

用普洛宁网进行密度统计的BASIC程序

高德臻

(中国地质大学·北京)

本文介绍一种将线理、面理用吴氏网投影后,再采用普洛宁网统计原理进行电算,以求其优选方位的新方法。该法具有数学模型简单、省时、适应性强等特点,尤其适用于PC-1500袖珍计算机。

关键词: 赤平投影; 等角距投影; 极等面积投影; 密度统计; 逐点判别; 轴对称

在构造地质学研究中,常要对所获得的线理、面理产状经投影后进行密度统计,以确定其优选方位。本文介绍一种以等角距网(吴氏网)投影后,再采用普洛宁网统计原理进行电算的新方法。

计算和统计原理

1. 在吴氏网上投影极点坐标 (x_1, y_1) 的计算

本程序在极射赤平投影图上系依下半球进行投影,其几何关系见图1。在图1中, OR 为基圆半径(r); $\angle ORA = \angle WOC = \theta$, θ 为大圆弧 $\widehat{RBP}$ 的倾角; A 为 $\widehat{RBP}$ 的作图圆心, A 点坐标为 $(r \tan \theta, 0)$; RA 为 $\widehat{RBP}$ 的作图半径, RA 线段长为 $\frac{r}{\cos \theta}$ 。

大圆弧 $\widehat{RBP}$ 的几何方程为:

$$[x - r \sin(180 + W) + \tan \theta]^2 + [y - r \cos(180 + W) \tan \theta]^2 = \left(\frac{r}{\cos \theta}\right)^2 \quad (1)$$

式中, r ——基准圆半径; W ——大圆弧倾向方位角; θ ——大圆弧倾角。

当大圆弧的倾向方位 $W = 270^\circ$ 时,由(1)式得:

$$(x - r \tan \theta)^2 + (y - 0)^2 = \left(\frac{r}{\cos \theta}\right)^2 \quad (2)$$

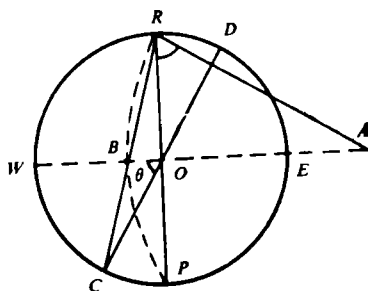


图1 大圆弧 $\widehat{RBP}$ 与作图圆心、半径的几何关系
(据何绍勋)

当一线理产状投影点为 $B(W, \theta)$ (图1) 时,根据极坐标方程则应:

$$\begin{cases} x = A \cos W \\ y = A \sin W \end{cases} \quad (3)$$

矢径 A 的长度为当 $y = 0$ 时方程(2)的 x 解,即 $A = r \left(\tan \theta - \frac{1}{\cos \theta} \right)$ 。将 A 代入方程(3)得:

$$\begin{cases} x_1 = r \cos W \left(\tan \theta - \frac{1}{\cos \theta} \right) \\ y_1 = r \sin W \left(\tan \theta - \frac{1}{\cos \theta} \right) \end{cases} \quad (4)$$

方程(4)中的 x_1, y_1 即为投影极点 $B(W, \theta)$ 在吴氏网上的坐标值。

2. 普洛宁网的判别统计原理

(1) 普洛宁网的特点 普洛宁网和吴氏网均为等角距网, 若两网的基准圆半径相同, 则可配套使用; 普洛宁网为轴对称图形(图2、3), 无论将该网如何放置均不影响统计效果, 本程序采用将最外6层小圆圆心的连线方向为正东(90°)方位摆放(图3); 各层统计小圆圆心都在半径不等的大圆上, 都相隔一定的圆心角距并均分布其上。以普洛宁网基准圆的半径为100单位, 则从A1—A9各层的半径 R 、每层统计小圆的半径 r 和各层中每层两相邻统计小圆圆心之间相隔的圆心角距 ΔC° 关系见表1。

