

普通高等院校计算机基础教育规划教材·精品系列

微型计算机原理

与接口技术学习指导

(第四版)

杨立 邓振杰 荆淑霞 等编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等院校计算机基础教育规划教材·精品系列

微型计算机原理与 接口技术学习指导

(第四版)

杨立 邓振杰 荆淑霞 等编著

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



内 容 简 介

本书与主教材《微型计算机原理与接口技术（第四版）》（中国铁道出版社出版）配套使用。全书共计15章，前14章按照主教材中章节内容进行编排，提供各章的学习要点、重点知识、典型例题解析、思考与练习题解答等内容；第15章给出16个典型实验的操作指导；附录中给出3套模拟试题及参考答案、DOS常用命令及出错信息、8086指令系统、DOS系统功能调用、BIOS中断调用等，以供读者学习和借鉴。

本书融入作者多年教学和科研实践经验，内容由浅入深、循序渐进、重点突出、应用性强；从教学规律和认知习惯出发，合理编排教学内容，全面阐述微机原理与接口技术中必须掌握的基本知识和基本技能，为今后实际应用奠定坚实基础。

本书适合作为应用型本科院校计算机专业“微型计算机原理与接口技术”课程的辅助教材，也可作为高等职业教育、成人教育、在职人员培训、高等教育自考人员和从事微机硬件及软件开发工程技术人员学习和应用的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

微型计算机原理与接口技术学习指导 / 杨立等编著. — 4版. —
北京：中国铁道出版社，2016.2
普通高等院校计算机基础教育规划教材. 精品系列
ISBN 978-7-113-21418-0

I. ①微… II. ①杨… III. ①微型计算机—理论—高等学校—
教材 ②微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第012030号

书 名：微型计算机原理与接口技术学习指导（第四版）
作 者：杨 立 邓振杰 荆淑霞 等编著

策 划：刘丽丽

读者热线：(010) 63550836

责任编辑：周 欣 彭立辉

封面设计：一克米工作室

责任校对：汤淑梅

责任印制：郭向伟

出版发行：中国铁道出版社（100054，北京市西城区右安门西街8号）

网 址：<http://www.51eds.com>

印 刷：三河市宏盛印务有限公司

版 次：2004年8月第1版 2007年8月第2版 2010年3月第3版 2016年2月第4版
2016年2月第1次印刷

开 本：787mm×1092mm 1/16 印张：12.5 字数：300千

印 数：1~3 000册

书 号：ISBN 978-7-113-21418-0

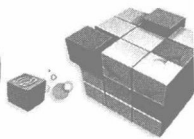
定 价：27.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书，如有印制质量问题，请与本社教材图书营销部联系调换。电话：(010) 63550836

打击盗版举报电话：(010) 51873659

前言（第四版）



本书在《微型计算机原理与接口技术学习指导（第三版）》的基础上改版，配合主教材《微型计算机原理与接口技术（第四版）》（中国铁道出版社出版）的架构及内容进行了修改和调整，删去一些比较浅显和累赘的知识，修改和补充了一些实用知识及应用实例。使书中各章节内容相对独立又相互衔接，形成层次化和模块化的知识体系，并兼顾不同层次的教学需求。

全书共计 15 章。第 1~14 章按照主教材中微型计算机基础知识、典型微处理器、寻址方式与指令系统、汇编语言及程序设计、总线技术、存储器系统、输入/输出接口技术、可编程 DMA 控制器 8237A、中断技术、可编程并行接口芯片 8255A、可编程串行接口芯片 8251A、可编程定时器/计数器接口芯片 8253、人机交互设备及接口、D/A 及 A/D 转换器 14 章的内容展开，提供各章学习要点、重点知识、典型例题解析、思考与练习题解答等。第 15 章实验操作指导中给出 16 个典型实验的目的、内容及要求和参考程序等。在附录中给出 3 套模拟试题及其解答、DOS 常用命令及出错信息、8086 指令系统、DOS 系统功能调用、BIOS 中断调用等，为课程的教学、实践训练和课后复习提供强有力的帮助。

本书强调与主教材的配套性和实用性，层次清晰、脉络分明、由浅入深、循序渐进、重点突出、内容精练。在内容编排上注重课程知识体系的完整和前后内容的合理衔接，突出应用特色，对各章知识点进行阐述分析和归纳总结后，通过典型例题解析以及各章思考与练习题的解答，使读者能够理解和掌握各章主体知识。书中所设计的程序仅供读者借鉴与参考，可在此基础上开拓思路，举一反三。

