

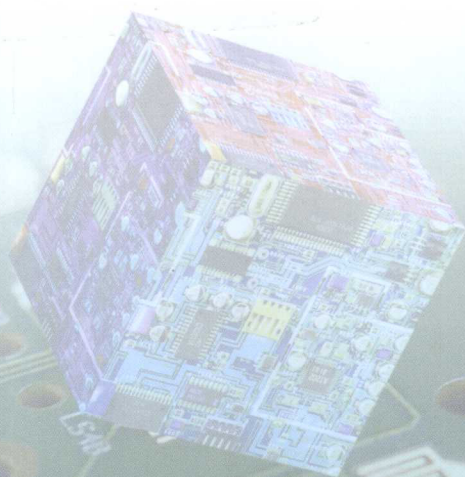
高等学校“十一五”规划教材
高职高专电子信息类系列

维修电工

实训指导教程

倪 震 袁清萍 主编

WEIXIU DIANGONG SHIXUN ZHIDAO JIAOCHENG



安徽大学出版社

高等学校“十一五”规划教材
 高职高专电子信息类系列

ISBN 978-7-81110-444-8

维修电工

实训指导教程

倪震 袁清萍 主编

常州大学图书馆
 藏书章

WEIXIU DIANGONG SHIXUN ZHIDAO JIAOCHENG

主编 倪震 袁清萍

出版 安徽大学出版社
 开本 787×1092 1/16
 印张 32.5
 字数 975千
 版次 2010年3月第1版
 印次 2010年5月第1次印刷

定价 39.00元

安徽大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

维修电工实训指导教程/倪震,袁清萍主编. —合肥:安徽大学出版社,2010.2

(高等学校“十一五”规划教材电子信息类系列)

ISBN 978-7-81110-444-8

I. 维... II. ①倪... ②袁... III. 电工—维修—高等学校—教材 IV. TM07
IV. D64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 018551 号

内容简介

本书根据劳动部和社会保障部培训就业司颁布的《维修电工考核大纲》和近年来新技术应用对维修电工提出的新要求而编写。主要内容包括维修电工入门知识,基本操作技术,室内线路的安装,电动机基本控制线路的安装与检修,三相异步电动机的拆装、调试与故障处理,电子技术应用基本技能操作,常用生产机械,PLC 控制技术等。该书内容简明扼要,通俗易懂,实用性强,并适当增加了新器件、新技术内容。

本书既可作为高职高专院校机电类、电气类专业学生的技能实训教材,也可以作为职业鉴定、技术培训及从事电工技术产品设计与开发的工程技术人员的参考书。

维修电工实训指导教程

倪震,袁清萍 主编

出版发行 安徽大学出版社

(合肥市肥西路3号 邮编 230039)

联系电话 编辑室 0551-5108223

发行部 0551-5107716

电子信箱 zlgemail2008@126.com

责任编辑 朱丽琴

特约编辑 孙学平

封面设计 孟献辉

印刷 合肥创新印务有限公司

开本 787×1092 1/16

印张 25.5

字数 577 千

版次 2010年2月第1版

印次 2010年2月第1次印刷

ISBN 978-7-81110-444-8

定价:39.00 元

如有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

前 言

按照教育部较高[2006]16号关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见的精神,为了满足高职高专电气类专业实践能力的培养规格的教学要求,提高学生就业技能水平,我们组织了各院校教学经验丰富、实践能力强的教师共同编写了这本实训教材。

本教材根据高职高专电气类专业毕业生所从事职业的实际需要,以“维修电工职业技能鉴定”中、高级技师理论与技能要求为指导思想,确定了学生对维修电工应具备的能力结构和知识结构,采用由浅入深的模块化训练模式,编写时注重理论与实践相结合,突出实践能力的培养,贯彻工学结合一体化教学精神,培养和提高学生综合职业能力。在编写中还收集了大量生产实用技术,充实和更新生产实际中新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容,吸收和借鉴国内同类教材中的精华部分。

