

“显式”秩评定法及其在异常评序中的应用

黄学东

(广东省地质矿产局地矿处)

“显式”秩评定法是一种简易、实用、能快速综合多种意见的方法。评序对象可以是物化探异常；也可是矿脉(体)、岩脉(体)、各类地质体及预测单元等；还可以用于管理和社会科学中。

关键词：“显式”秩评定法；异常评序

秩评定法按照所给出的秩评定结果的形式不同分为“显式”和“隐式”两种^[1]。前者指的是，对 n 个需要评序的对象，综合 m 种从大到小(或从小到大)的排序结果的一种方法；后者是指对 n 个需要评序的对象，处理两两对象之间比较结果的一种方法，亦即所谓秩评定中的配对比较模型的问题。本文通过实例，介绍“显式”秩评定法的原理及其在异常排序中的应用。

“显式”秩评定法原理

设对 n 个需要评序的对象给出了 m 种排序结果，则可表示为如下的秩评定矩阵 $C_{m \times n}$ ：

$$C_{m \times n} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_{m1} & C_{m2} & \cdots & C_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中： $C_{i1} \cdots C_{in}$ 为 $1, 2, \dots, n$ 个自然数的一个不重复的排列。($i = 1, 2, \dots, m$)。

下面就有关问题进行讨论。

1. 最终秩评定的获得 由于给出的是 m 种不同的排序结果，所以首先考虑如何能得到一个综合的秩评定结果，即最终秩评定。利用最终秩评定能够把 n 个对象按合理的顺序排列起来。获得最终评定的方法很多，但是，一种比较好的方法是根据各个对

象实际所得的总的秩从小到大(或从大到小)把这些对象排列起来，称为总秩排列法。即对秩评定矩阵 C 中的各列求和：

$$I_j = \sum_{i=1}^m C_{ij} \quad (2)$$

式中： $j = 1, 2, \dots, n$ 。将所得 I_j 从小到大排列起来，就得到 n 个对象的最终秩评定结果。

2. 最终秩评定结果的合理性检验 几乎对任一个秩评定矩阵 C 都可按总秩排列法得到一个最终秩评定结果。但如果对 n 个评序对象给出了 $m = n_1$ 种排序结果，则可能出现无法得出最终秩评定结果的情形。如当 $n = 3, m = n_1 = 6$ 时，有：

		n		
		1	2	3
m	1	1	2	3
	2	1	3	2
	3	2	1	3
	4	2	3	1
	5	3	1	2
	6	3	2	1
I		12	12	12

由概率论知，这种情况出现的可能性是极小的。所以，对给出的最终秩评定必须作出合理性的回答。

如果客观上 n 个对象确实存在着一个真实的秩评定, 那么秩评定矩阵 C 中的每一种(行)秩评定结果只是这一真实秩评定的一个反映。设想如果 m 种秩评定给出的是相同的结果, 那么其最终秩评定一定最接近真实的秩评定, 除非这 m 种结果完全是错误的。这样, 秩评定矩阵 C 中的行间结构就存在一个是否具有一致性的问题。换言之, 回答最终秩评定的合理性就是要检验 m 个秩评定结果之间是否存在共同性。

(1) 秩评定系数 W 的定义:

$$W = S/L \quad (4)$$

其中: S 为 m 种不同排序结果时, 每一对象的总秩与它的总的平均秩之间的偏差平方和; L 为 m 种相同排序结果时, 每一对象的总秩与它的总的平均秩之间的偏差平方和。

W 在某种意义上度量了 m 个秩评定之间的共同性(一致性), 当 m 种排序结果完全相同时, $W=1$; 当 $m=n$ 种排序结果出现时, $W=0$, 从而有 $0 \leq W \leq 1$ 。

(2) 秩评定系数 W 的计算: 首先求出 n 个对象总的平均秩 M 及偏差平方和 S :

$$M = \left(\sum_{j=1}^n I_j \right) / n \quad (5)$$

$$S = \sum_{j=1}^n (I_j - M)^2 \quad (6)$$

其次假定 m 种秩评定结果完全相同, 则各对象的总秩有如下的特殊结构(次序可以变动):

$$1m, 2m, \dots, nm$$

$$\text{从而: } M = \left(\sum_{j=1}^n jm \right) / n = \frac{m}{2}(1+n) \quad (7)$$

