

# 微型计算机 FORTRAN 语言简明教程

源建华 主编

机械工业出版社

# 微型计算机 FORTRAN语言简明教程

主编 源建华

主审 陈中藩

编著者 (以姓氏笔划为序)

王流星 王喜荣 江 红 沈安衢

李毓林 谌志露 源 鸿 源建华



机械工业出版社

## 内 容 提 要

本书针对国内广泛使用的微型计算机,介绍FORTRAN 77语言、结构化程序设计的思想与方法及怎样在IBM PC机、APPLE机、Micro VAX II机上运行 FORTRAN 程序。书中还介绍了学习 FORTRAN 的方法,指出了难点和在编程中容易出错之处。全书共 13 章,1~7章是 FORTRAN 的基础知识。8~10 章是较深入的内容,11~13 章介绍了在微机上的操作方法,它是一本程序设计语言与实习指导有机结合的教学用书。

书中配有丰富的例题、上机题与习题。

本书可作为大专院校、职大、函大算法语言教材,亦可供科技人员自学使用。

## 微型计算机 FORTRAN 语言简明教程

主 编 源建华

\*

责任编辑:李 敬

封面设计:刘 代

\*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

通县建新印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16·印张148/4·字数 356 千字

1989年1月北京第一版·1989年1月北京第一次印刷

印数 00,001—10,025·定价:6.30元

\*

ISBN 7-111-01489-8/TP·90

## 前 言

FORTRAN 77 是国际上 FORTRAN 最新的版本。FORTRAN 77 的语言丰富、功能较强,是当今世界上广泛应用于科学计算的一种高级程序设计语言。在一定操作系统支持下,还可以引入汉字字符,以适应国内开发各种汉字软件的需要。

本书根据教学工作的需要,结合我们从事计算机教学与编程的实践,博采了国内同类教材及部分国外教材之所长编写而成。全书共 13 章。1~7 章是 FORTRAN 77 的基础知识,主要包括 FORTRAN 的词法、基本输入输出语句、赋值语句、控制语句、数组与循环、过程等。8~10 章是 FORTRAN 的文件、字符及字符处理、结构化程序设计的方法与程序的调试。11~13 章介绍了 FORTRAN 语言在 IBM PC 机及其兼容机(如长城 0520 机)、APPLE 机、Micro VAX II 机上的使用。在使用中,选用了最新版本的操作系统与编译系统。

FORTRAN 77 的内容较多,语法规则极为严格。为使读者尽快建立程序设计思想,编写本书的指导思想是力求贯彻少而精的原则;而对于不常用的或者是非结构化程序设计的语句一般未列入正文,而把它们放到附录中。本书特点是列举了在微型机上操作的方法。考虑到许多大专院校都在使用微型机进行算法语言教学和专业课的课程设计,有必要针对微型机介绍 FORTRAN 语言与操作,使读者学了就能用。书中所举各程序均在微型机上通过,稍加变动就可以在中、小型机上使用,不妨碍程序的移植。

本书的另一特点是叙述上力求突破难点,指出初学者在编程中容易出错之处。

编者认为本书所列基础知识是 FORTRAN 必读内容,8~10 章可根据不同专业不同学制要求选学其中的一部分或全部章节。讲授前 7 章约需 38 学时,全书约需 50 学时。上机实习拟安排 10 学时。

参加本书编写工作的有:南昌水利水电专科学校源建华副教授(第 1、10 章),黑龙江水利专科学校王喜荣副教授(第 2 章、附录 III),南昌水利水电专科学校江红同志(第 3 章、附录 VI),浙江水利水电专科学校沈安衡同志(第 4 章、第 12 章第 1、3 节),江西工业大学谌志露同志(第 5、6 章),葛洲坝水电工程学院李毓林副教授(第 7、11、13 章),黑龙江水利专科学校王流星副教授(第 8 章、附录 II),南昌职业大学源鸿同志(第 9 章、第 12 章第 2 节、附录 I)。全书由源建华副教授主编,陈中藩副教授主审。

