

会议资料 号

关于微型机应用的若干问题

第一机械工业部
机械工业自动化研究所

一九八〇年元月

微型计算机应用的有关问题

前言

一、当前微型机发展的主要特点

1. 8位机仍佔主导地位
2. 芯片、成套件、模块、系统
3. 软件的标准化的商品化
4. 16位微型机相继问世

二、微型机系统

1. 开发系统
2. 一般系统及工业应用系统

三、微型机应用

1. 应用概况
2. 应用情况分析
3. 微型机应用的有关问题

四、我国微型机的研制和应用情况概况

五、如何加速我国的微型机应用工作

前言

自从1971年以Intel公司的4004为代表的微型机问世后，它以人们所未曾预料的速度和规模迅速发展，冲击着计标机、仪表、以及半导体工业本身的一切领域。在此之前人们认为计标机是昂贵的、难于维获的庞然大物，现在却可由集成在一块或几块小硅片上的微型机芯片所取代，从而变成价格低廉、可靠性极高、而又灵活性极大的微小型电子元件。由于微型机的这些特点，使计标机越出研究所、大工厂、政府机关的大门，进入一切工业产品的初始设备中，进入商业、交通、医疗教育以及日常生活的所有领域，使仪表、工业机械、计标机外设等具有“智能”，使一切脑力劳动得到“解放”，使工业产品更新换代，这就是人们正惊讶地注视着微型机所引起的“第二次工业革命”。

图1是一个典型的微型机结构图。它由中央处理单元(CPU或MPU)、存储单元(RAM, ROM, PROM/AROM)输入输出接口(I/O)等几种到数十种不同集成度、不同功能的微型机芯片，配上必要的外围和外下设备(CRT显示终端、盒式磁带机、软磁盘、行印机等)，在系统和应用软件的支援下所构成，各下件之间通过地址、数据、控制多种总线相连接，构成各种不同功能的计标机。

