

## 第 1 章 FORTRAN 语言简介

FORTRAN 是目前国际上广泛流行的一种高级语言，适用于科学计算。FORTRAN 是英文 FORmula TRANslation 的缩写，意为“公式翻译”。它是为科学、工程问题中的那些能够用数学公式表达的问题而设计的语言，主要用于数值计算。

这种语言简单易学，因为可以像抄写数学教科书里的公式一样书写数学公式，它比英文书写的自然语言更接近数学语言。

学习目标：

- ◆ FORTRAN 的发展历史
- ◆ FORTRAN 的新发展
- ◆ FORTRAN 语言的特点

### 1.1 FORTRAN 的发展历史

FORTRAN 语言至今已有 40 多年的历史，但仍经久不衰，始终是数值计算领域所使用的主要语言。FORTRAN 语言问世以来，根据需要先后推出了很多版本。

第一代 FORTRAN 语言是在 1954 年提出来的，称为 FORTRAN I。它于 1956 年在 IBM 704 计算机上得以实现。最初的目的是想开发一种容易理解、简单易学又能像汇编一样高效运行的语言，开发取得了极大的成功。FORTRAN 语言作为第一种高级语言不仅是一次创新，也是一次革命。

它使程序员摆脱了使用汇编语言冗长乏味的负担，而且它使得不再只有计算机专家才能编写计算机程序，任何一名科学家或工程技术人员，只要稍加努力学习和使用 FORTRAN，就能按自己的意图编写出用于科学计算的程序。

正因为 FORTRAN 满足了现实的需要，所以它传播得很快，在传播和使用过程中不可避免地产生了多种版本。各种 FORTRAN 语言的语义和语法的规定又不完全一致，这给用户带来了极大的不便。用户迫切希望有能在各种机型上互换通用的 FORTRAN 语言。

因此 FORTRAN 语言的标准化工作变得十分迫切。1962 年 5 月，当时的美国标准化协会 ASA (American Standard Association) 成立了工作组开展此项工作，1966 年正式公布了两个美国标准文本：标准基本 FORTRAN X3.10-1966 (相当于 FORTRAN II) 和标准 FORTRAN

X3.9-1966 (相当于 FORTRAN IV)。

美国标准化协会在 1976 年对 FORTRAN X3.9-1966 进行了修订,基本上把各厂家行之有效的功能都吸收了进去,此外又增加了不少新的内容,1978 年 4 月美国标准化协会正式将它作为美国国家标准公布,即 ANSI X3.9-1978 FORTRAN,称作 FORTRAN77。

1980 年, FORTRAN 77 被接受为国际标准,即“程序设计语言 FORTRAN ISO 1539-1980”,这种新标准并不是各非标准 FORTRAN 的公共子集,而是自成一体的新语言。我国制订的 FORTRAN 标准基本采用了国际标准(即 FORTRAN 77),于 1983 年 5 月公布执行,标准号为 GB3057-82。FORTRAN 77 还不是完全结构化的语言,但由于增加了一些结构化的语句,使 FORTRAN 77 能用于编写结构化程序。此外,还扩充了字符处理功能,使 FORTRAN 不仅可用于数值计算领域,还可以适用于非数值计算领域。

因为 FORTRAN 77 有明显的局限性,为了引入一些新的功能,适应语言的发展,ANSI 在 1991 年通过了 FORTRAN 90 新标准 ANSI X3.198-1991,相应的国际化标准组织的编号为 ISO/IEC1539:1991。新的 FORTRAN 标准废弃了过时的严格的源程序书写格式,改善了语言的正规性,并提高了程序的安全性,功能有更大的扩充,是一个能适应现代程序设计思想的现代程序设计语言。

随着其他程序设计语言的迅速发展, FORTRAN 语言不再是唯一适用的程序设计语言。然而,尽管在一些特殊领域,使用其他程序语言更为合适,但在数值计算、科学和工程技术领域, FORTRAN 仍具有强大的优势。其强大的生命力在于它能紧跟时代的发展,不断更新标准,每次新的版本推出都在功能上有一次突破性进展。

FORTRAN 90 不仅仅是将已有的语言进行标准化,更重要的是发展了 FORTRAN 语言,吸取了其他语言的一些优点。所以,虽然 FORTRAN 语言历史悠久,但仍在日新月异地发展。

随着巨型计算机(向量机和并行机)的异军突起,出现了新的高性能 FORTRAN 语言——HPF。它是 FORTRAN 90 的一个扩展子集,主要用于分布式内存计算机上的编程,可以减轻用户编写消息传递程序的负担。HPF1.0 的语言定义是在 1992 年的超级计算国际会议上提出的,正式版本是在 1993 年公布的。其后几年的会议上又对它进行了修改、重定义、注释等工作,于 1997 年发布了 HPF2.0 语言定义。FORTRAN 95 包含了许多 HPF 的新功能。在 FORTRAN 90 出现之前,在并行机上运行程序需要结合专门的矢量化子程序库,或者依赖 FORTRAN 编译系统进行自动矢量化。而在 FORTRAN 90 推出之后,程序员在编程时可有目的地控制并行化。

在程序设计语言层出不穷的今天,学习 FORTRAN 语言的意义在于继承传统和紧跟时代。不仅一些爱好者推崇 FORTRAN 语言,而且科学计算编程的专家也认为,科学与工程相关专业的学生应该采用 FORTRAN 而非 C 和 C++编程。这是因为, FORTRAN 90 具有 C++所有的重要功能,然而 C 语言主要是用于微机上的廉价开发,而 FORTRAN 的目的是为了产生高效的、最优化运行的可执行程序。用 FORTRAN 编写的大型科学计算软件较 C 语言编写的通常要快一个量级,其程序编写更为自然和高效,且易学易懂。尤其是在高性能并行计算逐渐成为时代必然的今天,巨型机甚至微机和工作站都有了多处理器,其串行机上的线性内存模式已不再适用,而只有 FORTRAN 具备处理相应问题的标准并行化语言,其独特的数组操作充分体现了它的先进性。

