

微 型 计 算 机 应 用 方 法 论

白中英 编著

本书是为普及微型计算机应用而编写的基础读物，全书共15章：第一章介绍微型计算机的硬件、外围设备、软件和应用概况；第二章介绍微型计算机应用的解题基础和步骤；第三章介绍算法设计的基本概念；第四章介绍微型计算机应用中的常用算法；第五～七章分别介绍数据的组织方法、分类和检索方法；第八章介绍数字模拟方法；第九～十四章分别介绍科学和工程技术、统计学、运筹学、教育、商业、过程控制等领域中的常用解题方法和典型应用实例；第十五章介绍在现代管理中具有重要意义的数据库原理与应用。全书通俗易懂，适合于自学。阐述时着重于基本物理概念，并给出了详尽的算法流程图和解释。每章后面附有习题，以启发和加深对基本概念的理解。

本书可作为大专院校和电视大学各类专业、各种微型计算机应用训练班的教材或教学参考书，并可供从事微型计算机应用的科技人员、管理人员、实验室人员和大专院校师生阅读。

微型计算机应用方法论

白中英 编著

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

三环印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092 1/16·印张 25 1/4·字数 621 千字

1986年7月北京第一版·1986年7月北京第一次印刷

印数00,001—8,600·定价：5.95元

统一书号：15033·6237

前 言

一个以电子计算机为主要标志的新的技术革命浪潮已经到来，人们到处在谈论它。

微型计算机“热”已经形成，人们到处都在办学习班扫盲，以满腔热情在实践它。

《微型计算机应用方法论》一书，就是为了适应这种形势，为普及计算机应用而写的。

编写本书的原则有三：

(1) 普及性。本书未涉及很深的硬件和软件知识，因而对下列人员是很有参考价值的：各种行业中从事计算机应用的管理人员、技术人员和实验室人员；计算机专业和非计算机专业的本科生、专科生和电大生；其他一切想掌握计算机应用技术的人们。

(2) 针对性。犹如中学生解代数方程容易而要他从实际问题建立代数方程可能感到困难一样，根据以往的经验，人们学会一种程序设计语言，并根据数学模型进行程序设计比较容易，但是根据实际问题建立数学模型和进行算法设计却比较困难。鉴于此，本书是谈“计算机应用”，而不是谈“应用计算机”。也就是说，本书重点放在如何根据实际问题建立应用模型和算法设计上，而不是介绍程序设计和硬件知识上。因为，在介绍程序设计技术和硬件知识方面，已经出版了不少优秀的著作。

(3) 实用性。本书虽然谈的是微型计算机的应用方法，但对中、小型计算机也是适用的。在内容方面，不仅介绍了应用方法方面的一些基本理论，而且精选了各个领域中的应用的一些普遍性、典型性的例子，加以分析，并给出详细的算法流程图。只要利用某种程序设计语言完成此算法流程图的程序设计，就可以上机使用。

总之，本书的重点是学习用微型计算机处理各种实际问题的方法，从教学考虑，虽然书中引用的例子都是实践中的小问题，但是，解决这些问题的方法对许多问题都是适用的。就这些小问题本身而言，一旦用计算机来实现，那么给人们带来的好处将是无法估量的。

西北电讯工程学院计算机系系主任王厚生副教授在百忙中仔细地审阅了本书稿，在本书酝酿和编写过程中，还得到了唐致中教授、韩兆轩副教授、尚福德副教授的热情支持和帮助，朱志英和毛雅安同志也为本书付出了辛勤的劳动，在此，一并致以衷心的感谢。

由于时间仓促，编者水平也有限，缺点错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 微型计算机

§ 1.1 微型计算机的基本概念	1
§ 1.2 微型计算机的硬件	4
§ 1.3 微型计算机的外围设备	8
§ 1.4 微型计算机的软件	16
§ 1.5 微型计算机的应用领域	19
§ 1.6 微型计算机应用系统的建立	24

第二章 解题要素

§ 2.1 计算机解题基础	30
§ 2.2 问题分析和数学模型	32
§ 2.3 算法	34
§ 2.4 算法在计算机上的实现	38
§ 2.5 算法对计算机因素的考虑	39
§ 2.6 程序文件编制	40

第三章 算法设计的基本概念

§ 3.1 流程图语言	43
§ 3.2 常量、变量和说明信息	44
§ 3.3 终端操作、赋值语句及算术表达式	46
§ 3.4 输入和输出操作	50
§ 3.5 条件转移操作	52
§ 3.6 算法设计举例	54

第四章 算法设计的常用方法

§ 4.1 循环算法	62
§ 4.2 下标变量算法	63
§ 4.3 迭代算法	68
§ 4.4 近似值算法	77
§ 4.5 子算法	81
§ 4.6 算法的效率	91

