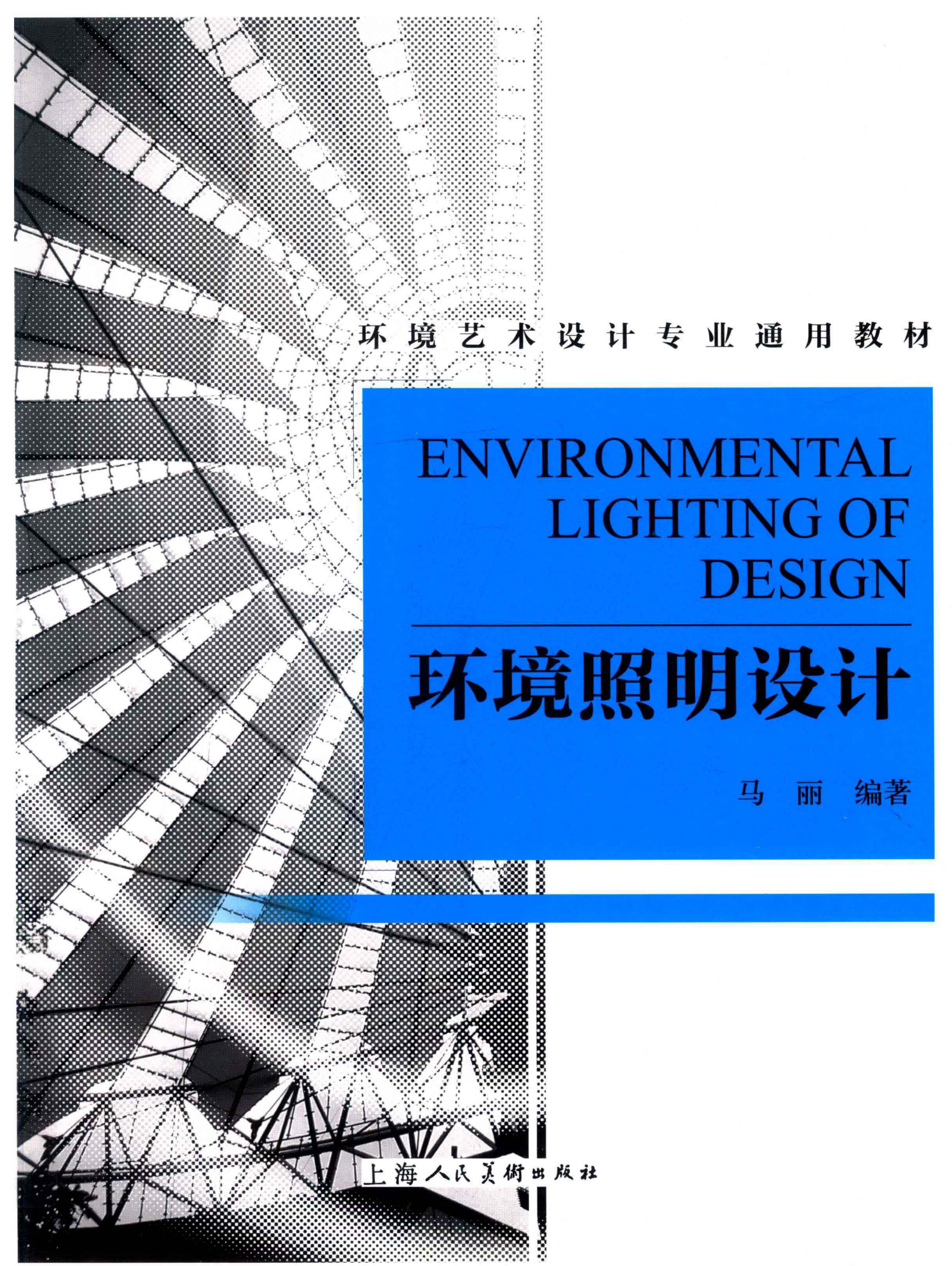




环境艺术设计专业通用教材

ENVIRONMENTAL
LIGHTING OF
DESIGN

环境照明设计

马 丽 编著

上海人民美術出版社

环 境 艺 术 设 计 专 业 通 用 教 材

ENVIRONMENTAL
LIGHTING OF
DESIGN

环境照明设计

马 丽 编著

上海人民美術出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

环境照明设计 / 马丽 编著, —上海: 上海人民美术出版社,
2013.07

(环境艺术设计专业通用教材)

ISBN 978-7-5322-8360-6

I. ①环…II. ①马…III. ①建筑—照明设计—高等学校—教材

IV. ① TU113.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 068738 号

环境艺术设计专业通用教材

环境照明设计

主 编: 朱 淳

编 著: 马 丽

策 划: 姚宏翔

统 筹: 丁 雯

责任编辑: 姚宏翔

特约编辑: 孙 铭

封面设计: 邓岱琪

技术编辑: 朱跃良

出版发行: 上海人民美术出版社

(上海长乐路 672 弄 33 号 邮政编码: 200040)

印 刷: 上海丽佳制版印刷有限公司

开 本: 889×1194 1/16

印 张: 10

版 次: 2013 年 7 月第 1 版

印 次: 2013 年 7 月第 1 次

书 号: ISBN 978-7-5322-8360-6

定 价: 48.00 元

目录

contents

1	第一章 概述	37	3. 灯具的分类
1	一、照明的基本含义	39	4. 灯具的选择
5	二、环境照明设计的依据	42	六、照明设计术语
5	1. 人的尺度	42	1. 昼光
5	2. 人的感受	42	2. 日照
7	3. 技术、法规、标准、施工期限	43	3. 眩光
8	三、环境照明设计的原则	44	4. 光通量
8	1. 整体性原则	44	5. 照度与亮度
8	2. 需求满足原则	45	6. 色温与显色性
10	3. 可持续发展原则	46	7. 配光
		47	8. 配光曲线
11	第二章 照明设计基础		
11	一、视觉、视觉环境与视知觉	51	第三章 照明设计基本原理与程序
11	1. 视觉体验的过程与特点	51	一、自然光的价值
12	2. 视觉环境	51	1. 有利于人的心理健康
13	3. 视知觉	53	2. 有利于节约能源
17	二、照明设计中的色彩	55	二、采光设计基本原理
17	1. 色彩属性	58	三、人工照明基本原理
18	2. 光源色、固有色与显现色	58	1. 人工照明设计的目的
19	3. 人对色彩的感受	58	2. 功能性人工照明的设计要求
25	三、光源的种类和特征	58	3. 氛围性人工照明的设计要求
25	1. 热辐射光源	59	四、人工照明设计流程
26	2. 气体放电光源	60	1. 方案设计阶段
27	3. 固体放电光源	64	2. 施工图设计阶段
28	四、照明方式	66	3. 安装与调光阶段
28	1. 光的作用方式	66	4. 维护与管理阶段
30	2. 光在空间中的分布	67	五、光环境的计算机模拟技术
34	五、灯具		
34	1. 灯具的构造		
35	2. 灯具与光线的控制		

