

第5章 常用电子元器件的使用与代换

宋 东 李念岳^①



目前,数控机床的应用越来越广泛,所起的作用也越来越大,同时数控机床的维修问题也越来越突出,能否修复和如何提高数控机床的修复速度已成为影响使用效率的主要因素之一。

经验表明:数控机床的40%左右故障是很轻的,50%左右是比较容易排除的,只有很少一部分有一定的修复难度。因此,只要掌握一定的电子技术,就可以自行排除大部分故障。

在工作过程中,有些维修人员在维修过程中,对一些电子器件束手无策,究其原因,一般有四道难关:第一是不认识;第二不知其性能;第三不知如何判断其好坏;第四是不会替换。本章的目的就是使维修人员掌握识别常用的电子元器件的方法,找出有问题的元器件并学会替换它们。重点是解决第一关,介绍第三关和第四关。第二关对于维修人员来讲,在解决了第一关之后,就可以查找对应的技术数据手册,从手册中可以轻而易举地查出所要知道的参数和性能指标。这样的手册是容易得到和查找到的,所以本章就不再花更多的篇幅去为读者列对照表了。关于电子器件的识别,由于任何器件在出厂时都打上了一定的标志,所以熟知这些标志是很重要的。本节由于篇幅等方面的原因仅列出了一些常用元器件的命名法,供读者参考,而其余的则靠读者自己在工作中积累经验和收集。这里介绍的判断和替换电子器件的方法只是一些常用的方法,供读者在工作中参考。

第1节 晶体管

(一) 半导体器件型号命名方法

目前半导体分立器件型号的命名方法主要有两类:一类是国家和地区通用的型号命名法。这里主

要介绍中国、日本、美国、西欧和原苏联的现行命名法,这类命名法特点是比较规范。第二类是制造厂家的专用型号命名法。许多半导体器件制造厂都有自己专用的型号命名法,这类命名法主要有以下两种:①半导体器件型号以一个或多个字母开头,后面加有不同数字;②半导体器件型号以一位或多位数字开头,后面加有几个字母,下面分别介绍。

1. 国家和地区通用的型号命名法

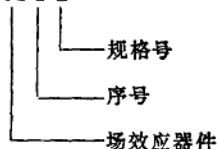
(1) 国产半导体器件型号命名法 国产半导体器件的型号通常由五部分组成,其型号组成及符号意义见表5-1-1。

例如:3AX81——81号低频小功率锗材料PNP型三极管;

2AP9——9号普通锗材料二极管。

但是,场效应晶体管、特殊晶体管、复合管、PIN型管和激光器件等的型号组成只有第三、四、五部分,见表5-1-2。

例如:CS2B



我国的半导体器件型号除符合上述国家标准外,还有各种类型的标准产品,这些标准产品的型号均一致,与生产厂家无关。例如NPN硅平面高频小功率三极管,有按原四机部产品标准SJ782~802—74制造的3DG100~182型产品系列,和按原四机部产品标准SJ1067—76制造的3DG200~202型产品系列等。不过目前我国半导体产品已逐步统一型号,另外有一些厂家按照美国或日本的专利在中

^① 本章内容除第2节(三)中“(2)集成电路查找方法”及附录为李念岳编写外,其余内容为宋东编写。

表5-1-1 国产半导体器件型号命名法 (GB249-89)

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	第五部分
用阿拉伯数字表示器件的电极数目		用汉语拼音字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类别		用阿拉伯数字表示序号	用汉语拼音字母表示规格号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义		
2	二极管	A	N型, 锗材料	P	小信号管		
		B	P型, 锗材料	V	混频检波管		
		C	N型, 硅材料	W	电压调整管和电压基准管		
3	三极管	D	P型, 硅材料	C	变容管		
		A	PNP型, 锗材料	Z	整流管		
		B	NPN型, 锗材料	L	整流堆		
		C	PNP型, 硅材料	S	隧道管		
		D	NPN型, 硅材料	K	开关管		
		E	化合物材料	X	低频小功率晶体管 ($f_a < 3 \text{ MHz}$, $P_c < 1 \text{ W}$)		
				G	高频小功率晶体管 ($f_a \geq 3 \text{ MHz}$, $P_c < 1 \text{ W}$)		
				D	低频大功率晶体管 ($f_a < 3 \text{ MHz}$, $P_c \geq 1 \text{ W}$)		
				A	高频大功率晶体管 ($f_a \geq 3 \text{ MHz}$, $P_c \geq 1 \text{ W}$)		
				T	闸流管		
				Y	场效应管		
				B	雪崩管		
				J	阶跃恢复管		

表 5-1-2

第三部分		第四部分	第五部分	第三部分		第四部分	第五部分
用汉语拼音字母表示器件的类别		用阿拉伯数字表示序号	用汉语拼音字母表示规格号	用汉语拼音字母表示器件的类别		用阿拉伯数字表示序号	用汉语拼音字母表示规格号
符 号	意 义			符 号	意 义		
CS	场效应晶体管			GF	发光二极管		
BT	特殊晶体管			GR	红外发射二极管		
FH	复合管			GJ	激光二极管		
PIN	PIN管			GD	光敏二极管		
ZL	整流管阵列			GT	光敏晶体管		
QL	硅桥式整流器			GH	光耦合器		
SX	双向三极管			GK	光开关管		
DH	电流调整管			GL	摄像线阵器件		
SY	瞬态抑制二极管			GM	摄像面阵器件		
GS	光电子显示器						

国生产，因此完全采用美国或日本型号。

(2) 日本半导体器件型号命名法 日本生产的半导体分立器件，或其他国家按日本专利生产的这类器件，都是按照这一标准命名法进行命名的。

日本半导体分立器件型号由五个基本部分组成，这五个基本部分的符号及其意义见表5-1-3。

日本的半导体分立器件型号除上述五个基本部分外，有时另加有第六、七两部分，即在第五部分之后加有后缀字母及符号，以便进一步说明该器件的特点。这些字母及符号和它们代表的意义通常由产品制造厂家或公司自己规定，一般表示特殊的用途及特性，其常用的符号有：

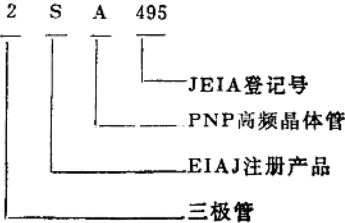
- M——松下电器公司用来表示该器件符合日本防卫厅海上自卫队参谋部有关标准登记的产品；
- N——松下电器公司用来表示该器件符合日本广播协会（NHK）有关标准登记的产品；
- Z——松下电器公司用来表示专为通信用的可靠性高的器件；
- H——日立公司用来表示专为通信用的可靠性高的器件；
- K——日立公司用来表示专为通信用的塑封外壳的可靠性高的器件；
- T——日立公司用来表示收发报机用的推荐产

品；

- G——东芝公司用来表示专为通信设备制造
- 的器件；
- S——三洋公司用来表示专为通信设备制造
- 的器件。

后缀的第二个字母（即第七部分）常被用作器件某个参数的分档标志，例如三菱公司常用R、G、V等字母，日立公司常用④、③、②等字母作为直流电流放大系数 h_{FE} 的分档标志。

