

机械类

高级技工学校统编教材 高级工培训教材

# 微型计算机原理及应用



中国劳动出版社

表表 (912) 且制编本生国

# 机械类

2001, 社理出保安国中, 京北一, 编移再国法, 国京成理编, 国书社理南

特管博教工技新, 特管工技新高技制

号-2005-2-05-1, 10121

高级技工学校统编教材

高级工培训教材

中教, 1

一, 1

国编本基, 国京行版新, 1

823T, 1

号-2005-2-05-1, 10121

## 微型计算机原理及应用

高级技工学校机械类教材编审委员会组织编写

中国劳动出版社

**图书在版编目 (CIP) 数据**

微型计算机原理及应用/吕汉衡等编. —北京:中国劳动出版社,1999  
机械类高级技工学校、高级工培训教材

ISBN 7-5045-2295-3

I. 微…

II. 吕…

III. 微型计算机-基本知识

IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 37016 号

**微型计算机原理及应用**  
**高级技工学校机械类教材编审委员会组织编写**

特约编辑 张丽娟

责任编辑 孟陆英

责任设计 李莎黛

责任校对 马 维

中国劳动出版社出版

(100029 北京市惠新东街1号)

中国青年出版社印刷厂印刷 新华书店总店北京发行所发行

1999年5月第1版 2002年11月北京第3次印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 9.5

字数: 232 千字 印数: 2000 册

定价: 15.80 元

## 简 介

为了更有效地培养高级技能人才,自1995年起,原劳动部、原机械工业部和中国航空工业总公司依据国家《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》,共同组织编写了一套机械类高级技工学校统编教材,本书是其中的一本。

本书主要内容有:微型计算机的组成、微型计算机的工作原理、MCS-51单片机的指令系统、微型计算机在机械冷加工中的应用等。

本书可作为高级技工学校机械专业、中级技工学校机械高级班的教材,也可作企业高级工培训和工人自学用书。

本书由广西机械高级技工学校吕汉衡、覃斌、秦妮妮、吕柳生编写,吕汉衡主编;由山东威海市高级技工学校朱文广审稿。

## 前 言

高级技工教育是较高层次的职业技术教育。发展高级技工教育既是我国经济发展和现代化建设的需要,也是提高劳动者素质的需要。为加快培养高级技能人才,原劳动部从1990年开始试办高级技工学校,之后又在省级以上重点技工学校中选择了一批骨干学校陆续建立起高级技工学校几十所。几年来,这些高级技工学校已经成为高级职业培训基地,承担着培养高级技术工人、技师、生产实习指导教师以及其他高级技能人才的任务。

为了规范高级技工学校的教学,较好地解决教材的使用问题,1995年3月,原劳动部职业技能开发司会同原机械工业部教育司和中国航空工业总公司教育局,共同召开了高级技工学校机械类教学计划研讨会,提出“制订教学计划,并通过教学计划对培养目标进行质量检查,是保证高级技工学校健康发展的重要条件”。本套高级技工学校机械类统编教材,就是根据会议通过的高级技工学校机械类教学计划组织编写的。

本套教材以国家颁布的《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》为依据,文化基础课教材突出了实用性和服务性;专业课教材注意了从技能培养的需要出发确定编写内容,力求紧密结合企业的技术和生产实际;专业技能训练教材大量吸收了现场工人在生产中总结出来的操作经验和特殊技巧,补充了相关的专业知识,并介绍了国内较先进的技术和工艺。基本做到了从专业工种的实际需要出发,重点讲清知识应用的条件、方法和手段,使文化基础课为专业课服务,

专业课为技能训练服务,最终提高学生的操作技能和分析、解决实际问题的能力。

本套教材既可以作为高级技工学校的教材,也可以作为高级技工的培训教材。但由于我国高级技工教育正处在发展阶段,教材建设还存在着各种各样的问题,因此在选用本套教材时,一定要结合本单位的实际情况安排教学。

在近两年的教材编审工作中,得到了有关方面的大力支持,特别是一些高级技工学校的教师,承担了大量的编审任务,在此一并致以诚挚的感谢。欢迎大家在使用中将发现的问题及时反馈给我们,以便适时修订。

