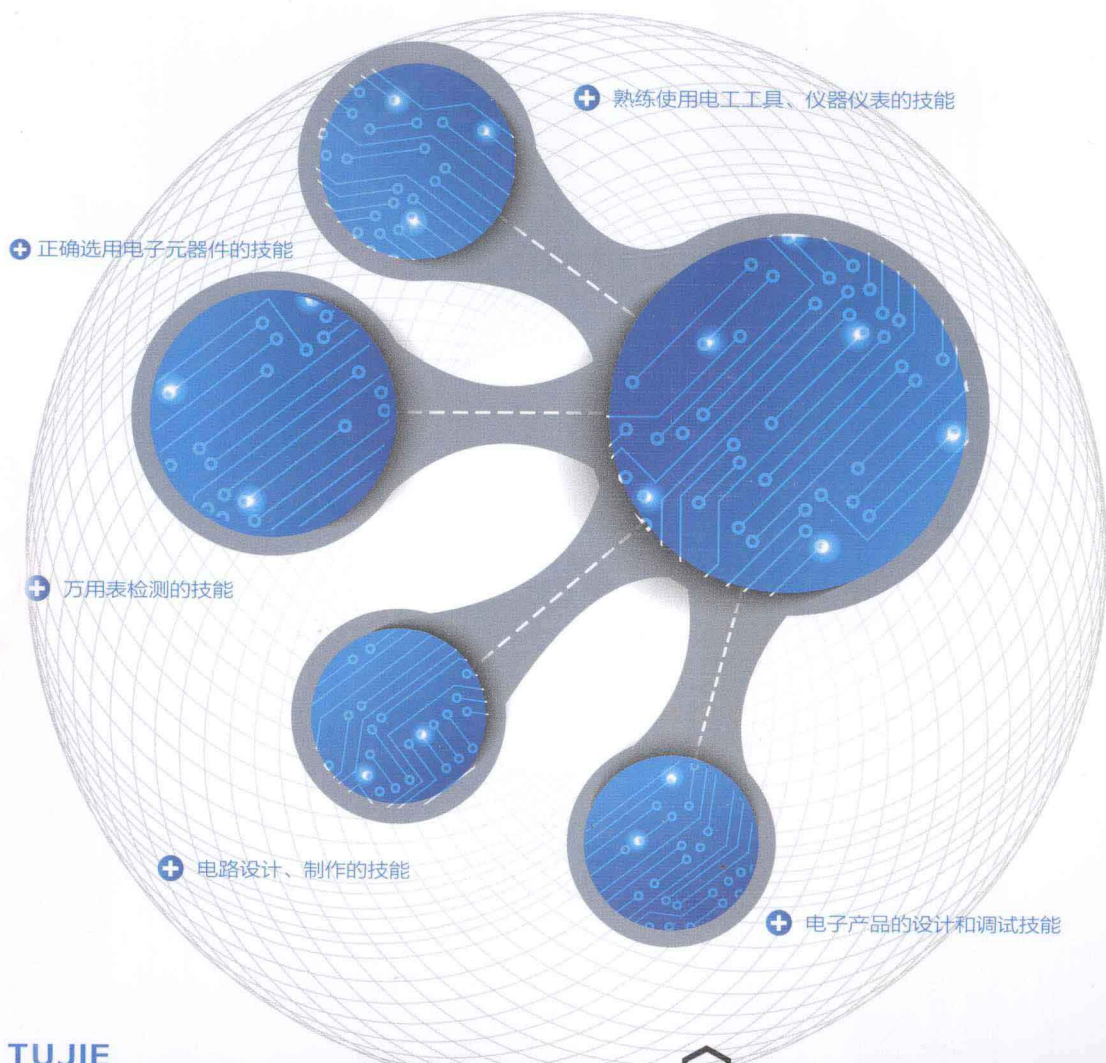


图解电子技能

快速掌握

杨宗强 杨振雷 刘春英 主编



TUJIE
DIANZI JINENG **KUAI SU ZHANG WO**

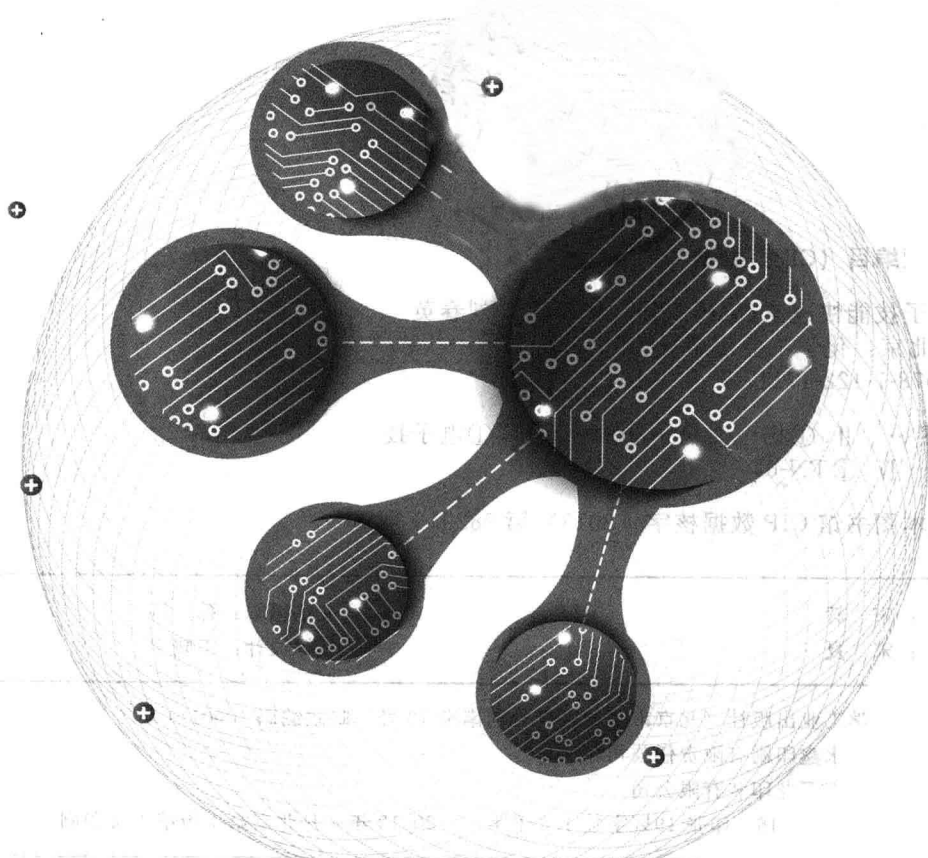


化学工业出版社

图解电子技能

快速掌握

杨宗强 杨振雷 刘春英 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图解电子技能快速掌握/杨宗强, 杨振雷, 刘春英
主编. —北京: 化学工业出版社, 2013. 6
ISBN 978-7-122-17117-7

I. ①图… II. ①杨…②杨…③刘… III. ①电子技
术—图解 IV. ①TN-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 082916 号

责任编辑: 宋 辉
责任校对: 宋 夏

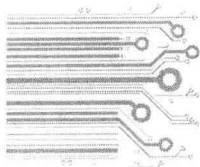
文字编辑: 孙 科
装帧设计: 王晓宇

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: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 19¼ 字数 478 千字 2013 年 8 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: 49.00 元

