

微处理机和微计算机 在冶金中的应用

(译文集)

北京冶金设备自动化研究所

前 言

随着半导体技术的发展，继晶体管和集成电路之后，微处理机在电子学中开拓了第三个革命阶段，以微处理机的中央处理部件为核心的微计算机的出现，对工业过程自动化给了新的冲击。微计算机具有成本相对低廉和高度灵活性、可靠性，可以分散控制，便于诊断和维修等特点，因而在工业、交通、医学以及日常生活等方面得到日益广泛的应用。近几年来，在冶金工业方面微处理机和微计算机的应用日益增多，可以实现工业过程的高度自动化，并确保高质量、高产量、高可靠性生产。例如用于确保生产高炉炉料称重和配料、电弧炉炼钢、电渣重熔、热轧、冷轧、退火、精整以及物理和化学检验等方面。为了促进我国冶金工业的发展，我们选择了18篇有代表性的文章，并由朱新朋同志编写了一篇有关其应用的文献综述。由于我们水平有限，其中错误在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

1. 微处理机在冶金工业中的应用	朱新朋 (1)
2. 微处理机及其在演变过程中应用的可能性	[德] (7)
3. 微处理机在钢铁工业中的应用	[日] (16)
4. 微计算机在铸造、冶炼设备中的应用	[德] (19)
5. 控制计算机和微计算机在电炉钢厂的应用	[德] (22)
6. 电渣重熔的计算机控制	[英] (29)
7. 微处理机在加热炉上的应用	[日] (37)
8. 微处理机在罩式退火工艺中的应用	[德] (42)
9. 微处理机在连续感应加热热处理中的应用	[法] (48)
10. 微计算机在轧机控制方面的应用	[日] (54)
11. 分批式炉群的集中操作控制系统	[日] (62)
12. 轧钢控制用的微计算机	[英] (69)
13. 连轧机的微计算机控制系统	[英] (76)
14. 微计算机控制的轧机机架制动自动化	[德] (80)
15. 应用微处理机的宽度计	[日] (85)
16. 采用微计算机的应力计系统	[英] (92)
17. 带有微计算机控制系统的新的线材轧机	[英] (99)
18. 以微处理机为基础的线材和棒材轧机的控制系统	[英] (104)
19. 阿尔贝德公司迪费尔钢铁厂用微处理机控制酸洗、纵剪和精整线	[法] (110)

微处理机在冶金工业中的应用

朱 新 朋

随着电子计算机技术的发展,它在各方面的应用越来越广泛。微计算机及微处理机的出现,已使这种应用更加现实。在冶金工业方面,使用计算机及微处理机的场合越来越多,实现了自动化、无人化、高质量、高产、高可靠性的生产。下面扼要地介绍一下有关微处理机的结构特性、发展概况及在冶金工业中的应用。

一、电子计算机发展概况

自从1946年世界上第一台电子计算机问世以来,电子计算机已经经历了四个重要时期:第一代(1946—1956年)电子管式计算机;第二代(1957—1964年)晶体管式计算机;第三代(1965—1970年)集成电路式计算机;第四代(1971年至今)大规模集成电路计算机。

1965年美国首先研制出小型计算机(运算速度达几十万次/秒),采用了大型机的某些先进技术,能满足一般要求,价格便宜(低于一万美元/台)。

1971年美国英特尔公司首先研制出单片4位微处理机,1975年微型机世界产量50万台。微型机是由单片或几片大规模集成电路组装成的,经济性、可靠性、效率和小型化方面都超过了小型计算机。价格约几百美元/台;电耗为小型机的66~75%;速度略低,为小型机的30~50%。

我国1959年研制出第一台电子管式大型通用计算机(10,000次/秒)。1967年研制成第一台晶体管式通用计算机(70,000次/秒),当时落后美国五年。1976年制成集成电路通用计算机(200万次/秒),已落后美国十年。

国外微型机的发展过程如下:

1. 萌芽期: 1970年大规模集成技术首先在最容易实现的存储器方面应用成功,美国台式计算机制造厂商英特尔公司制成了“1103”随机存取存储器(RAM),存储容量为1K(1024位),采用P沟MOS工艺。1971年美国休莱特·帕卡德公司用五块PMOS大规模集成电路制成HP-35袖珍式计算器。

2. 第一代(1971年): 1971年下半年,英特尔公司在台式计算器的基础上设计了Intel 4004微处理机和以它为核心的MCS-4微型机,采用PMOS硅栅工艺,字长4位,没有中断功能,主要用于十进制串行运算和简单的数据处理,基本上是一种可编程序的高级台式计算器。

由于MCS-4功能弱,灵活性差,1971年12月英特尔公司又设计了Intel 8008微处理机和以它为核心的MCS-8微型机,仍采用PMOS硅栅工艺,字长8位,具有完整的指令系统和中央处理部分,虽然还没有超出台式计算器的范围,但为大规模集成电路的通用化开拓了一条新路。这一发展时期为第一代。第一代产品的基本特征如下:

(1) 采用PMOS大规模集成电路;

- (2) 采用 4 ~ 8 位并行处理的中央处理单元;
- (3) 插脚数一般为 16 ~ 24 根;
- (4) 基本上指令执行时间在 4 ~ 10 微秒以上;
- (5) 系统结构还没有超出台式计算器的范围。

