大学

数学系

自学丛书

# 电子计算机与算法语言 BASIC

DIANZIJISUANJI YU SUANFAYUYAN BASIC

大学数学系自学丛书

# 电子计算机与算法语言BASIC

东北师范大学

刘长欢　姜哲炫　翟耀宗　主编

辽宁人民出版社

一九八四年·沈阳

大学数学系自学丛书

**电子计算机与算法语言BASIC**

Dianzijishuanji yu Shuanfayuyan BASIC

刘长欢　姜哲炫　翟耀宗　主编

---

辽宁人民出版社出版　辽宁省新华书店发行

（沈阳市南京街6段1里2号）　沈阳新华印刷厂印刷

---

字数：220,000　开本：$850\times1168\frac{1}{32}$　印张：$9\frac{3}{4}$

印数：1—32,000

1984年8月第1版　1984年8月第1次印刷

---

责任编辑：王越男　封面设计：安今生

---

统一书号：7090·271　定价：1.25元

# 出版说明

为了适应广大在职人员和社会青年自学成才的需要，根据国家建立高等教育自学考试制度的精神，以满足学员自学教材的要求，由辽宁人民出版社出版一套大学数学系自学丛书。

本丛书是由东北师范大学数学系，根据教育部规定的普通高等院校本科必修课现行教学计划和教学大纲编写的。教材内容系统，数据充实，条理清晰，深入浅出；每章均有学习指导和习题解答，便于自学。经过刻苦自学，即可无师自通，达到本科毕业水平。

本丛书有：空间解析几何、高等代数、数学分析、高等几何、常微分方程、复变函数论、近世代数、实变函数论、微分几何、计算机与算法语言 **BASIC**、概率论与数理统计、计算方法等。本丛书既可供自学应试之用，也可供大专院校的本科在校生和函授生及业余大学学生使用。

本丛书由于水平所限，不当之处在所难免，我们热诚希望广大自学读者批评指正。

# 目　录

# 第一篇　电子计算机

## 引　　言

电子计算机是能自动地进行高速运算的计算工具。电子计算机的出现和发展是二十世纪科学技术的重大成果之一，是科学技术发展水平的主要标志。它在科学研究、工农业生产、国防建设及社会生活等各方面都获得了越来越广泛的应用。

从1946年第一台电子计算机诞生以来，电子计算机的发展经历了四代，即第一代的电子管计算机，第二代的晶体管计算机和第三代的集成电路计算机，现已进入第四代的大规模集成电路时代。目前，电子计算机正向巨型、微型和网络方面发展。

巨型计算机是高速度、大容量的计算机。目前，每秒运算1.5亿次的计算机已投入运行；每秒10亿次的计算机正在研制中，这种计算机主要是为了满足科学研究的需要。

微型计算机是1971年出现的，它是大规模集成电路发展的产物。这种计算机体积小，可靠性高，价格低，非常适合于中小企、事业单位使用，也很适合于各种自动控制方面的应用。

所谓网络，就是利用通信线路把若干台独立的计算机连结起来，这样可以互相支援，互相利用对方的一些特殊资料和设

备，从而提高计算机的使用效率。

展望未来，在计算机的发展中必将有更多新的突破。未来的计算机将是半导体技术、光学技术和电子仿生技术相结合的产物。不久，第四代计算机将迅速普及，采用超大规模集成电路的计算机将陆续出现，并可能出现光学计算机、人工智能计算机等全新的计算机系统。

目前，计算机的应用非常广泛，大至进行空间探索，小至揭示微观世界；从尖端科学技术到日常生活，几乎无所不包。概括起来，有如下四方面的应用：

一、科学计算方面的应用。过去在人工计算中以年或十年为单位的计算问题，现在用几天，几小时，甚至几分钟就可以得到计算结果。

二、数据处理方面的应用。如企业管理、会计、统计、资料管理和医学等方面的大量数据加工、合并、分类等项工作，要由计算机去完成。

三、自动控制方面的应用。利用计算机实现生产过程的实时控制，可以大大地提高自动控制水平，提高生产质量、降低劳动强度。

四、逻辑关系加工与人工智能方面的应用。如计算机自动翻译、情报检索、论文摘要和诊断看病等逻辑加工方面的研究、已取得很多成果并正普遍地使用。在计算机学习、计 算 机 证明和文字识别、图象识别、景物分析、机器人等人工智能方面的研究也取得了初步的成果，

