

第 3 章 FORTRAN 95 基础知识

本章将介绍 FORTRAN 95 的一些基本知识,如字符集、名称、关键字、程序单元、书写格式、数据类型和兼容性等,为进一步学习其他内容奠定基础。

3.1 字 符 集

每种语言都规定了自身的字符集。FORTRAN 95 源程序是一个符合 FORTRAN 95 词法、语法和语义规定的特殊文本,它由 FORTRAN 95 字符集规定的字符按照相应的词法、语法和语义进行组合。FORTRAN 95 基本字符集由下面 4 类字符组成:

- (1) 英文字母:大写字母 A、B、C、…、Z;小写字母 a、b、…、c。
- (2) 阿拉伯数字:0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。
- (3) 下划线:“_”。
- (4) 特殊字符:空格=+-*/() , . ' : ! " % & ; < > ? \$ 。

Compaq Visual FORTRAN 6.6 字符集增加了一些可打印字符,包括 Tab 符、汉字、希腊字母、日文等;增加了一些不可打印字符,包括 ASCII 码为 09H(Tab 符)、ASCII 码为 20H 至 7EH 之间的字符和某些特殊字符集(如 IBM 字符集)中字符。

说明

- ① FORTRAN 95 在程序中不区分大小写英文字母,字符串中字符除外。
- ② 基本字符集以外可打印字符只允许出现在注释、字符串、输入输出数据中。

3.2 名 称

名称在程序中用来标识有关实体(如变量、命名常量、函数、过程、程序单元、公用块、派生类型、结构体、数组和哑元等)。名称是符合语言词法规则的合法单词。

1. 名称语法描述

<名称>→<英文字母>{<英文字母>|<数字>|"_"}

说明

- ① 名称只能由英文字母、数字、下划线符“_”组成。
- ② 名称第一个字符必须是英文字母。
- ③ 名称不能超过 31 个字符。在 Compaq Visual FORTRAN 6.6 中,名称不能超过 63 个字符。
- ④ 在特定的软件开发环境中,名称内允许出现美元符号“\$”。

2. 名称作用域

作用域指使用范围,每个名称都规定了作用域。名称作用域为该名称声明所在的程序单元、函数或过程。作用域为整个程序的名称称为全局名称,否则称为局部名称。程序单元名、外部过程名、命令块名和模块名为全局名称,且在整个程序中唯一。

【例 3.1】 判定下列名称,哪些是合法名称? 哪些是非法名称? 解释非法名称错误原因。

Number, Max, X-Y-Z, PrOgRaM, FIND_IT, read, x, 8q, a. 5, _wrong, a3b7, U. S. A. , DR. WANG, china, total, I'm, r a t e。

解: 合法名称有 Number,Max, PrOgRaM, FIND_IT, read, x, a3b7, china, total。非法名称有 X-Y-Z, 8q, a. 5, _wrong, U. S. A. , DR. WANG, I'm, r a t e。

表 3-1 给出了非法名称及错误原因。

表 3-1 非法名称及错误原因

非法名称	错误原因	非法名称	错误原因
X-Y-Z	名称中含减号“—”	U. S. A.	名称中含小数点“.”
8q	数字“8”作为第一字符	DR. WANG	名称中含小数点“.”
a. 5	名称中含小数点“.”	I'm	名称中含撇号“'”
wrong	下划线符“”作为第一字符	r a t e	名称中含空格

3.3 关 键 字

关键字是 FORTRAN 95 中用于描述语句语法成分或命名哑元名称的特定名称。FORTRAN 95 关键字分为语句关键字和变元关键字。

语句关键字是描述语句语法成分的特定名称。如语句“IF (A<B) THEN”中的 IF 和 THEN 是语句关键字,类似的關鍵字有 PROGRAM、INTEGER、REAL、READ、PRINT、WRITE、DO、END、SUBROUTINE、FUNCTION 等。

变元关键字是命名哑元名称的特定名称。如内部函数 UNPACK (VECTER, MASK, FIELD)的 VECTER、MASK 和 FIELD 是变元关键字。FORTRAN 95 对内部函数和过程都规定了变元关键字,在有关接口块中给出了具体规定,允许在调用时使用变元关键字。

关键字都有特定的含义,在描述中有具体位置要求,改变位置将产生语法错误。如语句 PROGRAM main 中 PROGRAM 是关键字,说明源程序是主程序单元,位于语句首部。如果写成 PROGRAMMING main 或 main PROGRAM 将产生语法错误。