3. 第二代 (1973 年): 由于 MCS-8 速度低, 功能差, 作为与低挡小型机衔接的微型机还满足不了要求; 1973 年 12 月英特尔公司又在 Intel 8008 基础上加以改进, 设计了 Intel 8080 微处理机, 字长仍为 8 位, 但采用了 NMOS 硅栅工艺, 速度比 8008 提高十倍, 基本指令执行时间由 20 微秒缩短到 2 微秒, 插脚数由 18 根增加到 40 根, 还有 8 级中段功能, 完全具备了计算机的结构型式。从此微型机的发展跨入第二代, 第二代产品的基本特征如下:

- (1) 采用 NMOS 或其他工艺制造的大规模集成电路;
- (2) 采用 8 ~ 16 位并行处理的中央处理单元;
- (3) 插脚数一般为 40 ~ 42 根;
- (4) 基本指令执行时间为 2 微秒左右;
- (5) 具有计算机的结构型式 (如地址、多级中断功能等)。

4. 第三代 (1976 ~ 1979): 为了继续扩大微型机的使用范围, 特别是在 1976 年以后全面发展了各式各样的微处理机和微型机, 例如美国基洛格 (Zilog) 公司的 Z-80 (基本指令执行时间为 1.6 微秒) 和英特尔公司的 8085 (基本指令执行时间为 1.3 微秒) 等 N 沟 E/D MOS 型微处理机; 英特尔公司的 4048 低成本型单片微型机; 美国德克萨斯仪器公司 (TI) 的 TMS 9900 和仙童公司 (FCI) 的 F9440 型 (I^2L) 16 位微处理机都具有第三代产品的某一特征, 但真正的第三代微型机需经过几步走, 预计在 1979 年 CMOS/SOS (互补 MOS/硅兰宝石技术) 工艺突破后才能出现, 目前正从以下几个方面改善产品性能:

- (1) 以驻留编译程序作为程序语言;
- (2) 具有丰富的可扩充的指令系统;
- (3) 能够配用廉价的存储器;
- (4) 基本指令时间缩短到 200 毫微秒以下, 存取周期缩短到 100 毫微秒以下;
- (5) 接口简单, 便于使用。

二、电子计算机应用概况

国外应用电子计算机的范围很广, 主要有:

- 1. 数值计算
- 2. 数据处理和情报检索
- 3. 工业控制

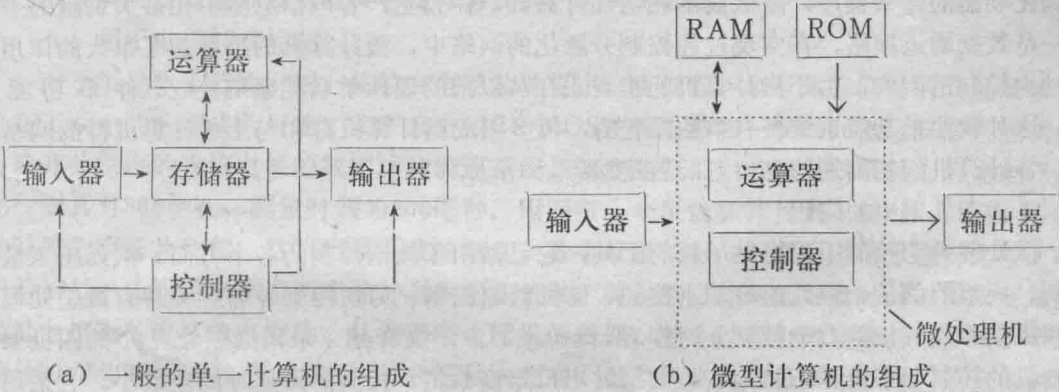
1958 年美国首次用于化学工业, 以后又用于冶金、电力、机械等方面。钢铁工业中应用最多的为美国, 其次为日本。但日本发展迅速, 67 年 150 台, 70 年 300 多台, 73 年 460 台。仅五大钢铁公司 75 年 435 台。其中 105 台用于生产管理, 330 台为过程控制机。用于轧钢的占 35%, 其次是高炉 (配料、上料、热风炉燃烧换炉)、转炉。

日本有的钢铁公司采用计算机后, 收益比计算机费用多 3 ~ 4 倍。例如在轧钢方面, 热连轧速度达到 30 米/秒以上, 冷连轧达 40 米/秒以上。某轧钢厂增产 10 万吨钢材, 废品率减少三分之二。又如氧气顶吹转炉, 实现动态控制, 终点命中率达 90 ~ 95%。日本二次大战后兴

建的500万吨钢铁厂，有职工15,000多人，用计算机后，减少到7,000人。最近新建厂只有4,000人。

- 4. 企业管理与生产管理
- 5. 计算机辅助设计
- 6. 人工智能

三、微处理机



微计算机主要组成部件是：微处理机，随机存储器，只读存储器，输入输出设备，接口部件。在设计中要顾及成本、适应性、兼容性、可靠性、速度、体积几方面。

微处理机目前有两种主要的体系结构方式：单片中央处理机和双片中央处理机。

双片中央处理机一片为运算逻辑部件，一片为可编程程序控制器。单片中央处理机适用于对速度和指令灵活性要求不高的场合。双片体系结构的特点是在控制器中含有微程序只读存储器。

微处理机通常按字的结构或者字长分类。

第一种情况是“位片”式结构，其中微处理机有一个组成微计算机系统的实际字长的“位片”。例如，假设设计者需要有一个较长的字长，具体说来比如是16位，由位片结构组成这样的系统，只需要把这片子并行联接达到16位字长。如果是使用2位位片部件（如英特尔3002）只需把上述的8个片子并行联接在一起。因此字结构的灵活性是很明显的。

