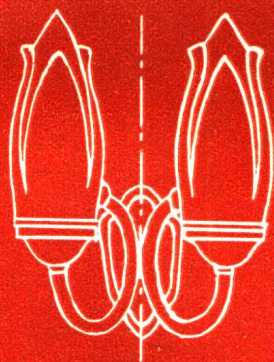


电工学教学小丛书

建筑的电气照明

沈旦五 编



人民教育出版社

15804

674.2

电工学教学小丛书

建筑的电气照明

沈旦五 编

人民教育出版社

本书是80年6月,在成都召开的高等学校工科电工教材编审委员会扩大会议,拟定编写的电工学教学小丛书之一。主要为高等院校工业与民用建筑专业学生学完电工学课程后的补充读物。

主要内容有:照明技术的基本概念,光源和灯具,照明的设计和照度的计算,照明线路的配置和电气照明设计的实例等。本书以电气照明的基本知识和照明设计的基本技能为主,所涉及的照明知识面稍宽,而设计计算力求简便实用。所以也可供学习照明设计的人员参考。

电工学教学小丛书
建筑的电气照明

沈旦五 编

人民教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
人民教育出版社印刷厂印装

开本787×1092 1/32 印张 6.5 字数 130,000

1981年8月第1版 1982年8月第1次印刷

印数 00,001—24,500

书号 15012·0348 定价 0.56 元

前 言

根据 1980 年 6 月电工教材编审委员会扩大会议精神,为了适应工科院校非电类专业对技术基础课“电工学”内容的不同要求,编写了本书作为工业与民用建筑专业电工学课程的补充读物之一。

近十几年来,照明技术有了很大的发展,新型电光源相继出现和广泛地应用,照明已成为人们在生产和生活中不可缺少的装置,对照明质量的要求也不断地提高。良好的照明可以提高劳动生产率,保证生产安全,对人们的身心健康和视力保护影响很大。电气照明虽然有它自身的特殊性,并已发展成为一专门的学科,但是它与建筑工艺有着非常密切的关系。照明是否经济合理,光照能否达到预期的良好效果,在很大程度上直接影响着现代化建筑的功能发挥和造型优美。为此,照明技术与建筑技术必须协调地配合。本书目的,就是使工业与民用建筑专业的毕业生与电气照明技术人员有共同语言,或者能单独进行较简单的照明设计。所以,在内容上以电气照明的基本知识和设计的基本技能为主,力求简明扼要,所涉及的照明知识面稍宽,而设计计算方面尽量采用简便实用的方法。故本书也可供学习照明设计的人员参考。

在本书编写过程中,得到了天津大学姚海彬同志,湖南大学杨贻馨同志,同济大学俞丽华同志和第一机械工业部设计院宁培泽同志等的热情指导和有力的支持,并且都提出了许多宝贵的意见,常顿山、肖鸿猷、陈宗穆等同志仔细地校阅

KDC 98/02

了稿件,本书初稿由天津大学莫仲景同志审阅,并提出宝贵意见,在此表示衷心感谢。由于自己的水平有限,编写仓促,书中的错误和缺点一定不少,尚请读者予以批评指正。

编者 1981.2

目 录

第一章 照明技术的基本概念	1
1-1 光量及其单位	1
一、可见光	1
二、光通量	1
三、发光强度(光强)	3
四、照度	4
五、亮度	6
1-2 材料的光学性质	8
一、定向的反射和透射	12
二、扩散的反射和透射	13
三、混合的反射和透射	15
四、光的吸收	15
1-3 视觉知识	16
一、人眼和视觉	16
二、影响视觉的因素	18
三、视觉的疲劳	21
1-4 颜色的概念	22
一、颜色的分类和特性	22
二、眼睛的颜色感觉	24
三、光源的颜色	26
四、物体的颜色	29
第二章 光源和灯具	31
2-1 常用照明电光源的种类和概况	31
2-2 白炽灯	31
一、白炽灯的构造和工作原理	31

二、白炽灯泡的型号及规格	33
三、白炽灯的特点和使用注意事项	33
2-3 卤钨灯	36
一、卤钨灯的构造和工作原理	36
二、卤钨灯管的型号及规格	37
三、卤钨灯的特点和使用注意事项	37
2-4 荧光灯	39
一、荧光灯的结构及其附件	39
二、荧光灯的工作原理	39
三、荧光灯及其附件的型号规格	41
四、荧光灯的特点和使用注意事项	41
五、特种荧光灯的简介	44
2-5 荧光高压汞灯	46
一、荧光高压汞灯的结构和工作原理	46
二、荧光高压汞灯的型号和规格	50
三、荧光高压汞灯的特点和应用	50
2-6 高压钠灯	51
一、高压钠灯的结构和工作原理	51
二、高压钠灯的型号和规格	53
三、高压钠灯的使用注意事项	53
2-7 金属卤化物灯和管形氙灯	54
一、金属卤化物灯	54
二、管形氙灯	55
2-8 灯具的作用和分类	59
一、灯具的作用	59
二、灯具的分类	63
2-9 灯具和灯具的吊装方式	65
一、灯具	65
二、灯具的吊装方式	72
第三章 照明的设计	75

