

微型计算机 **BASIC**程序设计

源建华 万林生 刘松云 主编



BASIC

高等教育出版社

微型计算机 BASIC 程序设计

源建华 万林生 刘松云 主编

高等教育出版社

内 容 简 介

本书以介绍 IBM-PC BASIC 语言程序设计为主线, 兼顾 APPLE SOFT BASIC 语言的主要内容, 其中主要包括 BASIC 语言的基本语法规则、程序结构与结构化程序设计方法、汉字处理、制表与绘图以及最新版本的 BASIC 语言——TRUE BASIC. 全书内容深入浅出, 讲究系统性、科学性和先进性, 在系统介绍 BASIC 语言的基础上, 注重了结合工程和管理的应用, 有利于培养读者程序设计的能力.

本书可作为高等院校专科、本科学生的 BASIC 语言程序设计课程的教材, 也可作为成人高等教育以及各类计算机培训班的教学用书. 全书共分十四章, 其中第一至第九章、第十三章为基本章节, 约需教学时数 44 学时, 上机 12 学时; 第十至第十二章、第十四章为选学章节, 读者可根据实际需要选用.

本书的例题与习题较丰富, 例题均经过上机调试通过, 书中主要习题的解答已制成软盘, 可提供参考.

微型计算机 BASIC 程序设计

源建华 万林生 刘松云 主编

*

高等教育出版社出版

高等教育出版社照排中心照排

新华书店总店北京科技发行所发行

北京印刷一厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 21 字数 520 000

1990年7月第1版 1990年7月第1次印刷

印数 0 001—13 500

ISBN7-04-003130-2/TP·70

定价 5.05 元

前 言

BASIC 语言是当前最为普及且应用十分广泛的一门计算机程序设计语言。BASIC 语言适用于一般的数值计算、事务管理与绘图等方面，它既易学又实用，适合于初学者学习。目前，许多高等院校把它列为一门技术基本课程来开设。

为适应计算机日益广泛应用的需要，为不断提高计算机教学和教材的质量，经反复酝酿，决定编写《微型计算机 BASIC 程序设计》一书。本书可作为大专院校专科、本科的算法语言课教材，工矿企业计算机培训班学习 BASIC 语言的教学用书，亦可作为计算机教师的教学参考书。

本书结合当前各高等院校计算机设备配置的实际，以 IBM-PC 机及 APPLE 机为硬件背景，着重介绍 IBM-PC BASIC 语言程序设计，对 APPLE SOFT BASIC 也作了扼要介绍。

计算机语言是程序设计的工具。为此，本书用了较大篇幅来介绍 BASIC 语言的语法，让读者打好语言基础。另外，本书特别注重对学员进行程序设计实际能力的培养，在系统介绍 BASIC 语言的基础上，较深入地介绍了结构化程序设计的思想方法。同时，为适应工程和管理实际应用的需要，还进一步阐述了 BASIC 语言在汉字处理、制表与绘图中的应用。此外，本书还注意到了教材内容的更新，专门介绍了功能更为完善的 True BASIC 语言的主要内容。本书提供的上机操作的丰富资料及上机实习题，具有强调实践性环节训练的鲜明特色。书中所有例题程序都已在微型机上调试通过，可供读者直接使用。

参加本书编写工作的有江西工业大学万林生（第一章、附录 I），湖南省水利水电学校蔡汉强（第二章、第四章），五邑大学张济华（第三章、第十三章五、六、七节），南昌职业大学源鸿（第五章），黑龙江省财贸管理干部学院刘学聪（第六章、附录 V），江西工业大学谌志露（第七章），南昌航空工业学院叶水生（第八章、附录 IV），葛洲坝水电工程学院许文年（第九附录 II），江西师范大学熊光魁（第十章、附录 III），江西工业大学傅汝盛（第十一章、第一章一、二、三、四节），河北水利专科学校刘松云（第十二章），南昌水利水电专科学校源（第十四章）。本书由源建华、万林生、刘松云主编，陈中藩主审，王流星同志也审阅了李秀、肖至坚同志对本书的编写提出了许多宝贵的意见。