73	第四章 光效设计	109	五、博物馆（美术馆）照明
73	一、光与形	110	1. 总体设计策略
74	1. 通过界面的形态塑造光的形态	112	2. 常用灯具及特点
74	2. 灯具塑造光的形态	112	3. 设计注意事项
74	3. 发光体塑造光的形态	113	六、会展空间照明
75	二、光与色彩	113	1. 总体设计策略
77	三、光与影	114	2. 常用灯具及特点
78	1. 改变灯具的照明方式	114	3. 照明方式
79	2. 改变照射角度	116	4. 光效控制
80	3. 改变物体或投影面的质地	117	5. 设计注意事项
81	四、光与材料	119	七、观演空间照明
84	五、动态光效	119	1. 总体设计策略
87	六、光与立体感	120	2. 常用灯具及特点
87	1. 改变物体周围光源的位置	121	3. 观众席布光原则
88	2. 调整各个方向光源的照度比值	122	4. 舞台布光原则
88	3. 改变空间中光源的数量		
91	第五章 室内照明设计的应用	127	第六章 室外照明设计的应用
91	一、居住空间照明	127	一、城市道路照明
91	1. 总体设计策略	127	1. 城市道路分类及照明要求
92	2. 常用灯具及特点	131	2. 道路照明灯具及布灯方式
94	3. 灯具的位置与人体尺度	133	3. 道路照明设计步骤
95	4. 设计注意事项	134	二、步行空间照明
96	二、办公空间照明	134	1. 步行道分类
97	1. 总体设计策略	136	2. 照明要求
98	2. 常用灯具及特点	136	3. 常用照明方式
98	3. 设计注意事项	138	4. 设计注意事项
101	三、餐饮空间照明	142	三、建筑物外观照明
102	1. 总体设计策略	142	1. 照明要点
103	2. 常用灯具及特点	145	2. 常用照明方式
103	3. 设计注意事项	149	四、景观照明
105	四、商店空间照明	150	1. 绿化照明
106	1. 总体设计策略	151	2. 水体照明
106	2. 常用灯具及特点	152	3. 雕塑、广告与标志的照明设计
107	3. 设计注意事项	156	《环境照明设计》课程教学安排建议

第一章 概 述

人类的现代生活，既离不开自然光也离不开人工光。如果没有自然光，自然界中的植物无法进行光合作用，生物链遭到破坏，人类也无法生存；如果没有人工光，人类社会的生产力退回到原始社会水平，生活质量和生产水平大大降低，夜间活动的时间也会大大缩短。

光对于人类生活意义重大，但是面对环境恶化和能源危机等全球性问题，照明设计师必须意识到合理利用电光源、重视自然光和避免光污染的重要性。本书的第一章就照明设计的重要意义、设计的基本依据和设计的三大原则进行具体阐述，以启发设计师们思考诸如提高自然光的利用率、创造节能型优质光源、平衡自然光与人工光的关系等问题。

- **本章学习目标：**

通过本章的学习，掌握照明设计的基本含义、设计的基本依据，以及全面了解环境照明设计应遵循的三大原则：整体性原则、需求满足原则以及可持续发展原则。

- **本章学习重点：**

通过本章的学习，使学生充分了解照明的含义和设计依据，并掌握照明设计的基本原则。

一、照明的基本含义

照明的基本目的是创造良好的可见度和舒适愉快的环境。

在《辞海》中“照明”的含义如下：利用各种光源照亮工作和生活场所或个别物体的措施。

有价值的自然光是白天的昼光，在照明设计中，昼光直接被称为自然光，昼光由天空光和直射光构成。天空光的主要光源是太阳，被悬浮在大气层中的各种尘埃微粒吸收和反射后均匀地照亮天空。相对于均匀的天空光，刺眼的阳光被称为直射光。

建筑的窗户，则成为人与自然光建立亲密关系的重要物质媒介。换言之，窗户的设计是自然光照设计的重要载体与核心内容。在一个房间中，究竟一天中有多长时间、多少自然光能通过窗户进入房间，传统上只能凭借建筑师或设计师的经验与直觉，而今，计算机模拟技术可帮助设计师模拟建筑在自然光条件下的照明效果，在模拟的三维空间中，设计师可以通过使用 Agi-Light、DIALux 等照明设计软件，精确地控制室内空间进光量与窗户大小、位置、形状之间的比值。

