

《电气安全知识教程》

绪论

第一章 电工基本技能

- 一、常用电工工具
- 二、常用电工仪表
- 三、常用导线的连接方法

第二章 触电及救护

- 一、电流对人体的伤害作用
- 二、影响人体触电伤害程度的因素
- 三、触电的方式
- 四、触电事故的一般规律
- 五、触电急救与预防

第三章 用电的安全措施

- 一、电力系统接地分类
- 二、电气设备接地的一般要求
- 三、电力系统的接地装置
- 四、保护接地的应用范围
- 五、保护接零的安装范围
- 六、工作接地的作用
- 七、允许电流与安全电压

- 八、电气安全距离、安全色及安全标志
- 九、电气安全防护用具

第四章 电气设备的防火

- 一、线路的防火措施
- 二、常用电气设备的防火措施
- 三、电气火灾的预防
- 四、电气火灾的扑救常识

第五章 车床的电气控制系统

- 一、车床电气控制系统简介
- 二、车床安全罩保护装置简介
- 三、车床电气控制系统中的所用低压电器简介

第六章 焊接用电安全

- 一、焊接用电特点
- 二、焊接操作中的不安全因素
- 三、发生触电事故的原因
- 四、焊接安全生产的一般要求
- 五、手工电焊的安全技术

绪 言

在金工实习中,无论是冷加工和热加工的各工种实习,学生不仅是第一次亲身在各种机床设备上进行操作实践,而且也是首次不可避免地接触、操作或控制到机床和设备上的一些电气元件及电路设施。学生除遵守各工种的“安全技术规则”外,同时也应高度重视电气安全技术。然而,学生对于电气,存在几种倾向:一是表现出胆怯紧张,不敢触及电气,怕触电;二是胆大乱动无知,不计后果;三是出现电气问题及发生触电现象,则束手无策。为了保证金工实习任务的顺利完成、切实保护学生的人身安全、避免机床设备的人为损坏并接受历次实习事故的深刻教训,故在金工实习中,特意开出“电气安全技术”实习教育,这既迫切需要又至关重要。“电气安全技术”实习教育,它有别于电工技能培训,也有别于物理、电工学和机床电气等课程中的内容。“电气安全技术”实习教育,旨在贯彻有关“国家电气安全标准和规范”中的安全教育,紧密结合金工实习中的电气安全教育,特别是对多发安全事故的焊工和车工,着重加强对电焊机电路基本原理的安全认识,加强对车床已采取的“安全保护罩”电路原理的安全认识;掌握防止触电及急救措施的基本知识,增强对电气安全的意识和防范。

在金工实习中开出“电气安全技术”实习教育,对学生在校后续的生产实习以及今后的工作和生活,将有深远的安全保护作用。

电作为一种能源,同阳光、水、空气一样,是人类不可缺少的伙伴。但是历史也血迹斑斑地证明了电是一匹难以驯服的野马,当你还没有驯服这匹野马的时候,在生活或工作中就会出现触电、电击、烧伤、火灾以及呼吸窒息、生命垂危、设备损坏、财产损失,从而造成不可估量的经济损失和政治影响。因此,掌握安全用电的知识与技能,不仅是电气工作人员必须做到的,而且也是每个人应该做到的。只有这样,电气系统才能正常的运行,我们才能在工作、生活当中安全用电,正确使用电器,让电为人类更好地服务。

人类在生活实践当中,已经总结出了很多用电安全的规则和方法,并且形成了安全用电保证体系。人们只要按照这个体系中的规则及方法去工作,去处理电的故障,那么电气系统及工作人员就会安然无恙。但是由于诸多的原因,往往会在其中的某个或几个环节上出现漏洞,乃至发生不同程度的电气事故。因此,安

全用电已成为电气工程中一项首当其冲的要求。

一、安全用电在国民经济和工业生产当中的地位及任务

安全是一个间接的生产力，在国民经济及工业生产当中有很重要的地位，因此常见到“安全第一”的标语及口号。安全本身并不创造价值，往往要注入很大的资金，但是安全保证了人身安全，保证了机械设备、运输设备、电气系统等的正常运行，提高了生产率减少了运行中的损耗及事故后的费用，实际上等于生产价值的升值，间接地提高了生产力。因此，安全是国民经济及工业生产当中不容忽视的一项工作。

电气安全技术是一种用途很广的、极为重要的实用技术，随着工业技术和家用电器的迅猛发展，电气系统已深入到国民和人民生活的每个角落，每个人都必须掌握一定的安全用电技术，一方面是保证个人的人身安全，另一方面是为了保证电气系统、电气设备、电气线路以及涉及到的环境、建筑物、各种设施的安全，这在国民经济和国家政治生活中占有重要的位置，这是我们每个人都不容忽视的。

但是，由于用电安全技术普及不够，近些年来国内的几次重大火灾事故几乎都与电气有关。通过这些事实足以说明，很多人不具有安全用电的基本常识。再者长期以来，普及电气基本知识、安全用电常识的出版物也不多见，因而导致了这方面工作的失误。

二、电气安全技术的特点

1、周密性 任何一项电气安全技术的产生都有着严格的过程，不得有任何疏忽，任何一个细致的可能都考虑并做试验，以保证技术的可靠周密，否则将会带来不可估量的损失。

2、完整性 电气安全技术是一个非常完整的体系，不仅包括电气本身的各种安全技术，而且，还包括用电气技术去保证其他方面安全的各项技术。同时，这两方面都完整无缺、滴水不漏且面面俱到，从安全组织管理、技术手段到人员素质、产品质量以及设计安装等，形成了一个完整的安全体系。

3、复杂性 正因为上述两点导致了电气安全技术的复杂性。电气安全技术的对象，不仅是单一的用电场所，一些非用电场所也有电气安全问题。此外，利

用电气及控制技术来解决安全问题以及有关安全技术的元件，不仅有电气技术，还有电子技术、微机技术、检测技术、传感技术、及机械技术。这样使得电气安全技术变得很复杂。

4、综合性 综上所述，电气安全技术是一门综合技术，除了电气电子技术外，还涉及到许多学科领域，其中包括管理技术、操作规范以及消防、防爆、焊接、起重吊装、挖掘、高空作业、传感器及元器件制作等。随着工业及文明的发展，电的应用愈来愈广泛，电气安全技术将更为复杂化、更具有综合性。

5、不断修改性 任何一项安全措施，操作规程、元器件的产生都是人们在生产实践中不断总结修改而产生的，也只有这样，才具备上述的严密性、完整性。

6、安全第一，预防为主 安全工作必须走在事故的前面，否则安全工作就失去了意义。

三、保证安全用电的基本条件

- 1、严格的电气安全管理制度；
- 2、完整的电气作业安全措施；
- 3、细致地电气安全操作规程；
- 4、用电人员素质的培养及提高；
- 5、确保电气设备、元件、材料产品质量；
- 6、确保电气工程的设计质量和安装质量；
- 7、加强防止自然灾害侵袭的能力及措施；
- 8、全社会大讲安全用电，普及安全用电技术。

四、安全用电技术的现状及发展趋势

到目前为止，安全用电技术基本上还是沿用传统的安全措施，如接地、接零、绝缘、安全距离、安全电压、联锁、安全操作规程、电工安全用具、防雷接地、报警装置以及漏电保护等。这些措施经历了几代人的实践总结修改完善，确定是行之有效的，即使在今后很长的时期内仍然占有重要的位置。

随着电子技术、自动检测技术、传感器技术、微机技术的发展，出现了功能

齐全、性能良好、有智能功能的漏电保护器。使安全用电技术有了一个新的发展动向。近几年来，这方面的技术发展很快，已出现了由微机和各类传感元件组成的自动电子检测装置，能准确预报绝缘降低、漏电，接地电阻减少、过载、短路、断相触电及导致事故发生的地点、部位，以便提醒工作人员注意和处理。同时人们在实践中也逐步完善了安全管理系统的內容，出现了现在安全保证体系，这对保证电气系统的安全运行有着很大的推动作用，人们运用系统工程及反馈的理论、建立安全信息网络，做到超前预防及控制，使电气安全技术更完善、更可靠、更周密和更安全。电气安全工作中，一手要抓技术，使技术手段完备，一手要抓组织管理，使其周密完善，只有这样才能保证电气系统、设备和人身的安全。

【思考题】

- 1、安全用电的意义是什么？
- 2、电气安全技术的特点是什么？
- 3、保证安全用电的基本条件有哪些？
- 4、传统的安全用电措施有哪些？
- 5、现代的安全用电措施包涵哪些方面的內容？

第一章 电工基本技能

一、常用电工工具

1、低压试电笔

低压试电笔又称低压验电器（图 1-1），是用来检查低压导体或电气设备外壳是否带电的辅助安全用具，其检测的电压范围在 60~500V 之间。常用的试电笔外形有钢笔式、旋具式和采用微型晶体管作机芯，用发光二极管作显示的新型数字显示感应测电器。

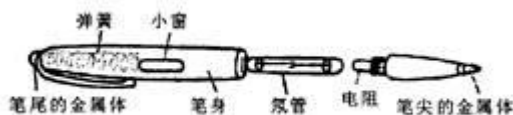


图 1-1 试电笔

使用其验电时，手指应触及笔尾的金属体，使氖管小窗背光朝向自己，以便观察。当带电体与大地之间的电位差超过一定数值，电笔中的氖泡就能发出橘红色的辉光。

2、螺钉旋具

螺钉旋具又称螺丝刀或改锥（图 1-2），主要是用来紧固和拆卸各种螺钉，安装或拆卸电器元件。

螺钉旋具由刀柄和刀体组成。刀柄有木柄、塑料和有机玻璃等制成。刀口形状有“一”字槽和“十”字槽两种。电工用螺钉旋具的刀体部分一般有绝缘管套住。

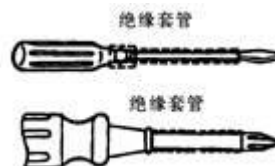


图 1-2 螺钉旋具

3、电工钳

电工钳又称钢丝钳、钳子（图 1-3），由钳头和钳柄组成，钳头包括钳口、凿口、刀口和侧口；钳柄上套有额定工作电压 500V 的绝缘套管。

电工钳是一种夹钳和剪切工具。常用来剪切导线、绞弯导线、拉剥电线绝缘层和紧固及拧松螺钉。

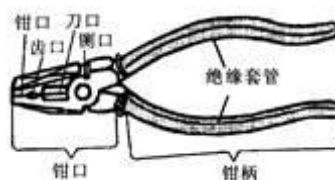


图 1-3 电工钳

使用电工钳时，刀口应转向自己面部。钳头不可代替锤子作为敲打工具使用。

4、尖嘴钳

尖嘴钳（图 1-4）是由尖头、刀口和钳柄组成。电工用尖嘴钳在钳柄套有额定电压 500V 的绝缘套。

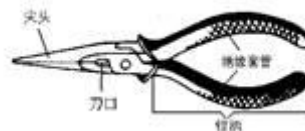


图 1-4 尖嘴钳

尖嘴钳由于头部较尖，适用于狭小空间的操作使用。

5、剥线钳

剥线钳（图 1-5）由刀口、压线口和钳柄组成。剥线钳的钳柄上套有额定工作电压 500V 的绝缘套管。

剥线钳用于剥除线芯截面为 6mm^2 以下塑料或橡胶绝缘导线的绝缘层。剥线钳的刀口有 $0.5\sim 3\text{mm}$ 的多个直径的切口，以适应不同规格的线芯剥削。在使用时注意将导线放在大于线芯直径的切口上切削，以免切伤线芯。

