

中国计算机技术培训网统编教材

IBM PC FORTRAN

77

程 序 设 计 语 言

童明生 编 杨惠民 审

北京科学技术出版社

2
1

IBM PC FORTRAN 77

程序设计语言

童明生 编著



北京科学技术出版社

018073

IBM PC FORTRAN 77

程序设计语言

童明生 编著

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门外南路19号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京通县马驹桥印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 16.5印张 378千字

1989年3月第二版 1989年3月第二次印刷

印数3301—6950册

ISBN 7-5304-0083-5/T·10 定价5.00元

内 容 提 要

FORTRAN 77是FORTRAN语言的最新版本。本书介绍IBM FORTRAN 77程序设计语言及其程序设计方法,还具体介绍FORTRAN 77语言在IBM PC机上的使用。全书共分九章。前七章介绍 IBM FORTRAN 77语言的内容和在IBM PC机上编译FORTRAN程序的过程与步骤。第八章介绍在IBM PC机上开发使用FORTRAN程序的一些深入课题。第九章包括应用程序示例和一些FORTRAN语言常用算法程序。

本书不仅能满足一般学习FORTRAN 77语言的需要,还能满足在IBM PC机上进行各类工程科技计算、数据处理及企业管理方面的实际需要。本书编写力求深入浅出、通俗易懂,有较多的例题,实用性强。可作为计算机学习班和大专院校教材,也可用作自学教材,供各级工程技术人员,大专院校师生及自学者学习使用。

JS41/25

前 言

FORTRAN 77语言是在以前FORTRAN版本的基础上发展扩充而成,在信息处理能力、输入/输出功能,改善程序结构方面都有较大的改进。因而,进一步加强了FORTRAN语言作为现代通用计算机语言的地位。

FORTRAN 77语言包括两级:全集语言和子集语言。FORTRAN 77子集语言包含有FORTRAN 77增加的主要新功能。

本书内容总括起来可分为两方面:

第一, FORTRAN 77语言部分,即IBM FORTRAN 77(下简称FORTRAN 77),这是本书的主要内容。FORTRAN 77是标准FORTRAN 77的超子集,它完全包括了标准FORTRAN 77子集,并吸收了大部分标准FORTRAN 77全集特征的内容,即FORTRAN 77包括了标准FORTRAN 77所增加的主要新功能。同时还扩充了标准FORTRAN 77所没有的部分功能。

第二,详细介绍了在IBM PC机上建立和编译FORTRAN程序的过程与步骤;在IBM PC机上进行大程序的科技计算;开发或移植大的FORTRAN程序;解决内存不够;提高运算速度;建立应用程序库等问题。

作者参阅了大量国外最新出版的关于FORTRAN 77的书稿资料,结合作者多年教学和科研编写程序的经验编写成本书。对FORTRAN 77语言的新功能,采用结合选编相当数量例题的方法,较详尽地阐明其内容及程序设计的步骤与技巧。全书共分九章。第一章介绍FORTRAN 77语言程序设计初步;第二章详细介绍了FORTRAN数学库和在IBM PC机上用软盘和硬盘分别编译FORTRAN 77程序的过程与步骤;第三章至第七章是FORTRAN 77的主要内容;包括计算和控制语句,主程序、函数和子程序,程序间数据联系的语句,输入/输出系统(包括文件系统),编译元命令等;第八章介绍库管理程序,覆盖技术,应用程序库的建立及大型FORTRAN程序的编译等深入课题。书中还列举了具体例子叙述覆盖技术,建立应用程序库的实施步骤。这些对于有兴趣在IBM PC机上开发FORTRAN程序软件的读者是有所裨益的;第九章内容为应用程序示例和一些用FORTRAN语言编写的常用算法程序。它们均在IBM PC机上调试通过,附有例题和计算结果。书中对标准FORTRAN 77功能扩充的有关部分内容以IBM PC FORTRAN编译程序2.00版本为依据。

本书附录A列出了IBM FORTRAN 77与标准FORTRAN 77之间的详细差别。事实上,一个标准FORTRAN语言版本在某种机型上实现总带有与标准版本不同的某些差别,但这并不妨碍FORTRAN语言的通用性。而且,这种“差别”往往可能显示着FORTRAN语言发展的迹象。书中附录B列出的“错误信息”为在IBM PC机上对FORTRAN程序的编译,运行查错,进行调试提供了方便。

