

高等院校计算机系列教材

# 微机系统与接口技术

主 编 熊 江 杨凤年 成 运

副主编 谢 辉 魏祖雪 谢四莲 刘伟群

E m a i



WUHAN UNIVERSITY PRESS  
武汉大学出版社



高等院校计算机系列教材

# 微机系统与接口技术

主 编 熊 江 杨风年 成 运  
副主编 谢 辉 魏祖雪  
谢四莲 刘伟群

武汉大学出版社

微机系统与接口技术/熊江,杨凤年,成运主编. —武汉:武汉大学出版社,  
2007. 8

高等院校计算机系列教材

ISBN 978-7-307-05686-2

I. 微… II. ①熊… ②杨… ③成… 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(2007)第 090064 号

责任编辑:黄金文 夏焮元 责任校对:王 建 版式设计:支 笛

---

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:湖北金海印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:30.375 字数:770千字

版次:2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

ISBN 978-7-307-05686-2/TP·254 定价:41.00元

---

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

图书在版编目(CIP)数据

# 内 容 提 要

本书内容分为两部分，第一部分由浅入深全面系统地介绍了 Intel 系列 16 位和 32 位微处理器的工作原理、指令系统以及汇编语言程序设计方法；第二部分阐述了半导体存储器和高速缓存技术、中断控制器、定时/计数器、DMA 控制器、串行接口、并行接口、总线技术、人机交互接口、数/模和模/数转换接口以及它们相关的技术。本书内容充实、重点突出，所选例题均具有较强的代表性并都已经上机调试通过，适合举一反三，所有章节都附有相应的习题，对部分重点习题附有参考答案，不同专业可根据需要选用。

本书融会作者十多年来的教学经验，深知作为初学者学习汇编语言和微机接口技术的特点，对于学习中的重难点都有相应的例题。

本书适合作为计算机应用、自动化、机电与通信类等专业的本科生与专科生教材，也可作为工程技术人员参考用书。



# 前 言

微机系统与接口技术是计算机及电子信息与通信类专业一门重要的必修课程。要求掌握微型计算机组成原理、接口技术及 80x86 汇编语言程序设计的基本方法。通过理论学习和实验使学生掌握 8086 微处理器和主要支援芯片的功能、结构、编程方法以及基本外部设备的接口技术,具备基本的微机系统设计、维护与软、硬件开发能力。

本书共分为十三章,第一章介绍微型计算机的特点、发展、指标和分类,微处理器、微型计算机和微型计算机系统的基本组成,计算机中数的表示和编码及其微机系统中的接口问题等。第二章介绍了 8086 微处理器的发展、外特征、8086 的总线操作、8086 的存储器和 I/O 组织及其 80x86 微处理器的特点。第三章介绍了 80x86 的寻址方式和指令系统,指令系统是一台计算机所有指令的集合,它是本书重要的一章,也是本书的重点和难点。第四章介绍了汇编语言程序格式,如何上机进行调试和汇编语言程序设计中常见的几种程序设计方法:顺序程序设计、分支程序设计、循环程序设计和子程序设计,这几种程序设计方法是汇编语言程序设计基础,复杂的程序都是由它们构成的。第五章介绍了半导体存储器的组成与连接及其高速缓冲存储器的工作原理。第六章介绍了可编程中断控制器 8259A 的工作原理及其初始化编程。第七章介绍了定时/计数器 8253 的工作原理及其初始化编程。第八章介绍了可编程 DMA 控制器 8237A 的工作原理及其初始化编程。第九章介绍了可编程并行接口 8255 的工作原理及其初始化编程。第十章介绍了可编程串行接口芯片 8251A 的工作原理及其初始化编程。第十一章介绍了微机常见的总线技术。第十二章介绍了微机常见人机交互设备接口的工作原理。第十三章介绍了数模(D/A)转换接口和模数(A/D)转换接口的工作原理和主要技术指标等。

