

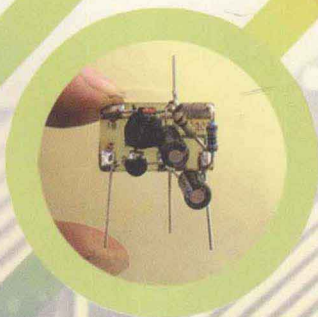
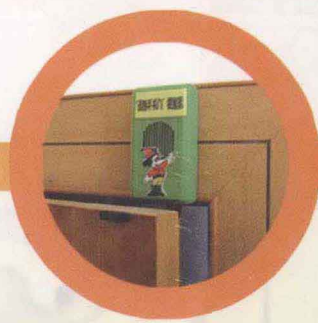


将电子制作的全过程

亲手展现给你

电子制作 我想我做

张晓东 著



海峡出版发行集团
THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP

福建科学技术出版社
FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

The cover features several decorative elements consisting of concentric circles. A large, central circle with a textured, metallic appearance is positioned behind the main title. Three smaller, solid black concentric circles are located in the corners: top-left, top-right, and bottom-left.

电子制作 我想我做

张晓东 著



海峡出版发行集团 | 福建科学技术出版社
THE STRAITS PUBLISHING & DISTRIBUTING GROUP | FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

电子制作我想我做/张晓东著. —福州: 福建科学技术出版社, 2012. 6

ISBN 978-7-5335-4013-5

I. ①电… II. ①张… III. ①电子器件—制作 IV.
①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 027904 号

书 名	电子制作我想我做
著 者	张晓东
出版发行	海峡出版发行集团 福建科学技术出版社
社 址	福州市东水路 76 号 (邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	福建新华发行 (集团) 有限责任公司
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	福建二新华印刷有限公司
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张	13
字 数	323 千字
版 次	2012 年 6 月第 1 版
印 次	2012 年 6 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5335-4013-5
定 价	26.00 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前言

电子制作是学习电子技术的有效途径和重要环节，是广大青少年电子爱好者的迫切需求。本书是一本指导电子制作的实用入门图书，它“手把手”地教初学者在业余条件下制作出实用电子小装置。可以这样说，从来没有学习过电子技术和接触过电子制作的初学者，只要按照本书所讲的去做，短时间内就能够做出自己喜欢的实用电子小作品来。

本书融知识性、实践性、趣味性、实用性和启发性为一体，通过大量照片，直观、真实地反映元器件外形、工具操作和制作过程等，让读者“亲眼”看到一个个生动有趣的电子作品是如何动手做出来的！

在这本书里，读者可以了解到一个个电子创意作品的电路原理、制作方法，还可以了解到它们是如何满足生活的需要，是如何应用到生活中去的。所以，本书是对电子制作过程的完全的展示。

本书中的制作实例全部是作者近 20 多年来的个人创作，部分作品在《无线电》《电子世界》《北京电子报》《家用电器》《电子制作》《发明与创新·中学时代》《家庭电子》等报刊发表后，受到读者的广泛欢迎，并被有些厂家直接采用开发出了新产品。在此，作者声明，他人未经作者同意，不得抄袭本书文章。

参加本书编写的人员还有张汉林、苟淑珍、李凤、张爱迪、陈新宇、张益铭。在此谨向所有关心、支持本书出版的同志一并表示衷心的感谢！由于作者水平有限，书中难免有错误与不妥之处，恳请广大读者提出意见、建议和批评，以便再次修订时使本书臻于完善。本人 E-mail: zxd-dz@tom.com。

愿本书能够成为广大初学者和青少年电子爱好者“动手做”的知心朋友，为他们初学入门、尽快步入电子殿堂提供有效的帮助！

张晓东

目 录

基础篇

一、电子制作常用工具	(1)	(一) 指针式万用表	(14)
(一) 镊子	(1)	(二) 数字式万用表	(18)
(二) 锥子	(2)	三、常用电子元器件	(22)
(三) 钢板尺	(2)	(一) 电阻器	(22)
(四) 刀子	(2)	(二) 电容器	(28)
(五) 剪刀	(3)	(三) 电感器	(34)
(六) 螺丝刀	(3)	(四) 晶体二极管	(40)
(七) 尖嘴钳	(4)	(五) 晶体三极管	(47)
(八) 偏口钳	(5)	(六) 集成电路	(54)
(九) 钢丝钳	(5)	四、电子制作基本技能	(57)
(十) 剥线钳	(6)	(一) 必备的焊接技术	(57)
(十一) 小型台钳	(6)	(二) 制作印制电路板	(62)
(十二) 手钢锯	(7)	(三) 元器件的安装	(65)
(十三) 小钢锉	(8)	(四) “洞洞板”的用法	 (67)
(十四) 锤子	(9)	(五) 实用制作技巧	(70)
(十五) 热熔胶枪	(9)	五、安全用电常识	(74)
(十六) 手电钻	(9)	(一) 人为什么会触电	(74)
(十七) 测电笔	(10)	(二) 安全用电措施	(75)
(十八) 电烙铁	(12)		
二、万用表的使用	(13)		

实战篇

一、太阳能庭院灯	(80)	八、家用婴儿监听器	(118)
二、会叫的“小老虎”玩具	(85)	九、手电筒光遥控交流开关	(124)
三、会迎客的卡通“小龙”	(92)	十、“请随手关门”提醒器	(131)
四、会说话的“金猪”储钱罐	 (98)	十一、门窗群防盗报警器	(137)
五、留声贺卡	(103)	十二、断丝防盗报警器	(144)
六、便携式电子驱蚊器	(110)	十三、小小多用报警卡	(147)
七、婴儿尿湿报警器	(114)	十四、过压、漏电双功能断路器	 (153)