本书适合作为应用型本科院校计算机专业“微型计算机原理与接口技术”课程的辅助教材，也可作为高等职业教育、成人教育、在职人员培训、高等教育自学人员和从事微型计算机硬件和软件开发的工程技术人员学习和应用的参考书。

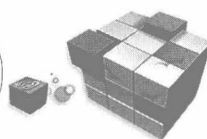
本书由杨立、邓振杰、荆淑霞等编著。各章编写分工：杨立编写了第 1~5 章、第 15 章及附录；邓振杰编写了第 6~9 章；荆淑霞编写了第 10~14 章。参加本书大纲讨论和部分内容编写工作的还有曲凤娟、金永涛、王振夺、李楠、朱蓬华等。全书由杨立负责组织与统稿。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2015 年 11 月

目 录



第 1 章 微型计算机基础知识.....	1
1.1 本章重点知识.....	1
1.1.1 微型计算机概述.....	1
1.1.2 微型计算机硬件结构及其功能.....	2
1.1.3 微型计算机系统.....	3
1.1.4 计算机中的数制及其转换.....	4
1.1.5 计算机中机器数的表示.....	5
1.1.6 计算机中常用编码.....	6
1.2 典型例题解析.....	6
1.3 思考与练习题解答.....	10
第 2 章 典型微处理器.....	15
2.1 本章重点知识.....	15
2.1.1 典型微处理器主要性能指标及基本功能.....	15
2.1.2 微处理器的内部结构和外部引脚.....	15
2.1.3 存储器的内部结构及 I/O 端口组织.....	16
2.1.4 总线周期及工作方式.....	17
2.1.5 8086 微处理器操作时序.....	18
2.1.6 32 位微处理器简介.....	18
2.2 典型例题解析.....	19
2.3 思考与练习题解答.....	22
第 3 章 寻址方式与指令系统.....	25
3.1 本章重点知识.....	25
3.1.1 指令系统与指令格式.....	25
3.1.2 寻址及寻址方式.....	25
3.1.3 8086 指令系统的寻址方式.....	26
3.1.4 8086 指令系统.....	26
3.1.5 DOS 功能调用和 BIOS 中断调用.....	28
3.1.6 Pentium 微处理器新增寻址方式和指令.....	28
3.2 典型例题解析.....	29
3.3 思考与练习题解答.....	34
第 4 章 汇编语言及程序设计.....	38
4.1 本章重点知识.....	38
4.1.1 汇编语言及语句格式.....	38



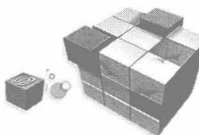
4.1.2	汇编语言表达式和运算符.....	39
4.1.3	汇编语言程序结构.....	39
4.1.4	汇编语言常用伪指令.....	40
4.1.5	汇编语言的工作环境与上机步骤.....	41
4.1.6	汇编语言程序设计.....	41
4.1.7	宏指令与宏汇编.....	42
4.1.8	重复汇编与条件汇编.....	43
4.2	典型例题解析.....	43
4.3	思考与练习题解答.....	50
第5章	总线技术.....	57
5.1	本章重点知识.....	57
5.1.1	总线技术概述.....	57
5.1.2	系统总线.....	58
5.1.3	局部总线.....	59
5.1.4	外围设备总线.....	60
5.2	典型例题解析.....	61
5.3	思考与练习题解答.....	63
第6章	存储器系统.....	66
6.1	本章重点知识.....	66
6.1.1	存储器概述.....	66
6.1.2	半导体存储器.....	68
6.1.3	随机存储器 (RAM).....	69
6.1.4	只读存储器.....	70
6.1.5	存储器的扩展与寻址.....	70
6.1.6	存储器与 CPU 的连接.....	71
6.1.7	辅助存储器.....	72
6.1.8	新型存储器技术.....	73
6.2	典型例题解析.....	74
6.3	思考与练习题解答.....	75
第7章	输入/输出接口技术.....	78
7.1	本章重点知识.....	78
7.1.1	概述.....	78
7.1.2	输入/输出的数据传送方式.....	79
7.2	典型例题解析.....	80
7.3	思考与练习题解答.....	82
第8章	可编程 DMA 控制器 8237A.....	84
8.1	本章重点知识.....	84



