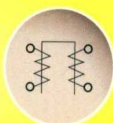
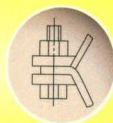


周斌兴 过晓明 主 编
薛梦然 副主编



维修电工 入门与提高 全程图解

① 图表翔实

② 易学易懂

③ 新手入门

④ 快速进阶



化学工业出版社

维修电工 入门与提高 全程图解

周斌兴 过晓明 主 编
薛梦然 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工入门与提高全程图解/周斌兴, 过晓明主编. —北京: 化学工业出版社, 2018. 3

ISBN 978-7-122-31376-8

I. ①维… II. ①周… ②过… III. ①电工-维修-图解 IV. ①TM07-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 009710 号

责任编辑: 曾 越 张兴辉
责任校对: 王素芹

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

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 刷: 三河市延风印装有限公司
装 订: 三河市宇新装订厂
880mm×1230mm 1/32 印张 10 字数 327 千字
2018 年 5 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

随着现代科学技术的发展,我国各行各业的电气化程度越来越高,从事电工领域的人员也越来越多。为进一步提高电气设备从业人员的基本素质和专业技能,增强各级各类电工和职业院校学生的动手操作能力和处理实际问题的能力,我们根据多年从事电气设备安装运行、维护、检修的实际工作经验,并参考最新国家及行业的标准、规范、规程,编写了此书。

本书主要内容包括:电工专业知识,电工仪表及测量计算,电气照明灯具的安装,导线连接及线路敷设,常用低压电器的检修,三相异步电动机的拆装及检修,小型变压器的检修,简单电子线路的安装、测试及故障排除,直流电机的维护、拆装与检修,交流电机的拆装与检修,互感器的维修,变频器的安装、调试与维修等。

本书本着基础知识与生产技能相结合的原则,坚持理论联系实际的精神,力求做到“少而精”,学以致用。本书图表翔实、通俗易懂,着重介绍操作技术,辅以必要的理论知识,即详细介绍操作步骤,简要叙述为何要这样做。本书在内容组织上体现了职业教育的性质、任务和培养目标,既可为企业职业资格和岗位技能培训服务,也可供工矿企业、乡镇企业及广大从事电气设备安装、维护的电工、专业技术人员使用。

本书由周斌兴、过晓明任主编,由薛梦然任副主编,参加编写的人员还有:张能武、薛国祥、邵健萍、陈晔、许佩霞、邱立功、王荣、陈伟、刘文花、杨小荣、余玉芳、张洁、胡俊、刘瑞、吴亮、王春林、邓杨、张茂龙、高佳、王燕玲、李瑞阳、周小渔、张婷婷。我们在编写过程中得到了江南大学机械工程学院、江苏机械学会等单位的大力支持和帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

第一章 电工专业知识 / 1

第一节 常用电工工具及指示仪表	1
一、常用电工工具	1
二、常用电工指示仪表	12
第二节 电工材料	29
一、常见导电材料	29
二、常用绝缘材料	33
三、常用磁性材料	43
四、常用电工材料的电阻率	44
五、常用绝缘导线的结构、应用与安全载流量	45
第三节 晶体管及其简单应用	47
一、半导体与PN结	47
二、晶体二极管	47
三、晶体三极管	50
四、整流电路	54
五、滤波电路	56
六、稳压电路	59
第四节 变压器基础知识	63
一、变压器的分类及应用	63
二、单相及三相变压器	65
三、电焊变压器	68
四、互感器	68
五、变压器连接组的含义	69
第五节 电气安全技术知识	69
一、电工安全技术操作规程	69

二、影响电气安全的因素	70
三、对电器及装置的安全要求	75
四、接地与接零	76
五、漏电保护、静电保护及电磁场防护	79
六、电气防火	88

第二章 电工仪表及测量计算 / 93

第一节 电工仪表基础知识	93
一、电工仪表的分类	93
二、常用电工仪表的符号	95
三、电工仪表的误差和准确度	97
四、电桥的使用与测量	99
五、测量仪表的选择	103
第二节 电工仪表在使用中的测量计算	105
一、电压的测量	105
二、电流的测量	106
三、电阻的测量	108
四、有功电能的计算	115
五、功率测量计算	116
六、电表量程的扩大计算	120

