

高等学校计算机专业教材精选·计算机硬件



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

汇编语言与接口技术(第3版)

王让定 朱莹 石守东 钱江波 编著

白中英 审



清华大学出版社

高等学校计算机专业教材精选·计算机硬件



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

汇编语言与接口技术(第3版)

王让定 朱莹 石守东 钱江波 编著

白中英 审

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书将微机原理、汇编语言、微机接口技术有机地融为一体,除了按传统硬件接口的方式组织教材中的接口技术内容外,还引入了软件接口技术,以提高学习者的软硬件应用能力。本书以 8086/8088 为主介绍微处理器的结构、工作原理、指令系统等,兼顾 80386、80486 的相关内容。在汇编语言方面以 MASM 6.0 为主,同时介绍了与 MASM 5.x 的区别,详细讲解了基于 80x86 的汇编程序设计方法。书中在介绍传统的接口技术(并行、串行、定时、DMA、中断、模/数及数/模)之前,专门安排一章讲解软件接口技术,重点介绍 DOS、Windows 和 Linux 环境下的接口调用技术,以拓宽学生的知识视野。考虑到信息类相关专业学生的学习需求,本书专门增加了一章来介绍存储器技术,同时,在本书的第 10 章,介绍了最新的高速串行接口 USB 和 IEEE 1394。本书条理清楚、深入浅出,有丰富的实例,便于自学。

本书力求既适合课堂教学,又能紧跟最新技术,拓宽学生的知识面。本书可以作为高等学校本科信息类相关专业或计算机专业学生的教材或参考书,也可以供广大工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

汇编语言与接口技术/王让定等编著. —3 版. —北京:清华大学出版社,2011.6

(高等学校计算机专业教材精选·计算机硬件)

ISBN 978-7-302-24176-8

I. ①汇… II. ①王… III. ①汇编语言—程序设计—高等学校—教材 ②微型计算机—接口—高等学校—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 243027 号

责任编辑:张 民 李 晔

责任校对:白 蕾

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954,jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京嘉实印刷有限公司

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:24.5

字 数:597 千字

版 次:2011 年 6 月第 3 版

印 次:2011 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:35.00 元

产品编号:038950-01

出版说明

我国高等学校计算机教育近年来迅猛发展,应用所学计算机知识解决实际问题,已经成为当代大学生的必备能力。

时代的进步与社会的发展对高等学校计算机教育的质量提出了更高、更新的要求。现在,很多高等学校都在积极探索符合自身特点的教学模式,涌现出一大批非常优秀的精品课程。

为了适应社会的需求,满足计算机教育的发展需要,清华大学出版社在进行了大量调查研究的基础上,组织编写了《高等学校计算机专业教材精选》。本套教材从全国各高校的优秀计算机教材中精挑细选了一批很有代表性且特色鲜明的计算机精品教材,把作者们对各自所授计算机课程的独特理解和先进经验推荐给全国师生。

本系列教材特点如下。

(1) 编写目的明确。本套教材主要面向广大高校的计算机专业学生,使学生通过本套教材,学习计算机科学与技术方面的基本理论和基本知识,接受应用计算机解决实际问题的基本训练。

(2) 注重编写理念。本套教材作者群为各高校相应课程的主讲,有一定经验积累,且编写思路清晰,有独特的教学思路和指导思想,其教学经验具有推广价值。本套教材中不乏各类精品课配套教材,并力图努力把不同学校的教学特点反映到每本教材中。

(3) 理论知识与实践相结合。本套教材贯彻从实践中来到实践中去的原则,书中的许多必须掌握的理论都将结合实例来讲,同时注重培养学生分析问题、解决问题的能力,满足社会用人要求。

(4) 易教易用,合理适当。本套教材编写时注意结合教学实际的课时数,把握教材的篇幅。同时,对一些知识点按教育部教学指导委员会的最新精神进行合理取舍与难易控制。

(5) 注重教材的立体化配套。大多数教材都将配套教师用课件、习题及其解答,学生上机实验指导、教学网站等辅助教学资源,方便教学。

随着本套教材陆续出版,我们相信它能够得到广大读者的认可和支持,为我国计算机教材建设及计算机教学水平的提高,为计算机教育事业的发展做出应有的贡献。

清华大学出版社

第3版前言

微机原理、汇编语言、接口技术是各个高等学校计算机专业或信息类专业学生的专业基础课程。汇编语言的显著特点是可以直接控制硬件并充分发挥计算机硬件的功能,对于编写高性能的系统软件和应用软件具有不可忽视的作用;微机接口技术则侧重计算机硬件的结构和 I/O 系统的组成。

