

新世纪职业教育应用型人才培养培训创新教材

电工技术 基础与技能

鹿学俊 于光明 编著

清华大学出版社



新世纪职业教育应用型人才培养培训创新教材

电工技术 基础与技能

鹿学俊 于光明 编著

常州大学图书馆
藏书章

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是中等职业学校电类专业的一门基础课程教材,主要涵盖电工基础知识及基本技能,包括认识电及安全用电、直流电路、电容和电感、单相正弦交流电路、三相正弦交流电路5大教学模块。

本书可作为中等职业技术学校电气相关专业的入门教材,还可以作为职业上岗培训教材及相关专业人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电工技术基础与技能/鹿学俊,于光明编著. —北京:清华大学出版社,2012.11
(新世纪职业教育应用型人才培养培训创新教材)

ISBN 978-7-302-30040-3

I. ①电… II. ①鹿… ②于… III. ①电工技术—中等专业学校—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第212005号

责任编辑:田在儒

封面设计:李丹

责任校对:李梅

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 装 者:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:13.25

字 数:304千字

版 次:2012年12月第1版

印 次:2012年12月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00元

产品编号:041835-01

FOREWORD

前言

本书依据教育部 2009 年新颁布的《中等职业学校电工技术基础与技能教学大纲》，参照有关的国家技能标准和行业职业技能鉴定规范，并结合中等职业学校的教学实际而编写，适合中等职业学校教师、学生使用。

全书共分认识电及安全用电、直流电路、电容和电感、单相正弦交流电路、三相正弦交流电路五个模块，力求通过本书的学习，帮助学生初步掌握机电技术应用专业所必需的电工技术基础知识和基本技能，初步具有解决实际问题的能力，为学习专业知识与技能打下良好的基础。

本书编写力求符合职业教育教学实际，力求贴近职业学校教学特点，贴近学生学习实际；依据大纲要求合理选择教学内容、合理安排教学课时；呈现方式力求活泼新颖，教学实例力求贴近生产实际，突出职业教育特色。

在本书的编写过程中，编写人员注意融合教育教学改革的要求，全面准确地体现新大纲的内涵，使教材成为教师与学生教学过程中落实新大纲要求、实现教学目标的得力助手，易于实现“做中学，做中教”。

本书有以下主要特色。

1. 坚持“以就业为导向，以能力为本位”，以职业实践能力为主线，渗透职业意识与职业道德教育，为学生的职业生涯发展奠定基础。在编写时打破常规，体例新颖，图文并茂，通俗易懂。

2. 本书编者多为教学一线教师，积累了丰富的教学经验，他们了解学生现状，了解教学需求，在教材内容组织、结构编排及呈现方式等方面都作了较大创新。

3. 为了更加符合学生的认知水平和认知特点，持续激发其学习兴趣，本书在环节设计上层次分明，要求清晰。各学习项目均以如下顺序开展。

- 学习任务：让学生明确学习的主要内容，一目了然。
- 问题引领：让学生带着疑问进入课程内容的学习。
- 相关知识：将应知知识或应会技能进行归纳、解释或描述，突出学习的重点。
- 知识链接：将有关重要知识点以知识链接的形式呈现，启发学生注意相关知识或技能的学习。
- 知识拓展：是对教学内容的延伸和补充，进一步拓展学生的知识与技能。

- 学习探索：让学生举一反三，进行新的思考。

4. 促进中等职业学校电工技术基础与技能教学的课程改革。本书除了符合新大纲要求、更新内容之外，还积极吸收近年来职业教育课程改革的各方面成果，通过教材的组织与设计，力争在课程教学模式改革、理实一体化教学、过程性学习评价等方面起到推动作用。

本书采用我国法定计量单位和现行的最新国家标准。

本课程教学学时为 72 学时，具体学时分配建议如下。

模块	内 容	学时
模块一	认识电及安全用电	6
模块二	直流电路	24
模块三	电容和电感	14
模块四	单相正弦交流电路	12
模块五	三相正弦交流电路	16
合计		72