本书是安徽省高等学校“十一五”规划教材。参加本书编写的有铜陵职业技术学院的倪震、袁清萍、邹和平,安徽水利水电职业技术学院的戴崇,芜湖信息技术职业学院的余红英。倪震编写第1章、第4章,袁清萍编写第5章、第7章、第8章,戴崇编写第2章、第3章,余红英编写第6章。全书由倪震、袁清萍统稿,邹和平审核。

由于编写时间仓促,编者水平有限,书中的缺点和错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2010年2月

编委会

主 编	倪震	袁清萍	
副主编	戴崇	余红英	
编 委	邹和平	倪震	袁清萍
	戴崇	余红英	

目 录

第 1 章 维修电工入门知识	1
1.1 维修电工的作用和任务	1
1.2 用电安全知识及触电急救	1
1.3 电能的生产、输送和分配	5
思考题	7
第 2 章 常用的电工工具和仪表的使用	8
□基本理论	8
2.1 电工常用工具	8
2.2 导线的连接	19
2.3 常用电工仪表的使用	25
2.4 进户装置及配电板的安装方法	32
□基本技能	39
2.1 电工常用工具的实训	39
2.2 导线的连接及绝缘恢复实训	40
2.3 常用电工仪表的使用实训	41
思考题	44
第 3 章 室内线路的安装	45
□基本理论	45
3.1 室内配线的技术要求和工序	45
3.2 瓷瓶配线	46
3.3 塑料护套线配线	49
3.4 线管配线	50
3.5 照明灯具、开关和插座的安装与维修	56
□基本技能	63
3.1 一只单联开关控制一只白炽灯	63



3.2	两个双联开关控制一只白炽灯	64
3.3	一只单联开关控制一只荧光灯(日光灯)	66
3.4	室内照明线路的安装	68
3.5	复合照明电路的安装	70
思考题		71
第4章 电动机基本控制线路的安装与检修		72
□基本理论		72
4.1	概 述	72
4.2	电动机基本控制电路的安装和调试步骤	95
□基本技能		103
4.1	单向连续运行控制线路的安装与维修	103
4.2	单向点动与连续运行控制线路的安装与维修	107
4.3	两地控制点动与连续运行控制线路的安装与调试	111
4.4	接触器联锁正、反转控制线路的安装与调试	113
4.5	双重联锁正、反转控制线路的安装、调试与检修	117
4.6	异步电动机串电阻降压起动的安装、调试与检修	122
4.7	异步电动机星三角降压启动控制线路的安装、调试与检修	127
4.8	异步电动机自动往返控制线路的安装、调试与检修	132
4.9	能耗制动电动机基本控制线路的安装、调试与检修	136
4.10	双速异步电动机控制线路的安装、调试与检修	139
测试题		144
第5章 三相异步电动机的拆装、调试与故障处理		150
□基本理论		150
5.1	三相异步电动机基本结构及工作原理	150
5.2	三相异步电动机的拆装	153
5.3	三相异步电动机定子绕组的检修	157
5.4	三相异步电动机定子绕组的重绕及简易计算	167
5.5	变压器	177
5.6	电力变压器的修理与维护	186
5.7	变压器常见的故障及排除方法	191
□基本技能		194
5.1	电动机及开关设备的安装训练	194
5.2	三相异步电动机接线和空载电流的测量训练	195



