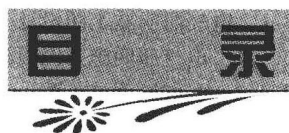
为了使本书具有实用性、先进性的特点,编者查阅了相关的教材、大量的工程技术书刊和资料、国家标准和规范,吸取了许多有益知识,在此向所有参考文献的作者致以衷心的感谢!

由于作者自身水平所限,书中难免存在缺漏和不当之处,殷切期望读者批评指正。

为了方便教师教学和读者自学,本书还配有免费的电子教学课件与习题参考答案,请有此需要的教师登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)免费注册后再进行下载,有问题时请在网站留言或与电子工业出版社联系(E-mail: hxedu@phei.com.cn)。读者也可通过该精品课网站(<http://web.zjzy.net/jp201101/index.html>)浏览和参考更多的教学资源。

编 者





学习单元 1 认识电气照明系统	1
教学导航	1
任务 1-1 照明技术的基本知识	2
1.1.1 光的性质和常用度量值	2
1.1.2 材料的光学性质	6
1.1.3 视觉与颜色	11
1.1.4 绿色照明	21
任务 1-2 照明电光源	25
1.2.1 电光源的分类及性能指标	25
1.2.2 常用照明电光源	31
1.2.3 照明电光源的选用	39
任务 1-3 照明器	41
1.3.1 照明器的特性	41
1.3.2 照明器的分类	47
1.3.3 照明器的选用	55
思考题 1	57
学习单元 2 电气照明系统设计	59
教学导航	59
任务 2-1 照度计算	60
2.1.1 平均照度计算	60
2.1.2 点光源直射照度计算	69
2.1.3 不舒适眩光的计算	73
任务 2-2 照明光照设计	77
2.2.1 照明方式和种类	77
2.2.2 照明质量评价	80
2.2.3 灯具的布置	82
2.2.4 照明光照节能设计	88
任务 2-3 照明电气设计	95
2.3.1 照明电气设计的任务和步骤	96
2.3.2 照明供电	96
2.3.3 照明线路计算	104
2.3.4 照明线路的保护	110
2.3.5 导线、电缆的敷设与选择	113
思考题 2	119

学习单元3 建筑电气照明技术应用	120
教学导航	120
任务3-1 电气照明施工图设计	121
3.1.1 电气照明施工图设计程序	121
3.1.2 电气照明施工图	122
3.1.3 电气照明施工图的阅读和分析	130
任务3-2 住宅楼照明工程设计	135
任务3-3 办公楼照明工程设计	139
实训1 某办公楼照明施工图设计	147
思考题3	148
学习单元4 建筑物防雷与接地系统	149
教学导航	149
任务4-1 认识建筑物防雷系统	150
4.1.1 雷电的产生与危害	150
4.1.2 防雷装置及接地形式	153
4.1.3 建筑物防雷措施	162
任务4-2 接地与安全	166
4.2.1 安全电压和安全电流	166
4.2.2 接地形式	170
实训2 建筑防雷系统认识	176
实训3 建筑防雷接地系统平面图识读	177
思考题4	178
学习单元5 智能照明技术应用	179
教学导航	179
任务5-1 认识智能照明系统	180
5.1.1 智能照明基本知识	180
5.1.2 智能照明控制方式	182
5.1.3 灯光基础知识	183
任务5-2 智能照明系统的应用	191
5.2.1 智能照明与传统照明的区别	191
5.2.2 智能照明控制系统的可靠性	192
5.2.3 智能照明系统设计步骤	192
5.2.4 智能照明系统的应用实例	193
5.2.5 智能照明主流产品	199
实训4 智能照明系统认识	201
实训5 办公楼智能照明施工图识读	202
思考题5	203
参考文献	204



学习单元 1

认识电气照明系统

教学导航

项目任务	任务 1-1 照明技术的基本知识	学时	10
	任务 1-2 照明电光源		
	任务 1-3 照明器		
教学载体	教学课件及教材相关内容		
教学目标	知识方面	了解照明技术的基本知识；熟悉电光源的分类及性能指标；掌握常用电光源的特点和选用，照明器的特性、分类和选用	
	技能方面	能够正确选用照明电光源和照明器，解决工程实际中具体问题	
过程设计	任务布置及知识引导—分组学习、讨论和收集资料—学生编写报告，制作 PPT、集中汇报—教师点评或总结		
教学方法	项目教学法		