十五、多功能测电笔	(157)
-----------------	-------

方案篇

一、发光型壁开关	(163)	十三、调压、音乐彩灯两用控制器	(187)
二、微型吊扇延时开关	(164)	十四、拥军乐曲光荣灯笼	(189)
三、老人多用途报警手杖	(165)	十五、地震声光报警器	(190)
四、双功能语音门铃	(168)	十六、“一碰即响”的防盗器	(192)
五、声控式语音报时钟	(170)	十七、储藏室门被撬报警器 ...	(194)
六、小型消毒液发生器	(172)	十八、“楔子”式房门报警器	(196)
七、人体疲劳测试器	(175)	十九、家电漏电报警插座	(197)
八、读写坐姿不良提醒器	(177)	二十、低电压测电笔	(199)
九、家用音乐电疗器	(179)	二十一、停电“自锁”节能开关 ...	(201)
十、“雨滴声”催眠器	(181)		
十一、能录能放的“小猪猪”	(183)		
十二、趣味“套圈”游戏器 ...	(185)		

基础篇

一、电子制作常用工具

电子制作常用的工具可分为扳件加工、安装焊接和检测调试三大类。扳件加工类工具主要有锥子、钢板尺、刻刀、螺丝刀、钢丝钳、小型台钳、手钢锯、小钢锉、锤子、手电钻等；安装焊接类工具主要有镊子、铅笔刀、剪刀、尖嘴钳、偏口钳、剥线钳、热熔胶枪、电烙铁等；检测调试类工具主要有测电笔、万用表等。

（一）镊子

镊子是电子爱好者最常用的一种工具，有直头镊子和弯头镊子两种，如图 1.1.1 所示。

电子元器件大多比较细小，装配的空间也常常比较狭小，这时，镊子就是手指的延伸，如图 1.1.2 (a) 所示。

镊子还可用于焊接电子器件时帮助散热。比如在焊接晶体二极管和晶体三极管时，为了保护器件不因高温而损坏，可按图 1.1.2 (b) 所示，用镊子夹住管脚上方，帮助散热。

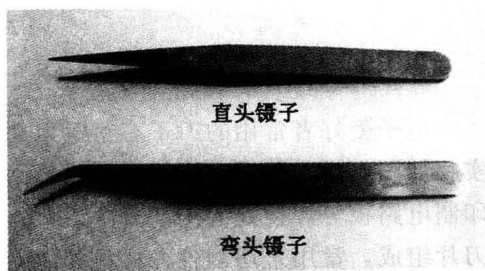
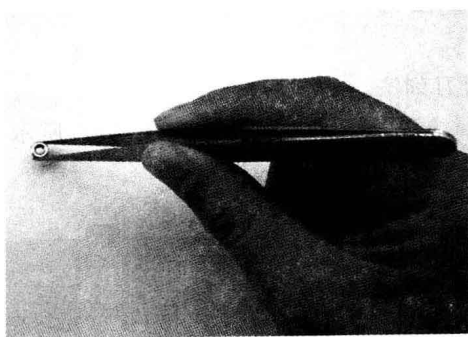
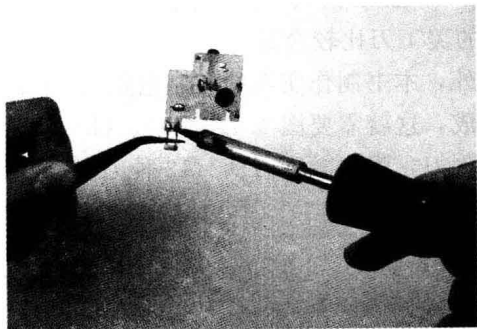


图 1.1.1 镊子



(a) 安装时夹持小件



(b) 焊接时帮助散热

图 1.1.2 镊子的用法

镊子应选用不锈钢材质的，要求弹性好、尖头吻合良好，总长度 110~130mm 为宜。医用小镊子用起来效果也挺不错。

(二) 锥子

锥子主要用来在纸板或薄胶木板上扎孔，或穿透电路板上被焊锡堵塞的元器件插孔等。常见的锥子有塑料柄、木柄和金属柄几种，如图 1.1.3 所示，其中金属柄的锥头可以更换。

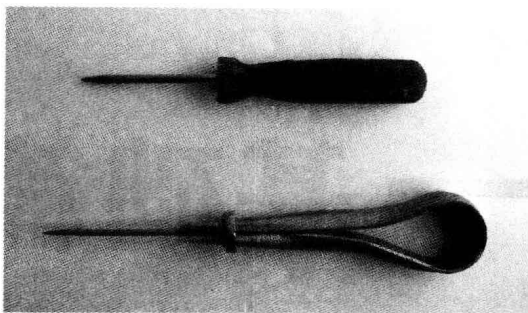


图 1.1.3 锥子

(三) 钢板尺

钢板尺的实物如图 1.1.4 所示，尺面上刻有尺寸刻线，最小尺寸刻度线为 0.5mm，其长度规格有 150、300、500、1000mm 等。电子爱好者选购 150mm 或 300mm 的比较合适。钢板尺主要用来量取尺寸、测量元器件尺寸，也可以作为划直线的导向工具。由于常见钢板尺采用不锈钢材料制成，所以也称不锈钢直尺。

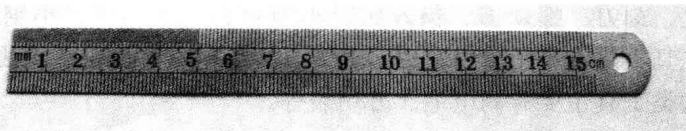


图 1.1.4 钢板尺

(四) 刀子

电子爱好者常用的刀子有铅笔刀和美工刀两种，其实物如图 1.1.5 所示。铅笔刀可用来刮净元器件引线或印制电路板等焊接处。美工刀由刀架、可更换和伸缩的刀片组成，常用来切割各种材料和清除电路板、装置外壳等加工后出现的毛边。

