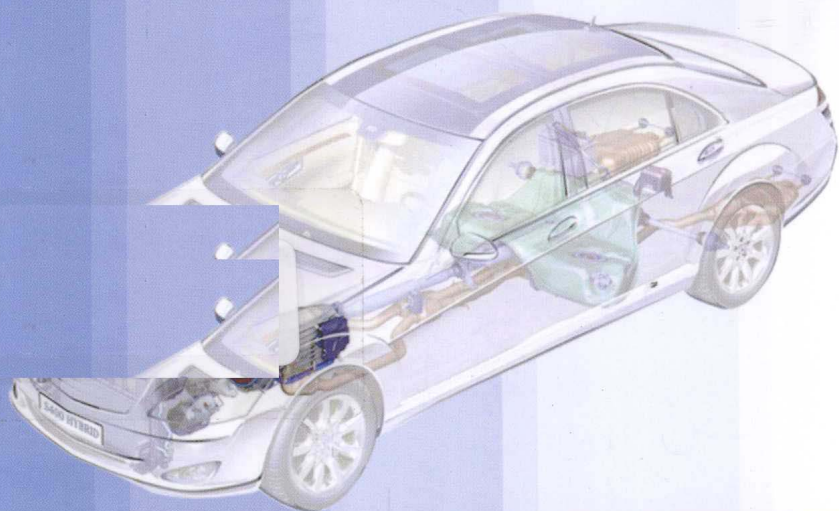


国家中等职业教育示范学校创新教材

电气控制 线路实训

Dianqi Kongzhi Xianlu Shixun

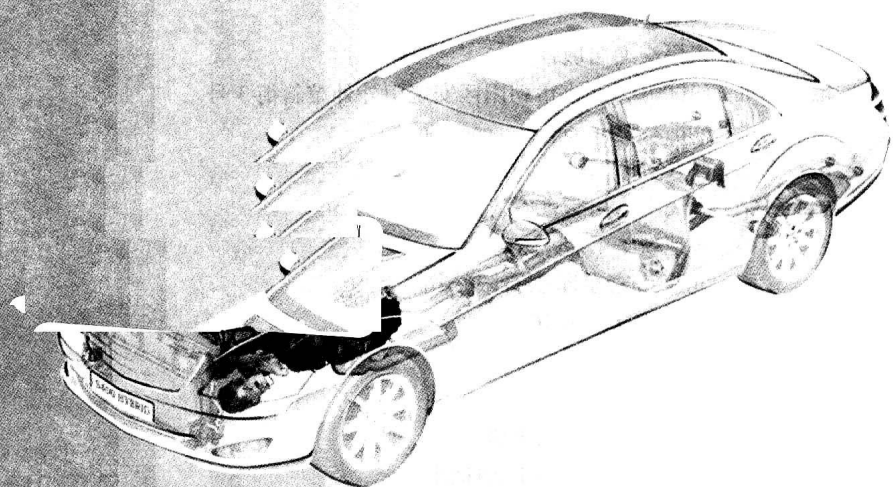
主编 盛聚马瑞



人民交通出版社
China Communications Press

国家中等职业教育示范学校创新教材

电气控制 线路实训



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书是国家中等职业教育示范学校创新教材之一,主要包括:安全用电及低压电器基本知识、三相笼型异步电动机的直接起动控制线路、三相笼型异步电动机的降压起动控制线路、三相笼型异步电动机的制动控制线路、三相笼型异步电动机的调速控制线路、三相绕线式异步电动机的起动控制线路、常用机床的电气控制线路。

本书可作为中等职业学校学生和中级维修电工学习电机控制线路和机床控制线路的基本知识,并掌握其安装、调试及维修方法的教材。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制线路实训 / 盛聚, 马瑞主编. —北京:
人民交通出版社, 2011.3

ISBN 978-7-114-08830-8

I. ①电… II. ①盛… ②马… III. ①电气控制-控制电路-教材 IV. ①TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 264325 号

国家中等职业教育示范学校创新教材

书 名: 电气控制线路实训

著 者: 盛 聚 马 瑞

责任编辑: 钟 伟

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757969、59757973、85285659

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 9.5

字 数: 222 千

版 次: 2011年3月 第1版

印 次: 2011年3月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08830-8

定 价: 20.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

本书是以《中等职业学校电气运行与控制专业教学指导方案》和《国家职业标准——维修电工》中的中级电工标准为依据编写的,适合作为中等职业学校学生和中级维修电工学习电机控制线路和机床控制线路的基本知识,并掌握其安装、调试及维修方法的教材。

本书在编写过程中,体现了理论实践一体化的思想,采用项目教学的模式,围绕训练课题,讲授相关的理论知识,将理论和实践技能结合起来,以提高学生的专业技术能力和实践能力。