随着高校教学改革的深入,将汇编语言与微机接口技术结合起来,作为一门计算机基础专业课程,已经为许多高校所采用。为了满足在新形势下,计算机与信息类专业课程建设和教学内容改革的需求,作者在多年承担汇编语言、微机接口技术教学实践的基础上,编写了本教材,将微机原理、汇编语言程序设计、微机接口技术融为一体,比较完整地介绍了微型计算机技术,可以适合更多读者的需求。

在前两版教材的基础上,本书内容进行了很大的调整和改进,主要有以下几点:

1. 第1章作为整本书的概括和汇编语言与接口技术的基础,把一些基本知识的支撑要点放在了这一章,如“接口基础”、“CPU 与外设数据的传输控制方式”等。同时为了与实际应用紧密结合,本章增加了“系统总线”一节,使读者对微型计算机的整体结构有一个完整的认识。

2. 第2章从 8086/8088 CPU 入手,首先详细分析了 16 位微处理器的功能结构、寄存器组、工作方式、总线操作及时序等。之后作为知识的提升,介绍了 32 位微处理器的结构、寄存器组等相应的知识点。这样修改使教材层次分明、由浅入深,也符合读者知识结构构成规律。

3. 第3章和第4章作为汇编语言的部分,摒弃了前两版教材中把 16 位和 32 位微处理器汇编语言混合编写给读者带来的不便。考虑到从 8086 到 80386 以上至 Pentium 4,只有 16 位到 32 位的区别,其 80% 以上的指令完全相同,只是在 80386 以上的芯片中还有另外一种工作方式,即保护虚拟地址方式,从而增加了保护方式下的指令;自 80486 以上,因把数字协处理器也集成于 CPU 芯片,所以增加了数字协处理器指令。因此第3版教材以 8086 指令为主,然后介绍 80386、80486 及高级的汇编语言。这样使读者学习更容易上手。同时在讲解汇编语言指令的时候,改进了描述方式,即指令助记符→指令格式→指令功能→指令说明及注意事项→实例,这样使读者学习起来思路更清晰明了。

4. 修改“软件接口技术”一章。从读者的知识结构构建出发,又考虑作为一门专业基础课的需要,这一章介绍应用程序如何与操作系统进行通信,即从用户态到内核态的接口。主要介绍从低级操作系统(如 DOS)到高级操作系统(如 Windows、Linux)接口的实现,即软件接口技术。去掉了原来教材大量的烦琐的编程方法和函数的介绍,从操作系统的结构体系及进程的流向入手,使学生掌握用户的应用程序如何与系统打交道,为以后学生开发驱动程序及从事嵌入式开发打下坚实的基础。

5. 增加“存储器技术”一章。这一章的内容,对于不同专业的学生,任课教师可以选择讲解。

6. 修改了第10章的内容,在重点介绍 USB 和 IEEE 1394 接口概念和基本方法的基础

上,强化了 USB 开发技术的应用。

7. 在汇编语言编程及接口应用章节增加更多的工程应用实例。使读者更接近实际应用,体现教材的实用性。

8. 修改了第 1 版和第 2 版教材中难理解的概念,用更通俗易懂的语言来描述。修正了前两版教材中已经发现的笔误。

全书共分 10 章,第 1 章和第 2 章是理论基础部分,内容包括微型计算机的概述,接口技术及数据传输控制方式、系统总线、80x86 微处理器原理。第 3 章和第 4 章是汇编语言部分,内容主要包括 80x86 的指令系统、寻址方式、汇编语言程序设计。第 5 章是软件接口技术,主要介绍了 DOS 下的接口调用技术和 Windows 和 Linux 环境下的接口调用方式。第 6 章主要介绍存储器基本概念,存储器基本单元的构建、由存储单元构成存储阵列进而构成存储器的方法以及存储器容量的扩展方法。介绍了 cache 缓冲存储技术,以及 80x86 的存储器组织。第 7 章是串并行接口技术,主要内容包括定时/计数器、串并行接口的基本原理及实际应用。第 8 章是中断和 DMA 技术,主要内容包括中断和 DMA 的原理、中断控制器和 DMA 控制器及其应用。第 9 章是模数/数模转换技术,主要包括 A/D 和 D/A 转换技术及典型的芯片应用。第 10 章是高速串行总线,介绍了最新的高速串行接口 USB 和 IEEE 1394。

