



高等院校电气工程及其自动化专业系列教材

cal Engineering

电气照明 技术及应用

主 编 刘学军

副主编 刘俊杰



附赠电子教案

<http://www.cmpedu.com>



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电气工程及其自动化专业系列教材

电气照明技术及应用

主 编 刘学军
副主编 刘俊杰
参 编 杨 明 江威风
王 月 谢东东



机械工业出版社

本书阐述了照明工程的基础理论、基本计算和设计方法。本书注重培养读者的设计能力和创新理念,着眼于提高读者的照明设计能力和工程管理能力,介绍了国家近年来颁布发行的有关建筑电气设计规程和标准。

全书分为10章,包括概述、视觉和颜色、电光源、照明灯具、照明计算、照明光照设计、照明电气设计、电气照明施工图设计和电气照明工程识图基础、电气照明设计示例、电气照明课程设计。为便于读者复习和自学,每章后附有一定数量的思考题与习题,附录中选取部分灯具技术数据和图表,可供课程设计使用。

本书可以作为光源与照明、建筑电气与智能化、自动化、电气工程及其自动化专业的应用型本科教材,也可以作为各类成人教育相关专业的教材,还可供电气工程技术人員参考。

本书配套授课电子课件,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册,审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 308596956, 电话: 010-88379753)。

图书在版编目(CIP)数据

电气照明技术及应用/刘学军主编. —北京:机械工业出版社, 2018.2
21世纪高等院校电气工程及其自动化专业系列教材
ISBN 978-7-111-59655-4

I. ①电… II. ①刘… III. ①电气照明-高等学校-教材 IV. ①TM923

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第073237号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:汤枫 责任校对:郑婕

责任印制:张博

三河市国英印务有限公司印刷

2018年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm·18.75印张·459千字

0001—2500册

标准书号:ISBN 978-7-111-59655-4

定价:59.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

前 言

目前,我国建筑及建筑装饰业飞速发展,人们对建筑装饰、照明电光源、电气照明装置和照明光环境的需求水平也越来越高。为适应国民经济高速发展,满足学科建设和人才培养的要求,作者在总结多年教学经验和工程实践经验的基础上,依据国家近年来颁布的有关建筑电气设计标准和规程编著了本书。

本书以电气照明设计为主线,阐述了照明工程的基础理论、基本计算和设计方法。首先介绍了电气照明技术的基础知识,接着讲述了照明电光源及其原理性能、照明灯具的主要类型及其光学特性、照明光照计算方法、照明光照设计知识和照明电气设计知识。本书注重培养读者的设计能力和创新理念,着眼于提高读者的照明设计能力和工程管理能力,介绍了国家近年来颁布发行的有关建筑电气设计规程和标准,遵守国家新标准《建筑照明设计标准》(GB 50034—2013),另外还介绍了照明领域新进展和新技术。

为便于读者复习和自学,每章后附有一定数量的思考题与习题,还给出了照明课程设计题目,附录中选入了部分灯具技术数据和图表,可供课程设计和毕业设计使用。

本书的出版得到了孙玉梅教授的大力支持,在编写过程中参考引用了许多相关教材和书后的参考文献。在此,向所有作者致以诚挚的谢意。

本书第1章由杨明编写,第2~4章由刘俊杰编写,第5章由谢东东编写,第6~7章由刘学军编写,第8~9章由王月编写,第10章和附录由江威风编写。本书由刘学军担任主编,刘俊杰担任副主编,全书由刘学军教授构思设计并统稿。

