

C\$DEBUG

CC

C This computer program was copied from the graduate student course
C program of the University of Minnesota. Part of it was re-formu-
C lated to meet the microcomputer environment. Some inappropriate
C expressions were also corrected. The program is used only for the
C teaching purpose. No part of it may be published. You may use it
C as a frame to re-develop your own code for research purpose.

参考书为陶文铨老师的
《数值传热学》第二版。
吴志根联系方式：
wuzhigen@stu.xjtu.edu.cn
QQ:6541918

C -----Instructor of Numerical Heat Transfer, XJTU,1998.12-----

C -----注释者：吴志根, NHT - CFD/EHT 研究中心,2003.7，版权所有-----

C -----联系方式：wuzhigen@stu.xjtu.edu.cn, QQ:6541918-----

CC

C -----MAIN PROGRAM-----

C*****

LOGICAL LSTOP
COMMON/CNTL/LSTOP

C*****

OPEN(8,FILE='RESULT.txt') !输出数据结果文件名
CALL GRID !绘制网格
CALL SETUP1 !设置与网格系统有关的，在计算过程中保持不变的几何参数及设置
CALL START !设置初值
10 CALL DENSE !密度的计算（可压缩流体密度计算时需要）
CALL BOUND !边界条件设定
CALL OUTPUT !输出打印
IF(.NOT.LSTOP) GO TO 15 !由 iter 控制
CLOSE(8) !计算完毕，关闭打开的文件 RESULT.TXT
STOP !停止计算
15 CALL SETUP2 !主要计算核心模块
GO TO 10 !再来一次计算
END

CC

SUBROUTINE DIFLOW !计算乘方格式中的系数 A(|p|)，扩导 D(参考 P151)，P142 (5 - 10)，
P146 (5 - 19)

C*****

COMMON/COEF/FLOW,DIFF,ACOF

C*****

ACOF=DIFF ! A(|p|)，D
IF(FLOW.EQ.0.) RETURN !流量为零，不考虑对流，只有扩散
TEMP=DIFF-ABS(FLOW)*0.1

! $Pe = \mathbf{r}ul/\Gamma$ ， $P_{\Delta} = \mathbf{r}ud_x/\Gamma$ ， $a_x = D_x \cdot A(P_{\Delta_e})$ ， $F_x/D_x = P_{\Delta_e}$ ， $D - 0.1|F|$

$$ACOF=0. \quad ! \left\{ \begin{array}{l} a_E \\ D_e \end{array} = \max[0, (1 - 0.1|P_{\Delta_e}|)^5] \right\} \begin{cases} 0 & |P_{\Delta_e}| > 10 \\ (1 - 0.1|P_{\Delta_e}|)^5 & |P_{\Delta_e}| < 10 \\ 1 & |P_{\Delta_e}| = 0 \end{cases}$$

IF(TEMP.LE.0.) RETURN ! $|P_{\Delta_e}| > 10$

BLM=0. !块修正中系数 C_i 以 P100 (4 - 38b) 为基准 ; N_i : 以 P281 (7 - 23) 为基准

BLC=0. !块修正中系数 D_i 以 P100 (4 - 38b) 为基准 ; C_i : 以 P281 (7 - 23) 为基准

DO 12 J=JST,M2 ! 参考 P281 (7 - 24), 参考 P99 (4 - 38a),

BL=BL+AP(I,J) ! $\sum a_p$

IF(J.NE.M2) BL=BL-AJP(I,J) ! $J \neq M2, JST$ 时 , $BL = \sum a_p - \sum a_N - \sum a_s$

IF(J.NE.JST) BL=BL-AJM(I,J) ! $J = M2, J \neq JST$ 时 , $BL = \sum a_p - \sum a_s$;

$J \neq M2, J = JST$ 时 , $BL = \sum a_p - \sum a_N$; $J = M2, J = JST$ 时 , $BL = \sum a_p$

BLP=BLP+AIP(I,J) ! $\sum a_E$

BLM=BLM+AIM(I,J) ! $\sum a_W$

BLC=BLC+CON(I,J)+AIP(I,J)*F(I+1,J,N)+AIM(I,J)*F(I-1,J,N)

1 +AJM(I,J)*F(I,J-1,N)+AJM(I,J)*F(I,J+1,N)-AP(I,J)*F(I,J,N) !

$\sum b + \sum a_E f_{i+1,j} + \sum a_W f_{i-1,j} + \sum a_N f_{i,j+1} + \sum a_S f_{i,j-1} + \sum a_P f_{i,j}$, P282 (7 - 24a)

12 CONTINUE

DENOM=BL-PT(I-1)*BLM ! $A_i - C_i \cdot P_i$

IF(ABS(DENOM/BL).LT.1.E-10) DENOM=1.E25

! $\left| \frac{A_i}{A_i - C_i \cdot P_i} \right| \gg 0$, $A_i \approx C_i \cdot P_i$, 不修正 ; $\left| \frac{A_i}{A_i - C_i \cdot P_i} \right| > 0$, 修正

PT(I)=BLP/DENOM ! 若 $DENOM = 10^{25}$, $PT(I)=0$; $\frac{B_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$

QT(I)=(BLC+BLM*QT(I-1))/DENOM ! 若 $DENOM = 10^{25}$, $QT(I)=0$; $\frac{D_i + C_i \cdot Q_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$

11 CONTINUE

BL=0. !参考 P100 BL \rightarrow 余量 : $R_{i,j}$ P281

DO 13 II=IST,L2

I=IT1-II ! 递归求解

BL=BL*PT(I)+QT(I) ! 余量累乘 $BL = [\dots] * PT(I-1) + QT(I-1) * PT(I) + QT(I)$

DO 13 J=JST,M2

13 F(L,J,N)=F(L,J,N)+BL ! 同一竖快中采用同一个修正值

C-----

PT(JSTF)=0. ! TDMA 中系数 , P_i , P100 ;



QT(JSTF)=0. ! TDMA 中系数, Q_i , P100 ;

DO 21 J=JST,M2

BL=0. ! 块修正中系数 A_i 以 P100 (4 - 38b) 为基准 ; B_i : 以 P281 (7 - 23) 为基准

BLP=0. ! 块修正中系数 B_i 以 P100 (4 - 38b) 为基准 ; P_i : 以 P281 (7 - 23) 为基准

BLM=0. ! 块修正中系数 C_i 以 P100 (4 - 38b) 为基准 ; N_i : 以 P281 (7 - 23) 为基准

BLC=0. ! 块修正中系数 D_i 以 P100 (4 - 38b) 为基准 ; C_i : 以 P281 (7 - 23) 为基准

DO 22 I=IST,L2 ! 参考 P281 (7 - 24), 参考 P99 (4 - 38a),

BL=BL+AP(I,J) ! $\sum a_p$

IF(I.NE.L2) BL=BL-AIP(I,J) ! $J \neq L2, IST$ 时, $BL = \sum a_p - \sum a_w - \sum a_w$

IF(I.NE.IST) BL=BL-AIM(I,J) ! $J = L2, J \neq IST$ 时, $BL = \sum a_p - \sum a_w$;

$J \neq L2, J = IST$ 时, $BL = \sum a_p - \sum a_E$; $J = M2, J = JST$ 时, $BL = \sum a_p$

BLP=BLP+AJP(I,J) ! $\sum a_N$

BLM=BLM+AJM(I,J) ! $\sum a_w$

BLC=BLC+CON(I,J)+AIP(I,J)*F(I+1,J,N)+AIM(I,J)*F(I-1,J,N)

1 +AJP(I,J)*F(I,J+1,N)+AJM(I,J)*F(I,J-1,N)-AP(I,J)*F(I,J,N) !

$\sum b + \sum a_E f_{i+1,j} + \sum a_w f_{i-1,j} + \sum a_N f_{i,j+1} + \sum a_S f_{i,j-1} + \sum a_P f_{i,j}$, P282 (7 - 24a)

22 CONTINUE

DENOM=BL-PT(J-1)*BLM ! $A_i - C_i \cdot P_i$

IF(ABS(DENOM/BL).LT.1.E-10) DENOM=1.E25

! $\left| \frac{A_i}{A_i - C_i \cdot P_i} \right| \gg 0$, $A_i \approx C_i \cdot P_i$, 不修正 ; $\left| \frac{A_i}{A_i - C_i \cdot P_i} \right| > 0$, 修正

PT(J)=BLP/DENOM ! 若 $DENOM = 10^{25}$, PT(I)=0 ; $\frac{B_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$

QT(J)=(BLC+BLM*QT(J-1))/DENOM ! 若 $DENOM = 10^{25}$, QT(I)=0 ; $\frac{D_i + C_i \cdot Q_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$

21 CONTINUE

BL=0. ! 参考 P100 BL \rightarrow 余量 : $R_{i,j}$ P281

DO 23 JJ=JST,M2

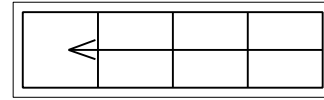
J=JT1-JJ ! 递归求解

BL=BL*PT(J)+QT(J) ! 余量累乘 BL=[.....]*PT(I-1)+QT(I-1)]*PT(I)+QT(I)

DO 23 I=IST,L2 ! 同一横条中采用同一个修正值

23 **F(I,J,N)=F(I,J,N)+BL**

10 CONTINUE



C----- ! 以上是块修正，以下是直接 TDMA 交替方向迭代

DO 90 J=JST,M2 ! 参考 P99(4-38a)，**P273(7-19a,b)**；本块为 I 方向，从下到上

PT(ISTF)=0. ! TDMA 中系数， P_i ，P100；

QT(ISTF)=F(ISTF,J,N) ! TDMA 中系数， Q_i ，P100；

DO 70 I=IST,L2

DENOM=AP(I,J)-PT(I-1)*AIM(I,J) ! $A_i - C_i \cdot P_i$ ；AP(I,J)： a_p ， A_i ；AIM(I,J)： a_w ， C_i

PT(I)=AIP(I,J)/DENOM ! $\frac{B_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$ ；AIP(I,J)： a_e ， B_i

TEMP=CON(I,J)+AJP(I,J)*F(I,J+1,N)+AJM(I,J)*F(I,J-1,N) ! $b + a_N T_N + a_S T_S$ ： D_i ；**P273(7-19a,b)**

QT(I)=(TEMP+AIM(I,J)*QT(I-1))/DENOM ! $\frac{D_i + C_i \cdot Q_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$

70 CONTINUE

DO 80 II=IST,L2

I=IT1-II ! 递归求解

80 F(I,J,N)=F(I+1,J,N)*PT(I)+QT(I) ! P100(a)， $f_i = P_i \cdot f_{i+1} + Q_i$

90 CONTINUE

C-----

DO 190 JJ=JST,M3 ! 参考 P99(4-38a)，**P273(7-19a,b)**；本块为 I 方向，从上到下

J=JT2-JJ

PT(ISTF)=0. ! TDMA 中系数， P_i ，P100；

QT(ISTF)=F(ISTF,J,N) ! TDMA 中系数， Q_i ，P100；

DO 170 I=IST,L2

DENOM=AP(I,J)-PT(I-1)*AIM(I,J) ! $A_i - C_i \cdot P_i$ ；AP(I,J)： a_p ， A_i ；AIM(I,J)： a_w ， C_i

PT(I)=AIP(I,J)/DENOM ! $\frac{B_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$ ；AIP(I,J)： a_e ， B_i

TEMP=CON(I,J)+AJP(I,J)*F(I,J+1,N)+AJM(I,J)*F(I,J-1,N) ! $b + a_N T_N + a_S T_S$ ： D_i ；**P273(7-19a,b)**

QT(I)=(TEMP+AIM(I,J)*QT(I-1))/DENOM ! $\frac{D_i + C_i \cdot Q_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$

