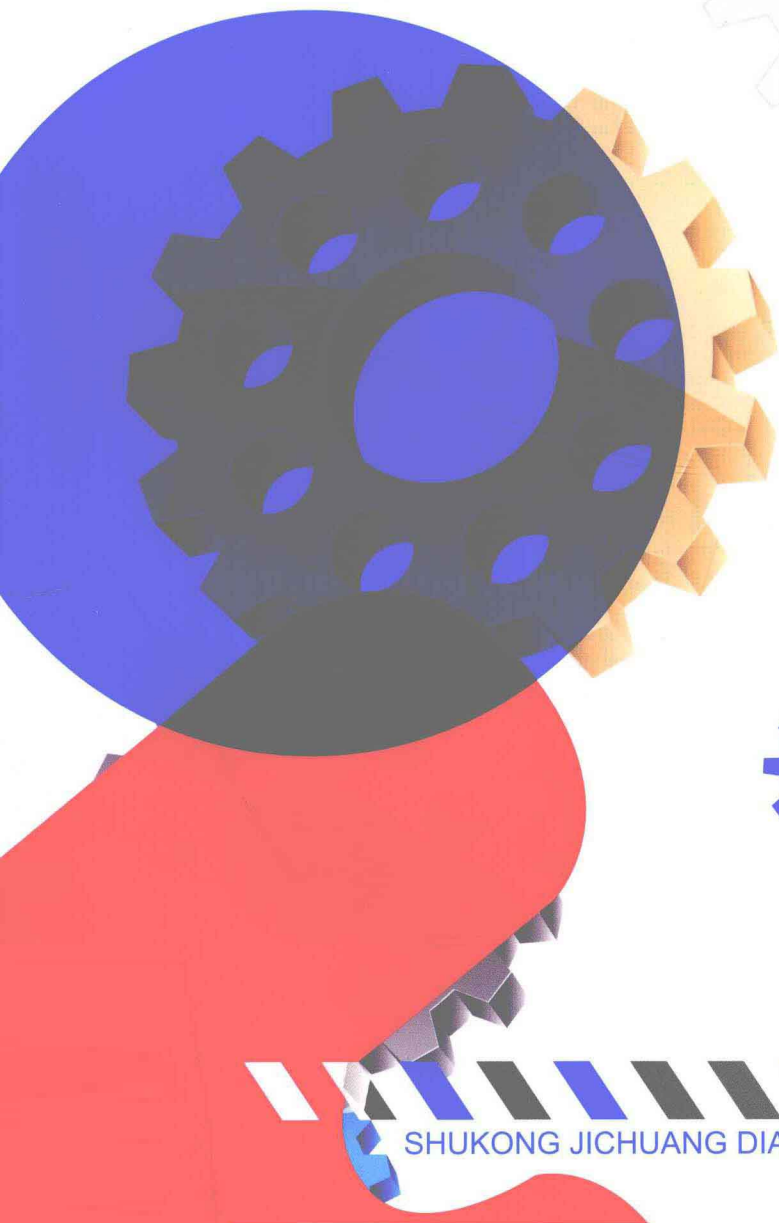


职业技能培训鉴定教材

SK

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

数控
机床电气装调
维修工
(中级)



SHUKONG JICHUANG DIANQI ZHUANGTIAO WEIXIUGONG



中国劳动社会保障出版社



职业技能培训鉴定教材

数控机床电气装调 维修工

(中级)

主 编 郭莲芬

副主编 凌万春

编 者 郭莲芬 凌万春 刘立玮

张 勇 汤婉钊 梁志兵

主 审 刘奕华



中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床电气装调维修工：中级 / 人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2011

职业技能培训鉴定教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 9022 - 0

I. ①数… II. ①人… III. ①数控机床-电气设备-设备安装-职业技能-鉴定-教材
②数控机床-电气设备-调试方法-职业技能-鉴定-教材③数控机床-电气设备-维修-职业技能-鉴定-教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 115878 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 三河市华东印刷装订厂装订

