

实用科技PASCAL程序集

福建科学技术出版社

实用科技 PASCAL 程序集

诸乃雄 沈德和 叶顺能译

卢新波 审校

福建科学技术出版社

1986年·福州

责任编辑：陈仲健

实用科技PASCAL程序集

诸乃雄 沈德和 叶顺能 译
卢新波 审校

*

福建科学技术出版社出版

(福州得贵巷27号)

福建省新华书店发行

福建新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 12.625印张 272千字

1986年8月第1版

1986年8月第1次印刷

印数：1—2,200

书号：15211·81

定价：2.25元

序

本书有关的想法和素材是在我为大学二至四年级的工科学生执教期间逐步形成和积累起来的。十四年来，我在课堂教学中所使用的计算机语言起初是FORTRAN，后来是BASIC，接着又改为目前教学上最为理想的语言——PASCAL。

书中所有的PASCAL程序都是在一台Z-80微型计算机上研制的。操作系统是CP/M Life boat 2.2版本。源程序是用Micropro公司的Wordmaster文本编辑程序编写的，并用Pascal/M进行编译。大部分程序也可以在其他PASCAL编译系统下提供使用，其中包括Pascal/MT⁺，Pascal/Z与JRT Pascal的CP/M版本，及DEC-20计算机的PASCAL编译程序。

本书用同一台Z-80计算机的Wordstar文本编辑系统进行写作和编辑，该系统也是Micropro公司的产品。PASCAL源程序是直接从源文件编入书稿的，图中的计算机输出结果也以同样方式编入书稿。要做到这一点，只要在CP/M操作系统下作一改动，使打印机的输出结果写到一块存贮区就行了。最终提交给SYBEX出版公司的书稿保存在磁性数据载体上，且符合照相排版的格式，因此不需要把它再打印出来。

我真诚地感谢Rudolph Langer 和Douglas Hergert在

本书写作过程中提供了有益的帮助和建议，并感谢 Ashok Singh 为书稿、特别是数学表达式作了校对。

Alan R. Miller

1981.5

前 言

编写本书的目的有二：一是帮助读者熟练使用PASCAL语言；二是建立一个程序库，用它来解决科技中经常遇到的问题。

PASCAL语言有许多与其他程序设计语言不同的特点，尤其长变量名和分程序结构，在科学计算上特别好用。利用它编出的程序清晰而又精巧。例如，如果我们使用SUM-X-SQUARED和NO-CHANGE这样的标识符，而不使用较短的符号，源代码就较容易理解。PASCAL还提供了比一般BASIC和FORTRAN语言更多样的重复语句。PASCAL语句FOR I:=1 TO N DO...相当于BASIC的FOR...NEXT循环语句和FORTRAN的DO...CONTINUE语句。除此之外，PASCAL还有WHILE...DO和REPEAT...UNTIL两种另外的重复语句。

本书作者多处采用与其他高级语言（如FORTRAN、BASIC和ALGOL等）共有的一些语言成分，而放弃使用PASCAL的更为精巧的技术。例如，使用数组而不用记录。这样可使本书提及的各种算法便于转换成其他语言。

如果读者主要是对本书的PASCAL程序感兴趣，可不必担心查找上的困难。作者已经清楚地标明包含程序、过程或函数的各有关章节。但本书是按照从头读到尾的顺序来构思的，每一章都对后继章节中再次用到的方法进行讨论和研究。在给出每个程序之前，总是先按条理说明程序的数学算

法，对大多数程序还给出实例的输出结果。

为方便初学PASCAL语言的读者，在附录中编入PASCAL的语法概述、标准函数和保留字。但是，希望读者通过对程序本身的认真研究来获得本书从教学中总结出来的真实经验。

