

实验常用电路元器件

一、电阻器的识别与型号命名法

1. 电阻器型号命名法

表 1.1 电阻器型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示分类		用数字表示序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	
W	电位器	P	硼碳膜	2	普通	
		U	硅碳膜	3	超高频	
		H	合成膜	4	高阻	
		I	玻璃釉膜	5	高温	
		J	金属膜(箔)	6		
		Y	氧化膜	7	精密	
		C	有机实芯	8	*高压或特殊函数	
		N	无机实芯	9	特殊	
		X	线绕	G	高功率	
		R	热敏	T	可调	
		G	光敏	X	小型	
		M	压敏	L	测量用	
				W	微调	
				D	多圈	

*第三部分数字“8”，对于电阻器表示“高压”，对于电位器表示“特殊函数”。

2. 电阻器的主要指标参数

(1) 额定功率

共分 10 个等级，其中常用的有：1/20W，1/16W，1/8W，1/4W，1/2W，1W……

(2) 容许误差等级和标称阻值

① 容许误差等级

表 1.2 电阻器的容许误差等级

容许误差	±0.5%	±1%	±5%	±10%	±20%
等 级	005	01	I	II	III

② 标称阻值系列

表 1.3 电阻器标称阻值系列

容许误差	系列代号	系 列 值
±20%	E6	10 15 22 33 47 68
±10%	E12	10 12 15 18 22 27 33 39 47 56 68 82
±5%	E24	10 11 12 13 15 16 18 20 22 24 27 30 33 36 39 43 47 51 56 62 68 75 82 91

一般固定式电阻器的标称阻值应符合表列数值或表列数值乘以 10^n ，其中 n 为正整数或负整数。对于更高精度的电阻器，其系列代号可进一步扩展为 E48 和 E96，相应的容许误差则更小。

电阻器的阻值和误差一般都用数字标印在电阻器上。但由于体积很小，以及一些合成电阻器，其阻值和误差常用色环来表示。如图 1.1 所示。靠近一端画有四道或五道(精密电阻)

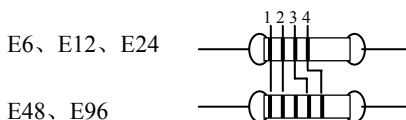


图 1.1 阻值和误差的色环表示

色环，其中，第 1、第 2 以及精密电阻的第 3 道色环，用以表示阻值的相应位数的数字。其后的两道色环则分别表示前面数字再乘以 10 的方幂和阻值的容许误差。色环颜色的意义如表 4.1.4 所示。还有一些电阻如表面贴装电阻，其阻值依照色标电阻表示法用三位数字表示，如 102I 表示 $1K\Omega$ 电阻，误差为 I 级即 5%。

表 1.4 色环颜色的意义

色别	第一位数字(1)	第二位数字(2)	第三位数字(中间未标数)	10 的方幂(3)	容许误差(4)
黑	0	0	0	0	
棕	1	1	1	1	F(±1%)
红	2	2	2	2	G(±2%)
橙	3	3	3	3	
黄	4	4	4	4	
绿	5	5	5	5	D(±0.5%)
蓝	6	6	6	6	C(±0.25%)
紫	7	7	7	7	B(±0.1%)
灰	8	8	8	8	
白	9	9	9	9	
金				-1	J(±5%)
银				-2	K(±10%)
本色					±20%

作为实例，表 1.5 列出某电阻器的型号与主要参数。可以看出，它是精密金属膜电阻器，额定功率为 0.125W，标称阻值为 $5.1k\Omega$ ，容许误差为 ±5%。这种表示方法在编制元件清单时经常用到。另外 $5.1K\Omega$ 有时用 5K1 表示。

表 1.5 某电阻器的型号与主要参数

R	J	7	1	0.125	5.1K	I
主 称	材 料	分 类	序 号	功 率	标 称 阻 值	容 许 误 差
电阻器	金属膜	精密		0.125W	5.1k Ω	I 组 ±5%

表 1.6 列出了一些常用电阻器的主要特性。

表 1.6 一些常用电阻器的主要特性

名称和符号	额定功率(W)	标称阻值范围(Ω)	温度系数(1/C)	运用频率
RT 型 碳膜电阻	0.05 0.125 0.25 0.5 1.2	10~100×10 ³ 5.1~150×10 ³ 5.1~910×10 ³ 5.1~2×10 ⁶ 5.1~5.1×10 ⁶	-(6~20)×10 ⁻⁴	10MHz 以下
RU 型 硅碳膜电阻	0.125、0.5 0.5 1.2	5.1~510×10 ³ 10~2×10 ⁶ 10~10×10 ⁶	±(7~12)×10 ⁻⁴	10MHz 以下
RJ 型 金属膜电阻	0.125 0.25 0.5 1.2	30~510×10 ³ 30~1×10 ⁶ 30~5.1×10 ⁶ 30~10×10 ⁶	±(6~10)×10 ⁻⁴	10MHz 以下
RX 型 线绕电阻	2.5~100	5.1~56×10 ⁶		低频

3. 电位器

电位器是具有三个接头的可变电阻器。常用的有：WTX 型小型碳膜电位器；WTH 型合成碳膜电位器；WX 型线绕电位器；WHD 型多圈合成膜电位器；WHJ 型精密合成膜电位器；WS 型有机实芯电位器等。

根据用途不同，薄膜电位器按轴旋转角度与实际阻值间的变化关系可分为直线式、指数式和对数式三种。电位器可以带开关，也可以不带开关。

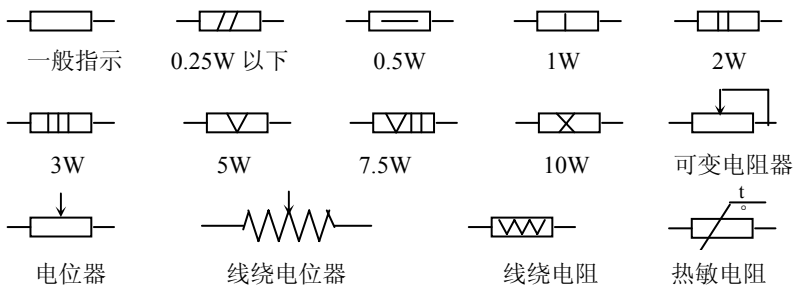


图 1.2 电阻器的电路图表示符号

4. 电阻器的电路图符号

电阻器的电路图表示符号如图 1.2 所示。

5. 电阻器外形结构

电阻器的外形结构参见图 1.3。

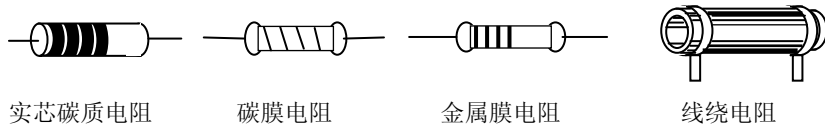


图 1.3 电阻器的外形图

二、电容器的识别与型号命名法

1. 电容器的型号命名法

电容器的型号命名法和电阻器的类似，也是由主称、材料、分类和序号四部分组成。

(1) 主称、材料部分的符号及意义

主称、材料部分的符号及意义如表 2.1 所示。

表 2.1 主称、材料部分的符号及意义

主 称		材 料	
符 号	意 义	符 号	意 义
C	电容器	C	高频瓷
		T	低频瓷
		I	玻璃釉
		O	玻璃膜
		Y	云母
		V	云母纸
		Z	低介
		J	金属化纸
		B	聚苯乙烯等非极性有机薄膜
		L	涤纶等极性有机薄膜
		Q	漆膜
		H	纸膜复合
		D	铝电解
		A	钽电解
		G	金属电解
N	铌电解		
E	其它材料电解		

(2) 分类部分的符号及意义

除个别类型用字母表示外(如用 G 表示高功率，W 表示微调)，一般都用数字表示。其规定如表 2.2 所示。

表 2.2 分类部分的符号及意义

数字 类别 电容名称	1	2	3	4	5	6	7	8	9
瓷介电容器	圆片	管形	叠片	独石	穿心	支柱等		高压	
云母电容器	非密封	非密封	密封	密封				高压	
有机电容器	非密封	非密封	密封	密封	穿心			高压	特殊
电解电容器	箔式	箔式	烧结粉 液体	烧结粉 固体		无极性			特殊

2. 电容器的主要特性指标

(1) 电容器的耐压

常用固定式电容器的直流工作电压系列为(单位: V):

6.3, 10, 16, 25, 32*, 40, 50*, 63, 100, 160, 250, 400...