第五章 数据的组织方法

§ 5.1 线性表结构	95
§ 5.2 链表结构	99
§ 5.3 串结构	106
§ 5.4 树结构	109
§ 5.5 文件结构	117

第六章 数据的分类方法

§ 6.1 分类的概念	128
§ 6.2 内部分类的各种方法	129

§ 6.3 磁带文件的分类方法.....	138
§ 6.4 磁盘文件的分类方法.....	142
第七章 数据的检索方法	
§ 7.1 顺序查找法.....	149
§ 7.2 折半查找法.....	151
§ 7.3 分块查找法.....	154
§ 7.4 排序树查找法.....	155
§ 7.5 直接定址法.....	159
§ 7.6 散列法.....	160
第八章 数字仿真方法	
§ 8.1 数字仿真的基本概念.....	170
§ 8.2 确定性模拟.....	173
§ 8.3 概率性模拟的时间步长法.....	176
§ 8.4 概率性模拟的事件步长法.....	182
第九章 科学和工程应用中的解题	
§ 9.1 整数函数和舍入误差.....	188
§ 9.2 方程求根问题.....	191
§ 9.3 解方程组问题.....	197
§ 9.4 数值积分问题.....	203
§ 9.5 数字绘图问题.....	207
第十章 统计学应用中的解题	
§ 10.1 频率分布问题.....	212
§ 10.2 统计量的数字特征问题.....	216
§ 10.3 中文资料的统计分析问题.....	217
§ 10.4 西文资料的统计分析问题.....	224
§ 10.5 相关问题.....	226
§ 10.6 回归问题.....	228
第十一章 运筹学应用中的解题	
§ 11.1 投资分配问题.....	232
§ 11.2 最佳路线问题.....	237
§ 11.3 线性规划问题.....	241
§ 11.4 排序问题.....	246
§ 11.5 对策问题.....	250
§ 11.6 计划评审问题.....	251
第十二章 教育应用中的解题	
§ 12.1 辅助教学问题.....	272
§ 12.2 辅助征询问题.....	276
§ 12.3 辅助实验问题.....	280
第十三章 商业应用中的解题	
§ 13.1 产业折旧问题.....	285
§ 13.2 摊还表问题.....	287
§ 13.3 存款结算问题.....	289

§ 13.4 库存控制问题	294
§ 13.5 食品销售问题	297
第十四章 控制系统应用中的解题	
§ 14.1 过程控制系统	302
§ 14.2 过程控制基础	305
§ 14.3 控制方法	312
§ 14.4 控制算法	325
§ 14.5 控制系统的数字模拟问题	336
§ 14.6 味精结晶过程的控制问题	343
第十五章 数据库原理和应用	
§ 15.1 数据管理的进程与发展	348
§ 15.2 数据库系统的组成	350
§ 15.3 现实世界的描述	354
§ 15.4 数据语言	362
§ 15.5 dBASE I 数据库操作命令	364
§ 15.6 dBASE I 命令的扩充	370
§ 15.7 生产计划信息管理问题	380
附录	
A 正态分布函数表	390
B 拉普拉斯变换简表	391
C Z变换	391
D dBASE I 命令概述	394
参考文献	397

第一章 微型计算机

什么是微型计算机？微型计算机的硬件、软件和外围设备有什么特点？微型计算机有哪些应用？如何建立微型计算机的应用系统？在这一章里，首先概略地阐述和回答这方面的问题。

§1.1 微型计算机的基本概念

电子计算机的发展概况

计算机大致经历了四代的变化：

第一代为1946年开始的电子管计算机，其运算速度一般为每秒几千次~几万次，体积庞大、成本很高、可靠性较低。但在此期间，形成了计算机的基本体系，确定了“程序设计”的基本方法，“数据处理机”开始得到应用。

第二代为1958年开始的晶体管计算机，其运算速度提高到几万次~几十万次，可靠性提高、体积缩小、成本降低。在此期间，“工业控制机”开始得到应用。

第三代为1965年开始的集成电路计算机。由于应用了集成电路，使计算机的可靠性进一步提高、体积进一步缩小、成本进一步下降，运算速度提高到每秒几十万次至几百万次。在此期间形成机种多样化、生产系列化、使用系统化。价格低、体积小、可靠性高、多功能的“小型计算机”开始出现。

第四代为1971年开始的大规模集成电路计算机。所谓“大规模集成电路”，就是把大量的互相连接的电路单元集中在一块晶片上。大规模集成电路计算机的可靠性更进一步得到了提高、体积更进一步缩小、成本更进一步降低，速度提高到每秒几百万次~几千万次。开始出现以“微处理器”为核心的“微型计算机”。

自从1971年第一个微处理器（Intel-4004）问世以来，微型计算机的发展速度极其迅速，远远超过了以往任何一代计算机。无论是微处理器，还是RAM、ROM和I/O接口器件，在提高集成度、提高速度、减小功耗等主要指标方面，都已取得了令人满意的成果和进展。概括来讲，短短的十年时间，微处理器和微型计算机产品大体经历了四个阶段：

1971年开始为第一阶段，微处理器采用PMOS工艺。典型产品是Intel公司的4004（字长4位，基本指令45条，基本指令周期 $10.8\mu s$ ）、8008（字长8位，基本指令45条，基本指令周期 $2\mu s$ ）。

1973年开始为第二阶段，微处理器采用NMOS工艺。典型产品是Intel公司的4040（字长8位，60条指令）、8080（字长8位，78条指令），Motorola公司的M6800（字长8位，72条指令）。1976年出现的Zilog公司的Z80-CPU（字长8位，158条指令），其吞吐量比8080A微处理器高几倍，具有较强的功能，是8位微处理器中的佼佼者。

1978年开始为第三代，微处理器的典型产品是Intel公司的8086，Motorola公司的M68000，Zilog公司的Z8000等。机器字长为16位，其功能已赶上或超过七十年代初期的中档小型计算机。

1981年开始为第四代，微处理器的典型产品是Intel公司的8800、IAPX286、IAPX432，Zilog公司的Z80000等。机器字长为32位，其功能已赶上七十年代的中型计算机。

与第一代真空管计算机相比，微型计算机的速度提高了四、五个数量级，可靠性提高了四、五个数量级，体积缩小了四、五个数量级，价格下降了四、五个数量级。

什么是微处理器？

习惯上，人们把计算机的运算器和控制器称为中央处理器CPU。利用大规模集成电路技术，可以把过去占据机房很大位置的CPU微缩到一片比指甲还小的集成电路芯片上，这个具有CPU功能的集成电路芯片称为微处理器，英文缩写为MPU。在有些著作中，仍把微处理器叫做CPU。