3-1 照明的种类和质量	75
一、照明的种类	75
二、照明的质量	78
3-2 光源、灯具的选择及灯具的布置	82
一、光源的选择	82
二、灯具的选择	82
三、灯具的布置	85
3-3 照度的标准	88
一、视觉工作的等级区分	89
二、工业企业照明的照度标准	90
三、民用建筑照明的照度标准	90
3-4 建筑照明	99
一、建筑照明的技术特性	99
二、常用建筑照明	101
3-5 学校和医院的照明	107
一、学校的照明	107
二、医院的照明	111
3-6 住宅和商店的照明	112
一、住宅照明	112
二、商店照明	113
3-7 图书馆和展览馆的照明	114
一、图书馆的照明	114
二、展览馆的照明	115
3-8 道路照明	119
一、路灯的布置	119
二、路灯灯具的安装	119
第四章 照度的计算	122
4-1 概述	122
4-2 利用系数法	122
一、利用系数法的计算公式	122

二、最小照度系数 Z	123
三、利用系数 μ	123
4-3 逐点计算法	133
4-4 单位容量法	133
4-5 照度计算举例	140
一、用利用系数法计算	140
二、用单位容量法计算	143
第五章 照明线路的配置	144
5-1 照明线路的一般要求	144
一、照明供电方式	144
二、照明的控制方式	145
5-2 照明线路的布置	145
一、照明线路的基本形式	145
二、车间的一般照明供电线路	148
三、多层公共建筑物的照明供电线路	148
四、住宅照明供电线路	150
五、施工工地照明供电线路	151
5-3 照明线路中的接零和接地	152
5-4 照明线路的敷设	154
一、室内照明线路的敷设方式	154
二、照明配电盘及控制电器	158
5-5 照明线路导线截面的选择	162
一、线路工作电流的计算	162
二、导线截面的选择	164
三、电压偏移的校验	167
四、刀闸开关和熔断器等配置	172
第六章 照明设计的程序和实例	174
6-1 照明设计的程序	174
一、照明设计的初始资料	174
二、照明设计的步骤	174

三、照明设计的施工图纸和表格	176
6-2 电气照明设计的图例	179
6-3 电气照明设计的实例	179

第一章 照明技术的基本概念

1-1 光量及其单位

一、可见光

人眼所感觉到的光,仅是电磁波中很小的一部分,它的波长范围约在 380~760 纳米 (nm)* 之间。这部分波长的电磁波称为可见光,如图 1-1 所示。

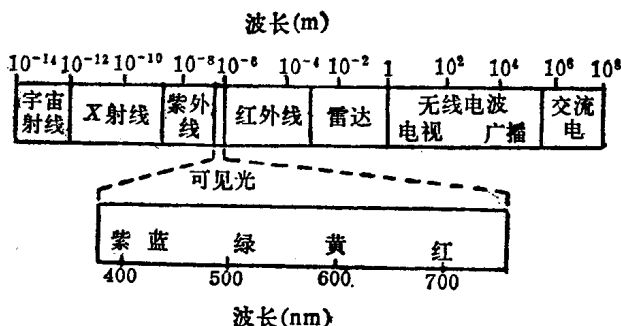


图 1-1 电磁波谱及可见光谱

不同波长的可见光,在人眼中产生不同颜色的感觉。各种颜色的波长区间不是截然划分的,而是由一种颜色逐渐减少,另一种颜色逐渐增多渐变而成的。

二、光通量

人眼对不同波长的光的感受,具有不同的灵敏度。如在白天或光线充足的地方,对波长为 555 纳米的黄绿光线最为

* 1 纳米(nm)=1 毫微米(10^{-6} 米)=10 埃(Å)

敏感。当各种波长不同而辐射能量相同的光相互比较时，人眼感到黄绿光最亮，波长较长的红光和波长较短的紫光都感到暗得多。

为了便于比较这种主观感觉量，国际上把波长为 555 纳米的黄绿光的感觉量定为 1，则其余波长的光的感觉量就都小于 1。眼睛的这一视觉特性称为光谱光效率函数。它的值随波长而异，见图 1-2 中实线所示的数据。

