



“十三五”普通高等教育本科规划教材

DIANGONG SHIXUN JIAOCHENG

电工实训教程

鲍洁秋 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”普通高等教育本科规划教材

电工实训教程

主编 鲍洁秋

编写 赵延民 张 翼 段志强

主审 刘宝贵



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”普通高等教育本科规划教材。以实用电工基础知识和电工实际操作技能为主线,系统地介绍了各类电工工具、仪表和电工材料的选择与应用;对常用低压电器元件的工作原理、设备选型和应用进行了详细的讲解;结合实训项目要求,讲解了电机控制线路和照明动力线路的设计方案、设备选型和配线工艺,并强调了操作技能要领和工作安全。

全书共分六章,内容由浅入深、强化基础、注重实践、实用性强。符合普通高等院校工科类各专业的电工基础实践类课程的教学要求,能够突出学生实际操作能力的培养。

本书主要作为普通高等院校工科类各专业的电工基础实践类课程教材,也可作为用电企业工程技术人员的培训教材和参考用书,还可以作为广大电气工作者的自学教材和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工实训教程/鲍洁秋主编. —北京:中国电力出版社, 2015. 8

“十三五”普通高等教育本科规划教材

ISBN 978-7-5123-7794-3

I. ①电… II. ①鲍… III. ①电工技术-高等学校-教材
IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 152413 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 8 月第一版 2015 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 9 印张 213 千字

定价 18.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

本书为“十三五”普通高等教育本科规划教材,适用于普通高等院校培养高级应用型人才的需求,以强化基础、突出能力培养为目标,以注重实际应用为原则。教材首先培养学生掌握电工基础知识和电器元件基本原理,在此基础上强化操作技能和综合能力培养。通过理论学习和实操训练,使学生拥有自行设计、安装低压电气系统以及电路故障排查和维修的能力,使学生具备一个电气工作者的基本素质和能力。

本书紧紧围绕普通高等院校工科类各专业的电工基础实践类课程的教学内容进行编写,符合电工基础实习实训教学大纲的要求。全书内容由浅入深、强化基础、注重实践、实用性强。本书从电工基础知识开始讲解,介绍了常用电工工具、仪表和电工材料,并对常用低压电器的原理和应用进行详细讲解。结合实训项目需要,讲解了电机控制线路和照明动力线路的设计和配线方案,并强调了操作技能要领和工作安全等注意事项,内容符合行业标准和规范。

本书共分六章,第一章电工工具和仪表,介绍了常用电工工具的类型、使用方法,以及常用电工仪表的使用方法;第二章电工操作技能与安全用电,介绍了基本电工操作技能,并且讲解了用电安全注意事项以及触电急救方法;第三章电工材料及其应用,全面地介绍了电工线材的类别和选型,以及电工绝缘材料的种类和应用;第四章低压电器及其应用,介绍了几种常用的低压电器元件的工作原理、型号特点和应用选择;第五章电机控制线路设计与配线,介绍了几种常用的电机控制回路,给出电路控制原理图和设备选型表,并对电路的调试和注意事项进行了说明;第六章照明动力线路设计与安装,介绍了常用的照明线路设计方案和电能计量线路的设计方案,并对电器元件的选择和布线安装进行了讲解。

本书由沈阳工程学院鲍洁秋主编,第一章由段志强编写,第二、六章由张翼编写,第三章由赵延民编写,第四、五章由鲍洁秋编写。全书由鲍洁秋统稿。在编写过程中,参阅了大量正式出版的文献和资料,在此谨向这些文献作者表示衷心感谢。

本书由沈阳工程学院刘宝贵教授主审,刘教授对初稿提出了宝贵的修改意见和建议,在此对刘宝贵教授表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在疏漏之处,诚盼读者批评指正。

作者

2015年2月于沈阳

目 录

前言	
第一章 电工工具和仪表	1
第一节 电工工具及其使用	1
第二节 电工仪表及其使用	8
第二章 电工操作技能与安全用电	16
第一节 电工基本操作技能	16
第二节 电气安全技术	26
第三节 触电急救方法	34
第三章 电工材料及其应用	41
第一节 电线和电缆	41
第二节 绝缘材料	54
第三节 磁性材料	59
第四节 特殊导电材料	60
第四章 低压电器及其应用	65
第一节 低压电器性能和参数	65
第二节 常用电气图形和文字符号	68
第三节 刀开关	72
第四节 熔断器	75
第五节 低压断路器	79
第六节 接触器	84
第七节 继电器	88
第八节 主令电器	96
第五章 电机控制线路设计与配线	99
第一节 三相异步电动机的正转控制	99
第二节 三相异步电动机的正、反转控制	104
第三节 三相异步电动机的行程控制	107
第四节 三相异步电动机的顺序控制	110
第五节 三相异步电动机的启动控制	113
第六节 三相异步电动机的制动控制	117
第六章 照明动力线路设计与安装	121
第一节 照明线路设计与安装	121
第二节 动力线路设计与安装	129
参考文献	136

第一章 电工工具和仪表

电工工具是电气工作者使用的工具,正确地使用工具能提高工作效率,更加安全地作业,因此要求每一位电气工作者必须掌握电工工具的结构、性能和正确的使用方法。

电工常用仪表是指用来测量电流、电压、电功率及电阻、电容和电感等仪表。在电气线路和用电设备的安装、使用与维修中,电工仪表对整个电气系统的检测和监视起着极为重要的作用,所以每个电气工作者应掌握常用电工仪表的安装和使用。

