

电子技术工艺基础

于润发 孟贵华 编
段景奎 主审

电子工业出版社

内 容 简 介

本书是职业学校实用电子技术专业启蒙技能训练课程的教材。全书共七章，包括：常用电工材料和工具的识别与使用、焊接知识与要领、常用电工仪表的使用、照明电路的安装、电子元器件的识别、电子仪器的使用、简易电子装置的制作。

本书从感性认识入手，使读者掌握焊接、学会使用工具及各种仪器仪表等技能，并动手制作简易电子装置。因此，它特别适用于刚接触电的学生和初学家电维修的人员。

电子技术工艺基础

于润发 孟贵华

段景奎 主 编

责任编辑 邵又强

电子工业出版社出版(北京万寿路)

北京市燕山联营印刷厂印刷

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

*

开本：787×1092毫米1/32 印张：9.25 字数：200千字

1990年7月第1版 1996年8月第11次印刷

印数：89300—97300册 定价：6.80元

ISBN 7-5053-0683-1/TN·316

目 录

第一章 常用电工材料和工具	(1)
第一节 电线与电缆	(1)
一、导电材料.....	(1)
二、电线与电缆的种类.....	(2)
第二节 磁性材料	(4)
第三节 常用绝缘材料	(5)
一、绝缘材料的分类.....	(5)
二、绝缘材料的性能指标.....	(6)
第四节 常用工具	(7)
一、试电笔.....	(7)
二、螺丝刀、镊子、钳子、电工刀.....	(8)
三、钢锯、台钳、手摇钻.....	(12)
习题.....	(13)
第二章 焊接知识与要领	(14)
第一节 电烙铁的种类与选用	(15)
一、电烙铁的种类与构造.....	(15)
二、电烙铁的选用.....	(20)
三、使用电烙铁的注意事项.....	(21)
四、电烙铁的拆装与维修.....	(23)
第二节 焊接技术与操作	(24)
一、焊接原理.....	(24)

二、焊料的选用.....	(26)
三、焊剂的选用.....	(28)
四、手工焊接与典型焊接举例.....	(30)
实际操作：焊接与拆焊.....	(41)
习题.....	(42)
第三章 常用电工仪表的使用.....	(44)
第一节 磁电仪表.....	(44)
第二节 电流表.....	(51)
一、扩大量程的原理.....	(52)
二、实现多量程的方法.....	(53)
三、使用电流表的注意事项.....	(59)
第三节 电压表.....	(60)
第四节 欧姆表.....	(69)
第五节 万用表.....	(76)
一、万用表的结构.....	(77)
二、万用表的表盘.....	(82)
三、MF50-1型万用表标度尺读法.....	(83)
四、万用表的使用方法及注意事项.....	(86)
习题.....	(88)
第四章 照明电路的安装.....	(90)
第一节 安全用电常识.....	(90)
一、电流对人体的危害.....	(90)
二、触电及其预防.....	(93)
三、防雷常识.....	(99)
第二节 照明电路施工图.....	(103)
第三节 灯具的安装.....	(107)

一、白炽灯的安装.....	(108)
二、日光灯的安装.....	(112)
三、电源插座的安装.....	(118)
第四节 照明电路的检修.....	(119)
习题.....	(125)
第五章 电子元器件的识别.....	(126)
第一节 常用电子元件.....	(126)
一、电阻器与电位器.....	(126)
二、电容器及其容量的标志方法.....	(137)
三、电感器.....	(152)
四、继电器.....	(155)
五、变压器.....	(159)
第二节 晶体管及特殊器件介绍.....	(163)
一、晶体二极管.....	(163)
二、晶体三极管.....	(168)
三、场效应管.....	(178)
四、光电、热敏、发光等特殊器件介绍.....	(182)
第三节 集成电路.....	(190)
一、集成电路的种类.....	(190)
二、集成电路的特点.....	(192)
三、集成电路引线脚的识别与好坏的判断.....	(193)
四、集成电路的应用.....	(195)
第四节 可控硅.....	(200)
第五节 电动机.....	(206)
一、直流电机.....	(206)
二、交流单相异步电机.....	(210)