江红同志协助主编对书稿进行了整理工作。

本书在编写过程中,得到各参编院校领导及南昌水利水电专科学校李滨孙副教授、江泳副教授的关心与大力支持,在此一并表示感谢。

由于水平所限,书中不妥和错误之处在所难免,恳请读者批评、指正。

编著者

1988 年 7 月

# 目 录

## 前言

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 第一章 微型计算机的基本知识 .....                 | 1  |
| § 1.1 计算机的发展与用途 .....                | 1  |
| § 1.2 计算机中的数 .....                   | 3  |
| § 1.3 微型计算机的结构与特点 .....              | 4  |
| § 1.4 计算机的程序系统 .....                 | 6  |
| § 1.5 学习 FORTRAN 语言的目的与方法 .....      | 8  |
| 习题一 .....                            | 8  |
| 第二章 FORTRAN 77 的基础知识 .....           | 10 |
| § 2.1 FORTRAN 字符集 .....              | 10 |
| § 2.2 常数与变量 .....                    | 10 |
| § 2.3 内部函数 .....                     | 14 |
| § 2.4 算术表达式 .....                    | 16 |
| § 2.5 FORTRAN 程序的结构 .....            | 17 |
| 习题二 .....                            | 19 |
| 第三章 最基本的 FORTRAN 语句 .....            | 20 |
| § 3.1 算术赋值语句 .....                   | 20 |
| § 3.2 初值语句 (DATA 语句) .....           | 22 |
| § 3.3 输入和输出的概念 .....                 | 23 |
| § 3.4 有格式输出语句 .....                  | 24 |
| § 3.5 有格式输入语句 .....                  | 31 |
| § 3.6 PAUSE 语句、STOP 语句和 END 语句 ..... | 34 |
| § 3.7 程序举例 .....                     | 35 |
| 习题三 .....                            | 37 |
| 第四章 控制转移语句 .....                     | 38 |
| § 4.1 无条件转移语句 .....                  | 38 |
| § 4.2 算术条件语句 .....                   | 39 |
| § 4.3 计算转移语句 .....                   | 43 |
| § 4.4 逻辑条件语句 .....                   | 46 |
| § 4.5 分块条件语句 .....                   | 53 |
| 习题四 .....                            | 61 |
| 第五章 循 环 .....                        | 63 |
| § 5.1 “当型”循环 .....                   | 63 |
| § 5.2 “直到型”循环 .....                  | 65 |
| § 5.3 DO 循环 .....                    | 67 |
| § 5.4 继续语句 (CONTINUE 语句) .....       | 70 |
| § 5.5 多重循环 .....                     | 71 |
| § 5.6 循环应用举例 .....                   | 73 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 习题五 .....                             | 78  |
| 第六章 数 组 .....                         | 80  |
| § 6.1 数组与下标变量 .....                   | 80  |
| § 6.2 数组的说明 .....                     | 82  |
| § 6.3 数组元素的存放顺序 .....                 | 84  |
| § 6.4 数组的输入输出 .....                   | 85  |
| § 6.5 程序举例 .....                      | 88  |
| 习题六 .....                             | 98  |
| 第七章 过 程 .....                         | 101 |
| § 7.1 语句函数 .....                      | 101 |
| § 7.2 函数子程序 .....                     | 104 |
| § 7.3 子例程子程序 .....                    | 109 |
| § 7.4 可调数组 .....                      | 112 |
| § 7.5 公用语句 .....                      | 116 |
| § 7.6 外部语句和内部语句 .....                 | 119 |
| 习题七 .....                             | 121 |
| 第八章 文 件 .....                         | 123 |
| § 8.1 记录与文件的概念 .....                  | 123 |
| § 8.2 磁盘文件的输入输出 (I/O) .....           | 125 |
| § 8.3 顺序文件的定位语句 .....                 | 128 |
| § 8.4 直接存取文件 .....                    | 129 |
| 习题八 .....                             | 134 |
| 第九章 字符数据的处理 .....                     | 136 |
| § 9.1 字符型常数、变量及数组 .....               | 136 |
| § 9.2 字符表达式与赋值语句 .....                | 137 |
| § 9.3 子字符串、字符关系表达式和内部函数 .....         | 138 |
| § 9.4 字符型数据的输入与输出 .....               | 141 |
| § 9.5 内部文件及其应用 .....                  | 144 |
| § 9.6 字符处理应用举例 .....                  | 146 |
| 习题九 .....                             | 150 |
| 第十章 程序的结构化设计与调试 .....                 | 151 |
| § 10.1 结构化程序设计 .....                  | 151 |
| § 10.2 提高程序质量的措施 .....                | 157 |
| § 10.3 程序的调试与查错 .....                 | 159 |
| 第十一章 FORTRAN 语言在APPLE II 机上的使用 .....  | 163 |
| § 11.1 使用 FORTRAN 语言算题的步骤 .....       | 163 |
| § 11.2 APPLE PASCAL (UCSD) 操作系统 ..... | 164 |
| § 11.3 APPLE FORTRAN 的使用 .....        | 172 |
| § 11.4 CP/M操作系统简介 .....               | 182 |
| § 11.5 FORTRAN 80的使用 .....            | 188 |
| 第十二章 FORTRAN 语言在 IBM PC 机上的使用 .....   | 191 |
| § 12.1 IBM PC DOS 操作系统及行编辑命令 .....    | 191 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| § 12.2 用汉字 Word Star 编辑 FORTRAN 程序.....  | 199 |
| § 12.3 IBM FORTRAN 算题的步骤.....            | 202 |
| 第十三章 FORTRAN 语言在 Micro VAX II 机上的使用..... | 208 |
| § 13.1 Micro VAX II 超级微型机系统简介.....       | 208 |
| § 13.2 VAX FORTRAN 77 的使用 .....          | 215 |
| 附录.....                                  | 220 |
| 附录 I 上机实习指导.....                         | 220 |
| 附录 II ASCII 字符代码 .....                   | 222 |
| 附录 III FORTRAN 77 内部函数 .....             | 224 |
| 附录 IV 可执行语句和非执行语句表.....                  | 225 |
| 参考文献.....                                | 227 |

