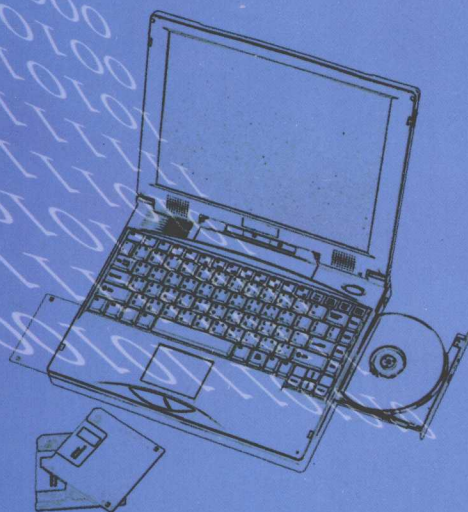


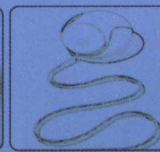
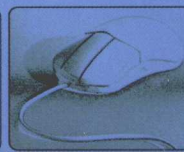
微型计算机技术

主 编 王艳春

主 审 曲伟建



哈尔滨地图出版社



微型计算机技术

WEIXING JISUANJI JISHU

主 编 王艳春

副主编 祁晓钰 王发智 李 诚

史庆武 李经智 夏 颖

主 审 曲伟建

哈尔滨地图出版社

· 哈尔滨 ·

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机技术/王艳春主编. —哈尔滨:哈尔滨地图出版社,2008.11
ISBN 978-7-80717-938-2

I. 微… II. 王… III. 微型计算机 - 基本知识 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 171310 号

内 容 简 介

本书主要针对普通高等院校电类专业本科生学习微机原理、汇编语言程序设计、微机接口技术等相关课程而编写的教材。

本书主要阐述了微型计算机组成原理、微机系统各逻辑部件的运行机理、实用接口及其应用技术。全书共分为 12 章,主要内容包括微型计算机系统的组成及工作原理;Intel80x86 微处理器结构及操作原理;80x86 指令系统及汇编语言基本程序设计方法;存储器技术;Intel 系列的外围支持芯片及基本的 I/O 设备的接口技术;微型计算机的总线技术;人机交互接口技术。本书提供了大量应用实例,每章后均附有习题。

本书可作为高等院校电类专业本科生教学用书,也可供相关工程技术人员作为参考书。

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址:哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮政编码:150086)

哈尔滨市动力区哈平印刷厂印刷

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16 印张:14.5 字数:371 千字

ISBN 978-7-80717-938-2

2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷

印数:1 ~ 1 000 定价:32.00 元

前 言

近年来由于计算机技术的飞速发展,微型计算机的应用领域也越来越广,并已渗透到各个行业。随着计算机应用领域的不断拓宽和发展,微型计算机技术已成为能否开创微机应用新局面的关键技术之一,同时也成为计算机、电子信息、控制工程学科的重要组成部分。因此,微型计算机技术课程已被列为高等学校计算机、电子科学与技术、信息与通信等本科专业的基础课之一。本书是为高等院校电类专业本科生学习微型计算机原理、汇编语言程序设计、微机接口技术等相关课程而编写的教材。

本书共分为12章。第1章介绍了微型计算机和微型计算机系统;第2章系统地阐述以Pentium系列为代表的现代微机的基本结构及工作机理,包括微处理器的寄存器结构、存储组织方式、总线操作及时序、当代微机新技术;第3章和第4章介绍80x86寻址方式、指令系统及汇编语言程序设计;第5章介绍微机系统存储器;第6章介绍基本输入/输出技术和DMA技术的原理和应用,重点介绍了微机系统常用接口芯片8237;第7章介绍了中断技术与异常处理,重点介绍了中断源、中断向量、中断判优以及可编程中断控制器8259A;第8章介绍了并行接口技术以及定时/计数技术的原理及应用,重点介绍了常用可编程并行接口芯片8255A和定时/计数器接口芯片8253A;第9章介绍了串行接口技术和串行接口芯片8251A;第10章介绍了A/D和D/A转换接口及其在现代微机系统中的应用技术;第10章介绍了微机系统总线技术;第11章介绍了现代微机技术的应用,重点介绍了人机交互设备接口及其实用技术。教材内容丰富,既包含了典型的微处理器及其接口技术,也介绍了新型接口与总线技术;既讲述了接口的硬件部分,也讲述了接口的软件编程,全书涉及到很多新的技术,反映了现代微机技术发展的最新水平和趋势,并体现出微机技术中硬件设计和软件驱动的统一。

参加本书编写的单位有齐齐哈尔大学和佳木斯大学等。其中,第2~4章、第6章由王艳春编写;第11~12章由祁晓钰编写;第8~9章由王发智编写;第7章由史庆武编写;第1章、第10章由李诚编写;第5章由李经智编写。王艳春负责全书的统稿和定稿。

本书在编写过程中得到了齐齐哈尔大学通信与电子工程学院领导和同事的大力支持;得到了哈尔滨工业大学出版社黄菊英、许亚莹主编的热情支持和宝贵指导;佳木斯大学史庆武老师对本书进行了审阅,并提出了许多宝贵的建议;同时,本书参考了大量的文献,限于篇幅不能一一列出,在此一并表示衷心的感谢。

