



技能型人才培养教材
职业技能鉴定培训教材



维修电工

WEIXIU DIANGONG

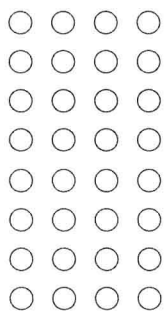
◎ 王洪明 高利军 主编



化学工业出版社



技能型人才培养教材
职业技能鉴定培训教材

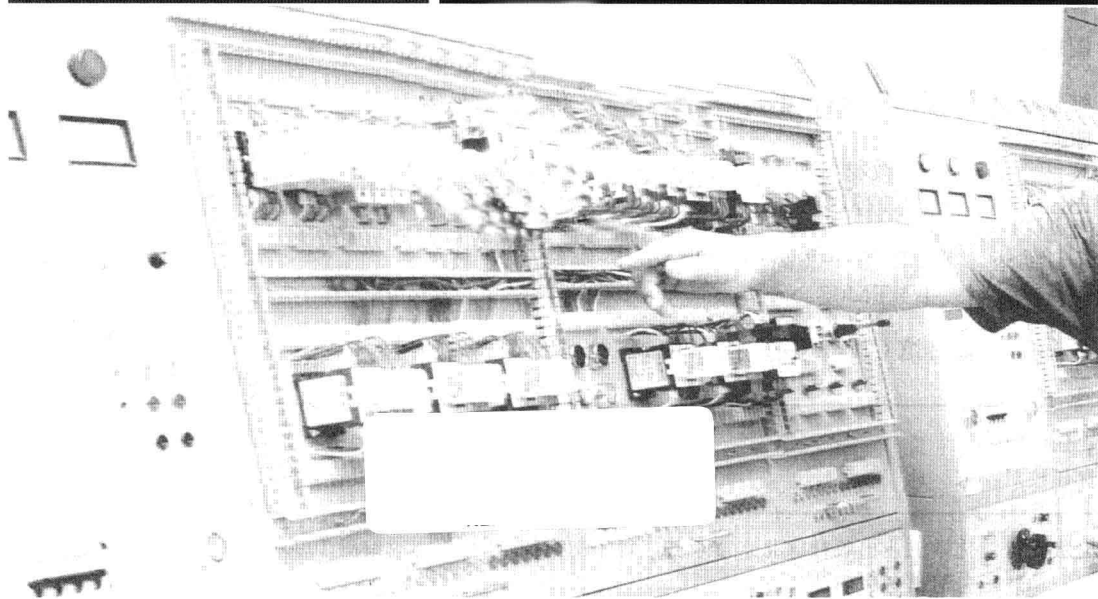


维修电工

WEIXIU DIANGONG



◎ 王洪明 高利军 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工/王洪明, 高利军主编. —北京: 化学工业出版社, 2011. 12
技能型人才培养教材 职业技能鉴定培训教材
ISBN 978-7-122-12723-5

I. 维… II. ①王…②高… III. 电工-维修-职业技能-鉴定-教材 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 222021 号

责任编辑: 刘 哲
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 孙 科
装帧设计: 韩 飞

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: 三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张 18½ 字数 475 千字 2013 年 7 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: 39.00 元

版权所有 违者必究

前 言

为了适应经济发展对技能型人才的需要，国家正在大力推行职业资格证书制度，鼓励广大技术工人通过各种形式的学习和培训来提高自身的知识水平和操作能力，不断提高自身的创新意识、创业能力和就业能力，从而增强综合竞争力。同时职业院校的学生为适应市场需求，也在积极报考各种职业技能证书。

根据当前生产技术发展的需要和广大操作人员的要求，我们组织了一批具有丰富实践经验的、长期从事生产技术、生产管理的工程技术人员和具有丰富教学经验、长期从事职业技术教育的专业课教师，编写了这套“技能型人才培养教材”，包括《机械基础》、《化学基础》、《化工基础》、《电工基础》、《电工电子技术基础》、《机械制图》、《电工识图》、《钳工》、《焊工》、《冷作钣金工》、《维修电工》、《仪表维修工》，共 12 本。

