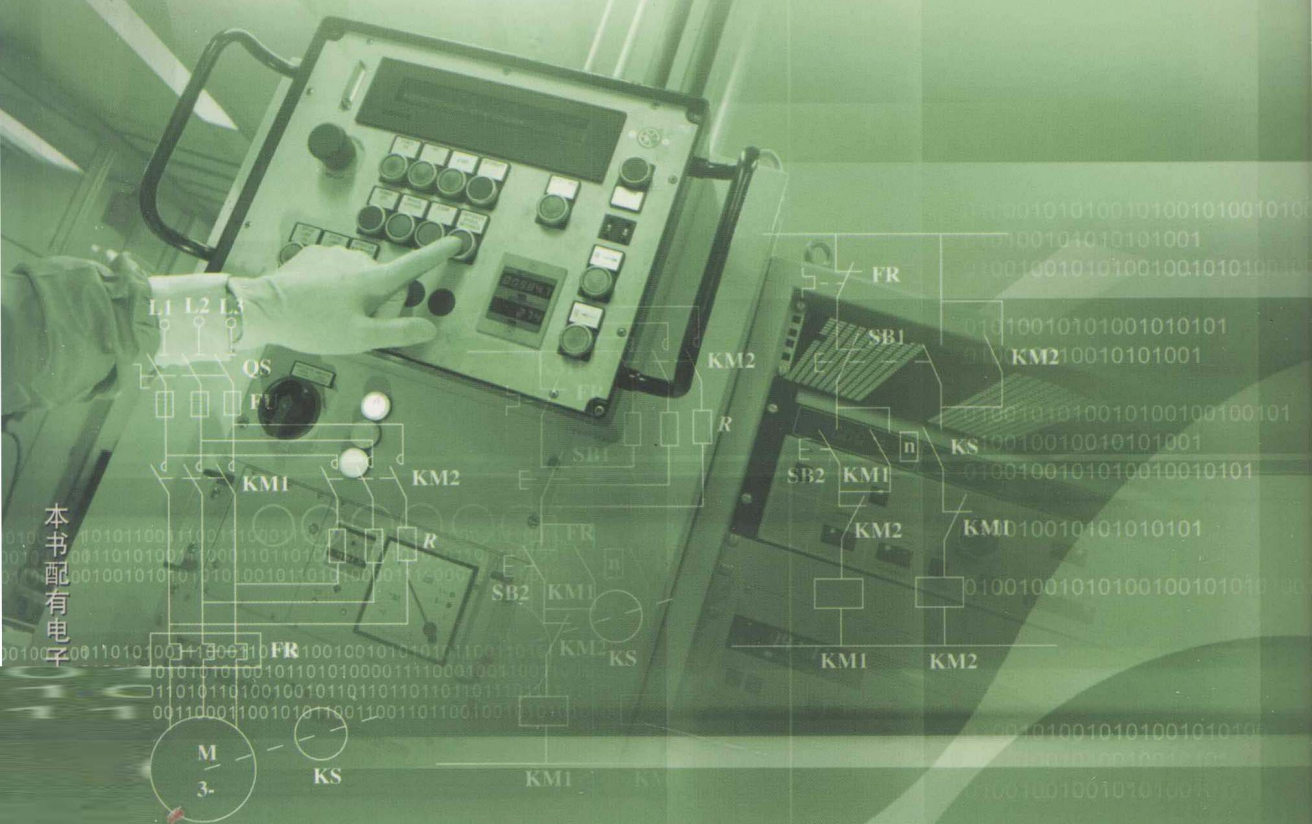




中等职业学校教学用书(机电技术专业)

设备电气控制与维修 (第2版)

◎ 徐建俊 史宜巧 主编 ◎ 俞 宁 主审



本书配有电子



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业学校教学用书（机电技术专业）

设备电气控制与维修 (第2版)

徐建俊 史宜巧 主编

俞 宁 主审

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书重点介绍了设备电气控制和维修的基本知识,并结合所讲内容安排了适量的实验和实训,使学生通过学习和锻炼,具备高素质劳动者和初中级专门人才所必需的设备电气控制与维修的基本知识和基本技能,提高全面素质,增强适应职业变化的能力。

全书主要包括:设备电气控制与维修的基本概念和基本分析方法;常用低压电器的原理、结构及其选用、调整和故障维修方法;电气电路和电气设备的工作原理、结构及常见故障检修;可编程序控制器的结构、特性和应用;电气 CAD 软件及应用等知识。

