

常用时间序列分析软件包

商务出版社

张建中 周琴芳等编著

TISA



51.7191
522

常用时间序列分析软件包

张建中 周琴芳 编著
应显勋 史久恩

气象出版社

内 容 简 介

常用时间序列分析软件包 (TISA) 包括时间序列时域分析和频域分析中最常用的一些方法, 算法及其相应的 FORTRAN 源程序。它由八部分组成: 常用代数计算和概率计算; 常用数图输出; 统计检验和回归计算; 时间序列的统计模拟; 时间序列的数字滤波; 时间序列的谱分析; 时间序列的相关分析和 AR-MA 模型; 时间序列分析计算中的组合模块。

TISA 中的 FORTRAN 源程序便于移植, 易于使用和扩充, 可用于具有 FORTRAN4 或 FORTRAN77 编译系统的大、中、小型计算机及中、高档微型计算机。

本书可作为从事科学和工程计算的数值计算人员和科技工作者的工具书, 也可作为高等院校有关专业的教学参考书。

常用时间序列分析软件包

张建中 周琴芳 编著
应显勋 史久恩

责任编辑 黄丽荣

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京印刷一厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 19.625 字数: 472千字

1986年8月第一版 1986年8月第一次印刷

印数: 1—3,000

统一书号: 13194·0277 定价: 4.55元

前 言

时间序列分析是概率统计中的一个重要分支。近二十多年来，它在理论研究、数字处理和实际应用各个方面都得到了迅速的发展。时间序列分析对动态数据处理提供的模型、方法和算法，在科学技术、工农业生产和经营管理等各个领域都有着广泛的应用，因而受到国内外的普遍重视。随着计算机的普及和社会信息化程度的日益增长，时间序列分析必将愈来愈显示出它的重要性。

时间序列分析可分为“时域（相关）分析”和“频域（谱）分析”两部分。这两类统计分析方法，在科学研究和实际应用中相互补充，极为重要。目前国内尚未见到较为系统地讨论时间序列分析计算方面的书籍，也缺乏一套与之相应的易于使用的计算机软件。本书收集了时间序列分析中常用的一些模型、方法和算法，并给出了我们研制的与其相应的时间序列分析软件包(Time Series Analysis)。希望本书中提供的TIS A能为时间序列分析在科学技术、经营管理、统计教学等各个领域中的实际应用提供方便，避免程序研制中出现的重复性劳动，缩短程序设计和实际计算过程的周期，提高计算机的使用效率。

本书分两部分，由90多个经过优化处理的子程序组成。第一部分为时间序列分析的服务程序，第二部分为时间序列分析常用程序。

由于编者水平有限，缺点错误在所难免，欢迎读者批评指正。

引 言

为便于读者更好地掌握和使用本书TISA中的程序,下面分别就TISA的特点、程序中使用的符号,以及本书的编写格式加以说明。

TISA的特点

TISA是一个通用的时间序列分析软件包,具有如下特点:

1. 积木结构 TISA由例程序SUBROUTINE,函数子程序FUNCTION和供调试、维护、举例说明用的主程序MAIN PROGRAM组成。根据时间序列分析中各个模型的具体要求,象积木那样,TISA把几个或几十个子程序有机地组成一个组合模块,完成该模型的计算全过程。TISA的总体结构是“子程序—组合模块—软件包”。TISA既向读者提供解决时序统计模型的闭式组合模块,如隐含周期识别、提取的组合模块TTIE-HP,平稳时间序列统计分析组合模块TTSAST,自回归滑动平均模型ARMA识别、估计和检验的组合模块TTARMA等,同时也向读者提供完成某些单一功能的开式计算子程序,如用富氏变换计算时序功率谱的子程序TTSDF,进行时序自相关函数计算的子程序TTACF和互相关函数计算的子程序TTCCF等。

2. 易于使用 为方便读者使用TISA中的各个程序,在程序的变元中,设有各类不同的选择参数和控制参数。只要读者掌握着这些参数的意义,能适当选取它们的数值,便可提高TISA中程序处理实际问题、选择算法和增加或减少计算结果输出的能力。