有“*”号者只限于电解电容器用。

(2) 电容器容许误差等级和标称容量值

电容器容许误差及标称容量系列分别列于表 2.3 和 2.4 中。

表 2.3 电容器容许误差等级

容许误差	±2%	±5%	±10%	±20%	+20% -30%	+50% -20%	+100% -10%
级别	02	I	II	III	IV	V	VI

表 2.4 固定电容器的标称容量系列

名 称	容 许 误 差	容 量 范 围	标称容量系列
纸介电容器 金属化纸介电容器	±5% ±10%	100pF~1μF	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8
纸膜复合介质电容器 低频(有极性)有机薄膜 介质电容器	±20%	1 μ F~100 μ F	1,2,4,6,8,10, 15,20,30,50,60, 80,100
高频(无极性)有机薄膜 介质电容器 瓷介电容器 玻璃釉电容器 云母电容器	±5% ±10% ±20% ±20%以上		E24 E12 E6 E6
铝钽、铌电解电容器	±10% ±20% +50% -20% +100%		1, 1.5, 2.2 3.3 4.7 6.8 (容量单位为 μ F)

	-10%	
--	------	--

标称电容量为表中数值或表中数值再乘以 10^n ，其中 n 为正整数或负整数。

表 2.5 某电容器的型号与主要参数

C	C	G	1 —	63V—	0.01 μ F	II
主称 电容器	材料 调频瓷	分类 高功率	序号	耐压 63V	标称容量 0.01 μ F	容许误差 II级 \pm 20%

作为实例，表 2.5 列出某电容器的型号与主要参数。可以看出它是高功率高频瓷介电容器，耐压 63V，容量为 0.01 μ F，容许误差为 \pm 20%。

3. 电容器电容量的几种标注方法

目前电容器的电容量标注方法比较混乱，稍不留神就会出错，因此建议对于容易混淆的电容，最好用电容表进行测量后再使用。

(1) 电解电容器电容量值的标注法均采用数字直接描述法，即直接标出“*** μ F”的字样，如 47 μ F，4700 μ F 等。

(2) “传统标注法”对于小于 10000pF 的电容，以 pF 为单位标注而不标注单位，如 4700pF 标注为 4700；47pF 标注为 47 等。

常用电容器的几项主要特性列于表 2.6。

表 2.6 常用电容器的几项主要特性

名称	型号	容量范围	直流工作电压(V)	适用频率(MHz)	准确度	漏阻(M Ω)
纸介电容器 (中、小型)	CZ 型	470pF~0.22 μ F	63~630	8 以下	\pm (5~20)%	>5000
金属壳密封 纸介电容器	CZ3	0.01 μ F~10 μ F	250~1600	直流、脉动 直流	\pm (5~20)%	>1000~ 5000
金属化纸介电 容器(中、小型)	CJ	0.01 μ F~ 0.2 μ F	160, 250, 400	8 以下	\pm (5~20)%	>2000
金属壳密封金属 化纸介电容器	CJ3	0.22 μ F~30 μ F	160~1600	直流、脉动 直流	\pm (5~20)%	>30~5000
薄膜电容器		3pF~0.1 μ F	63~500	高频、低频	\pm (5~20)%	>10000
云母电容器	CY	10pF~0.051 μ F	100~7000	75~250 以下	\pm (2~20)%	>10000
瓷介电容器	CC	1pF~0.1 μ F	63~630	低频、高频 50~3000 以下	\pm (2~20)%	>10000
铝电解 电容器	CD	1~10000 μ F	4~500	直流脉动 直流	+20%~ +50% -30%	

					-20%	
钽、铌电 解电容器	CA CN	0.47 μ F ~ 1000 μ F	6.3~160	直流脉动 直流	$\pm 20\%$ ~ +20% -30%	
瓷介微调电容器	CCW	2/7pF~ 7/25pF	250~500	高频		>1000~ 10000
可变电容器	CB	最小>7pF 最大< 1000pF	100 以下	低频, 高频		>500

对于大于 10000PF 而小于 1 μ F 的电容, 以 μ F 为单位标注, 省略单位, 如 470000pF 即 0.47 μ F, 标注为 0.47 或 .47, 47000pF 即 0.047 μ F 标注为 0.047 或 .047。

从以上例子可以看出, 这种标注方法是很容易识别的, 凡是大于 1 的数均是以 pF 为单位, 凡是小于 1 的小数均是以 μ F 为单位, 凡电容量大于 1 μ F 的电容, 后面均标出单位 (μ F)。

(3) 电容值的色码标注法

电容器的电容量均以三位数字标注, 单位为 pF, 三位数字的含义是前两位为有效数字, 第三位为 10 的幂次, 如 473 即为 47×10^3 pF, 这个电容值与标注为 0.047 或 .047 的含义是一样的, 105 即为 1 μ F, 104 为 0.1 μ F。

这种标注方法主要以小型瓷介电容为主。

3. 电容器的电路符号

电容器的电路符号如图 2.4 所示。

4. 常见的几种电容器的外形结构

常见的几种电容器的外形结构如图 4.5 所示。

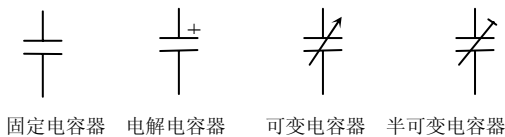


图 2.4 电容器的电路符号

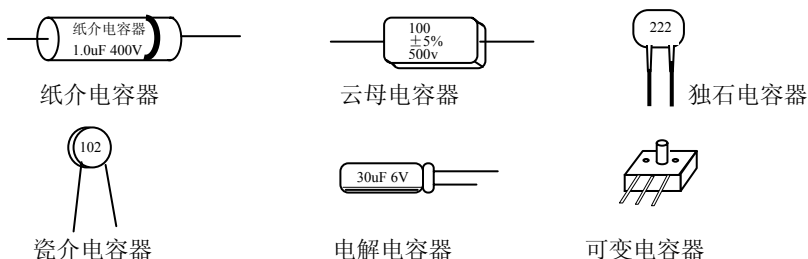


图 2.5 几种电容器的外形结构

三、常用半导体器件型号命名法

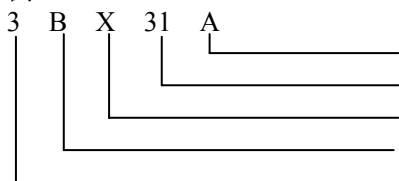
1. 常用半导体器件型号命名的国家标准

常用半导体器件的型号命名由五个部分组成，第一部分用数字表示电极的数目；第二部分用汉语拼音字母表示器件的材料和极性；第三部分表示器件的类别；第四部分表示器件的序号；第五部分表示规格。具体规定见表 3.1 所示。

表 3.1 中国国家标准(GB-249-74)规定的半导体器件型号命名方法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	第五部分
用数字表示器件的电极数目		用汉语拼音字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类别		用数字表示器件序号	用汉语拼音字母表示规格号
符号	意义	符号	意义	符号	意义		
2	二极管	A	N 型锗材料	P	普通管		
3	三极管	B	P 型锗材料	V	微波管		
		C	N 型硅材料	W	稳压管		
		D	P 型硅材料	C	参量管		
		A	PNP 型锗材料	Z	整流管		
		B	NPN 型锗材料	L	整流堆		
		C	PNP 型硅材料	S	隧道管		
		D	NPN 型硅材料	N	阻尼管		
		E	化合物材料	K	开关管		
		X	低频小功率管 $f_{\alpha} < 3\text{MHz}$ 、 $P_c < 1\text{W}$				
		G	高频小功率管 $f_{\alpha} > 3\text{MHz}$ 、 $P_c < 1\text{W}$				
D	低频大功率管 $f_{\alpha} < 3\text{MHz}$ 、 $P_c \geq 1\text{W}$						
A	高频大功率管 $f_{\alpha} \geq 3\text{MHz}$ 、 $P_c \geq 1\text{W}$						
V	光电器件						
J	结型场效应管						

示例



管子规格为 A 档
序号为 31
低频小功率管

它是锗 NPN 型
低频小功率管。

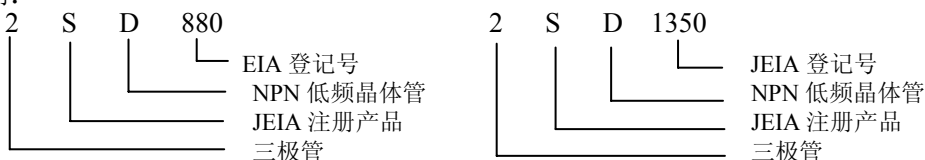
NPN 型锗材料
三极管

2. 日本常用半导体器件的型号命名标准

表 3.2 日本半导体器件命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分		第五部分	
用数字表示器件有效电极数目或类型		日本电子工业协会(JEIA)注册标志		用字母表示器件使用材料极性和类型		器件在日本电子工业协会(JEIA)的登记号		同一型号的改进型产品标志	
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义
0	光电二极管或三极管及包括上述器件的组合管	S	已在日本电子工业协会(JEIA)注册登记的半导体器件	A	NPN 高频晶体管	多位数字	这一器件在日本电子协会(JEIA)的注册登记性能相同,不同厂家生产的器件可以使用同一个登记号	A	表示这一器件是原型号产品的改进产品
1	二极管			B	PNP 低频晶体管				
2	三极管或具有三个有效电极的其它器件			C	NPN 高频晶体管				
3	具有四个电极的器件			D	NPN 低频晶体管				
n-1	具有 n 个电极的器件			F	P 控制极晶闸管				
				G	N 控制极晶闸管				
				H	单结晶体管				
		J	P 沟道场效应管						
		K	N 沟道场效应管						
		M	双向晶闸管						

示例:



3. 日本常用半导体器件的型号命名标准

表 3.3 美国半导体器件命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分		第五部分	
用符号表示器件类别		用数字表示PN结数目		美国电子工业协会(EIA)注册标志		美国电子工业协会(FIA)登记号		用字母表示器件分档	
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义
JAN	军级	1	二极管	N	该器件已在美国电子工业协会(EIA)注册登记	多位数字	该器件在美国电子工业协会(EIA)的登记号	A	同一型号器件的不同档次
JANTX	特军级	2	三极管						
JANTXV	超特军级	3	三个PN结器件						
JANS	宇航级	n	n个PN结器件						
(无)	非军用品								

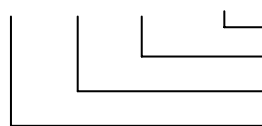
示例:

JAN 2 N 3553

2 N 5685



EIA 登记号
EIA 注册标志
三极管



EIA 登记号
EIA 注册标志
三极管
军用品

4. 常用的整流二极管型号及性能

表 3.4 常用的整流二极管型号及性能

原型号	新型号	最高反向峰值电压 $V_{RM}(V)$	额定正向整流电流 $I_f(A)$	正向电压降 $V_f(V)$	反向漏电流(平均值) $I_k(\mu A)$	不重复正向浪涌电流(A)	频率 $f(kHz)$	额定结温 $T_{jM}(^{\circ}C)$	备注
2CP10	2CZ52	25V	0.10	≤ 1.0	100	2	3	150	
2CP33	2CZ54A	25V	0.50	≤ 1.0	500	10	3	150	

