

林美雄 吴振庆 主编 江苏科学技术出版社

全国十三所高校联合编写

现代 Basic

612
K/1

TP312
LMX/1

全国十三所高校联合编写

现代 BASIC

林美雄 吴振庆 主编

江苏科学技术出版社

内 容 简 介

BASIC 语言是高校学生必修课之一。本教材由全国十三所高校联合编写。全书共十六章，内容系统完整。包括基本BASIC九章及文件、图像处理、编程技巧、汉字处理、APPLE与IBM PC DOS简介、编译BASIC和True BASIC。本书符合当前高校教学大纲，既介绍语法，又介绍程序设计方法，两者紧密结合；注意兼顾当前高校的两种主要机型，使课堂教学与上机实习统一起来，使本书成为通用的且富有现代气息的教材。因此，本书既可作为各大专院校、电大、短训班的教材，又可作为工程技术人员使用APPLE、IBM PC的参考书及自学教材。

《现 代 BASIC》编 委 会

主 编 林美雄 吴振庆 JS254/24
副主编 胡维国 陈守厂 周正强 李相学
编 委 林美雄 吴振庆 何大中 周百新
胡维国 陈守厂 周正强 李相学
宣文明 陈 健 杨秀金 沈君玉
沈祥玖 钱 颖

全国十三所高校联合编写

现 代 BASIC

林美雄 吴振庆 主编

出版、发行：江苏科学技术出版社

经 销：江苏省新华书店

印 刷：南京人民印刷厂

开本787×1092毫米 1/16 印张19.75 字数434,000

1990年5月第1版 1990年5月第1次印刷

印数1—15,000册

ISBN 7-5345-0905-X

TP·25

定价：5.80元

责任编辑 许顺生

前 言

BASIC是Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code (初学者通用符号指令代码)的缩写。它是一种具有人机对话功能的程序设计语言。自1964年BASIC诞生以来,经不断改进扩充,其功能已经相当完善。1985年,BASIC的创始人在总结BASIC应用经验和各种程序设计语言优点的基础上,推出了真正BASIC (True BASIC)。它具有标准化、结构化的优点,很可能成为未来BASIC的标准语言。BASIC是当今世界上应用最广泛的计算机语言之一,是我国高等院校非计算机专业学生的必修课之一。

为适应我国计算机应用事业的发展,进一步提高BASIC语言的教学质量,我们根据多年的教学经验,在深入分析国内几种同类教材的基础上,博采众长,编写了这本书,奉献给读者。除教材的一般特点外,还具有下列特色:

1. 兼顾两种机型。针对我国高校的两种主要机型,介绍IBM PC BASIC和APPLESOFT BASIC,注意阐述它们的各自特点。此外,还专列章节介绍编译BASIC和True BASIC。

2. 突出学以致用。本书在叙述BASIC语言的基本理论和基本概念的同时,注意介绍程序设计方法、技巧和上机操作知识。书中的上机操作篇,实际上是上机操作指导书,无需再查找其它上机操作参考书。在很多重要的章节中都安排有大量精选的各具特色的例题,许多例题着重于程序设计思想和方法的叙述,很有实用价值。每章配有一定数量的习题,供读者巩固有关理论知识,并培养独立解决实际问题的能力。

3. 内容丰富完整。在由浅入深、循序渐进地讲授基本BASIC的同时,溶进了许多新思想、新知识、新成果,富有现代气息。

4. 符合当前教学大纲。本书1~9章完全按高校BASIC课程48学时的教学大纲进行编写,因此适用于各大专院校,可成为各大专院校BASIC课程的通用教材;11~16章呈模块结构,每章约4~6学时,可供各种不同专业的需要,而且这部分内容都是80年代中期刚刚出现的新技术,使本书具有推广计算机应用的参考价值及保存价值。

本书既可作为高等院校各类专业和计算机培训班的教材,又可作为计算机应用工作者和工程技术人员的参考书、IBM PC BASIC和APPLESOFT的实用操作手册。

本书由林美雄、吴振庆主编,胡维国、陈守厂、周正强、李相学副主编。参加本书编写的有全国十三所高等院校,其中有七名副教授,其余也都是各院校计算机教研室主任和教学经验丰富的讲师。

第一章、第四章由李相学编写;

第二章、第十章的第二节由吴振庆编写;

第三章、第十三章的第二节由沈祥玖编写;

第五章、第十一章的第二节由胡维国编写;

