

21世纪高职、高专计算机类教材系列

汇编语言与 微机原理教程

顾元刚 主编
韩 燕 副主编
易顺明 主审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

21 世纪高职、高专计算机类教材系列

汇编语言与微机原理教程

顾元刚 主 编
韩 燕 副主编
易顺明 主 审

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共 13 章,内容包括:微机概述、微机计算机基础、8086 微机机器语言指令、常用指令、汇编语言程序、汇编语言程序设计、子程序设计、高级汇编语言技术、80x86CPU、半导体存储器、输入/输出及中断系统、总线、可编程接口芯片及应用、微机常规外设子系统等。

本书通俗易懂,内容翔实,适应高等职业学校计算机类专业使用,也可供其他应用型高等专科学校使用;作为广大科技工作者的自学和参考资料。

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,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

汇编语言与微机原理教程/顾元刚主编. - 北京:电子工业出版社,2000.6

21 世纪高职高专计算机类教材系列

ISBN 7-5053-5677-1

I. 汇… II. 顾… III. ①汇编语言-程序设计-高等学校:技术学校-教材②微型计算机-理论-高等学校:技术学校-教材 IV. TP313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 05578 号

丛 书 名: 21 世纪高职、高专计算机类教材系列

书 名: 汇编语言与微机原理教程

主 编: 顾元刚

副 主 编: 韩 燕

主 审: 易顺明

责任编辑: 张荣琴

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京天宇星印刷厂

装 订 者: 河北省涿州桃园装订厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <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: 24.75 字数: 630 千字

版 次: 2000 年 6 月第 1 版 2000 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5677-1
G·481

印 数: 8000 册 定价: 31.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

21 世纪高职、高专计算机类教材系列

编委会名单

主 编：张强华

副主编：常明华 华容茂 周维武 邵晓根 庄燕滨

委 员：(以姓氏笔画为序)

于永春	朱宇光	刘红玲	李志球	刘胤杰
华容茂	庄燕滨	杨文安	陈天授	张永常
陈志荣	张奉武	邵晓根	杨萃南	陈 雁
张强华	陆锦军	林全新	郑国平	林美华
周维武	顾元刚	高 波	秦敬辉	曹旭光
常明华	谢志荣			

汇编语言与微机原理教程

编委会名单

主 编：顾元刚

副主编：韩 燕

委 员：龚金晔 张文斌 刘 昊

王 焯 徐煜明 俞 桢

主 审：易顺明

序 言

1. 缘起与背景

20多年来,我国应用型高等教育、高等职业教育得到了长足的发展。在这一领域从事计算机教育的师生在教学改革和教学建设方面取得了很多成绩,有的还列为国家重点教学改革项目进行试点。1998年12月24日教育部发布了“面向21世纪教育振兴行动计划”,提出“积极发展高等职业教育”。我国的高等职业教育进入了高速发展阶段,这一新形势向我们提出了新的更高要求。认真总结应用型高职、高专的教学教改经验,制订一套适合当前改革、发展要求的应用型高等教育(含高等职业教育)的计划、大纲和教材就成了当务之急,基于这样一个认识,我们组织了十余所学校的教师进行了研讨、并组织编写这套21世纪高职、高专计算机类教材。

2. 编写原则

高职、高专有自身特色,正如“振兴计划”中指出的:“高等职业教育必须面向地区经济建设和社会发展,适应就业市场的实际需要,培养生产、服务、管理第一线需要的实用人才,真正办出特色。”培养出符合国家建设需要的高素质应用型人才是高职、高专发展的根本目的。因此,在这套教材的编写中,我们遵循“适用、实用、会用、通用”的原则,避免低水平重复。

“适用”就是要讲述符合目前行业要求的新知识、新技术、新方法。由于计算机技术始终处于高速发展中,因此,如果只讲那些已经“十分成熟”的技术,那么,学生毕业后,这些技术可能已经过时了。这样培养出来的学生,不能适应职业岗位的需要。因此,本套教材在选材上,既注意讲透基本理论,也注意讲解新技能,具有一定的前瞻性。

