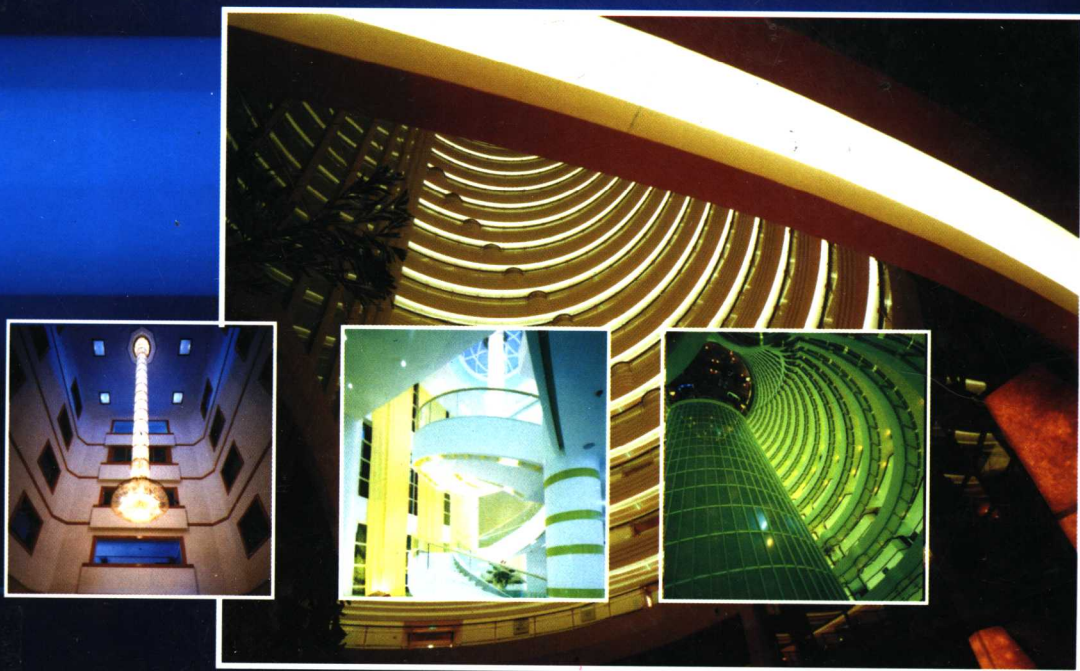


阴振勇 编著

建筑装饰

照明设计



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

建筑装饰

照明设计

阴振勇 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

建筑装饰照明不同于一般照明,它对艺术性、功能性要求较高。

本书较全面、系统地讲述了建筑电气照明技术的基本理论。从应用的角度,着重讲述了建筑电气照明工程中照明光源、灯具的选择方法,照明工程设计、计算方法等。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、新灯具以及绿色照明、建筑装饰照明等有关概念和内容。

本书在内容上力求深入浅出、简明扼要、层次清楚、语言透彻。全书共分八章,内容包括:光的基本知识、照明电光源、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、照明供电与照明线路、不同建筑环境下的室内装饰照明设计、电气照明施工图和电气照明工程的施工。

本书可作为从事电气照明设计和相关工作的工程技术人员参考书,也可作为高等院校、高职高专学校室内照明设计、建筑电气、建筑装饰及相关专业课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑装饰照明设计/阴振勇编著. —北京:中国电力出版社, 2005

ISBN 7-5083-3447-7

I. 建... II. 阴... III. 建筑装饰-照明设计
IV. TU113.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 073726 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)

利森达印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

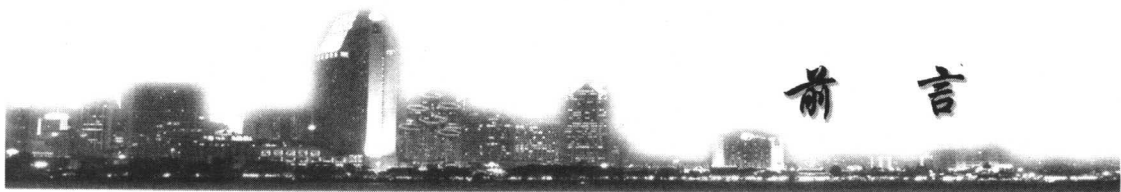
2006年1月第一版 2006年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 17印张 412千字

印数0001—3000册 定价27.00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)



随着社会的进步,人民生活水平的提高,灯光照明在建筑环境中的作用与日俱增,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。照明不再是传统意义上的单纯把灯点亮,而是要用灯光这种特殊“语言”创造赏心悦目的艺术气氛。照明全方位的发展,改变了人们以往的观念,如过去多年反射式照明一直被认为效率低、不节能而被放弃不用,近几年国外反射式照明迅速发展,以全新的形式出现,而且造型美观新颖、光线合理、照明效果好,并体现出现代化的特质,因而被广泛应用。这是照明新理念发展的结果,它改变了照明工程的面貌。

近几年来,一些高新技术产品,如LED灯、冷阴极灯和各种节能型灯不断涌现,使照明业呈现出无限美好的发展前景,令人深切感觉到提高照明设计水平的重要性。许多国外照明企业纷纷来中国推广他们的产品和技术,加强了中国照明业与国外照明业的广泛交流,促进了中国照明业的发展。