本书由首届中国职业院校教学名师鹿学俊、济南市教学研究室于光明任主编，济南第九职业中等专业学校商振梅、曲珊珊任副主编，参加编写的还有历城职业中专孙秀云老师，平阴职教中心张忠生老师，济南第九职业中等专业学校张莉老师、万旭老师、孙菲老师，山东省教学研究室杜德昌老师对本书的编写提出了许多宝贵意见，在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2012 年 10 月

CONTENTS

目 录

模块一 认识电及安全用电	1
学习目标	1
情景导入	1
任务 1.1 了解生活中的电	1
一、静电	2
二、雷电	3
三、生活中的电	4
四、常用电工仪表和工具	5
任务 1.2 了解安全用电常识	10
一、电流对人体的作用	11
二、触电的方式	12
三、触电急救知识	14
任务 1.3 认识电工实训室	18
一、实训室整体认知	18
二、认识常用的电工仪器仪表	20
知识回顾与思考	21
知识与能力考核	22
模块二 直流电路	23
学习目标	23
情景导入	23
任务 2.1 认识电路的组成	24
一、电路的组成	25
二、电路的状态	27
三、认识直流电源	27
任务 2.2 电流和电压的测量	31
一、认识电流、电压及相关物理量	31
二、电流表的正确使用	36
三、电压表的正确使用	37
四、测量简单电路的电流和电压	38

任务 2.3	电阻的测量	40
一、	认识电阻	40
二、	使用万用表测量电阻	45
三、	用伏安法测量电阻	46
任务 2.4	电功与电功率的测量	54
一、	认识电功与电功率	55
二、	电能表的正确使用	56
三、	功率表的正确使用	57
任务 2.5	扩大电压表和电流表的量程	59
一、	电阻的串联	60
二、	电阻的并联	61
三、	电阻的混联	62
四、	扩大电压表量程	65
五、	扩大电流表量程	66
任务 2.6	探究电路的基本定律	67
一、	探究全电路欧姆定律	67
二、	探究基尔霍夫电流定律	68
三、	探究基尔霍夫电压定律	71
任务 2.7	探究有源二端网络的等效变换	74
一、	有源二端网络	74
二、	戴维南定理	75
三、	开路电压和等效电阻的计算	75
四、	负载获得最大功率的条件	76
五、	应用	77
	知识回顾与思考	78
	知识与能力考核	80
模块三	电容和电感	82
	学习目标	82
	情景导入	82
任务 3.1	认识电容	84
一、	电容器的基本知识	84
二、	电容器的分类、选用及连接	87
三、	电容器的充电和放电	95
任务 3.2	了解电磁感应	99
一、	磁场	100
二、	磁场的主要物理量	105
三、	磁场对电流的作用	106
四、	电磁感应现象	109
任务 3.3	认识电感	115

871	一、自感现象与电感	116
871	二、电感器的参数和质量检测	119
871	任务 3.4 了解磁路	121
881	一、磁路及其主要物理量	122
181	二、铁磁物质	125
881	任务 3.5 互感的认识	130
881	一、互感现象	131
181	二、互感线圈的同名端	133
881	三、单相变压器	135
881	知识回顾与思考	138
881	知识与能力考核	140
	模块四 单相正弦交流电路	146
891	学习目标	146
891	情景导入	146
891	任务 4.1 认识正弦交流电	146
191	一、示波器的组成	147
191	二、用示波器观测交流信号	149
191	三、正弦交流电的三要素	149
891	任务 4.2 认识单一参数正弦交流电路的规律	153
891	一、纯电阻电路	153
891	二、纯电感电路	155
191	三、纯电容电路	157
	任务 4.3 认识 RL 串联电路的规律	159
	一、RL 串联电路	160
	二、安装荧光灯电路	162
	任务 4.4 RLC 串联电路	164
	一、电流与电压的相位关系	164
	二、RLC 串联电路的阻抗	165
	三、RLC 串联电路的功率	166
	任务 4.5 模拟安装家庭照明电路	169
	一、单相电能表	169
	二、照明设备的安装	170
	三、照明电路安装的技术要求	173
	四、任务实施	173
	知识回顾与思考	175
	知识与能力考核	175
	模块五 三相正弦交流电路	178
	学习目标	178

