



中等职业教育改革创新示范教材

电工电子技术 基础与技能

海南省工业学校 组编
刘飞飞 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业教育改革创新示范教材

电工电子技术

基础与技能

海南省工业学校 组编
主 编 刘飞飞
副主编 李 勇
参 编 张慧丽 陈施宇 石忠仕
王 燕 陈 婷 梁 珠

机械工业出版社

本书共设置了白炽灯的安装、荧光灯的安装、三相异步电动机的控制、可调稳压电源的制作、晶闸管调光电路的制作、声控彩灯电路的制作、功率放大器的制作、三人表决器的制作和四人抢答器的制作等九个任务,涵盖了仪器仪表的使用与测量、电气电路的设计安装、电路故障的检测与排除、元器件的认识与检测、电路的组成与分析等电工电子基础知识和技能。

本书既可作为普通中等职业学校电类各专业教材,也可作为维修电工等工种岗位培训教材及工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术基础与技能/刘飞飞主编;海南省工业学校组编. —北京:机械工业出版社, 2015. 3

中等职业教育改革示范教材

ISBN 978 - 7 - 111 - 49434 - 8

I. ①电… II. ①刘…②海… III. ①电工技术 - 中等专业学校 - 教材②电子技术 - 中等专业学校 - 教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 037435 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: 张晓媛 责任编辑: 韩 静 版式设计: 赵颖喆

责任校对: 黄兴伟 封面设计: 路恩中 责任印制: 刘 岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2015 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 9.5 印张 · 228 千字

0001—3500 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 49434 - 8

定价: 26.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

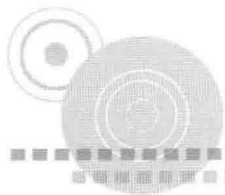
服务咨询热线: 010 - 88379833 机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010 - 88379649 机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金 书 网: www.golden-book.com



前 言

本书是按照理论实践一体化教学要求，参考电类各专业毕业生实际工作中的典型工作任务，以培养高素质技能型人才为目标而编写的，符合现阶段职业教育的课程改革方向。

在编写过程中，力求既使学生能学习到必备的理论知识，掌握必备技能，又着力培养学生分析问题、解决问题及团结协作共同完成任务的能力，充分发挥学生对知识和信息的自我收集和自我筛选的能力。学习任务模拟工作任务，突出“做中学、学中做”的教学特色，改变传统的教师一人唱“独角戏”的教学方式，尝试使学生由被动地从听中学转变为主动地在做中学。

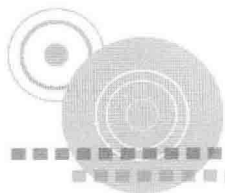
本书最大的突破点在于，编者充分相信现阶段中职学生有较强的学习能力，充分利用学生对解决实际问题的的好奇心和兴趣挖掘学生的学习潜能，用任务引领、行动导向的方法引导学生在完成工作任务的同时进行自主学习、自主创新。

本书在尊重学生的个体思维差异的同时，还充分考虑到学生的认知规律，按由浅入深、由简单到复杂的原则安排学习任务和工作任务，书中大量地使用了能联系理论与生活实践的图片，使理论与实践相结合，便于教师组织教学，也方便学生自学。本书注重完成工作任务的过程，能够充分体现培养学生遵守职业规范的思想。

本书由刘飞飞任主编，李勇任副主编，张慧丽、陈施宇、石忠仕、王燕、陈婷、梁珠参加编写。在本书的编写过程中还得到了海南省工业学校教务科、示范办等各个科室的帮助，在此表示感谢！

由于编者水平有限和编写时间仓促，书中难免存在错误与不足之处，恳请读者批评指正。

编 者



目 录

前言	
任务一 白炽灯的安装	1
任务二 荧光灯的安装	22
任务三 三相异步电动机的控制	44
任务四 可调稳压电源的制作	57
任务五 晶闸管调光电路的制作	71
任务六 声控彩灯电路的制作	83
任务七 功率放大器的制作	100
任务八 三人表决器的制作	116
任务九 四人抢答器的制作	131
参考文献	146



任务一 白炽灯的安装

【任务引入】

李明家临街新盖了一排平房准备出租，在出租前，要给每间房子都安装好照明电路，请帮小明设计一套简单的照明电路。

【任务要求】

1. 一只白炽灯。
2. 一个控制开关。
3. 一个五孔插座。
4. 一个单相电度表。

【能力目标】

1. 能够掌握一控一白炽灯照明电路安装工艺及相关用电安全知识。
2. 按照维修电工的安全操作规程进行操作。
3. 会使用常见的电工工具，如剥线钳、验电笔。
4. 掌握导线的正确可靠的连接方法。
5. 能够读懂电路接线图，并能够按图进行正确接线。
6. 掌握单相电度表、两孔插座、三孔插座、开关的接线方法。
7. 会使用万用表检测导线、开关、白炽灯以及电路故障。
8. 会用验电笔检测电路中的故障点。