“实用”就是要重点讲述计算机行业最广泛应用的知识、方法和技能。使学生能胜任岗位工作,切实符合社会需要。

“会用”是培养学生在具备一定理论基础的前提下,能够用自己所学的知识,解决在工作中遇到的具体问题。注重动手能力和操作技能的培养。

“通用”是指本套教材不仅限于高等职业教育,对于应用型高等院校:如技术学院、技术师范学院、职业大学等也是对口的教材。

3. 编写情况

本套教材的作者都是多年从事应用型高等教育和高等职业教育的教师,他们对应用型高等教育的实际、学生的学习情况、学生就业后面临的岗位要求等有深入了解。在本套教材编写中,我们反复研讨,得到了许多学校领导和教师的大力支持,许多章节都是在优秀教案、讲义的基础上推敲而成的,吸收了计算机试点专业的教改经验,并由主编全文统稿。在此基础上,我们组织专家审阅、把关,以确保质量。今后还将根据我们这十余所学校的使用情况,认真听取读者的意见,不断修订、补充、完善,以跟上计算机行业发展的步伐。

4. 适用学校和专业

本套教材除特别适合高等职业学校计算机类专业(包括“计算机应用”、“计算机网络”、“信息管理”、“计算机科学教育”、“会计电算化”等)使用外,也可供其他应用型高等专科学校使用。对那些迫切需要提高自己应用技能的读者,本套教材作为自学读物,亦颇为得当。

21世纪高职、高专计算机类教材编委会

· I ·

前 言

我国高等教育的一个重要组成部分——高等职业教育,在近年来得到长足的发展。探索高等职业教育领域中计算机学科的教材体系和课程改革是计算机教育工作者的一个重要课题。

在多年教学实践的基础上,结合当前微型计算机软硬件新技术的发展趋势及高等职业教育的特殊要求,作者首次尝试将传统教学计划中的两门主干课程《汇编语言程序设计》和《微型计算机原理》组织成一门课程;力求从微型计算机整机系统的角度,面向实际应用,寻求软硬件有机、合理的统一。

使用者在使用本教材实施教学时,可以根据教学计划的安排适当调整教学课时。全文选用时,参考学时为 90 学时(含上机),其中课堂授课不高于 70 学时。侧重程序设计时,参考学时为 60 学时(含上机),其中 1~7 章 40 学时,8~13 章选讲 20 学时。侧重原理时,参考学时为 60 学时(含上机),其中 1~7 章选讲 20 学时,8~13 章 40 学时。

本教材由顾元刚作主编,韩燕作副主编。顾元刚编写第 1、4 章;顾元刚、龚金晔、张文斌合编第 2、3、5 章;刘昊编写第 6、7 章;王焯编写第 8 章;韩燕编写第 9、10 章;徐煜明编写第 11、12 章;俞桢编写第 13 章。

