

21世纪高等院校计算机规划课改教材

微型计算机技术

MICRO-COMPUTER TECHNOLOGY

主 编 陈慈发

副主编 赵 榕 覃 颖 丁晓波



科学出版社

www.sciencep.com

21 世纪高等院校计算机规划课改教材

-52

微型计算机技术

主编 陈慈发

副主编 赵 榕 覃 颖 丁晓波

科学出版社

北 京

TP316.43
C201

版权所有，侵权必究

举报电话：010-64030229；010-64034315；13501151303

内 容 简 介

本书以 80X86 微处理器系列微型计算机为背景，以 8086 为主线，全面系统地讲述了微型计算机的基本组成、工作原理和接口技术。全书共分 9 章，包括：微型计算机概论、微处理器系统结构、指令系统、汇编语言程序设计、存储器技术、中断技术、输入输出技术、可编程接口技术和总线技术。本书在内容组织上注重基本原理和实现技术的讲解，适当引进了 32 位微处理器的相关技术。全书内容丰富、层次清晰、语言流畅、图文并茂、深入浅出、循序渐进、范例众多，每章都配有适当的习题和思考题。

本书可作为高等院校电气信息类各专业本、专科生的教材，也可作为计算机应用与开发的工程技术人员和其他自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机技术/ 陈慈发主编. —北京：科学出版社，2010. 2

21 世纪高等院校计算机规划课改教材

ISBN 978 - 7 - 03 - 026791 - 7

I. ①微… II. ①陈… III. ①微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 022834 号

责任编辑：程 欣 / 责任校对：闫 陶

责任印制：彭 超 / 封面设计：苏 波

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>

武汉市新华印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 1 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2010 年 1 月第一次印刷 印张：26 1/2

印数：1—3 000 字数：611 000

定价：39.80 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

前 言

微机技术的发展一日千里,从体系结构、CPU、芯片组、存储器到总线、接口等每天都演绎着新技术的应用。如何讲授微型计算机技术这门课程是近年来极具争议的话题。有人主张应注重基本原理和组成结构,以 16 位 8086/8088 CPU 为主,学生容易听懂,学习起来有积极性;有人认为应以 32 位 80X86CPU 为主,强调技术上的先进性,更接近实际应用,容易激发学生的学习兴趣。经过多年的教学实践,我们认为,一开始就直接讲解 32 位计算机技术,学生很难理解,极易发生怠学现象。而从 16 位计算机入手,在深入理解了微型计算机的基本工作原理和接口技术之后,再过渡到学习 32 位甚至 64 位计算机技术,是一个循序渐进的过程,也是一个由浅入深、由易到难的自然过程,符合学习的基本规律。尽管技术的发展速度极快,但基于兼容性的考虑,微型计算机的基本体系结构并没有发生颠覆性的变化,其工作原理是相同或相似的。为此,我们组织编写了这本教材,其主要特点是以 16 位 8086/8088 为主,注重基本原理和实现技术的讲解,并适当引进 32 位微处理器的相关技术,凝聚了一线骨干教师多年的教学经验。全书内容丰富、层次清晰、语言流畅、图文并茂、深入浅出、循序渐进、范例众多,每章所配的习题和思考题都是经过精心安排的,便于读者理论联系实际、深刻理解所学内容。

本书作为教材可根据不同学校、不同专业的教学计划和学时,适当调整教学内容。

本书由丁晓波编写第 1、第 2、第 4 章,赵榕编写第 3 章,覃颖编写第 5、第 6 章,陈慈发编写第 7、第 8 章和附录,龚义建、孙延维编写第 9 章,全书由陈慈发统稿。在整理书稿的过程中,我的研究生何俊芬同学做了大量

