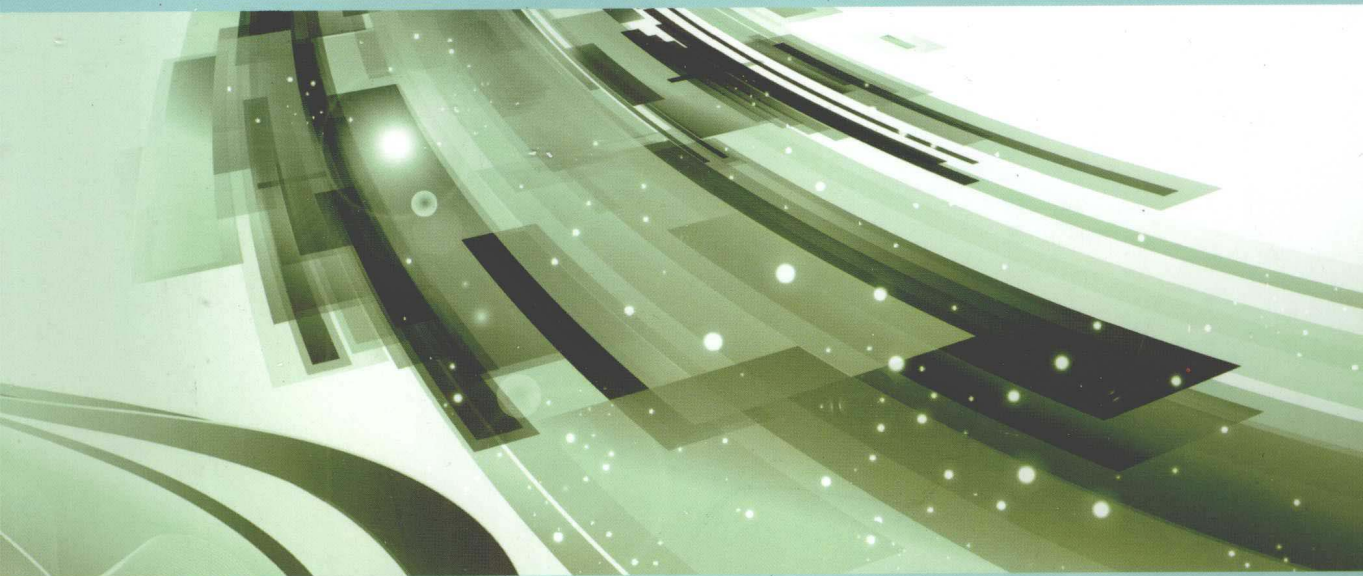




普通高等教育“十二五”规划教材



# 计算机硬件技术

程启明 黄云峰 主编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

# 计算机硬件技术

主编 程启明 黄云峰  
编写 楼俊君 赵永熹 甄兰兰  
王莉 刘刚 罗静  
主审 王保义



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书是普通高等教育“十二五”规划教材,书中结合大量实例,全面、系统、深入地介绍了以 80x86 微机和 MCS-51 单片机两种背景平台为代表的微机的基本结构、原理、接口技术及其应用。全书共分 14 章,内容包括微机系统的基础知识、微处理器、存储器、指令系统、汇编语言程序设计、I/O 接口技术与 DMA 技术、中断技术、并行接口 8255 与人机接口技术、串行通信接口技术、定时/计数技术、模拟接口技术、MCS-51 单片机原理及程序设计基础、MCS-51 单片机的接口、计算机硬件系统的设计及开发实例。本书每章后均备有习题与思考题,以帮助学生理解和巩固所学内容。

本书既可作为普通高等院校《微机原理与接口技术》课程或《计算机硬件技术》课程的教材及成人高等教育的教材,也可供广大从事微机应用系统设计和开发的工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机硬件技术 / 程启明, 黄云峰主编. —北京: 中国电力出版社, 2011.12

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-2363-6

I. ①计… II. ①程… ②黄… III. ①硬件—高等学校—教材 IV. ①TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 281182 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2012 年 2 月第一版 2012 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 24.5 印张 595 千字

定价 42.00 元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

# 前 言

计算机硬件技术是普通高等院校非计算机专业学生学习计算机基础知识的一门重要课程,它和计算机软件技术同属于计算机基础教育体系结构中的第二个阶段——计算机技术基础与应用的课程。

本书从计算机应用的需要出发,以当今计算机世界占有主导地位 and 绝对优势的 Intel 80x86 微机和 MCS-51 单片机两种主要背景机为脉络,从工程应用的角度出发,系统地阐述了 80x86 微机和 MCS-51 单片机的基本结构、原理、接口技术及其应用。全书在内容安排上注重系统性、逻辑性、科学性、实用性和先进性,各章前后呼应,并加入了大量程序和硬件设计实例,使读者能深入了解计算机的原理、结构和特点。

本书内容可分为 5 个部分:① 80x86 微机原理部分(第 1~3、6、7 章);② 80x86 微机汇编语言程序设计部分(第 4、5 章);③ 80x86 微机接口技术部分(第 8~11 章);④ MCS-51 单片机部分(第 12、13 章);⑤ 80x86 微机与 MCS-51 单片机的综合应用(第 14 章)。

通过对本书的学习,读者可掌握微机的工作原理、汇编语言程序设计、微机的接口技术、单片机原理及应用,并具备汇编语言编程和硬件接口开发的初步能力,达到学懂、学通、能实际应用的目的。

本书具有以下几个特点:①本书“以学生为中心、以任务为驱动”的教学理念来编排全书内容,内容的编排更加连贯;②本书注重前后知识点之间的关联,注重激发学生主动探索求知的欲望;③本书突出应用,夯实基础,原理、技术与应用并重;④本书注重软硬件分析与设计;⑤本书注重提高读者分析问题和软硬件设计的能力,让读者学以致用;⑥本书文字叙述层次分明、语言简洁、图文并茂,便于课堂教学;⑦本书从内容选取、概念引入、文字叙述等各方面,都力求遵循面向实际应用、重视实践的原则,每章后均留有适量的习题与思考题,便于学生自学。

