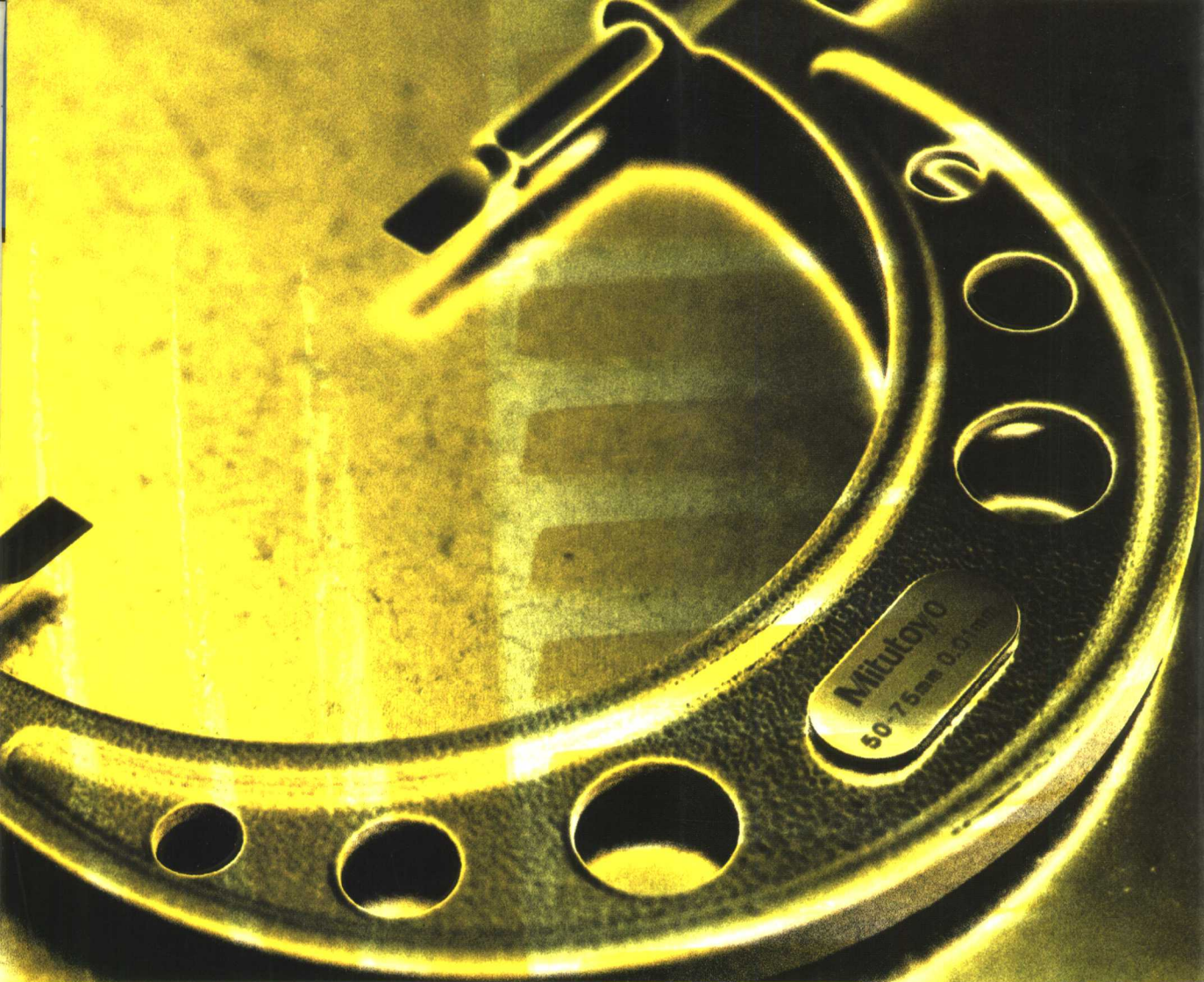




实用电气手册

Shiyong Dianqi Shouce

芮静康 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

实用电气手册

Shiyong Dianqi shouce

芮静康 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是为适应电工技术的发展,电工和电气工作者的需求而编写的工具书。主要包括电工电子基础电路,电工与电子测量,通信、广播和电视监控系统,起重运输机械的电气设备,智能建筑、供配电系统施工、运行和维护,实用电子电路制作。本书内容新颖广泛,既有理论又强调实用,有别于传统的电工手册。

本书可供工矿企业、事业单位、电力行业、建筑行业,以及农村的广大电工和电工技术人员阅读,也可供有关专业院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用电气手册/芮静康主编. —北京:中国电力出版社, 2004

ISBN 7-5083-2403-X

I. 实… II. 芮… III. 电气设备-技术手册
IV. TM-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 063722 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2004 年 12 月第一版 2004 年 12 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 27.125 印张 721 千字

印数 0001—4000 册 定价 50.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

编 审 委 员 会

顾 问: 陈汤铭 清华大学教授、电机学奠基人之一

翟中和 北京大学教授, 中国科学院院士

韩银铎 清华大学教授, 中国科学院院士

焦留成 郑州大学教授、副校长

杨宝禄 中国电机工程学会常务理事,

北京电机总厂首任总工程师

主 任: 芮静康 特聘教授、高工、总工

委 员: 曾慎聪 余发山 武钦韬 刘 俊 童启明 路云坡

严静一 席德熊 张俊谟 王福忠 姜燕燕 杨长安

杨纯久 阎书阁 鲍成城 季红益 汪志良 郑小筠

呼志华 王 梅 胡玉珏 罗大连

主 编: 芮静康

副主编: 余发山 焦作工学院教授、电气系主任

王夫忠 教授

参 编: 芮静康 余发山 柳春生 郭永东 刘志怀 王双萍

上官璇峰 郭三明 雷乃清 易晓郑 刘 俊 严静一

朱淑萍 王志民 牛小中 王 莉

主 审: 李发海 清华大学教授

前言

现代电工技术发展迅速，特别是智能建筑大量兴起以后，电工领域涵盖的内容发生了巨大变化。传统的电工为适应新的工作，迫切需要知识更新。而电工手册版本虽多，但多数是属于传统的内容，为适应电工技术的发展，满足广大电工和电气工作者的需要，特编写这本《实用电气手册》。