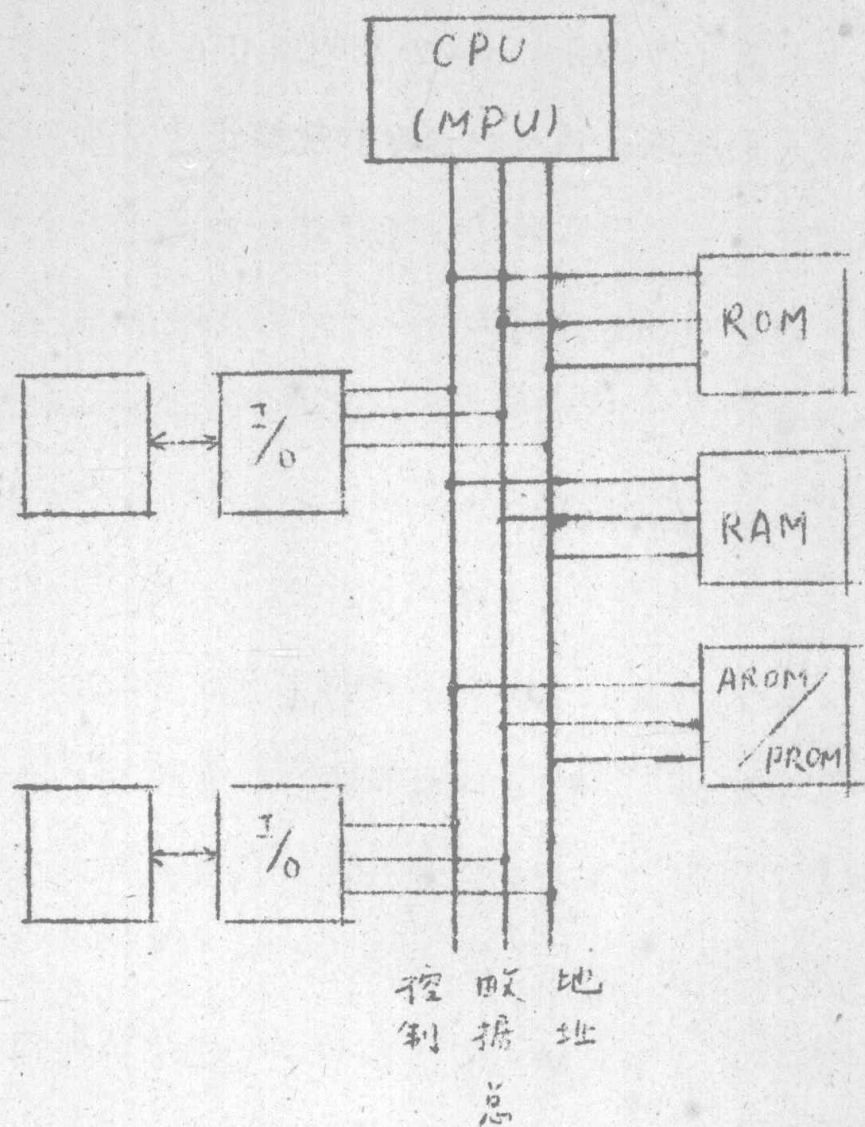


图 1 总线

71年以来的7~8年间微型机各种芯片以每两年集成度提高一倍的速度连续发片，动态RAM一个芯片上已经达到65K字节的水平，针对某些特定的应用，可以把可有功能芯片集成在一个大规模集成电路里，成为单片微型机。如Motorola公司的Mc6801，Intel公司的8048，8021等。还有把过去通常装在一块印制板上的各种外设接口都做成了标准芯片，如CRT控制四芯片，打字机控制芯片，等等。所有这些都使微型机在与中小型计算机的竞

爭中的主要指标，如价格、可靠性、灵活性等方百不断发生有利于微型机的变化。

价格。比较简单功能的微型机，可以用数百美元的一块印刷电路板制成，类似小型机的带有比较齐全的外设设备的微型机系统，花几千美元即可买到。芯片的价格差不多每年以 $\frac{1}{3}$ 的速度下降。与同样功能的小型机比较，微型机的价格为前者的数分之一。带有分时操作终端的大中型计算机，与多台微型机带有独自的外设设备的分时系统其价格已经相差无几，正在激烈的竞争。在美国，用一个微型机代替30~50个集成电路价格上已经相当了。

可靠性。以前由分立元件组成的计算机系统平均无故障运行时间(MTBF)达数千小时已经不易，采用集成电路之后，能达一万小时的已称高指标了。而微型机的可靠性因集成度提高，中间接点减少，Intel公司的8080芯片在常温下MTBF达7万小时，环境温度在75℃时，MTBF尚可达2万小时。Motorola公司可靠性实验后公布，其微型机四件的失效率为0.03%/1000。国内外的实践证明，微型机可靠性所达到的水平已使人们不再为硬件的可靠性而担忧了。

灵活性。由于微型机是由各种大规模芯片“裁缝”而成，因而一般不设计成通用计算机或小型机，而多为特定的应用和控制场合而研制的。一般微型机的系统结构、器件选择，乃至软件都不打标处理大量的不同应用，而打标以最有利的方式来实现少数功能，以做到技术上先进经济上合理。微型机已经没有了分档的概念，从

一个单片微型机到比较大的系统，中间有着千万种有各种应用“裁缝”的可能性，这个灵活性也是微型机冲击一切领域的因素之一。

微型机是电路技术、微电子学、计算机科学多种学科和技术综合发巳的结晶。这里不去介绍这些问题，这些方百都有不少专门的介绍。本文仅从微型机的应用角度，粗略地介绍一下有关问题，以引起讨论。而这种介绍又不可能列举所有大公司的产品，根据我们掌握资料的情况，以世界市场上佔有第二位的Motorola公司的产品为主，再附以其他公司的情况以做补充。

一、微型机当前发巳的特点

纵观微型机市场，琳琅满目，从机口的字长来看有1位机4位机，8位机，16位机；从机口组成来看又有位片式单片式而从制造的工艺，可分为双极型和MOS两大工艺，而每一种工艺又有若干分支。各公司既大易出售芯片，又出售功能模板，甚至系统，既有硬件产品，又有软件产品。下百归纳几个方百，是否可做为当前微型机发巳的若干主要特徵，提出讨论。

