

高职高专技能实训系列丛书



# 电工技能实训

汪永华 主编



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



高职高专技能实训系列丛书

# 电工技能实训

技能实训丛书编委会

|     |     |     |     |     |  |
|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 主 任 | 孙敬华 |     |     |     |  |
| 副主任 | 宋天武 | 吕同斌 | 汪永华 |     |  |
| 委 员 | 陶有抗 | 胡晓军 | 陈送财 | 丁亚明 |  |
|     | 李宗尧 | 满广生 | 陈时禄 |     |  |

电 工 技 能 实 训

|     |     |     |     |     |  |
|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 主 编 | 汪永华 |     |     |     |  |
| 副主编 | 吕之伦 | 马光胜 |     |     |  |
| 参 编 | 陶 莉 | 蒋永明 | 宋天武 | 陶有抗 |  |
|     | 陈化钢 | 兰旺英 | 石 惠 | 李春阳 |  |
| 主 审 | 陈化钢 |     |     |     |  |

机械工业出版社

为加强高职教育技能实训的要求,特组织编写一套技能实训系列丛书,其中包括《电工技能实训》、《计算机技能实训》、《土木工程技能实训》、《机械工程技能实训》共4本。本书为《电工技能实训》。

本书共分13章,主要介绍电工基本技能、电工基本测试、电工基本操作、电子线路的安装、电动机、变压器、电力线路、电气照明、低压配电装置的安装、防雷装置与接地、电气试验、继电器特性及线路保护试验、可编程控制器及变频控制。

本书可作为高职高专机电一体化、电气、电子及自动化类专业学生进行实践性教学的指导用书,也可供其他职业教育(培训)以及有关工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

电工技能实训/汪永华主编. —北京:机械工业出版社, 2006.2

(高职高专技能实训系列丛书)

ISBN 7-111-18514-5

I. 电… II. 汪… III. 电工技术-高等学校:技术学校-教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 010099 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:余茂祚

责任编辑:余茂祚 版式设计:冉晓华 责任校对:姚培新

封面设计:马精明 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm<sup>1/16</sup>·23 印张·368 千字

0 001—4 000 册

定价:34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换  
本社购书热线电话(010) 68326294

编辑热线(010) 68354423

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

本书是根据教育部教高〔2000〕2号文件精神，吸收了近几年来国内许多高职高专院校教育改革研究成果，结合我们多年实践性教学需要编写的系列实训教材之一，可供机电设备、电气自动化技术、电力系统自动化、机电一体化技术、应用电子技术、数控技术、机械设计与制造等专业使用，也可供相关专业工程技术人员参考。

本书是以培养应用性人才为目标，以技术技能培养为本位，以基本理论够用为度，以最新的国家标准、规范、规程为依据，结合编者多年的教学和工程实践，并参考了许多院校的有关试验、实训教材进行编写的。其目的是加强及规范实训要求和内容，提高实践性教学质量。本书各章节均包括实训内容、目的要求、实训步骤、实训题和复习思考题等，使学生在实训前便于预习、在实训中便于操作、在实训后便于写出实训报告和总结，从而收到良好的实训效果。

编写本书时力求做到基本概念准确、简捷清晰，避免过多的分析计算，避免与理论教学重复，在阐述传统的施工、安装工艺的同时，注重介绍新材料、新工艺、新设备、新技术及电气工程的最新成果。本书内容广泛、深入浅出，理论联系实际，便于学生学习和解决工程实际问题。

本书共分13章。第1、3章由马光胜编写；第2章由陶莉编写；第4、6章由吕之伦编写；第5章由蒋永明编写；第7章由汪永华编写；第8章由宋天武编写；第9章由陶有抗编写；第10、11章由陈化钢编写；第12章由兰旺英编写；第13章由石惠、李春阳合作编写。本书由汪永华担任主编。

本书由陈化钢教授主审，在编写过程中还得到李兴旺教授、孙敬华教授的指导，在此表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中有错误和疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第1章 电工基本技能 .....             | 1   |
| 1.1 常用电工工具及使用 .....          | 1   |
| 1.2 常用电工仪表及使用 .....          | 9   |
| 1.3 电工安全常识 .....             | 13  |
| 第2章 电工基本测试 .....             | 20  |
| 2.1 电工基本测试须知 .....           | 20  |
| 2.2 认识试验及电路中电位的测量 .....      | 21  |
| 2.3 基尔霍夫定律和叠加原理 .....        | 23  |
| 2.4 电压表和电流表的检验 .....         | 25  |
| 2.5 电阻的测量 .....              | 27  |
| 2.6 荧光灯电路及功率因数的提高 .....      | 29  |
| 2.7 三相负载的星形和三角形联结 .....      | 31  |
| 2.8 三相功率的测量 .....            | 33  |
| 2.9 感应式单相电能表的校验 .....        | 35  |
| 2.10 二极管和三极管的测量判断 .....      | 36  |
| 2.11 共发射极单管放大电路 .....        | 39  |
| 2.12 桥式整流与滤波电路 .....         | 40  |
| 2.13 OTL 功率放大器 .....         | 42  |
| 2.14 集成逻辑门电路 .....           | 44  |
| 2.15 触发器 .....               | 46  |
| 2.16 计数器 .....               | 49  |
| 2.17 译码驱动器和数码显示器 .....       | 51  |
| 第3章 电工基本操作 .....             | 53  |
| 3.1 钳工基本操作 .....             | 53  |
| 3.2 导线连接 .....               | 67  |
| 3.3 线路设备固定件的埋设 .....         | 73  |
| 3.4 简易起重与搬运工具的使用 .....       | 77  |
| 第4章 电子线路的安装 .....            | 80  |
| 4.1 常用电子元器件的认知 .....         | 80  |
| 4.2 电子产品装配工艺 .....           | 94  |
| 4.3 常用电子仪器 .....             | 106 |
| 第5章 电动机 .....                | 113 |
| 5.1 三相异步电动机的选择与安装 .....      | 113 |
| 5.2 三相异步电动机的拆装与定子绕组的拆换 ..... | 121 |
| 5.3 电动机的控制 .....             | 133 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 第6章 变压器 .....                    | 157 |
| 6.1 小型变压器的安装 .....               | 157 |
| 6.2 变压器的检修 .....                 | 168 |
| 第7章 电力线路 .....                   | 175 |
| 7.1 登高技能训练 .....                 | 175 |
| 7.2 架空电力线路施工 .....               | 179 |
| 7.3 电缆线路施工 .....                 | 195 |
| 第8章 电气照明 .....                   | 211 |
| 8.1 室内配线 .....                   | 211 |
| 8.2 室内照明灯具的布置与安装 .....           | 217 |
| 8.3 开关和插座的安装 .....               | 227 |
| 第9章 低压配电装置的安装 .....              | 234 |
| 9.1 常用低压电器的安装 .....              | 234 |
| 9.2 二次接线的安装 .....                | 247 |
| 9.3 低压配电装置的制作和现场安装 .....         | 256 |
| 第10章 防雷装置与接地 .....               | 269 |
| 10.1 防雷装置的安装 .....               | 269 |
| 10.2 接地装置的安装 .....               | 275 |
| 10.3 接地电阻的测量 .....               | 284 |
| 第11章 电气试验 .....                  | 290 |
| 11.1 测量绝缘电阻 .....                | 290 |
| 11.2 测量泄漏电流 .....                | 292 |
| 11.3 测量介质损耗因数 $\tan\delta$ ..... | 294 |
| 11.4 直流耐压试验 .....                | 297 |
| 11.5 交流耐压试验 .....                | 298 |
| 11.6 测量绝缘油介电强度 .....             | 299 |
| 11.7 测量直流电阻 .....                | 300 |
| 第12章 继电器特性及线路保护试验 .....          | 303 |
| 12.1 电磁型电流继电器和电压继电器试验 .....      | 303 |
| 12.2 电磁型时间继电器试验 .....            | 305 |
| 12.3 信号继电器试验 .....               | 307 |
| 12.4 中间继电器试验 .....               | 309 |
| 12.5 功率方向继电器试验 .....             | 310 |

