

高等院校计算机教材系列

16/32位微机原理、 汇编语言及接口技术

(第2版)

钱晓捷 陈涛 编著



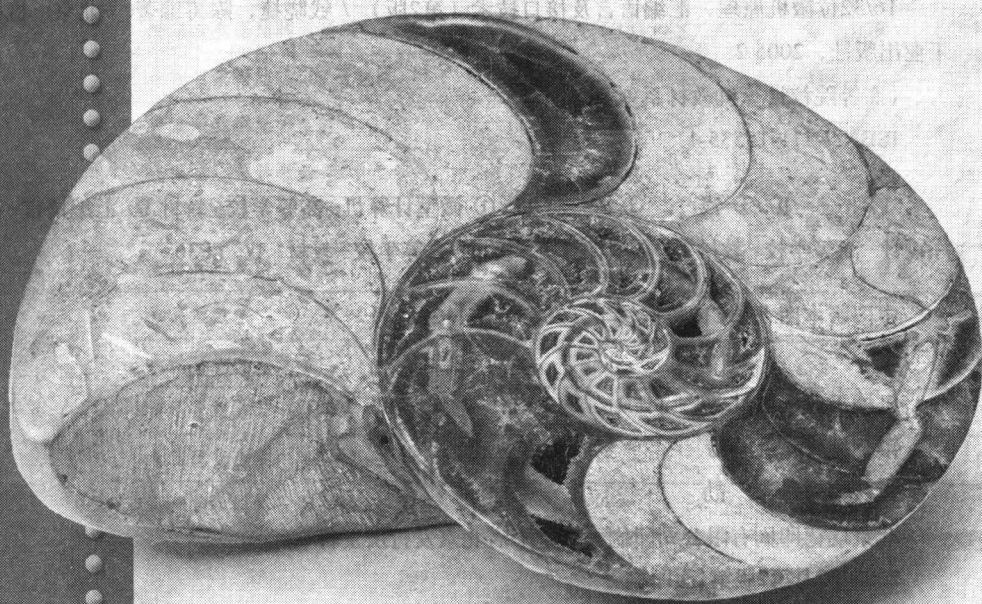
机械工业出版社
China Machine Press

高等院校计算机教材系列

16/32位微机原理、 汇编语言及接口技术

(第2版)

钱晓捷 陈涛 编著



机械工业出版社
China Machine Press

本书以Intel 8088/8086微处理器和IBM PC系列机为主体,论述16位微型计算机的基本原理、汇编语言和接口技术,并引出32位微机系统相关技术。主要内容涵盖微型机的基本系统,微处理器内部结构,指令系统和汇编语言程序设计,微处理器外部特性,存储器系统,输入/输出及接口,总线及总线接口,若干典型的接口芯片以及与它们相关联的控制接口技术,包括中断控制、定时计数控制、DMA控制、并行接口、串行通信接口以及模拟接口,最后介绍32位Intel 80x86微处理器和32位微机的新技术。附录提供调试程序DEBUG的使用方法,汇编语言的开发方法等。

本书可作为高等院校微机原理与接口技术或汇编语言程序设计等相关课程的教材或参考用书,适合计算机、电子工程和自动控制等相关学科的本、专科学生、高职学生及成教学生阅读,也是计算机应用开发人员和希望深入学习微机应用技术的读者的极佳参考。

版权所有,侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目(CIP)数据

16/32位微机原理、汇编语言及接口技术(第2版)/钱晓捷,陈涛编著.-北京:机械工业出版社,2005.2

(高等院校计算机教材系列)-

ISBN 7-111-15535-1

I. 1. 1… II. ①钱… ②陈… III. ①微型计算机-高等学校-教材 ②汇编语言-程序设计-高等学校-教材 ③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(2004)第112252号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

策划编辑:温莉芳

责任编辑:朱 劼

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年2月第2版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·23.5印张

印数:0 001-5 000册

定价:33.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换

本社购书热线:(010)68326294

第2版前言

本书的第1版经过多年教学实践得到了广大师生的认可,当然也存在一些不足之处。在机械工业出版社华章分社的支持下,编者对本书进行了修订。

微型计算机和微型计算机技术发展很快,从原理、器件到体系结构,不断有新的进步,令人目不暇接。但微机的基本工作原理并没有改变,以16位微机为主体的内容仍是今后若干年内的主要教学内容。所以,本书仍以16位结构的8088/8086微处理器和IBM PC/XT为典型机型,以微机小系统的应用为主要目标,并在此基础上向32位微机系统做适当延伸,为进一步的学习和应用打下基础。

相对于本书第1版,第2版的变化体现在以下几个方面:

(1) 第2版共有14章。比第1版增加一章,即第7章(总线及总线接口),其内容由第1版中第4章的总线部分经改写扩充形成。

(2) 第2版的部分章节新增了若干内容。例如,微处理器技术简介、存储器技术及其发展、闪速存储器、串行接口16550的FIFO模式、Pentium 4的NetBurst微结构和超线程技术等。

(3) 修改了第1版中的错误,并对全书重新润色。其中,对部分章节重新改写,使文字更加通畅;适当精简部分内容,以突出重点教学内容;重新绘制部分图形,以便更清楚地释义。全书在总体结构和内容风格上未做大的改动,以方便已经使用本书第1版的教师。

一本教材是否实用,详略得当非常重要。教师在授课时应继续贯彻这一原则。本书编写的主线是:8088 CPU、PC/XT系统、面向测控的汇编程序设计、面向微机小系统的各种接口应用;其他内容为辅线,目的是拓宽学生视野,以便对微机系统的发展和微机应用有一个整体的认识。建议教师在实施教学时注意把握主线内容,对一些比较新、比较泛和比较粗的内容可以不讲或略讲,让学生课下阅读。此外,由于教材编写是线性结构,而微机系统是网状结构,有些内容似乎放在哪里都不太合适,这就需要教师在授课时进行前后贯通,学生在学习中也都要不断从系统的角度来考虑问题。

