

高等学校教材

现代微机原理与接口技术

主 编 杨全胜

副主编 胡友彬

主 审 樊开文

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 x86 系列微机为平台,系统地阐述了现代微机的基本结构和接口及总线的基本原理与应用。内容主要包括微机基本结构及其发展、微处理器的基本结构和发展、I/O 端口地址译码技术、总线及接口、DMA 技术、中断技术、定时/计数技术、并行接口、串行接口、人机交互接口、A/D 与 D/A 转换接口及 PC 机高级编程技术等。本书内容丰富,既包含了典型的接口技术,也介绍了新型接口与总线技术;既讲述了接口的硬件部分,也强调了接口的软件编程。全书涉及到很多新的技术,如 PCI 总线、IEEE1394、USB、下一代新型总线、815EP 芯片组、保护模式下的中断技术、Windows 9x 及 Windows 2000 下的设备驱动程序的编写等,反映了现代微机技术发展的最新水平和趋势,并体现出微机接口技术中硬件设计和软件驱动的统一。

本书可作为高等院校计算机专业微机接口原理与应用课程的教材,也可以作为电子专业本科生及非计算机专业研究生微机原理课程的教材,还可供计算机及相关专业大专和各类委培班做微机原理课程的教材或参考书,对工程技术人员也具有参考价值。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代微机原理与接口技术/杨全胜主编. —北京:电子工业出版社,2002.3
高等学校教材
ISBN 7-5053-7498-2

I. 现… II. 杨… III. ①微型计算机—基础理论 ②微型计算机—接口 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 010060 号

责任编辑:吴金生 特约编辑:牛允鹏

印 刷:北京李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:27 字数:680 千字

版 次:2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

印 数:6 000 册 定价:32.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

前 言

随着微机价格的逐年下降，微机迅速在各个领域得到广泛应用，因而掌握微机系统知识及接口技术就显得尤为重要。同时，微处理器、微机接口，以及微机操作平台方面，新的技术也在不断涌现，因此无论是工程技术人员还是大专院校学生，都应该对微机新技术有所了解。

在微机接口技术及微机原理的教学当中，我们还感觉到，学生不仅应该掌握原理，更要学会应用，一定要做到理论与实际相结合。另外，接口技术的学习不仅仅是硬件上的设计与分析，还应该包括接口软件的编写。随着微机操作系统平台由 DOS 向 Windows 的转变，掌握新的操作系统平台的接口软件编写也是微机接口设计者应该具备的能力。

目前，我国微机原理与接口技术方面的教材已经不少，它们对于人才的培养发挥了积极的作用。但近几年来，由于微机系统的迅速发展，大部分教材的内容已不能满足人才培养的需要。也就是说，用原有的教材培养出来的毕业生已不能适应用人单位的需求。鉴于此，不少同仁在教材内容的改革方面进行了不少尝试：有的在原有教材的基础上添加一些新的知识介绍，但这类教材总体上大部分知识仍较陈旧，新知识与老知识之间缺乏连贯性；有的是全新编写，这类教材知识很新，但由于完全抛弃了原来此类教材的写作结构，而且过多地涉及处理器内部而削弱了接口方面的介绍，所以影响了教师对此类教材的选用。我们认为，微机原理与接口技术的课程教材，既要内容更新，也要注意重点还是应放在接口设计与应用上。为此，根据我们多年的教学实践，在教材内容的改革上也进行了大胆的尝试，编写了本书。本书具有以下一些特点。

(1) 立足于系统，面向应用。本书首先从系统的角度，介绍了微机的基本结构和发展的特点，以及现代微机中占重要地位的总线的概念，让读者一开始就对微机系统有个全面的了解，之后的各个章节描述微机各种接口的具体内容。

(2) 内容新。全书以现代微机的主流 CPU (Pentium II/III CPU) 和主流芯片组 (Intel 815EP) 为切入点，较全面地介绍了现代微机的原理与接口技术。其中包含了 PCI 总线，USB 总线，IEEE1394，Pentium 的中断，APIC，AC' 97 等新的技术。同时，对传统接口的新发展也进行了讨论，比如从现代微机的 Super I/O (SIO) 多功能芯片出发，讨论了传统的串行口、并行口和键盘接口的新发展，这包括对异步通信适配器 PC16750、增强型并行端口 EPP 和增强功能端口 ECP 等的介绍。

(3) 实用性强。本书和其他同类教材的最大不同点在于接口软件的介绍上，我们将接口软件的编写从传统的实模式下的 MS-DOS 平台上升到保护模式下的 Windows 9x/2000 的平台上，对于当前微机的主流应用领域具有很强的针对性和实用性。