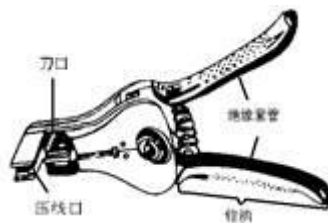


图 1-5 剥线钳

6、活扳手

活扳手（图 1-6），又称扳手，它由头部和柄部构成。头部又由定、动扳舌以及蜗轮和轴销构成，旋动蜗轮以及调节扳口大小。活动扳手在紧固大螺母时，一般不可反用或用钢管加长柄施力，以免损坏扳唇；不应将活动扳手作为撬杠或锤子使用。

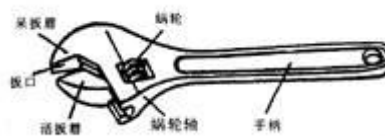


图 1-6 活扳手

7、电工刀

电工刀（图 1-7）是用来剖削和切割电工器材的常用工具，有普通式和三用式两种。电工刀在使用时，刀口应朝外剖削，使用完毕随即把刀口折入刀柄内。由于电工刀的刀柄是不绝缘的。应注意不得在带电体或器材上使用。



图 1-7 电工刀

用，以防触电。同时，注意保护好电工刀的刀尖，应避免在过硬物体上划损或碰缺，经常保持刀口的锋利。

8、电烙铁

电烙铁（图 1-8）一般由手柄、外管、电热元件和铜头组成，分为内热式、外热式和快热式（或称感应式）三种。电烙铁是一种锡焊和塑料烫焊的常用的电热工具，每次使用之前必须经过外观检查和电气检查，并定期检查，使其绝缘强度保持在合格状态。

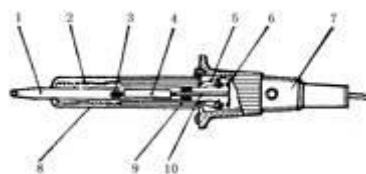


图 1-8 电烙铁

使用场所应是干燥、无腐蚀性气体、无导电灰尘，用完后应及时切断电源。

1-工作头；2-发热件；3-感温磁铁；
4-永久磁铁；5-电源线；6-接触片；
7-手柄；8-外壳；9-磁环；10-连杆

二、常用电工仪表

1、电流表

电流表（图 1-9），分为直流电流表和交流电流表两种。电流表在使用时注意选择正确的量程，应串联在被测量的实际电路中。电流表的电流从表的“+”极性端流入，“-”极性端流出。

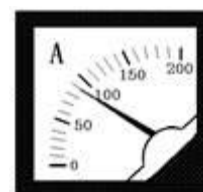


图 1-9 电流表

接线时，应在断电下进行。不允许将直流电流表使用在交流电路上。

2、钳形电流表

钳形电流表又称卡表（图 1-10），常用的有交流钳形电流表和交直流钳形电流表两种。使用时，注意仪表的电压等级与所测线路或设备的电压等级相符合，设置量程挡应该大于或等于被测电流值，测量前应先估算被测电流或电压的大小，或是先用较大量程然后再视被测值的大小变换量程。注意，切换量程时必须将钳口打开，无电时进行，不许带电切换量程。测量时将被测导线放在钳口中央，钳口应该紧闭。



图 1-10 钳形电流表

使用时，注意与带电体保持足够距离，同时要有专人监护。决不允许用钳形表测量裸露的导线，也不许套在三相

刀开关或熔断器内测量使用。

3、电压表

电压表（图 1-11）分为直流电压表和交流电压表两种。电压表在使用时注意选择正确的量程，应并联在被测量的线路两端，按电压表端钮上的“+”“—”极性标记进行接线。

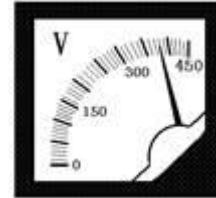


图 1-11 电压表

接线时，应在断电下进行。不允许将电压表串联在被测量的电路中使用。

4、万用表

万用表又称多用表（图 1-12），一般的万用表可以用来测量直流电流、交流电流、直流电压、交流电压、电阻、电容、晶体管参数和音频电平量。有数字式和机械式（或称电子式）万用表两种之分。每次测量前注意校零。使用时，特别注意换档以及所测量的量程。



图 1-12 万用表

5、绝缘电阻表

绝缘电阻表又称兆欧表、摇表（图 1-13），有手摇发电机式和晶体管式两种。测量时，不要使测量范围过多地超出被测绝缘电阻的数值，以免读数时产生较大的误差。使用时，必须切断被测设备的电源，并将设备对地短路放电，使设备处于完全不带电状态，以保证人身和设备安全。



图 1-13 绝缘电阻表

6、电能表（俗称电度表）

电能表（图 1-14）主要测量一定时间所用的电能，常用的有有功电能表和无功电能表两种。

有功电能表又可分为单相电能表和三相电能表。使用时，特别注意选用与所测电路额定电压、额定电流相对应的规格的电能表。同时注意按照电能表上铭牌进行正确接线。



图 1-14 电能表

三、常用导线的连接方法

1、导线的种类及用途

常用的导线一般可分为硬导线和软导线两大类。其中，硬线又分单股、多股以及多混合股之分。导线又可分为裸线和包有绝缘层的绝缘线两大类。裸线中又有截面为圆形的导线和截面为矩形、管形等母线和汇流排的区别。一般为铝质和铜质材料。软线多为绝缘线，其芯线是多股细铜丝。

铝导线的导电性能、耐腐蚀能力比铜导线差，但其重量轻，价格便宜，故多用于架空线路、照明线路、母线和汇流排。

铜导线的带电性能、焊接特性、机械强度、耐腐蚀能力和使用寿命比铝线好，故较重要的线路或要求可靠性较高的电气设备如桥式起重机的动力、控制和照明线路以及各种电机、变压器的绕组都采用铜线。

2、导线连接方法

在日常的电气安装工作中，常常需要把一根导线与另一根导线连接起来，因此，导线连接的好与坏关系到用电安全问题。导线与导线的连接处一般被称为接头，接头处又往往是事故的发生点。为了尽量避免事故发生，对导线接头的技术要求应为：

- 1) 导线接触紧密，不得增加电阻；
- 2) 接头处的绝缘强度，不应低于导线原有的绝缘强度；
- 3) 接头处的机械强度，不应小于导线原有的机械强度的 80%。

电线头的削法，如图 1-15 所示。

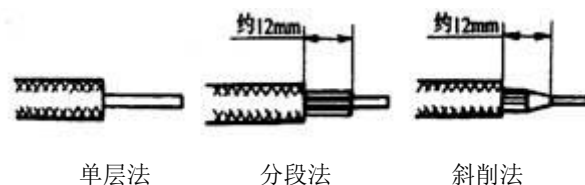


图 1-15 电线头的削法

单股导线的连接包括对接法、T形接法和十字形接法，如图 1-16 所示。

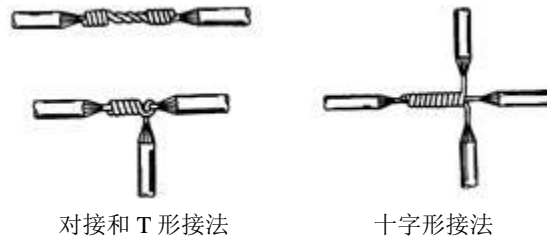


图 1-16 单股导线接法

多股导线的连接对接法和 T 字形接法，如图 1-17 所示。

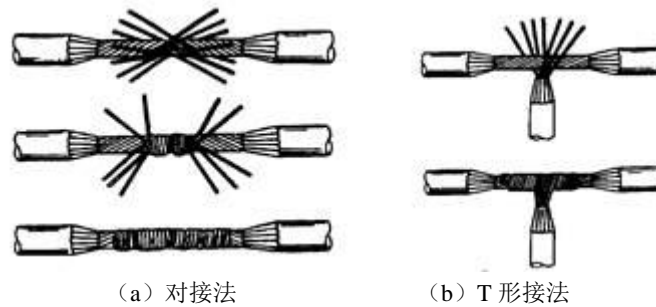


图 1-17 多股导线接法

单股导线的终端接头，如图 1-18 所示；软线与单股导线的对接，如图 1-19 所示。



图 1-18 单股导线的终端接头

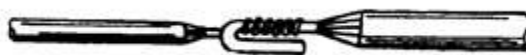


图 1-19 软线与单股导线的对接

【思考题】

- 1、常用的电工工具有哪些？
- 2、电流表在测量时应注意哪些问题？
- 3、电压表在测量时应注意哪些问题？
- 4、导线在连接时应注意哪些问题？
- 5、单股导线与多股导线如何连接？

第二章 触电及救护

一、电流对人体的伤害作用

随着社会的发展，电在人们的日常工作与生活中应用极其广泛，但如果使用不当，小则损坏机器设备，大则危及人身安全。因为当人们一不小心碰到电，电流就能立即通过人体，使人体造成不同程度的伤害。

电对人体的伤害分为电击和电伤两种。

（一）电击

所谓电击就是指当电流通过人体内部器官，使其受到伤害。如电流作用于人体中枢神经，使心脑和呼吸机能的正常工作受到破坏，人体发生抽搐和痉挛，失去知觉；电流也可能使人体呼吸功能紊乱，血液循环系统活动大大减弱而造成假死。如救护不及时，则会造成死亡。电击是人体触电较危险的情况。

（二）电伤

所谓电伤就是指人体外器官受到电流的伤害。如电弧造成的灼伤；电的烙印；由电流的化学效应而造成的皮肤金属化；电磁场的辐射作用等。电伤是人体触电事故较为轻微的一种情况。

二、影响人体触电伤害程度的因素

1、电流大小的影响

电流的大小直接影响人体触电的伤害程度。不同的电流会引起人体不同的反应。根据人体对电流的反应，习惯上将触电电流分为感知电流、反应电流、摆脱电流和心室纤颤电流。

2、电流持续时间的影响

人体触电时间越长，电流对人体产生的热伤害、化学伤害及生理伤害愈严重。一般情况下，工频电流 15~20mA 以下及直流电流 50mA 以下，对人体是安全的。但如果触电时间很长，即使工频电流小到 8~10mA，也可能使人致命。

3、电流流经途径的影响

电流流过人体途径，也是影响人体触电严重程度的重要因素之一。当电流通

过人体心脏、脊椎或中枢神经系统时，危险性最大。电流通过人体心脏，引起心室颤动，甚至使心脏停止跳动。电流通过背脊椎或中枢神经，会引起生理机能失调，造成窒息致死。电流通过脊髓，可能导致截瘫。电流通过人体头部，会造成昏迷等。

4、人体电阻的影响

在一定电压作用下，流过人体的电流与人体电阻成反比。因此，人体电阻是影响人体触电后果的另一因素。人体电阻由表面电阻和体积电阻构成。表面电阻即人体皮肤电阻，对人体电阻起主要作用。有关研究结果表明，人体电阻一般在 $1000\sim 3000\Omega$ 范围。

人体皮肤电阻与皮肤状态有关，随条件不同在很大范围内变化。如皮肤在干燥、洁净、无破损的情况下，可高达几十千欧，而潮湿的皮肤，其电阻可能在 1000Ω 以下。同时，人体电阻还与皮肤的粗糙程度有关。

5、电流频率的影响

经研究表明，人体触电的危害程度与触电电流频率有关。一般地来说，频率在 $25\sim 300\text{Hz}$ 的电流对人体触电的伤害程度最为严重。低于或高于此频率段的电流对人体触电的伤害程度明显减轻。如在高频情况下，人体能够承受更大的电流作用。目前，医疗上采用 20KHz 以上的高频电流对人体进行治疗。

