

21 世纪军队院校计算机系列教材

计算机硬件技术基础

主编 曲宁 王希敏



703

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书以得到广泛应用的 IA(Intel Architecture)-32 结构微处理器家族产品(即 80x86/Pentium 系列)和 PC 系列微型计算机为背景,系统阐述了微处理器的基本工作原理、体系结构、指令系统、汇编语言程序设计,以及主存储器、输入/输出接口芯片围绕 CPU 组建微计算机/微处理器系统的基本组成原理、应用技术和方法。

本书共分成 8 章,内容覆盖了 IA-32 结构微处理器家族。重点从 8086/8088 入手,从性能提升和指令扩展的角度出发,将家族的后续产品尽致展现。本书系统性强,深入浅出,既有基本原理的阐述,又配有相应的应用实例。每章还附有习题,便于练习和掌握。

本书可作为普通高等学校非计算机专业的本科教材,同时也可供从事微处理器和微机应用的科技人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机硬件技术基础 / 曲宁,王希敏主编. —北京:
兵器工业出版社,2005.9

(21 世纪军队院校计算机系列教材)

ISBN 7-80172-490-9

I. 计... II. ①曲...②王... III. 硬件-军事院校-教材
IV. TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 100273 号

出版发行:兵器工业出版社

发行电话:010-68962596, 68962591

邮 编:100089

社 址:北京市海淀区车道沟 10 号

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市登峰印刷厂

版 次:2005 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

2006 年 8 月第 1 版第 2 次印刷

印 数:1481—2980

责任编辑:王强 于伟

封面设计:曹 伟

责任校对:郭 芳

责任印制:赵春云

开 本:787×1092 1/16

印 张:27.75

字 数:703 千字

定 价:44.50 元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

《21 世纪军队院校计算机系列教材》

编 审 委 员 会

主 任	李 强	周长海	
副主任	王宝林	班喜光	张建华
	刘志杰	汪厚祥	王洪东
委 员	王良钢	赵江堂	黄志勇
	潘红华	郭天杰	周晓明
	杨 健	郭福亮	殷克功
	马军林	龙 彬	华继学
	谢 波		
策 划	王 强		

序

今天的人类已经进入 21 世纪,以计算机技术为核心的信息技术取得了日新月异的发展,标志着信息时代已经来临,并不断地改变着人类社会的工作方式、生活方式、学习方式和休闲方式。信息社会的发展使得人类离不开计算机,它已经成为人们工作、生活、学习和休闲的主要工具,而它本身也在不断地发展之中。根据解放军三总部对计算机基础教育的要求,满足新世纪军队高等院校教学改革和人材培养的需求,贯彻中央军委的强军策略,我们组织编写了《21 世纪军队院校计算机系列教材》。参加编写的单位有海军工程大学、海军航空工程学院、大连舰艇学院、空军雷达学院、空军后勤学院和空军工程大学导弹学院等,参加编写的人员由长期战斗在教学科研第一线的、具有丰富教学实践经验的部分优秀教师组成。

本系列教材主要包括计算机文化基础、计算机软件技术基础、计算机硬件技术基础和计算机网络应用基础,主要依据解放军三总部下发的计算机基础教育的课程体系和教学大纲的要求,参考国家教委非计算机专业的计算机教育和计算机等级考试的相关要求,进行规划和组织编写的,主要面向军队高等院校本、专科教育教学使用。

为了适应新世纪军队高等院校教育发展的要求,达到培养掌握信息技术的军事人材的目标,本系列教材以培养学生具有较扎实的计算机基础理论知识、较强的计算机实际操作能力、较好的创新思维和较高的综合素质为目的,注重知识的更新和合理的知识结构,注意借鉴和汲取国内外优秀教材的精华,尽力反映最新的教学科研成果和作者的教学实践经验。本系列教材配有相当数量的习题和丰富的实验指南,

我们相信,通过作者们的共同努力,定将使本系列教材成为具有时代特色的、适合军队院校使用的、高质量的系列教材,为军队高等教育事业的发展和高素质军事专业人材的培养做出应有的贡献。