全书分为七个项目:安全用电及低压电器基本知识、三相笼型异步电动机的直接起动控制线路、三相笼型异步电动机的降压起动控制线路、三相笼型异步电动机的制动控制线路、三相笼型异步电动机的调速控制线路、三相绕线式异步电动机的起动控制线路、常用机床的电气控制线路。项目一主要讲授各种电器的构造、使用注意事项及维护方法;项目二、三、四、五、六主要介绍电动机控制线路的工作原理以及安装方法,并引导学生进行常见故障分析、排除相关故障;项目七则是电动机控制线路的实际运用,即各种常用机床电路的原理及故障排除。同时,每个课题之后配有相关习题,增加创新设计方面的内容,以培养学生的创新意识与创新精神。

建议本书的教学课时数作如下安排:

项目	项目内容	课时
一	安全用电及低压电器基本知识	12
二	三相笼型异步电动机的直接起动控制线路	30
三	三相笼型异步电动机的降压起动控制线路	8
四	三相笼型异步电动机的制动控制线路	6
五	三相笼型异步电动机的调速控制线路	3
六	三相绕线式异步电动机的起动控制线路	9
七	常用机床的电气控制线路	28
合计		96

本书由沈阳市汽车工程学校承担编写任务,由盛聚、马瑞担任主编,由安英奇担任副主编。

本书在编写过程中参阅了其他同行的著作,并得到了仲涛、徐兰文、张彬、赵振宇、穆冬梅的大力支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,敬请广大读者提出宝贵意见。

编 者
2010年12月



项目一 安全用电及低压电器基本知识	1
课题一 安全用电	1
课题二 刀开关和转换开关	8
课题三 低压断路器	12
课题四 熔断器	16
课题五 接触器	20
课题六 继电器	24
课题七 主令电器	32
课题八 其他常用低压电器	37
课题九 安装线路的规则	40
项目二 三相笼型异步电动机的直接起动控制线路	44
课题一 点动控制线路	44
课题二 具有过载保护的正转自锁控制线路	48
课题三 点动加连续控制线路	54
课题四 两地控制线路	59
课题五 顺序控制线路	63
课题六 正反转控制线路	67
课题七 位置控制线路	74
项目三 三相笼型异步电动机的降压起动控制线路	81
课题一 定子绕组串电阻降压起动控制线路	81
课题二 星形—三角形(Y— Δ)降压起动控制线路	86
项目四 三相笼型异步电动机的制动控制线路	93
课题一 能耗制动控制线路	93
课题二 反接制动控制线路	98
项目五 三相笼型异步电动机的调速控制线路	104

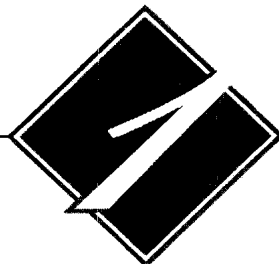
目录



项目六 三相绕线式异步电动机的起动控制线路	110
课题一 转子绕组串电阻起动控制线路	110
课题二 转子绕组串频敏变阻器起动控制线路	114
项目七 常用机床的电气控制线路	119
课题一 普通车床的电气控制线路	119
课题二 平面磨床的电气控制线路	124
课题三 摇臂钻床的电气控制线路	131
课题四 电动葫芦的电气控制线路	137
课题五 万能铣床的电气控制线路	138
参考文献	146

项目一

Chapter



安全用电及低压电器 基本知识

课题一 安全用电

新任务

1. 掌握各种触电事故的种类及对人体的伤害。
2. 掌握如何预防触电和触电急救的方法以及扑灭电气火灾的方法。

随着社会的发展,科学的进步,人民生活水平的提高,电能的应用越来越广泛。电既能服务于人类,又能伤害人类。如果不掌握安全用电知识,就会出现电气事故,严重的会造成设备损坏,人身伤亡等重大损失,因此必须重视安全用电。

一、触电事故的种类

1 单相触电

单相触电是指人体在地面或其他接地导体上,人体的某一部分触及一相带电体的触电事故。电流从相线经人体流入大地(或接地导体)形成回路。此时,人体承受的电压为220V;如图1-1所示。

图中,L1、L2、L3为火线;N为零线。

大部分触电事故是单相触电事故。一般情况下,接地电网的单相触电危险性比不接地电网的要大。

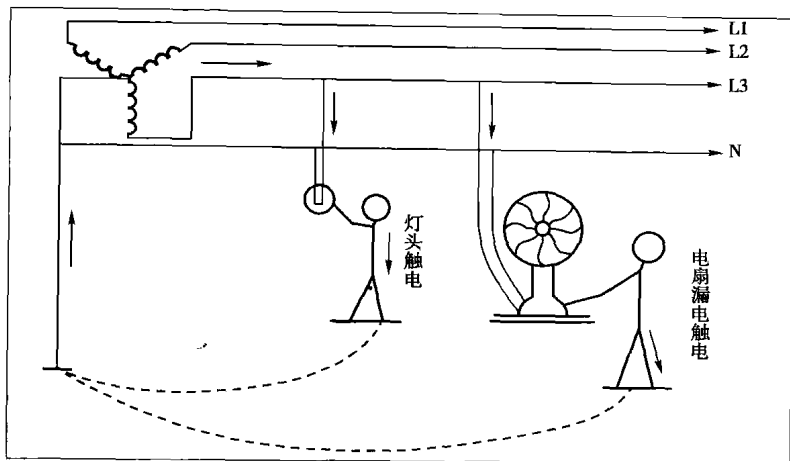


图 1-1 单相触电时的电流回路

2 两相触电

两相触电是指人体两处触及两相带电体的触电事故。此时,加在人体上的电压是线电压,为 380V。电流流经人体形成回路,大多数发生在带电操作时,危险性最大,如图 1-2 所示。