当利用TISA中的组合模块处理一些实际问题时,对广大读者来讲,只需要掌握如何使用与自己问题有关的组合模块,如模块对输入数据的存放要求,选择自己要求的有关参数等,无需知道该组合模块的处理细节,特别是该模块所用的方法和算法的选取以及如何实现等。

3. 便于移植 TISA是用P-FORT编制的,只准使用标准FORTRAN中规定的46种符号,严格禁用任一系列计算机上特有的扩充语句。由于P-FORT是美国国家标准FORTRAN的一个可移植的子集,在多数具有FORTRAN编译系统的计算机上,包括一些中、高档微机上都是可用的。因此,TISA便于移植,有着广泛的可用性。

4. 解题规模 TISA并未对读者所解问题的规模直接提出限制。求解一个时间序列分析问题所需计算机存贮量的多少,随问题的规模和所用算法的不同而异,而由读者给定的一些控制参数确定。由此可知,TISA既可在大型计算机上求解一些模型复杂、维数高、数据量大的问题,也可在小型计算机上或中、高档微型计算机上解决中、小型问题。

5. 结果输出 TISA对计算结果用80列的宽行格式输出,以便能在小型和中、高档微机上使用。计算结果以带有说明的图、表输出方式为主,这将更方便对计算结果的直接分析和实际使用。

字 符 说 明

1. 程序名及其类别 按照FORTRAN的规定,TISA中每个子程序的名字由以英文字母开头的不超过6个字符所组成。为便于和其它程序包联用,易于识别、避免混淆,TISA规定子程序名的字母取为T,第二个字符也取为英文字母并用以表示该子程序的类别,其余可任取的1—4个字符为该子程序的实名。

TISA 中的程序分类如下:

(1) TA 代数计算

(2) TB 基本算法

(3) TC 常用数图输出

(4) TD 分布计算

(5) TE 基本参数分析

(6) TF 数字滤波

(7) TG 随机数产生

(8) TH 假设检验

(9) TR 回归分析

(10) TT 时间序列分析

2. 控制参数 TISA 子程序的变元中有一些是控制选择参数。常用的输入控制选择参数有:

NC_i 方法、算法、模型或标准

NM_i 的选择参数

NR_i 回归模型选择参数

NU_i 使用控制水平

NW_i 输出控制水平

这里, i 取为正整数, 表示该参数可选的水平数有 i 种或 $i+1$ 种。读者适当选取它们的数值, 便可提高程序处理问题的能力和灵活性。如使用控制水平 NU_i 可取值 $1, 2, \dots, i$, 表示有 i 种不同的使用控制水平, 且选取的水平数愈高, 可用的程序功能也就愈多。再如输出控制水平 NW_i 可取值 $0, 1, 2, \dots, i$, 表示有 $i+1$ 种不同的输出控制水平, 且水平数愈高, 输出的计算结果也就愈多。

3. 关于FORTRAN4与FORTRAN77 为了使TISA既可在FORTRAN4的编译环境下, 又可在FORTRAN77编译环境下都能顺利运行, 需要且仅仅需要对程序中出现文字常数和与其有关的DATA语句进行必要的修改。如在子程序TCPV中, 出现如下一段需要修改的程序:

```
SUBROUTINE TTIHPF(NW2,N,AX,ALPHA,K1,NM,PA,PB,GAB,AT,AP,KO)
  INTEGER    NW2,N,K1,NM,KO
  REAL       AX(N),ALPHA,PA(NM),PB(NM),GAB(NM),AT(10),AP(21)

C
C702          FOR FORTRAN 77
C77  CHARACTER IA1*1,IA2*1,IAA(78)*1,IAB(78)*1
C77  DATA      IA1,IA2/'-','I'/
C
C402          FOR FORTRAN 4
              INTEGER IAA(78),IAB(78)
              DATA   IA1,IA2/1H-,1H1/
```

显然, 这是在FORTRAN4编译环境下运行的程序。这里出现的注释符C7**或C4**, 分别表示在FORTRAN77或FORTRAN4编译环境下要修改更动的行数。根据这里给出的标志, 不难通过程序自动实现不同编译环境下的修改。