本书每章后有相应的习题,部分重、难点习题在附录中给出了参考答案。

本书第一章和第二章由重庆三峡学院的熊江老师编写,第三章、第四章和第五章由长沙学院杨风年老师编写,第六章和第八章由湖南人文科技学院成运老师编写,第七章由重庆三峡学院魏祖雪老师编写,第九章由湖南人文科技学院谢四莲编写,第十章、第十二章和第十三章由重庆三峡学院谢辉老师编写,第十一章由湖南人文科技学院刘伟群老师和重庆三峡学院的熊江老师共同编写,最后由熊江老师总编纂。我们衷心感谢兄弟院校的领导、学者和同仁们对本书的支持和肯定,感谢学生们认真帮助我们进行校对和程序调试。

我们还要特别感谢武汉大学出版社的所有同志们,特别是黄金文老师对本书出版作了许多



建设性的指导，是他们的艰辛工作，才使得本书早日与读者见面。

本书的所有作者都是多年从事微机系统与接口技术教学的老师，该书是作者们多年教学工作的积累和总结，尽管我们再三校对，但肯定还存在错误和不足，恳请读者指正和谅解，您的指正是我们的期待，我们的联系方式：[xjcq123@sohu.com](mailto:xjcq123@sohu.com)。

最后，我们再次感谢所有帮助和关心我们的朋友，谢谢你们使用本书，并祝你们学习成功。

作 者

2007年3月于重庆



# 目 录

第一章 微机系统与接口技术概述 .....	1
1.1 微型计算机的特点和发展 .....	1
1.2 微型计算机的指标和分类 .....	4
1.2.1 微型计算机的主要性能指标 .....	4
1.2.2 微型计算机的分类 .....	6
1.3 微处理器、微型计算机和微型计算机系统的基本组成 .....	7
1.3.1 微处理器 .....	7
1.3.2 微型计算机 .....	9
1.3.3 微型计算机系统 .....	10
1.4 计算机中数的表示和编码 .....	11
1.4.1 不同进制数之间的转换 .....	13
1.4.2 二进制数及十六进制数的算术运算和二进制数的逻辑运算 .....	16
1.4.3 数据表示 .....	18
1.4.4 非数值信息的表示 .....	22
1.5 微机系统中的接口问题 .....	24
习题一 .....	25
第二章 微处理器结构 .....	26
2.1 16 位微处理器 8086 的编程结构 .....	26
2.1.1 16 位微处理器 8086 的内部结构 .....	26
2.1.2 80x86CPU 的寄存器结构 .....	29
2.2 16 位微处理器 8086 存储器组织结构与 I/O 组织 .....	33
2.2.1 存储器简介 .....	33
2.2.2 存储单元的地址和内容 .....	34
2.2.3 堆栈 .....	36
2.2.4 Intel 8086 的 I/O 组织 .....	36
2.3 Intel 8086 的外特征 .....	37
2.4 8086 的总线操作 .....	43
2.5 80286、80386、80486 微处理器 .....	46
2.5.1 80286 微处理器 .....	46
2.5.2 80386 微处理器 .....	48
2.5.3 80486 微处理器 .....	52



2.5.4 Pentium 微处理器 .....	54
习题二 .....	55
<b>第三章 寻址方式和指令系统</b> .....	<b>57</b>
3.1 寻址方式 .....	57
3.1.1 与数据有关的寻址方式 .....	58
3.1.2 与地址有关的寻址方式 .....	66
3.2 8086 指令系统 .....	69
3.2.1 数据传送类指令 .....	69
3.2.2 算术运算类指令 .....	74
3.2.3 逻辑运算指令 .....	81
3.2.4 逻辑运算和移位类指令 .....	83
3.2.5 控制转移类指令 .....	86
3.2.6 处理器控制类指令 .....	91
3.2.7 字符串操作指令 .....	92
3.3 80x86 的扩展指令 .....	94
3.3.1 80386 的指令系统 .....	94
3.3.2 80486 新增加的指令 .....	104
3.3.3 Pentium 新增加的指令 .....	106
习题三 .....	107
<b>第四章 8086/8088 汇编语言程序设计</b> .....	<b>110</b>
4.1 汇编语言语句格式 .....	110
4.2 汇编语言伪指令 .....	112
4.2.1 处理器选择伪指令 .....	112
4.2.2 段定义伪指令 .....	113
4.2.3 程序开始和结束伪指令 .....	120
4.2.4 数据定义及存储器分配伪指令 .....	120
4.2.5 表达式赋值伪指令 EQU .....	124
4.2.6 地址计数器与对准伪操作 .....	125
4.2.7 基数控制伪指令 .....	126
4.3 汇编语言源程序的汇编与连接 .....	127
4.3.1 建立 ASM 文件 .....	127
4.3.2 用 MASM 程序产生 OBJ 文件 .....	128
4.3.3 用 LINK 程序产生 EXE 文件 .....	128
4.3.4 可执行程序的结构 .....	129
4.4 汇编语言程序设计的基本方法 .....	131
4.4.1 顺序程序设计 .....	131