第二种情况，字结构是单独的部件。于是微处理机按字长分类，分为4位、8位、12位和16位，字长愈长，性能愈强，但片子愈复杂。

现在的微处理机大多由1~3个芯片组成，例如 Intel 8080 的芯片面积为 22mm^2 ，片上有5,000个元件，芯片封装在有40个引脚的双列直插外壳里。一个完整的微型计算机系统除了微处理机外，还需RAM、ROM、时钟、同步及控制逻辑、外部设备接口转接器等共约几十片（其中大部分为中规模集成电路）。功能较简单时也可以由4~5片组成。而最简单的就是将各个部分都做一个片子上的所谓“单片控制器”。

为了实现微处理机的输入/输出的功能，还必须解决微处理机和作为输入/输出用的外部设备之间的连接问题。为此专门生产了一类器件，称为外部设备接口转换器（PIA），当需要连接多个外部设备时，只要相应地增加PIA就可以了。

四、微处理机在钢铁工业中的应用

钢铁工业过去采用一台计算机全部控制一个生产过程的集中控制方式,虽取得相当的效果,但响应性降低,软件设计困难,维护和可扩性差,可靠性降低。因此现在力求功能分散化利用多级计算机实现分散型计算机系统。

当前钢铁工业采用控制计算机的趋势是过程控制级与生产管理级的分离,或者可以说是生产管理信息处理的集中化和包括过程控制级端末处理的分散化。分散化系统的主要优点是能简化功能的复杂程序,降低成本和增加可靠性。作为生产管理信息集中化最大贡献的手段之一是数据通道网络,在实现过程控制分散化的网络中,微计算机的出现起了很大的作用。在过程控制范围内,由于微计算机的出现正在从以前的硬件单功能系统变成软件单功能系统。这种软件单功能系统虽有单独设置的,但多组成微计算机群和与上级计算机群的网络系统。各计算机间用高速信息传送装置连接。

1. 在轧钢中的应用

微处理机为控制工程提供了新的工具,它已被用于轧钢控制的各个方面。例如压下量的控制、板形的测量、热轧的冷却水控制、轧机转速控制、剪切控制等等。《具有微型处理机的四机架冷连轧机的自动控制》(作者Lecocq, H)一文介绍了采用微型处理机的四机架冷连轧机的控制环节及系统结构。为使钢材出口厚度稳定,控制的滞延时间应最小。它采用了向前输送讯号的办法,即前一机架因某种原因需要调整压下量时,同时向后面几台机架按一定的数学模型发出讯号,使最后一台机架轧出的厚度波动最小。把四机架连轧机的大系统分为几个子系统。这样使各机架控制系统之间的内在联系大大减弱。简化了系统,提高了可靠性。采用微处理机在功率方面、通用性方面、经济性和扩展性方面,都优于数字计算机控制系统。

2. 用于仪表系统

日本钢铁生产中(1978年)约有40套微型计算系统在运行或计划投产,系统的规模从几个回路到1500个回路,将微型计算机引入测量仪表系统是近几年的事,一般称之为数字仪表系统、综合仪表系统或分散型DDC系统。它的特点是软件能够实现原来模拟仪表的各种功能,硬件要比分散使用LSI的系统可靠性更高。使用微处理机的数字仪表系统的优点是:占用空间小、能耗低、能够实现各种高精度的数字运算、利用CRT人机功能使过程监视更为直观、通过软件程序按负荷大小调整动态增益可以改善系统的动特性,从而使控制精度提高,故障减少,维护简化,操作监视集中化。

新日本钢铁公司堺厂共有四座板坯加热炉(五段式),过去炉子仪表都是已使用十多年的模拟式电子仪表,1977年对其中两座仪表予以更新,而其余两座仍使用原有的模拟仪表。更新时考虑到:(1)因系与原有的模拟仪表混合使用,故仍采用与模拟表相同的操作方式,对操作者来说没有不适应感而可顺利地过渡到新系统;(2)可不知不觉地引进微型信息处理机技术、数字技术和计算机程序设计技术等,而且在运行和维修方面也不需要特殊的教育;(3)该次引进可以说是试行引进,对控制性能、人机连络设备性能等,可以充分预料和规定,可用积木式构件补加系统元件,分阶段顺利地扩大系统的性能和规模等各主要点。最后决定采用山武公司的TDCS2000型微型计算机系统。该系统的特点:炉内温度控制是使预热段(上/下)、加热段(上/下)和均热段的炉内温度保持在规定温度,并保持适当

的过剩空气率。炉内温度用热电偶检测并与规定值相比较,当燃烧量增加时,燃烧空气量超前控制,燃烧量降低时,则燃烧量超前控制。所以不管在什么情况下均可起到防止冒黑烟的作用。该系统已于1977年4月现场安装完毕,一直运行顺利。

川崎钢铁公司千叶钢铁厂6号高炉的仪表系统的特征是全面用以微型计算机为代表的数字仪表技术和通讯技术并用高一级控制计算机对高炉进行全面管理。效果有:(1)增加计算机的多重利用功能并提高精度来使测量值可靠性提高;(2)有效地实现复杂的测量控制和丰富的数据收集功能;(3)充实人——机接口质量,此外还积极进行新设备的研制。该系统已成为满足最低成本要求而改善操作方式的一种有力武器。