任务 1-1 照明技术的基本知识

电气照明不仅需要光学和电学知识，而且还涉及建筑学、生理学、心理学等多学科的知识。围绕电气照明这个中心，本任务主要介绍光、视觉、颜色等与电气照明技术有关的基础知识及绿色照明计划等。

1.1.1 光的性质和常用度量值

电气照明是以光学为基础的，因而，电气照明技术的实质主要是光的控制与分配技术。本节主要介绍电气照明技术中最基本的概念和常用术语。

1. 光的性质

光是一种能量存在的形式，光能可以在没有任何中间媒介的情况下向外发射和传播，这种向外发射和传播的过程称为光的辐射。光在一种介质中将以直线的形式向外传播，称为光线。光的辐射具有二重性，即波动性和微粒性。光在传播过程中主要显示出波动性，而在与物质相互作用时则主要显示出微粒性。因此，光的理论也有两种，即光的电磁波理论和光的量子理论。

1) 光的电磁波理论

光的电磁波理论认为，光是能在空间传播的一种电磁波。电磁波的传播形式如图 1.1 所示。所有电磁波在真空中传播时，传播速度均相同，约为 $3 \times 10^8 \text{ km/s}$ ；而在介质中传播时，其传播速度与波长、振动频率及介质的折射率有关。

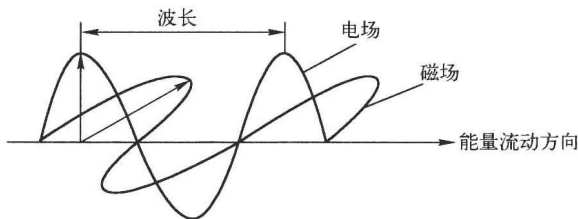


图 1.1 电磁波的传播形式

电磁辐射的波长范围是极其广泛的，波长不同的电磁波，其特性可能有很大的差异。但相邻波段之间实际上是没有明显界限的，因为波长的较小差别不会引起特性的突变。若将各种电磁波按波长依次排列可以得到电磁波谱，如图 1.2 所示。

在电磁波谱中，波长为 $380 \sim 780 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) 的电磁波，能使人眼产生光感，这部分电磁波被称为可见光。可见光按波长依次排列可以得到可见光谱。不同波长的可见光在视觉上会形成不同的颜色，将可见光按波长 $380 \sim 780 \text{ nm}$ 依次展开，光将分别呈现紫、蓝、青、绿、黄、橙、红 7 种颜色。只有单一波长的光才表现为一种颜色，称为单色光，全部可见光波混合在一起就形成了日光。



