

# INTERIOR LIGHTING

Interior Lighting Design

# DESIGN

艺|路|领|先

高等院校艺术设计系列教材

环境艺术设计

## 室内照明设计

李建华  
于 鹏

编著

从基本的照明发展到现在，室内照明设计的作用已发生了根本性的变化。这种变化来源于科学的发展，来源于物质技术条件的丰富，来源于大众审美需求的提高，更来源于室内照明设计师对“照明”的理解和对“设计”的诠释。本书从室内光环境概述、室内照明光源、室内照明灯具、室内照明设计原理、室内照明设计方法、主要室内空间照明设计六个方面，从满足使用功能与美化空间环境，符合特定功能需求与渲染空间氛围等几个角度对室内照明设计的基本理论与应用知识进行了阐述，并对室内照明设计与室内空间形态设计、室内空间的装饰性的关系进行了重点分析。本书适用于高等院校环境艺术设计及相关专业教学使用，也可供从事相关专业的的设计人员参考。

中国建材工业出版社



赠DVD光盘

# INTERIOR LIGHTING DESIGN

Interior Lighting Design

室内照明设计 高等院校艺术设计系列教材 | 环境艺术设计

李健华 于 鹏 | 编著

中国建材工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

室内照明设计 / 李健华, 于鹏编著. -- 北京: 中国建材工业出版社, 2010.7

(高等院校艺术设计系列教材. 环境艺术设计)

ISBN 978-7-80227-751-9

I. ①室… II. ①李…②于… III. ①室内照明-照明设计-高等学校-教材 IV. ①TU113.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第054974号

## 室内照明设计

李健华 于鹏 编著

出版发行 | **中国建材工业出版社**

地 址 | 北京市西城区车公庄大街6号

邮 编 | 100044

经 销 | 全国各地新华书店

印 刷 | 北京中科印刷有限公司

开 本 | 889mm X 1194mm 1/16

印 张 | 8

字 数 | 197千字

版 次 | 2010年7月第1版

印 次 | 2010年7月第1次

书 号 | ISBN 978-7-80227-751-9

ISRC CN-Z01-01-0017-0/V.TU(DVD光盘)

定 价 | 47.00元

本社网址 | [www.jccbs.com.cn](http://www.jccbs.com.cn)

本书如出现印装质量问题,由我社发行部负责调换。联系电话:(010) 88386906

# 前言

光是地球生物生存的保障,是人类认知世界的手段,无论是作为能源,还是作为一种刺激信号,它都是关乎生物生息繁衍和行为引导的重要事物。就室内设计而言,没有良好的光环境,空间就无所谓存在,光在室内空间中的直接意义就在于为人们提供一个良好的视觉环境,使空间价值得以实现。随着经济的发展、科技的进步,以及人们生活方式的改变和审美意识的提高,仅为实现亮化的照明已经不能适应时代的发展,而提供具有使用与审美双重价值、满足生理与心理双重需求的光环境成为人们对室内照明设计的全新追求。

良好的室内照明设计既有利于室内设计其他方面内容的更好体现,同时也对它们存在一定的依附性。室内照明设计要从基本照明需求、空间特定的功能需求、光环境氛围的营造等角度入手,将室内照明设计与空间形态设计、装修设计、陈设艺术设计紧密结合,实现它们的有机统一和完美结合,以创造优质化、人性化的室内空间环境。这便要求设计师具备对空间功能的分析能力、对空间其他方面设计特点的审视能力,以及全面的室内照明设计知识和较高的照明艺术鉴赏能力。

本书在编写过程中,始终将照明基本知识与美学知识相结合,试图在读者的意识里打上功能与审美并举的烙印。在设计方法的讲述中,将照明设计与空间设计相结合,一方面是为给读者提供应用的提示,更重要的是要给读者指出照明设计从审美角度出发的立足点和着眼点,灌输一种统筹考虑问题、和谐处理问题的思想。而对主要功能空间设计的阐述尽管不够深入,但始终以统一的思路进行讲解,目的是为使读者形成一种科学的思维方式,培养读者考虑问题的逻辑性和系统性。为便于理解,本书选择了一些典型的国内外优秀室内照明设计案例,希望能对读者有所裨益。

本书的编写借鉴和参考了一些学者的理论成果,借用了一些数据内容,参考书目已在书中注明,在此对参考图书的作者表示衷心的感谢!

本书的主要图片资料来源于一些国内外的优秀室内设计资料集，图片出处已在书中注明，在此对原作者表示诚挚的谢意！书中的部分图片资料来自于平时的收集和网友的支持，已难以核实其原出处，在此对原作者一并表示感谢！

