第一章　数字集成电路

1.1　数字集成电路简介

1.1.1　概　　述

目前，世界上的数字集成电路(DIC—Digital Integrated Circuit)有双极型和场效应两大系列，这两大系列主要由TTL和CMOS为代表，其分类及特点见表1.1。高阈值晶体管逻辑电路(HTL)、发射极耦合逻辑电路(ECL)、集成注入逻辑电路(IIL)、N沟道场效应管逻辑电路(NMOS)和P沟道场效应管逻辑电路(PMOS)等系列，因使用较少，本手册不作介绍。

表1.1　数字集成电路各系列分类及主要特性

系列	子系列	名　　称	国标型号	速度 - 功耗
	TTL	标准TTL系列	CT54/74 - - -	10ns - 10mW
T	HTTL	高速TTL系列	CT54H/74H - - -	6 - 22
T	LTTL	低功耗TTL系列	CT54L/74L - - -	33 - 1
L	STTL	肖特基TTL系列	CT54S/74S - - -	3 - 19
系	LSTTL	低功耗肖特基TTL系列	CT54LS/74LS - - -	9.5 - 2
列	ALSTTL	先进低功耗肖特基TTL系列	CT54ALS/74ALS - - -	3.5 - 1
	ASTTL	先进肖特基TTL系列	CT54AS/74AS - - -	3 - 8
	FTTL	快速TTL系列	CT54F/74F - - -	3.4 - 4
	PMOS	P沟道场效应管系列		
M	NMOS	N沟道场效应管系列		
O	CMOS	互补场效应管系列	CC4 - - - (CC14 - - -)	125ns - 1.25μW
S	HCMOS	高速CMOS系列	CC54HC/74HC - - -	8 - 2.5
系	HCT	与TTL电平兼容的HCMOS系列	CC54HCT/74HCT - - -	8 - 2.5
列	AC	先进的CMOS系列		5.5 -
	ACT	与TTL电平兼容的AC系列		4.75 -

表1.1所列系列中，有的已经基本淘汰，如HTTL和LTTL，最常用最流行的是LSTTL和CMOS这两个子系列，它们的产品种类和产量远远超过其它各种。ALSTTL、ASTTL、FTTL的性能更好一些，目前还处于发展和完善阶段，它们之间相差不大，今后如何发展，是否会发生兼并，现在还不能下结论。考虑到目前国内的实际情况和需要，本手册将TTL各系列和HCMOS、HCT等系列放在一起列表给出，见表1.6至表1.23。只要型号的序号相同，它们的功能就相同，双列直插类型封装的外引线排列也一致，只是在功耗和动态指标上不同。CC4- - -系列集成电路的有关参数和外引线排列在表1.24中给出。

现行国家标准对集成电路型号的规定，完全参照世界上通行的型号制定。国标中的第一个字母C代表中国，是CHINA的字头，第二位的T代表TTL，C代表CMOS。CT就是中国TTL集成电路，其后的部分国标型号与国际通用型号完全一致。CC就是中国CMOS集成电路，主要与国外的CD4- - -系列和MC14- - -系列对应。

1.1.2 数字集成电路的参数

1.1.2.1 电流参数

对于 TTL 数字集成电路来说，各端头的电流有时是向外流的，符号定为负；有时是向里流的，符号定为正。这些电流分别与高电平和低电平两种情况相对应。

I_{iL} ——**低电平输入电流**。当集成电路输入端接低电平时，从该输入端流出的电流，数量约 -1mA 左右。

I_{iH} ——**高电平输入电流**。当集成电路输入端接高电平时，从该输入端流入的电流，数量约 1 ~ 20μA 左右。

I_{oL} ——**低电平输出电流**。当集成电路输出低电平时，从该输出端流入的电流，随系列、品种不同，I_{oL} 有较大的差别，从 10mA 左右到近 100mA。

I_{oH} ——**高电平输出电流**。当集成电路输出高电平时，从该输出端流出的电流，集成电路实际上可提供的 I_{oH} 与 I_{oL} 差不多，但规范给定的 I_{oH} 只有几百微安。

同一个 TTL 系列集成电路的某一个电流参数，对于该系列大多数型号的集成电路来说是一致的，具体数值参阅表 1.2，特殊者稍后加以说明。对于 CMOS 数字集成电路来说，因栅极是绝缘的，它没有 I_{iH} 与 I_{iL} 这两个参数。

1.1.2.2 电压参数

对于整个 TTL 数字集成电路来说，其电压参数基本相同，只是在有的子系列间稍微有些差别，具体数值也请参阅表 1.2。

U_{iH} ——**高电平输入电压**。对双值逻辑系统来说，该电压允许在一定的范围内变化，手册中是以其最小值的形式给出的，即 $U_{iH\min} = 2V$。

U_{oH} ——**高电平输出电压**。规范规定 $U_{oH\min} = 2.4V$，它必须大于 $U_{iH\min}$，它们的差即为高电平噪声容限 $U_{nH} = \Delta“1” = U_{oH\min} - U_{iH\min}$。

U_{iL} ——**低电平输入电压**。手册中是以其最大值的形式给出的，即 $U_{iL\max} = 0.8V$。

U_{oL} ——**低电平输出电压**。规范规定 $U_{oL\max} = 0.4V$，它必须小于 $U_{iL\max}$。它们的差即为低电平噪声容限 $U_{nL} = \Delta“0” = U_{iL\max} - U_{oL\max}$。

U_{iH}、U_{iL}、U_{oH}、U_{oL}、U_{nL} 和 U_{nH} 的相互关系，可查阅表 1.2 和图 1.1。

U_{iH}、U_{iL}、U_{oH}、U_{oL} 之所以不同，完全是实际工作的需要。DIC 组成一个电路，甚至一个系统，不可避免会有干扰。一个 DIC 的输出端要接另外一些 DIC 的输入端，所以 U_{oH} 要比 U_{iH} 大，U_{oL} 要比 U_{iL} 小，以便为干扰留有一定的余地，这对保证双值逻辑系统的正常工作是十分必要的。

1.1.2.3 电源工作电流和功耗

电路的复杂程度不同，工艺不同，各个 TTL DIC 的耗电量就不同。当然，环境温度升高，耗电量也增加。TTL DIC 的电源电流在输出低电平和高电平时是不同的，但差别不大。这两个电流分别用 I_{CCL} 和 I_{CCH} 表示，手册中则给出的是平均功耗 P_d，且

$$P_d = 0.5 \times (I_{CCL} + I_{CCH}) V_{CC}$$

集成电路的耗电与每个门的耗电不是始终一致的，当集成电路的一个封装片内有几个门电路时，测得的耗电量就是每门耗电的几倍。考虑到数字集成电路的功耗都比较小，为简单起见，本手册中不给出芯片的功耗。

表 1.2　TTL 数字集成电路的参数规范值

参数名称	符号	54/74 系列	TTL、LSTTL 系列 MIN	NOM	MAX	单位
电源电压	V_{CC}	54	4.5	5	5.5	V
		74	4.75	5	5.25	
工作环境温度	T_A	54	-55		125	℃
		74	0		70	
低电平输入电压	U_{iL}	54			0.8(0.7)	V
		74			0.8	
高电平输入电压	U_{iH}	54/74	2			V
低电平输出电压	U_{oL}	54		0.2(0.25)	0.4	V
		74		0.2(0.35)	0.4(0.5)	
高电平输出电压	U_{oH}	54	2.4(2.5)	3.4		V
		74	2.4(2.7)	3.4		
高电平输出电流	I_{oH}	54/74			-0.4	mA
低电平输出电流	I_{oL}	54			16(4)	mA
		74			16(8)	
低电平输入电流	I_{iL}	54/74			-1.6(-0.4)	mA
高电平输入电流	I_{iH}	54/74			0.04(0.02)	mA
输出短路电流	I_{oS}	54	-20		-55(-100)	mA
		74	-18(-20)		-55(-100)	

注 1:TTL 和 LSTTL 系列的参数规范值基本相同，不同之处用括号区分，括号内为 LSTTL 系列之值。

注 2:MIN 为最小值，MAX 为最大值，NOM 为名义值，即典型值。

注 3:表中数据适用于图腾输出级(推拉)。对于 OC 门，仅 I_{oH} 减小；对于 TTL 和 LSTTL 系列，I_{oH} 分别为 -0.25mA和 -0.1mA。

注 4:对于驱动器和缓冲器，I_{oH} 和 I_{oL} 要增加几倍到几十倍，其它参数值不变。

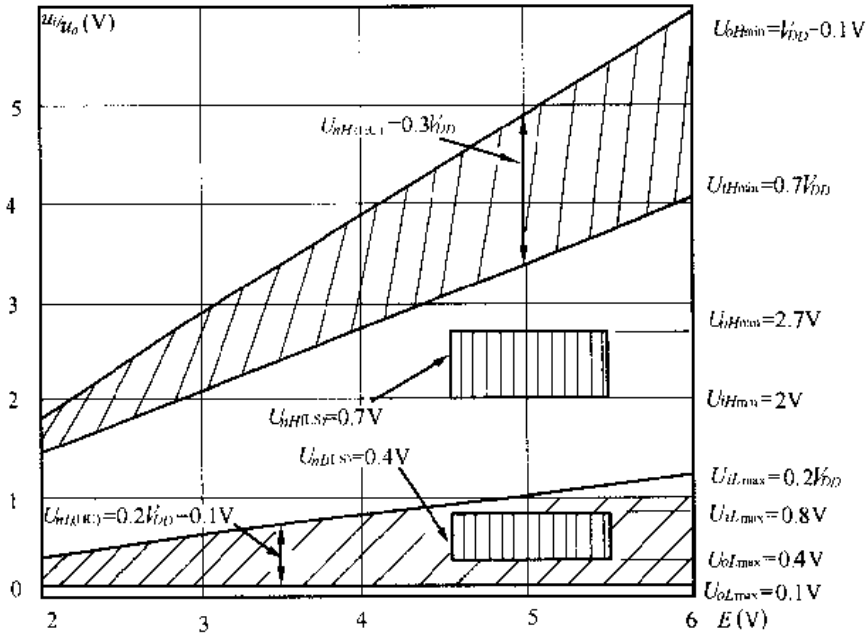


图 1.1　u_i 和 u_o 逻辑电平的范围

1.1.2.4　平均传输延迟时间

从 DIC 的输入端的信号发生变化，到输出端的状态发生变化，中间会有一定的延迟，这就是传输延迟时间 t_{pd}，请参阅图 1.2。t_{pd} 实际上是 t_{pHL} 和 t_{pLH} 的平均值。DIC 工作

时，电路的输出端不可避免地存在负载电阻和负载电容，所以在测试 t_{pd} 时，往往要加上一定大小的 R_L 和 C_L，如图 1.2(b)所示。不同种类的电路，不同的系列，R_L 和 C_L 的数值有所不同，但差别不大。本手册所给的数据是一般情况下的典型值，仅供参考。对于绝大多数情况，电路的实际工作速度远低于 DIC 所能给出的最高工作速度，对 t_{pd} 可以不加考虑。

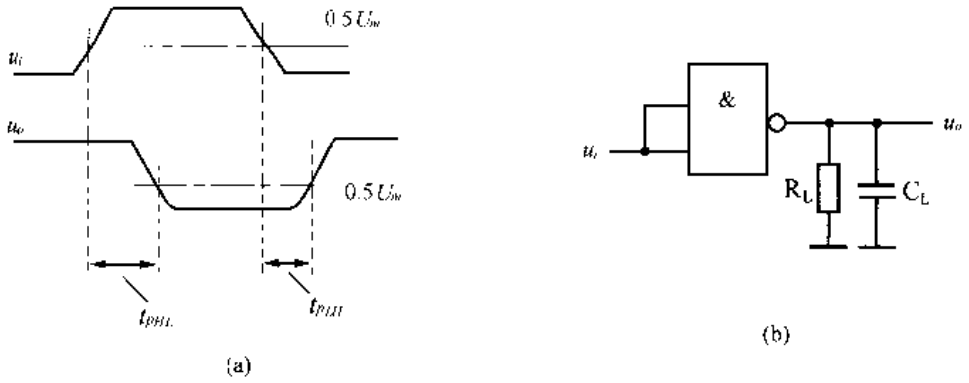


图 1.2　集成电路的传输延迟时间

1.1.2.5　静态功耗和动态功耗

数字集成电路的速度和功耗是一对矛盾，速度和功耗之积是表明集成电路品质优劣的重要指标，不同系列的速度功耗曲线见图 1.3。对于 TTL 数字集成电路来说，在很宽的频率范围内，速度功耗曲线是一条水平线，因为 TTL 数字集成电路的静态功耗远远大于它开关时的动态功耗。但是，CMOS 数字集成电路因其静态功耗十分微小，因而它的动态功耗就基本上随工作时的开关频率的增长而线性增加。

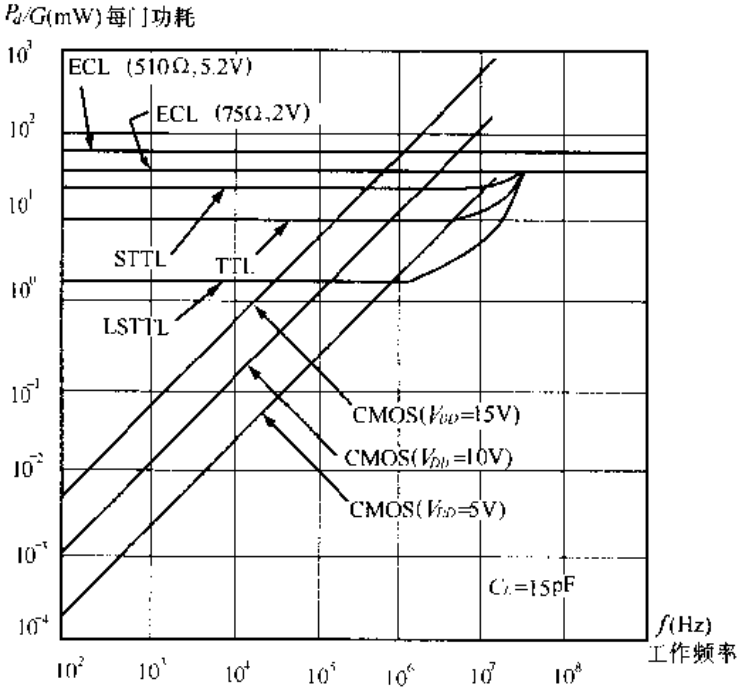


图 1.3　DIC 的速度功耗曲线

1.1.3 输出级与输入级的电路形式

TTL 输出级的电路形式有图腾柱(TOTEM)、集电极开路(OC)和三态(3S)三种形式，多数电路都采用图腾柱输出级的形式，在本手册中不加以注明，其它两种则加以注明。图腾柱和三态两种输出级的电流参数一般都符合表 1.2 的规定，但 OC 输出级的 I_{oH} 要小一些，对于 54/74 系列，$I_{oH}=-0.25mA$；LSTTL 系列，$I_{oH}=-0.1mA$。此外，作为缓冲器、驱动器和功率门的集成电路，要求 I_{oH} 和 I_{oL} 比较大，与表 1.2 的数值不同，具体数值请参阅表 1.8。

CMOS 输出级的电路形式也有图腾柱、漏极开路(OD)和三态三种形式，有关数值可参阅表 1.3 和表 1.4。

TTL 输入级有二极管(即二极管门)和三极管(即多发射极晶体管)两种电路形式。TTL、HTTL、STTL 等属于后者，LSTTL 中的绝大多数属于前者。因为二极管的反向耐压比较高，所以集成电路如果是二极管的输入形式，其输入端可以根据需要直接接至电源。而对于多发射极晶体管的输入级形式，一般要通过一只电阻接至电源。

CMOS 集成电路的输入端是场效应管的栅极，输入电阻极高，在常温下电流几乎等于零。为了避免静电损坏，它的输入端一般都加有输入保护网络，为安全计，它们的输入端也不要轻易用手触摸，以免静电损坏。

表 1.3　54/74HC、54/74HCT 系列的参数规范值　　$V_{DD}=5V$

参数名称	符号	负载类别	54/74HC		54/74HCT		单位
			MIN	MAX	MIN	MAX	
低电平输入电压	U_{iL}	-		0.9		0.8	V
高电平输入电压	U_{iH}		3.15		2		V
低电平输出电压	U_{oL}	CMOS TTL		0.1 0.33(0.4)		0.1 0.33(0.4)	V
高电平输出电压	U_{oH}	CMOS TTL	4.4 3.84(3.7)		4.4 3.84(3.7)		V
高电平输出电流	I_{oH}		4(3.4)		4(3.4)		mA
低电平输出电流	I_{oL}	54	-4(-3.4)		-4(-3.4)		mA
输入电流	I_i			±1		±1	μA

注 1：54/74 系列的参数规范值基本相同，不同之处用括号区别，括号内为 54 系列之值。

注 2：74 系列的工作温度为 -40℃ ~ 85℃，54 系列为 -55℃ ~ 125℃。

注 3：输入电流 I_i 是最高温度条件下的数值。

1.1.4 CMOS 集成电路的参数

高速 CMOS 集成电路 54/74HC(T)系列的参数规范值列于表 1.3 中，标准 CMOS 集成电路 CC4- - -系列的参数规范值列于表 1.4 中，CMOS 集成电路的电压参数、时间参数和输出端电流参数的含义与 TTL 的相同。因为 CMOS 集成电路使用绝缘栅场效应管，它没有 I_{iH} 和 I_{iL} 这两个参数。其次，CMOS 集成电路的功耗与温度、电源电压和工作速度有关，其静态功耗一般在微瓦级，甚至更低，所以 CMOS 集成电路的功耗主要是开关过程中的动态功耗，并且随着工作速度的提高而线性增长。第三，CMOS 集成电路的电源电压可以在 2 V ~ 20 多 V 的范围内工作，因此 CMOS 集成电路的各种参数都与电源电压值有关，表1.3

给出的参数是在5V电源电压条件下的典型值。关于平均传输延迟时间 t_{pd}，因测试条件不尽相同，故所列的数据仅供参考。

表1.4　CC4－－－(CC14－－－)系列的参数规范值

参数名称	符号	类别	电源	CC4---CC14--- MIN	MAX	单位
低电平输入电压	U_{iL}		5V 15V		1.5 4.0	V
高电平输入电压	U_{iH}		5V 15V	3.5 11		V
低电平输出电压	U_{oL}		5V 15V		0.05 0.05	V
高电平输出电压	U_{oH}		5V 15V	4.95 14.95		V
高电平输出电流	I_{oH}		5V 15V		-0.51 -3.4	mA
低电平输出电流	I_{oL}		5V 15V	0.51 3.4		mA
输入电流	I_i	Ⅰ Ⅱ	15V 15V		±0.1 ±0.3	μA

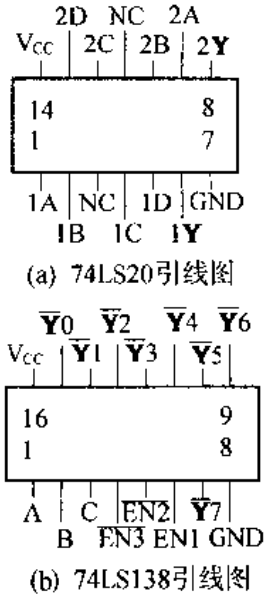


图1.4　外引线图举例

1.2　数字集成电路查阅说明

1.2.1　关于型号的说明

数字集成电路部分采用列表法排出。不论是TTL各系列，还是54/74HC、54/74HCT系列，只要序号相同，它们的电路功能就相同，双列直插封装的外引线排列也相同。除了54/74HC系列外，其它各系列的逻辑电平也兼容。本手册将不同系列的同一序号的数字集成电路排列在一起，只给出数字序号，子系列的型号用“’”标在数字序号的前面，如’138，它是3线/8线二进制译码器，既代表TTL138，又代表LS138、ALS138、S138、AS138、HC138和HCT138之中的任何一种。

1.2.2　型号的空缺

对于各个子系列，厂家生产的数字集成电路不是所有的型号都有，有的会有空缺。在表1.6等TTL参数表中没有标明具体参数值的子系列，就说明该子系列该型号空缺，但这种空缺可能是暂时的，等新的型号生产出来，就会填补这个空缺。例如’06，只有7406和5406这一个子系列有产品，其它的子系列都没有。

1.2.3　分类索引表

本手册中TTL数字集成电路的功能分为逻辑门、扩展器和反相器；驱动器和缓冲器；显示译码器；译码器和编码器；数据选择器和比较器；异或门和运算器；触发器、锁存器、单稳态触发器和压控振荡器；计数器；寄存器和移位寄存器九类。如果已知电路的功能，可直接到相应的表格中去查阅；如果只知序号，则先到分类索引表表1.5中去查出

该序号的集成电路是属于哪一类的，在哪个表中，然后再到参数表表 1.6、1.8、1.10、1.12、1.14、1.16、1.18、1.20、1.22 中去查找有关参数，外引线排列则到表 1.7、1.9、1.11、1.13、1.15 、1.17、1.19、1.21、1.23 中去查找。这些表还附有电路功能的简要说明。

本手册中 CMOS4---系列数字集成电路的参数和外引线按型号的序号排列，不分类，请参阅表 1.24。

1.2.4 几条规定和说明

①数字集成电路的参数比较多，对其中共同的部分已在表 1.2、表 1.3 和表 1.4 中给出，在参数表中只给出时间参数和一部分功率损耗。对逻辑门等是平均传输延迟时间 t_{pd} ，对触发器等是最大时钟频率。对驱动器和缓冲器也给出输出电流这一参数。但是对 CMOS 数字集成电路因为它的静态功耗很小，所以 CMOS 电路的功耗数都没有给出，仅给出了动态参数。

②手册中用英文白体字母表示输入量，用黑体字母表示输出量。字母上方有“—”者，表示该输入量或输出量是低电平有效或代表“非”逻辑。对一些简单的电路，一般用 A、B、C、D、E、F、G、H 等表示输入量，用 **Q**、**Y**、**W**、**Z** 等表示输出量。对一些较为复杂的电路，则用输入量和输出量的英文名称的缩写表示，如 EN 为使能端，是 ENABLE 的缩写。

③在同一封装片中有相同的几个电路时，分别在相应符号的前面用数字 1、2、3 …来区分。例如 1A、1B、1C、1D、1**Y**、2A、2B、2C、2D、2**Y** 等，这实际上是一个双 4 输入与非门的标注，它与图 1.4 所示的引线图相对应，读者一见自明。

④NC 表示空脚，即该引线没有使用。

⑤集成电路的封装形式很多，常用的有双列直插封装(DIP)、单列直插封装(SIP)、扁平封装、金属圆壳封装等。本手册以常用的双列直插封装为主。

⑥在表格中，双列直插封装的引脚编号是从半圆口或小圆点的左下方开始为 1，然后按逆时针方向顺序数，直到半圆口的左上方为止，引脚数有 8、14、16、20、24、28 和 40 等。为节省版面，引脚在一行中只从 1 排列到 16，超过 16 脚的，从 17 脚开始从右向左反过来继续在该行的上方排列，见表 1.7 中的实例。

⑦对于一些不常用的符号，在首次出现时，将在表格下方的备注中给以简单地说明。在有关表格的备注栏中也有一些简要说明。

⑧由于输入量和输出量用不同的字体表示，高电平、低电平有效也能从表中看出，再加上必要的说明，所以引出线表基本上可以起到功能表的作用。通过查表，可以对所查阅的集成电路的功能和在相应的引脚上所加的逻辑电平有所了解，这有利于正确使用。

1.3 TTL 数字集成电路参数和外引线排列表

如果已知集成电路的型号，而不知电路的名称、功能、参数和外引线排列等，可以从表 1.5 中查找。在本手册中，通用集成电路共分九类：

①逻辑门、扩展器、反相器	参数查表 1.6	外引线查表 1.7
②缓冲器、驱动器、总线收发器	表 1.8	表 1.9
③显示译码器	表 1.10	表 1.11
④译码器、多路分配器、编码器	表 1.12	表 1.13

⑤数据选择器、比较器	表 1.14	表 1.15
⑥异或门、运算器	表 1.16	表 1.17
⑦触发器、锁存器、单稳态触发器、压控振荡器	表 1.18	表 1.19
⑧计数器	表 1.20	表 1.21
⑨寄存器、移位寄存器	表 1.22	表 1.23

表 1.5　序号分类表(由型号的序号查分类)

序号	00→05	06,07	08→15	16,17	18→25	26	27	28	30,32	33	34→36	37,38,40	00
分类	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	
序号	42→44	47→49	50,51,53→55	56,57	58,60,64,65	68,69	70,72→78	80,82,83					42
分类	④	③	①	⑧	①	⑧	⑦	⑥					
序号	85	86	90	91	92,93	94→96	97	100,107,109→114,116,121→124	125,126,128				85
分类	⑤	⑥	⑧	⑨	⑧	⑨	⑥⑦	⑦	②				
序号	131	132→134	135,136	137→139	140	141→145	147,148,149	150→153					131
分类	④	①	⑥	④	②	③	④	⑤					
序号	154→156	157,158	159	160→163	164→166	168,169	170	171	172,173	174,175			154
分类	④	⑤	④	⑧	⑨	⑧	⑨	⑦	⑨	⑦			
序号	176,177	178,179	180→183	190→193	194,195	196,197	198,199	221	237→239				176
分类	⑧	⑨	⑥	⑧	⑨	⑧	⑨	⑦	④				
序号	240→245	246→249	250→253	256	257,258	259	260	261,264→266	268	269			240
分类	②	③	⑤	⑦	⑤	⑦	①	⑥	⑦	⑧			
序号	273	274,275	276	278	279	280,283,286	290,292→294	295,299	320,321				273
分类	⑦	⑥	⑦	⑨	⑦	⑥	⑧	⑨	⑦				
序号	322,323	347	348	351→353	365→368	373→379	385,386	390	393	395,396			322
分类	⑨	③	④	⑤	②	⑦	⑥	⑧	⑥	⑨			
序号	398,399	407,410	413,423	425,426	440→444	445,447	448	490	518→522				398
分类	⑤	⑨	⑦	②	②	③	②	⑧	⑤				
序号	534	537→539,547,548	557,558	560,561	564	568,569	573→577	579					534
分类	⑦	④	⑥	⑧	⑦	⑧	⑦	⑧					
序号	582,583	588	589	590→593	594→599	618	620→623	624→629	640→645				582
分类	⑥	②	⑨	⑧	⑨	①	②	⑦	②				
序号	668,669	670,671,673→676	690→693,696→699	810,811	873,874,876								668
分类	⑧	⑨	⑧	⑥	⑦								
序号	878→880	1000,1002→1005,1008,1010,1011,1020,1032,1034→1036,1245											878
分类	⑦	②	②										
序号	1620→1623	1638→1642,1644,1645											1620
分类	②	②	②										

表 1.6　逻辑门、扩展器、反相器参数

型号	名　　称	延迟时间 t_{pd} (ns)								备　注
		TTL	S	LS	AS	ALS	F	HC	AC	
'00	四 2 输入与非门	10	3	9.5	3	3.5	3.4	8	5.5	
'01	四 2 输入与非门	22		16		16				OC
'02	四 2 输入或非门	10	3.5	10	3	5.5	3.4	8	4.3	
'03	四 2 输入与非门	22	16	16		16		9		OC,OD
'04	六反相器	10	3	9.5	3	3.5	3.5	8	4	
'05	六反相器	24	5	16		14		9	6.5	OC,OD
'08	四 2 输入与门	15	4.8	12	4	6.5	4.1	8	5.5	
'09	四 2 输入与门	19	6.5	20		15		9		OC,OD
'10	三 3 输入与非门	10	3	9.5	3	7	3.5	9	4.3	
'11	三 3 输入与门		4.8	12	4	9	4.2	8	4	
'12	三 3 输入与非门	22		16		18				OC
'13	双 4 输入与非门	17		17		7.8				斯密特
'14	六反相器	15		15			5	11	6.5	斯密特
'15	三 3 输入与门		15	15		15				OC
'18	双 4 输入与非门			25						斯密特
'19	六反相器			16						斯密特
'20	双 4 输入与非门	10	3	9.5	3.3	4	3.5	11	4.5	
'21	双 4 输入与门			12	4.3	8.5		11		
'22	双 4 输入与非门	22	5	16		17				OC
'23	可扩展双 4 输入或非门	11								带选通
'24	四 2 输入与非门			19						斯密特
'25	双 4 输入或非门	11								带选通
'27	三 3 输入或非门	8.5		10	3.5	6		9		
'30	8 输入与非门	10	3	17	3.5	7		12		
'32	四 2 输入或门	12	4	12	4.5	5.5	4.1	8	5.3	
'34	六跟随器				3.3	8		22		
'35	六跟随器					2.5		24		OC,OD
'36	四 2 输入或非门							8		
'50	双 2－2 输入与或非门	11								可扩展
'51	双 2－2 输入与或非门	11	3.5							
'51	3－3;2－2 输入与或非门			13				12		
'53	2－2－2－2 输入与或非门	11								可扩展
'54	2－2－2－2 输入与或非门	11								
'54	2－3－3－2 输入与或非门			13						
'55	4－4 输入与或非门			13						可扩展
'58	2－2;3－3 输入与或门							13		
'60	双 4 输入扩展器	—								
'64	4－2－3－2 输入与或非门		3.5				3.9			
'65	4－2－3－2 输入与或非门		5.5							OC
'132	四 2 输入与非门	15	8	15			6.3	21		斯密特
'133	13 输入与非门		3			8		30		
'134	12 输入与非门		4.5							3S
'260	双 5 输入或非门		4							
'618	三 4 输入与非门			25						斯密特

注 1:CMOS 门的静态功耗很小,大约十几个微瓦,数据略去。

注 2:为了便于排版,部分数据采用四舍五入法以缩短长度。

表 1.7　逻辑门、扩展器、反相器外引线排列

型号	外引线编号（表中黑体字母代表输出量）																备　注
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	20 13	19 14	18 15	17 16	
'00	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc			$Y=\overline{AB}$
'01	**1Y**	1A	1B	**2Y**	2A	2B	GND	3A	3B	**3Y**	4A	4B	**4Y**	Vcc			OC, $Y=\overline{AB}$
'02	**1Y**	1A	1B	**2Y**	2A	2B	GND	3A	3B	**3Y**	4A	4B	**4Y**	Vcc			$Y=\overline{A+B}$
'03	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc			OC, OD, $Y=\overline{AB}$
'04	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc			$Y=\overline{A}$
'05	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc			OC, OD, $Y=\overline{A}$
'08	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	3Y	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc			Y = AB
'09	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	3Y	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc			OC, OD, Y = AB
'10	1A	1B	2A	2B	2C	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	3C	**1Y**	1C	Vcc			$Y=\overline{ABC}$
'11	1A	1B	2A	2B	2C	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	3C	**1Y**	1C	Vcc			Y = ABC
'12	1A	1B	2A	2B	2C	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	3C	**1Y**	1C	Vcc			OC, $Y=\overline{ABC}$
'13	1A	1B	NC	1C	1D	**1Y**	GND	**2Y**	2A	2B	NC	2C	2D	Vcc			斯密特, $Y=\overline{ABCD}$
'14	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc			斯密特, $Y=\overline{A}$
'15	1A	1B	2A	2B	2C	**2Y**	GND	3Y	3A	3B	3C	**1Y**	1C	Vcc			OC, Y = ABC
'18	1A	1B	NC	1C	1D	**1Y**	GND	**2Y**	2A	2B	NC	2C	2D	Vcc			斯密特, $Y=\overline{ABCD}$
'19	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc			斯密特, $Y=\overline{A}$
'20	1A	1B	NC	1C	1D	**1Y**	GND	**2Y**	2A	2B	NC	2C	2D	Vcc			$Y=\overline{ABCD}$
'21	1A	1B	NC	1C	1D	**1Y**	GND	**2Y**	2A	2B	NC	2C	2D	Vcc			Y = ABCD
'22	1A	1B	NC	1C	1D	**1Y**	GND	**2Y**	2A	2B	NC	2C	2D	Vcc			OC, $Y=\overline{ABCD}$
'23	1X	1A	1B	1EN	1C	1D	**1Y**	GND	**2Y**	2A	2B	2EN	2C	2D	$\overline{1X}$	Vcc	$Y=\overline{EN(A+B+C+D)}+X$, X、$\overline{X}$ 与 7460 相连
'24	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc			斯密特, $Y=\overline{AB}$
'25	1A	1B	1EN	1C	1D	**1Y**	GND	**2Y**	2A	2B	2EN	2C	2D	Vcc			斯密特, $Y=\overline{EN(A+B+C+D)}$
'27	1A	1B	2A	2B	2C	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	3C	**1Y**	1C	Vcc			$Y=\overline{A+B+C}$
'30	A	B	C	D	E	F	GND	**Y**	NC	NC	G	H	NC	Vcc			$Y=\overline{ABCDEFGH}$
'32	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc			Y = A + B
'34	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc			Y = A
'35	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc			OC, OD, Y = A
'36	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc			$Y=\overline{A+B}$
'50	1A	2A	2B	2C	2D	**2Y**	GND	**1Y**	1C	1D	1X	$\overline{1X}$	1B	Vcc			X、$\overline{X}$ 同 '23, $Y=\overline{AB+CD+X}$
'51	1A	2A	2B	2C	2D	**2Y**	GND	**1Y**	1C	1D	NC	NC	1B	Vcc			51, S51, $Y=\overline{AB+CD}$
'51	1A	2A	2B	2C	2D	**2Y**	GND	**1Y**	1D	1E	1F	1B	1C	Vcc			LS51, $1Y=\overline{ABC+DEF}$, $2Y=\overline{AB+CD}$
'53	A	C	D	E	F	NC	GND	**Y**	**G**	H	X	$\overline{X}$	B	Vcc			$Y=\overline{AB+CD+EF+GH+X}$, X 接 '60
'54	A	C	D	E	F	NC	GND	**Y**	G	H	NC	NC	B	Vcc			54, $Y=\overline{AB+CD+EF+GH}$
'54	A	B	C	D	E	**Y**	GND	NC	F	G	H	I	J	Vcc			LS54, $Y=\overline{AB+CDE+FGH+IJ}$
'55	A	B	C	D	NC	NC	GND	**Y**	NC	E	F	G	H	Vcc			LS55, $Y=\overline{ABCD+EFGH}$
'58	1A	2A	2B	2C	2D	**2Y**	GND	**1Y**	1D	1E	1F	1B	1C	Vcc			$1Y=\overline{ABC+DEF}$, $2Y=\overline{AB+CD}$
'60	1A	1B	1C	2A	2B	2C	GND	2D	2X	2X	1X	1$\overline{X}$	1D	Vcc			X = ABCD, 与 '23 等的 X、$\overline{X}$ 相连
'64	A	E	F	G	H	I	GND	**Y**	J	K	B	C	D	Vcc			$Y=\overline{ABCD+EF+GHI+JK}$
'65	A	E	F	G	H	I	GND	**Y**	J	K	B	C	D	Vcc			OC, $Y=\overline{ABCD+EF+GHI+JK}$
'132	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc			斯密特, $Y=\overline{AB}$
'133	A	B	C	D	E	F	G	GND	**Y**	H	I	J	K	L	M	Vcc	$Y=\overline{ABCDEFGHIJKLM}$
'134	A	B	C	D	E	F	G	GND	**Y**	H	I	J	K	L	$\overline{EN}$	Vcc	3S, $\overline{EN}$ = H 禁止。 $Y=\overline{ABCDEFGHIJKL}$
'260	1A	1B	1C	2A	**1Y**	**2Y**	GND	2B	2C	2D	2E	1D	1E Vcc	Vcc 3D	3C	3B	$Y=\overline{A+B+C+D+E}$
'618	1A	1B	NC	1C	1D	**1Y**	2A	2B	NC	GND	**2Y**	NC	2C	2D	**3Y**	3A	斯密特, $Y=\overline{ABCD}$

表 1.8　缓冲器、驱动器、总线收发器参数（一）

型号	名　称	延迟时间 t_{pd} (ns)					输出电流 I_{oH} / I_{oL} (mA)					备　注
		TTL	S	LS	ALS	HC	TTL	S	LS	ALS	HC	
'06	六反相缓冲/驱动器	12.5					30;40					OC,30V
'07	六同相缓冲/驱动器	13				16	30;40				4	OC,30V OD,5V
'16	六反相缓冲/驱动器	12.5					40;30					OC,15V
'17	六同相缓冲/驱动器	13					40;30					OC,15V
'26	四 2 输入与非缓冲器	13.5		16			16		4			OC,15V
'28	四 2 输入或非缓冲器	7		12	4		2.4/48		1.2/12; 1.2/24	1.0/12; 2.6/24		
'33	四 2 输入或非缓冲器	11		19	14.5		48		12;24	12;24		OC
'37	四 2 输入与非缓冲器	10.5	4	12	4	F3.5	1.2/48	3/60	1.2/12; 1.2/24	1/12; 2.6/24	F1/20	
'38	四 2 输入与非缓冲器	12.5	6.5	19	14.5	F5.5	48	60	12;24	12;24	F64	OC
'40	双 4 输入与非缓冲器	10.5	4	12	4	F3.5	1.2/48	3/60	1.2/12; 1.2/24	1/12; 2.6/24	F3/64	
'125	四总线缓冲器	10		8		11	2/16; 5.2/16		1/12; 2.6/24		7.8/7.8	3S 同相
'126	四总线缓冲器	10		8.5		11	同'125		同'125		同'125	3S,同相
'128	四 2 输入或非线驱动器	7					29/48; 43/48					54:75Ω 74:50Ω
'134	12 输入与非门		4.5					2/20; 6.5/20				3S
'140	双 4 输入与非线驱动器		4					40/60				50Ω
'240	八反相缓冲器/线驱动器 /线接收器	F4.3	5 AS3.5	10	5.5	12 AS12/48	F3/48 ;15/64	12/48; 15/64	12/12; 15/24	12/12; 15/24;	30/30 15/48	3S
'241	八同相缓冲器/线驱动器 /线接收器	F5	S 5 AS4	10	7	12	F3/48	12/48; 15/64	12/12; 15/24	12/12; 15/24	30/30	3S
'242	四总线收发器	F4	AS3.5	11	6	11	AS,LS,ALS,F 同'240				35/35	3S,反相
'243	四总线收发器	F4	AS4.5	12	8	11	AS,LS,ALS,F 同'240				35/35	3S
'244	八缓冲器/线驱动器/线 接收器	F4	S 6 AS4.5	12	7	12	S,AS,LS,ALS,F 同'240				35/35	3S
'245	八双向总线发送/接收器	F4.6	AS 6	8	6	11	F48	AS32;48	12;24	12;24; 48	35	3S
'365	六总线驱动器	12	F4.8	9.5	7	13	2/32; 5.2/32	F3/48	1/12; 2.6/24	同 '240	35/35	3S,同相 公共控制
'366	六总线驱动器	11	F4.8	9.5	5.5	12	同 '365					3S,反相
'367	六总线驱动器	12	F4.8	9.5	7	20	同 '365 ,无 F					3S,同相
'368	六总线驱动器	11	F4.8	9.5	5.5	16	F1/48,其它同 '365					3S,反相

注 1:有的器件 54/74 系列 I_{oH} / I_{oL} 不同,两组参数之间用分号隔开,如 12/48;15/64,54 系列在前,74 系列在后。

注 2:对于开路输出,一般只给出 I_{oL} ,如 54/74 系列 I_{oL} 不同,两组参数之间也用分号隔开,如 30;40。

注 3:有些部分 ALS 系列分 54/74/74-1 三种型号 ,所以用两个分号隔离三组参数。

注 4:为了充分利用版面,在有的空白处插入了其它系列器件的参数,如在 TTL 栏目下插入了 F 和 AS 系列的参数。

注 5:有些参数太长,在本栏目下排不开,就把垂直分隔线断开,延伸到相邻栏目下,但要注明系列代号。

表 1.8　缓冲器、驱动器、总线收发器参数（二）

型号	名　称	延迟时间 t_{pd} (ns)				输出电流 I_{oH} (mA)/ I_{oL} (mA)	备　注
		TTL	LS	ALS	HC	TTL　AS　LS　ALS	
'425	四总线缓冲器	10				TTL:2/16;5.2/16	3S,低允许
'426	四总线缓冲器	10				TTL:2/16;5.2/16	3S,高允许
'440	四总线收发器		22			LS:12;24	OC,同相,三方传送
'441	四总线收发器		15			LS:12;24	OC,反相,三方传送
'442	四总线收发器		11.5			LS:12/12;15/24	3S,同相,三方传送
'443	四总线收发器		8			LS:12/12;15/24	3S,反相,三方传送
'444	四总线收发器		9			LS:12/12;15/24	3S,反/同相,三方传送
'448	四总线收发器		17.5			LS:12;24	OC,反/同相,三方传送
'620	八总线收发器	F:8.5		12;10	8	F:3/48 LS:12/12;15/24 HC:6/6 AS:12/48;15/64 ALS:12/12;15/24;15/48	3S,反相
'621	八总线收发器		ALS:34.5;26.5			LS:12;24 ALS:12;24;48 AS:48/64	OC,同相
'622	八总线收发器		ALS:32.5;27;27			LS:12;24 ALS:12;24;48 AS:48/64	OC,反相
'623	八总线收发器	F:8.5	ALS:14;12;12 HC:8			LS,ALS,AS,F,HC 同 '620	3S,同相
'640	八总线收发器	AS:4	7	5	8	LS,ALS,AS 同 '620	3S
'641	八总线收发器	AS:20	16.5	15		AS,ALS 同 '621 LS:12;24;48	OC
'642	八总线收发器	AS:20	16.5	20		AS,ALS 同 '621 LS:12;24;48	OC
'643	八总线收发器	AS:4	8.5	5	8	AS,ALS 同 '620 LS:12/12;15/24;15/48	3S
'644	八总线收发器	AS:20	16.5	20		AS,ALS 同 '621 LS:12;24;48	OC
'645	八总线收发器	AS:5	9.5	6	12	AS,ALS 同 '620 LS:12/12;15/24;15/48	3S
'1000	四 2 输入与非缓冲器/驱动器	AS:1.7		4		AS:40/40;48/48 ALS:1/12;2.6/24	
'1002	四 2 输入或非缓冲门			4		ALS:1/12;2.6/24	
'1003	四 2 输入与非缓冲门			14.5		ALS:12;24	OC
'1004	六驱动器					AS:40/40;48/48 ALS:12/12;15/24	反码
'1005	六反相缓冲门					ALS:1/12;2.6/24	OC
'1008	四 2 输入与缓冲器/驱动器					AS:40/40;48/48 ALS:1/12;2.6/24	
'1010	三 3 输入与非缓冲门					ALS:1/12;2.6/24	
'1011	三 3 输入与缓冲门					ALS:1/12;2.6/24	
'1020	双 4 输入与非缓冲门					ALS:1/12;2.6/24	
'1032	四 2 输入或缓冲门					AS:40/40;48/48 ALS:1/12;2.6/24	
'1034	六驱动器					AS:40/40;48/48 ALS:12/12;15/24	同相
'1035	六缓冲器					ALS:5.5/12;5.5/24	
'1036	四 2 输入或非驱动器					AS:40/40;48/48	
'1245	八总线收发器		ALS:8			ALS:12/8;15/16;15/24	3S,同相

续表 1.8　缓冲器、驱动器、总线收发器参数（二）

型号	名　称	延迟时间 t_{pd} (ns)				输出电流 I_{oH} (mA)/ I_{oL} (mA)				备　注
		TTL	LS	ALS	HC	TTL	AS	LS	ALS	
'1620	八总线收发器		ALS:7.5			ALS:12/8;15/16;15/25				3S
'1621	八总线收发器		ALS:18			ALS: 8; 16; 25				OC
'1622	八总线收发器		ALS:19			ALS: 8; 16; 25				OC
'1623	八总线收发器		ALS:8			ALS:12/8;15/16;15/25				3S
'1638/39/40	八总线收发器		ALS:7/8/7			ALS:12/8;15/16;15/24				3S,注 2
'1641/42/44	八总线收发器		ALS:18/19/23			ALS: 8; 16; 24				OC
'1645	八总线收发器		ALS:10			ALS:12/8;15/16;15/24				3S

注 1:有关注释见表 1.8。

注 2:'1638/39/40 为 3S 输出，'1641/42/44 为 OC 输出，它们的引脚相同，仅在输入输出的相位上有所差别，具体见表 1.9。

表 1.9　缓冲器、驱动器、总线收发器外引线排列

型　号	外引线编号（黑体字母代表输出量）														备　注
	1	2	3	4	5	6	7	8	20 9	19 10	18 11	17 12	16 13	15 14	
'06	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc	OC,30V,$Y=\overline{A}$
'07	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc	OC,30V;OD,4.4V。Y = A
'16	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc	OC,15V,$Y=\overline{A}$
'17	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc	OC,15V,Y = A
'26	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc	OC,15V,$Y=\overline{AB}$
'28	**1Y**	1A	1B	**2Y**	2A	2B	GND	3A	3B	**3Y**	4A	4B	**4Y**	Vcc	$Y=\overline{A+B}$
'33	**1Y**	1A	1B	**2Y**	2A	2B	GND	3A	3B	**3Y**	4A	4B	**4Y**	Vcc	OC,$Y=\overline{A+B}$
'37	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc	$Y=\overline{AB}$
'38	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc	OC,$Y=\overline{AB}$
'40	1A	1B	NC	1C	1D	**1Y**	GND	**2Y**	2A	2B	NC	2C	2D	Vcc	$Y=\overline{ABCD}$
'125	$\overline{1G}$	1A	**1Y**	$\overline{2G}$	2A	**2Y**	GND	**3Y**	3A	$\overline{3G}$	**4Y**	4A	$\overline{4G}$	Vcc	3S,Y = A,$\overline{G}$ = L 输出允许,G 即 EN
'126	1G	1A	**1Y**	2G	2A	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3G	**4Y**	4A	4G	Vcc	3S,Y = A,G = H 输出允许
'128	**1Y**	1A	1B	**2Y**	2A	2B	GND	3A	3B	**3Y**	4A	4B	**4Y**	Vcc	$Y=\overline{A+B}$
'134	A	B	C	D	E	F	G	GND	Y	H	I	J	Vcc K	$\overline{G}$ L	3S,$Y=\overline{ABCDEFGHIJKL}$, $\overline{G}$ = L 输出允许
'140	1A	1B	NC	1C	1D	**1Y**	GND	**2Y**	2A	2B	NC	2C	2D	Vcc	50Ω,$Y=\overline{ABCD}$
'240	$\overline{1G}$	1A1	**2Y4**	1A2	**2Y3**	1A3	**2Y2**	1A4	Vcc **2Y1**	$\overline{2G}$ GND	**1Y1** 2A1	**2A4** **1Y4**	**1Y2** 2A2	**2A3** **1Y3**	G 即 EN,使能端, 3S,$Y=\overline{A}$,$\overline{G}$ = L 输出允许
'241	$\overline{1G}$	1A1	**2Y4**	1A2	**2Y3**	1A3	**2Y2**	1A4	Vcc **2Y1**	2G GND	**1Y1** 2A1	**2A4** **1Y4**	**1Y2** 2A2	**2A3** **1Y3**	3S,Y = A,$\overline{1G}$ = L,1Y 输出允许, 2G = H,2Y 输出允许
'242	$\overline{G_{AB}}$	NC	A1	A2	A3	A4	GND	B4	B3	B2	B1	NC	GBA	Vcc	3S,[1,13] = LL,HH,HL,LH
'243	引线同上,控制功能同上,'243 为 A→B;B→A														对应 $\overline{A}$→B;$\overline{B}$→A;隔离;隔离
'244	引线同'240														3S,$\overline{G}$ = H 高阻
'245	DIR	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Vcc A8	$\overline{G}$ GND	B1 B8	B2 B7	B3 B6	B4 B5	3S,[19,1] = LL,LH,H× 对应 B→A;A→B;隔离
'365	$\overline{G1}$	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	Vcc **6Y**	$\overline{G2}$ 6A	3S,[19,1] = LL,Y = A, 其它高阻

续表 1.9　缓冲器、驱动器、总线收发器外引线排列

型　号	外引线编号（黑体字母代表输出量）														备　　注
	1	2	3	4	5	6	7	8	20 9	19 10	18 11	17 12	16 13	15 14	
'366	引线同上														3S,控制功能同上,只 $Y=\overline{A}$
'367	$\overline{1G}$	1A1	**1Y1**	1A2	**1Y2**	1A3	**1Y3**	GND	**1Y4**	1A4	**2Y1**	2A1	**2Y2**	2A2	3S,两组控制,$\overline{G}=L$,$Y=A$,其它高阻
'368	引线同上														3S,控制功能同上,只 $Y=\overline{A}$
'425	$\overline{1G}$	1A	**1Y**	$\overline{2G}$	2A	**2Y**	GND	**3Y**	3A	$\overline{3G}$	**4Y**	4A	$\overline{4G}$	Vcc	3S,$Y=A$,$\overline{G}=L$ 输出允许
'426	1G	1A	**1Y**	2G	2A	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3G	**4Y**	4A	4G	Vcc	3S,$Y=A$,$G=H$ 输出允许
'440	$\overline{CS}$	**B1**	C1	C2	**B2**	B3	C3	C4	Vcc B4	$\overline{G_C}$ GND	$\overline{G_B}$ S0	$\overline{G_A}$ S1	A1 A4	A2 A3	OC,同相

'441	S0	S1	$\overline{GA}$	$\overline{GB}$	$\overline{GC}$	'440/442	'441/443	'444/448	OC,反相
'442	L	L	×	L	L	$A\to B$,$A\to C$	$\overline{A}\to B$,$\overline{A}\to C$	$\overline{A}\to B$,$\overline{A}\to C$	3S,同相
'443	L	H	L	×	L	$B\to C$,$B\to A$	$\overline{B}\to C$,$\overline{B}\to A$	$B\to C$,$\overline{B}\to A$	3S,反相
'444	H	L	L	L	×	$C\to A$,$C\to B$	$\overline{C}\to A$,$\overline{C}\to B$	$\overline{C}\to A$,$C\to B$	3S,反/同
'448	L	L	×	L	H	$A\to B$	$\overline{A}\to B$	$\overline{A}\to B$	OC,反/同
	L	H	H	×	L	$B\to C$	$\overline{B}\to C$	$B\to C$	
	H	L	L	H	×	$C\to A$	$\overline{C}\to A$	$\overline{C}\to A$	
	L	L	×	H	L	$A\to C$	$\overline{A}\to C$	$\overline{A}\to C$	
	L	H	L	×	H	$B\to A$	$\overline{B}\to A$	$\overline{B}\to A$	
	H	L	H	L	×	$C\to B$	$\overline{C}\to B$	$C\to B$	

'440～'448 控制功能相同,外引线相同,片选 $\overline{CS}=H$ 输出高阻,$\overline{CS}=L$ 为工作状态

'620	G_{AB}	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Vcc A8	$\overline{G_{BA}}$ GND	B1 B8	B2 B7	B3 B6	B4 B5	[19,1]=LL;HH;HL;LH 对应 $\overline{B}\to A$;$\overline{A}\to B$;隔离;$\overline{B}\to A$,$\overline{A}\to B$
'621	引线同上														OC,同上只原码传送
'622	引线同上														OC,同'620
'623	引线同上														3S,同'621
'640	DIR	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Vcc A8	$\overline{G}$ GND	B1 B8	B2 B7	B3 B6	B4 B5	3S,[19,1]=LL;LH;H× 分别对应 $B\to A$;$A\to B$;隔离
'641	引线同上,$B\to A$;$A\to B$;隔离														OC,控制功能同上
'642	引线同上,$B\to\overline{A}$;$A\to\overline{B}$;隔离														OC,控制功能同上
'643	引线同上,$B\to A$;$A\to\overline{B}$;隔离														3S,控制功能同上
'644	引线同上,$B\to A$;$A\to\overline{B}$;隔离														OC,控制功能同上
'645	引线同上,$B\to A$;$A\to B$;隔离														3S,控制功能同上
'1000	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc	$Y=\overline{AB}$
'1002	**1Y**	1A	1B	**2Y**	2A	2B	GND	3A	3B	**3Y**	4A	4B	**4Y**	Vcc	$Y=\overline{A+B}$
'1003	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc	OC,$Y=\overline{AB}$
'1004	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc	$Y=\overline{A}$
'1005	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc	OC,$Y=\overline{A}$
'1008	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc	$Y=AB$
'1010	1A	1B	2A	2B	2C	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	3C	**1Y**	1C	Vcc	$Y=\overline{ABC}$
'1011	1A	1B	2A	2B	2C	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	3C	**1Y**	1C	Vcc	$Y=ABC$
'1020	1A	1B	NC	1C	1D	**1Y**	GND	**2Y**	2A	2B	NC	2C	2D	Vcc	$Y=\overline{ABCD}$

续表 1.9　缓冲器、驱动器、总线收发器外引线排列

型　号	外引线编号（黑体字母代表输出量）														备　　注
	1	2	3	4	5	6	7	8	20 9	19 10	18 11	17 12	16 13	15 14	
'1032	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc	**Y = A + B**
'1034	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc	**Y = A**
'1035	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	GND	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	Vcc	OC, **Y = A**
'1036	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc	**Y = A + B**
'1245	DIR	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Vcc A8	$\overline{G}$ GND	B1 B8	B2 B7	B3 B6	B4 B5	3S,[19,1] = LL;LH;H × 分别对应 B→A;A→B;隔离
'1620	G_{AB}	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Vcc A8	$\overline{G_{BA}}$ GND	B1 B8	B2 B7	B3 B6	B4 B5	3S,[19,1] = LL;HH;HL;LH 分别对应 B→$\overline{A}$;A→$\overline{B}$;隔离;B→$\overline{A}$,A→$\overline{B}$
'1621	引线同上，B→A;A→B;隔离;B→A;A→B														OC,控制功能同上
'1622	引线同上，B→$\overline{A}$;A→$\overline{B}$;隔离;B→$\overline{A}$;A→$\overline{B}$														OC,控制功能同上
'1623	引线同上，B→A;A→B;隔离;B→A;A→B														3S,控制功能同上
'1638	DIR	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Vcc A8	$\overline{G}$ GND	B1 B8	B2 B7	B3 B6	B4 B5	B 通道 3S,A 为 OC;[19,1] = LL;LH;H × 分别对应 B→$\overline{A}$;A→$\overline{B}$;隔离
'1639	引线同上，B→A;A→B;隔离														
'1640	DIR	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Vcc A8	$\overline{G}$ GND	B1 B8	B2 B7	B3 B6	B4 B5	3S,[19,1] = LL;LH;H × 分别对应 B→A;A→B;隔离
'1641	引线同上，B→A;A→B														OC,控制功能同上
'1642	引线同上，B→$\overline{A}$;A→$\overline{B}$														OC,控制功能同上
'1643	引线同上，B→A;A→B														3S,控制功能同上
'1644	引线同上，B→$\overline{A}$;A→$\overline{B}$														OC,控制功能同上
'1645	引线同上，B→A;A→B														3S,控制功能同上

注 1:DIR 为数据传输方向控制，G 和 EN 为使能端，CS 为片选端。具有这些功能的芯片，一般为 3S 输出。

注 2:为了说明多个控制端的作用，用[19,1] = LL;LH;H × 来表示一定的功能，方括号中的数字是引脚的编号，其具体名称可查表。

表 1.10　显示译码器参数

型号	名　　称	输出电流 I_{oL} (mA)		静态功耗 P_d (mW)		备　　注
		TTL	LS	TTL	LS	
'46	4 线 - 7 段译码驱动器			320		OC,30V,输出低有效
'47	4 线 - 7 段译码驱动器			320	35	OC,15V,输出低有效
'48	4 线 - 7 段译码驱动器	6.4	2;6	205	125	OC,5.5V,输出高有效
'49	4 线 - 7 段译码驱动器	10	4;8	165	40	OC,5.5V,输出高有效
'141	BCD 十进制译码驱动器	7		80		OC,60V,输出低有效
'142	计数/锁存/译码驱动器	7		340		OC,55V,输出低有效
'143	计数/锁存/译码驱动器	15				OC,7V,输出低有效
'144	计数/锁存/译码驱动器	20;25				OC,15V,输出低有效
'145	BCD 十进制译码驱动器	80	12;80	215	35	OC,15V,输出低有效
'246	4 线 - 7 段译码驱动器	40		320		OC,30V,输出低有效
'247	4 线 - 7 段译码驱动器	40	12;24	320	35	OC,15V,输出低有效
'248	4 线 - 7 段译码驱动器	6.4	2;6	265	125	OC,5.5V,输出高有效
'249	4 线 - 7 段译码驱动器	10	4;8	265	40	OC,5.5V,输出高有效
'347	4 线 - 7 段译码驱动器		12;24		35	OC,7V,输出低有效
'445	BCD 十进制译码驱动器		80		35	OC,7V,输出低有效
'447	BCD 十进制译码驱动器		1.6;3.2		35	OC,7V,输出低有效

注:表中用分号隔开的电流，分号前的为 54 系列值，后面的为 74 系列值。

表 1.11　显示译码器外引线排列

型号	（黑体字母代表输出）																备　注
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
'46	B	C	$\overline{LT}$	*	$\overline{RBI}$	D	A	GND	**$\overline{e}$**	**$\overline{d}$**	**$\overline{c}$**	**$\overline{b}$**	**$\overline{a}$**	**$\overline{g}$**	**$\overline{f}$**	Vcc	OC，输出低有效，配共阳极 LED 数码管，DCBA 为输入。* 4 脚为 $\overline{BI}/\overline{RBO}$，$\overline{BI}$ = L 灭灯；$\overline{LT}$ = L 试灯，显示 8；$\overline{RBI}$ = L 和[DCBA] = 0000 为灭灯，且 $\overline{RBO}$ = L，从[DCBA] = 0000～1111 的字形变化为：
'47	同上																
'48	同上，只输出高电平有效，配共阴极 LED 数码管																
'49	B	C	BI	D	A	e	GND	d	c	b	a	g	f	Vcc			OC，输出高电平有效
'141	D8	D9	A	D	Vcc	B	C	D2	D3	D7	D6	GND	D4	D5	D1	D0	OC，输出低有效
'142	$\overline{R_D}$	D7	D6	D5	D4	D3	D2	GND	D1	D0	D8	D9	$\overline{ST}$	$\overline{Q_D}$	CP	Vcc	OC，输出低有效，$\overline{ST}$ = L 选通
'143									Vcc	$\overline{PCEI}$	MAX	$\overline{ST}$	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	'143 和'144 引线相同
'144	$\overline{SCEI}$	CP	$\overline{R_D}$	$\overline{RBI}$	BI	*	DP	dp	d	f	e	GND	g	c	a	b	* 6 脚为 $\overline{BI}/\overline{RBO}$，PCEI 和 SCEI 分别为并串时钟控制
'145	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	GND	D7	D8	D9	D	C	B	A	Vcc	OC，输出低有效
'246	同'46																
'247	同'47																
'248	同'48																
'249	外引线同'47，功能同'48																
'347	同'247																
'445	同'145																
'447	同'47																

注：$\overline{R_D}$ 为直接清零端。

表 1.12　译码器/多路分配器、编码器参数

型号	名　称	最大延迟时间 t_{pd} (ns)							备　注
		TTL	S	LS	ALS	F	HC	AC	
'42	4 线－10 线译码器	17		17			7		BCD 码输入
'43	4 线－10 线译码器	17							余三码输入
'44	4 线－10 线译码器	17							余三格雷码输入
'131	3 线－8 线译码器/分配器				10		23		输出低有效
'137	3 线－8 线译码器/分配器			17.5	11		14		输出低有效
'138	3 线－8 线译码器/分配器		8	22	9	5.8	15	6.5	输出低有效
'139	双 2 线－4 线译码器		7.5	22	10	5.3	12	6.5	输出低有效
'147	10 线－4 线优先编码器	10		15			21		输出入低有效
'148	8 线－3 线优先编码器	12		15		7.5	19		输出入低有效
'149	8 线－8 线优先编码器						15		输出入低有效
'154	4 线－16 线译码器	23					32		输出低有效
'155	双 2 线－4 线译码器	21		18			19		输出低有效
'156	双 2 线－4 线译码器	23		33					OC，输出低有效
'159	4 线－16 线译码器	24							OC，输出低有效

续表 1.12　译码器/多路分配器、编码器参数

型号	名　　称	最大延迟时间 t_{pd} (ns)							备　　注
		TTL	S	LS	ALS	F	HC	AC	
'237	3线－8线译码器						20		地址锁存
'238	3线－8线译码器						15		
'239	双2线－4线译码器						14		
'348	8线－3线优先编码器			16					输入低有效
'537	4线－10线译码器					8.3			
'538	3线－8线译码器				22	9.3			
'539	双2线－4线译码器				22	12			
'547	3线－8线译码器					8			输出低有效，应答
'548	3线－8线译码器					6.8			应答功能

表 1.13　译码器/多路分配器、编码器外引线排列

型　号	外引线编号(黑体字母代表输出)																备　　注
									24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
'42	$\overline{Y0}$	$\overline{Y1}$	$\overline{Y2}$	$\overline{Y3}$	$\overline{Y4}$	$\overline{Y5}$	$\overline{Y6}$	GND	$\overline{Y7}$	$\overline{Y8}$	$\overline{Y9}$	A3	A2	A1	A0	Vcc	BCD码输入
'43	外引线同上，余三码输入，余三码为3→4→5→6→7→8→9→10→11→12→3																
'44	外引线同上，余三格雷码输入，余三格雷码为2→6→7→5→4→12→13→15→14→10→2																
'131	A	B	C	CP	$\overline{EN2}$	EN1	$\overline{Y7}$	GND	$\overline{Y6}$	$\overline{Y5}$	$\overline{Y4}$	$\overline{Y3}$	$\overline{Y2}$	$\overline{Y1}$	$\overline{Y0}$	Vcc	CP↑
'137	A	B	C	$\overline{GL}$	$\overline{EN2}$	EN1	$\overline{Y7}$	GND	$\overline{Y6}$	$\overline{Y5}$	$\overline{Y4}$	$\overline{Y3}$	$\overline{Y2}$	$\overline{Y1}$	$\overline{Y0}$	Vcc	$\overline{GL}$ = L对A、B、C有锁存作用
'138	A	B	C	$\overline{EN3}$	$\overline{EN2}$	EN1	$\overline{Y7}$	GND	$\overline{Y6}$	$\overline{Y5}$	$\overline{Y4}$	$\overline{Y3}$	$\overline{Y2}$	$\overline{Y1}$	$\overline{Y0}$	Vcc	[4,5,6] = LLH允许译码
'139	$\overline{1EN}$	1A	1B	$\overline{1Y0}$	$\overline{1Y1}$	$\overline{1Y2}$	$\overline{1Y3}$	GND	$\overline{2Y3}$	$\overline{2Y2}$	$\overline{2Y1}$	$\overline{2Y0}$	2B	2A	$\overline{2EN}$	Vcc	$\overline{EN}$ = L允许译码
'147	$\overline{4}$	$\overline{5}$	$\overline{6}$	$\overline{7}$	$\overline{8}$	$\overline{C}$	$\overline{B}$	GND	$\overline{A}$	$\overline{9}$	$\overline{1}$	$\overline{2}$	$\overline{3}$	$\overline{D}$	NC	Vcc	
'148	$\overline{4}$	$\overline{5}$	$\overline{6}$	$\overline{7}$	$\overline{EI}$	$\overline{A2}$	$\overline{A1}$	GND	$\overline{A0}$	$\overline{0}$	$\overline{1}$	$\overline{2}$	$\overline{3}$	$\overline{GS}$	EO	Vcc	EI、EO为使能输入、输出，GS为片优先编码输出
'149	$\overline{I0}$	$\overline{I1}$	$\overline{I2}$	$\overline{I3}$	$\overline{I4}$	$\overline{I5}$	$\overline{I6}$	$\overline{I7}$	$\overline{RQE}$	GND	$\overline{RQP}$	$\overline{O7}$	Vcc $\overline{O6}$	$\overline{O0}$ $\overline{O5}$	$\overline{O1}$ $\overline{O4}$	$\overline{O2}$ O3	
'154	$\overline{0}$	$\overline{1}$	$\overline{2}$	$\overline{3}$	$\overline{4}$	$\overline{5}$	$\overline{6}$	$\overline{7}$	Vcc $\overline{8}$	A $\overline{9}$	B $\overline{10}$	C GND	D $\overline{11}$	$\overline{EN2}$ $\overline{12}$	$\overline{EN1}$ $\overline{13}$	$\overline{15}$ $\overline{14}$	
'155	1C	$\overline{1EN}$	B	$\overline{1Y3}$	$\overline{1Y2}$	$\overline{1Y1}$	$\overline{1Y0}$	GND	$\overline{2Y0}$	$\overline{2Y1}$	$\overline{2Y2}$	$\overline{2Y3}$	A	$\overline{2EN}$	$\overline{2C}$	Vcc	电路分两组，C可作为第三个输入变量，对第一组C为原变量，对第二组C为反变量
'156	外引线同上，功能同上																
'159	外引线同'154																
'237	A	B	C	$\overline{GL}$	$\overline{EN2}$	EN1	$\overline{Y7}$	GND	$\overline{Y6}$	$\overline{Y5}$	$\overline{Y4}$	$\overline{Y3}$	$\overline{Y2}$	$\overline{Y1}$	$\overline{Y0}$	Vcc	
'238	A	B	C	$\overline{EN3}$	$\overline{EN2}$	EN1	$\overline{Y7}$	GND	$\overline{Y6}$	$\overline{Y5}$	$\overline{Y4}$	$\overline{Y3}$	$\overline{Y2}$	$\overline{Y1}$	$\overline{Y0}$	Vcc	[4,5,6] = LLH允许译码
'239	$\overline{1EN}$	1A	1B	$\overline{1Y0}$	$\overline{1Y1}$	$\overline{1Y2}$	$\overline{1Y3}$	GND	$\overline{2Y3}$	$\overline{2Y2}$	$\overline{2Y1}$	$\overline{2Y0}$	2B	2A	$\overline{2EN}$	Vcc	$\overline{EN}$ = L允许译码
'348	外引线和功能同'148，只'348为3S输出																
'537	Y2	Y1	Y0	AL	$\overline{OE}$	A	B	Y5	Y6	GND	Y7	Y8	Vcc Y9	Y3 EN2	Y4 $\overline{EN1}$	D C	[5,15,14] = LLH允许译码，AL = L、H输出分别高、低有效

续表 1.13　译码器/多路分配器、编码器外引线排列

型　号	外引线编号(黑体字母代表输出)																备　注
									24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
													Vcc	Y3	Y4	C	[4,5,13,14,15,16] = LLHHLL
'538	**Y2**	**Y1**	**Y0**	$\overline{OE1}$	$\overline{OE2}$	A	B	**Y5**	**Y6**	GND	**Y7**	AL	G1	G2	$\overline{G3}$	$\overline{G4}$	允许译码,AL 功能同上
													Vcc	**1Y3**	1B	1A	[$\overline{OE}$,$\overline{G}$] = LL 允许译码,
'539	**1Y2**	**1Y1**	**1Y0**	1AL	$\overline{1OE}$	2A	2B	**2Y3**	**2Y2**	GND	**2Y1**	**2Y0**	2AL	$\overline{2OE}$	$\overline{2G}$	$\overline{1G}$	AL 功能同上
													Vcc	Y3	Y4	A2	[15,14,13,16] = LHHH 直通,其它存储,Π$\overline{ACK}$ = $\overline{WR}$,[15,14,13]≠LHH 时 3 = H,$\overline{R_D}$ = L 时 3 = L_o 应答功能基本同上,无锁存
'547	$\overline{Y2}$	$\overline{Y1}$	$\overline{ACK}$	$\overline{WR}$	$\overline{R_D}$	$\overline{A0}$	$\overline{A1}$	$\overline{Y5}$	$\overline{Y6}$	GND	$\overline{Y7}$	$\overline{Y0}$	E3	E2	$\overline{E1}$	LE	
													Vcc	$\overline{Y3}$	$\overline{Y4}$	A2	
'548	$\overline{Y2}$	$\overline{Y1}$	$\overline{ACK}$	$\overline{WR}$	$\overline{R_D}$	$\overline{A0}$	$\overline{A1}$	$\overline{Y5}$	$\overline{Y6}$	GND	$\overline{Y7}$	$\overline{Y0}$	E4	E3	$\overline{E2}$	$\overline{E1}$	

