

微型计算机

穆孝芳

温州市科委情报所

前 言

本文的第一次印刷出版，是80年2月。

本文的内容，从微型计算机的概况谈起，进而介绍微型计算机的系统结构，具体分析了4位微型计算机各部分的逻辑构成和工作情况，最后，用一些具体例子，说明了微型计算机的应用。为了具体分析4位微型机的逻辑组成，对逻辑代数和基本单元电路作了一些说明。在逻辑分析中，注意了动态逻辑电路和准静态逻辑电路的分析。

这次重新印刷时，本文编者，根据国内外微型机的发展和讲课的实践，作了修正和补充。

概述部分全部重写，补充了新的资料；把微型机的应用，集中在第十章（这是新增的一章）。对第一次印刷中的差错，作了修正。

本文的写作，得到四机部、计算机总局有关同志的支持，同时得到四机部4位微型机联合设计组和温州市科委的帮助，在此，再次表示感谢。

这次重新印刷，是在上海电子学会、上海仪表电讯工业局、温州市科委和上海仪表局情报所的督促和帮助下进行的，借此机会，向有关的同志，表示真挚的谢意。

编 作 者

1980.7.16

目 录

第 一 章 概 述.....	1
第 二 章 逻辑代数的有关定理.....	17
第 三 章 单元逻辑电路.....	21
第 四 章 4 位微型计算机系统结构及指令系统.....	26
第 五 章 时钟发生器和输出部件.....	43
第 六 章 中央处理部件 CPU.....	50
第 七 章 程序存贮器 ROM.....	82
第 八 章 数据存贮器 RAM.....	105
第 九 章 软件介绍.....	113
第 十 章 微处理器及微型计算机的应用.....	117
附录 1, 附录 2	129

第一章 概述

微型计算机，已经引起了人们极大的关注。

目前，一般认为，一个电子计算机的运算和控制部分(即中央处理部件CPU)，如由一块大规模集成电路(LSI)构成，这个计算机即可称为微型计算机。

微型计算机中，由LSI构成的CPU，一般称为微处理器。因此，我们也可以这样来理解：微处理器加上半导体存贮器、通道接口外设备，就构成了微型计算机。

如果把微处理器，只读存贮器(ROM)，随机存取存贮器(RAM)，通道接口和时钟发生器等电路装在一块印刷板上，就构成了所谓的单板微型计算机，如美国Intel公司的iSBC80/10，iSBC80/20等品种。

如果一块LSI中包含CPU、ROM、RAM、时钟发生器CG、I/O通道接口等部分，这块LSI就被称为单片微型计算机。目前的4位微型计算机，几乎全是单片的；8位微型计算机，也有单片的，如果Intel8048等。而美国德克萨斯仪器公司的TMS9940是单片16位微型计算机。

1971年，美国Intel公司发表了第一个微处理器4004，这是1个4位的微处理器。1972年发表了8位的微处理器Intel8008，1973年，出现了8位微处理器Intel8080，从此以后，从事微处理器开发的厂商日益增加，比较有名的是美国的莫托洛拉、德克萨斯仪器公司，仙童公司，美国无线电公司(RCA)、日本的富士通、日本电气等。微处理器的品种也日益增多，它们的发展情况，可参看表1—1。

1971年	1972年	1973年	1974年
Intel 4004 (4)	Intel 8008 (8)	Intel 8080 (8)	Intel 4040 (4) M—6800 (8) PPS—8 (8) (美国洛克威尔) KCA COSMAC—1800(S) Intel—3000 (位/片)
1975年	1976年	1977年	1978年
F—8 (8) 美国仙童 TMS—1000 (4) 美国TI PPS—4 ¹ / ₂ (4) LSI—11 (16) 美国DEC AM—2900 (位/片)	Z—80 (8) 美国Z : Log TMS—8900 (16) M—10800 (位/片) SM—1~4 (4) 日本SHARP Intel单板微型机	Intel 8048 (8) 单片微型机 Intel 8085 μ COM—43 (4) 日本NEC MB—8840 (4) 日本富士通	Intel 8086 (16) μ COM—1600 (16) M—68000 (16) Z—80000 (16)

