

电工综合实训

5.1 电工实训安全用电规则及注意事项

电工实训安全用电规则如下。

(1) 实训操作时,思想要高度集中,实训室内任何电气设备、操作台,未经验电,一般视为有电,不准用手随意触摸,不可绝对相信绝缘体。

(2) 电路连接完工后,送电前必须用万用表认真检查电路,防止短路,合乎要求后方可送电。

(3) 送电操作时,须有指导老师在旁并检验合格后方可通电试运行,学生不得私自接通电源。

(4) 所接电路通电后,不得用手触摸任何带电部位,拆除时必须先切断电源。

(5) 实训发生触电时,应立即快速切断实训平台电源开关。

电工实训注意事项如下。

(1) 实训室内禁止喧哗、嬉闹,禁止携带食物、饮品等进入。

(2) 行走时应注意周边物品,避免滑倒摔伤或碰到实训设备,注意安全。

(3) 不摆弄与实训无关的元器件、设备装置,爱惜实训室中的各种设备。

(4) 严禁在实训时随意走动,严禁随意从其他实训平台拿取实训工具和电气器材。

(5) 实训结束后整理实训工具箱,清理导线,关闭万用表电源开关。

5.2 电工实训平台简介

图 5-1 为电工实训平台。将空气开关闭合后,按绿色电源起动按钮,电源输出指示灯亮起,实训平台交流电压正常输出(可输出 220V 与 380V 电压);如果有一相熔断器烧断,电源输出指示灯熄灭,实训平台交流电压不能输出。如遇到触电紧急情况,按红色的急停开关可以切断实训平台电源。学生实训时,在实训平台的布线板上根据电路原理图连接线路,如果所连接线路有漏电、短路情况,漏电保护开关会立即动作,自动关闭电源,保护

设备和人员安全。

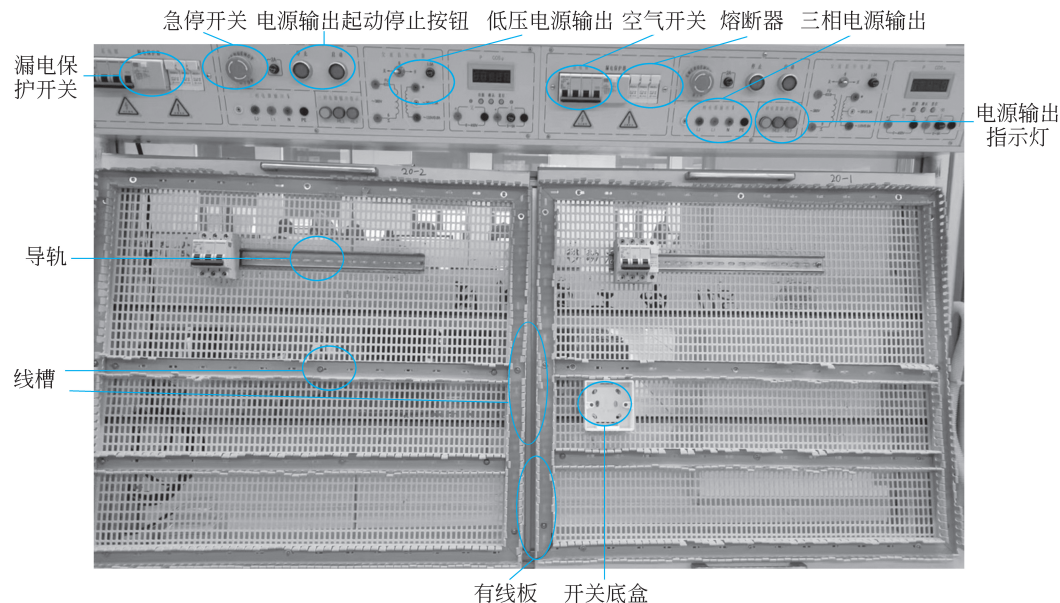


图 5-1 电工实训平台

5.3 照明及电气控制实训

5.3.1 白炽灯照明电路

1. 实训目的

- (1) 掌握白炽灯的种类和工作原理。
- (2) 学会白炽灯线路的安装和布线。
- (3) 学会用万用表检测、分析和排除故障。

2. 实训所需电气元件明细表

表 5-1 是白炽灯照明电路连接所需的电气元件明细表。

表 5-1 电气元件明细表

序 号	名 称	数 量	备 注
1	空气开关	1	
2	白炽灯泡 220V/40W	1	
3	螺口式平灯座	1	
4	单联开关	2	
5	双联开关	2	
6	开关盒	2	