本书是为高等职业教学专科以上层次编写的一本实用教材,亦可作为广大科技工作者的自学和参考资料。由于水平有限,本书肯定存在不少问题,恳切希望大家批评指正。

编 者

于 2000 年春节

目 录

第 1 章 微型计算机概述	(1)
1.1 微型计算机的发展概况	(2)
1.1.1 微处理器和微型计算机的发展	(2)
1.1.2 80x86 微处理器的性能与特点	(3)
1.2 微型机的特点与主要技术指标	(6)
1.2.1 微型机的特点	(6)
1.2.2 微型机的主要性能指标	(6)
1.2.3 微型计算机的应用	(7)
习题	(9)
第 2 章 微型计算机基础	(11)
2.1 计算机中信息的表示和运算	(12)
2.1.1 进位计数制	(12)
2.1.2 进位计数制之间的数转换	(13)
2.1.3 定点数和浮点数	(17)
2.1.4 原码、反码和补码	(20)
2.1.5 BCD 码	(23)
2.1.6 字符和汉字的编码	(23)
2.2 基本逻辑运算	(25)
2.2.1 “与”运算(AND)	(25)
2.2.2 “或”运算(OR)	(25)
2.2.3 “非”运算(NOT)	(25)
2.2.4 “异或”运算(XOR)	(25)
2.3 80x86 微型计算机系统概述	(26)
2.3.1 微型计算机系统概述	(26)
2.3.2 8086/8088CPU 功能结构	(28)
2.3.3 内部存储器概述	(31)
习题	(32)
第 3 章 8086 微型计算机机器语言指令	(35)
3.1 寻址方式	(36)
3.1.1 操作数的种类	(36)
3.1.2 8086/8088 的寻址方式	(36)
3.2 指令系统	(41)
3.3 8086 微型计算机的常用指令	(43)
3.3.1 数据传送指令	(43)
3.3.2 算术运算指令	(48)
3.3.3 逻辑运算和移位指令	(55)
3.3.4 处理机控制指令	(57)
习题	(58)
第 4 章 汇编语言程序	(61)
4.1 汇编语言	(62)

4.1.1 定义	(62)
4.1.2 分类	(62)
4.1.3 宏汇编语言	(62)
4.2 80x86 汇编语言语句	(63)
4.2.1 语句的种类	(63)
4.2.2 语句的格式	(63)
4.3 汇编语言数据	(64)
4.3.1 常量	(64)
4.3.2 变量	(65)
4.3.3 标号	(65)
4.3.3 表达式	(65)
4.4 汇编语言伪指令	(70)
4.4.1 变量定义和数据预置伪指令	(70)
4.4.2 符号定义伪指令	(72)
4.4.3 段定义伪指令	(73)
4.4.4 程序开始与结束伪指令	(76)
4.4.5 对准伪指令	(77)
4.4.6 其他伪指令	(78)
4.5 汇编语言源程序的结构	(79)
4.6 上机操作过程	(81)
4.6.1 软件环境	(81)
4.6.2 源程序的汇编	(82)
4.6.3 装配连接目的程序	(82)
4.6.4 程序的执行与调试	(83)
习题	(84)
第 5 章 汇编语言程序设计	(87)
5.1 顺序结构程序设计	(88)
5.2 分支结构程序设计	(89)
5.2.1 分支结构程序设计概述	(89)
5.2.2 转移指令	(91)
5.2.3 分支结构程序设计	(94)
5.3 循环结构程序设计	(101)
5.3.1 循环结构程序设计概述	(101)
5.3.2 循环控制与串操作指令	(102)
5.3.3 循环程序设计	(106)
习题	(113)
第 6 章 子程序设计	(115)
6.1 子程序(过程)调用与返回指令	(116)
6.1.1 子程序调用指令 CALL	(116)
6.1.2 子程序返回指令 RET	(117)
6.2 子程序的设计方法	(118)
6.2.1 子程序的定义	(118)
6.2.2 子程序的调用和返回	(119)
6.2.3 寄存器的保存与恢复	(119)

