

微机原理与接口技术

中国电力出版社

目 录

前 言	
第 1 章 微机系统概述	1
1.1 微机的发展	1
1.2 微机系统的组成	2
1.3 微机系统的性能指标	3
1.4 PC 系列微机的基本结构	5
习题	11
第 2 章 微处理器概述	12
2.1 微处理器基础知识	12
2.2 8086/8088 微处理器	13
2.3 80x86/Pentium 系列微处理器技术概述	23
2.4 嵌入式系统和嵌入式处理器概述	37
习题	40
第 3 章 8086/8088 寻址方式和指令系统	41
3.1 8086/8088 的寻址方式	41
3.2 8086/8088 的指令系统	44
习题	59
第 4 章 汇编语言程序设计	61
4.1 汇编语言程序的开发过程	61
4.2 汇编语言的基本语法	62
4.3 汇编语言程序设计的基本方法	72
4.4 汇编语言和 C/C++ 语言混合编程	88
4.5 Windows 下的汇编语言程序设计	92
习题	104
第 5 章 存储器系统	108
5.1 存储器概述	108
5.2 半导体存储器的基本知识	113
5.3 微机系统中的存储器组织	117
习题	133
第 6 章 输入/输出和接口技术	134
6.1 输入/输出接口概述	134
6.2 输入/输出接口的基本结构及 I/O 端口的编址方式	136
6.3 CPU 和外设之间数据传送的控制方式	139

6.4 PC 微机输入/输出接口设计	141
习题	145
第 7 章 中断技术	146
7.1 概述	146
7.2 中断优先级管理器 8259A	152
7.3 实模式下中断处理程序的设计	165
习题	167
第 8 章 DMA 技术	168
8.1 概述	168
8.2 可编程 DMA 控制器——8237A	173
习题	187
第 9 章 常用可编程接口芯片	188
9.1 可编程并行接口接口芯片 8255A	188
9.2 可编程串行通信接口芯片 16550	198
9.3 可编程定时器/计数器 8253/8254	214
习题	233
第 10 章 模拟接口与常用外设接口	235
10.1 模拟接口	235
10.2 PC 键盘及其接口	251
10.3 鼠标及其接口	256
10.4 显示器及其接口	259
10.5 打印机接口	266
习题	270
第 11 章 微机总线及 I/O 接口标准	271
11.1 微机总线系统及 I/O 接口概述	271
11.2 系统总线标准	275
11.3 传统的串行/并行接口标准	280
11.4 通用外设接口标准	286
11.5 外存储设备接口标准	296
11.5 AGP 视频接口技术标准	301
习题	303
附录 A DEBUG 的主要命令	304
附录 B Pentium 新增指令系统	307
参考文献	309

前 言

微机原理与接口技术是高等院校计算机专业的一门重要专业基础课，通过本课程的学习，学生能够掌握微机系统的基本组成、工作原理、接口技术，以及汇编语言程序设计的过程和基本方法等知识，并具备微机系统软硬件开发和应用的基本能力。

本书以应用最广泛的 16 位与 32 位微处理器为背景，重点介绍流行的微机系统的实现技术，并以常用的 PC 系列微机为主线，详细介绍微机技术的基础内容，适当分析、介绍微机技术的新发展，增加了保护模式下的存储器管理、Windows 汇编语言程序设计，以及 USB 接口设计等方面的内容，力争跟上现代微机技术的发展趋势。

从系统角度出发，在讲清基本原理的基础上，强调实际应用，如在微处理器的介绍中略去了 Pentium 微处理器内部结构的细节，而把重点放在了与应用有关的程序设计模型和工作模式上。在内容的安排上，以够用为度，难度适中。

全书共分为 11 章，主要内容如下：

第 1 章主要介绍微机系统的组成、性能指标、发展状况，以及 PC 系列微机的基本结构和发展特点。

第 2 章在详细介绍 8086/8088 微处理器的内部结构、引脚定义、工作模式及总线时序的基础上，讲述了 80x86/Pentium 系列微处理器技术的要点，总结了 Pentium 微处理器的特点，并重点介绍了 Pentium 微处理器的程序设计模型和工作模式。

第 3 章讲述了 80x86 的寻址方式和 8086/8088 的指令系统。

第 4 章介绍了汇编语言程序设计的过程和方法，包括 DOS 和 Windows 下的汇编语言程序框架、开发方法、伪指令、程序设计方法和设计实例。同时简要介绍了汇编语言和 C/C++ 语言混合编程的基础知识。

第 5 章介绍了微机的存储器系统，包括存储器的概念、分类、存储器体系结构、典型半导体存储器件、存储器的扩展技术、主存储器与微处理器的接口及微机系统中的 Cache 等。

第 6 章介绍了输入/输出接口的功能、基本结构，以及 PC 微机输入/输出接口设计的方法。

第 7 章介绍了 PC 微机的中断系统、中断控制器 8259A、实模式和保护模式下的中断处理过程和中断程序设计。

第 8 章介绍了 DMA 技术，包括 DMA 的概念、功能及 DMA 控制器 8237。

第 9 章讲述了常用的可编程接口芯片，包括并行接口芯片 8255A、串行接口芯片 16550 和定时/计数芯片 8253/8254，详细介绍了它们的内部结构与微处理器的接口及应用编程。

第 10 章介绍了常用 A/D、D/A 接口及微机常用外设接口知识。

第 11 章介绍了接口和总线标准的基础知识，并重点讲述了 PCI、PCI-E 总线，以及 USB、IEEE 1394、AGP 等接口标准。

本书是一本实用性较强的专业基础课教材，可供高等学校计算机或非计算机专业教师和

学生作为相关课程教材或参考书使用。

本书由刘红玲、邵晓根主编，第7、8、9、11章由刘红玲编写。第1、6、10章由邵晓根编写，第2、5章由杨立波编写，第3、4章由秦芳芳编写。全书由刘红玲统稿、定稿，邸瑞芝教授主审。

