



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
职业教育电力技术类专业教学用书

电工技能训练

宋美清 主编
杨金桃 李高明 副主编



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
职业教育电力技术类专业教学用书

电工技能训练

主 编 宋美清
副主编 杨金桃 李高明
编 写 林 宇 林 赞
主 审 刘景峰 武文平



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为教育部职业教育与成人教育司推荐教材。本书以提高学生的操作技能为目的,从实用的角度出发,介绍了电工技能涉及的理论和实际操作知识,通过理论、技能知识学习和技能实训等环节,逐步提高学生分析和解决实际问题的能力。

全书共7章,主要内容包括电工基本操作工艺,常用电工仪表的基本常识,电气照明与内线工程,常用低压电器及控制电路安装,配电线路施工,小型变压器的维修、笼式异步电动机。

本书不仅可供职业技术教育使用,还可作为进网作业电工、维修电工、内线电工、配电线路工等电类许多工种的技能培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工技能训练/宋美清主编. —北京:中国电力出版社, 2006

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

ISBN 7 - 5083 - 4201 - 1

I. 电... II. 宋... III. 电工技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第026122号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2006年5月第一版 2006年5月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 15.25印张 323千字

印数0001—3000册 定价19.80元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前言

本书为教育部职业教育与成人教育司推荐教材，是根据教育部审定的电力技术类专业主干课程的教学大纲编写而成的，并列入教育部《2004~2007年职业教育教材开发编写计划》。本书经中国电力教育协会和中国电力出版社组织专家评审，又列为全国电力职业教育规划教材，作为职业教育电力技术类专业教学用书。

本书体现了职业教育的性质、任务和培养目标；符合职业教育的课程教学基本要求和有关岗位资格和技术等级要求；具有思想性、科学性、适合国情的先进性和教学适应性；符合职业教育的特点和规律，具有明显的职业教育特色；符合国家有关部门颁发的技术质量标准。本书既可以作为学历教育教学用书，也可作为职业资格和岗位技能培训教材。

本书是教育部推荐的技能型紧缺人才培养教材之一。电工技能是许多行业所必须涉及到的，只要使用电气设备，就必须有掌握电工技能的员工，所以本教材是电类专业职业技术培训的通用教材。

本教材根据国家职业标准和就业岗位中、高级电工技能考核标准，以及电类相关专业培养计划对电工技能的要求进行编写，适用于各电类职业技术培训。本教材强调理论知识够用为度，以实用为本，培养能力为主，突出电气设备的使用维修、安装调试、运行维护和故障判断，介绍了电工技能涉及的理论和实际操作。本书内容讲述遵循由浅入深、由易到难、由简单到复杂、循序渐进的教学规律。每章设有教学目标，用于提高学习效果的思考与练习，有利于老师教、学生学。通过学习，使学生在具有一定理论知识的同时，培养学生分析和解决实际问题的能力。

本书共7章，参考学时数为120学时，各校可根据实际情况调整安排。

电工技能实训是一门实践性很强的技术基础课，教学实施前应先使学生明确实习目标及安全注意事项，教学活动中应重视示范与个别辅导，操作实习时应充分了解工器具的安全使用方法，避免发生意外事故。教学过程中应加强职业道德与环保意识的培养。

本书由福建电力培训中心宋美清担任主编，并负责全书的统稿工作。山西电力职业技术学院杨金桃、湖南电力培训中心李高明担任副主编。福建电力培训中心林宇参与第1、2、4、7章编写，林贇参与第3、5、6章编写。

本书由保定电力职业技术学院的刘景峰和武文平老师主审，并对本书提出了许多宝贵意见，中国电力出版社的编辑对本书的编写工作也给予了大力支持，在此对他们致以衷心感谢。本书在编写过程中参考了有关教材和资料，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，加上电工技术不断发展，教学内容不断更新，书中难免有错误和不妥之处，诚恳地欢迎广大读者批评指正。

编者

2005年11月

目 录

前言	
第一章 电工基本操作工艺	1
第一节 常用电工工具	1
第二节 常用导线的连接	6
第三节 常用焊接工艺	15
第四节 电气设备紧固件的埋设	22
第五节 电工识图常识	24
思考与练习	26
第二章 常用电工仪表	29
第一节 常用电工仪表的基本知识	29
第二节 电流表与电压表	31
第三节 万用表	34
第四节 钳形电流表	40
第五节 绝缘电阻表	41
第六节 接地电阻表	44
第七节 功率表	46
思考与练习	49
第三章 电气照明与内线工程	52
第一节 电气照明的基本知识	52
第二节 白炽灯、开关和插座的安装与维修	55
第三节 日光灯的安装与维修	63
第四节 其他电光源的安装与维修	67
第五节 配电板(箱)的安装	71
第六节 内线安装的基本知识	74
第七节 槽板配线	83
第八节 瓷夹与绝缘子配线	84
第九节 管道配线	87
第十节 塑料护套线配线	90
第十一节 线路安装的质量检查与维修	91
思考与练习	94
第四章 常用低压电器及控制电路安装	100
第一节 常用低压电器	100

第二节 异步电机控制电路	119
第三节 异步电机控制电路的安装	122
思考与练习	127
第五章 配电线路施工	131
第一节 配电线路基本知识	131
第二节 登杆操作	135
第三节 配电线路安装	139
第四节 接户线	149
思考与练习	150
第六章 小型变压器的维修	156
第一节 线包的绕制	156
第二节 铁芯装配工艺	159
第三节 初步检测与绝缘处理	161
第四节 小型变压器的维修	163
思考与练习	166
第七章 笼型异步电动机	169
第一节 笼型电动机的结构与铭牌	169
第二节 三相笼型电动机的拆卸与组装	172
第三节 笼型电动机的运行与维护	176
第四节 三相笼型电动机常见故障分析	179
第五节 定子绕组局部故障的检查与排除	182
第六节 笼型异步电动机机械故障的检查与排除	188
第七节 单相异步电动机的拆装与维修	190
思考与练习	196
附录 电气技术文字符号及电路常用图形符号	201
参考文献	206