本书第 1 版由王让定、陈金儿、叶富乐、史旭华共同编写,其中第 1、2 章由史旭华执笔,第 3、4 章由叶富乐执笔,第 5 章由王让定执笔,其余各章由陈金儿执笔,王让定教授负责了全书的统稿。本书第 2 版的修订由参加课程建设的朱莹老师执笔,王让定教授负责了全书的统稿。

通过几年的教学实践,根据国内相关教师的建议,在原第 1 版和第 2 版的基础上,在本书作者和相关老师的共同参与下,全面修订了本书内容。其中第 1、2、4、5、7、8、9 章由王让定教授和朱莹老师执笔修订,第 3 章由石守东老师执笔,第 6 章由王让定教授执笔,第 10 章由钱江波老师执笔,王让定教授负责了全书的统稿。

本书的出版凝聚了许多同行的智慧和心血,非常感谢课程建设前期中付出心血的陈金儿老师、叶富乐老师和史旭华老师,感谢清华大学出版社张民编辑。本书的出版得到了宁波大学计算机科学与技术国家特色专业的支持,得到了浙江省高校重点教材建设项目(ZJB 2009074)的支持,也得到了宁波市服务型重点建设专业的支持,在此一并表示感谢。

本书配套了与本教材相对应的教学 PPT 光盘,读者可登录清华大学出版社网站下载。另外,在本书第 2 版出版时,由清华大学出版社出版了与本书相配套的教学辅助教材《汇编语言与接口技术习题汇编与精解》。该辅助教材仍然适用于本书。

由于计算机技术的飞速发展,新的理论和技术层出不穷,本书难以囊括计算机技术的最新发展变化。书中难免有错误和不妥之处,恳请同行和读者不吝批评指正。欢迎读者,尤其是采用本书的教师和学生,共同探讨相关教学内容改革、教材内容建设以及教学方法等问题。

欢迎采用本书的教师和学生与作者联系,共同探讨相关问题,作者的电子邮箱是:(wangrangding,zhuying, shishoudong, qianjiangbo)@nbu.edu.cn。

编 者

2010 年 10 月

目 录

第 1 章 微型计算机概述	1
1.1 微型计算机的概念	1
1.2 微处理器的产生和发展	2
1.3 计算机系统的组成	4
1.3.1 微型计算机的硬件.....	4
1.3.2 微型计算机的软件.....	6
1.4 接口基础	8
1.4.1 接口概述.....	8
1.4.2 CPU 与外设之间所传送的信息类型	9
1.4.3 接口的功能.....	9
1.4.4 I/O 端口及其编址方式	9
1.4.5 I/O 端口地址译码	10
1.5 CPU 与外设数据的传输控制方式	12
1.5.1 直接程序控制方式	12
1.5.2 中断传送方式	14
1.5.3 DMA 传送方式	15
1.5.4 数据传送控制方式的发展	15
1.6 系统总线.....	16
1.6.1 概述	16
1.6.2 常用的几种微机系统总线技术	16
小结	17
习题	18
 第 2 章 80x86 微处理器	19
2.1 8086/8088 微处理器	19
2.1.1 内部结构	20
2.1.2 寄存器组	22
2.1.3 引脚信号及功能	25
2.1.4 工作模式	28
2.1.5 总线操作和时序	31
2.2 32 位微处理器	37
2.2.1 内部结构	37
2.2.2 寄存器组	40

2.2.3	引脚信号及功能	44
2.2.4	工作模式	47
2.2.5	总线操作	48
2.3	80x86 中断系统	49
2.3.1	中断操作和中断系统	49
2.3.2	8086 中断系统	50
2.3.3	80486 的中断	53
2.4	Pentium 的主要特点	54
小结	.....	55
习题	.....	56
第 3 章	80x86 指令系统和寻址方式	57
3.1	8086 指令系统概述	57
3.2	8086 的寻址方式和指令系统	60
3.2.1	8086 的寻址方式	60
3.2.2	8086 的指令系统	65
3.3	80386 的寻址方式和指令系统	91
3.3.1	80386 的寻址方式	91
3.3.2	80386 指令系统	92
3.4	80486/Pentium 微处理器新增指令	103
3.4.1	80486 引入的有关指令	103
3.4.2	Pentium 引入的有关指令	104
小结	.....	104
习题	.....	105
第 4 章	80x86 汇编语言程序设计	110
4.1	MASM 宏汇编语句结构以及开发过程	110
4.1.1	汇编语言程序的语句类型和格式	111
4.1.2	汇编语言的程序格式	112
4.1.3	汇编语言程序的开发过程	114
4.2	MASM 汇编语言表达式、运算符	119
4.2.1	常量、运算符及表达式	119
4.2.2	变量及其属性	123
4.3	程序段的定义和属性	130
4.3.1	DOS 的程序结构	130
4.3.2	简化段定义的格式	132
4.3.3	完整段定义的格式	136
4.4	复杂数据结构	141
4.4.1	结构	141

