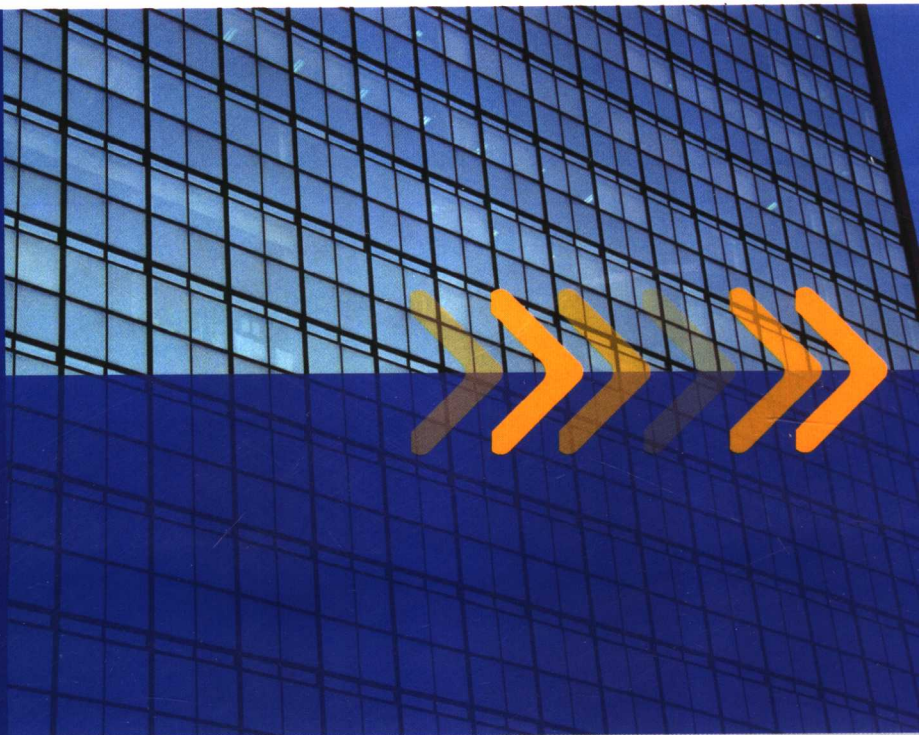


图解电工技能

◆杨清德 主编

◆康 娅 胡 萍 副主编

◆彭克发 主审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

图解电工技能

杨清德 主编

康 娅 胡 萍 副主编

彭克发 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书的编写围绕中（高）级维修电工国家职业资格鉴定的主要要求，适应当前维修电工工作的实际需要。全书分为 12 章，介绍了常用电工工具的使用、电工仪表测试、电工识图、低压电器的安装与检修、电工基本操作技能、智能楼宇电气施工、交流异步电动机的安装与检修、电力拖动控制及其电路、电力变压器安装与维护及检修、电力电子元器件的选用、电工作业安全与工艺文件的编制与填写等知识，并对中（高）级维修电工技能鉴定考试的相关事宜进行简要说明。

本书适合于工厂维修电工、农村电工、建筑电工、室内装修电工、电工技术爱好者、在校学生及刚走上工作岗位的毕业生阅读，可作为中（高）级维修电工的培训教材或维修电工考前短训班教材。本书对电气工程相关专业的教师、学生也具有参考价值。

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

图解电工技能/杨清德主编. 康娅, 胡萍副主编. —北京: 电子工业出版社, 2007.9
ISBN 978-7-121-05047-3

I. 图… II. ①杨…②康…③胡… III. 电工技术—图解 IV. TM-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 144616 号

策划编辑：赵丽松

责任编辑：宋兆武 李蕊

印 刷：北京市海淀区四季青印刷厂

装 订：三河市鹏成印业有限公司

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：22.75 字数：511 千字

印 次：2007 年 9 月第 1 次印刷

印 数：5 000 册 定价：38.00 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 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前 言

我是一名维修电工技师，几年前依照学校安排，对电力公司的一批中、高级维修电工进行培训。这些工人师傅中年人居多，有比较丰富的一线工作经验，但他们的文化程度及技术水平参差不齐。根据企业拟定的培训目标，在这次培训过程中，我运用了大量的实物图片和录像资料，对各种电气设备、电工仪表、电工材料等的结构、原理、安装、运行、维护和检修、故障处理方法等进行详细的剖析与讲解，全力为接受培训的学员营造一种身临其境的学习气氛。其实，我讲课的许多素材都来源于电力企业的各种电气设备或者工人师傅上班时的检修工作，只是对这些设备与工作技能从理论上进行了一番提升，再讲给学员们，使他们有了新的认知和新的感悟。