6、人体状况的影响

电流对人体的伤害作用与性别、年龄、身体及精神状态有很大的关系。一般地说，女性比男性对电流敏感；小孩比大人敏感。

三、触电的方式

人体触电的方式有很多，常见的有单线触电、两线触电、跨步触电、接触电压触电、人体接近高压触电、人体在停电设备上工作时突然来电的触电等。

（一）单相触电

如图 2-1 所示，如果人站在大地上，当人体接触到一根带电导线时，电流通过人体经大地而构成回路，这种触电方式通常被称为单线触电，也称为单相触电。这种触电的危害程度取决于三相电网中的中性点是否接地。

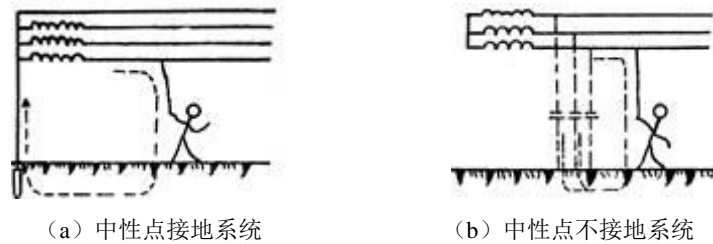


图 2-1 单线触电

1、中性点接地 如 2-1 (a) 所示，在电网中性点接地系统中，当人接触任一相导线时，一相电流通过人体、大地、系统中性点接电装置形成回路。因为中性点接地装置的接地电阻比人体电阻小得多，所以相电压几乎全部加在人体上，使人体触电。但是如果人体站在绝缘材料上，流经人体的电流会很小，人体不会触电。

2、中性点不接地 如图 2-2 (b) 所示，在电网中性点不接地系统中，当人体接触任一相导线时，接触相经人体流入地中的电流只能经另两相对地的电容阻抗构成闭合回路。在低压系统中，由于各相对地电容较小，相对地的绝缘电阻较大，故通过人体的电流会很小，对人体不致于造成触电伤害；若各相对地的绝缘不良，则人体触电的危险性会很大。在高压系统中，各相对地均有较大的电容。这样一来，流经人体的电容电流较大，造成对人体的危害也较大。

(二) 两相触电

如图 2-2 所示，如果人体的不同部位同时分别接触一个电源的两根不同电位的裸露导线，电线上的电流就会通过人体从一根电流导线到另一根电线形成回路，使人触电，这种触电方式通常称被为两线触电，也称为两相触电。此时，人体处于线电压的作用下，所以，两相触电比单线触电危险性更大。

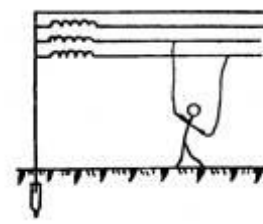


图 2-2 两相触电

(三) 跨步电压

如图 2-3 所示，当人体在具有电位分布的区域内行走时，人的两脚（一般相距以 0.8m 计算）分别处于不同电位点，使两脚间承受电位差的作用，这一电压称为跨步电压。跨步电压的大小与电位分布区域内的位置有



图 2-3 跨步触电

关，在越靠近接地体处，跨步电压越大，触电危险性也越大。

四、触电事故的一般规律

人体触电总是发生在突然的一瞬间，而且往往造成严重的后果。因此掌握人体触电的规律，对防止或减少触电事故的发生是有好处的。根据对已发生触电事故的分析，触电事故主要有以下规律：

1、季节性

一般来说，每年的6月至9月为事故的多发季节。就全国范围内，该季节是炎热季节，人体多汗、皮肤湿润，使人体电阻大大降低，因此触电危险性及可能性较大。

2、低压电气设备触电事故多

在工农业生产及家用电器中，低压设备占绝大多数，而且低压设备使用者广泛，其中不少人缺乏电气安全知识，因此。发生触电的几率较大。

3、移动式电气设备触电事故多

由于移动式设备经常移动，工作环境参差不齐，电源线磨损的可能性较大，同时，移动式设备一般体积较小，绝缘程度相对较弱，容易发生漏电故障。再者，移动式设备又多由人手持操作，故增加了触电的可能性。

4、电气触头及连接部位触点事故多

电气触头及连接部位由于机械强度、电气强度及绝缘强度均较差，容易出现故障，容易发生直接或间接触电。

5、农村用电触电事故多

由于农村用电设备较为简陋，技术和管理水平低，而且目前一般农村用电工作环境较恶劣，因此触电事故较多。

6、临时性施工工地触电事故多

现在我国正处于经济建设的高峰期，到处都在开发建设，因此临时性的工地较多。这些工地的管理水平高低不齐，有的施工现场电气设备、电源线路较为混乱，故触电事故隐患较多。

7、中青年人和非专业电工触电事故多

目前在电业行业工作的人员以年青人员较多，特别是一些主要操作者，这些人员有不少往往缺乏工作经验、技术欠成熟，增加了触电事故的发生率。非电工人员由于缺乏必要的电气安全常识，盲目地接触电气设备，当然会发生触电事故。

8、错误操作的触电事故

由于一些单位安全生产管理制度不健全或管理不严，电气设备安全措施不完备及思想教育不到位、责任人不清楚所致。

了解和掌握触电事故发生的一般规律，对防止事故的发生，做好用电安全工作是十分必要的。

五、触电急救与预防

(一) 触电急救 发现了人身触电事故，发现者一定不要惊慌失措，要动作迅速，救护得当。首先要迅速将触电者脱离电源，其次，立即就地进行现场救护，同时找医生救护。

1、脱离电源电流对人体的作用时间愈长，对生命的威胁愈大。所以，触电急救是首先要使触电者迅速脱离电源。可根据具体情况，选用以下几种方法。救护人员既要救人也要注意保护自己。

脱离低压电源的常用方法可用“拉”、“切”、“挑”、“拽”和“垫”五个字来概括：

“拉”是指就近拉开电源开关，拔出插销或瓷插熔断器。

“切”是指用带有绝缘柄或干燥木柄切断电源。切断时应注意防止带电导线断落碰触周围人体。对多芯绞合导线也应分相切断，以防短路伤害人。

“挑”是指如果导线搭落在触电人身上或压在身下，这时可用干燥木棍或竹竿等挑开导线，使之脱离电源。

“拽”是救护人戴上手套或在手上包缠干燥衣服、围巾、帽子等绝缘物拖拽触电人，使他脱离电源导线。

“垫”是指如果触电人由于痉挛手指紧握导线或导线绕在身上，这时救护人

可先用干燥的木板或橡胶绝缘垫塞进触电人身下使其与大地绝缘，隔断电源的通路，然后再采取其他办法把电源线路切断。

在使触电人脱离电源时应注意的事项：

(1) 救护人不得采用金属和其他潮湿的物品作为救护工具。

(2) 在未采取绝缘措施前，救护人不得直接接触触电者的皮肤和潮湿的衣服及鞋。

(3) 在拉拽触电人脱离电源线路的过程中，救护人宜用单手操作。这样做对救护人比较安全。

(4) 当触电人在高处时，应采取预防措施预防触电人在解脱电源时从高处坠落摔伤或摔死。

(5) 夜间发生触电事故时，在切断电源时会同时使照明失电，应考虑切断后的临时照明，如应急灯等，以利于救护。

2、对症抢救的原则 将触电者脱离电源后，立即移到通风处，并将其仰卧，迅速鉴定触电者是否有心跳、呼吸。

(1) 若触电者神志清醒，但感到全身无力、四肢发麻、心悸、出冷汗、恶心，或一度昏迷，但未失去知觉，应将触电者抬到空气新鲜、通风良好的地方舒适地躺下休息，让其慢慢地恢复正常。要时刻注意保温和观察。若发现呼吸与心跳不规则，应立刻设法抢救。

(2) 触电者呼吸停止但有心跳，应用口对口人工呼吸法抢救。

(3) 若触电者心跳停止但有呼吸，应用胸外心脏挤压法与口对口人工呼吸法抢救。

(4) 若触电者呼吸、心脏均已停止跳动，需同时进行胸外心脏挤压法与口对口人工呼吸法抢救。

(5) 千万不要给触电者打强心针或拼命摇动触电者，也不要用力搬动触电者，以及强行挟触电者，以使触电者的情况更加恶化。

抢救过程要不停地进行。在送往医院的途中也不能停止抢救。当抢救者出现

面色好转、嘴唇逐渐红润、瞳孔缩小、心跳和呼吸迅速恢复正常，即为抢救有效的特征。

3、人工呼吸法 在做人工呼吸之前，首先要检查触电者口腔内有无异物，呼吸道是否堵塞，特别要注意清理喉头部分有无痰堵塞。其次，要解开触电者身上妨碍呼吸的衣裤，且维持好现场秩序。主要方法：

(1) 口对口人工呼吸法

口对口（鼻）人工呼吸法不仅方法简单易学且效果最好，较为容易掌握。

1) 将触电者仰卧，并使其头部充分后仰，一般应用一手托在其颈后，使其鼻孔朝上，以利于呼吸道畅通，但头下不得垫枕头，同时将其衣扣解开（见图 2-4）。



图 2-4 身体仰卧，头部后仰



图 2-5 捏鼻掰嘴准备进行

2) 救护人在触电者头部的侧面，用一只手捏紧其鼻孔，另一只手的拇指和食指掰开其嘴巴，准备向鼻孔吸气，即口对鼻（见图 2-5）。

3) 救护人深吸一口气，紧贴掰开的嘴巴向内吹气，也可搁一层纱布。吹气时要用力并使其胸部膨胀，一般应每 5 秒钟吹一次，吹 2 秒钟，放松 3 秒钟。对儿童可小口吹气。向鼻吹气与向口吹气相同（见图 2-6）。



图 2-6 紧贴吹气



图 2-7 放松换气

4) 吹气后应立即离开其口或鼻，并松开触电者的鼻孔或嘴巴，让其自动呼气，约 3 分钟（见图 2-7）。

5) 在实行口对口（鼻）人工呼吸时，当发现触电者胃部充气膨胀，应用手按住其腹部，并同时吹气和换气。

(2) 胸外心脏挤压术

胸外心脏挤压术是触电者心脏停止跳动后使心脏恢复跳动的急救方法，是每一个电气工作人员应该掌握的。

1) 首先使触电者仰卧在比较坚实的地方，解开领扣衣扣，并使其头部充分后仰，使其鼻孔或由另外一人用手托在触电者的颈后，或将其头部放在木板端部，在其胸后垫以软物。

2) 救护者跪在触电者一侧或骑跪在其腰部的两侧，两手相叠，下面手掌的根部放在心窝上方、胸骨下三分之一至二分之一处（见图 2-8）。

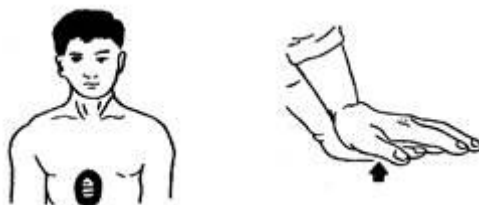


图 2-8 正确压点、叠手方式

3) 掌根用力垂直向下挤压，对位要适中不得太猛，对成人应压陷 3~4cm，频率每分钟 60 次；对 16 岁以下儿童，一般应用一只手挤压，用力要比成人稍轻一点，压陷 1~2cm，频率每分钟 100 次为宜。这样可使压处促到心脏里面的血液（见图 2-9）。

