

# 电子电路

## --从入门到精通

创E工作室 编

## 学习电子技术快速入门

一、弄懂电子技术常用名称、概念、图形及文字符号、单位制等,初学者必须弄懂电子技术常用的名称、概念,比如什么是电流、电压、电阻,什么是直流电、交流电,什么是串联、并联、串并联,什么是频率、周期、波长、振幅、相位,什么是阻抗、容抗、感抗,什么是磁场、磁力线、磁通,什么叫耦合、负载、电功率,什么是通路、开路、短路,什么是自感、互感、串联谐振、并联谐振,什么是导体、绝缘体、半导体等等,这些也就是最起码的初中物理知识。对一些容易混淆的名称概念,如电压、电压降、电位、电位差、电动势等,要弄清它们的区别,还要知道它们的文字符号、单位及换算。

二、学会电子元器件的识别与检测,要认识常用电子元器件的外形,了解它们的结构和标识,知道它们的功能和技术参数,并学会对它们的检测。应有一块较好的万用表,并学会使用它。单纯地去学元件测量是比较乏味,可以在学习理论的同时开始拆修简单的电器,如收音机,可以边修边学习理论。

三、从基本电子单元电路起步,学会识图、读图、绘图,学会分析基本电路工作原理。电子设备按其基本功能来分,可大致分为放大、整流、开关和振荡四种。还有缓冲、滤波、波形整形以及分频、倍频等等,都可归到上述四大类中,即模拟电路基础。所以只要很好地掌握这四种基本电路的工作原理,其他各种变形的电路就比较容易掌握了。方框图大多由原理图简化而来,它组合灵活,可简可繁,清晰明了,便于记忆,是学习电路原理图的得力工具,它可以把电路分成部分和级,让你清楚地了解各部、级的功能和它们之间的联系等。例如一个整流稳压电路,可以按交流输入、整流滤波、稳压输出分成三个部分。分析电路要沿信号路径,从输入到输出,进行逐级分析;要弄清电路关键点处包含有什么信号,要知道它们的正常波形、幅度和电压、工作频率;还要弄清各级电路的功能及每一个元器件在电路中的作用。

四、必须边学边用,学用结合,动手制作,动手维修 理论在于实践,脱离了实践,理论是无法掌握的。把小制作作为学习电子技术的重要途径,这是所有自学成才者的共同认识。因为小制作有以下特点:简单快速、省工省料、容易成功;可培养兴趣、增强信心和提高技能;经济实用,易受家庭支持。我们的电子实验套就里面的制作就是由简而繁,只要你坚持不懈的用我们的电子实验套件来完成各种实用小制作,只要你们不断总结,相信就可以打好电子技术基础!在制作中要特别注意:选好方案图纸;选用质量好的元器件。

五、要订阅和购买电子技术报刊、基础知识书籍和工具书,分门别类地做好学习笔记 学习电子技术要有明确的目标。学习之路是艰难的,随时都可能遇到“拦路虎”,但只要肯下苦功,勤于动脑动手,方法得当,就一定能登上电子技术的殿堂。

## 第一章 常用电子元器件

### 1.1 电阻器

#### 1.1.1 简介

电阻器简称为电阻，是最基本、最常用的电子元器件之一。

电阻一般按结构分为**固定式**和**可变式**两大类。

以下为常用电阻：



金属膜电阻



水泥电阻



排阻



光敏电阻



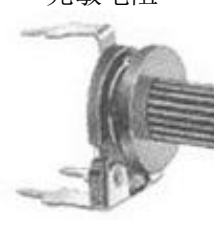
热敏电阻



微调电阻



贴片电阻



可调电位器

#### 1.1.2 常用电阻大小识别

常用的电阻识别方法分直标法、色环法和数标法 3 种。

**碳膜/金属膜电阻的色环法：**对于这些最常用电阻，可以通过电阻表面的色环来识别，颜色与数字间关系如下：

色环标记法

色环颜色	第一色环	第二色环	第三色环	第四色环	第五色环
	第一位数	第二位数	第三位数	应乘的数	误差
黑	0	0	0	$\times 10^0$	
棕	1	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
红	2	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	$\times 10^3$	$\pm 3\%$
黄	4	4	4	$\times 10^4$	
绿	5	5	5	$\times 10^5$	
蓝	6	6	6	$\times 10^6$	
紫	7	7	7	$\times 10^7$	
灰	8	8	8	$\times 10^8$	
白	9	9	9	$\times 10^9$	
金				$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
银				$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
无色					$\pm 20\%$

**贴片电阻大小识别：**贴片电阻表面一般有三个数字，前面两位代表阻值大小，最后一位表示 $\times 10$ 的指数。如：511表示 $51 \times 10^1 = 510 \Omega$ 。

### 1.2.3 电阻的作用

- 1) **分压：**电流流过电阻将产生压降，将两电阻串联可形成分压电路
- 2) **限流：**限流是电阻的最基本功能，阻值越大，电流越小。在电路中，限流作用可使流过器件的电流大小不超过额定值，保证其正常工作
- 3) **形成电流通路**
- 4) **形成发热体：**电阻发热消耗电能，此时可看成一个发热体，汽车玻璃窗的除霜就是利用了电阻发热的原理。

### 1.2.4 其它常用电阻

**压敏电阻 (RV)：**当电压达到其临界值时，其阻值会急剧减小，电流剧增。并接保险丝后，可使保险丝迅速熔断，达到保护电阻的作用。常用的保护插座就是这个原理。

**热敏电阻**：其阻值随温度的变化而变化的电阻器。将热敏电阻接入电路就可以将温度变化转换成电信号变化。  
热敏电阻常用于温度检测、电器设备启动电路。

**光敏电阻**：其阻值随入射光线的强弱发生变化的电阻器。光线越强，阻值越小。光线越弱，阻值越强。将光敏电阻接入电路就可以将光强度变化转换成电信号变化。光敏电阻常用于光线强度的检测，广泛应用于自动检测、光电控制、通信报警等电路中。

## 1.2 电容器

### 1.2.1 简介

电容器，简称电容，是一种最基本、最常用的元器件。常用电容的种类有电解电容、瓷片电容、贴片电容、独石电容、钽电容、涤纶电容和云母电容等。

从原理上说，两块金属板之间夹入绝缘体就构成了电容器，两块金属板称为电极。电子制作中，常用的容量及为 $\mu\text{F}$ 和 $\text{pF}$ 。

### 1.2.2 识别方法

电容的识别方法与电阻的识别方法基本相同，分直标法、色标法和数标法 3 种。电容的基本单位用法拉 (F) 表示，其它单位还有：毫法

(mF)、微法 (uF)、纳法 (nF)、皮法 (pF)。

其中：1 法拉=10<sup>3</sup> 毫法=10<sup>6</sup> 微法=10<sup>9</sup> 纳法=10<sup>12</sup> 皮法(注意，这里不是单位间换算)