170 CONTINUE

DO 180 II=IST,L2

I=IT1-II ! 递归求解

180 F(I,J,N)=F(I+1,J,N)*PT(I)+QT(I) ! P100(a) , $f_i = P_i \cdot f_{i+1} + Q_i$

190 CONTINUE

C-----

DO 290 I=IST,L2 ! 参考 P99(4-38a) , **P273(7-19a,b)** ; 本块为 J 方向 , 从左到右

PT(JSTF)=0. ! TDMA 中系数 , P_i , P100 ;

QT(JSTF)=F(I,JSTF,N) ! TDMA 中系数 , Q_i , P100 ;

DO 270 J=JST,M2

DENOM=AP(I,J)-PT(J-1)*AJM(I,J) ! $A_i - C_i \cdot P_i$; AP(I,J) : a_p , A_i ; AJM(I,J) : a_s , C_i

PT(J)=AJP(I,J)/DENOM ! $\frac{B_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$; AJP(I,J) : a_N , B_i

TEMP=CON(I,J)+AIP(I,J)*F(I+1,J,N)+AIM(I,J)*F(I-1,J,N) ! $b + a_E T_E + a_W T_W$: D_i ; **P273(7-19a,b)**

QT(J)=(TEMP+AJM(I,J)*QT(J-1))/DENOM ! $\frac{D_i + C_i \cdot Q_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$

270 CONTINUE

DO 280 JJ=JST,M2

J=JT1-JJ !递归求解

280 F(I,J,N)=F(I,J+1,N)*PT(J)+QT(J) ! P100(a) , $f_i = P_i \cdot f_{i+1} + Q_i$

290 CONTINUE

C-----

DO 390 II=IST,L3 ! 参考 P99(4-38a) , **P273(7-19a,b)** ; 本块为 J 方向 , 从右到左
I=IT2-II

PT(JSTF)=0. ! TDMA 中系数 , P_i , P100 ;

QT(JSTF)=F(I,JSTF,N) ! TDMA 中系数 , Q_i , P100 ; DO 370 J=JST,M2

DENOM=AP(I,J)-PT(J-1)*AJM(I,J) ! $A_i - C_i \cdot P_i$; AP(I,J) : a_p , A_i ; AJM(I,J) : a_s , C_i

PT(J)=AJP(I,J)/DENOM ! $\frac{B_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$; AJP(I,J) : a_N , B_i

TEMP=CON(I,J)+AIP(I,J)*F(I+1,J,N)+AIM(I,J)*F(I-1,J,N) ! $b + a_E T_E + a_W T_W$: D_i ; **P273(7-19a,b)**

QT(J)=(TEMP+AJM(I,J)*QT(J-1))/DENOM ! $\frac{D_i + C_i \cdot Q_i}{A_i - C_i \cdot P_i}$

370 CONTINUE

DO 380 JJ=JST,M2

J=JT1-JJ !递归求解

380 F(I,J,N)=F(I,J+1,N)*PT(J)+QT(J) ! P100(a) , $f_i = P_i \cdot f_{i+1} + Q_i$

390 CONTINUE

C*****

999 CONTINUE

ENTRY RESET !重新设置某些参数初始值

DO 400 J=2,M2

DO 400 I=2,L2

CON(I,J)=0. ! b

AP(I,J)=0. ! a_p

400 CONTINUE

RETURN

END

CC

SUBROUTINE SETUP

C*****

PARAMETER(NI=52,NJ=52,NIJ=NI,NFMAX=10,NFX3=NFMAX+3)

CHARACTER TITLE*8

LOGICAL LSOLVE,LPRINT,LBLK,LSTOP

COMMON F(NI,NJ,NFMAX),P(NI,NJ),RHO(NI,NJ),GAM(NI,NJ),CON(NI,NJ),

1 AIP(NI,NJ),AIM(NI,NJ),AJP(NI,NJ),AJM(NI,NJ),AP(NI,NJ),

2 X(NI),XU(NI),XDIF(NI),XCV(NI),XCVS(NI),

3 Y(NJ),YV(NJ),YDIF(NJ),YCV(NJ),YCVS(NJ),

4 YCVR(NJ),YCVRS(NJ),ARX(NJ),ARXJ(NJ),ARXJP(NJ),

5 R(NJ),RMN(NJ),SX(NJ),SXMN(NJ),XCVI(NI),XCVIP(NI)

COMMON DU(NI,NJ),DV(NI,NJ),FV(NI),FVP(NI),

1 FX(NI),FXM(NI),FY(NJ),FYM(NJ),PT(NIJ),QT(NIJ)

COMMON/INDX/NF,NP,NRHO,NGAM,L1,L2,L3,M1,M2,M3,

1IST,JST,ITER,LAST,TITLE(NFX3),RELAX(NFX3),TIME,DT,XL,YL,

2IPREF,JPREF,LSOLVE(NFX3),LPRINT(NFX3),LBLK(NFX3),MODE

3,NTIMES(NFX3),RHOCON

COMMON/CNTL/LSTOP

COMMON/SORC/SMAX,SSUM

COMMON/COEF/FLOW,DIFF,ACOF

DIMENSION U(NI,NJ),V(NI,NJ),PC(NI,NJ)

EQUIVALENCE(F(1,1,1),U(1,1)),(F(1,1,2),V(1,1)),(F(1,1,3),PC(1,1))

DIMENSION COF(NI,NJ,6),COFU(NI,NJ,6),COFV(NI,NJ,6),COFP(NI,NJ,6)

EQUIVALENCE(COF(1,1,1),CON(1,1))

DIMENSION UHAT(NI,NJ),VHAT(NI,NJ)

C*****

1 FORMAT(/15X,'COMPUTATION IN CARTESIAN COORDINATES') ! 打印设置

2 FORMAT(/15X,'COMPUTATION FOR AXISYMMETRIC SITUATION') ! 打印设置

3 FORMAT(/15X,'COMPUTATION IN POLAR COORDINATES') ! 打印设置

4 FORMAT(14X,40(1H*),/) ! 打印设置

DATA LSTOP,LSOLVE,LPRINT/.FALSE.,NFX3*.FALSE.

```

1      ,NFX3*.FALSE./      !默认值设置；数组 LSOLVE,LPRINT : FALSE
DATA LBLK/NFX3*.TRUE./      !默认值设置；数组 LBLK : TRUE
DATA MODE,LAST,TIME,ITER/1,5,0.,0/      !默认值设置；
DATA RELAX,NTIMES/NFX3*1.,NFX3*1/      !默认值设置；数组 RELAX=1,NTIMES=1
DATA DT,IPREF,JPREF,RHOCON/1.E+30,1,1,1./      !在非稳定中需要修改

```

C-----

```

ENTRY SETUP1 !设置与网格系统有关的，在计算过程中保持不变的几何参数及设置
NP=NFMAX+1 !NFMAX+1; P(I,J)与 F(I,J,NP)共用存储器,NFMAX=10 , NP = 11
NRHO=NP+1 !NFMAX+2; RHO(I,J) 与 F(I,J,NRHO) 共用存储器 , NRHO = 12
NGAM=NRHO+1 !NFMAX+3; GAM(I,J) 与 F(I,J,NGAM) 共用存储器 , NGAM = 13
L2=L1-1          !L2,L3,M2,M3 相对位置 ( 参照附图 1 )
L3=L2-1
M2=M1-1
M3=M2-1
X(1)=XU(2)      !X(1) = XU(2) = 0 , 相对位置 ( 参照附图 1 )
DO 5 I=2,L2      ! 参照附图 1
5 X(I)=0.5*(XU(I+1)+XU(I))!网格格点的 x 轴位置 , 控制面 XU(I)已在 UGRID 中求出
X(L1)=XU(L1)
Y(1)=YV(2)      !Y(1)=YV(2) = 0 , 相对位置 ( 参照附图 1 )
DO 10 J=2,M2
10 Y(J)=0.5*(YV(J+1)+YV(J)) !网格格点的 y 轴位置
Y(M1)=YV(M1)

DO 15 I=2,L1      !以下到 22-3 都是 x 方向设置
15 XDIF(I)=X(I)-X(I-1)      !网格 x 轴间距
DO 18 I=2,L2
18 XCV(I)=XU(I+1)-XU(I)      !各主控制体积 x 轴宽度
DO 20 I=3,L2
20 XCVS(I)=XDIF(I)      ! 交错网格中 U (I,J)在 x 方向上的控制容积宽度
XCVS(3)=XCVS(3)+XDIF(2)      !边界定义 ( 参照附图 1 )
XCVS(L2)=XCVS(L2)+XDIF(L1) !边界定义 ( 参照附图 1 )
DO 22 I=3,L3
XCVI(I)=0.5*XCV(I) !主控制体积 x 轴宽度 XCV(I)与 U(I,J)控制容积宽度重叠部分
22 XCVIP(I)=XCVI(I) !主控制体积 x 轴宽度 XCV(I)与 U(I+1,J)控制容积宽度重叠部分
XCVIP(2)=XCV(2)      !边界定义 ( 参照附图 1 ) , 参看 YL , YLM 计算式
XCVI(L2)=XCV(L2)      !边界定义 ( 参照附图 1 )

DO 35 J=2,M1      !以下到 45-3 都是 y 方向设置
35 YDIF(J)=Y(J)-Y(J-1) !网格 y 轴间距
DO 40 J=2,M2
40 YCV(J)=YV(J+1)-YV(J) !各主控制体积 y 轴宽度
DO 45 J=3,M2
45 YCVS(J)=YDIF(J)      ! 交错网格中 V (I,J)在 y 方向上的控制容积宽度
YCVS(3)=YCVS(3)+YDIF(2)      !边界定义 ( 参照附图 1 )
YCVS(M2)=YCVS(M2)+YDIF(M1) !边界定义 ( 参照附图 1 )

IF(MODE.NE.1) GO TO 55 !坐标系参数,1 直角,2 轴对称圆柱,3 极坐标(默认 1)

```


DO 52 J=1,M1 !直角坐标半径 (三种坐标表达式统一书写)
 RMN(J)=1.0 ! V(I,J)所在点对应的半径
 52 R(J)=1.0 !直角坐标系中名义半径为 1(参考书 P90)
 GO TO 56

55 DO 50 J=2,M1 !轴对称圆柱,极坐标半径
 50 R(J)=R(J-1)+YDIF(J) !R(1)已经定义(参考例 4),每个网格点(I,J)对应的半径
 RMN(2)=R(1) !边界定义(RMN(I)与 XU(I)类似), (参照附图 1)
 DO 60 J=3,M2

60 RMN(J)=RMN(J-1)+YCV(J-1) ! V(I,J)所在点对应的半径
 RMN(M1)=R(M1) !边界定义 (参照附图 1)

56 CONTINUE !直角,圆柱轴对称坐标东西尺度系数设置
 DO 57 J=1,M1
 SX(J)=1. !主节点 Y(J)所对应 x 方向的尺度系数 (参考书 P90)
 SXMN(J)=1. !由 YV(J)点所对应 x 方向的尺度系数(参考书 P90)

IF(MODE.NE.3) GO TO 57 !极坐标东西尺度系数设置(参考书 P90)

SX(J)=R(J) !参考书 P90, $SX = r$

IF(J.NE.1) SXMN(J)=RMN(J) !尺度系数边界定义, $SXMN(1) = 1$, RMN(1)无定义

57 CONTINUE

DO 62 J=2,M2

YCVR(J)=R(J)*YCV(J) !主控制体积中 $r\Delta y$, 东西导热面积 $\left\{ \begin{array}{l} \Delta y \quad r=1 \text{ 直角} \\ r\Delta r \text{ 圆柱} \\ \Delta r \text{ 极坐标} \end{array} \right.$