3. 白炽灯

白炽灯结构简单,使用可靠,价格低廉,其相应的电路也简单,因而应用广泛;其主要缺点是发光效率较低,寿命较短。

白炽灯泡由灯丝、玻壳和灯头 3 部分组成。其灯丝一般都由钨丝制成,玻壳由透明或不同颜色的玻璃制成。40W 以下的灯泡,将玻壳内抽成真空;40W 以上的灯泡,在玻壳内充氩气或氮气等惰性气体,使钨丝不易挥发,以延长寿命。白炽灯泡的灯头,有卡口式和螺口式两种形式,如图 5-2 所示,功率超过 300W 的灯泡,一般采用螺口式灯头,因为螺口式灯头比卡口式灯头接触和散热要好。

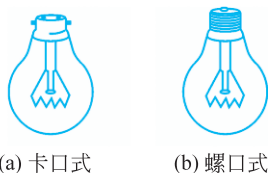


图 5-2 白炽灯泡外形

4. 常用的灯座

常用的灯座有卡口式吊灯座、卡口式平灯座、螺口式吊灯座和螺口式平灯座等,外形如图 5-3 所示。



图 5-3 灯座外形

5. 常用的开关

开关的品种很多,常用的开关有拉线开关、顶装拉线开关、防水拉线开关、平开关和暗装开关等,外形如图 5-4 所示。

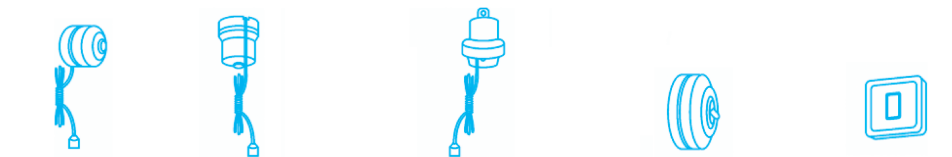


图 5-4 开关外形

6. 白炽灯的控制方式

白炽灯有单联开关控制和双联开关控制两种方式,如图 5-5 所示。

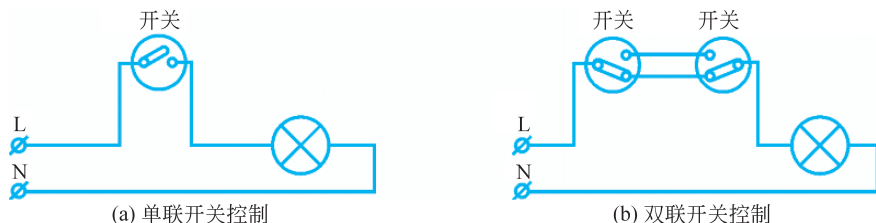
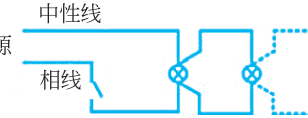
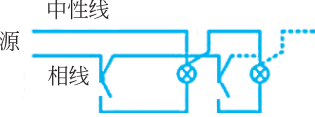
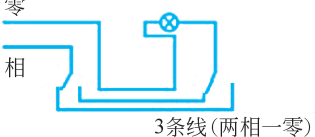


图 5-5 白炽灯的控制方式

7. 白炽灯照明电路的安装与接线

白炽灯的基本控制线路原理如表 5-2 所示,可选用几种进行实训。实训时先将开关装到开关盒上。

表 5-2 白炽灯的基本控制线路原理

名称用途	接线图	备注
一个单联开关控制一盏灯		开关装在相线上,接入灯头中心簧片上,零线接入灯头螺纹口接线柱
一个单联开关控制两盏灯		超过两盏灯按虚线延伸,但要注意开关允许容量
两个单联开关,分别控制两盏灯		用于多个开关及多盏灯,可延伸接线
两个双联开关在两地,控制一盏灯		用于楼梯或走廊,两端都能开、关的场合。接线口诀:开关之间 3 条线,零线经过不许断,电源与灯各一边