第六节	调压器	.....	(213)
习题	.....		(215)
第六章	电子仪器的使用	.....	(217)
第一节	信号发生器的使用	.....	(217)
一、	XFG-1型高频信号发生器	.....	(217)
二、	XD-1型低频信号发生器	.....	(222)
第二节	示波器的使用	.....	(226)
第三节	晶体管特性图示仪的使用	.....	(231)
第四节	毫伏表的使用	.....	(241)
习题	.....		(244)
第七章	实验与制作	.....	(245)
第一节	二极管单向导电实验	.....	(245)
第二节	印制电路板的制作	.....	(246)
第三节	简单电子装置的制作	.....	(252)
一、	装配工艺知识与要领	.....	(252)
二、	可调光台灯的制作	.....	(264)
三、	声控电子门铃的制作	.....	(266)
四、	光控电子小装置的制作	.....	(268)
五、	稳压电源的制作	.....	(270)
六、	简易信号发生器的制作	.....	(273)
附录一	无线电常用元器件符号、命名法	.....	(279)
附录二	常用收录机、电视机的英文标记及其意义		(282)
参考书目	.....		(284)

第一章 常用电工材料和工具

电工材料包含导电材料、磁性材料和绝缘材料等。本章所介绍的是部分常用的电工材料的分类、性能和使用范围，使初学者今后在电子电气设备的装配和修理中，能合理选用电工材料。同时，介绍部分常用的工具以及每种工具的特点和使用方法。

第一节 电线与电缆

一、导电材料

导电材料大部分是金属，但不是所有的金属都可以用作导电材料。用作导电材料的金属应具有以下几个特点：

(1) 导电性能好（即电阻系数小）；(2) 不易氧化和腐蚀；(3) 有一定的机械强度；(4) 容易加工和焊接；(5) 资源丰富、价格便宜。铜和铝基本上符合上述要求，是最常用的导电材料。但在某些特殊场合，也有用其它的金属或合金作为导电材料的。如常见的架空高压输电线要求具有较高的机械强度，一般选用铝镁硅合金；电热材料需要具有较大的电阻系数，如电炉用的电阻丝，常选用镍铬合金或铁铬铝合金；用作电路保险用的熔断丝要求具有易熔的特点，故选用铅锡合金；而用于电光源的灯丝则要求熔点高，就选

用钨丝作导电材料等。

铝导线的导电性能、焊接性能及机械强度都比铜导线差，电阻系数也比铜导线大，但它比重小，同样长度的两根导线，若要求它们的电阻值一样，虽然铝导线的截面积要比铜导线大1.68倍，但由于铝的比重只有铜的三分之一，所以它的重量却只是铜导线的一半（约0.54倍）。而且铝资源比铜资源丰富，价格便宜。所以，采用铝导线可降低成本，减轻重量。目前，架空输电线、照明线等已广泛使用铝导线。只有在要求比较高的场合，如动力线、电气设备的控制线和电机电器的线圈等大部分是采用铜导线。近几年来，铝导线的应用范围有所扩大，如变压器和中小型电动机的线圈等也采用铝导线。但由于铝导线的焊接工艺比较复杂，因此还没有广泛推广使用。

二、电线与电缆的种类

电线与电缆的种类很多，按它们的构造、性能、制造工艺和使用等特点来分，有以下几种：（1）裸线；（2）绝缘电线电缆；（3）电磁线；（4）通信电缆等。下面对使用最广的部分电线和电缆的特点及用途作简要介绍。

1. 裸线

裸线的特点是只有导体部分，没有绝缘层和护层，所以称为裸电线和裸导体制品。按其形状和结构来分，有圆单线、软接线和裸绞线等几种。

（1）圆单线：所使用的电工材料大部分是铜或铝。圆单线主要是用来作各种电线电缆导电线芯用的，但也可以直接用于架空的通信广播线等。

(2) 软接线：软接线是属于裸导体制品中的一种。凡是柔软的铜绞线和各种编织线都称为软接线。常用的软接线的种类很多，例如软裸铜电刷线主要用于电机、电器线路连接电刷用；裸铜软绞线，主要用于电器设备的连接，如用作引出线、接地线等。

2. 绝缘电线电缆

一般是由导电线芯、绝缘层和保护层构成的。它主要包括各种电力电缆、控制信号电缆、照明用线和各种安装连接用线等。绝缘电线电缆使用范围最广，种类也最多。导电线芯按使用要求可分为硬型、软型、特软型和移动式电线电缆等几种结构。导电线芯的根数有单芯、双芯、三芯和多芯不等。

绝缘层的主要作用是电绝缘，防止漏电和放电。绝缘物一般用橡皮、塑料或油纸等物质包复在导电电线芯外。在绝缘层外又包一层保护层，主要起机械保护作用，保护绝缘层，对电线电缆的使用寿命影响很大。这种保护层的构成有金属和非金属两种。固定敷设的电缆多采用金属护层，移动电缆多采用非金属护层。金属护层大多采用铅套、铝套和金属编织套等。在它的外面还有外被层，以保护金属护层免受外界机械和腐蚀损伤。非金属护层大多采用橡皮、塑料，也有少数采用棉纱编织护层，如常用的花导线等。

