

B A S I C

程 序 设 计 和 算 法 基 础

华东师范大学计算机科学系 编
郑 州 工 学 院 计 算 中 心

10 REM

20 INPUT

30 X\$=STR

40 PRIN

50 END



上海科学技术文献出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了 SOS (独立操作系统) 和 RDOS (实时磁盘操作系统) 支持下的扩展 BASIC 语言。为便于建立程序设计的概念, 引入了流程图, 并专门讨论了常用算法, 有利于算法到程序的过渡, 同时也提供了上机操作指导。

本书由浅入深, 可作为高等院校理工科和有关中等专业学校程序设计语言的教材, 也可作为工程技术人员自学用书。

序 言

为普及和推广计算机教学系统的应用,我们受教育部和国家计算机工业总局的委托,编写了这本教材。

《BASIC 程序设计和算法基础》的内容包括了 DOS (独立操作系统) 支持下的扩展 BASIC 和 RDOS (实时磁盘操作系统) 支持下的扩展 BASIC, 与基本 BASIC 的全部功能相兼容, 可作为高等院校和中等专业学校理工科程序设计语言课程的教科书, 也可作为工程技术人员和具有高中以上文化程度读者的自学用书, 它具有以下几个方面的特点。

1. 本书对 BASIC 的各种语句功能作了比较全面的讲解, 在内容的叙述和编排上, 着重于基本概念的正确性和基本程序设计技巧的训练。

2. 为了适应教学上的特点和使读者尽快牢固地建立起程序的概念, 我们把流程图单独列为一章加以介绍。同时, 在程序设计部分不以语句类型来划分章节, 而是由浅入深, 由低到高自然地形成几个相对独立的循环, 以突出重点, 逐步确立和巩固程序设计的概念。

3. 为了提高读者运用程序设计语言解决实际问题的能力, 我们把常用算法单独列为一章, 并给出相应的示范程序, 以利于建立算法和程序之间的联系。

4. 为向读者进一步提供应用计算机的手段, 本书系统地介绍了 RDOS 支持下 BASIC 的文件功能。

5. 为适应教学和计算机教学系统工作人员的需要, 我们在本书中还编写了上机操作部分, 介绍有关教学系统的构成, BASIC 系统的生成和开工, 以及上机操作的基本要求等内容。

本书第一章由华东师大吕传兴编写, 第二、三章由华东师大叶俊生编写, 第四章和第九章由华东师大汪堡华编写, 第五、六、七章由郑州工学院段银田编写, 第八章由郑州工学院陈嘉一、段银田合写。附录中有关 GALL 语句的内容由华东师大葛友昌同志提供。

本书由中国科学院计算技术研究所曹东启副研究员和上海交通大学孙永强副教授审定, 他们提出了许多宝贵意见, 特此表示感谢。

编 者

1982 年 7 月

目 录

第一章 计算机的一般介绍	1
§ 1.1 计算机与人类	1
§ 1.2 计算机的特点	2
§ 1.3 计算机的基本结构	3
§ 1.4 什么是程序设计语言	4
§ 1.5 BASIC语言的基本特点	6
第二章 怎样编制 BASIC 程序	8
§ 2.1 BASIC 程序的一般编制过程	8
§ 2.2 流程图	9
§ 2.3 实例分析	11
第三章 BASIC 语言的基本概念	15
§ 3.1 BASIC 的基本字符集	15
§ 3.2 变量	17
§ 3.3 运算符及其表达式	19
§ 3.4 系统函数	21
第四章 BASIC 程序设计 (I)	24
§ 4.1 打印输出语句 (PRINT 语句)	24
§ 4.2 计算赋值语句 (LET 语句)	30
§ 4.3 键盘输入语句 (INPUT 语句)	35
§ 4.4 成批赋值语句 (READ/DATA 语句)	37
§ 4.5 无条件转移语句 (GOTO 语句)	42
§ 4.6 循环语句 (FOR/NEXT 语句)	44
§ 4.7 暂停 (STOP)、结束 (END)、注释 (REM) 语句	50
§ 4.8 例题	53
第五章 BASIC 程序设计 (II)	59
§ 5.1 多重循环	59
§ 5.2 数组	68
§ 5.3 条件转移语句	71
§ 5.4 开关语句	78
§ 5.5 自定义函数	84
§ 5.6 调用子程序与返回主程序语句	88
§ 5.7 矩阵及其运算	95
§ 5.8 自选输出打印格式	110
§ 5.9 随机数发生器初始化语句	118