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 19.75 印张 429 千字

2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷

定价：39.00 元

读者服务部电话：010 - 64929211/64921644/84643933

发行部电话：010 - 64961894

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010 - 64954652

如有印装差错，请与本社联系调换：010 - 80497374

内 容 简 介

本教材由人力资源和社会保障部教材办公室组织编写。教材以《国家职业标准——数控机床装调维修工》为依据，紧紧围绕“以企业需求为导向，以职业能力为核心”的编写理念，力求突出职业技能培训特色，满足职业技能培训与鉴定考核的需要。

本教材详细介绍了本职业岗位工作中要求掌握的最新实用知识和技术。全书分为七个模块单元，主要内容包括：电气维修基础，数控机床结构与电气控制原理，数控编程操作与加工，数控机床电气装配，数控机床电气调试与检验，数控机床电气维修技术，数控车床的各类故障排除。

本教材可作为中级数控机床电气装调维修工职业技能培训与鉴定考核教材，也可供中、高等职业院校相关专业师生参考，以及相关从业人员参加就业培训、岗位培训使用。

前言

1994年以来，劳动和社会保障部职业技能鉴定中心、教材办公室和中国劳动社会保障出版社组织有关方面专家，依据《中华人民共和国职业技能鉴定规范》，编写出版了职业技能鉴定教材及其配套的职业技能鉴定指导200余种，作为考前培训的权威性教材，受到全国各级培训、鉴定机构的欢迎，有力地推动了职业技能鉴定工作的开展。

劳动保障部从2000年开始陆续制定并颁布了国家职业标准。同时，社会经济、技术不断发展，企业对劳动力素质提出了更高的要求。为了适应新形势，为各级培训、鉴定部门和广大受培训者提供优质服务，教材办公室组织有关专家、技术人员和职业培训教学管理人员、教师，依据国家职业标准和企业对各类技能人才的需求，研发了职业技能培训鉴定教材。

新编写的教材具有以下主要特点：

在编写原则上，突出以职业能力为核心。教材编写贯穿“以职业标准为依据，以企业需求为导向，以职业能力为核心”的理念，依据国家职业标准，结合企业实际，反映岗位需求，突出新知识、新技术、新工艺、新方法，注重职业能力培养。凡是职业岗位工作中要求掌握的知识和技能，均作详细介绍。

在使用功能上，注重服务于培训和鉴定。根据职业发展的实际情况和培训需求，教材力求体现职业培训的规律，反映职业技能鉴定考核的基本要求，满足培训对象参加各级各类鉴定考试的需要。

在编写模式上，采用分级模块化编写。纵向上，教材按照国家职业资格等级单独成册，各等级合理衔接、步步提升，为技能人才培养搭建科学的阶梯型培训架构。横向上，教材按照职业功能分模块展开，安排足量、适用的内容，贴近生产实际，贴近培训对象需要，贴近市场需求。

在内容安排上，增强教材的可读性。为便于培训、鉴定部门在有限的时间内把最重要的知识和技能传授给培训对象，同时也便于培训对象迅速抓住重点，提高学习效率，在教材中精心设置了“培训目标”“特别提示”等栏目，以提示应该达到的目标，需要掌握的重点、难点、鉴定点和有关的扩展知识。



本书由广州市新技术推广站职业技能鉴定所郭莲芬所长担任主编，广州数控设备有限公司凌万春副总经理担任副主编，广州机电行业协会刘奕华教授级高级工程师担任主审。在本书编写过程中得到广州数控设备有限公司、沈阳数控集团、广州市新技术推广站职业技能鉴定所的全力支持，汤嘉荣、林松、陈星等同志也参与本书部分章节的校对和排版工作，在此一并致以诚挚的谢意。

编写“职业技能培训鉴定教材”是一项探索性的工作，教材中存在不足之处在所难免，恳切希望各使用单位和个人不吝赐教，提出宝贵意见和建议，以便教材修订时补充更正。

人力资源和社会保障部教材办公室



目 录

第1单元 电气维修基础/1—50

- 第一节 常用电工工具/2
- 第二节 常用电工仪表仪器/8
- 第三节 常用低压电气元件/15
- 第四节 常用电气元件图形符号和文字符号/35
- 第五节 常用导线及电缆线的规格/43
- 第六节 职业工作条件/47
- 第七节 职业安全/48

