

True BASIC 语言 结构化程序设计

● 孙家启 周煦 吴国凤 编著

兵器工业出版社

True BASIC语言结构化程序设计

孙家启 周 煦 吴国凤 编著

王杰臣 张延炬 主审

兵器工业出版社

(京)新登字049号

内 容 简 介

True BASIC语言是BASIC语言创始人 J·G 凯梅尼和 T·E 库尔茨对BASIC语言作了重大的改进和扩充后推出的新版本。本书系按照安徽省高等学校 True BASIC语言水平考试大纲和机械部高校计算机基础教育语言设置教学大纲要求编写而成。

全书共12章：第1章电子计算机概论，第2章磁盘操作和怎样使用True BASIC，第3章True BASIC的基本概念及基本语句，第4章分支结构，第5章循环结构，第6章数组与矩阵，第7章函数和子程序，第8章结构化程序设计，第9章字符处理，第10章格式化输入与输出，第11章文件，第12章图形。本书还附有True BASIC有关附录。

本书内容由浅入深、简明扼要，适于作为大专院校教材，也是计算机应用工作者提高语言能力的自学参考书。

True BASIC语言结构化程序设计

孙家启 周建民 周建民 周建民 周建民

贡仕编

*

兵器工业出版社 出版发行

(北京市海淀区车道沟10号)

各地新华书店经销

通县建新印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张：14.5 字数：356 千字

1993年8月第1版 1993年8月第1次印刷

印数：1--3500 定价：11.50元

ISBN 7-80038-646-5/TP·45

前 言

从科学技术发展的角度,可以认为人类已经跨入信息和计算机时代。计算机的应用,已从科学家的实验室步入生产领域、交换领域、管理领域,直至家庭生活领域,从宏观的宇宙航天事业到微观的分子研究,几乎无处不有计算机的存在,并且它的发展正以等比级数的速度向前推进。普及计算机知识,全面推广计算机应用,不论人们主观意向如何,业已成为历史的必然趋势。

BASIC语言是程序设计语言中简单、易学、很受用户欢迎的语言。20世纪70年代以来,迅速发展的微型计算机,全部配有这种语言,使得BASIC成为世界上应用最广泛的一种计算机语言。但在利用内存空间、编辑功能以及实现程序结构化方面比不上PASCAL和C语言。BASIC创始人John G. Kemeny和Thomas E. Kurtz总结了BASIC语言使用经验,吸取了其他高级语言的优点,引入了结构化程序设计的思想,对原有的BASIC语言作了重大修改,于1985年11月公布了新版本的BASIC语言,并命名为“True BASIC”(真正的BASIC)。

True BASIC保留了原BASIC语言的通俗易懂,易学易用的突出优点,它严格遵循美国国家标准BASIC的规定,并对它作了重大改进和扩充。True BASIC已被美国推荐为国家标准版本,它是一种理想的完全结构化的程序设计语言,它可以和PASCAL语言相媲美,在某些方面甚至比PASCAL语言还好。它是一种增加了许多极强功能的语言,强化了全屏幕编辑功能和高效的图形功能等。另外, True BASIC提供了解释方式和编译方式,可以把编辑、编译、运行、追踪等工作融为一个整体,而且它具有很好的可移植性,能给I/O接口和汇编语言提供较好的访问方式和连接手段,开辟了比原BASIC大得多的用户空间,由64K扩大到512K或640K。总之, True BASIC确实是学习程序设计的理想语言。

本书内容由浅入深,循序渐近,突出重点,系统性强。全书共分十二章。第一章介绍了计算机基础知识和BASIC语言的发展以及True BASIC的特点;第二章介绍了磁盘操作系统和操作命令以及True BASIC语言上机操作的基础知识和汉化系统的应用;第三章介绍了True BASIC基本概念、基本语句和简单程序设计的基本知识;第四、第五、第六章分别介绍了分支结构、循环结构和数组与MAT语句,这部分内容是程序设计的重要基础,是本书的重要内容之一。强调和注重实际编程的基本训练;第七、第八章函数与子程序,结构化程序设计,也是本书的重点内容之一,主要介绍了内部函数、内部子程序、外部函数、外部子程序、库文件和程序分解与链接等概念,强调结构化和模块化程序设计方法与技巧;第九章介绍了字符型变量的运算和字符型函数的应用;第十章格式化输入与输出,主要介绍了屏幕的光标定位控制和自选打印格式语句的显示应用;第十一章介绍了True BASIC的文件,其中包括顺序文件、记录文件和字节文件,它们各具特色,用途非常广泛;第十二章图形是本书的又一重点内容, True BASIC具有很强的图形功能,它的绘图语句简单、直观,同时,可以定义子程序形式的图画程序块,应用很广。

本书内容丰富完整,系统性强,兼顾初学与提高的层次,充分体现True BASIC最新版

本的完整与优越性能。语言通俗易懂，例题丰富，并附有丰富的应用开发指导性资料，不仅可作为非计算机专业的计算机水平考试教材，而且可供已有一些BASIC语言知识，要求提高程序设计与应用能力的应用工作者用作进修提高的读本。