学习单元1 认识电气照明系统

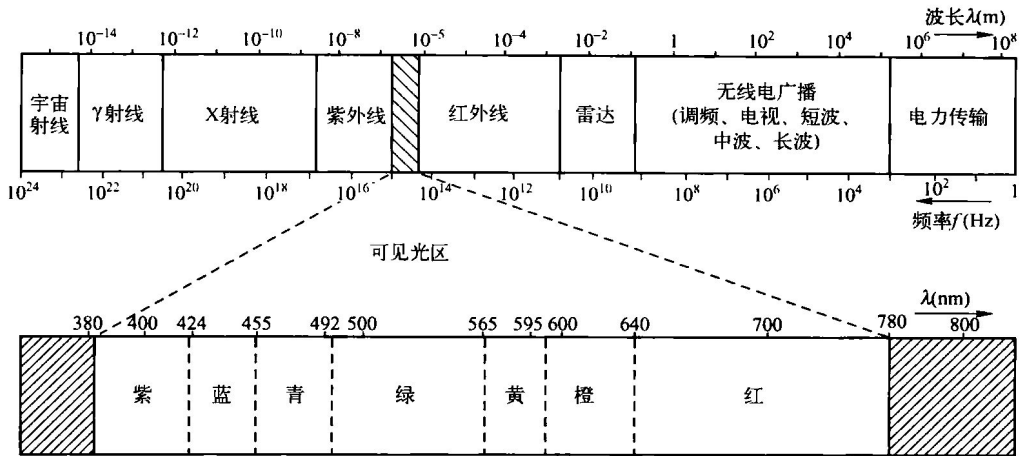


图 1.2 电磁波谱及可见光谱

在可见光紫光区的左边小于380nm的是一个紫外线波段，而在红光区右边大于780nm的是一个红外线波段。这两个波段的电磁波虽然不能引起人的视觉，但由于它们能够有效地转换成可见光，所以，通常把紫外线、可见光和红外线统称为光。

太阳所辐射的电磁波中，波长大于1400nm的被低空大气层中的水蒸气和二氧化碳强烈吸收，波长小于290nm的被高空大气层中的臭氧所吸收，能到达地表面的电磁波，其波长正好与可见光相符。可见光谱的颜色实际上是连续光谱混合而成的，光的颜色与相应的波段如表1.1所示。

表 1.1 光的颜色与相应的波段

波长区域 (nm)	中心波长 (nm)	区域名称	性质	
1~200		真空紫外	紫外线	
200~300		远紫外		
300~380		近紫外		
380~424	402	紫	可见光	光辐射
424~455	440	蓝		
455~492	474	青		
492~565	529	绿		
565~595	580	黄		
595~640	618	橙		
640~780	710	红		
780~1500		近红外	红外光	
1500~10000		中红外		
10000~100000		远红外		

2) 光的量子理论

光的量子理论认为光是由辐射源发射的微粒流。光的这种微粒是光的最小存在单位，称为光子，简称光子。光子具有一定的能量和动量，在空间占有一定的位置，并作为一个整体以光速在空间移动。光子与其他实物粒子不同，它没有静止的质量。



光的电磁波理论和量子理论是一致的，都是解释一种物理现象。光的电磁波理论可以解释光在传播过程中出现的物理现象，如光的干涉、衍射、偏振和色散等；光的量子理论可以解释光的吸收、散射和光电效应等。

2. 常用的光度量

1) 光谱光视效率

人眼对于不同波长的光感受是不同的，这不仅表现在光的颜色上，也表现在光的亮度上。不同波长的可见光尽管辐射的能量一样，但人看起来其明暗程度会有所不同，这说明人眼对不同波长的可见光有不同的主观感觉量。光谱光视效率用来评价人眼对不同波长光的灵敏度。在辐射能量相同的各色光中，白天或在光线充足的地方，人眼对波长 555nm 的黄绿色光最为敏感，波长偏离 555nm 越远，人眼对其感光的灵敏性就越低；而在黄昏或昏暗的环境中，人眼对波长为 507nm 的绿色光最为敏感。

用来衡量电磁波所引起视觉能力的量，称为光谱光效能。任意波长可见光的光谱光效能 $K(\lambda)$ 与最大光谱光效能 K_m 之比，称为该波长的光谱光视效率 $V(\lambda)$ ，即

$$V(\lambda) = \frac{K(\lambda)}{K_m}$$

最大光谱光效能是指波长为 555nm（明视觉）或 507nm（暗视觉）可见光的光谱光效能，其值为 683lm/W。国际照明委员会（CIE）根据各国测试和研究的结果，提出了 CIE 光度标准观察者光谱光视效率曲线，如图 1.3 所示。