书的编写过程中，得到了高等教育出版社和各参编院校领导的大力支持，在此一并致他们的水平，书中不足之处在所难免，亦望读者不吝指正。

编 者

一九九〇年二月

目 录

第一章 电子计算机概论	1	第一节 FOR-NEXT 循环结构	72
第一节 电子计算机的特点及应用	1	第二节 FOR-NEXT 循环结构的应用	76
第二节 电子计算技术中常用的数制	3	第三节 多重循环	81
第三节 电子计算机的硬件结构	5	第四节 条件型循环结构	89
第四节 电子计算机的软件系统	9	第五节 循环程序综合应用举例	92
第五节 使用计算机解决实际问题的过程	11	习题五	95
第六节 BASIC 语言的特点及其学习方法	12	第六章 数组	97
习题一	13	第一节 数组与下标变量	97
第二章 BASIC 语言的基本知识	14	第二节 数组说明语句	99
第一节 BASIC 语言的基本字符和保留字	14	第三节 数组的基本操作	100
第二节 常数与变量	15	第四节 数组应用举例	102
第三节 内部函数	18	习题六	109
第四节 表达式	20	第七章 自定义函数与子程序	111
第五节 BASIC 程序的构成	22	第一节 自定义函数	111
习题二	23	第二节 子程序	114
第三章 顺序结构	25	第三节 子程序应用举例	117
第一节 赋值语句 (LET)	25	第四节 开关转子语句 (ON-GOSUB)	124
第二节 输出语句和输出格式	27	习题七	129
第三节 键盘输入语句 (INPUT)	32	第八章 字符串	133
第四节 读数语句 (READ) 和置数语句 (DATA)	34	第一节 字符串常数、变量与数组	133
第五节 其它语句	38	第二节 字符串变量的赋值、输入与输出	134
第六节 顺序结构程序的设计方法	39	第三节 字符串函数	137
习题三	42	第四节 字符串的运算	144
第四章 分支结构	46	第五节 应用举例	147
第一节 流程图	46	习题八	149
第二节 无条件转移语句 (GOTO)	48	第九章 数据文件	152
第三节 条件转移语句 (IF-THEN)	49	第一节 文件的基本概念	152
第四节 逻辑表达式及其应用	55	第二节 顺序文件	154
第五节 开关语句及出错转移语句	59	第三节 随机文件	159
第六节 分支结构程序的设计方法	63	第四节 文件应用举例	164
习题四	69	第五节 APPLE SOFT BASIC 的数 据文件	173
第五章 循环结构	72	习题九	177

第十章 制表与绘图	178	第四节 BASIC 命令和 DOS 命令简介	277
第一节 自选格式输出语句	178	第五节 APPLE II 机的系统配置、系统的启动	279
第二节 制表程序的设计	183	第六节 APPLE II 机的键盘及其操作	280
第三节 屏幕显示状态的控制与选择	193	第七节 APPLE SOFT BASIC 程序的建立、编辑与调试	282
第四节 绘图语句	199	第八节 APPLE II DOS 常用命令	285
第五节 绘图应用实例简介	204	习题十三	287
第六节 APPLE 微机绘图简介	213	第十四章 True BASIC 简介	288
习题十	219	第一节 True BASIC 的特点及用法简介 ...	288
第十一章 汉字的应用	221	第二节 最基本的 True BASIC 语句	290
第一节 概述	221	第三节 选择结构与循环结构	293
第二节 汉字输入	226	第四节 矩阵语句 (MAT)	399
第三节 汉字的输出	229	第五节 函数、子程序、库	302
第四节 BASIC 语言中的汉字应用	232	第六节 作图技术	306
习题十一	239	第七节 数据文件	309
第十二章 结构化程序设计	240	习题十四	316
第一节 结构化程序设计概述	240	附录 I ASCII 字符编码表	317
第二节 结构化程序的基本结构	241	附录 II IBM-PC BASIC 出错信息 ...	318
第三节 结构化程序设计的基本方法	245	附录 III APPLE SOFT BASIC 出错信息	320
第四节 程序的优化与完善	264	附录 IV IBM-PC BASIC 与 APPLE SOFT BASIC 的主要区别 ...	321
习题十二	267	附录 V 上机实习	326
第十三章 BASIC 程序上机操作	270	参考书目	331
第一节 磁盘概述	270		
第二节 PC 机系统的启动、键盘及其使用	271		
第三节 源程序的编辑、运行与调试	274		

第一章 电子计算机概论

从 1946 年世界上第一台电子计算机 ENIAC 问世以来,计算机的研制、生产和应用随着相关科学技术的进步,便以迅猛的速度发展着,短短的四十多年来,电子计算机经历了电子管、晶体管、集成电路和大规模集成电路计算机四代的演变更迭.近年来,有些国家还正在研制第五代计算机.由于计算机对人类科学文化和社会生活产生的巨大影响,人们日益清楚地认识到,了解和掌握有关计算机知识是十分必要的.

第一节 电子计算机的特点及应用

一、电子计算机的特点

电子计算机的特点主要是:运算速度快、计算精度高、自动化程度好、通用性强.正是由于计算机的这些固有特性,使它获得了得天独厚的发展条件,并将在不久的将来,取得新的、不可估量的突破性进展.

(一) 运算速度快

电子计算机的运算速度是人们手算速度所无法比拟的.通常,电子计算机在一秒钟内便能完成几万次到几千万次的运算,目前世界上最先进的巨型计算机运算速度已达到几十亿次.如此高的运算速度,对人类科学技术的发展产生了巨大的影响,主要表现在:

1. 把人们从繁琐的数字计算工作中解放出来.以计算 100 个任意数的平方和($S = a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + \dots + a_{99}^2 + a_{100}^2$)为例,人工手算不但耗费时间,而且繁琐枯燥,极易出错,如改用计算机来完成这个任务则变得十分简单.

2. 能完成某些人工无法完成的科学计算任务.例如,计算人造卫星、火箭、导弹的轨迹,需要几十万或几百万个数据,若不借助计算机,而仅靠人工计算,显然是无法完成的.

3. 可解决某些时间性极强的科学计算问题.例如天气预报及航天飞行器的控制等问题.

