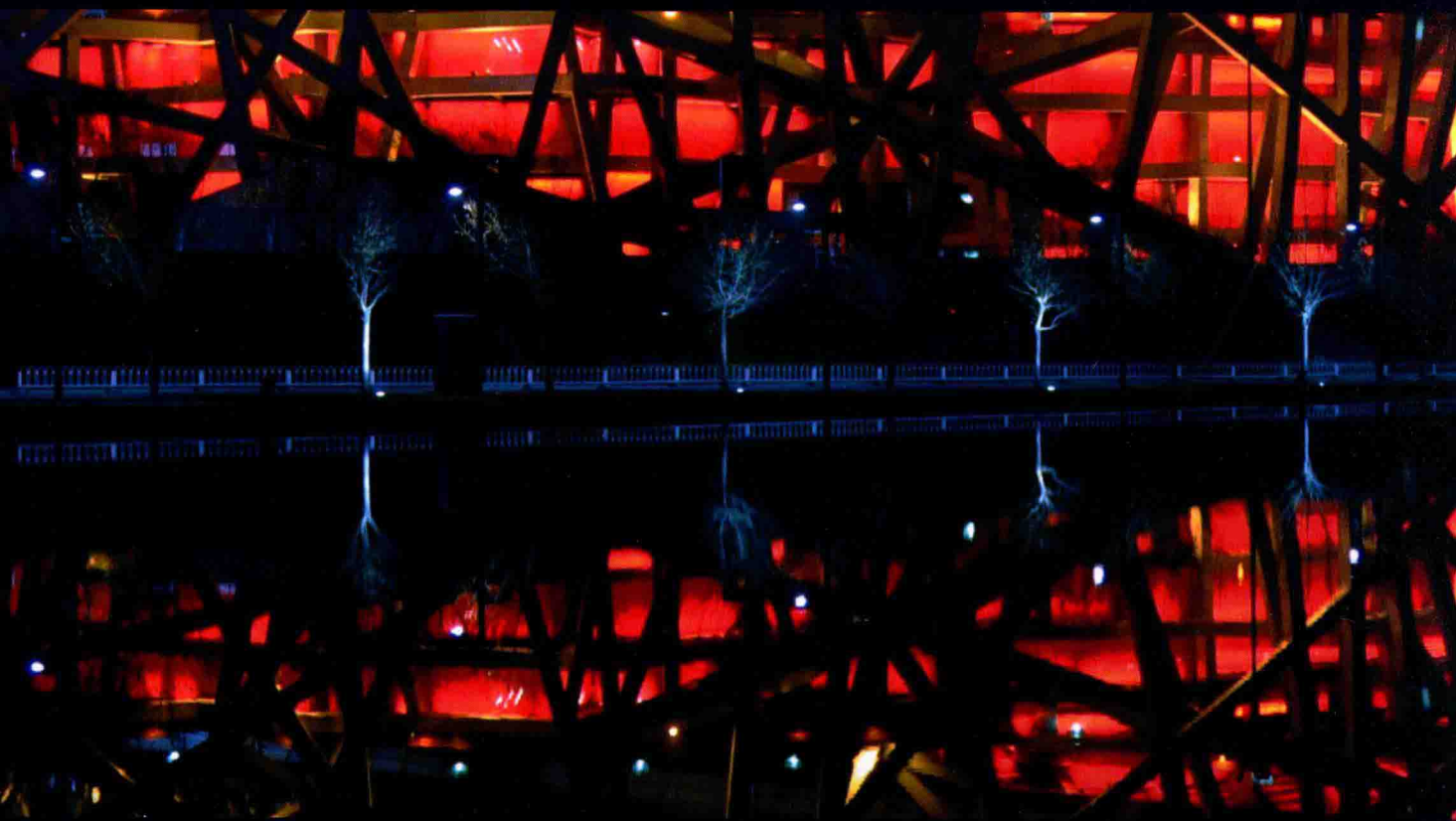


*Architecture
and Landscape
Lighting
Design*

建筑与景观 照明设计



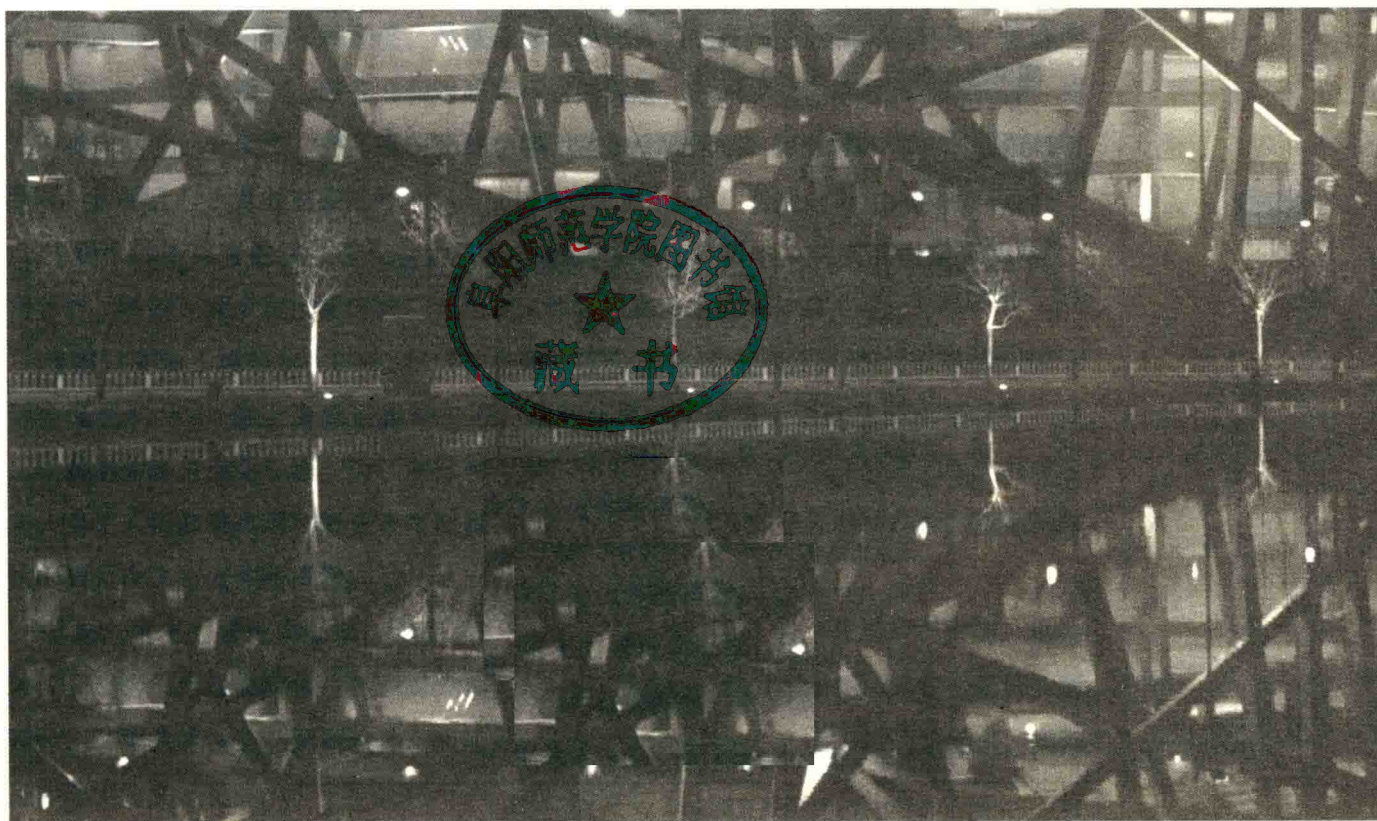
李文华 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