什么是微型计算机？

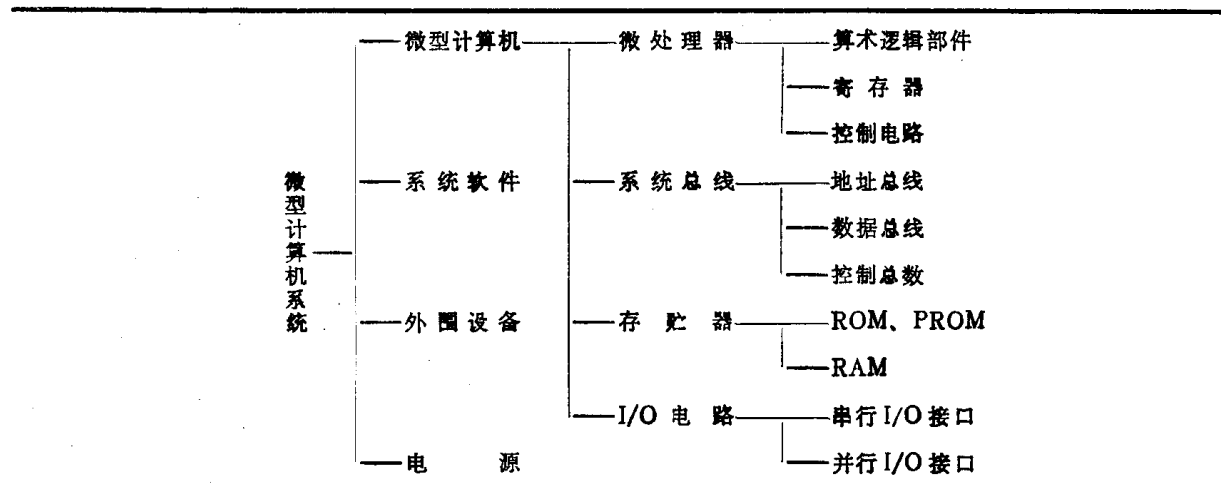
利用大规模集成电路技术不仅可以做成微处理器，还可做成大容量读/写存储器RAM、只读存储器ROM以及各种通用或专用的输入/输出接口器件。以微处理器为核心，通过系统总线，将RAM、ROM、I/O接口器件和一些辅助电路相连接而组成的计算机，叫做微型计算机，简称微型机。

什么是微型计算机系统？

如表1.1所示，微型计算机系统不仅包括微型计算机本身（硬件），还包括系统软件、外围设备（各种输入/输出设备，诸如打印机、CRT显示器、磁盘、A/D转换器、D/A转换器等）以及电源四个部分。

人们也常常使用“微处理机”这一术语。其意一般是指微型计算机系统，而不是指MPU或CPU。对初学者来讲，上述某些概念容易混淆，希望引起注意。

表 1.1 微处理器、微型计算机和微型计算机系统



微型计算机的分类

微型计算机更新换代十分迅速，种类繁多，型号各异。通常按字长或结构对微型计算机进行分类。

1. 按字长分类

四位机：这类机器的运算速度不高，但结构比较简单，价格比较便宜，适宜作为一般控制用，所以国际市场上销售量比较大。

八位机：这类机器和四位机相比，具有较多的指令和较高的运算速度，有多种寻址方式和较好的中断功能，以及灵活的输入、输出能力。它们一般应用在四位机难以解决问题的场合。

十六位机：这类机器一般是通用微型机，代表产品是8086、M68000和Z8000，它们具有较强的逻辑功能，可以高速处理精度较高的16位数据，寻址空间可达几兆、几十兆字节。系统软件较完善，并配有较完备的外用配套电路。

三十二位机：这类机器也是通用微型计算机，如8800、NAC-32、IAPX432等，它们比16位微型机具有更高的机器性能，是高档微型计算机。

2. 按组成结构分类

多片式：除MPU外，还要用多片RAM、ROM和I/O接口器件组成一个微型计算机。前述的四位机和八位机一般都是多片式微型机。

位片式：它有二位、四位、八位的位片型微处理器，可以组成各种任意字长的微型计算机。这种位片型微型机多用来制造小型机、专用机和外部设备控制器等。

单片式：把MPU、一定容量的RAM、ROM以及I/O接口电路全部集成在一块芯片上，一块芯片就是一台微型计算机。

单板式：把MPU、RAM、ROM、I/O接口电路，七段显示器、数字和功能键装在一块印刷电路板上，做成软硬性能较好、灵活多样的积木式结构，就叫单板微型机。用户从自己的需要出发，加上必要的硬件和应用软件，就可适应进行系统配套的要求。

除按字长、组成结构分类外，还可按专用微型机、通用微型机来分类。还有其他一些分类方法，例如按集成电路的工艺方法分类，按微型计算机的价格分类，按微型计算机的用途分类，等等，不再赘述。

微型计算机的特点

微型计算机之所以获得这样快的发展，主要是因为它有如下四个显著的特点：

1. 性能稳定，运行可靠

第一代、第二代计算机由于采用分立元件，故障率高，可靠性差，机器平均故障的间隔时间为几十~几百小时。第三代计算机的可靠性虽有很大提高，但由于印刷电路板上仍有许多金属化孔、焊接点、接插件等，机器的稳定性与可靠性仍然受到了一定限制。

微型计算机采用的器件都是大规模或超大规模集成电路，外部接线很少，装配非常简单，因而故障率大大减少，可靠性大大提高，平均故障的间隔时间可达上万小时。

2. 结构多样，使用方便

从微型机的结构设计来说，有通用机、专用机；有单片式、多片式、位片式、单板式；有4位机、8位机、16位机、32位机。这些机器的功能有高有低，软件有繁有简，外设有多有少，用户可以根据自己的需要而加以选择。从系统软件来说，中高档微型机一般都配有BASIC、FORTRAN、PASCAL、COBOL、PL/1等高级语言和操作系统，甚至数据库。从外部设备来说，有配套的CRT显示器、软盘、硬盘、打印机、绘图仪、过程控制设备、通信控制设备等。所有上述软硬设备，为用户使用微型计算机提供了极为方便的手段。