3 跨步电压触电

当带电体接地,有电流流入地下时,电流在接地点周围土壤中产生电压降。人在接地点周围,两脚跨步之间(人的跨步距离按 0.8m 计算)出现的电位差称为跨步电压,如图 1-3 所示。

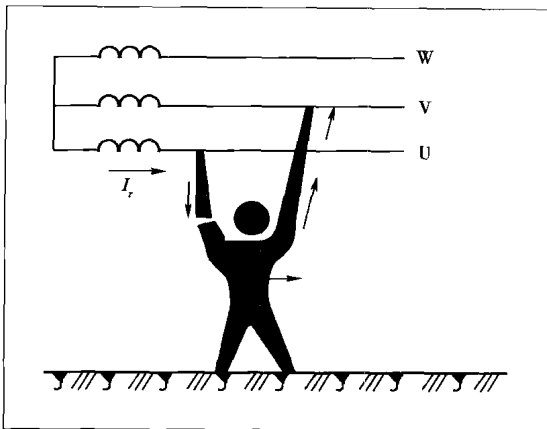


图 1-2 两相触电

例如,当架空电力线路的一根带电导线断落在地上,或运行中的电气设备因绝缘损坏漏电时,接地电流通过接地体向大地流散,形成分布电位,导线落地点电位或者漏电设备接地体处电位很高。离落地点或接地体越远,电位越低。在离接地体或导线落地点 20m 以外,地面的电位近似等于零。有人走近导线落地点或漏电设备接地体附近时,两脚之间就有电位差,称为跨步电压 U_k ,电流从人的一只脚经过下身流入另一只脚,再到大地形成回路,造成跨步电压触电,离故障点越近,跨步电压越高,触电的危险性越大。

4 感应电压触电

由于雷电活动产生感应电荷,使没挂临时地线的设备停电后产生感应电压。人触及这些带有感应电压的设备和线路时,造成触电事故,称为感应电压触电。

雷电伤害事故就是人或电气设备线路受到雷击后,巨大的雷电流给人或设备线路带来的不同程度的伤害,会使电气设备和控制线路损坏,造成人身伤亡等。所以电气设备、建筑物、金属管道都要防雷接地,及时把雷电流引入大地。在停电线路上工作,要悬挂临时接地线后再工作。

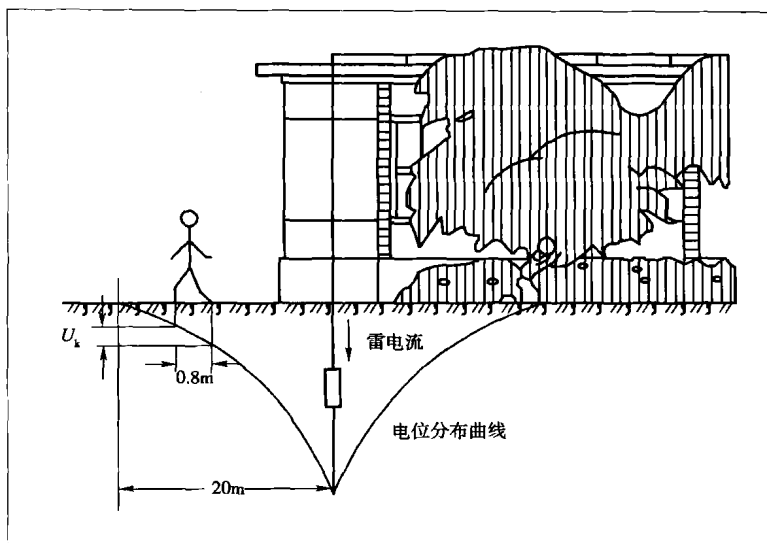


图 1-3 跨步电压

二、触电对人体的伤害

触电是指人体触及带电体,而由此所产生的电流对人体的伤害。触电有两种伤害,一种是电击伤,一种是电伤。

(1)电击伤是指人体触电后,电流通过人体内部,造成人的心脏、肺部及神经系统的伤害,甚至危及人的生命。

(2)电伤是指人体触电后,电流对人体皮肤造成的伤害,是由于电流的热效应,化学效应或机械效应对人体造成的伤害,往往在肌肤上留下伤痕,例如电灼伤、电烙伤、皮肤金属化。