4) 挤压后掌根应迅速全部放松，让触电者胸部自动复原，血液又回到心脏，放松时掌根不要离开压迫点，只是不向下用力而已（见图 2-10）。



图 2-9 向下挤压



图 2-10 迅速放松

5) 为了达到良好的效果，在进行胸外心脏挤压术的同时，必须进行口对口（鼻）的人工呼吸。因为正常的心脏跳动和呼吸是相互联系且同时进行的，没有心跳，呼吸也要停止，而呼吸停止，心脏也不会跳动。

注意：实施胸外心脏挤压术时，切不可草率行事，必须认真坚持，直到触电者苏醒或其他救护人员、医生赶到。

（二）触电预防

1、不要带电操作 电工应尽量不进行带电操作。特别是在危险的场所应禁止带电作业。若必须带电操作，应采取必要的安全措施，如有专人监护及采取相应的绝缘措施等。

2、对电气设备应采取必要的安全措施 电气设备的金属外壳可采用保护接零或保护接地等安全措施，但绝不允许在同一电力系统中一部分设备采取保护接零，另一部分设备采取保护接地。

3、应建立一套完善的安全检查制度 安全检查是发现设备缺陷，及时消除事故隐患的重要措施。安全检查一般应每季度进行一次。特别要加强雨季前和雨季中的安全检查。各种电器，尤其是移动式电器应建立经常的与定期的检查制度，若发现不安全隐患，应及时加以处理。

4、要严格执行安全操作规程 安全操作规程是为了保证安全操作而制定的有关规定。根据不同工种、不同操作项目，制订的各项不同安全操作规程。如《变电所值班安全规程》、《内外线维护停电检修操作规程》、《电气设备维修安全操作规程》、《电工试验室安全操作规程》等等。另外，在停电检修电气设备是必须悬挂“有人工作，不准合闸！”的警示牌。电工操作应严格遵守操作规程和制度。

5、建立电气安全资料 电气安全资料是做好电气安全工作的重要依据之一，应注意收集和保存。为了工作和检查的方便，应建立高压系统图、低压布线图、架空线路及电缆布置和建立电气设备安全档案（包括生产厂家、设备规格、型号、容量、安装试验记录等），以便于查对。

6、加强电气安全教育 加强电气安全教育和培训是提高电气工作人员的业务素质，加强安全意识的重要途径。也是对一般职工和实习学生进行安全用电教育的途径之一。

对每一位新参加工作的职工和来厂实习的学生都要进行电的基本知识教育和安全用电的教育。对电气设备的操作者还要加深用电安全规程的学习；对从事电工工作的人员除应熟悉电气安全操作规程，同时还应掌握电气设备的安装、使

用、管理、维护及检修工作的安全要求，电气火灾的灭火常识和触电急救的基本操作技能。

【思考题】

- 1、什么是电击?电击对人体会造成哪些伤害?
- 2、什么是电伤?电伤对人体会造成哪些伤害?
- 3、影响人体触电伤害程度的因素有哪些?
- 4、正常情况下，人体电阻大约是多少?人体电阻的大小与哪些因素有关?
- 5、触电可分为几类?常见的触电方式有哪些?
- 6、什么是单相触电?什么是两相触电?单相触电和两相触电的触电电压分别是多少?
- 7、在使触电者脱离电源时，应该注意哪些事项?
- 8、如何避免触电事故的发生?

第三章 用电的安全措施

经研究，我们可以从触点事故发生的情况来看，可以将触电事故分为直接接触和间接触电两大类。直接接触多由主观原因造成，而间接触电则多由客观原因造成。但是无论是主观还是客观原因造成的触电事故，都可以在采用安全技术措施和加强安全管理予以防止，因此，加强用电的安全技术措施是防止事故发生的重要环节。

一、电力系统接地分类

电力系统根据接地的目的不同，其接地分为五类。

1、工作接地

为了保证电气系统的可靠运行，而设置的接地称为工作接地，如图（3-1）所示的变压器中性点的接地。变压器、发电机中性点除接地外，与中性点连接的引出线为工作零线，将工作零线上的一点或多点再次与地可靠地电气连接为重复接地。工作零线为单相设备提供回路。从中性点引出线的专供保护零线的 PE 线为保护零线，低压供电系统中工作零线与保护零线应严格分开。

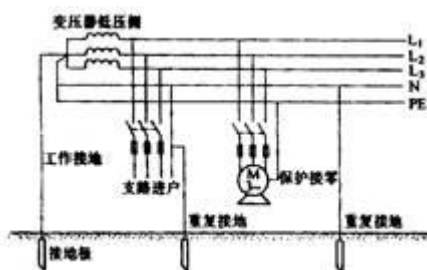


图 3-1 工作接地、重复接地

2、保护接地

电气设备或电器装置因绝缘老化或损坏可能带电，当人体触及将遭受触电危险。为了防止这种电压危及人身安全而设置的接地，叫保护接地（见图 3-2），具体的做法一般是将电气设备或电器装置的金属外壳通过接地装置同大地可靠地接地连接起来。

保护接地适用于电源中性点不接地的低压电网中。由此看来，保护接地是为了防止触电事故而采取的一种技术措施。无论是动电还是静电；也无论是交流还

是直流；无论是一般环境还是特殊环境，都常采用保护接地措施以保安全。若将电气设备的金属外壳与零线连接称为保护接零，接零是接地的一种特殊方式。保护接零措施适用于低压 380/220V 系统中。

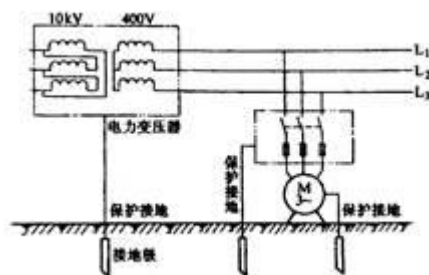


图 3-2 保护接地

3、过电压保护接地

为了消除因雷击和过电压的危险影响而设置的接地。

4、防静电接地

为了消除在生产过程中产生的静电及其危险影响而设置的接地。图 3-2 为保护接地。

5、屏蔽接地

为了防止电磁感应对电气设备的金属外壳、屏蔽罩、屏蔽线的金属外皮及建筑物金属屏蔽体等进行的接地。

二、电气设备接地的一般要求

1、电气设备一般应接地或接零，以保护人身和设备的安全。一般三相四线制的电力系统中应采用保护接零、重复接地；三相五线制的电力系统中工作零线 and 保护零线都应重复接地；三相三线制的电力系统采用保护接零。

2、不同用途、不同电压的电气设备应使用不同的电气安全技术。

3、380/220V 低压系统的中性点应直接接地。中性点直接接地的低压电网，应装设迅速自动切除接地短路故障的保护装置。

4、中性点直接接地的低压电网中，电气设备的外壳应采用接零保护，中性点不接地的电网，电气设备的外壳应采用保护接地。

5、在中性点直接接地的低压电网中，除另有规定和移动式电气设备外，零线应在电源进户处重复接地。

三、电力系统的接地装置

接地装置包括接地体和接地引线，接地体又分自然接地体与人工接地体两种。接地引线为与接地体可靠连接的导线，也称地线。

交流电气设备应充分利用人工接地体，即可节约钢材和人工费用，又可降低绝缘电阻。

人工接地体一般为垂直敷设，如图 3-3 所示。通常用直径 40~50mm 的镀锌钢管或 40mm×40mm×40mm~50mm×50mm×50mm 的镀锌角铁或直径 25~30mm 的镀锌圆钢，长度一般为 2500~3000mm，垂直打入深约 0.8m 的地沟内，其根数的多少及排列布置由接地电阻值决定。

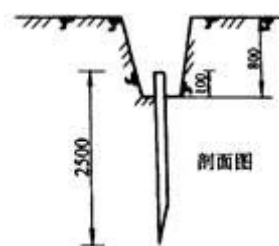


图 3-3 垂直接地体

接地线的设置应注意以下几点：

1) 接地线与接地体的连接、接地线与接地线的连接一般为焊接。埋入地下的连接点应在焊接后涂上沥青漆防腐。

2) 利用钢管作接地线，钢管连接外必须保证可靠的电气连接。

3) 接地线与电气设备可焊接或螺栓连接，螺栓连接应有防松螺帽或防松垫片。每台设备应用单独的接地线与干线相连，禁止在一条接地线上串联电气设备（如图 3-4 所示）。

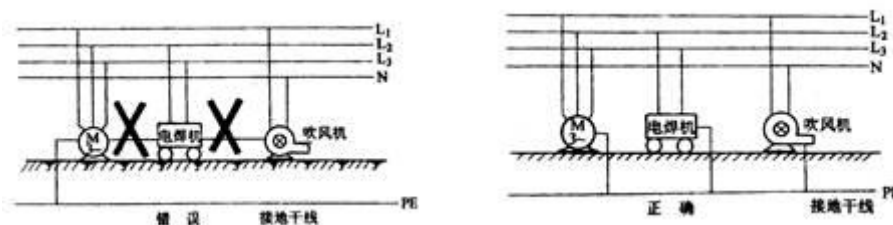


图 3-4 电气设备接地线正确接法

4) 危险爆炸场所中电气设备的外壳必须接地。

5) 接地线一般为钢质，移动式设备的接地线、三相四线制或三相五线制照

明设备的接地线以及采用钢线有困难的除外。接地线的截面积应符合截流量、短路时切除故障及热稳定的要求。

6) 中性点直接接地的低压系统中电气设备的专用接地线可与相线一起敷设，其截面积一般不大于：钢为 80mm^2 、铜为 50mm^2 、铝为 70mm^2 。

7) 不得使用蛇皮管、保温管的金属网或外皮及低压照明导线或电缆的铅保护套做接地线。

8) 便携式用电设备应用电缆中的专用线芯接地，严禁利用设备的零线接地。单独使用接地线时，应用多股软铜线，其截面积不小于 1.5mm^2 。

四、保护接地的应用范围

在中性点不接地的电网中，电气设备及其装置，除特殊规定外，均应采取接地保护，以防其漏电时对人体、设备构成危害。采用接地保护的电气设备及其装置主要有：

- ① 电机、变压器、电器、开关、携带式或移动式用电设备的金属底座及外壳。
- ② 电气设备的传动装置。
- ③ 配电屏、控制柜（台）、保护屏及配电箱（柜）等。
- ④ 配电装置的金属构架、钢盘混凝土构架等。
- ⑤ 电缆接头盒、终端盒的金属构架外壳，电缆保护钢管、屏蔽层等。
- ⑥ 装避雷设备的电力线路的杆塔。

五、保护接零的安装范围

中性点直接接地的电网中，采用保护接零时，必须保证以下条件：

- ① 中性点直接可靠接地，接地电阻应不大于 4Ω 。
- ② 工作零线、保护零线应可靠重复接地，重复接地的接地电阻应不大于 10Ω ，重复接地的次数应不大于 3 次。
- ③ 保护接零盒工作接零不得装设熔断器或开关，必须具有足够的机械强度和热稳定性。

④ 三相四线制或三相五线制的电力系统中的工作零线和保护零线的截面积不得小于相应线路相线的截面积的一半。

⑤ 线路的阻抗不能太大，以便漏电时能够产生足够大的单相短路电流，使保护装置动作。因此，要求单相短路电流不得小于线路熔断器熔丝额定电流的 4 倍，或者不得小于线路中空气断路器瞬时或延时动作电流的 1.25 倍。

电气设备接地线的正确接法，见图（3-4）所示。

六、工作接地的作用

1、削弱单相接地的危害，如图（3-5）所示。

2、减弱高压窜入低电压的危害，如图（3-6）所示。

3、变压器中性点采用工作接地后，为相电压提供一个明显可靠的参考点，为稳定电网的电位起着重要的作用。另外，为单相设备提供了一个回路，使系统有两种电压 380/220V，既满足三相设备，又满足单相设备，这是低电网最常用的接线方法。