这次培训和后来多次参加的农村劳动力转移培训及企业富余人员转岗培训，都给我提供了颇具价值的启示：传统教材或培训资料采用的插图一般是线条图，因为各种原因，一些线条图根本无法与实物联系起来，读者（尤其是初学者）常常很难准确地理解插图的含义。

基于上述启示，我联合长期从事职业技术教育的具有丰富理论教学与指导技能训练的一批中（高）级教师、教授、技师和考评员，对近年来的教学经验进行总结，终于完成了这本《图解电工技能》的写作。本书在编写过程中，围绕中（高）级维修电工国家职业资格鉴定的主要要求，从当前维修电工工作的实际需要出发，将全书分为 12 章。书中插图以实物图为主，配以大量的表格，运用深入浅出的语言，循序渐进地介绍了电工工具、电工仪表测试、电工识图、低压电器、电工基本操作技能、智能楼宇电气施工、交流异步电动机、电力拖动控制、电力变压器、电力电子元器件和电工作业安全与工艺文件等知识。重点介绍电气设备及器件的结构、功用、安装和检修方法，电工识图与制图，智能楼宇电气的设计与施工，并对中（高）级维修电工技能鉴定考试的相关事宜进行简要说明。

本书具有“技能为主线、阅读导航、图表释义、细读出技能、外在动人、内在动心”的特点，读者能够一看就懂，一读就通。本书特别注重趣味性、实用性和科学性，强调新技术、新工艺、新材料和新设备。在科学严谨的前提下，突出维修电工岗位应知应会的内容，尽量做到图文并茂、简明扼要、内容充实、通俗易懂，力求让读者通过自学或参加培训，开拓眼界，扩大知识面，花最少的时间学到最新和最实用的技术，对取得从业资格证书有所帮助，对实际工作有所裨益。

本书各章节自成体系，读者或培训单位可根据实际需要，选用其中的部分或全部内容进行教学。

本书特别适合于工厂、矿山、电力公司、事业单位、建筑公司、室内装修公司的维修电工，中等（高等）职业院校的学生，以及刚走上工作岗位的毕业生自学参考，也可作为这些单位对中（高）级维修电工的培训教材，以及职业技能鉴定站（所）举办的维修电工

考前短训班教材。本书对电气工程技术人员、工程师、非电工专业技术人员、职业院校电子专业教师、普通中学物理教师、劳动技术课教师和科技活动辅导员等，也具有参考价值。

本书在编写过程中，参考了大量的文字及图片资料，限于篇幅，参考文献和资料来源不能一一列出。电子工业出版社赵丽松主任为本书的编辑出版付出了辛勤的汗水，作者所在单位的领导及同事为本书的编写给予积极的支持和帮助。对所有关心本书出版、热心提出建议的朋友和提供资料的单位，在此一并表示谢意。

本书由杨清德担任主编，康娅、胡萍担任副主编，由重庆电子科技职业学院研究员彭克发主审。参加本书编写的有杨清德（第 3~6、9~11 章），康娅（第 1 章），胡萍、彭克发（第 2 章），袁久红、丁汝铃、乐发明（第 7 章），欧汉文、柯世民（第 8 章），詹永安、雷丽萍、邹奇林、杨松、李建芬（第 12 章）。另外，全书图片的收集与处理工作由杨国仕、胡大华两位同志负责。