本书以IBM PC微机及其兼容机为标准，True BASIC必须在磁盘操作系统DOS2.0或2.0以上版本支持下才能运行。

本书可根据不同专业、不同层次的要求，对教材内容适当取舍。课堂讲授40~60学时为宜。在教学过程中，必须注意和加强上机实践环节，以获得较好地效果。

本书第二、三、四、五章由合肥工业大学吴国凤同志编写；第一、六、九、十章由合肥工业大学周煦同志编写；第七、八、十、十一、十二章由合肥工业大学孙家启同志编写。

哈尔滨电工学院王杰臣教授、北京机械工业学院张延炬副教授认真审阅了全书，并提出了宝贵的意见。在本书编写过程中，得到了机械电子工业部高教处郭莹和王清池两同志大力支持和帮助，在此一并表示感谢。由于编著者水平有限，书中难免存在错误和不当之处，诚恳希望读者批评指正。

编 者

1993年1月

目 录

第一章 电子计算机概论 (1)	第六章 数组与矩阵 (85)
§ 1-1 电子计算机的特点和用途 (1)	§ 6-1 数组的基本概念 (85)
§ 1-2 电子计算机系统的组成 (4)	§ 6-2 一维数组及其应用 (88)
§ 1-3 数据在计算机内的存储方式 ... (8)	§ 6-3 二维数组及其应用 (94)
§ 1-4 BASIC语言的发展和True BASIC 的特点 (13)	§ 6-4 MAT语句 (97)
§ 1-5 利用计算机解决实际问题的步骤(14)	习题六..... (106)
习题一..... (14)	第七章 函数和子程序 (109)
第二章 磁盘操作系统和怎样使用 True BASIC (16)	§ 7-1 标准函数 (109)
§ 2-1 磁盘操作系统的基本功能和启动 (16)	§ 7-2 自定义函数 (118)
§ 2-2 PC-DOS操作系统的基本命令... (20)	§ 7-3 子程序 (130)
§ 2-3 汉字操作系统的功能与应用 ... (27)	习题七..... (138)
§ 2-4 怎样使用True BASIC..... (29)	第八章 结构化程序设计 (140)
习题二..... (34)	§ 8-1 整体变量和局部变量 (140)
第三章 True BASIC 的基本概念及 基本语句 (36)	§ 8-2 外部模块 (142)
§ 3-1 基本概念 (36)	§ 8-3 程序的分解与链接 (153)
§ 3-2 基本语句 (42)	习题八..... (158)
§ 3-3 串变量在提供数据语句中的使用 (49)	第九章 字符处理 (159)
§ 3-4 几个简单语句..... (52)	§ 9-1 字符型变量的运算 (159)
§ 3-5 应用举例..... (54)	§ 9-2 字符串函数的应用 (161)
习题三..... (55)	习题九..... (166)
第四章 分支结构 (57)	第十章 格式化输入与输出 (167)
§ 4-1 概述 (57)	§ 10-1 屏幕的光标定位控制..... (167)
§ 4-2 程序流程图 (57)	§ 10-2 自选打印格式语句..... (170)
§ 4-3 IF-THEN分支控制结构..... (58)	习题十..... (175)
§ 4-4 情况选择分支控制结构 (62)	第十一章 文件 (176)
§ 4-5 应用举例 (64)	§ 11-1 文件的基本概念..... (176)
习题四 (67)	§ 11-2 顺序文件 (文本文件) (177)
第五章 循环结构 (69)	§ 11-3 记录文件..... (186)
§ 5-1 循环的概念 (69)	§ 11-4 字节文件..... (192)
§ 5-2 FOR-NEXT 循环结构..... (70)	习题十一..... (194)
§ 5-3 DO循环控制结构..... (74)	第十二章 图形 (195)
§ 5-4 应用举例 (80)	§ 12-1 作图环境..... (195)
习题五 (83)	§ 12-2 标准作图语句..... (198)
	§ 12-3 动画与图画..... (203)
	§ 12-4 图形输入与多窗口操作..... (207)
	§ 12-5 统计图的绘制..... (210)
	习题十二..... (212)

附录 (213)

附录一 ASCII码表 (213)

附录二 True BASIC 语法总结 (214)

附录三 从BASIC到True BASIC的转换
软件..... (221)

附录四 True BASIC与DOS操作系统间

的接口方法..... (224)

附录五 True BASIC与其他可执行程序

(.EXE文件)间的接口方法
..... (225)

参考文献..... (226)

第一章 电子计算机概论

电子计算机 (Electronic Computer) 是一种具有存储能力、逻辑判断与推理能力, 由程序控制以高速度和高精度自动进行运算和操作的电子装置。俗称电脑。它的出现和发展, 有力地推动着科学技术的迅速发展, 促进现代化管理水平的提高, 使整个社会发生着极其深刻的变化, 把人类带入了信息时代, 是本世纪科学技术最卓越的成就之一。

本章将粗略地介绍一些必要的计算机基础知识, 深入浅出地介绍计算机的基本工作原理以及数据在计算机内的存储方式和计算机解题的方法和步骤, 使读者对计算机系统有一个整体的了解, 并为学好 True BASIC 语言打下基础。