本书第2版的第1章、第4章~第7章由陈涛修订编写,其余各章由钱晓捷修订编写。在本书第1版的使用和第2版的写作过程中,曾得到许多教师和学生的帮助,编者在此表示感谢。编者还要特别感谢关国利、穆玲玲等同事,他们的教学经验和使用体会为修订本书提供了许多帮助。

为了更好地服务于广大师生和读者,编者开辟了“大学微机技术系列课程教学辅助网站”(http://www2.zzu.edu.cn/qwfw)。该网站面向“微机原理及接口技术”、“汇编语言程序设计”等课程,结合本书提供一批辅助教学资源,包括教学课件、教学大纲、教材勘误、疑难解答、自测练习、补充资料等,可以看作本书的动态延伸,欢迎大家访问。有关本书的疏漏和不当之处以及对相关教学问题的探讨,敬请广大师生和读者通过电子信箱与编者联系(钱晓捷:qianxiaojie@zzu.edu.cn,陈涛:ct@ha.edu.cn)。

钱晓捷 陈涛

2004年10月

第1版前言

本书以Intel 8088/8086微处理器和IBM PC系列机为主体，论述了16位微型计算机的基本原理、汇编语言和接口技术，并引出了32位微机系统的相关技术。全书共有13章、5个附录。

第1章——介绍微型机的发展、应用和基本组成，IBM PC系列机和数据表示。

第2章——详述8088/8086微处理器的内部结构和16位整数指令系统，含功能调用方法。

第3章——引出汇编语言伪指令，并从程序结构角度展开程序设计方法。

第4章——描述8088/8086微处理器的外部特性，包括引脚、时序和ISA系统总线。

第5章——主要从应用角度说明半导体存储器及其与微处理器的连接。

第6章——综述I/O接口及处理器与外设的数据传送方式。

第7章——说明8088/8086的中断系统、中断控制器8259A和中断服务程序的编写。

第8章——以定时计数控制器8253/8254为例，引出微机中的定时和计数方法。

第9章——以DMA控制器8237A为例，说明DMA控制器的应用。

第10章——详述并行接口芯片8255A以及键盘、LED数码管和打印机接口。

第11章——展开串行异步通信接口，包括接口标准、8250/16550芯片和适配器。

第12章——描述D/A转换、A/D转换原理以及模拟接口芯片的应用。

第13章——以通俗的语言论述32位Intel 80x86微处理器和32位微机的新技术。

附录——有配合第2章指令系统的调试程序使用方法，配合第3章程序设计的汇编语言开发方法，还有方便查找的8088/8086指令系统、DOS功能调用和ROM-BIOS功能调用列表。

1999年初，机械工业出版社出版了我们编著的教材《微型计算机原理及接口技术》。该书在出版后的两年里，经过多次印刷、受到读者好评。同时，教师和学生也反馈了不少意见和建议。为此，根据机械工业出版社的要求，我们在原教材《微型计算机原理及接口技术》的基础上进行了更新和修改，同时增写汇编语言程序设计和32位微机系统两部分内容，这样就形成了本教材。本书融16/32位微机原理、汇编语言和接口技术于一体，比较完整地论述了微型计算机技术，能够适合更广泛的读者群。

本书硬件主体是16位微型机原理及接口技术。这部分内容按照《微型计算机原理及接口技术》^[1]一书改写而成。一方面保持原书浅显易懂、详略得当、结构清晰的优点以及适用性强、原理、系统与应用并重的特点，另一方面进行了更新和补充。内容的改动主要是删除了分析PC机的细节内容和比较艰深的内容，还以IBM PC系列机合并了PC/XT和PC/AT机的共同部分，同时语言更加精练、结构更加清晰。

16位汇编语言程序设计（第2章和第3章）是本书软件方面的主体。这部分内容参考作者的《汇编语言程序设计》^[2]一书重新编写而成。本书从学习指令开始遵循了汇编语言语句格式，使学生尽量减少源程序的语法错误。书中在介绍中断指令时即引出基本DOS功能调用，便于学生编写有明确输入信息和显示结果的源程序。第3章介绍汇编语言源程序格式时，既有较新的简化段定义格式、又有标准的完整段定义格式，书中的例题程序全部可以采用任何一个格式形成源程序（已在微软MASM 5.0和MASM 6.11环境下经过验证）。为了化解难点，本书还

将串操作类指令后移到循环程序设计中。子程序设计内容比较详尽，引出子程序模块和子程序库方法；还在宏汇编中介绍文件包含方法。

根据微型机最新发展而写成的最后一章——32位微型计算机系统，主要来源于作者的教学讲义，曾在“高档微机原理”课程中给高年级学生讲授。这一章内涵丰富，但限于本书的目的和篇幅，只能对照16位微机系统进行相应地介绍，这部分可以在教学中自然引出或作为课外阅读内容。32位微处理器内部结构涉及大量计算机系统结构的知识，所以只好尽量用通俗易懂的语言将最新技术展示出来。第13章的目的就是将读者所学习的基本原理引深到更加实用的32位微机系统，便于今后进一步深入研究。

本书第1章、第4章前3节、第5章和第6章（除第6.1.4节和第6.1.5节）由陈涛编写；第2章、第3章、第4章后两节、第6章的第6.1.4节和第6.1.5节、第7章~第13章以及附录由钱晓捷编写。全书最后由钱晓捷统稿，并编写和验证了全部例题程序。