则有:

$$L = \left[m - \frac{(1+n)m}{2} \right]^2 + \left[2m - \frac{(1+n)m}{2} \right]^2 + \dots + \left[nm - \frac{(1+n)m}{2} \right]^2$$

$$= m^2(n^3 - n) / 12 \quad (8)$$

$$\text{故有: } W = S/L = 12S/m^2(n^3 - n) \quad (9)$$

(3) 秩评定系数 W 的检验: 在 m 个秩评定都是随机给定的情况下, 已经证明, W 服从于以 χ^2 分布为基础的近似分布^[3], 即:

$$\begin{cases} \chi^2 = m(n-1)W \\ \nu = n-1 \end{cases} \quad (10)$$

其中: ν 为 χ^2 分布的自由度。

3. 秩评定中不肯定结果的处理 以上讨论的是每一种秩评定结果, 都是以 $1, 2, \dots, n$ 个自然数的肯定排列结果, 然而实际上常常会出现某些对象无法肯定次序的秩评定结果。

(1) 单一秩评定中不肯定结果的处理: 如有以下情况:

$n \backslash m$	A	B	C	D	E
1	4	1	2	3	5
2	1或2	1或2	4	5	3

第一种方法全为肯定的排列结果。第二种方法中的 A、B 两对象(括号内)为不肯定结果, 即无法区分谁为秩1, 谁为秩2, 但是很明显, A、B 两对象比其余的对象都好, 因而可以采用秩平均的方法处理。即:

$n \backslash m$	A	B	C	D	E
2	1.5	1.5	4	5	3

然后继续采用上述方法进行秩评定分析。

(2) 最终秩评定中不肯定结果的处理: 如果某几个评序对象的总秩相同, 在最终秩评定中也会出现不肯定的结果, 此时可以采用符号比较法加以处理。现假定 B、C 两对象的总秩相同, 则无法判定 B、C 的

* 文献[1]称 W 为秩相关系数, 笔者认为易与文献[2]51页定义的秩相关系数混淆, 故建议将 W 称为秩评定系数。

先后次序，就可以对B、C两对象的m种方法所给的秩逐一比较，如果约定若B的秩比C的秩大取为“+”，反之则为“-”，相同为“0”，则比较m种方法所给的秩后，就得出“+”、“-”、“0”的数量，若“+”号数量多，则C在前B在后，反之亦然。若“+”、“-”号数量相同，则无法判定顺序先后。在处理三个以上的对象时，需两两进行比较。当然这种情况出现越多，秩评定矩阵的行间共同性就越少，以至无法得出最终秩评定结果。

应用实例

为了评价某区24个金元素化探异常，聘请了9名有关专家，请他们各自根据地质背景、异常特征等资料，以及自己的找矿经验进行排序。与此同时，笔者选择了6个地质变量，用因子得分的欧氏距离系数方法对24个异常作了排序。这样得出了10种排序方案。下面用“显示”秩评定法处理这一资料。

1. 10种排序方案(表1) 表中前9种为专家排序方案，第10种为计算机排序。a行为各异常总序，b行为最终秩评定结果。

2. 秩评定系数W的计算与检验 据(5)式得 $M=3000/24=125$ ；据(6)式得 $S=86614$ ；据(9)式可求得：

$$W = S/L = 12 \times 86614 / 10^2 (24^3 - 24) = 0.7532$$

W的检验由(10)式计算：

$$\begin{cases} \chi^2 = m - (n-1)W = 10(24-1) \times 0.7532 = 173.2 \\ \gamma = n-1 = 24-1 = 23 \end{cases}$$

查 χ^2 分布的上侧分位数(χ^2_{α})表^[4]，在5%显著水平上， $173.2 > 35.172_{0.5}$ ，从而表明上述10种秩评定结果具有共同性，所以最终秩评定结果是合理的。

