

逻辑信息法在金矿预测中的运用

徐继鸣

(安徽省地质矿产局三二二地质队)

随着国民经济发展的需要,目前,矿产资源总量预测已作为地质工作的基本任务之一。在进行矿产资源总量预测的诸方法中,逻辑信息法是适用于定性或半定量数据的一种数学分析方法。苏联学者近十几年来一直研究它并成功地应用于矿床预测,据报道预测矿床的可靠性已达95%以上。逻辑信息法的主要优点在于能最大限度地利用地质信息,从定性或半定量的资料入手达到定量预测的目的^[1]。

本文系应用逻辑信息法预测我国火山热液型金矿的初步尝试,文中不当之处,敬请批评指正。

一、火山热液型金矿规模预测模型的建立

火山热液型金矿床所提供的黄金在世界黄金产量中占有相当重要的地位,我国东部中(新)生代火山热液型金矿的金储量也十分引人注目,不少单位的地质工作者对它颇有研究,并在我矿实践中取得了可喜的成绩。火山热液型金矿的特点,诸如火山热液型金矿的产出环境、时代、地质构造特征、矿床赋存部位、围岩蚀变、矿体形态规模、矿石结构构造、矿物共生组合,以及矿质来源等均有专门论述。然而,这些论述突出了火山热液型金矿床的相同、相似处,如它们同处于中生代的大小受断裂控制的构造盆地边缘部位;深大断裂在盆地旁侧通过;盆地邻近地质

表 1

序 列	规 模	矿床(点)名称	矿床(点)号
I	矿 点	A	1
	小矿床	B	3
	中矿床	C	5
	大矿床	D	7
II	矿 点	E	2
	小矿床	F	4
	中矿床	G	6
	大矿床	H	8

单元多为古老隆起;金矿赋存于喷出相熔岩、喷出相碎屑岩及火山侵入体的管道相或火山颈相中;金矿的围岩蚀变普遍具有硅化、青磐岩化、绢云母化;矿体形态受构造裂隙控制,多呈脉状、复脉状以至囊状;矿石具低温条件下稳定的胶体结构、玉髓状石英组成微细层带并构成层壳结构;角砾状构造、梳状、晶洞构造发育;金的成色较低等等。问题在于同属火山热液型金矿中的大小矿床究竟各自有什么特点,这些特点在决定矿床规模中起了多大的作用。为此,笔者采用逻辑信息法试验建立我国东部火山热液型金矿床规模预测模型。本次所选择作为标准对象的火山热液型金矿床的规模分四级,建立两个变异序列(表1)。

①矿点: A、E ②小矿: 小于1吨, F金矿、B金矿。③中矿: 1—10吨, G金矿、C金矿。④大矿: 大于10吨, H金矿、D铜金矿。

在此两个变异序列中共选取原始变量102个(略)。用变异序列法从中选得32个变量: ①火山岩盆地基底古老且含金丰度高; ②矿体赋存部位为喷出相的碎屑岩; ③火山岩的含金丰度高; ④矿体赋存于火山侵入相、脉岩体中; ⑤次火山岩体以酸性岩类为主; ⑥呈岩株产出; ⑦张性断裂;

⑭压扭性断裂; ⑮张扭性断裂; ⑯裂隙发育; ⑰断裂规模较大; ⑱蚀变具带状分布; ⑲蚀变有叠加; ⑳碳酸盐化; ㉑高岭土化为主; ㉒高岭土化为次; ㉓钾化; ㉔银金矿; ㉕金银矿; ㉖碲金矿; ㉗辉银矿; ㉘方铅矿; ㉙胶状黄铁矿; ㉚白铁矿; ㉛方解石; ㉜冰长石; ㉝玉髓状石英; ㉞网脉状构造; ㉟复脉; ㊱多期次矿化; ㊲囊状矿体; ㊳金赋存在黄铁矿中。

经过一系列计算(计算方法请参阅[2]有关章节)得到了各种规模矿床的标准对象数, 见表2。

表2 不同规模矿床的标准对象数表

矿床(点)	标 志 号					
	1,3,17,18,42,49,50	2, 31	7,16, 51	9,10,25,11,19,40	14,32,35	15
A	0	2×0.0566	0	0	0	0
E	0	2×0.0566	0	0	0	0
B	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
C	7×0.0357	2×0.0566	0	0	3×0.0400	0.1351
G	7×0.0357	2×0.0566	3×0.1698	0	3×0.0400	0
D	7×0.0357	2×0.0566	3×0.1698	6×0.0785	0	0
H	7×0.0357	2×0.0566	3×0.1698	6×0.0785	0	0