本书是普通高等院校电类各专业的专业基础课程(必修课),学时数为 51~85 学时,学分为 3~5 分。

本书由程启明、黄云峰担任主编。程启明编写了第 1 章,并负责全书的统稿工作;黄云峰编写了第 6、9、11 章,并做了全书的部分统稿工作;楼俊君编写了第 2、3、4 章;赵永熹编写了第 7、12、13 章;甄兰兰编写了第 10 章;王莉编写了第 8 章;刘刚编写了第 14 章;罗静编写了第 5 章。华北电力大学王保义教授审阅了本书,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此对他表示深深的谢意。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

程启明 黄云峰

2011 年 12 月

# 目 录

## 前言

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第1章 微机系统的基础知识            | 1   |
| 1.1 微机概述                 | 1   |
| 1.2 微机系统的结构和工作原理         | 7   |
| 1.3 微机系统的工作过程            | 13  |
| 1.4 PC系列微机的体系结构          | 18  |
| 1.5 微机的数制与编码             | 22  |
| 习题与思考题                   | 36  |
| 第2章 微处理器                 | 38  |
| 2.1 8086/8088CPU 概述      | 38  |
| 2.2 8086CPU 的功能结构        | 38  |
| 2.3 8086CPU 的编程结构        | 42  |
| 2.4 8086 的引脚及其工作模式       | 45  |
| 2.5 8086CPU 的总线周期与时序     | 52  |
| 2.6 总线                   | 54  |
| 习题与思考题                   | 57  |
| 第3章 存储器                  | 58  |
| 3.1 存储器概述                | 58  |
| 3.2 随机存取存储器 RAM          | 60  |
| 3.3 只读存储器 ROM            | 69  |
| 3.4 存储器与 CPU 的接口技术       | 71  |
| 3.5 存储器芯片的选配             | 75  |
| 3.6 存储器管理                | 76  |
| 习题与思考题                   | 77  |
| 第4章 指令系统                 | 79  |
| 4.1 概述                   | 79  |
| 4.2 8086/8088CPU 指令的寻址方式 | 80  |
| 4.3 指令系统                 | 83  |
| 习题与思考题                   | 107 |
| 第5章 汇编语言程序设计             | 109 |
| 5.1 计算机语言的分类             | 109 |
| 5.2 汇编语言源程序              | 110 |
| 5.3 伪指令                  | 114 |

|               |                                |            |
|---------------|--------------------------------|------------|
| 5.4           | DOS 系统功能调用 .....               | 120        |
| 5.5           | EMU8086 仿真软件简介 .....           | 125        |
| 5.6           | 汇编语言程序结构 .....                 | 128        |
| 5.7           | 基于 EMU8086 的软件定时闹钟程序 .....     | 140        |
|               | 习题与思考题 .....                   | 147        |
| <b>第 6 章</b>  | <b>I/O 接口技术与 DMA 技术 .....</b>  | <b>150</b> |
| 6.1           | 接口技术的基本概念 .....                | 150        |
| 6.2           | 简单接口电路 .....                   | 153        |
| 6.3           | 输入/输出传送方式 .....                | 156        |
| 6.4           | DMA 技术与 82C37A 控制器 .....       | 163        |
|               | 习题与思考题 .....                   | 176        |
| <b>第 7 章</b>  | <b>中断技术 .....</b>              | <b>178</b> |
| 7.1           | 中断概述 .....                     | 178        |
| 7.2           | 8086CPU 的中断处理过程 .....          | 183        |
| 7.3           | 可编程中断控制器 8259A .....           | 189        |
| 7.4           | 8086CPU 的中断接口技术 .....          | 200        |
|               | 习题与思考题 .....                   | 205        |
| <b>第 8 章</b>  | <b>并行接口 8255 与人机接口技术 .....</b> | <b>206</b> |
| 8.1           | 并行通信与并行接口芯片 .....              | 206        |
| 8.2           | 8255 的结构 .....                 | 206        |
| 8.3           | 8255 的方式控制字与方式选择 .....         | 209        |
| 8.4           | 8255 的工作方式 .....               | 210        |
| 8.5           | 8255 的应用与人机接口技术 .....          | 214        |
|               | 习题与思考题 .....                   | 235        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>串行通信接口技术 .....</b>          | <b>237</b> |
| 9.1           | 串行通信基本原理 .....                 | 237        |
| 9.2           | 可编程异步通信接口 INS8250 .....        | 244        |
| 9.3           | 通用串行总线 USB .....               | 253        |
| 9.4           | IEEE-1394 串行接口 .....           | 259        |
|               | 习题与思考题 .....                   | 261        |
| <b>第 10 章</b> | <b>定时/计数技术 .....</b>           | <b>263</b> |
| 10.1          | 概述 .....                       | 263        |
| 10.2          | 8253 功能简介 .....                | 264        |
| 10.3          | 8253 外部引脚与内部结构 .....           | 264        |
| 10.4          | 8253 的工作原理 .....               | 266        |
| 10.5          | 8253 的工作方式 .....               | 267        |
| 10.6          | 8253 的控制字与初始化编程 .....          | 271        |
| 10.7          | 8253 的应用举例 .....               | 273        |
|               | 习题与思考题 .....                   | 279        |

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| <b>第 11 章 模拟接口技术</b> .....              | 280 |
| 11.1 模拟量的输入/输出通道.....                   | 280 |
| 11.2 数/模 (D/A) 转换器.....                 | 281 |
| 11.3 模/数 (A/D) 转换器.....                 | 291 |
| 习题与思考题.....                             | 300 |
| <b>第 12 章 MCS-51 单片机原理及程序设计基础</b> ..... | 302 |
| 12.1 单片机特点及其发展状况.....                   | 302 |
| 12.2 MCS-51 单片机的硬件结构.....               | 303 |
| 12.3 MCS-51 单片机的指令系统.....               | 311 |
| 12.4 汇编语言程序设计.....                      | 319 |
| 习题与思考题.....                             | 323 |
| <b>第 13 章 MCS-51 单片机的接口</b> .....       | 326 |
| 13.1 内部并行 I/O 口.....                    | 326 |
| 13.2 定时/计数器.....                        | 330 |
| 13.3 串行 I/O 口.....                      | 335 |
| 13.4 中断系统.....                          | 343 |
| 13.5 单片机系统扩展技术.....                     | 350 |
| 习题与思考题.....                             | 352 |
| <b>第 14 章 计算机硬件系统的设计及开发实例</b> .....     | 355 |
| 14.1 计算机硬件系统设计原则.....                   | 355 |
| 14.2 单片机系统的应用.....                      | 360 |
| 14.3 微机系统开发与设计实例.....                   | 366 |
| 习题与思考题.....                             | 379 |
| <b>参考文献</b> .....                       | 381 |