建筑与景观 照明设计

李文华 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书系统地讲述了建筑与景观照明设计的内容和方法,内容包括:光的基本概念,电光源,照明灯具,建筑与景观照明设计基础,建筑物外观照明设计,景观照明设计,城市商业街照明设计,城市光污染控制及绿色照明与节能等共8章。附录内容包括:照明设计常用术语,常用电气图形符号,照明设计师国家职业标准(试行),灯具国家标准目录等,方便读者参考使用。

本书内容新颖、全面系统、图文并茂,兼顾专业与普及两个方面,适应面较广,可作为高等院校、高职高专相关专业课程的教材,也可作为从事城乡规划、建筑设计、环境设计、室内设计、照明设计、照明施工人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑与景观照明设计 / 李文华著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2014.9
ISBN 978-7-5170-2478-1

I. ①建… II. ①李… III. ①建筑—照明设计②景观设计—照明设计 IV. ①TU113.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第212363号

书 名	建筑与景观照明设计
作 者	李文华 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京时代澄宇科技有限公司
印 刷	北京博图彩色印刷有限公司
规 格	210mm×285mm 16开本 16印张 379千字
版 次	2014年9月第1版 2014年9月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	58.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

| 前言

光以各种方式介入人们的生活和环境，深深地影响着人们的心理和精神世界。

自 1878 年美国爱迪生发明了白炽灯泡以来，照明技术已经历了漫长的发展历程。

时至今日，随着我国经济、文化和物质生活水平迅速提高，科技显著进步，城乡建设不断蓬勃发展，照明设计理念和照明设备也已经有了长足发展，照明设计已是城市规划、建筑与景观设计中一个不可缺少的重要组成部分。它不仅可以美化城市，增加城市的魅力，提高城市的知名度和美誉度，而且还可以优化人们的夜间生活和投资环境，促进旅游业、商业、交通运输业、服务业和照明等行业的发展，并减少交通事故和夜间犯罪，提高人们夜间活动的安全感，并对完善建筑功能、营造环境氛围、强化城市特色、定位场所性质等，也都会起到至关重要的作用。

照明设计所具有的重要政治、经济意义和深远的社会影响，越来越引起有关部门、社会各界，特别是城乡建设部门和广大照明工作者的高度重视和普遍关注。

当前，中国正逢盛世，2008 年成功地举办了北京奥运会与残奥会，2009 年山东省喜迎全运会和 2010 年上海喜迎世博会等，诸如此类的全民重大活动已经带动城市、建筑、景观的美化与亮化工程。为了满足当下建筑与景观照明设计的飞速发展和迫切的专业需求，为了人们能够实现创造更多高质量、高效能和绿色环保、宜人宜情环境的理想，本书试图努力在这方面作些探索。

首先，本书力求内容新颖、全面系统、图文并茂，兼顾专业与普及两个方面，适应面较广，适合作为高等院校、高职高专相关专业课程的教材，也可作为从事建筑设计、景观设计、环境艺术设计、照明设计、照明施工、照明安装、运行维护人员的参考书，实际意义和理论意义兼备。

其次，本书着力在建筑与景观照明设计基础、照明设计与各类型建筑与景观各种功能要求的关系等方面寻求突破，理论知识结合案例分析，实用性、理论性、科学性、艺术性紧密结合。一方面，让事实说话，解说专业问题；另一方面，满足时代需求，将经过实践验证并升华的科学、高效的理论用来指导再创作、再实践。

由于建筑设计、景观设计、室内设计等专业与照明设计有密切的关系，这就需要建

筑师、景观设计师和室内设计师等能正确看待照明设计工作，充分认识到照明设计在专业设计中的角色地位和重要性，切实地把照明纳入到整体设计中，同时，还要考虑到照明设计也是一门独立的专业，有其自身的规律特点和专业内容。

