

《电世界》丛书

实用照明技术

《电世界》杂志社 编

上海科学技术出版社

实用照明技术

《电世界》杂志社 编

上海科学技术出版社

实用照明技术

《电世界》杂志社 编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所经销 常熟市第七印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 9.25 字数 199,000

1997年8月第1版 1997年8月第1次印刷

印数 1-5,000

ISBN 7-5323-4027-9/TM · 193

定价:9.80元

内 容 提 要

本书内容以曾在《电世界》月刊中刊登过的《照明技术讲座》为主线,汇集了有关照明文章编写而成。全书共分六章,内容包括:光和视觉、电光源、灯具、照明设计基础、照明设计实例及照明灯具安装。本书的重点放在第五章,着重介绍了住宅照明、中小学校教室照明、工业厂房照明、计算机房照明、图书馆照明、现代化办公室照明、大型和特大型铁路客运站房照明、体育建筑照明、建筑物泛光照明、园林和建筑小品照明及岩溶洞照明设计。本书内容丰富,实用性强,是广大从事建筑电气照明、设计与安装工程技术人员的一本很好参考书。

本书可供建筑、工矿企业及市政建设、大专院校等从事建筑电气照明设计、安装及施工的工程技术人员参考,也可供广大电工参考。

前 言

《电世界》自1946年创刊以来，以出版《电世界》月刊为主，同时出版了《电世界信箱选集》、《电工问答1500例》、《家用电冰箱原理与维修》、《电子实用线路》、《大楼的电气照明工程安装》、《电气事故分析与处理》、《电工测验500例》等丛书，本书也是丛书中的一本。

本书内容以曾在《电世界》月刊中刊登的《照明技术讲座》为主线，汇集了有关照明文章编成此书。本书读者对象为建筑、工矿企业及市政建设、学校等从事照明设计的工程技术人员和电工，也可供对照明技术感兴趣者参考。

本书主要作者有杨公侠、吴荣华、何鸣皋、瞿元龙、章海骢、刘凤兰、唐光锐、孙钧陶、王建民、鄢志和、蒋沛昌、尚永绵、刘宗发、贺莉清、徐志全、陈涤乾、张韧、刘以农、俞丽华、赵文玮、朱田宜、陶功武、屠涵海、缪兴、梁毅民、李润霞、李国宾、徐钟芳、孙建明、黄德明、江予新、周鸿昌、朱桐城、王常余、陈文忠等，值此出版之际，谨对以上同志表示衷心感谢。

本书由郭博任主编，冯维泰和潘稚英任编辑。

《电世界》杂志社

1996年5月

目 录

第一章 光和视觉	1
第一节 光的性质和量度	1
一、光的性质	1
二、光的量度和相互间的关系	3
第二节 人眼和视觉过程	7
一、眼睛和视觉	7
二、光环境的主要判据	10
三、照度的重要性	14
第二章 电光源	19
第一节 电光源的分类	19
一、电光源的主要参数指标	19
二、固体发光光源	20
三、气体放电光源	23
第二节 高效节能电光源	33
一、白炽灯	33
二、荧光灯	34
三、高压汞灯	36
四、卤钨灯	36
五、金属卤化物灯	37
六、钠灯	38
第三节 自镇流荧光高压汞灯	39
一、自镇流的工作原理	40
二、自镇流的优点分析	42

三、自镇流的缺点分析	43
四、意见	47
第四节 卤钨灯	47
一、原理	47
二、合理选购	48
三、正确使用	49
第五节 金属卤化物灯	51
一、原理和特性	51
二、点灯电路	53
第六节 管型钠灯	58
一、主要组成	58
二、故障与维修	61
第七节 紧凑型荧光灯	62
一、特点	62
二、经济分析	63
三、推广使用	64
第八节 电光源器件的发展趋势	65
一、采用金属卤化物灯和高压钠灯	66
二、采用 $\phi 26\text{ mm}$ (即 T 8 管径)细管径荧光灯	67
三、采用单端荧光灯(简称节能灯)代替白炽灯	68
四、推荐采用 PAR 型卤钨灯	68
五、限制白炽灯产量及其单个功率	69
六、用电子镇流器取代电感镇流器	69
七、淘汰碘钨灯	70
八、在户外采用光电控制开关,在户内采用触摸延时开关	70
第三章 灯具	71
第一节 灯具的选择	71
一、安全性能	71

