 西安交通大学“十一五”规划教材
高校计算机基础系列教材

微型计算机原理与接口技术

丛书主编 冯博琴
主 编 吴 宁
编 著 陈文革 夏秦



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书在对微型计算机基础知识进行简要介绍的基础上,以 Intel 80x86 系列微处理器为平台,分析了其三个不同时期的典型代表——8088、8086、80386 及 Pentium 4 微处理器的基本结构和工作原理。书中用一定篇幅和大量实例分别介绍了 8086 指令系统、汇编语言程序设计及基本的程序设计方法,并阐述了微型计算机的内存储器系统(包括典型的存储器芯片、存储器扩展技术、高速缓存及外存储器等)、输入/输出技术及典型 I/O 接口芯片的应用。

本书注重实际应用,在强调基本概念的基础上,使用大量实例来阐明各种应用问题,使读者通过学习能够对微型计算机系统有一个较为全面的了解,为进一步的微机应用打下坚实的基础。本书可作为普通高等院校非计算机专业本科学生的“微机原理与接口技术”课程的教材,也可作为成人高等教育的培训教材及广大科技工作者的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术/吴宁主编. —西安:西安交通大学出版社,2009.8
ISBN 978-7-5605-3127-4

I. 微… II. 吴… III. ①微型计算机-理论-高等学校-教材 ②微型计算机-接口设备-高等学校-教材
IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 085553 号

书 名 微型计算机原理与接口技术
主 编 吴 宁
责任编辑 屈晓燕 毛帆 李文

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280

印 刷 陕西信亚印务有限公司

开 本 727 mm×960 mm 1/16 印张 24 字数 440 千字

版次印次 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5605-3127-4/TP·521

定 价 33.80 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdly@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

西安交通大学“十一五”规划教材

高校计算机基础系列教材

编委会成员

主 任：冯博琴

委 员：（以姓氏拼音为序）

陈文革 崔舒宁 顾 刚

卫颜俊 吴 宁 赵英良

丛书总序

计算机基础课程已成为我国普通高校涉及专业面最宽、占用学时最多的系列课程。这些课程在人才培养中,对于提高学生科学和工程素质,培养信息处理能力、计算机及信息技术应用能力和创新思维能力都有着不可替代的作用。因此它已成为各个专业人才培养规范中不可或缺的组成部分。

西安交通大学十分重视基础课程的建设。计算机教学实验中心成立已逾十年,一直以计算机基础教学改革为己任,努力探索适应社会经济和科学技术发展的教改方向。在计算机技术发生重大转变的时候,教学内容和实验支撑平台也都会随之提升,在教材中也作出了快速反映。在这十年中,我们已适时地作了三次大规模的重编、修订教材工作。计算机教材更新周期如此之短,也许是计算机基础和专业课程教材的特点吧。

“十一五”期间,我们被列为国家“十一五”规划的9部教材将分别在几家出版社出版。我们有一个夙愿:把我们中心多年来对计算机基础教材的思考比较完整地展现在一套丛书中。恰好我校“十一五”规划教材给了我们一个机会,西安交通大学出版社又鼎力支持,在编写容量、内容设计、出版时间等方面给我们充分大的选择空间,且在人力和财力上给予了极大支持,让作者们体会到出版社的那份厚望。

2006年8月,教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会发布“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见暨计算机基础课程教学基本要求(试行)”,提出了1+X的课程设置方案和6门典型的核心课程,设计了这6门课程的教学基本要求的两个层次:“一般要求”

和“较高要求”。本丛书就是在教指委文件精神指导下,对近年来教学改革实践的一个阶段性总结。

如果说在许多课程教学中都普遍存在以下三个矛盾:内容膨胀与学时压缩的冲突、经典知识与新技术的取舍、理论与实践的平衡,那么计算机课程恐怕是处在冲突的旋涡中了。我们没能力去求这个问题的“通解”,但从“以人为本,传授知识,培养能力,提高知识协调发展”的现代化教学观念和“以能力培养为核心”的实验教学概念的学习中我们似乎有所领悟。我们将努力把自己的心得融入教材,与大家分享,也希望得到同行的指正。

冯博琴

2007年8月

前 言

本书是一本面向非计算机专业理工科学生学习“微机原理与接口技术”课程的通用教材,主要以 Intel 80x86 系列微处理器为对象,分析了典型芯片的基本结构,介绍了 8086 指令系统、半导体存储器的基本理论和技术,以及输入/输出技术和接口电路的设计方法。本书主要特点有:

(1)定位明确,描述清晰。考虑到非计算机专业理工科学生的特点和专业需求,本书在内容的选取上既包含了必须掌握的基本理论和新技术,还利用较大篇幅介绍了基本软硬件系统的设计方法和设计思路,以帮助读者在实际工作学习中能灵活应用所介绍的知识。

(2)对所列举的全部实例都加有详细的分析和注释。书中的每道例题都配有题目分析,以帮助读者建立思路;对汇编语言程序的关键语句也加有注释,使读者能够较为容易地理解和掌握汇编语言程序的设计思想。

(3)结合实际,面向应用。本书在例题的选择上,尽量考虑与实际的工程应用相结合,插入了大量的电路连接图、结构图、时序图和详细的分析说明。

(4)循序渐进,易于理解。考虑到本书的多数读者在学习本书之前并不具备计算机组成和结构方面的知识,故本书在内容次序的安排上注意由浅入深,突出重点;在文字叙述上,力求通俗易懂。同时,在编写中加入了作者多年从事教学、科研的经验和体会。

除此之外,本课程组所建立和维护的陕西省精品课程网站“微型计算机原理与接口技术”上丰富的教学资源,也可作为本书内容的支撑和外延。

通过本书的学习及课程网站的访问,并结合上机实践,可使读者对

微型计算机硬件系统的组成和工作原理有初步的了解,具备一定的汇编语言程序设计能力以及简单微机控制系统的设计能力。因此,本书不仅可以作为课堂使用教材,还能对学生以后的工作有一定指导作用。

本书由吴宁、陈文革、夏秦编写。其中,第1章由夏秦编写,第2章和第6章由陈文革编写,其余内容由吴宁编写并负责统稿。本书的编写得到了西安交通大学冯博琴教授和陆丽娜教授的关心和指导,在此深表感谢。

由于计算机技术的发展日新月异,新技术层出不穷,书中内容难以周全,加之时间仓促,错误和不当之处在所难免,敬请各位读者和专家批评指正,以便再版时及时修正。

编者

2009年7月

目 录

第 1 章 微型计算机基础	(1)
1.1 微型计算机系统.....	(1)
1.1.1 微型计算机的发展.....	(2)
1.1.2 微机系统的构成.....	(3)
1.1.3 微型计算机的工作过程.....	(11)
1.2 计算机中的数制及编码.....	(16)
1.2.1 常用计数制及其转换.....	(16)
1.2.2 二进制编码.....	(20)
1.3 二进制数的运算.....	(23)
1.3.1 无符号数的表示及运算.....	(23)
1.3.2 有符号数的表示及运算.....	(26)
1.4 逻辑运算和逻辑电路.....	(33)
1.4.1 布尔代数.....	(33)
1.4.2 基本逻辑门电路.....	(36)
1.4.3 触发器.....	(37)
1.4.4 译码器.....	(38)
1.5 数的定点表示和浮点表示.....	(39)
1.5.1 定点数的表示.....	(39)
1.5.2 浮点数的表示.....	(40)
1.6 微机系统的总线结构.....	(41)
1.6.1 总线的分类及功能.....	(41)
1.6.2 常用系统总线和外设总线标准.....	(46)
习题.....	(48)
第 2 章 微处理器	(50)
2.1 8086 和 8088 微处理器.....	(50)
2.1.1 概述.....	(50)
2.1.2 8086/8088 体系结构.....	(52)

2.1.3	外部引脚及其功能	(58)
2.1.4	存储器寻址	(62)
2.1.5	总线时序	(66)
2.1.6	8086 系统总线	(72)
2.2	Intel 80386 微处理器	(76)
2.2.1	80386 微处理器简介	(76)
2.2.2	80386 的内部结构	(79)
2.2.3	80386 的存储器组织	(82)
2.2.4	80386 的编程结构	(83)
2.3	Intel Pentium 4 微处理器	(93)
2.3.1	Pentium 4 微处理器简介	(94)
2.3.2	Pentium 4 的内部结构	(95)
2.3.3	Pentium 4 的微体系结构	(96)
2.3.4	Pentium 4 存储管理	(100)
2.3.5	Pentium 4 的编程结构	(101)
	习题	(104)
第 3 章	8086 指令系统	(106)
3.1	寻址方式	(107)
3.1.1	立即寻址	(107)
3.1.2	直接寻址	(108)
3.1.3	寄存器寻址	(109)
3.1.4	寄存器间接寻址	(109)
3.1.5	寄存器相对寻址	(109)
3.1.6	基址-变址寻址	(111)
3.1.7	基址-变址-相对寻址	(111)
3.2	8086 指令系统	(112)
3.2.1	数据传送指令	(112)
3.2.2	算术运算指令	(120)
3.2.3	逻辑运算指令	(127)
3.2.4	移位指令	(129)
3.2.5	串操作指令	(133)
3.2.6	程序控制指令	(139)
3.2.7	处理器控制指令	(148)