限于编者水平,书中不妥之处在所难免,欢迎读者电邮至 xuejun50_liu@126.com 进行讨论,并给予批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 光的基本概念	1
1.1.1 光的本质	1
1.1.2 光的辐射特性	2
1.2 常用的光度量	3
1.2.1 光通量	3
1.2.2 发光强度 (光强)	4
1.2.3 照度	4
1.2.4 光的出射度 (出光度)	5
1.2.5 亮度	5
1.3 材料的光学性质	6
1.3.1 透射比、反射比和吸收比	6
1.3.2 光的反射	7
1.3.3 光的折射和透射	8
1.3.4 材料的光谱特征	10
思考题与习题	11
第 2 章 视觉和颜色	12
2.1 光和视觉	12
2.1.1 视觉过程	12
2.1.2 视觉特性	13
2.1.3 视觉功效	15
2.2 颜色特性	16
2.2.1 光谱能量 (功率) 分布	16
2.2.2 颜色的基本特征	18
2.2.3 颜色混合	18
2.2.4 颜色视觉	18
2.3 表色系统	19
2.3.1 孟塞尔表色系统	19
2.3.2 CIE 表色系统	21
2.4 颜色与显色性	22
2.4.1 光源的颜色	22
2.4.2 光源的色温	23
2.4.3 光源的显色性	23

思考题与习题	25
第3章 电光源	26
3.1 照明电光源的分类型号和光电特性	26
3.1.1 照明电光源的分类	26
3.1.2 照明电光源的型号命名	27
3.1.3 电光源的光电特性	28
3.2 热辐射发光	29
3.2.1 黑体辐射	29
3.2.2 钨丝的辐射	30
3.3 气体放电发光	30
3.3.1 气体放电的全伏安特性	31
3.3.2 辉光放电灯	32
3.3.3 弧光放电灯	32
3.3.4 气体放电灯的工作特性	33
3.4 白炽灯和卤钨灯	34
3.4.1 白炽灯	34
3.4.2 卤钨灯	36
3.5 荧光灯	37
3.5.1 荧光灯的结构	37
3.5.2 荧光灯的工作原理	38
3.5.3 荧光灯的工作特性	39
3.5.4 荧光灯的种类	42
3.5.5 特种荧光灯	43
3.6 高强度气体放电灯 (HID)	44
3.6.1 HID 灯的结构	44
3.6.2 HID 灯的工作特性	47
3.6.3 HID 灯的工作电路	49
3.6.4 HID 灯的常用产品及其应用	50
3.7 场致发光光源	51
3.7.1 LED 的原理及其结构	52
3.7.2 LED 的性能	53
3.7.3 LED 的分类与应用	54
3.7.4 有机发光二极管	55
3.8 各种常用电光源的性能比较与选用	56
3.8.1 电光源性能比较	56
3.8.2 电光源的选用	57
思考题与习题	58
第4章 照明灯具	59
4.1 灯具的光学特性	59

4.1.1	灯具的光强分布	59
4.1.2	灯具的效率	61
4.1.3	灯具的亮度分布和遮光角(保护角)	62
4.1.4	灯具的最大允许距高比	63
4.2	灯具的分类	63
4.2.1	按光通量在空间分布分类	63
4.2.2	按灯具结构分类	66
4.2.3	按灯具安装方式分类	67
4.2.4	按灯具防尘、防水方式分类	67
4.2.5	按灯具防触电保护方式分类	68
4.2.6	按灯具安装面材料分类	68
4.3	灯具的选择	68
4.3.1	灯具选择的基本原则	68
4.3.2	根据配光曲线特性选择	69
4.3.3	根据环境条件选择	69
4.3.4	根据经济性能选型	70
	思考题与习题	70
第5章	照明计算	71
5.1	电气照明的照度标准	71
5.2	室内照度的计算	71
5.2.1	利用系数法	71
5.2.2	概算曲线与单位容量法	75
5.2.3	点光源直射照度计算	77
5.2.4	线光源直射照度计算	82
5.2.5	面光源直射照度计算	90
5.2.6	平均亮度计算	96
5.3	室外照明计算	97
5.3.1	照明光源及灯具的选择	97
5.3.2	厂区照明计算	98
5.3.3	道路照明计算	99
5.4	眩光计算	103
5.4.1	不舒适眩光	103
5.4.2	室外体育场地的眩光指数法	105
	思考题与习题	106
第6章	照明光照设计	108
6.1	光照设计概述	108
6.1.1	光照设计的内容、目的与基本要求	108
6.1.2	光照设计的设计步骤与设计成果	109
6.2	照明方式和种类	109