目 录

第一章	PASCAL编译程序的评估	(1)
一	浮点运算的精度与范围	(1)
二	测试浮点运算的PASCAL程序	(2)
三	PASCAL SIN和COS函数	(6)
四	测试SIN函数的PASCAL程序	(6)
五	其他PASCAL函数	(8)
六	外部文件	(13)
七	10的幂函数	(15)
八	计算10的幂的PASCAL程序	(17)
第二章	平均值与标准偏差	(24)
一	平均值	(24)
二	标准差	(26)
三	平均值与标准差的PASCAL程序	(28)
四	随机数	(32)
五	PASCAL函数: 随机数发生器	(32)
六	评估随机数发生器的PASCAL程序	(34)
七	PASCAL函数: 高斯随机数发生器	(37)
八	评估RANDG的PASCAL程序	(39)
第三章	向量和矩阵运算	(42)
一	标量和数组	(42)
二	向量	(43)
三	矩阵	(47)

四	矩阵乘法的PASCAL程序	(51)
五	行列式	(56)
六	计算行列式的PASCAL程序	(57)
七	逆矩阵和矩阵除法	(59)
第四章	线性方程组的联立解	(61)
一	线性方程及联立解	(61)
二	用克莱姆法则解方程组	(63)
三	巧用克莱姆法则的PASCAL程序	(67)
四	用高斯消去法解方程组	(72)
五	高斯消去法的PASCAL程序	(76)
六	用高斯—约当消去法求解	(83)
七	高斯—约当消去法的PASCAL程序	(85)
八	多重常数向量与矩阵求逆	(95)
九	高斯—约当消去法的PASCAL程序, 方案二	(97)
十	病态方程	(108)
十一	解希尔伯特矩阵的PASCAL程序	(110)
十二	联立方程的最佳拟合	(114)
十三	最佳拟合解的PASCAL程序	(115)
十四	复系数方程组	(121)
十五	复系数联立方程组的PASCAL程序	(124)
十六	高斯—塞得尔迭代法	(131)
十七	高斯—塞得尔方法的PASCAL程序	(133)
第五章	曲线拟合程序的展开	(143)
一	主程序	(144)
二	打印机绘图程序	(152)
三	模拟的曲线拟合	(159)
四	曲线拟合算法	(162)

五	相关系数	(168)
六	处理模拟数据的最小二乘曲线拟合的PASCAL 程序	(170)
第六章	分类	(177)
一	处理实验数据	(177)
二	泡沫分类法	(178)
三	泡沫分类和TSTSORT程序	(179)
四	含有交换过程的泡沫分类	(183)
五	希尔分类	(185)
六	希尔—梅兹纳分类	(186)
七	快速分类	(188)
八	递归的快速分类	(188)
九	非递归的快速分类	(191)
十	将分类过程并入曲线拟合程序	(192)
第七章	一般的最小二乘曲线拟合	(197)
一	抛物线拟合	(197)
二	抛物线最小二乘曲线拟合程序	(198)
三	其他方程的曲线拟合	(206)
四	应用矩阵方法的曲线拟合程序	(209)
五	可调多项式次数的程序	(218)
六	热容量方程的计算程序	(226)
七	蒸气压方程的计算程序	(231)
八	三元方程	(235)
九	蒸气状态方程的计算程序	(236)
第八章	用牛顿法求解方程	(248)
一	牛顿法公式推导	(248)
二	牛顿法的第一个程序	(253)

三	求解其他方程的程序	(263)
四	蒸气压方程计算程序	(267)
第九章	数值积分	(269)
一	定积分	(269)
二	梯形法	(270)
三	由用户输入小块数目的梯形法程序	(273)
四	改进梯形法程序	(275)
五	终点校正梯形法程序	(279)
六	辛普生积分法程序	(282)
七	终点校正辛普生法程序	(287)
八	龙贝法	(290)
九	龙贝法求积程序	(291)
十	一个积分限为无穷大的函数	(297)
十一	无穷函数的可调分块积分程序	(297)
第十章	非线性曲线拟合方程	(304)
一	有理函数的线性化	(304)
二	克劳辛系数的有理函数拟合程序	(305)
三	指数方程的线性化	(312)
四	铜内锌扩散指数曲线拟合程序	(313)
五	指数方程的直接解法	(319)
六	非线性指数曲线拟合程序	(321)
第十一章	高级应用	(330)
一	正态累积分布函数	(330)
二	高斯误差函数	(333)
三	用辛普生法计算高斯误差函数的程序	(335)
四	用无穷级数展开式计算高斯误差函数的 程序	(338)

