

高职高专“十二五”规划教材

DIANQI ZONGHE SHIXUN
XIANGMUHUA JIAOCHENG

电气综合实训 项目化教程



赵 群 主编



化学工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

电气综合实训项目化教程

赵 群 主编

周 博 杨庆堂 张博舒 副主编

刘明伟 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

《电气综合实训项目化教程》按照与现场“零距离”接轨的教学改革思路,以扩展高职学生的动手能力为目标,是由校企合作编写的实训和技能培训教材。全书依照相关专业的培养目标和国家维修电工职业技能的要求,采用项目化教学方式,主要包括:电气基本技能实训、电气控制实训和线路分析与故障排除等实训项目。在每个项目中提出了经过实训所应达到的知识目标、能力目标,并将相关知识分解到各个实训任务。实训项目的最后还用技术考核来考查实训成果,符合实际教学规律。

《电气综合实训项目化教程》既可作为高等职业院校电子电气类专业的实训教材,也可作为中等职业学校的同类专业教材,还可作为从事电气工作人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

电气综合实训项目化教程/赵群主编. —北京:化学工业出版社, 2015. 12
高职高专“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-25496-2

I. ①电… II. ①赵… III. ①电气设备-高等职业教育-教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 255560 号

责任编辑:王听讲

装帧设计:韩 飞

责任校对:宋 玮

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:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张7 字数128千字 2016年1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

前 言

《电气综合实训项目化教程》由一批长期从事专业技能教学的经验丰富的教师和企业技术人员合作编写而成，实训内容贴近生产实际，具有较高的可操作性，并且适合职业院校项目化教学。

在《电气综合实训项目化教程》编写结构上，改变了一般教材中以电工等级分类的编写体系，而是以现代社会要求电工必须掌握的几类主要技术能力分类标准，按项目化教学分类，主要内容包括：电气基本技能实训、电气控制实训和线路分析与故障排除等实训项目。每个项目又设计了若干任务，循序渐进地完成项目教学任务，教学思路清晰，更具有内容的独立性。每个任务的内容统一编排成实训目的、实训准备、实训内容、实训考核四个部分，便于老师安排教学及学生自学。

《电气综合实训项目化教程》在理论教学上以“够用”为原则，教材中理论知识的介绍简明、扼要，重点讲解基本理论，注重新元件、新技术、新标准的介绍。

《电气综合实训项目化教程》在实训内容安排上，除注重电工传统的基本技术能力训练外，还突出新技术的学习和训练，力求实现与现代先进技术相结合，与时俱进，适应和满足现代社会对电工人才的需求。

我们将为使用本书的教师免费提供电子教案等教学资源，需要者可以到化学工业出版社教学资源网站 <http://www.cipedu.com.cn> 免费下载使用。

本书由渤海船舶职业学院赵群任主编，渤海装备辽河重工有限公司周博、渤海船舶职业学院杨庆堂和沈阳职业技术学院张博舒任副主编。其中项目1由杨庆堂编写，项目2由赵群编写，项目3由周博编写。渤海船舶职业学院李佳宇和张雪松也参加了全书编写工作。在教材的编写过程中，得到了渤海船舶职业学院刘明伟和渤海装备辽河重工有限公司吴薇等同志的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，经验不足，书中难免会存在一些缺点和不足，诚挚希望广大读者批评指正。

编 者
2015 年 10 月

目 录

项目 1 电气基本技能实训	1
1.1 触电急救实训	1
1.1.1 实训室用电安全	2
1.1.2 触电与急救	3
【实训考核】	6
1.2 常用电工工具使用技能实训	7
1.2.1 常用工具使用	7
1.2.2 导线接头绝缘层的剥削	11
1.2.3 导线连接	15
1.2.4 导线绝缘层的恢复	22
【实训考核】	23
1.3 常用仪表使用实训	24
1.3.1 MF-47 型指针万用表使用	24
1.3.2 DT9205 数字万用表使用	27
1.3.3 兆欧表使用	29
1.3.4 钳形电流表使用	31
【实训考核】	32
项目 2 电气控制实训	33
2.1 常用低压电器维护实训	33
2.1.1 手动操作控制器件认知	34
2.1.2 自动操作控制器件认知	36
2.1.3 交流接触器的拆装与检修	39
2.1.4 热继电器的校验	40
【实训考核】	42
2.2 三相异步电动机点动控制线路配盘实训	43
2.2.1 电动机控制电路配盘要求认知	44

