



高等学校
电子信息类 规划教材

微型计算机原理与应用

王永山 杨宏五 杨婵娟 编著



西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

TP36-43

U38(2)

高等学校
电子信息类 规划教材

微型计算机原理与应用

(第二版)

王永山 杨宏五 杨婵娟 编著



A0930671

西安电子科技大学出版社

1999

内 容 简 介

本书是为电子信息类专业大学本科“微型计算机原理与应用”课编写的教材。书中以 Intel 公司生产的 8086 微处理器家族各成员组成的 IBM PC 系列微机为例,讨论了微型计算机组成原理、汇编语言程序设计和输入输出接口技术等主要问题。全书共分 11 章。

本书在内容选择、次序安排和叙述方式等多方面,都突出地体现了编者的指导思想:面向教学与面向应用相结合,使教师和学生都能感到既容易组织教学,又能直接指导应用。

编者十分重视教材内容的适时更新。这次再版,不仅增加了高档微机中的多任务、虚拟存储器、保护等多种复杂技术的原理,而且对原来的存储器系统和输入输出接口技术等也进行了增删,从而使其保持与当前微型计算机水平相一致。

本书也可作为从事软硬件开发工作的科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与应用/王永山等编著. —2 版. —西安:西安电子科技大学出版社, 1999.12

高等学校电子信息类规划教材

ISBN 7-5606-0777-2

I. 微… II. 王… III. 微型计算机-高等学校-教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 41417 号

责任编辑 夏大平

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)8227828 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 陕西画报社印刷厂

版 次 1991 年 12 月第 1 版 1999 年 12 月第 2 版 1999 年 12 月第 9 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 32.75

字 数 776 千字

印 数 56 101~62 100 册

定 价 33.00 元

ISBN 7-5606-0777-2/TP·0400

*** 如有印装问题可调换 ***

本书封面贴有西安电子科技大学出版社的激光防伪标志,无标志者不得销售。

前 言

本书第一版于1991年12月问世。近8年来它之所以受到欢迎，重印多次，主要原因在于编写指导思想正确。它作为电子信息类各专业(如电子工程、信息工程、通信工程、自动控制、工业自动化、微电子学)的“微型计算机原理与应用”课教材，编写的指导思想是面向教学和面向应用相结合。

面向教学首先考虑到的是专业特点。电子信息类各专业不同于计算机专业，不可能学习那么多的计算机基础理论课，也不是先学习过如“计算机的组织与结构”课程，在掌握了计算机各部件的基本原理的基础上，再学习某些型号的微型计算机的特定结构，而是以应用特别是直接应用计算机为教学目的。电子信息类各专业的计算机教学，也不同于文、医、农类各专业。因为电子信息类各专业本身涉及的设备和系统几乎无不包含计算机。这些专业的毕业生和技术人员，如果不具备一定程度的计算机知识，就无法从事本专业的科研和技术工作。例如，通信专业的技术人员，如果计算机知识不足，就无法理解通信网技术中经常用到的“实体”(Entity)的概念；如果不知道计算机有处理多任务的功能特性，就很难理解数据通信网和计算机网的差别。又例如，对于自动控制专业，如果技术人员的计算机知识欠缺，就很难理解控制的各个环节是如何实现的。所以，电子信息类各专业的“微机原理与应用”课程应该有明确的教学要求。对计算机知识掌握到什么程度？汇编语言可以作为一个标志。对微处理器和微机系统的硬件组成知识的掌握以适应汇编语言为基准，对程序和软件知识的掌握以汇编语言编程为基准，这就使学生的计算机应用知识在“计算机应用基础”和高级语言编程基础之上又上了一个新台阶。

面向教学考虑的第二个问题是该门课程的教学特点。一般认为，微机原理课所包括的知识，与许多其它课，如数字信号处理、统计信号处理等课相比较，是不算难的。因为基本不涉及复杂的数学和抽象的理论。但这门课的困难出现在教与学的过程中。在课程开始后的相当长时间内，学生喊“难”，甚至觉得自己还没有入门。这种现象要持续到课程将结束时才有所好转。经过上机实习和总复习，学生才得到“这门课不算难”的体会。这种从难到不难的教与学过程，可算是这门课的特点之一。形成这一特点的原因是，任何一个计算机系统都是一个复杂的整体，讨论计算机整机工作过程时要涉及到整体的每一部分；讨论某一部分工作过程时又要涉及到其它部分的工作过程。这样一来，不仅不能在短时间内较深入地讲清整机工作过程，而且很难孤立地讲清楚某一部分的工作过程。所以，即使是最好的学生，在循序渐进的课堂教学过程中，也总是处于“学会了一些新知识，弄清了一些原来保留的问题，又保留一些新问题”的循环中，直到课程结束时，才把保留的问题基本搞清楚。考虑到该门课的教学特点，本书编写时特别重视内容的次序安排有一条好的思路，由浅入深，突出重点，前后照应并与上机实践环节紧密配合；既使教师便于课堂教学组织，又便于自学阅读。注重思路是教材与说明书之类的技术资料的重要差别。说明书之类的技

术资料是给内行人看的，需要描述正确，可以不重视思路。但教材是面向初学者和指导初学者学习的教师的，我们必须站在教师和学生的立场上，为教和学选择一条好的思路，妥善安排内容和次序。