铅笔刀选购学生用普通小铅笔刀即可。美工刀有多种规格，一般以刀片的长度表示，选择刀片长度为 80mm 的美工刀比较合适。

另外，本书制作实例的印制电路板全部采用刀刻法加工而成，这就需要图 1.1.6 (a)、(b) 所示的木刻刀或石刻刀。图 1.1.6 (c) 所示为多功能套装刻刀，配有 3 种刀柄、13 种刀头，使用起来特别方便。

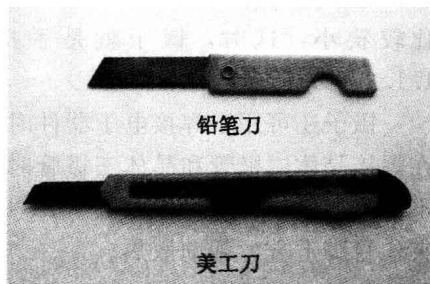
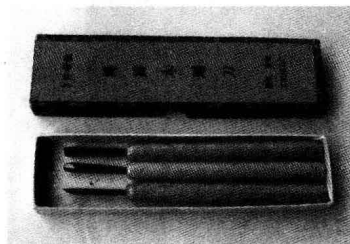
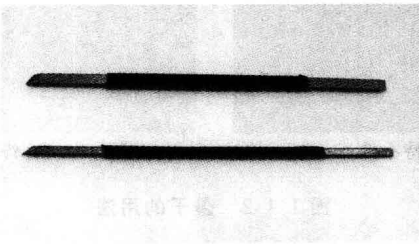


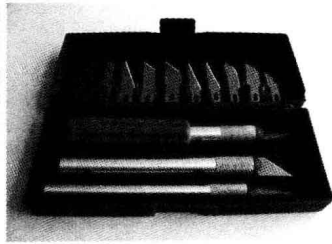
图 1.1.5 刀子



(a) 木刻刀



(b) 石刻刀



(c) 多功能套装刻刀

图 1.1.6 刻刀

(五) 剪刀

剪刀是常用工具，其实物如图 1.1.7 所示。在电子装配中，剪刀主要用来剪切各种导线、细小的元器件引脚及套管、绝缘纸、绝缘板等。使用比较熟练后，也可以用它来剥除导线的绝缘皮，起剥线钳的作用。

建议读者选用图 1.1.7 (b) 所示的优质“钢线剪刀”，其刀口锋利并带有防滑牙，手柄带有使刀口自动张开的弹簧和关闭刀口的挂钩，可轻松剪切 2mm 厚的铁皮，省力自如，是电子制作中非常得力的助手。



(a) 普通剪刀 (b) 钢线剪刀

图 1.1.7 剪刀

(六) 螺丝刀

螺丝刀又叫改锥或螺丝起子，是电子爱好者最常用的一种工具。螺丝刀由柄、杆、头三部分组成。它种类很多，按柄部材料的不同，可分为木柄螺丝刀、塑料柄螺丝刀等；按头部形状的不同，可分为“一”字形和“十”字形螺丝刀两种，分别用以拧动不同槽型的螺钉。其实物如图 1.1.8 所示。

使用大螺丝刀时，按图 1.1.9 (a) 所示，右手手掌要顶住柄的末端，用右手的拇指、食指及其他 3 指紧紧握住螺丝刀柄，这样才能使出较大的力气。使用小螺丝刀时，一般不需要使太大的力气，可按图 1.1.9 (b) 所示操作。

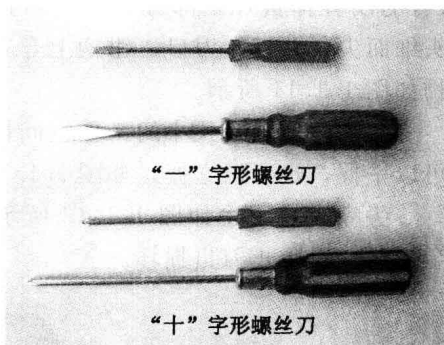
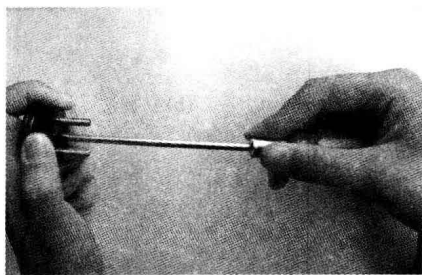


图 1.1.8 螺丝刀



(a) 操作大螺丝刀

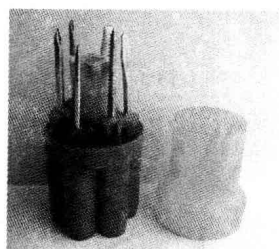


(b) 操作小螺丝刀

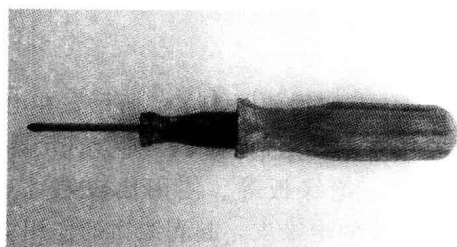
图 1.1.9 螺丝刀的持法

使用螺丝刀时要注意，应根据螺钉的大小，选用合适的螺丝刀。螺丝刀的刃口要与螺钉槽相吻合，不要凑合使用，以免损坏刀口或螺钉。操作时螺丝刀杆要与螺钉帽的平面相垂直，不要倾斜。“一”字形的螺丝刀刀口不平时，可用砂轮或粗石打磨。“十”字形螺丝刀刀口若磨损，可用钢锉锉好。此外，不要将螺丝刀当凿子用。

选购螺丝刀时，不妨购买图 1.1.10 所示的套装件。它配有多种规格的旋具和一把塑料大手柄，大手柄可套在各种旋具的小手柄上，使用起来更为省力。它所配的一把钻孔用尖头锥子和一把开螺纹孔的旋具，在电子制作中很有用。