# 第一章 微型计算机的基本知识

电子计算机是一种具有存贮能力、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。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。

电子计算机,按它处理的数据是离散的数字量还是连续的模拟量(如电压、温度等)分为电子数字计算机、电子模拟计算机和混合式计算机三种。模拟计算机通常用于过程控制中,不如电子数字计算机应用广泛;按规模和功能划分为巨型、大型、中型、小型和微型机五种。本书只涉及电子数字计算机、且以微型计算机为主。

在介绍 FORTRAN 77 程序设计语言之前,有必要先叙述电子计算机的发展、结构与基本工作原理,然后谈谈学习 FORTRAN 语言的目的、方法。

## § 1.1 计算机的发展与用途

### 一、计算机的发展梗概

1946年,美国研制成功世界上第一台电子数字计算机 ENIAC。该机用了 18800 个电子管,重 30 t,占地 150m<sup>2</sup>,耗电 150kW,耗资 40 万美元,内存有 17 k,运算速度为每秒 5000 次。现在看来,这台机器体积大、功耗高、内存小、速度慢,但它却是标志着科学技术发展史上的一个重要里程碑。从此以后,计算机发展十分迅速,产品已经经历了四次更新换代。

第一代电子管计算机(1946~1956年),应用于科学计算和军事方面。

第二代晶体管计算机(1957~1963年),应用范围已扩大到数据处理和工业控制等。

第三代集成电路计算机(1964~1970年),广泛应用于各领域。小型机开始出现。

第四代大规模集成电路计算机(1971年至今),集成度现已达到在 8.9×6.6mm<sup>2</sup> 的芯片上,集成约 60 万个晶体管。由于采用了大规模集成电路,大型机与巨型机相继问世。巨型机运算速度可达每秒 20 亿次以上。我国在 1983 年也已研制成功“银河”亿次机;1971 年世界上微型机开始出现,并立即得到广泛普及与应用。

近几年来,技术先进的美、日等国,正组织人力、财力积极研制智能型的第五代计算机,据报导,日本已研制成首台第五代计算机样机。此外,还研制出性能、价格比更优于超级计算机(即巨型机)的小型化超级计算机,正在向产业界推广使用。

与硬件(计算机的机器部分)发展的同时,软件(计算机的程序总称)也由机器语言程序、高级语言程序、操作系统发展到网络。某些科学发达的国家已开始研究第五代计算机的体系结构和软件。

计算机网络就是把分布在各地的若干台计算机,利用通讯线路或卫星通讯互相联系起来的综合信息处理系统。通过计算机网络,可以实现信息的高速收集、存贮、检索、传送和控



制等。另据报导,1986年我国已研制成功远程(2500km)汉字微机网络系统。该系统具有编辑功能齐全、传输速度快、成批传送文件和文稿处理自动化等特点,为实现办公自动化奠定了基础。

## 二、计算机的用途

现代科学技术的发展和现代化管理水平提高,为计算机的应用提供着日益宽广的领域。如今,计算机的应用已经渗透到国防、工业、农业、商业、海洋、交通、科技、教育等部门。归纳起来主要有以下五个方面的应用。

### (一) 科学计算(数值计算)

计算机应用的基本方面在于科学研究和工程技术的计算。其中,有的计算既复杂又有很强的时间性,如天气预报、地震预报等;有的计算不但繁重且精度要求高,如人造卫星轨迹的计算;有的计算既繁杂又要求提高经济效益,如山东省某县运用电子计算机选择最优的经济管理方案,并按此最佳方案在全县范围内调整农业结构,总费用不超过15000元;自1983年开始,经过两年的实施,已使全县农牧业纯收入增加了961万元,效益显著。