第一节 电工工具及其使用

一、钢丝钳

钢丝钳(又名克丝钳)是电工用于剪切或夹持导线、金属丝、工件的常用钳类工具。电工用钢丝钳柄部加有耐压 500V 以上的塑料绝缘套。

1. 钢丝钳的结构及用途

电工钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成。钳头由钳口(钳尖和钳嘴)、齿口(夹管口)、刀口部分组成。其中钳口用于弯绞线头或其他金属、非金属体;齿口用于紧固或旋动螺钉螺母;刀口用于切断电线、起拔铁钉、剥削导线绝缘层等,其结构如图 1-1 所示。

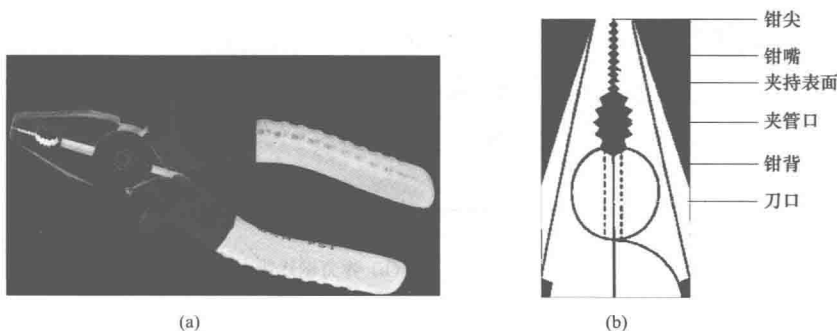


图 1-1 钢丝钳
(a) 实物图; (b) 结构图

2. 电工钢丝钳的使用注意事项

- (1) 使用电工钢丝钳操作以前,必须检查绝缘柄的绝缘是否完好,若带电作业绝缘套破损的钢丝钳严禁使用,以免发生触电危险。
- (2) 用电工钢丝钳剪切带电的导线时,不得用刀口同时剪切相线和零线(先断相线、后断中性线),以免发生短路故障。
- (3) 带电工作时注意钳头金属部分与带电体的安全距离。

二、尖嘴钳

尖嘴钳又名修口钳,其结构是钳的头部尖细,它除头部形状与钢丝钳不完全相同外,其功

能相似。适用于在狭小的工作空间操作。尖嘴钳的绝缘柄的耐压为 500V，主要用于切断较细的导线、金属丝，夹持小螺钉、垫圈，并可将导线端头弯曲成型。其形状如图 1-2 所示。

三、斜嘴钳

斜嘴钳又称扁口钳，主要用于剪断单股导线或多股细导线。其柄部包括铁柄、管柄和绝缘柄三种形式，电工常用绝缘柄形式的，其绝缘柄的耐压为 500V，如图 1-3 所示。



图 1-2 尖嘴钳



图 1-3 斜嘴钳

四、剥线钳

剥线钳是用于剥削 2.5mm^2 以下小直径导线绝缘层的专用工具，主要由钳头和手柄组成，剥线钳的钳口工作部分有 7 个不同孔径的切口，以便剥削不同规格的线芯绝缘层。剥线时为不损伤线芯，应放在大于线芯的切口上剥削，如图 1-4 所示。