编审委员会
2005 年 8 月

前 言

近十几年以来，微处理器技术和微型计算机技术得到突飞猛进的发展，其应用已经渗透到各行各业的各个领域，深入到科学计算、信息处理、过程控制、仪器仪表、事务管理、计算机辅助设计、制造、家用电器、网络通信服务等方面，极大地改变着人们的工作和生活方式，已经成为社会前进的巨大推动力。因此，学习微处理器和微型计算机已经成为现代科技人员和高等院校各专业学生不可缺少的课程。

全书共分 8 章，编写时尽力做到：原理和应用相结合，硬件和软件相结合，典型产品和家族产品相结合，难点分散和系统性保持相结合，讲授引导和自学练习相结合。

本教材由曲宁（海军航空工程学院）、王希敏（海军工程大学）主编并编写大纲。第 1、2、8 章由王希敏、陈建明（海军工程大学）编写；第 3 章由曲宁编写；第 4 章由崔欣晨、刘加能（海军航空工程学院）、李成海、华继学（空军导弹学院）编写；第 5 章由吕红（海军航空工程学院）编写；第 6 章由杨健、张晓丽（大连舰艇学院）编写；第 7 章由杨健、徐东（大连舰艇学院）编写；附录由崔欣晨编写，全书由曲宁统稿，海军航空工程学院郭天杰副教授审阅了全书并提出了许多宝贵的意见。由于编者水平有限，时间仓促，尽管我们尽了最大的努力，但错误和不妥之处仍在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2005. 7

目 录

第 1 章 概述.....	1
1.1 计算机的基本结构和工作原理	1
1.1.1 计算机的基本结构	1
1.1.2 计算机工作原理	2
1.2 微处理器, 微计算机, 微处理器系统	3
1.2.1 微处理器 (Microprocessor 简称 uP 或 MP)	3
1.2.2 微计算机 (Micmcomputer 简称 uC 或 MC)	3
1.2.3 微处理器系统 (Microprocessing System 简称 uPS 或 MRS)	3
1.3 微处理器的产生和发展	4
1.3.1 8 位微处理器	4
1.3.2 16 位微处理器	4
1.3.3 32 位微处理器	4
1.3.4 Pentium 微处理器	5
1.3.5 Pentium II 微处理器	6
1.3.6 Pentium III 微处理器	6
1.3.7 Pentium 4 微处理器	7
1.3.8 新一代字长 64 位微处理器.....	7
1.4 IA-32 结构微处理器	8
1.4.1 80x86 指令集	8
1.4.2 MMX 指令集	9
1.4.3 SSE/SSE2/SSE3 扩展指令集	9
1.4.4 3DNow! 技术	9
1.4.5 高速缓存 (Cache) 技术的发展——Cache 分级设计	10
1.4.6 流水线及动态执行技术.....	10
1.5 微计算机系统的组成.....	11
1.5.1 硬件系统.....	11
1.5.2 软件系统.....	16
1.5.3 微计算机系统结构的特殊性.....	16
1.6 典型微处理器系统结构及工作原理.....	18
1.6.1 系统连接.....	19
1.6.2 典型微处理器的内部结构.....	19
1.6.3 典型存储器的内部结构.....	21
1.6.4 简单程序的编制和执行.....	23

1.7 IA-32 结构的数据类型	26
1.7.1 数据单位表示	26
1.7.2 表示存储器容量的计量单位	27
1.7.3 存储器编址与数据存储	28
1.7.4 数的表示法	29
1.7.5 字符的表示法	34
1.7.6 基本数据类型	35
1.8 IBMPC/XT 微型计算机系统实例	36
习题 1	37
第 2 章 IA-32 结构微处理器及其体系结构	38
2.1 微处理器的主要性能指标	38
2.1.1 微处理器的字长	38
2.1.2 指令数	38
2.1.3 运算速度	38
2.1.4 访存空间	39
2.1.5 高速缓存	39
2.1.6 虚拟存储	40
2.1.7 多处理器系统	40
2.1.8 工艺形式及其他	40
2.2 8086/8088 微处理器	41
2.2.1 8086 的内部结构	41
2.2.2 8086 的寄存器结构	45
2.2.3 8086 的引脚特性	48
2.2.4 8086 和 8088 的比较	51
2.2.5 8086 的时钟和总线周期概念	52
2.2.6 8086/8088 的工作方式	54
2.2.7 8086/8088 的总线操作时序	59
2.2.8 存储器组织	63
2.2.9 I/O 组织	65
2.3 从 8086 到 Pentium	65
2.3.1 指令预取技术	65
2.3.2 地址流水线和 Cache 技术	66
2.3.3 存储器管理技术	68
2.3.4 超标量流水线技术	68
2.4 80486 微处理器	69
2.4.1 80486 的主要性能	69
2.4.2 80486 的内部结构	69
2.4.3 片内高速缓冲存储器 (Cache)	71
2.4.4 80486 的寄存器结构	73
2.4.5 80486 工作模式	82

