




普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材  
高校建筑环境与设备工程专业指导委员会  
智能建筑指导小组规划推荐教材

# 建筑电气照明

黄民德 郭福雁 季中◎编

 中国建筑工业出版社



普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材  
高校建筑环境与设备工程专业指导委员会  
智能建筑指导小组规划推荐教材

# 建筑电气照明

黄民德 郭福雁 季中 编



中国建筑工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

建筑电气照明/黄民德, 郭福雁, 季中编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材. 高校建筑环境与设备工程专业指导委员会智能建筑指导小组规划推荐教材

ISBN 978-7-112-10138-2

I. 建… II. ①黄…②郭…③季… III. 房屋建筑设备-电气照明-建筑安装工程-高等学校-教材 IV. TU113.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 090734 号

本教材主要以新的设计标准为依据,系统地介绍了照明设计的内容及设计方法。第一章主要介绍照明的基本知识,第二章主要介绍光源与灯具,第三章主要介绍室内灯具的布置与计算,第四章主要介绍室内照明设计,第五章主要介绍室外照明设计,第六章主要介绍照明电气设计,第七章主要介绍照明节能,第八章对照明测量作简要介绍。

本书主要供电气工程专业和建筑电气与智能化专业的本科学生使用,也可作为从事工业与民用建筑电气照明设计工作人员的工具书,还可作为照明施工、安装、运行维护等相关专业的培训教材或参考用书。

\* \* \*

责任编辑:吕小勇 齐庆梅 王 跃

责任设计:郑秋菊

责任校对:孟楠 关健

普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材  
高校建筑环境与设备工程专业指导委员会  
智能建筑指导小组规划推荐教材

### 建筑电气照明

黄民德 郭福雁 季中 编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京天成排版公司制版

北京市铁成印刷厂印刷

\*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:14 $\frac{3}{4}$  字数:368千字

2008年10月第一版 2008年10月第一次印刷

定价:26.00元

ISBN 978-7-112-10138-2

(16941)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 序

自 20 世纪 80 年代起,中国乃至世界掀起兴建智能建筑的热潮。这是因为智能化建筑是现代高科技硕果的综合反映,是一个国家、地区科学技术和经济水平的综合体现,是现代化大城市建筑发展的大趋势,也是当今世界各国为实现社会经济快速发展和管理科学化最有力的技术手段。进入 21 世纪,随着我国经济社会的快速发展和城镇化、现代化、国际化进程的加快,城乡居民生活水平日趋提高,居住条件日益改善,建筑业在国民经济中的支柱地位得到进一步加强,其中智能与绿色建筑产业已成为中国经济发展中最活跃、最具有生命力的新兴产业之一。

为了促进经济社会的可持续发展,建立资源节约型、环境友好型社会,实现国家确定的节能减排目标,建筑节能将发挥越来越重要的作用。在“推广绿色建筑,促进节能减排”的任务中,建筑电气和智能化领域的专业技术人员发挥着十分重要的作用,人才的数量和素质直接关系到我国建筑节能减排目标的实现,直接影响到智能与绿色建筑产业的发展,大力发展“建筑电气与智能化”专业本科教育是十分重要和迫切的,为此自 2006 年度起教育部批准设置了“建筑电气和智能化”本科专业。

为促进建筑电气与智能化本科专业的建设和发展,高等学校建筑环境与设备工程专业指导委员会智能建筑领导小组组织编写了本套建筑电气与智能化专业的规划教材,以适应和满足建筑电气与智能化专业以及电气信息类相关专业教学和科研的需要,同时也可作为从事建筑电气、建筑智能化工作的技术人员的参考书。

建筑电气与智能化是一个跨专业的新兴学科领域,我们衷心希望各院校积极参与规划教材的编写工作,同时真诚希望使用规划教材的广大读者提出宝贵意见,以便不断完善教材内容。

高等学校建筑环境与设备工程专业指导委员会  
智能建筑领导小组  
寿大云

## 前 言

众所周知，电能是现代工业生产的主要能源和动力。电能既易于由其他形式的能量转换而来，也易于转换为其他形式的能量以供应用。电能的输送和分配既简单经济，又便于控制、调节和测量，有利于实现生产过程自动化，而且现代社会的信息技术和其他高新技术无一不是建立在电能应用的基础之上的。因此电能在现代工业生产及整个国民经济生活中应用极为广泛。

