

微型计算机原理 与汇编语言

● 潘 峰 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.co.cn>

微型计算机原理与汇编语言

潘峰 主编

吕建平 王宣政 王钰 彭家敏 参编

(排名无序)

TS61.08

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书是参照国家教委工科计算机基础课教学基本要求的精神和全国非计算机专业等级(3级A)考试大纲的要求编写的。书中以8086机型为背景,详细介绍了微机系统的基本组成、工作原理和实际应用,并适当介绍了80286、80386、80486及Pentium机的特点,可作为高等学校工科非计算机专业学生学习有关微机系统原理及应用、学习汇编语言程序设计的教材,也可供从事微机硬件或软件工作的工程技术人员进行科研开发时参考。本书配有相应的实验教材。

书 名:微型计算机原理与汇编语言

著 者:潘峰 主编

责任编辑:李新社

特约编辑:康宗朗

印 刷 者:北京科技大学印刷厂

装 订 者:三河赵华装订厂

出版发行:电子工业出版社出版、发行 北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

发行部电话 68214070

URL:<http://www.phei.co.cn>

经 销:各地新华书店经销

开 本:787×1092毫米 1/16 印张:27.75 字数:692.6千字

版 次:1997年4月第一版 1997年4月第一次印刷

印 数:8000册

书 号:ISBN 7-5053-4007-7
G·306

定 价:28.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

前 言

本书是根据编者多年从事高校各专业微机课程的教学实践,并参照国家教委工科计算机基础课程教学基本要求的精神和全国非计算机专业等级(3级A)考试大纲的要求编写的。本书可作为高等学校工科非计算机专业学生学习有关微机系统原理及应用以及学习汇编语言程序设计的教材,也可供从事微机硬件或软件工作的工程技术人员参考。

微型计算机自问世以来,一直以令人目不暇接的态势飞速发展,新机型、新技术、新的应用层出不穷,日新月异。因此,微机课程的教学内容需要不断更新和充实。然而,要使教材及时跟上微机迅速发展的形势是十分困难的。正如国家教委对课程教学基本要求中所指出的:微机课程是工科学生学习和掌握微机硬件知识和汇编语言程序设计的入门课程,课程的任务是使学生从理论和实践上掌握微机的基本组成、工作原理、接口电路及硬件的连接,建立微机系统的整机概念,使学生具有微机系统软硬件开发的初步能力。本书本着上述指导思想,以8086机型为背景,介绍了微机系统的基本组成、工作原理和实际应用,并适当介绍80286、80386、80486及Pentium等微型机的特点,以便使学生掌握基本原理,增强分析问题和解决问题的能力,通过学习举一反三,以适应微机发展形势的需要。由于微机课程是应用技术基础课,教材编写中应注重应用,叙述深入浅出,力求实用,并注意与微机的发展相适应。在教学中,应注意加强实践环节,通过适当的思考题与习题和适量的上机实践,培养学生用微机作为工具进行实验研究的能力及软硬件方面的实际开发能力。

本书第一章和第十章由吕建平编写,第二章和第九章由彭家敏编写,第三章、第七章及附录由潘峰编写,第四章和第五章由王钰编写,第六章和第八章由王宣政编写,潘峰担任主编,负责全书内容的修改和最后定稿。以上编者均长期从事微机课程的教学工作。在本书编写过程中,自始至终得到了西安邮电学院计算机系领导、同行专家的指导、关心、帮助和全力支持。本书的出版过程中得到了电子工业出版社、北京航空航天大学康宗朗老师的帮助和支持,编者在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中一定存在错误及不妥之处,请专家和读者不吝赐教。

编 者

第一章 概 论

第一节 微型计算机概述

一、微型计算机的发展

电子计算机是由各种电子器件组成的能够自动、高速、精确地进行逻辑控制和信息处理的现代化设备。从第一台电子计算机出现至今的 40 多年来,已大致经历了电子管式计算机、晶体管式计算机、集成电路式(中、小规模)计算机、大规模集成电路计算机等几个阶段。现在世界上许多国家正在加紧研制以人工智能、神经网络为主要特征的新一代计算机。

电子计算机按其性能来分,有巨型、中型、小型和微型计算机。微型计算机的核心部分是微处理器或微处理机,它是指由一片或几片大规模集成电路组成的,具有运算器和控制器功能的中央处理器(CPU)。

以微处理器为核心,配上由大规模集成电路制作的存储器、输入/输出接口电路及系统总线所组成的计算机,简称微型计算机。以微型计算机为中心,配以相应的外围设备、电源和辅助电路,以及指挥微型计算机工作的系统软件,就构成了微型计算机系统。

自从微处理器和微型计算机问世以来,按 CPU 字长和功能划分,它已经历了五代的演变。

第一代(1971~1973 年)是 4 位和低档 8 位微机。代表产品是美国 Intel 公司的 4004 微处理机及由它组成的 MCS-4 微型计算机。

第二代(1974~1978 年)是中高档 8 位微机,以 Intel 公司的 8080 和 8085, Motorola 公司的 MC6800,美国 Zilog 公司的 Z80 等为 CPU 的微型机为典型代表。

第三代(1978~1981 年)是 16 位微机,如 8086, Z8000 和 MC68000 为 CPU 的微型机。

第四代(1981~1992 年)是 32 位微机,典型的 CPU 产品有 80386, MC68020。之后, Intel 公司又推出 80486 微处理器。

第五代(1993 年以后)是 64 位微机。1993 年 3 月 Intel 公司推出了当前最先进的微处理器芯片——64 位的 Pentium,该芯片采用了新的体系结构,其性能大大高于 Intel 系列的其它微处理器,为处理器体系结构和 PC 机的性能引入了全新的概念。

