

21世纪高等院校教材

微机原理与接口技术 ——从80X86到Pentium X

马维华 主编

Principle
Interface



科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材

微机原理与接口技术

——从 80X86 到 Pentium X

马维华 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以 Intel 微处理器为核心的微型计算机为背景,从传统到现代,全面、系统、深入、详细地介绍了微型计算机的工作原理、实际应用及接口技术,并特别注重汲取微型计算机最新技术和最新知识,并融于全书各章之中。全书共分 12 章,分别介绍微型计算机的基本知识、从 8086 到 Pentium 4 微处理器及其结构、指令系统、汇编语言程序设计、存储器、基本 I/O 接口技术、中断系统、键盘及显示器与打印机接口、DMA 控制器及外存接口、模拟输入输出接口、总线技术以及微型计算机系统等。

本书可作为高等院校计算机专业及电类相关专业本科生《微机原理及应用》、《微机原理及汇编语言》、《微机接口技术》、《微机原理与接口技术》以及《微型计算机硬件技术》等课程的教材和参考书。通过删减适当章节,也非常适合非电类专业《微机原理及应用》课程的教学。同时对于希望了解和掌握微型计算机技术的广大读者也是非常有用的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术:从 80X86 到 Pentium X/马维华 主编. --北京:科学出版社,2005

(21 世纪高等院校教材)

ISBN 7-03-014718-9

I. 微… II. 马… III. ①微型计算机-理论-高等学校-教材②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 130148 号

责任编辑:赵卫江/责任校对:耿 耘

责任印制:吕春珉/封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

世界知识印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005 年 2 月第一次印刷 印张:27 3/4

印数:1 4 000

字数:677 000

定价: 36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈世知〉)

前 言

微型计算机原理及应用、微型计算机原理与接口技术以及微型计算机硬件技术等是工科学生学习和掌握微型计算机硬件知识和汇编语言程序设计的重要课程,课程的任务是使学生从理论和实践上掌握微机的基本组成、工作原理、接口技术及硬件连接,建立微机系统的整机概念,使学生具有微机系统软硬件开发和应用的初步能力。

然而,微型计算机的新技术、新机型、新应用层出不穷,日新月异,要达到上述课程任务所提出的要求,就要既符合教学体系的连贯性和学生认识过程的要求,又要把握微型计算机发展的脉搏。由于微机发展一日千里,以致于课本远远滞后于微型计算机的发展,为克服这一局限性,作者在多年教学和科研实践的基础上,大量汲取最新资料,于1998年编写了讲义《从8086到Pentium II微型计算机及接口技术》,在国内较早作为教材介绍32位微机原理与接口技术。在此基础上又编写了《从8086到Pentium III微型计算机及接口技术》,2000年初由科学出版社出版,并多次印刷,被多所高校计算机专业和非计算机专业作为教材和参考书,受到同行们的好评。

由于微型计算机技术的迅猛发展,许多当时最新的技术已经落后,作者不得不从结构上和内容上重新考虑,并结合《CCC 2002》(中国计算机科学与技术学科教程)有关内容的要求,重新组织编写了本书。书中涉及的80X86指8086/8088、80286、80386以及80486;Pentium X指以Pentium为前缀的所有Intel处理器,包括Pentium(含MMX Pentium)、Pentium Pro、Pentium II、Pentium III以及Pentium 4等。

本书与第一版相比在结构和内容上有较大调整:

(1) 由原来的10章改成12章,使知识结构更加合理。

(2) 由于信息技术课程已经引入中学课堂,在进入大学第一年后,学生已有相应的基础知识(如计算机文化、计算机概论、计算机应用基础、信息技术等),因此将原来第1章中最为基础的内容删除。

(3) 将现在已经不用而且对循序渐进的教学没有影响的内容全部删除。

(4) 在有关微处理器的章节中除了个别调整外,增加了Pentium 4内部结构及超线程技术的介绍,同时增加了64位处理器Itanium和Itanium II的介绍。

