



建筑电气实用技术丛书 JIANZHU
DIANQI SHIYONG JISHU CONGSU

建筑物内外照明

范同顺 蒋 蔚 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

建筑电气实用技术丛书

建筑物内外照明

范同顺 蒋 蔚 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书从照明的基本理论、基本知识入手,依据国家标准和绿色照明的要求,详细讲述了照明系统工程中所设计的知识。从工程设计的实际出发,对建筑照明施工技术进行了介绍。全书内容翔实、图文并茂。

全书共分九章。第一章建筑电气照明基础,第二章电光源的种类与选择,第三章照明灯具及其特性,第四章灯具布置与照度计算,第五章建筑物内照明设计,第六章建筑物外照明设计,第七章照明配电与灯光控制,第八章照明工程施工,第九章照明工程设计案例。

本书可供建筑电气设计、施工、维修及管理人员阅读,也可以作为建筑电气工程类或相关专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑物内外照明/范同顺,蒋蔚编著. —北京:中国电力出版社,2006

(建筑电气实用技术丛书)

ISBN 7-5083-4204-6

I. 建... II. ①范...②蒋... III. 建筑-照明设计 IV. TU113.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 026843 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 7 月第一版 2006 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 327 千字

印数 0001—3000 册 定价 22.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

《建筑电气实用技术丛书》

编 委 会

主 任 赵连玺

委 员 (按姓氏笔画为序)

王 佳 王燕京 叶安丽

安成云 阴振勇 李英姿

张小青 陆宏琦 范同顺

赵连玺 韩 宁 樊伟樑



前言

本书主要从照明的基本理论、基本知识入手,依据国家标准《建筑照明设计标准》(GB 50034—2004)和绿色照明的要求,详细的介绍了照明系统工程中所涉及的基本概念、常用光度量及其单位,讨论了光与颜色、照明方式与种类,照明标准,照明质量。

依据新的建筑照明标准,从工程设计的工程实际出发,考虑如何确定电光源的种类,根据各种不同灯具的特点确定灯具的种类,灯具的布置与照度的计算,以及建筑物内外照明设计的基本技术要求等。根据施工与技术管理工程的实际需要,对建筑电气照明施工技术进行了介绍。

根据现代建筑照明技术的发展,简单讲述了绿色照明、建筑智能化照明系统的基本概念,绿色照明与智能化照明、智能化照明与智能建筑之间的关系等概念。

通过本书的学习,可以较为系统地了解建筑照明系统的实际应用,可根据章节中给出的标准数据和施工技术要求进行简单的照明系统的工程设计、施工和技术管理。

本书由范同顺、蒋蔚共同编写。全书由北京建筑工程学院赵连玺主审。

由于水平所限,加之时间仓促,书中难免有疏漏、不妥之处,敬请专家和读者给予指正。

编者

2006年3月

前言

第一章 建筑电气照明基础	1
第一节 光的基本概念	1
第二节 常用光度量及其单位	2
第三节 光源的技术参数	7
第四节 照明方式与种类	11
第五节 建筑照明的技术要求	14
第二章 电光源的种类与选择	21
第一节 概述	21
第二节 热辐射电光源	23
第三节 气体放电光源	27
第四节 其他照明光源	40
第五节 照明光源的选择	41
第三章 照明灯具及其特性	47
第一节 灯具的作用	47
第二节 灯具的光学特性	47
第三节 灯具的分类	50
第四节 照明灯具的选择	55
第四章 灯具布置与照度计算	58
第一节 灯具的布置	58
第二节 照度计算	62
第五章 建筑物内照明设计	73
第一节 住宅照明	73
第二节 办公建筑照明	78
第三节 学校建筑照明	80
第四节 绿色照明	84
第五节 智能照明系统简介	86
第六章 建筑物外照明设计	90
第一节 道路照明	90
第二节 建筑物外立面照明	99
第三节 夜景照明	104
第四节 照明设计应注意的问题	107

第七章	照明配电与灯光控制	109
第一节	照明线路电压与负荷等级	109
第二节	照明负荷供电方式与配电系统	110
第三节	照明干线电流计算与导线选择	116
第四节	照明控制	126
第八章	照明工程施工	132
第一节	室内灯具安装	132
第二节	室外灯具安装	135
第九章	照明工程设计案例	139
第一节	设计说明	139
第二节	室内照明设计	143
第三节	电源插座布置	168
第四节	照明配电系统设计	168
附录 I	照明标准	173
附录 II	常用电光源技术参数	184
附录 III	灯具类型	194
附录 IV	绝缘导线明敷、穿钢管和 穿塑料管时的允许载流量	204
	参考文献	207