电弧烧伤是最常见的一种电伤,常常发生在带负荷拉闸或开启式熔断器熔断时,电弧或炽热金属微粒飞溅时造成灼伤。

低压系统中,触电电流引起的心室颤动是电击致死的主要原因。

三、触电预防

为了更好地使用电能,防止触电事故的发生,必须采取一些安全措施加以防范。

1 预防触电的措施

(1)尽量不要带电作业,特别是在危险的场所,应采取必要的安全措施,如站在绝缘橡皮垫上或穿上绝缘橡皮靴,附近其他带电体或接地体用橡皮遮盖并安排专人监护等。

(2)各种电气设备,尤其是移动式电气设备,应建立经常的与定期的检查制度,如果发现不安全因素,必须及时加以处理。

(3)遇到大风、大雪、雷雨、严寒时,如果发现架空电力线断落在路面上,人员应远离电线断落地点(8~10m),并派专人看守,迅速组织抢修。

(4)在配电盘周围的地面上,应加铺一层干燥的木板或绝缘橡皮垫。

(5) 室内线路一般不宜采用裸线或绝缘损坏的电线。

(6) 所有熔断丝的选择必须符合规范的要求,不能任意加大熔断丝的等级而失去保护作用。

2 保护接地

保护接地是将电气设备的金属外壳通过导线与接地体做良好的连接,如图 1-4 所示。

3 保护接零

保护接零是将电气设备的金属外壳通过导线与电网的零线连接起来,如图 1-5 所示。

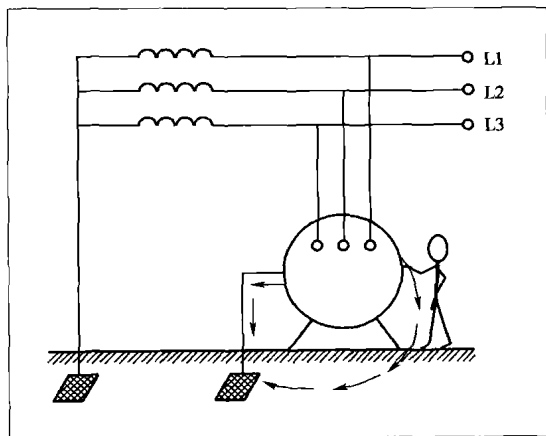


图 1-4 保护接地

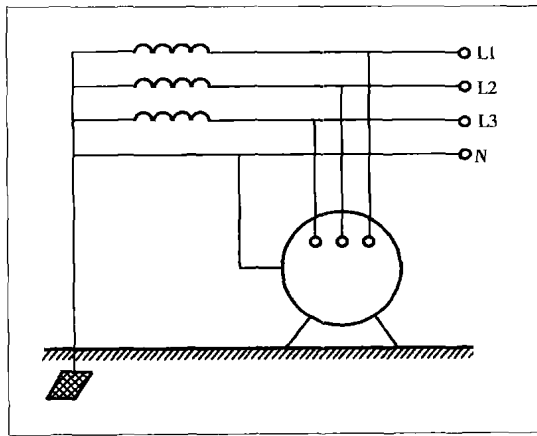


图 1-5 保护接零

四、触电急救

触电急救的要点是动作迅速、救护得法。切不可惊慌失措、束手无策。平时要经常练习,做到动作熟练,操之有素。

1 触电者脱离电源的方法

有人触电,首先要尽快使触电者脱离电源,不能单纯等待医务人员或送医院抢救,不管是死亡还是假死,都要迅速而持久地进行抢救。

人触电以后,可能由于痉挛或失去知觉等原因而紧抓带电体,不能自行摆脱电源,这时应使触电者尽快脱离电源。

① 使低压触电者脱离电源的方法

(1) 如果触电地点有电源开关或电源插销,可立即拉开开关或拔除插销,断开电源。但应注意到拉线开关和平开关只能控制一根线,有可能只能切断零线,而不能断开电源。

如果触电地点附近没有电源开关和插销,可用有绝缘柄的电工钳或用干燥木棒切断电线,断开电源;或用干木板等绝缘物插入触电者与带电体间,以切断电源。

(2) 当电线搭落在触电者身上或被压在身下时,可用干燥的衣服、手套、绳索、木板、木棒等绝缘物做工具,拉开触电者或拉开电线,使触电者脱离电源。

(3)如果触电者衣服是干燥的,又没紧缠在身上,可以用一只手抓住他的衣裳,拉离电源;但因为触电者身上是带电的,其鞋的绝缘也可能遭到破坏,救护人员不得接触触电者的皮肤,也不能抓他的鞋。

② 使高压触电者脱离电源的方法

(1)立即通知有关部门停电。

(2)带上绝缘手套,穿上绝缘鞋,用相应电压等级的绝缘工具拉开开关。

(3)抛掷裸金属线使线路短路接地,迫使保护装置动作,断开电源。注意抛金属线前,先将金属线的一端可靠接地,然后抛掷另一端,注意抛掷的一端不可触及触电者和其他人。

上述使触电者脱离电源的办法,应根据具体情况,以快为原则,迅速选择。在实践中,要遵循下列注意事项:

