

第一章 单片机和家用电器的发展

1. 1 智能化概念

智能,是人类特有的一种能力;而这种能力是通过先天的基因遗传和后天的训练而渐渐形成的;并且经历过从低级到高级,从简单到复杂的进化和提升过程。智能,作为一个概念和名词,似乎大多数人们都一下子能理解和接受;然而,人们往往也无法给出一个明确的定义或一个严密的定义。人们对智能总有点可以意领而不可明言的感觉。在这里,无需去追求智能的所谓绝对准确的定义;只要对智能的意义有一个较为一致的看法就可以了;因为,它不妨碍人们进行智能的应用和深入研究。在实际上,正因为人们对自己的思维、思维过程 and 思维的应用知道甚少,而且这方面的研究尚处于初始的阶段,要人们给出一个全面完善而精确的智能定义在现阶段也是勉为其难的。

从一般的意义上讲,智能就是一种能够随外界条件的变化,确定正确行动的能力。

在计算机问世后,人们开始试图利用电子计算机去执行人类各种工作任务,或代替人们去进行有关推理和决策。从而产生了电子计算机科学的一个分支——人工智能。人工智能所研究的一些具体领域有问题求解、自然语言的处理、感觉和模式识别、知识工程、机器人控制、游戏对策、程序自动化、计算逻辑等。无论如何,人工智能的吸引力是在于对人类自身智能的模拟。在目前,对人类智能的模拟还是十分初步的,这是因为人们对人类智能的了解十分肤浅。只有在人们对人类智能的机理有了深入的了解,才可能进行高度的人类智能模拟。

在一个设备或机器中进行一定的人类智能模拟,可以说是对该设备或机器进行智能化。通常,也把这种设备或机器称作智能设备或智能机器。

随着微型计算机的广泛应用,特别是单片机的诞生,使得各种机器、设备、仪器都可以采用计算机作为机内的控制器。当在一个机器或仪器内使用了单片机之后,它增加了大量以往所不具有的功能;并且实现了过去不可能实现的各种自动化能力。这些功能有的是模拟人类的智能的。例如一个加了单片机的电压表,它可以自动选择最好的测量范围以取得最高的测量精确度,而无需人工选择量程。这个功能虽然不很复杂,但它却完全模拟了人们按输入信号的大小选择量程的思想和行为。所以,从广义的角度上讲,凡是用计算机对仪器实行控制和管理,则可以说是对仪器智能化。而凡是其内部的控制核心是计算机的仪器,也称为智能仪器。在实际上,这类仪器也称为微机化仪器,或基于微型机的仪器。因此,概括地讲,对仪器配置计算机并改进仪器性能的过程可以称为仪器智能化。

仪器智能化可以分为下面有关步骤:选择合适的单片机以适配于仪器;确定仪器的各种指标和性能;建立硬件逻辑系统;设计工作软件使仪器可实现有关性能。

随着人工智能的发展和计算机科学各方面的发展,关于智能、智能化、智能仪器的概念和定义渐渐严密和完善。总有一天,人们会给出一个令人满意的定义。不过,这还需要一段时间和努力。而科学从来都是沿着不完善的道路发展的;当发展到一个阶段再往后看

时，人们往往会觉得，尽管以前的研究不甚成熟，但却是重要和必须经历的。

基于现实对智能的研究情况及广义的概念，在本书中将会把用单片机控制的家用电器称为智能家用电器，并对现行家用电器的单片机化称为家用电器智能化。

1. 2 家用电器的发展和单片机的作用

家用电器是指在家庭或室内使用的和人类生活直接有关的电器。家用电器只是一种统称，它包括各种人们生活电器；而这些电器不仅用于家庭，而实际上也用于社会上的各种单位和团体。例如空调机不只用于家庭，也用于有关商业公司、团体或政府办公室、医院、学校，及有关公共设施等。家用电器是一类应用最广泛的电器，它直接影响到人们的生活水平和生活方式。

1. 2. 1 家用电器的发展

电灯的发明标志着家用电器时代的开始，它也是人类历史的第一种家用电器。这是一个值得人们永远记住的年代：1879年，家用电器的始元。

此后，在二十世纪初，电熨斗开始进入家庭。如果说电灯是一种单纯的照明灯具的话，那么，电熨斗可以说得上是名符其实的家用电器了。电熨斗的大量使用使得人们对家用电器另眼相看。紧接着洗衣机、电冰箱和吸尘机等纷纷进入家庭。在二十世纪五十年代，由于晶体管等电子器件的出现和电子工业的飞跃发展，家用电器处于蓬勃发展的状态。到了七十年代后期，单片机的产生再次促进了家用电器的发展，这次发展与五十年代的发展有着本质上的不同。五十年代的发展是以品种多为特征的，而七十年代后期的发展是以智能化为特征的。到今天，智能家用电器的品种如雨后春笋般产生，无论是数量、质量和款式都达到空前的水平。

家用电器在人们的生活中有着极大的意义。它们可以减轻家务劳动强度，节省劳动时间，充实文化生活，改善生活环境，提高卫生水平；甚至可以治病，影响人的精神状态或改变人的生活习惯。所以，在家庭中的普及率越来越高，这必然在国民产值所占的比例也越来越高。家用电器的发展是伴随着新材料和新元件的发展而进行的。塑料的问世，使得家用电器大为改观；过去，以金属制造的家用电器的大部分部件都可以用塑料所代替。例如电风扇的外壳和风叶。而高压晶体管的诞生，导致了新式的电炊具——电磁炉的出现。同样，磁性开关的研制成功，使得自动电饭锅成为一种新型的家用电器。红外线石英灯的问世，使得红外线电暖器诞生。在家用电器的发展过程中，各种新型的家用电器，差不多都是在新元件或新材料诞生之后才发明出来。

家用电器的发展也伴随新的工艺技术的发展而日新月异。由于电机生产的工艺水平的改善，使生产微型电机变成一件不难的事；因而产生了以微型电机为重要工作部件的家用电器，如电剃刀、电动牙刷等。