感谢中国建材工业出版社为本书的出版给予的支持和帮助！

由于编者水平有限，书中难免会有疏漏和不当之处，敬请专家和读者予以批评指正，不胜感谢。

编者

2010年春

## 目 录

## 第1章 室内光环境概述 / 1

## 1.1 基本光学知识 / 1

## 1.1.1 光的特性 / 1

## 1.1.2 光的量度 / 1

## 1.2 光与室内环境的关系 / 3

## 1.2.1 光与视觉 / 3

## 1.2.2 光与颜色 / 5

## 1.2.3 光与空间 / 6

## 1.2.4 光与室内装饰材料 / 7

## 1.3 室内光环境的意义 / 9

## 1.3.1 满足空间的使用功能 / 9

## 1.3.2 增加空间的审美趣味 / 10

## 第2章 室内照明光源 / 11

## 2.1 常用光源的种类 / 11

## 2.1.1 固体发光电光源 / 11

## 2.1.2 气体放电发光电光源 / 11

## 2.1.3 电致发光电光源 / 12

## 2.2 室内常用光源及特性 / 12

## 2.2.1 白炽灯 / 12

## 2.2.2 卤钨灯 / 13

## 2.2.3 荧光灯 / 15

## 2.2.4 金属卤化物灯 / 17

## 2.2.5 发光二极管 / 18

## 2.3 光源形式的美感体验 / 20

## 2.3.1 点光源的空间确定性 / 20

## 2.3.2 线光源的流动之美 / 20

## 2.3.3 面光源的平静之美 / 21

## 2.4 光源色彩的情感特征 / 22

## 2.4.1 纯净清爽的白色光源 / 22

## 2.4.2 温馨恬静的暖色光源 / 23

## 2.4.3 情感丰富的彩色光源 / 24

## 第3章 室内照明灯具 / 26

## 3.1 灯具的特性 / 26

## 3.1.1 配光 / 26

## 3.1.2 亮度分布和保护角 / 27

## 3.1.3 灯具效率和利用系数CU / 27

## 3.2 灯具的组成 / 28

## 3.2.1 反射器 / 28

## 3.2.2 折射器 / 28

## 3.2.3 漫射器 / 28

## 3.2.4 遮光器 / 28

## 3.3 常用灯具分类 / 29

## 3.3.1 按防触电保护方式分类 / 29

## 3.3.2 按光通量分布分类 / 29

## 3.3.3 按光束角分类 / 30

## 3.3.4 按安装方式分类 / 31

## 3.4 灯具的设计美 / 31

# 目 录

- 3.4.1 灯具的一般要求 / 31
- 3.4.2 灯具的材质 / 32
- 3.4.3 灯具形态的审美特性 / 35

## 第4章 室内照明设计原理 / 39

- 4.1 室内照明设计的目的与要求 / 39
  - 4.1.1 室内照明设计的目的 / 39
  - 4.1.2 照明设计的相关要求 / 40
- 4.2 室内照明设计原则 / 45
  - 4.2.1 安全性原则 / 45
  - 4.2.2 功能性原则 / 45
  - 4.2.3 装饰性原则 / 45
  - 4.2.4 经济性原则 / 46
- 4.3 顶装灯具的布置要求 / 46
  - 4.3.1 灯具的平面布置方式 / 47
  - 4.3.2 灯具的平面布局控制 / 47
  - 4.3.3 灯具的悬挂高度 / 48
  - 4.3.4 灯具光源功率的配置 / 49
- 4.4 室内照明设计程序 / 49
  - 4.4.1 明确照明目的 / 49
  - 4.4.2 确定照明质量标准 / 50
  - 4.4.3 选择照明方式 / 50
  - 4.4.4 选择灯具 / 50
  - 4.4.5 初步进行灯具布置 / 50
  - 4.4.6 进行照明计算 / 50
  - 4.4.7 选择光源 / 50

- 4.4.8 电气设计 / 50
- 4.4.9 绘制施工图 / 51
- 4.4.10 设计评定 / 51
- 4.4.11 测量与鉴定 / 51

## 第5章 室内照明设计方法 / 52

- 5.1 室内光环境控制 / 52
  - 5.1.1 充分利用自然采光 / 52
  - 5.1.2 合理组织人工照明 / 52
- 5.2 选择符合照度分布要求的照明方式 / 54
  - 5.2.1 一般照明 / 54
  - 5.2.2 分区一般照明 / 55
  - 5.2.3 局部照明 / 56
  - 5.2.4 混合照明 / 56
- 5.3 选择光通量分布适宜的照明方式 / 57
  - 5.3.1 直接照明 / 57
  - 5.3.2 半直接照明 / 58
  - 5.3.3 半间接照明 / 59
  - 5.3.4 间接照明 / 60
  - 5.3.5 漫射照明 / 61
- 5.4 实现照明与空间设计的完美结合 / 61
  - 5.4.1 以照明组织增强空间的功能感 / 61
  - 5.4.2 利用光效果体现空间形态 / 65
  - 5.4.3 利用灯光改善空间的不利现象 / 68
- 5.5 充分发挥照明设计的装饰作用 / 70

- 5.5.1 将灯具作为装饰元素 / 70
- 5.5.2 利用灯光处理手法营造氛围 / 71
- 5.5.3 光影效果的利用和控制 / 74
- 5.5.4 用照明手段创作装饰小品 / 75

## 第6章 主要室内空间照明设计 / 78

### 6.1 住宅空间室内照明设计 / 78

- 6.1.1 住宅室内照明设计要点 / 78
- 6.1.2 门厅照明设计 / 79
- 6.1.3 客厅照明设计 / 81
- 6.1.4 餐厅、厨房照明设计 / 83
- 6.1.5 卧室照明设计 / 84
- 6.1.6 书房照明设计 / 86
- 6.1.7 卫生间照明设计 / 87
- 6.1.8 走廊、楼梯间照明设计 / 88

### 6.2 办公空间室内照明设计 / 88

- 6.2.1 办公空间室内照明设计要点 / 88
- 6.2.2 集中办公空间照明设计 / 90
- 6.2.3 单元办公空间照明设计 / 91
- 6.2.4 个人办公空间照明设计 / 91
- 6.2.5 会议空间照明设计 / 92
- 6.2.6 其他办公空间照明设计 / 93
- 6.2.7 公共空间照明设计 / 93