3.3 80386 扩充指令	(149)
习题	(152)
第4章 汇编语言程序设计	(156)
4.1 汇编语言源程序	(156)
4.1.1 汇编语言源程序的结构	(157)
4.1.2 汇编语言语句	(158)
4.2 伪操作	(161)
4.2.1 数据定义伪指令	(161)
4.2.2 符号定义伪指令	(163)
4.2.3 段定义伪指令	(164)
4.2.4 设定段寄存器伪指令	(165)
4.2.5 源程序结束伪指令	(165)
4.2.6 过程定义伪指令	(167)
4.2.7 宏命令伪指令	(168)
4.3 BIOS 和 DOS 中断	(170)
4.3.1 BIOS 中断	(171)
4.3.2 DOS 中断	(173)
4.3.3 返回操作系统中断	(178)
4.4 汇编语言程序设计	(179)
4.4.1 汇编语言程序设计概述	(179)
4.4.2 汇编语言程序设计实例	(180)
习题	(190)
第5章 内存储器	(195)
5.1 概述	(195)
5.1.1 半导体存储器的分类	(196)
5.1.2 半导体存储器的主要技术指标	(198)
5.2 随机存取存储器 RAM	(199)
5.2.1 RAM 的基本结构	(199)
5.2.2 静态随机存取存储器 SRAM	(200)
5.2.3 动态随机读写存储器 DRAM	(202)
5.3 只读存储器 ROM	(207)
5.3.1 EPROM	(207)

5.3.2	EEPROM	(209)
5.3.3	闪存	(212)
5.3.4	高速缓冲存储器	(213)
5.4	8088 存储器接口	(215)
5.4.1	地址译码	(216)
5.4.2	与 RAM 的接口	(219)
5.4.3	与 PROM 的接口	(220)
5.4.4	半导体存储器系统的设计举例	(223)
	习题	(229)
第 6 章	输入输出和中断技术	(232)
6.1	输入输出系统概述	(232)
6.1.1	I/O 接口的特点	(233)
6.1.2	I/O 接口的功能和结构	(234)
6.1.3	I/O 接口的操作	(235)
6.1.4	I/O 端口编址方式	(236)
6.1.5	I/O 端口地址译码	(238)
6.1.6	并行传送与串行传送	(238)
6.2	I/O 控制方式	(239)
6.2.1	程序控制方式	(239)
6.2.2	中断控制方式	(243)
6.2.3	直接存储器存取(DMA)方式	(243)
6.3	中断技术	(246)
6.3.1	中断的基本概念	(246)
6.3.2	中断处理的一般过程	(247)
6.3.3	8086/8088 的中断系统	(253)
6.3.4	可编程中断控制器 8259A	(259)
6.3.5	中断程序设计	(276)
	习题	(280)
第 7 章	数字接口	(282)
7.1	简单并行接口	(282)
7.1.1	三态门接口	(282)
7.1.2	锁存器接口	(285)

7.1.3	带三态输出的锁存器接口	(286)
7.2	可编程定时/计数器 8253	(290)
7.2.1	8253 的引线及结构	(290)
7.2.2	8253 的工作方式	(292)
7.2.3	8253 的应用	(296)
7.3	可编程并行接口 8255	(300)
7.3.1	8255 的引线及结构	(300)
7.3.2	8255 的工作方式	(303)
7.3.3	8255 的应用	(307)
7.4	可编程串行接口 8250	(314)
7.4.1	外部引线及功能	(314)
7.4.2	内部结构及寄存器	(317)
7.4.3	8250 的应用	(321)
	习题	(327)
第 8 章	模拟接口	(330)
8.1	工业闭环控制系统结构框架	(330)
8.2	D/A(数/模)转换器	(332)
8.2.1	D/A 转换器的基本原理	(332)
8.2.2	D/A 转换器的主要技术指标	(335)
8.2.3	典型 D/A 转换器芯片 DAC0832	(336)
8.3	A/D(模/数)转换器	(343)
8.3.1	A/D 转换器的基本原理	(343)
8.3.2	A/D 转换器的主要技术指标	(344)
8.3.3	典型的 A/D 转换器芯片 ADC0809	(345)
	习题	(353)
附 录	(356)
参考文献	(370)

