内蒙古自治区中等职业教育规划教材

微型计算机原理及应用

（第3版）（修订本）

肖金立 编著

本书配有电子教学参考资料包

電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

内蒙古自治区中等职业教育规划教材

微型计算机原理及应用

（第3版）（修订本）

肖金立　编著

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是作者在《微型计算机原理及应用（第 3 版）》的基础上为内蒙古自治区修订而成的。本书以当前 Pentium Ⅳ微型计算机为背景机，系统地介绍微机体系的结构（包括主要元器件、主要部件、各种接口、各类外设的机理和特性），微处理器的寻址方式和指令系统，汇编语言结构和程序设计的基本概念与方法。

本教材可使学生了解微机系统的组成和工作原理，能读懂简单的汇编语言程序，初步掌握汇编语言程序的编辑、汇编、链接、运行和调试方法。并且通过了解主要的微处理器、内存模块、各种接口和各类外设的特点，更好地选择合适的 PC 的系统配置。本教材既可作为职业高中、职业中专计算机专业必修课程的教学用书，同时也适合于作为计算机基础知识培训的通用教材。

本书还配有电子教学参考资料包，详见前言。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理及应用/肖金立编著. —3 版（修订本）. —北京：电子工业出版社，2008.7
内蒙古自治区中等职业教育规划教材
ISBN 978-7-121-07133-1

Ⅰ. 微… Ⅱ. 肖… Ⅲ. 微型计算机—专业学校—教材 Ⅳ. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 107910 号

策划编辑：关雅莉
责任编辑：关雅莉
印　　刷：北京季蜂印刷有限公司
装　　订：三河市万和装订厂
出版发行：电子工业出版社
　　　　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编　100036
开　　本：787×1 092　1/16　印张：16.5　字数：422.4 千字
印　　次：2008 年 7 月第 1 次印刷
定　　价：24.40 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前　言

本教材以8086微处理器为基础，从16位微机提升到32位微机，系统地介绍了当代微型计算机及外部设备的新技术：8086到Pentium Ⅳ微处理器的基本结构及工作原理；8086到Pentium Ⅳ的指令功能；汇编语言程序设计的基本概念、基本技巧和应用；8086到Pentium Ⅳ的输入/输出接口技术；常用外部设备的结构、工作原理及性能。本书的内容先进、结构新颖，注重知识的内在规律和学生的认知规律，循序渐进，实例丰富，同时注重软、硬件知识的结合，突出应用性。

“微型计算机原理及应用”作为专业基础平台课程，其教学目的是使学生掌握计算机及其应用的基础知识，初步掌握PC的组成、原理和配置，掌握汇编语言程序设计和上机的基本操作（编辑、汇编、链接、调试和运行），熟悉外部设备的结构、原理及主要性能，为从事微机应用的工作打下一定的基础。

全书共分8章，分别介绍了计算机的数据和编码系统、微型计算机的基本结构、寻址方式及指令系统、汇编语言程序设计、内存储器、输入/输出接口和外部设备。本书内容立足于基础知识，体现了先进性、实践性和多层次性。同时注意硬件与软件的结合，按认知、学会、掌握和应用四个层次，选编了大量的编程例题和实习题。

在实验中使用的UltraEdit-32专业文本/16进制编辑器，如有需要可上网下载，网址为：http://www.idmcomp.com或http://www.ultraedit.com。

本课程为了适应不同专业的需要，可设为必修课或选修课；为了适应不同知识基础的学生，教学内容可以有一定的弹性；为了适应计算机技术的迅速发展，可动态地拓展教学宽度。

本教材由肖金立老师在《微型计算机原理及应用（第3版）》的基础上专为内蒙古自治区进行的修订。作者意在奉献给读者一本适用并具有特色的教材，但由于水平有限，难免有疏漏和不妥之处，殷切希望广大读者批评指正。

为方便教学，本书还配有电子教学参考资料包（电子版），电子教学参考资料包中包括教学指南、电子教案、习题解答及文中所提及的附录，请有此需要的教师登录华信教育资源网（http://www.hxedu.com.cn或http://www.huaxin.edu.cn）下载，或与电子工业出版社联系（E-mail:hxedu@phei.com.cn），我们将免费提供。