### 6.3 商业空间室内照明设计 / 94

- 6.3.1 商业空间室内照明设计要点 / 94
- 6.3.2 橱窗照明设计 / 96
- 6.3.3 销售空间照明设计 / 97

### 6.3.4 收银区照明设计 / 100

### 6.3.5 美食休闲空间照明设计 / 100

### 6.3.6 仓储空间照明设计 / 101

### 6.3.7 商业空间特定用途照明 / 101

### 6.4 旅游建筑室内照明设计 / 101

#### 6.4.1 旅游建筑室内照明设计要点 / 101

#### 6.4.2 入口、门厅照明设计 / 103

#### 6.4.3 大堂照明设计 / 105

#### 6.4.4 走廊、楼梯间、电梯厅照明设计 / 108

#### 6.4.5 客房照明设计 / 109

#### 6.4.6 餐厅照明设计 / 110

#### 6.4.7 酒吧、咖啡厅照明设计 / 112

#### 6.4.8 舞厅、KTV包间照明设计 / 114

## 附录 建筑照明设计常用术语 / 116

## 参考文献和图片主要来源 / 120



## 第1章 室内光环境概述

### 1.1 基本光学知识

#### 1.1.1 光的特性

光是一种电磁辐射能，是能量的一种存在形式。通常情况下，光总是以光源为中心，以电磁波的形式沿直线向四周传播，光的这种传播方式和过程称为辐射，光的传播无论有无介质都会发生。

电磁波的波长范围极其宽广，最短的波长仅 $10^{-14} \sim 10^{-16} \text{m}$ ，最长的电磁波长可达数千米，其中只有波长大约是 $380 \sim 780 \text{nm}$ 的光为可见光。在可见光当中，波长的差异会使人产生不同的色觉。当某一发光物体放射出单一波长的光时，其表现为一种颜色，该发光物所发光称为单色光，而当处于可视波长范围内的光混合在一起时，其光色表现为白色。例如，我们看到的太阳光为白色，实际上我们只是看到了太阳所发出的波长为 $380 \sim 780 \text{nm}$ 范围内的光，以及这些光混合后的颜色，如果我们把太阳光进行分解，就可以看到其不同波段所呈现出来的不同色彩，其色彩按波长从 $380 \sim 780 \text{nm}$ 依次表现为紫、蓝、青、绿、黄、橙、红七种颜色（图1-1）。

人的眼睛不仅对不同波长的光有不同的颜色感觉，而且对其亮度的感受也不相同。就是说，在人的视觉感受中，不同波段的光不仅颜色不同，其亮度也不相同。用以衡量电磁波所引起视觉能力的量称为光谱光效能。

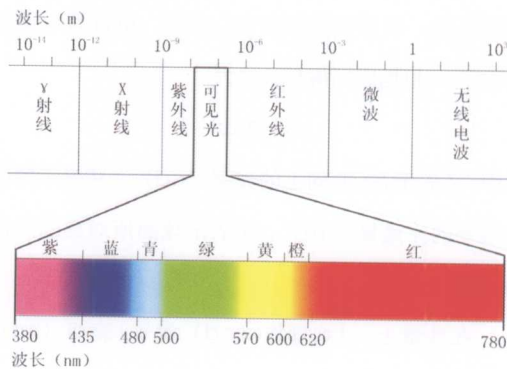


图1-1 可见光谱图

#### 1.1.2 光的量度

##### 1.1.2.1 光通量

光通量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 $\Phi$ ，单位为流明(lm)。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，即

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

在照明工程中，光通量是用以衡量光源发光能力的基本量。例如，一只40W的白炽灯发出的光通量为350lm，一只40W的荧光灯发出的光通量为2100lm。W是电功率（物理量符号为 $P$ ）的单位符号，在照明工程中，它表示光源消耗电能的快慢。相同电功率的光源在同一时间内消耗的电能是相等的，所以40W的白炽灯和荧光灯在同一时间内消耗的电能相等，但其辐射出的光通量却相差甚远。电光源所发出的光通量 $\Phi$ 与其消耗的电功率 $P$ 的比值称为该电光源的发光效率 $\eta$ 。根据定义得其公式为

$$\eta=\Phi/P$$

发光效率 $\eta$ 的单位是流明/瓦(lm/W)。

#### 1.1.2.2 发光强度

光源在空间某一方向上的光通量的空间密度，简称光强。发光强度以符号 $I_{\theta}$ 表示，单位为坎德拉(cd)。根据定义得其公式为

$$I_{\theta}=\Phi/\omega$$

式中， $I_{\theta}$ 表示在 $\theta$ 方向上的光强(cd)， $\Phi$ 表示球面所接受的光通量(lm)， $\omega$ 表示球面对应的立体角(sr)。

在数量上，1坎德拉(cd)等于1流明(lm)每球面度，即

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

电光源的发光强度与其光通量有直接的联系，但其又存在不确定的关系，即当某一电光源的光通量确定的情况下，可以通过外在的干预影响其发光强度，这正是室内照明设计常用的提高光源发光强度的方法。例如，一只40W的白炽灯在正常情况下

其正下方的发光强度约为30cd，而当在其上方加设一个不透明的强反射遮光罩后，因为遮光罩改变了原本向上的光通量的辐射方向，从而增加了光源下方的光通量密度，致使该电光源正下方的发光强度有很大增加。

#### 1.1.2.3 照度

照度表示受照物体表面单位面积上所接受的光通量。照度以符号 $E$ 表示，单位为勒克斯(lx)。根据定义得其公式为

$$E=\Phi/A$$

式中， $E$ 表示受照面 $A$ 的照度(lx)， $\Phi$ 表示受照面 $A$ 所接受的光通量(lm)， $A$ 表示确定受照面的面积( $\text{m}^2$ )。