6.3	子程序的参数传递	(119)
6.3.1	通过寄存器传递参数	(120)
6.3.2	用参数表传递参数	(121)
6.3.3	通过堆栈传递参数或参数地址	(123)
6.4	嵌套子程序	(125)
6.5	递归子程序	(127)
	习题	(128)
第7章	高级汇编语言技术	(129)
7.1	宏汇编	(130)
7.1.1	宏的定义	(130)
7.1.2	宏调用和宏展开	(130)
7.1.3	宏定义和宏调用中的参数	(132)
7.1.4	宏定义中的标号和变量处理	(133)
7.1.5	取消宏定义伪指令 PURGE	(134)
7.2	重复汇编	(135)
7.2.1	定重复汇编伪指令	(135)
7.2.2	不定重复伪指令	(135)
7.3	条件汇编	(136)
7.4	宏库的使用	(138)
7.4.1	宏库的建立	(138)
7.4.2	宏库的使用	(139)
7.5	结构与记录	(140)
7.5.1	结构	(140)
7.5.2	记录	(143)
	习题	(145)
第8章	80x86 CPU	(147)
8.1	8086/8088 CPU	(148)
8.1.1	8086/8088 引脚信号	(148)
8.1.2	8086/8088 操作和时序	(153)
8.2	80486CPU	(157)
8.2.1	80486 功能结构	(157)
8.2.2	80486 引脚信号	(160)
8.2.3	80486 的工作方式	(164)
8.3	Pentium CPU	(167)
8.3.1	Pentium CPU 概述	(167)
8.3.2	Pentium 微处理器的基本组成	(167)
8.4	80486 指令系统	(168)
8.4.1	增加的寻址方式	(168)
8.4.2	80486 的数据类型	(168)
8.4.3	80486 指令系统简介	(169)
	习题	(170)
第9章	半导体存储器	(173)
9.1	概述	(174)
9.1.1	存储器的分类	(174)

9.1.2 存储器的主要性能指标	(176)
9.2 主存储器及接口	(177)
9.2.1 主存储器的基本组成	(177)
9.2.2 半导体存储器的分类	(178)
9.2.3 存储器与 CPU 的接口	(185)
9.3 高速缓存系统	(190)
9.3.1 高速缓存系统的结构	(190)
9.3.2 高速缓存数据的一致性	(191)
9.4 PC 内存的分配和使用	(192)
9.4.1 PC 内存空间分配	(192)
9.4.2 PC 内存的使用	(195)
习题	(196)
第 10 章 输入/输出及中断系统	(199)
10.1 I/O 接口概述	(200)
10.1.1 I/O 接口的概念	(200)
10.1.2 I/O 接口的硬件分类	(200)
10.1.3 I/O 接口的功能及结构	(201)
10.1.4 I/O 接口的端口寻址	(203)
10.1.5 I/O 控制方式	(203)
10.2 PC 系列 I/O 端口布局	(209)
10.2.1 I/O 端口寻址特点	(209)
10.2.2 I/O 端口地址分配	(210)
10.3 中断原理	(211)
10.3.1 80x86 中断的类型	(211)
10.3.2 中断向量与中断描述符表	(213)
10.3.3 中断响应和中断处理过程	(215)
10.3.4 中断优先级与嵌套	(217)
10.3.5 中断源的识别和判优	(218)
10.4 8259A 中断控制器	(219)
10.4.1 8259A 中断控制器的功能结构及外形	(220)
10.4.2 8259A 的中断工作过程	(221)
10.4.3 8259A 中断控制器的编程	(222)
10.5 中断应用	(230)
10.5.1 DOS 系统功能调用	(231)
10.5.2 ROM BIOS 中断调用	(234)
10.5.3 系统中断调用及应用实例	(236)
10.6 8237DMA 控制器	(239)
10.6.1 DMA 控制器的一般结构	(239)
10.6.2 DMA8237 控制器	(240)
10.6.3 8237A 的编程和使用	(247)
习题	(249)
第 11 章 总线	(253)
11.1 概述	(254)
11.1.1 总线	(254)

