

电子元件基础

第一章 基本元件

第一节 电阻器

电阻，英文名 resistance，通常缩写为 R，它是导体的一种基本性质，与导体的尺寸、材料、温度有关。欧姆定律说， $I=U/R$ ，那么 $R=U/I$ ，电阻的基本单位是欧姆，用希腊字母“ Ω ”表示，有这样的定义：导体上加上一伏特电压时，产生一安培电流所对应的阻值。电阻的主要职能就是阻碍电流流过。事实上，“电阻”说的是一种性质，而通常在电子产品中所指的电阻，是指电阻器这样一种元件。师傅对徒弟说：“找一个 100 欧的电阻来！”，指的就是一个“电阻值”为 100 欧姆的电阻器，欧姆常简称为欧。表示电阻阻值的常用单位还有千欧（ $k\Omega$ ），兆欧（ $M\Omega$ ）。

一、电阻器的种类

电阻器的种类有很多，通常分为三大类：固定电阻，可变电阻，特种电阻。在电子产品中，以固定电阻应用最多。而固定电阻以其制造材料又可分为好多类，但常用、常见的有 R T 型碳膜电阻、R J 型金属膜电阻、R X 型线绕电阻，还有近年来开始广泛应用的片状电阻。型号命名很有规律，R 代表电阻，T—碳膜，J—金属，X—线绕，是拼音的第一个字母。在国产老式的电子产品中，常可以看到外表涂覆绿漆的电阻，那就是 R T 型的。而红颜色的电阻，是 R J 型的。一般老式电子产品中，以绿色的电阻居多。为什么呢？这涉及到产品成本的问题，因为金属膜电阻虽然精度高、温度特性好，但制造成本也高，而碳膜电阻特别价廉，而且能满足民用产品要求。

电阻器当然也有功率之分。常见的是 1/8 瓦的“色环碳膜电阻”，它是电子产品和电子制作中用的最多的。当然在一些微型产品中，会用到 1/16 瓦的电阻，它的个头小多了。再者就是微型片状电阻，它是贴片元件家族的一员，以前多见于进口微型产品中，现在电子爱好者也可以买到了（做无线窃听器？）

二、电阻器的标识

这些直接标注的电阻，在新买来的时候，很容易识别规格。可是在装配电子产品的时候，必须考虑到为以后检修的方便，把标注面朝向易于看到的地方。所以在弯脚的时候，要特别注意。在手工装配时，多这一道工序，不是什么大问题，但是自动生产线上的机器没有那么聪明。而且，电阻器元件越做越小，直接标注的标记难以看清。因此，国际上惯用“色环标注法”。事实上，“色环电阻”占据着电阻器元件的主流地位。“色环电阻”顾名思义，就是在电阻器上用不同颜色的环来表示电阻的规格。有的是用 4 个色环表示，有的用 5 个。有区别么？是的。4 环电阻，一般是碳膜电阻，用 3 个色环来表示阻值，用 1 个色环表示误差。5 环电阻一般是金属膜电阻，为更好地表示精度，用 4 个色环表示阻值，另一个色环也是表示误差。下表是色环电阻的颜色-数码对照表：

颜色	有效数字	乘数	允许偏差
黑色	0	10 的 0 次方	
棕色	1	10 的 1 次方	+/- 1%
红色	2	10 的 2 次方	+/- 2%

橙 色	3	10 的 3 次方	-----
黄 色	4	10 的 4 次方	-----
绿 色	5	10 的 5 次方	+/- 0.5%
蓝 色	6	10 的 6 次方	+/- 0.2%
紫 色	7	10 的 7 次方	+/- 0.1%
灰 色	8	10 的 8 次方	-----
白 色	9	10 的 9 次方	+5~-20%
无 色	-----	-----	+/- 20%
银 色	-----	-----	+/- 10%
金 色	-----	-----	+/- 5%

色环电阻的规则是最后一圈代表误差，对于四环电阻，前二环代表有效值，第三环代表乘上的次方数。不要怕，记住颜色和数码就行啦，其他的不用记。有一个秘诀：面对一个色环电阻，找出金色或银色的一端，并将它朝下，从头开始读色环。例如第一环是棕色的，第二环是黑色的，第三环是红色的，第四环是金色的，那么它的电阻值是 1、0，第三环是添零的个数，这个电阻添 2 个零，所以它的实际阻值是 1000 Ω ，即 1k Ω 。

三、可变电阻

可变电阻又称为电位器，电子设备上的音量电位器就是个可变电阻。但是一般认为电位器都是可以手动调节的，而可变电阻一般都较小，装在电路板上不经常调节。可变电阻有三个引脚，其中两个引脚之间的电阻值固定，并将该电阻值称为这个可变电阻的阻值。第三个引脚与任两个引脚间的电阻值可以随着轴臂的旋转而改变。这样，可以调节电路中的电压或电流，达到调节的效果。

四、特种电阻

光敏电阻 是一种电阻值随外界光照强弱（明暗）变化而变化的元件，光越强阻值越小，光越弱阻值越大。其外形和电路符号如图 2 所示。如果把光敏电阻的两个引脚接在万用表的表笔上，用万用表的 $R \times 1k$ 挡测量在不同的光照下光敏电阻的阻值：将光敏电阻从较暗的抽屉里移到阳光下或灯光上，万用表读数将会发生变化。在完全黑暗处，光敏电阻的阻值可达几兆欧以上（万用表指示电阻为无穷大，即指针不动），而在较强光线下，阻值可降到几千欧甚至 1 千欧以下。

利用这一特性，可以制作各种光控的小电路来。事实上街边的路灯大多是用光控开关自动控制的，其中一个重要的元器件就是光敏电阻（或者是光敏三级管，一种功能相似的带放大作用的半导体元件）。光敏电阻是在陶瓷基座上沉积一层硫化镉（CdS）膜后制成的，实际上也是一种半导体元件。新村里声控楼道灯在白天不会点亮，也是因为光敏电阻在起作用。我们可以用它制作电子报晓鸡，清晨天亮时喔喔叫。

热敏电阻是一个特殊的半导体器件，它的电阻值随着其表面温度的高低的变化而变化。它原本是为了使电子设备在不同的环境温度下正常工作而使用的，叫做温度补偿。新型的电脑主板都有 CPU 测温、超温报警功能，就是利用了热敏电阻。

这是常用的电阻：

这是音响用音量电位器：

这是收音机用音量电位器，带开关：

第二节 电容器

电子制作中需要用到各种各样的电容器，它们在电路中分别起着不同的作用。与电阻器相似，通常简称其为电容，用字母 C 表示。顾名思义，电容器就是“储存电荷的容器”。尽管电容器品种繁多，但它们的基本结构和原理是相同的。两片相距很近的金属中间被某物质（固体、气体或液体）所隔开，就构成了电容器。两片金属称为的极板，中间的物质叫做介质。电容器也分为容量固定的与容量可变的。但常见的是固定容量的电容，最多见的是电解电容和瓷片电容。

不同的电容器储存电荷的能力也不相同。规定把电容器外加 1 伏特直流电压时所储存的电荷量称为该电容器的电容量。电容的基本单位为法拉（F）。但实际上，法拉是一个很常用的单位，因为电容器的容量往往比 1 法拉小得多，常用微法（ μF ）、纳法（nF）、皮法（pF）（皮法又称微微法）等，它们的关系是：1 法拉（F）= 1000000 微法（ μF ） 1 微法（ μF ）= 1000 纳法（nF）= 1000000 皮法（pF）

在电子线路中，电容用来通过交流而阻隔直流，也用来存储和释放电荷以充当滤波器，平滑输出脉动信号。小容量的电容，通常在高频电路中使用，如收音机、发射机和振荡器中。大容量的电容往往是作滤波和存储电荷用。而且还有一个特点，一般 $1\mu\text{F}$ 以上的电容均为电解电容，而 $1\mu\text{F}$ 以下的电容多为瓷片电容，当然也有其他的，比如独石电容、涤纶电容、小容量的云母电容等。电解电容有个铝壳，里面充满了电解质，并引出两个电极，作为正（+）、负（-）极，与其它电容器不同，它们在电路中的极性不能接错，而其他电容则没有极性。把电容器的两个电极分别接在电源的正、负极上，过一会儿即使把电源断开，两个引脚间仍然会有残留电压（学了以后的教程，可以用万用表观察），我们说电容器储存了电荷。电容器极板间建立起电压，积蓄起电能，这个过程称为电容器的充电。充好电的电容器两端有一定的电压。电容器储存的电荷向电路释放的过程，称为电容器的放电。

举一个现实生活中的例子，我们看到市售的整流电源在拔下插头后，上面的发光二极管还会继续亮一会儿，然后逐渐熄灭，就是因为里面的电容事先存储了电能，然后释放。当然这个电容原本是用作滤波的。至于电容滤波，不知你有没有用整流电源听随身听的经历，一般低质的电源由于厂家出于节约成本考虑使用了较小容量的滤波电容，造成耳机中有嗡嗡声。这时可以在电源两端并接上一个较大容量的电解电容（ $1000\mu\text{F}$ ，注意正极接正极），一般可以改善效果。发烧友制作 HiFi 音响，都要用至少 1 万微法以上的电容器来滤波，滤波电容越大，输出的电压波形越接近直流，而且大电容的储能作用，使得突发的大信号到来时，电路有足够的能量转换为强劲有力的音频输出。这时，大电容的作用有点像水库，使得原来汹涌的水流平滑地输出，并可以保证下游大量用水时的供应。

电子电路中，只有在电容器充电过程中，才有电流流过，充电过程结束后，电容器是不能通过直流电的，在电路中起着“隔直流”的作用。电路中，电容器常被用作耦合、旁路、滤波等，都是利用它“通交流，隔直流”的特性。那么交流电为什么能够通过电容器呢？我们先来看看交流电的特点。交流电不仅方向往复交变，它的大小也在按规律变化。电容器接在交流电源上，电容器连续地充电、放电，电路中就会流过与交流电变化规律一致的充电电流和放电电流。

电容器的选用涉及到很多问题。首先是耐压的问题。加在一个电容器的两端的电压超过了它的额定电压，电容器就会被击穿损坏。一般电解电容的耐压分档为 6.3V，10V，16V，25V，50V 等。

这是电解电容：

这是瓷片电容：

这是独石电容：

这是可变电容：

第三节 电感器

电感器在电子制作中虽然使用得不是很多，但它们在电路中同样重要。我们认为电感器和电容器一样，也是一种储能元件，它能把电能转变为磁场能，并在磁场中储存能量。电感器用符号 L 表示，它的基本单位是亨利（H），常用毫亨（mH）为单位。它经常和电容器一起工作，构成 LC 滤波器、LC 振荡器等。另外，人们还利用电感的特性，制造了阻流圈、变压器、继电器等。