(4) 适用面广。全书给出了不少应用的例子和各种接口的电气和物理特性，甚至还给出了一些主要扩展卡的尺寸，不仅可以作为大专院校学生的教材，对工程技术人员也很有参考价值。

(5) 本书在信号线的描述上充分考虑到与国际芯片厂商的信号线命名方法一致，对于

Pentium 级微机系统以前的各信号和传统芯片引脚信号，我们采用信号线上加横线的办法表示低电平有效，如 \overline{RD} 等；对于 Pentium 级以上的微机系统中的各信号，以及新型总线等的信号线，采用信号名后加#的办法表示低电平有效，如 SMI#等。

本书内容丰富，实际教学中，可以根据教学目的和学时数选择有关章节讲解。对于学过“计算机组成原理”的读者，可以省去有关微处理器、总线的概念、中断的概念等概念方面的内容。对于以教授 PC 机接口软件技术为主的课程，可以加讲汇编语言部分，并可在讲完中断后，先讲述第 10 章的内容，同时可以去掉 8251 和 8255 芯片的讲授内容，并可适当减少总线一章的内容。根据不同的专业，授课时间可以在 48 学时到 64 学时之间。对于计算机专业的本科生，需要先修“数字逻辑电路”、“计算机组成原理”、“8088 汇编语言”和“C 语言程序设计”；电类非计算机专业的本科生至少要先修“计算机硬件基础”，如果先修过“计算机组成原理”、“8088 汇编语言”和“C 语言程序设计”则更好；否则，至少需要用 12~20 学时左右的时间讲授附录 A 部分。

参加本书编写的有多年在“微机原理”、“接口技术”等课程教学和实验教学第一线的有经验的教师，也有多年从事微机体系结构研究的教师。全书由杨全胜组织编写，负责全书内容的修改和最终定稿，并编写了部分章节。参加本书各章节编写的还有胡友彬、王晓蔚、霍亮、吴强和陶东辉。

本书在编写过程中得到了东南大学计算机科学与工程系樊开文教授的大力支持，并在百忙中主审了全书，提出了宝贵的意见。另外，东南大学计算机科学与工程系主任董逸生教授，系统结构教研室的朱怡健副教授、王健副教授及任国林老师、徐造林老师，解放军理工大学气象学院气象电子信息工程系刘承光主任对本书的编写都提出了宝贵意见，在此表示诚挚的谢意。

由于微机发展迅速，再加上作者水平有限，难免会有不足之处，殷切希望得到广大同仁和读者的批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 微机结构的发展和特点	1
1.1 微处理器发展概述	1
1.2 微机的组成	4
1.2.1 微机系统的组成	4
1.2.2 微机的硬件结构	5
1.3 微处理器结构	6
1.3.1 8086/8088 微处理器	6
1.3.2 Pentium 微处理器	14
1.3.3 Pentium II 微处理器	22
1.3.4 Pentium III 微处理器	25
1.3.5 时钟周期、总线周期和指令周期	25
1.4 PC 系列微机基本结构	27
1.4.1 PC/XT 机的基本结构	27
1.4.2 80386/80486 微机的基本结构	29
1.4.3 现代微机的基本结构	30
1.4.4 现代微机发展的特点	33
1.5 Intel 815EP 芯片组简介	33
1.5.1 概述	33
1.5.2 82815EP MCH 芯片	34
1.5.3 82801BA (ICH2) 芯片	37
1.5.4 SIO LPC47B27X 芯片	40
习 题 1	42
第 2 章 输入/输出与接口技术	43
2.1 I/O 接口概述	43
2.1.1 接口	43
2.1.2 I/O 设备与 I/O 接口	43
2.1.3 I/O 接口的基本功能	44
2.1.4 I/O 接口的组成	45
2.2 输入/输出数据的传输控制方式	47
2.2.1 程序控制方式	47
2.2.2 直接存储器存取方式	49
2.2.3 专用 I/O 处理机方式	49