当前微型计算机技术正向着生产领域、服务部门和日常生活的各个领域不断渗透,以其很高的性能/价格比,其应用会越来越广泛。

二、微型计算机的特点

建立在微电子技术加工工艺基础上的微型计算机有许多突出的优点,正是由于这些优点,使它从问世以来,就得到了极其迅速的发展和广泛的应用。

1. 功能强

微型计算机的设计,参考了其它类型计算机的优点,与别的电子设备比较,它的运算速度快,计算精度高,具有记忆和逻辑判断能力,而且每种微处理器都配有一整套支持相应微型计算机工作的软件。硬件和软件的配合,相辅相成,使微型计算机的功能大大增强,适合各行各业的各种不同目的的应用。

2. 可靠性高

由于微处理器及其配套系列芯片上可做出几千、几万甚至几百万个元件,这就减少了大量的焊点、连线、接插件等不可靠因素,使可靠性大大增加。据某些资料估计,芯片集成度增加 100 倍,系统的可靠性也可增加 100 倍。目前,微处理器及其系列芯片的平均无故障时间可达 $10^7 \sim 10^8$ 小时。

3. 价格低

微处理器及其配套系列芯片采用集成电路工艺,集成度高,适合工厂大批量生产。因此,产品造价十分低廉。据估计集成度增加 100 倍,其价格也可降为同功能分立元件的百分之一。

很显然,低的价格对于微型计算机的推广和普及是极为有利的。

4. 适应性强

在微型计算机中,硬件扩展是很方便的,而且系统的软件是很容易改变的。因此,在相同的配置情况下,只要对硬件和软件稍作某些变动就能适应不同用户的要求。

5. 周期短,见效快

微处理器制造厂家除生产微处理器芯片外,还生产各种配套的支持芯片,同时也提供许多有关的支持软件,这就为我们构成一个微型计算机应用系统创造了十分有利的条件。从而可以节省研制时间,缩短研制周期,使研制的系统很快地投入运行,取得明显的经济效益。

6. 体积小,重量轻,耗电省

微处理器及其配套支持芯片的尺寸均比较小,最大也不过几百平方毫米。另外,近几年在微型计算机中还大量地采用了 ASIC(大规模集成专用芯片)和 GAL(通用可编程门阵列)器件,使得微型计算机的体积明显缩小。

目前微型计算机中的芯片大多采用 MOS 和 CMOS 工艺,这样耗电量就很少。这对那些在体积、重量、功耗等方面要求比较严格的使用者来说,是很有意义的。一些过去想使用计算机,但又无法实现的领域,例如航空、航天等部门中的某些应用领域,现在利用微型计算机就很容易实现某些设想。

7. 维护方便

现在用微处理器及其系列技术所构成的微型计算机已逐渐趋于标准化、模块化和系列化,从硬件结构到软件配置都作了较全面的考虑。一般都可用自检、诊断及测试发现系统故障;另一方面,发现故障以后,排除故障也比较容易,如可迅速更换标准化模块或芯片。

三、微型计算机的分类

微处理器(MP—MICRO PROCESSOR)是集成在一片大规模集成电路芯片上的中央处理器,又称 MPU,简称 MP。它具有一般 CPU 的功能,但它的体积远远小于一般 CPU,还具有功耗低、价廉和可靠性高的优点。

按 MPU 处理数据的位数来看,微处理器可分为 4 位、8 位、16 位和 32 位 MPU。32 位微处理器是当今较先进最流行的微处理器,它所构成的微型计算机也是当今世界最流行的、较先进的微型计算机。

从制造微处理器器件的工艺来看,可分为 MOS 工艺的通用微处理器和双极型 TTL 工艺的位片式微处理器,后者具有速度快、灵活多变、但功耗较大的特点。位片式微处理器以位为单位构成 MPU 芯片,常用多片位片式微处理构成高速、分布式系统和阵列式系统等,可以按实际需要,选择构成不同位数的微处理器,因而使用灵活多变。

四、微型计算机的应用范围

微型计算机具有价格低廉、体积小、重量轻、功耗低、可靠性高、使用灵活等优点,且随着大规模和超大规模集成电路工艺的不断发展;其功能亦不断增强,使得微型计算机的应用日益深入各行各业,促进了世界新产业革命的到来。微型计算机在当今信息时代是不可缺少的一种重要工具。

微型计算机按其复杂程度的不同,可适用于各种行业,从仪器仪表和家电的智能化,到科学计算、自动控制、数据和事务处理、辅助设计、辅助教学和人工智能等均可应用微型计算机。

低档的微型机和单片式微型机在仪器仪表和家电的智能化方面的应用,取代了过去的硬件逻辑电路对仪器仪表和家电的控制,这种控制本身并不复杂,但却经常是重复的,从而使逻辑电路庞杂。采用微型计算机之后,很容易简化其控制逻辑,用程序的重复执行以及循环控制,可以作到电路最省、控制更佳,并可通过修改程序来修改控制方案,因而灵活多变、可靠性高。