“智能电工”的提法，已提了几年，但由于它的定义和涵盖的内容，尚有不同看法，对智能电工的描述也尚不成熟，但同时电工电子技术的发展，智能化技术的发展，要求电工界有所反映。传统的电工知识已不适应新技术发展形势的需要。但是，智能电工仍是电工，传统的技术仍被广泛使用，虽然飞快发展，但并不能取而代之。从而传统的电工手册的内容必须更新，若是新编一本“智能电工手册”，又苦于没有权威的依据，电工界人士忙于事业和工作，对于“智能电工”和“智能电工学”尚无暇定论。而知识更新、介绍新技术是势在必行。本手册想作些尝试，鉴于上述情况，电工新技术层出不穷，内容广泛，又由于版面的局限，选材和叙述上有一定难度。经过广大作者的努力，编写了这本《实用电工手册》强调内容新颖，理论概念准确，突出实用，以满足广大电工和电气工作者的实际工作的需要。

本书第一章电工电子基础电路，第二章电工与电子测量，第三章通信、广播和电视监控系统，第四章起重运输机械的电气设备，第五章智能建筑，第六章供配电系统施工、运行和维护，第七章实用电子电路制作。本书突出以“电路”为“红线”，试图让读者认识“电路”是电工电子技术的集中体现，也是电工电子技术的核心，阅读、施工、实践和设计“电路”乃是电气人员的入门和提高之路。从直流电路、交流电路、机电式控制电路、电子电路、集成电路，到数字逻辑电路，充分反应了传统电工和智能电工的精髓。在智能建筑中得到发展，而又在各行各业中广泛应用、充实、完善、升华的智能电工，以及建筑电工的内容，作者选以重点进行编撰，如通信、广播、电视监控和电梯的描述中体现出来，其他内容又在智能建筑一章中加以补充和综合叙述。本书强调实用性，在各章的内容选材和叙述，特别是设计、安装、施工、运行、维护和修理的内容得到充分说明，又为了满足广大初、中级电工的实践、应用，特选编第七章实用电子电路制作，以作为分析电路和实践的具体实例。相信本手册能受到广大电工和电气工作者的欢迎。由于本书内容过于广泛，篇幅受到限制，尚不能面面俱到，有待电工和电气工作者借此进行发挥，以获举一反三之功效。

本书由清华大学著名教授，电机学奠基人之一陈汤铭先生和中国科学院院士、北京大学翟中和教授等任顾问，由电工界著名专家学者芮静康同志任编审委员会主任兼本书主编，原水电部杭州小水电研究所所长曾慎聪教授级高工等任编审委委员，由焦作工学院电气系主任余发山教授任副主编，清华大学著名教授李发海先生为主审。其他委员和编作者详见编审委员会名单。

本书得到焦作工学院、北京联合大学以及清华大学的领导和许多老师的大力支持，特别是编审委员会及出版社的许多领导、教授、专家、学者的大力帮助和指导，在此一并表示衷心的感谢。

由于涉及内容广泛，篇幅和作者水平有限，错漏和不妥之处在所难免，敬请专业同仁和广大读者批评指正。

书中内容可供设计、施工和维护时参考，但工程施工、产品生产请以设计图样为准，谨向读者表示歉意。

作者于北京

2003年10月

前言

第一章 电工电子基础电路	1
第一节 照明电路	1
第二节 异步电动机的启动、 调速及制动典型电路	24
第三节 典型电子电路	31
第四节 集成电路典型等效电路	60
第五节 逻辑单元电路	63
第六节 组合逻辑电路	73
第七节 时序逻辑电路	81
第二章 电工与电子测量	90
第一节 电工与电子测量基本知识 ..	90
第二节 电流、电压、电阻、功率、 电能的测量	97
第三节 常用电工、电子仪器、 仪表	108
第三章 通信、广播和电视监控系统	141
第一节 通信系统	141
第二节 广播电视系统	191
第三节 电视监控系统	217
第四章 起重运输机械的电气设备	226
第一节 起重机械的种类和用途	226
第二节 起重机的参数和特点	236
第三节 起重机典型控制电路	244
第四节 起重机的维护	248
第五节 运输机械的种类和用途	254
第六节 运输机械控制电路举例	260
第七节 电梯	263
第五章 智能建筑	302
第一节 概述	302
第二节 现代建筑的自动化 和智能化	306
第三节 控制系统和控制技术	330
第四节 住宅智能化	342
第六章 供配电系统施工、运行和维护	350
第一节 变电所的施工	350
第二节 配电室的施工	357
第三节 内外线工程施工	363
第四节 供配电系统的维护	372
第七章 实用电子电路制作	381
第一节 自动控制	381
第二节 通信与音响	387
第三节 安全与报警	398
第四节 照明电路	410
第五节 充电和其他	420
参考文献	427

电工电子基础电路

电工电子基础电路内容极为广泛、一提起“电路”，人们常说的名词很多，如直流电路、交流电路、线性电路、非线性电路、谐振电路、机电式电路（即接触器、继电器电路）、整流电路、晶体管放大电路、脉冲电路、集成电路、逻辑电路，等等。研究电路有“电路学”，描述电路的书籍。随着电路技术的发展，电路产品的层出不穷，“电路”是一条贯穿电工电子技术的红线，对电路的讨论，是一件繁重的工作，不可能用一本书，更不是一段文字所能叙述全面。高低压、强弱电，从电灯泡到计算机，许多许多是以电路来描写的，虽然非电路的电工电子技术也很多，特别是软件技术的发展，但是以计算机为例，硬件的地位始终不可动摇，计算机应用技术的发展、特别是硬件的开发描述得最实质的，就是“电路”，可见电路的重要性，以及它反映的技术内容的复杂性和先进性，甚至可以说，一看其电路，就知其技术水平。一名电气工作者，一名电工，他对“电路”的了解的深度和广度，也可以反映他的技术能力和技术水平。“电路”这么重要，实应为电气工作者高度重视。本书针对一般的电气工作者，所以对于电路的叙述，着重是典型电路和基础电路。本书叙述的内容有照明电路、电动机的控制电路、常用脉冲电路、整流电路、晶体管放大电路、稳压电源、集成电路、逻辑单元电路和组合逻辑电路及时序逻辑电路。