以上事例说明,只有使用电子计算机,才能高速度、高精度、高效益地完成各种科技计算。

### (二) 数据处理

用计算机对搜集的数据加以记录,进行分类、合并、排序、检索等整理和必要的计算,加工成人们所需要的数据形式,称为数据处理。数据处理的特点是数据量大、时间性强、算法简单。

在科学实验、财务建帐、档案管理、资料检索、人口统计、建立各种资源信息库等方面都需要使用计算机对大批量数据加工处理。

例如,列宁格勒石油地质勘探所研制的石油勘探自动化操作系统,该系统存贮了已发现油矿的各种特征信息。根据勘探队提供的新情况,计算机瞬即找到了类似的信息。经过分析、判断后显示此地有无油矿,若有,则进一步显示出油矿的规模及质量。实践证明,它预报的准确度超过最有经验的地质学家的一倍,按它的预测开钻的油气井,报废的只占十分之二。

### (三) 自动控制

计算机能应用于工业、交通等国民经济各部门的生产过程的控制及军事上的武器、人造卫星、宇宙飞船的自动控制。

例如,水泥生产配料的微机控制、数控机床、电站闭环控制回路的实现、计算机自动控制广播系统的使用等项目,都取得了良好效果。

### (四) 计算机辅助设计

计算机辅助设计,简称为CAD(Computer Aided Design),它是设计人员借助于计算机进行设计的一门技术。CAD已广泛应用于电子、机械、电机、土建、航空等部门。它不仅可以缩短设计周期、提高设计质量、优选设计方案、降低生产成本,而且可以使设计人员从繁琐的计算与绘图中解放出来。例如,在日本三菱公司的名古屋总厂计算中心,当用户提出机电产品设计订单后,几秒钟即可获得全部技术数据、图纸目录、成本核算、材料定额等等,这些信息均在微机终端显示并打印。

计算机还可用于辅助制造(CAM)、辅助测试(CAS)和辅助教学(CAI)。

## (五) 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。智能型机器是各国正在研制的第五代计算机。现已取得某些进展，最具有实用价值的是专家系统和机器人这两方面。

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。这方面的例子有中医诊治系统，有可以作 600 多种不同的数学运算的 MACSYMA 模式制导系统，有 DENDRAL 的化学质谱分析系统等。

机器人可以从事某些繁重、危险的劳动。1966 年美国利用机器人打捞落入地中海靠近西班牙海岸的氢弹就是机器人应用的一例。

## § 1.2 计算机中的数

计算机内采用二进制数，乃是由于机器内各电器元件所具有的双稳态所决定的。例如，电灯的亮与灭，电压的高与低，电容器的充电与放电，电脉冲的有与无等。人们将其中一种物理状态用 0 表示，另一种用 1 表示。这样，每个元件就可表示二进制数的一个数位。 $n$  个电器元件就能表示  $n$  个数位。

本节通过与十进制对比的方法，介绍二进制数及其与十进制数的转换。

### 一、十进制数

众所周知，十进制数是由 0, 1, 2, ..., 9 共十个数字符号(叫做数码)、小数点及正负号组成的数，计数时，服从逢十进一的规则。对于任意一个含  $n$  位整数与  $m$  位小数的实常数  $C$ ，总可用以 10 为底的各次幂的多项式表示。即

$$C = a_{n-1} \times 10^{n-1} + a_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + a_0 \times 10^0 + a_{-1} \times 10^{-1} + \cdots + a_{-m} \times 10^{-m} \quad (1)$$

其中，底 10 称为十进制的基数，各  $a_i (i = n-1, n-2, \cdots, 0, -1, \cdots, -m)$  都是整数。

例如， $274.5 = 2 \times 10^2 + 7 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 5 \times 10^{-1}$

$$-31.93 = -(3 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 9 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2})$$

### 二、二进制数

以 2 为基数的数叫做二进制数。它是由 0 与 1、小数点及正负号组成，进位时，服从逢二进一的规则。其表示式为

$$C = a_{n-1} \times 2^{n-1} + a_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + a_0 \times 2^0 + a_{-1} \times 2^{-1} + \cdots + a_{-m} \times 2^{-m} \quad (2)$$