工作,电气信息学院周学君副院长给予了大力支持,在此表示真诚的感谢。

由于编者水平有限,对微型计算机技术尤其是新技术的理解和掌握尚不够精准,书中难免存在不足和疏漏,敬请专家、教师、学生以及其他读者不吝赐教、批评指正,特别欢迎教学一线的老师与我们联系,共同探讨微型计算机技术的教学问题,我的 e-mail: chcf0415@126. com

陈慈发

2009 年 11 月

目 录

第 1 章 微型计算机概论	1
1.1 微型计算机简介	1
1.1.1 微处理器、微型计算机和微型计算机系统	1
1.1.2 微型计算机的发展	2
1.1.3 微型计算机的分类	3
1.2 微型计算机组成	4
1.2.1 微型计算机组成部件	4
1.2.2 微型计算机三总线结构	6
1.3 微型计算机工作原理	6
1.3.1 微型计算机基本工作原理	7
1.3.2 微型计算机基本工作流程	7
1.4 计算机运算基础	8
1.4.1 计算机中的数制	8
1.4.2 计算机中整数的表示和运算	13
1.4.3 计算机中数值的定点与浮点表示法	18
 第 2 章 微处理器系统结构	 22
2.1 微处理器的基本功能和结构	22
2.2 微处理器的主要性能指标	22
2.3 Intel 8086/8088 微处理器	23
2.3.1 Intel 8086/8088 CPU 的基本特点	24
2.3.2 Intel 8086/8088 微处理器内部组成结构	24
2.3.3 8086/8088 微处理器的寄存器结构	27
2.3.4 8086/8088 微处理器引脚及功能	30
2.3.5 8086/8088 微处理器最小/最大工作模式配置	36
2.4 8086/8088 微处理器基本时序	41
2.4.1 时钟周期、总线周期和指令周期	41
2.4.2 8086 最小模式基本时序	42
2.4.3 8086 最大模式时序	46

2.5 Intel 80X86 微处理器	48
2.5.1 Intel 80286 微处理器的基本结构	48
2.5.2 Intel 80386 微处理器的基本结构	50
2.5.3 Intel 80486 微处理器的基本结构	51
2.5.4 Intel Pentium 微处理器的基本结构	53
2.5.5 Pentium Pro 微处理器	54
2.5.6 Pentium MMX 微处理器	55
2.5.7 Pentium II 微处理器	56
2.5.8 Pentium III 微处理器	57
2.5.9 Pentium 4 微处理器	58
2.5.10 新一代 64 位处理器及多核处理器	59
2.6 80X86 32 位编程结构	60
2.6.1 32 位微处理器虚拟存储器管理	60
2.6.2 基本结构寄存器	64
2.6.3 系统级寄存器	68
2.6.4 调试和测试寄存器	73
2.6.5 浮点寄存器	74
 第 3 章 指令系统	 79
3.1 8086 CPU 寻址方式	79
3.1.1 立即寻址	80
3.1.2 寄存器寻址	81
3.1.3 存储器寻址	81
3.2 8086 CPU 指令系统	87
3.2.1 数据传送指令	87
3.2.2 算术运算指令	96
3.2.3 逻辑运算和移位循环指令	105
3.2.4 程序控制指令	109
3.2.5 串操作指令	117
3.2.6 处理器控制指令	121
 第 4 章 汇编语言程序设计	 131
4.1 汇编语言程序设计概述	131
4.1.1 程序设计语言基本概念	131
4.1.2 汇编语言源程序	132
4.1.3 汇编语言程序开发过程	135
4.2 汇编语言基本语法	136