家用电器也随着人们生活条件的变化而发展。现在，由于石油气和煤气炉在家庭厨房中的广泛应用，人们就发明了抽油烟机，以消除石油气和煤气在燃烧时产生的油和烟气。

目前，家用电器基本上有电热型、电动型、水洗型、制冷型、高频型等多个种类。

电热型家用电器有电熨斗、电热毯、电暖器、电饭锅、电热水瓶、电热水器、电热梳等。电动型家用电器有电剃刀、电动牙刷、电吹风、电风扇、吸尘机、电动绞肉机、搅拌

器、抽湿机等。水洗型家用电器有洗衣机、洗碗机等。制冷型家用电器有空调机、电冰箱、冷冻机等。高频型家用电器有电磁炉、微波炉、录音机、电视机、收音机、录象机、音响等。

1. 2. 2 单片机在家用电器中的作用

自从 1975 年单片机问世以来,它的历史不过只有十几年,但发展十分迅猛。到今天,单片机的年产量以亿为单位进行计算。单片机的应用范围也以最初的计算器发展到仪器、工业控制、计算机外部设备、军事设备、交通、家用电器等几乎所有的领域。

一、单片机及其发展情况

单片机是在一块集成电路上把 CPU、存储器 and 输入输出接口集成在一起而构成的计算机。单片机 (Single-Chip Microcomputer) 也称微控制器 (Microcontroller)。单片机的发展经过下列几个阶段:

1975 年,四位单片机的产生开创了单片机的历史。

1976 年,Intel 公司的 MCS—48 系列单片机的问世,使单片机进入 8 位机的水平。此后几年中,Motorola 公司、仙童公司、国家半导体公司、通用仪器公司、德州仪器公司、Zilog 公司等分别推出相应的单片机 MC6801、MC6805、F3870、COP800、PIC1645、TMS7000、Z8。

1983 年,Intel 公司又推出了 16 位单片机,即 MCS—96 系列。在不长的时间内,国家半导体公司生产 HPC 系列、NEC 公司生产了 78K/Ⅲ、78K/Ⅵ系列 16 位的单片机。近年来,为了适应通信发展的需要,不少生产厂家研制了专门进行数字信号处理的单片机。这种单片机称为数字信号处理器 DSP。它的 CPU 结构较为特殊,过去的单片机基本上采用 Von Neumann 结构;而 DSP 则基本采用 Harvard 结构。在 DSP 的结构中,一个特点是指令数据采用流水线结构;另一个特点是数据采用并行处理方式。所以,在 DSP 内部,采用多个 ALU 和多条总线。一般来说,DSP 有一个一般的 ALU,另一个 ALU 则是乘法/累加器;而数据总线则有 X 总线和 Y 总线两条。最典型的 DSP 有德州仪器公司的产品 TMS32010、TMS32020、TMS320C25、NEC 公司的 μ PD7720、 μ PD77C25、美国微系统公司的 S28211 等。

近几年,有关公司推出 32 位的单片机,其中以 NEC 公司的 μ PD77230 最为典型。这种单片机也称高级信号处理器 ASP (Advanced Signal Processor)。它可用作数字滤波器、高速数据调制器、高速控制、图象处理、图形传递、语音处理等。

在各种单片机中,不同的单片机系列的用途各有不同。NEC 公司的 7500 系列和 75X00 系列四位单片机,国家半导体公司的 COP400 系列四位单片机是在家用电器中广泛应用的单片机。而 Intel 公司的 MCS—51 系列和 NEC 公司的 μ PD7800 系列则大量用于一般仪器、打印机、复印机、键盘等。Zilog 公司的 Z8 系列在自动售货机、收款机等商用设备中大量使用。Intel 公司的 MCS—96 系列在工业控制设备、机器人等领域享有重要的地位。DSP 和 ASP 则在邮电、通信、卫星、雷达等起着极大的作用。

二、单片机在智能家用电器中的作用

智能产品必定有智能控制部件。在智能家用电器中,单片机就是它的智能控制部件。当人们接通了家用电器的电源,并输入一些指令性信息之后,家用电器就在单片机的管理和控制下工作,完全不再需要人去加以干预。

有的家用电器的的工作过程只是按顺序的先后执行一些机械性的动作，而动作已由它的结构所确定，这些动作不需进行调节。这类家用电器如洗衣机，在本质上，它是可以采用开环控制方式的。这时，单片机在家用电器中的作用是作为动作管理的。这种家用电器中单片机的位置如图 1—1 所示。在图中可以十分清楚看出：设定面板、单片机和执行部件组成了整个系统。设定面板用于设定工作的方式，单片机接收了所设定的方式之后，就去控制执行部件进行相应的动作。这种结构是最简单的结构。单片机的智能作用也较差，它一般的作用只是接收设定指令，根据现行设定指令去形成或找寻相应的工作进程，然后再按这个工作进程发出动作命令，指示执行部件工作；在工作进程执行完毕时就自动停止。在这种结构中，单片机实际上只是执行检索工作进程并按此工作进程作有关操作。可见它的智能是较低的。

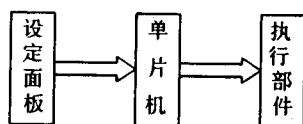


图 1—1 家用电器中单片机的位置之一

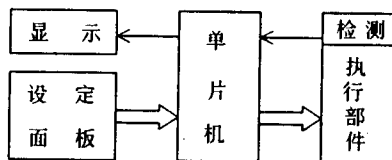


图 1—2 家用电器中单片机的位置之二

有的家用电器的工作过程是根据某些条件进行调整的。例如空调机，它必须根据外界环境的变化而调整制冷水平。白天和黑夜显然不一样，而白天的上午、中午和下午也不会一样。这类家用电器要求做到随外界条件的变化而确定正确的行动。也就是说，它的智能就稍为高一些。从系统控制角度来说，这种系统是一个闭环系统。这时，单片机在家用电器中不仅作为动作管理，而且进行执行部件的调节。在这种家用电器中单片机的位置如图 1—2 所示。这时整个系统由设定面板、单片机、检测元件、执行部件和显示器组成。在这种系统中，单片机接收了设定面板的指令之后，在开始工作之前还要检测有关状态才进入工作，而在工作中还需不断检测有关状态，再去以恰当的控制信号驱动执行部件工作；使家用电器工作的结果符合设定的指令要求的状态。这也就是说，单片机的工作不仅与设定指令有关，而且与有关状态有关；故而它的工作也就较之复杂；它的智能作用也就较高。