高级技工学校机械类教材编审委员会

1998年12月

# 目 录

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| 第一章 概 述.....              | ( 1 )  |
| § 1.1 微型计算机发展概况 .....     | ( 1 )  |
| § 1.2 微型计算机系统组成 .....     | ( 2 )  |
| § 1.3 微型计算机的特点及应用 .....   | ( 3 )  |
| 习 题 .....                 | ( 5 )  |
| 第二章 微型计算机的基本组成和工作原理.....  | ( 6 )  |
| § 2.1 微型计算机的基本知识 .....    | ( 6 )  |
| § 2.2 微型计算机、单板机、单片机.....  | ( 13 ) |
| § 2.3 微型计算机的基本结构 .....    | ( 14 ) |
| § 2.4 单片机的结构及功能 .....     | ( 16 ) |
| § 2.5 定时器/计数器 .....       | ( 30 ) |
| § 2.6 串行接口 .....          | ( 35 ) |
| § 2.7 中断系统 .....          | ( 41 ) |
| 习 题 .....                 | ( 50 ) |
| 第三章 MCS-51 单片机的指令系统 ..... | ( 52 ) |
| § 3.1 程序设计语言简介 .....      | ( 52 ) |
| § 3.2 指令格式和寻址方式 .....     | ( 53 ) |
| § 3.3 指令系统 .....          | ( 61 ) |
| § 3.4 程序设计举例 .....        | ( 81 ) |
| 习 题 .....                 | ( 83 ) |
| 第四章 微型计算机的应用.....         | ( 86 ) |
| § 4.1 概述 .....            | ( 86 ) |
| § 4.2 顺序控制 .....          | ( 87 ) |
| § 4.3 顺序控制应用举例 .....      | ( 91 ) |
| § 4.4 数字控制 .....          | ( 97 ) |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| § 4.5 数字控制的应用举例 .....        | (103) |
| § 4.6 抗干扰技术 .....            | (109) |
| § 4.7 微机控制机械在冷加工中的故障显示 ..... | (113) |
| 实验指导 .....                   | (120) |
| 实验一 MCS-51 系列单片机键盘操作练习 ..... | (120) |
| 实验二 汇编程序练习 .....             | (123) |
| 实验三 显示练习 .....               | (126) |
| 附录一 MCS-51 指令表 .....         | (132) |
| 附录二 MCS-51 指令编码表 .....       | (136) |
| 附录三 ASCII 表 .....            | (140) |



# 第一章 概 述

## § 1.1 微型计算机发展概况

电子计算机是本世纪人类最重大的科技发明之一，对人类的工作、学习和生活产生了极其深刻的影响，成为各行各业实现现代化的重要技术支柱。电子计算机是本世纪发展得最快的学科之一，自 1946 年第一台电子计算机在美国问世以来，短短的 50 多年时间里，就经历了四次更新换代的变化，性能价格比得到极大的提高，面貌焕然一新。

第一代（1946—1958 年）电子计算机，称为“电子管时代”，以电子管作为主要物理器件，体积大，能耗多，价格昂贵，运算速度为每秒几千次，主要用于科学计算。使用机器语言，操作复杂，需专业人员才能使用。

第二代（1958—1964 年）电子计算机，称为“晶体管时代”，以晶体管作为主要物理器件，体积比电子管小得多，运算速度为每秒几万次，主要用于科学计算、数据处理、事务管理和过程控制。开始使用高级语言，并有了操作系统，简化了计算机的操作使用。

第三代（1964—1970 年）电子计算机，称为“集成电路时代”，以中小规模集成电路作为主要物理器件。集成电路是把几百个电子元件集中在一块几平方毫米的芯片上，使体积和能耗大大减少，运算速度为每秒几十万到几百万次，高级语言和操作系统得到进一步发展，计算机的操作更为简便，开始广泛应用于各个领域。

第四代（从 1970 年起）电子计算机，称为“大规模集成电路时代”，运算速度达每秒几千万次以上。以大规模集成电路作为主要物理器件，在一块芯片上集成了成千上万个晶体管，集成度的提高产生了一种新型计算机——微型计算机，使得计算机更加普及和深入到社会与生活的各个方面。