第六章 常用算法介绍	120
§ 6.1 求一元方程的实根	120
§ 6.2 函数插值与曲线拟合	130
§ 6.3 线性代数方程组的解法	137
§ 6.4 数值积分法	153
§ 6.5 常微分方程的数值解法	159
§ 6.6 非数值算法简介	162
第七章 文件系统	173
§ 7.1 文件的概念	173
§ 7.2 文件的打开与关闭	174
§ 7.3 文件的读/写语句	176
§ 7.4 文件的编辑	184
§ 7.5 键盘命令	187
第八章 教学系统简介及上机操作	192
§ 8.1 计算机教学系统简介	192
§ 8.2 终端设备及其使用	196
§ 8.3 RDO5 支持下 BASIO 系统的生成	198
§ 8.4 BASIO 系统的开工	201
§ 8.5 从终端输入、编辑、运行程序	202
§ 8.6 实习大纲	210
第九章 附录	212
§ 9.1 字符码表	212
§ 9.2 BASIO 语句一览表	213
§ 9.3 BASIO 词表	215
§ 9.4 调用汇编子程序语句	216

1. 随着科学技术的不断发展, 计算机在国民经济各个领域中的应用日益广泛, 已成为国民经济的重要组成部分。计算机技术的发展, 不仅改变了人们的生产方式和生活方式, 而且改变了人们的世界观和人生观。计算机技术的发展, 已成为人类社会进步的重要标志。

第一章 计算机的一般介绍

§ 1.1 计算机与人类

人们在长期的劳动中已经发明了许多多种工具, 借助于这些工具, 人们能够扩展他们的活动范围, 增强他们的活动能力。计算机就是一种用以增强人们“计算”能力的工具, 它是一种能部分代替大脑思维能力的电子设备, 因而人们又往往称它为“电脑”。

自从 1946 年世界上第一台计算机埃尼阿克 (ENIAC) 出现以来, 在仅仅三十多年的历史里, 计算机已经历了四代的更替, 有了飞速的发展。不仅在数量上, 目前世界上拥有机器的总数量每十年就要增加 1~2 个数量级 (表 1), 而微型计算机则是每二年翻一番 (表 2)。而且在应用上, 也正从深度、广度两方面渗透到人类社会的各个领域。它的应用范围亦从最初的科学计算发展为对各种信息的加工和处理。它的应用场合已超过 4000 多个种类。它的发展程度标志着一个国家科学技术的发达水平。

表 1

年 度	总 数 (万台)
1950	10
1956	450
1960	5,000
1965	25,000
1970	100,000
1972	160,000
1976	420,000
1978	710,000
1980	1,100,000

表 2

年 度	总 数 (万台)
1974	75
1976	190
1977	300
1978	450
1980	1,000

就以计算机在国民经济发展中的地位和作用来看, 它不仅是增加产量、节约原材料和人力极为重要的工具, 也是改造生产技术, 提高管理效率必不可少的重要手段。生产的高效率, 无非是要求生产工具运转的高速度和运用的高精度, 而当精度和速度要求高到一定程度, 以至人的感官四肢、头脑不能适应时, 使用计算机就成为不可避免的了。现代化社会中没有计算机控制的机械往往是落后的机械, 没有计算机配合的仪器往往是落后的仪器。在

工业控制、过程控制和企业管理中,计算机的采用可以降低成本,缩短生产周期,减少能源消耗,避免原材料浪费,从而获得高一致性和高质量的产品。计算机对提高生产工具的技术水平和生产组织的管理能力都起着关键的作用。计算机的普及应用是现代化社会的重要标志之一。大力发展计算机科学与技术,加速普及推广计算机的应用必将大大加速我国国民经济的发展。

§ 1.2 计算机的特点

尽管计算机对社会发展起着极大的推动作用,但计算机并非万能。例如,在现阶段,我们还不能对计算机说“到商店去,给我买个甜面包!”这在目前的科学水平还办不到。目前的智能机器还只能从事简单的工作,那么,计算机能做什么?它的特点是什么?以及计算机为什么会有这些特点?