该系列培训教材根据国家《职业标准》并参考中、高职学校相关专业教材，突出了实际操作和技能训练内容的编写。该系列培训教材具有很强的实用性，适用面很宽，具有逻辑性强、语言简练、文字严谨、层次清晰的特点。每本教材遵循由浅到深、由易到难的原则，按照一般的认识规律和教学规律编写。该系列培训教材在编写过程中坚持了先进性原则，注意新标准、新知识、新技术、新工艺的采集和介绍。该系列培训教材在每章开头明确提出本章的学习要求（培训目标），每章结束附有习题，题型符合职业技能鉴定考核要求，所以该系列培训教材适用于技术工人的培训、考核，也适合职业院校的学生考证时学习。

维修电工承担着电气设备维护和检修的任务。电气设备或附属装置在运行过程中发生故障，会直接影响生产的正常进行，所以要求维修电工快速、准确地查出故障，并进行处理或修复。本书对维修电工应该掌握的知识进行了细致的讲解，主要内容包括电工工具及仪表、电动机、变压器、高低压电器、UPS 和蓄电池、变频器、电力电缆、照明及其配线、防雷与接地、可编程控制器、电气防爆等。

书中重点介绍了各种电器的安装、使用与维护，特别适用于电工初学者自学，也可作为职业院校相关专业的教学参考书。本书也编入了较多的技术数据，可供读者在工作中参考使用。

在编写过程中，由于编者水平有限，不足之处恳请专家读者不吝赐教，批评指正。

编者

2012 年 11 月

目 录

第 1 章 电工工具及仪表	1
1.1 常用电工工具	1
1.1.1 通用工具	1
1.1.2 专用工具	1
1.2 漏电保护装置	4
1.2.1 动作原理	4
1.2.2 整定动作电流和时间的选择	6
1.2.3 漏电保护器线路实例分析	6
1.3 万用表	7
1.3.1 万用表的结构	7
1.3.2 万用表的工作原理	9
1.3.3 万用表的使用和调修	14
1.3.4 使用万用表测量晶体管	19
1.3.5 数字电压表、数字万用表	22
1.4 兆欧表	24
1.4.1 兆欧表的结构及工作原理	24
1.4.2 兆欧表的使用、调整及校验	25
1.5 直流电桥	29
1.5.1 直流单电桥	29
1.5.2 直流双电桥	31
1.6 交流电桥	33
1.6.1 交流电桥的基本原理	33
1.6.2 交流指零仪和电源	34
1.6.3 使用交流电桥的注意事项	34
习题 1	35
第 2 章 电动机	38
2.1 概述	38
2.1.1 三相交流异步电动机的原理与结构	38
2.1.2 电动机的启动和调速	40
2.2 电动机的安装	42
2.2.1 电动机安装的一般要求	42
2.2.2 底板、轴承的安装	42
2.2.3 电动机本体的检查与安装	43
2.2.4 电动机的干燥	43

2.2.5 电动机及其附属设备	44
2.2.6 电动机启动试运行及验收	46
2.3 电动机维护	46
2.3.1 三相异步电动机的维护	46
2.3.2 直流电机的维护	48
2.3.3 电动机轴承的维护	49
2.4 电动机的检修	52
2.4.1 三相异步电动机的检修	52
2.4.2 直流电机的检修	57
2.5 特殊电动机的修理	63
2.5.1 防爆电动机的修理	63
2.5.2 电磁调速异步电动机的修理	65
2.5.3 单相电钻常见故障和处理方法	67
2.5.4 电扇常见故障与处理方法	68
2.6 电动机维修经验	69
2.6.1 辨别三相异步电动机绕组起末端的方法	69
2.6.2 将 Δ 接线改为Y接线	70
2.6.3 绕线式电动机无滑环运行	70
2.6.4 干燥电动机的方法	71
2.6.5 电动机温度的测定	71
2.6.6 用万用表判断电动机转速	72
2.6.7 验算电动机能否直接启动的经验公式	72
2.7 电磁调速电动机	72
2.7.1 电磁调速电动机的工作原理及特性	73
2.7.2 电磁调速电动机的控制	74
2.7.3 电磁调速电动机的运行与维护	75
习题 2	77

