



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
大学计算机规划教材

微机原理 与接口技术(基于32位机) (第2版)

◆ 马春燕 主编 ◆ 秦文萍 王 颖 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY <http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
大学计算机规划教材

微机原理与接口技术

（基于 32 位机）

（第 2 版）

马春燕 主编
秦文萍 王颖 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。全书以 Intel 80486 微处理器为主体,将微型计算机原理、汇编语言程序设计和微机接口技术整合在一起,全面介绍了 32 位微处理器的内部结构、指令系统、汇编语言程序设计、存储器管理技术、中断技术、I/O 接口技术、微机总线和人机交互接口技术等。内容由浅入深、循序渐进,结构层次清晰。本书配有大量的例题,软件部分的例题全部提供了相应的汇编语言源程序,在 MASM 6.0 系统环境下调试通过,并给出了运行结果;硬件接口部分的例题提供了硬件连接图和相应的汇编语言源程序,在 Proteus 软件仿真实验的基础上,应用 TPC-2003A 实验台调试通过。每章都配有丰富的习题,可供读者练习,帮助读者理解和掌握所学知识。本书提供电子教案、网络课件、PPT 课件、双语课件以及视频教程,包括各章主要内容、插图、动画演示、汇编语言源程序代码,便于课堂教学及学生自学。

本书可作为高等学校理工科非计算机类电子信息、自动化、电气工程等相关专业的本科或大专层次的教材,也可供研究生和工程技术人员参考。

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

微机原理与接口技术:基于 32 位机 / 马春燕主编. —2 版. —北京:电子工业出版社, 2013.1
大学计算机规划教材
ISBN 978-7-121-17588-6

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 154990 号

责任编辑:冉 哲

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:22.5 字数:616.5 千字

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:42.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

“微机原理与接口技术”是电子信息、自动化、电气工程等相关专业的一门重要的专业基础课程。随着微处理器技术的迅猛发展和社会上对人才培养的更高要求，迫切需要一本反映当今新技术及其应用的新教材。为此，我们在第一版教材的基础上，对部分章节的内容进行修订，增加了计算机发展的新技术、汇编语言与 C/C++ 混合编程技术、BIOS 视频功能调用等内容，经过整合，内容更精练，重点更突出。编写本书的主要目的是使理工科学生通过本门课程的学习，了解微处理器发展的新技术和应用领域，掌握微型计算机的基本结构、工作原理、接口技术及汇编语言程序设计，具有初步的微型计算机硬件和软件开发的能力，为后续课程的学习和今后的工作打下坚实的基础。

本书共分 8 章。

第 1、2 章讲述微型计算机的发展历史和基础知识，16 位 Intel 8086 和 32 位 Intel 80486 微处理器的内部结构，寄存器组织及其工作方式。

第 3、4 章讲述 Intel 80486 微处理器的指令系统、寻址方式、汇编语言程序设计基础、微机系统中的 DOS 和 BIOS 功能调用、汇编语言与 C/C++ 混合编程技术。

第 5 章在介绍存储器 RAM 和 ROM 芯片的基础上，讲述微型计算机存储器系统的设计方法、高速缓冲器 Cache、虚拟存储器管理技术及 Intel 80486 微处理器存储器的管理模式。

第 6 章讲述微型计算机中断技术、Intel 80486 微处理器的中断系统、可编程中断管理控制器 8259A 及其应用。

第 7 章讲述微型计算机 I/O 接口技术，包括可编程接口芯片 8255A, 8254, 8237A, 8250 及 A/D 和 D/A 转换接口芯片，详细介绍它们的内部结构、初始化编程及其应用。

第 8 章讲述 32 位微型计算机主板、芯片组、系统总线、系统 BIOS ROM 与 CMOS RAM，以及人机交互接口。

本书附录提供 80x86 指令系统一览表、DOS 功能系统调用表和 BIOS 系统功能调用表。

为了更好地理解和掌握课堂所学知识，增强实际应用能力，书中列举了大量面向实际应用的例题，给出了分析方法、计算过程和详细注释。软件部分的例题全部提供了相应的汇编语言源程序，在 MASM 6.0 系统环境下调试通过，并给出运行结果；硬件接口部分的例题提供了硬件连接图和汇编语言源程序，在 Proteus 软件仿真实验的基础上，应用 TPC-2003A 实验台调试通过。各章配有一定数量的习题，供读者练习和自测。本书的特点在于追踪新技术的发展，面向实用，夯实基础；内容丰富，便于自学；条理清晰，便于领会；重点突出，详解难点。

本书建议课堂教学 56~64 学时，实验课 8~10 学时，如果有条件，可安排 1~2 周的课程设计。本书第 2~7 章为教学重点，其中第 2、4、5、7 章为教学难点，应分配较多的学时。

本书第 1 章由马春燕编写；第 2 章和第 3 章由王颖编写，第 4 章由梁翼龙编写，第 5 章和附录 A 由秦文萍编写，第 6 章由牛显光编写，第 7 章由陈燕编写，第 8 章、附录 B 和附录 C 由贾敏智编写。马春燕和秦文萍负责全书的大纲拟定、组织编写与统稿。