容量大的电容其容量值在电容上直接标明，如 10 uF/16V

容量小的电容其容量值在电容上用字母表示或数字表示

字母表示法：1m=1000 uF 1P2=1.2PF 1n=1000PF

数字表示法：一般用三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。

如：102 表示 10×10<sup>2</sup>PF=1000PF 224 表示 22×10<sup>4</sup>PF=0.22 uF

电容容量误差表 符 号 F G J K L M 允许误差 ±1% ±2% ±5% ±10% ±15% ±20%

如：一瓷片电容为 104J 表示容量为 0.1 uF、误差为±5%。



### 1.2.3 电容的作用

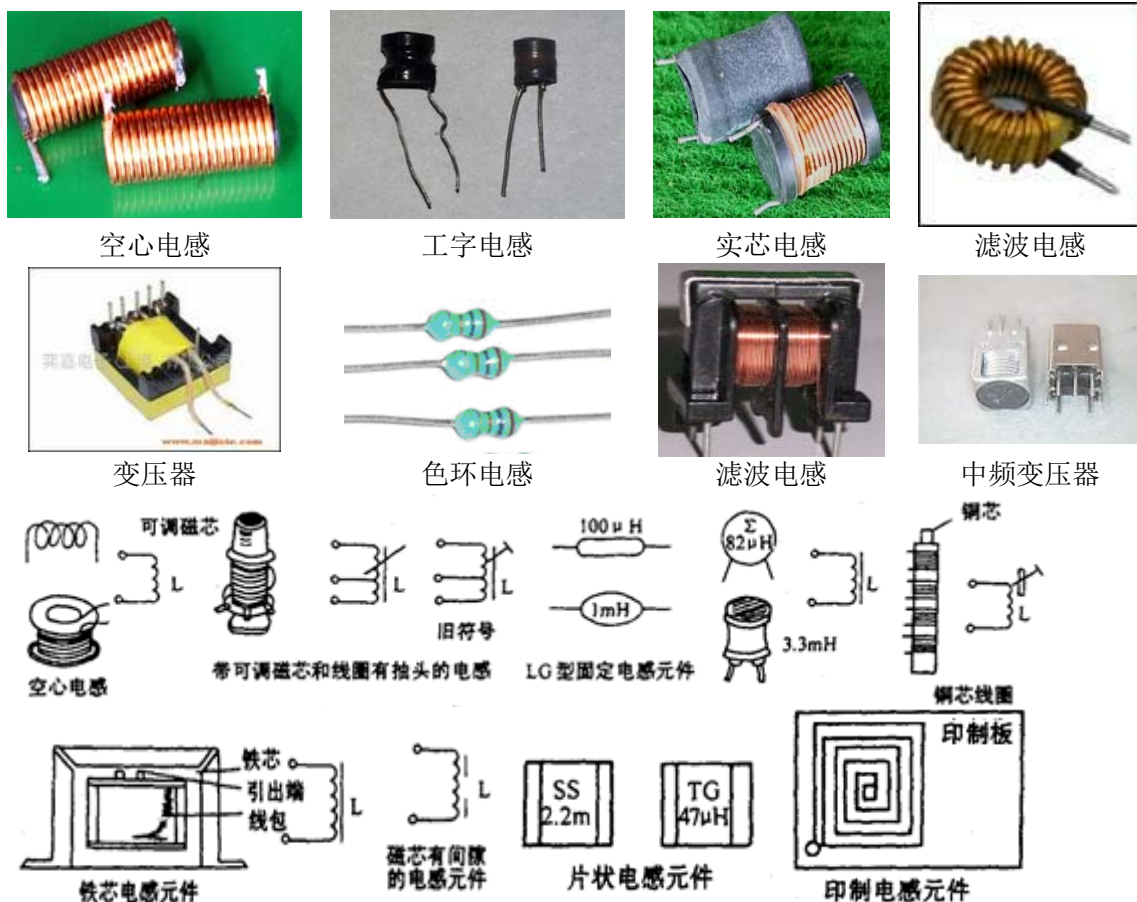
- 1) **存储电能**：电容器上电压不能突变，可通过充放电存储电荷
- 2) **通交流，阻直流**：电容器最要的特性，直流电通过时断路。而交流电大小方向随时变化，电容器两端交替充放电，形成电流。(Z=1/WC)
- 3) **信号耦合**：通常有用信息（如声音视频）都为正弦形式（交流），故可以将前级电路交流信号耦合至后级电路。(扬声器)
- 4) **高频旁路**：短路交流电，消除交流负反馈，以增大放大交流信号的能力。(收音机解调，共射电路)
- 5) **整流滤波**：将交流电**整成**平滑的直流电（稳压电源）
- 6) **移 相**：因电容充放电，使电流波形超前电压波形 90 度。可利用此原理实现波形移相。常用在 RC 移相网络中，三节共移相 180 度，形成震荡。
- 7) **噪声防治**：通常在电源和地间需加上电容（瓷片电容），防止高频噪声对电源的影响

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。电解电容的耐压分档为 6.3V, 10V, 16V, 25V, 50V 等

## 1.3 电感线圈

### 1.3.1 简介

电感线圈简称电感器，简称电感，是常用的元器件之一。将导线绕成一圈一圈就可得到电感件，它是存储磁能的元件。此外，当多个电感组合时将形成变压器。



### 1.3.2 电感的作用

- 1) **存储磁能**：通电导体周围存在磁场，电感元件成线圈状，当电流通过时形成较强磁场，可将电能转换成磁能。
- 2) **通直流，阻交流**：电感周围的磁场具有阻碍电流变化的作用，交流电频率越高，电感对其阻碍作用越强。 $(Z=WL)$
- 3) **分频**：可用于区分高低频，音频信号可分别通过电感和电容送入扬声器。经电感的为低音，通电容的为高音。（频率大小由值决定）

- 4) **滤波**：根据电感通交流，阻直流的特点，可将交流成分滤除。
- 5) **噪声防治**：常用于电源和信号线中噪声防止，入常用的磁环绕组（适配器，USB 间凸起）

### 1.3.3 自感和互感

**自感**：当线圈中有电流通过时，线圈的周围就会产生磁场。当线圈中电流发生变化时，其周围的磁场也产生相应的变化，此变化的磁场可使线圈自身产生感应电动势（电动势用以表示有源元件理想电源的端电压），这种变化称为自感。

**互感**：两个电感线圈相互靠近时，一个电感线圈的磁场变化将影响另一个电感线圈，这种影响就是互感。互感的大小取决于电感线圈的自感与两个电感线圈耦合的程度。

### 1.3.4 变压器简介

利用自感和互感特性，可制成变压器。变压器主要用于电压变换、阻抗变换和相位变换。

### 1.3.5 常用变压器介绍

- 1) **电源变压器**：可以起到电源隔离作用，接触到变压器的输出电压时，没有形成回路，不会触电，起保护作用。
- 2) **音频变压器**：具有信号传输和信号分配的作用
- 3) **中频变压器**：简称中周，多用于超外差收音机和电视的中放中，起选频耦合作用。
- 4) **高频变压器**：工作于射频（发射频率）范围能的变压器，常用于收音机、电视机、手机、卫星接收机的调谐电路中。（收音机天线）

# 基础电路技术资料

## 基础知识

一、常用工具介绍：  
万用表：



指针式 MF500 型



指针式 MF47 型



指针式 MF50 型



指针式 FM110 型





数字式 DT830B



数字式



多功能式



台式万用表

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，最好是能够兼备有指针和数字式的各一个。

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。

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。

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。

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。

## 电烙铁与焊接技术

### 电烙铁：



外热式电烙铁



内热式电烙铁



恒温电烙铁



烙铁头

常用电烙铁分内热式和外热式 2 种。通常使用的有 20W、25W、30W、35W、40W、45W、50W 的烙铁。（建议初学者使用 25W 的电烙铁，因为它功率小不容易烫坏元件。）内热式电烙

铁的烙铁头在电热丝的外面，这种电烙铁加热快且重量轻。外热式电烙铁的烙铁头是插在电热丝里面，它加热虽然较慢，但相对讲比较牢固。

电烙铁直接用 220V 交流电源加热。电源线和外壳之间应是绝缘的，电源线和外壳之间的电阻应是大于 200M 欧姆。

焊接技术是一项无线电爱好者必须掌握的基本技术，需要多多练习才能熟练掌握。

- 1、选用合适的焊锡，应选用焊接电子元件用的低熔点焊锡丝。
- 2、助焊剂，用 25% 的松香溶解在 75% 的酒精（重量比）中作为助焊剂。
- 3、电烙铁使用前要上锡，具体方法是：将电烙铁烧热，待刚刚能熔化焊锡时，涂上助焊剂，再用焊锡均匀地涂在烙铁头上，使烙铁头均匀的吃上一层锡。
- 4、焊接方法，把焊盘和元件的引脚用细砂纸打磨干净，涂上助焊剂。用烙铁头沾取适量焊锡，接触焊点，待焊点上的焊锡全部熔化并浸没元件引线头后，电烙铁头沿着元器件的引脚轻轻往上一提离开焊点。
- 5、焊接时间不宜过长，否则容易烫坏元件，必要时可用镊子夹住管脚帮助散热。
- 6、焊点应呈正弦波峰形状，表面应光亮圆滑，无锡刺，锡量适中。
- 7、焊接完成后，要用酒精把线路板上残余的助焊剂清洗干净，以防炭化后的助焊剂影响电路正常工作。
- 8、集成电路应最后焊接，电烙铁要可靠接地，或断电后利用余热焊接。或者使用集成电路专用插座，焊好插座后再把集成电路插上去。
- 9、电烙铁应放在烙铁架上。

烙铁使用的注意事项

（1）新买的烙铁在使用之前必须先给它蘸上一层锡（给烙铁通电，然后在烙铁加热到一定的时候就用锡条靠近烙铁头），使用久了的烙铁将烙铁头部锉亮，然后通电加热升温，并将烙铁头蘸上一点松香，待松香冒烟时在上锡，使在烙铁头表面先镀上一层锡。

（2）电烙铁通电后温度高达 250 摄氏度以上，不用时应放在烙铁架上，但较长时间不用时应切断电源，防止高温“烧死”烙铁头（被氧化）。要防止电烙铁烫坏其他元器件，尤其是电源线，若其绝缘层被烙铁烧坏而不注意便容易引发安全事故。

（3）不要把电烙铁猛力敲打，以免震断电烙铁内部电热丝或引线而产生故障。

（4）电烙铁使用一段时间后，可能在烙铁头部留有锡垢，在烙铁加热的条件下，我们可以用湿布轻擦。如有出现凹坑或氧化块，应用细纹锉刀修复或者直接更换烙铁头。

在印刷电路板上焊接引线的几种方法：

印刷电路板分单面和双面 2 种。在它上面的通孔，一般是非金属化的，但为了使元器件焊接在电路板上更牢固可靠，现在电子产品的印刷电路板的通孔大都采取金属化。将引线焊接在普通单面板上的方法：