版权所有 违者必究



工程化设计是将科研成果转化成产品的必要环节。为了帮助读者提高电气控制线路、电子线路及产品设计、安装、调试的能力，本书按照职业技能由简单到复杂的养成过程，图文并茂、形象直观、简明扼要地描述了从业者所应具备的基本操作技能、电气电子线路工程化设计的基本方法和流程及制造环节的基本工艺要求。通过实际工程案例，循序渐进，通俗易懂地阐述了复杂的产品工程化设计与制造的过程。使读者由浅入深，逐步掌握电气电子产品设计、装配及调试的基本知识、基本工艺、基本技能和基本方法。

全书共分五章。第一章介绍常用电工工具和仪表的性能、用途，正确选择与使用的方法；第二章介绍常用电子元件、电器元件的识别与选择；第三章介绍用万用表检测常用电器、电子元件的方法，同时还包括电气元件和电子元件的安装工艺。第四章介绍简单电子电路和电气控制电路的设计工作流程、制作工艺和制作过程；第五章通过案例，了解一般电气产品和电子产品的工程设计内容、方法和流程及这类产品的调试内容、方法和步骤。

本书由杨宗强、杨振雷、刘春英主编，第1章的第1节~4节由李广辉编写；第1章的第5节~12节由刘春英编写；第2章的第1节~7节由季文会编写；第2章的第8节~15节由胡建明编写；第3章的第1、2节由侯丽娟编写；第3章的第3、4节由郭晓和编写；第4章的第1、2、3、5、6节由李杰编写；第4章的第4节、第5章的第3节由杨振雷编写；第5章的第1、2节由杨宗强编写。全书由杨宗强统稿。

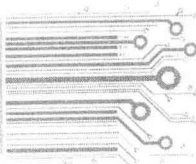
本书编者杨宗强是“天津市普通高等学校人文社会科学重点研究基地：师范能力与职业能力研究中心”的研究人员。