第六章由沈君玉编写；

第七章的第一节、第十三章的第一、三节由何大中编写；

第七章的第二节、由宣文明编写；

第八章由周百新编写；

第九章、第十五章由陈守厂编写；

第十章的第一、三节，第十二章的第一、二节由杨秀金编写；

第十一章的第一节、第十二章的第三、四、五节由周正强编写；

第十四章的第一、二节由陈健编写；

第十四章的第三节由钱颖编写；

第十六章由林美雄编写。

在本书编写过程中，始终得到各有关院校的大力支持，在此表示衷心感谢。由于编者水平有限，时间也比较仓促，疏漏错误之处难免，恳请读者批评指正。

编 者

1989.3

目 录

第一章 电子计算机概述 (1)	§ 6-2 数组说明语句 (85)
§ 1-1 电子计算机发展简史 (1)	§ 6-3 数组的应用 (87)
§ 1-2 微型计算机系统简介 (3)	第七章 自定义函数与子程序 (105)
§ 1-3 数制转换 (7)	§ 7-1 自定义函数 (105)
第二章 BASIC语言基本知识 (12)	§ 7-2 子程序 (108)
§ 2-1 BASIC语言的基本字符..... (12)	§ 7-3 程序举例 (116)
§ 2-2 常数 (12)	第八章 字符串 (123)
§ 2-3 变量 (14)	§ 8-1 字符串的基本知识 (123)
§ 2-4 标准函数 (15)	§ 8-2 字符串的输入和输出 (124)
§ 2-5 表达式..... (17)	§ 8-3 字符串的运算和比较 (127)
第三章 BASIC语言的几种基本语句 ...(22)	§ 8-4 字符串函数 (130)
§ 3-1 BASIC源程序结构..... (22)	第九章 上机操作 (138)
§ 3-2 赋值语句 (23)	§ 9-1 BASIC的命令工作方式和常用命令(138)
§ 3-3 打印输出语句 (25)	§ 9-2 IBM PC机上机操作 (141)
§ 3-4 键盘输入语句 (29)	§ 9-3 APPLE 机上机操作..... (146)
§ 3-5 READ、DATA、RESTORE语句...(30)	第十章 数据文件 (150)
§ 3-6 注释、暂停、结束语句 (33)	§ 10-1 文件的基本概念 (150)
第四章 分支 (37)	§ 10-2 PC机数据文件..... (153)
§ 4-1 无条件转向(GOTO)语句..... (37)	§ 10-3 APPLE机数据文件 (170)
§ 4-2 条件转向语句 (38)	第十一章 屏幕图形处理 (188)
§ 4-3 程序框图及应用举例 (41)	§ 11-1 PC图形处理 (188)
§ 4-4 条件执行语句 (49)	§ 11-2 APPLE 图形处理 (202)
§ 4-5 控制转向(ON-GOTO)语句..... (55)	第十二章 编程技术 (215)
第五章 循环 (62)	§ 12-1 “菜单”技术 (215)
§ 5-1 FOR循环语句..... (62)	§ 12-2 链接技术 (217)
§ 5-2 多重循环 (71)	§ 12-3 输入输出技术 (221)
§ 5-3 WHILE 循环语句 (77)	§ 12-4 陷阱技术 (226)
第六章 数组 (84)	§ 12-5 程序优化 (230)
§ 6-1 数组和下标变量 (84)	

第十三章 磁盘操作系统简介 (233)

§ 13-1 软盘结构与使用 (233)

§ 13-2 PC DOS常用命令 (234)

§ 13-3 APPLE DOS常用命令 (240)

第十四章 BASIC语言中的汉字处理 (249)

§ 14-1 CCDOS的启动 (249)

§ 14-2 汉字的输入/输出 (251)

§ 14-3 APPLE II 汉字系统 (257)

第十五章 IBM PC编译BASIC (264)

§ 15-1 概述 (264)

§ 15-2 编译 (266)

§ 15-3 连接 (269)

第十六章 True BASIC简介 (272)

§ 16-1 启动、键盘命令、基本概念 ... (272)

§ 16-2 标准函数 (276)

§ 16-3 基本程序语句 (279)

§ 16-4 控制语句 (282)

§ 16-5 数组与矩阵 (285)

§ 16-6 函数、子程序、库程序 (288)

§ 16-7 图像处理 (291)

§ 16-8 文件 (297)

附录 (302)