第一章

建筑电气照明基础

随着社会的发展，人们在生产、生活和工作实践中越来越重视照明环境的质量。随着科学技术的进步，节能、环保的绿色照明已成为当今电气照明技术发展的主流。同时，智能照明技术日益成为建筑电气与智能化工程的重要组成部分。舒适的室内照明环境不但能提高人们的工作效率和生活质量，而且有利于身心健康；流光溢彩的户外照明更加烘托出现代化城市夜晚的绚丽多姿。

本章主要介绍照明的基础知识，包括光的基本概念、常用光度量及其单位、电光源的技术参数、照明方式与种类以及建筑物照明的基本要求等内容。

第一节

光的基本概念

光是以电磁波为表现形式的一种辐射能量，而可见光一般是指能引起视觉反应的电磁波。在电磁波波谱中，可见光波只占据很小的部分，其波长范围没有明确的界限，大约在 $0.38 \sim 0.78\mu\text{m}$ 之间，它在电磁波中的位置如图 1-1 所示。波长的单位常使用 μm （微米）、 nm （纳米）或 $\text{\AA}$ （埃）表示。它们之间的关系是： $1\mu\text{m} = 10^3\text{nm} = 10^4\text{\AA}$ 。另外，波长也可以用频率来描述，它表示在单位时间内通过某点的光波的数目，其单位是 $1/\text{s}$ （Hz）。

光具有波粒二象性，它有时表现为波动，有时也表现为粒子，图 1-1 光的电磁波谱图描述了光的波动性。波长在 $0.78 \sim 1000\mu\text{m}$ 之间的电磁波称红外线，在 $0.1 \sim 0.38\mu\text{m}$ 之间的电磁波称紫外线。红外线和紫外线不能引起视觉，但可以用光学仪器或摄影来察觉或发现这种光线的存在。所以在电气工程中，光学一般是指可见光、红外线和紫外线。例如，利用普通灯泡、日光灯发出的光线用于一般照明，同时它们也辐射出红外线，只是人眼不能直接看到而已。另外，作为电视监控系统辅助光源的远红外灯和医用紫外线光源在实际工程中的使用已非常普遍。

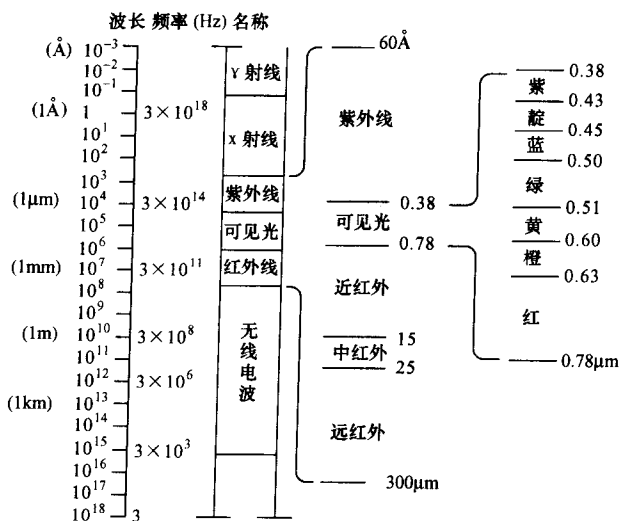


图 1-1 电磁波波谱

不同波长的可见光，引起人眼不同的颜色感觉，将可见光波长 $7800 \sim 3800\text{\AA}$ （即 $0.78 \sim$

注： $\text{\AA}$ 为法定计量单位， $1\text{\AA} = 0.1\text{nm}$



0.38 μm)依次展开,可分别呈现红、橙、黄、绿、靛、蓝、紫各种颜色。可见光波长与颜色的对应关系大致如表 1-1 所示。

表 1-1 可见光波长与颜色的对应关系

颜 色	波长范围 (10^{-10}m)	颜 色	波长范围 (10^{-10}m)
红	7800 ~ 6220	橙	6220 ~ 5970
黄	5970 ~ 5770	绿	5770 ~ 4920
蓝、靛	4920 ~ 4550	紫	4550 ~ 3800

各种颜色之间是连续变化的。发光物体的颜色,由其所含波长而定。单一波长的光,表现为一种颜色,称为单色光;多种波长的光组合在一起,在人眼中引起色光复合而成的复色光的感觉;全部可见光混合在一起,就形成了日光。非发光物体的颜色,主要取决于它对外来照射光的吸收(光的粒子性)和反射(光的波动性)情况。因此被照射物体的颜色与照射光的波长有关。通常所谓物体的颜色,是指它们在太阳光照射下所显示的颜色。

在太阳辐射的电磁波中,大于可见光波长的部分被大气层中的水蒸气和二氧化碳强烈吸收,小于可见光波长的部分被大气层中的臭氧吸收,到达地面的太阳光,其波长正好与可见光相同。这也说明了人的视觉反应是在长期的人类进化过程中对自然环境——大气的透射作用逐步适应的结果。

