

微机系统及其接口 设计原理

WEIJI XITONG JIQI JIEKOU
SHEJI YUANLI

杨斌○编著



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

微机系统及其接口设计原理

杨 斌 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书针对 IBM-PC 微机, 介绍了 8086/8088 CPU 以及对应的硬件核结构、8086 CPU 的指令系统及必要的汇编语言编程基础、外设基本概念及地址译码、并行接口 8255、定时/计数器 8253、微机的中断系统及中断控制器 8259、微机与 A/D 和 D/A 的接口方法、微机串行通信原理及串行接口 8251 或 8250、DMA 数据传输原理及 DMA 控制器 8237。

本书注重归纳各章节中的重点和难点, 强调理论与实际的结合以及系统概念的建立, 并提供了大量的设计实例。如果读者能够按照这些设计实例进行实践, 将会起到很好的效果。本书不仅适合作为大专院校的教材, 也可作为实际应用开发中的参考书。

图书在版编目 (C I P) 数据

微机系统及其接口设计原理 / 杨斌编著. —成都: 西南交通大学出版社, 2006.2
ISBN 7-81104-211-8

I. 微... II. 杨... III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材②微型计算机—接口—高等学校—教材
IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 004446 号

微机系统及其接口设计原理

杨 斌 编著

责任编辑	秦 薇
责任校对	陈雪霖
封面设计	王 可
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 87600533
邮 编	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
电子邮箱	cbsxx@swjtu.edu.cn
印 刷	成都蜀通印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	25.875
字 数	645 千字
印 数	1—3 000
版 次	2006 年 2 月第 1 版
印 次	2006 年 2 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 7-81104-211-8/TP·053
定 价	38.00 元

图书如有印装问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

对于电类的学生来说,微机原理与接口技术既是一门专业基础课,又是一门实用技能课。它除了要求学生能够正确理解和掌握微机的工作原理及接口方法外,更希望学生可以直接地甚至灵活地运用这些知识。如何使学习者在有限的学时内既学懂又会用,是本教材所追求的目标。特别是在目前不断加强对学生能力培养的要求下,我们必须对传统的教学模式进行改革。为此笔者借鉴了国外许多著名大学所采用的 Course Project 的教学方式,在每章精心组织安排了实际的设计小课题,同时结合实验和课程设计来实践这些设计内容,以此强化学生对理论教学内容的理解,并锻炼学生的动手能力和举一反三的创新意识。

在内容的选择与组织上,为了使学生在掌握新技术的内容和支持它的基本原理和概念的基础上更好地理解新内容,本书还是本着打好基础、注重实践、逐步建立微机系统整体概念的思路来进行内容的组织与编排。

本书针对 IBM PC 类微机,从微机硬件核结构入手,循序渐进地分析了微机系统硬件结构中各功能模块的工作原理以及它们与硬件核的接口技术,力图使学习者能够由点到面地掌握微机的组成结构、工作原理及接口电路的设计方法。

全书共 11 章。第 1 章为概述。简单介绍了微机的发展以及 Intel X86 微处理器的演进,微机的主要性能指标,IBM PC 微机的构成等概况。第 2 章为 80X86 微处理器。主要介绍 8086/8088 CPU 的内部编程结构和外部引脚功能以及最大/最小模式下的硬件核构成。第 3、第 4 章分别为 8086/8088 CPU 的寻址方式及指令系统、汇编语言程序设计基础。这两章的内容是为没有单独设立“汇编语言程序设计”课程的专业所设置的,主要目的是为后续章节中的有关汇编语言程序编程打下基础。第 5 章为后续各章所涉及的具体接口电路的学习提供了一个引导作用,内容包括 CPU 与外设的数据传输方式,外设接口的概念、作用及一般的电路形式,外设的口地址译码电路设计等。最后给出了一个在第 2 章最小系统硬件核设计实例基础上实现的微机小系统的设计过程,目的是力图使学习者初步建立起微机系统中 CPU 与存储器及外设相互连接的宏观概念及一般方式。第 6 章针对 8255 介绍了并行接口电路的内部结构、工作原理及接口方法。抓住 8255C 端口的特殊结构和多种使用方式这一关键因素,介绍了 8255 的接口电路设计和编程方法,同时配合以多方面的应用举例以及一个设计实例供学习和实践。第 7 章为定时/计数器 Intel 8253。着重归纳出 8253 的 6 种工作方式的各自特点以及他们之间的区别,另外辅之