117	情景导入	178
118	任务 5.1 认识三相交流电	178
121	一、三相交流电的基本概念	179
122	二、三相交流电的相序	180
125	三、三相交流电源	181
130	任务 5.2 三相负载的接法	182
131	一、三相负载的星形连接	183
133	二、三相负载的三角形连接	184
138	三、三相交流电路的功率	185
138	任务 5.3 用电保护	188
140	一、可能触电的几种情况	189
140	二、防止触电的技术措施	190
141	三、安全用电注意事项	192
140	任务 5.4 安装三相照明电路	192
141	一、三相负载星形连接	193
141	二、负载连接方法	194
140	三、任务实施	195
140	任务 5.5 三相异步电动机星形、三角形机械换接启动电路的安装	197
151	一、三相异步电动机Y- Δ 机械换接启动电路	198
153	二、任务实施	198
152	知识回顾与思考	200
151	知识与能力考核	201
150	任务 4.3 三相异步电动机正反转控制电路	
150	一、RL 串接电路	
152	二、安装荧光灯电路	
154	任务 4.4 RLC 串联电路	
154	一、串联电路的阻抗关系	
155	二、RLC 串联电路的阻抗	
156	三、RLC 串联电路的功率	
159	任务 4.5 三相异步电动机星形、三角形换接启动电路	
159	一、三相异步电动机星形、三角形换接启动电路	
170	二、荧光灯的安装	
173	三、荧光灯的安装	
173	四、任务考核	
175	知识回顾与思考	
175	知识与能力考核	
178	附录 3 三相异步电动机	
181	附录 4 三相异步电动机	

模块一

认识电及安全用电

学习目标

本模块将主要介绍生活中的各类电现象,针对生活中的用电安全和触电急救方法进行讲解,使大家能够安全用电、规范操作。

知识目标

- (1) 了解生活中常见的电现象;
- (2) 了解常用电工仪表、工具及它们的作用;
- (3) 了解安全用电常识和电气事故的处理方法;
- (4) 了解人体的触电类型和触电急救知识;
- (5) 了解电工实训室的基本设施、电源配置,以及实训工具和仪器仪表。

能力目标

- (1) 掌握常用仪表和工具的使用方法;
- (2) 掌握触电急救的方法;
- (3) 了解实训室的安全操作规程,树立安全意识。

情景导入

某天,思奇在新闻报道中发现两条新闻,第一条新闻内容是市郊电线被风刮断,掉入水田,造成一家祖孙三代触电身亡。第二条新闻内容是某工厂停产检修,电焊工突然触电,从高空坠落身亡。“身体健康、生活美好”是每个人的愿望,但人们一时疏忽,往往会祸从天降。

生活中,因缺乏基本的安全用电常识而导致的触电事故与其他电气事故时有发生。因此,普及安全用电知识,提高安全用电水平,是防止触电事故发生的根本所在。

任务 1.1 了解生活中的电



学习任务

- (1) 了解生活中的各类电现象;
- (2) 掌握常用电工仪表和工具的使用方法。

问题引领

在我们的生活中都有哪些电现象？电给我们带来了什么？

相关知识

一、静电

静电是一种处于静止状态的电荷(图 1-1)。在日常生活中,人们常常会遇到以下现象:晚上脱衣服睡觉时,黑暗中有电光并伴有噼啪的声响;见面握手时,手指尖会突然有针刺般触痛;早上起来,用塑料梳子梳头时,头发会“飘”起来。这些就是人体的静电现象。

