



高等职业教育“十二五”规划教材

微机原理与接口技术 项目教程

◎ 姜荣 主编

☑ 以Intel 8086 微处理器为基础

☑ 以Intel 80486 微处理器为背景

☑ 讲述32位微型计算机原理、汇编
语言程序设计和接口技术



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

赠

电子课件、项目决战答案
模拟试卷及答案等

高等职业教育“十二五”规划教材

微机原理与接口技术 项目教程

主 编	姜 荣				
副主编	王 芳	王贵臣	李 满	董文华	
参 编	王 芹	刘振山	徐进强		
	张淑红	蹇木伟	赵 林		



机 械 工 业 出 版 社

本书以 Intel 8086 微处理器为基础,以 Intel 80486 微处理器为背景,讲述 32 位微型计算机原理、汇编语言程序设计和接口技术。全书共 9 个项目,主要包括微型计算机的系统组成、微处理器的指令系统、汇编语言程序设计、微处理器的外部特性与存储器的扩展、基本输入/输出接口、中断控制接口、并行接口、串行接口与通信技术、数-模与模-数转换电路等。为了加深本书的学习,在附录中,给出一套《微机原理与接口技术》期末模拟试题,通过这些试题的练习和应用,能对该课程的整体把握起到较好的指导作用。

本书可选作高等职业院校“微型计算机原理与接口技术”、“微型计算机原理及应用”或“汇编语言程序设计”等课程的教材或参考书,主要读者为计算机、电子工程和自动控制等相关专业和学科的高职高专学生以及自考、成教学生,也适用于本科生、计算机应用开发人员、希望了解计算机应用技术的普通读者和培训班学员。

为方便教学,本书配有免费电子课件、项目决战答案、模拟试卷及答案等,凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电(010-88379564)或邮件(cmpqu@163.com)索取。有任何技术问题也可通过以上方式联系。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术项目教程/姜荣主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 8

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-43874-8

I. ①微… II. ①姜… III. ①微型计算机-理论-高等职业教育-教材②微型计算机-接口技术-高等职业教育-教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 204644 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:曲世海 责任编辑:曲世海 王 荣

版式设计:常天培 责任校对:张 媛

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2013 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17.25 印张·426 千字

0 001—2 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-43874-8

定价:33.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmpl952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

微型计算机技术发展非常迅速,从最初的8位微型计算机到今天的64位微型计算机,各种新技术、新产品不断出现,微型计算机迅速在各个领域得到广泛应用,因而掌握微型计算机系统知识及接口技术就显得尤为重要。

根据高等职业教育“实用、通用、够用”的特点,在基于2006年由姜荣、王芹两位老师编写的《微机原理、汇编语言及接口技术》基础上,结合姜荣老师主编的《32位微机原理、汇编语言及接口技术》在项目教学中的探索和实践,通过2011年5月到新加坡理工学院、南洋理工学院等5所新加坡理工院校的学习,融入德国专家托马斯·胡革教授(Mr. Hug)、贾科博特先生(Mr. Jakobeit)、黑瑟先生(Mr. Heiser)等基于工作过程的教学理念,对原有教材重新定位,重新编写。

本书内容丰富,深入浅出,注重实用,出版本书的目的就是为广大高职高专院校师生提供一本适用、实用的教材。在编写过程中,我们遇到很多困难,内容更新多次,到2011年10月中旬,本书才基本定稿。我们的规划设计和出版理念得到机械工业出版社的大力支持,在我们困难和迷茫时,给了我们信心,使我们的教材能够按期出版。

本书以Intel 80486 CPU和IBM PC系列微型计算机为描述对象,较详细、系统地介绍了32位微型计算机的基本原理和接口技术。全书共分9个项目,包括微型计算机的系统组成、微处理器的指令系统、汇编语言程序设计、微处理器的外部特性与存储器的扩展、基本输入/输出接口、中断控制接口、并行接口、串行接口与通信技术、数-模与模-数转换电路等。本书中,约有20处标有“*”,大到任务,小到知识点,该部分为选修内容,供不同高校、不同专业选学。

编写时,考虑到高职高专学生和其他读者的知识水平,采用了浅显、明晰、循序渐进的描述方法;书中附有简洁的插图,与文字论述相对照,以方便阅读。本书融原理与应用于一体,有利于教师组织课堂教学和学生课下自学与理解。本书共组织了9个项目实战,供各高校选择。这9个实践项目分别是微型计算机系统的组装与调试,一个简单汇编语言程序的设计,一个汇编语言程序的设计与调试,一个半导体存储器系统的扩展,设计一个DMAC接口电路并编程,8259A中断控制器的应用,并行接口的应用,利用8251A设计一串行接口,模-数、数-模转换及其应用。

本书的理论授课84学时,动手实践60学时。

本书由姜荣副教授策划并任主编,王芳副教授、王贵臣老师、李满副教授、董文华老师任副主编,参加编写的还有蹇木伟、赵林、周红伍、王芹、徐进强、刘振山、张淑红、王钢、张燕、马秋梅、马志刚等。项目一、二及附录由姜荣编写,项目三由姜荣、王贵臣编写,项目四由王贵臣编写,项目五由李满编写,项目六由姜荣、王芳编写,项目七由蹇木伟、赵林编写,项目八由董文华编写,项目九由王芳、董文华编写,王芹、徐进强、刘振山、张淑红、周红五、王钢、张燕、马秋梅、马志刚等校企人员为本书提供了素材并设计了部分图片,高明参加了部分章节的编写和审稿。