ARX(J)=YCVR(J) !主控制体积垂直于 x 方向的面积

IF(MODE.NE.3) GO TO 62 !参考书 P90

ARX(J)=YCV(J) ! Δr , 参考上句注释, P89: Δr ; $\Delta r \times 1 = \Delta y \times 1 = YCV(J) \times 1$

62 CONTINUE

DO 64 J=4,M3

64 YCVRS(J)=0.5*(R(J)+R(J-1))*YDIF(J) !v(I,J)控制容积的面积 $r\Delta y$, 东西导热面积

YCVRS(3)=0.5*(R(3)+R(1))*YCVS(3) !边界定义, 参考附图 1, 讲义 P10 图 d, 书 P90 表 4 - 2

YCVRS(M2)=0.5*(R(M1)+R(M3))*YCVS(M2) !注意: R(1),R(2),R(3);R(M1),R(M2),R(M3)之间位置关系; V_2, U_2 均不求解, V_3 控制容积为 YCVRS(3), V_{M2} 控制容积为 YCVRS(M2)

IF(MODE.NE.2) GO TO 67 !轴对称圆柱坐标下

DO 65 J=3,M3 !the part of ARX(J) that overlaps on the C.V. for V(I,J)

ARXJ(J)=0.25*(1.+RMN(J)/R(J))*ARX(J) !主控制体积垂直于 x 方向的面积与 V(I,J)控制容积垂直

于 x 方向的面积重叠部分; $\frac{RMN(J)+R(J)}{2 \times R(J)} \times \frac{R(J) \times YCV(J)}{2}$

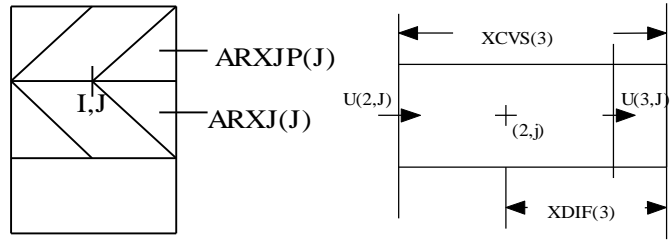
65 ARXJP(J)=ARX(J)-ARXJ(J) ! 主控制体积垂直于 x 方向的面积与 V(I,J+1)控制容积垂直于 x 方向的面积重叠部分

GO TO 68

67 DO 66 J=3,M3 !直角、极坐标下

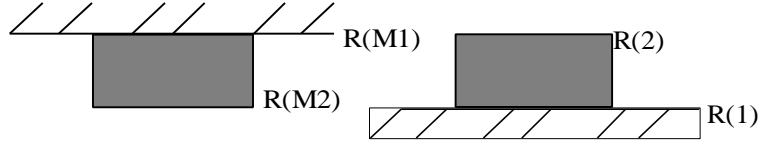
ARXJ(J)=0.5*ARX(J)

66 ARXJP(J)=ARXJ(J)



68 ARXJP(2)=ARX(2) !边界定义

ARXJ(M2)=ARX(M2) !边界定义



DO 70 J=3,M3

FV(J)=ARXJP(J)/ARX(J) !质量流量界面插值系数

70 FVP(J)=1.-FV(J) !质量流量界面插值系数

DO 85 I=3,L2

FX(I)=0.5*XCV(I-1)/XDIF(I) !一般界面插值系数, x 方向, P200

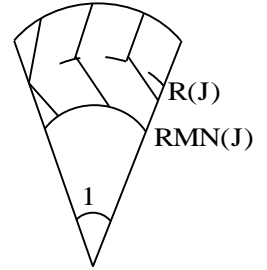
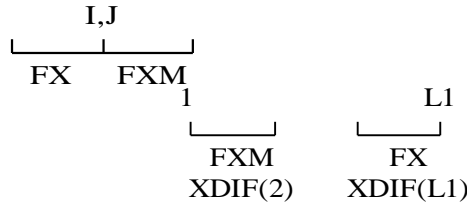
85 FXM(I)=1.-FX(I)

FX(2)=0. !边界定义

FXM(2)=1. !边界定义

FX(L1)=1. !边界定义

FXM(L1)=0. !边界定义



DO 90 J=3,M2

FY(J)=0.5*YCV(J-1)/YDIF(J) !一般界面插值系数, x 方向, P200, 如上

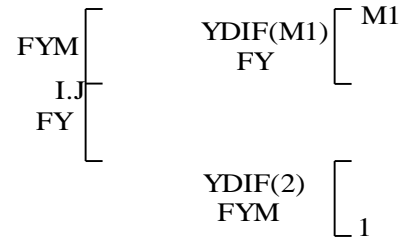
90 FYM(J)=1.-FY(J) !密度 RHOM(在 V(I,J)位置): 插值系数: FY(J) RHO(I,J)+FYM(J) RHO(I,J-1)

FY(2)=0. !边界定义

FYM(2)=1. !边界定义

FY(M1)=1. !边界定义

FYM(M1)=0. !边界定义



CON,AP,U,V,RHO,PC AND P ARRAYS ARE INITIALIZED HERE

DO 95 J=1,M1 !设置速度、压力、密度等初场

DO 95 I=1,L1

PC(I,J)=0. !压力场压力初始修正值

U(I,J)=0. !x 轴方向初速度场 U.

V(I,J)=0. !y 轴方向初速度场 V

CON(I,J)=0. !在离散化方程中常数项 b 或者在 GAMSOR 模块中表示源项 S_C

AP(I,J)=0. !系数 a_p 或者在 GAMSOR 模块中 S_p

RHO(I,J)=RHOCON !初始密度场设置

P(I,J)=0. !初始压力场设置

95 CONTINUE !目录名输出设置

IF(MODE.EQ.1) PRINT 1

!参看初始块 format 设置

IF(MODE.EQ.1) WRITE(8,1)

IF(MODE.EQ.2) PRINT 2

```

IF(MODE.EQ.2) WRITE(8,2)
IF(MODE.EQ.3) PRINT 3
IF(MODE.EQ.3) WRITE(8,3)
PRINT 4
WRITE(8,4)
RETURN

```

C-----

ENTRY SETUP2

CC

- C 1.建立每一轮迭代中变量 U、V 及 P*和其他变量离散方程的系数 a_E 、 a_W 、 a_N 、 a_S 、 a_P 及 b 项。
- C 所有变量公用一套数组逐个求解，逐个确定各自目标的系数，以节省内存。
- C 在建立系数过程中调用 DIFLOW 子程序；
- C 2.调用 SOLVE 子程序求解代数方程；
- C 3.迭代次数指标及时间步长增值；

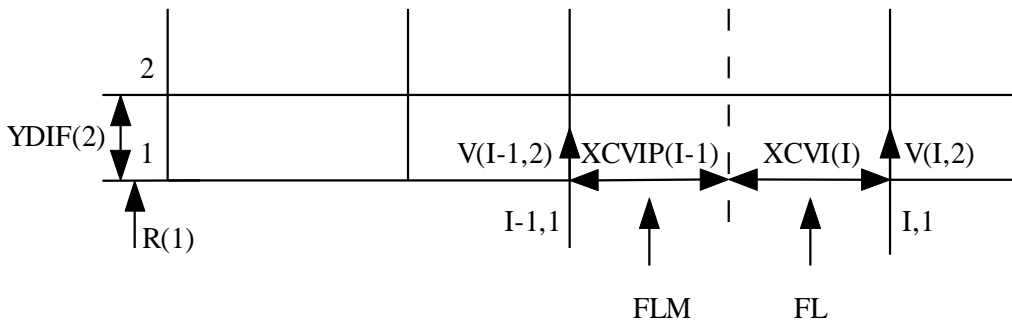
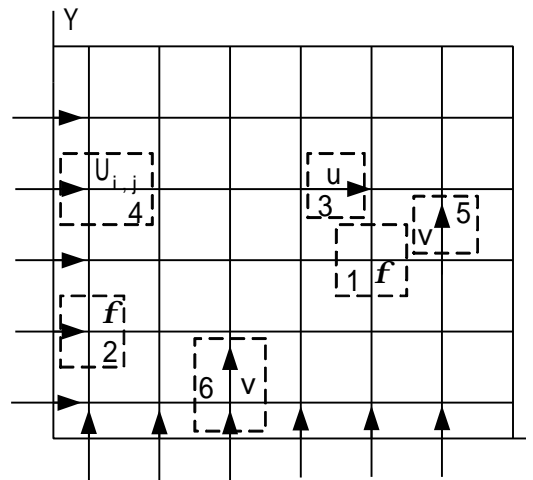
CC

COEFFICIENTS FOR THE U EQUATION

```

NF=1 ! 求解变量 f 的索引，NF=1 : U ; NF=2 : V ; NF=3 : P
IF(.NOT.LSOLVE(NF)) GO TO 500
! LSOLVE(NF)为假即不求解，跳转
IST=3 !第一个内部点 I 的值
JST=2 !第一个内部点 J 的值
CALL GAMSOR !设置扩散系数及源项
REL=1.-RELAX(NF) !F(I,J,NF) ( U ) 的松弛因子

```



```

DO 102 I=3,L2 !边界系数设置 a_s P179
FL=XCVI(I)*V(I,2)*RHO(I,1) ! 参看上图
FLM=XCVIP(I-1)*V(I-1,2)*RHO(I-1,1) !参看上图
FLOW=R(1)*(FL+FLM) ! 通过控制容积的南界面的流量，参看上图

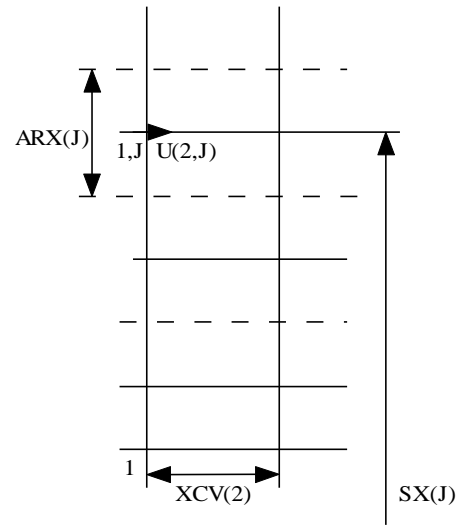
```

$$\underline{DIFF} = \underline{R(1)} * (\underline{XCVI(I)} * \underline{GAM(I,1)} + \underline{XCVIP(I-1)} * \underline{GAM(I-1,1)}) / \underline{YDIF(2)} \quad ! \text{扩导 } D_s \text{ P200 } : \frac{\Gamma_s \cdot \Delta x \cdot \Delta z}{(dy)_s},$$

Γ_s 由插值得到；参看上图

```
CALL DIFLOW !计算乘方格式中的系数 A(|p|)；
```

102 AJM(I,2)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) !系数 a_s
 DO 103 J=2,M2 !边界系数设置 a_w
 FLOW=ARX(J)*U(2,J)*RHO(1,J) ! 通过控制容积的西界
 面的流量，参看右图
 DIFF=ARX(J)*GAM(1,J)/(XCV(2)*SX(J)) !扩导 D_w , SX : 尺



度系数； $\frac{\Gamma_s \cdot \Delta S_w}{(dx)_w}$, 直、极、柱的统一格式，P90 表 4 - 2

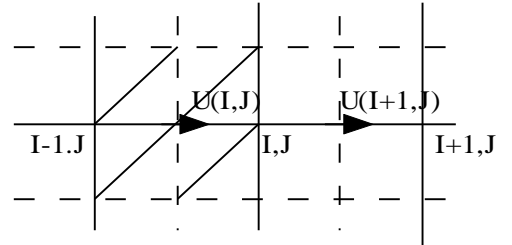
CALL DIFLOW !计算系数 A(|p|)
 AIM(3,J)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) !系数 a_w