第一章 电子计算机概述

电子计算机(Electronic Computer),是一种能够高速、自动地进行大量计算工作和信息处理的电子设备。电子计算机诞生于本世纪40年代,它的问世是20世纪一项重大科学成就,是当代先进科学技术的结晶。电子计算机与以往任何机器相比具有本质的差别。初期人们只把它当做一种先进的高级计算工具,用以代替人工进行繁复的数学运算。然而,今日的电子计算机,其功能已远远超出了数值计算的范畴,广泛应用于现代工业自动化管理、各种信息的收集和处理、图像识别、文字翻译等等。一句话,从宇宙空间探索到揭示微观世界,从尖端科学到日常生活几乎所有的领域都要用到计算机。计算机的工作效率比人高出千百倍,扩展了人的思维器官。计算机已成为人类脑力延伸的重要助手。因此,人们把电子计算机也称做“电脑”。

然而,计算机仍是一部没有生命的机器,它的全部聪明才智是人赋予的,它所完成的一切工作都是按照计算机设计师预先规定好的一系列工作步骤进行的。这些工作步骤中包括计算机在运行过程中可能遇到的一切问题,超出这个范围计算机将一筹莫展。我们要充分利用计算机提高劳动生产率,必须尽快掌握有关计算机的知识,以便让它在各个领域发挥更大的作用。所以,对于现代社会的每个人,几乎都有学习计算机的必要。

§ 1-1 电子计算机发展简史

一、发展简史

第一台电子计算机是1946年由美国宾夕法尼亚大学莫克利(J.W.Mauchley)和埃克特(J.P.Eckert)研制成功的,当时取名叫“电子数字求积化和计算机”(简称ENIAC)。这台计算机共用18000多只电子管,1500多个继电器,重量约30吨,占地150多平方米,耗电150千瓦,每秒只能完成5000次10位数字的加法运算。它的诞生第一次呈现了计算工具的飞跃,由机械时代进入电子时代,为电子计算机的高速发展奠定了技术基础。

从第一台电子计算机的产生到现在,只经历了40多年的历史,可是它的发展已经历了四个时代,几乎每隔7~8年就进行一次产品的更新换代,每一代都比前一代有一个数量级的提高。目前,美、日等国开始研制第五代计算机。各个时期大体划分如下:

第一代(1946~1957年)是电子管计算机。这个时期的主要特点是:逻辑元件采用电子管,体积庞大、成本高、耗电多、内存容量小、可靠性差、运算速度慢(每秒几千次到几万次);编制程序主要用机器语言,开始使用汇编语言;主要用于科学计算。

第二代(1958~1963年)是晶体管计算机。这一时期的主要特点是:逻辑元件采用晶体管,体积、耗电、成本大大减少;相反,可靠性和内存容量大大提高,运算速度提高到每秒几十万次;内存贮器采用磁芯,开始采用FORTRAN、ALGOL、COBOL等高级语言和操作系统;应用范围已扩大到数据处理、事务管理以及过程控制等方面。

第三代(1964~1970年)是集成电路计算机。这一时期的主要特点是:逻辑元件采用中、小规模集成(MSI、SSI)电路;实现机种多样化、生产系列化、结构积木化、语言标准化;外设种类齐全,开始使用BASIC、APL等会话性语言;计算机已和通信线路密切结合,实现计算机网络;广泛应用于工业控制、数据处理和科学计算等各个领域。

第四代(1971年以后)是大规模集成(LSI)电路计算机。这一时期的主要特点是:逻辑元件主要采用大规模集成电路,由半导体存储器取代磁芯存储器,微处理器和由微处理器为核心组装的微型机(Microcomputer)飞跃发展;外部设备向高性能、小型多样化发展;盒式磁带与软盘存储器得到迅速推广;广泛使用具有图形功能的高清晰度彩色显示器;巨型机的运算速度已达到10亿次/秒以上;在软件方面,高级语言、操作系统、数据库以及应用软件包等有日新月异的发展并不断得到完善,出现了软件工程及软件工程学的新概念和新学科,计算机已成为人类生产生活中不可缺少的组成部分。

二、发展趋势

计算机科学的发展比历史上任何其他学科来的快、来的猛。目前,计算机全面地向大规模集成电路时代迈进,向巨型化、微型化、计算机网络化和智能多样化方向发展。

巨型机是功能极强、计算速度极快的大容量计算机。它主要用于满足尖端科学技术发展的需要。巨型机的发展程度体现了计算机科学的研究水平,也能作为衡量一个国家科技水平的尺度。目前世界上有70多台巨型机,它们的运算速度达几亿次/秒。每秒上百亿次的巨型机正在研制中。巨型机已用于飞机和航天技术的设计、气象预报、核反应的安全性分析等方面。在遗传工程、国家安全机构的密码破译、激光武器等新兴领域中将开拓更为复杂的应用。