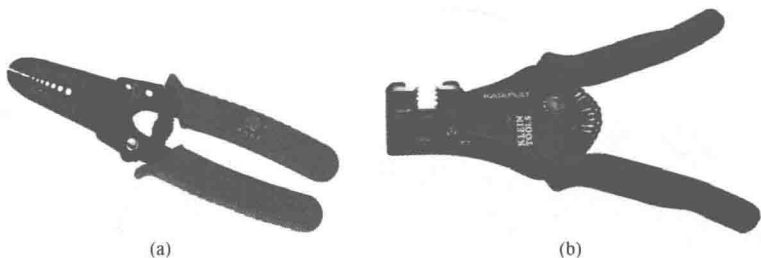


图 1-4 剥线钳

(a) 剪刀式剥线钳；(b) 弹力剥线钳

五、螺钉旋具

螺钉旋具又称起子、改锥，它带有螺纹是一种固定或拆卸螺钉的工具，如图 1-5 所示。

1. 螺钉旋具的使用方法

用螺钉旋具在木配电板上旋紧木螺钉时，除大拇指、食指和中指夹住握柄外，手掌还要顶住柄的末端，可以使出较大的力气，使用方法如图 1-6 所示。

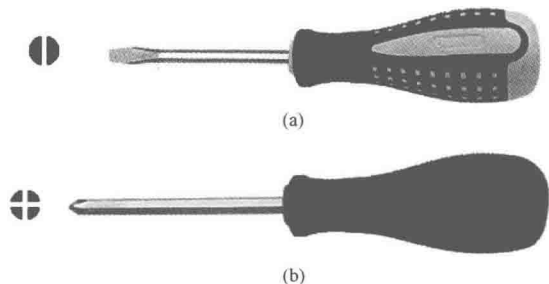


图 1-5 螺钉旋具

(a) “一”字螺钉旋具；(b) “十”字螺钉旋具

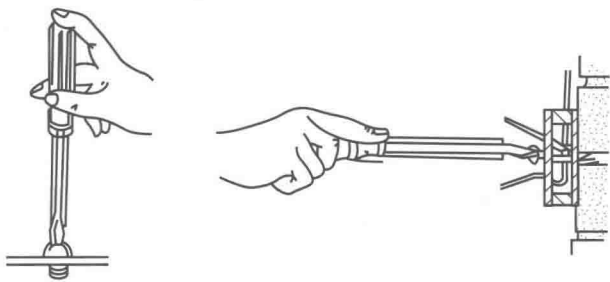


图 1-6 螺钉旋具的使用方法

2. 使用螺钉旋具的安全注意事项

(1) 电工不得使用金属杆直通手柄的螺钉旋具，否则容易造成触电事故。

(2) 用螺钉旋具紧固或拆卸带电的螺钉时，手不得触及螺钉旋具的金属杆，以免发生触电事故。

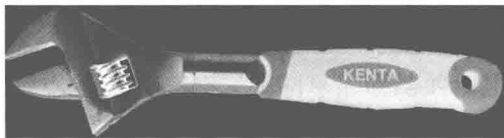
(3) 为避免螺钉旋具的金属杆触及皮肤或邻近的带电体，应在金属杆上套上绝缘管。

六、活扳手

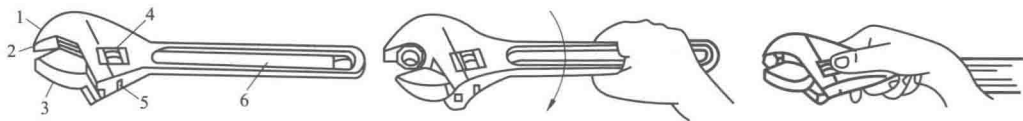
活扳手又叫活络扳手，用来紧固和起松螺母的一种专用工具。

1. 活扳手的结构

活扳手由头部和柄部组成。头部由活扳唇、呆扳唇、扳口、涡轮和轴销等构成，旋动涡轮可调节扳口的大小，如图 1-7 所示。使用时，右手握手柄。手越靠后，扳动起来越省力。



(a)



(b)

图 1-7 活扳手

(a) 实物图；(b) 操作分解图

1—呆扳唇；2—扳口；3—活扳唇；4—涡轮；5—轴销；6—手柄

2. 活扳手的使用方法

扳动较大螺母时，所需力矩较大，手应握在活络扳手柄尾部。扳动小螺母时，因需要不断地转动涡轮，调节扳口的大小，所以手应握在靠近呆扳唇，并用大拇指调节涡轮，以适应

螺母的大小。活络扳手的扳口夹持螺母时，呆扳唇在上，活扳唇在下。活扳手不可反过来使用。在扳动生锈的螺母时，可在螺母上滴几滴煤油或机油，以方便拧动。在拧不动时，切不可采用钢管套在活络扳手的手柄上来增加扭力，因为这样极易损伤活络扳唇。也不得把活络扳手当锤子用。

七、验电器

验电器是检验线路和电气设备是否带电的一种常用电工工具，分为低压验电器和高压验电器两种。

1. 低压验电器

低压验电器又称验电笔，有钢笔式和螺钉旋具式。如图 1-8 所示。低压验电器的前端是金属探头，后部塑料外壳，壳内装有氖泡。安全电阻和弹簧，笔尾端有金属端盖或钢笔型金属挂鼻，作为使用时手必须触及的金属部分。低压验电器测量电压范围在 $60\sim 500\text{V}$ 之间，低于 60V 时低压验电器的氖泡可能不会发光，高于 500V 不能用低压验电器来测量，否则容易造成人身触电。当低压验电器的笔尖触及带电体时，带电体上的电压经验电笔的笔尖（金属体）、氖泡、安全电阻、弹簧及笔尾端的金属体，再经过人体接入大地形成回路。若带电体与大地之间的电压超过 60V ，验电笔中的氖泡便会发光，指示被测带电体有电。使用验电笔时，应注意以下事项：

(1) 使用验电笔前，首先要检查验电笔里有无安全电阻，再直观检查验电笔是否有损坏，有无受潮或进水，检查合格后才能使用。

(2) 使用验电笔时，不能用手触及验电笔前端的金属探头，这样会造成人身触电事故。

(3) 使用验电笔时，一定要用手触及验电笔尾端的金属部分，否则，因带电体、验电笔、人体与大地未形成回路，验电笔中的氖泡不会发光，造成误判，认为带电体不带电，这是十分危险的措施。

(4) 在测量电气设备是否带电前，首先找一个已知电源测一测验电笔的氖泡能否正常发光，能正常发光，才能使用。

(5) 在明亮的光线下测试带电体时，应特别注意验电笔的氖泡是否真的发光（或不发光），必要时可用另一只手遮挡光线仔细判别。千万不要造成误判，将氖泡发光判断为不发光，而将有电判断为无电。

(6) 验电笔的笔尖虽与螺钉旋具形状相同，它只能承受很小的扭矩，不能像螺钉旋具那样使用，否则会损坏。

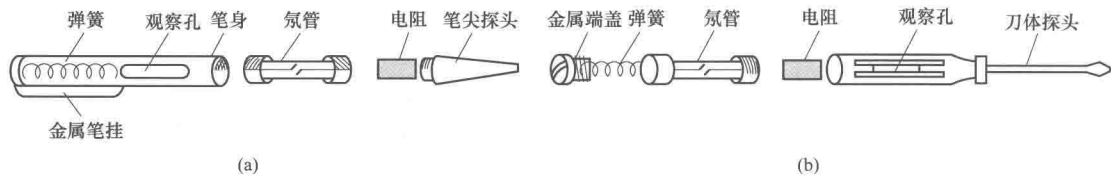


图 1-8 低压验电器
(a) 钢笔式；(b) 螺钉旋具式

使用低压验电器时,必须按照如图 1-9 所示的正确方法操作。注意手指必须接触笔尾的金属体(钢笔式)或测电笔顶部的金属螺钉(螺钉旋具式),使电流由被测带电笔和人体与大地构成回路。只要被测带电体与大地之间电压超过 60V 时,氖管就会启辉发光,观察时应将氖管窗口背光朝向自己。