(a) 外形



(b) 加长手柄

图 1.1.10 套装螺丝刀

(七) 尖嘴钳

尖嘴钳由钳头、钳柄和用来使尖嘴钳自动张开的弹簧(有的没有弹簧)三部分构成。和其他钳子相比,它的钳头细而尖,并带有刀口,钳柄上套有绝缘套。尖嘴钳的实物如图 1.1.11 所示。

尖嘴钳适合在狭小的工作空间操作。尖嘴钳在使用时可以平握,也可以立握,如图 1.1.12 所示。

尖嘴钳的用途如图 1.1.13 所示,但它不能剪较粗的金属丝,以防止刀口损坏。

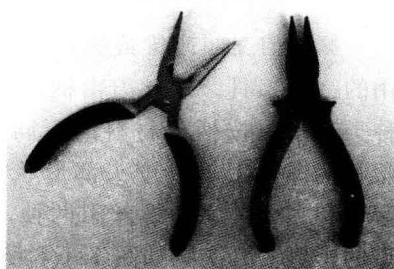
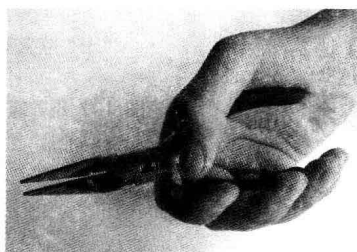


图 1.1.11 尖嘴钳

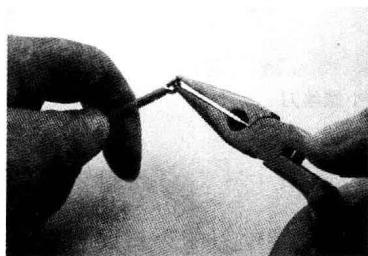


(a) 平握法

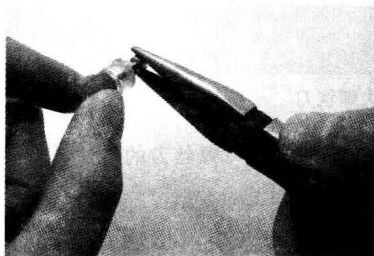


(b) 立握法

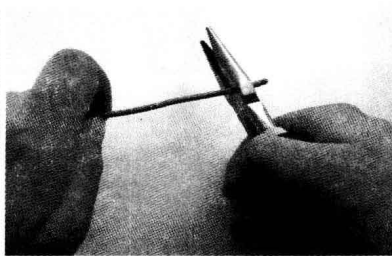
图 1.1.12 尖嘴钳的握法



(a) 折弯金属线



(b) 夹持小零件



(c) 剪断硬电线或细金属丝

图 1.1.13 尖嘴钳的用法

读者如能搞到图 1.1.14 所示的医用直头手术钳,则在许多情况下用起来比尖嘴钳还要方便。这种直头手术钳不但具有很好的夹持力,而且具有夹紧保持功能,在焊接小元器件和拆卸电子装置时非常有用。

(八) 偏口钳

偏口钳又叫桃口钳或斜口钳，它由钳头、钳柄和弹簧构成，实物如图 1.1.15 所示。偏口钳的刀口和钳头的一侧基本上在同一个平面上。偏口钳的主要功能跟剪刀差不多，用于剪切，但由于它的刀口比较短和厚，所以可以用来剪切比较坚硬的元件引脚和较粗的连接线等。有的偏口钳刀口处还有小缺口，专门用来剥电线外皮。

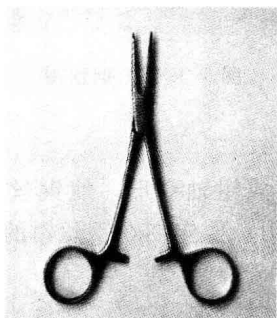


图 1.1.14 直头手术钳

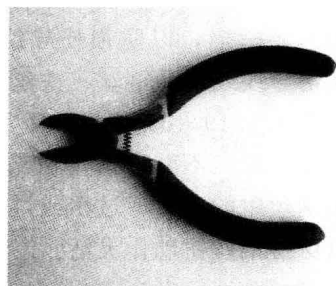
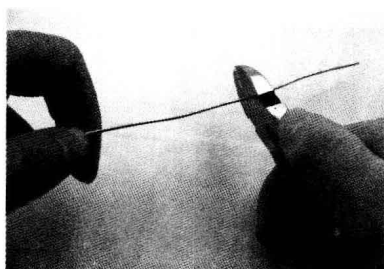
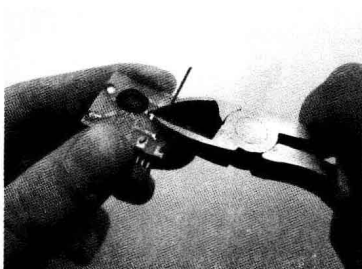


图 1.1.15 偏口钳

偏口钳的用途和用法如图 1.1.16 所示。在用于剥导线的绝缘外皮时，要控制好刀口咬合力度，既要咬住绝缘外皮，又不会伤及绝缘层内的金属线芯。使用时要注意不能用来剪硬度较大的金属丝，以防止钳头变形或断裂。



(a) 剪断细金属丝



(b) 修剪多余线头



(c) 剥掉导线外皮

图 1.1.16 偏口钳的用法

优质的剪刀或普通的指甲刀也可用来代替偏口钳，效果也不错。图 1.1.17 所示的指甲刀，用它修剪电路板焊接后多余的线头时，感觉会非常顺手。事实上，在制作中，偏口钳可以不用，但指甲刀却是必备的小工具。