坚持设计以人为本、技术服务艺术，是本书编写过程中的指导思想。

本书力求内容丰富、资料翔实，尽量反映当前照明设计的最新经验和最新研究成果，旨在为照明设计提供全面系统的新理念、新技术，从而推动我国建筑与景观照明设计水平的提高。具体内容包光光的性质、光度量、光与视觉、光与颜色、建筑及装饰材料与光学特性、电光源、建筑与景观照明灯具、现代建筑照明设计、传统建筑照明设计、景观照明设计、城市光污染与控制、照明节能等。

本书编写力求简明扼要、深入浅出，以方便读者理解与接受为目标；在整体叙述上强调科学性、实用性和广泛性。为更加直观有效地说明相关理论，在书中还有针对性地附加了大量的实景图片。

由于水平有限，加之编写时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请专家、设计师和读者批评指正。

李文华
2014 年春

| 目 录

| 前言

| 第一章 光的基本概念

第一节 光的性质	001
第二节 光度量	004
第三节 光与视觉	007
第四节 光与颜色	012
第五节 建筑与景观设计常用材料的光学特性	021

| 第二章 电光源

第一节 电光源的分类	027
第二节 常见的电光源	030
第三节 照明电光源的性能比较与选择	056

| 第三章 照明灯具

第一节 灯具的作用和特性	061
第二节 灯具的分类	065
第三节 灯具的设计	070
第四节 灯具的选择与布置	083

| 第四章 建筑与景观照明设计基础

第一节 建筑与景观照明设计的基本概念	091
第二节 国内外建筑与景观照明的现状及发展动态	095
第三节 建筑与景观照明设计的原则和影响因素	102
第四节 建筑与景观照明设计的程序	103

| 第五章 建筑物外观照明设计

第一节 建筑物的分类及照明特点	107
-----------------------	-----

第二节	建筑物夜景照明的要求	110
第三节	建筑物夜景照明的方式	115
第四节	建筑化夜景照明	127
第五节	建筑夜景投光照明的计算	130
第六节	中国古建筑的照明设计	132

I 第六章 景观照明设计

第一节	景观照明设计的基本原则	142
第二节	景观照明设计的基本要求及设计流程	143
第三节	景观照明设计的分类	145

I 第七章 城市商业街照明设计

第一节	城市商业街的基本概念	191
第二节	商业街照明的构成及作用	192
第三节	商业街照明的要求和设计原则	195
第四节	商业街照明的分层设计	200
第五节	商业街的照明管理	208

I 第八章 城市光污染控制及绿色照明与节能

第一节	城市光污染控制	211
第二节	绿色照明与节能	217
第三节	实施照明节能的技术措施	223

附录一 照明设计常用术语 / 233

附录二 常用电气图形符号 / 240

附录三 照明设计师国家职业标准 (试行) / 242

附录四 灯具国家标准目录 / 247

参考文献 / 248



第一章 光的基本概念

001

第一节 光的性质

一、人类与光

光是自然的一个最基本的构成要素，它总是与空气、与自然景观、与最美丽时刻的记忆联系在一起。光辐射引起人的视觉，人才能够看见并认识所处的周围环境。人从外界获得的信息有 80% 来自光和视觉。人类对光有着本能的生理需求和心理依赖。

人类的生活离不开光。良好的光环境是保证人们进行正常工作、生活、学习的必要条件，它对于劳动生产率、生理与心理健康等都有直接影响。

二、光的性质

光是一种电磁辐射能，是能量的一种存在形式。当一个物体（光源）发射出这种能量，则即使没有任何中间媒质，也能向外传播。这种能量形式的发射和传播过程，就称为辐射。光在一种介质（或无介质）中传播时，它的传播路径是直线，称之为光线。

现代物理证实，光在传播过程中主要是显示出波动性，而在光与物质的相互作用中，主要显示出微粒性，即光具有波动性和微粒性的二重性。与之相对应的，关于光的理论也有两种，即光的电磁理论和光的量子理论。

(一) 光的电磁理论

光的电磁波波动理论认为光是在空间传播的一种电磁波。电磁波的实质是电磁振荡在空间的传播。电磁波在介质中传播时，其频率由辐射源决定，将不随介质而变，但传播速度将随介质而变。将各种电磁波按波长（或频率）依次排列，可以画出电磁波的波谱图，如图 1-1-1 所示。波长不同的电磁波，其特性也会有很大的差别。通常不同波段的电磁波是由不同的辐射源产生，它们对物质的作用也不同，因此具有不同的应用和测量方法，但相邻波段的电磁波没有明显的界线，因为波长的较小差别不会引起特性的突变。

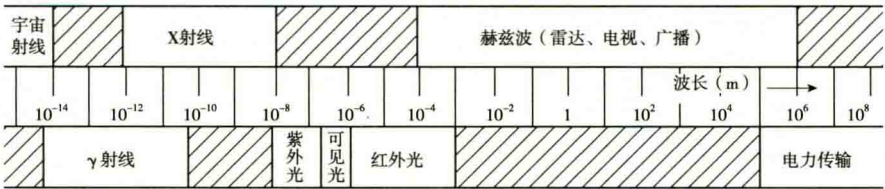


图 1-1-1 电磁波波谱图

电磁波的波长范围极其宽阔，而可见光只占其中极狭窄的一个波段。可见光与其他电磁波最大的不同是它作用于人的肉眼时能引起人的视觉。可见光的波长范围约为 380~780nm。可见光波长不同时会引起人的不同色觉。将可见光按波长为 380nm 到 780nm 依次展开，光将分别呈现紫、蓝、青、绿、黄、橙、红色，如图 1-1-2 所示。