随着照明技术的迅速发展，照明设计已成为建筑设计的重要组成部分。目前无论照明设计理念还是照明设备都发生了很大的变化。新的设计思想强调以人为本的人性化设计，以满足人们提出的环境优美、亮度适宜、空间层次感舒适、立体感丰富等多个层面的要求，同时注重艺术性、文化品位和特色。照明全方位的发展，改变了人们以往的观念。而且随着电气技术的不断发展，有关建筑照明技术标准均已修订，本书根据新的《建筑照明设计标准》(GB 50034—2004)和《城市道路照明设计标准》(CJJ 45—2006)，引入了新技术、新光源和新灯具等内容。并突出了照明节能的有关标准、计算、措施和产品。

本书是高校建筑环境与设备工程专业指导委员会智能建筑指导小组规划推荐教材之一，主要供电气工程专业和建筑电气与智能化专业的本科学生使用，也可供相关专业的学生和工程技术人员参考。

全书系统地介绍了照明设计的内容及设计方法。第一章~第三章由郭福雁编写，第四章~第六章、第八章由黄民德编写，第七章由季中编写。全书由黄民德、郭福雁统稿，并编制了有利于课堂多媒体讲授的电子教案。由于该电子教案文件较大，无法提供网络下载，因此有需要的老师可与中国建筑工业出版社联系(jiangongshe@163.com)，免费获得光盘。

天津大学吴爱国教授，北京林业大学寿大云教授，北京联合大学范同顺教授，天津市建筑设计院王东林教授级高级工程师、电气总工程师，天津大学建筑设计研究院孙绍国高级工程师、电气总工程师对本书的内容提出了宝贵意见。在书稿编写过程中还得到了孙东敏、王勇、桂鑫等同志和施耐德天津办事处的大力支持，在此一并表示感谢。

本书作为高等学校的专业课教材，希望读者不吝批评和指正，并提出宝贵意见。

# 目 录

第一章 照明的基本知识	1
第一节 照明系统的概念	1
第二节 照度标准	11
思考题	19
第二章 光源与灯具	20
第一节 照明电光源	20
第二节 照明灯具及其特性	48
思考题	58
第三章 室内灯具的布置与计算	60
第一节 室内灯具的布置	60
第二节 室内照度计算	64
第三节 眩光计算	82
思考题	87
第四章 室内照明设计	88
第一节 概述	88
第二节 住宅照明设计	91
第三节 学校照明设计	92
第四节 办公室照明设计	96
第五节 工厂照明设计	100
思考题	104
第五章 室外照明设计	105
第一节 道路照明	105
第二节 夜景照明	121
思考题	133
第六章 照明电气设计	134
第一节 概述	134
第二节 照明供配电系统	134
第三节 照明负荷计算及导线的选择	140
第四节 照明设计施工图	160
思考题	180
第七章 照明节能	181
第一节 节能光源	181
第二节 节能灯具	188

第三节	合理照明控制 .....	192
第四节	照明节能计算 .....	200
思考题	.....	206
<b>第八章</b>	<b>照明测量简述</b> .....	<b>208</b>
第一节	常用测量仪器 .....	208
第二节	不同场合的照度测量 .....	210
第三节	反射比的测量 .....	215
第四节	测量条件及测量方法 .....	215
<b>附录</b>	.....	<b>217</b>
附录 A	照明场所的统一眩光值 .....	217
附录 B	部分灯具的利用系数表 .....	220
附录 C	部分灯具的最小照度系数 Z 值表 .....	221
附录 D	嵌入式白色钢板格栅荧光灯具的光度参数 .....	222
附录 E	嵌入式下开放式荧光灯具的光度参数 .....	223
附录 F	吸顶荧光灯具的光度参数 .....	224
附录 G	路面亮度系数和简化亮度系数表 .....	225
附录 H	维护系数 .....	228
<b>参考文献</b>	.....	<b>229</b>