例1 2SA495



例2 2SC502A

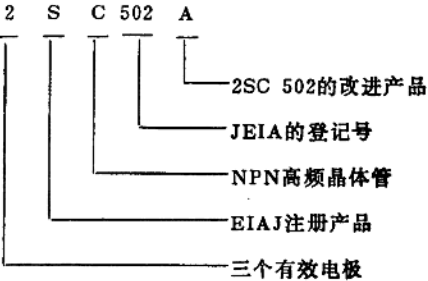
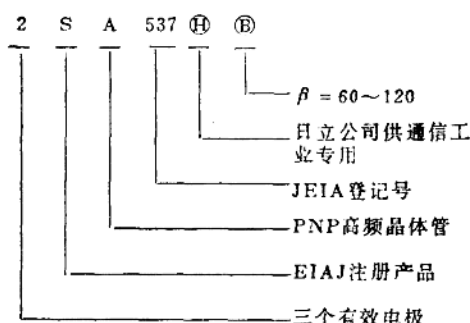


表5-1-3 日本工业标准（JIS—C—7012）规定的日本半导体器件型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分		第五部分	
用数字表示类型或有效电极数		S表示日本电子工业协会（EIAJ）注册产品		用字母表示器件的极性 & 类型		用数字表示在日本电子工业协会登记的顺序号		用字母表示对原来型号的改进产品	
符号	意 义	符号	意 义	符号	意 义	符号	意 义	符号	意 义
0	光电（即光敏）二极管、晶体管及组合管	S	表示已在本日本电子工业协会（EIAJ）注册登记的半导体分立器件	A	PNP型高频管	两位整数	从11开始，表示在日本电子工业协会上会注册登记的顺序号，不同公司、性能相同的器件可以使用同一顺序号，其数字越大，越是近期产品	A	用字母表示对原来型号的改进产品
1	二极管			B	PNP型低频管			B	
2	三极管			C	NPN型高频管			C	
	具有两个PN结的其他晶体管			D	NPN型低频管			D	
3	具有四个有效电极或具有三个PN结的晶体管			F	P门极晶闸管			E	
⋮	⋮			G	N门极晶闸管			F	
⋮	⋮			H	N基极单结晶体管			⋮	
n-1	具有n个有效电极或具有n-1个PN结的晶体管			J	P沟道场效应管				
				K	N沟道场效应管				
				M	双向晶闸管				

例3 2SA537④⑤



日本半导体器件型号命名法有如下特点:

1) 型号中的第一部分是数字,表示器件的类型和有效电极数。用“1”表示二极管,用“2”表示三极管,而屏蔽用的接地电极不是有效电极。

2) 第二部分均为字母S,表示日本电子工业协会注册产品,而不表示材料和极性。

3) 第三部分表示器件的极性和类型,例如用A表示PNP型高频管,用J表示P沟道场效应三极管,但是第三部分即不表示材料,也不表示功率的大小。

4) 第四部分只表示在日本工业协会(JEIA)注册登记的顺序号,并不反映器件的性能。顺序号相邻的两个器件的某一性能可能相差很远,例如:

2SC2680型的最大额定耗散功率为200mW而2SC2681的最大额定耗散功率为100W,但是登记号的顺序能反映产品时间的先后,登记号的数字越大,越是近期产品。

5) 第六,七部分的符号和意义各公司不完全相同。

6) 日本有些半导体分立器件外壳上的型号,常采用简化标志的方法,即常把2S省略,例如2SD764简化为D764, 2SC502A简化成C502A。

7) 在低频管类型(2SB和2SD)中,也有工作频率很高的管子,例如2SD355的特性频率 f_T 为100MHz,因此不致错误认为2SB和2SD都只能作低频用,其实 f_T (或 f_{α})很高的管子也可以作高频用。

8) 日本通常习惯把 P_{ce} 等于或大于1W的管子称作大功率管。

(3) 国际电子联合会半导体器件型号命名法
目前欧洲各国没有明确统一的半导体分立器件型号命名法,但是德国、法国、意大利、荷兰和比利时等参加欧洲共同市场的国家以及匈牙利、南斯拉夫、罗马尼亚、波兰等东欧国家,大都使用国际电子联合会晶体管型号命名法。这种命名法由四个基本部分组成,这四个基本部分的符号及其意义见表5-1-4。

除了基本组成部分外,为了进一步说明半导体

表5-1-4 国际电子联合会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	
用字母表示使用的材料		用字母表示类型及主要特性				用数字或字母加数字表示登记号		用字母对同型号者分档	
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义
A	锗材料	A	检波、开关和混频二极管	M	封闭磁路中的霍尔元件	三位数字	通用半导体器件的登记序号(同一类型器件使用同一登记号)	A	同一型号器件按某一参数进行分档的标志
		B	变容二极管	P	光敏器件			B	
B	硅材料	Q	低频小功率三极管	Q	发光器件			C	
		D	低频大功率三极管	R	小功率晶闸管			D	
C	砷化镓	E	隧道二极管	S	小功率开关管	一个字母加二位数字	专用半导体器件的登记号(同一类型器件使用同一登记号)	...	
		F	高频小功率三极管	T	大功率晶闸管				
D	砷化镓	G	复合器件及其他器件	V	大功率开关管				
		H	磁敏二极管	X	倍增二极管				
R	复合材料	K	开放磁路中的霍尔元件	Y	整流二极管				
		L	高频大功率三极管	Z	稳压二极管(齐纳二极管)				

器件的特性,或对器件进一步分类,有时还加后缀。按规定,后缀用破折号与基本部分分开,常用的后缀有以下几种。

1) 稳压二极管型号后缀 第一部分是一个字母,用来表示器件标称稳压值的容许误差,字母及其代表意义如下:

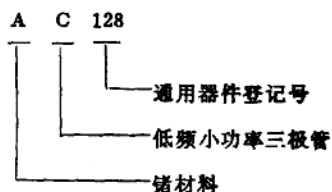
符 号	A	B	C	D	E
容许误差 (%)	± 1	± 2	± 5	± 10	± 15

其后缀的第二部分是数字,表示标称稳压的整数值。后缀第三部分是字母V,是小数点的代号。后缀第四部分是数字,表示标称稳定电压的小数数值。

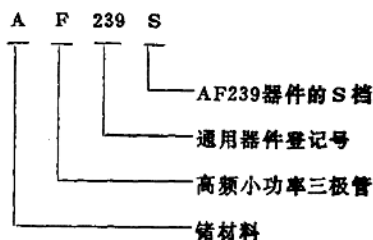
2) 整流二极管型号的后缀 一般用数字表示,其意义是最大反向峰值电压值和最大反向阻断电压(通常表示其最小值),单位是伏特。

3) 晶闸管型号的后缀 一般也用数字表示通常标出其最大反向峰值电压值和最大反向断态电压中数值较小的那个电压值。

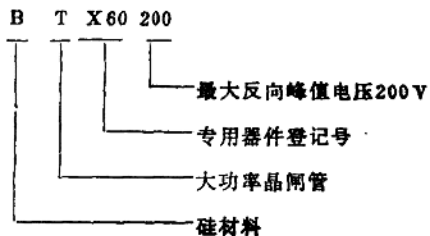
例1 AC128



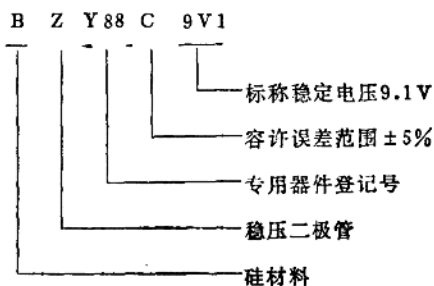
例2 AF239S



例3 BTX60-200



例4 BZY88-C9V1



国际电子联合会晶体管型号命名法的特点:

1) 这种命名法被大多数欧洲国家所采用,因此,凡型号以两个字母开头,并且第一个字母是A、B、C、D或R的晶体管,大都是欧洲制造的产品,或是按欧洲某一厂家专利生产的产品。