由于时间和编者水平所限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2008年11月

目 录

第1章 微型计算机系统概述	1
1.1 微型计算机的发展	1
1.2 微处理器、微型计算机和微型计算机系统	4
1.3 微型计算机系统的工作过程	7
1.4 微型计算机系统的主要性能指标	7
习题	9
第2章 微机系统中的微处理器	10
2.1 8086/8088 微处理器结构	10
2.2 8086/8088CPU 的存储器管理	15
2.3 8086/8088CPU 工作模式及外部引脚	16
2.4 时钟周期、总线周期及指令周期	22
2.5 8086/8088CPU 的操作和时序	23
2.6 从 8086 到 Pentium 微处理器	29
习题	32
第3章 80x86 指令系统和寻址方式	33
3.1 概述	33
3.2 8086/8088 寻址方式	34
3.3 8086/8088 指令系统	36
习题	57
第4章 汇编语言程序设计	59
4.1 汇编语言程序格式	59
4.2 伪指令	65
4.3 汇编语言程序设计	68
习题	79
第5章 存储器系统	81
5.1 概述	81
5.2 读写存储器 RAM	84
5.3 只读存储器 ROM	90
5.4 存储器芯片的扩展及其与系统总线的连接	94
习题	99
第6章 基本输入/输出及 DMA	101
6.1 输入/输出接口概述	101
6.2 CPU 与外设之间数据传送控制方式	105
6.3 可编程 DMA 控制器 8237	109
习题	120

第7章 中断系统	121
7.1 概述	121
7.2 8086/8088 中断系统	124
7.3 中断控制器 Intel8259A	129
习题	139
第8章 并行接口及常用接口芯片	140
8.1 并行接口概述	140
8.2 可编程并行接口芯片 8255A	141
8.3 可编程定时器/计数器 8253	150
习题	160
第9章 串行通信与接口	161
9.1 串行通信与接口概述	161
9.2 可编程串行接口芯片 8251A	166
习题	172
第10章 D/A, A/D 转换与接口技术	174
10.1 D/A 与 A/D 接口概述	174
10.2 数/模转换器芯片(DAC)及其接口技术	176
10.3 模/数转换芯片(ADC)及其接口技术	179
10.4 D/A 与 A/D 在系统中的应用	182
习题	184
第11章 总线技术	185
11.1 总线标准与总线体系结构	185
11.2 PC 总线	188
11.3 系统总线	195
11.4 通信总线	196
习题	199
第12章 人机交互设备接口	200
12.1 键盘接口	200
12.2 鼠标接口	204
12.3 显示器接口	206
习题	224
参考文献	225

第1章 微型计算机系统概述

【内容提要】通过本章的学习使读者对微处理器和微型计算机的发展过程、特点、主要性能指标有一定的了解,对微处理器、微型计算机和微型计算机系统的基本概念、组成和三者之间的关系有比较清楚的认识,为后继章节的学习打下良好的基础。

1.1 微型计算机的发展

1946年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer)在美国宾夕法尼亚大学诞生。美国陆军用它计算炮弹弹道比人工计算提高效率8 400倍,显示了强大的威力。但是 ENIAC 计算机共用了18 000多个电子管,1 500个继电器,重达30吨,占地150平方米,耗电150千瓦,每秒钟只能计算5 000次加法,它的功能远远不如一台现代化的普通微型计算机。

在 ENIAC 计算机研制的同时,冯·诺依曼(Von Neumann)与莫尔小组合作研制了 EDVAC 计算机,在这台计算机中确立了计算机的5个基本部件:输入器、输出器、运算器、存储器和控制器。另外,程序和数据一样存放在存储器中,并采用了二进制。这些基本原则至今仍然被现代计算机所采用,因此现代计算机一般被称为冯·诺依曼结构计算机。

计算机的发展,从一开始就和电子技术,特别是微电子技术密切相关的。人们通常按照构成计算机所采用的电子器件及其电路的变革,把计算机划分为若干“代”来标志计算机的发展。自1946年世界上第一台电子计算机问世以来,经几代人60多年的共同努力与探索,计算机技术及其相关技术得到了突飞猛进的发展,对世界经济和科学技术起到了巨大的推动作用,给人类的生产和生活方式带来了实质性的变更。学术界一般以电子计算机所采用的电子器件的发展来划分电子计算机发展历程的各个阶段,在这不长的时间里,计算机的发展已经历了四代:电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机和大规模、超大规模集成电路计算机。目前,各国正加紧研制和开发第五代“非冯·诺依曼”计算机和第六代“神经”计算机。

按传统的分类方法,计算机按体积、性能和价格可分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机五类。从其工作原理上来讲,微型计算机与其他几类计算机并没有本质上的差别。所不同的是由于采用了集成度较高的器件,使得其在结构上具有自己的特点,即将组成计算机硬件系统的两大核心部分——运算器和控制器,集成在一片集成电路芯片上,显然该芯片是整个微机系统的核心,称为中央处理器 CPU(Central Processing Unit),或者微处理器 MPU(Microprocessor Unit)。

微型计算机是第四代计算机——大规模及超大规模集成电路计算机的典型代表,是大规模集成电路技术不断发展、芯片集成度不断提高的产物。

1.1.1 微型计算机的发展

微处理器是微型计算机的核心部件,其性能在很大程度上决定了微型计算机的性能。自20世纪70年代初美国 Intel 公司研制出第一片微处理器以来,微处理器及微型计算机的发展非常迅速,几乎每两年微处理器的集成度和性能就提高一倍,30年来,已经推出了五代微处理

器产品。几乎每 3~4 年微型计算机就会更新换代一次,因此微型计算机的发展过程是以微处理器的发展而更新换代的。

1. 第一代微处理器(1971~1973 年)——4 位及低档 8 位微处理器

1971 年,Intel 公司推出第一片 4 位微处理器 Intel4004,以其为核心组成了一台高级袖珍计算机。随后出现的 Intel4040,是第一片通用的 4 位微处理器。

1972 年,Intel 公司又推出了 8 位微处理器 8008,指令系统简单、速度慢、运算能力差,属于低档 8 位微处理器。以 Intel4004,Intel8008 为 CPU 构成的微型计算机分别是 MCS-4 和 MCS-8。