8.1.1 概述	84
8.1.2 8237A 的内部结构	84
8.1.3 8237A 的工作方式	85
8.1.4 8237A 的内部寄存器功能及格式	85
8.1.5 8237A 的编程及应用	89
8.2 典型例题解析	90
8.3 思考与练习题解答	91
第 9 章 中断技术	93
9.1 本章重点知识	93
9.1.1 中断技术概述	93
9.1.2 8086 中断系统	95
9.1.3 可编程中断控制器 8259A 及其应用	96
9.2 典型例题解析	98
9.3 思考与练习题解答	100
第 10 章 可编程并行接口芯片 8255A	103
10.1 本章重点知识	103
10.1.1 并行接口的分类及特点	103
10.1.2 通用可编程并行接口芯片 8255A	103
10.2 典型例题解析	105
10.3 思考与练习题解答	106
第 11 章 可编程串行接口芯片 8251A	109
11.1 本章重点知识	109
11.1.1 串行通信的基本概念	109
11.1.2 8251A 的结构与应用	109
11.2 典型例题解析	112
11.3 思考与练习题解答	113
第 12 章 可编程定时器/计数器接口芯片 8253	116
12.1 本章重点知识	116
12.1.1 定时器/计数器的基本概念	116
12.1.2 可编程定时器/计数器芯片 8253	116
12.2 典型例题解析	118
12.3 思考与练习题解答	119
第 13 章 人机交互设备及接口	122
13.1 本章重点知识	122
13.1.1 键盘及接口	122
13.1.2 鼠标及接口	123



13.1.3 视频显示接口.....	124
13.1.4 打印机接口.....	125
13.1.5 其他外设简介.....	126
13.2 典型例题解析.....	126
13.3 思考与练习题解答.....	127
第 14 章 D/A 及 A/D 转换器.....	129
14.1 本章重点知识.....	129
14.1.1 D/A 转换器基本原理与应用.....	129
14.1.2 A/D 转换器基本原理与应用.....	130
14.2 典型例题解析.....	132
14.3 思考与练习题解答.....	134
第 15 章 实验操作指导.....	136
15.1 DEBUG 调试程序的使用.....	136
15.2 汇编语言上机基本操作.....	141
15.3 典型指令与顺序结构程序设计.....	145
15.4 分支结构程序设计.....	146
15.5 单循环结构程序设计.....	147
15.6 双重循环结构程序设计.....	148
15.7 子程序结构程序设计.....	150
15.8 DOS 功能调用实验.....	151
15.9 高级汇编程序设计实验.....	153
15.10 存储器扩展实验.....	154
15.11 8253 定时器/计数器编程实验.....	155
15.12 8255A 并行通信实验.....	156
15.13 8251A 串行通信实验.....	159
15.14 DMA 传送控制实验.....	159
15.15 8259A 中断控制器编程实验.....	161
15.16 数据采集系统实验.....	162
附录 A 模拟试题及参考答案.....	166
附录 B DOS 常用命令及出错信息.....	178
附录 C 8086 指令系统.....	180
附录 D DOS 系统功能调用 (INT 21H).....	184
附录 E BIOS 中断调用.....	189
参考文献.....	192



学习要点:

- 微处理器的产生和发展。
- 微型计算机的特点与性能指标。
- 微型计算机软硬件结构及系统组成。
- 计算机中的数制及其转换。
- 无符号数和带符号数的表示。
- 定点数与浮点数的表示。
- ASCII 码、BCD 码的概念及应用。



1.1 本章重点知识

1.1.1 微型计算机概述

1. 微处理器的产生和发展

微处理器 (Microprocessor) 诞生于 20 世纪 70 年代初, 将传统计算机的运算器和控制器等部件集成在一块大规模集成电路芯片上作为中央处理部件 (Control Processing Unit, CPU)。按照字长和功能划分, 微处理器经历了以下 6 代的演变:

- (1) 第 1 代: 4 位和 8 位低档微处理器。
- (2) 第 2 代: 8 位中高档微处理器。
- (3) 第 3 代: 16 位微处理器。
- (4) 第 4 代: 32 位微处理器。
- (5) 第 5 代: 超级 32 位 Pentium 微处理器。
- (6) 第 6 代: 新一代 64 位微处理器 Merced。