编　者

2008年6月

目 录

第1章 计算机中的数据和编码

1.1 计算机中的数制

1.1.1 进位计数制

人们在长期的社会生产活动和日常生活的过程中，形成了各种数制。按照进位的方法进行计数的数制称为进位计数制，简称进位制。人们习惯使用的数制是十进制，在计算机中采用的数制是二进制，为便于计算机信息的书写，常常采用十六进制。为了避免数制的混淆，可在数字的后面加填区分符，区分符可以用字母表示。二进制数的区分符用字母 B 表示，十进制数的区分符用字母 D 表示或不用区分符，十六进制数的区分符用字母 H 表示。例如，二进制数 1011.11B，十进制数 123.45D 或 123.45，十六进制数 3BA.4H。

1．基数

数制是以表示数值所用符号的个数来命名的，表明计数制允许选用的基本数码的个数称为基数，用 R 表示。例如，最常用的十进制数，每个数位上允许选用 0, 1, 2, …, 9, 共 10 个不同数码，它的基数 R=10；二进制数，每个数位上允许选用 0 和 1，它的基数 R=2；十六进制数，每个数位上允许选用 0, 1, 2, 3, …, 9, A, …, F，共 16 个不同数码，它的基数 R=16。表 1.1 是计算机中的数制对照表。

表 1.1　计算机中的数制对照表

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

2．权

在进位计数制中，一个数码处在数的不同位置时，它所代表的数值是不同的。每一个数位赋予的数值称为位权，简称权。权的大小是以基数为底，数位的序号为指数的整数次幂，用 i 表示数位的序号，用 R^i 表示数位的权。例如，342.54 各数位的权分别为 $10^2, 10^1, 10^0, 10^{-1}$ 和 10^{-2}；1011.01B 各数位的权分别为 $2^3, 2^2, 2^1, 2^0, 2^{-1}$ 和 2^{-2}；34A.7H 各数位的权分别为 $16^2, 16^1, 16^0$ 和 16^{-1}。

3．进位计数制的按权展开式

进位计数制中，每个数位的数值等于该位数码与该位的权之乘积，用 K_i 表示第 i 位的系数，则该位的数值为 K_iR^i。任意进位制的数都可以写成按权展开的多项式和的形式，其一般表达为：

$$N=\sum_{i=n-1}^{-m}K_iR^i$$

$$=K_{n-1}R^{n-1}+K_{n-2}R^{n-2}+\cdots+K_0R^0+K_{-1}R^{-1}+\cdots+K_{-m}R^{-m}$$

（n 是进位制整数部分的位数，m 是进位制小数部分的位数）

例如：

$$345.75=\sum_{i=2}^{-2}K_i10^i$$

$$=3\times10^2+4\times10^1+5\times10^0+7\times10^{-1}+5\times10^{-2}$$

$$1101.11=\sum_{i=3}^{-2}K_i2^i$$

$$=1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+1\times2^{-1}+1\times2^{-2}$$

