

# 岩组资料的数据处理及成图自动化 (之二)

## ——岩组图的旋转

李福佩

吴乃爵

(浙江大学地质系)

(浙江工学院)

### 一、岩组图的旋转

岩组图的旋转在岩组分析中是一项十分重要的工作。它使图形绕不同的轴旋转，得出不同空间方位的岩组图，以便从三维空间了解组构的对称。更重要的是，我们做岩组分析主要切制的是垂直于b轴的定向切片，当我们对它进行测定并绘制出相应的岩组图时，所得到的岩组图并不反映组构的空间真实方位，而欲求其空间真实方位，必须将b片旋转到水平位置方可得到。

但是要将b片的图形旋转一定角度，特别当旋转角不等于90°时，工作量很大。为此，我们设计了这套程序。

### 二、基本构思

在《岩组资料的数据处理及成图自动化》(之一)——岩组图的制作(简称“之一”)一文中，介绍了从原始数据的展点、统计、内插到电脑自动成图的全过程。其中展点是将所测得并的空间方位换算成它在施密特网上的坐标，将其标示出来。嗣后，电脑予以统计并给出等密线图。

岩组图的旋转是将b片的原始数据经展点后求出的坐标，进一步依旋转条件(向什么方向，转多少度)算出旋转后该点的新坐标。这时展出的点是经过旋转的点，以后的统计、内插及等密线绘制方法与“之一”完全相同，故本文旨在讲清如何依旋转条件求算展点的新坐标以及在电脑上如何实现这一关键问题。

### 三、旋转的数学模式:

为便于观察以上半球为例(见图1)，而本文所提供的程序及以后的图件仍以岩组工作的一般习惯采用下半球投影。

设AOB为极射赤平投影的赤平面，O为球心，ACB为垂直于赤平面的小圆。OA=OF=OF<sub>1</sub>=R(大圆半径)，QF=QF<sub>1</sub>=R<sub>1</sub>(小圆半径)。若旋转前F为光轴出露点，D为某赤平投影点，那末OFQ就是含光轴的大圆面。DP是展点矢径在X坐标上的投影(为已知)，∠FOD可依倾角给出。这样，旋转的问题就变为求出OFQ大圆旋转φ角后至OF<sub>1</sub>Q大圆，再

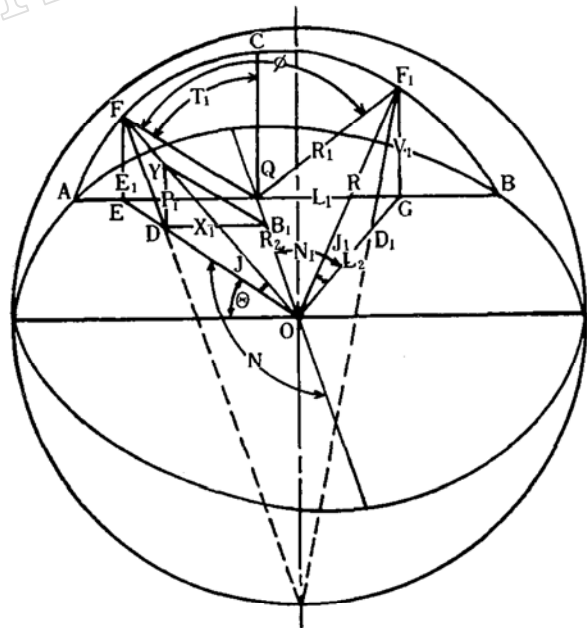


图 1

求其极点 $F_1$ 的投影点的极坐标。

设旋转角为 $FY$ (即 $\phi$ ), 于是将有如下的函数关系:

$$D = OD = \sqrt{2} \times R \times \sin(J/2), \quad YD = P_1 = D \times \tan(90 - J)$$

$$DB_1 = X_1 = |D \times \sin(N)|, \quad T_1 = \text{ATN}(X_1/\rho_1)$$

其中 $T_1$ : 投影面与直立面之间的夹角

$$\text{令 } FE = E_1, \quad F_1G = V_1, \quad QG = L_1, \quad OG = L_2, \quad QO = R_2$$

$$\text{则 } L_1 = \sqrt{(R_1)^2 - (V_1)^2}$$

$$L_2 = \sqrt{(R)^2 - (V_1)^2}$$

$$J_1 = \text{ATN}(V_1/L_2)$$

$$D_1 = OD_1 = \sqrt{2} \times R \times \sin((PY - J_1)/2) \quad \text{其中 } PY = 90^\circ$$

$$\text{由于 } R = \sqrt{(L_2)^2 - (L_1)^2}$$

$$N_1 = \text{ATN}(L_1/R_2)$$

虽然求出了旋转后投影线与子午线(OQ)的夹角 $N_1$ 及旋转后投影点的极坐标矢径 $D_1$ , 但由于投影点旋转后有象限变化问题, 故新坐标应属何象限尚取决于旋转前投影点所在位置及旋转角的大小。

