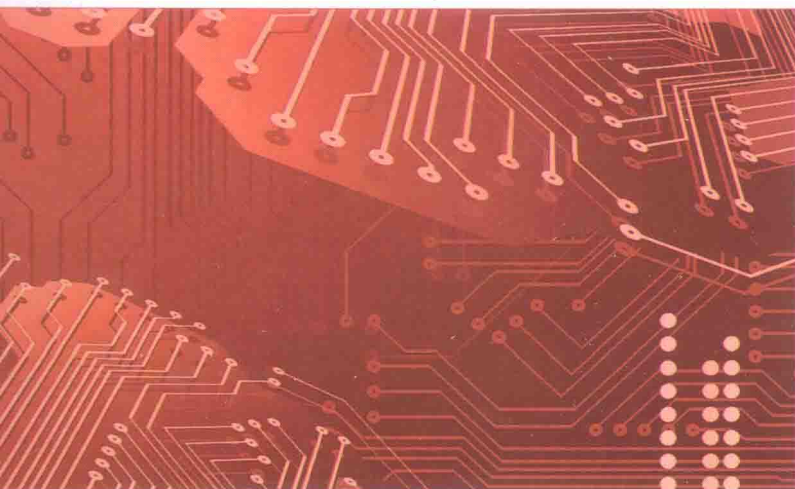




- 高等职业教育“十二五”规划教材
- 高职高专电气电子任务驱动、项目导向系列化教材



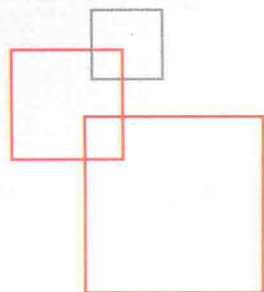
维修电工实训教程

WEIXIU DIANGONG SHIXUN JIAOCHENG

主编 李萌



教学资源库
<http://www.ndip.cn>



国防工业出版社
National Defense Industry Press

高等职业教育“十二五”规划教材
高职高专电气电子任务驱动、项目导向系列化教材

维修电工实训教程

主 编 李 萌
副主编 张 政 张 颖 孙绍晟
主 审 李 宏

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书根据《维修电工国家职业技能标准》编写,包括维修电工基本技能、电动机基本控制电路安装接线、典型机床控制电路的故障排除、电子技术基本技能、可编程控制器基本控制实训以及变频器基本控制实训等六个部分。

精选维修电工中级工技能鉴定中的典型案例,重点讲解,强化了技能训练,突出职业教育的特点。将理论教学、实训、考工取证有机地结合起来,取材上坚持理论联系实际,兼顾新技术、新知识的应用,使之更加有利于指导工学结合实践。

本书可作为高职高专和各类成人教育机电一体化、电气自动化、数控及电子信息类专业学生的实训教学用书,也可供机电、电气、数控、电子专业设备维修、维护技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

维修电工实训教程 / 李萌主编. —北京:国防工业出版社,2015.2

高职高专电气电子任务驱动、项目导向系列化教材
ISBN 978 - 7 - 118 - 09640 - 8

I. ①维... II. ①李... III. ①电工 - 维修 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 257132 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 315 千字

2015 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 26.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行传真:(010)88540755

发行邮购:(010)88540776

发行业务:(010)88540717

前言



高职教育要以就业为导向,因此在教学中应根据专业要求将理论与实践、知识和能力有机地结合起来,实践教学必须围绕学生考取专业技术等级证书的技术训练而贯穿教学的整个过程。因此在专业教学中必须合理地融合理论教学和实践教学,使学生在做中学,在学中做,教、学、做一体。

本书采用任务驱动,项目导向,以《中华人民共和国职业技能鉴定规范 维修电工》内容为主线,将维修电工技能鉴定中应知应会的内容分为6个部分、24个项目单元进行编写。内容包括维修电工基本技能、电动机基本控制电路安装接线、典型机床控制电路的故障排除、电子技术基本技能、可编程控制器基本控制实训以及变频器基本控制实训。全书采用项目化设计,通过项目实施使学生在掌握技术、技能的同时学会解决问题的一般方法,力求浓缩精炼,突出针对性、典型性、实用性,使之更加有利于指导学生进行实践。

本书由江苏食品药品职业技术学院李萌担任主编,江苏食品药品职业技术学院张政、张颖、孙绍晟担任副主编。在本书编写、审定过程中拾以超、于保淦等提出了许多宝贵的意见和建议。