(5) 在“汇编语言程序设计”一章中,增加了汇编语言与高级语言的接口、保护方式下的编程等内容。

(6) 对有关存储器的章节进行了部分调整,增加了最新存储器——铁电随机存储器和磁性随机存储器的介绍。

(7) 将原来的输入输出基础和通信与接口技术两章中的有关内容有机地结合在一起,并分成“基本输入输出接口技术”、“键盘、显示器及并行打印机接口”、“DAM控制器及外存接口”和“模拟输入输出接口”四章,使知识体系结构更加合理。但应说明的是,由于微型计算机中各部件的知识内容是相互关联、相互渗透的,很难明确地分割,因此不同教材在体系结构上各有不同是不难理解的。

(8) 在关于总线技术的章节中增加了最新的总线技术, 如 PCI-X、PCI Express、USB 及 1394 总线等。

(9) 在“微型计算机系统”一章中, 增加了 Pentium 4 主板的介绍, 在主板类型上增加了最新主板标准 BTX 及其相关技术, 同时增加了详细芯片组技术; 并从实际出发, 给出了实用接口插座示意图; 最后给出完整的微型计算机系统作为全书内容的总结, 并与第 1 章相呼应。

(10) 增加了附录, 以便于查找 ASCII 码及使用中断调用。

(11) 增加了关键词的索引, 大大加快了读者查找相关术语、概念和知识的速度。这是本书的又一个特色。

本书特别注重实用性, 在介绍具体内容时, 尽量列举实例, 有些程序段和接口电路可直接用于实际系统中。同时在叙述上力求深入浅出, 通俗易懂。

由于本书内容全面、新颖, 除可作为微机原理及应用、微机系统及应用、微型计算机与接口通信、微机原理与接口技术、微机接口技术以及微型计算机硬件技术等课程的本科教材外, 也可作为微机硬软件开发人员、工程技术人员以及需要了解微型计算机技术的读者的工具书。作为本科教材使用时, 通过适当选择, 既适合计算机专业的学生使用, 也适用于非计算机专业。如果学时有限, 可以根据教学要求选择一定章节学习, 有些章节可以自学。为了让学生巩固学习的知识, 每一章后面都有适量的习题。本书对于参加全国计算机等级考试三级 PC 技术的考生也有较大帮助。

本书由马维华主编并编写第 1、2、5、6、7、9、11、12 章, 第 3、4 章由钱忠民编写, 第 8、10 章由谭白磊编写, 最后由马维华统稿。

在第一版教材使用中, 李玉泉、李绪蓉、冯爱民等老师提出了许多宝贵的意见和建议, 许多好的建议在本书中被采纳, 在此向他们表示衷心感谢!

