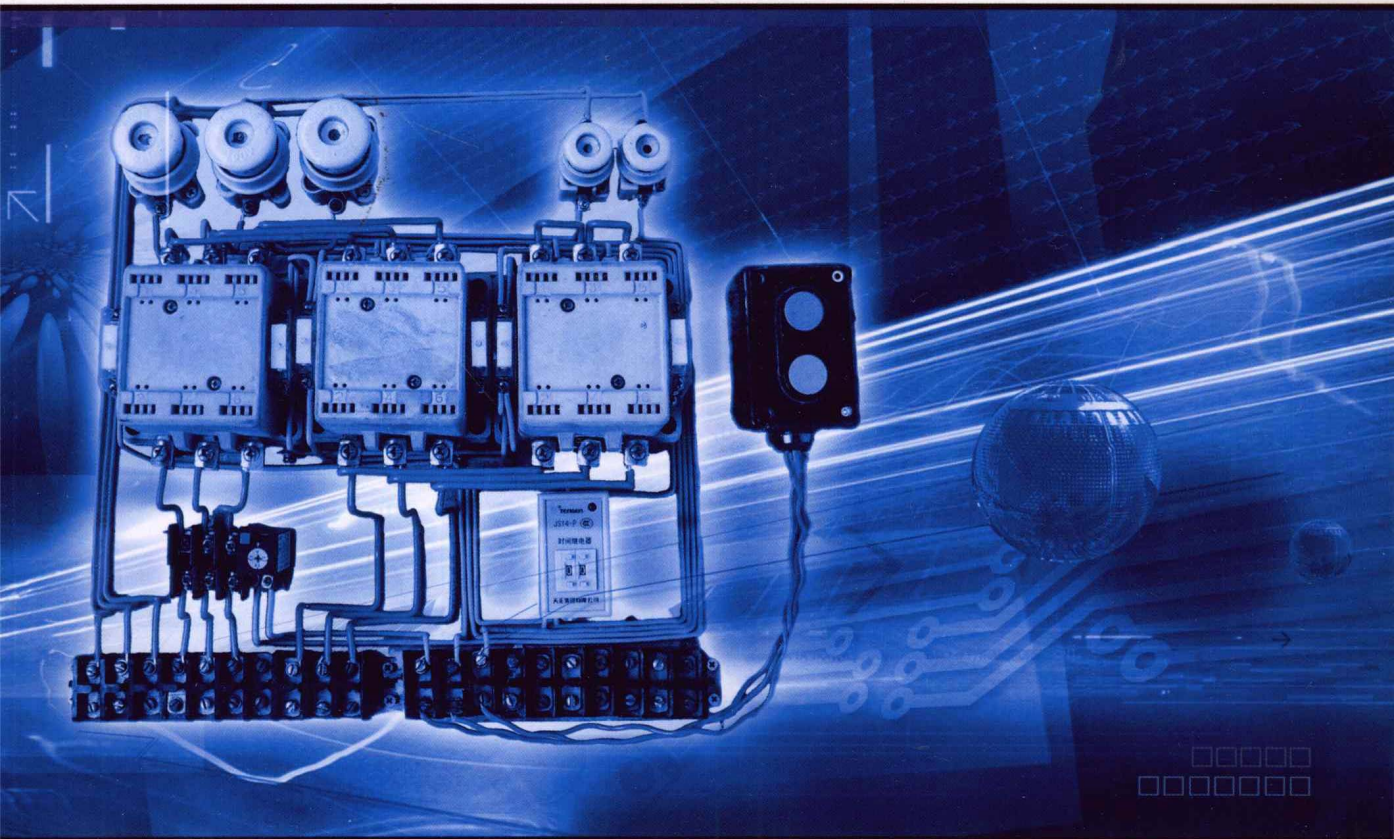


# 低压电器及PLC技术



柳其春 吴金龙 主编

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材（机电类专业）

# 低压电器及 PLC 技术

柳其春 吴金龙 主编

人民邮电出版社  
北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

低压电器及PLC技术 / 柳其春, 吴金龙主编. —北京:  
人民邮电出版社, 2009. 5  
(世纪英才模块式技能实训中职系列教材. 机电类专业)  
ISBN 978-7-115-19647-7

I. 低… II. ①柳…②吴… III. ①低压电器—专业学校—  
教材②可编程控制器—专业学校—教材 IV.  
TM52 TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第004476号

## 内 容 提 要

本书是一本低压电器及 PLC 基础理论和技能训练一体化的中职学校教材, 全书共 9 个技能模块, 包括室内配线和照明线路、常用低压电器的认识及选择、常用低压电器控制电路的安装和检测、电力与低压配电、三相异步电动机的使用和选择、单相电动机的应用、电动机工具的介绍、FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 应用和三相异步电动机的 PLC 控制知识。本书以大量实物图片和表格归纳形式来表现内容, 直观明了, 通俗易懂, 书中含有丰富实用的检测电器手段和较多技能实训, 既便于教师教学, 也有利于学生学习。