1. 尽管最近发巳了以处理开关易为主的一位微处理机，4位微型机仍佔有很大比重，16位新一代的（第三代）微型机已经进入市场，但目前在市场上和应用中佔压倒优势的仍是以8位机为主，而且8位机还在几方百继续完善和发巳。

1) 根据一些批易很大的一些初始设备厂的需要，如汽车工业，家庭电口中的微波炉等，发巳了能力甚小而功能齐全的，把全

下微型机下件 (C P U , R A M 128字节, 2K字节 R O M , 4个输入输出接 和 16位可编程定时口) 做成一片四十条出腿的单片微型机, 这片完全的微型机把系统软件和应用程序全下在半导体生产厂调试好並做成掩膜 R O M , 可以大批量生产, 每片价格只有20美元左右。M C 6801 和 8048、8021就是很好的例子, 这种单片机既可单独做为完全的计算机来使用, 又可以接上一些接口芯片继续扩展功能。

2) 在 L S I 集成度不断提高的背景下, 在 8 位机基本结构不变的情况下, 又发展了具有 16 位处理能力的 8 位机, 这种 8 位机已经靠近了小型机的边缘, 如 M C 6809 就是一例, 它除了有一个 16 位输出缓冲口之外, 将寻址方式从 7 种增加到了 16 种。在主频增加到 2 M H_z 的前提下, 使这个 8 位机的处理能力提高了 50%。

3) 系统设计中所必需的一些接口芯片进一步标准化和 L S I 化, 如与主机总线完全兼容的通用串行、并行接口芯片, 软磁盘控制口、直接存贮口存取芯片, C R T 控制芯片, 优先中断控制口芯片, 可编程定时口芯片, 通讯用的调制解调口芯片, 等等。由于这些通用接口芯片的标准化, 使 8 位机的系统构成和应用范围, 大大增加使它驰骋于工业控制、数据通讯和信息采集的广大领域里而不会遇到任何困难。

4) 8 位机的应用性能和条件进一步加强, 如工作环境温度

一般的在 $0^{\circ} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 范围，而通过工艺的改善，使最好的一档微型机片芯可工作在一 $55 \sim 125^{\circ}\text{C}$ 的恶劣条件下，而主机频率则继续提高，分为 1MHz ， 1.5MHz ， 2MHz 各档。由于这些条件的搭配，使 8 位机的应用领域得到进一步扩大。

2. 芯片、成套件功能模块、和系统。

微型机由于其价格低廉、性能可靠和结构灵活而冲击着一切领域，但也正因为这些特点使得具体的微型机系统设计工作复杂化。系统设计者不是简单地编制软件使用计算机，而必须从系统的硬件结构开始进行系统设计，同时研制软件，再进行综合分析调试等等。而这些并非每一个想使用微型机的用户都能担当起来的。即使技术上并不困难，但在每一个具体系统的设计上所耗费的时间却是可观的。这些无疑妨碍着微型机制造厂商大量推销他们的产品。为使用户缩短应用的路程，微型机配件目前以下列几种方式出售：

1) 芯片系列：对于设计力量较强，而又使用批量较大的用户，初始投资的多少至关重要，往往由用户买进成系列的大规模芯片以及相应的支援用的中小规模电路，组成系统，系统中的 ROM 研制成功后，或自己写入 AROM/PROM，或由半导体生产厂去做成掩膜。

2) 成套件：对于较小的系统，或对于教育培训用或业余爱好者来说，即不具备研制工具，又希望用最低的价格买一台完整的微型机，稍加焊接，就成了一个具有简单输入键盘和输出显示的

机口了。这就是出售微型机的又一种方式——成套件，它包括全下电子电口元件和已经制好的印制板，甚至已经装入ROM中的系统监控程序。这种成套件价格不断降低，少至200美元即可。不但主要半导体生产厂大舅出售，一些小的公司也研制了五花八门的这种机口。MEK 6800 D₂ KIT、TK-80等就是这方百的例子。