自从 80 年代初期 IBM PC 系列个人计算机出现以后,微型计算机在数据处理和管理方面的应用迅速推广。不单是工矿企业的各种数据和管理(人事档案管理、物资器材管理、合同管理、工资管理、帐务管理、办公室自动化、生产管理、学生学籍管理等等)可用微型计算机,而且微型计算机还深入到家庭的应用。

由于 IBM PC 系列机在我国的汉化成功,计算机在我国各行各业的应用也是日新月异的,特别是在企业管理和办公室自动化等方面的应用,已为各级领导所接受并给以重视。随着功能更完善的微型计算机的不断推出,这种应用也日益深入人心。为在我国普及计算机的应用创造了条件。

微型计算机另一主要应用方面是生产过程的自动控制。比起常规的自动控制仪表而言,微型计算机自动控制系统具有不可比拟的优点:

1. 对生产过程的控制方式是用软件编程来实现的,因而灵活多变。对不同的生产工艺要求只需改变程序即可。
2. 对生产过程的控制算法,可以实现最佳控制,这是常规控制器很难实现的。
3. 微型机控制系统具有较高的实时性,能迅速获得被控制系统的变化情况,迅速根据生产工艺要求进行控制,从而可以提高产品的质量及合格率。
4. 微型机控制系统可以实现多回路、多参数的控制。一个微机控制系统可以极好地替代多台常规控制器进行控制,从而节省经费投资,提高系统的利用率。
5. 可以与其它微型计算机进行横向或纵向的通信联络,从而实现网络控制方式或多级控制方式,提高系统的可靠性,或实现生产过程的全局自动化。

微型计算机在辅助设计(CAD——COMPUTER — AIDED DESIGN)、辅助教学(CAI——COMPUTER — AIDED INSTRUCTION)、辅助生产(CAM—— COMPUTER — AIDED MANUFACTURING)等方面的应用,是用功能很强的高档微机来实现的。它要求具有足够的存储器空间、高分辨率的显示器、丰富的系统软件和应用软件。

微型计算机在科学计算和数据处理方面的应用,是与微处理器单机功能的增强和协处理器的发展分不开的。协处理器是专用微处理器,例如数值数据处理器 INTEL 8087 就是协同 INTEL 8086/8088CPU 处理浮点数的。数据处理能力增强的微型计算机(或多处理器系统)在

科学计算方面能够发挥较大的作用。

微型机的应用非常广泛,在此就不一一列举了。

第二节 微型计算机系统的组成

一、一般计算机的结构框图

如图 1-1 所示,它主要有运算器、控制器、存储器和输入/输出接口四部分组成。

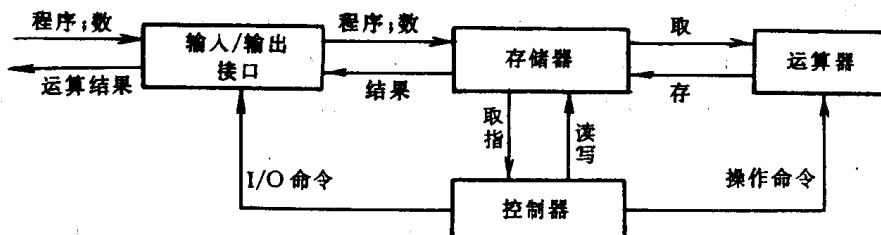


图 1-1 一般计算机结构框图

控制器:发布各种操作命令、控制信号等。

运算器:主要进行算术和逻辑运算。

存储器:存储程序、数据、中间结果和运算结果。

I/O 接口:原始数据和程序等通过输入接口送到存储器,而处理结果、控制信号等通过输出接口送出。

这种以二进制和程序控制为基础的计算机结构是由冯·诺依曼在 1940 年最早提出的。

二、微处理器

微处理器在 1971 年由美国首先研制成功,它将运算器、控制器集成在一片或几片大规模集成电路芯片上。组成了中央处理部件(Central Processing Unit),通常简称为 CPU。它主要包括运算器、控制器、寄存器组和总线接口等。

运算器:算术逻辑部件 ALU。

控制器:指令寄存器、指令译码及机器周期编码器、定时及操作控制部件。

寄存器组:通用寄存器组、程序计数器及状态标志寄存器、指示器和变址寄存器、段寄存器组等。

总线接口部件:指令流字节队列缓冲器、存储器地址形成部件等。

对于高档微处理器来讲,运算器在执行部件中,控制器在控制部件里。

三、微型计算机

微型计算机是以微处理器(CPU)为中心,加上只读存储器(ROM)、读写存储器(RAM)以及输入/输出接口电路和系统总线缓冲器组成的。如图 1-2 所示。(注:系统总线缓冲器这里未画)

所谓位数是指微处理器可同时传送数据的数据总线的宽度。8086CPU 内部和外部数据总

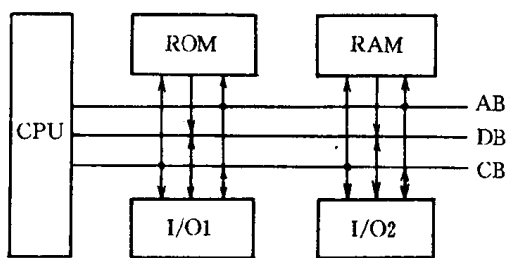


图 1-2 微型计算机结构框图

线为 16 位,所以 8086CPU 组成的计算机就是 16 位计算机。而 8088CPU 内部数据总线为 16 位,外部数据总线宽度为 8 位。由于它的结构与 8086 几乎是一样的,而在软件上完全是兼容的,能处理 16 位数据,因此称它为准 16 位微处理器。80386 为 32 位微处理,它传送数据的数据总线的宽度为 32 位。