微型机是大规模集成电路发展的产物;把计算机的运算部件和控制部件集成在一片或几片芯片上构成了微处理器,微处理器再加上其他电路部件(如存储器、接口等)便构成了微型计算机。它的特点是:体积小、功能全、可靠性强、适应性好、价格低廉。1971年第一台微型机产生以后其发展极为迅速,差不多每隔2~3年就有一次重大的革新,到目前已从第一代4位机演变为第四代32位机。它的小巧、灵活、方便、省电、廉价的优点为计算机的普及开辟了极为广阔的天地。

计算机网络是计算机的另一个重要发展趋势。所谓网络,是指由一台计算机为中心,用通信线路把多个远程终端相连,成为一个联机系统;或者是多台独立的计算机与多个终端用通信线路互相连接成为一个计算机网。它的特点是:各自均分负担、共享计算机硬件、软件和数据资源,从而提高计算机的应用效率。随着微型机的大量生产以及电视系统、激光技术、光导纤维和超导材料等的迅速发展,计算机网络也必将出现欣欣向荣的新局面。

人工智能机是指模拟人的思维与判断过程,进行图像和物体的识别以及定理的证明等工作,进而使计算机具有能听、能看、能说、能理解人类自然语言的机器。智能机的最高阶段是象人一样能思维、能学习的机器。当今全世界都在力争取得技术和经济的领导地位,计算机技术在这一竞争中将起关键性作用,许多发达国家为此投入大量人力和物力。例如,日本、美国、西欧、苏联都正在努力研制具有推理思维、学习知识、识别图形和能发出声音进行翻译工作的第五代计算机。

可以预见，未来的计算机是现代计算机望尘莫及的光学计算机、超导计算机以及人工智能计算机。计算机科学将会推向一个崭新的阶段。

三、我国的发展情况

我国1956年正式成立计算机研究机构并开始进行计算机的研制工作。1958年试制成功第一台103型电子管计算机。1964年研究生产了DJS-6型等第二代晶体管计算机，并开始使用汇编语言、ALGOL语言，应用于科学计算与实时控制等方面。70年代进入了第三代集成电路时期，先后研制大、中、小型不同规模的各种类型集成电路计算机。80年代，由于研制生产了计算机上配制中文信息处理系统，而且有国际码、区位码、仓颉码、拼音码、五笔字形等多种形式的汉字输入方式，为计算机的普及和推广开辟了新的途径。1983年是我国计算机发展史上获得辉煌成就的一年。这一年研制成功了各种元件和设备完全立足于国内的“757”大型计算机。接着又在长沙研制成功我国第一台“银河”巨型机，它的运算速度高达1亿次/秒。从此，我国也进入世界上研制巨型机的行列。

微型机的研制是从1974年开始的，目前我国生产的长城0520C-H16位微型机和长城286系统，性能上已达到国际同类产品的先进水平，并开始投放国际市场。

不难预见，随着计算机事业的迅速发展（如最近研制的汉字五笔码输入速度，已超过英文的输入速度）我国的计算机也将很快得到普及与应用，并且必将活跃在国际舞台上。

§ 1-2 微型计算机系统简介

一、电子计算机的基本结构

电子计算机在其发展过程中，虽然已有三次大飞跃，生产出种类甚多的由第一代产品到第四代产品，但计算机的组成及基本结构仍然与1946年出现的第一台电子计算机极为相似，都由运算器、控制器、存储器、输入和输出设备五大部分组成。结构框图与组成原理如图1-1所示。图中，实线表示数据流向，虚线表示由控制器发出的控制信号。