(1)救护人不可直接用手或其他金属及潮湿的物件作为救护工具,而必须使用适当的绝缘工具。救护人最好用一只手操作,以防自己触电。

(2)防止触电者脱离电源后可能摔伤,特别是当触电者在高处的情况下,应考虑防摔的措施。即使触电者在平地,也要注意触电者倒下的方向,防止摔伤。

(3)如事故发生在夜间,应迅速解决临时的照明问题,以利于抢救,避免事故扩大。

② 现场急救

当触电者脱离电源后,应根据触电者的具体情况,进行简单判断,迅速对症救护。

① 简单判断

一般触电以后,可能会出现三种不同的假死现象,表现为心脏停止跳动但有呼吸;心脏跳动但呼吸停止;或心脏跳动和呼吸全停止。因此,在解脱电源后,应立即判断是否有呼吸、心跳、瞳孔是否变大。

将触电者移至通风干燥处,使其仰卧,解开上衣和裤带,用手放在胸部,检查胸部是否有上下呼吸运动;或用手放在鼻孔处,检查有无气体流动,以此判断是否有呼吸;再用手触摸颈部的颈动脉,也可用耳朵贴在触电者的心前区查听;还要检查瞳孔的大小,如果大脑细胞严重缺氧,处于死亡边缘,将失去控制作用,瞳孔自行扩大。

② 对症救护

对于伤势不重,神志清醒,但有些心慌,四肢发麻、全身发麻,应使触电者安静休息、严密观察,并请医生或送往医院诊治。

如果伤势严重,虽已失去知觉,但心跳和呼吸还存在,应使触电者舒适、安静地向上平卧,保持空气流通,冬天要注意保暖,并请医生或送往医院诊治。

如果伤势严重,无知觉、无呼吸,但有心跳,应采用口对口的人工呼吸法抢救。如有呼吸,但心跳停止跳动,应采用人工胸外心脏按压法抢救。

③ 人工呼吸法抢救

人工呼吸的方法很多,主要是采用人工机械法,迫使肺部膨胀和收缩,达到气体交换的目的。

口对口人工呼吸法效果好,方便易学,方法如下:

(1)将触电者仰卧,清除口腔中的血块、异物、假牙等,如果舌根下陷,应将其拉出来,使

呼吸道畅通,同时解开衣领,拉开身上紧身衣服,使胸部可以自由扩张。

(2)抢救者站在触电者一边,如图 1-6 所示。

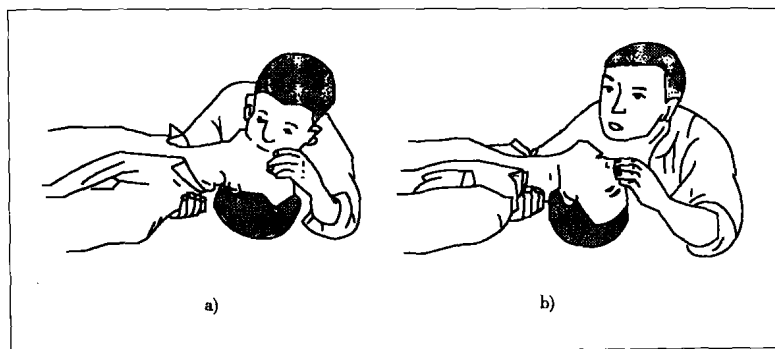


图 1-6 口对口人工呼吸法

近头的一只手紧捏触电者的鼻孔,并将该手掌的外缘压住其额部,另一只手托着触电者的颈后,将颈部略向上抬,一般触电者的嘴巴都能自动张开,准备接受吹气。

(3)口对口吹气。抢救者做深呼吸 2~3 次后,然后张大嘴严密包绕触电者的嘴向他大口吹气,连续向肺内吹气 2 次后,放松双侧鼻孔。同时观察其胸部有没有隆起,以决定吹气和放松是否有效。