本书适合作为中等职业学校和技工学校机电类相关专业的通用教材, 同时也可作为相关行业的岗位培训教材和技术人员的自学用书。

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材 (机电类专业)

### 低压电器及 PLC 技术

- 
- ◆ 主 编 柳其春 吴金龙  
责任编辑 刘 朋  
执行编辑 穆丽丽
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京鸿佳印刷厂印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 11.5  
字数: 283 千字  
印数: 1—3 000 册
- 2009 年 5 月第 1 版  
2009 年 5 月北京第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-115-19647-7/TN

定价: 22.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223  
反盗版热线: (010)67171154

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材（机电类专业）

## 编 委 会

主 任：王德洪 杨承毅

编 委：罗文彩 余宏生 张国俭 吴忠良  
张贵社 严义章 胡楚银 张珍明  
周志文 周四六 吕 海

策 划：丁金炎

# 前 言

低压电器及 PLC 技术是中职机电类相关专业的一门专业课,本书根据当前中职学生的学习状况,同时立足“以就业为导向”,以贴近专业、贴近岗位、适合学生阅读的观念作为编写思想,在阐述理论知识时深入浅出,详略恰当,教材内容和表达方法等方面都做了大胆尝试。“理论通俗易学”和“技能训练容易上手”是本书编写的两个基本出发点。书中通过大量的实物图片和表格数据以及检测手段一一对应,体现了知识结构紧凑、内容生动、阅读无障碍、学以致用等特点。

本书总学时约 130 学时,其中理论教学约 60 学时,实训约 60 学时,机动为 10 学时,实训条件较好的学校可将 10 学时作为本课程的综合实训。

本书由武汉第一轻工业学校柳其春老师和湖北长阳职教中心吴金龙老师担任主编,其中技能训练一由柳其春老师编写,技能训练二、三、四由吴金龙老师编写,技能训练五由宜昌机电工程学校曾立群老师编写,技能训练六、七由湖北长阳职教中心何应俊老师编写,技能训练八、九由湖北工业设计学校周四六老师编写。在此教材编写过程中,得到了武汉铁路职业技术学院杨承毅老师的指点和帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不当之处,敬请批评指正。

另附教学建议学时表,具体的学时由任课教师根据具体情况进行适当调整。

序 号	内 容	建 议 学 时
技能训练一	室内配线与照明线路分析	12
技能训练二	常用低压电器	18
技能训练三	常用低压电器控制电路(一)	26
技能训练四	常用低压电器控制电路(二)	24
技能训练五	电力网与低压配电	20
技能训练六	三相异步电动机	6
技能训练七	单相电动机及电动工具	6
技能训练八	FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 及应用	8
技能训练九	三相异步电动机的 PLC 控制	10
合 计		130

编 者

## 读者信息反馈表

姓名		身份	<input type="checkbox"/> 学生 <input type="checkbox"/> 教师 <input type="checkbox"/> 其他
E-mail		电话	
通讯地址			邮编
购书地点		购书日期	
购书因素	<input type="checkbox"/> 学校订购 <input type="checkbox"/> 书店推荐 <input type="checkbox"/> 朋友推荐 <input type="checkbox"/> 书目宣传 <input type="checkbox"/> 自己搜索 <input type="checkbox"/> 内容精彩		
学习方式	<input type="checkbox"/> 学校开课 <input type="checkbox"/> 教学备课 <input type="checkbox"/> 社会培训 <input type="checkbox"/> 自学 <input type="checkbox"/> 获取资料		
对本书的看法	(内容、版式有哪些长处和不足, 定价是否合理)		
对本书的建议	(本书需要调整哪些内容)		
您的期望	(您对本系列教材还有什么期望)		

### 回函方式

地址：北京市崇文区夕照寺街 14 号人民邮电出版社 517 室（收）

邮编：100061

电话：010-67132746/67129258

邮箱：wuhan@ptpress.com.cn

（此表格电子文件可在网站 <http://www.ycbook.com.cn> 上“资源下载”栏目中下载）

# 目 录

技能训练一	室内配线与照明线路分析	1
技能训练二	常用低压电器	21
技能训练三	常用低压电器控制电路（一）	48
技能训练四	常用低压电器控制电路（二）	73
技能训练五	电力网与低压配电	92
技能训练六	三相异步电动机	109
技能训练七	单相电动机及电动工具	124
技能训练八	FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 及应用	135
技能训练九	三相异步电动机的 PLC 控制	160
附录	FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 指令系统	172

# 技能训练一 室内配线与照明线路分析

为了满足现代生活和学习的需要，室内配线和照明线路都发生了很大的变化，不论是照明灯具，还是照明电光源，都有了突飞猛进的发展。熟悉各种形式的照明灯具，以及掌握简单室内配线和了解简单照明线路，是学习低压电器的基础。