3. 最终秩评定中不肯定结果的处理 由表1 a行可以看出，Ap11与Ap12的总秩相

表 1

秩评定分析表

		Ap1	Ap2	Ap3	Ap4	Ap5	Ap6	Ap7	Ap8	Ap9	Ap10	Ap11	Ap12	Ap13	Ap14	Ap15	Ap16	Ap17	Ap18	Ap19	Ap20	Ap21	Ap22	Ap23	Ap24	
m	n	14	2	3	10	4	15	16	18	22	21	13	12	20	8	9	19	23	5	7	1	6	11	24	17	
	1	11	8	9	7	5	14	17	12	18	20	19	15	16	10	13	22	21	3	4	1	2	6	24	23	
	2	10	7	9	8	3	13	11	15	20	22	19	16	17	14	12	24	18	2	4	1	5	6	23	21	
	3	9	14	4	15	5	16	11	12	13	18	19	21	8	17	7	22	20	2	10	1	3	6	23	24	
	4	8	7	19	12	4	16	9	11	10	21	20	18	14	15	13	23	17	2	6	1	3	5	22	24	
	5	5	13	14	16	6	17	7	7	15	8	21	19	9	11	10	22	18	2	12	1	3	4	23	24	
	6	14	13	12	8	6	7	17	16	16	18	19	21	10	11	15	9	22	20	2	4	1	3	5	24	23
	7	11	8	7	12	4	16	9	15	20	19	13	18	17	14	10	23	21	3	6	1	2	5	22	24	
	8	15	11	5	14	3	20	13	9	17	21	12	19	18	6	10	23	22	2	7	1	4	8	24	16	
	9	5	2	7	22	4	23	16	9	14	19	13	21	18	6	12	15	11	11	3	8	1	10	17	20	24
10	102	85	89	124	41	157	126	132	160	201	169	169	148	116	105	215	191	26	68	10	41	73	229	220		
a	9	7	8	12	4	16	13	14	17	21	(18	19)	15	11	10	22	20	2	5	1	3	6	24	23		
b																										

同, 即 $I_{11}=I_{12}=169$, 故不能判定它们的先后顺序, 即谁为18, 谁为19。我们采用符号比较法, 并按本文约定加以处理, 比较情况列于表2。

符号比较表 表 2

Ap11	13	19	19	19	20	20	21	13	12	13
Ap12	12	15	16	21	18	19	10	18	19	21
符号	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-

前边已经约定, Ap11与Ap12比较“+”号较多, 故定Ap12为秩18, Ap11为秩19。

以上得出的最终秩评定结果与目前地质工作所取得的认识基本吻合。

评序方法是多种多样和多学科的, 可以是客观的, 也可以是主观的。“显式”秩评法定中的 m 种方法应是随机给出, 当是由 m 个专家给定时, 应都是各专家独立完成的结果。

参 考 文 献

- [1] 余金生等: 矿床地质研究所刊, 1986, 第1号。
- [2] 赵鹏大等: 《矿床统计预测》, 地质出版社, 1984年。
- [3] Kendall, M.: Rank Correlation Methods, Griffin, London, 1975。
- [4] 中国科学院数学研究所概率统计室编: 《常用数理统计表》科学出版社, 1979年。

“Explicit” Ranking Method and Its Application
in Appraisal of Anomalies

Huang Xuedong

“Explicit” ranking method is a simple, practical and fast one for synthesizing the opinions from many sides. Targets, like geophysical and geochemical anomalies, ore veins (or ore bodies), dikes (and rock masses), different geological bodies, predicted geological units, etc., could be appraised and queued up in order. This method may be used in management and administration, and social science as well.

大别山发现新岩石类型——英云
闪长岩

鄂东北地质大队在大别山地区进行1/5万区域地质调查时, 在大别山中段南麓鲤鱼寨一带太古界大别山群变质岩系中首次发现新的岩石类型——英云闪长岩。岩体位于大别山复背斜西端, 北北东向麻城—团风大断裂东侧, 位于北西向石马山背斜轴部附近。岩体大致呈纺锤形, 东西长约12km, 南北宽约4.2km, 出露面积约50km², 围岩为太古界大别群。岩石属高铝低钙型, 为I型花岗岩类, 物质来源于上地幔或下地壳。据重力测量和同位素年龄

析, 推测岩体形成深度<30km, 侵入时间约为8.6亿年, 属扬子晚期神龙运动后期。岩体周围可见岩枝穿插, 部分地段见有热液蚀变, 并伴随有金矿化。已发现金矿点多处, 为在大别山群变质岩系中寻找蚀变岩型金矿提供了新的线索。

鲤鱼寨英云闪长岩体的发现, 对古老的大别山群变质地层及构造变动的研究提供了新资料, 对太古界岩浆活动、区域变质作用、混合岩化作用期次的探讨提供了新素材, 对大别山群地层的厘定具有现实意义。

[鄂东北地质大队 何松]