在编写过程中，江苏省教育厅精品教材建设立项的评审专家提出了许多宝贵的修改意见和建议，中国电力出版社给予了大力支持，在此表示感谢！

限于编者的水平，书中难免有错误和不妥之处，敬请专家、同行及广大读者批评指正。

作者
2007年6月

第1章 微机系统概述

自从 20 世纪 70 年代初第一个微处理器 Intel 4004 问世以来，微型计算机的发展极为迅速。短短 30 多年，经历了 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机、64 位机几个大的发展阶段。微处理器和微型计算机的性能提高了成百上千倍，发展速度远远超过了大型机、中型机和小型机。今天，微型计算机不仅成为了家庭个人计算机市场的主流产品，也广泛地应用于自动控制和网络服务等很多领域。

以微处理器为核心的微型计算机，也称微机，尽管种类繁多，型号各异，但它们的内涵基本相同，与一般的计算机并无本质的区别。本章在简单介绍微机系统组成及其发展的基础上，重点介绍微机的基本结构。

1.1 微机的 发展

微机的发展过程也就是微处理器的发展过程。自从 1971 年第一块微处理器芯片诞生以来，微处理器的性能和集成度几乎每 18 个月翻一番（著名的 Intel 公司原总裁 Moore 所说，称为摩尔定律），最近几年的更新速度更快，微处理器及微机发展情况主要归纳如下。

1971 年—1973 年：代表产品为 Intel 4004 及 4040。字长 4 位，集成度 2300 管/片，时钟频率 1MHz。

1973 年—1977 年：代表产品有 Intel 8080/85、Zilog Z80、Motorola 6800 和 Rockwell 6502。字长 8 位，地址线 16 根，集成度 1 万管/片，时钟频率 2~4MHz。主要微机有 APPLE II 及 TRS-80 等。

1978 年—1980 年：代表产品有 Intel 8086/88、Motorola 68000。字长 16 位，地址线 20 根，集成度 2 万~6 万管/片，时钟频率 4~8MHz。主要微机有 IBM PC、IBM PC/XT 及我国的 0520 系列等。

1981 年—1984 年：代表产品有 Intel 80286 和 Motorola 68010。字长 16 位，地址线 24 根，集成度约 13 万管/片，时钟频率 6~20MHz。主要微机有 IBM PC/AT 及我国的 0530 系列等。

1985 年—1989 年：代表产品有 Intel 80386 和 Motorola 68020。字长 32 位，地址线 32 根，集成度 15 万~50 万管/片，时钟频率 16~40MHz。主要微机有 AST 386、Compaq 386 及我国的长城 386 等。

1989 年—1992 年：代表产品有 Intel 及 AMD、Cyrix 的 80486 和 IBM Power PC 601。字长 32 位，地址线 32 根，集成度 120 万管/片，时钟频率 33~100MHz。主要微机有 AST 486、COMPAQ 486、我国的金长城及联想 486 等。

1993 年—1994 年：代表产品有 Intel 的 Pentium（奔腾）及 AMD、Cyrix 的 5X86 及 K5、M 系列、IBM PowerPC 604 和 DEC Alpha 21064，集成度 350 万管/片，时钟频率 50~166MHz。微机的主要生产厂家有 Compaq、DELL、联想及长城等。

1995 年之后，Intel 公司不断推出新品 Pentium Pro（550 万管/片）、Pentium MMX。

Pentium II (750 万管/片)、Celeron (赛扬)、Celeron A、Pentium III、Celeron II、Pentium 4 (0.13 μm 、0.18 μm 的光刻技术, 1.3~3.4GHz)、P4 Celeron、Xeon (内外均为 64 位, 主要用于服务器), AMD 公司也相继推出了 K6、K6-2、K6 III、Duron (毒龙)、Athlon (速龙) 及 Athlon XP 等。字长都是 32 位, 数据通道 64 位, 地址线 32 根, 集成度更高, 速度更快。

1.2 微机系统的组成

微机系统由硬件部分和软件部分组成。其中, 硬件部分包括主机和外部设备, 软件部分包括系统软件和应用软件。

1.2.1 微机的硬件

目前, 各种微机系统 (包括单片机、单板机系统及个人计算机系统) 从硬件体系结构上来说, 仍采用冯·诺依曼体系结构, 即微机的硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成, 如图 1-1 所示。这是微机系统的主体, 有时就称为微机。配上软件部分就构成了微机系统。其中存储器又分为内存储器 and 外存储器, 外存储器和输入/输出设备统称为外围设备, 运算器与控制器合称为微处理器或中央处理器 (CPU), CPU 与内存储器合称为主机。

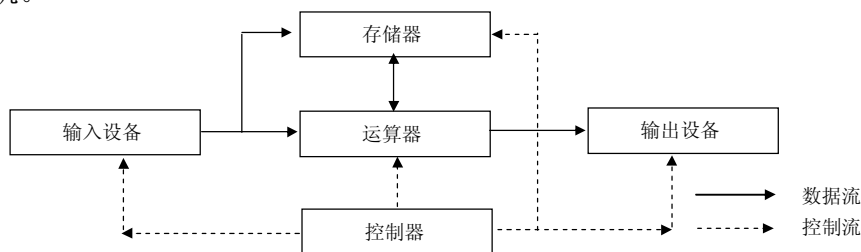


图 1-1 计算机的硬件组成示意图

1. 中央处理器

中央处理器 (CPU) 是微机的运算和指挥控制中心, 由算术逻辑部件 (ALU)、累加器和通用寄存器组、程序计数器、时序和控制逻辑部件及内部总线等组成。算术逻辑部件主要完成算术运算 (+、-、 \times 、 \div 等操作) 及逻辑运算 (与、或、异或等操作)。通用寄存器组用来存放参加运算的数据、中间结果或地址。程序计数器存放要执行的下一条指令的地址, 顺序执行指令时, 每取一个指令字节, 程序计数器自动加 1。控制逻辑部件负责对整机的控制, 包括从存储器中取指令, 对指令进行译码和分析, 同时控制逻辑部件发出相应的控制信号和时序, 送到微型计算机的其他部件, 使 CPU 内部及外部协调工作。内部总线用来传送 CPU 内部的数据及控制信号。