第1章

微型计算机基础

引言

微型计算机(Microcomputer)诞生于20世纪70年代,由于它体积小,价格低,尤其是日益提高的性能价格比,使其迅速在各行各业乃至家庭中得到了广泛的应用。本章首先从微型计算机机系统的整体概念出发,讨论了微型计算机系统的构成和一般工作过程,再从微型计算机中使用的数制和编码开始,重点讨论了二进制的算术运算和逻辑运算,还涉及了数值数据的定点表示和浮点表示,最后简单讨论了总线结构。本章作为入门章节,试图从各种不同角度为读者建立有关微型计算机应用过程中的基础知识。

教学目的

本章要求学生通过各种基本概念的学习,能够建立起微型计算机系统的整体概念,熟悉各种常用计数制、编码及其它它们之间的相互转换,重点掌握符号数和无符号数的表示方法及其运算规则,了解定点和浮点数的表示以及常用的逻辑门电路。对于有难度的二进制数运算中的溢出问题,这里只要求一般了解。

1.1 微型计算机系统

电子计算机按其规模可以分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机五种;其中微型机与大、中型计算机相比有很多优点,如体积小、重量轻、功耗低、价格低、可靠性高、使用环境要求低、结构灵活、使用方便等。正是由于这些特点,使其在科学计算、实时控制、信息处理、计算机辅助设计、人工智能、多媒体技术、网络通信等方面获得了高度普及和大力发展。

微型计算机按照功能结构和组装形式,可以分为单片机、单板机和个人计算机

(PC机)。单片机是利用大规模集成电路将微型机的主要组成部分——CPU、存储器和输入输出接口部件都集成在一个芯片上。单片机具有体积小、可靠性高、成本低等特点,广泛应用于智能仪器、仪表、家用电器及工业控制等领域。单板机是将CPU、存储器、输入输出接口和简单外设等部件安装在一块印刷电路板上,具有结构紧凑、使用简单、成本低等特点,常应用于工业控制和实验教学等领域。PC机是将一块主机板(包括微处理器、内存储器 and 输入输出接口等芯片)和若干接口卡、外部存储器及电源等部件组装在一个机箱内,并配置显示器、键盘等外部设备和系统软件共同构成的计算机系统。PC机具有功能强、配置灵活、软件丰富、使用方便等特点,是最普及的微型计算机。

下面从介绍微型计算机的发展开始,由局部到全局说明微机系统的构成及其工作过程。

1.1.1 微型计算机的发展

微型计算机(简称微机)是电子计算机技术和大规模集成电路技术结合的产物,它的出现和发展是与大规模集成电路技术的迅速发展分不开的。所谓微型计算机是指采用超大规模集成电路,体积小、重量轻、功能强、耗电少的计算机系统。

微型计算机的核心部件是微处理器MPU(Micro-Processor Unit),也叫中央处理器或中央处理单元CPU(Central Processing Unit),简称处理器。微型计算机的发展是以微处理器的发展为表征的。30年来微处理器和微型计算机的发展非常迅速,几乎每两年微处理器的集成度和性能提高一倍,每3~4年微机就会更新换代一次。

- 第一代(1971~1973)是4位和低档8位微机。代表产品是美国Intel公司4004微处理器及由它组成的MCS微型计算机。第一代微处理器的特点是处理器指令系统简单、速度较低、运算能力差。

- 第二代(1974~1978)是中高档8位微机,以Intel 8080/8085和Motorola公司的MC6800及美国Zilog公司的Z80等为CPU的微型机为典型代表。第二代微处理器的运算速度是第一代的10~15倍,指令系统比较完善,已经有了典型的计算机体系结构以及中断、存储器直接存取的功能。