6.2.1	照明方式	109
6.2.2	照明种类	110
6.3	照明质量的评价	111
6.3.1	照度均匀度	112
6.3.2	亮度分布	113
6.3.3	眩光	113
6.3.4	光的颜色	116
6.3.5	照度的稳定性	118
6.3.6	阴影和造型立体感	118
6.4	灯具的布置	119
6.4.1	一般照明灯具的布置	119
6.4.2	应急照明的设置及灯具布置	121
6.5	照明光照节能设计	124
6.5.1	照明设计节能的评价标准	124
6.5.2	光照节能设计的措施	125
	思考题与习题	128
第7章	照明电气设计	129
7.1	照明电气设计概述	129
7.1.1	照明的负荷等级及对供电的要求	129
7.1.2	照明供电网络的接线、照明装置的控制和保护	129
7.1.3	照明配电网络电压和供电方式	136
7.1.4	配电箱、开关及插座的选择	138
7.1.5	选择布线方式	138
7.2	照明线路的负荷计算	138
7.2.1	需用系数法	139
7.2.2	负荷密度法	141
7.2.3	单相负荷的计算	142
7.3	电压损失计算	143
7.3.1	三相对称线路的电压损失	143
7.3.2	单相线路的电压损失	143
7.3.3	三相四线制线路相负荷不平衡时的电压损失	144
7.4	导线和电缆截面的选择	145
7.4.1	按允许载流量选择导线截面	145
7.4.2	按允许电压损失选择导线截面	146
7.4.3	按允许机械强度选择导线截面	149
7.5	低压断路器和熔断器的选择	150
7.5.1	熔断器的选择	151
7.5.2	低压断路器的选择	151
7.5.3	熔断器和低压断路器型号的选择	152

7.6 低压刀开关和负荷开关的选择	155
7.6.1 低压刀开关的选择	155
7.6.2 低压负荷开关的选择	156
7.6.3 开启式负荷开关	157
7.7 照明线路保护和电气安全	161
7.7.1 保护的配置	161
7.7.2 照明系统电气安全	163
7.8 照明节能与经济比较	164
7.8.1 照明节能措施	164
7.8.2 照明方案的技术经济比较	166
思考题与习题	168
第8章 电气照明施工图设计和电气照明工程识图基础	170
8.1 电气照明施工图设计	170
8.1.1 方案设计	170
8.1.2 初步设计	170
8.1.3 施工图设计	170
8.2 电气照明施工图	171
8.2.1 国家规定的制图标准	171
8.2.2 电气施工图面的一般规定	175
8.3 照明及动力工程图的组成	176
8.3.1 动力及照明电气系统图	176
8.3.2 配电装置总平面图	177
8.3.3 动力及照明平面图	178
8.4 动力及照明线路在平面图上的表示方法	180
8.4.1 配线方式	180
8.4.2 动力及照明线路的表示方法	182
8.4.3 照明设备在平面图上的表示方法	184
8.4.4 灯具类型与安装方式的标注方法	185
8.5 照明控制接线	189
8.5.1 照明控制接线图的分类	189
8.5.2 控制接线图的种类及其表示方法	190
思考题与习题	192
第9章 电气照明设计示例	193
9.1 实验办公楼照明设计	193
9.1.1 办公楼照明设计要点	193
9.1.2 办公楼电气照明设计实例	193
9.2 教学楼照明设计	202
9.2.1 学校照明设计要点	202
9.2.2 教学楼的电气照明设计实例	203

9.3 住宅照明设计	221
9.3.1 住宅照明设计要点	221
9.3.2 住宅照明设计实例	221
9.4 商场照明设计	224
9.4.1 商场照明设计要点	224
9.4.2 商场照明设计实例	224
9.5 宾馆客房照明设计	226
9.5.1 宾馆客房照明设计要点	226
9.5.2 宾馆客房照明设计实例	227
9.6 办公建筑照明实例	228
9.6.1 电气照明配电系统图	228
9.6.2 电气照明平面安装图	229
思考题与习题	231
第10章 电气照明课程设计	232
10.1 电气照明设计任务书	232
10.2 电气照明课程设计题目	235
10.2.1 设计题目1: 某机械加工车间照明设计	235
10.2.2 设计题目2: 某实验办公楼照明设计	237
10.2.3 设计题目3: 机械制造厂金属加工车间照明设计	237
10.2.4 设计题目4: 某机械厂厂区道路照明设计	239
10.2.5 设计题目5: 某炼钢厂修包车间照明设计	242
10.2.6 设计题目6: 某高校教学楼照明设计	243
10.2.7 设计题目7: 某变电所照明设计 (310m^2)	244
10.2.8 设计题目8: 某锅炉房照明设计	245
10.2.9 设计题目9: 某化肥厂二层住宅楼照明设计 (350m^2)	247
附录	249
附录A 常用灯具光度参数	249
附录B 电光源光电参数	268
附录C 常用建筑照度标准值和功率密度值	274
附录D 常用低压开关电器及电气计算用表	279
附录E 路面亮度系数和简化亮度系数	287
参考文献	290

