



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
(五年制) 高等职业教育电子信息类教学用书

21世纪高职高专系列规划教材

微机原理及接口技术

主 编 刘婷婷 王 辉

副主编 李彦梅 孙飞龙



北京师范大学出版社

010100001010101011011011010010110100100

01010000101010101101101101001011010010010101

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
21世纪高职高专系列规划教材

微机原理及接口技术

主 编 刘婷婷 王 辉
副主编 李彦梅 孙飞龙



北京师范大学出版社

内容简介

本书是高职高专系列教材之一,全书共 12 章分两部分,第一部分为原理篇,重点介绍微型计算机的原理;第二部分为应用篇,着重于应用及实际设计。

本书以 8086/8088 微型计算机为机型,系统地介绍了计算机的组成、程序设计、存储器系统、输入/输出设备及接口、A/D 与 D/A 转换及其接口技术,并给出了综合应用实例、课程设计指导及实用设计案例,使教材将理论教学与实际应用有机结合。

本教材内容新颖、实用,不仅适用于高职、高专、成人教育的学生,还可作为相关技术人员的培训教材和技术参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理及接口技术/李婷婷,王辉著. —北京:北京师范大学出版社,2005.8

(21 世纪高职高专系列规划教材)

ISBN 7-303-07650-6

I. 微… II. ①李…②王… III. ①微型计算机 - 理论 - 高等学校:技术学校 - 教材②微型计算机 - 接口 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 086370 号

北京师范大学出版社出版发行
(北京新街口外大街 19 号 邮政编码:100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人:赖德胜

北京牛山世兴印刷厂印刷 全国新华书店经销
开本:185mm×260mm 印张:21 字数:430 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

印数:1~5000 定价:26.50 元

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序地发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业学校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等职业、高等职业文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入地研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。其特点如下:

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。教育部等六部委联合发文确定紧缺型人才培养战略,并明确提出了高等职业教育将从3年制逐渐向2年制过渡。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以2年制为基础,兼顾3年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知识,内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教

材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3.教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4.教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5.反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近20年的职业教育出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材是针对2/3年制编写的,同时也向教育部申报了“2004—2007年职业教育教材开发编写规划”,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司5年制高职推荐教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机等其他专业,以及工商管理、财会等方面教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业与成人教育事业部全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院