单片机用在家用电器中使得家用电器的性能和作用有了极大的变化。一般普通的空调机，人们只能通过面板的旋钮和开关设定它处于吹风、制冷还是加热三种状态，并且按选择开关的位置选定空调机是处于制冷的强、中、弱，还是处于加热的强、中、弱。这种空调机的空调质量是较差的，一旦选定了某种状态，则空调机就一直处于这种工作状态；需要改变时则要进行人工干预。而单片机控制的空调机，则可以根据环境温度的变化而进行制冷控制。特别是它可以根据人的生理过程进行睡眠时间空调。对于一般人的睡眠情况，在未入睡前，要求室温较低；当入睡后，人的新陈代谢速度放慢，这要求空调机的空调温度缓慢上升，以免使处于熟睡状态的人着凉；当人处于深睡的时候，其新陈代谢速度低到一个稳定水平，这时又要求室温恒定于一个稍高的温度中，这一种温度变化对于一般的空调来说，只能通过不断地进行人工改变面板的控制旋钮和开关位置才能实现。也就是说，在一个家庭中，睡眠状态的室内温度控制，需要一台普通空调机加上一个“保姆”才能做到。但是，一台由单片机控制的空调机就可以进行很有效的睡眠状态室内温度控制。人的睡眠

状态对外界温度的最佳适应情况，可以通过专门训练过的专业人员对为数众多的人群进行研究后得出。因此，睡眠状态的室内温度变化曲线可以说是一种最简单的专家系统。只要把这条曲线转换成数据并存储于单片机中，一旦人们在面板上选择睡眠指令，单片机就根据睡眠状态的室内温度变化曲线进行室内温度调节。很明显，这种空调机有近似于“保姆”的智能。如果空调机中没有单片机，它是无法具有这种智能的。

在单片机控制的各种家用电器中，它们都带有各种各样的智能，无论这种智能水平的高低。特别值得指出的是：由于单片机在家用电器中控制作用是一种智能行为，所以，它在能耗上讲，是消耗较少能量的；和普通家用电器相比，智能家用电器是一种节能电器。这一点对用户来说是十分有意义的，而对社会来说也是极有意义的。

总的来说，在智能家用电器中，单片机起了智能控制部件作用。它的存在，提高了家用电器的品质，增加了家用电器的功能；并在家用电器中执行模拟人类智能的进程。随着智能控制理论和人工智能研究的深入，各种更加逼真地模拟人类智能的家用电器会更多地出现，而单片机和智能理论的结合，将来不但更多地改进现行家用电器，而且将会产生全新的家用电器。

第二章 四位单片机及其结构原理

单片机已为各个领域竞相应用的一种器件,它的应用不断改变现行设备的面貌;所以,越来越受人们欢迎。在家用电器中,由于家用电器的功能一般来说并不复杂,控制精度也要求不很高,所以,大量使用四位单片机。

2.1 家用电器中常用的单片机

家用电器中常用的单片机有日本 NEC 公司的 7500 系列、75X00 系列;美国国家半导体公司的 COP400 系列;德州仪器公司的 TMS1000 系列;ROCK WELL 公司的 PPS/1 系列;松下公司的 MN1400 系列;富士通公司的 MB88 系列等。在上述这些四位单片机中,7500 系列、75X00 系列、COP400 系列是家用电器中的单片机主流,而又以 7500 和 75X00 系列的应用最为迅猛,在越来越多的家用电器中都可以见到它们的踪影。

2.1.1 日本 NEC 公司的四位单片机

日本 NEC 公司有三个四位单片机系列,它们分别是 7500 系列、75X00 系列、17K 系列。下面分别对这三个系列的单片机进行简要介绍。

一、 μ PD7500 系列四位单片机

μ PD7500 系列是由 CMOS 工艺制成的四位单片机,它大量用于电子计算器、电视机、录像机、微波炉和各种家用电器。

这个系列的主要性能有:

1. ROM 的容量:1K~6K 字节。
2. RAM 的容量:64 $\times$ 4~256 $\times$ 4。
3. 输入输出线:15~35 条。
4. 封装引脚:20~80。
5. 指令条数:47、67、92。
6. I/O 接口:LCD 控制驱动器,LED 驱动器,荧光管显示 FIP 驱动器,A/D 转换器,比较器,定时器,串行接口 SIO。
7. 程序存储器:ROM、OTP、选背 EPROM。

μ PD7500 系列有关型号如表 2—1 所示。

表 2—1 μ PD7500 系列单片机

型号	ROM	RAM	I/O 线	指令	接口	引脚	选背式(OTP)
μ PD7501	1K	96 $\times$ 4	24	92	LCD	64	
μ PD7502	2K	128 $\times$ 4	23	92	LCD	64	
μ PD7503	4K	224 $\times$ 4	23	92	LCD	64	
μ PD7504	4K	256 $\times$ 4	31	92	LCD	64	

μ PD7507(H)	2K	128 $\times$ 4	32	92	(LCD)	40	μ PD75CG08E
μ PD7508(H)	4K	224 $\times$ 4	32	92	(LCD)	52	μ PD75CG08E
μ PD7527A	2K	128 $\times$ 4	35	67	FIP,LED	42	μ PD75CG28E
μ PD7537A	2K	128 $\times$ 4	35	67	FIP,LED	42	μ PD75CG38E
μ PD7528A	4K	160 $\times$ 4	35	67	FIP,LED	42	μ PD75CG28E
μ PD7538A	4K	160 $\times$ 4	35	67	FIP,LED	42	μ PD75CG38E
μ PD7519H	4K	256 $\times$ 4	53		FIP	64	μ PD75CG19E
μ PD7516H	6K	256 $\times$ 4	53		FIP	64	μ PD75CG18E
μ PD7533	4K	160 $\times$ 4	30	67		42	μ PD75CG33E
μ PD7554/A	1K	64 $\times$ 4	16(15)	47	SIO,LED	20	μ PD75P54
μ PD7564/A	1K	64 $\times$ 4	15	47	SIO,LED	20	μ PD75P64
μ PD7556/A	1K	64 $\times$ 4	20(19)	47	比较器 LED	24	μ PD75P56
μ PD7566/A	1K	64 $\times$ 4	19	47	比较器 LED	24	μ PD75P66
μ PD7506	1K	64 $\times$ 4	22	47	定时器	22	