第1章 概 述

1.1 光的基本概念

1.1.1 光的本质

光是辐射能的一部分，即能产生视觉的辐射能。光的本质是电磁波，如图 1.1 所示，在电磁波中，可见光仅占很小部分，可见光的波长范围在 380~780nm 之间，这个范围在视觉上可能有些差异。

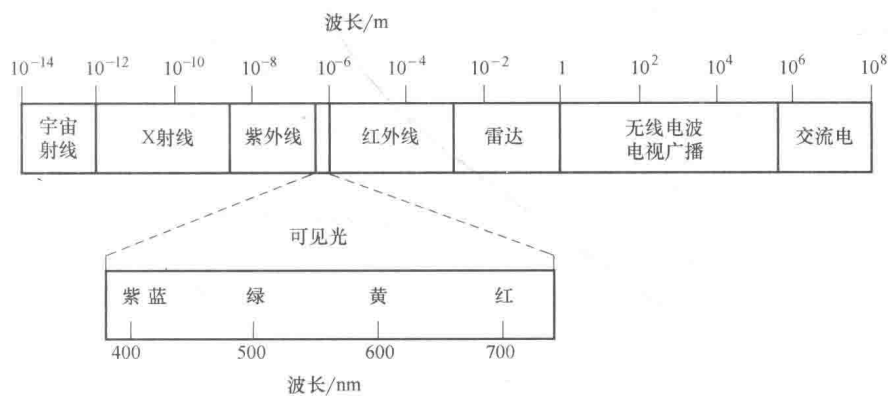


图 1.1 电磁波谱

牛顿在 1666 年用一束光通过棱镜，发现了光束中包含的全部颜色。可见光谱颜色是连续光谱混合而成的。光的颜色和相应的波段见表 1.1。波长从 380nm 向 780nm 增加时，光的颜色从紫色开始，按蓝、绿、黄、橙、红的顺序逐渐变化。

表 1.1 光的各个波长区域

波长区段/nm	区段名称		性质
100~200	真空紫外线	紫外光	光辐射
200~300	远紫外		
300~380	近紫外		
380~450	紫	可见光	
450~490	蓝		
490~560	绿		
560~600	黄		
600~640	橙		
640~780	红		
780~1500	近红外	红外线	
1500~10000	中红外		
10000~100000	远红外		

紫外线波谱的波长在 100~380nm 之间, 紫外线是人眼看不见的。太阳是近紫外线发射源, 白炽灯一般发射波长在 5000nm 以内的红外线, 发射近红外线特制灯可用于理疗和工业设施。

紫外线、红外线这两个波段的辐射能与可见光一样, 可用于平面镜、透镜或棱镜等光学元件进行反射、成像或色散。故通常把紫外线、可见光、红外线统称为光辐射。

所有形式的辐射能在真空中的传播速度相同, 均为 299793km/s。当辐射能通过介质时, 它的波长和速度将随介质而变化。但频率由产生电磁波的辐射源决定, 又随所遇到的介质而改变。

