

# 第一章 计算机基础

## 1.1 电子计算机概述

### 一、电子计算机的发展概况

电子数字计算机（以下简称电子计算机或计算机）是一种能自动、高速、精确地进行各种操作的现代化电子设备，是近代重大科学成就之一。计算机已被广泛应用于科技、军事和国民经济的各个领域，并向人们生活的各个方面渗透。计算机的出现是由于生产的需要，我们不妨简单回顾一下计算工具的发展历史。

人类最早记数的方法是用自身的手指或身边的小石块、绳子等物。我国古代发明的算盘是一种简单又方便的计算工具，它能快速进行加减法运算，至今许多地方还在使用。计算尺是根据对数原理制成的，用计算尺进行乘除运算比用算盘方便多了。

随着生产的发展和大量计算的需要，1642年法国哲学家和数学家帕斯卡（**B.PASCAL**）发明了加减法计算机。此后，德国数学家莱布尼兹（**G.W.Leibnitz**）制成了机械计算机，最后发展成台式手摇或电动计算机。这种计算机虽然提高了一些精度和速度，但是仍不足以使人类的计算能力有重大突破。而近代科学技术的发展需要一种精度更高、速度更快，而且能自动进行计算的工具来完成人工难以完成的运算量。除了计算之外，还要求解决工业的自动控制、经济管理、文字翻译、图书检索等问题。

基于这种要求以及近代物理和无线电电子学的发展，特别是

半导体器件、脉冲电路和自动控制技术的迅速发展，导致了电子计算机的出现。世界上第一台电子数字计算机是 1946 年美国奥伯丁武器试验场为了满足计算弹道的需要而研制的，它的名字叫 ENIAC( Electronic Numerical Integrator And Computer )。这台计算机共用了一万八千多个电子管，耗电一百千瓦，重量约三十吨，占地面积达一百七十平方米，运算速度为每秒五千次。自从这台计算机问世以来到现在才四十年时间，但是计算机发展迅猛，它大致经历了以下五代的变化：

第一代，从 1946 年开始，这一代计算机采用电子管为主要元件，称为电子管计算机。运算速度一般为每秒几千次到几万次，体积庞大，成本很高，主要用于科学计算。

第二代，从五十年代末开始，这一代计算机采用晶体管为主要元件，称为晶体管计算机。此时，出现了各种高级程序设计语言，计算机的应用扩展到其它领域。

第三代，从六十年代后期开始，这一代计算机采用集成电路，称为集成电路计算机。出现了操作系统，计算机广泛应用于各个领域。

第四代，从七十年代初开始，这一代计算机采用大规模集成电路，称为大规模集成电路计算机。计算机更加普及，深入到社会生活的各个方面。同时出现了微型电子计算机。

目前，第五代计算机正处于被研制的过程中，一些国家正投入力量为解决第五代计算机的关键技术而努力。

## 二、计算机的特点

电子计算机具有下列四个特点：

### 1. 计算速度快

一个人如果用算盘或手摇计算机进行计算，每天工作八小

时，一般只能完成几千次运算，平均每秒钟运算不到一次。可是一般中小型计算机的计算速度为每秒几万次或几十万次，大型计算机可达每秒百万次或千万次甚至上亿次。计算机完成一个运算的时间很短，因而用秒作为计算单位已显得太大。为此引入了更小的计算机工作时间单位，通常使用的有毫秒、微秒。

$$1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ 秒}$$

$$1 \text{ } \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ 秒}$$

## 2. 计算精度高

计算尺精度只有三位有效数字左右，机械的台式计算机有七、八位有效数字就不错了。而一般电子计算机可以有十几位有效数字，如果需要，还可以使用双倍字长或多倍字长的运算，以达到更高的精度。

## 3. 具有很强的记忆功能和逻辑判断功能

计算机不仅能作算术运算，而且可以进行各种逻辑判断。如对两个信息进行比较，根据比较的结果，自动确定下一步该做什么。有了这种能力，才能使计算机更巧妙地完成各种计算任务，进行各种过程控制和完成各类数据处理任务。