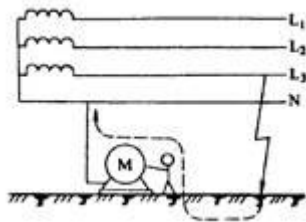


图 3-5 中性点不接地的变压器

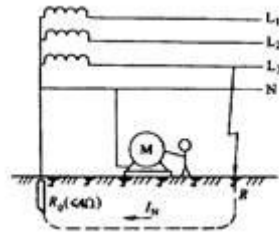


图 3-6 中性点接地的变压器

七、允许电流与安全电压

1、允许电流

为了确定安全电压，必须首先确定人体允许电流。

一般情况下，把作用人体不致于引起伤害的电流或者说把人能够自己摆脱的电流称为允许电流。经研究得出，交流（50~60Hz）为 10mA；直流为 50mA。但当线路上装有防止短路的瞬间保护时，人体允许电流可按 30mA 考虑。

2、安全电压

从安全的角度来看，因为电力系统中的电压通常是比较恒定的，而影响电流

变化的因素很多，所以，确定对人体的安全条件是用安全电压而不是安全电流。安全电压是指在各种不同条件环境条件下，人体在接触到带电体后，人体各部分组织，如皮肤、心脏等不发生任何损伤的电压。

安全电压是为了防止触电事故而采用的由特定电源的电压系列。其供电要求实行输出与输入电路的隔离，与其他电气系统的隔离。这个电压系列的上限值，在正常和故障情况下，任何两导体间、任一导体与地之间均不得超过交流（50~500Hz）有效值 50V。

人们可根据场所特点，采用我国安全电压标准规定的交流电安全电压等级：

1、42V（空载上限小于等于 50V）可供有触电危险的场所使用的手持式电动工具等场合下使用；

2、36V（空载上限小于等于 43V），可在矿井、多导电粉尘等场所使用的行灯等场合下使用；

3、24V、12V、6V（空载上限分别小于或等于 29V、15V、8V）三档可供某些人体可能偶然触及的带电体的设备选用。在大型锅炉、金属容器或管道内工作时，为了确保人身安全一定要使用 12V 或 6V 低压行灯。当电气设备采用 24V 以上安全电压时，必须采取防止直接接触带电体的措施，其电路必须与大地绝缘。

安全电压是以人体允许电流与人体电阻的乘积为依据而确定的。国际电工委员会按允许电流 30mA 和人体中的电阻值 1700Ω 来计算触电电压的限定值，即安全电压的上限值是 50V（50~500Hz 交流电有效值）。

3、安全电压的选用

各等级的安全电压应根据使用场所、操作人员条件、使用方式、供电方式和线路状况等多种因素进行选用。目前我国采用的安全电压以 36V 和 12V 两个等级比较多。一般生产场地局部照明采用 36V；潮湿、易导电的地沟或金属容器内工作时行灯采用 12V 电压。安全电压的选用见表 3-1。

表 3-1 各等级安全电压的选用

| 安全电压（V） | 用 途 |
|---------|------------------------------------|
| 42 | 手提式照明灯、无特殊安全措施、有触电危险的场所使用的手动式电动工具等 |

| | |
|----|------------------------------------|
| 36 | 矿井、易导电、多粉尘、生产场所及变电站等多接地场所使用的灯 |
| 24 | 比较危险的场所、工作场地狭窄、温热场所、工作人员可能偶然接触的带电体 |
| 12 | |
| 6 | |

八、电气安全距离、安全色及安全标志

1、电气安全距离

将带电体与大地、带电体与其他设备以及带电体与带电体之间保持一定的电气安全距离,是防止直接接触电和电气事故的重要措施,这种措施称电气安全距离,简称安全距离。

2、安全距离的作用

- 1) 防止人体触及或接近带电体而造成触电事故。
- 2) 避免车辆及其他器具碰撞或过分接近带电体而造成事故。
- 3) 防止火灾爆炸及过电压放电和各种短路事故。
- 4) 保证操作和维护方便。

电气安全距离的大小与电压的高低、设备的类型及安装方式有关。

3、安全色

- 1) 红色——通常用来标志禁止和停止。如信号灯、紧急按钮均用红色,分别表示“禁止通行”、“禁止触动”等禁止的信息。
- 2) 黄色——通常用来标志注意、警告、危险。如“当心触电”、“注意安全”等。
- 3) 蓝色——通常用来标志强制执行和命令。如“必须戴安全帽”、“必须验电”。
- 4) 绿色——通常用来标志安全无事。如“在此工作”、“在此攀登”等。
- 5) 黑色——通常用来标注文字,符号和警示标志的图形等。
- 6) 白色——通常用于安全标志红、蓝、绿色的背景色,也可用于安全标志

的文字和图形符号。

7) 黄色与黑色间隔条纹——常用来标志警告、危险。如防护栏杆。

8) 红色与白色间隔条纹——常用来标志禁止通过、禁止穿越等。

在使用安全色时，为了提高安全色的辨认率，使其更明显醒目，常采用其他颜色作为背景，即对比色。红、蓝、绿的对比色为白色，黄的对比色为黑色，黑色与白色互为对比色。

4、安全标志

1) 禁止标志圆形，背景为白色，红色圆边，中间为一红色斜杠，图像用黑色。一般常用的有“禁止烟火”、“禁止启动”等。

2) 警告类标志 等边三角形，背景为黄色，边和图案都用黑色。一般常用的有“当心触电”、“注意安全”等。

3) 指令类标志 圆形，背景为蓝色，图案及文字用白色。一般常用的有“必须带安全帽”、“必须带护目镜”。



4) 提示类标志 矩形，背景为绿色，图案及文字用白色。





电工常用的标志牌规格尺寸、用途见表（3-2）。

安全标志应安装在光线充足明显之处；高度应略高于人的视线，使人容易发现；一般不应安装于门窗及可移动的部位，也不宜安装在其他物体容易触及的部位；安全标志不宜在大面积或同一场所使用过多，通常应在白色光源的条件下使用，光线不足的地方应增设照明。

安全标志一般用钢板、塑料等材料制成，同时也不应有反光现象。

表 3-2 常用标示牌式样

| 序号 | 名称 | 悬挂处所 | 标识图片 |
|----|------------------|-----------------------------|---|
| 1 | 禁止合闸 有人工作! | 一经合闸即可送电到施工设备的空气开关或刀开关操作把手上 |  |
| 2 | 禁止合闸 线路上有人工作! | 线路开关或刀开关把手上 |  |

| | | | |
|---|-----------|--|---|
| 3 | 在此工作! | 室内外工作地点或施工设备上 |  |
| 4 | 止步, 高压危险! | 施工地点靠近带电设备遮栏上; 室外工作地点的周围栏上; 禁止通行的过道上; 高压试验地点; 室外构架上; 工作地点临近导电设备的横梁上。 |  |
| 5 | 从此上下! | 工作人员上下铁架 |  |
| 6 | 已接地! | 悬挂在已接地地线的隔离开关手柄上。 |  |

九、电气安全防护用具

电气安全用具是指用以保证电气工作安全所必不可少的工器具和用具。利用它们可以防止触电、弧光灼伤和高空跌落等伤害事故的发生。按其功能不同可分为基本电气安全用具和辅助安全用具。

1、基本安全用具

基本安全用具是指其绝缘强度足以承受电气设备的工作电压的安全用具。基本绝缘安全工具有绝缘操作杆、绝缘夹钳等。由于基本安全用具常用于带电作业，因此使用必须注意以下几点：

- 1) 绝缘操作用具必须具备合格的绝缘性能和机械强度；
- 2) 只能用于和其绝缘强度相适应的电压等级设备；
- 3) 按照有关规定，要定期进行试验。

2、辅助安全用具

辅助安全用具是作为加强基本安全用具绝缘的安全用具。在电气作业中主要起保护作用。辅助安全用具具有绝缘手套、绝缘鞋、绝缘垫及绝缘台等。

除上述几项措施外，对于携带式和移动式单相设备要注意严格管理、正确使用、定期检查、单相设备及其电源线都应保持完好，电源与设备之间防止拉脱线头，紧固装置也应保持完好。

【思考题】

- 1、目前我国电力系统常采用哪些接地方式?
- 2、什么是工作接地?什么是保护接地?什么是保护接零?它们之间有何区别?
- 3、电气设备接地的一般要求是什么?
- 4、什么是接地线?接地线的设置应该注意哪些问题?
- 5、采用接地保护的常用电气设备有哪些?
- 6、什么是允许电流?什么是安全电压?我国交流电压的安全额定值的国家标准是多少?
- 7、什么是电气安全距离?电气安全距离的作用是什么?
- 8、在我国的电力系统中,常用的安全色有哪些?
- 9、常用安全标志分为哪几类?安全标志的安装应注意什么?
- 10、什么是基本安全用具?什么是辅助安全用具?在工作中,使用安全用具应注意什么?

第四章 电气设备的防火

一、线路的防火措施

线路由于架设不正确或在使用时违反安全规则，就会形成线路短路，导线超过负荷和局部因接触电阻过大而产生大量热量，引起线路火灾危险。

为了防止线路短路和超过负荷引起的火灾，可采取以下措施：

- 1、认真检查线路的安装是否符合电气装置的规程要求。
- 2、定期检查、测量线路的绝缘状况。
- 3、正确选择与导线截面相配合的熔断器。严禁不查明原因，随意调换大熔体。
- 4、线路和电气设备都应严格按照规范要求安装，不要随便乱装乱用，防止因绝缘损坏而发生漏电事故或短路。
- 5、经常监视线路的运行情况，如发现严重过负荷现象时，应及时从线路中切除过多的电气设备，或将该导线调大。

二、常用电气设备的防火措施

1、电动机

安装电动机要求符合防火安全的要求。在潮湿，多灰尘的场所，应选用封闭型电动机；在比较干燥、清洁的场所，选用防护型电动机；在易燃易爆的场所，应选用防爆型电动机。电动机应安装在非可燃性材料的基座上；电动机不允许安装在可燃结构内；电动机与可燃物应保持一定的距离，周围不得堆放杂物。每台电动机必须装置独立的操作开关和适当的热继电器作为过负荷保护。对待容量较大的电动机，在三相电源线上宜安装指示灯。当发生一相断电时就能立即发现，防止二相运行。

2、变压器

变压器大多是油浸自然冷却式，如何防止这类变压器的火灾，可采取如下措施：变压器上部油层温度达到或超过 85℃时，表明变压器过负荷，应立即减负荷。若温度持续不断上升，则变压器内部可能有故障，应立即断开电源，进行检

查。应装继电保护装置。变压器的设计安装要符合国家标准。两台变压器之间的蓄油坑应有防火隔离墙，不能连通。加强变压器的运行管理和检查工作。

3、低压配电盘

配电盘应固定安装在干燥清洁的地方，并应便于操作，确保维修时的安全。

配电盘上的电气设备应根据电压、负荷、用电场所和防火要求等选定。配电盘中的配线，应采用绝缘线，破损的导线要及时更换。配电盘的金属支架及电气设备的金属外壳，必须可靠接地。移动式配电板不宜插用过多插头如图（4-1）所示。



