



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

主 编 邱海霞

电工与电气设备安装实习

DIANGONGYUDIANQISHEBEI ANZHUANG
SHIXI

建筑设备安装专业

中国建筑

1154548

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定
全国建设行业中等职业教育推荐教材

电工与电气设备安装实习

(建筑设备安装专业)

主 编	邱海霞
责任主审	李德英
审 稿	赵连玺
	樊伟梁

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工与电气设备安装实习/邱海霞主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

中等职业教育国家规划教材. 建筑设备安装专业

ISBN 7-112-05419-2

I. 电… II. 邱… III. ①电工技术-专业学校-教材 ②房屋建筑设备: 电气设备-设备安装-专业学校-教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 022978 号

本书包括的主要内容有: 电工基本操作; 室内外配线工程; 架空配电线路安装; 电动机的拆装与检修; 电动机控制线路的安装; 配电箱(柜)的安装与调试; 水位自动控制; 火灾自动报警设备安装等内容。本书是建筑设备安装专业的主要实践课程, 其教学任务是使学生掌握从事本专业工作所必需的电工基本操作技术和电气设备安装施工技能, 为形成较强的综合职业能力。本书适用于中等职业学校建筑设备安装专业师生。

* * *

责任编辑 胡明安

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定
全国建设行业中等职业教育推荐教材
电工与电气设备安装实习

(建筑设备安装专业)

主 编 邱海霞

责任主审 李德英

审 稿 赵连玺 樊伟梁

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 15½ 字数: 371 千字

2003 年 6 月第一版 2003 年 6 月第一次印刷

印数: 1—2,500 册 定价: 19.00 元

ISBN 7-112-05419-2

TU·3743 (11033)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2002 年 10 月

前 言

根据教育部建设部有关中等职业学校重点专业建设指导精神,“中等职业学校建筑设备安装专业教学改革整体方案”已获评审通过,主干专业课程教学大纲开发工作已完成。其中《电工与电气设备安装实习》是建筑设备安装专业的主要实践课程,其教学任务是使学生掌握从事本专业工作所必需的电工基本操作技术和电气设备安装施工技能,为形成较强的综合职业能力,成为高素质劳动者和中初级专门人才奠定基础。

专业教学改革方案从培养目标、培养方案、课程体系、培养模式都有了改革与创新,必须有与之相适应的新教材。为了满足中等职业学校人才培养和全面教育的要求,我们编写了能满足当前建筑设备安装专业所急需人才的配套教材,即《电工与电气设备安装实习》。

本教材编写是在较强的教学研究基础上进行的。建筑设备安装基础技能的培养,经过多年的教学实践,无论从理论上还是实践上都积累了丰富的教学经验和实践经验,本课程也已经形成了一套比较完整的、清晰的、连续的体系结构和教学大纲。在教材的编写中我们突出了培养实践能力的原则;理论联系实际的原则;适用性与灵活性相结合的原则。在教材中充分反映设备安装专业中的新技术、新工艺和新方法,淘汰不适用的工艺和操作方法。本教材的内容形式以及与企业的需求都更加密切,且实用性、实践性更强,许多新技术、新工艺也包括其中。本教材充分体现了综合能力的培养,体现了实践性特点。注重专业技能训练和创新能力的培养。图文对照,新颖直观,通俗易懂,流程清晰,便于自学。实用性强,可以满足企业对“双证”的要求。

本教材分为基础模块和选用模块,选用模块在目录中用星号表示出。共分为七章。在每一章节中都有实训步骤和成绩评定标准,供学习掌握操作要领和给教师提供评分参考。

《电工与电气设备安装实习》由南京职业教育中心邱海霞主编,并编写第一章和第七章,张凌辰编写第四章,吴慧霞编写第五章,王晶编写第六章,广东建筑工程学校郑发泰、刘光辉编写第二章,张毅敏编写第三章。编者在此对审稿人员及对本书编写工作给予大力支持的院校和中国建筑工业出版社的编辑们表示诚挚的谢意。

在编写过程中笔者参考了许多图书和杂志,由于篇幅有限,书后的参考文献中只列举了主要的参考书目,在此谨向参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中尚有许多错误和不足之处,殷切期望专家、同行批评指正,亦希望得到读者的意见和建议。

编者

目 录

第一章 电工基本操作.....	1
第一节 常用电工工具及使用.....	1
第二节 电工仪表及使用.....	8
第三节 导线的连接	15
第四节 安全用电知识	21
第二章 室内外配线工程	26
第一节 室内线路的敷设与安装	26
第二节 电缆线路施工	74
第三章 架空配电线路安装	98
第一节 架空配电线路的组成	98
第二节 架空配电线路安装.....	104
第三节 接户线安装	115
第四章 电动机的拆装与检修.....	118
第一节 三相异步电动机的结构	118
第二节 三相异步电动机的拆装	119
第三节 异步电动机的检修.....	124
第五章 电动机控制线路的安装.....	134
第一节 常用低压电器	134
第二节 电动机控制线路.....	142
*第六章 配电箱(柜)的安装与调试	155
第一节 配电箱的安装	157
第二节 配电箱的现场制作与安装.....	162
第三节 配电柜的安装与调试	167
第四节 接地装置的安装	172
第五节 硬母线的加工与制作	184
*第七章 水位自动控制、火灾自动报警设备安装	197
第一节 水位自动控制设备安装	197
第二节 火灾探测器 火灾报警按钮	204
第三节 综合布线系统的线缆	216
附录一 500V 铝芯绝缘导线长期连续负荷允许载流量表	234
附录二 500V 铜芯绝缘导线长期连续负荷允许载流量表	235
附录三 常用图形符号和文字符号	236