以各种应用例子来阐明 8253 作为定时器和计数器的具体使用。第 8 章为 PC 机的中断系统。讨论了 PC 微机中断系统的软、硬件组成, 向量表中断方式的实现方法, 中断控制器 8259 的各种工作方式、编程结构、电路连接、编程及应用实例。第 9 章为 A/D, D/A 转换器与微机的接口方法。主要针对两个典型的器件 AD0832 和 AD0809 介绍了 D/A 变换器及 A/D 变换器与微机硬件核的电路连接方式及编程要点。第 10 章为微机的串行通信与串行接口。从微机串行通信面临的问题及解决方法牵引出串行接口的作用及结构特征, 而后针对两个串行接口芯片 8251 和 8250 讨论了串行接口的内部编程结构、工作方式、电路连接方法及编程。第 11 章为 DMA 数据传送原理及 DMA 控制器 8237A。从总线共享的角度分析了 DMA 操作的系统结构、工作流程、DMA 控制器所起的作用及与 CPU 的分工配合, 然后针对一个具体的 DMA 控制器 8237, 讨论了其内部编程结构、外部接口电路组成方法、工作方式和编程。

本书内容需要读者具有数字电子技术以及计算机组成原理的前期知识, 所以存储器结构及接口电路设计方面的内容没有包含在内。

本书的主要特点是: 注意归纳出各章节的核心思想和内容并重点解释, 另外注重理论性原理与实现技术的紧密结合。本书从一开始就结合 8086/8088 CPU 的学习, 介绍了一个基于 8088 CPU 的最简微机硬件核的设计实例。然后又利用该硬件核构造了一个微机小系统。其后多数章节都有围绕该微机小系统进行的设计实例。如果将这些内容上相对独立的设计实例综合在一起, 就形成了一个包含微机主要结构特征的微机系统。这些设计实例来自我们的课程设计, 且经过了多届学生的使用验证。与本书配套的教材是西南交通大学出版社出版的《微机原理与接口技术实验及课程设计》。

由于编者学识和水平有限, 书中难免有不足甚至错误之处。恳请同行专家以及广大读者批评指正, 本人将不胜感激。

作 者

2005 年 9 月

目 录

第 1 章 概 述	1
1.1 微型计算机的发展	1
1.2 微型计算机的分类	2
1.3 微型计算机的系统组成及结构	2
1.4 微型计算机的主要性能指标	5
1.5 常用的通用型微处理器及 80X86 CPU 系列	6
习题与思考题	9
第 2 章 80X86 微处理器	10
2.1 8086/8088 微处理器的编程结构	10
2.2 8086/8088 最小工作模式下的引脚功能及系统构成	14
2.3 8086/8088 最大工作模式下的引脚功能及系统构成	26
2.4 设计实例与实践: 8088 最小模式下的最简硬件核设计	34
习题与思考题	41
第 3 章 8086/8088 CPU 的寻址方式及指令系统	43
3.1 8086/8088 CPU 的指令格式	43
3.2 8086/8088 CPU 的指令系统	49
习题与思考题	94
第 4 章 汇编语言程序设计基础	102
4.1 汇编语言程序的组成及编写规则	102
4.2 PC 系列微机的 BIOS 调用和 DOS 功能调用	117
4.3 汇编语言中的宏指令、宏定义及宏调用	138
4.4 汇编语言程序中的程序转地址执行	139
4.5 汇编语言程序编程实践	150
习题与思考题	162
第 5 章 微机与外设 (I/O 接口) 的数据传输	173
5.1 微机与外设的信息交换方式	173
5.2 微机与外设接口的连接方式	176
5.3 设计实例与实践: 一个微机小系统的设计与实现	182
习题与思考题	189