第2单元 数控机床结构与电气控制原理/51—86

- 第一节 数控机床概述/52
- 第二节 数控机床的分类/58
- 第三节 常用的数控系统/62
- 第四节 典型数控机床电气控制系统/69

第3单元 数控编程操作与加工/87—147

- 第一节 数控编程基础知识/88
- 第二节 数控车床的基本功能/95
- 第三节 刀具与材料/98
- 第四节 数控车床加工工艺基础/103
- 第五节 编程实例/106
- 第六节 数控机床面板与操作/131

第4单元 数控机床电气装配/149—170

- 第一节 电气元件装配的工艺要求及规范/150
- 第二节 电气部件安装布置图和接线图/165
- 第三节 电气安装接地标准/169



第5单元 数控机床电气调试与检验/171—191

- 第一节 数控机床整机电气调试工作内容/172
- 第二节 数控机床电气控制功能调试/174
- 第三节 数控机床整机检验/186

第6单元 数控机床电气维修技术/193—204

- 第一节 维修工作的基本条件/194
- 第二节 数控机床常见故障诊断方法/197
- 第三节 数控机床故障排除方法/202

第7单元 数控车床的各类故障排除/205—259

- 第一节 系统故障排除/206
- 第二节 伺服驱动及电动机故障排除/216
- 第三节 主轴故障排除/224
- 第四节 刀架故障排除/230
- 第五节 传动件故障排除/240
- 第六节 加工工艺类故障排除/245
- 第七节 数控机床整机维修综合实例/250

附录一 数控车床电气原理图/260—272

附录二 980TD 系统参数说明/273—303

附录三 DA98A 伺服驱动器参数说明/304—307

第 7 单元

电气维修基础

- 第一节 常用电工工具 /2
- 第二节 常用电工仪表仪器 /8
- 第三节 常用低压电气元件 /15
- 第四节 常用电气元件图形符号和文字符号 /35
- 第五节 常用导线及电缆线的规格 /43
- 第六节 职业工作条件 /47
- 第七节 职业安全 /48



数控机床的装调维修是一项技术性强、实践能力要求很高的工作。要做好这项工作，需要具备相关理论知识和一定的实践经验，且能正确地使用 and 选择相关电气维修工具、仪器仪表和机床电气元件，这些也是数控装调维修从业人员所必备的基本技能。

第一节 常用电工工具



- 能够正确认识并选择常用电工工具
- 能够正确使用常用电工工具

数控机床的电气设备安装、维护、修理过程离不开电工工具，正确选择和使用电工工具能提高工作效率和质量，同时还能保障作业安全。

一、试电笔

试电笔又称低压验电器，是检验导线、电器是否带电的一种常用工具。检测范围为 50 ~ 500 V，有钢笔式、旋具式、组合式等。试电笔由笔尖、降压电阻、弹簧、氖管、笔尾金属体等部分组成，如图 1—1 所示。