编写格式

本书前一部分为TISA中各个子程序的使用说明和例子, 后一部分给出TISA中各个子程序的FORTRAN源程序。

对每个子程序使用说明的格式如下:

一、名称和参数

给出子程序的名称、类别和完整的参数及其类型说明。

二、功能

简单概括地叙述程序的基本功能和适用范围。

三、参数说明

对程序变元中出现的输入参数、返回参数和工作数组，就其类型、功能、取值大小或存放的元素等分别加以详细说明。力图使读者如何使用程序或组合模块有一个完整而准确的概念。

四、调用程序

说明该程序在计算过程中直接或简接调用的TISA中的程序名。

五、输出语句

使读者明确该程序有、无输出。

六、算法简介

简要叙述程序所使用的计算方法或计算步骤以及程序中所做的某些处理。并列出了有关公式。

七、例题

例举简单个例，给出主程序、原始数据和计算结果，既可帮助读者根据使用说明准确地调用程序，也可用于TISA中各子程序的调试和维护。

目 录

引言

第一部分 时间序列分析的服务程序

第一章	常用代数计算和概率计算	1
§ 1.1	用高斯消去法解线性方程组 (TALGAU)	1
§ 1.2	实正定矩阵的Cholesky分解 (TAMCHO)	2
§ 1.3	矩阵就地转置 (TAMLTR)	3
§ 1.4	多维数据变换 (TAMTRA)	4
§ 1.5	矩阵乘积计算 (TAMULT)	6
§ 1.6	计算乘积多项式的系数 (TAPCOE)	6
§ 1.7	计算多项式的函数值 (TAPFVA)	8
§ 1.8	多项式零点位置的识别 (TAPIDL)	9
§ 1.9	求二次方程的实根 (TARRE2)	12
§ 1.10	求三次方程的实根 (TARRE3)	13
§ 1.11	求四次方程的实根 (TARRE4)	15
§ 1.12	求数据极值 (TAVMAI)	17
§ 1.13	一维数据变换 (TAVTRA)	18
§ 1.14	计算 $\Gamma(x)$ 的自然对数 (TBNLGA)	18
§ 1.15	快速排序 (TBSFGB)	19
§ 1.16	实数据的正弦、余弦变换 (TBTCSG)	20
§ 1.17	实数据的离散富氏变换 (TBTDFIT)	22
§ 1.18	复数据的快速富氏变换 (TBTFFT)	23
§ 1.19	β 分布概率计算 (TDPB)	25
§ 1.20	χ^2 分布概率计算 (TDPCHI)	26
§ 1.21	F分布概率计算 (TDPF)	26
§ 1.22	Fisher分布概率计算 (TDPFIS)	27
§ 1.23	柯尔莫果洛夫-斯米尔诺夫 (K-S) 分布概率计算 (TDPKS)	28
§ 1.24	正态分布概率计算 (TDPN)	28
§ 1.25	t分布概率计算 (TDPT)	29
§ 1.26	β 分布的P-分位点计算 (TDQB)	29
§ 1.27	F分布的P-分位点计算 (TDQF)	30
§ 1.28	正态分布的P-分位点计算 (TDQN)	31
第二章	常用数图输出	32
§ 2.1	整型控制参数输出 (TCDLPI)	32
§ 2.2	实型控制参数输出 (TCDLPR)	32
§ 2.3	数图输出 (TCGRA)	33
§ 2.4	数图输出 (TCGRAT)	34
§ 2.5	数图输出 (TCGRA0)	35
§ 2.6	数图输出 (TCGRA1)	37
§ 2.7	数图输出 (TCGRA2)	38
§ 2.8	数图输出 (TCGRA3)	39