(二) 计算精度高

计算机的精度取决于计算机本身的字长,字长愈长则精度愈高.计算机的字长一般为 8 位到几十位二进制位,加上采用双精度、多精度等措施,计算精度将令人十分满意.即使是计算机中的低挡机,例如 IBM-PC 微型计算机,其结果的有效数位也可达到 17 位十进制位. APPLE-II 微型计算机的计算结果的有效数位也高达 9 位十进制位.

(三) 自动化程度好

电子计算机可以不要人工干预,而依靠程序控制自动地连续地工作.计算机之所以能自动地进行工作,主要原因在于:

1. 计算机具有特殊的“记忆”能力.计算机不仅可以存储原始数据、中间结果和最终计算结果,而且能够存储程序.存储程序是电子计算机自动进行工作的基础.

2. 计算机具有逻辑判断和自动选择的能力.因此,计算机能按照人们事先编制的程序,正

确地处理分支转移等问题。

由于计算机的这一特点，在一些对人们生命有危险的工作场所（例如原子能发电站），采用计算机进行自动控制是很有意义的。

（四）通用性强

早期的电子计算机主要用于数值计算，随着计算机科学技术的飞速发展，电子计算机的使用早已超出了数值计算的范围而深入到各门学科和人们的日常生活中。它可用于数值计算、数据处理、自动控制、计算机辅助设计、信息管理、汉字处理和人工智能等方面。现在，我国的国防、科技、工农业、商业、银行、交通运输、文化教育、服务行业等都已开始广泛地使用计算机，并取得了明显的效果。

二、电子计算机的应用

计算机在社会生活各个领域是人类最好工具之一。目前计算机的应用范围极其广泛，归纳起来主要有以下几个方面。

（一）数值计算

数值计算又称科学计算，这是计算机应用的一个基本方面。科学研究、工程技术中存在着大量的数值计算问题。例如，水坝应力分析、电机磁场计算及电网的潮流计算等计算问题，电子计算机均可以承担。对于这些计算任务，只要人们在程序中为计算机事先规定了运算步骤、原始数据、具体的运算过程则完全可以由计算机自动地完成。

（二）数据处理

数据处理用于有大量的数据需要进行记录、整理、分析、加工和处理的场合。由于现代计算机的高速度和海量存储功能，数据处理已成为计算机应用的一个主要方面。如地质勘探资料的分析加工，金融财贸帐目的分类统计，工厂生产的管理调度等都可以用计算机来完成。其它如交通运输、电报电话通讯、医疗卫生等方面的数据处理工作也都可以应用计算机来进行。

（三）自动控制

采用电子计算机对生产过程实时地进行自动控制，不仅可以大大地提高自动化水平，提高产品的质量和数量，而且还可以改善劳动条件，减轻劳动强度，节约原材料消耗，降低成本。例如，在机械工业中，采用计算机控制的机床，可对使精度要求高，形状复杂的零件的加工自动化。又如，在化学工业中，可以液面高度、温度、压力、流量及化学成分等工艺参数进行过程控制。近年来，计算机在机械、冶金、石油化工、电力、建筑以及轻工业等部门的生产控制中都得到了广泛的应用，并收到了良好的效果。

（四）人工智能

人工智能是指计算机具有与人类的智能行为相类似的功能。计算机示教、计算机专家系统、计算机辅助设计、图象辨别、机器人等都是计算机人工智能的应用范畴。人工智能是计算机应用的新兴领域，特别是机器人的出现和发展，把计算机的应用水平提到一个新的高度，可以预料，今后机器人将会大量代替人们繁重的、重复的体力劳动和部分的脑力劳动。

总之，由于计算机具有运算速度快，计算精度高，自动化程序好，通用性强等诸多优点，因而应用范围非常广泛。但也必须指出，电子计算机决不可能代替人脑的一切活动。今后人们还必须创造更好的电子计算机系统，完善其功能，使计算机的应用水平提到一个新的高度。

第二节 电子计算技术中常用的数制

电子计算技术中常用的数制有：十进制、二进制、八进制及十六进制。

一、十进制

众所周知，十进制数就是由 0, 1, 2, ……., 9 十个数码、小数点及正负符号组成的数。它是人们在日常生活中使用最为广泛的计数制，其进位规则为“逢十进一”。十进制数 S 可表示为：

$$(S)_{10} = a_n \times 10^n + a_{n-1} \times 10^{n-1} + \dots + a_0 \times 10^0 + a_{-1} \times 10^{-1} + \dots + a_{-m} \times 10^{-m}$$

式中，底 10 称为十进制的基数，系数 $a_n, a_{n-1}, \dots, a_0, a_{-1}, a_{-m}$ 可为数码 0~9 中的任何一个，并由数 S 的值确定。

例如，十进制数 1385.46 可写成：

$$(1385.46)_{10} = 1 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

二、二进制

鉴于二进制数的运算规则简单和采用二进制数字表示的装置最容易用电气元件实现（如电路的通断，电位的高低），也最稳定等原因，电子计算机内部处理的都是二进制数。二进制数以 2 为基数，由 0、1 两个数码、小数点及正负符号组成，其进位规则为“逢二进一”。与十进制数相似，二进制数 S 可表示为：

$$(S)_2 = a_n \times 2^n + a_{n-1} \times 2^{n-1} + \dots + a_0 \times 2^0 + a_{-1} \times 2^{-1} + \dots + a_{-m} \times 2^{-m}$$