表 1.14　数据选择器、比较器参数

型号	名　称	最大延迟时间 t_{pd} (ns)							备　注
		TTL	S	LS	ALS	F	HC	AC	
'85	4 位数值比较器	21	11.5	23.5		14	13		
'150	16 选 1 数据选择器	18							反码输出
'151	8 选 1 数据选择器	22	9	27	6	6.4	20	7	原/反码输出
'152	8 选 1 数据选择器	18		17			19		反码输出
'153	双 4 选 1 数据选择器	17	9.5	17	5	6.4	14	5.3	
'157	双 2 选 1 数据选择器	14	6	14	6.5	4.5	18	5.5	
'158	双 2 选 1 数据选择器		7	12	6.5	3.6	18	5.5	反码输出
'250	16 选 1 数据选择器	AS:7.5;12							3S
'251	8 选 1 数据选择器	21	8	21	6	5.3	15	8.2	3S,原/反码输出
'253	双 4 选 1 数据选择器			16	5	5.5	24	6.8	3S
'257	四 2 选 1 数据选择器		14	18	7.5	5.3	13	6	3S
'258	四 2 选 1 数据选择器		14	19	7.5	5.3	13	5	3S,反相
'351	双 8 选 1 数据选择器	17							3S
'352	双 4 选 1 数据选择器			19	6	4.6	12	6	反码输出
'353	双 4 选 1 数据选择器			13	6	3.9	11	5	3S,反码输出
'398	四 2 输入多路转换器			20		7.3		6.5	有存储互补输出
'399	四 2 输入多路转换器			27		7.3		6.5	有存储
'518	8 位恒等比较器				23				OC
'519	8 位恒等比较器				23				OC
'520	8 位恒等比较器				21			9.5	
'521	8 位恒等比较器				21	7		9.5	
'522	8 位恒等比较器				30				OC

注:本表给出的最大延迟时间,是指几个输入端头所加信号到输出端的延迟时间中的最大者。

表 1.15　数据选择器、比较器外引线排列

型　号	外引线编号（黑体字母代表输出）																备　注
	1	2	3	4	5	6	7	8	24 9	23 10	22 11	21 12	20 13	19 14	18 15	17 16	
'85	Q3	$P<Q_i$	$P=Q_i$	$P>Q_i$	$P>Q$	$P=Q$	$P<Q$	GND	Q0	P0	Q1	P1	P2	Q2	P3	Vcc	3、4、5 脚为串联输入
'150	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	Vcc EN	E8 $\overline{W}$	E9 A3	E10 GND	E11 A2	E12 A1	E13 A0	E14 E15	A3、A2、A1、A0 为选择端，输出低电平有效
'151	D3	D2	D1	D0	**Y**	**W**	$\overline{EN}$	GND	A2	A1	A0	D7	D6	D5	D4	Vcc	Y、W 分别为原反码输出
'152	D4	D3	D2	D1	D0	$\overline{W}$	GND	A2	A1	A0	D7	D6	D5	Vcc			W 为反码输出
'153	$\overline{1EN}$	A1	1C3	1C2	1C1	1C0	**1Y**	GND	**2Y**	2C0	2C1	2C2	2C3	A0	$\overline{2EN}$	Vcc	A1、A0 为公共选择控制端
'157 '158	$A/\overline{B}$ $A/\overline{B}$	1A 1A	1B 1B	**1Y** **1Y**	2A 2A	2B 2B	**2Y** **2Y**	GND GND	**3Y** **3Y**	3B 3B	3A 3A	**4Y** **4Y**	4B 4B	4A 4A	$\overline{EN}$ $\overline{EN}$	Vcc Vcc	$A/\overline{B}$ 为选择控制端，'157 原码输出，'158 反码输出
'250	E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1	E0	Vcc $\overline{EN}$	E8 W	E9 A3	E10 GND	E11 A2	E12 A1	E13 A0	E14 E15	A3、A2、A1、A0 为选择端，3S，其它同'150
'251	D3	D2	D1	D0	**Y**	$\overline{W}$	$\overline{EN}$	GND	A2	A1	A0	D7	D6	D5	D4	Vcc	3S，其它同'151
'253	$\overline{1EN}$	A1	1C3	1C2	1C1	1C0	**1Y**	GND	**2Y**	2C0	2C1	2C2	2C3	A0	$\overline{2EN}$	Vcc	3S，其它同'153
'257 '258	$A/\overline{B}$ $A/\overline{B}$	1A 1A	1B 1B	**1Y** **1Y**	2A 2A	2B 2B	**2Y** **2Y**	GND GND	**3Y** **3Y**	3B 3B	3A 3A	**4Y** **4Y**	4B 4B	4A 4A	$\overline{EN}$ $\overline{EN}$	Vcc Vcc	3S，其它同'157 3S，其它同'158
'351	**1Y**	EN	A0	A1	A2	1D0	1D1	1D2	1D3	GND	D7	D6	Vcc D5	**2Y** D4	2D0 2D3	2D1 2D2	3S，D3、D2、D1、D0 两组分开，D7、D6、D5、D4 为两组共用
'352	$\overline{1EN}$	A1	1C3	1C2	1C1	1C0	**1Y**	GND	**2Y**	2C0	2C1	2C2	2C3	A0	$\overline{2EN}$	Vcc	反码输出
'353	$\overline{1EN}$	A1	1C3	1C2	1C1	1C0	**1Y**	GND	**2Y**	2C0	2C1	2C2	2C3	A0	$\overline{2EN}$	Vcc	3S，反码输出
'398 '399	WS WS	**QA** **QA**	$\overline{QA}$ A1	A1 A2	A2 B2	B2 B1	B1 **QB**	$\overline{QB}$ GND	QB CP	GND **QC**	CP C1	**QC** C2	$\overline{QC}$ D2	C1 D1	C2 **QD**	D2 Vcc	WS = L、H 分别选择 1 和 2 通道，CP↑有效 CP↑有效，WS 作用同'398
'518 '519	$\overline{EN}$ 同　上	P0	Q0	P1	Q1	P2	Q2	P3	Q3	GND	P4	Q4	Vcc P5	P=Q Q5	Q7 P6	P7 Q6	OC，EN = L，$P_{7\sim0}=Q_{7\sim0}$时，输出 P = Q 为 H
'520 '521 '522	$\overline{EN}$ 同　上 同　上	P0	Q0	P1	Q1	P2	Q2	P3	Q3	GND	P4	Q4	Vcc P5	P=Q Q5	Q7 P6	P7 Q6	OC，$\overline{EN}$ = L，$P_{7\sim0}=Q_{7\sim0}$时，输出 P = Q 为 L 图腾，其它同上 OC，其它同上

表 1.16　异或门、运算器参数

型号	名　　称	延迟时间 t_{pd} (ns)							备　　注
		TTL	S	LS	ALS	F	HC	AC	
'80	门控全加器	52							快速进位
'82	2位二进制全加器	25							
'83	4位二进制全加器	16		15					
'86	四2输入异或门	14	7	10	6.5	4.1	12	4.5	
'97	六位二进制乘法器	32MHz							比例系数乘法器,CP↑
'135	四异或/异或非门		8						
'136	四2输入异或门	27		18	32				OC
'180	9位奇偶产生/校验器	35					28		
'181	4位算术逻辑单元	24	11	24	AS6	7	32		
'182	超前进位产生器	13	7		5	6.7			
'183	双进位保留全加器			15					
'261	2×4位并行乘法器			25					锁存器输出
'264	超前进位产生器		AS5						
'265	四互补输出单元								
'266	四2输入异或非门			18			10		OC,OD
'274	4×4并行位乘法器		50						3S
'275	7位位片华莱士树		50	35					3S
'280	9位奇偶产生/校验器	13		31		9	26		
'283	4位二进制超前进位全加器	16	11	15		7	38		
'286	9位奇偶产生/校验器		AS8.25						
'385	四串行加法/减法器			16		6.1			$\overline{R_D}$
'386	四2输入异或门			10			10		
'557	8×8位乘法器					70			3S,带锁存
'558	8×8位乘法器					70			
'583	4位BCD加法器					12			
'810	四2输入异或非门				20;17			7	
'811	四2输入异或非门				45;42				OC

注1:某一型号下,数据格式为20;17,前者为54系列值,后者为74系列值。

注2:某一型号下,有AS5字样表明此数据为AS系列值,5为5ns。

表 1.17　异或门、运算器外引线排列

型　号	外引线编号（黑体字母代表输出量）																备　注
									24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
'80	B*	Bc	Cn	$\overline{C_{n+1}}$	**Σ**	$\overline{\Sigma}$	GND	A1	A2	A*	Ac	B1	B2	Vcc			A1、A2、A* 为 A 路输入，B1、B2、B* 为 B 路输入。$A = \overline{Ac + \overline{A*}} + A1 \cdot A2$。A1、A2 输入时，A* 必须开路或作线与；A* 输入时，A1 或 A2 必须是低电平。B 路与 A 路同
'82	**Σ1**	A1	B1	Vcc	C0	NC	NC	NC	NC	C2	GND	**Σ2**	B2	A2			A1、B1 低位，A2、B2 高位
'83	A4	**Σ3**	A3	B3	Vcc	**Σ2**	B2	A2	**Σ1**	A1	B1	GND	C0	C4	**Σ4**	B4	
'86	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc			
'97	B1	B4	B5	B0	**Z**	**Y**	$\overline{\mathbf{EN_0}}$	GND	CP	STBZ	EN_I	*	R_D	B2	B3	Vcc	* 为 UNITY/CAS，即单元/级联输入。12 = L，Y = H，禁止 Y 输出
'135	1A	1B	**1Y**	*	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	#	**4Y**	4A	4B	Vcc	* 为 C1、C2，# 为 C3、C4。当 C = H 时，为异或非运算；C = L 时，为异或运算
'136	1A	1B	**1Y**	2A	2B	**2Y**	GND	**3Y**	3A	3B	**4Y**	4A	4B	Vcc			
'180	G	H	EVEN	ODD	*	#	GND	A	B	C	D	E	F	Vcc			* 为 **ΣEVEN**，# 为 **ΣODD**，EVEN 偶数，ODD 奇数
'181	$\overline{B0}$	$\overline{A0}$	S3	S2	S1	S0	Cn	M	Vcc $\overline{F0}$	$\overline{A1}$ $\overline{F1}$	$\overline{B1}$ $\overline{F2}$	$\overline{A2}$ GND	$\overline{B2}$ $\overline{F3}$	$\overline{A3}$ **A = B**	$\overline{B3}$ $\overline{P}$	$\overline{G}$ C_{n+4}	
'182	$\overline{G1}$	$\overline{P1}$	$\overline{C0}$	$\overline{P0}$	$\overline{G3}$	$\overline{P3}$	$\overline{P}$	GND	C_{n+z}	$\overline{G}$	C_{n+y}	C_{n+x}	Cn	$\overline{G2}$	$\overline{P2}$	Vcc	(5 或 6)、(14 或 1)、15、(6 或 3)、2、15、6 为 L，输出 $\overline{G}$ = L，其它 $\overline{G}$ = H。4、2、15、6 均为 L，P 为 L。13(H)、(4 或 3) 为 L，C_{n+x} = H。13(H)、4、(2 或 3)、(2 或 1) 为 L，C_{n+y} = H。13(H)、4、2、(15 或 3)、2、(15 或 1)、(15 或 14) 为 L，C_{n+z} = H
'183	1A	NC	1B	1Cn	$1C_{n+1}$	1Σ	GND	2Σ	NC	$2C_{n+1}$	2Cn	2B	2A	Vcc			
'261	B3	B4	EN	M2	$\overline{Q4}$	Q3	Q2	GND	Q1	Q0	M0	M1	B0	B1	B2	Vcc	输入为 B、M，输出为 Q
'264	A1	B1	A0	B0	A3	B3	*	GND	C2	#	C1	C0	CE	A2	B2	Vcc	* 为 **RCOB**，# 为 **RCOA**。
	高有效进位计数器：CE = H，B = L，则 C0 = A0，C1 = A0A1，C2 = A0A1A2，RCOA = A0A1A2A3，RCOB = H 低有效进位计数器：CE = L，A = H，则 $C0 = \overline{B0}$，$\overline{C1} = \overline{B0}\,\overline{B1}$，$\overline{C2} = \overline{B0}\,\overline{B1}\,\overline{B2}$，$\overline{RCOA} = \overline{B0}\,\overline{B1}\,\overline{B2}\,\overline{B3}$，$\overline{RCOB} = \overline{B0}\,\overline{B1}\,\overline{B2}\,\overline{B3}$																
'265	1A	1W	**1Y**	2A	2B	2W	**2Y**	GND	**3Y**	3W	3A	3B	**4Y**	4W	4A	Vcc	
	正逻辑：1W = 1A，$1Y = \overline{1A}$，$4W = \overline{4A}$，$4Y = \overline{4A}$；2W = 2A2B，$2Y = \overline{2A2B}$，3W = 3A3B，$3Y = \overline{3A3B}$																
'266	1A	1B	**1Y**	**2Y**	2A	2B	GND	3A	3B	**3Y**	**4Y**	4A	4B	Vcc			
										Vcc	$B2^{n+3}$		$B2^{n+2}$	$B2^{n+1}$		$\overline{G2}$	注
'274	$A2^n$	$A2^{n+1}$	$A2^{n+2}$	$A2^{n+3}$	$B2^n$	2^n	2^{n+1}	2^{n+2}	2^{n+3}	GND	2^{n+4}	2^{n+5}	2^{n+6}	2^{n+7}	$\overline{G1}$		
'275	2^n	2^n	2^n	2^n	$C2^n$	$C2^n$	2^n	GND	2^{n+0}	$C2^{n+1}$	2^{n+1}	2^{n+2}	$\overline{G}$	2^n	2^n	Vcc	同上
'280	G	H	NC	I	**ΣE**	**ΣO**	GND	A	B	C	D	E	F	Vcc			**ΣE** 偶输出，**ΣO** 奇输出
'283	**Σ2**	B2	A2	**Σ1**	A1	B1	C0	GND	C4	**Σ4**	B4	A4	**Σ3**	A3	B3	Vcc	

续表 1.17　异或门、运算器外引线排列

型　号	外引线编号（黑体字母代表输出量）																备　注
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
									24	23	22	21	20	19	18	17	
'286	G	H	*	I	P.E	PI/O	GND	A	B	C	D	E	F	Vcc			PI/O 为奇偶校验输出，P.E 为奇偶误差输出，* 为 $\overline{XMIT}$ 端，对 P.E 和 PI/O 使能
													Vcc	4Σ	4S/$\overline{A}$	4B	S/$\overline{A}$ = L/H 分别为加法器/
'385	CP	1Σ	1S/$\overline{A}$	1B	1A	2A	2B	2S/$\overline{A}$	2Σ	GND	R_D	3Σ	3S/$\overline{A}$	3B	3A	4A	减法器
'386	1A	1B	1Y	2Y	2A	2B	GND	3A	3B	3Y	4Y	4A	4B	Vcc			
	X_M	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	GND	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	$\overline{S15}$	$\overline{OE}$	注：X_MY_M = LL,
'557	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	R	Vcc	$\overline{LE}$	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y_M	LH, HL, HH, 对应 X_iY_i 为无符号，无
	X_M	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	GND	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	$\overline{S15}$	OE	符号；无符号，二
'558	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Rs	Vcc	R_H	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y_M	补码；二补码，无符号；二补码，二补码
'583	B1	B2	B3	A3	C0	C_{n+4}	S2	GND	S3	S1	S0	B0	A0	A1	A2	Vcc					
'810	1A	1B	1Y	2A	2B	2Y	GND	3Y	3A	3B	4Y	4A	4B	Vcc							
'811	1A	1B	1Y	2A	2B	2Y	GND	3Y	3A	3B	4Y	4A	4B	Vcc							

注：本型号有的符号太长，与表头栏目中引线的序号不能一一对齐，请读者查阅时，从左侧数清楚引脚的编号。

表 1.18　触发器、锁存器、单稳态触发器、压控振荡器参数

型号	名　称	最大时钟频率 f_{CPMAX} (MHz)							备　注
		TTL	S	LS	ALS	F	HC	AC	
'70	与门输入 J－K 触发器	35							CP↑，$\overline{R_D}$，$\overline{S_D}$
'72	与门输入 J－K 触发器	20							主从，$\overline{R_D}$，$\overline{S_D}$
'73	双 J－K 触发器	20		45			35		TTL、LS 主从，其它↓，$\overline{R_D}$
'74	双 D 触发器	25	110	33	50	125	60	160	CP↑，$\overline{R_D}$，$\overline{S_D}$，AS：125MHz
'75	4 位双稳态锁存器	15n		11			12		注 3，注 4，C＝H
'76	双 J－K 触发器	20		45			50		'76 主从，其它↓，$\overline{R_D}$，$\overline{S_D}$
'77	4 位双稳态锁存器	15n		10			11		
'78	双 J－K 触发器			45					公共 CP↑，公共$\overline{R_D}$，$\overline{S_D}$
'100	8 位双稳态锁存器	15n							注 3，注 4，C＝H
'107	双 J－K 触发器	20		45			53		'107 主从，其它 CP↓，$\overline{R_D}$
'109	双 J－K 触发器	33		33	50	125	60	175	CP↑，$\overline{R_D}$，$\overline{S_D}$，AS：125MHz
'110	与门输入 J－K 触发器	25							主从，$\overline{R_D}$，$\overline{S_D}$
'111	双 J－K 触发器	25							主从，$\overline{R_D}$，$\overline{S_D}$
'112	双 J－K 触发器		125	45	40	100	60		CP↓，$\overline{R_D}$，$\overline{S_D}$，AS：200MHz
'113	双 J－K 触发器		125	45	40	100	60		CP↓，$\overline{S_D}$，AS：200MHz
'114	双 J－K 触发器		125	45	40	100	50		公共↓和$\overline{R_D}$，$\overline{S_D}$，AS：200MHz
'116	双 4 位锁存器	11n							C＝L，$\overline{R_D}$，注 3，注 4
'121	单稳态触发器	输出脉冲范围 TTL：40ns～28s							斯密特
'122	可重触发单稳态	TTL，LS：45n～∞							$\overline{R_D}$

续表 1.18　触发器、锁存器、单稳态触发器、压控振荡器参数

型号	名　称	最大时钟频率 f_{CPMAX} (MHz)							备　注
		TTL	S	LS	AIS	F	HC	AC	
'123	双可重触发单稳态	TTL,LS:45n ~ ∞							$\overline{R_D}$
'124	双压控振荡器		85	30					CP↑,公共$\overline{R_D}$,Q输出
'171	四 D 触发器			30					$\overline{R_D}$ = L 清除
'174	六 D 触发器	35	110	40	80	100	50	125	$\overline{R_D}$ = L 清除
'175	四 D 触发器	35	110	40	80	140	60	160	CP↑,公共$\overline{R_D}$,互补输出
'221	双单稳态触发器	TTL:20n ~ 21s;28s。LS:20n ~ 49s;70s							互补输出
'256	8 位寻址锁存器					7n			$\overline{CR}$ = L,清除
'259	8 位寻址锁存器	12n		17		7.5	15		$\overline{R_D}$,注 3
'268	六 D 锁存器		7n						C = H
'273	八 D 触发器	40		40	50	100	60	175	↑,$\overline{R_D}$
'276	四 J - K 触发器	50							↓,$\overline{R_D}$
'279	四 R - S 锁存器	12n		12			13		$\overline{R}$, $\overline{S}$,注 3
'320	晶体控制振荡器			30					
'321	晶体控制振荡器			30					
'373	八 D 锁存器		7n	19	8	4.5	13	7	3S,公共控制,C = H
'374	八 D 触发器		100	50	50	140	70	155	3S,公共控制,CP↑
'375	四 D 锁存器			12n			11		C = H
'376	四 J - K 触发器	20n							公共$\overline{R_D}$,公共 CP↑,注 3
'377	八 D 触发器			40		100	64	175	公共允许,公共 CP↑
'378	六 D 触发器			40		100	64	100	公共允许,公共 CP↑
'379	四 D 触发器			40		140	64	160	公共允许,公共 CP↑
'413	可重触发单稳态	LS:40n ~ ∞							互补输出,$\overline{R_D}$
'423	双可重触发单稳态	LS:40n ~ ∞ HC:1ms							互补输出,$\overline{R_D}$
'534	八 D 触发器	AS:165			50	100	40	150	3S,反相输出,↑
'564	八 D 触发器				50	100	40	150	3S,反相输出,↑
'573	八 D 锁存器	AS:4.5n			11	7	23	6	3S,C = H,注 3,注 4
'574	八 D 触发器	AS:160			50	100	40	160	3S,↑
'575	八 D 触发器	AS:160			50				3S,公共$\overline{R_D}$,↑
'576	八 D 触发器	AS:160			50				3S,反相输出,↑
'577	八 D 触发器	AS:160			50				3S,公共$\overline{R_D}$,反相输出,↑
'624	压控振荡器	20			互补输出		$\overline{EN}$	范围输入	R 外接无
'625	双压控振荡器			20	互补输出		无	无	无
'626	双压控振荡器			20	互补输出		$\overline{EN}$	无	无
'627	双压控振荡器			20	无		无	无	无
'628	压控振荡器			20	互补输出		$\overline{EN}$	范围输入	R 外接
'629	双压控振荡器			20	无		$\overline{EN}$	范围输入	无

续表 1.18　触发器、锁存器、单稳态触发器、压控振荡器参数

型号	名　称	最大时钟频率 f_{CPMAX} (MHz)							备　注
		TTL	S	LS	ALS	F	HC	AC	
'873	双 4 位 D 锁存器	AS:8n			11				3S, C = H, 公共$\overline{R_D}$, 注 3, 注 4
'874	双 4 位 D 触发器	AS:125			50				3S, ↑, 公共$\overline{R_D}$
'876	双 4 位 D 触发器	AS:125			50				3S, ↑, 反相, $\overline{S_D}$
'878	双 4 位 D 触发器	AS:100;125			ALS:50				3S, ↑, 同相, $\overline{R_D}$
'879	双 4 位 D 触发器	AS:100;125			ALS:50				3S, ↑, 反相, $\overline{R_D}$
'880	双 4 位 D 锁存器	AS:9.6n			ALS:11.5				3S, ↑, 反相, $\overline{S_D}$, 注 3

注 1: $\overline{R_D}$为直接清零端, $\overline{S_D}$为直接置位端。

注 2: ↑代表器件在时钟的上升沿动作, ↓代表器件在时钟的下降沿动作。

注 3: 锁存器在最大时钟频率栏下的参数全部为延迟时间, 单位 ns, 但只在第一个参数后加 n。

注 4: 在锁存器中, 高电平锁存用 C = H 表示, 反之用 C = L 表示, 此为加于引脚上的实际逻辑电平。

表 1.19　触发器、锁存器、单稳态触发器、压控振荡器外引线排列

型　号	外引线编号(黑体字母代表输出端)																备　注
									24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
'70	NC	$\overline{R_D}$	J1	J2	J	$\overline{Q}$	GND	Q	K	K1	K2	CP	$\overline{S_D}$	Vcc			CP↑, 同步清零在 CP↓
'72	NC	$\overline{R_D}$	J1	J2	J3	$\overline{Q}$	GND	Q	K1	K2	K3	CP	$\overline{S_D}$	Vcc			CP↑
'73	1CP	1$\overline{R_D}$	1K	Vcc	2CP	2$\overline{R_D}$	2J	2$\overline{Q}$	2Q	2K	GND	1Q	1$\overline{Q}$	1J			CP↑
'74	1$\overline{R_D}$	1D	1CP	1$\overline{S_D}$	1Q	1$\overline{Q}$	GND	2$\overline{Q}$	2Q	2$\overline{S_D}$	2CP	2D	2$\overline{R_D}$	Vcc			CP↑
'75	1$\overline{Q}$	1D	2D	3C/4C	Vcc	3D	4D	4$\overline{Q}$	4Q	3Q	3$\overline{Q}$	GND	1C/2C	2$\overline{Q}$	2Q	1Q	C = H
√'76	1CP	1$\overline{S_D}$	1$\overline{R_D}$	1J	Vcc	2CP	2$\overline{S_D}$	2$\overline{R_D}$	2J	2$\overline{Q}$	2Q	2K	GND	1$\overline{Q}$	1Q	1K	LS, HC, CP↓; TTL, CP↑
'77	1D	2D	3C/4C	Vcc	3D	4D	NC	4Q	3Q	NC	GND	1C/2C	2Q	1Q			C = H
'78	CP	1$\overline{S_D}$	1J	Vcc	$\overline{R_D}$	2$\overline{S_D}$	2K	2Q	2$\overline{Q}$	2J	GND	1$\overline{Q}$	1Q	1K			LS, CP↓; H, L, CP↑
									Vcc	1C	1D3	1D4	1Q4	1Q3	2Q3	2Q4	C = H
'100	NC	1D1	1D2	1Q2	1Q1	NC	GND	2Q1	2Q2	2D2	2D1	2C	NC	NC	2D3	2D4	
'107	1J	1$\overline{Q}$	1Q	1K	2Q	2$\overline{Q}$	GND	2J	2CP	2$\overline{R_D}$	2K	1CP	1$\overline{R_D}$	Vcc			LS, HC, CP↓; TTL, CP↑
'109	1$\overline{R_D}$	1J	1$\overline{K}$	1CP	1$\overline{S_D}$	1Q	1$\overline{Q}$	GND	2$\overline{Q}$	2Q	2$\overline{S_D}$	2CP	2$\overline{K}$	2J	2$\overline{R_D}$	Vcc	CP↑
'110	NC	$\overline{R_D}$	J1	J2	J3	$\overline{Q}$	GND	Q	K1	K2	K3	CP	SD	Vcc			CP↑
'111	1K	1$\overline{S_D}$	1$\overline{R_D}$	1J	1CP	1$\overline{Q}$	1Q	GND	2Q	2$\overline{Q}$	2CP	2J	2$\overline{R_D}$	2$\overline{S_D}$	2K	Vcc	CP↑
J'112	1CP	1K	1J	1$\overline{S_D}$	1Q	1$\overline{Q}$	2$\overline{Q}$	GND	2Q	2$\overline{S_D}$	2J	2K	2CP	2$\overline{R_D}$	1$\overline{R_D}$	Vcc	CP↓
'113	1CP	1K	1J	1$\overline{S_D}$	1Q	1$\overline{Q}$	GND	2$\overline{Q}$	2Q	2$\overline{S_D}$	2J	2K	2CP	Vcc			CP↓
'114	$\overline{R_D}$	1K	1J	1$\overline{S_D}$	1Q	1$\overline{Q}$	GND	2$\overline{Q}$	2Q	2$\overline{S_D}$	2J	2K	CP	Vcc			CP↓
									Vcc	2Q4	2D4	2Q3	2D3	2Q2	2D2	2Q1	
'116	1$\overline{R_D}$	$\overline{1C1}$	$\overline{1C2}$	1D1	1Q1	1D2	1Q2	1D3	1Q3	1D4	1Q4	GND	2$\overline{R_D}$	$\overline{2C1}$	$\overline{2C2}$	2D1	C = L
'121	$\overline{Q}$	NC	A1	A2	B	Q	GND	NC	Ri	Ci	*	NC	NC	Vcc			Ri 为外接定时电阻 Rext, Ci 为外接定时电容 Cext, * 为 Rext/Cext, 即外接电阻电容的公共端
'122	A1	A2	B1	B2	$\overline{R_D}$	$\overline{Q}$	GND	Q	Ri	NC	Ci	NC	*	Vcc			见'121

续表 1.19　触发器、锁存器、单稳态触发器、压控振荡器外引线排列

型　号	外引线编号(黑体字母代表输出量)																备　注
									24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
'123	1A	1B	1$\overline{R_D}$	1$\overline{Q}$	2Q	2Ci	*	GND	2A	2B	2$\overline{R_D}$	2$\overline{Q}$	1Q	1Ci	#	Vcc	* 为 2Ri/Ci，# 为 1Ri/Ci
'124	2FC	1FC	1RNG	1CX1	1CX2	1$\overline{EN}$	1Y	OSCGND	GND	2Y	2$\overline{EN}$	2CX1	2CX2	2RNG	OSCVcc	Vcc	注
'171	1$\overline{Q}$	2$\overline{Q}$	2Q	2D	3D	3Q	3$\overline{Q}$	GND	4$\overline{Q}$	4Q	4D	CP	$\overline{R_D}$	1D	1Q	Vcc	CP↑
'174	$\overline{R_D}$	1Q	1D	2D	2Q	3D	3Q	GND	CP	4Q	4D	5Q	5D	6D	6Q	Vcc	CP↑
'175	$\overline{R_D}$	1Q	1$\overline{Q}$	1D	2D	2$\overline{Q}$	2Q	GND	CP	3Q	3$\overline{Q}$	3D	4D	4$\overline{Q}$	4Q	Vcc	CP↑
'221	1A	1B	1$\overline{R_D}$	1$\overline{Q}$	2Q	2Ci	2Ri/Ci	GND	2A	2B	2$\overline{R_D}$	2$\overline{Q}$	1Q	1Ci	1Ri/Ci	Vcc	
'256	A0	A1	1D	1Q0	1Q1	1Q2	1Q3	GND	2Q0	2Q1	2Q2	2Q3	2D	$\overline{E}$	$\overline{CR}$	Vcc	[15,14] = LH, LL, HH, HL 分别对应复位，Q = D = H 译码，存储，按地址 A1A0 锁存
'259	S0	S1	S2	Q0	Q1	Q2	Q3	GND	Q4	Q5	Q6	Q7	D	$\overline{G}$	$\overline{R_D}$	Vcc	[13,14] = HL 与 S 配合锁存
'268	$\overline{EN}$	1Q	1D	2D	2Q	3D	3Q	GND	C	4Q	4D	5Q	5D	6D	6Q	Vcc	9 = H 锁存，9 = L 保持
													Vcc	8Q	8D	7D	
'273	$\overline{R_D}$	1Q	1D	2D	2Q	3Q	3D	4D	4Q	GND	CP	5Q	5D	6D	6Q	7Q	
													Vcc	4J	4CP	4$\overline{K}$	
'276	$\overline{R_D}$	1J	1CP	1$\overline{K}$	1Q	2Q	2$\overline{K}$	2CP	2J	GND	$\overline{PRE}$	3J	3CP	3$\overline{K}$	3Q	4Q	PRE 置数端
'279	1$\overline{R}$	$\overline{1S1}$	$\overline{1S2}$	1Q	2$\overline{R}$	2$\overline{S}$	2Q	GND	3Q	3$\overline{R}$	$\overline{3S1}$	$\overline{3S2}$	4Q	4$\overline{R}$	4$\overline{S}$	Vcc	
'320	TANK1	TANK2	GND1	FFQ	FFD	NC	F	GND2	$\overline{F'}$	F'	Vcc'	$\overline{F}$	NC	XTAL1	XTAL2	Vcc	注
'321	TANK1	TANK2	GND1	FFQ	FFD	F/4	F	GND2	$\overline{F'}$	F'	Vcc'	$\overline{F}$	F/2	XTAL1	XTAL2	Vcc	注
'373	同'363																
													Vcc	8Q	8D	7D	OC 输出控制，CP↑
'374	$\overline{OC}$	1Q	1D	2D	2Q	3Q	3D	4D	4Q	GND	CP	5Q	5D	6D	6Q	7Q	
'375	1D	1$\overline{Q}$	1Q	1C,2C	2Q	2$\overline{Q}$	2D	GND	3D	3$\overline{Q}$	3Q	3C,4C	4Q	4$\overline{Q}$	4D	Vcc	1C、2C 或 3C、4C 各为一组
'376	$\overline{R_D}$	1J	1$\overline{K}$	1Q	2Q	2$\overline{K}$	2J	GND	CP	3J	3$\overline{K}$	3Q	4Q	4$\overline{K}$	4J	Vcc	
													Vcc	8Q	8D	7D	
'377	$\overline{G}$	1Q	1D	2D	2Q	3Q	3D	4D	4Q	GND	CP	5Q	5D	6D	6Q	7Q	
'378	$\overline{G}$	1Q	1D	2D	2Q	3D	3Q	GND	CP	4Q	4D	5Q	5D	6D	6Q	Vcc	
'379	$\overline{G}$	1Q	1$\overline{Q}$	1D	2D	2$\overline{Q}$	2Q	GND	CP	3Q	3$\overline{Q}$	3D	4D	4$\overline{Q}$	4Q	Vcc	
'413	A1	A2	B1	B2	$\overline{R_D}$	$\overline{Q}$	GND	Q	Ri	NC	Ci	NC	Ri/Ci	Vcc			
'423	1A	1B	1$\overline{R_D}$	1Q	2Q	2Ci	2Ri/Ci	GND	2A	2B	2$\overline{R_D}$	2$\overline{Q}$	1Q	1Ci	1Ri/Ci	Vcc	
													Vcc	8$\overline{Q}$	8D	7D	3S。$\overline{OC}$输出控制，$\overline{OC}$ = H 电路高阻，CP↑
'534	$\overline{OC}$	1$\overline{Q}$	1D	2D	2$\overline{Q}$	3$\overline{Q}$	3D	4D	4$\overline{Q}$	GND	CP	5$\overline{Q}$	5D	6D	6$\overline{Q}$	7$\overline{Q}$	
													Vcc	1$\overline{Q}$	2$\overline{Q}$	3$\overline{Q}$	同上
'564	$\overline{OC}$	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	GND	CP	8$\overline{Q}$	7$\overline{Q}$	6$\overline{Q}$	5$\overline{Q}$	4$\overline{Q}$	
													Vcc	1Q	2Q	3Q	$\overline{OC}$ = H，高阻
'573	$\overline{OC}$	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	GND	C	8Q	7Q	6Q	5Q	4Q	
'574	外引线同上，仅 11 脚为 CP																同上

续表 1.19　触发器、锁存器、单稳态触发器、压控振荡器外引线排列

型　号	外引线编号(黑体字母代表输出量)																备　注
									24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
									Vcc	NC	1Q	2Q	3Q	4Q	5Q	6Q	同上
'575	$\overline{R_D}$	$\overline{OC}$	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	NC	GND	NC	CP	8Q	7Q	
													Vcc	$1\overline{Q}$	$2\overline{Q}$	$3\overline{Q}$	同上
'576	$\overline{OC}$	1D	2D	3D	4D	5D	6D	7D	8D	GND	CP	$8\overline{Q}$	$7\overline{Q}$	$6\overline{Q}$	$5\overline{Q}$	$4\overline{Q}$	
'577	外引线同'575，仅 1Q～8Q 改为 $1\overline{Q}$～$8\overline{Q}$																
'624	OSCGND	RNG	CX1	CX2	$\overline{EN}$	Y	GND	Z	Vcc	NC	NC	NC	FC	OSCVcc			注(14)
'625	GND	1Z	1Y	1CX1	1CX2	1FC	1OSCVcc	1OSCGND	2OSCGND	2OSCVcc	2FC	2CX2	2CX1	2Y	2Z	Vcc	注(16)
'626	GND	1Z	1Y	1 $\overline{EN}$	1CX1	1CX2	OSCVcc	OSCGND	1FC	2FC	2CX2	2CX1	2 $\overline{EN}$	2Y	2Z	Vcc	注(16)
'627	1OSCVcc	1FC	1CX1	1CX2	1OSCGND	1Y	GND	2Y	2OSCGND	2CX2	2CX1	2FC	2OSCVcc	Vcc			注(14)
'628	OSCGND	RNG	CX1	CX2	$\overline{EN}$	Y	GND	Z	Vcc	NC	RX	RX	FC	OSCVcc			注(14)
'629	2FC	1FC	1RNG	1CX1	1CX2	1 $\overline{EN}$	1Y	OSCGND	GND	2Y	2 $\overline{EN}$	2CX1	2CX2	2RNG	OSCVcc	Vcc	注(16)
									Vcc	1C	$1\overline{Q1}$	$1\overline{Q2}$	$1\overline{Q3}$	$1\overline{Q4}$	$2\overline{Q1}$	$2\overline{Q2}$	
'873	$1\overline{R_D}$	$1\overline{OC}$	1D1	1D2	1D3	1D4	2D1	2D2	2D3	2D4	$2\overline{OC}$	GND	$2\overline{R_D}$	2C	$2\overline{Q4}$	$2\overline{Q3}$	同相，3S
'874	外引线同'873，3S，仅 14 脚改为 2CP，23 脚改为 1CP																
									Vcc	1CP	$1\overline{Q1}$	$1\overline{Q2}$	$1\overline{Q3}$	$1\overline{Q4}$	$2\overline{Q1}$	$2\overline{Q2}$	
'876	$1\overline{S_D}$	$1\overline{OC}$	1D1	1D2	1D3	1D4	2D1	2D2	2D3	2D4	2OC	GND	$2\overline{S_D}$	2CP	$2\overline{Q4}$	$2\overline{Q3}$	反相，3S
									Vcc	1CP	1Q1	1Q2	1Q3	1Q4	2Q1	2Q2	
'878	$1\overline{R_D}$	$1\overline{OC}$	1D1	1D2	1D3	1D4	2D1	2D2	2D3	2D4	$2\overline{OC}$	GND	$2\overline{R_D}$	2CP	2Q4	2Q3	同相，3S
'879	外引线同'878，3S，仅 Q 为反相输出																
'880	外引线同'876，3S，仅 14 脚改为 2C，23 脚改为 1C																

注：因为有的引出线符号过长，本型号的引出线符号与表头栏目中引出线的序号不能全部对齐，请读者查阅时从左侧第一脚开始数清楚。括号中为引脚数。

表 1.20　计数器参数

型号	名　称	最大时钟频率 f_{CPMAX}(MHz)							备　注
		TTL	S	LS	ALS	F	HC	AC	
'56	1/50 分频器			25					R_D，CP_A↓ ÷5，CP_B↓ ÷10
'57	1/60 分频器			25					R_D，CP_A↓ ÷6，CP_B↓ ÷10
'68	双 4 位十进制计数器			60					$\overline{R_D}$，CP↓ ÷2，÷5，÷10
'69	双 4 位二进制计数器			70					$\overline{R_D}$，CP↓ ÷2，÷8，÷10
'90	2－5 分频计数器	32		32					R_D，CP_A↓ ÷2，CP_B↓ ÷5
'92	2－6 分频计数器	32		32					R_D，CP_A↓ ÷2，CP_B↓ ÷6
'93	2－8 分频计数器	32		32					R_D，CP_A↓ ÷2，CP_B↓ ÷8
'160	4 位十进制同步计数器	32		32	40	120	44	118	异步清零$\overline{R_D}$，CP↑
'161	4 位二进制同步计数器	32		32	40	120	44	118	异步清零$\overline{R_D}$，CP↑
'162	4 位十进制同步计数器	25	40	25	40	100	44	118	同步清零$\overline{R_D}$，CP↑
'163	4 位二进制同步计数器	25	40	25	40	100	44	118	同步清零$\overline{R_D}$，CP↑
'168	4 位十进制可逆计数器		40	25	40	115		154	CP↑
'169	4 位二进制可逆计数器		40	35	40	115		154	CP↑

续表 1.20　计数器参数

型号	名　　称	最大时钟频率 f_{CPMAX}(MHz)							备　　注
		TTL	S	LS	ALS	F	HC	AC	
'176	可预置 2－5 进制计数器	35							$\overline{R_D}$,CP↓
'177	可预置 2－8 进制计数器	35							$\overline{R_D}$,CP↓
'190	4 位十进制可逆计数器	20		20	35	100	48	120	CP↓
'191	4 位二进制可逆计数器	20		20	35	100	48	133	CP↓
'192	4 位十进制可逆计数器	20		25	40	125	60	120	R_D,CP＋CP－↑
'193	4 位二进制可逆计数器	20		25	40	125	60	120	R_D,CP＋CP－↑
'196	可预置 2－5 进制计数器	50	100	30					$\overline{R_D}$,CP_A↓ ÷2,CP_B↓ ÷5
'197	可预置 2－8 进制计数器	50	100	30					$\overline{R_D}$,CP_A↓ ÷2,CP_B↓ ÷8
'269	8 位可逆计数器					100			CP↑
'290	2－5 分频计数器	32		32					R_D,CP_A↓ ÷2,CP_B↓ ÷5
'292	可编程分频/定时器			50			30		$\overline{R_D}$,CP↑, 2^{31}
'293	2－8 分频计数器	32		32					$\overline{R_D}$,CP_A↓ ÷2,CP_B↓ ÷8
'294	可编程分频/定时器			50			30		$\overline{R_D}$,CP↑, 2^{15}
'390	双 2－5 分频计数器	25		35			60		R_D,CP_A↓ ÷2,CP_B↓ ÷5
'393	双 2－8 分频计数器	25		35			60		R_D,CP_A↓ ÷2,CP_B↓ ÷8
'490	双 4 位十进制计数器	25		35			36		R_D,CP↓
'560	4 位十进制同步计数器				30				3S,同步$\overline{R_D}$,CP↑
'561	4 位二进制同步计数器				40				3S,同步$\overline{R_D}$,CP↑
'568	4 位十进制可逆计数器				30	115		117	3S,同步$\overline{R_D}$,CP↑
'569	4 位二进制可逆计数器				40	115		117	3S,同步$\overline{R_D}$,CP↑
'579	8 位二进制可逆计数器					100			3S,$\overline{R_D}$,CP↑
'590	8 位二进制计数器			20			40		3S,↑,输出寄存,$\overline{R_D}$
'591	8 位二进制计数器			20					OC,↑,输出寄存,$\overline{R_D}$
'592	8 位二进制计数器			20			40		CP↑,输入寄存,$\overline{R_D}$
'593	8 位二进制计数器			20			40		3S,↑,输入寄存,$\overline{R_D}$
'668	4 位十进制可逆计数器			35					CP↑
'669	4 位二进制可逆计数器			35					CP↑
'690	4 位十进制同步计数器			20					3S,↑,异步清零,输出寄存
'691	4 位二进制同步计数器			20					3S,↑,异步清零,输出寄存
'692	4 位十进制同步计数器			20					3S,↑,同步清零,输出寄存
'693	4 位二进制同步计数器			20					3S,↑,同步清零,输出寄存
'696	4 位十进制可逆计数器			20					3S,↑,异步清零,输出寄存
'697	4 位二进制可逆计数器			20					3S,↑,异步清零,输出寄存
'698	4 位十进制可逆计数器			20					3S,↑,同步清零,输出寄存
'699	4 位二进制可逆计数器			20					3S,↑,同步清零,输出寄存

注 1:备注中的符号 CP↑和 CP↓分别代表计数器的动作边沿。

注 2:$\overline{R_D}$代表低电平清零,R_D代表高电平清零。

表 1.21　计数器外引线排列

序　号	外引线编号（黑体字母代表输出量）																备　　注
									24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
'56	CP_B	Vcc	**QA**	GND	CP_A	R_D	**QB**	**QC**									CP_A↓ ÷5，CP_B↓ ÷10
'57	CP_B	Vcc	**QA**	GND	CP_A	R_D	**QB**	**QC**									CP_A↓ ÷6，CP_B↓ ÷10
'68	1CP_A	1**QB**	1**QD**	1$\overline{R_D}$	2**QC**	NC	2**QA**	GND	2CP	2**QB**	2$\overline{R_D}$	2**QD**	1**QC**	1**QA**	1CP_B	Vcc	CP_A ÷2，CP_B ÷5，2CP ÷10
'69	1CP_A	1**QB**	1**QD**	1$\overline{R_D}$	2**QC**	NC	2**QA**	GND	2CP	2**QB**	2$\overline{R_D}$	2**QD**	1**QC**	1**QA**	1CP_B	Vcc	CP_A ÷2，CP_B ÷8，2CP ÷16
'90	CP_B	R_{01}	R_{02}	NC	Vcc	R_{91}	R_{92}	**QC**	**QB**	GND	**QD**	**QA**	NC	CP_A			CP_A↓ ÷2，CP_B↓ ÷5
'92	CP_B	NC	NC	NC	Vcc	R_{01}	R_{02}	**Qo**	**Qc**	GND	**QB**	**QA**	NC	CP_A			CP_A↓ ÷2，CP_B↓ ÷6
'93	CP_B	R_{01}	R_{02}	NC	Vcc	NC	NC	**QC**	**QB**	GND	**QD**	**QA**	NC	CP_A			CP_A↓ ÷2，CP_B↓ ÷8
'160	$\overline{R_D}$	CP	A	B	C	D	EP	GND	$\overline{LD}$	ET	**QD**	**QC**	**QB**	**QA**	**RCO**	Vcc	'160～'163 外引线相同，
'161	其中'160、'161 异步清零；'162、'163 同步清零；'160、'162 为 2－10 进制；'161、'163 为 2－16 进制。																
'162	[9,7,10]＝L××，HHH，HL×，H×L 分别对应预置数、计数、保持、保持																
'163																	
'168	U/$\overline{D}$	CP	A	B	C	D	$\overline{EP}$	GND	$\overline{LD}$	$\overline{ET}$	**QD**	**QC**	**QB**	**QA**	$\overline{RCO}$	Vcc	[9,2]＝L↑为预置，
'169	同上																[7,10,2]＝LL↑为计数，[7,10,1]＝H×H，×HH 为保持
'176	$\overline{LD}$	**QC**	C	A	**QA**	CP_B	GND	CP_A	**QB**	B	D	**QD**	$\overline{R_D}$	Vcc			CP_BDIV5；CP_ADIV2。注 1
'177	$\overline{LD}$	**QC**	C	A	**QA**	CP_B	GND	CP_A	**QB**	B	D	**QD**	$\overline{R_D}$	Vcc			CP_BDIV8；CP_ADIV2。注 1
'190	B	**QB**	**QA**	$\overline{EN}$	D/$\overline{U}$	**QC**	**QD**	GND	D	C	$\overline{LD}$	MAX/MIN	$\overline{RCO}$	CP	A	Vcc	注 2。当加计数到最大数，减
'191	同上																计数到 0000 时，MAX/MIN＝H
'192	B	**QB**	**QA**	CP－	CP＋	**QC**	**QD**	GND	D	C	$\overline{LD}$	$\overline{CO}$	$\overline{BO}$	R_D	A	Vcc	$\overline{CO}$进位输出，$\overline{BO}$借位输出
'193	同上																
'196	$\overline{LD}$	**QC**	C	A	**QA**	CP_B	GND	CP_A	**QB**	B	D	**QD**	$\overline{R_D}$	Vcc			CP_BDIV5；CP_ADIV2。注 1
'197	$\overline{LD}$	**QC**	C	A	**QA**	CP_B	GND	CP_A	**QB**	B	D	**QD**	$\overline{R_D}$	Vcc			CP_BDIV8；CP_ADIV2。注 1
									$\overline{LD}$	D0	D1	D2	D3	Vcc	D4	D5	
'269	U/$\overline{D}$	**Q0**	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	GND	**Q5**	**Q6**	**Q7**	CP	$\overline{EP}$	$\overline{ET}$	$\overline{Q_{CC}}$	D7	D6	有关符号参阅'160 和'190
'290	R_{91}	NC	R_{92}	**QC**	**QB**	NC	GND	**QD**	**QA**	CP_A	CP_B	R_{01}	R_{02}	Vcc			功能同'90，仅引出线不同
'292	B	E	**TP1**	CP_A	CP_B	**TP2**	**Q**	GND	NC	A	$\overline{R_D}$	NC	**TP3**	D	C	Vcc	Q 输出 $f_i/2^n$
'293	NC	NC	NC	**QC**	**QB**	NC	GND	**QD**	**QA**	CP_A	CP_B	R_{01}	R_{02}	Vcc			功能同'93，仅引出线不同
'294	B	A	**TP**	CP_A	CP_B	NC	**Q**	GND	NC	NC	$\overline{R_D}$	NC	NC	D	C	Vcc	Q 输出 $f_i/2^n$
'390	1CP_A	1R_D	1**QA**	1CP_B	1**QB**	1**QC**	1**QD**	GND	2**QD**	2**QC**	2**QB**	2CP_B	2**QA**	2$\overline{R_D}$	2CP_A	Vcc	注 2。相当两个'90
'393	1CP	1R_D	1**QA**	1**QB**	1**QC**	1**QD**	GND	2**QD**	2**QC**	2**QB**	2**QA**	2R_D	2CP	Vcc			相当两个'93
'490	1CP	1R_D	1**QA**	1S_9	1**QB**	1**QC**	1**QD**	GND	2**QD**	2**QC**	2**QB**	2S_9	2**QA**	2R_D	2CP	Vcc	S9 为计数器的置 1001 端
													Vcc	**RO**	**CO**	$\overline{G}$	'560～'561 外引线相同。
'560	$\overline{ALD}$	CP	A	B	C	D	EP	$\overline{AR_D}$	$\overline{SR_D}$	GND	$\overline{LD}$	$\overline{ET}$	**QD**	**QC**	**QB**	**QA**	17＝H 高阻，17＝L 允许输出。
'561	8＝L 异步清零，1＝L 异步预置。[9,2]＝L↑同步清零，[11,2]＝L↑同步预置。[17,1,7,8,9,11,12,2]＝LHHHHHH↑计数																

续表 1.21　计数器外引线排列

序　号	外引线编号（黑体字母代表输出量）																备　　注
									24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
													Vcc	$\overline{RO}$	$\overline{CO}$	$\overline{G}$	17 = H 高阻，17 = L 允许输出。
'568	U/$\overline{D}$	CP	A	B	C	D	$\overline{EP}$	$\overline{AR_D}$	$\overline{SR_D}$	GND	$\overline{LD}$	$\overline{ET}$	**QD**	**QC**	**QB**	**QA**	其它功能参阅'560 和'561
'569	外引线同上																
													$\overline{MR}$	$\overline{SR}$	$\overline{CEP}$	$\overline{CET}$	12 = H 或[12,13,11] = LHH，I/O 高阻；[12,13,11] = LHL，I/O 工作。20 = L 清零，[19,1] = HL↑同步清零，[20,19,12,13,1] = HHLL↑串入，[20,19,12,13,17,18] = HHLLLL 计数
'579	CP	I/O0	I/O1	I/O2	I/O3	GND	I/O4	I/O5	I/O6	I/O7	$\overline{OE}$	$\overline{CS}$	$\overline{PE}$	U/$\overline{D}$	$\overline{TC}$	Vcc	
'590	**QB**	**QC**	**QD**	**QE**	**QF**	**QG**	**QH**	GND	$\overline{CO}$	$\overline{CLR}$	CCK	$\overline{CCKEN}$	RCK	$\overline{G}$	**QA**	Vcc	CCK 计数器 CP，RCK 寄存器 CP
'591	外引线同上																LS590，3S；LS591，OC
'592	B	C	D	E	F	G	H	GND	$\overline{CO}$	$\overline{CLR}$	CCK	$\overline{CCKEN}$	RCK	$\overline{CLD}$	A	Vcc	
													Vcc	G	$\overline{G}$	$\overline{RCKEN}$	注 2
'593	A/QA	B/QB	C/QC	D/QD	E/QE	F/QF	G/QG	H/QH	$\overline{CLD}$	GND	$\overline{CO}$	$\overline{CLR}$	CCK	$\overline{CCKEN}$	CCKEN	RCK	
'668	U/$\overline{D}$	CP	A	B	C	D	$\overline{EP}$	GND	$\overline{LD}$	$\overline{ET}$	**QD**	**QC**	**QB**	**QA**	$\overline{CO}$	Vcc	功能同'168
'669	外引线同上																
													Vcc	**CO**	**QA**	**QB**	'690～'693 外引线相同。
'690	$\overline{CR_D}$	CCK	A	B	C	D	EP	$\overline{RR_D}$	RCK	GND	R/$\overline{C}$	$\overline{G}$	$\overline{LD}$	ET	**QD**	**QC**	'690 和'691 由 $\overline{RR_D}$ = L 寄
'691 '692 '693	存器清零，'692 和'693 由 $\overline{RR_D}$ = L 和 RCK↑寄存器清零。$\overline{CR_D}$ = L 计数器清零。CCK 计数器时钟，RCK 寄存器时钟，CCK 和 RCK 反相，CCK 和 RCK 均↑有效。$\overline{G}$ = H 高阻，EP&ET = L 禁止，$\overline{LD}$ = L 预置，R/$\overline{C}$ = ↑且维持 H，Q = 预置数，且不变，但计数器停止计数，直至 RCK↑到来计数器从停止状态恢复计数。CO 进位输出																
													Vcc	$\overline{CO}$	**QA**	**QB**	'696～'699 外引线相同，
'696	U/$\overline{D}$	CCK	A	B	C	D	$\overline{EP}$	$\overline{CR_D}$	RCK	GND	R/$\overline{C}$	$\overline{G}$	$\overline{LD}$	$\overline{ET}$	**QD**	**QC**	符号参阅'690。RCK 寄存
'697 '698 '699	器时钟，CCK 和 RCK 均↑有效。$\overline{G}$ = H 高阻，EP&ET = L 禁止，$\overline{LD}$ = L 预置，R/$\overline{C}$ = ↑且维持 H，Q = 预置数，且不变，此时计数器仍然计数，一旦 RCK↑到来时，计数器则响应 RCK，且恢复 Q 的计数状态																

注 1：CP_BDIV5 意为 CP_B 是五进制计数部分的时钟，除以 5 之意，也可用 ÷5 表示。

注 2：本型号有的符号太长，与表头栏目中引出线的排列序号不能全部对齐，读者查阅时，请从左侧一一数清楚。

注 3：为了简化备注中的说明，以'560 为例：8 = L 异步清零，8 代表第八脚的 $\overline{AR_D}$；1 = L 异步预置，1 代表第一脚的 $\overline{ALD}$，且本计数器的 $\overline{ALD}$、$\overline{AR_D}$、$\overline{SR_D}$、$\overline{SLD}$等功能只能一个一个地执行，其有效的低电平也只能一个一个地加，备注中就没有逐项仔细说明。

表 1.22　寄存器、移位寄存器参数

型号	名　　称	最大时钟频率 f_{CPMAX}(MHz)							备　　注
		TTL	S	LS	ALS	F	HC	AC	
'91	8 位移位寄存器	10		25					CP↑
'94	4 位移位寄存器	10							双异步预置，↑
'95	4 位移位寄存器	25		30					并入并出串入，↓
'96	5 位移位寄存器	10		10					并入并出串入，↑
'164	8 位移位寄存器	36		36	60	90	62		并出串入，↑，$\overline{R_D}$
'165	8 位移位寄存器	26		35	60		62		并入串入串出，↑
'166	8 位移位寄存器	35		35	60		45		并入串入串出，↑，$\overline{R_D}$
'170	4×4 寄存器阵	30n	27n						OC
'172	8×2 寄存器阵	33n							3S
'173	4 位 D 型寄存器	25		50			55		3S
'178	4 位通用移位寄存器	25							Q 输出，↓
'179	4 位通用移位寄存器	25							QD 互补输出，↓，$\overline{R_D}$
'194	4 位双向移位寄存器	25	70	25		150	36		并入并出串入，↑，$\overline{R_D}$
'195	4 位双向移位寄存器	30	70	30		150	60		J-$\overline{K}$输入，并入并出，↑，$\overline{R_D}$
'198	8 位双向移位寄存器	25							并入并出，串入，↑，$\overline{R_D}$
'199	8 位移位寄存器	25							J-$\overline{K}$ 输入，并入出，↑，$\overline{R_D}$
'278	4 位可级联优先寄存器	35n							内部锁存
'295	4 位双向移位寄存器			30					3S，并入并出，串入，↓
'299	4 位双向移位寄存器/存储寄存器		50	35	30	100	29	173	3S，并入出，串入出，↑，$\overline{R_D}$
'322	8 位移位寄存器			35		90	40		3S，信号扩展，↑，$\overline{R_D}$
'323	8 位移位寄存器			35	30	100	29	130	3S，并串入，并串出，↑，$\overline{R_D}$
'395	4 位可级联移位寄存器			30		105			3S，并串入，并串出，↓，$\overline{R_D}$
'396	八进制存储寄存器			30					↑
'407	数据地址寄存器					12n			↑
'410	16×4 RAM 寄存器堆					9n			3S
'589	8 位移位寄存器						36		3S，输入锁存，↑
'594	8 位移位寄存器			*			*		3S，输出锁存，↑，$\overline{R_D}$
'595	8 位移位寄存器			*			*		3S，输出锁存，↑，$\overline{R_D}$
'596	8 位移位寄存器			*					OC，输出锁存，↑，$\overline{R_D}$
'597	8 位移位寄存器			20			40		输入锁存，↑，$\overline{R_D}$
'598	8 位移位寄存器			20			40		3S，输入锁存，↑，$\overline{R_D}$
'599	8 位移位寄存器			20					OC，输出锁存，↑，$\overline{R_D}$
'670	4×4 寄存器阵			24n					
'671	4 位通用移位寄存器/锁存器			170					3S，↑，异步清除，LS672 同步清除
'673	16 位移位寄存器			20		130	32		3S，↓，串入，串并出
'674	16 位移位寄存器			20		140	32		3S，↓，串并入，串出
'675	16 位移位寄存器					130			↓，串入，串并出
'676	16 位移位寄存器					110			↓，串并入，串出

注：有关说明见触发器。* 表示无数据。

表 1.23　寄存器、移位寄存器外引线排列

型　号	外引线编号（黑体字母代表输出量）																备　　注
					28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
'91	NC	NC	NC	NC	Vcc	NC	NC	NC	CP	GND	B	A	Q_H	$\overline{Q_H}$			[11,12] = HH, Q_H = H, 其它 Q_H = L
'94	P_{1A}	P_{1B}	P_{1C}	P_{1D}	Vcc	PE_1	SER	CP	Q_D	$\overline{R_D}$	P_{2D}	GND	P_{2C}	P_{2B}	PE_2	P_{2A}	SER 右串入, PE_1、PE_2 双异步预置
'95	SER	A	B	C	D	MODE	GND	CP2	CP1	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Vcc			6 = L 为→, 6 = H 且 CP2↓并入。注 2
'96	CP	A	B	C	Vcc	D	E	PE	SER	Q_E	Q_D	GND	Q_C	Q_B	Q_A	R_D	CP↑为→, 8 = H 为预置
'164	A	B	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D	GND	CP	$\overline{R_D}$	Q_E	Q_F	Q_G	Q_H	Vcc			CP↑为→, AB 与逻辑之后右串入
'165	*	CP	E	F	G	H	$\overline{Q_H}$	GND	Q_H	SER	A	B	C	D	#	Vcc	*: SH/$\overline{LD}$(右移/预置), #: CPINH
'166	SER	A	B	C	D	#	CP	GND	$\overline{R_D}$	E	F	G	Q_H	H	*	Vcc	*: SH/$\overline{LD}$(右移/预置), #: CPINH
'170	D1	D2	D3	R_B	R_A	Q_3	Q_2	GND	Q_1	Q_0	$\overline{GR}$	$\overline{GW}$	W_B	W_A	D0	Vcc	OC, [13,14]控制 D, 11 = L 时, [4,5] = LL ~ HH, 写入字的相应位
									Vcc	1W2	1DA	2DA	2 $\overline{GW}$	2W/R2	2W/R1	2W/R0	注 1。1W 控制 1D 写, 1R 控制 1Q 读
'172	1W1	1W0	1 $\overline{GW}$	1DB	2DB	CP	1R2	1R1	1R0	$1Q_R$	$2Q_B$	GND	$2Q_A$	$1Q_A$	1 $\overline{GR}$	2 $\overline{GR}$	3S, 2W/R 控制 2D 写和 2Q 读
'173	$\overline{M}$	$\overline{N}$	1Q	2Q	3Q	4Q	CP	GND	$\overline{G1}$	$\overline{G2}$	4D	3D	2D	1D	R_D	Vcc	3S, [1,2]与使能 D, [9,10]与使能 CP
'178	B	A	SER	Q_A	CP	Q_B	GND	Q_C	LD	Q_D	SH	D	C	Vcc			11 = H, CP↓, →; 9 = H, CP↓, 并入
'179	$\overline{R_D}$	B	A	SER	Q_A	CP	Q_B	GND	Q_C	LD	Q_D	$\overline{Q_D}$	SH	D	C	Vcc	13 = H, CP↓, →; 10 = H, CP↓, 并入
'194	$\overline{R_D}$	DSR	A	B	C	D	DSL	GND	S0	S1	CP	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Vcc	[10,9] = HH, LH, HL 对应并入、右移、左移
'195	$\overline{R_D}$	J	$\overline{K}$	A	B	C	D	GND	SH/$\overline{LD}$	CP	$\overline{Q_D}$	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Vcc	注 1。9 = SH/$\overline{LD}$同'165, J $\overline{K}$右移串入
									Vcc	S1	DSL	H	Q_H	G	Q_G	F	[23,1] = HH, LH, HL, LL 且 CP↑参与
'198	S0	DSR	A	Q_A	B	Q_B	C	Q_C	D	Q_D	CP	GND	$\overline{R_D}$	Q_E	E	Q_F	实现并入、右移、左移、保持
									Vcc	SH/$\overline{LD}$	H	Q_H	G	Q_G	F	Q_F	注 1。参阅'195。CPINH = H 禁止时
'199	$\overline{K}$	J	A	Q_A	B	Q_B	C	Q_C	D	Q_D	CPINH	GND	CP	$\overline{R_D}$	Q_E	E	钟, 为保持功能
'278	ST	D3	D4	P0	P1	Y_4	GND	Y_3	Y_2	Y_1	NC	D1	D2	Vcc			[4,1] = LH 时 D_i = H, Y_i = H, 其它 Y = L,
	P1 = $Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4$; [4,1] = HL, Y = L, P1 = H; [4,1] = LL, 且 ST↓时内部锁存器锁存; [4,1] = HH 时同 LH, 但 Y = L, P1 = H																

续表 1.23　寄存器、移位寄存器外引线排列

型　号	外引线编号（黑体字母代表输出量）																备　注
					28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
'295	SER	A	B	C	D	LD/$\overline{SH}$	GND	OC	CP	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Vcc			3S。当 CP↓时，6＝H，并入；6＝L，右移
'299	S0	$\overline{G1}$	$\overline{G2}$	G/Q_G	E/Q_E	C/Q_C	A/Q_A	Q_A'	$\overline{R_D}$	GND	SR	CP	Vcc B/Q_B	S1 D/Q_D	SL F/Q_F	Q_H' H/Q_H	注 1。[2,3]＝LL 使能，[19,1]＝LL，LH，HL，HH 对应保持、→、←、并入
'322	$\overline{G}$	S/$\overline{P}$	D0	A/Q_A	C/Q_C	E/Q_E	G/Q_G	$\overline{OE}$	$\overline{R_D}$	GND	CP	Q'$_H$	Vcc H/Q_H	DS F/Q_F	$\overline{SE}$ D/Q_D	D1 B/Q_B	3S。注 1。CP↑，$\overline{G}$＝L 使能。2＝H，→；2＝L，并入。$\overline{SE}$符号扩展，DS 数据选择
'323	同'299，'299 异步清除，'323 同步清除																OE，输出使能
'395	$\overline{R_D}$	SER	A	B	C	D	LD/$\overline{SH}$	GND	$\overline{OC}$	CP	Q'$_D$	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Vcc	3S，CP↓，$\overline{OC}$＝H 高阻，但对 Q'$_D$ 和时序无影响
'396	2Q_1	1Q_1	D1	2Q_2	1Q_2	D2	CP	GND	D3	1Q_3	2Q_3	D4	1Q_4	2Q_4	$\overline{G}$	Vcc	CP↑，$\overline{G}$＝L 并入，1Q_i＝Di，2Q_i＝1Q_{in}
'407	$\overline{EX}$	I0	I1	I2	I3	$\overline{EO_X}$	CP	X0	Vcc X1	$\overline{CI}$ X2	$\overline{EO_0}$ X3	$\overline{D0}$ GND	$\overline{Q_0}$ $\overline{CO}$	$\overline{D1}$ $\overline{Q_3}$	$\overline{Q_1}$ $\overline{D3}$	$\overline{D2}$ $\overline{Q_2}$	I0～I3 指令输入，X0～X3 总线
'410	$\overline{CS}$	$\overline{WE}$	A0	A1	A2	A3	CP	$\overline{OE}$	GND	Q_3	D3	Q_2	D2	Q_1	Vcc D1	D0 Q_0	3S，$\overline{CS}$＝L 片选，$\overline{WE}$＝L 写允许，$\overline{OE}$＝L 输出使能，A_0～A_3 地址码，D_0～D_3 数据
'589	B	C	D	E	F	G	H	GND	Q'$_H$	G	SRCK	RCK	*	SER	A	Vcc	3S，* 为$\overline{SRLOAD}$，13＝L 数据并入，SRCK 移位时钟，可由 SER→串入，RCK 锁存时钟，$\overline{G}$＝H 输出高阻
'594	Q_B	Q_C	Q_D	Q_E	Q_F	Q_G	Q_H	GND	Q'$_H$	*	SRCK	RCK	$\overline{RCLR}$	SER	Q_A	Vcc	* 为$\overline{SRCLR}$，即串联清零；$\overline{RCLR}$为寄存器清零
'595	Q_B	Q_C	Q_D	Q_E	Q_F	Q_G	Q_H	GND	Q'$_H$	*	SRCK	RCK	G	SER	Q_A	Vcc	
'596	同'595																'595，3S；'596，OC。均有输出锁存
'597	B	C	D	E	F	G	H	GND	Q'$_H$	*	SRCK	RCK	#	SER	A	Vcc	* 为$\overline{SRCLR}$，# 为$\overline{SRLOAD}$，有输入锁存
'598	A/Q_A	B/Q_B	C/Q_C	D/Q_D	E/Q_E	F/Q_F	G/Q_G	H/Q_H	*	GND	Q'$_H$	* *	Vcc SRCK	DS #	SERO RCK	SERI $\overline{C}$	3S。注 1。* 为$\overline{SRLOAD}$，* * 为$\overline{SRCLR}$，# 为 SCKEN，移位时钟使能
'599	同'594																有输出锁存