1.1.2 光的辐射特性

光的辐射特性参数如下。

1. 辐射量

(1) 辐射能 Q_e

光源辐射出来的光 (包括红外线、可见光和紫外线) 的能量取决于光源的辐射能。当这些能量被物质吸收时, 可以转换成其他形式的能量。辐射能的单位是焦耳 (J)。

(2) 辐射能通量 Φ_e

光源在单位时间内辐射出去的光的总能量称为光源的辐射能通量。辐射能通量也可以称为辐射功率。辐射能通量的单位为瓦 (W)。

(3) 辐射出射度 M_e

如果光源表面上一个发光面积 A 在各个方向 (半个空间内) 的辐射能通量为 Φ_e , 则该发光面的辐射出射度为

$$M_e = \Phi_e / A \text{ 或 } M_e = d\Phi_e / dA \quad (1.1)$$

辐射出射度 M_e 的单位为 W/m^2 。

2. 光谱辐射量

为研究各种波长的光分别辐射的能量, 需要对单一波长的光辐射做相应的规定。

(1) 光谱辐射通量 Φ_λ

光源发出的光在单位波长间隔内的辐射通量称为光谱辐射通量 Φ_λ , 即

$$\Phi_\lambda = \Delta\Phi_e / \Delta\lambda \text{ 或 } \Phi_\lambda = d\Phi_e / d\lambda \quad (1.2)$$

波长的单位为 m (或 nm), 则 Φ_λ 的单位为 W/m 。

(2) 光谱辐射出射度 M_λ

光源发出的光在单位波长间隔内的辐射度称为光谱辐射出射度 M_λ , 即

$$M_\lambda = dM_e / d\lambda \quad (1.3)$$

光谱辐射出射度的单位为 $W/(m^2 \cdot m)$ 。

(3) 光谱光视效率 $V(\lambda)$

人眼在可见光谱范围内的视觉灵敏度是不均匀的, 它随波长而变化。人眼对波长 555nm 的黄绿光感受效率最高, 而对其他波长光的感受效率较低, 故将 555nm 的峰值波长用 λ_m 表示。并将其光谱光视效能 $K(\lambda_m)$ 定义为峰值光视效能 K_m ($K_m = 683lm/W$)。其他波长时的光谱光视效能 $K(\lambda)$ 与 K_m 之比称为光谱光视效率, 用 $V(\lambda)$ 表示, 它随波长而变化, 即

$$V(\lambda) = K(\lambda) / K_m \tag{1.4}$$

式 (1.4) 表明，当波长在峰值波长 λ_m 时， $V(\lambda_m) = 1$ ；在其他波长时， $V(\lambda_m) < 1$ 。图 1.2 为光谱光视效率曲线，实线表示明视觉条件下的光谱光视效率，虚线表示暗视觉条件下的光谱光视效率。

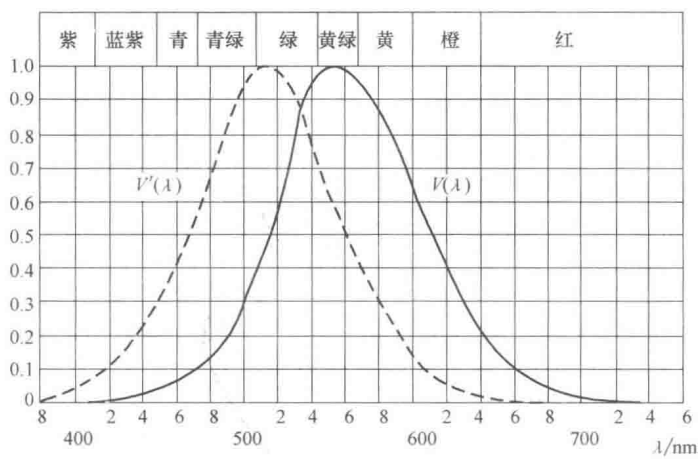


图 1.2 光谱光视效率曲线

视觉与宽度有关，宽度在 10cd/m^2 以上时，人眼为明视觉，若再增加宽度，则人眼的反应不受影响；宽度在 $10^{-6} \sim 10^{-2}\text{cd/m}^2$ 之间时，人眼为暗视觉。人眼光谱光视效率曲线的峰值要向波长短的方向移动，其最大灵敏值一般出现在波长 507nm 处。