非常感谢江正战和陈鸿茂老师对本书体系结构的指导。另外还要特别感谢第一版参编者奚抗生、易仲芳和毛建国老师付出的劳动。

由于微型计算机技术飞速发展, 加上作者水平有限和时间仓促, 书中难免有疏漏和错误之处, 恳请同行专家及读者批评指正。

编 者

2004 年 10 月

目 录

第 1 章 微型计算机概述	1
1.1 微型计算机的基本概念	1
1.1.1 微处理器	1
1.1.2 微型计算机	1
1.1.3 微型计算机系统	2
1.2 微型计算机的硬件结构	2
1.2.1 微型计算机的基本结构	2
1.2.2 微处理器基本结构和工作原理	2
1.2.3 存储器	4
1.2.4 输入输出接口及外部设备	5
1.2.5 总线	5
1.3 微型计算机的软件系统	6
1.4 微型计算机系统组成及性能指标	6
1.4.1 微型计算机系统的组成	6
1.4.2 微型计算机系统的主要性能指标	6
1.5 微型计算机的发展概况	8
1.6 微型计算机的应用	9
习题	10
第 2 章 微处理器及其结构	11
2.1 概述	11
2.1.1 微处理器的性能指标	11
2.1.2 微处理器的工作方式	11
2.1.3 Intel 微处理器新的命名方法	14
2.2 8086/8088 微处理器	14
2.2.1 8086/8088 的内部结构	15
2.2.2 8086/8088 的工作模式与引脚信号	19
2.2.3 8086/8088 的时序	24
2.3 80286 微处理器	27
2.3.1 80286 的主要特点	27
2.3.2 80286 的内部结构	28
2.3.3 80286 的寄存器结构	29
2.3.4 引脚信号与总线周期	31
2.4 80386 微处理器	33
2.4.1 80386 的主要特点	33
2.4.2 80386 的内部结构	33
2.4.3 80386 寄存器	34

2.4.4	80386 引脚信号与总线周期	38
2.5	CISC 与 RISC	40
2.5.1	CISC	40
2.5.2	RISC	41
2.6	80486 微处理器	42
2.6.1	80486 的主要特点	43
2.6.2	80486 的内部结构及工作原理	43
2.6.3	80486 的引脚信号	45
2.6.4	80486 的内部寄存器	46
2.6.5	80486 的指令流水线与总线周期	47
2.7	Pentium 微处理器	48
2.7.1	Pentium 微处理器概述	48
2.7.2	Pentium 微处理器的内部结构及工作原理	49
2.8	Pentium Pro 微处理器	52
2.9	MMX 及 MMX Pentium 微处理器	53
2.9.1	MMX 与多能奔腾处理器	53
2.9.2	MMX 的特点	53
2.10	Pentium II 微处理器	54
2.10.1	Pentium II 微处理器概述	54
2.10.2	Pentium II 的内部结构及工作原理	54
2.11	Pentium III 微处理器	56
2.12	Pentium 4 微处理器	57
2.12.1	Pentium 4 微处理器主要特点	57
2.12.2	Pentium 4 微处理器内部结构及工作原理	58
2.13	Itanium 系列微处理器	61
2.14	实方式与保护方式下的存储器寻址	62
2.14.1	实地址方式下的存储器寻址	62
2.14.2	保护方式下的存储器寻址	63
	习题	72
第 3 章	80X86 到 Pentium X 指令系统	75
3.1	指令格式	75
3.2	寻址方式	76
3.2.1	有效地址的概念	76
3.2.2	各种寻址方式	76
3.3	80X86 指令系统	81
3.3.1	数据传送类指令	82
3.3.2	算术运算类指令	87
3.3.3	逻辑运算与移位类指令	95
3.3.4	串操作类指令	99
3.3.5	控制转移类指令	103
3.3.6	处理器控制类指令	110

3.3.7 其他指令	111
习题	117
第4章 汇编语言程序设计	119
4.1 概述	119
4.1.1 汇编语言程序的基本概念	119
4.1.2 80X86 宏汇编语言的基本语法	120
4.2 80X86 宏汇编语言的数据和表达式	120
4.2.1 常量	121
4.2.2 变量	122
4.2.3 标号	124
4.2.4 表达式和运算符	126
4.3 80X86 宏汇编语言的伪指令	130
4.3.1 段定义和程序说明伪指令	130
4.3.2 重复汇编和条件汇编伪指令	139
4.3.3 结构定义伪指令	141
4.4 汇编语言程序设计方法	142
4.4.1 分支程序设计	143
4.4.2 循环程序设计	145
4.4.3 子程序设计	148
4.4.4 宏结构程序设计	152
4.4.5 用中断指令实现简单输入输出	154
4.4.6 汇编程序和汇编处理过程	154
4.5 保护方式编程	159
4.5.1 保护方式的特征	159
4.5.2 保护方式编程	160
4.6 汇编语言和 C 语言的简单混合编程	163
4.6.1 汇编指令的嵌入式编程	163
4.6.2 多模块混合编程	165
习题	168
第5章 微型计算机的存储器	172
5.1 概述	172
5.2 半导体存储器分类及性能指标	172
5.2.1 半导体存储器分类	172
5.2.2 半导体存储器的技术指标	173
5.3 随机存取存储器	174
5.3.1 静态随机存取存储器 (SRAM)	174
5.3.2 动态随机存取存储器 (DRAM)	176
5.3.3 集成随机存取存储器 (IRAM)	178
5.3.4 高速 RAM	178
5.4 只读存储器	180
5.4.1 掩膜型只读存储器 (MROM)	180