2.3	I/O 编址	50
2.3.1	I/O 统一编址	50
2.3.2	I/O 独立编址	51
2.3.3	Intel 系列微机 I/O 编址方式	51
2.4	接口设计与分析基本方法	55
2.4.1	接口硬件设计方法	55
2.4.2	接口软件设计方法	56
2.4.3	x86 系列微机接口设计	57
习 题 2	63
第 3 章	微机总线与接口标准	65
3.1	总线与接口概述	65
3.1.1	总线和接口及其标准的概念	65
3.1.2	总线的分类	66
3.1.3	总线的主要性能参数	67
3.1.4	总线标准的特性	67
3.1.5	总线操作和总线传送控制	68
3.2	系统总线	69
3.2.1	ISA 总线	70
3.2.2	其他系统总线	73
3.3	PCI 总线	74
3.3.1	PCI 总线的特点	74
3.3.2	PCI 信号定义	75
3.3.3	PCI 插槽和 PCI 扩展卡	78
3.3.4	PCI 总线命令	80
3.3.5	PCI 总线协议	82
3.3.6	PCI 总线数据传输过程	86
3.3.7	总线仲裁	88
3.3.8	PCI 总线配置	90
3.3.9	PCI BIOS	99
3.3.10	82801BA 中的 PCI	101
3.4	通用串行总线 USB	101
3.4.1	USB 系统组成	101
3.4.2	USB 系统的接口信号和电气特性	103
3.4.3	USB 数据流类型和传输类型	105
3.4.4	USB 交换的包格式	106
3.4.5	USB 设备状态和总线枚举	108
3.4.6	USB 外围芯片及应用	109
3.5	高性能串行总线标准 IEEE1394	110

3.5.1	IEEE1394 的主要性能特点	110
3.5.2	IEEE1394 拓扑结构	110
3.5.3	IEEE1394 地址分配	111
3.5.4	IEEE1394 的主要技术规范	112
3.5.5	IEEE1394 与 USB 的比较	113
3.6	其他总线和接口	113
3.6.1	SCSI 接口标准	113
3.6.2	AGP 接口	116
3.6.3	新型总线和 I/O 技术介绍	118
3.7	PCMCIA 总线及扩展卡	120
3.7.1	16 位 PC 卡	121
3.7.2	卡总线 (CardBus)	125
3.7.3	卡插架 (CardBay)	125
	习 题 3	127
第 4 章	DMA 技术	129
4.1	概述	129
4.1.1	DMA 的组成和作用	129
4.1.2	DMA 传送的工作过程	130
4.1.3	DMA 传送的方式	130
4.2	DMA 控制器	131
4.2.1	DMA 控制器在系统中的两种工作状态	131
4.2.2	82C37A 的内部结构和引脚功能说明	132
4.2.3	82C37A 的内部寄存器	134
4.2.4	82C37A DMA 控制器端口地址	139
4.2.5	软命令	139
4.2.6	DMA 控制器的工作时序	140
4.3	DMA 编程和应用举例	142
4.3.1	82C37A 的初始化编程	142
4.3.2	82C37A 的应用举例	143
	习 题 4	145
第 5 章	中断技术	147
5.1	中断的概念	147
5.1.1	中断的概念	147
5.1.2	现代微机的中断类型	147
5.1.3	现代微机的中断处理	149
5.2	可编程中断控制器 Intel 8259A	151
5.2.1	8259A 的引脚和内部结构	151

5.2.2	8259A 的初始化编程	160
5.2.3	8259A 在现代微机中的应用	161
5.3	实模式下中断处理程序的设计	164
5.4	PCI 中断	167
5.4.1	现代微机中对 PCI 中断的操作	167
5.4.2	PCI 中断响应周期	167
5.4.3	PCI 中断的共享	168
5.5	高级可编程中断控制子系统 APIC	168
5.5.1	APIC 子系统的组成	169
5.5.2	82801BA 的 I/O APIC 模块中的寄存器	170
5.5.3	APIC 总线功能	172
5.5.4	APIC 子系统的工作过程	176
5.6	串 行 中 断	177
	习 题 5	179
第 6 章	定时与计数技术	181
6.1	概述	181
6.1.1	定时与计数	181
6.1.2	定时方法	181
6.2	可编程定时器/计数器 8254	182
6.2.1	8254-2 的基本功能	183
6.2.2	8254 的内部结构和外部引脚	183
6.2.3	8254 的工作方式	186
6.2.4	8254 的控制字	190
6.2.5	8254 的编程	192
6.3	8254 在微机中的应用	195
6.3.1	计数器 0——系统计时器	195
6.3.2	计数器 1——动态存储器定时刷新控制	196
6.3.3	计数器 2——扬声器音频发生器	196
6.4	实时钟电路及其应用	200
6.4.1	MC146818 的外部特性和工作原理	200
6.4.2	CMOS-RAM 中的实时钟信息	203
6.4.3	实时钟的状态寄存器	204
6.4.4	RT/CMOS RAM 操作	205
	习 题 6	206
第 7 章	并行接口	209
7.1	并行接口概述	209
7.2	可编程并行接口芯片 82C55	210