4.2.1 汇编语言语句类型及格式	136
4.2.2 汇编语言的变量、常量、标号和表达式	138
4.2.3 汇编语言程序伪指令(指示性语句)	142
4.2.4 汇编语言程序简化段伪指令	154
4.2.5 汇编语言宏指令	156
4.3 汇编语言程序设计	158
4.3.1 程序设计基础	158
4.3.2 顺序结构程序设计	159
4.3.3 分支结构程序设计	161
4.3.4 循环结构程序设计	164
4.3.5 子程序设计	167
4.4 BIOS 及 DOS 功能调用	172
4.4.1 DOS 系统功能调用	172
4.4.2 ROM BIOS 系统调用	175
4.5 汇编语言程序设计实例	176
第 5 章 存储器技术	185
5.1 概述	185
5.1.1 内存器的基本结构	185
5.1.2 存储器中的数据组织	186
5.1.3 半导体存储器的主要技术指标	187
5.1.4 半导体存储器的分类	187
5.2 RAM 芯片的结构与工作原理	189
5.2.1 RAM 基本存储元电路	189
5.2.2 RAM 芯片的内部结构	189
5.2.3 RAM 典型芯片	190
5.3 ROM 芯片的结构与工作原理	192
5.3.1 基本存储元电路	192
5.3.2 ROM 芯片的组成	194
5.3.3 ROM 典型芯片	194
5.4 存储器接口技术	196
5.4.1 半导体存储器的扩展	196
5.4.2 8 位微机系统中的存储器接口	199
5.4.3 16 位和 32 位系统中的内存器接口	204
第 6 章 中断技术	210
6.1 概述	210

6.1.1 中断的基本概念与中断源	210
6.1.2 中断响应与中断处理	211
6.1.3 中断优先级与中断嵌套	213
6.2 8086/8088 的中断系统	216
6.2.1 外部中断	216
6.2.2 内部中断	218
6.2.3 中断向量与中断向量表	219
6.3 可编程中断控制器 8259A	222
6.3.1 8259A 的基本功能	222
6.3.2 8259A 的内部结构及引脚信号	222
6.3.3 8259A 的初始化命令字及其编程	225
6.4 虚地址保护方式下的中断和异常	233
第 7 章 输入输出技术	238
7.1 I/O 接口概述	238
7.1.1 I/O 接口的基本功能	239
7.1.2 I/O 接口的基本结构	240
7.1.3 I/O 端口的编址方式	241
7.1.4 I/O 端口的地址译码	243
7.2 简单 I/O 接口芯片	243
7.2.1 74LS373 锁存器	244
7.2.2 74LS244 缓冲器	245
7.2.3 74LS245 收发器	245
7.3 基本输入/输出方法	246
7.3.1 程序控制的输入/输出	247
7.3.2 中断方式的输入/输出	250
7.3.3 直接存储器存取方式(DMA)	251
7.4 可编程 DMA 控制器 8237A	253
7.4.1 8237A 的基本结构和功能	253
7.4.2 8237A 的工作方式	261
7.4.3 8237A 的编程与应用	266
第 8 章 可编程接口技术	273
8.1 可编程接口芯片概述	273
8.1.1 可编程接口概述	273
8.1.2 片选信号	273
8.1.3 读写操作	274

8.1.4 “握手”过程	274
8.2 并行接口	275
8.2.1 8255A 的结构和功能	275
8.2.2 8255A 的工作方式	278
8.2.3 8255A 与系统的连接	284
8.2.4 8255A 的编程和应用	286
8.3 定时器/计数器接口	293
8.3.1 8253 的结构和功能	294
8.3.2 8253 的工作方式	296
8.3.3 8253 与系统的连接	301
8.3.4 8253 的编程和应用	302
8.4 串行接口	304
8.4.1 串行通信基础	304
8.4.2 8251A 的结构和功能	312
8.4.3 8251A 的编程	316
8.5 模拟接口	319
8.5.1 模拟接口技术概述	319
8.5.2 数模转换器 DAC0832	323
8.5.3 模数转换器 ADC0809	327
第9章 总线技术	342
9.1 总线的基本概念	342
9.1.1 总线分类	343
9.1.2 总线标准	344
9.2 总线裁决和定时	345
9.2.1 总线裁决	345
9.2.2 总线定时	347
9.3 微机常用总线	351
9.3.1 概述	351
9.3.2 IBM PC 总线	352
9.3.3 ISA 总线	355
9.3.4 EISA 总线	357
9.3.5 PC-104 总线	358
9.3.6 PCI 总线	358
9.4 通信总线	361
9.4.1 RS-232C 接口	361
9.4.2 IEEE 488 总线	365