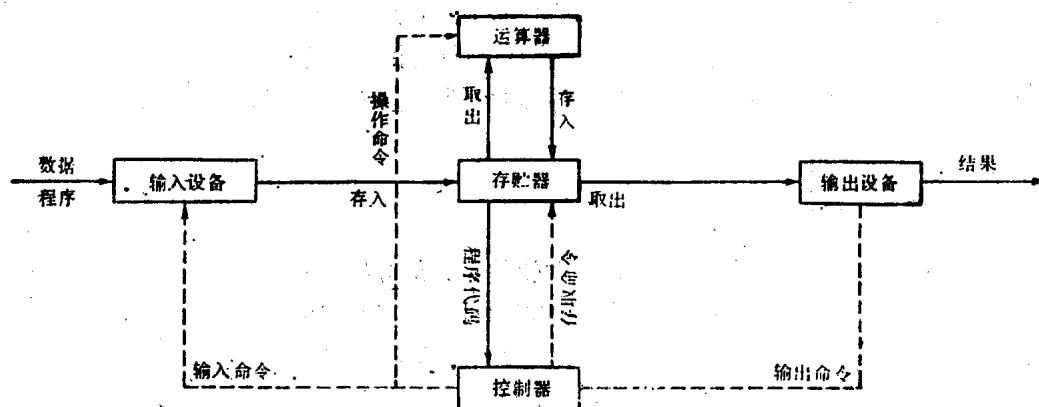


图1-1 计算机各部件联系示意图

(1)输入设备 它是向计算机输入数据、程序以及其他信息的设备。常用的输入设备有：键盘、纸带输入机、磁带输入机、卡片输入机、磁盘机、模拟量输入通道等。它的主要功能是把源程序、数据以及各种信息转换成计算机能够识别的二进制代码。

(2)存贮器 这是用来存放原始数据、程序以及运算结果的部件。它好比一个大仓库，由许多“存贮单元”组成，每个单元象个“房间”，都有编号，称为地址。每个单元可存放不同的代码，但与房间不尽相同，当取出某一个单元的代码时该单元的代码并不消失，依然保存在该单元里；当存入新代码时该单元的代码由新代码代替原来的代码。因此，存贮器具有“记忆”功能。在计算中，一般把每8位二进制信息作为一个字节(BYTE)，存贮容量的大小常以KB为单位， $1KB = 1024$ 个字节。

存贮器通常分为内存贮器(简称内存)和外存贮器(简称外存)两大类。在主机里面的存贮器叫内存，常见的有磁芯存贮器、半导体存贮器等。它的特点是容量小但存取速度快。主要用来存放执行时所需的程序和数据。内存贮器就其功能而言由只读存贮器(ROM)和随机存贮器(RAM)组成。外存贮器是主机外面的，常见的有磁盘、磁鼓、磁带等。它的特点是容量大、存取速度慢、价格便宜、使用方便。主要用来存放大量暂时不用的程序或数据等信息。外存贮器的信息不能直接参与运算，只有调入内存后方能参与运算。

计算机在运行过程中，存贮器一方面不断地向运算器提供数据；另一方面还保存从运算器送来的计算结果。另外，存贮器里保存着计算程序，是用来确定具体工作过程的。由存贮器不断取出指令送往控制器进行控制。

(3)运算器 它是用来完成对各种信息的算术和逻辑操作的部件。它接受由存贮器送来的二进制代码，并对此数据进行诸如加、减、乘、除等算术运算和“与”、“或”、“非”等逻辑运算。运算器主要由加法器(或称累加器)和若干个寄存器组成。

(4)控制器 它是控制整个计算机的各部件按照预先规定的操作步骤协调进行工作的中央指挥机构。主要由译码器和逻辑线路组成。在运行过程中，控制器不断地从存贮器取出指令，经过译码分析后向各部件发出相应的命令；另一方面又不断接受由各部件发来的反馈信息，且分析这些信息决定下一步要发出的命令。如此反复直到运行结束为止。

(5)输出设备 这是计算机与人交往的输出窗口，它将计算机操作过程中的一些信息、运行结果等用人们能识别的数字、字符、图形等形式显示或打印出来。常见的有显示器(CRT)、行式打印机、X-Y绘图机、磁盘机、磁带机等。

通常把上述五大部件统称为计算机的硬件。而运算器、控制器和内存合称为计算机的主机；把运算器和控制器合称为中央处理器(CPU)；除主机以外的设备如输入输出设备和外存贮器统称为外部设备。要实现生产过程的控制，还应有过程输入输出通道等。

二、电子计算机系统的组成

电子计算机系统，是由计算机的硬件和软件两大部分组成。图1-2为一个计算机系统组成。如前所述，把构成计算机的物理实体称为计算机的硬件。相对于硬件而言，为开发计算机所编制的具有特定功能的各种程序、数据库等称为计算机软件。

软件又可分为系统软件和应用软件两大类。

系统软件是由厂家提供的基本软件，是为了充分开发计算机资源、最大限度发挥计算机的作用，便于使用管理、维修的目的编制的一系列程序。系统软件一般包括：操作系统、

监控程序、汇编程序、编译程序、解释程序、程序库等。有的系统软件固化在内存的ROM之中，用户只能使用，不能改变其内容，停电也不消失，这样，开机引导就更加方便、可靠。