第二节

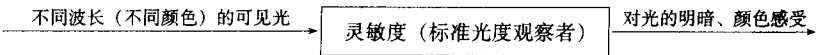
常用光度量及其单位

无论是建筑照明中的人工照明,还是自然采光,常用的度量单位通常是根据标准作为计数单元。而这些标准的制定通常由国际照明委员会 CIE (CIE——the International Commission on Illumination - abbreviated as CIE from its French title Commission Internationale de l'Eclairage)通过和确定。该组织成立于 1913 年,90 多年来已成为该领域最具权威的代表,并被 ISO 承认为国际标准成员。中国照明学会成立于 1987 年 6 月 1 日,学会成立当年即以中华人民共和国照明委员会的名义加入国际照明委员会,成为国际照明委员会成员,并以 China National Committee of the CIE (简称为 China NC - CIE)的名称同时对外。

国内有关建筑照明的标准,则是在广泛的调查研究基础上,认真总结了我国民用建筑照明设计的实践经验,参考了有关国际标准和国外先进标准,最终由建设部会同各有关部门确定。因此本书中所涉及的各种技术术语与标准,均依据国际与国内标准《民用建筑照明设计标准》(GBJ 133—1990)。

一、光谱光(视)效率

光谱光(视)效率是指标准光度观察者对不同波长单色辐射的相对灵敏度,是用来评价人眼对不同波长光的灵敏度的一项指标。人眼对不同波长的可见光有不同的光感受,这种光感受主要表现在明暗、色彩方面,光谱光(视)效率即是针对标准光度观察者对光的明暗感受、颜色感受而建立的指标,其框图如下:



通常把这种对光的明暗、颜色的感受分为两种情况,一种是在明视觉条件下(白天或亮

度为几个坎德拉/平方米 (cd/m^2) 以上的地方), 另一种是在暗视觉条件下 (黄昏或亮度小于 $10^{-3}\text{cd}/\text{m}^2$ 的地方)。国际照明委员会提出了 CIE 光度标准观察者光谱光 (视) 曲线, 见图 1-2。其中虚线为暗视觉曲线, 实线为明视觉曲线。在明视觉条件下, 人眼对波长 555nm 的黄绿色最敏感, 其相对光谱光 (视) 效率为 1, 波长偏离 555nm 越远, 人眼感光的灵敏度就越低, 相对光谱光 (视) 效率也逐渐变小。在暗视觉条件下, 人眼对波长为 510nm 的绿色光最敏感。

光谱光 (视) 效率也可以用公式 1-1 描述, 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 $V(\lambda)$ 。

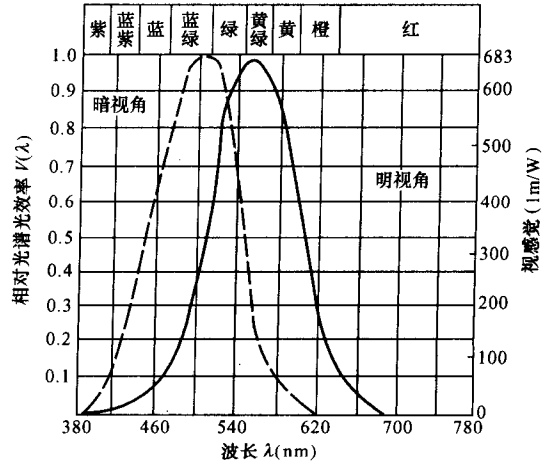


图 1-2 CIE 光度标准观察者光谱光 (视) 效率曲线图

$$V(\lambda) = \frac{K(\lambda)}{K_m} \tag{1-1}$$

式中 $K(\lambda)$ ——任一波长可见光所引起视觉能力的量称为光谱光效能, 单位为流明/瓦, lm/W ;

K_m ——最大光谱光效能, lm/W 。在单色辐射时, 明视觉条件下的 K_m 值为 $683\text{lm}/\text{W}$ ($\lambda = 555\text{nm}$ 时), 见图 1-2。

二、光通量

光源以辐射形式发射、传播出去并能使标准光度观察者产生光感的能量, 称为光通量。即使使人的眼睛有光明感觉的光源辐射的部分能量与时间的比值。用符号 Φ 表示, 单位是流明, 符号为 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球面度 (单位为 sr) 立体角内发射的光通量。其公式为

$$\Phi = K_m \int \Phi_\lambda V(\lambda) d\lambda \tag{1-2}$$

式中 Φ ——光通量, 单位为流明, lm ;

K_m ——光谱光视效能的峰值, $683\text{lm}/\text{W}$;

$V(\lambda)$ ——光谱光视效率;