9.4.3	SCSI 接口	368
9.4.4	IDE 接口	373
9.4.5	通用串行总线接口 USB	375
参考文献		381
附录 A	常用汇编指令一览表	382
附录 B	常用汇编指令对标志位的影响	387
附录 C	常用伪指令(伪操作)一览表	389
附录 D	中断向量表	393
附录 E	DOS 软中断及系统功能调用	394
附录 F	BIOS 功能调用	402
附录 G	ASCII 码表	408
附录 H	调试程序(DEBUG)	410

第 1 章

微型计算机概论

本章主要介绍微型计算机系统的基本概念、组成、功能、工作原理、特点及计算机内的信息表示和运算,包括微处理器、微型计算机和微型计算机系统的定义、微处理器的发展历程、微型计算机的分类、计算机的运算基础等。

1.1 微型计算机简介

微型计算机是计算机设备的一种,相对于其他类型的计算机而言有着体积小、重量轻、价格低、使用灵活、用途广泛等特点,是人们使用最为广泛的一种计算机设备。

1.1.1 微处理器、微型计算机和微型计算机系统

很多人对于“计算机”这个概念比较模糊,常常把微处理器、微型计算机和微型计算机系统混为一谈,其实它们是有着明确界限的,如图 1.1 所示。

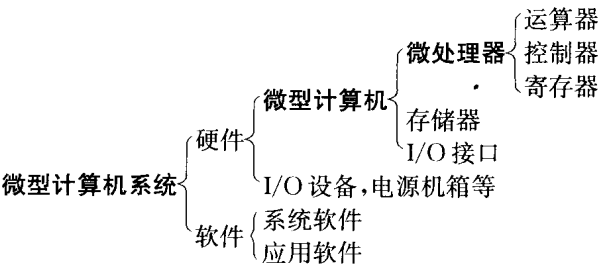


图 1.1 微型计算机系统、微型计算机与微处理器

微处理器是指由一片或几片大规模集成电路组成的中央处理部件,包括运算器、控制器和一定数量的寄存器。它具有数学运算、逻辑判断、地址计算等功能,是微型计算机的核心。

微型计算机是指以微处理器为基础,配以内存储器 and 输入输出接口电路和辅助电路构成的一个相对独立的电路系统。这个电路系统可以是一个独立的集成电路,称为单片机;也可以是一块电路板,称为单板机;还可以是多块以一定方式连接在一起的电路板,常被称为“个人计算机”(Personal Computer)。

微型计算机系统则是指微型计算机在配以相应的外围设备(如键盘、鼠标、显示器、光驱、硬盘等),以及电源、机箱等硬件基础上,安装必要的软件构成的系统,这个系统应具有数据处理、数据存取、数据传输等基本功能。

人们理解的计算机往往只注重硬件,较少注意到软件的存在,实际上离开了软件计算机什么事都做不了。

需要注意的是,不要把这里的微处理器与单片机混为一谈,这里所说的微处理器是我们常见的通用 CPU(如 Intel X86 系列),仅仅包括运算器、控制器和寄存器构成的集成电路,它无法直接与输入输出设备交换程序和数据而工作。单片机虽然也是集成电路形式,但是由于单片机内集成了接口电路、内存储器甚至 A/D、D/A 转换电路等功能部件,使得单片机可以直接与外部存储器、输入输出设备等进行程序和数据交换,可以独立地工作,因此单片机不是简单的微处理器,它被看作是一种微型计算机。单片机中集成接口和功能部件的不同常常使其具有一定的专用性。