§ 2.9	矩阵输出 (TCPM)	41
§ 2.10	向量输出 (TCPV)	43
§ 2.11	整型数据输出 (TCPVNN)	43
§ 2.12	方差分析表输出 (TCVTAB)	44
§ 2.13	统计检验结果输出 (TCWT)	45
第三章	统计检验和回归计算	46
§ 3.1	随机数据精度分析 (TEAASD)	46
§ 3.2	计算均值、方差和标准差 (TEEDSS)	46
§ 3.3	多维数据基本参数分析 (TEPAM)	48
§ 3.4	一维数据基本参数分析 (TEPA1)	52
§ 3.5	χ^2 频率检验 (THCHIS)	54
§ 3.6	常用统计检验 (THEOH4)	55
§ 3.7	K-S 累积频率检验 (THKS)	61
§ 3.8	K-S 累积频率和 χ^2 频率检验 (THKSCH)	61
§ 3.9	逆序检验 (THRART)	62
§ 3.10	两变量间的广义回归 (TRBTVG)	63
§ 3.11	两变量间的简单回归 (TRBTVS)	67
§ 3.12	计算多元线性回归系数 (TRCMLS)	69
§ 3.13	计算线性回归估值 (TRLRMV)	73
§ 3.14	多变量、多功能逐步回归 (TRMVMF)	74
第二部分 时间序列分析的常用程序		
第四章	时间序列的统计模拟	91
§ 4.1	AR 发生器 (TGAR)	91
§ 4.2	ARMA 发生器 (TGARMA)	92
§ 4.3	MA 发生器 (TGMA)	93
§ 4.4	$N(0, 1)$ 随机数发生器 I (TGNC)	95
§ 4.5	正态随机向量发生器 (TGNCV)	96
§ 4.6	$N(0, 1)$ 随机数发生器 II (TGN12)	98
§ 4.7	均匀分布随机数发生器 (TGRANG)	99
§ 4.8	三角分布随机数发生器 (TGTRIG)	100
§ 4.9	双三角分布随机向量发生器 (TGTTRI)	101
第五章	时间序列的简单滤波	104
§ 5.1	简单数字滤波器 I (TFCDF1)	104
§ 5.2	简单数字滤波器 II (TFCDF2)	106
§ 5.3	加权滤波 (TFCDF3)	108
§ 5.4	等权平滑滤波 (TFCDF4)	109
第六章	时间序列谱分析	113
§ 6.1	隐含周期识别的方差分析方法 (TTANOV)	113
§ 6.2	B-T 互谱分析 (TTCSBT)	115
§ 6.3	隐含周期识别的周期图分析方法 (TTIHPF)	120
§ 6.4	自相关函数和谱密度计算 (TTRCSP)	122
§ 6.5	富氏谱计算 (TTSDFI)	127
§ 6.6	B-T 自谱计算 (TTSPBT)	129

第七章	时间序列的相关分析和ARMA模型	134
§ 7.1	自相关函数计算 (TTACF)	134
§ 7.2	ARMA模型的识别和估计 (TTAMKL)	135
§ 7.3	ARMA的残差、方差和预测值估计 (TTAMRS)	139
§ 7.4	ARMA系数的最小二乘模拟估计 (TTAMS 2)	142
§ 7.5	ARMA模型参数输出 (TTAMW1)	143
§ 7.6	ARMA模型阶数的形成和输出 (TTAMW2)	144
§ 7.7	ARMA (K, L) ($0 < K + L < 3$) 系数的估计 (TTAM12)	145
§ 7.8	AR的识别和估计 (TTAR)	148
§ 7.9	偏自相关函数计算 (TTARPV)	150
§ 7.10	互相关函数计算 (TTCCF)	152
§ 7.11	时序差分 (TTDODS)	154
§ 7.12	时间序列的回归分析 (TTMSLR)	155
§ 7.13	趋势项或周期项提取 (TTREPE)	156
第八章	时间序列的组合模块	158
§ 8.1	隐含周期识别和提取 (TTIEHP)	158
§ 8.2	平稳时间序列统计分析 (TTSAST)	165
§ 8.3	时间序列的平稳性检验 (TTTEST)	171
§ 8.4	平稳时间序列ARMA (K, L) 模型的识别、估计和检验 (TTARMA)	175
附录I	TISA索引	
附录II	TISA (91个程序)	