本书由江苏食品药品职业技术学院李宏主审,并提出许多宝贵的意见和建议。编者在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中,编者查阅和参考了大量的文献资料,在此对各位作者一并表示感谢。本书编写时间仓促,编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者指正。

编者

2014年5月

目录



第一部分 维修电工基本技能

项目单元 1	维修电工基础知识	3	项目单元 3	照明电路安装	18
项目单元 2	常用电工仪表的使用	12			

第二部分 电动机基本控制电路安装技能

项目单元 4	常用低压电器认识及测试	27	项目单元 9	按钮和接触器双重联锁的正、 反转控制线路的安装	69
项目单元 5	常用低压电器认识和拆装	36	项目单元 10	三相异步电动机星形— 三角形降压启动控制线路 安装	74
项目单元 6	点动控制线路的安装接线	44	项目单元 11	两台电动机顺序控制线路的 安装	79
项目单元 7	三相笼形异步电动机单向 控制线路的安装接线	58			
项目单元 8	三相异步电动机接触器联锁的 正、反转控制线路的安装 接线	64			

第三部分 典型机床控制电路的故障排除

项目单元 12	M7120 型平面磨床常见电气 故障分析和处理	85	项目单元 13	Z3040 型摇臂钻床常见电气 故障分析和处理	95
---------	----------------------------------	----	---------	----------------------------------	----

第四部分 电子技术基本技能

项目单元 14	电子元器件的识别、检测和 焊接	103	项目单元 16	单向晶闸管调光电路	120
项目单元 15	串联型稳压电源的安装 调试	114			

第五部分 可编程控制器基本控制实训

项目单元 17	三相异步电动机控制	131	控制	154
项目单元 18	小车运料控制系统设计	149	项目单元 20	三相异步电动机星形—三角
项目单元 19	三台电动机顺序启动			形降压启动控制
				159

第六部分 变频器基本控制实训

项目单元 21	变频器的面板操作与		操作	176
	运行	165	附录一	维修电工中级试卷样卷
项目单元 22	变频器的外部运行操作	169		(操作部分)
项目单元 23	变频器的模拟信号操作		附录二	维修电工中级理论知识试卷
	控制	173		样卷
项目单元 24	变频器的多段速运行		参考文献	
				197

第一部分

维修电工基本技能

■ 训练目标

学习常用电工工具和电工仪表的使用。

■ 实训设备和元器件

实训设备和元器件见表 1-1。

表 1-1 实训设备和元器件明细表

名称	型号规格	数量
一般电工工具	工具低压验电器、高压验电器、绝缘手套、绝缘靴	1 套

■ 相关知识

一、验电工具的使用

低压验电器又称为电笔,是检测电气设备、电路是否带电的一种常用工具。普通低压验电器的电压测量范围为 $60 \sim 500\text{V}$,高于 500V 的电压则不能用普通低压验电器来测量。使用低压验电器时要注意下列几个方面。

(1) 使用低压验电器之前,首先要检查其内部有无安全电阻、是否有损坏,有无进水或受潮,并在带电体上检查其是否可以正常发光,检查合格后方可使用。低压验电器的结构如图 1-1 所示。

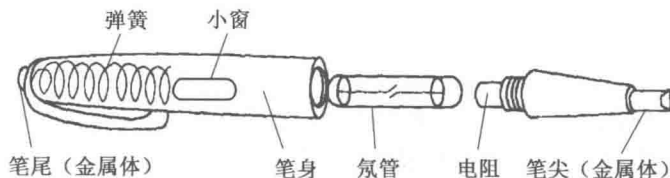


图 1-1 低压验电器的结构

(2) 测量时手指握住低压验电器笔身,食指触及笔身尾部金属体,低压验电器的小窗口应该朝向自己的眼睛,以便于观察,如图 1-2 所示。

(3) 在较强的光线下或阳光下测试带电体时,应采取适当避光措施,以防观察不清氖管是否发亮,造成误判。

(4) 低压验电器可用来区分相线和零线,接触时氖管发亮的是相线(火线),不亮的是零线。它也可用来判断电压的高低,氖管越暗,则表明电压越低;氖管越亮,则表明电压越高。