## 第1章 微机系统的基础知识

本章从微机系统的总体框架入手,帮助学生建立起微机系统的概念,并通过掌握数据格式间的转换,为后继学习奠定基础。首先,对微机进行概述,对计算机发展、微机发展、微机的特点和应用、微机的分类以及微机的主要性能指标进行概括;接着,对微机系统的结构和工作原理进行介绍,对微机系统的组成、微处理器的内部结构与基本功能、微机系统硬件的组成及结构、内存的组成与操作、微机系统的软件结构进行分析;其次,对微机系统的工作过程进行分析,对程序存储及程序控制的基本概念、微机程序执行的一般过程、简单程序执行过程举例并进行分析;再次,对PC系列微机的体系结构进行介绍,主要介绍已推出的多种带有不同的微处理器技术和总线结构的微机系统;最后,对微机的数制与编码进行描述,对数制及其转换、二进制加減运算和BCD码加減运算的调整、数字与字符的编码进行讲述。本章的重点是微处理器、微机、微机系统的定义和相互关系,以及原码、补码、反码的计算。本章的难点在于对微机系统结构的理解和数据格式的转换。

### 1.1 微机概述

#### 1.1.1 计算机的发展

电子计算机是由各种电子器件组成的,是能够自动、高速、精确地进行逻辑控制和信息处理的现代化设备。它是20世纪人类最伟大的发明之一。自20世纪40年代第一台电子计算机问世以来,计算机以其硬件构成的逻辑部件为标志,已经历了从电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模及超大规模集成电路计算机这5个阶段。

(1) 第1代计算机,即电子管时代的计算机。从20世纪40年代末到50年代中期的计算机都采用电子管为主要元件。这一代计算机主要用于科学计算。

(2) 第2代计算机,即晶体管时代的计算机。20世纪50年代中期,晶体管取代电子管,大大缩小了计算机的体积,降低了成本,同时将运算速度提高了近百倍。第2代计算机不仅用于科学计算,而且开始用于数据处理和过程控制。

(3) 第3代计算机。20世纪60年代中期,集成电路问世之后,出现了中、小规模集成电路构成的计算机。这一时期,实时系统和计算机通信网络有了一定的发展。

(4) 第4代计算机。20世纪70年代初,出现了以大规模集成电路为主体的计算机。这一代计算机的体积进一步缩小,性能进一步提高,发展了并行技术和多机系统,出现了精简指令集计算机(Reduced Instruction Set Computer, RISC)。微型计算机(Microcomputer)也是在第4代计算机时期产生的。

(5) 第5代计算机。计算机采用超大规模集成电路,在系统结构上类似人脑的神经网络,在材料上使用常温超导材料和光器件,在计算机结构上采用超并行的数据流计算等。

#### 1.1.2 微机的发展

随着大规模集成电路的发展,计算机分别朝着巨型或大型机和超小型或微型机两个方向

发展。以微处理器 MPU (Micro Processing Unit) 为核心, 配上大容量的半导体存储器及功能强大的可编程接口芯片, 连上外部设备及电源所组成的计算机, 称作微型计算机, 简称微型机或微机。在计算机中人们接触最多的是微机。

微机的诞生和发展是伴随着大规模集成电路的发展而发展起来的。微机在系统结构和基本工作原理上, 与其他计算机 (巨、大、中小型的计算机) 并无本质差别, 主要差别在于微机采用了集成度相当高的器件和部件, 它的核心部分是微处理器。微处理器 (或称微处理机) 是指由一片或几片大规模集成电路组成的、具有运算器和控制器功能的中央处理器 (CPU)。以微处理器为核心的微机是计算机的第 4 代产品。按 CPU 字长位数和功能来划分, 以时间来排序微处理器的发展过程分为 8 个阶段。

(1) 第 1 代 (1971~1973 年) 是采用 4 位和 8 位低档微处理器的微机时代。典型 CPU 产品为 Intel 4004/8008。它们采用 PMOS 工艺, 集成度低 (1200~2000 只晶体管/片)、时钟频率低 ( $<1\text{MHz}$ )、速度慢、运算能力弱、系统结构和指令系统简单, 采用机器语言或简单的汇编语言编程, 4004、8008 分别只有 45、48 条指令, 基本指令执行时间为  $10\sim 20\mu\text{s}$ , 适用于家用电器和简单的控制场合。

(2) 第 2 代 (1973~1978 年) 是采用 8 位中高档微处理器的微机时代。典型 CPU 产品为 Intel 8080/8085、Motorola MC6800、Zilog Z80。它们采用 NMOS 工艺, 集成度提高了约 4 倍 (5000~9000 只晶体管/片), 时钟频率达  $1\sim 4\text{MHz}$ , 执行指令的速度达  $0.5\text{MIPS}$  以上, 运算速度提高了  $10\sim 15$  倍, 指令系统比较完善, 已具有典型计算机体系结构以及中断、直接存储器存取方式 (Direct Memory Access, DMA) 等功能。软件除配备汇编语言外, 还有 BASIC、FORTRAN 等语言和简单操作系统 (如 CP/M)。

(3) 第 3 代 (1978~1985 年) 是采用 16 位微处理器的微机时代。典型产品为 Intel 8086/8088/80286、Zilog Z8000、Motorola 68000/68010。它们采用 HMOS 工艺, 集成度 (20000~70000 只晶体管/片) 和运算速度 (基本指令执行时间约为  $0.5\mu\text{s}$ ) 提高了一个数量级, 指令系统更加丰富和完善, 采用多级中断技术、流水线技术、段式存储器结构和硬件乘除部件, 处理速度加快, 寻址方式增多, 寻址范围增大 ( $1\sim 16\text{MB}$ ), 配备了磁盘操作系统、数据库管理系统和多种高级语言。