在编写本书的过程中，我们得到了太原理工大学教务处、太原理工大学信息工程学院领导和教师的大力支持和帮助，太原理工大学信息工程学院研究生李媛、王学泰、刘鹏和姚景峰等也为本书的编写做了大量的工作，在此一并表示感谢。

2008 年,“微机原理与接口技术”课程被评为太原理工大学精品课程。读者可以登录网址 <http://www.tyut.edu.kecheng1/2008/site08> 下载课程相关电子课件(网络课件、PPT 课件和双语课件),观看视频教程进行学习。

由于作者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请读者批评指正。衷心欢迎读者随时提出意见和建议,通信地址:太原理工大学信息工程学院自动化系,邮政编码:030024,或发送电子邮件至作者邮箱 tyutchyma@sina.com。

编 者

目 录

第 1 章 微型计算机概述	1
1.1 微型计算机发展简史	1
1.1.1 微型计算机的硬件发展	1
1.1.2 微型计算机的软件发展	6
1.2 微型计算机运算基础	10
1.2.1 二进制数的运算方法	10
1.2.2 数在计算机中的表示	13
1.2.3 数的编码方法	17
1.3 微型计算机系统	19
1.3.1 微型计算机系统的组成	19
1.3.2 微型计算机系统的硬件组成	19
1.3.3 微型计算机系统的软件组成	21
1.3.4 微型计算机系统的性能指标	22
习题 1	23
第 2 章 微处理器及其结构	24
2.1 Intel 8086 16 位微处理器	24
2.1.1 Intel 8086 微处理器内部结构	24
2.1.2 Intel 8086 微处理器寄存器结构	26
2.1.3 Intel 8086 微处理器引脚信号及功能	28
2.1.4 Intel 8086 微处理器的存储器组成及输入/输出结构	31
2.2 Intel 80486 32 位微处理器	35
2.2.1 Intel 80486 微处理器内部结构	35
2.2.2 Intel 80486 微处理器寄存器结构	37
2.2.3 Intel 80486 微处理器引脚信号及功能	44
2.2.4 Intel 80486 微处理器的存储器组织及输入/输出结构	47
2.2.5 Intel 80486 微处理器的工作模式	48
2.2.6 Intel 80486 微处理器总线操作	50
2.3 Pentium 32 位微处理器	50
2.3.1 Pentium 微处理器内部结构	51
2.3.2 Pentium 微处理器寄存器结构	53
2.3.3 Pentium 微处理器引脚信号及功能	54
2.3.4 Pentium 微处理器的存储器组织及输入/输出结构	59
习题 2	60
第 3 章 指令系统	61
3.1 80486 微处理器的数据类型和指令格式	61
3.1.1 数据类型	61

3.1.2 指令格式	62
3.2 寻址方式	63
3.2.1 关于操作数的寻址方式	63
3.2.2 对程序转移地址的寻址方式	69
3.2.3 关于 I/O 端口的寻址方式	71
3.3 80486 微处理器的基本指令系统	71
3.3.1 数据传送类指令	71
3.3.2 算术运算类指令	80
3.3.3 逻辑运算与移位类指令	94
3.3.4 串操作类指令	98
3.3.5 程序控制类指令	102
3.3.6 处理器控制类指令	110
3.4 80486 微处理器的扩展指令	111
3.4.1 80486 微处理器新增加的指令	111
3.4.2 80486 微处理器增强功能的指令	112
3.4.3 80486 微处理器新增指令功能简介	113
习题 3	117
第 4 章 汇编语言程序设计	121
4.1 概述	121
4.1.1 汇编语言	121
4.1.2 宏汇编程序及上机过程简介	121
4.2 MASM 的数据形式及表达式	122
4.2.1 MASM 的数据形式	122
4.2.2 MASM 表达式	123
4.3 伪指令	128
4.3.1 伪指令基本格式	128
4.3.2 变量定义伪指令	129
4.3.3 符号定义伪指令	131
4.3.4 段定义伪指令	132
4.3.5 过程定义伪指令	134
4.3.6 其他伪指令	135
4.4 宏指令	137
4.4.1 宏指令、宏定义、宏调用和宏展开	137
4.4.2 宏定义中的标号和变量	139
4.4.3 宏嵌套	140
4.4.4 宏指令与子程序	142
4.5 汇编语言程序设计基础	142
4.5.1 汇编语言源程序的基本结构	142
4.5.2 顺序结构程序设计	144

