

高等职业教育建筑电气技术系列教材

建筑电气照明技术

赵德申 主编

13.6



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等职业教育建筑电气技术系列教材

建筑电气照明技术

主编 赵德中

参编 朱吉顶 徐 辉 徐小俊

主审 戴绍基



机械工业出版社

本书较全面、系统地讲述了建筑电气照明技术的基本理论,着重从应用的角度讲述了建筑室内、外电气照明工程中照明光源、灯具的选择方法,照明工程设计、计算方法。根据电气照明技术和照明设备的发展及人们对电气照明的需求,还介绍了现代建筑电气照明技术中的新光源、新灯具以及有关绿色照明、城市光亮工程、建筑装饰照明等有关概念和内容。

全书共分十章,内容包括:光的基本知识、建筑电气照明常用的电光源、照明灯具与照明装置、建筑照明质量及照度计算、室内照明设计基础、室外电气照明设计基础、照明供电与照明线路、现代建筑照明技术的发展趋势、电气照明施工图和电气照明工程的施工。根据教学及工程实践的需要,附录中编入了常用的数据图表,各章还列出了思考题与练习题。

本书可作为高职高专学校建筑电气、建筑装饰、工业电气自动化专业及相关专业教材,也可供从事电气照明设计和相关工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑电气照明技术/赵德申主编. —北京:机械工业出版社, 2003.6

(高等职业教育建筑电气技术系列教材)

ISBN 7-111-12265-8

I. 建... II. 赵... III. 房屋建筑设备—电气照明
—高等学校:技术学校—教材 IV. TU113.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 039768 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:贡克勤

责任编辑:王玉鑫 版式设计:张世琴 责任校对:李汝庚

封面设计:张静 责任印制:付方敏

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm $\frac{1}{16}$ · 15.25 印张·376 千字

定价:21.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

高等职业教育建筑电气技术系列教材编审委员会

名誉主任：姜立增

顾问：潘天任

主任：戴绍基

委员：(以姓氏笔画为序)

朱吉顶 陈运根 苏海滨 杨金夕

杨晓青 张彦礼 张平泽 屈保中

郑荣进 赵德申 侯进旺 徐小俊

栗建胜

前 言

建筑电气照明与人类的生产和生活有着十分密切的关系,随着我国建筑业、装饰业的蓬勃发展,人们对照明光源、照明设备技术的更新以及照明光环境的要求就更高了。为了满足高职高专建筑电气类和电气技术类专业教学的需要,我们在多年教学及工程实践的基础上编写了该教材。

本书是高职高专建筑电气类专业的系列教材。根据高职高专主要是培养技术应用型人才的要求,本教材编写的指导思想是着重建筑电气照明技术基本概念和应用。在编写过程中,以做好完整的建筑电气照明工程技术所需的知识和能力为主线,在简明、完整地介绍建筑照明技术基本概念和基本计算方法的同时,还介绍了照明施工图和照明电器安装的内容。本教材简明扼要,突出应用,删除了繁琐的理论推导和计算过程。根据建筑电气照明现状及发展趋势添加了新的知识内容,如装饰照明、绿色照明和现代照明技术及其控制的有关内容。本教材通俗易懂、图文并茂。为便于教学和学生自学,每章后都附有思考与练习题。

本书可作为高职高专建筑电气专业和电气技术类专业及相近专业教材。教学时数建议不少于70~80学时。书中带*号部分可根据专业情况选取。

本书由河南工业职业技术学院赵德申任主编。全书共分十章,第一、五章由河南工业职业技术学院朱吉顶编写,第二、三、六、八章由武汉教育学院徐小俊编写,第九、十章由武汉教育学院徐辉编写,第四章由赵德申编写,第七章由赵德申和徐辉共同编写。

全书由河南工业职业技术学院戴绍基副教授任主审。在编写过程中,河南工业职业技术学院和武汉教育学院给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不妥和谬误之处难免,恳请专家和读者批评指正。