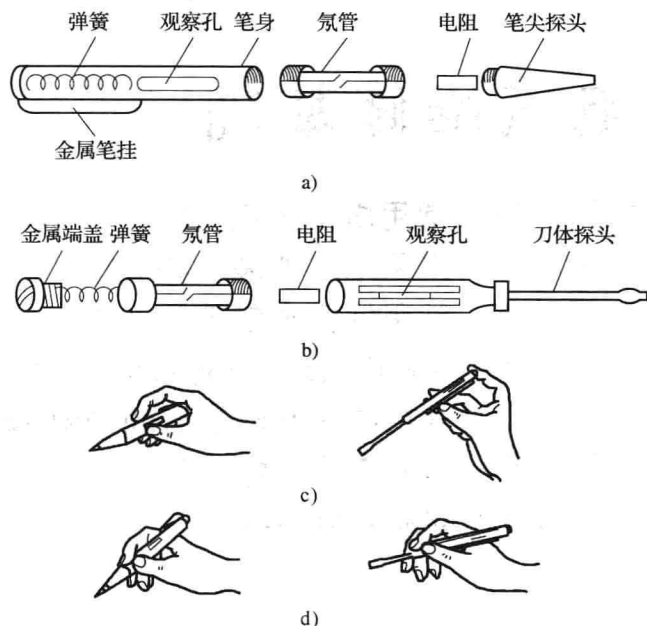


图 1—1 试电笔的结构及使用方法
a) 钢笔式 b) 旋具式 c) 正确握法 d) 错误握法

1. 使用方法

使用试电笔时，必须掌握正确的方法，如图 1—1 所示，手指接触笔尾金属体或顶

部的金属螺钉，当带电体与大地之间电位差达到 50 V 时，试电笔中的氖泡就会发光。

2. 使用注意事项
- (1) 使用试电笔之前，一定要确知试电笔是否完好。最重要的是氖管是否完好，是否能正常发光。最可靠的方法是在已知的带电开关或插座上预先测试一下。
 - (2) 应尽量使氖管背光并且使试电笔观察窗朝向自己，这样的观察较准确。
 - (3) 有些用电器外壳会感应带电，而且感应的电压有可能会比较高。这时测试的试电笔氖管也会发亮，遇到这种情况必须换另外的检测方法，以便确知是否有触电危险。切记必须要弄清用电器或设备外壳带电性质，不能冒然操作，否则会造成严重后果。
 - (4) 使用试电笔时，人手接触试电笔的部位一定在试电笔尾端的金属处，而绝不能碰到试电笔前端的金属体。

二、相序表

相序表，也叫相序指示器，如图 1—2 所示。相序表广泛应用于三相交流电的相序测定，还可检查是否断相。一般来说，三相电源线的 ABC 分别用黄、绿、红不同颜色的电缆来区分，但是当三相电源线没有色标时，就要用专用的相序表来测量区分。

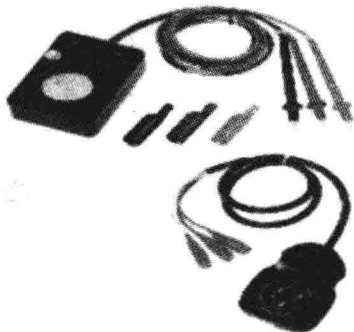


图 1—2 相序表

单元
1

- 使用方法：
- (1) 将三根带夹引入线分别接入三相电路，如图 1—3 所示。

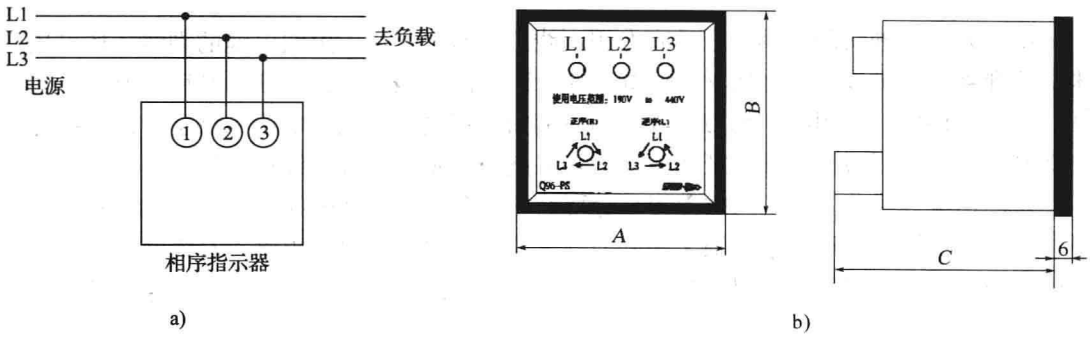


图 1—3 相序表的使用方法
a) 仪表背部接线示意图 b) 仪表外形图

- (2) 按下开关，指示灯亮，转盘启动，如三相完好，三只指示灯全亮；如三只指示灯中有一只不亮，则说明该相断路。
- (3) 按转盘的转向确定相序。如按箭头所示方向顺时针转动，说明三相电源相序与接入的带夹引入线所示相序相同，为顺相序，反之为逆相序。
- (4) 检查结束后即松开按钮开关。