注意，此处的系数 $a_n, a_{n-1}, \dots, a_0, a_{-1}, a_{-m}$ 为数码 0、1 中的任何一个，并由数 S 确定。

例如，二进制数 10101.11 可写成：

$$(10101.11)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

可见，当数码处于不同的位置（数位）时，它所代表的数值是不同的，数学上称该数值为这一数位的“权”。上例中， $2^4, 2^3, \dots, 2^0, 2^{-1}, 2^{-2}$ 是对应数位的权。根据这一概念，便可以实现二进制数向十进制数的转换。例如，

$$(1000101)_2 = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 = (64 + 4 + 1)_{10} = (69)_{10}$$

$$(110011)_2 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (32 + 16 + 2 + 1)_{10} = (51)_{10}$$

至于十进制数向二进制数的转换，则可采用用基数 2 连除十进制整数取其余数和用基数 2 连乘十进制小数取其整数的方法而分别得到二进制数整数和小数。例如，十进制数 13.75 的转换过程如下：

$$13 \div 2 = 6 \quad (\text{余 } 1)$$

$$6 \div 2 = 3 \quad (\text{余 } 0)$$

$$3 \div 2 = 1 \quad (\text{余 } 1)$$

$$1 \div 2 = 0 \quad (\text{余 } 1)$$

$$0.75 \times 2 = 1.50 \quad (\text{整 } 1)$$

$$0.50 \times 2 = 1.00 \quad (\text{整 } 1)$$

$$\text{因此, } (13.75)_{10} = (1101.11)_2$$

注意, 连除时最先得到的余数为二进制整数的最低位, 而最后得到的余数为最高位; 连乘时最先得到的整数为二进制小数的最高位, 而最后得到的整数为最低位。

三、八进制和十六进制

采用二进制表示一个数, 通常位数较多, 不便读写和记忆, 因此在计算技术中往往使用八进制和十六进制来进行简化书写与阅读。

(一) 八进制

八进制数采用 0, 1, 2, …, 7 等八个数码, 小数点及正负符号, 而且遵循“逢八进一”的进位规则。八进制数 S 可表示为:

$$(S)_8 = a_n \times 8^n + a_{n-1} \times 8^{n-1} + \dots + a_0 \times 8^0 + a_{-1} \times 8^{-1} + \dots + a_{-m} \times 8^{-m}$$

式中, 底 8 称为八进制的基数; $8^n, 8^{n-1}, \dots, 8^0, 8^{-1}, \dots, 8^{-m}$ 为对应数位的“权”; 系数 $a_n \sim a_{-m}$ 可为数码 0~7 中任何一个, 并由值 S 确定。

据此, 可将八进制数转换为十进制数。如:

$$(245)_8 = 2 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 5 \times 8^0 = (128 + 32 + 5)_{10} = (165)_{10}$$

反之, 进行位“权”分离, 即能将十进制数转化为八进制数。如

$$(98)_{10} = (1 \times 64 + 4 \times 8 + 2)_{10} = 1 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 2 \times 8^0 = (142)_8$$

八进制与二进制之间的转换比较方便。例如, $(101110)_2$ 写成八进制数是:

$$\begin{aligned}(101110)_2 &= 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 \\&= (1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0) \times 2^3 + (1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0) \times 2^0 \\&= 5 \times 8^1 + 6 \times 8^0 \\&= (56)_8\end{aligned}$$

由于每三位二进制数对应于一位八进制数, 因此它们之间的转换十分简单。例如:

$$(10\ 011\ 111)_2 = (237)_8$$

(二) 十六进制

十六进制数是以 16 为基数表示的数, 其进位规则为“逢十六进一”。这种数制中包含十六个数码; 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E 和 F。同样, 十六进制数 S 也可以表示为:

$$(S)_{16} = a_n \times 16^n + a_{n-1} \times 16^{n-1} + \dots + a_0 \times 16^0 + a_{-1} \times 16^{-1} + \dots + a_{-m} \times 16^{-m}$$

据此, 可以将十六进制数转换为十进制数。例如:

$$(21D)_{16} = 2 \times 16^2 + 1 \times 16^1 + 13 \times 16^0 = (541)_{10}$$

二进制与十六进制之间的转换也比较方便, 只须将每四位二进制数分为一组, 对应于一位十六进制数即可。如:

$$(1000\ 0110\ 1011)_2 = (86B)_{16}$$

$$(2C79)_{16} = (10\ 1100\ 0111\ 1001)_2$$

便于对照, 现将十进制数值 0~16 与二进制、八进制及十六进制的关系列于表 1-1 中。

顺便指出, 在国际上采用通用的 ASCII 码 (American Standard Code for Information Interchange—美国信息交换标准码) 来表示输入计算机的字符和某些键操作。它是一种八位二进制形式的编码方案。关于 ASCII 码的含义, 请读者查阅本书附录 I。

表 1-1

十 进 制	二 进 制	八 进 制	十六进制
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10

第三节 电子计算机的硬件结构

图 1-1 所示为 IBM-PC 微型计算机的实物图.它只是电子计算机的硬件部分.一个计算机系统由硬件和软件两部分组成,硬件是指计算机设备本身;软件是指为使计算机工作而事先编写好的各种程序的总称.