2.4.6	工作模式之间的转换	85
2.4.7	80486 存储器组织	85
2.5	Pentium 微处理器的结构特点	88
2.5.1	超标量体系结构 (Superscalar Architecture)	88
2.5.2	独立的指令 Cache 和数据 Cache	89
2.5.3	新设计的浮点单元	90
2.5.4	分支预测	90
2.5.5	Pentium 微型计算机系统的体系结构	90
2.6	其他先进微处理器	91
2.6.1	Pentium Pro 微处理器	91
2.6.2	Pentium II 微处理器	97
2.6.3	Pentium III 微处理器	99
2.6.4	Pentium 4 微处理器	102
	习题 2	105
第 3 章	80x86 指令系统	107
3.1	指令的基本格式	107
3.2	寻址方式	108
3.3	指令执行时间	114
3.4	8086/8088 指令系统	116
3.4.1	数据传送 (Data Transfer) 类指令	116
3.4.2	算术运算 (Arithmetic) 类指令	123
3.4.3	逻辑运算与移位 (Logic and Shift) 类指令	136
3.4.4	串操作 (String Manipulation) 指令	140
3.4.5	控制转移 (Control Jump) 指令	144
3.4.6	处理器控制 (Processor Control) 指令	152
3.5	中断类指令及 PC DOS 系统功能调用	153
3.5.1	中断及中断返回指令	153
3.5.2	8086 的专用中断	155
3.5.3	PC DOS 的系统功能调用与基本 I/O 子程序调用	157
3.5.4	BIOS 中断调用	161
3.5.5	返回 DOS 的方法及使用的中断调用	162
3.6	80286 扩充的指令	164
3.6.1	对 8086/8088 某些指令功能的扩充	164
3.6.2	通用扩充指令	164
3.6.3	保护模式下的新增指令	165
3.7	80386 扩充的指令	166
3.7.1	对 80286 工作范围扩大的指令	166
3.7.2	实地址模式下的扩充指令	166
3.7.3	保护模式下的特权指令	169
3.8	80486 扩充的指令	170

3.8.1	新增指令	170
3.8.2	管理 Cache 的有关命令	170
3.9	Pentium CPU 扩充的指令	171
习题 3		171
第 4 章	汇编语言程序设计	177
4.1	语言和汇编程序	177
4.1.1	汇编语言 (Assembly Language)	177
4.1.2	汇编程序 (Assembler)	177
4.2	MASM 宏汇编语言程序的规范	178
4.2.1	一个简单的汇编语言程序	178
4.2.2	分段结构	179
4.2.3	语句的构成与规范	179
4.3	伪指令及其应用	185
4.3.1	数据定义及存储器分配伪指令	185
4.3.2	符号定义伪指令 EQU 和 =	186
4.3.3	标号定义伪指令 LABEL	187
4.3.4	段定义伪指令 SEGMENT/ENDS	187
4.3.5	段寻址伪指令 ASSUME	189
4.3.6	过程定义伪指令 PROC/ENDP	189
4.3.7	程序计数器 \$ 和定位伪指令 ORG	190
4.4	结构与记录	190
4.4.1	结构	190
4.4.2	记录	193
4.5	宏指令及其应用	195
4.5.1	宏指令的定义	195
4.5.2	宏指令的使用——宏调用	195
4.5.3	宏指令应用举例	196
4.5.4	取消宏指令的伪指令 PURGE	197
4.5.5	定义局部标号伪指令 LOCAL	197
4.6	指定处理器及简化段定义伪指令	198
4.6.1	指定处理器伪指令	198
4.6.2	简化段定义伪指令	199
4.7	程序设计的基本方法	202
4.7.1	汇编语言程序的设计步骤	202
4.7.2	模块化程序设计	206
4.8	程序的基本结构及基本程序设计	208
4.8.1	程序的基本结构	208
4.8.2	顺序结构与简单程序设计	208
4.8.3	条件结构与分支程序设计	209
4.8.4	循环结构与循环程序设计	212