感谢威海职业学院、山东华宇职业技术学院、山东信息职业技术学院、山东大学、山东凯文科技职业学院等高校的领导和同仁，也感谢威海仁和电子、北洋集团等企业的支持。

由于编者学识水平有限，书中难免存在错误及不妥之处，诚心期待同行与读者批评赐教。

编 者

目 录

前言

项目一 微型计算机的系统组成 1

- 1.1 项目开篇：微型计算机系统是如何工作的 1
- 1.2 项目备战：微型计算机的系统组成 3
 - 任务 1.2.1 了解微型计算机的发展及应用 3
 - 任务 1.2.2 认识微型计算机的硬件系统 5
 - 任务 1.2.3 了解微型计算机的软件系统 7
 - 任务 1.2.4 掌握微型计算机的信息表示 7
- 1.3 项目实战：微型计算机系统的组装与调试 13
- 1.4 项目决战：深入理解微型计算机系统的工作原理 14
- 1.5 项目挑战：微型计算机系统的发展现状及其展望 15

项目二 微处理器的指令系统 17

- 2.1 项目开篇：一个简单的汇编语言程序的编写 17
- 2.2 项目备战：汇编指令系统与程序编写格式 18
 - 任务 2.2.1 了解 8086/8088 的内部结构 18
 - 任务 2.2.2 了解 80486 的内部结构 23
 - 任务 2.2.3 了解汇编语言的寻址方式 27
 - 任务 2.2.4 掌握汇编指令系统 32
 - 任务 2.2.5 了解汇编语言程序编写格式 62
- 2.3 项目实战：一个简单汇编程序的设计 64
- 2.4 项目决战：深入理解汇编程序格式和微处理器系统 65
- 2.5 项目挑战：了解奔腾系列微处理器的指令系统和工作特点 69

项目三 汇编语言程序设计 70

- 3.1 项目开篇：汇编语言程序设计过程实例 70
- 3.2 项目备战：汇编语言程序设计基础 73
 - 任务 3.2.1 理解常量、变量和标号的含义及应用 73
 - 任务 3.2.2 掌握顺序程序设计的方法与技巧 80
 - 任务 3.2.3 掌握分支程序设计的方法与技巧 82
 - 任务 3.2.4 掌握循环程序设计的方法与技巧 86
 - 任务 3.2.5 理解子程序设计的原则和方法 89
 - 任务 3.2.6* 了解高级汇编语言技术 99
 - 任务 3.2.7 学会运用调试程序 104
- 3.3 项目实战：一个汇编语言程序的设计与调试 106
- 3.4 项目决战：进一步掌握汇编语言的程序设计技巧和调试方法 107
- 3.5 项目挑战：了解现在常用的编程工具及方法 109

项目四 微处理器的外部特性与存储器的扩展 111

- 4.1 项目开篇：存储器的扩展与应用 111
- 4.2 项目备战：微处理器的外部特性与存储器的扩展 114
 - 任务 4.2.1 了解 8086/8088 CPU 的工作模式和引脚功能 114
 - 任务 4.2.2 了解 80486 CPU 的工作模式 119
 - 任务 4.2.3 了解 80486 CPU 的外部引脚 120
 - 任务 4.2.4 了解总线技术 124
 - 任务 4.2.5 了解半导体存储器芯片的结构和主要技术指标 126
 - 任务 4.2.6 了解常用的几种半导体存