编者

2003年1月

目 录

前言

第一章 光的基本知识	1
第一节 光的性质	1
第二节 常用的光度量	2
第三节 材料的光学性质	7
第四节 光与视觉	11
第五节 光与颜色	14
思考与练习	21
第二章 建筑电气照明常用的电光源 ..	22
第一节 电光源的分类及命名方法	22
第二节 白炽灯	24
第三节 卤钨灯	27
第四节 荧光灯	29
第五节 钠灯	32
第六节 金属卤化物灯	35
第七节 氙灯和汞灯	36
第八节 其他电光源	37
第九节 电光源的性能比较与选用	38
思考与练习	41
第三章 照明灯具与照明装置	42
第一节 灯具的特性	42
第二节 灯具的分类	45
第三节 灯具的选择	50
思考与练习	52
第四章 建筑照明质量及照度计算	53
第一节 照明质量概述	53
第二节 照度标准	58
第三节 照度计算	63
第四节 道路照明照度计算	74
思考与练习	78

第五章 室内照明设计基础	80
第一节 概述	80
第二节 室内照明方式与种类	82
第三节 灯具的布置	84
第四节 装饰照明设计基础	85
第五节 住宅照明	91
第六节 办公室照明	97
第七节 学校、图书馆照明	101
第八节 商店照明	104
第九节 工厂照明	109
思考与练习	113
第六章 室外电气照明设计基础	114
第一节 道路照明	114
第二节 室外建筑装饰照明	122
第三节 广告、标志和夜景照明	128
思考与练习	132
第七章 照明供电与照明线路	133
第一节 对照明供电的基本要求	133
第二节 照明线路的计算与选择	142
第三节 照明线路的保护	150
第四节 照明装置的电气安全	156
思考与练习	158
第八章 现代建筑照明技术的发展趋势	159
第一节 现代照明技术概述	159
第二节 现代建筑照明技术的发展与应用 ..	160
第三节 现代建筑照明控制技术	164
思考与练习	172
第九章 电气照明施工图	173
第一节 电气照明施工图概述	173

第二节 电气照明施工图的读图	177	附录	201
思考与练习	185	附录 A 照度标准及照度计算图表	201
第十章 电气照明工程的施工	186	附录 B 照明供电系统常用导线、设备计算 用表	224
第一节 导线、电缆的选择与敷设	186	附录 C 常用电气图形符号	233
第二节 照明灯具的安装	190	附录 D 按使用环境选择导线型号和敷设 方式	236
第三节 照明电路中设备的安装	197	参考文献	237
思考与练习	200		

第一章 光的基本知识

人类的生活时刻都离不开光，舒适的光线不但能提高人的工作效率和产品质量，还有利于人的身心健康。电气照明设计实际上是对光的设计和控制。本章主要介绍光的性质、光的度量、材料的光学性质及视觉与光、光与色彩等一些基本概念和原理。

第一节 光的性质

光是能量存在的一种形式，即我们通常所说的光能。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(或无介质)中将以直线的形式向外传播，我们称之为光线。

现代物理研究证实：光具有波、粒(波动性和微粒性)二重性。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，即光的电磁理论和光的量子理论。

一、光的电磁理论

光的电磁理论认为光是能在空间传播的一种电磁波。电磁波的传播形式可见图 1-1。

所有电磁波在真空中传播时，传播速度均相同，约 30 万 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。

电磁波的波长范围极其宽广，波长不同的电磁波，其特性也会有很大的差别，但相邻波段的电磁波并没有明显的界限，因为波长的较小变化不会引起特性的突变。将各电磁波按波长(或频率)依次排列，可画出电磁波波谱图(图 1-2)。