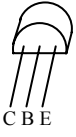
5. 硅高频小功率三极管参数

表 3.5 硅高频小功率三极管参数

原 型 号		3DG6				测 试 条 件
新 型 号		3DG100A	3DG100B	3DG100C	3DG100D	
极 限 参 数	$P_{CM}(mW)$	100	100	100	100	
	$I_{CM}(mA)$	20	20	20	20	
	$V_{(BR)CBO}(V)$	≥ 30	≥ 40	≥ 30	≥ 30	
	$V_{(BR)CEO}(V)$	≥ 20	≥ 30	≥ 20	≥ 30	$I_C = 100 \mu A$
	$V_{(BR)EBO}(V)$	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4	$I_B = 100 \mu A$
直 流 参 数	$I_{CBO}(\mu A)$	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	$V_{CB} = 10V$
	$I_{CEO}(\mu A)$	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 0.1	$V_{CE} = 10V$
	$I_{EBO}(\mu A)$	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	$V_{EB} = 1.5V$
	$V_{BES}(V)$	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	$I_C = 10mA, I_B = 1mA$
	$V_{CES}(V)$	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	$I_C = 10mA, I_B = 1mA$
交 流 参 数	h_{FE}	≥ 30	≥ 30	≥ 30	≥ 30	$V_{CE} = 10V, I_C = 3mA$
	$f_T(MHz)$	≥ 150	≥ 150	≥ 300	≥ 300	$V_{CB} = 10V, I_E = 3mA$ $f = 100MHz, R_L = 5 \Omega$
	$A_p(dB)$	≥ 7	≥ 7	≥ 7	≥ 7	$V_{CB} = 10V, I_E = 3mA$ $f = 100MHz$
	$C_{ob}(pF)$	≤ 4	≤ 4	≤ 4	≤ 4	$V_{CB} = 10V, I_E = 0$
h_{FE} 色标分档	(红)30~60		(绿)50~110		(蓝)90~160	(白)>150
管 脚						

6. 部分国外硅高频小功率三极管参数

表 3.6 部分国外硅高频小功率三极管参数



型号	材料	类型	P_{CM} mW	I_{CM} mA	BV_{CEO}	f_T MHz	封装
9011	Si	NPN	400	30	50	370	
9012	Si	PNP	400	400	25	200	
9013	Si	NPN	400	400	40	250	
9014	Si	NPN	400	30	50	270	
9015	Si	PNP	600	-100	-50	190	
9016	Si	NPN	600	25	30	620	
9017	Si	NPN	400	30	50	370	
9018	Si	NPN	400	50	30	1100	

例：Q2N916 晶体管的 SPICE 模型参数

NPN(Is=6.734f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=74.03 Bf=336.4 Ne=1.218 Ise=6.734f
 Ikf=61.58m Xtb=1.5 Br=.7883 Nc=2 Isc=0 Ikr=0 Rc=1 Cjc=3.638p
 Mjc=.3085 Vjc=.75 Fc=.5 Cje=4.493p Mje=.2593 Vje=.75 Tr=242.8n
 Tf=300.9p Itf=.4 Vtf=4 Xtf=2 Rb=10)

7. 3DJ6N 场效应管参数

表 3.7 3DJ6N 沟结型场效应管参数

型号	3DJ6D	3DJ6E	3DJ6F	3DJ6G	3DJ6H	测试条件	管脚
饱和漏源电流 I_{DSS} (mA)	<0.35	0.3~1.2	1~3.5	3~6.5	6~10	$V_{DS}=10V$ $V_{GS}=0V$	
夹断电压 V_P (V)	< -9	< -9	< -9	< -9	< -9	$V_{DS}=10V$ $I_{DS}=50\mu A$	
栅源绝缘电阻 R_{GS} (Ω)	$\geq 10^8$	$\geq 10^8$	$\geq 10^8$	$\geq 10^8$	$\geq 10^8$	$V_{DS}=0V$ $V_{GS}=10V$	
共源小信号低频跨导 g_m (μs)	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	$V_{DS}=10V$ $I_{DS}=3mA$ $f=1kHz$	
输入电容 C_{GS} (pF)	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	$V_{DS}=10V$ $f=500kHz$	或 
反馈电容 C_{GD} (pF)	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2	$V_{DS}=10V$ $f=500kHz$	
低频噪声 N_{FI} (dB)	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	$V_{DS}=10V$ $R_G=10M\Omega$ $f=1kHz$	
高频功率增益 K_{PS} (dB)	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10	≥ 10	$V_{DS}=10V$ $f=3MHz$	
最高振荡频率 f_M (MHz)	≥ 30	≥ 30	≥ 30	≥ 30	≥ 30	$V_{DS}=10V$	
最大漏源电压 $V_{(BR)DS}$ (V)	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20		
最大栅源电压 $V_{(BBI)GS}$ (V)	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20		
最大耗散功率 P_{DM} (mW)	100	100	100	100	100		

最大漏源电流 $I_{DM}(mA)$	15	15	15	15	15		
------------------------	----	----	----	----	----	--	--

四、几种常用模拟集成电路简介

1. $\mu A741$ 通用运算放大器

① 引线排列图

$\mu A741$ 通用运算放大器的引线排列如图 4.1.6 所示。

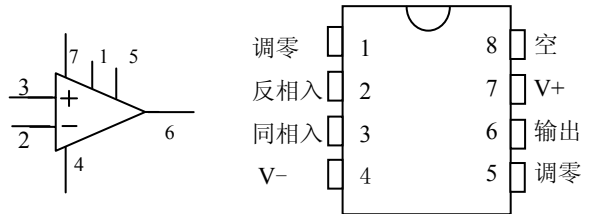


图 4.1 $\mu A741$ 引线排列图

② 参数规范

$\mu A741$ 通用运算放大器的主要参数列于表 4.1 中，供参考。

表 4.1 $\mu A741$ 通用运算放大器的主要参数

测试条件: $T=25^{\circ}C$, $V_{CC}=V_{EE}=15V$

符号	参 数	条 件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OS}	输入失调电压			2	6	mV
I_{OS}	输入失调电流			20	200	nA
I_B	输入偏置电流			80	500	nA
R_{IN}	输入电阻		0.3	2.0		$M\Omega$
R_{INCM}	输入电容			1.4		pF
V_{IOR}	失调电压调整范围			± 15		mV
V_{ICR}	共模输入电压范围		± 12.0	± 13.0		V
CMRR	共模抑制比	$V_{CM}=\pm 13V$	70	90		dB
PSRR	电源抑制比	$V_S=\pm 3\sim\pm 18V$		30	150	$\mu V/V$
A_{VO}	开环电压增益	$R_L\geq 2K\Omega$, $V_0=\pm 10V$	20	200		V/mV
V_O	输出电压摆幅	$R_L\geq 10K\Omega$ $R_L\geq 2K\Omega$	$\pm 12\pm$ 10.0	± 14.0 ± 13.0		V
SR	摆率	$R_L\geq 2K\Omega$		0.5		V/ μs
R_o	输出电阻	$V_o=0$, $I_o=0$		75		Ω
I_{OS}	输出短路电流			25		mA
I_S	电源电流			1.7	2.8	mA
Pd	功耗	$V_S=\pm 15V$ 无负载		50	85	mW

2. LM318 高速运算放大器

①引线排列图

LM318 高速运算放大器的引线排列如图 4.2 所示。

②参数规范

表 4.2 列出了 LM318 高速运算放大器的主要参数。

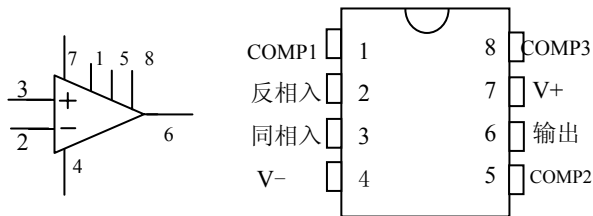


图 4.2 LM318 引线排列图

测

表 4.2 LM318 高速运算放大器的主要参数

测试条件: $T=25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC}=V_{EE}=15\text{V}$

符号	参 数	条 件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OS}	输入失调电压			4	10	mV
I_{OS}	输入失调电流			30	200	nA
I_B	输入偏置电流				750	nA
R_{IN}	输入电阻		0.5	3.0		M Ω
V_{IDR}	差模输入电压范围		± 11.5			V
CMRR	共模抑制比	$V_{CM}=\pm 13\text{V}$	70	100		dB
PSRR	电源抑制比	$V_S=\pm 3\sim\pm 18\text{V}$	65	80		dB
A_{VO}	开环电压增益	$R_L\geq 2\text{K}\Omega$ $V_0=\pm 10\text{V}$	25	200		V/mV
V_O	输出电压摆幅	$R_L\geq 10\text{K}\Omega$ $R_L\geq 2\text{K}\Omega$	$\pm 12\pm$ 10.0	± 14.0 ± 13.0		V
SR	摆率	$R_L\geq 2\text{K}\Omega$	50	70		V/ μs
GB	单位增益带宽			15		MHz
I_S	电源电流			5	10	mA
Pd	功耗	$V_S=\pm 15\text{V}$ 无负载		50	85	mW