五	误差函数的补数	(342)
六	计算误差函数补数的程序	(342)
七	更快的误差函数计算法程序	(347)
八	Γ 函数	(350)
九	Γ 函数的计算程序	(352)
十	贝塞耳函数	(355)
十一	第一类贝塞耳函数的计算程序	(357)
十二	第二类贝塞耳函数的计算程序	(361)
程 序		
程序1—1	浮点运算的测试程序	(2)
程序1—2	SIN函数的测试程序	(6)
程序1—3	LN和EXP函数的测试程序	(8)
程序1—4	有二个自变量的反正切函数程序	(10)
程序1—5	反正弦函数程序	(11)
程序1—6	反余弦函数程序	(11)
程序1—7	反正弦和反正切函数的测试程序	(12)
程序1—8	计算10的幂函数程序	(19)
程序2—1	平均值与标准差的计算程序	(28)
程序2—2	生成随机数的PASCAL函数程序	(32)
程序2—3	检查随机数发生器的程序	(34)
程序2—4	生成正态分布随机数的函数程序	(38)
程序2—5	检查高斯随机数发生器的程序	(39)
程序3—1	矩阵乘法程序($A = X^T X$, $G = YX$)	(51)
程序3—2	3×3 矩阵的行列式计算程序	(57)
程序4—1	按克莱姆法则求解三元线性方程组	
	程序	(68)
程序4—2	用高斯消去法求联立解程序	(76)

程序4—3	用高斯—约当消去法求解联立方程 组程序.....	(86)
程序4—4	高斯—约当过程程序.....	(89)
程序4—5	用高斯—约当法求逆矩阵及解联立方程 (可输入多重常数向量) 程序.....	(99)
程序4—6	求解病态方程组程序.....	(111)
程序4—7	线性方程组的最佳拟合程序.....	(116)
程序4—8	复系数方程组的联立解程序.....	(124)
程序4—9	用高斯—塞得尔法解线性方程组程序.....	(134)
程序5—1	最初的曲线拟合程序.....	(144)
程序5—2	含有RANDOM的曲线拟合程序.....	(147)
程序5—3	绘图过程程序.....	(153)
程序5—4	模拟线性拟合的LINFIT过程程序.....	(160)
程序5—5	修改后的WRITE—DATA过程程序.....	(160)
程序5—6	当前的主程序.....	(161)
程序5—7	产生最小二乘拟合的过程LINFIT程序.....	(165)
程序5—8	完整的曲线拟合程序.....	(171)
程序6—1	泡沫分类过程和驱动程序.....	(180)
程序6—2	泡沫分类程序的改进: 包含独立的SWAP 过程程序.....	(184)
程序6—3	希尔分类过程程序.....	(186)
程序6—4	递归的快速分类程序.....	(189)
程序6—5	非递归的快速分类程序.....	(192)
程序7—1	抛物线最小二乘拟合程序.....	(199)
程序7—2	应用高斯—约当消去法的抛物线最小二乘 拟合程序.....	(211)
程序7—3	可调多项次数的拟合程序.....	(218)