3. 电磁线

电磁线也是一种绝缘线。它的绝缘层是涂漆或包缠纤维，如玻璃丝等。电磁线主要应用于电机电器及电工仪表中，作为绕组或仪表的线圈、变压器线圈。

4. 通信电缆

通信电缆包括电信系统的各种电缆、电话线和广播线。

第二节 磁性材料

物质在外磁场的作用下显示出磁性的现象，叫磁化。所以，各种物质在外界磁场的作用下，都会呈现出不同的磁性。但由于各种物质的结构不同，因此在相同的外界磁场的作用下，有些物质显现磁性强，有些物质显现磁性弱。前者称为强磁性物质，后者称为弱磁性物质。工程上实用的磁性材料都属于强磁性物质。磁性材料按其特性不同，可分为软磁材料和硬磁材料（又称永磁材料）两大类。

1. 软磁材料

软磁材料一般指电工用纯铁、硅钢板等。把它们放在较弱的外界磁场内，就能产生较强的磁性，而且随着外界磁场的增强，很快就达到磁饱和状态。当外界磁场去掉后，它的磁性就随之基本消失。对软磁材料的基本要求是导磁率高、铁耗低。电工用纯铁一般用于直流磁场，其中以电磁纯铁用得最为普遍。硅钢板（片）主要是用在电机、电器和变压器上作铁芯导磁体。另外，如铁镍合金（坡莫合金）等也属软磁材料，一般用于变压器、扼流圈及继电器的铁芯。

2. 硬磁材料

硬磁材料的主要特点是剩磁强。这类材料在外界磁场的作用下，在达到磁饱和状态以后，即使外界磁场去掉，还能在较长时间内保持强而稳定的磁性。对硬磁材料的基本要求是剩磁强，磁性稳定。如常见的用作储藏磁能和提供磁能的永久磁铁。目前电工产品中用得最多的硬磁材料是铝镍钴合

金，主要用来制造永磁电机的磁极铁芯，以及磁电系仪表的磁钢。

第三节 常用绝缘材料

我们常把物体阻碍电流的性质叫做电阻。构成物体本身的材料不同，其阻碍电流的能力也不同，电阻系数大于 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 的物质所构成的材料在电工技术上叫做绝缘材料。在电工材料中，绝缘材料同导电材料具有同等重要作用。它在电气设备中的作用是把电位不同的带电部分隔离开来。因此绝缘材料应具有良好的介电性能，即具有较高的绝缘电阻和耐压程度，并能避免发生漏电或击穿等事故；其次耐热性能要好，最重要的是在经过长期受热作用下，性能不发生变化，而且还应具有良好的导热性、耐潮防雷性和较高的机械强度以及工艺加工方便等优点。

一、绝缘材料的分类

电工常用的绝缘材料按其化学性质不同，可分为无机绝缘材料、有机绝缘材料和混合绝缘材料。

(1) 无机绝缘材料有云母、大理石、陶瓷、玻璃及硫磺等。主要是用作电机、电器的绕组绝缘，开关的底板和绝缘子等。

(2) 有机绝缘材料有虫胶、树脂、纸、麻及人造丝等。大多用以制造绝缘漆、绕组导线的被覆绝缘物等。

(3) 混合绝缘材料是由以上两种材料经加工制成的各种成型绝缘材料，用作电器的底座、外壳等。

二、绝缘材料的性能指标

绝缘材料的性能指标，指的是：绝缘强度，抗张强度，比重，膨胀系数等。其意义如下：

(1) 绝缘耐压强度：绝缘材料在电场中，当电场强度增大到某一极限值时，就会被击穿。这个绝缘击穿的电场强度称为绝缘耐压强度(又称绝缘强度)。通常以1mm厚的绝缘材料所能承受的电压千伏值表示。电工工具的耐压值标在绝缘手柄上。例如尖嘴钳绝缘柄可耐压500V，即持尖嘴钳可以带电工作，工作电压不能超过500V。又例如钢丝钳、断线钳、剥线钳等工具，由于钳柄都采取绝缘措施，手柄上都标有耐压值，都可以在有电场合带电操作，但必须注意不能超过绝缘柄上标注的耐压值。