7.2.1	8255 的基本功能	210
7.2.2	8255 的内部结构和外部引脚	210
7.2.3	8255 的工作方式	213
7.2.4	8255 的控制字与初始化编程	218
7.2.5	8255 应用举例	220
7.3	并行接口标准	222
7.3.1	打印机并行接口	223
7.3.2	IEEE1284 标准	227
7.4	打印机接口编程	234
7.4.1	打印机适配器端口直接编程	234
7.4.2	打印机功能调用	237
7.4.3	使用打印机适配器的数据传输	238
习 题 7	241
第 8 章	串行接口	243
8.1	串行通信基本概念	243
8.1.1	串行通信	243
8.1.2	数据传送方式	244
8.1.3	波特率和收/发时钟	244
8.1.4	信号调制解调	245
8.1.5	差错控制	246
8.1.6	信道复用	247
8.1.7	串行通信基本方式	248
8.2	串行通信协议	249
8.2.1	异步串行通信协议	249
8.2.2	同步串行通信协议	251
8.3	串行接口标准	254
8.3.1	RS-232C 标准	255
8.3.2	RS-449 与 RS-423/422/485 接口	263
8.3.3	几种标准的比较	265
8.4	可编程串行接口芯片 8251A	267
8.4.1	基本性能	268
8.4.2	内部结构	269
8.4.3	外部引脚功能	270
8.4.4	8251A 的编程	273
8.5	异步通信适配器	275
8.5.1	INS8250 外部引脚	276
8.5.2	UART 内部结构	277
8.5.3	采用 UART 的异步通信适配器硬件逻辑	284

8.5.4	INS8250 的编程	286
8.5.5	串行通信程序设计	287
习 题 8	291
第 9 章	人机交互接口与 A/D、D/A 转换器接口	293
9.1	PC 机键盘接口	293
9.1.1	PC 机键盘接口原理	293
9.1.2	键盘与主机之间的通信方式	294
9.2	鼠标器接口	295
9.2.1	鼠标器的分类与工作原理	296
9.2.2	鼠标器的接口	296
9.2.3	鼠标器的驱动程序	297
9.3	显示器与显示卡	298
9.3.1	CRT 显示器	299
9.3.2	CRT 显示器的主要性能参数	299
9.3.3	显示卡	300
9.3.4	液晶显示器 (LCD)	303
9.4	网 络 接 口	307
9.4.1	调制解调器	307
9.4.2	ISDN	309
9.4.3	宽带接入技术	309
9.4.4	82801BA 中的 LAN 控制器	312
9.4.5	通信/网络插槽 CNR	314
9.5	AC'97 音频和调制解调器控制器	315
9.5.1	AC'97 概述	315
9.5.2	AC'97 的数字链接 AC_link	315
9.5.3	现代微机系统实现 AC'97 标准的方法	319
9.6	D/A 和 A/D 转换器	319
9.6.1	D/A 转换器	320
9.6.2	A/D 转换器	327
习 题 9	334
第 10 章	PC 机的高级编程技术	335
10.1	Pentium II/III 保护模式下的内存管理	335
10.1.1	系统地址寄存器	335
10.1.2	段式存储管理	336
10.1.3	Pentium II/III 的虚拟页式存储管理	341
10.2	Windows 9x 中的虚拟机	345
10.2.1	虚拟机与 VxD 的引入	345

10.2.2	虚拟机的含义	345
10.2.3	虚拟机环境下的 I/O 端口访问	347
10.2.4	虚拟机环境下对内存的访问	348
10.2.5	虚拟机环境下对中断或异常的处理	348
10.3	虚拟设备驱动程序 (VxD) 基础	350
10.3.1	VxD 文件的结构	351
10.3.2	VxD 的设备描述符块 DDB	351
10.3.3	VxD 中的消息	352
10.3.4	VxD 的加载与卸载	354
10.3.5	VxD 开发工具介绍	356
10.3.6	虚拟环境下的 VxD	362
10.4	Windows 驱动程序模型 (WDM) 简介	377
10.4.1	Windows2000 驱动程序	377
10.4.2	WDM 的基本结构	378
10.4.3	I/O 请求包 (IRP)	381
10.4.4	即插即用	383
10.4.5	数据读/写	384
10.4.6	驱动程序安装	389
10.4.7	驱动程序开发环境	391
习 题 10		392
附录 A	Intel 系列处理器指令系统及汇编语言程序设计	393
A.1	Intel 系列处理器指令系统	393
A.1.1	寻址方式	394
A.1.2	机器指令格式	397
A.1.3	8086/8088 处理器指令系统简介	398
A.1.4	Pentium III 处理器指令系统简介	404
A.2	汇编语言程序设计	409
A.2.1	汇编语句的种类和格式	409
A.2.2	常用的汇编语言语句	411
A.2.3	汇编语言程序上机过程	414
A.2.4	DEBUG 主要命令	415
主要参考文献		419