面向教学的第三点是考虑叙述的语言必须易于理解。编者认为，取材于原始外文科技资料时，在正确理解其物理意义的基础上，用易懂又规范的中文描述，是责任心的体现。

出于面向应用的考虑，本教材以 IBM PC 系列机为讨论背景，教材的内容可以直接指导汇编语言的应用程序设计和输入输出接口的应用与开发。

很多章节写入了编者在多年科研实践中的经验和体会，使本书能在学生今后的工作中仍有指导作用。

初版至今近 8 年来，IBM PC 系列机有了很大发展。微处理器出现了 80286、80386、80486、Pentium 等。它们组成微机系统以其速度快、内存空间大和专用的逻辑支持了多任务的功能。作为教材，不可能也无必要对每种微处理器组成的微机系统逐一讨论。此次再版，新编写了第 8 章“高档微机的某些新技术”，使学生对 IBM PC/AT 及以后的微机系统有一全面的了解。新编写的第 9 章“CMOS 和 BIOS”，应该看作是微机原理的一部分。通过这一章的学习，不仅有利于理解微机的工作过程，而且可以直接指导经常遇到的系统设置操作。

此次再版，除第 8、9 章是新编写的之外，在存储器系统中，增写了高速缓冲存储器 (Cache) 和磁盘存储原理；输入输出接口的两章在次序和内容上进行了较大的调整和增删。删去的 8255、8251 接口芯片内容，希望能在单片机课程中进行学习。其它章节也有很多修改。

全书仍由王永山主编，并由其新编写了第 8、9 章，且对第 1、10、11 章进行了修改。第 2、3、6、7 章由杨宏五编写和修改。第 4、5 章由杨婵娟编写和修改。

为了便于教与学，将编写和出版与本教材配套的学习指导书，各章习题将会包含在学习指导书中。

感谢本书主审徐国治教授的精心审阅和宝贵建议。感谢责任编辑夏大平和出版过程中对本书作出贡献的所有同志。

由于编者水平的限制，书中所出现的缺点和错误，敬请读者批评指正。

编者

1999 年 5 月

第一版前言

本书是为电子工程、信息工程、自动控制和工业自动化等专业本科生“微型计算机原理与应用”课编写的教材。以前该课程的内容主要以 Z80 为代表的 8 位微处理器和微机系统为主。本书则改为 8086/8088 微处理器为代表的 16 位微处理器和 IBM PC 微机系统。这是教材内容的一次大更新。

根据编者多年教学实践的体会，确定编写本教材的指导思想是突出面向教学和面向应用。为了实现面向教学和面向应用相结合的指导思想，本书编写时注意了以下几点：

1. 讲述微处理器原理和如何以微处理器为核心组成微机系统部分，以 8086 微处理器为背景；在讨论汇编语言程序设计和输入输出接口技术时，则以 IBM PC/XT 系统机为背景。

2. 在内容的次序安排上，特别注意到既使教师便于课堂教学组织，又便于学生自学阅读。无论整个教材还是各章节都由浅入深，突出重点，前后照应。

3. 内容的选择和安排充分照顾到学生上机实习环节，并为尽早上机实习创造条件。

4. 很多章节写入了编者在多年科研实践中的经验和体会，使本书能在学生的以后工作中有指导作用。

本书全部内容适合于 108 学时的教学大纲要求。如果教学时数较少，可根据需要选择学习有关章节。

本书由王永山主编，并编写其中第一、八、九章，第二、三、六、七章由杨宏五编写，第四、五章由杨婵娟编写。

由于编者水平的限制，加之时间仓促，定会有不少缺点和错误，敬请读者批评指正。

编者

1991 年 9 月

第 1 章 微型计算机系统概述

【内容提要】 本章概述了微型计算机系统的硬件组成和基本工作方法，以及微型计算机的软件和操作系统。

学生在学习本书之前，应已学过计算机应用基础、数字电路与逻辑设计及某种高级计算机语言等课程。可以说，已经具备了一些关于计算机的基本知识。但是，在很多情况下，只具备这些基本知识是不够的，还需要对微型计算机的工作原理和应用方法有更深入的理解。

计算机发展至今一直有这种趋势：组成越来越复杂、功能越来越强、应用越来越容易。组成越来越复杂和功能越来越强不需要解释，而应用越来越容易是指对一般用户而言的。这里所说的容易是建立在无数专业软件开发者的艰苦努力所开发出的大量语言、软件工具等基础之上的，使一般用户具有非常容易的计算机应用环境。

本课程学习计算机的组成逻辑要具体到寄存器的层次，编程序要面对寄存器编程，这就是汇编语言编程。在如此深入的层面上理解计算机的工作原理，不单纯是为了知识，而是很多应用必须建立在这个基础上，只有掌握了汇编语言编程技术才能充分利用计算机的潜力。

组成一个计算机或微型计算机系统，必须包括硬件(Hardware)和软件(Software)。所谓硬件是指组成计算机的物理实体，是看得见摸得着的部分。对于微型计算机系统，硬件包括主机箱及其内部的电子器件、机电元件组成的电路和键盘、鼠标、显示器、打印机、磁盘驱动器等。大型计算机系统相当复杂，组成的硬件常常组装在若干个大型机柜中。软件，简单地说就是程序，但主要不是指用户的一般程序。为了使计算机用户感到应用计算机容易和方便，许多从事计算机开发的专业人员编出了多种程序。计算机执行这些程序并借助这些程序的功能“接待”用户，从而使用户在新的更加方便和容易的条件下使用。软件主要指这些程序。

