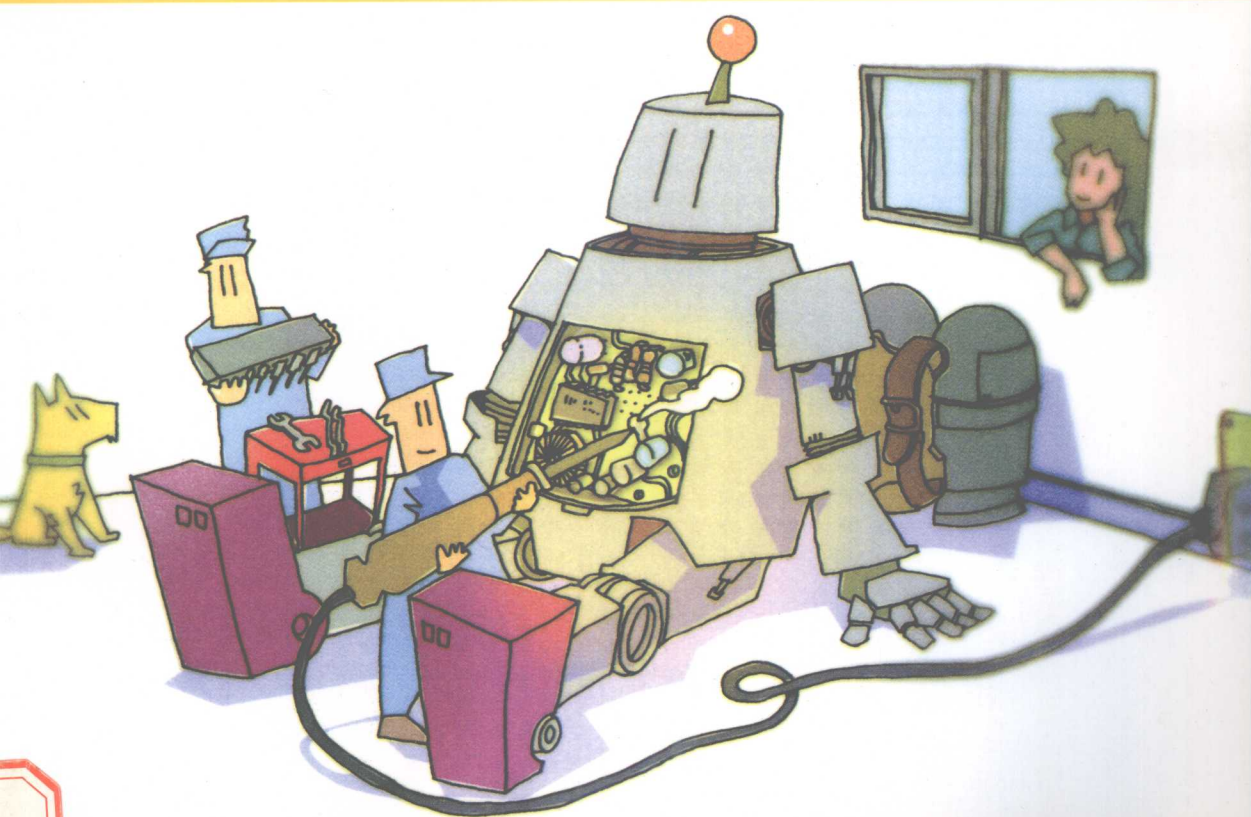


电子制作基础与实战

〔日〕町田秀和 著
彭 军 译



电子制作基础与实战

〔日〕町田秀和 著
彭 军 译

科学出版社

北 京

图字: 01-2006-3701 号

内 容 简 介

本书是一本实用性较强的电子制作参考书,书中以具体的实用电路为例,详细介绍应用二极管、晶体管、LED、运算放大器、电容器话筒、数字 IC,以及光传感器、DC 电动机/无线电控制伺服电动机等电子部件制作电子电路的方法。

本书首先介绍电子制作的基本条件及基础知识。在后续的篇章里,重点介绍可调稳压电源的设计制作,以及运算放大器和数字 IC 的使用方法。最后讲解面向机器人的基本电子电路。

本书重点突出,论述清晰,图文并茂,可读性强。

本书可以作为大、中专电子技术实验课的教学参考书,亦可作为电子工程技术人员、电子技术爱好者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子制作基础与实战/(日)町田秀和著;彭军译. —北京:科学出版社,2006
ISBN 7-03-017985-4