图 4-1 移动式配电板不宜插用过多插头

4、照明及电加热设备

电灯必须安装在适合的安全环境。灯具发热部分与可燃物之间应保持一定的安全距离，不得贴近可燃物。导线绝缘层应保持完整良好，发现破损及时更换。

5、电热褥

1) 不买粗制滥造、无安全措施、未经检验合格的产品，以防止因质量，特别是接头连接不良而酿成事故。

2) 电热褥第一次使用或长期搁置后再使用，应在有人监视的情况下通电 1 小时左右，检查是否安全。

3) 使用前应仔细阅读说明书，特别要注意使用电压，千万不要把 36V 或 24V 的低压电热褥接到 220V 的电压线路上。

4) 电热褥不要固定位置折叠。最好铺在床板上使用，且上下各铺一层毯子或棉褥为宜，不要在席梦思和钢丝床上使用直线型电热线制成的电热褥，因直线型电热线易断，在使用中容易因伸按搓揉而造成断裂，引起火灾。

5) 电热褥通电时，人不能远离。使用温度不能控制的普通型电热褥，当温度升到所需温度时，应切断电源，电热褥通电后，如发现不热或其他异常现象，应立即断开电源，进行检修。

6) 使用电热褥时，如临时停电，应断开电源，以防来电后，因通电时间过

长，无人看管而造成火灾。

7) 电热褥要注意防潮，特别是给婴儿和生活不能自理的病人使用时，应经常查看电热褥的温度和湿度，遭水湿的电热褥应凉干后再用。电热褥脏了，只能用刷子刷洗，不能用手揉搓，以防电热线折断。

6、电熨斗

1) 使用前要对电熨斗进行检查，看插头是否完好，导线有无折断之处，绝缘层是否损坏或线芯裸露，使用时有没有手麻的感觉，

如果发现问题，应修复后再用。

2) 使用时应注意控制电熨斗的温度。使用普通型电熨斗（图 4-2）要根据衣物纤维种类和经验控制通电时间，以保证电熨斗的温度适宜。使用调温型电熨斗要将调温旋钮旋放至于衣物纤维名称相同的位置，以防止温度过高，烫坏衣物或出现火灾事故。当调温型电熨斗的恒温器失灵后要及时维修，否则温度无法控制，容易引起火灾。

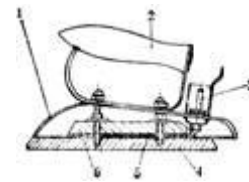


图 4-2 普通型电熨斗

1-外壳；2-手柄；3-铜插柱
4-底板；5-电热元件；6-压板

3) 通电使用电熨斗时操作人员不要轻易离开，在熨烫衣物的间歇，应将电熨斗竖立放在耐火砖、石棉板等不燃、不易导热材料制作的基座或专用的电熨斗架上，千万不要把电熨斗随便乱放。放置电熨斗的基座、支架不应距易燃、可燃品太近。

4) 电熨斗使用完毕，应立即切断电源。刚断电的电熨斗不要随意乱放，要待它完全冷却后再收存起来。若在电熨斗使用中途停电后，应拔下电源插头，以防来电后造成火灾事故。

5) 不要使电熨斗的电源插头、插口受潮，并保证插头与插座接触紧密。电熨斗供电线路导线的截面不能太小，绝对不能与其他家用电器合用一个插座，也不要与其他耗电功率大的家用电器如电饭锅、洗衣机等同时使用，以防线路过载引起火灾。

7、空调器

1) 尽量使窗帘等避开空调器，或采用阻燃型织物的窗帘。根据以往的教训，窗帘是窗式空调器火灾蔓延的主要媒介。

2) 用电热型空调器制热，关机时须记切断电热部分的电源。需冷却的，应坚持冷却 2 分钟。

3) 短时间内不要连续切断、接通空调器的电源，如图（4-3）所示。当停电或拔掉电源插头后，一定要将选择开关置于“停”的位置，待接通电源后，重新按启动步骤操作。



图 4-3 短时间内、不要连续切断或接通电源

4) 空调器应经常保持清洁，空气过滤器应定期清洗，以免积灰太多，影响空气对流。风扇电机要定期加注润滑油，若全年运行，每年应加 2-3 次。在空调器运行中，若发现空调器有异味，或冒烟，应立即停机检查。

5) 用于安装空调器的支架。搁板等应采用非燃材料制作。安装在空调器上的遮阳罩也应采用非燃材料。空调器安装时，应内高外低，略微倾斜，使水分排到室外，以避免空调器部件受潮损坏。

8、电饭锅

1) 电饭锅，放在厨房专用地点，搁置电饭锅的基座不应采用可燃材料，周围一定距离内不应有易燃、可燃物品，更不能靠近液化石油气钢瓶。

2) 电饭锅应有固定电源插座，不要乱拉电线为电饭锅供电，不能和其他家用电器混用电源。电饭锅的线路连接要牢靠。

3) 用电饭锅做汤、烧水时，要有人看管，不要忘记及时切断电源。

4) 电热盘和内锅外表面不要沾有饭粒等杂物，以保证两者紧密接触。电饭锅使用时，内锅要放正，放下后来回转动一下。

5) 避免碰撞内锅，内锅若变形严重，应立即更换，不要用普通铝锅代替内锅。

9、电冰箱（柜）

1) 电冰箱不要存入化学危险物品，如果必需存放，则必须注意容器要绝对

密封严防气体泄漏。

2) 保证电冰箱后部干燥通风，冷凝器应与墙壁等保持一定距离，切勿在电冰箱后面塞放可燃物；电冰箱的电源线不要与压缩机、冷凝器接触。

3) 电冰箱电气控制装置失灵时，应立即停机检查修理。要防止温控电气开关进水受潮。

4) 电冰箱断电后，至少要经过 5 分钟后方可重新启动。

10、洗衣机

1) 在使用洗衣机前，应接好地线，预防漏电触电，保护人身安全。

2) 放衣前，应检查衣服口袋，看是否有钥匙、小刀、硬币等金属物品，这些硬东西不要随衣服进入洗衣机内。

3) 每次洗干衣的重量不要超过洗衣机的额定容量，否则由于负荷过重可能损坏电机。

4) 严禁将刚使用汽油等易燃液体擦洗过的衣服，立即放进洗衣机内洗涤。更不能为除出油污，给洗衣机内倒汽油。

5) 接通电源后，如果电机不转，应立即断电检查，排除故障后再用。如果定时器、选择开关接触不良，应停止使用。

6) 要经常检查洗衣机电源引线的绝缘层是否完好，如果已经磨破、老化或有裂纹，应及时更换。经常检查洗衣机是否漏水，如发现漏水，应停止使用，尽快修理。洗衣机应放在比较干燥、通风的地方。

11、热水器

据有关专家提醒消费者：使用热水器洗浴要注意用电安全。近期在石家庄、西安、海口等地发生的触电事故，使热水器的安全问题再次成为人们关注的焦点。热水器的安全问题关系到用户的生命安全。防电墙技术是海尔专门针对逆向漏电研制的热水器安全技术，即使在热水器内部接入 220V 电压，也能确保洗浴安全。它是针对中国家庭普遍存在的接地保护不良、线路老化、装修接错线、采用劣质的电器件等用电环境隐患发明的安全专利技术。专家指出：热水器本身的安全问题，大部分正规厂商已经解决。而对于用电环境引入的从外到内的逆向漏电，只

有防电墙技术可以解决。

12、取暖器

取暖器又叫电暖器，如图（4-4）所示。不要用电暖器长时间烘烤衣物而无人照看；不要将电暖器靠近睡床、窗帘、家具及报刊杂志堆放处；不要将易燃物品放置在电暖器周围，以免引发火灾。



图 4-4 不宜用取暖器烘烤衣物

13、电吹风

电吹风在通电使用时，人不能离开，更不能随手放置在台板、桌凳、沙发、床垫等可燃物上。电吹风使用后切记要将电源线从电源插座上拔下来。遇到临时停电或电吹风出现故障，切记要拔下插头。

三、电气火灾的预防

根据电气火灾和爆炸形成的主要原因，电气火灾应主要从以下几个方面进行预防：

- (1) 要合理选用电气设备和导线，不要使其超负载运行。
- (2) 在安装开关、熔断器或架线时，应避开易燃物，与易燃物保持必要的防火间距。
- (3) 保持电气设备正常运行，特别注意线路或设备连接处的接触保持正常运行状态，以避免因连接不牢或接触不良，使设备过热。
- (4) 要定期清扫电气设备，保持设备清洁。
- (5) 加强对设备的运行管理。要定期检修、试验，防止绝缘损坏等造成短路。
- (6) 电气设备的金属外壳应可靠接地或接零。
- (7) 要保证电气设备的通风良好，散热效果好。

四、电气火灾的扑救常识

从灭火的角度出发，电气火灾有两个特点：一是电气设备着火或引起火灾后并未与电源断开，仍然带电；二是有些电气设备(如电力变压器、断路器、电动机起动装置等)本身充油，发生火灾时，可能喷油甚至爆炸，造成火灾蔓延，扩

大火灾范围。因此电气灭火必须根据其特点，采取适当措施。

1、切断电源

当发生电气火灾时，若现场尚未停电，则首先应想办法切断电源，这是防止扩大火灾范围和避免触电事故的重要措施。切断电源时应该注意以下几点：

- 1) 切断电源是必须使用可靠的绝缘工具，以防操作过程中发生触电事故；
- 2) 切断电源的地点选择要适当，以免影响灭火工作。
- 3) 剪断导线时，非同相的导线应在不同的部位剪断，以免造成人为短路；
- 4) 如果导线带有负荷，应先尽可能消除负荷，再切断电源。

2、防止触电

为了防止灭火过程中发生触电事故，带电灭火时应注意与带电体保持必要的安全距离。不得使用水（如图 4-5 所示）、泡沫灭火器灭火。应该使用干黄沙和二氧化碳、干粉灭火器进行灭火。防止身体、手、足、或者使用的消防灭火器等直接与有电部分接触或有电部分过于接近造成触电事故。带电灭火时，还应该带绝缘橡胶手套。



图 4-5 扑灭电气火灾不得用水

3、充油设备的灭火

扑灭充油设备内部火灾时，应该注意以下几点：

- 1) 充油设备外部着火时，可用二氧化碳、1211、干粉等灭火器灭火；如果火势较大，应立即切断电源，用水灭火。
- 2) 如果是充油设备内部起火，应立即切断电源，灭火是使用喷雾水枪，必要时可用砂子、泥土等灭火。外泄的油火，可用泡沫灭火器熄灭。
- 3) 发电机、电动机等旋转电机着火时，为防止轴和轴承变形，可令其慢慢转动，用喷雾水枪灭火，并帮助其冷却。也可用二氧化碳、1211、蒸汽等灭火。

【思考题】

- 1、线路防火应该注意些什么？
- 2、电动机的防火措施？
- 3、电气火灾的扑救措施是什么？
- 4、扑灭电气火灾过程中，在切断电源时应该注意的问题有哪些？
- 5、充油设备的灭火须知是什么？

第五章 车床的电气控制系统

一、车床电气控制系统简介

最常用、最简单的车床电气控制系统的线路图，它是由电源开关 QS、熔断器 FU1 和 FU2、接触器 KM、热继电器 FR、停止按钮 SB1 和起动按钮 SB2 等组成。

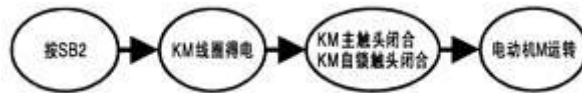
在分析各种控制原理图时，为了简单明了，通常用符号和箭头配以少量的文字说明来表示其动作原理。

如电动机单向运行控制线路的动作原理如下：

1) 起动

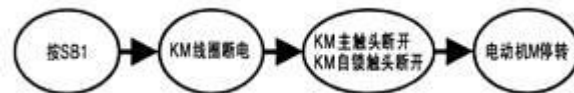
先合上电源 QS。

当松开起动按钮 SB2，由于接触器 KM 的常开辅助触头已闭合自锁，控制电路仍保持接通，电动机 M 继续运转。这种当起动按钮 SB2 松开后，控制线路仍能保持接通的线路叫做具有自锁(或叫自保)触头。