4.8.5 子程序结构与子程序设计	215
4.9 实用程序设计举例	222
4.9.1 代码转换程序	223
4.9.2 用逻辑尺控制对数组的处理	224
4.9.3 表处理程序	225
4.9.4 声音和动画程序	228
习题 4	233
第 5 章 存储器	235
5.1 分级存储器系统结构	235
5.2 半导体存储器的分类及特点	236
5.2.1 半导体存储器的分类	236
5.2.2 半导体存储器的性能指标	237
5.2.3 半导体存储器的特点	238
5.3 随机存取存储器 RAM	239
5.3.1 静态存储器 SRAM	240
5.3.2 动态存储器 DRAM	242
5.4 只读存储器 ROM	243
5.4.1 固定掩膜编程 ROM	243
5.4.2 可编程 PROM	244
5.4.3 可擦除可编程 EPROM	244
5.5 新型存储器	246
5.5.1 快擦写 Flash 存储器	246
5.5.2 多端口读写存储器	246
5.5.3 内存条	247
5.6 主存储器系统设计	249
5.6.1 存储器芯片的选择	249
5.6.2 计算机系统中存储器的地址分配	250
5.6.3 存储器芯片与 CPU 的连接	250
5.6.4 存储器的寻址方法	251
5.6.5 存储器芯片的扩展	253
5.6.6 小结	258
5.7 高速缓冲存储器与虚拟存储器	259
5.7.1 高档微机系统中的高速缓存技术	259
5.7.2 虚拟存储器技术	261
5.7.3 高速缓存器与虚拟存储器的比较	263
习题 5	263
第 6 章 输入/输出技术	264
6.1 微机和外设间的输入/输出接口	264
6.1.1 为什么需要接口电路	264
6.1.2 接口电路中的信息	264
6.1.3 接口电路的组成	265

6.1.4	I/O 端口的编址方式	266
6.1.5	80x86 系列微机 I/O 端口地址分配与地址译码	266
6.2	输入/输出的控制方式	270
6.2.1	程序控制方式	270
6.2.2	中断控制方式	276
6.2.3	直接存储器存取 (DMA) 控制方式	277
6.3	DMA 控制器 8237A 及其应用	278
6.3.1	8237A 的内部结构及其与外部的连接	278
6.3.2	8237A 的引脚特性	281
6.3.3	8237A 的内部寄存器	282
6.3.4	8237A 的初始化编程	287
6.3.5	8237A 应用举例	288
6.4	微计算机功能扩展及总线标准	290
6.4.1	微计算机功能扩展	290
6.4.2	总线标准	290
6.4.3	ISA 总线	291
6.4.4	PCI 局部总线	293
6.4.5	USB 总线	295
习题 6		296
第 7 章	微计算机的中断系统	297
7.1	中断控制方式的优点	297
7.2	8086/8088 的中断机构	298
7.2.1	中断源	298
7.2.2	中断过程	299
7.2.3	中断向量表的设置方法	299
7.3	外部中断	302
7.3.1	NMI 中断	302
7.3.2	INTR 中断	302
7.4	中断的优先权管理	302
7.4.1	软件查询方式	303
7.4.2	菊花链法	304
7.4.3	专用芯片管理方式	305
7.5	可编程中断控制器 8259A	305
7.5.1	8259A 的引脚特性	305
7.5.2	8259A 的内部结构及工作原理	306
7.5.3	8259A 的工作方式	307
7.5.4	8259A 的级联	309
7.5.5	8259A 的初始化命令字和操作命令字	310
7.5.6	8259A 的应用举例	316
7.6	IBM PC/XT 微计算机的中断系统	322
7.6.1	可屏蔽中断 INTR	322