2.2.2 实训步骤与工艺要求·····	47
【实训考核】·····	50
2.3 三相异步电动机连续控制线路配盘实训·····	51
2.3.1 三相异步电动机单方向连续控制电路认知·····	52
2.3.2 项目实施步骤及工艺要求·····	53
2.3.3 常见故障及维修·····	55
【实训考核】·····	55
2.4 点动与连续混合控制线路配盘实训·····	56
2.4.1 点动与连续混合正转控制线路认知·····	57
2.4.2 用复合按钮实现点动与连续混合控制过程认知·····	58
2.4.3 项目实施步骤及工艺要求·····	58
2.4.4 常见故障及维修·····	60
【实训考核】·····	60
2.5 三相异步电动机正反转控制线路配盘实训·····	61
2.5.1 三相异步电动机正反转控制电路认知·····	62
2.5.2 实训内容及要求·····	63
2.5.3 正反转控制电路的维修·····	66
【实训考核】·····	67
2.6 顺序控制电路配盘实训·····	68
2.6.1 主电路实现电动机顺序控制电路认知·····	69
2.6.2 任务实施与故障分析·····	70
【实训考核】·····	72
2.7 Y-△降压启动控制线路配盘实训·····	73
2.7.1 Y-△降压转换器手动降压启动电路认知·····	75
2.7.2 时间继电器自动控制的Y-△降压启动电路认知·····	75
2.7.3 项目实施步骤及工艺要求·····	76
2.7.4 电路的故障分析·····	77
【实训考核】·····	78
项目3 线路分析与故障排除·····	80
3.1 电动机Y-△降压手动控制故障检修技能实训·····	80
3.1.1 电气控制电路故障·····	82
3.1.2 Y-△降压手动控制电路故障检修·····	86
【实训考核】·····	88
3.2 CA6140 车床电气控制系统分故障排除实训·····	89

3.2.1 CA6140 车床电气控制系统	90
3.2.2 CA6140 车床电气控制线路故障排除	93
【实训考核】	96
3.3 Z3040 型摇臂钻床故障排除技能实训	97
3.3.1 Z3040 型摇臂钻床电气控制系统	98
3.3.2 常见故障分析	102
【实训考核】	104
参考文献	105

项目 1

电气基本技能实训

【项目描述】

本项目主要让学生了解电工安全知识，使学生掌握触电现象产生的原因，以及触电现象发生后如何进行急救，保护人身及财产安全。了解常用电工工具及常用仪表的功能与特点，正确使用和维护电工工具，既能提高工作效率和施工质量，又能减轻劳动强度、保证操作安全和延长电工工具使用寿命。掌握工具使用与导线连接工艺要求，为后期项目实训作铺垫。

【项目目标】

- ① 了解电工安全知识，掌握急救方法，能处理一般的安全事故；
- ② 能熟练使用常用电工工具；
- ③ 会正确使用电工仪表进行测量；
- ④ 能利用常用电工工具对绝缘导线的绝缘层进行剖削；
- ⑤ 能对直线电路、分支电路等进行正确的连接，会对导线进行绝缘修复。