## 第一部分 教学组织

### 一、目的要求

- ① 熟悉现代各种照明灯具。
- ② 能够分析简单的照明线路。
- ③ 能够简单维修几种常用照明灯具。
- ④ 了解室内配线。

### 二、工具器材

工具器材	数量（每组）	工具器材	数量（每组）
平口起子	2	日光灯	1套
十字起子	2	500型万用表	1

### 三、教学节奏与方式

项目	时间安排	教学方式	
1	课前准备	课余	可以准备热辐射和气体电光源灯具
2	教师讲授	8课时	讲述各种电光源灯具特点，现场讲述照明线路
3	学生实作	4课时	分析简单的照明线路，排除日光灯不发光故障

### 四、成绩评定

技能训练成绩		教师签名	
--------	--	------	--



## 第二部分 教 学 内 容

### 一、电光源与灯具

电气照明是利用电光源将电能转换为光能，在夜晚或自然采光不足的环境中提供的人工照明。合理的电气照明，对于保护视力，减少事故，满足生产、生活和学习的需要具有重要意义。同时电气照明还更具有装饰、美化环境，丰富城市色彩的作用。

电光源即电气照明的发光器件，常用的电光源有热辐射光源和气体放电光源两大类。

#### (1) 热辐射光源

热辐射光源是利用电流通过物体（灯丝），使之加热到白炽状态而辐射发光的原理制成的，常用的热辐射光源有白炽灯、卤钨灯。

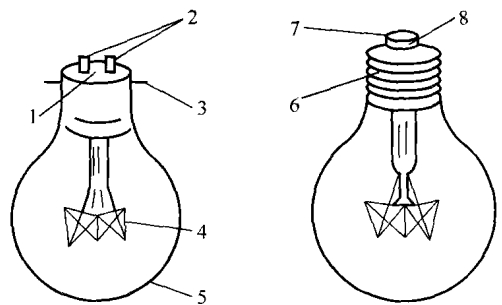
① 白炽灯照明灯具。白炽灯照明就是通常所说的电灯，由于其结构简单、使用可靠、价格低廉、电路便于安装和维修，所以应用较广。白炽灯照明电路的主要灯具具有灯泡、灯座、开关等。

a. 灯泡。灯泡的结构如图 1-1 所示。

灯泡主要由灯丝（钨丝）、玻璃泡、触头和绝缘体等组成。白炽灯的灯丝由钨丝制成，具有极高的熔点（ $3\ 300\sim 3\ 400^{\circ}\text{C}$ ）和很大的机械强度。当电流通过钨丝使其温度升高到  $2\ 200^{\circ}\text{C}$ ，钨丝便因炽热而发光。但输入灯泡的电，只有少部分变为光能，而大部分变为热能，因此白炽灯的发光率很低。然而因其光线柔和自然，因而得到了广泛应用。

白炽灯泡有真空和充气两种，真空白炽灯是将灯泡内的空气抽出使灯泡内部接近真空；充气白炽灯是将灯泡内空气抽出后，充以氩和氮的混合气体，这样可以防止灯丝雾化，并提高发光效率。白炽灯的灯泡上标有电压和功率，电压要与电源电压相符，功率则自  $15\sim 1\ 000\text{W}$  分为许多档次，有  $15\text{W}$ 、 $25\text{W}$ 、 $40\text{W}$ 、 $60\text{W}$ 、 $100\text{W}$ 、 $200\text{W}$ 、 $500\text{W}$  及  $1\ 000\text{W}$  等。

b. 灯座。又称灯头，品种繁多，常用灯座的外形结构、规格和用途如表 1-1 所示。



(a) 插口式


(b) 螺口式

1、8—绝缘体；2、7—触头；3—卡脚；4—灯丝；  
5—玻璃泡；6—螺纹触头

图 1-1 灯泡的结构

表 1-1

常用灯座

外 形	名 称	品 种	额定电压 (V)	额定电流 (A)	用 途
	螺口 吊灯座	胶木、铜 壳	250	3	集体场所的一般户内吊式灯；民 用户内潮湿环境或公用场合的吊 式灯