7.6.2 非屏蔽中断 NMI	324
7.7 386/486 微计算机的中断系统	324
7.7.1 80386/80486 CPU 的中断机构	324
7.7.2 386/486 微机的硬中断控制系统	327
习题 7	328
第 8 章 可编程通用接口芯片	330
8.1 可编程接口芯片	330
8.1.1 可编程接口芯片的组成与功能	330
8.1.2 接口芯片的分类	332
8.2 并行 I/O 接口芯片 8255A	333
8.2.1 8255A 的基本性能	334
8.2.2 8255A 的内部结构	334
8.2.3 8255A 的引脚特性和外部连接	335
8.2.4 8255A 的控制字	337
8.2.5 8255A 的工作方式	339
8.2.6 8255A 用于 A/D 和 D/A 的接口	344
8.2.7 8255A 应用举例	346
8.3 串行通信接口	350
8.3.1 串行接口及串行通信协议	350
8.3.2 串行通信的物理标准	354
8.3.3 可编程串行异步通信接口 8250	356
8.3.4 8250 的编程	364
8.3.5 8250 应用举例	369
8.4 可编程计数器/定时器 8253/8254	371
8.4.1 8253 的基本功能和用途	371
8.4.2 8253 内部结构与工作原理	372
8.4.3 8253 引脚特性及外部连接	374
8.4.4 8253 的控制字和编程	374
8.4.5 8253 的工作方式	375
8.4.6 8253 的应用举例	382
8.4.7 8254 与 8253 的比较	389
习题 8	390
附录 1 8086/8088 指令系统一览表	393
附录 2 MASM 伪指令一览表	401
附录 3 中断向量地址一览表	403
附录 4 DOS 功能调用 (INT 21H)	405
附录 5 BIOS 功能调用	409
附录 6 IBM PC ASCII 码字符表	413
附录 7 MASM 宏汇编程序出错信息	414
附录 8 调试程序 DEBUG 的主要命令	421
参考文献	427

第 1 章 概 述

电子计算机的产生和发展是 20 世纪最重要的科技成果之一,进入 20 世纪 70 年代,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。在本书的第 1 章,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:计算机的基本结构和工作原理、微型计算机的发展、微处理器和微计算机的组成、IA-32 结构微处理器特点、计算机中的数制与码制以及 PC 系列微机系统的系统结构。

1.1 计算机的基本结构和工作原理

1.1.1 计算机的基本结构

电子数字计算机是作为一种计算工具出现的,它的算题过程和人们使用算盘算题非常类似。

1. 算盘算题的步骤和需要的设备

如果现在要计算: $21 \times 12 - 117 \div 13 = ?$

首先,我们需要有一个算盘作为运算工具;其次要有纸,用它来记录和存放原始数据、中间结果和运算的最后结果。这些原始数据、运算结果记录到纸上是由笔来完成的,而整个运算过程又是在人的控制下进行的。其步骤概括如下:

(1) 人把算题和原始数据用笔记录下来;

(2) 人用算盘算 21×12 ,然后把中间结果 252 用笔记在纸上;

(3) 人再用算盘算 $117 \div 13$,得中间结果 9,也用笔记在纸上;

(4) 最后,人用算盘将第一个中间结果 252 减去第二个中间结果 9,得最后结果 243,再用笔记到纸上。

2. 计算机算题所需设备

由计算机来完成上述的算题过程,首先需要有一个能代替算盘完成各种运算的部件,这个部件称为运算器。其次是需要一个能起到纸作为记录存放原始数据、中间结果和运算结果的部件,这个部件叫做存储器。计算机算题和人使用算盘算题还有一个本质的区别:计算机算题过程是脱离人的干预的,即人事先把解题步骤按先后顺序排列起来,输入到计算机的存储器中,人只要指挥计算机运转,计算机就会自动完成计算。这种解题步骤我们称为程序(PROGRAM)。可见,存储器也是存放程序的部件。用来完成原始数据和程序输入的装置,称为输入设备。计算结果或中间结果的输出所用的装置则称为输出设备。人的任务只是编制程序和操作计算机,算题的全过程是在程序作用下依次发出各种控制命令,操纵着计算过程一步步地进行,完全代替了人用算盘算题过程中的控制作用。我们把这种代替人起控制作用、能依次发出各种控制信息的部件叫控制器。

综上所述,计算机的基本组成部分是:运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备等五部分,如图 1.1 所示:

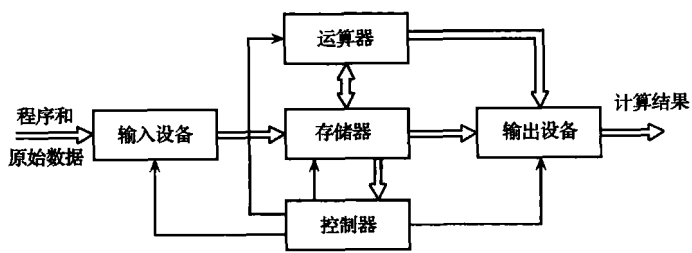


图 1.1 计算机的基本结构框图

1.1.2 计算机工作原理

从图 1.1 可见,计算机中有两类信息在流动。一类是数据,用双线表示,包括原始数据、中间结果、计算结果及程序的指令;另一类是控制命令,用单线表示。不管是数据还是控制命令,它们都是用“0”和“1”表示的二进制信息。

原始数据和程序通过输入设备存入存储器中(存储器存放程序和数据的示意图见图 1.2,然后启动计算机,计算机便在程序的控制下,按照存入的顺序取出指令,再按照人的意图,自动进行全部运算,最后再通过输出设备输出计算结果。运算过程中,数据从存储器取入运算器进行运算,运算的中间结果和最后结果可存入存储器中,也可由运算器经过输出设备输出。

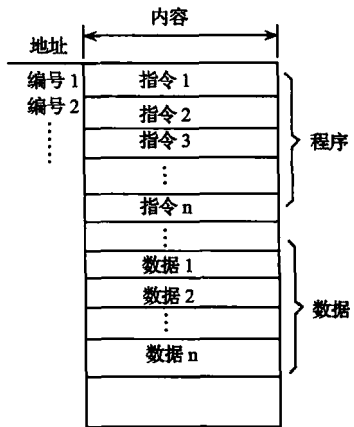


图 1.2 程序和数据的存放

现在,仍以前面所举的 $21 \times 12 - 117 \div 13$ 这道题为例,将计算机的工作过程归结如下:

第一步:由输入设备将事先编制好的解题步骤(即程序)和原始数据(21,12,117,13)输入到存储器指定编号的地方(或称单元)存放起来。

第二步:命令计算机从第一条指令开始执行程序,让计算机在程序作用下自动完成解题的全过程。这包括下列操作:

- (1) 把第一个数 21 从存储器中取到运算器(取数操作);
- (2) 把第二个数 12 从存储器取到运算器,进行 21×12 的运算,并得到中间结果 252(乘法运算);
- (3) 将运算器中的中间结果 252 送到存储器中暂时存放(存数操作);
- (4) 把第三个数 117 从存储器中取到运算器(取数操作);
- (5) 把第四个数 13 从存储器中取到运算器,并进行 $117 \div 13$ 的运算,运算器中得到中间结果 9(除法运算);
- (6) 将运算器中的中间结果 9 送到存储器中暂时存放(存数操作);
- (7) 将暂存的两个中间结果先后取入运算器,进行 $252 - 9$ 的运算,得到最后结果 243,并存入存储器;
- (8) 将最后结果 243 直接由运算器或存储器经输出设备输出,例如打印在纸上;

(9) 停机。

以上就是迄今为止,电子计算机所共同遵循的程序存储和程序控制的原理。这种原理是1945年由冯·诺依曼(John Von Neumann)提出的,故又称为冯·诺依曼型计算机原理。

图 1.1 的五大基本组成部分是计算机的实体,统称为计算机的硬件(Hardware)。而把包括解题步骤在内的各式各样程序叫做计算机的软件(Software)。硬件中的运算器、控制器和存储器称为计算机系统的主机,其中的运算器和控制器相当于用算盘算题的人工系统中的算盘和人的作用,是计算机结构中的核心部分,又称为中央处理器 CPU(Central Processing Unit)。

1.2 微处理器,微计算机,微处理器系统

1.2.1 微处理器(Microprocessor 简称 uP 或 MP)

随着半导体工艺水平的提高,可以将上千个晶体管组成的电路大规模地集成在一块芯片上,美国的 Integratedelectron 公司(即 Intel 公司)于 1971 年首先制成了第一种微处理器 4004,同年研制成由 4004 组成的第一台微计算机。

什么叫微处理器呢?即把原来体积很大的中央处理器 CPU 的复杂电路(包括运算器和控制器)做在一片或几片大规模集成电路的芯片上,我们把这种微缩的 CPU 大规模集成电路 LSI(Large scale Integration)称为微处理器或微处理机 uP(Microprocessor),其职能是执行算术、逻辑运算和控制整个计算机自动地、协调地完成操作。通常,这种微缩 CPU 的芯片尺寸只有十几到几十平方毫米大小。