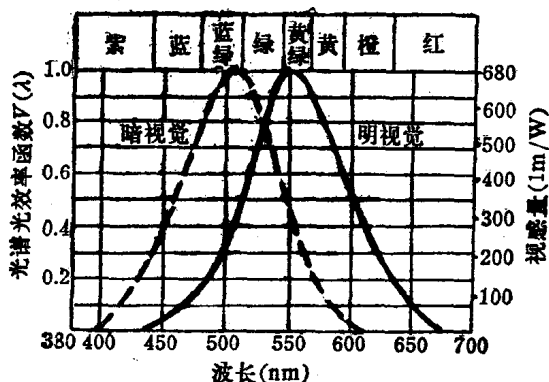


图 1-2 光谱光效率函数

所以我们不能直接用光的辐射功率(瓦)来衡量光能的大小,必须按人眼对光的感觉量为基准,来衡量光源在单位时间内向周围空间辐射并引起光感的能量,称为光通量。

光通量用符号 F 表示,单位为流明(lm)。

由实验证明,当波长为 555 纳米的黄绿光的辐射功率为 1 瓦时,主观感觉量为 680 流明*。则其他波长光的辐射功率

* 根据光基准($T_s=2042K$)计算出辐射通量为 683.6 流明/瓦,取 680 流明/瓦。

也都为 1 瓦时，它们的光通量都小于 680 流明。其关系式如下：

$$F_{\lambda} = 680 V(\lambda) P_{\lambda} \quad (1-1)$$

式中 F_{λ} —— 波长为 λ 的光通量(流明)；

$V(\lambda)$ —— 波长为 λ 的光谱光效率函数；

P_{λ} —— 波长为 λ 的光的辐射功率(瓦)。

单一波长的光称为单色光。一般光源都含有多种波长的光，称为多色光。多色光的光通量为各单色光的总和，即

$$\begin{aligned} F &= F_{\lambda 1} + F_{\lambda 2} + F_{\lambda 3} + \dots \\ &= 680 \sum V(\lambda) P_{\lambda} \end{aligned} \quad (1-2)$$

三、发光强度(光强)

桌上有一盏电灯，有灯罩时桌面上要比没有灯罩时亮，即桌面在有灯罩时所接受的光通量比不用灯罩时多。但是灯泡发出的光通量没有变化，只是光通量在空间分布的状况有了改变，由灯罩反射向下的光通量增加。为此我们必须了解光通量在空间的分布密度，即光源在某一个特定方向上单位立体角内(每球面度内)的光通量，称为光源在该方向上的**发光强度**。用符号 I_e 表示。

对于向各方向均匀发射光通量的发光体，发射的光通量为 F ，其表面积 A 所形成的立体角为 ω ，则它的各个方向上的发光强度是相等的，其值为：

$$I = \frac{F}{\omega} \quad (1-3)$$

各种不同形状的均匀发光体的光通量与发光强度的关系如下：

$$\left. \begin{array}{ll} \text{发光圆球} & F = 4\pi I \\ \text{发光圆盘} & F = \pi I \\ \text{发光圆柱体} & F = \pi^2 I \\ \text{发光半圆球} & F = 2\pi I \end{array} \right\} \quad (1-4)$$

发光强度的单位为烛光，又称坎德拉(Cd)*

$$1 \text{ 烛光} = \frac{1 \text{ 流明}}{1 \text{ 球面度}}$$

但是，光源向周围发射的光通量是不均匀的，即在各特定方向上的发光强度是不相同的。为了区别不同的部位，在发光强度符号 I 的右下脚标注一角度数字。如 I_0 表示光轴下方的发光强度； I_{180} 表示与光轴成 180° 处的发光强度，用这些数据标出光源向四周空间辐射光通量的分布情况，如图 1-3 (a) 所示。用极坐标来表示，以光源为原点，以各角度上的光强 I_α 为长度的各点，所连成的曲线称为该光源的配光曲线，如图 1-3 (b) 所示。

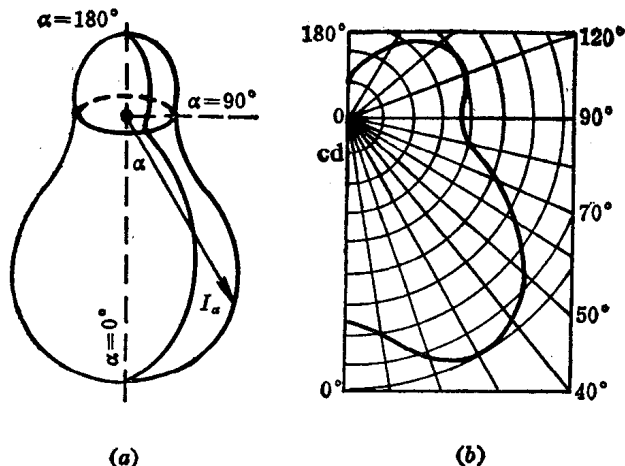


图 1-3 发光强度在空间的分布和配光曲线

* 坎德拉是光度学的基本单位；流明是导出单位。但光强单位的定义存在一些不足之处，而光通量概念简单并易于理解，而且与熟悉的物理量——功率相对应，所以国际上建议以光通量的流明为基本单位。