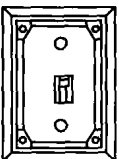

续表

外形	名称	品种	额定电压 (V)	额定电流 (A)	用途
	螺口平灯座	胶木、铜壳、瓷质	250	3	集体场所的一般户内平装灯；民用户内潮湿环境或公用场合的吊顶式灯
	防水吊灯座（螺口）	胶木、瓷质	250	3	户外吊式灯，或户内有水气、漏水场所的吊式灯
	螺口防水平灯座	胶木、瓷质	250	3	户外平装灯，或户内较潮湿、有漏水场所的平装灯
	螺口安全吊灯座	胶木	250	3	户内人体易触及场所的吊式灯；或户内潮湿、有导电地面等场所的吊式灯
	螺口安全平灯座	胶木	250	3	户内人体易触及场所的平装灯；或户内潮湿、有导电地面等场所的平装灯；或行灯
	螺口 E 型管吊灯座	瓷质	250	3~5	户内生产场所，通常配用大功率和需用管子吊装的电灯
	螺口 E 型平灯座	瓷质	250	3~5	户内用大功率灯的场所

c. 开关。这里所说的开关，是指功率在 1 000W 以下的电灯控制开关，它的结构和性能要满足不同使用环境的需要。开关的种类很多，常用的品种和应用范围如表 1-2 所示。

表 1-2

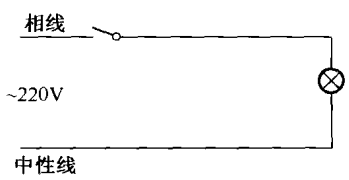
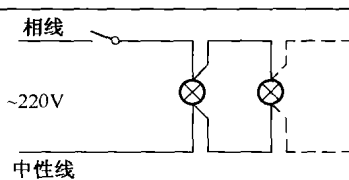
常用电灯开关

外形结构	名称	品种	额定电压 (V)	额定电流 (A)	适用范围
	拉线开关 (普通型)	胶木、瓷质	250	3	户内一般场所普遍应用
	顶装式拉线开关 (挂线盒带开关)	胶木、瓷质	250	3	户内吊装式灯座(挂线盒与开关合一)
	防水拉线开关	瓷质	250	5	户外一般场所或户内有水气、有漏水等严重潮湿场所
	平开关	胶木、瓷质	250	3 5 10	户内一般场所
	暗装开关	胶木、塑料	250	5 10	采用暗设管线线路的建筑物
	台灯开关	胶木、金属外壳	250	1 2 3	台灯和移动电具

② 白炽灯照明电路的接线及控制方式。白炽灯照明电路常用的接线及控制方式如表 1-3 所示。

表 1-3

白炽灯电路接线及控制方式

线路名称和用途	接线图	说明
一只单联开关控制一盏灯		接线规则(口诀): 火线零线并排走, 零线直接进灯头, 火线接到开关上, 接通开关与灯头。 (注:相线又称为火线,中性线又称为零线)
一只单联开关控制两盏灯		一只单联开关控制多盏灯时,可如左图中所示虚线进行接线,但应注意开关的容量是否允许

线路名称和用途	接线图	说明
两只双联开关控制一盏灯		用于楼梯上电灯需楼上、楼下同时控制时； 用于走廊中电灯需在走廊两端同时控制时

③ 白炽灯照明的计算。将白炽灯视为电阻，则白炽灯的功率、电压、电流、电阻各量之间的关系如下式：

$$P = U_R I_R = I_R^2 R = \frac{U_R^2}{R}$$

式中： $P$ ——白炽灯的功率（W）； $U_R$ ——白炽灯两端的电压（V）； $I_R$ ——通过白炽灯的电流（A）； $R$ ——白炽灯的热态电阻（ $\Omega$ ）。

根据白炽灯泡上标定的额定功率  $P$  和额定电源电压  $U_R$ ，便可利用上式计算其额定电流  $I$  和额定状态下的电阻  $R$ 。

例 1-1 已知某白炽灯的额定值为 220V、100W，试求额定状态时流过白炽灯的电流。

解：

$$I = \frac{P}{U_R} = \frac{100(\text{W})}{220(\text{V})} = 0.455\text{A}$$

答：额定状态时流过白炽灯的电流为 0.455A。

值得注意的是，白炽灯的实际功率与加在其两端的电压有直接关系。例如：一个额定值为 220V、100W 的白炽灯在额定状态时所消耗的功率是 100W；当电源电压低于额定电压 220V 时，白炽灯所消耗的功率就达不到 100W，故此，白炽灯的实际工作状态和额定状态是有区别的。

④ 卤钨灯。卤钨灯的发光原理和白炽灯一样，也是用灯丝作发光体，所不同的是灯管内充入了一定比例的微量卤素物质。它是利用充填气体中卤素物质的化合物使灯丝发光的一种钨线灯。卤钨灯外壳由圆柱状石英管制成。两端为灯脚，管中心的螺旋状灯丝安装在灯丝架上。下面以碘钨灯为例进行介绍。