储器的工作原理	128	6.5 项目挑战：了解高级中断控制器的 相关知识	194
任务 4.2.7 掌握半导体存储器与 CPU 的连接方法	134	项目七 并行接口	195
任务 4.2.8* 存储管理技术	138	7.1 项目开篇：8255A 和 8254 的应用	195
4.3 项目实战：一个半导体存储器系统 的扩展	141	7.2 项目备战：可编程并行 I/O 接口 芯片 8255A 和可编程定时器 8254	196
4.4 项目决战：深入理解 CPU 的外部特 性和存储器扩展	141	任务 7.2.1 了解 8255A 的内部结构及 外部引脚	196
4.5 项目挑战：了解微型计算机内存条 的发展历程	142	任务 7.2.2 掌握 8255A 的控制字与初 始化编程	198
项目五 基本输入/输出接口	144	任务 7.2.3 掌握 8255A 的工作方式及 编程	199
5.1 项目开篇：什么是基本输入/输出 接口	144	任务 7.2.4 掌握 8255A 与 CPU 的接口 及应用	203
5.2 项目备战：基本端口与数据传送 方式	145	任务 7.2.5 了解可编程定时器 8254 的 内部结构及外部引脚	207
任务 5.2.1 了解 I/O 端口的编址与 译码	145	任务 7.2.6 了解 8254 的工作方式	209
任务 5.2.2 了解数据传送方式	147	任务 7.2.7 掌握 8254 的控制字及编 程方法	213
任务 5.2.3 掌握 DMAC 8237A 的应 用	155	任务 7.2.8 掌握 8254 的应用	216
5.3 项目实战：设计一个 DMAC 接口电 路并编程	167	7.3 项目实战：并行接口的应用	218
5.4 项目决战：进一步理解接口电路的 传送原理	168	7.4 项目决战：进一步掌握并行接口的 相关知识	219
5.5 项目挑战：了解奔腾系列微型计算 机的 DMA 接口技术	170	7.5 项目挑战：了解并行端口的其他相 关知识	221
项目六 中断控制接口	171	项目八 串行接口与通信技术	222
6.1 项目开篇：什么是中断系统	171	8.1 项目开篇：串行接口与串行通信	222
6.2 项目备战：可编程中断控制器 8259A 的相关知识	172	8.2 项目备战：串行接口的相关知识	223
任务 6.2.1 理解什么是中断向量表	172	任务 8.2.1 了解串行接口标准	223
任务 6.2.2 了解可编程中断控制器 8259A 的内部结构及引 脚功能	177	任务 8.2.2 了解可编程串行接口芯片 8251A 内部结构	225
任务 6.2.3 掌握 8259A 的中断过程	180	任务 8.2.3 认识并了解 8251A 的引脚 及其功能	227
任务 6.2.4 了解 8259A 的中断管理 方式	180	任务 8.2.4 掌握 8251A 的命令字与初 始化编程	229
任务 6.2.5 掌握 8259A 的编程及应 用	183	任务 8.2.5 掌握 8251A 的接口技术与 应用	233
6.3 项目实战：8259A 中断控制器的 应用	192	8.3 项目实战：利用 8251A 设计一串行 接口	235
6.4 项目决战：进一步掌握中断和中断 控制器的相关知识	192	8.4 项目决战：进一步理解串行通信的 含义	235
		8.5 项目挑战：了解串行接口的其他总 线形式	237

项目九 数-模与模-数转换电路	239	9.4 项目决战：进一步理解模-数、数-模 转换器的的工作原理	253
9.1 项目开篇：控制系统中的模拟接口 ...	239	9.5 项目挑战：了解模-数、数-模互相转 换的相关知识	254
9.2 项目备战：数-模、模-数转换器及其 接口技术	241	附录	255
任务 9.2.1 掌握数-模转换器及其接口 技术	241	附录 A 期末模拟试题	255
任务 9.2.2 掌握模-数转换器及其接口 技术	245	附录 B 80 × 86 常用指令表	257
9.3 项目实战：模-数、数-模转换及其应 用	252	附录 C 汇编语言的开发方法	260
		参考文献	268

项目一 微型计算机的系统组成

【项目导读】

本项目学习前，应首先学习前序课程“数字电路”、“计算机文化基础”或“计算机应用”，并对“模拟电路”有一定的了解。

本项目从微型计算机系统的基本结构和工作原理出发，重点介绍了微型计算机硬件系统组成、软件系统分类；系统的工作流程及微型机中信息的表示。通过本项目的学习，可以了解计算机的有关知识，为后续内容的学习打下良好的基础。

【学习目标】

- ☐了解微型计算机的发展历史。
- ☐了解微型计算机的应用领域。
- ☐熟练掌握数制的基本概念、数制间的相互转换。
- ☐掌握带符号数的表示，并能熟练进行原码、反码、补码的变换。
- ☐熟练掌握补码的运算。
- ☐理解浮点数的表示方法。
- ☐理解字符的表示方法，掌握汉字编码的层次结构。
- ☐理解指令信息的表示，了解指令中的地址结构、操作码结构。
- ☐初步掌握计算机硬件系统的典型结构、计算机软件系统的主要内容。

【学习建议】

在了解微型计算机发展历史和应用的基础上，把重点放在数制转换、补码运算、信息表示和计算机系统结构上。本项目教学安排6学时，其中理论授课4学时，动手实践2学时。

1.1 项目开篇：微型计算机系统是如何工作的

计算机技术是20世纪发展最快的技术之一，自1946年第一台电子计算机问世以来，它的发展可谓一日千里，经历了由电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机到大规模、超大规模集成电路计算机五代的更替。而目前，已有非“冯·诺依曼”计算机和“神经”计算机的研制，并取得了一定的进展，在业界形成一定的影响。

微型计算机作为计算机的一种，具有体积小、价格低、工作可靠、使用方便、通用性强等特点，其主要应用有数值计算、数据处理及信息管理、计算机辅助设计、过程控制、人工智能（AI）等几个方向。