目前正处于第五代计算机的研制开发阶段，采用超大规模集成电路、激光元件、光存储元件以及其他新技术，智能计算机将实现商品化。

微型计算机的核心是其 CPU 芯片。在 IBM PC 兼容机中常用芯片的型号来命名计算机型号，如采用 80386 芯片的计算机叫 AST386, Compaq386 等等。生产 CPU 芯片的厂家有 Intel, Zilog, Motorola, Cyrix, AMD 等公司。其中以 Intel 公司生产的 80x86 系列最著名。CPU 芯片通常以它的数据位数来分类。从 1971 年 Intel 公司推出 I4004 算起，20 多年来，位数从 4 位，8 位发展到今天的 64 位。大致可以分为 4 个阶段：

第一阶段：4~8 位，主要型号有 Z80, M6800, M6500, I8088 等。

第二阶段：16 位，主要型号有 Z8000, M68000, I8086, I80286 等。

第三阶段：32 位，主要型号有 I80386, I80486, K5 等。

第四阶段：64 位，主要型号有 Pentium (80586), PⅡ, PⅢ (64 位) 等。

位数指计算机参与运算的基本位数，也叫基本字长，它是计算机的主要技术指标之一。基

本字长较长的计算机，运算速度较快，精度较高，处理能力较强。

## § 1.2 微型计算机系统组成

微型计算机系统由硬件系统和软件系统组成。

硬件是指构成计算机的物理实体，包括计算机的主机及其外围设备。

软件包括计算机使用和维护所需的程序和有关的资料。

微型计算机系统的完整表示见图 1.1。

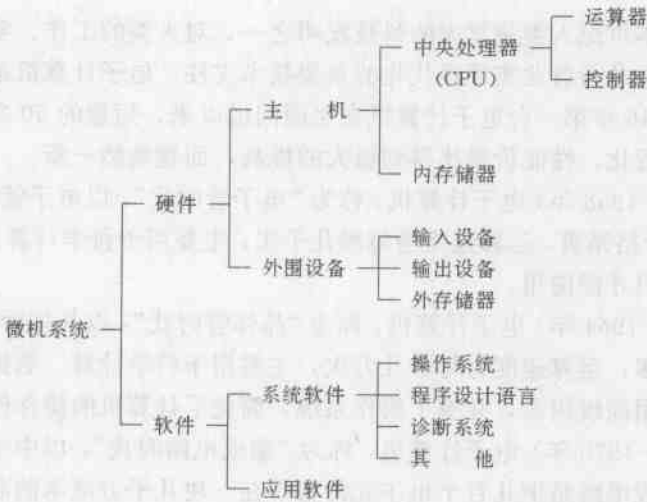


图 1.1 微型计算机系统

### 一、微型计算机的硬件系统

微机硬件系统包括中央处理器、存储器和输入输出设备三大部分。下面分别加以介绍。

#### 1. 中央处理器

硬件系统的核心是中央处理器（Central Processing Unit），简称 CPU。它由控制器和运算器组成，制作在一块大规模集成电路芯片上，又称为微处理器。它主要负责各种运算和控制各部件的协调工作。

（1）控制器 控制器负责从存储器中取出指令、分析指令、执行指令，向其他各部件发出控制信号，使各部件协调一致，一步一步地完成各种操作。

（2）运算器 运算器又称算术逻辑单元（Arithmetic Logic Unit），简称 ALU。它是计算机对数据进行加工的部件，可进行算术运算、逻辑运算或移位操作。

#### 2. 存储器

存储器是计算机存放和记忆数据及程序的部件。存储器内的信息是按地址存取的。向存储器存入信息称为“写入”，写入新的内容则覆盖了原来旧的内容。从存储器里取出信息称为“读出”，信息读出后并不破坏原来存储的内容，因此信息可以重复取出，多次利用。

计算机的存储器分为内存储器和外存储器。

（1）内存储器 内存储器采用半导体集成电路制作，常由大规模集成电路或超大规模集

成电路构成，装在计算机主板或微处理器芯片内，因此叫做内存储器，简称内存。

(2) 外存储器 内存芯片的存储容量有限，有些计算机还配有外存储器，简称外存，以补充内存容量的不足。外存不直接与微处理器交换信息，外存的内容要调入内存以后，微处理器才能处理，因此存取速度慢，但容量大，价格低。