第三章 电工操作技能入门 / 123

第一节 电气照明灯具的安装	123
一、常用插座的安装	123
二、照明开关的安装	126
三、照明灯具的安装	129
四、专用灯具的安装	141
第二节 导线连接及线路敷设	145
一、常用导线的连接方法	145
二、架空导线的连接方法	150
三、线头与接线端子的连接方法	153
四、塑料管线路的敷设	156
五、护套配线线路的安装	164

六、电气配管线路的安装·····	167
第三节 照明线路和车间电力线路的检修 ·····	171
一、照明线路的检修·····	171
二、照明灯具故障诊断及其处理方法·····	174
三、车间电力线路的检修·····	177
四、车间信号装置的检修·····	178
五、车间接地系统的检测·····	178
第四节 常用低压电器的检修 ·····	179
一、刀开关的运行、故障原因及排除方法·····	179
二、低压断路器的安装、维护和故障排除·····	184
三、熔断器的安装、巡视检查与故障诊断·····	187
四、漏电保护器的使用和维护·····	191
五、接触器的选择、维护和故障诊断·····	194
第五节 三相异步电动机的拆装及检修 ·····	197
一、三相异步电动机的选择·····	197
二、三相异步电动机的拆卸和装配·····	200
三、定子绕组的拆卸、绕制、接线及首尾端的判别·····	202
四、三相异步电动机的安装·····	204
五、电刷的更换及调整·····	210
六、三相异步电动机常见故障和处理·····	211
第六节 三相同步电动机的检修 ·····	218
一、三相同步电动机的特点及结构·····	218
二、励磁常见故障及处理方法·····	219
三、定子绕组的修理·····	220
四、转子的修理·····	222
五、同步电动机常见故障现象、原因与处理方法·····	222
六、同步电动机预防检修·····	223
第七节 小型变压器的检修 ·····	224
一、常用小型变压器的性能及用途·····	224
二、小型变压器的线圈绕制·····	225
三、小型变压器常见故障判断及修复·····	228
四、小型变压器修复后的一般试验·····	230
第八节 简单电子线路的安装、测试及故障排除 ·····	231
一、常用电阻器和电容器的简易识别·····	231

二、电子元件的焊接	233
三、单相桥式整流电路的安装、测试及故障处理	233
四、串联型稳压电路的安装、调试及故障处理	234

第四章 电工操作技能提高 / 236

第一节 直流电机的维护、拆装与检修	236
一、直流电机的分类和型号	236
二、直流电机的选用及运行中的维护	237
三、直流电机的拆装	239
四、绕组制作、嵌线、浸漆与烘干	239
五、电枢绕组故障检查及处理方法	242
六、定子绕组故障检查及处理	245
七、换向器故障检查及处理	247
八、直流电机电刷下的换向火花等级鉴别方法	249
九、直流电机修复后的检查与试验	250
十、普通直流电机运行中常见故障现象、原因及处理方法	252
第二节 交流电机的拆装与检修	256
一、异步电动机的拆装与检修	256
二、同步电动机的检修	258
第三节 直流电焊机的维修	260
一、弧焊发电机式直流电焊机的结构与维修	260
二、单相硅整流二极管直流电焊机的结构与维修	264
三、三相硅整流二极管直流电焊机的使用与维修	265
四、旋转式直流弧焊机的维修	267
第四节 1000kV·A 以下变压器的维护与检修	268
一、变压器的维护与检查项目	268
二、变压器大修	269
三、变压器运行中的故障现象及其排除	271
第五节 互感器的维修	272
一、电压互感器的维修	272
二、电流互感器的维修	273
第六节 晶闸管调光电路的安装与调试	273
一、安装	274

二、调试·····	274
第七节 继电器用途、常见故障及修理·····	276
一、常用继电器主要用途·····	276
二、继电器的常见故障和修理·····	278
第八节 变频器的安装、调试与维修·····	279
一、变频器的选择及安装·····	279
二、变频器的调试与维修·····	295

