

中等专业学校系列教材

非电专业通用

建筑电气照明与施工

王建华 编

高等教育出版社

中等专业学校系列教材

非电专业通用

建筑电气照明与施工



高等教育出版社

(京) 112号

内 容 简 介

本书是在国家教育委员会职业技术教育司指导下,根据“全国中等专业学校电工学与工业电子学课程组”与高等教育出版社共同制订的1986~1990教材规划,由国家城乡建设环境保护部教育局推荐的,介绍建筑电气照明技术和建筑电气工程施工方法,可作为中等专业学校电工学课程的补充教材。

该书特点是:涉及的知识面较宽,突出应用性,注重理论联系实际。内容由浅入深,图文并茂,便于教学和自学。

内容以建筑电气照明技术、读建筑电气施工图和常用电气设备的施工安装方法为主,对电气照明工程中简单的设计计算方法也作了必要的介绍。书中还收录了部分常用建筑电气设备的技术数据,供读者在设计和施工中参考。

本书适合于中等专业学校、职业高中、技工学校的非电专业的学生作为学习《电工学》的补充教材;对工业与民用建筑类专业学生,对于从事建筑设计、建筑施工单位的有关人员,尤其是对于建筑电气设计、施工、预算及质量检查人员也很有参考价值;还可作为城乡建设业职工的培训教材。

中等专业学校系列教材

非电专业通用

建筑电气照明与施工

王建华 编

高等教育出版社出版

新华书店上海发行所发行

复旦大学印刷厂印装

开本 787×1092 1/32 印张 9.375 插页 1 字数 192,000

1991年10月第1版 1991年10月第1次印刷

印数 00,001—4,620

ISBN 7-04-003466-2/TM·175

定价 2.65 元

序 言

根据 1986 年 11 月在株洲召开的全国中等专业学校非电专业电工学及工业电子学教学大纲审定会议精神，为适应建筑类中等专业学校工业与民用建筑等专业学生在学完技术基础课电工学之后，对建筑电气照明及其施工方法应有一定的基本知识的要求，在目前适合中等专业学校学生阅读的参考书极少的情况下，编写本书作为《电工学》的补充教材或学生的课外自学读物。

照明与人类的生产、生活有着十分密切的关系，而建筑电气照明则是在自然光照不足的情况下，为人们提供良好照明条件的一种可靠手段。实践证明：照明质量的高低对提高生产效率、保证生产安全、提高产品质量、保护人们的视力和身心健康等都有着直接的影响。近年来，建筑对电气照明技术的应用十分广泛，从某种意义上讲，建筑电气照明不仅仅是满足了建筑照明的需要，而且已成为建筑技术及建筑装饰艺术中的一个重要组成部分。因此照明技术必须与建筑设计、建筑施工及建筑装饰等工种密切配合，才能使其在发挥建筑功能、烘托建筑艺术方面发挥应有的作用。编写本书的目的，就是使中等专业学校工业与民用建筑等专业学生通过学习本书后，能够正确地理解电气照明设计的意图，并将设计意图付之实施，即在建筑电气设计和施工安装之间起到技术桥梁作用。本书内容以建筑电气照明技术和常用电气

设备施工安装方法为主，对电气照明工程中简单的计算方法、设计方法也插入有关章节作了介绍。为了加强实用性，书中收录了部分常用建筑电气设备，供读者在设计或施工中参考。本书适合于中等专业学校工业与民用建筑等专业学生阅读，对其它建筑设计、建筑施工单位的有关人员，尤其是建筑电气设计、施工、预算及质量检查人员也很有参考价值。

本书在编写过程中得到建设部教育司赵铁凡同志、建设部系统中等专业学校电工学研究会万恒祥和鹿岫岚同志及黑龙江省建筑工程学校电气专业科孙璞同志的大力支持，孙璞同志还认真审阅了全书，提了许多宝贵意见，在此对他们表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