【任务准备】

一、相关知识准备

1. 电路的组成及各部分的功能

电路通常由电源、开关、导线、负载组成，简单电路实物图如图 1-1 所示。

电源：能把其他形式的能转换为电能的装置都叫做电源，常见的电源有干电池（直流电）与家用的 110 ~ 220V 交流电源。图 1-2 所示是几种生活中常见的电源。

开关：控制电路的通断。

导线：将电源与负载连接成一个电路，并将电能传输、分配给负载。

负载：把电能转换为其他形式的能的装置就叫做负载，所有的用电器都是负载，如电饭煲、电动机、电磁炉、电灯等。图 1-3 所示为负载。

2. 电路的三种状态

任何电路都有可能具有以下三种状态：通路、断路、短路。

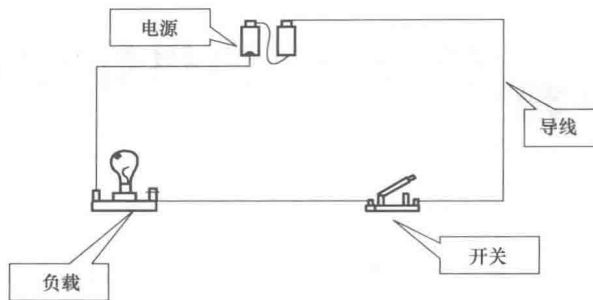


图 1-1 简单电路实物图



图 1-2 电源

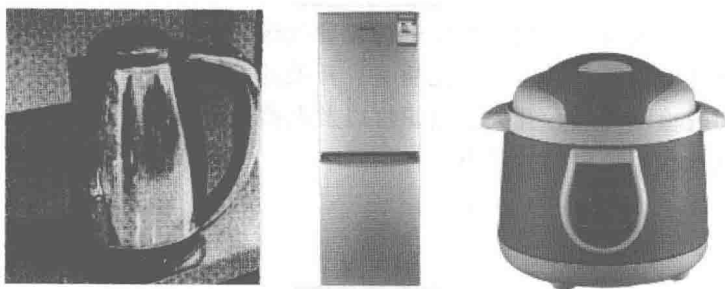


图 1-3 负载

- (1) 通路 通路是指电路各部分构成闭合通路，电路中有电流流过负载。
- (2) 断路 断路是指电路处于断开状态，电路中无电流流过。断路也称为开路。
- (3) 短路 短路是指电路中的电流没有流过负载，而直接由导线和开关流回电源的负极。此时电路状态称为短路，由于短路时电路的总电阻很小，因此短路电流很大，容易烧坏电源或电气设备，因此常在电路中安装熔断器做短路保护。

3. 电路中的基本物理量

(1) 电流 电流是带电粒子有规则的定向运动形成的，导体内有可以自由移动的带电粒子，如金属内的自由电子。当金属导体两端加上电源后，在电场的作用下，根据电荷间的相互作用，同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引，金属导体内的自由电子会朝着相同的方

向运动，从而形成了电流。电流用字母 I 表示。在国际单位制中，电流的基本单位是安培，用字母 A 表示，除此之外，常用的电流单位还有千安 (kA)、毫安 (mA)、微安 (μA)。电流常用单位之间的换算关系如下：

$$1\text{kA} = 10^3\text{A}$$

$$1\text{A} = 10^3\text{mA}$$

$$1\text{mA} = 10^3\mu\text{A}$$

电流的大小可以用电流表或万用表进行测量，如图 1-4 所示。超过 50mA 的电流流过人的心脏，就会导致人死亡，因此，无论在学习还是工作过程中都要注意安全操作，保证安全。