碘钨灯用耐高温的石英玻璃制成直径为 10mm 左右的细长管壳，灯丝固定于管壳两端，如图 1-2 所示。

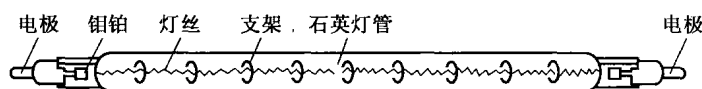


图 1-2 碘钨灯

管壳内抽真空后充入少量的碘。当灯管工作时，高温的灯丝蒸发出钨分子向管壁扩散，钨分子遇碘后化合生成气态的碘化钨。碘化钨接近灯丝的高温区域（可达 1600℃）时，又分解为碘和钨，钨分子就沉积在灯丝上。于是，在灯管工作时，灯管内的碘和钨不断重复着蒸发—化合—扩散—分解—沉积—蒸发的循环过程，从而防止灯丝因长期高温蒸发变细，也可避免蒸发的钨分子沉积在管壁上造成灯管“黑化”，影响发光。

碘钨灯与白炽灯相比在发光效率和使用寿命等方面均有很大的提高，光色也较好，被广

泛应用于礼堂、露天文体活动及施工工地等场所的照明。常用的碘钨灯额定电压为 220V，额定功率有 50W 至 1kW 多种规格供选用。

碘钨灯在工作时管壁温度很高（可达 600℃），因此碘钨灯禁止在有易燃、易爆等物品的场所使用；碘钨灯在使用时也不得靠近可燃物。此外为保证灯管内的“碘钨循环”得以顺利进行，碘钨灯必须水平安装；碘钨灯灯丝较长，耐震性差，不宜在有剧烈震动场所使用。

## (2) 气体放电光源

气体放电光源是利用某些气体放电时发光的原理而制成的，如荧光灯、高压汞灯、高压钠灯和氙灯等。

① 日光灯。日光灯是荧光灯的一种。日光灯具有发光效率高、寿命长、光色柔和等优点，广泛应用于办公室和家庭照明。它的外形及接线方法如图 1-3 所示。

日光灯的工作原理是：当开关接通电源后，灯管尚未放电，电源电压通过灯丝全部加在启辉器内两个触点之间，使氖气管中产生辉光放电，双金属片受热弯曲，使两个触点接通，于是电流通过镇流器和灯管两端的灯丝，使灯丝加热并发射电子。此时由于氖管被双金属片短路停止辉光放电，双金属片也因温度下降而分开。在双金属片断开瞬间，镇流器产生相当高的自感电动势，它和电源电压串联后加在灯管两端，引起弧光放电，使日光灯点亮发光。

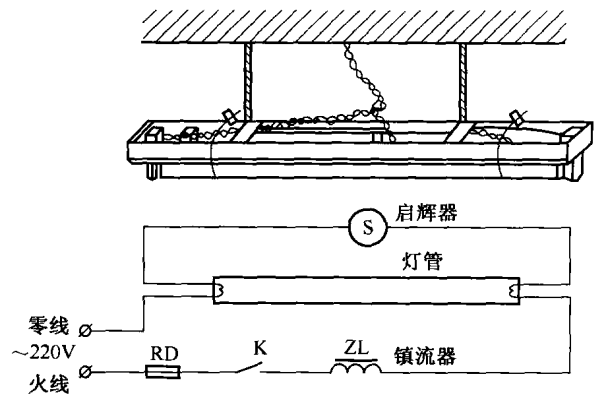


图 1-3 日光灯

日光灯在使用、安装维修中应注意以下几点：

- 日光灯按接线图正确安装连接，才能正常工作；
- 使用各种不同规格日光灯灯管时，要与镇流器的功率配套使用，还要与启辉器的功率配套使用，不能在不同的功率下互相混用；
- 环形日光灯头不能扭转，否则会引起灯丝短路。

② 启辉器。启辉器又称为日光灯断路器，它是与日光灯配套使用的电气元件，结构如图 1-4 所示。

在充有氖气的玻璃泡内，装有双金属片和静触片组成的两个触点，外边并联着一只小电容，与氖泡一起组装在铝壳或塑料壳内，它起断开某段线路的作用，实际上是一个自动开关。日光灯进入正常工作状态后，启辉器即停止工作。使用启辉器要注意以下几点：

- 启辉器要与日光灯功率配套使用；
- 安装启辉器时，注意使启辉器座的接触良好；
- 启辉器如果出现短路，会使日光灯产生两端发光中间不亮的异常状态，这时需要更换启辉器；
- 启辉器损坏（触点熔焊）会使日光灯不能启辉，这时需要换启辉器。

③ 日光灯镇流器。日光灯镇流器实际上是一个低频电流线圈，有双线圈式和单线圈式两种，制造时是根据日光灯管的功率来选定它的铁芯截面和线圈匝数的，还要调整它的限流范围（即磁路间隙）。其外形及电路符号如图 1-5 所示。