# 第一章 照明的基本知识

## 第一节 照明系统的概念

电气照明是建筑物的重要组成部分。照明设计的优劣除了影响建筑物的功能外，还影响建筑艺术的效果。因此，我们必须熟悉照明系统的概念和掌握基本的照明技术。

室内照明系统由照明装置及其电气部分组成。照明装置主要是灯具，照明装置的电气部分包括照明开关、照明线路及照明配电等。

照明装置的基本功能是创造一个良好的人工视觉环境。在一般情况下是以“明视条件”为主的功能性照明，这是本章重点介绍的内容。

### 一、光的基本概念

光一般是指能引起视觉的电磁波，这部分的波长范围约在红光的  $0.78\mu\text{m}$  到紫光的  $0.38\mu\text{m}$  之间。它在电磁波中的位置如图 1-1 所示。

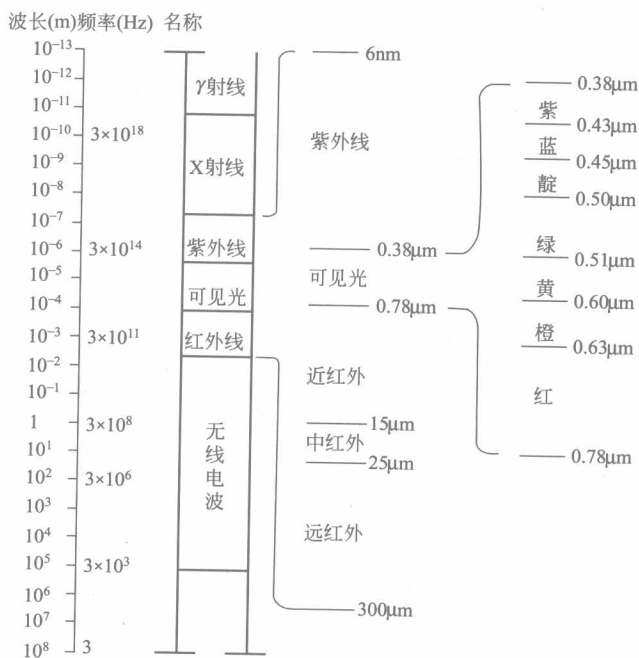


图 1-1 电磁波谱

图 1-1 光的电磁波谱图描述了光的波动性。波长在  $0.78\mu\text{m}$  以上到  $1000\mu\text{m}$  左右的电磁波称“红外线”，在  $0.38\mu\text{m}$  以下称“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通过摄影来察觉发现这种光线的物体，所以在光学上，光也包括红外线和紫



外线。

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 380~780nm 依次展开，可分别呈现红、橙、黄、绿、靛、蓝、紫各色。可见光的划分如表 1-1 所示。

可见光颜色的波长范围 表 1-1

颜 色	波长范围(nm)	颜 色	波长范围(nm)
红	622~780	橙	597~622
黄	577~597	绿	492~577
蓝、靛	455~492	紫	380~455

各种颜色之间是连续变化的。发光物体的颜色，由它所发的光的波长而定。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，称为复色光；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，因此它的颜色与照射光有关。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。

## 二、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)通过和确定。

国内有关建筑照明的标准，则是在广泛的调查研究基础上，认真总结了我国工业与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部门确定。因此本书中所涉及的各种技术术语与标准，均以国际与国内标准《建筑照明设计标准》(GB 50034—2004)、《城市道路照明设计标准》(CJJ 45—2006)为依据。

### 1. 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)效率则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。如下面框图所示。



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每平方米以上的地方)，另一种是在暗视觉条件下(黄昏或亮度小于  $10^{-3}$  cd/m<sup>2</sup> 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。图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。

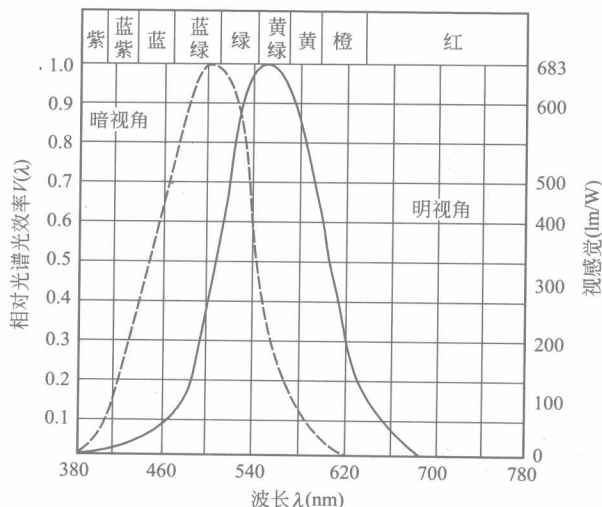


图 1-2 CIE 光度标准观察者光谱光(视)效率曲线图

光谱光(视)效率也可以用一公式描述,如公式(1-1),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  $V(\lambda)$ 。