2) 第一个字母表示材料(A表示锗管;B表示硅管)但不表示极性(PNP型或NPN型),这和国产半导体器件命名法不同,应注意。

3) 第二个字母表示器件的类别和主要特点,如C表示低频小功率,D表示低频大功率,F表示高频小功率,L表示高频大功率。只要记住各个字母的意义,不查手册也可判断出类别,例如BLY49一见便知是硅大功率专用三极管。

4) 第三部分表示登记顺序号,是三位数字的为通用品,是一个字母加两位数字的为专用品,除表明是通用器件外,没有别的含义。序号相邻的两个型号的特性可能相差很大,例如AC184为PNP型,而AC185为NPN型。

5) 第四部分字母表示同一型号的器件按某一特性、某一参数(如 I_{PR} 或 NF)进行分档。

6) 型号中的符号均不反映器件的极性(指NPN或PNP),极性的确定需查阅手册或测量。

(4) 美国半导体器件型号命名法 美国是晶体管的发明国和最大的制造国,有许多电子公司分别研制与生产了各种各样的半导体分立器件,并将其生产专利输往各国。这些半导体器件的型号原来都是由厂家自己命名的,所以十分混乱,因此,美国电子工业协会(EIA)的电子元件联合技术委员会(JEDEC)制定了一个标准半导体分立器件型号命名法,推荐给半导体器件生产厂家使用。由于种种原因,虽有大量半导体器件按此方法命名,但并未能完全统一各厂家产品的型号,所以美国半导体器件型号有如下两点不足之处:

1) 仍有不少美国半导体分立器件型号还是按

表5-1-5 美国电子工业协会半导体器件型号命名法

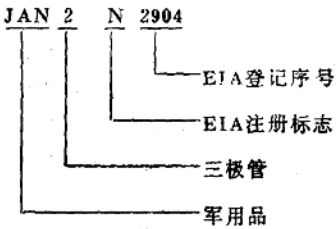
第一部分		第二部分		第三部分		第四部分		第五部分	
用符号表示器件的类别		用数字表示PN结数目		美国电子工业协会(EIA)注册标志		美国电子工业协会(EIA)登记号		用字母表示器件分档	
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义
JAN 或 J	军用品	1	二极管	N	该器件已在 美国电子工业协 (EIA)注册登记	多位 数字	该器件在美国电 子工业协会(EIA) 的登记号	A B C D ……	同一型号器件的 分类档别
		2	三极管						
		3	三个PN结 器件						
无	非军用品	N	n个PN结 器件						

厂家自己的型号命名法命名，而未按此标准命名，故仍较混乱。

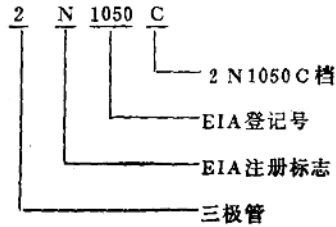
2) 由于这一型号命名法制定较早，又未作过改进，所以型号内容很不完备。

美国电子工业协会(EIA)的半导体分立器件型号命名法规定，半导体分立器件型号由五部分组成，第一部分为前缀，第五部分为后缀，中间三部分为型号的基本部分。这五部分的符号及其意义见表5-1-5。

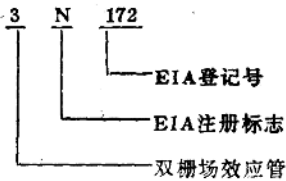
例1 JAN2N2904



例2 2N1050C



例3 3N172



美国电子工业协会半导体器件型号命名法有如下特点:

1) 除去前缀外，凡是型号以1N、2N、3N……开头的半导体分立器件，大都是美国制造的产品，或按美国专利在其他国家制造的产品。

2) 根据美国半导体器件型号的内容只能判断出器件是二极管、三极管或多个PN结的器件，而无法判断出其类型。例如：整流二极管、稳压二极管、检波二极管、开关二极管等各种型号都是以1N开头，而以2N开头的三极管，既可能是晶体管，也可能是场效应管，既可能是大功率管，也可能是小功率管等。

3) 型号中第四部分的数字只是标出该器件在美国电子工业协会的登记号，而没有其他含义。特别应当注意的是登记号相邻的两种器件，其特性可能相差非常大。例如2N3451为硅PNP型小功率三极管，而与其登记号相邻的2N3452则是场效应管。

4) 不同厂家的性能基本一致的半导体器件都使用同一登记号。所以型号相同的器件可以通用。有时为了区分同一型号中某些参数的差异，往往使用不同的后缀字母。

5) 一般登记号大的器件是新研制或新生产的产品，而登记号小的则为早期产品。

(5) 前苏联的半导体器件型号命名法 前苏联的半导体分立器件型号命名法先后使用过三个标准，即1964年以前使用的标准，1965年~1972年使用的标准，1973年之后使用了前苏联国家标准ГОСТ 10862-72。前苏联的半导体器件型号命名法，由于经过几次修改与完善，因此比较合理与确切。

根据这一命名法的规定，半导体分立器件的型号由四个基本部分组成，这四个基本组成部分的符号、数字及其代表的意义见表5-1-6。

表5-1-6 说明：表中第三部分的三位有效数字

表5-1-6 前苏联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	
用字母或数字表示器件使用材料		用字母表示器件的类型		用数字表示器件基本参数分类		用字母对同一型号分档	
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义
Г 或 1	锗或锗的化合物	T	三极管	101	见说明	A	代表同一型号器件的不同档别
		П	场效应管	⋮		Б	
		Д	二极管			В	
		И	整流管			Г	
		А	特高频二极管			Д	
		В	变容二极管			Е	
К 或 2	硅或硅的化合物	И	隧道二极管			Ж	
		Н	晶闸管			⋮	
		У	双向晶闸管				
		Л	发光器件				
		Г	噪声发生器				
А 或 3	锗或锗的化合物	Б	钠二极管				
		К	稳压管				
		С	稳压管				

是该器件的设计序号,有着确定的意义,常见的设计序号及其意义如下:

1) 三极管与场效应管

101~199——低频 ($f_T \leq 3 \text{ MHz}$) 小功率管 ($P_{cm} \leq 0.3 \text{ W}$);

201~299——中频 ($3 \text{ MHz} < f_T \leq 30 \text{ MHz}$) 小功率管 ($P_{cm} \leq 0.3 \text{ W}$);

301~399高频与特高频 ($f_T > 30 \text{ MHz}$) 小功率管 ($P_{cm} \leq 0.3 \text{ W}$);

401~499低频 ($f_T \leq 3 \text{ MHz}$) 中功率管 ($0.3 \text{ W} < P_{cm} \leq 1.5 \text{ W}$);

501~599中频 ($3 \text{ MHz} < f_T \leq 30 \text{ MHz}$) 中功率管 ($0.3 \text{ W} < P_{cm} \leq 1.5 \text{ W}$);

601~699高频与特高频 ($f_T > 30 \text{ MHz}$) 中功率管 ($0.3 \text{ W} < P_{cm} \leq 1.5 \text{ W}$);

701~799低频 ($f_T \leq 3 \text{ MHz}$) 大功率管 ($P_{cm} > 1.5 \text{ W}$);

801~899中频 ($3 \text{ MHz} < f_T \leq 30 \text{ MHz}$) 大功率管 ($P_{cm} > 1.5 \text{ W}$);

901~999高频与特高频 ($f_T > 30 \text{ MHz}$) 大功率管 ($P_{cm} > 1.5 \text{ W}$)。

2) 二极管

101~199小功率 ($I_F \leq 0.3 \text{ A}$) 整流二极管;