在数量上，1勒克斯(lx)表示1流明(lm)的光通量均匀分布在 $1\text{m}^2$ 的受照面上，即

$$1\text{lx}=1\text{lm}/\text{m}^2$$

根据定义可以得知，照度与光通量和受照面积有关。即当光通量确定的情况下，接收该部分光通量的面积越小，该受照面上所产生的照度就越高。而当受照面确定时，想得到更高的照度，则需要更大的光通量。

#### 1.1.2.4 亮度

亮度是表示发光体(反光体)表面发光(反光)强度的物理量，即发光体(反光体)在视线方向单位投影面积上的发光(反光)强度，称为该发光体的表面亮度。亮度以符号 $L$ 表示，单位为坎德拉每平方米( $\text{cd}/\text{m}^2$ )。

亮度与人的视觉能力有一定的关系，但其主要取决于发光体或反光体的被观察面在视线方向的光通量密度。在光源确定的情况下，发光体(反光体)的透光效果和反光效果决定了其亮度。例如，假定在同一光源下并排放置一个黑色物体和一个白色物体，此时它们的照度相同。但是由于白色物体反光效果好，所以白色物体所反射出来的光通量密

度就大于黑色物体，即白色物体的发光强度高于黑色物体，因而我们看到白色物体比黑色物体要更亮一些。鉴于此，在室内照明设计中，要充分考虑环境中各界面及物体的色彩特性，同时有针对性地进行灯光的组织，以调节总体照明效果。

## 1.2 光与室内环境的关系

光的存在是我们认识世界的基础，也是可以改变我们对世界的认识的条件。当我们处于一个室内空间中时，光线的变化会使我们看到的空间、物体、色彩等随之发生变化，其中不仅是直观效果的变化，同时也伴有感觉的变化。因而，对光与环境要素关系的了解是进行室内照明设计的基础。

### 1.2.1 光与视觉

视觉是因光作用于视觉器官，经由整个视觉系统加工后而产生，即视觉依赖于光。而视觉使人得以感知世间万物的形象，室内光环境的优劣是由视觉的特性所决定的，只有了解视觉特性，才有可能创造出良好的光环境。

#### 1.2.1.1 暗视觉、明视觉和中介视觉

视网膜是人眼感受光的部位，网膜上的视细胞层（感光层）包括杆细胞和锥细胞。杆细胞主要在离中心凹较远的视网膜上，而锥细胞则在中心凹处最多。这两种细胞对光的感受性不同，在不同视场下起到不同的作用。杆细胞对光的感受性很高，而锥细胞对光的感受性很低。因此，在照度较低的环境里，即视场亮度在大约 $10^{-6} \sim 10^{-2} \text{cd/m}^2$ 时，只有杆细胞工作，而锥细胞不工作，这种视觉状态称为暗视觉。当亮度达到 $10 \text{cd/m}^2$ 以上时，锥细胞的工作起着主要作用，这种视觉状态称为明视觉。而视场亮度在 $10^{-2} \sim 10 \text{cd/m}^2$ 时，杆细胞和锥细胞同时

起作用，此时的视觉状态称为中介视觉（图1-2）。

虽然杆细胞对光的感受性很高，即对弱光敏

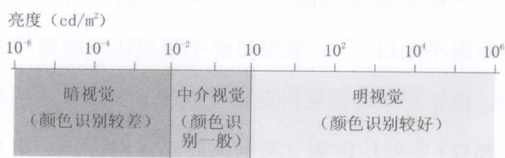


图1-2 暗视觉、明视觉和中介视觉

感，但它却不能分辨颜色。而尽管锥细胞只有在强光刺激下才容易产生视觉兴奋，但它具有颜色感。因此，人只有在照度较高、视场明亮的条件下，才有良好的颜色识别能力。在低照度的暗视觉中，颜色感则很差，各种颜色的物体都给人以蓝、灰的色感，且不能辨认目标物的微小细节。

#### 1.2.1.2 视觉阈限

人类之所以能在不同的视场看到事物，是因为人的视觉系统能够进行主动调节，以获取适宜的光通量，形成一定的视觉感受。但这种可视范围和自调能力是有一定限度的，当视觉系统获取的光通量低于这一限度时，视觉器官就无法产生光感。能引起光觉的最低限度的光量（光通量）称为视觉的阈限。视觉阈限通常用亮度来度量，所以又称为亮度阈限。

与视觉的亮度阈限有关的因素有很多。

##### (1) 目标物的大小

视觉的亮度阈限与目标物的大小有关。通常情况下，目标物的大小用观察目标物时眼睛所张的角度表示，称为视角。视角越小，即目标物的相对大小越小，则亮度阈限越高；视角越大，即目标物的相对大小越大，则亮度阈限就越低。而当视角超过 $30^\circ$ 时，亮度阈限不再降低。

##### (2) 目标物的颜色

视觉的亮度阈限与目标物发出的光的颜色有关。由于在暗视觉条件下，光谱光效率向短波方向偏移，所以在相同视角下，对波长较长的光，例如红光、黄光，其亮度阈限值就高；对波长较短的

光，例如蓝光，则亮度阈值要低一些。

### (3) 空间和时间

人眼的视觉阈限与空间和时间因素有关。对于范围不超过 $1^\circ$ 、呈现时间不超过0.1s的暂短刺激，视觉阈限遵循里科定律（亮度 $\times$ 面积=常数）和邦森·罗斯科定律（亮度 $\times$ 时间=常数）。当光的作用时间超过0.2s时，时间对视觉阈限就不再产生影响。