2. 微型计算机的分类

(1) 按照微处理器能够处理的数据字长, 分为 4 位、8 位、16 位、32 位、64 位等微型计算机。

(2) 按照微型计算机的利用形态, 分为单片微型计算机、单板微型计算机、位片式微型计算机和微型计算机系统。

3. 微型计算机的特点

(1) 功能强: 体现在运算速度快, 计算精度高, 配有丰富的软件, 实际处理能力强, 应用范围广。

(2) 可靠性高: 由于微处理器及其配套系列芯片集成度高, 减少了大量的焊点、连线、



接插件等不可靠因素，使其可靠性大大加强。

(3) 价格低：微处理器及其配套系列芯片适合大批量生产，产品成本低。

(4) 适应性强：体现在硬件扩展方便，配套的支持芯片和相关支持软件丰富。

(5) 体积小、重量轻：微处理器及配套芯片都比较小，使整机体积明显缩小，重量减轻。

(6) 维护方便：由于采用标准化、模块化和系列化的硬件结构与软件配置，加上有自检、诊断及测试等技术，可及时发现和排除系统故障。

4. 微型计算机的性能指标

(1) 位 (bit)：指 1 个二进制位，由“0”和“1”两种状态构成。

(2) 字长：指微处理器内部寄存器、运算器、数据总线等部件之间传输数据的宽度或位数。

(3) 字节 (B)：计算机中通用的基本存储和处理单元，由 8 个二进制位组成。

(4) 字：计算机内部进行数据处理的常用单位，由 16 个二进制位组成。

(5) 主频：微处理器芯片时钟频率，决定微型计算机的处理速度。

(6) 主存容量：主存储器中 RAM 和 ROM 的总和，是衡量微型计算机的数据处理能力的一个重要指标。

(7) 可靠性：指计算机在规定的时间内和工作条件下正常工作不发生故障的概率。

(8) 兼容性：指计算机中的数据处理、I/O 接口、指令系统等硬件和软件可用于其他多种系统的性能。

(9) 性能价格比：指计算机的软、硬件性能与售价的关系，是衡量产品优劣的综合性指标。

1.1.2 微型计算机硬件结构及其功能

1. 微型计算机的硬件结构

硬件的基本功能是接收计算机程序，并在程序的控制下完成数据输入、数据处理和输出结果等任务。

通用微型计算机硬件系统的各典型部件如图 1-1 所示。

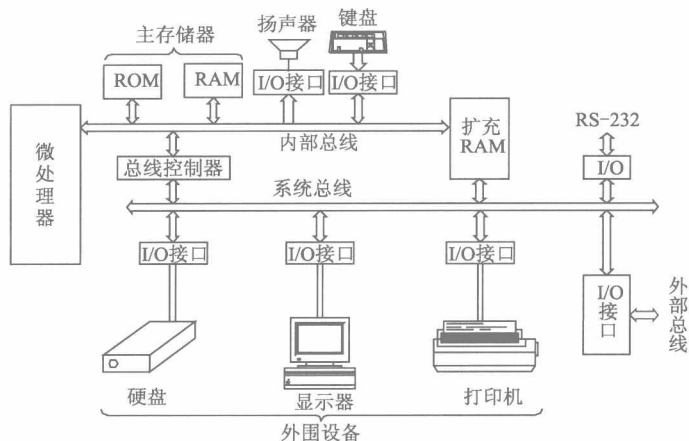


图 1-1 通用微型计算机的硬件系统各典型部件



2. 各模块功能简介

硬件系统主要包括以下几部分：

(1) 微处理器：微型计算机的核心部件，包含运算器、控制器、寄存器组及总线接口等，负责对计算机系统各部件进行统一的协调和控制。

(2) 主存储器：用于存储程序及原始数据、中间结果和最终结果等。分为随机存储器（RAM）和只读存储器（ROM），两者共同构成主存储器。

(3) 系统总线：CPU 与其他部件间传输数据、地址和控制信息的公共通道。根据传输内容分数据总线（DB）、地址总线（AB）、控制总线（CB）。

(4) I/O 接口：微型计算机与外围设备间交换信息的桥梁，一般由寄存器组、专用存储器和控制电路等组成，所有外围设备都通过各自接口电路连接到微型计算机系统总线上。接口电路的通信方式分为并行通信和串行通信。

(5) 主板：由 CPU、RAM、ROM、I/O 接口电路及系统总线组成的计算机装置简称“主机”，主机的主体是主板。主板上 CPU 插槽、内存插槽、扩展槽、电源插槽、磁盘接口、主控芯片组、BIOS 芯片、CMOS 电池，以及各种外围设备的输入/输出端口等，主板结构如图 1-2 所示。

