

含金石英脉成矿可能性评价的 一种概率方法

陈永良 杜德文

(长春地质学院)

含金石英脉成矿可能性评价是脉状金矿定量评价中一个重要问题。就此问题,提出了一种概率模型——加权成矿概率模型。该模型能够根据含金石英脉赋存规律,统计预测石英脉有工业价值的可能性。从众多含金石英脉中筛选出可能有工业价值的石英脉。

关键词 含金石英脉 成矿可能性 加权成矿概率

含金石英脉是否有工业价值,取决于两个因素:(1)石英脉的含金性;(2)石英脉的规模和剥蚀程度。只有含金量在工业品位以上而且具有一定规模(剥蚀不严重)的含金石英脉才有工业价值。含金石英脉有工业价值的可能性与石英脉产状、规模是密切相关的。这是因为,一个金矿田内的石英脉,常常是多期次构造-热液活动的产物。不同期次构造-热液活动形成的石英脉,其含矿性和产状特征存在系统差异。一般来说,主成矿期形成的石英脉含矿性最好,其产状特征常常是相近的。

通常石英脉的规模也不是越大越好,石英脉规模越大越不容易被全部矿化,这就是大规模的石英脉常常是矿化脉而不能构成工业矿脉的缘故。简言之,含金石英脉的产状和规模决定着石英脉成矿的可能性。石英脉的成矿可能性与其产状和规模之间具有某种概率关系。

1 加权成矿概率模型

1.1 地质变量的项目、类目表示法^[1]

地质变量是复杂的随机变量,类型多种多样,按取值方式可以分成定量和定性地质变量两类。定性变量可以用列项目、类目反应表^[1]的方法来表示。定量变量与项目的意义常常是等同的,定量变量可以通过离散化^[2]处理转化为包含数个类目的项目。加权成矿概率模型中所用的地质变量,统一用项目、类目反应表的方式来表示,定量变量都被离散化^[2]为项目、类目的形式。

1.2 同一项目中不同类目的控矿概率

在同一矿田内的两条石英脉上,如果一个项目反应为不同类目时,两条石英脉的成矿可

能性常常是不同的。石英脉的这种成矿可能性可以看成是石英脉在反应为某类目条件下的成矿概率。这种概率可以通过统计频率的方法来估计。例如,在某金矿田内,含金石英脉围岩条件可以看成是一个项目,在该矿田内含金石英脉围岩有三种类型:花岗岩、闪长岩、火山熔岩。假设矿田内围岩为花岗岩的石英脉有 44 条,其中工业矿脉 12 条,那么花岗岩这一类目的控矿概率为 $12/44 \approx 0.273$

1.3 项目的权系数

一般来说,一个类目的控矿概率大小,与该类目所属的项目中类目数的多少有关。项目包含的类目越多,该项目中各类目的控矿概率就越小。为了使各类目在加权成矿概率中有同等的作用,应该给控矿概率小的类目赋予较大的权值。取一个项目中类目数与类目总数之比作为该项目的权系数

1.4 含金石英脉的加权成矿概率

在金矿田范围内,所有的石英脉都受一组相同的项目控制,但不同的石英脉,一个项目表现为不同的类目,也就是说,不同的石英脉受一组不同的类目所控制。受不同类目组合控制的石英脉成矿概率不一样。而且这种概率的真实值是很难确定的。因为各类目之间不是互相独立的,它们之间可能存在着一种均方列联^[2]关系,不能构成样本空间的一个划分。不管怎样,下面的一组不等式是永远成立的。

$$\sum_{j=1}^k P(B|A_j) \geq P(B|A_i) \quad (i=1, 2, \dots, k)$$

$$P(B|\bigcup_{j=1}^k A_j) \geq P(B|A_i) \quad (i=1, 2, \dots, K)$$

式中 $P(B|A_j)$ ($j=1, 2, \dots, k$) 为事件 A_j 发生的条件下事件 B 发生的概率(这里可以理解为石英脉成矿的条件概率),其中 A_1, A_2, \dots, A_k 相互不独立。本文定义如下的概率为含金石英脉加权成矿概率:

$$\bar{P} = \sum_{j=1}^k \lambda_j P(B|A_j)$$

其中 λ_j 为类目 A_j 所属的项目的权系数 λ_j ($j=1, 2, \dots, k$) 满足公式

$$\sum_{j=1}^k \lambda_j = 1$$

1.5 含金石英脉加权成矿概率的计算

在实际中用频率代替概率就可以计算含金石英脉加权成矿概率的大小

设矿田内有 n 条石英脉, m 个项目,第 j 个项目有 K_j 个类目 ($j=1, 2, \dots, m$),那么 m 个项目的权系数分别为

$$k_1 / \sum_{j=1}^m K_j, k_2 / \sum_{j=1}^m K_j, \dots, k_m / \sum_{j=1}^m K_j$$

