

附赠光盘

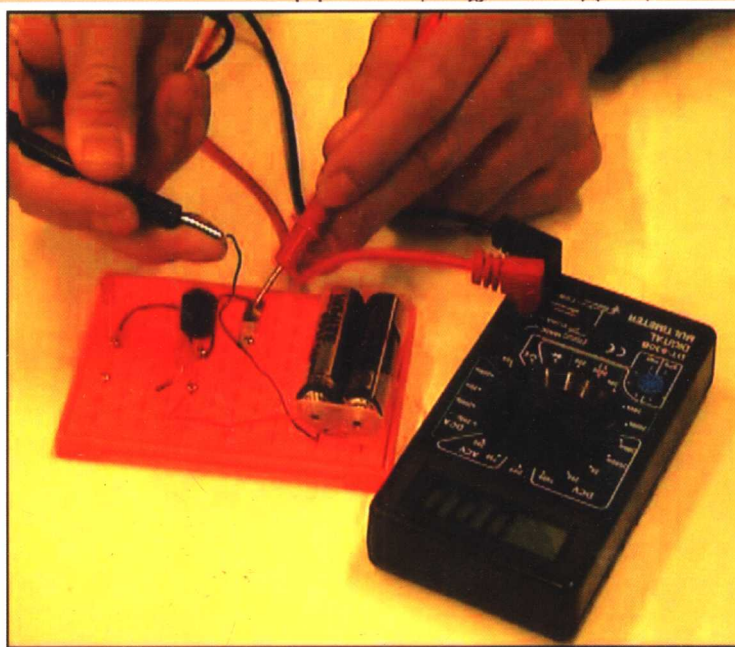
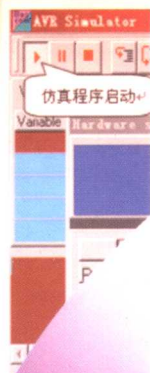
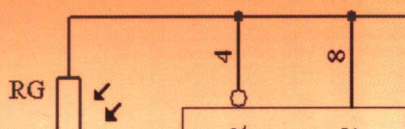
少年电子制作

SHAONIAN DIANZI ZHIZUO

葛介康 杨庆国 编著

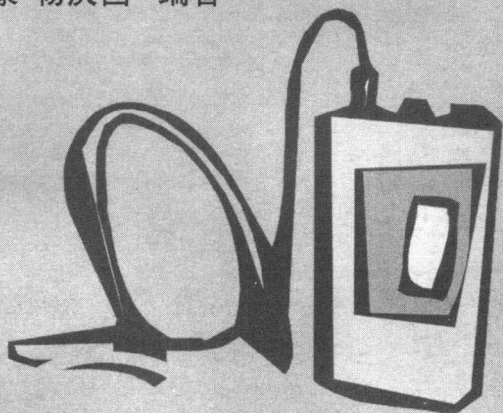
福建科学技术出版社

FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE



少年电子制作

葛介康 杨庆国 编著



福建科学技术出版社

FUJIAN SCIENCE & TECHNOLOGY PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

少年电子制作/葛介康, 杨庆国编著. —福州: 福建科学技术出版社, 2007. 4

ISBN 978-7-5335-2950-5

I. 少… II. ①葛…②杨… III. 电子器件—制作—少年读物
IV. TN-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 005982 号

书 名	少年电子制作
编 著	葛介康 杨庆国
出版发行	福建科学技术出版社(福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
网 址	www.fjstp.com
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	人民日报福州印务中心
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/32
印 张	5.5
字 数	120 千字
版 次	2007 年 4 月第 1 版
印 次	2007 年 4 月第 1 次印刷
印 数	1—5 000
书 号	ISBN 978-7-5335-2950-5
定 价	15.00 元 (附赠光盘壹张)

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换



编者的话

现代科学技术日新月异，推动人类社会进入一个灿烂的新时代——电子技术与网络技术结合的时代。今天，依靠电子技术，人们不仅能够自由地驰骋在地球上的每一个角落，而且能像孙悟空那样上天入地。电子技术无处不在，无所不能。电子技术是一切新技术的基础，不论是对国民经济发展至关重要的生产工具，还是与家庭生活学习息息相关的器具，都是电子技术发展的结果。少年是祖国的未来，对少年普及和推广电子科学技术和知识，培养新时代的具有科学素质的人才，是校外科技教育工作者最为迫切和重要的任务。我们期望少年电子科技活动更加生动有趣，让奇妙的电子世界吸引住更多的少年，让他们投身到探索电子奥妙的时空中去。