低压验电器的使用方法有以下几点:

(1) 用低压验电器分别测试交流电源的相线和零线,观察氖管的发光情况。正常情况下,测试相线(火线)氖管发光;测试中性线(零线)氖管不发光。

(2) 用低压验电器区别直流电与交流电。分别用低压验电器测试直流电源和交流电源,可以观察到当交流电通过验电器时,氖管里两极同时亮;直流电通过验电器时,氖管里两个极只有一个极亮(负极)。

(3) 正负极接地的区别。发电厂和电网的直流系统是对地绝缘的,人站在地上,用验电笔触及系统正极或负极,氖管不发光的。如果发光,说明系统有接地现象。如亮点在靠近笔尖一端,则正极有接地现象;如果亮点在靠近手指的一端,则负极有接地现象。若接地现象微弱,则不能达到氖管的启辉电压,虽有接地现象,氖管仍不会发光。

(4) 电压高低的区别。可以根据验电笔氖管发光的强弱来估计电压的大约数值。因为在验电笔的使用电压内,电压越高、氖管越亮。

(5) 相线碰电气设备外壳。用验电笔触及电气设备的外壳(如电动机、变压器外壳等),若氖管发光,则相线与壳体相接触(或绝缘不良),说明该设备有漏电现象;若在壳体上有良好的接地装置,氖灯不会发光。

(6) 用低压验电器识别相线接地故障。在三相四线制线路,发生单相接地后,用验电器测试中性线(零线),氖管会发光;在三相三线制星形联结的线路中,用验电器测试三根相线,如果两相很亮,一相不亮,则这一相有接地故障。

2. 高压验电器

高压验电器分发光型、声光型、风车型三类,适用于 6、10、35、110、220、500kV 交流输电线路和设备的验电,无论白天或夜晚、室内变电站或室外架空线上,都能正确地判断被测设备是否带电,所以高压验电器是电力系统和工矿企业电气部门必备的安全用具。

高压验电器使用注意事项如下:

(1) 高压验电器在使用前,应先在确认有电的带电体上进行试验,检查其是否能正常验电,以免因氖管损坏,在检验中造成误判,危及人身或设备安全。凡是性能不可靠的验电器一律不允许使用。另外要防止验电器受潮或强烈振动,且平时不得随便拆卸验电器。

(2) 使用验电器时,应逐渐靠近被测物体,直至氖管发光;只有氖管不亮时,才可与被测物体直接接触。

(3) 室外使用高压验电器,必须在气候条件良好的情况下使用;雪、雨、雾及湿度较大的天气不宜使用,以防发生危险。

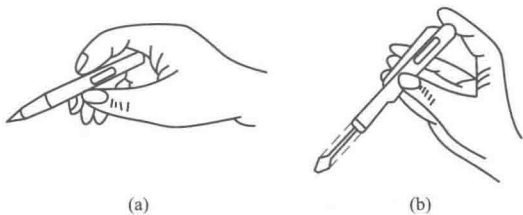


图 1-9 低压验电器的握法
(a) 钢笔式握法; (b) 螺钉旋具式握法

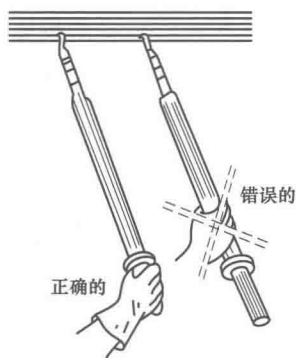


图 1-10 高压验电器的使用

(4) 使用高压验电器时必须戴符合耐压要求的绝缘手套，不可一人单独测试，身旁要有人监护，测试时要防止发生相间或对地短路事故，人体与带电体应保持足够的安全距离。10kV 及以下电压安全距离为 0.7m 及以上。