电感器的特性恰恰与电容的特性相反，它具有阻止交流电通过而让直流电通过的特性。小小的收音机上就有不少电感线圈，几乎都是用漆包线绕成的空心线圈或在骨架磁芯、铁芯上绕制而成的。有天线线圈（它是用漆包线在磁棒上绕制而成的）、中频变压器（俗称中周）、输入输出变压器等等。

实物图和电路符号见图

变压器 是由铁芯和绕在绝缘骨架上的铜线圈构成的。绝缘铜线绕在塑料骨架上，每个骨架需绕制输入和输出两组线圈。线圈中间用绝缘纸隔离。绕好后将许多铁芯薄片插在塑料骨架的中间。这样就能够使线圈的电感量显著增大。变压器利用电磁感应原理从它的一个绕组向另几个绕组传输电能。变压器在电路中具有重要的功能：耦合交流信号而阻隔直流信号，并可以改变输入输出的电压比；利用变压器使电路两端的阻抗得到良好匹配，以获得最大限度的传送信号功率。

电力变压器就是把高压电变成民用市电，而我们的许多电器都是使用低压直流电源工作的，需要用电源变压器把 220V 交流市电转换成低压交流电，再通过二极管整流，电容器滤波，形成直流电供电工作。电视机显象管需要上万伏的电压来工作，是由“行输出变压器”供给的。

当然，电源变压器也有其不少缺点，例如功率与体积成正比，笨重、效率低等，现在正在被新型的“电子变压器”所取代。电子变压器一般是“开关电源”，电脑工作需要的几组电压就是开关电源供给的，彩电、显示器中更是无一例外地使用了开关电源。

继电器 就是电子机械开关，它是用漆包铜线在一个圆铁芯上绕几百圈至几千圈，当线圈中流过电流时，圆铁芯产生了磁场，把圆铁芯上边的带有接触片的铁板吸住，使之断开第一个触点而接通第二个开关触点。当线圈断电时，铁芯失去磁性，由于接触铜片的弹性作用，使铁板离开铁芯，恢复与第一个触点的接通。因此，可以用很小的电流去控制其他电路的开关。整个继电器由塑料或有机玻璃防尘罩保护着，有的还是全密封的，以防触电氧化。

第二章 半导体器件

第一节 二极管

半导体是一种具有特殊性质的物质，它不像导体一样能够完全导电，又不像绝缘体那样不能导电，它介于两者之间，所以称为半导体。半导体最重要的两种元素是硅（读“gui”）和锗（读“zhe”）。我们常听说的美国硅谷，就是因为起先那里有好多家半导体厂商。

二极管应该算是半导体器件家族中的元老了。很久以前，人们热衷于装配一种矿石收音机来收听无线电广播，这种矿石后来就被做成了晶体二极管。

二极管最明显的性质就是它的单向导电特性，就是说电流只能从一边过去，却不能从另一边过来（从正极流向负极）。我们用万用表来对常见的 1N4001 型硅整流二极管进行测量，红表笔接二极管的负极，黑表笔接二极管的正极时，表针会动，说明它能够导电；然后将黑表笔接二极管负极，红表笔接二极管正极，这时万用表的表针根本不动或者只偏转一点点，说明导电不良。（万用表里面，黑表笔接的是内部电池的正极）

常见的几种二极管如图所示。其中有玻璃封装的、塑料封装的和金属封装的等几种。图 2 是二极管的电路符号，像它的名字，二极管有两个电极，并且分为正负极，一般把极性标示在二极管的外壳上。大多数用一个不同颜色的环来表示负极，有的直接标上“-”号。大功率二极管多采用金属封装，并且有个螺帽以便固定在散热器上。

利用二极管单向导电的特性，常用二极管作整流器，把交流电变为直流电，即只让交流电的正半周（或负半周）通过，再用电容器滤波形成平滑的直流。事实上好多电器的电源部分都是这样的。二极管也用来做检波器，把高频信号中的有用信号“检出来”，老式收音机中会有一个“检波二极管”，一般用 2AP9 型锗管。

二极管的类型也有好几种，对于电子制作来说，常常用到以下的二极管：用于稳压的稳压二极管，用于数字电路的开关二极管，用于调谐的变容二极管，以及光电二极管等，最常看见的是发光二极管。

发光二极管在日常生活电器中无处不在，它能够发光，有红色、绿色和黄色等，有直径 3mm、5mm 和 2×5mm 长方型的。与普通二极管一样，发光二极管也是由半导体材料制成的，也具有单向导电的性质，即只有接对极性才能发光。发光二极管符号比一般二极管多了两个箭头，示意能够发光。通常发光二极管用来作电路工作状态的指示，它比小灯泡的耗电低得多，而且寿命也长得多。用发光二极管，还可以构成电子显示屏，证券交易所里的显示屏就是由发光二极管点阵构成的，只是因为各种色彩都是由红绿蓝构成，而蓝色发光二极管在以前还未大量生产出来，所以一般的电子显示屏都不能显示出真彩色。

发光二极管的发光颜色一般和它本身的颜色相同，但是近年来出现了透明色的发光管，它也能发出红黄绿等颜色的光，只有通电了才能知道。辨别发光二极管正负极的方法，有实验法和目测法。实验法就是通电看看能不能发光，若不能就是极性接错或是发光管损坏。

注意发光二极管是一种电流型器件，虽然在它的两端直接接上 3V 的电压后能够发光，但容易损坏，在实际使用中一定要串接限流电阻，工作电流根据型号不同一般为 1mA 到 30mA。另外，由于发光二极管的导通电压一般为 1.7V 以上，所以一节 1.5V 的电池不能点亮发光二极管。同样，一般万用表的 R×1 档到 R×1K 档均不能测试发光二极管，而 R×10K 档由于使用 15V 的电池，能把有的发光管点亮。

用眼睛来观察发光二极管，可以发现内部的两个电极一大一小。一般来说，电极较小、个头较矮的一个是发光二极管的正极，电极较大的一个是它的负极。若是新买来的发光管，管脚较长的一个是正极。

这是常用的整流二极管 1N4001：

这是数字电路中常用的 1N4148：

这是发光二极管：

第二节 三极管

半导体三极管也称为晶体三极管，可以说它是电子电路中最重要器件。它最主要的功能是电流放大和开关作用。三极管顾名思义具有三个电极。二极管是由一个 PN 结构成的，而三极管由两个 PN 结构成，共用的一个电极成为三极管的基极（用字母 b 表示）。其他的两个电极成为集电极（用字母 c 表示）和发射极（用字母 e 表示）。由于不同的组合方式，形成了一种是 NPN 型的三极管，另一种是 PNP 型的三极管。

三极管的种类很多，并且不同型号各有不同的用途。三极管大都是塑料封装或金属封装，常见三极管的外观如图，大的很大，小的很小。三极管的电路符号有两种：有一个箭头的电极是发射极，箭头朝外的是 NPN 型三极管，而箭头朝内的是 PNP 型。实际上箭头所指的方向是电流的方向。

电子制作中常用的三极管有 90×× 系列，包括低频小功率硅管 9013（NPN）、9012（PNP），低噪声管 9014（NPN），高频小功率管 9018（NPN）等。它们的型号一般都标在塑壳上，而样子都一样，都是 TO-92 标准封装。在老式的电子产品中还能见到 3DG6（低频小功率硅管）、3AX31（低频小功率锗管）等，它们的型号也都印在金属的外壳上。我国生产的晶体管有一套命名规则，电子爱好者最好还是了解一下：

?? 第一部分的 3 表示为三极管。第二部分表示器件的材料和结构，A：PNP 型锗材料 B：NPN 型锗材料 C：PNP 型硅材料 D：NPN 型硅材料 第三部分表示功能，U：光电管 K：开关管 X：低频小功率管 G：高频小功率管 D：低频大功率管 A：高频大功率管。另外，3DJ 型为场效应管，BT 打头的表示半导体特殊元件。

三极管最基本的作用是放大作用，它可以把微弱的电信号变成一定强度的信号，当然这种转换仍然遵循能量守恒，它只是把电源的能量转换成信号的能量罢了。三极管有一个重要参数就是电流放大系数 β 。当三极管的基极上加一个微小的电流时，在集电极上可以得到一个是注入电流 β 倍的电流，即集电极电流。集电极电流随基极电流的变化而变化，并且基极电流很小的变化可以引起集电极电流很大的变化，这就是三极管的放大作用。

三极管还可以作电子开关，配合其它元件还可以构成振荡器。

第三节 可控硅

可控硅也称作晶闸管，它是由 PNP 四层半导体构成的元件，有三个电极，阳极 A，阴极 K 和控制极 G。

可控硅在电路中能够实现交流电的无触点控制，以小电流控制大电流，并且不象继电器那样控制时有火花产生，而且动作快、寿命长、可靠性好。在调速、调光、调压、调温以及其他各种控制电路中都有它的身影。

可控硅分为单向的和双向的，符号也不同。单向可控硅有三个 PN 结，由最外层的 P 极和 N 极引出两个电极，分别称为阳极和阴极，由中间的 P 极引出一个控制极。

单向可控硅有其独特的特性：当阳极接反向电压，或者阳极接正向电压但控制极不加电压时，它都不导通，而阳极和控制极同时接正向电压时，它就会变成导通状态。一旦导通，控制电压便失去了对它的控制作用，不论有没有控制电压，也不论控制电压的极性如何，将一直处于导通状态。要想关断，只有把阳极电压降低到某一临界值或者反向。

双向可控硅的引脚多数是按 T1、T2、G 的顺序从左至右排列（电极引脚向下，面对有字符的一面时）。加在控制极 G 上的触发脉冲的大小或时间改变时，就能改变其导通电流的大小。

与单向可控硅的区别是，双向可控硅 G 极上触发脉冲的极性改变时，其导通方向就随着极性的变化而改变，从而能够控制交流电负载。而单向可控硅经触发后只能从阳极向阴极单方向导通，所以可控硅有单双向之分。

电子制作中常用可控硅，单向的有 MCR-100 等，双向的有 TLC336 等。

这是 TLC336 的样子：

第四节 集成电路

集成电路是一种采用特殊工艺，将晶体管、电阻、电容等元件集成在硅基片上而形成的具有一定功能的器件，英文为缩写为 IC，也俗称芯片。集成电路是六十年代出现的，当时只集成了十几个元器件。后来集成度越来越高，也有了今天的 P-III。