在人工光照明出现之前，建筑师曾对建筑的自然光照明进行深入研究与巧妙的运用，直至电灯的发明，

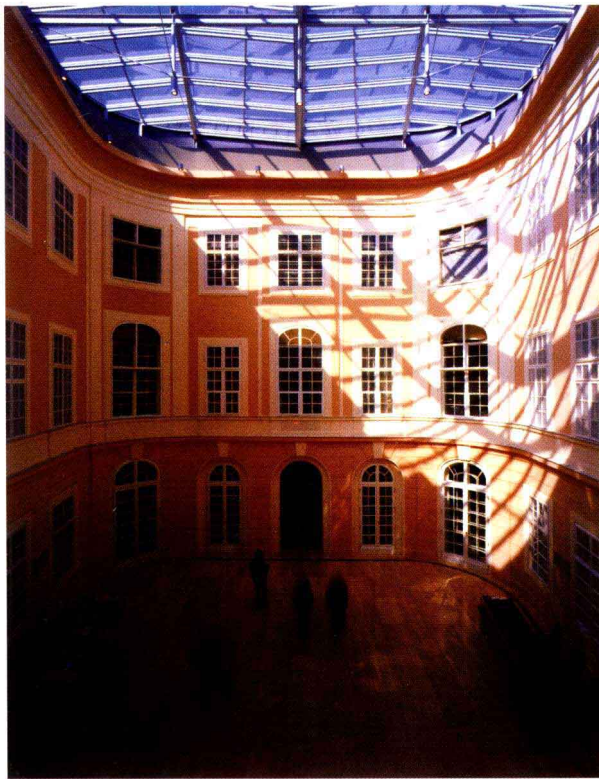


图 1-1 大型公共建筑中的阳光中庭，为人们提供富有活力的室内休息空间。



图 1-2 现代大都市的典型夜景景观。

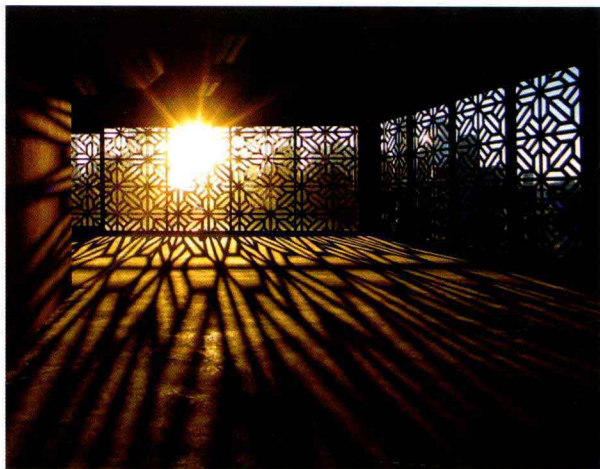


图 1-3 充足的光线与富于变化的影子创造出独特的空间氛围。

1-2

1-3

建筑师与照明设计师开始将注意力转向人工照明的研究与运用。

人工照明的发展，可追溯到古代人们利用火堆、火把照明、防寒与御敌，为了延长照明时间并且更为稳定地照亮环境，于是发明了蜡烛。当煤油灯替代了蜡烛，蜡烛逐渐成为了居室中的装饰品。为扩大照明范围，又发明了弧光灯，以照亮街道与广场。终于在1879年，伟大的发明家爱迪生发明了第一盏有实用价值的电灯，利用电产生的光照明的实用价值才得以最大化。

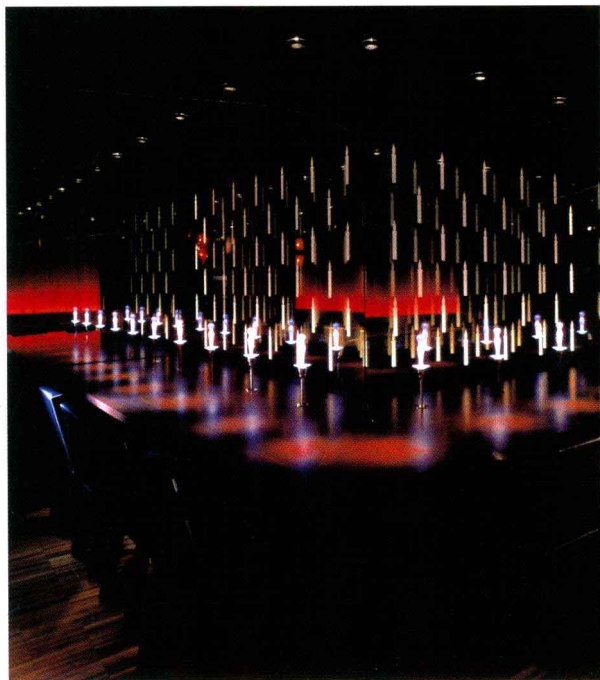
现代照明理论产生于20世纪50年，当时最为著名的照明设计先驱理查德·凯利受舞台灯光设计的影响，提出以“质量”为主要设计标准的现代照明设计理念，并对照明进行定性研究，总结出环境照明（Ambient Light）、焦点照明（Focal Glow）和戏剧化照明（Play of Brilliance），20年后，照明设计界普遍认同的观点是：照明设计应该以满足人的需求为基本出发点。在视觉心理学研究成果的基础上，综合人的生理和心理特点，人的主观因素成为照明设计结果评估的重要参数。至此，满足人的需求成为照明设计的基本出发点和根本目标，照明设计实质上是平衡

质量与数量的关系。

自 20 世纪 60 年代以来,发电技术与基础供电设施的迅速发展,由于建筑结构的变化与功能的复杂性加强,大跨度的建筑空间仅依靠自然光无法满足人们的使用需求,例如剧场、大型商业空间、办公楼等等公共场所,需要补充人工照明才能在日间正常运作。人工照明在日间扮演着与夜间同等重要的角色,从另一方面,这个重要的角色带来极大的负面作用,由于电能的产生主要靠燃烧煤所获得,全世界煤储存量正以每年 15% 的速度下降,人工照明给人类生活带来便利的同时,正在大量消耗地球能源,进一步加剧环境污染。

目前,所有从事与设计行业相关的人士必须了解的现实情况是:能源危机时代已经来临,减少环境污染,降低能源消耗迫在眉睫。城市是无数个不同功能建筑的集合,而建筑是人类生存的主要空间,城市建筑所消耗的能量占全社会各领域耗能总量的 30%,其中电能约占建筑总能耗的 50%。1996 年在英国环境建筑师协会举行的会议上有人提议:在建筑上使用 40% 的玻璃窗是节约电能的重要方式。通过窗户引入昼光,达到减少人工照明,改善室内光线,节约电能的目的,这只是落实节约电能研究的方法之一。还有许多研究