11 1 2	总线标准	(254)
11 1 3	信息在总线上的传送方式	(256)
11 1 4	总线仲裁	(256)
11 1 5	总线通信协议	(258)
11 1 6	总线的负载能力	(259)
11 2	系统总线和局部总线	(259)
11 2 1	ISA 总线	(259)
11 2 2	EISA 总线	(262)
11 2 3	VESA 总线	(262)
11 2 4	PCI 总线	(263)
11.3	外部通信总线	(265)
11.3.1	RS-232C 串行通信总线	(265)
11 3 2	CENTRONIC 打印机总线接口	(268)
11 3 3	通用串行总线 USB(Universal Serial Bus)	(269)
11 3 4	硬盘驱动器接口电路	(270)
11 3.5	软盘驱动器接口电路	(271)
习题		(271)
第 12 章	可编程接口芯片及应用	(273)
12 1	并行接口芯片 8255A 及应用	(274)
12 1 1	8255A 的结构与引脚	(274)
12.1 2	8255A 的工作方式	(276)
12.1.3	8255 的应用举例	(281)
12 2	定时/计数器接口芯片 8253 应用	(284)
12.2 1	8253 的结构与引脚功能	(284)
12 2.2	8253 的工作方式与初始化	(286)
12.2 3	计数器/计时器应用举例	(291)
12.3	串行接口芯片 8251A 及应用	(300)
12.3.1	串行通信概述	(300)
12.3.2	可编程通信接口 8251A(USART)	(305)
习题		(313)
第 13 章	微机常规外设子系统	(315)
13 1	键盘	(316)
13 1 1	键盘的工作原理	(316)
13 1.2	键盘控制器	(318)
13 1.3	键盘中断	(319)
13.2	视频子系统	(321)
13 2 1	概述	(321)
13 2 2	视频显示原理	(321)
13.2 3	VGA 显示卡	(326)
13 2 4	字符和图形程序设计	(328)
13 3	打印机	(338)
13 3 1	并行接口	(338)
13 3 2	打印字符的子程序	(340)
13.4	磁盘子系统	(340)

13.4.1 软盘	(340)
13.4.2 硬盘	(345)
13 4 3 CD-ROM 光盘	(348)
13.4.4 文件操作程序设计	(351)
习题	(357)
附录 A ASCII 码表	(359)
附录 B 8066/8088 指令系统	(360)
附录 C 中断向量地址表	(364)
附录 D BIOS 功能调用	(365)
附录 E DOS 功能调用	(369)
附录 F 调试程序 DEBUG	(374)
附录 G 汇编错误信息	(378)
参考文献	(384)

第 1 章 微型计算机概述

本章要点

- ◆ 了解计算机和微型计算机的基本概念
- ◆ 了解微处理器和微型机的发展
- ◆ 掌握微型计算机的特点和性能指标
- ◆ 了解微型计算机的应用范围

1.1 微型计算机的发展概况

电子计算机是由各种电子器件组成的能够自动、高速、精确地进行逻辑控制和信息处理的现代化设备。它是 20 世纪人类最伟大的发明之一。自 20 世纪 40 年代第一台电子计算机问世以来,以构成计算机硬件的逻辑部件为标志,已经历了从电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模及超大规模集成电路计算机 4 个阶段。随着大规模集成电路的发展,计算机分别朝着大型机、巨型机和超小型机、微型机两个方面发展。

微型计算机的诞生和发展是伴随着大规模集成电路的发展而发展起来的。微型计算机在系统结构和基本工作原理上与其他计算机(巨型、大型、中小型计算机)没有本质差别,所不同的是微型计算机采用了集成度相当高的器件和部件,它的核心部分是微处理器。微处理器(或称微处理机)是指一片或几片大规模集成电路组成的具有运算器和控制器功能的中央处理器(CPU)。以微处理器为核心的微型计算机是计算机的第四代产品。

以微处理器为核心,配上大容量的半导体存储器及功能强大的可编程接口芯片、连上外部设备(包括键盘、显示器、打印机和磁盘、光盘等外部存储器)及电源所组成的计算机,称作微型计算机,简称 PC 或 MC(Micro Computer)。微型计算机加上系统软件,构成微型计算机系统(MCS)。

微型计算机的最小配置为单片机,它是在 1 个芯片上封装了 CPU、存储器和接口电路。另一种较小的配置为单板机,它是在 1 块印刷电路板上安装了组成微型计算机要素的各个部件。