第一章 电工基本操作

第一节 常用电工工具及使用

一、常用电工工具及使用

1. 低压试电笔

低压试电笔又称电笔，是用于检验 60—500V 导体或各种用电设备外壳是否带电的常用的一种辅助安全用具，分钢笔式和螺丝刀式（又称起子式或旋凿式）两种。

试电笔由氖管、电阻、弹簧、笔身和笔尖上的金属探头组成，如图 1-1 所示。

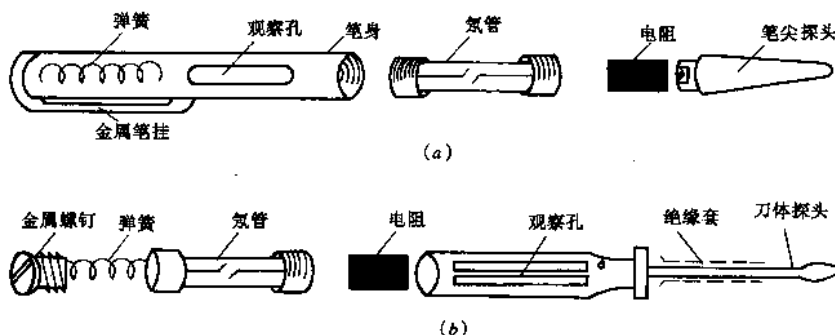


图 1-1 试电笔

(a) 钢笔式低压试验电器；(b) 螺丝刀式低压验电器

试电笔的原理是：当手拿着它测试带电体时，电流经带电体、电笔、人体到大地形成通路。只要带电体与大地之间的电位差超过 60V，电笔中的氖管就会发光。测交流电时，氖泡两极均发光，测直流电则一极发光。

目前，还有一种电笔，它根据电磁感应原理，采用微型晶体管做机芯，并以发光二极管显示，整个机芯装在一个螺丝刀中。它的特点是测试时不必直接接触带电体，只要靠近带电体就能显示红光，有的还可直接显示电压的读数。利用它还能检测导线的断线部位，当电笔沿导线移动时，红光熄灭处即为导线的断点。

低压试电笔使用时，必须按试电笔的握法图 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，便于观察；要防止笔尖金属体触及皮肤，以避免触电。

试电笔主要用途如下：

- 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；正常时，零线不会使氖管发亮。
- 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

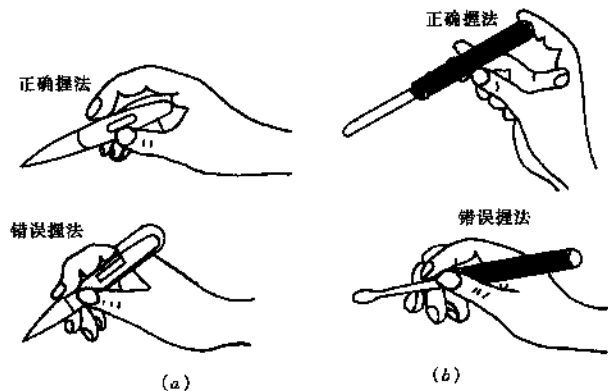


图 1-2 试电笔的握法
(a) 笔式握法；(b) 螺钉旋具式握法

通过验电笔时，氖管里两个极只有一个发亮。

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正极。

5) 识别相线碰壳 用验电笔触及电机、变压器等电气设备外壳，若氖管发亮，说明该设备相线有碰壳现象。如果壳体上有良好的接地装置，氖管是不会发亮的。

6) 识别相线接地 用验电笔触及三相三线制星形接法的交流电路时，有两根比通常稍亮，而另一根的亮度则暗些，说明亮度较暗的相线有接地现象，但不太严重。如果两根很亮，而另一根不亮，则这一相有接地现象。在三相四线制电路中，当单相接地后，中线用验电笔测量时，也会发亮。

2. 钢丝钳

如图 1-3，钢丝钳和尖嘴钳。钢丝钳是弯、钳、剪导线的电工常用工具。由钳头和钳柄两大部分构成，钳头由钳口、齿口、刀口和铡口组成，见图 1-3 (a) 所示。钢丝钳的使用方法如图 1-4 所示。