DO 103 I=3,L2
 IF(I.EQ.L2) GO TO 104
 FL=U(I,J)*(FX(I)*RHO(L,J)+FXM(I)*RHO(I-1,J)) ! 临时存储，界面密度插值，P200
 FLP=U(I+1,J)*(FX(I+1)*RHO(I+1,J)+FXM(I+1)*RHO(L,J)) ! 如上
 FLOW=ARX(J)*0.5*(FL+FLP) !通过界面的流量：密度插值 → 东西界面流量插值
 DIFF=ARX(J)*GAM(I,J)/(XCV(I)*SX(J)) ! 扩导 D_w :

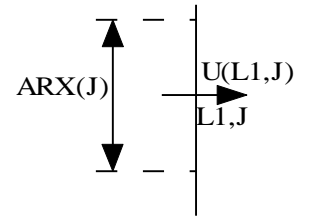
$\frac{\Gamma_s \cdot \Delta S_w}{(dx)_w}$, XCV(I)=dx = dq, SX = r

GO TO 105

104 FLOW=ARX(J)*U(L1,J)*RHO(L1,J) !边界流量
 DIFF=ARX(J)*GAM(L1,J)/(XCV(L2)*SX(J)) !边界扩导 D_w



105 CALL DIFLOW ! A(|p|)
 AIM(I+1,J)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) ! 系数 a_w
 AIP(I,J)=AIM(I+1,J)-FLOW ! 系数 a_E 参看 P152 (5-29)



IF(J.EQ.M2) GO TO 106
 FL=XCVI(I)*V(I,J+1)*(FY(J+1)*RHO(L,J+1)+FYM(J+1)*RHO(L,J))
 FLM=XCVIP(I-1)*V(I-1,J+1)*(FY(J+1)*RHO(I-1,J+1)+FYM(J+1)*
 1 RHO(I-1,J))

GM=GAM(L,J)*GAM(L,J+1)/(YCV(J)*GAM(L,J+1)+YCV(J+1)*GAM(L,J)+

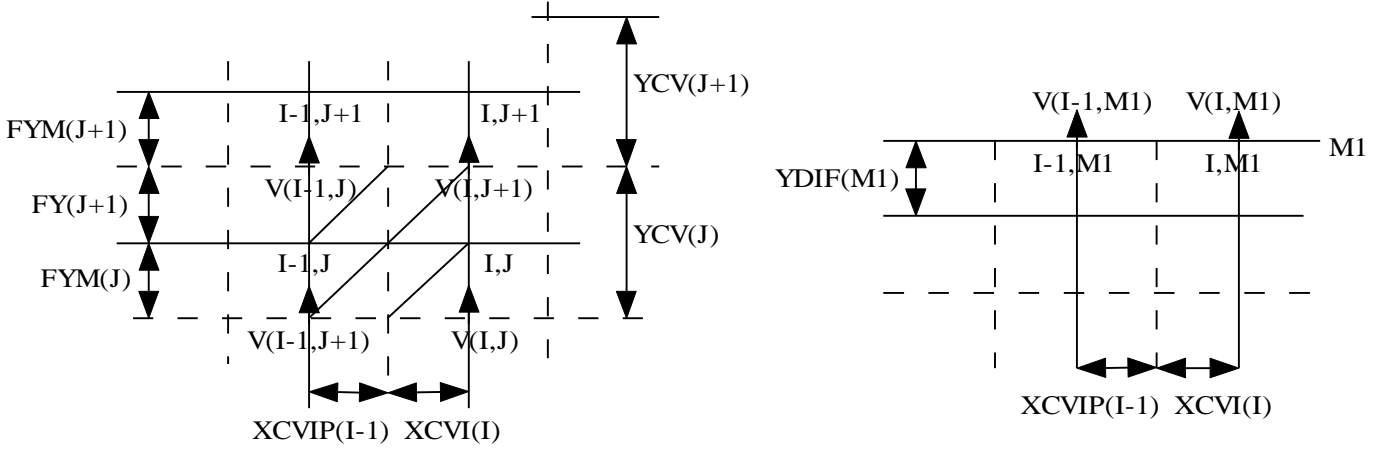
1 1.0E-30)*XCVI(I) !1.0E-30 避免分母为零；参考 P201(6-10) , $\frac{XCVI(I)}{\frac{YCV(J)/2}{GAM(L,J)} + \frac{YCV(J+1)/2}{GAM(L,J+1)}}$,

$(dy)^- = YCV(J)/2$, $(dy)^+ = YCV(J+1)/2$, XCVI(I)=(dx)⁺

GMM=GAM(I-1,J)*GAM(I-1,J+1)/(YCV(J)*GAM(I-1,J+1)+YCV(J+1)*

1 GAM(I-1,J)+1.E-30)*XCVIP(I-1) !1.0E-30 避免分母为零；参考 P201(6-10) ,

$\frac{XCVIP(I-1)}{\frac{YCV(J)/2}{GAM(I-1,J)} + \frac{YCV(J+1)/2}{GAM(I-1,J+1)}}$, $(dy)^- = YCV(J)/2$, $(dy)^+ = YCV(J+1)/2$, XCVIP(I-1)=(dx)⁻



DIFF=RMN(J+1)*2*(GM+GMM) ! D_{S+1} , $r\Delta q$ 弧长

GO TO 107

106 FL=XCVI(I)*V(I,M1)*RHO(I,M1) ! 边界设置, 在 M1 线上

FLM=XCVIP(I-1)*V(I-1,M1)*RHO(I-1,M1)

DIFF=R(M1)*(XCVI(I)*GAM(I,M1)+XCVIP(I-1)*GAM(I-1,M1))/YDIF(M1)

107 FLOW=RMN(J+1)*(FL+FLM) ! $r\Delta q$ 弧长

CALL DIFLOW ! $A(|p|)$

AJM(I,J+1)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) ! 系数 a_{S+1}

AJP(I,J)=AJM(I,J+1)-FLOW ! 系数 a_N 参看 P152

VOL=YCVR(J)*XCVS(I) ! 控制容积

APT=(RHO(I,J)*XCVI(I)+RHO(I-1,J)*XCVIP(I-1))

1/(XCVS(I)*DT) ! 不稳定项 / t ; DT: 时间步长 t ; P201 插值;

AP(I,J)=AP(I,J)-APT ! $AP(I,J)$: S_p , 在 GAMSOR 中人为给定, 默认为 0; $S_p - r/\Delta t$

CON(I,J)=CON(I,J)+APT*U(I,J) ! $S_C + (r/\Delta t) \cdot \mathbf{f}_p^0$; $S_C + a_p^0 \cdot \mathbf{f}_p^0$; $a_p^0 = \frac{\mathbf{r} \cdot \Delta V}{\Delta t}$

AP(I,J)=(-AP(I,J)*VOL+AIP(I,J)+AIM(I,J)+AJP(I,J)+AJM(I,J))

1/RELAX(NF) ! a_p , 参考 P179 (5 - 51f); 加亚松弛 P214 (6 - 19);

$-(S_p - r/\Delta t) \cdot \Delta V + a_w + a_e + a_N + a_S$; $\frac{a_p}{\mathbf{a}} \mathbf{f}_p^0$

CON(I,J)=CON(I,J)*VOL+REL*AP(I,J)*U(I,J) ! $[S_C + (r/\Delta t) \cdot \mathbf{f}_p^0] \cdot \Delta V = S_C \Delta V + a_p^0 \cdot \mathbf{f}_p^0 = b$;

$b + (1 - \mathbf{a}) \frac{a_p}{\mathbf{a}} \mathbf{f}_p^0$

DU(I,J)=VOL/(XDIF(I)*SX(J))

! $U(I,J)$ 的 d_e ; $DU(I,J) = \frac{VOL}{AP(I,J) \cdot [XDIF(I) \cdot SX(J) = r\Delta q = \Delta x]} = \frac{A_e \cdot \mathbf{a}}{a_e}$

DU(I,J)=DU(I,J)/AP(I,J) ! 参考 P230

103 CONTINUE

DO 130 K=1,6

DO 130 J=JST,M2

DO 130 I=IST,L2

COFU(I,J,K)=COF(I,J,K) ! 预存参数，COMMON 块控制，如下

COF(I,J,1)	COF(I,J,2)	COF(I,J,3)	COF(I,J,4)	COF(I,J,5)	COF(I,J,6)
CON (I,J)	AIP(I,J)	AIM(I,J)	AJP(I,J)	AJM(I,J)	AP(I,J)

130 CONTINUE

COEFFICIENTS FOR THE V EQUATION-----!参考 U 详解

NF=2 ! Index denoting a particular f
 CALL RESET !重新设置某些参数初始值
 IST=2 !第一个内部点 I 的值
 JST=3 !第一个内部点 J 的值
 CALL GAMSOR !设置扩散系数及源项
 REL=1.-RELAX(NF) ! F(I,J,NF) (V) 的松弛因子

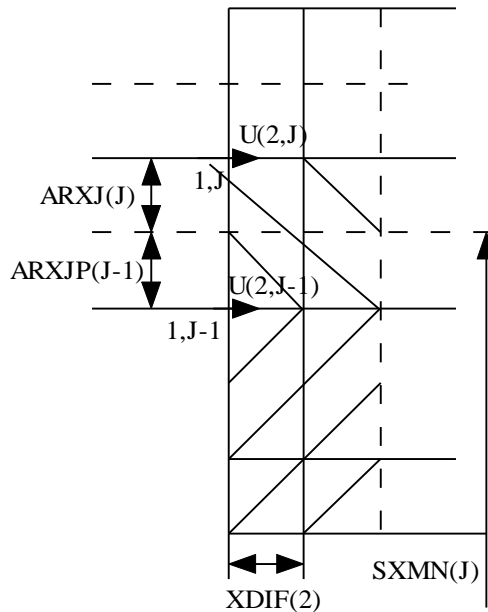
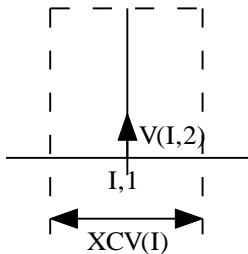
DO 202 I=2,L2 !边界系数设置 a(S)
 AREA=R(1)*XCV(I) !控制容积的界面面积；南北导热界面面积

FLOW=AREA*V(I,2)*RHO(I,1) !通过控制容积界面的流量；

$$\left\{ \begin{array}{l} r \cdot q(q=1) \cdot XCV(2) \text{ 柱} \\ 1 \cdot \underbrace{R(1) \cdot XCV(I)}_{r \Delta q} \text{ 极} \end{array} \right.$$

DIFF=AREA*GAM(I,1)/YCV(2) !扩导 D_s
 CALL DIFLOW !计算乘方格式中的系数 A(|p|)

202 AJM(I,3)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) !系数 a_s



DO 203 J=3,M2 !边界系数设置 a_w
 FL=ARXJ(J)*U(2,J)*RHO(1,J) !临时存储
 FLM=ARXJP(J-1)*U(2,J-1)*RHO(1,J-1) !临时存储
 FLOW=FL+FLM !西界面的流量
 DIFF=(ARXJ(J)*GAM(1,J)+ARXJP(J-1)*GAM(1,J-1))/(XDMN(J))