在我国四个现代化的进程中,计算机和计算技术的推广使用具有重要的地位。目前微型机在我国的推广使用发展得甚为迅速,当前条件下,在微型机上开发使用FORTRAN程序解决科学和工程技术上中、小型计算问题是件有意义的工作。希望本书的编写能尽微薄之

力。

本书既可作为学习 FORTRAN 77 语言的入门读物，也兼顾了 FORTRAN 程序软件深入开发的课题。对于初学者可先学习 FORTRAN 77 语言及上机操作实习部分，需要时以后再学习其它深入的内容。本书既可作为计算机培训班教材，亦可作为大专院校 FORTRAN 语言课的教材或参考书。

本书的编写是按中国计算机技术培训教材编审委员会的要求进行的。该编审委员会主任周明德同志审阅过本书部分初稿，提出过宝贵意见。全书最后由编委杨惠民同志审阅。在编写过程中还得到北京工业学院计算中心领导和同志们的关心。在作者出国去美期间，计算中心副主任宋汉涛副教授在繁忙中帮助审校了样稿，对本书的出版给予了积极的支持。薛福任同志协助了第九章算法程序的调试工作。在此谨向他们表示深切的感谢。

由于编者的水平有限，错误缺点在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 FORTRAN 77语言初步··· 1	\$5.3 等价语句····· 114
§1.1 程序结构····· 1	\$5.4 保留语句····· 118
§1.2 数据类型····· 6	习题····· 118
§1.3 数组和数组元素····· 12	第六章 输入/输出系统····· 120
§1.4 表达式····· 16	§6.1 记录和文件····· 120
§1.5 基本输入/输出语句····· 22	§6.2 关于文件连接的语句····· 124
§1.6 内部函数引用····· 32	§6.3 读/写语句详述····· 128
习题····· 33	§6.4 关于文件定位的语句····· 135
第二章 如何编译FORTRAN	§6.5 关于文件应用的例子····· 138
程序····· 35	§6.6 编辑描述符····· 145
§2.1 IBM FORTRAN 数学库····· 35	§6.7 输入/输出表和格式说明的相
§2.2 如何编译FORTRAN程序····· 38	互作用····· 155
§2.3 用Batch文件进行编译····· 43	§6.8 走纸控制····· 157
§2.4 源程序列表文件····· 44	习题····· 158
习题····· 48	第七章 编译元命令····· 160
第三章 计算和控制语句····· 49	§7.1 \$DEBUG元命令和
§3.1 赋值语句····· 49	\$NDEBUG元命令····· 160
§3.2 无条件转移语句····· 53	§7.2 \$DO 66元命令····· 161
§3.3 条件语句····· 53	§7.3 \$INCLUDE元命令····· 162
§3.4 计算转移语句····· 56	§7.4 \$LINESIZE元命令····· 164
§3.5 标号赋值语句和赋值转移语句····· 58	§7.5 \$LIST元命令和\$NOLIST元命令····· 164
§3.6 停语句和暂停语句····· 59	§7.6 \$PAGE元命令和
§3.7 循环语句和继续语句····· 60	\$PAGESIZE元命令····· 165
§3.8 块条件控制语句····· 69	§7.7 \$STORAGE元命令····· 165
习题····· 85	§7.8 \$TITLE元命令和
第四章 主程序、函数和子程序····· 90	\$SUBTITLE元命令····· 166
§4.1 概述····· 90	§7.9 \$FLOATCALLS元命令和
§4.2 语句函数····· 91	\$NOFLOATCALLS元命令····· 167
§4.3 函数····· 93	§7.10 \$STRICT元命令和
§4.4 子程序····· 98	\$NOSTRICT元命令····· 168
§4.5 外部语句····· 102	§7.11 \$MESSAGE元命令····· 168
§4.6 内部语句····· 104	习题····· 169
§4.7 关于哑实结合····· 106	第八章 深入的课题····· 170
习题····· 108	§8.1 库管理程序····· 170
第五章 程序块间数据联系语句····· 110	§8.2 覆盖技术····· 176
§5.1 数据初值语句····· 110	§8.3 编译和连接一个大的程序····· 180
§5.2 公用语句····· 111	§8.4 内存的组织····· 182

