

电/工/技/术 **一本通**

ZHAOMING JISHU YIBENTONG

照明技术

一本通

王俊峰 ◎ 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电工技术一本通

照明技术一本通

王俊峰 等编著



机械工业出版社

本书共 5 章, 分别为照明基础知识、家庭照明灯、公共照明灯、照明电路的维修和照明安全。

本书的特点是简明实用, 操作步骤清晰, 图文并茂。

通过本书的学习, 广大读者能学会照明电路系统的安装与维修。

本书可作为从事建筑照明安装(含家居装饰装修)的技术人员和工人的工作参考书, 也可作为广大实用电子电路爱好者学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

照明技术一本通/王俊峰等编著. —北京: 机械工业出版社, 2010.7
(电工技术一本通)
ISBN 978-7-111-30847-8

I. ①照… II. ①王… III. ①电气照明-基本知识 IV. ①TM923

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 103224 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 张俊红 责任编辑: 阎洪庆 版式设计: 霍永明
责任校对: 申春香 封面设计: 王伟光 责任印制: 乔 宇
北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

140mm × 203mm · 4.25 印张 · 113 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-30847-8

定价: 15.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是随着新时代新要求，以及为满足人们浪漫、温馨、和谐、以人为本等多方面的需求应运而生的。

本书主要从应用角度出发，全方位地介绍了照明光源、照明平面图，照明系统图，照明导线的选择方法，安装照明施工中的剥线、接线方法，家庭照明、公共照明的安装方法，常用照明电路的故障维修和照明安全。

本书显著特点是简明实用，插图丰富、电路工作原理讲解得浅显易懂，操作步骤清晰、明确、合理。

通过本书的学习，广大读者能学会照明电路系统的安装与维修。

本书共5章，分别为照明基础知识、家庭照明灯、公共照明灯、照明电路的维修和照明安全。

本书可作为从事建筑照明安装（含家居装饰装修）的技术人员、工人的工作参考书，也可作为广大实用电子电路爱好者学习使用。

本书由王俊峰为主编写，参加本书编写的还有王娟、薛素云、陈军、薛迪强、李建军、马备战、薛斌。

由于时间仓促，加上作者水平所限，书中难免有不足之处，欢迎读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

第1章 照明基础知识	1
1.1 照明基本概念	1
1.2 照明光源	3
1.3 照明系统图与平面图	8
1.4 导线的处理与连接方法	12
1.5 照明的配线方法	19
1.6 各种场合对照明的要求	22
1.7 室内照明配电箱的安装	26
1.8 照明用电负荷的参数计算	27
1.9 照明导线的选择	29
第2章 家庭照明灯	30
2.1 白炽灯	30
2.2 光控白炽灯	32
2.3 1~3管荧光照明灯	33
2.4 荧光调光灯	36
2.5 节能灯	37
2.6 红外线调光灯	39
2.7 晶闸管调光灯	40
2.8 组合花灯	41
2.9 触摸台灯	43
2.10 壁灯	45
2.11 吊灯	46
2.12 一室一厅照明灯	50
2.13 两室一厅照明灯	50
2.14 三室两厅照明灯	51
2.15 四室两厅照明灯	51

2.16	吸顶灯	53
2.17	手提灯	56
2.18	自动应急灯	57
2.19	停电自动照明灯	58
2.20	停电应急灯	60
2.21	定时灯	62
2.22	音乐验电笔	64
2.23	电子音乐闪烁灯	65
2.24	鱼缸闪烁灯	66
2.25	汽车转弯指示灯	67
2.26	摩托车闪光灯	67
2.27	照明开关自动灯	68
2.28	水晶灯	69
2.29	落地灯	70
2.30	农用小型拖拉机照明灯	70
2.31	农村蔬菜大棚照明灯	71
2.32	家用灭蚊蝇灯	72
2.33	直流点燃荧光灯	73
2.34	小夜灯	74
第3章	公共照明灯	75
3.1	路灯	75
3.2	广场照明灯	77
3.3	多路流水彩灯	78
3.4	霓虹灯	79
3.5	LED 广告牌装饰灯	81
3.6	交通红绿黄灯	82
3.7	消防应急灯	84
3.8	舞台灯	87
3.9	电梯间照明灯	87
3.10	太阳能绿色照明灯	88
3.11	节日流水彩灯	90
3.12	走廊声控灯	91
3.13	多点控制走廊灯	93