## 1.2 FORTRAN 的新发展

1992 年, FORTRAN 90 作为 ANSI 标准发表, 这一版本增加了以下新特性:

- 1) 自由格式源代码输入以及小写的 FORTRAN 关键字。
- 2) 模块将有关联的过程和数据组合在一起, 使它们可以被其他程序单元调用, 包括允许限制一些模块的特定部分访问。
- 3) 极大地改善了参数传递机制, 允许在编译时检查接口。
- 4) 通用过程的用户自定义接口。
- 5) 派生 / 抽象数据类型。
- 6) 可以在表达式和赋值语句中按整体操作数组 (或数组节), 因此极大地简化了数学和工程计算。这些特性包括整体、部分和通配的数组赋值 (比如用 WHERE 语句做选择性赋值)、数组常数和表达式、用户定义的数组函数和数组构造。
- 7) 通过 ALLOCATABLE 属性、ALLOCATE 和 DEALLOCATE 语句动态内存分配。
- 8) POINTER 属性、指针赋值和 NULLIFY 语句便于创建和操作动态数据结构。

1995 年, FORTRAN 95 发布, 与 FORTRAN 90 相比较来说, 这一版增加了以下全新的功能:

- 1) FORALL 语句与结构。
- 2) 纯 (PURE) 过程。
- 3) 逐元 (ELEMENTAL) 过程。
- 4) WHERE 结构的扩展。
- 5) 默认初始化。
- 6) NULL 固有函数。
- 7) CPU\_TIME 固有子例行程序。
- 8) 固有函数 CEILING、FLOOR、MAXLOC、MINLOC 的扩展。
- 9) 可分配数组的动态去分配。
- 10) 名称列表输入里面的注释。
- 11) 最小域宽格式说明。
- 12) 用于支持 IEEE 754/854 浮点运算标准的某些修改。

2003 年, FORTRAN 2003 发布, 与 FORTRAN 95 相比增加了以下新特性:

- 1) 增强了派生类型: 带参数的派生类型, 改善了控制的可操作性, 改善了结构化的创建和释放。
- 2) 支持面向对象编程: 扩展类型和继承、多态、动态类型分配, 以及类型绑定过程。
- 3) 改善了数据操作: 可分配的组件 (编入 IEEE TR 15581), 延期的类型参数, VOLATILE 属性, 在数组构造和分配语句中显式定义类型, 增强的指针, 扩展的初始化表达式, 增强的内部过程。
- 4) 增强的输入输出: 异步传输, 流访问, 用户指定派生类型的传输操作, 用户在格式转

换时指定舍入控制，为连接前单元指定常数，FLUSH 语句，关键字的规范，访问错误信息。

5) 过程指针。

6) 支持 IEEE 浮点算法和浮点异常处理（编入 IEEE TR 15580）。

7) 与 C 语言的交互性。

8) 支持国际化：可访问 ISO 106464 字节字符和在格式化的数字输入输出中选择数字或者逗号。

9) 与宿主操作系统增强的集成：访问命令行参数，环境变量和处理器错误信息。

2008 年，FORTRAN 2008 发布，这一版对 FORTRAN 2003 进行了一些小幅度的改动，本书后面章节将对 FORTRAN 2008 的新特性给予详细介绍。另外，由于 FORTRAN 2008 相比较 FORTRAN 2003 而言改动不大，所以本书的主要讲解版本为 FORTRAN 2003，请读者在学习的时候注意。

### 1.3 FORTRAN 语言的特点

FORTRAN 语言从产生发展到现在，有着很强的生命力，在各种高级语言如 C++、Java、Delphi、C# 等层出不穷的今天依然占有重要的地位，这与 FORTRAN 语言的优点有密切的关系。下面对 FORTRAN 语言的主要特点进行简要介绍。

1) FORTRAN 容易学习，语法简明严谨。FORTRAN 语法的最大特性就是接近数学公式的自然描述，可以直接对矩阵和复数进行运算，特别适合做矩阵数组运算，在计算机里具有很高的执行效率。因此 FORTRAN 非常适合科学计算，至今仍然是最主要的科学计算语言。现在很多的商用工程软件，如著名的有限元软件 ANSYS、MAC 等就是用 FORTRAN 来编制核心算法的。

2) FORTRAN 历史悠久，从其开发出来以后就一直在做数值计算，长时间以来，FORTRAN 产生了一大批高效、严格、成熟的函数库和软件包，在做数值计算的时候这些可以直接拿来使用，而没有必要用 C 或 C++ 再写一遍，这是一笔巨大的资源，对工程技术人员来说，会省时省力。另外，Intel 等成熟的 FORTRAN 编译器，有助于将 FORTRAN 代码在计算机上高效地优化编译，产生比同样的 C/C++ 更快的执行代码。现在主流的高性能计算和并行库大多是基于 FORTRAN 的。

3) FORTRAN 运算速度要快于 C++ 语言。这在大的工程计算软件中可以提高运行效率，降低成本。

另外，需要看到的是，FORTRAN 只是在数值计算领域比其他语言有较强的优势，但是，FORTRAN 的其他高级特性，比如指针就没有 C/C++ 那样灵活。而且，FORTRAN 的应用范围局限于做算法、做核心部件，而 C 则有广阔的适用空间。从上面的介绍可以看出，如果想要做工程计算的话，那么 FORTRAN 是首选语言。