5.3 电动机开关的安装及操作训练	197
5.4 小型三相异步电动机的拆装训练	199
5.5 三相异步电动机定子绕组直流电阻值的测量训练	200
5.6 定子绕组接地故障的检查和修理训练	202
5.7 定子绕组端部断路检修训练	203
5.8 三相异步电动机定子绕组首尾端判别	204
5.9 小型变压器的绕制	205
思考题	206
第 6 章 电子技术应用基本技能操作	208
□基本理论	208
6.1 基本理论	208
□基本技能	256
6.2 技能训练	256
测试题	290
第 7 章 常用生产机械电气控制线路的安装与维修	294
□基本理论	294
7.1 电气控制柜安装与调试的基本知识	294
7.2 常用生产机械电气线路的维护与检修	302
7.3 CD6145B 型车床电气控制线路	314
7.4 钻床的电气控制线路	322
7.5 铣床的控制线路	329
7.6 磨床的控制线路	337
7.7 天车的安装与控制线路	342
□基本技能	349
7.1 CD6145B 型车床电气控制线路的检修训练	349
7.2 Z3050 型摇臂钻床电气控制线路的故障检修训练	352
7.3 X6132 型万能铣床电气控制线路的检修训练	355
7.4 M7130 型平面磨床电气控制线路的检修训练	357
7.5 10t 交流桥式起重机电气控制线路的检修训练	360
思考题	363
第 8 章 PLC 控制技术	365
□基本理论	365



8.1 概 述	365
8.2 可编程控制器的特点与应用	366
8.3 可编程控制器的结构和工作原理	368
8.4 S7-200 系列 PLC 的指令系统类型	374
8.5 S7-200 系列 PLC 的基本指令	375
8.6 PLC 的应用程序设计	377
□ 基本技能	387
8.1 PLC 基本逻辑指令训练	387
8.2 定时指令训练	389
8.3 电动机控制实训	390
8.4 抢答器的 PLC 控制设计	391
8.5 用 PLC 改造通电延时带直流能耗制动的“Y- Δ ”起动的控制电路， 并进行设计、安装与调试	393
思考题	396
参考文献	399

第1章 维修电工入门知识

本章主要介绍维修电工的作用和任务、安全用电、触电急救及电能的传输等,这部分内容是作为维修电工必须掌握的。

1.1 维修电工的作用和任务

维修电工的职责是保证工厂中拖动各类生产机械运动的各种类型电动机及其电气控制系统和生产、生活照明系统的正常运行,这对提高劳动生产率和安全生产都具有重大作用。

维修电工的任务主要有以下几方面:

- (1)照明线路和照明装置的安装。
- (2)动力线路和驱动部件的安装。
- (3)生产机械的电气控制线路的安装。
- (4)根据现代设备的要求,按照预防为主、修理为辅的原则降低故障发生率,进行改进性的维修。
- (5)对各种电气线路、电气设备、电动机进行日常的保养、检查和维修。
- (6)保证工厂中拖动各类生产机械运动的交、直流电动机及其电气控制系统和生产、生活照明系统的正常运行。

1.2 用电安全知识及触电急救

人体触电时,所承受的电压越低,通过人体的电流就越小,触电伤害就越轻。当电压低到某一定值以后,对人体就不会造成伤害。在不带任何防护设备的条件下,当人体接触带电体时对各部分组织(如皮肤、神经、心脏、呼吸器官等)均不会造成伤害的电压值,叫安全电压。根据场合不同,规定36V以下、24V以下、12V以下三个安全电压等级。当人体触及安全电压以上的带电体时,就会对人体造成不同程度的伤害。



1.2.1 触电种类

人体触电时电流对人体的伤害有两种：电击和电伤。

电击是指电流通过人体内部时对人体所造成的伤害。电击致伤的主要部位在人体内部，使肌肉抽搐、内部组织损伤，造成发热、发麻、神经麻痹等，严重时会引起昏迷，甚至心脏停止跳动、血液循环终止等而导致死亡。

电伤是电流的热效应、化学效应或机械效应对人体造成的伤害。电伤多见于肌体外部，常会在人体皮肤表面留下明显的伤痕。

1.2.2 触电方式

1. 单相触电

人体的一部分在接触一相带电体的同时，另一部分又与大地接触，电流从相线流经人体到地（或零线）形成回路，称为单相触电。

2. 两相触电

人体的不同部位同时接触电气设备的两相带电体而引起的触电事故，称为两相触电。

3. 跨步电压触电

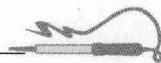
雷电流入地、载流电力线（特别是高压线）断落到地以及电器故障接地时，会在接地点周围形成强电场，其电位分布以接地点为中心向周围扩散，电位值逐步降低而在不同位置之间形成电位差。当人跨进这个区域时，分开的两脚间所承受的电压，称为跨步电压。在跨步电压作用下，电流从人的一只脚流进，从另一只脚流出，造成的触电称为跨步电压触电。