4.4.2	记录	143
4.5	宏汇编	144
4.5.1	宏的定义和调用	144
4.5.2	宏的参数	147
4.5.3	与宏有关的伪指令	149
4.5.4	宏与子程序	150
4.6	基本汇编语言程序设计	151
4.6.1	顺序程序设计	151
4.6.2	分支程序设计	152
4.6.3	循环程序设计	156
4.7	子程序设计	160
4.7.1	过程定义伪指令	160
4.7.2	子程序的参数传递	163
4.7.3	子程序的嵌套、递归与重入	167
4.7.4	子程序的应用	169
4.8	高级汇编语言程序设计	174
4.8.1	条件控制伪指令	174
4.8.2	循环控制伪指令	176
4.8.3	过程声明和过程调用伪指令	179
小结		182
习题		182
第 5 章	软件接口技术	188
5.1	软件接口概述	188
5.2	接口软件及层次结构	189
5.3	DOS 系统中的接口调用	191
5.3.1	BIOS 中断调用及实现	192
5.3.2	DOS 的系统调用	195
5.4	Windows 系统中的接口调用	198
5.4.1	Windows 的体系结构	198
5.4.2	Windows 系统中用户态到内核态的转换过程	199
5.4.3	Windows 的系统调用	200
5.4.4	Windows 的功能调用函数 API 的分类及特征	202
5.4.5	Windows 的功能调用函数 API 应用举例	204
5.5	Linux 下的接口调用	209
5.5.1	Linux 操作系统简介	209
5.5.2	Linux 系统调用的实现及过程	212
5.5.3	Linux 的系统调用函数和函数调用	214
小结		216

习题	216
第 6 章 存储器技术	217
6.1 存储器概述	217
6.1.1 存储器的发展及分类	217
6.1.2 存储器主要技术指标	219
6.1.3 存储器的基本结构框架	220
6.1.4 存储系统的层次结构	221
6.2 半导体随机存取存储器	222
6.2.1 SRAM 存储器	223
6.2.2 DRAM 存储器	225
6.2.3 只读存储器 ROM	227
6.2.4 新型存储器芯片	229
6.2.5 主存容量的扩展	233
6.3 高速缓冲存储技术	237
6.3.1 cache 的基本原理	237
6.3.2 cache 的管理	238
6.4 80x86 存储器组织	240
6.4.1 8086/8088 的存储器组织	240
6.4.2 32 位微处理器存储器系统简介	242
小结	243
习题	243
第 7 章 串并行接口技术	245
7.1 定时器/计数器 8253/8254	245
7.1.1 8253/8254 的内部结构和引脚	245
7.1.2 8253/8254 的工作方式	247
7.1.3 8253/8254 的编程	250
7.1.4 8253/8254 的应用实例	253
7.2 并行通信接口 8255A	255
7.2.1 8255A 的内部结构和引脚	255
7.2.2 8255A 的工作方式	256
7.2.3 8255A 的编程	260
7.2.4 8255A 的应用实例	261
7.3 串行通信基础	265
7.3.1 串行通信基本概念	265
7.3.2 串行通信接口标准	266
7.4 串行通信芯片 8251A	270
7.4.1 8251A 的内部结构和引脚	270

7.4.2	8251A 的工作方式	273
7.4.3	8251A 的编程	274
7.4.4	8251A 的应用实例	278
小结	.....	280
习题	.....	280
第 8 章	中断和 DMA 技术	282
8.1	中断控制器 8259A	282
8.1.1	8259A 的内部结构和引脚	282
8.1.2	8259A 的中断过程	284
8.1.3	8259A 的工作方式	285
8.1.4	8259A 的初始化和控制命令字	288
8.1.5	8259A 的应用实例	294
8.2	DMA 控制器 8237A	297
8.2.1	8237A 的结构和外部引脚	298
8.2.2	8237A 的工作原理	300
8.2.3	8237A 的内部寄存器和命令	302
8.2.4	8237A 的编程和应用	306
小结	.....	308
习题	.....	308
第 9 章	模/数和数/模转换	310
9.1	模拟输入输出系统	310
9.1.1	微机与控制系统接口	310
9.1.2	模拟输入通道	311
9.1.3	模拟输出通道	312
9.2	数/模转换芯片及接口	312
9.2.1	数/模转换原理	312
9.2.2	8 位数/模转换器 DAC0832	315
9.2.3	12 位数/模转换器 AD567	318
9.3	模/数转换芯片及接口	320
9.3.1	模/数转换原理	320
9.3.2	8 位模/数转换器 ADC0809	324
9.3.3	12 位模/数转换器 AD574	326
9.4	A/D、D/A 器件的选择	330
小结	.....	331
习题	.....	331
第 10 章	高速串行总线	333
10.1	高速串行接口简介	333