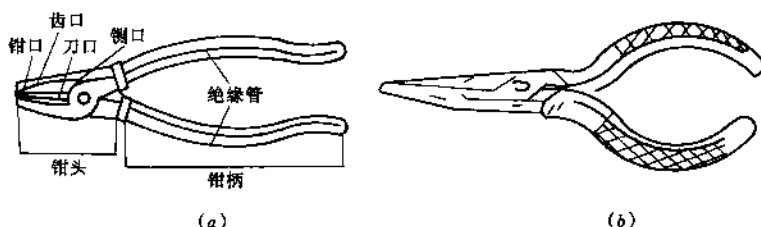


图 1-3 钢丝钳和尖嘴钳
(a) 钢丝钳；(b) 尖嘴钳

钢丝钳的主要用途有：

- 1) 用钳口来弯绞或钳夹导线线头；
- 2) 用齿口来紧固或旋松螺母；
- 3) 用刀口来剪切或剖削软导线绝缘层；
- 4) 用铡口来铡切粗电线线芯、钢丝或铅丝等较硬金属。

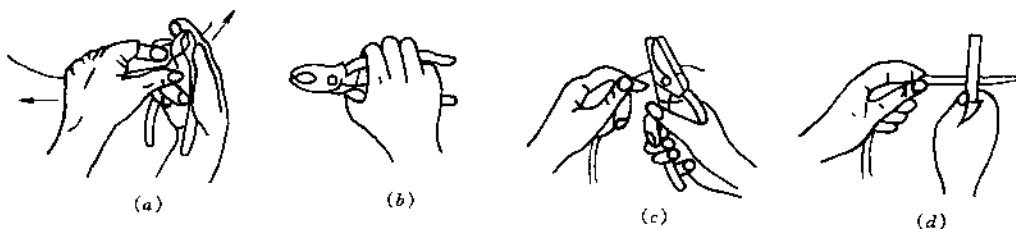


图 1-4 钢丝钳的使用方法

(a) 用刀口剥离导线绝缘层；(b) 用齿口扳旋螺母；(c) 用刀口剪切导线；(d) 用钳口侧切导线

3. 尖嘴钳

头部的尖细使它常在狭小的空间操作，外形如图 1-3 (b)。

尖嘴钳的主要用途有：

- 1) 钳刃口剪断细小金属丝；
- 2) 夹持较小螺钉、垫圈、导线等元件；
- 3) 装接控制线路板时，将单股导线弯成一定圆弧的接线鼻子。

4. 断线钳

又称斜口钳，断线钳外形如图 1-5 所示。其耐压为 1000V，可直接剪断低电压带电导线。主要用途是专供剪断较粗的金属丝、线材及电线电缆等。

5. 剥线钳

它是用于剥离小直径导线绝缘层的专用工具。剥线钳外形如图 1-6 所示。使用时，将要剥离的绝缘层长度用标尺定好以后，即可把导线放入相应的刃口中，用手将钳柄一握，导线的绝缘层即被割破自动弹出。

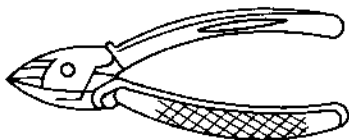


图 1-5 断线钳外形

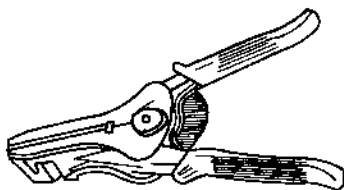


图 1-6 剥线钳外形

6. 电工刀

电工刀外形如图 1-7 所示。由于刀柄是无绝缘的，不能在带电导线或器材上剖削，以免触电。使用时，应将刀口朝外剖削。剖削导线绝缘层时，应将刀面与导线成较小的锐角，以免割伤导线芯。刀用毕后，随即将刀身折入刀柄。

电工刀的主要用途有：用来剖削电线线头，切割木台缺口，削制木楔等。

7. 螺丝刀

螺丝刀是紧固或拆卸螺钉的专用工具。有一字形和十字形两种，如图 1-8 所示。



图 1-7 电工刀外形

电工必备的一字形螺丝刀是 50mm 和 150mm 两种；

十字形螺丝刀常用的规格有 4 种，I 号适用于直径为 2~2.5mm 的螺钉；II 号为 3~5mm 的螺钉；III 号为 6~8mm 的螺钉，IV 号为 10~12mm 的螺钉。使用时手握住顶部旋转所需