I. 电… II. ①町…②彭… III. ①电子器件-制作 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 104066 号

责任编辑:岳亚东 崔炳哲 / 责任制作:魏 谨

责任印制:刘士平 / 封面制作:李 力

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 12 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2006 年 12 月第一次印刷 印张: 15 1/2

印数: 1—5 000 字数: 295 000

定 价: 32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))



前言

最近,液晶电视、DVD/HDD 接收机、移动电话/音乐唱机等电子产品的发展速度令人吃惊。各制造厂商都在看准商机,努力提高性能,不断开发新产品。这些电子产品能够方便地实现各种功能,受到广大消费者的欢迎,并已经成为经济复苏的重要支柱。

另一方面,与互联网相关的电子产品种类也在不断增多,也许不久的将来就能够实现按需获得信息的“On Demand”吧!实际上,这个潮流不仅波及软件,而且也已经波及硬件(电子电路),数字的、模拟的、实时处理的再组合结构(也就是能够瞬间改变电路构成)的 IC 相继登场(例如,颇有人气的 Apple 公司的 iPod 使用的 PSoC 超小型电子计算机可以说是这个潮流的先驱)。这样的时代已经到来,即新的产品不断地出现,并且通过互联网,在不知不觉之中得到改进,从而具有最新的功能和性能。而人们的愿望仍在不断地扩展。

这些电子产品几乎都是由专用集成电路(ASIC)或专用芯片配件构成,如果不是大型的电子生产厂家是很难制作的。但是另一方面,环视互联网,看到的却是手持电烙铁的各种各样的制作者。例如,无线电控制、音响、电子吉他等电子乐器的放大器和音响效果器,以及机器人等。本书将介绍这些具有活力的、充满独创性的电子应用电路的设计制作,看到这些也许会使人们产生一种学习和实践的冲动。

不论多么优秀的电子技术人员,最初也都要从使用电烙铁制作电子电路开始,通过一次一次的电路制作,不断学习并且积累丰富的经验。值得庆幸的是,现在一个个的电子元器件都是廉价且高性能的产品,只要遵循电子电路的基本规律,就可以轻松地进行设计和制作。如果能够借助计算机软件或模拟器,就可以更加迅速而准确地进行计算。另一方面,有关焊接、制作印制电路板、机壳加工等制作技术,元器件的配置和处理,以及工具的使用方法等,在电子制作中也有独特的重要性。只要能够掌握这些,就可以



顺利地解决制作过程中遇到的各种实际问题。当然人是电子制作的主角。唯有此,才能促进技术进步,也没有解决不了的困难。

本书是针对“现在想开始进行电子制作”,“虽然有已经制作好的电路,不过希望进一步深刻理解电路,自己亲手进行制作”,以及过去虽然进行过电子制作,但是“希望了解最新的电子制作方面的进展”、“想掌握最新的电子零部件的使用方法”等诸多读者的需要,编写的一本尽可能地提高实用性的书籍。特别以引入如何使用二极管、晶体管、LED、运算放大器、电容器话筒、数字 IC,以及光传感器、DC 电动机/无线电控制伺服电动机等廉价且高性能的电子部件的实用电子制作技术作为本书的目标。

第 1 章介绍电子制作的动机和进行电子制作的环境。第 2 章中指出电子技术的基础知识。可调稳压电源是电子制作的基础。第 3 章基于 LED 电源的恒流特性,介绍可调稳压电源的设计制作。第 4 章介绍用简单而且高性能的运算放大器制作的音频电路。第 5 章通过“拍手”继电器的设计制作,加深对数字电路的理解。最后的第 6 章,作为面向机器人竞赛的机械电子电路,将挑战光传感器和 DC 电动机/无线电控制伺服的驱动电路,并进行红外线 DTMF 遥控的制作。

读完本书后,读者将可以掌握实现电子制作的环境,即利用适当的材料进行基本电子制作的方法,以及利用可调稳压电源、可控音频信号的放大器和监控的测量仪表,设计出能够准确工作的数字电路的方法,并且能够应用光传感器和伺服电动机驱动电路等设计制作出面向机器人的基本电路。下面,让我们开始电子制作吧!