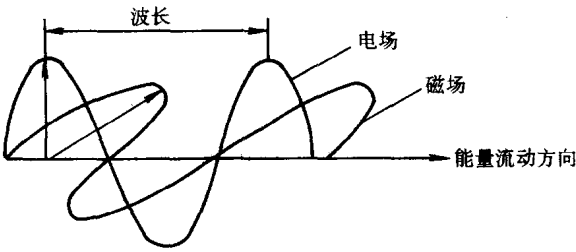


图 1-1 电磁波传播示意图

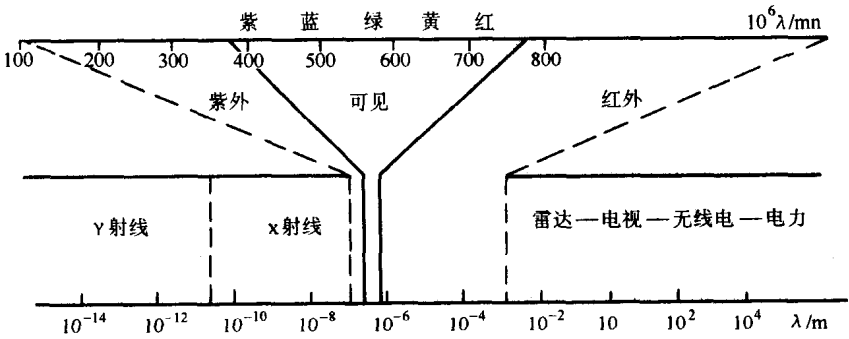


图 1-2 电磁波波谱图

在图 1-2 中, 波长范围在 380 ~ 780nm (nm 称为纳米, $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$) 的电磁波能使人的眼睛产生光感, 这部分电磁波称之为可见光。不同波长的可见光, 在人眼中产生不同的颜色。将可见光按波长从 380nm 到 780nm 依次展开, 光将呈现紫、蓝、青、绿、黄、橙、红各色, 各色的波长范围可见表 1-1。但各种颜色对应的波长范围并不是截然分开的, 而是随波长逐渐变化的。只有单一波长的光, 才表现为一种颜色, 称为单色光, 全部可见光波混在一起就形成了日光。

波长约为 10 ~ 380nm 的电磁波叫紫外线; 波长约为 780nm ~ 1m 的电磁波叫红外线。紫外线和红外线虽然不能引起人的视觉, 但其辐射特性与可见光极其相似, 可用平面镜、透镜、棱镜等光学元件进行反射、成像或色散, 故光学上通常把紫外线、红外线和可见光统称为光。

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, 能达到地表面的电磁波, 其波长正好与可见光相符。

表 1-1 可见光颜色的波长和波长范围

颜 色	波长/nm	波长范围/nm	颜 色	波长/nm	波长范围/nm
红	700	640 ~ 780	绿	510	480 ~ 550
橙	620	600 ~ 640	蓝	470	450 ~ 480
黄	580	550 ~ 600	紫	420	380 ~ 450

二、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, 称为光量子, 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。

光的电磁理论和量子理论是一致的, 他们都是解释一种物理现象。光的电磁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。

第二节 常用的光度量

一、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, 而且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。光谱光视效率就是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 的黄绿色最敏感, 波长偏离 555nm 愈远, 人眼对其感光的灵敏度就愈低; 而在黄昏时人眼对波长为 507nm 的绿色光最敏感。

用来衡量电磁波所引起视觉能力的量, 称为光谱光效能。任一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 $V(\lambda)$ 。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。

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

(1-1)

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，见图 1-3。该曲线有明视曲线和暗视曲线两条，图中虚线为暗(黄昏)视觉曲线，实线曲线为明(白天)视觉曲线。光谱光效率也可用表格的形式给出，见表 1-2。