计算机还具有很强的记忆能力，它可以把原始数据、中间结果、最终结果、计算步骤等信息存储起来，供需要时使用。

## 4. 能自动地连续进行运算

计算机能自动地连续进行高速运算，这是因为它采用了“存储程序”工作原理。这一原理是1946年由美籍匈牙利数学家冯·诺依曼（Neuman）和他的同事们首先提出并论证的。“存储程序”是事先把编好的程序存储在机器中，而机器能自动地连

续地按照程序执行一条条指令。

“存储程序”原理使计算机具有通用性。只要在计算机的存储装置中存入不同的程序，计算机就可以完成不同的任务，这也就是说计算机具有不同的功能。从这一点上来说，计算机可以开发的功能是无穷多的，它的应用领域也可不断地开拓与延伸，目前计算机的应用范围已经渗透到各行各业。

### 三、计算机的应用

计算机的应用十分广泛，大至进行空间探索，小到揭示微观世界，从尖端科学技术到日常生活，几乎无所不包。归纳起来大致有下列四个方面的应用。

#### 1. 数值计算（或称科学和工程计算）

数值计算是指计算机用于完成科学研究和工程技术中所提出的数学问题的计算。这是计算机应用的一个基本方面。基础科学的研究和人造卫星轨迹、水坝应力、房屋抗震强度、飞机和船舶设计、天气预报、地质探矿等方面的计算都可用计算机。这些计算课题往往是数学问题，复杂、运算量大，要求精度高，有时还要求实时性，用一般的计算工具无法顺利完成。

例如，为预报未来 24 小时的天气情况所需进行的计算量就相当大，几十个人要算一个月，而用计算机只要几分钟就可完成。再如，数学中最著名的难题之一“四色问题”自提出以后一百多年来未能解决。所谓“四色问题”，是在地图上至多只要用四种颜色涂色就可以使各个有公共边界的两个地区不会有相同的颜色。1976 年美国数学家在计算机的帮助下进行了上百亿次的逻辑判断，花费了一千多个小时的计算机工作时间，终于解决了这一难题，使之成为四色定理。

## 2 . 数据处理

数据处理是将输入设备送来的数据及时地加以记录、整理、计算，加工出符合特定需要的新信息，并将结果输出。数据处理问题的特点是要对大量同类性质的数据进行操作。

随着人类社会进入信息时代，各个领域均需对大量信息进行分析加工的数据处理课题正与日俱增。如人造卫星所探测到的大量数据的译码、分类、整理和计算；在石油勘测中，对地震勘探所产生的各种讯号的取样、转换、分析、处理；在人口普查中，对全国人口的年龄、性别、职业等十多个项目的几百亿个数据进行处理等等，没有计算机是无法完成的。

图象处理是数据处理中的一个典型学科。当今社会生活中，每天都摄制了大量包含宝贵信息的图象。如地球卫星资源图象，侦察卫星情报图象，病人的诊断图象等，这些图象只有经过多种复杂处理，才能获得有用信息。用每秒计算一亿次的计算机处理一张遥感照片，粗略处理要花 400 秒，精细处理则要花三天到一个月。显然，如此大量的处理工作，是人力所不能胜任的。

企业管理是数据处理的一个重要领域。计算机可用于计划统计、成本核算、市场预测、生产管理、图书情报检索、银行管理、办公室自动化等。国外一些银行已采用计算机记帐、算帐。如纽约与东京、巴黎等地间支付一笔帐目，一分钟内即可办完。

## 3 . 过程控制

计算机在五十年代初期就开始应用于过程控制。在要求高灵敏度、高精度的现代化武器系统和宇宙飞行系统的自动控制中，计算机具有举足轻重的地位。在生产过程、交通管理中，应用计算机可以实行实时自动控制，从而提高生产率。如国外某个年产五百万吨的钢铁厂，原需职工一万五千名，采用计算机自动控制

