

TRUE BASIC 语言程序设计

南京铁道医学院

引 言

随着计算机技术的发展,计算机已经广泛地应用在我国各个领域和各个学科,深入到科技、国防、工农业、交通和第三产业的各个部门。计算机技术及其应用已经成为衡量一个国家社会经济发展水平和科学技术现代化水平的标志。计算机知识亦成为当代人们知识结构中不可缺少的重要组成部分。

BASIC(Beginner's All-Purpose Sybolic Instruction code)意思是初学者的通用符号指令代码,1964年至1966年期间由美国Dartmouth学院的John G. Kemeny 和 Thommas E. Kurtz教授开发的小型程序设计语言,它简单,易学和人机会话功能深受初学者的欢迎,它小型的特点,广泛地被微型计算机和小型计算机作为机内的基础语言,甚至有的高级计算器亦配置了BASIC语言。它不仅是初学者的良师益友,由于它编程简单,但能编出功能很强的程序,对非计算机专业人员在他们各自专业中的应用开发,具有极大吸引力,就在编写科学计算问题的程序设计人员中,BASIC语言的普及程度仅次于FORTRAN语言。BASIC语言已经被广泛地应用在数值计算、数据处理、实时控制、辅助设计、绘图、模拟、游戏等多种领域和范围,国内外的许多软件是用BASIC语言编写的,BASIC是应用最广泛、最受欢迎的程序设计语言之一。

微电子技术和计算机硬件、软件技术的发展,尤其是微处理器和微型计算机的问世,一方面给BASIC语言的应用开辟了更广泛的前景,但另一方面BASIC语言的一些缺陷亦随之暴露。例如BASIC语言多数采用解释执行方式,对大量数据的数值计算或多次运行的程序适应性差、效率低;因为运行状态查错,而且出错的致命性致使用户实用时感到不十分方便;又如BASIC语言是非结构化的程序设计语言,很难用它编写出完整的结构化、模块化的程序,对现代程序设计技术的适应性差;BASIC功能亦需扩展、增强…。因此,各计算机厂的厂商为了霸占市场,宣扬各自机器的优势,各自改进和扩展了BASIC语言的功能,出现了众多的、并与机器硬件相关的BASIC语言版本,人们称之为BASIC的“方言性”,BASIC的众多方言严重地破坏了它的通用性和程序移植性,给BASIC语言学习、使用带来了困难。

TRUE BASIC 称真正的BASIC语言,它是1986年由原BASIC的创世人G. Kemeny和E. Kurtz推出的新作,它是严密符合美国国家标准的、不依赖机器硬件的典型结构化程序设计语言。TRUE BASIC 保留了原BASIC易懂、易学的基本特点,同时吸取了FORTRAN、PASCAL语言的优点,使之具有过去大中型机才具备的各种较强的计算功能,和具有足够的能力适应较大应用课题的开发,使用结构化、模块化程序设计方法。

TRUE BASIC具有下列特点:

- 1 不依赖于硬件,编写程序具有移植性,可以在任何微机上运行;并和原BASIC有互通性,对老BASIC用户无需了解语言系统中存在的差异,亦不必再学习TRUE BASIC语言;

2 无GOTO语句的结构化程序设计语言系统，完全能适应现代结构化、模块化程序设计技术；

3 提供了解释执行方式和编译执行方式两种状态。解释执行方式跟踪能力强，便于程序纠错、调试；编译执行方式程序运行效率高；

4 功能扩展、增强。它提供与象素无关的图形语句、支持彩色、图形输入和动画制作；提供外部函数、外部子程序定义、调用功能和实用的程序库和图形库；配备了易于使用、功能很强的屏幕编辑系统。

总之，TRUE BASIC是真正的，比较完美的程序设计语言，专家们认为它是未来的BASIC国际标准。同时，TRUE BASIC语言亦是计算机专业教授计算语言和程序设计技术的极好的教材。

为大学非计算机专业的初学者学习TRUE BASIC语言和程序设计技术，我们编写了这本教材。我们采用通俗性、科学性和实用性相结合的方式，通过大量的例题深入浅出地，系统地介绍了TRUE BASIC语言，和如何使用TRUE BASIC语言编写程序，进行程序设计。我们提供了比较完整、实用的附录，满足适应进一步深入学习和应用的需要。它亦可用作各种培训班和自学用的教材。我们恳切希望非计算机专业人员结合自己的专业，为计算机的应用开发作出贡献。

教材的第0章由姜遇姬、郑雪清编写，第一章、第七章、引言和附录由姜遇姬编写，第三章、第四章由郑绍海编写，第二章、第八章、第九章由郑雪清编写，第五章、第六章由李娟编写。