|                                           |            |                        |            |
|-------------------------------------------|------------|------------------------|------------|
| 12.6 差动继电器试验 .....                        | 315        | 的使用 .....              | 331        |
| 12.7 线路过电流保护试验 .....                      | 320        | 13.2 基本指令实训 .....      | 338        |
| 12.8 电流速断电压闭锁保护试验 .....                   | 322        | 13.3 高级指令实训 .....      | 340        |
| 12.9 单侧电流辐射式输电线路三段式<br>电流保护试验 .....       | 324        | 13.4 PLC 综合应用 .....    | 343        |
| <b>第 13 章 可编程序控制器及变<br/>    频控制 .....</b> | <b>331</b> | 13.5 变频器结构与功能预置 .....  | 346        |
| 13.1 松下 PLC 硬件认识和编程软件                     |            | 13.6 变频器外部操作模式设置 ..... | 354        |
|                                           |            | 13.7 电动机带负载实训 .....    | 358        |
|                                           |            | <b>参考文献 .....</b>      | <b>361</b> |

# 第 1 章 电工基本技能

本章介绍常用电工工具、电工仪表的使用方法，电工基本操作方法及技能和电工安全常识。

## 1.1 常用电工工具及使用

### 1.1.1 电工常用工具的使用

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。

(1) 验电器的分类：验电器分低压和高压两种。

1) 低压验电器。低压验电器又称测电笔（简称电笔），有钢笔式和螺钉旋具式（又称旋凿式）两种。如图 1-1 所示。

钢笔式低压验电器由氖管、电阻、弹簧、笔身和笔尖等组成，如图 1-1a 所示。

使用低压验电器时，必须按照图 1-2 所示的方法把笔握妥。以手指触及笔尾的金属体，使氖管小窗背光朝向自己。

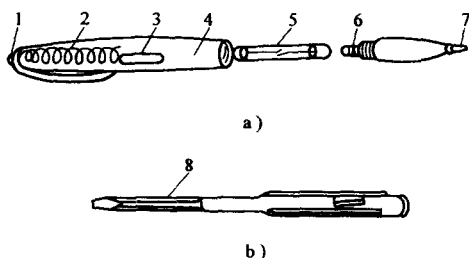


图 1-1 低压验电器

a) 钢笔式低压验电器 b) 螺钉旋具式低压验电器

1—笔尾的金属体 2—弹簧 3—小窗

4—笔身 5—氖管 6—电阻 7—笔

尖的金属体 8—绝缘套管

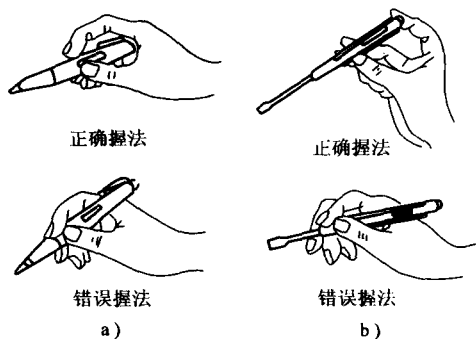


图 1-2 低压验电器的握法

a) 钢笔式握法 b) 螺钉旋具式握法

当用电笔测试带电体时，电流经带电体、电笔、人体到大地形成通电电路，只要带电体与大地之间的电位差超过 60V，电笔中的氖管就发光。

低压验电器检测电压的范围为 60 ~ 500V。

2) 高压验电器。高压验电器又称高压测电器，10kV 高压验电器由金属钩、氖管、氖管窗、固紧螺钉、护环和握柄等组成，如图 1-3

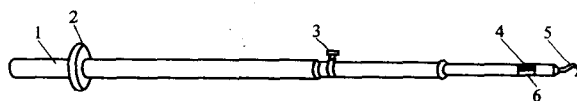


图 1-3 10kV 高压验电器

1—握柄 2—护环 3—固紧螺钉 4—氖管窗 5—金属钩 6—氖管

所示。

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 1-4 所示。

## (2) 使用验电器的安全知识

1) 验电器在使用前应在确有电源处试测，证明验电器确实良好，方可使用。  
2) 使用时，应逐渐靠近被测物体直至氖管亮。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；在雪、雨、雾及湿度较大的情况下，不宜使用，以防发生危险。