第3章 变压器	81
3.1 概述	81
3.1.1 变压器的结构与原理	81
3.1.2 电力变压器的选用	82
3.2 变压器的安装	85
3.2.1 变压器安装的一般规定	85
3.2.2 变压器芯子的检查	86
3.2.3 变压器安装注意事项	87
3.2.4 变压器油的使用与处理	89
3.2.5 变压器的试运行	91
3.3 变压器的运行与维护	92
3.3.1 变压器的运行方式	92
3.3.2 变压器运行中的检查	92
3.3.3 变压器的合闸、拉闸和变换分接头	93

3.3.4	变压器的并联运行	94
3.3.5	变压器的经济运行	94
3.3.6	变压器的不正常运行和应急处理	95
3.3.7	运行中和大修后的油浸式电力变压器绝缘湿度的评定和需要干燥的条件	96
3.3.8	变压器油外观色度检查	97
3.4	变压器的检修	97
3.4.1	变压器的检修周期	97
3.4.2	变压器的解体检查	98
3.4.3	变压器的部分修理	98
3.4.4	变压器的换线	100
3.4.5	变压器的组装和试验项目	102
3.4.6	变压器器身的干燥处理	102
习题 3		105
第 4 章	高低压电器	110
4.1	高压电器	110
4.2	高压电器的安装	113
4.2.1	高压断路器的安装及调整	113
4.2.2	隔离开关的安装	115
4.2.3	避雷器的安装	117
4.3	高压电器的维护	118
4.3.1	断路器常见故障原因及预防、处理办法	118
4.3.2	操动机构的故障处理	119
4.3.3	高压电器维护经验	120
4.4	高压断路器的检修	122
4.4.1	事故跳闸后的解体检查	122
4.4.2	检修项目	122
4.4.3	检修方法	123
4.4.4	断路器检修后的质量标准	126
4.5	低压电器	126
4.5.1	低压电器的基本知识	126
4.5.2	低压电器的安装	128
4.5.3	低压电器的维护和检修	133
习题 4		138
第 5 章	不间断电源和蓄电池	143
5.1	不间断电源	143
5.1.1	不间断电源的基本知识	143
5.1.2	UPS 分类和工作原理	144
5.2	UPS 的选用和维护	145
5.2.1	UPS 的选用	145
5.2.2	UPS 的安装	146

5.2.3	UPS 的维护	147
5.3	密封铅酸蓄电池的使用与维护	147
5.3.1	概述	147
5.3.2	使用和维护	149
习题 5		151
第 6 章	变频调速器	153
6.1	变频器基础知识	153
6.2	变频器的使用与维护	154
6.2.1	变频器的日常维护	154
6.2.2	变频器的检修	155
6.2.3	ACS600 型变频器的使用和调试	156
6.3	变频器的故障处理实例	158
习题 6		163
第 7 章	电力电缆	164
7.1	电缆的基本知识	164
7.1.1	电力电缆的要求及分类	164
7.1.2	电缆的型号及载流量	165
7.1.3	电力电缆的选择	174
7.1.4	电缆的结构	177
7.2	电力电缆的三头制作	179
7.2.1	电力电缆三头的要求	179
7.2.2	导体连接	179
7.2.3	绝缘强度	182
7.2.4	密封	186
7.2.5	制作电力电缆三头的注意事项	187
7.2.6	热缩三头制作工艺	189
7.3	电力电缆的故障	196
7.3.1	漏油故障	196
7.3.2	接地故障	197
7.3.3	短路崩烧故障	197
7.4	电缆敷设的基本要求	197
习题 7		200
第 8 章	照明及其配线	203
8.1	照明的基本概念	203
8.1.1	电光源分类	203
8.1.2	照明形式的选用	203
8.1.3	照明装置安装规程	205
8.2	照明装置的安装	206
8.2.1	白炽灯	206