图1-1为一典型PC（Personal Computer，个人计算机）的外观图。通过这个外观图，可以看出PC主要由主机、显示器、键盘、鼠标以及耳机或音箱等组成。

那么PC具体由哪些元器件组成，又是如何工作的呢？图1-2为PC主机的内部结构，包括主板、CPU、内存条、硬盘、声卡、显卡、光驱、鼠标、键盘等。

其工作原理可描述如下：

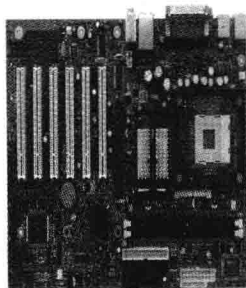


图 1-1 典型 PC 的外观图

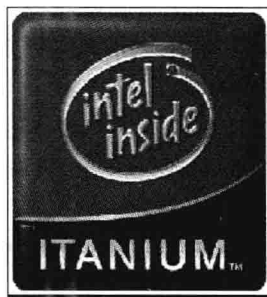
用户根据要完成的任务预先编好程序，再通过输入设备（如键盘）将程序送入存储器中。微型计算机开始工作后，首先将该程序在存储器中的起始地址送入微处理器中的程序计数器（PC）中，微处理器根据 PC 中的地址值找到对应的存储单元，并取出存放在其中的指令操作码送入微处理器中的指令寄存器（IR）中，由指令译码器（ID）对操作码进行译码，



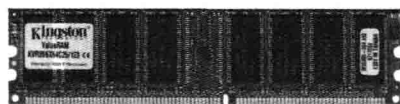
a) 主机的内部结构



b) 主板



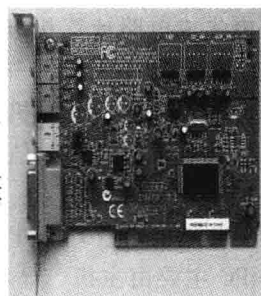
c) CPU



d) 内存条



e) 硬盘



f) 声卡

图 1-2 PC 主机的内部结构

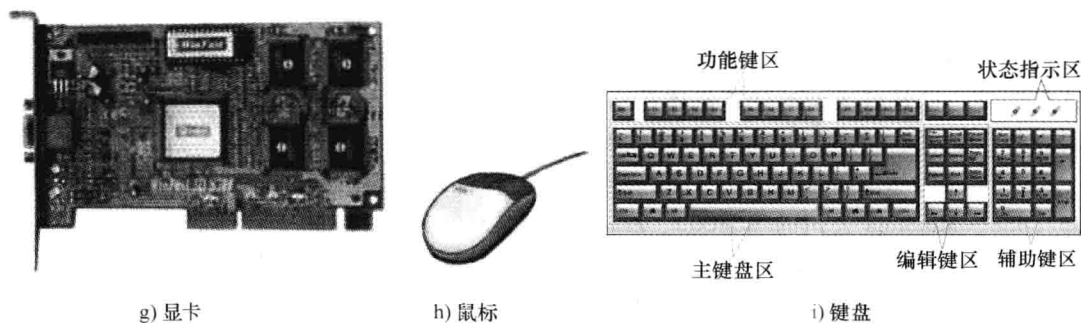


图 1-2 (续)

并由微操作控制电路发出相应的微操作控制脉冲序列去取出指令的剩余部分（如果指令不止 1 个字节的长度），同时执行指令赋予的操作功能。在取出指令过程中，每取出 1 个单元的指令，PC 自动加 1，形成下一个存储单元的地址。以上为一条指令的执行过程，如此不断重复上述过程，直至执行完最后一条指令为止。

综上所述，微型计算机的基本工作过程是执行程序的过程，也就是 CPU 自动从程序存放的第一个存储单元起，逐步取出指令、分析指令，并根据指令规定的操作类型和操作对象，执行指令规定的相

关操作。如此重复，周而复始，直至执行完程序的所有指令，从而实现程序的基本功能，这就是微型计算机的基本工作原理。微型计算机的工作原理可用图 1-3 描述。

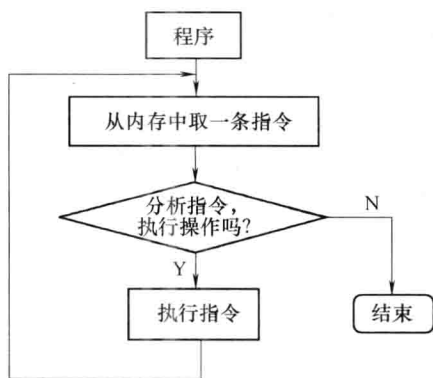


图 1-3 微型计算机的工作原理

1.2 项目备战：微型计算机的系统组成

由前面所述可知，通常所说的计算机，准确地说应该是计算机系统，是由硬件系统和软件系统组成，按人的要求接收和存储信息，自动进行数据处理和计算，并输出结果信息的机器系统。

任务 1.2.1 了解微型计算机的发展及应用

1. 微型计算机的发展

1971 年，世界上第一个微处理器芯片 4004 诞生，是由 Intel 公司推出的。短短 40 多年的时间，以字长和典型微处理器芯片作为各阶段标志的微型计算机的发展已经经历了 5 代。

第一代（1971 ~ 1972 年）——此阶段的主要产品是 4 位和低档 8 位微型计算机。4004 芯片字长 4 位，主要用于计算器、照相机、电视机等家用电器上。8008 字长 8 位，其寻址空间由 4004 寻址的 640B 扩大为 16KB，基本指令扩充为 48 条，周期为 20 ~ 50 μ s，时钟频率为 500kHz，集成度约 3500 晶体管/片，其使用软件主要有机器语言和简单的汇编语言。