4.5.3	分支结构程序设计	145
4.5.4	循环结构程序设计	148
4.5.5	子程序设计	152
4.5.6	应用程序设计举例	159
4.6	DOS 和 BIOS 功能调用	162
4.6.1	DOS 功能调用	163
4.6.2	BIOS 功能调用	167
4.6.3	BIOS 功能调用和 DOS 功能调用的关系	169
4.7	汇编语言与 C/C++ 语言接口	169
4.7.1	C/C++ 程序中内嵌汇编模块	169
4.7.2	C/C++ 程序调用独立汇编模块	171
4.7.3	在 Visual C++ 6.0 环境下调用汇编模块的步骤	172
	习题 4	173
第 5 章	存储系统	177
5.1	存储系统与存储器	177
5.1.1	存储系统的层次结构	177
5.1.2	主存储器的分类	177
5.1.3	主存储器的性能指标	179
5.2	只读存储器 ROM	180
5.2.1	EPROM 芯片	180
5.2.2	EEPROM 芯片	183
5.2.3	Flash 芯片	183
5.3	随机存取存储器 RAM	185
5.3.1	静态随机存取存储器 SRAM 芯片	185
5.3.2	动态随机存取存储器 DRAM 芯片	187
5.3.3	内存条	189
5.4	存储器的扩展设计	189
5.4.1	存储器的构成	189
5.4.2	存储器的扩展设计	191
5.4.3	存储器的地址译码	193
5.4.4	存储器的扩展设计举例	194
5.5	高速缓冲存储器 Cache	199
5.5.1	Cache 的作用	199
5.5.2	Cache 的工作原理	199
5.5.3	Cache 的读/写策略	200
5.5.4	Cache 的地址映射	202
5.6	虚拟存储器及其管理技术	203
5.6.1	虚拟存储器的基本概念	203
5.6.2	分段存储管理	204

5.6.3	分页存储管理	205
5.6.4	段页存储管理	206
5.7	80486 存储器管理模式	207
5.7.1	80486 保护模式存储管理	207
5.7.2	虚拟 8086 模式存储管理	207
习题 5		208
第 6 章	中断技术	211
6.1	中断概述	211
6.1.1	中断与中断管理	211
6.1.2	中断处理过程	214
6.2	80486 微处理器中断系统	216
6.2.1	80486 微处理器中断系统结构及类型	216
6.2.2	实地址模式下的中断与异常处理	217
6.2.3	保护模式下的中断与异常处理	221
6.3	可编程中断控制器 8259A	222
6.3.1	8259A 内部结构及其引脚功能	222
6.3.2	8259A 的工作方式	225
6.3.3	8259A 初始化编程	227
6.3.4	8259A 应用举例	232
习题 6		235
第 7 章	I/O 接口技术	236
7.1	I/O 接口概述	236
7.1.1	接口技术	236
7.1.2	I/O 端口的编址方式	237
7.1.3	输入/输出的控制方式	238
7.2	可编程并行接口芯片 8255A 及其应用	239
7.2.1	8255A 内部结构及其引脚功能	239
7.2.2	8255A 的工作方式及其初始化编程	241
7.2.3	8255A 应用举例	244
7.3	可编程定时/计数器 8254 及其应用	255
7.3.1	8254 内部结构及其引脚功能	255
7.3.2	8254 工作方式及其初始化编程	257
7.3.3	8254 应用举例	263
7.4	DMA 控制器 8237A 及其应用	264
7.4.1	8237A 内部结构及其引脚功能	264
7.4.2	8237A 工作方式及其初始化编程	267
7.4.3	8237A 应用举例	272
7.5	可编程串行通信接口 8250 及其应用	274
7.5.1	串行通信与串行接口标准	274

7.5.2	8250 内部结构及其引脚功能	282
7.5.3	8250 内部寄存器及其初始化编程	285
7.5.4	8250 应用举例	289
7.6	A/D 转换器与 D/A 转换器及其应用	293
7.6.1	自动测控系统的构成	294
7.6.2	D/A 转换器及其接口技术	295
7.6.3	A/D 转换器 (ADC) 及其接口技术	300
习题 7		304
第 8 章	微型计算机系统	306
8.1	32 位微型计算机主板	306
8.1.1	主板结构	306
8.1.2	主板的布局及功能单元	306
8.2	芯片组	309
8.2.1	芯片组简介	309
8.2.2	Intel 810、815 芯片组	310
8.2.3	Intel 845 芯片组	311
8.3	系统总线	312
8.3.1	系统总线的标准及性能指标	312
8.3.2	PCI 总线	313
8.3.3	通用串行总线 USB	315
8.4	系统 BIOS ROM 与 CMOS RAM	317
8.4.1	BIOS ROM	317
8.4.2	CMOS RAM	318
8.5	人机交互接口	319
8.5.1	键盘及接口	319
8.5.2	鼠标及接口	321
8.5.3	显示器及显卡	321
8.5.4	打印机及接口	323
8.5.5	网卡与调制解调器	325
习题 8		326
附录 A	80x86 指令系统一览表	327
附录 B	DOS 系统功能调用 (INT 21H)	341
附录 C	BIOS 系统功能调用 (INT 10 H)	346
参考文献		349

第 1 章 微型计算机概述

摘要 本章首先介绍微型计算机的发展概况，并从应用角度出发，介绍微型计算机中数的表示及编码方法，最后介绍微机系统的概念、组成和各部分的功能、特点。本章内容将对后续章节的学习打下良好的基础。

1.1 微型计算机发展简史

微型计算机是由大规模集成电路组成的、体积较小的电子计算机。而电子计算机又是一种能够按照事先存储的程序，自动、高速地进行大量数值计算和各种信息处理的现代化智能电子设备。微型计算机是电子计算机发展的一个分支。