2) 停止

如果电动机在运行过程中，由于过载或其他原因，使负载电流超过额定值时，经过一段时间，串联在主电路中的热继电器 FR 的双金属片受热弯曲，使串联在控制线路中的常闭触头 FR 断开，切断了控制线路的电源，接触器 KM 线圈断电，其主触头断开，电动机 M 便脱离电源停转，达到了过载保护的目。



二、车床安全罩保护装置简介

当操作者初次接触车床的时候，由于对车床的结构及电气控制系统缺乏一定的了解，在操作过程中容易发生事故。为了避免事故的发生，在车床卡盘部位安装有安全保护罩装置，该装置包括半圆弧铁罩，并在电气控制线路中加装一只行

程开关（SQ），其电气控制原理见图 5-1。

为什么安装车床安全防护罩装置呢（见图 5-2）？

首先，当操作者在停车装夹工件或对工件进行测量的时候，由于操作者的身体或衣物有可能碰到光杆上的顺车手柄或逆车手柄，会导致车床主轴突然旋转起动（顺车旋转或逆车逆车旋转），这样会使操作者发生意外受伤事故。

将行程开关（SQ）串接入电气控制线路中，选用的是行程开关（SQ）的一对常闭触点，这样当安全防护装置闭合上时，此时行程开关（SQ）是处于常闭状态（即导通），当按下按钮（SB2）时，车床即能够起动。当安全防护装置掀开、停车装夹工件或进行测量工件时，此时行程开关（SQ）处于常开状态（即断开），当按下按钮（SB2）时，车床不能起动，这样就能起到安全保护作用。

其次，在《车床的安全操作规程》中规定，留长发者操作车床的时候必须戴工作帽，避免长发被绞进旋转的车床的卡盘中，当加装了安全防护罩后，即使有个别操作者不严格遵守《车床的安全操作规程》，也能够同时避免类似事故的发生。

在工件夹紧后，只有将“T 字形扳手从卡盘上拿下来，再闭合上安全防护罩，才能启动车床，从而避免了因扳手未取下来而引起事故的发生。

注意：在操作车床的时候，当事故发生的瞬间，可用左手迅速掀起安全罩，即可达到立即停车的目的。

三、车床电气控制系统中的所用低压电器简介

1、转换开关

转换开关又称组合开关（图 5-3），常用于机床控制电路中，作为电源控制开关。常用的 HZ10 系列转换开关的额定电压有 50Hz、220V 和 380V 两种，额

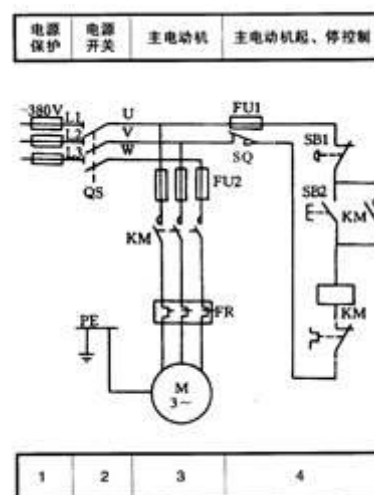


图 5-1 车床电气控制原理图

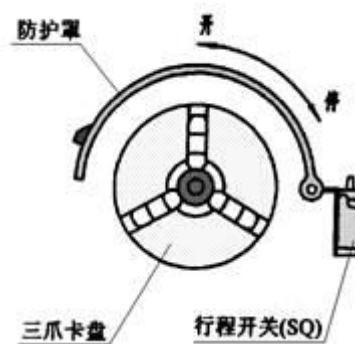


图 5-2 车床安全防护罩装置

定电流分别有 6A、10A、25A、60A 和 100A 等多种。其中，HZ 表示组合开关。

转换开关一般用于照明、电热电路时，其额定电流应等于或大于控制电路中各负载电流的总和。若用来控制电动机时，转换开关的额定电流一般取额定电流的 1.5~2.5 倍。

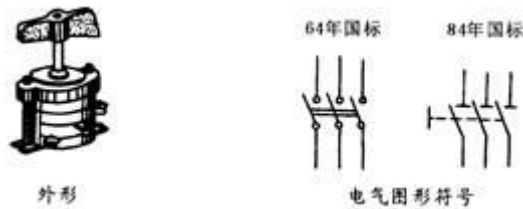


图 5-3 HZ10 系列转换开关

2、熔断器

熔断器（图 5-4）主要用作短路保护。当电路短路时，电流急剧增大，熔体过热而熔断，使线路或电气设备脱离电源，起到保护作用，是一种具有保护功能的低压电器。常用的有 RC1 系列瓷插式和 RL1 系列螺旋式。

在机床电气控制线路中，常用的熔断器有 RL1 系列螺旋式。R 表示熔断器，L 表示螺旋式。RL1 系列式熔断器的额定电压为 500V，额定电流 1A、2A、……、15A 等。

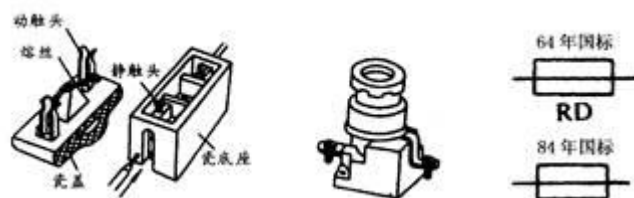


图 5-4 熔断器

3、交流接触器

接触器（图 5-5）是一种适用于远距离频繁接通和分断交直流电路的电器。它是利用电磁铁吸引力配合动作，而使触头闭合和断开的一种电器。在机床电气控制线路中，用它来接通或断开电动机的电源和控制电路的电源。

在机床电气控制线路中，常用的接触器系交流接触器，主要有 cJo 和 CJ10 系列。其中，C 表示接触器，J 表示交流。

CJb 系列交流接触器主触头的额定电流有 10A、20A、40A 和 75A 等，辅助

触头的额定电流为 5A，吸引线圈的额定电压有 50Hz 110V、127V、220V 和 380V 多种。

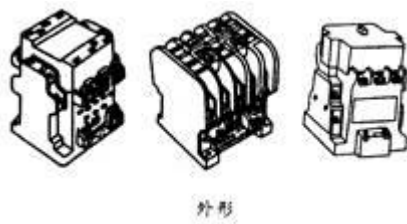


图 5-5 各种系列交流接触器

| | 64 年国际 | 84 年国际 |
|-----------------|--------|--------|
| 线圈 | | |
| 闭合触头 (非控制电路) | | |
| 闭合触头 (控制电路) | | |
| 断开触头 (控制电路) | | |

电气图形符号

4、热继电器

电动机在实际运行中，常遇到过载的情况。若过载电流过大或过载的时间过长，就会使电动机内绕组烧毁。为了充分发挥电动机的过载能力，又保证电动机的正常工作，以及电动机绕组不致于因过载而烧毁，于是就采用热继电器作为电动机的过载保护。

热继电器（图 5-6）主要由热元件、动作机构、触头系统、复位按钮和整定电流装置组成。热元件有两块，是热继电器接受过载信号部分，由双金属片和绕在双金属片外面的电阻丝组成，使用时通过接线柱串联在被保护电路中。当电动机过载时，流过电阻丝的电流增大，从而使电阻丝发热过量并将热量传给双金属片，双金属片受热弯曲，推动动作机构使常闭触头断开，常开触头闭合，从而完成了将过载信号转换成电信号的过程。

热继电器有两相结构、三相结构和三相带端相保护装置等三种类型。适用于长期工作或间断长期工作的交流电动机的过载保护，常与交流接触器一同使用。

在机床电气控制线路中，常用的热继电器有 JR0 和 JR16 系列。其中，J 表示继电器，R 表示热继电器。

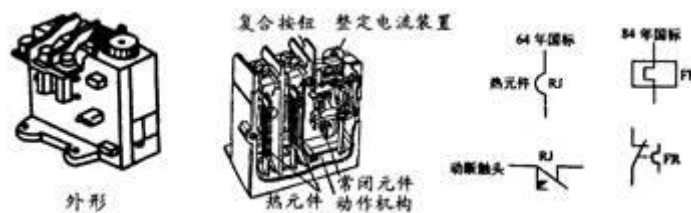


图 5-6 热继电器

5、按钮

按钮是一种以短间接通或分断的小电流电器，它不直接去控制主电器的通与断，而在控制电路中发出“指令”去控制接触器、继电器等电器，再由它们去控制主电路。

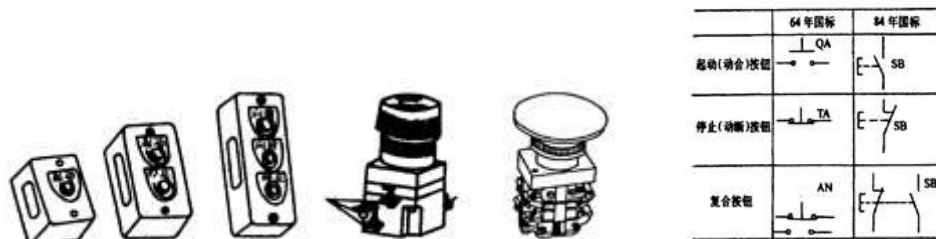


图 5-7 各种系列按钮

电气图形符号

控制按钮（图 5-7）有各种结构形式，可满足不同的需要。如保护式：有保护外壳以防偶然触及带电部分；指示灯式：在透明彩色的按钮帽内装有信号灯作为信号指示；旋钮式：旋动旋钮使触头动作，且在几个旋动位置上都有相应的触头闭合或断开；钥匙式：按钮上带有钥匙以防误操作；紧急式：装有突出的蘑菇形按钮帽，以便紧急操作。

在机床电气控制电路中，常用的按钮有 LA2 系列、LA10 系列、LA18 系列和 LA19 系列等。其中，L 表示主令电器，A 表示按钮。

6、行程开关

行程开关（图 5-8）又称为限位开关，它的作用与按钮相同，只是其触头的运作不是靠手动操作，而是利用生产机械的某些运动的挡铁碰撞其滚轮使触头动作来实现接通或分断某些电路使之达到一定的控制目的。

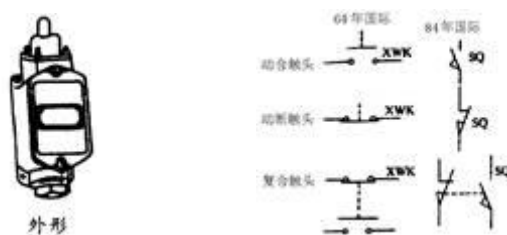


图 5-8 行程开关

电气图形符号

行程开关动作的传动装置一般有旋转式和按钮式，根据控制电路中控制逻辑的需要，有的行程开关在被机械运动部件碰撞过后，能自动复位，有的则不能。行程开关一般都有一副常开触头和一副常闭触头。

行程开关在交直流控制电路中，主要用于机床自动控制、限制运动机构动作或程序控制。

安装在实习用车床安全保护装置上的行程开关是如图5-2所示的几XK1系列行程开关。

7、空气断路器

空气断路器（图5-9），又称空气开关。空气断路器是一种用来保护交直流低压电网内电气设备，使之免受过电流、逆电流、短路和欠电压等不正常的危害，同时也可用于不频繁起动电动机以及操作或转换电路之用。