#### 1.2.1.3 明适应和暗适应

光亮度的不同，形成人视觉器官感受性的差异，这种随着光刺激的变化而相应变化的感受性称为适应。适应有明适应与暗适应两种。

无论在照度高达数万勒克斯的阳光下，还是在仅有百分之几勒克斯照度的月光下，我们都可以看清事物，要能在这样宽广的亮度变化环境下看清被识别对象，其感受性必须随之变化。变化的过渡过程与杆状体和锥状体两种细胞替换工作有关，还与瞳孔扩大、缩小以及视网膜上的化学变化等因素有关。而适应的时间则有长有短，视具体情况而定。

一般来说，暗适应需要较长的过渡时间。当我们由光亮处进入黑暗处时，开始一切都看不见，需要经过一段时间才可以逐渐看清暗处物体的轮廓。在这个过程中，瞳孔由亮光处的状态逐渐放大，进入眼中的光通量随之增加，视觉感受也慢慢提高，但整个过程必须在杆状体细胞进入工作状态

后才能完成，经过大约30min之后，视觉感受才趋于稳定（图1-3）。

明适应发生在由暗处到亮处的情况下。开始时，人眼也不能很好地辨别物体，几秒到几十秒后，物体的形象才逐渐清楚。这个过程也是眼的感受性降低的过程。当我们进入明亮处时，瞳孔缩小，视网膜的感受性降低，杆状体退出工作而锥状体开始工作，使得视觉慢慢趋于稳定。

当视场内出现急剧的明暗变化时，眼睛不能很快适应，视力便会下降。为了满足眼睛的适应性要求，提高照明质量，需要对视场明暗转换处的照明进行相应处理。例如，在隧道入口处需要一段明暗过渡照明以保证一定的视力要求，缩短暗适应的时间；而隧道出口处需要明适应发生作用，因明适应时间很短，一般在1s以内，故可不作其他处理。对于一般室内空间照明来说，尽管不必同隧道照明一样严格，但仍需采取一定措施以利于视觉适应。

#### 1.2.1.4 视力

视力的定性含义是眼睛区分精细部分的能力，视力的定量含义是指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、生活环境、工作环境、年龄因素都是影响视力的因素。

#### 1.2.1.5 后像

视觉不会瞬时产生，也不会瞬时消失，特别是在高亮度的闪光之后往往还能感到有一连串的后像，这种现象称为后像。视觉后像有两种，当视觉神经兴奋尚未达到高峰，由于视觉惯性作用残留的后像叫正后像；由于视觉神经兴奋过度而产生疲劳并诱导出相反的结果叫负后像。正后像是亮的，与闪光的颜色一样，负后像比较暗，颜色接近于闪光的补色。强烈的后像对视力工作特别有害，当有极亮的发光体突然从眼前闪过，在一定时间内，我们总会感到眼前有一个黑影，这便是极亮发光体的后像。

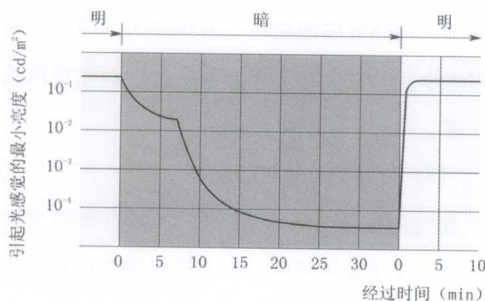


图1-3 暗适应与明适应

### 1.2.1.6 眩光

视场中有极高的亮度或存在强烈的亮度对比时, 便会造成视觉降低和人眼睛的不舒适甚至痛感, 这种现象统称为眩光。按其评价的方法, 前者称为失能眩光, 后者称为不舒适眩光。

当一个明亮光源发出的光线被一个光泽的或半光泽的表面反射入观察者眼睛时, 会产生轻度分散注意力直至相当不舒适的感觉。如果这种反射发生在作业面上, 就称为“光幕反射”, 若发生在作业面以外时, 就称为“反射眩光”。光幕反射会降低作业面的亮度对比, 使视觉工作效果降低, 从而也就降低了照明效果。

室内照明环境中影响眩光的原因有很多, 例如, 光源表面或灯具反射面的亮度越高, 眩光越显著; 光源距离视线越近, 眩光越显著; 视场内光源面积越大、数目越多, 眩光越显著。

## 1.2.2 光与颜色

### 1.2.2.1 光色

在光环境设计中, 照明光源的颜色质量由两个方面决定, 即色表与显色性。

#### (1) 色表

色表是人眼看到的光源所发出的光的颜色, 即光源的表现颜色, 通常以色温或相关色温来表示。图1-4为表示光源的颜色性质的色度图。

当某一光源的色度与某温度下的完全辐射体(黑体)的色度相同时, 完全辐射体(黑体)的温度(绝对温度, 单位为开尔文, 符号为 $K$ )即为该光源的色温。色温能够恰当地表示热辐射光源的颜色。但大部分放电光源发射的光的颜色与黑体在任何温度下所发射的光的颜色都不完全相同, 只有类似的颜色, 所以, 当光源所发射的光的颜色与黑体在某一温度下发射的光的颜色最接近时, 黑体的温