图 1-4、5 利用光营造风格独特的空间效果。



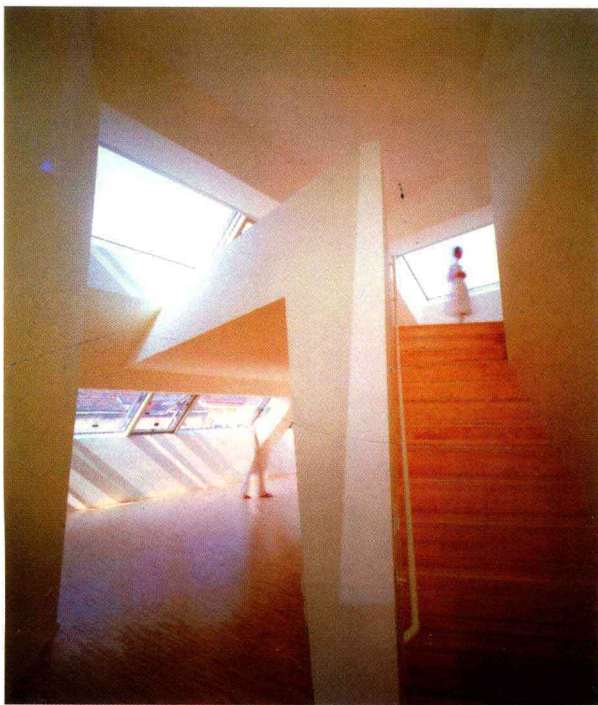


图 1-6、7 不论是在大型公共空间还是在个人居住空间,自然光对于人的生理和心理健康的影
响都非常显著。

1-6

1-7

者正致力于如何利用太阳能与风能发电,如何降低灯具耗电量,如何通过窗户保存太阳能,如何通过改变灯具的内部结构提高光通量等等。更为紧迫的是,建筑师、室内设计师、照明设计师应该尝试换一种角度思考,反思其过度依赖人工照明进行设计的理念,应注重研究如何提高自然光使用效率,至此,节约能源、降低能耗便不再是一纸空文。总之,进行照明设计时,以自然采光为基础,人工照明为补充,是实现可持续发展目标必经途径之一。

二、环境照明设计的依据

环境是人类生活直接依赖的物质载体，与人的各种行为、生活的具体需要密不可分。环境照明设计作为环境研究的一个分支，其设计理念、设计目标与设计手段的进步与环境总体发展必须同步前进。环境照明设计作为创造人类理想生活的重要载体之一，正从环境行为学、人体工程学、社会学、经济学、工程技术、美学、管理学、心理学、机械学、市场学等学科中汲取养分，充分提高光的使用效能，为使用者提供方便、安全、舒适、高效率的生活方式。

与此同时，环境照明设计作为体现科技发展水平的最佳载体之一，反映人类文化发展中科学与技术发展成就。现代环境照明设计极其依赖结构学、材料学、工艺学、物理学，也越来越多地借助于电子技术、网络通信技术，使得环境照明系统从结构、表皮、形态上的运用包含科技的成就。卓越的设计创作离不开科技的支撑，科技也成为创作设计的重要手段与载体。环境照明功能满足商业价值、装饰美感、符号象征、情感体验等内容在科学技术这个成熟的发展体系内得到满足与拓展。

1. 人的尺度

人处在不同的空间中，人的心理感受因尺度而异。

古代建筑中我们以神以佛的尺度为准，多数时候观者处于被震撼的位置，文艺复兴时期以人的身体为标准，观者则处于平等与自由的位置，近现代时期的城市建造则以机器的尺度为标准，观者似乎变成庞大机器的一颗螺母，紧张而忙碌地运转着。工业化时代巨大尺度与规模化生产将人们打入水泥的森林，最终还是回归到以人为本的发展道路上：以人的尺度建造城市环境，这一点显然已成为环境设计、建筑设计等一切设计活动的根本依据。

2. 人的感受

人的心理与生理感受成为环境照明设计的重要设计依据。

人通过各种感受器官接受外界刺激，对外在环境产生丰富的感知，感知的综合效应就形成了人的心理体验过程。视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉构成了人