5.4.2	可编程只读存储器 (PROM)	181
5.4.3	可擦除可编程只读存储器 (EPROM)	182
5.4.4	电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM)	183
5.4.5	闪速存储器 (Flash Memory)	184
5.5	铁电随机存储器和磁性随机存储器	184
5.5.1	铁电随机存储器 (FRAM)	184
5.5.2	磁性随机存储器 (MRAM)	185
5.6	微机内存区域划分	185
5.7	存储器的扩展	187
5.7.1	地址译码	187
5.7.2	位扩展	190
5.7.3	字扩展	191
5.7.4	字位全扩展	192
5.8	微机内存层次结构	195
5.8.1	内存层次结构	195
5.8.2	8 位~64 位存储器组织	196
5.8.3	存储器模块简介	198
5.8.4	高速缓冲存储器	202
5.8.5	虚拟内存	205
5.9	CMOS、ROM BIOS 和 Shadow RAM	205
5.9.1	CMOS	205
5.9.2	ROM BIOS	207
5.9.3	Shadow RAM	210
	习题	211
第 6 章	基本输入输出接口技术	214
6.1	概述	214
6.1.1	输入输出与输入输出接口	214
6.1.2	I/O 接口的功能	214
6.1.3	微处理器与 I/O 设备之间的接口信息	215
6.1.4	I/O 端口的编址方法	216
6.1.5	I/O 组织	217
6.2	输入输出控制方式	220
6.2.1	直接程序控制方式	220
6.2.2	中断控制方式	222
6.2.3	DMA 控制方式	222
6.3	I/O 接口的基本结构及特点	223
6.3.1	I/O 接口的基本结构	223
6.3.2	I/O 接口的特点	224
6.4	I/O 接口的读写技术	225
6.4.1	简单输入输出接口	225
6.4.2	端口的读写控制	226
6.5	并行通信与串行通信	229

6.5.1 并行通信与并行接口	229
6.5.2 串行通信与串行接口	230
6.5.3 串行通信方式及异步通信协议	232
6.5.4 串行异步通信标准接口	235
6.6 可编程串行通信接口芯片 16550/8250	237
6.6.1 16550/8250 的内部结构及引脚	238
6.6.2 串行接口的编程及应用	244
6.7 可编程并行接口芯片 8255	247
6.7.1 8255 的内部结构及引脚信号	248
6.7.2 8255 的工作方式	249
6.7.3 8255 的编程应用	253
6.8 可编程定时/计数器接口芯片 8253/8254	256
6.8.1 概述	256
6.8.2 8253/8254 的内部结构及引脚信号	256
6.8.3 8253/8254 的工作方式	258
6.8.4 8253/8254 的编程方法	262
6.8.5 8253/8254 应用	264
习题	266
第7章 微型计算机的中断系统	269
7.1 基本概念	269
7.1.1 中断与异常	269
7.1.2 中断过程	273
7.1.3 外部中断源的管理	275
7.2 实地址方式和保护方式下的中断	276
7.2.1 实地址方式下的中断	276
7.2.2 保护方式下的中断	277
7.3 可编程中断控制器 8259	279
7.3.1 8259 的内部结构及工作原理	279
7.3.2 8259 的引脚信号	282
7.3.3 8259 的工作方式	283
7.3.4 8259 的编程方法	285
7.3.5 高级可编程中断控制器 APIC	292
7.4 中断调用及中断程序设计	293
7.4.1 BIOS 中断调用	293
7.4.2 DOS 系统功能调用	296
7.4.3 中断程序设计	297
习题	300
第8章 键盘、显示器及并行打印机接口	303
8.1 键盘接口	303
8.1.1 非标准键盘及 LED 显示器接口	303
8.1.2 微机系统中的键盘接口	308
8.2 显示适配器接口	311