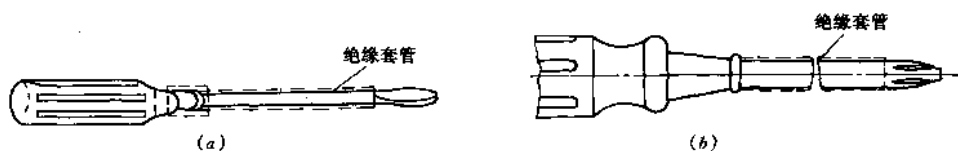


图 1-8 螺丝刀

(a) 平口螺丝刀; (b) 十字口螺丝刀

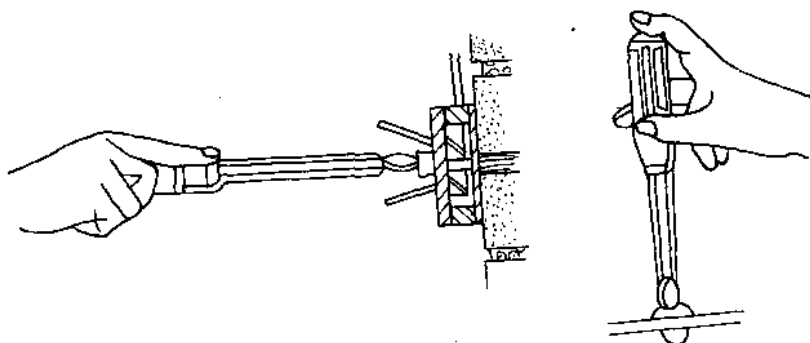


图 1-9 螺丝刀的使用

的方向。注意不可使用金属柄直通柄顶的螺丝刀。

使用螺丝刀紧固或拆卸带电的螺钉时, 手不得触及螺丝刀的金属杆, 以免发生触电事故。为了避免螺丝刀的金属杆触及皮肤, 或触及邻近带电体应在金属杆上穿套绝缘管。螺丝刀的使用如图 1-9 所示。

8. 活络扳手

活络扳手如图 1-10, 它是用来紧固或旋松螺母的专用工具, 由头部和柄部组成, 头部又由活络扳唇、呆扳唇、扳口、蜗轮和轴销等构成。旋动蜗轮可调节扳口的大小。注意活络扳手不可反用, 即动扳唇(活动部分)不可作为重力点使用, 也不可用钢管接长柄部来施加较大的扳拧力矩。