本教材的编写、印刷得到学院领导、教材建设委员会、卫生系领导和教材处同志们的关怀和大力支持，我们表示衷心的感谢。

南京铁道医学院卫生系计算机教研室

1991.元。

目 录

引言

第〇章 电子计算机基础知识

§ 0.1 计算机信息和编码.....(1)

§ 0.2 计算机组成和微机.....(8)

§ 0.3 微机信号处理系统.....(14)

§ 0.4 计算机软件 and 计算机语言.....(23)

小结.....(25)

习题.....(26)

第一章 数据和数据操作

§ 1.1 常量和变量.....(28)

§ 1.2 数值运算和数值表达式.....(31)

§ 1.3 字符串操作和字符串表达式.....(33)

小结.....(36)

习题.....(37)

第二章 数据传送和简单程序设计

§ 2.1 赋值语句及输出语句.....(40)

§ 2.2 键盘输入语句.....(46)

§ 2.3 DATA和READ语句及 RESTORE 语句.....(50)

§ 2.4 输出格式控制.....(54)

小结.....(60)

习题.....(61)

第三章 判断选择与循环结构

§ 3.1 条件选择IF—THEN 结构.....(64)

§ 3.2 多分支选择结构.....(69)

§ 3.3 FOR—NEXT循环结构(72)

§ 3.4 DO—LOOP循环结构(84)

§ 3.5 出错与出错处理.....(91)

小结.....(95)

习题.....(97)

第四章 数组与MAT语句

§ 4.1 数组与数组说明语句.....	(105)
§ 4.2 MAT语句	(111)
§ 4.3 数组赋值和数组重新调整.....	(116)
§ 4.4 矩阵运算、矩阵函数和内部数组.....	(119)
§ 4.5 数组的应用—检索和排序.....	(126)
小结.....	(155)
习题.....	(156)

第五章 字符串处理和函数

§ 5.1 字符串的基本概念.....	(162)
§ 5.2 字符串传送.....	(165)
§ 5.3 字符串函数.....	(167)
§ 5.4 取整函数和随机函数.....	(174)
§ 5.5 时间和日期函数.....	(177)
小结.....	(178)
习题.....	(178)

第六章 自定义函数和子程序

§ 6.1 自定义函数.....	(180)
§ 6.2 子程序.....	(190)
§ 6.3 库.....	(198)
小结.....	(199)
习题.....	(200)

第七章 图形

§ 7.1 单窗口简单图形.....	(202)
§ 7.2 屏幕设置和函数曲线图.....	(209)
§ 7.3 子图及子图变换.....	(215)
§ 7.4 多窗口显示.....	(220)
§ 7.5 BOX语句和动画.....	(223)
小结.....	(229)
习题.....	(231)

第八章 声音与音乐

§ 8.1 SOUND语句	(232)
§ 8.2 PLAY语句	(233)
小结.....	(237)

习题.....	(238)
第九章 文件	
§ 9.1 文件的命名和类型.....	(239)
§ 9.2 程序文件.....	(240)
§ 9.3 数据文件概述.....	(241)
§ 9.4 正文文件.....	(245)
§ 9.5 记录文件.....	(249)
§ 9.6 字节文件.....	(253)
小结.....	(254)
习题.....	(255)
附录	
附录 A. IBM-PC字符与ASCII代码对照表	(256)
附录 B. TRUE BASIC的使用.....	(262)
附录 C. 库文件.....	(272)
附录 D. 图形和模式.....	(279)
附录 E. TRUE BASIC语法一览表.....	(236)
附录 F. 出错代码及出错信息.....	(295)

第〇章 电子计算机基础知识

§0.1 计算机信息和编码

一、引言

蒸气机的发明引起了第一次工业革命，机器可以替代人们繁重的体力劳动；电子计算机的发明有人称为第二次工业革命，机器可以替代人们的脑力劳动，至少可以认为电子计算机是人们大脑和智力的延伸。电子计算机不仅计算速度快，而且具有大容量的记忆功能和逻辑判断、推理的能力，逾越人体的机能和生命的限制，在计算、判断、检测等方面能完成人们化费毕生时间也无法完成的任务。因此在国民经济各个部门和各个学科领域中得到广泛的应用。电子计算机的普及及应用情况也成为衡量一个国家科学技术现代化水平的重要标志。