4) 高压验电器测试时必须戴符合耐压要求的绝缘手套；不可一个人单独测试，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 高压为 0.7m 以上），并应半年一次做定期预防性试验。

## 2. 螺钉旋具 螺钉旋具是一种紧固或拆卸螺钉的工具。

(1) 螺钉旋具的式样和规格：螺钉旋具的式样和规格很多，按头部形状不同可分为一字形和十字形两种，如图 1-5 所示。

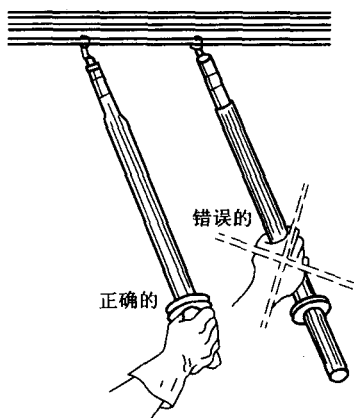


图 1-4 高压验电器的握法

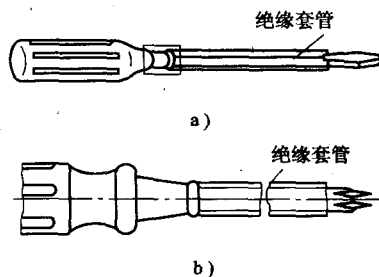


图 1-5 螺钉旋具

a) 一字形螺钉旋具 b) 十字形螺钉旋具

一字形螺钉旋具常用的规格有 50mm、100mm、150mm 和 200mm 等规格，电工必备的是 50mm 和 150mm 两种。十字形螺钉旋具专供紧固或拆卸十字槽的螺钉，常用的规格有 I ~ IV 号 4 种，分别适用于直径为 2~2.5mm、3~5mm、6~8mm 和 10~12mm 的螺钉。

按握柄材料不同，螺钉旋具又可分为木柄和塑料柄两种。

## (2) 使用螺钉旋具的安全知识

1) 电工不可使用金属杆直通柄顶的螺钉旋具，否则使用时很易造成触电事故。  
2) 使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，或触及邻近带电体，应在金属杆上穿套绝缘管。螺钉旋具的使用方法如图 1-6 所示。

3. 钢丝钳 钢丝钳有铁柄和绝缘柄两种, 绝缘柄为电工用钢丝钳, 常用的规格有150mm、175mm和200mm 3种。

(1) 电工钢丝钳的构造和用途: 电工钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成, 钳头由钳口、齿口、刀口和侧口4部分组成。钳口用来弯绞和钳夹导线线头; 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。其构造及用途如图1-7所示。

(2) 使用电工钢丝钳的安全知识

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

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。

4. 尖嘴钳 尖嘴钳的头部尖细, 适用于在狭小的工作空间操作。尖嘴钳也有铁柄和绝缘柄两种, 绝缘柄的耐压为500V, 其外形如图1-8所示。尖嘴钳的用途有以下几个方面:

- 1) 带有刃口的尖嘴钳能剪断细小金属丝。
- 2) 尖嘴钳能夹持较小的螺钉、垫圈和导线等元件, 进行施工。
- 3) 在装接控制电路板时, 尖嘴钳能将单股导线弯成一定圆弧的接线端子。