一九八九年七月十八日

目 录

第一章 照明的基础知识

1-1 光的本性及其与人类的关系	1
一、光的本性与可见光	1
二、光源的显色性	2
三、适宜的亮度与眩光	4
四、视觉工作的等级	5
五、光与人的关系	6
1-2 照明技术中的几个基本光学量	7
一、光通量	7
二、发光强度(I)	9
三、照度 E	11
四、亮度(L)	12
五、光源的发光效率	13
1-3 材料的光学性质	13
一、材料的光学性质	13
二、光线分布变化的分析	15
三、材料光学性质的利用	16

第二章 建筑照明常用电光源

2-1 光源分类	18
2-2 热辐射光源	19
一、白炽灯	20
二、卤钨灯	24
2-3 气体放电光源	27
一、荧光灯	27
二、荧光高压汞灯	35

三、高压钠灯	33
四、金属卤化物灯	43
五、氙灯	47

第三章 照明器和建筑发光装置

3-1 照明器的分类	51
3-2 几种常用照明器介绍	55
3-3 照明器的合理布置	79
3-4 建筑发光装置	87
一、发光顶棚	88
二、光盒和光带	92
三、光槽和光龛	96

第四章 建筑照明的质量

4-1 照明质量的特征	99
一、工作面上的照度	99
二、眩光限制	100
三、照度的均匀程度	102
四、照明稳定性和波动深度	102
五、光源显色性的改善	105
4-2 照度标准	107
一、工业企业的照度标准	107
二、民用建筑的照度标准	107
4-3 照度的简单计算	117
一、单位容量法	117
二、利用系数法	118
三、照明计算举例	138

第五章 建筑照明概述

5-1 住宅建筑室内的照明	150
5-2 公共建筑室内的照明	159
一、办公室和绘图室的照明	159

二、商店照明	160
三、餐厅的照明	164
四、影剧院的照明	166
五、教室的照明	167
六、车间的照明	169

第六章 照明的线路配置

6-1 照明供电	172
一、照明供电电源	172
二、照明供电电压	177
三、照明供电系统的控制、保护和计量	177
6-2 照明供电线路	185
一、照明供电系统	185
二、照明线路的接地或接零保护	191
三、照明线路常用的导线	192
四、导线截面的选择	196

第七章 建筑电气施工图及读图

7-1 建筑电气施工图	217
7-2 如何读建筑电气施工图	222
一、常用图例符号	222
二、读图的基本方法	227
三、教工宿舍电气照明概况	228
四、干线和支线的连接	230

第八章 照明线路的施工方法

8-1 导线的敷设	245
一、导线敷设的准备工作	246
二、塑料护套线的敷设	248
三、瓷瓶、瓷(塑料)夹板敷设导线	253
四、槽板敷设导线	264
五、金属管敷设导线	261
六、硬塑料管敷设导线	268

七、多孔板板孔、充气软管塑料管及软管接孔敷设导线.....	275
8-2 照明器安装	278
一、吸顶灯安装.....	278
二、嵌灯安装.....	282
三、壁灯安装.....	283
四、吊灯安装.....	284
8-3 照明电路设备的安装	284
一、插座安装.....	285
二、开关安装.....	286
三、配电箱制作安装.....	287

第一章 照明的基础知识

1-1 光的本性及其与人类的关系

一、光的本性与可见光

通常所说的光，一般指能够引起人眼视觉的电磁波。在光学上将红外线、紫外线也称作光。光具有波、粒两重性，即在光的发射和传播的作用现象中主要表现为粒子性，而在光的传播现象中，则主要表现为波动性。

任何物体的温度只要大于热力学温度零度（摄氏温度 -273.15°C ），就会发出不同波长的电磁波，在电磁波谱中，只有在一个很小波长范围内的电磁波能够引起人眼的视觉感，这一小部分电磁波称为可见光，其波长范围大约为 $380\text{--}780\text{nm}$ 、大于 780nm 的红外线和无线电波、小于 380nm 的紫外线和 X 射线等都不会引起人眼的视觉。电磁波谱与可见光谱见图 1-1。