(2) 抗张强度：指绝缘材料每单位截面积能承受的拉力。例如玻璃每平方厘米截面积能承受140kg。

(3) 比重：指绝缘材料每立方厘米体积的重量。例如硫磺每立方厘米体积重2g。

(4) 膨胀系数：指绝缘体受热以后体积增大的程度。反映出电工绝缘材料在正常运行条件下允许的最高工作温度。不同的绝缘材料，其极限工作温度是不同的。常把不同电工材料的最高工作温度分级，称耐热等级，共分7级，即：Y(90℃)、A(105℃)、E(120℃)、B(130℃)、F(155℃)、H(180℃)、C(180℃以上)。例如，木材、棉花以及纸等绝缘材料，其极限工作温度为90℃，耐热等级为Y级。而石英、石棉、云母、玻璃及电瓷材料等，其极限工作温度为180℃以上，耐热等级为C级。

第四节 常用工具

一、试电笔

试电笔又称验电笔，是一种低压试电笔。是用来检查低压导体，如电源插座、导线、用电器、电路板以及电气设备外壳是否带电的辅助安全用具，其检测电压在500V以下（指带电体与大地的电位差）。它是从事电子技术工作及电气工作者必备的用具之一。

（一）试电笔的构造

为便于使用和携带，试电笔一般做成钢笔式结构。如图1-1所示。在塑料笔杆的前部装着金属探头或者螺丝刀。后

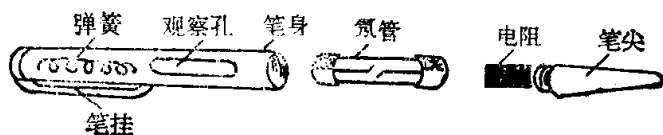


图1-1 试电笔的构造

部有金属帽或金属夹，笔杆内依次装着一个阻值很大的电阻（又称安全电阻），一个氖泡和一个弹簧。弹簧与后端外部的金属部分相接触。氖泡内充了氖气，有两个相距很近的电极和氖泡两端相接，只要加上几十伏电压，就能使氖气导电，发出红色的辉光。

（二）试电笔工作原理

当用试电笔测试带电体时，必须用手指按着试电笔后部的金属夹，笔尖（探头或螺丝刀）碰触被检查的物体，如果

看到氖泡发红光，说明物体带电。这时候带电体经试电笔、人体、大地、发电厂的发电机等构成闭合回路。如图1-2所示。

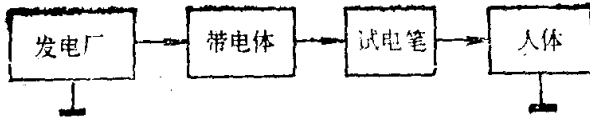


图1-2 试电笔工作原理

由于试电笔里串接的安全电阻阻值很大，因此通过人体的电流很微弱，不必担心触电。

(三) 使用试电笔注意事项

(1) 使用试电笔前，一定要在有电的电源上（如电源插座）检查氖泡能否正常发光。

(2) 在明亮的光线下测试时，往往不易看清氖泡的辉光，应当避光检测，防止错误判断。

(3) 试电笔的探头多是螺丝刀形状，它只能承受很小的扭矩，使用时应特别注意，以免损坏。

二、螺丝刀、镊子、钳子、电工刀

(一) 螺丝刀

螺丝刀又称起子、改锥、解刀等。它的种类很多，按头部形状的不同，可分为一字形和十字形两种，如图1-3所示。按柄部材料和结构的不同，可分为木柄、塑料柄、夹柄和金属柄等四种。其中塑料柄的具有较好的绝缘性能，适合电工使用。下面介绍几种常用的螺丝刀的特点及用途。

(1) 一字形螺丝刀：一字形螺丝刀主要用来旋紧或拆

卸一字槽的螺钉和木螺钉。有木柄和塑料柄等几种。一字形螺丝刀有多种规格，通常说的大、小螺丝刀是用柄部以外的刀体长度表示，常用的有100、150、200、300、和400 mm等几种。视螺丝钉的大小选用规格不同的螺丝刀，若用小螺丝刀旋紧或拆卸大螺钉，容易损坏螺丝刀。

(2) 十字形螺丝刀：十字形螺丝刀专供旋紧或拆卸十字槽的螺钉和木螺钉。有木柄和塑料柄等几种。十字形螺丝刀同样有多种规格，也是用柄部以外的刀体长度表示。在使用十字螺丝刀时，应十分注意所选用的十字螺丝刀与十字螺钉的十字槽吻合。

