

于占河 主编 马克联 主审





“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

电工电子技术实训教程

于占河 主编

马克联 主审



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是以教育部制定的《高职高专教育电工电子技术实践教学基本要求》为依据编写的。本书主要内容有常用电工工具、常用电子仪器、焊接工艺、导线的连接方法、电工技术基础(电路)实验、模拟电路实验、数字电路实验、电工电子技术综合实训。本书特点是突出实用、强调能力、分段培养。既注重实用技术的传授,以培养动手能力为主线,重点放在实际操作技能的训练上,培养学生解决实际问题的能力,又遵循循序渐进的原则,由基础知识至基础实验再到综合技能,由浅入深、深入浅出地培训。

本书可作为高职高专院校生产过程自动化技术、应用电子技术、机电应用技术、工业企业电气化及计算机应用技术等相关专业的实训教材,也可作为函授、成人高校或自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实训教程/于占河主编. —北京: 化学工业出版社, 2015.3
“十二五”职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-122-22889-5

I. ①电… II. ①于… III. ①电工技术-高等职业教育-教材 ②电子技术-高等职业教育-教材 IV. ①TM
②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 018793 号

责任编辑: 张建茹 潘新文
责任校对: 宋 玮

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
787mm×1092mm 1/16 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 182 千字 2015 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

高职高专电仪类专业规划教材 编审委员会

主 任 王爱广

副主任 邓 允 王黎明

委 员 (排名不分先后)

王爱广	邓 允	王黎明	厉鼎熙	吕廉克	汤光华
于占河	郝万新	马应魁	张 虎	王永红	董 力
蔡夕忠	马克联	刘玉梅	樊明龙	任丽静	国海东
吕铁男	开 俊	王 琦	吴明亮	殷 刚	邓素萍
徐咏东	刘江彩	戴焰明	李世伟	宋 涛	郑 怡
张国华	陆建遵	黎洪坤	陈昌涛	夏鸿儒	黄 杰
王 磊	耿淑芹	何亚平			

前 言

为了适应社会经济和科学技术迅速发展及教育教学改革的需要,全国化工高职电仪类专业教学指导委员会组织有关院校经过广泛深入的调查研究和讨论,制定了高职高专电仪类专业新一轮的教材建设规划。新的规划教材根据“以市场需求为导向,以职业能力为本位,以培养应用型高技能人才为中心”的原则,注重以先进的科学发展观调整和组织教学内容,增强认知结构与能力结构的有机结合,强调培养对象对职业岗位(群)的适应程度,对电仪类专业教材的整体优化力图有所突破,有所创新。

电工电子技术实践环节是学生学习电工(电路)与电子技术课程中进行的实验和结束课程后进行的电工电子技术综合实训。它是整个教学环节中的重要组成部分,对于强化基本训练、增强实践能力、加深理解理论知识、培养动手能力和初步设计能力有着极为重要的作用。本书集基础知识(常用电工工具、仪表和电子仪器的使用,焊接工艺及导线的连接方法)、实验、设计与实习、技能训练与应用能力培养为一体,体系新颖,内容可选择性强。

由于本轮教材的整体策划,从而保证了理论教材与实训教材的衔接和配套,本书力求内容和编排的可选择性,方便不同学时的高职高专强电、弱电、计算机以及机电一体化专业的选用。也可作为非电类专业电工学一体化教学的教材或参考书。同样适用于中等职业学校选用。

参加本书编写的人员都是在各高职高专院校从事电工电子技术教学和研究的一线教学人员,由于占河担任主编。于占河编写第1章、第2章、实验1~实验9;李昌根编写实验10、实验11、实验14;刘生编写实验12、实验13;刘文军编写实验15~实验20;陈惠荣编写实训1、实训2;陆建遵编写实训3;李世伟编写实训4;张宏编写实训5、实训6。全书由于占河统稿并定稿。

马克联担任本书的主审,在审稿过程中提出了许多宝贵的修改意见,为提高本书的质量起到很好的作用,在此一并表示深切的谢意。

在编写过程中编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,不足之处在所难免,敬请批评指正。

编者

2015年1月

目 录

第 1 篇 基础知识

1 基本操作工艺	1
1.1 常用电工工具	1
1.2 导线的连接方法	4
1.3 焊接工艺	9
2 常用仪表	13
2.1 电工仪表的基本知识	13
2.2 电流表、电压表和功率表	14
2.3 万用表	17
2.4 钳形电流表	20
2.5 兆欧表	21
2.6 直流电桥	23

第 2 篇 基础实验

实验 1 电路元件伏安特性曲线的研究	26
实验 2 基尔霍夫定律的验证	27
实验 3 验证叠加原理	29
实验 4 日光灯电路及功率因数的提高	30
实验 5 三相交流负载的连接	32
实验 6 线性电路的过渡过程	34
实验 7 单相变压器的测试	38
实验 8 三相异步电动机的控制 (1)	40
实验 8 三相异步电动机的控制 (2)	42
实验 9 常用电子仪器的使用 (1)	43
实验 9 常用电子仪器的使用 (2)	48
实验 10 单极放大电路	53
实验 11 负反馈放大电路	55
实验 12 线性运算放大器	56
实验 13 单相桥式整流、滤波和稳压电路	59
实验 14 集成稳压电路	61
实验 15 门电路逻辑功能及测试	62
实验 16 用 SSI 设计组合逻辑电路	65
实验 17 触发器及应用	68
实验 18 数据选择器及其应用	70