应用软件是指用户为解决各种实际问题而编制的程序，如工程计算程序、数据处理程

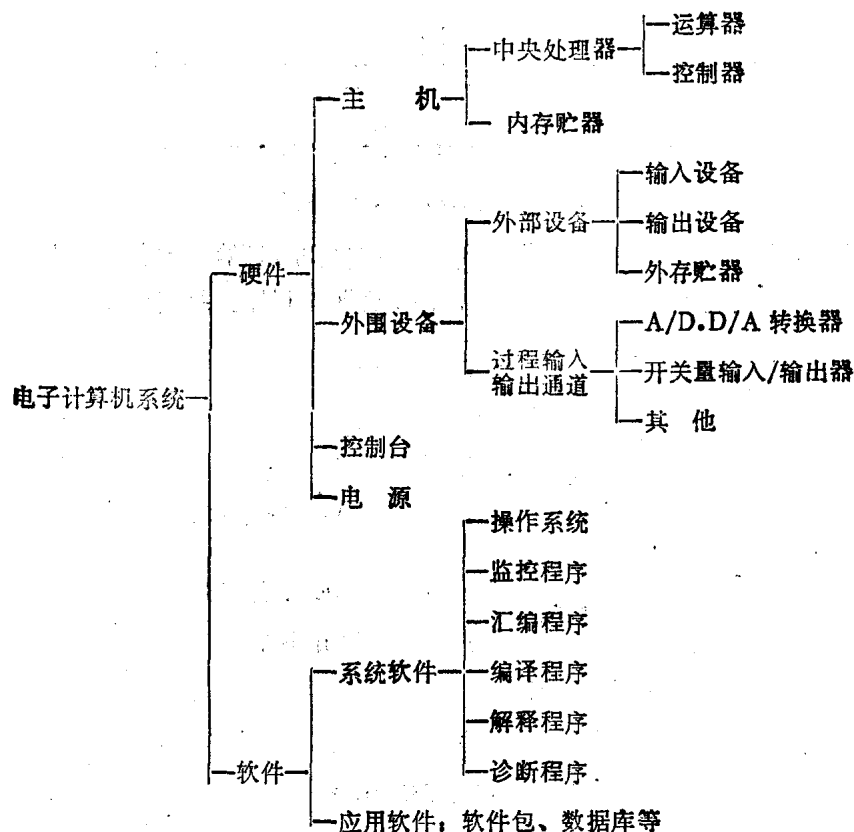


图1-2 电子计算机系统分类

序、数据库等，一般由用户自行编制设计。有的厂家也提供应用软件。应用软件一般存放在内存的RAM或外存之中，以便用户调用和修改。

三、微型计算机系统

微机系统也和计算机系统一样，由硬件和软件两大部分组成。不过硬件结构的组成与一般计算机有所不同，它是把一些软件固化在硬件内。图1-3给出微型计算机的基本结构框图。

微机的软件与一般计算机软件相同。微机系统的组成见图1-4。

四、程序设计语言

要想用计算机解决一个问题，必须事先用计算机能理解的代码(0或1)编制成解决问

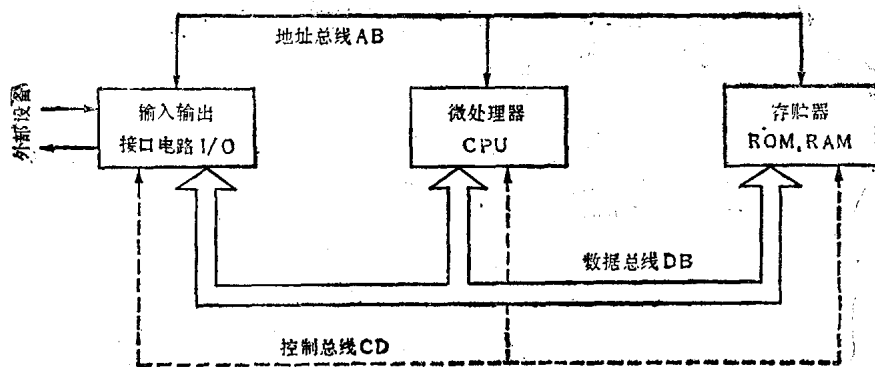


图1-3 微型计算机基本结构框图

题的计算步骤,然后通过输入设备将操作的内容送入计算机,计算机才会按照人的意图完成指定的工作。我们把计算机能理解的一系列操作步骤叫做程序。编制程序的过程叫做程序

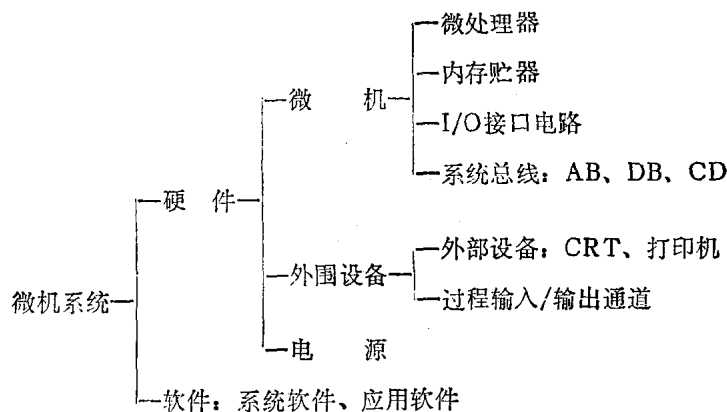


图1-4 微机系统的组成

设计。书写程序用的语言称做程序设计语言。程序设计语言一般可分为机器语言、汇编语言 and 高级语言三大类。

1. 机器语言

机器语言是机器指令的集合,是计算机指令系统。换句话说,是用二进制代码“0”和“1”的排列来表示各种数据和符号并能被计算机直接识别和执行的程序设计语言。但是,这种语言编制程序很麻烦,易错难改,没有通用性,不利于计算机的推广和使用。因此,现在除计算机专业人员外,一般不再学习机器语言。

2. 汇编语言

汇编语言是一种用助记符表示的面向机器的程序设计语言。它比二进制的机器语言方便得多,程序直观、容易记忆和检查修改,简化了编程过程。但是,计算机不能直接识别这种汇编语言编写的程序,必须把它加工翻译变成机器语言表示的目标程序,因此使用起来仍然比较繁琐费时。另外,汇编语言同样离不开具体计算机的指令系统,通用性较差。但是,使用汇编语言能设计出高质量的程序,目前仍然广泛应用于工业自动化过程的设计。

因此,虽然它是一种低级语言,对于计算机专业工作者仍是不可缺少的重要工具。

3. 高级语言