习题.....	183
第九章 程序应用和常用算法程 序.....	184
§9.1 程序应用举例.....	184
一、 带有汉字输出的学生成绩管理程序...	184
二、 文字排序的“冒泡”分类法程序.....	187
§9.2 常用算法程序.....	189
一、 二分法求方程的根.....	189
二、 最速下降法求非线性方程组的根.....	192
三、 拉格朗日插值.....	194
四、 抛物分段插值.....	196
五、 辛卜生法计算一重积分.....	198
六、 龙格-库塔法求解常微分方程.....	200
七、 主元素消去法解线性代数方程组.....	203

八、 雅可比方法求实对称矩阵的特征值和特征 向量.....	205
九、 伪随机数的产生.....	210
十、 线性规划问题的单纯形解法.....	216
附录A 内部函数.....	221
附录B IBM FORTRAN和 ANSIFORTRAN 77 之间的差别.....	224
附录C 错误信息.....	227
附录D ASCII 代码——字符对 照表.....	239
主要参考文献.....	240

第一章 FORTRAN 77语言初步

§ 1.1 程序结构

为了对FORTRAN程序有一个粗略的认识, 我们首先从一个简单的例子入手。

一、程序简例

已知三角形各边为A, B, C, 写出计算三角形面积的FORTRAN程序。
求三角形面积的公式是

$$S = \sqrt{P(P-A)(P-B)(P-C)}$$

其中p是三角形的半周长, 即

$$P = \frac{1}{2} (A+B+C)$$

计算的FORTRAN程序为:

```
C AN EXAMPLE OF FORTRAN PROGRAM
PROGRAM AREA
READ (•, 200) A, B, C
200 FORMAT (F5.2, F5.2, F5.2)
P = (A+B+C) / 2.0
S = SQRT(P * (P-A) * (P-B) * (P-C))
WRITE (•, 300) A, B, C, S
300 FORMAT (1X, 4F6.3)
STOP
END
```

下面对这个程序作简单的说明, 使初学者对FORTRAN程序的基本成分和结构有一个初步的印象与了解。表1-1给出了程序中的变量名与实际计算问题中的量的关系。

表1-2给出了程序中的公式与数学公式间的对应关系。

在程序中的变量名是由程序员自己起的名字。变量是程序运算的对象。对每个变量编译程序要给它在内存在中安排一个地方用以存放它的值。由上面的表格我们可以看到, 在FORTRAN语言中的变量名和计算公式几乎与实际数学中的量与公式一样或者类似。这是FORTRAN语言方便于计算的一个重要因素。

表 1-1

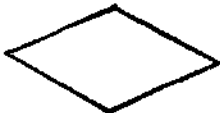
程序中的变量名	数学公式中的量
A, B, C	三角形的边长A, B, C
P	三角形的半周长P
S	三角形的面积S

表 1-2

程序中的公式	数学公式
$(A+B+C)/2.0$	$\frac{1}{2}(A+B+C)$
$SQRT(P*(P-A)*(P-B)*(P-C))$	$\sqrt{P(P-A)(P-B)(P-C)}$

在上面的公式中, $\sqrt{x}$ 是数学中的开方, 而在程序中的相应运算为内部函数 $SQRT(X)$ 。SQRT在英语中就是开方的意思。这种内部函数的引用很方便, 只要在x处代之以变量、数值

表 1-3 程序框图及其功能

功 能 说 明	框 图
表示运算、处理加工的步骤或者是说明。例如计算公式可写在此框中。	 (1)
表示条件判断, 形成程序分支。条件写在框内, 在分支的流程线上写“是”或“否”, “真”与“假”等等。	 (2)
表示输入/输出操作。输入的数据或打印的计算结果写入此框。	 (3)
表示程序的循环。循环控制变量的初值, 终值和步长可写入此框。	 (4)
表示程序的开始或结束。可以填上主程序、子程序或函数过程的名, 或写上开始或结束的字样。	 (5)
流程线。表示程序的流向, 来龙去脉。	 (6)
框图中的连接点。表示程序间流向的衔接, 常用在大的复杂的框图中。连接点成对出现, 其中填上相同的数码字。	 (7)

或表达式就能自动对其值进行开方运算。现在我们对程序逐行予以说明，同时给出计算过程的程序框图（图1-1）。程序框图能直观地描绘和反映计算的流程，一些常用的标准框图及其功能如表1-3所示。