表1

层别	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
R	100	84	70	60	50	40	30	20	10
r	14	12	10	9	8	8	7.5	6.5	6.5
ΔC°	12	12	12	12	12	24	24	36	72

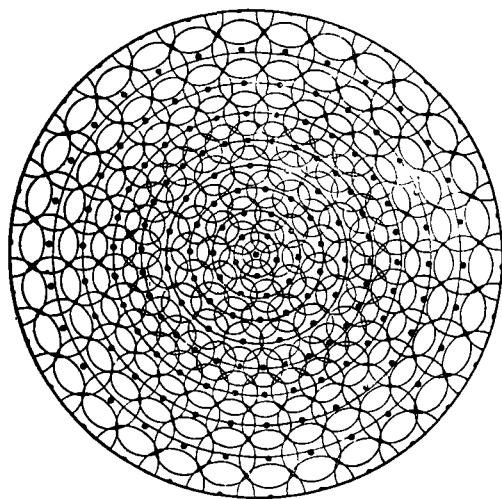


图2 普洛宁密度统计网

(图中各大圆为笔者所加)

(2) 判别式 当确定了任一投影极点 $B(W, \theta)$ 在吴氏网(或普洛宁网)上的坐标 $B(x_1, y_1)$ 后, 则该点到普洛宁网圆心点 O 的距离 $\overline{OB}$ 也已确定, 即 $\overline{OB} = \sqrt{x_1^2 + y_1^2}$ 。OB直线的解析方程为:

$$y = \frac{y_1}{x_1} x \quad (5)$$

根据 $\overline{OB}$ 并参照表1中的 R 值, 即可确定投

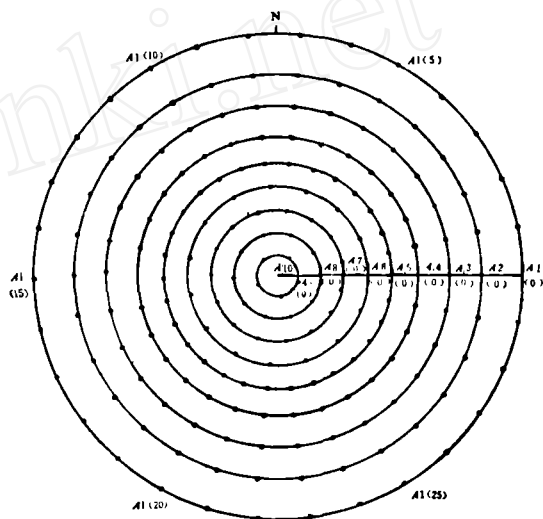


图3 普洛宁密度统计网
各小圆圆心位置分布

影点 $B(W, \theta)$ 位于普洛宁网哪一层统计小圆圆心的大圆上(特殊情况)或哪两层统计小圆圆心的大圆之间(一般情况)。假设 $B(W, \theta)$ 位于A2与A3层之间, 则根据表1可知:

A2: $R_2 = 84$, $r_2 = 12$, $\Delta C_1 = 12$
设 $D = R_2$, $C = r_2$

A3: $R_3 = 70$, $r_3 = 10$, $\Delta C_2 = 12$
设 $F = R_3$, $E = r_2$

下面以A2层的统计小圆介绍其判别方法。投影极点 $B(W, \theta)$ 系由 W 将其限制在A2层上以圆心点为 L_1 与 L_2 的两相邻统计小圆的面积之内。先以 $C_1 = W / \Delta C_1$, 取整数后得 C_2 。 L_1 的圆心角 $W_1 = \Delta C_1 \cdot C_2$, L_2 的圆心角 $W_2 = \Delta C_1 \cdot (C_2 + 1)$ 。设 L_1 点的坐标为 $L_1(x_2, y_2)$, 其中 $x_2 = D \cdot \cos W_1$, $y_2 = D \cdot \sin W_1$, L_2 点的坐标为 $L_2(x'_2, y'_2)$, 其中 $x'_2 = D \cdot \cos W_2$, $y'_2 = D \cdot \sin W_2$ 。 L_1 统计小圆的解析方程为:

$$(x-x_2)^2+(y-y_2)^2=C^2 \quad (6)$$

判别式 1: 如投影极点 $B(W, \theta)$ 在统计小圆 L_1 上 (或内), 则直线 OB 与 L_1 必有交点, 即方程 (5) 与 (6) 联立必有实数解。