从上可以看出，计算机不仅能代表人的体力劳动，而且能代替人的脑力劳动的某些职能。

计算机的应用是十分广泛的，这关键在于计算机是一种高度自动化的，能进行快速运算和逻辑判断的先进设备。它不仅能进行加、减、乘、除等算术运算，而且能对参加运算的数和结果进行逻辑判断，并且有记忆能力，因此它能自动快速地解

决各种数学问题和逻辑问题。那么计算机是怎样自动工作的呢？它由哪些部件组成的呢？在回答这个问题之前，让我们先来考察一下人是怎样计算的。

一个人用算盘来计算一些问题，这些问题有大量重复的四则运算，例如用算盘来算一数的平方根，可用下述公式多次迭代而得

$$y_1=\sqrt{x}\approx\frac{1}{2}\left(y_0+\frac{x}{y_0}\right)$$

设 $x=2$，$y_0=1$。

这个问题的计算步骤为：

第一步，根据给定的题目确定计算步骤和方法，并把步骤和原始数据写在纸上。

解题步骤：先做$\frac{x}{y_0}$，其次做$y_0+\frac{x}{y_0}$，再做$\frac{1}{2}(y_0+\frac{x}{y_0})$，然后令$y_0=y_1$，重复上述过程，直到$\sqrt{2}$的值达到所需要的精度为止。

原始数据为：$\frac{1}{2}$，$y_0$，$x$。

计算结果为 $y$。

第二步，按顺序在算盘上进行运算。

（1）　做$\frac{x}{y_0}$，中间结果放在算盘上；

（2）　做 $y_0+\frac{x}{y_0}$，中间结果放在算盘上；

（3）　做$\frac{1}{2}\left(y_0+\frac{x}{y_0}\right)$，中间结果写在纸上，以此代替$y_0$；

（4）　再重复1，2，3；

（5）　直到满足精度为止，得到 $y=\sqrt{x}$；

（6）　结果。

第三步，把结果写在纸上.

为完成上述运算，我们用到了什么呢？

首先用到了纸，我们把原始数据以及解题步骤记录在纸上，即纸记忆了算题的原始数据及解题步骤；其次用到了算盘，进行具体计算；再用到了笔，把原始数据和解题步骤写到纸上，还可把结果写出来告诉人；最后，用到了我们的脑和手，在人的控制下，按照解题步骤一步一步地进行计算，直到完成运算.

电子计算机进行解题的过程和人用算盘算题的情况很相似，也必须有运算工具，解题步骤和原始数据的输入，运算结果的输出以及相应整个运算的调度控制。和打算盘不同的是，以上这些部件都是由电子线路和其它设备自动进行的。在电子计算机里，相当算盘功能的部件称为运算器；相当于纸那样具有记忆功能的部件称为存贮器；相当笔那样的把原始数据和解题步骤送到计算机或者把运算结果显示出来的设备叫做输入输出设备；而相当于人的大脑，能够自动控制整个运算过程的部件叫做控制器。图1表示组成电子计算机的五个主要部分。

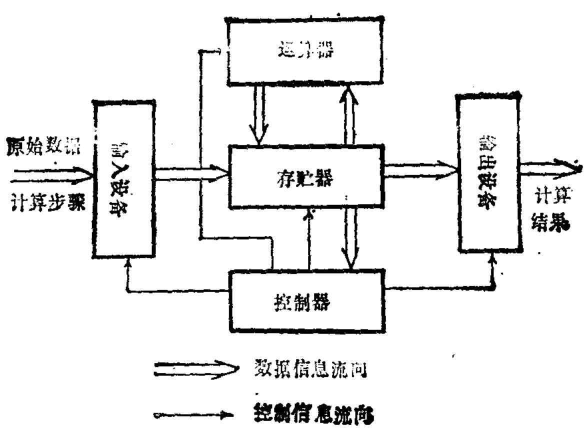


图1

运算器：它是完成加、减、乘、除等算术运算和逻辑加、逻辑乘等逻辑运算的部件。此外，运算器还能做别的一些动作，如数码的传送，移位以及给出转移特征等，所有这些运算和动作叫做操作。指挥机器做这些操作的命令称为指令。一台机器所具有的指令的全体叫做指令系统。每条指令规定了计算机应进行的操作（如加法、减法或者从存贮器中取数到运算器还是把运算结果送到存贮器等等），及操作所需的数在存贮器中的地址。