第一部分 时间序列分析的服务程序

第一章 常用代数计算和概率计算

§ 1.1 用高斯消去法解线性方程组 (TALGAU)

一、名称和参数

```
SUBROUTINE TALGAU(N,AA,AX,EPS,NR)
INTEGER      N,NR
REAL         AA(N,N),AX(N),EPS
```

二、功能

用列主元高斯消去法解线性方程组 $AX = B$ 。

三、参数说明

(1) 输入参数

N 整型数, 线性方程组的阶数。
AA 二维 $N \times N$ 元实型数组, 存放线性方程组的系数 a_{ij} 。
AX 一维 N 元实型数组, 存放自由项 $b_1, b_2, b_3, \dots, b_N$ 。
EPS 实型数, 计算控制参数, 且 $EPS > 0$ 。

(2) 返回参数

AA 二维 $N \times N$ 元实型数组, 存放消元计算后的系数。
AX 一维 N 元实型数组, 存放计算结果 $X_1, X_2, \dots, X_N$ 。
NR 整型数。
NR = 0, 求解成功。
NR > 0, 求解失败。

四、调用程序

无

五、输出语句

无

六、算法简介

略

七、例题

求解线性方程组 $AX = B$, 取 $EPS = 10^{-6}$ 。

其中

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 5 & -4 & 3 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad B = \begin{pmatrix} -4 \\ -12 \\ 11 \end{pmatrix}.$$

8710728

(1) 主程序

```
PROGRAM MAIN
REAL AA(3,3),AX(3)
N=3
EPS=1.0E-6
READ(5,10) AA,AX
10 FORMAT(12F5.0)
CALL TALGAU(N,AA,AX,EPS,NR)
WRITE(6,20) AX,NR
20 FORMAT(//10X,2HX:,3F5.1,5X,3HNR=,13)
STOP
END
```

(2) 计算结果:

$X_1 = 3;$

$X_2 = 6;$

$X_3 = -1;$

$NR = 0.$

§ 1.2 实正定矩阵的Cholesky分解 (TAMCHO)

一、名称和参数

```
SUBROUTINE TAMCHO(N,AX,EPS,NR)
INTEGER N,NR
REAL AX(N,N),EPS
```

二、功能

实正定矩阵的Cholesky分解。

三、参数说明

(1) 输入参数

N 整型数，矩阵AX的阶数。

AX 二维 $N \times N$ 元实型数组，存放矩阵AX的元素。 a_{ij} ，且 $a_{ij} = a_{ji}$ $i, j = 1, 2, \dots, N$ 。

EPS 实型数，计算控制参数，且 $EPS > 0$ 。

(2) 返回参数

AX 二维 $N \times N$ 元实型数组，存放Cholesky分解的计算结果：

$$\begin{pmatrix} b_{11}, a_{12}, \dots, a_{1N} \\ b_{21}, b_{22}, \dots, a_{2N} \\ \dots \dots \dots \\ b_{N1}, b_{N2}, \dots, b_{NN} \end{pmatrix}$$

这里 b_{ij} ($i \geq j$, $i, j = 1, \dots, N$)为下三角矩阵B的元素，且 $AX = B \times B^T$ 。

NR 整型数，

$NR = 0$ ，分解成功；

$NR > 0$ ，分解失败。

四、调用程序

无

五、输出语句

无

六、算法简介

略

七、例题

对实正定矩阵A，求Cholesky分解，

$$A = \begin{bmatrix} 5 & 7 & 6 & 5 \\ 7 & 10 & 8 & 7 \\ 6 & 8 & 10 & 9 \\ 5 & 7 & 9 & 10 \end{bmatrix}$$

(1) 主程序

```
PROGRAM MAIN
REAL AX(4,4)
N=4
EPS=E-6
READ(5,10) AX
10 FORMAT(16F4.0)
CALL TAMCHO(N,AX,EPS,NR)
WRITE(6,20)((AX(I,J),J=1,4),I=1,4)
20 FORMAT(/10X,4F5.1)
WRITE(6,25) NR
25 FORMAT(/10X,3HNR=,I3)
STOP
END
```