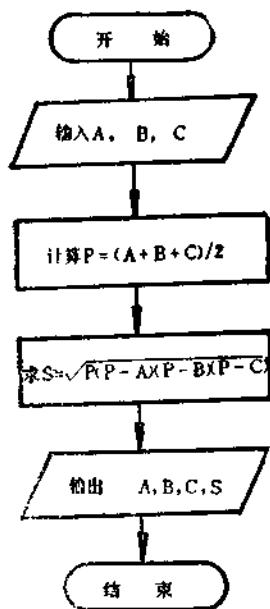


图 1-1

三部分：

语句标号	续行标志	语句部分
↓	↓	↓
可有可无	可有可无	一定有

第三，从功能来看，一个FORTRAN程序一般有三个部分：

- ①提供计算的初始数据。例如上述程序中的第二行。
- ②计算部分。例如上述程序中的第五、六行。
- ③输出计算结果部分。例如上述程序中的第七行。

下面介绍FORTRAN的基本概念和术语。

二、字符集

FORTRAN语言同自然语言有些类似，有组成它自己语言的基本字符。FORTRAN源程序可由下面三类基本字符构成：

- ①字母：由英语字母A到Z的52个大写和小写字母构成：A~Z，a~z。
- ②数字：0，1，2，3，4，5，6，7，8和9。
- ③特殊字符：除上述字母、数字外的其他ASCII码字符（American Standard Code for Information Interchange——美国信息交换标准码）。

下面仅就常见的符号列简表如下：

符号	可供用途	例
=	赋值号	$X=3$
+	正号, 加号	$+5, X+Y$
-	负号, 减号	$-b, X-Y$
•	星号, 乘号	$A \cdot B$
/	斜线, 除号	A/B
,	逗号	A, B, C (分隔变量名)
.	小数点	3.2
(	左括号	$(A+B)$
)	右括号	$(A+B)$

IBM FORTRAN字符集的排序遵从ASCII码的排序。IBM FORTRAN一般不区分大小写字母。例如下面的名字是一样的:

ABCDE abcde AbcDe

三、行和列

FORTRAN源程序书写为一系列的行, 每行有80列, 仅前72列上的字符认为是有意義的。行由上往下自然排列。每个字符位于行的一个列, 即一个空格位上。一行分为三个区, 其各列的功能如下:

列号	作用
1~5	写语句标号或注释行标志
6	写续行标志
7-72	写源程序语句

四、语句和行

一个语句开始写的那一行称为初始行。一个语句可由一个初始行直到19个续行构成, 字符数可达1320个。初始行的1-5列可以是空的或者有一语句标号。续行区即第6列为空或为零表示不续行, 续行的标志是在第6列上填上一个非零和非空格的任何字符, 且1到5列必须是空的。第一列字母为“C”或星号(•)的程序行, 或者整行为空格的行都是注释行, 它主要用来说明程序的内容和用途, 提高程序的可阅读性。注释行的内容可以从2列到72列上书写, 它没有续行, 其内容若在一行上写不完, 可另标一注释行继续写。不能在初始行和续行之间插入一个注释行。下面是带有续行的一个赋值语句:

```

续行区
↓
初始行 ← 0X = (A+B) • (C/D) •
续行   ← 1SIN (A • B) + COS (C • D) •
续行   ← 2SQRT (C+D)

```

其右边的计算公式较长,所以续写为三行。该计算式表示的数学式子是 $(a+b) \left(\frac{c}{d}\right) \sin (a$
 $b) + \cos (cd) \cdot \sqrt{c+d}$ 。

五、语句标号

一个语句标号由1到5位数字组成,空格和数字前的零无意义。标号可写在1到5列的标号区内。在同一个程序单位内不允许有相同的语句标号。标号的范围是从1到9999。其数码字仅仅表示标号,无大小、顺序的含义。语句标号主要供其它语句引用。

六、程序单位

FORTRAN程序是块结构的,它由一个或多个程序单位构成。在IBM FORTRAN中程序单位包括有主程序和辅程序,辅程序又有子程序辅程序和函数辅程序之分,通常称它们为子程序和函数。

子程序必须以子程序语句SUBROUTINE 作为开始的语句,并以END 语句结束。函数辅程序必须以函数语句FUNCTION 作为开始的语句,并以 END 语句结束。