$$=13.75$$

$$4F8.BH=\sum_{i=2}^{-1}K_i16^i$$

$$=4\times16^2+15\times16^1+8\times16^0+11\times16^{-1}$$

$$=1272.6875$$

1.1.2 进位计数制的相互转换

1．二进制数转换成十进制数

二进制数转换成十进制数，因转换算法不同分为整数转换和小数转换两种方法。

（1）整数转换法

写出二进制整数的按权展开式如下：

$$N=K_{n-1}\times2^{n-1}+K_{n-2}\times2^{n-2}+\cdots+K_0\times2^0$$

把上式改写成下式：

$$N=(((K_{n-1}\times2+K_{n-2})\times2+K_{n-3})\times2+\cdots+K_1)\times2+K_0$$

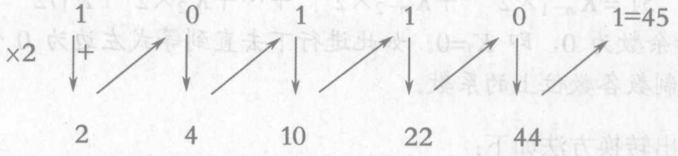
从上述表达式，得出转换方法如下：

从最高位开始乘以 2，加上次高位，再乘以 2，加上第三高位，……依此方法一直加到

最低位为止。二进制整数转换成十进制整数的方法称为乘 2 叠加法。

【例 1.1】　把二进制数 101101 转换成十进制数。

转换过程用线图表示：



转换结果是：101101B = 45

（2）小数转换法：写出二进制小数的按权展开式如下：

$$N = K_{-1}\times 2^{-1} + K_{-2}\times 2^{-2} + \cdots + K_{-m}\times 2^{-m}$$

把上式改写成下式：

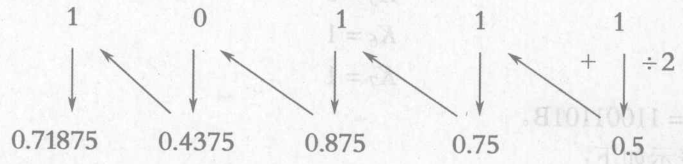
$$N = 2^{-1}\left(K_{-1} + 2^{-1}\left(K_{-2} + \cdots + 2^{-1}\left(K_{-m+1} + 2^{-1}K_{-m}\right)\right)\right)$$

从上述表达式，得出转换方法如下：

从最低位开始，除以 2，加上次低位，再除以 2，加上第三低位，……依此方法一直到小数点后第一位除以 2 为止。二进制小数转换成十进制小数的方法称为除 2 叠加法。

【例 1.2】　把二进制数 0.10111 转换成十进制小数。

转换过程用线图表示：



转换结果是：0.10111B = 0.71875

2. 十进制数转换成二进制数

十进制数转换成二进制数，因转换算法不同也分为整数转换和小数转换两种方法。

（1）整数转换法

下面举例说明转换方法。

【例 1.3】　把十进制数 205 转换成二进制整数。

十进制数 205 转换成二进制数的数位系数是：

$$205 = (K_{n-1}K_{n-2}\cdots K_1K_0)\mathrm{B}$$

将二进制整数写成按权展开式：

$$205 = K_{n-1}\times 2^{n-1} + K_{n-2}\times 2^{n-2} + \cdots + K_1\times 2^1 + K_0\times 2^0$$

等式右边二进制数提取公因子 2：

$$205 = 2\left(K_{n-1}\times 2^{n-2} + K_{n-2}\times 2^{n-3} + \cdots + K_1\times 2^0\right) + K_0$$

等式两边同除以 2 得到：

$$102 + 1/2 = K_{n-1}\times 2^{n-2} + K_{n-2}\times 2^{n-3} + \cdots + K_1\times 2^0 + K_0/2$$

上述等式两边的 1/2 和 $K_0/2$ 相等，即 K_0=1。

等式右边二进制数，再次提取公因子2:

$$102 = 2\ (K_{n-1}\times 2^{n-3} + K_{n-2}\times 2^{n-4} + \cdots + K_2\times 2^0) + K_1$$

等式两边再同除以2得到:

$$51 = K_{n-1}\times 2^{n-3} + K_{n-2}\times 2^{n-4} + \cdots + K_2\times 2^0 + K_1/2$$

上式左边除以2后余数为0，即 K_1=0。如此进行下去直到等式左边为0停止，每次除以2的余数，即是二进制数各数位上的系数。

根据上例，得出转换方法如下：

把十进制数的整数部分连续除以2，依次取得余数，直到商为0停止，依次得出的余数序列即是二进制数从低位到高位各数位上的系数。十进制整数转换为二进制整数的方法称为除2取余法。

上例用竖式表示如下：

十进制整数 / 2	二进制数位系数 = 余数
205 / 2 = 102	$K_0 = 1$
102 / 2 = 51	$K_1 = 0$
51 / 2 = 25	$K_2 = 1$
25 / 2 = 12	$K_3 = 1$
12 / 2 = 6	$K_4 = 0$
6 / 2 = 3	$K_5 = 0$
3 / 2 = 1	$K_6 = 1$
1 / 2 = 0	$K_7 = 1$

转换结果是：205 = 11001101B。

上例用线图表示如下：

$$\div 2$$

$$0 \leftarrow 1 \leftarrow 3 \leftarrow 6 \leftarrow 12 \leftarrow 25 \leftarrow 51 \leftarrow 102 \leftarrow 205$$

$$\downarrow\quad \downarrow\quad \downarrow\quad \downarrow\quad \downarrow\quad \downarrow\quad \downarrow\quad \downarrow$$