§1-1 电子计算机的特点和用途

一、电子计算机的特点

电子计算机是现代人们掌握的最先进的工具之一, 它主要有以下几个方面的特点:

1. 运算速度快

能进行快速运算是电子计算机最显著的特点。这是由于计算机采用了高速的电子器件和线路, 并利用先进的计算技术, 因此使得计算机可以有很高的运算速度。一般的计算机运算速度每秒可达几十万次到几百万次, 有的可达几千万次到几亿次。现在有些高档计算机的运算速度甚至可达几十亿次到几百亿次以上。例如, 伟大的数学家契依列花了15年的时间, 将圆周率 π 计算到707位, 而现在用一般的计算机8小时就可将 π 算到1万位, 这样的高速运算人工是无法比拟的。

2. 精确度高

计算机的精确度取决于字长, 字长越长, 精确越高。一般微型机字长为4~16位, 也有32位的, 小型机字长为16~32位, 中型机字长多为32位, 巨型机或大型机字长一般为32~64位。通常计算机能进行双倍字长或多倍字长运算。例如在 IBM-PC 机上, 作 $9/17$ 的除法, 可达到16位有效数字, 即 $9/17=0.5294117647058824$ 。这样高的计算精度, 一般计算工具是很难达到的。

3. 具有记忆能力

计算机中的存储器 (内存和外存) 能够存储大量信息。它能把数据、程序存入进行处理, 计算并把结果保存起来, 这是电子计算机区别其他计算工具的较本质的特点。例如, 一般计算器至多只能存放少量数据, 而电子计算机却能存储几万, 几十万乃至几十亿个数据; 一般计算器不能存放计算程序, 而电子计算机能将程序存放起来, 当运行时, 能高速地从原来存放的地方依次取出, 逐一加以执行, 这样, 不要人去干预就能自动地完成运算。

4. 具有逻辑判断能力

计算机不仅能进行算术运算, 还具有逻辑判断功能。例如, 对两个信息进行比较, 计算

机根据比较的结果,会自动地确定下一步该做什么,遇到分支能按条件选择支路。正因为计算机具有了逻辑判断能力,使得计算机的应用,进入了资料分析、情报检索、逻辑推理、过程控制、数据处理、定理证明等工作领域,大大扩大了计算机的应用范围。

5. 自动化程度高

计算机从正式开始工作,到送出结果,整个工作过程都是在程序的控制下自动进行的,完全用不着人去参与,这也是计算机最突出的特点。自动化程度高低,主要取决于两个因素:①具有“记忆”能力;②具有逻辑判断和选择能力。

二、电子计算机的用途

电子计算机的用途非常广泛,许多新的领域正在不断开辟。正如有人作过这样的描述:显微镜、望远镜和雷达是人眼睛功能的延长;各种机床、机械工具是人手功能的延长;而电子计算机则是人大大脑功能的延长。

归纳起来,电子计算机的应用范围主要有以下几个方面:

1. 数值计算

电子计算机能高速度、高精度地完成各种数值计算,被广泛地应用在科学技术领域中。随着计算技术的不断发展,电子计算机和许多基础科学相结合,出现了一系列新兴的边缘科学,象计算数学、计算物理学、计算天文学、计算地质学、计算生物学、计算力学等。可以预计,将来还会不断出现一些新的计算科学领域。

过去,很多工程设计和科研课题,由于计算工作量的庞大而无法进行,或只能用粗略的近似计算。但采用计算机后,由于它具有快速、精确的特点,过去人工计算需要几个月,或几年时间才能完成的工作量,现仅要几天,或几个小时,甚至几分钟就能解决了。例如,天气预报,天气的变化是由地球表面大气的运动造成的,这种大气的运动可以用一组微分方程式描述,求解这组方程的计算量是庞大的。40多年前,用人工计算一个地区3小时后的气象变化,要雇6万多人计算,才能赶上天气的变化。要不然,天气预报就成“马后炮”了。现在,用一般水平的电子计算机,算一个地区的4天的天气形势预报,只需十几分钟。

而且使用了电子计算机,能使科学实验时间大量减少,得到很好的经济效益。据说,第二次世界大战中,德国的V-2火箭实验发射了1400次之多,结果证明对英国伦敦的袭击命中率非常低。而现代的火箭,只要发射几次,就可以定型。这是因为事先作了大量的计算。

2. 数据处理和信息加工

它能存储大量的数据,并能快速地处理。这在信息处理、企业管理、情报检索及信息传递等方面有着广泛的应用。例如,美国的医学图书馆的自动检索系统,可以在10分钟内,用30种语言浏览2300种杂志的十万篇文章,查阅完一个指定的课题。这样的工作量,如果由人来干,即使不计及语言的知识,也至少要五年的时间。

现在,数据和信息的处理在计算机的使用中占有很大的比重,随着社会的不断发展,比重将越来越大。一些先进国家中的大企业、政府部门、机关学校都使用大型信息和数据处理系统进行高效的管理。微机的出现促使现代化电脑管理进入以文献信息为主的多种事务管理领域。尤其在办公自动化领域中,微机已大显身手。对于我国使用汉字为主的国家,在汉字处理方面,我国的科技人员经过多年的努力,已研制成多种类型的汉字信息处理系统,这对我国来说,是实现现代化电脑管理的关键。