电流是有大小有方向的矢量，在电路中规定正电荷做定向移动的方向为电流的正方向，因为金属内的自由电子带负电，所以金属导体中的电流方向与自由电子的运动方向相反。

(2) 电压 单位正电荷在电场力作用下，由 a 点运动到 b 点电场力所做的功，称为电路中 a 点到 b 点间的电压。电压用字母 U 表示。在国际单位制中，电压的基本单位是伏特，用字母 V 表示，除此之外，常用的电压单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV)、微伏 (μV)。电压常用单位之间的换算关系如下：

$$1\text{kV} = 10^3\text{V}$$

$$1\text{V} = 10^3\text{mV}$$

$$1\text{mV} = 10^3\mu\text{V}$$

电压也是有大小有方向的矢量，电压的大小可以用电压表或万用表进行测量。测量方法如图 1-5 所示。安全电压为 36V，但也不绝对，当环境潮湿的时候，安全电压可降为 24V 或 12V。家用照明电路的电压为 220V，我国远距离输送的高压线路的电压等级有 110kV、220kV、330kV、500kV。

电压的方向是正电荷的运动方向，即由正极指向负极。

(3) 电功率 单位时间内消耗的电能称为电功率（简称功率），直流电路中用字母 P 表示，若某负载两端电压为 U ，流过负载的电流为 I ，则此负载的功率为

$$P = UI$$

式中，电压的单位为 V，电流的单位为 A，则功率的单位为瓦特，简称瓦，用字母 W 表示。功率的常用单位还有千瓦 (kW) 和毫瓦 (mW)。

(4) 电能 负载工作所消耗的电能用 W 表示， W 与负载功率和工作时间成正比，即

$$W = Pt$$

式中， P 的单位为 kW， t 的单位为小时 (h)， W 的单位为 kW·h，1kW·h 就是通常所说的

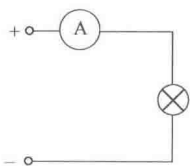


图 1-4 测量流过电灯的电流

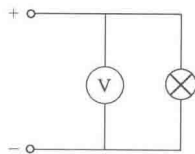


图 1-5 测量电灯两端的电压

1 度电，即一个功率为 1kW 的负载用电一个小时所耗电量为 1 度电。电能用电度表（也称电能表）来测量。

二、常见电工工具的使用

1. 验电笔

验电笔又称低压验电器、试电笔、测电笔，简称电笔，是检验导线和电气设备是否带电的一种电工常用检测工具。使用时应注意电压高于 60V 时，氖管就会起辉发光。

(1) 验电笔的用途 用来辨别相线和零线。相线发光，而零线不发光；用此项功能可以检测出电路中发生断路的故障点。

(2) 验电笔的种类 通常有两种：钢笔式验电笔如图 1-6 所示，螺钉旋具式验电笔由氖泡、电阻器、弹簧、笔身组成，如图 1-7 所示；图 1-8 所示为螺钉旋具式验电笔的结构图。

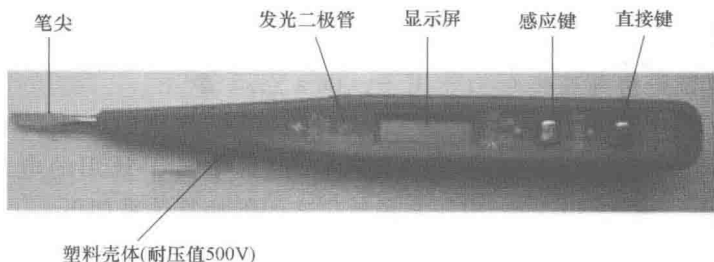


图 1-6 钢笔式验电笔



图 1-7 螺钉旋具式验电笔

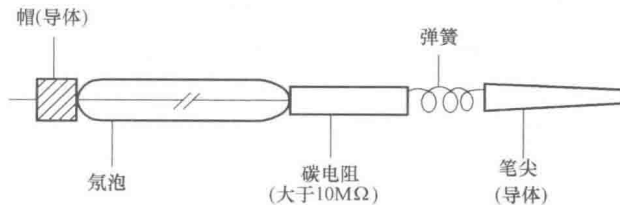


图 1-8 螺钉旋具式验电笔结构图

(3) 验电笔的使用方法 螺钉旋具式验电笔的使用方式为手指触及笔尾金属体，氖管小窗朝向操作者，如图 1-9 所示，检测电压的范围为 60 ~ 500V。

钢笔式验电笔的使用方式为用手按着直接键可以测出所接触导体的电压，最低为 12V，最高为 220V。用手按着感应键可以感应到 1 ~ 2cm 附近有没有电，感应键直接接触带电导体也会显示电压，但一般比直接键接触所测电压低。并且用感应键直接接触，不用手按“感