实验 19 加法器及其应用 72

实验 20 555 集成定时器及其应用 74

第 3 篇 综合实训

实训 1 电度表的安装及使用 77

实训 2 线管照明线路的安装 80

实训 3 电子琴线路安装与调试 86

实训 4 智力竞赛抢答器的设计与制作 90

实训 5 数字钟的设计与制作 94

实训 6 四路彩灯控制器电路设计与制作 100

附录 部分数字集成电路的功能表与引线端子图..... 103

参考文献..... 114

第1篇 基础知识

1 基本加工工艺

1.1 常用电工工具

1.1.1 验电笔

验电笔是检验线路、电器和电气设备是否带电的电工工具。验电笔结构如图 1-1 所示，分为钢笔式和螺丝刀式两种，主要由氖管、电阻、弹簧和笔身等组成。使用验电笔时，以手指或手掌触及笔尾的金属体，验电笔探头接触带电体时，电流经带电体、验电笔、人体到大地构成回路，若验电笔中氖管发光说明带电体有电，否则不带电。验电笔检测电压范围一般为 60~500V。

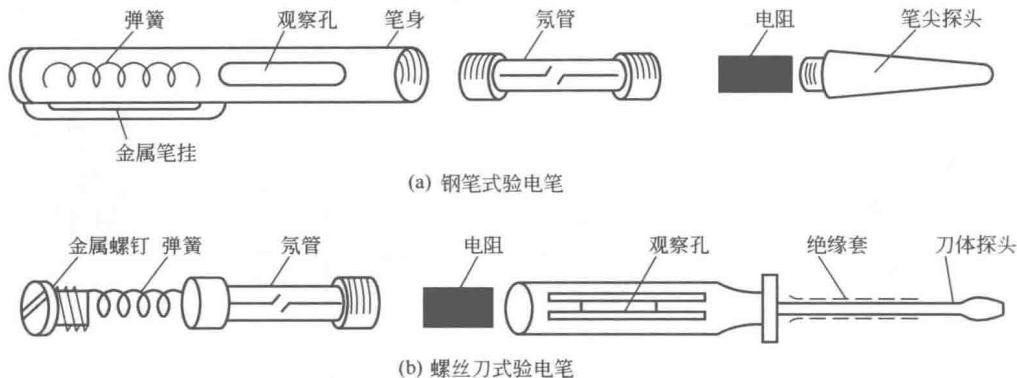


图 1-1 验电笔结构

验电笔的主要用途如下。

① 区分火线与零线 在交流电路中，用验电笔检测导线时，氖管发光的是火线，正常时零线不会使氖管发光。

② 区分交流电和直流电 当交流电通过验电笔时，氖管中的两个极同时发光。直流电通过验电笔时，氖管中的两个极只有一个发光。

③ 检测设备外壳漏电 用验电笔检测电气设备外壳时，若氖管发光，则说明该设备火线有碰壳现象，设备外壳带电。如果设备外壳有良好的接地装置，氖管是不会发光的。

使用验电笔时注意事项如下。

① 使用验电笔前，应在有电的带电体上试测，证明验电笔确实良好后再使用。

② 检测时应当避开直射的强光，防止因看不清辉光而形成错误判断。

③ 螺丝刀式验电笔的探头，只能承受很小的扭矩，作为旋具使用时，应特别小心，防止损坏。

1.1.2 钢丝钳

钢丝钳也称为平口钳，是弯、钳、剪导线的主要电工工具。钢丝钳构造及使用方法如图 1-2 所示。钢丝钳钳柄绝缘管耐压一般为 500V。



图 1-2 钢丝钳构造及其使用方法

钢丝钳的主要用途如下。

- ① 用钳口弯绞或钳夹导线线头或其他物体。
- ② 用齿口来固紧或起松螺母。
- ③ 用刀口来剪断导线、剖削导线绝缘层、起拔铁钉等。
- ④ 用侧口来侧断钢丝、铁丝等硬度较大的金属丝。