叙述许多实例，力求实用，以通俗的文字表达，尽量让文化较低的读者能够接受，文化较高的读者也可以参考。

第一节 照明电路

照明电路和照明电光源、照明器具一样，技术进步很快，甚至发展更迅速。照明电路从一灯一开关的简单控制电路发展到用电子电路控制直至各种自动控制，特殊的电路可用计算机来控制，不能再认为照明电路是简单电路，而是具有现代化、自动化的电路，对其技术难度再也不能低估。

照明电路包括简单控制电路（以白炽灯为主），日光灯控制电路，各种性能改进电路，调光电路，声控、光控电路，延时电路，流水灯电路，闪光电路，夜景照明电路，微机控制电路等。

一、白炽灯电路

1. 一灯一开关电路

一灯一开关白炽灯的照明电路，是最简单的电路，其电路图和接线图，如图 1-1 所示。

从图中可以看出，当电源接通后，开关 SA 闭合时，白炽灯 EL 亮，当开关断开时，白炽灯 EL 熄灭。开关应接在相线中，开关 SA 可以是普通开关，拉线开关、床头开关等几乎所有具有通断能力的开关。开关容量的选择应与白炽灯的功率相匹配。

在此，用此例作一下照明维修的叙述，这是初学者必须掌握的电工技能知识。

若照明灯不亮，那首先可以拧下灯泡，观察灯丝是否断丝，若用肉眼看不出来，则可用万用

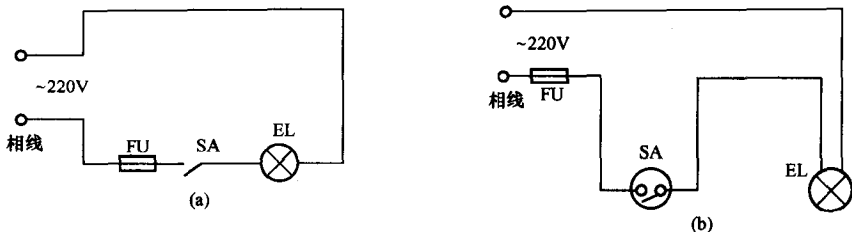


图 1-1 一灯一开关照明电路

(a) 电路图; (b) 接线图

表的电阻档进行测量,方便地诊断灯丝是否断丝。再则是判断灯泡是否漏气,漏气时,白炽灯泡呈乳白色,则灯泡不能再使用,当然灯不会点亮。

若灯泡没有问题,应检查灯泡和灯头接触片(特别是螺口灯泡)是否接触;若不能接触,则灯不能点亮,可能是灯泡拧得过松,应拧紧,或者是触片弹力不好而下陷,应在开关断电后,将触片拔高一些。采取这些措施后,若不解决问题,则应检查电源供电是否正常,首先用电笔验电,最好用万用表测量电压,有时零线有问题,用电笔验电不足以说明问题。当电笔验电有电,而测量没有电压,则零线(对于 220V)有问题,若电笔在灯头验电时有问题,而测量电压又没有,则常常需检查开关是否有电,若开关接线正确,即接相线,则验电后有问题,又可以检查开关本身的问题,如拉线开关常常出现的如簧片断裂、弹簧折断、线头脱落等问题。应一一进行检修。电源的检查要一级一级往前查、直至排除故障为止。

在修理拉线开关时,可以带电检修,因为触电机理是有电流流过人体,只要保证没有电流流过人体就不会触电,其措施是人体要可靠绝缘,如站在木梯、木凳或绝缘胶皮上,即可进行带电作业。而发生过有人站在木梯等绝缘物体上仍有触电现象,原因是操作者一手接触带电导体,另一手触摸墙壁,特别是潮湿的墙壁,则电流经带电导体→人的一手→人的另一手→墙壁→零地线,形成回路,而使操作者触电。所以充分保证人体绝缘是能保证拉线开关带电检修安全的。道理虽如此简单,但操作安全性与操作的熟练性有关,而安全是应万无一失的,所以,初次操作时应有熟练者进行指导和监护,不可麻痹大意。

2. 二灯一开关和二开关电路

(1) 二灯一开关照明电路是用一只开关去控制两盏灯,显然两盏灯是并联连接,再与开关串联,其电路图和接线图,如图 1-2 所示。

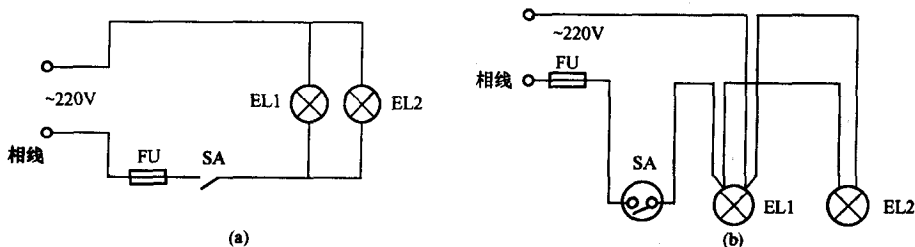


图 1-2 二灯一开关、照明电路

(a) 电路图; (b) 接线图

从接线图中,明显的可以看出在灯泡 EL1 上的导线数有四根,这在电路图中不明显,而接线图和

实物很接近,所以只了解原理还不一定能实际操作,要能很熟练地操作必须具备能将原理图过渡到实物的能力,所谓理论联系实际。学习原理对实际操作有指导作用,但原理毕竟不是实物,所以学习原理后必须实际操作,但只会操作,不懂得原理,这也不行。因为在检修故障时,特别是分析故障,必须要懂得原理,否则分析能力很差,诊断故障就很慢。出现电气故障,常常是检查故障的时间很长,而排除故障很容易,如一个线头脱落,接上就可以了,而找到这个脱落的线头,往往很费时间,而分析能力强的人,诊断故障,如找到这个脱落的线头就比较快。当然,这也是一般规律,也不是绝对的,也有故障一眼就可以看到,如匝间短路的故障,而修理则较费时间。