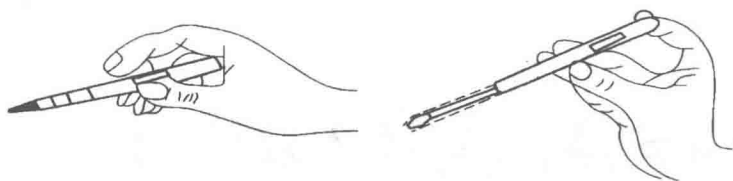


图 1-2 验电器的手持方法

(5) 当用低压验电器触及电机、变压器等电气设备外壳时,如果氖管发亮,则说明该设备相线有漏电现象。

(6) 用低压验电器测量三相三线制电路时,如果两根很亮而另一根不亮,说明这一相有接地现象。在三相四线制电路中,发生单相接地现象时,用低压验电器测量中性线,氖管也会发亮。

(7) 用低压验电器测量直流电路时,把低压验电器连接在直流电的正负极之间,氖管里两个电极只有一个发亮,氖管发亮的一端为直流电的负极。

(8) 低压验电器笔尖与螺钉旋具形状相似,但其承受的扭矩很小,因此,应尽量避免用其安装或拆卸电气设备,以防受损。

二、螺钉旋具的使用

螺钉旋具又被俗称为起子或改锥,主要用来紧固或拆卸螺钉。按头部形状的不同,常用螺钉旋具有一字形和十字形两种,如图 1-3 所示。一字形螺钉旋具用来紧固或拆卸带一字槽的螺钉,其规格用柄部以外的长度来表示,一字形螺钉旋具常用的规格有 50mm、100mm、150mm 和 200mm 等,其中电工必备的是 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 4 个型号,Ⅰ号适用于螺钉直径为 2~2.5mm,Ⅱ号为 3~5mm,Ⅲ号为 6~8mm,Ⅳ号为 10~12mm。

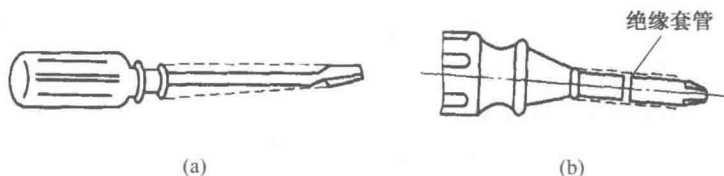


图 1-3 螺钉旋

(a) 一字形; (b) 十字形。

使用螺钉旋具时应该注意以下几个方面:

(1) 螺钉旋具的手柄应该保持干燥、清洁、无破损且绝缘完好。

(2) 电工不可使用金属杆直通柄顶的螺钉旋具。在实际使用过程中,不应让螺钉旋具的金属杆部分触及带电体,也可以在其金属杆上套上绝缘塑料管,以免造成触电或短路事故。

(3) 不能用锤子或其他工具敲击螺钉旋具的手柄,或当做錾子使用。

螺钉旋具的使用方法,如图 1-4 所示。

三、钢丝钳和尖嘴钳的使用

1. 钢丝钳

钢丝钳主要用于剪切、绞弯、夹持金属导线,也可用做紧固螺母、切断钢丝。其结构和使

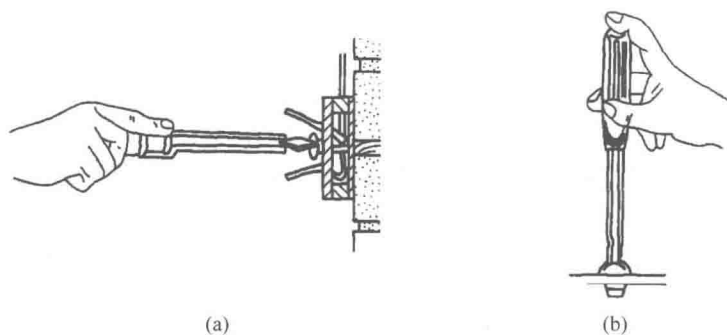


图 1-4 螺钉旋具的使用方法

(a) 大螺钉旋具的使用方法；(b) 小螺钉旋具的使用方法。

方法,如图 1-5 所示。电工应该选用带绝缘手柄的钢丝钳,其绝缘性能为 500V。常用钢丝钳的规格有 150mm、175mm 和 200mm 三种。

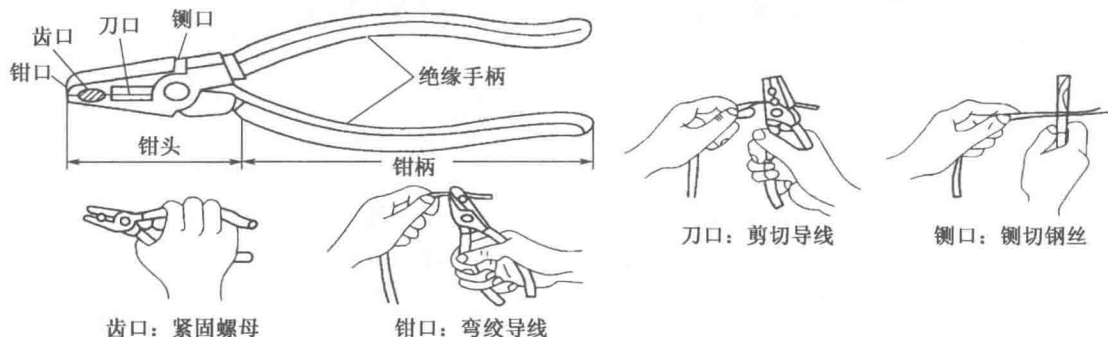


图 1-5 钢丝钳的结构及使用方法

使用钢丝钳时应该注意以下几个方面。

(1) 在使用电工钢丝钳以前,首先应该检查绝缘手柄的绝缘是否完好;如果绝缘破损,进行带电作业时会发生触电事故。

(2) 用钢丝钳剪切带电导线时,既不能用刀口同时切断相线和零线,也不能同时切断两根相线,而且,两根导线的断点应保持一定距离,以免发生短路事故。

(3) 不得把钢丝钳当做锤子敲打使用,也不能在剪切导线或金属丝时,用锤或其他工具敲击钳头部分。另外,钳轴要经常加油,以防生锈。

2. 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细,适用于在狭小的工作空间操作,主要用于夹持较小物件,也可用于弯绞导线,剪切较细导线和其他金属丝。电工使用的是带绝缘手柄的一种,其绝缘手柄的绝缘性能为 500V,其外形如图 1-6 所示。

尖嘴钳按其全长分为 130mm、160mm、180mm、200mm 四种。

尖嘴钳在使用时的注意事项,与钢丝钳一致。

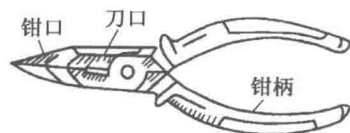


图 1-6 尖嘴钳

四、导线绝缘层的剖削

1. 常用导线绝缘层的剖削工具

1) 电工刀

电工刀主要用于剖削导线的绝缘外层,切割木台缺口和削制木榫等。其外形如图 1-7 所示。在使用电工刀进行剖削作业时,应将刀口朝外;剖削导线绝缘时,应使刀面与导线成较小的锐角,以防损伤导线。电工刀使用时应注意避免伤手;使用完毕后,应立即将刀身折进刀柄。因为电工刀刀柄是无绝缘保护的,所以,绝不能在带电导线或电气设备上使用,以免触电。

2) 剥线钳

剥线钳是用于剥除较小直径导线、电缆的绝缘层的专用工具,它的手柄是绝缘的,绝缘性能为 500V。其外形如图 1-8 所示。

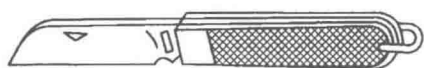


图 1-7 电工刀

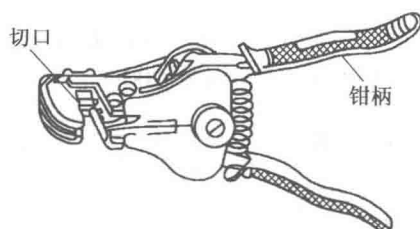


图 1-8 剥线钳

剥线钳的使用方法十分简便,确定要剖削的绝缘长度后,即可把导线放入相应的切口中(直径 0.5~3mm),用手将钳柄握紧,导线的绝缘层即被拉断后自动弹出。

2. 导线绝缘层的剖削

(1) 对于截面积不大于 4mm^2 的塑料硬线绝缘层的剖削,人们一般用钢丝钳进行,剖削的方法和步骤如下:

① 根据所需线头长度用钢丝钳刀口切割绝缘层,注意用力适度,不可损伤芯线。

② 接着用左手抓牢电线,右手握住钢丝钳头钳头用力向外拉动,即可刮下塑料绝缘层,如图 1-9 所示。

③ 剖削完成后,应检查线芯是否完整无损,如损伤较大,应重新剖削。塑料软线绝缘层的剖削,只能用剥线钳或钢丝钳进行,不可用电工刀剖,其操作方法与此相同。

(2) 对于芯线截面大于 4mm^2 的塑料硬线,可用电工刀来剖削绝缘层。

其方法和步骤如下:

① 根据所需线头长度用电工刀以约 45° 角倾斜切入塑料绝缘层,注意用力适度,避免损伤芯线。

② 然后使刀面与芯线保持 25° 角左右,用力向线端推削,在此过程中应避免电工刀切入芯线,只削去上面一层塑料绝缘。

③ 最后将塑料绝缘层向后翻起,用电工刀齐根切去。操作过程,如图 1-10 所示。

(3) 塑料护套线绝缘层的剖削必须用电工刀来完成,剖削方法和步骤如下:

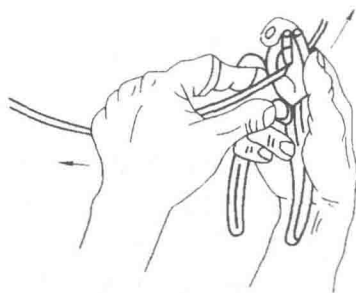


图 1-9 钢丝钳剖削塑料硬线绝缘层

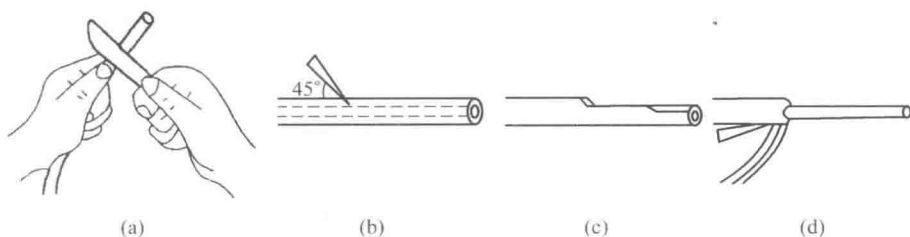


图 1-10 电工刀剖削塑料硬线绝缘层

(a) 切入手法；(b) 电工刀以 45° 倾斜切入；(c) 电工刀以 25° 倾推削；(d) 翻下塑料绝缘层。

① 首先按所需长度用电工刀刀尖沿芯线中间缝隙划开护套层,如图 1-11(a)所示。

② 然后向后翻起护套层,用电工刀齐根切去,如图 1-11(b)所示。

③ 在距离护套层 $5 \sim 10\text{mm}$ 处,用电工刀以 45° 角倾斜切入绝缘层,其他剖削方法与塑料硬线绝缘层的剖削方法相同。

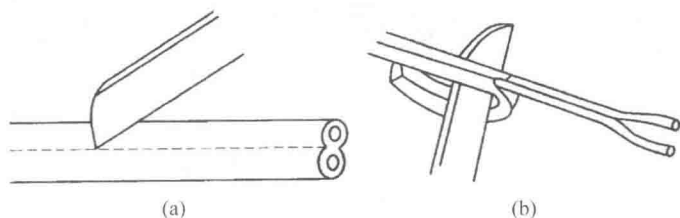


图 1-11 塑料护套线绝缘层的剖削

(a) 划开护套层；(b) 翻起切去护套层。

(4) 橡皮线绝缘层的剖削方法和步骤如下：

① 先把橡皮线编织保护层用电工刀划开,其方法与剖削护套线的护套层方法类同。

② 然后用剖削塑料线绝缘层相同的方法剖去橡皮层。

③ 最后剥离棉纱层至根部,并用电工刀切去。操作过程如图 1-12 所示。

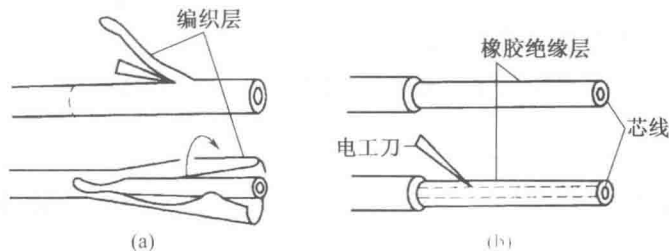


图 1-12 橡皮线绝缘层的剖削

(a) 划开编织层；(b) 剖削橡皮绝缘层。

(5) 花线绝缘层的剖削方法和步骤如下：

① 首先根据所需剖削长度,用电工刀在导线外表织物保护层割切一圈,并将其剥离。