续表 1.23　寄存器、移位寄存器外引线排列

型　号	外引线编号（黑体字母代表输出量）																备　注
					28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
'670	D2	D3	D4	R_B	R_A	Q_4	Q_3	GND	Q_2	Q_1	$\overline{GR}$	$\overline{GW}$	W_B	W_A	D1	Vcc	3S，$\overline{GR}$读控制，$\overline{GW}$写控制
'671	SR	SRCK	A	B	C	D	SL	$\overline{SRCR}$	RCK	GND	R/$\overline{S}$	$\overline{G}$	Vcc S1	CASC S0	Q_A Q_D	Q_B Q_C	3S，功能相同的还有 LS672。LS672 清除需 CP↓参与。 12＝H 高阻，[13，14]＝LL，LH，HL，HH 对应保持、右串入、左串入、并入
'673	$\overline{CS}$	$\overline{SHCP}$	R/$\overline{W}$	* *	*	#	Y_0	Y_1	Vcc Y_2	Y_{15} Y_3	Y_{14} Y_4	Y_{13} GND	Y_{12} Y_5	Y_{11} Y_6	Y_{10} Y_7	Y_9 Y_8	3S，* 为 MR/STCP，# 为 SER/Q15，* * 为$\overline{STRCLR}$寄存器清除。1＝H，高阻，保持；[3，2]＝L↓，串入；[3，2，5]＝H↓L 循环串出；[3，2，5]＝H↓H 并入数据无位移。Y 为 I/O 口(HC)
'674	$\overline{CS}$	CP	R/$\overline{W}$	NC	MODE	#	P0	P1	Vcc P2	P15 P3	P14 P4	P13 GND	P12 P5	P11 P6	P10 P7	P9 P8	3S，# 为 SER/Q_{15}，功能基本同'673。 有并串输入和串出，无并出
'675	$\overline{CS}$	$\overline{SHCP}$	R/$\overline{W}$	SI	STCP	SO	Q0	Q1	Vcc Q2	Q15 Q3	Q14 Q4	Q13 GND	Q12 Q5	Q11 Q6	Q10 Q7	Q9 Q8	1＝H 保持，[3，2，5]＝×↓×右移， [3，2，5]＝H↓H 并行装入，无移位
'676	$\overline{CS}$	$\overline{CP}$	NC	SI	M	SO	P0	P1	Vcc P2	P15 P3	P14 P4	P13 GND	P12 P5	P11 P6	P10 P7	P9 P8	1＝H 保持，[5，2]＝L↓串入右移， [5，2]＝H↓并入

注 1：有的引脚符号过长，与表头栏目中引线的排列序号不能对齐，读者查阅时请从左侧开始数清楚。

注2：CP↑表示上升沿动作，备注中没有标明时，引线符号为 CP；CP↓表示下降沿动作，引线符号为$\overline{CP}$；→表示右移，有串入端时还有向右串入功能；←表示左移，以及向左串入。

1.4 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列表

表 1.24 CC4000、CC14000 系列 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列

型号	名称	外引线排列（黑体字母代表输出量）																参数[1] t_{pd}/f_{CP} (ns/MHz)	备注
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
										24	23	22	21	20	19	18	17		
4000	双 3 输入或非门及反相器	NC	NC	1A	1B	1C	**1Y**	Vss	**L**	**G**	**2Y**	2A	2B	2C	V_{DD}			45	$Y=\overline{A+B+C}$, $G=\overline{L}$
4001	四 2 输入或非门	1A	1B	**1Y**	**2Y**	2A	2B	Vss	3A	3B	**3Y**	**4Y**	4A	4B	V_{DD}			250	$Y=\overline{A+B}$
4002	双 4 输入或非门	**1Y**	1A	1B	1C	1D	NC	Vss	NC	2A	2B	2C	2D	**2Y**	V_{DD}			250	$Y=\overline{A+B+C+D}$, HC = 12ns
4006	18 位静态移位寄存器	D1	Q1+4[1]	CP	D2	D3	D4	Vss	Q4+4	Q4+5	Q3+4	Q2+4	Q2+5	Q1+4	V_{DD}			600	D1、D2、D3、D4 为串入端。符号 Q4+5 为输出端，4 代表对应 D4 输入的寄存器，+5 代表经过五级寄存器
4007	双互补对及反相器	**E**	C	D	H	**F**	A	Vss	**C**	K	I	J	**Y**	**B**	V_{DD}			110	A 为第一个互补对的栅极输入，B 为 P 沟管漏极，C 为 N 沟管漏极输出；D 为第二个互补对的输入，E、G 为 P 沟管漏极、源极，F、H 为 N 沟管漏极、源极；I 为反相器的输入，Y 为反相器的输出，J 接 V_{DD}，K 接 Vss
4008	4 位二进制超前进位全加器	A3	B2	A2	B1	A1	B0	A0	Vss	CI	**F0**	**F1**	**F2**	**F3**	**CO**	B3	V_{DD}	800	F 为和输出，CO 为进位输出
4009	六反相缓冲器	Vcc	**1Y**	1A	**2Y**	2A	**3Y**	3A	Vss	4A	**4Y**	5A	**5Y**	NC	6A	**6Y**	V_{DD}	27.5	$Y=\overline{A}$
4010	六同相缓冲器	Vcc	**1Y**	1A	**2Y**	2A	**3Y**	3A	Vss	4A	**4Y**	5A	**5Y**	NC	6A	**6Y**	V_{DD}	27.5	Y = A
4011	四 2 输入与非门	1A	1B	**1Y**	**2Y**	2A	2B	Vss	3A	3B	**3Y**	**4Y**	4A	4B	V_{DD}			250	$Y=\overline{AB}$
4012	双 4 输入与非门	**1Y**	1A	1B	1C	1D	NC	Vss	NC	2A	2B	2C	2D	**2Y**	V_{DD}			250	$Y=\overline{ABCD}$
4013	双 D 触发器	**1Q**	$1\overline{Q}$	1CP	$1R_D$	1D	$1S_D$	Vss	$2S_D$	2D	$2R_D$	2CP	$2\overline{Q}$	**2Q**	V_{DD}			3.5MHz	CP↑。[1]
4014	8 位移位寄存器	D7	**Q5**	**Q7**	D3	D2	D1	D0	Vss	M	CP	DS	**Q6**	D4	D5	D6	V_{DD}	3MHz	CP↑。[1]。M = H 并入，M = L 右移。DS 串入端

续表 1.24　CC4000、CC14000 系列 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列

型　号	名　　称	外引线排列（黑体字母代表输出量）																参数[1] t_{pd}/f_{CP} (ns/MHz)	备　　注
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
										24	23	22	21	20	19	18	17		
4015	双 4 位移位寄存器	2CP	2Q3	1Q2	1Q1	1Q0	$1R_D$	$1S_D$	V_{SS}	1CP	1Q3	2Q2	2Q1	2Q0	$2R_D$	$2\overline{DS}$	V_{DD}	3MHz	CP↑，右移。[1]。DS 串入端。[3]
4016	四双向开关	1A	1B	2B	2A	2C	3C	V_{SS}	3A	3B	4B	4A	4C	1C	V_{DD}			15/10	A：I/O，B：O/I，C 控制。HC = 15/50
4017	十进制计数器/分频器	Y5	Y1	Y0	Y2	Y6	Y7	Y3	V_{SS}	Y8	Y4	Y9	CO	EN	CP	S_D	V_{DD}	650/25	HC = 50MHz
4018	可预置 N 分频计数器	$\overline{DS}$	D0	D1	$\overline{Q1}$	$\overline{Q0}$	$\overline{Q2}$	D2	V_{SS}	D3	LD	$\overline{Q3}$	D4	Q4	CP	R_D	V_{DD}	400/3	CP↑。[1]。LD = H 预置，$\overline{Q} = \overline{D}$
4019	四 2 选 1 数据选择器	4D1	3D0	3D1	2D0	2D1	1D0	1D1	V_{SS}	A0	1Y	2Y	3Y	4Y	A1	4D0	V_{DD}	300	[A1A0] = ×H，H×，LL 分别对应 Y = D0，D1，L
4020	14 位同步二进制计数器	Q11	Q12	Q13	Q5	Q4	Q6	Q3	V_{SS}	Q0	CP	R_D	Q8	Q7	Q9	Q10	V_{DD}	400/3	CP↓，无 Q1、Q2 位。HC = 16MHz
4021	8 位移位寄存器	D7	Q5	Q7	D3	D2	D1	D0	V_{SS}	P/S	CP	DS	Q6	D4	D5	D6	V_{DD}	320/3	CP↑，[P/S] = H，异步，并入；[P/S] = L，右移，DS 串入
4022	八进制计数器/分频器	Y1	Y0	Y2	Y5	Y6	NC	Y3	V_{SS}	NC	Y7	Y4	CO	EN	CP	R_D	V_{DD}	650/2.5	CP↑，HC = 50MHz
4023	三 3 输入与非门	1A	1B	2A	2B	2C	2Y	V_{SS}	1C	1Y	3Y	3A	3B	3C	V_{DD}			250	$Y = \overline{ABC}$
4024	7 位同步二进制计数器	CP	R_D	Q6	Q5	Q4	Q3	V_{SS}	NC	Q2	NC	Q1	Q0	NC	V_{DD}			350/3.5	CP↓，HC = 50MHz
4025	三 3 输入或非门	1A	1B	2A	2B	2C	2Y	V_{SS}	1C	1Y	3Y	3A	3B	3C	V_{DD}			250	$Y = \overline{A + B + C}$
4026	十进制计数器/译码器	CP	$\overline{EN}$	RBI	RBO	CO	f	g	V_{SS}	d	a	e	b	c	c'	R_D	V_{DD}	500/2.5	CP↑，译码输出高有效，OC
4027	双主从 J－K 触发器	1Q	$1\overline{Q}$	1CP	$1R_D$	1K	1J	$1S_D$	V_{SS}	$2S_D$	2J	2K	$2R_D$	2CP	$2\overline{Q}$	2Q	V_{DD}	300/3.5	CP↓
4028	4 线－10 线译码器	Y4	Y2	Y0	Y7	Y9	Y5	Y6	V_{SS}	Y8	A	D	C	B	Y1	Y3	V_{DD}	350	译码输出高有效，HC = 25ns

续表 1.24　CC4000、CC14000 系列 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列

型号	名称	外引线排列（黑体字母代表输出量） 1	2	3	4	5	6	7	8	24 / 9	23 / 10	22 / 11	21 / 12	20 / 13	19 / 14	18 / 15	17 / 16	参数[1] t_{pd}/f_{CP} (ns/MHz)	备注
4029	4位二进制/十进制加/减计数器	LD	Q3	D3	D0	$\overline{CI}$	Q0	CO	Vss	B/$\overline{D}$	U/$\overline{D}$	Q1	D1	D2	Q2	CP	V_{DD}	500/2	CP↑，B/$\overline{D}$ 为二-十进制变换，U/$\overline{D}$ 为加减控制。$\overline{CI}$时钟允许，CI = L 时，在 CP↑作用下计数。LD = H 预置
4030	四异或门	1B	1A	1Y	2Y	2A	2B	Vss	3B	3A	3Y	4Y	4A	4B	V_{DD}			100	Y = A⊕B
4031	64位静态移位寄存器	DS	CP	NC	NC	DI_1	Q	$\overline{Q}$	Vss	OUT_{CP}	M	NC	NC	NC	NC	Q'	V_{DD}	300/1.6	CP↑
4032	三串行加法器（正逻辑）	Σ3	INV3	CP	Σ2	INV2	CAR	INV1	Vss	Σ1	A1	B1	B2	A2	B3	A3	V_{DD}	1400/4	CP↑
4033	十进制计数器/七段译码器	CP	$\overline{EN}$	$\overline{RBI}$	RBO	CO	f	g	Vss	d	a	e	b	c	LT	R_D	V_{DD}	500/2.5	CP↑，译码输出高有效。有关符号可参阅表 1.11
4034	8位总线寄存器	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	V_{DD} ENA	A7 DS	A6 A/B	A5 Vss	A4 P/S	A3 A/S	A2 CP	A1 A0	700/2.5	CP↑，ENA 为 A 数据线允许，P/S = L 串行，A/B = L 为 A 数据并出
4035	4位移位寄存器	$Q_0/\overline{Q_0}$	T/$\overline{C}$	$\overline{K}$	J	R_D	CP	P/S	Vss	D0	D1	D2	D3	$Q_3/\overline{Q_3}$	$Q_2/\overline{Q_2}$	$Q_1/\overline{Q_1}$	V_{DD}	500/2	CP↑，T/$\overline{C}$ 原码/补码
4038	三串行加法器	Σ3	INV3	CP	Σ2	INV2	CAR	INV1	Vss	Σ1	A1	B1	B2	A2	B3	A3	V_{DD}	1400/4	CP↑，负逻辑
4040	12位同步二进制计数器	Q11	Q5	Q4	Q6	Q3	Q2	Q1	Vss	Q0	CP	R	Q8	Q7	Q9	Q10	V_{DD}	360/3.5	CP↓，无 Q1、Q2 位，HC = 45MHz
4041	四原码反码缓冲器	1Y	$\overline{1Y}$	1A	2Y	$\overline{2Y}$	2A	Vss	3Y	$\overline{3Y}$	3A	4Y	$\overline{4Y}$	V_{DD}				120	Y = A，$\overline{Y}$ = $\overline{A}$
4042	四 D 锁存器	4Q	1Q	$\overline{1Q}$	1D	CP	M	2D	Vss	$\overline{2Q}$	2Q	3Q	$\overline{3Q}$	3D	4D	$\overline{4Q}$	V_{DD}	220	[5,6] = LL，↑L，HH，↓H 对应 Q = D、锁存、Q = D、锁存
4043	四 R－S 锁存器	4Q	1Q	1R	1S	EN	2S	2R	Vss	2Q	3Q	3R	3S	NC	4S	4R	V_{DD}	300	EN = L 为 3S，[S，R] = LL，LH，HK，HH 对应 Q = Q_n，L，H，H
4044	四 R－S 锁存器	4Q	1Q	$\overline{1R}$	1S	EN	$\overline{2S}$	$\overline{2R}$	Vss	2Q	3Q	3R	3S	NC	$\overline{4S}$	$\overline{4R}$	V_{DD}	300	EN = L 为 3S，[$\overline{S}$，$\overline{R}$] = LL，LH，HL，HH 对应 Q = L，H，L，Q_n
4045	21位计数器	S_P	S_N	V_{DD}	NC	NC	Y	y_{+d}	NC	NC	NC	NC	NC	Vss	$\overline{\phi}$	ϕ	V_{DD}	7MHz	ϕ 相当时钟
4046	锁相环	PP	OUT_{PD1}	INcomp	OUT_{vco}	INH	C_{PS1}	C_{PS2}	Vss	INvco	OUT_{DEM}	R1	R2	OUT_{PD2}	IN	Vz	V_{DD}	1.2MHz	[2]

续表 1.24　CC4000、CC14000 系列 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列

型号	名称	外引线排列（黑体字母代表输出量）																参数[1] t_{pd}/f_{CP} (ns/MHz)	备注
		1	2	3	4	5	6	7	8	24 9	23 10	22 11	21 12	20 13	19 14	18 15	17 16		
4047	非稳态/单稳态多谐振荡器	Cext	Rext	*	$\overline{AST}$	AST	TR −	V_{SS}	TR +	CR	**Q**	$\overline{Q}$	RET	Qocs	V_{DD}			400	* 为 Rext/Cext，也记成 Ri/Ci。[5,4] = LH 单稳态，[5,4] = HX 非稳态
4048	8 输入多功能门	**Y**	EN	I	H	G	F	M1	V_{SS}	M2	M0	D	C	B	A	EX	V_{DD}	300	3S，可扩展
4049	六反相缓冲器	V_{DD}	**1Y**	1A	**2Y**	2A	**3Y**	3A	V_{SS}	4A	**4Y**	5A	**5Y**	NC	6A	**6Y**	NC	92.5	Y = $\overline{A}$，HC = 17ns
4050	六同相缓冲器	V_{DD}	**1Y**	1A	**2Y**	2A	**3Y**	3A	V_{SS}	4A	**4Y**	5A	**5Y**	NC	6A	**6Y**	NC	125	Y = A，HC = 17ns
4051	8 选 1 模拟开关（分配器）	**B4**	**B6**	**A**	**B7**	**B5**	$\overline{EN}$	V_{EE}	V_{SS}	S2	S1	S0	**B3**	**B0**	**B1**	**B2**	V_{DD}	60	Ron = 1050Ω，HC = 10ns/100Ω。A 入 B 出，B 入 A 出
4052	双 4 选 1 模拟开关（分配器）	**1B0**	**1B2**	**1A**	**1B3**	**1B1**	$\overline{EN}$	V_{EE}	V_{SS}	S1	S0	**2B3**	**2B0**	**2A**	**2B1**	**2B2**	V_{DD}	25MHz	Ron = 1050Ω，HC = 95M/100Ω。A 入 B 出，B 入 A 出
4053	三 2 选 1 模拟开关（分配器）	**1B1**	**1B0**	**2B1**	**2A**	**2B0**	$\overline{EN}$	V_{EE}	V_{SS}	2S	1S	3S	**3B0**	**3B1**	**3A**	**1A**	V_{DD}	30MHz	Ron = 1050Ω，HC = 120M/100Ω
4054	四段液晶显示驱动器	ST4	f_{DI}	**Y4**	**Y3**	**Y2**	**Y1**	V_{EE}	V_{SS}	IN1	ST1	IN2	ST2	IN3	ST3	IN4	V_{DD}	400	
4055	4 线/七段译码器	f_{DO}	A	B	C	D	f_{DI}	V_{EE}	V_{SS}	**a**	**b**	**c**	**d**	**e**	**g**	**f**	V_{DD}	1300	输出高有效，显示字型 0 ~ 9、L、H、P、R、− 灭
4056	BCD 七段译码器/驱动器	STR	C	B	D	A	f_{DI}	V_{EE}	V_{SS}	**a**	**b**	**c**	**d**	**e**	**g**	**f**	V_{DD}	650	STR = H 选通，显示字型同 4055
4059	程控 1/n 计数器	CP	EN	D0	D1	D2	D3	D15	D14	V_{DD} D13	**OUT** D12	D4 Sc	D5 Vss	D6 Sb	D7 Sa	D8 D11	D9 D10	6MHz	BCD 输入
4060	14 位同步计数器	Q11	Q12	Q13	**Q5**	**Q4**	**Q6**	**Q3**	V_{SS}	**CKO**	$\overline{CKO}$	CKI	Cr	**Q8**	**Q7**	**Q9**	V_{DD}	3.5MHz	CKO 振荡输出，HC = 45M。Cr = H 清除，= L 计数
4061	14 位同步计数器	Q11	Q12	Q13	**Q5**	**Q4**	**Q6**	**Q3**	V_{SS}	**CKO**	$\overline{CKO}$	CKI	Cr	**Q8**	**Q7**	**Q9**	V_{DD}	HC = 45M	Cr 对 CKO 无封锁
4063	4 位数值比较器	B3	A < B	A = B	A > B	$F_{A>B}$	$F_{A=B}$	$F_{A<B}$	V_{SS}	B0	A0	B1	A1	A2	B2	A3	V_{DD}	625	
4066	四双向开关	1I/O	1O/I	2O/I	2I/O	2C	3C	V_{SS}	3I/O	3O/I	4O/I	4I/O	4C	1C	V_{DD}			10M/1050Ω	C = L 高阻，HC = 160/175
4067	16 选 1 模拟开关	O/I	I/O_7	I/O_6	I/O_5	I/O_4	I/O_3	I/O_2	I/O_1	V_{DD} I/O_0	I/O_8 A0	I/O_9 A1	I/O_{10} V_{SS}	I/O_{11} A3	I/O_{12} A2	I/O_{13} INH	I/O_{14} I/O_{15}	650/1050Ω	INH = H 禁止，HC = 15ns。0 ~ 15 作输入时，1 脚输出；1 脚输入时，可多路分配至 0 ~ 15

续表 1.24　CC4000、CC14000 系列 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列

型　号	名　　称	外引线排列（黑体字母代表输出量）																参数[1] t_{pd}/f_{CP} (ns/MHz)	备　　注
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
										24	23	22	21	20	19	18	17		
4068	8 输入与非/与门	**Y**	A	B	C	D	NC	V_{SS}	NC	E	F	G	H	**W**	V_{DD}			300	Y 与输出，W 与非输出
4069	六反相器	1A	**1Y**	2A	**2Y**	3A	**3Y**	V_{SS}	**4Y**	4A	**5Y**	5A	**6Y**	6A	V_{DD}			110	$Y=\overline{A}$
4070	四异或门	1A	1B	**1Y**	**2Y**	2A	2B	V_{SS}	3A	3B	**3Y**	**4Y**	4A	4B	V_{DD}			280	$Y=\overline{A}B+\overline{A}B$
4071	四 2 输入或门	1A	1B	**1Y**	**2Y**	2A	2B	V_{SS}	3A	3B	**3Y**	**4Y**	4A	4B	V_{DD}			250	Y = A + B
4072	双 4 输入或门	**1Y**	1A	1B	1C	1D	NC	V_{SS}	NC	2A	2B	2C	2D	**2Y**	V_{DD}			250	Y = A + B + C + D
4073	三 3 输入与门	1A	1B	2A	2B	2C	**2Y**	V_{SS}	1C	**1Y**	**3Y**	3C	3B	3A	V_{DD}			250	Y = ABC
4075	三 3 输入或门	1A	1B	2A	2B	2C	**2Y**	V_{SS}	1C	**1Y**	**3Y**	3C	3B	3A	V_{DD}			250	Y = A + B + C
4076	四 D 寄存器	E_A	E_B	**1Q**	**2Q**	**3Q**	**4Q**	CP	V_{SS}	$\overline{ST_A}$	$\overline{ST_B}$	4D	3D	2D	1D	Cr	V_{DD}	600/3	[1,2] = 11×，×H，Q = Z(高阻)； [9,10,7] = LL↑，Q = D
4077	四异或非门	1A	1B	**1Y**	**2Y**	2A	2B	V_{SS}	3A	3B	**3Y**	**4Y**	4A	4B	V_{DD}			175	$Y=\overline{A\oplus B}$
4078	8 输入或/或非门	**Y**	A	B	C	D	NC	V_{SS}	NC	E	F	G	H	**W**	V_{DD}			300，HC = 12	Y 或输出，W 或非输出
4081	四 2 输入与门	1A	1B	**1Y**	**2Y**	2A	2B	V_{SS}	3A	3B	**3Y**	**4Y**	4A	4B	V_{DD}			250	Y = AB
4082	双 4 输入与门	**1Y**	1A	1B	1C	1D	NC	V_{SS}	NC	2A	2B	2C	2D	**2Y**	V_{DD}			250	Y = ABCD
4085	双 2－2 输入与或非门	A1	B1	**Y1**	**Y2**	A2	B2	V_{SS}	C2	D2	INH1	INH2	C1	D1	V_{DD}			225	$Y=\overline{INH+AB+CD}$
4086	四路 2－2－2－2 输入与或非门	A	B	**Y**	NC	E	F	V_{SS}	G	H	INH	EN	C	D	V_{DD}			535	$Y=\overline{AB+CD+EF+GH+I1+I0}$，式中 I1、I0 为 11 脚、10 脚
4089	4 位二进制比例乘法器	Q15	SF2	SF3	S15	$\overline{F}$	F	$\overline{Q_{EN}}$	V_{SS}	CP	$\overline{ST}$	EN	CA	Cr	SF0	SE1	V_{DD}	220/1.2	
4093	四 2 输入与非门	1A	1B	**1Y**	**2Y**	2A	2B	V_{SS}	3A	3B	**3Y**	**4Y**	4A	4B	V_{DD}			600	$Y=\overline{AB}$
4094	8 位移位和存储总线寄存器	STR	D	CP	**Q0**	**Q1**	**Q2**	**Q3**	V_{SS}	**Qs**	**Qs'**	**Q7**	**Q6**	**Q5**	**Q4**	OE	V_{DD}	HC18/60	STR 右移选通，Qs 串出，OE 输出使能
4095	J　K 触发器	NC	R_D	J1	J2	J3	$\overline{Q}$	V_{SS}	**Q**	K3	K2	K1	CP	S_D	V_{DD}			500/3.5	$CP^{\uparrow}$，J = J1J2J3，K = K1K2K3

续表 1.24　CC4000、CC14000 系列 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列

型号	名称	外引线排列（黑体字母代表输出量）																参数[1] t_{pd}/f_{CP} (ns/MHz)	备注
		1	2	3	4	5	6	7	8	24 9	23 10	22 11	21 12	20 13	19 14	18 15	17 16		
4096	J－K 触发器	NC	R_D	J1	J2	$\overline{J3}$	$\overline{Q}$	Vss	Q	$\overline{K3}$	K2	K1	CP	S_D	V_{DD}			500/3.5	CP↑，J = J1J2 $\overline{J3}$，K = K1K2 $\overline{K3}$
4097	双 8 选 1 模拟开关	1O/I 1I/O_0	1I/O_7 1I/O_6	1I/O_6 A0	1I/O_5 A1	1I/O_4 Vss	1I/O_3 INH	1I/O_2 A2	1I/O_1 2I/O_7	V_{DD} 2I/O_6	2I/O_0 2I/O_5	2I/O_1 2I/O_4	2I/O_2 2O/I	2I/O_3	2I/O_4	2I/O_5	2O/I	20M/1050Ω	有双向传输功能，A0、A1、A2 公共选通，INH = H 禁止
4098	双可重触发单稳态触发器	1Ci	1Ri/Ci	1Ri	1TR＋	1TR－	Q1	$\overline{Q1}$	Vss	$\overline{Q2}$	Q2	2TR－	2TR＋	2Ri	2Ri/Ci	2Ci	V_{DD}	250	TR＋、TR－分别为正负触发
4099	8 位可寻址锁存器	Q7	Cr	D	SW	A0	A1	A2	Vss	Q0	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	V_{DD}	400	[$\overline{SW}$，$\overline{CR}$] = HH，Q = I。 [SW，$\overline{CR}$] = LL，LH，锁存
4316	四双向开关	1I/O	1O/I	2O/I	2I/O	2C	3C	$\overline{G}$	Vss	V_{EE}	3I/O	3O/I	4O/I	4I/O	4C	1C	V_{DD}	HC160M	[$\overline{G}$，C] = LH，HL，H× 为通、断、断
4351	8 选 1 模拟开关	X4	X6	NC	Y	X7	X5	$\overline{EN1}$	EN2	V_{EE}	GND	LE	C	V_{DD} B	X2 NC	X1 A	X0 X3	HC80M/100Ω	[7，8] = LH 使能，X 输入，Y 输出，可双向，LE 锁存控制
4352	双 4 选 1 模拟开关	Y0	Y2	NC	Y	Y3	Y1	$\overline{EN1}$	EN2	V_{EE}	GND	LE	B	V_{DD} A	X2 NC	X1 X3	X X0	HC95M/100Ω	同上，Xi 输入，X 输出；Yi 输入，y 输出。均可双向
4353	三 2 选 1 模拟开关	Y1	Y0	NC	Z1	Z	Z0	$\overline{EN1}$	EN2	V_{EE}	GND	LE	C	V_{DD} B	Y NC	X A	X1 X0	HC120M/100Ω	同上
4502	六反相/缓冲器	3A	3Y	1A	$\overline{EN}$	1Y	2A	2Y	Vss	4Y	4A	5Y	INH	5A	6Y	6A	V_{DD}	325	3S，12 = H，Y = L；4 = H，高阻，Y = $\overline{A}$
4503	六缓冲器	$\overline{EN1}$	1A	1Y	2A	2Y	3A	3Y	Vss	4Y	4A	5Y	5A	6Y	6A	$\overline{EN2}$	V_{DD}	75	3S，Y = A。[1] 控制 Y_1 ～ Y_4；[15] 控制 Y_5、Y_6
4508	双 4 位锁存器	1Cr	1ST	1 $\overline{EN}$	1D0	1Q0	1D1	1Q1	1D2	V_{DD} 1Q2	2Q3 1D3	2D3 1Q3	2Q2 Vss	2D2 2Cr	2Q1 2ST	2D1 2 $\overline{EN}$	2Q0 2D0	260	3S，[1，3，2] = LLH，锁存
4510	十进制同步可逆计数器	LD	Q3	D3	D0	$\overline{CI}$	Q0	$\overline{CO}$	Vss	Cr	U/$\overline{D}$	Q1	D1	D2	Q2	CP	V_{DD}	400/2	CP↑，10 = H 加计数，10 = L 减计数
4511	BCD－七段译码/驱动器	B	C	$\overline{LT}$	$\overline{BI}$	$\overline{LE}$	D	A	Vss	e	d	c	b	a	g	f	V_{DD}	1180/HC102	输出高有效，符号见表 1.10

续表 1.24　CC4000、CC14000 系列 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列

型　号	名　称	外引线排列（黑体字母代表输出量）																参数[1] t_{pd}/f_{CP} (ns/MHz)	备　注
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
										24	23	22	21	20	19	18	17		
4512	8 选 1 数据选择器	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	V_{SS}	D7	INH	$\overline{S0}$	$\overline{S1}$	$\overline{S2}$	**Y**	$\overline{EN_{XS}}$	V_{DD}	200	[10, 15] = LL, HL, × H; Y = 选择, L, 高阻
4514	4 线 – 16 线译码器	LE	A	B	**Y7**	**Y6**	**Y5**	**Y4**	**Y3**	V_{DD}	$\overline{G}$	D	C	Y10	Y11	Y8	Y9	970, HC24	LE = H 锁存控制, Y = H 有效
										Y1	Y2	Y0	GND	Y13	Y12	Y15	Y14		
4515	4 线 – 16 线译码器	同上																970/HC24	Y = L 有效, 其它同上
4516	4 位二进制可逆计数器	LD	Q3	D3	D0	$\overline{CI}$	Q0	$\overline{CO}$	V_{SS}	Cr	U/$\overline{D}$	Q1	D1	D2	Q2	CP	V_{DD}	400/2	CP↑, [10] = H 加计数, [10] = L 减计数
4517	双 64 位静态移位寄存器	Q_{16A}	Q_{48A}	WE_A	CP_A	Q_{64A}	Q_{32A}	D_A	V_{SS}	D_B	Q_{32B}	Q_{64B}	CP_B	WE_B	Q_{48B}	Q_{16B}	V_{DD}	150	CP↑, →, WE = H, Q 高阻
4518	双 4 位十进制同步计数器	1CP	1EN	1Q0	1Q1	1Q2	1Q3	1Cr	V_{SS}	2CP	2EN	2Q0	2Q1	2Q2	2Q3	2Cr	V_{DD}	500/1.5 HC20/60	[CP, Cr, EN] = ↑LH, LL↓, 加计数
4519	四 2 选 1 数据	Y3	X2	Y2	X1	Y1	X0	Y0	V_{SS}	A	Z0	Z1	Z2	Z3	B	X3	V_{DD}	250	X、Y 为输入, Z 为输出, 下标相同的为一组。[9, 14] = LL, LH, HL, HH, Z 分别为 L、Y、X、X 或 Y。A 选通 X, B 选通 Y
4520	双 4 位二进制同步计数器	1CP	1EN	1Q0	1Q1	1Q2	1Q3	1Cr	V_{SS}	2CP	2EN	2Q0	2Q1	2Q2	2Q3	2Cr	V_{DD}	560/1.5 HC20/60	[CP, Cr, EN] = ↑LH, LL↓, 加计数
4521	24 位分频器	Q24	Cr	V'_{SS}	OUT2	V'_{DD}	IN2	OUT1	V_{SS}	IN1	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	V_{DD}	4.5	Q18 即 $2^{18}\cdots$, 4 = $\overline{6}$, 7 = 2&9
4527	BCD 比例乘法器	Q9	SE2	SE3	S9	$\overline{F}$	F	$\overline{Q_{KN}}$	V_{SS}	CP	$\overline{ST}$	$\overline{EN}$	$\overline{CA}$	Cr	SE0	SE1	V_{DD}	220/1.2	[11, 10, 12, 4, 13] 全为 L, CP = 10 个脉冲, F 输出的脉冲数由 SE3、SE2、SE1、SE0 决定。S9 为置 9, 与 Cr 不能同时为 H
4530	双 5 输入多功能逻辑门	1A	1B	1C	1D	1E	1W	1Z	V_{SS}	2A	2B	2C	2D	2E	2W	2Z	V_{DD}	375	Z 为输出端。正逻辑 M5 = ABC + ABD + ABE + ACD + ACE + ADE + BCD + BCE + BDE + CDE, Z = $\overline{M5 \oplus W}$
4531	13 输入奇偶校验/发生器	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	V_{SS}	Q	*	D11	D10	D9	D8	D7	V_{DD}	–4.2/0.88[4]	* 为 ODD/EVEN, Q = 全部 D 及 ODD/EVEN 的异或运算

续表 1.24　CC4000、CC14000 系列 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列

型号	名称	外引线排列（黑体字母代表输出量）																参数[1] t_{pd}/f_{CP} (ns/MHz)	备注
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
										24	23	22	21	20	19	18	17		
4532	8线/3线优先编码器	D4	D5	D6	D7	EI	Q2	Q1	Vss	Q0	D0	D1	D2	D3	GS	EO	V_{DD}	205	EI、EO 为使能输入、输出，CS 为片优先编码输出
4536	程控定时器	S	R	IN1	OUT1	OUT2	*	INH_{CP}	Vss	A	B	C	D	O_{DEC}	* *	#	V_{DD}	1800/1.2	* 为 8 - BYPASS，即 8 旁路；* * 为 INH_{OSC}，振荡禁止；# 为 IN_{MONO}，单稳输入；O_{DEC}为译码输出；S = H 置 1，R = H 置 0
4538	双单稳多谐振荡器（可重触发）	GND	1Ci/Ri	R1	A1	B1	Q1	$\overline{Q1}$	GND	$\overline{Q2}$	Q2	B2	A2	R2	2Ci/Ri	GND	V_{DD}	300，HC45	[A，B] = ↑H，L↓，触发
4541	程控定时器	Rtc	Ctc	Rs	NC	AR	MR	Vss	Q	Q/$\overline{Q}$	MODE	NC	A	B	V_{DD}			3.5/1.5	
4543	BCD－七段锁存/译码/LCD 驱动器	$\overline{LE}$	C	B	D	A	PH	BI	GND	a	b	c	d	e	g	f	V_{DD}	1430，HC45	PH 相位输入，BI 消隐输入，LE 锁定允许输入，输出高有效，[DCBA] > 1001，消隐
4555	双2线/4线译码器	1 $\overline{EN}$	1A0	1A1	1Y0	1Y1	1Y2	1Y3	Vss	2Y3	2Y2	2Y1	2Y0	2A1	2A0	2 $\overline{EN}$	V_{DD}	440	输出高有效
4556	双2线/4线译码器	1 $\overline{EN}$	1A0	1A1	1 $\overline{Y0}$	1 $\overline{Y1}$	1 $\overline{Y2}$	1 $\overline{Y3}$	Vss	2 $\overline{Y3}$	2 $\overline{Y2}$	2 $\overline{Y1}$	2 $\overline{Y0}$	2A1	2A0	2 $\overline{EN}$	V_{DD}	440	反码输出，输出低有效
4557	1～64位可变时间移位寄存器	L2	L1	R_D	CP	$\overline{CE}$	B	A	Vss	A/Bsei	Q	$\overline{Q}$	L32	L16	L8	L4	V_{DD}	300/3	[9，4，5] = L↑L，H↑L，LH↓，HH↓对应 Q = B，A，B，A
4583	双斯密特触发器	Bcom	B+	B－	Aout	A－	A+	Acom	Vss	AIN	Bout	$\overline{Aout}$	$\overline{Bout}$	$\overline{DIS}$	OR	BIN	V_{DD}	650	$\overline{DIS}$ = L 时，$\overline{Aout}$ = $\overline{Bout}$ = Z；[A，B，$\overline{DIS}$] = 001，011，101，111 时，[Aout，Bout，OR] = 000，011，101，110
4584	六斯密特触发器	IN1	OUT1	IN2	OUT2	IN3	OUT3	Vss	OUT4	IN4	OUT5	IN5	OUT6	IN6	V_{DD}			125	
14006	18位静态移位寄存器	D0	NC	$\overline{CP}$	D4	D9	D13	Vss	Q16	Q17	Q12	Q7	Q8	Q3	V_{DD}			600/2.5	D0、D4、D9、D13 为串入端，Q 为输出端，Q 后的数字对应寄存器移位的位数
14175	四D触发器	$\overline{Cr}$	Q0	$\overline{Q0}$	D0	D1	$\overline{Q1}$	Q1	Vss	CP	Q2	$\overline{Q2}$	D2	D3	$\overline{Q3}$	Q3	V_{DD}	4.5M	
14501	双4输入与非门及2输入或非/或门	1A	2A	3A	4A	1C	2C	3C	Vss	4C	Yc	1B	2B	Ya	Yb	$\overline{Yb}$	V_{DD}		Yb = 1B + 2B，Ya = $\overline{1A2A3A4A}$ Yc = $\overline{1C2C3C4C}$

续表 1.24　CC4000、CC14000 系列 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列

型号	名称	外引线排列（黑体字母代表输出量）																参数[1] t_{pd}/f_{CP} (ns/MHz)	备注
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
										24	23	22	21	20	19	18	17		
14504	六 TTL/CMOS-CMOS/TTL 电平转换器	Vcc	1Y	1A	2Y	2A	3Y	3A	Vss	4A	4Y	5A	5Y	M	6A	6Y	V_{DD}	160	Y = A。M = H, TTL 方式；M = L, CMOS 方式
14512	8 选 1 数据选择器	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Vss	D7	INH	S0	S1	S2	Y	$\overline{EN_{3S}}$	V_{DD}	650	$\overline{EN_{3S}}$ = H、Y 高阻
14513	BCD－七段译码/驱动器	B	C	$\overline{LT}$	$\overline{BI}$	$\overline{EN}$	D	A	RBI	Vss	$\overline{RBO}$	e	d	c	b	V_{DD} a	f g	1360	输出高有效，符号见表 1.10
14522	二－N－十进制减法计数器	Q3	D3	LD	$\overline{EN}$	D0	CP	Q0	Vss	Q1	Cr	D1	Q_{CF}	CF	D2	Q2	V_{DD}	1100/1.5	LD = H 预置数。[6,4] = ↑L, H↓, LL, ×H对应计数、计数、保持、保持。
14526	二－N－十六进制减法计数器	Q3	D3	LD	$\overline{EN}$	D0	CP	Q0	Vss	Q1	Cr	D1	Q_{CF}	CF	D2	Q2	V_{DD}	1100/1.5	当 $Q_0 \sim Q_3$ 为 0 时，Q_{CF} = CF
14528	双可重触发单稳态触发器	1Ci	1Ri/Ci	1 $\overline{Cr}$	1TR+	1 $\overline{TR}$ −	1Q	1$\overline{Q}$	Vss	2$\overline{Q}$	2Q	2 $\overline{TR}$ −	2TR+	2 $\overline{Cr}$	2Ci/Ri	2Ci	V_{DD}	650	[TR+, TR−] = H↑, ↓L, 触发
14529	双 4 选/8 选 1 模拟数据选择器	1EN	1D0	1D1	1D2	1D3	A0	A1	Vss	2Y	1Y	2D3	2D2	2D1	2D0	2EN	V_{DD}	5M/480Ω	8 选 1 时 1Y 和 2Y 连接
14538	精密双可重触发单稳态触发器	同'14528																600	
14539	双 4 通道数据选择器	1EN	A1	1D3	1D2	1D1	1D0	1Y	Vss	2Y	2D0	2D1	2D2	2D3	2EN	A0	V_{DD}	420	
14543	4 线－七段译码器(BCD)	ST	A2	A1	A3	A0	M	BI	Vss	a	b	c	d	e	g	f	V_{DD}	1430, HC102	用 LCD、M 加方波。用共阴 LED, M = L；用共阳 LED, M = H。ST = H 选通输入。输出高有效。[DCBA] > 1001 消隐
14544	BCD－七段锁存/译码/驱动器	ST	C	B	D	A	M	BI	RBO	Vss	RBI	a	b	c	d	V_{DD} e	g f	1330	同上
14547	4 线－七段译码器/驱动器	B	C	NC	$\overline{BI}$	NC	D	A	Vss	e	d	c	b	a	g	f	V_{DD}	1360	功能参阅'47

续表 1.24　CC4000、CC14000 系列 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列

型　号	名　称	外引线排列（黑体字母代表输出量）																参数[1] t_{pd}/f_{CP} (ns/MHz)	备　注
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
										24	23	22	21	20	19	18	17		
14560	BCD 加法器	A1	B1	A2	B2	A3	B3	CI	Vss	CO	F3	F2	F1	F0	B0	A0	V_{DD}	2100,HC18	
14561	BCD 求反器	A0	A1	A2	A3	COMP	$\overline{COMP}$	Vss	NC	Z0	F3	F2	F1	F0	V_{DD}			1000	Z0 = H,F = L。[5,6] = HL,F 为 A 的补数;其它,F = A
14572	六　门	1Y	1A	2Y	2A	3Y	3A	3B	Vss	4Y	4D	5Y	5D	6Y	6A	6B	V_{DD}	90	1Y、2Y、4Y、5Y 为反相输出。3Y = $\overline{3A+3B}$,6Y = $\overline{6A6B}$
14585	4 位数值比较器	B2	A2	$F_{A=B}$	A > B	A < B	A = B	A1	Vss	B1	A0	B0	$F_{A<B}$	$F_{A>B}$	B3	A3	V_{DD}	860	
14599	8 位双向可寻址锁存器	Q7	Cr	D	W_{EN}	A0	A1	A2	EN	Vss	W/$\overline{R}$	Q0	Q1	Q2	Q3	V_{DD} Q4	Q6 Q5	400	8 = L 高阻。[10,4] = HL,写入,被寻址锁存器等于 D;[10,4] = HH,LH 对应锁存器不变,D 高阻和锁存器不变,D 为被寻址锁存器的状态
40097	双 8 选 1 模拟开关	X X	X7 X7	X6 X6	X5 X5	X4 X4	X3 X3	X2 X2	X1 X1	V_{DD} X0	Y0 A	Y1 B	Y2 Vss	Y3 INH	Y4 C	Y5 Y7	Y Y6	15MHz	C、B、A 为选择变量,A 为低位。 INH = H 禁止。功能同 4097
40100	32 位双向移位寄存器	NC	INH	CP	OUT_{SL}	NC	IN_{SL}	NC	Vss	*	NC	IN_{SR}	OUT_{SR}	#	NC	NC	V_{DD}	360/2	* 为 CON_{REC}。# 为 $CON_{L/R}$ = H,←;$CON_{L/R}$ = L,→。CP↑,内部 Q = IN;CP↓,内部 Q 不变,OUT = 内部 Q
40101	9 位奇偶校验器	D1	D2	D3	D4	D9	OUT_O	Vss	INH	OUT_E	D5	D6	D7	D8	V_{DD}			350	6 脚奇数输出,9 脚偶输出
40102	8 位 BCD 同步减法计数器	CP	$\overline{MR}$	$\overline{TE}$	P0	P1	P2	P3	GND	$\overline{PL}$	P4	P5	P6	P7	$\overline{Q}$	$\overline{PE}$	V_{DD}	300/1.4	[2,9,15,3] = HHHH,HHHL,HHL × ,HL × × ,L × × × 对应禁止、减计数、下一个 CP↑ 预置、异步预置、清除到最大计数值
40103	8 位二进制同步减法计数器	CP	$\overline{MR}$	$\overline{TE}$	P0	P1	P2	P3	GND	$\overline{PL}$	P4	P5	P6	P7	$\overline{Q}$	$\overline{PE}$	V_{DD}	300/1.4	同上

续表 1.24　CC4000、CC14000 系列 CMOS 数字集成电路参数和外引线排列

型　号	名　称	外引线排列（黑体字母代表输出量）																参数[1] t_{pd}/f_{CP} (ns/MHz)	备　注
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
										24	23	22	21	20	19	18	17		
40104	4 位双向移位寄存器	OE	DS_R	D0	D1	D2	D3	DS_L	GND	S0	S1	CP	Q3	Q2	Q1	Q0	V_{DD}	220/6 HC12/60	CP↑。[9, 10, 1] = LLH, HLH, LHH, HHH, × × L 对应复位、向高位移→、←、并行送数、高阻
40106	六反相器	1A	1Y	2A	2Y	3A	3Y	V_{SS}	4Y	4A	5Y	5A	6Y	6A	V_{DD}			280	斯密特触发
40107	双 2 输入与非缓冲器/驱动器	NC	NC	1A	1B	1Y	NC	V_{SS}	NC	2Y	2B	2A	NC	NC	V_{DD}			200	OD
40109	四低－高电平转换器	V_{CC}	1EN	1A	1Y	2Y	2A	2EN	V_{SS}	3EN	3A	3Y	NC	4Y	4A	4EN	V_{DD}	430	[A, EN] = LH, HH, × L 对应 Y = L, H, Z
40110	十进制可逆计数译码锁存驱动器	a	g	f	CT	Cr	LE	CP－	V_{SS}	CP＋	CO	BO	e	d	c	b	V_{DD}	2.5MHz	CP↑。[9, 7, 6, 4, 5] = ↑ × LLL, × ↑ LLL, ↓ ↓ × × L, × × × × H, × × × HL, ↑ × HLL, × ↑ HLL 对应加计数、减计数、保持、清除、禁止、加显示不变、减显示不变
40147	10 线－4 线优先编码器	I4	I5	I6	I7	I8	Y2	Y1	V_{SS}	Y0	I9	I1	I2	I3	Y3	I0	V_{DD}	875	BCD 输出
40160	十进制同步计数器	同'160，见表 1.20 和表 1.21																400/2	
40161	4 位二制同步计数器	同'161，见表 1.20 和表 1.21																340/2	
40162	十进制同步计数器	同'162，见表 1.20 和表 1.21																340/2	
40163	4 位二制同步计数器	同'163，见表 1.20 和表 1.21																340/2	
40174	六 D 触发器	同'174，见表 1.18 和表 1.19																300/3.5	
40257	四 2 选 1 数据选择器	同'257，见表 1.12 和表 1.13																150	

注[1]：参数栏对逻辑门和多数组合数字电路来说为平均传输延迟时间 t_{pd}，单位 ns；对于触发器等时序数字电路，参数栏中填写的是时钟频率 f_{CP}，单位 MHz，在数字后加 MHz 以便区别；对于两种参数都给出的情况，表示格式为 15/50(t_{pd}/f_{CP})，f_{CP}为最小值。

注[2]：本型号有的符号太长，与表头栏目中的引线排列序号不能一一对齐，读者查阅时请从左侧开始数清楚。

注[3]：标准 CMOS 系列的型号为 CC4－－－，对应 CD4－－－。莫托罗拉公司的型号为 MC14－－－，与之对应的国标型号为 CC14－－－。大部分二者都有，例如 CD4015、MC14015，表中只给出了 4015，要查阅 14015 可查 4015.4－－－。系列中的少数有 HCMOS，已在表中注明。单独的 14－－－品种见表 1.24 的后半部分。

注[4]：此参数为 I_{oH}/I_{oL}，单位 mA。

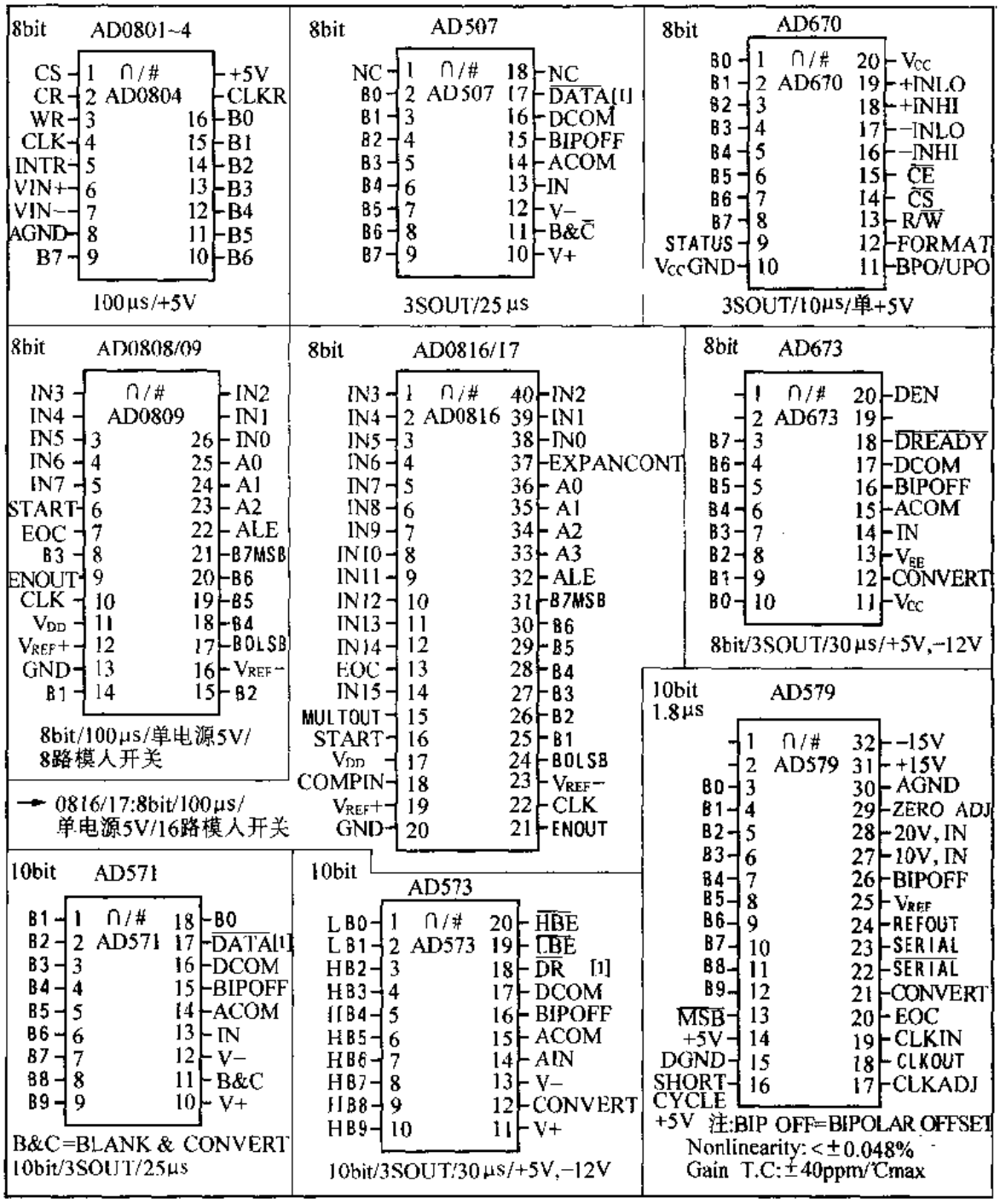
1.5 常用 ADC、DCA、半导体存储器、模拟开关、采样保持器和单片微机芯片

1.5.1 ADC

表 1.25 ADC 的外引线和主要参数(一)

本表收入8bitADC：AD0801～4，AD570，AD670，AD0808/0809，AD0816/0817，AD673

10bitADC：AD571，AD573，AD579



注[1]：DATA、DR 为 DATA READY。

表 1.25　ADC 的外引线和主要参数(二)

本表收入12bitADC：AD574/674/774/1674，AD572，AD578

16bitADC：ADC1140，ADC1143

高速 8bitADC：AD7820/7821

多通道 8bitADC：AD7824，AD7828

12bit　AD574/674/1674

+5V,LOGIC	1	28	STS
12/$\overline{8}$	2	27	B11MSB
$\overline{CS}$	3	26	B10
A0	4	25	B9
R/$\overline{C}$	5	24	B8
CE	6	23	B7
+5V,Vcc	7	22	B6
REFOUT	8	21	B5
AGND	9	20	B4
+10V,REFIN	10	19	B3
−15V,V_{EE}	11	18	B2
BIPOFF	12	17	B1
10V,IN	13	16	BOLSB
20V,IN	14	15	DGND

∩/#　STATUS

574A−35μs
774B−8μs　12bit/3SOUT/350mW/+5V
1647−10μs　574AL−10 ppm/℃

12bit　AD572

25μs
0.012%
15ppm/℃
900mW

B0	1	32	SERIAL SPAN
B1	2	31	−Vs,−15V
B2	3	30	BUFFER I
B3	4	29	BUFFER O
B4	5	28	Vs,15V
B5	6	27	GAINADJ
B6	7	26	AGND
B7	8	25	20V, SPAN
B8	9	24	10V, SPAN
B9	10	23	BIPOFF
B10	11	22	COMPIN
MSB B11	12	21	COMVERT
$\overline{MSB}$	13	20	STATUS
SHORT CYCLE	14	19	CLKOUT
DGND	15	18	V_{REF} OUT,+10V
V+=5V	16	17	$\overline{STATUS}$

∩/#　AD572

左上角数据从上到下依次为位数、转换时间、非线性、增益温度系数和功耗

12bit
3μs
0.012%
30ppm/℃
75mW

AD578

	1	32	−Vs
	2	31	+Vs
B2	3	30	AGND
B3	4	29	ZEROADJ
B4	5	28	20V, SPAN
B5	6	27	10V, SPAN
B6	7	26	BIPOFF
B7	8	25	REFIN
B8	9	24	V_{REF} OUT
B9	10	23	SERIAL
B10	11	22	$\overline{SERIAL}$
MSB B11	12	21	CONVERT
$\overline{MSB}$	13	20	EOC
SHORT CYCLE	14	19	CLKIN
DGND	15	18	CLKOUT
V+=5V	16	17	CLKADJ

∩/#　AD578

16bit
35μs
0.003%

ADC1140

+5V	1	32	+15V
DGND	2	31	−15V
$\overline{MS3}$	3	30	AGND
MSB	4	29	AIN1
BIT2	5	28	AIN2
BIT3	6	27	AIN3
BIT4	7	26	10V. OUT
BIT5	8	25	REFIN
BIT6	9	24	OFFSET ADJ
BIT7	10	23	NC
BIT8	11	22	STATUS
BIT9	12	21	CONVERT
BIT10	13	20	NC
BIT11	14	19	LSB
BIT12	15	18	BIT15
BIT13	16	17	BIT14

∩/#　ADC1140

ADC1143
16bit
70μs (J)
100μs (K)
0.006% (J)
0.003% (K)
2ppm/℃(J)
1ppm/℃(K)
175mW
引脚与ADC114同
新加
20−SERIAL OUT
23−CLK OUT

尺寸2"×2"×4"
两排引线间距1.8"
8,9和24,25间空1脚

8bit
高速

AD7820/7821

IN	1	20	V_{DD}
B0	2	19	V_{SS}
B1	3	18	$\overline{OFL}$
B2	4	17	B7
B3	5	16	B6
$\overline{WR}$/RDY	6	15	B5
MODE	7	14	B4
$\overline{R_D}$	8	13	$\overline{CS}$
$\overline{INT}$	9	12	+V_{REF}
GND	10	11	−V_{REF}

∩/#　AD7821

8bit/660ns/50mW/Track/Hold
带跟踪保持器
AD7802:8bit/1360ns
引脚19−NC,其它同AD7821

8bit
4通道

AD7824

IN4	1	24	V_{DD}=5V
IN3	2	23	NC
IN2	3	22	A0
IN1	4	21	A1
NC	5	20	B7
B0	6	19	B6
B1	7	18	B5
B2	8	17	B4
B3	9	16	$\overline{CS}$
$\overline{RD}$	10	15	RDY
$\overline{INT}$	11	14	+V_{REF}
GND	12	13	−V_{REF}

∩/#　AD7824

2.5μs/40mW/带跟踪保持器

8bit
4通道

AD7828

IN6	1	28	IN7
IN5	2	27	IN8
IN4	3	26	V_{DD}
IN3	4	25	A0
IN2	5	24	A1
IN1	6	23	A2
NC	7	22	B7
B0	8	21	B6
B1	9	20	B5
B2	10	19	B4
B3	11	18	$\overline{CS}$
$\overline{RD}$	12	17	RDY
$\overline{INT}$	13	16	+V_{REF}
GND	14	15	−V_{REF}

∩/#　AD7828

表 1.25　ADC 的外引线和主要参数(三)

本表收入3 1/2 位 ADC:ICL7106/7126/7107,5G14433

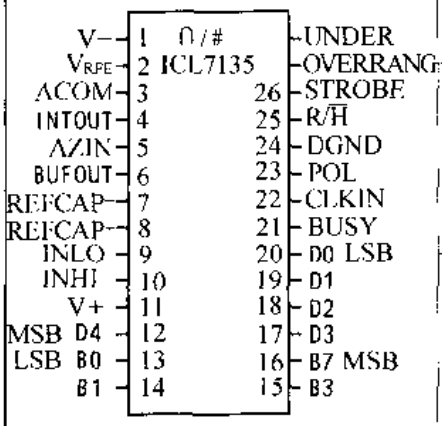
3 3/4 位 ADC:ADD3701

4 1/2 位 ADC:ICL7135

12bitADC:7109 双积分

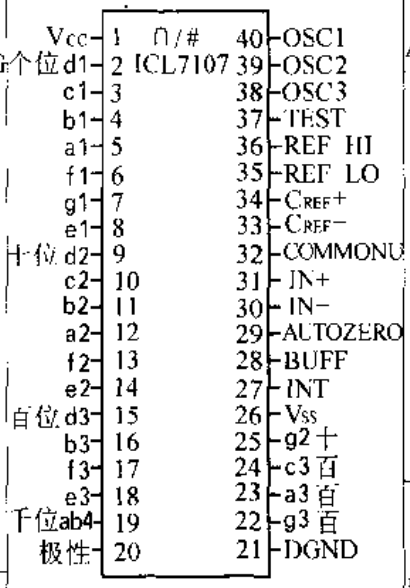
101 段液晶图条 ADC:ICL7182

4 1/2位　ICL7135



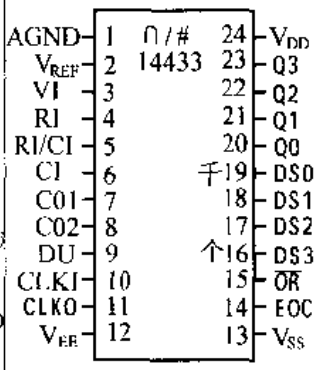
100ms/±1LSB/V_{CC}=5V/
模拟输入-2V~12V/V_{REF}=1.25V

3 1/2位　ICL7106/7126/7107



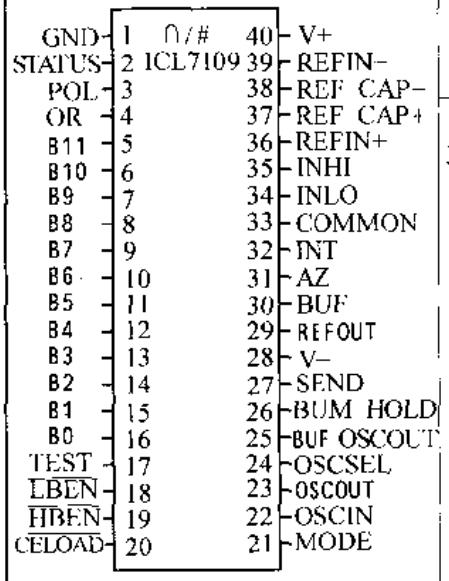
21脚对7106/7126是液晶背电极
ICL7106/7126配LCD显示器
ICL7107 配LED显示器

3 1/2位　5G14433



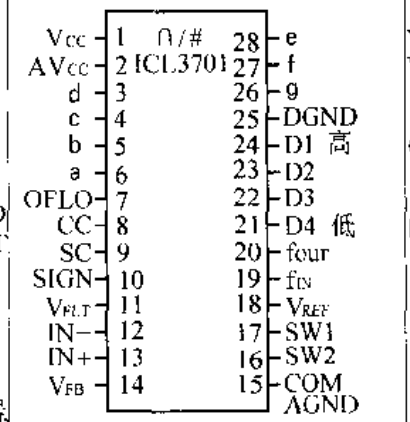
100ms/V_{CC}=5V和±15V/
V_{REF}=200msV,2V

12 位　ICL7109



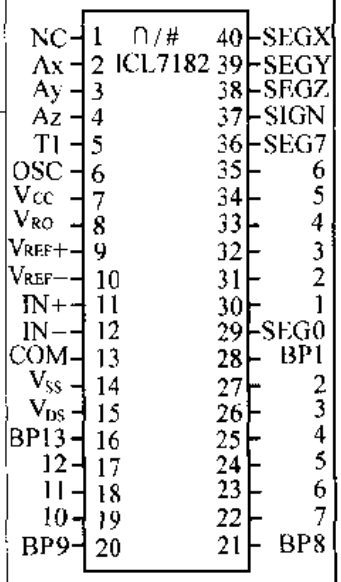
ICL7109是12位双积分型AD转换器,其它与7135基本相似,300ms/±2LSB/V_{CC}=±5V/模拟输入-2V~+2V/V_{REF}=1.25V

3 3/4位　ADD3701



最大显示3999/V_{CC}=5V/V_{REF}=2V
显示容量3 1/2位ADC大一倍

101 段液晶条图ADC　ICL7182



101段液晶条图AD转换器,液晶条的显示与输入的模拟量成比例,用于仪表的表头显示

1.5.2 DAC

表 1.26 DAC 的外引线和主要参数

本表收入8bitDAC：AD7524，AD588，0832　　10bitDAC：AD561，AD7533

12bitDAC：AD7541A，AD7545，AD7548　14bitDAC：AD7535

16bitDAC：AD569　　18bitDAC：DAC1146

8bit　AD7524

IOUT1	1	16	RFB
IOUT2	2	15	V_{REF}IN
GND	3	14	V_{DD}
B7	4	13	$\overline{WR}$
B6	5	12	$\overline{CS}$
B5	6	11	B0 LSB
B4	7	10	B1
B3	8	9	B2

200ns，单电源5~15V

8bit　AD558

LSB BIT8	1	16	OUT
7	2	15	OUT SENSE
6	3	14	OUT SELECT
5	4	13	AGND
4	5	12	DGND
3	6	11	V_{CC}
2	7	10	$\overline{CS}$
BIT 1 MSB	8	9	$\overline{CE}$

Vout SENSE=0~2.56V
Vout SELECT=0~10V
单电源 5~15V，1μs

8bit　AD0832

$\overline{CS}$	1	20	V_{CC}
$\overline{WR1}$	2	19	ILE(EN)
AGND	3	18	$\overline{WR2}$
D3	4	17	$\overline{XFER}$
D2	5	16	D4
D1	6	15	D5
LSB D0	7	14	D6
VREF	8	13	D7
RFB	9	12	I_{OUT1}
DGND	10	11	I_{OUT2}

电流输出，单源5~15V、1μs

10bit　AD561

GND	1	16	SPAN
BIPOFF	2	15	OUT
$-V_S$	3	14	$+V_S$
B0	4	13	B9 MSB
B1	5	12	B8
B2	6	11	B7
B3	7	10	B6
B4	8	9	B5

250ns/±1/2LSB
AD561JN±80ppm/℃(Gain T.C.)
AD561KN±30ppm/℃
AD561SD±60ppm/℃

10bit　AD7533

I_{OUT1}	1	16	R_{FB}
I_{OUT2}	2	15	V_{REF}
GND	3	14	V_{DD}
B9	4	13	B0 LSB
B8	5	12	B1
B7	6	11	B2
B6	7	10	B3
B5	8	9	B4

600ns/±0.4%
AD7533JN±22ppm/℃(Gain T.C.)
AD7533AD±16ppm/℃
AD7533SD±10ppm/℃

12bit　AD7541A

I_{OUT1}	1	18	RF
I_{OUT2}	2	17	V_{REF}
GND	3	16	V_{DD}
MSB B0	4	15	B11
B1	5	14	B10
B2	6	13	B9
B3	7	12	B8
B4	8	11	B7
B5	9	10	B6

600ns/±1LSB/5ppm/℃
AD7541AJN±1LSB/5ppm/℃(T.C.)
AD7543AK±1/2LSB/5ppm/℃

12bit　AD7545

OUT	1	20	R_{FB}
AGND	2	19	V_{REF}
DGND	3	18	V_{DD}
B11	4	17	$\overline{WR}$
B10	5	16	$\overline{CS}$
B9	6	15	B0
B8	7	14	B1
B7	8	13	B2
B6	9	12	B3
B5	10	11	B4

5μs/1LSB/5ppm/℃

12bit　AD7548

I_{OUT}	1	20	R_{FB}
AGND	2	19	V_{REF}
DGND	3	18	V_{DD}
$\overline{CSMSB}$	4	17	$\overline{WR}$
DF/$\overline{DOR}$	5	16	$\overline{CSLSB}$
CTRL	6	15	$\overline{LDAC}$
B7	7	14	B0
B6	8	13	B1
B5	9	12	B2
B4	10	11	B3

12bit/8bitBUS/1μs/5ppm/℃

14bit　AD7535

V_{REFS}	1	28	NC
V_{REFF}	2	27	V_{SS}
R_{FB}	3	26	V_{DD}
I_{OUT}	4	25	$\overline{WR}$
AGNDS	5	24	$\overline{CSLSB}$
AGNDF	6	23	$\overline{LDAC}$
DGND	7	22	$\overline{CSMSB}$
R13	8	21	B0
R12	9	20	B1
R11	10	19	B2
R10	11	18	B3
R9	12	17	B4
R8	13	16	B5
R7	14	15	B6

AD7535JN：1.5μs/±2LSB/5ppm/℃
AD7535KN：1.5μs/±1LSB/2.5ppm/℃

16bit　AD569

$+V_S$	1	28	$-V_S$
V_{REFS}	2	27	B0 LSB
V_{REFF}	3	26	B1
B8	4	25	B2
B9	5	24	B3
B10	6	23	$\overline{LBE}$
B11	7	22	B4
$\overline{HBE}$	8	21	B5
B12	9	20	B6
B13	10	19	B7
B14	11	18	GND
B15	12	17	OUT
$\overline{CS}$	13	16	$-V_{REFS}$
$\overline{LDAC}$	14	15	$-V_{REFF}$

18bit　DAC1146

DAC1143：18bit/6μs/2LSB/12ppm/℃

引脚编号：	32	31	30	29	28	27	26	25	24
	+15V	−15V	AGND	AMPIN	I_{OUT}	NC	REFOUT	REFIN	10k
引脚编号：	23	22	21	20	19	.....	3	2	1
	10k	5k	AMPOUT	OFFSET	BIT18	....	BIT2	MSB	MSB

尺　寸：2"×2"×0.4"

注：16bit
Nonlinearity　±0.01%　　AD569JN：3μs/±1LSB/200mW
8 and 16 BUS　　AD569KN：3μs/±1/2LSB/200mW

1.5.3 半导体存储器

表 1.27 半导体存储器 EPROM、E²PROM、RAM 和 Flash EPROM 等外引线排列

型号		外引线排列（黑体代表输出）														备注
		28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
SRAM	2114											V_{DD}	A7	A8	A9	[8,10]=LL,LH 对应写、读。1K×4
		A6	A5	A4	A3	A0	A1	A2	$\overline{CE}$	Vss	$\overline{WE}$	I/O4	I/O3	I/O2	I/O1	
	6116					V_{DD}	A8	A9	$\overline{WE}$	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CS}$	I/O8	I/O7	I/O6	[18,21,20]=LLH,LHL,H××对应写入、读出、低功耗维持
		A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	I/O1	I/O2	I/O3	Vss	I/O4	I/O5	
	6264	V_{DD}	$\overline{WE}$	NC	A8	A9	A11	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CE}$	I/O8	I/O7	I/O6	I/O5	I/O4	[20,27,22]=LLH,LHL 对应写、读
		NC	A12	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	I/O1	I/O2	I/O3	Vss	
	62128	V_{DD}	$\overline{WR}$	A13	A8	A9	A11	$\overline{R_D}$	A10	$\overline{CS}$	I/O8	I/O7	I/O6	I/O5	I/O4	
		NC	A12	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	I/O1	I/O2	I/O3	Vss	
	62256	V_{DD}	$\overline{WR}$	A13	A8	A9	A11	$\overline{R_D}$	A10	$\overline{CS}$	I/O8	I/O7	I/O6	I/O5	I/O4	
		A14	A12	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	I/O1	I/O2	I/O3	Vss	
EPROM	2716					V_{DD}	A8	A9	V_{PP}	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CS}$/PGM	**DO7**	**DO6**	**DO5**	2K×8,450ns,5V
		A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	**DO0**	**DO1**	**DO2**	Vss	**DO3**	**DO4**	
	2732 27C32					V_{DD}	A8	A9	A11	$\overline{OE}/V_{PP}$	A10	$\overline{CS}$	**DO7**	**DO6**	**DO5**	4K×8。$\overline{CS}$=L 读。[18,20]=×H,H×,D0~D7 高阻，非片选；[18,20]=LL,片选读 D0~D7
		A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	**DO0**	**DO1**	**DO2**	Vss	**DO3**	**DO4**	
			引线同上													
	2764 (27C64)	V_{DD}	$\overline{PGM}$	NC	A8	A9	A11	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CS}$	**DO7**	**DO6**	**DO5**	**DO4**	**D03**	8K×8
		V_{PP}	A12	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	**DO0**	**DO1**	**DO2**	Vss	
	27128	V_{DD}	$\overline{PGM}$	A13	A8	A9	A11	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CS}$	**DO7**	**DO6**	**DO5**	**DO4**	**DO3**	16K×8
		V	A12	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	**DO0**	**DO1**	**DO2**	Vss	
	27256	V_{DD}	A14	A13	A8	A9	A11	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CS}$	D7	**D6**	**D5**	**D4**	**D3**	
		V_{PP}	A12	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	**D0**	**D1**	**D2**	Vss	32K×8