四、照度

我们常用被照面上接受了多少光通量来衡量它被照射的程度。所以,单位面积上接受的光通量称为照度,用符号 E 来表示。

$$E = \frac{F}{A} \quad (1-5)$$

照度的单位为勒克斯(lx)*,即

$$1 \text{ 勒克斯} = \frac{1 \text{ 流明}}{1 \text{ 平方米}}$$

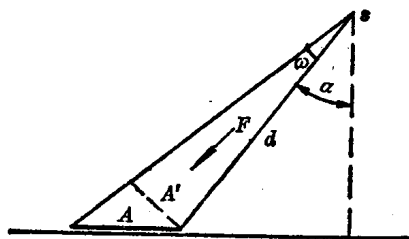


图 1-4 点光源产生的照度示意图

被照面和光源之间的关系,可用照度和发光强度的关系来表示,如图 1-4 所示。

图中点光源 s (如灯的直径小于光源到被照面距离的 $\frac{1}{10}$ 时,可以认为是点光源)到被照面的距离为 d ,被照面的面积 A 上接受的光通量为 F ,则面积 A 所形成的立体角 ω 为,

* 照度单位“勒克斯”,也可用“米-烛光”来表示。

$$\omega = \frac{A'}{d^2} = \frac{A \cos \alpha}{d^2}$$

光源在 α 角方向上的发光强度为:

$$I_{\alpha} = \frac{F}{\omega}$$

$$F = I_{\alpha} \omega = \frac{I_{\alpha} A \cos \alpha}{d^2}$$

代入式(1-5),得

$$E = \frac{F}{A} = \frac{I_{\alpha} \omega}{A}$$

$$E = \frac{I_{\alpha} \cos \alpha}{d^2} \quad (1-6)$$

公式(1-6)称为照明的平方反比律和余弦定律。它表明某一被照面上的照度 E 与光源在这方向的发光强度 I_{α} 和入射角的余弦 $\cos \alpha$ 成正比;而与光源至被照面距离 d 的平方成反比。

在日常生活中,我们常将灯放低一些或移到工作面的上方,来减小距离 d 或入射角 α ,以增加工作面上的照度。

为了对照度有一些实际概念,举几个常见照度数值如下:

(1) 在 40 瓦白炽灯下 1 米远处的照度约为 30 勒克斯,加搪瓷伞形罩后增加为 73 勒克斯。

(2) 晴天中午太阳直射时的照度可达 $(0.2 \sim 1) \times 10^5$ 勒克斯。

(3) 无云满月夜晚的地面上照度约为 0.2 勒克斯。

(4) 阴天室外照度约为 $(8 \sim 12) \times 10^3$ 勒克斯。

五、亮度

在同一个照度下,并排放着黑色和白色的两个物体,人眼看起来却有不同视觉,白色的物体要亮得多。这说明物体表面的照度并不能直接表征人眼对它的视觉感。这是因为人的视觉感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大,视觉就感到愈亮。上面举的例子中白色物体的反光较黑色物体强得多,反射到眼睛的视网膜上形成的照度也较大,所以感到白色物体要亮得多。

视网膜上的照度是由被视物体在沿视线方向上的发光强度所造成的。被视物体在视线方向单位投影面上的发光强度称为该物体表面的**亮度**,用符号 L 来表示。

图 1-5 中被视物体表面积为 A ,在视线方向上的发光强度为 I_a , I_a 与表面 A 的法线夹角为 α ,则表面 A 在 α 方向上的亮度为:

$$L_a = \frac{I_a}{A'} = \frac{I_a}{A \cos \alpha} \quad (1-7)$$

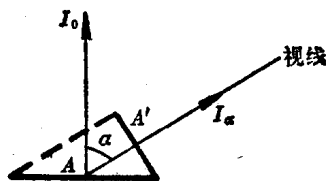


图 1-5 亮度的示意图

亮度的单位为尼脱(nt)、熙提(sb),即

$$1 \text{ 尼脱} = \frac{1 \text{ 烛光}}{1 \text{ 平方米}} = \frac{1 \text{ 烛光}}{10^4 \text{ 平方厘米}} = 10^{-4} \text{ 熙提}$$

被视物体在各个方向上的发光强度不一定相同,则相应各个方向上的亮度也是不相等的。因此,在亮度符号 L 的