二、 μ PD75X00 系列四位单片机

表 2-2 μ PD75X00 系列单片机

型号	ROM	RAM	I/O 线	指令	接口	定时器	引脚
μ PD75104	4K	320 $\times$ 4	58	46	SIO, 比较器	3	64
μ PD75106	6K	320 $\times$ 4	58	46	SIO, 比较器	3	64
μ PD75108	8K	512 $\times$ 4	58	46	SIO, 比较器	3	64
μ PD75112	12K	512 $\times$ 4	58	46	SIO, 比较器	3	64
μ PD75116	16K	512 $\times$ 4	58	46	SIO, 比较器	3	64
μ PD75P108	8K	512 $\times$ 4	58	46	SIO, 比较器	3	64
μ PD75P116	16K	512 $\times$ 4	58	46	SIO, 比较器	3	64
μ PD75206	6K	369 $\times$ 4	55	136	FIP, PWM	4	64
μ PD75208	8K	497 $\times$ 4	55	136	FIP, PWM	4	64
μ PD75212A	12K	512 $\times$ 4	55	136	FIP, PWM	4	64
μ PD75216A	16K	512 $\times$ 4	55	136	FIP, PWM	4	64
μ PD75P216A	16K	512 $\times$ 4	55	136	FIP, PWM	4	64
μ PD75268	8K	512 $\times$ 4	54	136		3	64
μ PD75304	4K	512 $\times$ 4	32	103	SIO, LCD	3	80
μ PD75306	6K	512 $\times$ 4	32	103	SIO, LCD	3	80
μ PD75308	8K	512 $\times$ 4	32	103	SIO, LCD	3	80
μ PD75312	12K	512 $\times$ 4	32	103	SIO, LCD	3	80
μ PD75316	16K	512 $\times$ 4	32	103	SIO, LCD	3	80
μ PD75328	8K	512 $\times$ 4	36	103	SIO, LCD, A/D	3	80
μ PD75402A	2K	64 $\times$ 4	22	44	SIO	1	28
μ PD75512	12K	512 $\times$ 4	64	136	SIO, A/D	4	80
μ PD75516	16K	512 $\times$ 4	64	136	SIO, A/D	4	80
μ PD75004	4K	512 $\times$ 4	34	103	SIO 蜂鸣	3	42
μ PD75006	6K	512 $\times$ 4	34	103	SIO 蜂鸣	3	42
μ PD75008	8K	512 $\times$ 4	34	103	SIO 蜂鸣	3	42

μ PD75X00 系列,也称 75X 系列单片机。它是最强的 CMOS 四位单片机,采用最新的结构和超大规模集成电路工艺。在内部结构中,最大的一个特点是采取存贮器分配的 I/O 结构,也就是把存贮器的地址分配给 I/O 端口,使得对 I/O 端口读写即是对存贮器地址执行读写。另外,这个系列的单片机的存贮器容量比 7500 系列要大得多,同时,还有 EPROM 型的产品。 μ PD75X00 系列单片机在高档的家用电器中有广泛的用途。

这个系列的主要性能有:

1. ROM 的容量:2K~16K 字节。
2. RAM 的容量:64×4~512×4。
3. 输入输出线:22~64。
4. 封装引脚:28~80。
5. 指令条数:44、46、103、136。
6. I/O 接口:FIP 驱动器,PWM 输出,LCD 控制驱动器,A/D 转换器。
7. 程序存贮器:ROM,OTP,EPROM,E2EPROM,迭背 EPROM。

μ PD75X00 系列单片机有关型号如表 2—2 中所示。

在 75X00 系列单片机中,和 7500 系列一样,如果型号表示为 75P×××,则说明该型号是一次性编程 OTP(One Time Program)产品。例如 μ PD75308 和 μ PD75P308,它们的结构和性能相同,只不过 μ PD75P308 是 μ PD75308 的 OTP 型号。如果型号表示为 75CG×××,则说明该型号是迭背式产品。例如 μ PD75208 和 μ PD75CG208,它们的性能是一样的,但 μ PD75CG208 是 μ PD75208 的迭背式产品。

75X00 系列单片机中,包有多种不同型号和性质的产品,这些产品如图 2—1 中所示。从图中可以一目了然地知道这个系列产品的有关接口和存贮器情况。

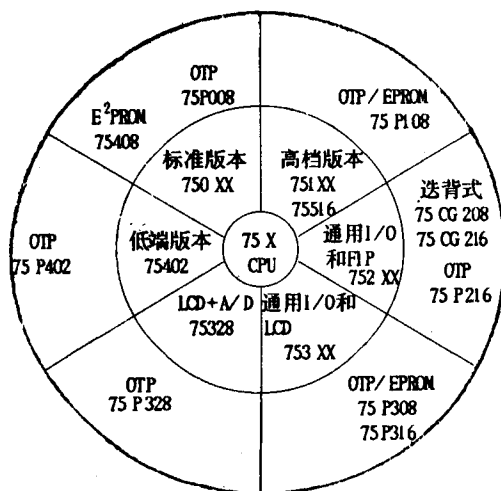


图 2—1 75X 系列单片机的构成

三、17K 系列四位单片机

17K 系列是 CMOS 工艺的四位单片机,它的指令格式为 16 位。在这个系列中有三个子系列,每个子系列都是针对专门的应用而设计的。这三个子系列分别是 170XX 系列、171XX

系列、172XX 系列。

170XX 系列单片机含有锁相环 PLL 和 D/A、A/D 转换功能；所以，它的主要用途是用于收音机或电视机的数字调谐系统。特别是这个系列中的 μ PD17002、17051、17052、17053 含有图象显示控制器 IDC (Image Display Controller)，所以，用于电视机控制是十分理想的。

171XX 系列单片机是一种通用型四位单片机。它的外引脚有 16、22、24、52、64 多种，可适用于不同的目的。

172XX 系列单片机主要用于红外线遥控控制器。这个系列的单片机有一个很大的优点，就是它的电源电压适应性宽，可以从 2.2V~5.5V。同时，这个系列都有液晶显示器 LCD 接口。

17K 系列单片机有关型号如表 2—3 所示。

表 2—3 17K 系列四位单片机

型号	ROM	RAM	I/O 线	A/D	D/A	SIO	接 口	引 脚
μ PD17001	8K	224×4	32	6	3	1	PLL	48
μ PD17002	8K	336×4	27	6	4	1	PLL、IDC	48、64
μ PD17003A	8K	320×4	35	6	3	1	PLL、LDC	80
μ PD17005	16K	432×4	35	6	3	1	PLL、LDC	80
μ PD17051	16K	448×4	31	8	3	1	D/A、IDC	48
μ PD17052	16K	448×4	44	8	4	1	D/A、IDC	64
μ PD17053	24K	672×4	44	8	4	1	D/A、IDC	64
μ PD17102	4K	208×4	40	/	1	1	LCD	52
μ PD17103	1K	16×4	11	/	/	/		16
μ PD17104	1K	16×4	16	/	/	/		22
μ PD17107	1K	16×4	11	/	/	/		16
μ PD17108	1K	16×4	16	/	/	/		22
μ PD17106	8K	178×4	10	/	/	1	LCD	64
μ PD17201A	6K	336×4	20	4	/	/	LCD	80
μ PD17202A	4K	112×4	17	/	/	/	LCD	64
μ PD17203A	8K	336×4	29	/	/	1	LCD	52
μ PD17207	8K	336×4	20	4	/	1	LCD	60