电子计算机具有下列特点：

1、运算速度快：一般的电子计算机的运算速度为几十万次/秒，更高的每秒钟能完成几亿次加法运算。

2、精度高：有效数位可达几十位。

3、存储、记忆容量大：能记忆一个单位的职工，一本字典等等。

4、可靠性强：无故障运行时间可达上万个小时。

5、具有逻辑运算和逻辑判断能力。

6、在程序控制下，完全自动地工作。

1946年美国研制成功第一台电子计算机起至今，短短的四十多年，电子计算机发展十分迅速，它经历了四代更新，并正向第五代发展；

第一代（46—57）电子管式电子计算机；

第二代（58—64）晶体管式电子计算机；

第三代（65—71）集成电路式电子计算机；

第四代（72—80）大规模集成电路电子计算机；

第五代（80年始）人工智能式电子计算机。

由于电子技术的迅速发展，采用大规模集成电路制造的微处理器，给计算机的微型化、性能和价格比的提高创造了条件，今天的一台微型计算机与第一台机相比，运行速度提高了200多倍；体积缩小了30万倍，而重量减少了6000多倍，耗电量只有第一台计算机的1/56000，价格为百万到千万分之一，可靠性提高约一万多倍。超大规模集成电路技术，也给制造巨型机和新型的计算机创造了有利条件。第五代计算机的设计、研制从根本上改变了冯·诺曼信息（程序、数据）存储的原理，采用知识存储，决策信息输出原理，新一代的电子计算机真正具有人类大脑

的思维、推理、学习和决策的功能。可盼90年代第一台人工智能计算机将诞生，并投入使用。

电子计算机的应用十分广泛，可归纳下列几个方面：

1 科学计算：利用计算机的高速、高精度的特点，处理科学技术领域中的复杂模型，进行数值计算和实验数据处理。如数据量大，计算复杂的天气变化规律数学解；导弹，航天飞机的弹道计算，军事指挥、防空系统，原子结构等的分析和计算；在医学方面研究遗传密码和生命物质的合成；心电图、脑电图的自动识别；医疗辅助诊断系统等等。

2 数据处理与事务管理：利用计算机的记忆容量大，并具有逻辑判断和信息加工能力，在商业、企业和金融管理中，用作分类汇总、查询、成本核算、决算分析、仓库管理、工资计算、销售统计、市场分析、存款提取、计划统计等；在交通部门，铁路、航空、城市用于实现交通自动调度和交通管制；在医疗卫生系统用于医院管理，药房、血库、病历及财务、工资管理，医疗卫生统计等等。

3 过程控制：利用计算机的实时、快速采集功能，和信号处理的能力，用作控制系统的控制器。如机械加工生产过程的数控机床、柔性加工系统、自动加工生产管理工厂等；化工生产过程控制、冶炼过程控制；在军事上导弹、航天飞机的控制，航天飞行器的监视、遥控、遥测等等；在医学上用的自动化测试仪器（离心分光光度计），气相层析（GC）仪，心电图测试、分析，脑电图、呼吸系统测试系统，计算机化的X线层面扫描系统（CT），核磁共振系统等等。

4 人工智能：利用计算机的推理、学习功能，模拟人类的智力活动。研究、应用领域有：专家系统—医疗专家系统、地质探矿、地震预报、故障诊断系统等等；机器人—利用对策能力的机器博弈，机器学习和机器识别（文字、图象和声音、噪声的识别）等；自然语言理解—研究机器“理解”和“创造”句子，传达语言信息；定理证明—研究机器推理等等。

电子计算机在国民经济各个部门、研究学科各个领域应用十分广泛，并将日益深入和普及。电子计算机亦随着科学技术的发展而迅速地发展，探索其发展方向可归纳为：

巨型化—速度、精度更高、多处理器并行处理的巨型机；

微型化—体积、重量更小，性能，价格比更高的微型机；

网络化—由若干独立的计算机通过通讯线相互联接构成的系统称计算机网络，它以资源共享，实现远程信息处理为主要目的，具有数据传送、负荷均衡等特种功能；

智能化—模拟人类大脑的智力活动，具有学习、推理和决策功能的计算机称人工智能计算机，它是第五代计算机的目标。不同于前四代计算机以信息存储、处理为基础，第五代计算机采用知识存储，知识处理，并有机器信息（决策）输出。

本教材仅介绍信息存储式计算机的基础知识。

二、计算机的信息表示和存储

本节将介绍信息（数据，程序）的表示方式和信息的计算机存储方式。

(一)、数和数制

1 十进制数：人们最常用的是十进制数，在十进制中有十个数字 0, 1, …, 8, 9, 计数时逢十进一，基数 $R = 10$ 。

任何一种数制都符合数位原理，即数字在数中的位置不同，具有不同的位值。例如十进制数 535。最后一个 5 是个位数，位值是 $(10)^0 = 1$ ，个位的权值是 5，中间一位是十位数，位值是 10 权值是 3；最高位是百位数，位值 $(10)^2 = 100$ ，权值亦是 5，因它在数中的位置不同，其位值也不相同，代表的数值亦就完全不同。根据数位原理，任何一个数都可用权值与其位值的乘积的总和表示，称展开式

$$\text{例：} 2597.3 = 2 \times 10^3 + 5 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1}$$