1.2.2 微计算机(Micmcomputer 简称 uC 或 MC)

仅是一块 uP 片子不可能具有一台完整的计算机的功能,它只是计算机中核心的运算器和控制器。因此,必须配上其他的片子,如随机存储器 RAM(Random Access Memory),只读存储器 ROM(Read only Memory),输入和输出接口电路 I/O(Input/Output),以及其他一些辅助电路(如时钟发生器、各类译码器、缓冲器等),这些片子通过一定的联系围绕 uP 有机地连在一起才能构成一台微计算机,起到计算机的作用。

因此,所谓微计算机就是以微处理器为核心,配上大规模集成电路的随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、输入/输出接口 I/O 以及相应的辅助电路而构成的微型化的计算机装置。

有的大规模集成电路的生产厂家把 CPU、存储器和输入/输出接口电路都集成制作在单块芯片上,使之具有完整的计算机功能,我们称这种大规模集成电路片子为单片微型计算机。

1.2.3 微处理器系统(Mircroprocessing System 简称 uPS 或 MRS)

微计算机有它独自的特点。它不像小型和大型计算机那样,完全是由计算机生产厂家组装成通用计算机系统提供用户使用的。微计算机由于是由大规模集成电路片子构成的,用户则可以根据不同的用途,选购某种微处理器为核心和相应数量的系列大规模集成电路,自行设计、装配成满足需要的特殊微计算机装置;用户也可在选购生产厂家生产成一定规模的微计算机后,再自行设计特殊需要的部分以构成某种特殊用途的系统。我们称这种以微处理器为核心构成的某种特殊用途的系统为微处理器系统 uPS。微处理器系统和外部世界的联系更加广泛,在

结构上更具有灵活性。

这样,我们就可以把微处理器系统看做是微处理器所构成的各种用途的应用系统。这是一种广义的称呼。自然也可称微计算机是一种具有计算功能的微处理器系统。若在仪器仪表中装上微处理器,使之具有人工智能而构成各种智能仪器;若在通信设备中加入微处理器,便能进行智能管理、功能控制或程控式交换;在生产过程控制中,配上以微计算机这一控制核心,用以实现生产过程的自动化控制,这些都是微处理器系统。

1.3 微处理器的产生和发展

讨论微型计算机的发展,最有代表性的是微处理器。随着微电子技术的不断进步,微处理器和其他功能部件遵循摩尔定律,每隔两年集成度和性能增长一倍,价格却下降二分之一。20世纪70年代初,Intel公司推出第一个通用的8位微处理器8080,由3片集成电路组成,总的晶体管数约为5000个,数据线宽度为8位,地址线为16位,最大寻址空间64KB。它只有78条指令,主频为1MHz。当时微处理器组成的微机系统价格十分昂贵,微处理器控制的机电设备还十分鲜见。30年后的今天,单片的Pentium 4集成了大约4200万个晶体管。Pentium 4是32位微处理器,外部数据总线的宽度为64位,最大寻址空间为64GB,主频高达2200MHz,运行速度约为每秒30亿条指令。组成的系统远远超出了早期中型乃至大型机的性能。由于价格低廉,使得基于Pentium 4的微型计算机在企业、机关、学校以及大学生中普及。谈及微处理器的应用,小至微处理器控制的玩具、家电、通信设备,大至互联网、航空航天卫星、火箭控制,在当前信息时代中微型计算机无处不在。下面以Intel系列微处理器为例,回顾微型计算机发展的历程。

1.3.1 8位微处理器

第一个通用的8位微处理器8080诞生于1974年。后来,8085将8080的3片结构集成为1片,并将其结构优化。8085微处理器和其他部件接口方便以及中断系统功能完善等特点使它在很长一段时期内被计算机控制系统广泛采用。8080和8085奠定了80x86系列的雏形。

1.3.2 16位微处理器

1978年,Intel公司推出的Intel8086/8088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。这一时期的著名微机产品有IBM公司的个人计算机,即通常所说的PC(Personal Computer)机。这种16位的微处理器比以往的8位机功能更强大,地址线有20条,内存寻址范围为1MB。它们的区别在于,8086外部的数据也是16位,而8088的外部数据为8位。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,并提供了巨大的软件支持,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;它有24条地址线,内存寻址范围是16MB。同年,IBM以它为核心组成了16位增强型个人计算机IBMPC/AT,其中的AT(Advanced Technology)意思为增强技术。它进一步提高了PC机的总体性能。