1.1.1 微型计算机的硬件发展

1. 电子计算机的发展概况

电子计算机的诞生及发展，是科学技术和生产力发展的卓越成就之一，反过来，它也极大地促进了科学技术和生产力的发展。1946 年，在美国宾夕法尼亚大学莫尔电工学院诞生了世界上第一台电子计算机 ENIAC (electronic numerical integrator and computer)。它使用了 18 800 多个电子管和 1500 多个继电器，重达 30t，占地 150m²，耗电 150kW，每秒可以完成 5000 次加法运算。从此以后，电子计算机为世人瞩目，而且对它寄予了无限的厚望。自从第一台电子计算机问世以来，计算机科学和技术获得了日新月异的飞速发展。计算机的发展大致经历了以下 4 代。

(1) 第一代：电子管计算机

发展年代为 1946—1958 年。这一代计算机的主要逻辑元件采用电子管，存储器采用磁芯和磁鼓，软件主要使用机器语言。在此期间，形成了电子管计算机体系，确定了程序设计的基本方法，数据处理机（指专门用于数据处理的计算机）开始得到应用。此时的计算机运算速度一般为每秒几千至几万次，体积庞大，成本很高。虽然它的体积、速度、软件等方面都不能与今天的微型计算机相比，但它却奠定了计算机科学和技术的发展基础。这一代计算机主要应用于科学计算。

(2) 第二代：晶体管计算机

发展年代为 1958—1965 年。这一代计算机的主要逻辑元件为晶体管，主存储器仍采用磁芯，外存储器已开始使用磁盘，软件也有较大发展，出现了各种高级语言。在此期间，计算机的可靠性和速度均得到提高，速度一般为每秒几万次至几十万次，体积减小，成本降低。工业控制机（指专门用于工业生产过程控制的计算机）开始出现并得到应用。这一代计算机除用于科学计算外，也开始应用于各种事务的数据处理、工业控制等领域。

(3) 第三代：集成电路计算机

发展年代为 1965—1971 年。这一代计算机的主要逻辑元件采用中小规模集成电路。在此期间，计算机的可靠性和速度都有了进一步的提高，速度一般为每秒几十万至几百万次，体积

进一步减小，成本进一步降低。小型计算机（指规模小，结构简单，操作方便的计算机）开始出现并迅速发展，操作系统、会话式高级语言等软件发展迅速。机种多样化，生产系列化，结构积木化，使用系统化是这一阶段计算机发展的主要特点。

（4）第四代：大规模集成电路计算机

发展年代为 1971 年至今。这一代计算机采用大规模集成电路（LSI, large scale integrator）或超大规模集成电路（VLSI, very large scale integrator）。由于 LSI 和 VLSI 的体积小，耗电少，可靠性高，因而使这一阶段的计算机体积更小，可靠性和运算速度更高，成本更低。计算机的速度可达每秒运算几千万至上亿次。超大规模集成电路的发明，使电子计算机不断向着小型化、微型化、低功耗、智能化、系统化的方向更新换代。同时，以并行处理为特征的用于科学计算和尖端技术中的巨型机也得到了发展，由若干台计算机组成的计算机网络也已开始实际使用。

目前，用计算机进行的辅助设计、翻译、检索、绘图、写作、游戏、机械作业等方面的发展，已经向计算机的智能化迈进了一步。人工智能是综合了计算机科学与控制理论而发展的一门新技术，它能模拟人的智能，如识别图形、语言、物体等。电子计算机对社会的发展将带来不可估量的影响。电子计算机的发展概况见表 1.1。

表 1.1 电子计算机的发展概况

计算机	第一代	第二代	第三代	第四代
特 征	采用电子管作为计算机的逻辑元件，运算速度每秒仅几千次，内存容量仅几 KB	采用晶体管作为计算机的逻辑元件，运算速度每秒达几十万次，内存容量扩大到几十 KB	采用集成电路作为计算机的逻辑元件，运算速度每秒达几十万至几百万次	采用大规模和超大规模集成电路作为计算机的逻辑元件，运算速度每秒达几千万至上亿次
时 间	1946—1958 年	1958—1965 年	1965—1971 年	1971 年至今
代表机型	ENIAC	CDC7600	IBM360	Intel 80x86
应 用	仅限于军事和科研中的科学计算	由科学计算扩展到数据处理和自动控制	开始广泛应用于各个领域	应用范围已渗透到各行各业，并进入了以网络为特征的时代

2. 微型计算机的发展概况

微型计算机是 20 世纪 70 年代初才发展起来的，是人类重要的创新之一。从微型计算机问世至今经历了以下几个发展阶段。

（1）第一代：低档 8 位微处理器和微型计算机

发展年代为 1971—1973 年，是微型计算机的问世阶段。1971 年美国 Intel 公司生产了 4004 芯片，它本来是高级袖珍计算机设计的，但生产出来后却获得了意外的成功。经过改进，于 1972 年生产了 8 位微处理器 8008。这一代微型计算机的特点是采用 PMOS（P-channel metal oxide semiconductor）工艺，集成度为每个硅片上集成 2300 个晶体管，字长分别为 4 位和 8 位，运算速度较慢，指令系统不完整，存储器容量很小，只有几百字节，没有操作系统，只有汇编语言，主要用于工业仪表和过程控制。