程序7—4	热容量方程的GET—DATA和LINFIT 过程程序·····	(227)
程序7—5	蒸气压方程的GET—DATA和LINFIT 过程程序·····	(231)
程序7—6	蒸气状态方程的程序·····	(237)
程序8—1	第一种版本的牛顿法程序·····	(253)
程序8—2	可检查零斜率的牛顿法程序·····	(259)
程序8—3	使用牛顿计数器的牛顿法程序·····	(262)
程序8—4	$e^x = 4x$ 的FUNC过程程序·····	(264)
程序8—5	计算 $\sin(x) = x/10$ 的过程程序·····	(265)
程序8—6	计算 $\sin(x) = x/10$ 的第二种FUNC过程 程序·····	(266)
程序9—1	梯形法程序·····	(273)
程序9—2	改进的梯形法程序·····	(275)
程序9—3	函数DFX及具有端点校正的TRAPEZ过 程程序·····	(279)
程序9—4	辛普生法求面积程序·····	(282)
程序9—5	具有终点校正的辛普生过程程序·····	(288)
程序9—6	龙贝法程序·····	(291)
程序9—7	可调整分块的龙贝积分程序·····	(298)
程序10—1	用两个多项式之比拟合克劳辛系数 程序·····	(305)
程序10—2	线性化指数方程的最小二乘拟合程序·····	(313)
程序10—3	非线性指数函数的最小二乘拟合程序·····	(321)
程序11—1	用辛普生法求高斯误差函数程序·····	(335)
程序11—2	用无穷级数展开式求解高斯误差函数 程序·····	(339)

程序11—3 计算误差函数及其补数程序·····	(343)
程序11—4 误差函数的非迭代计算程序·····	(347)
程序11—5 Γ 函数的计算程序·····	(353)
程序11—6 第一类贝塞尔函数计算程序·····	(358)
程序11—7 第二类贝塞尔函数计算程序·····	(363)
附录·····	(367)

第一章 PASCAL编译程序的评估

引 言

为了了解PASCAL语言的效果如何，我们必须清楚地知道所使用的编译程序有哪些局限性。对于本书所提供的这种科技应用程序尤其是这样。为此，本章将提供一些评估PASCAL编译程序的精度与动态范围的方法。书中提到的例子，是从几个商用PASCAL编译程序中提取出来的。

我们将通过考察一些PASCAL函数(对数函数、指数函数及三角函数)来评估编译程序，用这种方法我们将看到现有编译程序的一些不足之处。我们还要研究测试PASCAL函数的方法，推导一些在标准PASCAL编译程序中不存在的函数。

一 浮点运算的精度与范围

书中的某些程序对PASCAL浮点运算的精度和动态范围很敏感。例如，在一个程序中当特定项小于有关容差时，运算将终止。写成表达式为：

$$\text{TERM} < \text{TOL} \cdot \text{SUM}$$

式中TERM是新项的值，SUM为当前的总和，TOL是一个称为容差的任意小值。

容差的取值不能超出浮点运算的精度范围，这一点很重要。否则累加过程将永无止境。例如，当浮点运算的精度为六位有效数时，其容差的取值应大于 10^{-6} 。

指数的动态范围是另一种指标。按一般二进制，浮点运算精度为32位。而BCD浮点程序包却具有更大的动态范围。

下面将提供检查编译程序的精度与动态范围的PASCAL程序。我们将分析几个编译程序的输出，并以此为例说明尾数精度与指数精度的情况。

二 测试浮点运算的PASCAL程序

程序1—1可用来确定PASCAL编译程序的精度与动态范围。建立并执行此程序，取X的初值为 $\frac{1}{3} \times 10^{-4}$ 。然后，一连串越来越小的X值被求出，并在控制台上显示出来。每一个后继值由上一个值乘以0.1得到。这一过程可反复进行到40个值被打印出来，或者遇到一个浮点错误而终止程序运行。

程序1—1 浮点运算的测试程序

```
PROGRAM TEST(OUTPUT);  
(* test range of floating point numbers *)  
VAR  
  I:INTEGER;  
  X:REAL;  
BEGIN  
  WRITELN;  
  X:=1.0E-4/3.0;  
  FOR I:=1 TO 40 DO
```