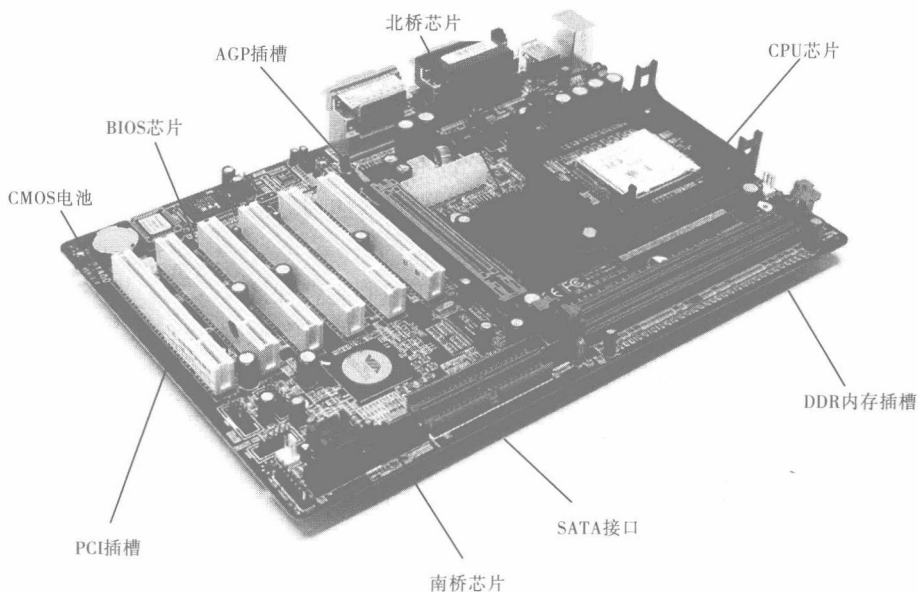


图 1-2 常见微型计算机的主板结构

(6) 辅助存储器：微型计算机中常用的外存可分为磁盘及光盘存储器。通常由盘片、磁盘（光盘）驱动器和驱动器接口电路组成。

(7) 输入/输出设备：最常用的输入设备是键盘、鼠标、扫描仪等，最常用的输出设备是显示器和打印机等。

1.1.3 微型计算机系统

1. 微型计算机系统组成示意图

微型计算机系统包括硬件和软件两大部分，如图 1-3 所示。

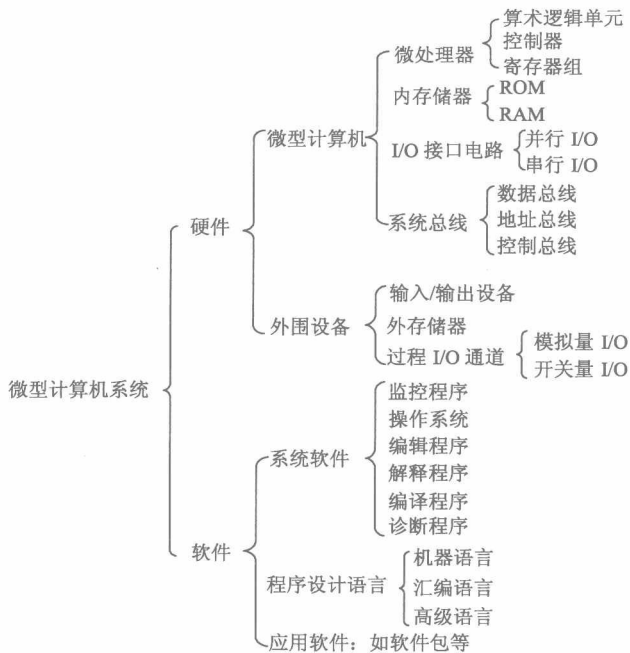


图 1-3 微型计算机的系统组成

2. 微型计算机常用软件

计算机软件包括系统运行所需各种程序、数据、文件、手册和有关资料，由系统软件、程序设计语言、应用软件等组成并形成层次关系，如图 1-4 所示。

(1) 操作系统 (Operating System, OS)：用于控制和管理计算机内各种硬件和软件资源，具有进程与处理机调度、作业管理、存储管理、设备管理、文件管理等五大功能。

(2) 程序设计语言：一组专门设计用来生成一系列可被计算机处理和执行的指令的符号集合。

(3) 应用软件：用户、计算机制造商或软件公司为解决某些特定问题而设计的程序。

用户程序
应用软件
套装软件
语言处理系统
服务型程序
操作系统
计算机硬件

图 1-4 软件系统组成示意

3. 软硬件之间关系

- (1) 硬件和软件相互依存。
- (2) 硬件和软件无严格界线。
- (3) 硬件和软件协同发展。
- (4) 具有软件功能的固件。
- (5) 软件具备兼容性。

1.1.4 计算机中的数制及其转换

1. 计算机中的数制

数制是一种利用特定符号来计数的方法，数制所使用的相应符号称为数码，数码的个数称为基数，每个数码在计数制中所处的位置称为位权。

计算机中采用的计数制主要有二进制、十进制和十六进制等。

各类数制的表示可在数字后加写相应英文字母作为标识。例如，B (Binary) 表示二进制数；D (Decimal) 表示十进制数（其后缀可省略）；H (Hexadecimal) 表示十六进制数。