如果用 S 表示十进制数， i 表示位数， P_i 表示第 i 位数字（权值），则可写成

$$S = \sum_{i=3}^{-1} P_i \cdot 10^i$$

如果用正整数 N 表示数的整数部分的位数， M 表示小数部分的位数， R 表示基数，则展开式可写成

$$S = \sum_{i=N}^{-M} P_i \cdot R^i$$

$N+1$ 是整数部分位数
 M 为小数部分位数

这一展开式可以推广到任意数制，用来求得任意数制数的十进制等效值。

2 二进制：计算机为简单，可靠地工作，采用二进制数制。在二进制中只有 0 和 1 两个数字，计数时逢二进一，即基数 $R = 2$ 。在计算机中为什么采用二进制数制呢？其原因是

(1) 两值元件表示明确，实现方便；

(2) 二进制运算规则简单，有利于提高机器运行可靠性；

加法规则： $0 + 0 = 0$ ； $0 + 1 = 1$ ； $1 + 0 = 1$ ； $1 + 1 = 10$

乘法规则： $0 \times 0 = 0$ ； $0 \times 1 = 0$ ； $1 \times 0 = 0$ ； $1 \times 1 = 1$

用二进制值可以代表真、假两个逻辑值，逻辑运算（按位进行）直接可用加、乘规则。

(3) 二值逻辑机器使用元件少，节约设备。

二进制数也符合数位原理，利用展开式可以求得任意二进制等效值 S 。

注意：因数制不同，除十进制数外，任何其它数制的数都用基数作下标，以资区别。

例：求二进制数 $(1011.1)_2$ 的十进制等效值

$$S = \sum_{i=3}^{-1} P_i 2^i = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = 2^3 + 2^1 + 2^0 + 2^{-1} = 11.5$$

二进制数的十进制等效值是权为 1 的位值之和。表 1 是二进制数的位值表。

二进制数的一个数字称一位 (Bit)；八个二进制位构成一个字节 (Byte)；十六位可称二个字节。

表 1、二进制位值表

位数	位值	十进数值	简称	位数	位值	十进数值	简称
⋮	⋮	⋮	⋮	9	2^9	512	/
-3	2^{-3}	0.125	/	10	2^{10}	1024	1K
-2	2^{-2}	0.25	/	11	2^{11}	2048	2K
-1	2^{-1}	0.5	/	12	2^{12}	4056	4K
0	2^0	1	/	13	2^{13}	8192	8K
1	2^1	2	/	14	2^{14}	16384	16K
2	2^2	4	/	15	2^{15}	32768	32K
3	2^3	8	/	16	2^{16}	65536	64K
4	2^4	16	/	17	2^{17}	131072	128K
5	2^5	32	/	18	2^{18}	262144	256K
6	2^6	64	/	19	2^{19}	524288	512K
7	2^7	128	/	20	2^{20}	1048576	1M
8	2^8	256	/	⋮	⋮	⋮	⋮

* 注: $2^{10}=1024$, 为了便于记忆简称 1 K(千), $2^{20}=1048576$ 简称 1 M(兆)。

例: 一个字节长度的最大二进制数等效的十进制数值是多少?

八位二进制最大数是 (1 1 1 1 1 1 1 1)₂

则 $S = 2^8 - 1 = 256 - 1 = 255$

可见, 一个字节的长度可以构成 256 个不同的二进制整数, 其十进制等效值从 0 到 255。

计算机由两值元件构成, 所以机器采用二进制, 送给计算机处理的数据, 无论是数或文字都必须用二进制数编码, 机器方能识别和处理。数的二进制表示, 机器能够识别, 如果人们直接使用二进制数输入计算机十分困难, 首先人们熟悉十进制数, 不熟悉二进制, 数制的人工转换十分麻烦; 其次, 二进制数过长, 直接输入击键次数过多, 同时因为只有 0 和 1 两个数字, 易于出错, 由于阅读性差, 纠错亦十分困难。为此希望机器提供数制的自动转换, 和解决二进制数缩写问题。我们首先解决后者。

3 八进制数制: 八进制有 0、1、2、3、4、5、6、7 八个数字, 逢八进一计数, 基数 $R = 8$ 。由于八进制的基数 $R = 2^3 = 8$, 三位二进制代表的数可以用一个八进制数字表示, 书写长度可以缩短近三分之一。

2-8 转换规则: 以小数点为准, 将二进制数向左, 向右按三位一组划分, 前后不足三位均补以 0, 然后将每组换成八进制数就可。

例: (... 1 101 110 . 100 11 ...)₂

(156.46)₈

4 十六进制: 基数 $R = 16$, 有十六个数字 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F, 逢十六进一。显然, $R = 2^4 = 16$, 四位二进制可用一个十六进制