生产过程后，只需几百人了。一台带钢热轧机，用计算机控制，可为人工控制的一百倍，而且质量显著提高。

#### 4. 其它

计算机辅助设计。这是将计算机用于工程设计之中，利用计算机部分代替人工进行飞机、机械、电子、建筑等设计。以飞机设计为例，过去从制定方案到设计出全套图纸，要用两年半到三年的时间；采用计算机辅助设计后，只需三个月就可完成。现代工业产品的迅速更新换代是以改进设计为前提的，所以计算机辅助设计是尖端产品的设计和企业保持技术优势所必不可少的。计算机辅助设计缩写为 **CAD**，现代计算机在工业中的辅助应用已扩展到测试和制造过程中，实现了计算机辅助测试 (**CAT**) 和计算机辅助制造 (**CAM**)。这些计算机辅助过程融为一体，形成计算机辅助工程 (**CAE**) 的新概念，使得工程项目的全过程（包括管理在内）都统一置于计算机辅助之下而面貌一新。

人工智能。这是计算机应用研究最前沿的学科。人工智能是研究用计算机的软硬件系统模拟人类某些智能行为，如感知、推理、学习、理解等的理论和技术。也就是要提高计算机的智力水平。人工智能的研究领域包括：模式识别、景物分析、自然语言理解、博弈、自动定理证明、自动程序设计、专家系统、机器人等。

## 1.2 计算机中数的表示

### 一、数制的概念

计算机的运算对象中最基本和最重要的一种就是数。那么，数在计算机中是如何表示的呢？

我们最习惯和最熟悉的数的表示法是十进制表示，也就是用十个不同的数字0、1、2、…、9的组合来表示一个数，生产位向高位进位的规则是“逢十进一”。

在一种进位制中，表示一个数可以使用的符号数目称为这种进位制的基数。在十进制中基数是10。任何一个十进制数可以用多项式形式表示如下：

$$N = K_n \times 10^n + K_{n-1} \times 10^{n-1} + \dots + K_1 \times 10^1 + K_0 \times 10^0 \\ + K_{-1} \times 10^{-1} + \dots + K_{-m} \times 10^{-m}$$

$$\text{例如, } 13.25 = 1 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

在日常生活中也有不用十进制的。例如，一分钟等于六十秒，一年等于十二个月，它们相应使用六十进制，十二进制。

## 二、数的二进制表示

在计算机中数是用二进制表示的，也就是只有两个数字“0”和“1”，基数是2，由低位向高位进位的规则是“逢二进一”。

任何一个二进制数也可以用多项式形式表示如下：

$$N = K_n \times 2^n + K_{n-1} \times 2^{n-1} + \dots + K_1 \times 2^1 + K_0 \times 2^0 \\ + K_{-1} \times 2^{-1} + \dots + K_{-m} \times 2^{-m}$$

$$\text{例如, } (101.01)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

可见，二进制数也同样可带小数点。

计算机为什么要采用二进制表示法呢？因为二进制比十进制有一系列的优点。

第一，在计算机中二进制数容易表示。二进制数只有0、1两种数字，只要找到具有两种稳定状态的元件就能用来表示二进制数。例如，电灯的亮和灭，晶体管的导通和截止，开关的开和关等。反之，要找到具有十种稳定状态的元件来表示十进制数就困难得多。

第二，二进制数的运算简单。二进制的运算规则比十进制少得多。

### 1. 加法

加法的规则是： $0 + 0 = 0$     $0 + 1 = 1$     $1 + 0 = 1$   
 $1 + 1 = 10$

例如：

$$\begin{array}{r} 101.01 \\ + ) 110.11 \\ \hline 1100.00 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 111.11 \\ + ) 1000.01 \\ \hline 10000.00 \end{array}$$

### 2. 减法

减法的规则是： $0 - 0 = 0$     $0 - 1 = 1$  (借位)  
 $1 - 0 = 1$     $1 - 1 = 0$

例如：

$$\begin{array}{r} 1100.00 \\ - ) 110.11 \\ \hline 101.01 \end{array}$$

### 3. 乘法

乘法的规则是： $0 \times 0 = 0$     $0 \times 1 = 0$     $1 \times 0 = 0$   
 $1 \times 1 = 1$