第二代（1973 ~ 1977 年）——此阶段的主要产品为中、高档 8 位微型计算机。第二代微处理器与第一代相比，其集成度提高了 1 ~ 4 倍，运算速度提高了 10 ~ 15 倍，指令系统相对比较完善，已具备典型的计算机体系结构及中断、直接存储器存取等功能。软件方面除汇编语言外，还可以使用如 BASIC、FORTRAN 等高级语言。

第三代（1978 ~ 1984 年）——此阶段的主要产品是 16 位微型计算机，如 Intel 公司的 8086/8088、Motorola 公司的 M68000、Zilog 公司的 Z8000 等。16 位微处理器比 8 位微处理器有更大的寻址空间、更强的运算能力、更快的处理速度和更完善的指令系统。1982 年，Intel 公司又推出了 16 位高级微处理器 80286，它具有多任务系统所必需的任务转化功能和多种保护功能。同一年，Motorola 公司也推出了同类型的 MC68010，这两种微处理器的数据总线虽然仍是 16 位的，但地址总线增加到 24 位，其存储器直接寻址能力可达 16MB，时钟频率提高到 5 ~ 25MHz。

第四代（1985 ~ 1999 年）——此阶段的典型代表产品是采用 80386 微处理器的 32 位微型计算机。它是一种与 8086 向上兼容的 32 位微处理器，具有 32 位的地址线，存储器直接寻址能力可达 4GB，每一个任务具有 64TB (2^{46} B) 的逻辑存储空间，其执行速度达到 3 ~ 4MIPS（每秒百万条指令）。32 位微处理器的出现，使微处理器开始进入一个崭新的时代。1989 年，Intel 公司推出了 80486 微处理器，80486 在继续沿用 80386 “虚拟 8086” 工作模式的基础上，又采用了精简指令集（Reduced Instruction Set Computing, RISC）结构，以加速处理单一指令的速度。此后，Intel 公司又陆续研制生产了 Pentium、Pentium Pro（高能奔腾）、MMX Pentium（多能奔腾）、Pentium II、Pentium III、Pentium 4 等多种系列的微处理器。目前进入市场的 Pentium 4 系列微处理器，采用了 NetBurst 的新式处理器结构，可以加快突发方式传送数据速度，如流媒体、MP3 播放程序和视频压缩程序以及互联网等的传送速度。Pentium 4 芯片的集成度达到 2500 万个晶体管。目前，市面流行的 CPU 的工作频率均在 3.44GHz 以上，并且多核 CPU 已占据市场主流。

第五代（2000 年至今）——Intel 公司和 HP 公司联合定义了 IA-64 位指令构架，并于 2000 年 8 月展示了 Intel 公司的 Itanium（安腾）CPU，这是一种采用长指令字（LIW）、指令预测、分支消除、推理装入和其他一些先进技术的微处理器。

2003 年，64 位计算在企业计算和个人计算两个领域全面开花：AMD 公司和 Intel 公司相继推出了用于服务器和 workstation 产品的 64 位处理器——Opteron 和新一代安腾 2，加入传统 RISC 平台组成的 64 位企业计算“俱乐部”，在企业计算领域展开角逐；在桌面市场，不仅苹果公司推出了全球首款采用 64 位处理器的个人计算机 PowerMac G5，AMD 公司也发布了适用于 X86 架构的 Athlon 64 系列 64 位处理器，将原本用于高端服务器的 64 位计算技术带入了个人计算机领域。AMD 公司的 Athlon 64 处理器的最大物理内存为 1TB，支持的最大虚拟内存为 256TB。第一代的 Athlon 64 主板将提供 4 个 DIMM 插槽，如果使用 2GB DIMM，则 PC 将支持 8GB 的内存。处理器从内存读取数据比从硬盘读取数据要快 6 万倍，因此，采用 64 位处理器，可以大大改善 PC 的性能。

2005 年 3 月 14 日，AMD 公司正式推出了 AMD Turion 64 移动计算技术。在 AMD 一系列基于业界领先的 AMD64 架构的计算创新中，它是其中的最新技术。AMD Turion 64 移动计算技术采用了独特的优化设计，应用到了便携式计算机中。

21 世纪，微型计算机的发展历史迈进了一个飞速发展的全新时代。

2. 微型计算机的应用

微型计算机作为计算机的一种,应用领域非常广泛,从科学计算、数据处理、实时控制到计算机辅助设计。微型计算机具有体积小、价格低、工作可靠、使用方便、通用性强等特点,其应用主要有如下几个方向。

(1) 数值计算、数据处理及信息管理方向 这一应用方向包括了工程计算、图形图像处理、文字图表处理、数据库管理及家庭娱乐等。从事这项工作的微型计算机主要是通用微型计算机。它要求有较快的工作速度、较高的运算精度、较大的内存容量和较完备的输入/输出设备;此外,还要求为用户提供方便友好的界面和简便快捷的维护和扩充,其典型代表就是 PC (Personal Computer)。PC 是面向个人单独使用的一类微型计算机。

(2) 计算机辅助设计方向 这一应用方向主要指通过人机对话,使计算机辅助人们完成设计、加工等工作。它包括计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助制造 (CAM)、计算机辅助教育 (CAE) 及计算机辅助教学 (CAI) 等方面。