用户还可以根据自己不同的要求灵活地组成各种微型计算机系统。用户程序一般都可固化在只读存储器ROM内，即使断电，程序也不致被破坏。如果采用可擦编程的EPROM，

程序可按用户需要随时改写,十分方便和灵活。

3.体积小,省电,维护容易

集成度的提高,带来了微型化,而微型化又促使结构设计的简单化。由于组成微型计算机的主要器件都采用大规模集成电路或超大规模集成电路,因此使微型机的体积变得极小。目前微电子学工艺还在继续发展,集成度还在继续提高,出现了体积更小、价格更便宜的单片微型计算机。五十年代,一台大型电子管计算机重量可达30吨,耗电150千瓦,安装维护条件严格,需要有一间相当宽大的恒温恒湿的机房。现在一合同等功能的微型计算机只有几公斤重,耗电只有零点几瓦。目前一片比指甲还小的大规模集成电路芯片,可相当于过去几万到几十万个晶体管组成的一台电子计算机。而且由于组成微型计算机的芯片都是封装起来的,机器的安装维护没有特殊严格的要求,一般办公室都可以使用。

4.价格便宜,应用广泛

电子计算机过去之所以不能大规模地推广应用,原因固然很多,但其中一个重要原因,就是价格太贵。一台国产低档小型机,往往是十几万元乃至几十万元,不用说个人,就是一些较大的企业单位也买不起。而微型计算机由于系统组成灵活多样,大的系统需要十万、八万元,小的系统只要几千元甚至几百元就可以买到。国外现在有一种简单控制用微型机,只用几美元。据报导,1980年一般低档四位芯片为1~3美元,通用中档芯片为10美元,16位芯片也只是几十美元。因此很多用户包括个人也能买得起。为使整个微型计算机系统更便宜,目前国外正在加紧研制生产物美价廉的外部设备,如带键盘的显示器为150美元,软盘225美元,这就大大促进了微型机的应用和发展。

微型计算机的应用范围相当广泛,它不仅可以完成原来中、小型机所能完成的任务,而且渗透到原来中、小型机所不能占领的应用领域。正是因为这一点,大大改变了人们原来对计算机应用范围的认识。

§1.2 微型计算机的硬件

微处理器的典型结构

微处理器MPU是组成微型计算机的核心器件。它的功能是控制从存贮器中取出指令,然后解释执行指令,以完成数据的算术运算和逻辑运算,并实现数据的输入、输出传送。

微处理器的典型结构示于图1.1,它主要由以下几部分组成:

1.寄存器陈列

寄存器陈列可分为两类。一类是通用寄存器组,用来指出参与运算的数据来源,或暂存运算的数据中间结果。寄存器长度视具体微处理器字长而定,如八位机,其寄存器长度为8位;对十六位机,寄存器长度为16位。寄存器个数一般是8个,或多于8个。其中有些寄存器兼做变址寄存器用,以便能扩大存贮器的寻址空间。

另一类是专用寄存器,如程序计数器PC,堆栈指示器SP。程序计数器PC始终追随机器当前将要执行的指令地址,而堆栈指示器SP则始终指示具有“先进后出”功能的堆栈栈顶地址。

2.算术逻辑单元(ALU)

算术逻辑单元ALU是对数据进行加工的场所,在这里完成数据的算术运算或逻辑运算。

这部分电路的功能相当于以往几代计算机中的“运算器”。

3. 定时电路、指令译码和控制电路

这部分电路相当于以往几代计算机中的“控制器”。定时电路产生时序信号和同步信号。在时序信号控制下,控制电路从事先装好程序的RAM或ROM中取出一条指令,送入指令寄存器进行解译,然后又在时序信号控制下,执行这一条指令。与此同时,程序计数器PC加1,做好取下一条指令的准备工作。等这一条指令执行结束,例如一条加法指令执行完毕,又从存储器取出第二条指令,接着又执行第二条指令,……,如此周而复始。在微型计算机中,控制器电路一般采用微程序设计,微程序就放在微处理器内部的ROM中。注意,存放微程序的ROM与存放程序的ROM功能不同:前者是微处理器的硬件组成的一部分,它仅提供控制信号;而后者用来存放系统程序或用户程序。

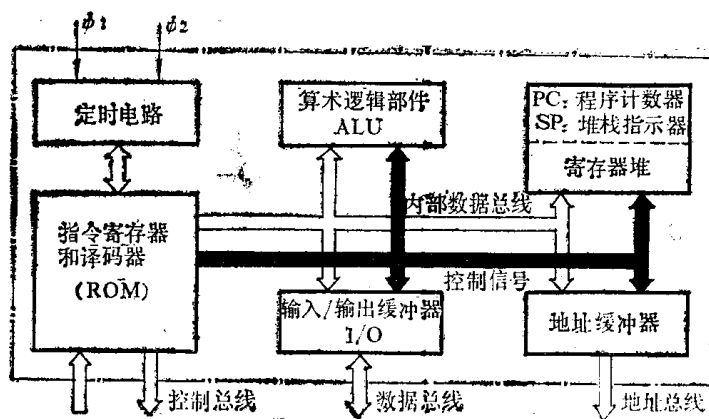


图1.1 微处理器的典型结构

4. 内部总线

为了减少连线所占面积,微处理器内部采用单总线结构。所谓“单总线”,就是内部所有单元电路通过多路开关都连接在一条传送线路上。数据传送时则分时使用总线,并且可以双向传送。