5. 断线钳 断线钳又称斜口钳, 钳柄有铁柄、管柄和绝缘柄3种形式, 其中电工用绝缘柄断线钳的外形如图1-9所示。其耐压为1000V。

断线钳是用于剪断较粗的金属丝、线材及电线电缆等的专用工具。

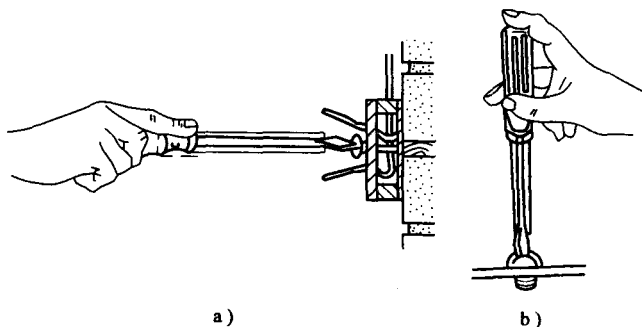


图1-6 螺钉旋具的使用方法

a) 大螺钉旋具的使用方法 b) 小螺钉旋具的使用方法

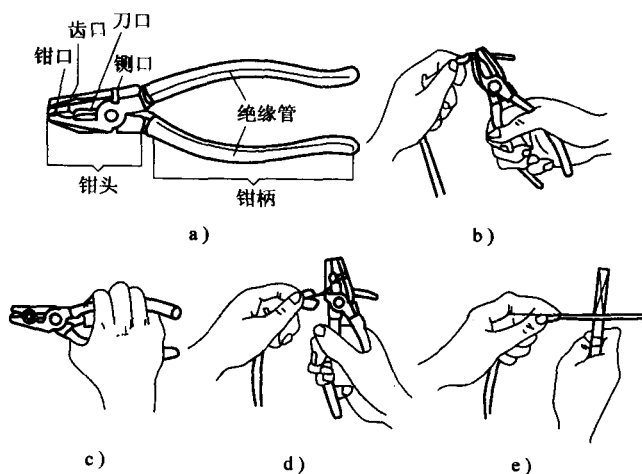


图1-7 电工钢丝钳的构造及用途

a) 构造 b) 弯绞导线 c) 紧固螺母 d) 剪切导线 e) 侧切钢丝

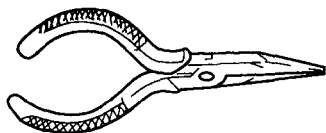


图1-8 尖嘴钳

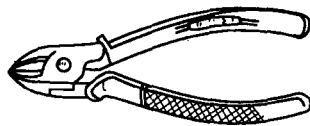


图1-9 电工用绝缘柄断线钳

6. 剥线钳 剥线钳是用于剥削小直径导线绝缘层的专用工具, 其外形如图 1-10 所示。它的手柄是绝缘的, 耐压为 500V。

使用剥线钳时, 将要剥削的绝缘长度用标尺定好后, 即可把导线放入相应的刃口中 (比导线直径稍大), 用手将钳柄一握, 导线的绝缘层即被割破, 并自动弹出。

7. 电工刀 电工刀是用来剖削电线线头、切割木台缺口和削制木枕的专用工具, 其外形如图 1-11 所示。

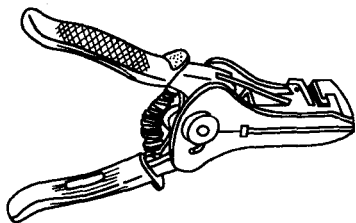


图 1-10 剥线钳



图 1-11 电工刀

(1) 电工刀的使用: 使用时, 应将刀口朝外剖削, 剖削导线绝缘层时, 应使刀面与导线成较小的锐角, 以免割伤导线。

(2) 使用电工刀的安全知识

- 1) 使用电工刀时, 应注意避免伤手。
- 2) 电工刀用毕, 随即将刀身折进刀柄。
- 3) 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, 以免触电。

8. 多功能剥线钳 多功能剥线钳又称七合一多功能组合工具, 目前有 HS—1041、HS—1042 和 HS—1043 共 3 种型号, 它是集剥线器、线剪、钢丝剪、钳子、圈线器、刻度尺、卷压工具和剥线器 (附带摩擦刀刃) 于一体的多功能工具。多功能剥线钳的构造及用途如图 1-12 所示。

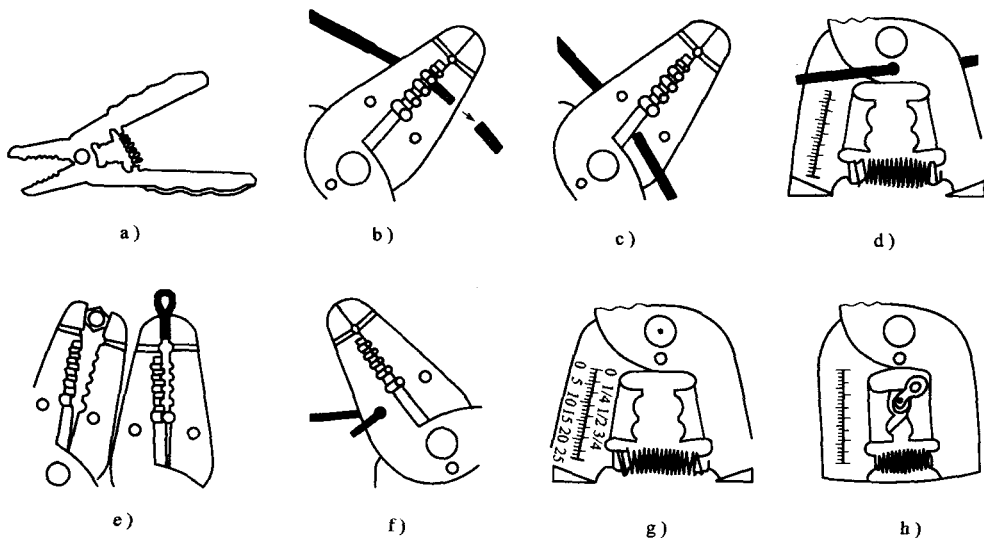


图 1-12 多功能剥线钳的构造及用途

a) 外形构造 b) 剥线器 c) 线剪 d) 钢丝剪 e) 钳子 f) 圈线器 g) 刻度 h) 卷压工具

9. 剥线电工刀 它是一种特殊的电工工具,在刀柄头上装有内刀及带弓形支架的外刀,适用于切剥外径为  $10 \sim 300\text{mm}$  的电线电缆绝缘层,结构如图 1-13 所示。外刀的使用如同普通电工刀。切剥电线时,先将外刀推出,将电线置于刀架弯内,再调正内刀,使刀尖楔入绝缘层(以不刺穿绝缘为宜),然后按顺时针方向旋动电工刀一周,再往上提刀,即可将电线绝缘层剥去。不过剥切长度不能太长,太长还是要以外刀如普通电工刀一样剖线。

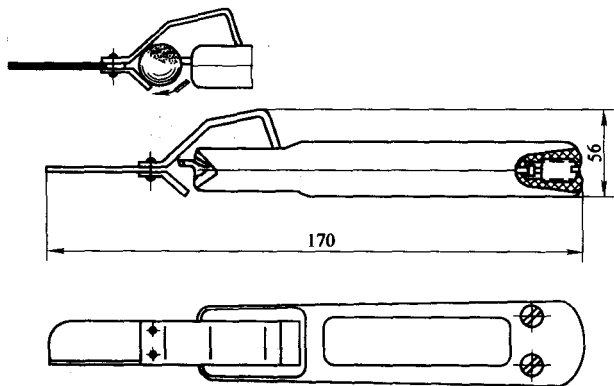


图 1-13 剥线电工刀

10. 活扳手 活扳手又称活扳头,是用来紧固和起松螺母的一种专用工具。

(1) 活扳手的构造和规格:活扳手由头部和柄部组成,头部由活扳唇、呆扳唇、扳口、蜗轮和轴销等构成,如图 1-14a 所示。旋动蜗轮可调节扳口的大小。规格是以长度  $\times$  最大开口宽度(单位为  $\text{mm}$ )来表示,电工常用的活扳手规格有  $150\text{mm} \times 19\text{mm}$  (6in)、 $200\text{mm} \times 24\text{mm}$  (8in)、 $250\text{mm} \times 30\text{mm}$  (10in) 和  $300\text{mm} \times 36\text{mm}$  (12in) 等 4 种。