其中，各  $a_i$  只能是 0 或 1。

例如， $101.11 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$

二进制数的运算规则：

加法  $0+0=0$      $1+0=1$      $0+1=1$      $1+1=10$

乘法  $0 \times 0=0$      $1 \times 0=0$      $0 \times 1=0$      $1 \times 1=1$

二进制数与十进制数的对照表如表 1-1 所列。

表 1-1

| 十进制 | 0 | 1 | 2  | 3  | 4   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9    | ..... |
|-----|---|---|----|----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|
| 二进制 | 0 | 1 | 10 | 11 | 100 | 101 | 110 | 111 | 1000 | 1001 | ..... |

### 三、二进制数与十进制数的转换

计算机不能直接识别十进制数。因此，在输入时，需将之转换为二进制数；为了便于阅读，输出时，又应将二进制数转换为十进制数。

#### (一) 二进制数转换为十进制数

根据定义式 (2)，任一个二进制数按幂展开，即得等值的十进制数。例如：

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

#### (二) 十进制数转换为二进制数

对于既含有整数又含有小数的十进制数，需要先把两部分分开换算，然后将换算结果相加，即得等值的二进制数。整数部分的换算是连续采用“除 2 取余，逆序取数”的方法；小数部分是连续采用“乘 2 取整，顺序取数”的方法。例如，将十进制数 69.625 转换成对应的二进制数，算式如下。

| 整数部分 |    |    | 小数部分       |       |   |
|------|----|----|------------|-------|---|
| 2    | 69 | 余数 | 0.625      | 整数    |   |
| 2    | 34 | 1  | $\times 2$ | 0.250 | 1 |
| 2    | 17 | 0  | $\times 2$ | 0.500 | 0 |
| 2    | 8  | 1  | $\times 2$ | 0.000 | 1 |
| 2    | 4  | 0  |            |       |   |
| 2    | 2  | 0  |            |       |   |
| 2    | 1  | 0  |            |       |   |
| 2    | 0  | 1  |            |       |   |

故有  $(69.625)_{10} = (1000101.101)_2$

计算机技术还采用八进制与十六进制，其运算规则及进制间的关系与上述规律相似，限于篇幅，这里不予介绍。

## § 1.3 微型计算机的结构与特点

### 一、微型计算机的结构

微型计算机的机器系统由运算器、存储器、控制器、输入和输出设备五部分构成，它们统称为计算机的硬件，由控制器指挥各部件工作。

#### (一) 运算器

计算机进行算术运算、逻辑运算、字符运算的部件，由寄存器(小存储部件)、加法器、移位器组成。

#### (二) 存储器

计算机用来存放程序指令(指挥计算机各部件执行各种运算和操作的命令)和数据 的部件。它是计算机的信息库，由许多存储单元所组成，单元亦称为字(WORD)。为了加以区别，对每个单元都予以编号，称此编号为该单元的地址码。对于同一型号的计算机，各个单元的大小是相同的，即它们包含有相等的二进制位数，此位数称为该计算机的字长。如 APPLE II 机的字长是 8，IBM PC 机的字长是 16，VAX II 机字长是 32。对于不同型号的计算机，其字长往往是不同的，字越长，运算精度越高。为了便于对各种机器存储容器的大小进行比较，人们提出了一种统一的容量单位，称之为字节(Byte)，并规定 1 字节等于二进制的八个数位(bit)，即  $1\text{Byte} = 8\text{bit}$ 。由于字节的单位较小，故习惯上常用  $2^{10} = 1024$  (字节) 作为容量单位，并称之为 1k 字节，即  $1\text{kB} = 1024\text{B}$ 。更大的单位是兆字节 (MB)，即

$$1\text{MB}=1024\text{kB}=1024^2\text{B}.$$

存贮器分两种，在主机内的称为内存贮器或主存贮器，简称内存，内存由半导体的芯片组成，直接与运算器和控制器相连接，存取速度快，但存贮容量小；在主机外的称为外存贮器或辅助存贮器，简称外存，外存有磁盘、磁带等，通过输入输出（I/O）接口，内、外存可传递信息。外存容量大，但存取速度慢。

存贮器的重要特性是：①可以从它的存贮单元里多次读取信息，犹如复印资料一样，每次取出都不会改变原有的信息，只有在向它写入新的信息之后，才取代该单元中原有的信息，②关机后，对绝大多数微型机而言，内存中用户输入及加工后的信息将全部消失，而写入外存中的信息将长期保存下来。