1.1.1 微处理器和微型计算机的发展

微型计算机主要以微处理器的发展而升级换代,而微处理器的发展通常按字长和功能为主要指标,至今可以划分为 5 个时期。

第一时期(1971 年~1993 年): 4 位或 8 位低档微处理器和微型计算机

1971 年, Intel 公司宣布 4004CPU,它是 1 种 4 位微处理器,其运算速度为 50KI/s(千指令/秒),指令周期为 20 μ s,时钟频率为 1MHz,集成度约在 2000 管/片。寻址能力为 4KB,有 45 条指令。另一种 4 位微处理器是 4040。同年,出现了 4004 的低档 8 位扩展型产品 8008,其寻址能力为 16KB,有 48 条指令。

这一时期的代表机型是 MCS-4 和 MCS-8。

第二时期(1973 年~1977 年): 8 位中高档微处理器和微型计算机

1973 年, Intel 发布 8 位中档微处理器 8080,其运算速度约 500KI/s,指令周期为 2 μ s,寻址空间为 64KB。同期, Motorola 公司的 MC6800 与 8080 相当。Zilog 公司的 Z80 和 Intel 公司 1977 年发布的最后一款 8 位微处理器 8085 属于 8 位高档微处理器。8085 的运算速度为 770KI/s,指令周期为 1.3 μ s。

在这一时期,出现了以 8080A/8085A、Z80 和 MC6502 为 CPU 组装成的微型计算机。其中,基于 8080CPU 的第一台个人电脑 Altair 8800 在 1974 年问世,而以 MC6502 为 CPU 的 Apple-II 具有很大的影响。这些个人电脑普遍采用了汇编语言、高级语言(如 BASIC、FORTRAN、PL/I 等),其中 Altair 8800 机的 BASIC 解释程序就是由 Bill Gates 开发的。后

期配上了操作系统(如 CP/M、Apple- II DOS 等),从而使微型计算机开始配上磁盘和各种外设。

第三时期(1978 年~1984 年): 16 位微处理器和微型计算机

1978 年以后,出现了 16 位微处理器,代表产品如 Intel 公司的 8086(集成度 29000 管/片)、80881、80286, Motorola 公司的 MC68000(集成度 68000 管/片)和 Zilog 公司的 Z8000(集成度 17500 管/片)等。

8086/8088 扩大了存储容量并增加了指令功能(如乘法和除法指令)。但指令的总量从 8085 的 246 条增加到 8086/8088 的 20000 多条,所以被称作 CISC(Complex Instructions Set Computer)处理器。8086/8088 还增加了内部寄存器,使用 8086/8088 指令集更容易编写高效和复杂的软件。

用 16 位微处理器组装的微型计算机(如 IBM PC、PC/XT、PC/AT、AST286、COMPAQ286)在功能上已达到和超过了低档小型机 PDP-11/45。

第四时期(1985 年~1991 年): 32 位微处理器和微型计算机

1986 年, Intel 公司推出 80386CPU, Motorola 同期相继发表 MC68020~68050 四款 32 位微处理器。1989 年 Intel 公司又推出 80486 微处理器,其主要性能为 80386 的 2~4 倍。

这一时期主要微型计算机产品有 IBM- PS II/80、AST386、COMPAQ386 等。

第五时期(1992 年以来): 64 位微处理器和微型计算机

为了进一步提高微型机性能,1992 年后出现了数据总线达 64 位微处理器和高档微型机。Intel 公司于 1993 年推出了 Pentium(代号 P5、俗称 586)微处理器。P5 在性能上已达到了中高档 RISC(Reduced Instruction Set Computer)处理器水平。其他典型产品还有 MC68060、AMD 的 K5、Cyrix 的 M5 和 IBM 公司 power PC。后来 Intel 公司又推出 Pentium MMX CPU,使计算机在执行通信、音频、图像、图形处理功能时,性能得到改善,所以称作多能奔腾。