1. 微处理器(CPU)

它是微型计算机的心脏,不仅把一般计算机中的控制器、运算器等集成在一个芯片上,而且它决定指令、指令系统。它能进行算术运算和逻辑运算,能够执行各种控制等。它的特性基本上反映了微型计算机的性能。各种不同类型的微处理器,都具有各自不同的一些特点,如指令系统、指令执行时间、控制能力、以及内部寄存器组、算术逻辑部件等硬件特性。这些硬件特性和指令系统在制造微处理器芯片时,是早已规定好了的,一般来讲用户是不能更改的,我们只好去熟悉它、掌握它、运用它。

2. 存储器

存储器是计算机极重要的组成部分。它是用来存储程序、原始数据、中间结果和最终结果的。有了它,计算机才能有记忆功能,才能把要计算和处理的数据以及程序存入计算机内,使计算机脱离人的直接干预,自动地工作。显然存储器容量越大,能记忆的信息就越多,计算机的功能就越强。由于存储器主要是和微处理器打交道,取指令、取操作数、存数等。而存储器存取速度是影响运算速度的主要因素,所以希望存储器容量要大,存取速度要快。

存储器现在所指的是半导体存储器,它可分为既可读又可写的存储器(RAM),只能读出存储器(ROM)。RAM 又分为动态和静态存储器两种。ROM 分为掩模式 ROM,可编程 ROM(PROM),可擦写的 ROM(EPROM)和电可擦写的 ROM(E²PROM)。

(1)读写存储器(RAM)停电后信息会丢失

主要用来存放操作数据,处理信息时的中间结果以及最终结果。用一段存储单元作堆栈区等。

静态 RAM:在不停电条件下,存储单元所存储的信息不变的 RAM 叫静态 RAM。

动态 RAM:在不停电条件下,由于是用寄生电容来存储信息的,随时间变化因漏电而信息变化的叫动态 RAM。故每经过几个 ms 需要刷新一次,以保存信息。

(2)只读存储器(ROM)停电后信息不会丢失

主要用来存放各种固定的程序和数据,如高级语言的解释程序或编译程序、汇编程序、标准子程序、监控程序、用户自编控制程序等;也用来存储各种常用数据、表格等等。其程序和数据是制造厂或者是用户写入固化的。存储器芯片一般逻辑结构如图 1-3 所示

3. 输入输出

微处理器与其它数字计算机一样,利用外部设备与外界通信。常用的外部设备包括:键盘、显示器、行式打印机、CRT 显示设备、盒式磁带机、软硬磁盘、A/D 与 D/A 转换器等。

当一个或几个外部设备与微处理器相连时,每个外部设备都必须有一个接口电路。这是因为:

(1)所使用外部设备的速度不尽相同,有快速的、慢速的、中速的之分,不可能与主机的工

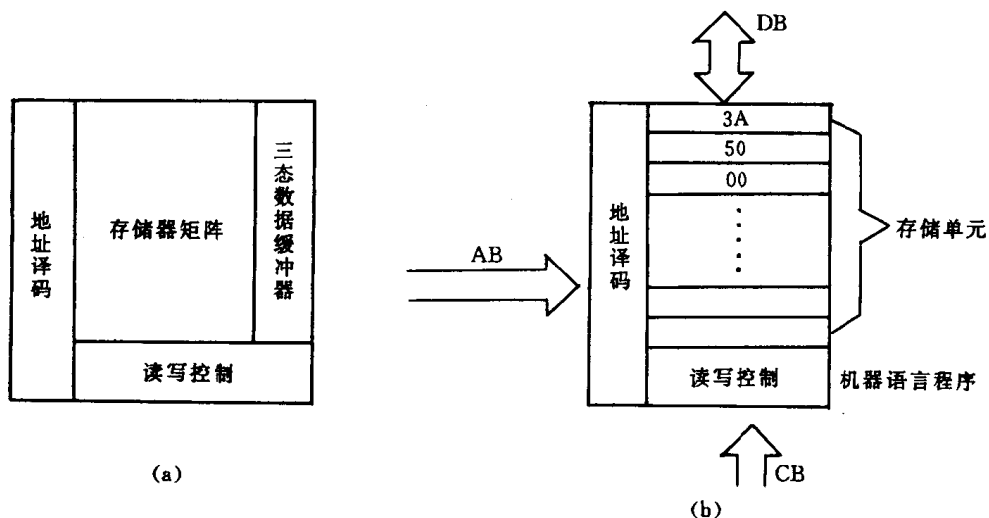


图 1-3 存储器芯片逻辑结构框图

作速度相匹配。

(2) CPU 输入和输出数据都是并行传输的。外部设备对数据格式的要求是各式各样的，例如有的 A/D 转换接口是 12 位的，有的要求串行传送等等。

(3) 外部设备的结构各不相同，有电子式、机械式、机电式、电磁式等。使用的电路元件有 MOS 器件与 TTL 器件之分，因此，信号也要经过电平转换才能与 CPU 要求的信号相一致。CPU 与 I/O 之间的接口信号如图 1-4 所示。