1.1 微型计算机系统的硬件组成和基本工作方法

在计算机应用基础和算法语言等课程中，对于计算机硬件组成通常描述为四大部分，即运算器、存储器、输入输出设备和控制器。通过对四大部分的简要描述，说明计算机的运行是如何仿照人用笔和纸进行计算的过程。可见，四大部件的划分是从功能或逻辑的角

度划分的。

对于微型计算机的硬件组成还可以用另外的分解方法。图 1.1 给出的微机系统硬件组成框图更直观，更实际。

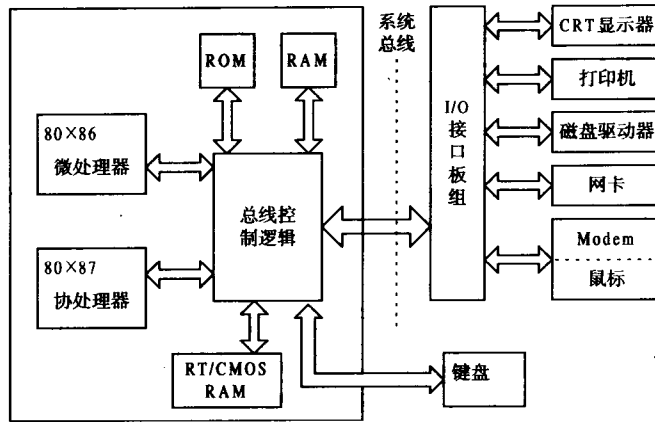


图 1.1 微机系统的硬件组成

图中突出四大部分，即主机板、系统总线、输入输出接口板组和各种输入输出设备。

1.1.1 微机系统中的微处理器和主机板

主机板安装在计算机机箱内。主机板上面的集成电路组成了微机系统的核心，包括微处理器、主存储器 RAM、存有开机必须首先运行的程序的只读存储器 ROM、实现日历计时和保存系统配置信息的 RT/CMOS RAM 以及形成总线上发出信号和接收总线上外加信号的总线控制逻辑。

1. 微处理器和协处理器

组成计算机四大功能部件的运算器和控制器都是由数字电路组成的，合起来称为中央处理部件，缩写为 CPU (Central Processing Unit)。微型计算机系统中的微处理器 (Micro Processor)，就是全部功能集成于一片超大规模集成电路的 CPU，微处理器完成运算器和控制器功能。

当前微型计算机市场上，大多数微型计算机的微处理器是 Intel 公司推出的 8086 微处理器家族成员，有 8086、80186、80286、80386、80486、Pentium (80586)、Pentium II 及 Pentium III。可以把 8086 微处理器看作基础，以后所推出的 80286 等微处理器虽然都有改进，但都保持与 8086 兼容，即都具有 8086 的基本逻辑结构。以 8086 微处理器组成的微机系统是 IBM PC/XT 及其兼容机，虽然市场上已经少见，但从学习的角度出发，它仍然可以作为基本例机学习。80286 及以后推出的微处理器组成的微机系统，并不严格地通称为高档微机。

协处理器是可选的，即可有可无。协处理器的加入可以提高对浮点的算术运算的速度。在有协处理器的微机中，通常把浮点算术运算的任务交由协处理器完成。这在解决包含大量浮点运算的任务时将大大提高效率。在没有协处理器的微机系统中，浮点运算的任

务只能由微处理器完成，速度将降低。与 8086、80286、80386 微处理器配合使用的协处理器分别为 8087、80287 和 80387。80486 及以后的微处理器芯片已经集成了协处理器逻辑，所以在组成微机系统时，不再需要在主机板上安装单独的协处理器芯片。

2. 随机存储器 RAM 和只读存储器 ROM

RAM 和 ROM 是半导体存储器中的两大类型。RAM 接受程序的控制，既可以向其中写入数据存储起来，又可以把其中存储的数据读出来。可见 RAM 可以存储程序，也可以存储程序运行时需要的数据、中间结果和最后结果。ROM 中存储的信息是事先写入的。它接受程序的控制只能从其中读出事先写入的数据。主机板上的 ROM 在系统工作中起着重要作用，因为其中存储着大量的程序。粗略地可将这些程序分为两部分：一部分程序是系统一开机(加电)就执行的程序并借此输入磁盘里的操作系统程序。然后执行操作系统程序。可见，如果没有 ROM 中的这部分程序，系统就难以开始工作。ROM 中的另一部分程序是一组精心设计的管理和控制常规外部设备工作的子程序。操作系统和用户编制应用程序时都可调用这些子程序，以减轻编程的负担。ROM 中的程序，统称为 BIOS(Basic Input Output System)。