存贮器存放的信息是广泛的，既可以是十进制数，也可以是各种字符，即字母、数字及各种符号的总称。由于存贮单元只能识别和存贮二进制代码，因此，上述信息必须先转换，后存贮。转换的规则有两条：其一，对于十进制数，应将其转换成二进制数，例如 50 转换成 00110010；其二，对于各种字符，均应进行二进制编码。在微型机内，最常用的一种是 ASCII 码（American Standard Code for Information Interchange 美国标准信息交换码）。例如，字母 A、加号 + 的 ASCII 码分别是 01000001 与 00101011。由于它们对应的十进制代码相应为 65 与 43，因此，为了便于阅读，有的书也称 A 和 + 的 ASCII 码为 65 与 43。关于 ASCII 码表，请参看附录 II。

### （三）控制器

计算机起总调度作用的部件。按照程序指令的要求，控制器组织、安排计算机各部件依序协调地工作。例如，它指挥运算器从内存中取出指令和数据，接着对指令进行分析、译码，然后进行按指令规定的运算和操作，最后将其结果存入指定的单元内。

控制器和运算器合称为中央处理单元，也称为 CPU。CPU 和内存贮器合称为计算机的主机。

### （四）输入设备

向主机内存送入程序、数据的部件。微型计算机的输入设备主要有键盘、磁盘机、磁带机、光笔等。

### （五）输出设备

微型计算机的输出设备主要有显示屏、打印机、磁盘机、磁带机、绘图仪等。其作用是从主机内存中将指定的程序、数据及处理的结果记录到显示屏、磁盘、磁带、打印机上，供用户使用和长期予以保存（显示屏除外）。

输入设备、输出设备和外存贮器合称为计算机的外部设备。外部设备通过 I/O 接口与主机相连接、交换信息。

综上所述，我们可以绘出微型计算机各设备工作联系图，如图 1-1 所示。

## 二、微型计算机的特点

目前在生产、科研、教学和管理部门，大多使用中低档微型计算机 IBM PC 机，与之兼容的长城 0520 系列机（16 位机）及 APPLE II 机（8 位机）。有些单位还引进高档微型机 VAX II 机（32 位）。这是由它具有以下特点所决定：

1. 结构简单、易于操作。
2. 价格低廉、功耗小。

3. 适应性强、可靠性高、维护方便。
4. 系统软件丰富、能支持多种高级语言。

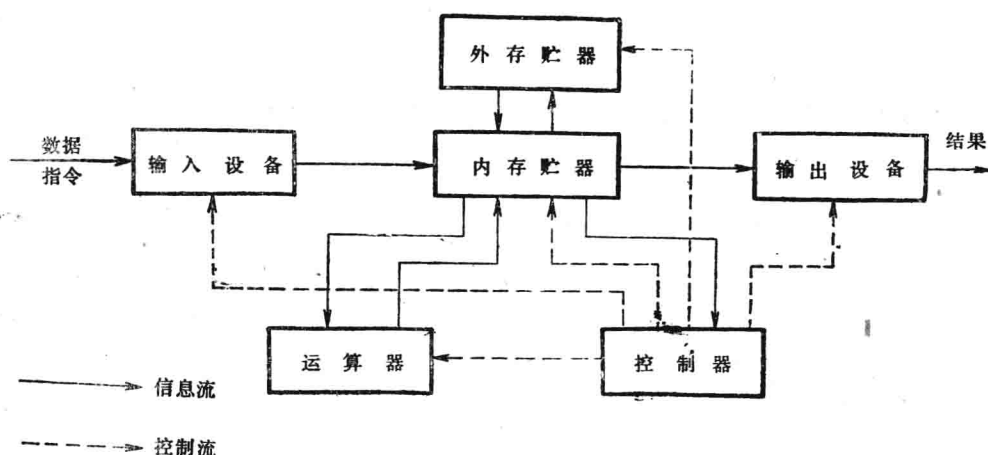


图 1-1

## § 1.4 计算机的程序系统

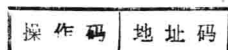
有了计算机硬件，只说明它具备了工作的能力，要想发挥机器的效能，使之自动地完成预定的运算和操作，还必须有相当丰富的软件支持。所谓软件，系指用计算机语言编写的程序总称。软件又称为程序系统。常用的软件有操作系统、编译程序和解释程序、诊断维修程序、内部函数库、应用程序包、数据库管理系统等。

### 一、计算机语言

正如人类为了交流思想要使用语言(称为自然语言)一样，人要想与计算机交换信息，也需要使用语言，这种语言称为计算机语言。计算机语言相继经历了机器语言、汇编语言、高级语言三个发展阶段。

#### (一) 机器语言

机器语言由许多具有不同功能的机器指令组成，每条指令均由若干位二进制代码表示的操作码和地址码两部分构成。操作码规定机器做什么操作，如从存贮器中取数、送数，四则运算，输出结果等操作；地址码指的是某个存贮单元的编号。指令的格式如下：