1.2.3 现场急救方法

当发生触电事故时，触电现场急救要做到迅速、准确、就地、坚持。

1. 使触电者尽快脱离电源

发现有人触电，千万不要惊慌，最关键、最首要的措施是使触电者尽快脱离电源，这是减轻伤害和救护触电者的关键步骤，应迅速关断电源，把人从触电处移开。如果触电现场远离开关或不具备关断电源的条件，只要触电者穿的是比较宽松的干燥衣服，救护者可站在干燥木板上，用一只手抓住衣服将其拉离电源，或用绝缘体（如木棍等）将带电体从人体上拨开，切不可触及带电人的皮肤。触电者处在高空时，应在使其脱离电源的同时，做好摔落的保护措施。



2. 就地抢救

触电者脱离电源后,应立即在现场进行急救治疗。急救时切不可用错误的方法处理触电者,如泼冷水、针刺人中、用导线绑在触电者身上“放电”等,这些做法会耽误抢救时机。救护人员必须迅速在现场或附近就地抢救触电者。要实现就地救治,必须普及救治方法,如人工呼吸法、胸外心脏挤压法。千万不要停止救治而长途送往医院。

人工呼吸法和胸外心脏挤压法是主要的现场急救方法。对重症触电者,如果呼吸停止,应采用口对口人工呼吸法,迫使其体内外气体交换得以维持;如果心脏停止跳动,应采用胸外心脏挤压法,维持人体内的血液循环;如果呼吸、脉搏均已停止,应同时使用上述两种抢救方法。

(1) 人工呼吸法

人工呼吸的目的是用人工的方法来代替肺的呼吸活动,供给氧气,排出二氧化碳。各种人工呼吸法中,口对口人工呼吸法效果最好,而且操作简单,易于掌握。步骤如下:

①使触电者仰卧,将头偏向一侧,清除口中杂物,从而使呼吸道畅通,同时松开衣、裤,尤其是紧身衣物,以免影响呼吸时胸廓及腹部的自由扩张。然后使触电者颈部伸直,头部尽量后仰,鼻孔朝上,使舌根不致阻塞气流,如果舌头后缩,应拉出舌头;如果触电者牙关紧闭,可用木片、金属片从嘴角处伸入牙缝,慢慢撬开。

②救护者位于触电者头部一侧,一只手捏紧触电者的鼻孔(防止漏气),并用这只手的外缘压住额部,另一只手托住其颈部,将颈上抬。使头部自然后仰,解除舌根后缩造成的呼吸困难,如图 1-1(a)所示。

③救护者作深呼吸后,用嘴紧贴触电者的嘴(中间可垫一层纱布或薄布)大口吹气,约持续 2s,同时观察触电者胸部的隆起程度,以确定吹气量的大小,一般以胸部略有起伏为宜,如图 1-1(b)所示。胸腹起伏过大,说明吹气太多,容易吹破肺泡。胸腹无起伏或起伏太小,则吹气不足,应适当加大吹气量。

④吹气完毕、换气时,应立即离开触电者的嘴,并放开捏紧的鼻孔,让其自动向外呼气,约持续 3s,如图 1-1(c)所示。这时应注意观察触电者胸部的复原情况,侧听口鼻处有无呼气声,从而判断呼吸道是否阻塞。

按照上述步骤连续不断地进行抢救,直到触电者恢复自主呼吸为止。对成年人每分钟吹气 14~16 次,大约 5s 一个循环。对儿童每分钟吹气 18~24 次,不必捏紧鼻孔,可以使一部分空气漏掉,吹气量要减少,防止肺泡破裂。也可采用口对鼻吹气,方法与口对口吹气相似,只是此时应使触电者嘴唇紧闭,防止漏气。