3. 用于电机转速控制

由于半导体工艺的发展,使数字电子装置更小,更便宜。半导体存储器的发展使微计算机在工业中的应用成为可能。某厂家应用C—MOS逻辑电路和一块8080微运算器去控制由可控硅开关供电的直流电机的数字脉冲调速系统。速度测量采用装在电动机轴上的光电码盘,它一圈具有300个孔,测量时间为200毫秒,因而每一个反馈脉冲代表1转/分,计数器、寄存器等字的字长为12位,这决定了系统的精度。数字反馈信号与数字给定信号进行比较,产生误差信号。由误差来调节两个脉冲列间的相位移,并控制可控硅的导通时间,即改变加到电动机电枢上的电压的占空比,从而调整电动机的转速。整个过程由微运算器来控制。系统的测量时间为200毫秒,速度调整在110毫秒内完成。如果提高微运算器和存储的速度,调整时间还可以缩短。该系统的调速范围为200—2500转/分。由于光电码盘的限制,系统的调节精度在低速时小于0.2%,在高速时小0.02%,在理论上可以达到小于0.002%的精度。

微处理机可作为分散型DDC和顺序控制应用。例如采用东芝TOSDIC的加热炉燃烧控制系统的过渡空燃比和废气含氧量控制。有报告说分别取得5%和4%的节能效果:扩大了燃烧控制的量程范围,使加热炉能在其设备能力的10%以及以下的低负荷范围内操作。在顺序控制方面,例如在生产线的入口、中央和出口各区设有微型计算机的过程控制器的生产线系统和连铸设备中的喷水冷却控制、包括用TOSDIC的喷水量DDC和跟踪的顺序控制。

微处理机的应用有着广阔的前景。有人提出,最新的轧钢控制系统及电子数字技术的综合利用的发展方向:(1)把微型机用于故障监视和寻找故障等新领域;(2)电动机模拟控制的微型计算机化;(3)由于存储的逻辑化,硬件结构变简单了。与此相反,软件方面却急剧增加。为提高软件的生产效率,正在从技巧方面和工具方面进行新的研究。(4)由于数据传送技术的进步,有可能获得多重性能价格比的分散式微型计算机系统。

今后的综合计算机系统在硬件方面仍然是大型控制机、数据通道,微型计算机、形态上正在出现从多级计算机到多级处理机系统、利用光通信实现数据通道的更高速化以及文件公用、微型计算机更单功能化的分散化综合系统的设计。软件方面今后会出现在中央管理计算机系统集中化、维护扩展容易的系统。功能方面把管理全部过程的各功能一元化。

今后还有软件管理、人机系统的方法、数据传送、降低成本等该研究解决的问题。

参 考 文 献

1. Microprocessors
2. 电子设计算机的工作原理简述及其发展概况,“冶金自动化”1978, 3
3. 微型计算机工作原理简述,“冶金自动化”1979, 3

4. 国外微型机的发展过程及典型微型机性能简介, “冶金自动化” 1979, 1; (“国外微型机及其在机械工业中的应用”)

5. 千叶制铁厂6号高炉的仪表系统, “川崎制铁技报” 1979, 10, No. 2. 3.

6. 微型计算机在钢铁厂的应用, “计测と制御” 1978, 18, No. 9

7. 最新的轧钢控制系统, “日立评论” 1979, 61, No. 9

8. 钢铁厂的综合计算机控制系统, “日立评论” 1978, 60, No. 7

9. 钢铁企业中工业计算机系统, “三菱电机技报” 1978, 52, No. 9

10. 具有微处理机的四机架冷连轧机的自动控制“Link Between Science and Applic. Autom. Control” 1978, 1

11. 微型计算机在加热炉上的应用, “计装” 1978, 21, No. 4

12. 微型计算机在冶金工厂的应用, “Austral Prouss Engineering” 1977, 5, No. 7

13. 微处理器的速度控制系统, “IECI77Proc.—Ind. Elec. and Contral Instrumentation” 1977, 3

14. 微型计算机在钢铁生产过程中的应用, “计测技术” 1978, No. 4

微处理机及其在演变过程中 应用的可能性

—J. Heidepriem Wuppertal

微处理机及其应用的可能性是目前很多技术讨论的中心。微处理机组合部件的提供者一直抱着降低成本的希望。但实践证明，实现这个愿望的费用是昂贵的，而且是长期的。因此，应该做以下方面的研究，即：从目前的观点来看，微处理机在演变过程中有哪些应用的可能性，必须注意哪些边缘条件，以便事后不必为所需要的时间和实际的设计成本而感到意外。

工 艺 发 展

在近 20 年中，半导体技术的发展首先有下述特征，即在一个只有几平方毫米的片上，不再是布置单个的电子结构元件（如电阻、电容器、二极管、三极管），而是布置越来越多的由这类元件与把它们连接起来的转换电路一起构成的基本线路。这类“集成电路”的元件的密度和错综复杂性就像使用的片的面积一样也增大了。各个发展阶段都有标志，如SSI、MSI、LSI，最近几年还有VLSI都归纳到半导体专业技术语言中（插图1）。由于这些发展阶段之间的过度不是很明显的，因此，对于开始和每片上已达到的或所再希望达到的元件和门电路的数目只能给出参考值，由此可得出有关数量级的印象。

SSI	→	MSI	→	LSI	→	VLSI
小规模	→	中规模	→	大规模	→	很大规模
集成		集成		集成		集成
发展大约开始于						
1960年		1968年		1972年		1977年
每个芯片上的门电路数目						
几个		100—600		1000—8000		到20000

图1：半导体技术的发展

对于今天的微型电子学来说，最重要的是：

—双极工艺的量以及

—MOS（金属半导体氧化物）工艺的量（工艺指的是生产方法）。

这里，对两种工艺的命名问题就不必再纠缠不休了。双极性标志表明，不论是电子还是空穴都参与了半导体中的电流传导，而MOS标志是在所谓场效应晶体管（美国简称为FETs）方面，是目前最重要的一类生产方法的代表。