续表 1.27　半导体存储器 EPROM、E²PROM、RAM 和 Flash EPROM 等外引线排列

型号		外引线排列（黑体代表输出）															备注
		28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
EPROM		V_{DD}	A14	A13	A8	A9	A11	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CS}$	**D7**	**D6**	**D5**	**D4**	**D3**		
	27512	A15	A12	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	**D0**	**D1**	**D2**	Vss		64K × 8
	271024	A13	A8	A9	A11	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CE}$	**DO7**	**DO6**	**DO5**	**DO4**	**DO3**	GND	**DO2**		DIP32 封装，29～32 脚为 A14、NC、$\overline{PGM}$、V_{DD}
	(27101)	V_{PP}	A16	A15	A12	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	**D00**	**DO1**		
						V_{DD}	A8	A9	$\overline{WE}$	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CE}$	**D7**	**D6**	**D5**		[18,20,21] = LLH,LHL,H × × 对应读、写和维持
E²PROM	2816A	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	**D0**	**D1**	**D2**	Vss	**D3**	**D4**		
		Vcc	$\overline{WE}$	NC	A8	A9	NC	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CE}$	I/O7	I/O6	I/O5	I/O4	I/O3		* RDY/BUSY，忙闲指示，$\overline{WE}$写使能，$\overline{OE}$输出使能，$\overline{CE}$片选，A0～A10 地址线，I/O 双向数据线
	2817A	*	NC	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	I/O0	I/O1	I/O2	GND		
		V_{DD}	$\overline{WE}$	NC	A8	A9	A11	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CE}$	I/O8	I/O7	I/O6	I/O5	I/O4		
	58064	NC	A12	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	I/O1	I/O2	I/O3	Vss		
Flash EPROM		Vcc	$\overline{WE}$	A17	A14	A13	A8	A9	A11	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CE}$	**DQ7**	**DQ6**	**DQ5**	**DQ4**	**DQ3**	DIP32 封装
	28F020	V_{PP}	A16	A15	A12	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	**DQ0**	**DQ1**	**DQ2**	Vss
		Vcc	$\overline{WE}$	NC	A14	A13	A8	A9	A11	$\overline{OE}$	A10	$\overline{CE}$	**DQ7**	**DQ6**	**DQ5**	**DQ4**	**DQ3**	读取 90ns，擦写 5s
	28F256	V_{PP}	NC	NC	A12	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	**DQ0**	**DQ1**	**DQ2**	Vss
NVSRAM	DS1220AB	是新一代非易失型存储器，它既能像 RAM 一样随机存取，又能像 EPROM 一样非易失保存信息。可保存数据十年以上，读写时间几十到几百纳秒，对擦写次数基本无限制。引线与 6116 相同															
串行 E²PROM	24LC04	A0	A1	A2	GND	**SDA**	SCL	WP	Vcc								封装 8DIP、SOIC、14SOIC。A2、A1、A0 器件地址的低二位。SCL ↑ 数据写入，↓ 读出。SDA 串行数据线，双向传输，OD 输出。可在 2.5/3/5V 下工作
	93C46	CS	XK	DI	DO	GND	ORC	DC	Vcc								CS 片选；SK 时钟；DI 串入端；DO 串出端；ORC 接地输出 8 位，接 Vcc 输出 16 位；DC 接 Vcc

1.5.4 采样保持器和多路模拟开关

表 1.28 采样保持器和多路模拟开关

型号	外引线排列(黑体代表输出)																备注
					28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
AD582	+IN	NC	NULL	NULL	V−	C_H	NC	**OUT**	−IN	V+	LIN−	LIN+	NC	NC			LIN = LOGIC IN,捕捉时间 6μs
AD583	−IN	+IN	NULL	NULL	V−	NC	**OUT**	NC	V+	NC	C_H	NC	C_H	S/H			5μs
AD585	−IN	+IN	NULL	−Vs	NULL	GND	C_H	**OUT**	R_{FB}	R_{IN}	+Vs	HOLD	LREF	$\overline{HOLD}$			2.5μs
LF198/298/398	V+	NULL	+IN	V−	**OUT**	C_H	V_{REF}	LIN									LIN = LOGIC IN,捕捉时间 4μs
SHA1144	NULL	NULL	+IN	−IN	*	V+	AGND	V−	**OUT**	S/H	DGND	NC					5μs,* 为调零电位器动点,模块封装
AD7501	A1	GND	EN	A2	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	**OUT**	S0	V_{DD}	Vss	A0	8 路模拟开关,关断漏电流 10nA,R_{ON} = 300Ω,±15V,开关时间 800ns
AD7502	A1	GND	EN	**OUT2**	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	**OUT1**	S0	V_{DD}	Vss	A0	双 4 路模拟开关,关断漏电流 5nA,R_{ON} = 300Ω,±15V,开关时间 800ns
AD7503	同 AD7501																
AD7506					**OUT**	Vss	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0	EN	A0	16 路模拟开关,R_{ON} = 450Ω,20nA
	V_{DD}	NC	NC	S15	S14	S13	S12	S11	S10	S9	S8	GND	NC	A3	A2	A1	
AD7510DI AD7811DI	Vss	GND	1A	2A	3A	4A	NC	V_{DD}	4D	4S	3D	3S	2D	2S	1D	1S	7510:A = L,S 与 D 断,关断漏电流 5nA。 7511:A = L,S 与 D 接通,关断漏电流 3nA,R_{ON} = 100Ω
AD7512DI	Vss	GND	1A	2A	NC	NC	V_{DD}	NC	2S1	2Y	2S2	1S2	1Y	1S1			A = L,Y 与 S1 通;A = H,Y 与 S2 通
LTC201A LTC202A	1A	1D	1S	V−	GND	4S	4D	4A	3A	3D	3S	NC	V+	2S	2D	2A	A = L,S 与 D 通。201A:Ron = 60Ω,t_{on} = 300ns,t_{off} = 250ns;202A:Ron = 30Ω,t_{on} = 50ns,t_{off} = 50ns

注 1:有一些常用的 CMOS 模拟开关见表 1.24,但它们的技术指标不如 AD7501/2/3/6 等。

注 2:CMOS 开关有单刀单掷(SPST),如 7510/7511 等;单刀双掷(SPDT),如 7512 等。

1.5.5 单片微机及主要外围支持芯片

表 1.29 单片微机及外围支持芯片的外引线和主要参数(一)

单片机 8035/8048/8748
8039/8049/8749

T0	1	40	V_{CC}
XTAL1	2	39	T1
XTAL2	3	38	P27
$\overline{RESET}$	4	37	P26
$\overline{SS}$	5	36	P25
$\overline{INT}$	6	35	P24
EA	7	34	P17
$\overline{RD}$	8	33	P16
$\overline{PSEN}$	9	32	P15
$\overline{WR}$	10	31	P14
ALE	11	30	P13
B0	12	29	P12
B1	13	28	P11
B2	14	27	P10
B3	15	26	V_{DD}
B4	16	25	PROG
B5	17	24	P23
B6	18	23	P22
B7	19	22	P21
Vss	20	21	P20

8035/8039外接ROM,片内RAM
8048/8049片内ROM,1K/2K
8748/8749片内EPROM

单片机 8031/8032/
8051/8052/8751

P10	1	40	V_{CC}
P11	2	39	P00 AD0
P12	3	38	P01 AD1
P13	4	37	P02 AD2
P14	5	36	P03 AD3
P15	6	35	P04 AD4
P16	7	34	P05 AD5
P17	8	33	P06 AD6
RST/V_{PD}	9	32	P07 AD7
P30(PXD)	10	31	$\overline{EA}$/ADD
P31(TXD)	11	30	ALE/$\overline{PROG}$
P32($\overline{INT0}$)	12	29	$\overline{PSEN}$
P33($\overline{INT1}$)	13	28	P27 A15
P34(T0)	14	27	P26 A14
P35(T1)	15	26	P25 A13
P36($\overline{WR}$)	16	25	P24 A12
P37($\overline{RD}$)	17	24	P23 A11
XTAL2	18	23	P22 A10
XTAL1	19	22	P21 A9
Vss	20	21	P20 A8

8031外接ROM,片内RAM(128字节)
8051比8031增加ROM(4K)
8751比8031增加EPROM(4K)

可编程键盘/显示接口
8278/8279

RL2	1	40	V_{CC}
RL3	2	39	RL1
CLK	3	38	RL0
IRQ	4	37	CNTL/STB
RL4	5	36	SHIFT
RL5	6	35	SL3
RL6	7	34	SL2
RL7	8	33	SL1
RESET	9	32	SL0
$\overline{RD}$	10	31	OUTB0
$\overline{WR}$	11	30	OUTB1
D0	12	29	OUTB2
D1	13	28	OUTB3
D2	14	27	OUTA0
D3	15	26	OUTA1
D4	16	25	OUTA2
D5	17	24	OUTA3
D6	18	23	$\overline{BD}$
D7	19	22	$\overline{CS}$
Vss	20	21	A0

8278为128键,8279为64键

带定时器的RAM/IO扩展器
8155/8156

PC3	1	40	V_{CC}
PC4	2	39	PC2
TIMERIN	3	38	PC1
RESET	4	37	PC0
PC5	5	36	PB7
TIMEROUT	6	35	PB6
IO/$\overline{M}$	7	34	PB5
(8156CE)$\overline{CE}$	8	33	PB4
$\overline{RD}$	9	32	PB3
$\overline{WR}$	10	31	PB2
ALE	11	30	PB1
AD0	12	29	PB0
AD1	13	28	PA7
AD2	14	27	PA6
AD3	15	26	PA5
AD4	16	25	PA4
AD5	17	24	PA3
AD6	18	23	PA2
AD7	19	22	PA1
Vss	20	21	PA0

256×8 RAM,400ns

带EPROM的I/O扩展器
8755

ROG&$\overline{CE1}$	1	40	V_{CC}
CE2	2	39	PB7
CLK	3	38	PB6
RESET	4	37	PB5
V_{DD}	5	36	PB4
READY	6	35	PB3
IO/$\overline{M}$	7	34	PB2
$\overline{IOR}$	8	33	PB1
$\overline{RD}$	9	32	PB0
$\overline{IOW}$	10	31	PA7
ALE	11	30	PA6
AD0	12	29	PA5
AD1	13	28	PA4
AD2	14	27	PA3
AD3	15	26	PA2
AD4	16	25	PA1
AD5	17	24	PA0
AD6	18	23	A10
AD7	19	22	A9
Vss	20	21	A8

两组8位I/O线,2K×8 EPROM,400ns

通用可编程I/O接口
8255

PA3	1	40	PA4
PA2	2	39	PA5
PA1	3	38	PA6
PA0	4	37	PA7
$\overline{RD}$	5	36	$\overline{WR}$
$\overline{CS}$	6	35	RESET
GND	7	34	D0
A1	8	33	D1
A0	9	32	D2
PC7	10	31	D3
PC6	11	30	D4
PC5	12	29	D5
PC4	13	28	D6
PC0	14	27	D7
PC1	15	26	V_{CC}
PC2	16	25	PB7
PC3	17	24	PB6
PB0	18	23	PB5
PB1	19	22	PB4
PB2	20	21	PB3

A、B两组各12条可编程I/O

表 1.29　单片微机及外围支持芯片的外引线和主要参数(二)

单片机　8098

RXD/P2.1	1	48	$\overline{RESET}$
TXD/P2.0	2	47	EXTINT/P2.2
HS10	3	46	V_{PD}
HS11	4	45	V_{REF}
HS12/HSO4	5	44	ANGND
HS13/HSO5	6	43	ACH4/P0.4
HSO0	7	42	ACH5/P0.5
HSO1	8	41	ACH6/P0.6
HSO2	9	40	ACH7/P0.7
HSO3	10	39	$\overline{EA}$
V_{SS}	11	38	V_{CC}
V_{PP}	12	37	V_{SS}
PWM/P2.5	13	36	XTAL1
$\overline{WR}$	14	35	XTAL2
NC	15	34	ALE/$\overline{ADV}$
READY	16	33	$\overline{RD}$
A15/P4.7	17	32	AD0/P3.0
A14/P4.6	18	31	AD1/P3.1
A13/P4.5	19	30	AD2/P3.2
A12/P4.4	20	29	AD3/P3.3
A11/P4.3	21	28	AD4/P3.4
A10/P4.2	22	27	AD5/P3.5
A9/P4.1	23	26	AD6/P3.6
A8/P4.0	24	25	AD7/P3.7

1脚—串口接收端
2—串口发送端
3,4,5,6—高速信号输入
5~10—高速信号输出
11,37—数字地
13—脉宽调制输出端
14—对外部存储器写信号
16—准备就绪信号
17~23—8位双向口
25~32—8位双向口
33—对外部存储器读信号
34—地址锁存/地址有效
35,36—晶振
38—电源+5V
39—存储器选择输入端
40~43—4路ADC的输入
44—ADC的参考地
45—参考电源
46—编程电压
47—外部中断申请端
48—复位输入端

12MHz晶振,一条指令最短1μs,最长6.5μs
芯片内有10bitADC,转换一次22μs

可编程通讯口
8251

D2	1	28	D1
D3	2	27	D0
RXD	3	26	V_{CC}
GND	4	25	$\overline{RXC}$
D4	5	24	$\overline{DTR}$
D5	6	23	$\overline{RTS}$
D6	7	22	$\overline{DSR}$
D7	8	21	RESET
$\overline{TXC}$	9	20	CLK
$\overline{WR}$	10	19	TXD
$\overline{CS}$	11	18	TXEMPTY
C/$\overline{D}$	12	17	$\overline{CTS}$
$\overline{RD}$	13	16	SYN/BD
RXRDY	14	15	TXRDY

可编程定时器
8253

D7	1	28	V_{CC}
D6	2	27	$\overline{WR}$
D5	3	26	$\overline{RD}$
D4	4	25	$\overline{CS}$
D3	5	24	A1
D2	6	23	A0
D1	7	22	CLK2
D0	8	21	OUT2
CLK0	9	20	GATE2
OUT0	10	19	CLK1
GATE0	11	18	GATE1
GND	12	17	OUT1

I/O扩展器
8243

P50	1	24	V_{CC}
P40	2	23	P51
P41	3	22	P52
P42	4	21	P53
P43	5	20	P60
$\overline{CS}$	6	19	P61
PROG	7	18	P62
P23	8	17	P63
P22	9	16	P73
P21	10	15	P72
P20	11	14	P71
GND	12	13	P70

与4.8系列单片机配套
P4~7为4个4位静态I/O口

8位I/O接口
8212

$\overline{DS1}$	1	28	V_{CC}
MD	2	27	$\overline{INT}$
DI0	3	26	DI7
DO0	4	25	DO7
DI1	5	24	DI6
DO1	6	23	DO6
DI2	7	22	DI5
DO2	8	21	DO5
DI3	9	20	DI4
DO3	10	19	DO4
STB	11	18	CLR
V_{SS}	12	17	DS2

三态锁存

总线驱动器
8216

$\overline{CS}$	1	16	V_{CC}
DO	2	15	$\overline{DIEN}$
DB	3	14	DO3
DI	4	13	DB3
DO	5	12	DI3
DB	6	11	DO2
DI	7	10	DB2
DN	8	9	DI2

第二章　模拟集成电路

模拟集成电路是60年代初期发展起来的集成电子器件，近年来在扩大品种和提高性能方面取得了明显的进步，除了以运算放大器为代表的模拟集成电路外，各种集成稳压器、功率放大器、模拟乘法器、特种放大器，以及种类繁多的模拟数字混合集成电路和专用集成电路都有大量的产品问世。就运算放大器本身而言，就出现了许多新品种，如大功率运算放大器、电流模集成运算放大器、程控运算放大器、休眠运算放大器等等，常规运算放大器的技术指标也有了一定的提高。

本手册以介绍运算放大器和集成稳压器为主，其它模拟集成电路则选择一些有代表性的加以介绍，主要包括它们的型号、参数、外引线排列和一些典型应用。

2.1　集成运算放大器

2.1.1　集成运算放大器简介

集成运算放大器简称集成运放，是一种高增益的直流放大器，它一般采用双端输入，单端输出的结构形式。双端输入中的同相输入端用“+”或“IN+”表示，反相输入端用“-”或“IN-”表示，OUT为输出端，V+为正电源输入端，V-为负电源输入端。集成运算放大器的种类很多，主要分为通用型集成运放、高精度集成运放、低功耗集成运放、高速集成运放、高输入阻抗集成运放、宽带集成运放、高压集成运放和功率集成运放等八种，下面分别介绍它们的特点。

①通用型集成运算放大器是指它的技术指标比较适中，可以满足多数情况下中等技术指标的要求。通用型运算放大器基本上属于第一和第二代运算放大器，其输入失调电压在2mV左右，开环增益一般不低于80dB。

②高精度集成运算放大器是指失调电压小、温度漂移非常小和增益、共模抑制比非常高的运算放大器，这类运算放大器的噪声也比较小。其中单片高精度集成运放的失调电压可小到几个微伏，温度漂移小到几十纳伏每度。斩波自稳零式的运算放大器的失调电压温漂可小到几个纳伏每度。

③低功耗集成运算放大器，它的电源工作电流十分小，工作电压也很低，往往用于便携式电子设备中。整个运算放大器的功耗可低达十个微瓦量级。

④高速集成运算放大器，它的输出电压的转换速率(压摆率)很大，有的可达二三千伏每微秒。这样的运算放大器可用于高速大摆幅的输出级。

⑤高输入阻抗集成运算放大器的输入电阻十分大，输入电流十分微小。输入级往往采用MOS管，偏置电流仅为皮安量级。

⑥宽带集成运算放大器的频带很宽，单位增益带宽可达千兆赫以上，往往用于宽带放大器之中。宽带和压摆率大并不一定共存，有的宽带运算放大器的压摆率比较大，但有的并不一定大。

⑦高压集成运算放大器的供电电压比常规的 15V 要高许多，可达数十伏。这样的运算放大器可免去使用时自己增加高压互补输出级的不便。

⑧功率集成运算放大器的输出级具有较大的输出电流，输出电阻小，可向负载提供比较大的输出功率和输出电流。功率集成运算放大器的失调电压、增益等指标一般也高于集成功率放大器。

2.1.2 集成运算放大器的参数

集成运算放大器的参数主要有静态参数和动态参数两大类，也分别称为直流参数和交流参数。

2.1.2.1 运算放大器的直流参数

输入失调电压 U_{IO} ——运算放大器的直流输出调为零时，两输入端之间所加的补偿电压称为输入失调电压。通用型集成运算放大器的 U_{IO} 约为 ±(1～10)mV；高精度运算放大器的 U_{IO} 一般小于 ±0.5mV，最小的不到 1 个微伏。

输入失调电压温度系数 $\alpha_{U_{IO}}$ ——在一定的温度范围内，输入失调电压的变化与温度变化量的比值定义为输入失调电压的温度系数，一般表示为

$$\alpha_{U_{IO}} = \frac{\Delta U_{IO}}{\Delta T} = \frac{U_{IO}(T_2) - U_{IO}(T_1)}{T_2 - T_1}$$

式中 $U_{IO}(T_1)$ 表示对应温度为 T_1 时的输入失调电压；

$U_{IO}(T_2)$ 表示对应温度为 T_2 时的输入失调电压。

通用型运算放大器的输入失调电压温度系数约为 ±(10～20)μV/℃；高精度运算放大器约为 ±1 μV/℃。

输入偏置电流 I_{IB} ——当运算放大器的直流输出为零时其两输入端偏置电流的平均值定义为输入偏置电流。两输入端的偏置电流分别记为 I_{IB1} 和 I_{IB2}，而 I_{IB} 则为

$$I_{IB} = \frac{I_{IB1} + I_{IB2}}{2}$$

双极型三极管作为输入级的集成运算放大器的 I_{IB} 约为 10nA～10μA；场效应三极管作为输入级的集成运算放大器的 I_{IB} 一般小于 1nA。

输入失调电流 I_{IO} —— 当运算放大器直流输出为零时，两输入端偏置电流的差，即

$$I_{IO} = I_{IB1} - I_{IB2}$$

一般来说，集成运算放大器的偏置电流越大，其输入失调电流也越大。

开环差模直流电压增益 A_{UD} ——简称开环增益。集成运算放大器工作于线性区时，两输入端加差模电压，输出电压的变化量与输入电压的变化量之比即为

$$A_{UD} = \frac{\Delta U_O}{\Delta U_I}$$

开环增益若以分贝为单位，则可表示为

$$A_{UD} = 20\lg\frac{\Delta U_O}{\Delta U_I}\ (\text{dB})$$

大多数集成运算放大器的开环增益均大于 10^4，即 80dB 以上。

共模抑制比 K_{CMR} ——运算放大器工作于线性区时，其差模电压增益与共模电压增益之比称为共模抑制比，即

$$K_{CMR} = 20\frac{A_{UD}}{A_{UC}} \quad (\text{dB})$$

大多数集成运算放大器的 K_{CMR} 都在 80dB 以上。

输出峰峰值电压 U_{OPP} ——输出峰峰值电压是指在一定的负载和非线性条件下，集成运算放大器输出的最大电压幅度。目前大多数运算放大器的 U_{OPP} 都不小于 ±10V(±15V 供电)。

最大共模输入电压 U_{ICM} ——不断增加运算放大器输入端的共模电压，直到运算放大器的共模抑制比显著变坏为止，这个输入的共模电压即为最大输入共模电压。现在比较好的运算放大器的 U_{ICM} 在正负两个方向相同，数值接近或等于电源电压的数值。

最大差模输入电压 U_{IDM} ——当不断增加运算放大器输入端的差模电压，直到运算放大器中有三极管退出线性区为止，这个输入的差模电压即为最大输入差模电压。

2.1.2.2 运算放大器的交流参数

开环带宽 BW ——当工作频率增加，集成运算放大器的开环电压增益从直流增益下降 3dB 时所对应的信号频率称为开环带宽。由于 BW 的测量比较困难，往往采用单位增益带宽。开环带宽的数值一般都较小，但加入反馈后，可根据单位增益带宽积的关系确定上限频率 。

单位增益带宽 $BW_G(GB)$ ——单位增益带宽是在运算放大器闭环增益为 1 倍的条件下，用正弦小信号驱动时，其闭环增益下降至 0.707 倍时的频率。

电压转换速率 SR ——在额定的负载条件下，当输入阶跃大信号时，集成运算放大器输出电压的最大变换速率即为电压转换速率，也称压摆率。

等效输入噪声 U_N ——等效输入噪声是当运算放大器的输入短路时，将产生于输出端的噪声折算到输入端的等效电压值。

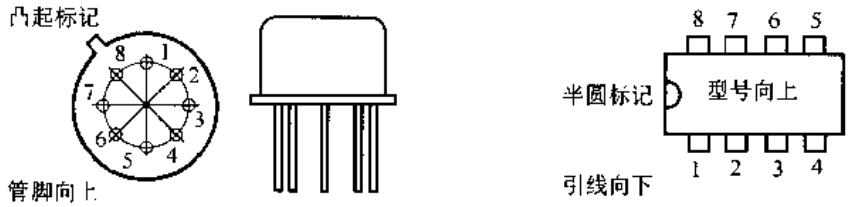
2.1.3 集成运算放大器查阅说明

运算放大器的主要电参数列于表 2.1 中，必要的说明见表注。运算放大器没有按分类列表，而是按型号的序号由小到大排列，共 105 个品种，207 个规格。表中运算放大器按国标优选系列给出，国家标准的集成运算放大器的型号的前面冠以 CF 的字样，仅有 F 字样的是部标型号。型号的序号与国外厂家的相应产品相同，国外厂家和公司的文字标志在备注中给出。运算放大器的型号一般还有如下规律，即型号中的序号 1 字头的是Ⅰ类产品(军品级)；2 字头的是Ⅱ类产品(工业级)；3 字头的是Ⅲ类产品 (民品级)，如 CF124/224/324 分别对应三个等级。三个等级主要在工作温度上有差别，Ⅰ类的工作温度是 -55℃~125℃，型号的后缀为 M；Ⅱ类的工作温度是 -25℃~85℃，型号的后缀为 L；Ⅲ类的工作温度是 0℃~70℃，型号的后缀为 C。

运算放大器的封装形式、外引线排列以及某些引脚的外接补偿元件，如补偿电容和偏置电阻等均列在表 2.2 中。表中有关的主要符号含义是 C8、C14、C16 等为双列直插封装，数字 8、14、16 代表引线数；Y8、Y10、Y12 为金属圆壳封装；S 为单列直插封装，F2 为金属菱形封装，与大功率三极管 F2 封装相同。运算放大器的外引线排列的图谱见图 2.1 。

IN - 代表反相输入端，IN + 代表同相输入端，OUT 为输出端，V + 为正电源输入端，V - 为负电源输入端，Vs 表示供电电压，COMP 为补偿端，OA 为调零端，BI 为偏置电流输入端(外接一偏置电阻至电源端，多数情况接到正电源)，C_X 为外接电容端，C_R 为外接电

容电阻的公共端，OSC 为振荡信号输出端，NC 为空闲的引线端。比较特殊的符号在备注中加以说明，也可查阅本手册最后所列的符号表。



(a) 圆形(Y形)　　(b) 双列直插形(C形)

图 2.1　集成运算放大器的外形封装图

2.1.4　集成运算放大器参数表

表 2.1　运算放大器参数

参数 / 型号	输入失调电压 U_{IO} (mV)	失调电压温度系数 $\alpha_{U_{IO}}$ (μV/℃)	偏置电流 I_{IB} (nA)	差模开环增益 A_{UD} (V/mV)	增益带宽乘积 GB (MHz)	电压转换速率 SR (V/s)	等效输入噪声 U_N (nV)	共模抑制比 K_{CMR} (dB)	共模电压范围 U_{ICM} (V)	电源电流 I_S (mA)	最大电源电压 V_S (V)	运放个数	引线编号	备注
CF 0024M 0024L	2 5	20 25	15μ 18μ	5 4		500 400		60 60	±13 ±13	12.5 12.5	±18 ±18	1	1	LH
CF 101AM 201AL 301AC	0.7 0.7 2.0	3 3 6	30 30 70	160		R_{ID} = 4MΩ 4MΩ 2MΩ		96 96 90	15, −13 15, −13 ±15	1.8	±22 ±22 ±18	1	3	LM
CF 102M 202L 302C	2 3 5	6 15 20	3 7 10	0.9996 0.9995 0.9995		$R_{IS} = 10^{12}\Omega$		$R_{OS} = 0.8\ \Omega$		3.5	±18	1	2	LM 电压跟随器
F 107 207 307	0.7 0.7 2.0	3 3 6	30 30 70	160		R_{ID} = 4MΩ 4MΩ 2MΩ		96 96 90	15, −13	1.8	±22 ±22 ±18	1	38	LM
CF 108 208 308	0.7 0.7 2.0	3 3 6	0.8 0.8 1.5	300		R_{ID} = 70MΩ 70MΩ 40MΩ		100	±13.5 ±13.5 ±14	0.3	±22 ±22 ±18	1	4	LM
CF 110M 210L 310C	1.5 1.5 2.5	12	1 1 2	0.9999		$R_{IS} = 10^{12}\Omega$		$R_{OS} = 0.75\Omega$		3.9	±18	1	2	LM 电压跟随器

注 1：运算放大器参数 U_{IO}、$\alpha_{U_{IO}}$、I_{IB}、A_{UD}、GB、S_R、U_N、K_{CMR}、I_S是在标准的供电电压 V_S = ±15V 和环境温度 T_A = 25℃的条件下给出的典型值。U_{ICM} 是在 V_S = ±15V 的条件下给出的最大共模输入电压范围，个别的也有在最大供电电压下的最大共模电压范围。个别参数的单位与表头栏目中不符时，在相应位置标明。M 代表 MΩ，p 代表 pA。

注 2：为有效利用版面，在某些空白处插入一些参数，如输出电阻 R_{OS}、输入电阻 R_{IS}、差模输入电阻 R_{ID}；正向最大输出电流 I_{O+} 和负向最大输出电流 I_{O-}。

注 3：在差模开环增益栏单位为 V/mV，个别的用分贝表示，则在参数旁标以 dB。对于电压跟随器，其电压放大倍数近似等于 1，其单位为 V/V。

注 4：备注栏中的 LM、LF、LH、MC、CA、RC、ICL、μA、OP 等为对应的国外产品型号，其数字序号与国标一致，不一致的则完整标出。

注 5：单电源工作，8、9 脚通过电阻接 V+；双电源工作，8、9 脚通过电阻接地。

续表 2.1　运算放大器参数

参数 / 型号	输入失调电压 U_{IO} (mV)	失调电压温度系数 $\alpha_{U_{IO}}$ (μV/℃)	偏置电流 I_{IB} (nA)	差模开环增益 A_{UD} (V/mV)	增益带宽乘积 GB (MHz)	电压转换速率 SR (V/s)	等效输入噪声 U_N (nV)	共模抑制比 K_{CMR} (dB)	共模电压范围 U_{ICR} (V)	电源电流 I_S (mA)	最大电源电压 V_S (V)	运放个数	引线编号	备注
CF 118 218 318	2 2 4	R_{ID} = 3MΩ	120 120 150	200	15	70		100	+11.5	5	±20	1	5	LM
CF 124 224 324	2	7	45	100	I_o+ = 40mA I_o- = 20mA $V+$ = 15V, T_A = 25℃			85 85 70	−0.3 至 $V+$	1.5	32 或 ±16	4	22	LM 单电源
CF 143 343	2		8	180	1	2.5		90	±26	2	±40 ±34	1	6	LM 只 Y8
CF 144 344	2		8	180	1	30		90	±26	2	±40 ±34	1	3	LM 只 Y8
CF 146 246 346	0.5		50	1000	1.2	0.4	28	100	±14	1.4	±22 ±18 ±18	4	28	LM 程控 [5]
CF 147 347	1 5	10 10	50pA 50pA	100 100	4 4	13 13	20 20	100 100	+15 −12	7.2 7.2	±22 ±18	4	22	LF TL084
CF 148 248 348	1		30	160	1	0.5		90	±12	2.4	±22 ±18 ±18	4	22	LM
CF 155 255 355	3	5	30pA	200	2.5	5	25	100	±14	2	±22 ±22 ±18	1	6	LF
CF 156 256 356	3	5	30pA	200	5	12	15	100	±14	5	±22 ±22 ±18	1	6	LF
CF 157 257 357	3	5	30pA	200	20	50	15	100	±14	5	±22 ±22 ±18	1	6	LF
CF 158 258 358	2 3 3	7	45	100	I_o+ = 40mA I_o- = 0.05mA		85 85 70		V_+ −1.5	1	32 或 ±16	2	7	LM 单电源
CF 159 359	镜增益 1μA/μA		8000 8000	72dB 72dB	30 30	30 30	R_i = 2.5 kΩ R_o = 3.5Ω			18.5 18.5	22 或 ±11	2 2	31	LM 电流差动
CF 253	1 1	3 3	20 20	110 dB				100 100	±13.5	0.04 0.04	36 或 ±18	1	10	μPC
CF 351	5	10	50pA	100	4	13	16	100	+15 −12	1.8	±18	1	6	LF TL081
CF 353	5	10	50pA	100	4	13	16	100	同上	3.6	±18	2	7	LF, TL082
CF 411 411A	0.8 0.3	7 7	50pA 50pA	200 200	4 4	15 15	25 25	100 100	±11 ±11	1.8 1.8	±18 ±22	1 1	6	LF OP−15
CF 412 412A	1 0.5	7 7	50pA 50pA	200 200	4 4	15 15	25 25	100 100	±12 ±14	3.6 3.6	±18 ±22	2 2	7	LF
CF 441 441A	1 0.5	10 7	10pA 10pA	100 100	1 1	1 1	35 35	95 100	±12 ±14	0.15 0.15	±18 ±22	1 1	6	LF

续表 2.1　运算放大器参数

参数 / 型号	输入失调电压 U_{IO} (mV)	失调电压温度系数 $\alpha_{U_{IO}}$ (μV/℃)	偏置电流 I_{IB} (nA)	差模开环增益 A_{UD} (V/mV)	增益带宽乘积 GB (MHz)	电压转换速率 SR (V/s)	等效输入噪声 U_N (nV)	共模抑制比 K_{CMR} (dB)	共模电压范围 U_{ICR} (V)	电源电流 I_S (mA)	最大电源电压 V_S (V)	运放个数	引线编号	备注
CF 442	1	7	10pA	200	1	1	35	95	±12	0.4	±18	2	7	LF
442A	0.5	7	10pA	200	1	1	35	100	±14	0.3	±22	2		
CF 444	3	10	10pA	100	1	1	35	95	±12	0.8	±18	4	22	LF
444A	2	10	10pA	100	1	1	35	100	±14	0.6	±22	4		
CF 702M	0.5	2	2000	3.6	t_r = 25ns			100	0.5	5	+12V	1	32	μA
702C	0.5	5	2500	3.4	Au = 1			92	−4	5	−6V			
CF 709M	1	3	200	45	t_r = 300ns			90	±10	2.7	±18	1	8	μA
709C	2	3	300	45				90	±10	2.7	±18			
CF 714M	0.03	0.3	1	500	0.6	0.17	10.3	126	±14	12.5	±22	1	14	μA
714E	0.03	0.3	1.2	500	0.6	0.17	10.5	123	±14	12.5	±22			OP−07
714C	0.06	0.5	1.8	400	0.6	0.17	10.5	120	±14	13.3	±22			
CF 715	2		400	30		100	15	92	±12	5.5	±18	1	33	μA, LM
CF 725	0.5	2	42	3000			15	120	±14	2.7	±22	1	15	μA, LM
CF 741M	1	10	80	200	1	0.5		90	±13	1.7	±22	1	6	μA, LM
741C	2	10	80	200	1	0.5		90	±13	1.7	±18			CA
CF 747M	1	10	80	200		0.5		90	±13	3.4	±22	2	21	μA, LM
747C	1	10	80	200		0.5		90	±13	3.9	±18		27	CA
F 748M	1		80	150		0.5		90	±13	1.9	±22	1	3	μA, LM
748C	2		80	150		0.5		90	±13	1.9	±22			CA
CF 1420	5	2	2000	64dB	10	5	11μ	90	±3	10	±8	1	34	MC
1520	5	2	800	64dB	10	5	rms	90	±13	10	±8			
CF 1436	5		15	500	1	2	50	110	±25	2.6	±34	1	6	MC
1536	2		8	500	1	2	50	110	±25	2.2	±40			
F 1437	1	1.5	400	45		0.25	30	100	±10	5.3	±18	2	23	MC
1537	1	1.5	200	45		0.25	30	100	±10	5.3	±10			
CF 1439C	2	3	200	100		34	45	110	±12	3	±18	1	8	MC
1539M	1	3	200	120		34	45	110	±12	3	±18			
F 1456C	5		15	100	1	2.5	45	110	±12	1.3	±18	1	6	MC
1556M	2		8	100	1	2.5	45	110	±13	1.0	±22			
F 1458C	2		80	200	1	0.5		90	±13	2.3	±18	2	7	MC,
1558M	1		80	200	1	0.5		90	±13	2.3	±22			LM, CA
CF 1458SC	2		200	100		20		90	±13	2.3	±18	2	7	MC
1558SM	1		200	200		20		90	±13	2.3	±22			
CF 2500M	2	20	100	30	12	30		90	±12	4	±20	1	9	HA
2505C	4	20	125	25	12	30		90	±12	4	±20			
CF 2520M	4	20	100	15	20	120		90	±10	4	±20	1	9	HA
2525C	5	30	125	15	20	120		90	±10	4	±20			
CF 2620M	0.5	5	1	150	100	35	11	100	±11	3	±22.5	1	9	HA
2625C	3	5	5	150	100	35	11	100	±11	3	±22.5			
CF 2900M	镜增益		30	2.8	2.5	20				6.2	32 或	4	24	LM
3900C	1μA/μA		30	2.8	2.5	20				6.2	±16			电流差动
CF 3078M	0.7		7	100dB		0.04	25	115	±18	20μ	±18	1	10	CA
3078C	1.3		60	92dB		0.04	25	110	±18	0.1	±18			只 Y8
CF 3080M	0.4	0.3	2000		2 开环	50		110	+13.6	1.1	±18	1	11	CA, LM
3080C	0.4	0.4	2000		2	50		110	−14.6	1.1	±18			跨导

续表 2.1　运算放大器参数

参数 / 型号	输入失调电压 U_{IO} (mV)	失调电压温度系数 $\alpha_{U_{IO}}$ (μV/℃)	偏置电流 I_{IB} (nA)	差模开环增益 A_{UD} (V/mV)	增益带宽乘积 GB (MHz)	电压转换速率 SR (V/s)	等效输入噪声 U_N (nV)	共模抑制比 K_{CMR} (dB)	共模电压范围 U_{ICR} (V)	电源电流 I_S (mA)	最大电源电压 V_S (V)	运放个数	引线编号	备注
CF 3094A	0.4	4	200	100	30	50	18	110	+13.8	0.33	±18	1	35	CA
3094B	0.4	4	200	dB	30	50	18	110	−14.5	0.33	±22			跨导
CF 3130	8	10	5pA	320	15	30	23μ	90	+12	10	±16	1	12	CA
3130A	2	10	5pA	320	15	30	23μ	90	−0.5	10	±16			CMOS
3130B	0.8	5	5pA	320	15	30	23μ	100		10	±16			
CF 3140	5	8	10pA	100	4.5	9	40	90	+12.5	4	±18	1	12	CA
3140A	2	6	10pA	100	4.5	9	40	90	−15.5	4	±18			MOS
3140B	0.8	5	10pA	100	4.5	9	40	94		4	±22			
CF 3193	0.3	1	20	110dB	1.2	0.25	25	110	+11.5	2.3	±18	1	6	CA
3193AL	0.14	1	10	115dB	1.2	0.25	25	115	−13.5	2.3	±18			MOS
3193BM	0.04	0.6	6	125dB	1.2	0.25	25	130		2.3	±22			
F3401			50	2	5	0.6	I_o + = 10mA I_o − = 1mA			6.9	±9	4	24	MC, CA 电流
CF 4156M	0.5	5	60	100	3.5	1.6	1.6μ	80	±14	5	±20	4	22	RC
4156E	1	5	60	100	3.5	1.6	1.6μ	80	±14	5	±20			
4156C	1	5	60	100	3.5	1.6	1.6μ	80	±14	4.5	±20			
CF 4250M	3		50	60	0.2	0.2		70	±13.5	0.1	±18	1	13	LM
4250C	3		75	100	0.2	0.2		min	±13.5	90μ	±18			
CF 4558M	1		80	200	2.8	1.6		90	±13	2.3	±22	2	7	MC
4558C	2		80	200	2.8	1.6		90	±13	2.3	±18			
CF 4741M	1		80	200		0.5		90	±13	2.4	±22	4	22	MC
4741C	2		80	200		0.5		90	±13	3.5	±18			
F5037 A	0.01	0.2	10	1800	63	17	3.5	126	±12.3	3	±22	1	14	OP－37
B	0.02	0.3	12	1800	63	17	3.5	123	±12.3	3	±22			
C	0.03	0.4	15	1500	63	17	3.8	120	±12.3	3	±22			
CF 7600	0.02	0.05	0.3	105dB	0.3	0.5	700	88	±4	1.7	±9	1	25	ICL
7601	0.02	0.05	0.3	105dB	0.3	0.5	700	88	±4	1.7	±9			
CF7611 B	2	10	1pA	104dB	44k	16mV	100	96	±4.4	10μ	±9	1	13	ICL
C	5	15	1pA	104dB	44k	16mV	100	96	±4.4	10μ	±9			CMOS
E	15	25	1pA	104dB	44k	16mV	100	96	±4.4	10μ	±9			
CF7612 A	2	10	1pA	104dB	44k	16mV	100	96	±5.3	10μ	±9	1	13	ICL
B	5	15	1pA	104dB	44k	16mV	100	96	±5.3	10μ	±9			CMOS
D	15	25	1pA	104dB	44k	16mV	100	96	±5.3	10μ	±9			
CF7613 A	2	10	1pA	104dB	44k	16mV	100	96	±4.4	10μ	±9	1	13	ICL
B	5	15	1pA	104dB	44k	16mV	100	96	±4.4	10μ	±9			CMOS
D	15	25	1pA	104dB	44k	16mV	100	96	±4.4	10μ	±9			
CF7614 A	2	10	1.5p	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9	1	36	ICL
B	5	15	1.5p	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9			
D	15	25	1.5p	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9			
CF7615 A	2	10	1pA	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9	1	36	ICL
B	5	15	1pA	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9			
D	15	25	1pA	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9			

续表 2.1　运算放大器参数

参数 / 型号	输入失调电压 U_{IO} (mV)	失调电压温度系数 $\alpha_{U_{IO}}$ (μV/℃)	偏置电流 I_{IB} (nA)	差模开环增益 A_{UD} (V/mV)	增益带宽乘积 GB (MHz)	电压转换速率 SR (V/s)	等效输入噪声 U_N (nV)	共模抑制比 K_{CMR} (dB)	共模电压范围 U_{ICR} (V)	电源电流 I_S (mA)	最大电源电压 V_S (V)	运放个数	引线编号	备注
CF7621 A	2	10	1pA	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9	2	7	ICL
B	5	15	1pA	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9			
D	15	25	1pA	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9			
CF7622 A	2	10	1pA	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9	2	27	ICL
B	5	15	1pA	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9			
D	15	25	1pA	102dB	0.48	0.16	100	91	±4.2	0.1	±9			
CF7631 B	5	15	1pA	102dB	44k	16mV	100	96	±4.4			3	30	ICL
C	10	20	1pA	102dB	44k	16mV	100	96	±4.4	10μ	±9			CMOS
E	20	30	1pA	102dB	44k	16mV	100	96	±4.2					
CF7632 B	5	10	1pA	104dB	44k	16mV	100	96				3	30	ICL
C	10	20	1pA	104dB	44k	16mV	100	96	±4.4	10μ	±9			CMOS
E	20	30	1pA	104dB	44k	16mV	100	96						
CF7641 B	5	15	1pA	98dB	1.4	1.6	100	87				4	22	ICL
C	10	20	1pA	98dB	1.4	1.6	100	87	±3.7	1	±9			CMOS
E	20	30	1pA	98dB	1.4	1.6	100	87						
CF7642 B	5	15	1pA	104dB	44k	16mV	100	96				4	22	ICL
C	10	20	1pA	104dB	44k	16mV	100	96	±4.4	10μ	±9			CMOS
E	20	30	1pA	104dB	44k	16mV	100	96						
CF7650	0.7	0.01	1.5p	5000	2	2.5	100	130	+2.6 −5.2	2	±9	1	26	ICL CMOS
CF13080	3	5	100	10		1.6		85	−0.3 +15	3	+7.5	1	37 39	程控 LM
CF14573	10		1	90dB		2.5		80	0~13	0.2	18	4	29	程控 MC
AD 549	0.15	2	0.04p		1	3	35			0.6	±18	1	6	
840	0.1	3		102dB	40	400	10μ	115		15		1	14	
5539	2		6000	52dB	1400	600	4	85		14	±18	1	40	
9610	0.3	5	70			3500	0.7			21	±18	1	41	
AH 9914	20	100			3000	900	20			40	±18	1	42	
CLC 220	10	35	10μ			7000	50μ			30	±20	1	43	
ICL 7600	2μ	5n	300p		1.2	1.8				7	±9	1	25	
7601	2μ	5n	300p		1.8	1.8				7	±9	1	25	
7652	700n	10n	1.5p		0.45	0.5				2	±9	1	16 26 17	
							700							
LM 12	2		150p					I_o = 10A		60	±50	1	46	

续表 2.1　运算放大器参数

参数 / 型号	输入失调电压 U_{IO} (mV)	失调电压温度系数 $\alpha_{U_{IO}}$ (μV/℃)	偏置电流 I_{IB} (nA)	差模开环增益 A_{UD} (V/mV)	增益带宽乘积 GB (MHz)	电压转换速率 SR (V/s)	等效输入噪声 U_N (nV)	共模抑制比 K_{CMR} (dB)	共模电压范围 U_{ICH} (V)	电源电流 I_S (mA)	最大电源电压 V_S (V)	运放个数	引线编号	备注
LT 1028	10μ	0.2	25		75	15	0.85			7.4	±22	1	15	
1037	10μ	0.2	10		50	15	2.5			2.7	±22	1	14	
1057	0.15	1.8	5p		5	14	13			3.2	±20	2	7	
1058	0.15	1.8	5p		5	14	13			6.4	±20	4	22	
1226	0.3	6		104dB	40	400	2.6	103dB				1	14	
LTC 1052	500n	10n	1p		1.2	4	1.5μ			1.7	±9	1	17,26 19	
7652	500n	10n	1p		1.2	4	1.5μ			1.7	±9	1	16	
MAX 420	1μ	20n	10p		0.5	0.5	1.1μ			1.3	±18	1	16,17	
422	1μ	20n	10p		0.13	0.13	1.2μ			0.3	±18	1	16,17	
423	1μ	20n	10p		0.13	0.13	1.2μ			0.3	±18	1	26	
MAX 435	0.3		20μ	4	275	800		90		35	±5	1	44	跨导
436	0.3		6μ	8	200	850		90		35	±5	1	47	跨导
NE 5532	0.5	5	200		10	9	5			8	±22	2	7	
5534	0.5	5	400		10	13	3.5			4	±22	1	20	
5539	2.5	5	5000		1200	600	4			14	±12	1	40	
OP 07A	0.01	0.2	0.7	500	0.5	0.17	9.6	126	±14	4	±22	1	14	
07C	0.06	0.5	0.8	500	0.5	0.17	9.6	120	±14	4	±22			
07E	0.03	0.3	1.2	400	0.5	0.17	9.6	123	±14	5	±22			
OP 27	0.01	0.2	10		8	2.8	3			3	±22	1	14	
OP 37	0.01	0.2	10		63	17	3			3	±22	1	14	
OP 47	0.02	0.3	12		70	50	3			3	±22	1	14	
OP 64	0.2		300		200	200	7			7	±18	1	9	
OP 80	0.4		0.02p		0.3	0.4	70			0.17	±8	1	6	
OP 177	4μ	0.03	0.5	142dB	0.6	0.3		40	±13	1.6	±15	1	14	
TL 051	0.35	8	30p		3	23.7	18			2.7	±18	1	6	
052	0.4	6	30p		3.1	20.7	19			4.8	±18	2	7	
054	0.5	23	30p		2.7	17.8	21			8.4	±18	4	22	
TL 061	3	10	30p		1	3.5	42			0.2	±18	1	6	
062	3	10	30p		1	3.5	42			0.4	±18	2	7	
064	3	10	30p		1	3.5	42			0.8	±18	4	22	
TL 071	3	10	5p		3	13	18			1.4	±18	1	6	
072	3	10	30p		4	13	18			2.8	±18	2	7	
074	3	10	30p		4	13	18			5.6	±18	4	22	
TL 084	3	10	30p		4	13	25			5.6	±18	4	22	
TP 1443	1	50	10p		2000	1000	20	$I_o=0.1A$		45	±18	1	18	
1465	0.5	25	10p		2500	1000	6μ	$I_o=0.75A$		20	±40	1	45	

表 2.2　集成运算放大器的外引线排列

外引线排列		1	2	3	4	16	15	14	13	12	11	备　注
编号	封装					5	6	7	8	9	10	
1	Y8	COMP	IN −	IN +	V −	COMP/OA	OUT	V +	COMP/OA			
2	Y8	OA1	NC	IN	V −	BOOSTER	OUT	V +	OA2			
3	C8 Y8	OA1/COMP1	IN −	IN +	V −	OA2	OUT	V +	COMP2			
4	C8 Y8	COMP1	IN −	IN +	V −	NC	OUT	V +	COMP2			
5	C8 Y8	OA1/COMP1	IN −	IN +	V −	OA2/COMP3	OUT	V +	COMP2			
6	C8 Y8	OA1	IN −	IN +	V −	OA2	OUT	V +	NC			
7	C8 Y8	1OUT	1IN −	1IN +	V −	2IN +	2IN −	2OUT	V +			
8	C8 Y8	COMP1	IN −	IN +	V −	COMP3	OUT	V +	COMP2			
9	C8 Y8	OA1	IN −	IN +	V −	OA2	OUIT	V +	BW			
10	C8 Y8	COMP1	IN −	IN +	V −	BI	OUT	V +	COMP2			
11	C8 Y8	NC	IN −	IN +	V −	BI	OUT	V +	NC			
12	C8 Y8	OA1	IN −	IN +	V −	OA2	OUT	V +	ST			
13	C8 Y8	OA1	IN −	IN +	V −	OA2	OUT	V +	BI			
14	C8 Y8	OA1	IN −	IN +	V −	NC	OUT	V +	OA2			
15	C8 Y8	OA1	IN −	IN +	V −	COMP	OUT	V +	OA2			
16	Y8	CX	IN −	IN +	V −	CR	OUT	V + /CASE	CX			
17	C8	CX	IN −	IN +	V −	CR	OUT	V +	CX			
18	Y8	OUT	V +	COPM	OA1	IN −	IN +	V −	OA2			
19	Y8	CX	IN −	IN +	V −	CLA	OUT	V +	C_x			
20	C8	OA	IN −	IN +	V −	COMP	OUT	V +	OA/COMP			
21	Y10	1OUT	1V +	1IN −	1IN +	V −	2IN +	2IN −	2V +	2OUT	NC	
22	C14	1OUT	1IN −	1IN +	V +	2IN +	2IN −	4OUT 2OUT	4IN − 3OUT	4IN + 3IN −	V − 3IN +	
23	C14	1COMP2	1OUT	1COMP3	1COMP1	1IN −	1IN +	V + V −	2COMP2 2IN +	2OUT 2IN −	2COMP3 2COMP1	
24	C14	1IN +	2IN +	2IN −	2OUT	1OUT	1IN −	V + GND	3IN + 3IN −	4IN + 3OUT	4IN − 4OUT	
25	C14	C_{X1}	C_{X1}	IN +	AZ	IN −	CX2	DR CX2	NC V −	OSC BI	V + OUT	
26	C14	C_X	C_X	NC	IN −	IN +	NC	IN/EXT V −	CP1 CR	CP_O CLA	V + OUT	
27	C14	1IN −	1IN +	1OA2	V −	2OA2	2IN +	1OA1 2IN −	1V + 2OA1	1OUT 2V +	NC 2OUT	
28	C16	1OUT	1IN −	1IN +	V +	4OUT 2IN +	4IN − 2IN −	4IN + 2OUT	V − BI1,2,4	3IN + BI3	3IN − 3OUT	BI3 是第三个运放的 BI
29	C16	1OUT	1IN −	1IN +	V +	4OUT 2IN +	4IN − 2IN −	4IN + 2OUT	V − BI1,2	3IN + BI3,4	3IN − 3OUT	
30	C16	NC	1IN −	1IN +	2OUT	1BI V +	V + 3BI	1OUT 3IN −	2IN + 3IN +	2IN − V −	2BI 3OUT	
31	C14	BI_O	1OUT	1COMP	1GND	NC	IN −	2OUT IN +	2COMP BI_I	V + 2IN +	2GND 2IN −	

续表 2.2　集成运算放大器的外引线排列

外引线排列 编号	封装	1	2	3	4	16 5	15 6	14 7	13 8	12 9	11 10	备　注
32	C8 Y8	GND	IN −	IN +	V −	COMP1	COMP2	OUT	V +			
33	Y10	COMP1	CAS	IN −	IN +	V −	OUT	COMP2	V +	COMP3	COMP4	
34	Y10	COMP1	COMP2	V −	OUT1	OUT2	COMP4	COMP3	V +	IN −	IN +	
35	C8 Y8	COMP/ST	IN −	IN +	V −	BI	OUT −	V +	OUT +			
36	C8 Y8	OA1	IN −	IN +	V −	OA2	OUT	V +	COMP			
37	C8	IN −	BI_O	IN +	GNDS	OUT	V +	BII	NC			GNDS 信号地
38	C8 Y8	NC	IN −	IN +	V −	NC	OUT	V +	NC			GNDG 功率地
39	S11	OUT	V +	BI_I	NC	IN −	GND	BI_O	IN +	NC	GNDP GNDS [1]	
40	C14	IN +	NC	V −	NC	TP	NC	IN − GND	NC OUT	COMP NC	NC V +	
41	Y12	V +	BYPASS	GND	R_F	IN −	IN +	GND	BYPASS	V + V −	OUT V − [1]	
42	C14	IN −	IN +	COMP	NC	NC	NC	V + V −	NC OUT	NC NC	NC NC	
43	Y12	V +	BIAS	GND	NC	IN −	IN +	GND	R_F	V + V −	OUT V − [1]	
44	C14	Vcc	IN +	Z +	NC	Z −	IN −	Vcc V_{EE}	Iout + V_{EE}	Vcc Iout −	Iset V_{EE}	
45	F2	OUT	NC	V +	IN +	IN −	V −	COMP	COMP			
46	F2	OUT	V +	IN +	IN −	外壳 V −						
47	同 44，只 Iout − 为 NC，Z + 和 Z − 间接跨导网络，一般是一只电阻											

注[1]：有的管脚标注太长，没有与表头栏目中的管脚标号一一对齐，查阅时请数清楚。

2.1.5　集成电压比较器

集成电压比较器是一种专用的运算放大器，用于模拟信号的比较。此时，运算放大器在开环状态下工作，由于开环放大倍数很大，所以比较器的输出往往不是高电平，就是低电平。常用的集成电压比较器见图 2.2。常用比较器都是开路输出，故要在输出端和电源之间接一个 10kΩ 左右的电阻器。调零时可在两 OA 间接一个几千欧的电位器，电位器中心头经一个几千欧的电阻器接正电源。

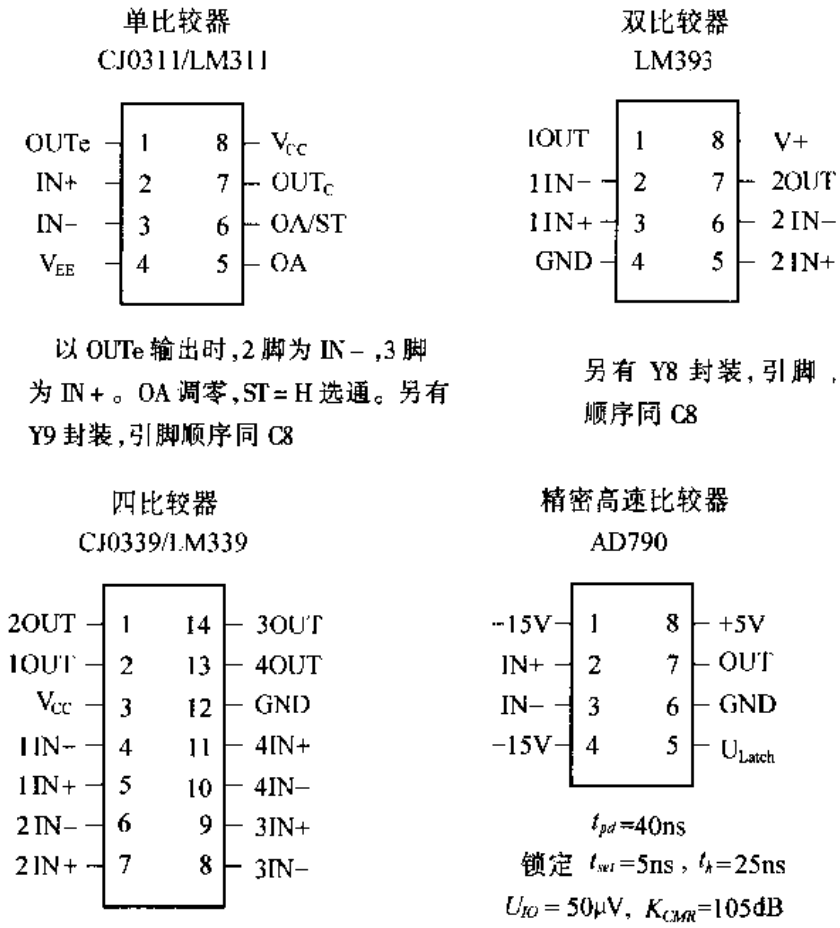


图 2.2　常用集成电压比较器

2.2　集成稳压器

集成稳压器具有精度高、体积小、使用方便、输出电压固定或可调、输出电流规格多、有多种保护功能等特点，它可作为稳压电源广泛用于仪器仪表和电子线路中。集成稳压器的国标型号命名是 CW××，C 是 CHINA 的词头，W 是稳压拼音的第一个字母。集成稳压器的种类很多，输出端头多的逐步被淘汰，目前使用最多的是三端集成稳压器。它有输入、输出和公共端三个端头，在可调三端稳压器中公共端称为调整端。本手册集成稳压器部分主要介绍：

- 三端固定正压输出集成稳压器；
- 三端固定负压输出集成稳压器；
- 三端可调正压输出集成稳压器；
- 三端可调负压输出集成稳压器；
- 三端大电流集成稳压器；
- 三端低压差集成稳压器；
- 基准电压源；
- 开关集成稳压器。

2.2.1 三端固定输出集成稳压器

2.2.1.1 CW78××系列三端固定正压输出集成稳压器

CW78××系列三端固定正压输出集成稳压器性能优越，外围附加元件少，使用方便，内部有过流、过热和调整管安全工作区保护，能有效地防止集成稳压器因过载而损坏。根据输出电流的大小，CW78××系列三端固定正压输出集成稳压器分有三个子系列，每个子系列一般有七个电压等级：5、6、9、12、15、18 和 24V。电流等级一般有三个：0.1、0.5 和 1.5 A。

1.5A，型号为 CW7805、CW7806、CW7809、CW7812、CW7815、CW7818、CW7824；

0.5A，型号为 CW78M05、CW78M06、CW78M09、CW78M12、···、CW78M24；

0.1A，型号为 CW78L05、CW78L06、CW78L09、CW78L12、···、CW78L24。

CW78××系列三端集成稳压器的封装有金属菱形 F－2（TO－3）、F－1 和金属圆壳 B－3D（TO－39），塑料封装 S－7（TO－220）和 S－1（TO－92）型共五种，括号中的封装型号是相应的国外型号。金属菱形封装比塑料封装可允许较大的功率损耗，因为它们的散热条件较好，热阻较小。集成稳压器在使用时应根据使用条件配以足够大的散热器，以保证集成稳压器的温升不超过热保护的温度，否则将不能正常工作。

集成稳压器根据工作结温允许范围分为三类，Ⅰ类：－55℃～＋150℃，Ⅱ类：－25℃～＋150℃，Ⅲ类：0℃～＋125℃。一般来说，Ⅲ类为塑料封装，Ⅰ类和Ⅱ类为金属封装。但国外产品 78 和 79 两个系列只有Ⅰ类和Ⅲ类两个等级。

2.2.1.2 CW79××系列三端固定负压输出集成稳压器

三端固定负压输出集成稳压器的型号是 CW79××，与 CW78××相比只是输出电压极性不同，其它在电压、电流等级和封装形式上完全一样，在电气指标上也基本相同。必须指出的是，不同子系列的正压输出、负压输出、不同封装的集成稳压器的外引线排列位置是不同的，使用时必须小心核对。

CW78××和 CW79××系列的集成稳压器的典型应用电路见图 2.3。为了进一步改善滤波效果，应接入 C_i 和 C_o。CW78××系列的集成稳压器输入和输出之间的电压相差不得小于 2V，一般在 5V 左右为宜，这样集成稳压器的功耗不太大，又可使调整管处于放大区工作，保证较好的电气技术指标。目前有一种低压差集成稳压器，输入和输出之间有 0.5V 的压差就可正常工作，这种低压差集成稳压器功耗可下降许多。还有一种跟踪式集成稳压器，它可输出正、负两路而绝对值相等的电压。

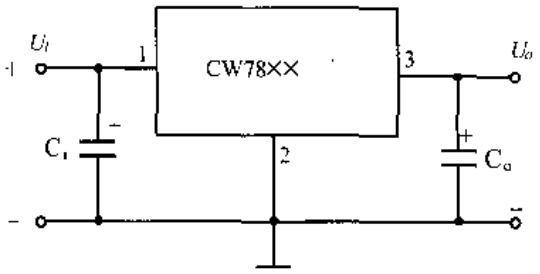


图 2.3 三端集成稳压器的应用电路

各种三端固定输出集成稳压器的的电气参数见表 2.3，极限参数见表 2.5，外引线排列见表 2.6。CW 系列集成稳压器的封装外形图见图 2.4。

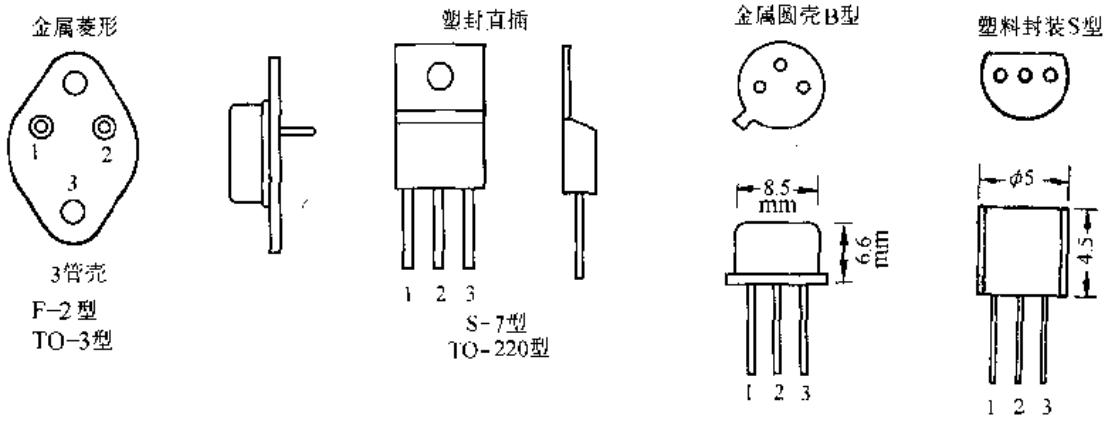


图 2.4　CW 系列集成稳压器的封装外形图

2.2.2　三端可调输出集成稳压器

CW117/217/317/M/L 系列是三端可调正电压输出集成稳压器，CW137/237/337/M/L 系列是三端可调负电压输出集成稳压器。它们的输出电压可分别在 1.2V～37V 和 －1.2V～－37V 的范围内调节，其它电气技术指标、封装形式与固定输出三端集成稳压器基本相同。它也有 1.5A、0.5A、0.1A 三个电流等级，与运算放大器一样，型号的数字 1 字头为 Ⅰ 类产品，2 字头为 Ⅱ 类产品，3 字头为 Ⅲ 类产品。

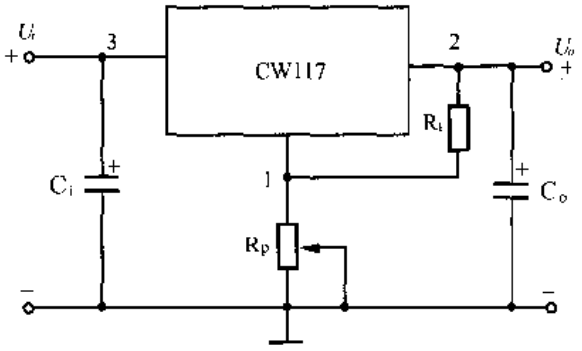


图 2.5　三端可调集成稳压器的应用电路

三端可调输出集成稳压器的典型应用电路如图 2.5 所示，输出电压可通过调节电位器 R_P 实现，计算式如下

$$U_o = 1.25(1 + R_p/R_1)$$

三端可调输出集成稳压器的电气参数和外引线排列见表 2.4 和表 2.6，极限参数见表 2.5。

表 2.3　CW78/M/L × ×、CW79/M/L × × 系列三端固定输出集成稳压器电气参数　　$T_j = 25℃$

参数 / 型号	输出电压 U_o (V) MIN	输出电压 U_o (V) MAX	电压调整率 S_V (mV) U_I:(× ～ × V)	电流调整率 R_I (mV) I_o: I_L ～ 1.5A/0.5A/0.1A			噪声电压 U_N (μV) 10Hz～100k	输出温漂 S_T (mV/℃)	纹波抑制比 S_R (dB)
7805	4.8	5.2	7(8～18) [1]	25(20) [2]	20(15) [3]	8.5(5) [4]	40	1.0 [5]	63
7806	5.75	6.25	8.5(9～19)	30(25)	25(20)	10(6)	50	1.0	61
7809	8.65	9.35	12.5(12～22)	40(30)	35(27)	15(9)	70	1.2	58
7812	11.5	12.5	17(15～25)	50(40)	50(35)	20(12)	100	1.2	55
7815	14.4	15.6	21(19～29)	60(50)	60(45)	25(15)	120	1.5	53
7818	17.3	18.7	25(22～32)	70(60)	70(55)	30(18)	150	1.8	52
7824	23.0	25.0	33.5(28～38)	90(80)	100(75)	40(24)	200	2.4	49

续表 2.3　CW78/M/L××、CW79/M/L ××系列三端固定输出集成稳压器电气参数　T_j = 25℃

参数 / 型号	输出电压 U_o (V) MIN	输出电压 U_o (V) MAX	电压调整率 S_V (mV) U_I:(*~*V)	电流调整率 R_I (mV) I_o:I_L~1.5A/0.5A/0.1A			噪声电压 U_n (μV) 10Hz~100k	输出温漂 S_T (mV/℃)	纹波抑制比 S_R (dB)
7905	-4.8	-5.2	7(-8~-18)	60(20)	20(15)	8.5(5)	40	1.0	63
7906	-5.75	-6.25	8.5(-9~-19)	70(25)	25(20)	10(6)	50	1.0	61
7909	-8.65	-9.35	12.5(-12~-22)	100(30)	35(27)	15(9)	70	1.2	58
7912	-11.5	-12.5	17(-15~-25)	120(40)	50(35)	20(12)	100	1.2	55
7915	-14.4	-15.6	21(-19~-29)	150(50)	60(45)	25(15)	120	1.5	53
7918	-17.3	-18.7	25(-22~-32)	180(60)	70(55)	30(18)	150	1.8	52
7924	-23.0	-25.0	33.5(-28~-38)	240(80)	100(75)	40(24)	200	2.4	49