1.1 触电急救实训

【实训目的】

- ① 将实训设备的电源断开，模拟触电情境，学生分组分别互相救助自救，掌握触电急救方法。
- ② 情境演示，请学生指出情境中的触电原因，提出解决方案。

【实训准备】

1) 器材准备

电气实训工作台、导线若干。

2) 工具准备

测电笔、绝缘棒、绝缘胶垫。

3) 分组准备

- (1) 对实训人员进行分组。
- (2) 按组安排电气实训工作台。
- (3) 漏芯导线发放。

1.1.1 实训室用电安全

1) 实训室用电安全操作规程认知

(1) 实验室工作人员必须时刻牢记“安全第一，预防为主”的方针和“谁主管，谁负责”的原则，做好实验室用电安全工作。

(2) 使用电子仪器设备时，应先了解其性能，按操作规程操作。实验前先检查用电设备，再接通电源；实验结束后，先关仪器设备，再关闭电源。

(3) 若电气设备发生过热现象或出现焦糊味时，应立即关闭电源。

(4) 实验室人员如果离开实验室或遇突然断电，应关闭电源，尤其要关闭加热电器的电源开关。

(5) 电源或电气设备的保险丝烧断后，应先检查保险丝被烧断的原因，排除故障后再按原负荷更换合适的保险丝，不得随意加大或用其他金属线代替。

(6) 实验室内不能有裸露的电线头；如有裸露，应设置安全罩；需接地线的设备要按照规定接地，以防发生漏电、触电事故。

(7) 如遇触电时，应立即切断电源，或用绝缘物体将电线与触电者分离，再实施抢救。

(8) 电源开关附近不得存放易燃易爆物品或堆放杂物，以免引发火灾事故。

(9) 电气设备或电源线路应由专业人员按规定装设，严禁超负荷用电；不准乱拉、乱接电线；严禁实验室内用电炉、电加热器取暖和实验工作以外的其他用电。

(10) 严格执行学校关于用电方面的规章制度。

2) 停电检修的安全操作规程认知

(1) 停电检修工作的基本要求。停电检修时，对有可能送电到检修设备及线路的开关和闸刀应全部断开，并在已断开的开关和闸刀的操作手柄上挂上“禁止合闸，有人工作”的标示牌，必要时要加锁，以防止误合闸。

(2) 停电检修工作的基本操作顺序。首先应根据工作内容，做好全部停电的倒闸操作。停电后对电力电容器、电缆线等，应装设携带型临时接地线及绝缘棒放电，然后用验电笔对所检修的设备及线路进行验电，在证实确实无电时，才能

开始工作。

(3) 检修完毕后的送电顺序。检修完毕后,应拆除携带型临时接地线,并清理好工具,然后按倒闸操作内容进行送电合闸操作。

3) 带电检修的安全操作规程认知

如果因特殊情况必须在电气设备上带电工作时,应按照带电工作安全规程进行。

(1) 在低压电气设备和线路上从事带电工作时,应设专人监护,使用合格的有绝缘手柄的工具,穿绝缘鞋,并站在干燥的绝缘物上。

(2) 将可能碰及的其他带电体及接地物体应用绝缘物隔开,防止相间短路及触地短路。

(3) 带电检修线路时,应分清相线和零线。断开导线时,应先断开相线,后断开零线。搭接导线时,应先接零线,再接相线。接相线时,应先将两个线头搭实后再进行缠接,切不可使人体或手指同时接触两根导线。

1.1.2 触电与急救

1) 电流对人体的危害认知

(1) 人体电阻及安全电压

① 人体电阻主要包括人体内部电阻和皮肤电阻,人体内部电阻是固定不变的,并与接触电压和外部条件无关,一般约为 500Ω 。皮肤电阻一般是手和脚的表面电阻。它随皮肤的清洁、干燥程度和接触电压等而变化。一般情况下,人体的电阻为 $1000\sim 2000\Omega$ 。

② 安全电压。我国的安全电压,以前多采用 36V 或 12V,1983 年我国发布了安全电压国家标准 GB 3805—1983,对于频率为 $50\sim 500\text{Hz}$ 的交流电,安全电压的额定值分为 42V、36V、24V、12V 和 6V 五级。

电流危害的程度与通过人体的电流强度、频率、通过人体的途径及持续时间等因素有关。

(2) 电流强度对人的影响

① 使人体有感觉的最小电流称为感觉电流。工频交流电的平均感觉电流,成年男性约为 1.1mA ,成年女性约为 0.7mA ;直流电的平均感觉电流约为 5mA 。

② 人体触电后能自主摆脱电源的最大电流称为摆脱电流,工频交流电的平均摆脱电流,成年男性约为 16mA 以下,成年女性约为 10mA 以下;直流电的平均摆脱电流均为 50mA 。

③ 在较短的时间内危及生命的最小电流称为致命电流。一般情况下,通过人体的工频电流超过 50mA 时,心脏就会停止跳动,发生昏迷,并出现致命的电灼伤;工频 100mA 的电流通过人体时很快会使人致命。