1.1.2 微型计算机的发展

由于微处理器是微型计算机的核心,它决定了微型计算机的处理能力,因此人们往往以微处理器的发展状况来衡量微型计算机的发展水平。世界上第一个微处理器是 1971 年 Intel 公司推出的 Intel 4004 微处理器,它集成了 2300 个晶体管,能实现 4 位运算,工作频率最高为 740 kHz。微处理器在经过了 30 多年的发展后,现在已经实现了集成度高达数亿晶体管,具备 64 位数据处理能力,工作频率高达几 GHz 的多内核微处理器。

微处理器发展过程中,根据处理数据位宽的不同,可以将其划分为 5 代。

第一代(1971~1973 年)是 4 位微处理器和低档 8 位微处理器时期。典型产品包括:1971 年 10 月的 Intel 4004(4 位微处理器);1972 年 3 月的 Intel 8008(8 位微处理器)集成 3500 个晶体管。

第二代(1973~1978 年)是 8 位微处理器时期。典型产品包括:1973 年的 Intel 8080,集成 6000 个晶体管;1974 年 3 月的 Motoral 的 MC6800;1975 年 Zilog 的 Z80;1976 年的 Intel 8085,集成 9000 个晶体管。

第三代(1978~1983 年)是 16 位微处理器时期。典型产品包括:1978 年的 Intel 8086,首枚具有 X86 架构的 CPU,集成 2.9 万个晶体管;1979 年的 Zilog Z8000;Motorola 的 MC68000;1982 年的 Intel 80286。

第四代(1983~2001 年)是 32 位微处理器时期。典型产品包括:1983 年 Zilog 的 Z80000;1984 年 7 月 Motorola 的 MC68020;1985 年的 Intel 80386,集成 27.5 万个晶体管,时钟最高 40 MHz;Intel 公司以后生产的 80486, Pentium(数据线宽度开始成为 64 位), Pentium Pro, Pentium MMX, Pentium II, Pentium III, Pentium 4;AMD 公司 1995 年以后开始生产的 K5, K6, Athron, Duron 等。

第五代(2001 年以后)是 64 位微处理器时期。典型产品包括:2001 年的 Intel 64 位安腾微处理器,2002 年安腾 2 微处理器(IA-64 架构,用于服务器);2003 年 4 月,AMD 公司推出 64 位 Opteron 微处理器(用于服务器);2003 年 9 月,AMD 公司推出用于桌面平台的 Athron 64 系列微处理器;2004 年 8 月,Intel 公司推出 Pentium 4F 系列微处理器;2005 年 5 月,AMD 公司推出双核 64 位微处理器 Athron 64 X2;2005 年 7 月 Intel 公司推出双核 64 位微处理器 Pentium D;2007 年 1 月,Intel 公司推出 64 位四核微处理器 Core 2(酷睿 2);2007 年 10 月 AMD 公司推出 64 位四核微处理器 Phenom X4(羿龙)。

微处理器的发展正如摩尔定律所描述的那样,每 18 个月单片集成电路上的晶体管数量就会增加一倍,而且性能提高一倍。但是随着微处理器集成度的进一步增加,人们已经深入到原子量级进行集成电路设计了,再按照摩尔定律的规律发展会越来越困难,这促使

人们去寻找新的思路和途径,去进一步提高微处理器的性能,比如设计多核微处理器,通过加大并行数据处理的能力提高总体运算能力。

需要注意的是,不要把摩尔定律看作是一个客观规律,它只是对半导体技术发展的一种预测,可以看作是人们在半导体设计和研究领域为自己设定的一个目标。这个目标是否能够实现并不完全取决于客观事物本身,更多的是需要通过科研工作者不懈的努力才能达到。从目前来看,随着半导体技术的快速发展,一些工艺水平已经接近物理极限,摩尔定律所给出的目标已经越来越难以达到了,可能在不久的将来摩尔定律所预测的指标会成为一个理想,而不再能够真正被实现了!