使用高压验电器时，应特别注意手握部位不得超过护环如图 1-10 所示。

八、绝缘棒

绝缘棒俗称令克棒，一般用电木、胶木、塑料、环氧玻璃布棒或环氧玻璃布管制成。在结构上可分为工作部分、绝缘部分和手握部分，如图 1-11 所示。

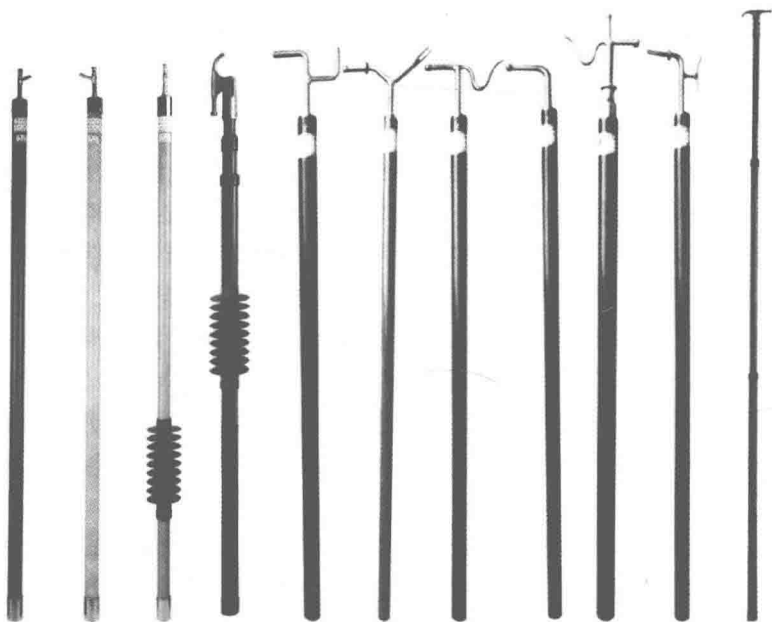


图 1-11 绝缘棒

1. 绝缘棒规格与参数

绝缘棒用以操作高压跌落式熔断器、单极隔离开关、柱上油断路器及装卸临时接地线等，在不同工作电压的线路上使用的绝缘棒可按表 1-1 选用。

表 1-1 绝缘棒规格与参数

规格	棒长		工作部分 长度 L_3 (mm)	绝缘部分 长度 L_2 (mm)	手握部分 长度 L_1 (mm)	棒身直径 D (mm)	钩子宽度 B (mm)	钩子终端 直径 d (mm)
	全长 L (mm)	节数						
500V	1640	1	185	1000	455	38	50	13.5
10kV	2000	2		1200	615			
35kV	3000	3		1950	890			

2. 绝缘棒使用时注意事项

- (1) 操作前, 棒表面应用清洁的干布擦净, 使棒表面干燥、清洁。
- (2) 操作时应戴绝缘手套, 穿绝缘靴或站在绝缘垫(台)上。
- (3) 操作者的手握部位不得越过隔离环。
- (4) 绝缘棒的型号、规格必须符合规定, 切不可任意取用。
- (5) 当下雨、下雪或潮湿天气, 在室外使用绝缘棒时, 棒上应装有防雨的伞形罩, 使绝缘棒的伞下部分保持干燥。没有伞形罩的绝缘棒, 不宜在上述天气中使用。
- (6) 在使用绝缘棒时要注意防止碰撞, 以免损坏表面的绝缘层。绝缘棒应存放在干燥的地方, 一般将其放在特制的架子上。绝缘棒不得与墙或地面接触, 以免碰伤其绝缘表面。
- (7) 绝缘棒应按规定进行定期绝缘试验。

九、绝缘夹钳

绝缘夹钳是在带电的情况下, 用来安装或拆卸高压保险器或执行其他类似工作的工具。在 35kV 及以下的电力系统中, 绝缘夹钳列为基本安全用具之一; 在 35kV 以上的电力系统中, 一般不使用绝缘夹钳。

1. 绝缘夹钳结构

绝缘夹钳与绝缘棒一样也是用电木、胶木或在亚麻仁油中浸煮过的木材制成。其结构包括工作部分、绝缘部分与手握部分三部分, 如图 1-12 所示。

2. 绝缘夹钳使用时注意事项

- (1) 操作前, 绝缘夹钳的表面应用清洁的干布擦拭干净, 使钳的表面干燥、清洁。
- (2) 操作时, 应戴上绝缘手套及防护眼镜, 穿上绝缘靴, 必须在切断负荷的情况下进行操作。
- (3) 在潮湿天气中, 只能使用专门的防雨夹钳。
- (4) 绝缘夹钳必须按规定进行定期试验。

十、导线压接钳

导线压接钳是一种用冷压方法来连接铜、铝导线的五金工具, 特别是在铝绞线和钢芯铝绞线敷设施工中要常用到。

导线压接钳可分为手压钳和油压钳两类。导线截面为 35mm^2 及以下的用手压钳, 35mm^2 以上用油压钳。

1. 手握型压线钳

阻尼式手握型压线钳如图 1-13 所示, 是适用于单芯铜、铝导线用压线帽进行钳压连接的手动工具。

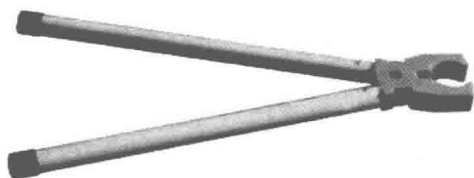


图 1-12 绝缘夹钳

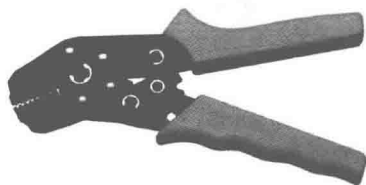


图 1-13 手握型压线钳

使用时注意事项如下:

- (1) 根据导线和压线帽规格给压力钳加压模块。

(2) 为便于压实导线, 压线帽内应填实, 可用同材质同线径的线芯插入压线帽内填补, 也可用线芯剥出后回折插入压线帽内。

2. 手提式油压钳

手提式油压钳截面 16mm^2 及以上的铜、铝绞线, 可采用手提式油压钳压接, 其外形如图 1-14 所示。

十一、电工工具夹

电工工具夹是电工用来盛装随身携带最常用工具的器具, 形状如图 1-15 所示。使用时用皮带系结在腰间。



图 1-14 手提式油压钳

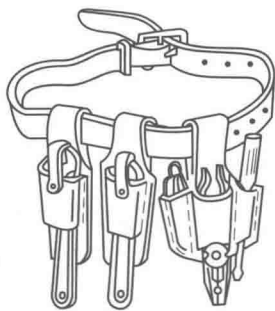


图 1-15 电工工具夹

第二节 电工仪表及其使用

一、数字万用表

数字万用表属于比较简单的测量仪器, 量程多易操作。数字万用表有自动选择量程形式和手动选择量程形式, 自动选择量程形式万用表外形如图 1-16 所示, 其使用方法十分简单, 不需要使用者考虑被测量幅值大小及单位的问题。相对来说手动选择量程形式的数字万用表使用方法稍显复杂, 其具体使用方法如下:

1. 电压的测量

(1) 直流电压的测量。首先将黑表笔插进“com”孔, 红表笔插进“VΩ”孔。把旋钮选到比估计值大的量程(注意: 表盘上的数值均为最大量程, “V—”表示直流电压挡, “V~”表示交流电压挡, “A”是电流挡), 把表笔接电源或电池两端; 保持接触稳定。数值可以直接从显示屏上读取, 若显示为“1.”, 则表明量程太小, 需加大量程后再测量工业电器; 如果在数值左边出现“-”, 则表明表笔极

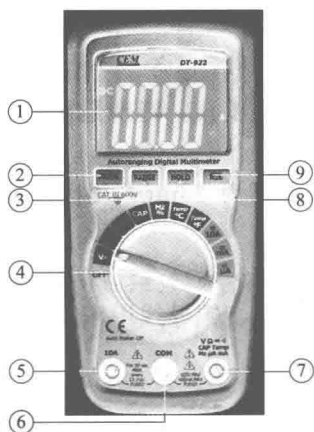


图 1-16 自动选择量程万用表

- ①—4000 位液晶显示屏; ②—模式按钮; (选择持续测量/二极管/电容/电阻/AC/DC/频率/占空比) ③—量程按钮; ④—功能选择旋盘; ⑤—10A 正极插孔; ⑥—COM 负极插孔; ⑦—正极插孔 [电压/电流 (μA 、 mA)/电阻/电容/二极管/占空比/温度/频率]; ⑧—数据保持按键; ⑨—相对值按钮

性与实际电源极性相反,此时红表笔接负极。

(2) 交流电压的测量。表笔插孔与直流电压的测量相同,应将旋钮打到交流挡“V~”处所需的量程即可。交流电压无正负之分,测量方法跟前面相同。无论测交流或直流电压,均要注意人身安全,不要随使用手触摸表笔的金属部分。

2. 电流的测量

(1) 直流电流的测量。先将黑表笔插入“COM”孔。若测量大于 200mA 的电流,则要将红表笔插入“10A”插孔并将旋钮打到直流“10A”挡;若测量小于 200mA 的电流,则将红表笔插入“200mA”插孔,将旋钮打到直流 200mA 以内的合适量程。调整好后,便可以测量。将万用表串接在电路中,保持稳定,即可读数。若显示为“1.”,那么就要加大量程;如果在数值左边出现“-”,则表明电流从黑表笔流进万用表。

(2) 交流电流的测量。测量方法与直流电流的测量相同,不过挡位应打到交流挡位,电流测量完毕后应将红笔插回“VΩ”孔。

3. 电阻的测量

将表笔插进“COM”和“VΩ”孔中,把旋钮打到“Ω”中所需的量程,用表笔接在电阻两端金属部位,测量中可以用手接触电阻,但不要把手同时接触电阻两端,这样会影响测量精确度。读数时,要保持表笔和电阻有良好的接触;应注意单位在“200”挡时单位为“Ω”,在“2k”~“200k”挡时单位为“kΩ”,“2M”以上的单位为“MΩ”。

4. 二极管的测量

数字万用表可以测量发光二极管、整流二极管。测量时,表笔位置与电压测量一样,将旋钮旋到“hFE”挡;用红表笔接二极管的正极,黑表笔接负极,这时会显示二极管的正向压降。肖特基二极管的压降为 0.2V 左右,普通硅整流管(1N4000、1N5400 系列等)约为 0.7V,发光二极管为 1.8~2.3V。调换表笔,显示屏显示“1.”则为正常,因为二极管的反向电阻很大,否则此管已被击穿。

5. 三极管的测量

表笔插接位置同上,其原理同二极管。先假定 A 脚为基极,用黑表笔与该脚相接,红表笔与其他两脚分别接触,若两次读数均为 0.7V 左右,然后再用红笔接 A 脚,黑笔接触其他两脚,若均显示“1.”,则 A 脚为基极,否则需要重新测量,且此管为 PNP 管。关于集电极和发射极可以利用“hFE”挡来判断,先将挡位打到“hFE”挡,可以看到挡位旁有一排小插孔,分为 PNP 和 NPN 管的测量。前面已经判断出管型,将基极插入对应管型“b”孔,其余两脚分别插入“c”“e”孔,此时可以读取数值,即 β 值;再固定基极,其余两脚对调;比较两次读数,读数较大的管脚位置与表面“c”“e”相对应。

6. 万用表使用注意事项

(1) 多数仪表所测量的交流电压峰值不得超过 700V,直流电压不得超过 1000V。交流电压频率响应:700V 量程为 40~100Hz,其余量程为 40~400Hz。