本书可作为中等职业学校机电一体化、机电设备安装与维修等专业的专业课教材,也可供相关技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

设备电气控制与维修/徐建俊,史宜巧主编. —2版. —北京:电子工业出版社,2007.5

中等职业学校教学用书(机电技术专业)

ISBN 978-7-121-04239-3

I. 设… II. ①徐…②史… III. ①机械设备—电气控制—专业学校—教材②机械维修—专业学校—教材
IV. TB4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 055132 号

策划编辑:白楠

责任编辑:杨宏利 特约编辑:陈虹

印刷:涿州市京南印刷厂

装订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:17.5 字数:448 千字

印次:2007 年 5 月第 1 次印刷

印数:4 000 册 定价:23.80 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

中等职业学校教材工作领导小组

组 长：陈贤忠 安徽省教育厅厅长

副组长：辛宝忠 黑龙江省教育厅副厅长

李雅玲 信息产业部人事司技术干部处处长

尚志平 山东省教学研究室副主任

睦 平 江苏省教育厅职社处副处长

苏渭昌 教育部职业技术教育中心研究所主任

王传臣 电子工业出版社副社长

组 员（排名不分先后）：

唐国庆 湖南省教科院

张志强 黑龙江省教育厅职成教处

李 刚 天津市教委职成教处

王润拽 内蒙古自治区教育厅职成教处

常晓宝 山西省教育厅职成教处

刘 晶 河北省教育厅职成教处

王学进 河南省职业技术教育教学研究室

刘宏恩 陕西省教育厅职成教处

吴 蕊 四川省教育厅职成教处

左其琨 安徽省教育厅职成教处

陈观诚 福建省职业技术教育中心

邓 弘 江西省教育厅职成教处

姜昭慧 湖北省职业技术教育研究中心

李栋学 广西壮族自治区教育厅职成教处

杜德昌 山东省教学研究室职教室

谢宝善 辽宁省基础教育教研培训中心职教部

安尼瓦尔·吾斯曼 新疆维吾尔自治区教育厅职成教处

秘 书 长：李 影 电子工业出版社

副秘书长：蔡 葵 电子工业出版社



本课程是中等职业学校机电一体化、机电设备安装与维修等专业的一门专业课程。

全书共分 8 章, 主要学习设备电气控制的基本知识、三相异步电动机的电力拖动、电气控制基本环节电路、常用机床的电气控制系统、桥式起重机的电气控制系统、电梯的电气控制、电气 CAD 软件及可编程序控制器等基本内容。在编写过程中, 作者注意做到: ① 简化纯理论性的原理叙述和公式推导; ② 加强新技术、新工艺、新方法、新知识的介绍; ③ 加强学习分析问题、解决问题的方法; ④ 采用模块结构, 包括理论知识基本模块、选用模块(打*号的内容)和实践教学模块, 各校可根据需要灵活选用; ⑤ 注重实践应用能力的培养, 每章后均附有练习题、实验和技能训练内容, 其中技能训练的内容既可分开开设, 也可集中进行, 以培养学生的职业技能, 增强学生择业、就业和适应职业变化的能力。

本书在使用过程中, 建议课堂教学应多采用教具、模型、实物、现代教育技术和手段, 注意理论联系实际。在考核方法上, 注重过程考核, 同时建议通过课堂提问、作业、实验、实训及考试等情况对学生进行综合评价。

淮安信息职业技术学院的徐建俊编写本书的第 1, 2, 6 章, 史宜巧编写第 3, 4, 5, 7 章, 于建明编写第 8 章。全书由徐建俊、史宜巧主编, 俞宁主审。

由于水平有限, 疏漏之处在所难免, 欢迎读者批评指正。

为了方便教师教学, 本书还配有教学指南、电子教案及习题答案(电子版), 请有此需要的教师登录华信教育资源网(www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn)免费注册后进行下载, 有问题请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系(E-mail:hxedu@phei.com.cn)。