表 1 — 1 微处理器发展简况

当然,微处理器的发展,不仅反应在品种,在其它方面也表现出来。

在速度上,最初的微处理器Intel4004,它的指令平均执行时间为 $25\mu\text{s}$,到1977年,Intel 8085时,已提高为 $1.3\mu\text{s}$;78年以后,已发展为 $1\mu\text{s}$ 。

从集成度上看,在1971年,要构成一个一般的微型计算机系统,需50—60片电路,到76年时,构成1个同样的系统,仅需15片电路。而以Intel8085为中心的最小构成,仅为3片电路。

动态随机存取存储器(即动态RAM),从每片电路存放1K位、4K位、16K位、64K位、发展为79年的256K位。

M—68000微处理器电路,由6万个管芯构成。

在电路工艺上,开始使用的是P—MOS和N—MOS工艺,后来,发展了C—MOS、E/D—MOS和MOS等工艺。沟道宽度也在逐步缩小,最近有 $2.8\mu\text{m}$ 和 $1.5\mu\text{m}$ 的报导。

微型计算机的软件,在微型机开始出现时,是不完善的,与小型机相比差距很大。但是,现在已经配上了多种高级语言,如FORTRAN、COBOL、BASIC等语言,在微型计算机上已经使用。加上系统软件和应用软件不断完善,微型计算机在软件方面落后于小型机的情况,得到了彻底的改变。

微处理器,从1971年问世以来,至今还不到十年,可是品种的发展,也是极快的。截止1979年10月的不完全统计,微处理器及各种开发系统,有460种左右。

在这些品种里,如以并行处理的位数,进行分类,则微型计算机可以分为下列几种:

1. 4位微处理器和4位微型计算机

Intel4004是最早的4位微处理器,1975年,美国德克萨斯仪器公司发表了TMS—1000 4位单片微型计算机系列。由于TMS—1000系列的开发和在很多领域的推广应用,触发了4位机的新发展。所以,从1975年以后,新的4位机系列不断地开发出来,到1979年10月为止,已有113种,这些4位机,基本上都是单片微型机,它们的系列品种情况,请参看表1—2。

4位微型计算机的销售量是极大的,根据日本的统计,78年和79年两年,4位微型机的销售额占微型机销售总额的50%以上。78年的销售额比77年增长80%。

4位微型机的快速发展和大量销售,是和4位微型机的特点紧密联系在一起。单片4位微型机有这些特点:

(1)针对具体用途,目的程序预先写入固定式ROM中。这样做,方便了用户,降低了成本。但是,影响灵活性。所以,单片4位微型计算机与通用性较强的8位微型计算机不同,单片4位微型机,有专用性。在专用性的基础上,提高了可靠性,改善了经济性。特别是经济性上的优越,是8位机无法比拟的,至少在目前是这样。因此,可以这样认为,只要8位微型机在经济上无法和4位微型机竞争时,4位微型机的生产和发展是必然的。

(2)ROM和RAM的读写控制、地址控制分开,在器件已定的情况下,这样的系统结构,可能提高工作速度。这和8位微型机不同,8位微型机中,ROM和RAM的地址是连续编号的,读写控制也是统一的(如Intel8080)。