3.14	多个开关控制一盏灯	94
3.15	旋转聚光灯	95
3.16	射灯	95
3.17	嵌入式荧光灯	96
3.18	碘钨灯	96
3.19	高压钠灯	97
3.20	美发店广告照明灯	98
3.21	氙灯	99
第4章	照明电路的维修	101
4.1	白炽灯的故障维修	101
4.2	荧光灯的故障维修	103
4.3	霓虹灯的故障维修	106
4.4	碘钨灯的故障维修	108
4.5	高压汞灯的故障维修	109
4.6	高压钠灯的故障维修	113
4.7	声控灯的故障维修	115
4.8	光控灯的故障维修	116
4.9	触摸台灯的故障维修	117
第5章	照明安全	119
5.1	安全用电常识	119
5.2	安全电压与安全电流	120
5.3	触电的类型与概念	121
5.4	触电急救法	123
5.5	触电预防	126
5.6	防火知识	126
参考文献		130

第 1 章 照明基础知识

1.1 照明基本概念

1.1.1 光的基本概念

光是电磁波。波长范围为 $380 \sim 760\text{nm}$ 的电磁波能使人眼产生光感，这部分电磁波称为可见光；波长大于 760nm 的红外线、无线电波和波长小于 380nm 的紫外线、X 射线都不能引起人眼的视觉反应。全部可见光混合在一起就形成日光（白色光）。

1.1.2 相对光谱光视效率

光作为电磁波的一部分，是可以度量的。但经验和试验都证明，不同波长的可见光在人眼中引起的光感是不同的。即使不同波长的可见光辐射的能量一样，但其明亮程度也不同。一般来说，人眼对波长为 555nm 的黄绿光最敏感。波长离 555nm 越远，人眼对其感光的灵敏度越低。用来衡量电磁波所引起视觉能力的量，称为光谱光视效率。任一波长的可见光光谱光视效率与 555nm 可见光的光谱光视效率之比，称为该波长的相对光谱光视效率。

1.1.3 基本光学度量单位

1. 光通量

它是指光源在单位时间内，向空间发射出使人产生光感（可见光的波长为 $380 \sim 760\text{nm}$ ）的能量称为光通量，或称为发光量，常用 Φ 表示，单位为 lm （流 [明]），常用光源的光通量见表 1-1。

表 1-1 常用光源的光通量

光源种类	光通量 Φ/lm	光源种类	光通量 Φ/lm
太阳	3.9×10^{28}	荧光灯(20W)	1200
月亮	8.0×10^{16}	荧光灯(40W)	3300
蜡烛	11.3	荧光灯(100W)	9000
卤钨灯(500W)	10500	汞灯(250W)	10500
钠灯(60W)	5000	汞灯(400W)	21500
白炽灯(100W)	15700	汞灯(700W)	39500
白炽灯(1kW)	21000	荧光汞灯(400W)	21000
电石灯	11.3	荧光汞灯(700W)	38500

2. 发光强度

它表征光通量的空间密度, 定义为单位立体角内的光通量称为发光强度, 简称光强, 用符号 I 表示, 单位为 cd (坎 [德拉]), 即

$$I = d\Phi/d\omega \quad (1-1)$$

$$1\text{cd} = 1\text{lm}/\text{sr} \quad (1-2)$$

式中 Φ ——光源在 ω 立体角内所辐射出的光通量 (lm);