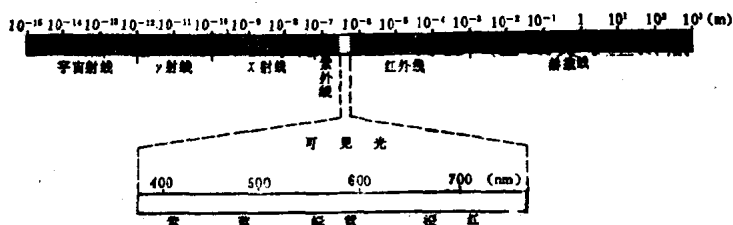


图 1-1 电磁波谱与可见光谱

不同波长的可见光给人眼以不同的色彩感受，各种颜色的光其波长区域并不是截然分开的，而是由一种颜色逐渐地变化到另一种颜色的渐变过程，各种颜色光的波长及波长范围见表 1-1。

表 1-1 可见光颜色的波长及波长范围

颜 色	波长(nm)	波长范围(nm)	颜 色	波长(nm)	波长范围(nm)
红	700	672—780	绿	510	495—566
橙	610	589—672	蓝	470	420—495
黄	580	566—589	紫	420	380—420

二、光源的显色性

光是具有颜色的，光的颜色一方面表现为光本身的颜色，称为光的色表；另一方面表现为，当光照射到物体表面时，光源对被照物体表面颜色显现的特性称为光源的显色性。光源的色表和显色性都是衡量光源质量的重要参数。在现实生活中我们观察到，用于道路两旁作为道路照明路灯的荧光高压汞灯，发出的光又亮又白。这说明荧光高压汞灯发出的光的色表好，但是在荧光高压汞灯下观看彩色图片时，就不能正确地辨别出图片上的真实颜色，这表明尽管荧光高压汞灯的色表好，但是其显色性确很差。再如白炽灯的光色虽然偏重于黄红色，色表不如荧光高压汞灯漂亮，但照射到物体表面时，所显现出来的颜色与其在日光照射下的颜色差不多，这说明白炽灯的色表虽差但其显色性确较好。尽管如此，白炽灯的色表及显色性与日光相比仍然存在较大的差距。因此，在各种光源显色性的比较中，就用日光或与日光极为接近的人工光源作为标准光源，并将选定的标准光源的显

色性用指数表示，且称为显色指数用 R 表示。若将日光的显色指数定为 100，则其它光源的显色指数都低于 100，具有各种颜色的物体受某光源照射后的效果若和标准光源相接近，则认为该光源的显色性好，即显色指数高。反之，若物体被照射后表面颜色出现明显失真，则说明该光源与标准光源在显色性方面存在一定的差别，其显色性差，显色指数也低，据此分别用小于 100 的各指数表示其它光源的显色性。如白炽灯的显色指数为 95，荧光高压汞灯的显色指数为 35--40 等等。为了说明光源的显色性，下面比较白炽灯和荧光高压汞灯的光谱能量分布情况，见图 1-2。

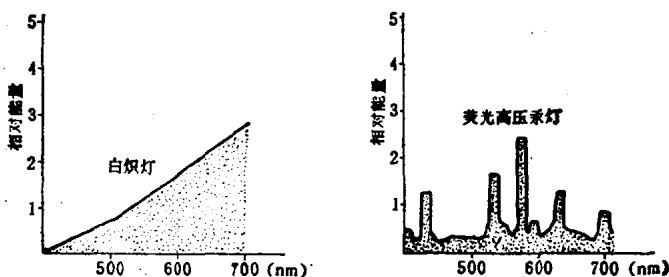


图 1-2 白炽灯、荧光高压汞灯光谱能量分布

由图可以看出，与白炽灯的光谱能量分布情况相比，荧光高压汞灯的光谱中虽然也有各色光的成份，但在光谱能量的分布中，蓝绿色光成份多而红光成份少，因此被照物体表面呈现出青灰色，即显色性差。白炽灯的光谱能量分布较均匀（曲线平滑），且能量偏重于长波（红黄光）方面，使其色表呈黄红色，照射到物体表面时，不仅能使黄、橙、红色反