第 6 章 并行接口 8255	191
6.1 通用并行接口的作用及一般结构	191
6.2 并行接口芯片 8255A	194
6.3 8255 应用举例	209
6.4 设计实例与实践: 8255 作为键盘和 8 位数码管的接口电路设计	217
习题与思考题	224
第 7 章 定时/计数器 Intel 8253	226
7.1 定时/计数器的基本概念	226
7.2 8253 的内部结构、工作原理及引脚功能	228
7.3 8253 的工作模式及编程	229
7.4 8253 应用编程实例	237
习题与思考题	245
第 8 章 PC 机的中断系统	247
8.1 PC 机中断系统的组成及工作原理	247
8.2 8259 中断控制器	253
8.3 8259 的编程	261
8.4 8259 编程及应用实例	267
习题与思考题	280
第 9 章 A/D, D/A 转换器与微机的接口方法	281
9.1 A/D 与 D/A 应用系统组成结构及工作原理回顾	281
9.2 D/A 转换器接口方法与编程	282
9.3 A/D 转换器接口方法与编程	287
9.4 D/A, A/D 的主要技术参数	301
9.5 设计实例与实践: 基于微机小系统的数据采集电路设计	302
习题与思考题	304
第 10 章 微机的串行通信与串行接口	305
10.1 计算机串行数据传送的有关概念	305
10.2 RS-232C 串行通信标准	313
10.3 可编程同/异步串行通信接口 8251A	316
10.4 可编程异步串行通信接口 8250	325
习题与思考题	340
第 11 章 DMA 数据传送原理及 DMA 控制器 8237A	341
11.1 DMA 数据传送的基本原理及电路组成	341
11.2 DMA 控制器 8237A 的内部编程结构及引脚功能	342
11.3 模式寄存器和命令寄存器设置内容的说明	348
11.4 8237 的 DMA 工作时序	353

习题与思考题	355
附 录	357
附录 1 ASCII 码表	357
附录 2 PC 机键盘扫描码表	359
附录 3 常用 BIOS 中断调用简表	360
附录 4 常用 DOS 功能调用简表	366
附录 5 其他 DOS 中断调用	387
附录 6 常用汇编语言关键字（含专用符号）汇总	389
参考文献	405

第 7 章

概 述

1.1 微型计算机的发展

微型计算机的发展体现在诸多方面,包括计算机体系结构理论和实现技术、半导体工艺技术、相关外设技术,甚至系统软件等。而最具代表性和最能反映微型计算机发展速度和技术水平的则是中央处理器 CPU。

1.1.1 CPU 的发展

CPU 的发展是半导体技术及工艺、计算机体系结构理论、数字计算方法理论等诸多技术共同发展的集中体现。在各种各样的 CPU 中,Intel 的 80X86 系列 CPU 经历了从诞生到成长壮大的整个过程,当之无愧地代表了 CPU 的发展历程。

最早的 CPU 始于 1971 年的 Intel 4004,其字长为 4 位,内部集成了 2 300 个晶体管,而目前的 Pentium IV 内部字长为 32 位,集成了几千万个晶体管。虽然可以通过字长和集成度对 CPU 的发展做一简单比较,但性能的提升却难以相比。因为今天的 CPU 可以轻易地完成早先 CPU 根本无法实现的功能。

从一些可以量化的指标来看,CPU 发展的主要技术特征有:

- 处理速度越来越快(时钟频率、指令并行执行度越来越高)
- 片内一级 Cache 及二级 Cache 越来越大
- 处理数据的位数越来越长
- 可寻址的内存空间越来越大
- 高性能指令越来越多
- 集成度越来越高

1.1.2 外部设备的发展

伴随着 CPU 的进步,微机系统中的各种外部设备(也称外设)也得到了快速发展,从而使微机系统的整体性能得到同步提升。普通微机中外部的发展主要表现在以下方面:

- 内存容量越来越大,速度越来越快(提高集成度,改变读写制式)

- 硬盘容量越来越大, 速度越来越快 (改变传输制式, 提高磁信息记录密度, 大容量缓存)
- 显示器分辨率越来越高, 闪烁越来越低, 非 CRT 化 (液晶、等离子)
- 显示适配卡显示速度越来越高 (图像的硬加速和大容量缓存)
- 串行外设接口传输率越来越高 (RS-232→USB→1394)
- 网卡速度越来越高, 基于网络的设备越来越多
- 所有外设的即插即用化 (Plug and Play, 简称 PnP)

1.1.3 系统软件的发展

由于 CPU 及外设的进步, 使得微机系统可以完成的任务越来越复杂, 同时人们对微型计算机所寄予的期望也越来越高, 从而也导致了微机操作系统从早期的只支持单任务单用户的模式向着支持多任务和多用户的方向, 以及图形化和网络化的方向发展。主要有以下过程:

- 单任务、单用户、字符方式 (DOS)
- | | |
|---|---------------------------------|
| { | 多任务、单用户、图形方式 (WINDOWS 工作站版) |
| | 多任务、多用户、图形方式 (WINDOWS 服务器版) |
| | 多任务、单用户、字符方式 (UNIX, LINUX 工作站版) |
| | 多任务、多用户、字符方式 (UNIX, LINUX 服务器版) |
- 基于网络的分布式系统及网格计算系统

1.2 微型计算机的分类

微型计算机与早期的小型计算机, 甚至中型、大型计算机在性能上的区别有着很强的时间性, 例如, 目前的微机不仅已超过了以前的许多小型机, 而且在某些性能上已经超过了一些中型、大型机。但微型计算机与它们相比还是有一些主要特征, 如 CPU 集成, 字长仅为 4~64 位, 地址空间 64 K~64 G, 且外设相对简单。

微型计算机按照使用可分为通用型微机和专用型微机两大类:

- 通用型微机 个人用台式或笔记本微机、微机服务器、通用工控机、微机图形工作站等
- 专用型微机 单板机、单片机、DSP、嵌入式处理器、模块组合机 (如 PC104) 等

1.3 微型计算机的系统组成及结构

1.3.1 通用型微型计算机系统的组成

普通的台式微型计算机 (Desktop) 系统的组成如表 1.1 所示。

表 1.1 台式微型计算机系统的组成

微机系统	硬件系统	主机板	微处理器 (CPU) 及其配套的芯片组 存储器: ROM 及 RAM (内存条) 外设接口电路、总线扩展插槽、常用外设连接口
		外部设备	标配外设: 显示卡/器、键盘、软驱、硬盘、鼠标、光驱等 可选外设: 声卡、音箱、网卡、调制解调器、打印机、扫描仪等
	软件系统	系统软件: 主板 ROM 中固化的最底层软件、操作系统、外设驱动程序 应用软件	