Φ_λ ——光谱辐射能通量, W/nm 。

光通量是光源的一个基本参数, 是说明光源发光能力的基本量。通常该参数在产品出厂的技术参数表中给定。例如 $220\text{V}/40\text{W}$ 普通白炽灯的初始光通量为 350lm , 而 $220\text{V}/40\text{W}$ 直管型荧光灯的光通量大于 2000lm , 是白炽灯的几倍, 而 400W 荧光高压汞灯的光通量可以达到 20000lm 。简单地说, 光源光通量越大, 人们对周围环境的感受越亮。

三、发光效率

光源的发光效率通常简称为光效, 或光谱光效能, 即前面讨论光谱光 (视) 效率和光通量两个参数中出现的光谱光效能 $K(\lambda)$ 和最大光谱光效能 K_m , 若针对照明灯而言, 它是指

光源发出的总光通量与其所消耗电功率的比值，也就是单位功率的光通量，即

$$K = \frac{\Phi}{P} \quad (1-3)$$

式中 K ——光源的发光效率，lm/W；

ϕ ——光源辐射光通量，lm；

P ——电光源的电功率，W。

例如一般白炽灯的发光效率约为 7.1 ~ 17lm/W，荧光灯的发光效率约为 25 ~ 67lm/W，荧光灯的发光效率比白炽灯高，发光效率的单位是 lm/W。它是电光源的一个重要技术参数，发光效率越高，说明在同样的亮度下，可以使用功率小的光源，即可以节约电能。

四、发光强度

一个光源在给定方向上立体角元内发射的光通量 $d\Phi$ 与该立体角元 $d\omega$ 之商，即光源在空间某一方向光通量的辐射密度，称为光源在这一方向上的发光强度，以 I 表示，单位为坎德拉，符号为 cd。坎德拉是国际单位制单位，其定义如下

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega} \quad (1-4)$$

式中 I ——光源的发光强度，单位是坎 [德拉]，符号为 cd (1cd = 1lm/1sr)；

$d\Phi$ ——光源辐射光通量，lm；

$d\omega$ ——球面上某一面积元对球心形成的立体角元，单位是球面度，符号为 sr。

对于向各方向均匀辐射光通量的点光源，各个方向的发光强度相等，其值可定义为

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \quad (1-5)$$

式中 ω ——光源在某方向上的立体角，sr。

发光强度可以简称为光强，1 (cd) 表示在 1 (sr) 立体角内，均匀发出 1 (lm) 的光通量，即

$$1[\text{cd}] = \frac{1[\text{lm}]}{1[\text{sr}]}$$

例如，100W 普通白炽灯的光通量为 1250lm，假设光源光线是向四周均匀发射的，则根据式 (1-5) 可计算出光源在某方向上的光强为

$$I = \frac{\Phi}{\omega} = \frac{1250}{4\pi} = 99.5(\text{cd})$$

同理可以算出，额定功率为 400W、光通量为 20000lm 的荧光高压汞灯在空间四周均匀发光时的光强为 1592cd。当光源配装灯罩后，可以改变光源在空间某方向上的光强值。

发光强度是表征光源发光能力大小的一个基本物理量。由于光源是向空间各个方向辐射光线的，应用立体角度作为空间光线的度量单位和计算光通量的辐射密度，所以读者应对立体角的概念有一个基本的了解。

以 O 点为顶点在空间作一个锥面，该锥面所包围的区域称为立体角，用 ω 表示，如图 1-3 所示。若以顶点 O 为球心作一半径为 r 的球面，立体角在此球面上截得的部分面积

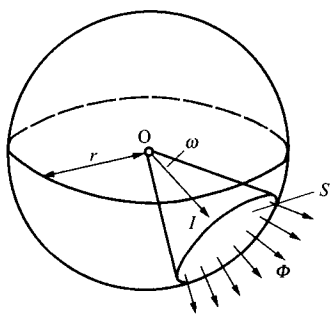


图 1-3 发光强度示意图

是 S ，则立体角的定义为

$$\omega = \frac{S}{r^2} \tag{1-6}$$

立体角的单位是球面度 (sr)。例如，一个完整球面的表面积 $S = 4\pi r^2$ ，所以整个球面对应于球心的立体角为

$$\omega = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi(\text{sr})$$

由式 (1-6) 分析可知，点光源的立体角与距离无关 (公式中的面积 S 也正比于 r^2)，所以光源的发光强度只与光线辐射的方向有关，而与其离光源的距离无关。

工程上，光源或光源加灯具的发光强度常见于各种配光曲线图，它表示空间各个方向上光强的分布情况。

五、照度

被照表面上某一点的照度等于入射到该表面包含这点的面积元上的光通量 $d\Phi$ 与面积元 dA 之商。照度以 E 表示，单位是勒克斯，符号为 lx。勒克斯也是国际单位制单位，1(lm) 光通量均匀分布在 1(m²) 面积上所产生的照度为 1(lx)，即 1(lx) = 1(lm/m²)。计算公式为