(4) 第 4 代 (1985~1993 年) 是采用 32 位微处理器的微机时代。典型产品为 Intel 80386/80486 和 Motorola 68040。它们采用 HMOS/CMOS/CHMOS 工艺, 集成度达 15 万~100 万只晶体管/片, 时钟频率达  $25\text{MHz}$  以上, 具有 32 位的数据和地址总线, 执行速度可达  $25\text{MIPS}$ , 片内还增加协处理器和高速缓冲存储器 (Cache), 并采用了 RISC 技术, 使它的处理速度大大提高。这一代微机的功能已达到以前的超级小型机功能, 完全可胜任多任务、多用户的作业。

(5) 第 5 代 (1993~1995 年) 是采用 32 位 P5 高档微处理器的微机时代。典型产品为 Intel Pentium 586 (奔腾)。它采用亚微米的 CMOS 技术设计, 集成度达 330 万只晶体管/片, 采用了两条超标量流水线结构, 并具有相互独立的指令和数据 RISC, 主频为  $60\sim 166\text{MHz}$ , 处理速度达  $110\text{MIPS}$ 。

(6) 第 6 代 (1995~1999 年) 是采用 32 位 P6 高档微处理器的微机时代。典型产品为 Intel Pentium Pro/ Pentium MMX/Pentium II/Pentium III。它们内部采用了 3 条超标量指令流水线结构, 工作频率越来越高, 总线频率也大大提高, 支持多媒体扩展指令集 (SIMD) MMX、SSE, 集成度达 550 万~950 万只晶体管/片。

(7) 第7代(2000~2007年)是采用32位P4高档微处理器的微机时代。典型产品为Intel Pentium 4(如5XX/6XX/7XX等)。它的集成度高达4200万~1.78亿只晶体管/片,主频为1.3~3.6 GHz,采用超级管道技术,使用长达20级的分支预测/恢复管道,其动态执行技术(程序执行)中的指令池能容下126条指令。它支持SSE2、SSE3等SIMD指令。

(8) 第8代(2007年至今)是采用32/64位Core双核高档微处理器的微机时代。典型产品为Intel Core2 Duo/ Core2 Quad/ Core2 Extreme等。它们采用双核结构的Core/Core2系列处理器,兼顾32位和EM64T技术,是典型的32/64位处理器。它支持64位存储器访问,支持SSE2、SSE3、SSSE3和SSE4等SIMD指令,集成度达2.91亿只晶体管/片以上。

与第5代之后的32位处理器同步并行发展的还有纯64位处理器,如Intel Itanium/Itanium II等处理器,它们采用IA-64结构。

微处理器的发展特点是速度越来越快、集成度越来越高、功能越来越强。

### 1.1.3 微机的特点和应用范围

#### 一、微机的特点

由于微机是采用LSI和VLSI组成的,因此它除了具有一般计算机的运算速度快、计算精度高、记忆功能和逻辑判断力强、自动工作等特点外,还有其独特的优点。

(1) 体积小、重量轻、功耗低。由于采用了大规模和超大规模集成电路,从而使构成微机所需的器件数目大大减少,体积大大缩小。一个与小型机CPU功能相当的16位微处理器MC68000,由13000个标准门电路组成,其芯片面积仅为 $6.25 \times 7.14 \text{mm}^2$ ,功耗为1.25W。32位的超级微处理器80486,有120万个晶体管电路,其芯片面积仅为 $16 \times 11 \text{mm}^2$ ,芯片的质量仅十几克。工作在50MHz时钟频率时的最大功耗仅为3W。随着微处理器技术的发展,今后推出的高性能微处理器产品体积更小、功耗更低而功能更强,这些优点对于航空、航天、智能仪器仪表等领域具有特别重要的意义。

(2) 可靠性高、对使用环境要求低。微机采用大规模集成电路以后,使系统内使用的芯片数大大减少,接插件数目大幅度减少,简化了外部引线,安装更加容易。加之MOS电路芯片本身功耗低、发热量小,使微机的可靠性大大提高,因而也降低了对使用环境的要求,普通的办公室和家庭环境就能满足要求。

(3) 结构简单、设计灵活、适应性强。微机多采用模块化的硬件结构,特别是采用总线结构后,使微机系统成为一个开放的体系结构,系统中各功能部件通过标准化的插槽和接口相连,用户选择不同的功能部件(板卡)和相应外设就可构成不同要求和规模的微机系统。由于微机的模块化结构和可编程功能,使得一个标准的微机在不改变系统硬件设计或只部分地改变某些硬件时,在相应软件的支持下就能适应不同的应用任务的要求,或升级为更高档次的微机系统,从而使微机具有很强的适应性和宽广的应用范围。

(4) 性能价格比高。随着微电子学的高速发展和大规模、超大规模集成电路技术的不断成熟,集成电路芯片的价格越来越低,微机的成本不断下降,同时也使许多过去只在大、中型计算机中采用的技术(如流水线技术、RISC技术、虚拟存储技术等)也在微机中采用,许多高性能的微机(如采用Pentium Pro、Pentium II等作为MPU的微型机)的性能实际上已经超过了中、小型机(甚至是大型机)的水平,但其价格要比中、小型机低得多。

#### 二、微机的应用范围

微机由于具有体积小、重量轻、功耗低、功能强、可靠性高、结构灵活、使用环境要求

低、价格低廉等一系列优点，因此得到了广泛的应用。它已渗透到国民经济的各个部门，几乎无处不在。微机的应用领域主要有：

(1) 科学计算。在科学研究、工程设计和社会经济规划管理中存在大量复杂的数学计算问题，科学计算是指利用计算机来完成科学研究和工程技术中大量繁杂且人力难以完成的计算问题。高档微机已经具有较强的运算能力和较高的运算精度，组成多处理器系统后（构成并行处理机），其功能和计算速度可与大型机媲美，能满足相当范围的科学计算的需要。

(2) 信息处理。信息处理就是利用微机对各种形式的资料数据进行收集、加工、存储、分类、计算、传输等。微机配上适当的软件，可实现办公自动化、企事业计算机辅助管理与决策、图书管理、财务管理、情报检索、银行电子化等功能。目前很多单位都开发了自己的信息管理系统（MIS）。