本书搜集了大量国内外优秀照明技术资料,尽量反映灯光工程设计的先进经验和最新研究成果,旨在为照明工程设计提供系统知识及新的理念、新的技术,从而推动照明设计水平的提高。

全书共分八章,系统地介绍了照明设计的方法,其中包含了与我国国情相适应的各行各业的照明设计方法,如学校照明、商业照明、歌舞厅照明、住宅照明等,以及与之相应的节能方法、照明电气、系统设计等。在整体叙述上强调了科学性、实用性和广泛性。

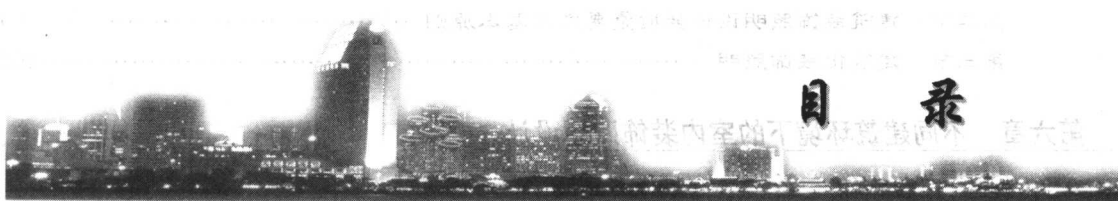
在本书编写过程中,编者查阅了大量的书刊和资料,参考和借鉴了书中的许多有关图表和内容,并得到了许多同志、朋友的热情鼓励和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

北京建筑工程学院赵连玺教授对本书稿进行了审阅,在此谨向他表示衷心的感谢。

由于水平所限,加之编写时间仓促,书中难免有不妥之处,请专家、设计人员及广大读者批评指正。

编 者

2005年4月



前 言

第一章 建筑装饰照明艺术概论

第一节 装饰与艺术照明的作用	1
第二节 光与颜色	2
第三节 色彩效应	5

第二章 照明光学的基本知识

第一节 照明光学的基本物理量及相互关系	8
第二节 视觉与光环境	15
第三节 灯光环境质量要求	18
第四节 装饰材料的光学性质	25

第三章 照明电光源与灯具

第一节 照明电光源	33
第二节 照明电光源的选择	51
第三节 照明灯具	54

第四章 室内照明设计

第一节 照明设计的基本原则及程序	64
第二节 照明的种类与质量要求	66
第三节 灯具的选择与布置	75
第四节 照度计算	80

第五章 建筑装饰照明

第一节 概述	95
--------------	----

第二节 建筑装饰照明设计的质量要求与基本原则	99
第三节 建筑化装饰照明	101

第六章 不同建筑环境下的室内装饰照明设计

第一节 办公楼照明设计	112
第二节 商店照明	121
第三节 学校照明	138
第四节 舞厅灯光设计	146

第七章 住宅装饰照明设计

第一节 住宅照明的要求和分类	158
第二节 各种房间的照明举例	167

第八章 照明供电与电气照明设计举例

第一节 照明供电系统	173
第二节 电气照明负荷计算	181
第三节 导线和电缆的选择与敷设	186
第四节 照明设计举例	190
第五节 建筑电气照明施工图的识读	194
第六节 照明灯具与开关、插座的安装	202

附 录

附录一 照度标准 (GB50034—2004)	209
附录二 不同建筑照明功率密度允许值及常用灯具的单位容量安装值	218
附录三 常用灯具的利用系数	226
附录四 常用电气图形符号	250
附录五 照明供电系统常用导线载流量	253
附录六 绝缘导线穿管管径及管规格	259

参考文献

第一章

建筑装饰照明艺术概论

近年来,随着人们生活水平的提高,建筑装饰业也在蓬勃发展,装饰与艺术照明在建筑中的美化作用与日俱增。灯光不仅为人们的工作、学习和生活提供良好的视觉条件,而且可以利用它的造型与光色的协调,使室内环境具有某种气氛和意境,体现出一定的风格,增加建筑艺术的美感,使环境空间更加符合人们心理和生理上的需求,从而得到美的享受和心理抚慰。任何建筑物的人工照明不仅要满足视觉功能的要求,而且要满足人们的审美要求。因此,利用光的表现力对室内空间进行艺术加工,巧妙地应用现代照明艺术和光的艺术规律,充分表现建筑美学,可以使建筑师的艺术创作获得意境独特的效果。

现代建筑物不仅注重室内空间的构成要素,而且更为注重的是装饰照明对室内空间环境所产生的美学效果及由此对人们所产生的心理效应。因此,一切居住、娱乐、社交场所的照明设计的首要任务便是艺术主题和视觉的舒适性。电光源的迅速发展,使现代照明设计不但能提供良好的光照条件,而且可在此基础上利用光的表现力对室内空间进行艺术加工,从而共同创造现代生活的文明。

第一节 装饰与艺术照明的作用

在现代照明设计中,为了满足人们的审美要求,更加致力于利用光的表现力对室内空间进行艺术加工,以满足人们视觉的心理要求,增加照明艺术的感染力。其主要效用叙述如下:

1. 用照明丰富空间内容

在现代照明设计中,运用人工光使我们生活的空间环境更加丰富。运用光的扬抑、虚实、隐现、动静以及控制投光角度和范围,建立起光的构图、秩序、节奏等手法,可以大大渲染空间的变幻效果,改善空间比例,限定空间领域,强调趣味中心,增加空间层次,明确空间导向。可以通过明暗对比,在一片环境亮度较低的背景中突出“明框效应”以吸引人们的视觉注意力,使人们的视线跟踪灯具的走向而达到设计意图所刻意创造的空间。

2. 用照明装饰空间艺术

照明灯饰在现代建筑和室内设计中扮演重要的角色。照明灯具的艺术化处理,对建筑物起着锦上添花、画龙点睛的作用,使室内空间体现出各种气氛和情趣,反映建筑物的风格,如灯饰水平往往体现出一家酒店的豪华程度。

人工光的装饰效用可以通过灯具自身的造型、质感以及灯具的排列组合对空间起着点缀

或强化艺术效果的作用。但是，只有当灯具的选择与室内的体量形状、室内装修、家具摆设以及用途性质相协调时，才能更有效地体现出光的装饰表现力。当灯光照射在室内的外露结构或装饰材料上时，借助于光影效果便将结构或装饰材料美的韵律揭示出来。如果进一步考虑光色因素，会使这种美的韵律增添神奇的效果。当人工光与室内流水、特别是与声控的喷泉相结合时，那闪烁万点的碎光和成串跃动的光珠，更给室内空间平添了奇丽多姿的艺术效果。

3. 通过灯具造型和色彩渲染空间气氛

灯具的造型和灯光的色彩可以渲染空间环境气氛，而且效果非常明显。例如：一盏盏水晶吊灯可以使门厅、客厅显得富丽豪华；舞厅内旋转变幻的灯光会使空间扑朔迷离，富有神秘色彩；一排排整齐的荧光灯可以使教室、办公室简洁大方；而外形简练的新型灯具，使人们体验到科学技术的进步，感到新颖明快；灯光投射角选配得当，会使景观更加生动耐看；变化灯光的投射方向，有意形成一些非正常的阴影，则使人们感到气氛奇特，甚至令人惊叹。

在人工光源上加滤色片，可以产生各种色光，这是取得室内特定情调的有力手段。暖色调表现愉悦、温暖、华丽的气氛；冷光色则表现宁静、高雅、清爽的格调。值得注意的是，形成室内空间某种特定气氛的视觉环境色彩，是光色与光照下环境实体显色效应的总和，因此必须考虑室内环境中的基本光源与次级光源（环境实体）的色光相互影响、相互作用的综合效果。例如，在以暖色调为主的室内空间中，如果用荧光灯（冷光源）照明，由于这种光源所发出的青蓝光成分多，就会给鲜艳的暖色蒙上一层灰暗的色调，从而使室内温暖、华丽的气氛受到破坏。如果采用白炽灯（暖光源）照明，则可使室内的温暖基调得以加强。

眩光是光照环境中的一种干扰因素，常常在室内照明设计中加以避免和控制，但是在某种特定的空间里，如迪斯科舞厅，却有意运用闪烁不定的灯光、震荡的音乐、刺激的色彩、晃动的人影共同渲染一种异常奔放的气氛，使人们借助于跳跃的灯光声色，得到美的享受。

第二节 光 与 颜 色

1. 颜色的形成

颜色是光作用于人的视觉神经所引起的一种感觉，颜色起源于光。

因发光体发出的光而引起人们色觉的颜色称为光源色，光的波长不同，颜色也不同，见表1-1。通常一个光源发出的是由许多不同波长单色光组成的复合光，其光源色取决于它的光谱能量分布。

表 1-1 光谱颜色波长及范围 nm

颜色	波长	波长范围
红	700	672 ~ 780
橙	610	589 ~ 672
黄	580	566 ~ 589
绿	510	495 ~ 566
蓝	470	420 ~ 495
紫	420	380 ~ 420

注 1nm = 10⁻⁹m。

非发光体的颜色称为物体的表面色，可简称为物体色或表面色。物体色是物体在光源照射下，其表面产生的反射光或透射光所引起的色觉。因此，物体色取决于物体表面的光谱反射比，也取决于入射光的光谱组成。如用白光照射某一表面，它吸收了白光包含的绿光和蓝光，反射红光，这一表面就呈红色；若用红光照射该表面，它将呈现出更加鲜艳的红色。

2. 颜色的基本特征

(1) 颜色的分类。颜色可分为无彩色和有彩色两大类。

无彩色是指黑色、白色和介于两者之间的深浅不同的灰色。从黑色开始，依次逐渐到灰色、白色，这个系列称作黑白系列或叫无色系。

黑白系列之外的各种颜色就属于有彩色。按照波长，有彩色可以依次排列组成一个系列，称为彩色系。

(2) 颜色的基本特征。颜色有三个基本特征，也称为色彩三要素：色相、明度和彩度。

1) 色相。色相也叫色调或色别，它反映不同颜色各自具有的相貌。红、橙、黄、绿、蓝、紫等色彩名称就是色相的标志。

可见光谱中不同波长的光，在视觉上表现为不同的色相，各种单色光在白色背景上呈现的颜色，就是光谱色的色相。光谱色按顺序和环状形式排列即组成色相环，色相环包括六个标准色以及介于这六个标准色之间的颜色，即红、橙、黄、绿、蓝、紫以及红橙、橙黄、黄绿、青绿、青紫和红紫 12 种颜色，也称 12 色相。