(3) 电流频率对人体的影响。在相同电流强度下,不同的电流频率对人体影响程度不同。一般为 $28\sim 300\text{Hz}$ 的电流频率对人体影响较大,最为严重的是 $40\sim 60\text{Hz}$ 的电流。当电流频率大于 20000Hz 时,所产生的损害作用明显减小。

(4) 电流流过途径的危害。电流通过人体的头部会使人昏迷而死亡;电流通过脊髓,会导致截瘫及严重损伤;电流通过中枢神经或有关部位,会引起中枢神经系统强烈失调而导致死亡;电流通过心脏会引起心室颤动,致使心脏停止跳动,造成死亡。实践证明,从左手到脚是最危险的电流途径,因为心脏直接处在电路中,从右手到脚的途径危险性较小,但一般也能引起剧烈痉挛而摔倒,导致电流通过人体的全身。

(5) 电流的持续时间对人体的危害。由于人体发热出汗和电流对人体组织的电解作用,电流通过人体的时间越长,使人体电阻逐渐降低。在电源电压一定的情况下,会使电流增大,对人体的组织破坏更大,后果更严重。

2) 触电急救认知

(1) 使触电者迅速脱离电源。触电事故附近有电源开关或插座时,应立即断开开关或拔掉电源插头。若无法及时找到并断开电源开关时,应迅速用绝缘工具切断电线,以断开电源。

(2) 初步简单诊断

① 将脱离电源的触电者迅速移至通风、干燥处,将其仰卧,并将上衣和裤带放松,应检查触电者是否有呼吸,摸一摸颈部动脉的搏动情况。

② 观察触电者的瞳孔是否放大,当处于假死状态时,大脑细胞严重缺氧处于死亡边缘,瞳孔就自行放大,如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 检查瞳孔

③ 对有心跳而呼吸停止的触电者,应采用“口对口人工呼吸法”进行急救。

a. 清除口腔阻塞:将触电者仰卧,解开衣领和裤带,如图 1-1-1 检查瞳孔后将触电者头偏向一侧,张开其嘴,用手清除口腔中假牙或其他异物,使呼吸道畅通。口对口人工呼吸如图 1-1-2 所示。

b. 鼻孔朝天头后仰:抢救者在触电病人一边,使其鼻孔朝天头后仰,如图 1-1-2(b) 所示。

c. 贴嘴吹气胸扩张:抢救者在深呼吸 $2\sim 3$ 次后,张大嘴严密包绕触电者的嘴,同时用放在前额的手的拇指、食指捏紧其双侧鼻孔,连续向肺内吹气 2 次,

如图 1-1-2(c) 所示。

d. 放开嘴鼻换气：吹完气后应放松捏鼻子的手，让气体从触电者肺部排出，如此反复进行，以每 5s 吹气一次，坚持连续进行。不可间断，直到触电者苏醒为止，如图 1-1-2(d) 所示。



图 1-1-2 口对口人工呼吸

④ 对“有呼吸而心脏停搏”的触电者，应采用“胸外心脏按压法”进行急救。将触电者仰卧在硬板或地面上，颈部枕垫软物使头部稍后仰，松开衣服和裤带，急救者跨跪在触电者的腰部。