- （1）、直通剪头。引线直接穿过通孔，焊接时使适量的熔化焊锡在焊盘上方均匀地包围沾锡的引线，形成一个圆锥体模样，待其冷却凝固后，把多余部分的引线剪去。
- （2）、直接埋头。穿过通孔的引线只露出适当长度，熔化的焊锡把引线头埋在焊点里面。这种焊点近似半球形，虽然美观，但要特别注意防止虚焊。

## 常用元件

电阻：



金属膜电阻



水泥电阻



排阻



光敏电阻



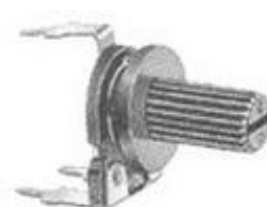
热敏电阻



微调电阻



贴片电阻



可调电位器

电阻在电子设备中约占元件的总数的 1/3。主要作用是稳定和调节电路中的电流和电压，其次还可以作为分流器、分压器和消耗电能的负载等。

电阻一般按结构分为固定式和可变式两大类。

固定式电阻器一般称为“电阻”。由于制作材料和工艺不同，可分为膜式电阻、实芯式电阻、金属线缆电阻（RX）和特殊电阻四种类型。

膜式电阻包括：碳膜电阻 RT、金属膜电阻 RJ、合成膜电阻 RH 和氧化膜电阻 RY 等。

实芯电阻包括：有机实芯电阻 RS 和无机实芯电阻 RN。

特殊电阻包括：MG 型光敏电阻和 MF 型热敏电阻。

可变式电阻器包括：滑线式变阻器和电位器。其中应用最广泛的是电位器。

电位器是一种具有三个接头的可变电阻器。其阻值可在一定范围内连续可调

按电阻体材料分：可分为薄膜和线绕两种。薄膜又可分为 WTX 型小型碳膜电位器，WTH 型全成碳膜电位器，WS 型有机实芯电位器，WHJ 型精密合成膜电位器和 WHD 型多圈合成膜电位器等。线绕电位器的代号为 WX 型。一般线绕电位器的误差不大于±10%，非线绕电位器的误差不大于±2%。其阻值、误差和型号均标在电位器上。

按调节机构的运动方式分：有旋转式、直沿式。

按结构分：单联、多联、带开关、不带开关等；开关形式：旋转式、推拉式、按键式等。

按用途分：可分为普通电位器、精密电位器、功率电位器、微调电位器和专用电位器等。

按阻值随转角变化关系分：又可分为线性和非线性电位器。

#### 色环标记法

色环颜色	第一色环	第二色环	第三色环	第四色环	第五色环
	第一位数	第二位数	第三位数	应乘的数	误差
黑	0	0	0	$\times 10^0$	
棕	1	1	1	$\times 10^1$	±1%
红	2	2	2	$\times 10^2$	±2%
橙	3	3	3	$\times 10^3$	±3%
黄	4	4	4	$\times 10^4$	
绿	5	5	5	$\times 10^5$	
蓝	6	6	6	$\times 10^6$	
紫	7	7	7	$\times 10^7$	
灰	8	8	8	$\times 10^8$	
白	9	9	9	$\times 10^9$	
金				$\times 10^{-1}$	±5%
银				$\times 10^{-2}$	±10%
无色					±20%

#### 标称阻值

允许误差	系列代号	标称阻值系列					
±5%	E24	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6
		1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0
		3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1
		5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1

数字电位器以其调节准确方便，使用寿命长，受物理环境影响小，性能稳定等特点，已

被广大电子工程技术人员所认识。

## 电容：



1、电容在电路中一般用“C”加数字表示（如C25表示编号为25的电容）。电容是由两片金属膜紧靠，中间用绝缘材料隔开而组成的元件。电容的特性主要是隔直流通交流。电容容量的大小就是表示能贮存电能的大小，电容对交流信号的阻碍作用称为容抗，它与交流信号的频率和电容量有关。容抗 $X_C=1/2\pi f c$ （f表示交流信号的频率，C表示电容容量）

常用电容的种类有电解电容、瓷片电容、贴片电容、独石电容、钽电容、涤纶电容和云母电容等。

2、识别方法：电容的识别方法与电阻的识别方法基本相同，分直标法、色标法和数标法3种。电容的基本单位用法拉（F）表示，其它单位还有：毫法（mF）、微法（ $\mu\text{F}$ ）、纳法（nF）、皮法（pF）。

其中：1法拉=103毫法=106微法=109纳法=1012皮法

容量大的电容其容量值在电容上直接标明，如10  $\mu\text{F}$ /16V

容量小的电容其容量值在电容上用字母表示或数字表示

字母表示法：1m=1000  $\mu\text{F}$  1P2=1.2PF 1n=1000PF

数字表示法：一般用三位数字表示容量大小，前两位表示有效数字，第三位数字是倍率。

如：102表示 $10 \times 10^2 \text{PF} = 1000 \text{PF}$  224表示 $22 \times 10^4 \text{PF} = 0.22 \mu\text{F}$

3、电容容量误差表 符号 F G J K L M 允许误差  $\pm 1\%$   $\pm 2\%$   $\pm 5\%$   $\pm 10\%$   $\pm 15\%$   $\pm 20\%$   
如：一瓷片电容为104J表示容量为0.1  $\mu\text{F}$ 、误差为 $\pm 5\%$ 。

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。

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。电解电容的耐压分档为6.3V，10V，16V，25V，50V等

## 电感：





变压器



色环电感

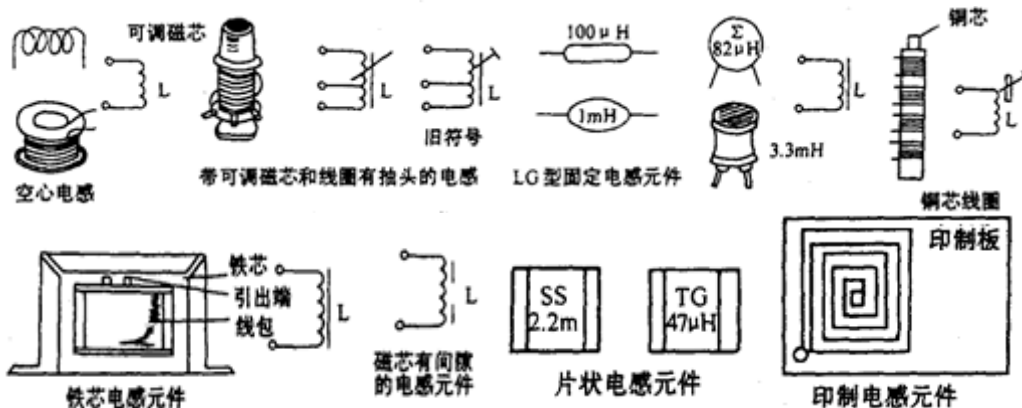


滤波电感



中频变压器

电感元件在电子电路中主要与电容组成 LC 谐振回路，其作用是调谐、选频、振荡、阻流及带通（带阻）滤波等。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。 $1\text{H}=10^3\text{mH}=10^6\mu\text{H}$  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。

### 自感与互感：

当线圈中有电流通过时，线圈的周围就会产生磁场。当线圈中电流发生变化时，其周围的磁场也产生相应的变化，此变化的磁场可使线圈自身产生感应电动势（电动势用以表示有源元件理想电源的端电压），这就是自感。

两个电感线圈相互靠近时，一个电感线圈的磁场变化将影响另一个电感线圈，这种影响就是互感。互感的大小取决于电感线圈的自感与两个电感线圈耦合的程度。

### 电感线圈的选用：

①按工作频率的要求选择某种结构的线圈，用于音频段的一般要用带铁心（硅钢片或坡莫合金）或低频铁氧体芯的，在几百千赫到几兆赫间的线圈最好用铁氧体芯，并以多股色缘线绕制的，这样可以减少集肤效应，提高 Q 值。要用几兆赫到几十赫的线圈时，宜选用单股镀银粗铜线绕制，磁芯要采用短波高频铁氧体，也常用空心线圈，由于多股线间分布电容的作用及介质损耗的增加，所以不适宜频率高的地方，在一百兆赫以上时一般不能选用铁氧体芯口只能用空心线圈。

□□②因为线圈骨架的材料与线圈的损耗有关，因此用在高频电路里的线圈，通常应选用高频损耗小的高频瓷作骨架，对于要求不高的场合，可选用塑料，胶木和纸作骨架的电感器，虽然损耗大一些，但它们价格低廉、制作方便、重量小。