**特别提示**

操作时，要按照技术性能要求的时间执行，否则会因过热而损坏仪表。

三、转速表

转速表也叫转速仪或者转速计，用来测定电动机的转速、线速度或频率。按照工作原理和工作方式不同，转速表可分为离心式转速表、磁性转速表、电动式转速表、闪光式转速表、电子式转速表等。其中最具有代表性、应用最为广泛的是手持离心式转速表，通常可以记忆最大、最小以及最后测量值。其优点是测量直观、读数方便、运行可靠、坚固耐用；缺点是测量精度相对较低（通常为1~2级），结构复杂，不利于制造和维修。转速表如图1—4所示。

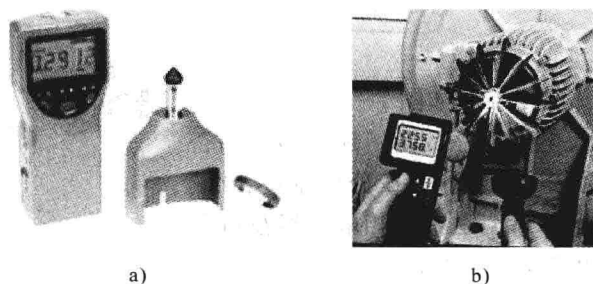


图1—4 转速表

a) 接触式 b) 非接触式

单元

1

四、电工刀

电工刀是一种切削工具，在没有专用剥线工具时，可用于电线电缆的剥线，还可用来切割绳索、木桩以及软金属材料。如图1—5所示，普通的电工刀由刀片、刀刃、刀柄、刀挂等构成。不用时，把刀片收缩到刀柄内。用电工刀剥离电线绝缘层时，可把刀略微翘起一些，用刀刃的圆角抵住线芯。切忌把刀刃垂直对着导线切割绝缘层，因为这样容易割伤电线线芯。电工刀的刀刃部分要磨得锋利才好剥离电线，但不可太锋利，太锋利容易削伤线芯，磨得太钝则无法剥离绝缘层。磨刀刃一般采用磨刀石或油磨石，磨好后再把底部磨点倒角，即刃口略微圆一些。电工刀的刀柄是不绝缘的，不能在带电体上进行操作，以免触电。