(2) 切勿在电路带电情况下测量电阻。不要在电流挡、电阻挡、二极管挡和蜂鸣器挡测量电压。

(3) 仪表在测试时,不能旋转功能转换开关,特别是高电压和大电流时,严禁带电转换量程。

(4) 当屏幕出现电池符号时,说明电量不足,应更换电池。

(5) 电路实验中一般不用万用表测量电流。

(6) 在每次测量结束后,应把仪表关掉。

二、钳形电流表

钳形电流表简称钳形表,分高压钳形电流表、低压钳形电流表两种,用于在不拆断线路的情况下直接测量线路中的电流。钳形表可以通过转换开关的拨挡,改换不同的量程,但拨挡时不允许带电进行操作。钳形表一般准确度不高,通常为 2.5~5 级。为使用方便,表内还有不同量程的转换开关供测不同等级电流以及测量电压的功能。钳形表最初是通过用来测量交流电流的,但是现在万用表有的功能也都有,可以测量交直流电压、电流、电容容量、二极管、三极管、电阻、温度、频率等。

1. 钳形电流表结构与原理

钳形电流表实质上是由一只电流互感器、钳形扳手和一只整流式磁电系有反作用力的仪表所组成。其结构如图 1-17 所示。钳型表的工作原理和变压器一样。初级线圈就是穿过钳型铁芯的导线,相当于 1 匝的变压器的一次线圈,这是一个升压变压器。二次线圈和测量用的电流表构成二次回路。当导线有交流电流通过时,就是这一匝线圈产生了交变磁场,在二次回路中产生了感应电流,电流的大小和一次电流的比例,相当于一次和二次线圈的匝数的反比。钳型电流表用于测量大电流,如果电流不够大,可以将一次导线在通过钳型表增加圈数,同时将测得的电流数除以圈数。钳形电流表的穿心式电流互感器的二次侧绕组缠绕在铁芯上且与交流电流表相连,它的一次侧绕组即为穿过互感器中心的被测导线。旋钮实际上是一个量程选择开关,扳手的作用是开合穿心式互感器铁芯的可动部分,以便使其钳入被测导线。

测量电流时,按动扳手,打开钳口,将被测载流导线置于穿心式电流互感器中间,当被测导线中有交变电流通过时,交流电流的磁通在互感器二次侧绕组中感应出电流,该电流通过电磁式电流表的线圈,使指针发生偏转,在表盘标度尺上指出被测电流值。钳形表包括模拟指针式钳形表和数字式钳形表两种,其中数字式钳形电流表如图 1-18 所示。

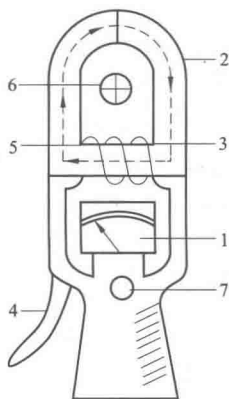


图 1-17 交流钳形电流表结构示意图

1—电流表; 2—电流互感器; 3—铁芯; 4—手柄;
5—二次绕组; 6—被测导线; 7—量程开关

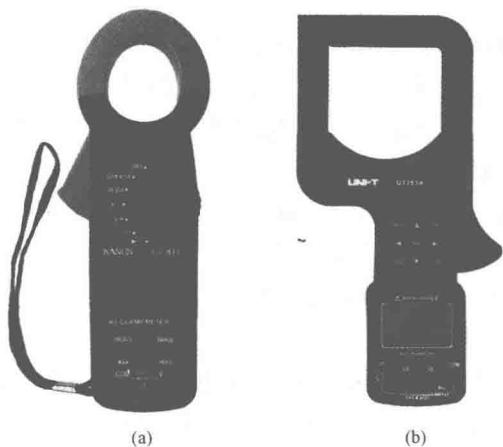


图 1-18 钳形电流表的外形

(a) 小口径钳形电流表; (b) 大口径钳形电流表

2. 钳形电流表使用注意事项

(1) 使用高压钳形表时应注意钳形电流表的电压等级, 严禁用低压钳形表测量高电压回路电流。用高压钳形表测量时, 应戴绝缘手套, 站在绝缘垫上, 不得触及其他设备, 以防止短路或接地。

(2) 观测表计时, 要特别注意保持头部与带电部分的安全距离, 人体任何部分与带电体的距离不得小于钳形表的整个长度。

(3) 在高压回路上测量时, 禁止用导线从钳形电流表另接表计测量。测量高压电缆各相电流时, 电缆头线间距离应在 300mm 以上, 且绝缘良好, 在认为测量方便时, 方能进行。

(4) 测量低压可熔保险器或水平排列低压母线电流时, 应在测量前将各相可熔保险或母线用绝缘材料加以保护隔离, 以免引起相间短路。

(5) 当电缆有一相接地时, 严禁测量。防止出现因电缆头的绝缘水平低发生对地击穿爆炸而危及人身安全。

(6) 钳形电流表测量结束后把开关拨至最大程挡, 以免下次使用时不慎过流, 并应保存在干燥的室内。

三、绝缘电阻表

绝缘电阻表是用来测量大电阻和绝缘电阻的专用仪器, 绝缘电阻表分为手摇式绝缘电阻表(又称为摇表)和数字式绝缘电阻表, 其外形如图 1-19 所示。手摇式绝缘电阻表由一个手摇发电机和一个磁电式比率表两大部分构成。手摇发电机提供一个便于携带的高电压测量电源, 电压范围在 500~5000V 之间。磁电式比率表是测量两个电流比值的仪表, 由电磁力产生反作用力矩来测量电器设备的绝缘电阻值。根据其测量结果, 可以简单地鉴别电气设备绝缘的好坏。常用绝缘电阻表的额定电压为 500、1000、2500V 等几种, 其标度尺单位是“兆欧”(MΩ)。