电工基本操作工艺

教学目标:

- (1) 培养学生具备正确使用各类常用电工工具的方法和注意事项。
- (2) 培养学生具备各类导线的剖削、连接、封端及绝缘恢复的能力。
- (3) 培养学生具备基本电烙铁钎焊工艺。
- (4) 使学生认识手工电弧焊工艺。
- (5) 培养学生具备各类电气设备紧固件埋设的能力。
- (6) 使学生熟悉常用电气符号, 识读简单的电气原理图和电气安装图。

第一节 常用电工工具

电工工具是指一般专业电工都要使用的工具。正确的使用及维护工具不但能提高工作效率和施工质量, 而且能减轻疲劳、保证操作安全和延长工具使用寿命。下面介绍电工技能操作中常用的一些电工工具。

一、常用电工工具

(一) 验电器

验电器分高压、低压两类, 通常低压的称验电笔, 高压的称验电器。

1. 低压验电笔

低压验电笔是用来测量对地电压 1000V 及以下的电气设备, 只要带电体与大地之间的电位差超过一定数值, 验电笔就会发出辉光, 它主要用于检查低压电气设备和低压线路是否带电, 也可以用于区分相线(火线)和中性线(零线或地线)。测试时验电笔的氖气灯泡发亮的是火线, 不亮的则是地线。它还可以用于区分交流电和直流电。交流电通过验电笔氖灯泡时, 两极附近都发亮; 直流电通过验电笔氖灯泡时, 仅一个电极附近发亮。测试中, 若电压偏低, 则验电笔氖灯泡发光呈暗红, 轻微亮, 一般电压低于 36V 时氖灯泡不发光。验电笔常用于检查接线正误和帮助判断电气故障。

低压验电笔一般有钢笔式、螺丝刀式和数字显示式三种。普通钢笔式、螺丝刀式的验电笔是由笔尖金属体(工作触头)、降压电阻、氖管、笔尾的金属体、弹簧和观察窗组成。氖管是有电、无电的指示器, 电阻起限流作用, 弹簧使测试触头、电阻和笔尾保持紧密接触, 如图 1-1 所示。

使用低压验电笔验电时, 必须按照图 1-2 所示的正确握法把笔握妥, 以手指触及笔尾的金属体, 使氖管小窗口或液晶显示窗背光朝向自己, 以便观看, 然后用测试触头去接触被测点, 此时氖管发光表示被测点有电, 不发光表示被测点不带电。

2. 高压验电器

高压验电器又称高压测电器, 10kV 高压验电器由金属钩、氖管、氖管窗、固紧螺钉、护环和握柄等组成, 如图 1-3 所示。

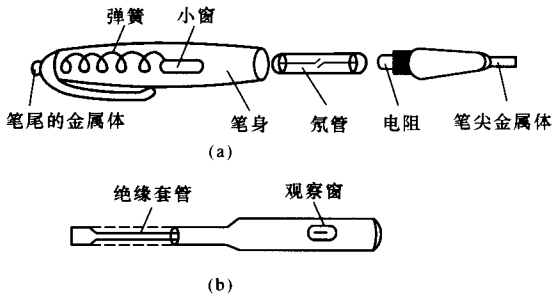


图 1-1 低压验电笔

(a) 钢笔式验电笔；(b) 螺丝刀式验电笔

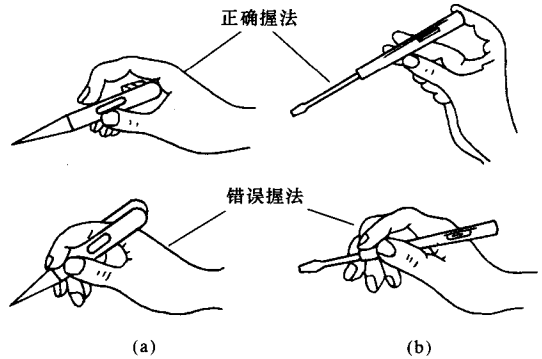


图 1-2 低压验电笔握法

(a) 钢笔式验电笔握法；(b) 螺丝刀式验电笔握法

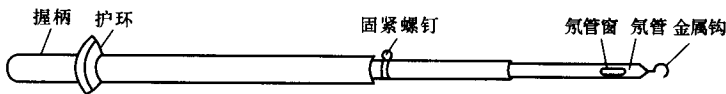


图 1-3 10kV 高压验电器

使用高压验电器时，应特别注意手握部位不得超过护环，握法如图 1-4 所示。

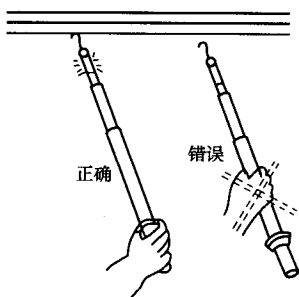


图 1-4 高压验电器的握法

高压验电器的安全使用注意事项如下：

- (1) 使用高压验电器前应先检查验电器工作电压与被测设备或线路额定电压相符；验电器未超过有效试验期。
- (2) 验电器在使用前应在确有电源处试测，证明验电器确实完好，方可使用。
- (3) 使用时应将验电器的金属钩逐渐靠近被测物体，一旦氖管发光，即说明该设备有电。只有在氖管不发光时，才可与被测设备或线路接触。
- (4) 测试时切忌将金属探头同时碰及两带电体或同时碰及带电体和金属外壳，以防造成相对相和相对地短路。

(5) 室外使用高压验电器时，必须在天气良好的情况下进行。在雪、雨、雾及湿度较大的情况下，不宜使用，以防发生危险。

(6) 测试时必须穿绝缘鞋、戴符合耐压要求的绝缘手套，同时不可以一个人单独测试，必须有人监护；测试时要防止发生相对相或相对地短路，人体与被测带电体应保持足够的安全距离，10kV 电压为 0.7m 以上。