余数　1　1　0　0　1　1　0　1

（2）小数转换法

下面举例说明转换方法。

【例1.4】　把十进制小数0.8125转换成二进制小数。

十进制小数0.8125转换成二进制小数的数位系数是:

$$0.8125 = (0.K_{-1}\,K_{-2}\cdots K_{-m})\ \mathrm{B}$$

将二进制小数写成按权展开式:

$$0.8125 = K_{-1}\times 2^{-1} + K_{-2}\times 2^{-2}\cdots + K_{-m}\times 2^{-m}$$

等式两边乘以2得到:

$$1.6250 = K_{-1}\times 2^{0} + K_{-2}\times 2^{-1}\cdots + K_{-m}\times 2^{-m+1}$$

等式两边整数部分对应相等，K_{-1} =1，小数部分也对应相等:

$$0.6250 = K_{-2}\times 2^{-1} + K_{-2}\times 2^{-1}\cdots + K_{-m}\times 2^{-m+1}$$

等式两边再同乘以2得到:

$$1.2500 = K_{-2}\times 2^{0}+K_{-3}\times 2^{-1}\cdots+K_{-m}\times 2^{-m+2}$$

等式两边整数部分对应相等，K_{-2}=1，…，继续把上式两边小数乘以 2，直至十进制小数部分为 0 停止。

根据上例，得出转换方法如下：

把十进制小数部分连续乘以 2，依次取得整数，直到乘积小数部分为 0 停止，依次得出乘积的整数序列即是二进制小数从高位到低位各数位上的系数。十进制小数转换成二进制小数的方法称为乘 2 取整法。

上例用竖式表示如下：

十进制小数×2	二进制小数的数位系数 = 十进制整数部分
0.8125×2 = 1.625	$K_{-1} = 1$
0.625×2 = 1.25	$K_{-2} = 1$
0.25×2 = 0.5	$K_{-3} = 0$
0.5×2 = 1.0	$K_{-4} = 1$

转换结果是：0.8125 = 0.1101B。

上例用线图表示如下：

$$0.8125 \xrightarrow{\times 2} 0.625 \rightarrow 0.25 \rightarrow 0.5 \rightarrow 0$$

	↓	↓	↓	↓
积的整数部分	1	1	0	1

3. 二进制数转换成十六进制数

二进制数转换成十六进制数的转换方法是：从小数点开始，整数部分向左，小数部分向右，每四位二进制数为一组用一位十六进制数表示，不足四位的用 0 补足。

【例 1.5】　把二进制数 11110110101.10101 转换成十六进制数。

二进制数	（0）111	1011	0101.	1010	1（000）
十六进制数	7	B	5.	A	8

转换结果是：11110110101.10101B = 7B5.A8H。

4. 十六进制数转换成二进制数

十六进制数转换成二进制数的转换方法是：每一位十六进制数用相应的四位二进制数代替，多余的 0 舍去。

【例 1.6】　把十六进制数 9F.8 转换成二进制数。

十六进制数	9	F	. 8
二进制数	1001	1111.	1000

舍去

转换结果是：9F.8H = 10011111.1B。

1.1.3　进位计数制的计量单位

二进制信息的基本单位是位（bit），由 8 位二进制信息组成一个字节（Byte）。表示位和字节的英文符号分别为 b 和 B。

因为 $10^3 = 1000$，$2^{10} = 1024$，所以 3 个十进制位近似于 10 个二进制位。

在国际单位制中，十进制是以 3 个十进位分挡的，即：

千（kilo）$= 10^3 = 1\text{k} = 1000$；

兆（mega）$= 10^6 = 1\text{M} = 10^3\text{k} = 1000\text{k}$；

吉（giga）$= 10^9 = 1\text{G} = 10^3\text{M} = 1000\text{M}$；

太（tera）$= 10^{12} = 1\text{T} = 10^3\text{G} = 1000\text{G}$。

在国际单位制中，二进制数是以 10 个二进位分挡的，即：

千（kilo）$= 2^{10} = 1\text{K} = 1024$；

兆（mega）$= 2^{20} = 1\text{M} = 2^{10}\text{K} = 1024\text{K}$；

吉（giga）$= 2^{30} = 1\text{G} = 2^{10}\text{M} = 1024\text{M}$；

太（tera）$= 2^{40} = 1\text{T} = 2^{10}\text{G} = 1024\text{G}$。

1.2　计算机中数的表示

1.2.1　机器数和真值

数在计算机中的表示形式称为机器数，而把这个数的本身称为真值。机器数有以下两个基本特点。

1. 数的符号数值化

数分为正数和负数，分别用正号“＋”和负号“−”表示。在计算机中，数的符号只能用 0 和 1 表示，以 0 表示正号，以 1 表示负号，这样有符号数的符号就被数值化了。在计算机中通常把符号放在最高位，该位称为符号位。一个机器数是由符号位和数值位两部分组成的。例如，真值是＋1001B，对应的机器数为 01001B；真值是−1001B，对应的机器数为 11001B。