应键”也会有带电指示，这是因为电压较强的原因。感应键主要应用于快速查看一根线路中间是否有断路的情况，既节省了剥开导线查看的劳动强度，又避免了对导线的损坏。

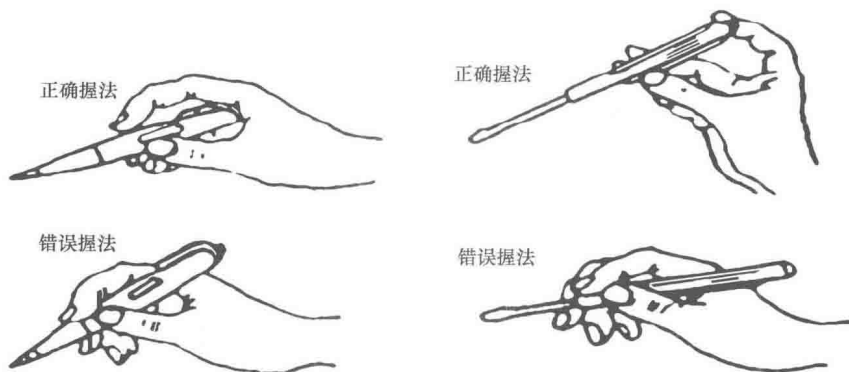


图 1-9 验电笔的使用方法

(4) 作用

1) 区分相线与中性线（地线或零线）。在交流电路中，当验电笔触及导线时，氖管发亮的是相线，不亮的是中性线。

2) 区分直流电与交流电。氖管里的两个极同时发亮的是交流电，氖管里的两个极只有一个发亮的是直流电。

3) 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，氖管发亮的一端是直流电的负极。

4) 区别电压的高低。根据氖管发亮的强弱来估计电压的高低。如果氖管灯暗红，微亮，则电压低；如果氖管灯为黄红色，则电压高；如果有电不发光，则说明电压低于 36V，为安全电压。

5) 辨别同相与异相。两手各持一支验电笔，同时触及两条线，同相不亮而异相亮。

2. 螺钉旋具

螺钉旋具也称为起子，是用来扭紧、扭开或拆卸螺钉的工具，常用的螺钉旋具有一字螺钉旋具（见图 1-10）和十字螺钉旋具（见图 1-11）两种，一字螺钉旋具用于扭紧或扭开有一字槽的螺钉，十字螺钉旋具用于扭紧或扭开有十字槽的螺钉，根据十字槽的尺寸不同，十字螺钉旋具也有多种规格，在使用时可根据十字槽的尺寸进行选择。



图 1-10 一字螺钉旋具

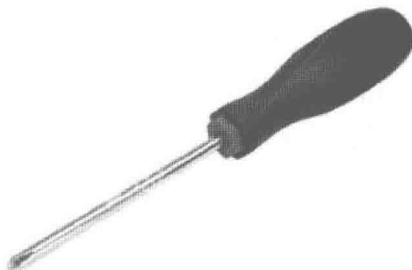


图 1-11 十字螺钉旋具

3. 钢丝钳

钢丝钳又称克丝钳或老虎钳，是电工应用最多的电工工具，主要用于夹住一些器件，其结构和实物图如图 1-12 所示。其中平夹紧口用来夹紧物件，如螺母或螺钉等；弧形夹紧口主要用于拧紧螺钉或拧松螺母，也可用来将导线接头拧紧或将已拧紧的接头拧开；刃口主要用于剪切导线钢丝、铁丝等较硬的金属丝或拔出钉子。

注意：请严格按照电工安全操作规范使用钢丝钳，使用前，应检查其绝缘柄，确定绝缘皮是否完好无损，以避免带电操作产生安全事故。同时在使用钢丝钳带电剪切时，不可同时剪切两根相线或相线与零线同时剪切，以免发生短路造成事故。



图 1-12 钢丝钳的结构图和实物图

4. 尖嘴钳

尖嘴钳如图 1-13 所示，具体握法如图 1-14 所示。尖嘴钳的钳柄上套有额定电压 500V 的绝缘套管，是一种常用的钳形工具，主要用来剪切线径较细的单股与多股线，以及给单股导线接头弯圈、剥塑料绝缘层等，能在较狭小的工作空间操作。不带刃口者只能夹捏工作，带刃口者能剪切细小零件，是电工修理工作中常用的工具之一，操作熟练的电工还常用它来剥削导线皮。尖嘴钳上面有不同的牙口，可根据导线的不同尺寸选择不同的牙口进行相应的操作。