#### 四、旋转后投影点的象限变化:

1. 旋转前投影点在赤平投影的赤道大圆上, 可分为以下几种情况:

(1) 当 $N=0$ 及 $N=2 \times PY$ (即 $180^\circ$ )时:

旋转后投影点的位置不变,  $N=N$ 。

(2) 当 $N=PY$ 及 $N=3 \times PY$ 时:

旋转后投影点在东西径上移动,  $N=N$ 。

(3) 当 $0 < N < PY$ , 即投影点在第一象限时, 旋转后投影点进入第三象限(见图2)。

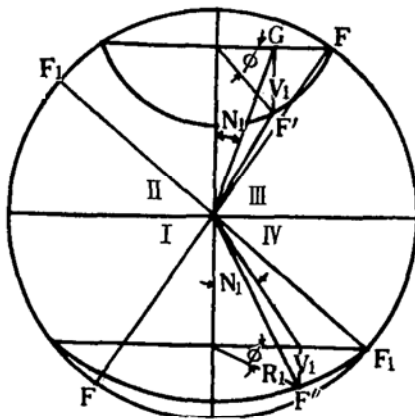


图 2

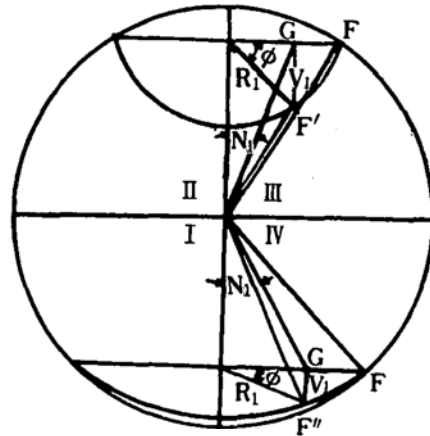


图 3

(4) 当 $PY < N < 2 \times PY$ , 即投影点在第二象限时, 旋转后投影点进入第四象限(见图2)。

(5) 当 $2 \times PY < N < 3 \times PY$ , 即投影点在第三象限时, 旋转后投影点仍在第三象限(见图3)。

(6) 当  $3 \times PY < N < 4 \times PY$ , 即投影点在第四象限时, 旋转后投影点仍在第四象限 (见图3)。

上述六种情况归纳在程序框图一中。

2. 旋转前的投影点不在赤道大圆时的情况: 设旋转角为  $FY$ 。

(1) 投影点在第一象限, 即  $0 \leq N < PY$  时:

若  $FY + T_1 \leq PY$ :

则旋转后方位角  $N = 6.28318 + N_1$ , 旋转后投影点仍在第一象限 (见图4)。

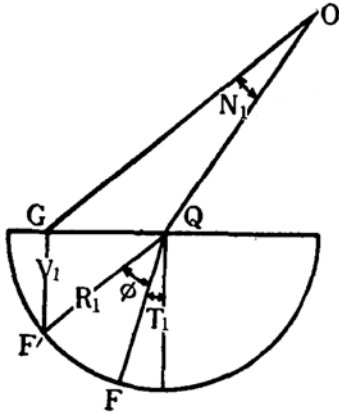


图 4

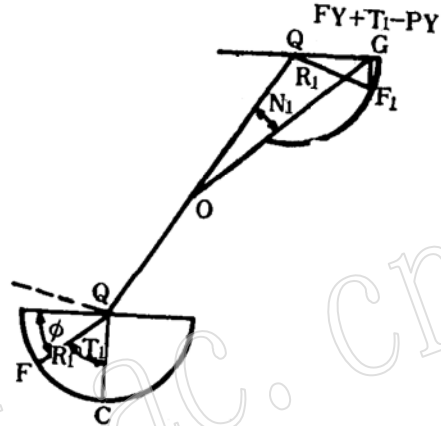


图 5

若  $FY + T_1 > PY$ :