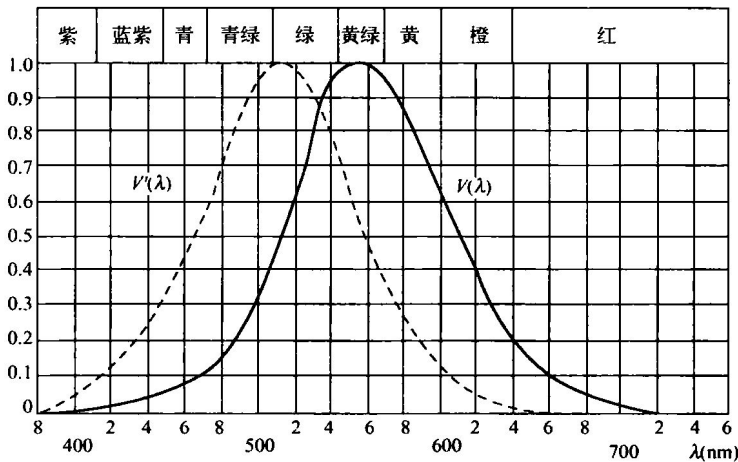


图 1.3 CIE 光度标准观察者光谱光视效率曲线

2) 光通量

光通量是按照 CIE 标准观察者的视觉特性来评价光的辐射通量的，其定义为光源在单位时间内向空间辐射出的使人产生光感觉的能量，以字母“ Φ ”表示，单位为流明（lm），是表征光源特性的光度量。

当辐射体发出的辐射通量按 $V(\lambda)$ 曲线的效率被人眼所接收时，其表达式为

$$\Phi = K_m \int \frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} V(\lambda) d\lambda$$



式中 Φ ——光通量 (lm)；

K_m ——最大光谱光效能，在单色辐射时，明视觉条件下的 K_m 值为 683lm/W ($\lambda_m = 555\text{nm}$)；

$V(\lambda)$ ——给定波长 (λ) 辐射的光谱光视效率；

$d\Phi_e(\lambda)/d\lambda$ ——辐射通量的光谱分布。

光通量是根据人眼对光的的感觉来评价光源在单位时间内光辐射能量的大小的。例如，一只 200W 的白炽灯泡比一只 100W 的白炽灯泡看上去要亮得多，这说明 200W 的灯泡在单位时间内所发出光的量要多于 100W 的灯泡所发出的光的量。

光通量是说明光源发光能力的基本量。例如，一只 220V、40W 的白炽灯泡其光通量为 350lm，而一只 220V、36W、6200K 的 T8 荧光灯的光通量约为 2500lm，这说明荧光灯的发光能力比白炽灯强，这只荧光灯的发光能力约是这只白炽灯的 7 倍。

3) 发光强度 (光强)

发光强度简称光强，是指单位立体角内的光通量，以符号 I_a 表示，是表征光源发光能力大小的物理量。

$$I_a = d\Phi/d\omega$$

式中 ω ——给定方向的立体角元；

Φ ——在立体角元内传播的光通量 (lm)；

I_a ——某一特定方向角度上的发光强度 (cd)。

光强度的单位为坎德拉，单位符号为 cd，它是国际单位制中的基本单位。

4) 照度

被照表面单位面积上接收到的光通量称为照度，用 E 表示，单位为勒克斯 (lx)，是表征表面照明条件特征的光度量。

$$E = \Phi/S$$

式中 S ——被照表面面积 (m^2)；

Φ ——被照面入射的光通量 (lm)。

1lx 相当于每平方米面积上，均匀分布 1lm 的光通量的表面照度，所以，可以用 lm/m^2 为单位，是被照面的光通密度。1lx 照度量是比较小的，在这样的照度下，人们仅能勉强辨识周围的物体，要区分细小的物体是困难的。能否看清一个物体，与这个物体单位面积所得到的光通量有关。所以，照度是照明工程中最常用的术语和重要的物理量之一，因为在当前的照明工程设计中，一直将照度值作为考察照明效果的量化指标。为了对照度有一些感性认识，现举例如下：

(1) 晴天的阳光直射下照度为 10000lx，晴天室内照度为 100 ~ 500lx，多云白天的室外照度为 1000 ~ 10000lx。

(2) 满月晴空的月光下照度约为 0.2lx。

(3) 在 40W 白炽灯下 1m 远处的照度为 30lx，加搪瓷罩后照度增加为 73lx。

(4) 照度为 1lx，仅能辨识物体的轮廓。

(5) 照度为 5 ~ 10lx，看一般书籍比较困难，阅览室和办公室的照度一般要求不低于 300lx。



5) 亮度

亮度是描述发光面或发光面上光的明亮程度的光度量，并且，亮度考虑了光的辐射方向，所以它是表征发光面在不同方向上的光学特性的物理量。亮度的国际单位制单位是坎德拉/平方米 (cd/m^2)。若 1m^2 发光面沿其法线方向发出 1cd 光强时，该发光面在其法线方向上呈现的亮度为 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 。