1.3.2 微型计算机的硬件结构

微型计算机的硬件结构从原理上看是由四大功能部件组成的, 它们分别是微机硬件核、系统总线、存储器、外设接口及外设, 如图 1.1 所示。

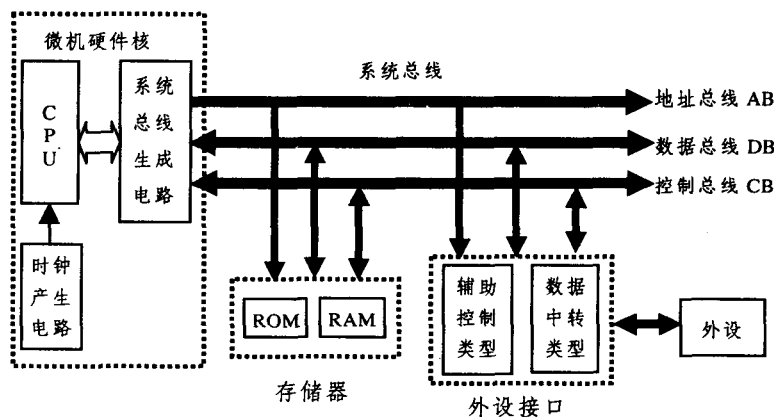


图 1.1 微机的主体结构及组成

1. 微机硬件核

硬件核是微机内可以产生各类规范的系统总线信号, 并由此操控微机内的其他组成部件的最基本的硬件组成部分, 由 CPU 和必要的外部辅助器件 (芯片组) 构成。

由 8086/8088 CPU 构成的台式系统中, 微机硬件核内除了 CPU 外还包括系统时钟产生电路以及系统总线生成电路 (用于产生各类独立系统总线信号的电路, 包括产生地址总线信号的地址锁存器, 用于产生数据总线信号的双向数据收/发器, 用于产生控制总线信号的控制总线器件)。

2. 系统总线

系统总线是微型计算机内部的大动脉, 用于将不同的系统功能部件连接在一起。通过系

统总线互连的功能部件有两类：一类是诸如 CPU 及其硬件核这类可以主动发号施令并具有系统总线控制权（使系统总线生成器件与系统总线连通或者是处于高阻态：即断开）的功能部件。这类功能部件称之为主控部件（另外的还有 DMA 控制器）。此处另一类则是只能被动接受主控部件的控制，用于在可控部件操纵下完成各种规定操作的功能部件，称之为受控部件。受控部件按照主控部件对它们的寻址及访问方式可分成两大类。一类为存储器，另一类为外设（含外设接口）。

系统总线允许挂接多个主控部件（即所谓的多处理器结构），但任意时刻只允许有一个主控部件行使对系统总线的控制权。而受控部件则不受此限制。

系统总线分成地址总线 AB、数据总线 DB、控制总线 CB 三类。

① 地址总线 AB (Address Bus)，是主控部件用于寻址受控部件每个字节单元地址的信号线的集合。地址总线的数量将决定主控部件的寻址能力或寻址空间的大小。例如 20 根地址线的寻址范围为 $2^{20}=1\ 024\text{K}$ 字节单元（1 K=1 024）。

地址总线俗称 Where Bus，意指其作用是用于指定数据存放的地点。

② 数据总线 DB (Data Bus)，是主控部件与用地址总线所寻址的受控部件数据单元进行数据传送的信号线的集合。数据总线的数量（位数）将决定主控部件与受控部件之间一次最多可交换的二进制数据的位数（通常称为微机的字长）。

数据总线俗称 What Bus，意指其作用是承载传送的具体内容。

③ 控制总线 CB (Control Bus)，是那些用于操控地址总线 and 数据总线信号的生成和时机，实现主控部件指定数据传送过程所需的全部控制信号的集合。同样的微机中不同的操作过程所用到的控制信号子集是有差异的。

控制总线俗称 When Bus，意指其作用是确定信息传送的严格时序。

以上的三总线也有 3W 总线或 W^3 总线的俗称。

3. 存储器（特指半导体存储器）

存储器是主控设备通过三总线直接访问的两大类功能部件中的一类。

微型计算机中必备的存储器有两种：ROM 和 RAM。

① ROM 为只读存储器，用于固化存放微机启动时所需的系统自检、系统初始化、操作系统引导等程序，以及一些常用的可供上层程序调用的最底层硬件操作子程序。这部分程序在 PC 系列微机中称为 BIOS (Basic Input/Output System)，它们是在主机出厂时由生产厂写入的。其内容除了必要的升级之外是不允许用户改动的。作为 ROM 的芯片，可以是 EPROM、E²ROM 或者 FLASH ROM。

② RAM 为可读写存储器，是微机当前所运行的系统程序和用户程序及数据的存放体。出于器件集成度和制造成本的考虑，目前微机中的 RAM 都采用的是动态存储器 DRAM。具体表现为内存条的形式。