关于本书的内容,欢迎登录 <http://machidapc.maizuru-ct.ac.jp/imakara/> 进行查询。

町田秀和

2006 年 3 月



目 录

第 1 章 电子制作前的准备工作	1
1.1 电子制作的魅力	2
1.2 制作前的准备	3
1.2.1 工 具	3
1.2.2 测量装置	15
1.2.3 工作台	20
1.3 各种电子元器件的基础知识	21
1.3.1 电 阻	21
1.3.2 电容器	26
1.3.3 二极管	28
1.3.4 晶体管	30
1.3.5 运算放大器	33
1.3.6 数字 IC	34
1.3.7 输入输出	37
1.3.8 布线材料	39
1.4 电路图的制作	41
1.5 印制电路板的制作与焊接	43
1.5.1 通用基板	43
1.5.2 元器件配置与实际布线图	43
1.5.3 印制电路板的制作方法	45
1.6 机壳的加工	48
【专 栏】 切削速度	53
第 2 章 电与电子电路的基础	55
2.1 电的概念	56
2.1.1 原子的结构和电的传导方法	56
2.1.2 三大优点	58
2.1.3 电气工程	60



2.2 电阻、电容器及线圈的性质	61
2.2.1 电阻的性质	61
2.2.2 电容器和线圈的性质	65
2.3 交流欧姆定律	68
2.3.1 交流信号的基础	68
2.3.2 电抗与交流欧姆定律	74
2.3.3 阻 抗	76
2.3.4 共振现象	77
2.4 基尔霍夫定律和戴维南定律	78
2.4.1 基尔霍夫定律	78
2.4.2 回路内电压和电流的计算方法	79
2.4.3 惠斯通电桥	81
【专 栏】 求合成电阻的各种方法	85
2.4.4 叠加原理	85
2.4.5 戴维南定律——电动势与内阻	86
2.4.6 最大功率定理与匹配	87
【专 栏】 新旧电池混合使用时发热的原因	88
2.5 控制工程基础	88
2.5.1 框图与传输函数	88
2.5.2 时间响应(时间常数)和频率响应(截止频率) ...	91
2.5.3 反馈的作用	93
2.5.4 稳定性的考虑方法	94
 第3章 一切从电源开始	 97
3.1 二极管与晶体管	98
3.1.1 P型半导体和N型半导体	98
3.1.2 二极管的基本工作	99
3.1.3 晶体管的基本工作	102
3.2 光通量可调LED灯	106
3.2.1 LED的并联/串联发光	107
3.2.2 稳压电路与恒流电路	108
3.2.3 光通量可调LED灯的设计制作	110
3.3 电压可调稳压电源的设计制作	120
3.3.1 变压器与整流电路	120
3.3.2 使用AC适配器效果差的原因	123



3.3.3	9V AC 适配器用可调稳压电源的设计制作	124
3.3.4	高精度 0~15V 可调稳压电源的设计制作	127
3.4	三端调节器的应用电路	131
3.4.1	三端调节器的基本电路	131
3.4.2	大电流的取出	132
3.4.3	其他应用电路	133
第 4 章 引人入胜的音响		135
4.1	运算放大器	136
4.1.1	基本的放大电路——发射极接地放大电路	136
【专 栏】	米勒效应	141
	单管话筒放大器	141
4.1.2	运算放大器的内部电路	142
4.1.3	理想运算放大器与同相/反相放大电路	143
4.1.4	各种运算电路	146
4.2	话筒音量调节放大器的设计制作	147
4.2.1	话筒音量调节器	147
4.2.2	电路说明	148
4.2.3	硬件(电路)的制作	152
4.3	VU/功率计的设计制作	153
4.3.1	AGC 压缩式 VU 计	153
4.3.2	基于电流缓冲放大器驱动的 VU/功率计	155
4.4	基于运算放大器和 MOS-FET 的耳机放大器的设计制作	159
4.4.1	耳机放大器用正负稳压电源	159
4.4.2	耳机放大器的设计	161
第 5 章 丰富多彩的数字电路		169
5.1	数字 IC	170
5.1.1	逻辑电路基础	170
5.1.2	布尔代数	174
5.1.3	组合电路的设计	176
【专 栏】	NAND 最快	180
5.1.4	顺序电路的设计	183
【专 栏】	颤动的消除	184