4.4.2 分支程序设计.....	133
4.4.3 循环程序设计.....	138
4.4.4 子程序设计.....	142
4.4.5 宏汇编.....	152
4.4.6 条件汇编.....	157
4.5 程序设计举例.....	158
习题四.....	169
<b>第五章 半导体存储器 and 高速缓冲存储器.....</b>	<b>171</b>
5.1 存储系统概述.....	171
5.1.1 半导体存储器的分类.....	172
5.1.2 存储器的主要技术指标.....	173
5.2 随机存储器.....	174
5.2.1 静态 RAM.....	174
5.2.2 动态 RAM.....	179
5.3 只读存储器.....	183
5.3.1 EPROM.....	183
5.3.2 EEPROM.....	187
5.4 存储器部件的组成与连接.....	189
5.4.1 16 位微机的内存组织.....	189
5.4.2 32 位微机的内存组织.....	190
5.4.3 半导体存储器与 CPU 的连接.....	191
5.5 微机系统中的高速缓冲存储器.....	197
5.5.1 Cache 概述.....	197
5.5.2 Cache 的组织方式.....	198
5.5.3 Cache 的数据更新方法.....	200
习题五.....	201
<b>第六章 中断技术.....</b>	<b>203</b>
6.1 概述.....	203
6.1.1 中断的基本概念.....	203
6.1.2 中断处理的一般过程.....	204
6.1.3 中断优先级处理方式.....	204
6.2 80x86 中断系统.....	206
6.2.1 外部中断.....	206
6.2.2 内部中断.....	207
6.2.3 中断向量表.....	207
6.2.4 80x86 中断处理的优先级.....	209



6.3 中断控制器 8259A.....	209
6.3.1 8259A 功能、内部结构及引脚功能.....	210
6.3.2 8259A 的工作方式.....	212
6.3.3 8259A 的编程.....	215
6.3.4 8259A 在 80x86 微机上的应用.....	219
习题六.....	224
第七章 定时/计数器 8253/8254.....	226
7.1 概述.....	226
7.2 可编程定时/计数器 8253-5/8254-2.....	226
7.2.1 外部特性与内部逻辑结构.....	227
7.2.2 工作方式及特点.....	229
7.2.3 编程命令.....	234
7.3 8253/8254 的应用举例.....	236
7.3.1 8253/8254 在 PC 系列机定时系统中的应用.....	236
7.3.2 扩展定时计数器的应用.....	243
习题七.....	245
第八章 DMA 技术.....	246
8.1 DMA 概述.....	246
8.1.1 DMA 方式的提出.....	246
8.1.2 DMA 控制器的功能和基本结构.....	246
8.1.3 DMA 操作的工作过程.....	247
8.2 DMA 控制器 8237A.....	249
8.2.1 8237A 的编程结构和引脚.....	249
8.2.2 8237A 的工作周期和时序.....	252
8.2.3 8237A 的工作方式和传送类型.....	254
8.2.4 8237A 的内部寄存器及编程控制字.....	255
8.3 8237A 在 80x86 系列微机上的应用.....	260
8.3.1 8237A 在 IBM PC/XT 上的应用.....	260
8.3.2 DMA 写传输.....	262
习题八.....	263
第九章 可编程并行接口 8255A.....	264
9.1 并行接口原理.....	264
9.1.1 并行接口的功能.....	265
9.1.2 并行接口的内部结构.....	265
9.1.3 并行接口的外部信号.....	265