3. 自动控制

利用计算机和其它自动控制设备组成计算机自动控制系统, 可实现对工业过程的自动控制, 它能代替人们对某些工农业生产过程进行监视和控制, 提高产品的质量、减轻劳动强度、提高劳动生产率。例如, 数控线切割机床系统、锅炉微机自动控制系统, 纺织过程微机控制系统, 化工配比微机控制系统, 交通信号控制系统等等。

有一些控制问题, 是人们无法去亲自操作的。例如, 宇宙飞行、火星探测等, 就要用电子计算机精确地控制。再如, 对现代军用飞机的控制, 要求在很短的时间内, 计算出敌机的各种飞行参数, 以便控制自己飞行的姿态, 确定采用什么样的攻击方案, 决定利用何种武器。这些控制, 对于驾驶员来说, 是很难承受的负担。所以, 现代飞机把计算机作为控制中心, 据说B-1飞机上就有计算机近30台。

近年来, 由于微处理机和单片机的出现, 进一步扩大了计算机在自动控制方面的应用范围。

4. 计算机辅助设计

计算机辅助设计, 简称CAD技术, 是综合地利用电子计算机的工程计算、逻辑判断、数据处理功能和人的经验与判断能力结合, 形成一个专门系统, 用来帮助人们为许多工业部门快速、高质量地设计复杂的优质产品, 并能加速现代工业产品的更新换代。它是近十多年来形成的一个重要的计算机应用领域。目前在飞机、船舶、集成电路、大型自动系统等的设计中, CAD技术有愈来愈重要的地位。

利用CAD技术来设计和制造计算机, 就是一个突出的例子。随着计算机本身的功能越来越多, 设计工作量也显著增加。一台计算机的设计, 从方案论证、逻辑设计、组装设计到制造、调试, 是个复杂而烦琐的过程。采用CAD技术, 大部分设计工作, 包括各种工程逻辑图, 插件布线图的绘制, 都可以利用计算机进行。在计算机的生产过程中, 经常利用计算机协助筛选器件和测试插件, 甚至整机的测试和诊断, 使得生产周期大为缩短, 可靠性大大提高。

除此之外, 现在工业中还实现了计算机辅助测试 (CAT)、计算机辅助制造 (CAM) 和计算机辅助工程 (CAE)。

5. 人工智能

人工智能是指计算机模拟人脑的部分功能, 学习与思考、推理与判断、作文字翻译, 用普通语言与人对话等等。第五代计算机就是以智能计算机为代表。它是计算机科学中的一个重要分支。

人工智能活动是一种高度复杂的脑力功能, 如人的脑功能有联想记忆、模式识别、语言翻译、学习模仿、归纳演绎、决策对奕、文艺创作、创造发明等, 都是一种高度复杂的生理和心理活动过程。总之, 人的智能有极其复杂的数学模型, 而且这种模型在短期内很难找到, 因此, 当前所能做到的, 仅是利用计算机系统协助人们作一些在特殊情况下的智能方面的工作, 并逐步扩大应用范围。

一个专家系统就是具有大量专门知识的程序系统, 能处理和解决这一领域内的专门问题。例如, 中医诊治系统, 能作600多种不同的数学运算的MACSYMA模式制导系统, DENDRAL的化学质谱分析系统等。

§1-2 电子计算机系统的组成

一个完整的计算机系统由硬件和软件两部分组成。目前一个计算机系统是否成功，软件丰富与否，这是至关重要的。成功的计算机系统，可选软件相当多，软件的成本超过硬件的成本。仅仅有计算机硬件就谈不上计算机的应用。同样的计算机硬件，使用低劣的计算机软件和使用优秀的计算机软件，将会得到不同的名声。往往许多低水平的使用，会使计算机的声誉不高，阻碍计算机的推广。现在许多同志购买计算机系统时，往往把眼睛盯到硬件上，而忽视了软件，加之使用人员素质低，造成某些系统闲置不用，或利用率很低。因此，我们千万不能只重视计算机硬件而忽视软件。

组成计算机的物质设备，我们称它为计算机硬件。它是可以看得见、摸得着的电子机械装置。

为了充分发挥计算机的效能，用户所使用的各种程序系统及其相应的文件，被称之为软件。

重程序而轻文件的倾向，社会上是有，但是没有相应的文件，多数有实用价值的程序也是不能产生的，即使产生了，要使用一个程序也是困难的，维护它更是难以办到的。因此，任何国家的软件登记都规定要文件齐全，而不能仅仅是程序。

一、电子计算机的硬件

运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备等构成了计算机硬件，见图1-1所示。

1. 存储器

存储器是计算机的记忆装置，它是存储信息（程序和数据）的部件，其作用如同录音机的磁带，能把信息保存起来，也可以通过新的信息把原来的信息抹去（冲掉）。计算机的存储器由一个个的存储单元组成，每一个存储单元有一个编号，用以区分不同的单元，通常把这个编号称做存储单元的地址。程序和数据分别被存放在这些单元中，见图1-2所示。计算机工作时，根据地址找到对应的存储单元，进行信息的存、取操作。