ω ——光源发光范围的立体角 (sr)。

立体角定义为球体表面积为半径 R 所对应的圆心角, 球体表面积为 $4\pi R^2$, 所以一个圆球有 4π 个立体角。

3. 照度

投射到某个被照物体表面上的光通量 Φ 与被照面的表面积 S 之比称为被照面的照度, 用符号 E 表示, 单位为 lx (勒 [克斯])。

$$E = d\Phi/dS \quad (1-3)$$

$$1\text{lx} = 1\text{lm}/\text{m}^2 \quad (1-4)$$

一般人在 0.1lx 时能看见附近的東西, 在满月时的地面照度为 0.2lx , 建筑和市政工程电气设计规范中, 都规定了最低的照度标准, 如教室最低照度为 $75 \sim 100\text{lx}$, 一级公路最低平均照度标准一般为 25lx 。一般工作场所照度为 200lx 。人在 2000lx 看东西最清楚, 不易疲劳。在晴朗的夏日, 采光良好的室内平均照度为 $100 \sim 500\text{lx}$ 。

4. 亮度

亮度是一个单位表面在某一方向上的光通密度, 等于该方向

上的发光强度和此表面在该方向上的投影面积之比, 用 L 表示, 单位 cd/m^2 , (坎每米²), 表达式为

$$L = I / S \cos \theta \quad (1-5)$$

有的国家用亮度作为建筑照明的规范标准。其与照度的区别是, 亮度与材料的反光性能有关。对于均匀漫反射体来说, 亮度与被照物体的反射因数 ρ 有关。水泥地面的反射因数为 0.3 ~ 0.4, 沥青路面的反射因数为 0.1 ~ 0.12。亮度与照度的关系近似为

$$L = \rho E / \pi \quad (1-6)$$

1.1.4 光谱光视效能

光源所发出的光通量 Φ 和该光源所消耗的电功率 P 的比值称为光谱光视效能, 简称光效, 用符号 K 表示, 单位是 lm/W , 即

$$K = \Phi / P \quad (1-7)$$

1.1.5 灯具效率

灯具输出的总光通量 Φ_1 和灯具中光源发出的总光通量 Φ_2 之比为灯具的效率 (简称效率), 即

$$\eta_{\text{灯}} = \Phi_1 / \Phi_2 \quad (1-8)$$

从节能角度考虑, 应选用高光效光源和高效率的灯具, 低光效光源和低效率灯具一般只用于舞厅、装饰照明等特殊场合。

1.1.6 眩光

克服眩光是照明技术中的一个重要问题。所谓眩光是指在视野内有高亮度的物体或存在强烈的亮度对比, 使人的视觉功能骤然下降或产生不舒服的感觉的现象。

1.2 照明光源

1.2.1 白炽灯

1. 白炽灯的结构

白炽灯可分成卡口式和螺口式两种类型。普通白炽灯的基本

结构由灯丝、支架、引线、玻璃壳和灯头等几部分组成，如图 1-1 所示。

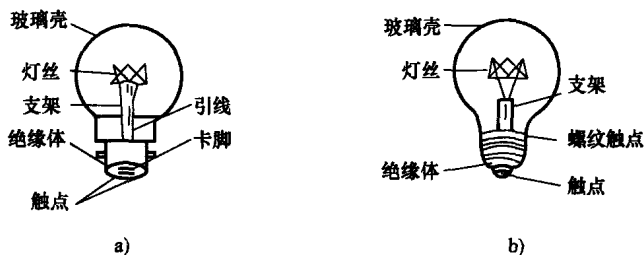


图 1-1 白炽灯的结构

a) 卡口式 b) 螺口式

1) 灯壳：由密封的玻璃壳制成，分透明、白色半透明、彩色三种。

2) 灯丝：灯丝是灯泡的发光体，由耐高热的钨丝制成。钨丝的熔点高达 3410°C ，而且在高温时有较高的机械强度，也比较容易加工制成细丝。但钨和其他许多金属一样，在高温时会很快发生强烈的氧化作用而烧断。所以灯丝必须工作在高度真空中并充有与钨不起氧化作用的惰性气体（氩、氮或氩氮混合气体）。为了提高钨丝坚韧性，防止高温工作时变形，通常还在钨中加入微量氧化物，如氧化硅、氧化铝等。