细节决定成败，本书编写的着眼点是“细”，希望通过我们细致的讲解、细心的归纳，加上您细心的领悟，将会带给您意想不到的收获。

由于编者水平所限，书中难免存在错误和不足，恳请各位专家和广大读者批评指正。盼赐教至 yqd611@163.com，以期再版时修改。

编 者

2007 年 6 月

目 录

第 1 章 常用电工工具及使用	1
1.1 通用工具	1
1.2 专用工具	2
1.2.1 导线连接工具	2
1.2.2 线路安装工具	2
1.2.3 设备安装和维修工具	3
1.3 量具	9
1.3.1 游标卡尺	9
1.3.2 千分尺	11
1.3.3 直尺、卷尺及圆规	12
第 2 章 常用电工仪表使用技能	13
2.1 万用表测试技能	13
2.1.1 MF47 型万用表	13
2.1.2 DT-890B 数字万用表	19
2.2 电流表的使用技能	22
2.3 兆欧表的使用技能	24
2.3.1 使用前的检查准备工作	25
2.3.2 使用方法	25
2.3.3 兆欧表的选用	26
2.4 万用表测试常用电子元器件	26
2.4.1 电阻器的万用表测量	27
2.4.2 电容器的万用表测量	28
2.4.3 电感器的万用表检测	29
2.4.4 二极管的万用表测量	29
2.4.5 三极管的万用表测量	30
2.5 用万用表判断三相异步电动机定子绕组的首尾端、极数、转速	32
第 3 章 电工识图技能	33
3.1 电工识图基本知识	33
3.1.1 电路图的组成	33
3.1.2 图面格式和图幅尺寸	34

3.1.3	比例、方位标志、尺寸标注和字体	35
3.1.4	标高	35
3.1.5	图例	35
3.1.6	平面图定位轴线	35
3.1.7	图中位置的表示方法	36
3.1.8	电气符号	37
3.1.9	连接线	38
3.1.10	设备材料表	40
3.1.11	设计说明	40
3.1.12	电气工程图的分类	40
3.2	电气原理图识图	41
3.2.1	识图的基本方法	41
3.2.2	识图的基本步骤	42
3.2.3	电气安装图的识读	43
3.3	电气施工识图	43
3.3.1	系统图	43
3.3.2	照明平面图	44
3.3.3	安装详图	45
3.4	识图举例	45
3.4.1	住宅楼电气平面图识读	45
3.4.2	标准层照明平面图识读	46
3.4.3	综合楼电气照明工程图识读	48
3.4.4	低压二次接线原理图识读	50
3.5	绘制电路图基础	51
3.5.1	测绘步骤	51
3.5.2	简单电路的设计过程	52
3.5.3	并联电路的设计过程	53
3.5.4	制图的基本方法	53
第 4 章	常用低压电器安装技能	55
4.1	刀开关	55
4.1.1	开启式负荷开关	56
4.1.2	封闭式负荷开关	56
4.1.3	刀开关的选用	57
4.1.4	刀开关的运行	57
4.1.5	刀开关的安装	58
4.1.6	刀开关的维修	58
4.2	转换开关	59

4.2.1	转换开关的组成	59
4.2.2	转换开关的选用	60
4.2.3	转换开关的安装	60
4.3	空气开关	61
4.3.1	空气开关的组成及作用	61
4.3.2	空气开关的选用	61
4.3.3	空气开关的安装	62
4.4	接触器	63
4.4.1	接触器的种类和结构	63
4.4.2	接触器的作用	64
4.4.3	接触器的选用原则和主要技术数据	65
4.4.4	接触器的安装	66
4.4.5	接触器常见故障的处理	66
4.5	继电器	67
4.5.1	热继电器	67
4.5.2	电流继电器	72
4.5.3	时间继电器	73
4.5.4	速度继电器	75
4.5.5	中间继电器	77
4.6	主令电器	77
4.6.1	主令控制器	77
4.6.2	行程开关	78
4.6.3	按钮开关	80
4.7	熔断器	81
4.7.1	熔断器的结构	81
4.7.2	熔断器的选用	81
4.7.3	熔断器的安装	82
4.8	低压电器的选配和修理	82
4.8.1	负载与低压电器的选配	82
4.8.2	低压电器的基本修理方法	83
第 5 章	电工基本操作技能	85
5.1	绝缘导线连接技能	85
5.1.1	常用导线的型号与用途	85
5.1.2	导线连接的基本要求	87
5.1.3	导线连接方法	87
5.1.4	导线的封端	92
5.2	登高技能	92