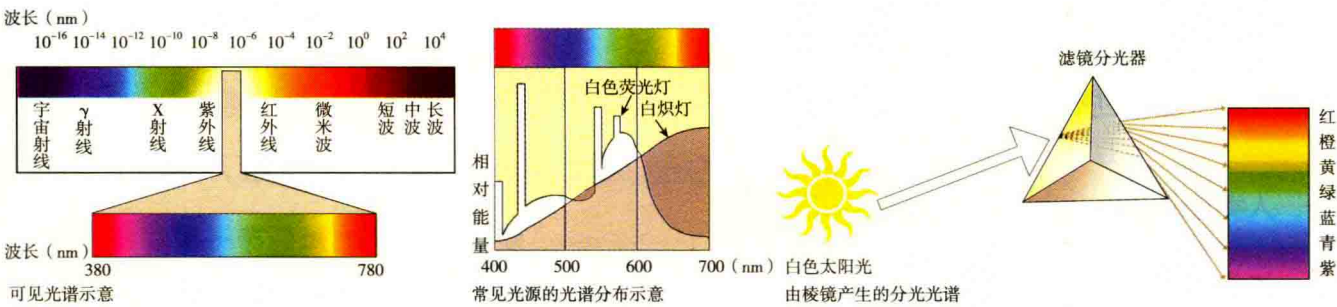


图 1-1-2 可见光谱说明

波长小于 380nm（约 100 ~ 380nm）的电磁辐射叫紫外线，波长大于 780nm（约 780nm ~ 1mm 之间）的辐射称为红外线。紫外线和红外线虽然不能引起人的视觉，但其他特性均与可见光极相似。通常把紫外线、红外线和可见光统称为光。

光的电磁理论可以解释光在传播过程中出现的一些现象，例如光的干涉、衍射、偏振和色散等。这说明光在传播过程中主要表现为波动性。

(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。

光的量子理论可以解释一些用光的电磁理论无法解释的现象，例如光的吸收、散射及光电效应等。上述这些现象都和光与物质相互作用有关，这说明光在与物质相互作用时，主要表现为微粒性。