CPU 不能构成独立工作系统, 也不能独立执行程序, 必须配上存储器、输入/输出系统构成一台微型计算机后才能工作。

2. 主存储器

主存储器也称内存储器, 它是微机的存储和记忆装置, 用来存放数据和程序。微机主存被划分为 8 个二进制位 (一个字节) 为一个单元的多个单元, 每个单元规定一个唯一的地址。

3. 输入/输出 (I/O) 设备和 I/O 接口

I/O 设备, 也称外围设备或外设, 它是数据、程序进出微机的重要硬件部件。由于外围设备和 CPU 之间可能存在工作上逻辑时序的不一致, 外设处理的数据类型 (数字量、模拟量和开关量) 比微机处理的数据类型 (数字量) 要复杂和广泛, 并且大部分外设的工作速度比 CPU 的速度要慢, 因此 CPU 和外设之间需要一个 I/O 接口电路来做桥梁, 这种电路又叫做“I/O 适配器”。

1.2.2 微机的软件

微机的软件包括为了运行、管理和维护微机而编制的各种程序的总和。它分为系统软件和应用软件。

系统软件包括操作系统和系统应用软件。其中, 系统应用软件有汇编和编译软件、调试软件、文字处理和服务性软件以及数据库管理软件等。

应用软件指用户为解决各种问题而编写的软件。

1.3 微机系统的性能指标

微机系统的性能由它的主板与 CPU、外设配置、总线结构以及软件配置等多种因素所决定, 其中, 主板、CPU 及总线的性能是最主要的因素。

1.3.1 主板的结构与性能

主板 (Motherboard) 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都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。由于它用于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, 一旦选定芯片组, 则整个系统的功能和选件变化范围也将被确定。

主板的主要性能指标有以下几个。

- (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) 主板的电压范围。

1.3.2 微处理器的性能指标

微处理器的性能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、指令执行速度、时钟频率、集成度、可寻址的内存容量、可配置的外设及软件等多种因素来确定微处理器的性能。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，而测定性能的标准也各不相同，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。下面将列举一些最常用的或针对一些专门为 Intel 系列微处理器设定的性能指标进行讨论，仅作为对微处理器及其系统整体性能进行度量的一个参考。

1. 字长

字长是 CPU 最重要的指标之一。所谓字长是指 CPU 的数据总线一次能同时处理数据的位数。字长标志着计算机的计算精度，字长越长，它能表示的数值范围越大，计算出的结果有效位的位数就越多，精度也就越高。但字长越长，制造工艺越复杂。微机的字长有 1 位、4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位等多种。相应地，就有 1 位机、4 位机、8 位机、16 位机、32 位机与 64 位机等。

2. 可寻址的内存容量

通常，内存容量是以字节 (Byte) 为单位计算的。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 $2^{16}\text{B}=64\text{KB}$ 。在 16 位机中，有 20 条地址线，其寻址范围是 $2^{20}\text{B}=1\text{MB}$ 。在 32 位机中，有 32 条地址线，其寻址范围可达 $2^{32}\text{B}=4\text{GB}$ 。

3. 指令系统

微处理器都有各自的指令系统，一般来说，指令的条数愈多，其功能就愈强。例如，Intel 8086 CPU 有 24 种寻址方式，148 条基本指令，能满足单任务、单用户系统的多种应用需要。80386 与 80486 的指令功能更加强大，它们能够胜任多任务与多用户系统的复杂任务。Pentium/Pentium MMX/Pentium Pro/Pentium II/Pentium III/Pentium 4 系列微处理器能够顺利实现对多媒体信息的实时处理。

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。

4. 运算速度

运算速度是微机性能的综合表现，它是指微处理器执行指令的速率。由于执行不同的指令所需的时间不同，从而产生了如何计算速度的问题，目前有 3 种方法：一是根据不同类型指令在计算过程中出现的频繁程度，乘上不同的系数，求得统计平均值，这时所指的是平均速度；二是以执行时间最短的指令的标准来计算速度；三是直接给出每条指令的实际执行时间和机器的主频。

在微机中，常用上面介绍的第三种方法，有时也与其他两种方法兼用。

微处理器的主频 (时钟主频) 以赫兹 (Hz) 为单位，它是判定微处理器的执行性能的一个基本指标。例如，8086 的最高主频为 10MHz，而 Pentium 的主频为 100MHz，Pentium II 的最高主频为 450MHz，Pentium III 的最高主频为 850MHz，Pentium 4 的最高主频为 3.4GHz 等。

5. iCOMP

iCOMP (intel Comparable Microprocessor Performance) 是衡量 Intel 系列微处理器性能的综合指数。它的度量方式是 16 位整数运算占 53%，16 位浮点运算占 2%，32 位整数运算占 15%，16 位图形处理占 10%，而 32 位浮点运算与图形处理、16 及 32 位图像处理这 4 项各占 5%，各项指标采用 Intel 公司所设计的公式计算，最后得出 iCOMP 值。

iCOMP 值以工作频率为 25MHz 的 80486SX 25 为基准，将其指数定为 100，其他的微处理器与之相比，计算出相对值。例如，80386DX 33 的 iCOMP 值为 68，80486DX 266 为 297，