3. $\mu\text{A}348$ 四通用运算放大器和 $\mu\text{A}324$ 四通用单电源运算放大器

①引线排列图

$\mu\text{A}348$ 四通用运算放大器和 $\mu\text{A}324$ 四通用单电源运算放大器的分布如图 4.3 所示。

②电参数规范

$\mu\text{A}348$ 和 $\mu\text{A}324$ 运算放大器的主要参数列于表 4.3 中。

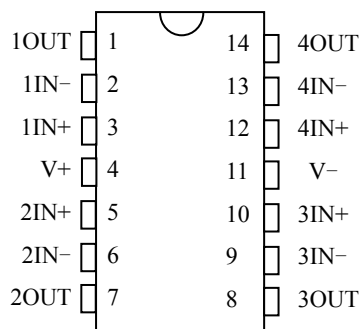


图 4.3 $\mu\text{A}348$ 、 $\mu\text{A}324$ 引脚图

表 4.3 μ A348 和 μ A324 运算放大器的主要参数

符号	参数	条 件	μ A348			μ A324			单位
			最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
V_{OS}	输入失调电压			1	6		2	7	mV
I_{OS}	输入失调电流			4	50		5	50	nA
I_B	输入偏置电流			30	200		45	250	nA
R_{IN}	输入电阻		0.8	2.5					M Ω
V_{ICR}	共模输入电压范围		± 12.0						V
CMRR	共模抑制比	$V_{CM}=\pm 13V$	70	90		65	70		dB
PSRR	电源抑制比	$V_S=\pm 3 \pm 18V$	77	96		65	100		MV/V
A_{VO}	开环电压增益	$R_L \geq 2K\Omega$, $V_o = \pm 10V$	25	160		25	100		V/mV
V_O	输出电压摆幅	$R_L \geq 10K\Omega$ $R_L \geq 2K\Omega$	± 12 ± 10.0	± 13.0 ± 12.0		± 13			V
SR	摆率	$R_L \geq 2K\Omega$		0.5					V/ μ s
R_o	输出电阻	$V_o=0, I_o=0$							Ω
I_{OS}	输出短路电流			25		10	20		mA

4. OP07 低失调、低温漂运算放大器

①引线排列图

OP07 运算放大器的引线排列如图 4.4 所示。

②主要电参数

OP07 主要参数列于表 4.4 中。

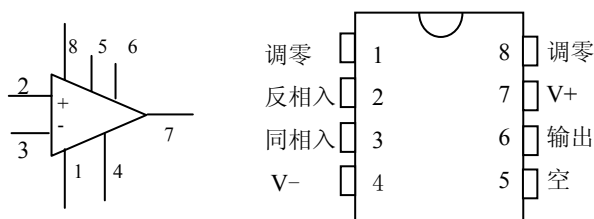


图 4.4 OP07 引线排列图

表 4.4 OP07 运算放大器的主要参数

测试条件: $T=25^{\circ}C$, $V_{CC}=V_{EE}=15V$

符号	参 数	条 件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OS}	输入失调电压			30	75	μ V
$\Delta V_{OS}/t$	失调电压温漂			0.2	1.0	mV/ $^{\circ}C$
I_{OS}	输入失调电流			0.4	2.8	nA
I_B	输入偏置电流			± 1.0	± 3.0	nA
e_{np-p}	输入噪声电压	01Hz~10Hz		0.35	0.6	μ Vp-p
e_n	输入噪声电压密度	$f_0=10Hz$		10.3	18.0	nV/ \sqrt{Hz}
		$f_0=100Hz$		10.0	13.0	
		$f_0=1000Hz$		9.6	11.0	
i_{np-p}	输入噪声电流	01Hz~10Hz		14	30	pAp-p
i_n	输入噪声电流密度	$f_0=10Hz$		0.32	0.80	pA/ \sqrt{Hz}

		$f_0=100\text{Hz}$ $f_0=1000\text{Hz}$		0.14 0.12	0.23 0.17	
R_{IN}	差模输入电阻		20	60		$M\Omega$
R_{INCM}	共模输入电阻			200		$G\Omega$
IVR	输入电压范围		± 13.0	± 14.0		V
CMRR	共模抑制比	$V_{CM}=\pm 13\text{V}$	110	126		dB
PSRR	电源抑制比	$V_S=\pm 3\pm 18\text{V}$	4	10		mV/V
A_{VO}	开环电压增益	$R_L\geq 2K\Omega$ $V_0=\pm 10\text{V}$	200	500		V/mV
V_0	输出电压摆幅	$R_L\geq 10K\Omega$ $R_L\geq 2K\Omega$ $R_L\geq 1K\Omega$	± 12.5 ± 12.0 ± 10.5	± 13.0 ± 12.8 ± 12.0		V
SR	摆率	$R_L\geq 2K\Omega$	0.1	0.3		V/ μs
BW	闭环带宽	$A_{VCL}=+1$	0.4	0.6		MHz
R_o	开环输出电阻	$V_0=0, I_0=0$		60		Ω
P_d	功耗	$V_S=\pm 15\text{V}$ 无载 $V_S=\pm 3\text{V}$ 无载		75 4	120 6	mW
	失调电压调整范围			± 4		mV

注：数据来源 National Semiconductor 数据手册

5. CF347 四 JFET 输入运算放大器

① 引线排列图

CF347 四 JFET 输入运算放大器的引线排列如图 4.5 所示。

② 主要电参数

CF347 四 JFET 输入运算放大器的主要参数列于表 4.5 中。

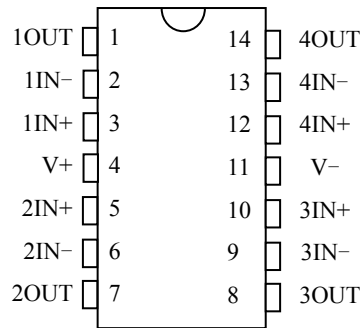


图 4.5 CF347 引线排列图

表 4.5 CF347 四 JFET 输入运算放大器的主要参数

测试条件： $T=25^\circ\text{C}$ ， $V_{CC}=V_{EE}=15\text{V}$

符号	参 数	条 件	最小值	典型值	最大值	单 位
V_{OS}	输入失调电压			5	10	μV
$\Delta V_{OS}/t$	失调电压温漂			10	1.0	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
I_{OS}	输入失调电流			25	100	pA
I_B	输入偏置电流			50	200	pA
R_{IN}	差模输入电阻			10^{12}		Ω
V_{IVR}	输入电压范围		± 11.0	+15 -12		V
CMRR	共模抑制比	$V_{CM}=\pm 13\text{V}$	110	100		dB
PSRR	电源抑制比	$V_S=\pm 3\sim\pm 18\text{V}$		100		dB
A_{VO}	开环电压增益	$R_L\geq 2K\Omega$ ， $V_0=\pm 10\text{V}$	25	100		V/mV
V_0	输出电压摆幅	$R_L\geq 10K\Omega$	± 12.5	± 13.0		V

		$R_L \geq 2K \Omega$ $R_L \geq 1K \Omega$	± 12.0 ± 10.5	± 12.8 ± 12.0		
SR	摆率	$R_L \geq 2K \Omega$		13		V/ μ s
BW	闭环带宽	$A_{VCL}=+1$		4		MHz
Ro	开环输出电阻	$V_o=0, I_o=0$		60		Ω
Pd	功耗	$V_s=\pm 15V$ 无负载 $V_s=\pm 3V$ 无负载		75 4	120 6	mW
e_n	输入噪声电压密度	$f_0=1000Hz$		20		nV/ \sqrt{Hz}
i_{mp-p}	输入噪声电流	$f_0=1000Hz$		0.01		pA/ \sqrt{Hz}

注：数据来源 NationalSemiconductor 数据手册

6. 电压比较器 LM311

①引线排列图

电压比较器 LM311 的引线排列如图

4.6 所示。

②主要电参数

电压比较器 LM311 的主要参数

列于表 4.6 中。

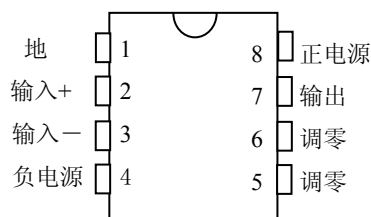


图 4.6 LM311 引线排列图

表 4.6 电压比较器 LM311 的主要参数

测试条件： $T=25^\circ C$ ， $V_{CC}=V_{EE}=15V$

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入失调电压	$T_A=25^\circ C$ ， $R_s \leq 50K$		2.0	7.5	mV
输入失调电流	$T_A=25^\circ C$		6.0	50	nA
输入偏置电流	$T_A=25^\circ C$		100	250	nA
电压增益	$T_A=25^\circ C$	40	200		V/mV
响应时间	$T_A=25^\circ C$		200		ns
饱和电压	$V_{IN} \leq -10mV$ ， $I_{OUT}=50mA$		0.75	1.5	V
选通开关电流	$T_A=25^\circ C$	1.5	3.0		mA
输出漏电流	$V_{IN} \geq 10mV$ ， $V_{OUT}=35V$ $T_A=25^\circ C$ ， $I_{STROBE}=3mA$ $V_- = V_{GRND} = -5V$		0.2	50	nA
输入电压范围		-14.5	13.8, -14.7	13.0	V

注：（1）数据来源 NationalSemiconductor 数据手册。

（2）LM311 为集电极开路输出，使用时应在输出端与正电源之间连接负载电阻。

7. 音频功率放大器 LM386

①引线排列图

音频功率放大器 LM386 的引线排列如图 4.7 所示。

②主要电参数

音频功率放大器 LM386 的主要参数列于表 4.7 中。

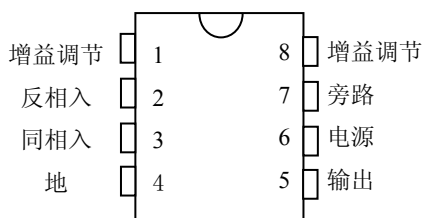


图 4.7 LM386 的引线排列

表 4.7 音频功率放大器 LM386 的主要参数

测试条件: $T=25^{\circ}\text{C}$

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压(V_S)		4		12	V
静态电流(I_Q)	$V_S=6\text{V}$, $V_{IN}=0$		4	8	mA
输出功率(P_{OUT})	$V_S=6\text{V}$, $R_L=8\Omega$, THD=10% $V_S=9\text{V}$, $R_L=8\Omega$, THD=10%	250 500	350 700		mW
电压增益(A_V)	$V_S=6\text{V}$, $f=1\text{kHz}$ 1 到 8 端接 $10\mu\text{F}$ 电容		26 46		dB dB
带宽(BW)	$V_S=6\text{V}$, 1 到 8 端开路		300		kHz
总谐波失真 (THD)	$V_S=6\text{V}$, $R_L=8\Omega$, $P_{OUT}=125\text{mW}$ $f=1\text{kHz}$, 1~8 端开路		0.2		%
电源抑制比 (PSRR)	$V_S=6\text{V}$, $R_L=8\Omega$, $C_{BYPASS}=10\mu\text{F}$ $f=1\text{kHz}$, 1~8 端开路		50		dB
输入电阻(R_{IN})	$V_S=6\text{V}$, 2~3 端开路		50		$\text{k}\Omega$
输入偏置电流 (I_{BIAS})	$V_S=6\text{V}$, 2~3 端开路		250		nA