1.1.3 尖嘴钳

尖嘴钳其头部尖细，适用于狭小的工作空间。尖嘴钳外形结构及使用方法如图 1-3 所示。尖嘴钳绝缘柄的耐压一般为 500V。

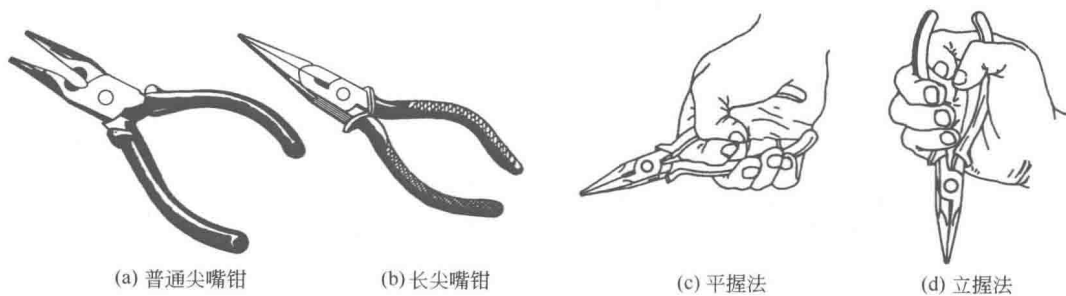


图 1-3 尖嘴钳外形结构及使用方法

尖嘴钳的主要用途如下。

- ① 钳刃口可用来剪断细小金属丝。
- ② 可用来夹持较小的螺钉、垫圈、导线等元件。

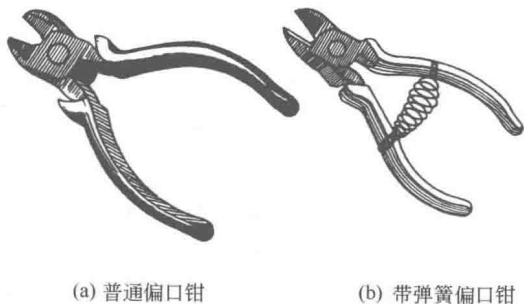


图 1-4 偏口钳

③ 在装接线路板时，可用其将单股导线弯成一定圆弧的接线端子。

1.1.4 偏口钳

偏口钳又称剪线钳或斜口钳，如图 1-4 所示。偏口钳的握法与尖嘴钳的平握法相同，主要用来剪切导线，尤其是剪切印制线路板上元件过长的引线时，选用偏口钳最好。偏口钳也可用来代替一般剪刀剪切绝缘套管、尼龙扎线卡等。

1.1.5 剥线钳

剥线钳是用来剖削小直径绝缘层的专用工具,如图 1-5 所示。使用时将要剖削的绝缘层长度用标尺定好以后,把导线放入相应的刀口中,用手将钳柄一握,导线的绝缘层即被割破自动弹出。

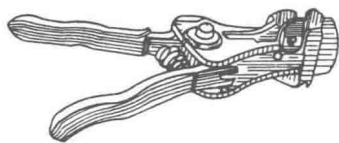


图 1-5 剥线钳

1.1.6 螺丝刀

螺丝刀是紧固或拆卸螺钉的专用工具,按头部结构不同可分为一字形和十字形两种。螺丝刀外形如图 1-6 所示。

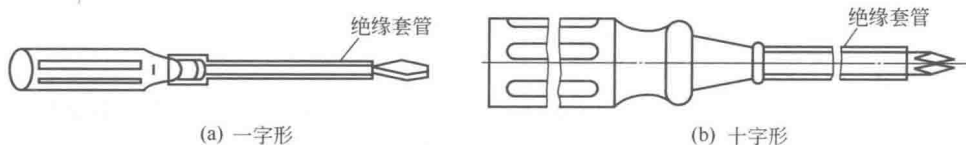


图 1-6 螺丝刀外形

一字形螺丝刀常用的规格有 50、100、150、200 和 300 (单位均为 mm) 等几种。十字形螺丝刀专供紧固和拆卸十字槽的螺钉,其规格分为 I、II、III、IV 号分别适用于旋动直径为 2~2.5mm、3~5mm、6~8mm、10~12mm 的螺钉。

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,以免触电。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。螺丝刀的正确使用方法如图 1-7 所示。

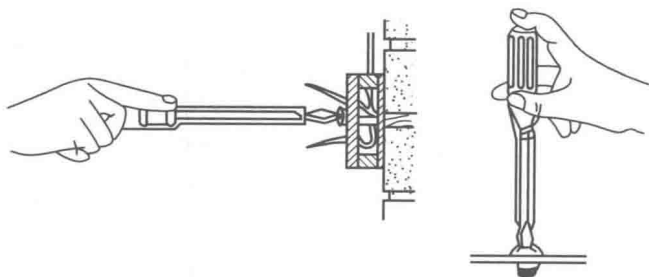


图 1-7 螺丝刀的正确使用方法

1.1.7 电工刀

电工刀是用来剖削电线线头、切割木台缺口、削制木枕的专用工具。电工刀外形如图



图 1-8 电工刀外形

1-8 所示。由于电工刀柄是无绝缘的,不能在带电导线或器材上剖削,以免触电。使用时,要将刀口朝外剖削。剖削导线绝缘层时,应使刀面与导线成较小的锐角,避免割伤导线芯。刀用完后要随即将刀身折入刀柄。

1.1.8 活动扳手

活动扳手俗称活扳子,是用来紧固或松开螺母的专用工具。活动扳手外形及使用方法如图 1-9 所示。活动扳手扳动大螺母时,手应握在柄尾处;扳动较小螺母时,手应握在靠近头部的地方,以便随时调节蜗轮,防止打滑。不可用钢管接长手柄来加大扳动力矩,活动扳手不得当撬棒或手锤使用。

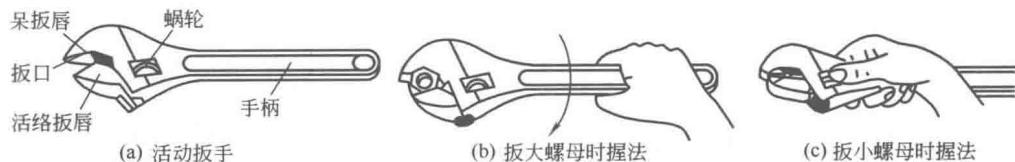


图 1-9 活动扳手外形及使用方法

1.2 导线的连接方法

1.2.1 导线的分类与应用

导线通常分为两大类，即电磁线和电力线。电磁线主要用来制作绕组，如用其制作变压器、电动机和电磁铁的线圈等。电磁线按绝缘材料的不同可分为漆包线、丝包线、丝漆包线、纸包线、玻璃纤维包线和纱包线等；按截面的几何形状可分为圆形和矩形两种；按导线的线芯材料分为铜芯和铝芯两种。电力线则主要用来连接电路，主要有绝缘导线和裸导线两种，其中，绝缘导线主要有塑料硬线、塑料软线、塑料护套线、橡胶线、花线、橡胶套软线、铅包线和各种电缆等。裸导线有铝绞线和钢芯铝绞线两种。下面主要介绍电力线的连接方法。