5. 输入/输出缓冲器和地址缓冲器

这两部分电路的基本作用有三:一是起电路的负载匹配作用;二是起多路开关作用;三是起数据缓冲器作用。具体说,地址缓冲器的功能是,在控制电路控制下,微处理器向外部的RAM、或ROM、或I/O接口电路传送地址信息。输入/输出缓冲器的功能是,在控制电路控制下,微处理器按照地址缓冲器所发送的地址信息,接收从外部来的指令或数据,或者将数据送到外部。

目前的微处理器一般采用40个管脚的封装。这是由于微处理器的结构受到了大规模集成电路工艺的约束,芯片面积不能过大。否则成品率下降,成本增高。其次,由于微处理器集中到单片上,其封装引出端数目不能无限制地增加,因而引出端数目也就受到了约束。但是随着集成电路工艺技术的发展,也出现了多于40个管脚的封装。

微型计算机的典型结构

图1.2示出了多片式8位字长微型计算机的典型结构图。除上面已经介绍的微处理器MPU外,还有作为主存的随机读/写存储器RAM和存放系统程序或用户程序的ROM;有输入/输出接口电路以及必要的输入/输出设备。它们是通过以下三组总线组合连接起来的:

1. 地址总线AB

地址总线宽度为16位,从而指定存储器可寻址的最大地址空间为 $2^{16}=64k$ 字节。由于I/O接口也能象存储器一样寻址,并通过地址总线的低8位来寻址,因此可寻址 $2^8=256$ 个外

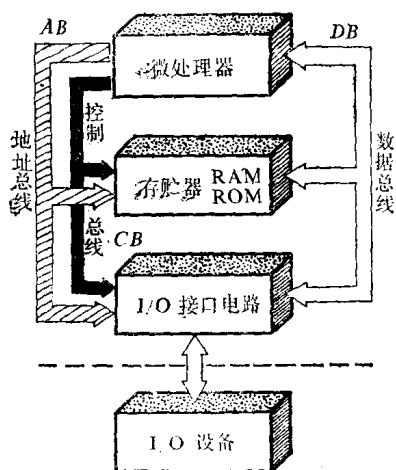


图1.2 微型计算机典型结构

电路，或者I/O接口电路的数据通过数据总线送至MPU或RAM。控制总线中有些信号是由外设发送至MPU，如“中断请求”信号等。MPU根据这些信号可了解外设工作状态。

图1.3示出了以8086微处理器为核心组成的16位单板微型机的硬件系统结构图。它包括8086CPU、存储器（PROM、RAM）、并行I/O接口、串行I/O接口，以及和用户直接通信的键盘、显示器等，从而构成一个完整的微型计算机系统。在此系统中，灵活的可编程序的并行I/O接口和串行I/O接口可用来进一步扩大单板机的功能，以便直接与电传机（TTY）、CRT显示器、软盘、打印机、A/D和D/A转换器等外部设备相连接，或者直接与开发系统之间传送预先准备好的程序。外部地址总线上的锁存器用来锁存CPU发给I/O总线上的地址信息，以便对存储器或对I/O外部设备进行地址译码。外部控制总线、地址总线和数据总线上配接的收发器和驱动器，是为了系统扩展用。通过配接收发器和驱动器，单板机还可以扩展存储器容量和I/O接口，或直接与其他微型机组成多机系统。

8086CPU是一种通用高性能的16位微处理器，它在22.5平方密耳的硅片上集成了29000个晶体管。它在结构上有如下特点：

1. 有一个16位的算术逻辑部件ALU，并有8个16位的通用寄存器供使用，作为源寄存器、目标寄存器、基址指示器、源变址寄存器、目标变址寄存器、堆栈指示器等。8086除可以执行8080/8085的全部指令外，还增加了许多新指令，如用二进制或十进制进行带符号或不带符号的8位和16位算术运算（包括乘除法），可中断的字符串操作，改进的按位处理等等。

2. 有四个16位段寄存器，用来存放段地址（代码段CS，数据段DS，堆栈段SS，附加段ES）。通过把段地址左移4位的方法可形成20位长度的实际地址，从而使存储器具有一兆字节的寻址能力。

3. 利用总线接口部件，分时在16位的输入/输出总线上传送数据或地址，从而使微处理器发出的数据总线与地址总线合而为一，减少了微处理器的引脚，提高了引脚利用率。

4. 利用两个独立并行工作的部件（总线接口部件BIU和执行部件EU）和六字节的先取指令队列寄存器，可以实现大型计算机中所采用的“重叠技术”，使指令的取出和执行过程重叠进行，从而使8086执行指令的速度比8080提高了7~12倍。