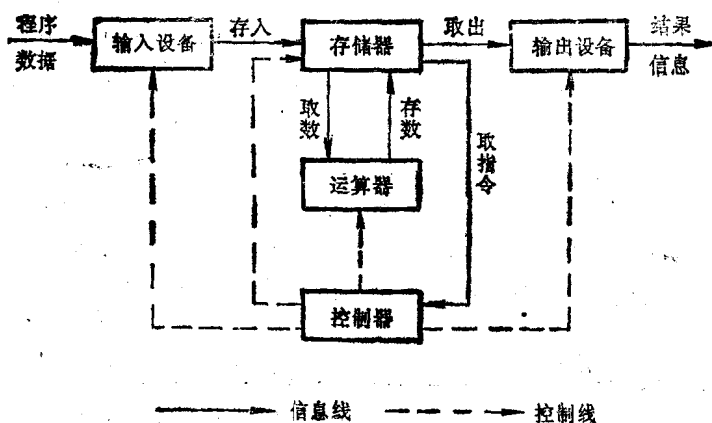


图1-1 计算机硬件组成及其相互联系示意图

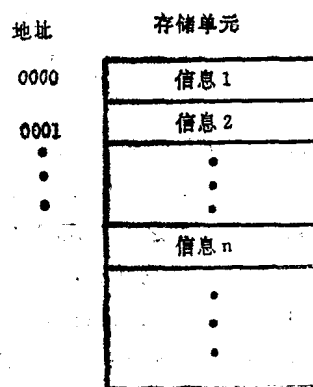


图1-2 存储器示意图

从存储器读出信息时，不破坏存储器中原有的存储信息，往存储器写入信息时，新信息将代替原有的存储信息，原有的存储信息将丢失。故存储器称之为：“取之不尽，新来旧

去。”这是存储器的一个重要特点。

存储器的容量是存储器的指标之一，常常用 $\times k$ 表示。比如64k、128k、256k、512k等。1k等于1024，这里k的含义，一般是指“千字节”，即kB，即1k为1024个“字节”(byte)。对于大容量的存储器，常用 $\times$ 兆，一兆等于1024k，即1MB。

2. 运算器

运算器是用来快速地进行各种算术运算和逻辑运算的部件。它由一系列小存储部件（称为寄存器）、加法器等能作算术操作和逻辑操作的电子器件、线路组成。必须指出，运算器只能完成简单的基本运算，对于复杂的问题，在计算机中只能用简单的方法一步一步实现。不过，计算机的运算速度快的惊人，它的威力和奇迹是靠速度赢得的。

字 (word) 和字长：作为一个整体来处理或运算的数据称为字。一个字所包含的位数称为字长。一般一个字的字长是字节的整数倍。

3. 控制器

控制器是计算机的指挥中心，用来控制计算机各部件协调一致自动地进行操作。概括地讲，它的工作是：取指令——从存储器中按序取出要执行的指令；分析指令——分析指令规定的操作内容；执行指令——根据对指令的分析，向有关部件发出控制信号，让它们执行规定的任务。

4. 输入设备

程序及原始数据，通过输入设备转换成计算机能够识别的代码，并送到存储器里保存起来。比如键盘、纸带输入机、卡片阅读机、语音输入装置、图形数字化仪、光学字符识别设备、数据站等都是输入设备。

5. 输出设备

计算结果或人们所需要的其它信息，通过输出设备从计算机中传送出来。比如显示器、打印输出设备、数控绘图机、纸带穿孔机、卡片穿孔机、语音输出装置等都是输出设备。

二、电子计算机的软件

计算机软件包括系统软件和应用软件。系统软件包括操作系统、程序设计语言、非程序语言和实用程序。

1. 操作系统

操作系统是为管理计算机的硬件资源和软件资源而编制的程序，用户只能通过操作系统来使用计算机。其它软件只能在某一个操作系统上运行。经常在微机上运行的著名操作系统有DOS、CP/M、UNIX、UCSD、OASIS及它们的变种。

2. 程序设计语言

何谓语言？在社会科学中人们把语言称为是人与人之间交流思想的工具，而在自然科学中，语言则为一个字符表（集）上的句子的任何集合，字符表是字（母）、数字、符号的任何有穷集合。

句子是由字（母）、数字、符号组成的有限长度的集合。严格讲，计算机所使用的各类语言都是由一个有限的字符集，并由字符集构成语句与数据，按一定语法规则组成的任何集合。

程序设计语言（或称计算机语言）大致分为三类、机器语言、汇编语言和高级语言。

(1) 机器语言 (Machine Language)