1.2.2 电力线线头的剖削

(1) 塑料硬线绝缘层的剖削

芯线截面为 4mm^2 及以下的塑料硬线，常采用钢丝钳进行剖削。操作方法是：根据线头所需长度，用钳头刀口轻切塑料层表皮，左手捏住导线，右手握住钢丝钳头部，用力向外勒去塑料绝缘层，右手握钢丝钳时用力要适当，避免伤及线芯，如图 1-2 (b) 所示。

芯线截面大于 4mm^2 的塑料硬线，可用电工刀来剖削绝缘层。操作方法是：根据线头所需长度，用电工刀口以 45° 倾斜切入塑料绝缘层，注意掌握刀口位置，使之刚好削透绝缘层又不伤及线芯，接着刀面与芯线保持 15° 左右，用力向外削出一条缺口，然后把未削去的绝缘层剥离线芯，向后扳转，再用电工刀切齐，如图 1-10 所示。

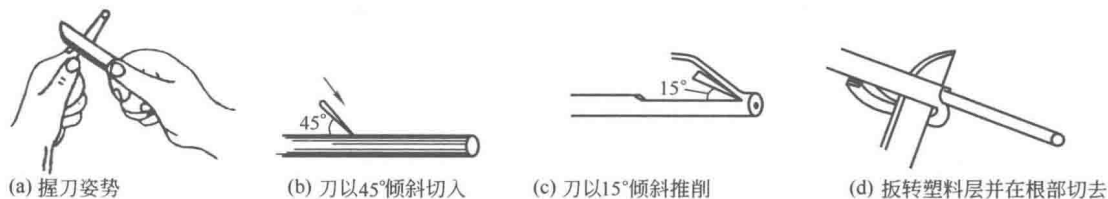


图 1-10 电工刀剥离塑料硬线绝缘层

(2) 塑料软线绝缘层的剖削

剖削塑料软线的绝缘层，可用剥线钳，也可用钢丝钳，但不能用电工刀，因为塑料软线太软，线芯又是多股的，用电工刀很容易切断线芯。

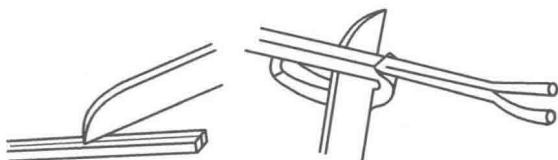


图 1-11 塑料护套线绝缘层的剖削

(3) 塑料护套线绝缘层的剖削

护套线绝缘层分为外层（护套层）和内部每根芯线的绝缘层，护套层用电工刀来剥离。根据所需长度用刀尖在线芯缝隙间划开护套层，并将护套层向后扳翻，用刀口切齐，如图 1-11 所示。芯线的绝缘层剖削同塑

料线,但要求绝缘层的切口与护套层的切口之间应留有 5~10mm 的距离。

(4) 橡胶线绝缘层的剖削

橡胶线的最外层是一层柔韧的纤维编织保护层,先用电工刀尖把编织保护层划开,与剥离护套层的方法相似,然后用剖削塑料线绝缘层相同的方法剥去橡胶层。

(5) 花线绝缘层的剖削

花线的绝缘分外层和内层,外层是较软的棉纱编织层(纱编层),剖削时在所需长度处用电工刀把棉纱编织层四周割切一圈拉去,距棉纱编织层 10mm 处,用钢丝钳刀口切割橡胶绝缘层,注意不要损伤芯线,然后右手握住钳头,左手把花线用力抽拉,钳口勒出橡胶绝缘层,最后露出棉纱层,用电工刀割断,如图 1-12 所示。

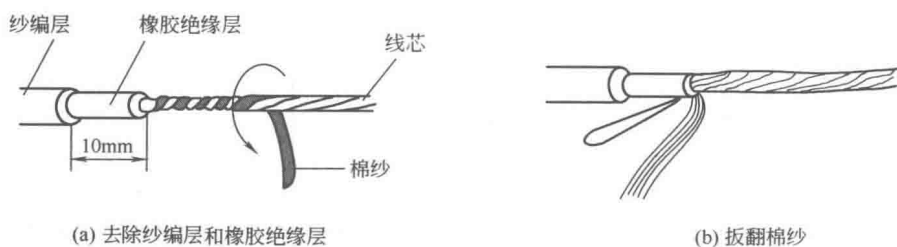


图 1-12 花线绝缘层的剖削

1.2.3 电力线线头的连接方法

常用电力线的线芯有单股、7 股和 19 股等多种,线芯股数不同,连接方法也不同。

(1) 铜芯线线头的连接

① 单股铜芯导线的直接连接。先把两线端 X 形相交,互相绞合 2~3 圈,然后扳直两线端,将每个线端在线芯上紧贴并绕 6 圈,多余的线端剪去,并钳平切口毛刺(图 1-13)。