则  $N = 3.14159 + N_1$ , 旋转后投影点进入第三象限 (见图5)。

(2) 投影点在第二象限, 即  $PY \leq N < 2 \times PY$  时:

若  $FY + T_1 \leq PY$

则  $N = 3.14159 - N_1$ , 旋转后投影点仍在第二象限 (见图6)。

若  $FY + T_1 > PY$

则  $N = 6.28318 - N_1$ , 旋转后投影点进入第四象限 (见图7)。

(3) 投影点在第三象限, 即  $2 \times PY \leq N < 3 \times PY$  时:

若  $(PY - T_1 + FY) \leq PY$

则  $N = 3.14159 + N_1$ , 旋转后投影点仍在第三象限 (见图8)。

若  $(PY - T_1 + FY) > PY$

则  $N = 3.14159 - N_1$ , 旋转后投影点进入第二象限 (见图2)。

(4) 投影点在第四象限, 即  $3 \times PY \leq N < 4 \times PY$  时:

若  $(PY - T_1 + FY) \leq PY$

则  $N = 6.28318 - N_1$ , 旋转后投影点仍在第四象限 (见图8)。

若  $(PY - T_1 + FY) > PY$

则  $N = 6.28318 + N_1$ , 旋转后投影点进入第一象限 (见图8)。

上述各种情况可详见框图二。

确定了  $N$ , 即确定了旋转后投影点的方位角, 即确定了投影线。旋转后的投影点离中心的距离  $D_1$ , 可通过  $V_1$  来求出。  $N_1, D_1$  是旋转后投影点的极坐标, 将它换算成直角坐标, 再

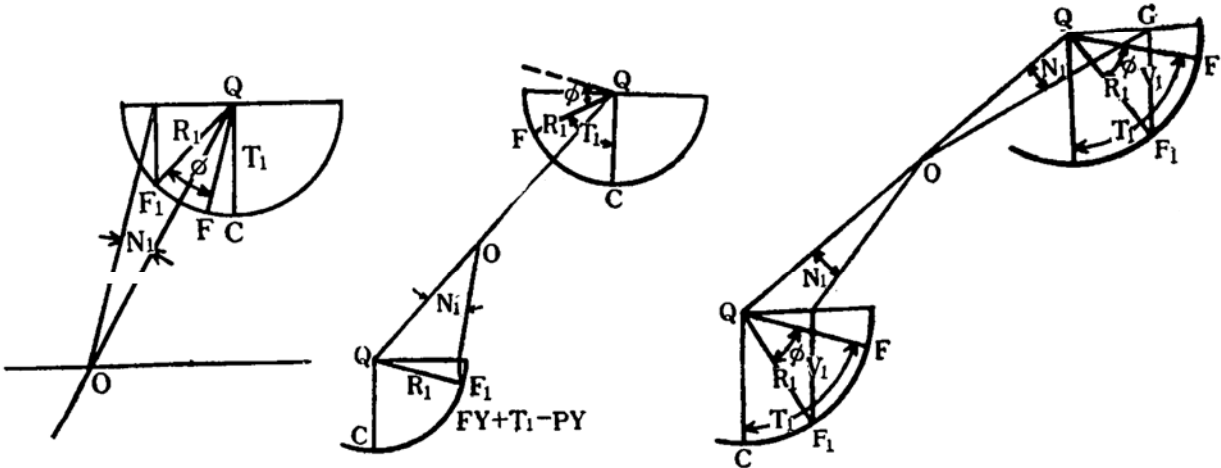


图 6

图 7

图 8

展点、统计、内插、作图，即得旋转后的岩组图（统计、内插、作图同前文）。

旋转时必须注意，为切片在标本左方，岩片是沿水平轴逆时针下“扑”，因下半球投影各点向右转动，在恢复到其原有位置时，各点应向左转动；若切片在标本的右方，则岩片是沿水平轴顺时针下“扑”，在恢复其原有位置时，要用 $180^\circ$ 减去转角再上机。

### 五、图件对比

#### 1. 手工绘制

#### 2. 电脑绘制



图 9



图 10

### 六、程序设计中的几个关键问题

1. 程序要存贮大量的数据，若以坐标点计，则需定义一个二维数组 $W(140, 140)$ ，而此数组要占约 97K 的内存，故维数定义时以  $W(140, 7)$  采用反复赋值以解决电脑容量之不足。