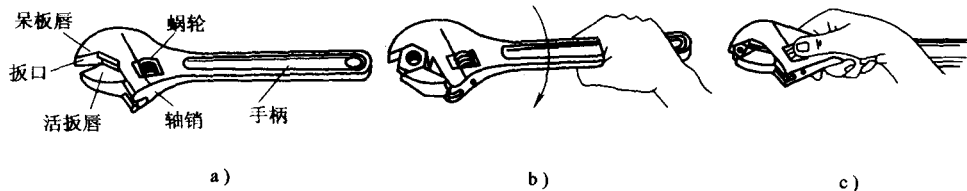


图 1-14 活扳手

a) 活扳手构造 b) 扳较大螺母时握法 c) 扳较小螺母时握法

## (2) 活扳手的使用方法

- 1) 扳动大螺母时,需用较大力矩,手应握在近柄尾处,如图 1-14b 所示。
- 2) 扳动较小螺母时,需用力矩不大,但螺母过小易打滑,故手应握在近头部的地方,如图 1-14c 所示。可随时调节蜗轮,收紧活扳唇,防止打滑。
- 3) 活扳手不可反用,以免损坏活扳唇,也不可用钢管接长柄来施加较大的扳拧力矩。
- 4) 活扳手不得当作撬棒和锤子使用。

11. 电钻与冲击电钻 电钻是手提式,因其体积小、质量轻、携带方便而适用于因地、工作形状和加工部位等限制不能用钻床进行钻孔的金属、木材和塑料上钻孔,在施工中得到广泛应用。电钻有 J1Z 系列 (6、10、13、19 型) 单相串励电钻和 J3Z 系列 (13、19、23、32、38、49 型) 三相工频电钻两类。单相串励电钻一般用  $50\text{Hz}$  交流电,也可用直流电源。电钻结构主要由电动机、外壳、减速箱、手柄、开关和钻夹头或锥孔套筒等组成。

冲击电钻是一种特殊的电钻，亦为手提式，具有可调节的冲击机构，使钻头能产生单一旋转或旋转带冲击运动。装上镶硬质合金钢头的麻花钻可用于在混凝土、岩石、砖瓦等脆性材料上钻孔。现有 J1ZC—12 型单相串励冲击电钻（最大钻孔直径为 12mm）和 Z3ZD—13 型三相工频冲击电钻（最大钻孔直径为 13mm）。冲击电钻结构除多了一个冲击头外，和普通电钻相同。随着膨胀螺钉的推广应用，冲击电钻也将得到越来越多的应用。另外，还有一种叫电锤的电动工具，也有冲击电钻的相同功能，钻孔直径可达 18mm、22mm、28mm。J1ZC—12 型冲击电钻结构原理如图 1-15 所示。

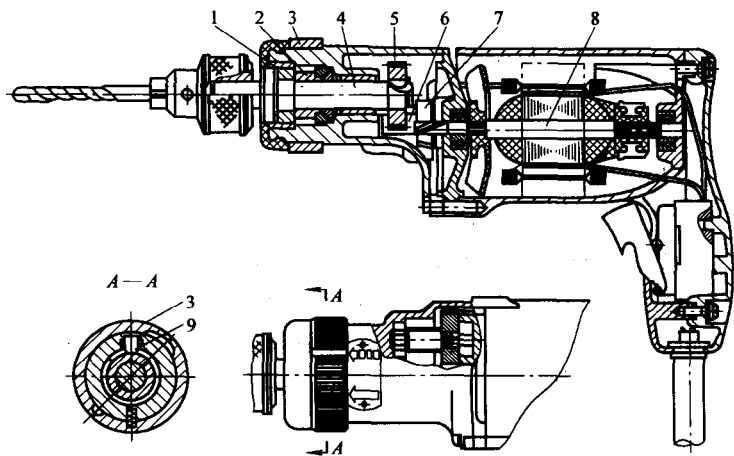


图 1-15 J1ZC—12 型冲击电钻结构原理

1—活动冲击子 2—固定冲击子 3—控制环 4—输出轴  
5、6、7—变速齿轮 8—电枢轴 9—定位销

电钻或冲击电钻使用注意事项如下：

- 1) 外壳经接地线接地，防止触电事故。
- 2) 经常检查橡胶软线是否良好。
- 3) 装拆钻头应使用钻夹头钥匙，不能用其他东西敲打。
- 4) 清除换向器污垢，检查弹簧压力，更换已磨扣电刷，当发生较大火花时，应及时检查修理。
- 5) 定期更换轴承润滑油，交直流两用电钻的滚动轴承和齿轮箱内最好用锂基润滑脂，三相电钻用 2 号复合钙基脂，滑动轴承采用 15 号车用全损耗系统用油。

12. 电工用凿 电工用凿按用途不同分为麻线凿、小扁凿和长凿等，其外形如图 1-16 所示。

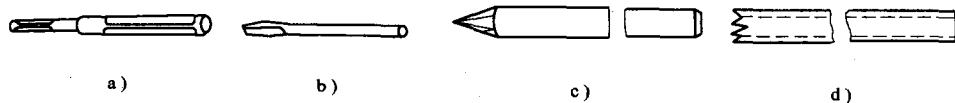


图 1-16 电工用凿

a) 麻线凿 b) 小扁凿 c) 凿混凝土孔用长凿 d) 凿砖墙孔用长凿

(1) 麻线凿：麻线凿也叫圆棒凿，用来凿打混凝土结构建筑物的木棒孔，电工常用的麻线凿有 16 号和 18 号两种，16 号麻线凿可凿直径约为 8mm 的木棒孔，18 号麻线凿可凿直径约为 6mm 的木棒孔。凿孔时，要用左手握住麻线凿，并要不断地转动凿子，使灰、砂、碎石及时排出。