3) 功能模块：对于系统较大而批舅不大，系统开发工作比较复杂的用户，采取上述两种办法都不能廉价的解以问题。解决这类问题的最好途径是直接购进已经研制好的各种功能模块，如主机，各种存贮口，各种接口模块等等。节省了研制经费的代价是增加了一次投资。

4) 如果连在模块基础上的系统设计工作也不愿进行，那就可以直接买进市场上已经出售的针对各种不同目的而设计的系统，

3)，4)两项将在下百较详细的说明。

3. 软件的标准化商品化

由于微型机本身的处理能力有限，而又灵活性很大，就给软件工作带来很大的困难。一台微型机除了带上自己的主要基本软件——指令系统之外，还带有汇编程序和若干种高级语言，如FORTRAN, COBOL, BASIC 以及MP/L 等，有的机口最近又陆续配上通用高级语言Pascal。如果不是这样，那么任何一种微型机也就没有竞争力了。根据机口规模的大小，功能的强弱以及可带外设的多

少，机口本身都配有不同的监控程序 (Monitor)，如 Motorola 公司就发行了 JEBUG，MIKBUG，Micro-BUG，MINIBUG，TVBUG 以及 EXBUG 等一系列的监控程序，用户可根据自己系统的特点进行选择。这些都已经标准化并且用固件的形式 (Firmware) 出售。

对于小型应用或者培训学习一类机口，手编程序仍佔重要地位，但随着在微型机要解决的问题复杂程度的增加，应用汇编程序和高级语言就势在必行了。文献分析表明，虽然汇编编程比高级语言在编制时耗费时间较多，但生成的目标带却较外，因而在固化软件时就使用 ROM 时，高级语言在硬件上的投资却较大，这一点对于那些批易大的系统设计就显得异常重要了，因而对于微型机来说一般非常强调汇编程序的重要性。至于各种语言的选择，解决问题的范围，就与小型机相差无几了。

程序的编汇以及高级语言的编译和解释，对于较大的用户，自己较大的微型机或者开发系统，则可以在同样的机型上进行这些工作，这些软件称为驻留型 (Resident)。但对于像在美国这样计算机非常普及的国家，计算机大小网络比比皆是，分时终端使用方便，往往希望在分时终端甚至由大机口组成的网络上调试自己的微型机软件，这就是交叉型的汇编和编译程序，以 Motorola 公司为例，图 2、3 给出了驻留型和交叉型软件的产品概况

图 2 M 6 8 0 0 驻留软件选择

(包括所需RAM的最小容量)

软件名称	调试所用的			EXORciser/EXORdisk II	EXORterm
	M 6800 系统	A DS	EXORciser/EXORterm		
共驻留编辑	M 68EAM1 (4K)	M 68XAE6813A/B (8K)	直接提供	(16K)	
汇编	固化在ROM中				
宏汇编	不提供	M68MASR010 A/B (16K)	直接提供	(16K)	
连接加载程序					
驻留FORTRAN	"	不提供	M68FINR012M	(24K)	
解释程序					
驻留BASIC	"	M68BASR010 A/B (8K)	M68BASR010M	(20K)	
翻译程序					
驻留MPL	"	不提供	M68MPLR010M	(56K)	
驻留Cobol	"	"	M68COBOL010 M	(32K)	
解释程序					

(注: 标注A—盒式磁带, B—纸带, M—M DOS软盘)

软件名称		介 质		主 机 (HOST Computer)				
		Sigma g	HP2100	IBM 360/370	NOVA	Honeywell 6000	CDC6000	PDF
交叉汇编	穿孔卡片	M68SAM0214E	M68SAM01413E	M68SAM0713E	M68SAM0814E	M68SAM0912E	M68SAM1014E	M68S
	磁 带	M68SAM0214F	M68SAM043F	M68SAM0713F	M68SAM0814F	M68SAM0912F	M68SAM1014F	M68S
交互式模拟口	穿孔卡片	M68SEML0211	M68EML0411E	M68EML0711E	M68EML0812E	M68EML0911E	M68EML1012E	M68E
	磁 带	M68EML0211F	M68EML0411F	M68EML0711F	M68EML0812F	M68EML0911F	M68EML1012F	M68E
MPL交叉式	穿孔卡片	M68MPL0212E		M68MPL0712E		M68MPL0912E	M68MPL1012E	
	磁 带	M68MPL0212F		M68MPL0712F		M68MPL0912F	M68MPL1012F	