映较真实，而且还有加重的效果，即能使黄、橙、红颜色变得更加鲜艳，因而它的显色性较好。

三、适宜的亮度与眩光

任何物体只要具有一定的明亮程度，即物体表面的亮度（见1—2节），就能给人眼以不同的视觉感受。实验证明：物体的亮度为 $3.2 \times 10^{-6} \text{ cd/m}^2$ [坎每平方米] 时，就能被人眼所感觉到，若亮度增加到 $3.2 \times 10^{-3} \text{ cd/m}^2$ 时，物体已达到最大亮度，此时能看清物体上很细微的结构，当物体的亮度继续增加以至达到 $3.2 \times 10^3 \text{ cd/m}^2$ 以上时，就称之为高亮度，过高的亮度会在观察方向产生一种刺激观察者眼睛的视觉状态，此状态称为眩光。眩光不仅可以由观察物体的方向或接近这一方向存在的发光体（光源）而直接引起，也可由发光体的光滑表面（镜面）反射，特别是极易由在观察物体方向或接近物体方向出现的光滑面（镜面）而引起。前者称为直射眩光，后者称为反射眩光。总之，眩光是由于亮度分布不当；或由于亮度的变化幅度太大；或由于在空间和时间上存在着极端的亮度对比等，引起的视力不舒适（称不适眩光）或降低观察物体的能力（称失能眩光）或两者同时产生的视觉状态。所以在任何生产及生活环境中，从节约电能和保护视力的角度出发，都必须将照明器和被视物体表面的亮度限制在 $3.2 \times 10^3 \text{ cd/m}^2$ 以下的一个适当范围内（有关眩光限制问题见第四章）。

在实际计算中，由于计算照度要比计算物体的亮度简便得多，而且计算结果也能够满足实际需要，故在进行照明设计的计算时，理论上常常以计算适宜的照度去代替被照面（工

作面)上应具有亮度计算,使计算更简单、实用,因而在电气照明的计算中完全用照度计算代替了亮度计算。

四、视觉工作的等级

观察两个完全相同的图案,当两个图案大小不相等,但观察距离相等时,图案大的看得较清楚。若两图案大小相等,而观察距离不相等时,则距离观察者较近的图案看得较清楚些,并且在一定范围内而言其距离越近越清楚。在日常生活还有另外一种现象,被视物体与背景的亮度或颜色的差别越大时,物体被看得越清楚,仍以上述两个完全相同的图案作为观察对象,设一个图案是用黑颜色在白色纸上画成的,另一图案是用黑颜色在灰色纸上画成的,显然前者就看得清楚些,这是由于两图案的颜色差别和图与背景(纸)的亮度不同所致。再如要观看细小的物体时,需要较长的时间去辨别才能看清,若提高物体表面的亮度,则观察时间将可适当缩短。以上各种现象表明,视觉工作是受被观察对象的精细程度,要求观察的精度及光照条件等诸种因素制约的。根据我国的光气候特点、国民经济的发展速度及人民物质文化生活

表 1-2 视觉工作的等级

视觉工作等级	视觉工作特征		室内天然采光要求的照度值 (lx)
	精 度	被观察对象的细部尺寸 (mm)	
1	特别精细	$D \leq 0.5$	250
2	很 细	$0.5 < D \leq 0.3$	150
3	精 细	$0.3 < D \leq 0.1$	100
4	一 般	$1.0 < D \leq 5.0$	50
5	粗 糙	$5.0 < D$	25

的水平,已将视觉工作分成五个等级,见表 1-2。当室内天然采光的照度(见 1-2 节)低于表中要求的数值时,应考虑采用人工光照给予补充。

五、光与人的关系

综上所述,光给人的视觉提供了条件,光给人类带来了光明,从而使一切生产、生活活动乃至生命运动都成为可能。建筑电气照明作为采光的重要手段之一,可用以弥补建筑物内的自然采光不足。它起着扩大人们活动空间和时间的的作用。人们为了在室内顺利地进行工作、学习和生活,希望在室内有充足的、良好的光照条件,以提高工作效率,减少事故,提高产品质量,保证视力卫生及身心健康。