使用者对这二种工艺的细节和待进行的生产步骤没有对各个产品性能的兴趣大。在图2中将它们以附标特性的方式进行了比较。

这种标志的图示特性把由两种工艺达到的较小的数量值用来做基准值。由其它工艺达到的数值是作为比值的倍数提供的。

	MOS 工 艺			Bipolare 工 艺			对于用户
	15	10	5	1	5	10	15
速 度				— ☐			有 益
集成密度			☐ —				兴趣不大
损耗功率				—	—	☐	
每个门电路的成本				—	☐		无 益

数值按 A Bode 1978

图 2 标示出来的半导体工艺的特性

根据该表，与双极工艺法相比较，MOS工艺的特点首先是功率消耗低、并因而有可能达到较高的集成密度。

这些有利的性能表现在：MOS 工艺的工作速度（例如一个晶体管从一个开关状态到另一个开关状态所需要的时间）大约只是双极性工艺工作速度的 $\frac{1}{5}$ 。因为最终所谋求的使用性能对所需费用起决定作用。在用双极性工艺时，由于很费钱的生产步骤为数较多，其成本约为 MOS 工艺生产成本的 7 倍。而目前微处理机绝大部分是用某一种 MOS 工艺生产（目前大多采用所谓 N—MOS 工艺制取）。集成密度不断增高和由此而降低其基本功能部件的成本（对于微处理机指的是二进制开关功能，对存储器，指的是存储）的后果是出现一种倍增器效应：电子信息和数据处理的应用可能性明显扩大。两种倾向以经济反馈方式产生下述结果：即每个基本功能元件的价格从 1960 年到现在降低了 10^{3-4} 倍。60 年代初期，磁芯存储器中存贮一个比特需花费一个马克，对于寄存器的触发器中的存贮来说，费用要超出许多倍。而今天则相反，只需要付出大约 0.001 马克（1/10 芬尼）。

最初是航空和宇航方面希望越来越高的集成密度，这种愿望集中表现在 NASA 计划上。相反，工业数据处理设计实际上从来也没有消极地考虑空间和重量需求的作用。对于加速半导体技术方面的发展，美国的宇航计划无疑起了决定性的作用。

微处理机和微计算机

前面写到的微型电子学方面的发展，特别是价格的发展使得可以把计算机的中央处理机全部或者部分地联合在一个芯片上。如图 3 所示。计算机的中央处理机(以前只称作处理机)包括用以控制计算机中由程序确定的功能流程的控制机构。还包括将运算数逻辑地或算术地相互联系起来的运算机构。处理机和主存储器一起构成计算机的中央机构。它是通过输入和输出装置与外围存储器 and 用户的外围设备（如果有这种设备的话）以及过程外围设备连接起来的。

