

国家示范院校重点建设专业

机电一体化技术专业课程改革系列教材

维修电工技能实训

◎ 主 编 许 娅 戴 崇

◎ 副主编 张雅洁

◎ 主 审 袁清萍



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

国家示范院校重点建设专业

机电一体化技术专业课程改革系列教材

维修电工技能实训

◎ 主 编 许 娅 戴 崇

◎ 副主编 张雅洁

◎ 主 审 袁清萍



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材是借鉴德国先进职业教育理念,以工作过程为导向,为安徽水利水电职业技术学院国家示范院校重点建设专业——机电一体化技术专业课程改革而专门设置的一个新的学习领域,以维修电工为载体,分别进行维修电工入门、常用的电工工具和仪表使用、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等6个学习情况的学习,以实现学生对维修电工工种的全面认识,提高学生的实际动手能力。

本教材可作为机电类各相关专业技能实训的辅助用书,也可作为维修电工考证人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

维修电工技能实训 / 许娅, 戴崇主编. — 北京 :
中国水利水电出版社, 2010.3
(国家示范院校重点建设专业、机电一体化技术专业
课程改革系列教材)
ISBN 978-7-5084-7307-9

I. ①维… II. ①许… ②戴… III. ①电工—维修—
高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TM07

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第039545号

书 名	国家示范院校重点建设专业 机电一体化技术专业课程改革系列教材 维修电工技能实训
作 者	主 编 许 娅 戴 崇 副主编 张雅洁 主 审 袁清萍
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 16.5印张 402千字
版 次	2010年3月第1版 2010年3月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	32.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

本教材是国家示范院校重点建设专业——机电一体化技术专业课程改革成果之一。人才培养模式的改革是专业改革的重中之重，本专业的改革实施方案是借鉴德国的先进职业教育模式，结合安徽省基本情况，构建以工作过程为导向的人才培养方案。根据改革实施方案和课程改革基本思想，通过分析国家维修电工考证的相关内容，结合岗位和职业标准，按照维修电工入门与考证的一个完整工作过程，把此过程中所需的知识、能力和素质，形成维修电工的学习领域，对原学科体系进行解构，主要涉及原学科体系中的《电工基础》、《电机拖动》、《电子技术》、《电气控制》等课程的相关知识，该课程共3周（90学时）。

本教材注重真实工作场景与过程，体现水利行业人才需求的特点，借鉴德国的“双元制”职业培训教材的编写经验，重点突出基本技能，力求做到“综合性、实际性、可操作性”。在内容编排上，以维修电工相关知识点为主线，构成了一个完整的学习过程。在编写过程中，突出了“以就业为导向、以岗位为依据、以能力为本位”的思想；体现两个育人主体、两个育人环境的本质特征，明确了真实任务与施工场景下学习的目标、任务等，依托真实的学习项目，注重学生的职业能力的训练和个性培养，坚持学生知识、能力、素质协调发展，力求实现学生由“会干”向“能干”的转变、教学过程“以教师为主”向“以学生为主”的转变、理论和实践分开教学向二者融于工作过程教学的转变。

本教材由安徽水利水电职业技术学院许娅、戴崇任主编，安徽水利水电职业技术学院张雅洁任副主编，铜陵职业技术学院高工袁清萍任主审。全书共由6个学习情境、58个学习任务构成，由以下人员编写完成：学习情境1～学习情境3由许娅编写，学习情境4、学习情境5由戴崇编写，学习情境6由张雅洁编写。

本教材在编写过程中，专业建设团队老师提出了许多宝贵意见，安徽水利水电职业技术学院及水利系领导也给予了大力支持，同时还得到了金德实业有限公司和铜陵职业技术学院的积极参与和大力帮助，在此表示最诚挚的感谢。