数表示，引进十六进制可以进一步缩短二进制数的书写长度。2-16转换规则与2-8类同，只是用四位分组。

例：(110 1110 . 1001 1000)₂
(6E.98)₁₆

人们应用的数制还很多，我们最关心的是十进制和计算机使用的二进制。引入八进制和十六进制的目的只是为了缩短二进制的书写长度，便于阅读，纠错；我们关心的是2-10制间的数制互相转换，以便利用计算机自动进行转换。

(二)、数制转换

为了消除人和计算机间的隔阂，必须解决2-10进制相互转换的方法。

1 2-10转换：计算机的运算结果为二进制，输出显示时应转换成十进制数，便于人们利用，理解。2-10转换的工具是展开式，已知P_i求得S值。

$$S = \sum_{i=n}^{-m} P_i 2^i$$

其中P_i为位权，取值只有0/1；2ⁱ为i位的位值；

n, m为正整数，分别为二进制数的整数位数和小数位数；

i为位数，在[n, m]中的整数连续取值，包括0。

2 10-2转换：用十进制数给计算机输入符合人们的习惯，方便使用，但必须转换成二进制数计算机才能识别和处理。10-2转换是2-10转换的逆过程，转换依据仍是展开式，此时是已知S，R=2，求得P_i序列，构成二进制数。以下是不加证明给出10-2转换步骤：

(1)、将十进制数分解为整数和小数两部分；

(2)、整数部分：除2取余，得整后重复除2取余，直到商为零止，自后而前排列的余数序列为二进制整数部分；

(3)、小数部分：乘2取整，小数部分再乘2取整，直到积为零或满足给定精度要求止，自前而后的整数序列为二进制小数部分结果；

(4)、综合整数和小数两部分，得完整的转换结果。

例、求125.258的二进制等效数，小数部分取七位。

整数部分：125

2 125	余数
2 62	P ₀ = 1
2 31	P ₁ = 0
2 15	P ₂ = 1
2 7	P ₃ = 1

小数部分：0.258

0.258	整数
× 2	
0.516	P ₋₁ = 0
× 2	
1.032	P ₋₂ = 1
× 2	

2 3	$P_4 = 1$	0.064	$P_{-3} = 0$
2 1	$P_5 = 1$	$\times \frac{2}{2}$	
0	$P_6 = 1$	0.128	$P_{-4} = 0$
		$\times \frac{2}{2}$	
		0.256	$P_{-5} = 0$
		$\times \frac{2}{2}$	
		0.512	$P_{-6} = 0$
		$\times \frac{2}{2}$	
		1.024	$P_{-7} = 1$

转换结果是 $(1111101.0100001)_2$

注意：并非所有的十进制小数都能由二进制数精确表示，例如：0.1，0.6等等，此时转换会引入误差。

3 任意数制间的转换：任意数制间的转换固然可采用 2-10 转换 相类似的方法，称直接法。直接法转换机器需记忆不同数制的乘、加算术运算规则，使用十分困难。所以任意数制间转换采用间接法，即首先将需转换的数先转换为十进制，再将十进制转换成要求的数制。

例、将三进制数 $(12)_3$ 转换为二进制。

3-10 转换： $S = 1 \times 3^1 + 2 \times 3^0 = 5$

10-2 转换：

2 5	余数
2 2	$P_0 = 1$
2 1	$P_1 = 0$
0	$P_2 = 1$

$(12)_3$ 等效的二进制数为 $(101)_2$

(三)、数的存储——定点数和浮点数

数有正数，负数，又有整数和实数之分，在计算机中如何表示是本节讨论的内容。

1、定点数：二进制整数（无小数）用定点数表示，整数的正、负数符亦必须用二进制编码。在计算机内带数符的二进制整数以 2 的补码形式表示。

计算机中央处理单元的二进制位串称字，位串的位数称字长，定点数表示小数点固定在位串最后，整个位串代表一个整数。假设计算机的字长是 32 位，二进制整数 N 在机内表示方法为：

$$N \quad \text{当 } N \geq 0$$

$$2^{32} + N \quad \text{当 } N < 0$$

例、8 位字长计算机中，+5，-5 的表示

+5: 00000101

-5: 11111011

正整数存储的是二进制原码，负整数存储的是2的补码。最高位为数符码，为0时，存储的是正整数，为1时，存储的是负整数，字长8位定点数表示的整数范围是+127~-128。因采用补码表示，负数比正数多1个数。

若机器字长是32位，它能表示的整数范围是+ (2³¹-1) 到-2³¹。

说明：计算机用补码形式的定点数表示带数符的整数，整数的范围取决于计算机的字长，为扩大整数的表示范围，多数微机允许使用双精度数，即由两个字长构成一个补码定点数。补码表示使整数的算术运算简单化——变整数减法为加法，运算规则亦很简单：相加结果有溢出，丢弃溢出获得结果。结果的最高位MSB=0为正，MSB=1为负，是2的补码表示。