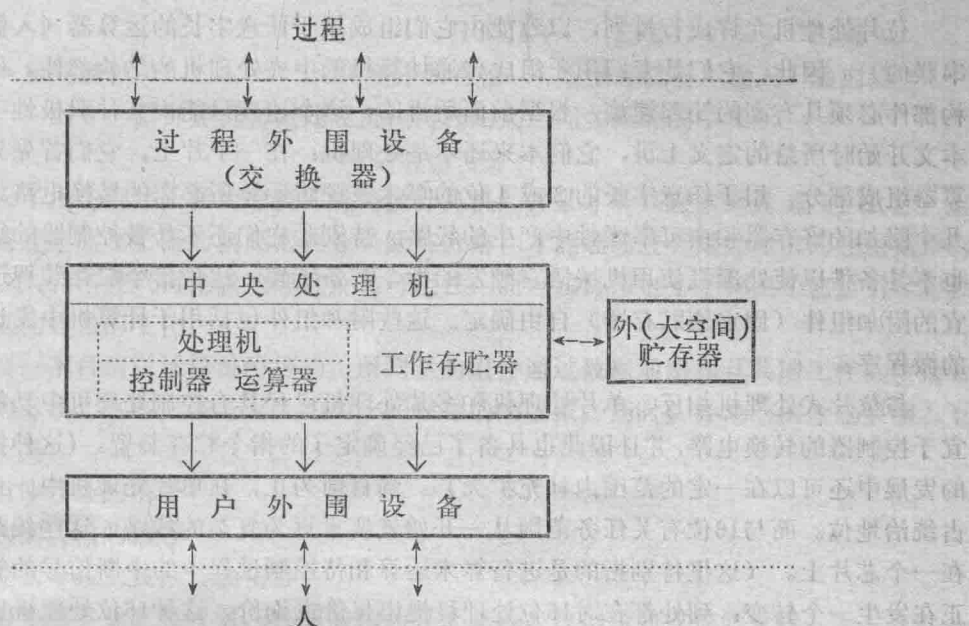


图3 60年代的“典型”过程计算机的组件

字长：以位为单位

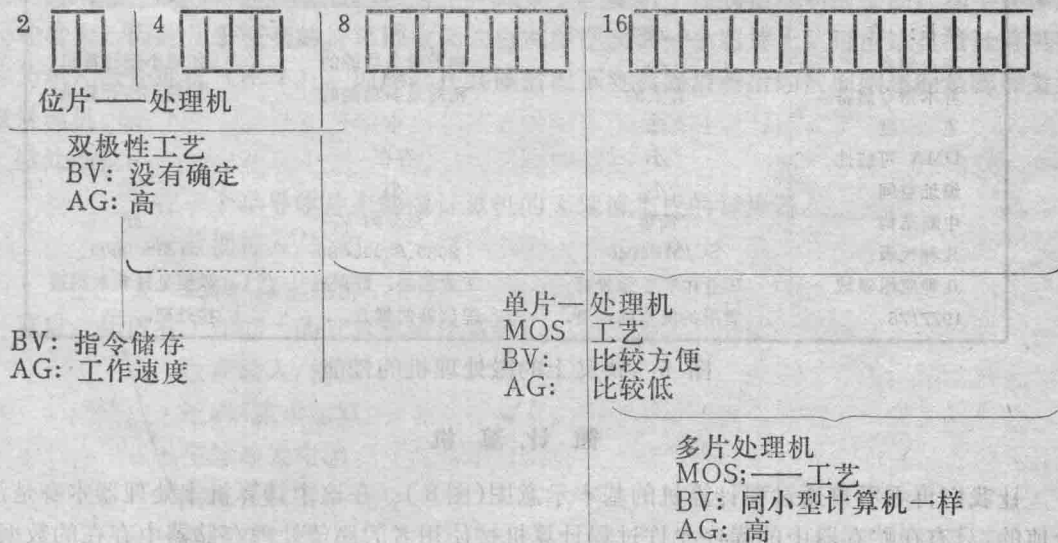


图4 微处理机的类型——概览

微处理机的概念

如前所述，微处理机是在一个片上的集成电路，这个集成电路可以反映出计算机里中央处理机的功能。然而，语言的使用使这个基本意义发生了变化，致使在进一步阐述时必须详细说明微处理机的含义是什么。在这里，最重要的分类标志是字长，这就是位数，它奠定了微处理机内部结构的基础。这里应首先将字长2或4位的位片微处理机与狭义的微处理机，也就是与字长8或16位的单片或多片微处理机相互区别。

位片处理机允许成行排列，以致能由它们组成用于任意字长的运算器（人们说它们是可串联的）。因此，它们是专门用于组成普通计算机的中央处理机的结构部件。作为这样的结构部件必须具有高的处理速度。根据前面所讲的，这个速度只能由某种双极性工艺达到。从本文开始时所给的定义上讲，它们本来还不是处理机：在一个片上，它们首先只包括作为运算器组成部分，用于任意字长的2或4位的算术或逻辑运算所必需的转换电路。并且还包括几个附加的寄存器和由可串联性中产生的线路。特别是它们还不具备控制器的组件，并因此也不具备借以使处理机使用机械语言触发的指令贮备装置。这种指令贮存装置还可以通过适宜的附加组件（固定值贮存器）自由确定。这些附加组件包括用于计算机中发送指令所必需的程序。

与位片式处理机相反，单片处理机和多片处理机已经具有控制处理机中功能流程的，适宜于控制器的转换电路，并且因此也具备了已经确定的指令贮存装置。（这种指令存贮在新的发展中还可以在一定的范围内补充扩大）。到目前为止，在单片处理机中一直还是8位型占统治地位。而与16位有关任务范围从一开始就要求更为复杂的线路，这些线路不能再布置在一个芯片上。（这里特别指的是进行算术运算和待控制过程中的中断信号的管理）。目前，正在发生一个转变：到处都在对16位处理机提出报价或询价，这种16位处理机显示出其部分明显的硬件方便特性。

	低 级	中 级	高 级
字长：位	4 或 8	8	16
指令储备	小	相对是多功能的	如同小型计算机
算术指令储备	有限的	相对是多功能的	如同小型计算机
速 度	低	中	高
DMA 可能性	小	存在	好
编址空间	小	小	大
中断结构	简单	充分的	好
几种代表	SC/MP4040	8080, 6800, Z80	TMS 9900
几种应用领域	工业中和业余爱好者用的简单的控制。	工业控制，数据处理仪器的耦合。	数据处理和数据遥控处理。
1977/78			

图 5 狭义上的微处理机的性能

微 计 算 机

让我们再看看普通过程计算机的基本示意图(图3)。在这个计算机上处理器本身是没有价值的；只有在贮存器中的程序允许过程计算机按使用者的愿望处理存储器中存在的数据时，同样，微处理机本身还没有功能作用，只有添加上用于程序和待处理数据的存贮器以及允许在这些结构部件和周围之间进行信息交换的装置时，才能从微处理机中得到相当于计算机的东西(图6)。普通的方法是在使用处理机时将程序置于狭意上所称的固定值贮存器中(ROMs)：只读存储器，或 PROMs：可编程序的只读存储器)。从这里只能读取而不能变换。这种固定值贮存器首先是由基本的逻辑元件网络组成的。通过追求的电流脉冲或是将一定的结点烧入或烧断，就可以编程序了。相反，数据被置于半导体贮存器中，既能读出也能写出信息。根据其另外一些性能中中的一种，今天大多称为RAMs (random-access-memories) 但更确切地应称为RWMs (read-write-memories-读写贮存器)。

$$\mu C = \mu P + ROMs + PAMs + E/A$$

微计算机 = 微处理器 + 程序存储器 + 数据存储器 + 输入、输出装置

图 6：微计算机和微处理器：两种定义之间关系的简单表示

由于加入了上述组件，微处理器即成为微计算机，并且才能执行数据处理的任 务。据 此，至少要通过提高存储器的集成密度并降低其价格，才能继续进行微处理器的应用范围的 讨论。因此，人们不应只讨论微处理器及其可能性，而应该讲微电子学和由于它所引起的数 据处理和自动化技术的变化。

简短地谈一下目前微计算机的结构：所列举的组件通过数据通路相互共同工作。数据通 路被称为数据总线。这些总线是有大约40—80根导线的线束，同时，导线的信号总要输入下 列三类中的一类：