安装照明电路必须遵循的总原则:相线必须进开关,开关、灯具要串联,照明电路间要并联。

5.3.2 荧光灯照明电路

1. 实训目的

- (1) 掌握荧光灯的结构和工作原理。
- (2) 学会荧光灯线路的安装和布线。
- (3) 学会用万用表检测、分析和排除故障。

2. 荧光灯照明电路原理图

荧光灯照明电路原理图如图 5-6 所示。当荧光灯接通电源后,电源电压经镇流器、灯丝,加在启辉器的 U 形动触片和静触片之间,启辉器放电。放电时的热量使双金属片膨胀并向外弯曲,动触片与静触片接触,接通电路,使灯丝预热并发射电子。与此同时,由于 U 形动触片与静触片相接触,使两个触片间的电压为 0 而停止光放电。使 U 形动触片冷却并恢复原形,脱离静触片。在动触片断开瞬间,镇流器两端会产生一个比电源电压高得多的感应电动势,这个感应电动势加在灯管两端,使灯管内惰性气体被电离引起电弧光放电。随着灯管内温度升高,液态汞就汽化游离,引起汞蒸气弧光放电而发出肉眼看不见的紫外线。紫外线激发灯管内壁的荧光粉后,发出近似月光的灯光。

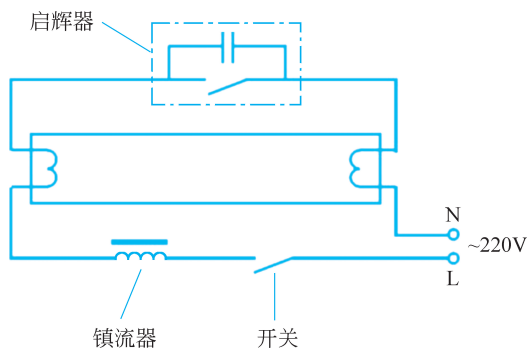


图 5-6 荧光灯照明电路原理图

镇流器还有两个作用：一个是在灯丝预热时，限制灯丝所需要的预热电流值，防止预热过高而烧断，并保证灯丝电子的发射能力；另一个是在灯管启辉后，维持灯管的工作电压和限制灯管工作电流在额定值内，以保证灯管能稳定工作。

并联在氖管上的电容有两个作用：一个是与镇流器线圈形成 LC 振荡电路，能延长灯丝的预热时间和维持感应电动势；另一个是能吸收干扰收音机和电视机的交流杂声。如电容被击穿，则将电容剪去后仍可使用；若完全损坏，可暂时借用开关或导线代替，同样可起到触发作用。如灯管一端灯丝断裂，将该端的两个引脚并联后仍可使用一段时间。可以在荧光灯的输入电源上并联一个电容来改善功率因数。

3. 实训所需电气元件明细表

表 5-3 是荧光灯照明电路连接所需的电气元件明细表。

表 5-3 电气元件明细表

序 号	名 称	数 量	备 注
1	空气开关	1	
2	镇流器	1	
3	启辉器	1	
4	荧光灯灯管	1	
5	单控开关	1	
6	开关盒	1	

4. 电路的安装

安装时，启辉器座的两个接线柱分别与两个灯座中的各一个接线柱相连接；两个灯座中余下的接线柱，一个与中线相连，另一个与镇流器的一个线端相连；镇流器的另一个线端与开关的一端相连；开关的另一端与电源的相线相连。

经检查安装牢固且接线无误后，接通交流电源，荧光灯应能正常工作。若不正常，则应分析并排除故障使荧光灯能正常工作。

5.3.3 感应开关、触摸开关控制照明电路

1. 实训目的

- (1) 学会声(光)控延时开关、人体感应类开关和触摸开关线路的安装和布线。
- (2) 学会用万用表检测、分析和排除故障。

2. 实训电路原理

在现实生活中有一些公共设施,如楼道出入口、公共厕所等地方,常常采用的是一些感应开关,它们具有以下特点:在白天它们一般不工作,但到了晚上,当人们发出它们能接收到的一些信号时,便接通电源,使灯开始工作,在延时一段时间后能自行断开电源。下面介绍几种常用的开关及它们的接线方式。