山东劳动职业技术学院

济宁职业技术学院

辽宁省交通高等专科学校

浙江机电职业技术学院

杭州职业技术学院

西安科技大学电子信息学院

西安科技大学机械学院

天津渤海职业技术学院

天津渤海集团公司教育中心

连云港职业技术学院

景德镇高等专科学校

徐州工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

江西信息应用职业技术学院

浙江商业职业技术学院

内蒙古电子信息职业技术学院

济源职业技术学院

河南科技学院

苏州经贸职业技术学院

浙江工商职业技术学院

温州大学

四川工商职业技术学院

常州轻工职业技术学院

河北工业职业技术学院

太原理工大学轻纺学院

浙江交通职业技术学院

保定职业技术学院

绵阳职业技术学院

北岳职业技术学院

天津职业大学

北京轻工职工职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

襄樊职业技术学院

九江职业技术学院

青岛远洋船员学院

无锡科技职业学院

广东白云职业技术学院

三峡大学职业技术学院

西安欧亚学院实验中心

天津机电职业技术学院

漯河职业技术学院

济南市高级技工学校

沈阳职业技术学院

江西新余高等专科学校

赣南师范学院

前 言

《微机原理与接口技术》一书是高职高专计算机专业系列教材之一,面向高职、高专与成人教育的计算机专业的学生。

微型计算机接口技术是计算机专业的主干课程,也是该专业高等技术应用型人才必须掌握的一门专业技术。本教材从微机结构与组成出发,结合多年的教学实践,以 8086/8088CPU 为机型,从软件和硬件两方面讲述了微机的基本原理、指令系统及接口技术,力求新颖、实用。全书共 12 章,参考学时为 96 学时。第 1 章为微机系统的基础知识,主要介绍了计算机的发展、数制的转换及运算;第 2 章为微机的组成及结构,着重讲述了微型计算机结构、组成及特点;第 3 章为 8086/8088 指令系统,重点讲述了 8086/8088 微机的寻址方式和各类指令系统;第 4 章为汇编语言程序设计,重点讲述了常见程序的设计方法及技巧;第 5 章为存储器系统,介绍了 RAM、ROM 的基本存储电路及内部结构;第 6 章为输入/输出及中断技术,讲述了常用输入/输出接口技术及接口芯片,并详细介绍了中断技术;第 7 章为常用数字接口电路,重点讲述了常用的数字接口芯片 8255A、8250 及 8253 等;第 8 章为模拟量的输入/输出,讲述了 D/A 转换接口及 A/D 转换接口;第 9 章为人-机交互接口,讲述了常用输入设备接口及输出设备接口;第 10 章为综合应用实例,介绍了存储器扩展、串行通信综合应用、数据采集系统;第 11 章为课程设计指导,提供了一些实用的课程设计题目及设计要求;第 12 章为实用设计案例,介绍了交通灯控制系统、电子台历系统的设计方法。考虑到读者的特点与高职教学和特色,在讲述理论知识的过程中注重实践环节。本书配有大量的实例,帮助读者理解和掌握微机组成原理与接口技术的设计和应用,同时还增加了综合应用实例、课程设计指导及实用设计案例,进一步提高学生的综合分析问题和解决问题的能力。

本书由刘婷婷、王辉任主编。其中第 3、4、10、11、12 章由刘婷婷执笔,第 7、8 章由孙飞龙执笔,第 5、6 章由李彦梅执笔,第 1、2 章由王辉执笔,第 9 章由林庭双执笔。

由于计算机技术发展迅速,其应用领域不断拓展,限于编者的学识水平和知识范围,书中不足之处在所难免。对于本书存在的问题,敬请广大读者批评指正。

编 者
2005 年 4 月

目 录

第 1 章 基础知识	(1)	2.2.2 8086/8088 微处理器的内部结构	(29)
1.1 微型计算机发展概况	(1)	2.2.3 8086/8088 微处理器的引脚及功能	(35)
1.2 计算机中的数制及编码	(5)	2.2.4 8086/8088 微处理器的工作模式	(42)
1.2.1 常用数制	(5)	2.2.5 8086/8088 微处理器的时序	(44)
1.2.2 不同数制之间的转换	(6)	2.3 系统总线	(51)
1.2.3 信息编码	(9)	2.3.1 总线和总线结构	(51)
1.3 无符号二进制数的运算	(12)	2.3.2 PC/XT 总线	(55)
1.3.1 无符号数的范围	(12)	2.3.3 ISA 总线和 EISA 总线	(58)
1.3.2 无符号数的运算	(12)	2.3.4 高速局部总线(PCI 总线)	(61)
1.4 带符号二进制数的表示和运算	(13)	2.3.5 USB 总线	(64)
1.4.1 原码	(13)	2.3.6 总线控制器 8288	(64)
1.4.2 反码	(14)	本章小结	(67)
1.4.3 补码	(14)	习题与思考题	(67)
1.4.4 补码的运算	(15)	第 3 章 8086/8088 指令系统	(69)
1.4.5 定点数与浮点数	(15)	3.1 概述	(69)
本章小结	(17)	3.1.1 指令的基本构成	(69)
习题与思考题	(17)	3.2 8086 的寻址方式	(71)
第 2 章 微型计算机基础	(19)	3.2.1 立即寻址(immediate addressing)	(71)
2.1 微型计算机系统	(19)	3.2.2 直接寻址(direct addressing)	(72)
2.1.1 微型计算机的结构	(19)	3.2.3 寄存器寻址(register addressing)	(73)
2.1.2 微型计算机的特点及分类	(22)	3.2.4 寄存器间接寻址(register indirect addressing)	(73)
2.1.3 微型计算机主要性能指标	(27)		
2.2 8086/8088 微处理器	(28)		
2.2.1 微处理器的一般结构	(28)		