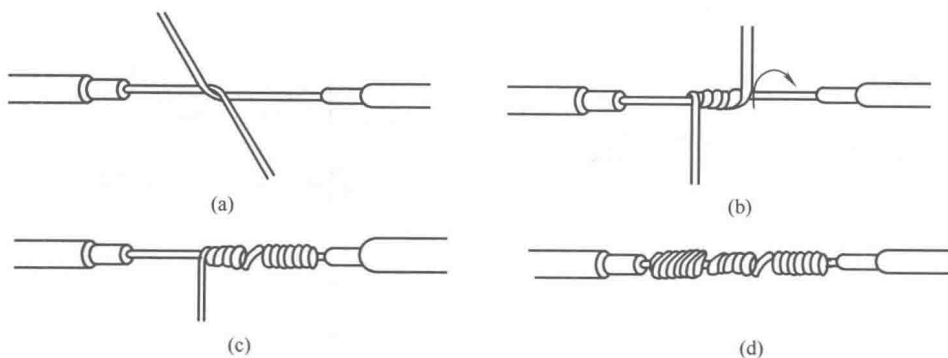


图 1-13 单股铜芯导线直接连接

② 单股铜芯导线的 T 形分支连接。连接时把支路线头与干路线头十字相交,支路线芯根部要留出 3~5mm 裸线,然后把支路线芯在干路线芯上沿顺时针方向紧密缠绕 6~8 圈,剪去多余芯线,钳平切口毛刺(图 1-14)。

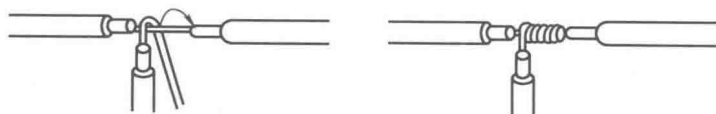


图 1-14 单股铜芯导线 T 形分支连接

③ 7 股铜芯导线的直接连接

• 把除去绝缘层和氧化层的芯线线头分成单股散开并拉直，在线头总长的 $\frac{1}{3}$ 处（离根部距离）顺着原来的方向将其绞紧，把余下 $\frac{2}{3}$ 总长的线头分散成伞骨状，如图 1-15 (a) 所示。

• 把两个伞骨状线头隔股相对，交叉至根部相接，如图 1-15 (b) 所示，然后捏平两端散开的线芯，如图 1-15 (c) 所示。

• 先把一端的 7 股线芯按 2 股、2 股、3 股分成 3 组，然后把第一组 2 股线芯扳起，恰好垂直于线头，如图 1-15 (d) 所示，按顺时针方向贴紧芯线缠绕 2 圈，再扳成与线芯平行的直角，使其贴紧线圈，如图 1-15 (e) 所示。以同样的方法继续紧缠第二组和第三组线芯，但在扳起后一组线芯时，应把扳起的线芯紧贴住前一组线芯已弯成直角的根部，如图 1-15 (f) 和图 1-15 (g) 所示。第三组线芯要紧缠 3 圈，如图 1-15 (h) 所示，在缠到第二圈时，应把前两组多余的线芯端部剪去，线端切口应刚好被第三圈缠好后全部盖没，当缠到两圈半时，要把第三组线芯多余的端头剪去，使之正好能缠满 3 圈，最后钳平线头毛刺，如图 1-15 (i) 所示。至此该接头的连接完成了一半。用同样的方法连接另一端。

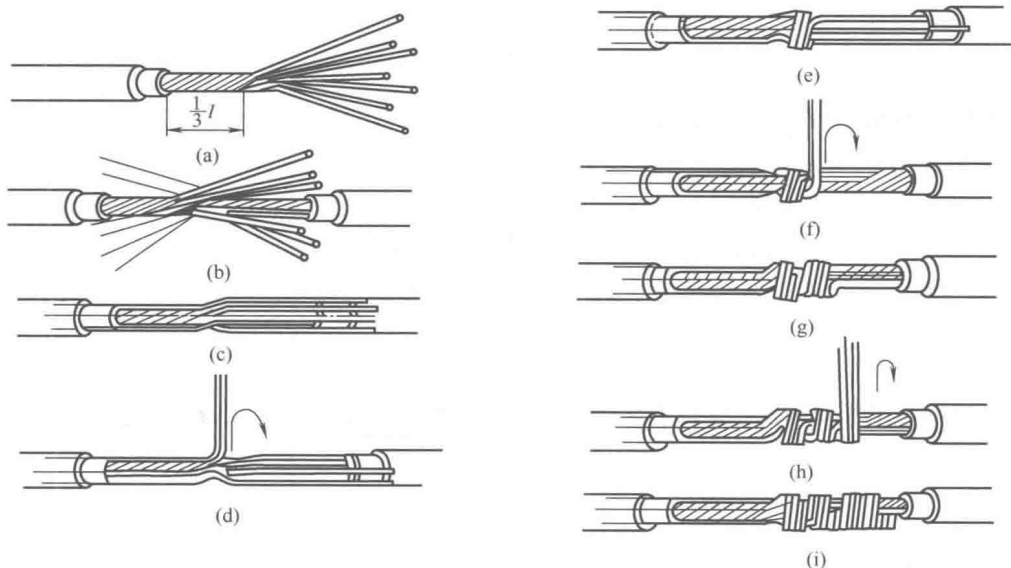


图 1-15 7 股铜芯导线的直接连接

④ 7 股铜芯导线的 T 形分支连接。把支路芯线头分散拉直，在距根部 $\frac{1}{8}$ 处将其绞紧，然后将其余的 $\frac{7}{8}$ 部分按 3 股、4 股分成 2 组，并整齐排列，如图 1-16 (a) 所示。用一字形螺丝刀将干路线芯撬分成尽可能相等的 2 组，把支路 4 股芯线的一组插入干路 2 组线芯中间，另一组排于干路芯线的后面，如图 1-16 (b) 所示。把 4 股线芯的一组在干路上按顺时针方向贴紧缠绕 3~4 圈，剪去多余线头，钳平切口毛刺，如图 1-16 (c) 所示；把支路线芯的另一组在干路上按逆时针方向缠绕 3~4 圈，剪去多余线头，钳平切口毛刺，如图 1-16 (d) 所示。