5.2.1	登高工具的使用	92
5.2.2	用踏板登杆	95
5.2.3	用脚扣登杆	96
5.3	电工绝缘安全用具使用技能	97
5.3.1	绝缘杆和绝缘夹钳	97
5.3.2	绝缘手套和绝缘鞋	98
5.3.3	绝缘垫和绝缘站台	98
5.4	常用绳结	99
5.5	电烙铁焊接技能	99
5.5.1	准备焊接	99
5.5.2	加热焊接	99
5.5.3	清理焊接面	100
5.5.4	检查焊点	100
5.5.5	常用元器件的安装及焊接方法	102
5.5.6	普通元器件的拆焊方法	106
第 6 章	楼宇电气安装技能	107
6.1	楼宇配电与施工	107
6.1.1	楼宇配电方案	107
6.1.2	典型居室的照明设计方案	111
6.1.3	楼宇配电施工的程序和步骤	114
6.2	照明装置的安装	118
6.2.1	照明装置安装的有关技术资料	118
6.2.2	照明灯具安装技能要点	119
6.2.3	线路检验	122
6.2.4	照明灯控制电路	123
6.3	楼宇综合布线	132
6.3.1	正在兴起的家居综合布线	132
6.3.2	综合布线的器材	134
6.3.3	综合布线的结构	135
6.3.4	综合布线施工实例	135
6.4	联排别墅的电气设计	138
6.4.1	配电系统	138
6.4.2	防盗安保系统	140
6.4.3	防雷系统	141
6.5	配电箱、电能表和漏电保护器的安装	141
6.5.1	户内配电箱	141
6.5.2	电能表安装	143

6.5.3	漏电保护器的安装	144
6.6	防雷与接地装置的安装	145
6.6.1	防雷装置	145
6.6.2	接地装置	147
第 7 章	三相交流异步电动机	151
7.1	电动机的种类和结构	151
7.1.1	电动机的种类	151
7.1.2	三相交流异步电动机的结构	152
7.2	电动机的安装与接线	154
7.2.1	电动机的安装	154
7.2.2	电动机接线盒内的接线	157
7.3	电动机启动前的检查和准备	160
7.4	电动机的运行维护与检查	161
7.5	电动机的维修	162
7.5.1	电动机的拆卸与组装	162
7.5.2	电动机的定期维修	167
7.5.3	异步电动机常见故障的处理	168
7.5.4	定子部分的检修	170
7.5.5	转子部分的检修	172
7.5.6	重新绕制线圈	173
第 8 章	常用电力拖动电路检修技能	181
8.1	电动机基本控制环节	181
8.1.1	电动机启停控制	182
8.1.2	正反转控制	183
8.1.3	顺序控制	185
8.1.4	其他控制环节	185
8.2	电动机基本控制电路	187
8.2.1	电动机启动控制	187
8.2.2	电动机制动控制	190
8.2.3	双速电动机自动控制	194
8.3	常用生产设备的控制电路	196
8.3.1	电动葫芦	196
8.3.2	桥式起重机	197
8.3.3	M7130 型平面磨床	204
8.3.4	X62W 万能铣床	206
8.3.5	Z3040 型摇臂钻床	211
8.4	电力拖动与机床电气设备的检修	214

8.4.1	日常维护	214
8.4.2	常见故障的检查与排除	214
8.4.3	机床电路维修实例	216
8.5	可编程控制器 (PLC) 简介	218
8.5.1	可编程控制器的发展简况	218
8.5.2	可编程控制器的特点	218
8.5.3	可编程控制器的结构	219
8.5.4	可编程控制器的工作原理	219
8.5.5	可编程控制器应用实例	220
8.5.6	可编程控制器的常见故障	221
第 9 章	电力变压器的安装与维护技能	223
9.1	电力变压器的种类及结构	223
9.1.1	电力变压器的种类	223
9.1.2	三相油浸变压器的结构	224
9.1.3	干式变压器	230
9.2	电力变压器的安装	231
9.2.1	安装前的检查	231
9.2.2	10kV 配电变压器台架的安装	235
9.2.3	套管的安装	237
9.2.4	储油柜和安全气道的安装	238
9.2.5	测温装置的安装	239
9.2.6	熔断器的安装	239
9.2.7	避雷器的安装	240
9.2.8	接地装置	240
9.2.9	变压器台区引落线	241
9.2.10	试运行前的检查	241
9.3	变压器的接线组别	242
9.3.1	Y、yn0 接线组别	242
9.3.2	Y、d11 接线组别	243
9.3.3	YN、d11 接线组别	243
9.4	变压器运行中的检查与维护	243
9.4.1	变压器的外部检查	243
9.4.2	变压器的负荷检查	244
9.4.3	变压器特殊巡视	244
9.4.4	变压器停电检查	245
9.5	变压器常见故障原因分析	246
9.5.1	变压器声音异常的原因	246