5.2 电子发光装置和电烙铁用功率控制器的设计制作	191
5.2.1 电子发光装置	191
5.2.2 电烙铁用功率控制器	196
5.3 夜间装饰彩灯的设计制作	199
5.4 “拍手”继电器的设计制作	201
5.4.1 状态转换图和表	201
5.4.2 “拍手”继电器的同步电路	203
5.4.3 “拍手”继电器工作的确认	206
第 6 章 机器人竞赛中的实用电路	209
6.1 机器人竞赛介绍	210
6.1.1 机器人竞赛与 PBL	210
6.1.2 各种机器人竞赛	211
6.2 线路传感器和轨道车的设计制作	212
6.3 DC 电动机正反转速度控制电路的设计制作 ...	215
6.3.1 基于拨动开关的机械性正反转切换	216
6.3.2 基于 MOS-FET 的单向旋转电动机驱动的 基本电路	216
6.3.3 基于 MOS-FET 的 CMOS 结构 H 电桥电动机 正反转电路	218
6.3.4 基于光耦合器的正反转电路的驱动	221
6.3.5 小 结	223
6.4 无线电控制伺服电动机的设计制作	224
6.5 红外线 DTMF 遥控的设计制作	227
参考文献	235

第 1 章

电子制作前的 准备工作



工具与环境的调整

大多数在义务教育阶段，学习过“技术、家政课”的学生都接触过电子制作，可能也使用过电烙铁进行焊接。但在有限的课时里，很难进一步掌握“电子制作”的方法。本章将介绍添加了新内容后的“电子制作法”。



1.1 电子制作的魅力

电子制作以其自身的魅力受到了众多爱好者的青睐。电子制作能够解决问题的范围很宽泛,极大地刺激了人们探索的好奇心。

● 制 作

不管怎样的电路构成,都需要各种制作技术。将电路实用化时,制作者能够感受到成功的喜悦。

● 理 论

学习了电子技术知识后,只有通过实际的制作、验证,才能感觉到真正掌握了理论。

● 独创性

自己可以亲手制作出市场上没有的产品,或者其性能更适合自己的制品。

● 充分利用 IT 技术

借助计算机已经成为很自然的事情。利用互联网不仅可以获取信息,或者通过软件制作电路图和印制电路板图案,还能够利用模拟器进行测量,进而可以在计算机的程序设计、IC 的电路合成等非常广的范围内充分利用它。

电子制作应按照以下顺序进行:

- ① 构思(计划、调查)。
- ② 设计(绘制电路图、计算)。
- ③ 准备元器件(制作元器件表、购买)。
- ④ 制作印制电路板(绘制图案、腐蚀)。
- ⑤ 焊接(安装元器件、布线)。
- ⑥ 加工机壳(安装零部件、布线)。
- ⑦ 检测(测量、解析)。
- ⑧ 评价(实用)。

实际上,这些工作的前后顺序并非绝对的。例如,本书中制作电动机驱动电路的顺序如下所述。

利用电子元器件公司的 Web 寻找所使用的元器件,函购(③)。然后,仔细深入查阅资料和文献,理解计算式并利用计算机软件或手工进行计算,多次确认后,画出电路图(①、②)。然后在通用基板上焊接、组装,利用万用表进行导通确认。如果没有问题,就接入控制电路部分的电源。指示灯点亮了,表明输出信号正确。于是接入电动机驱动部分的电源。“奇怪,有异常味道,冒烟了!”,电源电流表指示的



电流达到 2A 以上了。危险,切断开关!经检查,原来是引线碰到晶体管上,发热而引起冒烟的。

哪里出问题了呢?降低电动机电源的电压,再次接入电源。用示波器检查晶体管的输入波形,波形在晃动,什么原因呢?茫然了。用放大镜仔细一瞧,哎呀!终于弄明白了,原来焊接时在一处出现了虚焊现象。再次用万用表确认,仍然不通。原来是在确认时,万用表表笔的使用方法不对。

于是再一次重新焊接,然后确认,导通了。这样,第三次接入电动机电源。这时各部分的电压都示出正确的数值。按下 PWM 输入信号发生电路的启动开关,电动机慢慢地开始转动起来了。可以放心了。将电动机电源的电压慢慢升高到设定的电压后,也能够流畅地切换转动方向和进行速度调节。切断启动开关制动后,立即停止转动了。这表明性能非常好。

然后开始制作印制电路板。这时应该特别注意刚才出现问题的地方。另外,在组装机器人之类的内部时,应该尽量使其模块化,并采用外接保险丝。在加工机壳时需要注意这个问题,动些脑筋。