（2）第二代：中档 8 位微处理器和微型计算机

发展年代为 1973—1977 年。这一代微型计算机采用（NMOS, N-channel metal oxide semiconductor）工艺，集成度提高了 1~4 倍，每个硅片上集成了 8000 个晶体管，字长为 8 位。运算速度提高了 10~15 倍，基本指令执行时间为 2μs 左右，指令系统相对比较完善。典

型的微处理器有 1973 年生产的 Intel 8085, Motorola 6800, 以及 1976 年 Zilog 公司生产的 Z80。这些微处理器具有完整的接口电路, 如可编程的并行接口电路、串行接口电路、定时/计数器接口电路, 以及直接存储器存取接口电路等, 并且已具有高级中断功能。软件除采用汇编语言外, 还配有 BASIC, FORTRAN, PL/M 等高级语言及其相应的解释程序和编译程序, 并在后期配上了操作系统。

(3) 第三代: 16 位微处理器和微型计算机

发展年代为 1977—1984 年。1977 年前后, 超大规模集成电路 (VLSI) 工艺的研制成功, 使一个硅片上可以容纳 10 万个以上的晶体管, 64K 位及 256K 位的存储器已生产出来。这一代微型计算机采用 (HMOS, high performance metal oxide semiconductor) 工艺, 基本指令执行时间约为 0.5 μ s。代表产品是 Intel 的 8086、Zilog 的 Z8000 和 Motorola 的 MC68000。这类 16 位微处理器比 8 位微处理器有更大的寻址空间、更强的运算能力、更快的处理速度和更完善的指令系统。软件方面可以使用多种编程语言, 有汇编程序、完整的操作系统、大型的数据库, 并可构成多处理器系统。此外, 在这一阶段, 为了方便原来的 8 位机用户, 还出现了一种准 16 位的微处理器, 典型产品有 Intel 8088 和 Motorola 6809, 它们的特点是能用 8 位数据线在内部完成 16 位数据操作, 工作速度和处理能力均介于 8 位机和 16 位机之间。

(4) 第四代: 32 位微处理器和微型计算机

发展年代为 1984—1993 年。20 世纪 80 年代初, 在每个单片硅片上可集成几十万个晶体管, 产生了第四代 32 位微处理器。典型产品有 Intel 的 80386、National Semiconductor 的 16032、Motorola 的 68020 等。在 32 位微处理器中, 具有支持高级调度、调试及系统开发的专用指令。由于集成度高, 系统的速度和性能大为提高, 可靠性增加, 成本降低。

(5) 第五代: 64 位高档微处理器和微型计算机

发展年代为 1993 年至今。随着人们对图形图像、定时视频处理、语音识别、计算机辅助设计 (CAD, computer-aided design)、计算机辅助工程 (CAE, computer-aided engineering)、计算机辅助教学 (CAI, computer-aided instruction)、大规模财务分析和大流量客户、服务器应用等的需求日益迫切, 现有的微处理器已难以胜任此类任务。于是, 在 1993 年 3 月, Intel 公司率先推出了统领 (PC, personal computer) 达 10 余年之久的第五代微处理器体系结构产品——Pentium (奔腾), 代号为 P5, 也称为 80586。从它的设计制造工艺到性能指标, 都比第四代产品有了大幅度的提高。微型计算机的发展概况见表 1.2。

表 1.2 微型计算机的发展概况

微处理器	第一代 (8 位)	第二代 (8 位)	第三代 (16 位)	第四代 (32 位)	第五代 (64 位)
时 间	1971—1973 年	1973—1977 年	1977—1984 年	1984—1993 年	1993 年至今
代表产品	Intel 8008	Intel 8085	Intel 8086	Intel 80386	Pentium

3. Intel 微处理器的发展概况

80x86、Pentium 及 Core 微处理器是 Intel 公司的系列产品, 微处理器芯片从低级向高级、从简单到复杂的发展过程, 也可以看成个人计算机家族的进化史。其设计、制造和处理技术的不断更新换代, 以及处理能力的不断增强, 使微型计算机的应用领域越来越广泛。

(1) Intel 8086 微处理器

1978 年 Intel 公司生产的 8086 是第一个 16 位的微处理器。这就是第三代微处理器的起点。8086 微处理器最高主频速度为 8MHz, 具有 16 位数据总线, 内存寻址能力为 1MB。

1979 年, Intel 公司又开发出了 8088。8086 和 8088 在芯片内部均采用 16 位数据传输, 所

以都称为 16 位微处理器，但 8086 每个总线周期能传送或接收 16 位数据，而 8088 每个总线周期只能传送或接收 8 位数据。因为最初的大部分设备和芯片是 8 位的，而 8088 的外部 8 位数据传送、接收能与这些设备相兼容，所以 8088 得到了广泛的应用。8088 采用 40 针的 (DIP, dual in-line package) 封装，工作频率为 6.66MHz, 7.16MHz 或 8MHz，微处理器集成了大约 29000 个晶体管。