FORTRAN 95 对关键字不予保留,即允许其关键字作为其他实体的名称(变量名、数组名、函数名、程序名等),可将 PROGRAM 作为变量名、数组名或函数名。语句“PROGRAM PROGRAM”中第一个“PROGRAM”是关键字,第二个“PROGRAM”是实体名称(主程序单元名)。

应避免使用关键字作为实体名称,否则会导致程序难以理解,降低可读性。使用变元关键字可提高程序可读性,如函数 CMPLX(Y=20,KIND=4,X=10)调用中的 X、Y、KIND 为变元关键字。

3.4 程序结构

一个 FORTRAN 95 程序可由多个程序单元组成(至少一个主程序单元)。程序单元由若干数据和对数据实施相关操作的一系列语句构成,程序单元必须用 END 语句结束。

FORTRAN 95 规定有 4 种程序单元:主程序单元、外部子程序单元、模块单元和数据块单元。每个程序单元可分别编译,一起构建(连编)产生可执行程序。

外部子程序单元是由不包含在主程序单元、模块单元和其他外部子程序单元中的函数或子例行程序所构成的程序单元,外部子程序单元中的函数和子例行程序能被其他程序单元调用执行。外部子程序单元以 FUNCTION 或 SUBROUTINE 语句开头。

模块单元是由能被其他程序单元访问的一组定义(即数据实体定义、数据类型定义、过程定义、过程接口定义)所构成的程序单元。其中过程定义又称为模块子程序。模块子程序允许被模块单元中其他模块子程序访问。模块单元以 MODULE 语句开头。

数据块单元是为命名公用区中变量指定初始值的程序单元。数据块单元是不可执行的。FORTRAN 95 允许数据块单元被模块单元替代。数据块单元以 BLOCK DATA 语句开头。

主程序单元是 FORTRAN 95 程序中被首次执行的程序单元,也是程序运行的入口点,被看成是其他程序单元执行的启动器。主程序单元以 PROGRAM 语句开头,可缺省。

主程序单元、外部子程序单元和模块单元可以包含内部子程序。

1. 程序语法描述

<程序>→<主程序单元>{<外部子程序单元>|<模块单元>|<数据块单元>}

2. 主程序单元语法描述

<主程序单元>→[<PROGRAM 语句>]
[<说明部分>]
[<操作部分>]
[<内部子程序部分>]
<END 语句>
<PROGRAM 语句>→PROGRAM <程序名称>
<END 语句>→END [PROGRAM [程序名称]]
<说明部分>→{<内部数据类型说明语句>|
<派生数据类型说明语句>|
<数组类型说明语句>|
<指针类型说明语句>}
<操作部分>→{<可执行语句>}

<内部子程序部分>→CONTAINS
{<内部子程序>}

 说明

① END 语句是程序中唯一必须出现的语法成分,一个主程序单元可以只包含一个 END 语句。

② 一般语句部分不能为空,且至少包含一个能产生输出结果的可执行语句(如 PRINT 语句),其他部分可视具体情况而定。

③ 如果 END 语句包含主程序单元的程序名称,则必须在主程序单元首部给出 PROGRAM 语句,且语句中的程序名称必须与 END 语句中的程序名称相同,否则产生语法错误。

④ PROGRAM 语句是可选的,但只能出现一次,PROGRAM 语句中程序名称被确定为 FORTRAN 程序主程序的名称,不出现 PROGRAM 语句将指定“MAIN\$文件名”为主程序的名称。

⑤ PROGRAM 语句中程序名称的作用域为整个 FORTRAN 程序,属于全局名称,不能在其他程序单元中重复说明,也不能在本程序单元中说明为局部名称。

【例 3.2】 编写包含下列语句的主程序单元(计算 10+20),给出 5 种主程序单元描述。

```
INTEGER a,b,c
a=10;b=20
c=a+b
PRINT * , ' a+b= ',c
```