在制作过程中总会出现错误或失败,甚至出现连电动机也转动不了的简单问题。所以,要把问题逐一地解决。没有经过认真的不懈的努力也就享受不了出色地完成时的喜悦心情。

通过不断地实践积累,逐渐丰富了电子制作的知识和经验,就会产生进行新的电子制作的欲望。进行电子制作首先必须创造良好的制作环境。下一节介绍准备制作环境的要点,请仔细、认真地学习领会。



1.2 制作前的准备

电子制作中要进行各种作业,针对不同的目的要使用恰当的工具,才能够优质、高效地完成工作。而且为了进行实验和性能评价,可靠的电源和测量装置也是不可缺少的。

这里首先介绍各种工具和测量装置,最后示出一例工作台。



1.2.1 工 具

1. 焊接作业中使用的工具

● 烙铁和焊锡

固定电子元器件时,基本上采用焊接的方法。机械制造中,有一种“钎焊”作业,



它利用“钎液在金属表面浸润,并使其凝固”这种非常微妙的现象。这种作业中,为了准确感觉温度和浸润的程度,掌握“烙铁头的技能”是非常重要的。

在电子制作中,如图 1.1 所示,使用功率为 15~30W 的小型烙铁就足够了。可能的话,最好使用寿命长、绝缘性能好的陶瓷加热器,选用电镀的烙铁头。烙铁头有损耗时应及时更换。

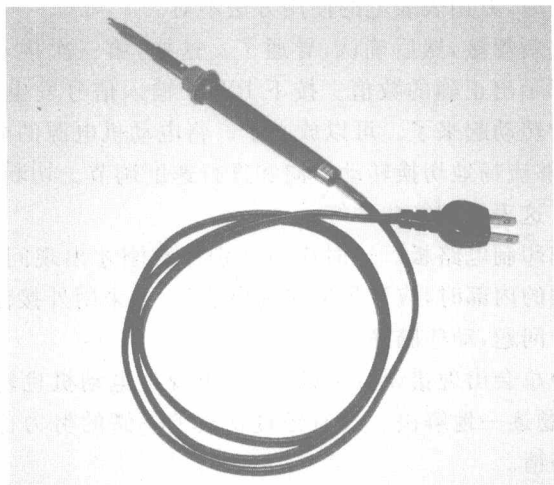


图 1.1 电烙铁

焊锡是一种低熔点的合金,过去采用锡(Sn)占 60%(熔点 232℃)、铅(Pb)占 40%(熔点 327℃)的合金,由于共晶现象使熔点降低到 183℃,而成为“共晶焊锡”。最近,从环境保护角度考虑,开始改用“无铅焊锡”(例如:锡(Sn)占 96.5%,银(Ag)占 3%,铜(Cu)占 0.5%,熔点为 217℃)。但是,无铅焊锡尚有不利的地方,如“温度约高 40℃”、“由于锡多,烙铁头的吃锡量大”、“延展性差”、“凝固速度慢”、“价格高”等,现在仍然在不断改进中。制作时,使用图 1.2 所示的内有焊油的、细的(约 $\phi 1\text{mm}$)共晶焊锡。现在已经不怎么使用延展性好的“助溶膏”。

铅的烟气有毒性,所以在进行焊接作业时要注意通风换气,工作结束后要洗手。

● 烙铁架

焊接是一种非常细致的作业,因而烙铁的管理也很重要。应该准备如图 1.3 所示的用金属制的、带有海绵清除盒的牢固的“烙铁架”。烙铁的温度大约在 400℃左右,如果用玻璃烟灰缸之类代替烙铁架,由于热传导性能差,很容易发生爆裂的现象。使用充分吸水的海绵清洁烙铁头很方便。作业结束后,为了防止生锈,要将海绵取出,洗掉污物后放置在别处使其干燥。