例如

$$\begin{array}{r} 10.101 \\ \times ) 101 \\ \hline 10101 \\ 10101 \\ \hline 1101.001 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1101.1 \\ \times ) 0.1101 \\ \hline 11011 \\ 11011 \\ 11011 \\ \hline 10101.1111 \end{array}$$

#### 4. 除法

除法的规则是： $0 \div 1 = 0$      $1 \div 1 = 1$

例如：

$$\begin{array}{r} \phantom{101} \overline{10.101} \\ 101 \overline{)1101.001} \\ \underline{101} \phantom{00} \\ 110 \phantom{00} \\ \underline{101} \phantom{00} \\ 101 \phantom{00} \\ \underline{101} \phantom{00} \\ 0 \phantom{00} \end{array}$$

二进制运算将使运算器结构大大简化，控制也相应简单得多，设备将大大节省。

第三，采用二进制，可用逻辑代数作为设计分析的工具。

#### 三、二进制和十进制间的转换

计算机采用二进制表示数，但我们日常习惯于用十进制表示数，这就产生了不同数制间的转换问题。数制间转换依据的原则是：如果两个有理数相等，则两数的整数部分和小数部分一定分别相等。

##### 1. 十进制整数转换成二进制整数

十进制整数转换成二进制整数的方法是除 2 取余，步骤如下：

- ( 1 ) 用 2 除十进制整数，记下商和余数。
- ( 2 ) 余数作为当前二进制整数最左边位的数字。
- ( 3 ) 若商不为零，则商作为新的十进制整数转去第一步；

否则，过程结束。

例如，

$$\begin{array}{r|l} 2 & 18 \\ \hline & 9 \\ 2 & | \\ \hline & 4 \\ 2 & | \\ \hline & 2 \\ 2 & | \\ \hline & 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{余 } 0 = K_0 \text{ (最低位)} \\ 1 = K_1 \\ 0 = K_2 \\ 0 = K_3 \\ 1 = K_4 \text{ (最高位)} \end{array}$$

$$\therefore (18)_{10} = (10010)_2$$

$$\begin{array}{r|l} 2 & 11 \\ \hline & 5 \\ 2 & | \\ \hline & 2 \\ 2 & | \\ \hline & 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{余 } 1 = K_0 \text{ (最低位)} \\ 1 = K_1 \\ 0 = K_2 \\ 1 = K_3 \text{ (最高位)} \end{array}$$

$$\therefore (11)_{10} = (1011)_2$$

## 2. 十进制小数转换成二进制小数

十进制小数转换成二进制小数的方法是乘 2 取整，步骤如下：

( 1 ) 用 2 乘十进制小数。

( 2 ) 所得的整数部分作为当前二进制小数最右边位的数字。

( 3 ) 若小数部分为零，过程结束。

( 4 ) 若小数部分不为零，则检查是否满足给定的精度，若满足所需的精度则过程结束，否则转第一步。

例如,

|                 |
|-----------------|
| 0.375           |
| × 2             |
| 0.750...0 (最高位) |
| × 2             |
| 1.50...1        |
| × 2             |
| 1.0...1         |

∴ (0.375)<sub>10</sub> = (0.011)<sub>2</sub>,

|               |
|---------------|
| 0.4           |
| × 2           |
| 0.8...0 (最高位) |
| × 2           |
| 1.6...1       |
| × 2           |
| 1.2...1       |
| × 2           |
| 0.4...0       |
| ⋮             |