本教材引用了大量的规范、专业文献和资料，恕未在本书中一一标明，在此对有关作者表示诚挚的谢意。

本教材内容体系在国内首次尝试，有很多不妥之处，由于作者水平有限，不足之处在所难免，恳请广大师生和读者对书中存在的缺点和疏漏提出批评和建议，编者不胜感激。

编者

2010年1月

目 录

前言

学习情境 1 维修电工入门	1
1.1 学习目标	1
1.2 学习任务	1
1.2.1 维修电工的认识	1
1.2.2 用电安全知识及触电急救	1
1.2.3 电能的生产、输送和分配	4
测试题	6
学习情境 2 常用的电工工具和仪表使用	7
2.1 学习目标	7
2.2 学习任务	7
2.2.1 电工常用工具的认识	7
2.2.2 线路安装工具的介绍	11
2.2.3 设备装修工具的介绍	15
2.2.4 导线的连接	18
2.2.5 常用电工仪表的使用	23
2.2.6 进户装置及配电板的安装方法	29
测试题	40
学习情境 3 室内线路的安装	41
3.1 学习目标	41
3.2 学习任务	41
3.2.1 室内配线的技术要求和工序介绍	41
3.2.2 瓷瓶配线介绍	42
3.2.3 塑料护套线配线	44
3.2.4 线管配线	45
3.2.5 照明灯具、开关和插座的安装与维修	51
测试题	65
学习情境 4 电动机基本控制线路的安装与检修	66
4.1 学习目标	66
4.2 学习任务	66
4.2.1 电动机基本介绍	67

4.2.2 电动机基本控制电路安装和调试步骤·····	86
4.3 任务实施 ·····	93
4.3.1 单向连续运行控制线路安装与维修·····	93
4.3.2 单向点动与连续运行控制线路安装与维修·····	97
4.3.3 两地控制点动与连续运行控制线路安装与调试·····	100
4.3.4 接触器联锁正、反转控制线路安装与调试·····	103
4.3.5 接触器按钮双重联锁正、反转控制线路安装、调试与检修·····	105
4.3.6 异步电动机定子绕组串电阻降压起动的安装、调试与检修·····	110
4.3.7 异步电动机 Y— Δ 降压起动控制线路的安装、调试与检修·····	114
4.3.8 异步电动机自动往返控制线路的安装、调试与检修·····	119
4.3.9 能耗制动电动机基本控制线路的安装、调试与检修·····	122
4.3.10 双速异步电动机控制线路的安装、调试与检修·····	125
测试题 ·····	129
学习情境 5 三相异步电动机的拆装调试与故障处理 ·····	132
5.1 学习目标·····	132
5.2 基本理论·····	132
5.2.1 三相异步电动机基本结构及工作原理·····	132
5.2.2 三相异步电动机的拆装·····	135
5.2.3 三相异步电动机定子绕组的检修·····	137
5.2.4 三相异步电动机定子绕组的重绕及简易计算·····	147
5.2.5 变压器·····	156
5.2.6 电力变压器的修理与维护·····	164
5.2.7 变压器常见的故障及排除方法·····	169
5.3 任务实施·····	171
5.3.1 电动机及开关设备的安装训练·····	171
5.3.2 三相异步电动机接线和空载电流的测量训练·····	172
5.3.3 电动机开关的安装及操作训练·····	174
5.3.4 小型三相异步电动机的拆装训练·····	174
5.3.5 三相异步电动机定子绕组直流电阻值的测量训练·····	176
5.3.6 定子绕组接地故障的检查和修理训练·····	177
5.3.7 定子绕组端部断路检修训练·····	178
5.3.8 三相异步电动机定子绕组首尾端判别·····	179
5.3.9 小型变压器的绕制·····	180
测试题 ·····	181
学习情境 6 电子技术应用基本技能操作 ·····	182
6.1 学习目标·····	182
6.2 基本理论·····	182
6.2.1 常用电子元器件的识别方法·····	182

6.2.2	电子元器件质量的检测方法	191
6.2.3	模拟电路的基本知识及其应用	194
6.2.4	线性集成稳压电源	198
6.2.5	数字电路的基本知识及其应用	201
6.2.6	数字电路的设计方法	210
6.2.7	晶闸管基础知识及其应用	213
6.2.8	单晶体管触发电路的工作原理、调试方法	217
6.2.9	单相半波可控整流电路	218
6.2.10	电子线路装接的基本工艺	220
6.3	任务实施	224
6.3.1	常用电子元器件的识别与检测	224
6.3.2	常用电子仪器的使用	228
6.3.3	按图焊接一般难度的电子线路，并能熟练调试	231
6.3.4	译码器逻辑功能测试及应用	240
6.3.5	串联稳压电源的装接及调试	245
6.3.6	单相桥式整流可控调压电路的安装与调试	251
	测试题	253
	参考文献	258