2. 程序长而复杂，且要求作图，故必须对高分辨作图页面进行保护。

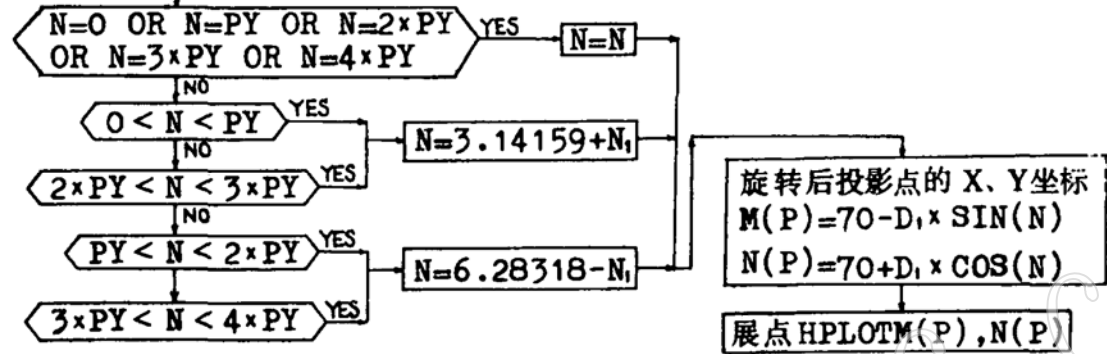
3. 设置了文本文件的“存”与“取”（920~1060 句）及图形文件的“存”（1530~1536 句）及“取”（1592~1598 句），以便长久保留原始资料及图件。

程序框图一

投影点在大圆上时:  $J=PY$  ( $PY=3.14159/2$ )

数学模式  $P_1=0 : T_1=PY : E_1=0 : R_1=X_1 : V_1=R_1 \times \sin(FY)$   
 $L_1 = \sqrt{R_1^2 - V_1^2} : L_2 = \sqrt{R^2 - V_1^2} : J_1 = \text{ATN}(V_1/L_2)$

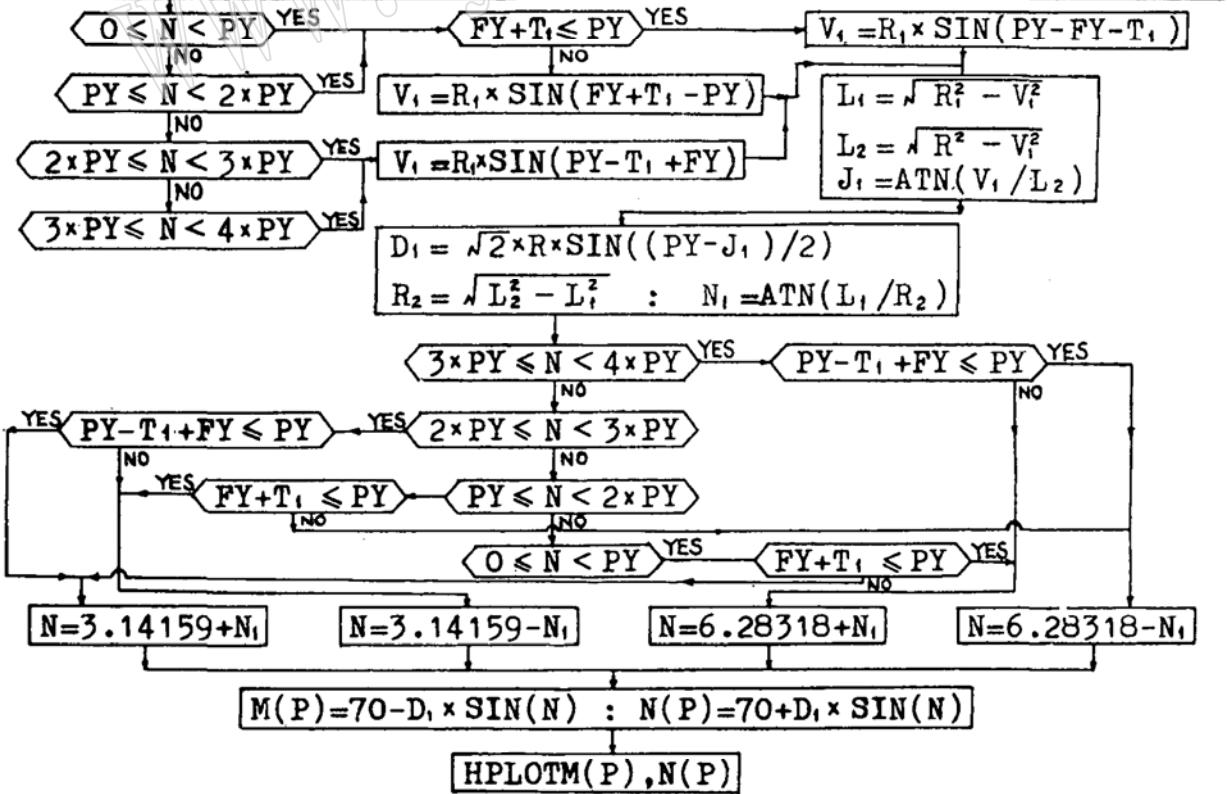
$D_1 = \sqrt{2} \times R \times \sin((PY - J_1)/2)$  旋转后投影点的极坐标矢径  
 $R_2 = \sqrt{L_2^2 - L_1^2}$   
 $N_1 = \text{ATN}(L_1/R_2)$  旋转后投影线与子午线的夹角