2. 白炽灯的特性

(1) 电压特性

白炽灯在电源电压发生变化时，灯丝温度、电阻、电流、电功率、光通量、效率以及寿命等亦相应地发生变化。

(2) 白炽灯的光视效能

白炽灯的大部分功率都变成红外线，转化为热量散发出去，及其他热量损耗，光视效能很低，最多只有 10% 左右。

(3) 灯寿命

灯丝用至断裂为止所点燃的时间，或者是光通量下降到规定的光效时总共点燃的时间，称为有效寿命。目前我国规定白炽灯

的平均寿命为 1000h。

3. 白炽灯的优缺点

(1) 白炽灯的优点

1) 显色性好: 用白炽灯照明时颜色失真很小, 显色指数可达 95 ~ 97。其很适合在要求有良好辨色条件的场合下 (如美术馆、商品橱窗等) 照明。

2) 包温低: 白炽灯灯光偏红黄色, 色温为 2700 ~ 2900K, 在低照度照明时会使人感到舒适。所以白炽灯很适合卧室、客厅等生活居室照明。

3) 启动性能好: 白炽灯点燃后, 灯的光输出很快达到额定值, 不需要启动时间。这对生活照明和应急照明是非常重要的, 是白炽灯的最大优点之一。

4) 外形美观: 白炽灯的外形可按需要做成各种样子, 其美观的外形还可用于装饰照明和艺术照明。

5) 体积小, 成本低: 白炽灯的发光体尺寸可以做得很小, 使其结构紧凑、造价低廉。

(2) 白炽灯的缺点

1) 光视效能低: 白炽灯的光视效能只有 8 ~ 15 lm/W, 比荧光灯低。

2) 寿命短: 白炽灯的寿命只有 1000h, 比荧光灯寿命短。

3) 耗电量多: 在同样的照度情况下, 白炽灯比荧光灯耗电量多, 电费高。

1.2.2 荧光灯

荧光灯俗称日光灯, 是利用气体放电原理制成的。气体放电可以产生光。荧光灯是由灯管、镇流器、辉光启动器 (简称为启动器) 以及为了提高功率因数而配套使用的电容器组成的。

荧光灯管是一支细长的圆形玻璃管, 内壁涂白色荧光粉, 不同配方的荧光粉, 能发出不同颜色的光线。灯管两端分别装有灯头和钨丝, 灯丝两端分别与两根金属插脚连接, 以便与 220V 电源相接。

荧光灯管的规格以标称功率表示,分为 4W、6W、8W、15W、20W、30W、36W、40W、65W、80W、100W 等共有 18 个规格。荧光灯发光必须满足两个条件:其一,灯丝必须预热达到辐射电子的状态;其二,灯丝两端加上一定的高压。镇流器由线圈套在铁心上构成。其与灯串联,在电路中起稳流作用,产生 800 ~ 1500V 的反电动势。

辉光启动器由辉光放电管(氖泡)、电容器和一个起保护作用的罩壳(铝或塑料)构成。充入氖气的小玻璃泡里装有一对电极(触片),其中一个固定的静触片,另一个是双金属片制成的 U 形触片。辉光启动器的作用相当于一个自动开关。

电容器的作用是减弱触点断开时产生的电火花。其与镇流器组成振荡器,可以延迟预热时间,有利于荧光灯的辉光启动。

1.2.3 高压汞灯

高压汞灯曾称高压水银灯,分为外镇流式 and 自镇流式,如图 1-2 所示。高压汞灯具有省电、耐振、寿命长、光强大等优点,因而常用于道路、广场和施工现场中。安装高度距地面 4 ~ 5m。