亮度与被视物体的发光强度或发光面的反光程度有关，还与发光面或反光面的面积有关。例如，在同一照度下，并排放着的白色和黑色物体，因物体表面对光的反射程度不同，人眼看起来的视觉效果也不同，总觉得白色物体要亮很多。而对两个发光强度完全相同的物体来说，如功率相同的一个普通白炽灯泡和一个磨砂玻璃灯泡，它们在视觉上引起的明亮程度也不同，后者看起来不及前者亮，这是因为磨砂玻璃表面凹凸不平，发光面积较大的缘故。

通常情况下：

(1) 40W 荧光灯的表面亮度约为 $7000\text{cd}/\text{m}^2$ 。

(2) 无云的晴朗天空平均亮度约为 $5000\text{cd}/\text{m}^2$ 。

(3) 太阳的亮度高达 $1.6 \times 10^9\text{cd}/\text{m}^2$ 以上。

注意：一般情况下，当亮度超过 $1.6 \times 10^5\text{cd}/\text{m}^2$ 时，人眼就感到难以忍受了。

1.1.2 材料的光学性质

1. 投射比、反射比和吸收比

光在均匀的同一种介质中沿直线传播，如果在行进过程中遇到新的介质，则会出现反射、透射和吸收现象，一部分光被介质表面反射，一部分透过介质，余下的一部分则被介质吸收，如图 1.4 所示。

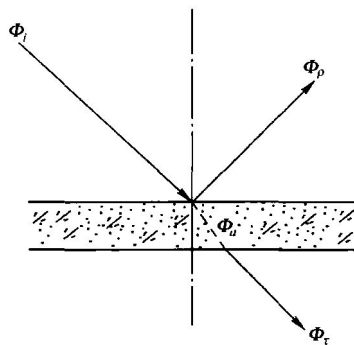


图 1.4 光的透射、反射和吸收

材料对光的这种性质在数值上可用光的投射比、反射比和吸收比来表示。

$$\text{反射比:} \quad \rho = \frac{\Phi_r}{\Phi_i}$$

$$\text{透射比:} \quad \tau = \frac{\Phi_t}{\Phi_i}$$

$$\text{吸收比:} \quad a = \frac{\Phi_a}{\Phi_i}$$



式中 Φ_i ——入射到介质表面的光通量；
 Φ_p ——被介质表面反射的光通量；
 Φ_r ——穿透该介质的光通量；
 Φ_a ——被介质吸收的光通量。

光投射到介质时可能同时发生介质对光的吸收、反射和透射现象，根据能量守恒定律，入射光通量应等于上述三部分光通量之和，即

$$\Phi_i = \Phi_p + \Phi_r + \Phi_a$$

或

$$\rho + \tau + a = 1$$

影响材料反射的主要因素是材料本身的性质，其中主要是材料表面的光滑程度、颜色和透明度，材料表面越光滑、颜色越浅、透明度越小，反射比就越大。另外，光的入射方式和光的波长等也影响物质的反射比。

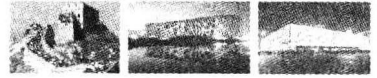
影响材料透射的因素主要是物质的性质和厚度，材料的透明度越高，透射比越大，非透明材料透射比为零；同一种材料厚度越大，透射比越小。入射方式和光的波长等也影响物质的透射比。

影响材料吸收的主要因素是材料的性质和光程。例如，透明材料对光的吸收作用小；非透明材料且表面粗糙、颜色较深的，对光的吸收作用大；光程越长，吸收越大。

从照明角度来看，反射比或透射比高的材料使用价值比较高。我们应该深入了解各种材料反射光或透射光的性能，以求在光环境设计中恰当运用各种材料。各种材料的反射比和吸收比参见表 1.2。