⑤ 19 股铜芯导线的直接连接和 T 形分支连接。直接连接的方法与 7 股芯线的基本相同，由于芯线太多，可剪去中间的几股芯线，缠接后在连接处需进行钎焊，以增强其力学性能和改善导电性能。T 形分支连接的方法也与 7 股芯线基本相同，只是把支路芯线分成 9 股

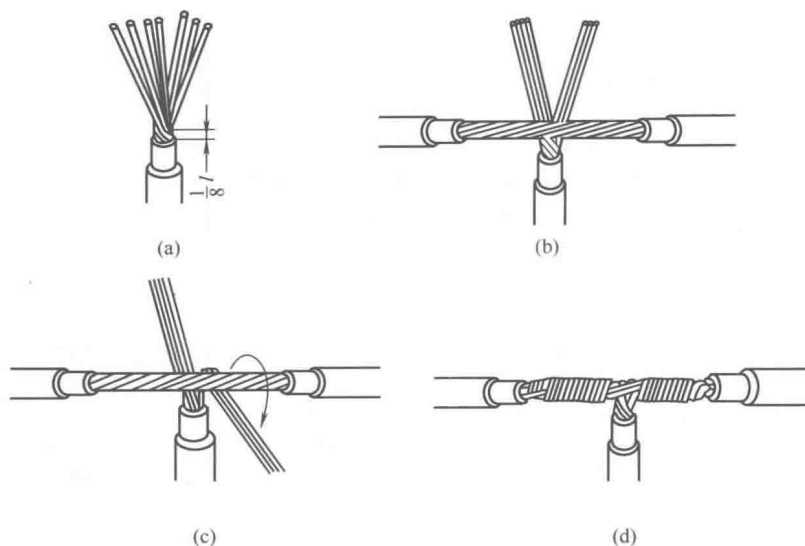


图 1-16 7股铜芯导线的 T 形分支连接

和 10 股，并把 10 股芯线插入干线芯线中，各分两次向左右缠绕。

(2) 铝芯线线头的连接

铝极易氧化，而氧化铝的电阻率又很高，所以铝芯导线不能采用铜芯导线的方法进行连接，否则容易发生事故。

① 螺钉压接法。适用于负荷较小的单股芯线连接。先用钢丝刷除去芯线表面的氧化铝膜，并立即涂上凡士林锌膏粉或中性凡士林，然后将线头插入接头的线孔内，再旋转压线螺钉压接。线路上导线与开关、灯头、熔断器、仪表、瓷接头和端子板的连接，多采用螺钉压接。若是两个或两个以上线头同接在一个接线端子上，应把几个线头拧成一体，然后压接。

② 钳接管压接法（套管压接法）。适用于室内外负荷较大的多根铝芯线的连接。压接前，先选用适合导线规格的钳接管，清除钳接管内孔和线头表面的氧化层，将两个线头相对插入钳接管内，用压接钳进行压接。若压接的是钢芯铝绞线，应在两线之间衬垫一层铝质垫片，钳接管的压坑数和压坑位置的尺寸是有标准的（图 1-17）。

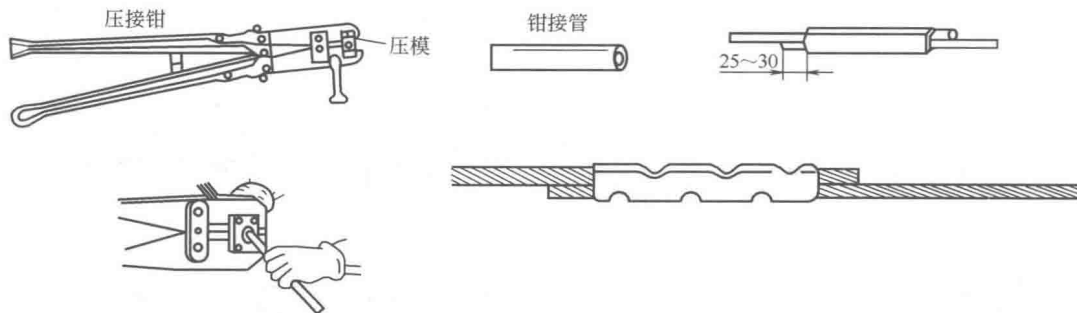


图 1-17 钳接管压接法

1.2.4 线头与接线端子的连接

在各种用电器或电气装置上，均有接线端子供连接导线用，常用的接线端子有针孔式和螺钉平压式两种。

(1) 线头与针孔式接线端子的连接

在针孔式接线端子上接线时, 如果单股芯线与接线端子插线孔大小适宜, 只需把芯线插入针孔, 旋紧螺钉即可, 如图 1-18 (a) 所示。若单股芯线较细, 则要把芯线折成双根, 再插入针孔, 或选一根直径相当的铝导线作绑扎线, 在芯线头上紧密缠绕一层, 线头和针孔合适后再进行压接, 如图 1-18 (b) 所示。如果是多根软芯线, 先要绞紧线芯, 再插入针孔, 切不可有细线丝散露在外面, 以免发生短路事故。若线头过粗, 插不进针孔, 可将线头散开, 适量剪去中间几股, 绞紧线头, 再进行压接, 如图 1-18 (c) 所示。