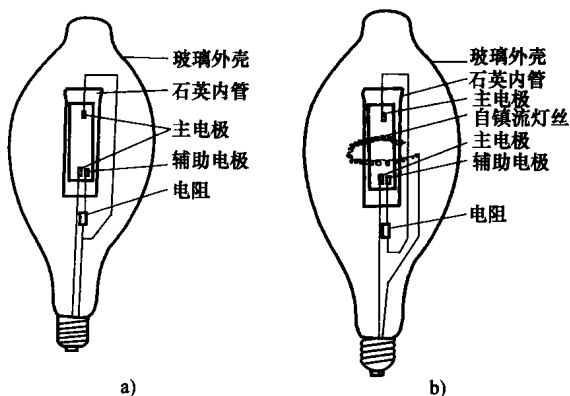


图 1-2 高压汞灯的结构

a) 外镇流式 b) 自镇流式

1.2.4 碘钨灯

碘钨灯是卤素（氟、氯、溴、碘）灯的一种。其具有光效高，寿命比普通白炽灯高一倍以上的特点。其结构如图 1-3 所示。

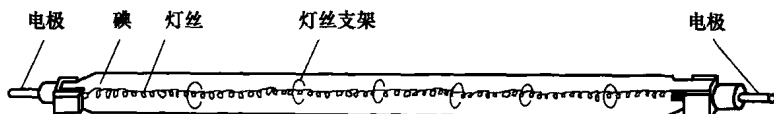


图 1-3 碘钨灯的结构

1.2.5 高压钠灯

高压钠灯的结构与高压汞灯相似，如图 1-4 所示。它的放电管内充有高压钠蒸气，利用钠气放电发光，其启动过程与普通荧光灯相似。高压钠灯发出的辐射光是人眼易于感受的光波，光效很高，并能节省电能。

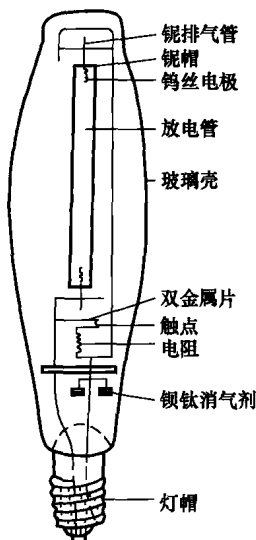


图 1-4 高压钠灯的结构

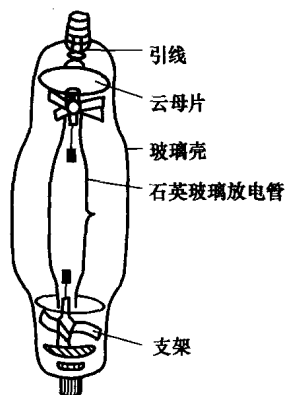


图 1-5 钠-铊-铟灯的结构

1.2.6 金属卤化物灯

金属卤化物灯包括钠-铊-铟灯、镝灯、超高压铟灯、铊灯等，钠-铊-铟灯的结构如图 1-5 所示。它是气体放电灯的一种。如果选择几种不同的金属元素，按照一定的配比，可以获得不同颜色的光源。

1.3 照明系统图与平面图

1.3.1 照明系统图

电气照明系统图〔（简称照明系统图）是〕表示建筑物内外配电线路控制关系的线路图。

照明系统图的内容主要有以下几点：

1) 电缆进线（或架空线路进线）的回路数、电缆型号规格、导线或常用电缆敷设方式（见表 1-2）及穿管管径。管线敷设部位及其代号见表 1-3。

表 1-2 常用电缆敷设方式及其代号

敷 设 方 式	代 号
导线或电缆穿焊接钢管敷设	SC
穿电线管敷设	TC
穿硬聚氯乙烯管敷设	PC
穿阻燃半硬聚氯乙烯管敷设	FPC
用瓷绝缘子（鼓形绝缘子或针式绝缘子）敷设	K
用塑料线槽敷设	PR
用钢线槽敷设	SR
用电线桥架敷设	CT
用瓷夹板敷设	PL
用塑料夹敷设	PCL
穿蛇皮管敷设	CP
穿阻燃塑料管敷设	PVC