- 第三代(1979~1981)是16位微机,如以8086、80286、Z800和MC68000为CPU的微型机。为与原8位机相衔接,方便8位机用户,Intel公司还推出了8088CPU,其指令系统与8086完全兼容,内部仍然为16位的功能结构,而外部数据总线是8位。IBM公司以8088CPU组成了微型机系统。IBM公司以8088CPU组成了微型机系统IBM PC/XT/AT。这里提到的8088微处理器芯片将是本书介绍的主要对象。第三代微处理器具有丰富的指令系统,采用多级中断,具有多种寻址方式。

• 第四代(1982~1992)是 32 位微机,典型的 CPU 产品有 80386、MC68020 和 Intel 80486。此时的微处理器采用流水控制,具有面向高级语言的结构,80486 还采用了部分突发总线技术和时钟倍频技术,使处理速度大大提高。

• 第五代(1993~2001)也是 32 位微机,典型代表有 Intel 公司的 Pentium、Pentium Pro、AMD 公司的 K6 和 Cyrix 公司的 M2。该芯片采用了一些最新的设计技术,如超标量体系结构、集成的浮点部件、双执行部件、多媒体增强指令集等,是目前最广泛使用的微处理器。

• 第六代(2001 年以后)是 64 位微机,典型代表有 Intel 公司的 Itanium 和 AMD 公司的 Athlon、Sempron 和 Opteron 等。CPU 采用的 64 位技术主要有 AMD64、EM64T 和 IA-64。除 IA-64 外,其他两种技术都兼容现有的 32 位系统。另外,为了进一步提高 CPU 的性能,目前常见的双核架构就是将两个物理处理器核心整合在一个内核中。

1.1.2 微机系统的构成

我们通常所说的微型机实际上指的是微型机系统。微型计算机系统、微型计算机和微处理器是三个不同的概念,是微型计算机从全局到局部的三个不同的层次。下面我们从核心级开始说明微机系统的构成。

1. 微处理器

微处理器(CPU)是微型计算机的核心芯片,是整个系统的运算和指挥控制中心。它为计算机系统完成三项主要任务:在处理器与存储器或者 I/O 之间传送数据;进行简单的算术和逻辑运算;通过简单的判定控制程序的流向。

不同型号的微型计算机,其性能的差别首先在于其 CPU 性能的不同,而 CPU 性能又与它的内部结构有关。无论哪种 CPU,其内部基本组成都大同小异,即包括控制器、运算器和寄存器组三个主要部分。CPU 的典型结构如图 1-1 所示。

(1) 运算器

运算器的核心部件是算术逻辑单元 ALU(Arithmetic and Logic Unit),它是以加法器为基础,辅之以移位寄存器及相应控制逻辑组合而成的电路,在控制信号的作用下可完成加、减、乘、除四则运算和各种逻辑运算。参加运算的数由控制器控制从存储器或寄存器中取出并传送到运算器进行运算。与 ALU 相连的累加器和暂存器用于暂时存放参与运算的数据和某些中间结果。

在早期的微处理器中并没有进行乘、除运算和浮点运算的硬件电路,运算器只能完成定点加、减运算,而减法运算又可通过二进制补码的加法运算来实现,复杂的算术运算(如乘、除运算)则需要由程序来完成,而现代新型 CPU 的运算器已经可以完成各种浮点运算了。

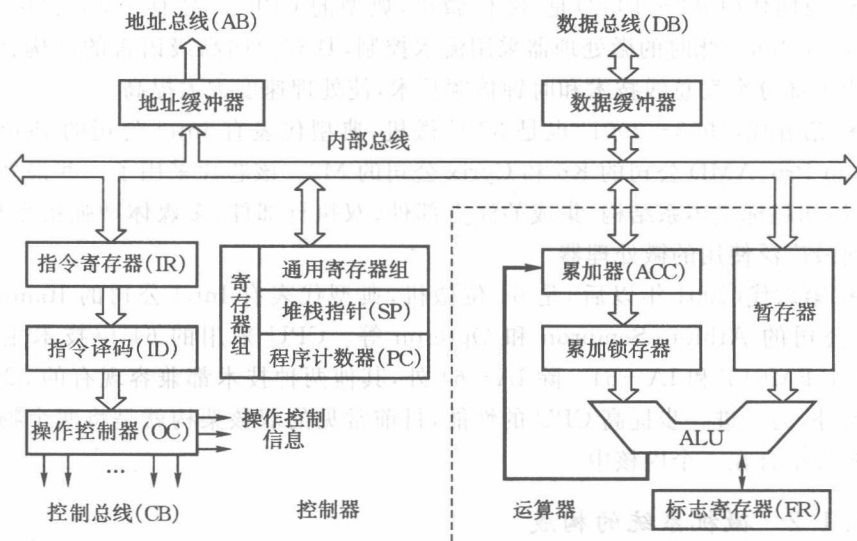


图 1-1 微处理器典型结构示意图

(2) 控制器

控制器是整个 CPU 的指挥控制中心,它从存储器中依次取出程序的各项指令,并根据指令的要求,向微型计算机的各个部件发出相应的控制信号,使各部件协调有序工作,从而实现对整个微型计算机系统的控制。

