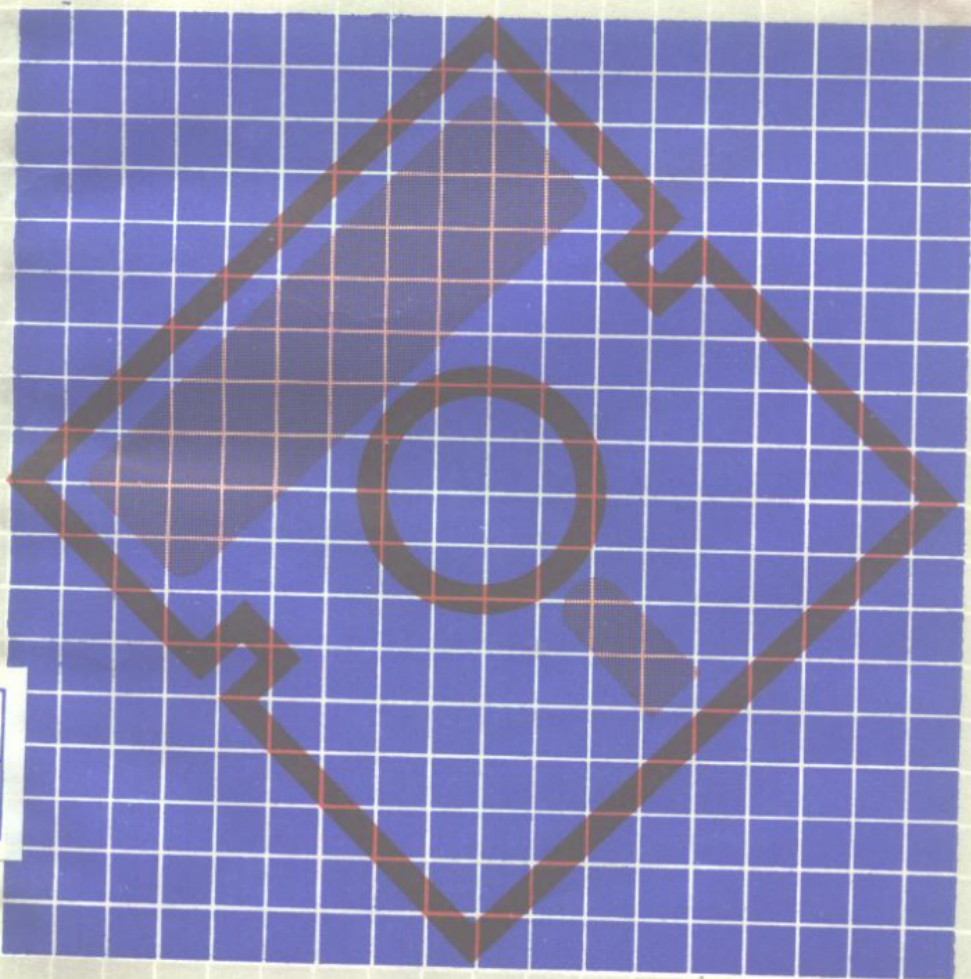


沈祖梁 潘根民 编

IBM-PC FORTH语言



上海交通大学出版社

IBM-PC
FORTH 语言

沈祖梁 潘根民 编

上海交通大学出版社

内 容 简 介

FORTH语言是一种有系统自扩充能力的语言，它将栈(stack)向用户开放，系统设置双态结构：解释状态和编译状态，采用虚拟贮存技术。FORTH系统以“字典”为基础，用户可以任意设计“字”来扩充这个字典，还可以设计一套词汇，从而扩充FORTH系统的功能。FORTH系统占用内存空间小，执行速度惊人地快，在图像处理、数据库管理、过程控制、数据采集分析等领域里有着广阔的应用前景。