注: 数据来源 National Semiconductor 数据手册。

8. 音频功率放大器 LM388

①引线排列图

音频功率放大器 LM388 的引线排列如图 4.8 所示。

②主要电参数

音频功率放大器 LM388 的主要参数列于表 4.8 中。

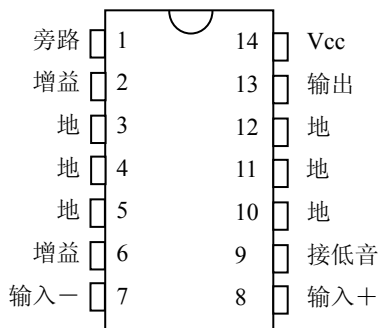


图 4.8 LM388 的引线排列

表 4.8 音频功率放大器 LM386 的主要参数

测试条件: $T=25^{\circ}\text{C}$

符号	参数	测试条件	最小值	标称值	最大值	单位
V_S	工作电源电压			4	12	V
I_Q	静态电流	$V_{IN} = 0$ $V_S = 12\text{V}$		16	23	mA
P_{OUT}	输出功率	$R_1 = R_2 = 180\ \Omega, THD = 10\%$ $V_S = 12\text{V}, R_L = 8\ \Omega$ $V_S = 6\text{V}, R_L = 4\ \Omega$	1.5 0.6	2.2 0.8		W W
A_V	电压增益	$V_S = 12\text{V}, f = 1\text{kHz}$ 2 到 7 脚接 $10\ \mu\text{F}$ 电容	23	26 46	30	dB dB
B_W	带宽	$V_S = 12\text{V}$, 2 到 6 脚开路		300		kHz
T_{HD}	总谐波失真	$V_S = 12\text{V}, R_L = 8\ \Omega$, $P_{OUT} = 500\text{mW}$, $f = 1\text{kHz}$, 2 到 6 脚开路		0.1	1	%
P_{SRR}	电源抑制比	$V_S = 12\text{V}, f = 1\text{kHz}, C_{BYPASS} = 10\ \mu\text{F}$ 2 到 6 脚开路		50		dB
R_{IN}	输入电阻		10	50		k Ω
I_{BISE}	输入偏置电流	$V_S = 12\text{V}$, 7 到 8 脚开路		250		nA

9. 555、556 定时器电路



图 4.9 555、556 定时器电路

①引线排列图

555、556 定时器电路的引线排列如图 4.9 所示。

②主要电参数

555、556 定时器电路的主要参数列于表 4.9 中。

表 4.9 音频功率放大器 LM386 的主要参数

测试条件: $T=25^{\circ}\text{C}$

参数名称	测试条件	最小	典型	最大	单位
电源电压		4.5		16	V
电源电流	$V_{CC} = 5\text{V}, R_L = \infty$		3	6	mA

	$V_{CC}=15V, R_L = \infty$		10	14	
定时误差	单稳态 多谐		0.75		%
			2.25		%
输出三角波电压	$V_{CC} = 15V$	4.5	5	5.5	V
	$V_{CC} = 5V$	1.25	1.67	2	
输出高电平	$V_{CC} = 5V$	2.75	3.3		V
输出低电平	$V_{CC} = 5V$		0.25	0.35	V
上升时间			100		ns
下降时间			100		ns
温度稳定性			± 10		$10^{-6}/^{\circ}C$

10. 集成三端稳压器电路

目前常见的三端稳压器按输出电压的极性可分为正电压稳压器产品。每个系列里又有小功率、中功率和大功率之别。

①引线排列图

78、79 系列三端稳压器的引线排列如图 4.10 所示。

②主要电参数

78、79 系列三端稳压器的主要参数列于表 4.10 中。

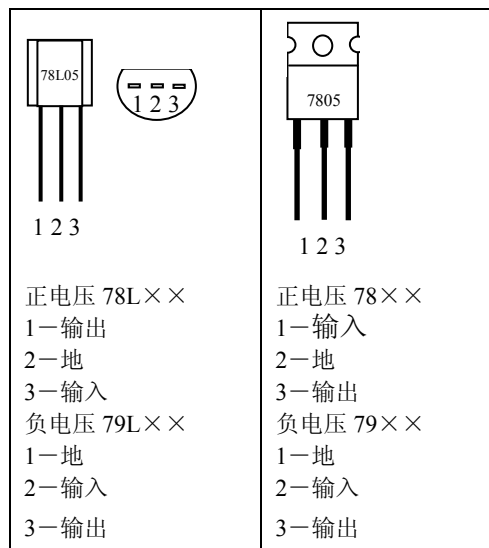


图 4.10 78、79 系列三端稳压器的引脚排列

表 4.10 78、79 系列三端稳压器的的主要参数

输出电压 (V)	偏差 (V)	最大电流 (mA)	产品型号	
			正输出	负输出
3	± 0.15	100		79L03AC
	± 0.3	100		79L03C
5	± 0.25	100	78L05AC	79L05AC
	± 0.5	100	78L05C	79L05C
	± 0.25	500	78M05C	
	± 0.2	1500	7805AC	7905AC
6	± 0.25	1500	7805C	7905C
	± 0.3	500	78M06C	
	± 0.24	1500	7806AC	7906AC
	± 0.3	1500	7806C	7906C
12	± 0.6	100	78L12AC	79L12AC
	± 1.2	100	78L12C	79L12C

	± 0.6	500	78M12C	
	± 0.5	1500	7812AC	7912AC
	± 0.6	1500	7812C	7912C

五、常用的数字集成电路简介

1. 几种常用数字集成电路的典型电参数

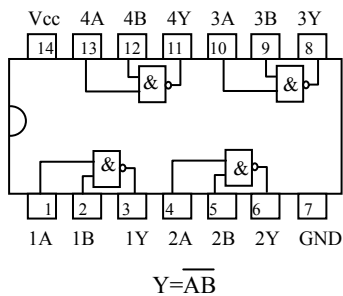
表 5.1 列出了几种常用数字集成电路的典型电参数。

表 5.1 几种常用数字集成电路的典型电参数

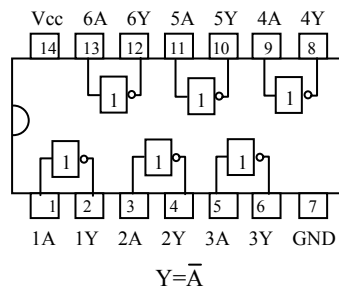
参 数	74LS (TTL)	74HC (与 TTL 兼容的高速 CMOS)	4000 系列 CMOS 电路	单位
电源电压范围	4.75~5.25	2~6	3~18	V
电源电压 V_{CC}	5	5		V
电源电流	12	0.008	0.004	mA
高电平输入电流 I_{IH}	20	0.1	0.1	μA
低电平输入电流 I_{IL}	-400	0.1	0.1	μA
高电平输入电压 V_{IH}	2	3.15	3.5($V_{DD}=5$) 7($V_{DD}=10$) 11($V_{DD}=15$)	V
低电平输入电压 V_{IL}	0.7	1.35	1.5($V_{DD}=5$) 3($V_{DD}=10$) 4($V_{DD}=15$)	V
高电平输出电压 V_{OH}	2.7	3.98	4.95($V_{DD}=5$) 9.95($V_{DD}=10$) 14.95($V_{DD}=15$)	V
低电平输出电压 V_{OL}	0.4	0.26	0.05 ($V_{DD}=5,10,15$)	V
高电平输出电流 I_{OH}	-0.4	5.2	1.3	mA
低电平输出电流 I_{OL}	8	5.2	1.3	mA
平均传输延迟时间 t_{pd}	10	30	150	ns