解: 有 5 种主程序单元,如图 3-1 所示。

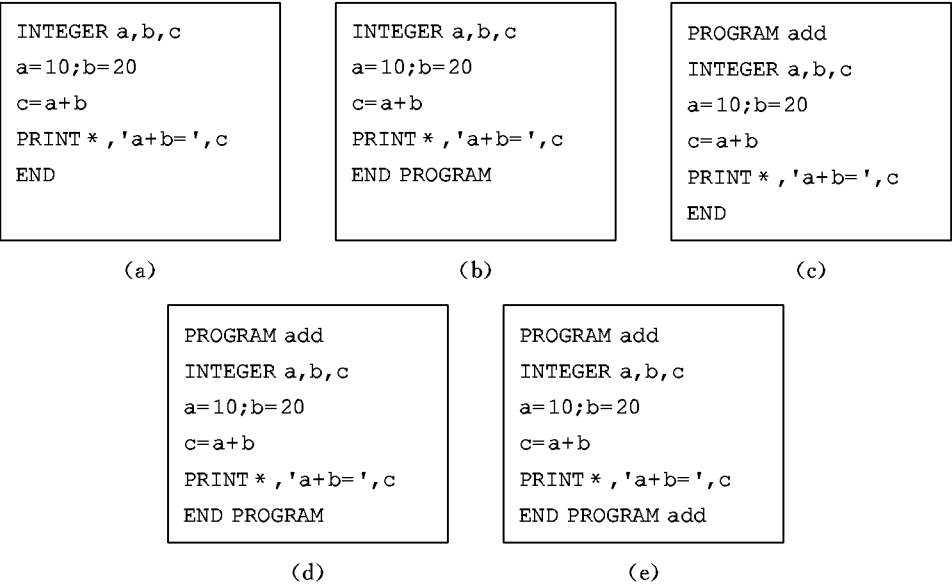


图 3-1 主程序单元

3.5 语 句

FORTRAN 95 语句分为两类：一类为可执行语句，另一类为非执行语句。可执行语句表示程序要完成某个操作，如一条 PRINT 语句表示要完成一个输出操作。非执行语句描述程序的某种属性(数据的特性、编辑、转换等信息)，如 INTEGER 语句描述一组整型变量数据。

1. 语句排列次序

程序中语句要求按规定次序排列，即语句位置不能随意放置，否则将产生语法错误，如 INTEGER 语句和 PRINT 语句的先后顺序就不能颠倒。语句排列次序规定如表 3-2 所示，表中给出了全部语句的排列次序要求。语句的排列次序与执行次序不完全相同。

表 3-2 语句排列次序

注释行， INCLUDE 语句 和指令	OPTION 语句		
	PROGRAM,FUNCTION,SUBROUTINE,MODULE 或 BLOCK DATA 语句		
	USE 语句		
	NAMELIST, FORMAT 和 ENTRY 语句	IMPLICIT NONE 语句	
		PARAMETER 语句	IMPLICIT 语句
		PARAMETER 和 DATA 语句	派生类型定义,接口块,类型说明 语句,语句函数语句和说明语句
		DATA 语句	可执行语句
	CONTAINS 语句		
内部子程序或模块子程序			
END 语句			

说明

- ① 竖线表示左右两边语句无先后顺序,如 FORMAT 和 PARAMETER 语句谁在前面都可以。
- ② 横线表示上下语句有先后顺序,如 FORMAT 语句应放在 CONTAINS 语句前面。

2. 语句受限使用

FORTRAN 95 对语句的使用范围有具体规定,即语句的受限使用。表 3-3 给出了 FORTRAN 95 受限语句及使用的程序单元范围。

表 3-3 FORTRAN 95 受限语句

程序单元范围	受限语句
主程序单元	ENTRY 和 RETURN 语句
模块单元	ENTRY,FORMAT,OPTIONAL 和 INTENT 语句,语句函数,及可执行语句
块数据单元	CONTAINS,ENTRY 和 FORMAT 语句, 接口块,语句函数,及可执行语句
内部子程序	CONTAINS 和 ENTRY 语句
接口实体	CONTAINS,DATA,ENTRY,SAVE 和 FORMAT 语句,语句函数,及可执行语句

3.6 程序书写格式

每种程序设计语言对程序书写格式都有具体而严格的要求。FORTRAN 95 采用自由格式书写程序,废弃了传统的固定格式。

1. 标志符

FORTRAN 95 定义了 3 个通用标志符,即注释标志符“!”、语句分隔标志符“;”和续行标志符 &。这 3 个标志符有特定含义,用于指明该行文本的特殊含义。

注释标志符“!”用于给出注释说明,可出现在程序单元任何位置,表示其后至行末为注释文本。注释文本只起解释和说明作用,对程序单元的编译和运行没有影响。语句分隔标志符“;”用于分隔语句。FORTRAN 95 允许一行书写多条语句,用“;”分隔。续行标志符 & 用于将多行文本连接为一行语句。一条长语句可分多行书写,中间需用续行标志符连接。续行标志符 & 只能出现在前一续行的末尾。