判别式 2: 如投影极点 $B(W, \theta)$ 在统计小圆 L_1 上 (或内), 则该点 $B(x_1, y_1)$ 与点 $L_1(x_2, y_2)$ 之间的距离必小于或等于 L_1 小圆的半径 C , 即 $(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2 \leq C^2$ 。

因此, 如果投影极点 $B(W, \theta)$ 同时满足判别式 1 和 2, 则该点就在统计小圆 L_1 上 (或内)。这样就在 L_1 统计小圆心点坐标 $L_1(x_2, y_2)$ 的内存数组里累加 1。

由于普洛宁网同一层两相邻统计小圆面积的部分重叠, 故当将极点 $B(W, \theta)$ 对 L_1 统计小圆判别后还要将其对 L_2 统计小圆进行判别。判别时, 只须将上述判别式中的 x_2, y_2 分别代之以 x_2', y_2' 即可。又因普洛宁网相邻两层上具相同圆心角的两统计小圆面积的部分重叠, 故应将极点 $B(W, \theta)$ 对 A2 层判别后还须将其对与 A2 具相同圆心角的 A3 层相应的统计小圆进行判别。判别时, 只须将上述计算 x_2, y_2, x_2', y_2' 公式中的 D 用 F , 公式 (6) 中的 C 用 E 进行代换即可, 其步骤与对 A2 层的判别相同。

经过对所有参加统计的每个投影极点的逐一判别, 即可得出最终统计结果。

键操作步骤和输出结果

以铜陵某地近东西向小褶皱枢纽的 68 个产状统计的实例来说明键操作步骤和输出结果。

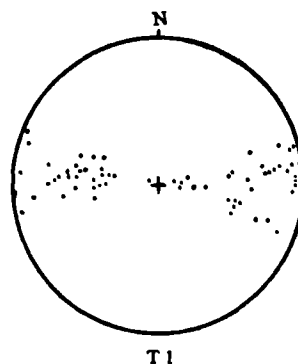
1. 键操作步骤 (见表 2)

2. 输出结果

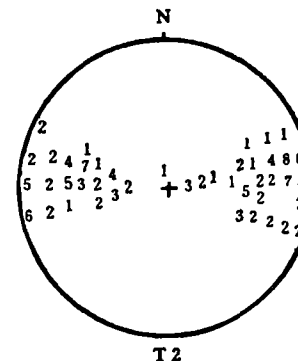
本程序输出内容包括三部分, T1 为所有参加统计的产状在吴氏网上投影极点的散点分布图, 该图系供勾绘等密图时参考;

表 2

步骤	输入	显示	注 释
1	用 DATA 语句 输入所有产状数 值		在程序中键入, 行号为 1~99
2	RUN	K =	启动运行程序
3	68	H =	共有 68 个产状参加统计
4	1	H = 1	进行线理统计 (若 H = 2 则进行 面理极点统计)