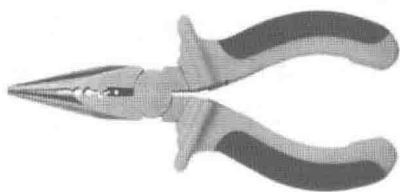


图 1-13 尖嘴钳

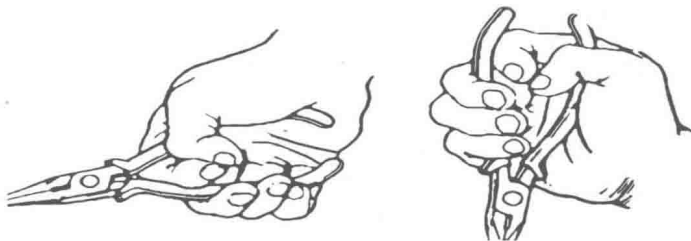


图 1-14 尖嘴钳的握法

5. 斜口钳

斜口钳又叫偏口钳，如图 1-15 所示，在剪切导线尤其是剪掉焊接点上多余的线头和印制电路板安放插件后过长的引线时，选用斜口钳效果是最好的。斜口钳还常用来代替一般剪刀剪切绝缘套管、尼龙扎线卡等。

注意：在使用上述三种钳子时都应检查好绝缘手柄上的绝缘皮是否完好无损，以避免触电安全事故。应注意不能够把各种钳子当锤子使，以免损坏或变形。

6. 剥线钳

剥线钳是用于剥线头的专用工具，常用的剥线钳如图 1-16 所示。剥线钳的钳柄上装有耐压不低于 500V 的绝缘套管，钳头有多个直径不同的切口，可根据导线的具体尺寸选择不同的切口，如果选择的切口尺寸较导线直径小，则容易损坏线芯或切断导线，如选择的切口尺寸较导线直径大，则无法将导线的绝缘皮剥下。



图 1-15 斜口钳

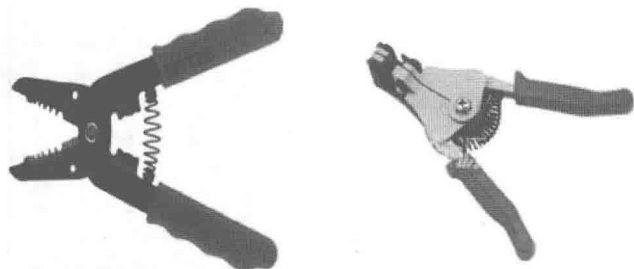


图 1-16 剥线钳

7. 万用表

万用表是最常用的电工仪表，因用途多而得名，万用表可以用来测量电阻、直流电压、交流电压、直流电流、交流电流，可以检测导线、电容以及半导体元器件等。

(1) 万用表的结构

万用表分为指针式万用表（见图 1-17）和数字式万用表（见图 1-18）。

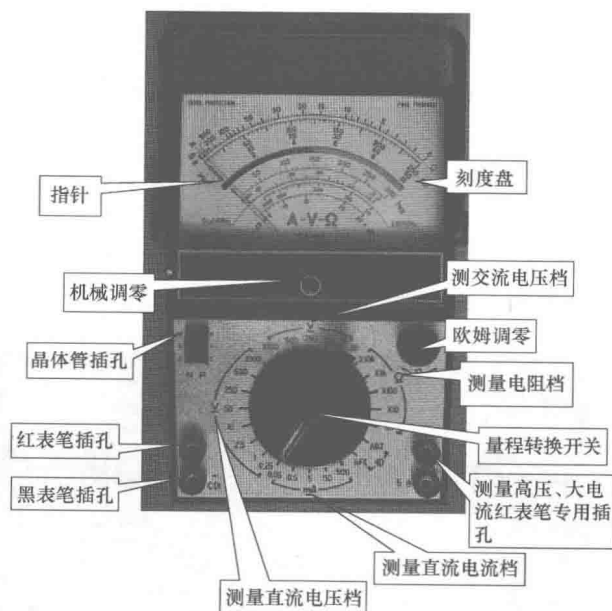


图 1-17 指针式万用表的结构

(2) 指针式万用表的使用步骤

1) 先将万用表放平。



图 1-18 数字式万用表的结构

- 2) 将红、黑表笔分别插在红、黑表笔插孔上。
- 3) 根据要测量的物理量选择适当的档位。
- 4) 测量并读数。
- 5) 使用后将档位旋至交流电压最高档，避免因使用不当而损坏。

(3) 用指针式万用表测量电阻的步骤

1) 选择电阻档上合适的档位。选择档位的原则是：尽量使指针指在表盘刻度的 $1/3 \sim 2/3$ 。

2) 调零。短接红、黑表笔，观察指针是否指向刻度盘右侧的零位，如果没有指零，则需用一字螺钉旋具调节机械调零旋钮进行调零，即令指针指在零刻度上，如图 1-19 所示。