在单片4位微型机中,ROM容量(字节)和RAM容量(位)的比,在一般情况下是

表 1—2 4 位微型计算机特性一览表

制 造 厂 名		冲 电 器			夏 浦		
系 列 名	OLMS-40	OLMS-41	OLMS-42	OLMS-44	SM-3	SM-4	SM-5
品 名	MSM5840	MSM5841	MSM5842	MSM5844*	同上	同上	同上
封装数	42	40	28	64	60	60	60
电 路 工 艺	CMOS	CMOS	CMOS	CMOS	E/D MOS	CMOS	CMOS
电源电压(V)	+5	+5	+5	+5	-15	-3	-3
指令执行时间(μ S)	16	20	16	20	10	61	61
指令数	98	76	43	76	57	54	51
ROM (位)	$2^{1k} \times 8$ (可外接)	$1^{1k} \times 8$	768×8	$1^{1k} \times 8$ (可外接)	2268×8	2268×8	1827×8
RAM (位)	128×4	64×4	32×4	64×4	128×4	96×4	65×4
栈 (级)	4	1	1	1	2	1	1
振荡器	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏
计数器/定时器	8(可读写)	8(可读写)	8	8(可读写)	无	15级	15级
中断 (级)	2	1	/	1	无	无	无
输入 { 并行通道	4×1	4×1	4×1	4×1	4×1	4×1	4×1
感 应	2	2	2	2	4	3	2
并行(暂存器)	4×4 (付)	4×4 (付)	4×4 (付)	4×4 (付)	本可PLA输出	4×1	4×1
输出 { PLA	—	—	—	—	有	有	无
通道 分 离	—	—	—	—	1	无	无
	4×2	4×2	4×2	4×2	4×1	4×1	无
	/	/	/	/	无	无	无

(夏浦)
 * 键选通输出
 10根线(SM-3)
 * 显示用输出
 37根线(SM-4)
 * 显示用输出
 38根线(SM-5)

在品名后有*者表示ROM外接。

[illegible]

制 造 厂 名		东 京 三 洋 电 机					东 芝	
系 列 名		L M6400						
品 名	名	L M6401	L M6402	L M6403	L M6404	L M6405	L M6406	
封装数	数	42	42	28	42	42	28	TMP4310P
电路工艺	艺	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	TMP4315Ap
电源电压(V)		+5	+5	+5	+5	+5	+5	TMP4320P
指令执行时间(μS)		5~10	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10	
指令数	数	82	82	82	82	82	82	
ROM (位)		2048×8	2048×8	2048×8	1024×8	1024×8	1024×8	
RAM (位)		128×4	128×4	128×4	64×4	64×4	64×4	
栈 (级)		4	4	4	4	4	4	
振荡器		内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	
计数器/定时器		内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	
中断 (级)		可外部中断	同左	同左	同左	同左	同左	
并行通道		可选	可选	可选	可选	可选	可选	
输入 { 感应		同上	同上	同上	同上	同上	同上	
并行(暂存器)		4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	
输出 { PLA		有	有	有	有	有	有	
通道分		8×1	8×1	8×1	8×1	8×1	8×1	
输入通道		4×4+3×16×4+3×1	4×4+3×16×4+3×1	3×4×1	4×4+3×16×4+3×1	3×4+1	2×4/1×2	
输出通道		有	/	/	/	/	/	
内藏A/D控制器		有	/	/	/	/	/	