! 扩导 D_w ; $(dx)_w$

CALL DIFLOW !计算乘方格式中的系数 $A(|p|)$

AIM(2,J)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) !系数 a_w

DO 203 I=2,L2

IF(I.EQ.L2) GO TO 204

FL=ARXJ(J)*U(I+1,J)*(FX(I+1)*RHO(I+1,J)+FXM(I+1)*RHO(I,J)) !临时存储

FLM=ARXJP(J-1)*U(I+1,J-1)*(FX(I+1)*RHO(I+1,J-1)+FXM(I+1)*

1 RHO(I,J-1)) !临时存储

GM=GAM(L,J)*GAM(I+1,J)/(XCV(I)*GAM(I+1,J)+XCV(I+1)*GAM(L,J)+

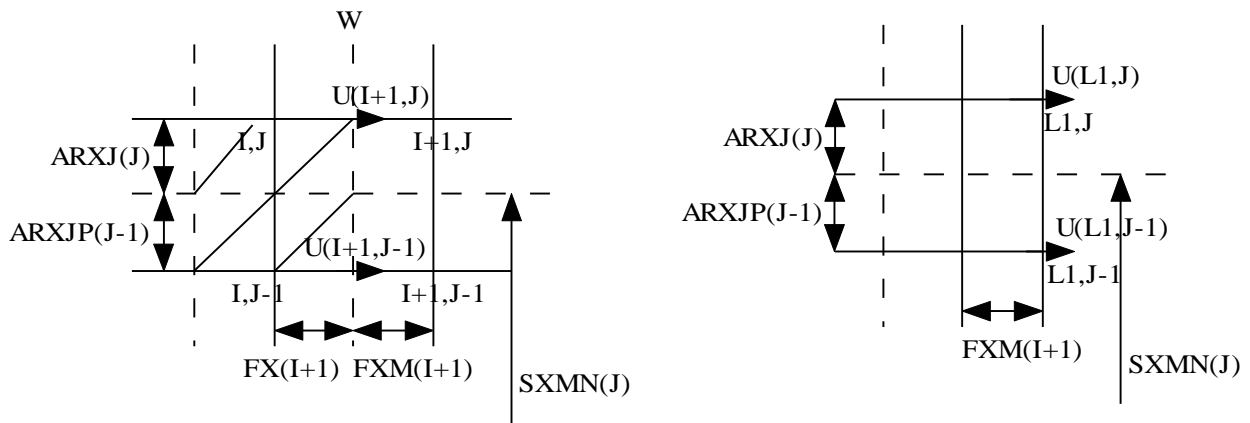
1 1.E-30)*ARXJ(J) ! 参看 U

GMM=GAM(L,J-1)*GAM(I+1,J-1)/(XCV(I)*GAM(I+1,J-1)+XCV(I+1)*

1 GAM(L,J-1)+1.0E-30)*ARXJP(J-1)

DIFF=2.*(GM+GMM)/SXMN(J) !扩导 D_w ; $(dx)_w$

GO TO 205



204 FL=ARXJ(J)*U(L1,J)*RHO(L1,J) !边界, 临时存储

FLM=ARXJP(J-1)*U(L1,J-1)*RHO(L1,J-1) !边界, 临时存储

DIFF=(ARXJ(J)*GAM(L1,J)+ARXJP(J-1)*GAM(L1,J-1))/(XDIF(L1)*SXMN(J))!扩导 D_w ; $(dx)_w$

205 FLOW=FL+FLM ! 通过界面的流量

CALL DIFLOW !计算乘方格式中的系数 $A(|p|)$

AIM(I+1,J)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) !系数 a_w

AIP(I,J)=AIM(I+1,J)-FLOW !系数 a_E , 参看 P152

IF(J.EQ.M2) GO TO 206

AREA=R(J)*XCV(I) !控制容积界面面积, 南北界面

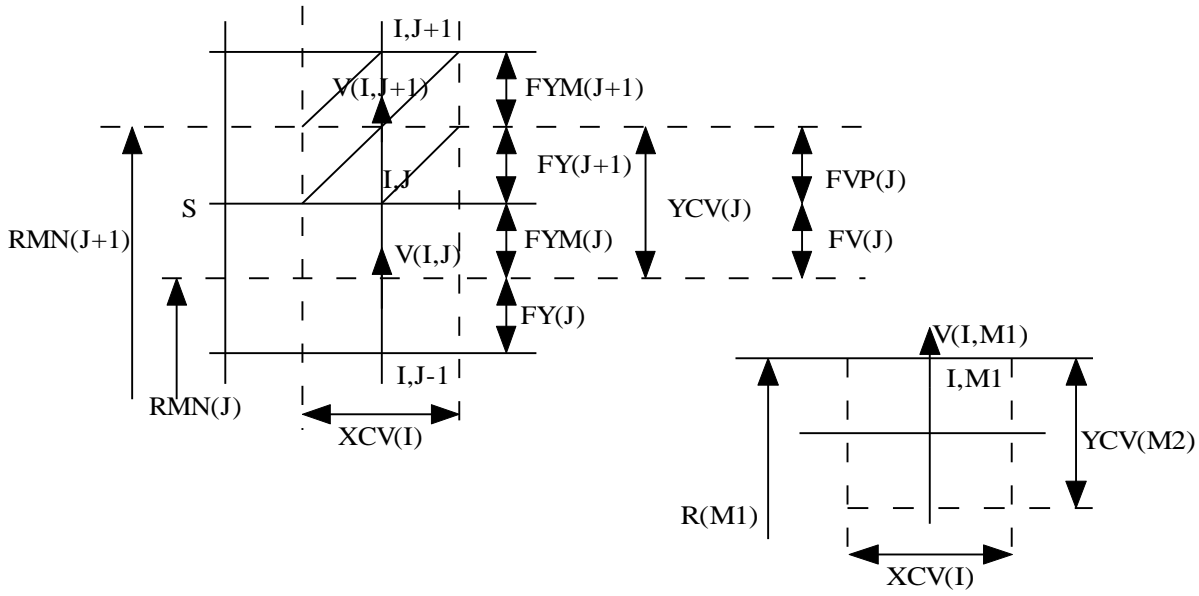
FL=V(I,J)*(FY(J)*RHO(L,J)+FYM(J)*RHO(L,J-1))*RMN(J) !临时存储

FLP=V(I,J+1)*(FY(J+1)*RHO(L,J+1)+FYM(J+1)*RHO(L,J))*RMN(J+1) !临时存储

FLOW=(FV(J)*FL+FVP(J)*FLP)*XCV(I)! 通过界面的流量, 密度插值 \rightarrow 界面流量插值

DIFF=AREA*GAM(L,J)/YCV(J) !扩导 D_s

GO TO 207



206 AREA=R(M1)*XCV(I) !边界, 南界面面积

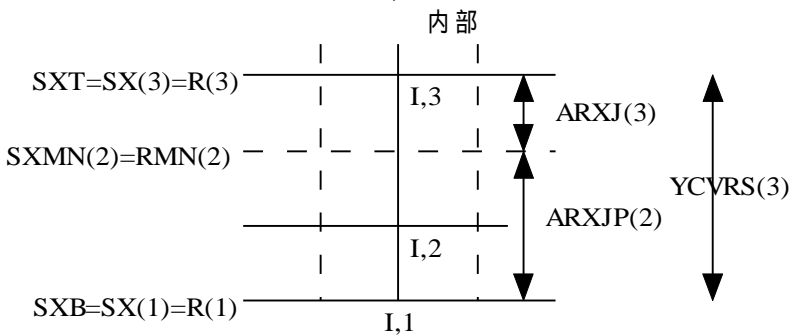
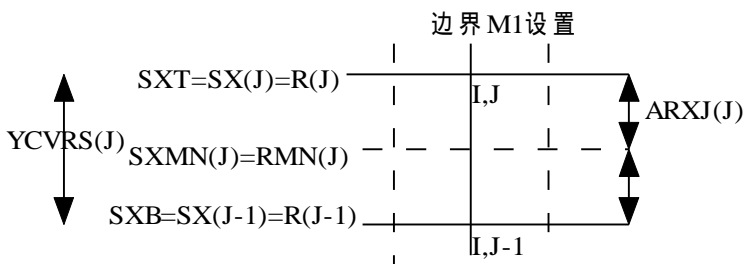
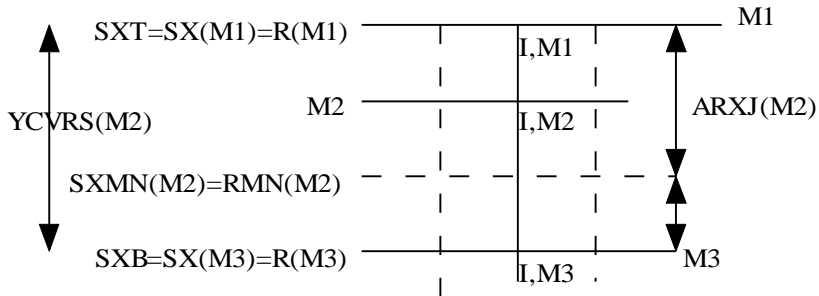
FLOW=AREA*V(I,M1)*RHO(I,M1)!边界, 通过南界面的流量

DIFF=AREA *GAM(I,M1)/YCV(M2) !边界, 扩导 D_s

207 CALL DIFLOW !计算乘方格式中的系数 A(|p|)

AJM(I,J+1)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) !系数 a_s

AJP(I,J)=AJM(I,J+1)-FLOW !系数 a_N 参看 P152



VOL=YCVRS(J)*XCV(I) !控制容积
 SXT=SX(J) !临时存储
 IF(J.EQ.M2) SXT=SX(M1) !临时存储
 SXB=SX(J-1) !临时存储
 IF(J.EQ.3) SXB=SX(1) !临时存储
 APT=(ARXJ(J)*RHO(L,J)*0.5*(SXT+SXMN(J))+ARXJP(J-1)*RHO(L,J-1)*
10.5*(SXB+SXMN(J))/(YCVRS(J)*DT)) ! 不稳定项 / t DT:时间步长 t

AP(I,J)=AP(I,J)-APT ! AP(I,J) : S_p , 在 GAMSOR 中人为给定 , 默认为 0 ; $S_p - \mathbf{r} / \Delta t$

CON(I,J)=CON(I,J)+APT*V(I,J) ! $S_C + (\mathbf{r} / \Delta t) \cdot \mathbf{f}_p^0$; $S_C + a_p^0 \cdot \mathbf{f}_p^0$; $a_p^0 = \frac{\mathbf{r} \cdot \Delta V}{\Delta t}$

AP(I,J)=(-AP(I,J)*VOL+AIP(I,J)+AIM(I,J)+AJP(I,J)+AJM(I,J))

1/RELAX(NF) ! a_p , 参考 P179 (5 - 51f) ; 加亚松弛 P214 (6 - 19) ;

$-(S_p - \mathbf{r} / \Delta t) \cdot \Delta V + a_w + a_E + a_N + a_S$; $\frac{a_p}{\mathbf{a}} \mathbf{f}_p^0$

CON(I,J)=CON(I,J)*VOL+REL*AP(I,J)*V(I,J) ! $[S_C + (\mathbf{r} / \Delta t) \cdot \mathbf{f}_p^0] \cdot \Delta V = S_C \Delta V + a_p^0 \cdot \mathbf{f}_p^0 = b$;

$b + (1 - \mathbf{a}) \frac{a_p}{\mathbf{a}} \mathbf{f}_p^0$

DV(I,J)=VOL/YDIF(J) ! V(I,J)的 d_e ; $DV(I,J) = \frac{VOL}{AP(I,J) \cdot YDIF(I)} = \frac{A_e \cdot \mathbf{a}}{a_e}$

DV(I,J)=DV(I,J)/AP(I,J) !参考 p230

203 CONTINUE

DO 230 K=1,6

DO 230 J=JST,M2

DO 230 I=IST,L2

230 COFV(I,J,K)=COF(I,J,K) ! 预存参数 , COMMON 块控制 , 如下

COF(I,J,1)	COF(I,J,2)	COF(I,J,3)	COF(I,J,4)	COF(I,J,5)	COF(I,J,6)
CON (I,J)	AIP(I,J)	AIM(I,J)	AJP(I,J)	AJM(I,J)	AP(I,J)