4. 外设接口（也称 I/O 接口）

外设接口是主控设备通过三总线直接访问的两大类功能部件中的另一大类。这类功能部件虽然和存储器一样都是通过同样的三总线接受主控部件操控的，但它们却处于两个不同的

地址空间 (CPU 用不同的指令区分)。一个称为存储空间, 一个称为 I/O 空间。主控部件通过不同的控制信号来区分相同地址下的这两类不同部件。

外设接口按功能分为两类, 一类是用于转接主控部件和外部设备的数据中转类型接口部件, 一类是用于辅助 CPU 完成系统管理控制的辅助控制类型接口部件。

① 数据中转类型接口部件的主要任务是使 CPU 通过系统总线能够和不同反应速度、不同数据格式 (如串行数据)、不同信号电平 (如 RS-232 电平)、不同信号形式 (如模拟信号) 的各种外设进行可靠的数据传输。所以也就存在着各式各样的数据中转类型的接口电路, 如串行接口、并行接口、模拟/数字转换接口等。

② 辅助控制类型接口部件的作用是按照 CPU 的命令完成某种系统管理或控制功能的部件, 如中断控制器 8259, 定时计数器 8253 等。这类功能部件由于 CPU 采用了与数据中转类型接口部件完全相同的寻址和访问方式, 所以归类于外设接口功能部件类, 尽管它们并不衔接任何外设。

图 1.2 为早期的 IBM-PC 微机的硬件结构框图。

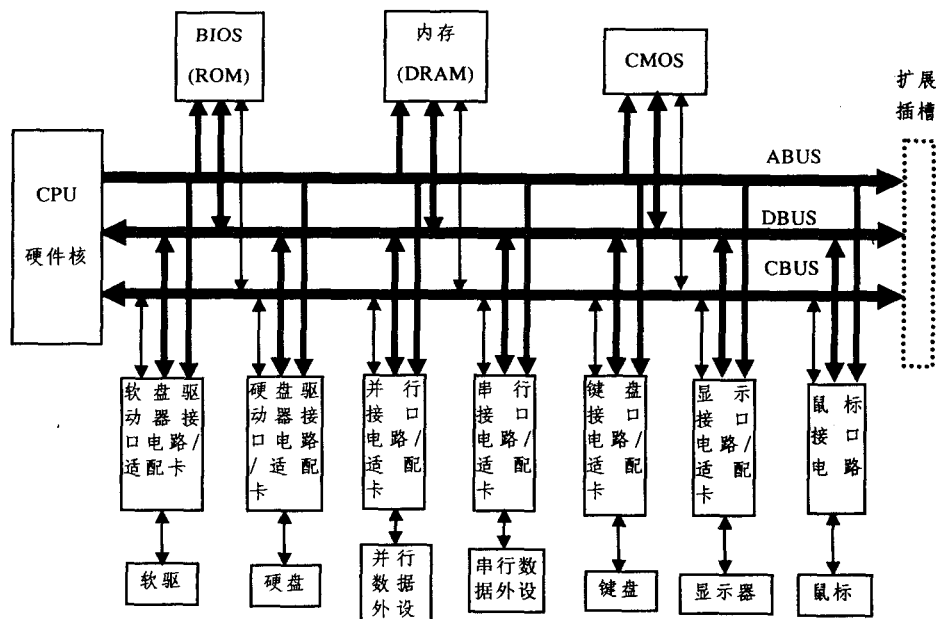


图 1.2 早期 PC 微机的硬件结构框图

1.4 微型计算机的主要性能指标

微型计算机的性能可以有多方面的体现, 但从应用者的角度考察主要有以下几点:

① 字长: 计算机内部一次可处理的二进制数的最多位数。

目前有 4 位、8 位、16 位、32 位、64 位

② 速度: 常用每秒执行的指令数衡量。

- 每秒百万次定点指令 MIPS (Million Instructions Per Second)
- 每秒百万次浮点指令操作 MFLOPS (Million Floating-Point Operations Per Second)
- ③ 内存空间: CPU 地址线可直接寻址的内存字节数目。
目前有 64 K (16 位)、1M (20 位)、16M (24 位)、4G (32 位)、64G (36 位)
- ④ 系统结构及外部设备配置情况。
 - CPU 芯片组结构
 - 系统总线结构 (ISA、EISA、VESA、PCI 等)
 - 主板上高速缓存 (二级 Cache) 多少
 - 可配置的内存类型及最大容量
 - 支持硬盘的工作模式 (ATA、PIO、DMA、SCSI 等)
 - 支持显示模式 (ISA、EISA、VESA、PCI、AGP 等)
 - 支持串口模式 (RS232、USB、1394 等)

1.5 常用的通用型微处理器及 80X86 CPU 系列

微处理器自从 20 世纪 70 年代初期诞生到今天经历了一个快速的发展历程。不仅在结构、性能、集成度等方面有了极大的提高,而且门类品种繁多。本课程所讨论的微处理器主要是针对用于构成通用型微计算机的主流微处理器。

1.5.1 目前国际市场上使用较多的微处理器 (CPU) 系列

通用型微计算机是相对专用型微计算机而言的。但通用型微计算机还包括那些在性能和结构上偏重于某些特殊应用需要的机种,如网络服务器、图形工作站和工业控制计算机等。这些计算机除了具有通用计算机的主要功能之外,还针对其特殊的应用要求增加了专门的硬件功能。例如网络服务器除了普通的微型计算机的功能之外还增加了可纠错的 ECC 内存、可热插拔的硬盘、磁盘阵列和 SCSI 接口等;而图形工作站则针对图形和图像处理的特殊要求增加了图形和图像的硬件加速功能;工业控制计算机则针对工业控制领域恶劣的现场环境而加强了防尘、防磁、防震、防静电和防电场干扰等措施。表 1.2 是部分常用的通用型微处理器及其应用领域。

表 1.2 部分常用的通用型微处理器及其应用领域

CPU 系列	生产厂商	主要应用领域
80X86	Intel, AMD, 威盛	PC 机、服务器、图形工作站、工控机、嵌入式应用
Alpha	DEC	服务器、图形工作站
68XXX	Motorola	APPLE 机、工控机、图形工作站、嵌入式应用
Power PC	IBM	APPLE 机、服务器、图形工作站、嵌入式应用
Z8XXX	ZILOG	工控机、嵌入式应用
MIPS 系列	MIPS	工控机、嵌入式应用

1.5.2 80X86 微处理器系列

美国 Intel 公司的 80X86 系列是目前市场上应用最广泛的微处理器，下面是这一系列的主要成员。通过其系列的演变，可以大致了解其发展的不同阶段。

1. 8086 至 80386 系列 CPU

从应用角度来看，8086 系列 CPU 到 80386 系列 CPU 的主要进步可通过表 1.3 所列参数简单地反映出来，主要是数据位宽度逐步由 16 位增加为 32 位，地址寻址空间由 1 M 字节增加为 4 G 字节，时钟频率由 4.77 MHz 增加为 40 MHz，工作模式也在简单的实模式基础上增加了保护模式和仿真 86 模式（也称虚拟 86 模式）。

表 1.3 8086 至 80386 系列 CPU 的主要成员及主要应用技术指标

芯片型号	推出时间	数据线 (位)	地址线 (位)	时钟频率 (MHz)	工作模式	说 明
8086	1978	16	20	4.77	实模式	
8088	1979	内 16/外 8	20	4.77	实模式	
80286	1982	16	24	6/8/10/12.5/16/20	实模式/保护模式	
80386DX	1985	32	32	16/20/25/33	实模式/保护模式 + 仿真 86	
80386SX	1988	内 32/外 16	24	16/20/25/33	实模式/保护模式 + 仿真 86	
80386SL	1990	内 32/外 16	24	16/20/25	实模式/保护模式 + 仿真 86 + 节电模式	用于笔记本电脑
80386DL	1991	32	32	16/20/25		用于笔记本电脑
80386EX	1992	内 32/外 16	26	25/33/40	嵌入式处理器	用于嵌入式系统