(3) 计算机辅助技术。计算机辅助技术包括计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD）、计算机辅助制造（Computer Aided Manufacturing, CAM）和计算机辅助教学（Computer Aided Instruction, CAI）等。其中 CAD 是利用计算机系统辅助设计人员进行工程或产品设计，以实现最佳设计效果的一种技术；CAM 利用计算机系统对生产设备的管理、控制和操作，将 CAD 和 CAM 技术集成，实现设计、生产自动化，大大地提高了劳动生产率；CAI 利用计算机系统使用课件来进行教学，其主要特色是交互教育、个别指导和因人施教，采用多媒体技术，使教学内容直观、形象。

(4) 过程控制。过程控制是利用微机实时采集检测数据，按最优值迅速地对控制对象进行自动调节或自动控制。例如数控机床、自动化生产线、导弹控制等均涉及过程控制。采用微机进行过程控制，不仅可以大大提高控制的自动化水平，而且可以提高控制的及时性和准确性，应用于生产则可节省劳力，减轻劳动强度，提高产品质量及合格率，从而产生显著的经济效益。

(5) 人工智能。人工智能是利用计算机模拟人类的智能活动，如感知、判断、学习、联想、推理、图像识别和问题求解等。人工智能主要应用在机器人、模式识别、机器翻译、专家系统等方面。例如，能模拟高水平医学专家进行疾病诊疗的专家系统，具有一定思维能力的机器人等。

(6) 网络通信。计算机技术与通信技术的结合构成了计算机网络。网络通信是利用计算机网络实现信息的传递、交换和传播。随着信息高速公路的实施，Internet 国际互联网迅速覆盖全球，微机作为服务器、工作站成为网络中的重要成员。如今的个人计算机可通过普通电话线、宽带网等方式方便地连入 Internet，从而获得网上的各种资源。

(7) 计算机仿真。在对一些复杂的工程问题和复杂的工艺过程、运动过程、控制行为等进行研究时，在数学建模的基础上，用计算机仿真的方法对相关的理论、方法、算法和设计方案进行综合、分析和评估，可以节省大量的人力、物力和时间。

#### 1.1.4 微机的分类

微机的分类方法有多种，主要有：

##### 一、按字长分类

字长是指计算机一次可处理二进制数的最大位数，它是微机的一个重要参数。微机按字长可分为：

(1) 4 位机。字长为 4 位（如 Intel 4004），多做成单片机，用于仪器仪表、家用电器、游戏机等。

(2) 8 位机。字长为 8 位 (如 Intel 8080), 主要用于计算和控制。

(3) 16 位机。字长为 16 位 (如 Intel 8086/8088), 可用来取代低档小型计算机。

(4) 32 位机。字长为 32 位 (如 Intel 486、Pentium), 是高档微机, 具有小型或中型计算机的能力。

(5) 64 位机。字长为 64 位, 如 Intel 公司的 Itanium、DEC 公司的 Alpha 21164、由 Motorola 加盟的 Power PC620 等。

字长与微处理器数据总线 (Data Bus, DB) 宽度不是同一个概念。如 8088 的字长为 16 位, 但 DB 宽度仅为 8 位; 而 Pentium 系列的字长为 32 位, 但 DB 宽度为 64 位。

## 二、按结构类型分类

(1) 单片机 (Single Chip Microcomputer, SCM)。单片机又称微控制器或嵌入式控制器, 它将 CPU、存储器、定时器/计数器、中断控制、I/O 接口等集成在一片芯片上, 如 MCS-51 系列单片机 8031、8051、8751 等。

(2) 单板机。它是将 CPU、内存储器、I/O 接口组装在一块印制电路板上的微型计算机, 如 SDK-86 和 TP86 单板机。

(3) 多板机。它是由一块主板 (包含 CPU、内存储、I/O 总线插槽) 和多块外部设备控制器插板组装而成的微型机, 如 IBM-PC 微机及其兼容机。

## 三、按用途分类

(1) 个人计算机 (Personal Computer, PC)。它是 20 世纪后期的一种重要的计算机模式, 目前 PC 机的主流为 32 位机。

(2) 工作站/服务器。工作站是指 SUN、DEC、HP、IBM 等大公司推出的具有高速运算能力和很强的图形处理功能的计算机, 它有较强的网络通信能力, 适用于工程与产品设计。服务器是指存储容量大、网络通信能力强、可靠性好, 运行于网络操作系统的一类高档计算机。大型的服务器一般由计算机厂家专门设计生产。

(3) 网络计算机 (Network Computer, NC)。它是一种依赖于网络的微机。它不具备 PC 机的高性能, 但操作简单, 购买和维护价位较低。

## 四、按体积或外形分类

(1) 台式机 (也称桌上型)。一般用交流电源供电, 当前多数微机都是台式机。

(2) 便携机 (也称可移动微机)。它大致可分为笔记本、膝上、口袋、掌上和钢笔 5 种类型。这类微机采用直流电源供电, 功耗较低。

### 1.1.5 微机系统的主要性能指标

微机系统的性能由它的系统结构、指令系统、外设及软件配置等多种因素所决定, 因此, 应当用各项性能指标进行综合评价。微机的主要技术指标如下:

(1) 字长。字长就是计算机能直接处理的二进制数据的位数。字长直接关系到计算精度, 字长越长, 它能表示的数值范围越大, 计算出的结果的有效数位就越多, 精度也就越高。微机的字长有 1、2、4、8、16、32 个字节等多种。在一般的过程控制和数据处理中, 通常使用的字长是 8 位, 微机内存也以 8 位为一单元, 因此普遍采用 8 位字长为一个信息段, 称为一个字节 (Byte)。因此, 在 8 位机中, 每个字 (Word) 由一个字节组成; 而在 16 位机和 32 位机中, 每个字分别由 2 个和 4 个字节组成。当用字长较短的微处理器处理问题精度不能满足要求时, 可以采用双倍或多倍字长运算, 只是速度要慢一些。

