

《微型计算机技术与应用》
丛书

陆志远 编著

微型计算机 基础知识

科学出版社

微型计算机技术与应用丛书

微型计算机基础知识

陆志远 编著

科学技术文献出版社

1985

内 容 简 介

全书从原理上、概念上深入浅出地叙述了微型计算机中的数制与编码、运算、常见的术语、基本逻辑电路、微处理器、存储器、控制器、指令系统、软件知识以及输入输出的控制等方面的问题，较全面地介绍了微型计算机的基础知识，可为进一步学习具体型号的微型计算机技术及应用打下基础。

本书特点是概念清楚，层次分明，重点突出，通俗易懂，既适合自学，也可作为普及教材。读者对象是具有中学以上文化水平的广大读者、广大的计算机使用人员和初学者，包括从事自动化工作和计算机元器件生产的工作人员。也可作为微型计算机训练班、中等专业学校和高等院校非计算机专业教学参考书。

JS464/18

微型计算机技术与应用丛书

微型计算机基础知识

陆志远 编著

科学技术文献出版社出版

中国科学技术情报研究所印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/32 印张：7.125 字数：152千字

1985年10月北京第一版第一次印刷

印数：1—35000册

科技新书目：104—63

统一书号：15176·620 定价：1.35元

出版者的话

微型计算机作为新技术革命的主角，已广泛地应用到政府、工农业、能源、商业、金融、交通、文化、教育、卫生、公用事业等各个领域，对国民经济振兴，推进现代化和信息化正起着积极作用。为了配合我国加强微型计算机的应用和推广工作，我社约请有关专家、学者编写了一套《微型计算机技术与应用丛书》，分册陆续出版。这套丛书的编写，力求做到内容正确，概念清楚，深入浅出，通俗易懂，使读者能对微型计算机的基本概念、原理、技术以及应用，有一个概括的了解，以作为进一步学习、使用的入门向导。我们殷切希望广大读者对这套丛书提出意见和建议，帮助我们做好这一工作。

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 数制和编码	(6)
第一节 十进制	(6)
第二节 二进制	(8)
第三节 八进制	(13)
第四节 十六进制	(16)
第五节 二进制编码	(20)
第三章 计算机中的运算	(26)
第一节 二进制的运算	(26)
第二节 逻辑运算	(42)
第四章 常见的术语和基本逻辑电路	(47)
第一节 常见的术语	(47)
第二节 基本逻辑电路	(51)
第五章 微处理器	(65)
第一节 总线结构	(65)
第二节 微处理器的结构	(68)
第六章 存储器	(87)
第一节 半导体存储器的分类	(87)
第二节 随机存储器 RAM	(88)
第三节 只读存储器 ROM	(95)
第四节 存储器的结构	(98)

第五节	CPU 和存贮器之间的读写	(105)
第七章	控制器	(108)
第一节	定时	(109)
第二节	控制器的三种方式	(118)
第八章	微处理器的指令系统	(129)
第一节	指令的基本格式	(129)
第二节	微处理器的寻址方式	(131)
第三节	微处理器的基本指令分类	(144)
第四节	编程简介	(157)
第九章	计算机软件知识	(167)
第一节	语言	(167)
第二节	系统软件	(176)
第三节	应用软件	(179)
第十章	输入和输出	(181)
第一节	输入输出接口技术	(182)
第二节	串行传输和并行传输	(204)
第三节	常见的一些输入输出设备简介	(216)

第一章 概 述

一、计算机的分类

目前计算机有三类，即模拟计算机、数字计算机和模拟-数字混合计算机。

1. 模拟计算机

在这类计算机中，数是用一些连续变化的物理量来表示的。例如，大家最熟悉的计算尺，就是一种模拟计算器。它是用长度这个连续变化的物理量来表示数的。一定的长度表示一定的数值，刻在尺上。现在用得更多的是电子模拟计算机。它是用电压这个物理量来表示数的。这类计算机运算的速度快，但是它的精度则受到对这些物理量的测量精度的限制。

模拟计算机主要用于一些非线性的自动调节系统的分析和研究中。

2. 数字计算机

在这类计算机中，是用物理实体的个数来表示数值的。例如，最早的数字计算器是算盘，它是用一个个算盘珠这个物理实体来表示数值的。当然这里还有一套规则。而电子数字计算机是靠电脉冲数来表示数值的。这类计算机的精度很高，但是其速度就低于模拟计算机。