9.2 可编程并行接口芯片 8255A.....	265
9.2.1 8255A 的内部结构及引脚功能.....	265
9.2.2 8255A 控制字.....	268
9.2.3 8255A 的工作方式.....	269
9.3 8255A 应用举例.....	273
习题九.....	281
<b>第十章 串行接口.....</b>	<b>282</b>
10.1 串行接口通信的基本概念.....	282
10.1.1 并行通信与串行通信.....	282
10.1.2 串行通信的基本方式.....	282
10.1.3 串行通信的传送速率.....	284
10.1.4 信号的传送.....	284
10.2 串行总线标准.....	286
10.2.1 RS-232C 信号定义.....	286
10.2.2 RS-232C 的信号电平及电平转换电路.....	287
10.2.3 RS-485 串行总线标准.....	289
10.3 可编程串行接口芯片 8251A.....	290
10.3.1 串行通信接口电路简介.....	290
10.3.2 8251A 的内部结构和工作过程.....	292
10.3.3 8251A 的控制字及初始化方法.....	296
习题十.....	303
<b>第十一章 总线技术.....</b>	<b>305</b>
11.1 概述.....	305
11.1.1 总线的分类.....	305
11.1.2 总线的主要性能指标.....	305
11.1.3 总线标准(总线规范).....	306
11.1.4 总线控制方法.....	306
11.1.5 总线的数据传输方法.....	307
11.1.6 总线体系结构.....	307
11.2 ISA 工业标准总线.....	308
11.2.1 8 位 ISA(即 XT)总线定义.....	311
11.2.2 16 位 ISA(即 AT)总线定义.....	312
11.3 PCI 局部总线.....	313
11.3.1 PCI 总线原理.....	314
11.3.2 PCI 总线的主要信号.....	316
11.4 外部总线.....	318





11.4.1 通用串行总线 USB .....	318
11.4.2 RS-232C 总线 .....	323
习题十一 .....	328
<b>第十二章 人机交互设备接口</b> .....	<b>329</b>
12.1 键盘及其接口 .....	329
12.1.1 键盘概述 .....	329
12.1.2 键盘接口的功能 .....	331
12.1.3 IBM PC 的键盘接口 .....	334
12.2 鼠标器及其接口 .....	339
12.2.1 鼠标器工作原理及分类 .....	339
12.2.2 鼠标的结构原理 .....	339
12.2.3 鼠标与计算机的接口 .....	341
12.3 CRT 显示器及其接口 .....	341
12.3.1 CRT 显示器概述及主要技术指标 .....	342
12.3.2 CRT 显示原理 .....	343
12.3.3 CRT 显示器接口技术 .....	344
12.4 打印机及其接口 .....	349
12.4.1 打印机的分类及主要技术指标 .....	349
12.4.2 打印机的结构和工作原理 .....	350
12.4.3 打印机接口电路 .....	352
12.5 其他人机交互设备 .....	362
习题十二 .....	375
<b>第十三章 模拟接口</b> .....	<b>377</b>
13.1 模拟接口基础 .....	377
13.2 数模 (D/A) 转换接口 .....	377
13.2.1 数模转换的工作原理 .....	378
13.2.2 数模转换的主要技术指标 .....	379
13.2.3 8 位 D/A 转换器 DAC0832 的结构与工作方式 .....	381
13.2.4 12 位 D/A 转换器 DAC1232 结构及引脚 .....	384
13.2.5 D/A 转换器应用举例 .....	385
13.3 模数转换 .....	390
13.3.1 模数转换的工作原理 .....	390
13.3.2 模数转换的主要技术指标 .....	394
13.3.3 8 位 A/D 转换器 ADC0809 的结构及引脚 .....	394
13.3.4 12 位 A/D 转换器 AD574 的结构及引脚 .....	398
13.3.5 A/D 转换器应用举例 .....	400

---

习题十三 .....	404
附录一 DOS 系统功能调用 (INT21H) .....	406
附录二 BIOS 系统功能调用 .....	413
附录三 部分习题参考答案 .....	418
主要参考文献 .....	468