集成电路根据不同的功能用途分为模拟和数字两大派别，而具体功能更是数不胜数，其应用遍及人类生活的方方面面。集成电路根据内部的集成度分为大规模中规模小规模三类。其封装又有许多形式。“双列直插”和“单列直插”的最为常见。消费类电子产品中用软封装的 IC，精密产品中用贴片封装的 IC 等。

对于 CMOS 型 IC，特别要注意防止静电击穿 IC，最好也不要未接地的电烙铁焊接。使用 IC 也要注意其参数，如工作电压，散热等。数字 IC 多用 +5V 的工作电压，模拟 IC 工作电压各异。集成电路有各种型号，其命名也有一定规律。一般是由前缀、数字编号、后缀组成。前缀表示集成电路的生产厂家及类别，后缀一般用来表示集成电路的封装形式、版本代号等。常用的集成电路如小功率音频放大器 LM386 就因为后缀不同而有许多种。LM386N

是美国国家半导体公司的产品，LM 代表线性电路，N 代表塑料双列直插。[这里有](#)各大 IC 生产公司的商标及其器件型号前缀。

集成电路型号众多，随着技术的发展，又有更多的功能更强、集成度更高的集成电路涌现，为电子产品的生产制作带来了方便。在设计制作时，若没有专用的集成电路可以应用，就应该尽量选用应用广泛的通用集成电路，同时考虑集成电路的价格和制作的复杂度。在电子制作中，有许多常用的集成电路，如 NE555（时基电路）、LM324（四个集成的运算放大器）、TDA2822（双声道小功率放大器）、KD9300（单曲音乐集成电路）、LM317（三端可调稳压器）等。

第三章：各种集成电路简介

第一节 三端稳压 IC

电子产品中常见到的三端稳压集成电路有正电压输出的 78×× 系列和负电压输出的 79×× 系列。顾名思义，三端 IC 是指这种稳压用的集成电路只有三条引脚输出，分别是输入端、接地端和输出端。它的样子象是普通的三极管，T0-220 的标准封装，也有 9013 样子的 T0-92 封装。

用 78/79 系列三端稳压 IC 来组成稳压电源所需的外围元件极少，电路内部还有过流、过热及调整管的保护电路，使用起来可靠、方便，而且价格便宜。该系列集成稳压 IC 型号中的 78 或 79 后面的数字代表该三端集成稳压电路的输出电压，如 7806 表示输出电压为正 6V，7909 表示输出电压为负 9V。

78/79 系列三端稳压 IC 有很多电子厂家生产，80 年代就有了，通常前缀为生产厂家的代号，如 TA7805 是东芝的产品，AN7909 是松下的产品。（[点击这里](#)，查看有关看前缀识别集成电路的知识）

有时在数字 78 或 79 后面还有一个 M 或 L，如 78M12 或 79L24，用来区别输出电流和封装形式等，其中 78L 调系列的最大输出电流为 100mA，78M 系列最大输出电流为 1A，78 系列最大输出电流为 1.5A。它的封装也有多种，详见图。塑料封装的稳压电路具有安装容易、价格低廉等优点，因此用得比较多。79 系列除了输出电压为负。引出脚排列不同以外，命名方法、外形等均与 78 系列的相同。

因为三端固定集成稳压电路的使用方便，电子制作中经常采用，可以用来改装分立元件的稳压电源，也经常用作电子设备的工作电源。电路图如图所示。

注意三端集成稳压电路的输入、输出和接地端绝不能接错，不然容易烧坏。一般三端集成稳压电路的最小输入、输出电压差约为 2V，否则不能输出稳定的电压，一般应使电压差保持在 4-5V，即经变压器变压，二极管整流，电容器滤波后的电压应比稳压值高一些。

在实际应用中，应在三端集成稳压电路上安装足够大的散热器（当然小功率的条件下不用）。当稳压管温度过高时，稳压性能将变差，甚至损坏。

当制作中需要一个能输出 1.5A 以上电流的稳压电源，通常采用几块三端稳压电路并联起来，使其最大输出电流为 N 个 1.5A，但应用时需注意：并联使用的集成稳压电路应采用同一厂家、同一批号的产品，以保证参数的一致。另外在输出电流上留有一定的余量，以避免个别集成稳压电路失效时导致其他电路的连锁烧毁。

第二节 语音集成电路

电子制作中经常用到音乐集成电路和语言集成电路，一般称为语言片和音乐片。它们一般都是软包封，即芯片直接用黑胶封装在一小块电路板上。语音 IC 一般还需要少量外围元件才能工作，它们可直接焊到这块电路板上。

别看语音 IC 应用电路很简单，但是它确实是一片含有成千上万个晶体管芯的集成电路。其内部含有振荡器、节拍器、音色发生器、ROM、地址计算器和控制输出电路等。音乐片内可存储一首或多首世界名曲，价格很便宜，几角钱一片。音乐门铃都是用这种音乐片装的，其实成本很低。

不同的语言片内存储了各种动物的叫声，简短语言等，价格要比音乐片贵些。但因为有趣，其应用越来越多。会说话的计算器、倒车告警器、报时钟表等。语音电路尽管品种不少，但不能根据用户随时要求发出声音，因为商品化的语音产品采用掩膜工艺，发声的语音是做死的，使成本得到了控制。

一般语音集成电路的生产厂家都可以特别定制语音的内容，但因为要掩模，要求数量千片以上。近年来出现的 OTP 语音电路解决了这一问题。OTP 就是一次性可编程的意思，就是厂家生产出来的芯片，里面是空的，内容由用户写入（需开发设备），一旦固化好，再也不能擦除，信息也就不会丢失。它的出现为开发人员试制样机提供了方便，特别适合于小批量生产。

业余制作采用可录放的语言电路是十分方便的，UM5506、ISD1400、ISD2500 等，外围元件极少。bitbaby 第一次知道可录放语音集成电路，是在九几年的无线电杂志上，记得那时是 UM5101 和 T6668，都是用 41256 等 DRAM 的。那时多想有那么一套，不用磁带就可以录音的怪物，还能在放音时随意变调呢。早期的数码留言机也用它们，由于使用 DRAM，如果没有后备电池，一旦断电后，所有的信息都会丢失。

现在采用 EEPROM 的语音电路大大方便了电子爱好者，它随录随放，不怕掉电，使用方便，外围元件少。只是价格较贵些，每秒钟成本约 1 元人民币。这类语音录放集成电路首推（美国）ISD 公司的 ISD 系列。国内、台湾都有厂家生产兼容的芯片及软包封的芯片、模块，但从结构来看，猜想来自于 ISD。

如果您对语音集成电路很感兴趣，请密切留意 bitbaby 的网站。为了让您更好地了解语音 IC，bitbaby 以后将把精心收集的语音 IC 应用图集贴到网上来，以方便您查询使用。

这里是几张语音 IC 的图片：

这是经典的 KD9300 门铃音乐芯片：
这是“请注意—倒车”的语言片：
这是能够驱动十二个 LED 闪光的芯片
这是软包封的 ISD1420 芯片：（好贵：—（

第三节 数字集成电路

数字集成电路产品的种类很多种。数字集成电路构成了各种逻辑电路，如各种门电路、编译码器、触发器、计数器、寄存器等。它们广泛地应用在生活中方方面面，小至电子表，大至计算机，都是有数字集成电路构成的。

结构上，可分成 TTL 型和 CMOS 型两类。74LS/HC 等系列是最常见的 TTL 电路，它们使用 5V 的电压，逻辑“0”输出电压为小于等于 0.2V，逻辑“1”输出电压约为 3V。CMOS 数字集成电路的工作电压范围宽，静态功耗低，抗干扰能力强，更具优点。数字集成电路有个特点，就是它们的供电引脚，如 16 脚的集成电路，其第 8 脚是电源负极，16 脚是电源正极；14 脚的，它的第 7 脚是电源的正极。

通常 CMOS 集成电路工作电压范围为 3-18V，所以不必像 TTL 集成电路那样，要用正正好好的 5V 电压。CMOS 集成电路的输入阻抗很高，这意味着驱动 CMOS 集成电路时，所消耗的驱动功率几乎可以不计。同时 CMOS 集成电路的耗电也非常的省，用 CMOS 集成电路制作的电子产品，通常都可以用干电池供电。

CMOS 集成电路的输出电流不是很大，大概为 10mA 左右，但是在一般的电子制作中，驱动一个 LED 发光二极管还是没有问题的。此外，CMOS 集成电路的抗干扰能力也较强，即行话所说的噪声容限较大，且电源电压越高，抗干扰能力越强。

电子制作中常用的数字集成电路有 4001、4011、4013、4017、4040、4052、4060、4066 等型号，建议多买些备用。市场上的数字集成电路进口的较多，产品型号的前缀代表生产公司，常见的有 MC1XXXX（摩托罗拉）、CDXXXX（美国无线电 RCA）、HEFXXXX（飞利浦）、TCXXXX（东芝）、HCXXXX（日立）等。一般来说，只要型号相同，不同公司的产品可以互换。这里有一张表，是关于集成电路前缀及其生产公司的。

需要注意的是，CMOS 集成电路容易被静电击穿，因此需要妥善保存。一般要放在防静电原包装条中，或用锡箔纸包好。另外焊接的时候，要用接地良好的电烙铁焊，或者索性拔掉插头，利用余热焊接。不过说实话，现在的 CMOS 集成电路因为改进了生产工艺，防静电能力都有很大提高，不少人都不太注意为 CMOS 集成电路防静电，IC 却也活着。

这里是 TC4066（电子模拟开关）的外形图：

第四节 模拟集成电路

模拟集成电路被广泛地应用在各种视听设备中。收录机、电视机、音响设备等，即使冠上了“数码设备”的好名声，却也离不开模拟集成电路。

实际上,模拟集成电路在应用上比数字集成电路复杂些。每个数字集成电路只要元器件良好,一般都能按预定的功能工作,即使电路工作不正常,检修起来也比较方便,1是1,0是0,不含糊。模拟集成电路就不一样了,一般需要一定数量的外围元件配合它工作。那么,既然是“集成电路”,为什么不把外围元件都做进去呢?这是因为集成电路制作工艺上的限制,也是为了让集成电路更多地适应于不同的应用电路。

对于模拟集成电路的参数、在线各管脚电压,家电维修人员是很关注的,它们就是凭借这些判断故障的。对业余电子爱好者来说,只要掌握常用的集成电路是做什么用的就行了,要用时去查找相关的资料。