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \tag{1-7}$$

式中 E ——某一点的照度，lx；
 $d\Phi$ ——面积元上的光通量，lm；
 dA ——面积元的面积，m²。
对于平均照度，则可以表示为

$$E = \frac{\Phi}{S} \tag{1-8}$$

式中 E ——被照射面的平均照度，lx；
 Φ ——被照射面接收到的总光通量，lm；
 S ——被照射面面积，m²。

照度是工程设计中的常见量，它说明了被照面或工作面上被照射的程度，即单位面积上的光通量的大小，对照度的感性认识，可参见表 1-2 的照度对比。在照明工程设计中，照度的大小是根据建筑物的功能、对保护视力的要求、要达到的艺术照明效果等因素以及国家标准给定的各种照度标准值进行各种灯具样式、类型的选择和位置、数量确定。

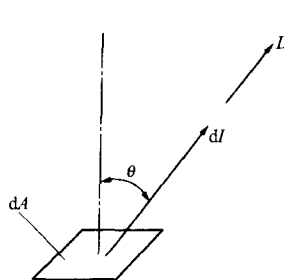
表 1-2 不同情况照度对比

光源及被照条件	被照面照度 (lx)	光源及被照条件	被照面照度 (lx)
夏季阴天中午室外地面	8000 ~ 20000	40W 白炽灯 1m 处	30
晴天中午阳光下室外地面	80000 ~ 120000	晴朗月夜的地面	0.2

六、亮度

表面上一点在给定方向上的亮度，定义为：包含这点的面积元在该方向的发光强度 dI 与面积元在垂直于给定方向上的正投影面积 $dA \cos\theta$ 之商。如图 1-4 所示，计算公式如下

$$L = \frac{d\Phi}{dA \times \cos\theta \times d\Omega} \tag{1-9}$$



式中 L ——亮度, cd/m^2 ;

$d\Phi$ ——由给定点的束元传输的并包含给定方向的立体角 $d\Omega$ 内传播的光通量, cd ;

dA ——包括给定点的辐射束截面积, m^2 ;

θ ——辐射束截面法线与辐射束方向间的夹角。

对于均匀发光体或反射体在某方向的表面亮度, 可以用下式

表示

图 1-4 亮度定义图示

$$L = \frac{I_\theta}{S \cos \theta} \quad (1-10)$$

式中 L ——发光或反射光表面沿 θ 方向的亮度, cd/m^2 ;

I_θ ——发光或反射光表面沿 θ 方向的发光强度, cd ;

$A \cos \theta$ ——发光或反射光表面在 θ 方向上的投影面积, m^2 。

另外, 对于均匀漫反射表面, 其表面亮度 L 与表面照度 E 还具有以下关系

$$L = \frac{\rho E}{\pi} \quad (1-11)$$

对于均匀漫透射表面, 其表面亮度与表面照度则有

$$L = \frac{\tau E}{\pi} \quad (1-12)$$

式中 L ——表面亮度, cd/m^2 ;

ρ ——表面反射比;

τ ——表面透射比;

E ——表面照度, lx ;

π ——常数, $\pi = 3.1416$ 。

一个物体的亮暗程度是不能用照度来描述的。因为被照物体表面的照度, 不能直接表达人眼的视觉感觉, 只有眼睛的视网膜上形成的照度, 才能感觉出物体的亮度。式 (1-8) 说明发光面积上直接射入人眼的光强部分才能反应物体的明亮程度, 式 (1-10) 和式 (1-11) 则反映被照物体经过对光的折射、反射、透射等作用后, 进入人眼部分的照度, 令人感觉出物体的明亮程度。

亮度的国际单位制单位是 cd/m^2 (也称为尼特, 用 nt 表示)。其数值等于发光体上 1m^2 表面积沿法线方向 ($\alpha = 0$ 时) 产生的 $1(\text{cd})$ 的发光强度, 即 $1\text{nt} = 1\text{cd}/1\text{m}^2$ 。由于尼特的单位太小, 工程上常用的亮度单位是熙提 (sb), 且 $1\text{sb} = 10000\text{nt}$ 。亮度的其他单位还有: 亚熙提 (asb)、朗伯 (L)、英尺新烛光 (ft-cd) 和英尺朗伯 (fL) 等, 各种亮度单位的换算关系见表 1-3。另外, 表 1-4 列出了几种常见光源的亮度值。