主程序的标志可分为两种情形:

第一、以主程序语句作为开始的语句,并以END语句作为结束语句。

第二、没有主程序语句,以除掉子程序语句和函数语句以外的任何语句作为开始的语句,并以END语句结束。

凡符合上述两种规定之一的程序单位均为主程序。一个FORTRAN源程序必须有也只能有一个主程序,另外可加上一个或多个辅程序构成,也可以没有辅程序。主程序和辅程序的先后位置可以任意。

主程序和辅程序的程序体部分一般由若干说明语句和可执行语句组成。

下面是一种最简单的FORTRAN程序。

```
PROGRAM NULL
• -----
• -----
• -----
END
```

该程序以主程序语句开始,以 END 语句结束,中间程序体是三个注释行。该程序正如程序名“NULL”所表明的是一个“空”程序,执行该程序实际上什么也没有做。

七、语句顺序

IBM FORTRAN要求在一个程序单位内的语句和行有一定的顺序,其规则如下:

①子程序语句 (SUBROUTINE), 函数语句 (FUNCTION) 和主程序语句 (PROG

RAM) 必须出现在一个程序单元的第二个语句。

②格式语句可以出现在子程序语句, 或函数语句, 或主程序语句以后的任何地方。

③所有说明语句都必须出现在DATA语句, 语句函数定义语句和可执行语句的前面。

④在说明语句范围内, 隐含说明语句 (IMPLICIT) 又必须在其它说明语句之前。

⑤所有DATA语句必须在语句函数定义句前。

⑥元命令 \$DO36和 \$STORAGE必须出现在所有其它语句的前面。其它各种元命令可以出现在程序单元中的任何地方。

在一个程序单位内语句行的顺序可见表1-4。

表 1-4 语句行的顺序

\$DO 66, \$STORAGE 元命令			
PROGRAM, FUNCTION或SUBROUTINE语句		其它元命令	注释行
IMPLICIT 语句	FORMAT语句		
DATA 语句			
语句函数定义句			
可执行语句			
END 语句			
空 格 行			

说明: 表 1-4 中各种语句行按照上述规则由上往下顺序出现在一个程序单元中。表中的注释行, 其它元命令和 FORMAT 语句可分别出现在它左边各类语句和行的任何地方。例如, 注释行可出现在 PROGRAM 语句的前后。

§ 1.2 数据类型

数据是程序加工或运算的对象。为适应科技计算和数据处理的需要, 在 FORTRAN 中对数据进行了分类定义。在 IBM FORTRAN 中有四种基本数据类型。

类型 { 整型
实型 (单精度型和双精度型)
逻辑型
字符型

一、常 数

1. 整型常数

一个整型数据在机器内由一串十进制数字组成，其前可带符号，也可不带符号。例如下列常数

+9 +123 -123 -32768
0 5 000123 32768

是正确的书写形式。而

59 和 223,562 34×10^2

则是错误的写法。

2. 实型常数 (单精度)

实型常数分为基本实型和指数型两种。

(1) 基本实型

有如下三种：

形 式	例 子
a, b	-0.84 +3.56 3.14159
a.	-5. +63. 9000.
±·b	-.68 +.19 .0056

其中a表示可带符号的数字序列，b是无符号的数字序列。

(2) 指数型

指数型常数是由基本实型加上一个指数部分或者由整型常数加上指数部分构成。

例如，

+1.000E-2 1.E-2 1E-2
+0.01 100.0E-4 .0001E+2

实型数指数部分是由字母E加上1到2位带符号整型数组成，正号可以省写。其指数为E后的整数值。例如，

2E12 2.E-12 2E+12 2E0 分别表示实数
 2×10^{12} 2×10^{-12} 2×10^{12} 2×10^0

3. 双精度型常数

双精度实常数同E型数据的组成形式一样，只不过指数部分的字母E换成字母D。也就是一个双精度型常数由一个整常数跟一个指数部分组成。

例如，

678D+12 +2.123456789D-2
321.5D-7 .00012345D+2
+0.0000000001D0 -1D-2

双精度常数中指数部分的含义同于E型数据。例如，

1.132D+2 表示 1.132×10^2
2.D-2 表示 $2. \times 10^{-2}$

双精度常数的指数部分是由字母D或d后跟1至3位带符号的整型数组成。正号可以省略，整型值的变化范围是：

-307 ~ +308

4. 逻辑型常数

不象整型数和实型数有多种多样的表示形式，逻辑型常数只有两种：.TRUE.和.FALSE.，它们分别表示逻辑值“真”和“假”。.FALSE.的内部表示是全零的字，.TRUE.的内部表示最低有效位是1而其他位是全零的字。