8.2.1 显示适配器接口概述	311
8.2.2 显示适配器的组成	313
8.2.3 对显示适配器的编程	314
8.3 并行打印机接口	316
8.3.1 并行打印机适配器组成	316
8.3.2 并行打印机接口应用	319
8.3.3 增强型并行端口 EPP 和扩展功能端口 ECP	321
习题	326
第 9 章 DMA 控制器及外存接口	328
9.1 DMA 及 DMA 控制器	328
9.1.1 DMA 概述	328
9.1.2 DMA 控制器 8237 结构及引脚	330
9.1.3 8237 内部寄存器的功能及格式	332
9.1.4 DMA 控制器的编程及应用	335
9.1.5 DMA 读写时序	339
9.1.6 DMA 应用于打印机控制	340
9.2 软盘控制器接口	342
9.3 硬盘适配器接口	344
习题	347
第 10 章 模拟输入输出接口	348
10.1 模拟输入输出系统	348
10.2 模拟输出接口技术	348
10.2.1 D/A 转换器	348
10.2.2 D/A 转换接口技术	352
10.3 模拟输入接口技术	357
10.3.1 A/D 转换器	357
10.3.2 A/D 转换接口技术	362
习题	365
第 11 章 微型计算机总线技术	367
11.1 概述	367
11.1.1 总线的分类	367
11.1.2 总线的主要参数	368
11.1.3 微型计算机总线的发展	368
11.2 总线层次及信号类型	370
11.2.1 总线系统的层次	370
11.2.2 总线系统的信号类型	371
11.3 ISA 总线	371
11.3.1 ISA 总线特性及接口信号	371
11.3.2 基于 ISA 总线接口的设计要点	374
11.4 EISA 总线	374
11.5 VESA 总线	375

11.6	PCI 总线	376
11.6.1	PCI 总线的特点及接口信号	376
11.6.2	PCI 总线的应用	380
11.7	AGP 总线	381
11.7.1	AGP 的主要特点	381
11.7.2	AGP 的工作模式及时序	381
11.8	PCI-X 总线	383
11.9	PCI Express 总线	383
11.9.1	PCI Express 总线概述	383
11.9.2	PCI Express 总线的技术特点	385
11.9.3	PCI Express 的数据传输过程	385
11.10	USB 总线	386
11.10.1	USB 的主要特点	386
11.10.2	USB 体系结构硬件及接口信号	387
11.10.3	USB 的传输方式	388
11.11	IEEE1394 总线	389
11.11.1	IEEE1394 概述	389
11.11.2	IEEE1394 传输方式与工作过程	390
习题		391
第 12 章	微型计算机系统	392
12.1	概述	392
12.1.1	系统板基本组成	392
12.1.2	微型计算机系统板的种类	393
12.1.3	主板控制芯片组	395
12.2	8088 和 80286 微机硬件系统	400
12.2.1	8088 微机硬件系统	400
12.2.2	286 微机硬件系统	400
12.3	386 和 486 微机硬件系统	401
12.3.1	386 微机硬件系统	401
12.3.2	486 微机硬件系统	402
12.4	Pentium 到 Pentium 4 微机硬件系统	403
12.4.1	Pentium 微机硬件系统	403
12.4.2	Pentium II 微机硬件系统	403
12.4.3	Pentium III 微机硬件系统	404
12.4.4	Pentium 4 微机硬件系统	405
12.5	系统板主要部件及接口插座介绍	407
12.6	微型计算机系统	411
习题		411
附录		413
附录 1	ASCII 码表	413
附录 2	常用 BIOS 中断调用	414