空气断路器按其结构形式可分为塑壳式（又称装置式）和框架式（又称万能式）两类。常用的塑壳式空气断路器有DZ4系列、DZ5系列、DZ10系列，常被应用于照明、动力配电装置中，有时也可用于不频繁地直接起动电动机。常用的框架式空气断路器有DW5系列和DW10系列，常被用于变（配）电站以及电流为200A以上的配电装置中。

如图（5-9）所示的是一般实习车间内配电箱广泛采用的DZ5-20型空气断路器，主要由三个部分组成：触头及灭弧装置，其作用是接通和分断电路并同时消除电弧；操作机构，其作用是操作触头接通和分断；保护系统，其作用是当电路中出现异常情况时，自动分断触头，切断电路。

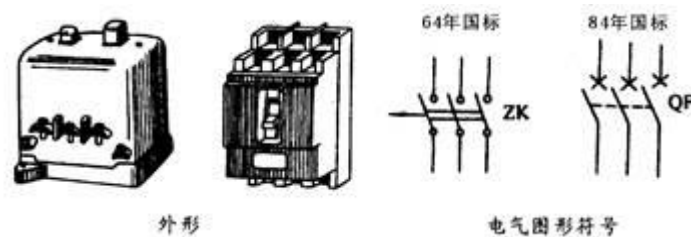


图5-9 空气断路器

【思考题】

- 1、车床电气控制系统由哪些低压电器组成？
- 2、车床电气控制系统的工作原理是什么？
- 3、什么是自锁触头？

4、CJ 系列交流接触器主触头的额定电流有哪几个等级，吸引线圈额定电流有哪几个等级？

5、车床安全防护装置的作用是什么？

第六章 焊接用电安全

焊接用电安全教育是搞好焊接安全生产的一项重要内容。通过安全教育可以使增强安全意识、掌握焊接方面的科学技术和知识，提高焊接安全操作水平、遵守安全操作规程，了解工伤事故的原因和规律，从而采取相应的预防措施。

一、焊接用电特点

大部分焊接都离不开电，其利用电能转变为热能加热和熔化金属。如电弧热、等离子弧热和电阻热等都是由电能转变为热能的热源。用于焊接的电源必须满足一定的技术要求，不同的焊接方法，对电源电压、电流等参数的要求不同。对此，必须分别各种不同情况，采取必要防护措施。

二、焊接操作中的不安全因素

1. 焊接电源

焊接电源与 220/380V 电力网路相联，人体一旦触及该部分电气线路，就很难摆脱。在进行诸如钢筋这样细长件对接焊时，尤其应予以注意。因为对焊件细长，往往顾首不顾后，另一端若碰破电线或触及拉线柱，即可发生事故。

2. 焊机空载电压

焊机设备的空载电压大多超过安全电压，但因其一般不是很高，操作者容易忽视。再者，焊工与这部分电气线路接触机会很多，时刻离不开焊枪或焊钳、焊件、工作台和电线等。因此，焊机的空载电压是焊接接触电伤亡事故的主要危险因素。

3. 焊机或电缆漏电

由于粉尘和蒸气的腐蚀或室外工作时受风吹、日晒、雨淋等，使焊机和电缆的绝缘老化变质，出现漏电现象而引发触电事故。

4. 擅自拆装焊机

操作者不懂电工基本知识的情况下，擅自检修焊接设备，违反操作规程，随意拆装部件或线路也容易造成触电事故。

5. 焊工带电操作

诸如更换焊条、调节焊电流、整理工件等，通常是带电进行的。

6. 潮湿环境施焊

雨天、雪天或在弥漫蒸气的环境中如果不中断施焊，使工作服、手套等防护用品及皮肤湿润，触电的可能性将大大增加。

三、发生触电事故的原因

1. 发生触电事故的一般规律

触电事故的发生，一般有明显明显的季节性。每年的夏季、秋季多见，特别是6—9月发生率较高。原因是这段时间气候炎热、空气湿度大，降低了电气设备的绝缘性能；人体多汗、皮肤湿润，人体电阻降低，大大增加了触电的可能性。另外，焊工若站在金属容器或构件、管道内壁施焊；在露天工地存在尘埃或防护措施不完善部位施焊；使用置于地面而保养不善的设备施焊时都呈现触电事故上升的趋势。

2. 直接电击事故

直接电击事故是操作者直接接触及电焊设备正常运行时的带电体或靠近高压电网和电气设备所发生的电击；发生的原因主要有“在更换焊条、碳棒和施焊过程中，手或身体某个部分接触到带电元件，而脚或身体的其他部位对地和金属结构之间无绝缘防护；在金属容器管道、船舱内施焊，或当身体大量出汗，环境潮湿时继续施焊，在接线柱、极板等带电体；在高空施焊时触及低压线路或靠近高压网路等都可引起直接电击事故。

3. 间接电击事故

间接电击事故触及意外带电体所发生的电击，又称为故障上下的电击。意外带电体是指正常情况下不带电，由于绝缘损坏或电器，设备发生故障而带电的导体。例如：焊机外壳漏电、电缆绝缘外皮破损等。焊接时发生电击事故主要原因是人体触碰漏电的焊机外壳；造成焊机漏电的原因是长期超负荷运行、线圈受潮、引线或线圈的绝缘机构损伤和腐蚀、导线绝缘降低或损坏等。

4. 预防触电事故的安全措施

带电设备都应该有良好的隔离防护装置；避免人与带电导体接触。一般可采

用防护罩壳、遮拦、护盖、箱匣等，把带电体与外界隔离开。同时，要求设备与设备之间及带电体相互之间保持一定的安全距离。另外，用玻璃、云母、陶瓷、塑料绝缘材料把带电体封闭起来。必要时还可以用双重绝缘措施。

四、焊接安全生产的一般要求

1、所有从事焊接工作的焊工，均因严格遵守安全操作规程；配合必需的安全防护用品，以保证焊接生产的安全。

2、焊工在 2.5~3m 以上的高空作业时，应佩带安全带，焊接电缆线要设法绑扎于固定物体上，尽量不要背在肩上。

3、在通风条件较差的容器和舱室内进行焊接时，应派设监护人员，以便相互照顾。要尽量保持舱内通风良好，严禁将漏气的割炬和焊炬带入舱内，以防气体爆炸或引起火灾。

4、施工现场应备有防火设施，如消防栓、砂箱、灭火器等。

5、禁止在储有易燃、易爆物的车间和场地进行焊接，假如必须在可燃物品附近进行焊接和切割时，应有相距 5m 以上的安全距离。

6、焊接工作结束时，应仔细检查附近舱室和施工现场，在确认没有火灾危险时方可离开。

7、禁止有压力、带电的设备与容器上进行焊接。若必须焊接时，要采取充分安全措施。

8、对盛有油、气的容器和管道，焊前应明确内部充的是什么油或气。对于充满或残留易燃、易爆的油和气的容器是绝对不允许焊接的。

9、无论盛装何种介质的高压容器和管道，在高压下不宜进行焊补。

其原因一是泄漏处补焊不上，二是高压介质容易在补焊金属处喷射出来伤人。

10、有电焊机和其它焊接设备的机壳，均应有良好的接地。

11、采用行灯照明时，在一般情况下，电压不得超过 36V，灯具应有安全保护罩，且应注意电线的保护。

12、遇到有人触电时，不得赤手去接触，应先迅速将电源切断。如果触电者呈昏迷状态，应立即就地施行人工呼吸，并一直做到医生到现场为止。

13、夏天施焊时，为了防止焊工中暑，焊工多饮茶水或清凉饮料。露天工作场所应加盖临时凉棚。对于自然通风不良的场所，应配置必要的机械通风设备。冬季作业时，如遇雨、雪天，应采取防寒防滑措施。

14、焊工应积极协助有关职能部门，对安全工作进行检查，清除事故隐患，杜绝事故苗头。

五、手工电焊的安全技术

目前，学生在金工实习期间主要接触的是手工电弧焊，手工电弧焊容易引起的安全事故是触电、灼伤、弧光及有害气体的危害等。

1、电弧焊电源的安全要求

(1) 电弧焊电源的空载电压在满足焊接工艺要求的前提下，应适当降低，以利焊工操作安全。目前，旋转式直流弧焊机的空载电压为 40~90V，弧焊变压器为 60~80V，弧焊整流器为 65~80V，弧焊逆变器为 50~80V。空载电流低不利于起弧，但是空载电流过高对焊工的人身安全又不利，兼顾起弧和安全的双重要求，手工电弧焊的电源空压限制在 90V 以下。

(2) 能承受瞬时短路，电弧焊电流的短路电流不能超过焊接电源的 50%。在施焊过程中不应增长太快或太慢，否则就会引起熔滴飞溅等现象，增加发生灼伤事故的可能性。

(3) 随着电弧长度的变化，电弧焊电流的电压应当迅速相应改变。当电弧拉长或压短时工作电压（电弧电压）随时升高或降低，一般为 22~40V。

(4) 电弧焊电源必须有独立而容量足够的安全控制系统，如熔断器或自动断电装置等。控制装置只是控制通过焊接设备的最大电流，不能对人身触电事故起直接防护作用。

(5) 电源应具有适当的功率和良好的调节焊接电流的性能，以便根据不同产品和焊接条件选择合适的焊接电流。调节手柄等必须用绝缘材料制成。

(6) 电弧焊电源的金属机壳必须单独和可靠地安全保护接地或保护接零。

2、预防触电

- (1) 进行手工电弧焊时，焊工应按规定穿戴绝缘底工作鞋或高压绝缘靴。
- (2) 起动焊机前，应仔细检查焊接设备是否完好，接地是否可靠。
- (3) 起动焊机时，不得戴湿手套拉电门、电闸，人体尽量不要接触焊机的带电部位。
- (4) 焊机起动后，倘若空载电压、声响等各方面情况均为正常，即可开始焊接。如发生异常情况需要清除或检修时，应事先切断电源。
- (5) 焊机上所有带电部位和转动部位都应设置安全防护罩。
- (6) 焊工应使用完全绝缘的电焊钳、焊工不易使用容易裸露的电焊钳，以防焊钳与金属结构短路，导致烧毁焊机。

3、预防灼伤

- (1) 焊工应穿帆布工作连衣服（工作上衣不要束在裤腰内）。
- (2) 在进行仰焊时，为防止颈部灼伤，焊工必须带帆布工作帽，工作帽最好有缘边，以遮盖颈部。
- (3) 焊工脚部应用帆布或皮制成的脚搭保护。
- (4) 焊工必须戴皮手套进行焊接。当发现手套或工作服有烧穿的破孔时，要立即补好，以免火花再次溅入，烧灼皮肤。
- (5) 高空作业时，应设法采取防护措施，防止液态金属飞溅和焊条头烧伤下面操作人员。

4、预防弧光及有害气体的危害

- (1) 电弧紫外线对人体眼睛和皮肤有较大的刺激性，稍不注意就容易引起电光性眼炎和灼伤皮肤。因此，焊工施焊时必须使用专用面罩和穿戴工作服。
- (2) 在进行引弧和定位焊时，要特别注重弧光对周围人的影响，当几个人同时焊接时，应尽可能设置“屏风”板，避免相互之间弧光伤眼。
- (3) 焊接工作场所应有良好的通风设备。如在舱内或容器中进行焊接时，应配置抽风机更换舱内或容器中的空气。

【思考题】

- 1、焊接用电的特点是什么？
- 2、焊接操作中的不安全因素有哪些？
- 3、焊接发生事故的一般规律是什么？如何预防焊接触电事故？
- 4、什么是直接电击事故？什么是间接电击事故？产生的原因是什么？
- 5、手工弧焊电源的安全要求是什么？
- 6、简述焊接安全生产的一般要求？