10.2	USB 体系结构	335
10.2.1	USB 拓扑结构	335
10.2.2	USB 的物理接口	339
10.3	USB 通信协议	341
10.3.1	通信模型	341
10.3.2	数据格式	343
10.3.3	事务处理	345
10.3.4	数据传输模式	346
10.4	PC 的 USB 应用及开发	347
10.4.1	PDIUSB12 芯片的特点	348
10.4.2	PDIUSB12 芯片引脚	350
10.4.3	PDIUSB12 的典型连接	351
10.4.4	固件程序设计	352
10.4.5	驱动程序设计	356
10.4.6	应用程序设计	356
10.5	USB 2.0 简介	358
10.6	IEEE 1394 体系结构	358
10.6.1	IEEE 1394 的拓扑结构	358
10.6.2	IEEE 1394 的物理接口	360
10.7	IEEE 1394 通信协议	361
	小结	364
	习题	365
附录 A ASCII 码字符表及控制符号的定义		366
附录 B DOS 系统功能调用一览表		367
附录 C BIOS 中断		372
参考文献		377

第 1 章 微型计算机概述

1946 年计算机问世,它作为 20 世纪的先进技术成果之一,最初只作为一种自动化的计算工具,经过半个多世纪,从第一代采用电子管、第二代采用晶体管、第三代采用中小规模集成电路已发展到第四代采用大规模集成电路到超大规模集成电路。尤其在 20 世纪 70 年代初,在大规模集成电路技术发展的推动下,微型计算机的出现为计算机的应用开拓了极其广阔的前景。计算机特别是微型计算机的科学技术水平、生产规模和应用深度已成为衡量一个国家数字化、信息化水平的重要标志。计算机已经远不止是一种计算工具,它已渗透到国民经济和生活的各个领域,极大地改变着人们的工作和生活方式,已成为社会前进的巨大推动力。

本章将全面介绍微处理器和微型计算机的基本概念、组成和微机与外设之间的接口基础、数据传输控制方式及系统总线的基础和概貌,以期对微型计算机和应用有一个概括的了解。

本章的内容有:

- 微型计算机的概念。
- 微处理器的产生和发展。
- 计算机系统的软硬件组成。
- 接口基础。
- CPU 与外设传输控制方式。
- 系统总线。

1.1 微型计算机的概念

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上说,微型计算机和其他几类计算机并没有本质上的区别,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,因此带来以下一系列特点:

(1) 体积小、重量轻。由于采用大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI),微型机所含的器件数目大为减少,体积大为缩小。20 世纪 50 年代需要庞大的计算机实现的功能,在当今,已被内部只含几十片集成电路的微型机所取代。近年来,微型机已从台式发展到便携式及笔记本。

(2) 价格低廉。当前,一台 PC 只需几千元。

(3) 可靠性高、结构灵活。由于所含器件数目少,所以连线比较少,这就使得微型机的可靠性高,结构灵活方便。

(4) 应用面广。现在,微型机不仅占领了原来使用小型机的各个领域,而且广泛应用于过程控制等场合。此外,微型机还进入了过去计算机无法进入的部门,如测量仪器、仪表、教学部门、医疗设备和家用电器等领域。

微型机的核心部分是微处理器或微处理机,是由一片或几片大规模集成电路组成,具有

运算器和控制器功能的中央处理器(CPU)。人们可以从不同的角度对微型机进行分类。按机器组成来分,将微型机分为位片式、单片式、多片式;有人按制造工艺来分,将微型机分为 MOS 型和双极型。由于微型机性能的高低在很大程度上取决于核心部件微处理器,所以,最通常的做法是把微处理器的字长作为微型机的分类标准,可分为 4 位、8 位、16 位和 32 位微处理器。32 位微处理器是当今较先进最流行的微处理器,它所构成的微型计算机也是当今世界较流行的、较先进的微型计算机。