从图中看出，一种软件，做为商品可以以不同的介质（如盒带、带、卡片、磁带、软磁盘，以及固化在ROM中）形式出售。可以根据使用的系统和所带外设的具体情况进行选择。

以上谈的是基本软件的情况，至于应用软件微型机制造厂就全下提供了，不过一般他们都做两件事，以支持产品的大面积广：

- 1) 对批量较大的用户代为制造ROM掩膜，
- 2) 帮助用户组成用户应用集团，用自己少数的应用软件入以换取更多的软件。

由于软件的研制要耗费大易的人力，即使是只购买产品而不买术（如清单和文本），与硬件相比，软件产品的价格还是相当惊

人的，一条高级语言编译或解释程序纸带一般都在一千美元以上已经相当于一个小系统的硬件价格了。目前市场上互相竞争的8位机的产品，其胜败优劣，决定性的因素之一，就看它的软件是否强大。

4. 16位微型机相继问世，向小型机挑战

从前面的分析看出，8位的微型机在向两极分化，一方面向较小功能的应用，向单片机及片方百发已，同时强化8位机能，如M68009，在门内虽仍然以8位进行运算处理，在已经有了16位的输出，成为准16位的微型机。但这并没有8位机的根本变革。在8位机的基础上，直接研制第三代的16位微型机，是几年前就开始了一场新的竞争，79年Intel，

以及 Motorola 等公司相继公布 16 位机已经研制成功，有的已经投入市场，如 8086，有的即将投入。图 4 将 8086，Z8000，MC68000 的主要技术指标列举一二，再做简略分析。

	8086	Z-8000	MC68000
芯片引脚数	40	48	64
工 艺	H M O S	N M O S	H M O S
基本指令数	97	110	61
寄存器数	8 个	16 个(通用) (能以 32 位 64 位)	16 (32 位)
寻址方式	6	8	14
工作频率	5~8 兆	4 兆	8
直接寻址范围	1 兆字节	8 兆字节	16 兆字节
多微处理器连接	能	能	能
CPU 内的晶体管数	29000		68000
电 源	5 V	5 V	5 V

图 4 几个 16 位机的比较

从这个简表及有关资料分析可看出以下几点趋势。

1) 16 位机在硬件、软件两方面尽量做到利用 8 位机的成果，其综合性能超过了 8 位机 5~10 倍，引起了质的变化。但是，以 MC68000 为例，则正在研制 M6800 和 M68000 间的指令翻译软件，同时想保留其接口芯片的有效性。

2) 新的16位微型机综合性能指标已经超过低档的小型机PDP-11/34, MC68000甚至超过中档机PDP-11/45的性能, 但比高档的PDP-11/70尚显不足。性能价格比方面已经把PDP-11远远抛在后面。

3) 除了8086是较多地保留8085的原有思想之外, Z8000及MC68000都为进一步发展和大型应用留下了充分的余地, 如多微型机工作的考虑, 32位甚至64位寄存器的设计以及通用Pascal高级语言的采用, 等。

16位机的另一个分支是PDP-11、NOVA机等小型机的微型化。这些小型机制造厂商看到了来自微型机的冲击, 利用小型机软件后盾比较雄厚的有利条件, 竟先将它们微型化, 成为LSI-11型, micro-NOVA微型化了的小型机, 使之在价格方面有利于竞争。但除了软件方面不要什么新的开发工作之外机口的系统结构并没有微型机的优越, 它们只能与8位微型机相争于一时, 新一代16位微型机问世后, 它们的前途就更加困难了。

除了以上几个主要点之外, 由于微型机的片芯集成度逐年提高, 主机价格大幅度下降, 外设设备的投资就显得日益不相称了。目前微型机的外设基本上与小型机的相同, 这种局面正在改观, 如盒式磁带机的广泛采用, Texas微终端的出现, 小型针打的投入市场, 小尺寸CRT的配备等等, 适应大批推广微型机的一代新型外设将陆续问世。