1.2 常用的光度量

照明的效果主要以人眼来决定，照明光源的光学特性必须用基于人眼视觉的光度量来描述，本节介绍几个常用的光度量。

1.2.1 光通量

光通量是指单位时间内辐射能量的大小。它是根据人眼对光的感觉来评价的。光源以辐射形式发射，传播出去并能使标准观察者产生光感的能量，称为光通量，用符号 Φ 表示，单位为流明 (lm)。流明是国际单位制单位，1lm 等于一个具有均匀分布 1cd (坎德拉) 发光强度的点光源在一个球面度 (单位为 sr) 立体角内发射的光通量。

光通量表达式为

$$\Phi = K_m \int_0^\infty \Phi_\lambda V(\lambda) d\lambda = K_m \int_{380}^{780} \Phi_\lambda V(\lambda) d\lambda \tag{1.5}$$

在照明工程中，光通量是说明光源发光能力的基本量。例如，一只 220V、40W 的白炽灯发射的光通量为 350lm，而一只 220V、36W (T8 管) 的荧光灯发射的光通量为 2500lm，为白炽灯的 7 倍。

1.2.2 发光强度（光强）

(1) 立体角 ω

由于辐射体在空间发出的光通量不均匀，大小不相等，故为了表示辐射体在不同方向上光通量的分布特性，需要引入光通量密度的概念，如图 1.3 所示。

立体角的定义是指一个封闭的圆锥面内所包含的空间。立体面的单位为球面度（sr）。以锥顶为球心，以 r 为半径作一圆球，若锥面在圆球上截出的面积为 $A=r^2$ ，则该立体角即为一个单位立体角，又称为球面度。其定义式为

$$\omega = \frac{A}{r^2} \tag{1.6}$$

而一个球体包含 4π 球面度。

(2) 发光强度

发光强度的单位是坎德拉（cd），也就是过去的烛光。在数量上 $1\text{cd}=1\text{lm}/\text{sr}$ 。坎德拉是国际单位制和我国法定单位制的基本单位之一，其他光度量都是由坎德拉推导出的。

如图 1.3 所示， s 为光源发光体，它向各个方向辐射光通，若在某一方向上取微小立体角 $d\omega$ ，在此立体角内发出的光通量为 $d\Phi$ ，则两者的比值定义为这个方向上的光强，用符号 I 表示，其表达式为

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \tag{1.7}$$

若光源辐射的光通量是均匀的，则在立体角 ω 内的平均光强 I 为

$$I = \Phi / \omega \tag{1.8}$$

发光强度用于说明光源或灯具发出的光通量在空间各方向或在选定方向上的分布密度。如一只 220V、40W 的白炽灯发出的光通量为 350lm，它的平均光强为 $350\text{lm}/4\pi\text{sr}=28\text{cd}$ 。若在该灯泡上面装一盏白色搪瓷平盘，则灯正下方的发光强度能提高到 70~80cd。如果配上一个聚焦合适的镜面反射罩，则灯下方的发光强度可高达数百坎德拉。在后两种情况下，灯泡发出的光强度没有变化，仅是光通量在空间分布更为集中，相应的发光强度也就提高了。

1.2.3 照度

照度是用来表示被照面上光的强弱，它是以被照场所光通量的面积密度来表示的。表面上一点照度 E 定义为入射光量 $d\Phi$ 与该单元面积 dA 之比，其表达式为

$$E = d\Phi / dA \tag{1.9}$$

对于任意大小的表面积 A ，若入射光通量为 Φ ，则表面积上的平均照度 E 为

$$E = \Phi / A \tag{1.10}$$

照度的单位为勒克斯（lx），数量上 $1\text{lx}=1\text{lm}/\text{m}^2$ 。

为了使读者对照度的概念有实际的理解，下面举几个例子：晴朗的满月夜地面照度为

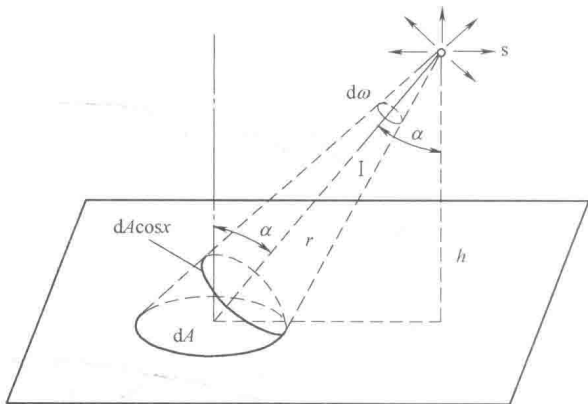


图 1.3 点光源的发光强度

0.2lx；白天光良好的室内照度为 100~500lx；晴天室外太阳散射光（非直射）下的地面照度约为 1000lx；中午太阳光照射下的地面照度可达 10^5lx 。