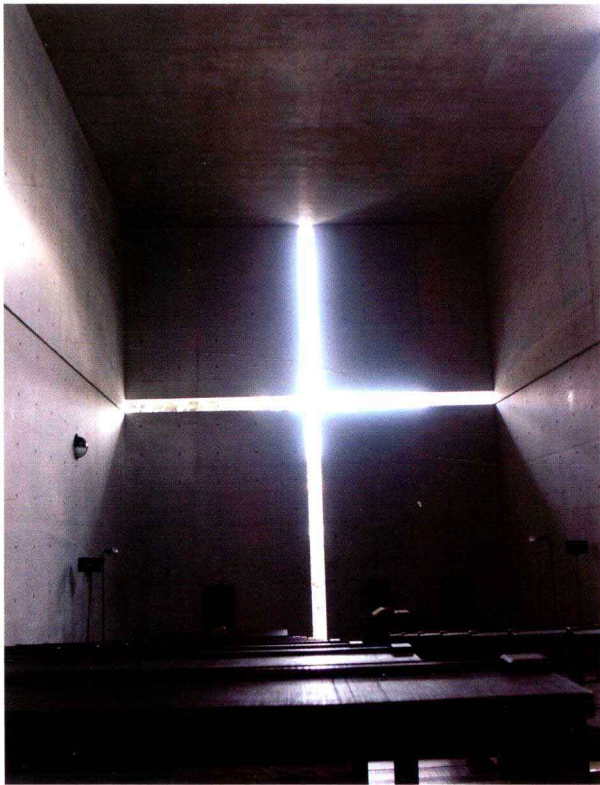


图 1-8 日本建筑师安藤设计的光教堂，就是一座以人的尺度设计的教堂。

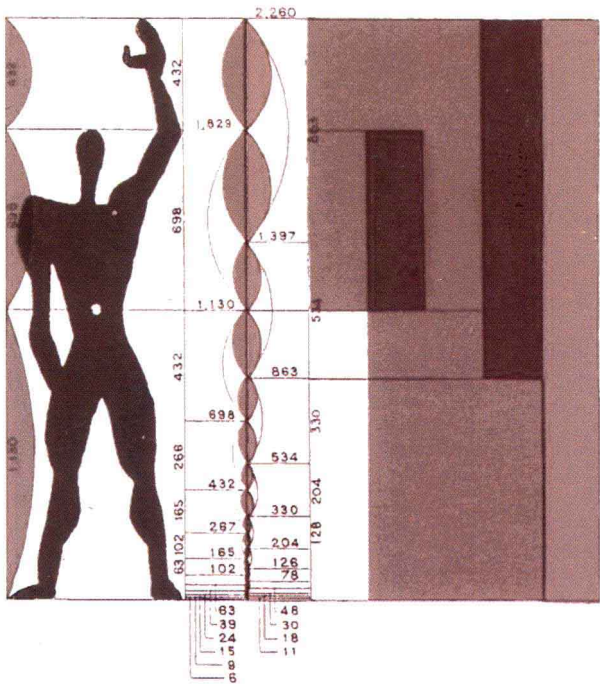
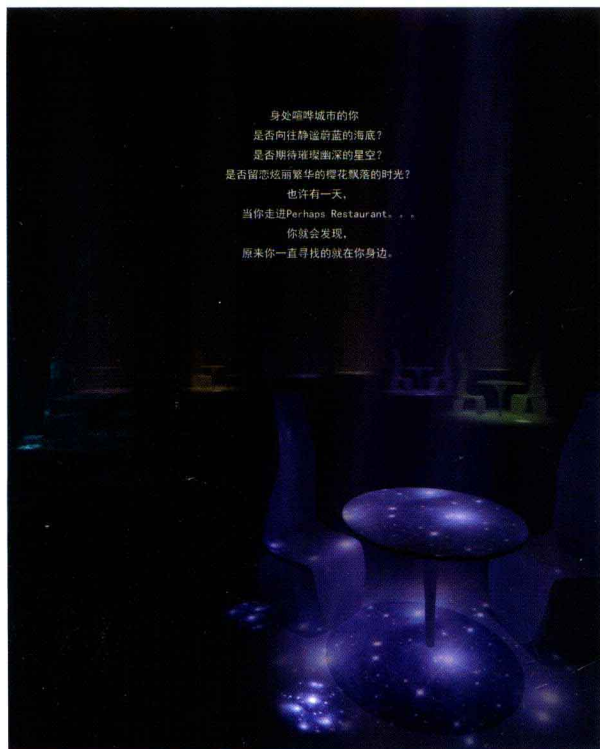


图 1-9 基于人体的尺度，法国建筑师勒·柯布西耶提出的“模度”概念，受到许多建筑师的认可。



的五大基本感知体验。经研究发现,人对外界信息的获取,80%以上依赖视觉。各种形状、光影、色彩信息共同组成了视觉刺激,这些信息给人的心理既带来正面的影响也带来负面的影响。这些视觉刺激有时作用于人的心理,例如,光的色彩、形态容易引起人的情绪变化;有时作用于人的生理,例如:光的强度与眼睛等器官的联系更为紧密,因强光产生的眩光,使人产生眩晕与恶心,严重时可导致失明,例如暗适应,从明亮环境突然进入黑暗的环境,会引起身体失衡。

设计应尽量避免引起生理上的不舒适感,偶尔会在利用生理可接受范围内的不舒适感,制造一种新的体验过程,例如在封闭环境坐过山车与户外坐过山车给人的刺激差别在于,前者除了感到眩晕,还表现为肢体上的轻微失衡,后者对人的生理刺激明显弱于前者。在黑暗环境中缺少参照物,人眼无法辨别方向与距离,便会产生眩晕与失衡。另外,人的视觉有相当的敏锐度能辨别细微的差异,照明设计侧重于研究人



1-10

1-12

1-11

图 1-10、11、12 概念设计作品“PERHAPS RESTAURANT”
获 2008 年飞利浦 LED 情景照明设计大赛银奖,作者:王洁、
周冠楠、朱韩君等人,华东师范大学设计学院 06 级室内班。

的视觉体验,特别要关注那些使人产生错觉的独特性,在环境照明设计中我们可以对这些独特性加以利用,创造出具有视觉冲击力的光效,给人们带来新的视觉体验。

3.技术、法规、标准、施工期限

环境照明设计对技术十分依赖。从古至今,人类科学技术飞速发展,环境照明设计均有技术的支撑与推动,可以说,技术因素是照明设计得以物化的基础,是创造惊人光效的物质手段。例如,黄浦江边上越来越多 LED 建筑幕墙,以及步行街上超大尺度的 LED 组成的屏幕。借助光电子技术与网络通信技术,发明了 LED 灯具,其核心技术是将 LED 外延片制造成 LED 芯片,其 LED 外延片生长技术主要采用有机金属化学气相沉积方法。

国家对照明系统建立了一系列的法规与标准,最初源于对使用者的安全问题以及生活品质考虑而设

立,因此国内外关于用电安全的法规与标准已较为成熟,而基于节约能源的法规与标准还处在建设与摸索过程中。众所周知,照明是建筑的第二大能耗项目,除了自身消耗的电能外,照明灯具产生的热量又是建筑第一大能耗项目“采暖、空调”的主要热源之一。显然,照明节能是建筑节能的重要组成部分。如:《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》在能效目标上明确提出我国总体节能目标:到 2010 年,单位国内生产总值能源消耗降低 20%。再如我国新的《住宅建筑规范》GB50368-2006 第 7.2.3 条明确指出:“室内空间应能提供与其使用功能对应的照度。”实质上落实了设计方有责任明确居住建筑的能耗数据。又利用相关部门审核,减少浪费能源的现象。

进行一项照明设计工程,业主或设计方必定与施工方签订施工合同,合同中对施工期限有严格的限定。明确施工期限,有助于确保投资方与建设方的经济利益,并且直接反映实施的规范程度,保证实施效率。

光源种类	白炽灯	荧光灯	汞灯	钠灯	金卤灯	节能灯
工作频率	50Hz	50Hz	50Hz	50Hz	50Hz	80kHz
波动深度	5%~15%	55%	65%	80%~130%	80%~130%	3%
危害健康	无	重	严重	很严重	很严重	无