(2) 计算结果:

```
2.2  7.0  6.0  5.0
3.1  0.4  8.0  7.0
2.7 -0.9  1.4  9.0
2.2  0.0  2.1  0.7
NR=  0
```

§ 1.3 矩阵就地转置 (TAMLTR)

一、名称和参数

```
SUBROUTINE TAMLTR(N,NM,A)
INTEGER N,NM
REAL A(NM)
```

二、功能

矩阵就地转置。

三、参数说明

(1) 输入参数

- N 整型数，矩阵A的行数。
- NM 整型数，矩阵A的元素数，且NM=N×M，其中M为矩阵A的列数。
- A 一维NM元实型数组，矩阵A的元素排列如下：

$$\begin{aligned}
 &a_{11}, a_{21}, \dots, a_{N1}, \\
 &a_{12}, a_{22}, \dots, a_{N2}, \\
 &\dots\dots\dots \\
 &a_{1M}, a_{2M}, \dots, a_{NM}.
 \end{aligned}$$

(2) 返回参数

A 一维NM元实型数组, 存放矩阵A的转置结果, 元素排列顺序为:

$$\begin{aligned}
 &a_{11}, a_{12}, \dots, a_{1M}, \\
 &a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2M}, \\
 &a_{N1}, a_{N2}, \dots, a_{NM}.
 \end{aligned}$$

四、调用程序

无

五、输出语句

无

六、算法简介

略

七、例题

求矩阵A的转置矩阵

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 3 \\ -2 & 2 & 10 \\ 0 & -1 & -8 \\ -3 & 4 & 6 \end{bmatrix}$$

(1) 主程序

```

PROGRAM MAIN
REAL A(12)
N=3
M=4
NM=N*M
READ(5,10) A
10 FORMAT(12F4.0)
WRITE(6,25) A
25 FORMAT(/10X,3F4.0)
CALL TAMLTR(N,NM,A)
WRITE(6,20) A
20 FORMAT(/10X,4F4.0)

```

(2) 计算结果:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 0 & -3 \\ 4 & 2 & -1 & 4 \\ 3 & 10 & -8 & 6 \end{bmatrix}$$

§ 1.4 多维数据变换 (TAMTRA)

一、名称和参数

SUBROUTINE TAMTRA(NS1,NM4,K,N1,N1M,AX,NT,AT,MY,AY)

INTEGER NS1,NM4,K,N1,N1M,NT,MY

REAL AX(N1M),AT(NT),AY(MY)

二、功能

多维数据变换

三、参数说明

(1) 输入参数

NS1 整型数, x_{kj} 在 AX 中存放格式的控制参数。

NS1=0 时, 数据存放的顺序为:

$x_{11}, x_{21}, \dots, x_{N11},$

$x_{12}, x_{22}, \dots, x_{N12},$

.....

$x_{1M}, x_{2M}, \dots, x_{N1M};$

NS1=1 时, 数据存放的顺序为:

$x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1M},$

$x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2M},$

.....

$x_{N11}, x_{N12}, \dots, x_{N1M}.$

NM4 整型数, 数据变换类型的控制参数。数据 x_{kj} 的变换结果 y_{ki} 存放于 AY 中, 其中

$i=1, \dots, MY, j=1, \dots, M.$

NM4=0, $y_{ki}=x_{ki}$, 且 $MY=M$;

NM4=1, $y_{kj}=x_{kj}, j=1, 2, \dots, M-1.$

$y_{kj+M-1}=x_{kj}^2, y_{kMY}=x_{kM}, MY=2M-1;$

NM4=2, $MY=M*(M+1)/2$, AY 中元素存放格式为:

$x_{k1}, \dots, x_{kM-1}; x_{k1}^2; x_{k2}x_{k1},$

$x_{k2}^2; x_{k3}x_{k1}, x_{k3}, x_{k2}, x_{k3}^2;$

.....;