表 1.2 各种材料的反射比和吸收比

材料类型		反 射 比	吸 收 比
规则反射	银	0.92	0.08
	铬	0.65	0.35
	铝（普通）	60~73	40~27
	铝（电解抛光）	0.75~0.84（光泽） 0.62~0.70（无光）	0.25~0.16（光泽） 0.38~0.30（无光）
	镍	0.55	0.45
	玻璃镜	0.82~0.88	0.18~0.12
漫反射	硫酸钡	0.95	0.05
	氧化镁	0.975	0.025
	碳酸镁	0.94	0.06
	氧化亚铅	0.87	0.13
	石膏	0.87	0.13
	无光铝	0.62	0.38
	率喷漆	0.35~0.40	0.65~0.60
建筑材料	木材（白木）	0.40~0.60	0.60~0.40
	抹灰、白灰粉刷墙壁	0.75	0.25
	红砖墙	0.30	0.70
	灰砖墙	0.24	0.76
	混凝土	0.25	0.75
	白色瓷砖	0.65~0.80	0.35~0.20
	透明无色玻璃（1~3mm）	0.08~0.10	0.01~0.03



2. 光的反射

当光线投射到非透明物体表面时，大部分光被反射，小部分光被吸收。反射光虽然改变了光的方向，但光的波长成分并没有变化。光线在镜面和扩散面上的反射状态有以下4种。

1) 定向反射

在研磨很光的镜面上，光的入射角等于反射角，反射光线总是在入射光线和法线所决定的平面内，并与入射光分处在法线两侧，此规则称为“反射定律”，如图1.5所示。在反射角以外，人眼看不到反射光，这种反射称为定向反射，也称规则反射或镜面反射。它常用来控制光束的方向，灯具的反射灯罩就是利用这一原理制成的。

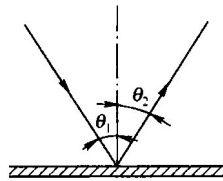


图 1.5 定向反射

2) 散反射

光线从某一方向入射到经散射处理的铝板、经涂刷处理的金属板或毛面白漆涂层时，反射光向各个不同方向散开，但其总的方向是一致的，其光束的轴线方向仍遵守反射定律。这种光的反射称为“散反射”，如图1.6所示。

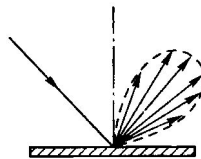


图 1.6 散反射

3) 漫反射

光线从某一方向入射到粗糙表面或涂有无光泽的镀层时，反射光被分散在各个方向，即不存在规则反射，这种光的反射称为“漫反射”。若反射遵守朗伯余弦定律时，则从反射面的各个方向看去，其亮度均相同，这种光的反射则称为各向同性漫反射或完全漫反射，如图1.7所示。

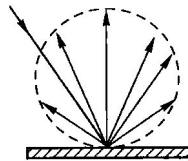


图 1.7 完全漫反射

4) 混合反射

光线从某一方向入射到瓷釉或带有高光泽度的漆层上时，其反射特质介于规则反射与漫



反射（或散反射）之间，则称为“混合反射”，如图 1.8 所示。图 1.8 (a) 是漫反射与规则反射的混合；图 1.8 (b) 是散反射与漫反射的混合；图 1.8 (c) 是散反射与规则反射的混合。在规则反射方向上的发光强度比其他方向要大得多，且有最大亮度，而在其他方向上也有一定数量的反射光，但亮度分布不均匀。