1.2.4 光的出射度（出光度）

具有一定面积的发光体，其表面上不同点的发光强度可能是不一致的。为表示这个辐射光通量的密度，可在表面上任取一个微小的单元面积 dA ，如果它的光通量为 $d\Phi$ ，则该单元面积的平均光出射度 M 为

$$M = \frac{d\Phi}{dt} \tag{1.11}$$

对于任意大小的发光表面 A ，若发射的光通量为 Φ ，则表面积 A 的平均光出射度 M 为

$$M = \Phi/A \tag{1.12}$$

光的出射度为单位面积的光通量，单位为辐射勒克斯（rlx）， $1\text{rlx} = 1\text{lm}/\text{m}^2$ ，与照度具有相同的量纲，其区别在于出射度是发光体发出的光通量表面密度。对于因反射或透射而发光的二次发光表面，其出射度分别是

$$M = \rho E \text{ 或 } M = CE \tag{1.13}$$

式中 ρ ——被照面的反射系数（反射比）；
 C ——被照面透射系数（透射比）；
 E ——二次发光面上的照度。

1.2.5 亮度

光的出射度只表示单位面积上所发出的光通量，并没有考虑光辐射的方向，因此不能表征发光面不同方向上的光学特性。如图 1.4 所示，在一个广光源上取一个单位面积 dA ，从与镜面法线成 θ 角的方向上去观察，在这个方向上的光强与人眼“见到”的光源面积之比，定义为光源在这个方向上的亮度。由图 1.4 中可以得出，能够看到的光源面积 dA 及亮度 L_θ 分别为

$$\left. \begin{aligned} dA' &= dA \cos\theta \\ L_\theta &= \frac{d\Phi}{d\omega \cdot dA \cdot \cos\theta} = \frac{I_\theta}{dA \cos\theta} \end{aligned} \right\} \tag{1.14}$$

式中 θ ——发光体的面积元 dA 的法线与给定方向之间的夹角，单位为（°）。

亮度的单位为坎德拉每平方米（尼特）（ cd/m^2 ）。

如果 dA 是一个理想的漫射发光体或理想漫反射表面的二次发光体，它的光强将按余弦分布，如图 1.5 所示。将 $I_\theta = I_0 \cos\theta$ 代入式（1.14）中，得

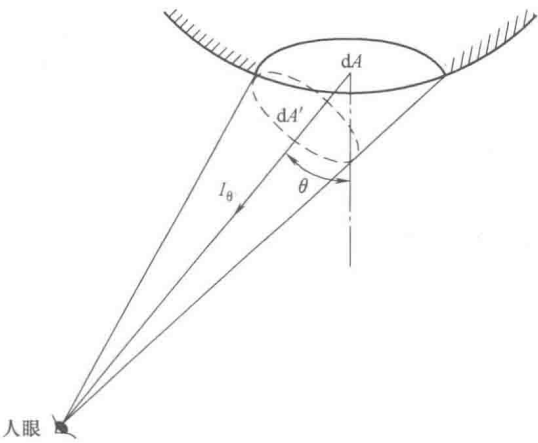


图 1.4 广光源一个单元面积上的亮度

$$L_{\theta} = \frac{I_0 \cos \theta}{dA \cos \theta} = \frac{I_0}{dA} = L_0 \tag{1.15}$$