第一章

电工专业知识

第一节 常用电工工具及指示仪表

一、常用电工工具

1. 绝缘安全用具

电工绝缘安全用具，按其功能可分为绝缘操作用具和绝缘防护用具两大类。

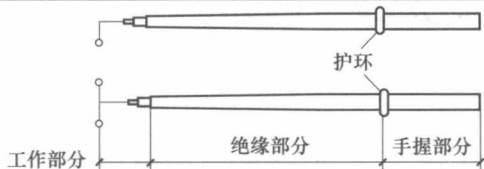
(1) 绝缘操作用具

绝缘操作用具，主要是在带电操作、测量和其他需要直接接触带电设备的环境下使用的绝缘用具。绝缘操作杆由工作部分、绝缘部分和手握部分组成，见表 1-1。

为了保证操作人员有足够的的安全距离，在不同工作电压下所使用的操作杆规格亦不相同，不可任意取用。绝缘操作杆规格与工作电压的对应关系如表 1-1 所示。

表 1-1 绝缘操作杆规格

mm



规格	棒长		工作部 位长度	绝缘部 位长度	手握部 位长度	棒身直径	钩子宽度	钩子终 端直径
	全长	节数						
500V	1640	1	185	1000	455	38	50	13.5
10kV	2000	2		1200	615			
35kV	3000	3		1950	890			

使用时应注意以下事项：①使用前应仔细检查绝缘杆各部分的连接是否牢固，有无损坏和裂纹，并用清洁干燥的毛巾擦拭干净；②手握绝缘杆进行操作时，手不得超过护环；③雨天室外使用的绝缘杆，应加装喇叭形防雨罩；防雨罩宜装在绝缘部分的中部，罩的上口必须与绝缘部分紧密结合，以防止渗漏，罩的下口与杆身应保持 20~30mm 的距离；④操作时要戴干净的线手套或绝缘手套，以防止因手出汗而降低绝缘杆的表面电阻，使泄漏电流增加，危及操作者的人身安全。

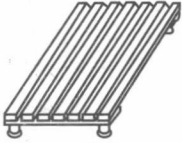
(2) 绝缘防护用具

绝缘防护用具，主要指对可能发生的电气伤害起防护作用的绝缘用具。绝缘手套、绝缘靴、绝缘垫和绝缘站台统称为绝缘防护用具，具体说明见表 1-2。

表 1-2 绝缘防护用具类型及说明

类 型	外 形	说 明
绝缘手套		<p>绝缘手套是用绝缘性能良好的特种橡胶制成的，用于防止泄漏电流、接触电压和感应电压对人体的伤害，其外形如左图所示。使用时应注意以下事项：</p> <p>①使用前绝缘手套应进行外观检查，不应有粘胶、裂纹、气泡和外伤。</p> <p>②戴上绝缘手套后，手容易出汗，因此应在绝缘手套内衬上吸汗手套(如普通线手套)，以增加手与带电体的绝缘强度。</p> <p>③平时绝缘手套应放在干燥、阴凉处，现场应放置在特制的木架上</p>
绝缘靴		<p>绝缘靴是用特种橡胶制成的，里面有衬布，外面不上漆，这与涂光亮黑漆的普通橡胶水鞋在外观上有所不同，其外形如左图所示。使用时应注意以下事项：</p> <p>①绝缘靴不得当作雨靴使用，普通橡胶鞋也不得取代绝缘靴。</p> <p>②绝缘靴应经常检查，如果发现严重磨损、裂纹和外伤，则应停止使用</p>
绝缘垫		<p>绝缘垫也是用特种橡胶制成的，其表面有防滑槽纹，如左图所示。使用时应注意以下事项：</p> <p>①绝缘垫不得与酸、碱、油类物质和化学药品等接触。</p> <p>②要保持清洁、干燥，不受阳光直射，远离热源。</p> <p>③隔一段时间应使用温水清洗一次</p>

续表

类型	外形	说明
绝缘站台		<p>绝缘站台是电工带电操作用的辅助保护用具,它可取代绝缘靴和绝缘垫,其外形如左图所示。使用时应注意以下事项:</p> <p>①台面的边缘不得伸出支持绝缘瓷瓶的边缘。 ②支撑台面的绝缘瓷瓶高度(从地面至站台面)不应小于 100mm。 ③绝缘站台应放置在坚硬、干燥的地点。 ④用于室外时,如果地面松软,则应在站台下面垫一块坚实的垫板,以免台脚陷入泥土或站台触及地面而降低其绝缘性能</p>

2. 低压验电器

验电器是检验导线和电气设备是否带电的一种常用工具。它分为低压验电器和高压验电器两种。低压验电器又称为测电笔,是电工最常用的一种检测工具,用于检查低压电气设备是否带电,检测电压的范围为 60~500V。