8.2.2	荧光灯	208
8.2.3	碘钨灯、高压汞灯和氙灯	209
8.2.4	红外线灯、紫外线灯和霓虹灯	211
8.3	照明装置的维护与修理	212
8.3.1	白炽灯的常见故障和排除方法	212
8.3.2	电灯开关和插座的常见故障和排除方法	213
8.3.3	荧光灯的常见故障和排除方法	213
8.3.4	碘钨灯、高压汞灯、管形氙灯的常见故障和排除方法	214
8.3.5	特殊环境的照明装置的维修	214
8.4	维修小经验	215
8.4.1	白炽灯泡特性的应用	215
8.4.2	信号灯降压电阻计算方法	215
8.4.3	把手电筒 2.5V 电珠接于 220V 电源上做局部照明	216
8.4.4	灯泡头涂凡士林油防止生锈	216
8.4.5	锯断软皮金属管	216
8.4.6	聚氯乙烯管加热套接法	217
8.4.7	日光灯螺旋形光带的消除方法	217
8.4.8	变光灯	217
8.5	照明配线	218
8.5.1	照明配线基本要求	218
8.5.2	有爆炸、火灾危险的场所的照明设计与选用	219
8.5.3	潮湿和有腐蚀性气体场所的照明设计与选用	219
8.5.4	照明回路用导线和敷设方法的选择	220
8.5.5	照明装置和供电线路的接地与接零	220
8.5.6	电线管配线	220
8.5.7	瓷瓶配线	221
8.5.8	瓷夹配线	221
8.5.9	木板槽配线	221
8.5.10	铅皮线配线	222
8.5.11	硬聚氯乙烯管在配电线路中的应用	222
习题 8		223
第 9 章	防雷与接地	226
9.1	防雷保护措施	226
9.1.1	建筑物、构筑物的防雷分类	226
9.1.2	建筑物、构筑物的防雷措施	227
9.1.3	设备的防雷保护措施	229
9.2	接地的基本概念及一般要求	236
9.2.1	接地的基本概念和定义	236
9.2.2	接地的作用与要求	237
9.3	电气设备的接地及接地电阻	238
9.3.1	电气设备的接地和不需要接地的范围	238

9.3.2 接地电阻的要求值	239
9.4 接地装置的安装	241
9.5 特殊设备接地	245
9.5.1 电子计算机接地	245
9.5.2 一般电子仪表接地	246
9.5.3 电子医疗设备接地	246
9.5.4 电气试验设备接地	246
9.5.5 防静电接地	246
习题 9	247
第 10 章 可编程序控制器 (PLC)	250
10.1 PLC 的构成原理	250
10.1.1 PLC 的构成及功能	250
10.1.2 PLC 的主要特点	251
10.1.3 PLC 的简要工作原理	252
10.2 可编程序控制器的程序设计	256
10.2.1 PLC 的编程语言	256
10.2.2 梯形图	257
10.2.3 应用实例	259
第 11 章 电气防爆	261
11.1 概述	261
11.1.1 爆炸危险场所区域的划分	261
11.1.2 防爆电气设备	261
11.1.3 整体防爆	261
11.1.4 爆炸和火灾危险场所电气设备名词术语	262
11.2 爆炸危险场所的电气防爆	263
11.2.1 爆炸危险场所的等级	263
11.2.2 气体或蒸汽爆炸性混合物的爆炸危险场所的区域划分	263
11.3 爆炸危险场所的电气设备	264
11.3.1 一般规定	264
11.3.2 电气设备的选型	266
11.3.3 配电室和变电所	266
11.3.4 电气线路	267
11.3.5 接地	269
11.4 火灾危险场所	269
11.4.1 火灾危险场所的等级	269
11.4.2 火灾危险场所的电气设备	269
习题 11	271
第 12 章 常用电气设备控制线路	272
12.1 单向全压启动控制线路	272

12.2	点动控制线路.....	273
12.3	正、反转控制线路.....	274
12.4	自动循环控制线路.....	274
12.5	多点控制线路.....	275
12.6	顺序控制线路.....	276
12.7	三相笼式异步电动机降压启动控制线路.....	276
12.8	三相笼式异步电动机制动控制线路.....	277
12.9	双速电动机自动加速控制线路.....	279
习题 12		280
附录 习题答案		281
参考文献		283