3. 总线控制逻辑

微型计算机系统结构的重要特点之一是采用总线(Bus)结构。总线结构是主体部分与其它部分相连接的一种结构方式。其基本思想是，主体部分与其它多个不同部分都通过同一组精心设置的连线相连接。在微型计算机系统中，有两级(或两层)总线，即微处理器级总线和系统级总线。微处理器级总线的主体部分是微处理器，通过微处理器级总线与主机板内的其它逻辑连接。系统级总线的主体部分是主机板，通过系统级总线与外部设备的接口逻辑(板)相接组成微机系统。系统级总线的直观表现就是主机板上的扩充插槽，扩充插槽里的接点就是系统级总线的接点。

主机板与外部设备(接口)之间的任何信息传输都必须通过系统总线，所以系统总线包含的信号线必须适应下列各种输入输出方式的需要：

- (1) 访问分布于主机板之外的存储器部分(例如显示接口板上的存储器)；
- (2) 用输入输出指令访问外部接口；
- (3) 适应外部中断方式；
- (4) 适应存储器直接与外部设备交换信息(即 DMA 方式)。

产生和接受这些操作所需要的信号是总线控制逻辑的任务。总线控制逻辑包括多种专用的集成电路，将在第 10 章讨论。

4. RT/CMOS RAM

在 80286 及以后的高档微机主机板上，都有一片称为 RT/CMOS RAM(简称 CMOS)集成电路。它在电池支持下工作，就是说在机器关掉电源后它仍在工作。它包括计数逻辑和 64 个字节的可读写存储器，完成两个功能：一个功能是计数和提供实时的日历时间，包括年、月、日、时、分、秒；另一个功能是存储系统配置的信息，例如系统的存储器、显示器、磁盘驱动器等的参数。这些信息都是系统运行时所必需的。一部新买来的微型计算机，通常要进行设置(Set up)，实际上就是往 RT/CMOS RAM 中置入信息。

1.1.2 系统总线

前面介绍主机板上的总线控制逻辑时已经指出，系统总线上的信号线是为适应访问外部存储器、执行 I/O 指令、利用外中断和进行 DMA 传送而设置的。微机系统的升级也影响到系统总线的信号数量和结构。

在 8086 微处理器组成的 IBM PC/XT 机中，系统总线称为 XT 总线，其中包括 20 位地址线和 8 位数据线，所以也称 8 位 PC 总线。总线接在主机板的扩充插槽里，有 62 个接点。

80286 微处理器组成的微型机系统称为 IBM PC/AT。其总线已有别于 XT 总线，是在 8 位 PC 总线的基础上扩展为 16 位的总线体系结构。为了保持与 XT 总线兼容，除保持原来插槽的位置和信号线之外，增加了一个短插槽，接有扩展的信号线。80286 以后的微机系统大多数都采用 PC/AT 总线，并把它定为标准总线之一，称为 ISA (Industry Standard Architecture) 总线。此外，还有 EISA (Extended ISA) 总线和 MCA (Micro Channel Architecture) 总线。

1.1.3 输入输出接口板

许多外部设备，例如显示器、打印机和磁盘驱动器等，虽然不同厂家都是遵照某种标准生产的，但是它们的输入输出仍不能直接与微机系统的系统总线相连接。在系统总线与外部设备之间仍然需要适配逻辑——统称为 I/O 接口板。实际上每种外部设备都有自己的接口板名字，例如显示器适配器、并行打印接口、磁盘接口板等。

随着集成电路技术的发展，不仅各种设备的接口逻辑集成为专用的集成电路，而且已有一种趋势，将多种外部设备的接口逻辑集成于一片电路中，出现各种多功能接口板。第 11 章将讨论常用外部设备接口板的功能和编程方法。

1.1.4 微型计算机的基本工作方法

在学习高级语言编程时，我们并不知道计算机是如何执行一条条语句的，想象不出如全加器、寄存器等逻辑电路是如何完成求 $\sin(x)$ 等复杂函数语句的。现在可以回答这个问题了。理解这个问题涉及到指令、程序、程序存储和程序的执行等几个基本概念。

1. 指令和程序

前面说过，以全加器为核心的算术逻辑单元 ALU，在控制信号控制下，可以完成两数相加、两数相减、两数逻辑加、一个数的取反、一个数取负等算术或逻辑运算。任何微处理器芯片中，都包括 ALU 逻辑，除上述基本算术逻辑运算外，微处理器还可以完成数据在寄存器之间、寄存器与存储器之间、寄存器与外部设备之间的传送操作。我们知道乘法是连加运算，除法的商可在连减的过程中产生， $\sin(x)$ 等许多函数可以展开成只含加、减、乘、除基本运算的级数。总之无论多么复杂的运算都可以分解为一系列基本运算。计算机执行高级语言的任何一条语句，都是在执行了一系列基本运算后完成的。

计算机能直接完成的两数加、减、逻辑乘、逻辑或以及数的取反、取负、传输等等许多基本运算或操作，每种基本运算或操作称为一条指令。在学习微机原理和汇编语言编程时，指令是最基本最重要的概念。如何理解指令和程序的概念？我们应掌握以下要点：

(1) 一个微处理器所能执行的全部指令，就是这个微处理器的指令系统(Instruction Set)。一个微处理器的指令系统是设计微处理器时决定的，成为微处理器固有的功能。指令及指令系统所能完成的功能的强弱，是这种微处理器功能强弱的具体体现。