存贮器：它的主要功能是保存大量的数据和运算步骤（即程序）。参加运算的大批数和程序通过输入设备送到存贮器保存起来。要运算时，把数从存贮器中取出来送到运算器中进行运算，运算的结果再送到存贮器中保存。并且根据需要可以抹去原来的内容而重新记录新的内容，或者把原记录的内容取出来，但不破坏原有的内容。保存在存贮器中的程序是由一条一条的基本指令组成，它是解题所需的一系列指令的有序集合。

控制器：它是计算机中发号施令的部件。控制计算机按计划有条不紊地进行工作，即控制计算机的各个部分，按人们预先规定的保存在存贮器里的程序自动地进行操作。在工作过程中，它不断地、自动地、按顺序地从存贮器中取出指令，并按指令的要求，向机器的各部分发出相应的指示或命令，使它们完成指令中所规定的操作，如指挥运算器进行规定的运算，控制运算器和存贮器之间交换信息，控制输入输出设备的工作等等。控制器是整个计算机的指挥中心。

输入输出设备：它是人与计算机进行联系的设备、即人将自己编好的计算程序和原始数据通过输入设备转换成计算机能识别的代码，然后送到计算机的存贮器中保存起来。输出设备是把在存贮器中的运算结果转换成人们所需要的形式成批地送出来供人们使用。

电子计算机的这五个部件中，运算器、存贮器、控制器合

起来叫做主机，输入设备和输出设备叫做外部设备，外部设备还包括外存贮器．通常我们把组成计算机的这五个部分称为硬件。

我们知道，使用算盘进行计算时，要按运算法则和计算步骤，利用珠算口诀来计算，如果只有算盘，但没有运算法则和计算步骤，就不能用算盘来计算．电子计算机也是如此．如果只有上述硬件，计算机并不能进行运算，它仍然是一个死东西，那么计算机靠什么才变“活”，从而高速自动地完成各种运算呢？这就是计算程序．对硬件而言，我们把各种各样的程序叫做软件．只有硬件和软件同时具备，计算机才能自动地、快速地、连续地工作，完成各种各样的工作任务。

电子计算机要进行大量的数据运算．并且在电子计算机中，是用电子开关的不同状态来表示不同数字符号的，因而提出，参与计算机中的数有哪些要求？它们是如何表示？与我们通常数的表示法有什么关系？另外，电子计算机不仅能进行数值计算，而且还能进行逻辑推理和判断，特别是计算机里的运算器、控制器和存贮器的许多电路是由逻辑元件组成，依靠逻辑进行工作的．所以，下面逐章介绍计算机中数的表示，逻辑代数（即布尔代数），以及计算机基本组成部分的结构及工作原理。

# 第一章 数的表示

电子计算机中数的表示采取什么形式，将直接影响计算机的结构与性能。在这一章里，我们先从常用的十进制数开始分析，进而引入各种不同的进位制，以及各种进位计数制之间的转换，同时还给出计算机中数的三种表示法。

## §1 进位计数制

按进位的方法进行计数称为进位计数制。在日常生活中，我们最常用的是十进制数。它的数值是由十个不同的数字符号0，1，2，3，4，5，6，7，8、9 来表示的，我们把这些数字符号叫做数码。数码所处的位置不同，代表数的大小也不同。如1982．53中小数点左边第一位 2 代表个位，表示它本身的数值；左边第二位是十位，表示$8\times10$；左边第三位是百位，表示$9\times100$；左边第四是千位，表示$1\times1000$；而小数点右边第一位5 表示$5\times10^{-1}$；第二位 3 表示$3\times10^{-2}$。“个、十、百、千、……”在数学上叫做“权”，因此，这个数可以写成

$$1982.53=1\times10^{3}+9\times10^{2}+8\times10^{1}+2\times10^{0}+5\times10^{-1}+3\times10^{-2}$$