□□③在选用线圈时必须考虑机械结构是否牢固，不应使线圈松脱，引线接点活动等。

## 半导体管

### 晶体二极管：



整流二极管



发光二极管



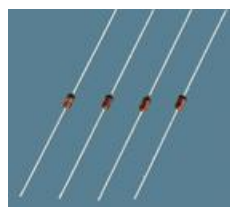
贴片二极管



光敏二极管



大功率整流二极管



稳压二极管



稳压二极管



开关二极管

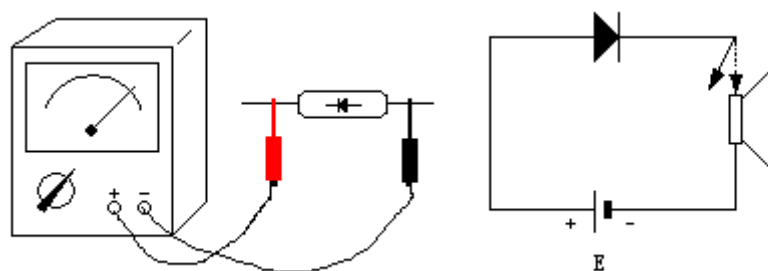
晶体二极管在电路中常用“D”加数字表示，如：D5 表示编号为 5 的二极管。

1、作用：二极管的主要特性是单向导电性，也就是在正向电压的作用下，导通电阻很小；而在反向电压作用下导通电阻极大或无穷大。正因为二极管具有上述特性，无绳电话机中常把它用在整流、隔离、稳压、极性保护、编码控制、调频调制和静噪等电路中。晶体二极管按作用可分为：整流二极管（如 1N4004）、隔离二极管（如 1N4148）、肖特基二极管（如 BAT85）、发光二极管、稳压二极管等。

2、晶体二极管的极性判别

晶体二极管的正、负极可按下列方法来判别：

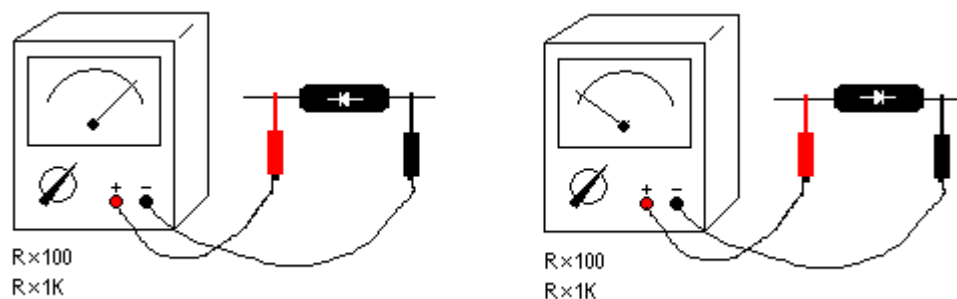
- 1). 看外壳上的符号标记：通常在二极管的外壳上标有二极管的符号。（参考图 3），标有三角形箭头的一端为正极，另一端为负极。
- 2). 看外壳上标记的色点：在点接触二极管的外壳上，通常标有色点（白色或红色）。除少数二极管（如 2AP9、2AP10 等）外，一般标记色点的这端为正极。
- 3). 透过玻璃看触针：对于点接触型玻璃外壳二极管，如果标记已磨掉，则可将外壳上的漆层（黑色或白色）轻轻刮掉一点，透过玻璃看那头是金属触针，那头是 N 型锗片。有金属触针的那头就是正极。
- 4). 用万用表 R\*100 或 R\*1K 档，任意测量二极管的两根引线，如果量出的电阻只有几百欧姆（正向电阻），则黑表笔（既万用表内电池正极）所接引线为正极，红表笔（既万用表内电源负极）所接引线为负极。（见图 5）



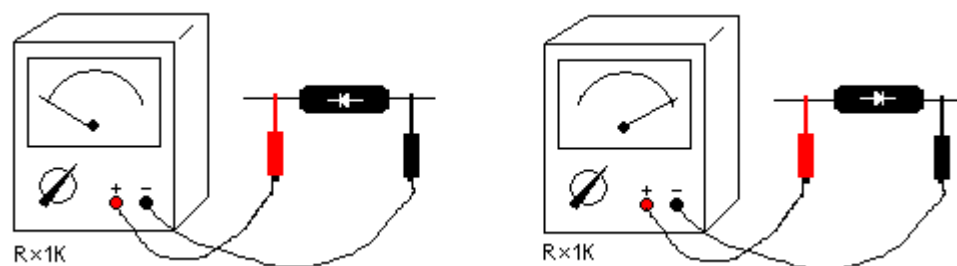
5). 用电池和喇叭来判别二极管的正、负极：如图 6 所示。将一节电池和一个喇叭（或耳机）与被测二极管构成串联电路。然后将二极管的一端引线断续触碰喇叭，再把二极管倒头又测一次。以听到“咯、咯”声较大的一次为准，电池正极相接的那一根引线为正极，另一根为负极

3、晶体二极管的好坏判别

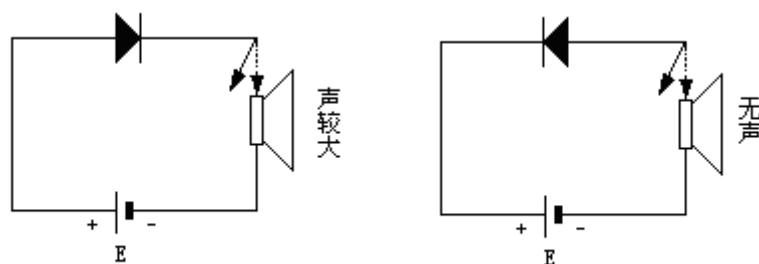
判别二极管的好坏，可用如下方法：



1). 用万用表  $R \times 100$  或  $R \times 1K$  挡测量二极管的正反向电阻,如图 7 所示,锗点接触型的 2AP 型二极管正向电阻在  $1K$  左右,见土 7a,反向电阻应在  $100K$  以上,见图 7b;硅面接触型的 2CP 型二极管正向电阻在  $5K$  左右,反相电阻应在  $1000K$  以上。总之,正向电阻越小越好,反向电阻越大越好。但若正向电阻太大或反相电阻太小,表明二极管的检波与整流效率不高。如图 8 所示,若正向电阻无穷大(表针不动),说明二极管内部断路;若反相电阻接近零,表明二极管已击穿。内部断开或击穿的二极管均不能使用。



2). 如没有万用表,也可用电池、喇叭(或耳机)与被测二极管串接。当二极管负端接电池正极,正端串接喇叭再接电池负极(反向连接),断续接通时,若喇叭发出教大的“咯咯”声,表明二极管已击传(如图 9a 所示);反过来,如果将二极管正向连续接通时(如图 9b 所示),喇叭无一点响声,表明二极管内部断路。



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  $R \times 1$  档到  $R \times 1K$  档均不能测试发光二极管,而  $R \times 10K$  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。4、二极管检测方法

### 1. 普通二极管的检测

二极管的极性通常在管壳上注有标记,如无标记,可用万用表电阻档测量其正反向电阻

来判断（一般用 R×100 或×1K 档）具体方法如表。

项目	正向电阻	反向电阻
测试方法		
测试情况	硅管：表针指示位置在中间或中间偏右一点；锗管：表针指示在右端靠近满刻度的地方（如图所示）表明管子正向特性是好的。 如果表针在左端不动，则管子内部已经断路	硅管：表针在左端基本不动，极靠近 00 位置，锗管：表针从左端起动一点，但不应超过满刻度的 1/4（如上图所示），则表明反向特性是好的， 如果表针指在 0 位，则管子内部已短路

三极管：



三极管



光敏三极管



三极管



三极管



三极管



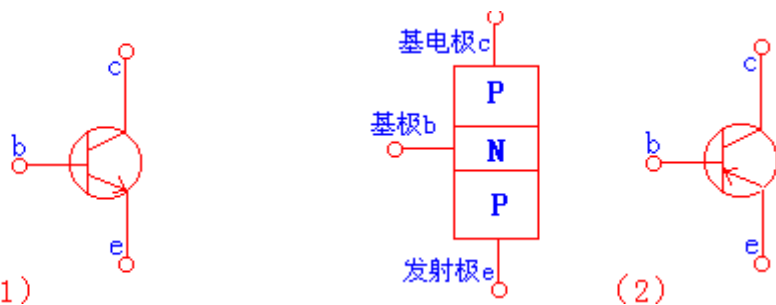
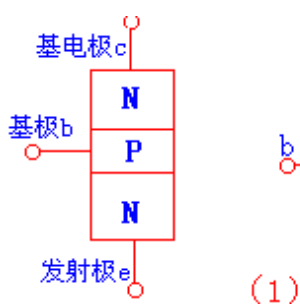
三极管



三极管



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。

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  $\beta$ 。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  $\beta$  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。