在搞清“计算机在本质上能够做些什么”之前,先让我们看一看计算机有些什么特点。

电子计算机的第一个特点是,运算速度很快,现代高性能电子计算机最高速度每秒可进行 10 亿次的运算,一般的计算机也能达到每秒几十万次,几百万次的运算速度。有了电子计算机,人类从事计算的速度大大提高了。伟大的数学家莱依列花了十五年的时间,计算到 π 的 707 位,而用现在中等速度机器八个小时可算到 π 的第十万位,这样的速度在人工计算是不可想象的。

电子计算机的第二个特点是,能存储数据与程序,即具有记忆的特性,这是电子计算机区别于其它计算工具最本质的特点。一般计算器与台式计算机只能存放少量数据,而电子计算机却能存储几万,几十万,乃至几千万个数据;一般计算器不能存放程序,人们的计算步骤只能记忆在大脑中,而电子计算机能将计算程序放在存储器内,当运行时,它能高速地从存储器内依次地取出一条一条程序指令,逐一加以解释和执行,这样不要人们的干预,就能自动地完成运算。

电子计算机的第三个特点是,具有逻辑判断能力。它能对二个信息进行比较,根据比较的结果,决定下面该执行什么。这种能力使计算程序具有更大的灵活性。有了这种能力,才能使计算机更巧妙地完成各种计算任务,进行各种过程控制和完成各种数据的处理任务。

电子计算机的第四个特点是,具有很高的精度和可靠性。一般计算尺只有 2、3 位有效数字,而电子计算机的有效数字可达到十几位,甚至上百位。这是任何其它计算工具所望尘莫及的。至于可靠性,由于技术的进步,大规模、超大规模集成电路的使用,以及可靠性技术的应用,使计算机的连续无故障运行时间可达几千小时、几万小时、几十万小时,就是可以几个月、几年连续工作,而不出错误。

那末,究竟什么是计算机呢?根据以上的描述,计算机是一种能高速、自动、准确进行“计算”的机器,关于“计算”的含义,有三个互相关联的课题:

1. “计算”什么?

数字计算机计算的对象是数字。但是,数字计算只是计算机应用的一个方面。在科学计算中,我们会遇到计算机应用的另一个更大的、称为非数值“计算”方面,如企业管理、医学诊断、机辅设计、机辅教育、事务处理、图书检索等等,尽管原始信息可以多种多样,但我们总可将这种原始信息转换成数字形式,这样总可由计算机来“计算”。

2. 如何用计算机来计算?

这是一个很大的专门性课题,它涉及工程、技术、硬件和软件等方面,诸如电子电路的研究,存储设备的制造,信息交换通路的设计,机器的逻辑结构,地址的描述,循环和子程序,流程图的描述,汇编和编译等等。

3. 如何做计算正确,使用简便?

这是程序验证和高级程序设计语言的课题,如果没有经过专门训练和学习,要么在计算机面前不能工作,要么所得的结果是错误的,达不到预期的目标,程序设计语言越接近自然语言,就越能普及推广计算机的应用,本课程要解决的正是这一方面的内容。

§1.3 计算机的基本结构

电子计算机具有上述的特点,那么它的基本结构是怎样的呢?目前世界上生产的计算机的型号机种已超过上千种,但其基本结构和工作原理仍然属于冯·纽曼(Von Neumann)小组提出的原型。

早期计算机结构如图1-1,这主要是对批数据进行处理的,即单人-单机运用方式。

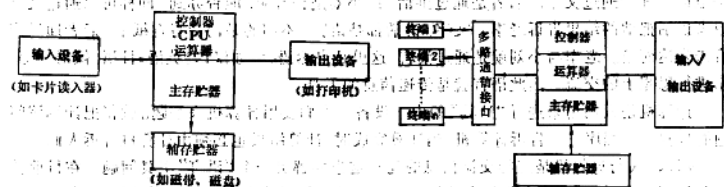


图 1-1

图 1-2

六十年代初开始出现分时系统计算机,从而进入多人-单机的运用方式,如图1-2。

DJS-101 计算机教学系统就是这样—个在实时磁盘操作系统(RDOS—Real-time Disk Operation System)支持下的多人-单机运用方式的分时计算机系统。如图1-3所示。

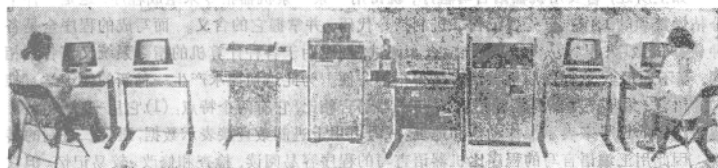


图1-3 DJS-101 教学系统

分时计算机系统的优点,是对计算机资源的共享,解决了机器运算的快速与人使用的慢速(相对计算机运算速度而言)的矛盾,使得每个人好象都是在单独使用机器,从而大大提高了计算机使用的效率。

各部分的功能是:

运算器 主要是进行算术逻辑运算。

控制器 通过指令序列的执行过程,控制、协调各部分的动作。

主存贮器 用来存贮程序和近期要使用的数据,它的容量较小,但存贮速度较快。

辅存贮器 用来存放中间结果和暂时不用的数据或程序,它的存贮容量较大,但存取速度较慢。

输入/输出设备 用来连接计算机主机与使用者或控制对象之间的通道和设备,以便将原始数据输入,将计算结果输出。

键盘终端 这也是一种输入/输出设备,主要用来进行人机对话,可以直接进行程序输入、检查、修改以及接受各种各样的命令等。

§1.4 什么是程序设计语言

语言是人们交流思想的工具,比如老李打算去看电影,想请小刘给他买一张票子,老李如何把这种想法告诉小刘呢?他可以有多种办法:或者给小刘写一张条子,或者给小刘打个电话,前者通过文字,后者是通过讲话,而小刘是否答应,能否办到,同样可以通过文字或者讲话把他的结果告诉老李。文字、讲话都是语言,不同的是前者写在纸上,后者通过声音来表达而已。老李与小刘就是通过语言(这里是自然语言,如汉语、英语、日语、俄语等等)来进行思想上的交流。因此语言就是传递信息的工具。

计算机是人们用来进行“计算”的电子设备。人们要用计算机来解题,就得把计算该问题的步骤——程序——告诉计算机,当计算完成时,计算结果也必须由计算机告诉人们。

那末,人与计算机是怎样交流信息的呢?这也要解决一个“语言”工具问题。在目前技术条件下,计算机还不懂人类的自然语言。数字计算机只能识别0和1两种状态,即以二进制数构成的数据或指令(例如 DJS-101 计算机的一个字长为16位的二进制数),这种二进制数的各种排列组合,通过控制器电路变成一定的电信号,控制计算机进行各种不同的动作。用来命令计算机进行一个动作的某种二进制数组合称为一条机器指令,所谓机器语言也就是这种机器能够执行的所有类型指令的集合。

如上所述,若要用机器语言写程序,就得用一条一条机器指令来组成程序,这是一件十分枯燥繁琐的工作。首先要记住二进制指令代码,并掌握它的含义。而写成的程序全是各种0、1的数字,很容易出错,而且检查和调试,同时由于各种计算机的指令系统又各不相同,互不通用。这样使用机器语言是很不方便。为此迫切要求产生一种新的便于学习推广的语言,最早产生的是汇编语言。与机器语言相比,它有两个特点:(1)它用一种较直观,便于记忆的符号来表示操作动作和数量。(2)可用十进制数直接表示数据,避免二进制的转换。因此用汇编语言写的程序比机器语言写的程序容易阅读,检查和修改,较易记忆。但它还是以符号形式代替了以0、1符号表示的机器语言,它与机器指令仍然是一一对应的,不便于机器的互换,至于其型式和自然语言相比还相差很远,使用仍然很不方便。

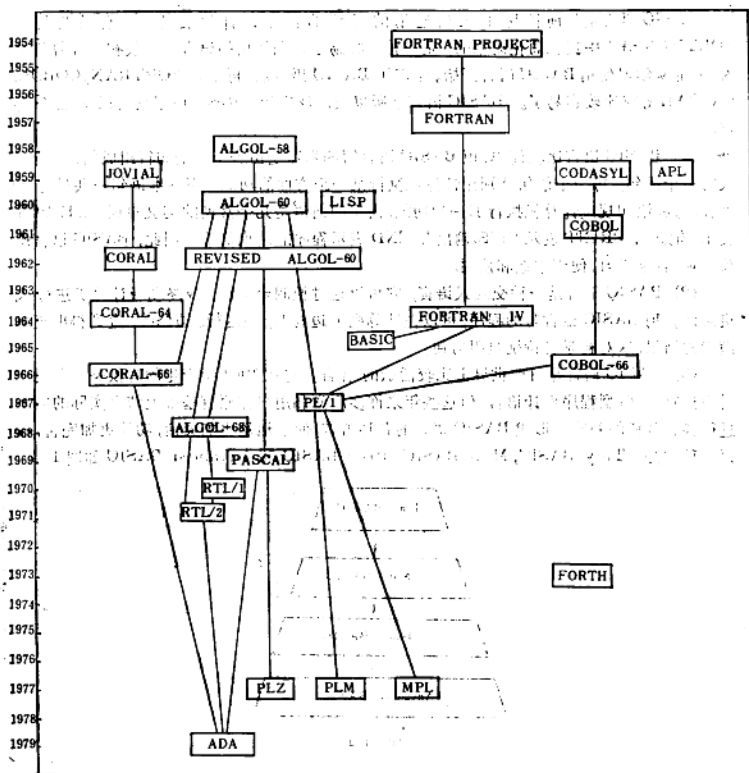
在长期的实践基础上,于五十年代中期产生了“程序设计语言”。它比较接近于人们习惯用的自然语言和数学语言。它可以用英文写出解题程序,其所用算式和运算符也接近于我们常用的数学式了。相对于机器语言和汇编语言,这种比较接近自然语言的程序设计语