整条指令的意思是对存放在地址码表示的单元中的数执行操作码规定的操作。

用机器指令编写的程序称为机器语言程序。它是计算机唯一能直接理解并执行的程序，且执行速度快。然而对用户来说，不易记住各条机器指令的含意，更难于编写、调试、阅读这种程序。况且由于在各种机器上设计的机器指令系统是各不相同的，故机器语言程序缺乏通用性。

为了便于使用计算机，人们渴望能用日常熟悉的语言，例如用类似于英语和数学语言来编程，且编出的程序基本上不受具体的机器所限制。经过科学家多年的努力，终于在 50 年

代中期设计出了高级语言。

## (二) 高级语言

高级语言也叫程序设计语言。它是由许多具有不同作用的语句组成。用高级语言编写的程序叫做源程序。其最大的优点是简单、直观、具有可移植性。即在一台计算机上通过的源程序不必作太大变动就可在另一台上使用，因而便于普及推广使用计算机。

例如，计算并输出  $a$  与  $b$  两数和的 FORTRAN 语言程序段可编写为

```
C=A+B
```

```
WRITE(*,*) C
```

其中，第二句的意思为将  $C$  的值写（输出）在显示屏和打印纸上。

现在，世界上用于编程的高级语言繁多，据统计已超过 400 多种，各种语言适用的范围不同。最常用的有：

|         |                  |
|---------|------------------|
| FORTRAN | (适合于科技计算)        |
| BASIC   | (适合于小型科技计算与事务管理) |
| PASCAL  | (结构程序设计语言)       |
| PL/I    | (大型通用语言)         |
| COBOL   | (适合于商业、经济管理)     |

其中，FORTRAN 是世界上最早实现的程序设计语言。它有两个国际标准文本，即 FORTRAN IV 与 FORTRAN 77。FORTRAN 77 是在 FORTRAN IV 的基础上发展起来的并与之兼容的版本。本书介绍的主要是 IBM FORTRAN 及 APPLE FORTRAN，它们都是 FORTRAN 77 的两个不全相同的重要子集。

## 二、编译程序和解释程序

用高级语言编写的程序，计算机却不能直接识别，必须借助于“翻译”。翻译程序既能理解源程序，又能将它翻译为对应于该机器的机器指令程序，相对于源程序而言，机器指令程序又称为目标程序或目的程序。翻译程序按其工作方式的不同分为编译程序和解释程序两种。

编译程序的编译方式是先通篇检查源程序有无语法错误，若有，则在指出错误之后停止翻译；若无，则将之翻译为目标程序。FORTRAN、PASCAL 等语言程序均按编译方式翻译。

通常所说执行一份 FORTRAN 程序指的是其目标程序。

解释程序的解释方式是它对源程序每检查一句就翻译执行一句，直至检查、翻译、执行完整份源程序为止；若在解释过程中，一旦发现了“病句”，解释程序就在指出该语句的错误之后立即停止工作。大多数 BASIC 语言版本使用解释方式。

目前各种高级语言都趋于标准化，尽管由厂家提供的编译(或解释)程序随机器而异，但它们都是将比较统一的源程序翻译成各台机器的目标程序，正如由各种翻译人员将中文分别译成英文、俄文、法文、日文等等一样。这正是源程序具有可移植性的缘故。

## 三、操作系统

要使计算机有效地进行各种操作，软件方面仅有编译程序是不能的。一方面，要有对计算机的各种资源进行管理的机器指令程序。例如，输入设备和输出设备的工作、内外存储器之间的信息传递、登记等分别需要专门的程序予以管理；另一方面，还需有对用户的程序进

行调度管理的机器指令程序。例如,要有对源程序进行编辑、删除、存贮等加工程序,对于象 VAX II 这类高档微型机,当多个用户在各自的终端操作,共用一个主机采取分时轮流算题时,需要有一个对各用户的程序进行调度与管理的程序。凡此种对计算机的资源与用户的作业进行调度管理的程序统称为操作系统。它也是由计算机厂家提供的重要的系统软件。

归纳起来,计算机系统由机器系统和程序系统组成。衡量一台计算机功能强弱的技术指标主要是:字长,内存容量,运算速度,允许配置外部设备的品种和数量及系统软件是否丰富等。

本课程在 IBM PC 机上使用 DOS 3.2 版本的操作系统, Ver 3.3 编译系统与 Version 3.02 内部函数库,在 APPLE 机上使用 UCSD 与 CP/M 版本的操作系统。