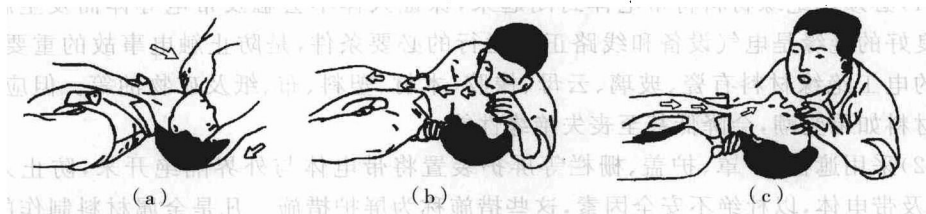


图 1-1 人工呼吸法



(2) 胸外心脏挤压法

①使触电者仰卧在硬板或平整的硬地面上,松开衣裤。救护者跪跨在触电者腰部两侧。

②救护者将一只手的掌根按于触电者前胸,中指指尖对准颈根凹陷下边缘,另一只手压在该手背上呈交叠状,肘关节伸直,靠体重和臂及肩部的用力,向触电者脊柱方向慢慢压迫胸骨,使胸廓下陷 3~4cm,使心脏受压,心室的血液被压出,流至触电者全身各部。

③双掌突然放松,依靠胸廓自身的弹性,使胸腔复位,让心脏舒张,血液流回心室。放松时,交叠的两掌不要离开胸部,只是不加力而已,如图 1-2 所示。

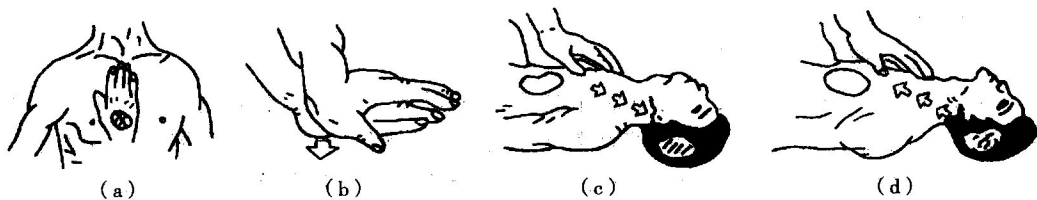


图 1-2 胸外心脏挤压法

重复②③步骤,每分钟约 60 次左右。在做胸外心脏挤压时,位置必须准确,接触胸部只限于手掌根部,手指应向上,不可全掌着力。

3. 救治要坚持到底

实施人工呼吸和胸外心脏挤压等抢救方法,要坚持不断,即使在送往医院的途中也不能停止。抢救过程中,要不断观察触电者,如触电者皮肤由紫变红,瞳孔由大变小,说明救治收到效果;如触电者嘴唇、眼皮会动,或喉嚨间有咽东西的动作,说明触电者已经有一定的呼吸能力,这时应暂时停止几秒钟,观察其是否能自主呼吸和心脏是否跳动;如果触电者不能自主进行呼吸或者呼吸很微弱,应继续进行人工呼吸和胸外心脏挤压,直到能正常呼吸为止。在触电者呼吸未恢复正常以前,无论什么情况,都不能中止抢救。

1.2.4 用电安全常识

为了防止触电事故的发生,维修电工必须具备安全用电知识,严格遵守各种安全操作规程。任何电气设备和线路都必须采取适当的保护措施。

(1)必须用绝缘材料将带电体封闭起来,保证人体不会触及带电导体而发生触电事故。良好的绝缘是电气设备和线路正常运行的必要条件,是防止触电事故的重要措施。常用的电工绝缘材料有瓷、玻璃、云母、橡胶、木材、塑料、布、纸及矿物油等。但应注意,绝缘材料如果受潮,会降低甚至丧失绝缘性能。