(二) 钳类工具

1. 钢丝钳

钢丝钳由钳头、钳柄组成，钳头包括钳口、齿口、刀口、侧口；钳柄上套有额定工作电压 500V 的绝缘套管。钢丝钳的规格常用的有 150、175mm 和 200mm 的三种，其构造如图 1-5 所示。

钢丝钳用途很多。通常刀口用于剪切导线和剥削软

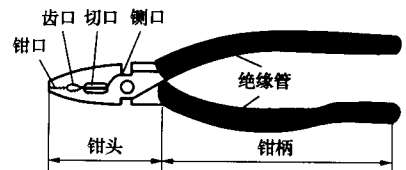


图 1-5 钢丝钳构造图

导线绝缘层或拔起铁钉；侧口用于剪切钢丝；齿口用来紧固或起松螺母；钳口用来弯绞或钳夹导线线头。当钢丝钳用来剥削导线头的绝缘层时，用左手抓紧导线，右手握住钢丝钳，取好要剥脱的绝缘层长度，刀口夹住导线绝缘层，施力要合适，不能损伤导线的金属体，沿钳口夹压的痕迹，靠绝缘层和导线的摩擦力将绝缘层拉掉。钢丝钳的用法可以概括为四句话：剪切导线用刀口，剪切钢丝用侧口，扳旋螺母用齿口，弯绞导线用钳口。

使用钢丝钳时应注意如下：

(1) 在进行低压带电作业时，必须先要检查绝缘柄的绝缘是否良好。

(2) 使用钢丝钳剪切带电导线时，不得用刀口同时剪两根或两根以上导线，以免相线对相线间或相线对中性线间发生短路故障。

(3) 使用钢丝钳时，刀口面应向操作者一侧。钳头不可以代替锤子使用，且要保护好钳柄绝缘套管，以免碰伤或造成触电事故。

2. 尖嘴钳

尖嘴钳由钳头和钳柄组成，如图 1-6 所示。钳头带钳口和切口，钳口有棱纹，钳头部分是狭长的，呈圆锥形，适用于狭小空间的操作使用。钳柄套有额定工作电压 500V 的绝缘套管。其握法与钢丝钳的握法相同。

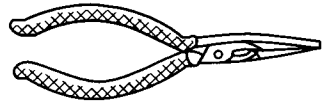


图 1-6 尖嘴钳

尖嘴钳主要用于二次小线工作，其尖头钳口能将单股导线弯成一定圆的接线端环，也可用以夹持较小的螺钉、垫圈、导线等元件；切口可以钳断细小的金属丝。

3. 断线钳

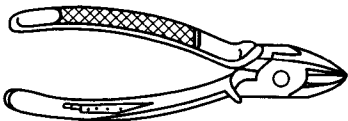


图 1-7 断线钳

断线钳也称为斜口钳。断线钳由钳头和钳柄组成，钳头部分为较锋利的切口，并有斜角。斜口钳主要用来剪断较粗的金属丝和电线。绝缘柄的断线钳如图 1-7 所示。电工常用的绝缘柄断线钳耐压强度为 500V。

4. 剥线钳

剥线钳是由刀口、压线口和钳柄组成，常用的有 140mm 和 180mm 两种。柄上套有额定工作电压 500V 的绝缘套管，如图 1-8 所示。

剥线钳用于剥除线芯截面为 6mm^2 以下塑料线或橡胶绝缘线的绝缘层。剥线钳的刀口有 0.5~3mm 直径的切口，以适应不同规格的线芯剥削。

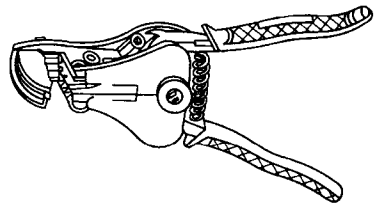


图 1-8 剥线钳

使用剥线钳剥去绝缘层时，剥削的绝缘层长度定好后，左手持导线，右手握钳柄，导线端部绝缘层被剖断自由飞出。使用时应将导线放在稍大于芯线直径的切口上切削，以免切伤芯线。

5. 压接钳

压接钳是由阴模、阳模、定位螺丝、钳头和钳柄组成，是用于接线的一种工具，它一般有四种压接腔体，不同的腔体适用不同规格的导线和接线端子。常用的两种手动压接钳如图 1-9 所示。

(三) 螺丝刀

螺丝刀又称旋凿或起子，是在安装或拆卸元件时用来紧固和拆卸各种螺钉。螺丝刀是由

刀柄和刀体组成。刀柄有木柄、塑料柄和有机玻璃柄三种。刀口形状有一字形和十字形两种，如图 1-10 所示。电工螺丝刀刀体金属部分用绝缘管套住。

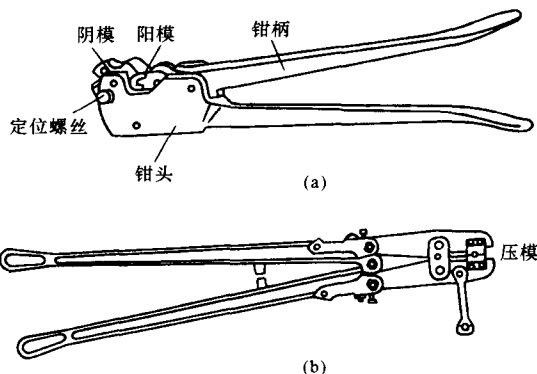


图 1-9 手动压接钳

(a) 户内线路用；(b) 户外线路用

(2) 长螺丝刀的使用。

用于松紧较大的螺钉，使用时，除大拇指、食指和中指夹住握柄外，用手掌顶住柄的末端，防止旋转时滑落。

(3) 较长螺丝刀的使用。可用右手压紧并转动手柄，左手握住螺丝刀的中间，以防刀头滑脱将手滑伤。

(四) 电工刀

电工刀是用来剥削导线绝缘，削制木榫、切割木台缺口等，其外形如图 1-11 所示。使用时应左手持导线，右手握刀柄，刀口稍倾斜朝外进行操作。刀口常以 45° 角倾斜切入， 25° 角倾斜推削使用。电工刀用完后应将刀身折入刀柄内，以免刀刃受损或伤人。