(2) 二灯二开关电路,显然是一只开关和一盏灯先串联,然后再并联。其电路较为简单,也比较容易理解,但施工时,布线就比较复杂,主要是导线布线数量,要心中有数,才能达到电路图(也可称原理图)的设计要求。二灯二开关的电路图和接线图如图1-3所示。

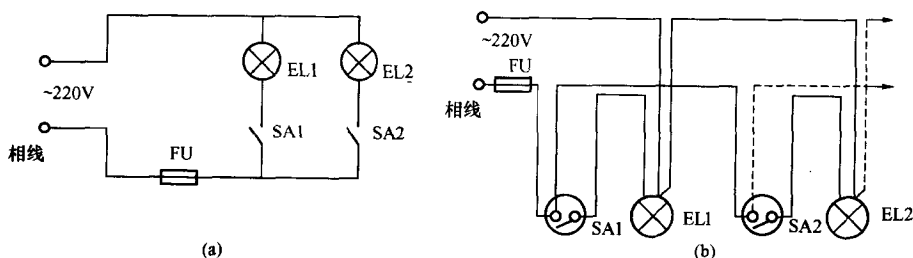


图1-3 二灯二开关照明电路

(a) 电路图; (b) 接线图

当然,二灯一开关照明电路和二灯二开关照明电路都可以扩展到多盏灯,假定为 N 盏灯,都是可以的。但是要注意开关和熔断器电流的选择。

3. 一灯一开关一插座的电路

一灯一开关一插座的电路也是常用的。显然,开关和白炽灯串联而插座则和串联电路并联,其电路图和接线图,如图1-4所示。

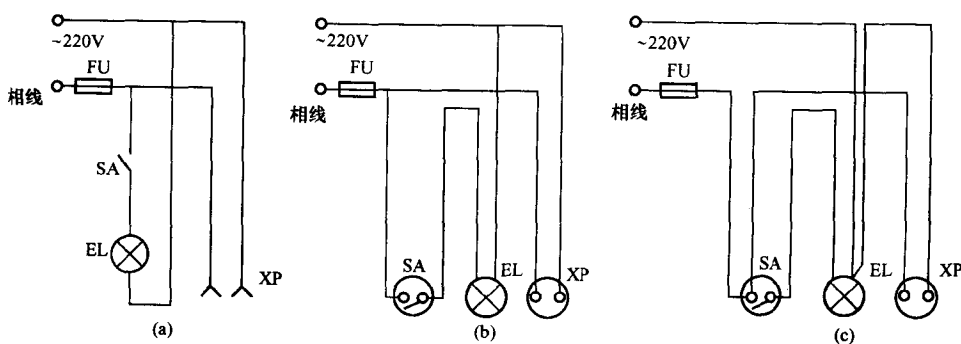


图1-4 一灯一开关一插座电路

(a) 电路图; (b)、(c) 接线图

接线图1-4(b)为简化的画法,而图1-4(c)则比较接近于实物的画法。

4. 一灯两双连开关两地控制的电路

一灯两双连开关两地控制的白炽灯照明电路,可以在两地操作一盏灯,如楼梯上台和楼梯下台。单连开关不能实现这种控制,一定有两个双连开关,即任何一个开关,无论是在什么状态,均能控制灯点亮和熄灭,开关动作一次,灯亮变成灯灭或灯灭变成灯亮,以满足如下楼、上楼照明或关闭的需要,其电路图和接线图如图 1-5 所示。

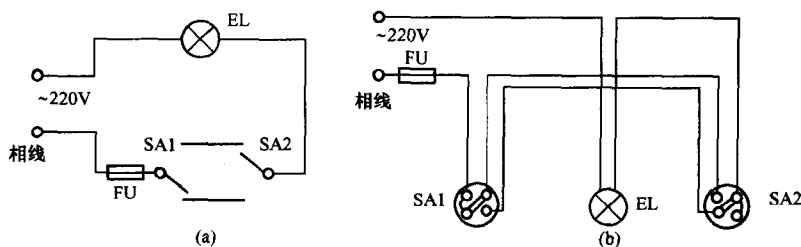


图 1-5 一灯两双连开关两地控制的照明电路

(a) 电路图; (b) 接线图

从接线图中可以看出布线情况,应强调的是每个双连开关有三根导线,这是施工时应该注意的。

5. 一灯三开关三地控制的电路

一灯三开关三地控制的照明电路,应采用三个双连开关,任何一个开关能控制同一盏灯的点亮和熄灭,若三个开关安装在三个不同的地方,即可实现三地的控制,其电路图和接线图如图 1-6 所示。