编 者
2007 年 4 月





第 1 章 设备电气控制的基本知识	1
1.1 电工基本知识	1
1.1.1 常用电工工具简介	1
1.1.2 电工基本操作	4
1.1.3 常用电工仪表	10
1.2 低压电器	13
1.2.1 低压电器基础知识	13
1.2.2 开关类电器及主令电器	17
1.2.3 接触器	26
1.2.4 继电器	30
1.2.5 熔断器	36
1.2.6 常用电子电器	39
1.2.7 电磁执行机构	40
1.2.8 常用启动器	43
1.3 电器元件故障诊断与维修	43
1.3.1 电磁式电器共性故障诊断与维修	43
1.3.2 常用电器故障诊断与维修	45
思考与练习	52
技能训练 1.1 常用电工工具的识别和使用	53
技能训练 1.2 常用导线的连接	53
技能训练 1.3 常用电工仪表的使用	54
技能训练 1.4 电阻的测量	56
技能训练 1.5 摇表、钳形电流表的使用	57
技能训练 1.6 常用开关类电器的拆装技能训练	58
技能训练 1.7 交流接触器的拆卸与组装技能训练	59
技能训练 1.8 热继电器与时间继电器的拆卸技能训练	59
第 2 章 三相异步电动机及其 电力拖动	61
2.1 三相异步电动机简介	61
2.1.1 三相异步电动机的结构	61
2.1.2 三相异步电动机的基本工作原理	63
2.2 三相异步电动机的机械特性	65

2.2.1	机械特性方程	65
2.2.2	固有机特性	65
2.2.3	人为机械特性	67
2.3	生产机械的负载特性	68
2.3.1	恒转矩负载	68
2.3.2	恒功率负载	68
2.3.3	通风机型负载	69
2.4	三相异步电动机的启动	69
2.4.1	直接启动	69
2.4.2	鼠笼型异步电动机的降压启动	70
2.4.3	绕线式异步电动机的启动	74
2.5	三相异步电动机的调速	75
2.5.1	变极调速	76
2.5.2	变频调速	77
2.5.3	改变定子电压调速	77
2.5.4	转子串电阻调速	77
2.5.5	串级调速	79
2.6	三相异步电动机的反转与制动	80
2.6.1	三相异步电动机的反转	80
2.6.2	三相异步电动机的制动	80
2.6.3	三相异步电动机运行状态小结	85
2.7	三相异步电动机故障分析及维护	86
2.7.1	启动前的准备	86
2.7.2	启动时的注意事项	86
2.7.3	运行中的监视	86
2.7.4	电动机的定期维修	87
2.7.5	常见故障及排除方法	88
2.8	三相异步电动机的拆装	89
2.8.1	异步电动机的拆卸	89
2.8.2	电动机的装配	90
2.8.3	装配后的检查	94
2.8.4	三相异步电动机定子绕组首、尾端的判别	94
	思考与练习	97
	技能训练 2.1 三相鼠笼式异步电动机拆装技能训练	98
	技能训练 2.2 三相异步电动机绕组首尾端判别技能训练	101

第3章 电气控制线路的基本环节

3.1	电气原理图	102
3.1.1	绘制电气原理图的原则	103
3.1.2	关于电气原理图图区划分和触点位置的索引	104
3.1.3	分析电气原理图的基本方法	105

3.2	三相笼型异步电动机的全压启动控制	105
3.2.1	三相笼型异步电动机的直接启动	106
3.2.2	三相笼型异步电动机的降压启动控制	109
3.3	绕线型异步电动机的启动控制	113
3.3.1	转子绕组串电阻启动控制电路	113
3.3.2	转子绕组串频敏变阻器启动控制电路	114
3.4	三相异步电动机的制动控制	116
3.4.1	反接制动控制电路	116
3.4.2	能耗制动控制电路	118
3.5	三相异步电动机的转速控制	120
3.6	其他典型环节的控制	121
3.6.1	顺序控制电路	121
3.6.2	多地控制电路	124
3.7	电动机的保护控制	125
3.7.1	短路保护	125
3.7.2	过载保护	125
3.7.3	过电流保护	125
3.7.4	欠压保护	126
3.7.5	零压保护(失压保护)	126
3.7.6	过电压保护	127
3.7.7	弱磁保护	127
3.7.8	其他保护	127
3.8	电控线路故障诊断与维修	127
3.8.1	电气设备的维护和保养	127
3.8.2	电控线路的故障检修	128
	思考与练习	134
实验 3.1	自耦变压器降压启动控制	135
实验 3.2	三相异步电动机的反接制动控制	136
技能训练 3.1	用按钮和接触器控制的电动机单向运行电路的安装	137
技能训练 3.2	电动机可逆运行控制电路的安装	138
技能训练 3.3	笼型异步电动机 Y— Δ 启动电路的安装	139
第 4 章	常用机床的电气控制	141
4.1	车床的电气控制	141
4.1.1	普通车床的主要结构及运动形式	141
4.1.2	C620—1 型普通车床的电气控制	142
4.1.3	C650—2 型普通车床的电气控制	144
4.2	磨床的电气控制	146
4.2.1	平面磨床的主要结构及运动形式	146
4.2.2	M7130 平面磨床的电气控制	147