此外，也可在数字括号外面加数字下标表示。例如， $(110110.101)_2$ 为二进制数； $(218.125)_{10}$ 为十进制数； $(53BE.A8)_{16}$ 为十六进制数。

2. 不同数制之间转换规律

- (1) 十进制整数转换为二进制（或十六进制）整数采用“除基数倒取余”的方法。
- (2) 十进制小数转换为二进制（或十六进制）小数采用“乘基数顺取整”的方法。
- (3) 二进制（或十六进制）数转换为十进制数采用“按位权展开求和”的方法。
- (4) 二进制数转换为十六进制数采用“四合一”的方法；十六进制数转换为二进制数采用“一分四”的方法。

1.1.5 计算机中机器数的表示

1. 机器数的表示方法

计算机内部将一个数及其符号进行数值化表示的方法称为机器数。

完整地表示一个机器数应考虑以下三方面：

- (1) 机器数的范围：与计算机的 CPU 字长有关。
- (2) 机器数的符号：用二进制数最高位表示，“0”表示正数，“1”表示负数。
- (3) 机器数中小数点的位置：有定点数（约定数据的小数点位置固定不变）与浮点数（小数点在数据中位置可左右移动）之分。

2. 带符号数的表示

- (1) 原码：用最高位表示数的符号，其余部分表示数的绝对值。
- (2) 反码：正数的反码与原码相同，负数的反码是其符号位不变，其余各位按位取反。
- (3) 补码：正数的补码与原码相同，负数的补码是其符号位不变，其余各位按位取反后在末尾加 1。

补码表示的数与机器字长有关，8 位字长时补码范围是 $-128 \sim +127$ ，16 位字长时补码范围是 $-32768 \sim +32767$ 。

带符号数用补码表示的好处在于可将减法运算变为加法运算，使运算更简便，计算机中的电路容易实现。

3. 定点数和浮点数的表示

(1) 定点数：用整数表示数据时，将小数点约定在最低位的右边称为定点整数；用纯小数表示数据时，将小数点约定在符号位之后称为定点小数。

例如，8 位字长计算机，小数点位置如图 1-5 所示。

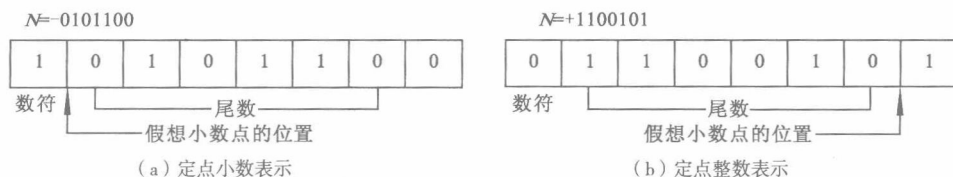


图 1-5 定点数的表示



(2) 浮点数: 要处理的数据既有整数部分又有小数部分可用浮点数表示, 小数点位置不固定, 可表示的数值范围要比定点数大。

通常, 一个二进制数 N 可表示为 $N = \pm 2^P \times S$ 。式中, S 称为 N 的尾数, 即全部有效数字, 2 前面的“±”号是尾数符号; P 称为 N 的阶码, 2 的右上方“±”号是阶码符号。阶码和阶码指明小数点的位置, 小数点随 P 的符号和大小而浮动。

4. 数据溢出及其判断

计算机中数据的运算结果若超过计算机所能表示的数值范围称为数据溢出。例如, 8 位带符号数取值范围是 $-128 \sim +127$, 当 $X \pm Y < -128$ 或 $X \pm Y > 127$ 时产生数据溢出, 将导致错误结果。

可采用参加运算的两数和运算结果的符号位来判断是否产生溢出, 若两个正数相加得到的结果为负数, 或两个负数相加得到的结果为正数, 则产生数据溢出。对于带符号数算术运算, 专门在 CPU 的标志寄存器中设置了溢出标志 OF。当 $OF=1$ 时表示运算结果产生溢出; 当 $OF=0$ 时, 表示运算结果未溢出。

1.1.6 计算机中常用编码

1. ASCII 码

ASCII (American Standard Code for Information Interchange) 是美国标准信息交换代码的简称, 用于给西文字符编码, 包括大小写英文字母、数字、专用字符和控制字符等。

该编码由 7 位二进制数组合而成, 可表示 128 种字符, 其中 34 个起控制作用, 称为“功能码”; 另有 94 个“信息码”, 包括 10 个数字、52 个英文大小写字母、32 个专用符号等。