在本书的编写和使用过程中，得到了许多教师和学生的帮助，作者在此表示感谢。作者还要感谢机械工业出版社华章分社的编辑，是他们的大力支持才使本书能够很快与读者见面。

限于作者的学识水平，本书中难免有疏漏和不当之处，敬请广大同行及读者指正。同时也欢迎读者、尤其是采用本书的教师和学生，共同探讨相关教学内容、教学方法等问题。

钱晓捷

2001年2月

目 录

第2版前言	
第1版前言	
第1章 微型计算机系统概述	1
1.1 微型计算机的发展和应用	1
1.1.1 微型计算机的发展	2
1.1.2 微型计算机的应用	4
1.2 微型计算机的系统组成	6
1.2.1 微型计算机的硬件系统	6
1.2.2 微型计算机的软件系统	8
1.3 IBM PC系列机系统	8
1.3.1 硬件基本组成	8
1.3.2 主板的构成	9
1.3.3 存储空间的分配	13
1.3.4 I/O空间的分配	14
1.4 计算机中的数据表示	15
1.4.1 计算机中的数	16
1.4.2 计算机中的码	20
习题	23
第2章 微处理器指令系统	25
2.1 微处理器的内部结构	25
2.1.1 微处理器的基本结构	25
2.1.2 8088/8086的功能结构	26
2.1.3 8088/8086的寄存器结构	28
2.1.4 8088/8086的存储器结构	31
2.2 8088/8086的寻址方式	33
2.2.1 立即数寻址方式	34
2.2.2 寄存器寻址方式	35
2.2.3 存储器寻址方式	35
2.3 数据传送类指令	38
2.3.1 通用数据传送指令	38
2.3.2 堆栈操作指令	40
2.3.3 标志操作指令	41
2.3.4 地址传送指令	41
2.4 算术运算类指令	42
2.4.1 加法和减法指令	42
2.4.2 符号扩展指令	44
2.4.3 乘法和除法指令	44
2.4.4 十进制调整指令	45
2.5 位操作类指令	46
2.5.1 逻辑运算指令	46
2.5.2 移位指令	47
2.5.3 循环移位指令	48
2.6 控制转移类指令	49
2.6.1 无条件转移指令	49
2.6.2 条件转移指令	50
2.6.3 循环指令	52
2.6.4 子程序指令	53
2.6.5 中断指令和系统功能调用	54
2.7 处理器控制类指令	57
习题	57
第3章 汇编语言程序设计	61
3.1 汇编语言的源程序格式	61
3.1.1 简化段定义格式	61
3.1.2 完整段定义格式	63
3.1.3 可执行程序的结构	65
3.2 常量、变量和属性	65
3.2.1 常量	66
3.2.2 变量	67
3.2.3 名字和标号的属性	69
3.3 顺序程序设计	71
3.4 分支程序设计	71
3.5 循环程序设计	74

3.5.1 计数控制循环	75	5.5 存储芯片与CPU的典型连接	139
3.5.2 条件控制循环	76	5.5.1 存储芯片与CPU的连接	139
3.5.3 串操作类指令	78	5.5.2 存储芯片与CPU的配合	144
3.6 子程序设计	81	5.6 动态RAM的连接和使用	145
3.6.1 过程定义和子程序编写	81	5.7 存储器技术及其发展	147
3.6.2 用寄存器传递参数	84	习题	151
3.6.3 用共享变量传递参数	85	第6章 输入/输出及接口	153
3.6.4 用堆栈传递参数	87	6.1 I/O接口概述	153
3.6.5 子程序模块和子程序库	89	6.1.1 I/O接口的主要功能	153
3.7 宏汇编	90	6.1.2 I/O接口的典型结构	154
习题	94	6.1.3 I/O端口的编址	155
第4章 微处理器的外部特性	99	6.1.4 8086/8088的输入/输出指令	156
4.1 8088的引脚信号和总线形成	99	6.1.5 I/O地址的译码	157
4.1.1 8088的两种组态模式	100	6.1.6 PC系列机主板上的I/O译码	158
4.1.2 最小组态下的引脚定义	100	6.1.7 数据传送方式	159
4.1.3 最小组态下的总线形成	103	6.2 无条件传送方式及其接口	159
4.1.4 最大组态下的引脚定义	104	6.3 查询传送方式及其接口	160
4.1.5 最大组态下的总线形成	105	6.3.1 查询输入接口	161
4.2 8088的总线时序	106	6.3.2 查询输出接口	161
4.2.1 最小组态下的总线时序	108	6.3.3 用查询方式对EEPROM进行编程	162
4.2.2 最大组态下的总线时序	110	6.4 中断传送方式	163
4.3 8086微处理器	111	6.4.1 中断传送与接口	163
4.4 80286微处理器	112	6.4.2 中断工作过程	165
4.5 微处理器技术简介	114	6.4.3 中断源识别和中断优先权管理	166
习题	117	6.5 DMA传送方式	169
第5章 存储器系统	119	习题	171
5.1 存储器概述	119	第7章 总线及总线接口	173
5.1.1 存储器的分类和评价指标	120	7.1 总线概述	173
5.1.2 存储系统的层次结构	120	7.1.1 总线上的设备和总线的使用特点	173
5.2 半导体存储器	122	7.1.2 按传输特点对总线分类	173
5.2.1 半导体存储器的分类	122	7.1.3 按使用范围对总线分类	175
5.2.2 半导体存储器芯片的结构	124	7.1.4 按信号属性对总线分类	175
5.2.3 半导体存储器的主要技术指标	125	7.1.5 总线操作、总线周期和总线时序	176
5.3 随机存取存储器	126	7.1.6 总线的主要技术指标	176
5.3.1 静态RAM	126	7.1.7 总线的标准化	176
5.3.2 动态RAM	128	7.2 PC总线和ISA总线	177
5.4 只读存储器	132	7.2.1 PC总线	177
5.4.1 EPROM	133	7.2.2 ISA总线	179
5.4.2 EEPROM	135	7.3 微机系统的内部总线和总线接口	182
5.4.3 闪速存储器	138	7.4 微机系统的外部总线和总线接口	185