2. 第二代微处理器(1973~1978 年)——8 位微处理器

1973 年,Intel 公司推出了性能更好的 8 位微处理器 Intel8080,它成为第一款个人计算机 Altair 的大脑。此后各半导体公司竞相推出一批性能优良的 8 位微处理器芯片,如 Motorola 公司 MC6800, Rockwell 公司的 R6502。1976~1978 年期间,Intel 公司又推出了增强型的 8085, Zilog 公司推出的 Z80, Motorola 公司推出 MC6809 高档 8 位微处理器,形成了三足鼎立的形式。这一时期的微处理器设计和生产技术已经相当成熟,运算速度是第一代的 10~15 倍,指令系统也比较完善,组成微机系统的其他部件也愈来愈齐全,已经具备了典型的计算机体系结构及中断、DMA 等控制功能。在系统软件方面支持汇编语言及 BASIC, FORTRAN 等高级语言,后期还配备了操作系统。系统朝着提高集成度、提高功能与速度,减少组成系统所需的芯片数量的方向发展。

3. 第三代(1978~1983 年)——16 位微处理器

1978 年,Intel 首次推出 16 位微处理器 8086(时钟频率达到 4~8 MHz),8086 的内部和外部数据总线都是 16 位,地址总线为 20 位,可直接访问 1 MB 内存单元。

1979 年,Intel 又推出 8086 的姊妹芯片 8088(时钟频率达到 48 MHz),集成度达到 2 万~6 万管/片。它与 8086 不同的是外部数据总线为 8 位(地址线为 20 位)。

1982 年,Intel 推出了 x86 体系结构,直到今天,它仍然是大多数 Intel 处理器的基础。同年,Intel 公司在 8086 的基础上研制出了 80286,该微处理器内、外部数据传输均为 16 位,内存寻址能力为 16 MB。80286 可工作于实模式与保护模式。在实模式下,微处理器可访问的内存容量限制在 1 MB;而在保护模式下,80286 可直接访问 16 MB 的内存,且可以保护操作系统。80286 是第一款能够运行所有为其前代产品编写的软件的 Intel 微处理器。

4. 第四代(1983~1993 年)——32 位微处理器

1985 年,Intel 又推出了 32 微处理器 80386(时钟频率为 20 MHz),该芯片的内外部数据线及地址总线都是 32 位,可访问 4 GB 内存,并支持分页机制。除了实模式和保护模式外,80386 又增加了一种“虚拟 8086”的工作模式,可以在操作系统控制下模拟多个 8086 同时工作。

1989 年推出了 80486(时钟频率为 30~40 MHz),集成度达到 15 万~50 万管/片(168 个脚),甚至上百万管/片,因此被称为超级微型机。早期的 80486 相当于把 80386 和完成浮点运算的数学协处理器 80387 以及 8 kB 的高速缓存集成到一起,这种片内高速缓存称为一级(L1)缓存,80486 还支持主板上的二级(L2)缓存。后期推出的 80486 DX2 首次引入了倍频的概念,有效缓解了外部设备的制造工艺跟不上 CPU 主频发展速度的矛盾。

5. 第五代(1993 年至今)——高性能 32 位和 64 位微处理器

1993 年,Intel 公司推出了新一代高性能处理器 Pentium(奔腾),Pentium 最大的改进是它拥有超标量结构(支持在一个时钟周期内执行一条至多条指令),且一级缓存的容量增加到了

16 kB,这些改进大大提升了 CPU 的性能,使得 Pentium 的速度比 80486 快数倍。除此之外,Pentium 还具有良好的超频性能,把一个低主频 CPU 当做高主频 CPU 来使用,使得花费较低的代价可获得较高的性能。

AMD 和 Cyrix 推出了与 Pentium 兼容的处理器 K5 和 6x86,但是由于这些产品的浮点性能不如 Pentium,超频性能不强,且主频始终跟在 Intel 后面跑,因此只获得了少部分的市场份额。

1996 年,Intel 公司推出了 Pentium Pro(高能奔腾),它是专门为 32 位服务器和工作站级应用而设计的,可实现快速的计算机辅助设计、机械工程设计和科学计算。Pentium Pro(686 级的 CPU)的核心架构代号为 P6(也是未来 P II, P III 所使用的核心架构)。该芯片具有两大特色,一是片内封装了与 CPU 同频运行的 256 kB 或 512 kB 二级缓存;二是支持动态预测执行,可以打乱程序原有指令顺序,按照优化顺序同时执行多条指令,这两项改进使得 Pentium Pro 的性能又有了质的飞跃。

1997 年初,Intel 发布了 Pentium 的改进型号——Pentium MMX(多能奔腾),它是继 Pentium 后 Intel 的又一个成功的产品,是第一个有 MMX 技术的 CPU,其生命力相当顽强。Pentium MMX 将一级缓存提高到 32 kB,同时增加了 57 条 MMX 多媒体扩展指令,使得即使是运行非 MMX 优化程序也比同主频的 Pentium CPU 要快得多,并有效地增强了 CPU 处理音频、图像和通信等多媒体应用的能力。

兼容 CPU 厂商在这段时间也相继推出了多款产品来与 Pentium MMX 竞争,其中最具代表性的要数 AMD 推出的 K6。K6 的设计指标相当高,拥有全新的 MMX 指令集,拥有 64 kB 一级缓存(32 kB 数据 Cache,32 kB 指令 Cache,比奔腾 MMX 多了一倍),整数运算性能相当优秀,超过了同主频的 Pentium MMX,甚至逼近 P II。但 K6 并没有解决浮点运算性能差的问题,在图形、图像、游戏等应用中表现不尽如人意。

1997 年推出了 P II(奔腾 2 代)。P II 是对 Pentium Pro 的改进,因为其核心结构与 Pentium Pro 类似,但增加了 MMX 技术,能同时处理两条 MMX 指令。一级缓存增加到了 32 kB,并配备了 512 kB 的二级缓存。