由于计算机基本存储单位是字节 (B), 1 个字节包含 8 个二进制位 (bit)。因此, 7 位 ASCII 码将字节最高位作为奇偶校验位, 用来校验代码在存储、处理和传输过程中是否发生错误。奇校验时, 每个代码的二进制形式中应有奇数个“1”; 偶校验时, 每个代码的二进制形式中应有偶数个“1”。

为扩大计算机处理信息的范围, 目前 ASCII 码由原来 7 位变为 8 位二进制数构成一个字符编码, 共有 256 个符号。扩展 ASCII 码除原有的 128 个字符外, 又增加了一些常用科学符号和表格线条等。

2. BCD 码

BCD (Binary-Coded Decimal) 码是专门用二进制数表示十进制数, 称为“二-十进制编码”。最常用的是 8421-BCD 编码, 采用 4 位二进制数表示 1 位十进制数, 自左至右每个二进制位对应位权是 8、4、2、1。

BCD 码有两种表示形式:

(1) 压缩 BCD 码: 每位十进制数用 4 位二进制数表示, 即 1 个字节表示两位十进制数。如十进制数 59 采用压缩 BCD 码表示为 01011001B。

(2) 非压缩 BCD 码: 每位十进制数用 8 位二进制数表示, 即 1 个字节表示 1 位十进制数, 且只用每个字节低 4 位表示 0~9, 高 4 位为 0。例如, 十进制数 87 采用非压缩 BCD 码表示为 00001000 00000111B。