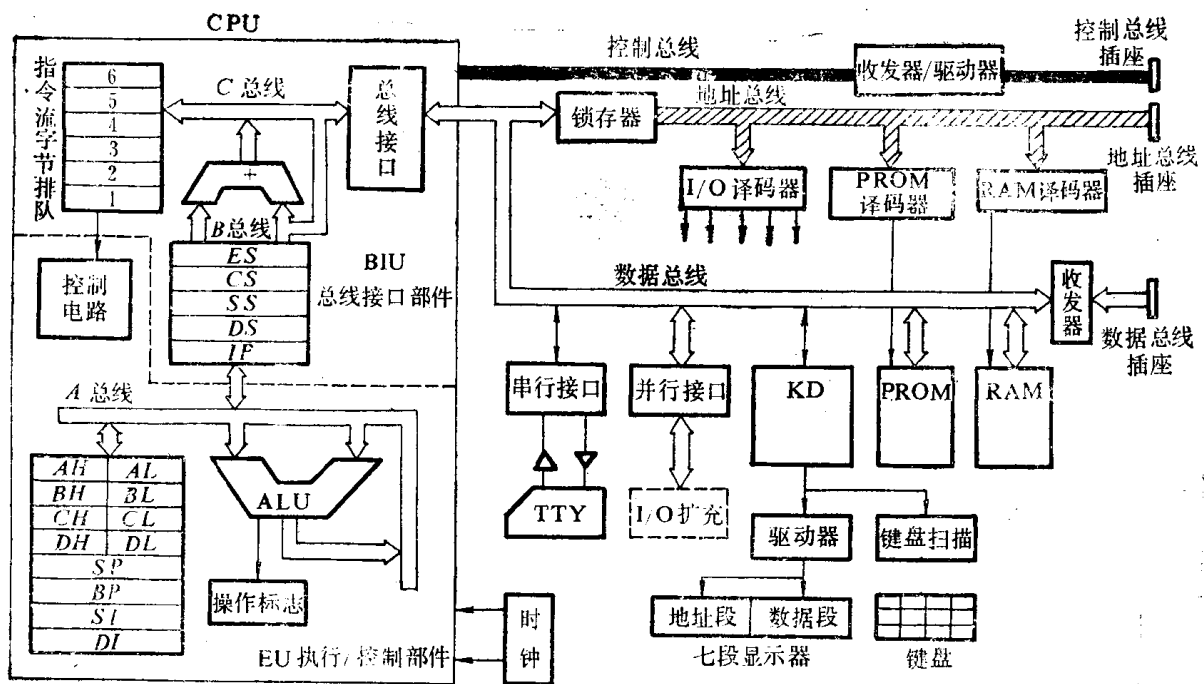


图1.3 8086单板微型计算机硬件结构图

单片微型计算机

图1.4示出了Intel公司8048单片微型计算机的结构框图，它是利用NMOS技术把CPU、读写存储器RAM、只读存储器ROM和I/O接口做在一块芯片上。

8位的CPU具有ALU部件和8个通用寄存器，可以完成二进制和十进制运算的全部功能。1k字节（ 1024×8 位）的ROM用来存放程序（在8748型单片机中使用EPROM），64字节的RAM作为数据存储器。8位定时器/计数器电路兼有定时与计数功能。I/O功能提供三个8位的I/O接口和三个测试/中断口，以便数据输入和输出，接受I/O设备中断，或进行I/O和存储器扩展。

单片微型计算机有两个明显的优点：

（1）用多片设计的微型计算机，在存储器和CPU之间传送数据存在固有延迟，而单片微型计算机可以消除这个延迟。

（2）单片机包含有关程序和数据的ROM和RAM，简化了用户接口的要求。

总之，一个单片微型计算机包含有一个数字处理系统所需要的全部功能。它可以作为一个有效的控制处理机，也可以作为一个运算处理机，一个芯片就是一个系统，不但价格便宜，而且使用方便，性能可靠，体积很小。还可以对这个单片微型计算机加以扩展，即通过特殊的扩展器可以与标准的存储器和外部设备相连接。例如它可以连接键盘、显示、串行通信线和其他标准I/O设备。另外还可以扩充它的程序存储器ROM、数据存储器RAM和I/O接口的容量。

一个单片微型计算机只含有数字电路而不包含模拟电路。图1.5示出了另一种类型的单片微型计算机的电路结构框图。它在一个芯片上包含有数字和模拟两部分电路，是一个自身具有处理能力的完整系统，称为信号微处理机。

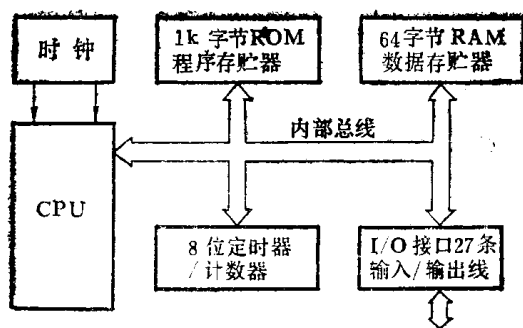


图1.4 单片微型计算机框图

个存储单元，每个单元长度25位；EPROM用来存储程序，可存储192条指令；移位寄存器可以左移2位($2^2 \times A$)或右移13位($2^{-13} \times A$)；运算器为28位；数模寄存器作为模拟和数字两部分电路之间的接口；时钟最高频率为10MHz，即机器执行一条指令的时间为400ns。