附录 3 INT 21H DOS 系统功能调用	417
附录 4 PCI BIOS 中断调用 INT 1AH	423
参考文献	425
索引	426

第 1 章 微型计算机概述

1.1 微型计算机的基本概念

自从 20 世纪 70 年代初期以来,随着微电子技术的飞速发展,大规模和超大规模集成电路芯片不断涌现,从而导致以微处理器为核心的微型计算机取得了重大突破,它对计算机的发展、应用和普及产生了极其深刻的影响。因此,可以说微处理器及微型计算机的出现和崛起是计算机的第二次革命。

本节主要介绍几个基本概念,包括微处理器,微型计算机以及微型计算机系统。

1.1.1 微处理器

CPU (Central Processing Unit, 即中央处理器)是指计算机内部对数据进行处理并对处理过程进行控制的部件。随着大规模集成电路技术的迅速发展,芯片集成密度越来越高,CPU 可以集成在一个半导体芯片上,这种具有中央处理器功能的大规模集成电路器件,被统称为微处理器 (Microprocessor, 简称 MP 或 μP)。

近年来,随着微电子技术和超大规模集成技术的迅猛发展,在微处理器的内部不仅包括中央处理器的核心部件,而且已经把数学协处理器、高速缓冲存储器以及多种接口和控制部件,甚至把多媒体部件也集成到一块微处理器芯片内。

微处理器与存储器合称为微处理机。

不同时期、不同类型的微处理器性能各不相同,但它们具有共同的特点,就是完成如下基本功能:

- 进行算术与逻辑运算
- 对指令进行译码并执行规定操作
- 能保存有关数据 (少量)
- 能与存储器和外部设备交换数据
- 提供对其他部件的定时和控制
- 能响应其他部件包括外部设备发来的中断请求

1.1.2 微型计算机

微型计算机 (Microcomputer, 简称 MC 或 μC) 是通过总线将微处理器、存储器和输入输出接口连接在一起的有机整体。它包含冯·诺依曼计算机体系结构中的五个部件,微型计算机简称微型机或微机。

特别要指出的是,为了进一步微型化,在微型计算机的发展过程中,还出现了单片计算机 (简称单片机) 和单板计算机 (简称单板机),单片机是将微型计算机的所有部件全部集成在一块芯片上,而单板机则是将微型计算机的各个部件安装在一块印制电路板上,从而使微型计算机更适合于小型化的应用场合。

本书主要将以 Intel 微处理器（8086 到 Pentium 4）为核心的 IBM PC 及其兼容机作为背景，介绍微型计算机的原理及其接口技术。

1.1.3 微型计算机系统

微型计算机系统（Microcomputer System，简称 MCS 或 μ CS）是以微型计算机为核心，配置相应的外部设备和系统软件及应用软件，从而使其具有独立的数据处理和运算能力的设备，通常把它称为微型计算机系统。换句话说，微型计算机系统是微型计算机硬件、软件以及外部设备的集合，是一台完整的、可供用户直接使用的计算或控制设备。

1.2 微型计算机的硬件结构

1.2.1 微型计算机的基本结构

微型计算机与通用计算机没有本质区别，它同样应用冯·诺依曼计算机的基本原理，也需要存储器、运算器、控制器以及输入输出接口等部件，不同的只是微型计算机采用了大规模、超大规模集成电路技术，各组成部件均集成在半导体集成电路芯片上，并且都有相对独立和相对完整的功能，从而决定了微型计算机在组成上有它自己的特点。

