

微型计算机应用技术知识

微型计算机及其系统

李建桐 王秀玲 编著

北京出版社

微型计算机应用技术知识
微型计算机及其系统
Weixing jisuanji jiqi Xitong
李建桐 王秀玲 编著

*

北 京 出 版 社 出 版
(北京北三环中路6号)

新华书店北京发行所发行
北 京 印 刷 一 厂 印 刷

*

787×1092毫米 32开本 13.25印张 279,000字
1988年2月第1版 1988年2月第1次印刷
印数 1—5,000

ISBN 7-200-00015-9/TP·1

定 价：3.65元

《微型计算机应用技术知识》

丛书编委会

主 编 柳维长

副主编 林定基 朱家维

编 委 (按姓氏笔划为序)

王亚民 刘兆隆 朱锡纯 周明德 房景蕤

费声华 钱圣已 唐 芒 董洪皋 葛迺康

潘孝梅

秘 书 郭超美

编辑说明

随着新技术革命的到来，微型计算机的应用已逐步深入到国民经济的各个领域。不仅从事计算机硬件、软件的设计和生产人员需要有关的专业知识，而且广大的计算机使用者——工程技术人员和管理干部，也迫切需要了解微型计算机的基本知识和应用技术。为了帮助这些使用者较快地掌握这方面的知识，我们编辑了这套《微型计算机应用技术知识》丛书，由北京出版社出版。

这套丛书主要包括：微型计算机系统、接口技术、操作系统、汇编程序设计、几种常用的高级语言程序设计、实用数值方法、数据库、汉字系统、计算机图形学及其应用、局部网络以及计算机辅助设计等。在内容选材方面。努力体现科学性、实用性、普及性和先进性等特点；在编写上，力求深入浅出，通俗易懂。这套丛书具有较完整的系统性，其中的每一单册又具有相对独立性。它不仅适合具有中专或大专文化水平的广大工程技术人员和管理干部自学参考，而且可作为中专或大专院校一般专业以及各种微型计算机培训班的教材。

由于水平所限，编写工作中容有舛错不妥之处，请广大读者批评指正。

科海培训中心对本丛书编辑、出版给予很大的支持和帮助，在此表示感谢。

《微型计算机应用技术知识》编委会

前 言

十几年来,由于微型电子计算机技术发展迅速,其功能逐步扩大,价格不断降低,因而应用日益广泛。为了帮助广大科技人员和管理干部掌握微型计算机系统的基本知识,了解微处理机、微型计算机和微型计算机系统在概念上的区别,有助于正确评价微型机,并能根据具体要求选用合适的设备,我们编写了《微型计算机及其系统》这本书。书中以应用最为广泛的 Z80、6502、8086、8088 和 68000 型微处理机为重点,试图从芯片到系统,从硬件到软件,比较系统、全面地介绍其所涉及的有关技术和基本概念。同时,根据我们的体会和理解,对一些具有代表性的产品和新的技术发展加以评价和探讨。此外,还力图在本书中归纳选择较多的资料,以增加内容的广度,提高其实用性,以利于广大读者选用微型机时参考。

本书是在清华大学计算机科学与技术系所开设的微型计算机课程讲稿的基础上编写而成的。为了适应广大科技人员、管理干部以及微型计算机的一般用户和初学者的需要,在内容和叙述方法上都作了较大的变更。其中,第一章至第六章以及第九章至十二章由李建桐编写,第七、八两章由王秀玲编写。全书由清华大学朱家维教授主审。

由于作者水平有限,书中难免存在谬误和缺陷之处,敬请广大读者批评指正。

作 者

一九八六年四月

目 录

第一章 概述.....	1
1-1 微型计算机的基本概念	1
1-2 微型计算机的发展概况	6
1-3 微型计算机的分类	14
第二章 8 位微处理机.....	19
2-1 概述	19
2-2 Z 80 微处理机	23
2-3 6502 微处理机	39
第三章 16 位微处理机	49
3-1 16 位微处理机的结构和性能	49
3-2 8086/8088 微处理机	54
3-3 MC 68000 微处理机	72
第四章 微处理机的定时.....	89
4-1 基本概念	89
4-2 Z 80 的定时	96
4-3 6502 的定时	107
4-4 8086/8088 的定时	111
4-5 MC 68000 的定时	122
第五章 微处理机与存贮器的连接.....	132
5-1 概述	132