2) 明度。明度即色彩的明暗程度。它的具体含义为：

a. 不同色相的明暗程度是不同的。光谱中的各种色彩，以黄色的明度为最高，由黄色向两端发展，明度逐渐减弱，以紫色的明度为最低。

b. 同一色相的明度，由于受光强弱的不同，也是不一样的。光越强，明度越高；反之，就越低。

3) 彩度。彩度又称纯度或饱和度，指颜色的深浅程度。

彩度反映颜色色相的表现程度，也可反映光线波长范围的大小。可见光光谱中各种单色光彩度最高，黑白系列的彩度为零，或可认为黑白系列无彩度。光谱色中加白，则彩度降低，明度提高；加黑，则彩度降低，明度也降低。

3. 颜色的混合

颜色的混合是指将两种或更多种不同的颜色混合，从而产生一种新的颜色。光源色的混合与物体色（颜料）的混合有很大的不同，光源色的混合遵循加法混色，物体色的混合遵循减法混色。

实践证明，人眼能够感知和辨认的每一种颜色都能从红、绿、蓝三种颜色匹配出来，而这三种颜色中无论哪一种都不能由其他两种颜色混合产生，因此，在色度学中将红（700nm）、绿（546.1nm）、蓝（435.8nm）称为三原色。

在三原色中，若将红色光与绿色光混合可得出另一种中间色。将红、绿两种光强度任意调节，可得出一系列的中间色，如红橙色、橙黄色、橙色、黄橙色、黄色、黄绿色、绿黄等。当绿色光与蓝色光混合时，可得出一系列介于绿与蓝之间的中间色。蓝与红混合时，可得出一系列介于蓝与红之间的中间色。上述光色只要比例合适，相加可得出：

红色 + 绿色 = 黄色

绿色 + 蓝色 = 青色
蓝色 + 红色 = 品红色
红色 + 绿色 + 蓝色 = 白色

光的混合遵循以下规律:

(1) 补色律。凡两种颜色按适当比例混合能产生白色或灰色,这两种颜色称为互补色。如黄色光和蓝色光混合可获得白色光,故黄色光与蓝色光为互补色,黄色是蓝色的补色,蓝色也是黄色的补色。同样,红和青、绿和品红为互补色。

(2) 中间色律。两种非互补色的光混合,可产生中间色。色调取决于两种光色的相对比例,偏向于比重大的光色。

(3) 替代律。表观颜色相同的光,不管其光谱组成是否相同,在颜色相加混合中具有同样的效果。例如,颜色 A = 颜色 B,颜色 C = 颜色 D,则颜色 A + 颜色 C = 颜色 B + 颜色 D。

(4) 亮度叠加律。由几种颜色光组成的混合色的亮度,是各种颜色光亮度的总和。

颜色光学混合是由不同颜色的光线引起眼睛同时兴奋的结果。它与颜料混合完全不同。颜料混合是利用不同波长的光线在所混合的颜料微粒中逐渐被吸收而引起的变化。

颜色的光学混合定律在装饰与艺术照明中可以得到实际应用。例如,可以利用几种光色不同的光源的混合光来得到光色优良的混光照明、舞台照明等,这是获得良好照明很经济的办法。三基色荧光灯、钠—铊—铟灯等新光源的制造也是应用颜色光学混合定律的实例。

4. 颜色视觉

颜色视觉的基本特征可用色调、亮度和饱和度来表征。一切颜色都可以按照这三个基本特征的不同而加以区别。

色调是辐射的波长标志,即一定波长的光在视觉上的表现。各种颜色,不论其光谱成分如何,在视觉上总是表现为与某一种光谱色(或纯色)相同或相似,这便是颜色的色调。

颜色亮度的意义是亮度越大则越接近白色,亮度越小则越接近黑色。亮度反映了辐射的强度(功率),强度愈大则亮度愈大。色调相同的颜色由于亮度不同而有区别。

饱和度的意义是指某种颜色与同样亮度的灰色之间的差别,表示辐射波长的纯洁性。光谱的各种颜色是比较纯洁的,即饱和度大。如果在光谱的某一种颜色中加入白色,颜色就会淡薄起来,即颜色的饱和度减小了。

5. 颜色显示

物体表面的颜色由从物体表面所反射出来的光的成分和它们的相对强度决定。当反射光中某一波长最强时,物体便显示这种色调。这个最强的波长就决定了该物体的色彩。显然,物体所显现的颜色与物体的反射特性(光谱反射比)以及光源的辐射光谱有关。

现代照明的人工光源种类很多,它们的光谱特性各不相同,所以,同一颜色的样品在不同光源照射下会显现不同的颜色,即产生颜色变化。为了对各种光源进行比较和评价,通常用显色性来说明光源的光谱特性。显色性是指在某种光源的照明下,与作为标准光源的照明相比较,各种颜色在视觉上的变化(失真)程度。在显色性比较中,一般用日光或近似日光的人工光源作为标准,其显色性为最优,以显色指数为 100 表示。其余光源的显色指数均小于 100。表 1-2 为常用光源的显色指数(R_a)。随着生产技术的改进,高压气体放电灯的显色指数将得到进一步提高。