3.2.5 寄存器相对寻址	(74)
3.2.6 基址—变址寻址	(75)
3.2.7 基址—变址—相对寻址 ..	(75)
3.3 8086 指令系统	(77)
3.3.1 数据传送类指令	(77)
3.3.2 算术运算指令	(87)
3.3.3 逻辑运算和移位指令	(95)
3.3.4 串操作指令	(103)
3.3.5 程序控制指令	(105)
本章小结	(115)
习题与思考题	(118)
第4章 汇编语言程序设计	(115)
4.1 汇编语言源程序	(118)
4.1.1 汇编语言基本概念	(118)
4.1.2 汇编语言语句的格式 ..	(119)
4.2 伪指令	(124)
4.2.1 数据定义伪指令	(124)
4.2.2 符号定义伪指令	(125)
4.2.3 段定义伪指令	(125)
4.2.4 过程定义伪指令	(126)
4.2.5 源程序结束伪指令	(126)
4.3 汇编语言程序设计基础	(127)
4.3.1 顺序结构	(127)
4.3.2 分支结构	(128)
4.3.3 循环结构	(130)
4.3.4 子程序设计	(132)
4.4 常见程序设计举例	(134)
本章小结	(142)
习题与思考题	(143)
第5章 存储器系统	(145)
5.1 半导体存储器	(145)
5.1.1 半导体存储器的分类和特点 ..	(145)
5.1.2 随机存储器	(147)
5.1.3 只读存储器	(151)
5.2 高速缓冲存储器(Cache)	(155)
5.2.1 Cache 的工作原理	(155)
5.2.2 高速缓存与主存的存取一致性	(157)
5.3 存储器管理	(160)
5.3.1 IBM PC/XT 中的存储空间分配	(160)
5.3.2 扩展存储器及其管理	(161)
5.4 外存储器简介	(165)
5.4.1 软盘及软盘驱动器	(165)
5.4.2 硬盘及硬盘驱动器	(166)
5.4.3 光盘	(168)
本章小结	(170)
习题与思考题	(170)
第6章 输入/输出及中断技术	(172)
6.1 输入/输出接口	(172)
6.1.1 概述	(172)
6.1.2 I/O 接口的编址方式	(176)
6.1.3 I/O 端口地址译码	(177)
6.1.4 I/O 数据传送方式	(178)
6.2 输入/输出接口控制方式	(179)
6.2.1 无条件传送指令	(179)
6.2.2 查询传送方式	(181)
6.2.3 中断方式	(185)
6.2.4 DMA 方式	(186)
6.3 中断技术	(188)
6.3.1 中断的基本概念	(189)
6.3.2 8086/8088 中断系统	(190)
6.4 可编程中断控制器 8259A	(194)
6.4.1 8259A 的引脚及内部结构	(194)