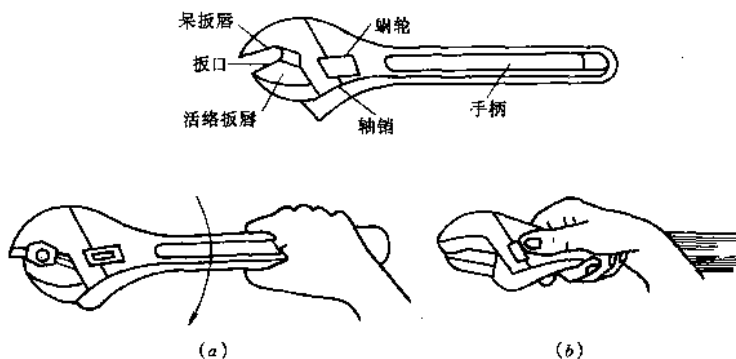


图 1-10 活络扳手

(a) 扳较大螺母时握法; (b) 扳较小螺母时握法

9. 冲击钻

冲击钻如图 1-11 所示,可以用来在砖墙或混凝土墙上钻孔,使用时注意在调速或调档时(“冲”和“锤”),均应停转。

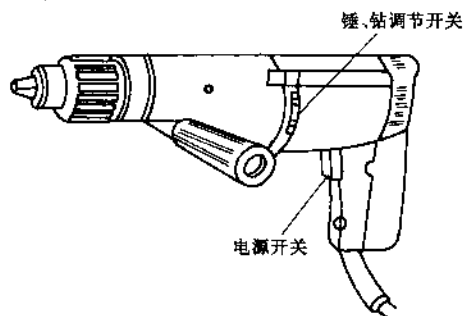


图 1-11 冲击钻

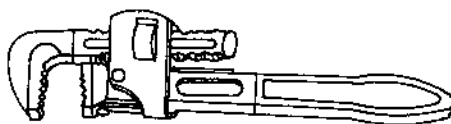


图 1-12 管子钳

10. 管子钳

管子钳如图 1-12 所示,用来拧紧或松散电线管上的束节或螺母。常用规格分有 250、300、350 (mm) 等多种。使用方法如同活络扳手。

11. 手电电钻

单相电钻主要由串激电动机、减速箱、快速切断自动复位手掀式开关、钻轧头及电源连接装置等部件组成, JIZ 电钻结构图如图 1-13 所示。

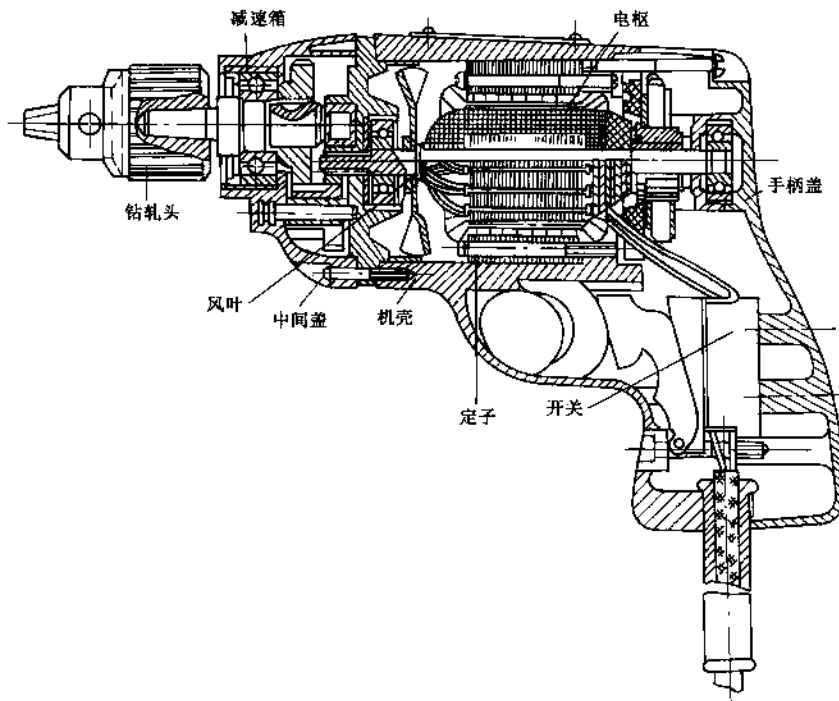


图 1-13 JIZ 电钻结构图

钻轴由电动机经减速箱带动,减速箱装有几个相互啮合的齿轮,以降低钻轴的转速,提高钻轴的转矩。另一方面,减速箱也是电钻空载时串激电动机的负载,可使串激电动机

不会出现空载运行、转速过高的不正常运行状态。风叶固定在转子轴上，当转子旋转时，用以降低定子绕组和电枢绕组的温升。

单相电钻常见故障的排除：

单相电钻由于采用了单相串激电动机，其故障现象、产生原因及排除方法都与直流电动机基本相似，现将单相电钻常见故障及排除方法列于表 1-1。

单相电钻常见故障及排除方法 表 1-1

故障现象	可 能 原 因	排 除 方 法
电钻不能启动	1. 电源线断线或焊点松脱 2. 开关损坏 3. 电刷和换向器不接触 4. 定子绕组断路 5. 电枢绕组严重断路 6. 减速齿轮卡住或损坏	1. 用万用表或校验灯检查，如断线，更换电源线；焊点松脱，重新焊好 2. 用万用表或校验灯检查，修理或更换开关 3. 调整电刷压力及改善接触面积 4. 如断在焊接点，可重新焊接；否则要重绕 5. 重绕电枢绕组 6. 修理或更换齿轮
电钻转速慢	1. 电枢绕组短路或断路 2. 定子绕组通地或短路 3. 轴承磨损或减速齿轮损坏	1. 电钻转速慢，工作无力，换向器与电刷间产生很大火花，火花呈红色 (1) 经检查如有的线圈短路，需重绕电枢绕组 (2) 经检查如发现线圈引线与换向器焊接处如有开焊后，可重新焊接，如断路在线圈内部，需重绕电枢绕组 2. 用兆欧表、检验灯检查定子线圈对地绝缘，如通地，应重绕；用万用表检查定子两线圈，阻值小者有短路，需重绕 3. 更换轴承或齿轮
换向器与电刷间火花大	1. 定子绕组短路、电枢绕组短路或断路 2. 电刷和换向器接触不良	1. 参看本表上行 1、2 点处理方法 2. 增加电刷压力，修理换向器表面，若电刷太短，应更换电刷；如电刷接触面小于 70%，应修磨电刷接触面
转子在某一位置上不能启动	换向器与电枢绕组连接处有两处以上开焊	查出开焊点，重新焊接
换向器发热	1. 电刷压力过大 2. 电刷规格不符	1. 调整到适当压力 2. 更换电刷

12. 麻线凿

麻线凿也叫圆棒凿，如图 1-14 (a) 所示。麻线凿是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，分别可凿直径为 8mm 和 6mm 两种圆形木棒孔。凿孔时要不断转动凿子，使灰砂碎石及时排出。

13. 小扁凿

小扁凿如图 1-14 (b) 所示，是用来凿打砖墙上的方形木棒孔。电工常用的凿口宽 12mm。

14. 长凿

长凿如图 1-14 (c)、(d) 所示，图示两种均用来凿打墙孔，作为穿越线路导线的通

孔。(c)所示用来凿打混凝土墙孔，由中碳钢制成；(d)所示用来凿打砖墙孔，由无缝钢管制成。长凿直径分有 19mm、25mm、30mm，长度通常有 300mm、400mm、500mm 多种。使用时，应不断旋转，及时排出碎屑。

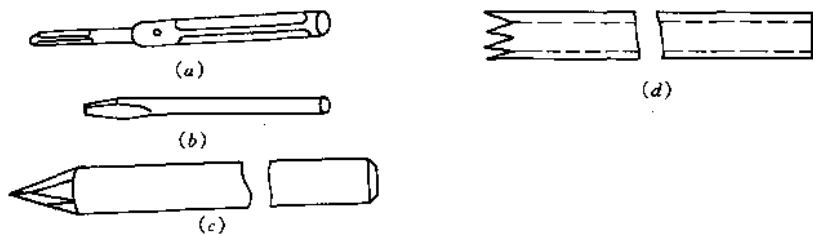


图 1-14 凿削墙孔工具

(a) 麻线凿；(b) 小扁凿；(c) 凿混凝土墙孔用长凿；(d) 凿砖墙孔用长凿

15. 梯子

梯子如图 1-15 所示，电工常用的有直梯和人字梯两种。直梯通常用于户外登高作业，人字梯通常用于户内登高作业。直梯的两脚应各绑扎胶皮之类防滑材料；人字梯应在中间绑扎两道防止自动滑开的安全绳。