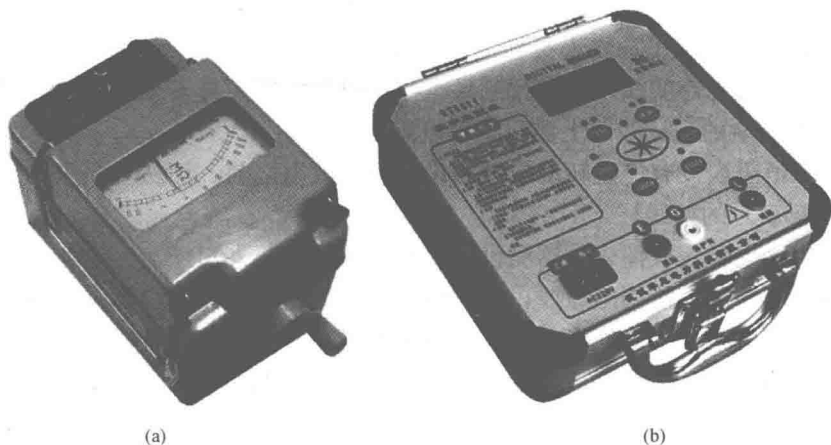


图 1-19 绝缘电阻表
(a) 手摇式绝缘电阻表; (b) 数字式绝缘电阻表

1. 绝缘电阻表(摇表)的使用方法

绝缘电阻表(摇表)有三个接线端子, 一个标有“线路”或“L”的端子(也称相线),

该端子接于被测设备的导体上,另一个标有“地”或“E”的端子接于被测设备的外壳或接地;第三个标有“屏蔽”或“C”端子接于测量时需要屏蔽的电极。

(1) 绝缘电阻表(摇表)选择。

要根据所测量的电气设备选用绝缘电阻表(摇表)的最高电压和测量范围。测量额定电压在500V以下的设备时,应选用500~1000V量程绝缘电阻表(摇表);额定电压500V以上时,应选用1000~2500V的绝缘电阻表(摇表)。

(2) 绝缘电阻表(摇表)的操作。

1) 使用前要检查指针的“0”与“ ∞ ”位置是否正确。检查方法为先使“L”“E”两端子开路,将绝缘电阻表(摇表)放在适当的水平位置,摇动手柄至发电机额定转速(一般为120r/min)后,指针应指在“ ∞ ”位置上。如不能达到“ ∞ ”,说明测试用引线绝缘不良或绝缘电阻表本身受潮。应用干燥清洁的软布,擦拭“L”端与“E”端子间的绝缘,必要时将绝缘电阻表(摇表)放在绝缘垫上,若还达不到“ ∞ ”值,则应更换测试引线。然后再将“L”“E”两端子短路,轻摇发电机,指针应指在“0”位置上。如指针不指零,说明测试引线未接好或绝缘电阻表(摇表)出现问题。

2) 绝缘电阻表(摇表)的测试引线应选用绝缘良好的多股软线,“L”“E”两端子引线应独立分开,避免缠绕在一起,以提高测试结果的准确性。

3) 在摇测绝缘时,应使绝缘电阻表(摇表)保持额定转速,一般为120~150r/min,测试开始时先将“E”端子引线与被测设备外壳与地相连接,待转动摇柄至额定转速后再将“L”端子引线与被测设备的测试极相碰接,待指针稳定后(一般为1min),读取并记录电阻值。在整个测试过程中摇柄转速应保持恒定匀速,避免快慢不均。

2. 绝缘电阻表(摇表)使用注意事项

(1) 绝缘电阻表(摇表)的发电机电压等级应与被测物的耐压水平相适应,以避免被测物的绝缘击穿。

(2) 禁止摇测带电设备,双回路架空线路或母线,当一路带电时,不得测量另一路的绝缘电阻,以防高压的感应电危害人身和仪表的安全。

(3) 严禁在有人工作的线路上进行测量工作,以免危害人身安全。雷电时禁止用绝缘电阻表(摇表)在停电的高压线路上测量绝缘电阻。

(4) 在绝缘电阻表没有停止转动或被测设备没有放电之前,切勿用手去触及被测设备或绝缘电阻表(摇表)的接线柱。

(5) 使用绝缘电阻表(摇表)摇测设备绝缘时,应由两人担任。

(6) 测量用的导线应使用绝缘线,两根引线不能绞在一起,其端部应有绝缘套。

(7) 在带电设备附近测量绝缘电阻时,测量人员和绝缘电阻表(摇表)的位置必须选择适当,保持与带电体的安全距离,以免绝缘电阻表引线或引线支持物触碰带电部分。移动引线时,必须注意监护,防止工作人员触电。

(8) 摇测电容器、电力电缆、大容量变压器、电机等容性设备时,绝缘电阻表(摇表)必须在额定转速状态下,方可将测量笔接触或离开被测设备,以免因电容放电而损坏仪表。

(9) 测量电器设备绝缘时,必须先断电,经放电后才能测量。

(10) 每年检验一次,不合格不得使用。