2. 数的位数固定

计算机内一次能表示二进制数的位数叫做计算机的字长，一台计算机的字长是固定的。字长为 8 位叫做一个字节，计算机字长一般都是字节的整数倍，如字长 8 位、16 位、32 位、64 位及 128 位。

1.2.2　机器数的表示方法

常用的机器数表示方法有 4 种：原码、反码、补码和移码。

1．原码表示法

原码表示法为：正数的符号位为 0，负数的符号位为 1，数值位是真值的绝对值。即：

$X=+X_1X_2\cdots X_n$，$[X]_{原}=0X_1X_2\cdots X_n$；

$X=-X_1X_2\cdots X_n$，$[X]_{原}=1X_1X_2\cdots X_n$。

【例 1.7】 写出真值 $X_1=+1001010$，$X_2=-1001010$ 的原码。

$[X_1]_{原}=01001010$，$[X_2]_{原}=11001010$。

【例 1.8】 写出 8 位原码表示的最大和最小整数。

$\text{Max}[X]_{原}=[01111111]_{原}=+1111111\text{B}=+127$；

$\text{Min}[X]_{原}=[11111111]_{原}=-1111111\text{B}=-127$。

用 8 位原码表示整数的范围是＋127～–127。

采用原码表示的数很直观，而且乘除法可直接进行，但用原码进行加减法运算的运算规则则比较复杂。

2．反码表示法

反码表示法为：正数的符号位为 0，数值位取真值；负数的符号位为 1，数值位取真值的相反码。即：

$X=+X_1X_2\cdots X_n$，$[X]_{反}=0\,X_1X_2\cdots X_n$；

$X=-X_1X_2\cdots X_n$，$[X]_{反}=1\,\overline{X_1}\ \overline{X_2}\cdots\overline{X_n}$。

【例 1.9】 写出真值 $X_1=+1100111$，$X_2=-1100111$ 的反码。

$[X_1]_{反}=01100111$，$[X_2]_{反}=10011000$。

【例 1.10】 写出 8 位反码表示的最大和最小整数。

$\text{Max}[X]_{反}=[01111111]_{反}=+1111111\text{B}=+127$；

$\text{Min}[X]_{反}=[10000000]_{反}=-1111111\text{B}=-127$。

用 8 位反码表示整数的范围是＋127～–127。

3．补码表示法

（1）补码的概念

如果使用两位计算器，计算器超出两位数的范围则自动丢失，79–38 和 79＋62 的运算结果相同。在计算三角函数值时，α–30° 和α＋330° 的三角函数值相同。在数学上用同余式表示：

$79-38=79+(100-38)\ (\text{mod}100)$

$\alpha-30°=\alpha+(360-30°)\ (\text{mod}360°)$

这里的 100 和 360 在数学上叫做模，用 mod 或 M 表示。模是指一个计量系统的测量范围，其大小以计量进位制的基数为底，数的位数为指数的幂。计算机是一种有限长的数字系统，它的模是 2^n，n 是计算机的字长。8 位字长计算机的模是 $2^8=256$。在模一定的条件下，负数总可以用一个正数等价，这个负数的等价量称为该数的补码。当模为 100 时，–38

的补码是62；模为360时，–30的补码为330；模为256时，–1的补码为255。

（2）补码表示法

用补码表示计算机中的有符号数，正数的符号位为0，数值位取真值；负数的符号位为1，数值位取真值的相反码加1。即：

当 $X=+X_1X_2\cdots X_n$ 时，$[X]_补=0X_1X_2\cdots X_n$；

当 $X=-X_1X_2\cdots X_n$ 时，$[X]_补=1(\overline{X_1}\,\overline{X_2}\cdots\overline{X_n}+1)$。