第 1 章 微机结构的发展和特点

1.1 微处理器发展概述

自从 1946 年诞生第一台电子计算机以来, 经过 50 多年, 计算机技术得到了突飞猛进的发展, 历经了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机和大规模及超大规模集成电路计算机四代。性能不断提高, 性能价格比不断降低, 应用领域也越来越广。特别是 20 世纪 70 年代初开始出现的微机, 发展至今, 成为家庭个人计算机市场的主流产品, 也广泛地应用到了自动控制和网络服务等多个领域。

微机是第四代计算机的典型代表。构成微机的核心部件是微处理器 MPU (Microprocessor Unit), 也叫中央处理器或中央处理单元 (Central Processing Unit, CPU), 有时简称处理器。30 年来, 微处理器和微机的发展非常迅速, 几乎每两年微处理器的集成度和性能提高一倍, 几乎每 3~4 年微机就会更新换代一次。

1. 第一代微处理器

第一代微处理器的代表是 1971 年由 Intel 公司研制的 4004 微处理器, 以及改进后的 4040 和 1972 年研制的 8008。其中, 4004 和 4040 是 4 位微处理器, 8008 是低档的 8 位微处理器。这一代处理器其指令系统简单、速度慢, 并且运算能力差。

2. 第二代微处理器

1973 年 Intel 公司在 8008 基础上推出了改进的 Intel 8080 微处理器, 它与 Motorola 公司和 MOS Technology 分别推出的 MC6800, 6501 和 6502 一起, 将微处理器推进到第二代。1976~1978 年期间, Intel 公司、Zilog 公司和 Motorola 公司分别推出 Intel 8085, Z80 和 MC6809 高档 8 位微处理器, 并形成了三足鼎立之势。这个时候的微处理器其运算速度是第一代的 10~15 倍, 指令系统比较完善, 已经有了典型的计算机体系结构以及中断、存储器直接存取 (DMA) 功能。支持它们的语言有汇编、BASIC, FORTRAN 和 PL/M 等, 特别是在后期开始配备了 CP/M 操作系统。

3. 第三代微处理器

1977 年前后, 超大规模集成电路 VLSI 研制成功, 在一个硅片上可以集成 1 万个以上的晶体管, 研制 16 位微处理器的基础已经形成。Intel 公司在 1978 年率先推出了第三代微处理器, 16 位的 Intel8086, 其内集成了 29 000 个晶体管, 它的数据总线为 16 位, 地址总线增加到 20 位, 直接存储器的寻址达到 1MB (2^{20})。之后, Zilog 公司和 Motorola 公司也分别先后推出 16 位的 Z8000 和 MC68000。为了方便原来的 8 位机用户, 1979 年 Intel 公司推出了内部 16 位结构、外部数据总线为 8 位的 Intel8088, 其指令系统和 8086 兼容。

在此期间, IBM 公司利用 Intel8088 微处理器为核心研制的 IBM PC 机成为微机发展过程中的一个很重要的机型。1983 年, IBM 公司又推出带有硬盘的 IBM PC/XT 机, 从此 IBM

PC 系列机成为了个人计算机的主流机之一，特别是在我国个人计算机市场上其占有率是首屈一指的。

1982 年 Intel 公司研制出高档 16 位微处理器 80286，集成的晶体管数量达到 13 万，与之同档次的微处理器有 Motorola 的 68010。它们的数据总线仍然是 16 位的，但地址总线增加到 24 位。80286 具有两种工作模式：实地址模式和虚地址保护模式。实地址模式下，80286 可以看做是一个高速的 8086；虚地址保护模式下可寻址 16MB (2^{24}) 物理地址和 1GB 的虚拟地址空间。它的出现，为今后的多任务操作系统的普及起到至关重要的作用。与此同时，PC 系列机也推出来了以 80286 为核心的 IBM PC/AT 微机。

4. 第四代微处理器

1985 年，Intel 公司推出了第四代微处理器，也是 Intel 推出的第一个 32 位微处理器 80386，片内集成 27.5 万个晶体管。它与 8086 向上兼容，具有 32 位数据线和 32 位地址线，片内的通用寄存器也扩展到了 32 位。80386 有 3 种工作模式：实地址模式，虚地址保护模式和虚拟 8086 模式。实地址模式下，依然是高速的 8086；虚拟地址保护模式下可寻址 4GB (2^{32}) 物理地址和 64TB (2^{48}) 虚拟地址空间；虚拟 8086 模式下可以像实地址模式那样运行 8086 程序，也可使用 80386 虚拟保护机构，支持多任务操作系统。80386 的成功为以后的 80486 和 Pentium 开发研制奠定了基础，其三种工作模式一直沿用至今。此阶段的 32 位处理器还有 Motorola 的 MC68020、贝尔实验室的 Bellmac-32A，National Semiconductor 公司的 16032 和 NEC 的 V70 等。这时的 32 位微处理器组成的微机已经达到了 20 世纪 80 年代超级小型机的水平。