一、电子计算机的硬件组成

电子计算机是由运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备等五大部件组成.这些组成计算机的物质结构统称为计算机的硬件.从图 1-2 可以看出计算机各部件间的联系以及数据信息和控制信息的流通过程.

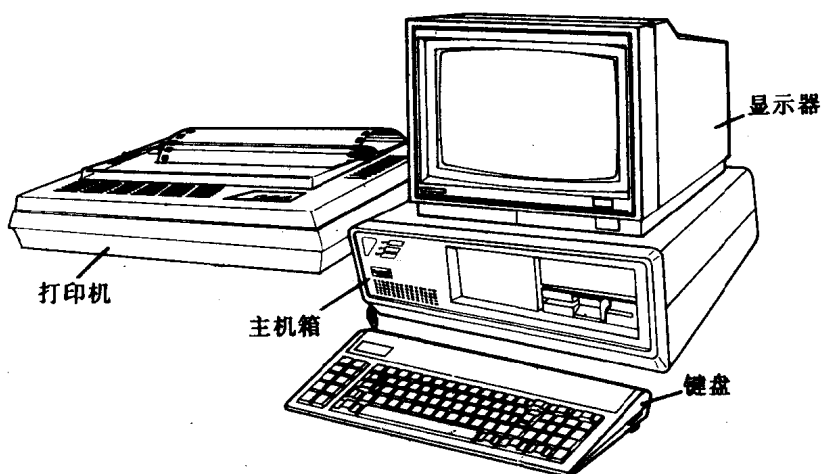


图 1-1

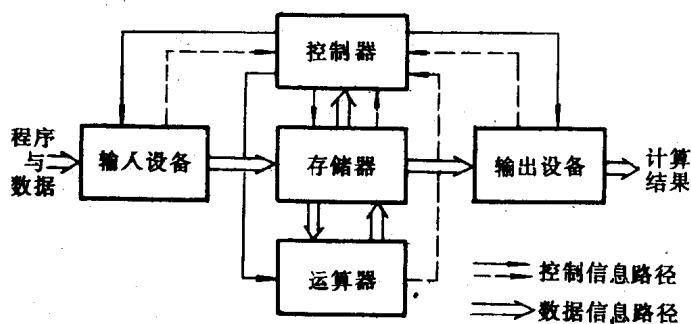


图 1-2

(一) 运算器

运算器是完成各种算术运算和逻辑运算的装置，它能对数据进行加、减、乘、除等算术运算和进行逻辑加、逻辑乘、逻辑非等逻辑运算。除此之外，运算器还能进行数码的传送、移位交换等操作。

计算机中的各种运算最终都可归结为由加法和移位两个基本操作来实现。为了进行运算，原始数据和计算结果必须有相应的寄存器来保存。因此，运算器是由加法器、移位器、寄存器和一些附加电路所组成，加法器则是运算器的核心部件。

(二) 控制器

控制器是整个计算机的指挥系统，它向计算机各个部件发出控制信号以指挥计算机自动地、协调地进行工作。

控制器怎样指挥计算机各个部件进行正常的工作呢？简要说来，它是执行人们事先编好的程序。所谓程序是指解决问题所需要的一条一条的命令，即一系列指令。换句话说，程序就是指令的集合。计算机先做什么，后做什么，如何处理可能遇到的一切情况，都是由程序决定的。所以，计算机自动工作的过程，实质上就是自动执行程序的过程。

通常，人们把控制器和运算器合称为中央处理单元，简称 CPU (Central Processing Unit)。

(三) 存储器

存储器是存放数据和程序的装置.它由大量的存储单元所组成,每个存储单元都有一个编号,这个编号人们称之为“地址”.在计算机中,数据和指令都是用一些二进制数表示的代码.存储器的基本功能,是能够把这种代码存入(写入)指定的存储单元或从指定的存储单元内取出(读出)来.存储单元一经存入代码,一般情况下是不会消失的,除非存入新的代码或特殊原因(如断电)才会改变.存储器的这种特性叫做“记忆”功能.

衡量存储器的主要指标有下面三个参数:

1. 字长: 一个存储单元所包含的二进制数的位数称为字长.一般说来,字长随着机型的不同而异,有8位、16位、32位等. IBM-PC 和 APPLE-II 微型计算机的存储单元的字长都是8位(即一个字节).

2. 存储器容量: 存储器所包含的存储单元的总和称为存储容量.存储容量愈大,意味着计算机能处理更多的数据,也意味着其功能愈强. APPLE-II 微型机的存储器容量为48K字节(这里的1K等于1024). IBM-PC 微型机的存储器的存储容量,根据系统构成类型的不同,一般为64K至512K字节,甚至可达1000K字节(IBM-PC/XT机型).