7.5 微机系统中的总线架构	187	习题	242
习题	189	第11章 并行接口	245
第8章 中断控制接口	191	11.1 并行接口电路8255A	245
8.1 8088中断系统	191	11.1.1 8255A的内部结构和引脚	245
8.1.1 8088的中断类型	191	11.1.2 8255A的工作方式	246
8.1.2 8088的中断响应过程	193	11.1.3 8255A的编程	250
8.1.3 8088的中断向量表	194	11.2 8255A的应用	252
8.2 内部中断服务程序	194	11.2.1 8255A在IBM PC/XT	
8.3 8259A中断控制器	196	机上的应用	252
8.3.1 8259A的内部结构和引脚	196	11.2.2 用8255A方式0与打印机接口	252
8.3.2 8259A的中断过程	198	11.2.3 用8255A方式1与打印机接口	253
8.3.3 8259A的工作方式	199	11.2.4 双机并行通信接口	255
8.3.4 8259A的编程	201	11.3 键盘及其接口	256
8.4 8259A在IBM PC系列机上的应用	205	11.3.1 简易键盘的工作原理	256
8.5 外部中断服务程序	207	11.3.2 PC机键盘的工作原理	260
8.6 驻留中断服务程序	209	11.4 LED数码管及其接口	264
习题	211	11.5 并行打印机接口	268
第9章 定时计数控制接口	215	11.5.1 打印机接口信号	268
9.1 8253/8254定时计数器	215	11.5.2 打印机适配器	269
9.1.1 8253/8254的内部结构和引脚	215	11.5.3 打印机驱动程序	271
9.1.2 8253/8254的工作方式	217	习题	274
9.1.3 8253/8254的编程	220	第12章 串行通信接口	277
9.2 8253/8254在IBM PC系列机上的应用	222	12.1 串行通信基础	277
9.2.1 定时中断和定时刷新	222	12.2 串行接口标准RS-232C	279
9.2.2 扬声器控制	223	12.2.1 RS-232C的引脚定义	279
9.2.3 可编程硬件延时	224	12.2.2 RS-232C的连接	280
9.3 扩充定时计数器的应用	225	12.2.3 RS-232C的电气特性	281
习题	227	12.3 通用异步接收发送器8250/16550	281
第10章 DMA控制接口	229	12.3.1 8250的内部结构	282
10.1 DMA控制器8237A	229	12.3.2 8250的引脚	283
10.1.1 8237A的内部结构和引脚	229	12.3.3 8250的寄存器	285
10.1.2 8237A的工作时序	231	12.4 异步通信适配器	287
10.1.3 8237A的工作方式	232	12.4.1 异步通信适配器的接口电路	288
10.1.4 8237A的寄存器	234	12.4.2 异步通信适配器的初始化编程	289
10.1.5 8237A的编程	237	12.4.3 异步通信程序	290
10.2 8237A的应用	238	12.4.4 16550的FIFO模式	291
10.2.1 8237A在IBM PC系列		习题	292
机上的应用	238	第13章 模拟接口	295
10.2.2 DMA写传送	239	13.1 模拟输入输出系统	295
10.2.3 DMA设定子程序	240	13.2 D/A转换器	296

13.2.1 D/A转换的基本原理	296	14.4 虚拟存储管理	326
13.2.2 DAC0832芯片	297	14.4.1 段式存储管理	327
13.2.3 DAC芯片与主机的连接	300	14.4.2 页式存储管理	327
13.2.4 DAC芯片的应用	301	14.4.3 描述符	328
13.3 A/D转换器	302	14.4.4 特权与保护	328
13.3.1 A/D转换的基本原理	302	14.5 高速缓冲存储器Cache	329
13.3.2 ADC0809芯片	304	14.5.1 高速缓存的工作原理	329
13.3.3 ADC芯片与主机的连接	305	14.5.2 80486的片上高速缓存	331
13.3.4 ADC芯片的应用	306	14.6 精简指令集RISC技术	332
习题	308	14.6.1 为什么需要RISC	332
第14章 32位微型计算机系统	309	14.6.2 RISC技术的主要特点	333
14.1 32位微机组成结构	309	14.7 指令流水线技术	335
14.1.1 Intel 80x86系列 微处理器的发展	309	14.7.1 80486的指令流水线	335
14.1.2 32位微机主板	313	14.7.2 Pentium的超标量指令流水线	336
14.2 32位指令系统	316	14.7.3 Pentium的动态分支预测	336
14.2.1 32位微处理器的工作方式	316	14.8 动态执行技术	338
14.2.2 32位寄存器组	317	14.8.1 指令级并行ILP处理器	338
14.2.3 32位寻址方式	318	14.8.2 Pentium III的动态执行结构	339
14.2.4 32位扩展指令	319	14.9 同时多线程技术	340
14.2.5 新增32位整数指令	319	14.9.1 Pentium 4的NetBurst微结构	340
14.2.6 浮点指令	320	14.9.2 Pentium 4的超线程技术	341
14.2.7 多媒体指令	321	习题	343
14.2.8 32位指令的程序设计	322	附录A 调试程序DEBUG的使用方法	345
14.3 32位微处理器的引脚	324	附录B 汇编语言的开发方法	351
14.3.1 数据线	325	附录C 8088/8086指令系统	353
14.3.2 地址线	325	附录D 常用DOS功能调用 (INT 21H)	357
14.3.3 总线周期控制线	325	附录E 常用ROM-BIOS功能调用	361
		参考文献	365

第1章 微型计算机系统概述

电子计算机的诞生和发展是20世纪最重要的科技成果之一。进入20世纪70年代以来,微型计算机开始登上历史舞台,并以不可阻挡的势头迅猛发展,成为当今计算机发展的一个主流方向。当前,以微型计算机为代表的计算机已日益普及,其应用已深入到社会的各个角落,极大地改变着人们的工作方式、学习方式和生活方式,成为信息时代的主要标志。