CALCULATE UHAT AND VHAT ! \hat{u}, \hat{v}

DO 150 J=2,M2

DO 150 I=3,L2

150 UHAT(I,J)=(COFU(I,J,2)*U(I+1,J)+COFU(I,J,3)*U(I-1,J)+COFU(I,J,4)

1 *U(I,J+1)+COFU(I,J,5)*U(I,J-1)+COFU(I,J,1))/COFU(I,J,6) !参考 P218 , 上表 ; $\frac{\sum a_{nb} u_{nb} + b}{a_e} = \hat{u}_e$

DO 250 J=3,M2

DO 250 I=2,L2

250 VHAT(I,J)=(COFV(I,J,2)*V(I+1,J)+COFV(I,J,3)*V(I-1,J)+COFV(I,J,4)

1 *V(I,J+1)+COFV(I,J,5)*V(I,J-1)+COFV(I,J,1))/COFV(I,J,6) !参考 P218 , 上表 , $\frac{\sum a_{nb} v_{nb} + b}{a_e} = \hat{v}_e$

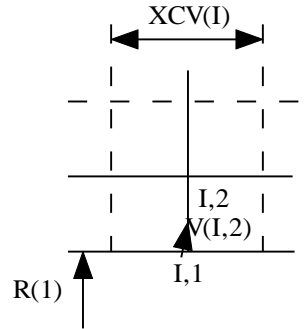
COEFFICIENTS FOR THE PRESSURE EQUATION-----

```
NF=3 ! 求解量索引, P
CALL RESET !重新设置某些参数初始值
IST=2 !第一个内部点 I 的值
JST=2 !第一个内部点 J 的值
CALL GAMSOR !设置扩散系数及源项
```

```
DO 410 J=2,M2
DO 410 I=2,L2
VOL=YCVR(J)*XCV(I) !控制容积 [R(J) × YCV(J) × XCV(I)]
```

410 CON(I,J)=CON(I,J)*VOL !s_c 参看 P179 , CON(I,J)在 GAMSOR 可以设置, 不设为零;

$$S_c \Delta V = \frac{\mathbf{r}^0 - \mathbf{r}}{\Delta t} \Delta V$$



```
DO 402 I=2,L2 !边界参数设置, 南北界面上。
```

```
ARHO=R(1)*XCV(I)*RHO(I,1) ! r · S ;
```

$$\begin{cases} \Delta X \cdot 1 \quad r=1 \quad \text{直角} \\ r \cdot \mathbf{q} (\mathbf{q}=1) \cdot \Delta x \quad \text{圆柱} \\ r \Delta \mathbf{q} \cdot 1 \quad \text{极坐标} \end{cases}$$

```
CON(I,2)=CON(I,2)+ARHO*V(I,2) ! 源项 b, 参看 P179 , 206
```

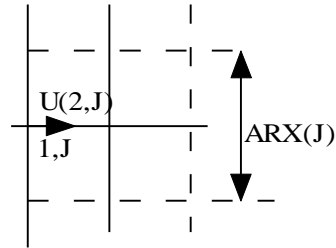
```
402 AJM(I,2)=0. !系数 as
```

```
DO 403 J=2,M2 !边界参数设置, 东西界面上。
```

```
ARHO=ARX(J)*RHO(1,J) ! r · S
```

```
CON(2,J)=CON(2,J)+ARHO*U(2,J) ! 源项 b 参看 P179
```

```
AIM(2,J)=0. !系数 aw
```



```
DO 403 I=2,L2
```

```
IF(I.EQ.L2) GO TO 404 !边界参数设置跳转
```

```
ARHO=ARX(J)*(FX(I+1)*RHO(I+1,J)+FXM(I+1)*RHO(I,J)) !局部变量(面积或密度), P219
```

```
FLOW=ARHO*UHAT(I+1,J) !
```

```
CON(I,J)=CON(I,J)-FLOW
```

```
CON(I+1,J)=CON(I+1,J)+FLOW !
```

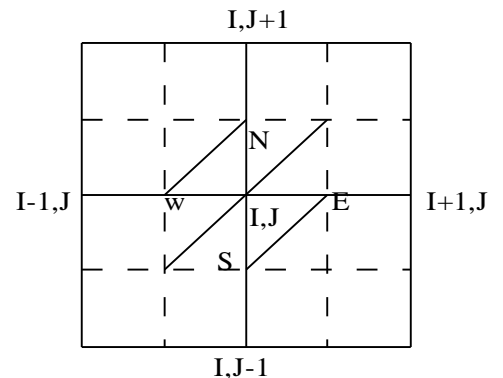
```
AIP(I,J)=ARHO*DU(I+1,J) !系数 aE
```

```
AIM(I+1,J)=AIP(I,J) !系数 aw
```

```
GO TO 405
```

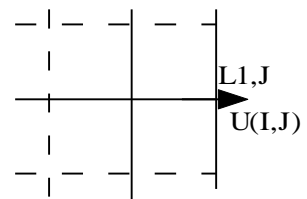
```
! CON(I,J) = CON(I,J) + ARHO × UHAT(I,J) - ARHO' ×
UHAT(I+1,J) ; ARHO = ARX(J)*(FX(I)*RHO(I,J)+FXM(I)*RHO(I,J)) ;
ARHO' = ARX(J)*(FX(I+1)*RHO(I+1,J)+FXM(I+1)*RHO(I,J))
```

$$\begin{cases} (\hat{\mathbf{r}}\hat{\mathbf{u}})_W - (\hat{\mathbf{r}}\hat{\mathbf{u}})_E \\ (\hat{\mathbf{r}}\hat{\mathbf{u}})_S - (\hat{\mathbf{r}}\hat{\mathbf{u}})_N \end{cases} ; a_E = \mathbf{r}_e d_e \Delta y ; a_{W+1} = a_E = \mathbf{r}_e d_e \Delta y ;$$



```
404 ARHO=ARX(J)*RHO(L1,J) !边界参数设置
```

```
CON(I,J)=CON(I,J)-ARHO*U(L1,J) ! 源项 b 参看 P179
```



AIP(I,J)=0. !系数 a_E

405 IF(J.EQ.M2) GO TO 406 !边界参数设置跳转

ARHO=RMN(J+1)*XCV(I)*(FY(J+1)*RHO(I,J+1)+FYM(J+1)*RHO(I,J))!局部变量, 如上

FLOW=ARHO*VHAT(I,J+1)

CON(I,J)=CON(I,J)-FLOW

CON(I,J+1)=CON(I,J+1)+FLOW

AJP(I,J)=ARHO*DV(I,J+1) !系数 a_N ; $a_N = r_N d_N \Delta y$; $a_{S+1} = a_N = r_N d_N \Delta y$

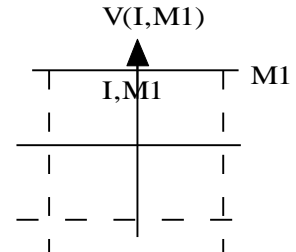
AJM(I,J+1)=AJP(I,J) !系数 a_S

GO TO 407

406 ARHO=RMN(M1)*XCV(I)*RHO(I,M1) !边界参数设置;

CON(I,J)=CON(I,J)-ARHO*V(I,M1) !源项 b 参看 P179, P206

AJP(I,J)=0. !系数 a_N



407 AP(I,J)=AIP(I,J)+AIM(I,J)+AJP(I,J)+AJM(I,J) !参考 P205, $a_p = a_N + a_S + a_W + a_E$

403 CONTINUE

DO 421 J=2,M2 !速度与压力修正值的亚松弛

DO 421 I=2,L2

AP(I,J)=AP(I,J)/RELAX(NP) !参考 P214; a_p / a

421 CON(I,J)=CON(I,J)+(1.0-RELAX(NP))*AP(I,J)*P(I,J) !参考 P214; $b + (1-a) \frac{a_p}{a} f_p^0$

DO 350 K=2,5

DO 350 J=JST,M2

DO 350 I=IST,L2

350 COFP(I,J,K)=COF(I,J,K) !CON (b), AP(a_p)没有存储

NF=NP !NFMAX+1; P(I,J) can be considered as F(I,J,NP)

CALL SOLVE !计算 P

C

COMPUTE U AND V !此时压力 P 已计算出来

NF=1

IST=3

JST=2

DO 550 K=1,6

DO 550 J=JST,M2

DO 550 I=IST,L2

550 COF(I,J,K)=COFU(I,J,K) !参数还原

DO 551 J=JST,M2

DO 551 I=IST,L2

551 CON(I,J)=CON(I,J)+DU(I,J)*AP(I,J)*(P(I-1,J)-P(I,J)) ! $d_e \cdot a_p \cdot (P_W - P) + b$; $d_e \cdot a_p = A_e$; P230,

P200; $A_e \cdot (P_W - P) + b + \sum a_{nb} u_{nb}$

CALL SOLVE

C

NF=2

IST=2

JST=3

DO 552 K=1,6

DO 552 J=JST,M2

DO 552 I=IST,L2

552 COF(I,J,K)=COFV(I,J,K)

DO 553 J=JST,M2

DO 553 I=IST,L2

553 CON(I,J)=CON(I,J)+DV(I,J)*AP(I,J)*(P(I,J-1)-P(I,J)) ! P230

CALL SOLVE

COEFFICIENTS FOR THE PRESSURE CORRECTION EQUATION ! 压力修正方程中的系数，参考 P 注释

NF=3 ! P

CALL RESET ! 源项， A_p 项等设置

IST=2

JST=2

DO 554 K=2,5

DO 554 J=JST,M2

DO 554 I=IST,L2

554 COF(I,J,K)=COFP(I,J,K) ! 参数还原

CALL GAMSOR ! 设置扩散系数及源项

SMAX=0. ! 压力修正值方程中 (Mass Source) 最大的绝对值，参考 P206，剩余质量绝对值的最大值

SSUM=0. ! 压力修正值方程中所有 (Mass Source) 的代数和，参考 P206，b 的代数和

DO 510 J=2,M2

DO 510 I=2,L2

VOL=YCVR(J)*XCV(I) ! 控制容积

510 CON(I,J)=CON(I,J)*VOL ! P179 (5 - 51e), $S_c \Delta V$, P205, 206, 注意 P 的参数设置

DO 502 I=2,L2 ! 边界参数设置

ARHO=R(1)*XCV(I)*RHO(I,1)

CON(I,2)=CON(I,2)+ARHO*V(I,2) ! 源项 b

502 CONTINUE

DO 503 J=2,M2

ARHO=ARX(J)*RHO(1,J) ! 边界参数设置

CON(2,J)=CON(2,J)+ARHO*U(2,J) ! 边界参数设置

DO 503 I=2,L2

IF(I.EQ.L2) GO TO 504 ! 边界参数设置跳转

ARHO=ARX(J)*(FX(I+1)*RHO(I+1,J)+FXM(I+1)*RHO(I,J))

FLOW=ARHO*U(I+1,J) ! 此时已求解出 U、V、P；用 U^*, V^* (U(I,J)、V(I,J)) 求解 P'

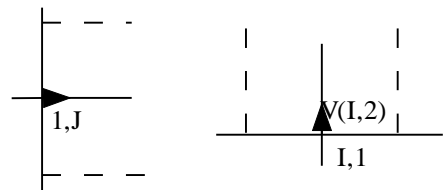
CON(I,J)=CON(I,J)-FLOW

CON(I+1,J)=CON(I+1,J)+FLOW

GO TO 505

504 ARHO=ARX(J)*RHO(L1,J)

CON(I,J)=CON(I,J)-ARHO*U(L1,J) ! 源项 b，参看上面注释



```

505 IF(J.EQ.M2) GO TO 506 ! 边界参数设置跳转
    ARHO=RMN(J+1)*XCV(I)*(FY(J+1)*RHO(L,J+1)+FYM(J+1)*RHO(L,J))
    FLOW=ARHO*V(I,J+1)
    CON(I,J)=CON(I,J)-FLOW
    CON(I,J+1)=CON(I,J+1)+FLOW
    GO TO 507
506 ARHO=RMN(M1)*XCV(I)*RHO(I,M1) ! 边界参数设置
    CON(I,J)=CON(I,J)-ARHO*V(I,M1)
507 AP(I,J)=AIP(I,J)+AIM(I,J)+AJP(I,J)+AJM(I,J) ! 参考 P205
    PC(I,J)=0. ! 压力修正值
    SMAX=AMAX1(SMAX,ABS(CON(I,J))) ! 取最大值, P206
    SSUM=SSUM+CON(I,J) ! b 的代数和, P206
503 CONTINUE
    CALL SOLVE