程序框图二

投影点不在大圆上时:  $J \neq PY$  ( $PY=3.14159/2$ )

数学模式:  
 $P_1 = D \times \tan(PY - J) : T_1 = \text{ATN}(X_1/P_1) : E_1 = R \times \sin(PY - J) : R_1 = E_1 / \cos(T_1)$



## LIST

```

10 REM DATA PROCESSING OF PETROFABRIC DIAGRAM--ROT
   ATION
20 LOMEM: 16384: DIM X(441),W(140,7),M(100),N(100)
30 PRINT "DO YOU WANT TO RETRIEVE THE TEXT FILE TO DR
   AW A DIAGRAM?(ANS.Y OR N)": INPUT G$
40 IF G$ = "Y" GOTO 920
42 PRINT "DO YOU WANT TO RETRIEVE THE GRAPHIC FILE ?(
   ANS.Y OR N)": INPUT G$
44 IF G$ = "Y" GOTO 1592
50 INPUT "FY (ROT.ANGLE)=";FY:FY = FY * 3.14159 / 180

60 HGR : HCOLOR= 7:R = 70:G = 3.14159 / 180
70 FOR TH = 0 TO 360:RH = TH * G:X = 70 + R * COS (R
   H):Y = 70 - R * SIN (RH):HPLLOT X,Y: NEXT
80 HPLLOT 68,144 TO 70,142 TO 70,147
90 VTAB 22
100 INPUT "DETERMINATION NUMBER=";M
110 P = P + 1
120 INPUT "BEARING=";N: INPUT "DIP ANGLE=";J: INPUT "
   I=(E=1,W=2,S=3,N=4)";I
122 IF N > 360 OR N < 0 OR J > 90 OR J < 0 OR I > 4 OR
   I < 0 GOTO 1650
130 IF I = 1 GOTO 170
140 IF I = 2 GOTO 190
150 IF I = 3 GOTO 210
160 IF I = 4 GOTO 230
170 N = 450 - N: IF N > 360 THEN N = N - 360
180 GOTO 250
190 N = 630 - N: IF N > 360 THEN N = N - 360
200 GOTO 250
210 N = 360 - N: IF N > 360 THEN N = N - 360
220 GOTO 270
230 N = 540 - N: IF N > 360 THEN N = N - 360
240 GOTO 270
250 J = (90 - J) * G
260 GOTO 280
270 J = J * G
280 D = 2 * R / SQR (2) * SIN (J / 2):N = N * G:PY =
   3.14159 / 2:X1 = ABS (D * SIN (N))
290 IF J = PY GOTO 310
300 GOTO 330
310 P1 = 0:T1 = PY:E1 = 0:R1 = X1
320 GOTO 410
330 P1 = D * TAN (PY - J):T1 = ATN (X1 / P1):E1 = R *
   SIN (PY - J):R1 = E1 / COS (T1)
340 IF N > = 0 AND N < 3.14159 GOTO 370
350 IF N > = 3.14159 AND N < 3 * PY GOTO 400
360 IF N > = 3 * PY AND N < 4 * PY GOTO 400
370 IF FY + T1 < = PY GOTO 390
380 V1 = R1 * SIN (FY + T1 - PY): GOTO 420
390 V1 = R1 * SIN (PY - FY - T1): GOTO 420
400 V1 = R1 * SIN (PY - T1 + FY): GOTO 420
410 V1 = R1 * SIN (FY)
420 L1 = SQR (R1 ^ 2 - V1 ^ 2):L2 = SQR (R ^ 2 - V1 ^
   2):J1 = ATN (V1 / L2)