3. 模拟-数字混合计算机

这类计算机是前二种计算机的组合，以便取长补短。

当前应用最广泛的是电子数字计算机。我们所说的电子计算机通常就是指电子数字计算机。下面进行讨论的就是这种计算机。

二、电子计算机的发展

计算机从1946年制成以来，经过短短的三十多年的发展，技术水平越来越高，应用的范围越来越广。涉及到国防尖端、工业、农业、企业管理和日常生活等各个领域。特别是微型计算机的出现和发展，使得计算机技术的应用更加普及和深入。目前，计算机的应用成为工业发展水平的标志之一，更被认为是导致新技术革命的因素之一。可见其作用和影响之大。

计算机发展至今，大体上分为四个阶段。

1. 电子管数字计算机

从1946年美国兰德公司制成了世界上第一台电子计算机开始到五十年代中期。这一段时间，计算机的基本逻辑元件是电子管。第一台计算机就有18,000个电子管。整个设备体积大，占地几百平方米，然而它的计算能力却不如今天大多数的微型计算机。但是它却奠定了电子计算机的各种基本技术。

这个阶段的计算机主要是用于解决其他方法难以解决的数学问题。用途极其有限，费用很高。所用元器件耗电量大，维修复杂且可靠性也差。

2. 晶体管数字计算机

随着半导体技术的发展，出现了晶体管。从五十年代中

到六十年代初，计算机的基本元件采用了晶体管。于是计算机的价格和性能之比就降下来了。和电子管的计算机相比较，体积小了，耗电量也低了，而可靠性相对地提高了。由于这种情况，应用的范围也扩大了。除了复杂的计算外还扩大到数据处理的范畴。

3. 集成电路数字计算机

从六十年代初开始，半导体微电子技术发展到制成小规模TTL集成电路，即在每个小芯片上集成4—100个逻辑门电路。那时，计算机基本元件就采用小规模集成电路。从而使得计算机的体积进一步减小而制成了小型计算机。由于所用基本元件的变化，除了使体积减小外，耗电量进一步降低，可靠性进一步的提高。应用的范围也进一步扩大到工业控制的领域。

4. 大规模集成电路计算机

自从七十年代初以来，微电子技术迅速发展制成了大规模集成电路，在一个芯片上集成了上千个逻辑门电路。在这样的基础上就制造出了微型计算机。这时的计算机的基本元件是采用大规模集成电路LSI。大规模集成电路的耗电量极小，所以整个计算机的耗电量就大大降低。这时的计算机体积小，可靠性大大地提高了。在这一阶段中，大型计算机的功能更强，速度更快。微型计算机也不断地更新。由于微型计算机的出现，应用的范围就扩大到各个领域。大型计算机在国防尖端、科学研究中起着更大的作用，而微型计算机则渗透到各个技术领域。

在上述的发展阶段中，计算机的基本原理方面没有什么根本性的变化。导致它迅速发展的根本因素是微电子技术的

发展。从一些统计资料来看，电子元件的集成度差不多每年翻一番，相同性能的元件价格十年下降了一百倍。可靠性大大提高。而目前这种趋势仍然在继续发展下去，超大规模集成电路VLSI也已经出现。

随着微电子技术的每一个重要发展，都使得计算机的发展进入一个新的阶段。在计算机发展的每一个阶段上都有二个发展方向，一是研制出功能更强、速度更快的大型计算机，二是发展新的小型、微型计算机。现在来看，微型计算机的发展更为迅速。

三、微型计算机的应用前景

微处理器问世以来，因为它具有体积小，价格低的特点，所以应用的范围日益扩大，并越来越普及。体积小使得它可以作为一个逻辑部件而成为设备的一部分。价格低使得各行业都可以考虑采用微处理器。