### 1、晶体管的命名方法

晶体管：最常用的有三极管和二极管两种。三极管以符号 BG（旧）或（T）表示，二极管以 D 表示。按制作材料分，晶体管可分为锗管和硅管两种。

按极性分，三极管有 PNP 和 NPN 两种，而二极管有 P 型和 N 型之分。多数国产管用 xxx 表示，其中每一位都有特定含义：如 3A X 31，第一位 3 代表三极管，2 代表二极管。第二位代表材料和极性。A 代表 PNP 型锗材料；B 代表 NPN 型锗材料；C 为 PNP 型硅材料；D 为 NPN 型硅材料。第三位表示用途，其中 X 代表低频小功率管；D 代表低频大功率管；G 代表高频小功率管；A 代表高频大功率管。最后面的数字是产品的序号，序号不同，各种指标略有差异。注意，二极管同三极管第二位意义基本相同，而第三位则含义不同。对于二极管来说，第三位的 P 代表检波管；W 代表稳压管；Z 代表整流管。上面举的例子，具体来说就是 PNP 型锗材料低频小功率管。对于进口的三极管来说，就各有不同，要在实际使用过程中注意积累资料。

常用的进口管有韩国的 90xx、80xx 系列，欧洲的 2Sx 系列，在该系列中，第三位含义同国产管的第三位基本相同。

### 2、常用中小功率三极管参数表

型号	材料与极性	P <sub>cm</sub> (W)	I <sub>cm</sub> (mA)	BV <sub>ceo</sub> (V)	f <sub>t</sub> (MHz)
3DG6C	SI-NPN	0.1	20	45	>100
3DG7C	SI-NPN	0.5	100	>60	>100
3DG12C	SI-NPN	0.7	300	40	>300
3DG111	SI-NPN	0.4	100	>20	>100
3DG112	SI-NPN	0.4	100	60	>100
3DG130C	SI-NPN	0.8	300	60	150
3DG201C	SI-NPN	0.15	25	45	150
C9011	SI-NPN	0.4	30	50	150
C9012	SI-PNP	0.625	-500	-40	
C9013	SI-NPN	0.625	500	40	
C9014	SI-NPN	0.45	100	50	150
C9015	SI-PNP	0.45	-100	-50	100
C9016	SI-NPN	0.4	25	30	620
C9018	SI-NPN	0.4	50	30	1.1G
C8050	SI-NPN	1	1.5A	40	190
C8550	SI-PNP	1	-1.5A	-40	200
2N5551	SI-NPN	0.625	600	180	
2N5401	SI-PNP	0.625	-600	160	100
2N4124	SI-NPN	0.625	200	30	300

### 3、用万用表测试三极管

#### (1) 判别基极和管子的类型

选用欧姆档的 R\*100（或 R\*1K）档，先用红表笔接一个管脚，黑表笔接另一个管脚，可测出两个电阻值，然后再用红表笔接另一个管脚，重复上述步骤，又测得一组电阻值，这样测 3 次，其中有一组两个阻值都很小的，对应测得这组值的红表笔接的为基极，且管子是 PNP 型的；反之，若用黑表笔接一个管脚，重复上述做法，若测得两个阻值都小，对应黑表笔为基极，且管子是 NPN 型的。

(2) 判别集电极

因为三极管发射极和集电极正确连接时  $\beta$  大(表针摆动幅度大),反接时  $\beta$  就小得多。因此,先假设一个集电极,用欧姆档连接,(对 NPN 型管,发射极接黑表笔,集电极接红表笔)。测量时,用手捏住基极和假设的集电极,两极不能接触,若指针摆动幅度大,而把两极对调后指针摆动小,则说明假设是正确的,从而确定集电极和发射极。

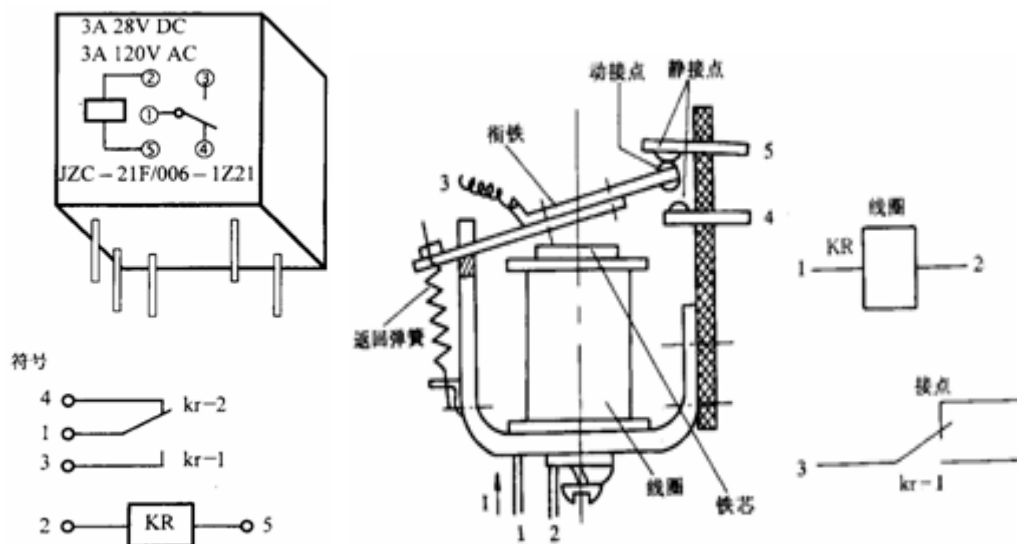
(3) 电流放大系数  $\beta$  的估算

选用欧姆档的 R\*100 (或 R\*1K) 档,对 NPN 型管,红表笔接发射极,黑表笔接集电极,测量时,只要比较用手捏住基极和集电极(两极不能接触),和把手放开两种情况小指针摆动的大小,摆动越大,  $\beta$  值越高。

其他常用器件:

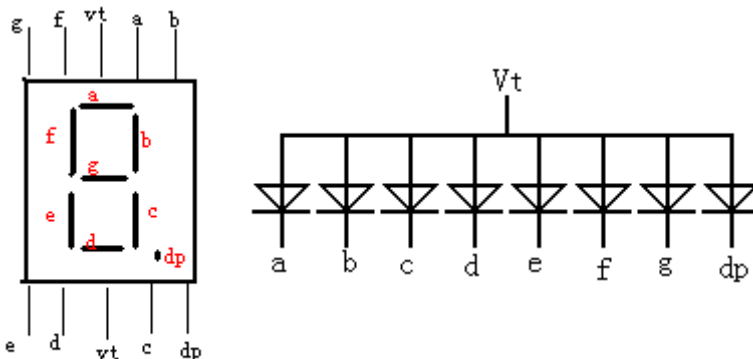
继电器:

电磁式继电器。它主要由铁芯、线圈、动静接点、衔铁、返回弹簧(或簧片)等部分构成。其工作原理也很简单:只要在它的线圈①、②两端加上一定的电压,线圈中就会流过一定的电流。由于电流的磁效应,铁芯被磁化而具有磁性。动铁芯(即衔铁)就会在电磁力吸引的作用下克服返回弹簧的拉力吸向静铁芯,从而带动在衔铁上的动接点③与静接点④闭合。线圈断电后,电磁吸力消失,衔铁就会在返回弹簧的作用下返回原来的位置,使动接点③与静接点⑤闭合。上述衔铁吸合,叫继电器“动作”或“吸合”。相反,衔铁复位,叫继电器“释放”或“复位”。



LED 数码管:

共阳极的 LED 数码管,共阳就是 7 段的显示字码共用一个电源的正。从上图可以看出,要是数码管显示数字,有两个条件: 1、是要在 VT 端加正电源; 2、要使 (a,b,c,d,e,f,g,dp)端接低电平或“0”电平。这样才能显示的。

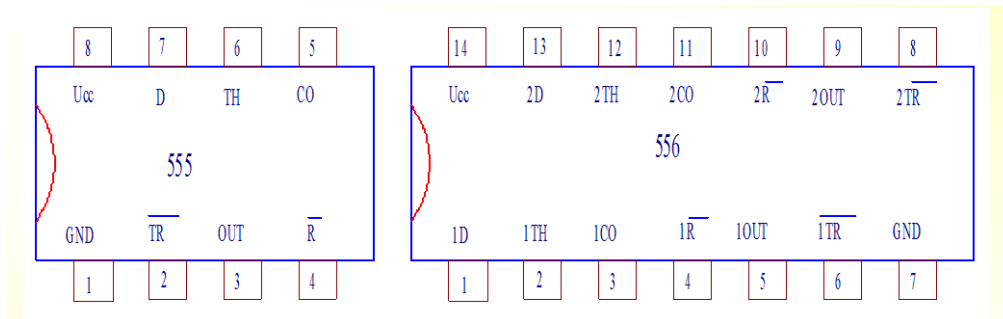


此为LED数码管正面图各字段的引脚

基础单元电路

**555 电路：**

集成定时器的产品主要有双极型和 COMS 型两类，按集成电路内部定时器的个数又可分为单定时器和双定时器；双极型单定时器电路的型号为 555，双定时器电路的型号为 556，其电源电压的范围为 5—18V；COMS 单定时器电路的型号为 7555，双定时器电路的型号为 7556，其电源电压的范围为 2—18V；COMS 型定时器的最大负载电流要比双极型的小，它们的功能和外引脚排列相同。如下图所示：