【例1.11】 写出真值 $X_1=+1001110$，$X_2=-1001110$ 的补码。

$[X_1]_补=01001110$　　$[X_2]_补=10110010$

【例1.12】 写出8位补码表示的最大和最小整数。

$Max[X]_补=[01111111]_补=+1111111B=+127$

$Min[X]_补=[10000000]_补=-10000000B=-128$

8位补码表示整数的范围是＋127～–128。

【例1.13】 写出16位补码表示的最大和最小整数。

$Max[X]_补=[0111111111111111]_补=+111111111111111B=+32767$；

$Min[X]_补=[1000000000000000]_补=-1000000000000000B=-32768$。

用16位补码表示整数范围是＋32767～–32768。

用补码表示法能使减法运算转化为加法运算，并且在进行加减运算时，能使符号位和数值位一起运算，从而简化运算规则。

4．移码表示法

移码也称增码，就是在补码的基础上增加一个偏移量。根据多数高级程序语言软件包的实数标准格式，字长为8位的移码，其偏移量为127（7FH）；字长为11位的移码，其偏移量为1023（3FFH）。

【例1.14】 写出 $X_1=+0000011B$，$X_2=-0000011B$ 的移码。

$[X_1]_移=[X_1]_补+偏移量=[00000011B]_补+01111111B=[10000010B]_移$；

$[X_2]_移=[X_2]_补+偏移量=[11111101B]_补+01111111B=[01111100B]_移$。

1.2.3 数的定点和浮点表示

任意一个二进制数都可以表示为纯整数或纯小数与一个2的整数次幂的乘积。即：

$$N=2^E\times S$$

其中：S 称为数 N 的尾数，是数值的有效数字；E 称为数 N 的阶码（指数），指明小数点的位置；2称为阶码的底。如：

$1011101B=2^{+6}\times1.011101B$；

$101.1101B=2^{+2}\times1.011101B$；

$0.01011101B=2^{-2}\times1.011101B$。

1. 定点数表示法

当阶码为常数时，这种数的表示方法称为定点数表示法。定点数表示法的小数点位置有以下两种约定：

➢ 所有机器数的小数点位置隐含在数的最低位之后，把所有的数化为纯整数，这称为定点整数。
➢ 所有机器数的小数点位置隐含在符号位之后，把所有的数化为纯小数，这称为定点小数。

在计算机采用定点数表示时，对于既有整数又有小数的原始数据，需要将数据按比例因子缩小成定点小数或扩大成定点整数，参加运算后的结果，再按比例因子计算出实际值。定点数表示方法简单直观，但表示数的范围较小。

2. 浮点数表示法

当阶码取不同的数值时，这种数的表示方法称为浮点数表示法。

电气和电子工程师协会 IEEE-754 标准规定了浮点数的格式，在许多高级语言中被采用。浮点数在计算机中的表示形式如下：

S_f	E	S

其中：E 是阶码，常用移码表示；S_f 是尾数的符号位；S 是尾数，一般采用原码表示。浮点数表示法也有以下两种形式：

➢ 单精度浮点数（Single）：字长为 32 位实数，由 1 位符号、8 位阶码和 23 位尾数组成，以 4 个字节形式存储。
➢ 双精度浮点数（Double）：字长为 64 位实数，由 1 位符号、11 位阶码和 52 位尾数组成，以 8 个字节形式存储。

1.3　计算机中的编码

数字、字母、符号、汉字等信息统称为数据。能够进行算术运算得到明确数值概念的信息称为计算机数值数据，其余的信息称为非数值数据。送入计算机的数据，必须转换成二进制数据才能被计算机接受、存储及进行算术运算或逻辑运算，因此必须对数据进行编码。

1.3.1　数字编码

计算机的输入输出数据是十进制数，而计算机内部运算是用二进制数，因此十进制数必须用二进制数形式表达。用四位二进制数表示一位十进制数的编码，称为二进制编码的十进制数，简称 BCD 码。用四位二进制数表示一位十进制数的编码种类繁多，但最常用的是 8421BCD 码。

8421BCD 码的 4 个二进制位自左向右每位的权分别是 8，4，2，1，用二进制数 0000～1001 十个编码分别表示十进制数的 0～9，而 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111 六个编码是 8421BCD 码的非法编码。8421BCD 码和十进制数的对应关系如表 1.2 所示。