还有能够控制功率以调整烙铁温度的烙铁架。也可以参考 5.2 节中“用固态电路继电器的功率控制”自己制作。

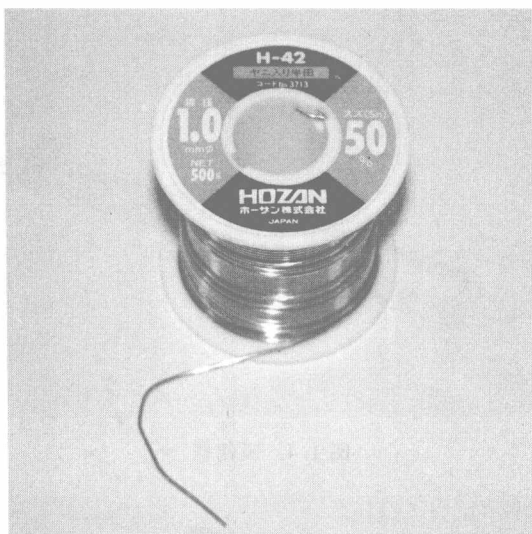


图 1.2 焊 锡

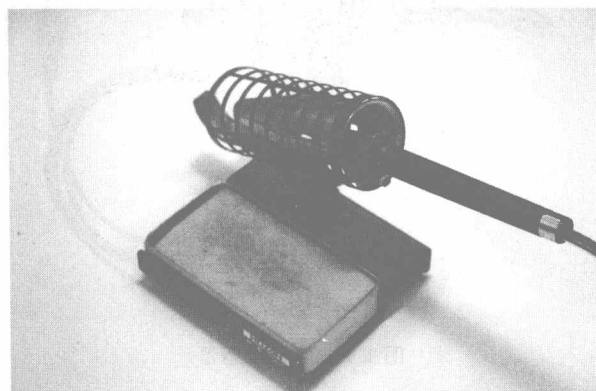


图 1.3 烙铁架

● 吸锡器

在焊接效果不好的情况下,往往需要除去焊锡,重新焊接。这时可以使用图 1.4 所示的吸锡器。这是一种手动形式的泵,摁进活塞后就被锁住,按下按钮,锁就被解除,在弹簧力作用下产生吸引力。

图 1.5 示出的是一种价格稍高些的手枪式电动吸锡器。它是将加热器与电动真空泵设计为一体,可以方便、有效地除去焊锡。

更简单的方法是使用能够吸锡的线,如图 1.6 所示。这是一种浸泡有焊剂的编织状的铜线,利用毛细现象有效地吸除焊锡。在焊接管脚间距非常小的 IC 时,在有意识采用搭桥式焊接后,可以利用吸锡线除去不需要的焊锡。