急救者将后手掌根部按于触电者胸骨下二分之一处，中指指尖对准其颈部凹陷的下缘，当胸一手掌，左手掌复压在右手背上，如图 1-1-3(a) 和 (b) 所示。

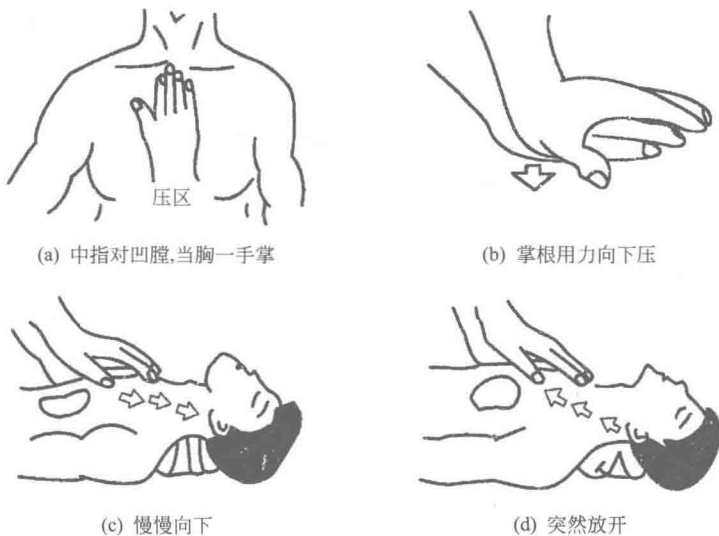


图 1-1-3 胸外心脏按压法

掌根用力下压 3~4cm 后，突然放松，如图 1-1-3(c) 和 (d) 所示，挤压与放松的动作要有节奏，每秒进行一次，必须坚持连续进行，不可中断，直到触电者苏醒为止。

⑤ 对呼吸和心脏都已停止的触电者，应同时采用口对口人工呼吸法和胸外心脏按压法进行急救，其步骤如下。

a. 单人抢救法：两种方法应交替进行，即吹气 2~3 次，再挤压 10~15 次，且速度都应快些，如图 1-1-4 所示。

b. 双人抢救法：由两人抢救时，一人进行口对口吹气，另一人进行挤压。每 5s 吹气一次，每秒钟挤压一次，两人同时进行，如图 1-1-5 所示。



图 1-1-4 单人抢救法



图 1-1-5 双人抢救法

【实训考核】

按表 1-1-1 触电急救实训考核表中内容进行评分。

表 1-1-1 触电急救实训考核表

名称	配分	技能考核标准	扣分	得分
触电急救	70	(1)急救步骤错误,每处扣 20 分 (2)急救诊断错误,每处扣 5~10 分 (3)急救方法错误,每处扣 30 分 (4)急救时没有使触电者脱离电源,扣 30 分 (5)不清理触电者口腔异物者,扣 10 分		
实训报告	10	没按照报告要求完成或内容不正确,扣 10 分		
团结协作精神	10	小组成员分工协作不明确、不能积极参与,扣 10 分		
安全文明生产	10	违反安全文明生产规程,扣 5~10 分		
定额时间	30min;每超时 5min 及以上,按扣 5 分计算			
备注	除定额时间外,各项的最高扣分不应超过配分		成绩	
开始时间		结束时间	班级	姓名

1.2 常用电工工具使用技能实训

【实训目的】

(1) 用低压验电器进行通电测试。

(2) 熟悉电工刀、螺钉旋具、钢丝钳、剥线钳、活络扳手等常见工具使用方法。

① 练习用电工刀剖削废旧塑料硬线、塑料护套线、橡皮软线和铅包绝缘层。

② 练习用钢丝钳剖削废旧塑料硬线和塑料软线绝缘层。

③ 熟练导线连接方法。

【实训准备】

1) 工具准备

电工刀、螺钉旋具、钢丝钳、剥线钳、活络扳手。

2) 器材准备

电气实训台、导线。

1.2.1 常用工具使用

1) 低压验电器使用

低压验电器又称验电笔，主要用来检查低压电气设备或低压线路是否带电。常用验电器外形有钢笔式、旋具式。一般钢笔式和旋具式的电笔，是由金属探头、氖管、安全电阻、笔尾的金属体、弹簧和观察小窗组成，弹簧与后端外部的金属部分相接触，如图 1-2-1 所示。