如图 1.1 所示，微型计算机通常由微处理器、存储器、输入输出接口电路、总线以及其他支持逻辑电路所组成。

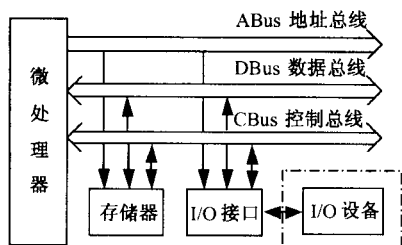


图 1.1 微型计算机的基本组成

存储器是用来存放数据和程序的部件。为了满足存储容量和存取速度的需要，存储器一般采用分级存储方式，即用速度较高的半导体存储器作为内存储器，而用容量较大、存取速度相对较低的磁表面存储器或光盘存储器作为外存储器。

输入输出接口即 I/O 接口（Input/Output Interface），它是微型计算机与外部设备之间交换信息的通路，不同的外部设备与微型计算机相连都需要配备不同的接口。

总线是连接上述各部件的公共线路。按照传送信号的性质，总线可分为数据总线、地址总线和控制总线，它们分别用于传送数据、地址和控制信号；而按照总线连接对象的不同，总线又可分为系统总线、局部总线和外部总线，其中系统总线用于微机内各部件之间的连接，局部总线用于微机内 CPU 与各外围芯片之间的连接，而外部总线则用于微机与外部设备之间的连接。

总之，上述微处理器、存储器、输入输出接口以及总线构成了微型计算机。下面介绍这几个组成部分的特点和功能。

1.2.2 微处理器基本结构和工作原理

如上所述，微处理器主要包括运算器和控制器两大部件，图 1.2 给出典型微处理器的基本结构。下面分别介绍这两个部件的基本组成和工作原理。

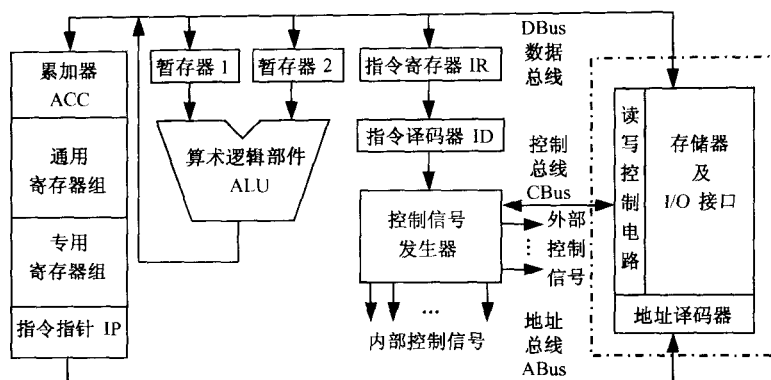


图 1.2 简化的微处理器基本结构

一、运算器

如图 1.2 所示，运算器由算术逻辑部件（Arithmetical and Logical Unit，简称 ALU）、寄存器组以及一些控制数据传送的电路组成，其中算术逻辑部件 ALU 是运算器的主要部件，加、减、乘、除等基本算术运算都在这里进行。此外，该部件还具有移位功能，并可以执行与、或、非等逻辑运算和求补操作。

二、控制器

正如前面所述，微型计算机是根据冯·诺依曼关于程序存储和程序控制的基本原理设计出来的。因此，微型计算机的整个工作过程是周而复始地取指令、分析指令、执行指令的过程。

为了实现这一过程，控制器是一个非常关键的部件，它根据预先存放在存储器中的程序对计算机进行控制。每当取出一条指令，就对该指令进行分析，然后根据指令的要求向各部件发出控制信号（例如进行加法或减法运算），并接收执行部件向控制器发回有关指令执行情况的反馈信息。控制器的这种工作过程实质上就是取指令、分析指令、执行指令、再取下一条指令，周而复始地使计算机工作的过程。