- 一用于组件寻址的信号
- 一用于数据传输的信号
- 一用于控制总线上数据传输信号

所布置的导线本身汇集组成，它们被称为寻址总线、数据总线或控制总线。

除了已经写到过的，还有微计算机功能所需要的其它结构组件（例如脉冲发生器、中断 处理用的网络等）。

在结束这一段的时候，还必需指出这样的事实，即由于集成密度不断提高，和半导体片 的尺寸增大，因此几乎整套的计算机中央处理部件都座在一个芯片上。可惜这类微计算机也 被称为单片微处理器（图 7）。因此，在具体情况下应当弄清所指的前面阐述的是哪种类型 的微处理器。

微处理器：

在一个半导体片上的微计算机的大规模集成的计算机。

- 数据输入/输出
- 逻辑/算术运算

微计算机：构成有工作能力的计算机组件系统

- 数据输入/输出
- 逻辑/算术运算
- 主脉冲发生器
- 数据存储器
- 程序存储器
- 输入/输出组件
- 控制组件（集成电路用）

在单板计算机上，上述元件装在一个板上

单片微处理器：包括计算机所有元件的大规模集成的组件

- 数据输入/输出
- 逻辑/数字运算
- 主脉冲发生器
- 数据存储器

• 程序存贮器

• 输入/输出

图 7：微处理机和微计算机的概念

微计算的程序设计

在以上的段落中谈到了由于半导体工艺的发展和因此而产生的制造成本的降低，为在更专一的应用范围内使用数据处理仪器开辟了技术可能性：目前，供制造计算机用的部件的价格之便宜是 15 年前没有人敢想的。由于上述发展，自然就设想每个人在家里写字台上有一台计算机。现已习惯“个人计算机”这种说法。

在其它方面，到处传说：对一项需要采用计算机的设计的成本，重要的不是取决于所用硬件首先是取决于所有投入使用的软件。

很顺利的系统程序以转换程序和辅助程序编制形式供“普通的”电子数据处理使用（如供大型计算机、“中级”数据技术系统和小型计算机使用）。并且，这个计算机系统的实际操作是受局部经过推敲的操作系统支持的。于是就提出这样一个问题：这样的程序究竟在多大程度上也可以用于微计算机的应用。

在这种关系上，首先应该把握住这样一个问题，即微计算机的可执行的、测试出的程序的发展过程和到目前为止的普通计算机（包括过程计算机）不一样。迄今为止，对于商业和科技流行的做法是：用户的程序已被写成较高级的语言，然后通过编译程序和汇编程序翻译成有关的机械语言。（译码程序和汇编程序是做为同一计算机上的系统程序而存在的）。在过程计算机上则与此相反，在严格的时间范围内还一直用不很便利的汇编语言编制程序，以免由于借助编译程序进行翻译所引起的存贮器消耗和时间消耗“过头”。

反之，微处理机和微计算机则还附有硬件发展阶段中的某些痕迹。这里，把程序直接作为十六进制数，通过按键输入，或者至少写成机械语言，这是十分普遍的。ROMs 中可以支配的翻译程序的最高级一般是汇编程序。还有 BASIC 翻译程序也以这种形式提供使用。比较罕见的编译程序已经需要一个使微计算机系统的价格增加 1—2 倍的塑料磁盘系统。另一方面，有两条在“一般的”计算机中不存在的用于程序编制的途径：

—使用交叉汇编程序和交叉编译程序

—使用所谓的开发系统

使用交叉编译程序和交叉汇编程序的先决条件是有一个较大的主机用以编制程序。在这个计算机上，程序是自动编制的。该程序将微计算机的汇编程序语言写成程序，翻译成微处理机机械语言的指令。（交叉编译工作情况十分相似）程序设计和程序的句法检验是受到主计算机的普通编辑辅助手段支持的。

相反，开发系统是专用计算机系统（目前总是用一个或 2 个微处理器作为中央控制装置）。这种专用计算机系统只是为个别生产者的微计算机的程序设计考虑的，只有极少数例外。这里，编译程序也贮存在软塑料磁盘上，该编译程序担负翻译成机械语言的工作。另外，利用编辑可能性，用开发系统工作的主要优点是：将句法上常测定了的程序贮在到开发系统的读—写存贮器中，并通过编的更适宜的“肚脐线”可以和待控制的过程连接起来。这样，在这里实时条件下的试验是不可能的。