1.1.3 微型计算机的分类

微型计算机的主要分类方式有两种:一种是按照 CPU 的字长进行分类,所谓字长就是 CPU 在单位时间内(同一时钟)能一次处理的二进制数的能力,字长用“位”来表示,一位表示一个二进制 bit(比特),有字长多少位就表示该 CPU 能够一次处理多少 bit 信息;另一种是按微型计算机的组装形式和系统规模分类。

1. 按 CPU 字长分类

根据处理数据字长的不同微型计算机一般可以分为以下 5 类。

① 4 位微型计算机: CPU 字长为 4 位,单次数据处理能力为 4 位(由于功能太弱已经逐渐被淘汰)。

② 8 位微型计算机: CPU 字长为 8 位,单次数据处理能力 8 位,在一些简单控制领域(如电梯、家用电器等)使用。

③ 16 位微型计算机: CPU 字长 16 位,单次数据处理能力 16 位,由于生产成本的不下降,正在逐渐取代 8 位的微型计算机,用于一些简单控制领域。

④ 32 位微型计算机: CPU 字长 32 位,单次数据处理能力 32 位,功能强大,主要应用于通信设备、多媒体处理设备、智能仪器等方面。

⑤ 64 位微型计算机: CPU 字长 64 位,单次数据处理能力 64 位,是目前功能最强的微型计算机系统,主要用作 PC 机、游戏机等设备。

目前微型计算机已经进入了 64 位时代,多核多线程的 64 位微型计算机系统已经成为个人计算机的主流。

2. 按微型计算机的组装形式和系统规模分类

微型计算机根据其规模可分为三类。

① 单片机: 将 CPU、RAM、ROM 及 I/O 接口电路等部件集成在一块集成电路芯片上,以芯片形式出现的微型计算机。提供电源后可以独立工作,也可以连接一定的外围部件构成较复杂的系统。这是目前使用量最大的一类微型计算机。常见的单片机有 Intel 51 系列,Atmel AVR 系列,Motorola 的 MC 系列等。

② 单板机: 在一个电路板上集成了 CPU、存储器、I/O 接口电路和一定的输入输出设备,以单块电路板形式出现的微型计算机。提供电源后可以独立工作,也可以与外围输入输出设备进行连接构成更加复杂的系统。常见的单板机有 X86 架构的 PC104 系统、

ARM 架构的单板机系统等。

③ 个人计算机：根据中国计算机学会主编的《英汉计算机辞典》的解释，所谓“个人计算机”(Personal Computer, PC)，是指“由微处理器芯片装成的、便于搬动而且不需要维护的计算机系统。”通常我们所说的个人计算机是指台式个人计算机和笔记本个人计算机，现在主流的是 X86 系列个人计算机和苹果公司的 MAC 系列个人计算机。

由于早期个人计算机价格十分昂贵，所以通常是单位或少数个人购买的设备。但是随着电子技术的飞速发展和社会的不断进步，个人计算机价格不断下降，已经真正成为每个人都可以拥有的“个人计算机”。现在个人计算机在商业、家庭生活、科学教育、工业生产、国防军备等各个领域发挥着不可替代的作用。

1.2 微型计算机组成

我们目前使用的计算机都是按照 1940 年冯·诺伊曼提出的体系结构设计实现的，微型计算机也不例外，这种设计结构被人们称为冯·诺伊曼结构，其设计思想主要包括以下三点。