许多电子爱好者都是从装收音机、音响放大器开始的,用集成电路装,确实是一种乐趣。相信大家对这两者也都感兴趣。装的收音机有两种,一是AM中波的,通常用CIC7642、TA7641集成块装。另一种是FM调频的,通常要求具有一定的水平,用TDA7010、TDA7021、TDA7088, CXA1019(CXA1191)、CXA1238等。这些集成块也是收音机厂商所采用的经典IC。

CIC7642外形象一个9013,仅三个引脚,工作于1.5V下,其内部集成了多个三极管,用于组装直放式收音机,而且极易成功,因此许多电子入门套件少不了它。其兼容型号为MK484、YS414,许多进口的微型收音机、电子表收音机都用。

TA7641P装出来的收音机为超外差式,性能要好,但是因为有中周,制作调试都有点复杂,如果能买到套件组装,那也不算麻烦(照着指示把元件焊到电路板上就行啦:一)。TDA7000系列是飞利浦公司的产品,有bitbaby没见过的TDA7000,以及TDA7010T, TDA7021T, TDA7088T,后三者有个后缀T,表示是微型贴片封装的。bitbaby也没见过标准DIP(双列直插塑封)封装的,所以尽管它们的应用电路简单,做起来可麻烦,整个集成电路和一粒赤豆差不多大。(下面有图)TDA7088T是可以用电位器和变容管实现电调谐的。CXA1019是索尼公司生产的,CXA1191是它的改进型号,它们被称为单片AM/FM收音集成电路,因为一片IC包含了从高频放大、本振到中频放大、低频(音频)放大的所有功能。CXA1238是AM/FM立体声收音集成电路,它不包括音频放大器,但有立体声解码功能,通常用于WALKMAN收放机等。

这里有个知识,就是CXA的收音IC同一型号有三种不同的大小(即后缀M型为贴片封装,S型为小型封装,P型为DIP封装)。

音响功放电路也是电子爱好者们津津乐道的话题。通过亲手制作,不但深入了解了原理,更是具有意义。bitbaby并不是发烧友(也烧不起),对吹毛求疵的“金耳朵”更是持有怀疑态度。请各位新手不要误入歧途。做一套实用的音响才是聪明之举,不要相信什么“把XXXX IC换成运放之皇NE5532后效果立竿见影”。

Bitbaby帮别人装过许多功放,也有不少经验。有的虽然只是用收录机用的功放集成块,但因为用了较大功率的电位器、较大容量的滤波电容、较大口径的扬声器,效果还是比收录机好。

TA7240P是收录机中常用的功放IC,双声道,各5.8W,12V左右供电,音质一般般。TDA1521是高保真功放IC,功率较大,音质较好,上点档次的电脑有源音箱也都用该集成块。LM1875(TDA2003、TDA2030、TDA2030A)等应用电路差不多,功率不同,TDA2030A是TDA2030的改进型,功率稍大。这些集成块应用也很多,但假货也多,有的假货是用廉价IC打磨过的,有的则是粗制滥造。

傻瓜功放是一种厚膜集成电路，其实不过是把各分立元件封装在一起，只有输入引脚用来接音源，输出引脚接音箱，以及电源引脚，方便了使用。此外，还有 TDA2822、LM386 等的小功率音频放大器，在电池供电的产品中作功放。用它们也可做有源音箱，廉价的有源音箱就用它们。

关于这些集成电路的使用，Bitbaby 将在以后贴出文章。

这里是 TDA7010T 的样子：

第四章：基本工具

第一节 万用表

目前的万用表分为指针式和数字式，它们各有方便之处，很难说谁好谁坏，最好是能够备有指针和数字式的各一个。业余电子制作有一个指针式的 MF30 型万用表也就可以了，这可是一种经典型号。还有元老级的 MF500 型万用表，廉价的 MF50 万用表，一般都可以在电讯商店买到。

万用表的三个基本功能是测量电阻、电压、电流，所以老前辈们叫它三用表。现在的万用表添加了好多新功能，尤其是数字式万用表，如测量电容值，三极管放大倍数，二极管压降等，更有一种会说话的数字万用表，能把测量结果用语言播报出来。（其实不是很难，Bitbaby 曾有一度很想用单片机和语音电路做一个：-）

数字式万用表也有许多经典型号，如 DT830C，DT830C，DT890D 等，后面的后缀表示功能上的区别，其中 DT830C 已经买到了三十多元一个，够便宜的。Bitbaby 在学校里装过一个 MF50 的万用表，电路原理并不复杂，只是那么多的元件没有印刷板来固定，而是直接焊在接线板上，自己装对初学者来说还是麻烦了点。

万用表最大的特点是有一个量程转换开关，各中功能就是靠这个开关来切换的。基本上，用 A- 来表示测直流电流，一般毫安档和安培档各又分几档。V- 表示测直流电压，高级点的万用表有毫伏档，电压档也分几档。V~ 是用来测交流电压的。A~ 测交流电流。

Ω 欧姆档测电阻，对于指针式万用表，每换一次电阻档还要做一次调零。调零就是把万用表的红表笔和黑表笔搭在一起，然后转动调零钮，使指针指向零的位置。hFE 是测量三极管的电流放大系数的，只要把三极管的三个管脚插入万用表面板上对应的孔中，就能测出 hFE 值。注意 PNP、NPN 是不同的。

以下以 MF30 型万用表为例，说明万用表的读数。第一条刻度线是电阻值指示，最左端是无穷大，右端为零，当中刻度不均匀。电阻档有 R×1、R×10、R×100、R×1K、R×10K 各档，分别说明刻度的指示再要乘上的倍数，才得到实际的电阻值（单位为欧姆）。

例如用 R×100 档测一电阻，指针指示为“10”，那么它的电阻值为 10×100=1000，即 1K。第二条刻度线是 500V 档和 500mA 档共用，需要注意的是电压档、电流档的指示原理不同

于电阻档，例如 5V 档表示该档只能测量 5V 以下的电压，500mA 档只能测量 500mA 以下的电流，若是超过量程，就会损坏万用表。

注意事项：万用表使用时应该水平着放。红表笔插在+孔内，黑表笔插入-孔内。测试电流就用电流档，而不能误用电压档、电阻档，其他同理，否则轻则烧万用表内的保险丝，重则损坏表头。事先不知道量程，就选用最大量程尝试着测量，然后断开测量电路再换档，切不可在线的情况下转换量程。有表针迅速偏转到底的情况，应该立即断开电路，进行检查。

最后还有一个规矩，就是约定用完后的万用表要把量程开关拨到交流电压最高档，以防别人不慎测量 220V 市电电压而损坏。记住这个老前辈们留下的优良传统哟！

第二节 电烙铁

电烙铁分为外热式和内热式两种，外热式的一般功率都较大。

内热式的电烙铁体积较小，而且价格便宜。一般电子制作都用 20W-30W 的内热式电烙铁。当然有一把 50W 的外热式电烙铁能够有备无患。内热式的电烙铁发热效率较高，而且更换烙铁头也较方便。

电烙铁是用来焊锡的，为方便使用，通常做成“焊锡丝”，焊锡丝内一般都含有助焊的松香。焊锡丝使用约 60%的锡和 40%的铅合成，熔点较低。（Bitbaby 有个好习惯，就是每次做完事后都去洗手，铅可不是什么好东西，松香倒是蛮闻得惯的：-）

松香是一种助焊剂，可以帮助焊接，拉二胡的人肯定有吧，听说也可到药店购买。松香可以直接用，也可以配置成松香溶液，就是把松香碾碎，放入小瓶中，再加入酒精搅匀。注意酒精易挥发，用完后记得把瓶盖拧紧。瓶里可以放一小块棉花，用时就用镊子夹出来涂在印刷板上或元器件上。

注意市面上有一种焊锡膏（有称焊油），这可是一种带有腐蚀性的东西，是用在工业上的，不适合电子制作使用。还有市面上的松香水，并不是我们这里用的松香溶液。

电烙铁是捏在手里的，使用时千万注意安全。新买的电烙铁先要用万用表电阻档检查一下插头与金属外壳之间的电阻值，万用表指针应该不动。否则应该彻底检查。

最近生产的内热式电烙铁，厂家为了节约成本，电源线都不用橡皮花线了，而是直接用塑料电线，比较不安全。强烈建议换用橡皮花线，因为它不像塑料电线那样容易被烫伤、破损，以至短路或触电。

新的电烙铁在使用前用锉刀锉一下烙铁的尖头，接通电源后等一会儿烙铁头的颜色会变，证明烙铁发热了，然后用焊锡丝放在烙铁尖头上镀上锡，使烙铁不易被氧化。在使用中，应使烙铁头保持清洁，并保证烙铁的尖头上始终有焊锡。

使用烙铁时，烙铁的温度太低则熔化不了焊锡，或者使焊点未完全熔化而成不好看、不可靠的样子。太高又会使烙铁“烧死”（尽管温度很高，却不能蘸上锡）。另外也要控制好

焊接的时间，电烙铁停留的时间太短，焊锡不易完全熔化、接触好，形成“虚焊”，而焊接时间太长又容易损坏元器件，或使印刷电路板的铜箔翘起。

一般一两秒内要焊好一个焊点，若没完成，宁愿等一会儿再焊一次。焊接时电烙铁不能移动，应该先选好接触焊点的位置，再用烙铁头的搪锡面去接触焊点。

第三节 印刷电路板

印刷电路板是电子制作中的一个大头，也是最能体现电子爱好者制作水平的技术了。印刷电路板简称印制板，工厂制作与业余制作有很大的不同。工厂一般根据客户提供的电路原理图用计算机设计出印刷板图，然后经过照相制版等技术做出印制板，然后上阻焊、印字等形成成品，需要一系列设备。

而传统的业余制作中只能采用敷铜板加腐蚀液的土方法制作印制板。近年来推出了万用试验板、感光电路板等新型技术，解放了广大的电子爱好者和电子产品开发者。加之 PC 机的普及，用 CAD 软件设计电路、自动生成 PCB（印刷电路板）已经不算难事了。甚至直接打印在胶片上配合感光电路板做印刷板更是方便极了。

Bitbaby 在学校的课程中学过 ORCAD 软件，用它设计了一个 8031 单片机的典型应用电路，感觉还真不错。老师还不准用 ORCAD 的自动布线功能，那张图 Bitbaby 的手工布线可漂亮了，走线的转角都是平滑过渡，充分考虑这样的设计使印板更牢固，以至于老师以为是自动布线的呢（不自吹了：-）。可惜当时没有打印机打印出 PCB 来。

PROTEL 更是为广大电子爱好者所熟知，只可惜 Bitbaby 对它没有很深的研究。一般的电子制作电路均不复杂，对老手来说，也只要用脑子就能设计出印刷电路板图来，所以还是讲讲传统的印制板的制作方法吧。