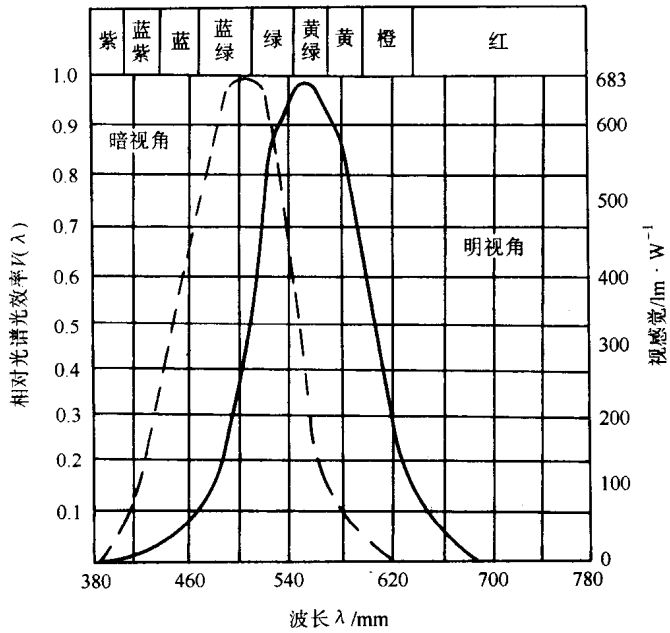


图 1-3 光谱光视效率曲线图

表 1-2 CIE 光度标准观察者光谱光效率

波长 λ /nm	明视觉 V(λ)	暗视觉 V(λ)	波长 λ /nm	明视觉 V(λ)	暗视觉 V(λ)	波长 λ /nm	明视觉 V(λ)	暗视觉 V(λ)
380	0.0000	0.000589	520			660	0.061	0.0003219
390	4	0.00209	530	0.710	0.935	670	0.032	0.0001480
400	0.0001	0.00929	540	0.862	0.811	680	0.017	0.0000715
410	2	0.03484	550	0.954	0.650	690	0.0082	0.00003533
420	0.0004	0.0966	560	0.995	0.481	700	0.041	0.00001780
430	0.0012	0.1998	570	0.995	0.3288	710	0.0021	0.00000914
440	0.0040	0.3281	580	0.952	0.2076	720	0.00105	0.00000478
450	0.0116	0.455	590	0.870	0.1212	730	0.00052	0.000002546
460	0.023	0.567	600	0.757	0.0655	740	0.00052	0.000001379
470	0.038	0.676	610	0.631	0.03315	750	0.00012	0.000000760
480	0.060	0.793	620	0.503	0.01593	760	0.00006	0.000000425
490	0.091	0.904	630	0.381	0.00737	770	0.00003	0.0000004213
500	0.139	0.982	640	0.265	0.003335	780	0.000015	0.0000001390
510	0.208	0.997	650	0.175	0.001497			
	0.323			0.107	0.000677			
	0.503							

二、光通量

光源在单位时间内向周围空间辐射出去的并能使人眼产生光感的能量，称为光通量，用符号 Φ 表示，单位为流明(lm)。

从光通量的定义可以得出：光通量是人眼在单位时间内所能感觉到的光源辐射的能量，是人眼的主观感觉量，并不等于光源全部的辐射功率。

由最大光谱光效能可知，人眼可感受到波长为 555nm 的黄绿光的光谱光效能为 683lm/W，当其光源的辐射功率为 1W 时，其光通量应为 683lm。由此可得出某一波长的光源的光通量计算式

$$\Phi_{\lambda} = K_m V(\lambda) \Phi_{e,\lambda} \quad (1-2)$$

式中 Φ_{λ} ——波长为 λ 的光通量(lm)；

$V(\lambda)$ ——波长为 λ 的光的光谱光视效率；

$\Phi_{e,\lambda}$ ——波长为 λ 的光源的辐射功率(W)；

K_m ——最大光谱光效能， $K_m = 683\text{lm/W}$ 。

式(1-2)是单色光的光通量计算公式，对大多数光源来说都含有多种波长的单色光，其光源的光通量应是各单色光光通量之和。即

$$\Phi_{\lambda} = K_m \sum_{i=1}^n \Phi_{e,\lambda_i} V(\lambda_i) \Delta\lambda_i \quad (1-3)$$

在实际照明工程中，光通量是说明光源发光能力的一个基本量，是光源的一个基本参数。例如，一只 220V、40W 的普通白炽灯发出 350lm 的光通量，而一只 220V、36W 的荧光灯发出约 2500lm 的光通量，为白炽灯的 7 倍。

三、发光强度(光强)

光源在空间某一方向上单位立方体角内发射的光通量与该立方体角的比值，称为光源在这一方向上的发光强度，简称为光强，以符号 I_{θ} 表示，单位为坎德拉(cd)。

由图 1-4 所示，设有一个单位球体(半径为 r)，在球心处设一光源，以光源为顶点，在指定方向上作一足够小的立体角元 $d\Omega$ ，若光源在该立体角元范围内发出的光通量为 $d\Phi$ ，则光源在该方向上的发光强度为

$$I_{\theta} = \frac{d\Phi}{d\Omega} \quad (1-4)$$

若光源辐射的光通量是均匀的，则在该立体角内的平均光强为

$$I_{\theta} = \frac{\Phi}{\Omega} \quad (1-5)$$

由数学理论得知，球面上某块面积 A 对球心形成的角称为立体角，以符号 Ω 表示，单位是球面度(sr)，且

$$\Omega = \frac{A}{r^2} \quad (1-6)$$

根据上述公式，当 $A = 1\text{m}^2$ ， $r = 1\text{m}$ ，则 $\Omega = 1\text{sr}$ ，令 $\Phi = 1\text{lm}$ ，故 $I_{\theta} = 1\text{cd}$ ，即 1 坎德拉表示在 1 球面度立方体角内，均匀发出 1 流明的光通量。