(4)吹气完毕,立即离开触电者的口腔,待触电者胸部自动回缩,可达到呼气目的。

(5)按照上述步骤不断进行,每分钟 12 次。每次吹气的速度要均匀,直到触电者能自行呼吸为止。

(6)对幼童施行此法时,鼻子不必捏紧,使其漏气,同时注意胸部不至过分膨胀,以免肺泡破裂。如果张口有困难,可用口对准其鼻孔吹气,效果与口对口吹气相似。

④ 人工胸外心脏按压法

人工胸外心脏按压法见图 1-7。

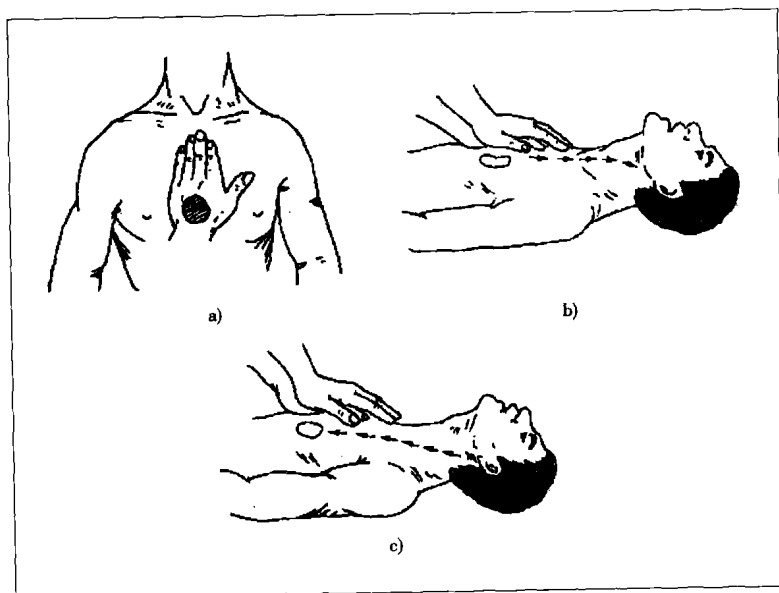


图 1-7 人工胸外按压法

这是用人工方法挤压心脏,以达到血液循环的目的。

(1) 触电者仰卧,姿势与人工口对口呼吸法相同,但后背着地处须结实。

(2) 抢救者位于触电者一边,两手相叠,用掌根按压于触电者胸骨中下三分之一部位,即中指置于其颈部凹陷的边缘,“当胸一手掌”,掌根所在的位置即正确压区。

(3) 抢救者自上而下直线均衡地用力向脊柱方向挤压,使胸部下陷 30~40mm,挤压心脏以达到排血作用,然后突然放松挤压(注意手掌不要离开胸壁)。依靠胸部的弹性,自动恢复原状时,心脏扩张,大静脉血液就能回流到心脏。

按照上述步骤连续不断地进行操作,每分钟 60 次,挤压时定位准确,要用适当的压力,但不得过于粗猛,避免造成肋骨骨折,内脏损伤。

上述两法对症使用,若触电者心跳和呼吸均停止了,则两法可同时使用。如果只有一个人抢救,则先吹气两次,再挤压 15 次,如此反复进行,经过一定时间抢救后,往往触电者面色好转,心跳和呼吸恢复正常。

五、电气火灾的扑灭方法

引起电气火灾的原因很多,除了设备本身的特点外,最主要的是线路在运行中导体过流、过热,产生电火花或绝缘损坏老化变质,失去绝缘能力,造成相间或对地短路引起爆炸和火灾。电气火灾危害很大,带电燃烧,扑救困难,所以必须掌握扑灭电气火灾的方法。

1 带电灭火的条件

电气火灾发生后,来不及断电或因其他原因不允许断电,现场又具备足够的合格灭火器时,必须采取带电灭火。

2 带电灭火

(1) “1211”灭火剂是一种高效、低毒、不导电、使用安全的优良灭火剂。特别适用于油类、电气设备、仪器仪表及有机溶剂火灾。

(2) 使用此灭火剂时,人与带电体之间要保持一定的安全距离,且站在上风口,同时打开门窗加强通风。

(3) 用水带电灭火时,应将水枪喷嘴接地,喷嘴距带电体要有一定的距离,救火人员应防止与水接触。为了保证安全,操作人员应穿绝缘靴、戴绝缘手套或穿均压服。灭火之后,所有人员不应接近带电设备和水渍地区。

(4) 对架空线路及空中电气设备灭火时,人体位置与灭火点的仰角不应超过 45° ,以防导线断落发生触电。



想一想

1. 触电急救有哪些方法?
2. 扑灭电气火灾有哪些方法,各适用于什么场合?