555 和 556 的管脚图

GND——接地端； U<sub>cc</sub>——电源端； T/R——抵触发输入端； TH——高触发输入端  
 OUT——输出端； R<sub>d</sub>——强复位端； CO——电压控制端； DIS——放电端

表 5—1 555 的逻辑功能表

TH	$\overline{TR}$	$\overline{R_d}$	OUT	DIS
X	X	0	0	导通
$> \frac{2}{3} V_{cc}$	$> \frac{1}{3} V_{cc}$	1	0	导通
$< \frac{2}{3} V_{cc}$	$> \frac{1}{3} V_{cc}$	1	保持	保持
X	$< \frac{1}{3} V_{cc}$	1	1	截止

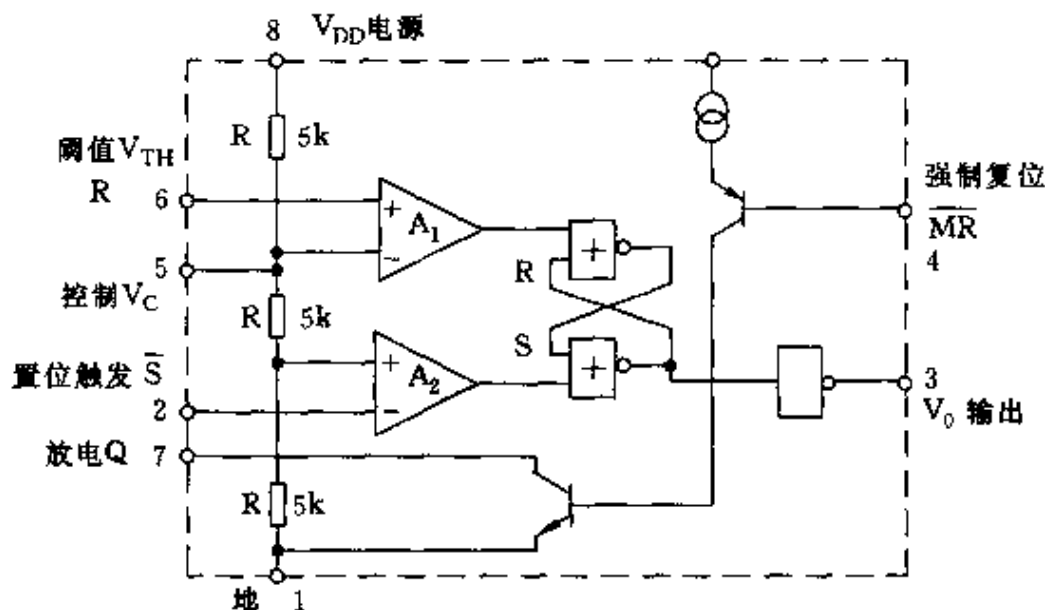


图 5-1 555 等效功能电路图

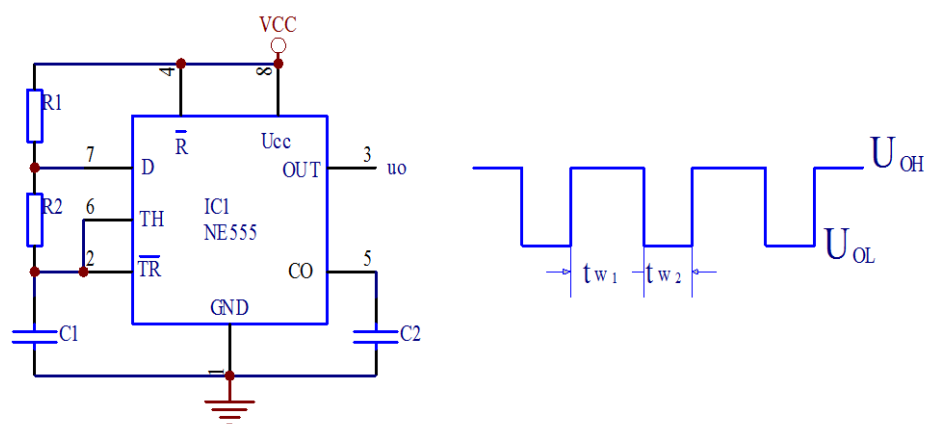
为进一步理解其电路功能，并灵活应用 555 集成块，下面简要说明其作用机理。

从图可见，三个 5K 电阻组成分压器，使内部的两个比较器构成一个电平触发器，上触发电平为  $2/3V_{DD}$ ，下触发电平为  $1/3V_{DD}$ 。在 5 脚控制端外接一个参考电源 VC，可以改变上、下触发电平值。比较器 A1 的输出同或非门 1 的输入端相接，比较器 A2 的输出端接到或非门 2 的输入端。由于由两个或非门组成的 RS 触发器必须用负极性信号触发，因此，加到比较器 A1 同相端的触发信号，只有当电位低于 A2 同相端的电位  $1/3V_{DD}$  时，RS 触发器才翻转。R、S 的输入不一定是逻辑电平，可以是模拟电平，因此，该集成电路兼有模拟和数字电路的特色。

表 1-1 555 引出端真值表

引脚	2( $\bar{S}$ )	6(R)	4( $\overline{MR}$ )	3( $V_C$ )	7(Q)
电平	$\leq \frac{1}{3}V_{DD}$	*	$>1.4V$	高电平	悬空状态
电平	$> \frac{1}{3}V_{DD}$	$\geq \frac{2}{3}V_{DD}$	$>1.4V$	低电平	低电平
电平	$> \frac{1}{3}V_{DD}$	$< \frac{2}{3}V_{DD}$	$>1.4V$	保持原电平	保持
电平	*	*	$<0.3V$	低电平	低电平

## 1、多谐振荡器



(a) 电路组成 (b) 工作波形图

图 5-2 用 555 定时器构成的多谐振荡器

- 根据电容的过渡过程可得到振荡周期的估算公式：

- $T = t_{w1} + t_{w2}$

- $t_{w1}$  与电容充电过程有关，充电时间常数为  $(R_1 + R_2)C$ ； $t_{w2}$  与电容放电过程有关，放电时间常数为  $R_2C$ 。

- 其中： $t_{w1} = (R_1 + R_2)C \ln \frac{V_{cc} - \frac{1}{3}V_{cc}}{V_{cc} - \frac{2}{3}V_{cc}} \approx 0.7(R_1 + R_2)C$

- $t_{w2} = R_2C \ln \frac{0 - \frac{2}{3}V_{cc}}{0 - \frac{1}{3}V_{cc}} \approx 0.7R_2C$

- 所以： $T \approx 0.7(R_1 + 2R_2)C$

振荡频率： $f \approx \frac{1}{0.7(R_1 + 2R_2)C}$

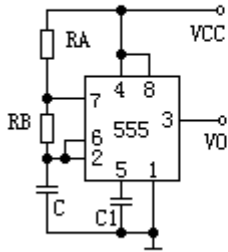
- 改变  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $C$  的值可改变振荡频率。
- 脉冲的占空比

- $q = \frac{t_{w1}}{T} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2}$

- 上式说明占空比  $q$  总是大于 50% 的。

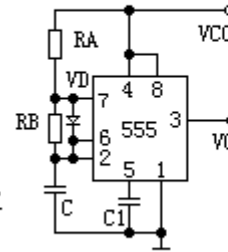
循环彩灯

**\*\* 3.2.1 间接反馈型无稳**



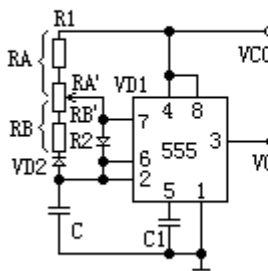
- 1) 特点：“RA-7-RB-6.2-C”，RA与VCC相连。
- 2) 公式：  
 $T1=0.693(RA+RB)*C$   
 $T2=0.693RB*C$   
 $F=1.443/(RA+2RB)*C$
- 3) 用途：脉冲输出、音响告警、家电控制、电子玩具、检测仪器、电源变换、定时器等

**\* 3.2.2 间接反馈型无稳**



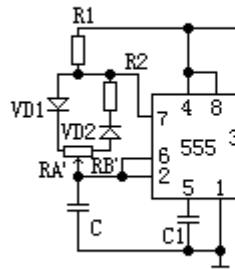
- 1) 特点：“RA-7-RB-6.2-C” RA与VCC相连，VD与RB并联。
- 2) 公式：  
 $T1=0.693RA*C$   
 $T2=0.693RB*C$   
 $RA=RB$ 时 $T1=T2$   
 $F=0.722/(RA*C)$
- 3) 用途：方波输出、音响告警、家电控制、检测仪器定时器等。

**\* 3.2.3a 占空比可调脉冲振荡电路**



- 1) 特点：7端和6.2端上下为R和C，中间有R和RP并联。
- 2) 公式：  
 $RA=R1+RA'$   
 $RB=R2+RB'$   
 $T1=0.693RA*C$   
 $T2=0.693RB*C$   
 $F=1.443/(RA+RB)*C$
- 3) 用途：同3.2.1