(3) 过程控制方向 这一应用方向是指用计算机及时采集检测数据,按最佳值迅速地对控制对象进行自动控制或调节。现代工业的生产规模不断扩大,技术、工艺日趋复杂,从而对实现生产过程自动化控制系统的要求也日益提高。利用计算机进行过程控制,不仅可以大大提高控制的自动化水平、及时性和准确性,也改善了劳动条件,降低了成本。

(4) 人工智能 (AI) 方向 人工智能是计算机应用中处于前沿地位的一个重要分支。人工智能是指利用计算机模拟实现人的某些智能行为,包括专家系统、模式识别、机器翻译、自动定理证明、作曲、博弈和机器人控制等。

任务 1.2.2 认识微型计算机的硬件系统

图 1-4 为典型微型计算机硬件系统的构成框图,它由微处理器 (CPU)、存储器、I/O 接口和 I/O 设备、系统总线等组成。

1. 微处理器

微处理器及其支持电路是微型计算机系统的核心,又称 CPU,它对系统的各个部件进行统一的协调和控制。它是采用大规模或超大规模集成电路技术做成的芯片,芯片内集成了控制器、运算器和若干高速存储单元,即寄存器组。

控制器的主要作用是使整个计算机能够自动地执行程序,并控制计算机各功能部件协调一致地工作。执行程序时,控制器先从主存中按顺序取出程序中的一条指令,解释该指令并形成数据地址,取出所需的数据,然后向其他功能部件发出执行该指令所需的各种时序控制信号,再从主存中取出下一条指令执行,如此循环,直到程序完成。计算机自动工作的过程就是逐条执行程序中指令的过程。

运算器是计算机中执行各种算术运算和逻辑运算的部件,也叫算术逻辑单元。

寄存器组是 CPU 内部的临时存储单元,其数量根据不同的 CPU 而异。每个寄存器按其功能都有专门的名称和符号,如 32 位微型计算机中存放数据的寄存器 EAX、EBX、ECX、EDX 等,存放指令地址的指令寄存器 EIP,存放状态信息的标志寄存器 EFLAGS 等。

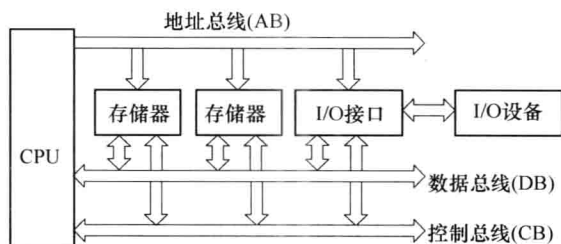


图 1-4 典型微型计算机硬件系统的构成框图

2. 存储器

存储器是计算机中具有记忆能力的部件，它能根据地址接收和保存指令或数据，并能根据命令提供有关地址的指令或数据。

微型计算机上的存储器分为“主存”和“辅存”两类，前者主要由半导体存储器组成，其造价高、速度快，但容量小，主要用来存放当前正在运行的程序和正待处理的数据；后者主要由硬盘、光盘等存储器构成，造价低、容量大、信息可长期保存，但速度慢，主要用来存放暂不运行的程序和暂不处理的数据。前者被安排在主机组内的电路板上，CPU 可以通过总线直接存取，因而也称“内存”；后者被安装在主机箱内或主机箱外，CPU 通过 I/O 接口对其进行存取，所以也称“外存”。

在计算机系统中，存储器是信息更新速度极快的设备。它的外形体积制作得越来越小，容量却越来越大，速度也越来越快，价格越来越低，寿命越来越长，并且一个系统所采用存储器类型也逐渐增多，形成了图 1-5 所示的存储体系。

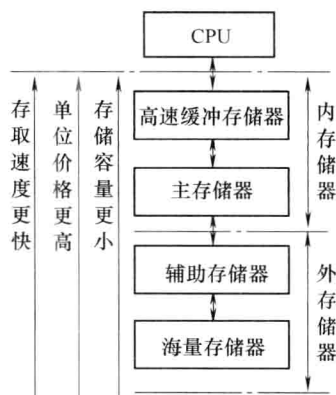


图 1-5 存储器的存储体系

3. I/O 设备和 I/O 接口

I/O 设备是指微型计算机上配备的输入/输出设备，也称外部设备或外围设备，简称外设，其功能是为微型计算机提供具体的输入/输出手段。

微型计算机上配置的标准输入设备和标准输出设备分别是指键盘和显示器，两者又合称为控制台。此外，常见的输入设备还有鼠标、数字化仪、扫描仪等；常见的输出设备还有绘图仪、打印机等。作为外部存储器驱动装置的磁盘驱动器，既可看做是一个输出设备又可看做是一个输入设备。随着多媒体技术的发展，发声器、触摸屏、声音图像识别器等输入/输出设备已经逐步普及。

I/O 接口的功能就是使各种外设的工作速度、驱动方式和 CPU 实现匹配。通过接口电路来完成信号变换、数据缓冲以及与 CPU 联络等工作。在微型计算机系统中，较复杂的 I/O 接口电路一般都被做在电路插板上，这种电路插板又被称为“卡”（Card）。