学习情境1 维修电工入门

1.1 学习目标

- (1) 介绍维修电工的作用和任务。
- (2) 熟悉安全用电、触电急救及电能的传输等。

1.2 学习任务

1.2.1 维修电工的认识

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。

1.2.2 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。

1.2.2.1 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。



1.2.2.2 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,造成的触电称跨步电压触电。

1.2.2.3 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。

1.2.2.4 任务实施

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、胸外心脏按压法。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按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，应采用胸外心脏按压法，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，同时松开衣服、裤子，尤其是紧身衣物，以免影响呼吸时的胸廓及腹部自由扩张。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) 救护者做深呼吸后，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



图 1.1 人工呼吸法

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。

(2) 胸外心脏按压法。

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，靠体重和臂与肩部的用力，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。重复 2)、3) 步骤，每分钟约 60 次。在做胸外心脏按压时，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。

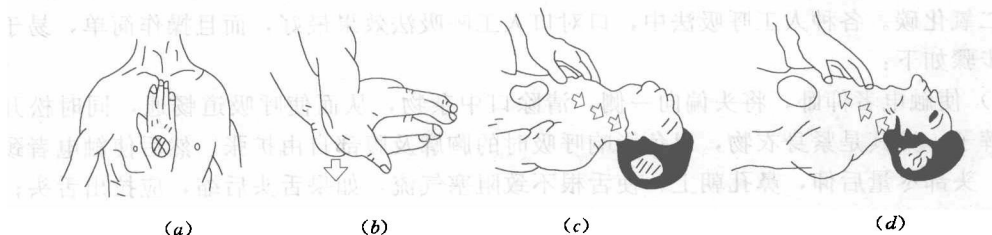


图 1.2 胸外心脏按压法

3. 救治要坚持到底

实施人工呼吸和胸外心脏按压等抢救方法，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按压，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。

1.2.3 电能的生产、输送和分配

1.2.3.1 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。

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。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。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。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。

1.2.3.2 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。

测 试 题

- 1.1 进行人工呼吸法和心脏按压法的急救练习。
- 1.2 参观电厂、工厂变配电设备并了解维修电工的工作情况。

学习情境 2 常用的电工工具和仪表使用

2.1 学 习 目 标

- (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、仪表使用方法。
- (3) 掌握单股铜导线的连接并恢复绝缘。

2.2 学 习 任 务

2.2.1 电工常用工具的认识

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。

通用工具是指一般专业电工都要应用的常用工具和装备。

2.2.1.1 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。低压验电器检测电压范围为 $60\sim 500\text{V}$ ；它由氖管、电阻、弹簧和笔身等部分组成。

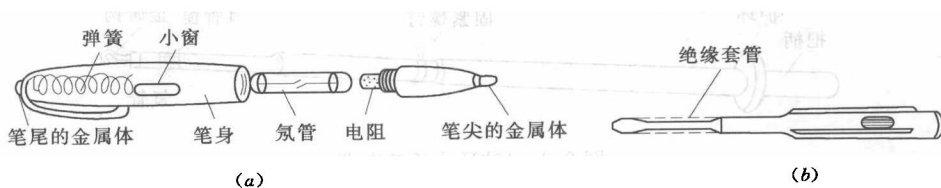


图 2.1 低压验电器

(a) 钢笔式低压验电器；(b) 螺丝刀式低压验电器

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，只要带电体与大地之间的电位差超过 60V 时，电笔中的氖管就会发出红色的辉光。

电笔在使用时，必须按照图 2.2 所示的方法握妥，即以手指触及笔尾的金属体，并使氖管小窗背光朝向自己，以便于观察；同时要防止笔尖的金属体触及皮肤，以避免触电。在螺丝刀式电笔的金属杆上，必须套上绝缘管，仅留出刀口部分供测试使用。