1998 年推出了赛扬(Celeron),其特点是去掉了 P II 的二级缓存以及其他可以省略的东西,从而将价格降了下来。

1999 年又推出了开发代号为 Coppermine 的 P III(奔腾 3 代),不仅提高了主频,整体性能也大大提高。支持 SSE(Streaming SIMD Extensions,单一指令多数据流扩展)指令集,这是针对 MMX 的弱点和 3DNow! 设计的 70 条新指令,大大加强了 CPU 语音、图形图像和浮点运算方面的处理能力。同时该芯片首次内置了 CPU 序列号,能唯一标识一个微处理器。

2000 年,Intel 又推出了 566 MHz 和 600 MHz 的赛扬 II(也叫 Coppermine—128 kB)。AMD 公司连续推出新款 Thunderbird(雷鸟),Duron(毒龙)微处理器,再次向 Intel 以 Coppermine(铜矿)为核心的微处理器发出强有力的挑战,让 AMD 重新回到与巨人 Intel 一决雌雄的竞技舞台上。

2000 年底,Intel 公司推出它的第一个非 P6 核心结构全新的、功能比 Pentium III 处理器更为强大的新一代微处理器。Pentium 4 的诞生是 Intel 微处理器技术的另一个里程碑。Pentium 4 采用了称为 NetBurst 的全新的 Intel32 位微体系结构(IA-32)。该结构特别增强了互联网应用、图像处理、视频数据流处理、语音处理、三维图形处理等方面对性能要求的支持。Pentium 4 采用超级流水线技术、快速执行引擎、400 MHz 系统总线、改进的浮点运算等技术,成为延伸 PC 时代下,数字世界的动力核“芯”。

此后, Intel 在 Pentium 4 处理器基础上推出了创新的超线程(HT)技术产品,超线程(HT)技术支持全新级别的高性能台式机,可以同时快速运行多个计算应用,或为采用多线程的独立的软件程序提供更佳性能。

在不断发展和完善 32 位微处理器的同时, Intel 公司、AMD 公司和其他一些公司又在积极研发 64 位微处理器。2001 年 5 月 Intel 公司推出了 64 位微处理器 Itanium(安腾), Itanium 不是在 Intel 32 位结构微处理器上的简单扩展,而是一种全新的设计。其外部数据总线为 64 位,地址总线也是 64 位,内部集成了约 2.2 亿个晶体管,其集成度大约是 Pentium 的 10 倍,特别适用于高档服务器和 workstation。它的主要技术特点中最重要的一点是采用完全并行指令计算 EPIC(Explicitly Parallel Instruction Computing)技术;具有多个执行部件和多个通道的并行操作能力,特别适用于密集型浮点运算和三维图形的处理;采用了三级高速缓存;采用了新的分支预测技术,通过编译软件可以预先将分支结构的程序段分成几个指令序列,然后通过 Itanium 超强的并行处理能力,同时执行这些指令序列,使得分支程序在流水线中也能顺利执行,而不产生断流,起到了消除分支预测错误的作用;前端总线时钟频率达到 200 MHz,数据通道宽度为 128 位,数据带宽最大达到 3 200 MB/s。

2005 年 4 月, Intel 推出第一款双核处理器平台,包括采用 Intel 955X 高速芯片组、主频为 3.2 GHz 的 Intel Pentium 处理器至强版 840。2006 年 5 月隆重推出 Intel Core 2(酷睿)双核处理器。2006 年 7 月, Intel 公司面向家用和商用个人电脑与笔记本电脑,发布了 10 款全新 Intel Core 2 双核处理器和 Intel Core 至尊处理器。AMD 公司在与 Intel 激烈竞争中也推出了基于新 AM2 平台的 AMD 双核速龙 64FX-62 等处理器新产品。

微处理器的发展还将继续,而且正朝着更高性能、低功耗、更高速度和低成本方向发展,这必将为消费者带来更大的利益,为计算机工业的发展和互联网经济带来更强的动力。

1.1.2 微型计算机的特点

微型计算机除具有一般计算机的众多的特点外,还具有它自己的独特优点:

体积小,重量轻。由于微型计算机中广泛采用了大规模和超大规模集成电路,从而使构成微型计算机的器件及部件数量大大减少,微处理器及其配套支持芯片的尺寸也较小,使得微型计算机的体积明显缩小,结构也十分紧凑,各部件安装与更换容易,系统扩充升级方便。

可靠性高。由于在微处理器及其配套系列芯片上可做出几千、几万甚至几千万个元件,这就减少了大量的焊点、连线、接插件等不可靠因素,使微型计算机的可靠性大大提高。

性能价格比高,应用面广。性能价格比是衡量计算机产品性能优劣的一个综合指标。由于采用开放的标准体系结构和多元化的大规模工业生产使微型计算机集成度和性能不断提高而价格越来越低。同时丰富的软件配置使硬件的优良性能得以更好地体现,微型计算机的使用更方便、应用也越来越广泛,在当今的信息社会中无处不在。

维护方便。现在用微处理器及其系列产品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。一方面,微机一般都可利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。

1.2 微处理器、微型计算机和微型计算机系统

微处理器、微型计算机和微型计算机系统有着不同的含义,同时又存在着相互依赖的关系。

1.2.1 微处理器

微处理器(MicroProcessor)是微型计算机控制和处理的核心芯片,微处理器的全部电路做在一块超大规模集成电路中,也被称为中央处理单元,简称为CPU(Central Processing Unit)。随着微电子技术和超大规模集成技术的发展,微处理器中所包含的功能部件越来越多,在一个微处理器芯片上可以集成协处理器(Coprocessor)、高速缓冲存储器(Cache)以及多个CPU,工作频率越来越高,性能越来越强。