信号微处理机把数字电路和模拟电路结合在一起，所以它有广泛的用途，主要有：

(1) 过程控制。用于换能器线性化、遥控反馈控制等方面的控制。

(2) 制导和控制。用于火箭制导、鱼雷制导、马达控制等。

(3) 通信。可作为双音调频接收机、调制解调器、音调/步调信号产生器等。

(4) 信号处理。用作相关器、滤波器，还用于地震处理，声纳处理等。

(5) 声音处理。用于音码器、声音分析、声音合成、语音处理等。

(6) 测试和仪器。用来作为扫描频谱分析仪、数字滤波器等。

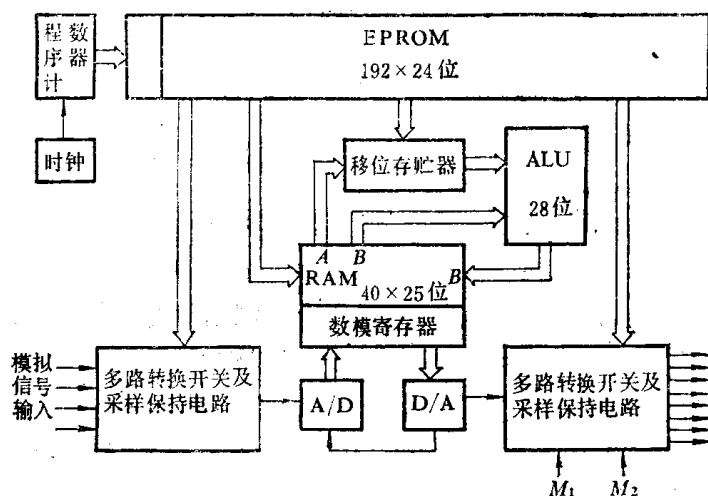


图1.5 单片信号微处理机功能框图

§1.3 微型计算机的外围设备

微型计算机的外围设备分类

六十年代初，主机与外围设备的价格比是3:1；七十年代初，主机与外围设备的价格比是1:1。到了八十年代初，微型机与外围设备的价格比却成为1:3~10。这种情况表明：一方面，在微型机发展中，外围设备的发展占有重要地位；另一方面，也说明外围设备的发展同微型机的发展还不相适应。虽然如此，为了满足微型机广泛应用的需要，与微型机配套的外围设备还是得到了较快的发展。在指标上，微型机外围设备向低成本、小体积、高速、大容量、低功耗等方面发展。在结构上，由初级的串行操作的输入输出方式，发展到有通道连接的多种外部设备并行操作的方式。在种类上，由简单的输入输出装置，发展到多种输入输出装

置、随机存取大容量外存、多种终端设备等。在性能上，信息交换速度大大提高，输入输出形态不仅有数字形式，还有直观的图形和声音等形式。总之，由于微型机在结构、价格和使用上有它自己的特点，所以对其外围设备也有一定的要求，从而形成微型机外围设备的一些特点。这些特点归纳起来就是：价格低、可靠性高、小型轻量化、功能多样化。

微型计算机外围设备通常分为输入输出设备、辅助存贮设备、数据终端设备和过程控制设备四类，表1.2列出了各类设备的分类。

表1.2 微型机外围设备的分类

输入输出设备	辅助存贮设备	数据终端设备	过程控制设备
印字设备	小型磁鼓	通用终端设备	A/D转换设备
绘图设备	硬磁盘	专用终端设备	D/A转换设备
显示设备	软磁盘		开关量输入输出设备
识别设备	磁带机		
读孔设备	盒式磁带机		
键盘输入设备	磁泡存储器		
汉字设备			

输入输出设备

输入输出设备是人机联系的工具。它包括打印设备、绘图设备、显示设备、键盘输入设备、读孔设备、识别设备、汉字设备等几类。在这些设备中，有些仅作为输出设备，有些仅作为输入设备，而有些既可以做为输入设备又可以作为输出设备，象控制打字机和CRT显示器，因此又称其为复合输入输出设备。

(1) 打印设备

打印设备有击打式和非击打式两种。常用的击打式打印机有菊花盘打印机和针式打印机。尤其是后者，由于结构简单可靠，性能灵活，既可打印字母数字，又可打印图形表格，价格也较低，所以目前微型计算机一般都采用针式打印机作打印设备。非击打式打印机的特点是打印速度快、无噪声，其中常用的是喷墨式打印机和激光打印机。喷墨式打印机是将墨水喷射到普通纸面上印字，不仅印刷速度快，印刷质量高，而且还容易输出彩色图象。激光打印机是七十年代逐渐成熟起来的高速印刷机，它的印字速度可高达20000行/分。与微型机相配的激光打印机一般是小型激光打印机，打印速度每分钟几千行。同点针式打印机相比，激光打印机的价格较贵。

(2) 绘图设备

绘图设备是和计算机相联，按照人们要求自动绘制精确图形的输出设备。其主要用途是绘制各种管理图表和统计图、大地测量图、建筑设计图、电路布线图、各种机械图、各种计算机辅助设计图等，也可作为火箭跟踪、飞机导航的记录设备。

小型智能绘图机是通用的图形输出设备，一般可接收ASCII码来绘制各种图形，它应用于精度和速度不是很高的场合。目前精度为0.1~1mm之间，速度为每分钟3米至十几米。其特点是并不需要在计算机中有图形驱动程序，因而可以接到各种计算机上。

另一类绘图设备称为自动绘图系统，它本身就是一个计算机系统，有比较强的图形处理

能力。这种绘图机使用于图形输出要求较高的场合,绘图精度和速度较高,精度在 $10\mu\text{m}\sim 0.1\text{mm}$ 之间,速度每分钟十几米 ~ 100 米。它所接受的命令是较大的命令,以便有效地减轻主机的负担。这种绘图机分三类:一类是滚筒式绘图机,属于廉价普及性的设备;第二类是平面电机绘图机,用于中等精度高速场合;第三类是平台式绘图机,它的精度范围很宽,速度不如平面电机式,每分钟约30米。

以上这些绘图机统称为图形输出设备,还有一类绘图设备称为图象输出设备。象图形彩色喷墨绘图机,它是把绘图笔换成红、黄、蓝三种颜色的喷墨头,并控制墨水的喷射和墨滴的大小,或在纸面上的喷射密度,从而绘出色彩鲜艳、具有不同浓淡层次的彩色图象。此外,点阵式或激光式印刷机,也可用做硬拷贝图象输出设备。

近年来还出现和键盘、CRT显示器组合的会话型复合绘图输出系统,以做到“一机多型”,减少设备种类。这种设备同微型计算机相配尤为适合。

(3) 显示设备

显示设备是一种输出设备,通常采用CRT(阴极射线管)作为显示屏。这种显示装置一般以显示不断变化着的各种信号为目标。通过在屏幕上显示的各种字符和图形,不仅可以了解到机器工作情况,而且还可以进行人工干预,输出结果直观、快速,是人机联系的重要手段。CRT显示器是目前微型机最重要的外围设备之一。