图 1-13 常用光源频闪效应表 (摘自《城市照明》2003 V05.1), 频闪效应是照明环境的“隐形杀手”。

电光源的光通量随交流电源电压的周期性变化而变化,且使人眼产生视觉疲劳或视觉错误的现象称为频闪效应,通常用波动深度来度量。波动深度越大,表示频闪越重。研究表明,当波动深度大于 25% 时,会损害健康,当波动深度小于 60% 时,人眼感觉不到,但会危害健康。

根据国际最新照明、医疗、保健、环保等多学科的研究结果,如英国剑桥大学医学研究中心的 A.Walling 博士和国际照明委员 J.Schanda 教授指出:“频闪是引起近视和偏头痛的主要原因。”因此在提倡绿色照明的今天,应引起人们的高度重视。



图 1-14 此服装店的灯光设计与整体设计风格一致，灯具排列简单利落，台面灯光的色温统一。



图 1-15 根据餐厅不同功能区的特点，选择适合的照明方式，不会造成污染和浪费。

三、环境照明设计的原则

环境照明设计应遵循三大原则：整体性原则、需求满足原则以及可持续发展原则。

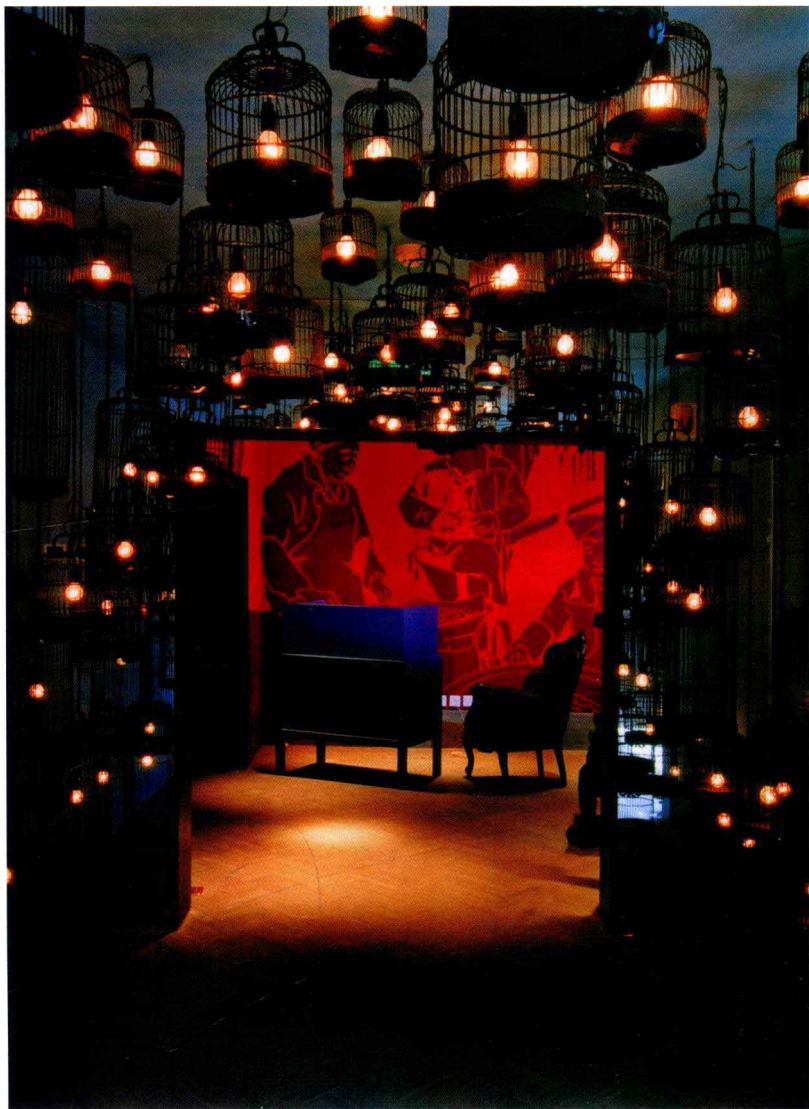
1. 整体性原则

环境照明设计所遵循的整体性原则，主要包括两个方面：第一，是指在环境照明设计的全过程中应协调照明系统与人的关系，以及照明与其他设计要素之间的关系，如人的审美需求、建筑结构、设计风格、色彩、建筑材料等因素。第二，是指照明设计之始，设计者已制定本设计项目的整体性原则，其照明功能的分级、资金的投入、耗能的预估、灯具的风格等一系列定位，均是在整体性原则下铺展开来的。整体性原则是否能如实贯彻，将决定最终照明设计的优劣。

2. 需求满足原则

从人的角度来认识需求满足原则，一方面满足人的认知需求，另一方满足人的审美需求，这两方面的

1-14
1-15



1-17
1-16

图 1-17 柔性的光纤是非常节能和美观的装饰光源之一。

需求实质上构成了整个照明设计项目的终极设计目标。

认知需求：环境照明提供优良的照度，以满足使用者从环境中迅速获取大量信息的需要，帮助空间行使特定的使用功能。例如：我国商场的环境普通照明 20 世纪 80 年代为 300Lx 以上，到了 90 年代，则提高到 700Lx 以上，因为只有足够的亮度才能保证商场货品的良好展示环境，才能满足日益追求享受购物的顾客的需求，其经济效益与销售数额因此直接获得提高。

审美需求：一个好的照明环境，不仅为使用者提供良好的物质环境，也能全方位地唤起人的审美感受。人在感受其光效带来的愉悦感的同时，产生综合性的情感体验过程。例如：某些高级餐厅的照明设计非常讲究，在满足基础照明时，更重要的是创造特定