1.3.3 32位微处理器

1985年,Intel公司推出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 万个指令(MIPS)。从这时起,微型计算机步入第四个发展阶段。80386 属于 32 位微处理器,其内部和外部数据总线都是 32 位,地址总线也是 32 位,可寻址 4GB 内存。它除具有实模式和保护模式外,还增加了一种叫虚拟 8086 的工作方式,可以通过同时模拟多个 8086 处理器来提供多任务能力。它有以下几种:80386SX,它是准 32 位处理器,数据总线是 16 位,其内部 32 位寄存器必须分两个 16 位的总线来读取。它是 286 计算机与 386DX 计算机之间的过渡产品。386DX 是真正的 32 位处理器,它的数据总线和内部寄存器都是 32 位。它还可以配上 80387 算术协处理器,以提高计算速度。386 处理器的主频有 16、20、25、33、40MHz 五种。人们将 Intel 生产的 CPU 统称为英特尔体系(IA)CPU。Intel 386 处理器是 IA-32 结构系列中的第一个 32 位处理器。从此以后,PC 机逐步代替大型机成为 IT 发展的主流,“开放”、“兼容”逐步取代“封闭”、“专用”,成为 IT 发展的足音。

32 位平台的普及无疑对传统的 IT 产业来说是一次巨大的冲击。而 80386 也成为了计算机发展的一个分水岭。目前使用的 CPU 都是以 Intel 公司的 x86 序列产品为主,80486 简称 486,于 1989 年由 Intel 公司推出,集成了 120 万个晶体管。其时钟频率从 25MHz 逐步提高到 33MHz、50MHz。它也属于 32 位处理器。80486 是将 80386 和算术协处理器 80387 以及一个 8KB 的高速缓存集成在一个芯片内,并且在 80X86 系列中首次采用了 RISC 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 CPU 与内存的数据交换速度。

1.3.4 Pentium 微处理器

从 1993 年第一块 Pentium 芯片问世到 1997 年 5 月 Pentium I 出现为止,Intel 共推出三种芯片:

1. Pentium

继 80486 大获成功的东风,Intel 在 1993 年推出全新一代的高性能处理器 Pentium,Intel 还替它起了一个相当好听的中文名字“奔腾”。Pentium 内部含有高达 310 万个晶体管,单是最初版本的 66MHz 的 Pentium 运算性能比 33MHz 的 80486DX 就提高了 3 倍多,而 100MHz 的 Pentium 则比 33MHz 的 80486DX 快 6~8 倍。作为世界上第一个 586 级处理器,Pentium 也是第一个超频最多的处理器,由于 Pentium 的制造工艺优良,所以整个系列的 CPU 的浮点性能也是 CPU 中最强的,可超频性能最大,因此赢得了 586 级 CPU 的大部分市场。Pentium 家族里面的频率有 60/66/75/90/100/120/133/150/166/200MHz,至于 CPU 的内部频率则是从 60~66MHz 不等。所有的 Pentium CPU 里面都已经内置了 16KB 的一级缓存,这样使它的处理性能更加强大。

2. Pentium Pro

在其他公司还在不断追赶 Pentium 之际,Intel 于 1996 年推出了第六代 x86 系列 CPU P6。上市后 P6 有了一个非常响亮的名字 Pentium Pro。Pentium Pro 内部含有高达 550 万个晶体管,内部时钟频率为 133MHz,处理速度几乎是 100MHz 的 Pentium 的 2 倍。Pentium Pro 的一级(片内)缓存为 8KB 指令和 8KB 数据。值得注意的是在 Pentium Pro 的一个封装中除 Pentium Pro 芯片外还包括有一个 256KB 的二级缓存芯片,两个芯片之间用高频宽的内部通信总线互联,处理器与高速缓存的连接线路也被安置在该封装中,这样就使高速缓存能更容易地运行在更高的频率上。Pentium Pro 200MHz CPU 的 L2Cache 就是运行在 200MHz,也就是工作在与处理器相同的频率上。这样的设计令 Pentium Pro 达到了最高的性能。而 Pentium Pro 最引人注目的地方是它具有一项称为“动态执行”的创新技术,这是继 Pentium 在超标量