在本章中,我们将对微型计算机的发展背景及其系统组成进行概述,内容包括微型计算机的发展和应用、微型计算机的系统组成以及IBM PC/XT/AT系列微机的总体情况。

1.1 微型计算机的发展和应用

1946年2月,在美国宾夕法尼亚大学的莫尔学院,由物理学博士莫克利(J.W.Mauchly)和电气工程师埃克特(J.P.Eckert)领导的小组研制成了世界上第一台数字式电子计算机ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator)。这台计算机用电子管实现,编程通过接插线进行,采用字长10位的十进制计数方式,每秒可进行5000次加法运算。该机在1943年研制时,其最初目的是用于为军队编制各种武器的弹道表,1946年后它经过多次改进,成为能进行各种科学计算的通用计算机。

1944年夏,著名数学家冯·诺依曼(Von Neumann)偶然获知ENIAC的研制。在以后的10个月里,他参加了为改进ENIAC而举行的一系列专家会议,研究了新型计算机的系统结构,在由他执笔的报告里,提出了采用二进制计算、存储程序并在程序控制下自动执行的思想。按照这一思想,新机器将由五个部件构成,即由运算部件、控制部件、存储部件、输入部件以及输出部件构成。报告还描述了各部件的职能和相互间的联系。以后,这种模式的计算机遂被称为“冯·诺依曼机”。1949年,这一新思想首先由英国剑桥大学的威尔克斯(M.V.Wilkes)等在EDSAC(Electronic Delay Storage Automatic Calculator)机上实现。

到今天为止,电子计算机的发展已经历了四代,虽然在某些方面有一些突破,但其基本结构没有大的改变。这四个发展阶段以硬件进步为主要标志,但也包括了软件技术的发展。

第一代(1946~1957)——采用电子管为逻辑部件,以超声波汞延迟线、阴极射线管、磁芯和磁鼓等为存储手段;软件上采用机器语言,后期采用汇编语言。

第二代(1957~1965)——采用晶体管为逻辑部件,用磁芯、磁盘作内存和外存;软件上广泛采用高级语言,并出现了早期的操作系统。

第三代(1965~1971)——采用中小规模集成电路为主要部件,以磁芯、半导体存储器和磁盘为内、外存储器;软件上广泛使用操作系统,产生了分时、实时等操作系统和计算机网络。

第四代(1971~至今)——采用大规模集成电路(LSI)、超大规模集成电路(VLSI)为主要部件,以半导体存储器和磁盘为内、外存储器;在软件方法上产生了结构化程序设计和面向对象程序设计的思想。本书将要介绍的微处理器(Microprocessor)和微型计算机(Microcomputer)也在这一阶段诞生并获得飞速发展。此外,网络操作系统、数据库管理系统得到广泛应用,并进一步推出了图形界面操作系统和可视化编程工具。

近年来,随着集成电路技术的不断提高,包括通用微处理器、面向控制和数字信号处理的专用微处理器、片上系统(System on Chip, SoC)、专用集成电路芯片(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、大规模现场可编程器件(Field-Programmable Gate Array/Complex Programmable Logic Device, FPGA/CPLD)等都获得了飞速发展,进一步促进了网络通信技术、多媒体技术、各种总线技术和因特网接入技术的发展,使计算机在整个社会应用中的广度和深度得到了前所未有的提高。

1.1.1 微型计算机的发展

所谓“微型计算机”是指这样的计算机:它以大规模、超大规模集成电路为主要部件,以集成了计算机主要部件——控制器和运算器的微处理器为核心,所构造出的计算机系统。

下面,让我们来回顾微型计算机的发展历史。

1971年,世界上第一台微型计算机诞生于美国。其诞生的经过是:1969年,一个日本的制造商要求美国的Intel公司为其高性能的可编程计算器设计一组芯片。设计人员将原方案由多个专用芯片修改为一个通用逻辑装置,该装置从半导体存储器中检出应用指令进行工作,于是世界上第一个微处理器芯片4004诞生。该芯片字长4位,集成了约2300个晶体管,每秒可进行6万次运算。以它为核心组成的MCS-4计算机是世界上第一台微型计算机。

从那时起,在短短的30多年时间内,微型计算机的发展已经历了四代,并出现了第五代。人们一般以字长和典型的微处理器芯片作为各阶段的标志。

第一代(1971~1972)——主要产品是4位和低档8位微机。1971年4004诞生后,随后改进为4040,第二年Intel研制出8位微处理器芯片8008,并出现由它组成的MCS-8微型计算机。8008采用PMOS工艺,字长8位,基本指令48条,基本指令周期为20~50 μ s,时钟频率为500KHz,集成度约3500晶体管/片。

第二代(1973~1977)——主要产品为中、高档8位微机。其中,中档机有Motorola公司的M6800、Intel公司的8080。在1975~1977年间,又有一批性能更好的高档8位机问世,如Zilog公司的Z80、Intel公司的8085、Rockwell公司的6502等。以8080为例,它采用NMOS工艺,字长8位,基本指令70多条,指令周期2~10 μ s,时钟频率高于1MHz,集成度约6000晶体管/片。

这一时期比较著名的微机产品有8位微型计算机TRS-80(采用Z80微处理器,该芯片可看作是8080的改进型,其设计人员参与过8080的设计)和Apple I/II(俗称“苹果机”,采用6502微处理器,该芯片可看作是M6800的改进型,其设计人员参与过M6800的设计),以及广泛用于工控场合的Intel公司的8位单片机,包括MCS-48系列和MCS-51系列等。此外,8085被较多地用于嵌入控制,而6502和M6800被较多地用于计算机游戏系统。

第三代(1978~1984)——各公司相继推出一批16位的微处理器芯片,如Intel公司的8086/8088/80286、Motorola公司的M68000、Zilog公司的Z8000等。此外,一些成功的小型机也进行了“微型化”改造,如DEC公司的LSI-11系列就是将著名的小型机PDP-11进行微型化改造的结果。以8086为例,该芯片采用HMOS工艺,其集成度达到2.9万晶体管/片,基本指令执行时间约0.5 μ s。

这一时期最著名的微机产品是IBM公司生产的PC(Personal Computer,个人计算机)系列机。它包括IBM PC、PC/XT和PC/AT等3个具体型号。但是,人们在提到PC机时可能包括以下3层含义:(1)泛指面向个人应用的微型计算机。(2)泛指采用x86指令体系的16/32位微