(2) 小扁凿：小扁凿是用来凿打砖墙上的方形木棒孔。电工常用的小扁凿的凿口宽度约为 12mm。

(3) 长凿：长凿用于凿打穿墙孔。凿打混凝土穿墙孔的长凿由中碳圆钢制成，其外形如图 1-16c 所示；凿打砖穿墙孔的长凿由无缝钢管制成，其外形如图 1-16d 所示。长凿直径有 19mm、25mm 和 30mm，长度通常有 300mm、400mm 和 500mm 等多种。使用长凿时，应不断旋转，及时排出碎屑。

13. 压接钳 电工常用压接钳有手动机械压接钳和手动液压压接钳两种。手动液压压接钳因其性能可靠、维修简单、操作方便、不受方向性限制、工作效率高而成为动力、照明电路及电缆安装中连接和封端的新型工具。其结构原理如图 1-17 所示。

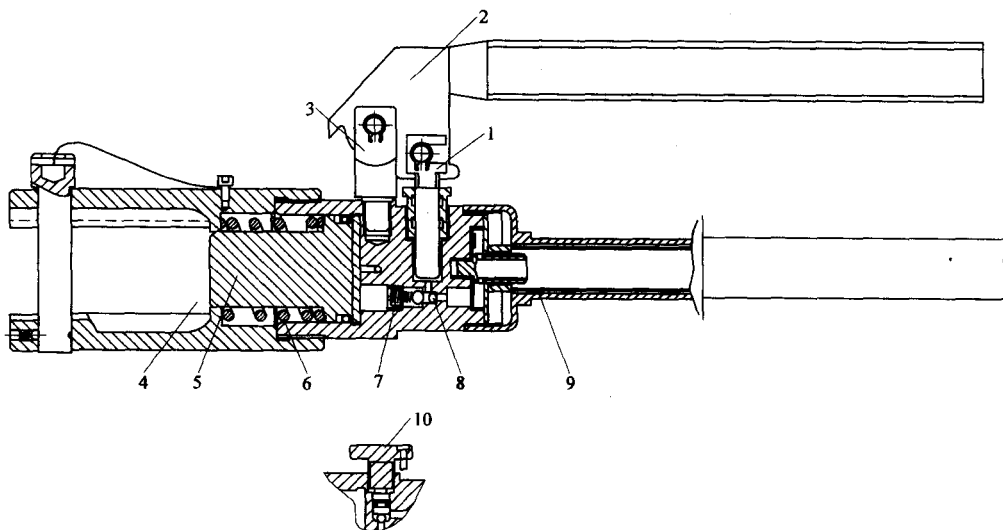


图 1-17 手动液压压接钳结构

1—油泵芯子 2—液压手柄 3—支架 4—活动压模 5—大活塞 6—回油弹簧  
7—自吸阀门 8—进油钢球 9—储油管 10—回油螺钉

(1) 手动液压压接钳的工作原理：配好相应模具，扳动液压手柄 2，使油泵芯子 1 上升，这时进油钢球 8 开启进油。液压柄 2 往下压时，自吸阀门 7 开启进油，油路推动大活塞 5 迫使回油弹簧 6 压缩，活动压模 4 向前推进，使两活动压模微触时为止，然后松开回油螺钉 10（不宜松开太多），使回油螺钉 10 开启。由于回油弹簧 6 的弹力作用，将油流回储油管 9 内，即活动压模 4 复位。

(2) 液压压接钳使用注意事项

1) 压接导线时，压到上、下压模微触即可；若上、下压模微触后继续加压，则会损坏零件。

- 2) 使用压接钳时钳头和压模禁止敲击, 以免变形和损坏。
- 3) 压接钢套时, 将钢套先进行退火处理, 以确保压接质量。
- 4) 工具钳不宜在酸碱及腐蚀性气体中使用。

### 1.1.2 实训题

1. 用低压验电笔按下列用途进行测试。

1) 区别相线与零线。在交流电路中, 当验电笔触及导线时, 氖管发亮的即是相线, 正常的情况下, 零线不使氖管发亮。

2) 区别电压的高低。测试时可根据氖管发亮的强弱来估计电压的高低。

3) 区别直流电与交流电。交流电通过验电笔时, 氖管里的两个极同时发亮; 直流电通过验电笔时, 氖管里的两个电极只有一个发亮。

4) 区别直流电的正负极。把验电笔连接在直流电的正负极之间, 氖管发亮的一端即为直流电的负极。

5) 识别相线碰壳。用验电笔触及壳体未接地的电动机和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; 若壳体上有良好的接地装置, 则氖管不会发亮。

6) 识别相线接地。用验电笔触及三相三线制星形联结交流电路中的相线时, 有两根相线比通常稍亮, 而另一根相线的亮度则暗些, 说明亮度较暗的相线有接地现象, 但还不太严重; 如果两根相线很亮, 而另一根相线不亮, 则这一相线有接地现象。在三相四线制电路中, 当单相接地后, 中性线用验电笔测量时, 也可能发亮。

### 2. 螺钉旋具的基本功练习

1) 大螺钉旋具的使用。大螺钉旋具一般用来紧固较大的螺钉。使用时, 除大拇指、食指和中指要夹住握柄外, 手掌还要顶住柄的末端, 以防止旋转时滑脱, 大螺钉旋具的使用方法如图 1-6a 所示。

2) 小螺钉旋具的使用。小螺钉旋具一般用来紧固电气装置接线桩头上的小螺钉, 使用时, 可用大拇指和中指夹住握柄, 用食指顶住柄的末端捻旋, 小螺钉旋具的使用方法如图 1-6b 所示。

3) 较长螺钉旋具的使用。可用右手压紧并转动手柄, 左手握住螺钉旋具的中间, 以防螺钉旋具滑脱, 且左手不得放在螺钉的周围, 以免螺钉旋具滑出将手划破。

### 3. 钢丝钳练习

1) 按图 1-7b 方法进行弯绞导线练习。

2) 按图 1-7d 方法进行剪切导线练习。

3) 按图 1-7e 方法进行侧切钢丝练习。

4. 用尖嘴钳将直径为 1~2mm 的单股导线弯成直径为 4~5mm 的圆弧接线端子。

5. 用剥线钳对废旧电线作剖削练习。

6. 用电工刀对废旧塑料单芯硬线作剖削练习 (要求: 逐渐做到不剖伤芯线)。

7. 其他常用电工工具的使用练习。

## 复习思考题

1. 常用电工工具有哪些? 各有何特点?