系 列 名	T L C S — 46		C O P 400						
	TCP 4620P	TCP 4630P	COP420L	COP420C	COP421	COP421L	COP421C	COP 440	COP 402 •
封装端数	42	42	28	28	24	24	24	40	40
电路工艺	CMOS	CMOS	NMOS	CMOS	NMOS	NMOS	CMOS	NMOS	NMOS
电源电压(V)	+4~+6	+4~+6	+4.5~+9.5	+2.4~+6.3	+4.5~+6.3	+4.5~9.5	+2.4~6.3	+4.5~+6.3	+4.5~+6.3
指令执行时间(μs)	20	20	16	16	4	16	16	4	4
指令数	52	52	57	57	57	57	57	未定	57
ROM(位)	2048×8	3072×8	1k×8	1k×8	1k×8	1k×8	1k×8	2k×8	1k×8
RAM(位)	96×4	160×4	64×4	64×4	64×4	64×4	64×4	128×4	64×4
栈(级)	1	1	3	3	3	3	3	3	3
振荡器	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏
计数器/定时器	14 ³¹	14 ³¹	4	4	4	4	4	8	4
中断(级)	1	1	1	1	0	0	0	1	1
并行通道	1×4/1×1 ⁴¹	同左	4×1	4×1	0	0	0	8×1	4×1
输入感应	/	/	/	/	/	/	/	/	/
并行(器暂存)	3×4(付)/1×5(付) ¹¹	同左	4×1	4×1	4×1	4×1	4×1	4×1	4×1
输出通道	有	有	/	/	/	/	/	/	/
PLA	/	/	/	/	/	/	/	/	/
分离	/	/	/	/	/	/	/	/	/
输出输入通道	3×4 ²¹	3×4 ²¹	4×1(暂存器)8×1 ⁴¹ 带三态	同左	同左	同左	同左	8×1(暂存器)8×1 ⁴¹ 带三态	8×1(暂存器)8×1 ⁴¹ 带三态
内藏A/D控制器	无	无	/	/	/	/	/	/	/

制 造 厂 名		N S (国 际 半 导 体)						三 菱 电 机
系 列 名		C O P 4 0 0						M E L P S - 4
品 名		COP402M*	COP404L*	COP410L	COP411L	COP 420	COP444L	M58840-xxxx P
封 装 端 数		40	40	24	20	28	28	42
电 路 工 艺		NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	PMOS
电 源 电 压 (V)		+4.5~+6.3	+4.5~+9.5	+4.5~+9.5	+4.5~+9.5	+4.5~+6.3	+4.5~+9.5	-15
指 令 执 行 时 间 (μ S)		4	16	16	16	4	16	10
指 令 数		57	57	43	43	57	57	68
R O M (位)		1k $\times$ 8	1k $\times$ 8	0.5k $\times$ 8	0.5k $\times$ 8	1k $\times$ 8	2k $\times$ 8	2k $\times$ 9
R A M (位)		64 $\times$ 4	128 $\times$ 4	32 $\times$ 4	32 $\times$ 4	32 $\times$ 4	128 $\times$ 4	128 $\times$ 4
栈 (级)		3	3	2	2	3	3	3 (包 含 中 断)
振 荡 器		内 藏	内 藏	内 藏	内 藏	内 藏	内 藏	内 藏
计 数 器 / 定 时 器		4	4	4	4	4	4	/
中 断 (级)		1	1	0	0	1	1	1
输 入 { 并 行 通 道		4 $\times$ 1	4 $\times$ 1	0	0	4 $\times$ 1	4 $\times$ 1	4 $\times$ 2 模拟输入 1位 $\times$ 15
感 应		/	/	/	/	/	/	1 位 $\times$ 11
并 行 (暂 存 器)		4 $\times$ 1	4 $\times$ 1	4 $\times$ 1	2 $\times$ 1	4 $\times$ 1	4 $\times$ 1	8 $\times$ 1
输 出 { P L A		/	/	/	/	/	/	有
通 道 分 离		/	/	/	/	/	/	1 位 $\times$ 11
输 入 通 道		4 $\times$ 1 带三态	同 左	同 左	同 左	同 左	4 $\times$ 1 带三态	输入4 $\times$ 2 输出8 $\times$ 1
内 藏 A / D 控 制 器		/	/	/	/	/	/	有

制造厂名 日本电气 (NEC)