如果你是一名刚入行的从业人员，那么，通过前3章内容的学习，会帮助你快速掌握从业所需要的基本技能和方法，为你从事电气维修工作打下坚实的基础。如果你想成为一名产品设计工程师，那么，你应该学习第4章和第5章的内容，这些内容会为你成为实际工程师奠定基础。总之，通过学习本书的内容，会帮助你开阔思路、提高技能和综合职业能力。

书中相关图的获取得到了张秀丽老师的大力支持；文字校对得到了郑珺老师和刁雅芸老师的帮助；同时霍春云工程师和李庆生工程师提供了许多参考资料，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，在编写中难免有疏漏和不妥，敬请广大读者批评指正。

编者



第1章 工具仪器的选择与使用	1
1.1 选择工具与工具的使用	2
1.1.1 旋类工具	2
1.1.2 钳类工具	3
1.1.3 验电器	6
1.2 手工焊接	8
1.2.1 手工焊接电烙铁的握法	8
1.2.2 手工焊接步骤	9
1.2.3 电烙铁的分类	11
1.2.4 电烙铁的选择	13
1.2.5 焊接材料的种类及选择	15
1.3 焊点质量的要求	17
1.3.1 对焊点质量的要求	17
1.3.2 检查焊接项目	18
1.4 手工拆焊	18
1.4.1 手工拆焊原则及操作要点	18
1.4.2 手工拆焊方法	19
1.5 万用表的使用	21
1.5.1 指针式万用表的结构	21
1.5.2 指针式万用表的技术指标	24
1.5.3 指针式万用表的使用方法	26
1.5.4 使用指针式万用表时注意事项	27
1.6 数字式万用表	28
1.6.1 数字式万用表的组成	28
1.6.2 数字式万用表的结构	29
1.6.3 数字式万用表的技术指标	30
1.6.4 测量原理	32
1.6.5 数字式万用表使用前的准备	34
1.6.6 使用数字式万用表时应注意的事项	35
1.7 使用万用表测量	38
1.7.1 使用指针式万用表测量电阻阻值	38
1.7.2 使用指针式万用表测量直流电压	39
1.7.3 使用指针式万用表测量直流电流	39
1.7.4 使用指针式万用表测量交流电压	40
1.8 兆欧表	40
1.8.1 兆欧表的用途	40
1.8.2 使用兆欧表应注意的事项	41

1.9	电桥	44
1.9.1	电桥的分类	44
1.9.2	QJ23 型直流电阻电桥指标与结构	44
1.9.3	使用方法	45
1.9.4	使用注意事项	46
1.10	信号发生器的使用	47
1.10.1	信号发生器的分类	47
1.10.2	信号发生器的组成	48
1.10.3	信号发生器的一般要求	49
1.10.4	SP1641B 型函数信号发生器控制面板功能	49
1.10.5	信号发生器的操作	50
1.11	稳压电源的选择与使用	54
1.11.1	直流稳压电源的组成结构	55
1.11.2	直流稳压电源工作原理	56
1.11.3	直流稳压电源性能及技术指标	58
1.11.4	直流稳压电源选择	59
1.11.5	使用稳压电源应注意的事项	60
1.11.6	直流稳压电路的维护	60
1.12	示波器的使用与测量	61
1.12.1	示波器的用途及分类	62
1.12.2	MOS-620CH 双踪示波器前面板各键的功能	63
1.12.3	示波器测量前的调整	65
1.12.4	使用示波器测量电压实例	69
1.12.5	使用示波器测量信号周期和频率	70
1.12.6	使用示波器测量信号相位	72
1.12.7	用示波器测量 555 定时器构成占空比可调的方波发生器	73
1.12.8	用示波器测量电路输出波形练习	74

第 2 章 电气电子元件识别与选择 77

2.1	电阻器	78
2.1.1	电阻器的分类	79
2.1.2	各类电阻的特点	79
2.1.3	电阻器的主要参数及在图纸中的标注	80
2.1.4	电阻器的阻值表示法	80
2.1.5	选择电阻器的依据	82
2.2	电容器	82
2.2.1	电容器的特点	82
2.2.2	电容器分类	83
2.2.3	电容器的主要参数	84
2.2.4	电容器的容值及误差的标示方法	85
2.2.5	常用电容器	88