例 1-1 某照明系统图中标注有 BV (3 × 50 + 2 × 25) SC50-FC。

表 1-3 管线敷设部位及其代号

敷 设 方 式	代 号	敷 设 方 式	代 号
沿钢索敷设	SR	暗敷设在梁内	BC
沿屋架或跨屋架敷设	BE	暗敷设在柱内	CLC
沿柱或跨柱敷设	CLE	暗敷设在墙内	WC
沿墙面敷设	WE	暗敷设在地面或地板内	FC
沿天棚面或顶板面敷设	CE	暗敷设在屋面或顶板内	CC
在能进入的吊顶内敷设	ACE	暗敷设在不能进入的吊顶内	ACC

表示该线路是采用 BV 型铜芯塑料绝缘线, 3 根 50mm^2 , 2 根 25mm^2 , 穿钢管敷设, 管径为 50mm , 暗敷设在地面内。如导线型号为 BLV, 则表示铝芯塑料绝缘电线, BX 是铜芯橡胶绝缘电线, BLX 是铝芯橡胶绝缘电线。电缆及导线的型号繁多, 可以参见电气图册或产品样本。

例 1-2 有一栋楼, 电源进户线的标注是 $\text{VLV23}(3 \times 50 + 1 \times 25)\text{SC50-BC}$ 。

表示该线路采用铝芯聚氯乙烯绝缘、聚乙烯护套、钢带铠装四芯电力电缆, 其中三芯是 50mm^2 , 另一芯是 25mm^2 , 穿钢管敷设, 管径为 50mm , 暗敷设在梁内。

2) 总开关及熔断器的规格型号, 出线回路数量、用途、用电负载功率数及各条照明支路分相情况。

3) 用电参数配电系统图上, 还应表示出该工程总的设备容量、需要系数、计算容量、计算电流、配电方式等。也可以采用绘制一个小表格的方式标出用电参数。

4) 配电回路参数。照明系统图中各条配电回路上, 应标出该条回路上的总容量, 其中也包括电风扇、插座和其他设备等的容量。配电回路用单线表示, 如图 1-6 所示。

1.3.2 照明平面图

在照明平面图上需要表达的内容主要有: 电源进线位置、导线根数与敷设方式、灯具位置与型号及安装方式、各种用电设备的位置等。

照明器具在平面图上表示的方法往往用图形符号加文字标

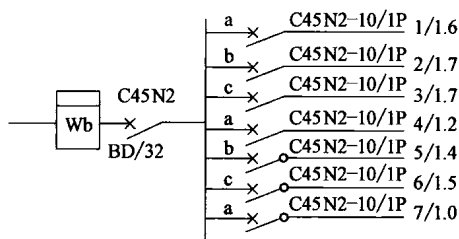


图 1-6 照明系统图

注。灯具的一般符号是一个圆，单管荧光灯的符号是“工”字形，插座符号内涂黑表示嵌入墙内安装。图例符号见国家标准 GB/T 4728—2008《电气简图用图形符号》。

为了在照明平面图上表示出不同的灯，经常是将一般符号加以变化来表示，比如将圆圈左部涂黑表示壁灯，圆圈中画“×”表示信号灯；将照明开关的一般符号上加一短线表示扳把开关，两短线表示双联开关， n 个短线表示 n 联开关， t 表示延时开关，小圆圈两边出线表示双控开关，加一个箭头表示拉线开关等。在照明平面图中，文字标注主要是照明器具的种类、安装数量、灯的功率、安装方式、安装高度等。具体表达式为

$$a - b \frac{c \times d}{e} f$$

此表达式不是数学计算公式。

式中 a ——某场所同类型照明器具的套数，通常在一张平面图中各类型灯分别标注；

b ——灯具类型代号，可以查阅施工图册或产品样本；

c ——照明器内安装灯泡或灯管数量，通常一个或一根可以不表示；

d ——每个灯泡或灯管的功率瓦数（W）；

e ——照明器底部距本层楼地面的安装高度（m）；

f ——安装方式代号，灯具安装方式主要有下面几种形式，见表 1-4。