② 距织物保护层 10mm 处,用钢丝钳刀口切割橡皮绝缘层。注意不能损伤芯线,拉下橡皮绝缘层,方法与图 1-10 类同。

③ 最后将露出的棉纱层松散开,用电工刀割断,如图 1-13 所示。

(6) 铅包线绝缘层的剖削方法和步骤如下：

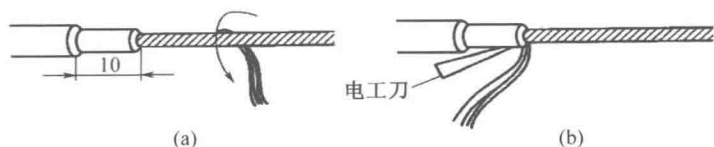


图 1-13 花线绝缘层的剖削
(a) 将棉纱层散开; (b) 割断棉纱层。

① 先用电工刀围绕铅包层切割一圈,如图 1-14(a)所示。

② 接着用双手来回扳动切口处,使铅层沿切口处折断,把铅包层拉出来,如图 1-14(b)所示。

③ 铅包线内部绝缘层的剖削方法与塑料硬线绝缘层的剖削方法相同。

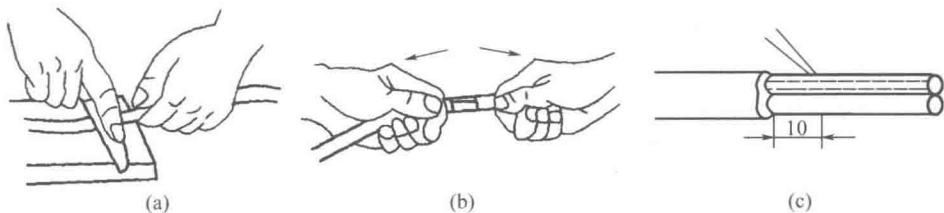


图 1-14 铅包线绝缘层的剖削
(a) 按所需长度剖削; (b) 折断并拉出铅包层; (c) 剖削内部绝缘层。

五、导线的连接

在进行电气线路、设备的安装过程中,当导线不够长或要分接支路时,就需要进行导线与导线间的连接。常用导线的线芯有单股 7 芯和 19 芯等几种,连接方法随芯线的金属材料、股数不同而异。

1. 单股铜线的直线连接

(1) 首先把两线头的芯线做 X 形相交,互相紧密缠绕 2~3 圈,如图 1-15(a)所示。

(2) 接着把两线头扳直,如图 1-15(b)所示。

(3) 然后将每个线头围绕芯线紧密缠绕 6 圈,并用钢丝钳把余下的芯线切去,最后钳平芯线的末端,如图 1-15(c)所示。

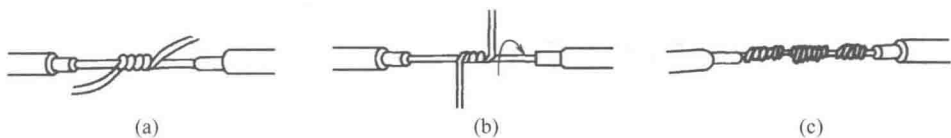


图 1-15 单股铜线的直线连接

2. 单股铜线的 T 字形连接

(1) 如果导线直径较小,可按图 1-16(a)所示方法绕制成结状,然后再把支路芯线线头拉紧扳直,紧密地缠绕 6~8 圈后,剪去多余芯线,并钳平毛刺。

(2) 如果导线直径较大,先将支路芯线的线头与干线芯线做十字相交,使支路芯线根部留出 3~5mm,然后缠绕支路芯线,缠绕 6~8 圈后,用钢丝钳切去余下的芯线,并钳平芯线末端,如图 1-16(b)所示。

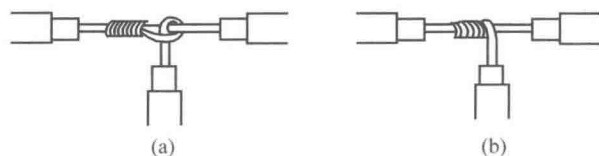


图 1-16 单股铜线的 T 字形连接

3. 7 芯铜线的直线连接

(1) 先将剖去绝缘层的芯线头散开并拉直,然后把靠近绝缘层约 $1/3$ 线段的芯线绞紧,接着把余下的 $2/3$ 芯线分散成伞状,并将每根芯线拉直,如图 1-17(a)所示。