2.2.6	选择电容器的依据	89
2.3	电感器	89
2.3.1	电感器的分类	90
2.3.2	固定电感线圈(色码电感)电感量的标示	92
2.3.3	电感的主要参数	92
2.3.4	电感选型要点	93
2.4	二极管	94
2.4.1	二极管的特点	94
2.4.2	二极管的分类	95
2.4.3	二极管的主要参数及型号含义	96
2.4.4	二极管在电路中的作用	98
2.4.5	选择二极管的依据	99
2.4.6	稳压二极管	99
2.4.7	稳压管的主要参数	100
2.4.8	由稳压管组成的典型电路	101
2.5	三极管	102
2.5.1	三极管的结构	103
2.5.2	三极管的主要参数	104
2.5.3	三极管的三种工作状态	104
2.5.4	三极管选择和使用注意事项	105
2.5.5	三极管组成的基本电路及特点	106
2.6	电力电子器件	109
2.6.1	晶闸管的结构及原理	110
2.6.2	晶闸管的工作原理	110
2.6.3	晶闸管的主要参数	111
2.6.4	国产晶闸管的型号命名方法	112
2.6.5	选择晶闸管	113
2.7	场效应管	114
2.7.1	结型场效应管的结构及原理	114
2.7.2	场效应管参数	116
2.7.3	VMOS场效应管的特点	116
2.8	常用电气元件	117
2.8.1	固态继电器	117
2.8.2	接触器(继电器)	119
2.8.3	热继电器	124
2.8.4	熔断器	125
2.9	变压器	127
2.10	按钮	129
2.10.1	按钮	129
2.10.2	开关	130
2.11	发光二极管	133
2.12	七段数码管	136
2.13	液晶显示器	138

2.14	印制电路板	141
2.14.1	相关术语	141
2.14.2	印制电路的形成	143
2.14.3	敷铜板及连接	143
2.14.4	印制电路板设计基础	145
2.14.5	印制电路板设计技巧	151
2.14.6	电磁干扰及抑制	153
2.15	印制电路板设计过程与方法	154
2.15.1	设计准备及外形结构草图、设计布局、设计布线	154
2.15.2	制版底图绘制及制板工艺图	156
2.15.3	印制电路板制造工艺简介	158

第3章 电气电子元件检测与安装 161

3.1	检测电气元件	162
3.1.1	使用万用表检测继电器	162
3.1.2	使用万用表检测熔断器	165
3.1.3	使用万用表检测按钮开关	165
3.1.4	使用兆欧表测量绝缘电阻	170
3.1.5	变压器的检测	170
3.2	检测电子元件	172
3.2.1	使用万用表检测电阻、电容、电感	172
3.2.2	使用万用表检测二极管	177
3.2.3	使用万用表检测三极管	179
3.2.4	使用万用表检测晶闸管	181
3.2.5	传感器的检测	184
3.2.6	使用万用表检测七段数码管	187
3.2.7	使用万用表检测 LCD	188
3.3	电气元件的安装方式	189
3.3.1	电气元件的安装	189
3.3.2	继电器控制电路配电盘的制作	191
3.4	电子元件的安装工艺	193
3.4.1	分立元件的成型	193
3.4.2	元器件引线及导线端头焊接前的加工	194
3.4.3	元件安装工艺	195
3.4.4	集成器件的安装	198

第4章 简单电路设计与制作 199

4.1	简单电子电路的设计	200
4.1.1	简单电子电路的设计流程	200
4.1.2	设计前要做的工作	200
4.1.3	怎样收集资料	201
4.1.4	方案的制订及选择	201

4.1.5	单元电路设计的几步	201
4.1.6	电路图绘制的要点	202
4.2	电路设计方法	203
4.2.1	自顶向下法	204
4.2.2	自底向上法	205
4.2.3	自顶向下与自底向上相结合	205
4.3	简单电子电路的设计与制作实例	206
4.3.1	设计与制作任务	206
4.3.2	方案制定与选择	206
4.3.3	设计过程	207
4.3.4	制作步骤	215
4.4	D类功率放大器安装调试工艺文件案例	217
4.5	简单电气控制电路的设计与制作实例	234
4.5.1	设计与制作任务	234
4.5.2	设计流程	234
4.5.3	制作流程	240
4.5.4	线槽布线工艺要求	240
4.6	电路故障诊断与维修	242
4.6.1	一般检修方法	242
4.6.2	一般检修步骤	242
4.6.3	故障处理阶段的划分及内容	243
4.6.4	在检修过程中的注意事项	247
4.6.5	电气控制线路检修实例	248
4.6.6	电子电路检修实例	250

第5章 产品设计制作与调试

253

5.1	小型仪表车床电气控制装置的制作与调试	254
5.1.1	设计流程及内容	254
5.1.2	制作流程	267
5.1.3	制作配电盘的步骤	268
5.2	数控电火花线切割机用的高频电源原理设计与调试	269
5.2.1	原理设计及图纸绘制	269
5.2.2	编制各种技术文件	276
5.2.3	制作与调试过程	277
5.3	手持超声波测距仪的制作与调试	277
5.3.1	概述	277
5.3.2	手持超声波测距仪的制作	278
5.3.3	制作所需要的技术资料	278
5.3.4	制作流程	286
5.3.5	设计说明	287
	练习题：电子测温仪的制作	293