表 1-2

常用光源的显色指数

光源种类	显色指数 R_a
白炽灯	97
日光灯	75 ~ 94
白色荧光灯	55 ~ 85
氙灯	95 ~ 97
金属卤化物灯	53 ~ 72
高压汞灯	22 ~ 51
高压钠灯	21

第三节 色 彩 效 应

色彩通过视觉器官为人们感知后,可以产生多种作用和效果。它可以直接影响到人的情绪、心理状态,甚至工作效率,色彩还可以改变空间体量,调节空间情调。正确运用色彩对于提高室内的视觉感受,创造一个良好的视觉环境具有重要的作用。

1. 色彩的物理效应

(1) 温度感。色彩的温度感是人们长期生活习惯的反应。例如:人们看到红色、橙色、黄色产生温暖感;看到青色、蓝色、绿色产生凉爽感。通常将红、橙、黄之类的颜色称为暖色,把青、蓝、绿之类的颜色称为冷色,黑、白、灰称为中性色。

色彩的温度感是相对而言的。无彩色与有彩色比较,后者较前者暖;由无彩色本身来看,黑色比白色暖;从有彩色来看,同一色彩含红、橙、黄等成分偏多时偏暖,含青的成分偏多时偏冷。

色彩的冷暖与明度有关。含白的明色具有凉爽感,含黑的暗色具有温暖感。色彩的冷暖还和彩度有关。在暖色中,彩度越高越具有温暖感;在冷色中,彩度越高越具凉爽感。色彩的冷暖还与物体表面的光滑程度有一定的联系。一般说来,表面光滑时色彩显得冷,表面粗糙时,色彩就显得暖。

(2) 重量感。重量感即通常所说的色彩的轻重。色彩的重量感主要取决于明度。明度高的色轻,低的色重。明度相同,彩度高的显重,低的显轻。

(3) 体量感。体量感是指由于颜色作用使物体看上去比实际的大或者小。从体量感的角度看,可将色彩划分为膨胀色和收缩色。物体具有某种颜色,使人看上去增加了体量,该颜色即属膨胀色;反之,缩小了物体的体量,该颜色则属收缩色。色彩的体量感取决于明度,明度越高,膨胀感越强;明度越低,收缩感越强。面积大小相同的色块,黄色看起来最大,其他依次为橙、绿、红、蓝、紫。

(4) 距离感。明度高的颜色给人以前进的感觉,明度低的颜色给人以后退的感觉。把前者叫做前进色,后者叫做后退色。暖色属前进色,冷色属后退色;就彩度而言,彩度高者为前进色,彩度低者为后退色;在色相方面,主要色彩由前进色到后退色的排列次序是:红 > 黄 > 橙 > 紫 > 绿 > 蓝。

2. 色彩的心理和生理效果

色彩的心理效果主要表现为两个方面：一是悦目性，二是情感性。所谓悦目性，就是它可以给人以美感；所谓情感性说明它能影响人的情绪，引起联想，乃至具有象征的作用。

不同年龄、性别、民族、职业的人，对于色彩的爱好是不同的；在不同时期内，人们喜欢的色彩也不相同。所谓流行色，就是表明当时色彩流行的总趋势。

色彩的情感性主要表现在它能给人以联想。色彩给人的联想可以是具体的，有时也可以是抽象的。所谓抽象，指的是联想起某些事物的品格和属性。例如，红色最富有刺激性，很容易使人联想到热情、热烈、美丽、吉祥，也可以联想到危险、卑俗和浮躁。蓝色是一种极其冷静的颜色，最容易使人联想到碧蓝的海洋。抽象之后，会使人从积极的方面联想到深沉、远大、悠久、纯洁、理智；但从消极的方面联想，容易激起阴郁、贫寒、冷淡等情感。绿色是森林的主调，富有生机。它可以使人联想到新生、青春、健康和永恒，通常是公平、安详、宁静、智慧、谦逊的象征。白色能使人联想到清洁、纯真、神圣、光明、平和等，也可使人联想到哀怜和冷酷。色彩的联想作用还受历史、地理、民族、宗教、风俗习惯的影响。

除此之外，色彩还会引起人的生理变化，也就是由于颜色的刺激而引起视觉变化的适应性问题。色适应的原理经常运用到室内色彩设计中，一般的做法是把器物色彩的补色作为背景色，以消除视觉干扰，减少视觉疲劳，使视觉感官从背景色中得到平衡和休息。正确地运用色彩将有益于身心的健康。例如，红色能刺激和兴奋神经系统，加速血液循环，但长时间接触红色却会使人感到疲劳，甚至出现精疲力尽的感觉，所以起居室、卧室、会议室等不宜过多地运用红色。橙色能产生活力，诱人食欲。绿色有助于消化和镇静，能促进身心平衡。蓝色能帮助消除紧张情绪，调整体内平衡，形成使人感到幽雅、宁静的气氛，所以在办公室、教室、治疗室等处经常用到。

3. 色彩的标志作用

色彩的标志作用主要体现在安全标志、管道识别、空间导向和空间识别等方面。

(1) 色彩用于安全标志。用红色表示防火、停工、禁止和高度危险，用绿色表示安全、进行、通过和卫生等。用不同的色彩来表示安全标志，对建立正常的工作秩序、生产秩序，保证生命财产安全，提高劳动效率和产品质量等具有十分重要的意义。