微处理器由运算器、控制器和寄存器三个基本部分组成,如图1.1所示。

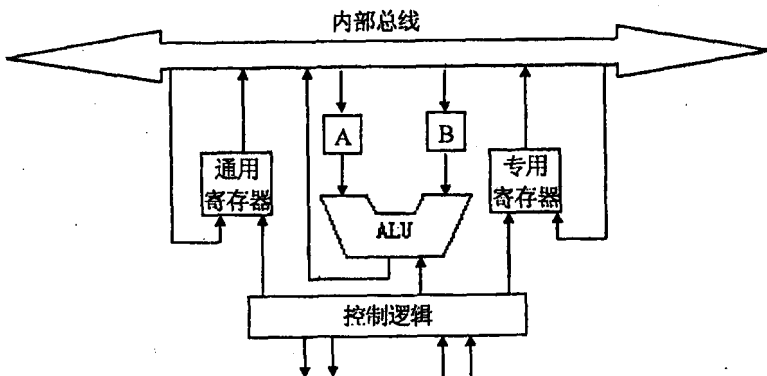


图 1.1 微处理器基本结构

1. 运算器

运算器是对数据信息进行加工处理的部件,它主要由算术逻辑运算单元(ALU)组成,在控制器的指挥下可以完成各种算术运算、逻辑运算和其他操作。

2. 控制器

控制器是统一指挥和有效控制计算机各部件协调工作的关键部件,是微型计算机的指挥控制神经中枢。它从存储器中逐条地取出指令、分析指令,并向各部件发出相应的控制信号,使它们一步步地执行指令所规定的操作。另一方面,它又接收运算器、存储器以及输入/输出设备的反馈信息,以确定程序的执行顺序。

3. 寄存器组

每个处理器内部都有多个寄存器,用来存放操作数、状态标志及指令地址等信息。

微处理器的内部结构受大规模集成电路制造工艺的严格约束,表现为芯片的面积不能过大,芯片引脚的数量也不能过多。因此,通用微处理器的内部结构及其同外部电路的连接方式,都有比较严格的规定。微处理器内部所有单元电路都经内部总线连接在一起,分时享用,而外部一般采用三总线结构。

1.2.2 微型计算机

微型计算机的基本结构如图1.2所示。从图中我们可以看出,微型计算机由微处理器CPU、内部存储器(简称内存)、输入/输出接口(简称接口)电路及系统总线组成。各功能部件之间通过系统总线有机地连接在一起,其中微处理器是整个微型计算机的核心部件。内部存储器,按照读写方式的不同,分为ROM和RAM两种类型。输入/输出接口电路是外围设备与微型计算机之间的连接电路,在两者之间进行信息交换的过程中,起暂存、缓冲、类型变换及时序匹配的作用。系统总线是CPU与

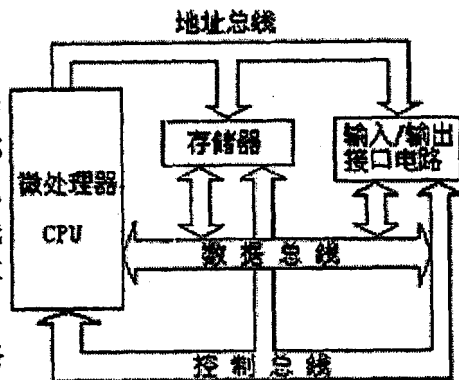


图 1.2 微型计算机的基本结构

其他各功能部件之间进行信息传输的通道,按所传送信息的不同类型,系统总线可以分为数据总线 DB(Data Bus)、地址总线 AB(Address Bus)和控制总线 CB(Control Bus)三种类型,通常称微型计算机采用三总线结构。这样的结构为组成一个微型计算机带来了方便,人们可以根据自己的需要,将规模不一的内存和接口接到系统总线上。

(1) 地址总线 AB

地址总线是微型计算机用来传送地址信息的信号线。在对存储器或 I/O 端口进行访问时,传送由 CPU 提供的要访问存储单元或 I/O 端口的地址信息,以便选中要访问的存储单元或 I/O 端口。地址总是从 CPU 发出的,所以地址总线是单向的、三态总线。单向指信息只能沿一个方向传送,三态指除了输出高、低电平状态外,还可以处于高阻抗状态(浮空状态)。

(2) 数据总线 DB

数据总线是 CPU 用来传送数据信息的信号线。数据总线是双向三态总线,即数据既可以从 CPU 送到其他部件,也可以从其他部件传送给 CPU,数据总线的位数和处理器的位数相对应。例如,16 位微处理器的 DB 有 16 根,分别以 $D_{15} \sim D_0$ 表示, D_0 为最低数据线。DB 上的数据信息在微处理器与存储器或 I/O 接口之间的传送可以是双向的,即 DB 上既可以传送读信息,也可以传送写信息。微型计算机讲到的“读”或“写”都是对微处理器为主导地位而言的。

(3) 控制总线

控制总线是用来传送控制信号的一组总线。这组信号线比较复杂,由它来实现 CPU 对外部功能部件(包括存储器和 I/O 接口)的控制及接收外部传送给 CPU 的状态信号,不同的微处理器采用不同的控制信号。CB 中每根线的传送方向是一定的,取决于具体的信号线。图 1.2 中 CB 作为一个整体,用双向表示。