首先要在纸上根据电路原理图设计出印刷电路板图，各元器件之间的正确连接是重要的，还要注意元器件的大小、排列位置、干扰等。（Bitbaby 以后将写一篇专门的文章讲述如何设计印制板。）设计完成后要反复校对原理图，并找出元器件实物放到各自的位置，在调整孔距、走线等。注意正反面，有时不小心设计了反面，可以把原图放在复写纸上描一次，那么在纸的背面就有了所需要的。

Bitbaby 制作印制板的方法，是把设计好的 1:1 图纸剪下来，用透明胶贴在单面敷铜板的铜面上，然后用冲子在需要钻孔的地方敲一下，形成凹进去的小坑，这样再用小电钻钻孔就不会打滑了。然后用自制的小电钻（收录机电动机改装）打孔，全部打完后撕下图纸，直接用毛笔蘸油漆描线路。

由于已经有孔的定位，画起来不困难，只要记住那几个孔是连在一起的就好了。一般不复杂的电路用这样的方法制作电路板极快（连复写纸都省了：-），若是复杂的电路可以在图纸和敷铜板之间夹一张复写纸，然后把印刷板图描一遍，打孔的地方描得深些，然后用毛笔蘸油漆描线路。

如果没有油漆，可以用质量较好的记号笔描线路，或用修正液描，只是修正液描的电路板不太美观，需干后修正宽度一致。指甲油也可以用，干得较快，比修正液好用些。描的时候注意线条之间保持距离，孔的周围要形成包围，以利于焊接。

油漆要好长时间才能干，等油漆干后就可以投入腐蚀液中，腐蚀液一般用三氯化铁加水配置而成，三氯化铁为土黄色固体，也易于吸收空气中的水份，所以应密封保存。配置三氯化铁溶液时一般是用 40% 的三氯化铁和 60% 的水，当然三氯化铁多些，或者用温水（不是热水，以防油漆脱落）可使反应速度快些。

注意三氯化铁具有一定的腐蚀性，最好不要弄在皮肤上和衣服上（很难洗：-（反应的容器用廉价的塑料盆，放得下电路板的就好。腐蚀是从边缘开始的，当未描油漆的铜箔被腐蚀完后应该及时取出电路板，以防油漆脱落后腐蚀掉有用的线路。

这时用清水冲洗，顺使用竹片等物刮去油漆（这时油漆从液体里出来，比较容易去除）。若不易刮，用热水冲一下就好了。然后擦干，用砂纸打磨干净，就露出了闪亮的铜箔，一张印刷电路板就做好了。为了保存成果，Bitbaby 通常会用松香溶液涂一遍打磨好的电路板，既可以助焊，又可以防止氧化。

第五章 其他元器件

第一节 扬声器、话筒等

扬声器俗称为喇叭，应该是大家熟悉不过的器件了，它是收音机、录音机、音响设备中的重要元件。常见的扬声器有动圈式、舌簧式、压电式等好几种，但最常用的是动圈式扬声器（又称电动式）。而动圈式扬声器又分为内磁式和外磁式，因为外磁式便宜，通常外磁式用得更多。当音频电流通过音圈时，音圈产生随音频电流而变化的磁场，在永久磁铁的磁场中时而吸引时而排斥，带动纸盆振动发出声音。

扬声器在电路图中的符号很形象。音响用的扬声器大多要求大功率、高保真。为完美再现声响，扬声器又被分为专用的低音、中音、高音，以各司其职。低音扬声器的纸盆不再由单一的材料构成，出现了布边、尼龙边和橡皮边等扬声器，使纸盆更有弹性，低音更加丰富。号筒式扬声器、球顶高音扬声器使高音更加清晰。另外还有一种全频扬声器，它将高、低音扬声器做在了一起。

扬声器上一般都标有标称功率和标称阻抗值，例如 $0.25W8\Omega$ 。一般认为扬声器的口径大，标称功率也大。在使用时，输入功率最好不要超过标称功率太多，以防损坏。万用表 R1 电阻档测试扬声器，若有咯咯声发出说明基本上能用。测出的电阻值是直流电阻值，比标称阻抗值要小，是正常现象。

还有一种压电陶瓷片，也是一种发声元件，它利用压电效应工作，既可以作发声元件又可以作接收声音的元件。而且它很便宜，生日卡上的发声元件就是它。压电陶瓷片是在园形铜底板上涂覆了一层厚约 1mm 的压电陶瓷，再在陶瓷表面沉积一层涂银层，涂银层和铜底板就是它的两个电极。压电陶瓷有一个奇妙的特性—压电效应：如将它弯曲，它的表面就会出现异种电荷，如反向弯曲，电荷的极性也会相反。奇妙的是如果在压电陶瓷片的两个电极上施加一定的电压，它就会发生弯曲，当电压方向改变时，弯曲的方向也随之改变。

利用压电效应，有了一种声—电，电声转换的两用器件，可以当话筒用：对压电陶瓷片讲话，使它受到声波的振动而发生前后弯曲，当然人的眼睛分辨不出这种弯曲，在压电陶瓷片的两电极就会有音频电压输出。相反地，把一定的音频电压加在压电陶瓷片的两极，由于音频电压的极性和大小不断变化，压电陶瓷片就会产生相应的弯曲运动，推动空气形成声音，这时候，它又成了喇叭。

压电陶瓷片作为一种电子元件，在新买来的时候，是不带引线的，需要自己焊接。一般采用多股软线，先剥头搪锡，焊接是要求速度快，焊点小，否则容易损坏压电陶瓷片娇嫩的镀银层。

还有一种在 BP 机、小闹钟里广泛应用的讯响器实质上也是电磁式的。

话筒有电容式的、动圈式的等等，常用的卡拉 OK 话筒一般都是动圈式的，其实它是动圈式扬声器的反应用，不信你可以把动圈话筒接到 WALKMAN 的耳机输出端试试能不能发声。（开小音量，别烧了：—）

电子制作中常用的话筒是驻极体电容话筒，价钱很便宜（约一元一个），音质也不算差，体积很小。其实大多数的电脑多媒体话筒里边业就是这东西。（早知道自己做一个：—）说它体积小，我们要做的微型无线窃听器也用这种话筒，Bitbaby 有一个驻极体话筒只有米粒那么大（花大价钱买来的：—（

第二节 电池

据说电池的历史非常悠久，世界上最古老的电池起源于大约 2000 年前，这个被叫做“巴格达”的电池，还保存在伊拉克首都的博物馆内（现在呢？有没有被炸掉？）。

电池有两个常用的参数，分别为电压和容量。电压主要取决于正负极的材料。一般的干电池，电压均为 1.5V，而充电电池的电压为 1.2V。容量就是容纳多少电量吧，用放电电流和放电时间的乘积表示。例如容量为 500mAh 的电池，是指该电池用 500mA 的电流放电，能使用 1 个小时。显然，如果用 250mA 的电流放电，就能使用 2 个小时，以此类推。

常用常见的电池有锰干电池，碱性电池，镍镉电池，叠层电池，钮扣电池等。锰锌干电池，标称电压 1.5V，便宜，但是连续放电性差，不适合大电流放电，而且不能充电，只适用于一些小电流的电子电路。锰干电池有一个奇怪的特性，间歇放电的时间和比连续放电的时间要长，这是一个使用普通干电池的诀窍啊。

碱性电池，标称电压也是 1.5V，其电解液是水溶氢氧化钾液，容量大，能大电流放电，各方面特性均优于锰干电池。在实际中，越是需要大电流的电路，碱性电池越能发挥作用。碱性干电池在 WALKMAN 中听磁带使用，其寿命比普通电池长许多，在照相机闪光灯中不能使用镍隔电池，碱性电池就是最好的选择。只是碱性电池价格较贵。

大多数的碱性电池外壳上，标有“不准充电”的中文或是英文，但事实上，碱性电池是可以充电的，最多可以充电几十次。只是对碱性电池只能采取小电流充电的方法，以 50mA 的充电电流为宜，而大多数的充电器的充电电流都比较大，结果使电池内的液体流出，腐蚀电器。LR20 代表一号碱性电池，LR6 代表五号。

普通的锰干电池，单以 R 为型号，常见的 R6P 是五号大容量电池。Bitbaby 喜欢用“白象”牌碱性电池装备电器。

许多计算器上都使用了太阳能硅光电池，有光照的时候给钮扣电池充电。太阳能电池有长方形片状的，也有晶体管状扁圆形的。一般每片能产生 0.5V 的电压，需多片串联以提高电压，多组并联以增大输出电流。而且一般都和钮扣电池并联，以随时把电能存储起来，再向小负载供电。

镍隔电池也为大家所熟知，不再罗嗦。据 Bitbaby 所知，小日本早在 90 年代初就禁止在本土生产镍隔电池了，以保护他们的环境。而现在市面上那么多的 MADE IN JAPAN 的镍隔电池是哪来的？现在提倡用镍氢电池，容量又大，又没有记忆效应，而且环保些。镉对人体有害啊！

第三节 特殊器件

在电阻这一节中，介绍了常用的光敏电阻和热敏电阻，这里再介绍一些不太常用的特殊电阻。

力敏电阻

通常电子秤中就有力敏电阻，常用的压力传感器有金属应变片和半导体力敏电阻。力敏电阻一般以桥式连接，受力后就破坏了电桥的平衡，使之输出电信号。

气敏电阻

有一种煤气泄漏报警器，在瓦斯泄漏后会报警，甚至启动脱排油烟机通风。这种报警器内就是装置了一种气敏电阻。这种半导体在表面吸收了某种自身敏感的气体之后会发生反应，而使自身的电阻值改变。它一般有四个电极，两个为加热电极，另两个为测量电极。气敏电阻根据型号对不同的气体敏感。有的是对汽油，有的是对一氧化碳，有的是对酒精敏感。

湿敏电阻

湿敏电阻对环境湿度敏感，它吸收环境中的水分，直接把湿度变成电阻值的变化。

压敏电阻

压敏电阻用作电路的过压保护。将压敏电阻和电路并联，其两端电压正常时电阻值很大，不起作用。一旦超过保护电压，它的电阻值迅速变小，使电流尽量从自己身上流过（很有牺牲

精神!)，从而保护了电路。正规的电话机中少不了压敏电阻，其实你的 MODEM 中也有这东西。

霍尔器件

霍尔器件几乎是每台录相机中都用的器件，另外在各种精密的工业设备中也有它的身影。它主要用来检测磁力，而且基本上都是以“集成霍尔传感器”的形式出现。用高灵敏的霍尔器件还可以制作电子罗盘呢。