一般地，一个十进制数$N$可表示为

$$\begin{aligned}N&=\pm[K_n\cdot10^n+K_{n-1}\cdot10^{n-1}+\cdots+K_1\cdot10^1+K_0\cdot10^0\\&\quad+K_{-1}\cdot10^{-1}+K_{-2}\cdot10^{-2}+\cdots+K_{-m}\cdot10^{-m}]\\&=\pm\sum_{i=-m}^{n}[K_i\cdot10^i]\end{aligned}$$

式中 $m$，$n$ 为正整数，$K_i$ 是 0，1，2，3，4，5，6，7，8，9 中任意一个，它由N的具体数值而定。这个式中的10是十进制的基数，基数就是该进位制中可能用到的数字符号的个数。基数是10而逢十进一的计数制叫做十进制数。在生活中除了十进制的计数制外，还有其它的计数制。如60秒为1分，60分为1小时，是逢六十进一的六十进位制。又如在计算机中常用的二进制、八进制、十六进制等等。

对于任意的计数制，基数可用正整数 $R$ 来表示，这时数 $N$ 可表示为.

$$N=\pm[K_n\cdot R^n+K_{n-1}\cdot R^{n-1}+\cdots+K_1\cdot R^1+K_0\cdot R^0$$
$$+K_{-1}\cdot R^{-1}+K_{-2}\cdot R^{-2}+\cdots+K_{-m}\cdot R^{-m}]$$
$$=\sum_{i=-m}^{n} K_i\cdot R^i$$

式中 $K_i$ 是 $0,1,2,\cdots,(R-1)$ 中的任何一个，$R$ 是基数。

对于八进制，$R=8$，即基数是8，此时用0,1,2,3,4,5,6,7,等八个符号，采取逢八进一的进位原则。在八进制中，某数 $N$ 表示为

$$N=\pm[K_n\cdot 8^n+K_{n-1}\cdot 8^{n-1}+\cdots+K_i 8^1+K_0\cdot 8^0$$
$$+K_{-1}\cdot 8^{-1}+K_{-2}\cdot 8^{-2}+\cdots+K_{-m}\cdot 8^{-m}]$$
$$=\sum_{i=-m}^{n} K_i\cdot 8^i$$

在这里 $m$，$n$ 是正整数，$K_i$ 取0,1,2,3,4,5,6,7中的任意一个。

基数最小的数值是二进制，即基数是2，只用0，1两个不同的数字符号，采用逢二进一的原则。在二进制里任意一个数 $N$ 可表示为

$$N=\pm[K_n\cdot 2^n+K_{n-1}\cdot 2^{n-1}+\cdots+K_1\cdot 2^1+K_0\cdot 2^0$$
$$+K_{-1}\cdot 2^{-1}+K_{-2}\cdot 2^{-2}+\cdots+K_{-m}\cdot 2^{-m}]$$

这里 $m$、$n$ 是正整数，$K_i$ 只取0,1中的任意一个。

## §2 二进制的特点

在计算机中采用什么样的进位制，取决于该进位制在机器设计制造上是否容易实现，是否计算简便，是否节省器材。

首先，二进制只取两个数码 0 和 1，因此二进制的很大一个优点就是它的每一位数都可以用任何具有两个稳定状态的物理元件来表示。一般来说，制造具有两个稳定状态的元件比制造具有多个稳定状态的元件容易得多，如开关的接通和断开，晶体管的导通和截止，脉冲的有与无，及电平的高和低等等。只要规定其中的一种状态用 1 表示，另一种状态用 0 表示，就可以表示成二进制了。

其次，二进制运算简单。二进制的加法表为

$0+0=0$，　$1+1=10$

$1+0=1$，　$0+1=1$

二进制的乘法表为

$0\times0=0$，　$1\times1=1$

$1\times0=0\times1=0$

另外，由于采用二进制，就可以使用开关代数即逻辑代数，这就为计算机的逻辑设计提供了便利的工具。

还值得提出的是，采用二进制可以节省设备。在二进制中每一位数可用两个稳定状态的元件来表示，而十进制数中每一位就要求十个稳定状态的元件来表示。如要表示0到999这1000个数，十进制用 3 位数，共需$3\times10=30$个设备量，而用二进制表示这1000个数，则用10位数（实际上$2^{10}=1024$个数），只需$2\times10=20$个设备量。很明显，用二进制表示数时所需的设备量比用十进制表示数时少。