第 1 章 电工工具及仪表

【学习目标】

1. 熟练掌握各种工具的使用。
2. 熟练掌握各种常用电工仪器、仪表的使用和简单维修。
3. 熟练掌握漏电保护器的原理及接线。

1.1 常用电工工具

1.1.1 通用工具

通用工具是指一般专业电工都要使用的常用工具，包括低压用的测电笔、高压用的验电器、钢丝钳、旋具（螺丝刀）、活络扳手、电工刀等。由于这些工具构造简单，使用方法也比较简单，在这里就不再逐个讲述。

1.1.2 专用工具

（1）导线连接工具 导线的连接方法很多，而专用工具有导线、电缆的户内外压接钳。

① 户内线路使用的导线、电缆压接钳。如图 1-1（a）所示。该压接钳由钳头和钳柄两部分组成，钳头由阳模、阴模和定位螺钉等构成。阴模需随不同规格的导线而选配。使用时，拉开钳柄，嵌入线头，然后两手夹紧钳柄，用适当的力进行压接。

② 户外线路使用的导线、电缆压接钳。如图 1-1（b）所示。其结构和使用方法与户内线路使用的压接钳类似。

③ 钢芯铝导线压接钳。如图 1-1（c）所示。该压接钳由钳头、压模、螺杆和摇柄等组成，压接时用摇柄旋压。

现多用各种液压压接钳。

（2）线路安装工具

① 麻线凿。如图 1-2（a）所示，也叫圆棒凿，用来凿打混凝土结构建筑物的木棒孔。常用的有 16 号、18 号两种，分别可凿 8mm 和 6mm 两种圆形木棒孔。凿孔时，要不断转动凿子，使凿掉的灰砂碎石及时排出。

② 小扁凿。如图 1-2（b）所示，用来凿打砖墙上的方形木棒孔。常用的凿口宽 12mm。凿孔时，要不断拔出凿子，将碎块排出。

③ 冲击钻。如图 1-2（c）所示，具有两种功能：一种可作为普通电钻使用，使用时应把调节开关调到标记为“钻”的位置；另一种可用来冲打砌块和砖墙等建筑材料的木棒孔和导线穿墙孔，这时应把调节开关调到标记为“锤”的位置。有的冲击钻可调节转速，分为双速和三速的。在调速或调挡（“钻”或“锤”）时，均应停转进行，使用方法同电钻。

④ 长凿。如图 1-2（d）、（e）所示两种，均用来凿打墙孔，作为穿越线路导线的通孔。长凿直径有 19mm、25mm 和 30mm，长度通常有 300mm、400mm 和 500mm 等多种。使用时，应不断旋转长凿，及时排出碎屑。