4.3	摇臂钻床的电气控制	149
4.3.1	摇臂钻床的主要结构及运动形式	150
4.3.2	Z35 摇臂钻床的电气控制	151
4.3.3	Z3040 摇臂钻床的电气控制	154
4.4	铣床的电气控制	157
4.4.1	卧式万能铣床的主要结构及运动形式	157
4.4.2	X62W 型卧式万能铣床的电气控制	158
4.5	组合机床简介	163
4.5.1	组合机床的组成结构	163
4.5.2	组合机床的工作特点	164
4.5.3	组合机床控制电路的基本控制环节	164
	思考与练习	168
	技能训练 4.1 铣床的电气控制和故障检修	168
第 5 章	桥式起重机的电气控制	170
5.1	桥式起重机概述	170
5.1.1	桥式起重机的结构及运动形式	170
5.1.2	桥式起重机的主要技术参数	171
5.1.3	桥式起重机对电力拖动的要求	171
5.1.4	桥式起重机的供电特点	172
5.2	桥式起重机的电器设备及控制保护装置	173
5.2.1	凸轮控制器及其控制线路	173
5.2.2	主令控制器及其控制线路	175
5.2.3	制动器与制动电磁铁	177
5.2.4	电气保护设备	178
5.3	桥式起重机控制电路分析	178
5.3.1	主接触器的控制	180
5.3.2	凸轮控制器的控制	180
5.3.3	主令控制器的控制	181
5.3.4	电气线路常见故障分析	184
	思考与练习	185
	技能训练 5.1 凸轮控制器控制系统调试	185
	技能训练 5.2 低压电器控制设计	186
第 6 章	电梯的电气控制	188
6.1	电梯概述	188
6.1.1	电梯的基本结构	188
6.1.2	电梯的分类	190
6.2	交流双速电梯	192
6.2.1	交流双速电梯的特点	192
6.2.2	主电路分析	192

6.2.3 控制电路的分析	193
6.2.4 电气安全保护系统	203
6.3 电梯电气部分常见故障的分析与排除	204
6.3.1 电气系统的常见故障及其原因分析	204
6.3.2 电气系统的常见故障及一般的排除方法	206
思考与练习	209
第 7 章 可编程序控制器	210
7.1 PLC 的组成及工作原理	210
7.1.1 PLC 的组成	210
7.1.2 PLC 的工作过程	211
7.2 PLC 的分类及特点	212
7.2.1 PLC 的分类	212
7.2.2 PLC 的特点	213
7.3 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 简介	215
7.3.1 FX _{2N} 系列 PLC 的基本组成	215
7.3.2 指令系统及编程	217
*7.4 PLC 的程序设计	223
7.4.1 梯形图的设计规则	223
7.4.2 梯形图设计举例	223
*7.5 可编程序控制器的应用	228
7.5.1 PLC 应用系统的设计	228
7.5.2 PLC 控制系统的安装	228
7.5.3 PLC 应用中的其他问题	229
思考与练习	231
实验 7.1 可编程序控制器的认识实验	232
技能训练 7.1 可编程序控制器的应用	234
*技能训练 7.2 电梯的控制设计	234
第 8 章 电气 CAD 软件及其应用	236
8.1 PCschematic ELautomation 软件入门	236
8.1.1 软件特点	236
8.1.2 PCschematic ELautomation 的安装、启动和菜单介绍	238
8.1.3 软件界面介绍	239
8.1.4 屏幕/图像功能	241
8.2 基本绘图功能	243
8.2.1 基本绘图对象	243
8.2.2 线	244
8.2.3 圆弧/圆	246
8.2.4 文本	246
8.2.5 符号	248

8.2.6 区域	250
8.3 导线编号及元件布置	251
8.3.1 自动为导线编号	251
8.3.2 手动布置线号	253
8.3.3 元件布置	254
8.4 数据库使用及设置	255
8.4.1 使用数据库	255
8.4.2 数据库设置	256
8.4.3 选择数据库	258
8.5 自动化方案范例	259
8.5.1 建立一个标准的自动化方案图纸	259
8.5.2 绘制主电路和控制电路	261
8.5.3 自动生成布置图	263
8.5.4 各种清单的生成	265
思考与练习	266
技能训练 8.1 电气 CAD 软件的应用	266
参考文献	267