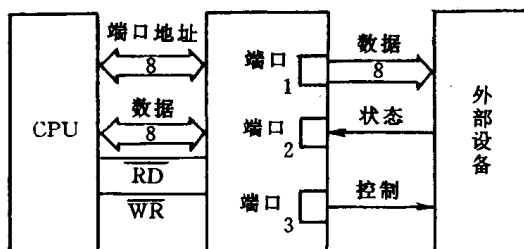


图 1-4 CPU 与外设之间接口

四、微型计算机系统

图 1-5 是微型机系统的示意图。由该图我们可以看出，微型机系统包含两大部分：硬件系统和软件系统。

硬件系统是在前述微型机的基础上配以必要的外部设备、外部存储器(如磁盘机，磁带机等)和电源设备等组成的。

软件系统包含了系统软件和应用软件。通常最基本的系统软件被固化在 ROM 存储器中，如监控程序、基本输入输出管理程序等。微型机系统的种类很多，从简单系统到复杂系统，从最小系统到最大系统，以满足社会各方面的不同要求。简单系统一般包含了微型计算机系统的基本配置：微型计算机、电源、磁盘驱动器、打印机及显示器。流行的个人计算机(PC 机)就属于这种系统。复杂的系统可以是多机系统、分布式系统等。本书将以单机系统为主要内容进行介

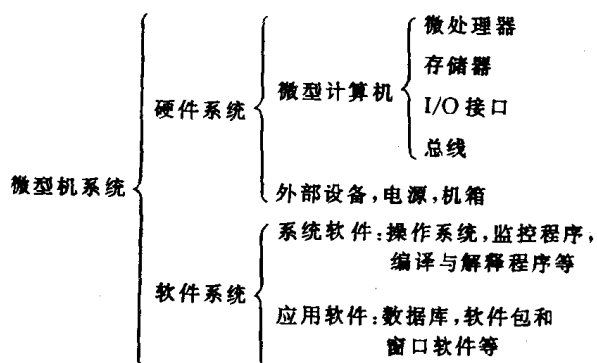


图 1-5 微型机系统示意图

绍。

五、微型计算机的开发系统

为研制微型计算机软件或对微型计算机的样机进行软硬件综合调试而专门制造的微型计算机系统,叫做微型计算机开发系统,它是设计和调试新微型计算机的强有力的工具。

功能完善的开发系统具有丰富的软件、多种外部设备,如外存储器、CRT、打印机等,一般都配有仿真器。这种多功能的开发系统可以进行仿真、跟踪和 EPROM 的读/写等。专用微型机开发系统是针对某种微处理器而研制的开发系统,例如 MOTOROLA 公司的 EXRCISER I 可以开发 M6800 及 M6809。通用的开发系统配有多种型号微处理器的仿真器,可以方便地开发多个系列的微型机系统,例如 TEKTRONIK 的 8500 系列开发系统,可以开发 8080/85、Z-80、M6800 等各种 8 位微型机和 8086/88 等 16 位微型计算机。多功能开发系统,不仅能开发多种微处理器,还能开发多机系统,具有仿真器和逻辑分析仪的功能,可以对硬件和软件进行综合调试。开发系统种类和功能不同,其价格也不相同。一般说来,价格高于普通微型计算机,用户应根据实际需要来选购。

六、微机结构的特点——总线技术

总线:计算机传送信息的一组信号线;

单向总线:只能向一个方向传送信息的总线;

双向总线:能向两个方向传送信息的总线。

微型计算机一般采用三总线,即按传输信息的性质分为三总线:地址总线、数据总线、控制状态总线。这样模块之间的连接就既方便,又易于扩展,便于构成多机系统。

微处理器内部总线

把内部寄存器组、累加器、算术逻辑单元和控制器部件集成在 $5 \times 5\text{mm}^2$ 芯片上,为了提高集成度采用了内部数据总线。

单机内总线

微型计算机内部系统板与插件板之间进行通信的总线,称为系统总线。如 IBM-PC 总线,AT 总线等。CPU 与外围芯片之间的总线称为内总线(局部总线)。

外总线:(多机之间)

微型计算机和其它设备或控制对象之间进行通信的总线叫外总线。有 IEEE—488 标准总线, EIA—RS232 异步通信总线, EIA—RS232&423 异步和同步通信标准总线, MULTIBUS 多总线等。

七、软件是微型计算机系统的重要组成部分

前面我们学习了构成微型计算机的硬件,但是,仅有这样的硬件,还只是具有了处理信息的基础。计算机真正能进行处理信息,还必须要有软件配合,软件即各种程序。

我们知道,计算机所以能脱离人的直接干预,自动地进行计算,是由于人把实现某个处理的步骤用命令的形式——一条条的指令序列预先输入到存储器中。执行时,机器把这些指令逐条地取出来,加以翻译和执行。

指令:计算机能够识别和执行的指挥计算机进行操作的命令的二进制编码(也叫做机器码)就是指令。如:取数、送数、相加、存数等等都是一种操作。一条指令对应一种基本操作。

指令系统:计算机所能执行的全部指令的集合。一台计算机能执行什么操作,能做多少种操作是由微处理机来决定的。换句话说,当微处理机设计好时,所规定的指令系统也就规定好了,这是计算机所固有的,不同的微处理器,指令系统是不一样的。

指令程序:能完成某种任务的计算机能够识别和执行的指令序列叫程序。

源程序:用户为解决自己的问题所编的程序,称为源程序。

目的程序:用计算机能够识别和执行的二进制编码(称为机器码)而编写的程序,叫做机器语言程序,又称为目的程序。

机器语言:机器码的集合。

由于计算机只认识二进制码,所以指令系统中所有指令,都必须以二进制编码形式来表示也称为机器语言。以 8086 为例,向存储器存数(字),机器码编码为 A3,06,00,30 四个字节(直接寻址)。从存储器取数,机器码编码为 8B,04,00,20 四个字节编码(变址寻址)等等。