1989 年，随着电路工艺水平的不断提高，Intel 公司推出了更高性能的集成了 120 万个晶体管的 32 位微处理器 80486。在 80486 中集成了一个 80386 体系结构的主处理器、一个与 80387 兼容的数字协处理器和一个 8KB 的高速缓冲存储器 (Cache)。80486 的整数处理部件采用了 RISC 技术，减少了指令的执行时间，但 80486 的其他部分依然保持 CISC 结构。突发 (Burst) 总线技术的运用使超高速缓存能够快速填充。80486 还首次采用了时钟倍频技术，使内部部件可以以输入时钟的倍频运行。80486 也具有和 80386 一样的三种工作模式。同期的 32 位微处理器还有 MC68040 和 V80。

以上四代是按照微处理器内部处理数据的位数来划分的。自从 32 位微处理器推出后，微处理器虽然在内部处理数据上很长时间依然保持 32 位，但处理器核心结构上却已经发生了几次大的变化，通常我们习惯将每次的大变化算做新一代 (主要是基于 Intel 的微处理器)。于是，就有了下面提到的第五代和第六代微处理器。

5. 第五代微处理器

Intel 公司在 1993 年推出了全新一代的微处理器 Pentium (奔腾，以 P5 代称)，其内集成了 320 万个晶体管。尽管 Pentium 仍然是 32 位微处理器，但它具有 5 级超标量结构、64 条数据线和 32 条地址线。Pentium 共有 3 个执行部件，即浮点执行部件和 U、V 两个流水线型的整数执行部件。两个流水线可以与浮点部件独立工作。Pentium 采用了分支预测技术 (也称为转移预测技术)，处理器效率得到提高。Pentium 将常用的指令固化，由硬件实现常用的指令。片内有存放控制 Pentium 结构微程序的 ROM，还有两个超高速缓冲存储器，分别

是 8KB 的代码 Cache 和 8KB 的数据 Cache，它们都属于 L1 Cache（一级 Cache）。体系结构上，Pentium 依然采用了 CISC 和 RISC 相结合的技术。在工作模式上，除了实地址模式、虚地址保护模式和虚拟 8086 模式以外，又增加了一个系统管理模式（实际上在 486DX 微处理器中就已经有了这种模式）。

1996 年，Intel 公司推出了一款 Pentium 的改进型 32 位微处理器 Pentium MMX（多能奔腾），它增加了 57 条 MMX（多媒体扩展指令集）指令，采用了 SIMD（单指令流多数据流）技术，提高了对多媒体数据的处理能力。同时，Pentium MMX 采用了新的数据类型，包括压缩型字节、字、双字和四字，可以将多个整型机器字压缩到 8 个 64 位 MMX 寄存器中，所以 MMX CPU 可以同时处理 8 个字节的数据。片内 Cache 也都分别增加到了 16KB。

同一时期推出的第五代微处理器还有 IBM、Apple 和 Motorola 三家联盟的 PowerPC（这是一款 RISC 微处理器）以及 AMD 公司的 K5 和 Cyrix 公司的 M1。

6. 第六代微处理器

早在 1995 年，Intel 公司就向世界宣布了它的第六代微处理器的代号 P6；1996 年，将这款新型的 32 位微处理器正式命名为 Pentium Pro（高能奔腾）。其片内集成了多达 550 万个晶体管，具有 64 位数据线和 36 位地址线，物理地址空间 64GB (2^{36})，虚拟存储空间 64TB。Pentium Pro 将一个 256KB 的 L2 Cache（二级 Cache）封装到了芯片内，L2 Cache 和处理器同频高速工作。Pentium Pro 还实现了动态执行技术（乱序执行），有一个能放 30 条指令的指令池，处理器可以将已经形成操作数的指令先行执行。

1997 年 5 月和 1999 年 2 月，Intel 公司先后发布了 Pentium II（奔腾 2 代）和 Pentium III（奔腾 3 代），它们均采用了 P6 核心结构，都属于 32 位微处理器。与 Pentium Pro 相比，Pentium II 集成了 750 万个晶体管，增加了 MMX 技术，能同时处理两条 MMX 指令。L1 Cache 增加到了 32KB，并配备了 512KB 的 L2 Cache。在总线方面，Pentium II 采用了双独立总线结构，前端总线 FBS 负责主存储器的访问，后端总线连接到 L2 Cache 上。