二、照明功能	75
三、外观造型	83
四、经济性	83
第二节 灯具的蝙蝠翼配光曲线	86
一、视觉四要素	86
二、光幕反射	87
三、蝙蝠翼配光曲线	90
四、产生蝙蝠翼配光的几种方法	93
第三节 板块式投光灯灯具	94
第四节 冷光束节能投射灯	96
一、结构特点	96
二、主要规格和技术数据	98
三、经济效益	99
第五节 喷泉水下彩色照明	100
一、水下照明、水池照明的不同要求	100
二、喷泉水下照明用光源和灯具	100
三、喷泉水下照明的控制方式	103
四、喷泉水下照明灯设置过程中的注意事项	104
第六节 航空障碍灯	108
一、设置障碍灯的有关规定和建议	109
二、全自动航空障碍灯	112
三、MD 系列长寿命航空障碍灯	116
第四章 照明设计基础	121
第一节 照明设计的要素	121
一、照明对象	121
二、照明方式	121
三、照明种类	123
第二节 照度、亮度及其计算	124

一、照度	124
二、亮度	125
第三节 室内灯具的布置	126
一、灯具布置的要求	126
二、灯具距高比(L/H)的确定	126
第四节 照明线路的安装	128
一、导线的选择和敷设	128
二、灯具安装	128
三、配电箱安装	129
四、开关安装	130
五、插座安装	130
第五章 照明设计实例	131
第一节 住宅照明设计	131
第二节 中小学校教室照明设计	136
第三节 工业厂房照明设计	154
一、多跨工业厂房	154
二、中小型工业厂房	165
三、大型工业厂房	176
四、彩电装配车间	178
五、其他照明	183
六、照明装置的电气安全	183
第四节 计算机房的照明设计	184
第五节 图书馆照明设计	194
第六节 现代化办公室照明设计	200
第七节 大型、特大型铁路客运站房照明设计	207
第八节 体育建筑照明设计	214
第九节 建筑物泛光照明设计	224
第十节 园林及建筑小品照明设计	238

第十一节 岩溶洞照明设计	246
第六章 照明灯具的安装	254
第一节 荧光灯具的安装	254
一、灯具固定	254
二、镇流器安装	256
三、灯座选择	257
四、接线	258
第二节 塑料胀管的施工方法	258
第三节 电气照明电线保护管的选择与安装	262
第四节 照明开关及其安装	269
一、开关种类及选择	269
二、开关安装	271
第五节 照明线路绝缘电阻的测试	272
一、导线敷设后的绝缘测试	273
二、接线后的绝缘测试	273
第六节 安装后的单相插座接线检查方法	275
第七节 音乐彩灯喷泉水下电缆进线密封工艺	281
一、制作穿线管	281
二、电气连接	282

第一章 光和视觉

人的所有感觉都很重要，但视觉是我们与周围环境之间的最重要联系，几乎 80% 的信息是通过视觉获得的，并且强烈地影响着我们的活动方式。“看”只有存在光时才有可能，光可来自天然的光源(太阳、天空、月亮)或人工的光源。

第一节 光的性质和量度

一、光的性质

光是能引起视觉的辐射能，是一种电磁波。电磁辐射的波长范围很广(见图 1-1)，只有波长在 380~780 nm(纳米，等于 10^{-9} 米)的辐射才能引起视觉，波长短于 380 nm 的紫外线、X 射线、 γ 射线、宇宙线等以及长于 780 nm 的红外线、无线电波等都不能引起视觉。

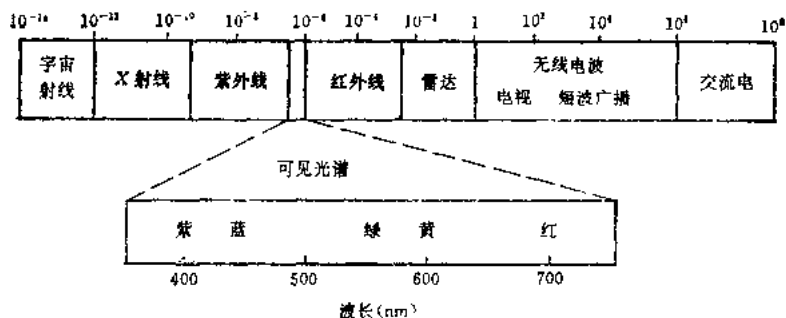


图 1-1 电磁辐射的波长范围

不同波长的光在视觉上引起不同的颜色感觉。用一棱镜可将白光分解成几种不同颜色的部分，红、橙、黄、绿、蓝和紫。波长各为：红，630~780 nm；橙，600~630 nm；黄，565~600 nm；绿，500~565 nm；蓝，435~500 nm；紫，380~435 nm。

当光落在一个表面上时，一部分光被反射回来，这现象叫光的反射，另一部分光未被反射而被介质吸收并最终转变成热，这现象叫做光的吸收。当光落在一个或多或少透明的介质表面时，一部分未被反射或吸收的光将穿过介质，这叫光的透射。光穿过一个透明介质进入另一个不同密度的介质时，除了沿界面法线方向投入的光线以外，其它光线的方向将会改变，这叫折射。电磁辐射的波长越短其能量越高，如X射线比无线电波的破坏势能大得多，但在可见光范围内波长能量变化不大。