2. 语句标号

语句前面可设置语句标号(即语句编号)。语句标号有两个作用:一是可改善和提高程序的可读性;二是便于其他语句访问该语句,获取信息或转移控制。语句标号可放在任何语句的前面,但不属于后面的语句。语句标号是长度不超过 5 位的十进制正整数,不允许为全 0。空语句不能加语句标号。语句标号的声明具有唯一性,在同一程序单元中不能声明相同的语句标号。

3. 自由格式特性

(1) 语句在一行中的位置不受限制,语句长度可达 132 个字符。

(2) 空格在自由格式中是有意义的。空格允许出现在字符串文本中,但不能出现在任何合法单词内,如单词“INTEGER”和“**”中字符之间不能出现空格。空格只能出现在程序中两个单词之间,在相邻两个关键字、名称、常量、标号之间必须插入一个或多个空格。如语句“100 DO count=1,8”中,语句标号 100 和关键字 DO 之后必须有空格。有些关键字之间必须有至少一个空格,有些关键字之间可没有空格。如关键字 DO 和 WHILE 之间必须有空格,即 DOWHILE 非法,而关键字 BLOCK 和 DATA 之间可没有空格,即 BLOCKDATA 和 BLOCK DATA 均为合法。

(3) 注释标志符“!”允许出现在一行的任意位置。若出现在第 1 列,则表示该行为注释文本。若出现在中间位置,则表示前面为语句部分而后面至行末为注释文本。

(4) 一行允许写多个语句,语句之间用分号“;”分隔,结束语句之后不能有分号“;”。

(5) 续行标志符 & 允许出现在待续行语句末尾处,符号 & 后的第一个非注释行为续行,FORTRAN 95 允许有 39 个续行,Compaq Visual FORTRAN 6.6 允许有 511 个续行。若出现在注释文本、字符常量或 Hollerith 常量中,则失去续行功能。续行有以下两种情况:

- 在单词符号外续行,要求待续行语句部分末尾必须有续行标志符“&”,在接续行语句部分首字符可以写 &,也可不写。如下面的两种写法的语句功能相同,接续行 count 前 & 可写可不写。

```
total=100 * (i+j) * &           !待续行
      count                     !接续行
total=100 * (i+j) * &           !待续行
      &count                    !接续行
```

- 在单词符号(名称、关键字、常量)内续行,要求待续行末尾和接续行首字符必须有续行标志符 &,这样前一行末尾字符串和后一行首部字符串被组合成语句中的完整单词。下面语句接续行的续行标志符 & 必须写。

```
total=100 * (i+j) * co&         !待续行,在名称单词“count”内续行
      &unt                      !接续行
total=10&                      !待续行,在常量单词“100”内续行
      &0 * (i+j) * count       !接续行
print *, 'Output&              !待续行,在字符常量单词内续行
      & student total'        !接续行
IF ((i+j)>100) TH&             !待续行,在关键字单词“THEN”内续行
      &EN                     !接续行
```

3.7 数据类型

计算机系统的处理对象是数据(信息),离开了数据,计算机就失去了应有的价值。数据、数据表示及数据类型在计算机科学应用(特别是程序设计语言和程序设计)中占有重要位置。

1. 数据

数据是自然界中客观事物的符号表示。在计算机科学中,一切能够被计算机接受和处理的对象(信息)均看成是数据。如面积、周长、体积、距离、速度等,都是计算机处理的数据。随着计算机技术的发展,数据的内涵也在不断扩展。数据由早期的整数、实数、复数等简单数据,发展到现在的字符串、文本、图形、图像、声音等复杂数据。

数据分数值数据和非数值数据。

(1) 数值数据是能直接进行算术运算(科学计算)的数据。如整数、实数、复数等。

(2) 非数值计算是不能直接进行算术运算,一般进行查询、检索、分类和处理等操作的数据。如字符串、文本、表格、图形、图像、声音等。

2. 数据表示

数据在计算机中进行运算或处理必须采用某种合适的表示形式。同一数据如果表示形式不同,则处理的方式也有所差异。选择合适的数据表示形式,对于程序设计来说至关重要。

(1) 数据定点表示: 定点表示就是数据小数点位置固定不变的表示方式。如整型数采用定点表示。定点表示数据非常精确,没有误差,但表示数据范围小。

(2) 数据浮点表示: 浮点表示就是数据小数点位置浮动变化的表示方式。如实型数采用浮点表示。浮点表示数据会存在误差,但表示数据范围大,当实数非常小时,被计算机认定为 0。