9.5.2	正常负荷和正常冷却方式下变压器油温升高的原因	246
9.5.3	油色显著变化	246
9.5.4	油枕或防爆管喷油的原因	247
9.5.5	三相电压不平衡的原因	247
9.5.6	继电保护动作	247
9.5.7	绝缘瓷套管闪络和爆炸	247
9.5.8	分接开关故障	247
9.5.9	变压器着火	247
9.6	变压器组件的检修	248
9.6.1	散热器的检修	248
9.6.2	压油式套管的检修	248
9.6.3	充油套管的检修	249
9.6.4	无励磁分接开关的检修	250
9.6.5	吸湿器的检修	250
9.6.6	安全气道的检修	251
9.6.7	阀门及塞子的检修	251
第 10 章	电力电子元器件及应用技能	253
10.1	电阻器	253
10.1.1	电阻器的种类	254
10.1.2	电阻的阻值和允许偏差的标注方法	254
10.1.3	额定功率	256
10.1.4	可变式电阻器	256
10.1.5	光敏电阻	257
10.1.6	热敏电阻	257
10.2	电容器	258
10.2.1	电力电容器	259
10.2.2	交流电动机电容器	263
10.2.3	电子线路中的电容器	264
10.3	电感器	267
10.3.1	工字形电感	267
10.3.2	棒状电感器	268
10.3.3	“尖波杀手”电感器	268
10.3.4	电流感测器	268
10.3.5	电源变换器	269
10.4	小型继电器	269
10.4.1	额定电压和功率	270
10.4.2	吸合电流和释放电流	270

10.4.3	线圈电阻	270
10.4.4	寿命 (触点负荷)	270
10.5	交流固体继电器	271
10.5.1	基本结构	271
10.5.2	固体继电器的特点	271
10.5.3	主要参数	271
10.5.4	固体继电器的应用举例	272
10.6	半导体电力元件	272
10.6.1	二极管	272
10.6.2	三极管	274
10.6.3	场效应管 (FET)	276
10.6.4	单结晶体管	277
10.7	小型变压器	278
10.7.1	电源变压器	279
10.7.2	隔离变压器	279
10.7.3	自耦变压器	279
10.7.4	高频变压器	280
10.8	陶瓷元件	280
10.9	集成电路	281
10.9.1	集成电路的种类	281
10.9.2	集成电路的封装形式及特点	281
10.9.3	集成电路的引脚识别方法	282
10.9.4	集成电路的检测方法	283
10.10	可控硅及其应用	284
10.10.1	可控硅	284
10.10.2	单相可控硅整流电路	285
10.10.3	可控硅应用举例	286
第 11 章	电工作业安全和工艺文件	288
11.1	电工工作票	289
11.1.1	电工工作票的种类	289
11.1.2	电工工作票的签发与使用	291
11.1.3	工作票中所列人员的安全责任	291
11.1.4	工作许可制度	292
11.1.5	工作监护制度	292
11.1.6	工作间断、转移和终结制度	293
11.2	保证安全的主要技术措施	294
11.2.1	停电	294

11.2.2	验电	295
11.2.3	装设接地地线	296
11.2.4	悬挂标示牌和装设	298
11.3	低压电气工作的安全措施	300
11.3.1	在低压电气设备上工作的安全措施	300
11.3.2	在低压线路上带电工作的安全措施	300
11.3.3	移动式电气工具的安全使用	301
11.4	电工违章情况	302
11.4.1	作业性违章	302
11.4.2	装置性违章	302
11.4.3	管理性违章	303
11.4.4	指挥性违章	303
11.5	工艺文件	303
11.5.1	电气控制设计的一般程序	304
11.5.2	电气设计的技术条件	304
11.5.3	对机床进行数控改造的一般知识	304
11.5.4	工艺文件的内容、密级及一般要求	306
11.5.5	工艺文件表格及其填写要求	306
11.5.6	电气检修工艺文件的编制	314
11.6	电气施工设计说明写作	314
第 12 章	维修电工技能鉴定（中、高级）	316
12.1	容易混淆的电工术语	316
12.1.1	电动势和电压	316
12.1.2	磁感应强度 B 、磁通 Φ 、磁导率 μ 、磁场强度 H	316
12.1.3	瞬时值、最大值、有效值、平均值	317
12.1.4	交流电的周期、频率、角频率	318
12.1.5	相位、初相位和相位差	318
12.1.6	三相负载接法星形连接和三角形连接	319
12.1.7	视在功率、有功功率、无功功率	320
12.1.8	功率因素、设备利用率、负荷率	320
12.1.9	温度和温升	320
12.1.10	TT、TN 和 IT 供电系统	320
12.2	工程常用技术文件目录速查	321
12.3	中级维修电工考证说明	326
12.3.1	鉴定要求	326
12.3.2	知识要求	327
12.3.3	技能要求	328