T1



T2

```

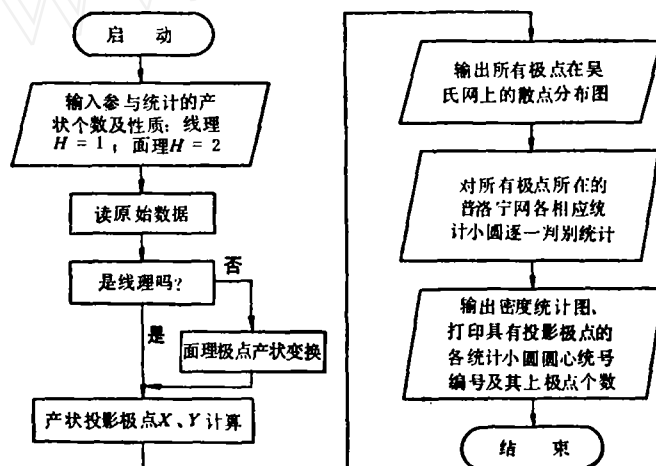
A1( 0): 5, A1( 1): 1, A4( 2): 1, A4( 13
6, A1( 13): 2, A1( 1
4): 2, A1( 15): 5, A
1( 16): 6, A1( 28):
2, A1( 29): 2,
A2( 0): 7, A2( 1):
1, A5( 15): 2, A5(
8, A2( 2): 1, A2( 14
): 2, A2( 15): 2, A2
( 16): 2, A2( 28):
2,
A3( 0): 2, A3( 1):
4, A3( 2): 1, A3( 14
): 4, A3( 15): 5, A3
( 16): 1, A3( 28):
2,
A4( 0): 2, A4( 1):
1, A4( 2): 1, A4( 13
): 1, A4( 14): 7, A4
( 15): 3, A4( 28):
2, A4( 29): 2,
A5( 1): 2, A5( 14):
1, A5( 15): 2, A5(
16): 2, A5( 28): 3,
A5( 29): 5,
A6( 0): 1, A6( 7):
4, A6( 8): 3,
A7( 0): 1, A7( 7):
2,
A8( 0): 2,
A9( 0): 3, A9( 2):
1,
A10: 0

```

T3

T2为普洛宁网密度统计图；T3为普洛宁网中具有投影极点的各统计小圆圆心的编号及其投影极点的个数。T3部分的输出内容是考虑到PC—1500的打印机纸带宽度有限，当参加统计的投影点过多及极密集中时，T2图上的统计值不易分辨和勾画等密图而设置的。使用T3时请参看图3，图3中，A1—A9为各层层号，括弧中的数字为该层统计小圆圆心点的序号。如T3中打印值为

A1(15):5，则表示在图3中第一层第15号统计小圆圆心点上的投影极点数为5。使用图3或T3内容做等密度图的方法是首先将透明纸覆盖图3上（图3基准圆半径可依使用者的需要而定），画好基准圆，再将T3上的打印值按图3所标明的位置逐一标在透明纸上，最后根据所标数值勾画等密图。做出等密图后，常要确定极密点的产状，并进行对比，为此，笔者设计了一个辅助程序。



程序框图

通过近一年的实用表明，本程序具有以下特点：

此程序完全可以解决节理、裂隙、小褶皱枢纽以及变质岩区的面理、线理、岩组的密度统计问题；由于程序采用吴氏网投影与普洛宁网统计，因而程序采用了对原始数据逐点判别的方法，如此处理可使计算与打印输出简单、省时；在岩组分析中，若用一般等面积网投影，则在集密图的小圆分析中不能直接绘制小圆，本程序是采用等角距投影处理消除了这一弊端，程序的数学模型设置

仅涉及到一维数组并在PC—1500机内存允许值的范围内。目前PC—1500机在教学、科研和野外地质单位已较普及，因而本程序的应用范围尤为广泛。

参考文献

- [1] 何绍勋，《构造地质学中的赤平极射投影》，北京，地质出版社，1979年。
- [2] 徐开礼等，《构造地质学》，北京，地质出版社，1984年。
- [3] 高德臻，地质与勘探，1985，第11期。
- [4] 汤经武等，《地质构造解析中的微型计算机方法》，成都，成都地质学院出版社，1986年。
- [5] 汤经武等，地质与勘探，1987，第10期。

A BASIC Program for Density Statistics Using Pronin Net

Gao Dezhen

With the lineation or foliation projected on a Wulff net, the data are processed on a computer using the Pronin net statistical law, preferential orientation of the lineation or foliation may be obtained. This new method is characterized by its simple mathematical model, time saving, and good adaptive ability, especially to microcomputer PC-1500.