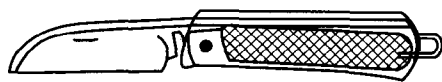


图 1-11 电工刀外形图

电工刀使用注意点如下：

(1) 使用电工刀时刀口应向人体外侧用力，以免伤手。

(2) 电工刀刀柄是无绝缘保护的，故不能在带电导线或器材上剥削，以免触电。

(3) 不允许用锤子敲打刀片进行剥削。

(五) 活络扳手

扳手是用来紧固和松开螺母的一种常用工具。活络扳手的钳口可以在规定的范围内任意调整大小，使用方便，故普遍采用。活络扳手结构如图 1-12 所示，它主要由头部和柄部两部分组成。头部由活络扳唇、呆扳唇、扳口、蜗轮、轴销和手柄等部分组成。活络扳手的规格用长度×最大开宽度表示，单位为 mm。例如，150×19 表示长度 150mm，开口宽度 19mm。

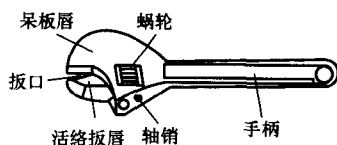


图 1-12 活络扳手结构图

螺丝刀的使用注意事项如下：

(1) 不可使用金属杆直通柄顶的穿心螺丝刀，否则很容易造成触电事故。

(2) 根据螺钉大小、规格选用响应尺寸的螺丝刀，否则容易损坏螺钉与螺丝刀。

(3) 使用螺丝刀紧固或拆卸带电螺丝时，手不得触及螺丝刀的金属杆，应在螺丝刀的金属杆上套上绝缘套管；螺丝刀不能当凿子用。

常用螺丝刀的使用方法如下：

(1) 短螺丝刀的使用。用于松紧电气装置接线桩上的小螺钉，使用时可用大拇指和中指夹住握柄，用食指顶住柄的末端捻旋。

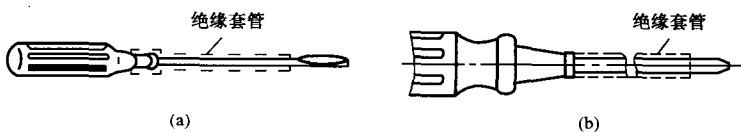


图 1-10 螺丝刀

(a) 一字形；(b) 十字形

活络扳手的使用方法如下：

(1) 根据螺母的大小选用适当的扳手，用两手指旋动蜗轮调节扳口的大小，将扳口调到比螺母稍大些，卡住螺母，再用手指旋蜗轮使扳口紧压螺母。

(2) 扳动大螺母时力矩较大，手要握在近柄尾处，如图 1-13 (a) 所示。



图 1-13 活络扳手的握法

(a) 扳较大螺母时握法；(b) 扳较小螺母时握法

(3) 扳动小螺母时力矩较小，又因为螺母过小，容易打滑，手应握在近头部的地方，施力时手指可随时旋调蜗轮，收紧活络扳唇，以防打滑，如图 1-13 (b) 所示。

(4) 活络扳手不可反用，以免损坏活络扳唇；也不可用钢管接长柄施力，以免损坏扳手。

(5) 不得当撬棒和锤子使用。

二、其他电工工具

(一) 电钻

电钻是一种专用的电动钻孔工具，主要分为手提式电钻、手枪式电钻和冲击电钻。电钻

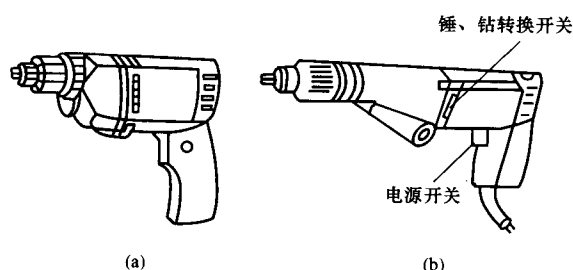


图 1-14 电钻外形图

(a) 手枪式电钻；(b) 冲击电钻

外形如图 1-14 所示。冲击电钻还具备普通电钻的功能，当作普通电钻使用时可将调节开关调到标记为“钻”的位置；当作冲击电钻使用时，可将调节开关调到标记为“锤”的位置，即可用来冲打砌块和砖墙等建筑材料的木楔孔和导线穿墙孔，通常可冲打直径为 6~16mm 的圆孔。

使用冲击电钻的注意事项如下：

(1) 操作前检查电钻的接地线是否完整，检查电源电压是否与铭牌相符，电源

线路是否有熔断器保护。

(2) 钻孔时不宜用力过猛，以防电动机过载，如发现钻头转速降低，应立即切断电源并进行检查，以免烧坏电机。

(3) 操作时严禁戴手套。

(4) 装卸钻头时，必须用钻头钥匙，不能用其他工具来敲打夹头。

(二) 喷灯

喷灯是一种利用喷射火焰对工件进行加热的工具。在电工作业中，制作电力电缆终端头或中间接头及焊接电力电缆接头时，都要使用喷灯。

按照使用燃料油的不同，喷灯分为煤油喷灯和汽油喷灯两种。喷灯的构造如图 1-15 所示。

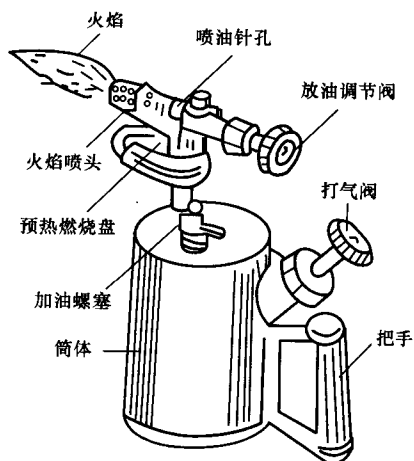


图 1-15 喷灯构造图

1. 使用方法

(1) 根据喷灯所用燃料油的种类, 加注燃料油, 首先旋开加油螺塞, 注入燃料油, 注入油量要低于油桶最大容量的 $3/4$, 然后旋紧加油螺塞。

(2) 操作打气阀增加油桶内的油压, 然后在预热燃烧盘中加入燃料油, 点燃烧热喷头后, 再慢慢打开放油调节阀, 观察火焰。如果火焰喷射力达到要求, 即可开始使用。