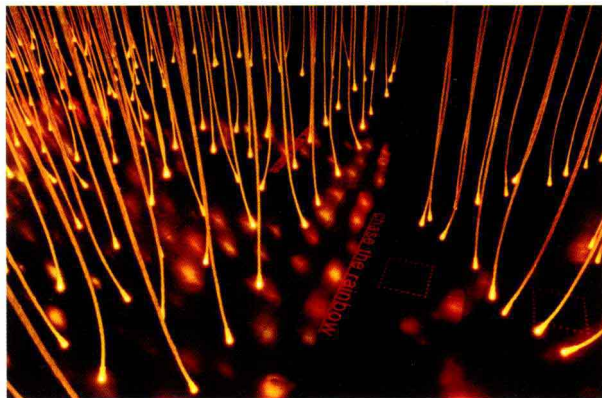
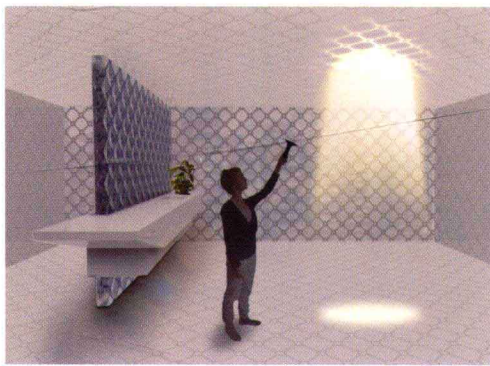
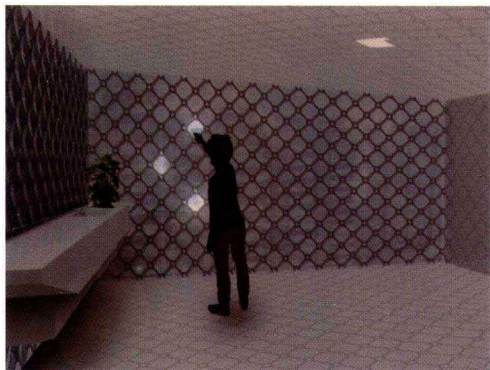
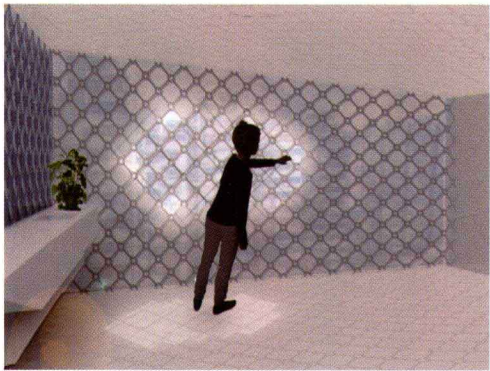
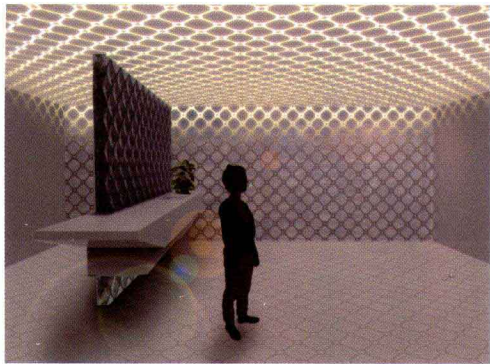


图 1-16 光源既能照亮环境，本身也是成为装饰空间的一种手段。

1-18	
1-19	
1-20	1-21

图 1-18、19、20、21 概念设计方案体现了人们对未来光环境的期望，使用者通过电脑终端控制空间 LED 光源的颜色、亮度和形状等，根据不同时间段人的使用需求而改变空间的照明氛围。



的符合餐厅主题的氛围，不仅如此，还要注重进餐过程中，通过合理的光线塑造人的面部表情，以延长进餐时间与促进消费。

3. 可持续发展原则

从设计者的角度认识可持续发展原则，实质上此原则是以环境的整体和谐为目标，将第一自然环境与人类创造的第二自然环境的发展结合起来，以生态保护、合理分配资源为核心，创造可持久生存的环境。环境照明设计活动的开展，正是在遵循此原则下展开：

第一，设计师应考虑充分利用太阳光，提供有利于天然采光的建筑条件和有利于照明的室内环境。如：有利于采光的开窗位置，有利于照明的室内材料反射率，有利于采暖、空调节能的围护传热系数等。

第二，设计师应提供经济技术指标良好的照明节能方案。如：符合绿色照明要求的显色性、色温、照度，符合照明舒适性的统一眩光值、均匀度等。

第三，设计师应提供有利于节能的照明控制方案。如：公用梯间采用节能自熄开关；房间每个开关所控灯具不宜太多；报告厅等大型空间应采取分组控灯等措施。

本章习题与作业：

1. 举例，描述你对自然采光的心理感受。
2. 观察生活中失败的照明设计案例并拍摄照片，对这些糟糕的光环境进行分析。
3. 未来的照明设计趋势是什么？

第二章 照明设计基础

古代人工照明以照亮环境为主要目的，所以人们对灯具设计更为关注。随着照明技术和科学照明计算公式的产生，人们可以精确地测量和计算光线的数量，人们会更加关注照明设计的质量而非数量。鉴于此设计目的，对于初涉照明设计领域的设计师，应该从了解照明设计的基础知识切入，从理解视觉原理、色温、光源、眩光等基础概念开始，逐步深入学习照明设计术语、照明方式、光的度量公式、配光曲线等专业理论。

- **本章学习目标：**
通过本章的学习，掌握照明设计的诸多基础概念：视觉环境特点、色温、光源、眩光、照明方式、专业术语等小节的内容。
- **本章学习重点：**
通过本章的学习，重点掌握“显示性”、“照明方式”、“照度”、“配光曲线”等重要基础概念。

一、视觉、视觉环境与视知觉

1. 视觉体验的过程与特点

若从生理学的角度，分析人的视觉体验过程，不免有些晦涩与难以理解，但是从体验拍照过程的角度理解眼睛的结构（图 2-1 所示）便容易许多。

事实上，眼睛观看的过程与相机拍照的过程近似。瞳孔具有类似光圈的作用，在虹膜的控制下根据光线的强弱放大或缩小；晶状体的作用如同相机的镜头，物体反射或辐射的光线穿过晶状体变成上下颠倒的图像投射在视网膜上（图 2-2、2-3 所示）；视网膜像胶片一样接收投射进来的图像。至此，观看的过程与拍照的原理一样，但是观看的过程还在继续。汇集在视网膜上的图像经过视神经传递到大脑，由大脑对接接收的视觉信息进行分析 and 译码，当我们得出“看到什么”的结论时，视觉体验的过程才完全结束。