声(光)控延时开关是利用振动传感器,通过对振动信号进行转换,利用电信号放大电路对其进行放大触发并接通电路,使灯工作。光敏电阻用来判断白天和黑夜。确认接线无误后接通电源,在黑暗的状态下(或用盒子罩住开关)发出声响,可击掌或跺一下脚,灯泡亮,经过一段延时后,灯泡自行熄灭。

人体感应类开关又称热释人体感应开关或红外智能开关。它是基于红外线技术的自动控制产品,当人进入感应范围时,专用传感器探测到人体红外光谱的变化,自动接通负载,人不离开感应范围,将持续接通;人离开后,延时自动关闭负载。

人体感应类开关是根据人体的红外线进行运作的感应器,人体的温度一般在 $36\sim 37^{\circ}\text{C}$,会发出特定波长的红外线。它的开关主要由热释电红外传感器及专用单片集成电路构成,人到灯亮,人走灯灭。

触摸开关是通过人体的部位接近开关所产生的电容或电阻的波动,给芯片传递指令,由芯片控制开关电路,实现起动或者关闭用电器的目的。在开关用电器的过程中,人体不需要近距离接触高压电源。

触摸键采用的是电容式感应技术。人体是导电的,电容式感应按键下方的电路能产生分布均匀的静电场,当手指移到按键上方时,按键表面的电容发生了改变,内部的相关电路依据电容的改变做出判断,实现预定的功能。电容式感应按键使用起来非常方便,只需触摸,无须用力按,就可实现开关通断。

图 5-7 是上述几种开关控制照明电路的接线原理图。

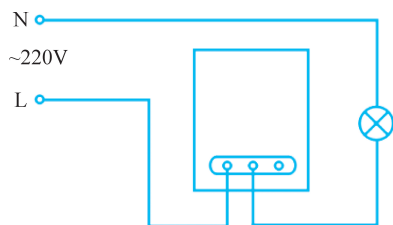


图 5-7 开关控制照明电路的接线原理图

3. 实训所需电气元件明细表

表 5-4 是感应开关、控制开关控制照明电路连接所需的电气元件明细表。

表 5-4 电气元件明细表

序 号	名 称	数 量	备 注
1	空气开关	1	
2	白炽灯泡	1	
3	螺口式平灯座	1	
4	声(光)控延时开关	1	
5	触摸开关	1	
6	人体感应类开关	1	
7	开关盒	1	

4. 实训注意事项

- (1) 实训中所用的开关只限于纯电阻性负载(如白炽灯),且负载功率不得大于 100W。
- (2) 不要随意拆卸开关,以免损坏。
- (3) 安装照明电路必须遵循的总原则:相线必须进开关,开关、灯具要串联,照明电路间要并联。

5.3.4 单相电动机电容起动控制电路

1. 实训目的

- (1) 通过观察实物,熟悉单相电动机电容起动结构和使用方法。
- (2) 通过实践,掌握单相电动机电容起动控制电路安装接线与检测方法。
- (3) 掌握使用万用表检测、分析和排除故障。

2. 电路原理图

图 5-8 为单相电动机电容起动控制电路原理图。单相电动机除了工作绕组(一次绕组)外,还设有起动绕组(二次绕组),它的作用是产生起动转矩,一般在起动时接入。当转速达到 70%~85% 的同步转速时,由离心开关(一般装在电动机内)将二次绕组从电源自动切除,所以正常工作时只有一次绕组在电源上运行。