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

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 (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 683lm/W ( $\lambda=555\text{nm}$  时),见图 1-2。

## 2. 光通量

光源以辐射形式发射、传播并能使标准光度观察者产生光感的能量,称为光通量。用符号  $\Phi$  表示,单位是流明(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

$$\Phi = K_m \int_0^{\infty} \frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} \times V(\lambda) \times d\lambda \quad (1-2)$$

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

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。例如,220V/40W 普通白炽灯的光通量为 350lm,而 220V/36W 荧光灯的光通量大于 3000lm,是白炽灯的几倍。简单说光源光通量越大,人们对周围环境的感受越亮。

## 3. 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灯具消耗电功率的比值,也就是单位功率的光通量。例如,一般白炽灯的发光效率约为 7.3~18.6lm/W,荧光灯的发光效率约为 85~95lm/W,荧光灯的发光效率比白炽灯高,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。

#### 4. 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, 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(cd)。发光强度的计算公式为

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega} \quad (1-3)$$

式中  $I$ ——发光强度(cd)( $1\text{cd}=1\text{lm}/1\text{sr}$ );

$d\Omega$ ——球面上某一面积元对球心形成的立体角元(sr)。对于整个球体而言, 它的球面度  $\Omega=4\pi$ 。

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, 表示了空间各个方向上光强的分布情况。

#### 5. 照度

表面上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与面元的面积之商。照度以  $E$  表示, 单位是勒克斯(lx)。勒克斯也是国际单位制单位,  $1\text{lm}$  光通量均匀分布在  $1\text{m}^2$  面积上所产生的照度为  $1\text{lx}$ , 即  $1\text{lx}=1\text{lm}/\text{m}^2$ 。计算公式为

$$E = \frac{d\Phi}{dA} \quad (1-4)$$

式中  $E$ ——照度(lx);

$\Phi$ ——光通量(lm);

$A$ ——面积( $\text{m}^2$ )。

照度是工程设计中的常见量, 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。在照明工程的设计中, 常常要根据技术参数中的光通量, 及国家标准给定的各种照度标准值进行各种灯具样式、位置、数量的选择。

照 度 对 比

表 1-2

各种情况照度对比	照度(lx)	各种情况照度对比	照度(lx)
夏季阴天中午室外	8000~20000	40W 白炽灯 1m 处	30
晴天中午阳光下室外	80000~120000		

#### 6. 亮度

表面上一点在给定方向上的亮度, 是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。亮度以  $L$  表示, 单位是坎德拉每平方米( $\text{cd}/\text{m}^2$ )。亮度定义图示见图 1-3。计算公式为

$$L = \frac{dI}{dA\cos\theta} \quad (1-5)$$

式中  $L$ ——亮度( $\text{cd}/\text{m}^2$ );

$I$ ——发光强度(cd);

$A$ ——发光面积( $\text{m}^2$ );

$\theta$ ——表面法线与给定方向之间的夹角, 单位为度。

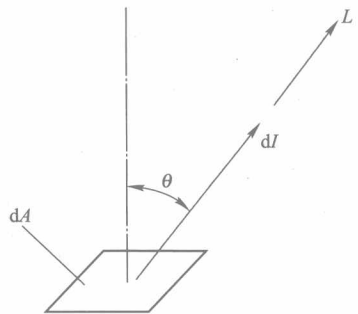


图 1-3 亮度定义图示

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

$$L = \frac{\rho E}{\pi} \quad (1-6)$$

对于均匀漫透射表面，其表面亮度与表面照度则有

$$L = \frac{\tau E}{\pi} \quad (1-7)$$

式中  $L$ ——表面亮度( $\text{cd}/\text{m}^2$ )；

$\rho$ ——表面反射比；

$\tau$ ——表面透射比；

$E$ ——表面照度( $\text{lx}$ )；

$\pi$ ——常数， $\pi=3.1416$ 。

一个物体的亮暗程度不能用照度来描述，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，公式(1-5)说明发光面积上直接射入人眼的光强部分才能反映物体的明亮程度，公式(1-6)和公式(1-7)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。目前有些国家将亮度作为照明设计的内容之一。