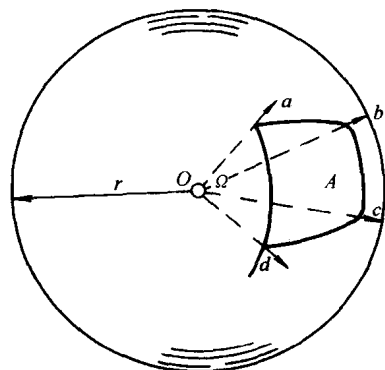


图 1-4 发光强度示意图

发光强度常用于说明光源和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。若以某点光源为原点，以各角度上的发光强度为长度的各点连成一条曲线，就称这条曲线为该光源的光强曲线，也称为配光曲线(见图 1-5)。

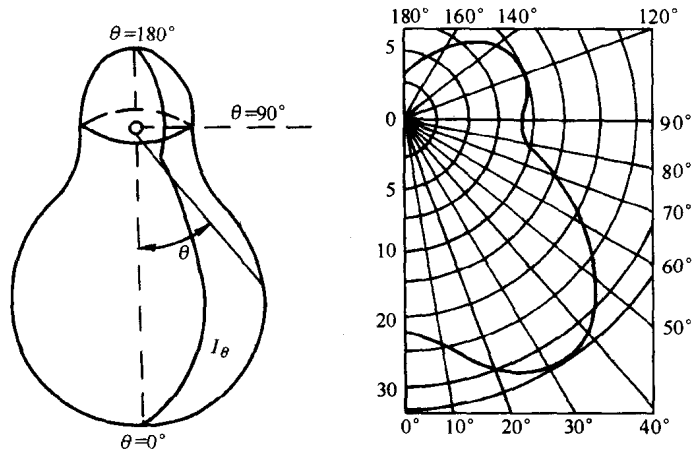


图 1-5 配光曲线图

在日常生活中，人们为了改变光源光通量在空间的分布情况，采用了各种不同形式的灯罩进行配光。例如，40W 的白炽灯泡在未加灯罩前，其正下方的光强约为 30cd，加上一个不透光的搪瓷伞形灯罩后，向上的光除少量被吸收外，都被灯罩朝下反射，使下方的光强由 30cd 增至 73cd 左右。

四、照度

照度是用来说明被照面(工作面)上被照射的程度，通常用其单位面积内所接受的光通量来表示，符号为 E ，单位为勒克斯(lx)。取微小面积 dA ，设其上所接受的光通量为 $d\Phi$ ，则该处的照度为

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \quad (1-7)$$

当光通量 Φ 均匀分布在被照面 A 上时，此被照面的照度为

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad (1-8)$$

以上说明，1lx 的照度表示 1lm 的光通量均分布为 $1m^2$ 的被照面上。为了对照度有一个实际概念，下面举例说明：在 40W 白炽灯下 1m 处的照度约为 30lx；夏季阴天中午室外照度 8000 ~ 20000lx；晴天中午在阳光下的室外照度可高达 80000 ~ 120000lx。

一般情况下，当光源的大小比其到被照面的距离小得多时，可将光源视为点光源。根据光强和立体角的公式，可得

$$E = \frac{\Phi}{A} = \frac{\Omega I_{\theta}}{A} = \frac{AI_{\theta}}{Ar^2} = \frac{I_{\theta}}{r^2}$$

上式说明照度 E 与光源在这个方向上的光强成正比，与它至光源距离的平方成反比。因此，在照明设计中，为了提高局部照度或改善照度的均匀性，在光源和灯具不变的情况下，可通过改变灯具的安装高度来实现。

五、光出射度(面发光度)

光出射度是用来表征发光体表面上发光强弱的一个物理量,通常用单位面积发出的光通量来表示,符号为 M ,单位是辐射勒克斯(rlx)。在发光体表面上取一微小面积 dA ,如果它发出的光通量为 $d\Phi$,则该面积的平均光出射度为

$$M = \frac{d\Phi}{dA} \quad (1-9)$$

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

$$M = \frac{\Phi}{A} \quad (1-10)$$

光出射度和照度的区别在于:出射度是表示发光体发出光通量的表面密度,而照度是表示被照物体所接受的光通量密度。

六、亮度

亮度也是用来表示物体表面发光(或反光)强弱的物理量,被视物体发光面在视线方向上的发光强度与发光面在垂直于该方向上的投影面积的比值,称为发光面的表面亮度,以符号 L 表示,单位为坎德拉每平方米(cd/m^2)。

取发光体表面一微小面积 A (见图 1-6),其法线方向为 n ,设视线方向和该法线的夹角为 θ ,发光体在视线方向上的发光强度为 I_θ ,则发光体在视线方向上的表面亮度 L_θ 为

$$L_\theta = \frac{I_\theta}{A \cos \theta} \quad (1-11)$$

式中 L_θ ——发光体在 θ 方向的表面亮度(cd/m^2);