本书分上下两篇介绍了FORTH语言。上篇以运行于IBM-PC/XT机上的PC/FORTH 2.0为背景，介绍了FORTH语言基本概念和方法。PC/FORTH 2.0采用FORTH系统的最新标准——83标准，它自带8086汇编，并能很方便地调用操作系统功能。下篇系统地介绍了PC/FORTH 2.0版的内容，包括运行在PC-DOS 2.0(或更高版)之下的扩充部分。下篇中还包括了PC/FORTH 2.0字集。本书中的PC/FORTH模型码和FORTH.SCR源文件供读者在学习FORTH过程中参考。

本书可供计算机工作者、大专院校计算机专业学生和自学者参考阅读。

IBM-PC

FORTH语言

上海交通大学出版社出版

(淮海中路1984弄19号)

新华书店上海发行所发行

浙江上虞汤浦印刷厂排版

上海交通大学印刷厂印装

开本 787 × 1092 毫米 1/32 印张 11.375 字数 249000

1988年2月第1版 1988年3月第1次印刷

印数：1—5500

ISBN7-313-00102-9/TP3 科技书目：167-287

定价：1.90 元

目 录

上篇 FORTH 语言入门

第一章 概论	3
§ 1.1 FORTH 语言发展概况	3
§ 1.2 FORTH 语言特点	4
§ 1.3 PC/FORTH	9
第二章 栈、逆波兰表示法	11
§ 2.1 栈	11
§ 2.2 逆波兰表示法	22
第三章 算术运算和逻辑运算	31
§ 3.1 单精度数与双精度数	31
§ 3.2 算术运算	42
§ 3.3 逻辑运算	49
§ 3.4 数基	53
第四章 FORTH 程序设计基础	56
§ 4.1 字的定义与编译	56
§ 4.2 定义的其他说明	59
§ 4.3 程序编辑	63
第五章 流程控制	74
§ 5.1 循环结构	74
§ 5.2 条件控制结构	82
第六章 常量、变量与数组	99
§ 6.1 常量、变量	99

§ 6.2 数组	109
----------------	-----

下篇 PC/FORTH 2.0 用户指南

第一章 PC/FORTH 简介	119
§ 1.1 概貌	119
§ 1.2 PC/FORTH 的启动	122
§ 1.3 用 PC/FORTH 写程序	125
§ 1.4 PC/FORTH 的虚拟贮存	130
§ 1.5 多任务	132
第二章 屏幕编辑	134
§ 2.1 PC/FORTH 全屏幕编辑	134
§ 2.2 简易屏幕编辑	139
第三章 PC-DOS 2.0 文件和记录接口	142
§ 3.1 PC-DOS 2.0 文件和记录接口	142
§ 3.2 编译 PC-DOS 2.0 接口	153
§ 3.3 PC-DOS 2.0 文件属性	153
§ 3.4 接口命令介绍	155
§ 3.5 功能接口原语介绍	158
§ 3.6 文件和记录接口词汇	159
§ 3.7 PC-DOS 2.0 访问原语	164
§ 3.8 PC-DOS 2.0 接口调用举例	166
第四章 访问操作系统设施	169
§ 4.1 在 PC-DOS 之下, 使用 FDOS 调用 系统功能表	170
§ 4.2 在 CP/M-86 之下, 使用 FDOS 调用 系统功能表	174

第五章 PC/FORTH 的内部结构	177
§ 5.1 PC/FORTH 运行时间系统的内存图	177
§ 5.2 “冒号”定义字典格式	178
§ 5.3 “CODE”定义字典格式	179
§ 5.4 “CONSTANT”定义字典格式	180
§ 5.5 “VARIABLE”定义字典格式	181
§ 5.6 “USER”定义字典格式	182
§ 5.7 “VOCABULARY”定义字典格式	183
§ 5.8 保证单元与向量	184
§ 5.9 显示驱动器参数	186
第六章 PC/FORTH 80 汇编	188
§ 6.1 装入汇编	188
§ 6.2 使用汇编	189
§ 6.3 局部标号	192
§ 6.4 汇编操作	193
§ 6.5 汇编助记符	196
第七章 PC/FORTH 控制结构	205
§ 7.1 IF...THEN 结构	205
§ 7.2 IF...ELSE...THEN 结构	206
§ 7.3 DO...LOOP 结构	207
§ 7.4 DO...+ LOOP 结构	208
§ 7.5 BEGIN...AGAIN 结构	209
§ 7.6 BEGIN...UNTIL 结构	210
§ 7.7 BEGIN...WHILE...REPEAT 结构	211
§ 7.8 CASE...OF...ENDOF...ENDCASE 结构	211
第八章 PC/FORTH 2.0 字集	214