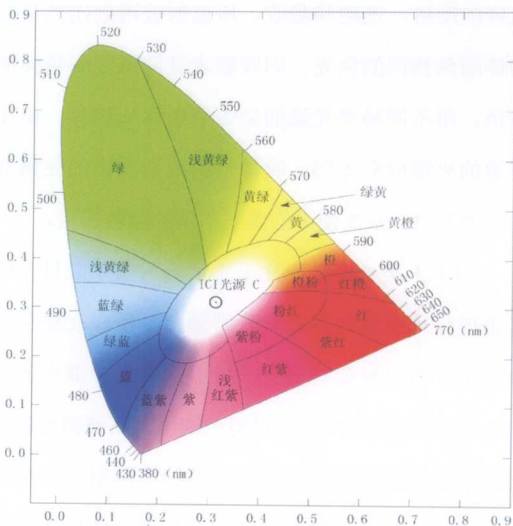


图1-4 色度图

度就称为该光源的相关色温。

黑体是将电磁波全部吸收, 既没有反射, 也没有透射的物体。在黑体辐射中, 随着温度的不同, 光的颜色也不相同。色温为2000K的光源所发出的光呈现橙色; 色温为2500K左右的光呈浅橙色; 色温为3000K左右的光呈橙白色; 色温为4000K左右的光呈白中略显橙色; 色温为4500~7500K左右的光近似白色(其中5500~6000K的光最接近白色); 日光的平均色温约为6000~6500K。

光源色温高低的不同会产生冷或暖的感觉, 冷暖感是因为我们适应了太阳光, 而对太阳光的色温产生适中感, 即光的冷暖界限是以其色温与日光色温的比较而产生的。为了调节冷暖感, 可根据不同地区不同场合的情况, 采取与实际感觉相反的光源来增加舒适感。如在寒冷地区宜使用低色温的暖色光源, 而在炎热地区宜使用高色温的冷色调光源。

#### (2) 显色性

显色性是指在光源的照射下, 与具有相同或相近色温的黑体或日光的照明相比, 各种颜色在视觉上的失真程度, 即光源对它照射的物体颜色的影响作用。光源的显色性以一般显色指数 $R_a$ 来表示。

当光照射到某一物体上时, 物体对光表现出有

选择的反射、透射和吸收。所反射或透射出的是与物体颜色相同的色光，则观察者就能感受到物体的颜色。用不同种类光源的光去照射同一物体，由于光源的光谱成分不同，物体反射或透射出的光谱成分也就不同，从而使人们得到不同的颜色感觉。

由于人类长期在日光下生活，习惯了以日光的光谱成分和能量为基准来分辨颜色，所以在显色性测定中，将日光或与日光很接近的人工标准光源的一般显色指数定为100。对同一物体，在被测光源的光照射下呈现的颜色与标准光源的光照射下所呈现的颜色的一致程度越高，则被测光源显色指数 $R_a$ 越大，即显色性越好；一致程度越低，则被测光源显色指数 $R_a$ 就越小，即显色性越差。

#### 1.2.2.2 光色与物体色的关系

颜色来源于光。实际上，物体的色彩是物体对光源的光谱辐射有选择地反射或透射而使人产生的感觉。物体的正常颜色是在日光下所呈现出来的颜色，其颜色取决于物体表面光谱反射率。当一物体在阳光下呈现黑色时，在我们的观念中，该物体的固有颜色就是“黑色”。其之所以呈现黑色，是因为物体接受了太阳光后，只反射出黑色的光。而在不同光源下，该物体颜色则不一定呈现出它在阳光下时我们所看到的颜色，这是因为光源的光谱组成对于颜色的显示也至关重要。

#### 1.2.2.3 光色的混合

颜色的混合是指两种或两种以上的颜色混合在一起，会产生一种新的颜色。光色的混合与物体色（颜料）的混合有很大的差别，光色的混合遵循加法混色，物体色的混合遵循减法混色。

在色度学中，将红（波长为700nm）、绿（波长为546.1nm）、蓝（波长为435.8nm）称为三原色。这是因为，它们之中的任何一个颜色都不可能由另外两种颜色混合而得，但我们看到的任何一种颜色都可以由它们匹配出来。例如，将红色光与绿

色光以不同光强进行匹配，随着光强的变化可得出的一系列新的颜色，如红橙色、橙黄色、橙色、黄橙色、黄色、黄绿色、绿黄色等；同样，将红色光与蓝色光、绿色光与蓝色光相混合，也会产生一系列介于其两者之间的颜色。如果将红色光、绿色光、蓝色光以适当的比例混合，会产生白色光，而白色是我们在绘画时调配不出来的颜色。

光的混合遵循以下规律：

(1) 补色律。以适当比例进行混合能产生白色或灰白色的两种光，称为互补色。如黄色光和蓝色光混合可获得白色光，故黄色光与蓝色光互为补色。

(2) 中间色律。两种非互补色光混合可产生中间色。中间色倾向于比重大的光色。

(3) 替代律。表观颜色相同的光，不管其光谱组成是否相同，其在颜色相加混合中具有同样的效果。

(4) 亮度叠加律。由几种颜色的光组成的混合光色的亮度，是各种颜色的光亮度的总和。颜色的光学混合是由不同颜色的光线同时引起眼睛兴奋的结果。

颜色的光学混合定律在装饰与艺术照明中有很高的实用价值，三基色光源也是应用颜色光学混合定律制成的。

### 1.2.3 光与空间

光的存在可以使空间产生一定的效果，而光的变化也会使空间具有不同的感觉。通常情况下，空间的开敞感与光的亮度成正比，即明亮的房间感觉要大一点，而昏暗的房间感觉要小一点。如图1-5所示，与图1-5(b)相比，图1-5(a)光源照度相对较高，房间则显得明亮，因而感觉图1-5(a)中的房间相对较为宽敞，事实上只是对同一房间采用了

不同照度光源的结果。对空间中的同一光源来说,当其光线的空间分布方向发生变化,空间效果随即发生改变,上部空间光线多时,空间显得高;下部空间光线多时,空间显得矮一些。在图1-5中,图1-5(c)与图1-5(d)的差异是房间内落地灯的光通方向不同,图1-5(c)中因采用上投光落地灯而使空间显得更高一些。此外,光源在空间中的设置位置的不同,也会产生不同的空间效果。