1995 年 Intel 公司发表了高能奔腾 Pentium pro(P6)和 Pentium II, 称作为第二代奔腾。Pentium II 是在 Pentium pro 的基础上增加了 MMX 技术。1999 年第三代奔腾 P7 和 Pentium III 问世。这些产品在微处理器发展史上构筑了一个又一个新的丰碑。这些产品基本上还是属于 64 位微处理器系列。

早在 1993 年底,世界上主要微型计算机生产厂,都有自己的 586 微型计算机系列,其更新产品主要定位在多媒体、网络文件服务器上。当前,高档微型计算机以其很高的性能/价格比,正向着社会各个领域乃至家庭日常生活不断渗透,使人类迈步奔向信息社会新纪元。

1.1.2 80x86 微处理器的性能与特点

在微处理器的发展史上, Intel 公司的 80x86 微处理器始终处于主导地位,有必要对 80x86 微处理器的性能与特点作系统的介绍。

1. 8086/8088

标准 16 位微处理器 8086 是 80x86 微处理器系列的第一个成员。其内外部数据总线均为 16 位,地址总线为 20 位,因此,直接寻址空间达 1MB(MC68000 的寻址能力为 16MB)。8086 主要由执行部件 EU 和总线控制部分 BIU 组成,外形为 40 脚芯片,工作频率为 4~8MHz、运算速度约为 2.5MI/s(1MB=1000KB),指令周期为 0.4 μ s。

8088 是准 16 位微处理器，其内部数据总线为 16 位，外部数据总线为 8 位。

2. 80286

80286 是性能高于 8086 的 16 位微处理器，其地址总线为 24 位，直接寻址空间为 16MB，运算速度约为 4.0MI/s，工作频率为 8~10MHz。它由执行部件 EU、地址部件 AU、总线部件 BU、指令部件 IU4 部分组成。80286 采用流水线工作方式，并行操作，使大多数指令的执行速度比 8086 快 8 倍。

80286 把存储器的管理和保护功能集中在芯片内，所以它具有 2 种性质的存储器，一种是实际存储器，另一种是虚拟存储器，因此具有实地址和受保护的虚拟地址 2 种管理方式。在实地址方式下，目标代码和 8086/8088 兼容，使用 20 条地址线，仅 1MB 的寻址空间，它的物理地址即是逻辑地址，两者之间不需转换。在保护方式下，80286 具有多用户和多任务的处理能力，其实际存储空间将扩大为 16MB，并为每个用户提供 1000MB 的虚拟存储空间，CPU 可将获得的虚拟地址自动转换到 16MB 的物理地址。在保护方式下，80286 与 8086/8088 的源代码兼容。

3. 80386

80386 有 SX、SL、SLC、EX 和 DX 多种产品。其中，只有 80386DX 是标准的 32 位(其余均是准 32 位)微处理器，其内外部数据总线和地址总线均为 32 位，寻址能力可达 4GB，运算速度约为 5.0MI/s，工作频率为 16~50MHz。其余 4 种产品的数据总线均为 16 位，SX 的地址总线为 24 条、SL 和 SLX 为 25 条、EX 为 26 条，寻址能力分别为 16MB、32MB、32M+8K Cache 和 64M。

80386 内部由 6 部分组成：执行部件、总线接口部件、指令译码部件、预取部件、分段部件、分页部件。所以，可实现段式、页式或段页式管理，这是 80386 突出的一个特点。80386 与 8086、80286 在目标代码级具有向上兼容特性，同时增加了用于访问 32 位寄存器和管理存储器的指令。

80386 具有实地址方式，受保护的虚地址方式和虚拟 8086 方式 3 种管理方式。使用虚拟 8086 方式能模拟多个 8086 处理器。

4. 80486

80486 是将 80386CPU、80387 和 8K Cache 合并入 1 个集成块中。它是标准的 32 位微处理器，有 SX、BX、DX2、DX4 等产品。这些产品的数据总线和寻址能力相同，差别在于时钟频率为 33~100MHz 不等。高速的 80486DX4 完成整数操作几乎和 60MHz 的 Pentium 一样。