6.4.2 8259A 的工作过程及工作方式	(197)	8.1.2 模拟量的输出通道	(257)
6.4.3 8259A 初始化编程	(202)	8.2 D/A 转换及接口	(258)
本章小结	(212)	8.2.1 D/A 转换原理及技术指标	(258)
习题与思考题	(212)	8.2.2 DAC0832 及其接口电路	(260)
第 7 章 常用数字接口电路	(214)	8.3 A/D 转换及接口	(263)
7.1 接口电路概述	(214)	8.3.1 A/D 转换方法	(263)
7.2 可编程并行接口芯片 8255A	(215)	8.3.2 A/D 转换器性能参数	(265)
7.2.1 8255A 的内部结构和管脚	(215)	8.3.3 ADC0809 及其接口电路	(266)
7.2.2 8255A 的控制字	(217)	8.4 数/模、模/数通道设计	(269)
7.2.3 8255A 的工作方式	(218)	8.4.1 多路模拟开关	(269)
7.2.4 8255A 的应用实例	(223)	8.4.2 采样/保持器	(271)
7.3 可编程串行通信接口 8250	(226)	8.4.3 A/D, D/A 通道的结构形式	(273)
7.3.1 串行通信基本概念	(226)	8.4.4 A/D, D/A 通道设计应用示例	(274)
7.3.2 串行通信的接口标准	(230)	本章小结	(278)
7.3.3 可编程串行通信接口 8250	(232)	习题与思考题	(278)
7.4 可编程定时计数器 8253	(239)	第 9 章 人-机交互接口	(280)
7.4.1 定时/计数器工作原理	(239)	9.1 输入设备接口	(281)
7.4.2 8253 的内部结构和管脚	(241)	9.1.1 键盘接口	(281)
7.4.3 8253 的工作方式及控制字	(243)	9.1.2 鼠标接口	(285)
7.4.4 8253 的应用实例	(249)	9.2 输出设备接口	(287)
本章小结	(254)	9.2.1 LED 数字显示器接口	(287)
习题与思考题	(254)	9.2.2 CRT 显示器和显示适配器	(287)
第 8 章 模拟量的输入/输出	(256)	9.2.3 打印机接口	(291)
8.1 模拟量输入/输出通道组成	(256)	9.3 磁盘存储器接口	(292)
8.1.1 模拟量的输入通道	(257)	9.3.1 软磁盘接口	(292)
		9.3.2 硬磁盘接口	(294)
		本章小结	(296)
		习题与思考题	(296)



第 10 章 综合应用实例	(297)
10.1 存储器扩展	(297)
10.2 串行通信综合应用	(301)
10.3 数据采集系统	(304)
本章小结	(307)
第 11 章 课程设计指导	(308)
11.1 数码管移位显示器	(308)
11.1.1 题目及要求	(308)
11.1.2 解决方案	(308)
11.2 变频信号发生器	(309)
11.2.1 题目及要求	(309)
11.2.2 解决方案	(309)
11.3 RAM 的扩充设计	(309)
11.3.1 题目及要求	(309)
11.3.2 解决方案	(310)
11.4 音乐发生器	(310)
11.4.1 题目及要求	(310)
11.4.2 解决方案	(310)
11.5 串行通信设计	(311)
11.5.1 题目及要求	(311)
11.5.2 解决方案	(312)

11.6 电脑数字密码锁	(312)
11.6.1 题目及要求	(312)
11.6.2 解决方案	(312)
11.7 可编程顺序控制器	(313)
11.7.1 题目及要求	(313)
11.7.2 解决方案	(313)
11.8 D/A 转换设计	(314)
11.8.1 题目及要求	(314)
11.8.2 解决方案	(314)
11.9 四则运算计算器	(314)
11.9.1 题目及要求	(314)
11.9.2 解决方案	(315)
11.10 步进电机控制系统	(315)
11.10.1 题目及要求	(315)
11.10.2 解决方案	(315)
本章小结	(316)
第 12 章 实用设计案例	(317)
12.1 应用实例 1——交通灯	(317)
12.2 应用实例 2——电子台历	(319)

第1章 基础知识

计算机的发明是20世纪最重大的科学技术成就之一,它使人类文明进入了一个崭新的时代。由于计算机具有很强的运算能力、逻辑判断能力、数据处理能力,因此自问世以来得到了飞速的发展。本章将对微型计算机的发展概况以及计算机中的数制表示及运算作简单介绍。

1.1 微型计算机发展概况

自1946年世界上第一台计算机问世以来,计算机技术获得了突飞猛进的发展。短短40多年的时间,已经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机、大规模和超大规模集成电路计算机4个阶段。计算机按照性能、价格和体积的不同,一般分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型计算机五大类。

微型计算机是20世纪70年代初研制成功的。一方面是由于军事、航空航天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;另一方面是大规模集成电路技术的不断发展,为微型计算机的产生打下了坚实的物质基础。