① 以二进制形式表示指令和数据。

② 程序和数据事先存放在存储器中，计算机在工作时能高速地从存储器中取出指令并加以执行。

③ 由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 大部件组成计算机系统。

虽然经过了 60 多年，也有不少关于非冯·诺伊曼体系结构的计算机研究成果出现，但目前冯·诺伊曼结构仍然是计算机的主流系统结构。

微型计算机由微处理器、输入/输出(I/O)接口和存储器通过一定的公共线路(总线)连接在一起组成。其基本结构如图 1.2 所示。

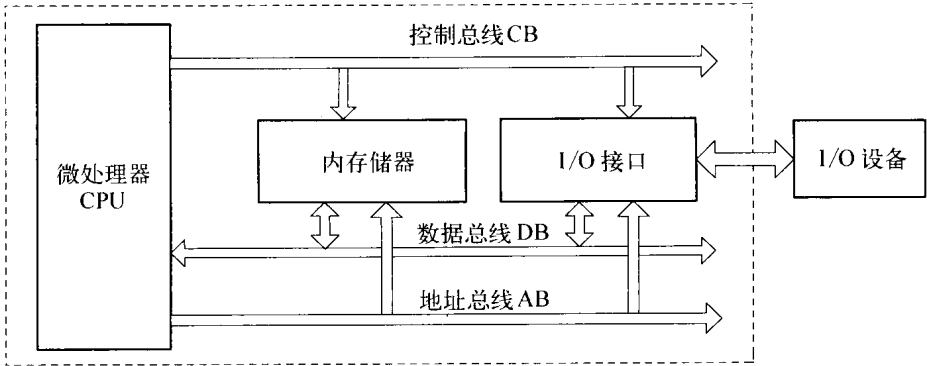


图 1.2 微型计算机基本结构

1.2.1 微型计算机组成部件

微型计算机是由微处理器(MPU)、输入/输出接口(I/O)和内存(MEM)三部分组成。

1. 微处理器

微处理器是微型计算机的核心部件，由大规模/超大规模集成电路构成，在微处理器

中集成了运算器、控制器和一定数量的寄存器组。其中运算器又称为算术逻辑单元(Arithmetic Logic Unit, ALU)主要负责算术或逻辑运算以及移位循环等操作;控制器又称控制单元(Control Unit, CU),它是微机的指挥中心,用于完成指令读取,译码发出控制命令等操作;寄存器组(Register Set, RS)也叫寄存器阵列(Register Array, RA),是一组 CPU 内部的存储单元,只不过每个存储单元有固定长度、固定名称和相对固定的用途。寄存器可以分为通用寄存器和专用寄存器两类,通用寄存器用于临时存放运算的数据,而专用寄存器则用于存放一些特定的地址或状态参数,寄存器的访问速度与 CPU 同步。在微处理器中各组成部分通过片内总线实现信息交换,对计算机使用者而言这种片内总线是透明的,不需要了解片内总线结构的细节,只需要使用相应机器语句就可以实现一定的功能。

2. 输入/输出接口

输入/输出接口是微型计算机的重要组成部分,它包括输入接口和输出接口两部分。由于计算机需要和外界交换各种数据,这些交换通过输入/输出设备来实现,而不同输入/输出设备具有不同的接口特性,如电气特性、功能特性、时序特性等。这些特性的不同决定了输入/输出设备需要多样化的连接方式,并且在实际使用中,输入/输出设备的数量可以随需求增减,因此输入/输出设备无法与微处理器通过系统总线直接连接,需要通过一定的接口电路与 CPU 进行间接连接,这些接口电路统称为输入/输出接口。

所谓输入/输出接口就是微型计算机与输入/输出设备之间的通道。这个通道按照一定的规则完成微型计算机与输入/输出设备的数据交换。在微型计算机中输入/输出接口通常是由专用集成电路构成,通过微型计算机的系统总线与微处理器交换数据,输入/输出接口电路是本课程要重点讨论的内容之一。

3. 存储器

存储器是微型计算机的记忆核心,微型计算机中所有的数据和程序都是通过存储器保存的。微型计算机中的存储器主要分为两类:一类称为内存储器,另一类称为外存储器。

内存储器由半导体器件构成,存储容量较小,通过微型计算机系统总线与微处理器连接,可以以很高的速度与微处理器进行数据交换。但是通常内存储器在断电后除特殊情况外,不再保存数据或程序。