80486 由 8 个基本部件组成，分别称作总线接口部件、指令预取部件、指令译码部件、执行部件、控制部件、存储管理部件、高速缓冲部件、浮点处理部件。

80486 可以模拟多个 80286，实现多层次的多任务功能，而 80386 只能模拟多个 8086，实现多任务功能。

80486 采用 RISC 技术，使之能在 1 个时钟周期执行 1 条指令，而 80486 以前采用的是 CISC 技术，每条指令的执行时间约在 2 个时钟周期以上。

5. Pentium(P5)和 P55C

P5 的内部数据总线为 32 位, 外部数据总线为 64 位, 地址总线为 36 位, 其工作频率从 66~200MHz、集成度从 310 万管~330 万管/片不等。Pentium P55C 是带有多媒体扩展结构的奔腾级芯片, 故又称多能奔腾, 集成度达成 450 万管/片。

Pentium 技术主要有以下特点:

(1)采用超标量双流水线(也称管线), 即 U 流水线、V 流水线。其 CPU 内部含有多个指令执行单元和双流水线。U、V 流水线有各自独立的算术逻辑单元、地址生成器和数据高速缓存接口, 从而使 P5 在单个时钟周期内执行 2 条指令, 比频率相同的 486 速度提高 1 倍。

(2)16KB Cache 分为 8KB 代码高速缓存和 8KB 数据高速缓存, 即双 8KB Cache。前者可提供高达 32 位的原始操作码, 后者在每个时钟周期内提供 2 次数据存取。

(3)提供顺序方式预取指令和转移方式预取指令 2 个预取缓冲器。

(4)提供高性能浮点运算功能。

(5)P5 将常用指令实现硬件化, 从而加快指令执行速度。

(6)内置 MP(Multi Processor)中断控制器, 可支持多达 60 个微处理器, 适合于组成多处理系统。

(7)采用 82430 PCI(Peripheral Component Interconnect 外部设备互连)芯片组, 可提高图像、网络与磁盘的存取速度。

6. Pentium Pro(P6)和 Pentium II

Pentium Pro P6 在设计上采用 3 路(P5 为 2 路)超标量体系结构, 66MHz 主板频率能支持 ($\times 2$ 、 $\times 2.5$ 、 $\times 3$ 、 $\times 4$)倍频, 内存提高可达 4GB。

Pentium II 处理器是目前世界上最具朝气的带有 MMX 技术的微处理器之一, 内置了一级高速缓存双 16KB Cache(其中 16KB 供数据用, 16KB 供指令用), 速度是 P6 处理器的 2 倍。在 300MHz 的高速主频下, Pentium II 处理器使用了一种称为 S.E.C(Single Edge Contact, 单边接触)的新技术, 这一技术是将 512KB 二级高速缓存移出 CPU, 但又与 CPU 封装在同一塑料盒内, 中间用 Cache 总线相连接。

Pentium II 还使用了称作 D.I.B(Dual Independent Bus technology, 双重独立总线)的新技术来加快它的数据传送速度。双重独立总线中的一条用于连接二级缓存, 称二级缓存总线; 另一条用于连接系统主存, 称系统总线。

双重独立总线结构先后在 Intel 的 Pentium Pro 和 Pentium II 处理器上使用, 这种高速的总线结构和高速二级缓存结合, 使 CPU 可从它的 2 条总线上同时并行存取数据, 从而使二级缓存能以更高的速度运行, 也就大大提高了整个系统的速度。总的来说, 双重独立总线结构使数据传输能力比单总线结构快了 3 倍之多, 并能支持比 66MHz 更高的主板频率, 而二级缓存的速度也能随处理器主频的提高而提高。