当我们考虑到光时，一方面光是能量，另一方面它又涉及眼睛的感觉。这两个截然不同的问题使我们在谈到光时很难用数量来表示。为了解决这个难题，我们就用辐射的能量与人眼对光的灵敏度的积来量度光。即光被作为用人眼的灵敏度来量度的辐射。图 1-2 中的曲线表示人眼对于不同波长单色光的平均相对光谱灵敏度，叫做光谱光视效率函数，也称作 CIE (国际照明委员会) 标准光度观察者的光谱光视效率。它反映了在明亮环境，即大于 $3\sim 5 \text{ cd/m}^2$ (坎/米²) 中，人眼的平均相对光谱灵敏度，也称 $V(\lambda)$ 曲线。这是本世纪 20 年代科学家利用不同方法，对 200 多个观察者所得的平均值曲线。 $V(\lambda)$ 表示人眼在明亮的环境中对于波长为 555 nm 的黄绿色光最为灵敏。曲线 $V'(\lambda)$ 表示人眼在暗环境，即小于 0.001 cd/m^2 中对于波长为 507 nm 的蓝绿色光最为灵敏。

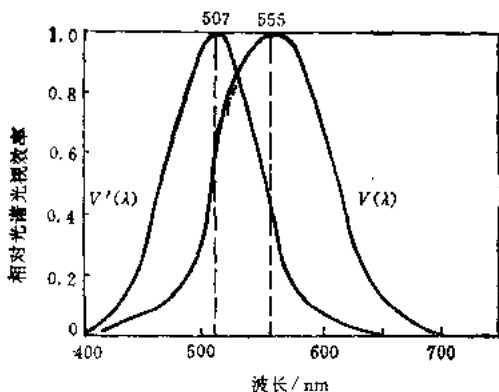


图 1-2 光谱光视效率曲线

二、光的量度和相互间的关系

1. 光的量度

(1) 光通量 光源在单位时间内向周围空间辐射并引起视觉的能通量称为光通量。其符号为 Φ 。

根据上述以光的能量和人眼对光的灵敏度的积来量度光的假设，我们定义波长为 555 nm 的光辐射的 1W 能通量为 1 个“光瓦”。在可见范围内，其它波长的光辐射的 1W 能通量，必须乘以该波长相对光谱光视效率（见图 1-2），即可得到这种波长辐射的光瓦数。由于光瓦的单位较大，通常在照明中采用一个较小的叫做流明（lm）的单位，简称流。1 光瓦 = 683 lm。

(2) 发光强度 光源在某一特定方向上单位立体角内辐射的光通量，称为光源在该方向上的发光强度，简称光强。其符号为 I 。

在光学发展的过程中，人们早已建立了一种可再现的发光标准——烛光，即是一个在给定方向上的发光强度单位。

1948年后国际上统一了标准，定发光强度的单位为坎德拉(cd)，简称坎。

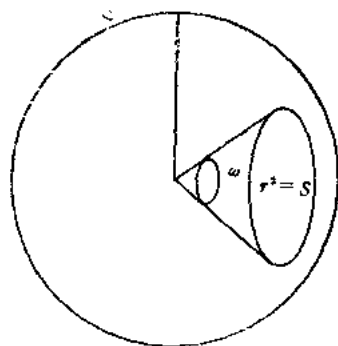


图 1-3 坎的确定方法

图 1-3 中以一锥体顶点为球心，任意长度 r 为半径作一球面，被锥体截取的一部分球面面积为 S ，则此锥体限定的立体角 $\omega = S/r^2$ 。立体角的单位为球面度(sr)。当 $S = r^2$ 时， $\omega = 1 \text{ sr}$ 。1979 年第 10 届国际计量大会通过的定义为：发出频率为 $540 \times 10^{12} \text{ Hz}$ 的单色辐

射光源在给定方向上的辐射强度为每球面度 $1/683 \text{ W}$ 时，该光源在给定方向上的发光强度定为“坎”(cd)。

据此， 1 lm 即为一个光源在所有方向上辐射出 1 cd 的光强时单位立体角内的光通量。

(3) 照度 落在单位面积上的光通量，即受照平面上接受的光通量的面密度，称为光照度，简称照度。其符号为 E ，单位为勒克斯 (lx)，简称勒。1 勒克斯等于 1 流明的光通量均匀地分布在 1 平方米表面上所产生的照度。即 $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$ 。

(4) 亮度 在视线方向单位投影面积上的光强，称作亮度，其符号为 L 。亮度单位为 cd/m^2 (坎/米²)。对于图 1-4 中的锥体，因观看的方向不同，在视线方向的投影面积也不同。