(1) 电笔使用注意事项：

- 1) 使用电笔前，一定要在有电的电源上检查氖管能否正常发光。



图 2.2 低压验电器握法
(a) 钢笔式握法；(b) 螺丝刀式握法

不会使氖管发亮的)。

3) 交流电通过电笔时, 氖管里两个电极同时发亮; 直流电通过时, 只有一个电极发亮。

4) 用电笔触及电机、变压器等电气设备外壳, 若氖管发亮, 则说明该设备相线有碰壳现象, 若壳体上有良好接地装置, 氖管是不会发亮的。

5) 在三相三线制 Y 接法的交流电路中, 用电笔测试时, 如果两根相线很亮, 而另一根不亮, 则这三相有接地现象; 在三相四线制电路中, 当单相接地后, 中性线测试时也会发亮。

2. 高压验电器

高压验电器又称高压测电器, 用来检查高压供电线路是否有电。图 2.3 所示为 10kV 高压验电器外形图, 它由金属钩、氖管、氖管窗、固紧螺钉、护环和把柄等组成。

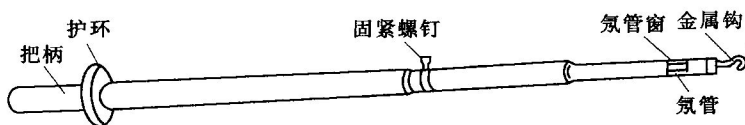


图 2.3 10kV 高压验电器

高压验电器的检查对象为高压电路, 操作时应注意以下几点:

(1) 验电器在使用前, 一定要进行测试, 证明验电器确实良好, 方可使用。

(2) 使用高压验电器时手应放在把柄处, 不得超过护环, 如图 2.4 所示。

(3) 检测时操作人员必须戴符合耐压要求的绝缘手套, 身旁要有人监护, 不可一个人单独操作。人体与带电体应保持足够的安全距离, 检测 10kV 电压时安全距离为 0.7m 以上。

(4) 检测时验电器应逐渐靠近被测线路, 氖管发亮, 说明线路有电, 氖管不亮, 才可与被测线路直接接触。

(5) 在室外使用高压验电器应注意气候条件, 在雪、雨、雾及湿度较大的情况下不能使用, 以防发生危险。



2.2.1.2 电工钳

1. 钢丝钳

电工钳是一种钳夹和剪切工具。由钳头和钳柄两部分组成，钳头有钳口、齿口、刀口和侧口四部分组成。钳口可用来弯绞和钳夹导线头；齿口用来紧固或起松螺母；刀口用来剪切导线或剖削软导线绝缘层，侧口用来侧切电线线芯、钢丝或铅丝等较硬金属。

如图 2.5 所示，其绝缘耐压为 500V，可在有电场合使用。钢丝钳规格以全长表示，有 150mm、175mm、200mm 三种。

钢丝钳使用注意事项：

(1) 使用电工钢丝钳以前，必须检查绝缘柄的绝缘是否完好。如果绝缘损坏，进行带电作业时会发生触电事故。



图 2.4 高压验电器握法



图 2.5 电工钢丝钳的构造及用途

(a) 构造；(b) 弯绞导线；(c) 紧固螺母；(d) 剪切导线；(e) 侧切钢丝

(2) 用电工钢丝钳剪切带电导线时，不得用刀口同时剪切相线和零线，或同时剪切两根相线，以免发生短路故障。

(3) 钳头不可代替手锤作为敲打工具使用。

(4) 钳头应防锈，轴销处应经常加机油润滑，以保证使用灵活。

2. 尖嘴钳

尖嘴钳如图 2.6 所示，其头部尖细而长，适用于在狭小的工作空间操作，绝缘柄耐压为 500V。其规格以全长表示，有 140mm 和 180mm 两种。主要用途是可剪断较细的导线和金属丝，将其弯制成所需的形状，并可夹持、安装较小螺钉、垫圈等。