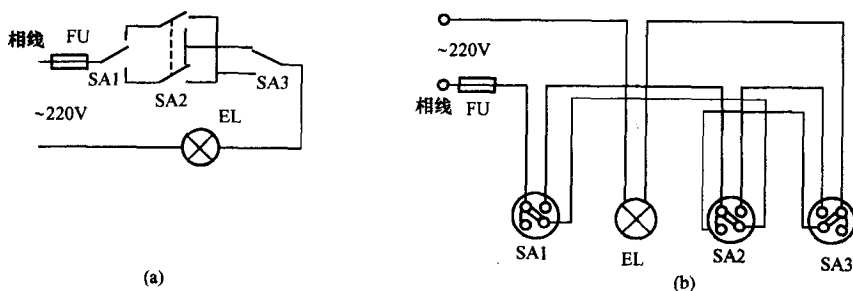


图 1-6 一灯三开关三地控制的照明电路

(a) 电路图; (b) 接线图

6. 五灯五开关五地控制的电路

五灯五开关五地控制的照明电路应用在五层楼的楼梯上,灯泡也分别装在各楼层的楼道里。

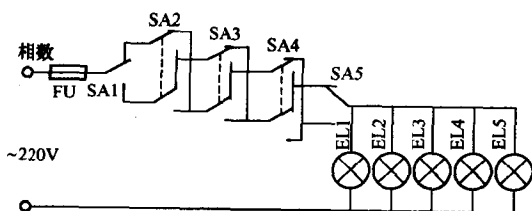


图 1-7 五灯五开关五处(如五层楼)的照明电路

这样,在任何一层楼都可控制整座楼层的照明灯。例如上楼时开灯,到五层时再关灯,或从四层下楼时开灯,而到一层时再关灯,等等,其电路图如图 1-7 所示。

7. 白炽灯其他电路

白炽灯的其他电路不包括特殊用途的电路,为简单电路,如用变压器降压的照明电路、串联电容、电感和二极管的照明电路,

以及两只灯泡串联的照明电路等。

(1) 用变压器降压的照明电路。用变压器降压, 如 380V 或 220V 降至 36V 或 24V, 即变成安全电压, 以保证照明的安全, 常在机床照明、行灯照明时使用。在煤矿、井下等特殊场所, 甚至采用 12V 电压, 以确保照明的安全。高电压、大电流的用电安全往往人们比较重视, 也相应地采取许多安全技术措施和安全管理措施, 而一个小小的照明灯则往往被人们忽视, 致使照明安全事故, 特别是人身触电事故常有发生, 甚至出现死亡事故, 所以照明灯的安全用电也不容忽视。同样, 也应采取各种技术措施, 如采用安全电压, 使用灯具、导线等应有良好的绝缘, 并有可靠的保护措施, 其电路图, 如图 1-8 所示。

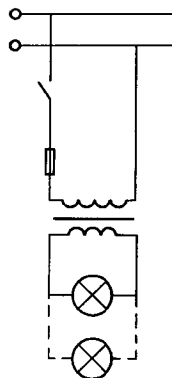


图 1-8 用变压器降压的照明电路

(2) 串联电容、电感及二极管的电路。串联电容的照明电路, 当电容器有一定容量时, 则交流电能顺利地通过, 但在电容上会有一定的电压降落, 则会降低照明灯的亮度, 相应的起到延长白炽灯使用寿命的作用。串联电感的照明电路, 当交流电通过时, 电感呈现一定的阻抗, 同样有一定的电压降落, 照明灯亮度变暗, 但是, 和串联电容电路不同的是, 串联电感使电路的功率因数降低, 而串联电容使电路的功率因数提高。

串联二极管时, 如交流电的正半波通过, 而负半波不能通过, 可以粗略的认为亮度会减半, 同样可以提高照明灯的使用寿命, 在照明灯使用寿命短 (质量不好), 需要经常更换灯泡非常麻烦的情况下, 人们常用此法来解决。不过, 这种方法毕竟使电能的利用率降低, 因此大面积推广是不宜的, 只能作为一种权宜之计。

电路图, 如图 1-9~图 1-11 所示。

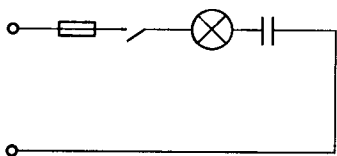


图 1-9 串联电容的照明电路

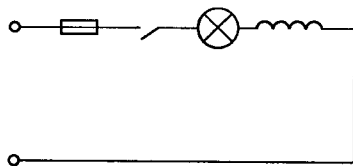


图 1-10 串联电感的照明电路

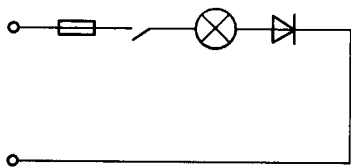


图 1-11 串联二极管的照明电路

(3) 低压照明并有指示灯的电路。在采用变压器降压的电路中, 在机床或电气设备中常采用有指示灯的电路, 如 BK-50 变压器上, 电压常设计有 380V/36V、6.3V, 则 6.3V 电压给指示灯供电, 以满足机床或电气设备各种状态的指示。其电路图如图 1-12 所示。

(4) 两只灯泡串联的电路。两只灯泡串联, 显然也可以降低亮度提高灯泡的使用寿命, 避免经常更换灯泡、节省维修工作量, 其电路图如图 1-13 所示。

二、日光灯电路

日光灯照明发光效率高, 节约电能, 应用极为广泛。其电路有普通的电路, 改进的典型电路以及电子电路。其发光颜色多种多样, 与所用的荧光粉成分有关。

1. 普通日光灯电路

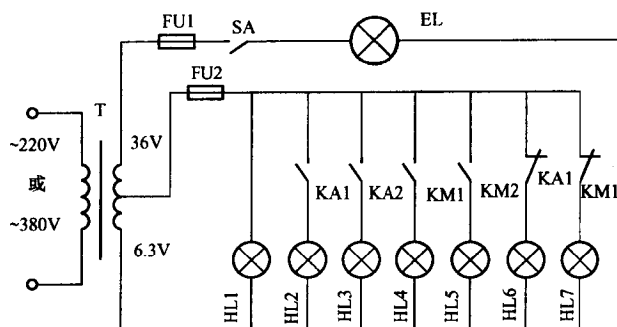


图 1-12 低压照明并有指示灯的电路

普通日光灯电路是一种传统的典型电路，其电路图及其安装接线图如图 1-14 所示。

日光灯的阴极在灯管点燃之前要进行预热，预热温度为 $850 \sim 900^{\circ}\text{C}$ ，以使阴极具有热电发射能力。当日光灯接入电路后，启辉器两个电极间开始辉光放电，使 U 形双金属片受热膨胀与静触极接触，此时电源镇流器、灯丝和启辉器构成一个闭合回路，流动的电流使阴极得到预热，预热时间一般为 $1 \sim 3\text{s}$ 。在启辉器两个电极接触后会导致辉光放电熄灭，随之双金属片冷缩又与静触极断开，在两个电极断开的瞬间，电路中的电流突然消失，于是在镇流器两端产生一个比电源电压高得多的感应电动势，这个感应电动势的大小，与电流梯度成正比，与回路电感成正比，即 $e = -L \cdot \frac{di}{dt}$ 。这个脉冲电动势加在已经被预热的两阴极间，使灯管内的惰性气体电离而引起辉光放电，此时管内温度逐渐升高，继而使液态水银汽化游离，水银汽化后猛烈地碰撞惰性气体分子而放电，水银蒸汽辉光放电时，辐射出波长 2537埃 ($1\text{埃} = 10^{-8}\text{cm}$) 的不可见的紫外线，紫外线激发灯管内壁涂覆的荧光粉后，发出可见光。