入射：光线投射到表面为入射。

反射：光线或辐射热投射到表面以后又返回的现象。

折射：当光线倾斜地从一个介质射入另一个介质时改变光线的方向，在两种介质中光线的传播速度不同，如图 1-1-3 所示。

反射定律：当光线或声波被光滑表面反射时，入射角等于反射角，入射光线、反射光线和表面的法线都在同一平面内。

入射角：当光线射到表面上时，该光线与入射点处表面的法线形成的夹角。

反射角：反射的光线与入射点处反射表面的法线形成的夹角，如图 1-1-4 所示。

漫射：光经过凹凸不平的表面的漫反射，或通过半透明材料的无规律的散射，如图 1-1-5 所示。

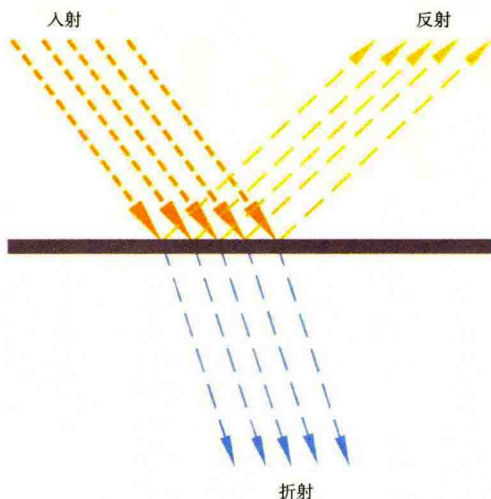


图 1-1-3 光的入射、反射和折射

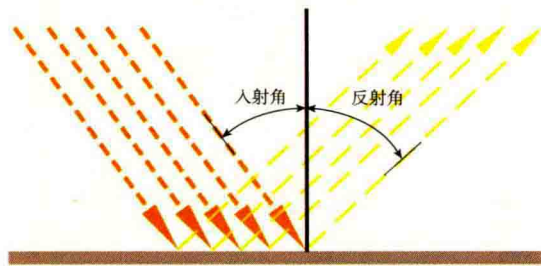


图 1-1-4 光的入射角和反射角

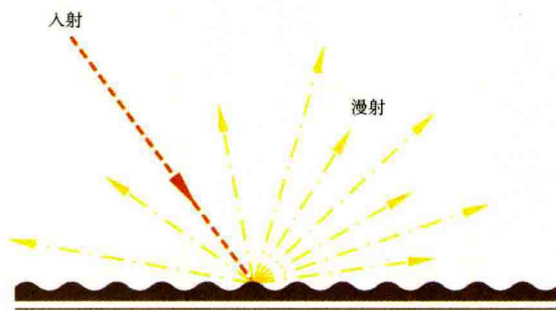


图 1-1-5 光的漫射

透射系数：透过物体并由物体发射的辐射能与入射到该物体上的总能量之比。

反射系数：表面反射的辐射能与入射到该表面上的总辐射能之比。

吸收系数：表面吸收的辐射能与入射到该表面上的总辐射能之比。

折射角：折射的光线与入射点处两种介质交界面的法线形成的夹角，如图 1-1-6 所示。

绕射：当光波或声波发生弯曲绕过障碍物时，光波或声波的调整，如图 1-1-7 所示。

不透明的：光不能穿透的。

半透明的：能透射和漫射光线，但不能看清另一面的物体。

透明的：能够透射光线，因此能清楚地看到前面或后面的物体。

光的量子理论中光子的振动频率与相应的光的电磁理论中光波的振动频率是一致的。这是因为两种理论说明的是同一个物理现象，当然不能互相矛盾，只是前者主要从微观上

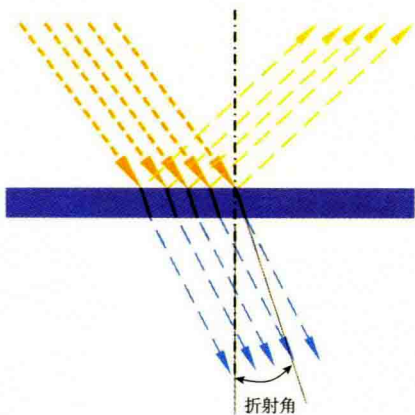


图 1-1-6 光的折射角

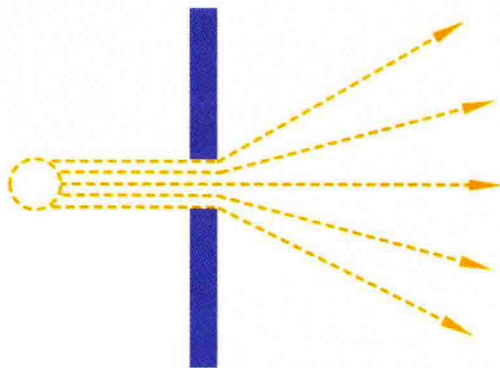


图 1-1-7 光的绕射

讨论光，而后者则从宏观上研究光。

第二节 光度量

在照明设计和评价时离不开定量分析、测量和计算，因此在光度学中涉及一系列的物理光度量，用以描述光源和光环境的特征。常用的有光通量、照度、发光强度、亮度等。

一、光通量

光通量 (luminous flux) 是光源在单位时间内发出的光的总量。它表示光源的辐射能量引发人眼产生的视觉强度。

光通量的物理量符号为 Φ ，单位为流明 (lm)， $1\text{lm} = 1\text{cd} \cdot \text{sr}$ 。

在国际单位制和我国规定的计量单位中，流明是一个导出单位。1lm 是发光强度为 1cd 的均匀点光源在 1sr 立体角内发出的光通量。

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 40W (W 为电能功率的单位符号) 白炽灯发出的光通量为 350lm，一只 40W 荧光灯发出的光通量为 2100lm，一只 220V (V 为电压的单位符号)、2000W 溴钨灯的光通量为 45000lm。

发光效率是照明工程中常用的概念。不同的电光源消耗相同的电能，其辐射出的光通量也并不相同，即不同的电光源具有不同光电转换效率。电光源所发出的光通量 Φ 与其消耗的电功率 P 的比值称为该电光源的发光效率。由定义可得发光效率公式为：

$$\eta = \Phi / P$$

式中，发光效率 η 的单位是流明 / 瓦 (lm/W)。

二、照度

照度是表示受照物体表面每单位面积上接收到的光通量。如果受照表面均匀受光，即受照表面上照度处

处相等, 则受照表面所接受的光通量为 $E=\Phi/A$, 如图 1-2-1 所示。照度是客观存在的物理量, 与被照物和人的感受无关。

照度是照明工程各项标准和规范中最常用的物理量。照度的物理量符号是 E , 单位是勒克斯, 其符号为 lx。1lx 等于 1lm 的光通量均匀分布在 1m^2 表面上所产生的照度。照度的数值可用照度计直接测量读出, 如图 1-2-2 所示。照度可以直接相加。照度的另一个单位是烛光, 即每平方英尺的光通量。

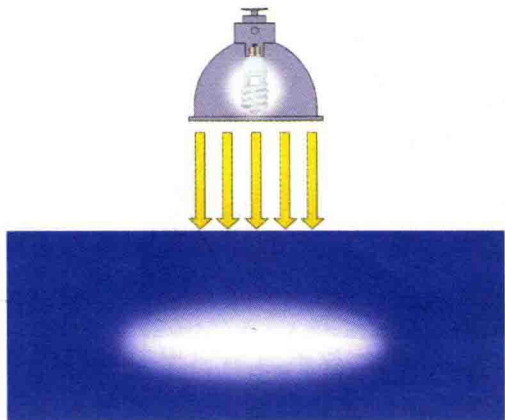


图 1-2-1 照度定义的示意图



图 1-2-2 数字照度计 (摄影: 李文华)

各种环境条件下被照表面的照度参见表 1-2-1。

表 1-2-1 各种环境条件下被照表面的照度

单位: lx

被照表面	照 度	被照表面	照 度
朔日星夜地面上	0.002	晴天采光良好的室内	100 ~ 500
望日月夜地面上	0.2	晴天室外太阳散射光下的地面上	1000 ~ 10000
读书所需最低照度	> 30	夏日中午太阳直射的地面上	100000

三、发光强度

发光强度简称光强, 其符号为 I , 其单位名称是坎德拉 (candela), 单位符号为 cd, 计算公式为 $I=d\Phi/d\omega$ 。

发光强度是表征光源发光能力大小的物理量, 亦即是表示光源向空间某一方向辐射的光通密度。在数量上 1 坎德拉等于 1 流明每球面度, 即 $1\text{cd}=1\text{lm/sr}$, 如图 1-2-3 所示。

坎德拉是我国法定单位制与国际单位制的基本单位之一, 其他光度量单位都是由坎德拉导出的。

在不同的方向, 发光强度是不一样的。光强是光源本身所特有的属性, 仅与方向有关, 与到光源的距离无关, 常用于说明光源和照明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, 如图 1-2-4 所示。例如, 一只 40W 的白炽灯发出 350lm 光通量, 它的平均光强为 $350/4\pi=28\text{cd}$ 。