统计各状态的控矿概率, 设它们分别为 $P_{11}, P_{12}, \dots, P_{k1}, P_{21}, P_{22}, \dots, P_{k_2}, \dots, P_{m_1}, P_{m_2}, \dots, P_{m_k}$ 。那么, 第 i 条含金石英脉的加权成矿概率为

$$\bar{P}_i = \left(\sum_{j=1}^m \sum_{l=1}^{k_j} k_{jl} \cdot P_{jl} \cdot W(j, l) \right) / \sum_{j=1}^m K_T \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

式中 $W(j, l)$ 为第 i 个脉体第 j 个变量第 l 个状态的取值

$$W(j, l) = \begin{cases} 1 & i \text{ 石英脉反应为 } j \text{ 项目之 } K \text{ 类目} \\ 0 & \text{否则} \end{cases}$$

2 加权成矿概率模型的应用

内蒙东风金矿梅林矿田共有 54 条含金石英脉, 用六个项目 (围岩、走向、倾向、倾角、长度、厚度) 来预测石英脉的成矿可能性。六个项目共包含 27 个类目。项目的权系数及类目控矿概率统计结果见表 1

表 1 类目控矿概率统计表

Table 1 Statistical form of ore-controlling probabilities of categories

项目	项目权	类目	控矿概率	项目	项目权	类目	控矿概率
围岩	3/27	花岗岩 ①	0.273	厚度	3/27	> 1m	0.125
		黑云母花岗岩 ②	0.667			0.5~1m	0.286
		闪长岩 ③	0.500			0.2~0.5M	0.667
走向	6/27	80~90° ①	0.273	倾向	6/27	0~20° ①	0.333
		60~80° ②	0.800			20~40° ②	0.714
		40~60° ③	0.111			340~360° ③	0.538
		0~20° ④	0.333			320~340° ④	0.333
		300~320° ⑤	0.750			300~320° ⑤	0.000
		280~300° ⑥	0.375			280~300° ⑥	0.250
倾角	5/27	40~50° ①	1.000	长度	4/27	> 500m ①	0.250
		50~60° ②	0.714			300~500m ②	0.333
		60~70° ③	0.250			100~300m ③	0.333
		70~80° ④	0.063			≤ 100m ④	0.333
		80~90° ⑤	0.500				

矿田内 54 条石英脉类目组合及加权成矿概率计算结果见表 2

表 2 项目类目反应表
Table 2 Reaction form of itemes and categories

石英脉	围岩	走向	倾向	倾角	长度	厚度	成矿概率
1	①	①	③	⑤	③	③	0.427
2	①	②	③	②	③	③	0.424
3	①	②	③	②	③	②	0.382
4	①	⑥	⑥	③	④		0.265
5	①	⑤	⑥	③	④	②	0.380
6	②	③	⑤	④	①	①	0.106
7	②	③	⑤	④	③	②	0.136
8	②	②	③	②	①	①	0.499
9	②	③	⑤	④	④	②	0.136
10	②	①	③	②	④		0.3802
11	②	③	⑤	④	④	①	0.118
12	①	①	③	⑤	①	①	0.274
13	①	③	④		①		0.166
14	①	⑥	①	④	③		0.249
15	①	④	⑥		④		0.210
16	①	④	⑥		④		0.210
17	①	③	④	④	②		0.189
18	①	①	③	②	③		0.392
19	①	②	④	②	③		0.464
20	①	⑤	②		③		0.405
21	①	④	⑥		④		0.2002
22	①	④	⑤	⑤	④		0.246
23	①	④	⑥	⑤	④	②	0.334
24	①	④			③		0.154
25	①	④			④		0.154
26	①	①			④		0.140
27	①	⑥			③		0.163
28	①	④			④		0.154
29	①	④			③		0.154
30	①	⑥			③		0.163
31	③	③	④	②	①	②	0.355