参考文献

299

第1章



工具仪器的选择与使用

本章主要学习常用电工工具的性能、用途，怎样正确选择与使用的方法；常用仪器仪表的结构、性能、功能，怎样合理选择和正确使用仪器仪表，及使用工具和仪器仪表时要注意的事项。主要内容还有：

1. 旋类工具的性能和用途及使用方法
2. 钳类工具的性能和用途及使用方法
3. 验电笔的使用方法及注意事项
4. 指针式万用表和数字式万用表的结构、性能、功能，选择与使用方法及注意事项
5. 电烙铁的分类、结构，焊料的性能和焊接工艺要求及手工焊接操作技能
6. 兆欧表的结构、性能、功能，选择与使用方法及注意事项
7. 单臂电桥的结构、性能、功能，选择与使用方法及注意事项
8. 示波器的结构、性能、功能，选择与使用方法及注意事项
9. 信号发生器性能、功能与使用方法及注意事项
10. 直流稳压电源的结构、性能

通过本章学习，应该掌握常用电工工具的选择，并能熟练正确使用；学习后能熟练使用万用表、示波器测量；能正确选择信号发生器和直流稳压电源；记得使用这些仪器仪表时的注意事项。



提示

正确认识、选择和熟练使用工具是维修电工和无线电调试工完成工作必须掌握的技能。以下这些工具是从事作业时必不可少的，一定要正确而又熟练地使用。

1.1 选择工具与工具的使用

你知道图 1-1 中这些工具的名称吗？使用过这几种工具吗？你能够正确选用这些工具吗？现在，让我们先了解图 1-1 中这些工具的用途、特点和使用方法。

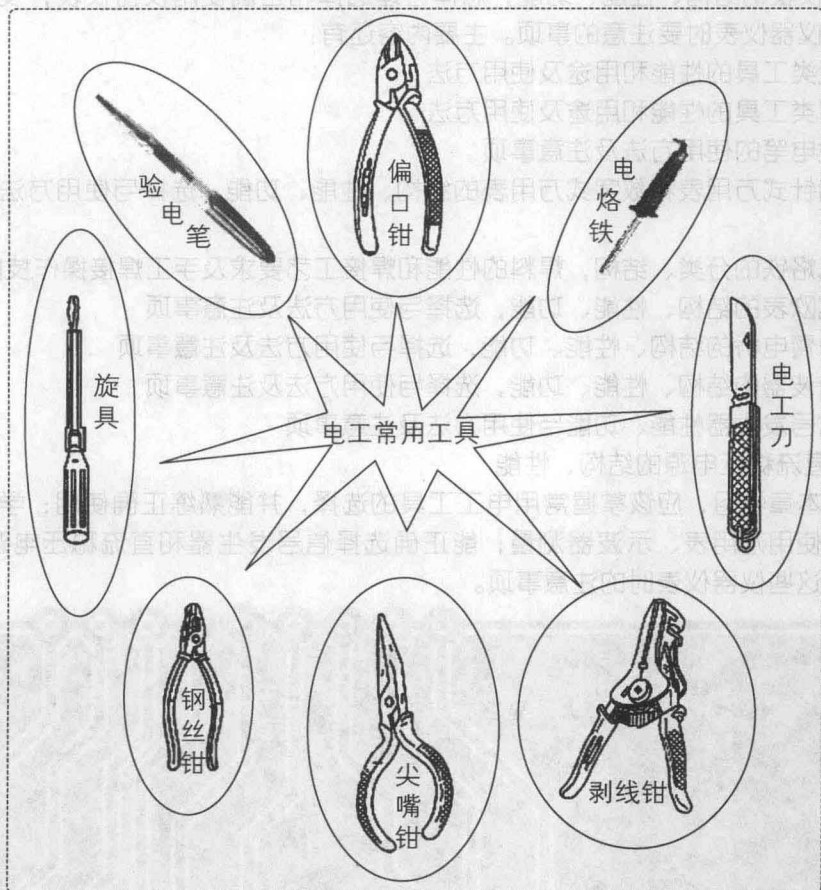


图 1-1 电工常用工具

1.1.1 旋类工具

① 旋具种类 也叫改锥或起子，是用来拧紧或拆卸各种螺钉的工具。按照旋具头部形状不同可分为一字形、十字形两种，如图 1-2 所示。

螺钉旋具又称螺丝刀、旋凿、起子或改锥，它是一种紧固或拆卸螺钉的工具。螺钉旋具的式样和规格很多。

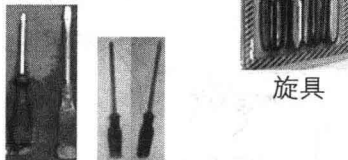


图 1-2 常用电工旋具

② 常用的规格 一字形旋具常用的规格有 50mm、100mm、150mm 和 200mm 等规格，电工必备的是 50mm 和 150mm 两种。

十字形旋具专供紧固或拆卸十字槽的螺钉之用，常用的规格有四种，1 号适用于螺钉直径为 2~3.5mm。2 号为 3~5mm。3 号为 6~8mm。4 号为 10~12mm。除了以上两种类型的旋具外，还有头部形状为六方形的。



注意

如果你不想在作业中发生意外，那么，你一定要记住下面加黑的文字：

使用旋具注意事项。使用旋具紧固或拆卸带电螺钉时，手不得触及旋具的金属杆部位，以免发生触电事故。为了避免旋具的金属杆触及皮肤或触及邻近带电体，应在金属杆上套绝缘管。