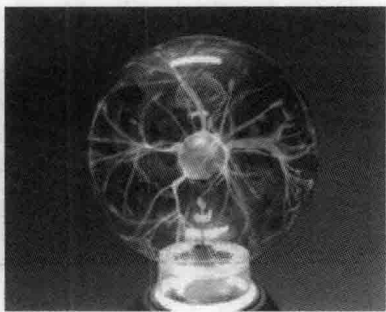


图 1-1 辉光球放静电现象

在古籍《论衡》一书中,就有关于静电的记载,当琥珀或玳瑁经摩擦后,便能吸引轻小物体,也记述了丝绸摩擦起电的现象。目前,静电印花、静电喷涂、静电植绒、静电除尘技术等,已在工业生产和生活中得到了广泛应用。静电也开始在淡化海水、喷洒农药、人工降雨、低温冷冻等许多方面大显身手。

静电的危害也很多。它的第一种危害来源于带电体的互相作用。例如,在印刷厂里,纸页之间的静电会使纸页黏合在一起,难以分开,给印刷带来麻烦;在制药厂里,由于静电吸引尘埃,会使药品达不到标准的纯度;电视荧屏表面的静电容易吸附灰尘和油污,形成一层尘埃薄膜,使图像的清晰程度和亮度降低。静电的第二大危害是有可能因静电火花点燃易燃物体而发生爆炸。

知识链接

静电复印机

静电复印机是1938年由美国人切斯特·卡尔森发明的。静电复印机是一种使用便捷的文件复印设备,也叫静电印刷或电子照相,如图 1-2 所示。静电复印机通常分为间接法静电复印和直接法静电复印两大类。

静电复印机的印刷过程是:把原件的文字或图像投影到一个半导体平面上,随后在该平面上涂一层反光负载粉,带电荷区域能迅速地将这些负载粉吸附,由此得到一张粉图,再让粉图移压至白纸上,加热烘干,便可得到一张与原件一模一样的定影文件。



图 1-2 静电复印机

世界上第一台干板式光电复印机问世于1949年,并由美国的哈曼德公司投产。由于复印机在复制份数较少的文件时快捷方便,并能保持原件的原样,因此很快得到了推广使用,目前已成为一种常用的现代办公设备。

想一想:我们经常看到油罐车的尾部拖一条铁链,这是为什么呢?

做一做:用一把塑料尺子或塑料梳子在头发里快速摩擦,然后立即放在碎纸片上方,看看会有什么现象?

二、雷电

雷电是伴有闪电和雷鸣的自然界内的一种放电现象。雷电一般产生于对流发展旺盛的积雨云中,因此常伴有强烈的阵风和暴雨,有时还伴有冰雹和龙卷风。水滴的破碎以及空气对流等过程,使云中产生正负电荷。当积雨云云层界面所积累的电荷形成的电位差达到1万伏特时,大气就会发生电离而被击穿,产生放电现象,也就是我们常见的闪电。闪电的平均电流是3万安培,最大电流可达30万安培。闪电的电压很高,约为1亿~10亿伏特。一个中等强度雷暴的功率可达1000千瓦,相当于一座小型核电站的年输出功率。放电过程中,由于闪电通道中温度骤增,使空气体积急剧膨胀,从而产生冲击波,导致强烈的雷鸣。带有电荷的雷云与地面的突起物接近时,它们之间就会发生激烈的放电。在雷电放电地点会出现强烈的闪光和爆炸的轰鸣声。这就是人们见到和听到的电闪雷鸣(图1-3)。



图1-3 闪电

雷电分直击雷、电磁脉冲、球形雷、云闪四种。其中直击雷和球形雷都会对人和建筑造成危害,而电磁脉冲主要影响电子设备。

雷电对人体的伤害,有电流的直接作用、超压或动力作用以及高温作用。当人遭受雷电击的一瞬间,电流迅速通过人体,重者可导致心跳、呼吸停止,脑组织缺氧而死亡。另外,雷击时产生的是火花,也会造成不同程度的皮肤烧伤。