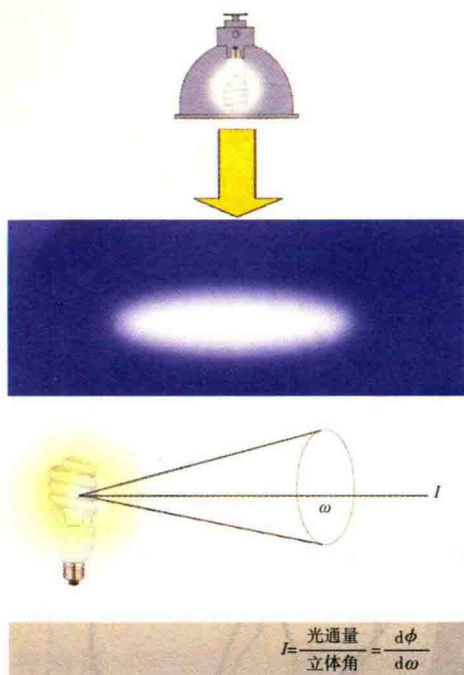


图 1-2-3 光强定义的示意图

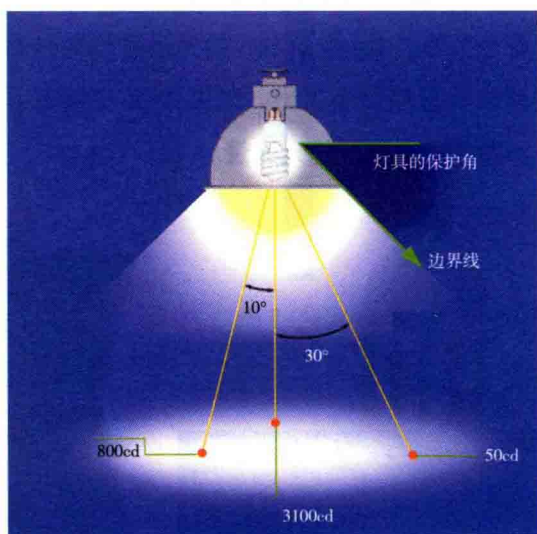


图 1-2-4 光强意义的示意图

四、亮度

光源或受照物体反射的光线进入眼睛，在视网膜上成像，使人们能够识别物体的形状和明暗。视觉上的明暗知觉取决于进入眼睛的光通量在视网膜物像上的密度——物像的照度。

这说明，确定物体的明暗要考虑两个因素：物体（光源或受照体）在指定方向上的投影面积——这决定物像的大小；物体在该方向上的发光强度——这决定物像上的光通量密度。根据这两个条件，可以建立一个新的光度量——亮度（luminance），如图 1-2-5 所示。

亮度的物理量符号为 L ，单位名称为坎德拉每平方米，符号为 cd/m^2 。

也可以说，光源的亮度是指光源表面沿法线方向上每单位面积的光强。通常，亮度在各方向上不相同，所以在谈到一点或一个有限表面的亮度时需要指明方向，如图 1-2-6 所示为表面亮度在室内环境中的分布示意图。



图 1-2-5 亮度定义的示意图

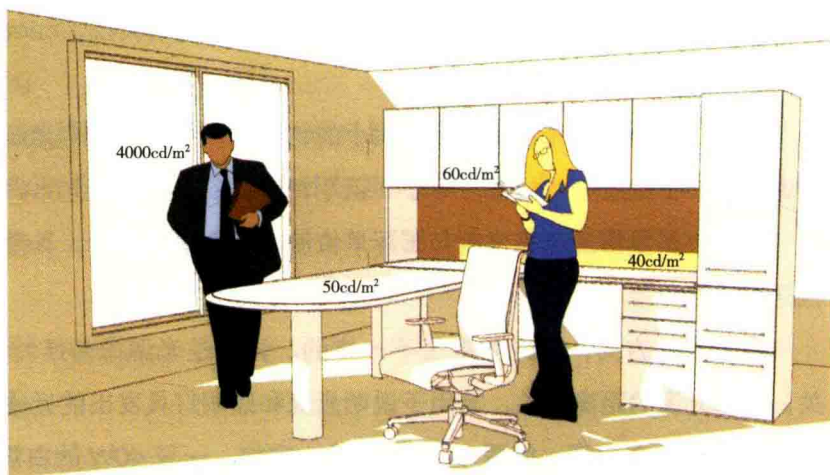


图 1-2-6 亮度在室内环境中的分布示意图

几种发光体的亮度值参见表 1-2-2。

表 1-2-2 几种发光体的亮度值

单位: cd/m^2

发光体	亮度	发光体	亮度
太阳表面	2.25×10^9	从地球表面观察月亮	2500
从地球表面(子午线)观察	1.60×10^9	充气钨丝白炽灯表面	1.4×10^7
晴天的天空(平均亮度)	8000	40W 荧光灯表面	5400
微阴天空	5600	电视屏幕	1700 ~ 3500

上述 4 个光度量有不同的应用领域,可以互相换算,并且可用专门的光度仪器进行测量。光通量表征光源辐射能量的大小;光强用来描述光通量在空间的分布密度;照度说明受照物体的照明条件(受光表面光通密度),它的计算和测量都比较简单,在光环境设计中广泛应用这一概念;亮度则表示光源或受照物体表面的明暗差异。光通量、光强、照度和亮度的关系如图 1-2-7 所示。

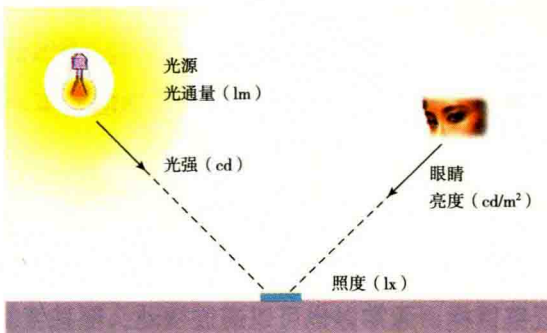


图 1-2-7 光通量、光强、照度和亮度的关系

006

007

第三节 光与视觉

“我们的眼睛是造来观看光线下的各种形式的。”

——勒·柯布西耶

视觉是光射入眼睛后产生的一种知觉,即视觉依赖于光。为了保证视觉功能的正常发挥,必须创造良好的光环境。因此,进行照明设计有必要了解视觉的形成、视觉的特性和视觉的功效等相关知识。

一、视觉的形成

人们的视觉感觉只能通过眼睛来完成,眼睛好像一部精密的光学仪器,在很多方面都与照相机相似。

眼睛主要由 3 部分组成,即眼球壁、成像系统和调节系统。其构造如图 1-3-1 所示。

1. 眼球壁

眼睛是一个直径约 24mm (21 ~ 25mm) 的略带椭圆的球体,称为眼球。眼球的壁由 3 层薄膜组成:外层薄膜——角膜和巩膜;中层薄膜——虹膜、睫状体和脉络膜;内层薄膜——视网膜。