3. 存取周期: 从存储器中取出一个数据或存入一个数据所需的时间称为存储器的存取周期.存取周期愈短,则将使计算机的运算速度可望更快.一般计算机存储器的存取周期在几十毫秒到十几微秒时间范围之内.

存储器可分为内存储器和外存储器.目前所用的内存储器(可简称为存储器)主要是半导体存储器,其存取周期短.外存储器中用得最多的是磁盘存储器,如 $5\frac{1}{4}$ 英寸软盘、8英寸软盘、硬盘等,它的主要特点是存储容量大且可长期存储数据(断电亦不消失数据).

人们通常将运算器、控制器和内存储器合称为电子计算机的主机.

(四) 输入设备

输入设备是把程序及原始数据输入给计算机的装置.输入设备的种类很多,有键盘、卡片输入机、光电纸带输入机以及模—数转换器等.

(五) 输出设备

输出设备是将计算机的计算结果、源程序等输送出来的装置.输出设备的种类也很多,有显示器(即CRT)、打印机以及数—模转换器等.

输入设备和输出设备是计算机和外界(包括人)进行联系的装置.通常,人们把输入设备、输出设备合称为输入/输出(I/O)设备.随着计算机应用范围的不断扩大,出现了许多新型的I/O设备,如光学符号阅读机、光笔、图形输入机、声音输入装置等.

通常将输入设备、输出设备和外存储器合称为电子计算机和外部设备.

二、微型计算机的基本结构

由于半导体技术的进步,特别是大规模及超大规模集成电路的出现,使微型计算机得以问世和发展.今天,微型机已经成为现代电子计算机技术的一个重要领域,它不仅对计算机本身的发展和普及具有巨大意义,而且还将有力地促进整个社会的进步.

(一) 微处理器、微型计算机及微型计算机系统

采用大规模集成电路技术,把计算机的控制器和运算器制作在一片或几片集成电路芯片上

的部件称为微处理器.以微处理器为中心,加上内存储器芯片,输入/输出接口芯片,时钟发生器等大规模集成电路器件,便构成了微型计算机.而微型计算机和外部设备总称为微型计算机系统.微型计算机系统的种类繁多,在我国常见的机型有 TRS-80, CROMEMCO, APPLE-II, IBM-PC 和长城-286, 长城-386 等,其中 IBM-PC 与 APPLE-II 是我国普及推广的机型.

(二) IBM-PC 微型计算机系统结构

IBM-PC 的主机采用大板结构,它由中央处理器 (CPU)、存储器、输入输出 (I/O) 接口组成,三者之间通过总线相互连接.其基本系统结构如图 1-3 所示.

IBM-PC 基本系统结构说明如下:

- 1. CPU 采用 Intel 8088, 8088 是一种准 16 位微处理器,它的内部结构是 16 位的,而对外的数据总线则是 8 位的.8088 具有 20 条地址引线,可直接寻址 1 兆 (M) 字节.系统时钟频率为 4.77MHz.
- 2. 48k 只读存储器中包含有磁带 BASIC 解释程序,磁带操作系统等.在大板上可安装 64k 读写存储器 RAM,还可利用 I/O 标准插座来扩展 RAM 的容量,最多可扩展到 640k.
- 3. 具有 20 位 4 通道 DMA 控制器,主要用于外部设备与存储器之间的高速数据传送.

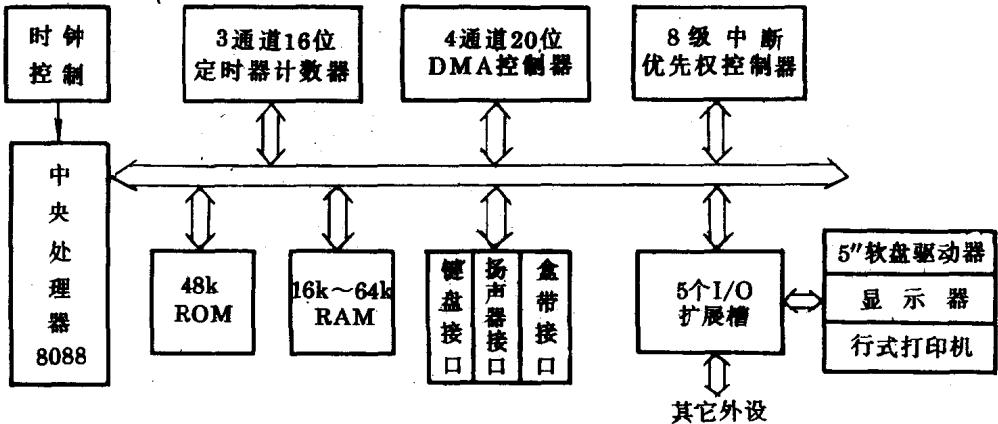


图 1-3

- 4. 具有 3 个 16 位的定时器/计数器电路,用作实时时钟定时及扬声器的音调发生器等.
- 5. 带有键盘接口和扬声器接口.另外,为了能对 IBM-PC 进行扩充,大板上还具有 5 个 I/O 标准插座.通过这些插座可连接 $5\frac{1}{4}$ 英寸软磁盘驱动器,行式打印机,单色或彩色显示器等.