系列名	μCOM-42	μCOM-43	μCOM-43	μCOM-43LS	μCOM-43C	μCOM-43N	μCOM-43N	μCOM-43NS	μCOM-44
品名	μPD555D**	μPD556B**	μPD557C	μPD558C	μPD559C	μPD560C	μPD561C	μPD562C	μPD563C
封装数	64	42	28	42	28	42	42	28	42
电路工艺	PMOS	PMOS	PMOS	PMOS	PMOS	CMOS	NMOS	NMOS	PMOS
电源电压(V)	-10	-10	-10	-10	-10	+5	+5	+5	-10
指令数	10	10	25	10	25	10	1.1	1.1	10
ROM(位)	72	72	80	80	80	80	85	82	58
RAM(位)	2k×10外付	2k×10	2k×8	2k×8	2k×8	2k×8	2k×8	1k×8	1k×8
栈(级)	96×4	96×4	96×4	96×4	96×4	96×4	128×4	128×4	64×4
振荡器	4	4	3	3	3	3	4	4	1
计数器/定时器	外付	外付	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左
中断(级)	无	无	同左	同左	同左	同左	8	8	/
并行通道	2	2	1	1	1	1	2	2	/
输入	4×1	4×1	4×1	4×1	4×1	4×1	4×1	4×1	4×2
感应	1×1	1×1	/	/	/	/	/	/	1×1
并行(暂存器)	8×2	8×2	4×4 3×1	4×4 3×1	4×2 1×1	4×4 3×1	4×4	4×2	4×4 3×1
输出	无	无	/	/	/	/	有 外付	有	/
通道	1×10	1×10	/	/	/	/	/	/	/
分离	4×1	4×1	4×2	4×2	4×2	4×2	4×3	4×2 1×1	4×2
输出A/D控制器	/	/	/	/	/	/	/	/	/

制造厂名	日本电气 (NEC)										日立	
											HMC S-40	
	μ COM-44C μ PD651C	μ COM-44N μ PC1510C	μ COM-45 μ PD550C μ PD554C	μ COM-45C μ PD652C	μ COM-46 μ PD551C	μ COM-47 μ PD766G	HMCS44	HMCS45	HMCS42	HMCS42C		
封装数	42	42	28	28	40	64(四面引线)	42	54	28	28		
电路工艺	CMOS	NMOS	PMOS	CMOS	PMOS	NMOS	PMOS	PMOS	PMOS	CMOS		
电源电压 (V)	+5	+5	-10	+5	-10	+5	-10	-10	-10	+5		
指令执行时间(μ S)	10	1.1	10	10	10	5	20	20	10	10		
指令数	58	58	58	58	58	103	69	69	51	51		
ROM (位)	$1k \times 8$	$2k \times 8$	$640 \times 8/1k \times 8$	$1k \times 8$	$1k \times 8$	4050×10	2048×10	2048×10	$312(+32) \times 10$	同左		
RAM (位)	64×4	128×4	32×4	32×4	64×4	32×4 内部 1024×4 外接	160×4	160×4	32×4	32×4		
栈 (级)	2	4	1	1	2	12	$2(+\alpha)$ 能在RAM存放 内藏 (可外部驱动)	同左	2	2		
振荡器	内藏 外接发振元件	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左		
计数器/定时器	/	8	/	/	/	12	8位前置计数 4位定时器	同左	/	/		
中断 (级)	/	2	/	/	/	3	2	2	/	/		
输入 { 并行通道	4×2	4×1	4×1	4×1	4×2	/	/	/	并列 4×1	并列 4×1		
感应	1×1	/	/	/	1×1	/	/	/	/	/		
输出 { 并行(暂存器)	4×4 3×1	4×4	4×2 1×1	4×2 1×1	4×3	/	/	/	并列(带暂存器) 4×2	同左		
PLA	/	有	/	/	/	/	有	/	/	/		
通道分	/	/	/	/	/	14×1	并列(带暂存器) 4×4 分离(带暂存器) 1×15	分离(带暂存器) 1×6	分离(带暂存器) 1×4	同左		
输出 入通道	4×2	4×3	4×2	4×2	4×2 有6位(基准电 压输入2,模拟 输入1)	4×4	无	无	无	无		
内藏 A/D 控制器	/	/	/	/	/	4×4	无	无	无	无		