实际上我们对于一个物体的明亮程度的判断取决于周围环境的亮度，因此，一辆汽车的前灯，晚间在没有路灯的道路上，亮得可使对面来的人失明；在路灯点得很亮的路上，人们

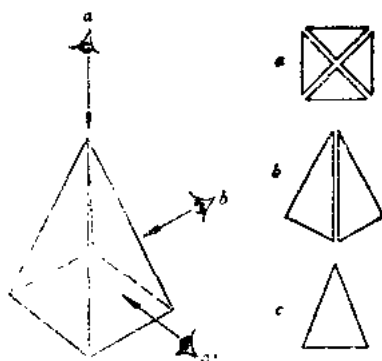


图 1-4 锥体不同观察方向的投影面积

可以忍受，在白天则不引人注意，这种主观的亮度感觉叫做视亮度。

2. 各个光度量之间的关系

(1) 光通量 Φ 与发光强度 I 的关系 如一个光源在各个方向的发光强度都是均匀的，那么任一方向的发光强度就等于光通量除以 4π 。即

$$I = \frac{\Phi}{4\pi}$$

(2) 光通量 Φ 与平均照度 E_{av} 的关系 一个面上的平均照度等于照射到此表面上的光通量 Φ 除以此表面的面积 A 。即

$$E_{av} = \frac{\Phi}{A}$$

(3) 发光强度 I 与照度 E 的关系 平方反比定律：垂直于光线方向的平面上点 P 的照度 E_P ，等于这个方向的光强 I 除以点 P 至(点)光源间的距离 d 的平方。即

$$E_P = \frac{I}{d^2}$$

据此可知距离加倍，照度降低至原照度的四分之一（见图 1-5）。

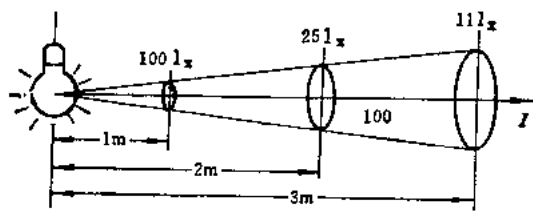


图 1-5 某点照度与该点至光源间距离的平方成反比

余弦定律：如果受照点 P 所在的单元表面并不垂直于光线的方向，面元的法线与光线方向的夹角为 γ ，则此点的照度

$$E_P = \frac{I}{d^2} \cos \gamma$$

(4) 发光强度 I 与亮度 L 的关系 一个发光表面或光反射面上的亮度 L ，等于光强 I 除此表面在光线方向的投影面积 A_s 。即

$$L = \frac{I}{A_s}$$

(5) 照度 E 与亮度 L 的关系 光反射表面上的发光强度通常是不知道的，而一般照度是知道的，故须求得 L 与 E 间的关系。对于完全漫射的表面来讲（如图 1-6 所示），表面的亮度为

$$L = \frac{\rho E}{\pi}$$

式中 ρ ——表面的反射率；

E ——表面照度。

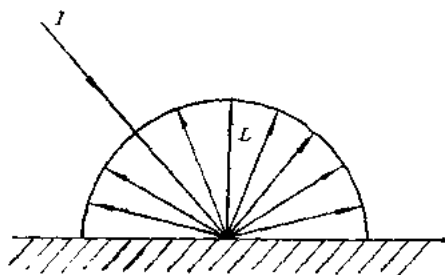


图 1-6 完全漫射的表面

第二节 人眼和视觉过程

一、眼睛和视觉

1. 眼睛的组成

眼睛是一个直径约 25 mm 的球状组织,如图 1-7 所示。位于眼球前部的透明膜,叫角膜。其后是虹膜,虹膜的中央有一洞叫瞳孔。瞳孔的大小随着视野亮度的变化而变化,以调

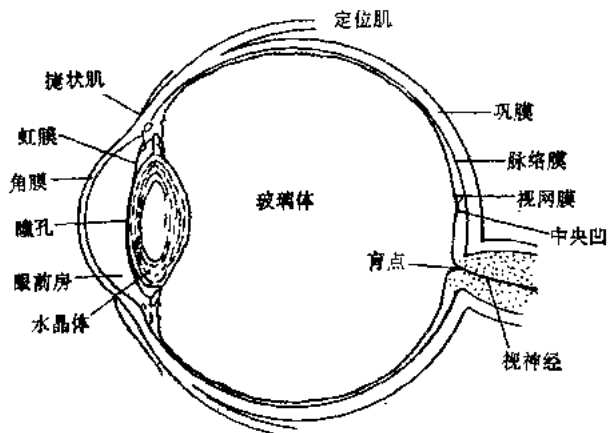


图 1-7 眼睛的结构图