5-2	微处理机与存储器的连接	137
5-3	存储器的定时和连接	149
5-4	存储器的体选和管理	162
第六章 输入输出控制		170
6-1	概述	170
6-2	程序查询	177
6-3	中断控制	184
第七章 接口电路		207
7-1	概述	207
7-2	可编程的并行接口	214
7-3	可编程的串行接口	226
7-4	定时器/计数器	235
7-5	可编程 DMA 控制器	243
第八章 外围设备和接口		251
8-1	概述	251
8-2	发光二极管显示接口	252
8-3	键盘接口	258
8-4	打印机接口	265
8-5	屏幕显示输出	271
8-6	软磁盘及其驱动器和控制器	275
8-7	模数(A/D)数模(D/A)接口	281
第九章 微型计算机系统的构成		291
9-1	系统分类和结构	291
9-2	系统的总线标准	299
9-3	微型计算机系统实例	307
9-4	微型计算机系统的汉字化	321

第十章	微型机系统的软件	329
10-1	概述.....	329
10-2	操作系统.....	336
10-3	应用生成软件.....	348
第十一章	微型机系统的测试与开发	357
11-1	概述.....	357
11-2	微型机系统的测试.....	362
11-3	逻辑分析仪.....	367
11-4	微型机系统的开发.....	374
第十二章	微型机系统的通信和联网	383
12-1	概述.....	383
12-2	微型机系统通信的实现.....	385
12-3	微型机局部网络.....	390

第一章 概 述

1-1 微型计算机的基本概念

电子计算机的出现和发展,是本世纪最重要的技术成就之一。但是,在微型计算机问世以前,电子计算机只限于少数先进的科学技术部门使用。微型计算机的出现,把电子计算机技术推向了整个社会,在工业、农业、交通、商业、通讯、国防、科技、教育、医疗、银行、行政机关乃至日常生活的各个方面,获得了广泛的应用。微型计算机的普及,对于社会生产力的发展和人类生活的改变,都具有重要的意义。由于计算机软硬件技术的变革,在微型计算机方面表现得最为活跃,因此可以说,计算机进入了“微型机时代”。

1. 微型计算机及其系统

电子计算机通常按其规模、性能、用途和价格,分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机五大类别。但这种分类并不是严格的,类与类之间的界线比较含糊。而且,随着各类计算机的规模、性能、用途和价格的不断变化,绝对的分标准则更难给定。然而,从技术的观点来看,在这五类电子计算机中,微型计算机的定义是最清楚的,即微型计算机是以微处理机为基础建立起来的电子计算机。

微处理机 (Microprocessor 或 μP 、MPU), 是指具有完整的计算机中央处理部件 (CPU) 功能的一片或少数几片大规模集成电路。所谓少数几片, 是指 CPU 的功能主要集成在一片上, 而其它芯片上则是一些辅助电路。随着大规模集成电路 (指集成度在 1 000 个晶体管以上的芯片, 称为 LSI) 技术的发展, 集成度的提高, 出现了 10 000 个和 100 000 个晶体管以上的芯片 (分别称为 VLSI 和 SLSI)。目前, 8 位、16 位和 32 位微处理机已分别达到 LSI、VLSI 和 SLSI 水平。

在 CPU 中, 通常包含累加器、寄存器、算术逻辑部件、控制部件和内部总线, 有的还包含时钟电路。其中的累加器用来存放即将参加运算的操作数及运算产生的结果; 寄存器用来暂存操作数、中间结果和状态标志等信息; 算术逻辑部件用来执行算术运算 (如加、减等) 以及逻辑运算 (如“与”、“或”、“异或”等); 控制部件是用来控制内部各种操作的电路; 内部总线提供 CPU 内部数据传送通道和控制信号的连线; 时钟电路产生 CPU 定时的时钟脉冲信号。

微型计算机 (Microcomputer 或 μC), 是指以微处理机做为 CPU 的电子计算机。微型计算机除包含微处理机外, 还必须包含存贮器、输入输出电路以及系统总线。存贮器还包括随机存取存贮器 (RAM) 和只读存贮器 (ROM)。输入输出电路 (I/O 接口) 的作用, 是沟通微型计算机与各种外围设备, 以便相互连接。而系统总线的作用, 则是提供微处理机与其它电路之间的数据、地址和控制信息的传送通道。