言称之为高级语言。有了高级语言后，一般文化程度的人经过简短的训练就可以用计算机进行各种科学计算，数据处理和企业管理等等，所以高级程序设计语言的产生是计算技术发展史上又一次新的突破。

用高级语言进行解题或处理，可以完全不了解计算机的内部结构和工作原理。在不同的机器之间程序可以互相通用，用某一种语言写的程序可以不加修改地搬到另一种机器上，同样可以正常运转，这给使用者带来很大方便，加快了计算机的普及推广。

目前国内外的程序设计语言种类有三百多种，主要的有十几种(见表3)，适应范围各不相同，比较通用的有：

表 3



FORTRAN (FORmula, TRANslator 的缩写, 适用于科学计算)

ALGOL 68 (ALGOrithmic Language 68 的缩写, 适用于科学计算。)

PASCAL (这是一种适用于程序设计概念的教学, 具有结构程序设计思想, 可用于科学计算和非数值计算的语言。比起 FORTRAN 等语言来, 具有更有效的, 更好的结构, 较易掌握等优点。) COBOL (COmmon Business Oriented Language 的缩写, 用于事务处理。)

BASIO (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code 的缩写)

PLZ, PLM, MPL 则是为微处理机设计的语言。

§ 1.5 BASIC 语言的基本特点

BASIO 语言是目前国际上比较通用的活跃的程序设计语言之一, 它最初是从 FORTRAN 语言中提炼简化而来的, 是一种最容易学习和使用的语言。一般初学计算机的人, 大都从学习使用 BASIO 语言开始。学习了 BASIO 语言后, 再学习 FORTRAN, COBOL, PASCAL 等就比较容易了。BASIO 语言之所以被广泛应用, 主要是由于它有以下三个特点:

(1) BASIO 语言比较简单, 用 BASIO 语言写的程序是由若干个语句行组成的, 一行一般写一个语句, 每一个语句分别让计算机执行某一个方面的功能。而基本语句一共只有 20 多种。每种语句规定计算机执行那一种功能, 而用的词语是几个常见的英文单词, 如 INPUT 表示“输入”, PRINT 表示“打印输出”, END 表示程序的结束等等。因此, BASIO 语言比较直观, 容易学习, 便于掌握和使用。

(2) BASIO 语言是一种交互式语言, 它可以通过控制台键盘, 或终端与计算机进行人机对话。用 BASIO 语言写的程序, 可以在计算机上边输入, 边运行、边修改, 直到得出正确的结果, 这对初学者特别显得方便。

(3) BASIO 语言是目前世界上比较活跃的语言。它在 1964 年产生的时候是一种用于科学计算的小型程序设计语言, 但这些年来许多厂商和用户在原有基础上结合实际的需要进行各种各样的补充。形成 BASIO 语言的各种方言, 使它运用更加灵活, 功能更加完善, 按语句种类分: Tiny-BASIO, Mini-BASIO, Basic-BASIO 和 Advanced-BASIO 如图 1-4;