控制器一般由指令寄存器 (IR)、指令译码器 (ID) 和操作控制电路 (OC) 组成。IR 主要用来保存当前正在执行的一条指令,而一条指令由操作码和操作数组成。ID 就是对指令的操作码进行译码,将其翻译成计算机所能识别的信号,以便决定所进行的操作。如果从存储器中取出的是指令操作码,则由 ID 和 OC 译码并产生执行该条指令所需的全部微操作控制命令。如果从存储器中取出的是数据,则由 ID 经内部总线送到累加器或某个寄存器。为了保证程序能连续执行,CPU 必须通过指令计数器来确定下一条指令所在的内存单元的地址。在程序开始执行时,必须将程序所在内存单元的首地址送入程序计数器,每执行完一条指令,程序计数器自动加一,指向下一条指令所在的单元地址。若遇到转移指令则指向目标程序第一条指令所在的单元地址。OC 将 ID 所产生的命令信号送入时序信号产生部件,并将命令进行翻译,加上时序信号,产生整个计算机各个部件的相应控制信号,用于控制指令的执行。

(3) 寄存器组

寄存器组实质上是 CPU 内部的若干个存储单元,在汇编语言中通常是按名

字来访问它们。寄存器可分为专用寄存器和通用寄存器。专用寄存器的作用是固定的,如堆栈指针(SP)、程序计数器(PC)、标志寄存器等,而通常寄存器则可由程序员规定其用途。通用寄存器的数目因 CPU 而异,如 8088/8086 CPU 中就有 8 个 16 位通用寄存器可供程序员使用。由于有了这些寄存器,在需要重复使用某些操作数或中间结果时,就可将它们暂时存放在寄存器中,避免对存储器的频繁访问,从而缩短指令长度和指令执行时间,同时也给编程带来很大的方便。

2. 微型计算机

目前的各种微型计算机,从概念结构上来说都是由微处理器、存储器、输入/输出接口以及连接它们的总线组成。这种总线结构的微型计算机的系统结构框图如图 1-2 所示。图中 AB 表示地址总线(Address Bus),用于传送读/写存储器(RAM 或 ROM)或读/写输入/输出接口(I/O 接口)的地址信息;DB 表示数据总线(Data Bus),用于传送操作的数据信息;CB 表示控制总线(Control Bus),用于传送控制信息。总线结构的特点是:在某一时刻,只能有一个总线主控设备控制系统总线;只能有一个发送者向总线发送信号,但可以同时有多个接收者从总线上获取信号。这种结构的优点就在于设计简单、灵活性高、可扩展性好和便于故障检测和维修。

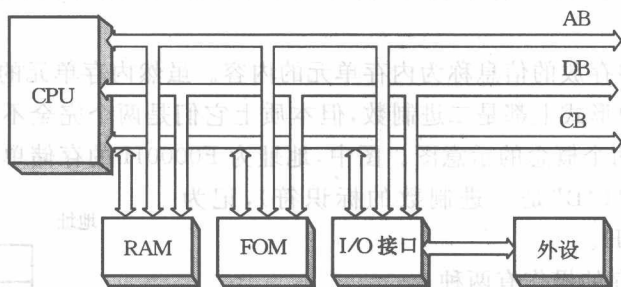


图 1-2 微型计算机的系统结构框图

(1) 微处理器

计算机的一切工作都受 CPU 控制。详见第 1 节的内容。

(2) 存储器

存储器(Memory)通常分为两大类:一类是主存储器(主存),也称为内存储器(内存);另一类是外存储器(外存),也称为辅助存储器。主机系统中的存储器又叫内存或主存,是微型计算机的存储和记忆部件,用以存放数据(包括原始数据、中间结果和最终结果)和当前执行的程序。微型机的内存均由半导体材料制成,故也称半导体存储器。