磁盘是微机最常用的外存储器，它们可以把各种程序、数据作为档案资料存储起来，在需要的时候再把这些档案资料送回微机处理。

磁盘又分为软磁盘和硬磁盘两大类。

### 3. 输入、输出设备

输入、输出设备是微机与用户交换信息的工具。

输入设备用来把数据或指令输入给微机进行处理，常用的输入设备有键盘、鼠标器等。

输出设备用来把微机加工处理后产生的信息输出给外界，常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

此外，为了使各种输入、输出设备能与微机适配工作，还需各种输入输出接口电路作为它们之间的桥梁。

## 二、微型计算机的软件系统

软件是用户与硬件之间的联系桥梁。要计算机完成某项运算任务，首先要把解题步骤按照计算机所能理解的语言编成程序，把程序及数据经输入设备输入计算机的内存后，计算机才能在程序的控制下自动进行各种操作和运算，处理完毕后再通过输出设备输出结果。可见，只有内存中存储有程序的计算机才能工作。除此之外，还要有计算机的使用维护说明书、程序的使用说明书等，这些资料是供人看的，没有它，用户也无法使用计算机。我们称这些资料为文档。所以说软件就是各种程序及相关文档的集合。

软件分为系统软件和应用软件两大类，系统软件指管理、监控和维护计算机资源（包括硬件和软件）的软件。它主要包括操作系统、各种程序设计语言及其解释和编译系统、数据库管理系统等。应用软件是计算机用户为了解决某些具体问题而编制的软件，例如文字编辑软件、财务管理软件、工具软件和各种专用软件包等。

硬件和软件构成一个完整的计算机系统，二者缺一不可。没有硬件，计算机就失去了工作的物质基础；没有软件，硬件也无法发挥作用。

硬件和软件之间的分界也不是固定不变的，例如，早期计算机的运算器硬件只有加减法功能，要作乘除运算就要通过编程序把乘除法变换为加减法再通过硬件来实现，后来的计算机都有了乘除法器，于是乘除指令也都用硬件直接实现。总之，有些功能既可以用硬件来实现，也可以用软件来实现。一般说来，用硬件实现的速度快，成本高；用软件实现的速度慢，成本低。

## § 1.3 微型计算机的特点及应用

### 一、微型计算机的特点

微型计算机除了具有电子计算机的运算速度快、运算精度高，具有自动控制和记忆能力，具有逻辑判断能力以及可靠性高等特点外，还具有如下特点：

#### 1. 体积小

采用大规模集成电路的微处理器,其大小仅有几个平方毫米,用它组成的微机也只有插件板那么大小,若是把计算机的基本部件集成在一片芯片上,组成所谓单片机,则体积更小。这就使得以往无法装备计算机的小型设备和家用电器也可以装上微机,拓宽了计算机的应用范围。

## 2. 价格便宜

微型计算机注重普及应用。产量大,因此成本低,价格便宜,不需要严格的运行环境和机房设施,使用方便。这就使得一些小型和廉价的设备可以用上微机。

## 3. 灵活、适应性强

微型计算机的硬件系统采用总线结构,各种部件或设备可方便地通过总线连接,易于构成各种形式的微机系统,并可根据需要进一步扩充。有时,被控过程改变时,只需改变程序而不必对硬件进行重新配置,大大增强了微机的通用性。

## 4. 应用广泛

微型计算机由于体积小、价格便宜、适应性强、使用方便,因此应用极为广泛。目前,工业、农业、科技、国防等各行各业都在使用微型计算机。

# 二、微型计算机的应用

计算机的研究和应用,已成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。当前,微机的应用主要有以下几个方面:

## 1. 数值计算

从“计算机”这个名词可以看出,“计算”是研究、制造计算机的最初目的,利用计算机的运算速度快、大容量存储和连续运算能力强等特点,可以实现人工难以做到的各种科学计算。

## 2. 数据处理

用微机可以处理日常工作和生活中碰到的大量数据,对这些数据进行查询、分类、排序、统计、制表、打印等。例如,企业管理、财务管理、学籍管理、成绩管理、档案、图书情报检索等。

计算机应用从数值到非数值是计算机发展史上的一次飞跃。据统计,目前在计算机应用中,属于非数值的各种信息的数据处理占整个计算机应用的80%以上。计算机是人脑的扩充,它能代替人类进行信息处理、过程控制等,因此人们又把计算机称为电脑。