控制器的组成与指令格式、控制方式、总线结构等因素有关，并因机型不同而稍有差异，但一般来说，控制器必须包含以下几个部件。

(1) 指令指针 IP

指令指针（Instruction Pointer，简称 IP）又称为指令计数器或指令地址寄存器，或称为程序计数器。它的功能是指示程序执行的顺序。在取指令阶段，它用于指示本指令的地址；而当指令执行完毕后，它又用来存放下一条将要执行的指令地址。

(2) 指令寄存器 IR

指令寄存器（Instruction Register，简称 IR）的功能是保存计算机正在执行的指令代码，该代码是从存储器读出后送来的。一般情况下，指令执行期间指令寄存器的内容是不会改变的，但是当一条指令执行完毕后，新的指令将会从存储器读入该寄存器中。

(3) 指令译码器 ID

指令译码器（Instruction Decoder，简称 ID）就是指令分析器，它根据指令的内容及各

种标志进行分析后,产生本条指令所需要的各种操作信号,并送往各个执行部件。

(4) 控制信号发生器

微型计算机是一种极为复杂的电子装置,它的每一个操作步骤都是严格按照时序要求进行的。不同的指令,执行的时间也不相同。控制信号发生器(或称时序部件)就是用来产生执行各种基本操作所需要的一系列控制信号,以保证计算机能够正确地完成规定的运算任务。

三、数学协处理器

数学协处理器是为了增强主处理器的数学处理功能,与 CPU 配套使用的专用微处理器。它具备浮点、双字长整数等多种数据类型的三角函数、对数、指数等指令,在执行这类指令时,能使处理速度成倍地提高。所以,对注重数值计算的系统,一般都需要配上数学协处理器,数学协处理器也称为数值数学协处理器或浮点运算器。

随着计算机技术的发展,其他类型的协处理器也应运而生,如加快图形处理的图形协处理器,总线主适配卡中的处理器等等。但大多数人所谈到的协处理器就是指 Intel 87 系列的协处理器(486 以后,数学协处理器被集成到 CPU 内部)。

1.2.3 存储器

存储器是计算机中存储信息的部件。按照存储器在计算机中的作用,可分为主存储器(即内存储器,简称内存)、辅助存储器(即外存储器,简称外存)、高速缓冲存储器等几种类型,它们都能完成数据的存取工作,但性能及其在计算机中的作用却有很大差别。

一、主存储器

主存储器用于存放计算机当前执行的程序和需要使用的数据,它的存取速度快,CPU 可以直接对它进行访问。主存储器主要由半导体存储器件组成,下面说明它的组成和基本工作原理。

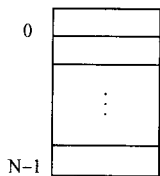


图 1.3 存储单元示意图

主存储器包括存储体、地址寄存器、选址部件、数据缓冲寄存器以及读写控制电路等基本部件,其中存储体是存放信息的实体,把它分为若干个存储单元,每个存储单元存放一串二进制数(例如一个字节)。为了能够区分存储体中的不同单元,按照一定顺序(如按字节)对它们进行编号,这些编号就称为存储地址,简称地址。如图 1.3 所示,存储体共有 N 个存储单元,地址编号为 $0 \sim (N-1)$,每个地址中存放的数据称为地址的内容(简称内容),CPU 可以对每个地址中的内容进行读写。

其他几个部件与存储体之间的关系如图 1.4 所示,它们的作用分别是介绍如下。

地址寄存器和选址部件(通常称为地址译码器)用于接受 CPU 送来的地址代码,保存待访问的存储单元地址,并将这种地址编码转换为使对应单元被选中的信号。

数据缓冲寄存器用于暂存准备写入存储器的数据或暂存从存储器读出的数据,它位于存储器和 CPU 之间,

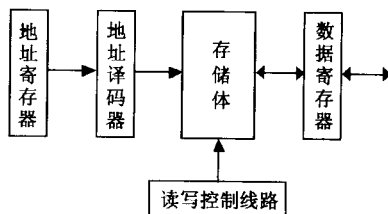


图 1.4 主存储器结构示意图