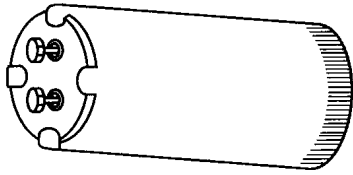


图 1-4 启辉器

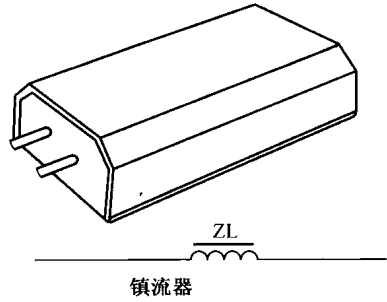


图 1-5 日光灯镇流器

使用日光灯镇流器时，应注意以下几点：

- a. 镇流器安装应考虑它的散热问题，以防运行中温升过高，缩短寿命；
- b. 镇流器发生严重短路时，会使日光灯在点燃的瞬间突然烧坏灯管，这时必须更换日光灯镇流器；
- c. 镇流器发生断路时，日光灯不能点燃，也需及时更换镇流器。

④ 日光灯电容器。日光灯电容器是用来补偿日光灯镇流器所需要的无功功率的。因为日光灯镇流器是电感元件，所以需加电容器进行补偿。电容器的外形与接线如图 1-6 所示。

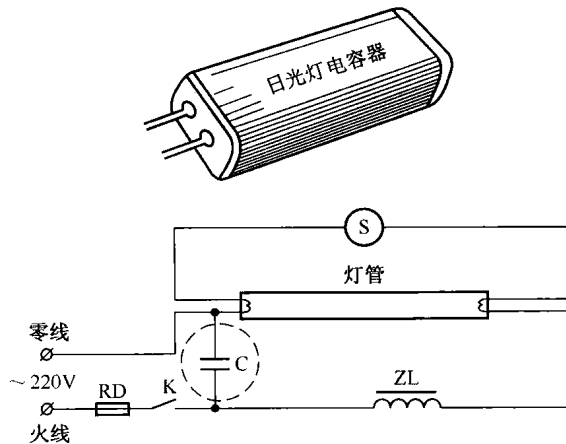


图 1-6 日光灯电容器

电容器两端接线柱内部，实际上是两个金属板，它能在交流电通过时，周期性地充电和放电，在充放电时所输出的无功功率正好用来补偿镇流器所需的无功功率。一般日光灯功率在 15~20W 时选配电容器为 2~5 $\mu$ F；30W 日光灯可选配电容器为 3~7 $\mu$ F；40W 日光灯可选配电容器为 4~7 $\mu$ F。日光灯电容器耐压均为 400V。

使用日光灯电容器应注意以下几点。

- a. 使用日光灯电容器之前，首先要检查它的容量与灯具管是否配套，耐压是否符合要求，有无漏电现象。如发现电容器漏电则需要更换。

日光灯电容器应正确接入线路，并使电容器外壳与日光灯灯架绝缘，以防电容器损坏时灯架外壳带电。

- b. 近些年，荧光灯愈来愈多地使用电子镇流器，由于电子镇流器有良好的启动性能及高效节能等显著优点，正在逐步取代传统的电感式镇流器。市售的电子镇流器种类很多，但

其基本工作原理都是利用电子振荡电路产生高频电压加在灯管两端，而直接点燃灯管，省去了启辉器。采用电子镇流器的荧光灯电路如图 1-7 (b) 所示。

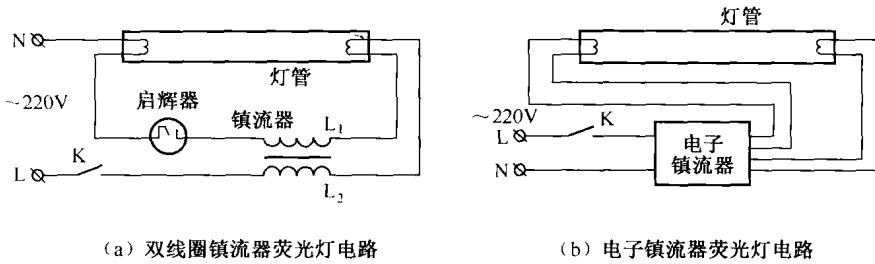


图 1-7 双线圈镇流器荧光灯电路和电子镇流器荧光灯电路

⑤ 环形荧光灯、节能灯和高压汞灯。

a. 环形荧光灯。环形荧光灯的灯管制成圆环形，由于它可以配用各种造型美观的灯具，不仅有良好的照明效果，还具有很好的装饰性，适合于一般住宅、办公室、宾馆、饭店等场所照明，应用十分广泛。环形荧光灯的工作原理及接线与普通直管形荧光灯相同，如图 1-8 所示。环形荧光灯需配用专用灯管插座，一般与灯管成套出售。