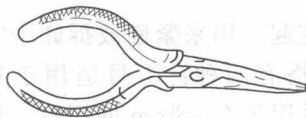


图 2.6 尖嘴钳

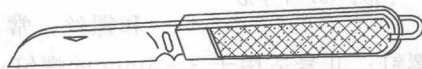


图 2.7 电工刀

2.2.1.3 电工刀

电工刀主要用来剖削或切割电工器材，其结构如图 2.7 所示，如剖削电线电缆绝缘层、切割木台缺口、削制木桩及软金属等。使用时，刀口应朝外进行操作；剖削导线绝缘层时，应使刀面与导线成较小锐角，以免割伤导线；用毕，应随即把刀身折入刀柄。电工刀刀柄是无绝缘保护的，不能在带电导线或器材上剖削，以防触电。



2.2.1.4 活络扳手

活络扳手是用来紧固和起松螺母的一种专用工具，主要由头部和柄部组成。头部又由活络扳唇、扳口、涡轮和轴销等构成，如图 2.8 (a) 所示，旋动涡轮可调节扳口的大小。其规格是以长度×最大开口宽度（单位：mm）来表示，有 150×19(6')、200×24(8')、250×30(10') 和 300×36 (12int) 四种。

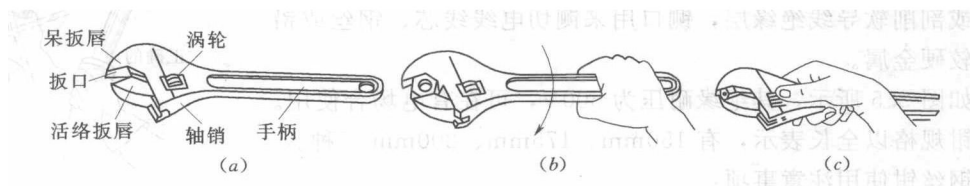


图 2.8 活络扳手

(a) 活络扳手构造；(b) 扳较大螺母时握法；(c) 扳较小螺母时握法

活络扳手使用时要注意以下几点：

- (1) 扳动大螺母时，需用较大力矩，手应握在近柄尾处，如图 2.8 (b) 所示。
- (2) 扳动较小螺母时，需用力矩不大，但螺母过小易打滑，故手应握在接近头部的地方，随时调节涡轮，收紧活络扳唇防止打滑，如图 2.8 (c) 所示。
- (3) 活络扳手不可反用，以免损坏活络扳唇，也不可用钢管接长手柄来施加较大的扳拧力矩。
- (4) 活络扳手不得当作撬棒和手锤使用。

2.2.1.5 螺钉旋具

螺钉旋具俗称螺丝刀，又称起子、改锥等，它是一种紧固或拆卸螺钉的工具，其式样和规格很多，按头部形状可分为一字形和十字形两种，如图 2.9 所示，每一种又分若干规格。电工多采用绝缘性能较好的塑料柄螺丝刀。

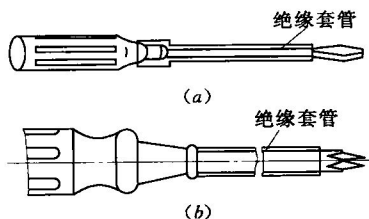


图 2.9 螺钉旋具

(a) 一字形；(b) 十字形

1. 一字形

一字形又称平口起，用来紧固或拆卸一字槽的螺钉和螺丝，它的规格用握柄以外的刀杆长度来表示，常用的有 50mm、100mm、150mm、200mm、300mm、400mm 等规格。

2. 十字形

十字形又称梅花起，用来紧固或拆卸十字槽的螺钉和螺丝，常用的规格有四种：Ⅰ号适用于直径为 2～

2.5mm 的螺钉；Ⅱ号适用于 3～5mm 的螺钉；Ⅲ号适用于 6～8mm 的螺钉；Ⅳ号适用于 10～12mm 的螺钉。

3. 多用形

多用形是一种组合工具，握柄和刀体是可拆卸的。它除具有几种规格的一字形、十字形刀体外，还附有一只钢钻，可用来预钻木螺丝的底孔。握柄采用塑料制成，有的还具有试电笔的功能。

使用螺钉旋具时注意以下几点：

- (1) 电工不可使用金属杆直通柄顶的螺钉旋具，易造成触电事故。