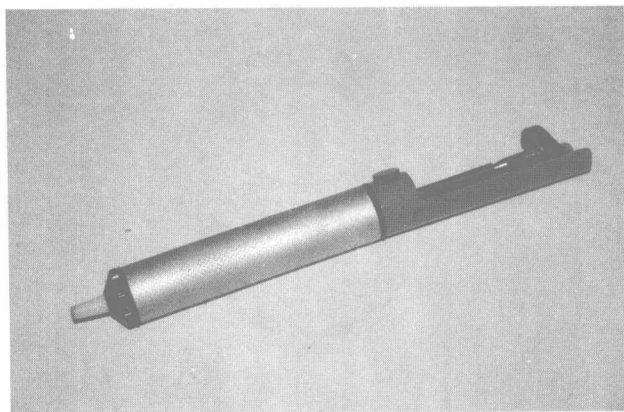


图 1.4 吸锡器

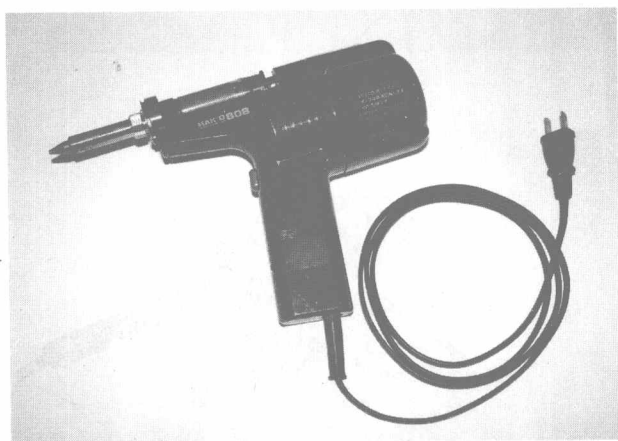


图 1.5 电动吸锡器

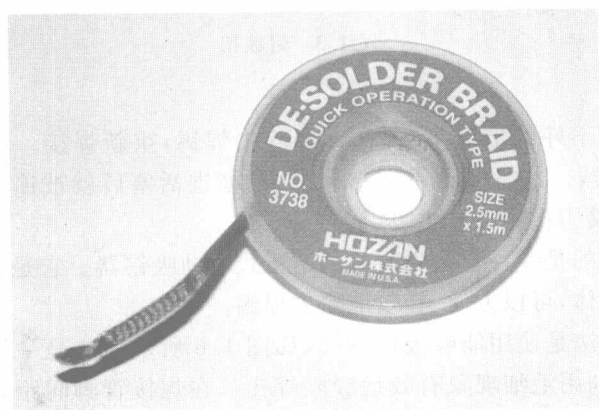


图 1.6 吸锡线



● 剪 钳

图 1.7 所示的剪钳用于剪断元器件的引线或者剥离被覆线。最好使用小型的剪钳,刀刃要薄,刀刃的齿合应该严密。剪钳使用的频度很高,所以应该尽量选购优质产品。当需要剪粗线、硬线,或者剪断铝板、丙稀板时,小型剪钳的前端很容易损坏,这时应该使用大型剪钳。作业结束后,要用浸有缝纫机油的布清洁剪刀,以防止生锈。



图 1.7 剪 钳

● 扁嘴钳

图 1.8 所示的扁嘴钳主要用于弯曲元器件的引线或金属片(成形加工)。也可用于固定小尺寸螺帽,或者用刃部剪线。

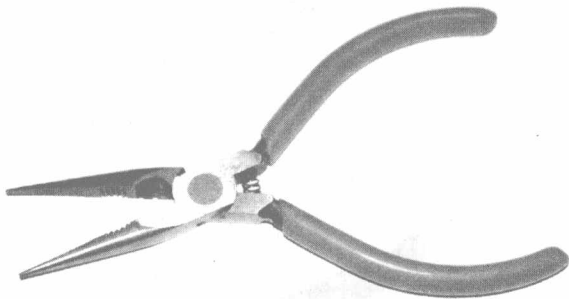


图 1.8 扁嘴钳

● 镊 子

焊接时,由于部件和导线温度相当高,所以要用图 1.9 所示的镊子挟住。用小巧的镊子处理时非常灵活。但是由于它的挟持力不强,所以不能像无线电钳那样用来进行成形加工。它不像剪钳和无线电钳那样具有绝缘套管,所以必须注意不



要触电和引起短路。

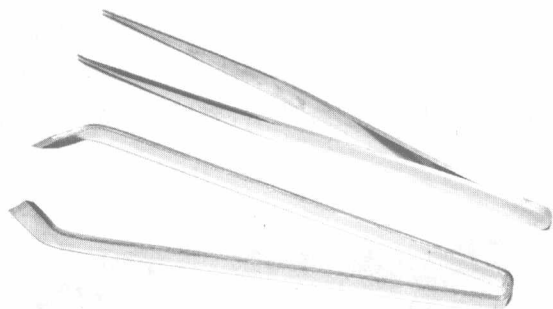


图 1.9 镊子

● 剥线钳

用剪钳或无线电钳可以剥离被覆线。不过如果使用图 1.10 所示的手动式剥线钳,由于设有与导线直径相对应的槽口,因此能够干净利落地剥离被覆物。另外,还有如图 1.11 所示的能够同时剥离和保留被覆线的半自动式剥线钳,以及图 1.12 所示的专门用于剥离极细的被覆单股线的剥线钳。

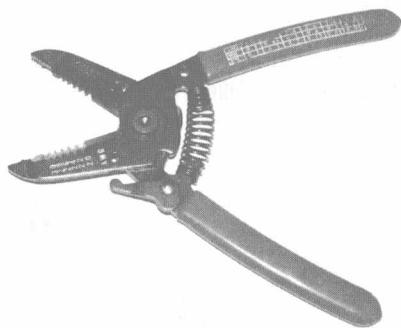


图 1.10 手动式剥线钳

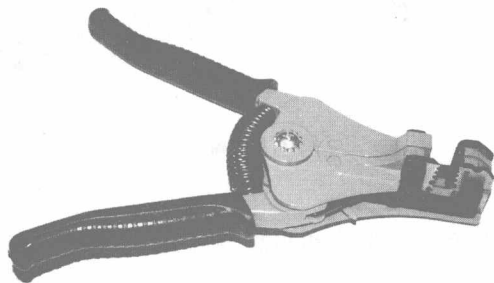


图 1.11 半自动式剥线钳