4. 系统总线

总线是连接计算机各部分的一组公共传输线，是计算机传送信息的通道。系统总线是指从微处理器引出的若干信号线，CPU 通过它们与存储器和 I/O 设备进行信息交换。

在系统总线中，有传送地址信息的“地址总线”（Address Bus, AB）、传送数据信息的“数据总线”（Data Bus, DB）和传送控制信息的“控制总线”（Control Bus, CB）三种总线形式。

在一个系统中，有控制和使用总线能力的设备称为“主控器”或“总线请求设备”，如 CPU、DMA 控制器以及协处理器等；而连在总线上的存储器和 I/O 设备则是被访问和控制的对象，被称为“被控器”。

由于系统总线是传送信息的公共通道，因此非常繁忙。其使用特点如下：

- 1) 在某一时刻，只能有一个主控器控制系统总线。
- 2) 在连接系统总线的各个设备中，某时刻只能有一个发送者向总线发送信号，但可以

有多个设备从总线上同时获得信号。

正是由于采用了“总线结构”，才使微型计算机系统具有了组态灵活、扩展方便的特点。

任务 1.2.3 了解微型计算机的软件系统

软件是指使计算机运行所需的程序和有关的文档。其中，程序是计算任务处理对象和处理规则的描述；文档是与软件研制、维护和使用有关的资料。软件使用户面对的不再是单纯的机器（裸机），而是一台抽象的逻辑机器（虚拟机）。通俗地说，软件是用户与机器的接口。计算机的软件系统由系统软件和应用软件组成。

1. 系统软件

系统软件是用来管理计算机、简化程序设计方法、提高计算机使用效率、发挥和扩大计算机功能的软件。它主要包括操作系统（如 DOS、Windows）、语言处理程序（如各种编译程序、解释程序、汇编语言程序等）、数据库系统（如 Visual FoxPro 等）、网络操作系统（如基于 TCP/IP 协议的 UNIX、Microsoft Windows NT 等）等。

操作系统（Operating System, OS）是直接运行在裸机上的最基本的系统软件，任何其他软件都必须在 OS 的支持下才能运行。OS 是一个庞大的管理控制程序，它大致包括处理器管理、存储管理、文件管理和作业管理等四个管理功能。

本书的应用程序是建立在磁盘操作系统 MS-DOS 或 Windows XP（或以上版本）中的 MS-DOS 环境的基础上，利用微软宏汇编语言程序 MASM 5. x 以上版本和其连接程序 LINK 生成。

2. 应用软件

应用软件是在计算机硬件和系统软件的支持下，为解决各类实际问题而设计的软件。它们主要包括字处理软件（如 Word、WPS 等）、电子表格软件（如 Excel 等）、绘图软件（如 Auto CAD、3ds max 等）、课件制作软件（如 PowerPoint、Tool Book、Authorware Professional 等）、网络通信软件（如 IE、Netscape 等）。

本书应用程序的开发过程中，将利用文本编辑程序编写汇编语言源程序，如 DOS 的全屏幕编辑程序 Edit 或 Windows 的记事本 Notepad。

任务 1.2.4 掌握微型计算机的信息表示

既然软件系统是计算机系统的一个不可或缺的部分，是通过控制信息来实现对硬件的操作的，那么在计算机中信息又是如何存在、如何处理的呢？

实际上，计算机中信息主要分为数据信息和指令信息两种。数据信息又分为数值型数据和非数值型数据。非数值型数据中主要是字符数据，如英文字母、运算符、汉字等。所有信息必须经过编码后才能输入到计算机中。

1. 数值型数据的表示

一个数值型数据的完整表示包含三个方面的要素：①采用什么进位计数制？②如何表示一个带符号数，即如何使符号数字化？③如何表示带小数点的数？这些问题在“计算机文化基础”或“计算机应用基础”、“数字电路技术”等课程都有详细的介绍，在此不再赘述，仅仅再补充带符号数和小数的表示。

(1) 有符号数的表示 在计算机中, 有符号数有 3 种表示形式, 即原码、反码和补码。

1) 原码。二进制数的最高位为符号位, 符号位为 0 表示正数, 为 1 表示负数, 其余各位等同于真值的绝对值。

2) 反码。正数的反码表示与“原码”一样, 负数的反码表示是在“原码”表示的基础上通过将除符号位 (为 1) 以外的各位取反 (即 0 变 1, 1 变 0) 来获得。

3) 补码。正数的补码表示与“原码”一样; 负数的补码表示是在“反码”表示的基础上通过加 1 来获得, 也可理解为将绝对值的二进制 (与机器字长有关, 不足的用 0 代替) 整个取反, 然后加 1。

设例 1-1 ~ 例 1-5 的机器字长为 8 位。

例 1-1 请将 42、-42 分别用原码、反码和补码表示。

解: 它们的原码、反码和补码可表示如下:

$X = +$	010 1010	$X = -$	010 1010
$[X]_{\text{原}} =$	0 010 1010	$[X]_{\text{原}} =$	1 010 1010
	↓ ↓		↓ ↓
	符号位 尾数		符号位 尾数
$[X]_{\text{反}} =$	0 010 1010	$[X]_{\text{反}} =$	1 101 0101
	↓ ↓		↓ ↓
	符号位不变 同原码		符号位不变 取反
$[X]_{\text{补}} =$	0 010 1010	$[X]_{\text{补}} =$	1 101 0110
	↓ ↓		↓ ↓
	符号位不变 同原码		符号位不变 取反加 1

(2) 补码的加减运算 微型计算机内部数据采用“补码”表示, 便于实现加减运算, 若结果的符号位为 0, 表示正数; 若结果的符号为 1, 表示负数。最高位产生进位, 则自然丢失。补码的符号位与数值部分一起参加运算, 并自动获得结果, 所得的结果也是补码, 另外补码还可以方便实现长度的扩展。

补码运算的一般公式如下:

1) 补码的加法: $[X]_{\text{补}} + [Y]_{\text{补}} = [X + Y]_{\text{补}}$ 。

2) 补码的减法: $[X - Y]_{\text{补}} = [X]_{\text{补}} + [-Y]_{\text{补}}$, $[-Y]_{\text{补}}$ 即对 $[Y]_{\text{补}}$ 求补。

例 1-2 写出十进制数 25、32、-25、-32 的补码。

解: $(25)_{10} = (0001\ 1001)_2$

正数的补码等于它本身, 所以十进制数 25 的补码是 0001 1001, 同理, 十进制数 32 的补码是 0010 0000。

$(-25)_{10}$ 的补码是对其正数的二进制按位取反, 末尾加 1, 即 $(25)_{10} = (0001\ 1001)_2$, 然后再按位取反加 1, 整个过程即为 $1110\ 0110 + 1 = 1110\ 0111$ 。

同理, 得 $(-32)_{10}$ 的补码为 1110 0000。

例 1-3 用补码运算求解十进制数 $32 - 25$ 。

解：十进制 二进制

32 0010 0000 ; 正数的补码是其本身

$-25 \Rightarrow +1110\ 0111$; 负数的补码是反码 + 1

7 1 0000 0111 ; 7 的补码, 正数的补码是其本身

“1”作为进位位, 自动丢失; 最高位“0”作为符号位, 表示结果为正数。

例 1-4 补码运算, 求解十进制数 $32 - (-25)$ 。

解：十进制 二进制

32 0010 0000 0010 0000 ; 正数的补码是其本身

$-(-25) \Rightarrow -1110\ 0111 \Rightarrow +0001\ 1001$; 负数的补码是反码 + 1

57 0011 1001 ; 57 的补码, 正数的补码是其本身

设有产生进位, 最高位“0”作为符号位, 表示结果为正数。

例 1-5 补码运算, 求解十进制数 $-25 - 32$ 。

解：十进制 二进制

-25 1110 0111 ; 负数的补码是反码 + 1

$-32 \Rightarrow +1110\ 0000$; 负数的补码是反码 + 1

-57 1 1100 0111 ; -57 的补码

左起第一个“1”作为进位位, 自动丢失; 第二个“1”作为符号位, 表示结果为负数。

在确定了运算字长和数据的表示方法后, 所能表示的数据范围也就相应决定了。当运算结果超出能表示的数据范围, 就会产生溢出。如某机字长 8 位, 采用补码表示, 则定点整数的表示范围为 $-128 \sim 127$, 当运算结果超出这个数, 即产生了溢出, 会使运算结果不正确。因此, 在运算过程中, 计算机必须判断是否产生溢出, 若有溢出则停止, 或转入中断服务程序进行处理。

(3) 溢出判断 一个 n 位有符号二进制数补码所能表示的最大正数是 $2^{n-1} - 1$, 最小负数的数值是 -2^{n-1} 。例如:

8 位字长, 用补码表示的数值范围是 $-2^7 \sim 2^7 - 1$, 即 $-128 \sim 127$ 。

16 位字长, 用补码表示的数值范围是 $-2^{15} \sim 2^{15} - 1$, 即 $-32768 \sim 32767$ 。

32 位字长, 用补码表示的数值范围是 $-2^{31} \sim 2^{31} - 1$, 即 $-2147483648 \sim 2147483647$ 。

当两个有符号数的二进制数进行补码运算时, 若运算结果超出以上范围, 数值部分便会发生溢出, 引起计算结果不正确。微型计算机中常用的溢出判别法是双高位判别法, 用 C_s 和 C_p 代表两个高位。其中, C_s 表示最高位 (符号位) 的进位或借位情况, 若有借位, 则 $C_s = 1$, 否则 $C_s = 0$; C_p 表示数值部分最高位的进位或借位情况, 如有进位或借位, $C_p = 1$, 否则 $C_p = 0$ 。

判别是否溢出的依据是: 若 C_s 和 C_p 同为 0 或同为 1, 则结果无溢出发生, 结果正确; 若 $C_s = 1$ 、 $C_p = 0$ 或 $C_s = 0$ 、 $C_p = 1$, 则结果发生溢出。

通过分析可知, 两个正数或负数相加、正数减负数、负数减正数这四种情况, 都有可能