△: 图形存储器

制造厂名	日立										富士通
系列名	HMC・S40										MB8840
品名	HMC543	HMC543C	HMC544A	HMC544C	HMC545A	HMC545C	HMC543EV	HMC545CEV	MB8841	MB8842	
封装数	42	42	42	42	54	54	80	80	42	28	
电路工艺	PMOS	CMOS	PMOS	CMOS	PMOS	CMOS	PMOS	CMOS	NMOS	NMOS	
电源电压 (V)	-10	+5	-10	+5	-10	+5	-10	+5	+5	+5	
指令执行时间(μS)	10	10	10	10	10	10	10	10	3	3	
指令数	71	71	71	71	71	71	71	71	70	69	
ROM (位)	$1024(+64) \times 10$	$2048(+128) \times 10$	$2048(+128) \times 10$	160×4	160×4	160×4	$1024(+64) \times 10$ 外付 Δ	$2048(+128) \times 10$ 外付 Δ	$2^k \times 8$	$2^k \times 8$	
RAM (位)	80×4	80×4	160×4	160×4	160×4	160×4	80×4	160×4	128×4	128×4	
栈 (级)	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	
振荡器	内藏 (可外部驱动)	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	内藏	内藏	
计数器/定时器	6位前置计数4位 定时器/计数器	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	8(位)	8(位)	
中断 (级)	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	
并行通道	并行 4×1	并行 4×1	同左	同左	同左	同左	并行 4×1	同左	4×1	4×1	
输入 { 感应	并行(带寄存器) 4×2	同左	同左	同左	并行(带寄存器) 4×1	同左	并行(带寄存器) 4×2	并行(带寄存器) 4×1	1	1	
并行(寄存器)	并行(带寄存器) 1×12	同左	同左	同左	同左	同左	并行(带寄存器) 1×12	并行(带寄存器) 4×1	有	有	
PLA 分离	并行(带寄存器) 4×1	同左	同左	同左	并行(带寄存器) 4×6 分离 带寄存器 1×16	同左	并行(带寄存器) 4×1 分离 带寄存器 1×4	并行(带寄存器) 1×6 分离 带寄存器 1×16	16×1	11×1	
输入通道	并行(带寄存器) 4×1	同左	同左	同左	同左	同左	同左	同左	4×4	4×2	
内藏 A/D 控制器	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	

△: 图形存储器。

制 造 厂 名		富 士 通				松 下 电 子				
系 列 名		MB8840				MN1400				
品 名	MB8843	MB8844	MB8849	MB8851	MB8853	MN1400	MN1402	MN1403	MN1404	MN1405
封装数	42	28	64	42	42	40	28	18	16	40
电 路 工 艺	NMOS	NMOS	NMOS	CMOS	CMOS	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS
电源电压 (V)	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5
指令执行时间(μS)	3	3	3	6	6	10	10	10	10	10
指令数	70	69	70	70	70	75	68	50	48	75
ROM (位)	1k×8	1k×8	2k×8外付	2k×8	1k×8	1k×8	3/4k×8	1/2k×8	1/2k×8	2k×8
RAM (位)	64×4	64×4	128×4	128×4	64×4	64×4	32×4	16×4	16×4	128×4
栈 (级)	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2
振荡器	内藏	同左	同左	同左	同左	内藏(可外部)	内藏(可外部)	同左	同左	同左
计数器/定时器	8 (位)	8 (位)	8 (位)	8	8	8	/	/	/	8
中断 (级)	1	1	1	1	1	/	/	/	/	/
并行通道 输入 { 感 应	4×1	4×1	4×1	4×1	4×1	4×2	4×2	4×2	4×1	4×2
	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2
并行(暂存器) 输出 { PLA 通道	4×1	/	4×1	4×1	4×1	4×1(付)	4×2(付)	4×1(付)	/	4×1(付)
	有	有	外付	有	有	8×1	/	/	/	8×1
分离	16×1	11×1	16×1	16×1	16×1	12×1	5×1	4×1	6×1	12×1
输出通道	4×4	4×2	4×4	4×4	4×4	/	/	/	/	/
内藏A/D控制器	无	无	无	无	无	/	/	/	/	/