早期微处理器的应用是在游戏和控制一些机械去替代繁重劳动和恶劣环境中的工作等方面。以后在技术改造中逐渐地渗透到各个技术领域。

在日用电器方面，有各种电脑控制的电器。逐渐促进家庭生活自动化。

在加工行业中，有微型计算机控制的数控机床和微型计算机控制的各种机械。这些又促成灵活的自动生产线。

微处理器和测试仪器的结合使得仪器智能化，实现测试自动化。在产品质量控制中，过去人的测试常常由于疲劳、精神不集中、粗心等的影响而造成误差。而微型计算机的测量系统则可以始终如一地进行检测，从而有效地保证了质

量。

过去办公室自动化的想法也因为使用了微型计算机而成为现实。文件的准备、管理、检索等都可以自动化。用微型计算机来实现仓库管理、旅馆管理、飞机订票等信息处理和管理工作方面也显示出广阔的前景。

另外，微型计算机的网络技术更是一个重要的技术发展。一个复杂的系统由一系列的微型计算机组成的网络来实现。每个微型计算机承担一部分工作，整个网络系统的各部分并行地、有效地结合在一起工作，可以形成功能很强的，但是价格便宜的系统。可望向大型计算机挑战。

微型计算机的广泛使用，使得信息处理变得更加普遍，从而促进了新的技术革命。而新的技术革命会更加加速微型计算机的发展和应用。

第二章 数制和编码

在我们的实际生活中存在着各种不同的记数制。例如：我们最熟悉的十进制，还有计时用的六十进制等等。但在计算机中采用的是二进制、八进制和十六进制。

下面在介绍这些记数制之前，我们重温一下最熟悉的十进制，从中引出一些记数制中的基本概念，而后再来熟悉二进制、八进制和十六进制。

第一节 十进制 (Decimal)

这种数制是在大约公元 400 年左右由印度数学家首先发明。在大约公元 800 年左右由阿拉伯人开始使用的。

一、底数

对于十进制，大家都知道它有十个数符，就是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。就是用它们来组成数。特点是逢十进一。

在记数制中把一个数制的数符的数目称为这个数制的底数或者叫基数。

底数是一个数制的基本特征。在十进制中我们说逢十进一，这个“十”就是十进制的底数。底数是几，就是逢几进一。

以后，为了区别所用的数制，在数的下标处（即右下角）标上所用数制的底数以示区别。例如数 4507_{10} 即表示是十进制中的4507。

二、权

在十进制中，看到一个具有几位数字的数时，我们很自然地就去分清个位、十位、百位、千位……。这样来确定这个数的值。这是因为一个数符号在数中的不同位置上，它所表示的值是不同的。例如，数符9，在最低位时是表示数值9，在第2位即十位时表示数值90，在第3位即百位时表示数值900。所以实际上，每一个位置都是有一个位置系数。

我们把数的各个位都编上号，通常把整数的最右位即最低位称为第0位，往左依次为第1位、第2位……。小数点右边的位称为-1位、-2位……。

以我们熟悉的十进制为例。第0位即个位，它的位置系数就是1即 10^0 。第1位即十位，位置系数就是10即 10^1 。第2位即百位，位置系数就是100即 10^2 ……。小数点右边-1位，位置系数是0.1即 10^{-1} 。-2位的位置系数是0.01即 10^{-2} ……。把这个情况整理如下：

位号……	3	2	1	0	-1	-2	-3……
位置系数……	1000	100	10	1	0.1	0.01	0.001……
对应的幂形式……	10^3	10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3} ……

从这里我们可以看出第*i*位的位置系数就是底数的*i*次方。

一个数符号乘以它所在位置的位置系数就是它所表示

的数值。

在记数制中，就是把这种位置系数称为“权”或者叫“位权”。每个位置都有相应的“权”。

三、数值计算

在记数制中，一个数的值就是根据它所含的数字和它们所在位置的相应的权计算得来的。这种方法称为按位计数法。

例如	2561 ₁₀	位号	3	2	1	0
		权	10^3	10^2	10^1	10^0
		数符	2	5	6	1

这个数表示的值为：

$$2 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 1 \times 10^0$$

$$= 2000 + 500 + 60 + 1$$

这可以归纳成如下计算式：

□ 每位数字 × 它所在的位置的权

上面我们重温了十进制的数制，下面我们来对照理解计算机中采用的其他数制。

第二节 二进制 (Binary)

在电子计算机内部采用的记数制是二进制。因为这样，使得硬件方面的结构是最简单的。

一、底数

在二进制中数的符号仅有两个即 0、1。所以二进制的

底数是 2。因而是逢二进一。

二、权

即每位的位置系数。对照十进制，各个位的权如下：

位号	...	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6...
位置系数	...	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}	2^{-6} ...
(值)	...	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125	0.0625	...	...