数码管

许多电子产品上都有跳动的数码来指示电器的工作状态，其实数码管显示的数码均是由七个发光二极管构成的。每段上加上合适的电压，该段就点亮。为方便连接，数码管分为共阳型和共阴型，共阳型就是七个发光管的正极都连在一起，作为一条引线。

干簧管

初听这个名字很怪，（习惯了就好），干簧管是一种磁敏的特殊开关。它的两个触点由特殊材料制成，被封装在真空的玻璃管里。只要用磁铁接近它，干簧管两个节点就会吸合在一起，使电路导通。因此可以作为传感器用，用于计数，限位等等。有一种自行车公里计，就是在轮胎上粘上磁铁，在一旁固定上干簧管构成的。装在门上，可作为开门时的报警、问候等。在“断线报警器”的制作中，也会用到干簧管。！

DIY 入门教程实战篇—PS2 记忆卡加装指示灯

注：请勿转载，如有需求请与刊登的杂志社联系。

在上一期，我们讲了 DIY 入门的一些基本工具和技能。想必大家也练习的差不多了。这次我们要来实战一把，实战的内容当然还是与游戏机相关的，并且改造过程相对比较简单一些。下面我们会首先来认识一下一些基本的电子元件。

一、电阻

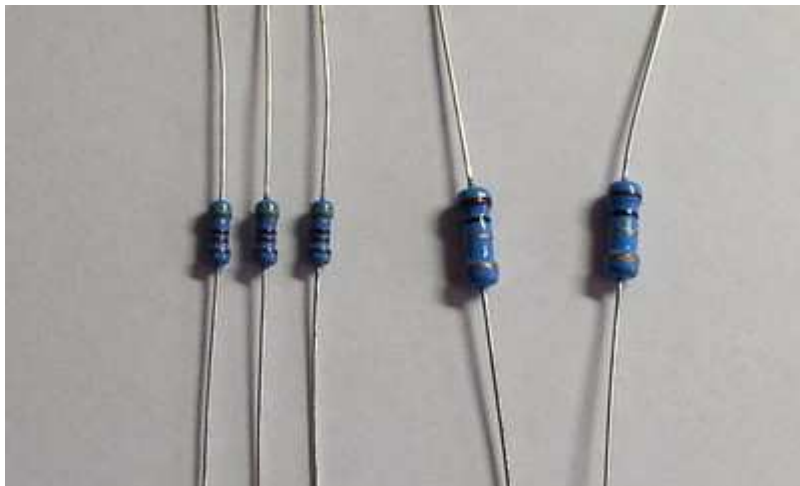


图 1

电阻是电路中最常用的元件。电阻的主要参数是阻值。插件的电阻通常用色环来表示。贴片电阻则通常用数字来表示阻值。对初学者来说，插件形式的电阻比较容易焊接，贴片电阻的焊接则相对困难一些。

电阻有两个引脚，电阻没有极性，所以这两个引脚在实际焊接时没有顺序之分。

二、电容

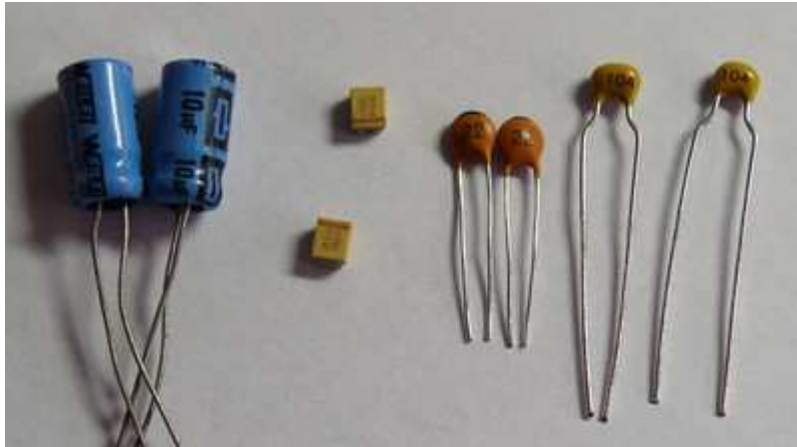


图 2

常用的电容有电解电容和无极性电容，电容的值通常都用数值表示，印在电容的外面。电解电容是有极性的，焊接时不可搞错，一般来说，较长的引脚是正极，较短的引脚是负极。无极性电容，则没有极性之分。

三、二极管

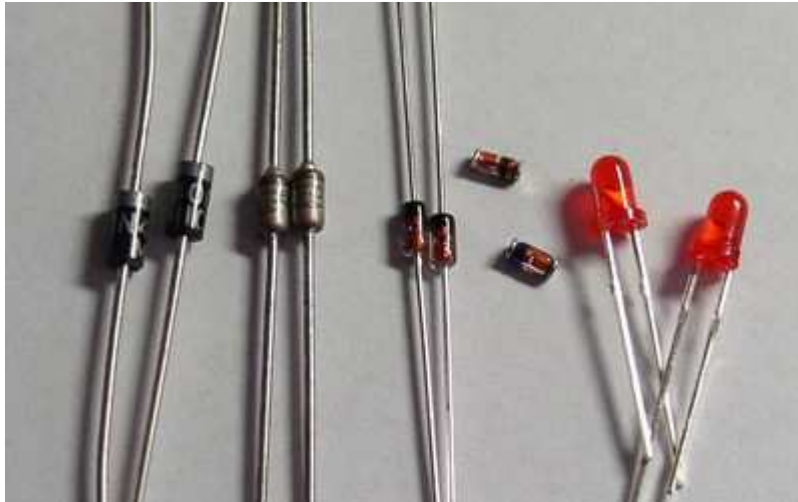


图 3

二极管的种类比较多。不过 DIY 常用的可能只有整流二极管（1N4001 等）和开关二极管（1N4148）。像以前改造 PS 手柄用的就是 1N4148。二极管也是有极性的。二极管的极性可用万用表测量出来。

四、三极管

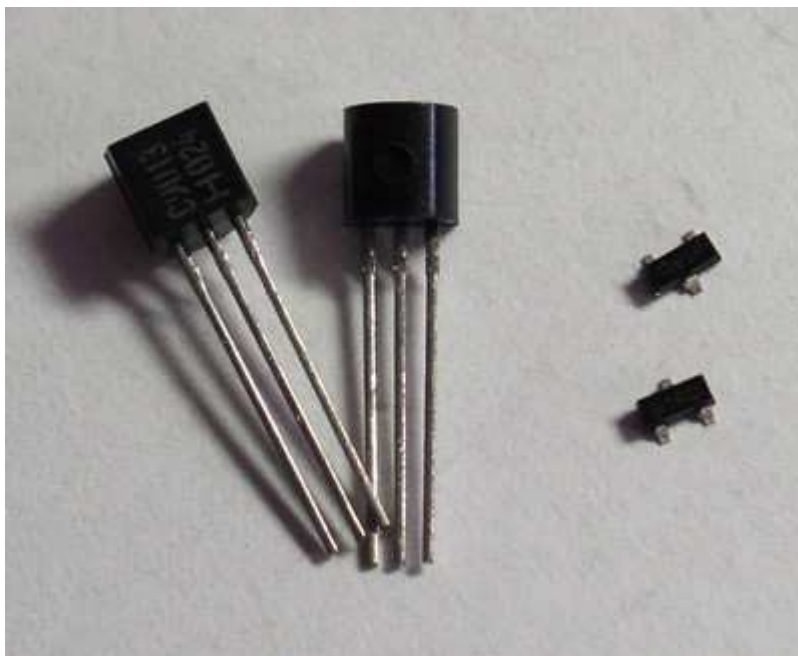


图 4

三极管简单的来看，分为 PNP 型和 NPN 型。其种类型号是非常多的。不过一般在数字电路中常用的是 9013 和 9014。三极管的三个引脚分别是 E、B、C。在连接时不可搞错。

五、集成电路

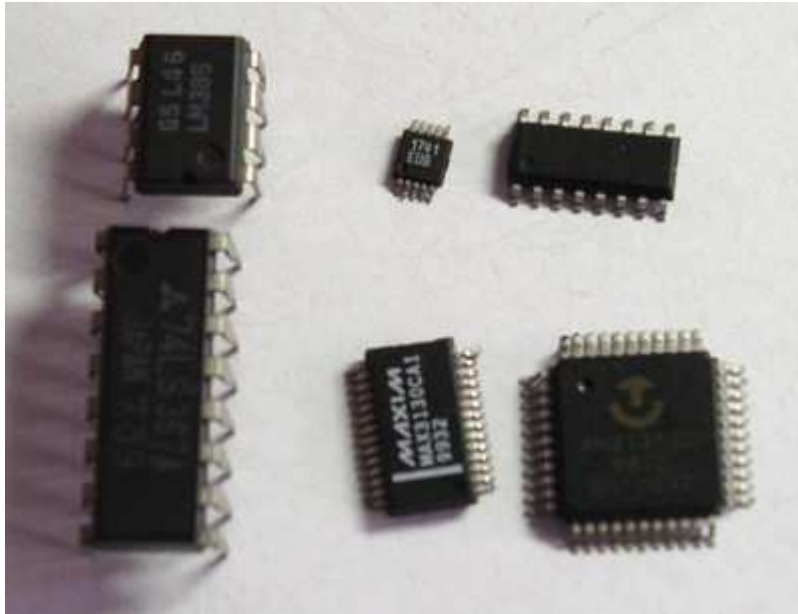


图 5

集成电路顾名思义就是将很多元件集成到一个小的芯片内来完成一些特定的功能。集成电路的种类非常多。封装形式也非常多。

五、改造前的准备工作

如果你打算 DIY 一把的话，那么认识元件是必不可少的，接下来就一定要能够看懂电路图，当然并不要求你能够分析出电路的原理，但起码要明白图纸用到了哪些元件，这些图纸上的元件的实物是什么样的，以及怎样把图纸上的各种连接与实物对照起来，你要增加的元件要焊接到实物的什么地方去。

下面是一个在 PS2 记忆卡上加装指示灯的图纸。加装指示灯是因为记忆卡在游戏存储的过程中是不能插拔的，否则会造成存档丢失。不过一般的记忆卡上并没有指示灯，所以我们无法了解其工作状态。现在我们就为记忆卡安装一个指示灯，这样我们就能非常直观的看到记忆卡的工作状态。