## 3. 实时控制

用微机来搜集数据,按最佳过程控制对象,实现控制自动化。所谓“实时”即计算机数据处理速度满足被控制对象的要求,处理的结果可立即用来控制。因为被控对象是一种物理过程或生产过程,因此实时控制又称为过程控制。例如,机床、电梯等设备的自动控制,化工产品生产过程的控制等。

## 4. 计算机辅助系统

用微机辅助人们完成某一个系统的任务,主要有:

计算机辅助设计,简称CAD。利用微机辅助人们进行设计工作,实现设计过程自动化或半自动化,提高设计质量,缩短设计时间,节省人力和物力。例如,计算机辅助设计机器、建筑工程、飞机、服装、印刷线路板等。

计算机辅助制造,简称CAM。利用计算机直接控制零部件的加工制造,实现无图纸生产。

计算机辅助教学,简称CAI。利用计算机把各种教学手段综合化、形象化、现代化,进行辅助教学、辅导学生、回答问题、批改作业、编制试题等。使传统的教学模式发生根本性的

改变。

#### 5. 其他应用

办公自动化简称 OA, 用微机来处理日常例行的事务性工作, 如文字处理、资料图像处理、传真、通讯等。OA 系统除了计算机系统外, 还配有复印机、传真机、扫描仪、通讯设备等。

· 人工智能 利用微机模拟人的某些智能行为, 如模拟医生看病、利用计算机作曲、翻译等。

· 组成计算机网络 计算机网络是利用通信线路将分布在不同地点上的多个独立的微机系统连接起来的一种网络, 使各个微机用户能够共享网络中的所有硬件、软件和数据等资源, 实现协同操作, 提高效率, 降低资源消耗。

· 日常生活 微机使家庭生活进入了新的电子时代, 生活方式和生活质量发生了根本性的变化。带微电脑的电视机、音响设备、电话机、全自动洗衣机等已普遍进入了家庭。

· 多媒体电脑 集声音、视频、图像、动画等各种信息媒体于一体的多媒体计算机正在世界范围内普及, 成为 90 年代计算机发展的主流。在我国多媒体技术也方兴未艾, 多媒体计算机不仅可以输入输出文字、数据, 也可以输入输出图像、声音等。多媒体技术与现代通讯结合还可构成多媒体通讯, 使计算机成为家庭娱乐、购物、教育和办公中心。专家们称, 90 年代是多媒体时代。

随着科学技术的进步, 微型计算机的应用将更加广泛。

## 习 题

1. 电子计算机的发展经历了几代, 各代的主要特征是什么?
2. 什么是微型计算机?
3. 微机系统由哪些部分组成?
4. 什么是硬件? 微机的硬件系统主要有哪几部分? 各部分的主要功能是什么?
5. 微机系统常见的输入输出设备有哪些?
6. 什么是计算机软件? 通常分为哪几类?
7. 解释下列名词:

|     |     |    |        |      |     |
|-----|-----|----|--------|------|-----|
| CPU | 内存  | 硬件 | 软件     | 实时控制 | CAD |
| CAM | CAI | OA | 多媒体计算机 |      |     |

## 第二章 微型计算机的基本组成和工作原理

### § 2.1 微型计算机的基本知识

电子计算机的基本功能是进行数值计算, 由于计算机本身的特点, 采用二进制数, 但人们日常使用的数是十进制数。因此, 本节首先介绍十进制数、二进制数和十六进制数以及各数制之间的转换, 然后讨论数在计算机中的表示方法。

#### 一、数制的表示方法

##### 1. 十进制

进位计数制, 简称进位制, 它是一种计数的方法。按照进位的方式进行计数, 以人们常用的十进制来说, 它的数值是用 10 个不同的数码 (0, 1, 2, 3, 4, ..., 9) 来表示, 基数为 10, 计数时按“逢十进一”, 即当计满 10 就向高位进 1。因此, 各位所表示的值就不同, 小数点左边第一位为个位, 左边第二位为十位, 第三位为百位, ..., 小数点右边第一位为十分位, 第二位为百分位, 第三位为千分位, ...。例如, 有一个数为 1 253.312, 可以表示为:

$$1\ 253.312 = 1 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 1 \times 10^{-2} + 2 \times 10^{-3}$$