(3) 手持手柄, 使喷灯保持直立, 将火焰对准工件即可。

2. 使用喷灯时的注意事项

(1) 使用前应仔细检查油桶是否漏油, 喷头是否畅通, 有无漏气等。

(2) 打气加压时, 首先检查并确认加油螺塞能可靠关闭。喷灯点火时, 喷头前严禁站人。

(3) 工作场所不能有易燃物品。喷灯工作时应注意火焰与带电体之间的安全距离: 10kV 以上大于 3m , 10kV 以下大于 1.5m 。

(4) 油桶内的油压应根据火焰喷射力掌握。

(5) 喷灯的加油、放油和维修应在喷灯熄火后进行。喷灯使用完毕, 倒出剩余燃料油并回收, 然后将喷灯污物擦除, 妥善保管。

(三) 电工用梯

电工在登高作业时, 要特别注意人身安全; 而登高工具必须牢固可靠, 方能保障登高作业

的安全。电工常用的有直梯和人字梯两种, 如图 1-16 (a)、(b) 所示。前者常用于户外登高作业, 后者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, 使用时应放置稳固, 梯子与地面的夹角以 60° 左右为宜。人字梯应在中间绑扎两道防自动滑开的安全绳。电工在梯上作业时, 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, 必须按图 1-16 (c) 所示的方法站立, 即前一只脚从后一只脚所站梯步高两步的梯中间穿过去越过该梯步后从下方穿出,

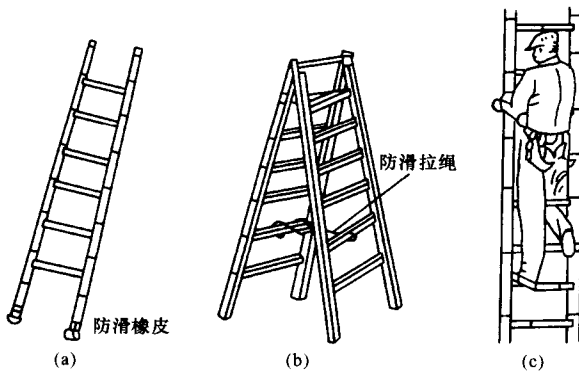


图 1-16 电工用梯

(a) 直梯; (b) 人字梯; (c) 电工在梯子上作业站立姿势

使该脚以膝弯处为着力点。

站在人字梯上操作时, 切不可采取骑马方式站立, 以防人字梯两脚自动滑开时造成严重的工伤事故。骑马站立的姿势, 对人体操作时也极不灵活。

第二节 常用导线的连接

在低压系统中, 导线连接点是故障率最高的部位。电气设备和线路是否安全可靠地运行, 在很大程度上取决于连接和封端的质量。导线连接的方式很多, 常见的有绞接、缠绕连接、焊接、管压接等。出线端与电气设备的连接, 有直接连接和接线端子连接。对导线连接

的基本要求是：电接触良好，机械强度足够，接头美观，绝缘恢复正常。

一、导线接头绝缘层的剖削

绝缘导线连接前，先剥去导线端部的绝缘层，将裸露的导体表面清擦干净。导线绝缘层的剥削有单层剥法、分段剥法和斜剥法三种，如图 1-17 所示。剥去绝缘层的长度一般为 50~100mm，截面积小的单股导线剥去长度可以小些，截面积大的多股导线剥去长度应大些。