⑤ 紧线器。如图 1-3 所示，用来收紧户内瓷瓶线路和户外架空线路的导线，由夹线钳

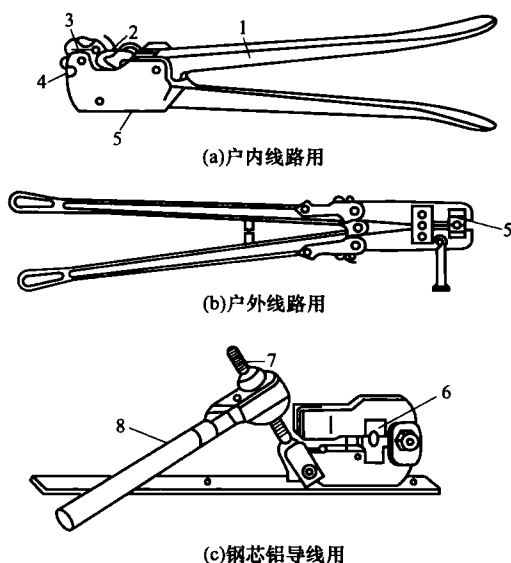


图 1-1 铝导线压接钳

1—钳柄；2—阳模；3—阴模；4—定位螺钉；
5—钳头；6—压模；7—螺杆；8—摇柄

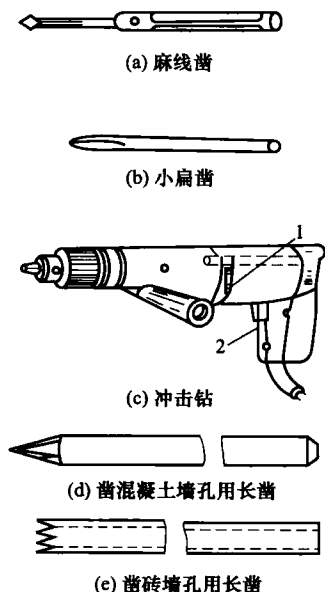


图 1-2 凿削墙孔工具

1—锤、钻调节开关；2—电源开关

头、定位钩、收紧齿轮和手柄等组成。使用时，定位钩必须钩住架线支架或横担，夹线钳头夹住需收紧导线的端部，然后反复扳动手柄，逐渐收紧。

⑥ 管子钳。俗称管钳子，如图 1-4 所示，用来拧紧或松开电线管上的束节或管螺母。常用规格有 250mm、300mm 和 350mm 等多种，使用方法类似活络扳手。

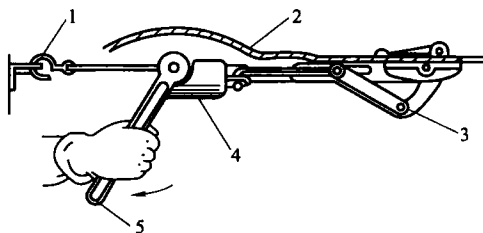


图 1-3 紧线器的构造和使用

1—定位钩；2—导线；3—夹线钳头；
4—收紧齿轮；5—手柄

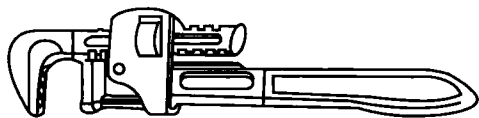


图 1-4 管子钳

⑦ 剥线钳。如图 1-5 所示，用来剥 6mm^2 以下塑料或橡胶导线的绝缘层。由钳头和手柄两部分组成，钳头部分由压线口和切口构成，分有直径为 $0.5\sim 3\text{mm}$ 的多个切口，以适用于不同规格的芯线。使用时，电线必须放在大于其芯线直径的切口上切剥，否则会切伤线芯。

(3) 设备安装和维修工具 安装电气设备时，经常用到下列几种专用工具。

① 拉具。如图 1-6 (a) 所示，分有双爪和三爪两种，用来拆卸皮带轮和轴承等配件。实际工作中也常用圆盘抓及平板抓，多根据实际尺寸自制。拉具分为液压抓和机械抓，使用方法如图 1-6 (a) 所示。