则宽度 L_{θ} 与方向无关，常数 L_0 表示从任意方向看亮度都是一样的。对于完全扩散的表面，光出射度 M 与亮度 L 的关系为

$$M = \pi L \tag{1.16}$$

亮度的单位为坎德拉每平方米（cd/m²）或尼特（nt）。在数量上，1nt = 1cd/m²。

部分光源的亮度见表 1.2。

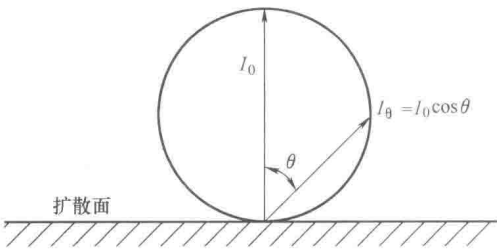


图 1.5 理想漫反射面的光强分布

表 1.2 部分光源的亮度

光源	亮度/cd · m ⁻²	光源	亮度/cd · m ⁻²
太阳	1.6×10 ⁹ 以上	蜡烛	(0.5~1.0)×10 ⁴
碳极弧光灯	(1.8~12)×10 ⁸	蓝天	0.8×10 ⁴
钨丝灯	(2.0~20)×10 ⁶	电视屏幕	(1.7~3.5)×10 ²
荧光灯	(0.5~15)×10 ⁴		

以上所介绍的是常用的几个光度量单位。其中光通量表征发光体的发光能力；光强表明了光源辐射光通量在空间的分布状况；照度表示被照面接收光通量的面密度，用来衡量被照面的照射程度；光出射度表示发光体发出光通量的面密度；宽度则表明了直接发光体和间接发光体在单位视线方向上单位面积的发光强度，即物体的明亮程度。

1.3 材料的光学性质

1.3.1 透射比、反射比和吸收比

光如果不遇到物体时，总是按直线方向传播；当遇到某种物体时，光线或被反射，或被透射或被吸收。光透射到非透明的物体时，光通量的一部分被吸收，另一部分则被反射，光透射到透明物体时，光通量除被反射与吸收一部分外，其余部分则被透射。

在入射光的光谱组成、偏振状态和几何分布给定的条件下，漫射材料对光的反射、透射和吸收性质在数值上可用相应的函数表示，即

反射比

$$\rho = \frac{\Phi_{\rho}}{\Phi_i}$$

吸收比

$$\alpha = \frac{\Phi_{\alpha}}{\Phi_i} \tag{1.17}$$

透射比

$$\tau = \frac{\Phi_{\tau}}{\Phi_i}$$

式中 Φ_{ρ} ——被介质反射的光通量；
 Φ_{α} ——被介质吸收的光通量；
 Φ_{τ} ——被介质透射的光通量；

Φ_i ——入射到介质表面的光通量。

再根据能量守恒定律，则有

$$\Phi_i = \Phi_{\rho} + \Phi_{\alpha} + \Phi_{\tau}$$
$$\rho + \alpha + \tau = 1$$

表 1.3 列出了各种材料的反射比和吸收比。灯具用反射材料的目的是把光源的光反射到需要照明的方向。这样反射面就形成了二次发光面，为提高效率，一般要选择使用反射比较高的材料。

表 1.3 各种材料的反射比和吸收比

	材料	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	27~40
	铝(电解抛光)	0.75~0.84(光泽) 0.62~0.70(无光)	
	镍	0.55	0.45
	玻璃镜	0.82~0.88	0.12~0.18
漫反射	硫酸钡	0.95	0.05
	氧化镁	0.975	0.25
	碳酸镁	0.94	0.06
	氧化亚铝	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(白天)	0.40~0.60	0.60~0.40
	抹灰、白灰粉刷墙壁	0.75	0.25
	红墙砖	0.30	0.70
	灰墙砖	0.24	0.76
	混凝土	0.25	0.75
	白色瓷砖	0.65~80	0.35~0.20
	透明无色玻璃(1~3mm)	0.08~0.1	0.01~0.03

1.3.2 光的反射

当光线遇到非透明的物体表面时，大部分光被反射，小部分光被吸收。光线在镜面和扩散面上的反射状态有以下几种。

(1) 规则反射

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，称为反射定律，如图 1.6 所示。在反射角外，人眼看不到反射光，这种反射称为规则反射，亦称为镜面反射。它常用来控制光束方向，灯具的