201~299中功率 ($0.3 \text{ A} < I_F \leq 10 \text{ A}$) 整流二极管;

301~399大功率 ($I_F > 10 \text{ A}$) 整流二极管;

401~499低频 ($f < 1 \text{ kHz}$) 通用二极管;

501~599低速 ($T > 150 \text{ ns}$) 开关管;

601~699中速 ($30 \text{ ns} < T \leq 150 \text{ ns}$) 开关管;

701~799高速 ($5 \text{ ns} < T \leq 30 \text{ ns}$) 开关管;

801~899高速 ($1 \text{ ns} < T \leq 5 \text{ ns}$) 开关管;

901~999超高速 ($T \leq 1 \text{ ns}$) 开关管。

3) 整流器件

101~199小功率 ($I_F \leq 0.3 \text{ A}$) 整流柱;

201~299中功率 ($0.3 \text{ A} < I_F \leq 10 \text{ A}$) 整流柱;

301~399小功率 ($I_F \leq 0.3 \text{ A}$) 整流堆;

401~499中功率 ($0.3 \text{ A} < I_F \leq 10 \text{ A}$) 整流堆。

4) 特高频二极管

101~199混频管;

201~299检波管;

401~499参量管;

501~599调制管;

601~699阶跃管;

701~799振荡管。

5) 隧道二极管

101~199放大管;

201~299振荡管;

301~399开关管;

401~499反向管。

6) 变容二极管

101~199电调谐管;

201~299阶跃管。

7) 晶闸管

101~199小功率 ($I_F \leq 0.3A$) 通用晶闸管;

201~299中功率 ($0.3A < I_F \leq 10A$) 通用晶闸

管;

301~399小功率 ($I_F \leq 0.3A$) 可关断晶闸管;

401~499中功率 ($0.3A < I_F \leq 10A$) 可关断晶

闸管;

501~599小功率 ($I_F \leq 0.3A$) 双向晶闸管;

601~699中功率 ($0.3A < I_F \leq 10A$) 双向晶闸

管;

8) 发光器件

101~199红外光范围;

301~399可见光范围 亮度 $< 500cd/m^2$;

401~499可见光范围 亮度 $> 500cd/m^2$ 。

9) 稳压管

101~199小功率 ($P_Z \leq 0.3W$) 稳定电压小于10V;

201~299小功率 ($P_Z \leq 0.3W$) 稳定电压为10~99V;

301~399小功率 ($0.3W < P_Z \leq 5W$) 稳定电压小于10V;

401~499中功率 ($0.3W < P_Z \leq 5W$) 稳定电压小于10V;

501~599中功率 ($0.3W < P_Z \leq 5W$) 稳定电压为10~99V;

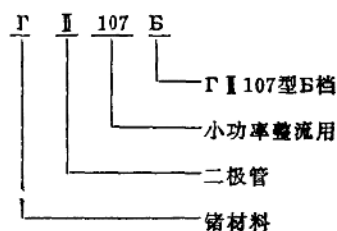
601~699中功率 ($0.3W < P_Z \leq 5W$) 稳定电压为100~199V;

701~799大功率 ($P_Z > 5W$) 稳定电压大于10V;

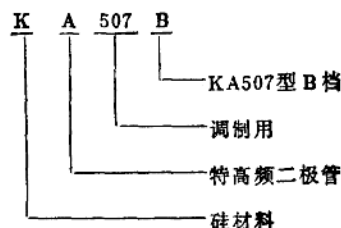
801~899大功率 ($P_Z > 5W$) 稳定电压为10~99V;

901~999大功率 ($P_Z > 5W$) 稳定电压为100~199V。

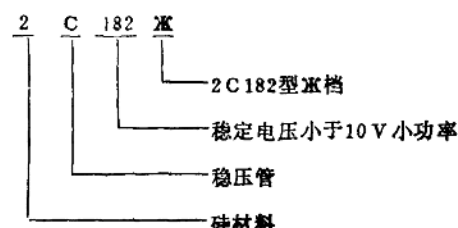
例1 ГИ107Б



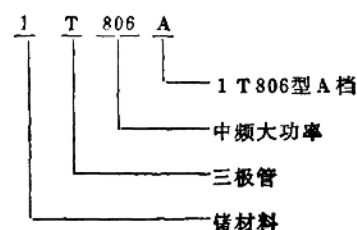
例2 KA507B



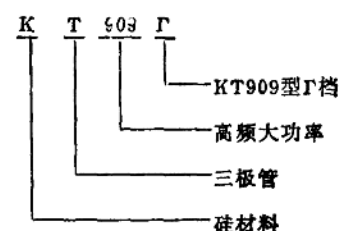
例3 2C182Ж



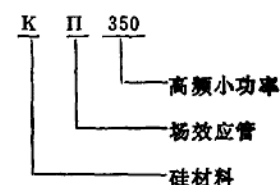
例4 1T806A



例5 KT909Г



例6 КП350



原苏联半导体器件型号命名法有如下特点:

1) 原苏联半导体分立器件型号的特征是开头为两个俄文字母, 或一个数字和一个俄文字母。

2) 原苏联半导体器件型号的第一部分若是字母“Г”或数字“1”, 则为锗管; 若是字母“К”或数字“2”, 则为硅管。

3) 型号第二部分的俄文字母表示器件的类

别,例如:常见的硅三极管型号开头为“KT”或“2T”,锗三极管型号开头为“T”或“1T”。

4) 型号中的数字为该器件的设计序号,可说明它的功率大小,频率范围或其他功能,所以具有确切含义。

2. 制造厂家的专用型号命名法

1) 型号以字母开头,字母后面是数字。这类半导体器件的型号与生产厂家常见的有以下各种:

A——美国安派克斯电子公司
意大利米兰SGS公司
加拿大多伦多菲利普公司
AMF——美国俄亥俄州美国机械铸造公司半导体器件部
AT——澳大利亚阿诺顿半导体部
意大利米兰ATES公司
B——美国新泽西州本蒂克斯半导体部
BB——法国巴黎柯姆姆公司
法国巴黎莱松电气联合工业公司
法国巴黎硅半导体公司
C——德国慕尼黑西门子AG公司
意大利米兰SGS公司
CDQ——美国加州霍恩大陆装置有限公司
CK——美国加州莱松公司半导体部
CQT——德国国际金属GmbH公司
DT——英国瓦维克夏ELEC有限公司
CTP——美国麻省克利夫脱晶体管产品公司
DTS——美国印地安那州通用公司
EFT——罗马尼亚IDRS公司
EN——美国加州范恰德半导体公司
FT——法国巴黎标准电报电话公司
GC, GD, GF——德国VEB联合公司
捷克泰斯拉国营企业
GET——美国纽约通用电气公司
HS——日本日立公司
J——美国德克萨斯仪器公司
KC——捷克泰斯拉国营企业
M——美国加州硅半导体公司
MA——香港微型电子公司
MC——西班牙巴塞隆纳州派尔半导体公司
MD——法国巴黎珊斯公司
MHT——美国纽约固体电子公司
MM——美国亚利桑那州莫托劳拉半导体公司