续表 2

石英脉	围岩	走向	倾向	倾角	长度	厚度	成矿概率
32	③	③	④	⑤	③	③	0.370
33	①	①	③	⑤	④	③	0.427
34	①	④	⑤	⑤	④		0.246
35	①	②	③	④	④		0.389
36	①	①	③	④	④		0.272
37	①	①	③	④	④		0.272
38	①	④	⑥	③	②	②	0.287
39	①	②	④	③	③		0.378
40	①	④	⑥	④	③	①	0.235
41	①	③	⑤	③	④	①	0.165
42	①	③	⑤	③	④	①	0.165
43	①	①	③	③	③		0.306
44	①	⑥	①	③	③		0.283
45	①	⑥	②	②	③		0.454
46	①	⑥	②	②	③		0.454
47	①	⑤	②	①	③		0.590
48	①	⑥	②	①	③		0.507
49	①	⑤	②	①	③		0.590
50	①	⑤	②		③		0.405
51	①	⑤	②		③		0.405
52	①	⑥	①	③	②	①	0.297
53	③	①	③	④	④		0.297
54	③	①	③	④	④		0.297

根据表 2 中加权成矿概率计算结果, 加权成矿概率在 0.5 以上者有 3 条, 它们都是已知的工业矿脉; 加权成矿概率在 0.4—0.5 之间者有 10 条, 其中已知的工业矿脉 5 条, 其余 5 条是新发现而没有详细评价的含金石英脉。它们分别是 19、20、33、50、51 号石英脉。这 5 条石英脉是下一步详细评价的主要对象。

3 结 论

含金石英脉的定量评价是一个比较复杂的问题, 必须综合各种找矿方法 (包括地质法、矿物法、地球化学法、地球物理法等) 进行系统评价。

上述的概率方法, 主要是从地质学角度出发, 根据含金石英脉赋存的规律性与其成矿可能性之间的统计关系, 来评价石英脉有工业价值的可能性。该方法的优点在于, 能够迅速地

从大量含金石英脉中优选出成矿可能性较大的石英脉,使下一步的评价工作目标集中,节省人力、财力和物力。应该指出,上述概率方法只适用于工作程度较高的已知金矿田,而且矿田的含金石英脉(也包括无矿石英脉)的数量必须达到可统计程度,至少应在30条以上。

概率评价方法,虽然是针对脉状金矿提出的,但也可以应用于其它类型矿床的统计预测。在使用概率方法评价矿床时,要注意以下几点:①矿床(体)的地质“载体”必须有明确定义,例如,脉状金矿床矿体的地质“载体”是含金石英脉,岩浆矿床的地质“载体”是含矿岩体。②矿床(体)的地质“载体”必须满足统计学要求。③评价工作必须在已知矿田范围内,而研究区的工作程度较高。

4 参考文献

- 1 周光亚,董文泉,夏立显.数量化理论及其应用.吉林长春:吉林人民出版社,1979.
- 2 王世称,王宇天,成秋明.综合信息矿产资源定量评价.1987.
- 3 朱玉仙,崔晓光.概率论与数理统计.吉林长春:东北师范大学出版社,1989.
- 4 刘安洲,曾玖吾,王庆祥等.内蒙古宁城东风金矿梅林矿田及外围金矿储量预测.1991.

A PROBABILITY METHOD OF METALLOGENIC POSSIBILITY PROGNOSIS OF GOLD-BEARING QUARTZ VEINS

Chen Yongliang Du Dewen
(Changchun University of Geology)

Abstract

Metallogenic possibility prediction of gold-quartz veins is a important problems about gold-ore quantitative prognosis. For this, proposed a probability model——Weighted Metallogenic Probability Model. This model can predict the possibilities of quartz veins with industrial value based on the law of occurrences of gold-quartz veins. And select the possible quartz veins with industrial value among large number of gold-quartz veins.

Key Words gold-bearing quartz vein metallogenic possibility weighted metallogenic probability

作者简介 陈永良 男 1967年生,讲师,博士,数学地质专业,通讯地址:西民主大街6号长春地质学院数学地质教研室;邮政编码:130026