2. 几种常用的 TTL 数字集成电路引脚图

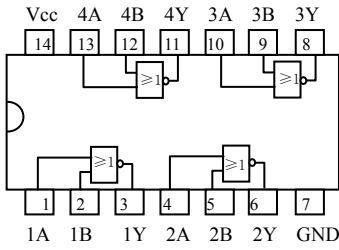
几种常用的 TTL 数字集成电路引脚画于图 5.2 中。



(1) 74LS00 四 2 输入与非门

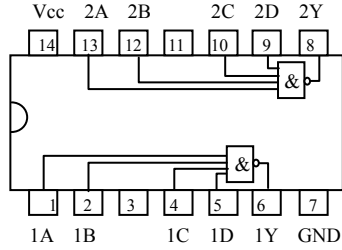


(2) 74LS04 六反相器



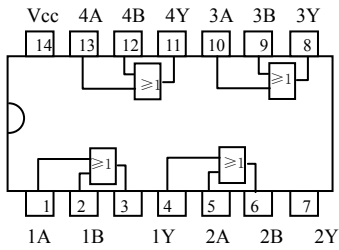
$$Y = A + B$$

(3) 74LS02 四 2 输入或非门



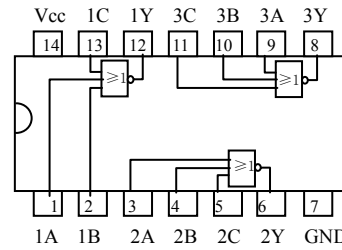
$$Y = ABCD$$

(4) 74LS20 二 4 输入与非门



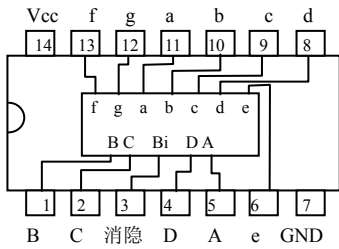
$$Y = A + B$$

(5) 74LS32 四 2 输入或门

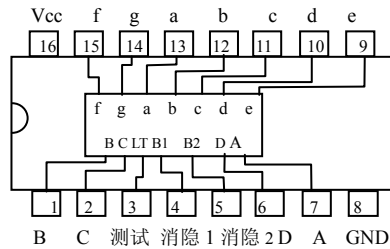


$$Y = A + B + C$$

(6) 74LS27 三 3 输入或非门



(7) 74LS49 BCD-七段译码器
驱动共阴字码管

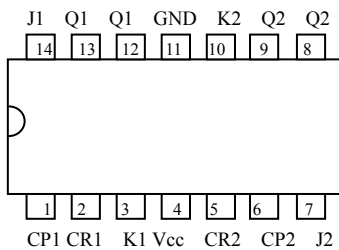


(8) 74LS48 BCD-七段译码器
驱动共阴字码管

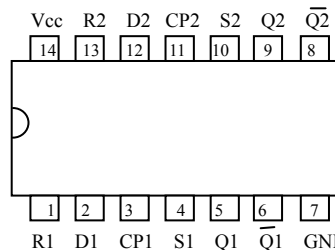
图(8)注: 测试: 低电平时显示 8, 高电平时正常功能。

消隐 1(BI/RBO): 第一功能, 低电平时消隐, 第二功能: 在输入数据为 0 时, 此端为脉冲消隐输出端(低电平有效)

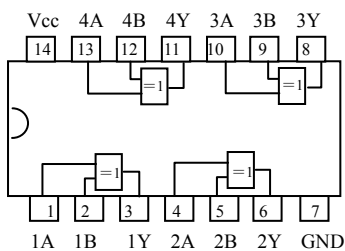
消隐 2(RBI): 在输入数据为 0 时, 此端为脉冲消隐输入端(低电平有效)。



(9) 74LS73 双 JK 触发器(负沿触发)

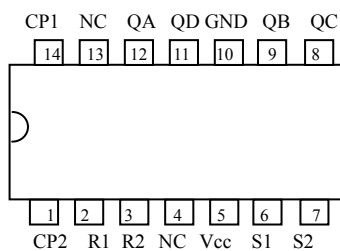


(10) 74LS74 双 D 触发器(正沿触发)



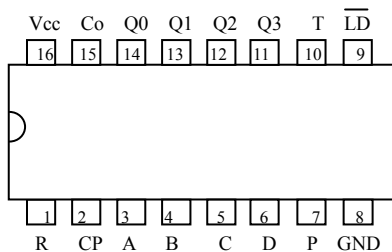
$$Y=A \oplus B$$

(11) 74LS86 四 2 输入异或门



(12) 74LS90 2-5 十进制计数器
(负沿触发)

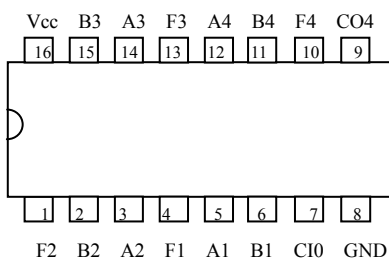
注：R1 和 R2 均为 1 时输出为 0000；
S1 和 S2 均为 1 时输出为 1001。



(13) 74LS161 4 位二进制同步计数器

表 5.2 74LS161 功能表

输 入									输 出			
CP	cr	LD	P	T	A	B	C	D	Q _A	Q _B	Q _C	Q _D
∅	0	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	0	0	0	0
┘	1	0	∅	∅	A	B	C	D	A	B	D	C
∅	1	1	0	∅	∅	∅	∅	∅	保 持			
∅	1	1	∅	0	∅	∅	∅	∅	保 持			
┘	1	1	1	1	∅	∅	∅	∅	计 数			



(14) 74LS283 4 位二进制超前进位
全加器

引出端符号：

A1~A4 运算数输入端

B1~B4 运算数输入端

C10 进位输入端

CO4 进位输出端

F1~F4 和输出端

1 低位数 4 高位数

图 5.2 几种常用的 TTL 数字集成电路引脚图

3. 74LS48/74LS49 译码器功能表

① 74LS48 译码器功能表

74LS48 的功能如表 5.3 所示。

74LS47 译码器的功能与 74LS48 完全一样，所不同的是 74LS47 驱动的是共阳极数码管，而 74LS48 驱动的是共阴极数码管。

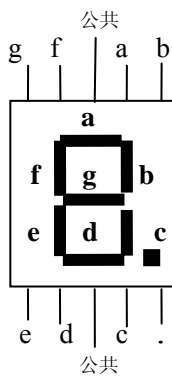


图 5.3 数码管示意图

表 5.3 74LS48 译码器功能表

十进制 功 能	输 入 端						BI /RBO	输 出 端							显示 符 号
	D	C	B	A	LT	RBI		a	b	c	d	e	f	g	
0	L	L	L	L	H	X	H	H	H	H	H	H	L	0	
1	L	L	L	H	H	X	H	L	H	H	L	L	L	1	
2	L	L	H	L	H	X	H	H	H	L	H	H	L	2	
3	L	L	H	H	H	X	H	H	H	H	H	L	L	3	
4	L	H	L	L	H	X	H	L	H	H	L	L	H	4	
5	L	H	L	H	H	X	H	H	L	H	H	L	H	5	
6	L	H	H	L	H	X	H	L	L	H	H	H	H	6	
7	L	H	H	H	H	X	H	H	H	H	L	L	L	7	
8	H	L	L	L	H	X	H	H	H	H	H	H	H	8	
9	H	L	L	H	H	X	H	H	H	H	L	L	H	9	
10	H	L	H	L	H	X	H	L	L	L	H	H	L	Ⓒ	
11	H	L	H	H	H	X	H	L	L	H	H	L	L	Ⓓ	
12	H	H	L	L	H	X	H	L	H	L	L	L	H	Ⓔ	
13	H	H	L	H	H	X	H	H	L	L	H	L	H	Ⓕ	
14	H	H	H	L	H	X	H	L	L	L	H	H	H	Ⓖ	
15	H	H	H	H	H	X	H	L	L	L	L	L	L	暗	
消隐	X	X	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	暗	
脉冲消隐	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	暗	
灯测试	X	X	X	X	L	X	H	H	H	H	H	H	H	8	

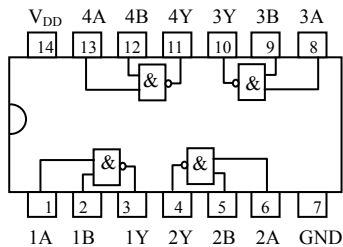
② 74LS49 译码器功能表

表 5.4 74LS49 译码器功能表

十进制 功 能	输 入 端					输 出 端							显示 符 号
	D	C	B	A	BI	a	b	c	d	e	f	g	
0	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	0
1	L	L	L	H	H	L	H	H	L	L	L	L	1
2	L	L	H	L	H	H	H	L	H	H	L	H	2
3	L	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	H	3
4	L	H	L	L	H	L	H	H	L	L	H	H	4
5	L	H	L	H	H	H	L	H	H	L	H	H	5
6	L	H	H	L	H	L	L	H	H	H	H	H	6
7	L	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	7
8	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	8
9	H	L	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	9
10	H	L	H	L	H	L	L	L	H	H	L	H	0
11	H	L	H	H	H	L	L	H	H	L	L	H	3
12	H	H	L	L	H	L	H	L	L	L	H	H	2
13	H	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L	H	5
14	H	H	H	L	H	L	L	L	H	H	H	H	6
15	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	暗
BI	×	×	×	×	L	L	L	L	L	L	L	L	暗

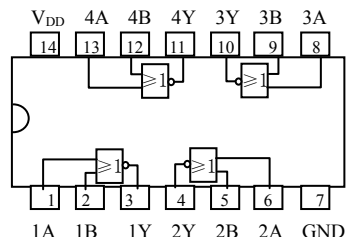
4. 常用 CMOS 数字集成电路引脚图

几种常用的 CMOS 数字集成电路引脚画于图 5.4 中。



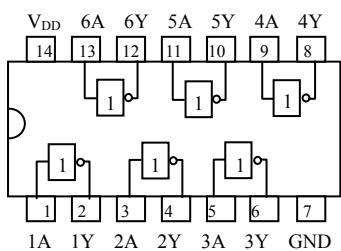
$$Y = \overline{AB}$$

(1) 4011 四 2 输入与非门

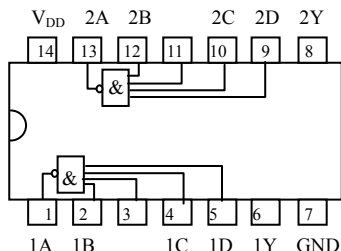


$$Y = \overline{A+B}$$

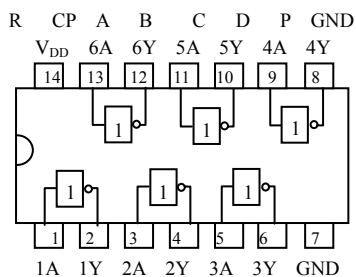
(2) 4001 四 2 输入或非门



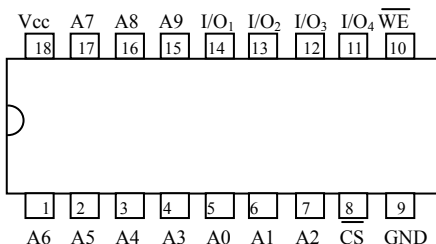
$Y=\bar{A}$
(3) 4069 六反相器



$Y=\overline{ABCD}$
(4) 4012 二 4 输入与非门



$Y=\bar{A}$
(11) 40106 施密特六反相器



(12) 2114 静态随机存储器

图 5.4 几种常用的 CMOS 数字集成电路引脚图

5. 静态随机存取存储器(RAM) 2114 工作原理

RAM2114 是一种 1024×4 位的静态随机存取存储器，它由存储阵列、行/列地址选择电路、I/O 电路和 I/O 三态读写控制电路所组成。它的逻辑符号如图 5.5 所示。图中 A0~A9 为地址输入端，其中 A3~A8 为行地址，A0~A2、A9 为列地址。I/O1~I/O4 是受三态门控制的双向总线数据输入 / 输出。CS 为片选信号，低电平有效。利用多片 2114，通过 CS 的作用扩展成更大容量的 RAM。 \overline{WE} 是读写控制信号，当 $\overline{WE} = 0$ 时，可以对被选中芯片进行写入操作，当 $\overline{WE} = 1$ 时，进行读操作。