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。

### 三、光与颜色

美国光学学会把颜色定义为：颜色是除了空间的和时间的不均匀性以外的光的一种特性，即光的辐射能刺激视网膜而引起观察者通过视觉而获得的景象。国家标准中，颜色的定义为：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，即无彩色系和有彩色系。

##### 1) 无彩色系

无彩色系是指白色、黑色和由白色、黑色调和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。无彩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)和明度。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)

色相是有彩色的最大特征。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、橘黄、柠檬黄、钴蓝、群青、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。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，纯度就发生变化。掺入的色彩达到很大的比例时，在眼睛看来，原来的颜色将失去本来的光彩，而变成混合色。

#### 3) 明度

明度是指色彩的明亮程度。由于各种有色物体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；同一颜色加黑色或加白色掺合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；如果红色加白色则明度提高了，纯度却降低了。

有彩色的色相、纯度和明度三个特征是不可分割的，应用时必须同时考虑这三个因素。

### 3. 光源色温

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，通常用色温来描述。

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。

因此，色温是以温度的数值来表示光源颜色的特征。色温用绝对温度“K”表示，绝对温度等于摄氏温度加 273。例如，温度为 2000K 的光源发出的光呈橙色，3000K 左右的光源发出的光呈橙白色，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 1-3、表 1-4 列出了一些常见的光源色温。表 1-3 为天然光源色温，表 1-4 为常见人工光源色温。在表 1-3 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。

天然光源色温表

表 1-3

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

常见人工光源色温表

表 1-4

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，就会带给人冷暖的感觉，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 时产生冷感，3300~5000K 时产生爽快感。所以在照明设计时，可根据不同的使用场合，采用具有不同色温的光源，使人们身在其中时获得最佳舒适感。

#### 4. 光源的显色性

人们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，这就涉及光源的显色性问题。

同一个颜色样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的，因此，可以将日光作为标准的参照光源。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，用符号  $R_a$  表示。显色指数最高为 100。显色性指数的高低表示物体在待测光源下变色和失真的程度。光源的显色性由光源的光谱能量分布决定。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 1-4(a) 所示。

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 450nm 的蓝光、540nm 的绿光、610nm 的橘红光以适当比例混合所产生的白光(图 1-4b)，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色物体，都能得到很好的显色效果。光源的显色性一般以显色指数  $R_a$  值区分， $R_a$  值为 80~100 时，显色优良；50~79 表示显色一般；50 以下则说明显色性较差。

光源显色性和色温是光源的两个重要的颜色指标，色温是衡量光源色的指标，而显色

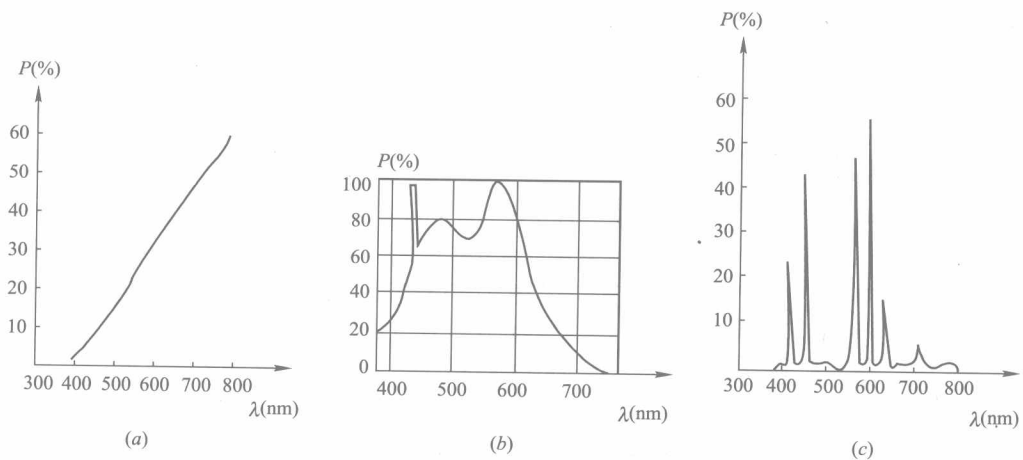


图 1-4 不同光源光谱能量分布图  
(a)白炽灯；(b)荧光灯(白光色)；(c)荧光高压汞灯

性是衡量光源视觉质量的指标。

#### 四、照明质量

优良的照明质量主要由以下五个要素构成：一是适当的照度水平；二是舒适的亮度分布；三是宜人的光色和良好的显色性；四是没有眩光干扰；五是正确的投光方向与完美的造型立体感。