另外,微型计算机与外设(也包括其他计算机)的连接线称为外总线,也称为通信总线。它的功能就是实现计算机与计算机或计算机与其他外设的信息传送。

1.2.3 微型计算机系统

微型计算机配上软件,再加上电源和合适的外围设备就构成了微型计算机系统,简称微机系统。微机系统的组成如图 1.3 所示。

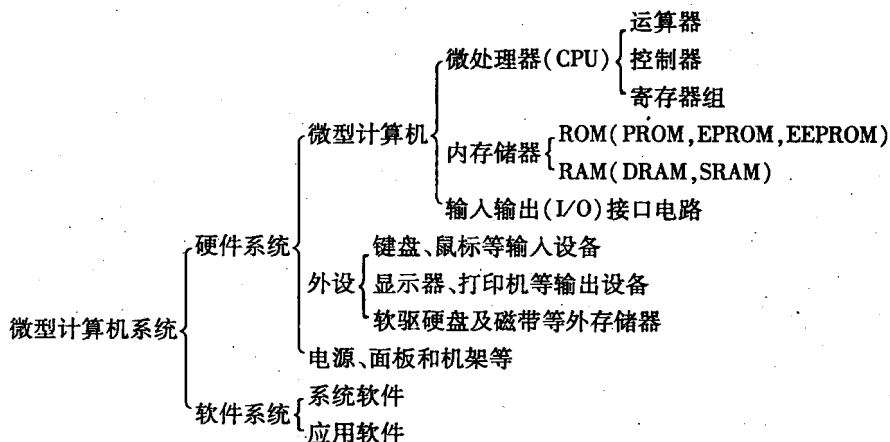


图 1.3 微型计算机的基本结构

由此可见,微型计算机系统由作为裸机的硬件系统和用来管理计算机资源的软件系统两大部分组成。硬件是构成计算机系统的物理实体或物理装置。例如,微处理器、存储器、主板、

机箱、键盘、显示器和打印机等。软件是指为运行、维护、管理和应用计算机所编制的所有程序的集合。软件一般分为系统软件和应用软件两大类。系统软件是指管理、控制和维护计算机的各种资源,以及扩大计算机功能和方便用户使用计算机的各种程序集合。它是构成计算机系统必备的软件,通常又分为操作系统、语言处理程序、工具软件和数据库管理系统四类。应用软件是为了解决各种实际问题而设计的计算机程序,通常由计算机用户或专门的软件公司开发。

现代计算机硬件和软件之间的分界线并不十分明显,软件与硬件在逻辑上有着某种等价的含义。在一个计算机系统中,硬件与软件之间的功能分配及相互配合是设计的关键性问题之一,通常需要综合考虑价格、速度、存储容量、灵活性、适应性以及可靠性等诸多因素。

1.3 微型计算机系统的工作过程

前面已经介绍了微型计算机的组成结构,并且分析讨论了作为微型计算机核心部件的CPU的基本结构,在此基础上,讨论微型计算机系统的工作过程。

1. 计算机工作过程的实质

计算机之所以能在没有人直接干预的情况下,自动地完成各种信息处理任务,是因为人们事先为它编制了各种工作程序,计算机的工作过程,就是执行程序的过程。

2. 程序存储

程序是由一条条指令组合而成的,而指令是以二进制代码的形式出现的,把执行一项信息处理任务的程序代码,以字节为单位,按顺序存放在存储器的一段连续的存储区域内,这就是程序存储的概念。

3. 程序控制

计算机工作时,CPU中的控制器部分,按照程序指定的顺序,到存放程序代码的内存区域中去取指令代码,在CPU中完成对代码的分析,然后,由CPU的控制器部分依据对指令代码的分析结果,适时地向各个部件发出完成该指令功能的所有控制信号,这就是程序控制的概念。

程序存储及程序控制的概念是由美籍匈牙利人冯·诺依曼提出的,又称为冯·诺依曼概念。

4. 微型计算机系统的工作过程

微型计算机系统按照程序存储式原理工作,只能被动执行人们事先编制好的程序。程序是指令有规律的集合,而指令(Instruction)则是人们规定微机完成一项操作的命令。微型计算机系统的工作过程是取指令(代码)→分析指令(译码)→执行指令的不断循环的过程。

微机系统的组成结构和工作过程是本课程的核心内容,是进一步深入学习其他相关内容的必要基础。

1.4 微型计算机系统的主要性能指标

微型计算机系统的性能由它的主板、CPU、存储器、总线结构、外设配置以及软件配置等多种因素所决定,其中主板与CPU、存储器、总线的性能是主要的因素。

1.4.1 主板的结构与主要性能指标

1. 主板的结构

主板(Mother board)又称为母板、主机板、系统板等,它几乎集中了微机的主要部件和接口

电路,如 CPU、内存条和高速缓存(Cache)芯片、系统芯片组等都直接安装在主板上,硬盘、软驱和光驱都通过数据线与主板相连,鼠标、键盘和各种扩充卡等也通过外设接口或扩充槽安装或接插在主板上。这样,主板就集中了全部系统功能,控制着整个系统中各部件之间的指令流和数据流,从而实现对微机系统的监控与管理。

主板上还有一个关键部件,即系统芯片组,它由一组超大规模电路芯片构成,被固定在主板上,不能像 CPU、内存条等部件那样任意拔插。由于它控制与协调整个系统的有效运行,并决定系统各部件的选型,因此,它一旦选定芯片组,则整个系统的定型和选件变化也将被确定。

2. 主板的主要性能指标

主板的主要性能指标有以下几项:

- (1)微处理器支持的能力,包括 CPU 插槽类型、CPU 种类、外频范围、电压范围;
- (2)系统芯片组的类型;
- (3)是否集成显卡、声卡、调制解调器(modem)、网卡;
- (4)支持内存和高速缓存(Cache)的类型与容量;
- (5)系统 BIOS 的版本、功能,是否支持即插即用;
- (6)扩充插槽及 I/O 接口的数量、类型;
- (7)主板的电压输出范围。

1.4.2 微处理器的主要性能指标

微处理器的性能指标直接影响到整个系统的性能。判定微处理器性能的指标是十分复杂而多样的。过去,通常是根据制造工艺、字长、指令系统的条数与寻址方式、指令执行的速度、时钟频率、集成度、可寻址的容量、可配置的外设以及软件等多种因素来确定的。但是,随着微处理器的不断更新与发展,其集成度也越来越高,而测定性能的指标也各不相同,因此要用一套行之有效且被公认的数学公式来定量评估性能并非易事。下面将列举一些常用的或针对一些专门为 Intel 系列微处理器的性能指标进行讨论,仅作为对微处理器及其系统整体执行性能进行度量的一个参考。