I_θ ——发光体在 θ 方向的发光强度(cd);

$A \cos \theta$ ——发光体垂直于视线方向上的投影面积(m^2)。

亮度和光出射度虽然都是表示发光体发光强弱的物理量,但光出射度只表示发光体单位面积上发出光通量的多少,没有考虑光辐射的方向,而亮度则是说明发光体在视线方向上单位面积所发出的光强。

亮度反映了物体表面的明亮程度,而我们主观所感受到的物体明亮程度,除了与物体表面亮度有关外,还与我们所处环境的明亮程度有关。例如同一亮度的表面,分别放在明亮和黑暗环境中,我们就会感到放在黑暗中的表面要比放在明亮环境中的亮。

七、光源的发光效率

光源的发光效率通常简称为光效,是描述光源的质量和经济效益的光学量,它反映了光源在消耗单位能量的同时辐射出光通量的多少,单位是流明每瓦(lm/W)。例如,一般白炽灯的发光效率约为 $7.1 \sim 17 \text{lm}/\text{W}$,荧光灯的发光效率约为 $25 \sim 67 \text{lm}/\text{W}$,荧光灯的发光效率比白炽灯高。

以上介绍了常用的几个光度单位,它们从不同的角度表达了物体光学特征。光通量是说

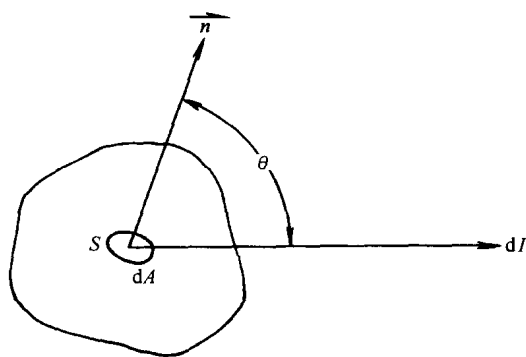


图 1-6 表面亮度示意图

明发光体辐射光能的多少；发光强度是表明光通量在空间的分布状况；照度表示被照面接受光通量的面密度，用来鉴定被照面的照明情况；光出射度是表示发光体所发出光通量的面密度；亮度则表示发光体在视线方向上单位面积的发光强度，它表明物体的明亮程度；发光效率是表示光源发光的质量和效率。

第三节 材料的光学性质

一、光的透射系数、反射系数和吸收系数

光在均匀介质中沿直线传播，当光在行进过程中遇到新的介质时，会出现反射、透射和吸收现象，一部分光被介质表面反射，一部分通过介质，余下的一部分则被介质吸收，见图 1-7。材料对光的这种性质在数值上可用光的透射系数 τ 、反射系数 ρ 和吸收系数 α 来表示。

$$\text{反射系数(亦称反射比)} \quad \rho = \frac{\Phi_p}{\Phi_i} \quad (1-12)$$

$$\text{透射系数(亦称透射比)} \quad \tau = \frac{\Phi_\tau}{\Phi_i} \quad (1-13)$$

$$\text{吸收系数(亦称吸收比)} \quad \alpha = \frac{\Phi_a}{\Phi_i} \quad (1-14)$$

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_τ ——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，投射光通量应等于上述三部分光通量之和，即

$$\Phi_i = \Phi_p + \Phi_\tau + \Phi_a \quad (1-15)$$

$$\text{则} \quad \alpha + \tau + \rho = 1 \quad (1-16)$$

影响材料反射的主要因素是材料本身的性质，其中最主要的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，透射比就越小。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才大，但还要深入了解各种材料反射光或透射光的分布模式，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透射比可见表 1-3 和表 1-4。

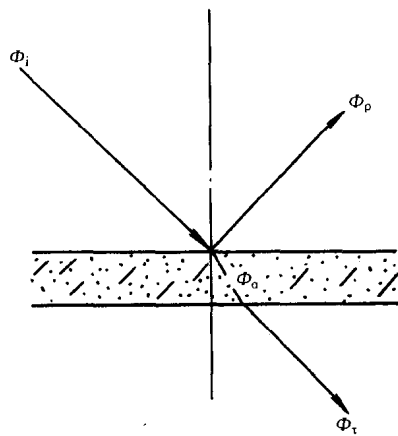


图 1-7 光的透射、反射和吸收

表 1-3 室内饰面材料的光反射比(ρ)