(2) 运算速度。运算速度是微机结构性能的综合表现,它是指微处理器执行指令的速率,一般用“百万条指令/秒”(MIPS)来描述。由于执行不同的指令所需的时间不同,这就产生了如何计算速度的问题,目前有三种方法:一是根据不同类型指令在计算过程中出现的频率,乘上不同的系数,求得统计平均值,这是平均速度;二是以执行时间最短的指令或某条特定指令为标准来计算速度;三是直接给出每条指令的实际执行时间和机器的主频。微机一般采用最后一种方法来描述运算速度。

(3) 存储容量。存储器分为内存储器和外存储器两类。内存储器也称为内存或主存,是CPU可以直接访问的存储器,需要执行的程序与需要处理的数据就是存放在主存中的。内存储器容量的大小反映了计算机即时存储信息的能力。外存储器通常是指硬盘(包括内置硬盘和移动硬盘)。外存储器容量越大,可存储的信息就越多,可安装的应用软件就越丰富。现代计算机为了提高性能,兼顾合理的造价,一般采用多级存储体系,除有内存和外存外,还增加了存储容量小、存取速度高的高速缓冲存储器(Cache)。

(4) 存取速度。存储器完成一次读/写操作所需的时间称为存储器的存取时间或访问时间。存储器连续进行读/写操作所允许的最短时间间隔,称为存取周期。存取周期越短,则存取速度越快,它是反映存储器性能的一个重要参数。通常,存取速度的快慢决定了运算速度的快慢。半导体存储器的存取周期约在几十到几百微秒之间。

(5) 指令系统。每一种微处理器都有自己的指令系统,一般来说,指令的条数越多,其功能就越强。例如,同样是8位机,Intel 8080 CPU有78条指令,而Z80 CPU在它的基础上扩大到158条,显然,Z80处理数据的能力比Intel 8080要强。有的微处理器是用增加寻址方式的办法来改善性能,例如在16位机中,Z8000 CPU有8种寻址方式,而Intel 8086/8088 CPU有24种寻址方式,所以Intel 8086/8088的功能比Z8000更强。

(6) 总线类型与总线速度。总线类型主要指系统总线和外部总线的类型,总线速度包括处理器总线的速度和系统总线的速度。系统总线的速度决定处理器以外的各个部件的最高运行速度,如内存、显示器等。

(7) 主板与芯片组类型。不同类型的主板和芯片组,性能差异很大。主板有AT、ATX及BTX等多种类型,芯片组按支持的处理器型号不同而不同,主要有4XX、8XX、9XX、3和4系统等芯片组。

(8) 外设的配置。容许或实际挂接的外设数量越多,微机的功能就越强。例如,Intel 8086/8088能直接实现对64K个输入/输出端口的寻址,因此,若按每台设备平均占用4个端口计算,则以Intel 8086/8088为CPU的微机系统可以挂接16K个外设。当然,实际配置的外设性能也直接影响微机系统的整体性能,主要外设有键盘、鼠标、显示器、打印机和扫描仪等。

(9) 系统软件的配置。系统软件的配置主要是指微机系统配置了什么样的操作系统及其他系统软件和实用程序等,这决定了计算机能否发挥高效率。合理安装与使用丰富的软件可以充分地发挥计算机的作用和效率,方便用户的使用。

(10) 可靠性、可用性和可维护性。可靠性是指在给定时间内,计算机系统能正常运转的概率;可用性是指计算机的使用效率;可维护性是指计算机的维修效率。可靠性、可用性和可维护性越高,则计算机系统的性能越好。

此外,还有一些评价计算机的综合指标,例如,系统的兼容性、完整性和安全性以及性

能价格比。各项指标之间也不是彼此孤立的，在实际应用时，应该把它们综合起来考虑。

## 1.2 微机系统的结构和工作原理

### 1.2.1 微机系统的组成

一个完整的微机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。硬件和软件是一个有机的整体，必须协同工作才能发挥计算机的作用。硬件系统主要由主机（CPU、主存）和外部设备（输入/输出设备、辅存）构成，它是计算机的物质基础。软件是支持计算机工作的程序，它需要人根据机器的硬件结构和要解决的实际问题预先编制好，并且输入到计算机的主存中。软件系统由系统软件和应用软件等组成。微机系统的组成由小到大可分为微处理器、微型计算机、微型计算机系统三个层次结构，如图 1-1 所示。

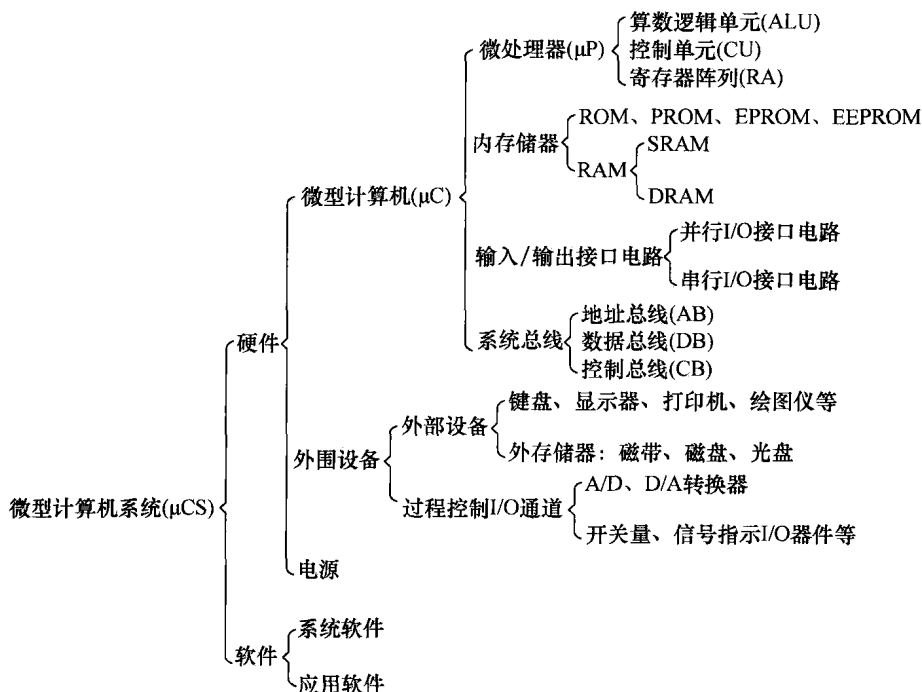


图 1-1 微机系统的组成

(1) 微处理器。微处理器（Microprocessor，简称  $\mu P$  或  $MP$ ）是指由一片或几片大规模集成电路组成的、具有运算器和控制器功能的中央处理器部件，又称为微处理机。它本身并不等于微型计算机，而只是其中央处理器。有时为区别大、中、小型中央处理器 CPU（Central Processing Unit）与微处理器，而称后者为 MPU（Microprocessing Unit）。但通常在微型计算机中直接用 CPU 表示微处理器。