2. 在使用常用电工工具过程中, 分别应注意哪些事项?

## 1.2 常用电工仪表及使用

### 1.2.1 万用表

万用表又称多用表、三用表或复用表,是一种多功能、多量程的测量仪表。一般可测量直流电压、直流电流、交流电压、电阻和音频电平电量,有些还可测量交流电流、电容、电感和晶体管共发射极直流放大系数等电参数。用万用表测量电压如图 1-18 所示。

万用表因其具有功能多、量程多、使用方便、体积小、价格低和便于携带等优点而应用甚广,已成为进行电子电器安装、调试和维修的必备仪表。万用表有指针式和数字式之分,下面分别进行简单介绍。

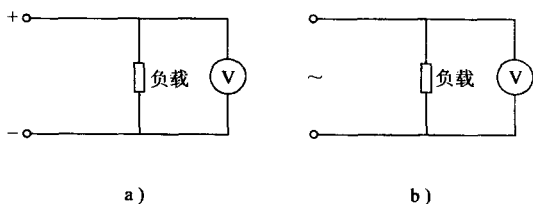


图 1-18 用万用表测量电压

a) 直流电压 b) 交流电压

1. 指针式万用表 指针式万用表主要由表头、测量电路和转换开关 3 部分组成。表头用以指示被测量的数值,测量电路用来把各种被测量转换到适合表头测量的直流微小电流,转换开关实现对不同测量电路的选择,以适应各种测量的要求。指针式万用表的外形可以做成便携式或袖珍式,将刻度盘、转换开关、调零旋钮以及接线柱(或插孔)装在面板上,各种型式的万用表外形布置不尽相同,MF30 型万用表的外形结构如图 1-19 所示。

万用表使用十分频繁,常因使用不当或疏忽大意造成测量错误或损坏事故。因此,必须学会使用万用表,并养成正确操作的良好习惯。

1) 使用前,认真阅读说明书,充分了解万用表的性能、各部件的作用和用法,正确理解表盘上各种符号和字母的含义及各标度尺的读法。

2) 使用前,观察表头指针是否指向零位。若不在零位,调整表头下方的机械调零旋钮,使其指零,以免影响测量结果。

3) 测量前,要根据被测电量的项目和大小,把转换开关拨到合适的位置。量程的选择应尽量使表头指针偏转到满刻度的  $2/3$  左右。如事先无法估计被测量的大小,可在测量中从最大量程档逐渐减小到合适的档次。

4) 测量时,必须认真核对测量项目与量程。根据选好的测量项目与量程档,明确标度尺上的读数及代表数值,读数时眼睛应位于指针正上方。有弧形反射镜的表盘,其指针与镜中像重合时读数最正确。

5) 测量完毕,应将转换开关拨到交流电压

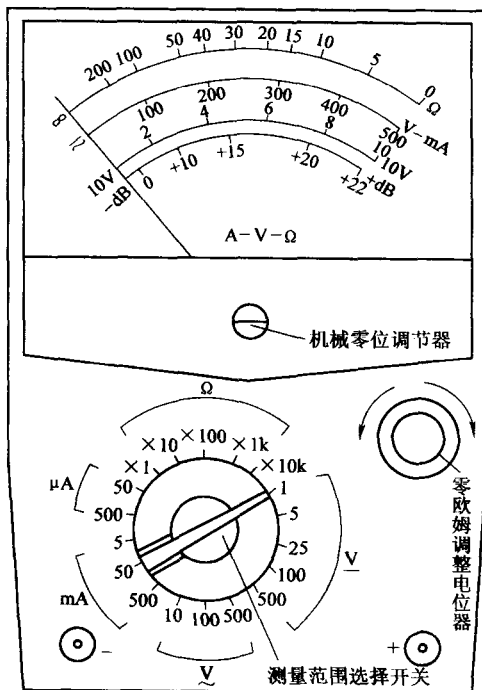


图 1-19 MF30 型万用表的外形结构

最高档,以免下次测量时不慎损坏表头。有的万用表要求将转换开关拨到标有“.”的位置,使测量电路短路,还可避免将转换开关拨到欧姆档时测试使表笔偶然相碰而消耗表内的电池。

6) 应在干燥、无振动、无强磁场及环境温度适宜的条件下使用和保存万用表。表内电池应及时更换,如长期不用应将其取出,以防腐蚀表内机件。

2. 数字式万用表 数字式万用表以其测量精度高、显示直观、速度快、功能全、可靠性好、小巧轻便、耗电省及便于操作等优点而受到普遍欢迎,它已成为电子、电工测量以及电子设备维修等部门的必备仪表。下面以 DT840 数字式万用表为例,进行简单介绍。

DT840 数字式万用表是一种结构坚固、电池驱动的三位半数字万用表,可以进行交直流电压(电流)、电阻、二极管、带声响的通断及晶体管电流放大倍数  $h_{FE}$  的测试,并具有极性选择、过量程显示及全量程过载保护的特点。DT840 数字式万用表的面板结构如图 1-20 所示。

### (1) 操作前注意事项

1) 将 ON/OFF 开关置 ON 位置,检查 9V 电池电压值。如果电池电压不足,显示器左边将显示“LOBAT”或“BAT”字符,此时应打开后盖,更换 F22 9V 层迭电池,如无上述字符显示,则可继续操作。

2) 测试表笔插孔旁边的正三角中有感叹号的数字式万用表,表示输入电压或电流不应超过指示值。

3) 测试前功能开关应置于所需的量程。

### (2) 使用方法与要点

1) 直流电压和交流电压的测量。首先将黑色测试表笔(简称黑表笔)插入 COM 插孔,红表笔插入 V/ $\Omega$  插孔,然后将功能开关置于 DCV(直流)或 ACV(交流)量程,并将测试表笔连接到被测源两端,显示器将显示被测电压值。在显示直流电压值的同时,将显示红色测试表笔(简称红表笔)端的极性。如果显示器只显示“1”,表示超量程,功能开关应置于更高的量程(下同)。