材 料	ρ 值	材 料	ρ 值	材 料	ρ 值
石膏	0.91	混凝土地面	0.20	深咖啡色	0.20
大白粉刷	0.75	沥青地面	0.10		
水泥砂浆抹面	0.32	铸铁、钢板地面	0.15	普通玻璃	0.08
白水泥	0.75	瓷釉面砖		大理石	
白色乳胶漆	0.84	白 色	0.80	白 色	0.60
调和漆		黄 绿 色	0.62	乳色间绿色	0.39
白色和米黄色	0.70	粉 色	0.65	红 色	0.32
中黄色	0.57	天 蓝 色	0.55	黑 色	0.08
红砖	0.33	黑 色	0.08	水磨石	
灰砖	0.23	无釉陶土地砖		白 色	0.70
塑料墙纸		土 黄 色	0.53	白色间灰黑色	0.52
黄白色	0.72	朱 砂	0.19	白色间绿色	0.66
蓝白色	0.61	马赛克地砖		黑 灰 色	0.10
浅粉白色	0.65	白 色	0.59	塑料贴面板	
胶合板	0.58	浅 蓝 色	0.42	浅黄色木纹	0.36
广漆地板	0.10	浅咖啡色	0.31	中黄色木纹	0.30
菱苦土地面	0.15	绿 色	0.25	深棕色木纹	0.12

表 1-4 采光材料的光透射比(τ)

材 料 名 称	颜 色	厚度/mm	τ 值
普通玻璃	无	3~6	0.78~0.82
钢化玻璃	无	5~6	0.78
磨砂玻璃(花纹深密)	无	3~6	0.55~0.60
压花玻璃(花纹深密)	无	3	0.57
(花纹稀浅)	无	3	0.71
夹丝玻璃	无	6	0.76
压花夹玻璃(花纹稀浅)	无	6	0.66
夹层安全玻璃	无	3+3	0.78
双层隔热玻璃(空气层 5mm)	无	3+5+3	0.64
吸热玻璃	蓝	3~5	0.52~0.64
乳白玻璃	乳白	3	0.60
有机玻璃	无	2~6	0.85
乳白有机玻璃	乳白	3	0.20
聚苯乙烯板	无	3	0.78
聚氯乙烯板	本色	2	0.60
聚碳酸酯板	无	3	0.74

(续)

材 料 名 称	颜 色	厚度/mm	τ 值
聚酯玻璃钢	本色	3~4 层布	0.73~0.77
	绿	3~4 层布	0.62~0.67
小波玻璃钢瓦	绿	—	0.38
大波玻璃钢瓦	绿	—	0.48
玻璃钢罩	本色	3~4 层布	0.72~0.74
钢窗纱	绿	—	0.70
镀锌铁丝网(孔 20mm×20mm)	—	—	0.89
茶色玻璃	茶色	3~6	0.08~0.50
中空玻璃	无	3+3	0.81
安全玻璃	无	3+3	0.84
镀膜玻璃	金色	5	0.10
	银色	5	0.14
	宝石蓝	5	0.20
	宝石绿	5	0.08
	茶色	5	0.14

注：资料来源为《建筑采光设计标准》(报批稿)， τ 值应为漫射光条件下测定值。

二、光的反射

光投射到物体表面时，总有一部分光被反射回来，反射光虽然改变了光的方向，但光的波长成分并没有变化。

反射光的强弱与分布形式取决于材料表面的性质，也同光的入射方向有关。它的分布形式可分为定向反射和扩散反射两大类。扩散反射又可分为定向扩散反射和漫反射。另外，还有一种混合反射，见图 1-8。

(1) 定向反射 定向反射也叫规则反射或镜反射，图 1-8a 为定向反射示意图。特征是光线经过反射之后仍按一定的方向传播，立体角没有变化，其反射的规律为：

1) 入射光线与反射光线以及反射表面的法线同处于一个平面内。

2) 入射光与反射光分居在法线的两侧，入射角等于反射角。

光滑密实的表面，如玻璃镜面和磨光的金属表面容易形成定向反射。在照明工程中常利用定向反射进行精确的控光，如制造各种曲面的镜面反光罩(用抛光的铝板、不锈钢板、镀铬铁板等材料做成)，以获得需要的光强分布，提高灯具效率。