(3) 数据 ASCII 码表示: 字符采用 ASCII 码表示。ASCII 码为美国标准信息交换码,采用 7 位编码,即每一个字符由一个 7 位码表示,ASCII 码共 128 个编码,表示 128 个字符。

(4) 数据编码表示: 图形、图像和声音等非数值数据采用更复杂的编码方法编码表示。

3. 数据类型

不同类型数据有不同的特性,其处理方式和取值范围有所不同。在处理数据前,必须说明数据的特性。数据类型是说明数据特性的常用形式,在程序设计语言中被广泛采用。

数据类型是数据的取值范围和在其上定义的一组操作的总称。一种数据类型规定了一种数据的取值范围和一组操作。

数据类型有以下 4 个性质:

(1) 每个数据类型有一个唯一的名称。内部数据类型名称由 FORTRAN 95 预先定义。派生数据类型名称由用户根据类型定义语句定义。通过数据类型名称来说明相关数据实体。

(2) 每个数据类型规定了一个取值范围(值的集合)。8 位整型数据类型的取值范围是 -128 至 127,逻辑数据类型的取值范围为两个值: .TRUE. 和 .FALSE.。

(3) 每个数据类型规定了其常量数据的表示方法,如实数常量“12.5”。

(4) 每个数据类型规定了一组操作。如整型规定的操作有: 加(+)、减(-)、乘(*)和除(/)操作。

FORTRAN 95 具有丰富的数据类型,有内部数据类型(整型、实型、复型、字符型、逻辑型)、派生数据类型、数组类型、指针类型、公用区类型。利用丰富的数据类型可设计和编写出功能强大的 FORTRAN 95 程序。

数据类型是数据的形式化和抽象化说明,说明一类数据的共同特性,而不是具体的数据对象。如整型 INTEGER 只说明一种整数类型,而不是某个具体整数。程序处理的数据必须是具体的数据对象,所以在程序中必须用数据类型说明语句对待处理的数据对象进行说明。一个数据对象可以是常量、变量、数组或指针等。子数据对象是数据对象的一

部分,如数组元素是数组对象的子对象,子串是字符串对象的子对象。

习 题 3

1. FORTRAN 95 字符集有何规定? 它与 Compaq Visual FORTRAN 6.6 字符集有何不同?

2. 在 FORTRAN 95 程序中能否使用 FORTRAN 95 字符集以外的字符? 对字符集以外的字符有何要求?

3. FORTRAN 95 对字母的大小写有何规定? 语句“PRINT *, 'This is a table.'”同语句“Print *, 'This is a TABLE.”是否完全等价? 试说明原因。

4. FORTRAN 95 中名称的定义是什么? 它在程序中有何作用?

5. FORTRAN 95 规定名称的最大长度是多少? Compaq Visual FORTRAN 6.6 允许的名称最大长度是多少? 在程序中是否可超过最大长度?

6. FORTRAN 95 中名称在何种情况下必须唯一? 在何种情况下可以不唯一?

7. 判定下列字符串。哪些为合法名称? 哪些是非法名称? 并解释非法原因。

a-1-b-2	1-a-2-b
_main	main%program
program_main	pro_function
Chinese	r e d
x.y.z	x&y&z

8. 何谓关键字? 判定下列名称哪些是 FORTRAN 95 关键字? 哪些不是关键字?

PRINT, MAIN, TOTAL, COUNT, WHILE, QUARD, THEN, AS, IF, OTHER

9. FORTRAN 95 是否允许关键字作为普通名称?

10. FORTRAN 95 规定了哪几种程序单元? 哪些程序单元必须有? 哪些程序单元可有可无? 哪些程序单元必须唯一?

11. 根据前面学过的知识, 试编写一个语句最少、最简单, 且有一定意义的 FORTRAN 95 程序? 试上机编辑、编译、构建和运行。

12. FORTRAN 95 语句划分为哪几类? 试解释每类语句的功能。

13. FORTRAN 95 规定了哪种源程序书写格式? 简要说明这种书写格式。

14. FORTRAN 95 为什么废弃了固定书写格式?

15. FORTRAN 95 规定标志符有哪些? 它们在书写格式中有何作用?

16. FORTRAN 95 规定最大续行数为多少?

17. FORTRAN 95 规定在什么情况下接续行首字符必须是续行标志符?

18. 何谓数据? 数据如何分类? 试举例说明。

19. 何谓定点数和浮点数? 试分别解释其特点。

20. 何谓数据类型? 试解释其性质。

21. 数据类型与数据对象有何异同点? 两者有何关系?

22. FORTRAN 95 主要有哪些数据类型?