程序设计的最后一步是将检查过的程序烧入 PROMs 或者（当微处理机的提供者进行设计时）烧入 ROMs 中。使用者用手提式仪器进行。

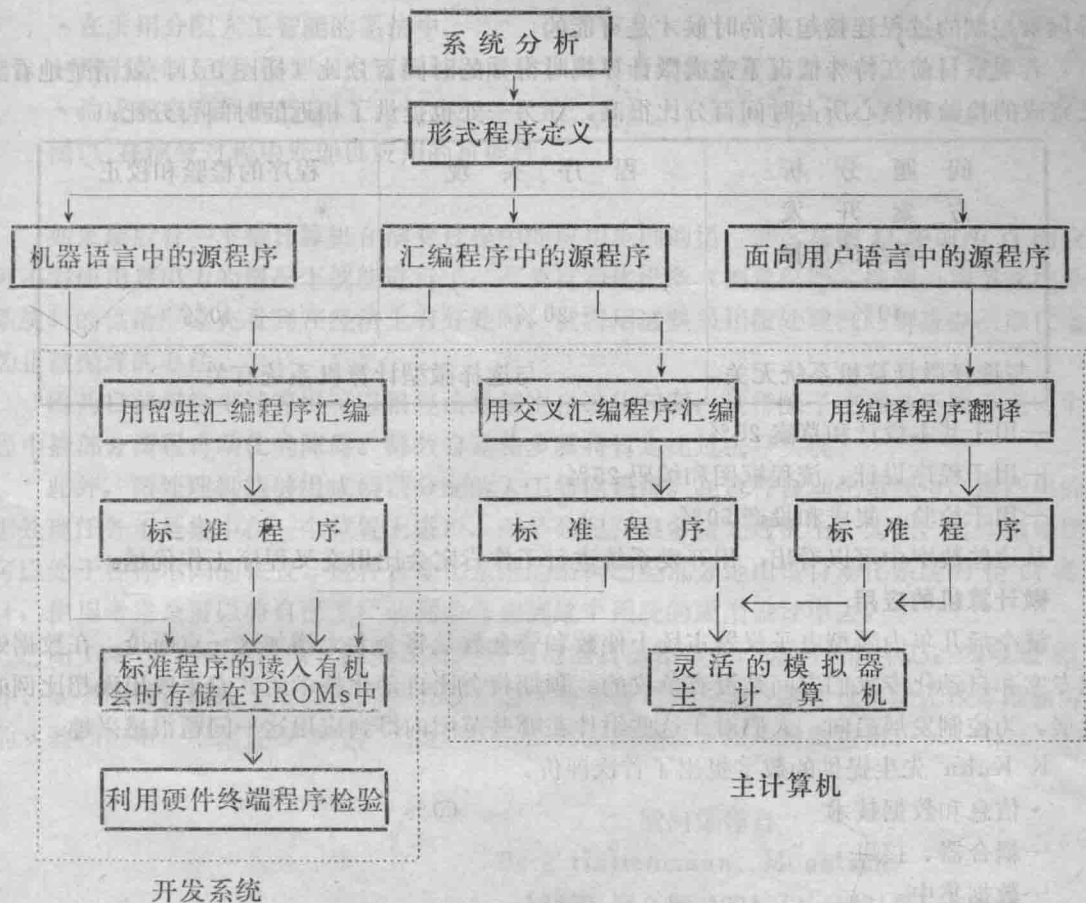


图 8：微计算机程序设计的可能性

决定采用两种可能性中的哪一种，是用主机工作，或用开发系统工作，取决于有关用户所具备的现有条件：

- 一人员的教育水平
- 一有无主机
- 一存在或不存在用于主机的交叉编译程序或汇编程序
- 一主机和微计算机之间的数据交换的可能性
- 一当时使用情况的实时条件及其它。

另一方面，存在着某些开发路线，这些路线意味着至少目前可以对 2 种可能性中的一种预先进行抉择。这些开发路线是以这样的事实为基础的，即在一定的程度上不依靠传统的计算机技术发展 8 比特的微处理机，以便在数据处理和自动化技术中开辟特殊的“低价”应用领域。这些领域首先是那些新公司的范围。因为新公司可以不必考虑现有产品和正在进行的开发工作。相反，当前占统治地位的 16 位的微计算机是由传统的计算机生产厂家设计的，并且，微计算机的指令组是在由这些公司提供的“向前-兼容”计算机类别之内。这样，就可以在广泛推广的这些类别的大型计算机中的某一种上，开发编制此种微计算机的程序，并且用在那里供使用的辅助程序进一步检测。可以取消一个交叉汇编程序或交叉编译程序。对过程的实时检验却只有在较大的计算机具有必要的过程外围设备时，并且可以通过相当快的传

导同被控制的过程连接起来的时候才是可能的。

若观察目前在特殊情况下完成微计算机时得知的时间百分比（插图 9），就清楚地看到已完成的检验和核心所占时间百分比很高。在另一处也提供了相近的时间百分比：

问 题 分 析 方 案 开 发 μ C 系统的选择	程 序 实 现	程序的检验和校正
40 %	20 %	40 %
与选择微计算机系统无关	与选择微型计算机系统有关	

—用于基本设计和草案 25 %

—用于程序设计、流程框图和编码 25 %

—用于检验、集成和投产 50 %

从这些数字中可以看出，用开发系统进行工作肯定会比用交叉程序工作优越。

微计算机的应用

就今后几年内微型电子仪器市场上件数和资金数量将会大大增加这一点而论，在数据处理专家和自动化专家们之间是没有争议的。预期将会比自动化技术的其它手段出现超比例的发展。为控制发展趋向，人们对于这些组件在哪些范围内得到应用这一问题很感兴趣。

K Kuhn 先生提供的数字提出了首次评价。

- 信息和数据技术 60 %
- 耦合器、接口
- 数据集中
- 人工智能终端设备
- 自动化技术 15 %
- 医学 10 %
- 消费用电子装置 10 %
- 军用 5 %

图10 微处理机的应用区域（按 K. Kuhn 估计的件数百分比）

根据这些比例数字可以看出所生产的微处理机的绝大部分是用于信息技术和数据技术，其它可能的应用范围则只有很小的市场。当然，对于所给的百分比不要过于严格地评判，因为一方面在现有的资料中没有提供这个表是否包括前面所提到的所有种类的微处理机（也包括位片型），另一方面，具体使用范围并不是总有明显的界限。

从其它的来源（例如由 Dieboed 统计中可暗示出工作手段）也可以得知生产的大部分微处理机仍然是作为数据处理机的一种，工作手段也就是归入计算机和自动化系统的结构。剩余的百分比对于在医学、技术和业余爱好者电子学的广阔领域内开发新的应用范围是足够的了。

- 代替传统的控制和调节
- 采用计算机的过程控制系统
- 实现部分自动化步骤