(2) Intel 80286 微处理器

1982 年，Intel 公司在 8086 的基础上，研制出了 80286 微处理器，该微处理器的最大主频为 20MHz，内、外部数据传输均为 16 位，使用 24 位内存储器的寻址，内存寻址能力为 16MB。80286 有两种工作方式，分别是实模式和保护方式。在实模式下，微处理器可以访问的内存总量限制在 1MB。而在保护方式之下，80286 可直接访问 16MB 的内存。此外，80286 工作在保护方式下，可以保护操作系统，使之不像实模式或 8086 等不受保护的微处理器那样，在遇到异常时会使计算机停机。

80286 在以下 4 个方面有显著的改进：支持更大的内存；能够模拟内存空间；能同时运行多个任务；提高了处理速度。最早，PC 的速度是 4MHz，第一台基于 80286 的 AT 机运行速度为 6~8MHz，一些制造商还自行提高速度，使 80286 达到了 20MHz，这意味着在性能上有了重大的进步。

(3) Intel 80386 微处理器

1985 年，Intel 公司研制开发出 Intel 80386 DX 微处理器，其内部包含 27.5 万个晶体管，时钟频率为 12.5MHz，每秒可执行 6 百万条指令，比 80286 快 2.2 倍。后来逐步提高到 20MHz, 25MHz, 33MHz，最后还有少量的 40MHz 产品。

80386 DX 的内部和外部数据总线是 32 位的，地址总线也是 32 位的，可以寻址 4GB 内存，并可以管理 64TB 的虚拟存储空间。它的运算模式除了具有实模式和保护模式外，还增加了一种“虚拟 8086”的工作方式，可以通过同时模拟多个 8086 微处理器来提供多任务处理能力。80386 还有较丰富的外围配件支持，如 82258 (DMA 控制器)、8259A (中断控制器)、8272 (磁盘控制器)、82385 (Cache 控制器)、82062 (硬盘控制器) 等。同时，针对内存的速度瓶颈，Intel 公司为 80386 设计了高速缓存 (Cache)，采取预读内存的方法来缓解速度瓶颈，从此，Cache 就成了 CPU 的标准配件。

(4) Intel 80486 微处理器

1989 年，Intel 推出 80486 芯片。这款芯片首次使用 1 μ m 的制造工艺，突破了 100 万个晶体管的界限，单个硅片上集成了 120 万个晶体管。80486 的时钟频率从 25MHz 逐步提高到 33MHz, 40MHz, 50MHz。80486 中集成的 80487 的运算速度是以前 80387 的两倍，内部缓存缩短了微处理器与慢速 DRAM 之间的等待时间。并且，在 80486 系列中首次采用了精简指令集 (RISC, reduction instruction set computer) 技术，可以在一个时钟周期内执行一条指令。它还采用了突发总线方式，大大提高了与内存的数据交换速度。由于这些改进，80486 的性能比 80386 DX 性能提高了 4 倍。

(5) Intel Pentium 微处理器

1993 年，586 CPU 问世，被命名为 Pentium (奔腾) 以区别于 AMD 和 Cyrix 的产品。最初的 Pentium 60 和 Pentium 66，工作频率分别为 60MHz 和 66MHz。早期的奔腾时钟频率为 75MHz~120MHz，使用 0.5 μ m 的制造工艺，后期 120MHz 频率以上的奔腾则改用 0.35 μ m 工艺。经典奔腾的性能相当平均，整数运算和浮点运算都不错。

(6) Intel Pentium MMX 微处理器

1996 年底，Intel 公司发布了多能奔腾微处理器 Pentium MMX，意为带有多媒体扩展指令

集（MMX, MultiMedia eXtensions）技术的 Pentium。多能奔腾在原 Pentium 的基础上进行了重大的改进，增加了片内 16KB 数据 L1 Cache，16KB 指令 L1 Cache，4 路写缓存以及分支预测单元和返回堆栈技术，64 位总线，528MB/s 的频宽，450 万个晶体管，功耗 17W。支持的工作频率有 133MHz、150MHz、166MHz、200MHz、233MHz。特别是新增加的 57 条 MMX 多媒体指令，使得多能奔腾即使在运行非 MMX 优化的程序时，也比同主频的 Pentium CPU 要快得多。

(7) Intel Pentium II 微处理器

1997 年，Pentium II（奔腾二代）微处理器面世，它采用了双重独立总线结构，即其中一条总线连通二级缓存，另一条负责内存。Pentium II 使用了一种脱离芯片的外部高速 L2 Cache，容量为 512KB，并以 CPU 主频的一半速度运行，同时 Pentium II 的 L1 Cache 从 16KB 增至 32KB。

(8) Intel Pentium III 微处理器

1999 年，Intel 公司发布了采用 Katmai 核心的新一代 Pentium III 微处理器。该微处理器除采用 0.25μm 工艺制造，内部集成 950 万个晶体管，Slot1 架构之外，它还具有以下新特点：系统总线频率为 100MHz；采用 P6 微架构，针对 32 位应用程序进行优化，双重独立总线，一级缓存大小为 32KB（16KB 指令缓存加 16KB 数据缓存），二级缓存大小为 512KB，以 CPU 核心速度的一半运行；新增加了能够增强音频、视频和 3D 图形效果的数据流单指令多数据扩展（SSE, streaming SIMD extensions）指令集。