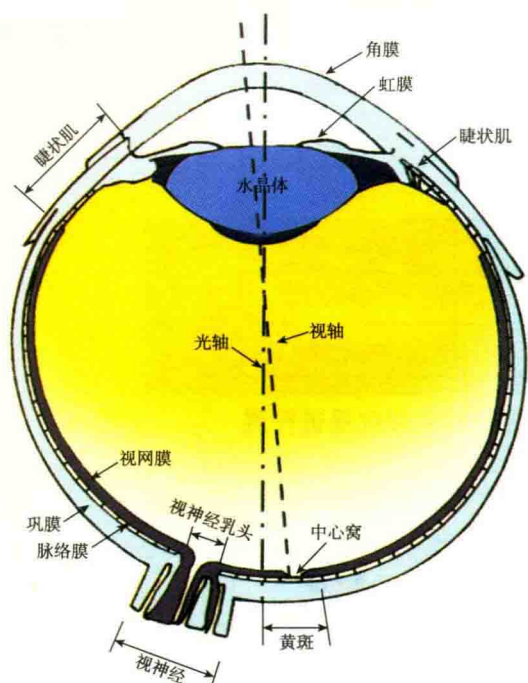


图 1-3-1 眼睛的构造

为了迅速地捕捉到观察目标，通常，也可以通过扭动头部甚至躯干，使人们的视觉范围大大地扩大。

2. 成像系统

眼睛的成像系统是指光在眼球中通过的路程，又称光路系统，它包括角膜、前房、晶状体和玻璃体 4 个部分，如图 1-3-2 所示。

3. 调节系统

为了看清目标，就必须调节眼睛的各有关部位，以控制射入眼球的光的强弱，并使目标物能成像于视网膜的中央凹处，因为只有中央凹区域内才有高的分辨率和视觉灵敏度。眼睛的调节系统在瞳孔的调节、晶状体的调节、眼球的转动 3 个方面进行调节。调节瞳孔的目的主要是控制射入眼球的光线强度。当视野亮度较高时，瞳孔自行缩小，反之则会自行放大；当观察目标很远时，瞳孔也会略有缩小，以增大景深，而看近的物体时，瞳孔又会略有放大。晶状体是由睫状肌通过悬韧带调节的，调节的目的就是改变晶状体的屈光度。眼球转动的目的是

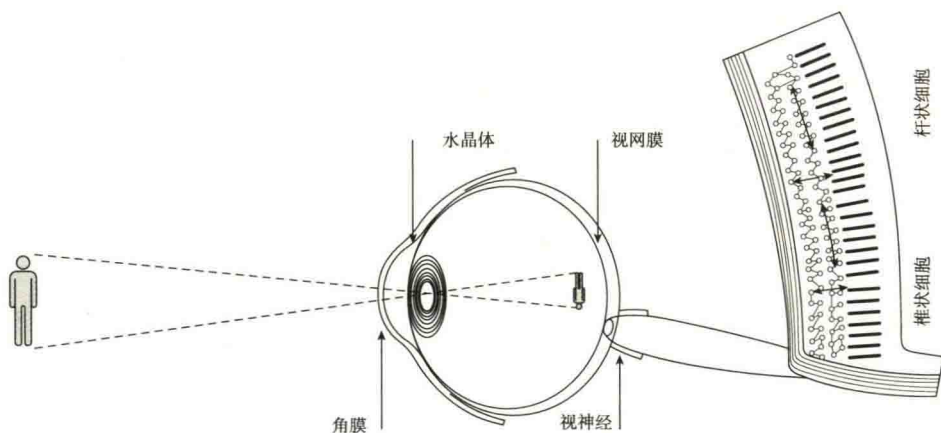


图 1-3-2 眼睛构造剖面图及成像原理

二、视觉的特性

1. 视觉阈限

视觉系统极其复杂，它有很大的自调能力，但这种能力有一定的限度。例如视觉器官可以在很大的强度范围内感受到光的刺激，但也有一个最低的限度，当低于这一限度时，就不再能引起视觉器官对光的感受了。能引起光觉的最低限度的光量，就称为视觉的阈限，一般用亮度来度量，故又称为亮度阈限。

视觉的亮度阈限与下列诸多因素有关：

(1) 视觉的亮度阈限与目标物的大小有关。目标物的大小一般用目标物对眼睛所张的角度表示，称为视角。视角越小，则亮度阈限越高；视角越大，亮度阈限就越低。但当视角超过 30° 时，亮度阈限不再降低。

(2) 视觉的亮度阈限与目标物发出的光的颜色也有关系。在相同的视角下，对波长较长的光，例如红

光、黄光，其亮度阈限就高；对波长较短的光，例如蓝光，则亮度阈限值要低一些。这是因为在暗视觉条件下，光谱光效率向短波方向偏移的缘故。

(3) 在上述讨论中，对观察时间未作限制，也即观察者可以无限制地长时间观察目标物。如果对观察时间作一定的限制，或目标物的呈现时间有一定的限制，例如不超过 0.1s，而目标物又较小，视角不超过 1° ，则目标物呈现时间将影响亮度阈限值。即目标物呈现时间越短，亮度阈限值就越高；呈现时间越长，亮度阈限值就越低。

一般来说，亮度越高，越有利于视觉。但当亮度超过 10^6cd/m^2 时，视网膜可能被灼伤，所以人们只能忍受不超过 10^6cd/m^2 的亮度。

2. 视力

视力定性含义是眼睛区分精细部分的能力。视力定量含义是指人眼睛能够识别分开的两个相邻物体的最小张角 D 的倒数 ($1/D$)。生理因素、年龄因素都是影响视力的因素。