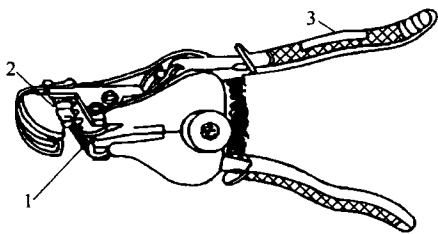


图 1-5 剥线钳

1—压线口；2—切口；3—钳柄

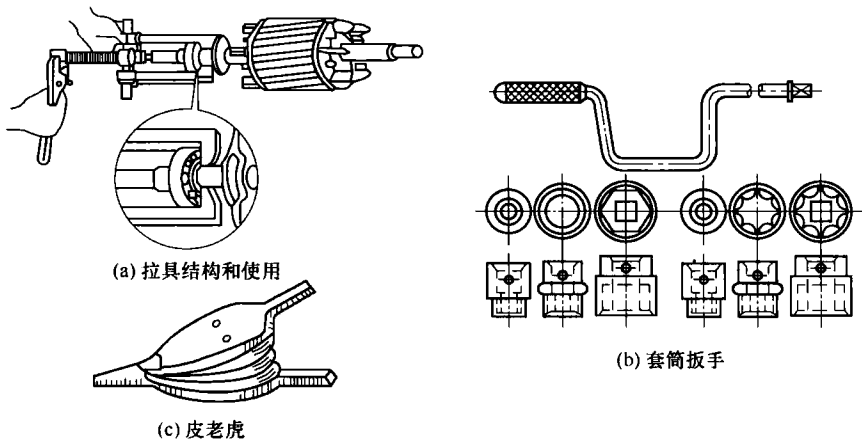


图 1-6 安装和维修工具

② 套筒扳手。如图 1-6（b）所示，用来旋紧或旋松有沉孔的螺母，或在无法使用活络扳手的地方使用。由套筒和手柄两部分组成，套筒应根据螺母规格选用。

③ 皮老虎。如图 1-6（c）所示，用来吹除各种电气设备内部的积灰等垃圾。

④ 电动攻螺纹机。用于钢、铸铁、黄铜及铝等材料中攻制螺纹。为适应攻螺纹工艺，设置主轴逆转机构，逆转运动一般采用机械逆转方式。常用的逆转机构有双摩擦联轴器、叠片摩擦联轴器等行程机构，能使主轴迅速逆转，并有高的反向转速。

⑤ 电动锯管机。用于金属管材的锯断或切割坡口，有旋转式和往复式两种。电动自爬式锯管机为旋转式，用于锯割管径大于 250mm 的钢管。工作时，锯管机由滚链等装置固定在钢管上，涡轮带动爬轮沿钢管外沿爬行，并在锯片切割时自动进给。锯管机爬行速度一般为 30cm/min，锯片转速一般为 30r/min。

电动往复锯一般用于切割小管径钢管、角钢、槽钢和扁钢等各种型材，且能切割不锈钢、合金钢等材质，能获得平整的切割面。

电动型材切割机用高速薄片砂轮切割，其技术数据见表 1-1。

⑥ 直向电动砂轮机。用于大型工件的清理飞边、毛刺，打光焊缝，磨平表面及除锈等。

表 1-1 电动型材切割机技术数据

规格 /mm	砂轮片规格 /mm	额定电压 /V	输入功率 /W	最高空载转速 /(r/min)	夹钳调节范围 /(°)
300	$\phi 300 \times 5 \times \phi 32$	≈ 220	1670	4500	0~45
400	$\phi 400 \times 5 \times \phi 32$	Y380	3380	3000	0~45

直向电动砂轮有交直流两用、三相工频和三相中频三种。砂轮轴采用双支点梁结构，选用树脂砂轮片的额定线速度为 30~35m/s。

直向电动砂轮机技术数据见表 1-2。

表 1-2 直向电动砂轮机技术数据

规格 /mm	砂轮片规格 /mm	最高空载转速 /(r/min)	树脂砂轮片安全 线速度/(m/s)	额定转矩 /N·cm	额定电压 /V	输入功率 /W
800	φ800×20×φ20	11000	50	36	≈220	430
100	φ100×20×φ20	8500	50	61	≈220	570
125	φ125×20×φ20	6600	50	78	≈220	570
150	φ150×20×φ20	5700	50	186	≈220,Y380	1120
175	φ175×20×φ20	3000	50	274	Y380	1300

⑦ 角向电动磨光机、砂光机、抛光机。角向电动磨光机用于修磨和切割不锈钢、合金钢或普通钢管及清理工件飞边、毛刺，换上专用砂轮可切割砖、石、石棉波纹板等建筑材料。角向电动砂光机用于除锈、砂光金属表面。角向电动抛光机用于抛光各种材料的表面。

角向电动磨光机、砂光机、抛光机技术数据见表 1-3~表 1-5。

表 1-3 角向电动磨光机技术数据

规格 /mm	砂轮片规格 /mm	砂轮片安全线 速度/(m/s)	最高空载转速 /(r/min)	额定转矩 /N·cm	额定电压 /V	输入功率 /W
100	φ100×3×φ22	80	11000	25	≈220	530
125	φ125×3×φ22	80	11000	52	≈220	570
180	φ180×3×φ22	80	8000	230	≈220	1670
230	φ230×3×φ22	80	8000	304	≈220	1670