NS——美国加州圣克拉拉国家半导体有限公司

PEB——英国联合电子工业公司(AEI)
PO——英国邮电部命名
PT——美国加州TRW半导体有限公司
RT——美国加州利姆半导体有限公司
SA——美国麻省斯普拉格电气有限公司
SC——德国VEB联合企业
SD——美国加州固体装置有限公司
SP——意大利米兰SGS公司
SS——德国VEB联合企业
ST——美国麻省晶体管电子有限公司
TE——德国西门子公司
TG——波兰联合半导体企业
THG——法国汤姆逊公司
TIP——美国德克萨斯仪器公司
TJ——美国标准电报电话公司
TS——英国标准电报电话公司
TV——德国西门子公司
V——日本NEC公司
XC——英国联合电子工业公司(AEI)
ZDT——英国兰开夏郡拉兰第有限公司

2) 型号由数字组成,在数字后面有时带有字母。这类半导体器件的型号与生产厂家常见的有以下各种:

4—□~7—□: 捷克泰斯拉国营企业
美国麻省KSC半导体有限公司
10—□~65—□: 法国巴黎珊斯公司
101—□~107—□: 捷克泰斯拉国营企业
111—□~665—□: 法国汤姆逊公司
40004~40675: 美国无线电公司(RCA)

(二) 半导体器件代换的原则和方法

1. 基本原则

代换的基本原则有三条,即用于代换的晶体管应与原晶体管保持类型相同、特性相近、外形相似。

(1) 类型相同 基本含义有三点:

- 1) 材料相同,即锗管代换锗管,硅管代换硅管。
- 2) 极性相同,即NPN管代换NPN管,PNP管代换PNP管。

3) 种类相同,即一般三极管代换一般三极管,场效应管代换场效应管,双基极二极管置换双基极二极管等。

(2) 特性相近 其含义是指置换的晶体管应与原晶体管的主要参数或主要特性曲线相近似。一般来说,晶体管的参数有几十种,作为某一用途的代换管,要求所有参数都与原管相近,不但困难,而且也没有必要,只要如下几个主要参数与原管相近,便可以代换。这些主要参数有:

1) 集电极最大直流功耗功率(P_{CM}) 满足 P_{CM} 要求符合两条原则:一是代换管的 P_{CM} 应大于或等于原管的 P_{CM} ;二是代换管的 P_{CM} 大于原管在整机电路中实际的直流功耗功率 P_C (通过测量和计算可以求出 P_C)。

2) 集电极最大允许直流电流(I_{CM}) 满足 I_{CM} 要求同样符合两条原则:代换管的 I_{CM} 大于或等于原管的 I_{CM} (通过查手册),代换管的 I_{CM} 大于原管在整机电路中的实际的直流电流 I_O (通过测量和计算求出 I_C),但要注意:参数 I_{CM} 的制定往往因国家甚至因厂家而异,常见的方法有:①把集电极引线能够安全长期通过直流电流的最大允许值规定为 I_{CM} ,这种方法规定的 I_{CM} 值往往较大(与同 P_{CM} 的管子相比较);②根据集电极最大直流功耗功率 P_{CM} 和集电极与发射极之间的直流电压 V_{CE} 来规定 I_{CM} ,即 $I_{CM} = P_{CM}/V_{CE}$ 。与 P_{CM} 相同的管子相比较,这种方法规定出来的 I_{CM} 往往较小(开关管除外);③根据随集电极电流 I_C 变化的相关参数(如直流放大系数 h_{FE} 和饱和电压 $V_{CE(sat)}$)允许变化的极限值来规定 I_{CM} ,例如: h_{FE} 随 I_C 的增加而下降,当 h_{FE} 降低到某一值时所对应的 I_C 便规定为 I_{CM} 。在代换时应区别以上三种情况来选择能满足 I_{CM} 要求的代换管。

3) 最高耐压 用于置换的晶体管必须能够在整机中安全地承受最高工作电压,晶体管击穿电压参数主要有以下五个:①发射极开路,集电极-基极击穿电压(BV_{CBO}),它是指发射极开路,集电极电流 I_C 为规定值时,集电极-基极间的电压降;②基极开路,集电极-发射极击穿电压(BV_{CEO}),它是指基极开路,集电极电流 I_C 为规定值时,集电极-发射极间的电压降;③基极-发射极短路,集电极-发射极击穿电压(BV_{CES});④基极-发射极串联电阻,集电极-发射极击穿电压(BV_{CER});⑤集电极开路,发射极-基极击穿电压(BV_{EBO})。

在置换中,主要考虑 BV_{CBO} 与 BV_{CEO} ,对于开

关晶体管还应考虑 BV_{EBO} 。一般来说,同一晶体管的 $BV_{CBO} > BV_{CEO}$,通常要求用于置换的晶体管其上述三个击穿电压应分别大于或等于原晶体管的 BV_{CBO} 、 BV_{CEO} 及 BV_{EBO} 。

4) 频率特性 晶体三极管常用的频率特性参数有:特性频率(f_T)、共发射极截止频率(f_{BC})、共基极截止频率(f_{ab})和最高振荡频率(f_{max})。

在代换时,主要考虑 f_T 和 f_{ab} ,通常代换管的 f_T (或 f_{ab})应分别大于或等于原管的 f_T (或 f_{ab})。

5) 其他参数 除以上参数外,对于特殊的晶体管,在置换时,还应考虑相应的其他参数。

(3) 外形相似 对于小功率晶体管,一般外形均相似,只要各个电极引出线标志明确,且引线排列顺序与待换管相一致,即可进行置换。

对于大功率晶体管,外形的差异较大,在置换时应选用外形相似、互换尺寸(指安装尺寸)相同的晶体管,以便于安装和保持正常的散热条件。

2. 置换方法

(1) 用同一型号晶体管进行置换 用同一型号的代换管去取代原晶体管,如用3AG25去取代被损坏了的3AG25,用2SA1120去取代被损坏了的2SA1120,此置换方法一般是可靠的,但应注意以下几个问题:

1) 不同厂家生产的同一型号的两只管子,有时,甚至主要参数的差别也很大。例如:3DA37的 P_{CM} 有10W的,也有1W的,又如北京一些厂家生产的3DG84,是具有正向AGC特性的晶体管,其 $P_{CM} = 100\text{mW}$, $I_{CM} = 15\text{mA}$, $V_{CE0} \geq 20\text{V}$, $f_T \geq 600\text{MHz}$;而桂林生产的3DG84,为高耐压开关管,其 $P_{CM} = 1\text{W}$, $I_{CM} = 500\text{mA}$, $V_{CE0} \geq 15 \sim 380\text{V}$, $f_T = 50 \sim 250\text{MHz}$ 。显然,这两种管子差别很大,代换时应根据要求选择。

2) 在特殊电路中,即使是同型号的管子,不但要考虑主要参数的相近性,还要考虑特殊参数的相近性,例如:开关管要考虑开关参数,AGC管要考虑AGC特性,对称推挽和互补对称推挽管要考虑 h_{FE} 等。

3) 对于由厂家自己命名的晶体管,最好采用同一厂家、同一型号的晶体管。

(2) 用特性相近的不同型号晶体管置换 当找不到同一型号的晶体管进行置换时,则可以用特性相近的不同型号晶体管进行置换。用此法时,建议采用如下步骤:

1) 查原晶体管的主要特性参数(特殊用途时,还要查出特殊参数)。

2) 按“类型相同”、“特性相近”、“外形相似”的三原则选择代换管。

3) 如找不到种类相同晶体管置换时,为应急可以用特性满足要求的高频管去代换低频管,也可以用特性满足要求的开关管去代替高频管等。

(3) 用多个晶体管去置换一个晶体管 在特殊情况下,如果找不到特性相近的晶体管置换,也可以用多个晶体管去置换一个晶体管。采用此法时,需要掌握晶体管的各种连接方法。例如:2N4975是硅材料PNP型开关管,其 $P_M \geq 700\text{mW}$, $I_{CM} = 1\text{A}$, $V_{CB0} \geq 40\text{V}$,只考虑这三个参数,那么,可用国产管3CK10B作代换管,但2N4975的 $h_{FE} \geq 100$,而3CK10B的 $h_{FE} = 30 \sim 80$,因此,可用两只3CK10B晶体管连成复合管,去代换一只2N4975型原管。又例如:当一支高频、高反压大功率晶体管需要置换时,如果找不到合适的单只晶体管在频率、反压、功率三个方面同时满足要求,则可以用一个频率特性好和一个反压与功率参数符合要求的晶体管,按“共射共基”级联电路,去置换前述一只晶体管。

当然,此法难度较大,代换时装配也很麻烦,除应急修理外,一般不采用。

3. 置换时的操作要求

(1) 正确判断晶体管的好坏 用仪器仪表测量原晶体管,判断是否被损坏,对于损坏者查明原晶体管型号、类别、产地和主要参数,根据主要参数选择代换管,用仪器仪表判断代换管的质量,并进行老化处理。

(2) 正确判定代换管的各个电极 根据整机电路图和印刷电路板上的标志,认准并记下原代换管各电极的位置,根据产品说明书(或手册)分清代换管的各电极的位置,然后用仪器仪表进一步证明各电极的位置。

(3) 选择与确定用于置换的代换管 最好对整机电路进行分析和估算,以确定原晶体管的实际工作条件并测定代换管是否也适应这些工作条件。

(4) 置换大功率管 应注意保证良好的散热条件。

(5) 置换后注意事项 应通电检查其工作状态,各级直流电压应与置换前基本一致,以整体特性不下降为最终目标。

置换工作完成之后,应密切观察代换管与整机

工作情况,经连续工作一段时间无异常情况,方可恢复整机正常运行。

第2节 集成电路

集成电路是电子技术最重要的基础产品之一,已纵深地渗入各个应用领域,特别在数控机床领域,集成电路应用之广更是日新月异。在集成电路的大家庭中有着许许多多的种类。例如TTL集成电路、CMOS集成电路、接口集成电路、ECL集成电路、线性放大器集成电路、集成稳压器与非线性模拟集成电路、HTL集成电路、微型机集成电路等等。一般应用较广的是TTL电路。下面介绍一下集成电路的命名方法。

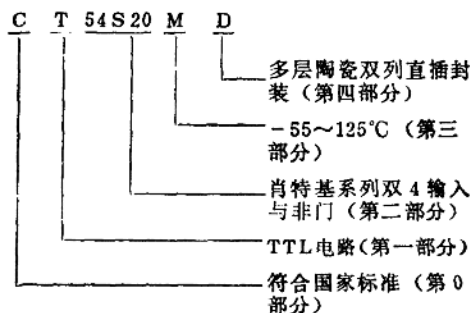
(一) 国产集成电路型号命名法

国产集成电路的最新命名法是1989年由国家技术监督局发布并开始实施,半导体集成电路的型号由五个部分组成,其组成部分的符号及意义见表5-2-1。

半导体集成电路的型号由四个部分组成,其组成部分的符号及意义见表5-2-1。

现举例说明如下:

例1 肖特基TTL双4输入与非门



例2 4000系列CMOS四双向开关

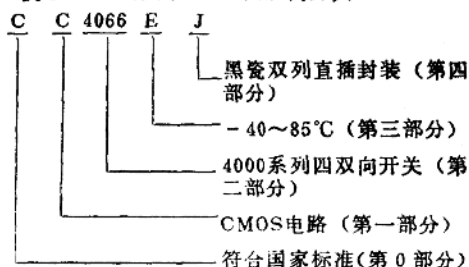
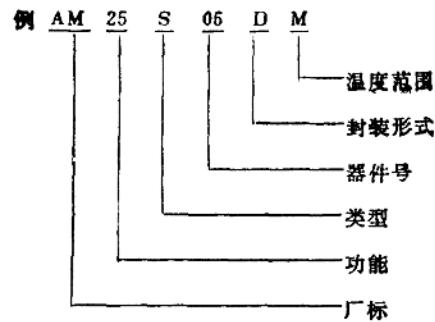
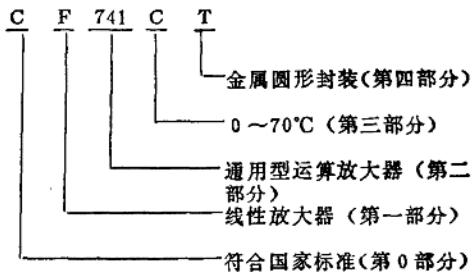


表5-2-1 中国集成电路型号命名法 (GB3430—89)

第0部分		第一部分		第二部分	第三部分		第四部分	
用字母表示器件符合国家标准		用字母表示器件的类型		用阿拉伯数字和字符表示器件的系列和品种代号	用字母表示器件的工作温度范围		用字母表示器件的封装	
符号	意义	符号	意义		符号	意义	符号	意义
C	符合国家标准	T	TTL电路		C	0~70℃	F	多层陶瓷扁平
		H	HTL电路		G	-25~70℃	B	塑料扁平
		E	ECL电路		L	-25~85℃	H	黑瓷扁平
		C	CMOS电路		E	-40~85℃	D	多层陶瓷双列直插
		M	存储器		R	-55~85℃	J	黑瓷双列直插
		μ	微型机电路		M	-55~125℃	P	塑料双列直插
		F	线性放大器				S	塑料单列直插
		W	稳压器				K	金属菱形
		B	非线性电路				T	金属圆形
		J	接口电路				G	陶瓷芯片载体
		AD	A/D转换器				E	塑料芯片载体
		DA	D/A转换器				G	网格阵列
		D	音响、电视电路					
		SC	通讯专用电路					
		SS	敏感电路					
		SW	钟表电路					

例3 通用型运算放大器



型号中各组成部分的说明:

功能 21: MOS存储器

25: 中规模集成电路

26: 计算机接口电路

27: 双极存储器及EPROM电路

28: MOS存储器

29: 双极微处理器

54/74: 同25

60、61、69: 双极型模拟器件

79: 远距离通信器件

80: MOS微处理器

81、82: MOS及双极型外围设备

90、92、94: MOS器件

(二) 国外集成电路型号命名法

目前国外集成电路的命名大体以制造厂家自己制定的命名方法来命名, 还没有一个统一的规定。但由于各方面的原因, 世界上几个著名公司的产品基本占有了大部分市场, 且命名方法趋向统一, 所以在这里介绍几个国际上著名公司产品型号的命名规则。集成电路厂家一般是用一些符号、标号、前缀和后缀来标记自己的产品, 现介绍如下:

1. (美国) 先进微器件公司 (ADVANCED MICRO DEVICES)

91: MOS RAM器件
 93: 双极型逻辑存储器
 95: MOS外围设备
 100、104: ECL存储器
 88: E²PROM
 99: CMOS存储器

类型 (空格): 标准型

L: 小功率

LS: 小功率肖特基

S: 肖特基

温度范围 C: 民用

M: 军用

封装形式 D: 密封双列直插

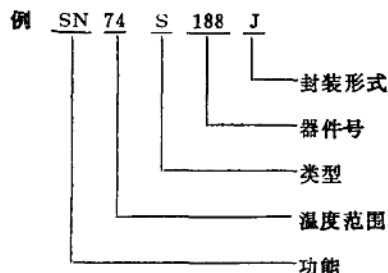
P: 模制式

F: 平面式

X: 片式

L: 无引线芯片托架

2. (美国) 德克萨斯仪器公司 (TEXAS INSTRUMENTS)