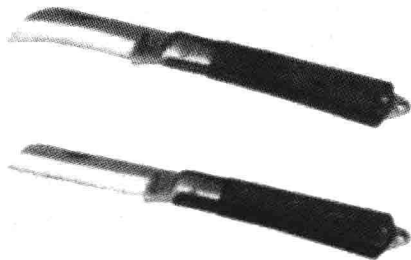


图1—5 电工刀

五、电工钳

电工钳包括钢丝钳、尖嘴钳、剥线钳、断线钳等，如图 1—6 所示。

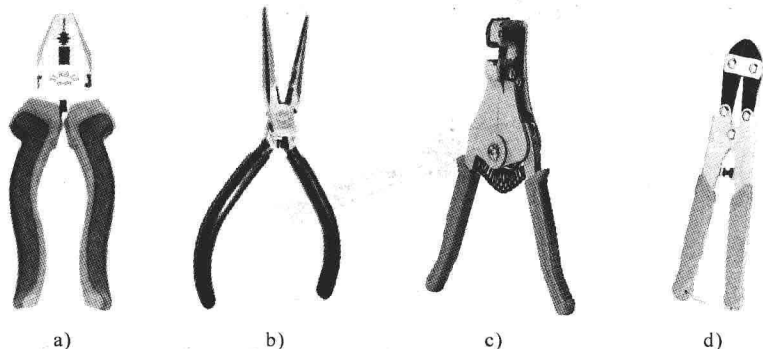


图 1—6 常用电工钳

a) 钢丝钳 b) 尖嘴钳 c) 剥线钳 d) 断线钳

1. 钢丝钳

钢丝钳由钳头、钳柄组成。可用钳口或齿口弯、绞电线，用刀口切断电线，用侧口来侧断钢丝。在活动扳手施展不开的场合，可用钳口或齿口来扳旋小螺母，也可代替剥线钳的作用。

2. 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细，适合于在狭小的空间操作。带刃口的尖嘴钳能剪断细小的金属丝，钳口能夹持小螺钉、垫圈、导线等。

3. 剥线钳

剥线钳是用来剥除小径电线、电缆端部橡胶或塑料绝缘的工具。使用时，将要剥削的电线电缆绝缘层长度用标尺定好后，即可把导线放入相应的刃口中进行剥削。被剥削的导线直径一定要和剥线钳的刃口大小相对应。

4. 断线钳

剪刀头由优质弹簧钢制成，有极高的硬度和韧性，刃口锋利，耐磨，剪切阻力小，可剪断高硬度的材料，且手柄与剪刀头本体紧密配合，牢固可靠。

5. 手动压接钳

如图 1—7 所示。用压接钳对导线进行冷压接时，应先将导线表面的绝缘层及油污清除干净，在同一轴上，用手扳动压接钳的手柄，压 2~3 次，如果是铝—铜接头应压 3~4 次。国产 LTY 型手动压接钳可以压接直径为 1.3~3.6 mm 的铝—铝导线和铝—铜导线。



图 1—7 手动压接钳



六、紧固工具

1. 扳手

扳手是一种工具，用以转动螺栓、螺帽及其他难以用手转动的物件，如图 1—8 所示。常用的扳手有以下几种：



图 1—8 各类扳手

(1) 开口扳手。此类扳手的末端有 U 形开口，方便握紧螺栓或螺帽的两个边。此类扳手通常是双头，每头的开口有不同口径。

(2) 闭口扳手。此类扳手的末端有封闭型开口，可以握紧螺栓或螺帽的各边。封闭型开口通常是六角形或十二角形，六角形开口扳手能转动六角形的螺栓或螺帽，十二角形开口扳手能以十二个角度套住螺栓或螺帽，于空间窄小的地方尤其适用。其他种类的闭口扳手有八角形开口扳手、梅花形开口扳手等。

(3) 两用扳手。此类扳手为双头扳手，一头是开口，另一头是闭口，两头的尺寸大小相同。

(4) 活扳手。一种可自由调节开口大小的开口扳手。按调节钮的设计和特性，可细分为月牙型扳手、水管扳手等。

(5) 套筒扳手。此类扳手末端为中空套筒，可以套住螺栓或螺帽的一端。套筒有时附有把手，不过更多时候会配合其他工具使用。

2. 旋具

旋具，俗称螺钉起子（螺丝批或螺丝刀），是一种以旋转方式将螺钉固定或取出的工具。主要有一字型（负号）和十字型（正号）两种，如图 1—9 所示。

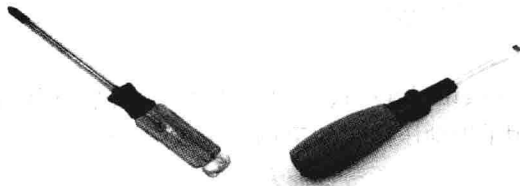


图 1—9 旋具

旋具又可区分为传统螺钉旋具和棘轮螺钉旋具。传统螺钉旋具是由一个塑胶手把外加一个可以锁螺钉的铁棒，而棘轮螺钉旋具则是由一个塑胶手把外加一个棘轮机构。后者让锁螺钉的铁棒可以顺时针或逆时针空转，借由空转的机能提高锁螺钉的效率，而不需逐次将动力驱动器（手）转回原本的位置。