1. 字长

字长是最重要的指标之一。所谓字长是指 CPU 的数据总线一次能并行处理数据的位数。字长取决于 CPU 内部寄存器、运算器和数据总线的位数。字长标志着计算机的计算精度,字长越长,一个字所能表示的数值范围越大,计算出的结果有效数的位数就越多,精度也就越高。在完成同样精度的运算时,字长较长的微处理器比字长较短的微处理器运算速度快。但字长越长,制造工艺越复杂。微型计算机根据所使用的 CPU 不同,8 位,16 位,32 位和 64 位几种。相应地微型计算机根据字长分为,8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机。

2. CPU 的时钟频率

CPU 的时钟频率也称主频,以赫兹(Hz)为单位。1 MHz 表示微处理器时钟振荡 1 百万次每秒,它是判定微处理器执行性能的一个基本指标。CPU 是按照严格的时序进行工作的,CPU 的时钟脉冲是产生时序的脉冲源,时钟频率越高,CPU 工作节律加快,计算机系统的速度越快,Intel 8086CPU 最高主频为 10 MHz,而 Intel Pentium 4 的最高主频为 3.4 GHz。

3. 指令执行时间

指令执行时间是指计算机执行一条指令所需的平均时间,其长短反映了计算机执行一条指令运行速度的快慢。它一方面决定于微处理器工作时钟频率,另一方面又取决于计算机指令系统的设计、CPU 的体系结构等。微处理器工作时钟频率指标可表示为多少兆赫兹。微处理

器指令执行速度指标则表示为每秒运行多少百万条指令(MIPS, Millions of Instructions Per Second)。微机的核心部件微处理器都有各自的指令系统。一般说来,指令的条数愈多,其功能就愈强。此外,衡量指令系统的功能还要考虑到它同其前代微处理器指令的兼容性。

1.4.3 存储器的主要性能指标

1. 存储容量

存储容量是衡量微机内部存储器能存储二进制信息大小的一个技术指标。通常把8位二进制代码称为一个字节(Byte),简称为B。16位二进制代码称为一个字(Word),把32位二进制代码称为一个双字(DWord)。存储器容量一般以字节为最基本的计量单位。一个字节记为1B,1024个字节记为1kB,1024kB记为1MB,1024MB记为1GB,而1024GB记为1TB。

字节数量的大小,由CPU能发出的地址线数目来决定,如果CPU地址线为 n 根,则可寻址的内存容量为 2^n B。微机可寻址的内存容量变化范围较大,在8位机中,有16条地址线,它能寻址的范围是 2^{16} B=64kB。在16位机中,有20条地址线,其寻址范围是 2^{20} B=1024kB=1MB。在32位机中,有32条地址线,其寻址范围可达 2^{32} B=4GB。

2. 存取速度

存取速度用一次存储器访问所需的时间来表示。采用MOS工艺的存储器,存取时间约为几十至几百ns;双极型RAM最快可达10ns以下。无论哪种主存储器,存取速度均低于CPU,为此,当代微机存储器都采用多层次结构。

1.4.4 其他主要性能指标

1. 系统总线

系统总线是连接微机系统各功能部件的公共数据通道,其性能直接关系到微机系统的整体性能。系统总线的性能主要表现为它所支持的数据传送位数和总线工作时钟频率。数据传送位数越宽,总线工作时钟频率越高,则系统总线的信息吞吐率就越高,微机系统的性能就越强。目前,微机系统采用了多种系统总线标准,如ISA,EISA,VESA,PCI等。

2. 外部设备配置

在微机系统中,外部设备占据了重要的地位。计算机信息输入、输出、存储都必须由外设来完成,微机系统一般都配置了显示器、打印机、网卡等外设。微机系统所配置的外设,其速度快慢、容量大小、分辨率高低等技术指标都影响着微机系统的整体性能。

3. 系统软件配置

系统软件也是计算机系统不可缺少的组成部分。微机硬件系统仅是一个裸机,它本身并不能运行,若要运行,必须有基本的系统软件支持,如DOS,Windows等操作系统。系统软件配置是否齐全,软件功能的强弱,是否支持多任务、多用户操作等都是微机硬件系统性能能否得到充分发挥的重要因素。

习 题

1. 微型计算机由哪几部分组成? 简述它们的功能。
2. 简述微型计算机系统的组成及其软、硬件的层次结构。
3. 系统总线可以分为哪几类? 分析各类型的功能及特点。
4. 简述微型计算机系统的主要性能指标。
5. 简述微处理器、微型计算机和微型计算机系统的区别与联系。

第2章 微机系统中的微处理器

【内容提要】微处理器是微型计算机的核心部件,其性能和特点基本上决定了微型计算机的性能。因此,了解微处理器的组成结构、操作时序、引脚功能等是学习微机原理、微机接口技术和微机应用系统开发的基础。本章介绍微处理器及其结构,使学生了解微处理器的发展历史和微处理器的体系结构。本章的重点内容是 8086CPU 的内部结构、8086CPU 引脚及其功能、8086 的存储器组织、8086 系统配置、8086CPU 时序及工作模式、80386 微处理器到 Pentium Pro 微处理器的性能及结构特点。

2.1 8086/8088 微处理器结构

8086/8088 微处理器是 Intel 公司推出的第三代 CPU 芯片,是具有代表性的高性能 16 位微处理器,它们的内部结构基本相同,都采用 16 位结构进行操作及存储器寻址,但外部性能有所差异,两种处理器都封装在相同的 40 脚双列直插组件(DIP)中。后继推出的各种 Intel 微处理器均保持与其兼容,因此深入了解 8086/8088 微处理器是进一步掌握 Intel 其他高档微处理器的基础。