图 1.1.17 普通指甲刀

(九) 钢丝钳

钢丝钳又叫平口钳，由钳头、钳柄两部分组成，如图 1.1.18 所示。钳头由钳口、齿口、刀口及铡口 4 部分组成，钳柄上套有耐压 500V 的绝缘套。

钢丝钳功能较多，可以夹持、弯扭和剪切金属薄板，剪断较粗的金属线，还可以用来剥去导线的绝缘外皮，拧动螺母，起钉子等。使用时用右手握住钳柄，根据需要分别使用钳头

的4个部位；钳口用来夹持导线线头、弯绞导线及金属丝，见图1.1.19(a)；齿口用来紧固或起松螺母，见图1.1.19(b)；刀口用来剪切导线及金属丝，剖切并勒下软导线线头的绝缘层，见图1.1.19(c)，使用时要使导线或金属丝与刀口平面相垂直，在剪断金属丝或导线时用力要猛，在咬切、勒掉导线线头的绝缘外皮时用力要适当，以防损伤导线的芯线；侧口用来侧切导线线芯和钢丝、铁丝等较硬的金属丝，见图1.1.19(d)。

使用时要注意，不要用钢丝钳敲击金属物，否则会造成钳轴变形，使钢丝钳动作不灵活；不要用钢丝钳的刀口剪过粗或过硬的钢丝，以防止卷刃。要定期在钢丝钳的钳轴处注入润滑油，以保持钢丝钳动作灵活。

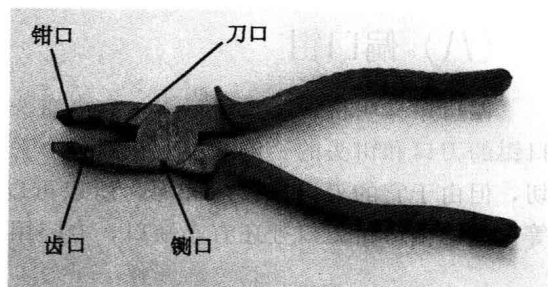
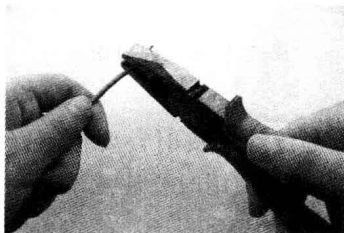
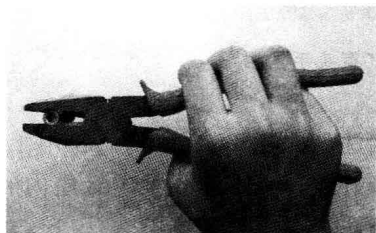


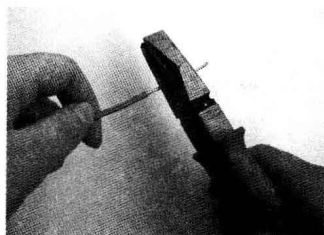
图 1.1.18 钢丝钳



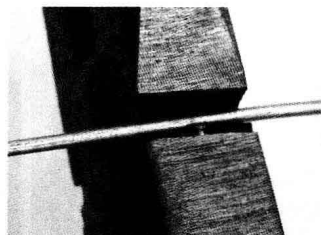
(a) 弯绞电线



(b) 扳旋螺母



(c) 切割电线



(d) 侧切钢丝

图 1.1.19 钢丝钳的用法

(十) 剥线钳

剥线钳是专门用于剥除电线端部绝缘层的工具，如图1.1.20(a)所示。剥线钳主要由钳头和手柄组成，结构较复杂。图1.1.20(a)左边的剥线钳，钳头刀口处有口径为0.5~3mm的多个切口，使用时应根据导线直径选择合适的切口。图1.1.20(a)右边的剥线钳，钳头刀口不带可供选择的切口，但有剥线头长度显示和剪切电线的刀口，使用更为方便。

使用剥线钳时，用右手握住钳柄，按图1.1.20(b)、(c)所示进行操作。在使用图1.1.20(a)左边的剥线钳时还要注意，所选择的切口直径要稍大于线芯直径。如果切口的直径小于线芯直径，就会切伤芯线，剥线钳也会受到损伤。

(十一) 小型台钳

对电子爱好者来说，台钳并不是必备的工具。但拥有一台如图1.1.21所示的可在工作

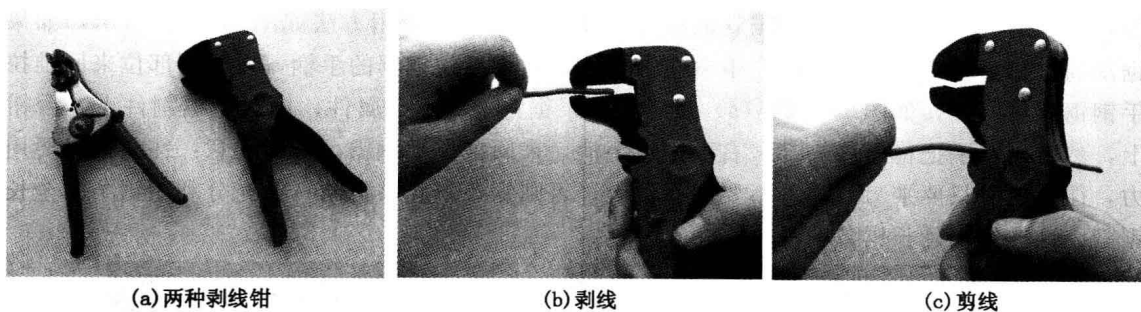


图 1.1.20 剥线钳及其用法

台边沿或木凳子上卡固的小型台钳（也叫桌虎钳），用来夹紧各种加工件，以便割锯、锉削和打孔等，会让制作过程得心应手。这种小型台钳附有小铁砧，可用锤子在它上面敲打小金属板、砸铆钉等。但不可在它上面敲击大体积的工件，否则台钳中的丝杠容易被砸弯，钳口也容易被砸坏。