说明 1：本表对 CW 系列三端固定输出集成稳压器均适用，除了电流调整率对各个子系列的同一电压等级不同外，其它电气参数均相同。

说明 2：CW78××和 CW79××系列集成稳压器最大输出电流值为 1.5A，有些厂家的不到 1.5A。

说明 3：CW78 和 CW79 系列集成稳压器的外引线和封装形式请参阅表 2.6 和图 2.4。

注[1]：电压调整率的典型值，括号中为测试时的输入电压变化范围。对于 CW/M/L，测试电流分别为 500/200/40mA。

注[2]：此为 CW78××和 CW79××系列 B 档集成稳压器电流调整率的典型值，括号中为 C 档的典型值，测试电流的变化范围是 10mA~1.5A。

注[3]：此为 CW78M××和 CW79M××系列电流调整率的典型值，其它同上，测试电流的变化范围是 5mA~0.5A。

注[4]：此为 CW78L××和 CW79L××系列电流调整率的最大值，其它同上，测试电流的变化范围是 1mA~0.1A。

注[5]：$T_{jL} \leqslant T_j \leqslant T_{jH}$，对于三种电流等级的稳压器，测试时输出电流分别为 50/5/1mA。

表 2.4　CW117/M/L-217/M/L-317/M/L　CW137/M/L-237/M/L-337/M/L 系列三端可调输出集成稳压器电气参数　T_j = 25℃

参数	符号	测试条件	单位	型号	CW117/117M/117L 217/217M/217L			CW317/317M/317L		
					CW137/137M/137L CW237/237M/237L			CW337/337M/337L		
					MIN	NOM	MAX[1]	MIN	NOM	MAX
电压调整率	S_V	3V≤(U_i-U_o)≤40V	%/V			0.02	0.05		0.02	0.07
电流调整率	S_I	$I_H \geqslant I_o \geqslant I_L$[3]	%			0.3	1		0.3	1.5
调整端电流	I_{ADJ}		μA			50(65)	100[2]		50(65)	100 [2]
基准电压	U_{REF}		V		1.20	1.25	1.30	1.20	1.25	1.30
最小负载电流	I_{omin}	U_i-U_o = 40V	mA			3.5	5		3.5	5/10/10
纹波抑制比	S_R	U_o = 10V, f = 100Hz C_{ADJ} = 10μF	dB			80(70)			80(70)	
输出温漂	S_T	$T_j \geqslant T_{jL}$, $T_j \leqslant T_{jH}$	mV/℃			0.7			0.7	
最大输出电流	I_{om}		A		分 1.5A/0.5A/0.1A 三档，见说明 1					

说明 1：CW117/217/317(I_o = 1.5A)、CW117M/217M/317M(I_o = 0.5A)、CW117L/217L/317L(I_o = 0.1A) 系列是三端可调正压输出集成稳压器，输出电压调节范围是 1.2V ~ 37V。CW137/237/337(1.5A)、CW137M/237M/337M(0.5A)、CW137L/237L/337L(0.1A) 系列是三端可调负压输出集成稳压器，输出电压调节范围是 -1.2V~-37V，输入也为负，为简单表中的负号省略。由于稳压器本身有热保护，所以最大输出电流还受功耗和散热条件的限制。

说明 2：I = 1.5A 稳压器的封装有金属菱形 F-2 型和塑封 S-7 型，分别与国外的 TO-3 和 TO-220 型封装相对应；I = 0.5A 稳压器的封装有金属菱形 F-1 型和塑封 S-7 型；I = 0.1A 稳压器的封装有金属圆壳 B-3D 型和塑封 S-1 型，分别与国外的 TO-39 和 TO-92 型封装相对应。

注[1]：MIN 为最小值，NOM 为标称值，MAX 为最大值。

注[2]：括号中是三端可调负压输出集成稳压器的数据。

注[3]：对于 CW78/M/L、CW79/M/L 系列，I_L 分别是 100/10/5mA，I_H 分别是 1.5/0.5/0.1A。

表 2.5　CW 系列三端集成稳压器的极限参数

系 列	极限参数			
	最大输入电压	输入输出压差	结温范围	功 耗
	U_{imax}(V)	$U_i - U_o$(V)	T_j(℃)	P_d(W)
CW78×× CW79×× CW78M×× CW79M×× CW78L×× CW79L×× CW117/217/317 CW137/237/337 CW117M/217M/317M CW137M/237M/337M CW117L/217L/317L CW137L/237L/337L	35(U_o=5~18V) 40(U_o=24V) [1] 35(U_o=5~18V) 40(U_o=24V) 30(U_o=5~9 V) 35(U_o=12~18V) 40(U_o=24V)	≤40 ≤40 ≤40	Ⅰ类： -55℃~150℃ 相当国外78-- 79-- 117/137 Ⅱ类： -25℃~150℃ 相当国外217/ 237 Ⅲ类： 0℃~125℃ 相当国外78--C 79--C 317/337	由内部电路限制，其数据基本上取决于封装形式。[2] F-2：P_d≥15W F-1：P_d≥7.5W S-7：P_d≥7.5W B-3D：P_d≥0.5W

注[1]：对于负电压集成稳压器，相应的电压为负，为简单计负号省略，下同。

注[2]：对于 F-1、F-2、S-7 封装集成稳压器在使用时一般要加足够大的散热器。

表 2.6　CW 系列三端集成稳压器的外引线排列

系　列	TO-3	F-2	F-1	TO-220		S-7	TO-39		B-3D	TO-92		S-1
	①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③
CW78××[1]	I	O	GND	I	GND	O		—			—	
CW78M××[2]	I	O	GND	I	GND	O		—			—	
CW78L××		—			—		I	O	GND	O	GND	I
CW79××	GND	O	I	GND	I	O		—			—	
CW79M××	GND	O	I	GND	I	O		—			—	
CW79L××		—			—		GND	O	I	GND	I	O
CW117/217/317	ADJ	I	O	ADJ	O	I		—			—	
CW117M/217M/317M	ADJ	I	O	ADJ	O	I		—			—	
CW117L/217L/317L		—			—		I	ADJ	O	ADJ	O	I
CW137/237/337	ADJ	O	I	ADJ	I	O		—			—	
CW137M/237M/337M	ADJ	O	I	ADJ	I	O		—			—	
CW137L/237L/337L		—			—		ADJ	O	I	ADJ	O	I

注[1]：①、②、③代表引线编号，具体位置参阅图 2.3。I、O、GND 和 ADJ 分别代表输入、输出、地和调整端。

注[2]：对于 M 档 500mA 的集成电路稳压器金属封装中只有菱形 F-1 型。

2.2.3　三端大电流集成稳压器

一般集成稳压器的输出电流在 1A 左右，大电流集成稳压器的输出电流可达到 10A，并也分固定输出和可调输出两类，其参数见表 2.7，其它参数指标的水平与 CW78 系列相似。使用较小电流的集成稳压器和大功率三极管可以扩展输出电流，但集成稳压器的许多保护功能就会丧失。

表 2.7　大电流集成稳压器的电气参数　　$I_o \geqslant 3A$

型　　号	输出电流(A)	输出电压(V)	封装和引线
LM123	3	5	TO－3，F－2：1—O，2—I，3—GND
323			
μA78H05	5	5	1—O(输出)
78H12	5	12	2—I(输入)
78H15	5	15	3—GND(地)
78P05	10	5	TO－3：1—O，2—I，3—GND
78P05	10	5	TO－204：1—I，2—O，3—GND
LM145	3	－5	TO－3，F－2：
345	3	－5	1—GND，2—O，3—I
MC78T××	3	5，6，8，12，15，24	TO－3，F－2：1—I，2—GND，3—O
LM150K	3	1.2～37	TO－3，F－2：
250K	3	1.2～37	1—ADJ，2—I，3—O
350K	3	1.2～37	ADJ(调整端)
LM350T	3	1.2～37	TO－220：1—ADJ，2—O，3—I
LM138K	5	1.2～37	TO－3，F－2：
338K	5	1.2～37	1—ADJ，2—I，3—O
LM196	10	1.2～15	TO－3，F－2：
396	10	1.2～15	1—O，2—ADJ，3—I

2.2.4　三端低压差集成稳压器

为了降低集成稳压器的功率损耗，可以降低集成稳压器的输入和输出之间的电压差。为此要大大降低调整管的饱和压降，使调整管在 1V 以下的管压降下仍有良好的放大作用。

表 2.8　三端低压差集成稳压器的电气参数

参　数 / 型　号	输出电压 U_o (V)	电压调整率 S_V (mV)		电流调整率 S_I (mV)		输出电流 I_o (A)	输入电压范围 (V)	纹波抑制比 S_R (dB)
		NOM	MAX	NOM	MAX	NOM		
μPC 2405	5	6	50	3	50	1	6～20	64
2406	6	7	60	4	60	1	7～21	63
2409	9	11	90	5	90	1	10～24	60
2412	12	14	120	7	120	1	13～27	58
2415	15	18	150	9	150	1	16～30	56
2418	18	22	180	11	180	1	19～33	54
μPC 24M05	5	5	50	5	25	0.5	6～20	60
24M06	6	6	60	6	30	0.5	7～21	58
24M09	9	9	90	9	45	0.5	10～24	55
24M12	12	12	120	12	60	0.5	13～27	52
24M15	15	15	150	15	75	0.5	16～30	50
24M18	18	18	180	18	90	0.5	19～33	48
LM 2930T－	—	7	25	14	50	0.15	$U_i - U_o \geqslant 0.32V$	52
2931CT	3～23	0.2[2]	1.5	0.3[3]	1	0.1	$U_i - U_o \geqslant 0.3V$	$2\times10^{-5}/V$
2940－	—	20		35		1.0	$U_i - U_o \geqslant 0.5V$	63

注[1]：μPC24××和μPC24M××的封装为塑料 MP－48 型，在外形上与 TO－220 相似，其外引线排列与 CW78××的 S－7 塑封相同，即 1—I、2—GND、3—O。LM2930T××系列的××代表电压值，TO220 封装；LM2931CT 为 TO92 或 TO220 封装；LM2940 为 TO220 封装，管脚排列与 CW78××的顺序相同，即 1—I、2—GND、3—O。

注[2]：此参数是 $\Delta U_{OUT}/\Delta U_{IN}$，单位是 mV/V。

注[3]：此参数是 $\Delta U_{OUT}/\Delta I_{OUT}$，单位是%。

2.2.5 基准电压源(参考源)

在有些电子线路中,需要高精度的直流电压信号源,例如 AD 转换器的参考电压源,对电压的精度、温度和时间稳定性的要求很高,一般的集成稳压器很难满足这一要求。采用严格的工艺、温度补偿和新型能隙基准源或埋层基准源,可使电压温度系数小到 1~3ppm/℃以下。表 2.9 给出了常用的基准电压源,国产型号为 CJ×××,×××代表数字序号,与国外对应型号的数字序号相同。引出线的位置见图 2.6,参考电路见图 2.7。

表 2.9 基准电压源的电气参数

参数 / 型号	输出电压 (V)	输出电流 (mA)	输入电压范围 (V)	温度系数 (ppm/℃)	时间稳定性 (ppm/1000h)	外形 图 2.6
MC1403[1]	2.5±1%	1.2	4.5~15	10~100		a
1503[2]	2.5±1%	1.2	4.5~15	25~55		a
LM113/313	1.22±1~5%	20		100		b
LM136/236/336-2.5	2.5	10		30		d,e
-5.0	5.0	10		30		d,e
LM168/268/368-5.0	5±0.02%	10	8~30	20		[3] f
LM169/369-10	10±0.05%	10	35(max)	3		f,g
LM185[4]	1.24~5.30	20				d
285/385	1.24~5.30	20				e
TL431M/I/C	2.5~36	0.4~100		50		j
LM199/299	6.95±2%	0.5~10	9~40	1	20	h
399	6.95±5%	0.5~10	9~40	2	20	h
LM3999	±6.95±5%	10	9~40	5	20	i
ICL8069	1.2	5		10~100		c
LT1021A-10	10±0.005			1	15	
AD580J[1]	2.5±3%	1.0	4.5~30	85		k
580K	2.5±3%	1.0	4.5~30	40		
580L/T	2.5±0.4%	1.0	4.5~30	25		
580M/U	2.5±0.4%	1.0	4.5~30	10		
580S[2]	2.5±1%	1.0	4.5~30	55		
AD581J/K/L/S/T/U	10± 5mV	10	12~40	5(L)/10(U)	25	k
AD584J/K/L/S/T[5]	2.5/7.5/10	10	4.5~30	5(L)/15(T)	25	l
AD589J/K/L/M/S/T/U	1.2	5		10~100		b
AD2710K(L)	10.000±1mV	10	$U_{Np-p}=30\mu V$	2(1)	25	m[6]
AD2712K(L)	±10.000±1mV	10	$U_{Np-p}=30\mu V$	2(1)	25	n[7]
MAX676	4.096±0.01%	5	4.75~5.25	1(1.5max)		o
677	5.000±0.01%	5		1(1.5max)		
678	10.000±0.01%	5		1(1.5max)		

注[1]:工作温度范围 0℃~70℃。AD580 系列中,J/K/L/M 档属于 0~70℃温度范围。

注[2]:工作温度范围 -55℃~125℃。AD580 系列中,S/T/U 档属于该温度范围。

注[3]:LM168/268/368 有 5.0、6.2、10.0V 三种输出电压规格。

注[4]:LM185/285/385 有 1.25 和 2.5V 二种输出电压规格。

注[5]:AD584 有三种输出电压规格,端子 2、3 开路,输出 10.000V;端子 2、3 连接,输出 7.500V;端子 2、4 开路,输出 5.000V;端子 3、1 连接,输出 2.500V。

注[6]:DIP14 封装,管脚依次为 1~6NC、COMMON、NC、NC、TEST POINT、+15.0V、FINE ADJUST、10.0000V OUT、FINE ADJUST。

注[7]:DIP14 封装,管脚依次为 -FINE ADJUST、-10.0000V OUT、+FINE ADJUST、-15.0V、NC、NC、COMMON、NC、NC、TEST POINT、+15.0V、FINE ADJUST、10.0000V OUT、FINE ADJUST。

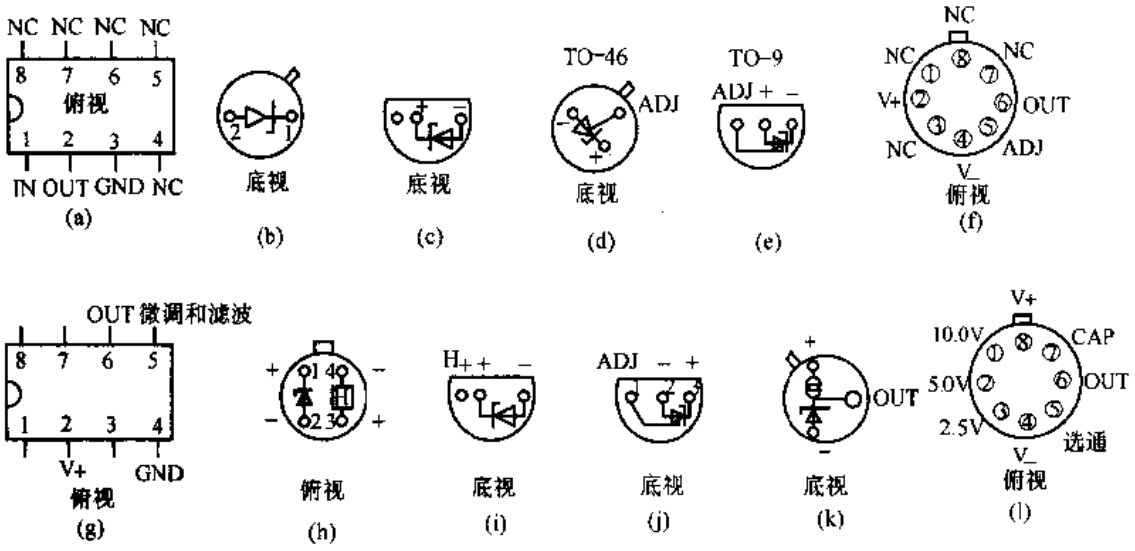


图 2.6　几种基准电压源的封装和外引线排列

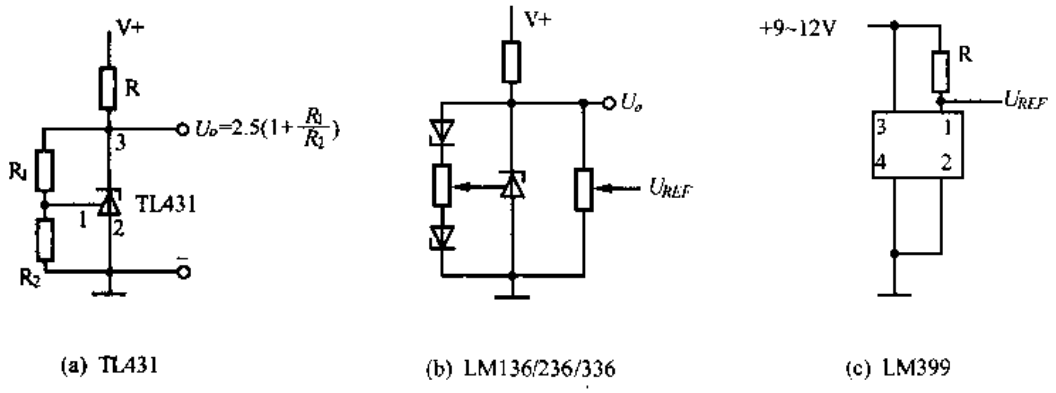


图 2.7　几种基准电压源的典型应用电路

2.2.6　开关集成稳压器

开关稳压电源的功率器件工作在开关状态，从而使效率大大提高，一般可达 70% ~ 90%，而线性稳压电源的效率在 30% ~ 60%，开关集成稳压电源还具有体积小、重量轻、允许输入电压变化范围大和发热量小等优点。开关集成稳压电源的纹波一般较线性稳压电源大一些，不宜用于微弱信号的放大。

开关集成稳压电源一般都采用脉宽调制的方式工作，从控制上分有电压型和电流型两大类；从输入输出的关系上分有降压型、升压型和极性反转型三类；从结构上看有开关集成稳压器和开关电源控制器之分。为了避免大功率集成的一些困难，往往开关电源的控制部分单独集成，另加大功率器件和少数外围元件，即可构成一个开关稳压电源。表 2.10 给出了一些典型的开关集成稳压器和开关电源控制器的参数，图 2.8 ~ 图 2.10 给出了几种开关集成稳压器和开关电源控制器的应用电路，其它一些电路的外引线排列如图 2.11 所示。

表 2.10　开关集成稳压器的电气参数

型 号	类型 V或I	输出形式 [1]	封装	电源范围 (V)	最大输出电流 (A)	内参考源 (V)	温度系数 (%/℃)	备 注
SG3524/5/6/7	V	P－P	16DIP	8～35	0.1	5	0.01	见2.2.5.1
SG3525A	V	P－P	16DIP	8～35	0.5	5		
SG3527A	V	P－P	16DIP	8～35	0.5	5		
VC3842/3/4/5	I	S	8DIP	8(6)～25	0.15	5		见2.2.5.2
RC4191/2/3	V	S	8DIP	2.4～30	0.15	1.31		见图2.13
μA78S40	V	S	16DIP	2.5～40	1.5	1.24	0.01	见图2.13
TL493/4/5	V	P－P	16DIP	7～40	0.2	5		见图2.13
MC34063	V	S	8DIP	2.5～40	1.5	1.25		见2.2.5.3
34163	V	S	16DIP	2.5～40	3	1.25		
34165	V	S	16DIP	3～65	1.5	1.25		
TWH9311			39×56×28	15～40	1			见2.2.5.4
9312			39×56×28	15～40	2			
9313			50×56×32	15～40	0.3A/5V 2.5			
LP1070	I	S		3～30	5	1.24		
LM2575[1]			TO220	3.5～35	1	1.23		见2.2.5.5
LM2577[1]			TO220	3.5～35	2	1.23		

注[1]：LM2575 为降压型稳压器，LM2577 为升压型稳压器，效率可达 80%，振荡频率 52kHz。它们的输出电压为固定的，在型号的后面加－5、－12、－15 等数字；可调的加 ADJ。

2.2.6.1　CW1524/2524/3524 集成开关稳压控制器的外引线和应用电路

CW1524/2524/3524 集成开关稳压控制器的应用电路见图 2.8，其外引线标号已在图中标明，主要电参数见表 2.10。图中的三极管 V_1 和 V_2 应选用高速开关管，电流不小于 5A，电压不小于 60V，二极管 D_1 和 D_2 应选用肖特基管。滤波电容 C_5 应选用自身电感量小的产品，变压器可用小型铁淦氧磁芯。3524 还有一种改进型，型号是 3524A，引脚兼容，它增加了过热保护、脉宽调制器锁存和小于 8V 时的欠压闭锁电路，明显地提高了电路的性能。

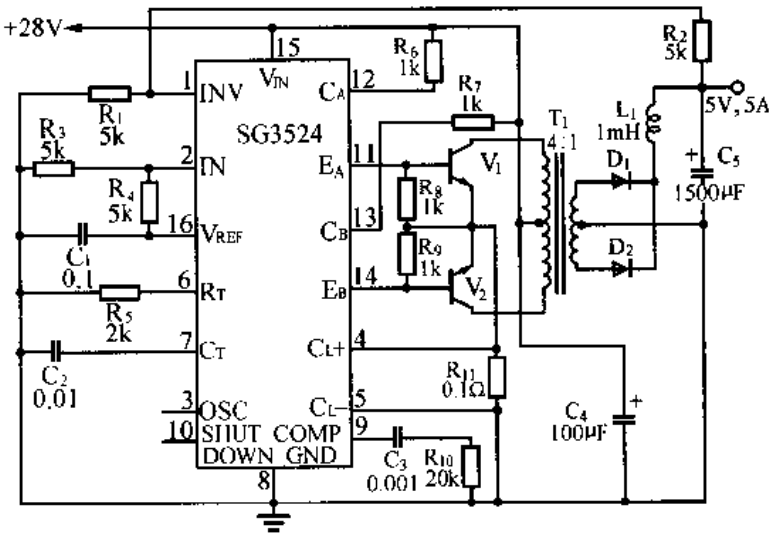


图 2.8

2.2.6.2 VC3842/3843 集成开关稳压控制器的外引线和应用电路

VC3842 是电流型 PWM 控制器，其应用电路见图 2.9，外引线标号已在图中标明，主

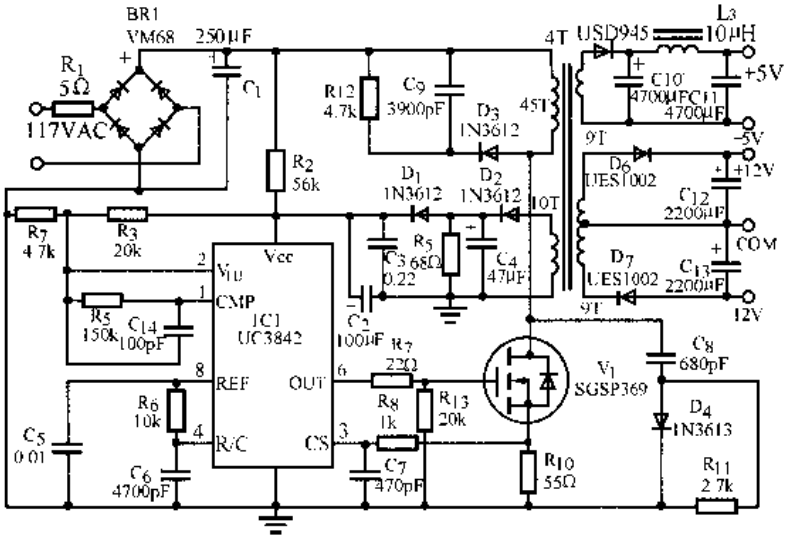
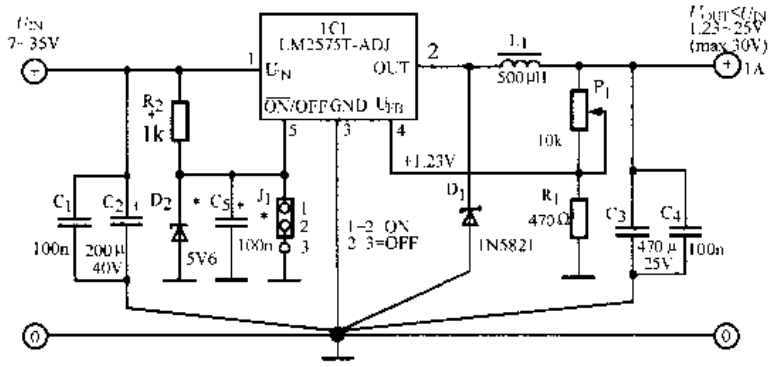
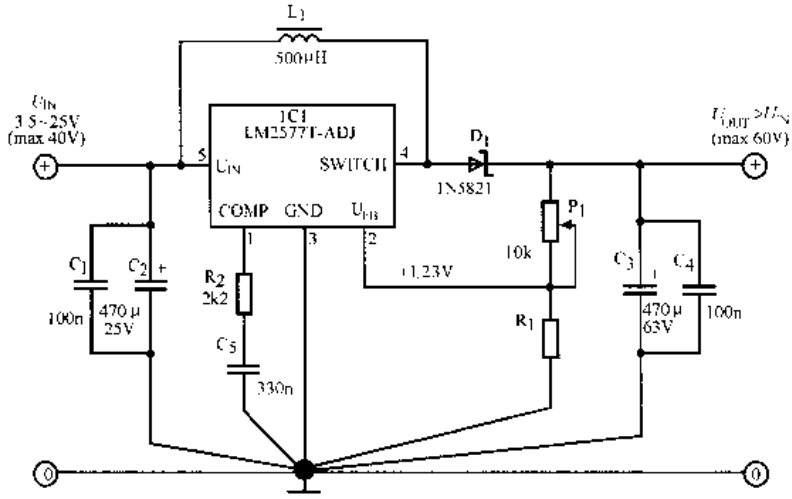


图 2.9



(a)LM2575 构成的可调输出直流电源



(b)LM2577 构成的可调输出直流电源

图 2.10 LM2575 和 LM2577 开关稳压器的应用电路

要电参数见表 2.10。图中的三极管 V_1 是 500V、5A 的功率 MOSFET，变压器与图 2.8 的不同，需要留有足够的气隙，选型号 EC35 铁淦氧磁芯，气隙约 0.5mm。电路的输出有 5V、4A 和 ±12V、0.3A 两组，变压器原边用 26AWG 号漆包线绕 45 匝，副边 12V 用 30 号线双线并绕 9 匝，5V 用 26 号线绕 4 匝，并联使用，反馈绕组用 30 号线双股绕 10 匝而成。

2.2.6.3 LM2575 和 LM2577 开关稳压器的外引线和应用电路

LM2575 为降压型稳压器，LM2577 为升压型稳压器。效率可达 80%，振荡频率 52kHz。它们的输出电压有固定的，在型号的后面加 -5、-12、-15 等数字；可调的加 ADJ。LM2575 和 LM2577 有两种封装五脚 TO220，型号的后缀为 T；四脚 TO3，后缀为 K。对 TO220 封装，LM2575 的①脚是 UIN，②是 OUT，③是 GND，④是 UFB，⑤是 ON/OFF。LM2577 的①脚是 COMP，②是 UFB，③是 GND，④是 OUT，⑤是 UIN 。具体见图 2.10。

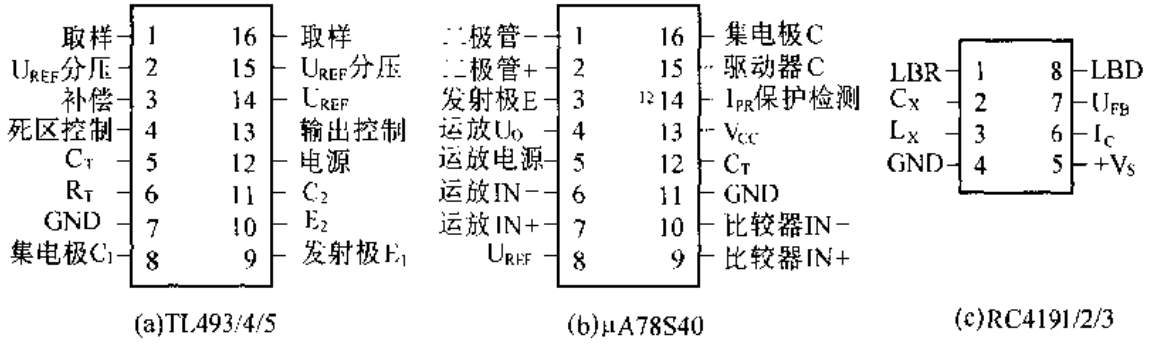


图 2.11 开关集成稳压控制器的外引线排列图

2.3 模拟乘法器

模拟乘法器也是一种重要的模拟集成电子器件，它可以实现两个模拟量的相乘，用数学式表示为

$$U_o = KU_xU_y$$

式中，U_x 和 U_y 表示输入信号，K 为比例系数，U_o 表示输出信号。模拟乘法器与运算放大器等其它器件配合，广泛应用于模拟乘法、除法、开方、相位检波、平衡调制、增益控制等方面。本手册介绍几种模拟乘法器，有 F1495/1595（BG314）和 AD532、AD534、AD538、AD539、AD834、LMT04 的参数和外引线排列，分别见表 2.11 和图 2.12 和图 2.13。

表 2.11 模拟乘法器的参数(一) T_A =25℃

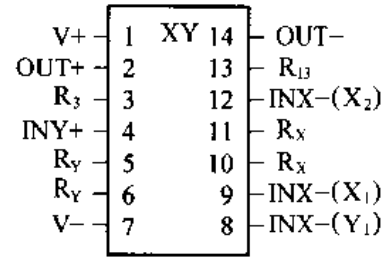
型号 \ 参数	满量程精度 max (%)	温度系数 typ (%/℃)	满量程非线性 X (%)	满量程非线性 Y (%)	小信号带宽 typ (MHz)	电源电压 (V)	工作温度范围 (℃)
F 1495	0.75		1	2	3	-15，+32	0 ~ 70
1595	0.5		0.5	1	3	-15，+32	-55 ~ 125
AD 532J	2	0.04	0.8	0.3	1	±10 ~ ±18	0 ~ 70
532K	1	0.03	0.5	0.2	1	±10 ~ ±18	0 ~ 70
532S	1	0.04max	0.5	0.2	1	±10 ~ ±22	-55 ~ 125
AD534J	1	0.022	0.4	0.01	1	± 8 ~ ±18	0 ~ 70
534K	0.5	0.015	0.3max	0.01max	1	± 8 ~ ±18	0 ~ 70
534L	0.25	0.008	0.12max	0.01max	1	± 8 ~ ±18	0 ~ 70
534S	1	0.02max	0.4	0.01	1	± 8 ~ ±18	-55 ~ 125
534T	0.5	0.01max	0.3max	0.01max	1	± 8 ~ ±18	-55 ~ 125

表 2.11　模拟乘法器的参数(二)　　$T_A = 25℃$

参数 / 型号	乘法误差 (%FS) 25℃	乘法误差 (%FS) $T_{min} \sim T_{max}$	小信号带宽 (MHz)	电源电压 (V)	温度范围 (℃)
AD538A	500μV + 1.0%	250μV + 2.0%	0.4	± 10 ~ ± 18	-25 ~ 85
538B	250μV + 0.5%	500μV + 1.0%	0.4	± 10 ~ ± 18	-25 ~ 85
538S	500μV + 1.0%	1 m V + 2.5%	0.4	± 10 ~ ± 18	-55 ~ 125
AD539J	2.5	2typ	30	± 4.5 ~ ± 16.5	0 ~ 70
539K	1.5	1typ	30	± 4.5 ~ ± 16.5	0 ~ 70
539S	4	1typ	30	± 4.5 ~ ± 16.5	-55 ~ 125

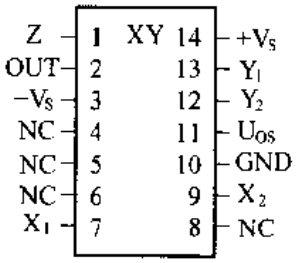
表 2.11　模拟乘法器 AD834/MLT04 的参数(三)　　$T_A = 25℃$

参数 / 型号	总误差 (± %FS)	线性度 (± %)	总误差温漂 (%/℃)	输出失调	输入失调 X = Y	量程因子 (1/V)	小信号带宽 (MHz)	转换速率 (V/μs)	输入范围 (V)
AD834	0.5	X:0.2 (Y:0.1)		± 20μA	0.5mV		500 ~ 1000		
MLT04	2 ~ 5	0.2 ~ 1	0.005	± 10mV	± 10.5%	0.4	8.9	53	-2.5 ~ 2.5



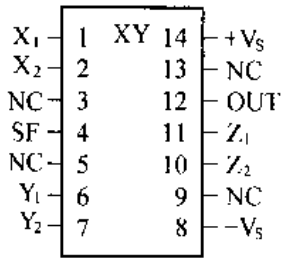
R_3=16kΩ，K系数调节
R_Y=R_X=15k，R_{13}=13.7k
$(OUT_1-OUT_2)=K(X_1-X_2)(Y_1-Y_2)$

(a) F1495/1595



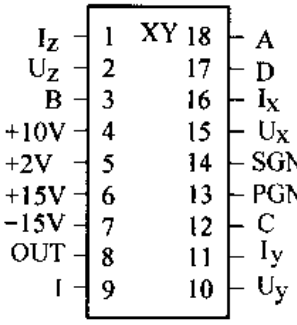
$OUT=(X_1-X_2)(Y_1-Y_2)/10V$

(b) AD532



$OUT=[(X_1-X_2)(Y_1-Y_2)/10V]+Z_2$

(c) AD534



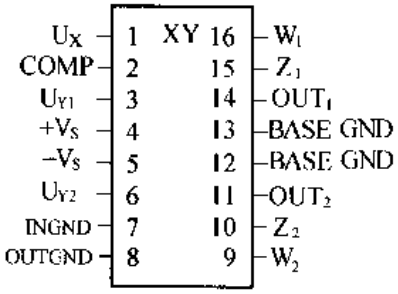
9脚为输出运放的反相输入端，可作调零用。乘法器的输出

$U_O=U_Y\ (U_Z/U_X)^m$

幂数m由外接电阻确定：

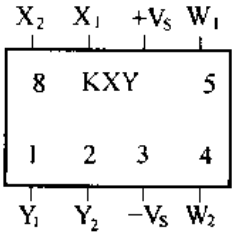
$R_{3,12}=0\Omega$	m	$R_{3,12}$	$R_{12,14}$	m
$R_{18,17}=\infty$	1	100 Ω	100 Ω	1/2
= 196 Ω	2	100	49.9	1/3
= 97.6 Ω	3	150	49.9	1/4
= 64.9 Ω	4	162	40.2	1/5
= 48.7 Ω	5			

(d) AD538



W和Z分别经6k电阻与OUT相连
$OUT_1=-U_XU_{Y1}$　$OUT_2=-U_XU_{Y2}$

(e) AD539



(f) AD834

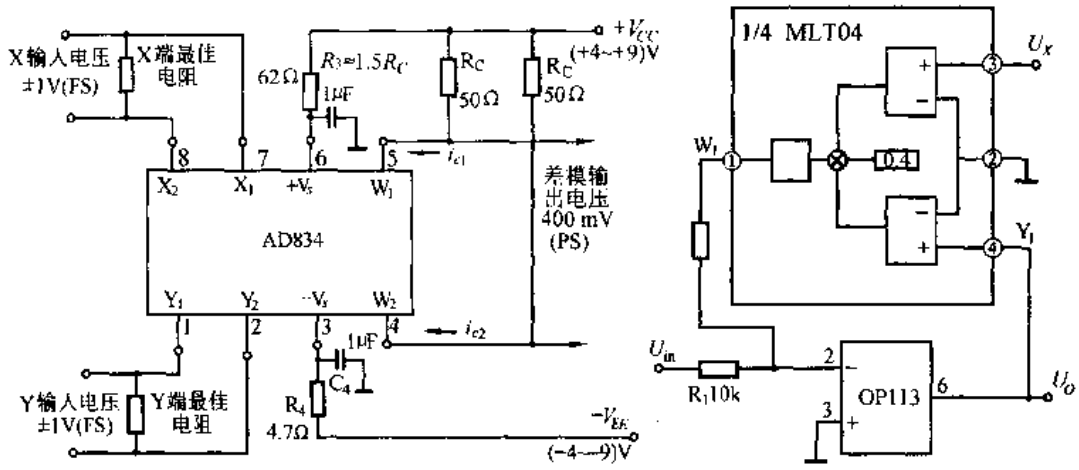
MLT04是单片四模拟乘法器，DIP18封装，引线如下：

1	2	3	4	5	6	7	8	9
W_1	GND_1	X_1	Y_1	V_{CC}	Y_2	X_2	GND_2	W_2
10	11	12	13	14	15	16	17	18
W_3	GND_3	X_3	Y_3	V_{EE}	Y_4	X_4	GND_4	W_4

$W=0.4(U_X+U_{OSX})(U_Y+U_{OSY})+Z_{OS}$

(g) MLT04

图 2.12　模拟乘法器的外引线排列



$U_O = -(U_X U_Y/1\text{V})(R_C/250\Omega)$　　$U_O = -2.5(R_2/R_1)(U_{in}/U_X)$

(a) AD834 体宽带乘法器　　(b)MLT04 作除法器

图 2.13　模拟乘法器的典型应用电路

2.4　特种放大器

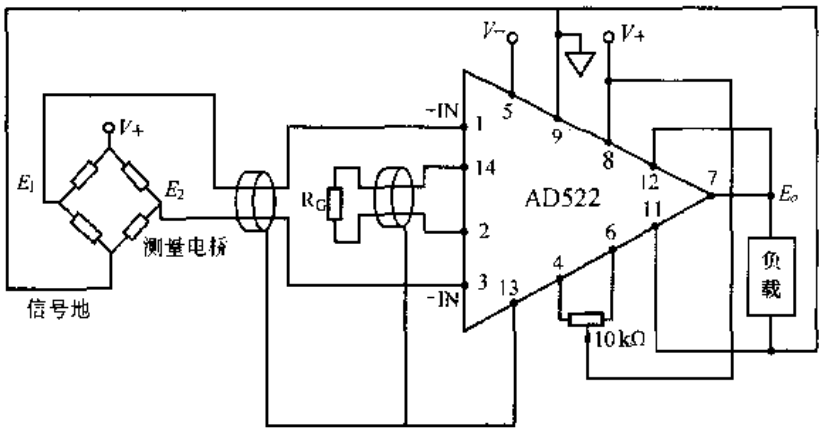
2.4.1　数据放大器

数据放大器有很强的共模抑制能力和小的失调电压，增益可调节，经常用于小信号中混合有大的共模信号的输入放大级。比较典型的单片数据放大器有 AD521、AD522、AD524 和 AD624 等，其电参数见表 2.12，典型应用电路和外引线编号见图 2.14 和图 2.15。

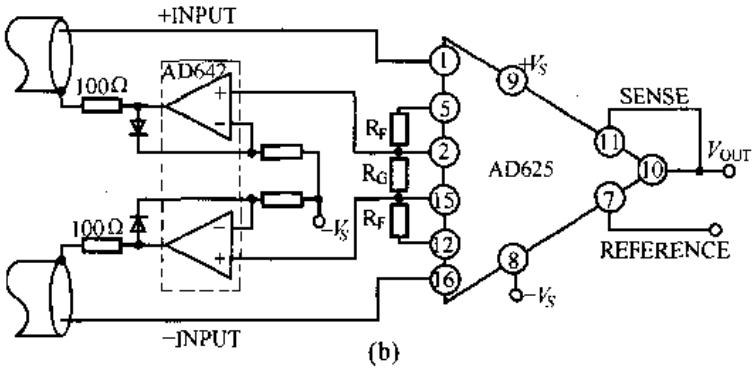
表 2.12　数据放大器的电气参数

参数 / 型号	输入失调电压 U_{IO} (μV)	失调电压温漂 $\alpha_{U_{IO}}$ (μV/℃)	增益 G	增益误差 $G=100$ (±%)	增益温漂 (ppm/℃)	单位增益带宽 GB (MHz)	非线性 (±‰)	共模抑制比 K_{CMR} (dB)	噪声 U_{Np-p} (μV)	电源电压 V_S (V)
AD521J	2mV	7	1~1k		±(3±0.05G)	2		110(G=1k)		±5~18
K	500	1.5	1~1k		±(3±0.05G)	2		120		
L	500	2	1~1k		±(3±0.05G)	2		120		
S	500	7	1~1k		±(15±0.4G)	2		120		
AD522A	400	6(G=100)	1~1k			0.3	0.05	120(G=1k)		±5~18
B	200	2	1~1k				0.01	120		
S	200	6	1~1k				0.01	120		
AD524A	250	2	1~1k	0.5	35	25	0.1	130	0.3	±5~18
B	100	0.75	1~1k	0.35	25	25	0.05	130	0.3	
C	50	0.5	1~1k	0.25	25	25	0.03	130	0.3	
S	50	2	1~1k	0.5	25	25	0.1	130	0.3	
AD624A	200	2	1~1k	0.25	10	25	0.05	130	0.2	±5~18
B	75	0.5	1~1k	0.15	10	25	0.03	130	0.2	
C	25	0.25	1~1k	0.1	10	25	0.01	130	0.2	
S	75	2	1~1k	0.25	10	25	0.05	130	0.2	
AD625A	200	2	1~10k	0.01	5	25	0.05	130	0.2	±5~18
B	50	0.5	1~10k	0.008	5	25	0.02	130	0.2	
C	25	0.25	1~10k	0.005	5	25	0.01	130	0.2	
S	200	2	1~10k	0.01	5	25	0.05	130	0.2	

注：AD521S 的工作温度为 -55℃~+125℃，其它为 -25℃~+85℃；AD522A/B/S 的工作温度为 -55℃~+125℃；AD524/624/625 的 S 档工作温度为 -55℃~+125℃，其它为 -25℃~+85℃。

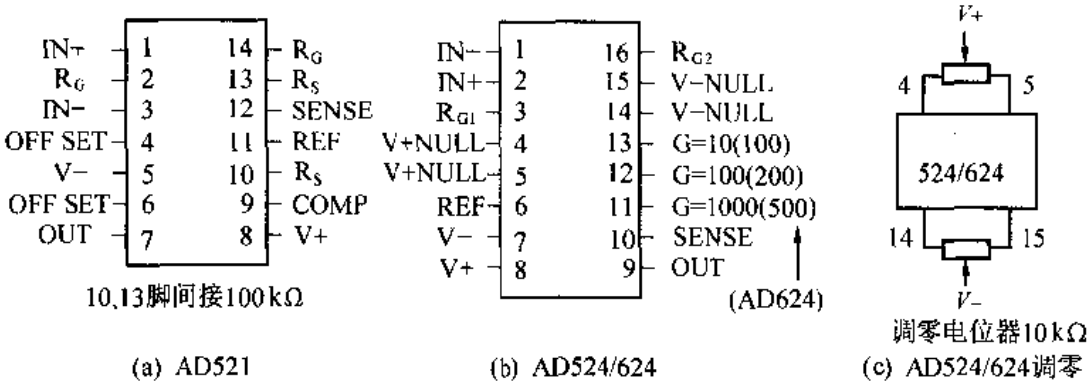


(a)



(b)

图 2.14　数据放大器 AD522 和 AD625 的应用电路



(a) AD521　　(b) AD524/624　　(c) AD524/624调零

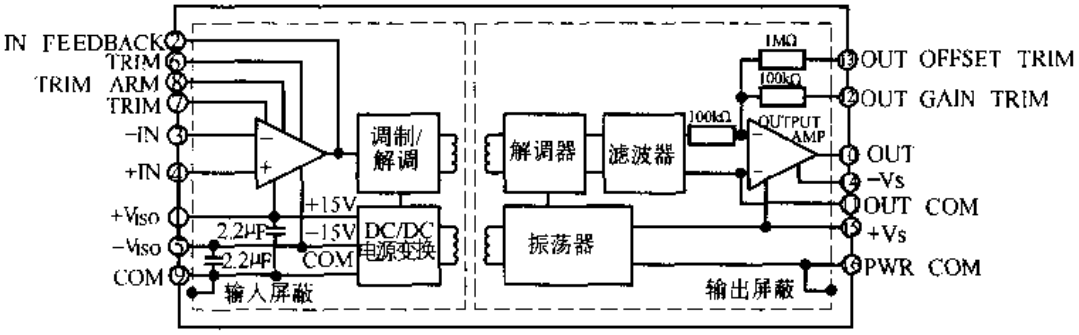
图 2.15　数据放大器 AD521/524/624 的外引线

2.4.2　隔离放大器

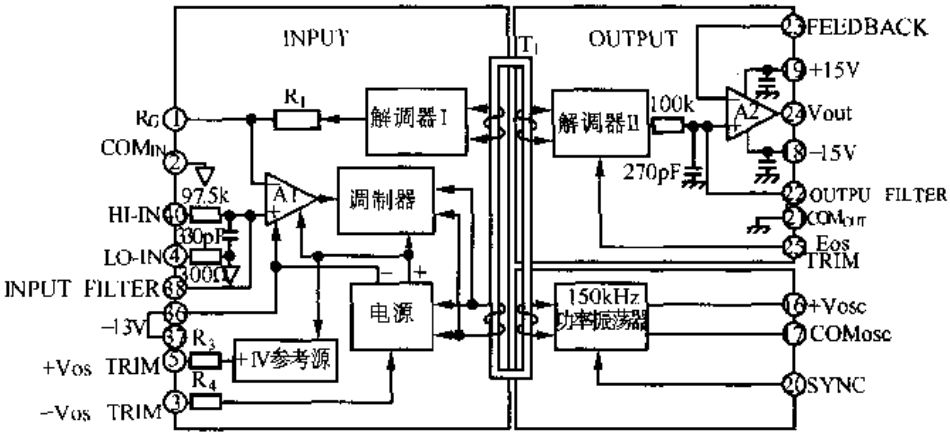
隔离放大器用于测量高共模电压环境中的低电平信号，它可消除地线网络的干扰所引起的测量误差，避免地线回路的寄生反馈，不需要对偏流提供返回通路。用于人体信号测量时，由于隔离放大器对信号通道和电源通道都是隔离的，可提供安全可靠的接口。隔离放大器的电气参数见表 2.13，典型应用电路见图 2.16。

表 2.13　隔离放大器的电气参数

参数 / 型号	共模电压 CMV IN/OUT	增益调节范围 G (V/V)	增益非线性 typ	温度系数 T.C. (μV/℃)typ	漏电 (μA)	小信号带宽 (kHz)typ	供电电压 V_S (V)
277J	±2500Vp-p	1~1000	±0.05%	3	1.0(115V,60Hz)	2.5	±15V
277K	±2500Vp-p	1~1000	±0.025%	1	1.0(115V,60Hz)	2.5	±15V
277A	±2500Vp-p	1~1000	±0.05%	3	1.0(115V,60Hz)	2.5	±15V
289J	±2500Vp-p	1~100	±0.05%	22	2.0(115V,60Hz)	20	+14~25
289K	±2500Vp-p	1~100	±0.025%	16	2.0(115V,60Hz)	20	+14~25
289L	±2500Vp-p	1~100	±0.012%	10.5	2.0(115V,60Hz)	20	+14~25
290A	±1500Vp-p	1~100	±0.1%	11.5	10(115V,60Hz)	2.5	+8~15
292A	±1500Vp-p	1~100	±0.1%	10.5	10(115V,60Hz)	2.5	+8~15
AD293A	±2500Vp-p	1~1000	±0.05%	10.5	与294类似	2.5	±15V
293B	±2500Vp-p	1~1000	±0.05%	5.2		2.5	±15V
AD294A	±3500Vp-p	1~1000	±0.1%	11	2.0(115V,60Hz)	2.5	±15V
AD295A	±2500Vp-p	1~1000	±0.005%	10.4	与294类似	4.5	±15V
295B	±2500Vp-p	1~1000	±0.025%	3.3		4.5	±15V
295C	±2500Vp-p	1~1000	±0.012%	1.6		4.5	±15V



(a)



(b)

图 2.16　隔离放大器的外引线排列和典型应用电路

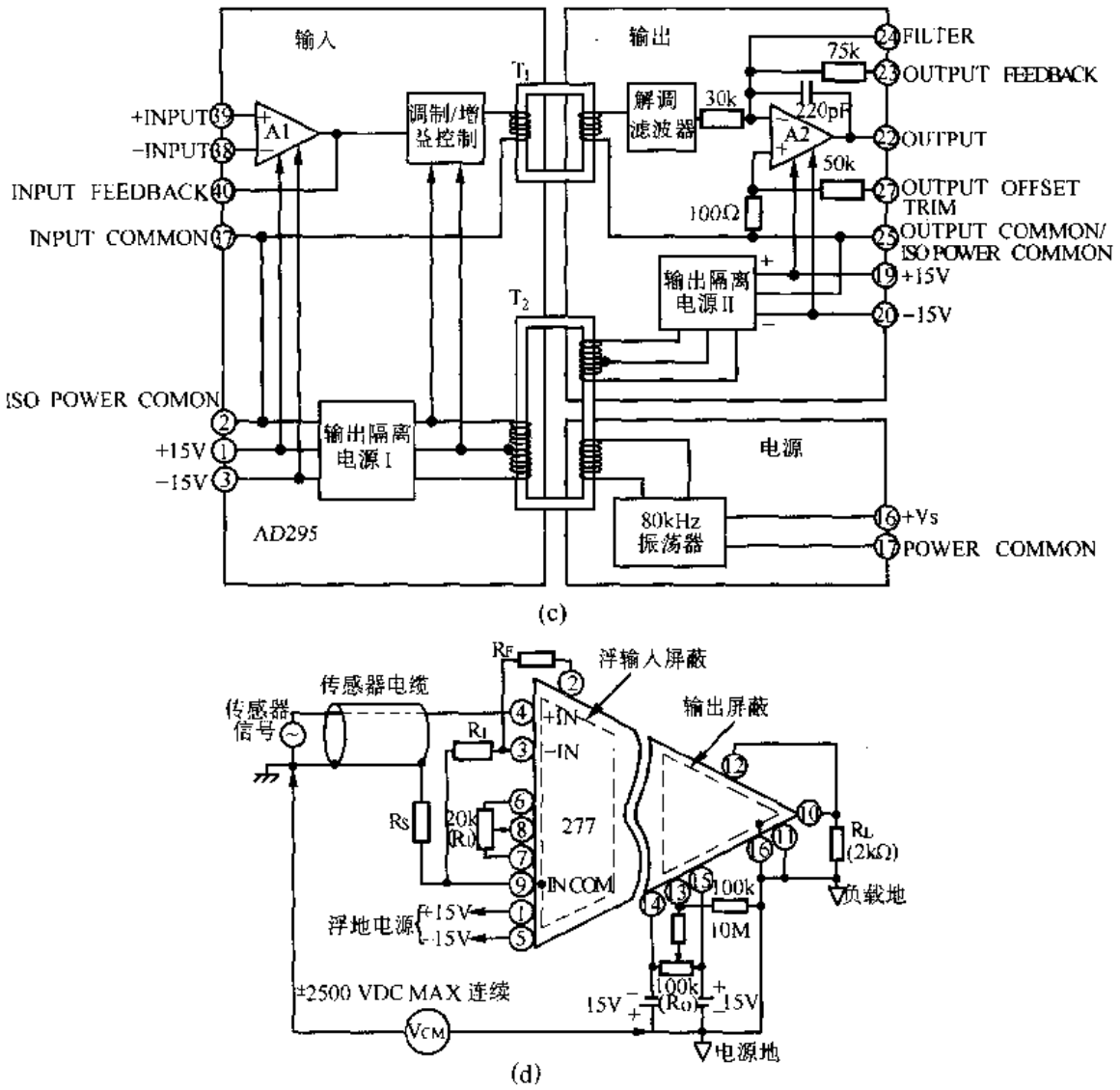


图 2.16　隔离放大器的外引线排列和典型应用电路

2.5　功率放大器

功率放大器要求不仅能线性地放大信号，而且要求输出约 100mW 以上，乃至上百瓦的功率给负载。使用功放最多的是音响和电视设备以及自动控制机电一体化设备。早期的集成功率运算放大器(如 F0021/0041)实际上就是在通用型运放的基础之上加入功率驱动级而构成的。60 年代末刚出现的功率运放的主要缺点是效率低、电源适应性差，尤其不适合于低压工作。70 年代是以厚膜电路为主。80 年代以后涌现出很多单片集成功率放大器，它们性能优良，功能齐全，附加有各种保护、消噪声电路，外接元件大大减少，易于安装使用；并且出现了低供电电压、低失真、宽频带和双功放等新品种。使用功率放大器最重要的是选用适当的散热器以及电气工作条件，同时必须在电源引脚近旁加退耦电容以防自激。功率放大器基本都工作在甲乙类(AB 类)状态，静态电流大都在 50mA 左右，静态功耗小，但动态功耗很大，且随输出的变化而变化。

2.5.1 集成功率放大器的型号和主要电参数

表 2.14 常用集成功率放大器型号和参数

参数 / 型号	工作电压 V_{CC} (V)	最高电压 V_{max} (V)	最大允许功耗 P_{dmax} (W)	输出功率 P_o (W)	最大失真度 THD_{max} (%)	功率频响 BW (Hz)	输入电阻 R_i (kΩ)	负载阻抗 R_L (Ω)	通道数	封装编号
AN5260	24	26.4	7	6.6	1.7	20～20k			1	1
AN7160	5～16	24	37.5	18	0.2	15～30k		4	2	2
AN7161(N)	6～26	26	35.7	23	0.15	15～30k		4	2	3
BA516 BA526/527 BA546	6	9	0.8	0.7	1.8	20～20k	47	4～8	1	4
BA532	9～16	18	6.5	5.8	1.5	20～20k	180	4	1	5
BA5406	5～15	18	20	5	1.5	20～20k	100	3.2～4	2	6
CD2009	8～28	28	20	10	0.1	20～20k	200	2～4	2	7
CD2020	5～25	±25	25	20	0.3	10～33k	5000	4	1	8
CD2822	1.8～15	15	1.4	1	0.3	22～22k	100	8	2	9
CD4112	3～12	13	2.25	4.6	2.0	50～25k	20	3.2～8	1	10
CD4140	3.5～14	14	0.75	0.5	1.0	50～20k	15	8	1	11
CD7232	3.5～12	16	12.5	5.5	1.0	50～20k	20	4	2	12
CD7240	9～18	45	25	5.8/19	0.25	20～20k	33	4/8	2	13
CD7273	18～37	37	25	23	0.2	20～20k	30	8	2	14
CD7767	0.9～3	3	0.75	0.02	4.5	20～20k	50	32	2	15
LA4180	6	9	4	1/2.8	1.5	20～20k	30	2～8	2	16
LA4192	9	11	4	2.3/5	2.0	20～20k	30	4～8	2	16
LA4265	9～24	25	7.5	3.5	1.0	20～20k	20	8	2	17
LA4505	6～24	24	15	8.5	1.5	20～20k	30	3	2	18
LM386N	5～18	22	1.25	1	0.2	20～100k	50	8	1	19
LM2895	3～15	18	4.3	4	0.15	20～20k	150	4	1	20
LM2896	3～15	18	4.3	2.5/9	0.11	20～20k	100	4	2	21
TA7237AP	8～18	18	25	17	1.5	50～20k	35	4	2	22
TA7263P	9～18	25	25	5.8	0.3	20～20k	33	4	2	13
TA7264P	9～18	25	25	5.8	0.3	20～20k	33	4	2	23
TA7269P	6～15	20	25	4.5	0.8	20～20k	30	5	2	24
TA7270P	9～18	25	25	5.8/19	0.25	20～20k	33	4	2	13
TA7271P	9～18	25	25	5.8/19	0.25	20～20k	33	4	2	23
TA7283P	6～15	16	12.5	4.6	1.0	20～20k	30	4	2	24
TA7299AP	9～18	25	25	5.8	0.3	20～20k	33	4	2	13
TDA2008	10～28	28	20	12	0.15	40～15k	150	3.2～8	1	25
TDA2009	8～28	28	20	10	0.1	22～22k	200	4/8	2	26

续表 2.14　常用集成功率放大器型号和参数

参数 / 型号	工作电压 V_{CC} (V)	最高电压 V_{max} (V)	最大允许功耗 P_{dmax} (W)	输出功率 P_o (W)	最大失真度 THD_{max} (%)	功率频响 BW (Hz)	输入电阻 R_i (kΩ)	负载阻抗 R_L (Ω)	通道数	封装编号
TDA2020	±22	±22	25	20	0.3	10～160k	5000	4/8	1	8
TDA2030	±14	±18	20	14	0.5	10～140k	5000	4/8	1	27
TDA2030A	±22	±22	20	18	0.08	40～15k	5000	4/8	1	27
TDA2040 (A)	±20	±20	25	22	0.08	40～15k	5000	4/8	1	27
TDA2822	3～15	15	4	1.4	1.0	22～22k	100	8	2	28
TDA7240	6～18	28	20	20	1.0	22～22k		4/8	1	29
TEA2024	6～18	20	5	3.5/10	1.5	15～40k		4	2	30
TEA2025	3～12	15	5	2.3/5	1.5	20～20k	30	4	2	31
μPC1241H μPC1242H	8～18	25	12	7	1.0	20～20k		2/4	1	32
μPC1288V	6～20	25	14	7/20	1.0	20～20k	30	3.2～8	2	33

注：最大允许功耗是在有相应的散热片情况下的值(下同)。

2.5.2　集成功率放大器的外引线排列和封装形式

集成功率放大器的封装见图 2.17。表 2.15 内符号说明如下：

AGC —自动增益控制　　BI —偏置　　BIp —功放偏置

B－O — BTL 输出端　　BPS —旁路　　BS —自举

BIc —公共偏置　　COMP—补偿　　CON —偏流控制

DC —退耦　　FB —反馈　　FIL —滤波

GND1—前置放大地　　GND2—功放地　　GND —地

IN＋ —同相输入端　　IN —输入端　　IN－ —反相输入端

MUT —静噪　　OUTp—功放输出　　OUTv—分压输出

OUT —输出端　　PRO —保护　　SW —开关

SW —双声道/BTL 转换开关　　Vc1 —前置电源 1　　V＋ —正电源

Vcc —电源　　Vref—基准电源　　Vc2 —前置电源 2

V－ — 负电源　　Vcp —功放电源　　～ —表示接散热片

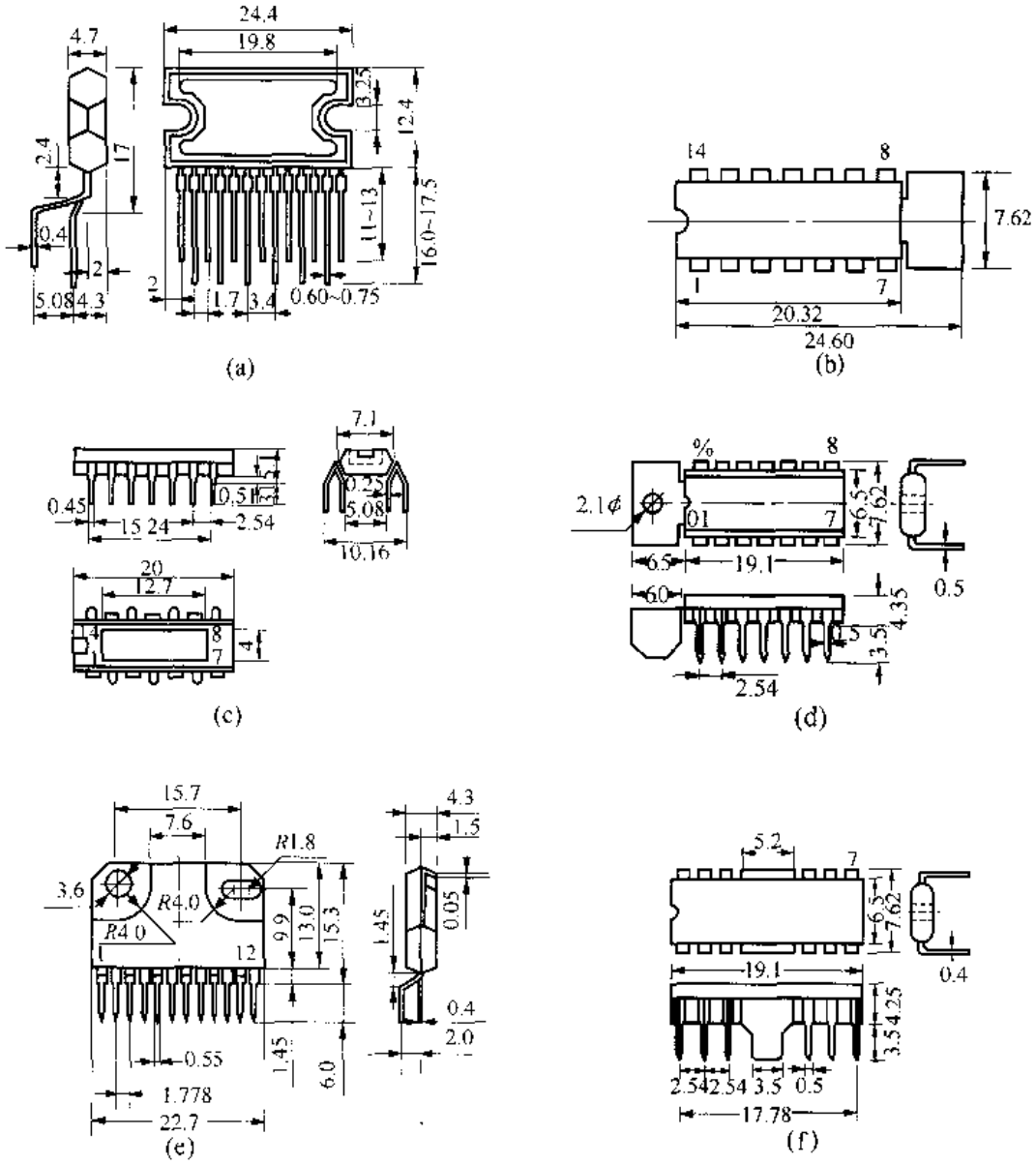


图 2.17　集成功率放大器的外形封装

表 2.15　常用集成功率放大器的管脚功能与封装形式(一)

封装编号	1 脚	2 脚	3 脚	4 脚	5 脚	6 脚	7 脚	8 脚	9 脚	10 脚	11 脚	12 脚	16 13 脚	15 14 脚	封装形式
1	BS	FB	FIL	Vcc	COMP	BPS	IN	GND	COMP	GND	OUT				S11
2	1BS	1OUT	GND2	2OUT	2BS	Vcc	PRO	2FB	GND1	IN	1FB	FIL			S12
3	Vcc	2BS	2OUT	GND2	1OUT	1BS	FIL	1FB	IN	GND1	2FB	OUT			S12
4	COMP	COMP	Vcc	OUT	GND	FIL	FB	IN	BPS						S9
5	OUT	GND	COMP	FIL	IN	FB	COMP	COMP	BS	Vcc					S10
6	Vcc	1OUT	1BS	1FB	1IN	FIL	FIL	2IN	2FB	2BS	2OUT	GND			S12
7	1IN +	1IN −	DC	2IN −	2IN +	GND	NC	2OUT	Vcc	1OUT	11 脚 ~ 15 脚 NC				图(a)
8	V +	NC	V −	NC	V −	NC	IN +	IN −	COMP	COMP	NC	PRO	NC	OUT	图(c)

续表 2.15　常用集成功率放大器的管脚功能与封装形式(一)

封装编号	1 脚	2 脚	3 脚	4 脚	5 脚	6 脚	7 脚	8 脚	9 脚	10 脚	11 脚	12 脚	16 13 脚	15 14 脚	封装形式
9	1OUT	Vcc	2OUT	GND	2IN −	2IN +	1IN +	1IN −							C8
10	OUT	NC	GND	COMP	COMP	FB	NC	CON	IN	DC1	NC	DC2	BS	V_{CC}	图(d)
11	COMP	IN	FB	COMP	GND	OUT	Vcc	BS	DC						S − 9
12	1BS	1OUT	GND2	1FB	1IN	DC	GND1	2IN	2FB	2BS	2OUT	Vcc			S − 12
13	2IN	2FB	DC	GND1	1FB	1IN	GND2	1OUT	1BS	Vcc	2BS	2OUT			S − 12
14	2BPS	2IN	GND1	1IN	1BPS	FIL	1OUT	1FB	Vcc	GND2	2FB	2OUT			图(e)
15	1IN	1FB	MUT	Vc1	BI	GND1	2FB	2IN	COMP	OUTv	GND2	2OUT	1OUT Vc2	COMP COMP	C − 16

表 2.15　常用集成功率放大器的管脚功能与封装形式(二)

封装编号	1 脚	2 脚	3 脚	4 脚	20 5 脚	19 6 脚	18 7 脚	17 8 脚	16 9 脚	15 10 脚	14 11 脚	13 12 脚	封装形式
16	B − O	2OUT	2BS	2FB	2IN	DC	GND	1IN	1FB	1BS	1OUT	Vcc	C − 12
17	GND	OUT	Vcc	NC	DC	COMP	COMP	PRO	FB	IN			S − 10
18	Vcc	1BS	COMP	1OUT	GNP COMP	2BS COMP	COMP 1FB	2OUT 1IN	COMP DC	COMP GND	2IN PRO	2FB DC	C − 20
19	AGC	IN −	IN +	GND	OUT	Vcc	BPS	AGC					C − 8
20	Vcc	OUT	BS	NC	BPS	GND	NC	IN +	IN −	NC	NC		S − 11
21	Vcc	2OUT	2BS	2IN −	2IN +	GND	1IN +	1IN −	1BS	1OUT	BPS		S − 11
22	1BS	1OUT	PRO	1FB	1IN	GND	GND	FIL	2FB	2OUT	2BS	Vcc	S − 12
23	1OUT	1BS	Vcc	2BS	2OUT	GND	2IN	2FB	GND	DC	1FB	1IN	S − 12
24	1BS	1OUT	PRO	1FB	1IN	GND	2IN	2FB	GND	2OUT	2BS	Vcc	S − 12
25	IN +	IN −	GND	OUT	Vcc								S − 5
26	1IN +	1IN −	FIL	2IN −	2IN +	GND	NC	2OUT	Vcc	1OUT	NC		图(a)
27	IN +	IN −	V −	OUT	V +								S − 5
28	1IN +	NC	1IN −	GND	GND	1OUT	NC	Vcc	2IN + NC	NC NC	2IN − 2OUT	GND GND	C − 16
29	FB	FIL	IN	GND	OUT	Vcc	OUT						图(a)
30	GND	1FB	1IN	DC	1OUT	Vcc	2OUT	2IN	2FB	GND			S − 10
31	B − O	2OUT	2BS	GND2	GND2	2FB	2IN +	FIL	Vcc GND1	1OUT 1IN +	1BS 1FB	GND1 GND1	C − 16
32	IN	FIL	FB	GND1	GND2	OUT	BS	Vcc					S − 8
33	1OUT	1BS	COMP	1IN	1FB	GND	FIL	2IN	2FB	2BS	GND COMP	2OUT Vcc	S − 14

2.5.3 几种功率放大器应用电路介绍

2.5.3.1 音频功率放大器 LM1875

音频功率放大器 LM1875 是性能优异的单片集成功率放大器之一。它具有失真低、工作稳定可靠、外围电路元件少、功率带宽范围宽、电流负载能力大等优点。该电路非常适合组装高保真音响设备、收录机、立体声唱机及家庭影院之用。除此之外，该电路还可用于桥式放大器、伺服放大器及仪表系统。

LM1875 的输出功率大，在 ±30V 供电 8Ω 负载时可达 30W，电路具有短路保护、过热保护、电流限制和安全工作区保护等功能。表 2.16是功率放大电路 LM1875 主要参数，图2.18 是功率放大电路 LM1875 典型应用电路。