从制造微处理器器件的工艺来看,可分为 MOS 工艺的通用微处理器和双极型 TTL 工艺的位片式微处理器,后者具有速度快、灵活多变、功耗较大的特点。位片式微处理器以位为单位构成微处理器芯片,常用多片位片式微处理器构成高速、分布式系统和阵列式系统等,可以按实际需要,选择构成不同位数的微处理器,因而使用灵活多变。以微处理器为核心,配上由大规模集成电路制作的存储器、输入/输出接口电路及系统总线所组成的计算机,简称微型计算机。以微型计算机为中心,配以相应的外围设备、电源和辅助电路,以及指挥微型计算机工作的系统软件,就构成了微型计算机系统。

1.2 微处理器的产生和发展

微处理器的发展历史是一部抢占技术制高点和争夺市场的激烈竞争史,是一部创业史,也是促进人类发展和社会进步的技术革新史。从第一款微处理器诞生到现在,有许多有志之士淘金于 CPU,成长于 CPU,也沉没于 CPU。在这个发展历程中,众多公司投身于 CPU 技术的研发队伍,像 Zilog、Intel、AMD、Cyrix、TI、IBM、Motorola 等,并推出了在那个时代都有一定技术水准的 CPU。在技术与市场的残酷竞争中,大多数公司退出了商用计算机的 CPU 市场,目前只有 Intel 一枝独秀,AMD 紧追其后,并与 Intel 苦苦争夺 CPU 的技术制高点和市场。可以认为,CPU 的发展史实际上是 Intel 公司不断发展壮大的一部奋斗史。本节主要通过 Intel 公司在不同历史时期推出的典型 CPU 介绍微处理器的发展史。

1971 年,美国旧金山南部的森特克拉郡(硅谷)的 Intel(集成电子产品)公司首先制成 4004 微处理器,并用它组成 MCS-4(Micro-computer System-4)微型计算机。自此,微处理器和微型计算机就以其超乎寻常的速度发展着。大约每隔 2~4 年就换代一次。这种换代通常按 CPU 字长和功能划分,它已经历了五代的演变。

第一代(1971—1973 年),是 4 位和低档 8 位微机。代表产品是美国 Intel 公司的 4004(集成度:1200 个晶体管/片)和由它组成的 MCS-4 微型计算机,及随后的 Intel 8008(集成度:2000 个晶体管/片)和由它组成的 MCS-8 微型计算机。其特点是采用 PMOS 工艺,速度较慢,基本指令执行时间为 10~20 μ s。主要用于家用电器、计算器和简单的控制设备等。

第二代(1973—1978 年),是 8 位微处理器时代。产品的集成度提高了 1~2 倍。代表产品是 Intel 公司的 8080(集成度:4900 个晶体管/片),Motorola 公司的 MC6800(集成度:6800 个晶体管/片)和美国 Zilog 公司的 Z80(集成度:10000 个晶体管/片)。其特点是采用 NMOS 工艺,用 40 条引脚的双列直插式封装。运算速度提高一个数量级,基本指令执行时间为 1~2 μ s,指令系统比较完善,寻址能力有所增强。8 位微处理器和微型计算机曾是应用的主流。主要用于教学、实验系统和工业控制、智能仪器中。

第三代(1978—1984年),16位微处理器时代。1978年Intel公司推出Intel 8086(集成度:29000个晶体管/片),Zilog公司相继推出Z-8000(集成度:17500个晶体管/片),Motorola公司推出MC68000(集成度:68000个晶体管/片)。其特点是均采用高性能的HMOS工艺,各方面性能指标比第二代又提高一个数量级。Intel 8086的基本指令执行时间约为 $0.5\mu\text{s}$,指令执行速度为2.5MIPS(MIPS为每秒百万条指令)。1982年Intel公司推出的高性能的16位CPU 80286,采用68条引脚的无引线的方形封装。指令执行速度提高到4MIPS。Intel 80286设计了两种工作方式——实模式和保护模式。当工作在实模式时,保持与8086兼容,且工作速度更快。80286整体功能比8086强6倍。16位微处理器广泛应用于数据处理和管理系统。IBM公司首先用Intel公司的产品设计了个人计算机(Personal Computer),简称PC,典型产品有IBM PC/XT和IBM PC/AT机。

第四代(1985—1992年),32位微处理器时代。1985年,Intel公司推出Intel 80386,采用CHMOS工艺和132条引脚的网络阵列式封装(集成度达到27.5万个晶体管/片),指令执行速度提高到10MIPS。其工作方式除80286的实模式和保护模式外,还增加了虚拟8086模式。在实模式下,能运行8086指令,而运行速度却比80286快3倍。80386是Intel公司推出的第一个实用的32位微处理器。