第1章 设备电气控制的基本知识



学习目标

◆ 知识目标 了解常用电工工具、仪表及低压电器的选择和使用，掌握电动机综合保护方法和电气故障检修方法。

◆ 能力目标 能正确使用电工工具和常用仪表；能借助手册、设备铭牌等资料查阅低压电器及产品的有关数据、功能和使用方法；能进行常见故障的维修；能看懂电气控制原理图和接线图。

重点和难点

◆ 重点 电工工具和仪表的应用，低压电器的选择和维修，电动机综合保护方法和维护。

◆ 难点 接触器、继电器常见故障维修，电动机综合保护电路的维护。

1.1 电工基本知识

1.1.1 常用电工工具简介

电工工具品种繁多，会正确选择和使用电工工具，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工具的使用寿命。常用电工工具包括通用工具、线路安装工具和设备装修工具，本节主要介绍跟设备电气控制有关的常用电工工具。

1. 低压测电笔

低压测电笔简称电笔，又称验电器，是用来测试导线、开关、插座等电器及电气装置是否带电的工具。常用测电笔有钢笔式和螺丝刀式两种，如图 1.1 所示。它一般由氖泡、电阻、弹簧、笔身组成，其测电范围为 60V~500V。

低压测电笔使用方法如图 1.2 所示：以手指握住笔身，以食指触及尾部的金属体（或钢笔式的笔套）；然后用笔前端的金属体去接触已明确有电的测试点；证明氖泡能发光后，再去接触被测点，看是否发光，若不发光，则说明测试点不带电。

测电笔使用时要注意：在光线很亮的地方测试时，需用手遮挡光线，以便看清氖泡是否发光；握测电笔的手，千万不可触及测电的金属体；螺丝刀式测电笔应套上塑料套管，仅露出头部以便测量，以防发生触电或短路事故。

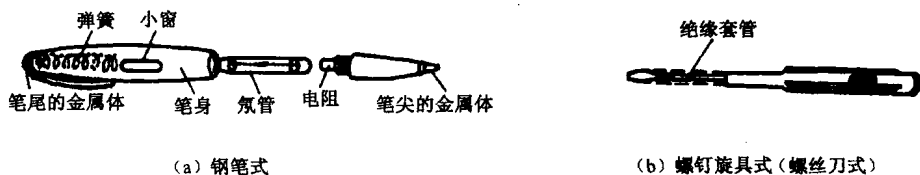


图 1.1 低压测电笔

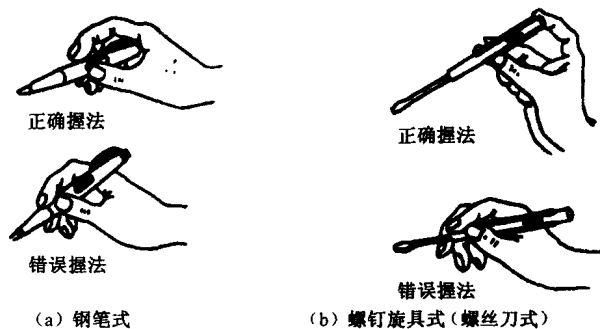


图 1.2 低压测电笔握法

2. 螺钉旋具

螺钉旋具俗称螺丝刀, 又称起子、改锥等, 是一种紧固或拆卸螺钉的工具。它有一字和十字两种刀头, 分别用于旋紧或起松一字或十字螺丝。根据螺丝刀的全长, 又分为 95mm, 110mm, 115mm, 125mm, 135mm, 160mm, 185mm, 195mm, 220mm, 270mm, 280mm, 330mm, 380mm 等若干规格。电工多采用绝缘性能较好的塑料柄螺丝刀。现在还有一种组合式的螺丝刀, 其握柄和刀体是可拆卸的。

螺丝刀的使用方法如图 1.3 所示。小型号的螺丝刀, 可用大拇指和中指夹着握柄, 以食指顶住柄的末端捻旋; 较大型号的螺丝刀, 除大小拇指、食指和中指要夹着握柄外, 手掌还要顶住末端, 以防旋转时滑脱。