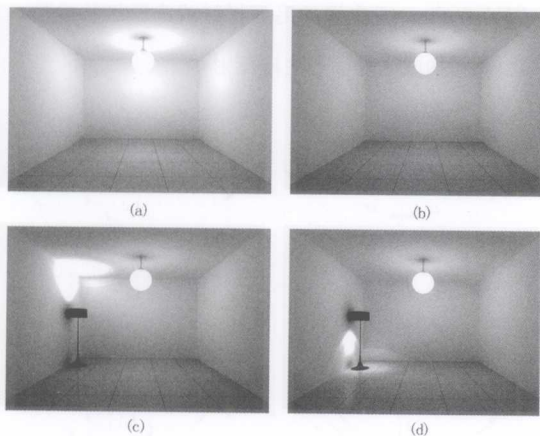


图1-5 灯光变化对室内空间的影响

光不能改变空间本身,但光的存在可以使空间产生一种假象,给人造成错觉,从而改变人们对空间的感觉,这正是光的基本使用价值之外的作用。在室内照明设计中,经常利用光的这种作用,通过对光照度、光通量分布、光源的位置、光的投射角度等条件的变化,来美化和改善空间,甚至形成不同的场景变化。

### 1.2.4 光与室内装饰材料

光在均匀介质中的传播方向不会发生改变,但当光的传播遇到不同介质的阻挡时,其传播方向就会发生变化,而产生反射、透射和吸收现象。室内空间中能看到的光不都是直接由光源所发出的光,绝大多数光是经由空间中的物体和空间界面反射或透射的光。我们之所以能够看到事

物,也是因为当光线照射于事物时,事物把投射在它表面的光反射到我们的眼中,或者光线透过事物发射到我们的眼里,这些反射或透射的光线信息经由我们视觉系统的加工处理,形成了我们对事物的视觉感受。而因为不同的材料、不同的色彩对光线反射或透射的结果不同,所以使我们产生了对事物特性的不同认识。因为室内空间是由不同材料构建而成的,所以要实现良好的照明效果,必须了解不同材质的特性,以掌握其对光传播的影响,同时,还要了解光线经过这些材料的反射和透射后在空间的分布规律。

#### 1.2.4.1 材料对光传播的影响

当光照射到物体表面时,光的传播方向就会发生变化,一部分光被物体表面反射出去,一部分光会被物体吸收,在光照射到透光物体时,还会有一部分光透过物体继续传播。

例如,当光线照射到悬放于空间中的一块玻璃板时,由于玻璃板阻挡了照射在它表面的光的直线传播,从而会引起光线传播的变化。光照射到玻璃板表面后,一部分光通量被玻璃板表面反射( $\Phi_p$ )出去,一部分光通量可能会透过( $\Phi_\zeta$ )玻璃板继续传播,还有一部分则会被玻璃板所吸收( $\Phi_a$ )。根据能量守恒定律,入射光通量( $\Phi_i$ )等于上述三部分光通量之和,即

$$\Phi_i = \Phi_p + \Phi_\zeta + \Phi_a$$

反射光通量与入射光通量的比值称为反射比,也称反射系数,以 $\rho$ 表示

$$\rho = \Phi_p / \Phi_i$$

透射光通量与入射光通量的比值称为透射比,也称透射系数,以 $\zeta$ 表示

$$\zeta = \Phi_\zeta / \Phi_i$$

事物吸收的光通量与入射光通量的比值称为吸收比,也称吸收系数,以 $\alpha$ 表示

$$\alpha = \Phi_a / \Phi_i$$

就室内照明设计而言，因为各种装饰材料对光的反射、透射等具有不同的效率，所以在进行室内照明设计之前，要对所用装饰材料的特性有足够的认识，以便进行针对性的灯光设置。同时，反射、透射原理对照明工具也有很大影响，是选择灯光效果应考虑的重要因素之一，所以应对光的反射与透射做较为详细的了解。

#### 1.2.4.2 材料的光反射

光辐射由一个表面返回，若组成辐射的单个分量的频率没有变化，这种现象叫做反射。反射光的强弱与分布形式取决于材料的表面特性，也与光的入射方向有关。例如，垂直入射到透明玻璃板上的光线约有8%的反射比。加大入射角度，即向玻璃板做倾斜照射，反射比将随之增大，最后会产生全反射。

光的反射因材料的表面特性的差异产生两类分布形式，一类反射光呈规则状态，即规则反射；另一类反射光呈扩散状态，即扩散反射。在扩散反射中，根据反射光的具体分布又可分为定向扩散反射、漫反射和混合反射等。

##### (1) 规则反射

规则反射又叫镜面反射，其入射光线、反射光线及反射表面的法线同处于一个平面内，入射光与反射光分别位于法线两侧，且入射角等于反射角（图1-6a）。

玻璃镜面和磨光的金属、石材具有光滑密实的表面，可形成规则反射。对规则反射的利用是控制光强分布和提高光源利用率的有效方法之一。绝大多数节能灯具都利用这一现象，通过制作铝板、不锈钢板、镀铬铁板、镀银或镀铝的玻璃和塑料等材质的遮光罩，来提高光源的利用率。

##### (2) 定向扩散反射

定向扩散反射是一种既存在规则反射，又存在以规则反射光为中心向外扩散反射的一种反射形

式。在定向扩散反射中，反射光保持与入射光分别位于法线两侧的特点，其中以规则反射部分的光线最强（图1-6b）。经过冲砂、酸洗或锤点处理的粗糙金属表面具有定向扩散反射的特性。