外存储器通常是由光、磁记录装置构成的设备,存储容量大,需要通过输入/输出接口与微处理器进行数据交换,数据交换速率较低,在断电后外存储器仍然可以保存数据,直到被修改或擦除。

微型计算机中通常会同时配备内存储器和外存储器,外存储器用于永久存储数据和程序,内存储器用于数据处理过程中临时存放数据或程序。但是,在单片机或单板机系统中可以用专用的内存储器来永久存放数据和程序,而不配备外存储器设备。

关于存储器有以下几个基本概念。

① 位(bit): 一个二进制信息,它是二进制信息的最小单位(0 或 1),常用字母“b”表示。

② 字节(Byte): 由 8 位二进制信息组成, 字节是微机中分配地址的基本单位, 常用字母“B”表示。

③ 字(Word): 计算机中作为一个整体来处理的一组二进制数, 是字节的整数倍。通常与计算机内的寄存器、算术逻辑单元宽度一致。目前为表达方便, 将字定义为 16 位, 而双字定义为 32 位。字常用字母“W”表示, 双字用“DW”表示。

④ 存储器容量: 通常以字节为单位表示, 在内存中一个字节占用一个寻址地址, 因此, 人们常说的 1 G/2 G 内存, 实际上应该是具有 1 G 字节/2 G 字节存储容量的内存。在外存中, 为了与内存表示一致, 也以字节为单位表示容量, 如 160 G 硬盘, 指的是能存储 160 G 字节的硬盘。

1.2.2 微型计算机三总线结构

计算机中的部件需要与处理器、控制器进行数据交换, 并在处理器和控制器的统一管理和调度下共同完成数据处理任务, 因此一定的连接方式必不可少, 不同计算机采用的连接方式可以有所不同。在微型计算机中采用总线结构连接微处理器、输入/输出接口、内存储器等部件, 它们之间的信息传递通过总线进行。所谓总线, 就是计算机中各功能部件间传送信息的公共通道, 它是微型计算机的重要组成部分。总线结构使微机结构简单、易于维护和扩展。总线按照功能不同一般分为三类: 数据总线(Data Bus, DB), 地址总线(Address Bus, AB)和控制总线(Control Bus, CB)。

- 数据总线(DB): 微型计算机中所有的内存与输入/输出接口都是通过一组数据线与微处理器或其他控制部件进行数据交换的, 这一组数据线被称为数据总线。根据微型计算机数据处理能力的不同, 数据总线可分为 8 位、16 位、32 位、64 位等。

- 地址总线(AB): 微型计算机中与微处理器连接的内存和输入/输出接口数量巨大, 为了使微处理器能够准确访问所有内存单元和输入/输出接口, 每个内存单元和输入/输出接口都编有地址, 微处理器通过一组地址线告知内存或输入/输出接口要操作的地址, 从而准确地访问内存中的数据或输入/输出接口数据。这一组用于提供地址的线路称为地址总线。微处理器地址线的数量决定了微处理器可以访问的内存数量或输入/输出接口的数量。例如: 一个微处理器地址总线为 10 根, 则其最多能够给出 2^{10} (1024) 个地址, 也就是说最多在该微处理器上可以连接 1024 个内存单元或输入/输出接口。

- 控制总线(CB): 微型计算机中所有的部件都是在微处理器的控制和调度下运作的。为了控制这些部件工作, 需要微处理器提供一组特定功能的线路, 这组线路称为控制总线。控制总线通常包括读、写、等待、使能、测试、响应等多种控制信号, 利用这些信号, 微处理器可以管理微型计算机中的各个部件, 按一定的时序协调工作。

1.3 微型计算机工作原理

微型计算机是一个数据处理设备, 具备了数据处理的条件, 但是如果没有对数据处理过程的描述, 微型计算机就不可能完成任何有效的数据处理工作。也就是说, 微型计算机只是完成数据处理的必要条件, 就如同算盘是一个计算工具, 但如果不知道算法口诀, 也