型号中各组成部分的说明:

功能 AC: 先进的双极型电路

SN: 标准电路

SBP: 双极型微处理器

SMJ: MOS存储器和微处理器

SNJ: 标准电路

TAC: CMOS逻辑阵列

TAL: 低功耗肖特基TTL逻辑阵列

TL: 线性电路

TAT: STL逻辑阵列

TLC: 线性CMOS

TIEF: 跨阻抗放大器

TIES: 红外线光源

TIFPLA: 双极场程序逻辑阵列

TIBPAL: 双极型程序阵列逻辑

FP: DRAM用矩形托架

TMS: MOS存储器/微处理器

TM: 微型计算机模块

TBP: 双极型存储器

TC: CCD图像

TCM: 通信集成电路

TIED: 红外检波器

TIL: 光电电路

VM: 音频存储器电路

JANB: JM38510限定电路, BIR

JBP: 双极型PROM (883C, JEDEC Std101)

温度范围 54: -55~125°C

74: 0~70°C

76: -40~85°C

类型 (空白): 标准电路

H: 高速TTL

L: 低功耗

LS: 低功耗肖特基TTL

S: 肖特基TTL

AS: 先进的肖特基

HC: 高速CMOS

HCT: 高速CMOS

ALS: 先进的低功耗肖特基

封装形式 J: 陶瓷双列直插

N: 塑料双列直插

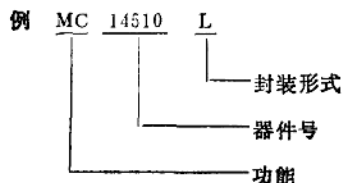
T: 金属扁平

D: 小型封装

W: 陶瓷扁平

K: 塑料薄片封装

3. (美国) 莫托洛拉公司 (MOTOROLA)



型号中各组成部分的说明:

功能 MC: 封装的集成电路

MCC: 不密封的集成电路芯片

MCCF: 倒装晶片线性集成电路

MCM: 集成电路存储器

LM: 与National Semiconductor公司所生产的线性集成电路引脚通用

MMS: 存储器系统

封装形式 F: 陶瓷扁平

L: 陶瓷双列直插

K: 金属功率封装

P: 塑料双列直插

温度范围 如在MC 之后有54、74, 则表示温度范围。

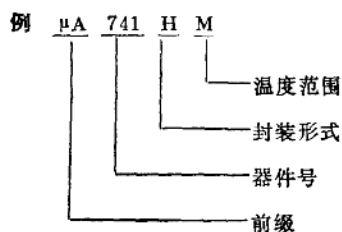
54: $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$ 74: $0\sim 75^{\circ}\text{C}$

另外, 特殊电路的温度范围有时用其他数字表示:

4、20、30、40、72、83: $0\sim 175^{\circ}\text{C}$

5、21、31、43、82、93: $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$

4. (美国) 仙童公司 (FAIRCHILD)



型号中各组成部分的说明:

前缀 F: 公司代号

SH: 混合电路

μA : 线性器件

54/74: 标准系列

54H/74H: 高速系列

54LS/74LS: 低功耗肖特基系列

54S/74S: 肖特基系列

90: 中速小规模

93: 中速中规模

93S: 肖特基中规模

96: 标准单稳

96L: 低功耗单稳

96LS: 低功耗肖特基单稳

96S: 肖特基单稳

封装形式 D: 全密封陶瓷双列直插

F: 扁平封装

H: 金属管壳

P: 塑料双列直插

T: 小型双列直插

U: 功率封装

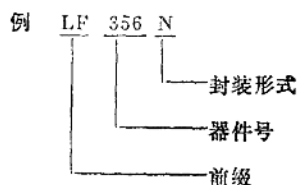
温度范围 C: 民用。 $0\sim 70^{\circ}\text{C}/75^{\circ}\text{C}$ (CMOS $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$)

L: MOS $-55\sim 85^{\circ}\text{C}$

M: $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$

混合式: $-20\sim 85^{\circ}\text{C}$

5. (美国) 国家半导体公司 (NATIONAL SEMICONDUCTOR)



型号中各组成部分的说明:

前缀 ADC: 模拟数字转换器

ADS: 数据采集

AEE: 微计算机产品

AF: 有源滤波器

AH: 模拟开关

ALS: 高级的小功率肖特基器件

AM: 模拟开关 (单块)

BLX: 插件式扩展装置

C: CMOS

CD: CMOS (4000系列)

CIM: CMOS计算机插件

COP: 小型控制器

DA-AD: 数模转换

DB: 开发插件

DH: 数字器件

DM: 数字器件 (单块)

DP、DS: 接口电路

DT: 数字器件

ECL: 射极耦合逻辑电路

HC: 高速CMOS

HS: 混合电路

LF: 线性集成块 (场效应工艺)

LH: 线性集成块 (混合)

LM: 线性集成块 (单块)

LP: 线性低功率集成块

PAL: 程序阵列逻辑

SM: 特殊CMOS

TDA: 线性集成块

TP: 电信器件

μP : 微处理器

国家半导体公司产品的温度范围, 其表示方法分为线性器件和数字器件。

线性器件: 所有线性器件都以 1-2-3 标志温度

范围, 其中 1 表示军用温度范围 ($-55\sim 125^{\circ}\text{C}$), 2 表示工业用温度范围 ($-25\sim 85^{\circ}\text{C}$), 3 表示民用器件范围 ($0\sim 70^{\circ}\text{C}$)。例如: LM101/LM201/LM301 (上述表示方法对 LM1800 系列不适合), 有些混合电路后缀用 “C” 表示温度范围。

数字器件: $\text{CD} \times \times \times \times - \text{CMOS}$ 后缀为 C 时, 其温度范围表示 $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$, 后缀为 M 时, 表示 $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$ 。

DM55 $\times \times$: 标号首位数字是 5 时, 表示使用温度是: $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$;

DM74 $\times \times$: 74 表示 $0\sim 70^{\circ}\text{C}$;

DM7 $\times \times \times$: 标号首位是 7 (74 除外) 表示 $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$;

DM8 $\times \times \times$: 标号首位是 8, 表示 $0\sim 70^{\circ}\text{C}$;

国家半导体公司对转换器产品分辨率规定如下:

08: 8 位

10: 10 位

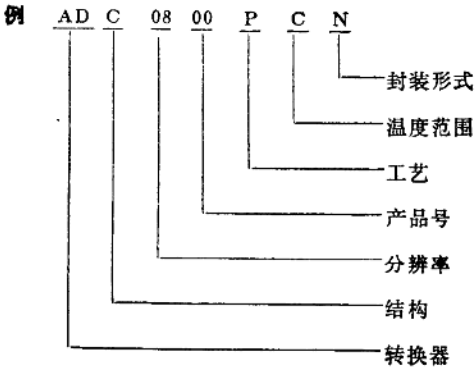
12: 12 位

25: $2\frac{1}{2}$ 位数字

35: $3\frac{1}{2}$ 位数字

37: $3\frac{3}{4}$ 位数字

45: $4\frac{1}{2}$ 位数字



型号中各组成部分的说明:

结构 B: 积木式

C: 完整 (单片)