三、二进制数的数值计算

也是按照按位计数法。

例 1 1 0 1 0 1. 1 0 1

对应位的权 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0 2^{-1} 2^{-2} 2^{-3}

在标出每一位的权之后即可计算：

$$\begin{aligned}
 110101.101_2 &= (1 \times 2^5) \\
 &+ (1 \times 2^4) + (0 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) \\
 &+ (1 \times 2^{-1}) + (0 \times 2^{-2}) + (1 \times 2^{-3}) = 32 + 16 + 4 + 1 \\
 &+ 0.5 + 0.125 = 53.625_{10}
 \end{aligned}$$

从中可以看出二进制数的数值计算实际上是数中是 1 的那些位的权之和。

例 1 1 0 1 1 0 0_2

权 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0

$$\begin{aligned}
 1101100_2 &= 2^6 + 2^5 + 2^3 + 2^2 \\
 &= 64 + 32 + 8 + 4 = 108_{10}
 \end{aligned}$$

四、二进制数和十进制数之间的转换

因为人们最习惯的是十进制，而计算机采用的是二进

制。所以为了使人们直观起见就需要把二进制变为十进制。又为了使计算机所能接受则需把十进制转换为二进制。这样的转换在微型计算机中是常遇到的。

1. 二进制转换成十进制

这种转换实际上就是计算二进制数的值。所以就是用前面讲过的按位算法计算，也就是把一个二进制数中出现 1 的那些位的权相加起来就可以得到。

例 1 0 1 1 0 1 0 . 1 1₂

权 2⁶ 2⁵ 2⁴ 2³ 2² 2¹ 2⁰ 2⁻¹ 2⁻²

$$\begin{aligned} \text{则 } 1011010.11_2 &= 2^6 + 2^4 + 2^3 + 2^1 + 2^{-1} + 2^{-2} \\ &= 64 + 16 + 8 + 2 + 0.5 + 0.25 \\ &= 90.75_{10} \end{aligned}$$

2. 十进制转换成二进制

二进制各位的权如下：

位号	8	7	6	5	4	3	2	1	0	-1	-2	-3
各位的权	2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³
(值)	256	128	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

方法一 相减法

现有一个十进制的数 200₁₀，把它转换成二进制。

先把这个数和二进制的权相比较，可以看出，它比 7 位的权 2⁷ 大但比第 8 位的权 2⁸ 小，这样就确定它对应的二进制数的最高位就是第 7 位。把 200 减去 2⁷，差为正，则在二进制的第 7 位上填 1。而后把这个差再和第 6 位权相减，

$$\begin{array}{r} 200 \qquad 2^7 \ 2^6 \ 2^5 \ 2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \\ -128 \ (2^7) \\ \hline \qquad 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 72 \\
 - 64 (2^6) \\
 \hline
 8 \\
 - 8 (2^3) \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

同样，差为正，则在第 6 位上填 1，再把差值和后几位的权相比。凡是，差为正则在那一位填 1，否则填 0。这样直到最低位为止

于是就得到 $200_{10} = 11001000_2$

这个相减法有一个缺点，就是要求对二进制的权很熟。但是，高位的权值往往不好记，所以使用起来就不方便。

方法二 把整数的转换和小数的转换分开

实现整数的转换用相除法。

这个方法是把一个十进制数的整数每次除以二进制的底数，记下余数而后把所得的商再除以底数。并记下每次所得的余数，这样得到的一系列余数组合即是相应的二进制数。

例 数 30_{10}

商 余数

$$30 \div 2 = 15 \quad 0 \leftarrow \text{LSB}$$

$$15 \div 2 = 7 \quad 1$$

$$7 \div 2 = 3 \quad 1$$

$$3 \div 2 = 1 \quad 1$$

$$1 \div 2 = 0 \quad 1 \leftarrow \text{MSB}$$

注意：最先得到的余数是最低位上的值 (LSB)

最后得到的余数是最高位上的值 (MSB)