2.1.2 美国国家半导体公司的四位单片机

美国国家半导体公司是世界上最主要的四位单片机生产厂家之一。它生产的 COP400 系列单片机在家用电器中应用也十分广泛。这个系列单片机是一种价格低廉，用途广泛的微控制器。它们的主要性能如下：

1. ROM 容量：0.5~2K 字节。
2. RAM 容量：32×4~160×4。
3. 指令周期：4 μ s—~16 μ s。

4. 工艺:NMOS、P²CMOS。
5. 串行接口:微总线结构。
6. 宽电压工作范围: +2.4V ~ +6.3V。
7. 优秀宽温工作范围: -55℃ ~ +125℃。
8. 封装引脚: 20 ~ 28。

COP400 系列单片机的主要用途是:消费型电子产品、自动化产品、汽车、工业控制、玩具、游戏机、电话等。这个系列最特殊的是它的微总线。微总线串行接口是国家半导体公司开发的一种串行通信口,它由串行输入 SI, 串行输出 SO 和串行逻辑控制时钟 SK 三根通信线组成,无论输入或输出都是在 SK 控制下进行。

COP400 系列单片机的有关型号如表 2—4 中所示。

表 2 4 COP400 系列单片机

型 号	ROM	RAM	I/O 线	引脚	无 ROM 型号	迭背型号
COP413L	0.5K	32×4	15	20	COP401L/X13	
COP414L	0.5K	32×4	15	20	COP401LN	
COP410L	0.5K	32×4	19	24	COP401LN	
COP411L	0.5K	32×4	16	20	COP401LN	
COP413C	0.5K	32×4	15	20	COP404CN	COP444CP
COP413CH	0.5K	32×4	15	20	COP404CN	COP444CP
COP410C	0.5K	32×4	19	24	COP404CN	COP444CP
COP411C	0.5K	32×4	16	16	COP404CN	COP444CP
COP420	1K	64×4	23	28	COP402N	COP420P
COP421	1K	64×4	19	24	COP402N	COP420P
COP422	1K	64×4	16	20	COP402N	COP420P
COP424C	1K	64×4	23	28	COP404N	COP444CP
COP425C	1K	64×4	19	24	COP404N	COP444CP
COP426C	1K	64×4	16	20	COP404N	COP444CP
COP420L	1K	64×4	23	28	COP404LSN—5	COP444LP
COP421L	1K	64×4	19	24	COP404LSN—5	COP444LP
COP422L	1K	64×4	16	20	COP404LSN—5	COP444LP
COP440	2K	160×4	35	40	COP404N	COP440R
COP441	2K	160×4	29	28	COP404N	COP440R
COP442	2K	160×4	19	24	COP404N	COP440R
COP444C	2K	128×4	23	28	COP404CN	COP444CP
COP445C	2K	128×4	19	24	COP404CN	COP444CP
COP444L	2K	128×4	23	28	COP404LSN—6	COP444LP
COP445L	2K	128×4	19	24	COP404LSN—6	COP444LP

在表 2—4 中,左边给出的型号是商用型号,它的温度范围从 0℃ ~ +70℃。COP400 系列单片机还有工业用型号和军用型号。工业用型号的温度范围为 -40℃ ~ +85℃,它们和商用型号相对应。例如商用型号为 COP413L,则对应的工业用型号为 COP313L。两者的区别

只在于COP后的第一个数字,如果COP后第一个数字为“4”,则是商用型号,为“3”则是工业用型号。军用型号的温度范围最宽,从 -55°C 到 $+125^{\circ}\text{C}$ 。军用型号有COP210C、COP211C、COP224C、COP225C、COP226C、COP244C、COP245C;这些型号分别对应于COP410C、COP411C、COP424C、COP425C、COP426C、COP444C、COP445C。

在表2—4中,右边给出的是无ROM型号和迭背式型号。这些型号主要是用于进行COP400系列单片机应用开发的。在进行某种型号开发时,可选择对应的无ROM或迭背型号。例如,在开发COP413C时;先用无ROM型号COP404CN或迭背型号COP444CP,这些型号是需要外接存贮器EPROM的,EPROM则存贮被开发的软件。

2.2 家用电器常用单片机 μPD7566

μPD7566 是7500系列单片机中的低档机。它有价格低廉,外引脚少等特点,是温度控制和家用电器智能化一种特别理想的单片机。这种单片机十分适用于空调机、微波炉、电冰箱、电饭锅、洗衣机和录音机控制。 μPD7566 的一些输出线可以直接驱动双向晶闸管或LED;而它的一些输入线是比较器输入,故而可直接用于检测某些物理量。用 μPD7566 可以组成一个引线极少的家用电器智能控制器。

μPD7566 的特性可以概括如下:

1. 指令条数:45。
2. 指令周期: $2.86\mu\text{s}$ (主振频率700KHz)。
3. 程序存贮器ROM容量:1K字节。
4. 数据存贮器RAM容量: 64×4 。
5. 定时计数器:8位
6. I/O线:19条,总输出电流达100mA。其中,5条(P80、P81、P82、P90、P91)可直接驱动双向晶闸管和LED;8条(P100~P103、P110~P113)可直接驱动LED;4条(P10~P13)用于比较器输入。
7. 备援功能:STOP/HALT。
8. 数据存贮器内容在低压时可以保存。
9. 功耗:250~480mW。
10. 电源电压:2.7~6.0V。

μPD7566 内部含有振荡和时钟电路,只要外接石英振荡器就可以工作, μPD7566 没有中断系统,它是用跳指令来对试验信号进行检测。试验信号源有两个,一个是外部输入的信号上升沿,另一个是内部定时计数器的溢出信号。所以,在实际应用中对外界信号的响应是用跳指令去实现的。