(2)采用遮栏、护罩、护盖、栅栏等屏护装置将带电体与外界隔绝开来,防止人员接近、触及带电体,以杜绝不安全因素,这些措施称为屏护措施。凡是金属材料制作的屏护装置,均应妥善接地或接零。屏护装置应有足够的尺寸,与带电体之间应保持必要的距离。被屏护的带电部分应有明显的标志,标明规定的符号或涂上规定的颜色。遮栏、栅



栏等屏护装置上,应根据被屏护的对象挂上“止步,高压危险!”“禁止攀登,高压危险!”“当心触电!”等标示牌或安全标志。

(3)为防止人体触及或过分接近带电体,或者车辆和其他物体碰撞或过分接近带电体,避免火灾和各种短路事故,在带电体与地面之间、带电体与带电体之间、带电体与其他设施之间,都必须保持一定的安全距离。安全间距的大小取决于电压的高低、设备的类型、安装的方式等因素。

(4)所有电气设备的金属外壳都应有可靠的保护接地或保护接零措施,有可能被雷击的电气设备要安装避雷设施。

(5)照明等控制开关一定要接在火线上。

(6)已出现故障的电气设备、装置、线路不能继续使用,以避免扩大事故范围,须及时进行维修。

(7)设备操作要按规程,通电时先合隔离开关,再合负荷开关;断电时先断负荷开关,再断隔离开关。

(8)在一个电源插座上不允许接过多或功率过大的用电器和设备。

(9)不能用潮湿的手或湿布去接触或擦抹开关、插座、电气设备的金属外壳。

(10)在雷雨天气,不要靠近高压线杆、铁塔和避雷针的接地导线,以免遭到雷击。不要靠近断落在地上的高压电线,万一靠近时,要立即单脚或双脚并拢跳到离高压线落地点 10m 以外的区域,切不可奔跑,以防跨步电压伤人。

1.3 电能的生产、输送和分配

1.3.1 电能的生产

电能是由煤炭、石油、水力、核能、太阳能和风能等通过各种转换装置而获得的,目前世界各国电能的生产主要采用火力发电、水力发电和核能发电三种方式;发电装置的示意图如图 1-3 所示。

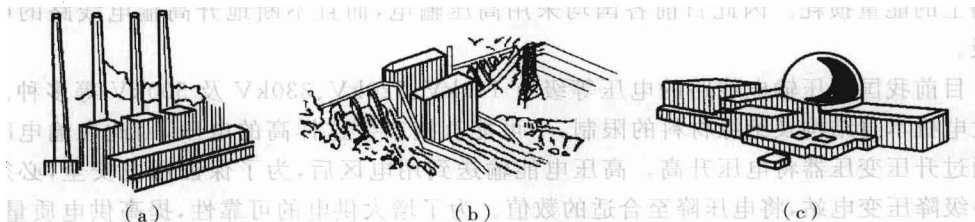


图 1-3 发电装置示意图



1. 火力发电

火力发电是利用煤炭、石油燃烧后产生的热量来加热水,使之成为高温、高压蒸汽,再用蒸汽推动汽轮机旋转并带动三相交流同步发电机发电,如图 1-3(a)所示。火力发电的优点是建厂速度快,投资成本相对较低。缺点是消耗大量的燃料,发电成本较高,对环境污染较为严重。目前我国及世界上绝大多数国家仍以火力发电为主。

2. 水力发电

水力发电是利用水流的势能落差及流量去推动水轮机旋转并带动三相交流同步发电机发电,如图 1-3(b)所示。水力发电的优点是发电成本低,不存在环境污染问题,并可实现水力资源的综合利用。缺点是一次性投资大,建站时间长,而且受自然条件的影响较大。我国水力资源丰富,开发潜力很大,特别是长江三峡水利工程的建设,将使我国水力发电量得到大幅度的提高,缓解我国电力紧张的现状。