2. 80486 系列 CPU

80486 系列 CPU 与之前的 CPU 从应用角度相比较，其主要技术进步有数字协处理器 FPU 与 CPU 集成为一体，内部的部分数据总线由 16/32 位提高到 64 位，融合了 RISC 技术后使得每个时钟周期执行的指令数大于 1.2 条，产生了 CPU 的内部倍频技术，预取指令队列由 16 字节大幅度增加为 32 K 字节，另外还集成了 8 K 字节的高速缓存，即所谓的一级 Cache。

本系列的一些主要成员如表 1.4 所示。

表 1.4 80486 系列 CPU 的主要成员及主要应用技术指标

芯片型号	推出时间	数据线 (位)	地址线 (位)	时钟频率 (MHz)	工作模式	说 明
80486DX	1989	32	32	33/40/50	实模式/保护模式 + 仿真 86	8 K 内部高速缓存
80486SX	1991	32	32	25/33/40	实模式/保护模式 + 仿真 86	无协处理器

续表 1.4

芯片型号	推出时间	数据线 (位)	地址线 (位)	时钟频率 (MHz)	工作模式	说 明
80486DL	1992	32	32	33/40	实模式/保护模式 + 仿真 86 + 节电模式	用于笔记本电脑
80486SL	1992	内 32/外 16	32	25/33		用于笔记本电脑
486DX2/50	1993	32	32	内 50/外 25		16 K 高速缓存
486DX2/66	1993	32	32	内 66/外 33		
486DX2/100	1994	32	32	内 100/外 33		
5X86/100	1995	32	32	内 100/外 33		AMD 公司

3. Pentium 系列 CPU

Pentium 系列 CPU 与之前的 CPU 系列相比, 主要是内部指令流水线由单条增加为多条, 其结果是可以在一个时钟周期内执行两条以上的指令。另外 Pentium 系列 CPU 内部还将原来的混合一级 Cache 分成了独立的指令 Cache 和数据 Cache, 同时还集成了不同数量的二级 Cache。

表 1.5 是部分 Pentium 系列 CPU 成员的一些简单参数。

表 1.5 Pentium 系列 CPU 的主要成员及主要应用技术指标

芯片型号	推出时间	数据线 (位)	地址线 (位)	时钟 (MHz)	工作模式	说 明
Pentium 60/66	1993	内 32/外 64	32	内外 60/66	实模式/保护模式 /V86 (仿真 86)	片内无二级 Cache
Pentium Pro	1995	内 32/外 64	32/36	内 150~200 外 60/66	实模式/保护模式 /V86 (仿真 86)	片内 256 K 二级 Cache
MMX Pentium	1996	内 32/外 64	32/36	内 166~233 外 66	实模式/保护模式 /V86 (仿真 86)	片内 16 K 代码 + 16 K 数据一级 Cache
Pentium II	1997	内 32/外 64	32/36	内>233 外 66	实模式/保护模式 /V86 (仿真 86)	片外 256 K 二级 Cache
Pentium III	1999	内 32/外 64	32/36	内>400 外 66/100	实模式/保护模式 /V86 (仿真 86)	片内 256 K 二级 Cache
Pentium 4	2002	内 32/外 64	32/36	内>1.4 G 外 100/133	实模式/保护模式 /V86 (仿真 86)	片内>256 K 二级 Cache

习题与思考题

1. 微型计算机有哪些主要特征?
2. 微机系统的硬件结构主要有哪些组成部分?
3. 微机硬件核的主要作用是什么?
4. 什么是微机的三总线, 它们各自的作用是什么?
5. 微机内常有的半导体存储器有哪些类型, 各自有什么特点?
6. 微机中的外设有哪两种类型, 各自的主要作用是什么?
7. 微型计算机有哪些主要技术指标, 它们的意义是什么?