## § 1.5 学习 FORTRAN 语言的目的与方法

用来描述科技问题的逻辑与算法(计算步骤)的高级语言称为算法语言。FORTRAN (FORmula TRANslation 公式翻译)算法语言是当今世界上科技计算中最广泛使用的一种程序设计语言,可用于如水利学、结构力学、水资源分析、水保规划等后继课程的课程设计与毕业设计。本课程要求读者准确理解 FORTRAN 语言的词法与句法的基本概念,掌握结构化程序设计的方法与技巧,能读懂中等规模的程序,并可独立编制小程序。

FORTRAN 的语言丰富、逻辑严格、功能较强、难度较大。为了学好这门课程,必须认真对待听课、阅读教材与做作业、上机实习、复习考试等四个重要教学环节,力求做到:

1. 通过与数学上名词对比的方法,来理解 FORTRAN 的常数、变量、内部函数及表达式等词的词法规定;

2. 正确理解各语句的含义及其在程序设计中的作用。在此基础上要记住各语句使用的英语单词及句法规定,严格、准确、仔细地做好每一次作业,做到理解、记忆与实践相结合;

3. 广泛阅读例题,勤于思考,看懂每个程序的设计方法与执行步骤。运用别人的经验来指导自己编程,做到读程序例题与编程相结合;

4. 编制程序是一种创造性的工作,方法宜由粗到细、由简到繁。通常,应根据算法先考虑提供数据、计算赋值、输出结果三部分语句,然后再做修饰、优化工作。要仔细审查所编制的程序能否执行预定的计算任务,做到编写与检查、修改程序相结合;

5. 要重视上机实习、珍惜上机机时。通过上机操作,进一步锻炼自己查错的能力,学到修改程序的本领。

从编写程序、上机调试,到算出正确结果是一个艰苦的学习过程。如果能经常注意改进学习方法,不断总结编写程序和审查程序的经验,增强学习的自觉性,提高学习 FORTRAN 语言的兴趣,那么每个人的程序设计思想就能较快地建立起来, FORTRAN 语言就一定能学好、用活。

## 习 题 一

1. 将下列二进制数转换成十进制数。

11, 1011, 1101.11, 110111.101

2. 将下列十进制数转换成二进制数。

8,      14,      17.2,      49.65

3. 微型计算机系统由哪些硬件组成？各具什么作用？试画出从输入到输出的示意图。

4. 用FORTRAN 77 编写的源程序，计算机能否直接执行？它需要经过怎样的变换，机器才能执行，为什么？



## 第二章 FORTRAN 77 的基础知识

### § 2.1 FORTRAN 字符集

#### 一、字符集

组成语句的基本元素称为字符,任何一种算法语言都有自己特定的字符。FORTRAN 77 有下列三种字符。

##### (一) 英文字母(26个)

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

IBM FORTRAN 及 APPLE FORTRAN 编译系统允许使用小写字母,且视大、小写为等效。

##### (二) 数字(10个)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

##### (三) 专用字符(13个)

|             |           |          |
|-------------|-----------|----------|
| ␣ 空格(空白)    | = 等号(赋值号) | + 加号     |
| - 减号        | * 乘号(星号)  | / 除号(斜线) |
| \$ 货币符(美元号) | ( 左括号     | ) 右括号    |
| , 逗号        | . 小数点, 圆点 | ' 撇号     |
| :           | 冒号        |          |

#### 二、符号名

在 FORTRAN 源程序中出现的变量、数组、函数、程序等成分的名字称为符号名。符号名是由以字母开头的一至六个字母或(和)数字组成。例如:

A, B, X32Y, ABMCDE, 等。

下面是语言中不允许使用的符号名:

|                                     |          |
|-------------------------------------|----------|
| FORTRAN 77                          | (超过六个字符) |
| $\alpha, \beta, \gamma, \pi, \dots$ | (希腊字母)   |
| I, II, III, ...                     | (罗马数字)   |

在使用 FORTRAN 的字符时,以下四对字符容易混淆,希望引起读者的注意:字母O与数字0;字母I与数字1;字母X与乘号\*;逗号“,”与撇号“'”。

### § 2.2 常数与变量

#### 一、常数

常数系指在程序执行过程中,数值保持不变的数。FORTRAN 77 有六种类型的常数,它们是:整型常数、实型常数、双精度型常数、复型常数、字符型常数、逻辑型常数。

APPLE FORTRAN能使用上述除双精度型、复型以外的四种常数,FOR 100 80 可