以微型计算机为主体构成的系统称为微型计算机系统 (Microcomputer sytem 或 μCS)。在这个系统中, 除包含微型计算机外, 还包括计算机外围设备、系统软件和电源。

计算机外围设备包括显示器、键盘、磁盘、磁带、打印机和绘图仪等。系统软件则是指计算机系统中所有供用户使用的软件，其中包括操作系统、汇编程序、编译程序、各种服务性程序和某些应用程序。系统软件可以使计算机硬件的能力得到发挥，并为用户提供使用计算机的种种方便。

微处理机、微型计算机和微型计算机系统一般统称为微型机，三者的关系如图 1-1 所示。了解微处理机、微型计算机和微型计算机系统在概念

上的区别，有助于正确评价微型机、识别微型机产品。

在评价微型计算机性能时，不能只看其微处理机的性能，还必须看其存储器的配置和扩充能力，输入输出接口的种类和数目，系统总线的外接能力和系统总线的标准，等等。在比较两个微型计算机系统时，也不能只比较其微处理机和主机的性能

优劣，还必须比较它们的外围设备的配置和扩充能力，以及系统软件的配置和系统软件的质量。这样进行评价或比较，才能得出正确的结论。

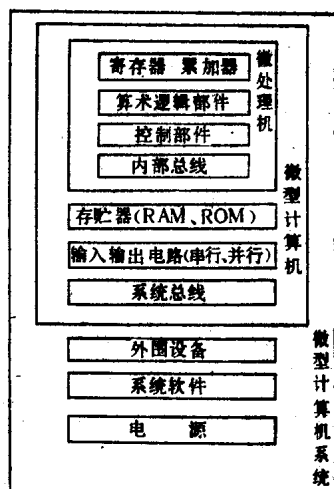


图 1-1 微处理机、微型计算机与微型计算机系统的关系

2. 微型计算机产品的类别和特点

微型机产品主要有单片机、单板机、个人计算机以及协处理机、I/O 处理机、台式计算机、家庭计算机、便携式计

算机、位片机、开发系统、个人工作站等等。

单片机 (Single chip microcomputer) 或单片微控制机 (Single chip microcontroller), 是一种包含 CPU 和少量的 RAM、ROM 及输入输出接口电路的大规模集成电路。尽管其存储器很少, 但仍属于微型计算机。例如, 美国 Intel 公司的单片机 8048, 其内部除包含 CPU 外, 只有 64 字节的 RAM 和 1 K 字节的 ROM, 以及 27 条输入输出线。Intel 公司的高档单片机产品 8052, 除具有 CPU 外, 还包括 256 字节 RAM 和 8 K 字节的 ROM, 并具有片外扩充到 64 K 字节 RAM 或 ROM 的能力, 此外, 还有 32 条输入输出线, 包含 3 个 16 位定时/计数器, 具有处理两个优先级的 5 个中断源的中断能力。这些都是用一个芯片构成的微型计算机。

单板机 (Single board computer 或 SBC) 可以分为两类: 一类属于微型计算机系统, 另一类属于微型计算机。属于微型计算机系统的单板机, 通常把微处理机、几 K~几十 K 的 RAM 和 ROM、少量的输入输出接口电路以及十六进制数字键盘和 LED 发光二极管显示器等, 构筑在一块印刷电路板上。系统软件通常包括监控程序、汇编语言和简化的 BASIC 语言, 并将其固化在板上的 ROM 存储器中。尽管单板机输入输出设备和系统软件都非常简单, 但已构成最简单的微型计算机系统, 其典型产品如国产 TP-801 单板机。

另一类产品是以 Intel 公司的 iSBC 系列为代表的单板机。iSBC 是一系列的微型机印刷电路板, 其中包括 CPU 板、存储器扩展板、I/O 扩展板、磁盘控制器板、显示控制器板、局部网络板等等。这些电路板组合在一起, 再配用相