2、浮点数：定点数表示范围不大，只能表示整数，对于包括小数的实数需采用浮点数表示。所谓浮点数指小数点的位置允许浮动的数。在十进制中当数较大时亦采用浮点表示方法，称科学表示法。

例：123456789.12 可写成 1.2345678912 × 10⁸

计算机内的实数亦采用浮点表示法，假设机器字长为32位，将其分成三部分表示一个实数，如图示，其中最高位为数符，七位表示指数，24位表示小于1的尾数。

数符	指数	尾数
1 位	7 位	24 位

当实数为正，数符位为0；负实数，数符位为1；

无论实数正或负，尾数皆用原码表示，并规定小数点位于尾数首位之前，即尾数总小于1，称规格化浮点数。实数的精度取决于尾数的长度，24位尾数表示有十进制8位有效数的精度。

指数亦有正或负，7位指数可以用补码表示正或负指数，但多数计算机指数N表示成 $N + 2^{t-1}$ ，t是指数长度。

指数N -64 -63 -62..... -1 0 1 62 63

表示值 0 1 2 63 64 65 126 127

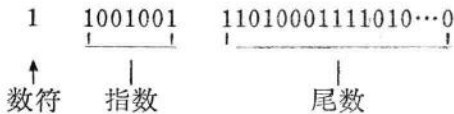
指数长度决定了浮点数的范围，7位指数范围为±2^{6.5}。

例：已知S = -419.8125，问其在32位机中表示

S = -419.8125的等效二进制数为 (-110100011.1101)₂

规格化后为 -0.1101000111101 × 2⁹

指数表示 9 + 2⁷⁻¹ = 9 + 64 = 73 = (1001001)₂



为了扩大数的表示范围，提高精度，多数微机提供浮点数的位数大于机器字长。

注意：十进制数的科学表示方式，如 -4.198125×10^2 ，无法直接输入计算机，因上标不能表示。采用 $-4.198125E2$ 输入给计算机。

(四)、字符编码

除数以外，文字或字串是计算机处理的另一类信息，人与计算机间的对话，联系亦要使用文字，目前人机联系最常用的设备是键盘，所以键盘上的字符必须用二进制数编码，计算机方能识别，处理。键盘上的字符究竟该用几位二进制数编码？采用什么编码制呢？

1 西文字符编码：粗略分析，一个西文键盘应该有的字符

数符 0 到 9 十个；

英文字母大小写 $2 \times 26 = 52$ 个；

运算符 +, -, ×, /, \, ^, =, >, < 等；

分隔符 , . () [] , ' ? # \$! % 等；

控制符和功能符若干。

显然应有七位以二进制位编码才够用。多数计算机采用字节编码的信息交换用美国国家标准码，称 ASCII 码 (American Standard Code for information interchange)。

实际 ASCII 只用 128 种编码：96 个可打印的字符，32 个不可打印的控制符和功能键。即 ASCII 码只用七位编码，而最高位总是 0。ASCII 编码表见附录 A。ASCII 码值用十进制数、或三位八进制数表示。

2 汉字编码：对中国人来说计算机的汉字处理能力十分重要，尽管目前汉字计算机输入方法多，但汉字编码采用统一的国家标准 GB2312—80

按国标规定一级常用的汉字约 4000 个，如果采用字节编码利用最高位是 1，ASCII 编码剩余的 128 种编码亦远远不够用，因此汉字采用双字节编码，编码见国标 GB 2312—80。

3 程序设计语言中的约定：数和数字串的性质不同，数可参加算术运算，数字串不能用于算术运算，但它与字串具有同样的操作，例如字串联接，子字符串提取，字符增删等。因此程序语言约定数字串必须带字串界符（双引号）输入，而数直接输入。另外为了区分字符串数据和变量名或文件名等，字符串数据亦应该包括在双引号中。