知识链接

预防雷电的措施

雷电发生时产生的雷电流是主要的破坏源,其危害有直接雷击、感应雷击和由架空线引导的侵入雷。如各种照明、电信等设施使用的架空线都可能把雷电引入室内,所以应严加防范。

1. 雷击易发生的部位

(1) 缺少避雷设备或避雷设备不合格的高大建筑物、储罐等。

- (2) 没有良好接地的金属屋顶。
- (3) 潮湿或空旷地区的建筑物、树木等。
- (4) 由于烟气的导电性,烟囱特别易遭雷击。
- (5) 建筑物上有无线电而又没有避雷器或没有良好接地的地方。

2. 预防雷电的方法

- (1) 注意关闭门窗,室内人员应远离门窗、水管、煤气管等金属物体。
- (2) 关闭家用电器,拔掉电源插头,防止雷电从电源线入侵。
- (3) 在室外时,要及时躲避,不要在空旷的野外停留。在空旷的野外无处躲避时,应尽量寻找低洼之处藏身,或者立即下蹲,降低身体高度。
- (4) 远离孤立的大树、高塔、电线杆、广告牌。
- (5) 立即停止室外游泳、划船、钓鱼等水上活动。
- (6) 如多人共处室外,相互之间不要挤靠,以防雷击中后电流互相传导。

三、生活中的电

随着科学技术的发展和人们生活水平的不断提高,电成为一种不可或缺的能源,它是人类实现现代化的重要基础,它源源不断地为各行各业的发展提供支持(图 1-4~图 1-6)。



图 1-4 家庭照明



图 1-5 城市夜景



图 1-6 家用电器

我们已经一时一刻也离不开电了。电发展到今天,已经不仅仅是一种单纯的动力了,它通过神奇的转换而具有强大的能力。

中国高速铁路建设已经进入高速发展期,随着几大客运专线的全线贯通,中国将迎来“高铁时代”(图 1-7)。高速铁路的建设分线下和线上两大部分,线下工程离不开电,线上工程就更离不开电了,并且线上工程几乎全部是围绕着为高速列车供电这一套完整的系统来进行的。



图 1-7 高速铁路

四、常用电工仪表和工具

电工工具是电气操作的基本工具,电气操作人员必须掌握电工常用工具的结构、性能和正确使用方法。

常用电工工具基本分为如下三类。

第一类:通用电工工具,指电工随时都可以使用的常备工具。主要有测电笔、螺丝刀、钢丝钳、活络扳手、电工刀、剥线钳等。

第二类:线路装修工具,指电力内外线装修必备的工具。它包括用于打孔、紧线、钳夹、切割、剥线、弯管、登高的工具及设备。主要有各类电工用凿、冲击电钻、管子钳、剥线钳、紧线器、弯管器、切割工具、套丝器具等。

第三类:设备装修工具,指设备安装、拆卸、紧固及管线焊接加热的工具。主要有各类用于拆卸轴承、联轴器、皮带轮等紧固件的拉具,安装用的各类套筒扳手及加热用的喷灯等。

1. 测电笔的识别与使用

测电笔是用于检测线路和设备是否带电的工具,有笔式和螺丝刀式两种,其外形如图 1-8 和图 1-9 所示。



图 1-8 笔式测电笔



图 1-9 螺丝刀式测电笔

使用时手指必须接触金属笔挂(笔式)或测电笔的金属螺钉部分(螺丝刀式),使电流由被测带电体经测电笔、人体与大地构成回路(图 1-10)。当被测带电体与大地之间电压超过 60V 时,测电笔内的氖管就会发光。由于测电笔内氖管及所串联的电阻较大,形成