实质上，眼睛只是人们收集视觉信息的工具，而客观环境与“看到什么”的结论存在差异，因为在视觉体验的过程中，个人对视觉的理解与分析才是眼睛“看到什么”的结论决定性因素，从这个层面上理解“情人眼里出西施”也是同样的道理。

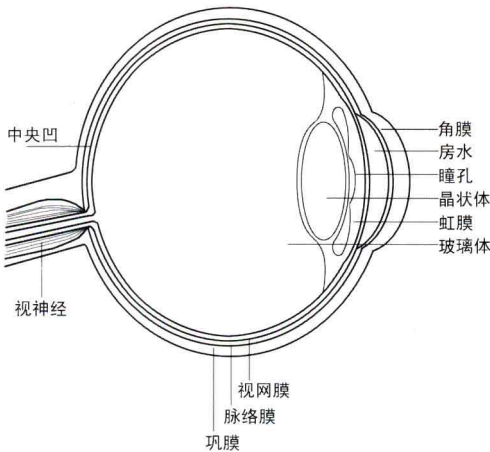


图 2-1 人眼结构示意图。

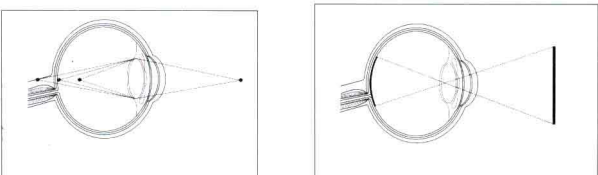


图 2-2、3 人眼的成像原理示意图。

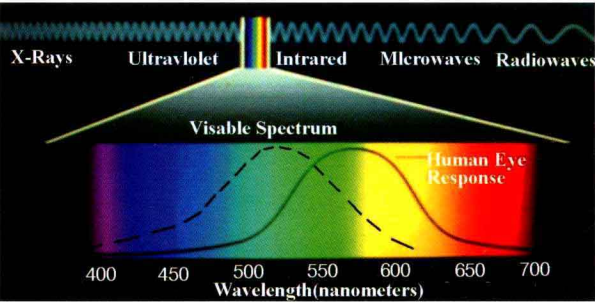


图 2-4 可见光光谱的分布范围示意图。

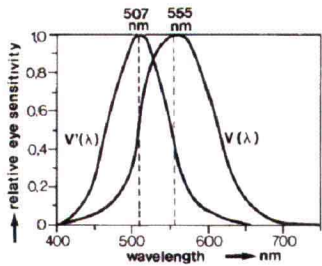


图 2-5 人眼在低亮度水平的环境中，对 507nm 的光最敏感，由视网膜上的杆状视觉细胞主导；在高亮度水平的环境中，对 555nm 的光最敏感，由视网膜上的锥体细胞主导。

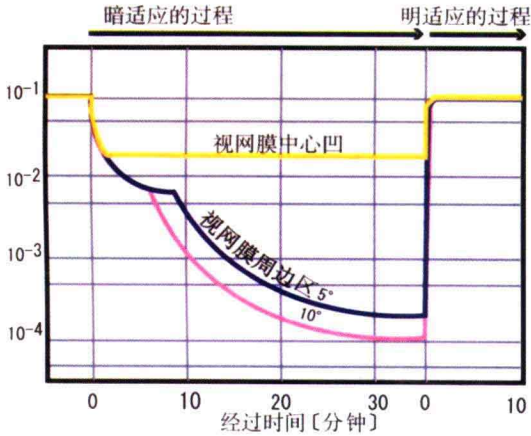


图 2-6 人眼的暗适应过程可持续 30 分钟或更久，而明适应过程只需要几分钟，一般不超过十分钟。

2. 视觉环境

大家都有过类似的视觉体验：

白天，从户外进入伸手不见五指的影院内，一开始感觉自己像失明了，过了一段时间，才能逐渐适应。

晚上，路灯光线昏黄，远远看见一只黄色的猫停在路中间，走近一看，却发现这是一只白猫。

我们常常依据光环境的亮度、色彩和对比度来判断视觉环境的特征。由此可见，没有光线或光线太暗时，我们无法准确判断周围环境的特征。

在全光谱的照明条件下，人眼对物体的色彩的判断最准确，换言之，任何缺少或加强某个波段光谱的光源，都会影响人眼对物体颜色的判断。人工光源中，最接近全光谱的光源是白炽灯和卤钨灯这一类的热辐射光源。钨丝灯和卤钨灯光源色表呈现黄白色，如果以自然光 100 的显色指数作为参照，显色指数高于 90，在这些光源下，物体显现出最真的颜色，而在高压汞灯和低压钠灯下，同样的物体显现的颜色却偏暖，它们的显色指数均低于 39，但是由于人的视觉系统对色彩的认知具有恒常性，即使在不同显色指数的光源下，大脑对视觉神经感知到的颜色进行加工，最后得出对物体本色的认知。这就是为什么在夜晚昏黄的光线下，我们仍然知道树叶是绿色的，而不是红色的。

在同样的光照条件下，影响人眼对环境中亮度的感知的因素来自两方面，一方面受到颜色物理亮度的影响，另一方面则受到物体与环境之间对比关系的影响。

物体表面的光滑程度、材料的质感和色彩属性等因素直接影响人眼对物体亮度的判断。例如，在同样的人工光照环境中，同样体积的两个立方体，灰色金属质感的立方体比灰色布面的立方体看起来亮很多，因为金属材质的反射系数高于表面颗粒较粗的布面。

另外，由于受到视野中的环境亮度和物体亮度之间对比度影响，眼睛对亮度的感知有所不同。理论上而言，当环境亮度保持在 $100\text{cd}/\text{m}^2$ ，物体亮度与环境亮度的比值在 3:1，人眼的感受性最高。例如，将同样体积、颜色和质感的立方体放置在不同照度的环境中，与 $100\text{cd}/\text{m}^2$ 亮度的环境相比，人眼能更迅速地从 $300\text{cd}/\text{m}^2$ 光环境中判断出立方体的特征。

当环境亮度逐渐升高时，即便物体亮度和环境亮度的比值在 3:1，眼睛的感受性的下降趋势迅速；如果环境亮度逐渐下降，物体亮度和环境亮度的比值仍

2-4

2-5

2-6