提示

在你从事电工作业时，会用到各种导线，剪断导线是经常要做的事情，选择合适的钳类工具，会让你的工作事半功倍。下面对钳类工具的介绍会帮助你很快了解这些工具的使用方法。

1.1.2 钳类工具

① 钢丝钳 有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄为电工用钢丝钳，常用规格有 160mm、180mm 和 200mm 三种。用于夹持或弯折薄片形、圆柱形金属零件及切断金属丝，其旁刃口也可用于切断细金属丝。钢丝钳用途如图 1-3 所示。



提示

如果不能正确选择和使用工具，不仅对你的工作没有帮助，反而会造成危险，甚至危害到你的人身安全。下面加黑的文字你一定要认真阅读，并要牢记。

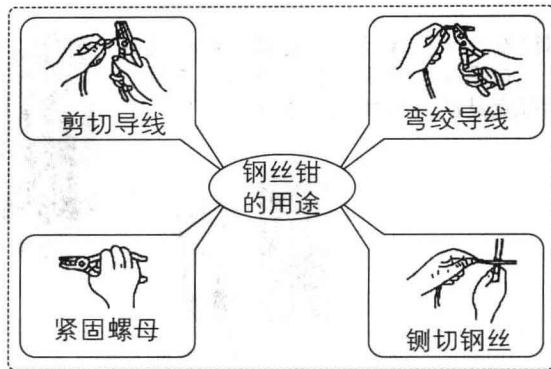
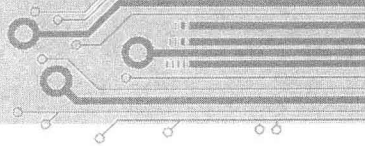


图 1-3 钢丝钳用途



注意



钢丝钳使用注意事项：使用钳子要量力而行，不可以超负荷使用。切忌不可在切不断的情况下扭动钳子，容易崩牙与损坏。无论钢丝还是铁丝或铜线，只要钳子能留下咬痕，然后用钳子前口的齿夹紧钢丝，轻轻上抬或者下压钢丝，就可以掰断钢丝，不但省力，而且对钳子没有损坏，可以有效延长使用寿命。

在带电作业时不能使用绝缘有损坏的电工钢丝钳，以免发生触电事故。也不能用电工钢丝钳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。

② **尖嘴钳** 钳柄上套有额定电压 500V 的绝缘套管，是电工（尤其是内线电工）、仪表及电讯器材等装配及修理工作常用工具之一，如图 1-4 所示。可使用带刃口的尖嘴钳剪断细小金属丝；也可使用它夹持较小的螺钉、垫圈、导线等元件；还可以在装接控制线路板时，使用尖嘴钳将单股导线弯成一定圆弧的接线圈，剥塑料绝缘层等。能在较狭小的工作空间操作，不带刃口者只能进行夹捏工作，带刃口者能剪切细小零件。

尖嘴钳适用于较小的工作空间操作。
尖嘴钳有铁柄和绝缘柄两种，绝缘柄的耐压为 500V。
电工作业时必须使用有绝缘柄的尖嘴钳。



图 1-4 尖嘴钳

③ **断线钳** 又称斜口钳偏口钳。断线钳主要用于剪切导线，元器件多余的引线，还常用来代替一般剪刀剪切绝缘套管、尼龙扎线卡等。如图 1-5 所示。它是电工常用工具之一。断线钳的尺寸一般分为：4in、5in、6in、7in、8in。

断线钳功能以切断导线为主，2.5mm 的单股铜线，剪切起来已经很费力，而且容易导致钳子损坏，所以建议断线钳不宜剪切 2.5mm 以上的单股铜线和铁丝。在尺寸选择上，普