而 Pentium 166 为 1320 等。表 1-1 中列出了目前最流行的 Intel 主要 32 位 CPU 的性能。

表 1-1 Intel 主要 32 位 CPU 性能一览表

CPU 型号	发表年份	集成度 (万)	线宽 (μm)	时钟频率 (MHz)	速度 (MIPS)
Pentium	1993	320	0.6~0.8	60~133	100~200
Pentium Pro	1995	550	0.6	133~200	>300
Pentium II	1998	750	0.35~0.25	233~450	>300
Pentium III	1999	950	0.25	450~750	>300
Pentium 4	2000	4200	0.13	1400~1500	>700

1.3.3 总线的性能指标

总线结构是微机性能的重要指标之一。由于 CPU 是通过总线实现读取指令，并实现与内存、外设之间的数据传输，因此，在 CPU、内存与外设确定的情况下，总线速度成为制约计算机整体性能的关键。

总线有许多种，其中，系统总线是主机系统与外设之间的通信通道。多年来，由于 CPU 的运行速度以及先进的存储器和外设之间的传输率不断提高，使系统总线已成为计算机系统的通信瓶颈。为了克服这些瓶颈，系统总线的结构及标准也在不断发展与完善。目前，ISA、PCI 和 PCI-E 等几种总线是最流行、最常见的系统总线。详见第 10 章。

总线的主要性能指标包括：

- (1) 总线的带宽：总线的带宽是指单位时间内总线上可传输的数据量，以 MB/s 为单位。
- (2) 总线的位宽：总线的位宽是指总线能同时传输的数据位数，如通常所说的 16 位、32 位、64 位等总线宽度。在工作频率一定的条件下，总线的带宽与总线的位宽成正比。
- (3) 总线的工作频率：总线的工作频率也称为总线的时钟频率，以 MHz 为单位。它是指用于协调总线上各种操作的时钟频率。工作频率越高，则总线带宽越宽。

三者的关系式如下：

总线的带宽 = (总线的位宽/8) × 总线的工作频率 (MB/s)

1.4 PC 系列微机的基本结构

从计算机组成的角度来看，微机的硬件结构如图 1-2 所示。这是一种总线结构，微机的各个部件之间是通过总线来连接的。

总线是传送信息的公共导线，一般由地址总线、数据总线和控制总线组成。

地址总线 (AB) 一般是单向总线，传送 CPU 发出的地址信息。

数据总线 (DB) 是双向总线，传送数据信息到外设和主存，也可以从主存和外设向 CPU 传送数据。

控制总线 (CB) 中每根线上的方向是一定的，它们分别传送控制信息、时序信息和状态信息。

从基本配置的角度来看，微机主要由主板和各类 I/O 接口板组成。其中，主板上的元件按照功能主要分为 CPU、系统支持芯片、存储器、I/O 接口电路和 I/O 接口插槽，这些部件

均采用总线相连接。I/O 接口扩展卡是插在 I/O 接口扩展槽上的各类设备的接口电路板，如显示卡、声卡及网卡等。

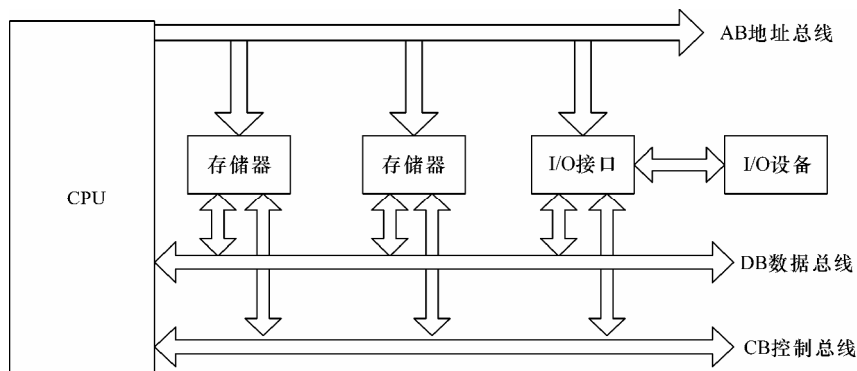


图 1-2 微型机硬件结构示意图

1.4.1 PC/XT 机的基本结构

PC/XT 机是采用 8088 微处理器构造的第一代通用微机，处理器作为系统的核心，通过 PC 总线进行全系统调度和控制，并和系统中的其他部件进行数据交换，如图 1-3 所示。