##### (3) 漫反射

漫反射是一种反射光自由发散的反射方式，其特点是反射光的分布与入射光方向无关，在宏观上没有规则反射，反射光不规则地分布在所有方向上（图1-6c）。无光泽的毛面材料或由微细的晶粒、颜料颗粒构成的表面产生漫反射。

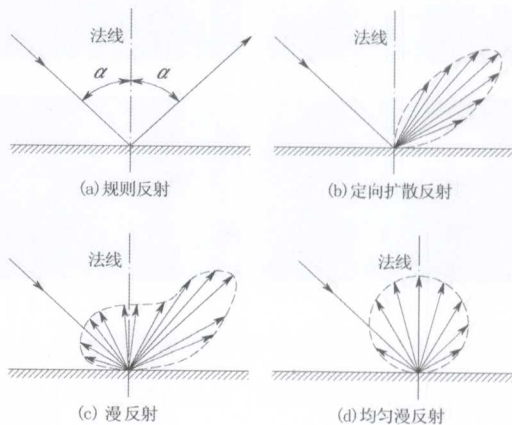


图1-6 反射光的分布形式

若反射光的光强分布与入射光的方向无关，而且反射光呈现出以入射光与反射面的交点为切点的圆球状分布，这种漫反射称为均匀漫反射（图1-6d）。均匀漫反射材料的光强分布与亮度分布见图1-7。其反射光的最大发光强度在垂直于表面的法

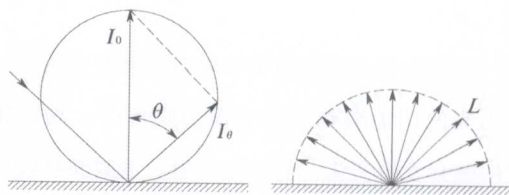


图1-7 均匀漫反射材料的光强与亮度分布

线方向，其余方向的光强同最大光强有以下关系：



$$I_{\theta} = I_0 \cos \theta \quad (\text{cd})$$

该式称为朗伯余弦定律。其中 $I_{\theta}$ 表示反射光与表面法线夹角为 $\theta$ 方向的光强 (cd),  $I_0$ 表示反射光在反射表面法线方向的最大光强 (cd)。符合朗伯定律的材料叫朗伯体, 这类材料无论入射光的方向如何, 其表面各方向上的亮度都是相等的。氧化镁、硫酸钡、石膏等具有这种特性。装饰工程中的大部分常用无光泽饰面材料都可近似地看作均匀漫反射材料, 如粉刷涂料、乳胶漆、无光塑料墙纸、陶板面砖等。

根据朗伯定律, 可以导出由照度计算均匀漫反射材料表面亮度的简便公式:

$$L = \rho E / \pi$$

由照度计算均匀漫透射材料表面亮度计算公式为:

$$L = \tau E / \pi$$

式中,  $L$ 表示反射光或透射光表面亮度 ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ),  $\rho$ 表示材料反射比,  $\tau$ 表示材料透射比,  $E$ 表示材料表面的照度 (lx)。这两个公式常用作环境平均亮度的计算。

#### (4) 混合反射

规则反射和漫反射共存的现象称为混合反射。多数材料表面有混合反射特性, 例如光亮的陶瓷表面。

#### 1.2.4.3 材料的光透射

光线通过介质时, 如果组成光线的单色分量频率不变, 这种现象便称为透射。玻璃、晶体、某些塑料、纺织品、水等能透过大部分入射光, 都是透光材料。材料的透光性能不仅取决于它的分子结构, 还与它的厚度有关。非常厚的玻璃或水将是不透明的, 而一张极薄的金属膜可能是透光的, 至少可以透过部分光线。

材料透射光的分布形式也可分为规则透射、定向扩散透射、漫透射和均匀漫透射四种 (图1-8)。透明材料属于规则透射, 在入射光的背侧可以清晰

地看见光源与物像。磨砂玻璃是典型的定向扩散透射, 在其背光的一侧仅能看见光源模糊的影像。乳白玻璃具有均匀漫透射的特性, 整个透光面亮度均

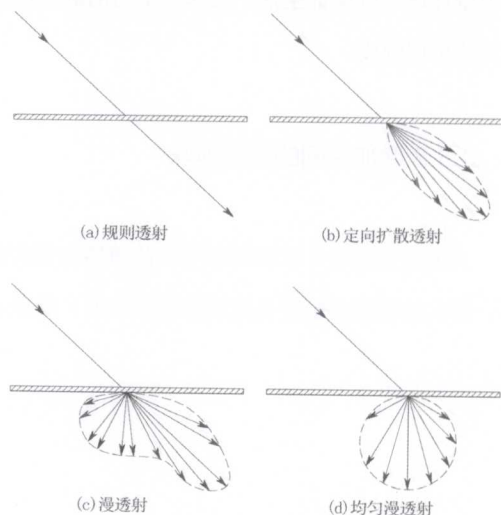


图1-8 透射光的分布形式

匀, 完全看不见背侧的光源和物像, 是做灯具滤光片的很好材料。

## 1.3 室内光环境的意义

室内光环境包括自然采光和人工照明两部分, 为室内空间基本功能的实现和空间价值的更好发挥起到了保障作用。

### 1.3.1 满足空间的使用功能

任何室内空间都离不开光, 没有光的环境, 人们就不能工作、学习和生活, 室内空间的价值就难以实现, 所以室内光环境的首要意义是使空间的使用功能能够实现。一盏烛光能够为我们的读书提供光亮, 而一只40W的荧光灯也能使我们有一个明亮的读书环境, 但是, 在哪个环境下我们读书的效率更高? 在哪个环境下我们更不容易视觉疲劳? 因而, 良好的光环境的意义, 不仅仅