(2) 指令在微处理器内是以代码形式出现和施展控制的，任何一条指令都用与其它指令不同的代码表示。假设微处理器内有寄存器 A 和寄存器 B，又假设“寄存器 A 中的数与寄存器 B 中的数相加，其和存入寄存器 A”是一条指令，并假设其指令码为 00000001，那么微处理器内一旦出现了指令码 00000001，就会按指令功能的规定执行寄存器 A 与 B 内容相加，和存于 A 的操作。不同的指令有不同的指令码。指令码对操作的控制方法也是不难理解的：微处理器内有专用的寄存器寄存指令码，这个寄存器称为指令寄存器，它的输出控制是专门设计的组合网络，这个组合网络能在指令码控制下，把时钟脉冲变换成完成该指令操作所需要的控制信号序列，加到 ALU 等执行逻辑，完成指令包含的一系列微细操作。

(3) 按运算功能要求把指令排列起来，这就是程序。指令是构成程序的基本单元。对于不同型号的微处理器或由不同型号微处理器组成的微型计算机，可能编出具有相同运算功能的程序，例如都有计算 $\cos(x)$ 的功能，但编程用的指令和指令序列可能是不同的。这是因为不同型号微处理器有不同的指令系统，而且编程序时不能写入指令系统中不存在的主观臆造的“指令”。可见，这里所说的程序与高级语言编的程序有很大差别，高级语言编程用的语句绝大多数是不随微机型号而改变的，而这里所说的编程序用的指令则完全依赖于微处理器的型号。高级语言易于学习掌握，因为其语句形式很接近自然语言，而这里所说的指令所指明的操作是计算机内的基本操作，只有那些有计算机原理知识的人才能理解，所以也只能由这样的人编写程序。

直接用表示指令的二进制代码编程，称为用机器码语言编程。为了便于记忆和书写，每条指令的二进制代码可用一组字母或符号表示，用字母或符号表示的指令编程称为用汇编语言编程。用汇编语言编的程序最终必须变换成机器码语言程序才能在计算机内执行。在计算机内，任何信息都必须以二进制代码形式存在。不难想像，高级语言程序中的一条语句的功能都是靠若干条指令的程序段完成的。

(4) 机器码指令排出的程序在准备执行时，必须存储于存储器中。程序存储于存储器中，而不是临时由人工把一条条指令输入计算机，这一点成为计算机之所以有很强功能的关键之一。这是因为以电子速度从存储器中取出指令要比人工输入指令快得很多很多。大多数计算器没有存储程序的功能，在计算一个长的算术式时，要人工一步一步打入“指令”，这就是计算器与计算机的重要区别之一。

2. 计算机的基本操作过程

建立了指令和程序的概念之后，不难总结出计算机的基本工作方法。计算机的工作就是运行程序，未运行程序的计算机就是未工作、“未上班”的计算机。在正常情况下，一台微机的电源一接通，就开始运行某种程序，这是应该牢牢记住的概念。所谓运行程序就是这样一个连续的过程：逐条地从存储器中取出程序中的指令并执行指令规定的操作。

现在回顾前面讨论的微型机硬件组成。不难看出计算机的硬件是实现上述过程的基础。存储器既存储程序又存储数据。微处理器逐条地从存储器中取出程序中的指令码，把指令码变换成控制信号序列，控制信号发向有关的部件，控制完成指令规定的操作。指令

的操作可能是某种运算,也可能是从存储器的数据区取来某个数据或向某个存储单元存入一个数据,也可能是与某个外部设备之间传送数据。

下面,我们就微处理器、微型计算机的“微”字作些介绍。

首先,微处理器、微型计算机的“微”字来源于微电子学的“微”字。集成电路技术是微电子学的核心,微处理器为超大规模集成电路(VLSI),是微电子学发展的结果,微型计算机是以微处理器为核心的计算机,其体积小。

其次,从计算机分类来说,计算机的出现比集成电路出现早得多。早在复杂的微处理器出现之前,根据功能的强弱和体积的大小,计算机有大型、中型和小型计算机之分。大约 70 年代后期微型计算机出现,体积比小型计算机小得多,但这并不意味着微型机的功能也比小型机弱,今天的 IBM PC 微型计算机比 70 年代的中型计算机的功能还要强。

科学技术的发展并不受人为的定义的限制,微电子学集成电路技术不可能仅限制用于生产微处理器和微型计算机。新的大型、中型和小型计算机中采用了大规模和超大规模集成电路器件后,功能已经远远超过了 70 年代的大型计算机。

1.2 微型计算机的软件和操作系统

软件是程序,而且主要是指那些由专业人员编制的、在计算机上运行时增强了计算机功能的程序。从用户使用的立场出发,代表计算机特征的是它的功能。不但组成计算机的硬件可以影响计算机的功能,而且计算机所具有的软件也可以影响计算机的功能。从对计算机功能影响的意义上来看,硬件和软件的作用是相同的。现今市场上销售的计算机系统,没有一台是不带任何软件的“计算机”。所以软件是组成微机系统不可缺少的部分。

计算机软件分为两大类:系统软件和应用(或用户)软件。系统软件是这样的一些程序,计算机在运行这些程序时,为其它程序的开发、调试、运行等建立一个良好的环境:能方便地输入程序,作好执行前的准备处理以及可靠运行程序。系统软件一般是专业公司开发后由计算机厂商提供的。应用软件是系统的用户为解决自己特定问题的需要而开发的程序或购买的程序。本书的重点之一就是讲述如何使用汇编语言开发应用软件的技术。