2) 直流电流和交流电流的测量。首先将黑色表笔插入 COM 插孔,当测量最大为 2A 的电流时,将红色表笔插入 A 孔;当测量最大值 20A 的电流时,将红色表笔插入 20A 孔。将功能开关置于 DCA 或 ACA 量程,测试表笔串联接入被测电路,显示器即显示被测电流值。在显示直流电流的同时,将显示红色表笔端的极性。

3) 电阻的测量。首先将黑色表笔插入 COM 插孔,红色表笔插入 V/ $\Omega$ (注意:红色表笔

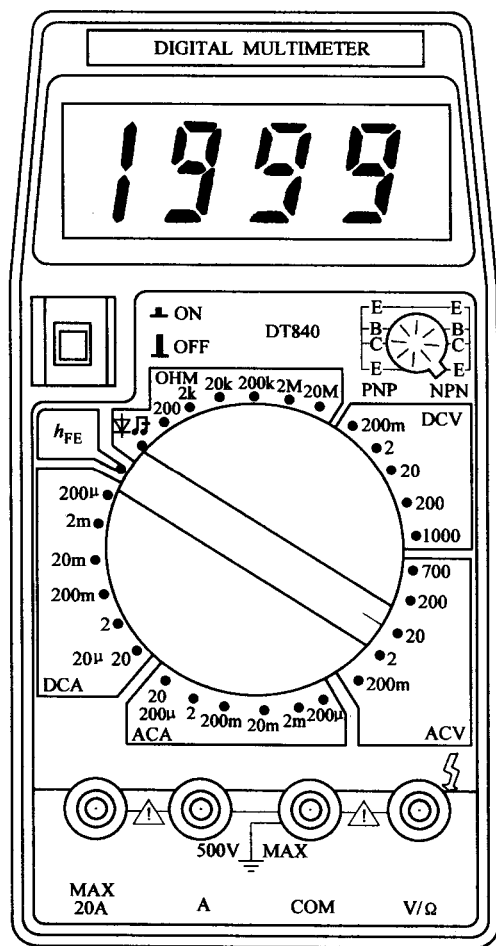


图 1-20 DT840 数字式万用表的面板结构图

极性为正,与指针式万用表相反),然后将功能开关置于 OHM 量程,将两测试表连到被测电阻的两端,显示器将显示被测电阻值。

4) 二极管的测试。首先将黑色表笔插入 COM 插孔,红色表笔插入  $V/\Omega$ ,然后将功能开关置于二极管档,将两测试表笔连接到被测二极管两端,显示器将显示二极管正向压降的毫伏值,当二极管反向时则显示过载。

### 1.2.2 兆欧表

绝缘电阻表又称高阻计或兆欧表,是一种测量电器设备及电路绝缘电阻的仪表。

兆欧表主要由手摇直流发电机(有的用交流发电机加整流器)、磁电式流比计及接线桩(L、E、G)3部分组成,其外形与工作原理如图 1-21 所示。

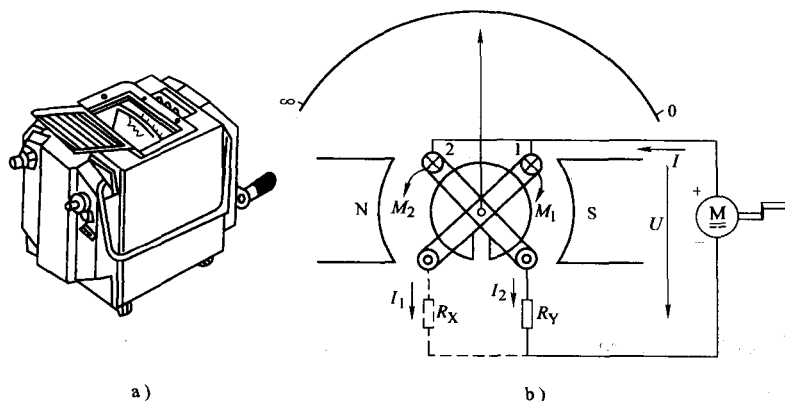


图 1-21 兆欧表的外形与工作原理

a) 外形 b) 工作原理

1. 兆欧表的选用 测量额定电压在 500 V 以下的设备或线路的绝缘电阻时,可选用 500 V 或 1 000 V 兆欧表;测量额定电压在 500 V 以上的设备或线路的绝缘电阻时,应选用 1 000 ~ 2 500 V 兆欧表;测量瓷绝缘子时,应选用 2 500 ~ 5 000 V 兆欧表。测量低压电器设备绝缘电阻时可选用 0 ~ 200 M $\Omega$  量程的表。

2. 兆欧表的接线和测量方法 兆欧表有 3 个接线柱,其中两个较大的接线柱上分别有“接地(E)”和“线路(L)”,另 1 个较小的接线柱上标有“保护环(或“屏蔽”)(G)”。兆欧表的接线方法如图 1-22 所示。

1) 测量照明或电力线路绝缘电阻。将兆欧表的接线柱 E 可靠地接地,接线柱 L 接到被测电路上,如图 1-22a 所示。电路接好后,可按顺时针方向摇动兆欧表的发电机摇把,转速由慢变快,一般约为 120 r/min,待发电机转速稳定时,表针也稳定下来,这时表针指示的数值就是所测得的绝缘电阻值。

2) 测量电动机的绝缘电阻。将兆欧表接线柱 E 接机壳,接线柱 L 接到电动机绕组上,如图 1-22b 所示。

3) 测量电缆的绝缘电阻。测量电缆的导电线芯与电缆外壳的绝缘电阻时,除将被测两端分别接两接线柱 E 和 L 外,外需将接线柱 G 引线接到电缆壳芯之间绝缘层上,如图 1-22c 所示。