8086 微处理器的一般性能特点如下:

- (1) 16 位的内部结构,16 位双向数据信号线;
- (2) 20 位地址信号线,可寻址 1 MB 存储单元;
- (3) 较强的指令系统;
- (4) 利用第 16 位的地址总线来进行 I/O 端口寻址,可寻址 64 kB 个 I/O 端口;
- (5) 中断功能强,可处理内部软件中断和外部中断,中断源可达 256 个;
- (6) 单一的 +5 V 电源,单相时钟 5 MHz。

Intel8088 微处理器内部寄存器、内部操作等均按 16 位微处理器设计,与 Intel8086 微处理器基本上相同,不同的是其对外的数据线只有 8 位,因此称为准 16 位微处理器,目的是为了更方便地与 8 位 I/O 接口芯片相兼容。

2.1.1 8086/8088CPU 的编程结构

8086CPU 内部由总线接口部件 BIU(Bus Interface Unit)和总线执行部件 EU(Execution Unit)两个部分组成,内部结构如图 2.1 所示。

1. 总线接口部件(BIU)

总线接口部件 BIU 同外部总线连接,负责 CPU 与存储器、I/O 端口之间的数据传送,为执行部件 EU 完成全部的总线操作。包括取指令操作、对存储器读写数据操作和对 I/O 端口的读写操作,并且计算、形成 20 位的内存地址的物理地址。具体讲,总线接口部件 BIU 要从内存取指令送到指令队列,CPU 执行指令时,总线接口部件 BIU 要配合执行部件 EU 从指定的内存单元或者 I/O 端口中取数据,将数据传送给执行部件,或者把执行部件的操作结果传送到指定的内存单元或外设端口中,总线接口部件 BIU 内由 4 个 16 位段寄存器(CS,DS,SS,ES)、一个 16 位的指令指针寄存器 IP、20 位地址加法器、6 字节指令队列缓冲器、内部暂存器及总线控制

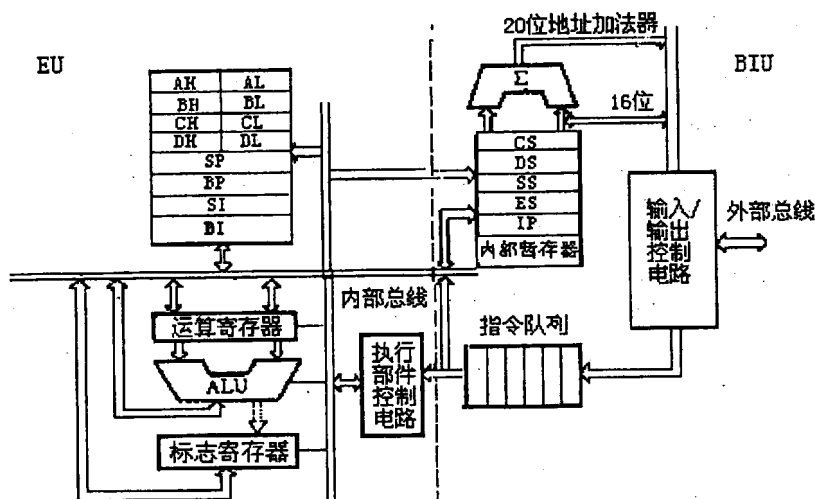


图 2.1 8086CPU 内部结构框图

逻辑等部分组成。

(1) 段寄存器

8086CPU 采用段地址、段内偏移地址两级存储器寻址方式,段地址和段内偏移地址均为 16 位。8086 内部根据需要设置了 4 个段寄存器,用于存放段的高 16 位地址,称为段的逻辑地址。

4 个段寄存器分别是 16 位代码段寄存器 CS(Code Segment Register)、16 位数据段寄存器 DS(Data Segment Register)、16 位堆栈段寄存器 SS(Stack Segment Register)和 16 位附加段寄存器 ES(Extra Segment Register)。采用段地址解决了 16 位寄存器如何访问大于 64 kB 的内存空间的问题,并可以实现程序重定位,即一个小于 64 kB 的程序可通过改变段寄存器的内容放到 1 MB 空间中任意段位置,从而为同时运行多道程序提供了方便。

(2) 20 位地址加法器

8086 可用 20 位地址寻址 1 MB 的内存空间,但 8086 内部所有的寄存器都是 16 位的,8086CPU 采用段地址、段内偏移地址两级存储器寻址方式,由一个 20 位地址加法器根据 16 位段地址和 16 位段内偏移地址计算出 20 位的物理地址。

(3) 16 位指令指针寄存器 IP(Instruction Pointer)

指令指针 IP 用来存放下一条要执行指令在代码段中的偏移地址,它只有和 CS 相结合,才能形成指向指令存放单元的物理地址。在程序运行中,IP 的内容由 BIU 自动修改,使它总是指向下一条要取的指令在现行代码段中的偏移地址。程序没有直接访问 IP 的指令,但通过某些指令可以修改它的内容。例如,转移指令可将转移目标的偏移地址送入 IP,来实现程序的转移。

(4) 指令队列缓冲器

8086 有 6 字节指令队列缓冲器,8088 有 4 字节指令队列缓冲器。在执行指令的同时,可以从内存中取出下一条或几条指令放到缓冲器中,一条指令执行完后,可立即译码执行下一条指令,不需要像以往的 8 位 CPU 那样,采取先取指令、后执行指令的串行操作方式。

(5) 总线控制逻辑

总线控制逻辑将 8086 CPU 的内部总线和外部总线相连,是 8086 CPU 与内存单元或 I/O 端口进行数据交换的必经之路。它包括 16 位数据总线、20 位地址总线和若干条控制总线,CPU 通过这些总线与外部取得联系,从而构成各种规模的 8086 微型计算机系统。

(6) 内部暂存器