图 1-19 指针式万用表调零

3) 测量及读数。将万用表的红、黑表笔分别接在电阻两端，测量并进行读数，注意此时在刻度盘上读得的数字并不是电阻的值，被测电阻值要通过计算才能得到，计算方法

如下:

被测电阻值 = 刻度盘上示数 × 档位值

如选择的是电阻档的 $\times 1k$ 档, 就用刻度盘示数 $\times 1k$, 所得结果即为测量值。

(4) 使用指针式万用表的注意事项

1) 测量电流与电压不能旋错档位。如果误用电阻档或电流档去测电压, 就极易烧坏万用表。

2) 测量直流电压和直流电流时, 注意“+”、“-”极性不要接错。如果发现指针反偏, 应立即调换表笔, 以免损坏指针及表头。

3) 如果不知道被测电压或电流的大小, 应先用最高档, 而后再选用合适的档位来测试, 以免表针偏转过度而损坏表头。所选用的档位越靠近被测值, 测量的数值就越准确。

4) 测量电阻时, 不要用手触及电阻两端裸露的部分(或两支表笔的金属部分), 以免人体电阻与被测电阻并联, 使测量结果不准确, 如图 1-20 所示。

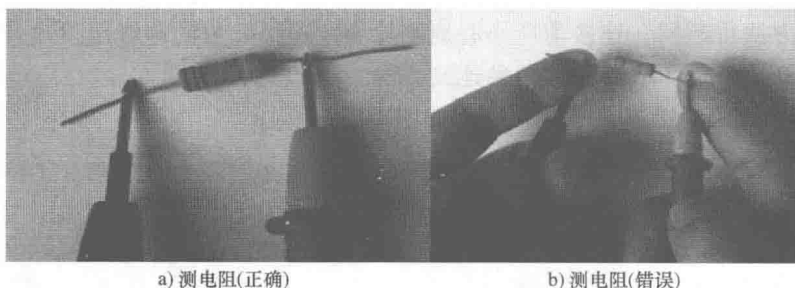


图 1-20 万用表测电阻的方法

5) 测量电阻时, 若将两支表笔短接, 将“欧姆调零旋钮”旋至右侧最大位置, 指针仍然达不到零点, 这种现象通常是由于表内电池电压不足造成的, 应换上新电池才能准确测量。

6) 万用表不用时, 不要旋在电阻档, 因为内有电池, 如不小心易使两支表笔相碰短路, 不仅耗费电池, 严重时甚至会损坏表头。

(5) 用数字式万用表测量电阻的步骤

1) 将量程转换档调离 OFF 档, 万用表即开启, 开启后根据需要进行适当的档位, 如不用时, 把档位调回 OFF 档, 即关闭。

2) 将黑表笔插入 COM 插孔, 红表笔插入 V/ Ω 插孔。

3) 选择合适的档位进行测量, 注意与指针式万用表不同, 数字式万用表的欧姆档所标数字值都是量程, 如图 1-21 所示。

在选择量程时要注意, 量程要比被测电阻值大, 但是为了测量的精确度, 一般选择比被测电阻大一档的量程最佳, 如测量 $1k\Omega$ 的电阻, 应选择 $2k\Omega$ 的量程, 测量 $10k\Omega$ 的电阻应选择 $20k\Omega$ 的量程。如果被测电阻大小未知或无法估计时, 应先从大的量程试测量, 如示数都为零, 或小数点位数多, 可选择再

小一档, 如仍出现上述现象, 可继续减小量程, 直到出现溢出符号, 则再调大一档, 这个量程就是最合适的。

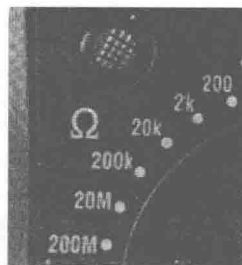


图 1-21 万用表的欧姆档量程

4) 用万用表的两支表笔分别接触电阻的两接线端进行测量和读数, 注意所测量的读数的单位应与所选量程的单位一致, 例如选择的是 200Ω 的量程, 那么测量结果的单位就是 Ω , 如选择的量程是 $2k\Omega$, 则测量结果的单位就是 $k\Omega$ 。