低压验电器常用的有钢笔式和螺钉旋具式两种 [如图 1-1 (a)、(b) 所示],前端是金属探头,内部依次装接氖泡、安全电阻和弹簧,弹簧与后端外部的金属部分相接触。

低压验电器按其显示元件不同分为氖管发光指示式和数字显示式两种。氖管发光指示式验电器由氖泡、电阻、弹簧、笔身和笔尖等部分组成,数字显示式验电器如图 1-1 (c) 所示。

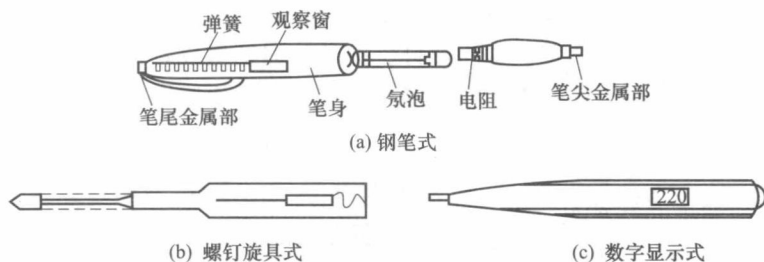


图 1-1 低压验电器

使用低压验电器,必须按图 1-2 所示正确姿势握笔,以食指触及笔尾的金属体,笔尖触及被测物体,使氖管小窗背光朝向自己。当被测物体带电时,电流经带电体、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,电笔中的氖泡就发光,电压高发光

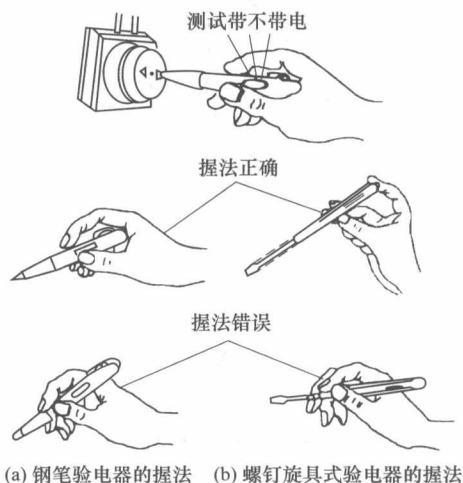


图 1-2 低压验电器的握法

危险，使用时应注意以下事项：①一般用右手握住测电笔，左手背在背后或插在衣裤口袋中；②人体的任何部位切勿触及与笔尖相连的金属部分；③防止笔尖同时搭在两根线上；④验电前，先将测电笔在确实有电处试测，只有氖管发光才可使用；⑤在明亮光线下不易看清氖管是否发光，应注意避光。

3. 高压验电器

高压验电器又称高压测电器，如图 1-3 所示。10kV 高压验电器由金属钩、氖管、氖管窗、紧固螺钉、护环和握柄组成，使用时用手握住护环，金属钩钩住带电体，有电时氖管发光。高压验电器在使用时应特别注意手握部件不得超过护环。

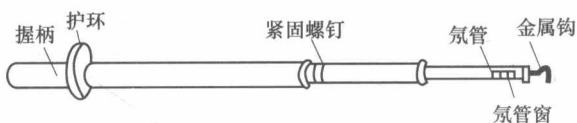


图 1-3 10kV 高压验电器

使用高压验电器的注意事项：①在雨、雪、雾或湿度较大的天气下，不允许在户外使用，以免发生危险；②高压验电器在使用前，要检查确认其性能是良好的；③人体与带电体之间要有 0.7m 以上的距离，

强，电压低发光弱。用数字显示式测电笔验电，其握笔方法与氖管指示式测电笔相同，但带电体与大地间的电位差在 2~500V 之间，电笔都能显示出来。由此可见，使用数字式测电笔，除了能知道线路和电气设备是否带电以外，还能够知道带电体电压的具体数据。

测电笔使用前一定要在有电的电源上检查电笔中的氖泡是否损坏；测电笔不可用于电压高于规定范围（500V）的电源，以免发生

检测时要小心防止发生相间短路或对地短路事故；④验电时，必须戴符合要求的绝缘手套，要有人在旁边监护，且不可单独操作，如图 1-4 所示。

4. 钢丝钳

电工常用的钢丝钳有 150mm、175mm、200mm 及 250mm 等多种规格，可根据内线或外线工种需要选购。钳子的齿口可用来紧固或拧松螺母。钳子的刀口可用来剖切软电线的橡胶或塑料绝缘层。带刃口的钢丝钳还可以用来切断钢丝。钢丝钳分为带有橡胶绝缘套管和不带橡胶绝缘套管两种，带有橡胶绝缘套管可适用于 500V 以下的带电作业，如图 1-5 所示。