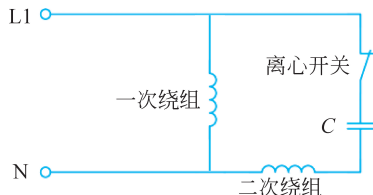


图 5-8 单相电动机电容起动控制电路原理图

3. 实训所需电气元件明细表

表 5-5 是单相电动机电容起动控制电路所需的电气元件明细表。

表 5-5 电气元件明细表

文 字 符 号	名 称	数 量	备 注
QF	空气开关	1	
M	单相电容电动机	1	

4. 测试与调试

在确定接线准确无误后,可按控制屏上的起动按钮起动,在电动机起动后,会听到电动机内部轻微的“砰”一声,表示电动机内部的离心开关已动作,切断了二次绕组。

5.3.5 三相电动机点动控制电路

1. 实训目的

- (1) 通过观察实物,熟悉按钮和接触器的结构和使用方法。
- (2) 通过实践,掌握具有短路保护的点动控制电路安装接线与检测方法。
- (3) 掌握使用万用表检测、分析和排除故障。

2. 电路原理图

图 5-9 为三相电动机点动控制电路原理图。当按下起动按钮 SB_1 时,控制电路导通,接触器 KM_1 线圈通电,主触头闭合,电动机 M 起动旋转;当松开按钮时,控制电路断开,接触器 KM_1 线圈失电,主触头断开,电动机停止旋转。

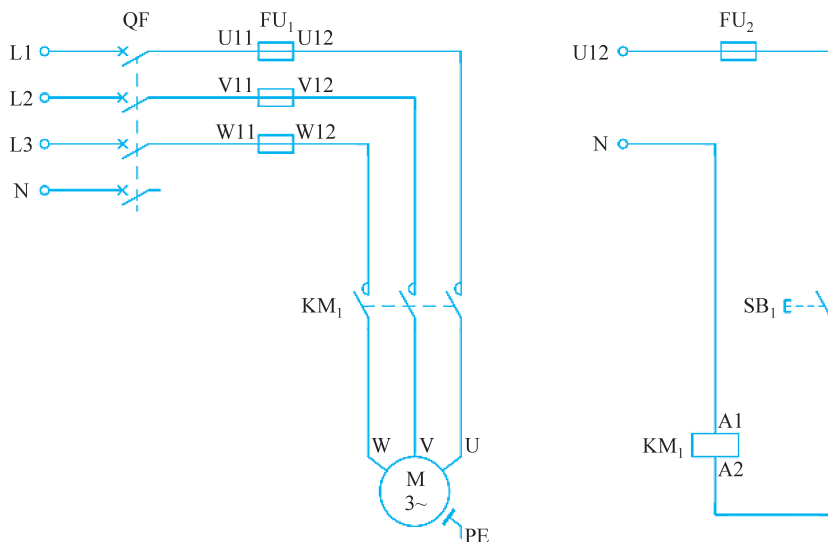


图 5-9 三相电动机点动控制电路原理图

3. 工具、仪表及器材

- (1) 电工常用工具: 测电笔、螺钉旋具、尖嘴钳、偏口钳、剥线钳等。
- (2) 仪表: 万用表。
- (3) 器材: 各种电气元件明细表如表 5-6 所示。

表 5-6 电气元件明细表

文 字 符 号	名 称	数 量	备 注
QF	空气开关	1	
KM	交流接触器	1	
SB	按钮	1	
M	三相笼型异步电动机	1	
FU ₁	3P 熔断器	1	
FU ₂	1P 熔断器	1	

4. 安装及工艺要求

安装及工艺要求如下。

- (1) 按表 5-6 配齐所用电气元件,并进行质量检验。
- (2) 检验选配的低压电气的技术数据(如型号、规格、额定电压、额定电流等)是否完整并符合要求,并检验其外观、备件、附件是否齐全完好。
- (3) 检验电气元件的电磁机构动作是否灵活,有无衔铁卡阻等不正常现象。用万用表检查电磁线圈的通断情况以及各触头的分合情况。
- (4) 用万用表检测电气元件及电动机的有关技术数据是否符合要求。
- (5) 安装元器件。
- (6) 布线。
- (7) 根据电路原理图检查布线的正确性。以防止因错接、漏接造成不能正常运转或短路等事故。
- (8) 按电路原理图或接线图从电源端开始,逐段核对接线及接线端子处线号是否正确,有无漏接、错接。检查电线接点是否符合要求,压接是否牢固。接触应良好,以免带负载运行时产生闪弧现象。
- (9) 用万用表检查线路的通断情况。检查时,应选用倍率适当的电阻挡,并进行校零,以防短路故障的发生,对控制电路的检查(可断开主电路)。
- (10) 安装电线管并穿线。
- (11) 安装电动机。
- (12) 连好接地线。
- (13) 检查安装质量,并进行绝缘电阻测量。
- (14) 将三相电源输出接入控制开关。
- (15) 通电试车。为保证人身安全,在通电试车时,要认真执行安全操作的有关规定,一人监护,一人操作。试车前应检查与通电试车有关的电气设备是否有不安全的因素存在,若检查出应立即整改,然后才能试车。
- (16) 合上空气开关 QF 后,按下 SB₁ 起动按钮,观察接触器情况是否正常,是否符合线路功能要求;观察电气元件动作是否灵活,有无卡阻及噪声过大等现象;观察电动机运行是否正常等。但不得对线路接线是否正常进行带电检查。观察过程中,若有异常现象