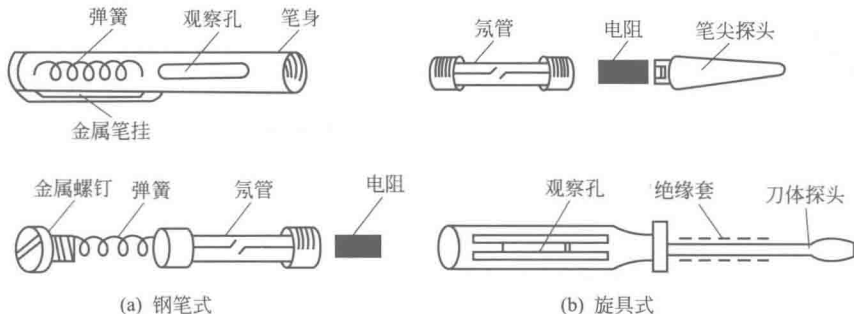


图 1-2-1 验电笔

使用验电笔时必须按照图 1-2-2 所示的正确方法进行操作,手指应触及笔尾的金属体,使氖管小窗背光朝向自己,以便于观察,当电笔触及带电体时,带电体经电笔、人体到大地形成通电回路,只要带电体与大地之间的电位差超过 60V,电笔中的氖管就能发出红色的辉光。



图 1-2-2 验电笔的握法

使用低压验电器的安全知识:使用验电笔前,一定要在有电的电源上检查氖管能否正常发光;使用验电笔时,由于人体与带电体的距离较为接近,应防止人体与金属带电体的直接接触,更要防止手指皮肤触及笔尖金属体,以避免触电。

(1) 区别相线与零线。在交流电路中,正常情况下,当验电笔触及相线时,氖管会发亮,触及零线时,氖管不会发亮。

(2) 区别电压的高低。氖管发亮的强弱由被测电压高低决定,电压高氖管亮,反之则暗。

(3) 区别直流电与交流电。交流电通过验电笔时,氖管中的两个电极同时发亮;直流电通过验电笔时,氖管中只有一个电极发亮。

(4) 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,氖管发亮的一端即为直流电的负极。

(5) 识别相线碰壳。用验电笔触及未接地的用电器金属外壳时,若氖管发亮强烈,则说明该设备有碰壳现象;若氖管发亮不强烈,搭接接地线后亮光消失,则该设备存在感应电。

(6) 识别相线接地。在三相三线制星形交流电路中,用验电笔触及相线时,有两根比通常稍亮,另一根稍暗,说明亮度暗的相线有接地现象,但不太严重。如果有一根不亮,则这一相已完全接地。

2) 电工刀使用

电工刀是电工在装配、维修工作时用于剖削电线绝缘外皮、割削绳索、木桩、木板等物品的常用工具。图 1-2-3 所示为电工刀外形结构。

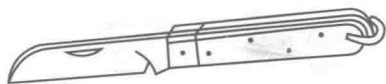


图 1-2-3 电工刀

使用电工刀时要注意以下事项。

刀口朝外进行操作,在剖削绝缘导线的绝缘层时,必须使圆弧状刀面贴在导线上,以免刀口损伤芯线。一般电工刀的刀柄是不绝缘的,因此严禁用电工刀在带电导体或器材上进行剖削作业,以防止触电。电工刀的刀尖是剖削作业的必需部位,应避免在硬器上划损或碰缺,刀口应经常保持锋利,磨刀宜用油石为好。

3) 螺钉旋具使用

螺钉旋具又称螺丝刀、起子、螺钉批或旋凿,分为一字形和十字形两种,以配合不同槽型螺钉使用。常用的规格有:50、100、150、200(mm)等,电工不可使用金属杆直通柄顶的螺钉旋具(俗称通心螺钉旋具)。为了避免金属杆触及皮肤或邻近带电体,应在金属杆上加套绝缘套管。不能用锤子打击螺钉旋具手柄,以免手柄破裂。不许用螺钉旋具代替凿子使用。螺钉旋具不能用于带电作业。其结构如图 1-2-4 所示。螺钉旋具的使用方法如图 1-2-5 所示。



图 1-2-4 螺钉旋具

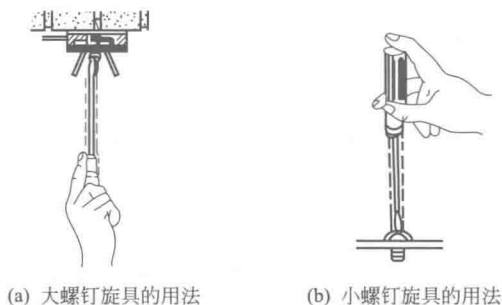


图 1-2-5 螺钉旋具的使用方法

4) 钢丝钳使用

钢丝钳是钳夹和剪切工具,由钳头和钳柄两部分组成,钳头包括钳口、齿口、刀口和侧口,其结构如图 1-2-6(a) 所示。电工所用的钢丝钳,在钳柄上必须套有耐压为 500V 以上的绝缘套管,它的规格用全长表示,有 150、175、200 (mm) 三种。使用时的握法如图 1-2-6(b) 所示,其刀口应朝向自己面部。