微机系统接通电源后运行的第一个系统软件是固化在主机板上 ROM 中的 BIOS,然后运行系统最基本最重要的系统软件——操作系统(Operating System)。属于系统软件的还有在操作系统支持下的各种工具和各种语言处理程序等。例如,各种文本编辑程序(Text Editor)和 C 语言、Basic 语言等的编译、解释程序以及联接(Link)、调试(Debug)程序等。

1.2.1 DOS 的功能和结构

目前,有多种操作系统,如 DOS、UNIX、OS/2、Windows 等,而且它们各自又有多种版本。DOS(Disk Operating System)是磁盘操作系统的简称,是学习其它操作系统的基础。

DOS 的基本功能可以概括为以下 4 个方面:

(1) DOS 中包括一段称作自举记录的程序。系统加电的开始,先执行固化在计算机内只读存储器中的程序,完成的操作之一是先把磁盘上的自举记录程序读入内存,并转而运

行自举记录程序。依靠自举记录程序的运行，才把 DOS 的其它程序一个模块一个模块地从 DOS 磁盘中读入内存。

(2) DOS 中包括一组基本输入输出设备驱动程序。基本输入输出设备包括键盘、CRT 显示器、并行打印机和串行异步通信的接口。这些设备的工作都要由各自的程序来驱动。这组程序不仅 DOS 本身在处理许多命令时要使用，还提供各种语言编程时调用，从而为程序设计带来很多方便。

(3) DOS 程序中最核心部分完成文件的管理功能。其中包括在磁盘上建立文件，向文件里写内容，从文件中把内容读出来等操作。将来我们会讲到，磁盘文件管理的操作种类很多，所以这部分功能很复杂，也很重要，其中的很多子程序，例如在磁盘上建立文件、向文件中写入内容、从文件中读出内容等，可用汇编语言的指令调用。这些将在第 11 章介绍。

(4) DOS 中包括一部分程序，完成对系统的监控任务，接受用户的命令并对命令进行处理。当 DOS 的程序从磁盘读入内存之后，就转入等待和接受用户命令的状态。多数情况下，用户在键盘上打入命令的字符串，DOS 程序对它进行分析，如果是合法的命令，就转到相应的命令处理程序，如果不是合法的命令，则在显示器上给出错误信息。

用户自己设计的程序，经过处理变成可执行的程序后也作为文件存储在磁盘上。当系统处于命令状态时，从键盘打入可执行的程序文件表示字符组(并打回车键)后，DOS 中的命令处理程序将把这个可执行的程序文件从磁盘上读入内存并使系统执行这个程序。例如，用 FORTRAN 语言编的程序先通过键盘输入在磁盘上建立源程序文件，经过编译在磁盘建立目的文件，再经过连接在磁盘上建立可执行的程序文件，当系统回到命令状态时(CRT 上光标指示为>符号)，打入可执行的程序文件名(并打回车键)，将把这个可执行的程序读入内存并开始执行这个程序。

DOS 的命令处理程序可以处理两类命令。一类命令称为内部命令。内部命令处理程序就在 DOS 的基本文件 COMMAND.COM 之内。另一类命令称为外部命令。每个外部命令处理程序都是一个单独的文件，它存储在 DOS 磁盘中，它的文件名和命令名相同。从键盘打入外部命令名时，DOS 的命令处理程序 COMMAND.COM 把这个外部命令处理程序文件从磁盘上读入到内存并开始执行这个程序，这个命令所要求完成的功能就是靠其程序的执行实现的。

用户在使用命令操作时，内部命令和外部命令没什么差别。稍微留心一下会发现，如果是外部命令，先有一个把外部命令处理程序从磁盘读入内存的过程(磁盘驱动器指示灯亮一段时间)。内部命令没有这个过程，因为内部命令处理程序在启动机器时已读入内存。所以如果 DOS 磁盘中的文件不全，缺少哪个或哪些外部命令处理程序文件，系统就不能执行它们对应的外部命令。

从技术观点看，DOS 由下列 4 部分组成：

(1) 自举记录(Boot Record)，在 DOS 磁盘的第一个扇区，其功能已在前面介绍过了。

(2) 在 IBM DOS 中，名字为 IBMBIO.COM 文件或在 MSDOS 中，名字为 IO.SYS 文件。文件中包含一组称为设备驱动器(Device driver)的程序，这些程序是应用标准外部设备(标准的输入设备——键盘，标准的输出设备——显示器，标准的辅助设备——第一个串行通信接口和标准打印输出设备——第一并行打印机接口)时可以调用的子程序。所以，

它们是低层次的硬件(指标准设备)的接口。IBMBIO.COM 文件或 IO.SYS 文件为隐文件,用 DIR 命令不能列出 DOS 盘中的隐文件。

(3) 在 IBM DOS 中名字为 IBMDOS.COM 文件,或在 MSDOS 中名字为 MSDOS.SYS 文件,这是 DOS 程序的核心,包括 DOS 功能调用的子程序和实现 DOS 文件系统的管理程序。它们也是隐文件。