三、导线的连接及检测

导线连接是电工作业的一项基本工作, 也是一项十分重要的工序, 导线连接的质量直接关系到整个线路能否安全可靠地长期运行。

1. 对导线连接的基本要求

- 1) 连接牢固可靠、接头电阻要与电阻值近似相等, 工艺美观。
- 2) 机械强度高, 电气绝缘性能好。
- 3) 铝线与铝线接头处要做耐腐蚀处理。

2. 导线常用连接方法

一般导线的连接方法有绞合连接、紧压连接、焊接等。连接的导线种类和连接形式不同, 其连接的方法也不同, 连接前应小心地剥除导线连接部位的绝缘层, 注意不可损伤其芯线。下面简单介绍一下单股导线的两种连接方法。

(1) 单股导线的直接连接 操作过程如图 1-22 所示。

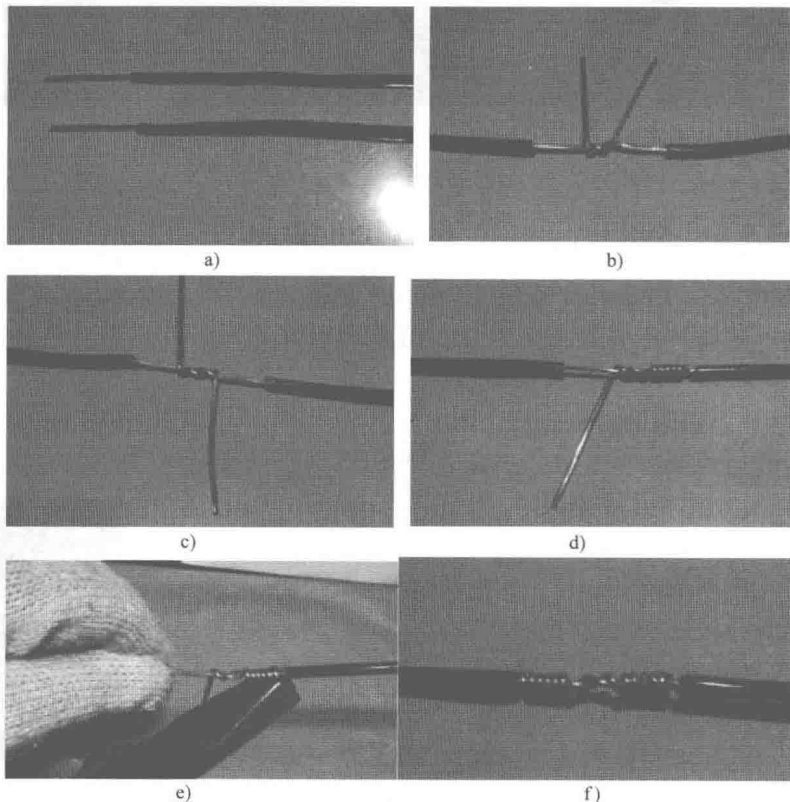


图 1-22 单股导线的直接连接

- 1) 先将两导线端去掉绝缘层, 大约 $8 \sim 9\text{cm}$ 。
- 2) 在两裸线头的 $1/3 \sim 1/4$ 之间作 X 交叉, 均匀互相绞合 $2 \sim 3$ 圈。