§ 8.1 符号说明	214
§ 8.2 PC/FORTH2.0 字集	215
第九章 PC/FORTH 模型码	262
附录 I PC/FORTH 错误信息	316
附录 II PC/FORTH 2.0 字功能索引	318
附录 III 屏幕文件 FORTH.SCR 的注释和源文件 ...	330
§ 1 注释	330
§ 2 FORTH.SCR 源文件	332

上 篇

FORTH 语言入门

第一章 概 论

§ 1.1 FORTH 语言发展概况

1969年,美国工程师查理斯·莫尔(Charles·Moore)创立了FORTH语言。当时,查理斯·莫尔受聘于美国佛吉尼亚州的国立无线电天文台,为中型计算机控制无线电望远镜设计控制系统。莫尔在短时间内用FORTH语言完成了各种控制程序的设计工作。FORTH语言也就随着无线电望远镜传到了欧美各国,成为天文界广泛使用的计算机语言。1976年国际天文学会决定采用FORTH作为天文台自动化语言。

FORTH语言出现后,很快就在世界各地流传开了。1976年,欧州FORTH程序设计师组织了“欧州FORTH用户协会”(European FORTH User's Group),简称EFUG。该组织在1977年制定了一套FORTH语言标准,即FORTH-77标准。随着微型计算机的广泛普及,1978年,美国的FORTH程序设计师们也成立了一个名叫FORTH Interest Group的组织,简称FIG。到1982年,FIG的会员遍及世界,达2400人之多。FIG组织为推广、普及FORTH语言做了大量工作,其中的一项重要工作就是使FORTH语言标准化。该组织先后提出了FORTH-78、FORTH-79和最新的FORTH-83标准,不断地使FORTH严密、完善。

现在,许多微型计算机上都配置了FORTH语言。如

Apple、IBM-PC/XT 等机种上都运行了 FORTH 语言。特别是在我国拥有大量用户的 IBM-PC/XT 机上已开始运行 FORTH-83 标准。

§ 1.2 FORTH 语言特点

FORTH 语言以它新一代的机计算机语言的独特风格，越来越引起大家的注意。FORTH 语言的系统内核小，执行速度快，有系统扩充能力，移植方便，灵活性高。这些特点使 FORTH 在系统软件、应用软件、数据库、图像处理、自动控制、通信、情报检索等领域有着广阔的前景。

FORTH 语言具有如下特点：

1.2.1 采用栈技术与逆波兰表示法

FORTH 语言将栈向用户开放，并采用逆波兰记法，从而减少了程序变量；由于程序的目标代码非常紧凑，使得程序的执行速度快、占用贮存空间小。高级语言通常是一个封闭的系统，用户无法观察到机器的处理过程。而在 FORTH 语言中，运行时间的栈内变化，反映了机器的处理过程，人们可以通过干预运行时间栈来控制机器的执行过程，对发掘计算机的潜力，调动机器资源，是非常有用的。

FORTH 系统采用双栈结构：参数栈和返回栈。一般说来，参数栈暂存数据，而返回栈则暂存地址。但是返回栈有时也用来寄存数据。在 FORTH 系统中任何需要操作数的指令都从参数栈顶取走，任何运算结果都送回到参数栈。