的回路电流很小,所以不会对人体造成伤害。

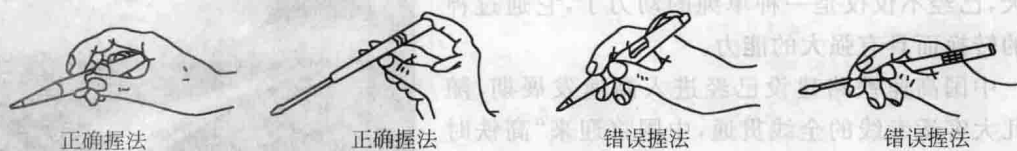


图 1-10 测电笔的握法

应注意,测电笔在使用前,应先在确认有电的带电体上试验,确认测电笔工作正常后,再进行正常验电,以免氖管损坏造成误判,危及人身或设备安全。要防止测电笔受潮或强烈振动,平时不得随便拆卸。测量时,手指不可接触笔尖露出的金属部分或螺杆裸露部分,以免触电造成伤害。



知识链接

电子测电笔

电子测电笔无须物理接触,即可检查控制线、导线和插座上的电压或沿导线检查断路位置。这种试电笔既灵敏又安全,是电工日常操作必备工具之一(图 1-11 和图 1-12)。



图 1-11 电子测电笔

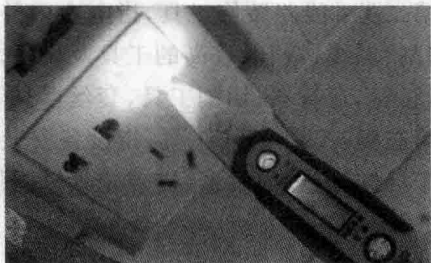


图 1-12 电子测电笔的测量

2. 螺丝刀的识别与使用

螺丝刀又名改锥、旋凿或起子。按照其功能不同,头部可分为一字形和十字形,如图 1-13 所示。其握柄材料分为木柄和塑料柄两类。

一字形螺丝刀以柄部以外的刀体长度表示规格,单位为 mm,电工常用的有 100mm、150mm、300mm 等几种。

十字形螺丝刀按其头部旋转螺钉规格的不同,分为 4 个型号: I、II、III、IV 号,分别用于旋转直径为 2~2.5mm、3~5mm、6~8mm、10~12mm 的螺钉。其柄部以外刀体长度规格与一

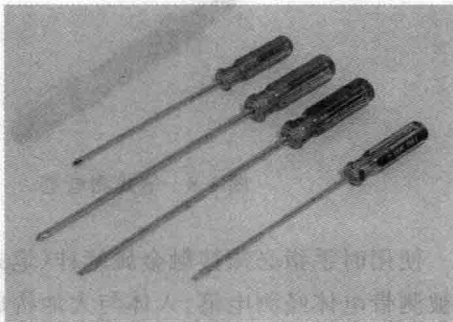
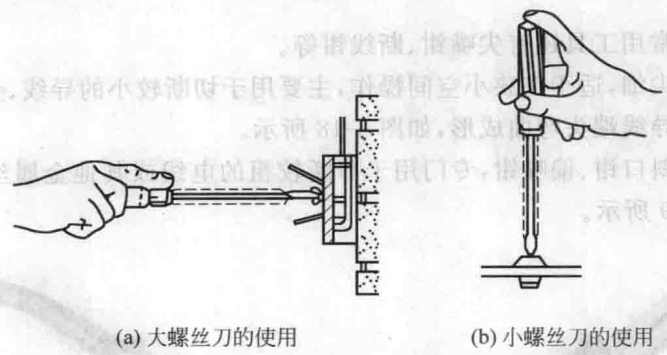


图 1-13 螺丝刀

字形螺丝刀相同。
 使用螺丝刀时,应按螺钉的规格选用合适的刀口,以小代大或以大代小均会损坏螺钉或电气元件。螺丝刀的正确使用方法如图 1-14 所示。



(a) 大螺丝刀的使用 (b) 小螺丝刀的使用

图 1-14 螺丝刀的正确使用方法

3. 钢丝钳的识别与使用

钢丝钳是电工人员用于剪切或夹持导线、金属丝、工件的常用钳类工具,其结构如图 1-15 和图 1-16 所示。



图 1-15 钢丝钳



图 1-16 钢丝钳头的构造

钳尖用于弯绞和钳夹线头或其他金属、非金属物体,钳嘴用于旋动螺钉、螺母,刀口用于切断电线、起拔铁钉、剥削导线绝缘层等,刀口用于铡断硬度较大的金属丝,如钢丝、铁丝等,如图 1-17 所示。