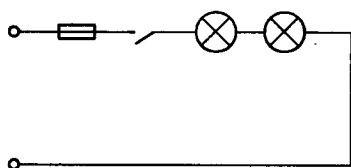


图 1-13 两只灯泡串联的照明电路

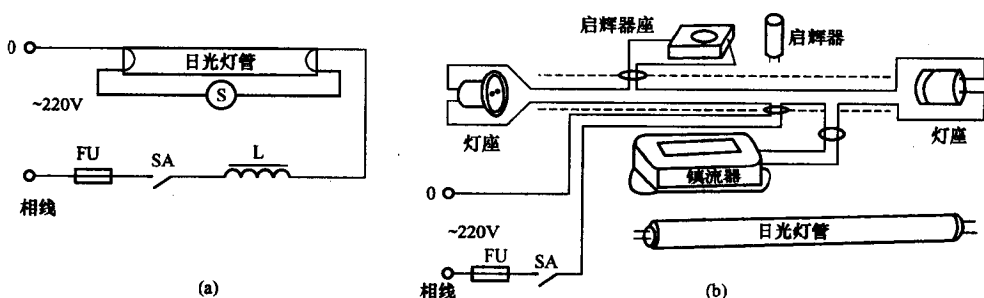


图 1-14 普通日光灯照明电路

(a) 电路图；(b) 安装接线图

所以，在日光灯出现故障时，如灯管两端发黑，有可能灯丝烧断而不亮，在启动时两端亮而不启辉，有可能是启辉器有问题，如启辉器不能跳开，发生这种故障，使镇流器匝间短路，使镇流器烧毁，或整流器断线，则不能产生高压电动势，而不能引起辉光放电。还有就是电源问题，

如灯座接触不良或电源断电等引起日光灯不能点燃。

在日光灯照明的基本电路中，主要有镇流器及启辉器两个附件，一般认为接线时只要按日光灯的工作原理用导线把它们连接起来就行了，这样简单的电路不需要再考虑什么其他的因素。其实不然，在接入电路时，灯管、镇流器和启辉器三者之间的相互位置对日光灯启动性能是有影响的。实际上有四种接线情况，如图 1-15 所示。

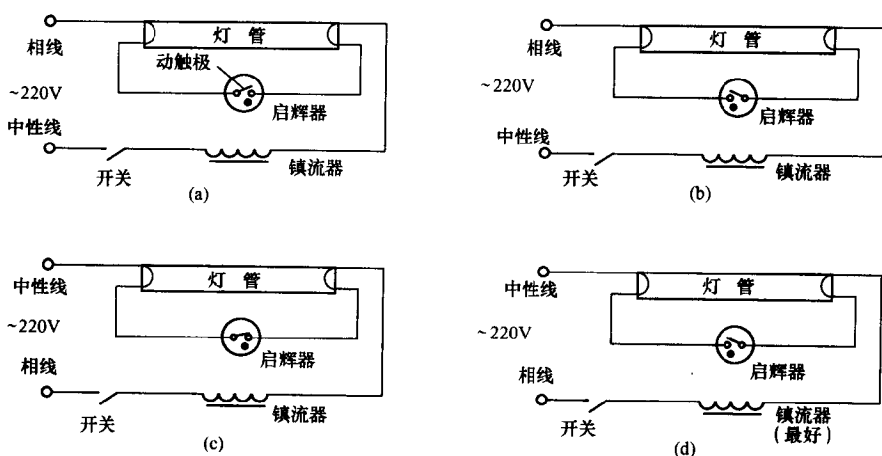


图 1-15 普通日光灯电路的四种接线方式

(a) 第一种接线；(b) 第二种接线；(c) 第三种接线；(d) 第四种接线

图 1-15 中所示的四种接线方法，在正常电压下都能使日光灯工作，但其启动性能是不相同的。实践证明，图 1-15 (d) 所示接线方法为最佳，它有最好的启动性能，因为镇流器接在相线（俗称火线）上并与启辉器中的双金属片相连接，可以得到较高的脉冲电动势。而图 (a) 所示接线方式为最差，因为镇流器的位置既没接在相线上，也不与启辉器中的双金属片相连接。因此，在日光灯安装接线时，应考虑到这些问题。

普通日光灯电路的关键元件是镇流器，即普通日光灯电路的工作可以没有启辉器，而不能没有镇流器。镇流器起着三种作用，即预热灯丝、产生脉冲高电动势、稳定电流。由于镇流器的作用，使流过灯丝的预热电流限制在所需要的数值，既防止了因预热电流过高而烧断灯丝，又保证了阴极具有热电发射能力；镇流器产生高压电动势更是启辉放电、点燃日光灯的必要条件；在日光灯工作以后，镇流器起着稳流作用，保持稳定放电，使灯管上的工作电压和通过灯管的电流为额定值。镇流器除了完成上述三项任务外，还具有使荧光现象减轻、蜂音减小、温升降低和耗电减少等作用。但是镇流器毕竟是一个大电感，它使日光灯的功率因数大大降低，这是普通日光灯电路的致命缺点。也是其被电子镇流器替代的原因之一。镇流器的计算主要是计算工作电压、铁心截面、线圈匝数和线径等。其计算式为

$$\text{工作电压} \quad U_B = \sqrt{\frac{U^2 - 1.5 U_L^2}{1.15}} \quad (1-1)$$

$$\text{铁心截面} \quad S = K_S \sqrt{\frac{P_L U}{U_L}} \quad (1-2)$$

$$\text{线圈匝数} \quad N = \frac{U_B}{B_m S} \quad (1-3)$$

线径

$$D = K_d \sqrt{I}$$

(1-4)