应马上停车。当电动机运转平稳后,可以用钳形电流表测量三相电流是否平衡。

(17) 当出现故障后,应立即切断电源,检查排除故障后再上电。

(18) 通电试车完毕,电动机停止运转后,切断电源;先拆除三相电源线,再拆除电动机连接电线。

5. 注意事项

在实际维修工作中应注意以下 5 方面。

- (1) 在排除故障的过程中,分析故障、排除故障的思路和方法要正确。
- (2) 用测电笔检测故障时,必须检查测电笔是否符合使用要求。
- (3) 不能随意更改线路,也不能带电触摸元器件。
- (4) 仪表使用要正确,以防止引起错误判断。
- (5) 带电检修故障时,必须有人现场监护,并确保用电安全。

5.3.6 三相异步电动机自锁控制电路

1. 实训目的

- (1) 通过实践训练,熟悉热继电器的结构、原理和使用方法。
- (2) 通过实践训练,掌握具有过载保护的接触器自锁电路安装接线与检测。
- (3) 掌握使用万用表检测、分析和排除故障。

2. 电路原理图

在点动控制电路中,要使电动机转动,就必须按住按钮不放;而在实际生产中,有些电动机需要长时间连续运行,使用点动控制是不现实的,这就需要具有接触器自锁的控制电路,图 5-10 为具有过载保护的三相异步电动机自锁控制电路原理图。

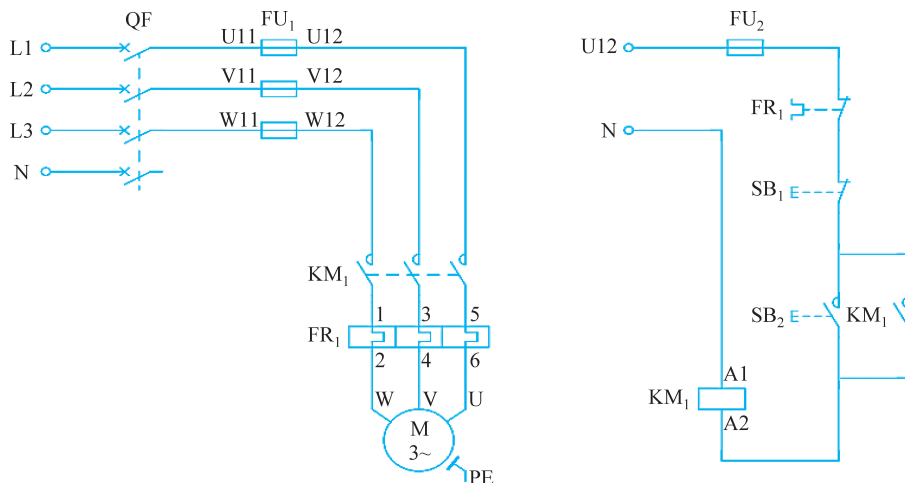


图 5-10 三相异步电动机自锁控制电路原理图

相对于点动控制,自锁控制的自锁触头必须是常开触头且与启动按钮并联。因电动机是连续工作的,必须加装热继电器以实现过载保护。它与点动控制电路的不同之处在于控制电路中增加了一个停止按钮 SB_1 ,在启动按钮的两端并联了一对交流接触器的常