表 1-4 角向电动砂光机技术数据

规格 /mm	磨盘直径 /mm	最高空载转速 /(r/min)	额定转矩 /N·cm	额定电压 /V	输入功率 /W
100	100	9500	28	≈220	330
180	180	5000	101	≈220	570

表 1-5 角向电动抛光机技术数据

规格 /mm	抛盘直径 /mm	最高空载转速 /(r/min)	额定转矩 /N·cm	额定电压 /V	输入功率 /W
125	125	2850	96	≈220	330
180	180	1950	265		570

1.2 漏电保护装置

漏电保护装置在电动工具因绝缘电阻下降或绝缘损坏可能发生触电事故时，能及时发出信号并切断电源，起自动保护作用，是防止发生触电事故的有效措施。

1.2.1 动作原理

由三相四线制中性点接地的电力系统供电的三相异步电动机，可采用零序法实现漏电保护，其原理接线如图 1-7 所示。

电动机正常运转时，由于三相电流矢量和为零，零序电流互感器 H 的次级线圈没有感

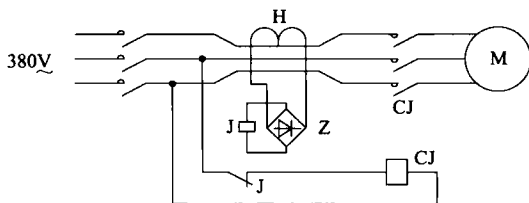


图 1-7 零序法漏电保护原理

应电动势，继电器 J 不动作。当接于互感器 H 后的电动机和引线因人身触电或其他原因对地发生漏电时，三相电路中产生零序电流，互感器 H 次级感应电势，使继电器 J 动作，接触器 CJ 跳闸，切断电源，从而起保护作用。

线路对地发生漏电时，可能有下列几种情况。

(1) 单相漏电 单相漏电时所产生的电流为零序电流。它在互感器次级感应电势，当漏电流等于或大于整定值时，继电器动作并断开电源。

若电动机一相断电，中性点又不接地，未断两相的电流大小相等，方向相反，故合成电流为零，所以不起保护作用。

(2) 两相漏电 由于两相漏电流间有一相位差，互感器感应电势是两个漏电流的矢量和，只有当矢量和等于或大于整定值时，才起保护作用。如 A 相和 B 相发生漏电时，两相漏电流相位差为 120° ，如图 1-8 所示。其矢量和为

$$\dot{I}_{O\Sigma} = \dot{I}_{OA} + \dot{I}_{OB}$$

可见，当 $\dot{I}_{OA} = \dot{I}_{OB}$ 时，合成电流在数值上与一相漏电流相等；而当两相漏电流不等时，在数值上 $\dot{I}_{O\Sigma}$ 在两个大小不等的漏电流之间，当 A（或 B）相漏电流等于 B（A）相的 1 倍时，从图 1-9 中可见

$$\begin{aligned}\dot{I}_{O\Sigma} &= \cos 30^\circ \dot{I}_{OA} (\text{或 } \dot{I}_{OB}) \\ &= 0.866 \dot{I}_{OB} (\text{或 } \dot{I}_{OA})\end{aligned}$$

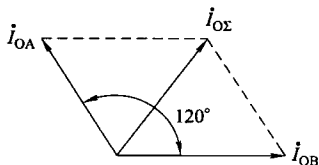


图 1-8 两相漏电流相等时的矢量图

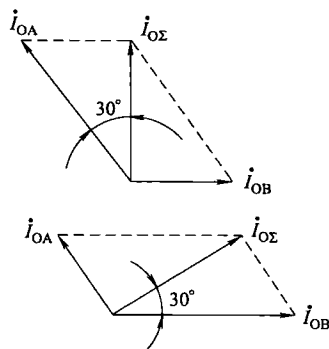


图 1-9 两相漏电流不等时的矢量图

因此，当两相同时发生漏电时，保护的灵敏度较单相漏电为差。

(3) 三相漏电 三相漏电有两种情况。

① 三相同时发生漏电时，若漏电流又平衡，则合成电流为零，所以漏电保护器不起作用。

② 三相漏电流不平衡时，其合成电流亦为三相漏电流的矢量和，如图 1-10 所示。从图