课题二 刀开关和转换开关

新任务

1. 了解刀开关及转换开关的用途、结构。
2. 掌握刀开关安装使用注意事项,会选择刀开关及转换开关。

一、刀开关

1 用途

刀开关是一种结构最简单,应用最广泛的低压电器。适用于额定电压交流 380V,或直流 440V 以下的配电设备,可随时手动接通和切断电路。

2 结构

刀开关的典型结构如图 1-8 所示,由操作手柄、触刀、静插座和绝缘底板组成。推动手柄,使触刀紧紧地插入静插座中,电路被接通。

3 种类

刀开关的种类很多,按灭弧装置分,有带灭弧罩和不带灭弧罩;按刀的极数分,有单极,双极和三极;按刀的转换方向分,有单投和双投,还有其他各种形式。

我国生产的 HD 系列产品是单投刀开关,HS 系列产品是双投刀开关。

下面介绍两种常用的刀开关。

1 开启式负荷开关

开启式负荷开关又名胶盖瓷底闸刀开关(简称闸刀开关),有双极、三极两种。

① 闸刀开关外形结构与符号

闸刀开关外形结构与符号如图 1-9 所示。

② 闸刀开关的技术参数

HK2 系列瓷底胶盖闸刀开关的技术参数见表 1-1。

这种开关易被电弧烧坏,因此不宜带负载接通或分断电路,它和低压断路器配合使用,在低压断路器切断电路后,才能操作闸刀开关。

③ 闸刀开关的选择

对于普通负载,闸刀开关根据额定电流选择。而对于电动机,开关额定电流选用电动机

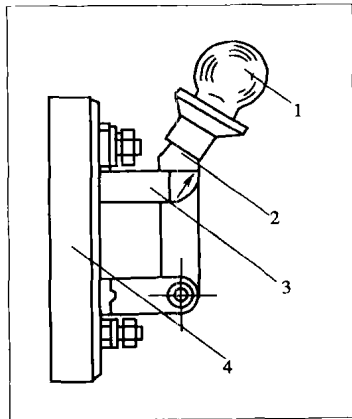


图 1-8 刀开关典型结构

1-手柄;2-触刀;3-静插座;4-绝缘底板

额定电流的3倍左右。

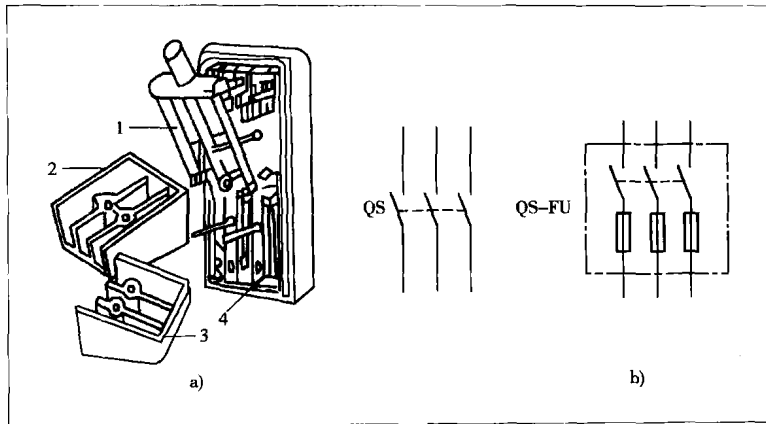


图 1-9 胶盖瓷底闸刀开关

a) 外形结构; b) 符号

1-闸刀本体; 2-上胶木盖; 3-下胶木盖; 4-接熔断丝的接头

HK2 系列瓷底胶盖闸刀开关技术参数

表 1-1

型 号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	极 数	可控制电动机功率 (kW)	最大分断电流 (A)
HK2 -10	220	10	2	11	500
-15		15		1.5	500
-30		30		3.0	1 000
-60		60		4.5	1 500
HK2 -15	380	15	3	2.2	500
-30		30		4.0	1 000
-60		60		5.5	1 500

④ 闸刀开关的安装和使用注意事项

(1) 闸刀开关在合闸状态下手柄应该向上,不可平装或者倒装,防止闸刀松动落下时误合闸。

(2) 电源进线应装在静触点一端,而用电设备接在闸刀开关的下出线端上。这样当开关断开时,闸刀和熔断丝上不带电,保证更换熔断丝时的安全。

(3) 操作开关时,身体应侧立,动作迅速果断,加快动触点的运动速度,有利于电弧的熄灭。

② 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关又称铁壳开关,常用的有 HH 系列。

① 铁壳开关的外形和结构

铁壳开关的外形和结构如图 1-10 所示。

三把闸刀固定在一根绝缘方轴上,受手柄操纵。操作机构装有机械联锁,使盖子打开时手柄不能合闸,或者手柄合闸时盖子不能打开,以保证操作者安全。另外,操作机构中装有速动弹簧,使闸刀能快速接通或切断电路,其分合闸速度与手柄的操作速度无关。有利于迅速切断电弧,减少电弧对闸刀和静插座的烧蚀。

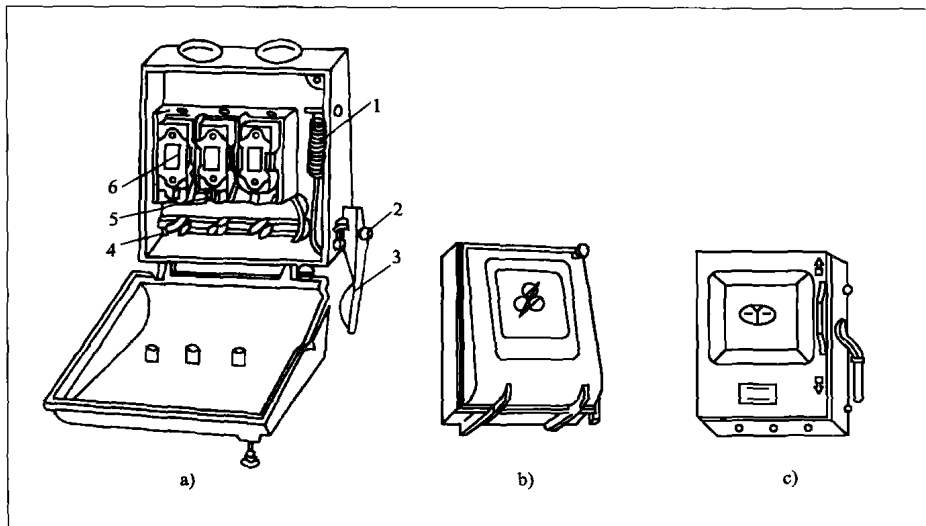


图 1-10 HH 系列铁壳开关

a) 内部结构; b) 60A 及以下的外形; c) 60A 以上的外形
1-速动弹簧; 2-转轴; 3-手柄; 4-闸刀; 5-夹座; 6-熔断器

② 铁壳开关的技术参数

铁壳开关的技术参数见表 1-2。

HH4 系列负荷开关(铁壳开关)技术数据

表 1-2

额定电流 (A)	触点极限通断能力			熔断器极限分断能力		
	电流(A)	$\cos\varphi$	次数	电流(A)	$\cos\varphi$	次数
15	60	0.5	10	500	0.8	2
30	120	0.5	10	1 500	0.7	2
60	240	0.4	10	3 000	0.6	2