断线钳也称偏口钳，钳柄有铁柄、管柄和绝缘柄三种。电工作业必须使用有绝缘柄的断线钳。绝缘等级有500V、1000V两种。断线钳的主要用途是剪断较粗的导线。



断线钳也称斜口钳

图 1-5 断线钳

通电工布线时选择 6in、7in 切断能力比较强，剪切不费力。线路板安装维修以 5in、6in 为主，使用起来方便灵活，长时间使用不易疲劳。

注意事项：使用钳子要量力而行，不可以用来剪切钢丝、钢丝绳和过粗的铜导线和铁丝。否则容易导致钳子崩牙和损坏。

④ 剥线钳 专供电工剥除电线头部的表面绝缘层用。如图 1-6 所示。它是由刀口、压线口和钳柄组成。剥线钳的钳柄上套有额定工作电压 500V 的绝缘套管。

剥线钳的使用方法：
用标尺定好要剥掉的绝缘皮长度，
将导线放入相应的刀口中，
用手将钳柄用力向内一握，
导线的绝缘皮即被剥离弹出。

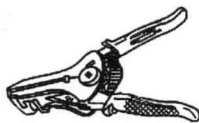


图 1-6 剥线钳

剥线钳的规格有 140mm、160mm、180mm 三种。

剥线钳的使用要点：要根据导线直径，选用剥线钳刀片的孔径。

剥线钳的结构特点：利用杠杆原理，当剥线时，先握紧钳柄，使钳头的一侧夹紧导线的另一侧，通过刀片的不同刃孔可剥除不同导线的绝缘层。剥线钳的使用方法如图 1-7 所示。

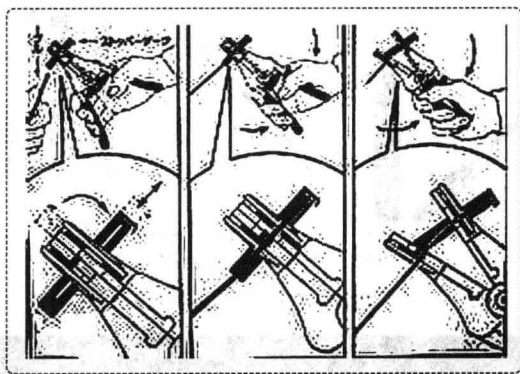


图 1-7 剥线钳的使用方法



提示

你可以按照下面的具体操作步骤试一试，看一看是否能完成剥除导线绝缘皮的操作。

第一步，根据缆线的粗细型号，选择相应的剥线刀口；

- 第二步，将准备好的电缆放在剥线工具的刀刃中间，选择好要剥线的长度；
 第三步，握住剥线工具手柄，将电缆夹住，缓缓用力使电缆外表皮慢慢剥落；
 第四步，松开工具手柄，取出电缆线，这时电缆金属整齐露出外面，其余绝缘塑料完好无损。

⑤ 压线钳 是用于把软导线与接线片（O形、U形、针形）连接的一种工具。图 1-8 是一种压线钳的外形。

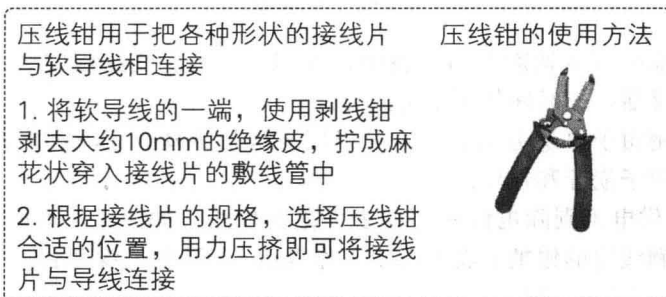


图 1-8 压线钳的外形

1.1.3 验电器

验电器是检验导线和电气设备是否带电的一种电工常用工具。分为低压验电器和高压验电器两种。下面主要介绍低压验电器。

(1) 低压验电器

又称测电笔、试电笔，它是用来检验对地电压在 250V 及以下的低压电气设备的，也是家庭中常用的电工安全工具，主要由工作触头、降压电阻、氖泡、弹簧等部件组成。如图 1-9 所示。



图 1-9 低压验电笔



提示

初次使用时，你会感觉奇怪，穿着绝缘鞋，站在绝缘橡胶上，试电笔中的氖泡怎样会发光？这是什么原理？阅读下面的文字就会解开你的疑惑。

低压验电器是利用电流通过验电器、人体、大地形成回路，其漏电电流使氖泡启辉发光而工作的。只要带电体与大地之间电位差超过一定数值（36V），验电器就会发出辉光，低于这个数值，就不发光，从而来判断低压电气设备是否带有电压。