机器语言由二进制代码组成，是计算机唯一可以直接执行的语言。用机器语言编写的程

序叫做机器语言程序或手编程序。任何其它语言都要转换成机器语言，计算机才能执行。程序由一系列“指令”组成。

一条机器指令用来控制计算机进行一种操作。

例如：00111110 00010100 表示把20送给寄存器A中

11000110 00100011 表示把35与寄存器A中的数相加，其结果再送入寄存器A中

11010011 00101111 表示把寄存器A中的数送入显示器显示出来

01110110 停机

上述是一个简单的机器语言编写的程序，每条机器指令都是由0和1两种符号排列组成的。指令不同，0、1的排列次序也不同。由此程序可以看出机器语言可读性太差，编程太困难，不通用，因此目前极少使用机器语言直接编程。

(2) 汇编语言 (Assembly Language)

为了克服机器语言读写困难，人们创造了汇编语言。汇编语言是用一些符号代替机器语言的二进制编码，它与机器语言的命令是一一对应的。

例如：上述机器语言程序写成汇编语言程序为：

```
LD A, 20
ADD A, 35
OUT (47), A
HALT
```

汇编语言的不同指令是用不同的助记符来区别的。如：ADD表示加法指令，OUT表示输出指令，指令中使用的操作数也是采用助记符号或十进制数来表示的。如，程序中的A，20，35都是操作数。

从上述汇编语言程序来看，在可读性上与机器语言相比，有了一定的改进，但仍然是难以使用的语言。由于它是面向机器的语言，能最充分地发挥计算机硬件的性能，因此使用最频繁的程序、追求运行效率的程序常用汇编语言来编程。如操作系统多数用汇编语言写成。编写系统软件，这往往是计算机专业人员的事。再就是在自动控制应用中，程序不太长，但对程序的运行速度有极高的要求，也利用汇编语言来编程。也有时为了充分发挥计算机的性能，整个大问题的若干个小问题用汇编语言来编程，然后用高级语言来调用。若用汇编语言来编程起码对计算机硬件要有一定的了解，进一步应对所使用的操作系统的内部功能(而不是操作系统的使用)有所了解。

用汇编语言编写的符号程序叫汇编语言源程序，计算机不能直接运行这种源程序，必须把它转换成机器语言程序，能由机器执行。汇编语言程序的运行过程，见图1-3。

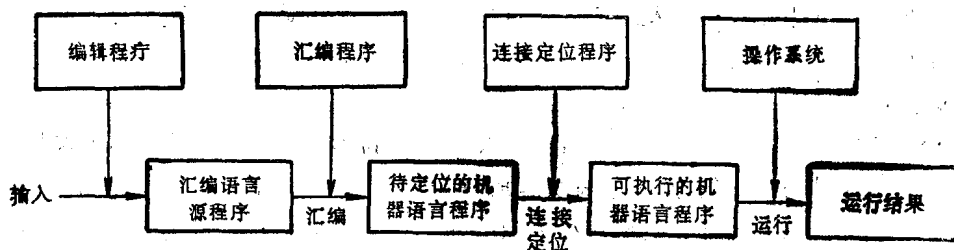


图1-3 汇编语言程序运行过程

从图1-3可以见到：首先通过实用软件编辑程序把编写好的汇编语言源程序送入计算机。然后再运行系统软件汇编程序，汇编程序把汇编语言源程序当成它的数据进行加工，加工的结果是待定位的机器语言程序。接下来，再运行实用软件连接定位程序，把待定位的机器语言程序转变成可执行的机器语言目标程序。这时通过操作系统运行可执行的机器语言目标程序，就可得出运算结果。

(3) 高级语言 (High Language)

高级语言是某种接近于人们习惯用的自然语言和数学语言的计算机程序设计语言，对于一个问题将它告诉计算机通过哪些步骤去解决，因此它是面向过程的语言。

由于客观世界问题的不同、程序员偏爱的不同，则使得高级程序设计语言发展了几百种之多。常见的有：BASIC、True BASIC、FORTRAN、COBOL、ALGOL、PASCAL、C、Ada、APL、FORTH、PL/1等高级语言。

你可能会想到，若只有一种高级语言进行所有的程序设计岂不更方便吗？实际上，由于计算机可以执行的任务太多，用某一种语言很容易执行的任务，而用另一种语言来执行则不一定容易，因此至今尚没有一种万能的计算机高级语言。目前高水平的应用，只能是对于大型题目使用多种语言解决，不同的子问题使用不同的语言，通过操作系统和实用程序，将各语言程序联在一起。这对程序员将有较高的要求。True BASIC语言是90年代设计的一种简单的高级语言，它仅含有当时所有高级语言的大部分基本特征。它是目前普及比较好的一种语言，用它开发的软件也很多。

例如：上例用True BASIC语言编写。

```
LET A=20
LET A=A+35
PRINT A
END
```

高级语言是独立于机器的，在编程序时人们不需要对机器的指令系统有深入了解，而且用高级语言编写的程序可以在不同型号的机器上使用，每条语句非常直观、功能相当强，可以直接引入和使用数学上的常数、变量、函数以及各种运算，这对于编写解决数学计算问题的程序非常方便。