还有一种专门为精密作业而制的吸附式小型台钳如图 1.1.22 所示。吸附式小型台钳可夹持最大 40mm 的工件，其橡胶吸盘底座可以很牢固地将台钳吸附在玻璃桌面等光滑的台面上，安装和拆卸都很容易。该类台钳专门用于夹固线路板和小零件等，以方便电子制作中的焊接和拆卸。

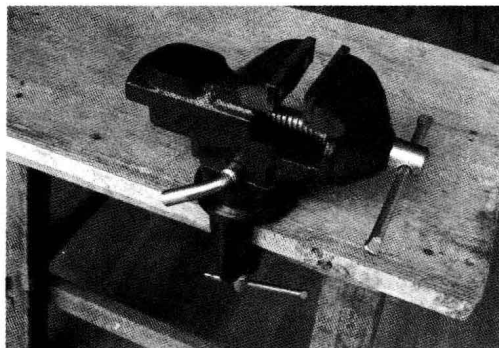


图 1.1.21 小型台钳

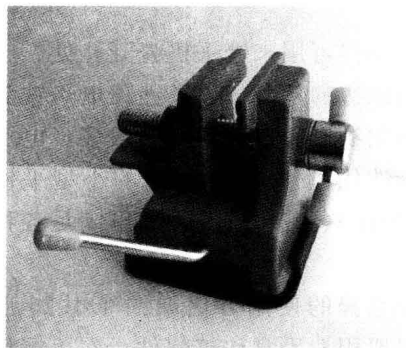


图 1.1.22 吸附式小型台钳

（十二）手钢锯

手钢锯主要由锯弓、锯条和手柄组成，如图 1.1.23 所示。锯弓通常是活动的，可以配用 200、250、300mm 长的锯条。在锯弓上安装锯条时，锯齿尖端要朝前方，否则操作起来很困难；锯条的松紧要合适，一般以两个手指能把紧固锯条的元宝螺母拧紧为度。

在电子制作中，手钢锯一般只用来锯割各种体积不大的金属板或电路板

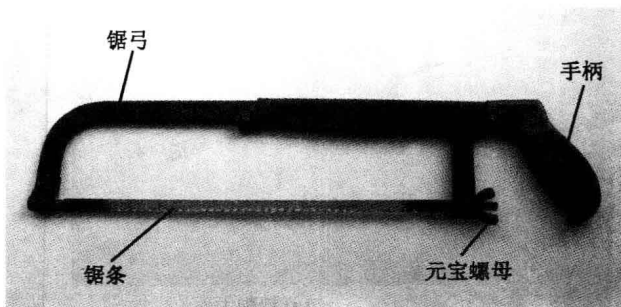
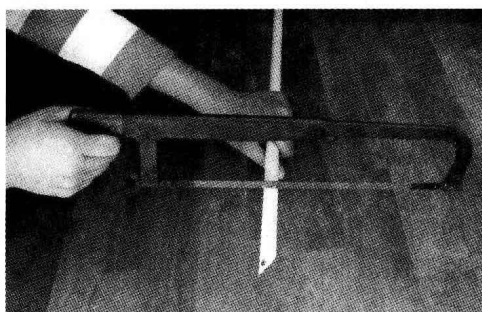
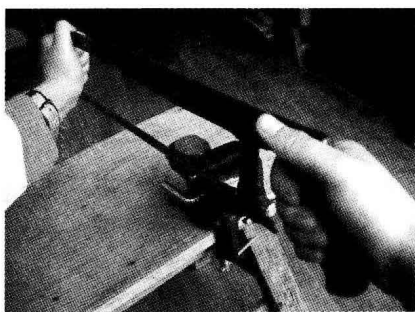


图 1.1.23 手钢锯

等，所以购买一把小号的手钢锯就能满足需要。手钢锯的使用方法如图 1.1.24 所示，如果锯割的是非金属材料，只要用左手拿住锯割件，右手握住钢锯的手柄，在锯割部位来回推拉手钢锯就可以了，如图 1.1.24 (a) 所示；如果锯割的是小金属件，可先把锯割件夹在台钳上，然后用左手把稳锯弓头部，右手握住手柄，来回推拉手钢锯。应当注意：往前推时要用力，往后拉时只要乘势收回，不要用力过大，否则锯条很容易折断；要充分利用锯条的全长锯割，这样可以延长锯条的使用寿命。



(a) 锯割非金属件



(b) 锯割金属小件

图 1.1.24 手钢锯的用法

(十三) 小钢锉

小钢锉可用来锉平机壳开孔处、电路板切割边的毛刺，以及锉掉电烙铁头上的氧化物等。钢锉的规格很多，电子爱好者选用图 1.1.25 所示的小型平锉（又称板锉）、三角锉等，便可满足各种需要。

小钢锉的使用方法如图 1.1.26 所示，只要用左手拿住锉削件，右手握住钢锉的手柄，将钢锉压在锉削部位，来回推拉钢锉就可以了；如果锉削的是小金属件，可先把锉削件夹在台钳或钢丝钳上，然后用钢锉进行锉削。要随时观察锉削的部位，通过右手控制、修正钢锉的运动方向、角度和压力，使锉削符合要求。

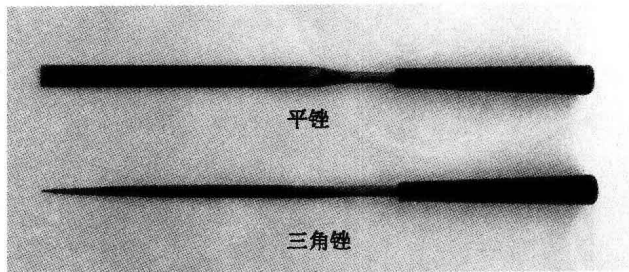
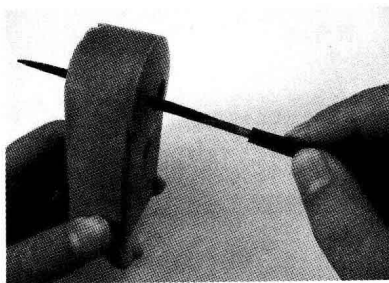
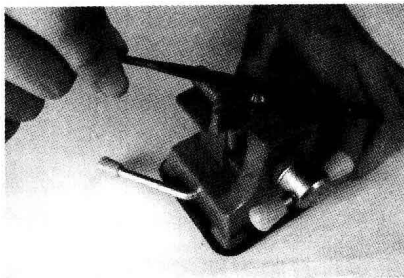