表 2.16 LM1875 主要电参数

电源电压范围	20～60V
静态电流	70mA
直流输出电平	0V
输出功率	25W（$THD=1\%$）
总谐波失真	0.015%（20W，1kHz）
失调电压	±1mV
输入偏流	±0.2μA
输入失调电流	±0.5μA(max)
增益带宽积	5.5MHz（$f_0=20$kHz）
功率带宽	70kHz
开环电压增益	90dB
电源纹波抑制比	95dB（Vcc，1kHz，1Vrms） 83dB（Vcc，1kHz，1Vrms）
转换速率	9V/μs
等效输入噪声电压	3μVrms（$Rs=600\Omega$）
输出电流	3A
工作温度范围	0℃～70℃

2.5.3.2 单片立体声音频功率放大器 AN7188NK

双 22W 单片立体声音频功放 AN7188NK 主要用于高级轿车音响和其它音响。该集成电路可 以提供两路 22W（额定值）的不失真音频功率；由于是单片式集成，体积小，单列 16 脚封装；内含负载短路等保护功能，外围电路简单，装调容易；有软启动功能。

表 2.17 为功率放大器 AN7188NK 的主要电参数，图 2.19 是功率放大器 AN7188NK 的典型应用电路。

表 2.17 AN7188NK 主要电参数

参　数	测试条件	最小	典型值	最大	单位
静态电路电流	$U_{in}=0$　$Rg=0\Omega$	—	120	200	mA
输出杂音电压	$U_{in}=0$　$Rg=0\Omega$	—	0.4	1.0	mV
电压增益	$U_{in}=20$mV	38	40	42	dB
总谐波失真	$U_{in}=20$mV	0	0.1	0.4	%
最大输出(4Ω)	$THD=10\%$	15	18		W
最大输出(2Ω)	$THD=10\%$	15	22		W
纹波消除率	$U_{in}=0$　$Rg=0\Omega$	55	60	—	dB
输出失调电压	$U_{in}=0$　$Rg=0\Omega$	-250	0	+250	mV
通道平衡	$U_{in}=20$mV	-1	0	+1	dB
软启动电流	$U_{stB}=0$	—	0.5	100	μA
输入阻抗		—	30	—	kΩ

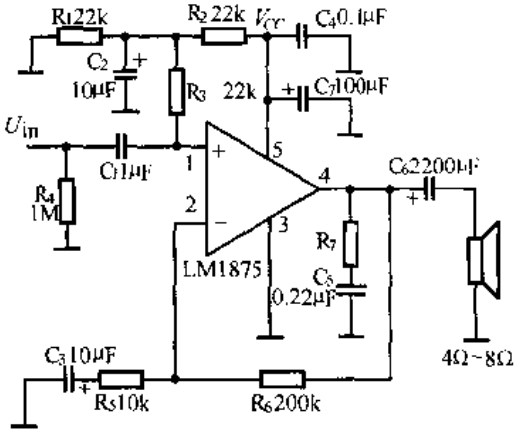


图 2.18 LM1875 的应用电路

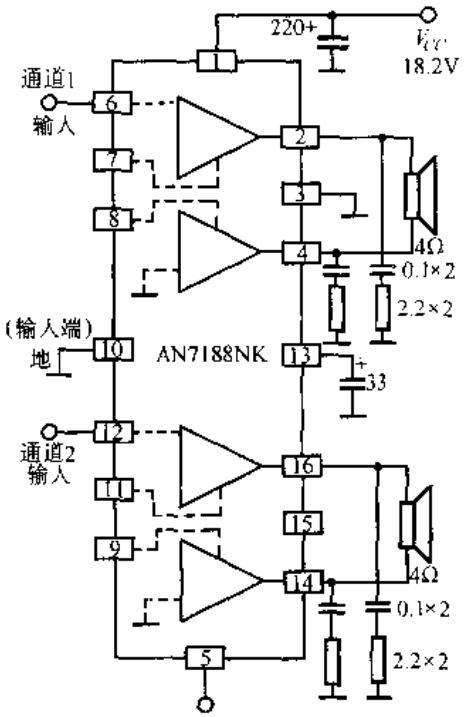


图 2.19 AN7188NK 的应用电路

2.5.3.3 高保真(Hi－Fi)集成功率放大器 AMP1200

高保真音频集成功率放大器 AMP1200，在电子爱好者中常称为“皇后”集成功率放大器，其额定输出功率高达 100W。要想让“皇后”发出优美的音色，就必须十分重视直流电源的品质，双声道立体声放大器最好能使每个声道拥有独立的电源部分，选用内阻小、对电压变化反应敏捷的大容量环形电源变压器，能使“皇后”的放声更富有魅力。图 2.20 为其应用电路图，表 2.18 为主要电参数。

表 2.18 音频集成功放 AMP1200 的主要电参数

推荐最佳直流工作电压	+38V，-38V
额定输出功率	100W(有效值)
频率特性	10 Hz～30kHz ± 1dB
总共谐波失真	3‰
输入阻抗	47 kΩ
负载阻抗	8Ω
电压增益	30dB
零信号时的静态电流	不大于 45mA
输出端的失调电压	小于 0.05V
能适应的直流工作电压范围	25V～40V(双电源)
极限直流工作电压	+44V，-44V
最大输出功率	200W
推荐的铝合金散热板勿小于	400×300×2mm

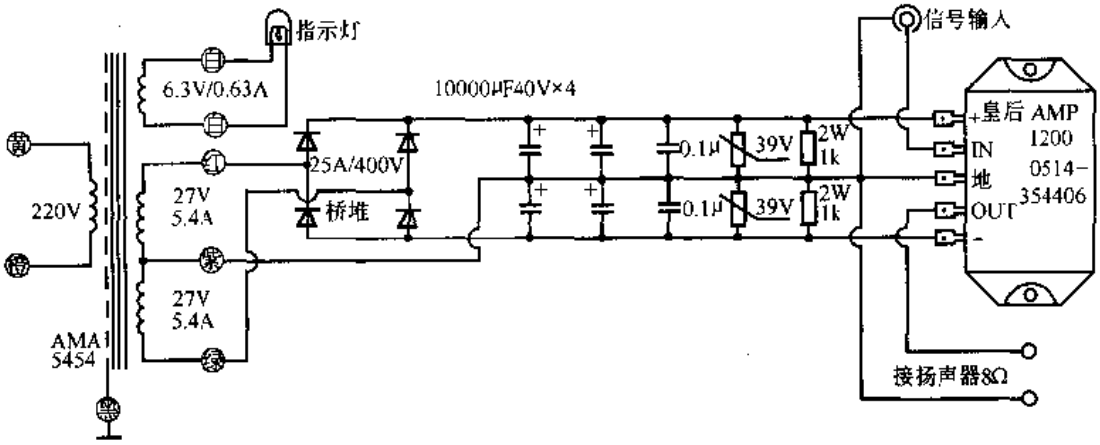


图 2.20　AMP1200 的应用电路

2.6　电压频率转换器(V/F)和频率电压转换器(F/V)

电压频率转换器简称压频转换器，一般用 V/F 表示；频率电压转换器简称频压转换器，一般用 F/V 表示。有些单片集成电路同时具有这两种功能，但具体使用时只能选择其中一种功能。压频转换器和频压转换器是一种应用很广的接口电路，它是模拟和数字混合的集成电路。一般模拟量要经过 A/D 转换器，将模拟量转换为数字量，才能被计算机电路所识别。压频转换器是将模拟电压信号转换为频率信号，频率信号也是数字信号，也便于计算机识别。常用的压频转换器和频压转换器的参数见表 2.19，外引线排列见表 2.20，典型应用电路见图 2.21 和图 2.22。

表 2.19　压频转换器和频压转换器的参数

参数 / 型号	模拟电压范围 U_i(V)	模拟电流范围 I_i(mA)	满量程非线性 U_i(%)	满量程非线性 I_i(%)	温度系数 (ppm/℃)	输入失调电压 (mV)	响应时间或工作频率 (μs,kHz)	电源电压范围 (V)	温度范围 (℃)	工作模式
AD 537JH	-Vs~(+Vs-4)	0.1μ~100μ		0.15	±150	±5	10kHz	+5~+36 或±5~±18	0~70	F/V
537KH				0.07	±50	±2			0~70	
537SH				0.07	±150	±2			-55~125	
537JD				0.15	±150	±5			0~70	
537KD				0.07	±50	±2			0~70	
537SD				0.07	±150	±2			-55~125	
AD650 J	0~10	0~0.25	±0.5	±0.5	150	±4	1	±9~±18	0~70	V/F 或 F/V
A			±0.5	±0.5	150				-25~85	
650 K			±0.1	±0.1	100				0~70	
B			±0.1	±0.1	100				-25~85	
650S			±0.2	±0.2	150				-55~125	
ADVF32 K	0~10	0~25	±0.2	±0.2	150	±4	1	±9~±18	0~70	V/F 或 F/V
B					100				-25~85	
S					150				-55~125	
AD651 AQ	-10~+10	5~20 μA	±0.02		±20~±50	±1~4.5	2MHz	±15	-25~85	V/F 或 F/V
SQ			±0.02						-55~125	
BQ			±0.01						-55~85	
AD654JN	-Vs~(+Vs-4)					±1	500kHz	5~36 或±5~±18	0~70	V/F

表 2.20　压频转换器和频压转换器的外引线排列

型　号	外引线编号								封装形式	工作模式
	16 1	15 2	14 3	13 4	12 5	11 6	10 7	9 8		
AD537	DGND	SYNC	OUT I_{IN}	$+V_S$ $-U_{IN}$	CAP $+U_{IN}$	CAP U_{TEMP}	U_{OS} U_{REF}	U_{OS} $-V_S$	D14	F/V
AD537	$-U_{IN}$	$+U_{IN}$	U_{TEMP}	U_{REF}	$-V_S$	CAP	DGND CAP	OUT $+V_S$	Y10	F/V
AD650	OUT	$+U_{IN}$	NULL $-U_{IN}$	NULL $\pm I_{OS}$	$+V_S$ $-V_S$	AGND CAP	DGND NC	COMP F_{OUT}	D14	F/V, V/F
AD651	U_{REF} $+V_S$	COMP + TRIM	COMP − TRIM	COMP − OPA_O	AGND OPA −	DGND OPA +	F_{OUT} 10V	C_{OS} $-V_S$	D16	F/V, V/F
AD654	F_{OUT}	DGND	R_T	$+U_{IN}$	$-U_{IN}$	C_T	C_T	$+V_S$	D8	V/F
ADVF32	$-U_{IN}$	NC	+UIN NC	OUT $-V_S$	$+V_S$ CAP	GND NC	COMP − F_{OUT}	NC NC	D14	F/V, V/F
LM331	I_{OUT}	I_{REF}	F_{OUT}	GND	R_C	U_{REF}	U_{IN}	Vcc	D8	V/F, F/V

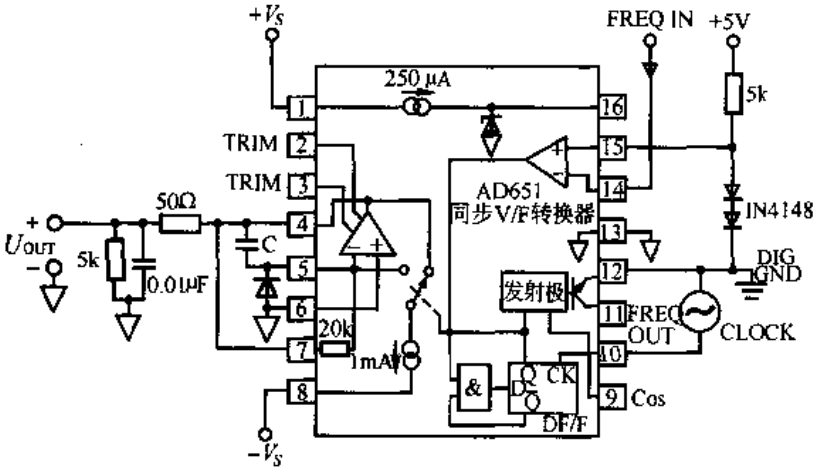


图 2.21　AD651 作 F/V 转换器

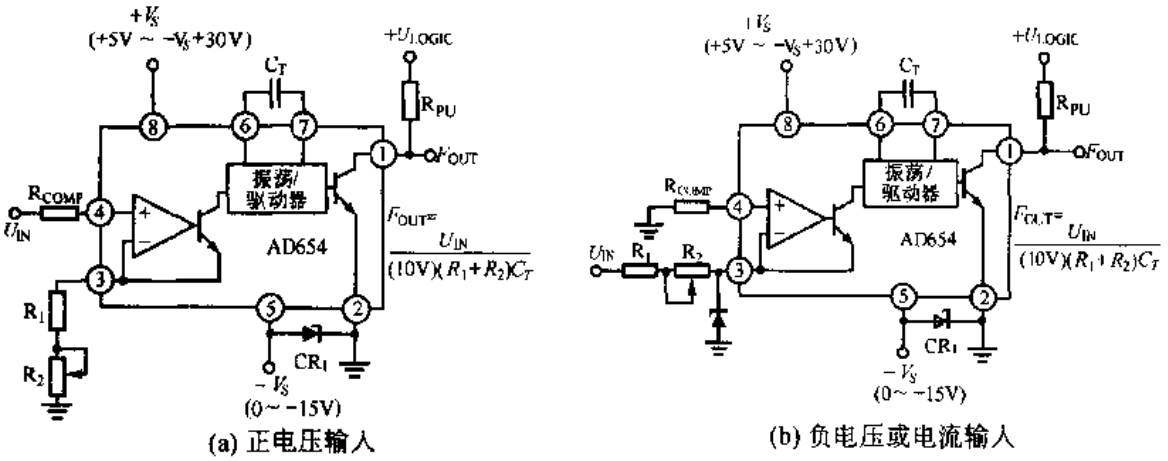


图 2.22　AD654 做 V/F 转换器

第三章　半导体二极管和三极管

3.1　中华人民共和国国家标准——半导体器件型号命名方法(GB249－74)

我国从1975年开始执行国标GB249－74，对半导体器件的型号按下列方法命名，即国标规定半导体器件的型号由五个部分组成：

第一部分　第二部分　第三部分　第四部分　第五部分

- 第五部分：用汉语拼音字母表示规格号
- 第四部分：用阿拉伯数字表示序号
- 第三部分：用汉语拼音字母表示器件的类型
- 第二部分：用汉语拼音字母表示器件的材料和极性
- 第一部分：用阿拉伯数字表示器件的电极数

有关汉语拼音字母符号的含义见表3.1。

表3.1　半导体器件型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分				第四部分	第五部分
符号	意义	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	D	低频大功率管	用阿拉伯数字表示序号	用汉语拼音字母表示规格号
		B	P型锗材料	V	微波管		$f_{HFb}<3MHz$		
		C	N型硅材料	W	稳压管		$P_c\geqslant1W$		
		D	P型硅材料	C	参量管	A	高频大功率管		
3	三极管	A	锗PNP型管	Z	整流管		$f_{HFb}\geqslant3MHz$		
		B	锗NPN型管	L	整流堆		$P_c\geqslant1W$		
		C	硅PNP型管	S	隧道管	T	可控整流器		
		D	硅NPN型管	N	阻尼管	Y	体效应器件		
		E	化合物	U	光电器件	B	雪崩管		
				K	开关管	J	阶跃恢复管		
				X	低频小功率管				
					$f_{HFb}<3MHz$	CS	场效应器件		
					$P_c<1W$	BT	特殊器件		
				G	高频小功率管	FH	复合管		
					$f_{HFb}\geqslant3MHz$	PIN	PIN型管		
					$P_c<1W$	JG	激光管		

例1：3　D　G　180　C　硅NPN型高频小功率三极管

- C：规格号
- 180：序号
- G：高频小功率管
- D：硅NPN型
- 3：三极管

例2：CS　2　B

- B：规格号
- 2：序号
- CS：场效应器件

注：CS、BT、FH、PIN、JG器件的型号命名只有第三、第四、第五部分

3.2 常用半导体二极管的参数

3.2.1 二极管的分类

二极管的类别很多，主要包括检波二极管、整流二极管、高频整流二极管、整流堆、整流桥、变容二极管、开关二极管、稳压二极管、阶跃二极管和隧道二极管等。高频小电流的二极管一般为点接触型的，大电流的为面接触型的，大电流的二极管在工作时还要加散热器。本手册在表 3.4～表 3.12 中分别介绍这些二极管的电参数。

3.2.2 二极管的主要参数

二极管的参数很多，对于不同的二极管，其参数的侧重面也有所不同，现简述如下：

(1) I_F——**正向整流电流**，也称正向直流电流。手册上一般给出的是正向额定整流电流，在电阻负载条件下，它是单向正弦交流电流的平均值。I_F 的大小随二极管的品种而异，且差别很大，小的十几毫安，大的几千安培。

(2) I_R——**反向电流**，也称反向漏电流。反向电流是二极管加反向电压，但没有超过最大反向耐压时，流过二极管的电流。I_R 一般在微安级以下，大电流二极管一般也在毫安级以下。

(3) U_{RM}——**最大反向耐压**，也称最大反向工作电压。二极管加反向电压，发生击穿时的电压称为击穿电压，最大反向耐压一般是击穿电压的二分之一到三分之二。最大反向耐压一般在型号中用后缀字母表示(第五部分)，也有用色环表示的，具体规定见表3.2和表 3.3，但也不是所有的型号都遵循这一规定。

(4) I_{FSM}——**浪涌电流**。它是指瞬间流过二极管的最大正向单次峰值电流，一般要比 I_F大几十倍。手册上给出的浪涌电流一般为单次，即不重复正向浪涌电流，有时也给出若干次条件下的浪涌电流。

(5) U_F——**正向压降**。正向压降是在规定的正向电流条件下，二极管的正向电压降。它反映了二极管正向导电时正向电阻的大小和损耗的大小。

(6) t_{rr}——**反向恢复时间**。反向恢复时间是从二极管所加的正向电压变为反向电压的时刻开始，到二极管恢复反向阻断的时间(当反向电流降低到最大反向电流 10%的时间)。

表 3.2 整流二极管的耐压等级(字母表示)

后缀字母	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
耐 压(V)	25	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900
后缀字母	M	N	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
耐 压(V)	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000

表 3.3 整流二极管的耐压等级(色环表示)

色 环	黑	棕	红	橙	黄	绿	兰	紫	灰
耐 压(V)	50	100	200	300	400	500	600	700	800

3.2.3 二极管的外形封装

二极管的外形和封装见图 3.1、图 3.2、图 3.3 和图 3.4。

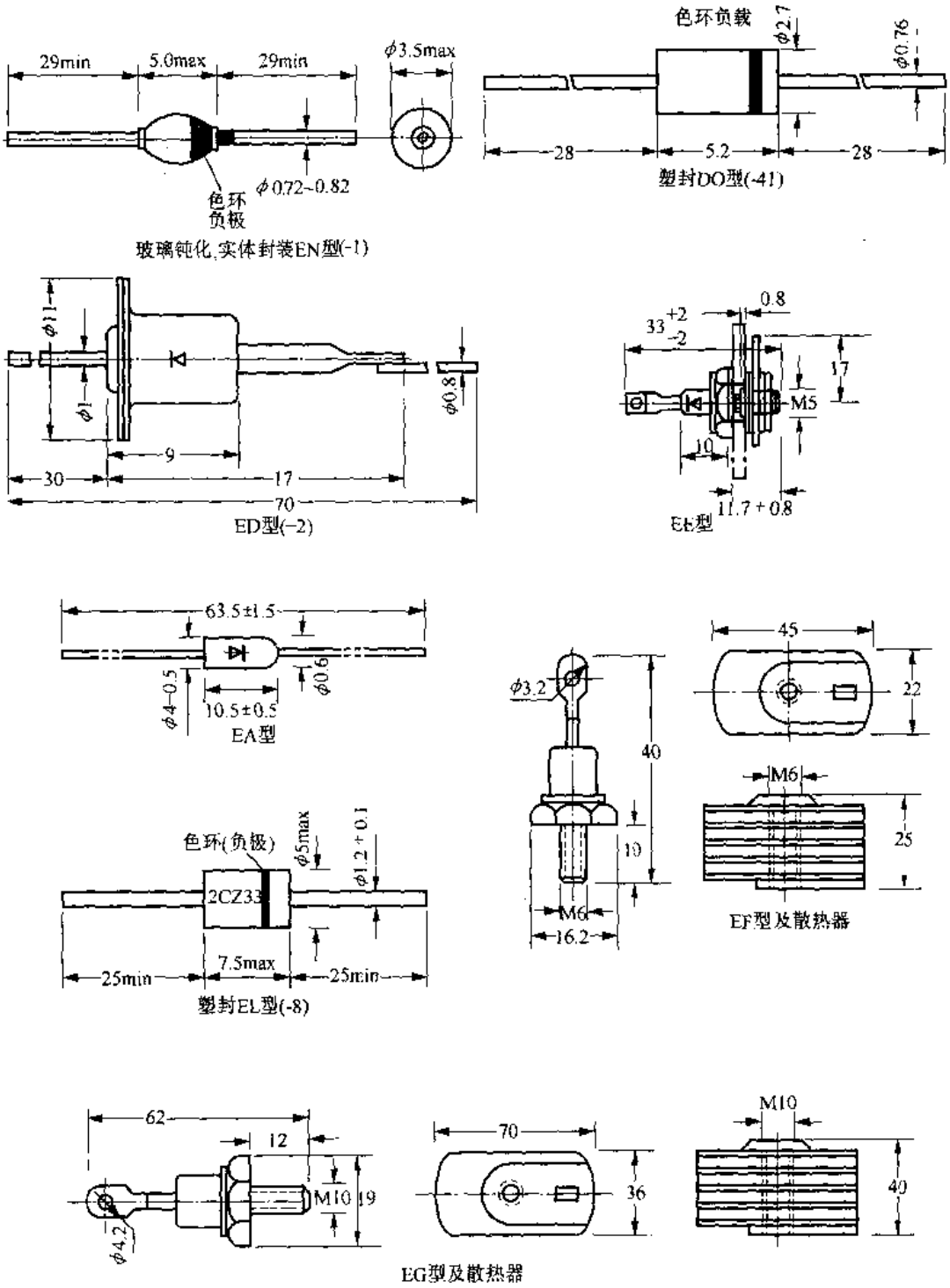


图 3.1 二极管的外形封装

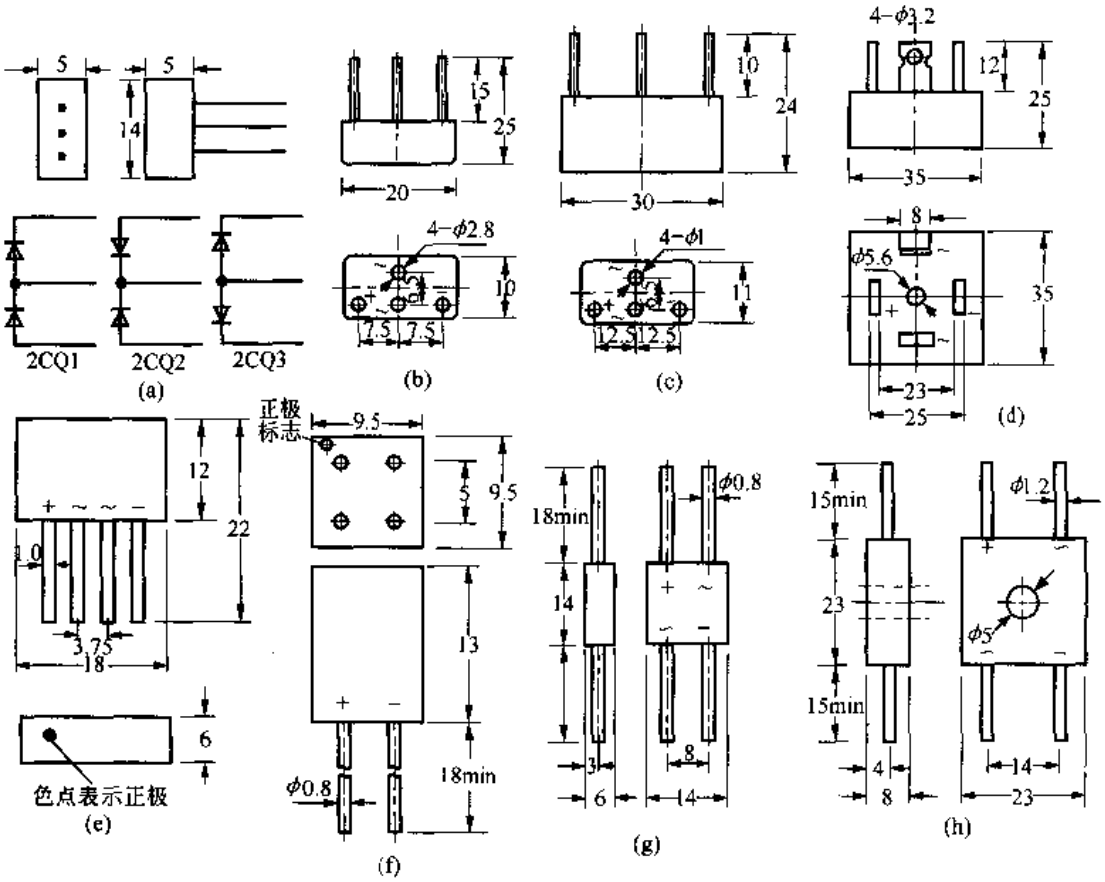


图 3.2　整流桥的外形封装

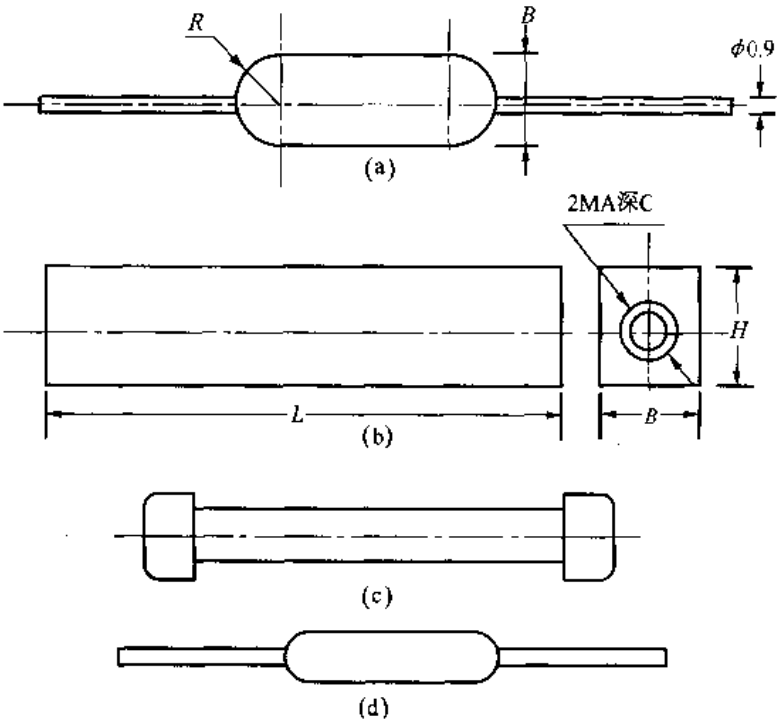


图 3.3　高压硅堆的外形封装

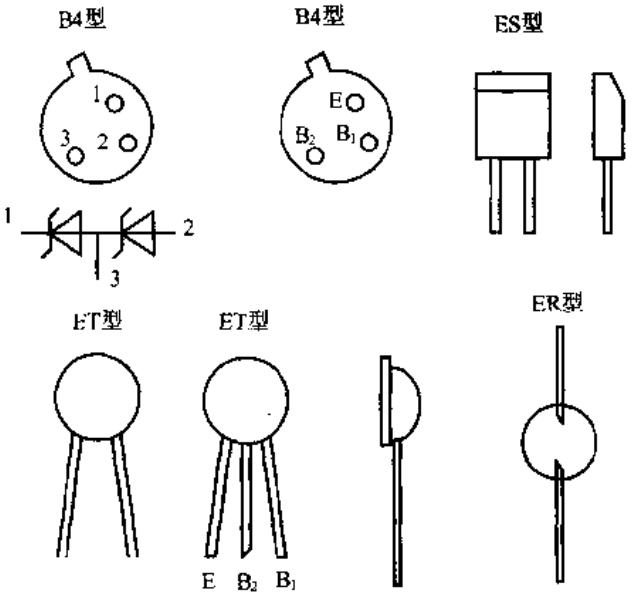


图 3.4　二极管的外形封装

3.2.4　半导体二极管的参数表

表 3.4　整流二极管的参数

型号 \ 参数	额定整流电流 I_F (A)	浪涌电流 I_{FSM} (A)	正向压降 U_F (V)	反向电流 I_R (μA)	最大反向耐压 U_{RM} (V)	外形 (图3.1)
1N4001					50	约 φ3 × 8 两侧引线
4002					100	
4003					200	
4004	1	30	1.1	5	400	
4005					600	
4006					800	
4007					1000	
1N5391					50	约 φ4 × 10 两侧引线
5392					100	
5393					200	
5394					300	
5395	1.5	50	1.4	10	400	
5396					500	
5397					600	
5398					800	
5399					1000	
PS200					50	约 φ4 × 10 两侧引线
201					100	
202					200	
204	2	200	1.2	15	400	
206					600	
208					800	
2010					1000	
1N5400					50	约 φ5 × 10 两侧引线
5401					100	
5402					200	
5403					300	
5404	3	200	1.2	10	400	
5405					500	
5406					600	
5407					800	
5408					1000	

续表 3.4　整流二极管的参数

参数 / 型号	额定整流电流 I_F (A)	浪涌电流 I_{FSM} (A)	正向压降 U_F (V)	反向电流 I_R (μA)	最大反向耐压 U_{RM} (V)	外形 (图 3.1)
P600 A B D G J K L	6	400	0.9	25	50 100 200 400 600 800 1000	约 ϕ8 × 12 两侧引线
2CZ52A ~ M	0.1	2	≤1	1	25 ~ 1000	EA - 3
2CZ53A ~ M	0.3	6	≤1	5	25 ~ 1000	ED - 2
2CZ54A ~ K	0.5	10	≤1	10	25 ~ 800	EE
2CZ55A ~ P	1	20	≤1	10	25 ~ 1400	EE
2CZ56B ~ S	3	65	≤0.8	20	50 ~ 2000	EF
2CZ57A ~ S	5	105	≤0.8	20	25 ~ 2000	EF
2CZ58C ~ S	10	210	≤0.8	30	100 ~ 2000	EG - 1
2CZ59A ~ S	20	420	≤0.8	40	25 ~ 2000	EG - 1

表 3.5　整流桥和整流堆的参数(一)

参数 / 型号	额定整流电流 I_F (A)	浪涌电流 I_{FSM} (A)	正向压降 U_F (V)	反向电流 I_R (μA)	最大反向耐压 U_{RM} (V)	外形 (图 3.2)
2CQ1	1	40	0.55(单管)	5	100	半桥 (a)
2CQ2	1	40	0.55(单管)	5	200	
2CQ3	1	40	0.55(单管)	5	200	
QL1	0.05	1	1.2	10	25 ~ 1000	全桥 (b)
QL2	0.1	2		10		
QL3	0.2	4		10		
QL4	0.3	6		10		
QL5	0.5	10		10		
QL6	1	20		10		
QL7	2	40		15		(c)
QL8	3	60		15		
QL9	5	100		20		(d)
QL52	0.05	20	1	10	25 ~ 1000	(e) (f)
QL53	0.1					
QL54	0.2					
QL55	0.5					
QL56	0.1	20	1	10	25 ~ 1000	(g)
QL57	0.2					
QL58	0.3					
QL59	0.5					
QL60	1					(h)
QL61	2	20		15		

表 3.5　整流桥和整流堆的参数(二)

参数 / 型号	额定整流电流 I_F (A)	浪涌电流 I_{FSM} (A)	正向压降 U_F (V)	反向电流 I_R (μA)	最大反向耐压 U_{RM} (V)	外形
2CL51A ~ M	0.02	10 ~ 60		20		A ~ J 档图 3.3(a), K ~ M 档图 3.3(b) 反压分档本表均适用
2CL52 A		10		20	1kV	
B		10			2kV	
C		10	≤5 (25℃)		3kV	
D		10	≤30(100℃)		4kV	
E		10			5kV	
F	0.05(55℃)	20			7.5kV	
G	0.02(100℃)	20			10kV	
H		20			15kV	
J		35			20kV	
K		35			25kV	
L		50			30kV	
M		50			35kV	
2CL53B ~ M	0.1(55℃) 0.04(100℃)	10 ~ 40	≤5(25℃) ≤30(100℃)	20		
2CL54B ~ M	0.2(55℃) 0.08(100℃)	8 ~ 35	≤5(25℃) ≤30(100℃)	20		
2CL55B ~ M	0.5(55℃) 0.2(100℃)	8 ~ 35	≤5(25℃) ≤30(100℃)	20		
2CL56B ~ M	1(55℃) 0.4(100℃)	8 ~ 35	≤5(25℃) ≤30(100℃)	20		
2DL51 ~ 56	同 2CL51 ~ 56					

表 3.6　高频整流二极管和高压硅堆的参数

参数 / 型号	额定整流电流 I_F (mA)	浪涌电流 I_{FSM} (A)	正向压降 U_F (V)	反向电流 I_R (μA)	最大反向耐压 U_{RM} (kV)	反向恢复时间 t_{rr} (μs)	外形
2CZ34 E					0.3		
H				5(25℃)	0.6		
L	500	15	2	150(125℃)	0.9	1	
N					1.2		
P					1.4		
PA	400	25	3	10(25℃)	1.5	1	
2DG05A ~ N	500		2	10	25 ~ 1200V	1	
2DGL 12			30		12		图 3.3 (a) (b) (c)
15			30		15		
20	5		40	2	20	1.2	
25			50		25		
30			60		30		
2CLG 12			25		12		
15			30		15		
20	5		40	2	20	1.2	
25			50		25		
30			60		30		
2CL 24			30		10		图 3.3 (d) 玻璃钝化
25	5		37.5	2	12	0.1	
27			50		16		
29			62.5		20		

表 3.7　检波二极管的参数

参数 / 型号	正向电流 I_F (mA)	反向电压 U_R (V)	击穿电压 U_B (V)	反向电流 I_R (μA)	截止频率 f (MHz)	零偏电容 C_o (pF)	检波效率 η %	外形
2AP1	≥2.5	≥10	≥40	≤200	150	≤1		约 φ3 × 8，两侧引线
2AP2	≥2.5	≥25	≥45	≤200	150	≤1		
2AP3	≥7.5	≥25	≥45	≤200	150	≤1		
2AP4	≥5	≥50	≥75	≤200	150	≤1		
2AP5	≥2.5	≥75	≥110	≤200	150	≤1		
2AP6	≥1	≥100	≥150	≤200	150	≤1		
2AP7	≥5	≥100	≥150	≤200	150	≤1		
2AP8A	≥4	≥10	≥20	≤100	150	≤1		
2AP8B	≥6	≥10	≥20	≤100	150	≤1		
2AP9	≥8	≥10	≥20	≤200	100	≤1	65	约 φ3 × 8 两侧引线
2AP10	≥8	≥20	≥30	≤40	100	≤1		
2AP11	≥10	≥10	≥10	≤200	40	≤1		
2AP12	≥90	≥10	≥10	≤200	40	≤1		
2AP13	≥10	≥30	≥30	≤200	40	≤1		
2AP14	≥30	≥30	≥30	≤200	40	≤1		
2AP15	≥60	≥30	≥30	≤200	40	≤1		
2AP16	≥30	≥50	≥50	≤200	40	≤1		
2AP17	≥10	≥100	≥100	≤200	40	≤1		
2AP18－1	≥100	≥50	≥50	≤100	40	≤1		
2AP18－2	≥150	≥75	≥75	≤100	40	≤1		
2AP18－3	≥200	≥100	≥100	≤100	40	≤1		
2AP21	≥50	≥7	≥10	≤200	150	≤1		
2AP27	≥2～10	≥150	≥150	≤200	150	≤1		
2AP30C	≥2	≥10	≥20	≤50	400	≤0.6		
2AP30D	≥2	≥10	≥20	≤30	400	≤0.6		
2AP30E	≥2	≥10	≥35	≤11	400	≤0.6		
2AP31A	≥2	≥10	≥25	≤30	400	≤0.3		
2AP31B	≥2	≥10	≥35	≤30	400	≤0.3		
2AP34A	≥5	≥60	≥75	≤20		≤1	60	
2AP60	≥4	≥35	≥40	≤75		≤1	50	
2AP90	≥2	≥20	≥30	≤100		≤1	50	
2AP110	≥3	≥40	≥50	≤40		≤1	50	
2AP188	≥5	≥35	≥40	≤33		≤1	50	
2AP261	≥9	≥35	≥40	≤70		≤1	50	

表 3.8　开关二极管的参数

参数 / 型号	额定正向电流 I_F (mA)	最大正向电流 I_{oM} (mA)	反向电压 U_R (V)	最大反向电压 U_{RM} (V)	正向压降 U_F (V)	零偏电容 C_o (pF)	反向恢复时间 t_{rr} (ns)	额定功率 P_M (mW)	外形
2AK1		≥150	10	30	≤1	≤3	≤200		EA
2AK2		≥150	20	40	≤1	≤3	≤200		
2AK3		≥200	30	50	≤0.9	≤2	≤150		
2AK5		≥200	40	60	≤0.9	≤2	≤150		
2AK6		≥200	50	70	≤0.9	≤2	≤150		
2AK7	≥10		30	50	≤1	≤2	≤150	50	EA
2AK9	≥10		40	60	≤1	≤2	≤150	50	
2AK10	≥10		50	70	≤1	≤2	≤150	50	
2AK11		≥250	30	50	≤0.7	≤2	≤150	50	
2AK13		≥250	40	60	≤0.7	≤2	≤150	50	
2AK14		≥250	50	70	≤0.7	≤2	≤150	50	
2AK15	≥3		12	40	≤1	≤2	≤150	50	
2AK16	≥3		12	40	≤1	≤2	≤80	50	
2AK17	≥10		12	45	≤1	≤2	≤120	50	
2AK18		≥250	30	50	≤0.65	≤2	≤100	50	
2AK19		≥250	40	60	≤0.65	≤2	≤100	50	
2AK20		≥250	50	70	≤0.65	≤2	≤100	50	
2CK70 A	≥10	≥10	20	30	≤0.8	≤1.5	≤3	30	ET
B	≥10	≥10	30	45	≤0.8	≤1.5	≤3	30	
C	≥10	≥10	40	60	≤0.8	≤1.5	≤3	30	
D	≥10	≥10	50	75	≤0.8	≤1.5	≤3	30	
E	≥10	≥10	60	90	≤0.8	≤1.5	≤3	30	
2CK71A ~ E	≥20		同上		≤0.8	≤1.5	≤4	30	ET 或 φ3×6
2CK72A ~ E	≥30		同上		≤0.8	≤1.5	≤4	30	
2CK73A ~ E	≥50	≥50	同上		≤1	≤4	≤5	50	
2CK74A ~ D	≥100	≥100	同上		≤1	≤4	≤5	100	
2CK75A ~ D	≥150	≥150	同上		≤1	≤4	≤5	150	
2CK76A ~ D	≥200	≥200	同上		≤1	≤4	≤5	200	
2CK77A ~ D	≥260	≥300	同上		≤1	≤8	≤10	250	
2CK78A ~ D	≥270	≥400	同上		≤1	≤8	≤10	250	
2CK79A ~ D	≥280	≥500	同上		≤1	≤8	≤10	250	
2CK80A ~ D	≥300	≥600	同上		≤1	≤8	≤10	250	
2CK81A ~ E	≥320	≥700	同上		≤1	≤8	≤10	250	
2CK82 A	≥10	≥30	10	15	≤1	≤3	≤5	10	EA 或 ET
B	≥10	≥30	20	30	≤1	≤3	≤5	10	
C	≥10	≥30	30	45	≤1	≤3	≤5	10	
D	≥10	≥30	40	60	≤1	≤3	≤5	10	
E	≥10	≥30	50	75	≤1	≤3	≤5	10	
2CK83A ~ E	≥10	≥30	同上		≤1	≤5	≤5	10	
2CK84 A	≥50		30	45	≤1	≤30	≤150	50	EA
B	≥50		60	90	≤1	≤30	≤150	50	
C	≥50		90	135	≤1	≤30	≤150	50	
D	≥50		120	180	≤1	≤30	≤150	50	
E	≥50		150	225	≤1	≤30	≤150	50	
F	≥50		180	240	≤1	≤30	≤150	50	
2CK85A ~ D	≥100		同上		≤1	≤20	≤50	100	
2CK86	≥10		同上		≤1	≤3	≤5	50	EA, ET
1N4148	≤75	200	100		≤1	4	5		φ2.5×6
1N914	≤75	–	100		≤1	–	–		

表 3.9　阻尼二极管的参数

参数 / 型号	额定正向电流 I_F (A)	反向电压 U_R (V)	正向压降 U_F (V)	浪涌电流 I_{FSM} (A)	反向电流 I_R (μA)	反向恢复时间 t_{rr} (μs)	外形
2CN1	1	400～1200	1	50	5	2	DO
2CN2	2	400～800	1	50	5	2	EM
S2CN2	0.5	400	0.65	10	5	4	EM
2CN4	1.5	100～400	0.65	30	5	1	EM
2CN5C	1.5	200	1.2		3	1	DO
2CN6	1	300～1000	1.2		3	4	DO
2CN7	1.6	300～1200	1.2	70	10	6	EM
2CN41	1	200	1.8[1]	35	10	1	EM
BSV06	0.8	600	1.6[1]	25	15	6	EM
BSV09	0.8	600	1.94[1]	25	15	0.8	EM
BS1－1	1.5	200～400	0.8	30	3	1	EM
BNI－2	1	200～1400	0.75	20	3	6	EM
BN3	2	200～1400	1.1	40	3	6	EM
FR100～107	1	25～1000	1.3	50	5	0.85	DO
SK4－1～10	0.5	100～1000	1.2	50	5	0.7	DO
SK2－1～10	1	100～1000	1.2	50	5	0.7	DO

注[1]：在 3 倍 I_F 条件下测得的值。

表 3.10　稳压二极管的参数

参数 / 型号	最大耗散功率 P_{ZM} (W)	最大工作电流 I_{ZM} (mA)	稳定电压 U_Z (V)	动态电阻 R_{Z1} (Ω)	动态电阻 I_{Z1} (mA)	动态电阻 R_{Z2} (Ω)	动态电阻 I_{Z2} (mA)	反向电流 I_R (μA)	正向压降 U_F (V)	电压温度系数 α_U (10^{-4}/℃)	外形
2CW 50	0.25	83	1～2.8	≤300	1	≤50	10	≤10	≤1	≥－9	ED 或 EA
51		71	2.5～3.5	≤400		≤60	10	≤5		≥－8	
52		55	3.2～4.5	≤550		≤70	10	≤2		－6～4	
53		41	4～5.8	≤550		≤50	10	≤1		－3～5	
54		38	5.5～6.5	≤500		≤30	10	≤0.5		≤6	
55		33	6.2～7.5	≤500		≤15	10			≤7	
56		27	7～8.8	≤400		≤15	10			≤8	
57		26	8.5～9.5			≤20	10			≤8	
58		23	9.2～10.5			≤25	5			≤9	
59		20	10～11.8			≤30	5			≤9	
60		19	11.5～12.5			≤40	5			≤9.5	
61		16	12.2～14			≤50	3				
62		14	13.5～17			≤60	3			≤10	
63		13	16～19			≤70	3				
64		11	18～21			≤75	3				
65		10	20～24			≤80	3				
66		9	23～26			≤85	3				
67		9	25～28			≤90	3				
68		8	27～30			≤95	3				
69		7	29～33			≤95	3				
70		7	32～36			≤100	3				
71		6	35～40			≤100	3				
72		29	7～8.8	≤12		≤6	5	≤0.1		≤7	
73		25	8.5～9.5	≤18		≤10	5			≤8	
74		23	9.2～10.5	≤25		≤12	5			≤8	
75		21	10～11.18	≤30		≤15	5			≤9	
76		20	11.5～12.5	≤35		≤18	5			≤9	
77		18	12.2～14	≤35		≤18	5			≤9.5	
78		14	13.5～17	≤40		≤21	5	≤0.1		≤9.5	

续表 3.10　稳压二极管的参数

参数 / 型号	最大耗散功率 P_{ZM} (W)	最大工作电流 I_{ZM} (mA)	稳定电压 U_Z (V)	动态电阻 R_{Z1} (Ω)	动态电阻 I_{Z1} (mA)	动态电阻 R_{Z2} (Ω)	动态电阻 I_{Z2} (mA)	反向电流 I_R (μA)	正向压降 U_F (V)	电压温度系数 α_U (10^{-4}/℃)	外形
2CW 100	1	330	1～2.8	≤300	1	≤5	50	≤10	≤1	≥－9	ED 或 EA
101		280	2.5～3.5	≤400		≤25	50	≤10		≥－9	
102		220	3.2～4.5	≤500		≤30	50	≤5		≥－8	
103		165	4～5.8	≤550		≤20	50	≤1		－6～4	
104		150	5.5～6.5	≤500		≤15	30	≤0.5		－3～5	
105		130	6.2～7.5	≤400		≤7	30			≤6	
106		110	7～8.8			≤5	30			≤7	
107		100	8.5～9.5			≤10	20			≤8	
108		95	9.2～10.5			≤12	20			≤8	
109		83	10～11.8			≤15	20			≤9	
110		76	11.5～12.5			≤20	20			≤9	
111		66	12.2～14		1	≤20	20			≤10	
112		58	13.5～17		1	≤35	10			≤10	
113		52	16～19			≤40	10			≤11	
114		47	18～21			≤45	10				
115		41	20～24			≤50	10				
116		38	23～26			≤55	10				
117		35	25～28			≤60	10				
118		33	27～30			≤80	5				EE
119		30	29～33			≤90	5				
120		27	32～36			≤110	5			≤12	
121		25	35～40			≤130	5				
2CW 130	3	660	3～4.5	≤250	1	≤20	10	≤5	≤1	≥－8	EE
131		500	4～5.8	≤300	1	≤15	10	≤0.5		－6～4	
132		460	5.5～6.5	≤250	1	≤12	10			－3～5	
133		400	6.2～7.5		3	≤6	10			≤6	
134		330	7～8.8			≤5	50			≤7	
135		310	8.5～9.5	≤200	3	≤7	50			≤8	
136		280	9.2～10.5			≤9	50			≤8	
137		250	10～11.8			≤12	50			≤9	
138		230	11.5～12.5			≤14	50			≤9	
139		200	12.2～14			≤16	50			≤10	
140		170	13.5～17			≤25	30			≤10	
141		150	16～19			≤30	30			≤11	
142		140	18～21			≤35	30			≤11	
143		120	20～24			≤40	30			≤11	
144		110	23～26			≤45	30				
145		105	25～28			≤55	15				
146		100	27～30			≤60	15			≤11	
147		90	29～33			≤70	15			≤12	
148		80	32～36			≤80	15				
149		75	35～40			≤90	15				

续表 3.10　稳压二极管的参数

参数 / 型号	最大耗散功率 P_{ZM} (W)	最大工作电流 I_{ZM} (mA)	稳定电压 U_Z (V)	动态电阻 R_{Z1} (Ω)	I_{Z1} (mA)	R_{Z2} (Ω)	I_{Z2} (mA)	反向电流 I_R (μA)	正向压降 U_F (V)	电压温度系数 α_U (10^{-4}/℃)	外形
2DW 50		22	38 ~ 45		1	≤90	5				ED
51		18	42 ~ 55			≤95	5				
52		15	52 ~ 65			≤120	3				
53		13	62 ~ 75	≤1k		≤170	3				
54		11	70 ~ 85			≤210	3				
55		10	80 ~ 95			≤250	3				
56		9	90 ~ 110			≤300	3	≤0.5		≤12	
57	1	8	100 ~ 120		1	≤400	3				
58		7	110 ~ 130			≤500	3				
59		6	120 ~ 145			≤600	3				
60		6	135 ~ 155			≤700	3				
61		6	145 ~ 165	≤2k		≤800	3				
62		5	155 ~ 175			≤900	3				
63		5	165 ~ 190			≤1k	3		≤1		
64		5	180 ~ 200			≤1.1k	3				
2DW 80		65	38 ~ 45			≤35	20				EE
81		50	42 ~ 55			≤40	20				
82		45	52 ~ 65		1	≤40	20	≤0.5		≤12	
83		40	62 ~ 75			≤45	20				
84	3	35	70 ~ 85			≤60	20				
85		30	80 ~ 95	≤1k		≤150	8				
86		25	90 ~ 110			≤250	8				
87		25	100 ~ 120			≤280	8				
88		20	110 ~ 130			≤370	8				
89		20	120 ~ 145			≤550	8				
90		19	135 ~ 155			≤600	8				
91		18	145 ~ 165			≤650	8				
92		17	155 ~ 175			≤700					
93	3	15	165 ~ 190	≤1k	1	≤800	8	≤0.5	≤1	≤12	EE
94		15	180 ~ 200			≤920					
2DW 230		30	5.8 ~ 6.6	≤25	10					1501	
231		30	5.8 ~ 6.6	≤15	10						
232		30		10	5						B－4
233	0.2	30		≤10	7.5			≤1		151	见图
234		30		≤10	10						3.4
235		30	6.0 ~ 6.5	≤10	12.5						
236		30		≤10	15						
BZY－88	0.5	I_Z = 5 mA	2.4 ~ 91V								
BZY－55	0.5		2.4 ~ 91V								
BZY－61	1.3		7.5 ~ 72V								
BZY－97	1.5		9.1 ~ 37V								

表 3.11　变容二极管的参数

型号 \ 参数		最大反向电压 U_{RM} (V)	反向电流 I_R (μA)	结电容 $U_R=3V$ C_{j3} (pF)	结电容 $U_R=10V$ C_{j10} (pF)	电容比 C_{j3}/C_{j30}	击穿电压 U_{BR} (V)	优值 ≥ Q_U	串联电阻 R (kΩ)	电容温度系数 α_C (1/℃)	外形图 3.4
2CC 120A～D	A	30	≤0.1	18～20	7～8.5	≥6	35	120	1.5	≤5×10^{-4}	120～124 ES 型
220A～D	B				8.5～10	≥6					
320A～D	C				7～8.5	5～6					
420A～D	D				8.5～10	5～6					
2CC 122A～F	A			20～22	8.5～9.5	≥6					320～324 ER 型
222A～F	B				9.5～10.5	≥6					
322A～F	C				10.5～12	≥6					
422A～F	D				8～9.5	5～6					
	E				9.5～10.5	5～6					
	F			22～24	10.5～12	5～6					420～424 ET 型
2CC 124A～D	A				10～11.5	≥6					
224A～D	B				11.5～13	≥6					
324A～D	C				10～11.5	5～6					
424A～D	D				11.5～13	5～6					
2CC 101A～M		20	≤0.5	C_{j4}(U_R = 4V)		≥2		250		5×10^{-4}	101～104 EA 型
201A～M				A:10～20							
301A～M				B:20～30							
2CC 102A～M		30		C:30～40							201～204 ET 型
202A～M				D:40～50							
302A～M				E:50～60							
2CC 103A～G		40		F:60～70				300			
203A～G				G:70～80							
303A～G				H:80～90							
2CC 104A～M		60		J:90～100				350			301～304 ES 型
204A～M				K:100～110							
304A～M				L:110～120							
				M:120～130							

表 3.12　双基极二极管的参数

参数 / 型号	分压比 η	基极间电阻 R_{BB} (kΩ)	$E-B$ 间反向电流 I_{EBR} (μA)	饱和压降 U_{ES} (V)	峰电流 I_p (μA)	谷电流 I_v (mA)	谷电压 U_v (V)	调制电流 I_{B2} (mA)	功耗 P_{B2M} (mW)	外形
BT31 A	0.3～	3～6	≤1	≤4	≤2	≤1.5	≤3.5	5～30	100	ET型陶瓷图 3.4
B	0.55	5～12						≤30		
C	0.45～	3～6								
D	0.75	5～12								
E	0.65～	3～6								
F	0.90	5～12								
BT32 A	0.3～	3～6	≤1	≤4.5	≤2	≤1.5	≤3.5	8～35	250	B型
B	0.55	5～12						≤35		
C	0.45～	3～6								
D	0.75	5～12								
E	0.65～	3～6								
F	0.90	5～12								
BT33 A	0.3～	3～6	≤1	≤5	≤2	≤1.5	≤3.5	8～40	400	B型
B	0.55	5～12						≤40		
C	0.45～	3～6								
D	0.75	5～12								
E	0.65～	3～6								
F	0.90	5～12								
BT35 A	0.45～	2～	≥30	≤5	≤2	≤1.5	≤3.5	≤40	400	B型
B	0.9	5	≥60							
C	0.3～	4.5～	≥30							
D	0.90	12	≥60							
BT37A～F	其它参数同 BT33A～F						≤4		700	

3.3　常用晶闸管(可控硅)的参数

可控硅的学名为晶闸管，它分为单向晶闸管、双向晶闸管、高频晶闸管、光控晶闸管、栅极可关断晶闸管(GTO)，主要用于无触点开关、电机调速、功率负载的调压以及稳压、变频和控制等方面。

晶闸管的主要参数如下：

(1)**额定正向平均电流** I_T ——在规定的条件下，在阳极和阴极之间可以连续通过的 50Hz 正弦半波电流的平均值。

(2)**正向阻断峰值电压** U_{DRM} ——定义为正向转折电压减去 100V 后的电压值。

(3)**反向阻断峰值电压** U_{RRM} ——定义为反向击穿电压减去 100V 后的电压值。

(4)**维持电流** I_H ——在规定的条件下，维持晶闸管导通的最小正向电流。

(5)**栅极触发电压** U_{GT} 和触发电流 I_{GT} ——在规定的条件下，加在栅极上的可以使晶闸管导通的所必须的最小电压和电流。

(6)**导通时间** $t_{gT}(t_{on})$ ——从在晶闸管的栅极加上触发电压 U_{GT} 开始到晶闸管导通，其电流达到最终值的 90% 为止，这一段时间称为导通时间。

(7)**关断时间** $t_q(t_{off})$ ——从切断晶闸管的正向电流开始到控制极恢复控制能力的这一段时间称为关断时间。

表 3.13　单向可控硅(晶闸管)的参数

参数 / 型号	I_T (A)	U_{DRM} U_{RRM} (V)	U_T (V)	U_{GT} (V)	I_{GT} (mA)	I_H (mA)	I_{TSM} (A)	t_{on} (μs)	t_{off} (μs)	外形
3CT021～024	0.1	20～1000	≤1.5	≤1.5	0.01～10	0.4～20	0.95	≤1	≤80	B
3CT031～034	0.2		≤1.5	≤1.5	0.01～15	0.4～30	1.9	≤1		F
3CT041～044	0.3		≤1.5	≤2	0.01～20	0.4～30	2.8	≤1		
3CT051～054	0.5		≤1.2	≤2	0.05～20	0.5～30	4.5	≤1.5		
3CT061～064	1		≤1.2	≤2	0.01～30	0.8～30	9.5	≤2.5		
3CT101	1	50～1400	≤1	≤2.5	3～30	—	—	≤8	≤80	M6 螺栓形,栓体阳极
3CT103	5			≤3.5	5～70	<50	90			
3CT104	10			≤3.5	5～100	—	—			
3CT105	20			≤3.5	5～100	<100	380			10A 以上 M8
3CT107	50			≤3.5	8～150	<200	940			
3CT 203	5	100～1200	≤1.5	≤3	10～100		100	≤1.4	≤20	同上
204	10		≤1.5		10～150		150	≤1.8		
205	20		≤1.5		10～150		300	≤1.8		
206	30		≤1.2		10～150		450	≤2.3		
207	50		≤1.2		10～150		750	≤2.3		
3CT1KA	0.05	20		≤1.5		0.4～8		≤0.3	≤5	B-3 型
B		50								
C		100								
D		150								
E		200								
3CT2KA	0.1	50		≤3		≤20		≤1.5		B-3 型
B		100								
C		200								
D		300								
E		400								
F		500								
G		600								
3CT5KA/B	1	150/200		≤3		≤30		≤3	≤15	F-1 型
C/D		300/400								
E/F		500/600								
G/H		700/800								
I		900								
J		1000								
K		1100								

续表 3.13　单向可控硅(晶闸管)的参数

参数 / 型号	I_T (A)	U_{DRM} U_{RRM} (V)	U_T (V)	U_{GT} (V)	I_{GT} (mA)	I_H (mA)	I_{TSM} (A)	t_{on} (μs)	t_{off} (μs)	外形
TL 1003	1	100	≤1.8	3	15		70			CB－274 与 TO－220 相似，不带小散热板
2003	1	200	≤1.8	3	15		70			
4003	1	400	≤1.8	3	15		70			
6003	1	600	≤1.8	3	15		70			
8003	1	800	≤1.8	3	15		70			
TL 1006	2	100	≤1.9	3	15		70			
8006	2	800	≤1.9	3	15		70			
SF3B/D/G/J41	3	100/200/400/600		$U_{GRM}=5V$	$I_{GFM}=3A$		60			TO－220 K A G
SF5B/D/G/J41	5	100/200/400/600		$U_{GRM}=5V$	$I_{GFM}=2A$		80			
SF8B/D/G/J41	8	100/200/400/600		$U_{GRM}=5V$	$I_{GFM}=2A$		120			

表 3.14　双向晶闸管的参数

参数 / 型号	I_T (A)	U_{DRM} ± (V)	I_{DRM} (mA)	U_{TM} (V)	I_{TM} (A)	I_{GT} Ⅰ～Ⅲ (mA)	I_{GT} Ⅳ (mA)	du/dt 断态电压 (V/μs)	du/dt 换向电压 (V/μs)	外形
TLC 111T/S	1	200				T:5	5	10	1	类似 TO－220 封装，无小散热板
221T/S	1	400	0.75	1.8	1.4			10	1	
331T/S	1	600								
381T/S	1	700				S:10	10	20	4	
——B	1	同上	0.75	1.8	1.4	25	50	20	4	
TLC 113D/A		200				D:5	10	10	1	欧洲封装型号 CB－274
223D/A	1.6	400	0.75	1.8	2.3					
333D/A		600								
383D/A		700				A:10	25	20	4	
——B	1.6	同上	0.75	1.8	2.3	25	50	20	4	
TLC 116A	3	200								
226A	3	400								
336A	3	600	0.75	1.85	4	10	25	20	4	
386A	3	700								
——B	3	同上	0.75	1.85	4	25	50	20	4	

续表 3.14　双向晶闸管的参数

参数 / 型号	I_T (A)	U_{DRM} ± (V)	I_{DRM} (mA)	U_{TM} (V)	I_{TM} (A)	I_{GT} Ⅰ~Ⅲ (mA)	I_{GT} Ⅳ (mA)	du/dt 断态电压 (V/μs)	du/dt 换向电压 (V/μs)	外形
BCR3AM -4	3	200	I_{TSM}一个周期峰值 30A，$U_{GM}=6V$，$I_{GM}=0.5A$							类似 TO-220 或 TO-220A 封装，三个引脚从左至右为 T1、T2、G
-8	3	400								
-10	3	500								
-12	3	600								
BCR6AM	6	同上	I_{TSM}一个周期峰值 60A，$U_{GM}=10V$，$I_{GM}=2A$							
BCR8CM/DM	8	同上	I_{TSM}一个周期峰值 80A，$U_{GM}=10V$，$I_{GM}=2A$							
BCR10 AM/EM /CM/DM	10	同上	I_{TSM}一个周期峰值 100A，$U_{GM}=10V$，$I_{GM}=2A$							
BCR12 AM/EM /CM/DM	12	同上	I_{TSM}一个周期峰值 120A，$U_{GM}=10V$，$I_{GM}=2A$							
BTA06-600B	6	600	0.5	1.65	8.5	50	1	10	1	
BTA12-600B	12	600	0.5	1.5	17	50	100	100	10	
BTA24-600B	25	600	1	1.8	35	50	100	100	10	[1]
BTA41-600B	40	600	4	1.6	60	50	100	150	5	[1]
TGAL608	60	800	10	2	100	100	150	100	5	[1]
TXDV812	12	800	2	1.95	17	100	—	200	200	
TPDV825	25	800	2	1.8	35	150	—	200	200	[1]
TPDV1225	25	1200	2	1.8	35	150	—	200	200	[1]
TGDV608	60	800	5	2	85	200	—	200	200	[1]
TGDV612	60	1200	5	2	85	200	—	200	200	[1]
TKAL280	200	800	25	2	300	300	300	100	100	[1]
TKAL2120	200	1200	25	2	300	300	300	100	100	[1]
TPDV1225	25	1200	2	1.8	35	150	—	200	200	[1]
TGDV608	60	800	5	2	85	200	—	200	200	[1]
TGDV612	60	1200	5	2	85	200	—	200	200	[1]
TKAL280	200	800	25	2	300	300	300	100	100	[1]
TKAL2120	200	1200	25	2	300	300	300	100	100	[1]

注[1]:20A 以上的可控硅的封装不是 TO-220，有模块、螺栓等形式。

3.4　常用半导体三极管的参数

3.4.1　三极管的分类

三极管的种类很多，主要分双极型和场效应两大类，具体分类如下：

双极型				场效应			
N 型 Ge	P 型 Ge	N 型 Si	P 型 Si	结型(JFET)		绝缘栅型(MOSFET)	
3A---	3B---	3C---	3D---	耗尽型		增强型	耗尽型
				N 沟道	P 沟道	N 沟道	P 沟道	N 沟道	P 沟道

一般从用途上分，三极管包括低频三极管、高频三极管、开关三极管等；其功耗大于等于 1W 属于大功率管，小于 1W 的属于小功率管。本手册在表 3.15~3.23 中分别介绍这

些三极管的电参数。

3.4.2 三极管的主要参数

三极管的参数很多，对不同的三极管，其参数的侧重面也有所不同，现简介如下。对于双极型和场效应半导体三极管，它们的参数基本上是一致的，场效应管特有的一些参数将在场效应三极管参数表前介绍。

3.4.2.1 极限参数

① P_{CM}—— 集电极最大允许功率损耗。

② I_{CM}—— 集电极最大允许电流。

③ T_{jM}—— 最大允许结温。

④ R_T ——热阻。

3.4.2.2 直流参数

① U_{CE}—— 集电极 - 发射极之间的电压。

U_{CEO}—— 第三电极基极开路时集电极 - 发射极之间的电压。

U_{CES}——BE 短路时集电极 - 发射极之间的电压。

UR_{CEO}—— 第三电极基极开路时集电极 - 发射极之间的击穿电压。

U_{CEsat} ——集电极 - 发射极之间的饱和压降。

与此相似的有如下的几个电压：

② U_{CBO}，UR_{CBO}。

③ U_{EBO}、U_{BEsat}，UR_{EBO}。

④ I_{CBO} ——发射极开路，CB(集电结)之间的反向饱和电流。

⑤ I_{CEO} ——基极开路，CE 之间的反向饱和电流(穿透电流)。

⑥ $H_{FE}(\beta)$—— 共发射极接法短路电流放大系数，也称直流 β 。

3.4.2.3 交流参数

① f_α—— 共基极接法的截止频率。

② f_β—— 共发射极接法的截止频率。

③ h_{ie}—— 共发射极接法的输入电阻。

④ h_{fe}—— 共发射极接法的短路交流电流放大系数。

⑤ h_{re}—— 共发射极接法的交流开路电压反馈系数。

⑥ h_{oe}—— 共发射极接法的交流开路输出导纳。

⑦ f_T—— 特征频率。

⑧ N_F—— 噪声系数。

⑨ K_P—— 功率增益。

⑩ C_{ob}—— 共基极接法的输出电容。

⑪ $r_{bb'}$ ——基区扩散电阻(基区本征电阻)。

3.4.3 半导体三极管的外形封装

半导体三极管的外形封装有多种形式，见图 3.5～图 3.7。在实际使用之前，应用万用表测试各个电极，一一核对，以免出错。

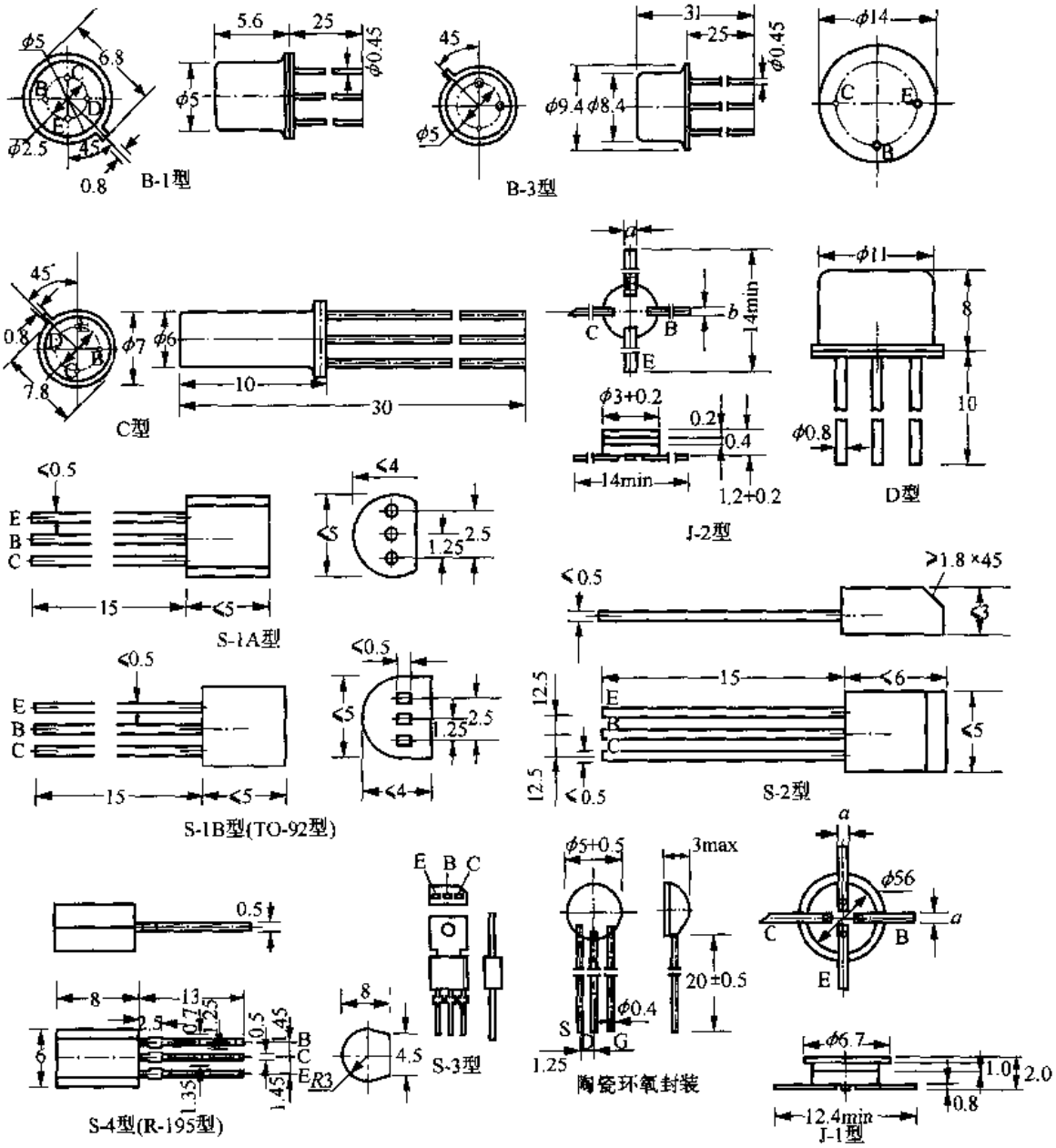


图 3.5　小功率半导体三极管的外形封装

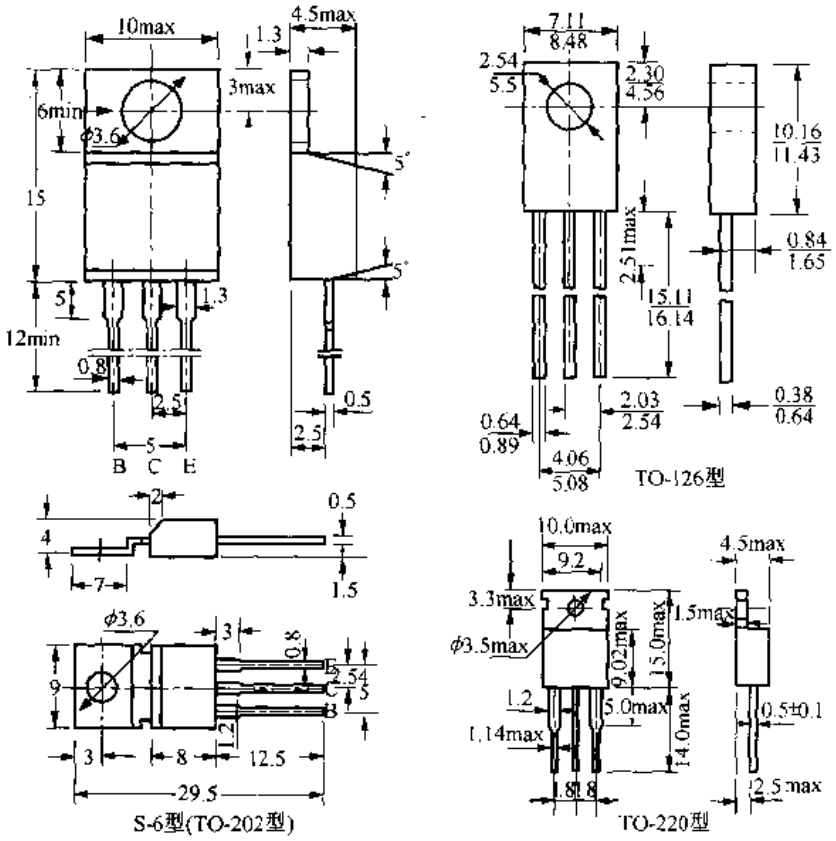


图 3.6 大功率三极管的外形封装(塑料外壳封装)