各引脚功能参见表 5.5。

2114 具有如下特点:

(1) 采用直接耦合的静态电路, 不需要时钟信号驱动, 也无需刷新。

(2) 不需要地址建立时间, 存取特别简单。

(3) 在 $\overline{CS}=0$ 、 $\overline{WE}=1$ 时, 读出信息, 读出是非破坏性的。

(4) 在 $\overline{CS}=0$ 时, \overline{WE} 输入一个负脉冲, 则能写入信息; 同样, 在 $\overline{WE}=0$ 时 \overline{CS} 输入一个负脉冲, 也能写入信息。因此, 为了防止误写入, 在改变地址码时, \overline{CS} 或 \overline{WE} 必须至少有一个为 1。

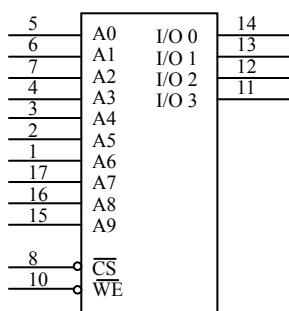


图 5.5 RAM2114 惯用逻辑符号

表 5.5 2114 各引脚功能

端名	功能
A9~A0	地址输入端
\overline{WE}	写选通
CS	芯片选择
I/O4~I/O1	数据输入/输出端
Vcc	+5V 电源

(5) 输入、输出信号是同极性的, 使用公共的 I/O 端, 能直接与系统总线相连接。

(6) 使用单电源+5V 供电。

(7) 输入、输出与 TTL 电路兼容, 输出能驱动一个 TTL 门和 $C_L=100\text{pF}$ 的负载 ($I_{OL}\approx 2.1\sim 6\text{mA}$, $I_{OH}\approx -1.0\sim -1.4\text{mA}$)。

(8) 具有独立片选功能和三态输出。

(9) 器件具有高速和低功耗性能。

(10) 读 / 写周期均小于 250ns。

2114 的读、写周期参数分别参见表 5.6 和 5.7。

表 5.6 2114 的读周期参数

符号	参数名称	最小值	最大值
t_{RC}	读周期时间	200ns	
t_A	读取时间		200ns
t_{CO}	片选到稳定		70ns
t_{CX}	片选到输出有效	20ns	
t_{OTD}	从断开片选到输出变为三态		60ns

t_{OHA}	地址改变后的输出保持时间	50ns	
-----------	--------------	------	--

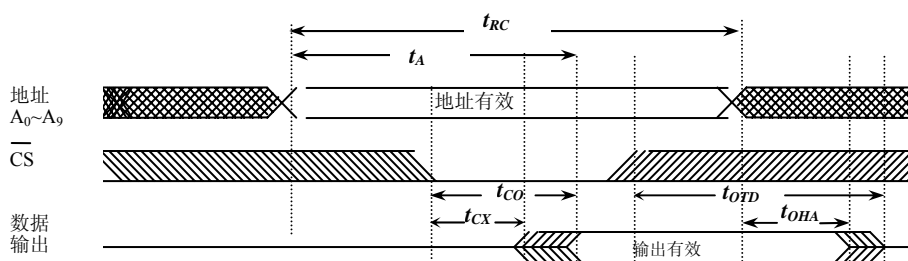
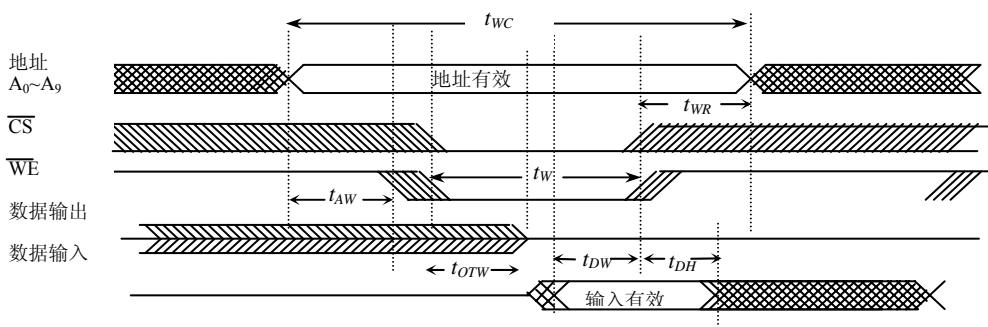


表 5.7 2114 的写周期参数

符号	参数名称	最小值	最大值
t_{WC}	写周期时间	200ns	
t_W	写时间	120ns	
t_{WR}	写恢复时间	0	
t_{OTW}	从写信号有效到输出三态的时间		60ns
t_{DW}	数据有效覆盖时间	120ns	
t_{DH}	写信号无效后的数据保持时间	0	
t_{AW}	地址到写信号的建立时间	0	



六、设计型实验主要器件简介

电子元器件是构成电子电路的基础，深入了解元器件的功能、性能参数、使用条件和引脚分布等，对于确定设计方案，正确选用元器件和电路的安装调试等都十分有益。

了解元器件的方法之一是查阅器件资料。由于电子器件品种繁多，新品种不断涌现，性能不断提高，相应的器件资料也在不断更新，因此只有学会查阅有关资料，才能及时了解最新技术和最新器件，不断丰富自己的知识。为了方便用户和推销产品，器件生产厂商一般都提供较详细的分类资料，包括工作原理、性能参数、使用注意事项和应用举

例等内容，供选用器件时参考。

选用器件时，除了要了解器件的外特性和正常工作的条件以外，最好也能了解其内部电路的工作原理。前者是正确使用器件的基础，后者是灵活地应用这个器件，充分发挥其功能，设计出性能优良的电路所必须的。对元器件性能、参数等的深入认知还要靠实际应用，在解决实际问题的应用中加深理解。

实验中使用器件时，请注意以下几点：

(1)必须先断电再插拔元器件或连线，因为带电插拔元器件或连线有时会损坏器件，应在实践中养成这种习惯。

(2)各种器件均有具体的使用条件和要求，实验前应先了解清楚，违反了其限制条件，可能造成元器件的损坏。例如 CMOS 器件多余的输入引脚要接合适的电平，不能悬空等。

(3)设计型实验电路较复杂，连线较多，安装电路时要重视器件布局 and 连线，连线要尽量短，尽量避免输出和输入的交叉。最好贴着实验板走线，既美观，又方便测试。另外不要把连线压在器件上，以免引起元器件更换的不方便。

限于篇幅，本节只对实验中所用的一些特殊器件加以简单的介绍。

1. 发射/接收型超声波传感器

本传感器由发射超声波传感器和接收超声波传感器组成。两者外形相同，都是圆柱形，有 2 根引线。内部主要由压电陶瓷片、谐振片等组成。

当交变电信号从发射传感器引线加入时，其内部由压电陶瓷片和谐振片组成的振子会弯曲振动，驱动锥形辐射器发出超声波。当空中传来的超声波被接收传感器的锥形辐射器会聚后，驱动振子产生弯曲振动并作用于压电陶瓷片，因而从接收超声波传感器电极引线间输出相应的交变电信号。这就是实验用超声波传感器的基本原理。

标有“T40—16”字样的是超声波发射传感器，标有“R40—16”字样的是超声波接收传感器。其中 T 表示发射，R 表示接收，40 表示其中心频率为 40KHz，16 为传感器的外壳直径 (mm)。

传感器的主要性能如下：

中心频率： 40KHz \pm 1KHz

接收灵敏度： 大于 $-64\text{dB}/\text{v}/\mu\text{bar}$

-6dB 指向： 50deg

电容： 2400pF \pm 25%

允许输入电压（峰—峰）： 20V

超声波传感器有选频作用。当驱动信号偏离中心频率时，超声波发射传感器发射的声压电平急剧下降，偏离 4KHz 时，其发射声压电平下降至中心频率时的十分之一左右。超声波接收传感器也有类似的选频功能。

超声波传感器使用注意事项主要有：

- (1) 发射和接收有指向性，安装时注意发射传感器和接收传感器的方向。
- (2) 不能长时间加直流电压。
- (3) 实验用传感器是按在空气中使用设计的，不能置于液体中使用。
- (4) 由于受冲击时会产生噪声，因此在使用时要注意避震。

更详细的资料，可参考产品说明书。

2. 光电耦合器

把发光器件和光敏器件按适当方式组合，就可以实现以光信号为媒介的电信号的处理。用这种组合制成的器件称为光电耦合器。由于发光器件和光敏器件被分别置于相互绝缘的输入回路和输出回路，输入信号对输出信号的影响以光为媒介，因而可实现两个电路间的电气隔离。

光电耦合器的品种很多，有的可用于传递模拟信号，有的可作为开关器件使用，或者说光电耦合器具有变压器或继电器的功能。但它的开关速度比继电器快，并且无触点，功耗小。与传递信号用的变压器相比，光电耦合器传递信号的频率范围宽，输入输出之间的绝缘电阻大，电容小，并且能实现信号的单方向传递。