(2) 微型计算机。微型计算机（Microcomputer，简称  $\mu C$  或  $MC$ ）是指以微处理器为核心，配上存储器、输入/输出接口电路及系统总线所组成的计算机。当把微处理器、存储器、输入/输出接口电路统一组装在一块或几块电路板上或集成在单个芯片上，则分别称之为单板、多板或单片微型计算机。

(3) 微型计算机系统。微型计算机系统 (Microcomputer System, 简称  $\mu\text{CS}$  或  $\text{MCS}$ ) 是指以微型计算机为核心, 配以相应的外部设备、电源和辅助电路以及软件系统所构成的系统。只装有硬件的计算机称为裸机, 只有当将其配上系统软件时才成为真正可使用的计算机系统。

(4) 嵌入式系统。嵌入式系统 (Embedded System) 是嵌入式计算机系统的简称, 它就是嵌入到对象体系中的专用计算机系统, 是微型计算机系统的另一种形式。嵌入式系统具有嵌入性、专用性与计算机系统 3 个基本要素。实际上, 它是以应用为中心, 以计算机技术为基础, 并用软、硬件可裁减, 适用于应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。嵌入式系统把计算机直接嵌入到应用系统中, 它融合了计算机软/硬件技术、通信技术和微电子技术, 是集成电路发展过程中的一个标志性的成果。

由上面概念可知, 我们平时使用的微机实际上是微型计算机系统。

### 1.2.2 微处理器的内部结构与基本功能

#### 一、概述

微处理器 CPU 外部一般采用上述三总线结构; 内部则采用单总线, 即内部所有单元电路都挂在内部总线上, 分时享用。典型的 8 位微处理器结构如图 1-2 所示, CPU 由算术逻辑运算单元 (ALU)、控制单元 (CU)、寄存器组 (R's) 三部分组成, 其中 CU 由指令寄存器、指令译码器和定时及各种控制信号的产生电路等组成; R's (Register stuff) 由通用寄存器和专用寄存器组成, 它们分别存放任意数据和专门数据。通用寄存器为寄存器阵列中的通用寄存器组; 专用寄存器为累加器 A、状态标志寄存器 F、指令计数器 PC、堆栈指示器 SP、地址寄存器 AR、数据寄存器 DR 等。

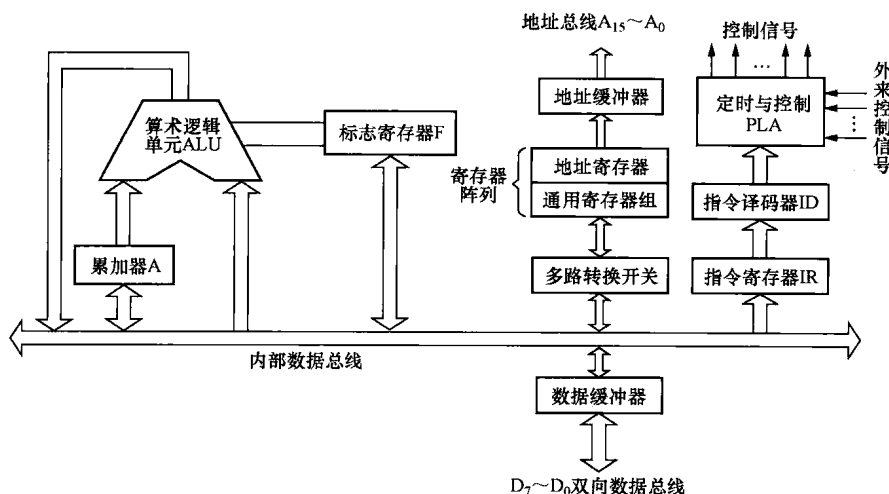


图 1-2 典型 8 位微处理器结构

#### 二、算术逻辑运算部件 ALU 和累加器 A、标志寄存器 F

算术逻辑运算部件 (Arithmetic Logic Unit, ALU) 主要用来完成数据的算术和逻辑运算。ALU 有 2 个输入端和 2 个输出端, 其中输入端的一端接至累加器 A (Accumulator), 接收由 A 送来的一个操作数; 输入端的另一端通过内部数据总线接到寄存器阵列, 以接收第二个操作数。参加运算的操作数在 ALU 中进行规定的操作运算, 运算结束后, 将结果送至 A, 同时将操作结果的特征状态送至标志寄存器 F (Flags)。

A 具有输入/输出和移位功能,微处理器采用累加器结构可以简化某些逻辑运算。由于所有运算的数据都要通过 A,故 A 在微处理器中占有很重要的位置。F 又称为程序状态字 (Program Status Word, PSW),用于反映处理器的状态和运算结果的某些特征及控制指令的执行,它主要包括进位标志 CF、溢出标志 OF、零标志 ZF、符号标志 SF、奇偶标志 PF 等。

### 三、控制单元 CU

控制单元 (Control Unit, CU) 负责控制与指挥计算机内各功能部件协同动作,完成计算机程序功能。它由指令寄存器 (IR)、指令译码器 (ID) 和定时及各种控制信号的产生电路 (PLA) 等组成。

(1) 指令寄存器 (Instruction Register, IR)。用来存放当前正在执行的指令代码;

(2) 指令译码器 (Instruction Decoder, ID)。用来对指令代码进行分析、译码,根据指令译码的结果,输出相应的控制信号;

(3) 可编程逻辑阵列 (Programmable Logic Array, PLA)。也称定时与控制电路,用于产生出各种操作电位、不同节拍的信号、时序脉冲等执行此条命令所需的全部控制信号。