Pentium III 微处理器集成了 950 万到 2 800 万个晶体管，它不仅提高了主频，而且整体性能大大提高。它内部增加了新的 70 条 SSE 指令，使得语音处理能力提高了 37%，图形图像处理能力提高了 64%。Pentium III 微处理器首次内置序列号，能惟一标识一个微处理器。为了适应不同需求，Intel 公司还推出了面向低档微机的 Celeron（赛扬型）、面向服务器和工作站的 Xeron（至强型）和面向可移动领域的移动型 Pentium II 和 Pentium III。

类似的微处理器有 AMD 公司的 K7。

7. 第六代之后的微处理器

2000 年底，Intel 公司推出了它的第一个非 P6 核心结构全新的 32 位微处理器 Pentium 4，2001 年底将推出它的改进型。Pentium 4 采用超级管道技术，使用长达 20 级的分支预测/恢复管道，而 P6 架构的管道只有 10 级。Pentium 4 的简单算术逻辑单元（ALU）运行在 2 倍的处理器核心频率下。动态执行技术（乱序执行）中的指令池能容下 126 条指令。有一个 4KB 分支目标缓冲，相对于 P6 的处理器分支预测能力，分支错误预测的数量大约降低 33% 以上。Pentium 4 增加了由 144 条新指令组成的 SSE2，这 144 条新指令提供 128 位 SIMD 整数算法操作和 128 位 SIMD 双精度浮点操作。

除了 Pentium 4 以外, Intel 公司、AMD 公司以及其他一些公司又在积极研制和开发新一代的 64 位微处理器。Intel 公司和 HP 公司合作设计了 Intel 的第一个 64 位处理器 Itanium (早期称为 Merced), 该处理器并不是在 Intel32 位 x86 结构的微处理器上做简单的扩展, 而是一种全新的设计。总结起来, Itanium 的特点主要有: 1) 采用显示并行指令计算 (EPIC) 技术、RISC 技术和 CISC 技术; 2) 具有显示并行功能, 它让编译器分析程序的并行性, 提前完成代码的排序, 多条排序好的代码流并行执行; 3) 具有断定执行功能, 可让程序的多个分支同时执行, 最后“断定”真正需要的那个分支的结果; 4) 具有数据预装的功能, 在程序分支进入流水线之前就将分支所需要的数据由内存提前取至处理器; 5) 采用三级高速缓存; 6) 前端总线时钟频率达到 200MHz, 数据通道宽度为 128 位, 数据带宽最大达到 3200MB/s。2001 年 5 月 29 日, Intel 公司正式推出了 64 位微处理器 Itanium。

1.2 微机的组成

1.2.1 微机系统的组成

和一般的计算机系统一样, 微机系统也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。

1.2.1.1 微机的硬件

目前各种微机系统 (包括单片机、单板机系统以及个人计算机系统) 从硬件体系结构上说, 都是采用的冯·诺依曼结构。这种结构的系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。数据和程序以二进制代码形式不加区别地存放在存储器中, 存放位置由地址指定, 地址码也为二进制形式。控制器是根据存放在存储器中的指令序列即程序来工作的, 并由一个程序计数器 (指令地址计数器) 控制指令的执行。

微机系统各硬件部件都有其专门的功能。

1. 运算器和控制器

运算器和控制器与寄存器一起组成了微机的核心部分——CPU (中央处理单元), 它是微机的运算和指挥控制中心。运算器是算术逻辑单元 ALU, 负责算术和逻辑运算。控制器由指令寄存器、指令译码器和控制电路组成。控制器按照指令的要求, 对微机各部件发出相应的控制信息, 使它们协调工作, 从而完成对整个计算机系统的控制。寄存器用来存放经常使用的数据。

2. 存储器

存储器也叫主存或内存, 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, 每个单元规定一个惟一的地址。通常 8 个二进制位称为一个字节 (Byte), 1024 (2^{10}) 个字节记做 1KB, 2^{20} 个字节记做 1MB。

3. I/O 设备和 I/O 接口

I/O 设备是数据、程序、信息和结果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，因此微机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”。

冯·诺依曼计算机的基本工作原理可概括为“存储程序”和“程序控制”。当我们要计算机完成某项工作的时候，必须先编写基于解决问题的算法的程序和所需要的数据。“存储程序”就是把这些事先编写好的程序和数据存储到存储器中保留起来。机器启动后，根据给出的程序中第一条指令的存储地址，控制器就可以依据存储程序中的指令顺序地、周而复始地取指令、分析指令和执行指令，直到完成全部的指令操作，这就是所谓的“程序控制”。