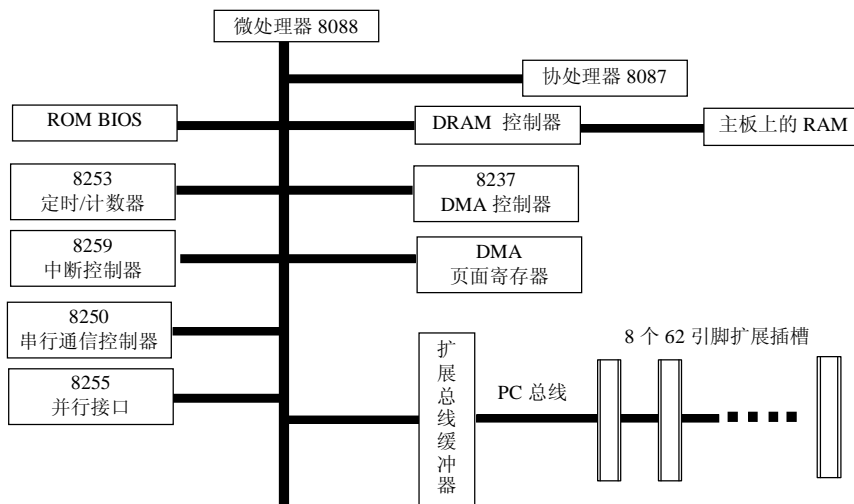


图 1-3 PC/XT 的基本结构

PC 总线是微机最早的总线，其数据总线宽度为 8 位，地址总线宽度为 20 位。

下面重点讨论除微处理器之外的其他部件。

1. 系统支持芯片

微机系统是一个按时序工作的系统。系统除了微处理器、主存、总线和 I/O 设备以外，还应该有时序信号的发生、传送和控制的机构。这些时序控制机构在整个系统中起着举足轻重的作用，支撑和协调着整个系统有条不紊地工作。这些控制机构就由系统支持芯片组成。

PC/XT 机的系统支持芯片主要有如下几种。

(1) 8087 协处理器。PC/XT 微机采用的 8088 微处理器，可以工作在最小模式和最大模式下。最小模式是单处理机方式，只允许 8088 接入系统；而最大模式下是多处理机方式，在这种方式下，除了 8088 外，系统可以配接浮点协处理器 8087，这样的配备可以使 PC/XT 的浮点运算速度提高大约 100 倍。

(2) 可编程定时/计数器 8253/8254。8253/8254 具有 3 个 16 位的定时/计数通道。其中，通道 0 每 55ms 向 CPU 发一个时钟中断信号，系统利用这个时钟信号进行计数，用来计算时钟的时间；通道 1 用于动态存储器的刷新；通道 2 输出方波到扬声器，这个方波频率和持续时间可以由程序控制，使扬声器发出希望的音调并保持一定的时间。

(3) DMA 控制器 8237。8237 有 4 个用于直接存储器存取的 DMA 通道。通道 0 用于动态存储器的刷新，通道 2 用于软盘与内存间的 DMA 传送，通道 3 用于硬盘和内存间的 DMA 传送，通道 1 被保留给用户使用。

(4) 可编程中断控制器 8259。8259 用于 8 级中断优先权的控制，由它负责对外部的中断进行优先级排队，并将最高优先权的中断请求转发给微处理器。

(5) 串行通信控制器 8250。8250 芯片是一个可编程串行异步通信接口芯片，可实现数据的串行—并行和并行—串行的转换，是串行数据通信的主要芯片。该芯片配上相关转换电路，为 PC/XT 机提供了符合 EIA—RS—232C 规范的串行通信接口。

(6) 可编程并行接口 8255。PC/XT 机的 8255 并行接口芯片工作在方式 0 下，有 3 个口。其中，A 口在开机自检的时候输出部件检测码，自检结束后又工作在输入状态下，输入键盘的扫描码；B 口用于对键盘进行控制及检测 RAM 和 I/O 通道，还与 8253 的通道 2 一起控制扬声器发声。

除此以外，还有总线控制器 8288 将工作在最大模式的 8088 的状态信号 $\overline{S2} \sim \overline{S0}$ 进行译码，以产生相应的控制信号，实现 8088 对内存及外设的控制。时钟信号发生与驱动器 8284 外接频率 14.31818 MHz 的石英晶振，输出系统需要的 14.31818 MHz 的 OSC 信号、4.77 MHz 的 CLK 信号和 2.387 MHz 的信号。

2. ROM

PC/XT 的只读存储器 ROM 的容量为 64 KB。早期的机器上在 F6000H~FDFFFH 中固化了 32 KB 的 BASIC 解释程序，以后的机器上已经不再固化 BASIC 解释程序。FE000H~FFFFFH 中固化了基本输入/输出系统 (BIOS)。BIOS 是一组管理程序，包括上电自检程序、系统引导程序、日时钟管理程序和基本 I/O 设备（如显示器、键盘和打印机等）的驱动程序等。现代微机的 BIOS 功能不断增强，具有开机密码、病毒检测、系统配置、主板和 CPU 温度管理等多种功能。

3. RAM (主存)

在 PC/XT 系统板上的存储器芯片共 4 列，每列 9 片组成带奇偶校验的 64 KB 内存。4 列构成 256 KB 的主存空间。后来的一些主板上插接了 640 KB 内存。

4. I/O 接口电路

在系统板上还有 IBM PC 和 IBM PC/XT 的音频盒式磁带机、键盘和扬声器的接口电路。后来，磁带机的接口从微机中逐渐被去掉了。

5. I/O 扩展槽

PC/XT 有 8 个 62 芯的 I/O 扩展槽，它符合 PC 总线的规范，可以插接各种接口扩展卡，例如显示卡、硬盘卡等。利用这些插槽，能对微机的功能进行扩展，使微机具有更为广泛的应用。

1.4.2 80386/80486 微机的基本结构

80386/80486 微机分别利用了 Intel 公司的 80386 和 80486（简称 386 和 486）微处理器。相比较而言，由于 80486 集成了 80387 协处理器，因此在微机结构中就不再有专门的协处理器。但它们的基本结构有共同之处，都采用 ISA 总线将系统的各个部件连接起来，而且都具有高速缓冲存储器（Cache），并且都采用了一组多功能芯片来代替原来的单功能的接口控制芯片，如图 1-4 所示。