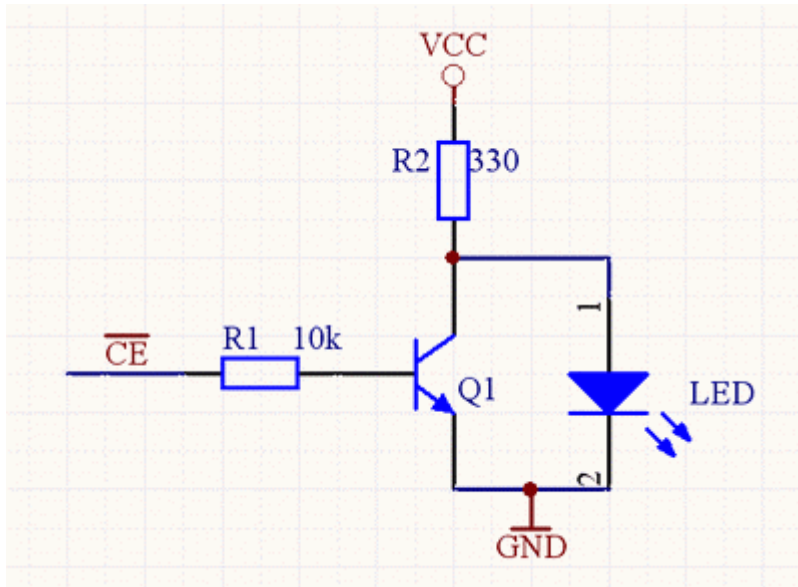


图 6 原理图

是不是非常简单，我们可以看到只有四个元件，一个三极管、两个电阻、一个发光二极管（LED）。



图 7 元件的实物图

看到这样一个电路，我们应该大概了解一下它的工作原理。记忆卡是把需要存档的数据存储到一片 FLASH 芯片中，FLASH 芯片有一个片选信号(CE)，当该信号为低电平时，FLASH 芯片被选中，开始进行读写操作。FLASH 芯片在读写过程中，如果记忆卡从主机上被拔出，数据就会被破坏。当片选信号变为高电平时，FLASH 芯片不被选中，这时插拔记忆卡就没有关系了。

这个电路是利用记忆卡的 FLASH 芯片的片选信号来控制一个发光二极管，三极管相当于一个开关，当片选信号为低电平时，三极管截止，电流不从三极管流向地，而是通过发光二极管流向地，因此发光二极管点亮。当片选信号为高电平时，三极管导通，电流不从发光二极管通过，发光二极管熄灭。我们通过观察发光二极管亮和不亮就可以知道 FLASH 芯片的状态。就知道可不可以插拔记忆卡了。

附加的这个电路与记忆卡的原电路需要连接的点共有三个：VCC、GND、CE。我们需要在 PCB 上找到这三个点，然后把附加的元件连接好，再连接到这三个点上即可。VCC 是电源正极、GND 就是地，任何一个电路都要加电才能工作，因此这两个点非常容易找到。还有一个点是 CE，这是 FLASH 芯片的片选信号，8M 的 PS2 的记忆卡用的 FLASH 芯片的型号是 TC58V64 或者类型的型号，它们的管脚定义是完全相同的，查数据手册可知，芯片的第 43 脚为 CE。

电路中用到两个电阻，都是最普通的 1/4W 的色环电阻，其中 330 的电阻起到限流作用，这个电阻可以决定发光二极管的亮度。电阻有两个引脚，没有极性。

电路中的三极管相当于一个开关，对于这种应用，采用任意一种常用的小功率 NPN 型三极管都可以。这里采用最常见的 9013。三极管的三个引脚分别是射极 E、基极 B、集电极 C，我们面对三极管的印字的一面（平的一面），引脚朝下，从左到右的三个引脚分别是 E、B、C。我们需要把实物的引脚与原理图对照起来，焊接到相应的位置。

发光二极管是二极管的一种，它的特性是加电后会发光，这有点像手电筒用的小灯泡。发光二极管有很多种颜色可供选择，你完全可以按照自己的意愿来选择，不过需要说明的是，常见的颜色，比如红色的、绿色的、黄色的，在 3.3V 的供电下工作是没有问题的，但有些特殊颜色的，如白色的发光二极管则需要较高的电压才能达到正常亮度。因此在选择时一定要搞清楚供电电压是多少。另外发光二极管还有各种各样的外形可供选择，外形跟它的电气特性没有关系。常见的基本都是圆型的发光二极管，有 3mm 的和 5mm 的，这是它们的直径。在这里，我们选择直径 3mm 的圆型的发光二极管，因为 3mm 的发光二极管，看起来更精致一些，选择圆形是因为在外壳上钻孔比较方便一些。

接下来的工作就是去采购这些元件。一般的城市中都会有专门的电子元件商场，跟常搞维修的人打听一下就知道在哪里了。购买时，你要搞清楚元件的参数，才可以买的到。如果你只告诉老板要买电阻，而不知道是阻值是多少，那肯定是买不到的了。电阻的价格非常低廉，零售的话，也就几分钱。作为一般低压小电流的用途，可选择 1/8W 或 1/4W 的色环电阻。买电阻需要知道两个参数：1. 功率，一般是 1/8W 或 1/4W；2. 阻值，电路图上标的多少，照单买就行了。如果买不到完全相同阻值的，一般可用相近阻值的代替，但一般不要超过 20%。3mm 的发光二极管，零售价格大概 1-2 毛钱。有高亮的，也有普通的，高亮的亮度会高一些，价格也稍高一些。买发光二极管需要知道的参数：直径形状，这里是 3mm，圆形。三极管的型号为 9013，大概 2-3 毛钱一只。

全部元件，五毛钱就可以搞定。元件采购完毕，我们就可以开始实战了。

六、为 PS2 记忆卡加装指示灯



图 8 PS2 记忆卡照片

首先要拆开外壳。在 PS2 的记忆卡上，你可看到，有两个螺丝，拆除后，发现仍然拆不开，因为结构特殊一些。需要把上盖靠近金手指一端轻轻向上分离，然后向后推，推开一定位置后，上盖就可取下了。



图 9 拆开的记忆卡



图 10 PCB

取出 PCB（即印板），首先发现 PCB 上原先就有一个焊接发光二极管的空位置，因此就决定把二极管安装在这个位置上。对照电路原理图可知，我们要先找到三个点，VCC、GND、CE。在 PCB 上，很容易就找到了，标着 VCC 和 GND 的两个点。不过也可看出，这两个点实在太小，焊接不方便，因此再仔细观察，（这个过程也可用万用表来帮忙，会更快捷），找到另外几个与 VCC 和 GND 相连的点可共使用。另外发光二极管的一个焊盘本来就是接地的。这样对改造来说就非常方便了。



图 11 改造的各个接入点位置

搞清楚了改造的位置，我们就可以动手了。首先在外壳上钻 3mm 的孔，以便安装 3mm 的发光二极管，位置如照片所示。



图 12 印板上钻的孔



图 13 外壳上钻的孔

然后焊接发光二极管。需要特别注意的是，发光二极管是有极性的。如果不用万用表，可从外观上来判断，发光二极管有两个引脚，一个长，一个短，长的是正极，短的是负极。用万用表的话，可把万用表拨置二极管档，然后用两个表笔分别接触发光二极管的两个引脚，如果看到发光二极管微亮，则说明红表笔接触的那个引脚是正极，黑表笔接触的那个引脚是负极。发光二极管的负极是接地，因此就知道发光二极管的两个引脚该分别焊接到那个位置了。