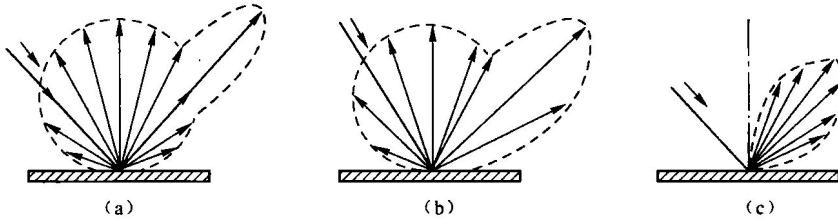


图 1.8 混合反射

灯具采用反射材料的目的在于把光源的光反射到需要照明的方向。为了提高效率，一般采用反射比较高的材料，此时反射面就成了二次发光面。

3. 光的折射和透射

1) 光的折射

当光从一种介质射入另一种介质时，由于两种介质的密度不同而造成光线方向改变的现象称为折射，如图 1.9 所示。光的折射符合折射定律：

- (1) 入射角、折射角与分界面的法线同处于一个平面内，且分居于法线的两侧。
- (2) 入射角正弦和折射角正弦的比值对确定的两种介质来说是一个常数，即

$$\frac{\sin i}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$$

式中 n_1, n_2 ——分别为两种介质的折射率；

i, γ ——分别为入射角和折射角。

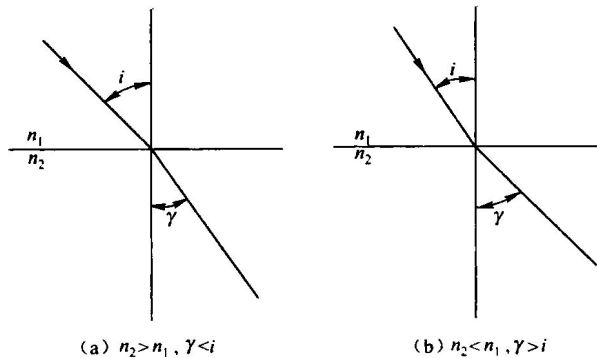


图 1.9 光的折射

人们常常利用折射能改变光线方向的原理，制成能精确地控制光分布的折光玻璃砖、各种棱镜灯罩等。此外，当一束白光通过折射棱镜时，由于组成白光的各单色光频率不同，则因折射而分离成各种颜色，这种现象称为色散。



2) 光的透射

光线入射到透明或半透明材料表面时，部分被反射、吸收，而大部分可以透射过去。例如，光在玻璃表面垂直入射时，入射光在第一面（入射面）反射4%，在第二面（透过面）反射3%~4%，被吸收2%~8%，透射率为80%~90%。透射可分为以下4种状态。

(1) 定向透射。当光线照射到透明材料上时，透射光将按照几何光学的定律进行透射，这就是定向透射，又称规则透射，如图1.10所示。其中，图1.10(a)为平行透光材料（如平板玻璃），透射光的方向与原入射光方向相同，但有微小偏移；图1.10(b)为非平行透光材料（如三棱镜），透射光的方向由于光的折射而改变了方向。

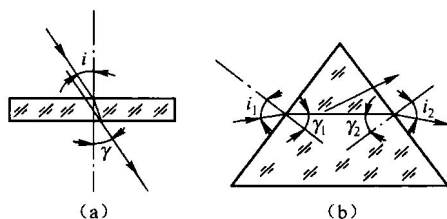


图 1.10 定向透射

(2) 散透射。光线穿过散透射材料（如磨砂玻璃）时，在透射方向上的发光强度较大，在其他方向上发光强度则较小。此时，表面亮度也不均匀，透射方向较亮，而其他方向则较弱。这种情况称为散透射，如图1.11所示。

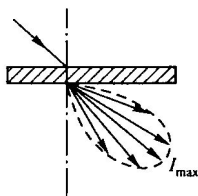


图 1.11 散透射

(3) 漫透射。光线照射到散射性好的透光材料（如乳白玻璃等）时，透射光将向所有的方向散开，并均匀分布在半球空间内，这称为漫透射。若透射光服从朗伯余弦定律，即亮度在各个方向上均相同，则称为均匀漫透射或完全漫透射，如图1.12所示。

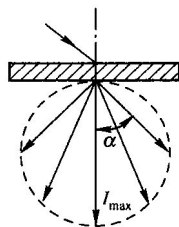


图 1.12 均匀漫透射

(4) 混合透射。光线照射到透射材料上，其透射特性介于漫透射或散透射与定向透射之间时，称为混合透射。