用这些指令编码来编写的程序(机器码程序)是由一连串的 0 和 1 组成,没有明显特征,不好记忆,不易理解,出错查找困难,要求编程人员对机器码相当熟练。所以编写机器码程序是一件繁琐而困难的工作。机器语言优点是编程简短、运行迅速、可靠。为克服其缺点,人们就用一些助记符——通常是用指令功能英文词的缩写来代替操作码。如 8086/8088 中数的传送操作助记符 MOV,加法用 ADD 等。这样一来,上面两条机器码编码可以写为

```
MOV [3000H],AX
MOV AX,[SI+2000H]
```

这样每条指令有明显的特征,易于理解和记忆,也不易出错。

汇编语言:用助记符、符号地址表示的指令叫汇编格式指令。

汇编格式指令:操作码 目的地址 源操作数或操作数地址。

操作码表示计算机执行什么操作,操作数表示参加操作数的本身或操作数所在的地址,其操作结果送到目的地址中。由汇编语言编写的源程序叫汇编语言源程序。由于计算机只认识二进制编码,对汇编语言它是不认识的,必须用一个汇编程序将汇编语言程序译成机器码(因汇编格式指令与机器码是一一对应的)。具有汇编能力的计算机,是由计算机进行汇编的;没有汇编能力的计算机,就得由人查指令表进行汇编。将汇编好了的机器码送到存储器中,以便计

计算机自动执行。汇编语言的优点是好记、好理解、出错也好找、不需要熟记机器码。缺点是要求编程人员对计算机要有所了解。而每种机器其汇编语言不同,如 8086 传送为 MOV,Z8000 则为 LD 等等,所以它不能通用。

为了克服汇编语言的不足,就出现了高级语言。如:BASIC、FORTRAN、COBOL、PASCAL、C 语言等。其优点是不用对计算机内部结构有所了解,不同机器能通用,可移植性好。缺点是同一个任务用高级语言编写的程序其执行时间比汇编语言要长,占用内存空间多。同样,用各种高级语言编写的程序计算机是不认识的,必须用语言处理程序翻译成机器码才能执行。编译程序是将高级语言程序全部翻译成目的(机器语言)程序,再由计算机执行的语言处理程序。而解释程序则是取一条高级语言语句,就解释一次,将其翻译成目的程序的语言处理程序。

为了管理机器和运行各种语言程序就出现了操作系统。

为了对信息进行处理,就出现了数据库和数据库管理系统程序等。

八、微型计算机硬件技术及其发展趋势

目前微型计算机基本上是沿着两个方向发展:一是生产性能更好的单片机及 4 位、8 位微型计算,主要是面向要求低成本的家电、传统工业改造及普及教育等。其特点是专用化、多功能、低价格、可靠性好;二是发展 16 位、32 位、64 位微型计算机,面向更加复杂的数据处理、OA、DA 科学计算等,其特点是大量采用最新技术成果,在 IC 技术、体系结构等方面向高性能、多功能的方向发展。

下面主要介绍一下微处理器所采用的硬件技术及其发展趋势。

1. 堆栈技术

后进先出原则。在内存开辟一区域,主要在用到子程序或中断时保存断点地址、保存现场内容等。这将在以后详细叙述。由于实际需要,计算机要与更多的外部设备打交道,顺序执行程序势必带来外设的串行工作,一外设执行完后另一个外设才开始投入工作,这样使 CPU 效率低(大部分时间花在等待外设工作完成上)。就用户使用来讲也是极不方便的,于是就出现了中断技术。

2. 中断技术

中断正在执行的程序,转到中断服务程序为申请中断的设备服务,使计算机同时为几个外设服务,大大提高了 CPU 的效率和微机系统的性能。这部分在第八章详述。

由于内存容量有限,大部分程序、数据是存放在外部存储器中的,如软盘、硬盘等。如果要执行某一程序,就必须将这部分程序调到内存中,CPU 才能一条条执行。CPU 与外设进行数据交换,一般是在输入/输出查询程序或中断程序控制下进行的。外设和内存之间的数据传送是在 CPU 的干预下进行的,传送速度慢,特别是大量数据传送就更显得慢了,于是就出现了 DMA 技术。

3. 直接存储器存取(DMA)技术

存储器和外设的 I/O 端口寄存器之间传送数据,采用不要 CPU 干预,直接在存储器和外设之间进行数据块传送,以提高传送数据的速度。为了提高计算机运行速度,在微处理器上也作了一定的改进。

4. 多寄存器结构

对微处理器来讲,内部寄存器越多,处理数据和地址就越容易,使用就越方便。CPU 处理

的中间结果,可以暂存在寄存器中,勿需送到存储器,使执行时间缩短,提高运行速度。

5. 流水线技术(重叠操作技术)

高档微处理器总的来说有总线接口单元和执行单元。总线接口是负责与总线相连的接口,实现 CPU 与存储器之间的信息传送,将指令或所需操作数取出送到指令队列中排队。而执行单元负责指令的执行,这样就把取指令部分与执行指令部分分开了,使取指和执行指令能够重叠进行,减少了等待取指时间,大大提高了 CPU 效率,提高了整机运行速度。另一方面又降低了对与之配备的存储器的存取速度的要求。