对于任何一个十进制数  $N$  可以表示为:

$$\begin{aligned} N &= K_n \times 10^n + K_{n-1} \times 10^{n-1} + \cdots + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0 + \\ &\quad K_{-1} \times 10^{-1} + K_{-2} \times 10^{-2} + \cdots + K_{-m} \times 10^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^n (K_i \times 10^i) \end{aligned}$$

式中, 系数  $K_i$  可以是 0~9 十个数码中的任何一个,  $n, m$  为正整数, 它们的值由  $N$  来决定。

在日常生活中, 我们也常用其他进制数, 比如一年有 12 个月, 一小时为 60 分, 一分钟为 60 秒等等, 它们分别为十二进制, 六十进制。在电子计算机中, 为了记数和书写的方便, 除使用基本二进制以外, 还常用八进制和十六进制来表示一个数。

对于  $R$  (任意) 进位计数制, 都可用以下展开式表示:

$$\begin{aligned} N &= K_n \times R^n + K_{n-1} \times R^{n-1} + \cdots + K_1 \times R^1 + K_0 \times R^0 + \\ &\quad K_{-1} \times R^{-1} + \cdots + K_{-m} \times R^{-m} \\ &= \sum_{i=-m}^n (K_i \times R^i) \end{aligned}$$

式中  $K_i$  是 0~( $R-1$ ) 中的某一个数码,  $R$  为基数, 可以取 2, 10, 16 等,  $R^i$  称为  $K_i$  位的权,  $n, m$  都为正整数。

##### 2. 二进制

二进制数的基数为 2, 它有两个基本的数码 0 和 1, 其进位的原则是“逢二进一”, 对于一个任意二进制数  $N$  可表示为:



$$N = K_n \times 2^n + K_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0 + \\ K_{-1} \times 2^{-1} + K_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + K_{-m} \times 2^{-m} \\ = \sum_{i=-m}^n (K_i \times 2^i)$$

式中  $K_i$  可以取 0, 1 两个数其中之一,  $n, m$  为正整数, 例如一个二进制数  $(10110.101)_2$  可以写成:

$$(10110.101)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + \\ 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ = 16 + 0 + 4 + 2 + 0 + 0.5 + 0 + 0.125 \\ = (22.625)_{10}$$

由上式可以看出二进制数和十进制数之间有一定的对应关系, 见表 2.1 所示。

表 2.1

二进制数与十进制数对照表

| 十进制 | 二进制  | 十进制 | 二进制   |
|-----|------|-----|-------|
| 0   | 0    | 9   | 1001  |
| 1   | 1    | 10  | 1010  |
| 2   | 10   | 11  | 1011  |
| 3   | 11   | 12  | 1100  |
| 4   | 100  | 13  | 1101  |
| 5   | 101  | 14  | 1110  |
| 6   | 110  | 15  | 1111  |
| 7   | 111  | 16  | 10000 |
| 8   | 1000 | 17  | 10001 |

### 3. 十六进制

十六进制数基数为 16, 具有十六个不同的数码: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F。其中用字母 A, B, C, D, E, F 可分别表示 10~15 这六个数。其进位原则为“逢十六进一”。由上所述, 对于任意一个十六进制数  $N$  可表示为:

$$N = K_n \times 16^n + K_{n-1} \times 16^{n-1} + \cdots + K_1 \times 16^1 + K_0 \times 16^0 + \\ K_{-1} \times 16^{-1} + \cdots + K_{-m} \times 16^{-m} \\ = \sum_{i=-m}^n (K_i \times 16^i)$$

式中: 16 为基数,  $K_i$  取 0~F 之间的某一个数码,  $n, m$  为正整数,  $K_i, n, m$  的值由  $N$  具体确定。例如:

$$(3AB.8)_{16} = 3 \times 16^2 + A \times 16^1 + B \times 16^0 + 8 \times 16^{-1} \\ = 768 + 160 + 11 + 0.5 \\ = (939.5)_{10}$$