### 四、寄存器组 R's

寄存器组是 CPU 内部的若干个存储单元,用来存放参加运算的二进制数据以及保存运算结果。它一般可分为通用寄存器和专用寄存器。通用寄存器可供程序员编程使用,专用寄存器的作用是固定的,如堆栈指针 SP、标志寄存器 F 等。

(1) 通用寄存器。可由用户灵活支配,用来寄存参与运算的数据或地址信息。

(2) 地址寄存器。专门用来存放地址信息的寄存器。

(3) 指令计数器 (Program Counter, PC)。用来指明下一条指令在存储器中的地址。每取一个指令字节,PC 自动加 1,如果程序需要转移或分支,只要把转移地址放入 PC 即可。

(4) 堆栈指示器 SP (Stack Pointer)。用来指示 RAM 中堆栈栈顶的地址。SP 寄存器的内容随着堆栈操作的进行自动发生变化。

(5) 变址寄存器 SI、DI。用来存放要修改的地址,也可以用来暂存数据。

(6) 数据寄存器 (Data Register, DR)。用来暂存数据或指令。

(7) 地址寄存器 (Address Register, AR)。用来存放正要取出的指令地址或操作数地址。

### 五、内部总线和总线缓冲器

内部总线把 CPU 内各寄存器和 ALU 连接起来,以实现各单元之间的信息传送。内部总线分为内部数据总线和地址总线,它们分别通过数据缓冲器和地址缓冲器与芯片外的系统总线相连。缓冲器用来暂时存放信息 (数据或地址),它具有驱动放大能力。

#### 1.2.3 微机系统硬件的组成及结构

图 1-3 为微机系统硬件的组成及结构。微机的硬件主要由微处理器、存储器、输入/输出接口和外部设备等组成。各组成部分之间通过系统总线联系起来。

(1) 微处理器 CPU。它是微机的运算、控制核心,用来实现算术、逻辑运算,并对全机进行控制。它包含运算器、控制器和寄存器组三个部分,其中控制器用来协调控制所有的操作,运算器用来进行数据运算,寄存器组用来暂时存放参加数据以及运算中间结果。

(2) 存储器 M。它用来存储程序和数据,可分为内部存储器 (简称主存或内存) 与外部存储器 (简称辅存或外存)。存储器以单元为单位线性编址,CPU 按地址读/写其单元,通常一个单元存放 8 位二进制数 (即 1 个字节)。计算机程序只有存放到内存中才能被执行。内存可分为只读存储器 (Read Only Memory, ROM) 和随机存取存储器 (Random Access

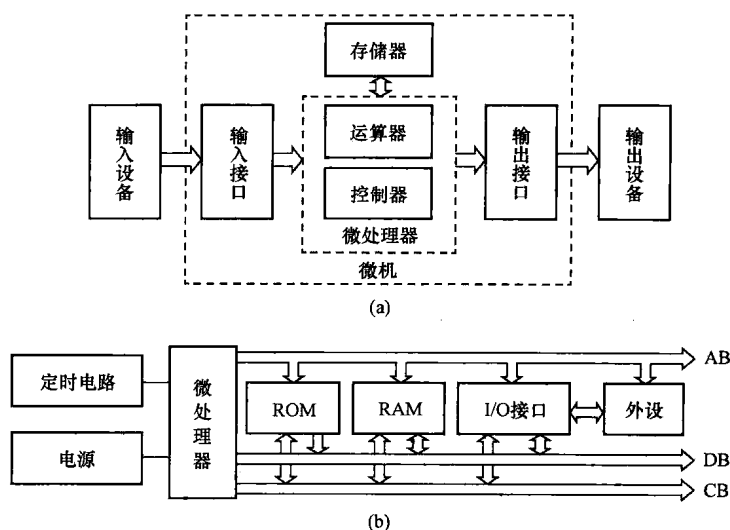


图 1-3 微机系统硬件的组成及结构

(a) 微机系统的硬件组成; (b) 微机系统的硬件结构

Memory, RAM) 两种类型。图 1-3 中的存储器实际上仅是内存, 而外存需通过相应的 I/O 接口才能与主机相连。

(3) 输入/输出接口 (也称 I/O 接口)。微机与外部设备之间的连接与信息交换不能直接进行, 必须通过 I/O 接口将两者连接起来。I/O 接口在两者之间起暂存、缓冲、类型变换及时序匹配等协调工作。

(4) 外部设备 (简称外设或 I/O 设备)。它是微机与外界联系的设备, 计算机通过外设获得各种外界信息, 并且通过外设输出运算处理结果。它包括输入设备和输出设备, 常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪、摄像机等, 常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

(5) 系统总线。系统总线是一组连接计算机各部件 (即 CPU、存储器、I/O 接口) 的公共信号线。根据所传送信息的不同, 系统总线可分为数据总线 DB (Data Bus)、地址总线 AB (Address Bus) 和控制总线 CB (Control Bus) 三种类型, AB、DB 和 CB 分别是用来传送地址、数据和控制信息的信号线。微机采用三总线结构, 这可使微机系统的结构简单、维护容易、灵活性大和可扩展性好。CPU 通过三总线实现读取指令, 并通过它与内存、外设之间进行数据交换。

实际上, 微机中总线一般有内部总线、系统总线和外部总线之分。其中内部总线是微机内部各外围芯片与处理器之间的总线, 用于芯片一级的互联; 外部总线则是微机 and 外部设备之间的总线, 微机通过该总线和其他设备进行信息与数据交换, 它用于设备一级的互联; 而系统总线是微机中各插件板与系统板之间的总线, 用于插件板一级的互联, 它一般采用 AB、DB 和 CB 三总线形式。通过制定统一的总线标准容易使不同设备间实现互联, 目前系统总线的标准主要有 ISA、EISA、VESA、PCI、Compact PCI 等。其中, ISA 总线是 IBM 公司 1984 年为推出 PC/AT 机而建立的系统总线标准 (也称 AT 总线), 它是对 XT 总线的扩展, 以适应 8/16 位数据总线要求, 它在 80286 至 80486 时代应用非常广泛, 以至于现在奔腾机中还保留有 ISA 总线插槽, ISA 总线有 98 只引脚。EISA 总线是 1988 年由 Compaq 等 9 家公司联合推