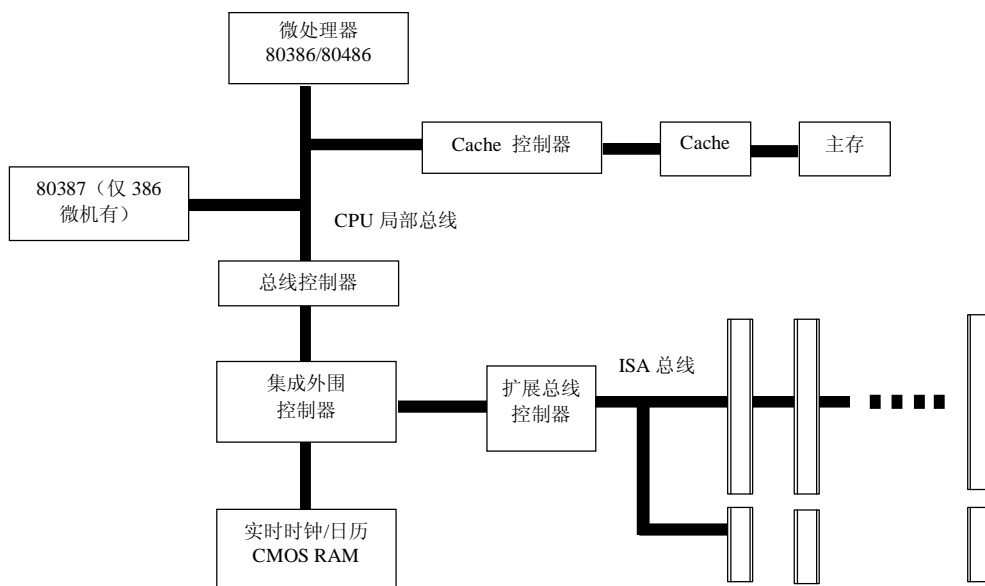


图 1-4 80386/80486 微机的基本结构

与 PC/XT 机相比较，80386/80486 微机广泛采用了 ISA 总线替代原来的 PC 总线。ISA 总线在性能上兼容 PC/AT 总线，并且是一个公开协议的总线，它支持 24 位地址线、16 位数据线、15 级硬件中断和 7 个 DMA 通道。

在系统支持芯片方面，开始用由几个多功能芯片组成的芯片组来替代 PC/XT 机中的多个单功能芯片。例如，在 80486 微机中采用了 82C461 系统控制器、82C362 总线控制器、82C465 Cache 控制器和 82380 集成外围控制器组成的芯片组。其中，82380 拥有和 8088 系统兼容的 8 个 32 位的 DMA 通道、15 个外部中断请求、5 个内部中断请求和 4 个 16 位定时器/计数器。这些部件使得 80386/80486 系统既有新的功能，又有和 8088 系统的兼容性。

在 RAM 方面，80386 和 80486 微机均采用单列式存储器组件 SIMM 封装的动态存储器（内存条）。80386 支持单条 256KB 或 1MB，总容量可达到 16MB；80486 支持单条 256KB、1MB 或 4MB，总容量可达到 32MB。

在 I/O 插槽方面，80386 微机一般有 ISA 总线标准的 8 位和 16 位的扩展槽若干个；80486 微机有 ISA 总线标准的 8 位和 16 位扩展槽若干个，有些还有 VESA 标准的 32 位扩展槽。

需要指出的是，后期的 80486 微机还采用了 VESA 总线及 PCI 总线作为各个部件的连线。由于 VESA 总线固有的缺点及 PCI 总线的及时推出，因此 VESA 总线很快退出市场。而 PCI

总线在 Pentium 机中应用广泛，所以常被作为 Pentium 系列微机的主要总线结构。

1.4.3 现代微机的基本结构

现代微机采用 Pentium 系列微处理器，其基本结构发生了革命性的变化，最主要的表现是改变了主板总线结构。

为了提高微机系统的整体性能，规范系统的接口标准，根据各部件处理或传输信息的速度快慢，采用了更加明显的三级总线结构，即 CPU 总线（Host Bus）、局部总线（PCI 总线）和系统总线（一般是 ISA）。其中，CPU 总线为 64 位数据线、32 位地址线的同步总线，66MHz 或 100MHz 总线时钟频率；PCI 总线为 32 位或 64 位数据/地址分时复用同步总线。PCI 局部总线作为高速的外围总线，不仅能够直接连接高速的外设，而且通过桥芯片和更高速的 CPU 总线与系统总线相连。外围总线由低速总线发展到以高速的 PCI 总线为主，这一结构的改变，对现代微机性能的提高起了很重要的作用。

另外，三级总线之间由更高集成度的多功能桥路芯片组成的芯片组相连，形成一个统一的整体。这些桥路芯片起到信号速度缓冲、电平转换和控制协议转换的作用。而通过对这些芯片组的功能和连接方法的划分，又可将这种基本结构分为南北桥结构和中心（Hub）结构两种。

1. 南北桥结构的微机

在南北桥结构中，主要通过两个桥片将三级总线连接起来。这两个桥片分别是被称做北桥芯片的 CPU 总线-PCI 桥片（Host Bridge）和被称做南桥芯片的 PCI-ISA 桥片。这种南北桥结构的芯片组种类很多，既有 Intel 芯片组，也有非 Intel 芯片组。图 1-5 所示的是由 Intel 公司著名的南北桥结构的芯片组 440BX 所组成的 Pentium II 微机的基本结构。