D: 数字表芯片

M: 微型组件

S: 穿孔纸带系统

工艺 B: 双极

C: CMOS

H: 混合

I: 集成逻辑电路 I²L 微型 CMOS

L: 线性

N: NCMOS

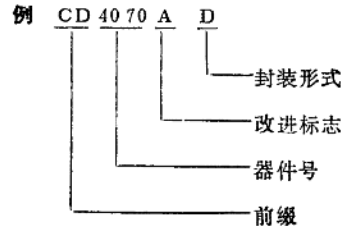
P: PMOS

封装形式 J: 陶瓷双列

N: 塑料双列

M: 金属型

6. (美国) 无线电公司 (RCA)



型号中各组成部分的说明:

前缀 CA: 线性集成电路

CD: CMOS 数字集成电路

CDP: CMOS-LSI

CMP: CMOS-LSI

LM: 线性集成电路

MWS: CMOS-LSI

PA: 门阵列

改进标志: A: 改进型。可与原型互换

B: 改进型。可与原型、A 改进型互换

C: 改进型 (不可更换原型)

(空白): 标准型

封装形式 D: 陶瓷双列直插

E: 塑料双列直插

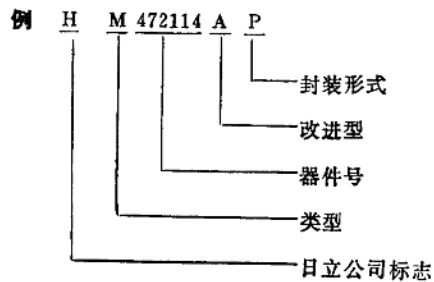
H: 芯片

J: 三层陶瓷无引线托架

K: 陶瓷扁平

Q: 塑料四列直插

7. (日本) 日立公司 (HITACHI)



型号中各组成部分的说明:

类型 A: 模拟器件

D: 数字器件

M: 存储器RAM

N: 存储器ROM

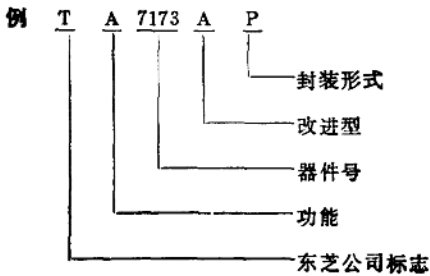
封装形式 C: 陶瓷封装

M: 金属封装

P: 塑料封装

其中, 器件号前二位数字为仿制产品标志, 后四位为电路序号。

8. (日本) 东芝公司 (TOSHIBA)



型号中各组成部分的说明:

功能 A: 双极型线性器件

C: CMOS

D: 双极型数字器件

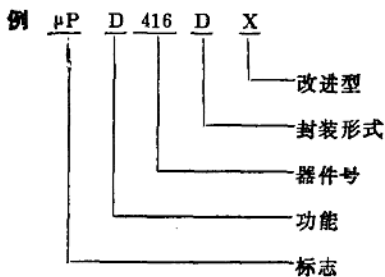
M: MOS

封装形式 C: 陶瓷

M: 金属

P: 塑料

9. (日本) 电气公司 (NEC)



型号中各组成部分的说明:

标志 A: 分件器件

B: 双极型数字器件

C: 线性器件

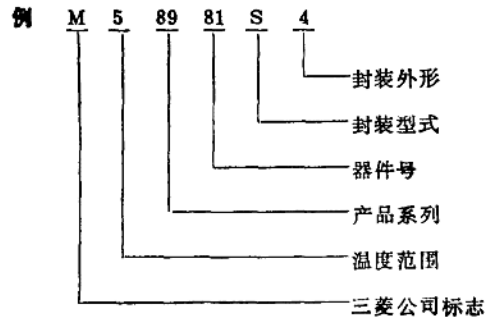
D: MOS数字器件

μ P: 微型产品

封装形式 C: 塑料

D: 陶瓷

10. (日本) 三菱公司 (MITSUBISHI)



型号中各组成部分的说明:

温度范围 5: 工业用/民用

9: 军用

产品系列 0: CMOS

1: 线性器件

3: TTL

10~19: 线性器件

32~33: TTL

41~47: TTL

84: CMOS

85, 86: PMOS

87: NMOS

88: PMOS

89: CMOS

9: DTL

90~92: 肖特基TTL

封装形式 K: 玻璃陶瓷封接

P: 塑料模制

S: 金属陶瓷封接

封装外形 1: 双列直插

2: 扁平封装

4: 改进型双列直插

10: 有石英罩的封装

45: 小型双列直插

三菱公司按照专利仿制国外公司产品时, 一般在器件号前加一个字母予以区别, 器件号按该公司的命名法。

仿制标志 C: Motorola公司MC系列

G: General Instrument公司系列

列

K: Mostek公司系列

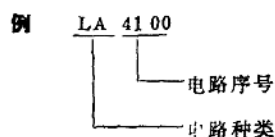
L: Latel公司系列

T: TEXAS公司系列

W: Western Digital公司系列

C: $-55\sim 125^{\circ}\text{C}$ D: $-25\sim 70^{\circ}\text{C}$ E: $-25\sim 85^{\circ}\text{C}$ F: $-40\sim 85^{\circ}\text{C}$ G: $-55\sim 85^{\circ}\text{C}$

11. (日本) 三洋公司 (SANYO)



型号中各组成部分的说明:

电路种类 LA: 双极线性电路

LB: 双极数字电路

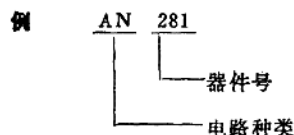
LD: CMOS电路

LE: MNMOS电路

LM: PNMOS电路

STK: 厚膜电路

12. (日本) 松下电器公司 (PANASONIC)



说明:

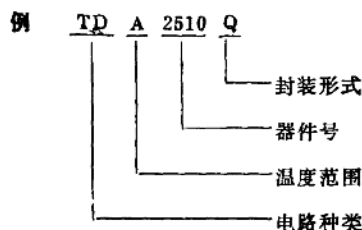
电路种类 AN: 模拟器件

DN: 数字器件

MJ: 研制型号

MN: MOS电路

13. 欧洲电子联盟 (PRO ELECTRON)



型号中各组成部分的说明:

电路种类 UD: 模拟/数字混合电路

SD: 外系列电路

TD: 模拟电路

温度范围 A: 无明确规定温度范围

B: $0\sim 70^{\circ}\text{C}$

封装形式

(1) 后缀为一个字母

C: 圆柱形封装

D: 陶瓷双列封装

F: 扁平封装

P: 塑料封装

Q: 四列引线封装

U: 芯片封装

(2) 后缀有两个字母时, 第1个字母的含义

C: 柱形封装

D: 双列引线封装

E: 扁平封装 (二排引线)

G: 扁平封装 (四排引线)

K: 菱形封装 (TO-3系列)

M: 多重引线封装

Q: 四列引线封装

R: 功率四列引线封装 (带散热片)

S: 单列引线封装

T: 三列引线封装

(3) 后缀有两个字母时, 第2个字母的含义

C: 金属-陶瓷封装

G: 玻璃-陶瓷封装

M: 金属封装

P: 塑料封装

(三) 集成电路使用与代换的基本知识

(1) 全面了解集成电路 无论使用还是更换集成电路芯片, 必须对该集成电路的功能、内部结构、电气特性、外形封装、温度范围和与该集成电路相关联的外围电路有一详细的分析和了解, 绝不允许其使用环境的各项指标超出集成电路的制造厂家所规定的最大使用值。

(2) 集成电路查找方法

1) 国外集成电路查找

国际上已生产的集成电路种类成千上万种, 制造厂家也成百上千家, 不同国家、不同制造公司对集成电路的标记方法也不统一, 但若仔细分析比较总还是会找到一些规律的。一般说国外集成电路产