使用了栈就允许了逆波兰表示法的使用。这种表示法是将

操作数放在操作符的前面，从左到右进行求值。在逆波兰表示法中不需要使用括号，不存在一种运算优先于另一种运算。因此使语法大大地简化。

下面以一个多项式的计算为例来说明栈与逆波兰表示法的使用：

$$AX^2 + BX + C,$$

将其改写成等价的式子：

$$(AX + B)X + C,$$

用逆波兰表示法将上式写出：

$$A X * B X T * C +.$$

FORTH 从左到右的执行顺序如下：

- (1) 把 A 压入栈；
- (2) 把 X 压入栈；
- (3) 栈顶两项相乘，将积存入栈顶；
- (4) 把 B 压入栈；
- (5) 栈顶两项相加，其和存入栈顶；
- (6) 把 X 压入栈；
- (7) 栈顶两项相乘，其积存入栈顶；
- (8) 把 C 压入栈；
- (9) 栈顶两项相加，结果存入栈顶。

这九个操作步骤能用九个地址的地址流的编译代码来表示。并不需要通用寄存器、累加器或其他结构。这是 FORTH 速度快、功能强、适应性好的关键所在。

1.2.2 解释状态和编译状态

FORTH 系统是一个具有解释和编译的双态系统。当在

输入流中遇到一个字时,所采取的动作首先取决于 FORTH 系统对它是执行(解释状态下)还是编译,同时还取决于与该字有关的一些标志。有些字只能在执行时使用,而另有些字只能在编译时使用。

当启动了 FORTH 系统后,首先进入解释状态,等待输入。按从键盘接收到的顺序,立即执行。当遇到“:”时, FORTH 系统就进入编译状态。遇到“;”时,走出编译状态,回到解释状态。当完成对一个新字定义编译后,将其编入字典,以供使用。

在编译输入中的字必须在字典里能够找到。如在字典里找不到输入的字, FORTH 系统就将其按当前数基转换成数。如转换成功,该数被编译直接插入,在执行时压入参数栈;如转换失败,编译就中止。

FORTH 字典中有些字带有“优先”标志,即使在编译状态下遇到这些字,它们也会立刻被执行。

FORTH 系统的这种“双态”结构容易引起初学者的误解。他们认为来自磁盘的程序文件必须是源正文,然后再对它们进行编译,结果生成目标代码。但 FORTH 系统基本上没有划分输入流是来自键盘还是来自磁盘。因此从磁盘输入的文件内容当然可以是立即执行的字或将被编译成目标程序的定义。

1.2.3 字与字典

FORTH 语言是以字典为基础的。字典内记录的字组成了一个实用的 FORTH 系统。在用 FORTH 系统写程序时,所有使用到的字都必须是在当前字典内的。FORTH 字典内的字大致可以分成以下几类:

(1) 栈操作;

- (2) 存贮访问;
- (3) 算术与逻辑运算;
- (4) 比较操作;
- (5) 控制操作;
- (6) 终端 I/O 操作;
- (7) 磁盘 I/O 操作;
- (8) 输入的扫描与转换操作;
- (9) 输出格式化操作;
- (10) 显示操作;
- (11) 定义字;
- (12) 系统接口操作。

除了上述的基本系统字外,用户还可由字的定义把自己需要的字编入字典,将字典扩充。这在本质上就是扩充了系统。FORTH 系统的基础就是字典。

FORTH 系统的这种自扩充功能构成了它特有的风格,这是其他高级语言无法相比的。用户可用两种手法来扩充自己的 FORTH 系统:一种是所谓的“高级定义”,它是指用字典内已存在的字来定义一个新字,通常我们也称这样的定义为“冒号定义”;另一种是用汇编语言来定义一个新字,这样定义通常称为“CODE”定义。用汇编语言来定义一个新字,可使 FORTH 语言的功能向更高的水平发展。

1.2.4 使用汇编

FORTH 系统自带主机汇编语言,因此在 FORTH 系统内使用汇编语言会感到非常方便,没有像使用标准的汇编语言那样有烦琐的步骤。

FORTH系统的汇编助记符基本与标准的汇编一致。因此在FORTH系统中使用汇编不会有额外的负担。FORTH语言采用逆波兰记法,使用汇编时当然也不例外,即FORTH汇编也是操作数在前,操作符在后。关于FORTH汇编在使用上与标准汇编的微小的不同之处,各种版本的FORTH使用手册内都会有介绍。本书下篇中介绍了PC/FORTH 2.0版的汇编使用。