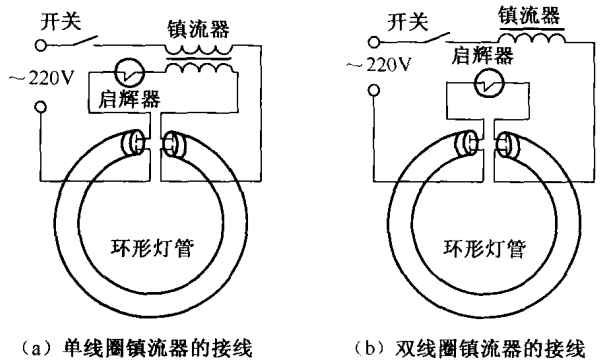


图 1-8 环形荧光灯的接线

b. 节能灯。节能灯是采用特殊的三基色荧光粉制成的新颖节能电光源，已形成多种管形和功率规格的系列产品，常见的有 H 形、U 形灯管等，如图 1-9 (a) 所示。

节能荧光灯一般将启辉器接在灯管内部，使外部接线十分简单，如图 1-9 (b) 所示。

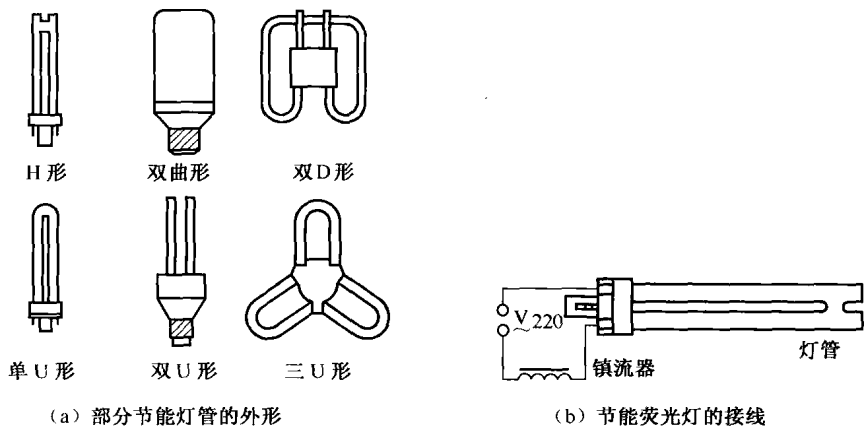


图 1-9 节能荧光灯

采用电子镇流器的荧光灯，内部接的是电容器，选用时应十分注意。它还能把微型镇流器封在管座内，制成结构更为紧凑的“节能灯”，使用起来十分方便。

c. 高压汞灯。高压汞灯又称高压水铝灯，它是在上述荧光灯基础上加以改进制成的一种

放电光源。

◆ 高压汞灯的构造。

高压汞灯的主要部件是内部的放电管。放电管管壳用石英玻璃制成，两端装有用钨丝制成的主电极  $E_1$  和  $E_2$ ，在主电极  $E_1$  的近侧装有辅助电极  $E_3$ 。放电管内充有高压的汞气和氙气。在放电管的外部装着一个玻璃外壳，外壳内壁涂敷荧光粉，外壳与放电管之间抽成真空后充入少量惰性气体。普通高压汞灯的结构如图 1-10 所示。

◆ 高压汞灯的工作原理。

普通高压汞灯也需经镇流器接入电源，其接线如图 1-10 所示。

当电源接通后，因为主电极  $E_1$  与辅助电极  $E_3$  距离很近，所以主电极  $E_1$  与辅助电极  $E_3$  之间的气体首先被击穿放电，从而产生大量的带电离子，继而在两主电极之间放电。这时由于辅助电极  $E_3$  串有一个较大的电阻，所以在主电极放电开始后， $E_1$ 、 $E_3$  之间放电即停止。因此辅助电极也称为引燃电极。

随着主电极放电过程的进行，管内温度升高，汞被迅速汽化，并使管内气压达 405kPa（约 4 个标准大气压）。汞蒸气放电时，同时发出可见光和紫外线。紫外线激发玻璃壳内壁的荧光粉而发出白光。汞灯正常工作时，两主电极间只需较低的电压维持放电发光，电源电压大部分降在镇流器上。为了提高功率因数，一般还在高压汞灯的两端并联电容器。

◆ 特点与应用。

高压汞灯的显著优点是发光效率高、亮度高、寿命长，但高压汞灯对电压波动较敏感。若电压突然降低超过 5% 时，高压汞灯会自行熄灭，且熄灭后需经 5~10min，待管内冷却、气压较低时才能再启动。因此高压汞灯不能用作事故照明，也不宜应用于频繁开关的场所。高压汞灯发蓝白色光，光色不太理想。

高压汞灯一般用于道路、广场、厂房等处的照明。高压汞灯额定电压为 220V，额定功率有 50~1 000W 等多种产品规格。

d. 自镇流式的高压汞灯。它内部装设一条钨丝灯丝，相当于一个白炽灯并兼作镇流器，电路中即不再接入镇流器，它实际上是一种复合光源。自镇流式高压汞灯接线简单（如同一般灯泡使用），缺点是使用寿命和发光效率都比有镇流器的普通高压汞灯要低。自镇流式高压汞灯的结构如图 1-11 所示。