型计算机，以区别于Apple公司的MAC机。(3)由IBM公司开发的包括IBM PC/XT/AT等3款机型的PC系列机。IBM PC系列机的发展轨迹大致如下：

1978年Intel公司推出8086微处理器，1979年推出它的简化版本8088。1981年，IBM公司采用8088作CPU，开发出了最早的IBM PC机。与此同时，IBM委托Microsoft公司为IBM PC编制DOS磁盘操作系统。

1982年，IBM将IBM PC发展为IBM PC/XT (Expanded Technology, 扩展技术)，它扩充了IBM PC的内存，并增加了一个硬磁盘驱动器。由于IBM公司在发展PC机时采用了技术开放的策略，使得许多公司围绕PC机研制生产了大量的配套产品和兼容机型，并提供了巨大的软件支持，因此一时间PC机风靡世界。

1984年，Intel推出新一代16位微处理器80286，其集成度达到13.4万晶体管/片，并在结构上有重大改进。同年，IBM以它为核心开发出IBM PC/AT (Advanced Technology, 先进技术)，进一步提高了PC机的总体性能。

这一时期比较著名的其他微机产品还有1984年由Apple公司推出的Macintosh机 (CPU为M68000)，该机使用图形用户界面，并初步具备了多媒体功能，在出版印刷领域有很好的表现。Apple公司一直具有很强的创新能力，它生产的微机常被称为MAC机，其CPU主要采用Motorola的680x0系列和Power PC系列等。

第四代 (1985 ~) —— 1985年，Intel公司首次推出32位微处理器芯片80386，其集成度达到27.5万晶体管/片，每秒钟可完成500万条指令 (MIPS)。I80386在结构上有重大进步，在Intel的产品内核序列中它处于P3级。随后，Intel公司先后发表了属于P4级的80486，属于P5级的Pentium (奔腾) 和MMX Pentium (多能奔腾)，属于P6级的Pentium Pro (高能奔腾)、Pentium II/Celeron (赛扬) /Xeon (至强) 和Pentium III/Celeron II/Xeon，属于P7级的Pentium 4。每个新级别的内核结构都较前有重大进步。

以1989年发表的I80486芯片为例，其内部除CPU外，还集成了浮点运算协处理器FPU (相当于I80387)、8KB高速缓存 (Cache) 及存储管理机构 (MMU)，并在指令译码单元和高速缓存之间采用128位总线，在浮点处理单元 (FPU) 和高速缓存之间采用两条32位的总线，提高了指令和浮点数据的传送速度。

可以说，在通用微处理器的研发领域，Intel公司一直处在领先地位。与此同时，作为它的竞争对手，AMD公司也先后推出了K5、K6、Duron、Athlon等微处理器芯片。它们的共同特点是，都采用IA-32 (Intel Architecture-32) 指令架构，并逐步增加了面向多媒体数据处理和网络应用的扩展指令，如Intel的MMX、SSE、SSE2、SSE3指令集和AMD的3Dnow!、3Dnow! Plus指令集。人们将自8086以来一直延续的这种指令体系通称为x86指令体系。

在这个时期，以IBM PC/AT机为基本结构的32位个人微型计算机飞速发展并得到广泛应用。Apple公司的32位MAC机也在欧美占据一定市场。这一时期比较出名的微机产品还有1987年由IBM公司推出的PS/2 (CPU为80386)，它首次采用3.5寸软盘、VGA视频标准及微通道结构 (Micro-Channel Architecture, MCA) 总线，并提供即插即用 (Plug and Play, PnP) 功能。由于IBM PS/2在技术路线上又退回到了封闭模式，所以未能得到推广。

第五代 (2000 ~) —— 随着因特网和电子商务的发展，人们对服务器的性能提出了更高的要求，32位的微处理器已不能适应这一要求。

当前，包括Intel、AMD、IBM、Sun在内的一批厂商已陆续设计并推出了它们的64位微处

理器,如2000年Intel推出的微处理器Itanium(安腾),它采用由Intel和HP公司联合定义的全新指令架构“显式并行指令计算”(Explicitly Parallel Instruction Computing, EPIC),该指令架构又被称为“IA-64”,以区别于原来的“IA-32”架构。但64位微处理器主要还是面向服务器和 workstation等高端应用,其应用程序较少,离台式应用还有一定距离。至于AMD公司,它的64位微处理器Athlon 64则仍沿用了x86指令体系,能够很好地兼容原来IA-32结构的个人微机系统,具有一定的普及性。

在讨论微型计算机发展和展望的时候,我们不能不提到著名的“摩尔定律”。1965年,作为Intel创始人之一的摩尔(G. Moore)在准备一个有关计算机存储器发展趋势的报告时,通过绘制数据图表发现了这样一个事实,即新的集成电路芯片其集成密度每18~24个月就会翻一番。在微型计算机诞生和发展的这30多年的历史中,该定律不断得到印证,以致可以用它对微处理器性能和硬磁盘容量的发展进行预测。人们估计该定律还能正确应用15~20年。我们可以满怀信心地期待,微型计算机在今后将会有更快、更惊人的发展。

1.1.2 微型计算机的应用

微型计算机具有体积小、价格低、工作可靠、使用方便、通用性强等许多特点,其应用领域非常广泛,可划分为两个主要方向。

1. 数值计算、数据处理及信息管理方向

这一应用方向包括科学和工程计算、图形图像处理、文字图表处理、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助教育(CAI)、网络及数据库管理、电子商务和电子政务、远程服务和家庭娱乐等。从事这类工作的一般是通用微机,其主要应用形式有服务器(Server)、工作站(Workstation)、个人台式机和个人便携机等。从应用角度来看,要求这类微机有较快的工作速度、较高的运算精度、较大的内存容量和较完备的输入输出设备。此外,还要能为用户提供方便友好的操作界面和简便快捷的维护扩充手段。