(2) 定向扩散反射 定向扩散反射保留了

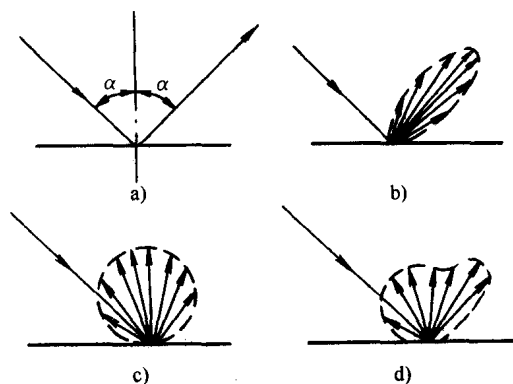


图 1-8 反射光的分布形式

a) 定向反射 b) 定向扩散反射
c) 均匀漫反射 d) 混合反射

定向反射的某些特征，即在产生规则反射的方向上，反射光最强，但反射光束立体角增大，反射光被“扩散”到较宽的范围，见图 1-8b。经过冲砂、酸洗或锤点处理的毛糙金属表面具有定向扩散反射的特征。

(3) 漫反射 漫反射是反射光无规则地向各个方向散射，其特点是反射光的分布与入射光方向无关。图 1-8c 为均匀漫反射示意图。无光泽的毛面材料或由微细的晶粒、颜料颗粒构成的表面产生漫反射。若反射光的光强分布正好形成一个与反射表面相切在入射点的球面，这种漫反射称为均匀漫反射。

(4) 混合反射 多数材料的表面兼有规则反射和漫反射的特征，这称为混合反射。如光亮的搪瓷表面呈现漫反射与镜面反射结合的特性。混合反射的情况见图 1-8d。

三、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(见图 1-9)。光的折射符合折射定律，即：

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。

$$\frac{\sin i}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{或} \quad n_1 \sin i = n_2 \sin \gamma$$

式中 n_1, n_2 ——两种介质的折射率；

i, γ ——入射角和折射角。

我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，由于组成白光的单色光频率不同，则因折射而分离成各种颜色，这称为色散。

2. 光的透射

光的透射是指光穿透该种介质，按照介质的分子结构不同，光的透射也可分为定向透射(规则透射)和扩散透射两种。

1) 定向透射：又称为规则透射，其特点是光透过介质后，透射光仍按一定的方向传播(图 1-10a)。

2) 扩散透射：是指光经过介质后，透射光被扩散了。根据扩展情况，扩散透射又可分为定向扩散透射、漫透射和混合透射(见图 1-10b、c、d)。

透明材料属于定向透射，在入射光的背侧，光源与物象清晰可见，如普通玻璃

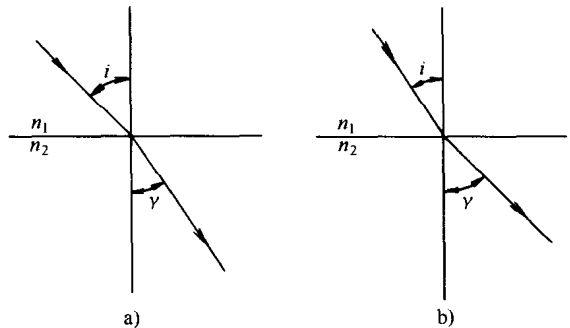


图 1-9 光的折射

a) $n_2 > n_1, \gamma < i$ b) $n_2 < n_1, \gamma > i$

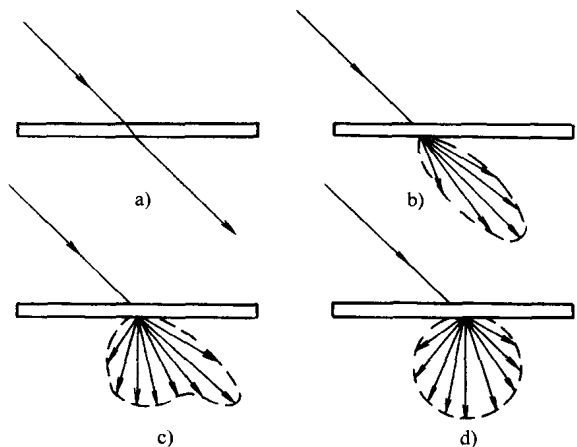


图 1-10 透射光的分布形式

a) 定向透射 b) 定向扩散透射 c) 混合透射 d) 均匀漫透射