七、绝缘工具

1. 绝缘手套、绝缘靴（见图 1—10）

由于高压电可击穿 1 cm 以上的橡胶绝缘层或 30 cm 空气，高压电主回路上空气都处于电离状态，很容易发生电击，而且大地的电势为零，高压主回路和大地有很大的电势差，在高压电缆上带电作业的工作人员必须戴绝缘手套、穿绝缘靴，有时候还要穿屏蔽服。

2. 绝缘棒（见图 1—11）

根据不同的电网电压选用不同的绝缘棒规格。使用绝缘操作棒时，工作人员应戴绝缘手套和穿绝缘靴，以加强绝缘操作棒的保护作用。在下雨、下雪或潮湿天气，于室外使用绝缘棒时，应装设防雨的伞型罩，以使伞下部分的绝缘棒保持干燥。使用绝缘棒时要防止碰撞，以免损坏表面的绝缘层。

此外，常用绝缘工具还有：老虎钳、试电笔、斜口钳、尖嘴钳、令克棒、电工专用安全帽等。

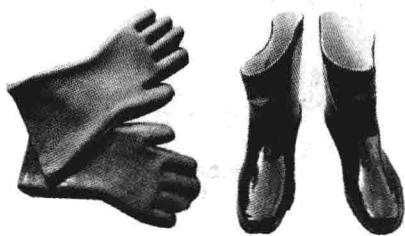


图 1—10 绝缘手套、绝缘靴

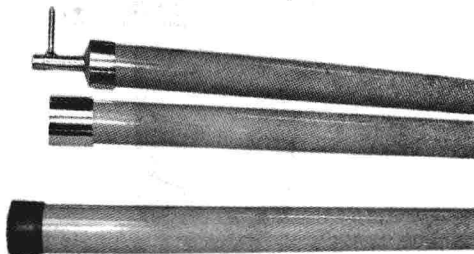


图 1—11 绝缘棒

单元
1

八、其他工具

1. 电烙铁

烙铁是常用的元器件焊接工具，如图 1—12 所示。其功能主要是产生高温，使焊锡融化，附着在被焊部位，冷凝后使被焊体牢固连接在一起。烙铁有电烙铁和火烙铁之分，由于电烙铁方便和快捷，被普遍推广使用。电烙铁通常分为内热式和外热式两类。内热式即产生高温的电热丝由内向外向烙铁头传热，外热式则是烙铁头插在电热丝内部。相对而言，内热式比外热式产生高温更快，热损失较小。根据使用要求不同，电烙铁又有不同功率之分，电子元件焊接通常使用 20 ~ 30 W 的电烙铁。



图 1—12 电烙铁

要注意安全使用电烙铁，拔、插电源插头要及时，动作要规范，严禁手提导线。放置电烙铁时要随时注意不能触碰人体、桌面或其他物品，以免造成烫伤、损坏或其他更严重的损失。在使用电烙铁时，还要注意爱护电烙铁。操作时要轻拿轻放，放置前蘸松



香保护，忌高温空烧。

2. 喷灯

喷灯是利用酒精、汽油或煤油做燃料的一种工具，常用黄铜制作，如图 1—13 所示，因喷出的火焰具有很高的温度（火焰温度可达 $800 \sim 1\,000^{\circ}\text{C}$ ），常用于加热烙铁、烘烤等。喷灯主要由油桶、手柄、打气筒、放气阀、加油螺塞、油量调节阀（油门）、喷嘴、喷管点火碗组成。酒精喷灯的使用方法是：先在预热盆中倒入酒精，点燃酒精后产生的热量使灯座内的酒精气化并由灯管排出，点燃酒精蒸气即可进行加热。喷灯灯管上有升降开关以调节空气和酒精量。酒精蒸气在燃烧时发出喷气声，火焰呈微弱的淡蓝色。