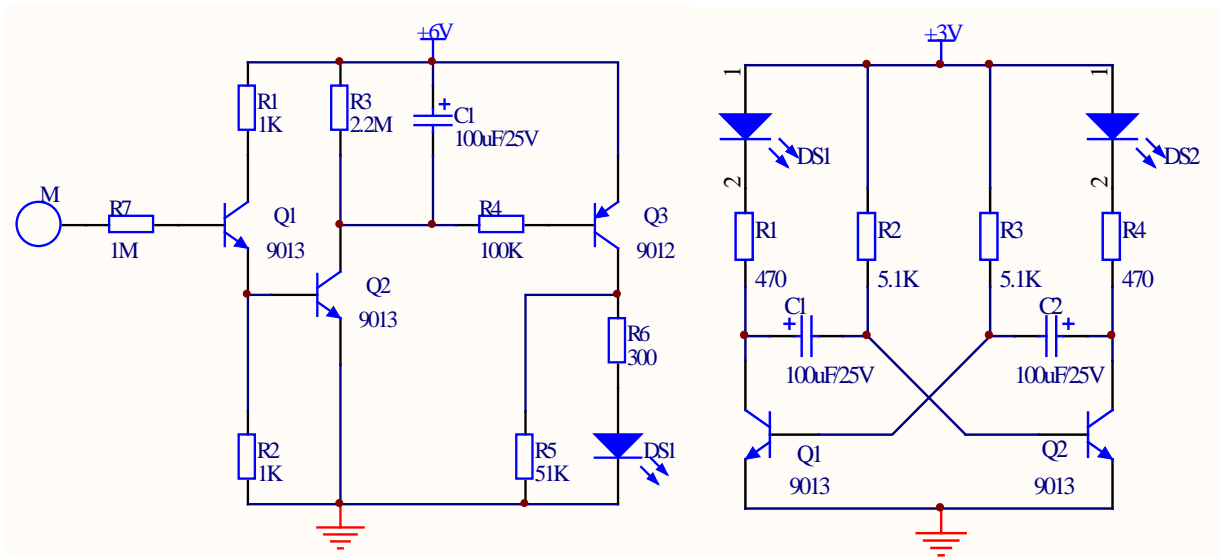
**\* 3.2.3b 占空比可调脉冲振荡电路**



- 1) 特点：7端和6.2端上下为R和C，中间有R和RP并联。
- 2) 公式：  
 $RA=R1+RA'$   
 $RB=R2+RB'$   
 $T1=0.693RA*C$   
 $T2=0.693RB*C$   
 $F=1.443/(RA+RB)*C$
- 3) 用途：同3.2.1