表 1-3

亮度单位的换算关系

亮度单位	cd/m^2	熙 提	亚熙提	朗 伯	英尺新烛光	英尺朗伯
(cd/m^2)	1	10^{-4}	π	$\pi \times 10^{-4}$	0.09290	0.2919
熙提 (sb)	10^4	1	$\pi \times 10^4$	π	929.0	2919
亚熙提 (asb)	$1/\pi$	$1/\pi \times 10^{-4}$	1	10^{-4}	0.02957	0.09290
朗伯 (L)	$1/\pi \times 10^4$	$1/\pi$	10^4	1	295.7	929.0
英尺新烛光 (ft-cd)	10.764	1.0764×10^{-3}	33.82	3.382×10^{-3}	1	π
英尺朗伯 (fL)	3.426	3.426×10^{-4}	10.764	1.0764×10^{-3}	$1/\pi$	1

表 1-4

常见光源的亮度值

光源种类	亮度 (sb)	光源种类	亮度 (sb)
太阳表面	2.25×10^5	晴朗的天空 (平均值)	0.8
从太阳表面观察太阳	1.60×10^5	蜡烛	0.5 ~ 1.0
钨丝灯	$(2.0 \sim 20) \times 10^2$	碳极弧光灯	$(1.8 \sim 12) \times 10^4$
荧光灯	0.5 ~ 1.5	电视屏幕	0.017 ~ 0.035

以上介绍了 6 个常用的光度单位,它们从不同的侧面表达了物体的光学特征。光谱光(视)效率用来评价人眼对不同波长光的灵敏度,即不同生物对不同波长的光具有不同的灵敏度。光通量是针对光源而言,是表征发光体辐射光能的多少,不同的发光体具有不同的能量。发光效率也是针对光源而言,表示光源发光的质量和效率,根据这个参数可以判别光源是否节能。发光强度也是针对光源而言,表明光通量在空间的分布状况,工程上用配光曲线图加以描述。照度是针对被照物而言,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。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。

第三节

光源的技术参数

一、光与颜色

颜色是光作用于人眼引起除形象以外的视觉特性。根据这一定义,色是一种物理刺激作用于人眼的视觉特性,而人的视觉特性是受大脑支配的,也是一种心理反应。所以,色彩感觉不仅与物体本来的颜色特性有关,而且还受时间、空间、外表状态以及该物体的周围环境的影响,同时还受各人的经历、记忆力、看法和视觉灵敏度等各种因素的影响。

1. 色彩的种类

丰富多样的颜色可以分成两个大类无色色系和有彩色系:

(1) 无色色系。无色色系是指白色、黑色和由白色黑色调合形成的各种深浅不同的灰色。无彩色按照一定的变化规律,可以排成一个系列,由白色渐变到浅灰、中灰、深灰到黑色,色度学上称此为黑白系列。纯白是理想的完全反射的物体,纯黑是理想的完全吸收的物体,在现实生活中并不存在纯白与纯黑的物体。无色色系的颜色只有一种基本性质——明度。它们不具备色相和纯度的性质,也就是说它们的色相与纯度在理论上都等于零。色彩的明度可用黑白度来表示,愈接近白色,明度愈高;愈接近黑色,明度愈低。

(2) 有彩色系。彩色是指红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等颜色。不同明度和纯度的红橙黄绿青蓝紫色调都属于有彩色系。

2. 色彩的基本特性

有彩色系的颜色具有三个基本特性:色相、纯度(也称彩度、饱和度)、明度。在色彩学上也称为色彩的三大要素或色彩的三属性。

(1) 色相(色调或色别)。色相是彩色的最大特征。所谓色相是指能够比较确切地表示某种颜色色别的名称。如玫瑰红、桔黄、柠檬黄、钴蓝、翠绿等。从光学物理上讲,各种色相是由射入人眼的光线的光谱成分决定的。对于单色光来说,色相的面貌完全取决于该光线的波长;对于混合色光来说,则取决于各种波长光线的相对量。物体的颜色是由光源的光谱

成分和物体表面反射（或透射）的特性决定的。例如：用白光——由红（700nm）、蓝（546.1nm）、绿（435.8nm）三原色光组成——照射某一物体表面，若该物体表面将绿光和蓝光吸收，将红光反射，这一物体表面将呈现红色。

（2）纯度（彩度、饱和度）。色彩的纯度是指色彩的纯净程度，它表示颜色中所含有色成分的比例。含有色彩成分的比例愈大，则色彩的纯度愈高，含有色成分的比例愈小，则色彩的纯度也愈低。可见光谱的各种单色光是最纯的颜色，为极限纯度。当一种颜色掺入黑、白或其他彩色时，纯度就产生变化。当掺入的颜色达到很大的比例时，在眼睛看来，原来的颜色将失去本来的光彩，而变成掺和的颜色了。当然这并不等于说在这种被掺和的颜色里已经不存在原来的色素，而是由于大量的掺入其他彩色而使得原来的色素被同化，人的眼睛已经无法感觉出来了。