微处理器是微型计算机的核心芯片,通常简称为 μP 或MP(Micro Processor),它是将计算机中的运算器和控制器集成在一块集成电路芯片上。这样的芯片也称为中央处理器,简称为CPU(Central Processing Unit)。

微型计算机简称为 μC 或MC(Micro Computer),它是由微处理器、存储器和输入/输出接口电路以及相应的外围电路组成的计算机。

30多年来,微处理器和微型计算机获得了极快的发展,几乎每两年微处理器的集成度翻一番,每2~4年更新换代一次,如今已经推出了五代微处理器产品。

第一阶段(1971~1973年):4位或低档8位微处理器

典型的微机以Intel 4004和Intel 4040为基础,1972年Intel公司推出的低档8位8008也属于第一代微处理器产品。

第一代微处理器的参数是:芯片采用PMOS(Metal-Oxide Semiconductor,金属氧化物半导体)工艺,集成度约为2000管/片,时钟频率为1MHz,平均指令执行时间为 $20\mu\text{s}$ 。

第一代微处理器的特点是:指令系统简单,运算功能单一,但价格低廉,使用方



便。主要应用是面向袖珍计算器、家电、交通灯控制等简单控制场合。

第二阶段(1974~1977年):中高档8位微处理器

以8位微处理器为基础,典型的微处理器有 Intel 8080/8085、Zilog 公司的 Z80 及 Motorola 公司的 6800。

第二代微处理器的参数是:芯片采用 NMOS 工艺,集成度达到 5000~9000 管/片,微处理器的性能技术指标有明显改进,时钟频率为 2~4MHz,运算速度加快,平均指令执行时间为 1~2 μ s,具有多种寻址方式。指令系统较完善,基本指令多达 100 多条。

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、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,这些都说明 8 位微处理器已经处于成熟阶段。

在软件方面,除可使用汇编语言外,还有高级语言和操作系统。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。

第三阶段(1978~1983年):16 位微处理器

70 年代后期随着 VLSI(Very Large Scale Integration,超大规模集成电路)技术的成熟,进一步推动微处理器和微型计算机生产技术向更高层次发展,出现了 16 位微处理器。这一时期的典型产品是 Intel 公司 1978 年推出的 16 位微处理器 Intel 8086、Motorola 的 68000 和 Zilog 的 Z8000。

第三代微处理器的参数是:集成度为 2~7 万管/片,时钟频率为 4~8MHz,数据总线宽度为 16 位,地址总线为 20 位,可寻址内存空间达 1MB,运算速度比 8 位机快 2~5 倍。

在 8086 微处理器推出后不久,为了与当时种类齐全的 8 位外围支持电路相配套,降低系统成本,保护用户投资,很快又推出了内部结构与 8086 相同,但外部总线只有 8 位的准 16 位微处理器 8088,它实际上是后来 16 位个人计算机的主流型 CPU。特别是 1981 年,IBM 公司推出的以 8088 为 CPU 的 16 位个人计算机 IBM PC 和 PC/XT 机,投入市场后迅速占领市场,形成了使用 16 位个人计算机的高潮。

这些高性能的 16 位微处理器的特点是:工艺上采用 HMOS 高密度集成工艺技术,集成度为 2~7 万管/片(例如:Motorola 公司的 MC68000 在单芯片上集成了 68,000 个元件),处理器的各项技术指标比第二代微处理器高了一个数量级,时钟频率为 4~8MHz,平均指令执行时间为 0.5 μ s(最短的指令执行时间在 300ns 以下)。

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。从此,传统的小型机受到严峻的挑战,激烈的竞

争又促使微型计算机技术以更快地速度发展。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 $0.2\mu\text{s}$,速度比8086快5~6倍。该微处理器本身含有多任务系统必须的任务转换功能、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机不仅弥补了以8088为CPU的IBM PC/XT机在多任务方面的缺陷,而且满足了多用户和多任务系统的需要,从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。