12.4	高级维修电工鉴定要求	328
12.5	技能鉴定考试样题	331
12.5.1	中级维修电工	331
12.5.2	高级维修电工	331
12.6	维修电工知识自我测试题	331
12.7	维修电工知识自我测试题参考答案	347
参考文献		350

常用电工工具及使用

【知识积累】

◇ 电工通用工具的使用

◇ 压接钳、凿、冲击钻、剥线钳、拉具、套筒扳手、皮老虎、手锯、喷灯、转速表、绕线机、刮板、压线板、电烙铁等专用工具的使用

◇ 游标卡尺、千分尺、直尺、卷尺及圆规等量具的使用

【能力提升】

◇ 根据工作需要，合理选择、使用通用工具和专用工具

◇ 做好工具的保管、维护与保养工作

电工工具的种类很多，通常可分为通用工具、专用工具和量具。由于通用工具比较简单，本章先用较小篇幅介绍通用工具，然后重点介绍专用工具和量具的使用技能。

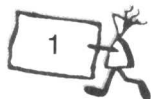
1.1 通用工具

通用工具是指专业电工都要使用到的常用工具，包括低压环境下用的测电笔、高压环境下用的验电器、钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、活络扳手、电工刀和螺钉旋具等。电工通常是将最常用的通用工具装在工具包或工具箱中，如图 1-1 所示。由于这些工具构造比较简单，使用方法也比较简单，本书就不再逐一详细介绍。



图 1-1 电工通用工具包

值得一提的是，使用通用工具，要经常检查工具是否完好，必须注意人身安全和设备安全。



1.2 专用工具

1.2.1 导线连接工具

导线连接专用工具是导线压接钳，常见的有机械式、液压式和电动式三种，如图 1-2 所示。

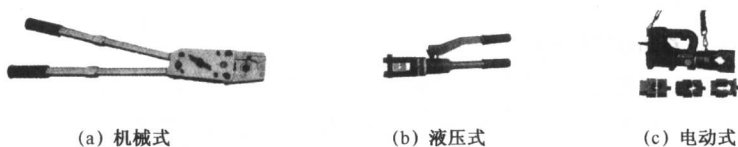


图 1-2 导线压接钳

1. 机械式铝导线压接钳

如图 1-2 (a) 所示，机械式铝导线压接钳适用于输配电室内室外工程。它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。阴模需要根据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，用适当的力压紧即可。

2. 液压式铝导线压接钳

如图 1-2 (b) 所示，液压式铝导线压接钳，适合于输配电室内室外工程中的各种接续金具（如变电金具、母线固定金具和线路金具等）、架空地下电缆线等专业使用。

3. 电动式导线压接钳

如图 1-2 (c) 所示，电动式导线压接钳配合电动泵可压接 $\phi 42\text{mm}$ 以下的电缆及各种金属棒、线，其压接的横截面的面积范围为 $150\sim 500\text{mm}^2$ ，压接力为 30t ，压接时间在 20s 以内。

1.2.2 线路安装工具

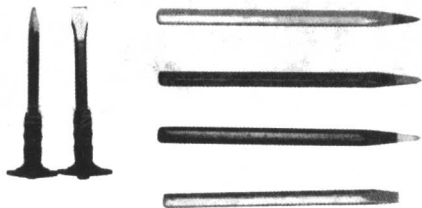


图 1-3 凿

1. 凿

如图 1-3 所示，麻线凿用来凿打混凝土结构建筑物的孔；小扁凿用来凿打砖墙上的孔。

凿是一种比较原始而古老的工具，尽管现在一般都使用电动工具打孔，但这种工具偶尔也有比较特殊的用途。