光电耦合器大致可分为三类：光隔离器、光传感器和光敏器件集成功能块。它们的光电转换部分的工作原理是一样的。

光隔离器由发光器件和光敏器件对置封装在一起所构成，用它可实现电信号的耦合。光隔离器的原理结构如图 6.1 所示。图中左侧为发光二极管，由输入信号驱动。右侧为光敏二极管，无光照时其反向饱和和漏电流（暗电流）很小，室温下一般只有几微安。有光照时，在一定的反偏电压范围内（不

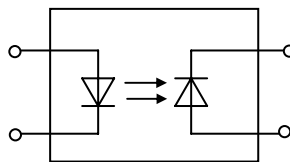


图 6.1 光隔离器

小于 5V），其反向电流将随光照强度（响应光谱的 $10^{-3} \sim 10^3$ 勒克斯范围内）变化而线性变化。此时的反向电流又叫光电流，对应一定的光照强度，光敏二极管相当于一个恒流源。这样，输入信号决定发光二极管的光照强度，而光照强度又确定了光敏二极管的电流，从而使输入信号和光敏二极管的输出电流间建立起一定的函数关系。光电耦合器中的光敏器件，除了光敏二极管外，还有光敏三极管型、达林顿管型和晶闸管型等，使输

出回路能提供更大的功率。

光传感器的光敏器件和发光器件根据应用要求分开一定距离。例如监测传送带上产品，可把光敏器件和发光器件分别置于传送带两侧，利用产品经过时的遮光效应使光敏器件接收到的光减弱，从而探知有产品经过。光传感器的结构还有反光式的，此时光敏器件和发光器件可置于传送带的同一侧，利用产品经过时的反光效应使光敏器件接收到的光增强，从而探知有产品经过。槽型光电耦合器的光敏器件和发光器件被固定在槽型支架的两侧，属于遮光式结构。不同的槽宽决定了它们间不同的距离，以适应各种不同的应用要求。实验用槽型光电耦合器外形如图 6.2 所示，其中发光二极管的极性可用万用表测出，而光敏三极管的集电极和发光二极管的阴极在同一侧。由于光敏三极管的基极电流由光电效应产生，故一般没有基极外引线（有基极外引线的产品便于调整工作点）。

光敏器件集成功能块把发光器件、光敏器件和集成电路组合在一起构成集成功能块，其中集成电路用于对光敏元件输出的信号进行处理。

光电耦合器的输入特性就是发光器件的特性，输出特性取决于输出侧光敏器件。实验用光电耦合器主要参数如下：

发光二极管：正向电流 $I < 50\text{mA}$ ，反向击穿电压为 6V 。

光敏三极管： $I_C < 50\text{mA}$ ， $BV_{CEO}=20\text{V}$ ， $P_{CM} < 50\text{mW}$ 。

耦合特性：由于发光二极管的电流 I 的大小和它所引起的光敏三极管集电极电流 I_C 的大小之间是非线性关系，因此完整的耦合特性要通过 I 和 I_C 之间的特性曲线来表达，这里只列举一些特定工作点下的特性。当发光二极管的电流 I 分别为 5mA 、 20mA 和 30mA 时，对应光敏三极管的 I_C 分别为 0.3mA 、 1.5mA 和 2mA 左右（ $V_{CE}=5\text{V}$ ）。由于产品参数值的分散性，耦合特性参数值只作为设计参考。

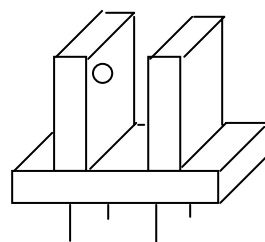


图 6.2 槽型光电耦合器

3. 蜂鸣片

压电陶瓷蜂鸣片是用压电陶瓷片和金属片粘合而成的发声器件，其中压电陶瓷片起电声换能器作用，金属片作为一个电极和固定用的振动板。产品一般制成直径为 $10\sim 50\text{mm}$ 、厚度为 $0.4\sim 1\text{mm}$ 的圆片形状。

压电陶瓷蜂鸣片在适当的电信号驱动下就会发声。改变驱动信号的频率（音频范围）或对单一频率的驱动信号进行调制，就可以使它发出各种模拟声。

用压电陶瓷蜂鸣片作为发声器件有很多优点，例如功耗小、寿命长、无噪声、可靠

性好、体积小和重量轻等。因而这种发声器件广泛地应用于报警和模拟声领域，如测量仪器的超限报警和发声玩具等。

设计压电陶瓷蜂鸣片的驱动电路时，一般应考虑对音色和响度的要求，选用频率和幅度合适的驱动信号。驱动信号一般采用方波信号，因为音色比用单一频率的正弦波要好，其幅度可在 1.5~20V 之间选择。蜂鸣片的驱动电路可选用振荡频率在音频范围内的方波发生器。

使用压电陶瓷蜂鸣片时，应注意不能长时间加直流电压，以避免蜂鸣片的性能变坏。另外，在使用时应避免机械冲击，因为压电陶瓷片受机械冲击时，由于压电效应而可能产生高达数伏的瞬时电压。

压电陶瓷蜂鸣片的另一个电极引线直接焊在压电陶瓷片上，焊点强度有限，使用时要注意保护此引线，不要施加较大拉力。

4. A/D 和 D/A 转换器

8 位模数转换器 AD0804 的引脚如图 6.3 所示。其中：

V_{CC} 为电源电压，+5V；DGND, AGND 分别是数字信号的地和模拟信号的地。

$V_{REF/2}$ 为内部电阻网络基准电压，输入电压在 0~5V 范围内时，此端可悬空。

V_{IN+} , V_{IN-} 为信号输入端，其中一端和信号共地，另一端接信号。使用中应保证 V_{IN+} 的电位高于 V_{IN-} 。

DB7~DB0 是数字信号输出端。

CLKIN、CLKR 为时钟端。用外部时钟信号时，可由 CLKIN 端输入。采用内部时钟信号时，可从 CLKR 串联电阻 R 和电容 C 到地， R 和 C 的接点连 CLKIN，其时钟频率可按 $f = 1/1.1RC$ 估算。

\overline{CS} 、 \overline{WR} 、 \overline{RD} 控制信号输入端，分别对应片选、写入、读出。

\overline{INTR} 为中断请求控制输出端。

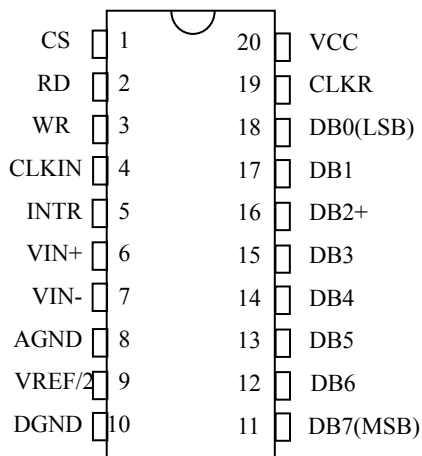


图 6.3 ADC0804 引脚图

数模转换器 DAC0832 是分辨率为 8 位的数模转换器，其引脚分配如图 6.4 所示。一些引脚功能如下：

V_{CC} ，AGND，DGND 分别为电源电压（5~15V）、模拟地和数字地。

VREF 为参考电压。其范围为-10V~+10V，若希望输出模拟电压为正，VREF 应取负值。

DIN0~DIN7 为 8 位数字量输入。

IOUT1、IOUT2 为模拟量电流输出端。如通过运放把它转换为模拟电压输出，可把 IOUT1 接运放反相端，IOUT2 接同相端。

$\overline{WR1}$ 、 $\overline{WR2}$ 分别为第一级、第二级输入缓冲寄存器的写信号。

ILE、 \overline{XFER} 分别为数字量输入锁存控制端和第一级到第二级输入缓冲寄存器数据传送控制。

\overline{CS} 为片选控制端。

RFB 为片内电阻（15K Ω ）引出端，电阻另一端在片内和 IOUT1 相连。它可作为后接运放的反馈电阻。

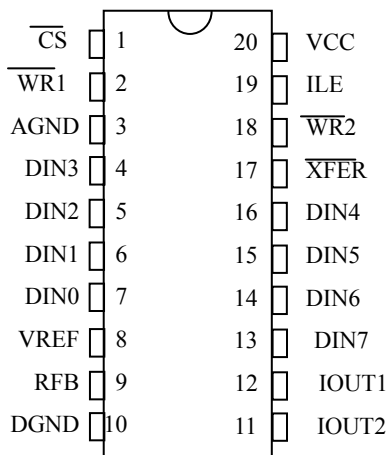


图 6.4 DAC0832 引脚图

5. CD4017

CD4017 集成电路由十进制计数电路和时序译码电路组成，又称十进制计数—脉冲分频器。其引脚排列如图 6.5 所示。主要功能为：对 CP 端输入脉冲（上升沿有效）进行十进制计数，并按输入脉冲的顺序将脉冲分配到 Y0~Y9 十个输出端，计满十个数时，计数器回零，同时输出一个进位脉冲（QC0）。R 为计数器的清零控制端，R 有效时，计数器输出为 0，而译码输出 Y0~Y9 中只有 Y0 为 1，其他都是低电平。 \overline{EN} 用于控制 CP， $\overline{EN} = 1$ 时，CP 不起作用。

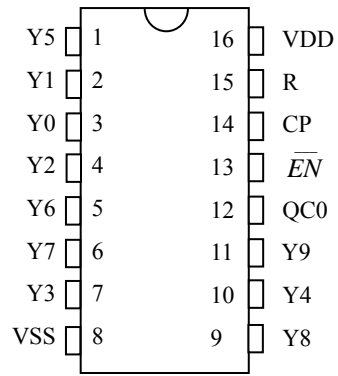


图 6.5 CD4017 引脚图