但任何机器都不能直接执行高级语言，需要先处理一下，处理的办法有两类，一类是解释执行，另一类是编译执行，见图1-4。

解释执行的过程是，把用高级语言编的源程序输入计算机之后，有一个高级语言的解释程序（它是机器语言程序），把高级语言源程序逐句地翻译，翻译一句，执行一句，即边解释边执行。这种方式的最大好处是，对于程序中的错误，计算机立即指出，因此对于初学者来讲，特别容易学习。缺点是运行速度低，因为每次执行都要执行它的解释程序。True BASIC语言可采用解释执行方式（也可采用编译执行方式）。True BASIC语言将要成为一个普及型的语种，在某种程度上与此有关。

编译执行的过程是，把高级语言源程序用编辑程序送入机器后，再执行编译程序。编译程序是把高级语言源程序当成数据进行加工，加工的结果是机器指令程序，编译过程中发现的源程序中的错误，必须重新用编辑程序修改，编译通过的程序，再执行定位连接程序，最终形成可执行的机器指令目标程序，最后通过操作系统来执行这个目标程序。这个目标程序

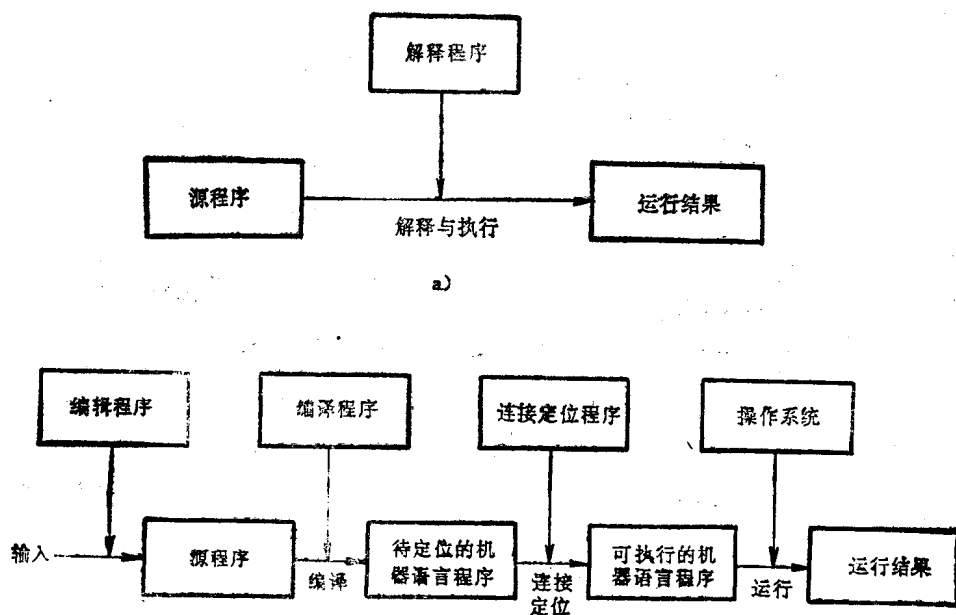


图1-4 高级语言的两种执行过程

a)解释执行的过程 b)编译执行的过程

一旦形成,以后再执行就不再需要编辑程序、编译程序和连接程序了,连开始输入的高级语言源程序也不再需要了,只要这个目标程序就可以了。因此,它的优点是执行速度快,缺点是由于对整个程序的错误一起进行检查,因此对初学者来讲往往感到困难比较多。

3. 非程序设计语言

除了程序设计语言外,用于计算机的还有一种称为非程序设计语言的语言。也可称为面向问题的语言。它在使用时不必关心“怎么做”,而只说明“做什么”即可。

国外对这种易学、易用的非程序语言的评价较高,认为它是继硬件总线、软件总线之后发展起来的“应用总线”,是开拓微机或个人计算机市场的一大变革。

4. 实用程序

实用程序包括诊断程序、编辑程序、调试程序、打印程序、通讯程序、转换程序、连接程序和装入程序等。

5. 应用软件

应用软件的范畴非常庞杂,计算机应用就是通过应用软件来实现的,多数的程序人员都是在利用系统软件来开发应用软件。这里就不再一一列举。

整个电子数字计算机系统的组成,见图1-5。

§1-3 数据在计算机内的存储方式

一、内存的组织形式

电子计算机内的存储器(称内存,简称内存)是由千千万万个小的电子线路单元组成的,每一个单元有两种稳定的工作状态(例如三极管的截止和导通),它们分别代表0和1。因此电子计算机存储的信息是用二进制形式存储的。每一个小元件中存放一个0或1的信