③ 铁壳开关的选择

对于电热和照明电路,铁壳开关根据额定电流选择。对于电动机,铁壳开关额定电流选用电动机额定电流的 1.5 倍左右。

使用铁壳开关应注意外壳要可靠接地,以防止意外漏电造成触电事故。

二、转换开关

转换开关又称组合开关,与闸刀开关的操作不同,它是左右旋转的平面操作。组合开关具有多触点、多位置、体积小、性能可靠、操作方便、安装灵活等优点。

① 转换开关的用途

转换开关多用于机床电气控制线路中电源的引入开关,起着隔离电源的作用,还可作为直接控制小容量异步电动机随时起动和停止的控制开关。转换开关可作为电路控制开关、测试设备开关、电动机控制开关和主令控制开关,及电焊机用转换开关等。

② 转换开关的结构和符号

转换开关可分为单级、双极和多级三种,如图 1-11 所示。

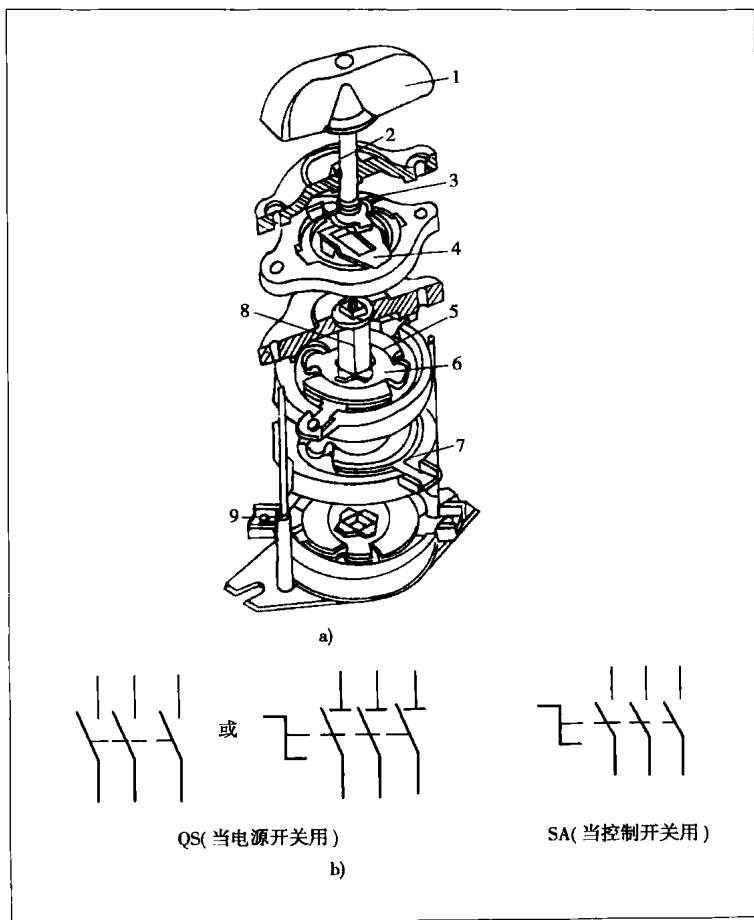


图 1-11 HZ10-10/3 型转换开关

a) 外形结构; b) 符号

1-手柄; 2-转轴; 3-弹簧; 4-凸轮; 5-绝缘垫板; 6-动触片; 7-静触点; 8-绝缘方轴; 9-接线柱

3 转换开关的工作原理

转换开关的触点状态图及表如图 1-12 所示。

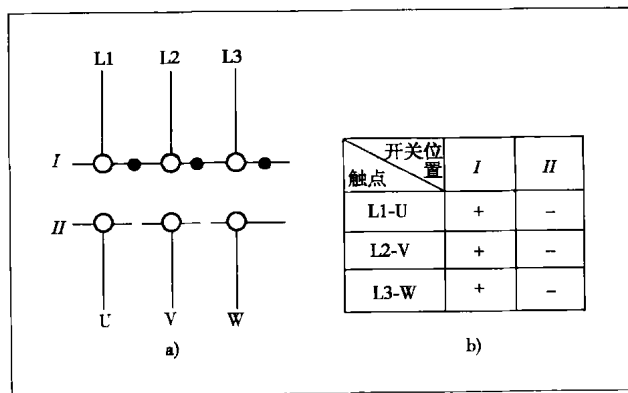


图 1-12 转换开关的触点状态图及表

a) 触点状态图; b) 触点状态表