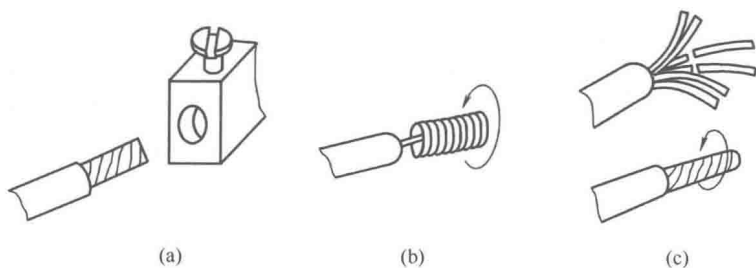


图 1-18 线头与针孔式接线端子的连接

(2) 线头与螺钉平压式接线端子的连接

在螺钉平压式接线端子上接线时, 如果单股芯线截面积较小, 则必须把线头弯成羊角圈, 羊角圈弯曲的方向要与螺钉拧紧的方向一致 (图 1-19)。多股芯线与螺钉平压式接线端子连接时, 压接圈弯法如图 1-20 所示。较大截面的单股芯线与螺钉平压式接线端子连接时, 线头需安装接线耳, 由接线耳与接线端子连接。

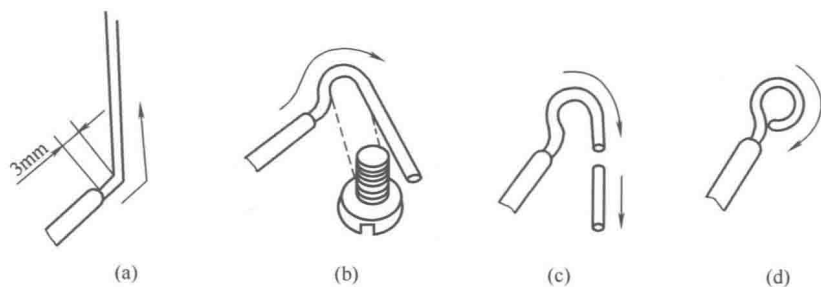


图 1-19 单股芯线羊角圈弯法

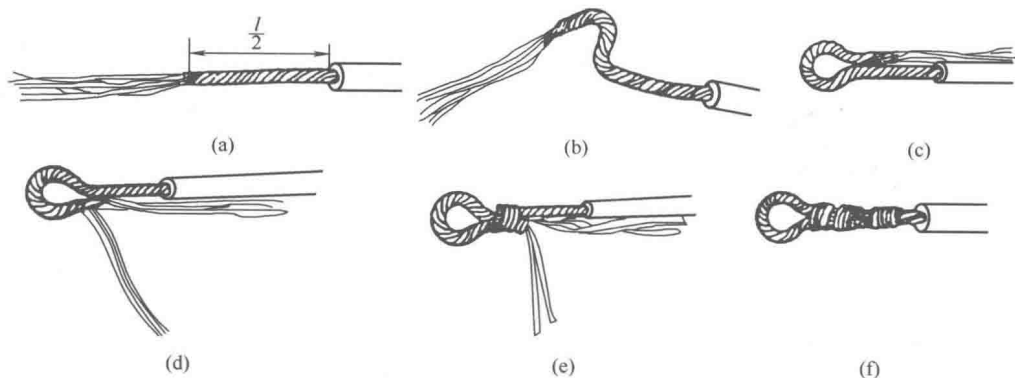


图 1-20 多股芯线压接圈弯法

1.2.5 导线绝缘层的恢复

为了确保用电安全,导线的绝缘层破损后,必须进行恢复,而且恢复后的绝缘强度不应低于原有绝缘层。导线绝缘层恢复时常用黑胶带、黄蜡纸、塑料绝缘带和涤纶绝缘带等,他们的绝缘强度按以上顺序依次递增。为了包缠方便,绝缘带的宽度选为 20mm 比较适宜。包缠方法如下。先将黄蜡纸(或塑料绝缘带)从导线的完整绝缘层上开始包缠,包缠有两个带宽后方可进入绝缘层破损处,绝缘带与导线之间要保持约 55° 的倾斜角,每圈压叠的宽度为 $1/2$,包缠到绝缘破损处的另一端时,也需包入完整绝缘层上约两个带宽的距离,如图 1-21 (a)、(b) 所示。包缠一层黄蜡纸后,将黑胶带接在黄蜡纸的尾端,朝反方向斜叠包缠,仍倾斜 55° ,压叠宽度也是 $1/2$,如图 1-21 (c) 所示。黑胶带具有黏性可自行包封,但要包缠紧密,且把黄蜡纸全部覆盖。