```

```

430 D1 = SQR (2) * R * SIN ((PY - J1) / 2):R2 = SQR
(L2 ^ 2 - L1 ^ 2):N1 = ATN (L1 / R2)
440 IF J = PY GOTO 460
450 GOTO 520
460 IF N = 0 OR N = PY OR N = 2 * PY OR N = 3 * PY OR
N = 4 * PY GOTO 510
470 IF N > 0 AND N < PY GOTO 660
480 IF N > PY AND N < 3.14159 GOTO 670
490 IF N > 3.14159 AND N < 3 * PY GOTO 660
500 IF N > 3 * PY AND N < 2 * 3.14159 GOTO 670
510 N = N: GOTO 680
520 IF N > = 0 AND N < 1.57079 GOTO 560
530 IF N > = 1.57079 AND N < 3.14159 GOTO 580
540 IF N > = 3.14159 AND N < 4.71238 GOTO 600
550 IF N > = 4.71238 AND N < 6.28318 GOTO 620
560 IF FY + T1 < = PY GOTO 640
570 GOTO 660
580 IF FY + T1 < = PY GOTO 650
590 GOTO 670
600 IF PY - T1 + FY < = PY GOTO 660
610 GOTO 650
620 IF PY - T1 + FY < = PY GOTO 670
630 GOTO 640
640 N = 6.28318 + N1: GOTO 680
650 N = 3.14159 - N1: GOTO 680
660 N = 3.14159 + N1: GOTO 680
670 N = 6.28318 - N1
680 M(P) = 70 - D1 * SIN (N):N(P) = 70 + D1 * COS (N
): H PLOT M(P),N(P)
690 IF P = M GOTO 702
700 GOTO 110
702 PRINT "* REVISE *:PRESS HCOLOR=0:GOTO120:PRESS WR
ONG DATA THEN HCOLOR=7:GOTO120:PRESS CORRECT DATA.
AT LAST PRESS "CONT" "
704 STOP
710 PRINT "DO YOU WANT TO PRINT THE DIAGRAM ?(ANS.Y O
R N)"
720 INPUT A$
730 IF A$ = "N" GOTO 750
740 PR# 1: PRINT : PRINT TAB( 4)"POINT-GROUP DIAGRAM
(AFTER ROT.)": POKE 1913,65: PRINT CHR$( 17)
742 PRINT TAB( 10);"*** WAIT PLEASE ***"
745 E = 0:S = 0
750 FOR I = 0 TO 140 STEP 7
760 FOR J = 0 TO 140 STEP 7
770 FOR K = 1 TO 100
780 IF M(K) > J - 7 AND M(K) < J + 7 AND N(K) > I - 7
AND N(K) < I + 7 THEN S = S + 1
790 NEXT K
800 E = E + 1:X(E) = S:S = 0
810 NEXT J: NEXT I
820 X(11) = X(11) + X(431):X(431) = X(11):X(12) = X(12
) + X(430):X(430) = X(12):X(13) = X(13) + X(429):X
(429) = X(13):X(10) = X(10) + X(432):X(432) = X(10
):X(9) = X(9) + X(433):X(433) = X(9)
830 X(413) = X(413) + X(8):X(8) = X(413):X(407) = X(14
) + X(407):X(14) = X(407):X(35) = X(35) + X(35):X