3. 核能发电

核能发电是利用原子核裂变时释放出来的巨大能量来加热水,使之成为高温、高压蒸汽,再用蒸汽推动汽轮机并带动三相交流同步发电机发电,如图 1-3(c)所示。核能发电消耗的燃料少,发电成本较低,但建站难度大、投资高、周期长。目前全世界核能发电量约占总发电量的 20%,其中法国最高,约占其总发电量的 80%,我国目前只占 1%左右。

此外,还可利用太阳能、风能等能源发电。它们都是清洁能源,不污染环境,开发前景很好。

1.3.2 电能的输送与分配

我们知道,工厂通常建在原材料较丰富的地方或运输方便之处,而发电站则大多建于有能源的地方,因此电能的生产和使用之间存在着位置上的矛盾。这个矛盾由于电能的远距离输送而得到解决。

在输送电能时,当输送的电功率 P 一定时,输电线路的电压越高,则通过输电线路的电流就越小。这不仅可以减小输电线路导线的横截面积,节省线材,而且可以降低输电线路上的能量损耗。因此目前各国均采用高压输电,而且不断地升高输电线路的电压等级。

目前我国高压输电线路的电压等级有 110kV、220kV、330kV 及 500kV 等多种。由于发电机本身结构及绝缘材料的限制,不可能直接产生这样高的电压,因此在输电时必须通过升压变压器将电压升高。高压电能输送到用电区后,为了保证用电安全,必须通过各级降压变电站,将电压降至合适的数值。为了增大供电的可靠性,提高供电质量,目前世界各国都将本国或一个大地区的各发电站并入一个强大的电网,构成一个集中管理、统一调度的大电力系统。

变电是指变换电压的等级,配电是指电力的分配。变电分输电电压的交换和配电电压的交换,完成前者任务的称电站或变电所,完成后者任务的称变配电站或变配电所。



大、中型工厂都有自己的变、配电站。用电量在 1000kW 以下的用电单位,一般只需设一个低压配电室。

在配电过程中,通常把动力用电和照明用电分别配电,即把各动力配电线路和照明配电线路分开,这样可缩小局部故障带来的影响。供电部门在向用户供电时,将根据用户负荷的重要性、用电的需求量及供电条件等因素确定供电的方式以保证供电质量。电力负荷通常分为三类:一类负荷是指停电时可能引起人身伤亡、设备损坏、产生严重事故或混乱的场所,如大医院、地下铁道、机场铁路运输、政府重要机关等,它们一般采用两个独立的电源系统供电;二类负荷是指停电时将产生大量废品、减产或造成公共秩序严重混乱的部门,此类用电单位一般采用两路电源线供电;三类负荷是指不属于一、二类负荷的用电单位,其供电方式为单路。

思考题

1. 进行人工呼吸法和心脏挤压法的急救练习。
2. 参观电厂、工厂变、配电设备,并了解维修电工的工作情况。

第2章 常用的电工工具和仪表的使用

维修电工鉴定要求:

1. 能够根据工作需要,合理选用工具、量具。
2. 了解电工仪器、仪表的基本工作原理,熟练掌握仪器、仪表的使用方法。
3. 掌握单股铜导线的连接并恢复绝缘。

□ 基本理论

2.1 电工常用工具

常用的电工工具包括通用工具、线路安装工具、登高工具和设备装修工具等。正确使用这些工具,既能提高工作效率和施工质量,又能减轻劳动强度,保证操作安全和延长工具使用寿命。

2.1.1 通用工具

通用工具是指一般专业电工都要应用的常用工具和装备。

1. 验电器

验电器是检验导线和电气设备是否带电的一种电工常用工具,分为低压验电器和高压验电器两类。

(1) 低压验电器

低压验电器又称测电笔(简称电笔),有钢笔式和螺丝刀式两种,如图2-1所示,其检测电压范围为60~500V。它由氖管、电阻、弹簧和笔身等部分组成。



图 2-1 低压验电器

当用电笔测试带电体时,带电体经电笔、人体到大地形成通电回路,只要带电体与大