1.2.5 数的表示法

基本FORTH系统识别16位和32位整数。16位数称为单精度数,32位数称为双精度数。这里位(bit)是指二进制码的位数。FORTH系统的数都是用二进制补码表示的,当一个数在栈内时,它的左边最高有效位是符号位,其余位为数的值。

单精度数存入存储器中时,低地址中存放低8位,高地址中存放高7个有效位及符号位。如图1.2.1所示。

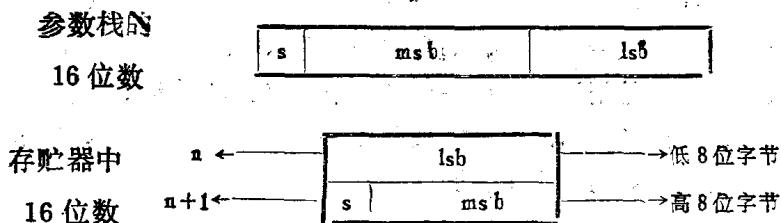
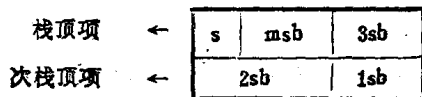


图 1.2.1

其中,lsb 表示 8 个低有效位,msb 表示 7 个高有效位,s 表示符号位。

栈内双精度数要占去两个栈元(每个栈元 16 位),那末双精

度数在存储器内得占去四个字节。如图 1.2.2 所示。



双精度数在栈内

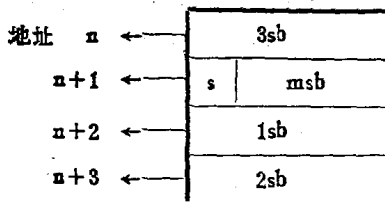


图 1.2.2 双精度在存储器数内

除了上面列出的几点, FORTH 语言还有许多独到之处, 如采用虚拟贮存技术, 操作系统功能调用, 文件与记录接口等。这些在本书各章节中有详尽的介绍。

§ 1.3 PC/FORTH

PC/FORTH 是运行在 IBM-PC/XT 机上的 FORTH 语言。本书以 PC/FORTH 为对象叙述讨论 FORTH 语言。由于 PC/FORTH 采用 FORTH-83 标准, 因此在有些方面较以前有所扩充或改进。下面就 PC/FORTH2.0 版的扩充部分作一简单叙述。本书的下篇详尽地讨论了 PC/FORTH2.0 版。

1. 文件处理

在 PC-DOS2.0 下工作, FORTH 系统完全支持路径名。可选用不在同一目录中的屏幕文件, 也可以修改当前子目录。

2. 运行其他程序

在 PC-DOS2.0 下工作的 FORTH 系统,如果有足够的 RAM 空间,就可直接装入和运行扩展名为 .COM 或 .EXE 的文件。执行完毕后仍然回到 FORTH 系统。

3. 编辑

全屏幕编辑程序 EDITOR.BIN 是一个完善的 FORTH 屏幕文件的编辑程序。在 FORTH 系统的执行状态下可直接调用。

4. DOS2.0 接口

文件 DOSINT.SCR 中提供了完整的 PC-DOS2.0 文件和记录接口程序。它支持一个文件中从 1~65535 个字节间的任何记录的输入/输出、子目录的生成、更改与删除。

5. 操作系统功能调用

在 PC/FORTH2.0 版中可访问大部分的 PC-DOS 的功能。调动功能的字是 FDOS,它已被加入到字典中。FDOS也可访问 CP/M-86 操作系统。

6. 多任务

PC/FORTH2.0 版允许一个前景任务和 10 个背景任务的同时执行。当前景任务等待键盘时,以轮流的方式来控制背景任务。