应的软件，可构成从简单到复杂的各种系统。其中的 CPU 板，实际上就是微型计算机。例如，iSBC 80/20 板上包含 8080 A 微处理器、4 K RAM 和 4~8 K EPROM，iSBC 86/30 板上包含 8086 微处理器、128 K RAM 和 8~64 K EPROM。这两种 CPU 板和系列产品的其它板，都提供该公司的 MULTIBUS 标准系统总线，便于连接构成系统。

个人计算机 (Personal computer 或 PC) 是目前拥有用户数量最多的计算机机种，它属于微型计算机系统。个人计算机以微处理器为 CPU，具有几十 K 至几百 K 字节的存储器以及 CRT 显示器和全字符键盘，并以磁盘或盒式磁带做外存、单用户操作系统，以 BASIC 语言做为基本系统软件。由于个人计算机流行很广，故可选配的系统硬件和软件极多。例如美国 IBM 公司的 PC 和 PCXT 型机，以 Intel 公司的 8088 微处理器做 CPU，拥有数百种可选配的硬件和数千种可选配的软件。

其它名称的微型机产品，从该产品所罗列的性能指标中，也可正确区分其属于微处理器、微型计算机还是微型计算机系统。

微型机具有如下的特点：

① 体积小、重量轻、价格低廉。

② 结构灵活，易于构成各种各样的应用系统。集成电路技术的提高，以及大批微处理器配套电路的生产，可使微型计算机硬件设计工作大为简化；而各种测试和开发工具的生产，又可使微型机的软件开发和系统设计易于进行。

③ 发展速度快。微处理器大约每 2~3 年更新一代；微型机产品约每年增长 40%；产品价格约每年降低 30%。

④ 应用领域广、用户面宽。微型机不仅占据了原来使用小型机的各个应用领域，而且可以用于各种过程的自动控制和机床的数值控制，对几乎所有的工业，特别是计算机工业和电子工业，都产生重要的影响。此外，微型机还应用于过去计算机无法深入的领域，如家用电器、教学装置和各种仪器仪表。据统计，微型机的应用种类已超过 2500 种，正迅速向普及化和社会化发展。

在应用方面，微型机具有的优点是：1. 由于所使用的部件少，价格便宜，且电力消耗少，因而比较经济；2. 改变程序即可变更设计，方法简单，而且容易在以后根据需要加以扩充；3. 实现了小型化；4. 易于做到硬件的标准化和安装方法的标准化；5. 由于元器件及连接线大为减少，从而增加了可靠性；6. 可以采用测试程序和故障诊断程序，便于维修。

1-2 微型计算机的发展概况

1971 年底，Intel 公司研制成世界上第一台 4 位微处理机 4004。由于 4004 的功能有限，实际上是一台计算器，不适用于通用计算，因此未能普遍使用。但是，4004 的设计思想却开辟了微型机工业生产的发展道路，从而使设在美国旧金山附近的“硅谷”的 Intel 公司，发展成为世界上最有名的微处理机制造厂。

1. 硬件的发展

从 4004 诞生以后，微处理机的发展非常迅速，大致可以分为以下六个阶段：

第一阶段，从1971年到1972年。在这一期间的典型产品是Intel 4004和8008，字长为4~8位，有16~18条引线，平均指令周期为20微秒，时钟频率为1兆赫，芯片集成度为2000晶体管/片左右。

第二阶段，从1973年到1974年。其典型产品是Intel 8080和Motorola 6800，字长为8位，有40条引线，平均指令周期为2微秒，时钟频率为2兆赫，集成度为5000个晶体管/片左右。

第三阶段，从1975年到1977年。其典型产品是Intel 8085、Zilog的Z 80和Motorola 6802，字长为8位，有40条引线，平均指令周期为1微秒，时钟频率为2.5~4兆赫，集成度为10000个晶体管/片左右。

第四阶段，从1978年到1979年。在这一期间的典型产品是Intel 8086、8088，Motorola 68000、6809，Zilog的Z 8000等，其字长为8~16位，有40~64引线，平均指令周期为0.5微秒，时钟频率为4~6兆赫，集成度达到VLSI水平，为20000~60000个晶体管/片。

第五阶段，从1980年到1982年。其典型产品是Intel 80286和Motorola 68010，字长为16位，有64~68引线，平均指令周期为0.2微秒，时钟频率为6~10兆赫，集成度为60000~100000个晶体管/片。