# 第一章 微机系统与接口技术概述



## 1.1 微型计算机的特点和发展

人类很早就希望使用工具来帮助自己计数和计算。最早的结绳记事，主要就是用来计数。中国人在汉代发明的算盘，一直使用了几千年。1873年，美国人鲍德温(F. Baldwin)利用自己发明的齿数可变齿轮，制造出手摇式机械计算器，可以进行加、减、乘、除的运算。到了近代，欧洲发明了使用继电器的顺序式计算器。总之，人类一直在想方设法地使用机器来帮助自己计算。直到1946年美国宾夕法尼亚大学莫尔学院的约翰·莫克莱博士和他的研究生J·普雷斯泊·埃克特成功研制了世界上第一台电子计算机ENIAC(即 Electronic Numerical Integrator and Calculator, 电子数字积分计数器)。人类开始了真正可以使用机器来进行数值计算的时代。但是，直到微型计算机出现以前，人们一直没有意识到计算机像人类使用火和开始使用工具那样，将给人类生活带来翻天覆地的变化。

自第一台电子计算机发明以来，计算机的硬件组成有了飞速的发展，以构成计算机硬件的器件为标志，计算机的发展经历电子管、晶体管、中小规模集成电路以及大规模和超大规模集成电路四个阶段。大规模和超大规模集成电路技术为微型计算机(简称微机)的出现奠定了基础，微型计算机属于第四代计算机，是20世纪70年代初期研制成功的。一方面是由于军事、空间及自动化技术的发展需要体积小、功耗低、可靠性高的计算机，另一方面，大规模集成电路技术的不断发展也为微型计算机的产生打下了坚实的物质基础。所以微机的出现和广泛使用在计算机的发展历史上占有重要的地位。

电子计算机通常按体积、性能和价格分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机五类。从系统结构和基本工作原理来说，微型机和其他几类计算机并没有本质上的区别，微型计算机具有计算机的基本特点，即运算速度快、计算精度高、具有“记忆”能力、逻辑判断能力、可自动连续工作等。所不同的是微型机广泛采用了集成度相当高的器件和部件，因此具有以下一系列特点：

(1) 使用环境要求不高，适应性强，维护方便。微型计算机对环境温度的要求不高，在通常的室温下均可工作。微型计算机多采用模块化的硬件结构，特别是采用总线结构后，使微型计算机系统成为一个开放的体系结构，系统中各功能部件通过标准化的插槽和接口相连，用户选择不同的功能部件(板卡)和相应外设就可构成不同要求和规模的微型计算机系统。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。微机都具有自检诊断及测试发现系统故障，发现故障以后，排除故障也比较容易。

(2) 功能强，性能优越，可靠性高。微型计算机的运算速度快、计算精度高，具有记忆功能和逻辑判断能力，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，适合各行各业不同的应用。微型计算机采用大规模集成电路以后，使系统内使用的芯片数有了很大的减少，从而使印刷电路板上的连线减少，接插件数目大幅度减少，加之 MOS 电路芯片本身功耗低、发热量小，使微型计算机的可靠性大大提高。一般情况下，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) 开发周期短，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。

(4) 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。而微型机中的芯片大多采用 MOS 和 CMOS 工艺，因此耗电量就很少。

(5) 价格低，普及性好，应用面广。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。据报道认为，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，低价格对于微型计算机的推广和普及是极为有利的。现在，微型计算机不仅占领了原来小型计算机的各个领域，而且成为 Internet 网上无数的站点，此外，还广泛应用于工业、国防自动化控制等新的场合，如卫星、导弹的发射、石油勘探、天气预报、邮电通信、空中交通管制和航空订票、CAD / CAM、智能仪器、家用电气、电子表和儿童玩具等，它已渗透到国民经济的各个部门，可以说在当前的信息化社会中，微型计算机无处不在。

第一个微处理器是 1971 年美国 Intel 公司生产通用的 4 位微处理器 4004(内含 2300 个晶体管)，它的改进型是 Intel 4040，以它为核心构成的微型机是 MCS-4，它的体积小，价格低等特点引起了许多部门和机构的兴趣。1972 年，Intel 公司又生产了第一个 8 位通用微处理器 8008，以 Intel 8008 为核心构成的微型计算机是 MCS-8。通常，人们将 Intel 4004、4040、8008 称为第一代微处理器。这些微处理器的字长为 4 位或 8 位，集成度大约为 2000 管 / 片，时钟频率为 1MHz。

第一代微处理器的特点是：微处理器和存储器采用 PMOS 工艺，工作速度很慢。微处理器的指令系统不完整、运算功能单一；存储器的容量很小，只有几百字节；没有操作系统，只有汇编语言。但价格低廉，使用方便，主要应用是面向袖珍计算器、工业仪表、过程控制、家电、交通灯控制等简单控制场合。