第四阶段(1983~1993年):32位高档微处理器

1983年以后,以Intel公司为代表的一些世界著名半导体集成电路生产商先后开始推出32位微处理器,这一时期的典型产品有: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,无论从结构、功能和应用范围等方面看,可以说是小型机的微型化。

第四代微处理器的参数和特点是:这些微处理器采用先进的高速CHMOS(HCMOS)工艺,集成度为1~50万管/片,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 $0.1\mu\text{s}$,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(2^{64}),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)。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。

第五阶段(1993年起):64位高档微处理器

(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,这一时期的典型产品有:经典的 Pentium,1993 年 Intel 公司推出;Power PC,1995 年 IBM、Motorola、Apple 联合推出;Pentium Pro,1996 年 Intel 公司推出;K5,AMD 公司推出;Pentium II,1997 年 Intel 公司推出;Pentium III,1999 年 Intel 公司推出;Pentium IV,2001 年 Intel 公司推出。

1993 年 3 月,Intel 公司正式推出第五代微处理器 Pentium,俗称 586 或 P5。作为 Intel 微处理器系列的新成员,Pentium 处理器不仅继承了“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。它采用亚微米($0.6\mu\text{m}$)的 CMOS 工艺制造,集成度高达 310 万管/片,采用 64 位外部数据总线,使经总线访问内存数据的速度高达 528MB/s,是主频 66MHz 的 80486-DX2 最高速度(105MB/s)的 5 倍,36 位地址总线使可寻址空间达 64GB,主频最初有 60MHz 和 66MHz 两种,后来陆续推出的 Pentium 系列产品的主频有 75、90、100、120、133 和 166MHz,Pentium 的最高主频为 233MHz。Pentium(586)是 32 位的微处理器,但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。

Intel 公司为了巩固其微处理器的优势地位,于 1995 年 2 月在 IEEE 国际固态电路会议上正式宣布了其新一代微处理器 P6,P6 采用 $0.6\mu\text{m}$ 工艺,集成度为 550 万管/片,具有两个一级高速缓存(即 8KB 的指令 Cache 和 8KB 的数据 Cache),256KB 的二级 Cache,电源电压仅为 2.9V,主频为 133MHz,内部采用 12 级超标量流水线结构,一个时钟周期可以执行 3 条指令,同时它在 CISC(复杂指令集)/RISC 的混合使用、乱序执行等方面都有新的特点。其性能是经典 Pentium 的 2 倍。1996 年经进一步改进,Intel 公司将 P6 正式命名为 Pentium Pro,该处理器的集成电路线径仅为 $0.35\mu\text{m}$,最高时钟频率为 200MHz,运算速度达 200MIPS。但由于 Pentium Pro 昂贵的价格和它在 16 位操作系统下的某些缺点,而使得它未能成为桌面 PC 机的主流型 CPU。

继 Pentium Pro 之后,1997 年 Intel 公司又推出了微处理器的新产品 Pentium II(即奔腾二代),它是当时世界上运行速度最快、性能最优良的微处理器。在 Windows NT 平台下,该芯片的性能非常优越。

Intel 公司在 1999 年推出了 Pentium III,Pentium III 的主频从 450MHz~

1133MHz。2000年末Intel公司又推出了目前的主流微处理器 Pentium IV。Pentium IV 采用 $0.18\mu\text{m}$ 工艺,集成度为 4200 万管/片,具有两个一级高速缓存(即 64KB 的指令 Cache 和 64KB 的数据 Cache),512KB 的二级 Cache,电源电压仅为 1.9V,主频为 1.3GHz~3.6GHz,内部采用 20 级超标量流水线结构。增加很多新指令,更加有利于多媒体操作和网络操作。