其中,服务器主要用于网络和数据库管理,并为网络用户提供共享的软硬件资源。工作站主要用于图形、图像、音视频处理和计算机辅助设计。而个人机(也称PC机)则主要面向个人单机使用或联网使用,因其社会拥有量最大、使用最为普及,因而是这类微机最典型的代表。早期PC机资源少、速度慢,人机界面采用字符形式,所用操作系统只支持单用户单任务(即在某一时刻只能为一个用户做一件工作)。虽然现在的PC机在构成模式上变化不大,但已有了非常巨大的进步。

- 首先,其性能大大提高。以CPU为例。从8086到Pentium 4,字长由16位提高到32位(目前正着手向64位过渡),速度由5MHz提高到3.4GHz,工艺线宽由3 μ m减小到90nm,集成度由2.9万管/片提高到1.25亿管/片,芯片供电由5V降低到1.5V,并在指令集中提供更多的网络应用和多媒体处理指令。当前,PC机的许多指标已超过原来的小型机,有些被PC机采用的技术以前只在大型计算机中使用。
- 围绕PC机开发了大量的软件资源,包括强大、友好的微机操作系统和各种支撑应用软件。在操作系统方面,比较著名的有贝尔实验室最早开发的UNIX多用户多任务操作系统,Apple公司开发的Macintosh和Microsoft公司开发的Windows图形界面操作系统,Novell公司开发的NetWare网络操作系统,挪威学生Linus Torvalds写出初稿、经众多爱好者和电脑公司不断完善、源代码开放的Linux操作系统。在支撑应用软件方面,有各

种电脑工具软件、办公应用软件、数据库管理软件、计算机辅助设计软件、平面图像处理软件、三维动画处理软件、多媒体制作和播放工具、综合绘图软件、网络应用软件等。

- 当前PC机普遍具备多媒体功能，支持一机多用，操作起来声图并茂，令人赏心悦目，成为工作、学习和娱乐的有力工具。此外，随着网络应用的普及和接入技术的进步，PC机可以方便地连接到计算机的全球网络，为人们提供了极为快捷、廉价的通信方式和极为丰富的信息资源。
- 包括内存和外设在内的系统资源不断丰富。例如，在PC机的发展进程中，一批新设备、新工具陆续引入，其中包括鼠标、大容量硬盘、各种网络接入设备、音频设备、图形扫描设备、触摸屏、手写板、文字识别系统和语音识别系统、CD-ROM光驱和DVD光驱、磁盘阵列、液晶显示器、由flash ROM构成的移动存储设备、各种USB设备等。同时，一些对用户更友好、更加符合绿色环保理念的技术被相继采用，如图形界面和点击操作、即插即用、热插拔、外设的集线器连接和菊花链连接、电源管理等。

2. 过程控制及嵌入应用方向

应用于这一方向的主要是一些专用微机和专用系统，如工业PC机、STD总线工控机、PC/104总线工控机、可编程逻辑控制器（Programmable Logical Controller, PLC）以及由通用微处理芯片、微控制器（国内多称它为“单片机”）、数字信号处理器（Digital Signal Processor, DSP）等构成的各种宿主应用系统。在软件方面，各种组态软件和嵌入式操作系统都可以以模块裁剪拼接的方式提供开发上的便利。

对控制类微机，重点要求其能抵御各种干扰、适应应用现场的恶劣环境，确保长时间稳定地工作；同时，也要求其实时性要好，对各种随机事件的响应处理速度要快。此外，对嵌入式应用强调其体积要小；对便携式应用则强调其省电。

直接用于控制的微机，由于其专用性，因此程序相对简单，要处理的数据量一般也不大，所以内存的总需求量不大。此外，为了可靠工作，其程序被固化在ROM中直接运行，因此在内存中ROM的比重往往更大。至于运算精度，一般控制场合对它的要求不是很高，所以直接担任前端测控任务的多是一些8/16位机。如果测控的同时兼做数据处理和数据管理，则它对运算精度、运算速度和人机界面的要求会明显高出许多。

在系统结构上，工控机为了满足各类应用和各种组态的需要，一般都采用标准总线和总线插板的组成方式，由厂商提供一批系列化的功能模块和模板，供用户在构造应用系统时选择。其中，除无源插接母板、CPU板、系统支持板和人机接口板外，大量的模板用来连接各种传感设备和执行机构或对信号进行转换调理。

除工控机外，将微处理器嵌入到宿主应用系统中（即嵌入式应用）使其发挥作用，是微机应用的一个重要方面。单片机和数字信号处理器是这类应用的两种典型芯片。单片机在国外通称微控制器（Microcontroller），它主要面向控制，在宿主系统中充当控制中心；而数字信号处理器则主要面向大流量数字信号的实时处理，在宿主系统中充当数据处理中心。数字信号处理器的发展晚于单片机，但在网络通信、多媒体应用等领域也得到越来越多的应用。例如，这两种芯片同时在手机中出现，其中前者负责人机交互和系统管理，后者负责语音信号的实时处理。嵌入式应用的应用面非常广，仅单片机一项，全球每年的销量就高达几十亿片，国内的销量也有几亿片之巨。

作为专用的微处理器，在单片机和DSP的内部，除CPU外还集成了计算机的其他一些主要部件和硬件资源，如ROM、RAM、定时器、并行接口、串行接口、脉宽调制器（PWM）、数/模转换器（DAC）、模/数转换器（ADC）、硬件乘法器、浮点运算器等，通过连接少量的外部电路和机构并运行特定的程序，就能实现不同的目标应用系统。必须强调的是，许多嵌入式应用系统人机交互简单，或者根本不配备人机交互手段，因此缺乏自主开发的能力，必须借助专门的仿真调试工具来对它进行开发。