在本书中我们根据多年进行少年电子教学活动的经验体会，结合少年的学习愿望和问题，针对孩子的身心特点，介绍了电子制作的多种方法和丰富多彩的内容。其特点是：第一，由浅入深，尽可能适宜各种不同程度的爱好者；重点围绕中小学校开展的电子活动，便于在课堂内外进行。第二，使用常规性元器件，介绍多种制作方法，特别是不用电烙铁的制作方法，使电子制作取材容易、安全可靠，甚至在一些没有市电的地方，也照样可以进行。第三，内容通俗易懂，有实用性、趣味性，少年爱好者可以在实际场合中加以

应用。

本书的前半部分，介绍少年电子技术知识的基础和分立元件制作，通过采用简单方法和基本工具，并以分立元件为主开展电子制作活动。书的后半部分内容，旨在使少年电子爱好者尽快熟悉现代电子应用技术，如数字电路及单片机，使用元器件以集成电路为主，帮助少年迅速提高电子技术应用水平。特别是单片机在少年电子制作的应用，是现代电子技术普及发展的方向，从本书几个应用实例可以看出，单片机制作使用的电子元件比较少，传感器等部件可采用标准件，重点在于学习编写程序，这有利于少年思维训练，使之在电子活动中不断创造发明，成为有创新能力的新一代。

本书附光盘一张，内有本书内容讲解、视频资料及精美图片，很适合中、小学电子兴趣小组作课外活动教材使用。

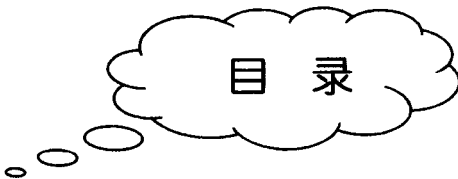
在本书编写过程中，由于水平有限，难免有错误的地方，谨请电子技术工作者和教育工作者不吝指出，并提出宝贵的意见。

在学习与应用中若需要提供螺孔板电子实验套件，可上网购买，网址 <http://www.dzt.com.cn>。如需要有关印刷电路板和单片机硬件与传感器可与上海市卢湾区青少年活动中心杨庆国老师联系，E-mail: yangqingguo@citiz.net。

本书在编写的过程中，得到顾盛初老师的支持和帮助，在此表示诚挚的谢意。

编者

2007年2月



目 录

第一章 基础知识

- 一、电子制作基本过程 (1)
- 二、基本电子元器件 (4)
- 三、电路连接方法 (12)
- 四、电子制作工具 (16)
- 五、万用表 (18)

第二章 分立元件制作

- 一、土壤湿度指示器 (23)
- 二、闪光报讯灯 (26)
- 三、电子蜡烛 (29)
- 四、纽扣电池充电器 (31)
- 五、电子模拟声发音器 (33)
- 六、无电源收音机 (36)
- 七、温度报警器 (39)
- 八、电子助听器 (42)
- 九、电磁摆 (45)

十、电磁陀螺	(48)
十一、模拟电码器	(52)
十二、光控声响器	(55)
十三、节能小灯	(58)
十四、星光跳灯	(60)
十五、流水彩灯	(64)
十六、抢答器	(67)

第三章 集成电路制作

一、数字电路基础	(70)
二、航标灯	(81)
三、双音门铃	(83)
四、七彩循环灯	(86)
五、简易调光灯	(88)
六、下雨告知器	(92)
七、多变彩灯	(94)
八、视力保护器	(97)
九、电池电压甄别器	(101)
十、定时器	(104)
十一、多用途恒压电源	(107)
十二、恒流充电器	(111)
十三、集成电路收音机	(114)
十四、微型音响	(117)
十五、电话扩音器	(120)

十六、光控自动灯	(122)
十七、声控自动延时灯	(126)
十八、简易电子琴	(129)

第四章 单片机应用制作

一、单片机基础知识	(132)
二、走迷宫机器人	(140)
三、寻迹机器人	(146)
四、声反应时间测试器	(152)
五、轨道赛车裁判员	(158)
六、时钟	(163)

第一章 基础知识

如今，人们从幼时就开始接触电子产品了：玩五花八门的电子玩具，看五光十色的电视节目及 DVD 碟片，听广播，用 MP3 听歌，用 MP4 看影视节目，用电脑浏览全球信息……如果能够亲自动手，制作成功一个电子作品，又会别有一番情趣。其实，只要花一些钱，买一些电子元件和工具，再花几个小时时间，就可以创作出自己的电子作品。