(三) APPLE-II 微型计算机系统结构

APPLE-II 微型计算机系统结构如图 1-4 所示.它由以下四个主要部分组成: (1) 微处理器和总线驱动器; (2) 读写存储器 RAM 和只读存储器 ROM; (3) 基本外部设备及外部设备接口; (4) 时钟发生器、同步计数器和视频信号发生器.

下面就 APPLE-II 微型计算机系统作一简要说明:

1. APPLE-II 微型计算机采用 ROCKWELL 公司生产的 6502 微处理器.6502 微处理器拥有基本指令 56 条, 13 种寻址方式, 共有 156 条指令.它具有 8 位数据总线和 16 位地址总线.CPU 与总线之间设有驱动器以增强总线的驱动能力.

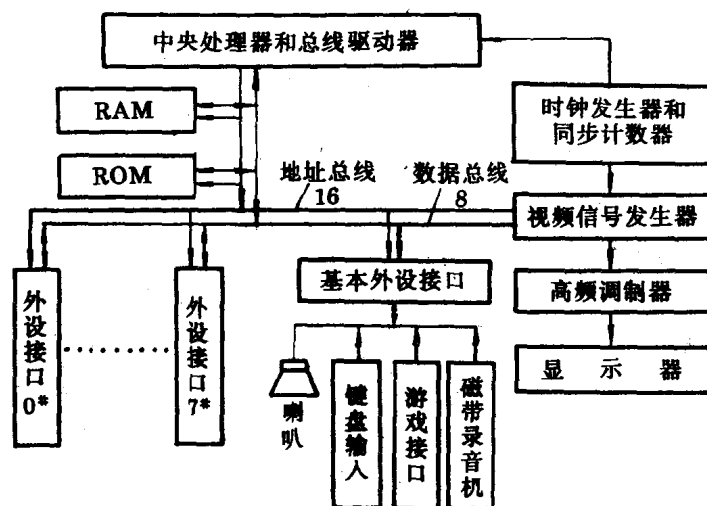


图 1-4

2. APPLE-II 微型机的寻址范围为 64k, 即它的内存容量可方便地由 48k 扩充至 64k.内存存储器与外存储器统一编址.只读存储器 ROM 存放系统监控程序和固化的 BASIC 解释程序, 读写存储器 RAM 主要用于暂存程序、数据、计算结果和图象信息等.

3. APPLE-II 微型计算机基本外部设备接口包括键盘接口、磁带录音机输入/输出接口、喇叭输出接口和游戏接口.另外, 它还配有供扩充外部设备(如磁盘、打印机、绘图机等)时用的 8 个标准插座.

4. APPLE-II 微型机可带单色或彩色显示器.为此, 机内装有同步计数器, 视频信号发生器和高频调制器等.

第四节 电子计算机的软件系统

计算机的软件是指为了正确使用计算机和充分发挥计算机功能所需的各种程序的总称.因此, 计算机软件也叫计算机程序系统.软件包括应用软件和系统软件两大类.

一、应用软件

所谓应用软件是计算机用户为了解决各种实际问题, 由用户自己编制的程序.这类程序名目繁多, 有用于机床或生产过程的控制程序, 有用于科学研究或工程技术的计算程序, 还有用于信息处理, 情报检索以及各种管理系统中的数据库管理程序.应用软件还可以逐步标准化、模块化、形成解决各种典型问题的应用程序的集合, 即软件包.

二、系统软件

系统软件是以使用和管理计算机为目标的程序系统.通常, 它是由计算机生产厂或与生产厂配套的专业计算机软件公司提供的.系统软件包括: (1) 各种语言及其处理程序(编译程

序、解释程序或汇编程序); (2) 计算机的监控管理程序, 调试程序, 故障检查和诊断程序; (3) 为扩大计算机功能, 便于用户使用的各种标准子程序, 即程序库; (4) 操作系统。

系统软件的主要内容是各种语言及其处理程序和操作系统。

(一) 计算机语言

1. 机器语言 是一种面向机器, 随计算机型号不同而不同的语言. 该语言用二进制指令代码书写. 因此编写程序困难, 检查调试程序复杂, 但机器语言是能够被计算机直接理解和执行的语言。

2. 汇编语言 使用助记符来代替机器语言中的二进制指令代码并采用符号地址, 便形成了汇编语言. 与机器语言相比较, 其书写程序及调试检查程序均较容易, 但汇编语言仍属于面向机器的计算机语言. 用汇编语言编写的程序称为汇编语言程序, 它不能为计算机所直接接受和执行, 需经汇编形成二进制代码的程序, 才能被执行. 由于汇编语言程序效率高, 因此当为计算机配置系统软件或者编写用于控制目的的软件时, 往往使用汇编语言编制程序。

3. 高级语言 这是一种与数学语言十分接近的计算机语言. 高级语言易学易记, 书写程序容易, 并具有通用性, 是一种面向过程 (与机型无关) 的语言. 目前世界上已有的高级语言不下数百种, 常见的高级语言有 BASIC、FORTRAN、COBOL、ALGOL 及 PASCAL 等. 高级语言书写的程序也不能为计算机直接接受和执行 (亦需经解释或编译形成二进制代码的程序, 才能被执行). 通常, 用计算机解题时, 都使用高级语言编写程序。