[illegible]

制造厂名			松下电子					洛克威尔				
系列名			MN1500					PPS-4/1				
品名			MN1542	MN1544	MN1562	MN1564	MN1599*	MN1591	MM77	MM78	MM77L	MN78L
封装数			40	40	64	40	64	40	42	42	40	40
电路工艺			NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	NMOS	PMOS	PMOS	PMOS	PMOS
电源电压 (V)			+5	+5	+5	+5	+5	+5	-15	-15	-6.5~-11	-6.5~-11
指令执行时间(μS)			2	2	2	2	2	/	10	10	10	10
指令数			124	124	124	124	124	/	52	52	52	52
ROM (位)			2k×8	4k×8	2½×8	4k×8	8k×8(外付)	/	1344×8	2048×8	1536×8	2048×8
RAM (位)			152×4	256×4	152×4	256×4	256×4	/	96×4	128×4	96×4	128×4
栈 (级)			16	16	16	16	16	/	2	2	2	2
振荡器			内藏(可外部)	同左	同左	同左	同左	/	内藏	内藏	内藏	内藏
计数器/定时器			8	8	8	8	8	/	无	无	无	无
中断 (级)			4	4	4	4	5	/	2	2	2	2
并行通道 输入 { 感应			输出入						4×2	4×2	4×2	4×2
									14	14	14	14
并行(暂存器) 输出 { PLA 通道			并列5×6	4×6	4×12	4×12	4×6	4×6	4×2	4×2	4×2	42
			输出选通2	2	2	2	2	2	无	无	无	无
分离 输出入通道			串行2	2	2	2	2	/	12×1	12×1	12×1	12×1
			定时器/计数器2	2	2	2	2	/	4×2	4×2	4×2	4×2
内藏A/D控制器			中断2	2	2	2	3	/	无	无	无	无

制造厂名		洛 克 威 尔									
系 列 名		P P S—4/1									
品 名	MM78A/D	MM93L	MM75	MM76	MM76E	MM76L	MM76EL	MM76C	MM94L	MM95L	MM96L
封装数	40	40	28	42	42	40	40	52	40	42	40
电 路 工 艺	PMOS	PMOS	PMOS	PMOS	PMOS	PMOS	PMOS	PMOS	PMOS	PMOS	PMOS
电源电压 (V)	-6.5~-11	-6.5~-11	-15	-15	-15	-6.5~-11	-6.5~-11	-15	-6.5~-11	-6.5~-11	-6.5~-11
指令执行时间(μS)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
指 令 数	52	52	53	53	53	53	53	53	52	52	52
ROM (位)	2048×8	1532×8	640×8	640×8	1024×8	640×8	1024×8	640×8	2048×8	2048×8	2048×8
RAM (位)	128×4	96×4	48×4	48×4	48×4	48×4	48×4	48×4	128×4	128×4	128×4
栈 (级)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
振荡器	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏	内藏
计数器/定时器	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无	无
中 断 (级)	2	2	2	2	2	2	2	16位	2	2	2
输入 { 并行通道	4×2	4×1	4×1	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×1	4×1	4×1
感 应	14	10	10	14	14	14	14	20	10	10	10
并行(暂存器)	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2
输出 { PLA	无	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
通道 分 离	12×1	20	9×1	12×1	12×1	12×1	12×1	14	22	24	24
输出 入 通 道	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2	4×2
内藏 A/D 控制器	有	内藏音频发生器	无	无	无	无	无	无	内藏音频发生器	内藏音频发生器	内藏音频发生器