1.2.1.2 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 and 用户软件。

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。

用户软件指用户为解决各种问题而编写的各种软件。

1.2.2 微机的硬件结构

从计算机组成的角度，微机的硬件结构如图 1.1 所示。这是一种总线结构，构成微机的各个部件之间是由总线来连接的。

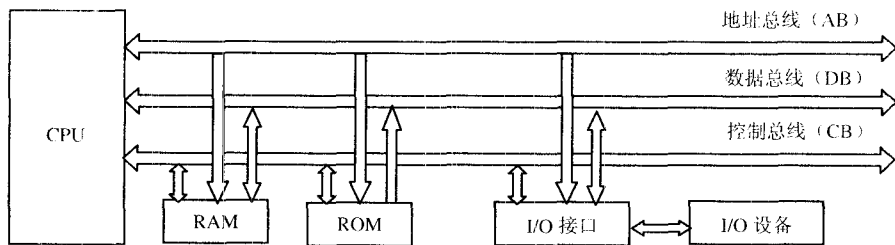


图 1.1 微机的硬件结构框图

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等三组线组成。

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。

有关总线的进一步知识将在第 3 章中介绍。

1.3 微处理器结构

上一节我们概括地介绍了微处理器的发展和各微处理器的主要特点，这一节我们将重点介绍具有代表性的微处理器——8086/8088 微处理器以及 Pentium、Pentium II/III 微处理器。这一节的最后，我们将介绍时序的概念。

1.3.1 8086/8088 微处理器

8086/8088 微处理器是 Intel 公司分别在 1978 年和 1979 年开发的。1981 年，8088 被第一次用于 IBM PC/XT 机。8086/8088 均采用双列直插式封装 (DIP)，共有 40 个引脚。

1.3.1.1 8086/8088 微处理器内部结构

微处理器 8086 和 8088 结构类似，都是由算术逻辑单元 ALU、累加器、专用和通用寄存器、指令寄存器、指令译码器及定时和控制电路等组成。按照功能可以将 8086/8088 的内部分成两个部分——总线接口单元 BIU (Bus Interface Unit) 和执行单元 EU。如图 1.2 所示。

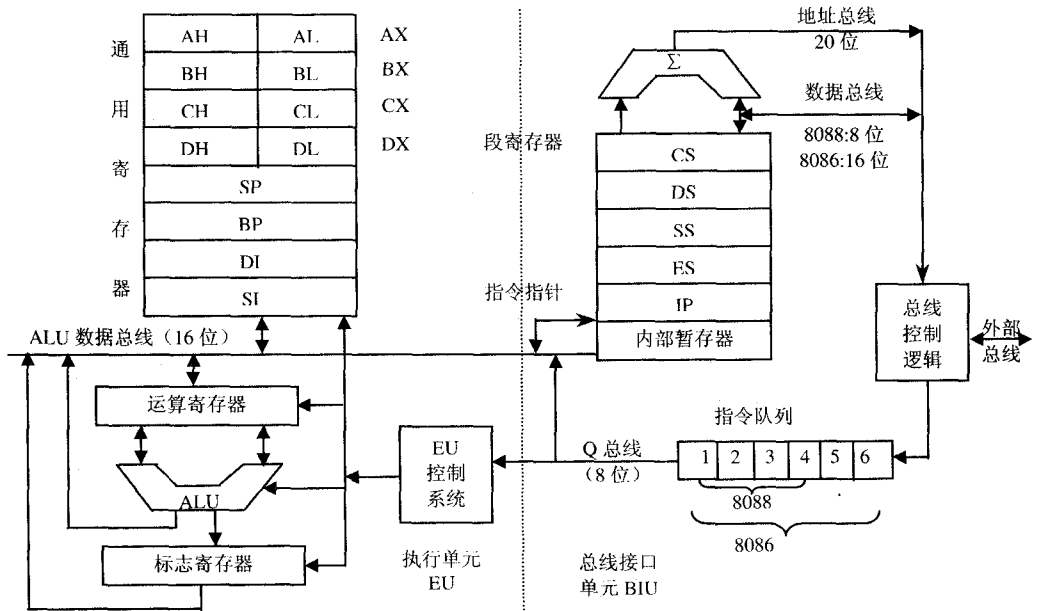


图 1.2 8086/8088 微处理器内部结构示意图

执行单元 EU 由 8 个通用寄存器和 1 个标志寄存器、算术逻辑单元 ALU 和 EU 控制系统电路组成。EU 的功能是执行指令。总线接口单元 BIU 包括 4 个段寄存器、一个指令寄存器、一个与 EU 通信的内部暂存器、先入先出的指令队列 (8088 为 4 个字节, 8086 为 6 个字节)、总线控制逻辑和一个用于计算 20 位实际物理地址的加法器 Σ 。BIU 的主要功能是负责与存储器及 I/O 接口传送信息。

EU 从指令队列中取出指令代码，将其译码，发出相应的控制信号。数据在 ALU 中进