2.2.1 μPD7566 的逻辑结构

μPD7566 的结构框图如图2—2所示;封装和引脚如图2—3所示。从图2—2中可知,它是由存贮器、CPU和I/O部件组成的。在 μPD7566 中,除了I/O端口之外,外围电路还有定时计数器和试验控制电路。下面分别介绍 μPD7566 的各个部件的结构和功能。

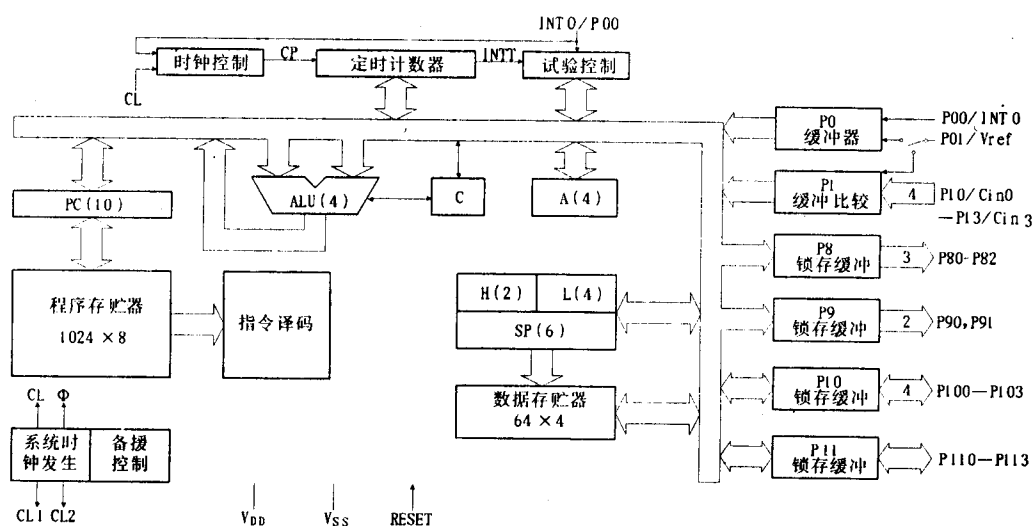


图 2 2 μ PD7566 的逻辑结构

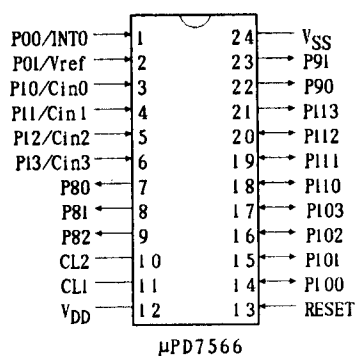


图 2 3 μ PD7566 的封装与引脚

一、 μ PD7566 引脚功能

μ PD7566 是一个 24 引脚的单片机。由于它的程序寻址和数据寻址都是在片内进行,即是不能在外部扩展存贮器,故它无需向外发送存贮器读写的有关信号,如地址锁存信号 ALE、读信号 RD 和写信号 RW 等。所以 μ PD7566 的引脚基本上用于输入输出。

1. P0 端口(P00~P01, 1~2 脚) P0 端口由 P00, P01 端组成,并分别对应于 INTO 输入端和 Vref 输入端。它是输入端口。

2. P1 端口(P10~P13, 3~6 脚) P1 端口是四位输入口。也是比较器的输入端 Cin0~Cin3。

3. P8 端口(P80~P82, 7~9 脚) 它是三位输出口,输出电压 9V, 电流 15mA。

4. P9 端口(P90~P91, 22~23 脚) 它是二位输出口,输出电压 12V, 电流 15mA。

5. P10 端口(P100~P103, 14~17 脚) 这是四位 I/O 端口,电压 12V, 电流 10mA。

6. P11 端口(P110~P113,18~21 脚) 这是四位 I/O 端口,电压 12V,电流 10mA。
7. CL1、CL2(10~11 脚) CL1 和 CL2 是石英振荡器的连接端。
8. V_{DD} 、 V_{SS} (12、24 脚) V_{DD} 是电源端, V_{SS} 是地端。
9. RESET(13 脚) 复位输入端。

μ PD7566 的引脚在实际应用中可能用不完,也就是有的引线无用。无用的引脚一般不应让它悬空。特别是 P0、P1、P10、P11 这四个端口应接上相应的电平信号。当 P00 无用时,应接到 V_{SS} ;P01 无用时,可以接 V_{SS} 或 V_{DD} ;当引脚 P10~P13 不用时,可接到 V_{SS} 或 V_{DD} ;而 P10 和 P11 端口,即 P100~P103,P110~P113 不用,考虑为输入时可接 V_{SS} 或 V_{DD} 考虑为输出时可悬空。

二、存储器

存储器分成程序存储器和数据存储器,如图 2—4 所示。程序存储器用于存放指令,数据存储器用于存放数据。在 μ PD7566 中,转移指令和跳指令会到程序存储器取新指令,即实现转移;而运算类指令则到数据存储器存取数据。

1. 程序存储器

程序存储器容量为 1K 字节,地址从 000H 到 3FFH。程序存储器由程序计数器 PC 寻址。所有工作程序全部存放在程序存储器中。在执行复位时,程序从 000H 地址开始执行。

2. 数据存储器

数据存储器容量为 64×4 ,地址从 00H 到 3FH,它是一个静态随机存储器。它用于存放数据,并用作堆栈。数据存储器可以用三种方法进行寻址。第一种是直接寻址,在这种方法中指令中的立即数即是地址。第二种是寄存器寻址,在这种方法中寄存器对 HL 的内容即是数据地址。第三种是堆栈寻址,这是栈指针 SP 的内容是数据地址。

在数据存储器中任何空间都可以用作堆栈。用 TAMS P 指令可以对栈指针 SP 置数,也即是定义堆栈栈顶。当执行 CALL 指令,则程序计数器 PC 和程序状态字 PSW 就不被存入堆栈中。存储的格式按下列方式进行:(SP—1)地址中存 PC7~PC4,(SP—20)地址存放 PC3~PC0,(SP—3)地址存放程序状态字 PSW,(SP—4)地址存放 0、0、PC9、PC8。当执行返回指令时,就会把堆栈中的 PC9~PC0 送回程序计数器 PC;但 PSW 则不能恢复。