电子知识很神秘吗？电子制作过程很复杂吗？的确，电子技术发展得很快：新型的家用电器琳琅满目，微电脑、电子视听设备和不少现代电子器具虽小巧玲珑，但功能超强。不过请你记住，其实它们都是由一个个小小的电子元器件和简单电路组成的。只要从电子的基本知识学起，同时学习用电子基本电路制作一些电子作品，就能够逐步学习更多的知识，进而掌握更高级的技术，做更大、更复杂、更有意义的电子作品，到那时你一定会成为名副其实的电子工程师，还可进行发明创造。

一、电子制作基本过程

1. 挑选电子制作电路

本书有许多有趣的电子制作，如带闪光的、有声响的、有动作的等等，你可以根据实际需要，从中找出感兴趣的电路来。如果想做一些基本电子实验，了解基本电子元件和电路知识，那么你可以选择与实验电路有关内容。如果暂时水平不高，且刚接触电子技术，可以先从一些结构单一、元件数量比较少的简单电路，如“音乐门铃”等电路开始制作；

当积累了一定的知识，有了经验，就可以进行“收音机”、“数字控制”等电路方面的制作。总之，首先要浏览本书，找出感兴趣的制作对象，然后根据你目前所具备的条件（主要是能找到的元器件），以及自己的制作能力来决定所要制作的电子电路。对初学者来说，应先易后难，循序渐进。有趣的制作既可以供你玩耍欣赏和实际应用，又可以鼓励你进一步努力，进行更高级的电子制作。

2. 看懂电路图

选好要制作的具体电路后，可仔细阅读电路介绍和电路图，要认真研究电路，争取看懂有关电路图，尤其是对每一个元件的作用要有所了解。初学者最感迷惑的是电路图上符号的意义，因此要反复查资料、搞清楚。特别是对有极性的元件，要反复端详，记住它的极性记号及外形特点。比如发光二极管有正负极性，装反了就不会亮。可通过观察二极管内芯两个极的不同形状，来判断它的极性：形状小的相似三角形的一端是正极，大的相似三角形的一端是负极。能正确辨别有极性的电子元件，如三极管、电解电容、集成电路等等，是电子技术中的一种基本技能。

此外还应搞清楚电路图中导线的连接点。哪些导线应该连接在一起，哪些是不应该连接在一起的跨越线。一般在导线连接点上有一个黑圆点的导线应连接在一起，而在导线交叉点上没有黑圆点或是用小弧线连接的为跨越线。

3. 选用合适的电路连接方法

电子实验和制作，实际上就是根据电路图正确连接元件、沟通电路。在制作中哪怕只有某一点连接错误，也会导致实验制作的失败，因此要认真对待。如果你已经选好电路，了解了电路的来龙去脉和元件情况，筹齐了所需的元

件，在动手之前还必须知道一些电路的连接方法。电路连接方法有导线绞接法、插座接触法、螺钉固定法、锡丝电焊法。这些方法各有所长，但锡丝电焊法是电子制作中最常用最可靠的方法，也是电子制作最基本的技术，希望学习者能够掌握。下面将较详尽介绍此法。

4. 仔细检查已制作的电路

对初学者来说，电子制作不一定一次就能够成功，会有个反复的过程。因此碰到电路不工作，千万要冷静，不要慌乱。此时既不要埋怨自己，也无需责怪电路，应该集中精力去检查电路。

首先应该检查电路的连线和连接点。电路越复杂，连线错误的机会也就越多。要按照电路图反复检查每一根连线和连接点。每检查一根连线和一个连接点，都在电路图上作一个记录。特别要注意检查接触不好、假焊错焊等情况。其次，要检查元件的极性，注意其极性方向。对二极管、三极管、电解电容器、集成电路等元件要给予特别的关注，重点检查它们的引脚连接正确与否。第三，要检查电源供电情况。有的初学者在实验制作中使用新电池，以为电能一定是很充足。却不知在这以前，由于电路连线错误或不小心，电池的电能已漏光或减少了。电能的不足必然使电路不能正常工作。还有这样的情况：用质量不是很好的元件，或者通电后不小心造成元件的损坏，此时必须更换新的元件重新试一试。如果经过此番努力，电路仍然不能工作，也不要灰心，可以请教老师来排疑解难。经过不断努力，一定会找到电路不工作的原因，则你的知识技能一定也会有很大的提高。

5. 根据电路要求调试

有些电路连接好后就能按照设计要求输出结果，但有些

电路需要根据输出要求进行调试。如时间电路需要通过调试元件值来控制时间、振荡电路需要调节元件值来控制振荡频率、放大电路需要通过调试元件值来安置最佳工作点。当然这些调试最终由输出结果来检验。