##### 1. 照度水平

在为特定的用途选择照度水平时，要考虑视觉功效、视觉满意程度、经济水平和能源的有效利用。视觉功效是人借助视觉器官完成作业的效能，通常用工作的速度和精度来表示。增加亮度，视觉功效随之提高，但达到一定的亮度以后，视觉功效的改善就不明显了。在非工作区，不能用视觉功效来确定照度水平，而采用视觉满意程度，创造愉悦和舒适的视觉环境。无论根据视觉功效还是视觉满意程度来选择照度，都要受经济条件和能源供应的制约，所以要综合考虑，选择适当的标准。

##### 2. 照度均匀度

要选择适当的亮度分布，既不要使亮度分布不当而损害视觉功效，又不要使亮度差别过大而产生不舒适眩光。照度均匀度应满足以下要求：

(1) 公共建筑的工作房间和工业建筑作业区域内的一般照明照度的均匀度，按最低照度与平均照度之比确定，其数值不应小于 0.7，而作业面邻近周围的照度均匀度不应小于 0.5。

(2) 采用分区一般照明时，房间或场所内的通道和其他非工作区域，一般照明的照度值不宜低于作业区域一般照明照度值的 1/3。

(3) 交通道路、主干道、次干道和支路照度均匀度分别为 0.4、0.35 和 0.3。

##### 3. 光源颜色

根据不同的应用场所，选择适当的色温和显色性的光源，以适应不同场所的要求。我国按照 CIE 的建议，就光源的光色给出了典型的应用场所，见表 1-5。

光源的色表类别

表 1-5

色表分组	色表特征	相关色温(K)	适用场所举例
I	暖	<3300	客房、卧室、病房、酒吧、餐厅、重点陈列厅、多功能厅
II	中间	3300~5300	办公室、教室、阅览室、诊室、检验室、机加工车间、仪表装配车间、会议室、营业厅、洗衣房
III	冷	>5300	热加工车间、高照度场所、设计室、计算机房

室内照明光源的色表用其色温或相关色温来表征。室内照明的光源色表可分为 I、II、III 三组。I 组为暖色表的光源，其色温或相关色温为小于 3300K，一般常用于家庭的起居室、卧室、病房或天气寒冷的地方等；II 组属中间色表的光源，其相关色温在 3300~5300K 之间，常用于办公室、教室、诊室、仪表装配车间、制药车间等；III 组属于冷色表的光源，一般常用于热加工车间、高照度场所及天气炎热地区等。色温用于表征热辐射光源(白炽灯、卤钨灯等)的色表，而相关色温用于表征气体放电光源的色表。具体的光源色温和光源色表见表 1-6。

各种光源的色温

表 1-6

光源种类	色温(K)	光源种类	色温(K)
蜡烛	1925	暖白色荧光灯	2700~2900
煤油灯	1920	钠铊铟灯	4200~5000
钨丝白炽灯(10W)	2400	镓钛灯	6000
钨丝白炽灯(100W)	2740	铊钠灯	3800~4200
钨丝白炽灯(1000W)	2920	高压钠灯	2100
日光色荧光灯	6200~6500	高压汞灯	3300~4300
冷白色荧光灯	4000~4300	高频无极灯	3000~4000

长期工作或停留的房间或场所，照明光源的显色指数(Ra)不宜小于 80。在灯具安装高度大于 6m 的工业建筑场所，Ra 可低于 80，但必须能够辨别安全色。常用房间或场所的显色指数最小允许值应符合本章第二节中居住建筑、公共建筑、工业建筑和公用场所照度标准值表的 Ra 要求。

常用各种光源的显色指数见表 1-7。

各种光源的显色指数(Ra)