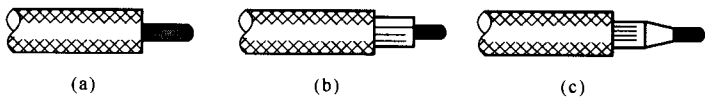


图 1-17 导线绝缘层的剥削

(a) 单层剥法；(b) 分段剥法；(c) 斜剥法

1. 塑料硬线绝缘层的剖削

(1) 4mm^2 及以下塑料硬线绝缘层，一般用钢丝钳来剖削，剖削方法如下。

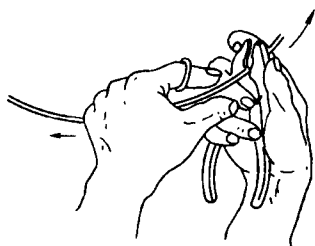


图 1-18 用钢丝钳勒去导线绝缘层

1) 用左手捏住导线，根据所需线头长度用钢丝钳的钳口切割绝缘层，但不可切入芯线。

2) 用右手握住钢丝钳头部用力往外移，勒去塑料绝缘层，如图 1-18 所示。

3) 剖削出的芯线应保持完整无损。如果芯线损伤较大，则应剪去线头，重新剖削。

(2) 4mm^2 以上塑料硬线绝缘层，可用电工刀来剖削

其绝缘层，其方法如下：

1) 根据所需线头长度，用电工刀以 45° 角倾斜切入塑料绝缘层，应使刀口刚好削透绝缘层而不伤及芯线，如图 1-19 (a) 所示。

2) 使刀面与芯线间的角度保持 25° 左右，用力向线端推削（不可切入芯线），削去上面一层塑料绝缘，如图 1-19 (b) 所示。

3) 将剩余的绝缘层向后扳翻，然后用电工刀齐根削去，如图 1-19 (c) 所示。

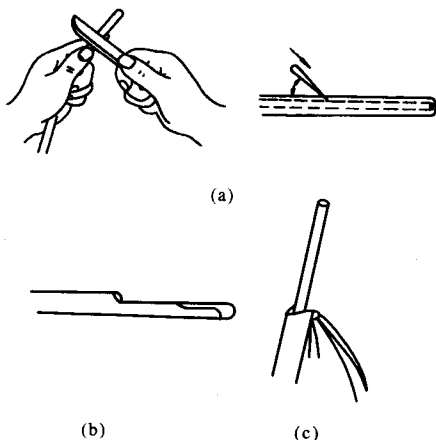


图 1-19 电工刀剖削塑料硬线绝缘层

(a) 切入塑料绝缘层，并且刀面与芯线保持 15° 左右；

(b) 削去上面一层塑料绝缘；(c) 扳翻剩余绝缘层

2. 塑料软线绝缘层的剖削

塑料软线绝缘层只能用剥线钳或钢丝钳剖削（剖削方法同塑料硬线），不能用电工刀来剖，因为塑料软线太软，并且芯线又由多股铜丝组成，用电工刀剖削容易剖伤线芯。

3. 塑料护套线绝缘层的剖削

塑料护套线绝缘层由公共护套层和每根芯线的绝缘层两部分组成。公共护套层只能用电工刀来剖削，剖削方法如下。

(1) 按所需线头长度用电工刀刀尖对准芯线缝隙划开护套层，如图 1-20 (a) 所示。

(2) 将护套层向后扳翻，用电工刀齐根切去，如图 1-20 (b) 所示。

(3) 用钢丝钳或电工刀按照剖削塑料硬线绝缘层的方法，分别将每根芯线的绝缘层剖除。

钢丝钳或电工刀切入芯线绝缘层时，切口应距离护套层 5~10mm，如图 1-20 (c) 所示。

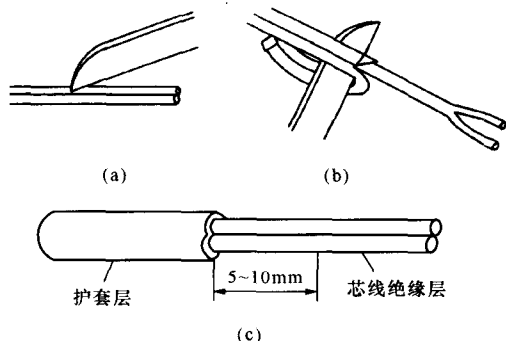


图 1-20 塑料护套线绝缘层的剖削

(a) 刀在芯线缝隙划开护套层；(b) 扳翻护套层并齐根切去；(c) 切口距离护套层 5~10mm

剖削方法如下：

(1) 在所需线头长度处用电工刀在棉纱织物保护层四周割切一圈，将棉纱织物拉去。

(2) 在距棉纱织物保护层 10mm 处，用钢丝钳的刀口切割绝缘橡胶层（不可损伤芯线），其方法与图 1-18 所示的相同。

(3) 将露出的棉纱层松开，用电工刀割断。

6. 橡胶套软线（橡胶套电缆）绝缘层的剖削

橡胶套软线外包护套线，内部每根芯线上又有各自的橡皮绝缘层。外护套层较厚，可用电工刀按切除塑料护套层的方法切除，露出的多股芯线绝缘层，可用钢丝层勒去。

7. 漆包线绝缘层的去除

漆包线绝缘层是喷涂在芯线上的绝缘漆层。线径不同，去除绝缘层的方法也不一样。直径在 1.0mm 以上的，可用专用刮线刀刮去。直径在 0.6mm 以下的，也可用细砂纸或细砂布擦除。操作时应细心，否则易造成芯线折断。有时为了保持漆包线芯直径的准确，也可用微火（不可用大火，以免芯线变形或烧断）烤焦线头绝缘漆层，再将漆层轻轻刮去。

二、导线连接的方法

1. 铜芯导线的连接

根据铜芯导线股数的不同，有以下几种连接方法。

(1) 单股铜芯导线的直线连接。连接时，先将两导线线头成 X 形相交，如图 1-21 (a) 所示；互相绞合 2~3 圈后扳直两线头，如图 1-21 (b) 所示；将每个线头在另一芯线上紧贴并绕 5~6 圈，用钢丝钳切去余下的芯线，并钳平芯线末端，如图 1-21 (c) 所示。

(2) 单股铜芯导线的 T 字分支连接。将支路芯线的线头与干线芯线十字相交，在支路芯线根部留出 5mm，然后顺时针方向缠绕支路芯线，缠绕 6~8 圈后，用钢丝钳切去余下的芯线，并钳平芯线末端。如果连接导线截

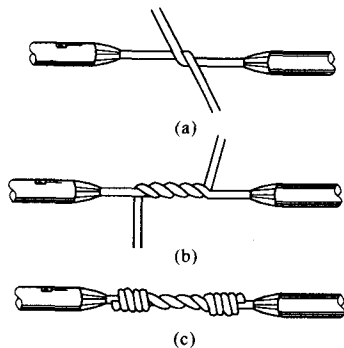


图 1-21 单股铜芯导线的直线连接
(a) 两导线线头成 X 形相交；(b) 互相绞合、板直；(c) 切去余下芯线并钳平芯线末端

4. 橡皮线绝缘层的剖削

橡皮线绝缘层外面有柔韧的纤维编织保护层，切削方法如下。

(1) 先按剖削护套线护套层的方法，用电工刀刀尖将编织保护层划开，并将其向后扳翻，再齐根切去。

(2) 按剖削塑料线绝缘层的方法削去橡胶层。

(3) 将棉纱层散开到根部，用电工刀齐根切去。

5. 花线绝缘层的剖削

花线绝缘层分外层和内层，外层是柔韧的棉纱编织物，内层是橡胶绝缘层和棉纱层，其

面较大，两芯线交叉后在干线上紧密缠 8 圈即可，如图 1-22 (a) 所示。小截面的芯线可以不打结，如图 1-22 (b) 所示。

(3) 单股导线的十字接头连接。将分支中的一支芯线与导线并紧，另一分支芯线往导线段的芯线上缠绕 5~6 圈，如图 1-23 所示。

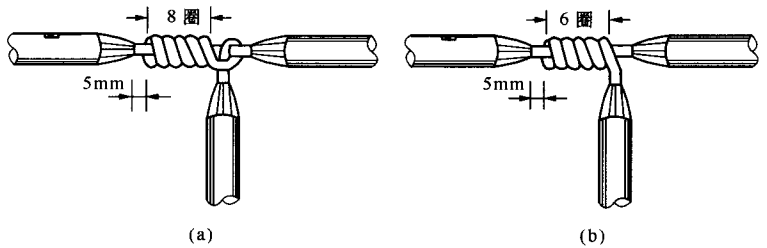


图 1-22 单股铜芯导线的 T 字分支连接

(a) 十字交叉后在干线上缠绕；(b) 小截面的芯线可以不打结

(4) 单股导线的终端接头连接。当为两支导线时，两线芯互绞 5~6 圈，再向后弯曲；当为三、四支导线时，用其中一支芯线往其余芯线上缠绕 5~6 圈，然后把其余导线向后弯，如图 1-24 所示。