1973~1977 年间，出现了许多生产微处理器的厂家，生产了多种型号的微处理器，其中设计最成功、应用最广泛的是 1973 年由 Intel 公司推出的 8080 / 6085，1975 年由 Zilog 公司推出的 Z-80，它是国内曾经最流行的单板微型机 TP801 的 CPU。1974 年由美国 Motorola 公司推出 MC6800。由 Rockwell 公司推出 6502，它是 IBM-PC 机问世之前世界上最流行的微型计算机 Apple II(苹果机)的 CPU。通常，人们把它们称为第二代微处理器。这些微处理器的时钟频率为 2~4MHz，集成度超过 5000 管 / 片。在这个时期，微处理器的设计和生产技术已相当成熟，配套的各类器件也很齐全。后来，微处理器在提高集成度、提高功能和速度、增加外围电路的功能和种类方面得到很大发展。



第二代微处理器的特点是：在系统结构上已经具有典型计算机的体系结构，具有中断和DMA(Direct Memory Access, 直接存储器存取)等控制功能，设计考虑了机器间的兼容性、接口的标准化和通用性，配套外围电路的功能和种类齐全。配有简单的操作系统(如 CP/M)和高级语言。8位微处理器和以它为CPU构成的微型机广泛应用于信息处理、工业控制、汽车、智能仪器仪表和家用电器领域。

1977年左右，超大规模集成电路工艺已经成熟，1978~1979年，一些厂家推出了性能可与过去中档小型计算机相比的16位微处理器，其中，有代表性的三种芯片是Intel公司1978年推出的16位微处理器Intel 8086，Zilog的Z8000，以及Motorola的M68000。这些微处理器的时钟频率为4~8MHz，集成度为20 000管/片。将这些微处理器称为第一代超大规模集成电路微处理器。

第三代微处理器的特点是：具有丰富的指令系统和多种寻址方式，多种数据处理形式，采用多级中断，有完善的操作系统。由它们组成的微型计算机的性能指标已达到或超过当时的中档小型机的水平。在体系结构方面吸纳了传统小型机甚至大型机的设计思想，如虚拟存储和存储保护。特别是1982年，Intel公司又推出80286微处理器，它是16位微处理器中的高档产品，其集成度达到10万个晶体管/片，时钟频率为10MHz，平均指令执行时间为0.2 $\mu$ s，速度比8086快5~6倍。该微处理器本身含有多任务系统必需的任务转换功能、存储器管理功能和多种保护机构，支持虚拟存储体系结构，因此以80286为CPU构成的个人计算机IBM PC/AT机，弥补了以8088为CPU的IBM PC/XT机在多任务方面的缺陷，满足了多用户和多任务系统的需要，从20世纪80年代中后期到90年代初，80286一直是个人计算机的主流型CPU。

1980年以后，半导体生产厂家继续在提高电路的集成度、速度和功能方面取得了很大进展，1983年以后，Intel 80386和Motorola 68020相继推出，这两者都是32位的微处理器。其后，Intel又陆续推出32位的80486，第四代是32位微处理器时代。1983年Zilog公司推出的Z-80000，1984年Motorola公司推出的MC68020、1985年Intel公司推出的Intel 80386和NEC公司的V70等。32位微处理器的出现，使微处理器开始进入一个崭新的时代。