1.2 计算机中的数制及编码

计算机所处理的信息,必须先经过信息数字化处理,即数据、文字、符号、图像等各种信息都要经过编码,成为计算机所能识别和处理的数字信息。因此,计算机选择哪种数字系统、如何表示数据,将直接影响计算机的性能和结构。在计算机中,数字信息是以二进制表示的,它可以用基本电路的导通和截止来实现,同时数据存储、传送和处理简单可靠,而且运算规则简单,特别是采用二进制后,能方便地使用逻辑代数这一数学工具进行逻辑电路的设计、分析、综合,并使计算机具有逻辑性。因此,有必要了解二进制表示与其他常用进位计数制间的转换方法。

1.2.1 常用数制

1. 十进制数(Decimal)

人们通常采用进位计数的方法,这就是进位计数制。十进制是大家最熟悉的一种进位计数制,在十进制中,有十个表示数的符号:0、1、2...9,称为数码。每计够十个数就要向高位进位,即逢十进一,10 是十进制的基数。例如一个十进制数 1234.56 所表示的数值为:

$$1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

数字 1 在不同的位上,所表示的数值的多少不同。把与每一位数字相乘的 10^n 称为该位数的权。十位数的权为 10^1 ,即 10,其他位数依此类推,它们都是基数 10 的整数幂,一个数字的值等于该位数字与它的权的乘积的总和。

除十进制外,人们也常使用其他进制。如每七天为一周,七进制;十二个月为一年,十二进制;六十分钟为一小时,六十进制,等等。

2. 二进制数(Binary)

二进制的数码有两个:“0”和“1”,其基数为 2,大于 1 的数就需要两位或更多位来表示。一个二进制数也可以通过各位数字与其位权之积的和来计算其大小,以小数点为界向前诸位的位权依次是 $2^0, 2^1, 2^2 \dots$ 向后依次为 $2^{-1}, 2^{-2}, 2^{-3} \dots$

3. 八进制数(Octal)

八进制数的数码有八个:0~7,基数为 8,采用“逢八进一”的原则进行计数。

4. 十六进制数(Hexadecimal)

微型机中内存地址的编址、可显示的 ASCII 码、汇编语言源程序中的地址信息、



数值信息等也都采用十六进制数表示。对于十六进制数，每一位上有 0、1、2…9、A、B、C、D、E 和 F 等 16 个数码状态，基数为 16，采用“逢十六进一”的原则进行计数。

5. 各进制数的书写规则

(1) 数字后面加写相应的英文字母作为标识。

如：二进制数的 100 可写成 100B

十六进制数 100 可写成 100H

(2) 在括号外面加数字下标。

如：(1011)₂ 表示二进制数的 1011

(2DF2)₁₆ 表示十六进制数的 2DF2

通常十进制数的后缀或下标可以省略。

表 1.1 常用数制对照表

十进制	二进制	八进制	十六进制	十进制	二进制	八进制	十六进制
1	0001	1	1	9	1001	11	9
2	0010	2	2	10	1010	12	A
3	0011	3	3	11	1011	13	B
4	0100	4	4	12	1100	14	C
5	0101	5	5	13	1101	15	D
6	0110	6	6	14	1110	16	E
7	0111	7	7	15	1111	17	F
8	1000	10	8	16	10000	20	10

1.2.2 不同数制之间的转换

1. 十进制数转换为二进制数

十进制数转化为二进制数时，整数和纯小数的转换方法不同，而一个既有整数部分又有小数部分的数，则须分成整数和小数两部分分别转化。

十进制数据整数部分转换成二进制采用的是倒除法，即“除 2 取余”的方法。具体过程介绍如下：

(1) 将十进制数除以 2，保存余数。

(2) 若商为 0，则进行第 3 步，否则，用商代替原十进制数，重复第 1 步。

(3) 将所有的余数找出，最后得到的余数作为最高位，最先得出的余数作为最低位，由各余数依次排列而成的新的数据就是转换成二进制的结果。

十进制数据纯小数部分转换成二进制纯小数采用的是“乘 2 取整”的方法，即将十进制纯小数反复乘以 2，每次乘 2 后，所得新数的整数部分为二进制纯小数的相应位。从高位向低位逐次进行，直到满足精度要求或乘 2 后的小数部分是 0 为止。