3. 携带型接地线

携带型接地线用于在被检修设备和线路上进行短路接地，目的是释放残余电荷，防止工作人员触电或被灼伤，如图 1—14 所示。



图 1—13 喷灯

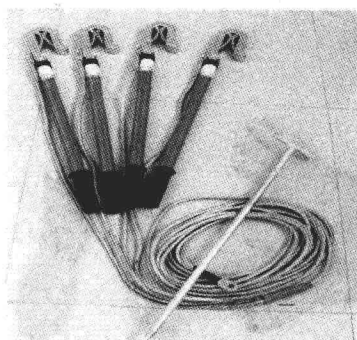


图 1—14 携带型接地线

单元

1

第二节 常用电工仪表仪器

培训
目标

- 掌握常用电工仪表仪器的规格用途
- 能够正确使用常用电工仪表仪器

电工仪表仪器的作用是测量各种电参量，如电流、电压、频率、电功率等。通过测量这些电参量的值，可监视电路和电气设备的工作情况，以便进行适当的处理和必要的调整，保证电路的正常工作和设备的安全运行。

一、常用电工仪表

1. 分类

电工仪表按被测量对象可进行如下分类：

- (1) 电流表：分为千安表、安培表、毫安表和微安表。
- (2) 电压表：分为千伏表、伏特表、毫伏表和微伏表。

- (3) 电阻表：分为兆欧表、欧姆表、电阻电桥。
- (4) 功率表：分为千瓦表、瓦特表。
- (5) 电能表：分为千瓦时表、百瓦时表、瓦时表。
- (6) 电量表，也叫安时表。
- (7) 相位表，也叫相位计。
- (8) 频率表，也叫频率计。
- (9) 电感表。
- (10) 电容表。

2. 原理与使用

(1) 电流表。电流表又称安培计，是用来测量电路电流的仪表，如图 1—15 所示。电流表的主要类型有转动线圈式安培计、转动铁片式安培计以及热偶式安培计。

转动线圈式安培计只能用于测直流电，加一整流器也可用于测交流电。

转动铁片式安培计中，当被测电流流过固定线圈时产生磁场，一块软铁片在所产生的磁场中转动，可用来测交流电或直流电，比较耐用，但不及转动线圈式安培计灵敏。

热偶式安培计主要组成部分包括电阻器、热电偶和表头。当电流流过时，电阻器发热温度上升，与电阻器接触的热电偶感热产生电动势，使与之相连的表头测量并显示出电路中的电流值，这种间接式电表主要用来测量高频交流电。

(2) 电压表。用于测量电路电压。电压表由一个磁铁和一个导线线圈组成，电流通过会使线圈产生磁场，线圈在磁铁的作用下使表针旋转，并指示测量值。

单元
1

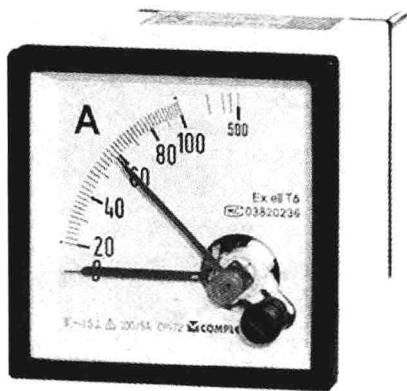


图 1—15 电流表

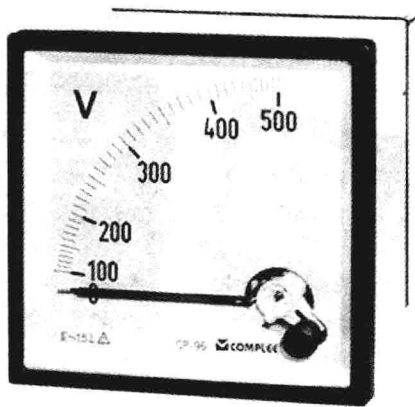


图 1—16 电压表

电压表如图 1—16 所示。表头所能通过的电流很小，两端所能承受的电压也很小（远小于 1 V，可能只有零点零几伏甚至更小）。为了能测量实际电路中的电压，需要给这个电压表串联一个比较大的电阻，这样，即使两端加上比较大的电压，由于大部分电压作用在后加入的那个大电阻上，作用在表头上的电压就会很小。

可见，电压表是一种内部电阻很大的仪器，一般应该大于几千欧。