图 1.1.25 常用小钢锉



(a) 锉削大件



(b) 锉削小件

图 1.1.26 小钢锉的用法

使用小钢锉时应当注意：钢锉质地硬脆，易断裂，不允许将小钢锉当作其他工具（如撬棒、锥子等）使用；一面用钝后再用另一面，并充分利用钢锉的全长，这样可以延长小钢锉的使用寿命。

建议读者选购如图 1.1.27 所示的套装钢锉。它一般配有 10 个品种，有平锉、三角锉、方锉、半圆锉、扁圆锉、圆锉等，钢锉的齿纹又分单齿纹和双齿纹两种。这种套装件适应性较强，在加工机壳上各种形状和大小的安装孔时尤其适合。

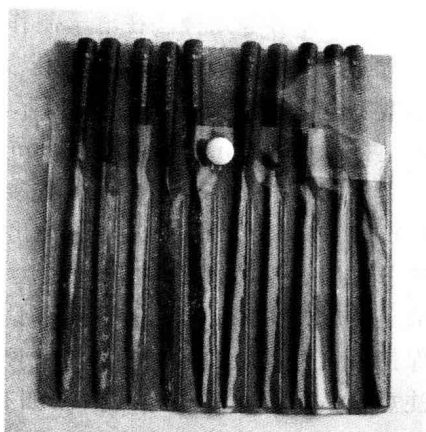


图 1.1.27 套装钢锉

（十四）锤子

锤子又叫榔头、手锤、掌锤，在电子制作中，可用于敲金属板、砸铆钉等。可选用如图 1.1.28 所示的能起钉子的羊角锤，在加工木制外壳时尤为适用。

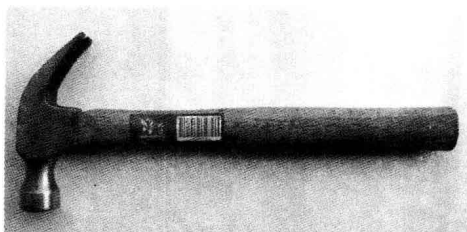


图 1.1.28 羊角锤

（十五）热熔胶枪

热熔胶枪是用来加热熔化热熔胶棒的专用工具，如图 1.1.29 所示。热熔胶枪内部采用居里点 $\geq 280^{\circ}\text{C}$ 的 PTC 陶瓷发热元件，并有紧固导热结构，当热熔胶棒在加热腔中被迅速加热熔化为胶浆后，用手扣动扳机，胶浆从喷嘴中挤出，供粘固用。

热熔胶是一种黏附力强、绝缘度高、防水、抗震的粘固材料，使用时不会造成环境污染。实践证明，无论是采用热熔胶粘固机壳，还是将印制电路板粘固在机壳内部，或将电子元器件粘固在绝缘板上，均显得灵活快捷，且装拆方便。但注意它不适宜粘接发热元器件和强振动部件。

按使用场合的不同，热熔胶枪分为大、中、小 3 种规格，并且喷嘴有各种形状。电子制作时采用普通小号热熔胶枪，即可满足各种粘固要求。小号热熔胶枪的耗电一般为 $10\sim 15\text{W}$ ，使用 $\phi 7\text{mm}\times 200\text{mm}$ 的胶棒，喷嘴尺寸为 $\phi 2\text{mm}$ 。

热熔胶枪适用于大批量粘固，但进行电子小制作时由于每次的粘固量不是很大，使用热熔胶枪反而发挥不出应有的优势，而且每次漏失的胶浆多于粘固所用的胶浆。可以采用电烙铁加热熔化热熔胶棒的方法进行粘固，也简便易行。

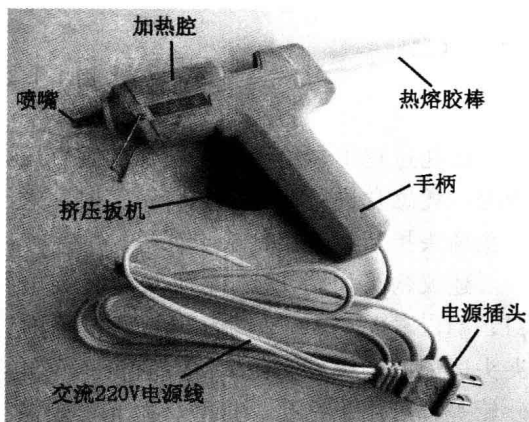


图 1.1.29 热熔胶枪

（十六）手电钻

手电钻是一种携带方便的小型钻孔用工具，由小电动机、控制开关、钻夹头和钻头几部分组成。手电钻的规格是以钻夹头所能夹持钻头的最大直径来表示的，常见的有 $\phi 3$ 、 $\phi 6$ 、

$\phi 10$ 、 $\phi 13\text{mm}$ 等几种。在电子制作中,手电钻主要用于在金属板、电路板或机壳上打孔。适合电子制作使用的小型手电钻实物如图 1.1.30 所示,其规格多为 $\phi 3\text{mm}$,可夹持最小 $\phi 0.5\text{mm}$ 、最大 $\phi 3\text{mm}$ 的多种钻头。