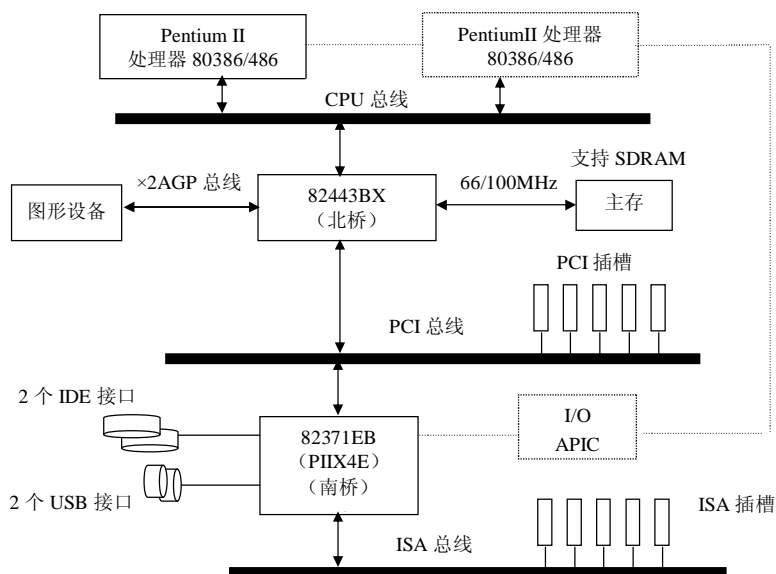


图 1-5 南北桥结构的 Pentium 微机的基本结构

440BX 芯片组主要由两块多功能芯片组成。其中，北桥芯片 82443BX 集成有 CPU 总线接口，支持单、双处理器，双处理器可以组成对称多处理机（SMP）结构；同时 82443BX 还

集成了主存控制器、PCI 总线接口、PCI 仲裁器及 AGP 接口，并支持系统管理模式（SMM）和电源管理功能。它是 CPU 总线与 PCI 总线的桥梁。

440BX 芯片组的南桥芯片是 82371EB 芯片。该芯片集成了 PCI-ISA 连接器、IDE 控制器、两个增强的 DMA 控制器、两个 8259 中断控制器、8253/8254 时钟发生器和实时时钟等多个部件；另外还集成了一些新的功能，如 USB 控制器、电源管理逻辑及支持可选的 I/O APIC 等。通过 USB 接口，可以连接很多外部设备，如拥有 USB 接口的扫描仪、打印机、数码相机和摄像头等。82371EB 是 PCI 总线和 ISA 总线的桥梁。

这个结构的最大特点就是局部总线 PCI 直接作为高速的外围总线连接到 PCI 插槽上。

这一变化适应了高速外围设备与微处理器的连接要求。在早期的三级总线结构中，图形显示卡也是通过 PCI 总线连接的，由于显示部分经常需要快速传送大量的数据（如纹理数据），这在一定程度上增加了 PCI 总线通路的拥挤度，而 PCI 总线 132 MB/s 的带宽也限制了纹理数据输出到显示子系统的速度。因此，440BX 芯片组中使用了专用 AGP 总线来加速图形处理速度，以适应高速增长 3D 图形变换和生动视频显示等的需要，同时也使 PCI 总线能更好地为其他设备服务。

2. 中心结构的微机

南北桥结构尽管能够为外设提供高速的外围总线，但是南北桥芯片之间也是通过 PCI 总线连接的，南北桥芯片之间的频繁数据交换必然使得 PCI 总线信息通路出现一定的拥挤，也使得南北桥芯片之间的信息交换受到一定的影响。为了克服这个问题，同时也为了进一步加强 PCI 总线的作用，Intel 公司从 810 芯片组开始，就抛弃了南北桥结构，而采用如图 1-6 所示的中心结构。

构成这种结构的芯片组主要由 3 个芯片组成，分别是存储控制中心 MCH（Memory Controller Hub）、I/O 控制中心 ICH（I/O Controller Hub）和固件中心 FWH（Firmware Hub）。

MCH 的用途是提供高速的 AGP 接口、动态显示管理、电源管理和内存管理功能。此外，MCH 与 CPU 总线相连，负责处理 CPU 与系统其他部件之间的数据交换。在某些类型的芯片组中，MCH 内置了图形显示子系统，既可以直接支持图形显示，又可以采用 AGP 显示部件，这时称其为图形存储控制中心（GMCH）。ICH 含有内置 AC'97 控制器提供音频编码和调制解调器编码接口、IDE 控制器提供高速磁盘接口、2 个或者 4 个 USB 接口、局域网络接口，以及和 PCI 插卡之间的连接。固件中心包含了主板 BIOS 和显示 BIOS，以及一个可用于数字加密、安全认证等领域的硬件随机数发生器。此外，ICH 通过 LPC I/F 和 Super I/O 控制器相连接，而 Super I/O 控制器主要为系统中的慢速设备提供与系统通信的数据交换接口，例如串行口、并行口、键盘和鼠标等。

比较图 1-6 和图 1-5 不难发现，MCH 和 ICH 两个芯片之间不再用 PCI 总线相连，而是通过中心高速专用总线相连，这样可以使 MCH 与 ICH 之间频繁大量的数据交换不会增加 PCI 的拥挤度，也不会受 PCI 带宽的限制。在图 1-6 中，已经看不到使用了十几年的 ISA 总线，这是符合微机发展需要的。目前使用 ISA 总线的慢速外围设备已经越来越少，新的设备都选用了高速的 PCI 总线，PC'99 规范中也取消了 ISA 总线，在这种情况下，ISA 总线已经不是必要的部件了。考虑到部分用户的特殊需要，有些主板还是带有 1 个 ISA 插槽，这需要 ICH 芯片外接一片可选的 PCI-ISA 桥片。采用这种中心结构的 Intel 的芯片组主要有 810 系列、815 系列、820 系列、850 系列和 860 系列等。