(9) Intel Pentium 4 微处理器

2000 年 6 月，Intel 公司推出了 Pentium 4 微处理器，它的工作频率在 1.3GHz 以上，工作电压为 1.565~1.700V。P4 微处理器不但拥有更高的时钟频率，并且支持 Intel 超线程技术 HT（hyper threading）技术。超线程技术就是利用特殊的硬件指令，把两个逻辑内核模拟成两个物理芯片，让单个处理器都能使用线程级并行计算，进而兼容多线程操作系统和软件，缩短了 CPU 的闲置时间，提高了 CPU 的运行效率，使一块芯片的性能几乎相当于两块。

(10) Intel Core 微处理器

2006 年 7 月 27 日，Intel 正式发布了基于 Core（酷睿）微架构（core micro-architecture）的全新双核心处理器，包括 Core 2 Duo 和 Core 2 Extreme，以及用于移动平台的采用 Merom 核心的 Core 2 Duo。Core 微架构是 Intel 全平台（台式机、笔记本和服务器）处理器首次采用的相同的微架构设计，也是 Intel 鉴于 NetBurst 微架构的高频低效高能耗的缺点，彻底抛弃以往频率至上的理念，转而注重能效比的第一次成功尝试。全部采用 65nm 制造工艺，L2 缓存容量提升到 4MB，晶体管数量达到 2.91 亿个，性能提升 40%，能耗降低 40%，主流产品的平均能耗为 65W。

2010 年 1 月，Intel 公司推出了全新酷睿处理器 i7、i5 和 i3 系列产品。新产品的最大亮点就是采用 32nm 制造工艺，而且内建图形核心，另外还有 Intel 最新的睿频功能，可以让 CPU 在实际应用中实现自动超频。无数的评测已经证明，Core 微架构不愧是当前最强大的 x86 PC 处理器微架构，其性能远远领先于以往所有 PC 处理器，而功耗又大幅度降低，是目前最强大的微处理器。Intel 微处理器的发展年鉴见表 1.3。

表 1.3 Intel 微处理器的发展

微处理器	首批生产时间	性能 (MIPS) ①	CPU 最高主频 (MHz)	集成度 (百万个) ②	寄存器宽度	外部数据总线宽度	最大寻址空间	内含（或捆绑）高速缓存大小
8086	1978	0.8	8	0.029	16	16	1MB	无
80286	1982	2.7	12.5	0.134	16	16	16MB	无

(续表)

微处理器	首批 生产时间	性能 (MIPS) ①	CPU 最高主频 (MHz)	集成度 (百万个) ②	寄存器 宽度	外部数据 总线宽度	最大 寻址空间	内含(或捆绑) 高速缓存大小
80386 DX	1985	6.0	20	0.275	32	32	4GB	无
80486 DX	1989	20	25	1.2	32	32	4GB	8KB L1
Pentium	1993	100	200	3.1	32	64	4GB	16KB L1
Pentium Pro (P6)	1995	440	266	5.5	32	64	64GB	16KB L1, 256KB 或 512KB L2 ^④
Pentium II	1997	466	450	7.5	32	64	64GB	32KB L1, 256KB 或 512KB L2
Pentium III	1999	1000	900	28.2	32 ^③	64	64GB	32KB L1, 256KB 或 512KB L2
Pentium 4	2000	3200	2800	42	32 ^③	64	64GB	32KB L1, 256KB 或 512KB L2
Core 2 Duo	2006		2640000	291	64	64	64GB	3M L1, 4M L2

注：① MIPS (millions of instructions per second, 百万条指令每秒)，每秒执行的指令数。

② 芯片中所集成的晶体管数，单位为百万个。

③ 用作通用目的寄存器时为 32 位，用于单指令多数据流 SIMD (single instruction multiple data) 处理时为 128 位。

④ L1 为一级高速缓存器，L2 为二级高速缓存器。

1.1.2 微型计算机软件发展

计算机软件是指计算机系统上的程序及其文档。程序是对计算任务的处理对象和处理规则的描述。文档是为了便于了解程序所需的阐明性资料。计算机软件总体分为系统软件和应用软件两大类。系统软件包括各类操作系统（如 Windows、Linux、UNIX）、操作系统的补丁程序以及硬件驱动程序。应用软件是为了某种特定的用途而被开发的软件，较常见的有文字处理软件、信息管理软件、辅助设计软件、实时控制软件、教育与娱乐软件等。

1. 操作系统

从 1946 年诞生第一台电子计算机以来，它的每一代进化都以减少成本、缩小体积、降低功耗、增大容量和提高性能为目标。随着计算机硬件的发展，同时也加速了操作系统（OS，operating system）的形成和发展。早期的计算机并没有操作系统，人们通过各种操作按钮来控制计算机，后来出现了汇编语言，操作人员通过有孔的纸带将程序输入计算机进行编译。这些将语言内置的计算机只能由操作人员自己编写程序来运行，不利于设备、程序的公用。为了解决这种问题，就出现了操作系统，实现了程序的公用，以及对计算机硬件资源的管理。