6. 机壳设计制作

电路、电源及控制按钮、旋钮和输出结果的显示器件都要安置在机壳里。机壳可以根据需求自制，也可利用其他用途的机壳来使用。机壳制作材料可以选择有机玻璃、ABS板、塑料片、胶木和木片等。机壳设计的基本要求是：重的部件如电池盒、变压器等放置机壳下方；醒目的地方安排显示元素，如数码管、扬声器等；控制按钮、旋钮等安置在机壳的面板上。

二、基本电子元器件

1. 电阻器

电阻器简称电阻，在电子电路中用英文字母“R”表示。电阻按其阻值的大小对电路中电流有不同的阻碍作用，从而达到控制电路中的电流大小。电阻在电路中与电流和电压的关系为 $U = I \times R$ 。电阻的单位是欧姆（ Ω ），千欧姆（ $k\Omega$ ），兆欧姆（ $M\Omega$ ）。它们之间的关系是： $1k\Omega = 1000\Omega$ ； $1M\Omega = 1000k\Omega$ 。

电阻器在使用中可以串联和并联。电阻器串联，其电阻值越串越大； $R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$ 。电阻器并联，其电阻值越并越小； $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$ 。

电阻器的标识除了阻值外，还有功率值，所谓功率就是电阻身上承受电流和电压的乘积，单位是瓦特（W），一般电阻会标出电阻能承受最大的功率，超过此标称的功率值，

电阻器就会损坏。电阻器常用的功率标值有 $1/16\text{W}$ 、 $1/8\text{W}$ 、 $1/4\text{W}$ 、 $1/2\text{W}$ 、 1W 、 2W 、 5W 等。

电阻器按其结构可分为固定电阻和可变电阻。图 1-2-1 和图 1-2-2 所示的是这两种电阻的外形和符号。现在电路中

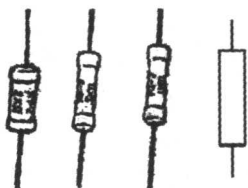


图 1-2-1 固定电阻外形

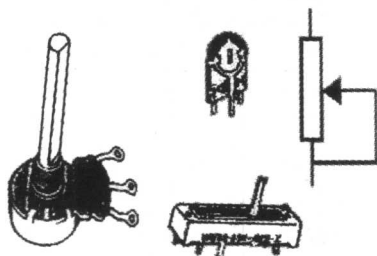


图 1-2-2 可变电阻外形和符号



图 1-2-3 四色环标值的电阻外形和色环位数

使用固定电阻数量最多，并大多以色环来表示电阻值。图 1-2-3 所示的是四色环标值的电阻外形和色环位数，表 1-2-1 所示的是四色环电阻的读值方法。

表 1-2-1 四色环电阻读值方法

色环 颜色	第一色环	第二色环	第三色环	第四色环
	数值	数值	乘数	精度
黑	0	0	$\times 1\Omega$	
棕	1	1	$\times 10\Omega$	$\pm 1\%$
红	2	2	$\times 100\Omega$	$\pm 2\%$
橙	3	3	$\times 1k\Omega$	
黄	4	4	$\times 10k\Omega$	
绿	5	5	$\times 100k\Omega$	
蓝	6	6	$\times 1M\Omega$	
紫	7	7	$\times 10M\Omega$	
灰	8	8	$\times 100M\Omega$	
白	9	9	$\times 1000M\Omega$	
金			$\times 0.1\Omega$	$\pm 5\%$
银			$\times 0.01\Omega$	$\pm 10\%$

2. 电容器

顾名思义，因为它能存储一定数量的电能，所以称之为电容器。电容器具有充电和放电的特性，它和电阻器组合而成 RC 振荡电路，不少电子电路都使用它。由于制造电容器的材料不同，因此它的种类有许多。图 1-2-4 所示的是瓷片电容器的外形和符号；图 1-2-5 所示的是电解电容器的外形和符号。瓷片电容器没有正负极性；而电解电容器有正极和负极之分。在电解电容器的外壳上注有“+”和“-”的记号，分别表示正极和负极，制作时千万不能搞错。按照电容

器的结构来区分，又可分为固定电容器和可变电容器。上述两种是固定电容器。图 1-2-6 所示的是半可变电容器和可变电容器的外形和符号，它们通常使用在无线电接收和发射的电路中。