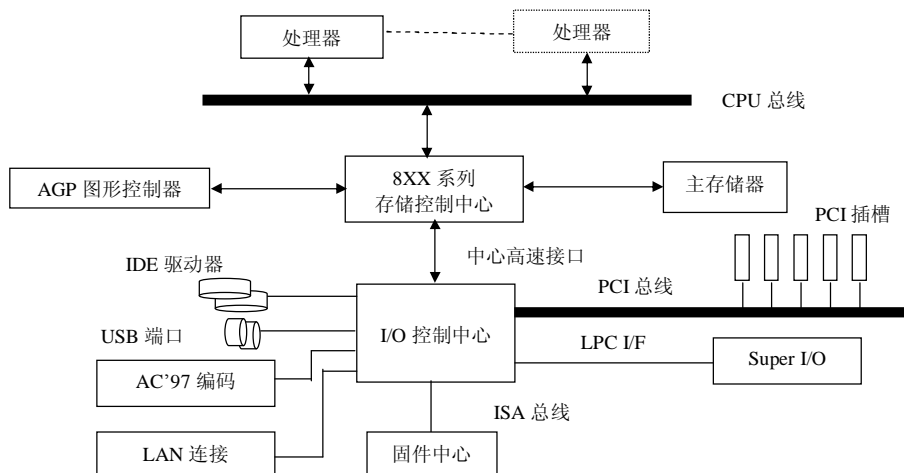


图 1-6 中心结构的微机基本结构

1.4.4 现代微机发展的特点

综合前几节和本节的内容，可以看到现代微机基本结构的发展主要具有以下一些特点。

(1) 微处理器性能不断增强。现代微机使用的微处理器大量引入 RISC 技术，如流水线、超标量、SIMD、分支预测和乱序执行等技术，使性能和速度得以快速增强和提高。

(2) 微处理器支持芯片由规模小的单功能芯片组成的芯片组，发展为大规模多功能芯片组成的芯片组。早期的 PC 采用多个单一功能接口芯片，芯片多、连线多，既影响速度，也使系统出错的概率变大；现在采用两三片高集成度的多功能芯片，不仅使主板更加微型化，而且也大大降低了系统出错的概率。

(3) 主板总线结构发生改变。系统总线由早期的 PC 总线发展到 16 位的 ISA 总线，经过多次发展（历史上还经历了 EISA 总线、MCA 微通道总线和 VL 总线等），直到现在除兼容以前的低速设备外，加强了局部总线的应用，将高速 I/O 设备利用局部总线 PCI 直接和 CPU 片内总线挂接，提高了 I/O 和 CPU 的并行性。

(4) 保持向上兼容性。尽管微处理器、支持芯片及总线接口都发生了变化，但是它们依然保持很好的向上兼容。例如，Pentium 微处理器兼容 8088/8086 的指令系统；新的芯片组也集成了兼容 PC/XT 机中的支持芯片，例如 8259、8254 和 8237；现代微机在接口的功能和地址访问等方面都兼容过去的 PC 系统，如串口、并口等。

习 题

1. 微机系统由哪几部分组成？微处理器、微机、微机系统的关系是什么？
2. 微机的 CPU、存储器和 I/O 接口通过哪三大总线互连在一起？各自的功能是什么？
3. 微机系统的主要性能指标有哪些？分别说明。
4. 中心结构的微机有什么特点？
5. 现代微机的发展有什么特点？

第2章 微处理器概述

微处理器是微机系统的核心部件，是采用大规模或超大规模集成电路技术制作成的半导体芯片，集成了运算器、控制器和寄存器组等功能部件。比较有代表性的微处理器有 Intel 公司的 80x86 系列微处理器。本章着重介绍 Intel 公司的 80x86 系列微处理器的内部结构、对外接口信号、工作模式等内容，以便读者了解微处理器的工作原理。

2.1 微处理器基础知识

2.1.1 微处理器的基本概念

计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部件构成。其中运算器和控制器是计算机的核心，它们之间的信息传输频繁。为了提高传输速度，在结构上将它们安排在相对集中的位置。在采用大规模集成电路技术设计和制造时，它们被集成制造在单一芯片上，称为微处理器。

微处理器有各种型号，如 Intel 公司的 8080、8086/8088、80286/386/486、Pentium；Zilog 公司的 Z80；Motorola 公司的 6800、6809、68000 等。

单一的微处理器还不能说是一台微机，它必须与存储器、输入/输出（I/O）接口电路，以及必要的输入/输出（I/O）设备组合起来，才构成一台微机；根据所配置的存储器的容量大小、I/O 接口和 I/O 设备的多少，以及制造结构的不同，微机可分为单片计算机、单板计算机和通用微机。单片计算机简称单片机，又称微控制器，属于嵌入式微处理器。它是将 CPU、存储器和一些 I/O 接口电路集成在一个集成电路芯片中。由于单片机具有体积小、价格低等特点，因此被广泛应用在工业过程控制、智能化仪器仪表、机电一体化产品及家用电器等领域。单板计算机是微机早期的一种简化形式，它是将 CPU、存储器和简单的 I/O 接口系统做在一块线路板上构成的微机系统。

2.1.2 微处理器基本结构与功能

不同型号的微处理器有不同的内部结构，但在功能结构上具有相似性和共通性。微处理器主要由以下几部分组成。

（1）内部寄存器阵列。它包括通用寄存器和专用寄存器两大部分。通用寄存器用于暂时存放参与运算的操作数或操作数地址。专用寄存器包括程序计数器 PC、堆栈指针 SP、标志寄存器等。PC 用来指示程序执行的顺序，在从主存储器中取指令时，用于指示该指令的地址。而当指令执行时，PC 的内容指向了下一条要执行的指令地址。堆栈指针 SP 用来控制对堆栈存储器的访问，标志寄存器用来记录程序运行的一些状态信息，如结果是否为零、是否溢出等。

（2）算术逻辑运算单元。