(2) 把两个伞状芯线隔根对叉,并将两端芯线拉平,如图 1-17(b)所示。

(3) 把其中一端的 7 股芯线按两根、三根分成三组,把第一组两根芯线扳起,垂直于芯线紧密缠绕,如图 1-17(c)所示。

(4) 缠绕两圈后,把余下的芯线向右拉直,把第二组的两根芯线扳直,与第一组芯线的方向一致,压着前两根扳直的芯线紧密缠绕,如图 1-17(d)所示。

(5) 缠绕两圈后,也将余下的芯线向右扳直,把第三组的三根芯线扳直,与前两组芯线的方向一致,压着前四根扳直的芯线紧密缠绕,如图 1-17(e)所示。

(6) 缠绕三圈后,切去每组多余的芯线,钳平线端,如图 1-17(f)所示。

(7) 除了芯线缠绕方向相反,另一侧的制作方法如图 1-17 相同。

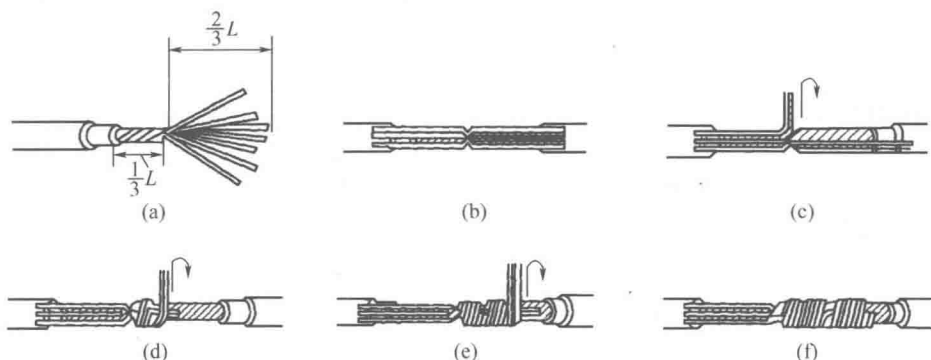


图 1-17 7 芯铜线的直线连接

4. 7 芯铜线的 T 字形连接

(1) 把分支芯线散开钳平,将距离绝缘层 $1/8$ 处的芯线绞紧,再把支路线头 $7/8$ 的芯线分成 4 根和 3 根两组,并排齐;然后用螺钉旋具把干线的芯线撬开分为两组,把支线中 4 根芯线的一组插入干线两组芯线之间,把支线中另外 3 根芯线放在干线芯线的前面,如图 1-18(a)所示。

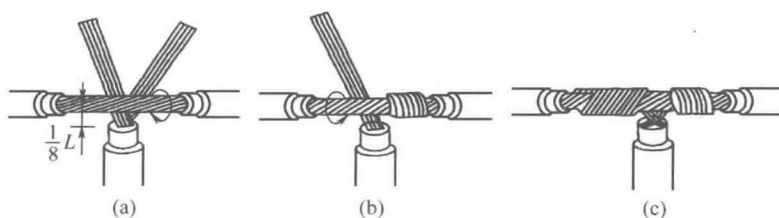


图 1-18 7 芯铜线的 T 字形连接

(2) 把 3 根芯线的一组在干线右边紧密缠绕 3~4 圈, 钳平线端; 再把 4 根芯线的一组按相反方向在干线左边紧密缠绕, 如图 1-18(b) 所示。缠绕 4~5 圈后, 钳平线端, 如图 1-18(c) 所示。

7 芯铜线的直线连接方法同样适用于 19 芯铜导线, 只是芯线太多可剪去中间的几根芯线; 连接后, 需要在连接处进行钎焊处理, 这样可以改善导电性能和增加其力学强度。19 芯铜线的 T 字形分支连接方法与 7 芯铜线也基本相同。将支路导线的芯线分成 10 根和 9 根两组, 而把其中 10 根芯线那组插入干线中进行绕制。

六、导线绝缘层的恢复

当发现导线绝缘层破损或完成导线连接后, 一定要恢复导线的绝缘。要求恢复后的绝缘强度不应低于原有绝缘层。所用材料通常是黄蜡带、涤纶薄膜带和黑胶带, 黄蜡带和黑胶带一般选用宽度为 20mm 的。