```

```

(482) = X(35):X(29) = X(29) + X(434):X(434) = X(29
):X(28) = INT ((X(28) + X(414)) / 1.125):X(414) =
X(28)
840 X(36) = INT ((X(36) + X(406)) / 1.125):X(406) = X
(36):X(231) = X(231) + X(211):X(211) = X(231):X(19
0) = X(190) + X(252):X(252) = X(190):X(169) = X(16
9) + X(273):X(273) = X(169):X(210) = X(210) + X(23
2)
850 X(232) = X(210):X(189) = X(189) + X(253):X(253) =
X(189):X(275) = X(275) + X(168):X(168) = X(275):X(
149) = X(149) + X(294):X(294) = X(149):X(293) = X(
293) + X(148):X(148) = X(293)
860 X(167) = X(167) + X(274):X(274) = X(167):X(296) =
INT ((X(296) + X(146)) / 1.125):X(146) = X(296):X
(128) = INT ((X(128) + X(314)) / 1.1):X(314) = X(1
28):X(48) = INT ((X(48) + X(394)) / 1.625):X(394)
= X(48)
870 X(58) = INT ((X(58) + X(384)) / 1.625):X(384) = X
(58):X(59) = X(59) + X(383):X(383) = X(59):X(47) =
X(47) + X(395):X(395) = X(47):X(67) = X(67) + X(37
5):X(375) = X(67)
880 X(87) = X(87) + X(355):X(355) = X(87):X(81) = X(81
) + X(361):X(361) = X(81):X(103) = X(103) + X(339)
:X(339) = X(103):X(68) = X(68) + X(396):X(396) = X
(68):X(80) = X(80) + X(382):X(382) = X(80)
890 X(102) = X(102) + X(360):X(360) = X(102):X(124) =
X(124) + X(338):X(338) = X(124):X(88) = X(88) + X(
376):X(376) = X(88):X(108) = X(108) + X(356):X(356
) = X(108):X(374) = X(374) + X(46)
900 X(46) = X(374):X(362) = X(362) + X(60):X(60) = X(3
62):X(354) = X(354) + X(66):X(66) = X(354):X(340) =
X(340) + X(82):X(82) = X(340):X(334) = X(334) + X(
86):X(86) = X(334):X(318) = X(318) + X(104):X(104)
= X(318)
910 FOR I = 1 TO 441: PRINT " ";X(I);: NEXT I: PR# 0:
PRINT
920 PRINT "DO YOU WANT TO SET UP A TEXT FILE?(ANS.Y O
R N)"
930 INPUT A$:D$ = CHR$(4)
940 IF A$ = "N" GOTO 990
950 INPUT "WHAT'S THE FILE'S NAME?";N$
960 PRINT D$;"MON C,0": PRINT D$;"OPEN";N$: PRINT D$;
"WRITE";N$
970 FOR I = 1 TO 441: PRINT X(I): NEXT
980 PRINT D$;"CLOSE";N$
990 PRINT "DO YOU WANT TO RETRIEVE THE TEXT FILE?(ANS
Y OR N)"
1000 INPUT B$
1010 IF B$ = "N" GOTO 1070
1020 INPUT "NAME OF THE TEXT FILE?";Z$
1030 PRINT D$;"MON C,I,0"
1040 PRINT D$;"OPEN";Z$: PRINT D$;"READ";Z$
1050 FOR I = 1 TO 441: INPUT X(I): NEXT
1060 PRINT D$;"CLOSE";Z$
1070 HGR : HCOLOR= 7
1080 FOR Q = 0 TO 19
1090 FOR Y = 0 TO 7 STEP 7