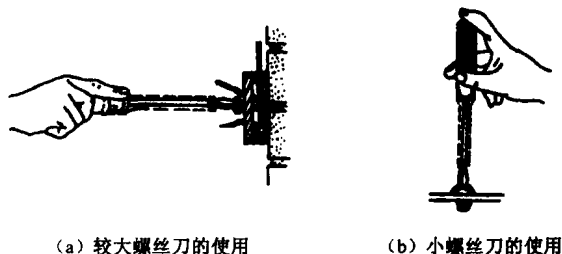


图 1.3 螺丝刀的使用

螺丝刀使用时要注意安全, 以防造成触电事故。

3. 钢丝钳

钢丝钳俗称老虎钳, 是一种钳夹和剪切电工器材的常用工具, 它由钳头和钳柄组成, 钳头又由钳口、齿口、刀口和铡口组成。钳口用来弯绞或夹导线; 齿口用来旋紧或起松螺母, 也可用来绞紧或放松导线接头; 刀口用来剪切导线或拔起铁钉; 铡口用来铡切钢丝、铁丝等



较硬的金属材料。根据长度，它又分为 150mm, 175mm, 200mm 等规格。电工常用的钳柄带橡胶绝缘套管，绝缘柄工作电压为 500V，其试验电压为 10 000V。

钢丝钳使用方法如图 1.4 所示。使用时要注意不得用刀口同时剪切相线和零线，或同时剪切两根相线，以免发生短路故障；钳头不可代替手锤作为敲打工具使用。

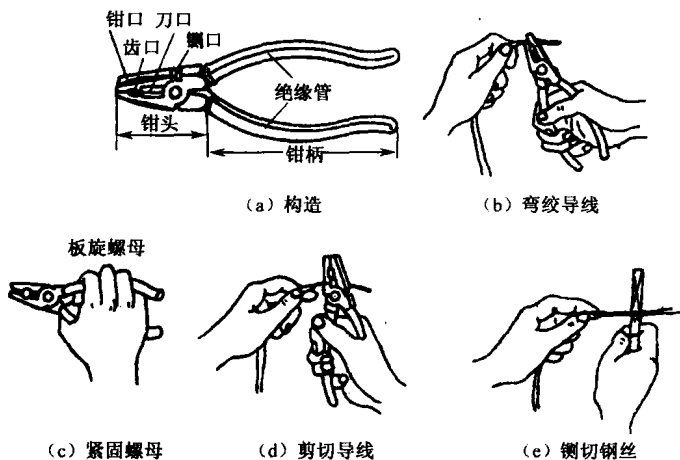


图 1.4 钢丝钳的构造和使用方法

4. 尖嘴钳

尖嘴钳与钢丝钳构造相似，由于尖嘴钳的钳头部分细长，因此能在较狭小的地方工作，如灯座、开关内的线头、螺钉的固定等。尖嘴钳只能剪切、切断较细的导线及金属材料。

5. 活扳手

活扳手又叫活络扳手，是用来旋紧或起松六角、四角螺母、螺栓的专用工具。它由头部和柄部组成，头部由活络扳唇、扳口、蜗轮和轴销等构成，旋动蜗轮可调节扳口的大小。其规格以长度×最大开口宽度（mm）表示，有 150×19（6），200×24（8），250×30（10）和 300×36（12）四种。

活扳手使用方法如图 1.5 所示。使用时注意：扳动大螺母时，需要力矩较大，手应握在近柄尾处；扳动较小螺母时易打滑，手应握在接近头部的地方，随时调节蜗轮，收紧活络扳唇防止打滑。

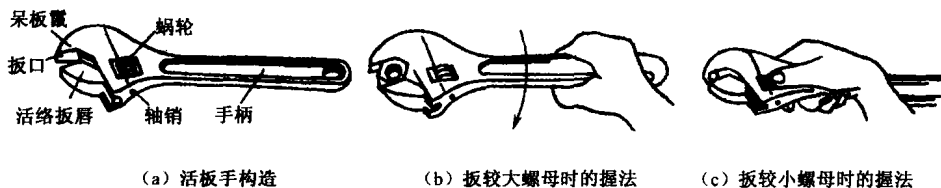


图 1.5 活扳手构造及使用方法

6. 电工刀

电工刀主要用来剖削或切割电工器材，如剖削电线电缆绝缘层，切割木台缺口，削制木桩及软金属等。电工刀有大号、小号两种，刀片长度分别为 112mm 和 88mm。



电工刀使用方法:使用时刀口应朝外进行操作;在剖削导线时,应将刀面与导线成较小锐角,以免割伤导线;用毕应及时把刀身折入刀柄中。电工刀因无绝缘保护,不能在带电导线或器材上剖削,以防触电。