发光二极管需要先处理一下，如图所示：

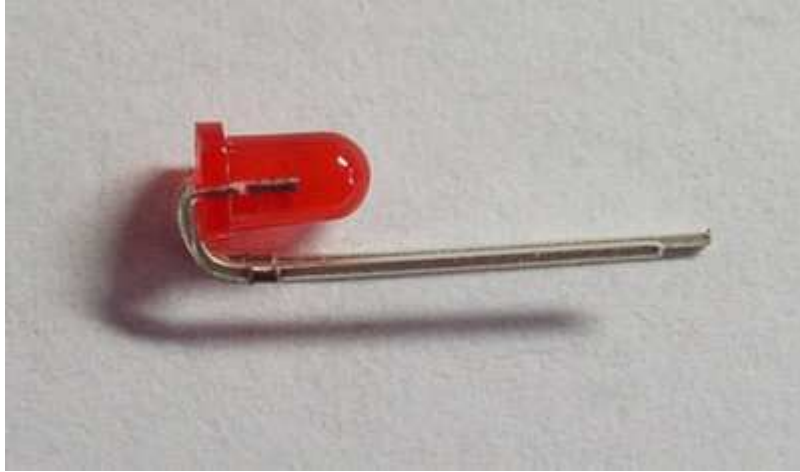


图 14 二极管的处理



图 15 二极管的处理

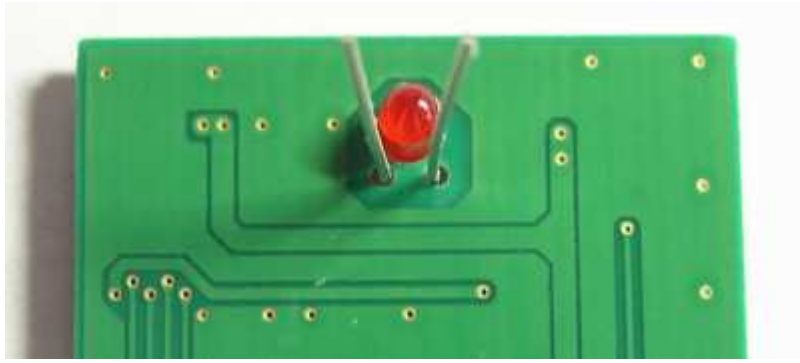


图 16

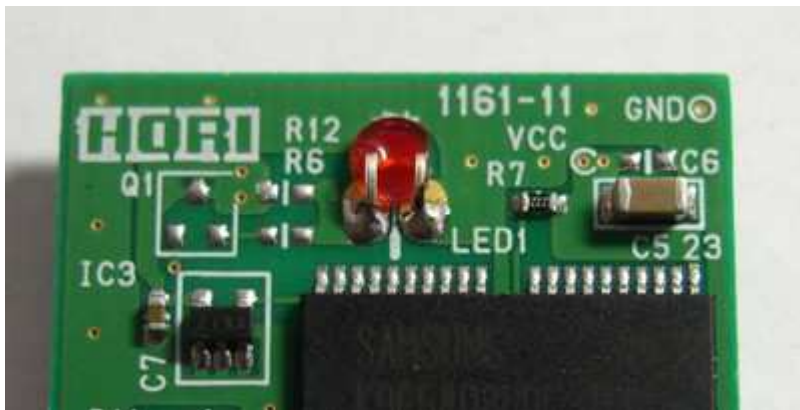


图 17

然后可参照原理图把其它元件焊接好。

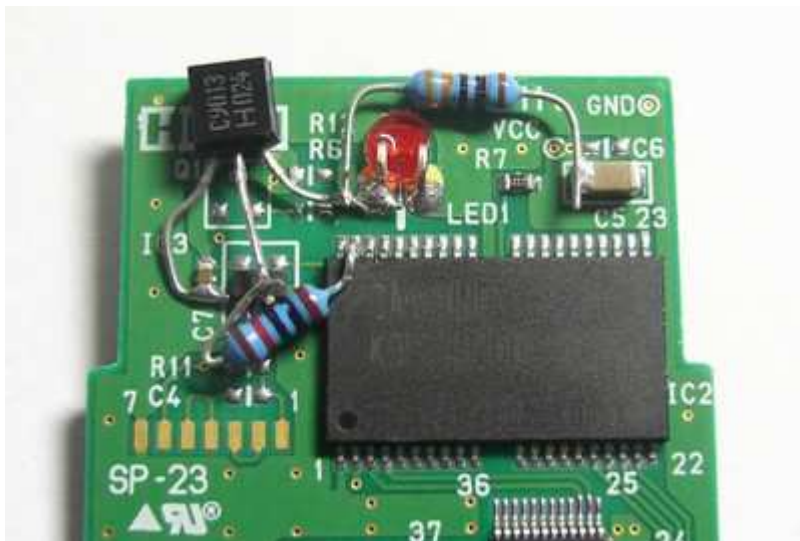


图 18 焊接完成后的 PCB

焊接完成后，不要立即通电来试。需要先检查一下，看焊接过程中有没有虚焊，有没有造成短路，最好用万用表辅助测量一下。确认无误后，可以把外壳装上，进行测试了。



图 19 改造好的 PS2 记忆卡

六、下面是实际测试的照片。



图 20 记忆卡不使用时的样子

PS2 游戏机在运行时，没有存档和读档情况时，记忆卡的指示灯不会点亮。当进行存档时，记忆卡的指示灯会闪亮。



图 21 记忆卡使用时的样子

SMD 三极管（SOT-23 封装）的表示方法

一家公司的 SMD 三极管（SOT-23 封装）的表示方法

9011	1T
9012	2T
9013	J3
9014	J6
9015	M6
9016	Y6
9018	J8
S8050	J3Y
S8550	2TY
8050	Y1
8550	Y2
2SA1015	BA
2SC1815	HF
2SC945	CR
MMBT3904	1AM
MMBT3906	2A
MMBT2222	1P
MMBT5401	2L
MMBT5551	G1
MMBTA42	1D
MMBTA92	2D
BC807-16	5A
BC807-25	5B
BC807-40	5C

BC817-16	6A
BC817-25	6B
BC817-40	6C
BC846A	1A
BC846B	1B
BC847A	1E
BC847B	1F
BC847C	1G
BC848A	1J
BC848B	1K
BC848C	1L
BC856A	3A
BC856B	3B
BC857A	3E
BC857B	3F
BC858A	3J
BC858B	3K
BC858C	3L
2SA733	CS
UN2111	V1
UN2112	V2
UN2113	V3
UN2211	V4
UN2212	V5
UN2213	V6
2SC3356	R23
2SC3838	AD
2N7002	702

它的样子象是普通的三极管,TO-220 的标准封装,也有 9013 样子的 TO-92 封装。...有时在数字 78 或 79 后面还有一个 M 或 L,如 78M12 或 79L24,用来区别输出电流和封装形式等,其中 78L 调系列的最大...

protel 元件封装总结

封装是指实际零件焊接到电路板时所指示的外观和焊点的位置。是纯粹的空间概念.因此不同的元件可共用同一零件封装,同种元件也可有不同的零件封装。像电阻,有传统的针插式,这种元件体积较大,电路板必须钻孔才能安置元件,完成钻孔后,插入元件,再过锡炉或喷锡(也可手焊),成本较高,较新的设计都是采用体积小的表面贴片式元件(SMD)这种元件不必钻孔,用钢膜将半熔状锡膏倒入电路板,再把 SMD 元件放上,即可焊接在电路板上了。

电阻 AXIAL

无极性电容 RAD

电解电容 RB-

电位器 VR

二极管 DIODE

三极管 TO

电源稳压块 78 和 79 系列 TO-126H 和 TO-126V

场效应管 和三极管一样

整流桥 D-44 D-37 D-46

单排多针插座 CON SIP

双列直插元件 DIP

晶振 XTAL1

电阻：RES1, RES2, RES3, RES4; 封装属性为 axial 系列

无极性电容：cap;封装属性为 RAD-0.1 到 rad-0.4

电解电容：electroi;封装属性为 rb.2/4 到 rb.5/1.0

电位器：pot1,pot2; 封装属性为 vr-1 到 vr-5

二极管：封装属性为 diode-0.4(小功率) diode-0.7(大功率)

三极管：常见的封装属性为 to-18 (普通三极管) to-22(大功率三极管) to-3(大功率达林顿管)

电源稳压块有 78 和 79 系列; 78 系列如 7805, 7812, 7820 等

79 系列有 7905, 7912, 7920 等

常见的封装属性有 to126h 和 to126v

整流桥：BRIDGE1,BRIDGE2: 封装属性为 D 系列 (D-44, D-37, D-46)

电阻：AXIAL0.3-AXIAL0.7 其中 0.4-0.7 指电阻的长度, 一般用 AXIAL0.4

瓷片电容：RAD0.1-RAD0.3。 其中 0.1-0.3 指电容大小, 一般用 RAD0.1

电解电容：RB.1/2-RB.4/8 其中.1/2-.4/8 指电容大小。一般<100uF 用

RB.1/2,100uF-470uF 用 RB.2/4,>470uF 用 RB.3/6

二极管：DIODE0.4-DIODE0.7 其中 0.4-0.7 指二极管长短, 一般用 DIODE0.4

发光二极管：RB.1/2

集成块：DIP8-DIP40, 其中 8 - 4 0 指有多少脚, 8 脚的就是 DIP8

贴片电阻

0603 表示的是封装尺寸 与具体阻值没有关系

但封装尺寸与功率有关 通常来说

0201 1/20W

0402 1/16W

0603 1/10W

0805 1/8W 1206 1/4W 电容电阻外形尺寸与封装的对应关系是:

0402=1.0x0.5

0603=1.6x0.8

0805=2.0x1.2

1206=3.2x1.6

1210=3.2x2.5

1812=4.5x3.2

2225=5.6x6.5

关于零件封装我们在前面说过,除了 DEVICE。LIB 库中的元件外,其它库的元件都已经有了 固定的元件封装,这是因为这个库中的元件都有多种形式:以晶体管为例说明一下:晶体管是我们常用的的元件之一,在 DEVICE。

LIB 库中,简简单单的只有 NPN 与 PNP 之分,

但 实际上,如果它是 NPN 的 2N3055 那它有可能是铁壳子的 TO—3,

如果它是 NPN 的 2N3054,则有 可能是铁壳的 TO-66 或 TO-5,

而学用的 CS9013,有 TO-92A, TO-92B,还有 TO-5, TO-46, TO-52 等等,千变万化。

还有一个就是电阻,在 DEVICE 库中,它也是简单地把它称为 RES1 和 RES2,不管它是 100Ω 还是 470KΩ 都一样,对电路板而言,它与欧姆数根本不相关,完全是按该电阻的功率数来决定的我们选用的 1/4W 和甚至 1/2W 的电阻,都可以用 AXIAL0.3 元件封装,而功率数大一点的话,可用 AXIAL0.4,AXIAL0.5 等等。现将常用的元件封装整理如下:电阻类及无极性双端元件 AXIAL0.3-AXIAL1.0 无极性电容 RAD0.1-RAD0.4 有极性电容 RB.2/4-RB.5/1.0 二极管 DIODE0.4 及 DIODE0.7 石英晶体振荡器 XTAL1 晶体管、FET、UJT TO-xxx(TO-3,TO-5) 可变电阻 (POT1、POT2) VR1-VR5 当然,我们也可以打开 C:\Client98\PCB98\library\advpcb.lib 库来查找所用零件的对应封装。这些常用的元件封装,大家最好能把它背下来,这些元件封装,大家可以把它拆分成两部分 来记如电阻 AXIAL0.3 可拆成 AXIAL 和 0.3,AXIAL 翻译成中文就是轴状的,0.3 则是该电阻在印刷电路板上的焊盘间的距离也就是 300mil (因为在电机领域里,是以英制单位为主的。同样的,对于无极性的电容,RAD0.1-RAD0.4 也是一样;对有极性的电容如电解电容,其封装为 RB.2/4, RB.3/6 等,其中“2”为焊盘间距,“4”为电容圆筒的外径。

对于晶体管,那就直接看它的外形及功率,

大功率的晶体管,就用 TO—3,

中功率的晶体管,如果是扁平的,就用 TO-220,

如果是金属壳的,就用 TO-66,

小功率的晶体管,就用 TO-5, TO-46, TO-92A 等都可以,反正它的管脚也长,弯一下也可以。

对于常用的集成 IC 电路,有 DIPxx,就是双列直插的元件封装,DIP8 就是双排,每排有 4

个引脚，两排间距离是 300mil,焊盘间的距离是 100mil。SIPxx 就是单排的封装。等等。值得注意的是晶体管与可变电阻，它们的封装才是最令人头痛的，同样的包装，其管脚可不一定一样。

例如，对于 TO-92B 之类的包装，通常是 1 脚为 E（发射极），而 2 脚有可能是 B 极（基极），也可能是 C（集电极）；

同样的，3 脚有可能是 C，也有可能是 B，具体是那个，只有拿到了元件才能确定。因此，电路软件不敢硬性定义焊盘名称（管脚名称），

同样的，场效应管，MOS 管也可以用跟晶体管一样的封装，它可以通用于三个引脚的元件。

Q1-B，在 PCB 里，加载这种网络表的时候，就会找不到节点（对不上）。

在可变电阻上也同样会出现类似的问题；在原理图中，可变电阻的管脚分别为 1、W、及 2，所产生的网络表，就是 1、2 和 W，在 PCB 电路板中，焊盘就是 1，2，3。当电路中有这两种元件时，就要修改 PCB 与 SCH 之间的差异最快的方法是在产生网络表后，直接在网络表中，将晶体管管脚改为 1，2，3；将可变电阻的改成与电路板元件外形一样的 1，2，3 即可。