1989年,Intel公司又推出另一个高性能的32位微处理器80486,其集成度达100万个晶体管。它与80386显著不同的是,80486将多种不同功能的芯片电路集成到一个芯片上。在80486芯片上,除有80386 CPU外,还集成了80387浮点运算处理器(FPU)、82385高速暂存控制器和8KB的高速缓冲存储器(cache)。这样,80486就在80386的基础上更加高速化。当时钟频率为25MHz时,指令执行速度达15MIPS,而时钟为33MHz时,达19MIPS。

第五代(1993年以后)是64位微机。1993年3月,Intel公司推出了当前最先进的微处理器芯片——64位的Pentium,即80586,又称P5。该芯片采用了新的体系结构,其性能大大高于Intel系列的其他微处理器,集成度为310万个晶体管。在时钟频率为60MHz下,指令执行速度为100MIPS。芯片内部也有一个浮点运算协处理器,但其浮点型数据的处理速度比80486高5倍。

1995年,Intel公司推出的Pentium Pro,又称P6。集成度为550万个晶体管,时钟频率为150MHz,运行速度达到400MIPS,可以说P6是P5的增强版。

Intel从推出了80586后,由于无法阻止其他公司将自己的兼容产品也叫x86,所以Intel公司把产品取名为奔腾。1997年,Intel公司推出了Pentium MMX芯片,它在x86指令集的基础上加入了57条多媒体指令。这些指令专门用来处理视频、音频和图像数据,使CPU在多媒体操作上具有更强大的处理能力,Pentium MMX还使用了许多新技术。Pentium MMX等于是Pentium的加强版中央处理器芯片(CPU)。同年,Intel又发布了Pentium II 233MHz、Pentium II 266MHz、Pentium II 300MHz三款P II处理器,采用了 $0.35\mu\text{m}$ 工艺技术,核心提升到750万个晶体管组成。处理器采用了与Pentium Pro相同的动态执行技术,可以加速软件的执行;通过双重独立总线与系统总线相连,可进行多重数据交换,提高系统性能;Pentium II也包含MMX指令集。

1999年,Intel发布Pentium III 450MHz、Pentium III 500MHz处理器,同时采用了 $0.25\mu\text{m}$ 工艺技术,核心由950万个晶体管组成,从此Intel开始踏上了P III旅程,P III等于是Pentium II的加强版,新增70条新指令。

2000年,Intel公司推出Pentium 4微处理器,采用了称之为Net Burst的全新Intel 32位微体系结构(IA-32),集成度达4200万个晶体管,时钟频率在1.5GHz以上,增加了功能更加强大的执行跟踪缓存技术。从P4开始,Intel已经不再每一两年就推出全新命名的中央处理器芯片(CPU),反而一再使用Pentium 4这个名字,这个做法,导致Pentium 4这个家族有一堆兄弟姊妹,而且这个P4家族延续了五年。

2005年4月,Intel的第一款双核处理器问世,标志着一个新时代的来临。双核和多核处理器设计用于在一枚处理器中集成两个或多个完整执行内核,以支持同时管理多项活动。Intel超线程(HT)技术能够使一个执行内核发挥两枚逻辑处理器的作用,因此与该技术结合使用时,Intel奔腾处理器能够充分利用以前可能被闲置的资源,同时处理四个软件线程。5月,带有两个处理内核的Intel奔腾D处理器随Intel 945高速芯片组家族一同推出,可带来某些消费电子产品的特性,例如:环绕立体声音频、高清晰度视频和增强图形功能。

2006年1月,Intel发布了Pentium D 9xx系列处理器,包括了支持虚拟化技术的Pentium D 960(3.60GHz)、950(3.40GHz)等。2006年7月,Intel面向家用和商用个人计算机与笔记本电脑,发布了十款全新Intel酷睿2(扣肉)双核处理器和Intel酷睿至尊处理器。Intel酷睿2双核处理器家族可专门针对企业、家庭、工作站、玩家(如高端游戏玩家)和移动生活而定制的处理器。这些Intel酷睿2双核处理器设计用于提供出色的能效表现,并更快地运行多种复杂应用,支持用户改进各种任务的处理,例如:更流畅地观看和播放高清晰度视频;在电子商务交易过程中更好地保护计算机及其资产;以及提供更耐久的电池使用时间和更加纤巧时尚的笔记本电脑外形。Intel酷睿2双核处理器包含2.91亿个晶体管。不过,Pentium D谈不上是一套完美的双核架构,Intel只是将两个完全独立的CPU核心做在同一枚芯片上,通过同一条前端总线与芯片组相连。