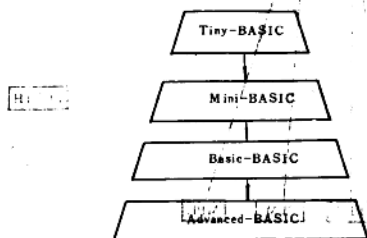


图 1-4

按所用操作系统和服务方式不同, 形成各种扩展的 BASIO 系统, 如图 1-5。

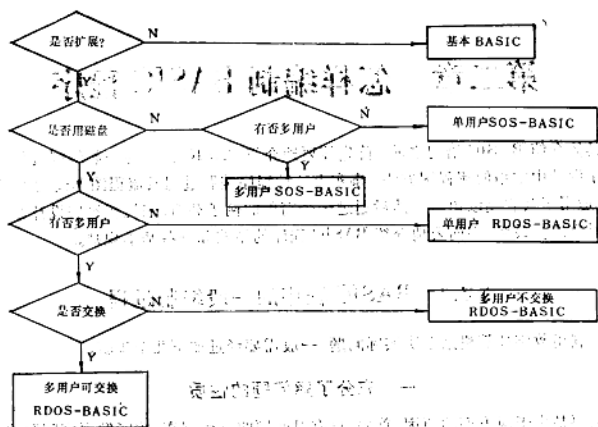


图 1-5

本书讲述的是 EDOS 支持下的扩展 BASIC,它是一种功能强的 BASIC 系统,对各种中小型课题,它都是适合的。

习题 1

1. 结合实例试述计算机的发展与人类社会进步的关系。
2. 计算机有哪些特点? 基本质的特点是什么?
3. 计算机通常由哪几部分组成? 各部分的基本功能是什么?
4. 什么是计算机的程序设计语言? 试比较机器语言、汇编语言、高级语言的优缺点。
5. 试述 BASIC 程序设计语言的特点。

圖書出版三

四、縣志

第二章 怎样编制 BASIC 程序

在具体介绍 BASIC 语句之前, 首先简要地介绍 BASIC 程序的一般编制过程, 以及一种在程序设计中常用的流程图方法。事实上这种程序编制过程及流程图不仅适用于 BASIC 语言, 也适用于其它高级语言。然后通过一个简单的例子分析, 来说明这些设计原则和流程图的使用方法。最后, 将简要地介绍 BASIC 程序的结构和一些基本规则。

§ 2.1 BASIC 程序的一般编制过程

为了利用数字计算机来解决实际问题, 一般需要经过如下几个步骤。

一、充分了解问题的性质

这主要是由于两方面的原因: 首先, 只有对问题的透彻调查, 才能发现该问题的特点, 以便采取有效的方法来解决。其次, 也只有通过对详情的了解才能避免由于认识不充分而形成的二义性错误, 以便对问题有正确唯一的解答。这一步是整个编制过程的基础, 对初学者来讲也是最容易忽视的。

二、构成模型, 进行数学处理

一旦问题的性质被充分了解之后, 为了突出它的基本特性, 必须首先进行某些简化, 以形成一个基本的物理模型。例如在电路的计算中, 可以采用等效电路进行简化, 然后根据具体的应用场合, 添加必要的参数。模型形成后, 为了便于计算机执行, 还得进行数学处理。数学处理包括两个方面: 一是将物理模型变为数学模型, 以数学表达式来反映问题的特性。二是如果数学模型过于复杂的话, 还得进行某些近似处理。例如, 交流电有效值的计算可归结为一个积分问题, 但是积分这个数学表达式必须进一步采用累加计算来近似。有关这方面的知识, 有专门的“计算方法”课程来讨论。在本书的第六章里将涉及这方面的一些内容。

三、画出总框图

一旦数学模型建立后, 我们就应着手于该模型的实现。一般来讲, 由于模型的复杂性, 往往需要将整个问题分为若干个具有较简单功能的子问题来考虑。为了反映各个子问题之间的相互关系, 首先需要画出总框图。总框图是一种有向图, 它形象地描述了各个子问题的相互关系, 表达了各个子问题的作用, 确切地定出了问题解答的一般过程。

四、编写程序

总框图画定后, 就能对各个子问题进行程序的编写。在编写过程中首先画出子问题的细框图, 细框图是表达程序进行过程的一串有向图, 它反映了子问题的每一个细节。程序的正确性很大程度上取决于框图设计的质量。在具体程序的编写中, 我们应力求程序正确。在

正确的前提下还应简捷。同时我们还应尽量采用一些通用的现成子程序,以减少编制程序的工作量。

五、程序调试

即使是熟练的软件工作者,如果考虑的问题过于复杂的话,经过上述步骤后编制出的程序也很难保证其正确性,因此还得对程序进行调试。程序的调试通常包含两个过程:首先是调试各个子问题程序,在各个子问题程序正确的基础上再调试整个程序。

六、上机运行

进行了上述几步处理后,才能正式上机运行。通过输入必要的原始数据,使计算机输出计算结果。至此,可以讲一个问题已经完成了。但对于复杂的程序,即使已上机运行,也往往还可能错误,还得随时对程序作必要的修正。

整个程序编制和运行过程,可概括为图 2-1 所示。



图 2-1 计算机解题的工作过程

§ 2.2 流程图

一、什么是流程图

在上一节里,我们已经讲到,为了便于分析,常常将一个复杂的问题分成若干个较简单的子问题,借助总框图来表示它们之间的相互关系,而在一个子问题中,为了便于编写程序,也需要借助细框图来形象地表示该程序的基本结构。总框图、细框图均是一种流程图。流程图是用各种几何图形及文字说明来直观地描述计算过程的有穷图。它的优点是形象、直观,既能表达程序的设计思想,又便于检查、修改、阅读程序;它被广泛采用在各种高级语言的程序设计中。