```



```

1100 FOR X = 0 TO 140 STEP 7
1110 A = A + 1:W(X,Y) = Y(A)
1120 PRINT " ";X(A);
1130 NEXT X: NEXT Y
1140 FOR X = 0 TO 140 STEP 7
1150 Y = 0
1160 IF W(X,Y) = W(X,Y + 7) GOTO 1210
1170 A1 = ABS (W(X,Y) - W(X,Y + 7)):A2 = INT (A1 / 7
* 100 + 0.5) / 100
1180 IF W(X,Y) > W(X,Y + 7) GOTO 1200
1190 FOR I = 1 TO 6:W(X,Y + I) = W(X,Y) + I * A2: NEXT
I: GOTO 1220
1200 FOR I = 1 TO 6:W(X,Y + 7 - I) = W(X,Y + 7) + I *
A2: NEXT I: GOTO 1220
1210 FOR I = 1 TO 6:W(X,Y + I) = W(X,Y): NEXT I
1220 NEXT X
1230 FOR Y = 0 TO 7
1240 FOR X = 0 TO 133 STEP 7
1250 IF W(X,Y) = W(X + 7,Y) GOTO 1300
1260 A1 = ABS (W(X,Y) - W(X + 7,Y)):A2 = INT (A1 / 7
* 100 + 0.5) / 100
1270 IF W(X,Y) > W(X + 7,Y) GOTO 1290
1280 FOR I = 1 TO 6:W(X + I,Y) = W(X,Y) + A2 * I: NEXT
I: GOTO 1310
1290 FOR I = 1 TO 6:W(X + 7 - I,Y) = W(X + 7,Y) + A2 *
I: NEXT I: GOTO 1310
1300 FOR I = 1 TO 6:W(X + I,Y) = W(X,Y): NEXT I
1310 NEXT X: NEXT Y
1320 VTAB 24: HTAB 14: INPUT "N(MAX DATA)=";N
1330 IF Q < 19 GOTO 1400
1340 FOR Y = 0 TO 7: FOR X = 0 TO 140: FOR I = 1 TO N
STEP 2
1350 IF W(X,Y) < I + 0.2 AND W(X,Y) > I - 0.2 GOTO 13
70
1360 GOTO 1380
1370 HPLLOT X + 10,Y + 10 + Q * 7
1380 NEXT I: NEXT X: NEXT Y
1390 GOTO 1410
1400 GOSUB 1540
1410 B = Q + 1
1420 IF B = 20 GOTO 1450
1430 A = B * 21
1440 NEXT Q
1450 G = 3.14159 / 180:R = 70
1460 FOR C = 270 TO 450 STEP 0.5:V = C * G:X = 80 + R
* COS (V):Y = 80 - R * SIN (V): HCOLOR= 0: HPLLOT
X,Y TO X + 24,Y: NEXT : HPLLOT 45,150 TO 115,150
1470 FOR C = 90 TO 270 STEP 0.5:V = C * G:X = 80 + R *
COS (V):Y = 80 - R * SIN (V): HPLLOT X,Y TO 0,Y: NEXT
: HPLLOT 45,10 TO 115,10
1480 HCOLOR= 7: FOR C = 0 TO 360 STEP 0.5:V = C * G: HPLLOT
80 + R * COS (V),80 - R * SIN (V): NEXT
1490 HPLLOT 78,154 TO 80,152 TO 80,157
1500 PRINT "DO YOU WANT TO FRINT THE DIAGRAM?(ANS.Y 0
R N)": INPUT H$
1510 IF H$ = "N" GOTO 1530
1520 FR# 1: PRINT : PRINT TAB( 4)"PETROFABRIC DIAGRA

```

```

M(AFTER ROT.)": POKE 1913,65: PRINT CHR# (17)
1530 PRINT "DO YOU WANT TO SET UP A GRAPHIC FILE?(ANS
.Y OR N)": INPUT G#
1532 IF G# = "N" GOTO 1538
1534 INPUT "WHAT'S THE GRAPHIC FILE'S NAME?";G#
1536 PRINT D#;"BSAVE";G#;"",A8192,L8191"
1538 END
1540 D# = CHR# (4): FOR Y = 0 TO 6: FOR X = 0 TO 140:
FOR I = 1 TO N STEP 2
1550 IF W(X,Y) < I + 0.2 AND W(X,Y) > I - 0.2 GOTO 15
70
1560 GOTO 1580
1570 HPLOT X + 10,Y + 10 + 0 * 7
1580 NEXT I: NEXT X: NEXT Y
1590 RETURN
1592 INPUT "THE GRAPHIC FILE'S NAME?";G#
1594 HOME : HGR : HCOLOR= 7
1596 D# = CHR# (4): PRINT D#;"BLOAD";G#
1598 POKE - 16297,0: POKE - 16300,0: POKE - 16302,
0: POKE - 16304,0: POKE - 16301,0: VTAB 21
1600 PR# 1: PRINT : PRINT TAB( 4)"PETROFABRIC DIAGRA
M(AFTER ROT.)": POKE 1913,65: PRINT CHR# (17)
1610 END
1650 GOTO 120

```

#### 参 考 文 献

- (1) 何作霖, 1965, 赤平极射投影在地质科学中的应用, 科学出版社。
- (2) 何绍勋, 1979, 构造地质学中的赤平极射投影, 地质出版社。
- (3) 李福佩, 1981, 论岩组工作中确定构造要素的简单方法, 成都地质学院学报。
- (4) 张巨洪等, 1983, BASIC语言程序库, 清华大学出版社。