式中 U_B ——镇流器工作电压 (V);

U ——电源电压 (V);

U_L ——灯管工作电压 (V);

S ——镇流器铁心截面 (cm^2);

K_S ——铁心截面系数, 可选在 0.5~0.7 之间, 取上限时, 镇流器体积大、耗料多, 但温升高;

P_N ——灯管额定功率 (W);

N ——线圈匝数 (匝);

B_m ——最大磁感应强度 (T);

D ——导线直径 (mm);

K_d ——电流密度系数, 可选 0.54~0.7;

I ——流过灯管的额定工作电流 (A)。

镇流器的等效电路相当于电阻和电感的串联。有功电压、无功电压和镇流器上的工作电压组

成一个电压三角形, 即 $\dot{U}_B^2 = \dot{U}_{B1}^2 + \dot{U}_{B2}^2$, $\cos \varphi_B = \dot{U}_{B2} / \dot{U}_B$, φ_B 约为 $81^\circ \sim 83^\circ$, 如图 1-16 所示。

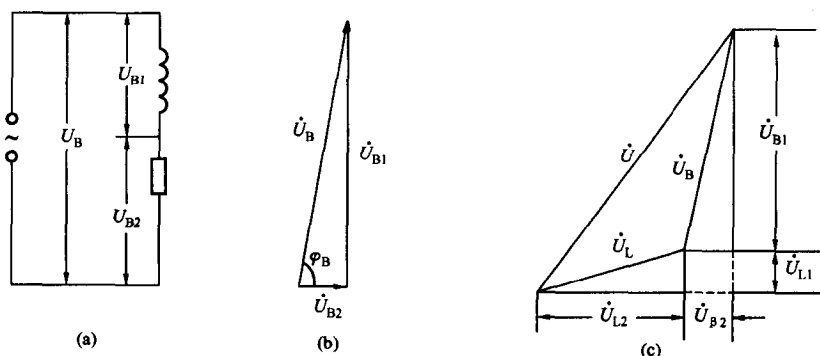


图 1-16 镇流器等效电容及电压三角形和日光灯电路的电压三角形

(a) 镇流器的等效电路; (b) 镇流器的电压三角形; (c) 日光灯电路的电压三角形

日光灯电路的电压三角形是镇流器电压三角形和灯管的电压三角形的矢量合成。如图 1-16 (c) 所示, 可以发现灯管的工作电压和镇流器的工作电压的代数和大于输入的电源电压。

镇流器常遇到的几种情况:

- 1) 若工作电流正常, 启动电流偏高, 说明铁心中磁感应强度高, 即需要增加铁心截面, 或增加匝数。
- 2) 若工作电流正常, 启动电流偏低, 说明铁心大, 可缩小铁心截面或减少线圈匝数。
- 3) 若启动电流正常, 工作电流偏高, 也是铁心大, 可缩小铁心截面或减少线圈匝数。
- 4) 启动电流正常, 工作电流偏低, 说明铁心小, 应增加铁心截面或线圈匝数。
- 5) 工作电流与启动电流都偏高, 磁隙中的调节片过厚, 应减薄; 若不解决问题, 则应增加线圈匝数。
- 6) 若工作电流偏低, 启动电流又偏大, 说明铁心截面小而且调节片薄, 如铁心截面已固定,

除适当加厚调节片外,还要增加线圈匝数,以降低铁心的磁感应强度。

镇流器出现的性能问题远不至这些,归纳后的情况,见表1-1。

表 1-1 镇流器性能问题分析表

故障现象	原 因	解 决 办 法
电流大	铁心不紧、磁隙大使阻抗变小	将铁心夹紧,烘干浸渍漆,调整磁隙。将电流值调高至10~20mA时,用电吸的方法解决
电流小	磁隙调节片薄	调节调节片,调整磁隙长度
电流不高时功率损耗大	插片时将纸胎划破,线圈与铁心片接触	插片时要插正,应防止脱圈
电流高,功率损耗也大	线圈层间短路,焊片与层间短路,铁心片将线圈插破,漆包线漆皮脱落致匝间短路	接头处要平整,焊片不允许有毛刺,也要求平整,片要插正,保证漆包线的绝缘质量
断路	引出线与焊片假焊、虚焊或脱焊,线圈内接头处断开,过线折断,绕在焊片上的铜线被刺断,铁心片划破纸胎,并戳断漆包线	焊牢,接头磨光接牢,过线不能太短,在焊片上绕扣时不要太紧,铁心片要插正
蜂音	铁心不紧、II字形片正反面排列孔,片的毛刺大,烘烤不干,调过磁隙的半成品未再次喷漆烘干	插紧铁心,II形片顺序排放,去毛刺控制烘烤温度,注意改变磁隙长度的半成品再次喷漆烘干,使成整体
击穿	盒与半成品间没垫好绝缘,镇流器潮湿,引出线绝缘不良,过线太长,垫盒的绝缘纸受潮或耐压不符合要求,套焊片的绝缘管外露,绝缘胶温度较低,流动性不好	垫好绝缘,成品应置于干燥处,注意引出线质量,绕线或并头时过线不要太长,注意绝缘纸的耐压性能,防止受潮,应将腊管穿到底,以及提高绝缘胶温度,使充满各空间
温升高	硅钢片质量差、铁耗大,线径细、电流密度太高,铁心及铁盒散热面小,绝缘胶未灌满,盒内有空间,空气导热性能差	应控制铁心的磁性能,合理选择线径,应改变铁心及盒的设计方案,绝缘胶应灌满