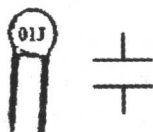


图 1-2-4 瓷片电容器外形和符号

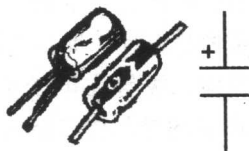


图 1-2-5 电解电容器外形和符号

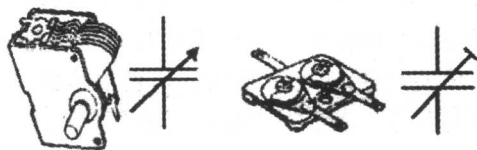


图 1-2-6 可变电容器和半可变电容器外形和符号

电容器在电路中用符号“C”来表示，它的容量单位用法拉(F)、微法拉(μF)和微微法拉(pF)表示，它们之间的关系是： $1\text{F}=1000000\mu\text{F}$ ， $1\mu\text{F}=1000000\text{pF}$ 。

电解电容器除了容量标识外，还有耐压值，单位为伏特(V)，它表示电容器能承受最大的电压，超过此标称的电压值，电解电容器就容易破裂流液损坏，甚至会爆裂，在制作中千万要注意。

电容器在使用中可以并联和串联。电容器并联，其电容量越并越大， $C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$ ；电容器串联，其电容量越串越小 $1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + \dots + 1/C_n$ ，

但电容器的耐压值是各个电容器耐压值的总和。

3. 晶体二极管

晶体二极管有许多不同的种类，应用于不同的电路，如整流二极管主要功能是把交流电变为直流电；检波二极管把高频载波中信息取下来。但是它们都具有共同的一个特性，就是单向导电性，即只允许电流从正极流向负极，反向就关闭。晶体二极管在电子电路中用英文字母“D”表示，图 1-2-7 所示的是晶体二极管的外形和符号；图 1-2-8 所示的是常用的发光二极管的外形和符号。可以看出晶体二极管有正极和负极，在实际使用中，请不要搞错极性。二极管的型号国内标称有 2CD7、2AP9 等。第一位表示二极管；第二位表示二极管制作所用材料，如 C 为硅材料；A 为锗材料等；第三位表示功能，如 D 表示整流；P 表示检波；K 表示开关。第四位为序号，表示工作电压、功率的差异，具体可查有关手册。国外晶体二极管的型号有 1N4000 系列，现在应用比较多，本书在许多电子电路中都使用这些型号。

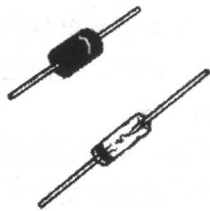


图 1-2-7 晶体二极管外形和符号

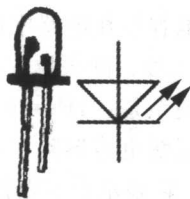


图 1-2-8 发光二极管外形和符号

4. 晶体三极管

由电子管至晶体管是电子发展的一大飞跃。晶体三极管的种类形状有很多。图 1-2-9 是两种晶体三极管的外形和符号。我们看到晶体三极管有 3 个引脚，分别为基极、集电极

和发射极，分别用英文字母 B、C、E 表示。晶体三极管在电子电路中用英文字母“VT”表示。晶体三极管可以作高速开关器：在其基极注入一定量的小电流，其集电极与发射极之间就会产生一个较大电流；当其基极电流没有或反向，其集电极与发射极之间就没有电流。也就是说可以用基极电流来控制集电极与发射极之间的“通”与“断”。电子计算机就是利用此特性，运用二进制进行数值计算和逻辑运算。同样原理，基极输入一定形态的交流信号，集电极与发射极之间就会产生放大的交流信号电流，这就是放大器的原理。晶体三极管有 PNP 和 NPN 两种类型，它们的功能是一致的，区别在于它们电流的方向不同，利用这一特点可以组合各种电路。

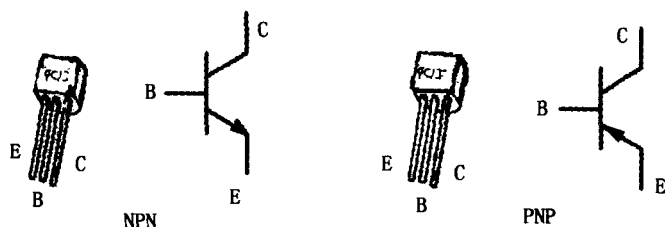


图 1-2-9 两种晶体三极管外形和符号

晶体三极管的型号国内标称有 3AX31、3DG4 等，第一位表示三极管；第二位表示三极管制作所用材料和极性，如 A 用锗材料、极性为 PNP，D 用硅材料、极性为 NPN 等；第三位表示功能，如 X 表示低频放大，G 表示高频放大，K 表示开关；第四位为序号，表示工作功率的差异，具体可查有关手册。国外三极管的型号有 9000 系列，现在应用比较多，本书在许多电子电路中都使用这些型号。