```

```

COME HERE TO CORRECT THE VELOCITIES ! P204, P205
    DO 521 J=2,M2
    DO 521 I=2,L2
        IF(I.NE.2) U(I,J)=U(I,J)+DU(I,J)*(PC(I-1,J)-PC(I,J)) ! 速度修正; 参考 P219, P219; 边界不修正
        IF(J.NE.2) V(I,J)=V(I,J)+DV(I,J)*(PC(I,J-1)-PC(I,J)) ! 速度修正; 边界不修正 (I=2; J=2)
521 CONTINUE
500 CONTINUE

```

COEFFICIENTS FOR OTHER EQUATIONS----- ! 其他所求量的系数

```

IST=2
JST=2
DO 600 N=4,NFMAX !NF>=4
NF=N
IF(.NOT.LSOLVE(NF)) GO TO 600 !LSOLVE(NF)为假时跳转不解
CALL GAMSOR !设置扩散系数及源项
REL=1.-RELAX(NF) ! 松弛因子

```

```

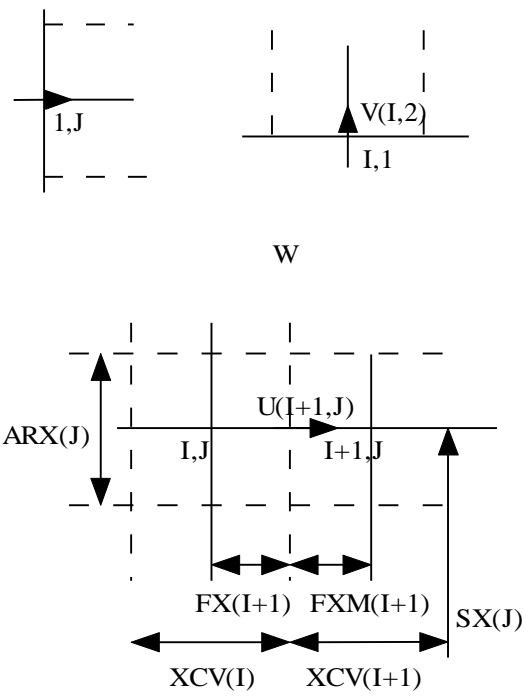
DO 602 I=2,L2 ! 边界参数设置 as
    AREA=R(1)*XCV(I)
    FLOW=AREA*V(I,2)*RHO(I,1) ! 通过界面的流量
    DIFF=AREA*GAM(I,1)/YDIF(2) ! 扩导 Ds
    CALL DIFLOW !计算乘方格式中的系数 A(p)
602 AJM(I,2)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) ! as

```

```

DO 603 J=2,M2 ! 边界参数设置 aw
    FLOW=ARX(J)*U(2,J)*RHO(1,J) ! 通过界面的流量
    DIFF=ARX(J)*GAM(1,J)/(XDIF(2)*SX(J)) ! 扩导 Dw
    CALL DIFLOW !计算乘方格式中的系数 A(p)
    AIM(2,J)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) ! aw
DO 603 I=2,L2
IF(I.EQ.L2) GO TO 604 ! 边界参数设置跳转

```



FLOW=ARX(J)*U(I+1,J)*(FX(I+1)*RHO(I+1,J)+FXM(I+1)*RHO(L,J)) ! 通过界面的流量

DIFF=ARX(J)*2.*GAM(L,J)*GAM(I+1,J)/(XCV(I)*GAM(I+1,J)+

1 XCV(I+1)*GAM(I,J)+1.0E-30)*SX(J)) ! 扩导 D_w

GO TO 605

604 FLOW=ARX(J)*U(L1,J)*RHO(L1,J) ! 界面流量

DIFF=ARX(J)*GAM(L1,J)/(XDIF(L1)*SX(J)) ! 扩导 D_w

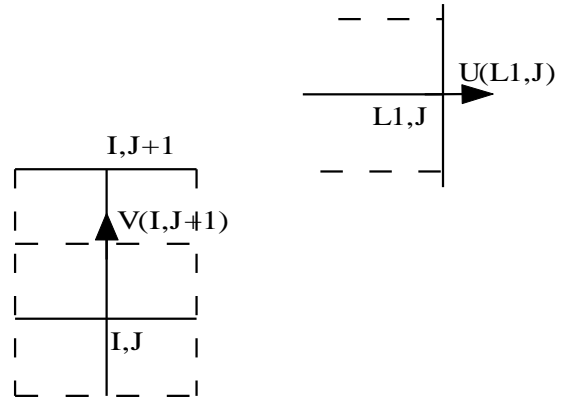
605 CALL DIFLOW ! 计算乘方格式中的系数 $A(|p|)$

AIM(I+1,J)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) ! a_w

AIP(I,J)=AIM(I+1,J)-FLOW ! a_E

AREA=RMN(J+1)*XCV(I)

IF(J.EQ.M2) GO TO 606 ! 边界参数设置跳转



FLOW=AREA*V(I,J+1)*(FY(J+1)*RHO(L,J+1)+FYM(J+1)*RHO(L,J)) ! 界面流量

DIFF=AREA*2.*GAM(L,J)*GAM(L,J+1)/(YCV(J)*GAM(L,J+1)+

1 YCV(J+1)*GAM(L,J)+1.0E-30)) ! 扩导 D_s

GO TO 607

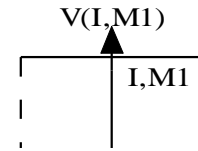
606 FLOW=AREA*V(I,M1)*RHO(I,M1) ! 边界流量

DIFF=AREA*GAM(I,M1)/YDIF(M1) ! 边界扩导 D_s

607 CALL DIFLOW ! 计算乘方格式中的系数 $A(|p|)$

AJM(I,J+1)=ACOF+AMAX1(0.,FLOW) ! a_s

AJP(I,J)=AJM(I,J+1)-FLOW ! a_N



VOL=YCVR(J)*XCV(I) ! 控制容积

APT=RHO(I,J)/DT ! 不稳定项 / t DT: 时间步长 t ;

AP(I,J)=AP(I,J)-APT ! $AP(I,J)$: S_p , 在 GAMSOR 中人为给定, 默认为 0; $S_p - \mathbf{r} / \Delta t$

CON(I,J)=CON(I,J)+APT*F(I,J,NF) ! $S_c + (\mathbf{r} / \Delta t) \cdot \mathbf{f}_p^0$; $S_c + a_p^0 \cdot \mathbf{f}_p^0$; $a_p^0 = \frac{\mathbf{r} \cdot \Delta V}{\Delta t}$

AP(I,J)=(-AP(I,J)*VOL+AIP(I,J)+AIM(I,J)+AJP(I,J)+AJM(I,J))

1/RELAX(NF) ! a_p , 参考 P179 (5 - 51f); 加亚松弛 P214 (6 - 19);

$-(S_p - \mathbf{r} / \Delta t) \cdot \Delta V + a_w + a_E + a_N + a_s$; $\frac{a_p}{a} \mathbf{f}_p^0$

CON(I,J)=CON(I,J)*VOL+REL*AP(I,J)*F(I,J,NF) ! $[S_c + (\mathbf{r} / \Delta t) \cdot \mathbf{f}_p^0] \cdot \Delta V = S_c \Delta V + a_p^0 \cdot \mathbf{f}_p^0 = b$;

$b + (1-a) \frac{a_p}{a} \mathbf{f}_p^0$

603 CONTINUE

CALL SOLVE ! 求解

600 CONTINUE

TIME=TIME+DT ! 在非稳态问题所用时间叠加

ITER=ITER+1 ! 迭代次数累加

IF(ITER.GE.LAST) LSTOP=.TRUE. ! 若迭代次数大于预先设置的迭代次数, 停止计算

RETURN

END

CC

SUBROUTINE SUPPLY

```
C*****
PARAMETER(NI=52,NJ=52,NIJ=NI,NFMAX=10,NFX3=NFMAX+3)
CHARACTER TITLE*8
LOGICAL LSOLVE,LPRINT,LBLK,LSTOP
COMMON F(NI,NJ,NFMAX),P(NI,NJ),RHO(NI,NJ),GAM(NI,NJ),CON(NI,NJ),
1 AIP(NI,NJ),AIM(NI,NJ),AJP(NI,NJ),AJM(NI,NJ),AP(NI,NJ),
2 X(NI),XU(NI),XDIF(NI),XCV(NI),XCVS(NI),
3 Y(NJ),YV(NJ),YDIF(NJ),YCV(NJ),YCVS(NJ),
4 YCVR(NJ),YCVRS(NJ),ARX(NJ),ARXJ(NJ),ARXJP(NJ),
5 R(NJ),RMN(NJ),SX(NJ),SXMN(NJ),XCVI(NI),XCVIP(NI)
COMMON DU(NI,NJ),DV(NI,NJ),FV(NI),FVP(NI),
1 FX(NI),FXM(NI),FY(NJ),FYM(NJ),PT(NIJ),QT(NIJ)
COMMON/INDX/NF,NP,NRHO,NGAM,L1,L2,L3,M1,M2,M3,
1IST,JST,ITER,LAST,TITLE(NFX3),RELAX(NFX3),TIME,DT,XL,YL,
2IPREF,JPREF,LSOLVE(NFX3),LPRINT(NFX3),LBLK(NFX3),MODE
3,NTIMES(NFX3),RHOCON
DIMENSION U(NI,NJ),V(NI,NJ),PC(NI,NJ)
EQUIVALENCE(F(1,1,1),U(1,1)),(F(1,1,2),V(1,1)),(F(1,1,3),PC(1,1))
```

```
C*****
10 FORMAT(1X,26(1H*),3X,A10,3X,26(1H*)) ! 打印输出设置
20 FORMAT(1X,4H I =,I6,6I9) ! 打印输出设置
30 FORMAT(1X,' J') ! 打印输出设置
40 FORMAT(1X,I3,2X,1P7E9.2) ! 打印输出设置
50 FORMAT(1X,1H) ! 打印输出设置, 换行
51 FORMAT(2X,' I =',2X,7(I4,5X)) ! 打印输出设置
52 FORMAT(2X,' X =',1P7E9.2) ! 打印输出设置
53 FORMAT(1X,' TH =',1P7E9.2) ! 打印输出设置
54 FORMAT(2X,' J =',2X,7(I4,5X)) ! 打印输出设置
55 FORMAT(2X,' Y =',1P7E9.2) ! 打印输出设置
```

```
C*****
ENTRY UGRID !为均分网格设置界面位置 ( 参照讲义 P10 图(C) )

XU(2)=0.
DX=XL/FLOAT(L1-2) !控制容积 x 方向长度
DO 1 I=3,L1
1 XU(I)=XU(I-1)+DX !控制面在 x 方向的位置;i.e the location of U(i,J)

YV(2)=0.
DY=YL/FLOAT(M1-2) !控制容积 y 方向长度
DO 2 J=3,M1
2 YV(J)=YV(J-1)+DY !控制面在 y 方向的位置;i.e the location of V(i,J)
RETURN
```

```
C*****
ENTRY PRINT !输出二维物理场
IF(.NOT.LPRINT(3)) GO TO 80
CALCULATE THE STREAM FUNCTION----- ! 计算流函数 P301 - 304
```

F(2,2,3)=0. ! $dj = -r(vdx + udy)$, 先 J 方向再 I 方向积分

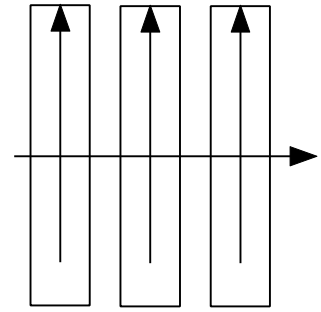
DO 82 I=2,L1

IF(I.NE.2) F(I,2,3)=F(I-1,2,3)-RHO(I-1,1)*V(I-1,2) !