(2) 色彩可以导向。在大厅、走廊及楼梯间等场所沿人流活动的方向铺设色彩鲜艳的地毯、设计方向性强的彩色地面，可以提高交通线路的明晰性，更加明确地反映各空间之间的关系。

(3) 色彩可用于空间识别。高层建筑中，可用不同色彩装饰楼梯间及过厅、走廊的地面，使人们容易识别楼层；商店的营业厅，可用不同色彩的地面显示各种营业区。

4. 照明与色彩

美好的环境离不开色彩的装饰。现代科学技术的发展，丰富了装饰与艺术照明的表现力，五颜六色的光源，为装饰照明提供了广阔的发展空间。艺术照明可以使我们的生活环境更加美丽。构成一个色彩斑斓、五彩缤纷的灯光的艺术世界。

色彩的美，要求鲜明、丰富、和谐统一。

鲜明的色彩，给人们的视觉以较强的刺激，容易引起美感，引起人们的注意，鲜艳耀眼的霓虹灯，就具有这样的效果。

丰富，是色彩的第二个要求。色彩丰富，给人的美感就充实、持久。即使色彩鲜明，如果很单调，也会使人感到乏味，引起人们厌倦。

和谐统一是对色彩美的最高要求。各种色彩要做到和谐统一，要注意设置一种基调，各种色彩都要服从这一基调。另外，要正确处理相似色和互补色的调配。相似色有秩序地排列，可以收到和谐的效果，如紫色与红色、紫色与蓝色、绿色与黄色。互补色放在一起，可以增加对方的强度，如红色与绿色、蓝色与橙色、紫色与黄色。只有色彩鲜明、丰富、和谐统一，才能真正给人们以美的感觉，使人得到美的享受。

装饰与艺术照明设计要注意其独特的艺术语言和风格。在考虑使用功能的同时，还要体现美感、气氛和意境，有时甚至把装饰效果摆在首位。它与一般照明相比，无论在灯具选型、设计和安装方法、以及对建筑物本身的要求等，都有所不同。在艺术处理上，应根据整体空间艺术构思来确定照明的布局形式、光源类型、灯具造型以及配光方式等。

在设计装饰和艺术照明时，还应根据光的特性，有意识地创造环境空间气氛。例如，利用光来进行导向处理，利用光来形成虚拟空间，以及利用光来表现材料的质感等。

色彩的感觉是一般美感中最大众化的形式，因此，它是装饰与艺术照明中很重要的表现手段。设计时应根据功能来确定色彩，注意环境条件，掌握配色规律，调度色彩关系，以达到功能、适用和最佳的艺术效果。应充分利用灯光这种独特的艺术手段，把我们的空间装扮得更好，让夜晚比白天更加美丽。

第二章

照明光学的基本知识

第一节 照明光学的基本物理量及相互关系

一、光的基本特性

光是能量存在的一种形式,即我们通常所说的光能。它具有波、粒二重性。光是以电磁波形式传播的辐射能。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。最短的宇宙线,其波长仅为 $10^{-16} \sim 10^{-14} \text{m}$,最长的电磁波长可达数千米。波长范围在 $380 \sim 780 \text{nm}$ ($1 \text{nm} = 10^{-9} \text{m}$) 的电磁波能使人眼产生光感,这部分电磁波就被称之为可见光。波长大于 780nm 的红外线、无线电波,以及波长小于 380nm 的紫外线、X 射线,都不

能引起人眼的视觉反应,即人眼是看不见的。而不同波长的可见光,在人眼中又产生不同的颜色感觉,图2-1所示依次为紫、蓝紫、蓝、蓝绿、绿、黄绿、黄、橙、红各色。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。

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;能到达大地表面的电磁波,其波长正好与可见光的波长相符。

尽管不同波长的可见光辐射的能量一样,但人看起来其明暗程度会有所不同。这说明了人眼对不同波长的可见光有不同的主观感觉量。在白天(或在光线充足的地方),人眼对波长为 555nm 的黄绿色最敏感。波长偏离 555nm 愈远,

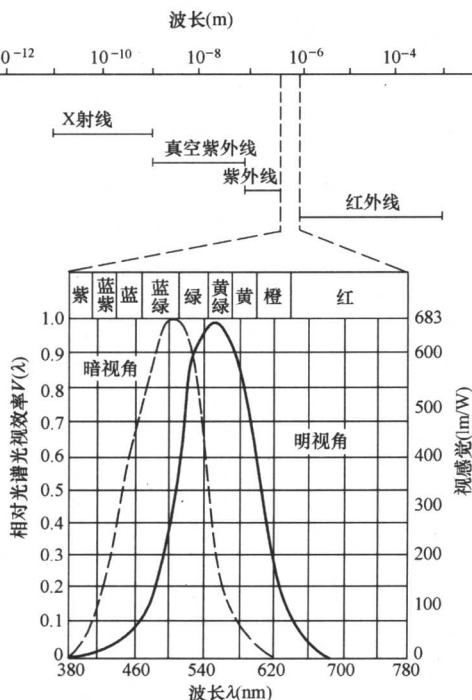


图2-1 可见光及其颜色感觉、光谱光视效率曲线

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。

二、光的基本物理量及其相互关系

1. 光通量

由于人眼对不同的光的感受程度不同，因此不能用光源的辐射功率来衡量光能的大小，必须用以人眼对光的感覺量为标准的参数——光通量来衡量。

光源在单位时间内向周围空间辐射出去的，并使人眼产生光感的能量，称为光通量，用符号 Φ 表示。光通量的单位符号为 lm，单位名称为“流明”。

根据辐射对标准光度观察者的作用，对于明视觉，光通量计算式为

$$\Phi = K_m \int \frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} V(\lambda) d\lambda \quad (2-1)$$