二、基本的流程图符号

流程图符号可以分为如下两大类:

1. 流线

由于流程图是表示程序处理的前后关系,因此,必须用流线来表示程序的走向,在流程图中用带箭头的线来表示流线(以 $\rightarrow$ 表示)。它的箭头指向,表示程序执行的方向。

2. 框图

应用各种不同的几何图形来表示不同的程序功能,它又可分为几种:

① 输入输出框 它表示程序的原始数据输入,或将计算结果打印输出,其图形如图 2-2 所示,它的图形分别与读入卡片纸和输出打印纸形状相似,在图形内填入相应输入和输出的

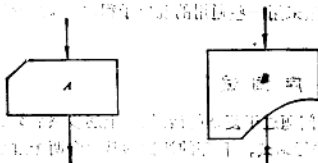


图 2-2 输入、输出框

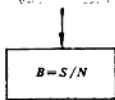


图 2-3 处理框

数据。输入输出框有一个流线入口，一个流线出口。

② 处理框 它用来表示程序的基本操作功能，因此，有时亦称为功能框。一般用矩形方框来表示，同时在框内用文字填入所实现的操作功能。例如，进行计算的处理框可表示为图 2-3 所示。由图可见，处理框具有一个流线入口，一个流线出口。

③ 判断框 它的作用是根据程序执行的情况来判断程序执行的走向。一般用菱形(或半圆框)来表示，在框内填入所需判断的条件。一般来讲，它有一个流线入口，两个或多个流线出口。例如图 2-4 的判断框，分别表示判断 N 是否为 50 ($N=50?$)，判断 B 是否大于 A ($B>A?$)，判断 A 的值，根据所满足的条件转向不同的流线执行。

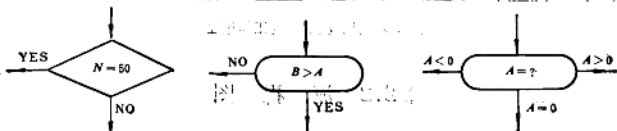


图 2-4 判断框的三种表示

④ 端框、连接框 用来表示程序的起始(起始框)、终止(结束框)和连接。在复杂的流程图中，为了保持流程图清晰，不致使流程图纵横交叉，可采取连接框来表示。端框、连接框一般用圆圈内填 START(起始框)、END(结束框)或数字(连接号)来表示，如图 2-5 所示。连接框内的数字表示相应的流线已省略。

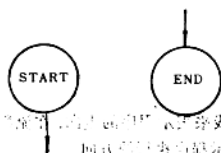


图 2-5 端框、连接框

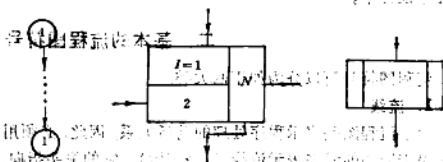


图 2-6 循环框、转子程序框

此外，还有一些其它框图，如循环框，转子程序等，如图 2-6 所示，其基本功能待后面讲到相应语句时再介绍。

§2.3 实例分析

本节我们通过一个具体实例的介绍来说明程序编制的一般过程和流程图的使用方法。当然,由于例题不可能太复杂,有些过程,如近似计算、子问题的划分就没有涉及。

例 学生成绩的统计

1. 问题的认识

为了简单起见,我们将问题简化为一个班级、一门课程的一次测验成绩的统计。假定班级学生人数为 50,且每个学生的成绩用键盘输入,希望利用计算机算出平均成绩,且打印输出。

2. 构成数学模型

为了要进行单科成绩的统计,算出平均分数。很显然,可设想采用累加的方法来实现,先求出全班总分数 S ,然后除以总人数 P ,即得平均分数 M 。

$$M = \frac{S}{P} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{P} \quad (1)$$

式(1)就是本问题的数学模型。

3. 画出流程图

为此,可设置两个寄存单元 M , A ; 一个累加单元 S 和一个计数单元 P 。单元 M 存放计算结果(平均分数),而单元 A 寄存从键盘输入的每个学生的成绩。一旦输入,则送至累加单元 S ,同时计数单元 P 增 1。整个过程可以由以下几步来实现:

- ① 令 S, P 单元为 0(表示从零开始)。
- ② 输入某学生成绩至 A 单元。
- ③ A 单元数据送 S 单元累加,同时 P 单元内容加 1。
- ④ 判断 P 单元内的数据 > 50 , 如果条件不成立(表示学生成绩未输完)则返回 ② 步继续进行,如果条件成立(表示全部学生成绩已送完)则转 ⑤。

⑤ 计算平均成绩 $\frac{S}{P}$, 且将结果送寄存单元 M 。

⑥ 将单元 M 的内容打印输出。

根据上述分析的步骤,可画出其流程图,如图 2-7 所示,下面对此图作一简要说明。

程序首先由起始框 START 出发,经流线进入第 2 框,这是一个功能框,目的是将累加单元 S 、计数单元 P 清 0。然后经流线进入第 3、4 框,它们是功能框,分别实现上述的第 ②、③步功能。第 5 框是一个判断框,根据框内的条件成立与否转不同的去向。当条件不成立时由 N 标志的流线经连接框 ① 返回第 2 框,以便继续输入成绩。而当条件成立时,由 Y 标志的流线进入第 6 框,计算平均分数且送入 M 单元,由第 7 框将结果打

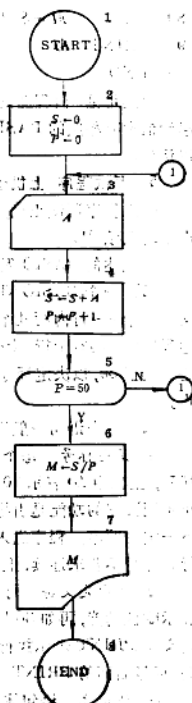


图 2-7 流程图

印输出,最后由终止框 END 结束。

由此可见,流程图与上述的解题步骤是一一对应的,它形象地反映了解题过程。通过流程图使得程序的结构思想更为清晰直观,这样便于具体程序的编写。

4. 编制程序

根据图 2-6 的流程图,我们可以用 BASIC 语言编制出下列 BASIC 程序

```
10 LET S=0 } 框 2
20 LET P=0 }
30 INPUT A } 框 3
40 LET S=S+A } 框 4
50 LET P=P+1 }
60 IF P=50 THEN 80 框 5
70 GOTO 30
80 LET M=S/P 框 6
90 PRINT M 框 7
100 END 框 8
```

由此可见,流程图的每一框均有一行或几行 BASIC 语言相对应。但要注意,流程图的起始框没有相应的 BASIC 语句。至于具体的 BASIC 语句,我们将通过以后各章的学习加以认识。

5. 调试程序,上机运行

一旦程序调试正确,即可上机运行,在输入 50 个学生的测验成绩后,计算机能自动打印出平均成绩 M 。

从上述的 BASIC 程序可以看出 BASIC 程序的结构具有如下几个特点:

(1) 一个 BASIC 程序是由若干行所组成,而一般来说每一行是一个语句(有些 BASIC 文本,允许一行内写几个语句),每一语句分别执行一种功能且必须在一行内写完。例如上述程序中,共有十行(十个语句)所组成。10 号语句执行 $S=0$ 功能;第 60 号语句是判断 P 是否大于 50,以决定程序流向 30 号或 80 号语句;100 号语句是结束语句,保证程序运行终止。

(2) 一个语句一般又可分为三部分,以第 10 号语句:10 LET $S=0$ 为例来看。

① 语句标号 每个语句前面必须有一个正整数,这个数字称为行(语句)标号,简称标号,上例中 10 表示 10 号语句。标号取值范围是 1 至 9999(各个 BASIC 文本允许的上限可不同),它的功能是引导计算机按照标号大小由小至大顺序执行语句。在程序编写时标号不一定按顺序,程序送入计算机后计算机能自动地将语句按标号大小整理好,以便顺序执行。标号不要求连续,上例中间隔为 10,以便在调试程序时能灵活地增补新语句。

② 语句定义符 每个语句必须有英文符号来表示语句执行的功能。这里 LET 就是表示赋值功能,再加 30 号语句定义符 INPUT 是表示执行从键盘输入数据,而 90 号语句的定义符 PRINT 表示执行打印功能等等(要注意在扩展 BASIC 中有些定义符如 LET 可省略,标号后面的 PRINT 可用:来代替)。

③ 语句体 语句体是跟在定义符后面,表示所要执行的具体内容。这里 $S=0$ 表示将数值 0 赋给存储单元 S ,再如在 70 号语句中语句体可以是标号,它结合前面的定义符 GOTO,