第四代微处理器的特点是：这些微处理器内部采用流水线控制(80386采用6级流水线，使取指令、译码、内存管理、执行指令和总线访问并行操作)，时钟频率达到16~33MHz，平均指令执行时间约0.1 $\mu$ s，具有32位数据总线和32位地址总线，直接寻址能力高达4GB，同时具有存储保护和虚拟存储功能，虚拟空间可达64TB，运算速度为每秒300~400万条指令，即3~4MIPS(Million Instruction Per Second, 每秒百万条指令)。特别是1989年后，Intel公司又推出更高性能的32位微处理器Intel 80486，其集成度达120万管/片，是80386的4倍，增加了片内协处理器和8KB的片内高速缓存(即一级Cache)，支持配置外部Cache(即二级Cache)，其内部数据总线宽度有32位、64位和128位，分别用于不同单元间的数据交换。80486还首先采用了RISC(Reduced Instruction Set Computer, 精简指令集计算机)技术，使CPU可以一个时钟周期执行一条指令。它采用突发总线(Burst BUS)技术与外部RAM进行高速数据交换，大大加快了数据处理速度。由于采用了上述先进技术，大大缩短了每条指令的执行时间，有效地提高了80486的处理速度，在相同时钟频率下，80486的处理速度一般要比80386快3~4倍。80486的高档芯片80486-DX2的时钟频率为66MHz时，其速度可达54MIPS。同期推出的高性能32位微处理器还有Motorola公司的MC68040和NEC公司的V80等。由这些高性能32位微处理器组成的32位微型计算机的性能已达到或超过当时的高档小型机甚至大型机水平，被称



为高档(超级)微型机。

1993年以后, Intel 又陆续推出了 Pentium、Pentium Pro、Pentium MMX、Pentium II、Pentium III和 Pentium IV, 这些 CPU 的内部都是 32 位数据宽度, 所以都属于 32 位微处理器。在此过程中, CPU 的集成度和主频不断提高。(准)64 位 CPU 第五代微处理器的推出, 使微处理器技术发展到了一个崭新阶段, Pentium 处理器不仅继承了其前辈的所有优点, 而且在许多方面又有新的突破, 使微处理器技术达到当时的最高峰。

第五代微处理器的特点是: 采用了全新的体系结构, 内部采用超标量流水线设计, 在 CPU 内部有 UV 两条流水线并行工作, 允许 Pentium 在单个时钟周期内执行两条整数指令, 即实现指令并行; Pentium 芯片内采用双 Cache 结构, 即指令 Cache 和数据 Cache, 每个 Cache 为 8KB, 数据宽度为 32 位, 避免了预取指令和数据可能发生的冲突。数据 Cache 还采用了回写技术, 大大节省了 CPU 的处理时间; 它采用分支指令预测技术, 实现动态地预测分支程序的指令流向, 大大节省了 CPU 用于判别分支程序的时间。为了强化浮点运算能力, Pentium 微处理器中的浮点运算部件在 486 的基础上彻底重新设计, 其执行过程分为 8 级流水线和部分指令固化的硬件执行浮点运算技术, 保证每个时钟周期至少能完成一个浮点操作, 大大地提高了浮点运算速度。

## 1.2 微型计算机的指标和分类

### 1.2.1 微型计算机的主要性能指标

一台微型计算机功能的强弱或性能的好坏, 不是由某项指标来决定的, 而是由它的系统结构、指令系统、硬件组成、软件配置等多方面的因素综合决定的。一般情况下用以下几个指标来大体评价计算机的性能。

#### 1. 运算速度

运算速度主要用以衡量计算机运算的快慢程度。通常所说的计算机运算速度(平均运算速度), 是指每秒钟所能执行的指令条数, 一般用“百万条指令/秒”(MIPS, Million Instruction Per Second)来描述, 当代微机的运算速度已达 200~300 MIPS。同一台计算机, 执行不同的运算所需时间可能不同, 因而对运算速度的描述常采用不同的方法。微型计算机一般采用主频来描述运算速度, 时钟频率是指 CPU 在单位时间(秒)内发出的脉冲数, 它在很大程度上决定了计算机的运算速度。时钟频率越快, 计算机的运算速度也越快。主频的单位是兆赫兹(MHz)。例如, Pentium III/800 的主频为 800 MHz, Pentium IV 2.4 Ghz 的主频为 2.4 GHz。

#### 2. 字长

微机的字长是指微处理器内部一次可以并行处理二进制代码的位数。它与微处理器内部寄存器以及 CPU 内部数据总线宽度是一致的, 字长越长, 所表示的数据精度就越高。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。字长有时也用字节为单位表示, 一个字节表示 8 个二进制位。若机器字长为 16 位, 也可以说字长为 2 字节。

大多数微处理器内部的数据总线与微处理器的外部数据引脚宽度是相同的, 但也有少数例外, 如 Intel 8088 微处理器内部数据总线为 16 位, 而芯片外部数据引脚只有 8 位, Intel