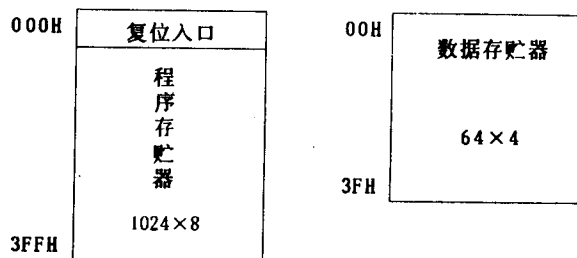


图 2 4 μ PD7566 的存储器

在 STOP 方式时,低电压电源就可以保存数据存储器的内容。

三、 μ PD7566 的运算控制部件

1. 程序计数器 PC

程序计数器 PC 是一个 10 位的计数器,它用于存放程序存储器的地址。每执行一条指令,则 PC 的内容自动加上指令的字节数,从而形成下一条指令的地址。执行 CALL 指令,

PC 内容存入堆栈;执行返回指令,则恢复 PC 的内容。在执行转移指令时,则转移地址会送入 PC。在跳指令执行时,则 PC 自动加上所跳过的指令的字节数。在复位时,PC 被清零。

2. 栈指针 SP

栈指针 SP 是一个 6 位的寄存器。在执行 CALL 指令时,SP 自动减 1,把 PC 和 PSW 入栈;在执行返回指令时,SP 自动加 1,把 PC 弹出栈。

对堆栈初始化是用 TAMSP 指令。它用于设定栈顶地址。在 TAMSP 执行时,SP 的最低位自动置为 0,即栈顶地址是偶地址。如果栈顶的地址是 3FH,即数据存贮器的最高地址,则初始化时应把 00H 送入 SP。

由于复位时,SP 的内容是随机的;所以,在程序的开头必须对 SP 进行初始化。初始化时可用下面程序数:

```

EXAM:LHLI      00H
      LAI       0
      ST
      LAI       4
      TAMSP     ,SP=00H
  
```

在执行 TAMSP 指令时,把 HL 寄存器所指明的地址中的内容送 SP3~SP0,同时把累加器 A 的低两位内容送给 SP5~SP4,并把 SP0 置零。这种过程如图 2—5 中所示。应该注意,SP 的内容是不能读出的。

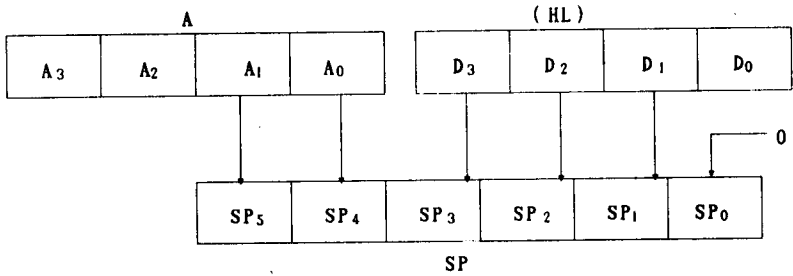


图 2 5 TAMSP 指令的意义

3. 通用寄存器 HL

通用寄存器 H 是 2 位的寄存器,L 是 4 位寄存器。它们各自可单独使用,也可以组合成寄存器对使用。

寄存器对 HL 一般用于间接寻址时存放数据地址。

L 寄存器还用作 I/O 端口指针。当执行 I/O 指令 IPL 或 OPL 时,L 寄存器的内容用于指明 I/O 端口或时钟方式寄存器。当执行 I/O 端口的位清零或置“1”指令 RPBL 或 SPBL 时,L 寄存器的内容用于指明端口的位。L 寄存器在 IPL、OPL、RPBL 和 SPBL 指令中的寻址作用如表 2—5 所示。

在表 2—5 中,L 的内容作为行,指令则作为列;行与列的交叉处所标志的即是对应指令和对应 L 寄存器内容时的寻址对象。例如当 L 寄存器的内容为 AH 时,如果执行 IPL 指令,则对 P10 端口寻址;如果执行 OPL 指令时,也是对 P10 寻址;如果执行 RPBL 或 SPBL 指令,则是对 P10 端口的第二位寻址,即对 P102 寻址。

表 2-5 L 寄存器的寻址作用

L 的内容	IPL 指令	OPL 指令	RPBL 和 SPBL 指令
0H	P0 端口		P80
1H	P1 端口		P81
2H			P82
4H			P90
5H			P91
8H		P8 端口	P100
9H		P9 端口	P101
AH	P10 端口	P10 端口	P102
BH	P11 端口	P11 端口	P103
CH		时钟方式寄存器	P110
DH			P111
EH			P112
FH		SM3 标志	P113

4. 累加器 A

累加器 A 是一个 4 位寄存器,它在执行算术运算中起着中心作用。对数据存储器存取数据时,地址一般由寄存器对 HL 给出,而数据一般都在累加器 A 和数据存储器之间传送。

5. 算术逻辑部件 ALU

ALU 是一个 4 位的算术逻辑运算电路。它可以执行加法,逻辑操作,加 1,减 1,比较和位操作。

6. 程序状态字 PSW

PSW 是一个 4 位寄存器,它包括 SK0、SK1 这两个跳标志和一个进位标志 C。PSW 的结构如下图 2-6 所示。

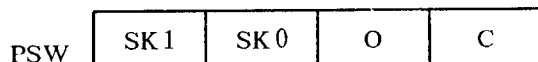


图 2-6 PSW 结构

在 PSW 中,它的第 1 位是常为“0”的,这一位没有意义。下面分别说明它的第 0 位和第 2、3 位的作用。

(1) 进位标志 C

第 0 位是进位标志 C。当算术逻辑部件 ALU 执行运算时产生进位信号,则 C 被置“1”;否则被置 0。另外,用置进位指令 SC 可以对 C 置“1”;用清进位指令 RC 可以对 C 清零。用有进位跳指令 SKC 可以对 C 进行测试。

(2) 跳标志 SK1、SK0

第 3 位是跳标志 SK1,第 2 位是跳标志 SK0。在每条指令执行完毕时会自动对跳标志 SK1、SK0 置“1”或清零。从而决定是否跳过下一条指令。例如在 A 和立即数相加指令 AISC 执行时,如果产生进位 C,则对跳标志 SK1、SK0 置“1”;接着会跳过下一条指令;否则对 SK1、SK0 置“0”,顺序执行下一条指令。

跳标志 SK1、SK0 在如下三种情况中保留不变:

①在执行弹跳效应指令(String Effect Instruction)LAI时。

②在执行弹跳效应指令 LHL1 时。

③其它无跳功能的指令执行时。

有关跳功能,弹跳效应将在指令系统中加以说明。

PSW 在 CALL 指令执行时会自动入栈,但在执行返回指令时并不恢复。在进行复位操作时,SK1、SK0 被清零,而进位标示 C 则是随机的。

四、 μ PD7566 的 I/O 端口

μ PD7566 有 6 个 I/O 端口,各个端口的位数稍有不同,功能也有区别。这些端口分别称 P0 口、P1 口、P8 口、P9 口、P10 口和 P11 口。下面分别介绍它们的功能。

1. P0 端口(单向输入口,2 位)

P0 口是一个 2 位的输入口,由 P00、P01 组成。P0 口是一个多功能复用输入口,它可以用于输入多种信号。

首先 P0 口可以用做一般数据输入口。其次,在把时钟方式寄存器 CM 的内容设置为“01”时,P00 可以用于输入计数时钟信号 CP,去对定时计数器 TC 进行计数。当试验控制电路 TCC 中的 SM3 标志被置“1”时,P00 用于输入试验信号 INTO 并且试验信号 INTO 的上升沿有效。而 P01 则可以由掩模制作时把其设定为参考电压 V_{ref} 输入端,故 P01 可用作比较器的参考电压端,不过这时 P01 不能再用作一般输入口。

在执行端口输入指令 IPL 时,如果 L 寄存器的内容是 0H,则是执行 $P0 \rightarrow A$ 操作;这时把 P01、P00 的内容送到累加器 A 的最低两位。

2. P1 端口(单向输入口,4 位)

P1 口是一个 4 位的输入口,由 P10、P11、P12 和 P13 组成。P1 口可以用做一般数据输入口,也可用作比较器输入口。把 P1 口用作比较器输入口 $Cin0 \sim Cin3$,是由掩模制作时选定的。P1 口用作比较器输入时,参考电压 V_{ref} 在 P0 口的 P01 端,每个比较器的输入端所输入的模拟电压为 $0 \sim V_{DD}$ 。当 L 寄存器的内容为 01H 时,用 IPL 指令就可以取比较结果。

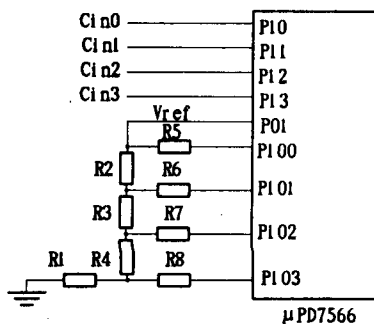


图 2-7 参考电压的改变

在 P10 口和 V_{ref} 端间接上电阻网络,然后把数据送出的 P10 口,则可以改变参考电压的值,如图 2-7 所示。由于在 P1 口中,比较器进行模拟信号比较需要 3 个机器周期,并要求参考电压稳定。所以,用 P10 口输出信号改变参考电压后,要有足够的时间使比较器比较,才能得到正确的比较结果。

所以,当用端口输出指令 OPL 输出数据改变参考电压之后,必须经过三条指令,才能

用端口输入指令 IPL 取比较结果。下面给出这种处理的例子。

```
EAM1:LHL1    0AH ;L=10
```

```
OPL          ;
```

```
NOP
```

```
LHL1    1    ;L=1
```

```
IPL          ;输入比较结果
```

3. P8 和 P9 端口(单向输出,3 位,2 位)

P8 口是一个 3 位的单向输出端口,由 P80~P82 组成。P9 口是一个 2 位的单向输出口,由 P90、P91 组成。这两个端口都含有输出锁存器。

在执行 OPL 指令时,如果 L 寄存器内容为 8H,则把累加器 A 的内容送入 P8 口的锁存器;如果 L 寄存器的内容为 9H,则把 A 的内容送入 P9 口的锁存器。

用 RPBL 或 SPBL 指令可以对 P8、P9 口进行位清零或位置“1”。在掩模时,P8、P9 口可以选定两种方式之一:CMOS 的推挽输出或 NMOS 的漏极开路输出。在 NMOS 的漏极开路方式中,端口可以和高达 9V 的电压信号相接。

4. P10 和 P11 接口(双向,4 位)

P10 口是一个双向 4 位 I/O 口,由 P100~P103 组成;P11 是一个双向 4 位 I/O 口、由 P110~P113 组成。两者都含有输出锁存器。

在 L 寄存器内容为 AH 时,OPL 指令把 A 的内容送到 P10 口;而当 L=BH 时,送 P11 口。不执行新的 OPL 指令或不进行复位,则 P10 和 P11 口的内容保持不变。即使用 IPL 指令对 P10 和 P11 口执行输入,也不影响其锁存器中的内容。

用 RPBL 和 SPBL 指令可以对 P10 和 P11 的各位进行清零或置“1”。

在掩模时,这两个端口可以选择下列三种方式之一,即 NMOS 漏极开路 I/O 方式,NMOS 漏极开路上接电阻连接方式,CMOS 推挽方式。

NMOS 漏极开路方式可以和高达 9V 的外电路相连;并且,当输出高电平到这些端口之后,端口可用作输入。而 CMOS 推挽方式时,当执行了输出后,则不能返回输入方式,不过端口引线的状态可以用 IPL 指令检测。

五、内部接口部件

内部接口部件包括时钟发生器、时钟控制电路、定时计数器、试验控制电路。

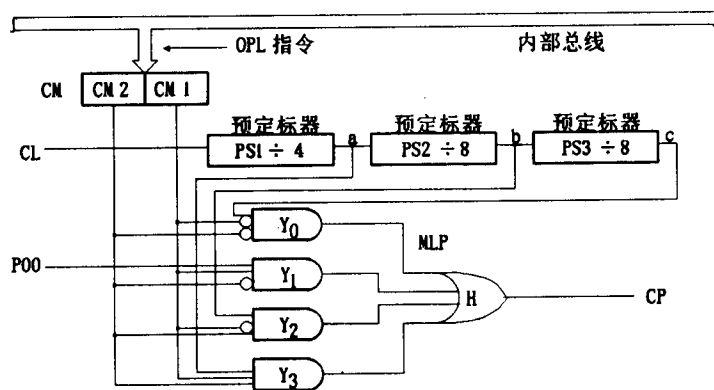


图 2-8 时钟控制电路 CCC