式中 K_m ——光谱光视效能，lm/W；

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

$V(\lambda)$ ——光谱光视效率。

只含有单一波长的光称为单色光。全部可见光混合在一起就形成日光（白色光）。大多数光源是含多种波长的单色光，称为多色光。多色光光源的光通量为它所含各单色光的光通量之和。在单色光辐射，波长 $\lambda_m = 555\text{nm}$ 时，明视觉条件下的 K_m 值为 683lm/W。

2. 发光强度

光源在给定方向上的发光强度是该发光体在该方向上单位立体角元 $d\Omega$ 内发出的光通量 $d\Phi$ 除以该立体角元所得之商，即单位立体角元的光通量，用符号 I 表示。发光强度的单位符号为 cd，单位名称为“坎德拉”，即

$$I = d\Phi/d\Omega \quad (2-2)$$

发光强度的单位是光度测定的基本单位，也是国际单位制的基本单位之一。

图 2-2 所示是一个球体，其半径为 r 。由数学理论得知，球面上的某块面积 A 对球心形成的角称为立体角，以符号 Ω 表示，且

$$\Omega = A/r^2 \quad (2-3)$$

立体角的单位是球面度，符号为 sr。当 $A = r^2$ 时， $\Omega = 1\text{sr}$ 。整个圆球面所对应的立体角为

$$\Omega = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi$$

若光源辐射的光通量 Φ 是均匀的，参看图 2-2，发光强度定义为

$$I_\theta = \Phi/\Omega \quad (2-4)$$

式中 I_θ ——光源在立体角方向上的发光强度，cd；

Φ ——球面 A 所接受的光通量，lm；

Ω ——球面 A 所对应的立体角，sr。

发光强度单位坎德拉的定义为：1cd 表示在 1sr 立体角内，均匀发出 1lm 的光通量，即

$$1\text{cd} = 1\text{lm}/1\text{sr}$$

【例 2-1】 已知 40W 和 100W 白炽灯泡分别发出 350lm 以及 1250lm 的光通量，如果没有灯罩，试求其正下

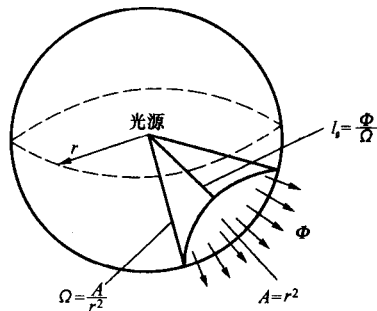


图 2-2 发光强度物理含义示意

方的发光强度。

解 已知球的表面积为 $4\pi r^2$ ，所以整个空间的球面角为

$$\Omega = 4\pi r^2 / r^2 = 4\pi$$

没有灯罩的 40W 白炽灯泡的发光强度为

$$I = \Phi / \Omega = 350 / 4\pi \approx 28(\text{cd})$$

没有灯罩的 100W 白炽灯泡的发光强度为

$$I = \Phi / \Omega = 1250 / 4\pi \approx 99(\text{cd})$$

因此，40W 白炽灯泡正下方具有 28cd 的发光强度。如加上一个不透明的搪瓷伞形罩，向上的光除少量被吸收外，都被灯罩朝下面反射，因此向下的光通量增加，而灯罩下方的立体角未变，故光通量的空间密度加大，发光强度可由 28cd 增加到 73cd。

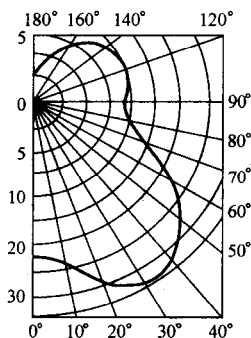
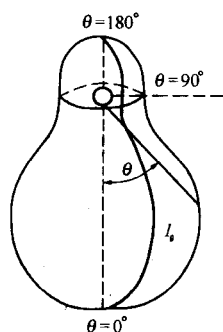


图 2-3 发光强度的空间分布和配光曲线

用极坐标来表示光源在各个方向上发光强度的曲线，称为该光源的配光曲线。图 2-3 是某光源的配光曲线。由图可见，光源在各个方向上的发光强度是不同的，在 30° 处 $I_{30} = 35\text{cd}$ ，在 120° 处 $I_{120} = 10\text{cd}$ 。

3. 照度

照度是用来说明被照面上被照射的程度，通常用其单位面积上所接受的光通量来表示。即入射光通量 $d\Phi$ 与该单元面积 dA 之比。照度用符号 E 表示，单位符号为 lx，单位名称为“勒克斯”。照度的定义式为

$$E = d\Phi / dA \quad (2-5)$$

对于任意大小的表面积 A ，若入射光通量 Φ 为均匀分布，则表面积的平均照度 E 为

$$E = \Phi / A \quad (2-6)$$

式中 Φ —— A 面所接受的光通量，lm；

A —— A 面的面积， m^2 。

1lx 表示 1lm 的光通量均匀分布在 1m^2 的被照面上，即 $1\text{lx} = 1\text{lm} / 1\text{m}^2$ 。40W 白炽灯泡下 1m 处的照度约为 30lx，加一搪瓷灯罩后，用照度计测得照度将增至 73lx；阴天中午室外的照度为 8000 ~ 20000lx；晴天中午室外的照度可达 80000 ~ 120000lx。