1.2 典型例题解析

【例 1.1】简述微处理器、微型计算机及微型计算机系统的含义及其对应关系。

【解析】 本题要求理解微处理器、微型计算机及微型计算机系统的内涵。

(1) 微处理器是微型计算机系统的核心硬件部件，对系统的性能起决定性的影响，主要由运算器（包括算术逻辑部件、累加器、寄存器等）、控制部件、内部总线等组成。

(2) 微型计算机指系统硬件组成，包括微处理器、存储器、I/O 接口及系统总线等。

(3) 微型计算机系统是在微型计算机的基础上配上相应的外围设备和各类软件，形成一个完整的、独立的信息处理系统。

三者之间的关系如图 1-6 所示。

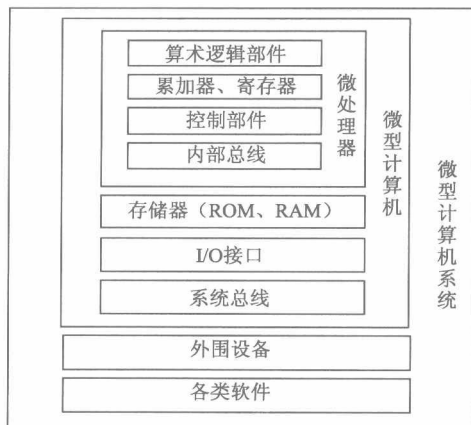


图 1-6 微处理器、微型计算机及微型计算机系统

【例 1.2】 将十进制数 158.625 分别转化为二进制数、十六进制数和压缩 BCD 码。

【解析】 本题可按照转换规律将给定十进制数的整数和小数部分分别进行转换。

(1) 十进制数转换为二进制数

① 十进制整数转换为二进制整数：用基数 2 连续除该十进制整数，直至商等于“0”为止，然后逆序排列余数，可得相应的二进制整数值。

按照转换规律，本题十进制数的整数部分用“除 2 倒取余”方法转换，过程如下：

2	158	0	↑	低
2	79	1		
2	39	1		
2	19	1		
2	9	1		
2	4	0		
2	2	0		
2	1	1		高
	0			

② 十进制小数转换为二进制小数：用基数 2 连续乘以该十进制小数，直至乘积小数部分等于“0”，然后顺序排列每次乘积整数部分，可得相应的二进制小数各位值。

本题十进制数小数部分采用“乘 2 顺取整”方法转换，过程如下：

	0.625 × 2 = 1.25	1	↓	高
	0.25 × 2 = 0.5	0		
	0.5 × 2 = 1.0	1		低

注意： 小数部分转换时，若乘积的小数部分一直不为“0”，可根据计算精度的要求截取一定位数。

两者组合后可得十进制数 158.625 转换为二进制数的最终结果：



$$158.625=(10011110.101)_2$$

(2) 十进制数转换为十六进制数。

① 十进制数 158.625 的整数部分转换为十六进制整数，用“除 16 倒取余”的方法进行转换，过程如下：

	158	余数
16	9	14 (十六进制数为 E)
		9

② 十进制数 158.625 的小数部分用“乘 16 顺取整”的方法转换，过程如下：

$$0.625 \times 16 = 10.000 \quad \text{整数位 } 10 \text{ (十六进制数为 A)}$$

两者组合后可得十进制数 158.625 转换为十六进制数的最终结果：

$$158.625=(9E.A)_{16}$$

(3) 十进制数转换为压缩 BCD 码。

十进制数转换为压缩 BCD 码时，将每位十进制数用 4 位二进制数表示即可。

1	5	8	.	6	2	5
↓	↓	↓		↓	↓	↓
0001	0101	1000	.	0110	0010	0101

所以， $158.625=(101011000.011000100101)_{\text{压缩 BCD}}$

【例 1.3】 将二进制数 $(1001.11001)_2$ 分别转换为十进制数和十六进制数。

【解析】 二进制数是计算机内部数值处理的基本数制，可按照转换规律分别转换为其他计数制。

(1) 二进制数转换为十进制数。二进制数转换为十进制数时，用其各位所对应的系数 1 (系数为 0 时可不必计算) 乘以基数为 2 的相应位权，依次求和后可得对应十进制数。

本题给定的二进制数转换为十进制数过程如下：

$$\begin{aligned} (1001.11001)_2 &= 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-5} \\ &= 8 + 1 + 0.5 + 0.25 + 0.03125 \\ &= 9.78125 \end{aligned}$$

(2) 二进制数转化为十六进制数。

二进制数转化为十六进制数的方法是“四合一”。

① 整数部分：自右向左 4 位一组，不够位时补 0，每组对应一个十六进制数码。

② 小数部分：自左向右 4 位一组，不够位时补 0，每组对应一个十六进制数码。

本题中给定的二进制数转换为十六进制数过程如下：

1001	.	1100		1000
↓		↓		↓
9	.	C		8

所以， $(1001.11001)_2=(9.C8)_{16}$

【例 1.4】 写出十进制数 -26 的原码、反码和补码表示 (采用 8 位二进制，最高位为符号位)。

【解析】 本题要熟悉带符号数的原码、反码和补码的表示方法。



(1) 原码表示: 规定正数的符号位为“0”, 负数的符号位为“1”, 其余位为数的绝对值, 得到的就是数的原码。

(2) 求反码规则: 对于带符号数来说, 正数的反码与其原码相同, 负数的反码为其原码除符号位外的各位按位取反。

(3) 求补码规则: 正数的补码与其原码相同, 负数的补码为其反码在最低位加 1。

本题先将给定十进制数转换为二进制数。采用“除 2 倒取余”的方法转换, 过程如下:

		余数	
2	26	0	↑ 低 高
2	13	1	
2	6	0	
2	3	1	
2	1	1	
	0		

即 $(26)_{10} = (11010)_2$

根据规则, 可得十进制数 -26 的原码、反码和补码表示 (采用 8 位二进制数):

-26 的原码 = $(10011010)_2$

-26 的反码 = $(11100101)_2$

-26 的补码 = $(11100110)_2$

【例 1.5】 已知 $[X]_{\text{补码}} = (01011001)_2$, 求真值 X ; 已知 $[X]_{\text{补码}} = (11011010)_2$, 求真值 X 。

【解析】 本题讨论补码与其真值之间的转换。

给定某数的补码求真值的方法: 已知正数的补码, 其真值等于正数补码的本身; 已知负数的补码, 求真值时可将补码按位求反最后在末位加 1, 即得该负数补码对应的真值。

根据计算方法可得本题的结果如下:

(1) 由于 $[X]_{\text{补码}} = (01011001)_2$, 符号位为“0”, 代表的数是正数, 则其真值:

$$\begin{aligned} X &= +(01011001)_2 \\ &= +(1 \times 2^6 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^0) \\ &= +(64 + 16 + 8 + 1) \\ &= +89 \end{aligned}$$

(2) 由于 $[X]_{\text{补码}} = (11011010)_2$, 符号位为“1”, 代表的数是负数, 则其真值:

$$\begin{aligned} X &= -([1011010]_{\text{求反}} + 1)_2 \\ &= -(0100101 + 1)_2 \\ &= -(0100110)_2 \\ &= -(1 \times 2^5 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1) \\ &= -(32 + 4 + 2) \\ &= -38 \end{aligned}$$

【例 1.6】 根据 ASCII 码的表示, 查表写出下列字符的 ASCII 码。

- (1) 3 (2) 8 (3) a (4) A (5) Z
(6) DEL (7) LF (8) CR (9) \$ (10) =

【解析】 ASCII 码是美国标准信息交换代码, 由 7 位二进制数组合而成, 可表示 128 种字