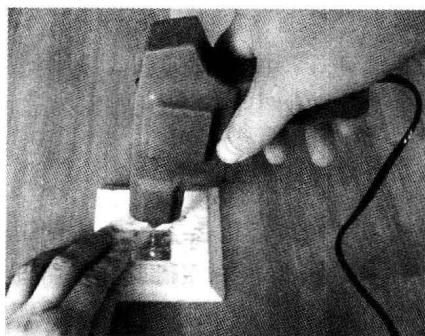
使用手电钻打孔前,一般先要在钻孔的位置上按图 1.1.31 (a) 所示用尖头冲子冲出一个定位小坑。尖头冲子可用普通水泥钉代替或用废钻头在砂轮上打磨而成。然后按图 1.1.31 (b) 所示钻孔,钻头应与加工工件保持垂直,手施加适当的压力。刚开始钻孔时,要随时注意钻头是否偏移中心位置,如有偏移,应及时校正。校正时可在钻孔的同时适当给手电钻施加一个与偏移方向相反的水平力,逐步校正。



图 1.1.30 手电钻



(a) 冲坑



(b) 钻孔

图 1.1.31 手电钻的用法

钻孔过程中,给手电钻施加的垂直压力应根据钻头工作情况,凭感觉进行控制。孔将钻穿时,送给力必须减小,以防止钻头折断,或使钻头卡死等。

建议购买如图 1.1.32 所示的套装电钻。它配有 $\phi 0.5$ 、 $\phi 1$ 、 $\phi 1.5$ 、 $\phi 2$ 、 $\phi 2.5$ 、 $\phi 3\text{mm}$ 5 种规格的钻夹头,以及与钻夹头适配的钻头、交流 220V/直流 12V 电源变换器、4 个小砂轮等,可用于钻孔、打磨、抛光,是加工电路板和机壳等非常合适的工具。

(十七) 测电笔

测电笔又称验电笔或试电笔,是一种用来测试电线、用电器和电气装置是否带电的工具,常做成钢笔式或起子式(螺丝刀式),如图 1.1.33 所示。其内部由串联的高阻值电阻器、专用小氖管、弹簧等构成,笔的前端是金属探头,后部设有小氖管发光窗口,以及笔夹或金属帽,使用时作为手触及的金属部分。普通低压试电笔的电压测量范围为 $60\sim 500\text{V}$ 。

测电笔的握法如图 1.1.34 所示,用手握住测电笔,使人手皮肤接触到笔末端的金属体(如笔夹或金属帽),氖管小窗背光并朝向自己。但应注意皮肤切不可触及笔尖的金属体,以免发生触电事故。笔握妥后,用笔尖(钢笔式的笔尖或起子式的头)去接触测试点,观察氖



图 1.1.32 套装手电钻

管是否发光。如果氖管发光明亮，说明测试点带电。如果氖管不发光或仅有微弱的光，有可能是测试点表面不清洁，也有可能笔尖接触的是地线。正常的情况下，地线是不会使氖管发光的。必须对具体情况作具体的分析，这时可用笔尖划磨几下测试点，或把笔尖移到同一路线的另一个触点上再试试。如果反复测试几次，氖管仍旧不发光或仅有微弱的光，就说明这个测试点不带电或是地线。

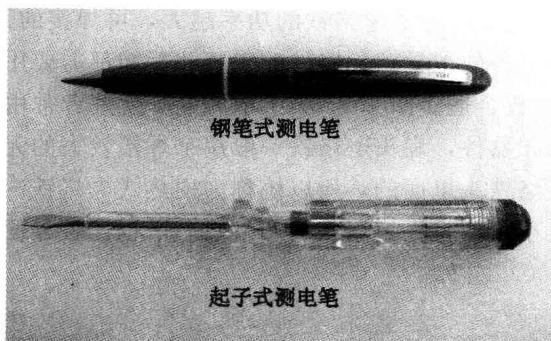


图 1.1.33 测电笔

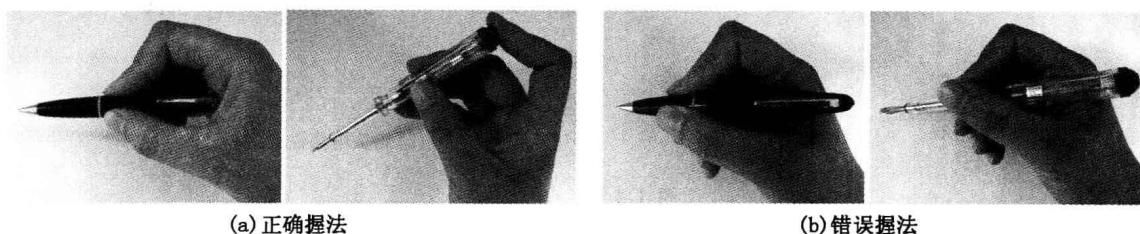


图 1.1.34 测电笔的握法

测电笔工作时有电流通过人体流入大地，但由于测电笔里的降压电阻阻值很大（达到 $2M\Omega$ ），因此通过人体的电流很微弱，属于安全电流，不会有危险。

测电笔除了测试 220V 交流电以外，还有以下特殊用途：

①区别直流电与交流电：交流电通过测电笔时，氖管里的两个极同时发亮，而直流电通过测电笔时，氖管里两个电极只有一个发亮。

②区别直流电的正负极：把测电笔连接在直流电的正、负极之间，氖管发亮的一端即为直流电的负极。

③区别电平的高低：测试时可根据氖管发亮的强弱来估计电平的高低。如果氖管发暗红色光，微亮，则电平低；如氖管发黄红色光，很亮，则电平高。

④识别相线碰壳：用测电笔触及洗衣机、电冰箱、电熨斗、电吹风等家用电器的金属外壳，若氖管发亮，则说明该家用电器的相线有碰壳现象。如果壳体上有良好的接地装置，氖管是不会发亮的。

最后特别强调的是，测电笔作为一种具有安全检测功能的测试工具，每次使用前都应在已确认的带电体（比如电源插座）上测试一下，看到氖泡能正常发光后再使用，以防止因测电笔失灵而造成触电事故！