(0.4)<sub>10</sub> = (0.0110...)<sub>2</sub>,

### 3. 十进制数转换成二进制数

对任何一个十进制数，只要将其整数部分和小数部分分别采用上述方法转换，然后用小数点将这两部分连接起来，就可得到相应的二进制数。

例如，(18.375)<sub>10</sub> = (10010.011)<sub>2</sub>，

### 4. 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比较简单，只要把二进制数各位数字乘以相应的 2 的幂次，然后相加就行了。

例如，

$$(11101)_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 29$$

$$(101.11)_2 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 5.75$$

## 四、八进制和十六进制

二进制写起来很长，难以记忆，所以在实际工作中采用八进制和十六进制的表示方法以弥补其不足。

八进制有 8 个不同的数字 0、1、2、…、7，在八进制中

一个数可以表示成：

$$N = K_n \times 8^n + K_{n-1} \times 8^{n-1} + \dots + K_1 \times 8^1 + K_0 \times 8^0 + K_{-1} \times 8^{-1} + \dots + K_{-m} \times 8^{-m}$$

十进制数转换成八进制数的方法类似于十进制数转换为二进制数的方法，即十进制整数转换成八进制整数的方法是除 8 取余，十进制小数转换为二进制小数的方法是乘 8 取整。

例如，

$$\begin{array}{r} 8 \overline{) 125} \quad \text{余 } 5 \\ \underline{8 \phantom{0} 0} \\ 45 \\ \underline{40} \\ 5 \\ \underline{4} \\ 1 \end{array}$$

$\therefore (125)_{10} = (175)_8$

$$\begin{array}{r} 0.385 \\ \times 8 \\ \hline 3.080 \quad \dots 3 \\ \times 8 \\ \hline 0.64 \quad \dots 0 \\ \times 8 \\ \hline 5.12 \quad \dots 5 \\ \times 8 \\ \hline 0.96 \quad \dots 0 \\ \vdots \end{array}$$

$$(0.385)_{10} \approx (0.3050)_8$$

八进制数转换为十进制的方法很简单，只要把八进制数各位数字乘以相应的 8 的幂次，然后相加就行。例如，

$$(175.3)_8 = 1 \times 8^2 + 7 \times 8^1 + 5 \times 8^0 + 3 \times 8^{-1} = 125.375$$

十六进制有 16 个不同的数字 0、1、2、…、9、A、B、C、D、E、F 或者 0、1、2、…、9、 $\overline{0}$ 、 $\overline{1}$ 、 $\overline{2}$ 、 $\overline{3}$ 、4、5。

八进制数与二进制数之间的转换很容易实现。八进制数转换成二进制数时，只要将每位八进数用所对应的三位二进制数表示。例如，

$$(53)_8 = (101011)_2$$

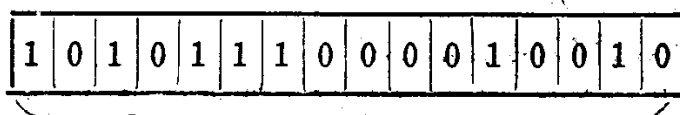
二进制数转换成八进制数时，从小数点开始分别向左向右分组 每

三位二进制数用一位八进制数表示，整数部分最左一组不足三位时在左边添零，小数部分最右一组不足三位时在右边添零。例如，

$$( \underline{11.00101} )_2 = ( 3.12 )_8$$

## 五、机器数与字长

计算机中的数据必须保存在有记忆功能的电子部件中，通常是用一个叫触发器的电路来保存一位二进制代码。N位数就要用N位触发器来保存。可存放一个数的部件称为寄存器。例如一个十六位的寄存器可表示为：

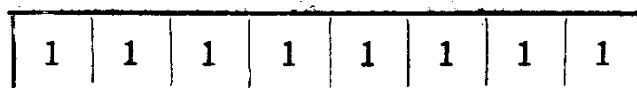


十六位无符号整数

数在机器中的表示形式称为机器数。表示机器数所需要的寄存器位数便是机器数的字长。字长取决于设备情况（如构成寄存器的触发器的数目）。不同计算机的字长不同，有8位、16位、32位、64位等。