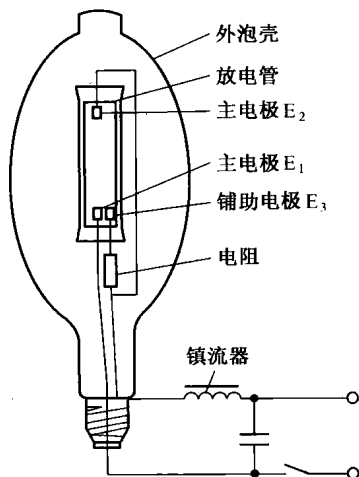


图 1-10 高压汞灯及其接线

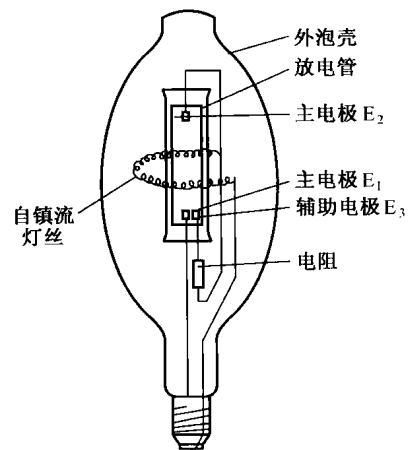


图 1-11 自镇流式高压汞灯



e. 高压钠灯。高压钠灯的结构与高压汞灯相似，它的放电管内充有高压的钠蒸气，利用钠气放电发光。其启动过程则与普通荧光灯相似，如图 1-12 所示。

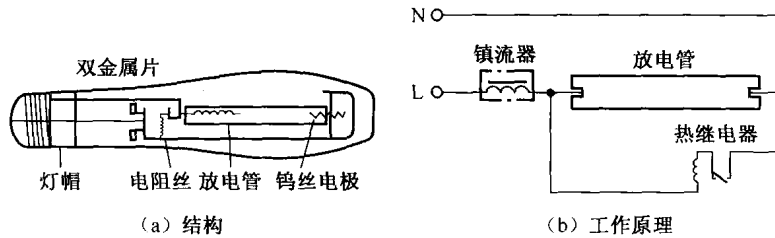


图 1-12 高压钠灯

当电源接通后，电流首先通过加热元件，使双金属片受热弯曲从而断开电路，双金属片断开瞬间镇流器两端产生很高的自感电动势，该电动势与电源电压叠加而形成高电压，使放电管内两电极之间放电，将灯点亮，灯点亮后，持续放电产生的热量使双金属片保持断开状态。高压钠灯从点亮到稳定工作需 5~8min 时间，灯熄灭后也需经冷却一段时间才能重新点亮。

高压钠灯发光效率比高压汞灯还要高一倍，使用寿命也较长，多用于广场、道路及工厂车间的照明。高压钠灯发橘黄色光，光色也不太理想。

另外还有金属卤化物灯和管形氙灯等。前者是在高压汞灯的基础上改进光色而制成的一种新型放电光源；后者是一种充有高压氙气的高功率的气体放电灯，其功率可达 100kW，俗称“人造小太阳”，用于大型广场的照明。

常用电光源的主要技术特性如表 1-4 所示，以供对照比较。

表 1-4 常用电光源的主要技术特性

特性参数	白炽灯	卤钨灯	荧光灯	高压汞灯	高压钠灯	金属卤化物灯	氙灯
额定功率 (W)	10~1 000	500~2 000	6~125	50~1 000	70~400	400~1 000	1 500~100 000
发光效率 (lm/W)	10~20	20~25	40~90	40~70	90~120	60~90	20~40
使用寿命 (h)	1 000	1 000~1 500	3 000~5 000	2 500~5 000	3 000~5 000	1 000	1 000
显色指数 $R_a$	97%~99%	95%~99%	75%~90%	30%~50%	20%~25%	65%~90%	95%~97%
启动稳定时间	瞬时	瞬时	1~4s	4~8min	4~8min	4~8min	瞬时
再启动时间	瞬时	瞬时	1~4s	10~15min	10~15min	10~15min	瞬时
功率因数	1	1	0.33~0.7	0.44	0.44	0.4~0.6	0.4~0.9
频闪效应	无	无	有	有	有	有	有
表面亮度	大	大	小	较大	较大	大	大
电压变化的影响	大	大	较大	大	大	较大	较大
环境温度的影响	小	小	大	较小	较小	较小	小
耐震性能	较差	差	较好	较好	较好	好	好
所需附件	无	无	镇流器启辉器	镇流器	镇流器	镇流器触发器	镇流器触发器