机器语言和汇编语言都不利于计算机的推广和应用。于是从50年代末开始出现了高级语言,人们习惯上又把它称为算法语言。所谓高级语言是与人类的自然语言相接近,又能为计算机所“接受”的计算机语言。这种语言完全独立于计算机,不受机器类型的限制,用户可以不去了解计算机的内部逻辑结构,接近于数学表达式,因此它具有直观、易学、通用性强的特点。常见的高级语言有: BASIC、FORTRAN、ALGOL、COBOL、PASCAL等。

计算机怎么能接受用高级语言编写的源程序呢?其实任何一台计算机都不能直接识别源程序,必须先把它“翻译”成计算机能够接受的二进制代码。那么这种翻译过程是怎么进行的呢?翻译有两种方法:一种是编译的方法,它是由事先放入计算机内的编译程序把源程序全部编译成目标程序,然后执行目标程序;另一种是解释的方法,它是由事先放入计算机内的解释程序,对源程序边翻译边执行,直到源程序结束。

不同的高级语言都有它自己的符号、单词、语句格式及语法规则,而接受高级语言的对象又是一个“头脑简单”的机器。因此,编写程序必须严格遵循语法规则,否则计算机不予执行。

§ 1-3 数制转换

日常生活中常常遇到各种计数制,如12进制、16进制、60进制等等,十进制不过是最常用的计数制而已。可见用什么进制完全取决于人类的需要。计算机是由电子元件构成的,电子元件具有两种稳定状态,如高电位与低电位、脉冲的有与无等,我们把一种稳定状态(如高电位)表示为“1”,把另一种稳定状态(如低电位)表示为“0”,于是一个电信号可由“0”和“1”的组合表示出来。因此,在计算机中采用二进制代码。

一、常用的几种进位计数制

常用的几种进位计数制对照关系如表1.1所示。由表可知:

(1)十进制数:十进制数是由0~9十个数字组成,基数是10,逢十进一。如:

$$(358.46)_{10} = 3 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

(2)二进制数:二进制数是由0和1两个数字组成,基数是2,逢二进一。如:

$$\begin{aligned}(101.11)_2 &= 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\ &= (5.75)_{10}\end{aligned}$$