(4) 名字为 COMMAND.COM 的文件是命令处理程序。命令处理程序分三部分:第一部分是装入内存后常驻内存的,包括某些特定的中断处理程序;某些特定的错误、故障处理程序;装入扩展名为 .COM 和 .EXE 的外部程序的程序,以及装入 DOS 的另一部分称“暂驻”部分的程序。第二部分是 DOS 的初始化部分,在系统启动时负责处理 AUTOEXEC.BAT 文件并为程序的装入确定开始地址。第三部分是 DOS 的暂驻部分。“暂驻”内存就是不常驻内存,只在需要时,由常驻内存部分的程序负责把暂驻内存部分装入内存。暂驻内存部分的任务是负责内部命令和批处理文件的处理。当把暂驻部分装入内存时,被装入到内存空间的高端。当其它程序被装入和执行时,这暂驻部分可能被冲掉,需要时再重新装入。

1.2.2 系统的启动和 DOS 装入过程

在说明系统启动和 DOS 装入内存的过程之前,先说明在 DOS 盘根目录中常用的两个文件 CONFIG.SYS 和 AUTOEXEC.BAT。这两个文件的内容被 DOS 的初始化部分解释和处理。

CONFIG.SYS 文件指明将要装入本机的 DOS 的排列组织,由此指导 DOS 的装入过程;AUTOEXEC.BAT 文件包含若干 DOS 命令,在 DOS 本身被装入内存之后逐一执行。DOS 在装入本机后的排列组织是由 CONFIG.SYS 文件中的语句决定的。这些语句如缓冲区(Buffer)的个数和最多可打开的文件数,以及指定默认的命令处理程序(允许用自己开发的命令处理程序取代 COMMAND.COM)。在 CONFIG.SYS 文件中,还可用 DEVICE 语句指定一些原本不是 DOS 内的设备驱动程序,使这些驱动程序装入内存后成为 DOS 的一部分。

下面说明机器启动和 DOS 装入的过程,从而可以知道计算机开始是怎么工作的。这里应该明确这样一点:计算机的工作就是执行程序,计算机的启动过程也必须是执行程序的过程。图 1.2 和图 1.3 给出了系统启动过程中 DOS 装入的过程。

当电源接通,或同时按下<Ctrl>、<Alt>和键时,机器开始执行程序的第一条指令地址是 0FFFF0H。由于 0F000H 段空间分配给 ROM,所以这第一条指令就在 ROM 中,而且在把磁盘中的 DOS 装入内存之前一直执行 ROM 中的程序。ROM 中的程序,称作 ROMBIOS,所完成的操作是测试系统各部分是否正常以及对中断向量和 ROM BIOS 数据区进行初始化,即向中断向量表置入某些中断向量和向 ROM BIOS 的数据区置入某些初值。中断向量表在内存的最低 1024 个单元,ROM BIOS 的数据区在内存的 0040:0000H 开始的 256 个单元,以上操作见图 1.2(a)。然后执行 ROM BIOS 中的 ROM 自举记录(ROM bootstrap)程序。

ROM 自举记录程序完成的操作是检查系统盘(可能是 A 盘或 C 盘)上是否有磁盘自举记录,如果没有,将给出指示信息;如果有,则把磁盘自举记录装入内存,并转入执行磁盘

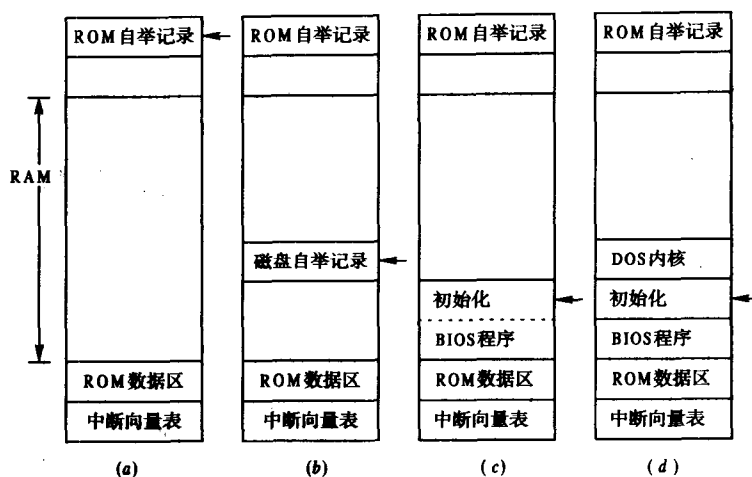


图 1.2 系统启动时 DOS 装入过程的第一部分

自举记录中的程序，见图 1.2(b)。

装入内存的磁盘自举记录中有一很短的程序。这个程序执行时所完成的操作是：检查系统盘根目录中 DOS 的各文件是否存在；如果存在，次序是否正确(正确次序的第一个文件是 IBM BIO.COM)；如果次序正确，将把 IBMBIO.COM 文件读入内存。IBMBIO.COM 文件由两部分组成：BIOS 程序是一组外部设备驱动程序；另一部分为初始化程序。IBM BIO.COM 文件装入内存后转去执行初始化程序，见图 1.2(c)。

初始化程序的功能之一是装入 DOS 内核，如图 1.2(d)。紧接着进行一次地址重新分配，让 DOS 内核紧随 BIOS 程序之后，见图 1.3(a)。

转入执行 DOS 内核程序，首先在内存中建立文件管理和内存管理所需要的工作表。然后读入 CONFIG.SYS 文件，处理其中的各个语句，装入语句以指明可安装的外设驱动程序，见图 1.3(b)。