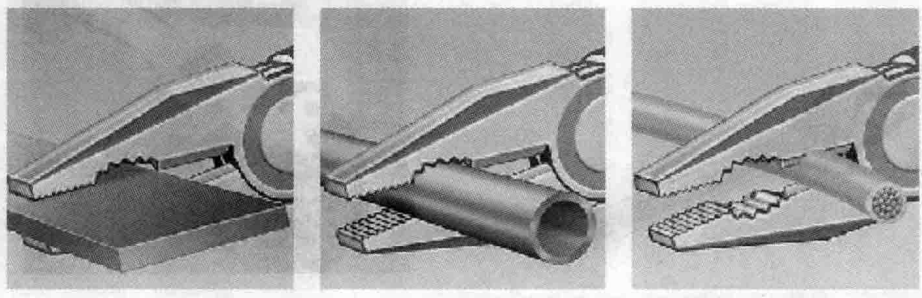


图 1-17 钢丝钳的使用

钢丝钳规格较多,电工常用的有 175mm、200mm 两种。电工用钢丝钳柄部加有耐压 500V 以上的塑料绝缘套。操作前应检查绝缘套是否完好,绝缘套破损的钢丝钳不能使用。在切断导线时,不得将相线或不同相位的相线同时在一个钳口处切断,以免发生短路。

属于钳类的常用工具还有尖嘴钳、断线钳等。

尖嘴钳头部尖细,适于在狭小空间操作,主要用于切断较小的导线、金属丝,夹持小螺钉、垫圈,并可将导线端头弯曲成形,如图 1-18 所示。

断线钳又名斜口钳、偏嘴钳,专门用于剪断较粗的电线或其他金属丝,其柄部带有绝缘管套,如图 1-19 所示。



图 1-18 尖嘴钳



图 1-19 断线钳

4. 活络扳手的识别与使用

活络扳手的钳口可在规格范围内任意调整大小,用于旋动螺杆、螺母,如图 1-20 所示。

活络扳手规格较多,电工常用的有 150mm×19mm、200mm×24mm、250mm×30mm 等几种,前一个数表示体长,后一个数表示扳口宽度。扳动较大螺杆、螺母时,所用力矩较大,手应握在手柄尾部。扳动较小螺杆螺母时,为防止钳口处打滑,手可握在接近头部的位罝,且用拇指调节和稳定螺杆。

使用活络扳手旋动螺杆、螺母时,必须把工件的两侧平面夹牢,以免损坏螺杆、螺母的棱角,如图 1-21 所示。使用活络扳手不能反方向用力,否则容易扳裂活络扳唇。不准用钢管套在手柄上做加力杆使用,不准把扳手当手锤,否则将会对扳手造成损坏。

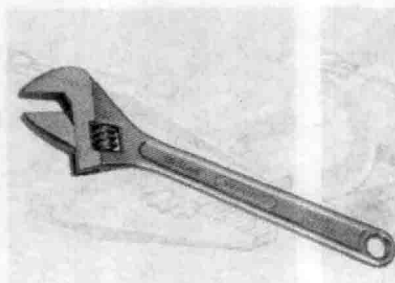


图 1-20 活络扳手

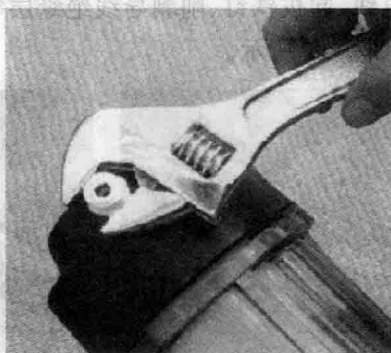


图 1-21 活络扳手的使用