1. 直线连接接头的绝缘恢复

(1) 首先将黄蜡带从导线左侧完整的绝缘层上开始包缠, 包缠两根带宽后再进入无绝缘层的接头部分, 如图 1-19(a) 所示。

(2) 包缠时, 应将黄蜡带与导线保持约 55° 的倾斜角, 每圈叠压带宽的 $1/2$ 左右, 如图 1-19(b) 所示。

(3) 包缠一层黄蜡带后, 把黑胶布接在黄蜡带的尾端, 按另一斜叠方向再包缠一层黑胶布, 每圈仍要压叠带宽的 $1/2$, 如图 1-19(c)、图 1-19(d) 所示。

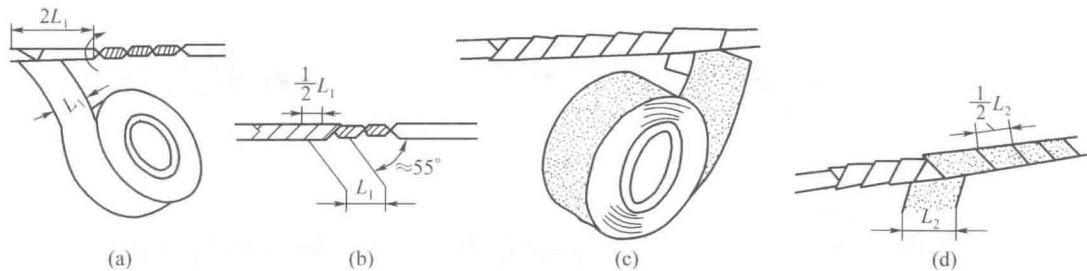


图 1-19 直线连接接头的绝缘恢复

2. T 字形连接接头的绝缘恢复

(1) 首先将黄蜡带从接头左端开始包缠, 每圈叠压带宽的 $1/2$ 左右, 如图 1-20(a) 所示。

(2) 缠绕至支线时, 用左手拇指顶住左侧直角处的带面, 使它紧贴于转角处芯线, 而且还要

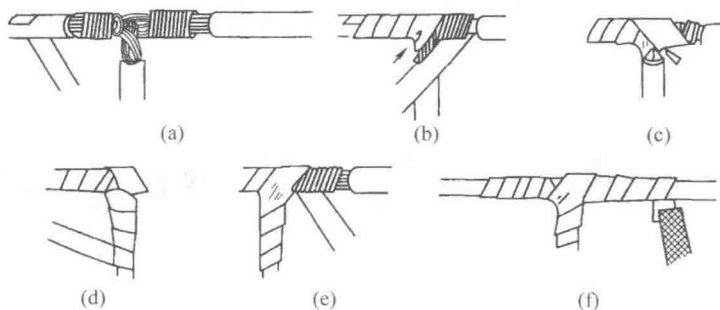


图 1-20 T 字形连接接头的绝缘恢复

使处于接头顶部的带面尽量向右侧斜压,如图 1-20(b)所示。

(3) 当围绕到右侧转角处时,用手指顶住右侧直角处带面,将带面在干线顶部向左侧斜压,使其与被压在下边的带面呈 X 状交叉,然后把带再回绕到左侧转角处,如图 1-20(c)所示。

(4) 使黄蜡带从接头交叉处开始在支线上向下包缠,并使黄蜡带向右侧倾斜,如图 1-20(d)所示。

(5) 在支线上绕至绝缘层上约两个带宽时,黄蜡带折回向上包缠,并使黄蜡带向左侧倾斜,绕至接头交叉处,使黄蜡带围绕过干线顶部,然后开始在干线右侧芯线上进行包缠,如图 1-20(e)所示。

(6) 包缠至干线右端的完好绝缘层后,再接上黑胶带,按上述方法包缠一层即可,如图 1-20(f)所示。

3. 注意事项

(1) 在为工作电压为 380V 的导线恢复绝缘时,必须先包缠 1~2 层黄蜡带,然后再包缠一层黑胶带。

(2) 在为工作电压为 220V 的导线恢复绝缘时,应先包缠一层黄蜡带,然后再包缠一层黑胶带,也可只包缠两层黑胶带。

(3) 包缠绝缘带时,不能过疏,更不能露出芯线,以免造成触电或短路事故。

(4) 绝缘带平时不可放在温度很高的地方,也不可浸染油类。