例如：	124	3.14268E-2	56.78	皆为数
	"124"	"TEL 2214"	"ABC"	为字串
	ABC	A12	X	为变量名

§0.2 计算机组成和微机

计算机系统由计算机硬件和软件两大部分构成，两者缺一不可。其中硬件 (Hardware) 指组成计算机的主机电路和外部设备；软件 (software) 指程序。

（一）、计算机的硬件组成

计算机的硬件如图示，由五部分组成

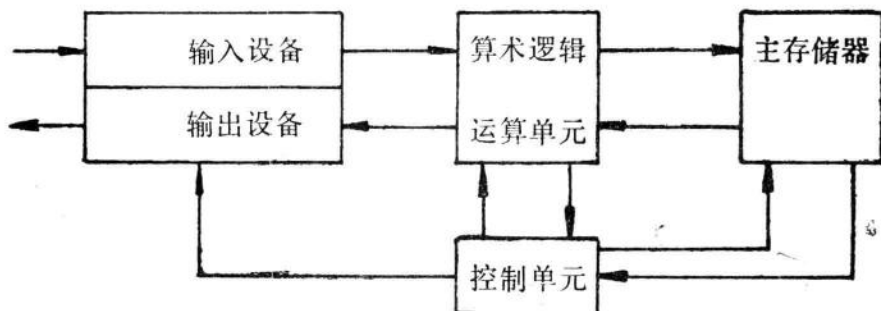


图0.1 硬件组成

1 算术逻辑运算单元（ALU）：ALU的作用是完成二进制数的算术和逻辑运算。衡量运算单元性能的主要指标是运算精度和运算速度。在算术逻辑单元中一次并行运算的二进制数串称字，字的二进制位数称计算机的字长。字长越长，数的表示范围越大，运算精度越高。

算术逻辑运算单元的运算能力很差，只能作半加、全加、移位等简单运算，但计算速度和精度永远不是人可比拟的，它每秒钟可做几十万或几百万次运算，最快的是亿次机，每秒钟能做上亿次运算。有人称它是“低能高速”的机器，为此用它解决具体问题时，往往将复杂计算化为简单运算的多次重复，称迭代算法。

2 控制单元（CU）：控制单元是计算机的指挥、协调机构，指挥控制全机各部件协同完成指令操作。

人们往往把ALU和控制器合在一起称之为中央处理单元—CPU（Central Processing Unit）。用一块大规模电路芯片制作的中央处理单元称微处理器（Microprocessor），它是微型计算机的核心，当前最常见的微机，如APPLE—II采用八位字长的微处理器6502；IBM PC/XT采用十六位字长的微处理器8088；IBM PC 386采用三十二位字长的微处理器80386。尽管各种微处理器在性能指标方面有较大的差别，但都具有以下基本功能：

- （1）可进行算术或逻辑运算；
- （2）具有可接收或发送数据给存储器或外部设备的能力；
- （3）可暂存少量的数据；
- （4）能对指令进行译码并执行所规定的操作；
- （5）提供整个系统所需的定时和控制信号；
- （6）可响应其它部件发出的中断请求。

CPU结构可表示成图0.2的简单形式：

由图可见，ALU、寄存器阵列、定时与控制器部分（以上合称为内部结构）以及通向外部的三组总线（称外部结构）所构成的。这就意味着内部结构是实现上述各项基本功能的执行

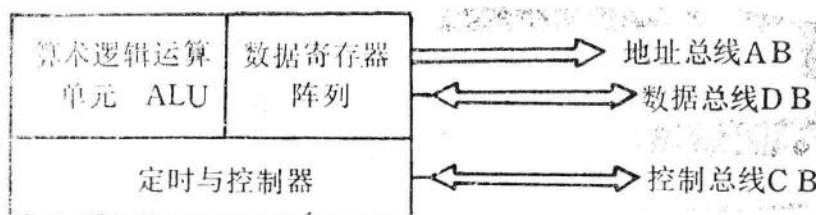


图0.2 CPU结构简图

图0.2 CPU结构简图

部门，而外部结构则负责沟通与其它各部门和设备之间的联系。从应用的角度来看，全面地了解和掌握内部结构可以最大限度地发挥整个微型机的功能，而对外部结构的深入理解则有利于我们有效地构成各种不同用途的实用系统。

3 主存储器(M)：它的作用是信息存储、记忆，信息包含程序和数据。主存储器是存放信息的仓库，仓库里有划分为许许多多的存储单元，每个数据和每条指令分别储存在它的各个“存储单元”中。为区别这些不同的存储单元，通常对每个“存储单元”编上一个号码，称为地址。这样，根据确定的地址，CPU就可准确地将所需的数据存入或取出。值得注意的是：每个单元内所能存放的数据和该单元所固有的地址（尽管也是用数表示）在意义上是完全不同的，千万不要将两者混淆起来。图0.3给出了一个8位存储器的简单示意图。