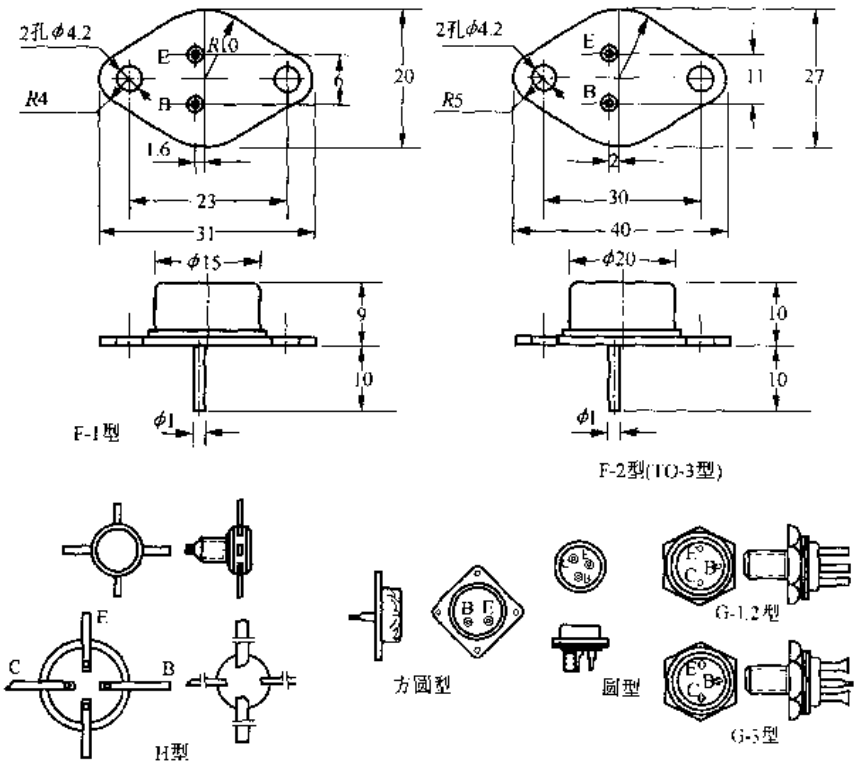


图 3.7 大功率三极管的外形封装(金属外壳封装)

3.4.4 双极型半导体三极管的参数表

表 3.15 低频小功率三极管的电参数（一）

参数 / 型号	P_{CM} (mW)	I_{CM} (mA)	T_{jM} (℃)	UR_{CBO} (V)	UR_{CEO} (V)	I_{CBO} (μA)	I_{CEO} (μA)	H_{FE}	f_α (kHz)	N_F (dB)	h_{ie} (kΩ)	h_{re} 10^{-3}	h_{fe}	h_{oe} (μ℧)	外形
3AX31 M				15	6	≤25	≤100	80～400	—	—	—	—	40	—	C 型
A				20	12	≤20	≤800	40～	—	—	—	—	～	—	
B				30	18	≤12	≤600	180	—	—	—	—	180	—	
C	125	125	75	40	24	≤6	≤400	25～70	—	—	—	—		—	
D				20	12	≤12	≤600	—	≥8*	≤15	0.5	≤	40	≤	
E				20	12	≤12	≤600	—	≥8*	≤8	～	2.2	～	100	
F				20	12	≤12	≤600	—	≥8*	≤4	4.5		180		
3AX51 A					12		≤500	40～		—			25		C 型
B					12		≤500	150		≤8	0.6		～		
C	100	100	75	30	18	≤12	≤300	30～100	≥500	—	～	≤	80	≤	
D					24		≤300	25～70		—	4.5	2.2		80	
3AX52 A					12		≤550	40～		—			25		C 型
B					12		≤550	150		≤8	0.6		～		
C	150	150	75	30	18	≤12	≤300	30～100	≥500	≤15	～	≤	80	≤	
D					24		≤300	25～70		—	4.5	2.2		80	
3AX53 A					12		≤800	30～			0.6		40		B 型
B	200	200	75	30	18	≤20	≤700	200	≥500	—	～	≤	～	≤	
C					24		≤700				4.5	2.2	180	100	
3AX54 A					35	≤100						—	25		B 型
B	200	160	75	65	45	≤100	—	—	≥500	—	≤1		～	≤	
C					60	≤50							120	60	
D				100	70	≤50									
3AX55 A					20			30～			—		40	—	D 型
B	500	500	75	50	30	≤80	≤1200	150	≥200	—	—		～	—	
C					45						—	—	180	—	
3AX81 A	200	200	75	20	10	≤30	≤1000	40～		—	—	—	40～	—	B 型
B				30	15	≤15	≤700	270		—	—	—	270	—	
3BX31 M				－15	－8	≤25	≤1000								
A	125	125		－20	－12	≤20	≤800		≥8*						C 型
B				－30	－18	≤12	≤600								
C				－40	－24	≤6	≤400								
3BX55 M					－12										
A	500	500		－50	－20	≤80	≤1200		≥6*						D 型
B					－30										
C					－45										
3BX81 A	200	200		－20	－10	≤30	≤1000								C 型
B				－30	－15	≤15	≤700								

注：有 * 者为 f_β。

表 3.15　低频小功率三极管的电参数（二）

型号 \ 参数	P_{CM} (mW)	I_{CM} (mA)	T_{jM} (℃)	UR_{CEO} (V)	UR_{EBO} (V)	I_{CBO} (μA)	I_{CEO} (μA)	I_{EBO} (μA)	U_{BEsat} (V)	U_{CEsat} (V)	H_{FE}	外形
3CX200 A	300	300		≥12	≥4	≤0.5	≤1	≤0.5	≤0.9	≤0.5	55～400	TO－92 B型 S－2型 S－3型
B				≥18								
3CX201 A	300	300		≥12	≥4	≤0.5	≤1	≤0.5	≤0.9	≤0.5		
B				≥18								
3CX202 A	300	300		≥12	≥4	≤0.5	≤1	≤0.5	≤0.9	≤0.5		
B				≥18								
3CX203	500	500		15	≥4	≤5	≤1	≤0.5	≤0.9	≤0.5		
3CX204 A	700	700		≥15	≥4	≤20	≤5	≤5	≤0.9	≤0.5	55～400	TO－126
B				≥25								
C				≥35								
D				≥45								
3DX200 A	300	300		≥12	≥4	≤1	≤2	≤1	≤0.9	≤0.5	55～400	TO－92 B型 S－2型 S－3型
B				≥18								
3DX201 A	300	300		≥12	≥4	≤1	≤2	≤1	≤0.9	≤0.5		
B				≥18								
3DX202 A	300	300		≥12	≥4	≤1	≤2	≤1	≤0.9	≤0.5		
B				≥18								
3DX203	500	500		15	≥4	≤5	≤1	≤0.5	≤0.9	≤0.5		
3DX204 A	700	700		≥15	≥4	≤20	≤5	≤5	≤0.9	≤0.5	55～400	TO－126
B				≥25								
C				≥35								
D				≥45								

表 3.16　低频大功率三极管的电参数

型号 \ 参数	P_{CM} (W)	I_{CM} (A)	T_{jM} (℃)	R_{Tj} (W/℃)	UR_{CBO} (V)	UR_{CEO} (V)	UR_{EBO} (V)	I_{CBO} (mA)	I_{CEO} (mA)	U_{CEsat} (V)	H_{FE}	f_β (MHz)	外形
3AD50 A	10	3	90	3.5	50	18	30	≤0.3	≤2.5	≤0.6	棕 20～30	≥4	F型
B					60	24	45			≤0.8			
C					70	30	60			≤0.8			
3AD51 A	10	2	90	3.5	50	18	30	≤0.3	≤2.5	≤0.35	红 30～40	≥4	圆型
B					60	24	45						
C					70	30	60						
3AD52 A	10	2	90	3.5	50	18	30	≤0.3	≤2.5	≤0.5	橙 40～60	≥4	F型
B					60	24	45						
C					70	30	60						
3AD53 A	20	6	90	1.75	50	18	30	≤0.5	≤12	≤1		≥2	F型
B					60	24	45		≤10	≤1			
C					70	30	60		≤10	≤1			

续表 3.16　低频大功率三极管的电参数

型号 \ 参数	P_{CM} (W)	I_{CM} (A)	T_{jM} (℃)	R_{Tj} (W/℃)	UR_{CBO} (V)	UR_{CEO} (V)	UR_{EBO} (V)	I_{CBO} (mA)	I_{CEO} (mA)	U_{CEsat} (V)	H_{FE}	f_β (MHz)	外形
3AD54 A					50	18	30		≤8	≤0.35	黄		
B	20	5	90	1.75	60	24	45	≤	≤6	≤0.5	60	≥3	圆型
C					70	30	60	0.4	≤6	≤0.5	~		
3AD55 A					50	18	30		≤8	≤0.35	90		
B	20	5	90	1.75	60	24	45	≤	≤6	≤0.5		≥3	F型
C					70	30	60	0.4	≤6	≤0.5	绿		
3AD56 A					60	30	40			≤0.7	90		
B	50	15	90	0.7	80	45	60	≤		≤1	~	≥3	方圆型
C					100	60	80	0.8	≤0.7	≤1	140		
3DD50A ~ E	1	1		100		A: ≥	≥3	≤					G1 – 2
3DD51A ~ E	1	1		100		30	≥3	0.4					F
3DD52A ~ E	1	0.5		100			≥5	≤					F
3DD53A ~ E	5	2		20		B: ≥	≥3	0.5		≤1			G1 – 2
3DD54A ~ E	5	2		20		50	≥3						F
3DD55A ~ E	5	1		20			≥5						G1 – 2
3DD56A ~ E	10	3		10		C: ≥	≥3	≤1					G1 – 2
3DD57A ~ E	10	3		10		80	≥3						F
3DD58A ~ E	10	1.5		10			≥5			≤1.5			F
3DD59A ~ E	20	5	175	4		D: ≥	≥3	≤		≤1.2			G1 – 2
3DD60A ~ E	25	5		4		110	≥3	1.5			≥10		F
3DD61A ~ E	25	2.5		4			≥5	≤2		≤2			F
3DD62A ~ E	50	7.5		2		E: ≥	≥3			≤1.5			G3 – 6
3DD63A ~ E	50	7.5		2		150	≥3						F
3DD64A ~ E	50	5		2			≥5	≤3		≤2.5			F
3DD65A ~ E	75	10		1.33			≥3			≤1.5			G3 – 6
3DD66A ~ E	75	10		1.33			≥3						F
3DD67A ~ E	75	7		1.33			≥5	≤4		≤3			F
3DD68A ~ E	100	15		1			≥3	≤5					G3 – 6
3DD69A ~ E	100	15		1			≥3	≤5					F
3DD70A ~ E	100	9		1			≥5	≤4		≤3.5			F
3DD100A ~ E	20	5		3	A: 150	100	4	≤0.2	≤0.8	棕 20	≥3		F
					B: 200	150			(A, B)	– 40			
3DD101A ~ E	50	5	175	1.3	C: 250	200	4	≤2	≤1.5	红 40	≥1		
					D: 300	250			(C – E)	– 80			
3DD102A ~ E	50	5		1.5	E: 350	300	1	≤2		橙 80	≥2		
3DD103A ~ E	50	3		1.7	A: 300	200	4	≤0.4	≤2	– 120	≥1		
					B: 600	300	4		(A, B)	黄 ≥			
3DD104A ~ E	50	3	175	2	C: 800	400	(A ~ C)		≤4	120	≥1		
					D: 1200	600	8(D, E)		(C – E)				
					E: 1600	800							

续表 3.16　低频大功率三极管的电参数

参数 / 型号	P_{CM} (W)	I_{CM} (A)	T_{jM} (℃)	R_{Tj} (W/℃)	UR_{CBO} (V)	UR_{CEO} (V)	UR_{EBO} (V)	I_{CBO} (mA)	I_{CEO} (mA)	U_{CEsat} (V)	H_{FE}	f_β (MHz)	外形
3DD151A～G	5	1	175	20	A:80	50	5	≤0.5	≤1	红 15	≥1	≤1.5	F
3DD152A～G	5	1		20	B:150	80				－25			
3DD153A～G	10	1.5		10	C:200	150				橙 25			
3DD154A～G	10	1.5		10	D:250	200				－40			
3DD155A～G	20	2		5	E:350	250				黄 40			
3DD156A～G	20	2		5	F:450	300				－80			
3DD157A～G	30	3		3.3	G:600	400		≤1	≤1.2	绿 80			
3DD158A～G	30	3		3.3						－120		≤2	
3DD159A～G	50	5		2						兰 120		≤1.5	
3DD160A～G	50	5		2						－180		≤2	G3－6
3DD161A～G	50	5		2						紫 180			F
3DD162A～G	75	7.5		1.33						－270			G3－6
3DD163A～G	75	7.5		1.33									F
3DD164A～G	100	10		1				≤2	≤1.5			≤2.5	F
3DD165A～G	100	10		1									G3－6
3DD166A～G	100	10		1									
3DD200	30	3	150	250	100	6	≤0.5	≤1.5	30～120		≤1		F
3DD201	50	8		320	150	6			40～120		≤1		
3DD202A	50	3		1100	500	8	≤3	≤3	7～30		≤1.2		
B				1400	600								
3DD203	10	1		100	60	4	≤0.5	≤0.6	50～200				
3DD204	30	3		100	60	4	[1]						
3DD205A	15	1.5		200	100	5	≤0.1	≤1	40～200				
B				300	150								
3DD206	25	1.5		800	400	6	≤0.1		≥30				
3DD207	30	3			0	4	[1]	≤1.5	40～250				
3DD208	50	3		300	300	6		≤2	30～250				

注[1]:此为 I_{CEO}值。

表 3.17　高频小功率三极管的电参数(一)

参数 / 型号	P_{CM} (mW)	I_{CM} (mA)	T_{jM} (℃)	UR_{CBO} (V)	UR_{CEO} (V)	I_{CBO} ≤ (μA)	I_{CEO} ≤ (μA)	f_T ≥ (MHz)	C_{cb} ≤ (pF)	$r_{bb'}$ ≤ (Ω)	h_{fe}	h_{oe} ≤ (μ℧)	外形
3AG53 A	50	10	75	25	15	5	200	30	5	100	30～200	1.5	B
B					25			50	5	100			
C								100	5	5			
D								200	3	5			
E					25			300	3	5			
3AG54 A	100	30	75	25	15	5	300	30	5	100	30～200	—	B
B								50		100			
C								100		50			
D								200		50			
E								300		50			
3AG55 A	150	50	75	25	15	8	500	100	8	50	30～200	—	B
B								200		30			
C								300		30			

续表 3.17　高频小功率三极管的电参数(一)

型号 \ 参数	P_{CM} (mW)	I_{CM} (mA)	T_{jM} (℃)	UR_{CBO} (V)	UR_{CEO} (V)	I_{CBO} ≤ (μA)	I_{CEO} ≤ (μA)	f_T ≥ (MHz)	C_{ob} ≤ (pF)	$r_{bb'}$ ≤ (Ω)	h_{fe}	h_{oe} ≤ (μ℧)	外形
3AG56 A						7		25	7	200	40～270		
B						7		25	7	100			
C						5		50	6	70			
D	50	10	75	20	10		200	65	5	60	40	1.5	B
E1								80	4	50	～		
E2								100	4	45	180		
F						5		120	3	35			
3AG80 A				20	12			300	3	150			
B				25	15			400	2	100	20		
C	50	10	85			5	50	400	2	55	～	—	B
D								600	2	100	150		
E				25	15			600	2	55			
3AG87 A				25	15			300	4	80	20		
B	300	50	85	30	20	5	50	500	3	80	～	—	B
C								500	3	40	150		
D				30	20			700	3	80			
3AG95 A								500		80	20	—	B
B	150	30	85	30	20	3	50	700	25	60	～		
C								1k		60	150		
3DG100 A				30	20				150				
B	100	20	150	40	30	1	0.01	0.01	150	7	4	—	B
C				30	20				300				
D				40	30				300				
3DG101 A				20	15				150				
B				30	20				150				
C	100	20	150	40	30	0.35	0.01	0.01	150	7	4	—	B
D				20	15				300				
E				30	20				300				
F				40	30				300				
3DG102 A				30	20				150				
B	100	20		40	30	0.35	0.1	0.1	150	7	4	—	B
C				30	20				300				
D				40	30				300				
3DG103 A				30	20				500				
B	100	20	150	40	30	0.35	0.1	0.1	500	10	3	—	B
C				30	20				700				
D				40	30				700				
3DG111 A				20	15				150				
B				40	30				150				
C	300	50	150	60	45	0.35	0.1	0.1	150	7	5	—	B
D				20	15				300				
3DG123 A				30	20				1000				
B	500	50	150	30	20	0.35	0.1	0.5	1500	18	2.5	3.5	B
C				40	30				1000				
3DG130 A				40	30				500				
B	700	500		60	45	0.6	0.5	1	500	6	10	—	B
C				40	30				300				
D				60	45				300				

续表 3.17　高频小功率三极管的电参数(一)

型号 \ 参数	P_{CM} (mW)	I_{CM} (mA)	T_{jM} (℃)	UR_{CBO} (V)	UR_{CEO} (V)	I_{CBO} ≤ (μA)	I_{CEO} ≤ (μA)	f_T ≥ (MHz)	C_{ob} ≤ (pF)	$r_{bb'}$ ≤ (Ω)	h_{fe}	h_{oe} ≤ (μ℧)	外形
3DG131 A				30	20				1000				
B	700	100	150	40	30	0.35	0.1	0.5	1000	15	3	7	B
C				50	40				1000				
3DG132 A	700	200	150	30	25	0.5	0.1	0.5	1000	8	3.5	4.5	B
B				40	35								
3DG140 A												5	
B	100	15	150	15	10	0.35	0.1	0.1	400	15	2	2.5	B
C												1.5	
3D141 A												8	
B	100	15	150	15	10	0.35	0.1	0.1	600	8	2	4	B
C												2.5	
3DG142 A												6	
B	100	15	150	15	10	0.35	0.1	0.1	800	8	2	4	B
C												2.5	
3DG143 A												3	
B	100	20	150	15	10	0.25	0.1		4000		0.5	2	J-1
C												1.5	
3DG144 A												3	
B	100	20	150	15	10	0.25	0.1		2500		0.7	2	B
C												1.5	
3DG145 A												5	
B	100	20	150	15	10	0.25	0.1		2000		0.7	4	B
C												3	
3DG146 A												5	
B	100	20	150	15	10	0.25	0.1		2000		0.6	4	B
C												3	
3DG148 A												6	
B	100	15	150	15	10	0.25	0.1		5000		0.5	4.5	J-1
C												3.5	
3DG149 A												5	
B	100	20	150	12	10	0.25	0.1		7000		0.3	4	J-2
3DG152 A												3.5	
B	200	30	150	30	15	0.25	0.1		1200		1.7	2.5	B
C												2	
3DG153 A												3	
B	200	30	150	20	10	0.25	0.1		5000		0.35	2	J-2
C												1.5	
D												1.2	
3DG154 A												3	
B	200	30	150	20	10	0.25	0.1		6000		0.35	2	J-2
C												1.7	
3DG155 A												4	
B	700	50	150	20	10	0.25	0.5		5500		0.45	3	J-2
C												2.5	
3DG156 A									700				
B	700	150	150	20	10	0.35	0.1		700		3	3	B
C									700				
D									1000				

表 3.17 高频小功率三极管的电参数(二)

参数 / 型号	P_{CM} (mW)	I_{CM} (mA)	UR_{CBO} ≥ (V)	U_{CEsat} ≤ (V)	I_{CBO} ≤ (μA)	I_{CEO} ≤ (μA)	H_{FE} ≥	f_T ≥ (MHz)	K_p ≥ (dB)	C_{ob} ≤ (pF)	N_F ≤ (dB)	外形
3DG160A ~ D	300	20	200 ~ 500	0.5	0.1	0.1	10	10				B
3DG170 A ~ E F ~ J	500	50	60 ~ 220	0.5	0.1	0.5	20	50 100				B
3DG180 A ~ G H ~ N	700	100	60 ~ 300	0.8	0.5	1	20	50 100				B
3DG181 A ~ E F ~ J	700	200	60 ~ 220	0.8	0.5	2	20	50 100				B
3DG182 A ~ E F ~ J	700	300	60 ~ 220	1	0.5	1	10	50 100				B
3DG 200A 201A 202A	100	20	15	0.9	0.1	0.5	25 ~ 270	100		3	4	B 或 S-2
3DG 200B 201B 202B	100	20	25	0.9	0.05	0.1		100		3	4	
3DG 200C 201C 202C	100	20	20		0.05	0.1		100		3	4	
3DG204 A B	100	10	15 25	1	0.1	0.5		500		3	4	S-1
3CG100 A B C	100	30	15 25 45	0.3	0.1	0.1	25	100	13	4.5	5	B
3CG101 A B C	100	30	15 30 45	0.8	0.1	0.1	25	100	11	3.5	4	B
3CG102 A B C D	150	20	12 15	0.6	0.1	0.1	25	700 800 1000 1200	14 14 16 16	2.5	4.5	B
3CG103 A B C D	150	20	15	0.5	0.1	0.1	25	700 1000 1200 1500	15	2.5	3	B
3CG110 A B C	300	50	15 30 45	0.5	0.1	0.1	25	100	13	4.5	4	B
3CG111 A B C	300	50	15 30 45	0.5	0.1	0.1	25	200	18	3.5	5	B
3CG112 A B C	300	50	15 30 45	0.5	0.1	0.1	25	100	14	5	5	B
3CG113 A B	300	50	15	0.3	0.1	0.1	25	700 900	16	4	4	B

续表 3.17　高频小功率三极管的电参数(二)

型号 \ 参数	P_{CM} (mW)	I_{CM} (mA)	UR_{CBO} ≥ (V)	U_{CEsat} ≤ (V)	I_{CBO} ≤ (μA)	I_{CEO} ≤ (μA)	H_{FE} ≥	f_T ≥ (MHz)	K_P ≥ (dB)	C_{ob} ≤ (pF)	N_F ≤ (dB)	外形
3CG114 A B	300	40	15	0.3	0.1	0.1	25	700 900	16	3	4	B
3CG120 A B C	500	100	15 30 45	0.5	0.1	0.1	25	200	17	7	4	B
3CG121 A B C	500	100	15 30 45	0.5	0.1	0.1	25	200	16	7	4	B
3DG122 A B C D E F	500	100	15 25 45 15 25 45	0.3	0.1	0.1	25	500 500 500 700 700 700	12	7	6	B
3CG130 A B C	700	300	15 30 45	0.6	0.1	0.1	25	80	11	10		B
3CG131 A B C	700	300	15 30 45	0.6	0.1	0.1	25	80	10	10		B
3CG132 A B	700	120	15	0.9	0.1	0.1	25	700 900	16	5		B
3CG140 A B	100	20	12	0.5	0.1	0.1	25	1000	10	2	5 3.5	B
3CG160 A ~ C D ~ E	300	20	60 ~ 140 180 ~ 220	0.5	0.1		25	100 50				B
3CG170 A ~ C D ~ E	500	50	60 ~ 140 180 ~ 220	0.5	0.1	0.5	25	100 50				B
3CG180 A ~ D E ~ H	700	100	100 ~ 220	0.8	0.5	1	15	50 150				B

表 3.17 高频小功率三极管的电参数(三)

参数 / 型号	P_{CM} (mW)	I_{CM} (mA)	UR_{CBO} ≥ (V)	UR_{CEO} ≥ (V)	I_{CBO} ≤ (μA)	U_{CEsat} ≤ (V)	H_{FE}	f_T ≥ (MHz)	C_{ob} ≤ (pF)	极性	外形
CS9011							28				
E							39				TO－92
F	310	100	20	18	0.05	0.3	54	150	3.5	NPN	
G							72				
H							97				
I							132				
CS9012							64				
E							78				
F	600	500	25	25	0.5	0.6	96	150		PNP	
G							118				
H							144				
CS9013	400	500	25	25	0.5	0.6	同上	150		NPN	
CS9014							60				
A							60				
B	300	100	20	18	0.05	0.3	100	150		NPN	
C							200				
D							400				
CS9015	310					0.5	60	50	6		TO－92
A							60				
B	600	100	20	18	0.05	0.7	100	100		PNP	
C							200				
D							400				
CS9016							28				
D							28				
E	310	25	20	20	0.05	0.3	39	500		NPN	
F							54				
G							72				
H							97				
CS9017	310	100	15	12	0.05	0.5	28～72	600	2	NPN	
CS9018	310	100	15	12	0.05	0.5	28～72	700		NPN	

表 3.18　高频大功率三极管的电参数

参数 / 型号	P_{CM} (W)	I_{CM} (A)	T_{jM} (℃)	R_{Tj} ≤ (W/℃)	UR_{CBO} ≥ (V)	UR_{CEO} ≥ (V)	U_{CEsat} ≤ (V)	I_{CEO} ≤ (mA)	H_{FE} ≥	f_β ≥ (MHz)	K_p ≥ (dB)	C_{ob} ≤ (pF)	外形
3AA7					75	35		0.1		140	6		
3AA8/9	1	0.5	85	—	60	25	2		30	120	10	30	F
3AA10					75	35		[1]		80	10		
3CA1A ~ F	1	0.1			A:30 B:50 C:80		1	0.05	20	50[2]		15	B
3CA2A ~ F	2	0.25			D:100 E:130 F:150		1	~0.1	20	50		40	F,G
3CA3A ~ E	5	0.5	175	—			1	0.2 ~ 0.5	20	30		60	F,G
3CA4A ~ E	7.5	1			A:30 B:50 C:80 D:100 E:150		2	1 ~ 1.5	10	30		30	F,G
3CA5A ~ E	15	1.5					2	1 ~ 2		30		40	F,G
3CA6	20	2				40 ~ 120	1	1.5 ~ 3		30[2]			
3CA7	30	2.5	175	—	—	30 ~ 130	3	5	10	10			F,G
3CA8	40	3				30 ~ 130	3	5		10			
3CA9	50	4				30 ~ 110	3	7		10			
3DA100 A	40	5	175	2.5	50	45	1.5	3	12	180	6	100	F
B					60	55			15	220	7		
3DA101 A					40	30		1	10	50	13		
B	7.5	1	175	14	55	45	1	0.5	15	70	15	28	F
C					70	60		0.2	15	100	17		
3DA102 A	7.5	1	175	14	40	30	1.5	0.5	15	100	8	25	F
B					70	50			15	150	10		
3DA103	3	0.3	175	35	50	40	1	0.1	20	200	7	15	F
3DA104 A	7.5	1	175	14	40	35	1.5	1	10	400	7	15	G1 - 2
B					55	45							
3DA105 A	4	0.4	175	25	45	35	1	3	10	600	6	8	H
B					60	40							
3DA106 A	7.5	1	175	14	40	30	—	1	10	400	5	16	H
B					65	50					6		
3DA107 A	15	1.5	175	7.5	40	30	1.5	3	10	400	4	25	G1 - 2
B					60	40		2			5		
3DA108 A	1.5	0.2	175	70	40	30	1	0.5	10	400	5	4	H
B					40	30					6		
3DA150A/B	1	0.1	150	—	—	100/150	1	10	30	50			B
(151)C/D						200/250							
3DA152 A/B						30/100				10			
C/D						150/200							
E	3	0.3	150	—	—	250	1	0.2	30 ~ 250	10			S - 3
F/G						30/100				50			
H/I						150/200							
J						250				50			
3DA89	7.5	0.75	—	14	40	30	0.5	1	10	1000	5	10	H
3DA92	15	1.5	—	7	60	40	1.2	3	10	400	3.5	25	

续表 3.18　高频大功率三极管的电参数

参数 / 型号	P_{CM} (W)	I_{CM} (A)	T_{jM} (℃)	R_{Tj} ≤ (W/℃)	UR_{CBO} ≥ (V)	UR_{CEO} ≥ (V)	U_{CEsat} ≤ (V)	I_{CEO} ≤ (mA)	H_{FE} ≥	f_β ≥ (MHz)	K_p ≥ (dB)	C_{ob} ≤ (pF)	外形
3DA815	2	0.4	—	50	30	15	0.5	0.1	10	470	7	—	H
3DA816	5	1	—		30	15	1	0.5	10	470	5.5	—	
3DA817	7.5	1.5	—		30	15	1	1	10	470	5	—	
3DA818	15	2	—		30	15	1	2	10	470	4	—	
3DA819	2	0.2	—	50	45	30	0.5	0.1	15	1000	7	—	H
3DA820	3	0.3	—	30	40	30	0.5	0.2	15	1000	7	—	
3DA821	6	0.6	—	15	40	30	1	0.5	10	1000	6	—	
3DA823	15	1.5	—	7	40	30	1	2	10	1000	3.5	—	
3DA824	31	5	—	4	36	16	1	6	10	470	4	—	
3DA825	40	4	—	3.15	50	35	1.2	5	10	400	4.5	—	

注[1]:此处为 I_{CBO} 值。

注[2]:此处为 f_T 值。

表 3.19　开关三极管的电参数

参数 / 型号	P_{CM} (mW)	I_{CM} (mA)	T_{jM} (℃)	UR_{CBO} ≥ (V)	UR_{CEO} ≥ (V)	I_{CBO} ≤ (μA)	I_{CEO} ≤ (μA)	U_{BEsat} ≤ (V)	U_{CEsat} ≤ (V)	H_{FE} ≥	f_T ≥ (MHz)	C_{ob} ≤ (pF)	t_{on} ≤ (ns)	t_{off} ≤ (ns)	外形
3AK801 A					12				0.4		100	8	60	180	B
B	50	20	75	30	15	3	50	0.5	0.35	30	150	5	50	160	
C					15				0.4		200	—	—	140	
D					15				0.35		150	—	—	120	
3AK802 A					15		80				50	8	100	1200	B
B					20		50				50	8	100	1000	
C	50	35	75	30	20	12	50	0.45	0.25	30	100	7	80	800	
D					15		50				150	7	80	700	
E					15		50				200	4	60	700	
3AK803 A					12		100		0.4		100	8	60	180	C
B	100	30	75	30	15	3	50	0.5	0.35	30	150	5	50	160	
C					15		50		0.3		200	5	50	140	
D					15		50		0.35		150	5	50	120	
3AK804 A					15		80				50	8	100	1200	C
B					20		50				50	8	100	1000	
C	100	60	75	30	20	2.5	50	0.45	0.25	30	100	7	80	800	
D					15		50				150	7	80	700	
E					15		50				200	4	60	700	
3AK805 A					20		200				40		120	1600	B
B	300	150	75	40	18	5	150	0.55	0.35	30	80	10	80	1400	
C					16		100				120		80	1200	

续表 3.19　开关三极管的电参数

参数 / 型号	P_{CM} (mW)	I_{CM} (mA)	T_{jM} (℃)	UR_{CBO} ≥ (V)	UR_{CEO} ≥ (V)	I_{CBO} ≤ (μA)	I_{CEO} ≤ (μA)	U_{BEsat} ≤ (V)	U_{CEsat} ≤ (V)	H_{FE} ≥	f_T ≥ (MHz)	C_{ob} ≤ (pF)	t_{on} ≤ (ns)	t_{off} ≤ (ns)	外形
3AK806 A				70	30						50		150	500	F
B	1000	700	75	70	30	70	600	1	1.5	15	80	30	100	300	
C				70	45						80		100	200	
D				60	25						100		80	150	
3DK100 A				20	15									35	B
B	100	30	175	20	15	0.1	0.1	0.9	0.3	25	300	3	20	25	
C				15	10									25	
3DK101 A				30	20									60	B
B	200	40	175	30	25	0.1	0.1	0.9	0.3	25	300	4	30	40	
C				20	15									35	
3DK102 A				20	15									50	B
B	300	50	175	30	25	0.1	0.1	0.9	0.3	25	300	4	40	50	
C				20	15									35	
D				30	25									35	
3DK103 A				20	15										
B	300	50	175	40	30	0.1	0.1	0.9	0.3	25	200	4	50	65	B
C				60	45										
3DK104 A				75	60								100	230	
B	700	400	175	100	80	1	1	1	0.5	25		15	100	230	B
C				75	60								50	130	
D				100	80								50	130	
3DK105 A				40	30									280	
B	700	500	175	60	45	0.5	1	1.2	0.5	25		10	25	280	B
C				40	30									130	
D				60	45									130	
3DK106 A				40	30									280	
B	700	600	175	60	45	0.5	1	1.2	0.5	25		12	30	280	B
C				40	30									130	
D				60	45									130	
3DK107 A				40	30									280	
B	700	800	175	60	45	0.5	1	1.2	0.5	25		12	30	280	B
C				40	30									130	
D				60	45									130	
3CK110 A				20	15						150			60	B
S	300	50		~	~	0.2	0.2	0.95	0.3	25	~	5	50	~	
E				50	45						450			110	
3CK112 A				20	15						150			80	B
S	300	50		~	~	0.2	0.2	0.95	0.3	25	~	5	50	~	
E				50	45						450			130	
3CK120 A				20	15						150			60	B
S	500	200		~	~	0.5	0.5	1.2	0.5	25	~	10	30	~	
E				50	45						450			110	
3CK121 A				20	15						150			80	B
S	500	200		~	~	0.5	0.5	1.2	0.5	25	~	10	50	~	
E				50	45						450			200	
3CK130 A				20	15						150			120	B
S	700	700		~	~	5	10	1.2	0.5	25	~	10	50	~	
E				50	45						450			160	

表 3.20　大功率开关三极管的电参数(一)

参数 / 型号	P_{CM} (W)	I_{CM} (A)	UR_{CBO} (V)	UR_{CEO} ≥ (V)	U_{BEsat} ≤ (V)	I_{CBO} ≤ (mA)	H_{FE} ≥	f_T (MHz)	C_{ob} (pF)	t_{on} (μs)	t_s (μs)	t_f (μs)	外形
3DK29A ~ D	1	0.5	25 ~ 40	15 ~ 30	0.5	0.1	25	400	12	0.015	0.03 ~ 0.08	0.01	G 或 F
3DK35B ~ F	10	3		50 ~ 200	0.25	0.5	20		30	0.25	0.4	0.1	
3DK36B ~ H	30	5		50 ~ 130	0.5	0.7	20		60	0.3	0.6	0.15	
3DK37B ~ H	50	7.5		50 ~ 200	0.5	1	20		60	0.3	0.6	0.15	
3DK38B ~ H	30	15		50 ~ 200	0.7	3	20		60	0.3	0.6	0.3	
3DK39B ~ H	100	15		50 ~ 200	0.7	3	20		300	0.5	0.7	0.3	
3DK03	30	3		30 ~ 160	0.4		15	15		0.3		0.5	G 或 F
3DK12	50	5		30 ~ 160	0.4		15	15		0.3		0.5	
3DK08	60	7.5		40 ~ 160	0.5		15	15		0.3		0.5	
3DK32	75	10		40 ~ 160	0.5		15	10		0.6		1	
3DK33	100	20		40 ~ 160	0.8		10	10		0.8		1.2	
3CK01	5	1		30 ~ 100	0.6		15	5		0.3		0.5	G 或 F
3CK02	10	2		30 ~ 100	0.6		15	5		0.3		0.5	
3CK03	20	3		30 ~ 100	0.6		15	4		0.4		0.6	
3CK05	50	5		30 ~ 100	0.6		15	4		0.4		0.6	
3CK010	75	10		30 ~ 100	0.7		15	3		0.5		0.8	
3CK015	100	15		30 ~ 100	0.7		15	3		0.6		0.8	
3CK5A ~ E	5	1.5	15 ~ 60	15 ~ 50	0.8	0.05	25	50	15	0.08		0.2	
3CK10A ~ E	1	1	25 ~ 80	20 ~ 70	1	0.01	25	100	10	0.06		0.15	
3DKG3	50	3		300 ~ 900	1.5	0.1	10				0.8	0.8	G 或 F
3DKG5	100	5		300 ~ 900	1.5	0.2	10				1.4	1.4	
3DKG10	150	10		300 ~ 900	1.5	0.2	10				2	2	
3DKG208	12	5	1500	700			6						
3DKG208A	12	7.5	1500	700			6	7			10	7	
3DK536	50	8	1100	480			15	5					G 或 F
3DKG3236	60	5	500	400	0.6		15	8					
3DKG326A	75	6	900	400	1.5		25	10		0.5	3.5	0.5	
3DKG6547	75	15	850	400	1.5		6	10		1	4	0.7	
3DKG48B	75	15	1000	600	1.5		6	10		0.5	1.5	0.2	
3DKG23	250	30	400	325	1		8	8		0.55	1.7	0.26	
3DKG23	250	40	300	255	1.5		10	8		1.3	2	0.5	
3DKG23	250	50	160	125	0.6		10	8		1.5	1.2	0.3	

表 3.20　NPN 大功率开关三极管的电参数(二)

参数 / 型号	P_{CM} (W)	I_{CM} (A)	I_{BM} (A)	BU_{CEO} ≥ (V)	BU_{CES} ≥ (V)	BU_{CBO} ≥ (V)	BU_{BEO} ≥ (V)	I_{CEO} ≤ (mA)	U_{CES} I_C/I_B (V)	U_{BES} I_C/I_B (V)	f_T (MHz)	t_{on} (μs)	t_s (μs)	t_f (μs)	H_{FE} I_C/U_{CE}
2N6546	175	15	10	300	650		9				6～24				6～30 10/2
2N6547	175	15	10	400	850		9		1.5 10/2	1.6 10/2	6～24	1	4	0.7	
BUX48	175	15	4	400	850		7	1	1.5 10/2	1.6 10/2	10	1	3	0.8	
BUX48A	175	15	4	450	1000		7	1	1.5 8/1.6	1.6 8/1.6	10	1	3	0.8	
48B	175	15	4	600	1000		7	1	1.5 6/1.5	1.6 6/1.5	10	1	3	0.8	
48C	175	15	4	700	1000		7	1	1.5 6/1.5	1.6 6/1.5	10	1	3	0.8	
BUV20	75	50	10	125		160	7	3	2 50/5	2 50/5	8	1.5	1.2	0.3	10 50/4
21	75	40	8	200		250	7	3	1.5 25/3	1.5 25/3	8	1.2	1.8	0.4	10 25/4
22	75	40	8	250		300	7	3	1.5 20/2.5	1.5 20/2.5	8	1.3	2	0.5	10 20/4
23	75	30	6	325		400	7	3	1 16/3.2	1.5 16/3.2	8	1.3	2.5	1.2	8 16/4
24	75	20	4	400		450	7	3	1 12/2.4	1.15 12/2.4	8	1.6	3	1.4	8 12/4
25	75	15	3	500		500	7	3	1 8/1.6	1.5 8/1.6	8	1.8	5	1.6	8 8/4

注 1：U_{CES} 和 U_{BES} 参数中，I_C/I_B 为测试条件，I_C、I_B 的单位是 A；H_{FE} 栏中 I_C/U_{CE} 的单位是 A/V。

注 2：本表中的三极管的工作温度为 －65℃～＋200℃，极性均为 NPN，封装均为 TO－3(F－2)。

表 3.21　互补、达林顿大功率三极管的电参数

参数 / 型号	P_{CM} (W)	I_{CM} (A)	T_{jM} (℃)	R_{Tj} (℃/W)	UR_{CBO} ≥ (V)	UR_{CEO} ≥ (V)	UR_{EBO} ≥ (V)	I_{CBO} ≤ (mA)	I_{CEO} ≤ (mA)	U_{CEsat} ≤ (V)	H_{FE} ≥	f_T ≥ (MHz)	极性	外形
BD 131					70	45	6						NPN	TO－126
132	15	3			45	45	4	0.05			40	60	PNP	
133					90	60	6						NPN	
BD 135	12.5	1.5			45	45	5				40	50	NPN	TO－126
136												75	PNP	
BD 137	12.5	1.5			60	60	5				40	50	NPN	TO－126
138												75	PNP	
BD241	40	3			45	45	5				20	3	NPN	TO－220
BD242	40	5			45	45	5				20	3	PNP	
A						60	5							
B						80	5	0.02			25	3		
C						100	5							
BD 907	90	15			60	60	5	0.5			15～150	3	NPN	TO－220
908													PNP	

续表 3.21　互补、达林顿大功率三极管的电参数

参数 / 型号	P_{CM} (W)	I_{CM} (A)	T_{jM} (℃)	R_{Tj} (℃/W)	UR_{CBO} ≥ (V)	UR_{CEO} ≥ (V)	UR_{EBO} ≥ (V)	I_{CBO} ≤ (mA)	I_{CEO} ≤ (mA)	U_{CEsat} ≤ (V)	H_{FE} ≥	f_T ≥ (MHz)	极性	外形
MJE2955	117	15			100	60	5	1			20～70	2	NPN	TO－3
2N3055												0.8	PNP	
MJE 3302	15	4			80						1000	20	NPN	
3312													PNP	
TIP 31A	40	3			60	60	5	3			10～50	3	NPN	TO－220
31B					80	80	5							
TIP 42A		6			60	60	5	0.7			15～75	3	PNP	TO－220
42B					80	80	5							
TIP 132	70	8			100	100	5				1000	20	NPN	TO－220
137													PNP	
HY 8050	0.8	1			30	25	6				40～200	300	NPN	TO－92
8550													PNP	
BF 422	0.83	0.1			250								NPN	TO－92
423													PNP	
YZ121A～F	20	5		3.8	A:300		5		1.5	2.5	红:500～1000 黄 1000～2000 绿 > 2000		NPN	F
YZ123A～F	50	10		1.5	B:400		5		2	2.5			NPN	
YZ125A～F	75	12.5		1	C:500		5		2	2.5			NPN	
YZ127A～F	100	15		0.8	D:600		5		2	2.5			NPN	
YZ129A～F	150	20		0.5	E:700		5		2	3			NPN	
YZ161A～F	200	25		0.4	F:800		5		2	3			NPN	
YZ163A～F	300	30		0.3			5		2	3			NPN	
YZ31A～F	20	4		3.8	A:30		5		1.5	2.5			PNP	F
					B:50									
YZ33A～F	50	6		1.5	C:80		5		2	2.5	红:500～1000 黄 1000～2000 绿 2000～4000 紫 4000～6000 白 > 6000		PNP	
			150		D:110									
YZ35A～F	75	10		1	E:150		5		2.5	2.5			PNP	
					F:200									
YZ37A～F	100	12.5		0.8			5		3	2.5			PNP	
YZ21A～F	20	5		3.8	A:30		5		1.5	2			NPN	F
YZ23A～F	50	10		1.5	B:50		5		2	2				
YZ25A～F	75	12.5		1	C:80		5		2	2				
YZ27A～F	100	15	150	0.8	D:110		5		2	2				
YZ29A～F	150	20		0.5	E:150		5		2	2.5				
YZ61A～F	200	25		0.4			5		3	2.5				
YZ63A～F	300	30		0.3	F:200		5		3	2.5				

3.4.5　场效应半导体三极管的参数表

场效应半导体三极管特有的参数如下：

① $I_{DSsat}(I_{DSS})$—— 饱和漏源电流。

② $U_{GSoff}(U_P)$—— 夹断电压。

③ U_T—— 开启电压，U_P—— 夹断电压。

④r_{GS}——栅源绝缘电阻。

⑤g_m——跨导。

⑥C_{iss}(C_{is})——共源接法，漏源交流短路的输入电容。

⑦C_{rss}(C_{fs})——共源接法，输入交流短路的反馈电容。

表 3.22　N 沟道场效应三极管的电参数(一)

参数 / 型号	I_{DSS} (mA)	U_P < (V)	r_{GS} ≥ (Ω)	g_m ≥ (mA/V)	C_{iss} ≤ (pF)	C_{rss} ≤ (pF)	N_{FL} ≤ (dB)	K_{PS} ≥ (dB)	N_{FH} ≤ (dB)	f_M ≥ (MHz)	BU_{DS} > (V)	BU_{GS} > (V)	P_{DM} (mW)	I_{DSM} (mA)
3DJ2 D	<0.35	|-4|												
E	0.3~1.2	|-4|												
F	1~3.5	|-4|	10^8	2	3	1	5	10	5	300	20	20	100	15
G	3~6.5	|-9|												
H	6~10	|-9|												
3DJ3A~C	—	|-9|	10^8	g_m:A/B/C=4/7/12							20	20	100	30[1]
3DJ4 D~F	同 3DJ2	|-3|	10^8	2	3	1	5	10		300	20	20	100	15
G~H	同 3DJ2	|-6|												
3DJ5 E	<1.2	|-5|												
F	1~3.5	|-5|											100	对管
G	3~6.5	|-5|		2	5	3	5				20	20	×	
H	6~10	|-7|											2	
3DJ6 D~F	同 3DJ2	|-4|	10^8	1	5	2	5	10		30	20	20	100	15
G~H	同 3DJ2	|-9|												
3DJ7 D	<0.35	|-4|												
E	<1.2	|-4|												
F	1~3.5	|-4|												
G	3~11	|-9|	10^8	3	6	3		10		90	20	20	100	15
H	10~18	|-9|												
I	17~25	|-9|												
J	24~35	|-9|												
3DJ8 F~J	同 3DJ7	|-9|	10^7	6	8	3	5			90	20	20	100	15
K	35~70	|-9|												
3DJ9 F	1~3.5	|-7|												
G	3~6.5	|-7|	10^7	4	2.8	0.9				800	20	20	100	15
H	6~11	|-7|												
J	10~18	|-7|												

续表 3.22　N 沟道场效应三极管的电参数(一)

参数 / 型号	I_{DSS} (mA)	U_P < (V)	r_{GS} ≥ (Ω)	g_m ≥ (mA/V)	C_{iss} ≤ (pF)	C_{rss} ≤ (pF)	N_{FL} ≤ (dB)	K_{PS} ≥ (dB)	N_{FH} ≤ (dB)	f_M ≥ (MHz)	BU_{DS} > (V)	BU_{GS} > (V)	P_{DM} (mW)	I_{DSM} (mA)
3DJ15 F	1～3.5			3	3	0.6		14	3.5					
G	3～7			3	3	0.6		14	3.5					
H	6～11	−5.5		8	3	0.6		14	3.5		20	20	100	10
I	10～18			8	5	0.8		18	5.5					
J	16～30			8	5	0.8		18	5.5					
3DJ17 F	1～3.5			3	3	1		10	3.5					
G	3～11			3	3	1		10	3.5					
H	10～18	−5.5		6	3	1		14	3.5		20	20	200	20
I	17～25			6	5	1.5		14	5					
J	24～35			6	5	10.5		14	5					
3CJ1 D～G	同 3DJ2			*	10	2	5	* g_m 分档 0.3/0.5/1/1.5/2.25					100	P 沟道
H	10～20													
3D01 D	<0.35													
E	0.3～1.2													
F	1～3.5	|−9|	10^9	1	5	1.5	5	10	8	90	20	40	100	15
G	3～6.5													
H	6～10													
3D02 D	<0.35		10^8							800	20	25	25	15
E	0.3～1.2		10^9							1000	12	25	100	15
F～H	同上	|−9|		4	2.5	0.3	5	8	6	1000				
3D04 D～H	同上	|−9|	10^9	2		0.9	5	10	6	300	20	25	100	15
I	10～15													

注[1]：C 档为 40mA。

注：与 3D01 相近的型号有 3D07、3D07H、3D012、3D013；与 3D02 相近的型号有 3D09、3D09H、3D016、3D017；与 3D04 相近的型号有 3D08、3D08H、3D014、3D015。这些相近型号均为具有双向栅极保护特性。

表 3.22　N 沟道结型场效应三极管的电参数(二)

型号 \ 参数	I_{DSS} (mA)	U_P ≤ (V)	g_m ≥ (mA/V)	C_{iss} ≤ (pF)	C_{rss} ≤ (pF)	K_{PS} ≥ (dB)	N_F ≤ (dB)	U_n ≥ (nV/Hz)	BU_{GS} ≥ (V)	P_{DM} (mW)	I_{DSM} (mA)	注
CS1～3 A	0.03～0.3	|-4|	0.3									陶瓷环氧封装
B	0.3～1	|-4|	0.5									
C	1～3	|-4|	1	4	2		5		-30	100		
D	3～10	|-6|	1.5									
CS4～6 C	1～3	|-4|	2			12						
D	3～10	|-4|	3			12						
E	10～20	|-8|	4	6	3	15	5		-30	200	20	
F	20～30	|-8|	5			15						
G	30～40	|-8|	6			15						
CS7～9 D	3～10	|-4|	6									
E	10～20	|-8|	7	6	3	20	5		-30		20	
F	20～30	|-8|	7									
G	30～40	|-8|	7									
CS 10 A	0.05～0.3		0.5									
11 B	0.3～1	|-4|	1	4	2			100	-25	100		
C	1～3		2									
D	3～10		3									
CS 12A～D 13	同上							50	-25	100		
CS 14A～D 15	同上							20	-25	100		
35 CS 38A～G 41	≥5	|-6|		15	5	—	—	—	-30	100		B-1 陶瓷 S-2
36 CS 39A～G 42	≥10	|-8|		15	5	—	—	—	-30	100		B-1 S-2
37 CS 40A～G 43	≥20	|-8|		15	5	—	—	—	-30	100		
CS 44A～G 48	≥5	|-6|		15	5	—	—	—	-30	300		
CS 45A～G 49	≥10	|-8|		15	5	—	—	—	-30	300		
CS 46A～G 50	≥20	|-8|		15	5	—	—	—	-30	300		
CS 47A～G 51	≥30	|-10|		30	15	—	—	—	-30	300		

表 3.23　VMOS 大功率三极管的电参数

参数 / 型号	漏源击穿电压 BR_{DSMIN} (V)	漏极电流 I_D (A)	漏极电流最大值(连续工作) $I_{DCONTMAX}$ (A)	漏源电阻 r_{DS} (Ω)	漏极功耗 P_D (W)	极性 P沟 N沟	外形
MTP1N100	1000	0.5	1	10	75	N	TO-220 GDS
MTP3N100	1000	1.5	3	7	75	N	
MTP2N90	900	1	2	8	75	N	
MTP4N90	900	2	4	5	125	N	
MTP3N80	800	1.5	3	7	75	N	
MTP 1N60	600	0.5	1	12	75	N	
2N60	600	1	2	6	75	N	
3N60	600	1.5	3	2.5	75	N	
6N60	600	3	6	1.2	125	N	
MTP 1N50	500	0.5	1	8	50	N	
2N50	500	1	2	4	75	N	
2P50	500	1	2	6	75	P	
3N50	500	1.5	3	3	75	N	
4N50	500	2	4	1.5	75	N	
MTP 2N40	400	1	2	5	50	N	
3N40	400	1.5	3	3.3	75	N	
4N40	400	2	4	1.8	75	N	
5N40	400	2.5	5	1	75	N	
10N40	400	5	10	0.55	125	N	
MTP 2N20	200	1	2	1.8	50	N	
4N20	200	2	4	1.2	50	N	
5N20	200	2.5	5	1	75	N	
5P20	200	2.5	5	1	75	P	
7N20	200	3.5	7	0.7	75	N	
8N20	200	4	8	0.4	75	N	
12N20	200	6	12	0.35	125	N	
MTM 2P50	500	1	2	6	75	P	TO-3 图 3.6 (d)
2P45	450	1	2	6	75	P	
8P20	200	4	8	0.7	125	P	
5P20	200	2.5	5	1	75	P	

说明：VMOS 大功率管是近年来发展起来的大功率半导体器件，其主要优点是：因为是多子导电，没有双极型晶体管少子的存储效应，故开关速度可达纳秒级；漏电流呈负温度特性，有自镇流作用，无二次击穿现象；是电压控制器件，输入阻抗高，只需电压激励；线性好，失真小，增益高；易制成耐压高、电流大的器件。

3.5　显示器件

3.5.1　概述

显示器件种类很多，本手册只介绍与集成电路易于连接的发光二极管(LED)构成的显示器件和液晶显示器件(LCD)。发光二极管由半导体材料磷化镓、磷砷化镓等制造，正向导电时，电子受激发发光。光的颜色有红外、红、黄、绿、橙、兰、紫、紫外等，一般商品以

红外、红、黄、绿、橙各色居多。发光二极管可单只构成器件，外形有多种形状和尺寸，也可组合成数字和文字。目前显示器件主要有两类，一是 LED 七段数码显示器件，二是点阵显示器件，此外还有专用图形符号的显示器件。液晶显示器件都是密封在玻璃中，玻璃上有透明电极，一般也分七段数码显示器件和点阵显示器件。LED 和 LCD 都可在几伏低电压下工作，易于和集成电路连接，LED 的工作电流只有几个毫安，是主动发光器件，颜色多，亮度高。LCD 的工作电流只有微安级，是被动显示器件，是靠反差显示文字和图形。新型的液晶显示器件有彩色和背景光，显示效果也不错。

由若干个发光二极管可组合成 LED 数码管和符号管，国内外品种规格繁多，型号也是五花八门。它们从结构上看和发光二极管一样，有笔划段和点阵式两种，电极连接分共阴极和共阳极两种。对于多位的数码管，为了减少引出电极的数目，往往采用动态扫描的方式，将每一位数字相同位置的笔划段连在一起，作为段选信号的输入，每一位数字的公共电极（即共阴极或共阳极）作为位选信号的输入。段选信号和位选信号相遇，则相应数字的笔划段点亮。笔划段式的显示的字形有限，点阵式往往以行数乘列数和外形尺寸来表示，它可以显示任何文字和图形。LCD 显示器件往往笔划段都比较多，所以都采用动态扫描的方式，其驱动电路也是集成化的，与液晶显示器制作在一起，使用十分方便。

在使用发光二极管时，遵循的原则是一样的，通过发光二极管的正向电流不能超过额定值，发光二极管的正向电压降一般在 2V 左右。正向电流大一些，其正向电压降也大一些，发光也强一些；正向电流小一些，其正向电压降也小一些，发光也弱一些。在正常发光时，其正向电压降与 2V 的差别不大，并且都要串入电阻以限制正向电流，保护发光二极管不被烧毁。发光二极管正向电流一定时，其发光强度与发光效率有关，发光效率高的，发光强度就大。目前商品化的发光二极管的发光效率分为普通、高亮度和超高亮度三种。

发光二极管的参数比较特殊的有：

I_v ——发光强度，单位毫坎（mcd）；

θ ——半强度角，单位度；

λ_p ——发光峰值波长，单位微米（μm）；

$\Delta\lambda$ ——半峰宽度，单位微米（μm）。

3.5.2 显示器件的命名方法

目前，显示器件的命名方法还比较乱，一是汉语拼音 FG 为型号前缀的部标型号，适合于发光二极管；二是厂标型号。

3.5.2.1 部标发光二极管型号的规定

第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分	第六部分
FG	一位数字	一位数字	一位数字	一位数字	二位数字
型号	代表材料	代表颜色	封装形式	外形分类	序　号
	1—GaAsP	0—红外	1—无色透明	0—圆形	由电子工
	2—GaAlAs	1—红	2—无色散射	1—长形	业部标准
	3—GaP	2—橙	3—有色透明	2—符号	化所统一
	4—GaAs	3—黄	4—有色散射	3—三角形	给出
		4—绿		4—方形	

	5—兰	5—组合形
	6—复合	6—特殊形
	7—靛	
	8—紫	
	9—紫外,黑,白	

3.5.2.2 部分厂标发光二极管型号的规定

厂标型号比较杂,在此把我国几个主要的发光二极管生产厂的型号加以简单地介绍。同一型号不同厂家的发光二极管参数不尽一致,但差别不大,只要遵循使用的基本原则就不会损坏器件。

①北京光电器件厂

BT	×	×	×	×
型号	外形大类	材料及其它	颜色	封装形式
	1—φ3		1—红	D—加色散射
	2—φ4 或 φ4.4		2—红	C—加色透明
	3—φ5		3—绿	W—乳白
	4—2×5		4—黄	T—无色透明

②佛山光电器件厂

BT	×	××	×
型号	颜色	管形序号	特殊的支架或封装
	1—绿		
	2—红		
	3—黄		
	4—橙		

③苏州半导体总厂

一部分以 BT 为首,后续数字按部标规定执行。

④上海半导体器件六厂

LED	×	××
型号	材料	颜色及外形
	6—GaAsP	00~20—红
	7—GaP	(6)20~(6)40—橙
		(6)40 以上—黄
		(7)20 以上—绿

3.5.3 发光二极管参数表

表 3.24 发光二极管的特性参数(一)

型号 \ 参数	颜色	P_M (mW)	I_{FM} (mA)	U_R ≥ (V)	U_F ≤ (V)	I_R ≤ (μA)	C_o ≤ (pF)	I_v ≥ (mcd)	θ (度)	λ_p (μm)	$\Delta\lambda$ (μm)	外形
BT 101	红				2.0			0.4	180	0.650	0.03	
								0.5	—			
102	红	50	20	5	2.5	50	100	0.4	180	0.700	0.10	φ3×3
								0.5	—			
103	绿				2.5			0.4	180	0.565	0.03	
								0.5	—			
104	黄				2.5			0.4	180	0.585	0.03	
								0.5	—			
BT 111	红	50	20		2.0			同上	30	0.650	0.03	
									20			
112	红			5	2.5	50	100		同上	0.700	0.10	φ3.2×4.6
113	绿				2.5					0.565	0.03	
114	黄				2.5					0.585	0.03	
BT 201	红	90	40	5	2.0	50	100	0.5	30	0.650	0.03	
								0.4	20			
202	红				2.5			同上	同上	0.700	0.10	φ6×7
203	绿				2.5					0.565	0.03	
204	黄				2.5					0.585	0.03	
BT 211	红	90	40	5	2.0	50	100	0.5	25	0.650	0.03	
								1.0	20			
212	红				2.5			同上	同上	0.700	0.10	φ5.4×7
213	绿				2.5					0.565	0.03	
214	黄				2.5					0.585	0.03	
BT 301	红	90	40	5	2.0	50	100	0.5	20	0.650	0.03	
								0.4	15			
302	红				2.5			同上	同上	0.700	0.10	φ9.4×12
303	绿				2.5					0.565	0.03	
304	黄				2.5					0.585	0.03	
BT 311	红	90	40	5	2.0	50	100	0.5	20	0.650	0.03	
								1.0	15			
312	红				2.5			同上	同上	0.700	0.10	φ6×8.6
313	绿				2.5					0.565	0.03	
314	黄				2.5					0.585	0.03	
BT 411	红	90	40	5	2.0	50	100		70	0.650	0.03	
412	红				2.5			1.0	70	0.700	0.10	4×4×8
413	绿				2.5				70	0.565	0.03	
414	黄				2.5				70	0.585	0.03	
BT 411-1	红	90	40	5	2.0	50	100		75	0.650	0.03	
412-1	红				2.5			1.0	75	0.700	0.10	5×2.5×9
413-1	绿				2.5				75	0.565	0.03	
414-1	黄				2.5				75	0.585	0.03	

续表 3.24　发光二极管的特性参数(一)

型号 \ 参数	颜色	P_M (mW)	I_{FM} (mA)	U_R ≥ (V)	U_F ≤ (V)	I_R ≤ (μA)	Co ≤ (pF)	I_v ≥ (mcd)	θ (度)	λ_p (μm)	$\Delta\lambda$ (μm)	外形
BT411－2	红	90	40	5	2.0	50	100	1.0	70	0.650	0.03	5×4×8
412－2	红				2.5				70	0.700	0.10	
413－2	绿				2.5				70	0.565	0.03	
414－2	黄				2.5				70	0.585	0.03	

表 3.24　发光二极管的特性参数(二)

型号 \ 参数	颜色	P_M (mW)	I_{FM} (mA)	U_R ≥ (V)	U_F ≤ (V)	I_R ≤ (μA)	C_o ≤ (pF)	I_v ≥ (mcd)	θ (度)	λ_p (μm)	外形
BT114033	红	30	20	5	2			0.7		0.655	φ3.8×6
314033		60			2.8			0.4		0.700	
313033		60			2.5			0.8			
312033		60			2.5			0.4			
311033		60	20		2.5			0.8			
111032		100	50		2			0.8			φ3.3×3.3
112032		100			2			0.5		0.655	
113032		100			2			0.8			
114032		100	50		2			0.5			
BT134033	黄	50	20	5	2.5			1.5		0.585	φ3.8×6
BT121033	橙							3.5		0.630	φ3.8×6
BT344033	黄绿	50	20	5	2.5			2		0.565	φ3.8×6
BT1341529	黄	100	40	5	2.5			0.4		0.585	5×2.5×10
BT1141529	红	100	40	5	2.5			0.4		0.655	5×2.5×10
BT1441529	黄绿	100	40	5	2.5			0.4		0.565	5×2.5×10
BT1241529		100	40	5	2.5			0.4		0.630	5×2.5×10

表 3.24　发光二极管的特性参数(三)

型号 \ 参数	颜色	P_M (mW)	I_{FM} (mA)	U_R ≥ (V)	U_F ≤ (V)	I_v ≥ (mcd)	λ_p (μm)	外形
FG223001	橙	50	20	5	2.1	3	0.630	φ3.1×5.4
FS233001	黄	50	20	5	2.2	1	0.585	φ3.1×5.4
FG313001	红	50	20	5	2.1	1	0.700	φ5.1×8.6
FG313003	红	75	40	5	2.1	5	0.700	φ5.1×8.6
FG333001	绿	50	20	5	2.2	3	0.565	φ3.1×5.4
FG343001	绿	50	20	5	2.2	1	0.555	φ3.1×5.4
FG331003	黄绿	75	20	5	2.2	9	0.565	φ5.1×5.4
FG333003	黄绿	75	20	5	2.2	9	0.565	φ5.1×5.4

3.5.4 发光二极管符号管和数码管

发光二极管符号管和数码管的型号规格很多，选用时主要看尺寸和颜色，注意功耗和电流不超过额定值即可。

①发光二极管符号管和数码管的颜色与发光二极管相同，主要有黄、橙、绿、红四种。

②发光二极管符号管和数码管也分共阴极和共阳极两种。对于共阴极结构，笔划段电极加高电平点亮；对于共阳极结构，笔划段电极加低电平点亮。如果不清楚一种发光二极管符号管和数码管的结构和引出电极，可以用万用表的Ω档测试，不过亮度低些；也可用5V直流电源和一只300Ω电阻器测试确定。

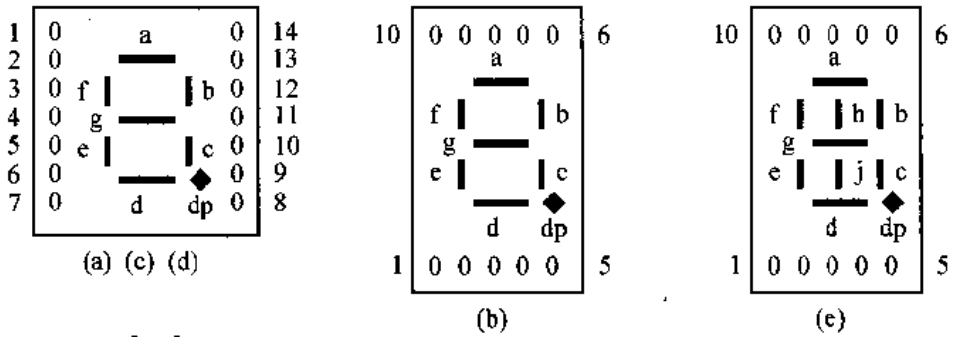
③发光二极管符号管和数码管的形状都是矩形，引出线的位置在上下两侧，或者在左右两侧。引出线在上下两侧的，公共电极，即共阳极和共阴极，用V表示图3.8中，一般都在上侧和下侧的中间。符号和数码的高度尺寸是7.6、12.7、16.0、25.4mm等，是按英寸划分的，1吋的是25.4mm，0.5吋的是12.7mm。管脚间距都是0.1英寸，即2.54mm，与双列直插集成电路的封装的管脚间距一样。发光二极管符号管和数码管的外形尺寸稍大于符号和数码字形的尺寸。

④佛山光电器件厂生产的数码管的型号为FR－×××，符号管为FR－F×××。

上海半导体器件六厂生产的数码管的型号以LDD开头。

苏州半导体总厂和绍兴电子管厂生产的数码管的型号以BS开头。

⑤发光二极管符号管和数码管的参数与发光二极管差不多，只是工作电流大一些。



管脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
(a)	f	g		V		e	d	c	dp			V	b	a
(b)	e	d	V	c	dp	b	a	V	f	g				
(c)	a	f	V	e	V	dp		d	V	c	g	b		V
(d)	a	f	V			V	e	d	dp	c	g		b	V
(e)	j	f	V	c	dp	b		V	h	g				
(f)	j	h				V_1	dp		c		V_2		b	g

6脚V_1控制1脚和14脚，11脚V_2控制其余部分

图3.8 LED数码管和符号管的引线排列

3.6 光电耦合器

光电耦合器是一种电信号的耦合器件，它一般是将发光二极管和光敏三极管的光路耦合在一起，输入和输出之间可以不共地，输入电信号加于发光二极管上，输出信号由光敏三极管取出。光电耦合器传输的信号一般为数字信号，若要传输模拟信号则要采用线性光耦。光电耦合器在传输信号的原理上与隔离变压器相同，但它体积很小，传输信号的