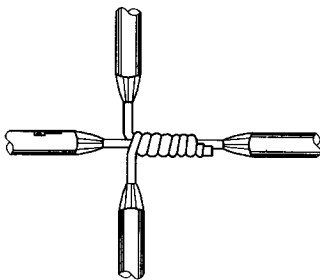


图 1-23 单股导线的十字接头

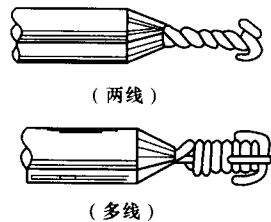


图 1-24 单股导线的终端接头

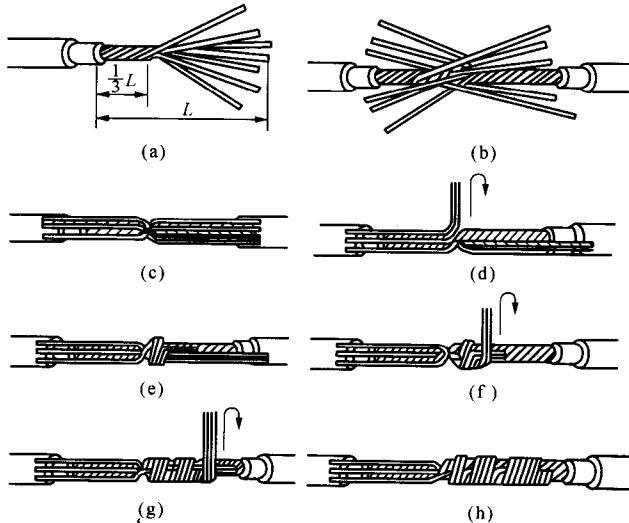


图 1-25 7 股铜芯导线的直线连接

(a) 芯线头分散成伞状；(b) 两个伞状芯线头隔根对叉；(c) 理直每股芯线；(d) 芯线分组并板起；(e) 缠绕 2 圈再折回 90°；(f) 紧挨着前一组芯线再缠绕折回；(g) 第五组芯线缠绕 3 圈；(h) 切去多余芯线

(5) 7 股铜芯导线的直线连接。

1) 先将剖去绝缘层的芯线头散开并拉直，再把靠近绝缘层 1/3 线段的芯线绞紧，然后把余下的 2/3 芯线头如图 1-25 (a) 分散成伞状，并将每根芯线拉直。

2) 把两个伞状芯线线头隔根对叉，必须相对到底如图 1-25 (b) 所示。

3) 拉平两端芯线，理直每股芯线，使每股芯线的间隔均匀，同时钢丝钳钳叉口处消除空隙，如图 1-25 (c) 所示。

4) 把每一端的 7 股芯线按 2、2、3 根分成三组，在一端把一组芯线扳起，垂直于芯线，如图 1-25 (d) 所示。

5) 按顺时针方向缠绕 2 圈, 再折回 90° 并在折起前的轴线位置, 如图 1-25 (e) 所示。

6) 接着把紧挨着前一组的两根芯线扳起, 垂直于芯线, 也按顺时针方向紧紧压着前 2 根扳制直的芯线缠绕 2 圈, 如图 1-25 (f) 所示。

7) 将余下的第三组的 3 根芯线扳直, 按顺时针方向紧紧压着前 4 根扳直的芯线向右缠绕 3 圈, 如图 1-25 (g) 所示。

8) 切去每组多余的芯线, 钳平线端如图 1-25 (h) 所示。用同样方法再缠绕另一边芯线。

(6) 7 股铜芯导线的 T 字分支连接。将分支芯线散开并拉直, 再把紧靠绝缘层 $1/8$ 线段的芯线绞紧, 把剩余 $7/8$ 的芯线分成两组, 一组 4 根, 另一组 3 根, 排齐。用旋凿把干线的芯线撬开分为两组, 再把支线中 4 根芯线的一组插入干线芯线中间, 而把 3 根芯线的一组放在干线芯线的前面, 如图 1-26 (a) 所示。把 3 根芯线的一组在干线右边按顺时针方向紧紧缠绕 3~4 圈, 并钳平线端; 把 4 根芯线的一组在干线芯线的左边按逆

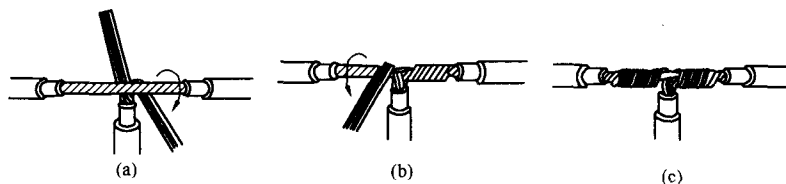


图 1-26 7 股铜芯线 T 型连接

(a) 将干线的芯线分为两组; (b) 分别缠绕; (c) 钳平线端

时针方向缠绕 4~5 圈, 如图 1-26 (b) 所示。钳平线端, 如图 1-26 (c) 所示。

(7) 19 股铜芯导线的直线连接。19 股铜芯导线的直线连接与 7 股铜芯导线的直线连接方法基本相同。由于 19 股铜芯导线的股数较多, 可剪去中间的几股, 按要求在根部留出一定长度绞紧, 隔股对叉, 分组缠绕。连接后, 在连接处应进行钎焊, 以增加其机械强度和改善导电性能。