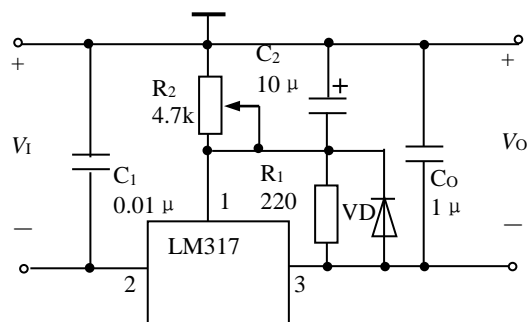
图 2

**趣味电路制作**

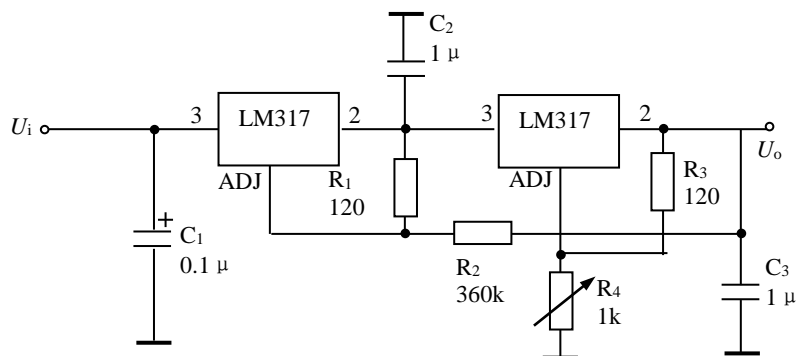


触摸延时开关

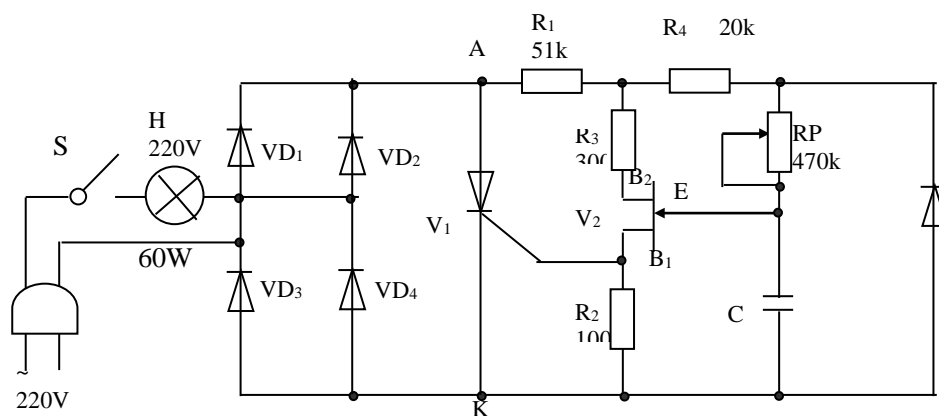
闪闪灯



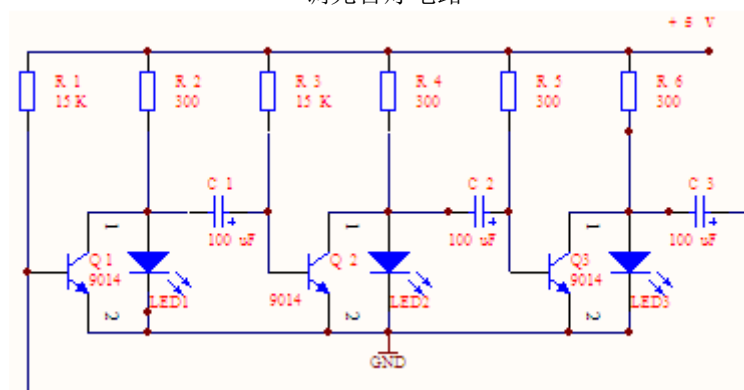
输出电压可调的电路



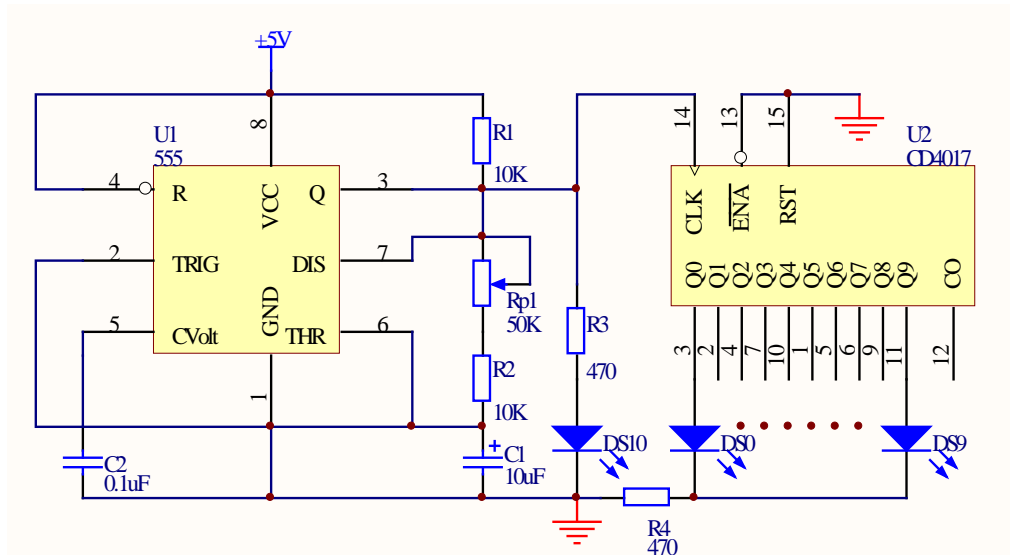
高质量的电源电路



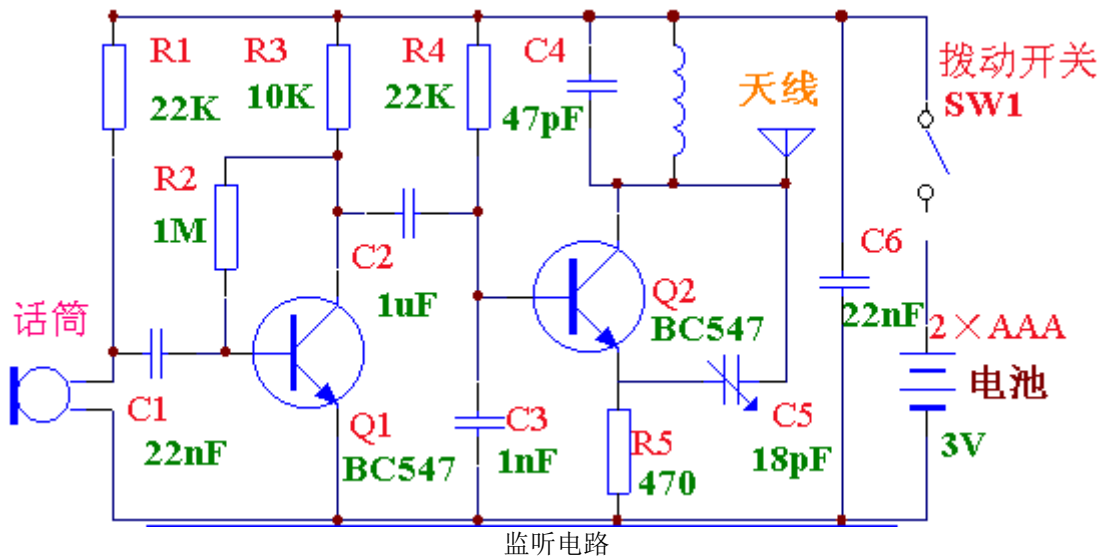
调光台灯电路



三灯循环电路

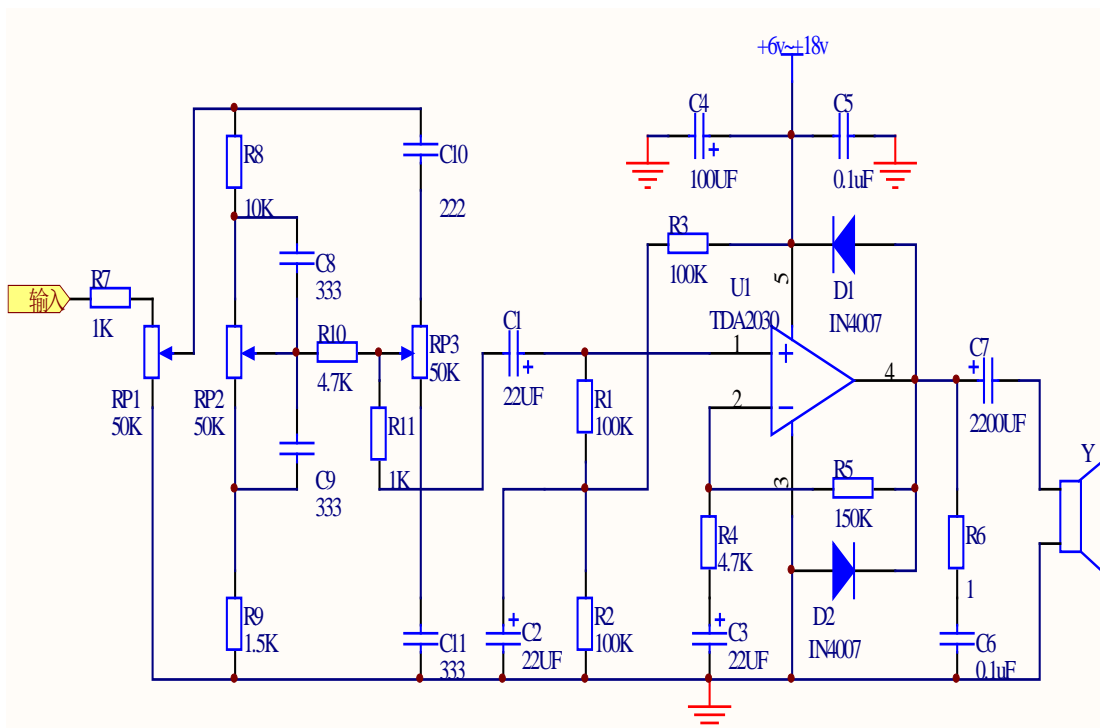


循环彩灯

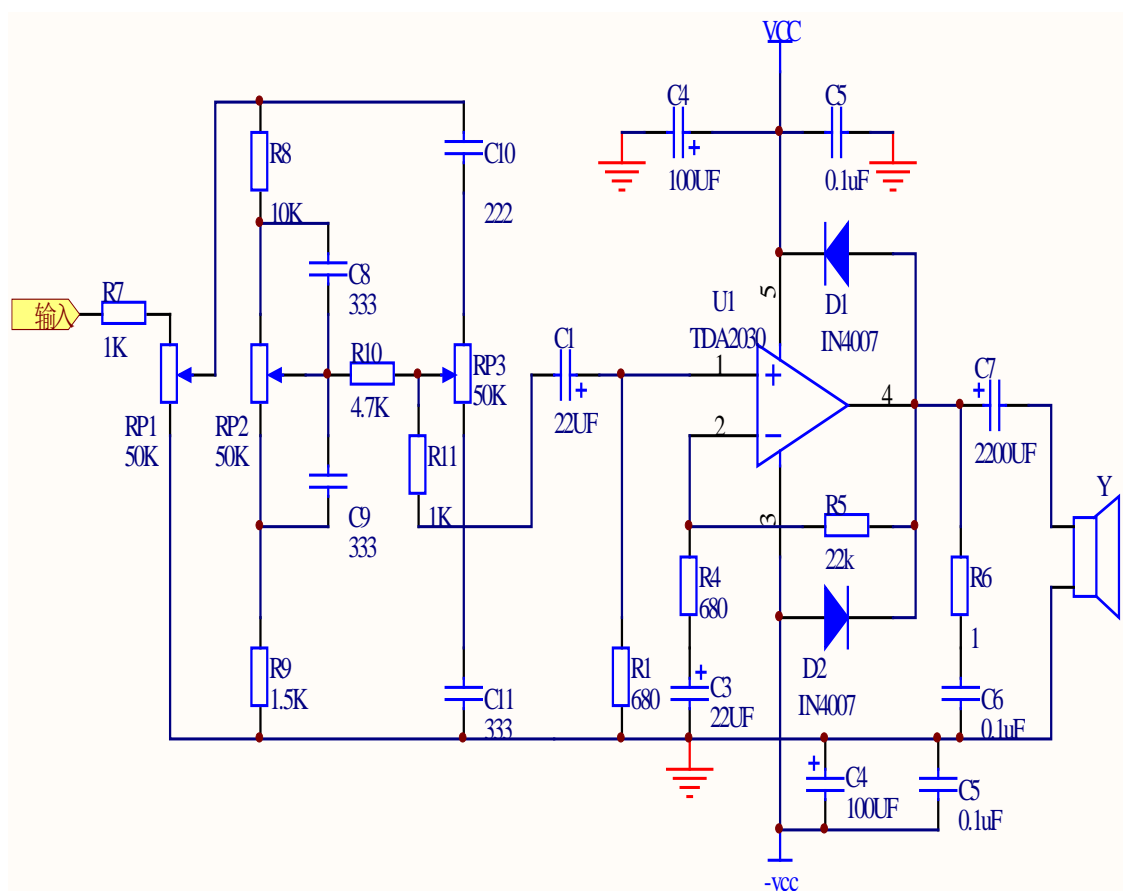


监听电路





TDA2030 单电源接法 (OTL)



TDA2030 双电源接法 (OCL)

## 附件

### 名词解释

- 1、容抗：交流电流过具有电容的电路时，电容有阻碍交流电流过的作用，这种作用叫做容抗，以  $C_x$  表示， $C_x=1/12\pi fc$ 。
- 2、脉动电流：大小随时间变化而方向不变的电流，叫做脉动电流。
- 3、击穿：绝缘物质在电场的作用下发生剧烈放电或导电的现象叫击穿。
- 4、整流：把交流电压转换成直流电压。
- 5、滤波：滤除干扰信号、杂波等。
- 6、耦合：将两个或两个以上的电路连接起来并使之相互影响的方法。
- 7、退耦：指消除或减轻两个以上电路间在某方面相互影响的方法。
- 8、旁路：与某元器件或某电路相并联，其中某一端接地。
- 9、谐振：指于电感并联或串联后，其振荡频率与输入频率相同时产生的现象。（例如：调谐选择电台频率）。

[1] 《实验电子技术》石油出版社 郭少勇 编

[2] 《新编电工使用电路 500 例》河南科学技术出版社 王兰君 编

[3] 《使用电路基础》机械工业出版社 王源 编

[4] 《电子线路实战》科学出版社 钟谊 编

[5] 《电子设计应用》杂志社

[6] [www.cndzz.com](http://www.cndzz.com) 电子电路图站

[7] [www.pp51.com](http://www.pp51.com) 电子之城

[8] [www.etuni.com](http://www.etuni.com) 电子爱好者

[9] <http://218.68.217.190:8080/jysh/xuekejx/ldjs1/wykj/dzjsjc.ppt>

元器件查找网站：

[WWW.21IC.COM](http://WWW.21IC.COM)