1*R(1)*XCV(I-1) ! I = 2 时 , F(2,2,3)=0 ;

DO 82 J=3,M1

RHOM=FX(I)*RHO(L,J-1)+FXM(I)*RHO(I-1,J-1) ! P201 , 参看插值



82 F(I,J,3)=F(I,J-1,3)+RHOM*U(I,J-1)*ARX(J-1) ! $\begin{cases} j(I) - j(I-1) = -v \cdot r \cdot XCV(I-1) \cdot R(I) & (dy=0) \\ j(J) - j(J-1) = -u \cdot r \cdot ARX(J-1) & (dx=0) \end{cases}$

80 CONTINUE

C

IF(.NOT.LPRINT(NP)) GO TO 90

C

CONSTRUCT BOUNDARY PRESSURES BY EXTRAPOLATION ! 利用外推法构造边界压力

DO 91 J=2,M2 ! J 方向

P(1,J)=(P(2,J)*XCVS(3)-P(3,J)*XDIF(2))/XDIF(3)

! 线性插值 , P202 ; $\begin{cases} \frac{P(L1) - P(L3)}{XCVS(L2)} = \frac{P(L2) - P(L3)}{XDIF(L2)}, \frac{P(1) - P(3)}{XCVS(3)} = \frac{P(2) - P(3)}{XDIF(3)} \\ XCVS(L2) - XDIF(L2) = XDIF(L1) \\ XCVS(3) - XDIF(3) = XDIF(2) \end{cases}$

91 P(L1,J)=(P(L2,J)*XCVS(L2)-P(L3,J)*XDIF(L1))/XDIF(L2)

DO 92 I=2,L2 ! I 方向

P(I,1)=(P(I,2)*YCVS(3)-P(I,3)*YDIF(2))/YDIF(3) ! 同上

92 P(I,M1)=(P(I,M2)*YCVS(M2)-P(I,M3)*YDIF(M1))/YDIF(M2)

P(1,1)=P(2,1)+P(1,2)-P(2,2) ! 参看讲义 P11

P(L1,1)=P(L2,1)+P(L1,2)-P(L2,2) ! 参看讲义 P11

P(1,M1)=P(2,M1)+P(1,M2)-P(2,M2) ! 参看讲义 P11

P(L1,M1)=P(L2,M1)+P(L1,M2)-P(L2,M2) ! 参看讲义 P11

PREF=P(IPREF,JPREF) ! 压力参考点

DO 93 J=1,M1

DO 93 I=1,L1

93 P(I,J)=P(I,J)-PREF ! 与压力参考点相对值

90 CONTINUE

C

C RETURN

PRINT 50 ! 打印到屏幕 , 参考子程序 SUPPLY 中 format 设置

WRITE(8,50) ! 可在屏幕与文本中输出 ; FORMAT50 的意义为换行

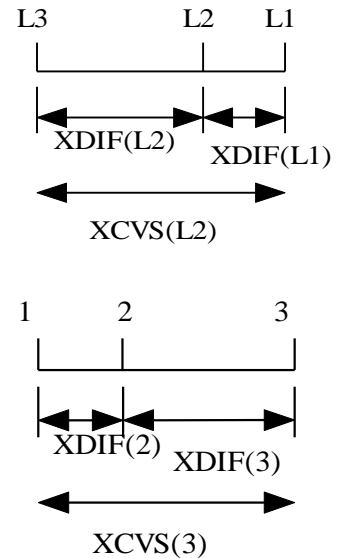
IEND=0

301 IF(IEND.EQ.L1) GO TO 310

IBEG=IEND+1

IEND=IEND+7 ! 一行 7 个数据

IEND=MIN0(IEND,L1) ! 取最小值 , 防止过多打印




```

PRINT 50 ! 换行
WRITE(8,50) ! 换行
PRINT 51,(I,I=IBEG,IEND) !从 IBEG 到 IEND 打印 ;
WRITE(8,51) (I,I=IBEG,IEND) !输出 I= 1 2 3 4 5 6 7 ; 循环输出打印
IF(MODE.EQ.3) GO TO 302 ! MODE = 3 , 极坐标下
PRINT 52,(X(I),I=IBEG,IEND) ! 输出 X = .....
WRITE(8,52) (X(I),I=IBEG,IEND)
GO TO 303
302 PRINT 53,(X(I),I=IBEG,IEND) ! 极坐标下输出 TH = .....
WRITE(8,53) (X(I),I=IBEG,IEND)
303 GO TO 301 ! 以上为网格数据 X 方向
310 JEND=0
PRINT 50 ! 换行
WRITE(8,50) ! 换行
311 IF(JEND.EQ.M1) GO TO 320
JBEG=JEND+1
JEND=JEND+7
JEND=MIN0(JEND,M1)
PRINT 50
WRITE(8,50)
PRINT 54,(J,J=JBEG,JEND) !输出 J= 1 2 3 4 5 6 7 ; 循环输出打印
WRITE(8,54) (J,J=JBEG,JEND) !输出 J= 1 2 3 4 5 6 7 ; 循环输出打印
PRINT 55,(Y(J),J=JBEG,JEND) !输出 Y(J) = .....循环输出打印
WRITE(8,55) (Y(J),J=JBEG,JEND) !输出 Y(J) = .....循环输出打印
GO TO 311
320 CONTINUE

```

C

```

DO 999 N=1,NGAM
NF=N
IF(.NOT.LPRINT(NF)) GO TO 999 !如果 LPRINT (NF) 为假，不打印下列
PRINT 50 ! 换行
WRITE(8,50) ! 换行
PRINT 10,TITLE(NF) ! 打印标题 *****
WRITE(8,10) TITLE(NF) ! 打印标题 *****
IFST=1 ! 初始值
JFST=1 ! 初始值
IF(NF.EQ.1.OR.NF.EQ.3) IFST=2 ! 如果 U 或 P，从 2 点开始打印，I=2
IF(NF.EQ.2.OR.NF.EQ.3) JFST=2 ! 如果 U 或 P，从 2 点开始打印，J=2
IBEG=IFST-7
110 CONTINUE
IBEG=IBEG+7 ! 起始打印点
IEND=IBEG+6 ! 终止打印点
IEND=MIN0(IEND,L1) ! 取 L1 与 IEND 的最小值，防止过多打印
PRINT 50 ! 换行
WRITE(8,50) ! 换行
PRINT 20,(I,I=IBEG,IEND) !输出 I= 1 2 3 4 5 6 7 ; 循环输出打印
WRITE(8,20) (I,I=IBEG,IEND) !输出 I= 1 2 3 4 5 6 7 ; 循环输出打印

```

```
PRINT 30 ! 输出 J
WRITE(8,30) ! 输出 J
JFL=JFST+M1 ! 终止点, 反打, 9, 8, 7, ..... (参看打印输出格式)
DO 115 JJ=JFST,M1
J=JFL-JJ ! 设 J (为反打准备)
PRINT 40,J,(F(I,J,NF),I=IBEG,IEND) ! 循环输出 P, U, V 等数;(从 IBEG 到 IEND 循环)
WRITE(8,40) J,(F(I,J,NF),I=IBEG,IEND) ! 循环输出 P, U, V 等数;(从 IBEG 到 IEND 循环)
115 CONTINUE
IF(IEND.LT.L1) GO TO 110
999 CONTINUE
RETURN
END
```

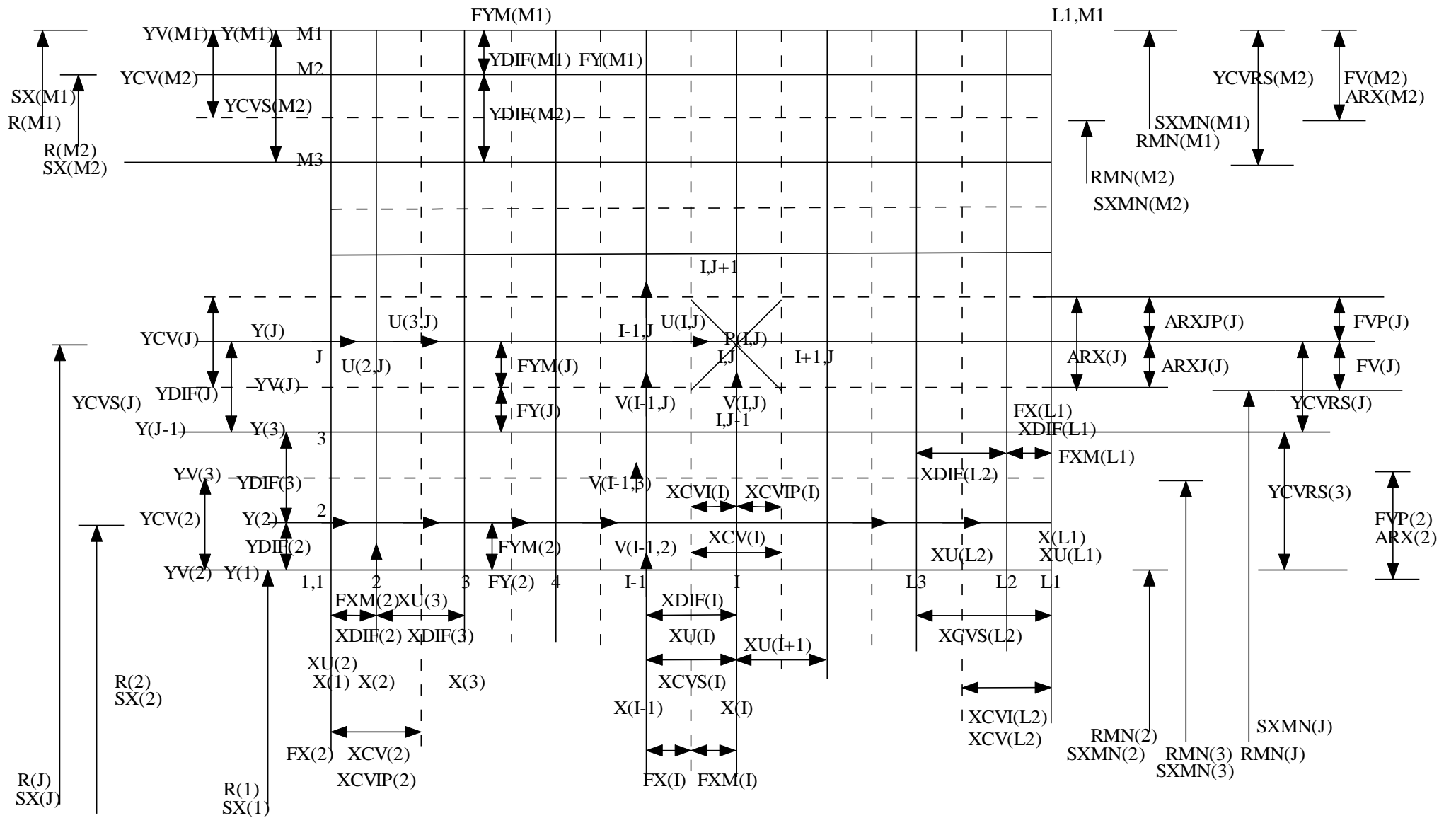


图 1