3) 每个线头在另一线芯上紧密缠绕 5~7 圈, 每圈之间应紧密相连, 不应有缝隙, 以免影响接头的牢固程度和机械强度。

4) 缠绕后剪去多余线头, 也可以用钢丝钳按平线头, 最后钳平切口。

(2) 单股导线的 T 字形连接 操作过程如图 1-23 所示。

1) 先在主干导线中剥去绝缘皮 2.5~3cm, 再将分支导线的一端剥去大约 9cm 的绝缘皮, 将分支线芯垂直搭在主干导线的线芯上。

2) 将分支导线线头绕干线缠绕成一个结。

3) 将分支线芯紧贴干线线芯缠绕 6~8 圈。

4) 将分支线芯捏紧, 并剪切掉分支线芯多余的部分。

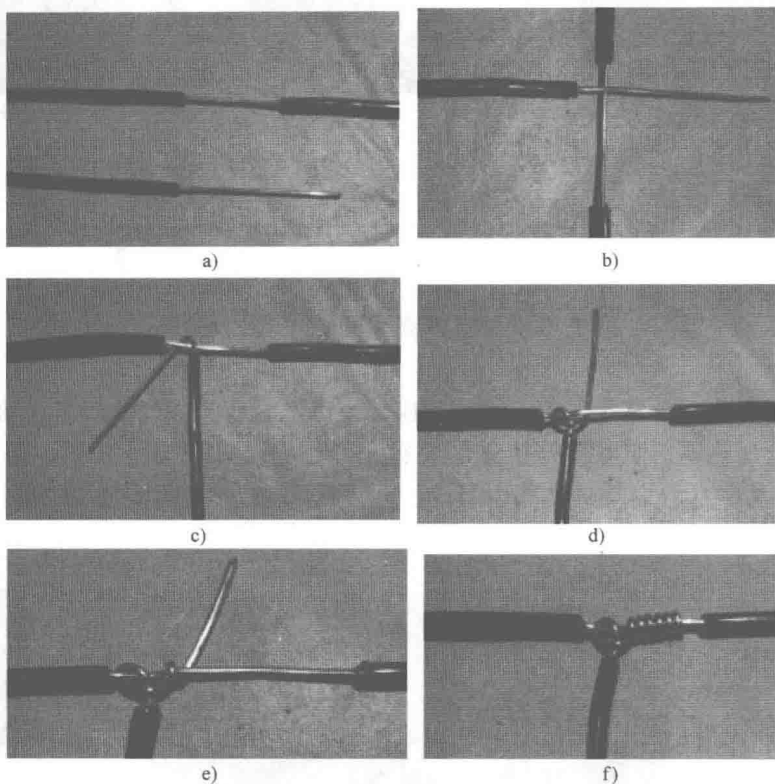


图 1-23 单股导线的 T 字形连接

3. 用万用表检测导线是否断线的方法

为了确保电路的正常功能, 通常在使用一段导线前都应确认导线是否断线, 这样做的好处是, 能够降低接好的电路图再排查故障的难度。

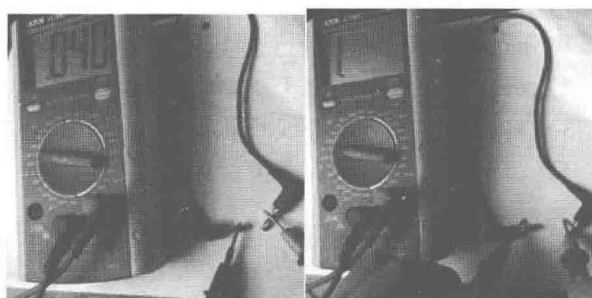
(1) 使用指针式万用表检测导线好坏的方法 使用欧姆档的 $R \times 10$ 或 $R \times 100$ 档, 进行机械调零, 确认万用表好坏后, 用万用表的两表笔分别接导线两端, 如图 1-24 所示, 如果指针不偏转, 则说明导线为断线。

(2) 使用数字式万用表检测导线好坏的方法 首先使万用表的红表笔插在 V 孔, 黑表笔插在 COM 孔, 选择二极管档, 短接两表笔, 如果发生蜂鸣, 则说明可用此档检测。用两

表笔分别接触导线两端，如果发生蜂鸣，则说明此线是好的；如果没有发生蜂鸣，可改用万用表欧姆档的小量程档进行检测，如果阻值是 0 或很小，则说明导线是好的，如果显示溢出符号 OL 或 1，则说明线是断的。



图 1-24 用指针式万用表检测导线



a) 好的导线

b) 断线

图 1-25 用数字式万用表检测导线

四、白炽灯

白炽灯主要用于室内、外光照度要求不高而开关频繁的场所。

1. 原理

白炽灯是利用电流在灯丝电阻上的热效应，使灯丝温度上升到白炽温度而发光的。它是由电流通过灯丝加热至白炽状态产生光的一种光源，有螺口灯头（见图 1-26）和插口灯头（见图 1-29）两种。螺口白炽灯如图 1-27 所示，螺口节能灯如图 1-28 所示。插口灯泡如图 1-30 所示。

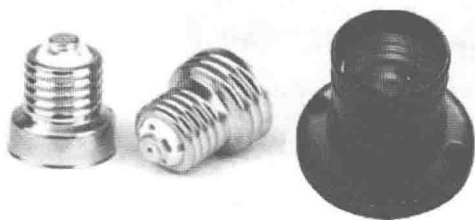


图 1-26 螺口灯头

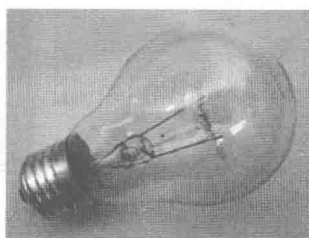


图 1-27 螺口白炽灯



图 1-28 螺口节能灯

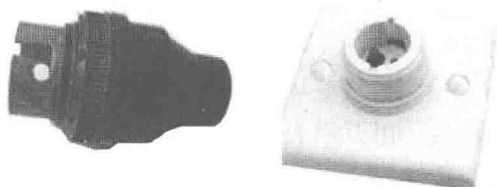


图 1-29 插口灯头