有色物体色彩的纯度与物体的表面物理结构有关。如果物体表面粗糙，其漫反射（反射光不规则地分布在所有方向上）作用将使色彩的纯度降低；如果物体表面光滑，那么，全反射作用将使色彩比较鲜艳。

（3）明度。明度是指色彩的明亮程度。各种有色物体由于它们的反射光量的区别而产生颜色的明暗强弱。色彩的明度有两种情况：一是同一色相不同明度。如同一颜色在强光照射下显得明亮，弱光照射下显得较灰暗模糊；同一颜色加黑或加白掺和以后也能产生各种不同的明暗层次。二是各种颜色的不同明度。每一种纯色都有与其相应的明度。黄色明度最高，蓝紫色明度最低，红、绿色为中间明度。色彩的明度变化往往会影响到纯度，如红色加入黑色以后明度降低了，同时纯度也降低了；如果红色加白则明度提高了，纯度却降低了。

有彩色的色相、纯度和明度三特征是不可分割的，应用时必须同时考虑这三个因素。

3. 色彩效应

色彩效应是指由于人的生理特点和人的知觉、联想等原因而对色彩产生的心理反应。

（1）冷暖感觉。红色、橙色和黄色产生温暖的感觉，称为暖色；青绿、青蓝、青紫颜色产生凉爽的感觉，称为冷色；黑、白、灰称为中性色。

（2）胀缩感觉。明度高的暖色给人以向外散射和膨胀的感觉，明度低的冷色给人以向内紧缩的感觉。面积相同的色块，黄色看起来膨胀感最大，其他依次为橙、绿、红、蓝、紫色。

（3）动静感觉。暖色给人以动的感觉和兴奋的感觉，冷色给人以沉静的感觉。彩度越高，该特性越明显，彩度越低，该特性减弱。

（4）前进后退感。前进后退感除与波长有关，还与色彩对比的知觉度有关。凡对比度强的色彩具有前进感，对比度弱的色彩具有后退感；膨胀的色彩具有前进感，收缩的色彩具有后退感；明快的色彩具有前进感，暧昧的色彩具有后退感；高纯度之色具有前进感，低纯度之色具有后退感。

（5）轻重感觉。色彩的重量感主要取决于明度。明度高的颜色给人以轻飘的感觉，称轻色；明度低的颜色给人以沉重的感觉，称重色。明度相同，彩度高的显轻，彩度低的显重。

（6）软硬感觉。倾向白色、明度高的颜色给人以柔软的感觉；倾向黑色、彩度高的颜色给人以坚硬的感觉。

（7）华丽与朴素感觉。彩度高或明度高的颜色给人以华丽的感觉；彩度低或明度低的给人以朴素的感觉。

二、光源的色温

不同的光源，由于发光物质不同，其光谱能量分布也不相同。一定的光谱能量分布表现为一定的光色，对光源的光色变化，我们用色温来描述。

如果一个物体能够在任何温度下全部吸收任何波长的辐射，那么这个物体称为绝对黑体。绝对黑体的吸收本领是一切物体中最大的，加热时它辐射本领也最大。

黑体辐射的本领只与温度有关。严格地说，一个黑体若被加热，其表面按单位面积辐射光谱能量的大小及其分布完全决定于它的温度。因此我们把任一光源发出的光的颜色与黑体加热到一定温度下发出的光的颜色相比较，来描述光源的光色。所以色温可以定义为：当某一种光源的色度与某一温度下的绝对黑体的色度相同时的绝对黑体的温度。因此，色温是以温度的数值来表示光源颜色的特征。色温用绝对温标“K”表示，绝对温度等于摄氏温度加273。例如，色温为2000K的光源发出的光呈橙色，色温为3000K左右的光源发出的光呈橙白色，色温为4500~7000K的光源发出的光近似白色。

在人工光源中，只有白炽灯灯丝通电加热与黑体加热的情况相似。对白炽灯以外的其他人工光源的光色，其色度不一定准确地与黑体加热时的色度相同。所以只能用光源的色度与最相接近的黑体的色度的色温来确定光源的色温，这样确定的色温叫相对色温。

表1-5、表1-6列出了一些常见的光源色温，表1-5为天然光源色温，表1-6为常见人工光源色温。如表1-5中全阴天室外光具有色温为6500K，就是说黑体加热到6500K时发出的光的颜色与全阴天室外光的颜色相同。

表 1-5 天然光源色温

光 源	色温 (K)	光 源	色温 (K)
晴天室外光	13000	全阴天室外光	6500
白天直射日光	5550	45°斜射日光	4800
昼光色	6500	月光	4100