登在人字梯上操作时，不可采取骑马方式站立，以防人字梯两脚自动滑开时造成工伤事故。在直梯上作业时，为了扩大人体作业的活动幅度和保证不致因用力过度而站立不稳，电工在梯子上作业的站立姿势必须按图 1-16 示的方法站立。

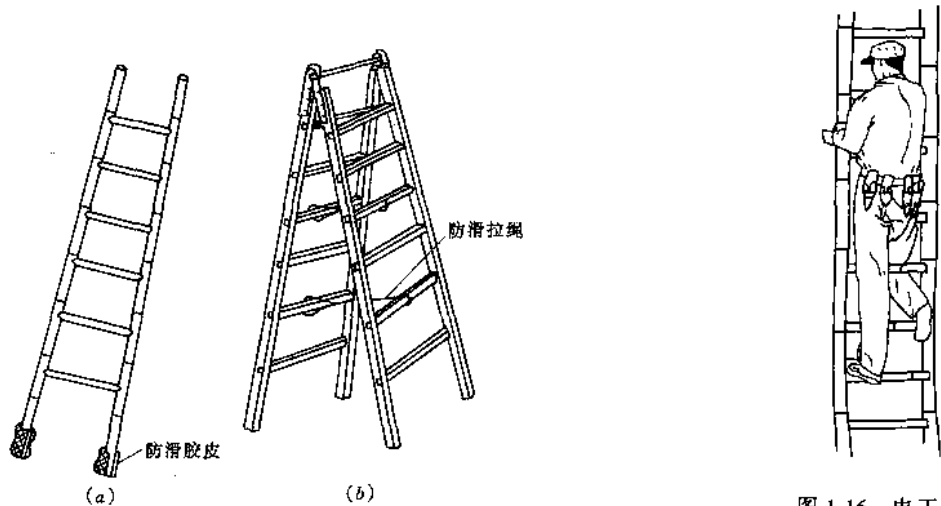


图 1-15 电工用梯
(a) 直梯；(b) 人字梯

图 1-16 电工在梯子上作业的站立姿势

二、实训步骤

1. 用试电笔进行测试判别：电压的性质、交流电路中的相线与零线。将其结果填入实训记录表中。

步骤：给出 5 根导线（其中有 2 根是高低不同的交流电压、1 根为直流电压、1 根零线和 1 根空线），每人用验电笔测试测量一遍。填入实训记录表表 1-2 中。

2. 用验电笔测试单相交流电路中不带负载时与带负载时的相线与零线，观察其现象并填写实训记录表。

步骤：用验电笔对不带负载的单相交流电路中相线与零线的测试点进行测试，然后给该单相交流电路带上负载，再在上述测试点处进行测试。

3. 使用剥线钳将直径为 1~2.5mm 的单股导线剖削出线头，并用尖嘴钳弯成直径为 4~5mm 的圆形的接线鼻子。

方法：每人按指定长度剖削出线头，并限时（10min）、定量（10 个）地完成。

4. 使用 50mm 一字形螺丝刀旋紧木螺丝，Ⅱ号十字螺丝刀旋紧再旋松螺钉。

步骤：每人按规定姿势站立在人字梯的三档以上，在墙面的配电板上 10min 内拧紧 5 个木螺丝，在 5min 内对 3mm 厚的铁皮上的螺孔拧紧 5 个机螺丝，检查后 5min 内再旋松，并取下。

5. 用电工刀剖削废旧塑料单芯铜线的绝缘层，将剖削后的单芯线用钢丝钳弯成 5cm 边长的立方体形状。

方法：先用电工刀将废旧塑料单芯铜线剖削绝缘层，不能剖伤线芯，再用钢丝钳折弯成 5cm 边长的立方体形状。最后用钢丝钳补剪三根线芯，长度为 5cm，补齐立方体的 12 条边，以备焊接实训使用。

三、实训记录。

电工工具实训记录见表 1-2。

电工工具实训记录表

表 1-2

项 目	对导线测试					单相交流电路测试			
						不带负载		带负载	
导线色别									
试电笔测试									

四、成绩评定

成绩评定见表 1-3。

成 绩 评 定 表

表 1-3

项 目	技 术 要 求	满 分	扣 分 标 准	得 分
电工工具的使用	正确操作电工工具，使用得当、熟练、迅速、灵活	100	不会电工工具的握法每件扣 10 分，使用不当每件扣 10 分，做不到迅速、灵活使用扣 10 分	
安全文明操作		违反安全操作、损坏工具扣 20 ~ 50 分		
姓名	班级	指导教师	得分	

第二节 电工仪表及使用

一、电工仪表的分类

电工仪表的分类主要根据作用原理和用途来划分。

1. 按用途分类

按用途的不同,可分为电压表、电流表、功率表等。还可根据电流的不同,分为直流表、交流表和交直流两用表等三种。

2. 按作用原理分类

按作用原理分,常用的有电磁式、电动式、磁电式和感应式四种。电磁式、电动式、磁电式都能用作电流表和电压表。直流电流表和直流电压表主要采用磁电式测量机构,交流电流表和交流电压表多采用电磁式测量机构,交、直流标准表则采用电动式测量机构的居多。