钢丝钳的功能较多:钳口主要用来弯绞或钳夹导线线头;齿口用来固紧或起松螺母;刀口用来剪切导线或剖切软导线绝缘层;侧口用来侧切导线线芯或铅丝、钢丝等较硬金属丝。图 1-2-7 标示出了各部分的用法。

有良好绝缘柄的钢丝钳，可在额定工作电压 500V 及以下的有电场合使用。电工钢丝钳各部分的用途如图 1-2-7 所示。用钢丝钳剪切带电导线时，不准用钳口同时剪切两根或两根以上的导线，以免相线间或相线与零线间发生短路故障。

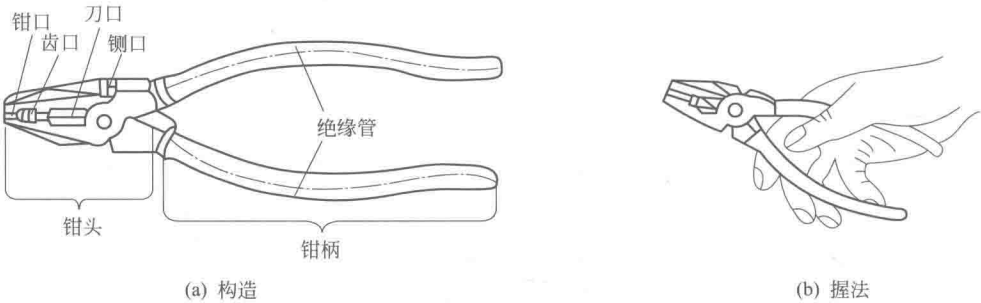


图 1-2-6 钢丝钳

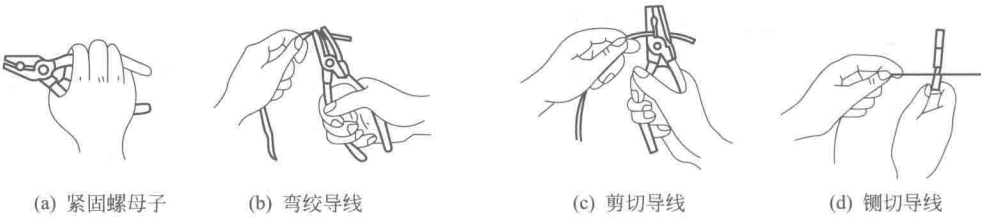


图 1-2-7 电工钢丝钳各部分的用途

5) 剥线钳使用

剥线钳用来剥削截面为 6mm^2 以下的塑料或橡胶绝缘导线的绝缘层，由钳头和钳柄两部分组成，如图 1-2-8 所示。钳头部分由压线口和切口构成，分为 0.5~3mm 的多个直径切口，用于不同规格的芯线剥削。

使用剥线钳时，左手持导线，右手握钳柄，右手向内紧握钳柄，导线端部绝缘层被剖断后自由飞出。使用时应将导线放在大于芯线直径的切口上切削，以免切伤芯线。剥线钳不能用于带电作业。

6) 尖嘴钳使用

尖嘴钳如图 1-2-9 所示，头部尖细，适用于在狭小的工作空间操作，用来夹持较小的螺钉、垫圈、导线等，其握法与钢丝钳的握法相同。尖嘴钳的规格以全长表示，常用的有 130、160、180(mm) 三种，电工用尖嘴钳在钳柄套有耐压强度为 500V 的绝缘套管。

尖嘴钳的用途如下。

- ① 有刃口的尖嘴钳能剪断细小金属丝。
- ② 钳嘴能用来夹持较小螺钉、垫圈、导线等元件。
- ③ 在装接控制电路板时，尖嘴钳能将单股导线弯成一定圆弧的接线鼻子。