6. 高速缓冲存储器

在 32 位微处理器中,为了加快处理信息的速度,在 CPU 与常规主存之间放一个专用高速 RAM,它的速度比主存快一个数量级,不过容量小,只能存放一小组指令或数据集。CPU 要取指令或操作数时发出一个地址,它首先要看所需数据是否在高速缓存中,若在就立即送给 CPU,若不在就要做一次常规的存储器访问,将所需要的数或指令送给 CPU,并将其相邻的指令或数据放入高速缓存中。通常命中率高于 90% 以上。

80486 已将高速缓冲存储器 82385 集成到了 486 微处理器中,486 执行速度是 25MHz 的 386 速度的 1.6 倍。

7. 虚拟存储器

被执行的实用程序和使用数据一般不允许大于主存 RAM 空间,若采用一种硬件和软件的综合技术,允许程序使用大于物理上的主存储器的容量,这是由操作系统启动存储器进行数据块的交换或覆盖技术来完成的。目前 80286、80386、80486 都具有虚拟存储器功能。

8. 多处理器系统技术

为了提高执行速度和改善系统操作能力,微型计算机大多采用了 DMA 控制器,通过窃取总线周期来完成 I/O 的操作。但 DMA 控制器的能力有限,且在 DMA 操作前后都要 CPU 干预,额外开销大。为了进一步提高运行速度和改善系统的操作能力,可采用多处理器系统(有两个或两个以上能同时译码和执行指令的部件,该系统就称为多处理器系统)。以 IBM-PC 机为例,它在最大组态时,可以组成多处理器系统,用 8087 数值数据处理器执行浮点运算,8089 的 I/O 处理器能够执行字符串处理、代码转换、字符搜集、位测试以及通常的 DMA 操作。这样一来 CPU 就能够处理更高级的任务了,微机运行效率大为提高,改善了系统的操作能力。

为了加快微处理器的研制,使用了微程序技术,平均 3~4 年就能研制出一个新的微处理器。

9. 微处理机普遍地采用了微程序控制技术

控制器由微程序控制技术组成,不使用组合逻辑控制,因为采用了组合逻辑控制器后,要想改变一下功能,组合逻辑表达式就得改变,从而硬件电路就得改变,这是做不到的。采用微程序设计就方便得多了。每个微命令控制完成一个微操作,由微命令组成微指令,由微指令编一段微程序,这段微程序用一些微操作完成一条机器指令的功能。若要改变一下功能,只需改变一下微程序就可以了。

10. 并行处理的哈佛(Harvard)结构

为了克服 MPU 数据总线宽度的限制,尤其是在单处理器情况下,为进一步提高微处理器的处理速度,采用高度并行处理技术——Harvard 结构已成为引人注目的趋势。

哈佛结构的基本特性是:采用多个内部数据/地址总线;将数据和指令缓存的存取分开;使

MMU 和转换后援缓冲存储器(TLB)与 CPU 实现并行操作。该结构是一种非冯·诺依曼结构,其典型的代表产品是 Motorola 的 MC68030。

11. RISC 结构

所谓 RISC 结构就是精简指令集的微处理器结构。其指导思想是在微处理器芯片中,将那些不常用的由硬件实现的复杂指令改由软件来实现,而硬件只支持一些使用频度很高的基本指令。这种方法可以大大减少硬件的复杂程度,并能显著地减少处理器芯片中门的个数,可用砷化镓(GaAs)取代硅半导体材料制成微处理器。这种微处理器具有抗幅射、对温度不敏感、功耗低等优点。在恶劣环境下,这种微处理器性能良好,并且可以获得非常高的运算速度。但是,这种材料与硅相比,其加工技术难于掌握,技术还不成熟,芯片的集成度还远远满足不了传统的完善指令集计算机(CISC)的要求。所幸的是目前 RISC 技术已日臻成熟,为 GaAs 制造 RISC 结构的处理器芯片创造了良好的环境。

12. 整片集成技术(Wafer Scale Intergration)

目前高档微处理器已基本转向 CMOS VLS 工艺,集成度已突破百万晶体管大关。一个令人瞩目的动向是新一代的微处理器芯片已能将更多的功能部件集成在一起,并做在一个芯片上。目前在一个 MPU 的芯片上已实现了芯片上的存储管理、高速缓存、浮点协处理器部件、通信 I/O 接口、时钟定时器等功能。另外,单芯片多处理器并行处理技术也已由不少厂家研制出来。

从微型计算机系统角度来看,采用多机系统结构、增强图形处理能力、提高网络通信性能等方面都是当前微型计算机系统所追求的目标。

第三节 微型计算机的工作过程

微型计算机的工作就是运行程序,即逐条从存储器中取出程序中的指令并完成指令所指定的操作。

下面通过一个简单程序的执行过程,对微型计算机的工作过程做一个简单的介绍。

让我们看一下 0FH+08H 在计算机中是怎样实现的。其汇编语言程序如下:

ORG 00000H	机器码
MOV AL,0FH;	B0H
	0FH
ADD AL,08H;	04H
	08H
MOV [0009H],AL;	A2H
	09H
	00H
HLT	F4H

将机器码送到存储器中,如图 1-6 所示。

程序是从程序首地址 0000H 开始存放的。执行一条指令,首先要分析指令的操作码,然后

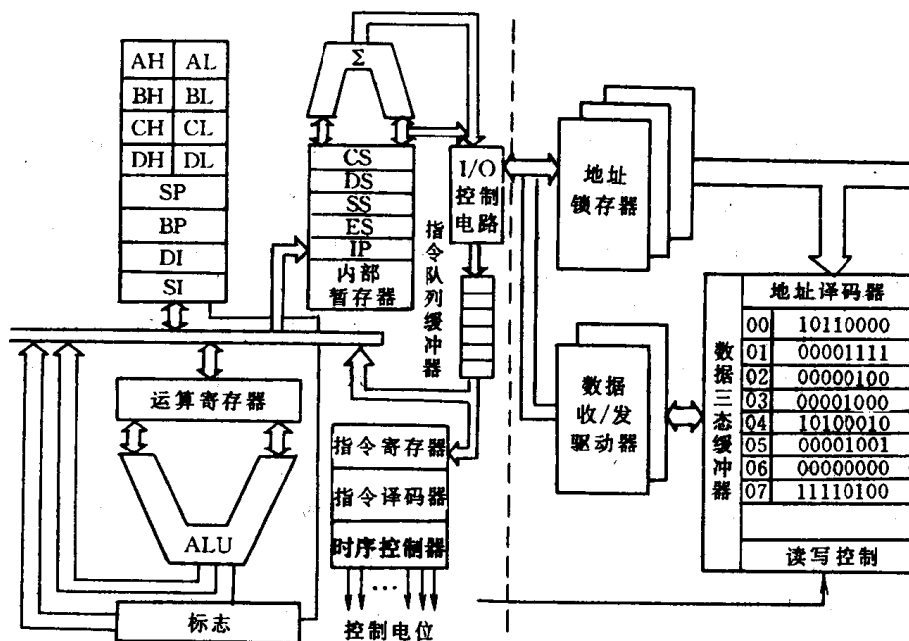


图 1-6 一个模型机执行流程图

再完成操作码规定的操作。其步骤如下：

- (1) 程序计数器内容为 0000H。
- (2) 把程序计数器内容 00H 和 CS 段值(设 0000H)相加得到地址为 00000H。
- (3) 将 00000H 内容经 I/O 控制电路送外部 AD 总线上,地址由地址锁存器锁存,IP 自动加 1,准备取下一个机器码。
- (4) 地址内容由地址锁存器输出送到存储器的地址译码器进行译码,找到 00H 单元。
- (5) CPU 向存储器发读命令。
- (6) 将 00H 单元内容 B0H 读出送到数据总线上,经数据收/发驱动器送 I/O 控制电路中。
- (7) 读数被 I/O 控制电路送到指令队列缓冲器。
- (8) 由于是操作码,故该数被送控制器中的指令寄存器,指令译码器进行译码,由时序操作控制部件发出相应于操作码的控制信息。

取操作数步骤如下：

- (1) IP 将 01H 内容和 CS 内容相加,形成 00001H 送 I/O 控制电路,且 IP 自动加 1。
- (2) 由 I/O 控制电路将 00001H 送 AD 线上,由地址锁存器将地址 00001H 锁存。
- (3) 锁存器将地址信号送存储器的地址译码器进行译码,找到 01H 单元。
- (4) CPU 发出读命令。
- (5) 把操作数(01 单元内容)0FH 经数据三态缓冲器送至数据收/发驱动器,再送至 CPU 的 I/O 控制器电路。
- (6) 由 I/O 控制电路将 0FH 送至指令队列缓冲器。
- (7) 因 0FH 是操作数,故它将被送到操作码规定好的 AL 寄存器中。

上述步骤仅仅是完成一条指令 MOV AL,0FH,而其余指令也是需要分析操作码,然后完成操作码规定的操作的。这对每条指令来说都是相同的。但 IP 内容不同,所指的指令就不同。

第二章 计算机中的信息表示方法

计算机的基本功能是对数据进行加工,因此要加工的数据必须送入计算机中。人们习惯用十进制数,而计算机中却采用二进制,这是因为制作具有十个物理状态的器件很困难,而制作具有两个物理状态的器件却容易的多,省器件,且有成熟的逻辑处理工具,运算、处理也方便。所以在计算机中,所用的数字、字符、指令、状态都是用二进制数来表示。为了书写方便,计算机还采用其它进制数,如十六进制和八进制等。

第一节 数值及其编码

一、无符号数的表示及运算

(一) 无符号数的表示方法

1. 十进制计数的表示法

十进制计数法的特点是:

■以10为底,逢10进位。

■需要10个数字符号0、1、2、...、9。

任何一个十进制数 N_D 可以表示为:

$$N_D = \sum_{i=-m}^{n-1} D_i \times 10^i \quad (2.1.1)$$

其中, m 表示小数位的位数, n 表示整数位的位数, D_i 为十进制数字符号0~9。

例如:

$$374.53D = 3 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2}$$

上式中后缀 D 表示十进制数(Decimal),尾标识符 D 也可省略。

2. 二进制计数的表示法

二进制计数法的特点是:

■以2为底,逢2进位。

■需要两个数字符号0、1。

一个二进制数可以表示为如下形式:

$$N_B = \sum_{i=-m}^{n-1} B_i \times 2^i \quad (2.1.2)$$

例如:

$$1101.1B = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1}$$

上式中后缀 B 表示二进制数(Binary)。

3. 十六进制计数的表示法

十六进制计数法的特点是:

■以16为底,逢16进位。