图 1-4 10kV 高压验电器使用方法



带有橡胶绝缘套管



不带橡胶绝缘套管

(a) 类型



(b) 弯绞导线



(c) 紧固螺母



(d) 剪切导线



(e) 侧切钢丝

图 1-5 钢丝钳的类型和用途

(1) 钢丝钳的使用方法

① 使用钳子时用右手操作，将钳口朝内侧，便于控制钳切部位，用小指伸在两钳柄中间来抵住钳柄，张开钳头，这样分开钳柄灵活。

② 钳子的刀口可用来切剪电线、铁丝。剪 8 号镀锌铁丝时，应用刀刃绕表面来回割几下，然后只需轻轻一扳，铁丝即断。

③ 侧口也可以用来切断电线、钢丝等较硬的金属线。

④ 钳子的绝缘塑料管耐压 500V 以上，有了它就可以带电剪切电线。使用中切忌乱扔，以免损坏绝缘塑料管。

⑤ 用钳子缠绕抱箍固定拉线时，钳子齿口夹住铁丝，以顺时针方向缠绕。

(2) 使用钢丝钳时的注意事项

① 电工在使用钢丝钳之前，必须保证绝缘手柄的绝缘性能良好，以保证带电作业时的人身安全。

② 用钢丝钳剪切带电导线时，严禁用刀口同时剪切相线和零线，或同时剪切两根相线，以免发生短路事故。

5. 螺钉旋具

螺钉旋具用于紧固或拆卸螺钉，其类型如图 1-6 所示。木柄和塑柄螺钉旋具分普通式和穿心式两种。穿心式能承受较大的转矩，并可在尾部用手锤敲击。方形旋杆螺钉旋具能用相应的扳手夹住旋杆扳动，以增大转矩。一字形螺钉旋具常用的有 50mm、100mm、150mm 和 200mm 等规格，电工必备的是 50mm、150mm 两种。

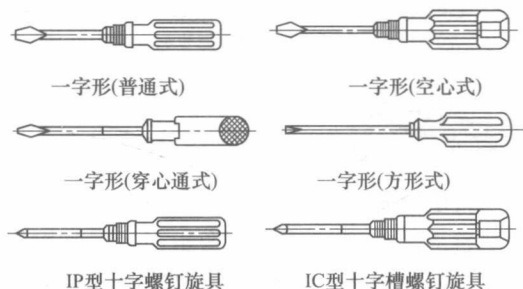


图 1-6 螺钉旋具类型

使用螺钉旋具时的注意事项：① 电工不可使用金属杆直通柄顶的螺钉旋具，以避免触电事故的发生；② 用螺钉旋具拆卸或紧固带电螺栓时，手不得触及螺钉旋具的金属杆，以免发生触电事项；③ 为避免螺钉旋具的金属杆触及带电体时手指碰触金属杆，应在螺钉旋具的金属杆上穿套绝缘管。

6. 电工刀

电工刀分为普通式和三用式两种，普通式电工刀如图 1-7 所示，有



图 1-7 电工刀

大号和小号两种，三用式电工刀增加了锯片和锥子的功能。使用电工刀时，刀口应朝外部切削，切忌面向人体切削。剖削导线绝缘层时，应使刀面与导线成较小的锐角，以避免割伤线芯。电工刀刀柄无绝缘保护，不能接触或剖削带电导线及器件。新电工刀刀口较钝，应先开刃然后再使用。电工刀使用后应随即将

刀身折进刀柄，注意避免伤手。

7. 电工用凿

电工常用的凿有圆棒凿、小扁凿、大扁凿和长凿等几种。

① 圆棒凿。圆棒凿 [如图 1-8 (a) 所示] 又称麻线凿或鼻冲，用于在混凝土结构的建筑物上凿打木榫孔。

② 小扁凿。小扁凿 [如图 1-8 (b) 所示] 用来在砖墙上凿打方形榫孔。电工常用凿口宽约 12mm 的小扁凿。凿孔时，也要经常拔出凿身，以利排出灰沙、碎砖，同时观察墙孔开凿得是否平整，大小是否合适，孔壁是否垂直。