$x_{kM-1}x_{k1}, \dots, x_{kM-1}x_{kM-2}, x_{kM-1}^2; x_{kM};$

NM4=3, $M=2, MY=2NT+1,$

$y_{kMY}=x_{k1},$

$y_{k2j-1}=\cos(F_j * x_{k2}), j=1, \dots, NT;$

$y_{k2j}=\sin(F_j * x_{k2}), j=1, \dots, NT;$

NM4=3, $M=2, MY=11$, 其变换结果为:

$T, T^2, T^3, T^4, T^{-1}, T^{-2}, \sqrt{T},$

$(\sqrt{T})^{-1}, e^{-T}, \ln T, x_{k1},$

其中 $T=x_{k2}.$

K 整型数, x_{kj} 的第一个下标。

N1 整型数, x_{kj} 的第一个下标的长度。

N1M 整型数, 数组 AX 的元数, 且 $N1M=N1*M, M$ 为 x_{kj} 的第二个下标的长度。

AX 一维N1M元实型数组, 存放数据 $x_{ij}, i=1, \dots, N1, j=1, \dots, M$.

NT 整型数, 数组AT的元数。

AT 一维NT元实型数组, 存放圆频率 $F_1, \dots, F_{NT}$.

MY 整型数, 数组AY的元数。

(2) 返回参数

AY 一维MY元实型数组, 存放变换结果 $y_{kj}, j=1, 2, \dots, MY$.

四、调用程序

无

五、输出语句

无

§ 1.5 矩阵乘积计算 (TAMULT)

一、名称和参数

```
SUBROUTINE TAMULT(M,N,K,A,B,C)
```

```
INTEGER M,N,K
```

```
REAL A(M,N),B(N,K),C(M,K)
```

二、功能

计算矩阵乘积 $C = A \times B$.

三、参数说明

(1) 输入参数

M 整型数, 矩阵A和C的第一个维数。

N 整型数, 矩阵B的第一个维数。

K 整型数, 矩阵B和C的第二个维数。

A 二维 $M \times N$ 元实型数组, 存放矩阵A的元素。

B 二维 $N \times K$ 元实型数组, 存放矩阵B的元素。

(2) 返回参数

C 二维 $M \times K$ 元实型数组, 存放矩阵A和B的乘积矩阵 $C = (c_{il})_{i=1, \dots, M, l=1, \dots, K}$.

$$c_{il} = a_{i1}b_{1l} + a_{i2}b_{2l} + \dots + a_{iN}b_{Nl}$$

四、调用程序

无

五、输出语句

无

§ 1.6 计算乘积多项式的系数 (TAPCOE)

一、名称和参数

```
SUBROUTINE TAPCOE(NW1,N1,AF,M1,BG,K1,CH)
```

```
INTEGER NW1,N1,M1,K1
```

```
REAL AF(N1),BG(M1),CH(K1)
```

二、功能

计算乘积多项式的系数。

三、参数说明

(1) 输入参数

NW1 整型数, 输出控制水平。

NW1 = 0, 无输出。

NW1 = 1, 输出多项式 $F(x)$, $G(x)$, $H(x)$ 的系数。这里,

$$F(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_Nx^N$$

$$G(x) = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \cdots + b_Mx^M$$

$$H(x) = c_0 + c_1x + c_2x^2 + \cdots + c_Kx^K \quad (K = N + M)$$

其中: $a_0, \cdots, a_N$; $b_0, \cdots, b_M$ 为给定常数。

$H(x) = F(x) * G(x)$, $c_0, \cdots, c_K$ 是计算结果。

N1 整型数, 数组 AF 的元数, 且 $N1 = N + 1$ 。

M1 整型数, 数组 BG 的元数, 且 $M1 = M + 1$ 。

K1 整型数, 数组 CH 的元数, 且 $K1 = K + 1$ 。

AF 一维 N1 元实型数组, 存放数据 $a_0, \cdots, a_N$ 。

BG 一维 M1 元实型数组, 存放数据 $b_0, \cdots, b_M$ 。

(2) 返回参数

CH 一维 K1 元实型数组, 存放数据 $c_0, \cdots, c_K$ 。

四、调用程序

无

五、输出语句

根据输出控制水平 NW1, 确定结果的输出。