频率更高,使用方便。光电耦合器一般都采用 DIP 封装。

表 3.25　国外常用光电耦合器的参数

参数 / 型号	正向压降 U_F (V)	正向电流 I_F (mA)	击穿电压 BU_{CEO} (V)	饱和压降 U_{CES} (V)	电流传输比 CTR (%)	上升时间 t_r (μs)	下降时间 t_f (μs)	出入耐压 U_{ISO} (V)	输出级形式
4N25A	1.5	10	30	0.5	20	0.8	8	2500	三极管
4N26	1.5	10	30	0.5	20	0.8	8	1500	DIP-6 封装
4N27	1.5	10	30	0.5	10	2	8	1500	1—阳极
4N28	1.5	10	30	0.5	10	2	8	500	2—阴极
4N35	1.5	10	30	0.4	10	4[1]	4[1]	3500	3—空
4N36	1.5	10	30	0.3	10	4[1]	4[1]	2500	4—发射极
4N37	1.5	10	30	0.3	10	4[1]	4[1]	1500	5—集电极
4N38A	1.5	10	80	1	10	0.8	7	2500	6—基极
TIL117	1.4		30	0.4	50	2	2	2500	
4N29A	1.5	200	20	1	100	2	25	2500	达林顿
4N30	1.5	200	30	1	100	2	25	1500	DIP-6 封装
4N31	1.5	200	30	1.2	50	2	25	1500	引线同上
4N32	1.5	200	20	1	500	2	25	2500	
4N33	1.5	200	30	1	500	2	25	1500	
TIL113	1.5	100Ω	30	1	300	300	300	1500	
TIL119	1.5				300			1500	

注[1]:此为 t_{on} 和 t_{off}。

第四章　敏感元器件

敏感元器件是直接感受非电量，并将其变换为电量的元器件。非电量包括温度、流量、压力、光线、磁、位移、速度、加速度、气体、离子浓度、放射性等物理量。由于敏感元器件种类十分繁多，本手册只对其中常用的有代表性的加以介绍。敏感元器件一般都是独立的，可自成元器件；更往往与其它一些部件、电路组成一个装置，具有将非电量按照一定的规律转换为电量的功能，这时也称其为传感器。各种非电量必须通过各种敏感元器件将其变换为电量后才能作为电子线路的输入信号使用，因此，敏感元器件是电子线路与外围电路的重要接口元器件，在测量与控制电路中不可缺少。

4.1　压力敏感元器件

力敏器件一般是指半导体力学量敏感器件，它是利用半导体的压阻效应而制成的敏感元件。利用半导体的压阻效应可制成多种力敏器件，如压力传感器、荷重传感器、拉压传感器等上千个品种。为简单计，一般按其工艺结构来划分，有体型应变片、分立扩散硅、硅蓝宝石和集成化四种。

表 4.1　ML32/33/34/35/36/37 系列力敏芯片

参数 / 型号	桥臂电阻 (kΩ)	反向漏电 (nA)	反向击穿电压 (V)	零位输出 (mV)	零位输出稳定率 (%)	桥臂电阻误差 (%)	正反向电阻不平衡 (%)
ML32	2.2	100(max)	60(min)	100(max)	-0.1~0.1	2(max)	2(max)
ML33	5	100(max)	60(min)	100(max)	0~0.1	2(max)	5(max)
ML34	1.1	5(max)	60(min)	1(max)	0		
ML35	1.2~1.5	50	40(min)	100(max)	0.1(max)	量程:0~0.1MPa	
36						0~1 MPa	
37						0~10 MPa	

说明：应变电阻、弹性体做在同一硅衬底材料上，用该芯片组装的传感器具有灵敏度高、体积小、精度高、频响宽等特点。主要用于各种压力传感器和变送器。

表 4.2　KJY 型扩散硅全桥集成应变片

名　称	单　位	参　数	工作温度
阻　值	kΩ	4~6	-20℃~+60℃
击穿电压	V	A:≥10 B:≥60 C:≥100	
反向漏电	nA	A:≤50 B:≤40 C:≤20	

续表 4.2　KJY 型扩散硅全桥集成应变片

名　　称	单　　位	参　　数	工作温度
灵敏度系数	%	≥80	-20℃ ~ +60℃
电阻温度系数	$\times 10^{-3}$F·S/℃	≤2	
阻值均匀性	%	A: ±2 B: ±1 C: ±0.5	

说明:用于各种应变力的测量和装配压力传感器。

4.2　温度敏感元器件

温度敏感元器件简称温敏元器件,它是使用最多的敏感元器件之一。温敏元器件主要有半导体热敏电阻、热电偶、热电阻、温敏二极管(PN 结)、半导体集成温度传感器和石英晶体等。热敏电阻将在下面敏感电阻器中介绍。

4.2.1　热电阻

金属的电阻虽然很小,但制成极细的丝,或蒸镀在绝缘衬底上,就可获得较大的电阻。金属的电阻一般随温度的增加而增加,利用金属的电阻温度系数即可实现对温度的测量。用来制造热电阻的金属有铜和铂,分别称为铜电阻和铂电阻。热电阻的有关特性见表 4.3。

表 4.3　热电阻的分类和特性

名 称	分度号	0℃阻值 (Ω)	温度系数 ($\times 10^{-2}$/℃)	允许偏差 (℃)	测温范围 (℃)
铜电阻	Cu50 Cu100	50 100	0.4280	±(0.3+0.006 t)	-50~300
铂电阻	Pt100 Pt500 Pt1000	100 500 1000	0.3850	A: ±(0.15+0.002 t) B: ±(0.3+0.05 t)	-250~1000

不管什么热电阻都有一个分度号,铜电阻是 Cu50、Cu100, 铂电阻是 Pt100 、Pt500 、Pt1000, 数字代表 0℃时的电阻值。我们可以根据这个电阻值和温度系数计算出某个温度下的电阻值,也可以查阅该分度号热电阻的温度阻值分度表。计算出来的电阻值有些偏差,要求准确时应查阅作为标准颁布的分度表。

4.2.2　热电偶

两种不同的金属结合在一起,在不同的温度条件下,会产生不同的热电势,利用这一特性,即可将两种金属丝的端头熔接在一起制成热电偶。这些金属有铂、铑、镍、铜、康铜、硅等,用铂铑构成的就称为铂铑热电偶。热电偶的测温范围 -273℃ ~2800℃,但同一个热电偶不会有如此宽的测温范围, 每一种热电偶都有各自的较窄的测温范围。我国现在采用"90 国际温标", 使用的热电偶有 12 种,用相应的字母表示, 它们的分度号和名称是: S——铂铑 10 - 铂; R——铂铑 13 - 铂;B——铂铑 30 - 铂铑 6;K——镍铬 - 镍硅; N——镍铬硅 - 镍硅;E ——镍铬 - 铜镍(康铜);J——铁 - 铜镍;T——铜 - 铜镍 ;WRe3/25——钨铼 3 - 钨铼 25;WRe5/26——钨铼 5 - 钨铼 26;NiCr - AuFe0.07——镍铬 - 金铁;

NiCr－CuFe0.07——镍铬－铜铁 。其中前八种采用 IEC 国际标准，后四种采用美国 ASTM 权威标准。各种热电偶的热电势与温度的关系见表 4.4。

表 4.4　各型热电偶的热电势与温度关系计算公式表

分度号	温度范围（℃）	热电势与温度关系式（μV）	系　　数
S	－50～630.74	$E=\sum_{i=0}^{6}a_it^i$	$a_0=0$ $a_1=5.399578$ $a_2=1.251977\times10^{-2}$ $a_3=-2.244822\times10^{-5}$ $a_4=2.845216\times10^{-8}$ $a_5=-2.244058\times10^{-11}$ $a_6=8.505417\times10^{-15}$
	630.74～1064.43	$E=\sum_{i=0}^{2}b_it^i$	$b_0=-2.982448\times10^{+2}$ $b_1=8.237553$ $b_2=1.645391\times10^{-3}$
	1064.43～1665	$E=\sum_{i=0}^{3}c_i(\frac{t-1365}{300})^i$	$c_0=1.3943439\times10^{+4}$ $c_1=3.6398687\times10^{+3}$ $c_2=-5.0281206$ $c_3=-4.2450546\times10^{+1}$
	1665～1767.6	$E=\sum_{i=0}^{3}d_i(\frac{t-1715}{50})^i$	$d_0=1.8113083\times10^{+4}$ $d_1=5.6795375\times10^{+2}$ $d_2=-1.2112492\times10^{+1}$ $d_3=-2.8117589$
B	0～1820	$E=\sum_{i=0}^{8}a_it^i$	$a_0=0$ $a_1=-2.4674601620\times10^{-1}$ $a_2=5.9102111169\times10^{-3}$ $a_3=-1.4307123430\times10^{-6}$ $a_4=2.1509149750\times10^{-9}$ $a_5=-3.1757800720\times10^{-12}$ $a_6=2.4010367459\times10^{-15}$ $a_7=-9.0928148159\times10^{-19}$ $a_8=1.3299505137\times10^{-22}$
J	－210～760	$E=\sum_{i=0}^{7}a_it^i$	$a_0=0$ $a_1=5.0372753027\times10$ $a_2=3.0425491284\times10^{2}$ $a_3=-8.5669750464\times10^{-5}$ $a_4=1.3348825735\times10^{-7}$ $a_5=-1.7022405966\times10^{-10}$ $a_6=1.9416091001\times10^{-13}$ $a_7=-9.6391844859\times10^{-17}$
	760～1200	$E=\sum_{i=0}^{5}b_it^i$	$b_0=2.9721751778\times10^{+5}$ $b_1=-1.5059632873\times10^{+3}$ $b_2=3.2051064215$ $b_3=-3.2210174230\times10^{-3}$ $b_4=1.5949968788\times10^{-6}$ $b_5=-3.1239801752\times10^{-10}$

续表 4.4　各型热电偶的热电势与温度关系计算公式表

分度号	温度范围（℃）	热电势与温度关系式（μV）	系　　数
T	-270～0	$E=\sum_{i=0}^{14}a_it^i$	$a_0=0$ $a_1=3.8740773840\times10$ $a_2=4.4123932482\times10^{-2}$ $a_3=1.1405238498\times10^{-4}$ $a_4=1.9974406568\times10^{-5}$ $a_5=9.0445401187\times10^{-7}$ $a_6=2.2766018504\times10^{-8}$ $a_7=3.6247409380\times10^{-10}$ $a_8=3.8648924201\times10^{-12}$ $a_9=2.8298678519\times10^{-14}$ $a_{10}=1.4281383349\times10^{-16}$ $a_{11}=4.8833254364\times10^{-20}$ $a_{12}=1.0803474683\times10^{-21}$ $a_{13}=1.3949291026\times10^{-24}$ $a_{14}=7.9795893156\times10^{-26}$
	0～400	$E=\sum_{i=0}^{8}b_it^i$	$b_0=0$ $b_1=3.8740773840\times10$ $b_2=3.3190198092\times10^{-2}$ $b_3=2.0714183645\times10^{-4}$ $b_4=-2.1945834823\times10^{-6}$ $b_5=1.1031900550\times10^{-8}$ $b_6=-3.0927581898\times10^{-11}$ $b_7=4.5653337165\times10^{-14}$ $b_8=-2.7616878040\times10^{-17}$
E	-270～0	$E=\sum_{i=0}^{13}a_it^i$	$a_0=0$ $a_1=5.8695857799\times10$ $a_2=5.1667517705\times10^{-2}$ $a_3=-4.4652683347\times10^{-4}$ $a_4=-1.7346270905\times10^{-5}$ $a_5=-4.8719368427\times10^{-7}$ $a_6=-8.8896550447\times10^{-9}$ $a_7=-1.0930767375\times10^{-10}$ $a_8=-9.1784535039\times10^{-13}$ $a_9=-5.2575158521\times10^{-15}$ $a_{10}=-2.0169601996\times10^{-17}$ $a_{11}=-4.9502138782\times10^{-20}$ $a_{12}=-7.0177980633\times10^{-23}$ $a_{13}=-4.3671808488\times10^{-26}$
	0～1000	$E=\sum_{i=0}^{9}b_it^i$	$b_0=0$ $b_1=5.8695857799\times10$ $b_2=4.3110945462\times10^{-2}$ $b_3=5.7220358202\times10^{-5}$ $b_4=-5.4020668085\times10^{-7}$ $b_5=1.5425922111\times10^{-9}$ $b_6=-2.485089136\times10^{-12}$ $b_7=2.3389721459\times10^{-15}$ $b_8=-1.1946296815\times10^{-18}$ $b_9=2.5561127497\times10^{-22}$

续表 4.4 各型热电偶的热电势与温度关系计算公式表

分度号	温度范围（℃）	热电势与温度关系式（μV）	系　　数
K	-270～0	$E=\sum_{i=0}^{10}\alpha_i t^i$	$\alpha_0=0$ $\alpha_1=3.9475433139\times10$ $\alpha_2=2.7465251138\times10^{-2}$ $\alpha_3=-1.6565406716\times10^{-4}$ $\alpha_4=-1.5190912392\times10^{-6}$ $\alpha_5=-2.4581670924\times10^{-8}$ $\alpha_6=-2.4757917816\times10^{-10}$ $\alpha_7=-1.5585276173\times10^{-12}$ $\alpha_8=-5.9729921255\times10^{-15}$ $\alpha_9=-1.2688801216\times10^{-17}$ $\alpha_{10}=-1.1382797374\times10^{-20}$
	0～1372	$E=\sum_{i=0}^{8}b_i t^i\times 125\exp[\frac{1}{2}(\frac{t-127}{65})^2]$	$b_0=-1.8533063273\times10$ $b_1=3.8918344612\times10^{-1}$ $b_2=1.6645154356\times10^{-2}$ $b_3=-7.8702374448\times10^{-5}$ $b_4=2.2835785557\times10^{-7}$ $b_5=-3.5700231258\times10^{-10}$ $b_6=2.9932909136\times10^{-13}$ $b_7=-1.2849848798\times10^{-16}$ $b_8=2.2239974336\times10^{-20}$

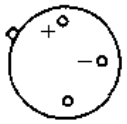
读者可以根据表中公式，计算出相应分度号热电偶的电势温度表。

4.2.3 半导体集成温度传感器

半导体集成温度传感器是依靠集成电路制造技术，在近二十年发展起来的一种精度高、使用方便的温度传感器，它由电阻、PN 结、二极管、三极管、电流源等部分组成。

4.2.3.1 AD590 电流型半导体集成温度传感器

AD590 是一个两端电流型半导体集成温度传感器（封装引线一般有三条，第三条引线接管壳），它具有 1μA/K 的温度系数，并且按开氏度定标，即摄氏零度时它的电流是 273μA。AD590 的测温范围是 -55℃～150℃，在测温范围内只有 ±0.3% 的非线性。AD590 的工作电压范围是 4V～30V。AD590 的外引线排列和典型应用电路如图 4.1 所示。AD590 的电流标定的准确程度可由型号的后缀分档，这个偏差可由外电路修正，偏差越小售价就越高，应该根据需要选定。与 AD590 类似的有 AD592，它的精度比 AD590 更高一些。



壳

底视

图 4.1 AD590 的引线

表 4.5 AD590 的主要参数

型　号	输出电流 I_o（μA）	标定误差（℃）	非线性（℃）	温度范围（℃）
AD590I	298.2	±20	±3	-55～150
AD590J	298.2	±10	±1.5	-55～150
AD590K	298.2	±5.5	±0.8	-55～150
AD590L	298.2	±3.0	±0.4	-55～150
AD590M	298.2	±1.7	±0.3	-55～150

4.2.3.2 LM134/234/334 电流型半导体集成温度传感器

LM134/234/334 电流型半导体集成温度传感器有三个端头，第三个端头是器件电流的设定端，可在校正端与负端两引线之间并接一只电阻 R_{set} 来设定 I_o，I_o 的表达式为

$$I_o = (227\mu V/K \cdot R_{set})T$$

式中的 T 为 K 氏温度。当 $R_{set} = 227\Omega$ 时，温度系数正好是 $1\mu A/℃$。如串入的负载电阻 $R_L = 10k\Omega$，那么可获得 10mV/℃的温度电压信号。

LM134/234/334 依次是军品、工业品和民品，1 字头、2 字头和 3 字头的规定与运算放大器中的规定相同。LM134 的工作温度范围是 -55℃ ~ 125℃，LM234 的工作温度范围是 -25 ℃ ~ 100℃，LM334 的工作温度范围是 0℃ ~ 70℃。LM134/234/334 所加的工作电压最大不得超过 40V，最小工作电压 0.8V，输出电流范围 0.001mA ~ 10mA，输出电流温度系数为 $0.96\mu A/K \sim 1.04\mu A/K$。工作电压变化对输出电流的影响：当 $I_o = 0.1mA$ 时，为 ≤ 0.26%/V；当 $I_o = 1mA$ 时，为 ≤0.15%/V。

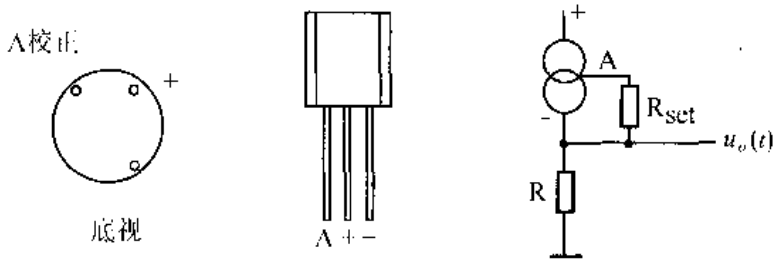


图 4.2 LM134/234/334 的引线和典型应用电路

4.2.3.3 LM135/235/335 电压型半导体集成温度传感器

LM135/235/335 是与 LM134/234/334 对应的电压型半导体集成温度传感器，它们的外封装相同，它的输出电压温度系数是 10mV/℃，其它参数见表 4.6。在使用时 + 、- 端之间可接一电位器，中心头接校正端 A，调节 A 点电位，可校正输出电压之值。

表 4.6 LM135/235/335 电压型半导体集成温度传感器的参数

参数 \ 型号	单位	LM135/235			LM335			条件
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
输出电压	V	2.95	2.98	3.01	2.92	2.98	3.04	$T = 25℃$，$I_R = 1mA$
动态电阻	Ω		0.5			0.6		$I_R = 1mA$
温度系数	mV/℃		10			10		
测温误差	℃		0.5	1.5		1	2	$T_{min} \leq T \leq T_{max}$，$I_R = 1mA$
非线性	℃		0.3	1		0.3	1.5	$I_R = 1mA$
热响应	s		80			80		静止空气
稳定性	℃/kh		0.2			0.2		$T = 125℃$

4.3 石英晶体谐振器和振荡器

石英晶体是一种压电晶体，在电子线路中一般用于产生稳定的振荡频率和作晶体滤波器用。石英晶体可单独制成元件使用，也可与半导体器件和阻容元件在一起组成石英晶体振荡器。石英晶体振荡器一般都安装在金属盒中，在底部有多个引脚，有引脚标

记，以便连接。几种石英晶体谐振器和石英晶体振荡器的有关数据见表 4.7～4.10。

石英晶体产生振荡时，我们希望振荡频率稳定。但是，石英晶体的谐振频率会随温度的变化而有小的变化，利用这一特性，通过测量石英晶体振荡器的频率，就可间接知道相应的温度值，所以石英晶体也是一种温敏元件。

石英谐振器的型号由三部分组成：

第一部分由一个汉语拼音字母表示外壳形状和材料，具体为：

B—玻璃壳；J—金属壳；S—塑料壳。

第二部分代表石英晶体的切割方向，具体为：

A—AT 切割；B—BT 切割；C—CT 切割；D—DT 切割；E—ET 切割；F—FT 切割；

G—GT 切割；H—HT 切割；M—MT 切割；N—NT 切割；U—WX 切割，弯曲振动；

X—X 切割，伸缩振动；Y—Y 切割。

第三部分用数字序号区分石英晶体谐振器的主要技术指标和外形尺寸。

表 4.7　石英谐振器(微机用)参数

型号	标称频率(MHz)	总频差(10^{-6})	负载电容(pF)	型号	标称频率(MHz)	总频差(10^{-6})	负载电容(pF)
JA94 A	1～5	±50	30	JA95 D	3～25	±50	16
B	1～5	±100	30	E	3～25	±100	16
C	1～5	±150	30	F	3～25	±150	16
D	1～5	±50	16	JA96 A	20～75	±50	30
E	1～5	±100	16	B	20～75	±100	30
F	1～5	±150	16	C	20～75	±150	30
JA95 A	3～25	±50	30	D	20～75	±50	16
B	3～25	±100	30	E	20～75	±100	16
C	3～25	±150	30	F	20～75	±150	16

表 4.8　石英谐振器(电子钟用)参数

型号	标称频率(kHz)	调整频差(10^{-6})	温度频差(10^{-6})	负载电容(pF)	激励电平(mW)	谐振电阻(Ω)	工作温度(℃)
JA40 A	4194.304	±10	±10	30	1～2	≤80	0～40
B			±20			≤80	-10～55
C			±30			≤80	-25～55
JA42 A	4194.304	±10	±10	12	1～2	≤100	0～40
B			±20			≤100	-10～55
C			±30			≤100	-25～55

表 4.9　低频金属盒石英谐振器参数

型号	标称频率(kHz)	调整频差(10^{-6})	总频差(10^{-6})	负载电容(pF)	激励电平(mW)	工作温度(℃)
JW1	8～12		±200	100	0.1	-40～70
JN1	16～85		±200	100	0.1	-40～70
JN3	16～85	±50	±200	100	0.1	-25～55
JN5	80～110	±50	±150	100	0.1	-25～55
JX1	75～150		±200	30	2	-40～70
JX5	75～150	±50	±200	30	2	-25～55
JD1	150～200		±150	30	2	-40～70
JD3	130～150		±150	30	2	-40～70
JD5	200～400		±150	30	2	-40～70
JD7	200～400	±50	±150	30	2	-25～55
JD9	500～600		±200	30	2	-40～70
JD11	500～600		±200	∞	2	-40～70

续表 4.9　低频金属盒石英谐振器参数

型号	标称频率 (kHz)	调整频差 (10^{-6})	总频差 (10^{-6})	负载电容 (pF)	激励电平 (mW)	工作温度 (℃)
JD15	500～600	±50	±200	30	2	－25～55
JC1	400～500		±200	30	2	－40～70
JC3	400～500		±200	∞	2	－40～70
JC5	400～500		±200	30	2	－25～55

表 4.10　小公差石英谐振器参数

型号	标称频率 (MHz)	调整频差 (10^{-6})	温度频差 (10^{-6})	负载电容 (pF)	激励电平 (mW)	工作温度 (℃)
JA 45 46	6～25	±20	A: ±10 B: ±10 C: ±15	30	1	－25～55 －10～55 －25～55
JA 47 48	25～75	±20	A: ±10 B: ±10 C: ±15	∞	1	－25～55 －10～55 －25～55
JA 45－1 46－1	6～25	±20 ±15	A: ±10 B: ±10 C: ±15	30	1	－25～55 －10～55 －25～55
JA 47－1 48－1	25～75	±20 ±15	A: ±10 B: ±10 C: ±15	∞	1	－25～55 －10～55 －25～55

4.4　敏感电阻器

敏感电阻器是利用其特性，如电阻率随温度、电压、湿度、光通量、气体浓度、磁通和机械力等物理量变化而制成的元器件。敏感电阻器的符号是在普通的电阻器符号上加一条弯折的斜线，并在折线弯折处用文字符号注明敏感源，例如热敏电阻注以 t，压敏电阻器注以 V 等等，见图 4.3。

对于热敏电阻，由于制造材料的不同，具有不同的电阻值和温度系数，温度系数分正温度系数(PTC)和负温度系数(NTC)两种。敏感电阻器的型号命名方法见表 4.11。例如，有一个 MF51 型的敏感电阻器，根据表 4.11，可知为测温用负温度系数热敏电阻器。

表 4.11　敏感电阻器的型号命名方法

第一部分	第二部分	第三部分							第四部分
	表示类	表示用途和特征							序号
		热敏	压敏	光敏	湿敏	气敏	磁敏	力敏	数字
M 表示敏感元件	Z: PTC 热敏电阻器 F: NTC 热敏电阻器 Y: 压敏电阻器 S: 湿敏电阻器 Q: 气敏电阻器 G: 光敏电阻器 C: 磁敏电阻器 L: 力敏电阻器	1—普通 2—稳压 3—微波 4—旁热 5—测温 6—控温 7—消磁 8—线性 9—恒温 0—特殊	W—稳压 G—高压保护 P—高频 N—高能 K—高可靠 L—防雷 H—灭弧 Z—消噪 B—补偿 C—消磁	1—紫外 2—紫外 3—紫外 4—可见 5—可见 6—可见 7—红外 8—红外 9—红外 0—特殊	C—测湿 K—控湿	Y—烟敏 K—可燃性	Z—电阻 W—电位器	1—硅应变片 2—硅应变梁 3—硅林	

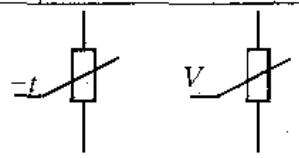


图 4.3　敏感电阻器的符号

4.5 光敏元器件

光敏元器件主要有光敏二极管、光敏三极管、硅光电池等。

表 4.12 光敏二极管的参数

参数 / 型号	U_{RM} (V)	U (V)	I_D ≤ (nA)	I_L ≥ (μA)	C_j (pF)	t_r ≤ (ns)	t_f (ns)	λ_p (μm)	外形
2CU1 A	10								GD1－1
B	20								GD1－4
C	30		200	80	8	5	50	0.88	
D	40								
E	50								
2CU2 A	10								GD1－2
B	20								GD1－5
C	30		100	30	8	5	50	0.88	
D	40								
E	50								
2CU101－A		15	10	60[1]	0.4	5		0.5～1.1	
－B			10		1.0				
－C			10		2.0				
－D			20		5.0				
2CU201－A		50	5	35[1]	1	10		0.5～1.1	
－B			10		1.6				
－C			20		3.6				
－D			40		13				
2DU101 A	100		10	10[2]	4	100			
B				30					
C				50					
2DU201 A	100		10	10	4	10			
B				20					
C				50					
2CU301 A	20		100	20				0.9	四象限硅光电二极管
B									
2CU79	30		0.1		30			0.85	B－1
80									

注[1]：在峰值波长下，输入 100μW 的直射光产生的光电流。

[2]：最佳倍增的最小值。

表 4.13　光敏三极管的参数

参数 / 型号	UR_{CE} ≥ (V)	I_D ≤ (μA)	I_L ≥ (mA)	t_r (μs)	t_d (μs)	t_f (μs)	t_s (μs)	λ_p (μm)	P_M (mW)	外形
3DU11	10	0.3	0.5	3	2	3	1	0.88	30	
3DU12	30	0.3	0.5	3	2	3	1	0.88	50	
3DU13	50	0.3	0.5	3	2	3	1	0.88	100	
3DU14	100	0.2	0.5	3	2	3	1	0.88	100	
3DU21	10	0.3	1	3	2	3	1	0.88	30	
3DU22	30	0.3	1	3	2	3	1	0.88	50	
3DU23	50	0.3	1	3	2	3	1	0.88	100	
3DU24	100	0.2	1	3	2	3	1	0.88	100	
3DU31	10	0.3	2	3	2	3	1	0.88	30	
3DU32	30	0.3	2	3	2	3	1	0.88	50	
3DU33	50	0.3	2	3	2	3	1	0.88	100	
3DU42	30	1	4	60		60		0.88	100	
3DU51	10	0.2	0.5	3	2	3	1	0.88	30	
3DU52	30	0.2	0.5	3	2	3	1	0.88	30	
3DU53	50	0.2	0.5	3	2	3	1	0.88	30	
3DU54	30	0.2	1.0	3	2	3	1	0.88	30	
3DU55	30	0.5	2.0	3	2	3	1	0.88	70	
3DU62	30	1	6	60		60		0.88	100	
3DU 80	12	0.1	1					0.35		
80A	12	0.01	1.5					~	150	
80B	30	0.1	1.5					1.1		
3DU82	30	1	8	60		60		0.88	100	
3DU100 A		0.1	0.5					[1]		
B		0.05	0.5							
3DU 912	10	1	2							
912A	15	1	5	100				0.5		
912B	15	1	10	~				~	100	
912C	30	1	5	1000				1.1		
912D	30	1	10							

注[1]：工作波长范围 0.3μm ~ 1.05μm，属紫外—可见—近红外光敏三极管。

4.6 磁敏元器件

磁敏元器件主要有磁敏二极管、磁敏三极管、差分磁敏三极管、霍尔器件和霍尔集成电路等。

表 4.14 磁敏三极管参数

参数 / 型号	I_CH_0 ≤ (μA)	γ_1 ≤ (%)	I_CE_0 ≤ (μA)	BU_CE_0 ≥ (V)	$h\pm$ ≥ (%/kG)	a_h (%/℃)	a_I (%/℃)	P_M (mW)	T_{op} (℃)	T_j (℃)	备注
3CCM1 A	100		1	40	6	-0.6	-0.1 ~ -0.3	20	-45 ~ 100	125	
B					5						
3CCM2 A	200		1	40	5	-0.6	-0.1 ~ -0.3	20	-45 ~ 100	125	
B					4						
3CCM3 A	300		1	40	4	-0.6	-0.1 ~ -0.3	20	-45 ~ 100	125	
B					3						
4CCM1 A	120	5		40	10	-0.6	≤0.05	40	-45 ~ 100	125	差分对管
B		10									
C		15									
4CCM2 A	240	5		40	8	-0.6	≤0.05	40	-45 ~ 100	125	
B		10									
C		15									
4CCM3 A	400	5		40	6	-0.6	≤0.05	40	-45 ~ 100	125	
B		10									

注：I_CH_0——不加磁场时，在一定基极电流条件下的静态集电极电流。

γ_1——差分磁敏三极管两管静态集电极电流的不对称度。

$h\pm$——集电极电流磁灵敏度，在正反向 1kGS 磁场下，集电极电流与 I_CH_0的相对变化量。

a_h——集电极电流磁灵敏度的温度系数。

a_I——静态集电极电流温度系数。

表 4.15 霍尔器件的参数

参数	符号	单位	型号						
			Hz-1	Hz-2	Hz-3	6SH	4SH	HS-1	HSG-1
输入电阻	R_{in}	Ω	120±20%	120±20%	130±20%	250~380	200~320	1.2±2%	100~500
输出电阻	R_{out}	Ω	100±20%	110±20%	110±20%	$<R_{in}$	$<R_{in}$	1±2%	400~800
不等位电势	U_O	mV				<1	<1		<-1
不等位电阻	R_M	Ω	<0.1	<0.05	<0.1			<0.003	
磁灵敏度	S_H	mV/mAkGs	1.4±20%	1.2±20%	1.4±20%	≥1.5	≥1.5	0.1±20%	20~50
内阻温度系数	α	%/℃	0.5	0.4	0.55	0.6~1	0.6~1	0.3	
霍尔电势温度系数	β	%/℃	0.05	0.06	0.02	0.01~0.05	0.01~0.05	-0.045	-0.05
寄生直流电势		μV	<150	<250	<250			0~18	
霍尔电势磁线性度	y	%				0.1~0.5	0.1~0.5		
霍尔电势电线性度	z	%				0.1~0.6	0.1~0.6		
工作温度范围	T_{op}	℃	0~60	0~60	0~60			-40~60	-55~180

第五章　阻容元件

电子电路一般都是由有源器件、无源元件和接插件等组成的，电阻器、电容器和电感器是最常用的无源电子元件。下面将向读者介绍它们的分类、参数、型号、规格和使用注意事项等问题。

5.1　电阻器

5.1.1　分类

电阻器分固定和可变两类。按结构来分则有合成电阻器、薄膜电阻器、线绕电阻器和电阻网络等几种。

合成电阻器——合成电阻器又称实芯电阻器。它是用石墨粉作导电材料，用黏土、石棉或石英作填充剂，加上粘合剂，装上引线后，在模具内压制成形，经热处理后成为坚固的实芯电阻体，外层喷漆和标上阻值后就制成了合成电阻器。改变石墨粉的比例就可以改变电阻值的大小。

合成炭质电阻器的可靠性高，体积较小，易于自动化生产，价格低廉。缺点是稳定性较差，噪声也较大。一般用于要求不高的电路中。

薄膜电阻器——薄膜电阻器是在一个绝缘体(一般是圆柱形瓷棒)上真空喷镀一层导电薄膜或通过化学热分解的方法淀积一层导电膜，加上引线，喷上保护漆而制成的。薄膜电阻器的阻值可通过镀膜厚度来控制，更多是采用刻槽的办法来控制。将镀好膜的瓷棒夹在刻槽机上，瓷棒开始旋转，用刻刀把薄膜刻成螺旋状，刻的越细越长，阻值越大。

常用的薄膜有碳膜、氧化膜和金属膜，因而有碳膜电阻器、氧化膜电阻器和金属膜电阻器之分。碳膜电阻器(RT) 体积小，重量轻，稳定性和精度都较高，噪声较小，自身电感较小，可用于数百兆赫以下的电路中，功率一般在 2W 以下。它又分超小型、小型、测量用等几种。金属膜电阻器(RJ)精度高，噪声小，温度系数小，能耐受较高的温度，功率容量比较大，相同的功率等级体积要比碳膜电阻器小。氧化膜电阻器(RY)在高温下的化学性质稳定，更容易制成低阻值的电阻器。

线绕电阻器——线绕电阻器是在绝缘体上用高电阻率的金属线绕制而成，它在较宽的温度范围内有很小的温度系数，耐高温，功率容量大，可制成大功率精密电阻器。缺点是自电感较大，不宜用于高频电路中。

5.1.2　电阻器的型号

部标电阻器的型号由四部分组成，第一部分是主称，用 R 表示，第二部分代表电阻体的材料，具体见表 5.1 ，第三部分代表类别，第四部分为序号。

5.1.3 电阻器的参数

电阻器的参数主要有容许误差、标称阻值、标称功率、最大工作电压、温度系数和噪声。

容许误差——固定电阻器的容许误差一般分为八级，具体规定见表 5.2。N 级很少用。

标称电阻值——即电阻器的电阻值一般按规定的阻值系列制造，详见表 5.3。

表 5.1 电阻器的型号

第一部分	第二部分	第三部分		第四部分
R—电阻器	T— 碳膜	0	9— 特殊	数字序号
W—电位器	H— 合成膜	1— 普通	G— 高功率	
	S— 有机实芯	2— 普通	W— 微调	
	N— 无机实芯	3— 超高频	T— 可调	
	J— 金属膜	4— 高阻	D— 多圈	
	Y— 氧化膜	5— 高阻		
	C— 化学沉积膜	6		
	I— 玻璃釉膜	7— 精密		
	X— 线绕	8— 高压		

标称功率——电阻体通过电流后就要发热，温度太高就要烧毁。根据电阻器制造材料的情况和使用环境，对电阻器的功率损耗要有一定的限制，以保证其安全工作的功率值，这就是电阻器的标称功率。

最大工作电压——指电阻器不发生电击穿、放电等有害现象时，其两端所允许加的最大工作电压 U_m。由标称功率和标称阻值可计算出一个电阻器在达到满功率时，它两端所允许加的电压 U_p。实际工作时电阻器两端所加的电压既不能超过 U_m，也不能超过 U_p。

表 5.2 电阻器的容许误差

容许误差	文字符号	标称值系列
±0.1%	B	E192
±0.25%	C	E192
±0.5%	D	E192
±1%	F	E96
±2%	G	F48
±5%	J	E24
±10%	K	E12
±20%	M	E6
±30%	N	

温度系数——温度的变化会引起电阻值的变化，温度系数是温度每变化 1℃产生的电阻值的变化量，与标准温度下(一般为 25℃)的电阻值之比，单位为 1/℃，或写成 ppm/℃。温度系数表达式为

$$\alpha = (1/R_{25})(\Delta R/\Delta T)$$

温度系数可正(PTC)可负(NTC)，可以是线性的，也可以是非线性的。

噪声——电阻器的噪声是产生于电阻器中的一种不规则的电压起伏。它主要包括导体中电子的不规则热运动引起的热噪声，热噪声是不可消除的。流过电阻器的电流的起伏会引起电流噪声，它是用一定通频带内电流噪声电势的均方根值与被测电压比值的分贝数来表示的。

5.1.4 标称值与色环标记

关于确定电阻器标称值的一般原则是，生产出来的电阻器按照一定的误差等级从小阻值到大阻值分布，使所有的电阻器都能找到一个标称值，以免造成不必要的损失。电阻器的误差等级有 E6、E12、E24，分别对应 ±20%、±10%、±5% 三个误差等级，分别有六个、十二个和二十四个标称值。高精度的电阻器则有 E48、E96 和 E192 等三个误差系列，分别对应 ±2%、±1%、±0.5% 三个误差等级，高于 ±0.5% 的也使用 E192 误差等级，本

手册没有给出 E96 和 E192 误差等级。E6、E12、E24 和 E48 四个标称值系列的电阻值列于表 5.3 之中。

表 5.3　E6/E12/E24/E48 标称值系列

系列	标　称　值												
E6	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8							
E12	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2	
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		
E48	100	105	110	115	121	127	133	140	147	154	162	169	178
	187	196	205	215	226	237	249	261	274	287	301	316	332
	348	365	383	402	422	442	464	487	511	536	562	590	619
	649	681	715	750	787	825	866	909	953				

电阻器的标称值也可以用色环标记，即用不同的颜色来代表不同的数字。色环标记的电阻器便于机械手安装，安装时不必判断色环方向，因为它总有一面是便于观察的。标称值与色环颜色的规定见表 5.4，一般有四环和五环两种表示法，四环适用于 5%及更大的误差，五环法适用于 2%及更小误差的电阻器。色环左第一位的颜色代表有效数字的高位，左第二位的颜色代表有效数字的次高位。采用四环法标记的第三环代表倍率，即在有效数字后加几个零，右面第一环代表误差。对于五环法标记的电阻器，有三位有效数字，左面的三个环代表有效数字位，第四环为倍率，第五环为误差。误差等级有时也用文字表示，也一并列入表 5.4 中。

表 5.4　色环颜色的规定

颜　色	左第一位	左第二位	左第三位	左第四位	右第一位	示　例
棕	1	1	1	10^1	棕 F ±1%	红红红
红	2	2	2	10^2	红 G ±2%	
橙	3	3	3	10^3		棕橙
黄	4	4	4	10^4		212kΩ±2%
绿	5	5	5	10^5	绿 D±0.5%	绿黑
兰	6	6	6	10^6	兰 C±0.25%	
紫	7	7	7	10^7	紫 B±0.1%	棕金
灰	8	8	8	10^8		51Ω±5%
白	9	9	9	10^9		棕绿
黑	0	0	0	10^0		
金				10^{-1}	金 J±5%	绿金
银				10^{-2}	银 K±10% M±20%	1.5MΩ±5%

5.1.5　电阻器的功率等级

电阻器的功率等级见表 5.5。厂家也经常生产非标准功率等级的电阻器。线绕电阻器一般也将功率等级印在电阻器上，其它电阻器一般不标注功率值。

表 5.5　电阻器的功率等级

名　　称	额定功率（W）					
实芯电阻器	0.25	0.5	1	2	5	
线绕电阻器	0.5 25	1 35	2 50	6 75	10 100	15 150
薄膜电阻器	0.025 2	0.05 5	0.125 10	0.25 25	0.5 50	1 100

5.2　电位器

5.2.1　型号与规格

电位器是具有二个固定端头和一个滑动端头的可变电阻器。特殊用途的电位器有三个固定端头的，也有和开关组合在一起的开关电位器，还有作精细调节的多圈电位器，以及两个电位器组合在一起的双连电位器。电位器可作可变电阻用，或用于调节电路中某一点的电位。

电位器有线绕电位器和薄膜电位器之分。前者阻值可从 1Ω 以下到 100kΩ，功率可达数十瓦，甚至更大；后者阻值范围数欧到数兆欧，功率一般有 0.1W、0.125W、0.25W、0.5W 、1W 和 2W 几种。电位器的误差一般为 ±10% 和 ±20%，所以只按 E12 和 E6 标称值系列生产。

电位器的调节可以通过旋转轴带动滑动端，也可以直线推拉。滑动端的移动与阻值的变化有三种形式：直线式、对数式和指数式，分别用字母 X、D 和 Z 表示，特殊用途用 S 表示。电位器的型号命名见表 5.6，几种常用的电位器性能指标见表 5.7 ~ 表 5.9。

电位器用途不同，其轴长和轴端的形式也不同。轴长用毫米表示，有多种规格可供选用；轴端的形式有三种：ZS-1（端面平）、ZS-3（端面有槽，便于螺刀调节）、ZS-5（轴端铣平一段，以便旋钮的顶紧螺丝顶牢），具体见图 5.1。一个电位器型号完整的书写格式如下：

WT－K4－0.25W－470kΩ－Z－60ZS-5

型号　　功率　标称值　┌ 轴长和轴端形式
　　└ 阻值变化特性

表 5.6　电位器的型号

型　号	名　　称
WT	碳膜电位器
WH	合成膜电位器
WJ	金属膜电位器
WS	实芯电位器
WX	线绕电位器

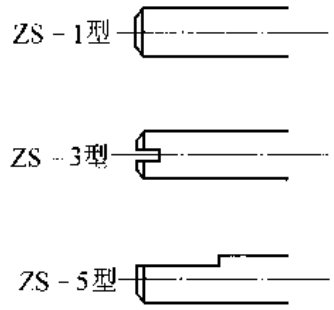


图 5.1　电位器的轴端形式

5.2.2 WS、WH、WX三种系列电位器的特性指标

表 5.7 几种有机实芯电位器(WS)的特性指标

型号	特征	主尺寸	安装形式	额定功率	标称值
WS-1	普通单圈	φ12.7	单孔轴套	X:0.5W D,Z:0.25W	100Ω~4.7MΩ 1kΩ~1MΩ
WS-2					
WS16-4	普通单圈	φ17	支架卧式	X:0.5W D,Z:0.25W	100Ω~2.2MΩ 1kΩ~1MΩ
WS19-3	同轴双联	φ18	防转轴套	X:1 W D,Z:0.5W	100Ω~4.7MΩ 1kΩ~470kΩ
WS19-4					
WS25-K1	带旋转开关	φ22	支架卧式 防转轴套	X:1 W D,Z:0.5W	100Ω~4.7MΩ 1kΩ~470kΩ
WS25-K2					
WSW3-3	单圈微调	φ7.5	引线立式	0.25W	100Ω~1 MΩ
WS23	单圈微调	φ12.7	引线立式	0.5W	100Ω~1 MΩ
WS24	单圈微调	φ12.7	引线卧式	0.5W	100Ω~1 MΩ
WSW2B-5	矩形微调	32×7	引线卧式	0.25W	100Ω~1 MΩ

表 5.8 几种合成膜电位器(WH)的特性指标

参数 型号	额定功率 (W)	阻值特性	阻值范围 (Ω)	精度 (±%)	最大工作电压 (V)	工作温度 (℃)	温度系数 (ppm/℃)	旋转角度或行程	动噪声 (mV)
WH118	2 1	X D,Z	470~4.7M 4.7k~2.2M	20	500 400	-55~85	≤100kΩ:≤±1000 ≥150kΩ:≤±2000	≮250°	≤50
WH5	0.5 0.25	X D,Z	470~4.7M 4.7k~2.2M	20	200 150	-25~70 -55~70	≤100kΩ:≤±1000 ≥150kΩ:≤±2000	≮250°	[1]
WH19	0.25 0.1	X D,Z	1k~2.2M 4.7k~470k	20	200 160	-25~70	≤100kΩ:≤±2000 ≥150kΩ:≤±3000	≮250°	≤70
WH20	0.25 0.1	X D,Z	470~1M 4.7k~470k	20	200 160	-25~70	≤100kΩ:≤±1500 ≥100kΩ:≤±3000	30±2 mm	≤50
WH23	0.5 0.25	X D,Z	1k~1M 4.7k~100k	20	150 100	-40~70	≤100kΩ:≤±1500 ≥150kΩ:≤±3000	>60 mm	≤70
WH130	0.1 0.05	X D,Z	470~4.7M 4.7k~2.2M	20	150 100	-40~70	≤100kΩ:≤±1000 ≥150kΩ:≤±2000	≮290°	≤70
WH144	0.25	X	220~2.2M	20	350	-25~100	≤±1000	≮290°	
WH167	0.1	X	470~2.2M	20	100	-25~70	≤±2000	≮250°	
WH173	0.1 0.05	X D,Z	470~1 M 1 k~470 k	20	160 120			约 20mm	
WH181 182	0.1 0.05	X D,Z,S	470~2.2M 1k~470 k	20	150 100	-25~70	≤100kΩ:≤±2000 ≥150kΩ:≤±3000	≮290°	≤50
WH185	0.1 0.05	X D,Z	470~4.7M 4.7k~2.2M	20	150 100	-40~70	≤100kΩ:≤±1000 ≥150kΩ:≤±2000	≮290°	≤50

注[1]:WH5分WH5-1(单联旋转)、WH5-2(单联带锁紧)、WH5-3(双联旋转)、WH5-4(双联带锁紧)四种。

表 5.9　几种线绕电位器(WX)的特性指标

型　　号	特　征	主尺寸	安装形式	额定功率	标称值
WX2	普通单圈	φ18	防转轴套	1W	27Ω～15kΩ
WX2	普通单圈	φ18	焊片立式	2W	27Ω～15kΩ
WX3	普通单圈	φ23	防转轴套	3W	27Ω～15kΩ
WXX0.25-1	单圈微调	φ9	立 式	0.25W	47Ω～4.7kΩ
WXX0.25-2	单圈微调	φ9	轴 套	0.25W	47Ω～4.7kΩ
WXX0.25-3	单圈微调	φ9	引线卧式	0.25W	47Ω～4.7kΩ
WXX0.5-1,2,3	单圈微调	φ13.7	序号1、2、3与0.25W同	0.5W	15Ω～15 kΩ
WXW1B	方形微调	14×13	同0.25W	0.5W	100Ω～10kΩ
WXD9	10圈单连	φ12	轴套,压板	0.5W	22Ω～27kΩ
WXD2-13B	10圈双连	φ20.8	轴套,压板	1.6W	100Ω～47kΩ
WXD2-53	10圈单连	φ20	轴套,压板	1.6W	100Ω～47kΩ
WXD3A-13,43	10圈单连	φ25	轴套,压板	2 W	100Ω～100kΩ

5.3　电容器

5.3.1　型　号

电容器从结构上看有固定电容器、可变电容器和微调电容器之分。电容器的品种繁多,其型号由四部分组成。第一个部分字母C代表电容器,第二部分代表介质材料,第三部分表示结构类型和特征,第四部分为序号。具体参见表5.10和5.11。

表 5.10　电容器的型号

第一部分	第二部分介质材料		第三部分结构类型		第四部分序号
	符　号	意　　义	符　号	意　义	
主称	C	高频瓷	G	高功率	数　字
C	T	低频瓷	W	微　调	
	I	玻璃釉	1		
	O	玻璃膜	2		
	Y	云母	3		
	Z	纸介质	4	见表5.12	
	J	金属化纸介质	5		
	B	聚苯乙烯等非极性有机薄膜	6		
	L	涤纶等有极性有机薄膜	7		
	Q	漆膜	8		
	H	纸膜复合介质	9		
	D	铝电解电容			
	A	钽电解电容			
	N	铌电解电容			
	G	金属电解电容			
	E	其它材料电解电容			

表 5.11　电容器型号第三部分数字的含义

类别名称 \ 数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9
瓷介电容器	圆片	管形	叠片	独石	穿心	支柱管		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

5.3.2　参数指标

容许误差——固定电容器的容许误差有九级，即 005 级（±0.5%）、01 级（±1%）、0 级（±2%）、Ⅰ级（±5%）、Ⅱ级（±10%）、Ⅲ级（±20%）、Ⅳ级（+20% ~ -10%）、Ⅴ级（+30 % ~ -20%）和Ⅵ级（+50% ~ -20%）。

标称值——参见表 5.3 和表 5.4。

工作电压——按技术指标规定的温度长期工作时，电容器两端所能承受的最大安全工作直流电压。此外，为了试验电容器的绝缘性能而短时间加于电容器两端的电压叫试验电压，它比工作电压高。不同类型的电容器有不同的工作电压范围。例如纸介质和瓷介质电容器的工作电压可从几十伏到几万伏；电解电容器的工作电压从几伏到上千伏。

电容温度系数——温度、湿度和压力等对电容器的容量都会产生影响。一般温度的影响最大，常用电容器的电容温度系数表示。

绝缘电阻——电容器的绝缘电阻决定所用介质的质量和厚度。绝缘电阻下降会使漏电流增加，引起温度升高，最后导致热击穿。

能量损耗——能量损耗是指电容器两端加交流电压时所产生的功耗，包括介质损耗和金属部分的损耗。能量损耗常用电容器损耗角的正切 $tg\delta$ 表示，$tg\delta$ 与温度、湿度和频率有关。在高频运用时，必须考虑能量损耗的影响。

固有电感——电容器的固有电感包括极片电感和引线电感，尽管数值很小，但在高频运用时，必须考虑其影响。

5.3.3　电容器的容量和误差表示法

电容器容量和误差的表示方法很多，以下介绍主要的几种。

5.3.3.1　容量表示法

直接表示法——这种表示法通常是用表示数量级的字母，如 μ、n 、p 等加上数字组合而成的。例如，4n7 表示 4.7×10^{-9}F = 4700pF，47n 表示 47×10^{-9}F = 47000pF，6p8 表示 6.8pF。另外，有时在数字前冠以 R，如 R33，表示 0.33μF。有时用大于 1 的数字表示，单位为 pF，如 2200，则为 2200pF；有时用小于 1 的数字表示，单位为 μF，如 0.22，则为 0.22μF。

三位数码表示法——一般用三位数字来表示容量的大小，单位为 pF。前两位为有效数字，后一位表示倍率，数字是几就加几个零，但第三位数字是 9 时，则对有效数字乘以 0.1。如 104 表示是 100000pF，223 表示是 22000pF，479 表示是 4.7pF。这种表示法比较

常见，也经常用于电位器的阻值表示上。

色码表示法——这种表示法与电阻器的色环表示法类似，颜色涂在电容器的一端或从顶端向另一侧排列。前两位为有效数字，第三位为倍率，单位为 pF。有时色环较宽，如红红橙，两个红色环涂成一个宽的，表示 22000pF。

5.3.3.2 误差表示法

直接表示法——将电容器的绝对误差直接标出，如 8.2±0.4pF，表示该电容器的容量在(8.2+0.4)pF～(8.2−0.4)pF 之间。

字母表示法——具体见表 5.12。

表 5.12 电容器误差的字母表示

字母	W	B	C	D	F	G	J	K	M	N
误差%	±0.05	±0.1%	±0.25	±0.5	±1	±2	±5	±10	±20	±30
字母	Q		T		S		Z		R	
误差%	+30～−10		+50～−10		+50～−20		+80～−20		+100～−10	

5.3.4 CC1 型瓷介电容器

CC1 型瓷介电容器可供低损耗和需要容量稳定的交直流电路和脉冲电路使用，也可用于温度补偿电路。表 5.13 中 *D* 代表直径，*d* 代表引线直径。

示例：

CC1-1	b -	H -	160V -	10pF	-K
型号	尺寸	温度系数阻别	耐压	容量	误差

表 5.13 CC1 型瓷介电容器的规范

型号	额定直流工作电压(V)	容量范围 电容温度系数组别								尺寸	
		A	U	O	Q	D	J	H	L	*D*	*d*
CC1-1	160	1～3.3	1～4.3	1～4.7	1～4.7	1～6.8	1～8.2	3.3～16	4.7～30	4	0.5
CC1-2		3.6～8.2	4.7～15	5.1～16	5.1～16	7.5～27	9.1～43	9.1～43	33～100	6	
CC1-3		9.1～22	16～30	18～33	18～33	30～56	47～91	47～91	110～150	8	0.6
CC1-4		—	—	—	—	—	—	—	160～430	10	
CC1-2	250	1～8.2	1～12	1～12	1～12	1～20	1.5～27	8.2～43	15～75	6	
CC1-3		9.1～15	13～22	13～22	13～22	22～33	30～43	47～82	82～130	8	
CC1-2	500	1～2.7	1～3.3	1～3.3	1～3.3	1～6.8	1.5～11	3.3～15	15～30	6	
CC1-3		3.3～6.8	3.6～8.2	3.6～8.2	3.6～8.2	7.5～12	12～30	16～30	33～62	8	
CC1-4		7.5～10	9.1～15	8.2～15	9.1～15	13～22	33～62	33～62	68～100	10	0.7
CC1-5		11～16	16～24	16～24	16～24	24～36	68～82	68～91	110～150	12	
CC1-6		18～30	27～39	27～39	27～39	39～51	91～130	100～200	160～300	16	

5.3.5 CC4D/CT4D 型独石电容器

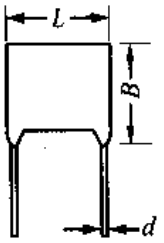
CT4D 型低频独石电容器可在电子电路中作旁路或耦合之用，或用于对损耗和稳定性要求不高的低频电路。CC4D 型独石电容器可在电子电路中作槽路电容，或作温度补偿、旁路或耦合之用。CT4C/CT4D 型独石电容器的规范见表 5.14。

示例：

CT4 - 1 - C - 100V - 0.01μF J

型号 尺寸代号 温度特性组别 耐压 容量 误差

表 5.14 CT4C/CT4D 型独石电容器的规范

型号和尺寸代号	标称容量 (nF)	直流工作电压 (V)	尺寸 L	B	H	d	外形
CC4D-1	0.1 ~ 2.2 EI2 系列	40	6	4	3.5	0.4	
CC4D-2	0.27 ~ 8.2	40	8	6	4	0.5	
CC4D-3	0.82 ~ 18	40	10	8	5	0.6	
CC4D-4	1.8 ~ 100	40	12	10	6.5	0.7	
CT4D-1	3.3 ~ 22 E6 系列 3.3 ~ 10	40 100	6	4	3.5	0.4	
CT4D-2	33 ~ 68 15 ~ 47	40 100	8	6	4	0.5	厚H
CT4D-3	100 ~ 150 68 ~ 100	40 100	10	8	5	0.6	
CT4D-4	220 ~ 680	40	12	10	6.5	0.7	
CT4D-5	1000 ~ 2200	40	16	12	8	0.9	

5.3.6 铝电解电容器

铝电解电容器的容量大，一般用于具有交直流分量的滤波、耦合和旁路电路中。由于铝电解电容器的自身电感比较大，所以交流信号的频率不宜过高，一般用于低频电路中。铝电解电容器的损耗也比较大，且具有极性，使用中不能超过规定的直流工作值，极性也不能接反。如果一旦极性接反，漏电流急剧加大，最终因发热膨胀而使外壳破裂。一般在铝电解电容器的外壳上都有刻痕，以适当降低该处的机械强度，避免铝电解电容器因极性接反引起的爆炸。

表 5.15 CD11 型铝电解电容器的标称容量及耐压

容量 (μF)	额定直流工作电压(V) 6.3	10	16	25	32	50	63	100	160
	外形尺寸 D × H(mm)								
1						5 × 12	5 × 12	5 × 12	6 × 12
2.2						5 × 12	5 × 12	5 × 12	8 × 12
3.3						5 × 12	5 × 12	5 × 12	10 × 16

续表 5.15　CD11 型铝电解电容器的标称容量及耐压

容　量 (μF)	额定直流工作电压(V)								
	6.3	10	16	25	32	50	63	100	160
	外形尺寸 $D \times H$(mm)								
4.7				5×12	5×12	5×12	5×12	6×12	10×16
10			5×12	5×12	5×12	5×12	6×12	8×12	10×16
22		5×12	5×12	5×12	6×12	6×12	8×12	10×12	12×20
33	5×12	5×12	5×12	6×12	6×12	8×12	8×12	10×16	12×25
47	5×12	5×12	6×12	6×12	8×12	8×12	10×12	10×20	16×25
100	6×12	6×12	8×12	8×12	10×12	10×16	10×20	12×20	16×35
220	8×12	8×12	10×12	10×16	10×20	12×20	12×20	16×25	
330	10×12	10×12	10×16	10×20	12×20	12×20	12×25	16×30	
470	10×12	10×16	10×20	12×20	12×25	16×25	16×25	19×35	
1000	10×20	12×20	12×25	16×25	16×25	16×30	19×35		
2200	12×25	16×25	16×25	16×35	19×35				
3300	16×25	16×30	16×35	19×40					
4700	16×30	16×35	19×35						
10000	19×40								

注：CD11 型铝电解电容器主要用于滤波和脉动电路中，属小形化类型。CD11 为圆柱形，立式一侧引线，表中 D 代表直径，H 代表高。它的工作温度范围是 −40℃ ~ +85℃，损耗角正切 0.1 ~ 0.5，漏电流小于等于 $(0.03CU_R+20)\mu A$，容量允许偏差，对于容量≤10μF 为 +100% ~ −10%，>10μF 为 +50% ~ −10%。

表 5.16　CD25/26 型铝电解电容器的容量和耐压

外形尺寸	重量	直流工作电压(V)									
$D \times L - d$	(g)	6.3	10	16	25	32	50	63	100	125	160
		标称容量(μF)									
12×15−0.8	5	470	330	220	150	100	68	47	33	22	15
14×25−0.8	7	680 1000	470 680	330 470	220 330	150 220	100 150	68 100	47 68	33 47	22 33
16×35−1	12	1500	1000	680	470	330	220	150	100	68	47
19×35−1	18	2200	1500	1000	680	470	330	220	150	100	68
21×35−1	20	3300	2200	1500	1000	680	470	330	220	150	100
21×45−1	26	4700	3300	2200	1500	1000	680	470	330	220	150
21×45−1	40	6800	4700	3300	2200	1500	1000	680	470	330	220

注：CD25/26 型铝电解电容器主要用于滤波和脉动电路中，属长寿命类型。CD25 为圆柱形，卧式两侧引线；CD26 为圆柱形，立式一侧引线。表中 D 代表直径，L 代表长度，d 代表引线的直径。这两个系列的电解电容器工作温度范围是 −55℃ ~ +85℃，损耗角正切 0.15 ~ 0.3，漏电流小于等于 $0.03CU_R\mu A$，容量偏差为 +50% ~ −20%。

5.3.7 钽电解电容器

钽电解电容器的用途一般与铝电解电容器相同，但它的自身电感比较小，可用于比铝电解电容器工作频率更高的电路中。钽电解电容器的漏电小，损耗也比较小，稳定性优于铝电解电容器，寿命也长于铝电解电容器，价格则高于铝电解电容器，一般用于比较重要的部位。钽电解电容器使用的注意事项与铝电解电容器相同。与钽电解电容器相似的还有铌电解电容器。

表 5.17　几种钽电解电容器的特性

阳极结构	钽粉烧结式					箔　式
电解质状态	固体电解质			液体电解质		液体电解质
型　号	CA	CA42,CAP	CA9	CA1	CA30	CA6
外形结构	全密封，管形金属壳，轴向引线	树脂包封，滴形，一侧或轴向引线	无极性，全密封，管形轴向引线，矩形同相引线	半密封杯形，轴向引线	半密封管形，轴向引线	半密封管形，轴向引线
标称容量范围（μF）	0.1～470	0.01～100	0.22～220	6.8～1500	6.8～1500	0.22～47
工作电压范围（V）	6.3～100	6.3～63	6.3～63	6.3～125	6.3～160	6.3～300
容量误差（%）	±20，+50～-20	±20，+50～-20	±20，+50～-20	±20，+50～-20	±20，+50～-20	±20，+50～-20
K 值	0.02～0.04	0.04	0.08	$(20\sim5)10^{-4}$	0.002	0.02～0.04
$\mathrm{tg}\delta$	0.08～0.15	0.08	0.1～0.15	0.06～0.3	0.1～0.3	0.1～0.15
反向耐压(V)	1～3	1～3	6.3～63	0	0	0
频率特征	良好	良好	良好	较好	较好	较好
体积比容（CV/cm^3）	良好	良好	好	最好	最好	较好
可靠性	最好	较好	良好	良好	良好	良好
主要特点	可靠，性能稳定，耐一定反向电压，频率特性好	体积小，重量轻，结构多样，价格便宜，性能较好	无极性，体积较大，频率特性较好	漏电流最小，体积比容最大，耐高温，易渗漏	漏电很小，体积比容大，安装方便，易渗漏	工作电压高，体积比容较大，价格最贵

注：漏电流按 $I=KCV$ 计算，C 为标称容量(μF)，V 为额定工作电压(V)，漏电流的单位为μA。如计算结果小于1μA，按1μA计算。

主要符号

3S—三态输出
ACOM—模拟信号公共端，一般即模拟地
AGND—模拟地
AL—输出电平控制
ALD—异步预置，即 ALOAD
ARD—异步清零，即 ACLR
A/B—选择控制端
AZ—自动调零
B/D—二-十进制变换
BL/RBO—灭灯输入/纹波灭灯输出（动态灭灯输出）
B/C—AD 转换器的启动/转换信号
B&C—同上
BI，BII—运算放大器的外偏置输入端
BIAS—运算放大器的外偏置输入端
BIPOFF—AD 转换器的输入信号极性设置
BO—借位输出
BOOSTER—运算放大器的负向能力扩展端
BW—运算放大器的带宽控制端
BYPASS—旁路
CAR—进位
CAS—运算放大器的共发共基端
CASE—外壳
Ci—外接定时电容，即 Cext
CEP—见 EP
CET—见 ET
CE—片使能，同片选
Co—进位输出
COMP—运算放大器的补偿端
CON L/R—左移/右移控制
CONREC—再循环控制
Cr—清除端，即 CR、RD
CK，CP—时钟端，时钟脉冲
CCK—计数器时钟
CCKEN—计数器时钟允许
CKO—时钟振荡输出
CLA—箝位输出
CLD—计数器预置
CLK—时钟，一般与 CP 同
CPINH—时钟禁止
CP_A，CP_B—计数器中的二路时钟
CP+，CP-—可逆计数器的加、减时钟，与 CP_U，CP_D 同
C—锁存器的锁存允许端
CT—代表计数器或计数器状态
CR_D—计数器清零
CR—运算放大器的外接电容公共端
CS—片选端
C_X—外接电容，即 Cext
D—数据端
DATA—AD 转换器的数据读允许输出，与 DR 同
DCOM—数字信号公共端，一般即数字地
DGND—数字地
DIR—数据输入准备，方向控制输入，选择
DIV5—除以 5，即五进制计数
DR—见 DATA
DR—比例分频
DSR—右移串行输入
DSL—左移串行输入
EN—使能端，是 ENABLE 的缩写
EI，EO—使能输入，使能输出
EVEN—偶数
EP—计数允许端
ET—计数允许端
$f_i/2^n$—分频输出
f_{CPMAX}—最大时钟频率
GND，GNDS，GNDP—地，信号地，电源地
GS—片优先编码输出
GR—读控制
GW—写控制
G—与 EN 相同

GL—选通、锁存
HBE—二进制数高位组允许
ILE—见 LE
IN/EXT—内部/外部
INH—禁止
INHOSC—振荡禁止
INMONO—单稳输入
INTR—结束信号
INV—原码补码转换
I/O0—输入输出 0 号口,即一个端口可双向传输
I_{OUT}—DA 转换器的电流输出端
INcomp—比较输入
IN_{VCO}—压控输入
INSL—左移串行输入
INSR—右移串行输入
LBE—二进制数低位组允许
LD—预置端
LE—锁存控制,寄存控制
LSB—二进制数的最低位
MSB—二进制数的最高位
MR—清除到最大计数,异步清除
T_A—工作环境温度
NC—空脚
O/I—输出/输入
OA—运算放大器的调零端
OC—集电极开路输出
OD—漏极开路输出
ODD—奇数
ODEC—为译码输出
OE—输出使能
OSC—振荡信号
OUTSL—左移串行输出
OUTSR—右移串行输出
OUT_{CP}—时钟输出
OUT_{VCO}—压控输出
P.E—奇偶误差输出
PE—同步预置
PH—相位输入
PI/O—奇偶校验输出
PL—异步预置
PP—相位脉冲
PRE—置数端
$P<Q_i, P=Q_i, P>Q_i$—比较器的小于、等于、大于串联输入
$P<Q, P=Q, P>Q$—比较器的小于、等于、大于输出
QA,QB,…,Q0,Q1—触发器输出端
Q_S—串出
QL—左移输出
QR—右移输出
RCLR—寄存器清零
R_D—直接置"0"端,直接复位端
R_{01}, R_{02}—置"0"端,与 R0(1)、R0(2)同
RF—反馈电阻端
RBO—借位输出,动态灭灯输出
RBI—动态灭灯输入
RCK—寄存器时钟
RCO—进位输出,进位允许端
RCKEN—寄存器时钟允许
REFIN—参考源输入
REFOUT—参考源输出
R—触发器的数据端,代表置"0"
R/W—读/写控制
Ri—外接定时电阻,即 Rext
R/C—加减控制,与 U/D 相似
Rext/Cext—外接电阻电容的公共端
Ri/Ci—外接电阻电容的公共端
RRD—寄存器清零
S_{91}, S_{92}—置"9"端,与 S9(1)、S9(2)同
S/A—加法器/减法器控制
SCKEN—同步移位时钟使能
SCLR—同步清零
S_D—直接置"1"端,直接置位端
SE—符号扩展
SER—右移串入
SH/LH—右移/预置
SL—左移串联输入

SLD—同步预置
SR—右移串联输入,同步清除
SRD—同步清零,即 SCLR
SLOAD—同步预置
STRCLR—寄存器清除
ST—选通
STR—右移选通
S_W—写禁止(Write Disable)
t_{pd}—平均传输延迟时间
t_{pHL}—输出从高到低的传输延迟时间
t_{pLH}—输出从低到高的传输延迟时间
TC—行波计数
T/C—原码/反码选择
TR+,TR-—分别为正负触发
U/D—可逆计数器的加减控制端
Vcc—电源电压(TTL)
V_{DD}—电源电压(CMOS)
V_{EE}—电源电压
Vpp—EPROM 的写入电压
Vss—电源电压(CMOS 中源极电源,一般接地)
V_{REF},U_{REF}—参考源
WE—写允许
WR—写入信号
W/R—写/读控制
Y—输出端
∑EVEN—偶数和
∑ODD—奇数和
∑E—偶数和输出
∑O—奇数和输出
∑—和输出
ϕ,$\overline{\phi}$—时钟,反相时钟

参考文献

[1] 蔡惟铮,吴建强主编.常用电子元器件简明手册.哈尔滨工业大学出版社,1989

[2] 崔忠勤,蒋建飞,童本敏.标准集成电路数据手册——运算放大器.北京:电子工业出版社,1991

[3] 童本敏等主编.标准集成电路数据手册——TTL 电路.北京:电子工业出版社,1991

[4] 童本敏统编.标准集成电路数据手册——高速 CMOS 电路.北京:电子工业出版社,1994

[5] 崔忠勤主编.中外集成电路简明速查手册——TTL、CMOS 电路.北京:电子工业出版社,1991

[6] 孙人杰主编.标准集成电路数据手册——TTL 电路(增补本).北京:电子工业出版社,1994

[7] 无线电编辑部编,赵大和、李军主编.电子爱好者实用资料大全.北京:电子工业出版社,1993

[8] 山东工业大学电子学教研室编.常用半导体器件手册.北京:高等教育出版社,1993

[9] 柯节成编.简明电子元器件手册.北京:高等教育出版社,1991

[10] 袁光明编.新颖电子器件应用手册.四川科学技术出版社,1994

[11] 张风言编著.电子电路基础.北京:高等教育出版社,1995

[12] 国内外功率晶体管实用手册编写组编.国内外功率晶体管实用手册.北京:电子工业出版社,1987

[13] 赵负图主编.国内外最新常用传感器和敏感元器件性能数据手册.辽宁科学技术出版社,1994