关于日光灯照明的故障,除上述故障外,还有许多其他故障,对于专业电工应更深入的了解和掌握,日光灯电路及其照明的其他故障,见表1-2。

表 1-2 日光灯的常见故障

故障现象	原 因	排 除 方 法
新灯管灯丝烧断	(1) 电路接错,灯管呈负阻特性,电流大 (2) 镇流器短路,失去限流作用 (3) 灯管质量有问题,如灯管漏气,供电后灯管立即冒白烟烧毁	(1) 按图正确接线 (2) 修理镇流器或更换新品 (3) 更换新灯管
螺旋形光带	(1) 灯管内气体不纯,新灯管接入电路后,刚点燃即出现打滚现象 (2) 灯管的玻璃内壁受热后放出气体 (3) 镇流器的工作电流过高	(1) 反复启动几次,使灯管工作趋向正常 (2) 更换新管 (3) 修复镇流器或更换新品
灯管跳,不能正常发光	(1) 天冷环境温度低,管内气体不易电离 (2) 电源电压低 (3) 灯管灯丝发射电子能力低 (4) 启辉器,电流梯度值小,启辉电压低	(1) 更换灯管或附件 (2) 改变电源电压 (3) 更换新日光灯管 (4) 更换启辉器
镇流器过热或绝缘胶外溢	(1) 镇流器工作电流大或镇流器阻抗改变和线圈短路 (2) 电源电压过高 (3) 启辉器中的电容器短路或跳泡内部搭连	(1) 修理镇流器或更换新品 (2) 改变电源电压 (3) 更换启辉器
镇流器蜂音	(1) 铁心磁感应强度高,接近饱和 (2) 电源电压高加剧了镇流器的电磁振动 (3) 安装不良,引起共振 (4) 铁心叠装松,灌胶不实	(1) 改进设计,余度加大 (2) 改变电源电压 (3) 重新安装 (4) 更换新品

故障现象	原因	排除方法
灯管的霎光现象	日光灯接入 50Hz 单相交流电源时, 灯管中的电流波形, 在 1s 内要波动 100 次, 而光能的输出是随电流周期性变化而变化, 就引起了霎光现象。镇流器参数不当, 霎光现象加剧	新灯管霎光是暂时的, 使用一段时间或多开关几次即可消失。当若干个日光灯同时使用时, 通常可以把灯管分别接在不同的相线上, 利用相位差来减弱霎光现象
日光灯电源断开后两端仍有微光	(1) 开关接零线时, 灯管一端仍通相线, 由于灯管与墙壁间有电容存在, 在中性点接地供电系统中, 灯管出现微光, 用手触摸管, 辉光增强 (2) 开关漏电, 开关虽断开, 电源并未完全断电, 发光也即不完全停止 (3) 灯管内壁的荧光粉在高温工作后产生余辉现象	(1) 将电源开关接在相线上 (2) 应立即检修开关, 否则日光灯管极易损坏 (3) 可自行消失, 不影响灯管的使用寿命
灯管发黑	(1) 正常发黑, 灯管点燃时间达使用寿命, 灯丝上的电子发射物质即将耗尽, 黑在灯管两端 (2) 早期发黑, 新灯管点燃不久即发黑, 原因是灯丝上发射物质飞溅太快, 吸附在管壁上 (3) 水银气发黑, 日光灯管内加入微量水银, 加入过量, 超过水银饱和蒸汽压, 水银吸附在管壁出现黑斑	(1) 更换新灯管 (2) 检修附件质量, 检查配套规格是否相符, 电压波动是否太大, 开关次数是否太频繁 (3) 只影响外观, 不影响灯管内质量

2. 改进的日光灯电路

(1) 双日光灯电路。双日光灯电路实际上是两支日光灯一开关的照明电路。安装日光灯时, 镇流管 L、启辉器 S 必须和电源电压、灯管功率相配合。其电路图如图 1-17 所示。

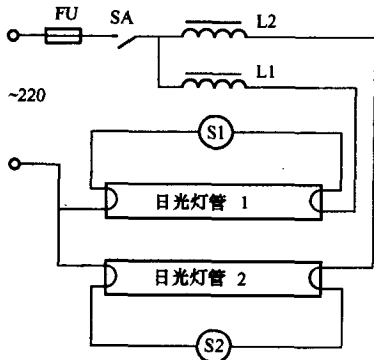


图 1-17 双日光灯电路

(2) 低温低压时接入二极管启辉的日光灯电路。在低温低压情况下, 日光灯经多次闪烁, 不能顺利启辉。改进的方法是接入一只二极管, 电路图如图 1-18 所示。

接入二极管后, 交流电经整流变成脉动电流, 使通过日光灯灯丝的电流增大, 使管内气体比较容易电离。同时, 这种脉动的直流电流, 也使产生的感应电动势增大, 更容易使灯管内的惰性气体电离而引起辉光放电, 达到加速日光灯启辉放电, 点燃发光的目的。但启动开关 SA2 不宜长时间处于接通状态, 以免因电流较大而损坏灯管。

(3) 利用电容串联二极管启辉的日光灯电路。此种电路, 是利用电容与二极管串联来代替普通启辉器, 其电路如图 1-19 所示。

图 1-19 中所示电路, 其启辉速度快, 大大减少日光灯的预热时间, 从而延长了日光灯管的使用寿命, 甚至在冬天可达到一次性快速启动。二极管的反向击穿电压选定在 190V 左右。开灯时, 闭合开关 SA, 零线为正时, 电流的某一半周经镇流器、灯丝、二极管给电容充电; 另一半周时, 电源电压与电容电压叠加, 击穿二极管, 产生高压, 点燃日光灯管。在灯管点燃后, 因两端灯丝间的电压降到 50~108V, 低于二极管的击穿电压, 日光灯便正常工作。

(4) 镇流器带副线圈的日光灯电路。此种电路中, 镇流器有主线圈和副线圈, 即有四条引出线, 其主线圈串联在灯管和电源之间, 和普通的二线镇流器一样, 而副线圈的两条引线, 则串联在启辉器与灯管之间, 有利于启动, 副线圈匝数少, 交流阻抗小, 绝不能接在电源主电路中, 否则会烧毁灯管和镇流器。副线圈电阻小, 接线前可用万用电表电阻档进行测量, 按图接线。如图