3. 按测量方法分类

按测量方法,可分为直读式和比较式两种。直接指示被测量数值的仪表,称为直读式仪表,例如电压表、电流表、功率表、万用表等;被测量数值用“标准量”比较出来的仪表称为比较式仪表,如平衡电桥、补偿器等。

4. 按准确度分类

按测量的准确度可分为 0.1 级、0.2 级、0.5 级、1.0 级、1.5 级、2.5 级、5 级 7 种。0.2 级仪表的允许误差为 $\pm 0.2\%$, 0.5 级仪表的允许误差为 $\pm 0.5\%$, 依此类推。0.5 级以上的仪表准确度比较高,多数用于实验室作为校验仪表。1.5 级、2.5 级等仪表,准确度比较低,一般装在配电盘和操作台上,用来监视电气设备运行情况。

二、万用表

万用表是一种多用途的仪表,一般的万用表可以测量交流电压、直流电压、直流电流和直流电阻等。有的万用表还能测量交流电流、电容、电感以及晶体管参数等。万用表的每一个测量种类又有多种量程,且携带和使用方便,因而是电气维修和测试最常用的仪表。万用表的测量精度不高,误差率在 $2.5\% \sim 5\%$, 故不宜用于精密测量。

万用表主要由表头、测量机构、测量线路和转换开关组成, MF-30 型万用表面板图如图 1-17 所示。

1. 表头

表头通常采用磁电式测量机构作为万用表的表头。这种测量机构灵敏度和准确度较高,满刻度偏转电流一般为几个微安到数百微安。满刻度偏转电流越小,灵敏度就越高,表头特性就越好。

2. 测量线路

万用表的测量线路由多量程的直流电流表、多量程直流电压表、多量程交流电压表及多量程欧姆表组成,个别型号的万用表还有多量程交流档。实现这些功能的关键是通过测量线路的变换把被测量变换成磁电系统所能接受的直流电流,它是万用表的中心环节。测量线路先进,可使仪表的功能多、使用方便、体积小和重量轻。

3. 转换开关

转换开关是用来选择不同的被测量和不同量程时的切换元件。转换开关里有固定接触点和活动接触点,当活动接触点和固定接触点闭合时就可以接通一条电路。

4. 万用表的使用

万用表测量的电量种类多、量程多,而且表的结构型式各异,使用时一定要仔细观察,小心操作,以获得较准确的测量结果。

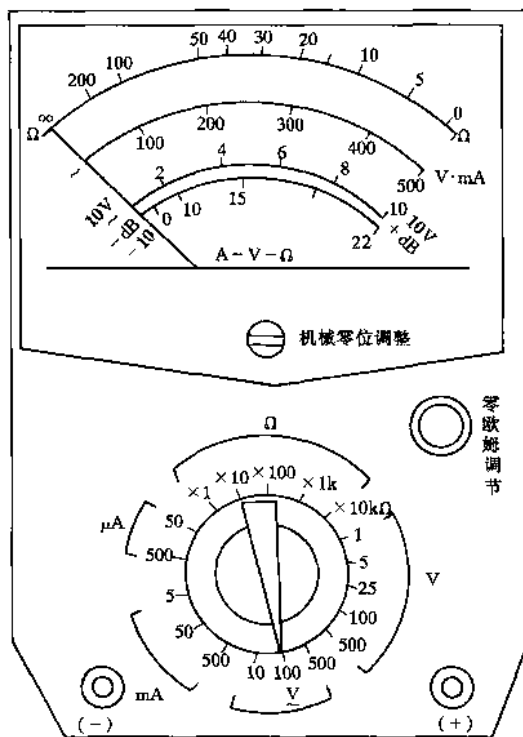


图 1-17 MF-30 型万用表面板图

测直流电流时，也要先弄清电路的正负极，将万用表串联到被测电路中“+”插口的表笔是电流流进的一端，“-”插口的表笔是电流流出的一端。如果无法确定电路的正负极，可以选用较高的量程，用表笔很快地碰一下测量点，看清表针的指向，找出正负极。

测量电阻时，把转换开关放在“ Ω ”范围内的适当量程位置上，先将两根表笔短接，旋动“ Ω ”调零旋钮，使表针指在电阻刻度的“0”上，（如果调不到“0” Ω ，说明表内电池电压不足，应更换新电池）。然后用表笔测量电阻。表盘上 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1000$ 、 $\times 10000$ 的符号，表示倍率数，将表头的读数乘以倍率数，就是所测电阻的阻值。例如：将转换开关放在 $\times 100$ 的倍率上，表头读数是80，则这只电阻的阻值是8000 Ω 。每换一种量程（即倍率数），都要将两根表笔短接后调零。

测量半导体二极管的正向电阻时，要按图 1-18 所示测量半导体的正向电阻进行，因为表内部有电池，表笔上带有电压，而且它的极性却与插口处标的“+”与“-”相反，只有按图示电路测量，才能使表内电路与二极管构成正向导通回路。