DOS 装入的最后一步是先装入命令处理程序(在 COMMAND.COM 文件中)，这是由执行 DOS 内核程序完成的。然后，转移到执行命令处理程序的初始化部分程序。初始化部分的功能之一是处理 AUTOEXEC.BAT 文件(如果存在)。最后，命令处理程序获得控制权(被执行)，显示光标提示符并等待用户输入命令，见图 1.3(c)和(d)。命令处理程序的初始化部分和暂驻部分都可以释放出来，与 RAM 的其余部分一起构成暂驻程序区，供 DOS 装入和执行其它程序。

第 1 章作为微机系统的概述，涉及了微机原理的各个方面和它们之间的关系。初学者读完第 1 章只能似懂非懂地了解微机硬软件的组成概况，保留许多问题是很自然的。这些问题将在以后各章展开具体讨论时逐渐得到回答。第 1 章不仅开始时需要学，更重要的是在以后各章学习期间能经常回到第 1 章反复体会。这样作的好处是能不断地从局部到整体理解计算机，又以整体的思想去分析分解计算机的组成部分，从而真正掌握计算机的原理和建立在原理基础上的应用技术。

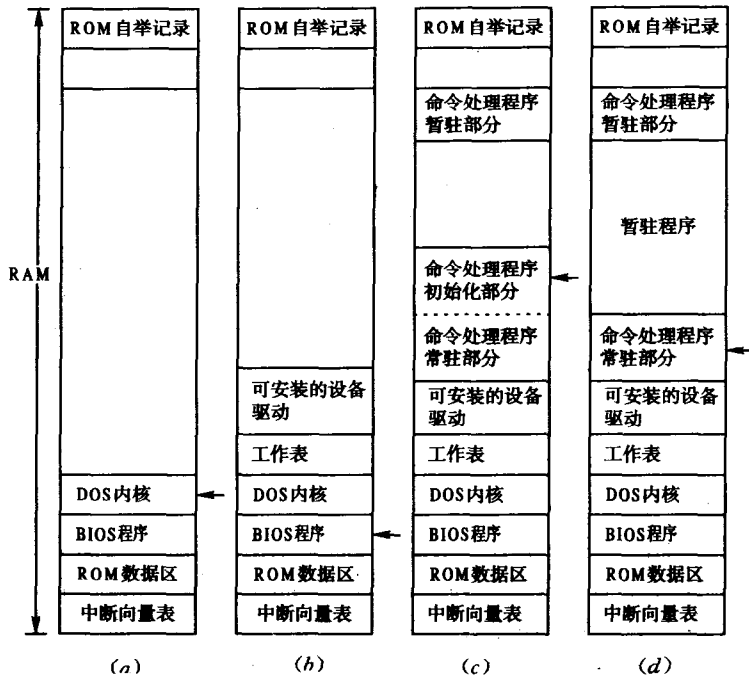


图 1.3 系统启动 DOS 过程第二部分

第 2 章 计算机中的数制和码制

【内容提要】 本章将介绍计算机中数制和码制的有关基础知识。主要包括各种进制数的表示法及相互转换、二进制数的运算、有符号二进制数的表示方法及运算时的溢出问题、实数的二进制表示法、BCD 编码和 ASCII 字符代码等内容。

计算机的最基本功能是进行数据的计算和处理加工。数在计算机中是以器件的物理状态来表示的。为了方便和可靠，在计算机中采用了二进制数字系统，即计算机中要处理的所有数据，都要用二进制数字系统来表示，所有的字母、符号也都要用二进制编码来表示。在本章中，我们将介绍计算机中数制和码制的有关预备知识，其中有些内容已在“计算机应用基础”和“脉冲与数字电路”课程中讲过。由于它是学习微型计算机原理必不可少的基础知识，所以有必要进行复习。

2.1 数和数制

2.1.1 各种数制及其多项式表示法

在人们应用各种数字符号表示事物个数的长期过程中形成了各种数制。数制是以表示数值所用的数字符号的个数来命名的，如十进制、十二进制、十六进制、六十进制等。各种数制中数字符号的个数称为该数制的基数。一个数可以用不同计数制表示它的大小，虽然形式不同，但数的量值则是相等的。在日常生活中，最常用的是十进制。

1. 十进制数

十进制采用 0~9 十个数字和一个小数点符号来表示任意十进制数。例如，374.53 代表百位为 3，十位为 7，个位为 4，十分位为 5，百分位为 3 的十进制数。同一个数字在不同的数位代表的数值是不同的。这种记数方法称为位置记数法。在位置记数法中，对每一个数位赋以不同的位值，称为“权”。对于十进制，每个数位上的权是 10 的某次幂，个位、十位及百位的权分别为 1、10 及 10^2 ，十分位、百分位的权分别为 10^{-1} 和 10^{-2} 。每个数位上的数字所表示的量是这个数字和该数位的权的乘积。因此，任意十进制数可按权展开为 10 的幂多项式。例如，374.53 的多项式表示形式为：

$$3 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2}$$

对于 n 位整数 m 位小数的任意十进制数 N ，可用多项式表示如下：