表 1-6 常见人工光源色温

光 源	色温 (K)	光 源	色温 (K)
蜡烛	1900 ~ 1950	高压钠灯	2000
白炽灯 (40W)	2700	荧光灯	3000 ~ 7500
碳弧灯	3700 ~ 3800	氙灯	5600
炭精灯	5500 ~ 6500		

光源既有颜色，就会带给人们冷暖感觉，这种感觉可由光源的色温高低确定。通常色温小于3300K时产生温暖感，大于5000K时产生寒冷的感觉，3300~5000K时产生爽快感。所以在照明工程中，可根据不同的使用场合，采用具有不同色温的光源，使人们身临其境时，获得最佳舒适感。

三、光源的显色性

随着照明技术的发展，许多新光源在不断的开发利用，人们经常在不同的环境中工作和娱乐，会发现在不同的灯光下，物体的颜色会发生不同的变化，或在某些光源下观察到的颜色与日光下看到的颜色是不同的，这就涉及到光源的显色性问题。



同一个颜色的物品在不同的光源下可能使人眼产生不同的色彩感觉，而在日光下物体显现的颜色是最准确、最真实的，因此，可以将日光作为标准的参照光源。我们将人工待测光源的颜色同参照光源下的颜色相比较，显示同色能力的强弱定义为该人工光源的显色性。国标《光源显色性评价方法》(GB 5702—1985)中规定用普朗克辐射体(色温低于 5000K)和组合日光(色温高于 5000K)做参照光源。为了检验物体在待测光源下所显现的颜色与在参照光源下所显现的颜色相符的程度，采用一般显色性指数作为定量评价指标，用符号 R_a 表示。显色性指数最高为 100。显色性指数的高低，就表示物体在待测光源下“变色”和“失真”的程度。光源的显色性是由光源的光谱能量分布决定的。日光、白炽灯具有连续光谱，连续光谱的光源均有较好的显色性。白炽灯光谱能量分布如图 1-5 (a) 所示。

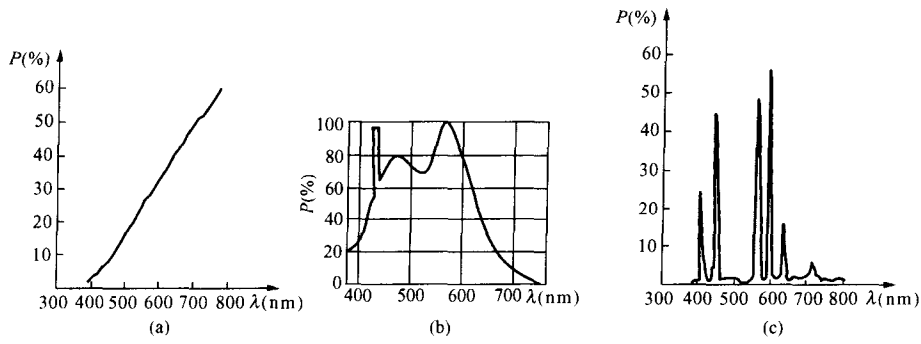


图 1-5 不同光源光谱能量分布图

(a) 白炽灯；(b) 荧光灯(白光色)；(c) 荧光高压汞灯

通过对新光源的研究发现，除连续光谱的光源具有较好的显色性外，由几个特定波长色光组成的混合光源也有很好的显色效果。如由 450nm 的蓝光、540nm 的绿光、610nm 的桔红光以适当比例混合所产生的白光 [见图 1-5 (b)]，虽然为高度不连续光谱，但却具有良好的显色性。用这样的白光去照明各种不同颜色的物体，都能得到很好的显色效果。光源的显色性一般以显色性指数 R_a 值区分： R_a 值为 100~75 时，显色性优良；75~50 表示显色性一般；50 以下则说明显色性较差。我国生产的部分电光源的色温及显色指数见表 1-7。

表 1-7 部分电光源的色温及显色指数表

光源名称	色温 (K)	显色指数 R_a	光源名称	色温 (K)	显色指数 R_a
白炽灯	2900	95 ~ 100	镝灯	4300	85 ~ 95
荧光灯	6600	70 ~ 80	高压钠灯	2000	20 ~ 25
荧光高压汞灯	5500	30 ~ 40			

从表 1-7 中可以看出，灯光的颜色即使与日光比较相近的如荧光灯、汞灯等，由于其光谱能量分布与日光有很大的差别 [见图 1-5 (c)]，相应的显色性略差。在这种灯光下辨别颜色会出现失真现象，原因是这些光源的光谱中缺少某些波长的单色光成分。

光源显色性和色温是光源的两个重要的颜色指标，色温是衡量光源颜色的指标，而显色性是衡量光源视觉质量的指标。