(3) 夹柄螺丝刀：夹柄螺丝刀的柄部是用木柄装在螺丝刀扁平形尾部的两侧，是一种特殊结构的一字形螺丝刀。使用时允许在其尾部敲击，它比普通的一字形螺丝刀耐用。它的规格以螺丝刀的全长表示，常用的有150、200、250及300mm等几种。注意：在有电场合禁止使用夹柄螺丝刀。

(4) 多用途螺丝刀：多用途螺丝刀是一种组合工具，其柄部和刀体可以随意拆卸，它的规格以全长表示。以上海出品的利工牌组合螺丝刀为例，它采用塑料柄，柄部结构与试电笔相似，可兼作试电笔使用。它附有两种不同尺寸的一字形刀体；两种不同规格的十字形刀体；一只钢钻，还有四种不同型号的套筒搬手。换上钢钻可用来预钻木螺钉的底孔；换上套筒搬手，可用来旋紧或拆卸螺母。这种组合工具功能全、使用方便。

(二) 镊子

在电子制作和修理中，常用镊子夹取小螺钉、小元件、小块松香等细小物品。在进行焊接过程中，可用镊子固定被

焊物件，尤其在修理仪表的表头，修理收音机中周变压器等一些精细的物件时，更离不开镊子。所以在选用镊子时，要求镊子的弹性要好，手指一松开，镊子能立即恢复原状。还要求镊子弹力要小，手指用很小的力就能够使镊子合拢，手指感觉灵敏，才能松紧适度地夹住小物品。镊子的基本形状如图1-3所示。

(三) 钳子

钳子的种类很多，按用途不同，分为钢丝钳、尖嘴钳、剥线钳和断线钳等。根据不同的用途，各种钳子的形状也不同，都具有各自的特点，如图1-3所示。

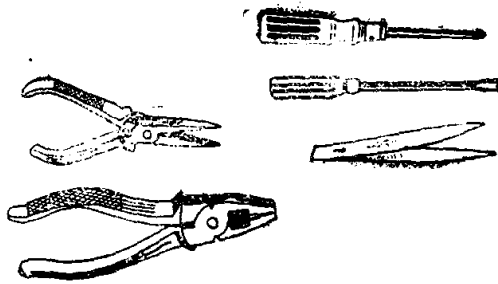


图1-3 螺丝刀、尖嘴钳、钢丝钳、镊子

(1) 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细，适于在狭小的工作空间操作。尖嘴钳一般用来夹持小螺母、小零件，在电路焊接的时候夹住元器件的引线等。带有刃口的尖嘴钳能剪断细小金属丝，但由于尖嘴钳小，不能用很大的力气，所以不要用尖嘴钳钳很大的东西或剪很粗的金属丝，以防钳嘴折断。尖嘴钳有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄的工作电压为500V。其规格以全长表示，目前常见的有130、160、180和200mm等几种。

(2) 钢丝钳

钢丝钳又称平口钳。它的用途是夹持和拧断金属薄板及

金属丝。有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄的钢丝钳可在有电场合使用，工作电压一般在500V，有的钢丝钳绝缘柄可耐压5000V。钢丝钳的规格以全长表示，有150、175和200mm几种。在剪切钢丝时，要根据钢丝粗细合理选用不同规格钢丝钳，并要求将钢丝放在剪口根部，不要放斜或靠近腮边，以免崩口卷刃。

(3) 断线钳

断线钳主要用来剪断直径较粗的金属丝、线材及电线电缆等。其规格是以全长表示。钳柄有铁柄和绝缘柄等型式，其中绝缘柄的断线钳可用于带电场合，其工作电压标在绝缘柄上，一般不低于500V。

(4) 鱼口钳

鱼口钳的头部形状象鱼头，主要用在旋紧和拆卸电缆固定螺帽。根据电缆固定螺帽直径大小，鱼口钳开口度可以人工调节。

(5) 剥线钳

剥线钳是用来剥除电线端部绝缘层（如橡皮、塑料等）的专用工具，它的手柄是绝缘的，可以带电操作，工作电压为500V。剥线钳可以适用于直径不同的电线。其规格以全长表示，有140和180mm两种。

(四) 电工刀

电工刀适用于电工装修工作中割削电线、电缆绝缘、绳索、木头及软性金属。其结构有普通式和三用式两种。普通式电工刀按刀片长度分大号(112mm)和小号(88mm)两种规格。三用式电工刀增加了锯片和锥子，是用来割锯电线板槽和锥钻木螺钉的底孔，它的规格目前只有100mm一种。