提示

懂得了原理是一件好事，但是，使用时的安全注意事项更重要，因为这关系到人身安全。使用时应该注意什么呢？

(2) 使用注意事项

① 在使用前 首先应检查一下验电笔的完好性，四大组成部分是否缺少，氖泡是否损坏，然后在有电的地方验证一下，只有确认验电笔完好后，才可进行验电。在使用时，一定要手握笔帽端金属挂钩或尾部螺钉，笔尖金属探头接触带电设备，湿手不要去验电，不要用手接触笔尖金属探头。

② 使用低压验电器时 以手指触及笔尾的金属，使氖管小窗背光朝自己。当用电笔测试带电体时，电流经带电体，电笔、人体到大地形成通路，只要带电体与大地之间的电位差超过 36V，电笔中的氖管就发光。低压验电笔测电压范围为 60~500V。图 1-10 和图 1-11 注意了低压验电笔正确使用方法和不正确使用方法。

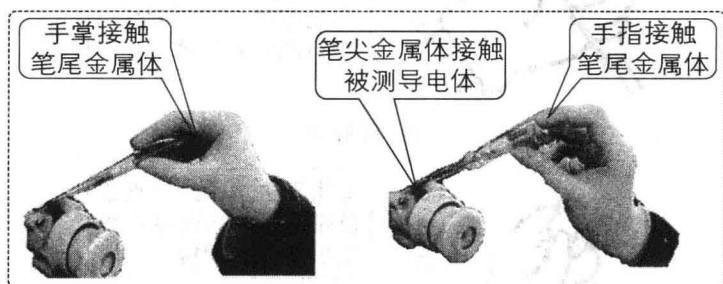


图 1-10 低压验电笔正确使用方法



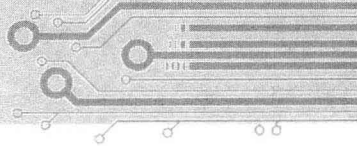
图 1-11 低压验电笔不正确使用方法



提示

下面的描述只是一种经验的判断，具体情况还要根据实际做出判断。

低压验电笔除主要用来检查低压电气设备和线路外，它还可区分相线与零线，交流与直流电以及电压的高低。通常氖泡发光者为火线，不亮者为零线；但中性点发生位移时要注意，此时，零线同样也会使氖泡发光；对于交流电通过氖泡时，氖泡两极均发光，直流电通



过时，仅有一个电极附近发光；当用来判断电压高低时，氖泡暗红、轻微亮时，电压低；氖泡发黄红色、亮度强时，电压高。

1.2 手工焊接



提示

你使用电烙铁焊装过电路板吗？你知道怎样才是电烙铁的正确握法吗？看一看图 1-12，你就清楚了。

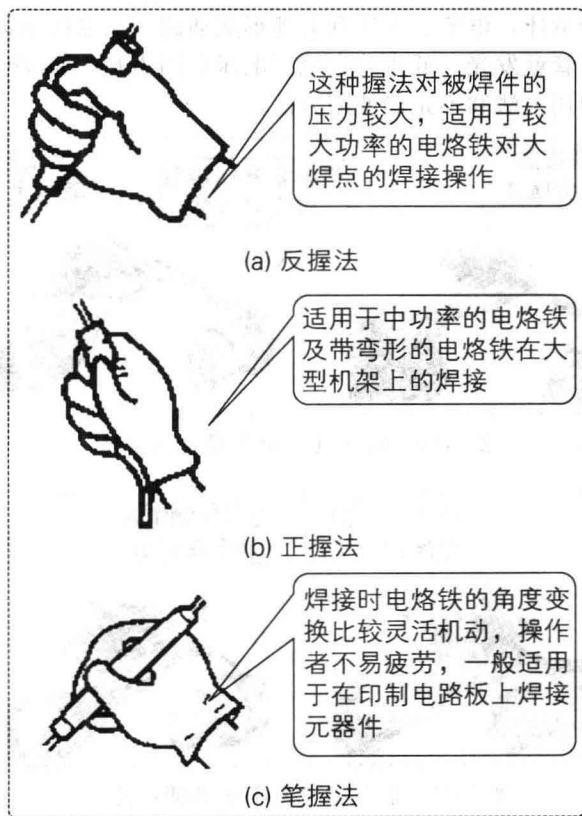


图 1-12 电烙铁的握法示意图

1.2.1 手工焊接电烙铁的握法



提示

进行手工焊接时要保持正确的焊接姿势。一般采用坐姿焊接，桌面和坐椅的高度要