(3)八进制数:八进制数是由0~7八个数字组成,基数是8,逢八进一。如:

$$(237)_8 = 2 \times 8^2 + 3 \times 8^1 + 7 \times 8^0 = (159)_{10}$$

(4)十六进制数:十六进制数是由0~9以及A、B、C、D、E、F十六个数符组

成，基数是16，逢十六进一。如：

$$(A2C)_{16} = 10 \times 16^2 + 2 \times 16^1 + 12 \times 16^0 = (2604)_{10}$$

由上可知，每一种进位制都有固定的基数，并且都可以按“权”展开。

表1.1 常用的几种进位计数制关系对照表

计 数 制	十 进 制	二 进 制	八 进 制	十六进制	二——十进制	
零	0	0	0	0	0000	
一	1	1	1	1	0001	
二	2	10	2	2	0010	
三	3	11	3	3	0011	
四	4	100	4	4	0100	
五	5	101	5	5	0101	
六	6	110	6	6	0110	
七	7	111	7	7	0111	
八	8	1000	10	8	1000	
九	9	1001	11	9	1001	
十	10	1010	12	A	0001	0000
十一	11	1011	13	B	0001	0001
十二	12	1100	14	C	0001	0010
十三	13	1101	15	D	0001	0011
十四	14	1110	16	E	0001	0100
十五	15	1111	17	F	0001	0101

二、数制间转换

1. 十进制与二进制之间的转换

(1) 二进制转换成十进制数：把二进制数按“权”展开，然后各项相加。如：

$$\begin{aligned} (1101.01)_2 &= 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 0 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\ &= (13.25)_{10} \end{aligned}$$

所以 $(1101.01)_2 = (13.25)_{10}$

(2) 十进制整数转换成二进制数：用除2取余法。即把待转换的十进制数，一次又一次地用2除，把所得的余数(0或是1)从最高位向最低位排列即可。

例1 $(25)_{10} = (?)_2$

	余数
2 25	
2 12	 1
2 6	 0
2 3	 0
2 1	 1
0	 1

(最低位)

(最高位)

$$\therefore (25)_{10} = (11001)_2$$

(3) 十进制纯小数转换成二进制数：用乘2取整法。即把待转换的十进制纯小数，一次一次地用2乘，依次取出所得的整数(0或是1)即可。

例2 $(0.3125)_{10} = (?)_2$

$0.3125 \times 2 = 0.625$	 0	(高位)
$0.625 \times 2 = 1.25$	 1	
$0.25 \times 2 = 0.5$	 0	
$0.5 \times 2 = 1.0$	 1	(低位)

$$\therefore (0.3125)_{10} = (0.0101)_2$$

注意，若十进制纯小数乘2后积的小数部分永远不为0，则只取二进制近似值到指定位数。

2. 八进制与二进制的转换

(1) 八进制转换成二进制数：把待转换的八进制的每一位数，用相应的三位二进制数表示(见表1.1)。如：

(6 3 . 5) ₈
110 011 101

所以

$$(63.5)_8 = (110011.101)_2$$

(2) 二进制数转换成八进制数：把待转换的二进制数，从小数点起分别向左和向右把

每三位二进制数一组用相应的一位八进制数表示(见表1.1),若最左(右)一组不足三位,则在其左(右)边用0补足三位。如:

$$(10\ 110\cdot10110)_2 = (26.54)_8$$

3.十进制数与八进制数的转换

十进制数转换成八进制数的方法是:整数部分用除八取余法,小数部分用乘八取整法。

例3 $(835)_{10} = (?)_8$

8 835	余数	
8 104	 3	↑
8 13	 0	
8 1	 5	
0.....	 1	

$\therefore (835)_{10} = (1503)_8$

例4 $(0.3125)_{10} = (?)_8$

$0.3125 \times 8 = 2.5$	 2	↓
$0.5 \times 8 = 4.0$	 4	

$\therefore (0.3125)_{10} = (0.24)_8$

4.十六进制数与二进制数之间的转换

(1)十六进制数转换成二进制数:把待转换的十六进制每一位数,用相应的四位二进制数表示(见表1.1),如:

$$\begin{array}{cccc}
 & (A & 2 & C . 7)_{16} \\
 & / & | & \backslash & \backslash \\
 1010 & 0010 & 1100 & 0111
 \end{array}$$

所以 $(A2C.7)_{16} = (101000101100.0111)_2$

(2)二进制数转换成十六进制数:从小数点开始分别向左和向右把每四位二进制数一组,若最左(右)一组不足四位,则在左(右)边用0补足四位,用相应的一位十六进制数表示即可。如:

$$(111011.11101)_2 = (3B.E8)_{16}$$

三、二进制编码

如前所述,在计算机中均采用二进制数。也就是说,凡是在计算机中要表示的如数、字