机器数有什么特点呢？

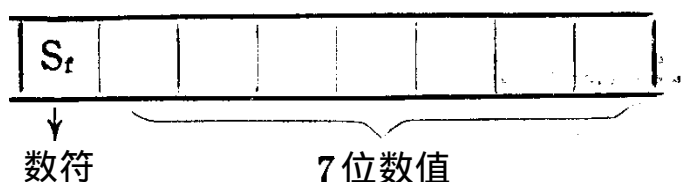
第一个特点是由于受设备限制，机器数能表示的数的范围受到字长限制。设备位数一定，机器数能表示的数值范围大小也就定了。例如字长为8位时，所能表示的无符号整数的最大值是8位全1，即(255)<sub>10</sub>。



运算时，若数值超过机器数所能表示的范围就要停止运算，对数据进行处理。计算机中称这种情况为“溢出”(Overflow)。

第二个特点是数的符号位数值化。机器数有正数和负数，如何表示一个数的正负呢？因为在计算机中只能用数字化信息表示，因此规定，用0表示正号，用1表示负号。这样在表示机器

数的设备中要用 1 位来表示符号。若用 8 位表示一个有理数，符号位占去 1 位，数值的表示范围就要缩小，可表示的最大数为 01111111，即  $+ (127)_{10}$ 。



机器数的第三个特点是小数点要有约定的位置。因为小数点在机器中难以表示，故在设计机器时对小数的位置要加以规定。小数点位置固定不变的表示法叫定点表示法，小数点位置可以变动的表示法称为浮点表示法。

在定点表示法中，常见的是将小数点规定在最低位的右边或规定在最高位的左边，前者是定点纯整数，后者则为定点纯小数。

在定点纯小数表示法中，数的绝对值不能大于或等于 1。如果送入计算机运算的数据不符合上述条件，则须取一比例因子，将其缩小或扩大成小于 1 且小数点在有效位前的数。例如有一数为 1011.101，将它乘上  $2^{-4}$ ，则有

$$1011.101 \times 2^{-4} = 0.1101101$$

这种定点表示法所能表示的最大数为  $0.\underbrace{111\dots1}_{n\text{个}}$ ，最小数为

$0.\underbrace{00\dots01}_{(n-1)\text{个}}$ （考虑绝对值），所以数  $N$  的取值范围是：

$$-(1 - 2^{-n}) \leq N \leq 1 - 2^{-n}$$

在定点纯整数表示法中的数全是整数。如果送入计算机运算的数带小数，则要取一比例因子将其扩大为整数。这种定点表示法所能表示的数的范围是：

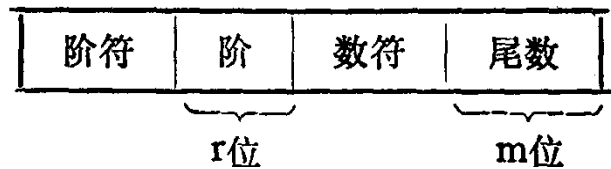
$$-(2^n - 1) \leq N \leq 2^n - 1$$

在定点表示法中，由于小数点位置固定，所以在运算时不必对位，实现这种运算的方法和电路都比较简单。但是采用定点表示法要选择适当的比例因子，否则运算结果会超出计算机所能表示的数值范围。

浮点表示法中小数点位置是可以变动的。此时，一个数要用尾数和阶两部分来表示：

$$(N)_2 = 2^r \cdot M$$

其中， $r$  称为  $N$  的阶， $M$  称为尾数。阶和尾数都可正可负，一般用  $0$  表示正，用  $1$  表示负。所以，浮点数的格式如下：



为了使计算机在运算过程中不丢失有效数字，提高运算精度，在浮点表示法中通常要对数进行规格化。对二进制数来说，如果尾数的第一位（最高位）上的数字是  $1$ ，则该数是规格化数。反之，如果尾数的第一位数字是  $0$ ，则是非规格化数。一个二进制数总可以通过改变小数点的位置而使非规格化数变为规格化数。所以我们可以假定

$$\frac{1}{2} \leq M < 1$$

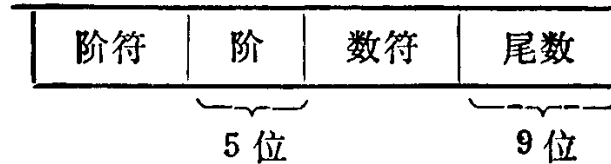
浮点表示法所能表示的最大数是  $\underbrace{11 \dots 1}_{r \text{个}} . \underbrace{11 \dots 1}_{m \text{个}}$ ，最小数是