③ 大扁凿。大扁凿 [如图 1-8 (c) 所示] 用来凿打角钢支架和撑脚等的埋设孔穴。电工常用凿口宽约 16mm 的大扁凿，其使用方法与小扁凿相同。

④ 长凿。长凿 [如图 1-8 (d)、(e) 所示] 用来凿出通孔。如图 1-8 (d) 所示长凿由中碳圆钢制成，用来在混凝土墙上凿出通孔；如图 1-8 (e) 所示长凿由无缝钢管制成，用来在砖墙上凿出通孔。

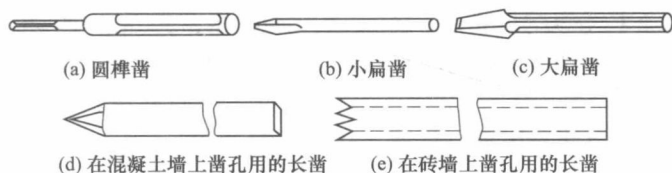


图 1-8 电工用凿

8. 剥线钳

剥线钳用来剥削直径 3mm 及以下绝缘导线的塑料或橡胶绝缘层，其外形如图 1-9 所示。它由钳口和手柄两部分组成。剥线钳钳口分有 0.5~3mm 的多个直径切口，用于不同规格线芯的剥削，切口过大难以剥离绝缘层，切口过小会切断芯线。剥线钳也装有绝缘套。使用剥线钳剥去绝缘层时，定好剥削的长度后，左手持导线，右手向内紧握钳柄，导线绝缘层被剥断后自由飞出。剥线钳一般不在带电的场合使用。

9. 断线钳

用于切断较粗的、硬度不大于 30HRC 的金属线材、刺丝及电线等，有双连臂、单连臂、无连臂三种形式。钳柄分有管柄式、可锻铸铁柄式和绝缘柄式等 (如图 1-10 所示)。断线钳的规格见表 1-3。

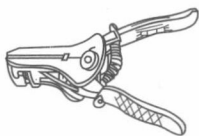
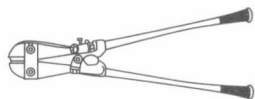


图 1-9 剥线钳



普通式(铁柄)



管柄式

图 1-10 断线钳类型

表 1-3 断线钳的规格

规格		300	350	450	600	750	900	1050
长度		305	365	460	620	765	910	1070
剪切直径 (参考)	黑色金属	≤4	≤5	≤6	≤8	≤10	≤12	≤14
	有色金属	2~6	2~7	2~8	2~10	2~12	2~14	2~16

mm

10. 尖嘴钳

修口钳（俗称尖嘴钳）也是电工（尤其是内线电工）常用的工具之一。尖嘴钳的钳头用于夹持较小螺钉、垫圈、导线和把导线端头弯曲成所需形状，小刀口用于剪断细小的导线、金属丝等。尖嘴钳的头部尖细，适用于在狭小的空间操作，其外形如图 1-11 所示。尖嘴钳的规格通常按其全长分为 130mm、160mm、180mm、200mm 四种。尖嘴钳手柄套有绝缘耐压 500V 的绝缘套。尖嘴钳的握法如图 1-12 所示。



图 1-11 尖嘴钳

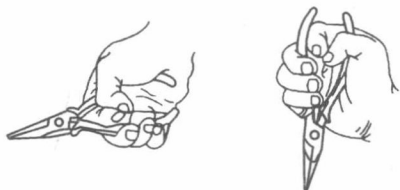


图 1-12 尖嘴钳的握法

11. 电烙铁

电烙铁是钎焊（也称锡焊）的热源，其规格有 15W、25W、45W、75W、100W、300W 等多种。功率在 45W 以上的电烙铁，通常用于强电元件的焊接；弱电元件的焊接一般使用 15W、25W 功率等级的电烙铁。电烙铁有外热式和内热式两种，如图 1-13 所示。

使用电烙铁应注意以下事项：①为了不影响电烙铁头的拆装，使用过程中应轻拿轻放，不得敲击电烙铁，以免损坏内部发热元件；②烙铁头应经常保持清洁，使用时可常在石棉毡上擦几下以除去氧化层；③烙铁使用日久，烙铁头上可能出现凹坑，影响正常焊接。此时可用锉刀对