操作系统的发展经历了两个阶段。第一个阶段为单用户、单任务的操作系统，分别有 CP/M、DR-DOS、PC-DOS 和 MS-DOS 等磁盘操作系统。第二个阶段是多用户、多任务的分时操作系统，其典型代表有 UNIX、XENIX、OS/2 以及 Windows 操作系统。目前，计算机上常见的操作系统有 DOS、OS/2、UNIX、XENIX、Linux、Windows、Netware 等。

(1) DOS 操作系统

DOS (disk operation system) 硬盘操作系统主要包括 Shell (command.com 文件) 和 I/O 接口 (io.sys 文件) 两个部分。Shell 是 DOS 的外壳，负责将用户输入的命令翻译成操作系统能够理解的语言。DOS 的 I/O 接口通常实现一组基于 int 21h 的中断。

DOS 操作系统的代表是 MS-DOS，它是 1980 年基于 8086 微处理器而设计的单用户操作系统。后来，Microsoft 公司获得了该操作系统的专利权，配备在 IBM-PC 机上，并命名为 PC-

DOS。1981年，Microsoft公司的MS-DOS 1.0版与IBM的PC机面世，这是第一个实际应用的16位操作系统。1987年，Microsoft公司发布MS-DOS 3.3版本，是非常成熟可靠的DOS版本，Microsoft公司取得个人操作系统的霸主地位。

从1981年问世至今，DOS经历了7次大的版本升级，从1.0版到现在的7.0版，不断改进和完善。但是，DOS系统的单用户、单任务、字符界面和16位的大格局没有变化，因此它对于内存的管理也局限在640KB的范围内。DOS的优点是快捷。熟练的用户可以通过创建BAT或CMD批处理文件完成一些烦琐的任务。因此，即使在Windows XP下，CMD还是高手的最爱。

由于早期的DOS系统是Microsoft公司为IBM的PC机开发的，称为MS-DOS，因此，后来其他公司开发的与MS-DOS兼容的操作系统，也沿用了这个称呼，如PC-DOS、DR-DOS等。

（2）Windows 操作系统

Windows操作系统是Microsoft公司在1985年11月发布的第一代窗口式多任务系统，它使PC机开始进入了图形用户界面时代。它采用了GUI图形化操作模式，比从前的指令操作系统（如DOS）更为人性化。Windows 1.x版本是一个具有多窗口及多任务功能的版本，但由于当时的硬件平台为PC/XT，速度很慢，所以Windows 1.x版本并未十分流行。1987年底，Microsoft公司又推出了MS-Windows 2.x版本，它具有窗口重叠功能，窗口大小也可以调整，并可把扩展内存和扩充内存作为磁盘高速缓存，从而提高了整台计算机的性能，此外它还提供了众多的应用程序。1990年，Microsoft公司推出了Windows 3.0版本，它的功能进一步加强，具有强大的内存管理功能，且提供了数量相当多的Windows应用软件，因此成为80386和80486微型计算机新的操作系统标准。

1995年，Microsoft公司推出了Windows 95。在此之前的Windows都是由DOS引导的，也就是说，它们还不是一个完全独立的系统。而Windows 95则是一个完全独立的系统，并在很多方面做了进一步的改进，还集成了网络功能和即插即用功能，是一个全新的32位操作系统。1998年，Microsoft公司推出了Windows 95的改进版Windows 98，Windows 98的一个最大特点就是把Microsoft公司的Internet浏览器技术整合到了Windows 95里面，使得访问Internet资源就像访问本地硬盘一样方便，从而更好地满足了人们越来越多的访问Internet资源的需要。2000年2月，Microsoft公司推出Windows 2000，它是32位图形商业性质的操作系统。Windows 2000有4个版本：Professional、Server、Advanced Server和Datacenter Server。

2003年3月28日，Microsoft公司发布了64位的Windows XP。字母XP代表英文单词的“体验”（experience）。根据不同的微处理器架构，Windows XP分为两个不同版本，IA-64版的Windows XP和x86-64版的Windows XP。IA-64版的Windows XP是针对Intel IA-64架构的安腾2（Itanium2）纯64位微处理器的操作系统，称为Windows XP 64-Bit Edition Version 2003 for Itanium-based Systems。

2006年11月30日，Microsoft公司发布全新的Windows Vista操作系统。Vista是目前最安全可信的Windows操作系统，其安全功能可以防止最新的威胁，如蠕虫、病毒和间谍软件。

据报道，Windows 8将在2012年发布。

（3）UNIX 操作系统

UNIX操作系统是一个强大的多用户、多任务操作系统，支持多种处理器架构，属于分时操作系统。UNIX最早是由Ken Thompson、Dennis Ritchie和Douglas McIlroy于1969年在AT&T（American Telephone & Telegraph）公司的贝尔实验室开发的。经过长期的发展和完善，UNIX目前已成长成为一种主流的操作系统技术和基于这种技术的产品大家族。由于UNIX具有技术成熟、结构简练、可靠性高、可移植性好、可操作性强、网络和数据库功能强、伸缩性突