(8) 19 股铜芯导线的 T 字分支连接。19 股铜芯导线的 T 字分支连接与 7 股铜芯导线的 T 字分支连接方法也基本相同, 只是将支路芯线按 9 根和 10 根分成两组, 将其中一组穿过中缝后, 沿干线两边缠绕。连接后, 也应进行钎焊。

(9) 不等径铜导线的连接。如果要连接的两根铜导线的直径不同, 可把细导线线头在粗导线线头上紧密缠绕 5~6 圈, 弯折粗线头端部, 使它压在缠绕层上, 再把细线头缠绕 3~4 圈, 剪去余端, 钳平切口即可, 如图 1-27 所示。



图 1-27 不等径铜导线的连接



图 1-28 软线与单股硬导线的连接

(10) 软线与单股硬导线的连接。连接软线和单股硬导线时, 可先将软线拧成单股导线, 再在单股硬导线上缠绕 7~8 圈, 最后将单股硬导线向后弯曲, 以防止绑线脱落, 如图 1-28 所示。

(11) 铜芯导线接头的锡焊。通常, 截面为 10mm^2 及以下的铜芯导线接头, 可用 150W 电烙铁进行锡焊。焊接前, 先清除接头上的污物, 然后在接头涂上一层无酸焊锡膏, 待电烙铁烧热, 即可锡焊。

2. 铝芯导线的连接

由于铝的表面极易氧化, 而氧化铝薄膜的电阻率又很高, 所以铝芯导线主要采用压接管压接和沟线夹螺栓压接。

(1) 压接管压接。又叫套管压接。这种压接方法适用于室内外负荷较大的多根铝芯导线的直接连接。接线前,先选好合适的压接管,如图 1-29 (a) 所示。清除线头表面和压接管内壁上的氧化层和污物,然后将两根线头相对插入并穿出压接管,使两根线端各自伸出压接管,如图 1-29 (b) 所示。用压接钳进行压接,如图 1-29 (c) 所示。压接后的铝线接头,如图 1-29 (d) 所示。如果压接钢芯铝绞线,则应在两根芯线之间垫上一层铝质垫片。压接钳在压接管上的压坑数目:截面为 $16\sim 35\text{mm}^2$ 的为 6 个; $50\sim 70\text{mm}^2$ 的为 10 个。钢芯铝绞线压坑数目:截面为 16mm^2 的为 12 个; $25\sim 35\text{mm}^2$ 的为 14 个; $50\sim 70\text{mm}^2$ 的为 16 个; 95mm^2 的为 20 个; $125\sim 150\text{mm}^2$ 的为 24 个。

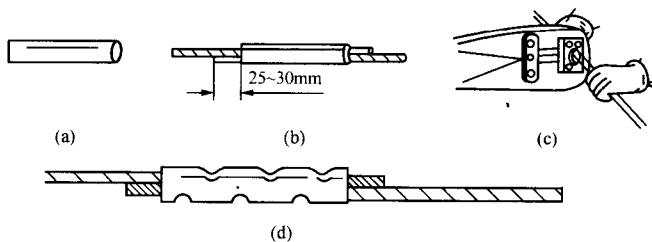


图 1-29 压接方法与压接管

(a) 压接管; (b) 穿进压接管; (c) 压接; (d) 压接后的铝芯线

(2) 沟线夹螺栓压接。适用于室内外截面较大的架空铝导线的直线和分支连接,连接前,

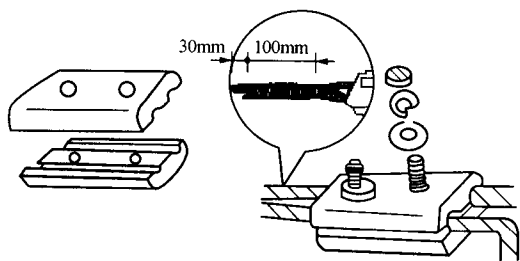


图 1-30 沟线夹螺钉压接法

先用钢丝刷除去导线线头和沟线夹线槽内壁上的氧化层和污物,涂上凡士林锌膏粉,然后将导线卡入线槽,旋紧螺栓,使沟线夹紧紧夹住线头而完成连接,如图 1-30 所示。为防止螺栓松动,压紧螺栓上应套以弹簧垫圈。

沟线夹的大小和使用数量与导线截面有关。通常导线截面在 70mm^2 以下的,用一副小型沟线夹;导线截面在 70mm^2 以上的,用

两副较大型号的沟线夹,两幅沟线夹之间相距 $300\sim 400\text{mm}$ 。

3. 铜(导线)、铝(导线)之间的连接

铜导线与铝导线连接时,不可忽视电化腐蚀问题。如果简单地用绞接或绑接方法直接连接,则铜、铝间的电化腐蚀会引起接触电阻增大而造成接头过热。铜、铝导线直接相连的接头,在电气线路中使用寿命很短。因此,铜、铝导线连接时,应采取防电化腐蚀的措施。常见的措施有以下两种。

(1) 采用铜铝过渡接线端子或铜铝过渡连接管。这是一种常用的防电化腐蚀方法。铜铝过渡接线端子一端是铝筒,另一端是铜接线板。铝筒与铝导线连接,铜接线板直接与电气设备引出线铜端子相接。

在铝导线上固定铜铝过渡接线端子,常采用焊接法或压接法。采用压接法时,压接前剥掉铝导线端部绝缘层,除掉导线接头表面和端子内部的氧化层,将中性凡士林加热,溶成液体油脂,将其涂在铝筒内壁上,并保持清洁。将导线线芯插入铝筒内,用压接钳进行压接。压接时,先在靠近端子线筒口处压第一个压槽,然后再压第二个压槽。

如果是铜导线与铝导线连接,则采用铜铝过渡连接管,把铜导线插入连接管的铜端,把铝导线插入连接管的铝端,然后用压接钳压接。

(2) 采用镀锌紧固件或夹垫锌片或锡片连接。由于锌和锡与铝的标准电极电位相差较