$-\underbrace{11 \dots 1}_{r \text{个}} . \underbrace{11 \dots 1}_{m \text{个}}$ 。所以  $N$  的取值范围是：

$$-(1 - 2^{-m}) \cdot 2^{(2^r - 1)} \leq N \leq (1 - 2^{-m}) \cdot 2^{(2^r - 1)}$$

浮点数与定点数相比，取值范围要大得多。以字长  $16$  位的机器为例，用定点表示法，除一位数符外，尾数有  $15$  位，则  $N$

的取值范围为  $|N| \leq 2^{16} - 1$ 。采用浮点表示法时 设阶部分有 5 位，尾数部分有 9 位：



N 的取值范围是： $|N| \leq (1 - 2^{-9}) \cdot 2^{(2^5 - 1)}$

即  $|N| \leq (1 - 2^{-9}) \cdot 2^{31}$

近似为  $|N| \leq 2^{31}$

可见，采用浮点表示法，同样的位数可以表示更大范围的数，这样溢出的可能性就减少了。但是采用浮点表示法的计算机比定点表示的计算机复杂。

## 1.3 计算机的组成

### 1.3.1 计算机是怎样工作的

计算机作为一种工具，它是怎样进行工作的呢？我们先来简单分析一下人利用算盘计算一个题目时是怎样进行的？需要什么？它起什么作用？

例如计算： $86 - 25 \times 3 = ?$

首先，要用笔把计算公式、计算步骤和原始数据写在纸上。

$a - b \times c = x$                       计算公式

$b \times c = d, a - d = x$               计算步骤

$a = 86, b = 25, c = 3$               原始数据

其次，在算盘上进行计算：

$25 \times 3 = 75$  在算盘上拨 25，再乘 3，中间结果写在纸上。

$86 - 75 = 11$  在算盘上拨 86，再减 75，得结果 11。

最后，用笔把结果 11 写在纸上。

在解题过程中，从计算步骤的确定，到在算盘上进行计算，最后把结果写在纸上，都需要人去做。所以人利用算盘解题时需要“人，算盘，笔和纸”。

计算机的解题过程和所需的设备与人利用算盘解题十分相似。

为了把原始数据输入计算机里，计算机需要有输入设备。为了保存原始数据，计算步骤以及中间结果，计算机需要存储器，这相当于“纸”。为了担负算盘那样的作用，计算机需要有运算器，专门完成数的运算。由人去完成上述问题计算时，很重要的一点是通过人的大脑去指挥，哪些数字该记在纸上，在算盘上拨哪个数，乘哪个数等，都要通过大脑来进行。计算机的控制器就相当于人的大脑。它统一指挥和控制计算机各部分的联系。为了把最后结果写出来，计算机还需要有输出设备。

现在我们仍以  $86 - 25 \times 3 =$  为例说明计算机的工作过程。

第一步，由输入设备将事先编好的计算步骤和原始数据输入到计算机的存储器中存放起来。

第二步，启动计算机，在控制器的控制下，按计算步骤自动进行如下操作：

1. 从存储器中取被乘数 25 和乘数 3 到运算器 进行乘法运算，运算后得乘积 75。

2. 把运算器的中间结果 75 送回存储器存放，以备调用。

3. 从存储器中取被减数 86 和减数 75 到运算器，进行减法运算，运算后得结果 11。

4. 将运算器中最后结果 11 送回存储器。

第三步，把存储器中最后结果 11 送到输出设备，打印出来。到此解题过程结束。

这里我们要强调的一点是计算机的解题过程是自动进行的，