目前，晶体管数字式万用表的使用已很普及，它可以在表头上直接显示出被测量的读数，给使用带来很大的方便。尽管万用表的形式很多，使用方法也有差别，但基本原理是一样的。

(2) 使用万用表一般应注意以下情况

(1) 测量方法

测量前，先检查万用表的指针是否在零位，如果不在零位，可用螺丝刀在表头的“调零螺丝”上，慢慢地把指针调到零位，然后再进行测量。

测量电压时，当转换开关转到“V”符号是测量直流电压，转到“ ∇ ”符号是测量交流电压，所需的量程由被测量电压的高低来确定。如果被测量电压的数值不知道，可选用表的最高测量范围，指针若偏转很小，再逐级调低到合适的测量范围。测量直流电压时，事先须对被测电路进行分析，弄清电位的高低点（即正负极），“+”号插口的表笔，接至被测电路的正极，“-”号插口的表笔，接至被测电路的负极，不要接反，否则指针会逆向偏转而被打弯。如果无法弄清电路的正负极，可以选用较高的量程，用两根表笔很快地碰一下测量点，看清表针的指向，找出正负极。测量交流电压则不分正负极，但转换开关必须转到“ ∇ ”符号档。

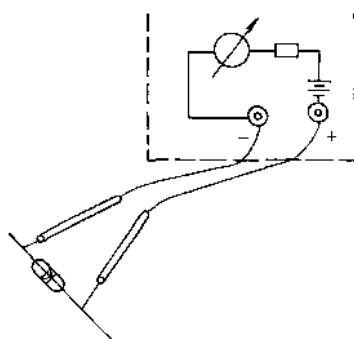


图 1-18 测量半导体的正向电阻

首先要选好插孔和转换开关的位置。红色测棒为“+”，黑色测棒为“-”，测棒插入表孔时一定要按颜色对号入孔。测直流电量时，要注意正负极性；测电流时，测棒与电路串联；测电压时，测棒与电路并联。应根据测量对象，将转换开关旋至所需位置。量程的选择应使指针移动到满刻度的2/3附近，这样测量误差小。在被测量的大小不详时，应先用高档试测，后再改用合适的量程。

读数要正确，万用表有多条刻度线，分别适用于不同的被测对象。测量时应在对应的刻度尺上读数，同时应注意刻度尺读数和量程的配合，避免出错。

测量电阻时，应注意倍率的选择，使被测电阻接近该量程的中心值，以使读数准确。测量前应先把两测量棒短接调零，旋转调零旋钮使指针指在电阻零位上。每变换一种倍率（即量程）都要调零。严禁在被测电阻带电的状态下测量。

测电阻时，尤其是测大电阻时，不能用两手接触测棒的导电部分，以免影响测量结果。

用欧姆表内部电池做测试电源时（如判断晶体管管脚），注意此时测棒的正、负极与电池极性相反。

测量较高电压或较大电流时，不准带电转动开关旋钮，以防止烧坏开关触点。

当转换开关置于测电流或测电阻的位置上时，切勿用来测电压，更不能将两测棒直接跨接在电源上，否则万用表会因通过大电流而烧毁。

使用完毕后，应注意保管和维护。万用表应水平放置，不得振动、受热和受潮。每当测量完毕后，应将转换开关置于空档或最高电压档，不要将开关置于电阻档上，以免两测棒短接时使表内电源耗尽。如果在测量电阻时，两测棒短接后指针仍调整不到零位，则说明电池应该更换。如果长期不用时，应将电池取出，防止电池泄漏腐蚀电表内其他元件。

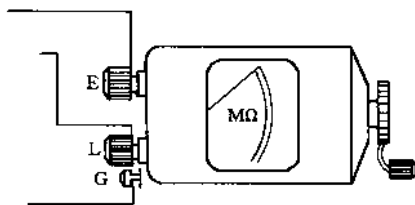
三、兆欧表

1. 用途

兆欧表又称摇表，主要用来测量绝缘电阻，以判定电机、电气设备和线路的绝缘是否良好，这关系到这些设备能否安全运行。由于绝缘材料常因发热、受潮、污染、老化等原因使其电阻值降低，泄漏电流增大，甚至绝缘损坏，从而造成漏电和短路等事故，因此必须对设备的绝缘电阻进行定期检查。各种设备的绝缘电阻都有具体要求。一般来说，绝缘电阻越大，绝缘性能也越好。

2. 结构

兆欧表主要有两部分组成：磁电式比率表和手摇发电机。手摇发电机能产生500V、1000V、2500V或5000V的直流高压，以便与被测设备的工作电压相对应。目前有的兆欧表，采用晶体管直流变换器，可以将电池的低压直流转换成高压直流。图1-19是兆欧表的外形平面图，L、E、G是它的三个接线柱，一个为“线路”（L），另一个为“接地”（E），还有一个为“屏蔽”（G）。手柄转动，手摇发电机发电，指针显示电阻值的读数。



3. 兆欧表的使用

(1) 兆欧表的选用

选用兆欧表测试绝缘电阻时，其额定电压一定要

图 1-19 兆欧表外形平面图