CRT显示器通常与键盘一起做成输入输出复合装置,键盘作为输入设备,CRT作为输出设备。按功能分,可以分为字符显示器和图形显示器。前者只能显示字符和数字,而后者除显示字符外,还能显示图形。图形显示器如果加上光笔,功能进一步扩大,成为光笔图形显示设备。人可以用光笔实时修改显示图形,成为计算机辅助设计的有力工具。图1.6示出光笔图形显示器原理方框图。如把光笔去掉,就成为图形显示器;如再把图形发生器去掉,就成为字符显示器。

除了CRT显示器外,目前正在积极研制更理想的平面型等离子、液晶等固态显示装置,预计不久将进入实用阶段。

在单板微型机中,为成本考虑,仅采用发光二极管组成的七段显示器,用来显示数字 $0\sim 9$ 及少量几个字符。

(4) 输入设备

键盘是常用的输入设备之一。通常它与某些输出设备组合成输入输出复合设备,如在单板微型机中组合成简易键盘显示器(七段显示器),键盘上除数字键外,只有少数的字母键和功能键。当键盘与CRT或同控制打字机组合成输入输出复合设备时,必须采用标准键盘。

读孔设备一般是卡片阅读机和纸带阅读机,不过在微型计算机中这两种设备不多用。

(5) 识别设备

识别设备也是输入设备。这类设备包括光笔、光学字符阅读器、声音识别器等。

光笔外形象钢笔,其工作机理是辨认显示屏上的选点是否有光点,然后再作预定的响应。光笔的主要用途是选择显示屏上的清单,或在辅助设计中用来作图或修改。

光学字符阅读器可利用光学扫描的方法识别出普通电传打印纸上的文字信息,并将这些信息输入到计算机,所以它是一种文字识别设备。

声音识别器是一种最有发展前途的输入设备,它可以将人的声音转变为计算机能够接受的信息,并将这些信息送入计算机。而计算机处理的结果又可以通过声音合成器变成声音。

以实现真正的“人机对话”。通常声音识别器和声音合成器放在一起做成声音输入输出设备。图1.7示出了一种声音输入输出设备的原理框图。声音通过话筒进入识别器,然后送入计算机。计算机输出数据则送入声音合成器变为声音,然后由喇叭输出。

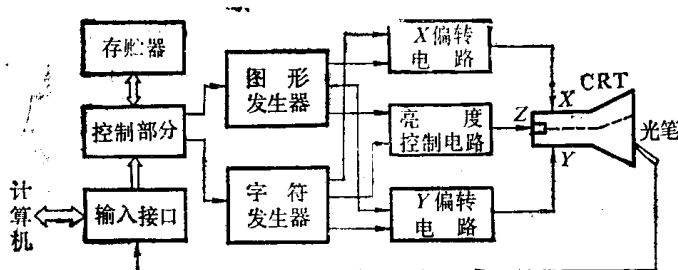


图1.6 CRT显示装置原理方框图

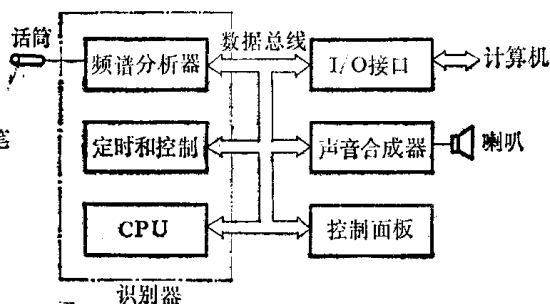


图1.7 声音输入输出设备原理框图

(6) 汉字设备

为了适应中文信息处理的需要,我国在1981年制定了“信息交换用汉字编码字符集基本集GB2312-80”国家标准,规定常用汉字总数为6763个,其中一级字为3755个,二级字为3008个,并给这些汉字分配了代码,将它们作为汉字信息交换标准代码。

原则上,汉字进入计算机有三种方法:汉字图象识别、汉字语音识别和汉字编码输入。前两种方法难度大,进展小,目前实际进入应用的,主要是第三种方法。

就第三种方法而言,汉字编码输入方案有数百种之多,不过许多方案都有类似之处,可将他们归并成以下几类:

① 邮电编码 汉字输入代码都采用邮电部编的“标准电码本”的编码,一字一码,每码定长为四位十进制数字。输入方式极简单,可在通用键盘上操作。但缺点是,一般人无法记忆,因为数码与汉字音形特征无规律性联系。

② 整字输入 这类方案基本上采用一字一键一码原则。在使用大键盘时,盘面上一般有三、四千汉字,常按词组联想、部首为序、常用字集等方式排列,经过训练的专门人员每分钟可输入五、六十个汉字。其缺点是,非专门人员不易使用,设备庞大复杂,价格昂贵,一般用于出版单位。近来出现了光键盘整字输入。光键盘是一个屏幕,把汉字一页一页显示在屏幕上,用户使用光笔在页面上取字输入。

③ 字元编码 这类方案将汉字分解成若干基本构件,即字元。然后给每个字元分配一个代码,把一个汉字按字元位置(左右、上下、内外)顺序将其代码排列,就得到了该字的代码。由于字元数目比汉字少得多,可使用中等键盘输入。其缺点是难以掌握拆拼汉字字元。

④ 笔形编码 它将汉字笔法归类,每类笔法一个代码,而后按汉字笔法顺序或四角顺序排列代码。这类方案可在通用小键盘上输入,缺点是取笔难以掌握。

⑤ 拼音编码 这类方案可在通用键盘上象西文一样进行!问题是同音异字难以处理,发音不准或不知道发音的字不好输入。但从长远看,拼音编码是最有前途的。

⑥ 组合编码 综合利用上述各类编码的优点而实行组合编码,从而进一步克服彼此存在的缺点。

目前还没有标准的汉字编码方案,各种方案互有长短。不过目前一般按字元、按笔形编