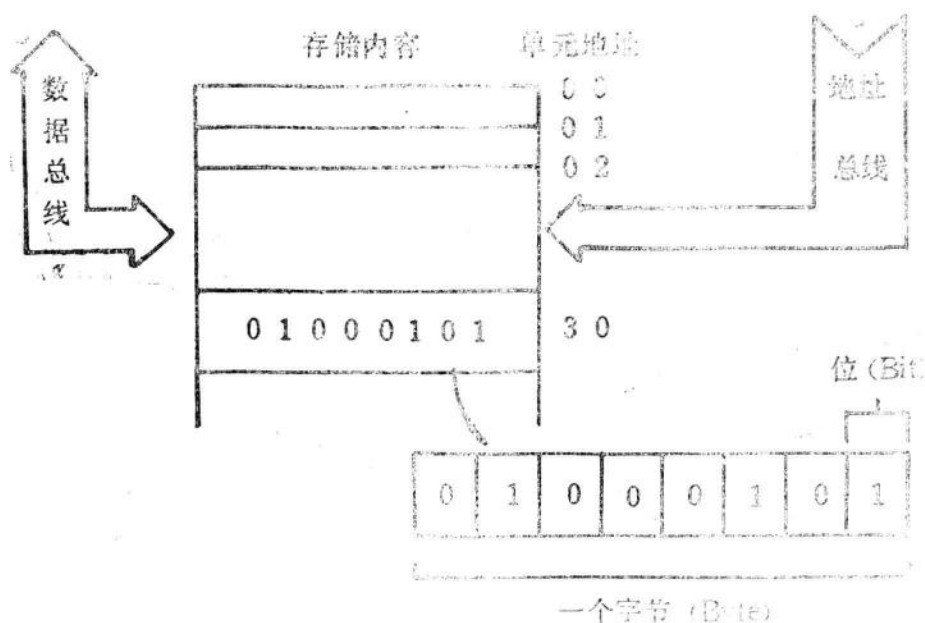


图0.3 存储器示意图

在图0.3中，地址30（十进制数）内存放一个二进制数为01000101的内容，其地址30对应的存储单元是固定的，而存储单元中存放的内容都是可变的。

存储单元中存储的信息是二进制编码的数，该二进制数串的长度（位数）称存储器字长，

或称编址长度。通常存储器的编址长度和中央处理单元的字长相同，例如APPLE—II，LASER等，其字长和编址长度都是八位，称八位计算机，但有的微机却不一样，例如IBM-PC/XT，处理器字长十六位，存储器则按字节编址，所以称它是假或准十六位机；IBM PC/AT处理器字长是三十二位，存储器按双字节（十六位）编址，称准三十二位机。由于字符采用8位的ASCII码，因此微机存储器往往采用字节编址或字节的倍数编址。

存储器主要指标是存储器容量和存取速度，容量越大，记忆功能越强。存储器容量的单位有两种：一种是字节，另一种是位。容量可用以下公式计算：

$$\text{容量} = \text{存储单元总数} \times \text{编址长度} (\text{单位为位})$$

或 $\text{容量} = \text{存储单元总数} \times \text{编址长度} / 8 (\text{单位为字节})$

存储单元的地址亦是二进制数，最大地址或地址长度取决于机器允许的最大存储容量。如苹果机允许最大存储容量是64K字节， $2^{16} = 64K$ ，地址长度是16位，即应有十六条地址线传输地址信息；IBM PC/XT机最大容量为1M，应有20条地址线。

主存储器的存储体由随机存储器（RAM）构成，RAM的特点是随机存（写入）、取（读出）信息，并且读出时不破坏原存的信息（不破坏读出），写入时新信息取代原存的信息（破坏性写入）。RAM中存储的信息，一旦电源停止供电会全部消失。

计算机还使用只读存储器（ROM）存储固定的信息，如初始引导程序、机内BASIC解释程序等等，只读存储器只能读出其中的存储的信息，不能写入或修改信息。

主存储器与主机直接相连，存取速度快，又称内存（内存）。人们往往把内存器和CPU合在一起称为计算机系统的主机部分。由于主存容量有限，不可永久保存信息，还需有辅助的外存储设备。

外存储器主要用于存放大量计算机暂时不执行的程序和不用数据。它在存储量上要比内存器大得多，好比计算机的后备信息“仓库”。目前外存储器都归结到输入输出设备中，使用较多的外存储器有磁盘（有软盘和硬盘之分）和磁带等，在存取速度上远低于内存器。

4 输入设备：将人们的意图和处理信息传送给计算机的设备。计算机处理的原始数据和各种现场采集到的资料和信息以及程序（或命令）本身都必需由输入设备才能送至计算机。随着微型计算机技术的迅速发展和应用领域的不断扩大，输入设备在功能和品种上也获得了相应的发展。目前，输入设备的功能可基本满足将外界所呈现的各种信息（如数字量，模拟电压或电流，开关量以及图等）转换成计算机所能接受的形式。用于微型计算机的常见输入设备主要有：各种键盘（Keyboard），光电读入机，磁带机和磁盘驱动器（同时具有输出功能，主要作为外存储器），模/数（A/D）转换器以及简单图象，声音识别装置等。其中使用最广的要算是键盘，几乎任何一台微型机都少不了它。

5 输出设备：将计算机的计算或处理的结果传送给人的设备。从某种意义上来说，人们利用计算机来进行处理各种问题，最终要获得结果。所以输出设备无论是功能或类型都是为了满足获得不同形式的输出结果而设计的。目前微型机所配用的输出设备在种类上要比输入设备