为了书写方便和更好地区分各种数制, 规定用字母 D (或可省略) 表示十进制数, 如 25D 或 25 表示十进制数  $(25)_{10}$ ; 用字母 B 表示二进制数, 如 101101B 表示二进制数  $(101101)_2$ ; 用字母 H 来表示十六进制数, 如 43H 表示十六进制数  $(43)_{16}$ 。各种数制间的对应关系如表 2.2 所示。

表 2.2

二进制、十进制和十六进制对应关系

| 十进制 D | 二进制 B | 十六进制 H |
|-------|-------|--------|
| 0     | 0000  | 0      |
| 1     | 0001  | 1      |
| 2     | 0010  | 2      |
| 3     | 0011  | 3      |
| 4     | 0100  | 4      |
| 5     | 0101  | 5      |
| 6     | 0110  | 6      |
| 7     | 0111  | 7      |
| 8     | 1000  | 8      |
| 9     | 1001  | 9      |
| 10    | 1010  | A      |
| 11    | 1011  | B      |
| 12    | 1100  | C      |
| 13    | 1101  | D      |
| 14    | 1110  | E      |
| 15    | 1111  | F      |
| 16    | 10000 | 10     |

## 二、数制之间的转换

由于二进制数具有基本数码少,即只有 0 和 1 两个数码;运算简单,电气元器件容易实现等优点,所以计算机内部所有信息都用二进制数来表示。由于人们在日常生活中习惯使用十进制数,因此,人们在使用计算机过程中就会遇到二进制数与十进制数之间的转换。

### 1. 二进制数与十进制数之间的转换

#### (1) 二进制数转换成十进制数

二进制数转换成十进制数的方法是“按权展开相加”,即将二进制数按位权展开后,然后相加起来,就得相应的十进制数。

**例 2.1** 把二进制数 1010101B 转换为十进制数。

$$\begin{aligned}
 \text{解: } 1010101\text{B} &= 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\
 &= 64 + 0 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1 \\
 &= 85\text{D}
 \end{aligned}$$

**例 2.2** 把二进制数 0.1011B 转换为十进制数。

$$\begin{aligned}
 \text{解: } 0.1011\text{B} &= 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} \\
 &= 0.5 + 0 + 0.125 + 0.0625 \\
 &= 0.6875\text{D}
 \end{aligned}$$

#### (2) 十进制数转换成二进制数

十进制数转换成二进制数时,是将十进制数整数部分和小数部分分别转换,然后相加即可。



### 1) 整数部分转换

转换方法是“除2取余，逆序排列”，即将一个十进制数反复除以2，逐次得各个余数，直至商到0为止。若最早除得的余数为 $K_0$ ，第二次除得的余数为 $K_1$ ，依次类推，最后除得的余数为 $K_n$ ，则 $K_n K_{n-1} K_{n-2} \cdots K_2 K_1 K_0$ 即为所要求的二进制数。

**例 2.3** 把十进制数 93 转换为二进制数。

解：

|   |    |       | 余数      |
|---|----|-------|---------|
| 2 | 93 | ..... | $K_0=1$ |
| 2 | 46 | ..... | $K_1=0$ |
| 2 | 23 | ..... | $K_2=1$ |
| 2 | 11 | ..... | $K_3=1$ |
| 2 | 5  | ..... | $K_4=1$ |
| 2 | 2  | ..... | $K_5=0$ |
| 2 | 1  | ..... | $K_6=1$ |
|   | 0  |       |         |

则  $93D=1011101B$

### 2) 小数部分转换

转换方法是“乘2取整，顺序排列”，即将要转换的十进制数小数部分乘以2，所得乘积取出其整数部分，小数部分继续乘以2，直到把小数部分的值乘到0或达到所要精度为止。若整数部分为1则对应位取1，若整数部分为0则对应位取0，最先取得的是 $K_{-1}$ 位，第二次取得的是 $K_{-2}$ 位，依次类推，最后得到的是 $K_{-m}$ 位，则 $0.K_{-1}K_{-2}\cdots K_{-m}$ 即为所要求的二进制数。

**例 2.4** 把十进制数 0.781 25 转换为二进制数。

| 解： | 0.781 25 |       | 整数         |
|----|----------|-------|------------|
| ×  | 2        |       |            |
|    | 1.562 50 | ..... | $K_{-1}=1$ |