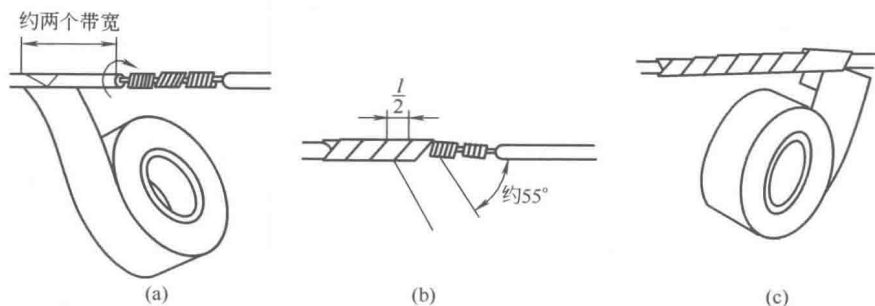
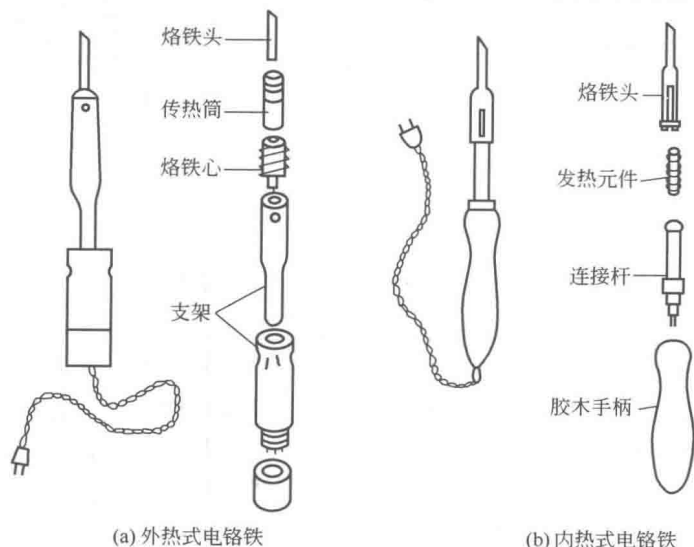


图 1-21 绝缘带的包缠方法

1.3 焊接工艺

1.3.1 电烙铁

电烙铁是在焊接时对焊锡加热并使之熔化的常用工具,有外热式、内热式、吸锡式和恒温式等。不论哪种电烙铁,都是由电阻丝绕制的加热器发热,通过传热筒加热烙铁头,达到工作温度后,即可熔化焊锡,进行焊接。外热式电烙铁和内热式电烙铁的结构如图 1-22 所示。



(a) 外热式电烙铁

(b) 内热式电烙铁

图 1-22 外热式电烙铁和内热式电烙铁的结构

使用电烙铁焊接时,电烙铁的功率选择要适当,焊接完毕要及时切断电源,以节约用电,并延长其使用寿命。电烙铁的金属外壳必须接地,以免漏电时触电。电烙铁要放在烙铁架上,在使用中不许甩动,以免锡珠溅出伤人。

1.3.2 焊接材料

焊接材料分为焊料和焊剂两类,焊接中起连接作用的金属材料称为焊料,常采用铅锡合金,其熔点应低于被焊接的金属。常用的焊料有锭状和丝状两种,丝状焊料芯中包有松香,便于使用。焊剂的种类很多,常用的有松香、松香混合剂、焊膏和盐酸等。要根据焊接工件来选择焊剂,各种常用焊剂的适用范围见表 1-1。焊剂都有腐蚀作用,因此在焊接完毕后,必须清除残留的焊剂。具有酸性的焊剂不能用于焊接电子元件。

表 1-1 各种常用焊剂的适用范围

松 香	松香混合剂	焊 膏	盐 酸
① 印刷电路板、集成电路的焊接; ② 各种电子器材的组合焊接; ③ 小线径线头的焊接	① 小线径线头的焊接; ② 强电领域小容量元件的组合焊接	① 绕组大线径线头的焊接; ② 强电领域大容量元件的组合焊接; ③ 大截面导体连接表面或连接处的加固搪锡	① 钢铸件电连接处表面搪锡; ② 钢铸件的连接焊接

1.3.3 焊接的操作方法

(1) 焊接要点

① 焊接时的姿势和手法。一般应坐着焊接,选择适当高度的桌椅,操作者鼻尖与烙铁尖的距离应在 20cm 以上,选择好电烙铁头的形状和适当的烙铁握法。电烙铁的握法有握笔式、正握式和反握式三种(图 1-23)。握笔式使用的电烙铁头是直形的,适合于用小功率电烙铁焊接电子设备和印刷线路板等。正握式用于弯头电烙铁的操作和直头电烙铁在机架上的焊接。反握式适合于用大功率电烙铁对热容量大的工件进行焊接。



图 1-23 电烙铁的握法

② 被焊处表面的焊前清洁和搪锡。焊接前应先用砂纸或刮刀清除引线上的油污、氧化层和绝缘漆等,直到露出紫铜表面,并不留一点脏物为止。对于有些镀金、镀银和镀锡的母材,因为基材难于搪锡,所以不能把镀层刮掉,只可用粗橡皮擦去表面的脏物。焊接面清洁处理后,涂上少许焊剂,尽快搪锡,避免重新氧化。搪锡前应将引线先蘸上焊剂。

③ 焊接温度和时间。对于不同的焊接对象,要求烙铁头的工作温度是不同的。焊接导线接头时,烙铁头的温度以 $306\sim 480^{\circ}\text{C}$ 为宜;焊接印刷线路板上的元件时,一般以 $430\sim 450^{\circ}\text{C}$ 为宜;焊接细线条印刷线路板或极细导线时,温度以 $290\sim 370^{\circ}\text{C}$ 为宜;在焊接热敏元件时,温度至少要 480°C ,以保证其焊接速度。 220V 、 20W 烙铁头的工作温度为 $290\sim$