(二) 语言处理程序

如前所述, 采用汇编语言和高级语言书写的程序不能被计算机所直接接受和执行, 它需要使用专门的程序将其翻译为机器语言程序, 计算机才能执行. 这种专用程序就是语言处理程序, 它包括汇编程序、编译程序和解释程序等。

1. 汇编程序 汇编程序的主要功能是把用汇编语言书写的源程序, 翻译成机器能识别并执行的目标程序, 即用二进制代码表示的机器语言程序。

2. 编译程序 它将高级语言书写的源程序全部翻译成目标程序, 如果在源程序编译过程中发现语法错误, 能提供出错信息. 大多数高级语言, 如 FORTRAN、COBOL、ALGOL、PASCAL 及 True BASIC 等高级语言均采用编译方式工作。

3. 解释程序 它也用于把高级语言书写的源程序翻译成目标程序. 但它不象编译方式那样把源程序整个地翻译成目标程序然后才执行, 而是逐行逐句地检查翻译, 译出一句立即执行一句, 即边解释边执行. 采用解释方式比编译方式多费机器时间, 但占内存空间较小. 目前国内流行的 BASIC 语言大多采用解释方式。

(三) 操作系统

操作系统是近代计算机系统的重要组成部分. 它是为全面管理计算机资源 (包括硬件资源和软件资源)、自动调度用户的作业程序、提高计算机的利用率、方便用户使用和加速响应时间而配置的一套软件. 从资源管理的角度来看, 操作系统具有如下几个方面的功能:

1. 存储器管理. 合理使用和分配存储空间, 特别是在多道作业时能妥善地分配各作业的存储空间。

2. 外部设备管理。

3. 中央处理器 (CPU) 管理. 合理地将 CPU 分配给各个作业。

4. 信息管理.即自动管理文件, 实现磁盘文件或其它设备文件的自动存取.

配备有操作系统的计算机系统, 用户不必具体过问各种资源的使用情况, 不必为多道作业分配存储空间, 不必编制程序去控制输入输出, 而仅需发出一些简单的命令, 计算机系统就会在操作系统的统一指挥下自动地、协调地、高效率地工作.总之, 操作系统为用户使用计算机提供了方便和令人满意的服务质量.

第五节 使用计算机解决实际问题的过程

在一般科技领域中, 实际问题通常包括数值计算及过程控制两大类, 人们利用计算机解决这些实际问题的过程, 可用图 1-5 表示.

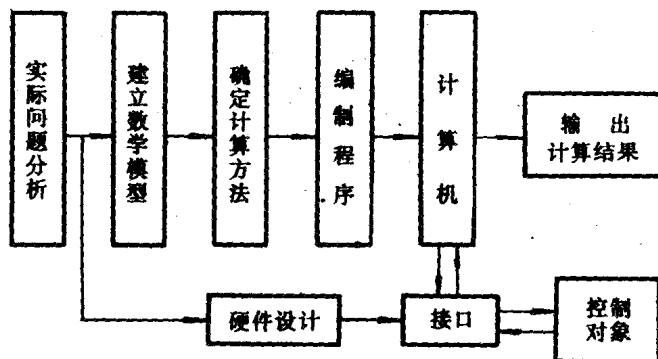


图 1-5

首先, 人们必须对实际问题进行全面的, 深入细致的分析研究.如果是数值计算方面的问题, 必须从中归纳和抽象出数学模型, 用数学公式或逻辑表达式描述实际问题的内在规律.由于数学模型有时十分复杂, 因此, 还往往需要进行一些简化, 以得到近似计算公式.然后, 再选择或设计一种确定的算法, 包括计算方法与逻辑处理方法.建立数学模型和确定算法是相当复杂的工作, 它属于专门学科研究的范畴, 本书不拟专门介绍.但在后续章节里将举例说明如何正确选择和应用某些常用的计算方法.

之后, 人们将根据选定的算法, 采用某种计算机语言编写程序.编写程序时, 可采用自顶而下, 逐步求精和功能模块的结构化程序设计方法.不应盲目地追求节省几个语句, 把程序编写成所谓的“迷宫式程序”.不论程序规模大校都必须使程序结构之间保持顺序的单线联系, 就象 E. W. Dijkstra 所比喻的“女士们项链上的一串珍珠”那样, 以保证程序的清晰、易读、容易验证等一系列的优点.

在计算机内按预定的程序运行后得到的计算结果, 由输出设备送出来后, 人们还必须对结果的可靠性进行分析, 考核数学模型、算法及程序设计得正确与否.若发现问题及错误, 应在调试中不断修改, 直至得到满意的结果为止.

如果利用计算机来实现某个生产过程的控制, 则除了进行上述的软件设计外, 还存在硬件的设计问题.一般来说, 在选定计算机以后, 硬件设计的任务就是设计一个输入、输出的接口电路, 计算机通过此接口电路输出对该过程的控制信息, 而该过程工作进程中的有关信息也通过接口电路反馈到计算机内, 从而形成了一个闭环控制回路.关于控制问题的研究已超出本书的范围, 故不予详述.