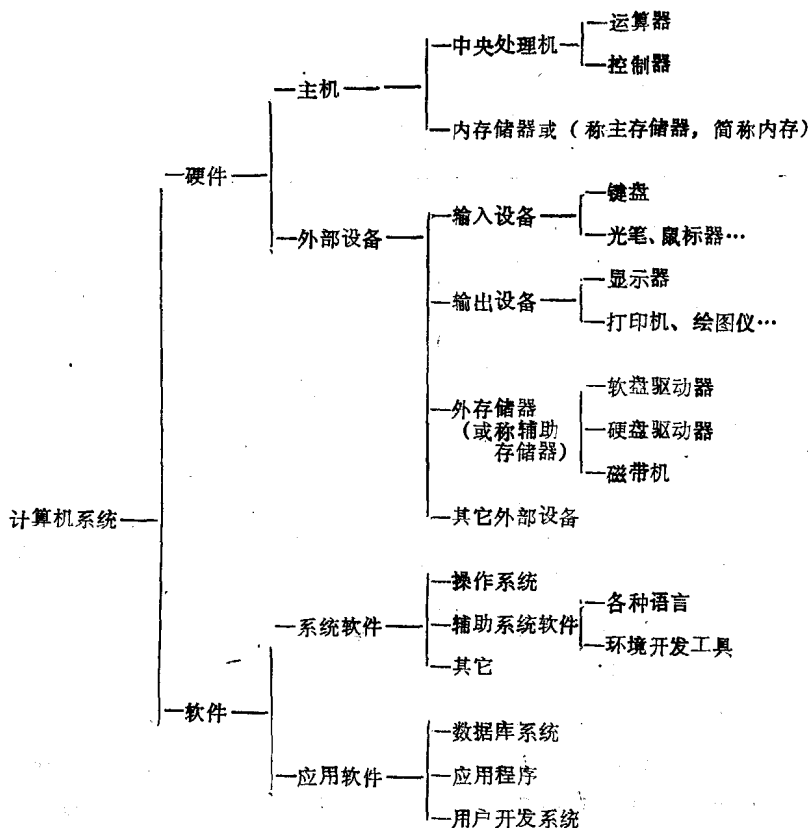


图1-5 电子计算机系统的组成

息。关于内存，常用到以下一些术语：

位，又称比特 (bit)。每一个能代表0和1的电子线路称为一个二进制位。一个存储器就是一个包含许许多多多个二进位的电子单元的庞大电路。目前的存储器多采用集成化技术，把几万或几十万个电子元件做成一个集成电路，体积小，耗能少，速度快。

字节，又称拜特，(byte)。由若干个二进制位组成一个字节，多数计算机以8个二进制位组成一个字节。

字 (word)。由若干个字节组成一个存储单元，称为“字”。一个存储单元中存放一条指令或一个数据。如果一个计算机以32个二进制的信息表示一条指令，就称这台计算机的“字长”为32位。

地址。为便于管理，对每个存储单元编一个存储单元号，这就是“地址”。通过地址可以找到所需的存储单元，可以取出其中存储的信息（或向指定的存储单元存入信息）。这如同旅馆中有许多房间，给每个房间编一个房号，只有通过房间号才能找到所要找的客人。请不要将存储单元的“地址”和存储单元中的“内容”这两个不同的概念混淆。正如同房间号和住在其中的旅客是两回事一样。见图1-6。

假设在地址为008的存储单元中放一个数5，在地址为016的存储单元中放数30，分别从这两个存储单元中将数取到运算器进行相乘，然后将乘积150送回地址为024的存储单元。

存储器、存储单元、字节、位之间的关系，见图1-7。

001	002	003	004	005	006
007	008 5	009	010	011	012
013	014	015	016 30	017	018
019	020	021	022	023	024 150

图 1-6

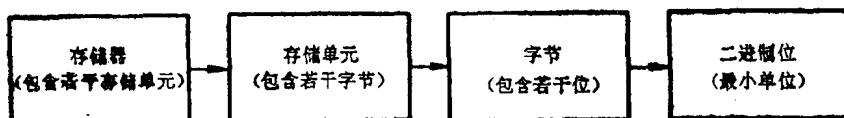


图1-7 存储器、存储单元、字节、位的关系

二、数据的二进制表示

人们最常用的数制是十进制，它是由0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9等十个不同的符号来表示数值的，这十个符号就是数字。在日常生活中，除了常用的十进制计数以外，也有不少非十进制的计数方法，如计时，60秒为1分，60分为1小时，是60进制计数法。中国的“老秤”，一斤等于16两，是十六进制计数法。一英尺等于12英寸，是十二进制计数法。当然，还有其他各种各样的进制计数法。

在计算机中，广泛使用二进制计数法，一个十进制数必须先化成二进制形式才能存放到计算机的存储单元之中，二进制的基本法则是：“逢二进一”。人们生活中经常遇到的鞋、袜、筷子、手套等就是逢二进一的实例。计算机之所以采用二进制只是因为许多电子元件具有两种稳定的工作状态（代表0和1）容易实现。

表1-1表示10以内的十进制数与二进制数的对照。

表 1-1

十进制数	化为以2为底的指数形式	二进制数
0	0×2^0	0
1	1×2^0	1
2	$1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	10
3	$1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	11
4	$1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	100
5	$1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	101
6	$1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	110
7	$1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	111
8	$1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	1000
9	$1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	1001

一个十进制数F可表示为：

$$(F)_{10} = a_0 \cdot 2^n + a_1 \cdot 2^{n-1} + \cdots + a_{n-1} \cdot 2^1 + a_n \cdot 2^0$$

则 $a_0, a_1, a_2, a_3, \cdots, a_n$ 就是F在二进制中的表示形式。欲求出 $a_0, a_1, \cdots, a_n$ ，只需将F