除了上述通用工具外,还有一些常用的辅助工具。

7. 钢锯

钢锯主要用来锯割金属材料,也可用来锯割电缆、塑料及铠装电缆的外包皮等,由锯架和锯条组成。一般手锯钢锯条的长度为300mm,厚度为0.64mm,阔度为12mm和13mm两种,齿距有0.8mm,1mm,1.1mm,1.4mm,1.8mm等几种。

8. 钢凿

小钢凿专门用来打砖墙上的木砧孔,钢凿的宽度一般为12mm左右;长钢凿是用来打墙孔的工具,长度在300mm~500mm。

9. 电钻

现在常用的是冲击钻,它既可使用普通麻花钻头在金属材料上钻孔,也可使用冲击钻头在砖墙、混凝土等处钻孔,供膨胀螺栓使用,是电工必配的辅助工具。

10. 电烙铁

电烙铁是锡焊的专用工具,主要用来焊接铜导线、铜接头或轴连接件的镀锡等。电烙铁的功率有15W,20W,30W,45W,75W,100W,300W等。功率越大,烙铁头也越大,能焊接的物体也就越大,所以在使用时应根据焊接物体的大小来选择合适的电烙铁。电工常用的电烙铁功率为30W~75W。

1.1.2 电工基本操作

在电气安装和线路维修中,经常需要对导线进行各种处理,如导线连接、导线穿墙等。本书重点介绍导线连接的有关操作技术。

1. 导线绝缘层的处理

导线在连接前,要对导线的绝缘层进行处理,即进行绝缘层的剖削,把导线端头的绝缘层削掉,并将裸露的导体表面清洗干净。绝缘层剖削的长度一般为50mm~150mm,截面小的剖短些,截面大的剖长些。剖削绝缘层时应尽量不损伤芯线,如损伤较大应重新剖削。

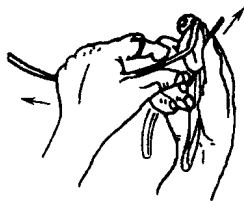


图 1.6 用钢丝钳剖削塑料硬线绝缘层

(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,一般用钢丝钳来剖削绝缘层,方法步骤如下:

① 左手捏住电线,根据线头所需长短用钢丝钳口切割绝缘层,但不可切入芯线;

② 用右手握住钢丝钳头部用力向外勒去塑料绝缘层,如图1.6所示;

③ 剖削出的芯线应保持完整无损。



芯线截面大于 4mm^2 的塑料硬线，用电工刀来剖削，方法如下：

- ① 根据所需长度用电工刀以 45° 角倾斜切入塑料绝缘层，如图 1.7 (a) 所示；
- ② 接着刀面与芯线保持 25° 角左右，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 1.7 (b) 所示；
- ③ 将下面塑料绝缘层向后扳翻，如图 1.7 (c) 所示，最后用电工刀齐根切去。

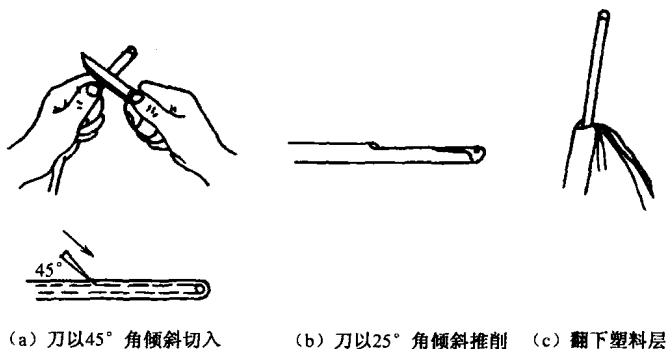


图 1.7 用电工刀剖削塑料硬线绝缘层

(2) 塑料软线绝缘层剖削。塑料软线绝缘层只能用剥线钳或钢丝钳剖削，不可用电工刀剖削，其剖削方法同上。

(3) 塑料护套线绝缘层的剖削。塑料护套线绝缘层必须用电工刀来剖削，方法如下：

- ① 按所需长度用电工刀刀尖对准芯线缝隙间划开护套层，如图 1.8 (a) 所示；
- ② 向后扳翻护套层，用刀齐根切去，如图 1.8 (b) 所示；



图 1.8 塑料护套线绝缘层的剖削

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

(4) 橡皮线绝缘层的剖削。

- ① 把橡皮线的编织保护层用电工刀尖划开，与剖削护套线的护套层方法相同；
- ② 用剖削塑料线绝缘层相同的方法剖去橡皮层；
- ③ 松散棉纱层到根部，用电工刀切去。