目前,“双核”已逐渐成为市场的主流,曾经风光无限的“奔腾”系列产品也将逐渐退出历史的舞台。世界走入一个“双核”、“多核”的时代。

1.3 计算机系统的组成

计算机系统由硬件系统和软件系统两部分组成,基本组成如图1.1所示。

1.3.1 微型计算机的硬件

1. 一般计算机的结构框图

一般计算机的结构如图1.2所示,它主要由运算器、控制器、存储器和输入输出(I/O)接口四部分组成。

- (1) 控制器:发布各种操作命令、控制信号等。
- (2) 运算器:主要进行算术和逻辑运算。
- (3) 存储器:存储程序、数据、中间结果和运算结果。
- (4) 输入输出(I/O)接口:原始数据和程序等通过输入接口送到存储器,而处理结果、控制信号等通过输出接口送出。

这种以二进制和程序控制为基础的计算机结构是由冯·诺依曼在1940年最早提出的。

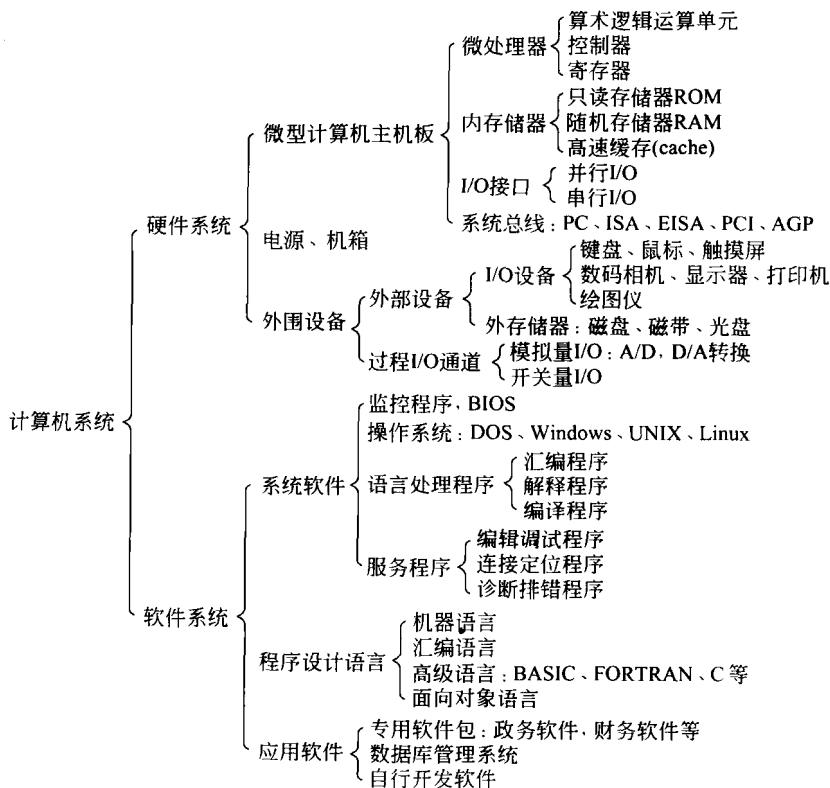


图 1.1 计算机系统组成

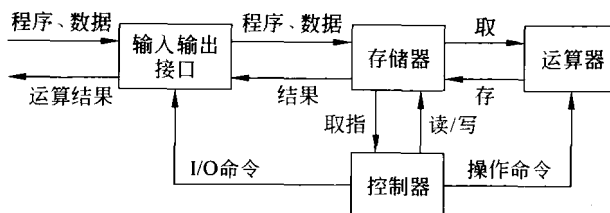


图 1.2 一般计算机结构框图

2. 微型计算机

微型计算机是以微处理器 CPU 为中心, 加上只读存储器 ROM、读/写存储器 RAM 以及输入输出接口电路和系统总线缓冲器组成, 如图 1.3 所示。

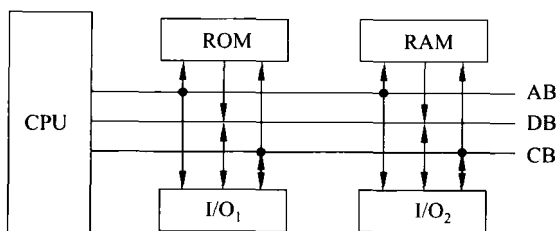


图 1.3 微型计算机结构框图