二、微型机系统

微型机系统分两类，即开发（或研制）系统及各种用途的应用系统。

1. 开发系统。

按照以往的传统方法，当硬连线随机逻辑硬件的完成，工作即告结束，即可开始调试和使用。而微型计算机硬件构成之后，仅仅是系统设计工作的开始，真正的系统调试，软件的生成，硬件的修改，系统的模拟等一系列步骤都要从头进行。对于不同应用对象对软件硬件侧重点有所不同。大批量生产的微型机应用系统着重节约硬件，而特殊应用的系统又要求软件的开发尽量节省人力。这些微型机系统的设计工作必须有一套工具，即用微型机系统来开发新的微型机系统，这种系统的开发工具就是微型机的开发系统，或叫研制系统。

一般都是半导体生产厂为了推销其产品而研制的，典型的例子是Intel公司的MDS 80和Motorola公司的EXORciser两个系统。这类系统的构成类同小型机，带有CRT显示终端和键盘输入、外存软盘驱动口和输出打印机以及盒式磁带等比较完整的外设。软件除汇编编辑高级语言的编译程序之外还有调试程序、装入程序、模拟程序以及AROM/PROM的写入程序。其可能完成的功能是：

1) 系统的仿真和模拟

- 2) 软件的调试
- 3) 进行编译和汇编
- 4) 书写或改写 AROM/PROM 存贮口
- 5) 测试本系列的微型芯片等。

开发系统实际上是一个可扩展的系统，根据开发的内容可插入不同的接口模块以及系统模拟、系统分析、系统特性监控口等模块，以及合适的 RAM 模块。但这类系统只能开发本公司微型机片芯系列所构成的系统，对其他类型的微型机就无能为力了。Tektronix 公司鉴于上述情况，设计了一套用来可开发世界上主要微型机厂商的产品的通用开发系统——8001 及 8002 微型机实验口。这个系统能开发 Z-80, 8080, 8085, M6800 以及 TMS 9900 等微处理口系列芯片组成的系统。除了上述的一般功能之外，这个系统强化了仿真功能，并增加了跟踪功能。在这个系统中应用了两个微处理口、一个用于系统一个用于仿真，同时也就带有两套存贮口。

Motorolo 公司除了 EXORciser 大的开发系统之外，还有一系列功能较小的系统，例如 ADS 系统。对于只须调试软件、写入 AROM/PROM 以及进行汇编等用途，也就是够了，在投资上节省了数倍。

2. 应用系统

随着微型机应用领域的日益扩大，利用半导体生产厂生产的系

列芯片大大小小的微系统公司，研制了千百种的微型机应用系统。

有的公司研制了专门用于商业和业务管理用的微型机系统，如 Radio Shack 公司的 TRS-80，带有盒带、软盘、CRT 等外设，並配有 BASIC 语言。再如 Cromemco 公司的系统配有多路显示终端，可进行分时操作，这种系统用做培训和教育非常合适。工业应用系统因为应用对象和目的千差万异（如生产管理、安全保障系统、工业自动化、数据采集、检测和仪表、机械控制，过程控制、物流管理、交通管理、数据通讯等）除了在软件上要求的差异很大之外，其重要特点之一就是接口模块非常丰富，以适应不同的需要。如美国 PCS 公司用 8080 组成的 380 系列，用 Z-80 组成的 180 系列，用 MC-6800 组成的 280 系列就具有可接受开关、定时、按钮、计数、接点等各种带有光电隔离的输入输出模块以及带有 A/D D/A 转换的模拟量输入输出模块。意大利 CARLO CAVAZZ1 公司用 8080 研制的 SAM 工业应用系统是一个典型的工业应用系统的例子，带有丰富的接口和很强的扩充能力，並有可能构成多微系统，其框图如图 5 所示。这个系统一共有微处理器、存储器、过程接口、外设接口、输入/输出及系统扩充用的六类 28 种不同模块，在硬件上可能满足很多领域的需要，当然软件还要单独开发。