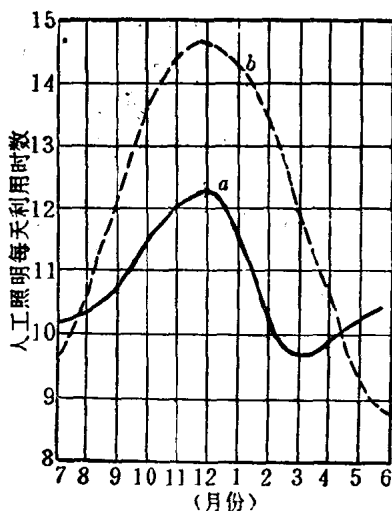


图 1-3 事故次数与照明条件的关系

a. 每月事故 b. 人工照明利用时数

有关方面曾对工厂作过比较系统的统计，认为当工厂的照明条件改善得比较合理之后，生产效率能提高2—10%，消耗降低4—8%，产品质量提高10—20%，事故减少5—10%。图1-3表示某生产单位事故次数与照明条件的关系。

由图1-3可看出，在10、11、12及1月（冬季前后），夜间长，采用人工照明的时间增加，由于人工照明的质量总比天然采光的质量差一些，所以事故发生的高峰便出现在冬季前后的一段时间。同时也表明了提高照明质量对于减少事故的发生具有重要的意义。因此光与人类的生产、生活等密切相关，在设计建筑物时，除了应充分考虑自然光照的利用外，对建筑物的人工照明设计也应予以重视，才能创造一个不仅在白天，而且在夜晚都能满足人们要求的生产、生活及学习的良好环境。

1-2 照明技术中的几个基本光学量

一、光通量(Φ)

光通量是一种人眼对光源的主观感觉量，它是光源射向各个方向的发光能量的总和，是人眼所能感觉到的光源的发光功率，但并不是光源辐射功率的全部。因此必须用人眼对光的主观感觉为基准，来衡量单位时间内光源向周围空间辐射的，并引起光感的能量，该能量称之为光通量。光通量的单位是流明(lm)。

在节日的夜晚，我们会发现建筑物周围用于装饰的彩色灯泡中，同样功率的黄色、绿色灯泡要比红色、紫色灯泡亮得多，这就是因为人眼对黄绿光比红紫光的主观感觉量大的

缘故。如欲使其红色、紫色灯泡的光亮与黄绿色灯泡的光亮相同，则红色、紫色光的刺激要比黄色、绿色光的刺激需要大得多的功率。因此国际上将人眼对波长为 555nm 的黄绿光的主观感觉量定为 1，而人眼对其它波长光的感覺量就都小于 1。人眼对各种波长光的这一视觉差别的特性，可用人眼的视觉平均光谱光视效率曲线描述，该曲线有明视觉曲线和暗视觉曲线两条，对应于人眼的光谱光视效率曲线的值称为相对光谱光视效率函数值。光谱光视效率曲线见图 1-4。图中左边的值即为相对光谱光视效率的函数值。图中虚线曲线为暗（黄昏）视觉曲线，实线曲线为明（白天）视觉曲线，在明视觉曲线上，可见到波长为 555nm 的黄绿色光具有最大的数值 1，相对于明（白天）视觉曲线，在暗（黄昏）视

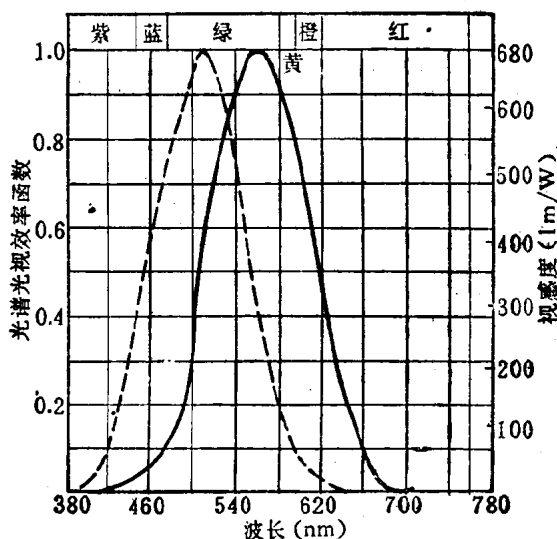


图 1-4 人眼的光谱光视效率函数