表 1-7

光源种类	显色指数 Ra	光源种类	显色指数 Ra
普通照明用白炽灯	95~100	高压汞灯	35~40
普通荧光灯	60~70	金属卤化物灯	65~92
稀土三基色荧光灯	80~98	普通高压钠灯	23~25

可见，在经常有人的工作房间或停留房间及场所，不应采用卤粉制成的普通荧光灯，而应采用稀土三基色荧光灯才能满足《建筑电气照明设计标准》(GB 50034—2004)的规定，执行该标准有助于对照明质量本质上的提高，同时大大提高了光效，有利节约能源，降低成本和维护费用。



4. 眩光限制

眩光是由于视野中的亮度分布或亮度范围不适宜或存在极端的对比，以致引起不舒适感觉或降低观察细部或目标能力的视觉现象。分为直接眩光(由高亮度光源直接引起的)、反射眩光(由高反射系数表面，如镜面，反射亮度引起)和光幕眩光(反射直接进入眼睛产生视觉困难)。眩光效应的严重程度取决于光源的亮度和大小、光源在视野内的位置、观察者的视线方向、照度水平和房间表面的反射比等诸多因素，其中光源的亮度是最主要的。眩光会产生不舒适感，严重的还会损害视觉功效，所以工作场所应避免眩光干扰。

(1) 眩光限制首先应从直接型灯具的遮光角来加以限制。一般灯的平均亮度在  $1\sim 20\text{kcd}/\text{m}^2$  范围，需要  $10^\circ$  的遮光角； $20\sim 50\text{kcd}/\text{m}^2$  范围，需要  $15^\circ$  的遮光角；在  $50\sim 500\text{kcd}/\text{m}^2$  范围，需要  $20^\circ$  的遮光角；在大于等于  $500\text{kcd}/\text{m}^2$  时，遮光角为  $30^\circ$ 。表 1-8 是适用于长时间有人工作的房间或场所内各种灯的平均亮度值。

各种灯的平均亮度值

表 1-8

灯种类	亮度值( $\text{cd}/\text{m}^2$ )	灯种类	亮度值( $\text{cd}/\text{m}^2$ )
普通照明用白炽灯	$10^7\sim 10^8$	紧凑型荧光灯	$5\times 10^4\sim 10\times 10^4$
管形卤钨灯	$10^7\sim 10^8$	荧光高压汞灯	$10^5$
低压卤钨灯	$10^7\sim 10^8$	高压钠灯	$6\times 10^6\sim 8\times 10^6$
直管形荧光灯	$10^4$	金属卤化物灯	$5\times 10^6\sim 7\times 10^6$

(2) 由特定表面产生的反射光，如从光泽的表面产生的反射光，会引起眩光，通常称为光幕反射或反射眩光。它将会改变作业面的可见度，使可见度降低，不易识别物体，甚至是有害的。通常可以采取以下措施来减少光幕反射和反射眩光。

① 避免将灯具安装在干扰区内，这主要从灯具和作业位置布置来考虑。例如，灯布置在工作位置的正前上方  $40^\circ$  角以外区域(图 1-5)，可避免光幕反射。又例如，灯具布置在阅读者的两侧，或在单侧布灯，灯具宜布置在左侧，从两侧或单侧(左侧)来光，可避免光幕反射(图 1-6)。

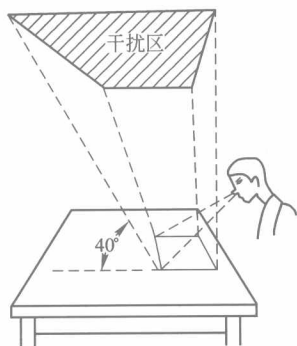


图 1-5 为避免光幕反射不应装灯的区域

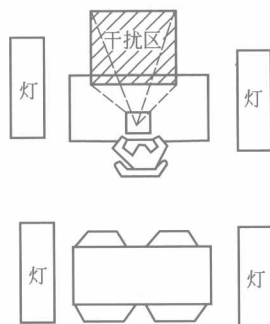


图 1-6 灯具避开干扰区布置在阅读者两侧

② 从房间各表面采用的装饰材料来考虑，应采用低光泽度的材料。如采用无光漆、无光泽涂料、麻面墙纸等漫反射材料。

③ 限制灯具本身的亮度，如采用格片、漫反射罩等，使灯具表面亮度不宜过高。