4. 光出射度

面光源上每单位面积向半个空间发出的光通量称为光源的光出射度，用符号 M 表示。光出射度单位符号为 lm/m^2 ，单位名称为“流明每平方米”。简写其计算公式为

$$M = d\Phi / dA \quad (2-7)$$

式中 Φ —— 光通量，lm；

A —— 面积， m^2 。

光出射度与照度的区别在于：光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的密度。

5. 亮度

在所有的光度物理量中，亮度是唯一能直接引起眼睛视觉的量。在房间内同一位置，并

排放着一个白色物体和一个黑色物体，虽然它们的照度一样，但人眼看起来白色物体要亮得多。这说明了人眼并不能直接准确地感受到被照物体表面的照度值。因为人眼的视觉是由被视物体的发光或反光（透光），在眼睛的视网膜上形成的照度而产生的。视网膜上形成的照度愈高，人眼就感到愈亮。白色物体的反光比黑色物体要强得多，所以感到白色物体比黑色物体亮得多。被视物体实际上是一个发光体，视网膜上的照度是被视物体在沿视线方向上的发光强度造成的。

发光体在视线方向单位投影面积上的发光强度，称为该发光体的表面亮度（以下简称亮度），用符号 L 表示。亮度单位符号为 cd/m^2 ，单位名称为“坎德拉每平方米”。参看图 2-4，表面亮度的定义为

$$L_{\theta} = \frac{d\Phi}{dA \cos\theta d\Omega} = \frac{I_{\theta}}{dA \cos\theta} \quad (2-8)$$

式中 I_{θ} ——发光体沿 θ 方向的发光强度， cd ；
 $dA \cos\theta$ ——发光体在视线方向上的投影面， m^2 ；
 θ ——射束截面法线与射线方向的夹角。

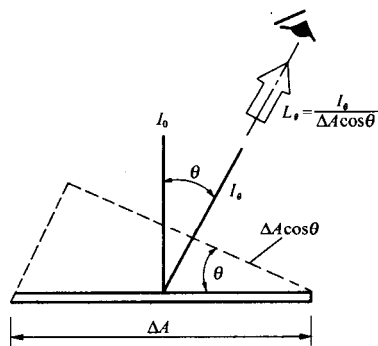


图 2-4 表面亮度定义

$1\text{cd}/\text{m}^2$ 表示在 1m^2 的面积上，沿法线方向 ($\theta=0^\circ$) 产生 1cd 的发光强度。

亮度的定义对于一次光源和被照物体是同等适用的。亮度是一个客观量，但它直接影响人眼的主观感觉。目前在国际上有些国家将亮度作为照明设计的内容之一。

晴天天空的亮度为 $(0.5 \sim 2) \times 10^4 \text{cd}/\text{m}^2$ ；白炽灯灯丝的亮度约为 $(300 \sim 1400) \times 10^4 \text{cd}/\text{m}^2$ ；荧光灯管的表面亮度仅为 $(0.6 \sim 0.9) \times 10^4 \text{cd}/\text{m}^2$ 。

【例 2-2】 已知 200W 白炽灯发出 2920lm 的光通量，如外加一个直径为 250mm 的乳白玻璃球形灯罩，设乳白玻璃的透射比为 0.6 ，求灯罩的表面亮度。

解 设灯罩的表面亮度是均匀的，根据灯罩的尺寸求出其表面积为

$$A = \pi D^2 = 3.14 \times 0.25^2 \approx 0.20(\text{m}^2).$$

由公式(2-4) 得

$$I_{\theta} = \Phi/\Omega = (2920 \times 0.6)/4\pi = 139.49(\text{cd})$$

由公式(2-8) 得

$$L_{\theta} = \frac{I_{\theta}}{A \cos\theta} = 139.49/(0.20 \times 1) = 697.45(\text{cd}/\text{m}^2)$$

由于人眼对高亮度不能忍受，所以白炽灯一般加乳白玻璃外罩。另外，设白炽灯的灯丝表面亮度为 $300 \times 10^4 \text{cd}/\text{m}^2$ ，则乳白玻璃外罩的亮度仅为白炽灯灯丝亮度的 $697.45/(300 \times 10^4) \approx 1/4000$ ，所以装上乳白玻璃外罩对降低灯具表面亮度以及对人的眼睛都有很大的好处。

6. 发光强度与照度的关系

当光源的直径小于它至被照面距离的 $1/5$ 时，则可把该光源视为点光源。

图 2-5 (a) 中，面 A_1 、 A_2 、 A_3 与点光源 O 的距离分别为 r 、 $2r$ 、 $3r$ ，这三个面在光源处形成的立体角相同，则 A_1 、 A_2 、 A_3 的面积比等于它们与光源的距离之平方比，即 $1:4:9$ 。若点光源在图示方向的发光强度为 I ，因三个面对应的立体角相同，则落在这三个面上的光通量也相同，但由于它们的面积不同，故它们的照度不同。