(5) 花线绝缘层的剖削。

- ① 在所需长度处用电工刀在棉纱织物保护层四周割切一圈后拉去；
- ② 在距棉纱织物保护层 10mm 处，用钢丝钳口切割橡胶绝缘层，注意不能损伤芯线。然后右手握住钳头，左手用力抽拉花线，钳口勒出橡胶绝缘层，方法同图 1.6 所示；

③ 最后露出棉纱层，把棉纱层松散开，用电工刀割断，如图 1.9 所示。

(6) 铅包线绝缘层的剖削。

- ① 用电工刀把铅包层割一刀，如图 1.10 (a) 所示；

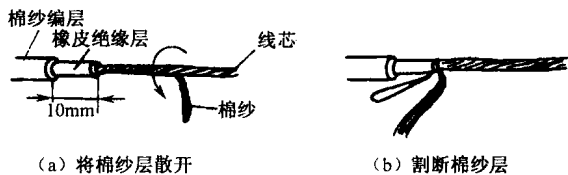


图 1.9 花线绝缘层的剖削

② 用双手来回扳动切口处, 待铅层沿切口折断, 就可把铅包层拉出来, 如图 1.10 (b) 所示;

③ 绝缘层的剖削, 按塑料线绝缘层的剖削方法进行, 如图 1.10 (c) 所示。

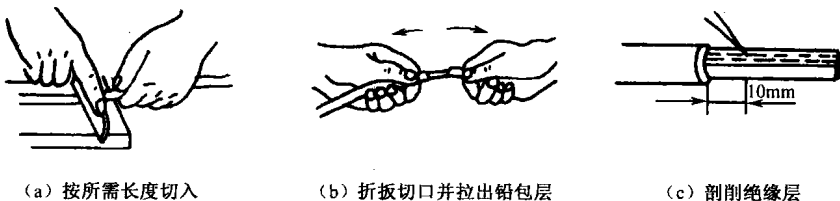


图 1.10 铅包层的剖削

2. 导线的连接

当导线不够长或要分接支路时, 就要将导线与导线进行连接。

1) 铜导线的连接。常用铜导线的线芯有单股、7 股和 19 股多种, 连接方法随芯线的股数不同而不同。

(1) 单股铜芯导线的连接。单股铜导线的连接有绞接和缠绕两种方法。绞接方法适合截面较小的导线, 缠绕方法则适合截面较大导线的连接。

图 1.11 (a) 所示为直接绞接示意图。操作时先将导线互绕 3 圈, 然后将两线端分别在另一导线上紧密绕 5 圈, 使线端分别贴在导线上, 割去多余的部分。图 1.11 (b) 所示为分支连接示意图, 又称 T 字分支连接。操作时, 使支线与干线十字相交, 先用手将支线在干线上粗略绕 2 圈~3 圈, 再用钳子紧密绕 5 圈, 多余部分割去。

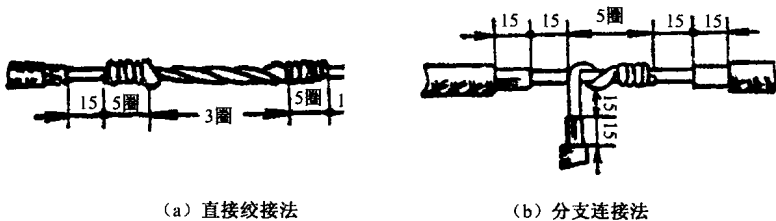


图 1.11 单股铜导线的绞接法

图 1.12 所示为缠绕连接示意图。直接连接时, 先将两线端用钳子略加弯曲, 使之并合, 然后用直径约为 1.5mm 的裸铜线紧密地缠绕在两根导线的并合处。分支连接时, 先将分支导线线端略加弯曲, 使之与干线并合, 其后与直接连接操作相同。并合处缠绕长度可视连接导线直径而定, 通常直径在 5mm 以下取 60mm, 在 5mm 以上取 90mm。