5. 字符常数

字符型数据是一串ASCII码字符串，其长度是字符串中所含字符的个数。一字符型常数是由撇号括起来的一个或多个字符构成，字符数称为其长度，必须在1到127个字符之间。空格字符有意义，算在字符数之内。每个字符占1个字节内存。一对连续的双撇号代表一个撇号字符。下面是一些字符常数的例子：

```
'A' 'HELLO' 'HeLp'  
'A very long CHARACTER constant'  
''
```

最后一个常数是4个撇号表示一个撇号字符。

二、变 量

变量是一种运算的数据，其值在运算中可以变化。变量名是以FORTRAN名命名的。

1. FORTRAN名

FORTRAN名用来表示用户或系统定义的变量、数组、函数、子程序或主程序。

FORTRAN名由字母为首的1到1320个数字字母串组成。但仅前6个字符用作有效的定义名。空格也可以出现在FORTRAN名中，但没有意义。在程序中使用6个字符以上的FORTRAN名，从而增加程序的可读性。例如，可用TEMPERATURE命名一个变量，意思是温度，含义清楚，可读性好。但编译程序仅取前6个字符为有效的定义名。下面是一些变量名的例子：

```
X ABC B12 ZOOA ARRAY
```

而下面的字符串：

```
1X 441B DJS-8 Q(1)
```

不能用作变量名。

在一个程序单元中一个变量只能有一个名字，不同的变量不能同名。变量命名一般以简洁，易于记忆、识别为好。例如：变量名PI, THETA, LAMDA, AREA, SPEED则可表示常数 π 、变量 θ 、 λ 、面积、速度等函数。

2. 变量的类型和类型说明语句

与数据类型对应，在IBM FORTRAN中也有四种变量类型：整型、实型（单精度型和双精度型），逻辑型和字符型。各种类型数据占有内存的要求可总结为表1-5。其中左例是各种数据类型说明，右例是相应类型数据占有的存储量。

在程序中按照一定规则指明变量的类型。

(1) 隐式说明规则

若不加以显式说明，凡以字母I, J, K, L, M, N为开头字母的变量名称为整型变量，否则称为实型变量。这一规则可简称为I-N隐式规则。例如：

```
I J K L1 MAX NUMBE
```

表 1-5

类 型	存储量 (字节)
LOGICAL	2 或 4
LOGICAL *2	2
LOGICAL *4	4
INTEGER	2 或 4
INTEGER *2	2
INTEGER *4	4
CHARACTER	1
CHARACTER *n	n
REAL	4
REAL *4	4
REAL *8	8

均是整型变量。

X Y A1 B2 TEMP

均为实型变量 (单精度)。

若要改变上述的隐式说明, 则可以使用下述的类型说明语句。

(2) 显式类型说明语句

用类型说明语句来规定数据类型称为显式说明。显式说明优于隐式说明。一个数据名, 一经显式说明后, 它的隐式说明失效。类型说明语句的格式如下:

类型说明 (名字表)

其中类型说明是表1-5左例中的任何一项, 名字表中的项目可以是变量名、数组名、外部函数名或语句函数名。项目间用逗号分开。

表1-5类型说明中星号(*)后的2, 4, 8和n分别规定了相应语句所说明的变量所占内存的字节数, 称为长度说明。

① 整型说明语句

INTEGER *2 A, SUM, ALPHA

INTEGER *4 X, TEMP, BETA

INTEGER B, C

END

第一个语句说明的整变量A, SUM, ALPHA各占2个字节的内存。第二个语句说明的整变量X, TEMP, BETA各占4个字节的内存。第三个语句说明的整变量B, C各占4个字节的内存。

经INTEGER语句说明的变量可以是占2个或4个字节的内存, 它取决于\$STORAGE元命令是否出现在程序中, 若不出现, 则所说明的整变量占4字节内存, 若出现, 其具体规定参见第七章。

一个占两字节的整型数的范围为

-32767到32767

一个占四字节的整型数的范围为