3. 视觉速度

光线进入眼睛，作用于视网膜并形成视觉，是需要一定时间的。从物体出现到形成视觉所需要的时间 t (s) 的倒数称为视觉速度。视觉速度与照明有直接关系，良好的照明条件可以缩短形成视觉所需的时间，也即提高了视觉速度，从而提高了工作效率。视觉速度受目标物尺寸（即视角大小）、亮度对比、环境亮度与背景亮度等因素影响。

4. 视野

当人面向正前方，眼睛水平地正视前方时，除了能看到正前方的目标外，还能模糊地看到周围一个很大的范围，称为视野或视场。视野的大小与环境亮度等客观因素有关，同时与生理因素，尤其是人种有关。

图 1-3-3 所示是人眼的视野范围，中央白色部分为双眼看到的范围，斜线部分为单眼看到的其余范围，黑色部分是被脸、眉、颊和鼻遮挡的范围。

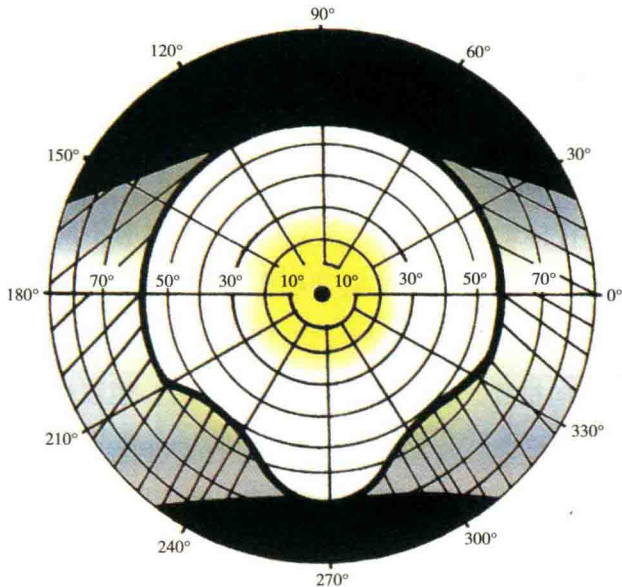


图 1-3-3 人眼的视野范围

5. 明视觉与暗视觉

由于锥体、杆体细胞分别在不同的明、暗环境中起主要作用，故形成明、暗视觉。明视觉是指在明亮环境中（大于几个 cd/m^2 以上的亮度水平），主要由视网膜的锥体细胞起作用的视觉。明视觉能够辨认很小的细节，此时人眼具有颜色感觉，而且对外界亮度变化的适应能力强。暗视觉是指在黑暗环境中（ 0.001cd/m^2 以下的亮度水平），主要由视网膜杆体细胞起作用的视觉。暗视觉只有明暗感觉而无颜色感觉，也无法分辨物件的细节，对外部变化的适应能力低。

当环境亮度在 $0.03 \sim 3\text{cd/m}^2$ 之间时，将同时存在锥体视觉和杆体视觉，这时的视觉特性既不同于明视觉，也不同于暗视觉，此时介于明视觉和暗视觉之间，这种环境条件常称为中间视觉或介视觉。明视觉、中间视觉及暗视觉与其相对应的光环境之间的关系如图 1-3-4 所示。

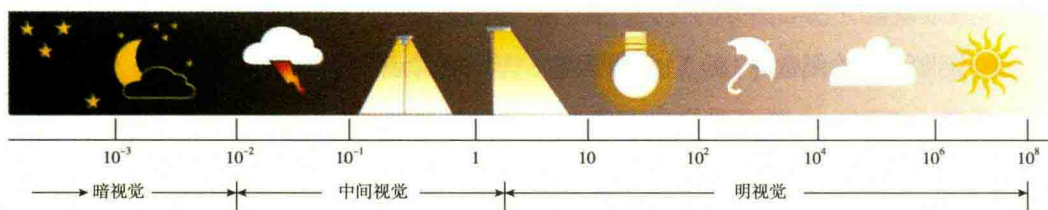


图 1-3-4 明视觉、中间视觉及暗视觉与其相对应的光环境示意图（单位： cd/m^2 ）

6. 颜色感觉

在明视觉时，人们对于 $380 \sim 780\text{nm}$ 范围内的电磁波会引起不同的颜色感觉，见表 1-3-1。

表 1-3-1 光谱颜色中心波长及范围 单位：nm

颜色感觉	中心波长	范 围	颜色感觉	中心波长	范 围
红	700	640 ~ 750	蓝	510	480 ~ 550
橙	620	600 ~ 640	绿	470	450 ~ 480
黄	580	550 ~ 600	紫	420	400 ~ 450

7. 光谱光视效率

人眼观看同样功率的辐射，在不同波长时感觉到的明亮程度不一样。人眼的这种特性常用光谱光视效率 $[V(\lambda)]$ 曲线来表示，如图 1-3-5 所示。它表示获得相同视觉感觉时，波长 λ_m 和波长 λ 的单色光辐射通量的比。辐射源在单位时间内发出的能量，一般用 Φ_e 表示，单位为 W。

由于在明、暗环境中，分别由锥体和杆体细胞起主要作用，所以它们具有不同的光谱光视效率曲线。这两条曲线代表等能光谱波长 λ 的单色辐射所引起的明亮感觉程度。明视觉曲线 $V(\lambda)$ 的最大值在波长 555nm 处，即在黄绿光部位最亮，愈趋向光谱两端的光显得愈暗。 $V'(\lambda)$ 曲线表示暗视觉时的光谱光视效率，它与 $V(\lambda)$ 相比，整个曲线向短波方向推移，长波端的能见范围缩小，短波端的能见范围略有扩大。在不同光亮条件下，人眼感受性不同的现象称为“普尔钦效应”（Purkinje effect）。在室内设计中的颜色协调时，就应根据它们所处环境的明暗可能变化程度，利用上述效应，选择相应的亮度和色彩对比。

8. 明适应与暗适应

从黑暗处进入明亮的环境时，人们最初会感到非常刺眼，睁不开眼，因此无法看清周围的景物。大约经