第六阶段，从1983年到现在。其典型产品是Intel 80386和Motorola 68020，字长为32位，平均指令周期为0.1微秒，时钟频率为16~20兆赫，集成度达到SLSI水平，为150000~500000个晶体管/片。

Intel和Motorola是两家最主要的微处理机生产厂，图

1-2 和 1-3 分别表明两厂的微处理器的发展情况和相对性能。

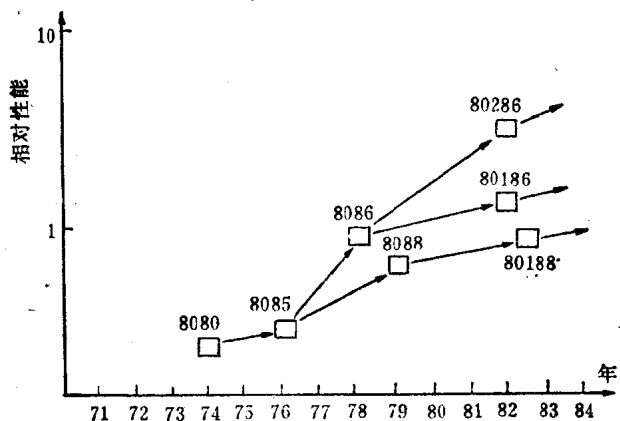


图 1-2 Intel 公司的微处理器系列

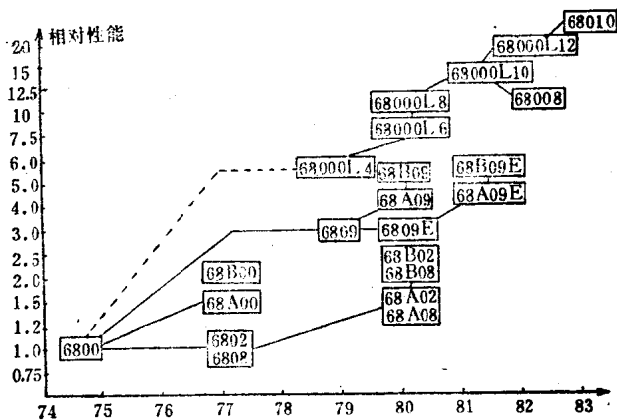


图 1-3 Motorola 的微处理器系列

微型机硬件技术的发展，不仅是对微处理器本身性能的

改善,而且要有外围电路的支援。因此,每一种新的 CPU 问世,就随之发展一批外围配套电路。这类电路通常称为微处理机的支援芯片,按它们的功能可分为:支援 CPU 功能,如时钟发生器、定时脉冲发生器、定时器、专门运算器等;总线控制功能,如总线驱动器、地址/数据锁存器、总线控制器等;存储器控制功能,如动态存储器控制器、出错检测校正电路、存储器管理部件等;输入输出控制功能,如中断控制器、DMA 控制器、并行接口电路、串行接口电路等;专用外围控制功能,如键盘显示接口电路、CRT 控制器、软/硬磁盘控制器、TV 接口电路、A/D 和 D/A 转换器、数据通讯控制器、局部网络控制器等。

表 1-1 和表 1-2 分别列举了 Intel 公司生产的主要微处理机和单片机的性能。

用于内存的半导体存储器,近年来也发展迅速(见图 1-4),如单片电路的存储量几乎每隔两年就增加四倍。现在应用较广的是 256 K 位 RAM 和 1M 位 ROM, 512 K 位和 1 M 位 RAM 已开始使用,更大容量的存储器也正在研制中。

微型计算机系统所使用的外部设备,也在不断地发展,传统的“老三样”(光电机、穿孔机、电传机)早已被淘汰,而代之以 CRT、打印机和磁盘。目前, CRT 逐渐向彩色、图形、高分辨率的方向发展。打印机以 9 针、24 针点阵式打印机比较流行,且由于有图形功能,故适合我国的汉字输出。软、硬磁盘则以 5 英寸双面双密度软盘和 5 英寸温彻斯特硬盘最流行。

微型计算机系统的产品型号很多,其中以 1977 年出现的 Apple 公司和 1982 年出现的 IBM 公司的个人计算机最为