作为嵌入应用的一种新方式是采用电子设计自动化（Electronic Design Automation, EDA）技术来实现专用集成电路芯片（Application-Specific Integrated Circuit, ASIC）和片上系统。EDA技术的一个重要组成是硬件描述语言（Hardware Description Language, HDL）。该语言可以描述硬件电路之间的逻辑关系，设计者通过编写相应程序可将硬件设计软件化。该程序所描述的功能由语言工具处理并仿真调试，然后经下载烧写，在大规模可编程逻辑器件（FPGA/CPLD）中自动加以实现。目前，已有一些成熟的、商品化的、以硬件或软件形式提供的“知识产权（Intellectual Propety, IP）核”（即各种ASIC单元模块）可以利用，其中包括CPU、存储器、前/后向数据通道、中小规模集成电路模块，甚至系统级的模块，设计者可以很方便地将它们集成到自己的芯片中。

1.2 微型计算机的系统组成

从系统组成的观点来看，一个微型计算机系统应该包括硬件、软件两大部分。所谓硬件，指的是构成计算机的“硬”设备；所谓软件，一般是指能在计算机上运行的程序，广义的软件还应包括由计算机管理的数据及有关的文档资料。在本节中，我们将简单解剖微型计算机的硬件系统构成，并强调其结构上的特点；对软件系统，主要强调系统软件中的操作系统，因为在日常应用中，大多数操作都要在操作系统提供的平台上进行。

1.2.1 微型计算机的硬件系统

图1-1为典型的微型计算机硬件系统的构成框图，它由处理器子系统、存储器、I/O接口和I/O设备、系统总线等几部分组成。

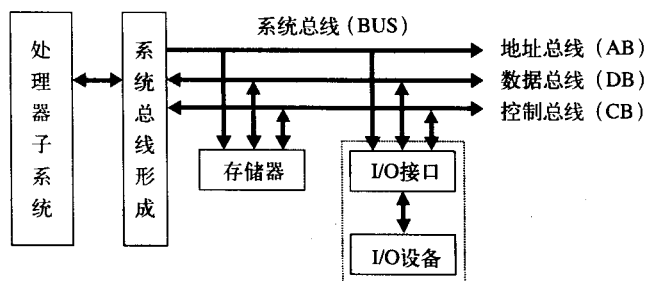


图1-1 微型计算机的系统组成

1. 处理器子系统

整个微机的核心是微处理器，也称中央处理器（Central Processing Unit, CPU），它是采用大规模集成电路技术制成的芯片，芯片内集成了控制器、运算器和若干高速存储单元（即寄存器组）。CPU及其支持电路共同构成了微机系统的控制中心，对系统的各个部件进行统一

的协调和控制。

2. 存储器

计算机是一个自动的数据处理机，依靠机内存储的程序和数据来自动运行，存储器（Memory）就是存放程序和数据部件。

微机上的存储器分为主存和辅存两类，它们主要由半导体存储器和磁盘、光盘存储器等分别构成。半导体存储器造价高、速度快、但容量小，主要用来存放当前正在运行的程序和正待处理的数据；磁盘、光盘存储器造价低、容量大、信息可长期保存，但速度慢，主要用来存放暂不运行的程序和暂不处理的数据。半导体存储器被安排在机内的电路板上，CPU可以通过总线直接存取，因而也称之为“内存”；磁盘、光盘存储器被安装在主机箱内或主机箱外，CPU通过I/O接口对其进行存取，所以也称之为“外存”。

构成内存的半导体存储器又分为只读存储器（Read Only Memory, ROM）和随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）。前者只允许读操作，即在正常工作时只能读出其中的信息；后者可进行读写操作，除读出外也可写入，所以又称之为“读写存储器”。半导体RAM芯片中的信息在断电后将会丢失，而ROM中的信息可在断电后长期保存。

3. I/O设备和I/O接口

I/O设备是指微机上配备的输入/输出设备，也称为外部设备或外围设备（简称外设），其功能是为微机提供具体的输入/输出手段。

微机上的键盘被称为标准输入设备，显示器被称为标准输出设备，这两者又合称为“控制台”。此外，系统还可选择鼠标、打印机、绘图仪、扫描仪等I/O设备。作为外部存储器驱动装置的磁盘驱动器，既可看作是输出设备，又可看作是输入设备。

由于各种外设的工作速度、驱动方法差别很大，无法与CPU直接匹配，所以不可能将它们简单地连接到系统总线。这时，需要有一个接口电路来充当它们和CPU间的桥梁，通过该电路来完成信号变换、数据缓冲、与CPU联络等工作。在微机系统中，较复杂的I/O接口电路一般都做在电路插板上，这种插板俗称卡（Card）。在卡的一侧有连接外设的接口插座；另一侧为带有金手指的插入端，只要将它们插入I/O总线插槽就等于将它们连接到系统。在计算机的主板上一般会安排多个I/O总线插槽，供用户连接各种插卡和外设。

4. 系统总线

所谓总线，是指传递信息的一组公用导线。系统总线（System Bus）是指从处理器子系统引出的若干信号线，CPU通过它们与存储器和I/O设备进行信息交换。总线信号一般可分为3组：

（1）传送地址信息的总线称为地址总线（Address Bus, AB）。CPU在AB总线上输出将要访问的内存单元的地址或I/O端口的地址，所以地址总线为单向输出总线。

（2）传送数据信息的总线称为数据总线（Data Bus, DB）。在CPU进行读操作时，内存或外设的数据通过数据总线送往CPU；在CPU进行写操作时，CPU数据通过数据总线送往内存或外设；所以数据总线为双向总线。

（3）传送控制信息的总线称为控制总线（Control Bus, CB）。控制信号用于协调系统中各部件的操作。其中，有些信号线将CPU的控制信号或状态信号送往外界；有些信号线将外界的请求或联络信号送往CPU；个别的信号线兼有以上两种情况。

在一个系统中，除了CPU有控制、使用总线的的能力外，DMA控制器和协处理器等设备也有控制和使用总线的的能力，它们被称为总线主控设备或总线请求设备。而连在总线上的存储