矿床(点)	标 志 号					对 象 数
	23, 24, 48	30, 52	39	41	43,29,44	I_i
A	0	0	0	0	0	0.1132
E	0	0	0	0	0	0.1132
B	0	2×0.2653	0.0995	0.1017	0	0.7318
F	3×0.2910	2×0.2653	0.0995	0	0	1.5031
C	3×0.2910	2×0.2653	0.0995	0	3×0.1333	2.5212
G	3×0.2910	0	0	0	3×0.1333	2.7960
D	3×0.2910	2×0.2653	0.0995	0.1017	0	2.9483
H	3×0.2910	2×0.2653	0.0995	0.1017	3×0.1333	3.3482

二、规模预测模型建立给予的几点启示

1. 由表2看出,对象数由小到大变化序列与已知矿床规模的更异序列其排列位置完全一致,即同一规模组标准矿床之对象数的平均值构成一条随矿床规模增大而规则上升的曲线(图1)¹⁾。这表明对于评价火山热液型金矿规模时可以利用这一套地质变量的组合及其查明的标志分权值,并可以大致确定不同矿化规模的如下界线:当对象数小于0.5时,为无工业价值的矿化点;当对象数在0.5—1.6时为小型矿床;当对象数大于1.6—2.8时为中型矿床;当对象数大于2.8时为大型矿床。

2. 本规模预测模型中的中型矿G金矿床的对象数为2.7960,而大型矿的D铜金矿床对象数仅是2.9483,前者接近中型矿的上界,后者接近大型矿的下界,可以解释为①G金矿床尚有发展前景或其真实储量的确接近大型。②D铜金矿床的成因类型为火山热液型金矿中的次火山岩型与

1) 赵鹏大、周宏坤等,1981,逻辑信息法及其在铜矿预测中的应用。

低温热液型火山岩金矿组合在一起, 且成因尚有争论, 所以, 用它参加规模预测模型的建立可能欠佳。这也正说明了在用逻辑信息法建立规模预测模型中, 地质对象变异序列的确定要力求标准对象具有较确切的相同地质成因。

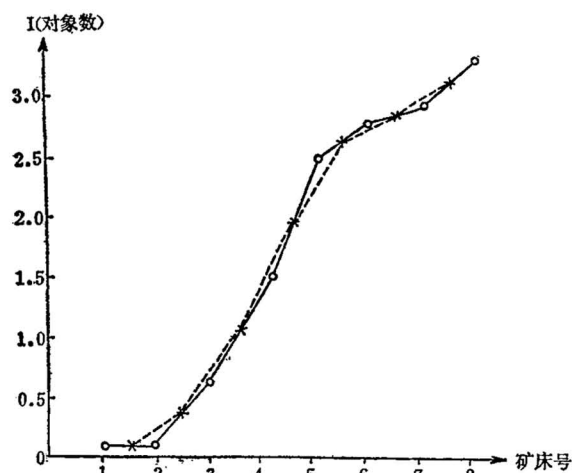


图 1 标准矿床对象数与其平均值关系图

变量及其所起作用大小。

4. 在变异序列筛选变量过程中, 我们得知火山热液型金矿不论规模大小普遍具有硅化、绢云母化蚀变、大部分矿床具有黄铁矿化; 有自然金矿物; 有角砾状构造; 而绿泥石化、闪锌矿、梳状晶洞构造则可有可无, 这些均不是决定矿床规模的因素。

三、规模预测模型的检验及在矿床资源总量预测中的应用

笔者用 T 铜金矿床和 N 金矿床对所建规模预测模型进行检验, 得到的对象数, 前者为 1.9243, 后者为 1.3901, 均为较理想的结果。

在应用方面主要在下述两方面作了尝试:

1. 建立矿床探明储量与对象数之间的关系

矿床规模预测模型的建立仅能预测矿床的可能规模, 这不是矿产资源总量预测的最终目的。为此, 笔者据矿床的探明储量的自然对数值与矿床对象数建立了回归方程 $\hat{y} = 0.5677 + 3.2258x$ (表 3, 图 2) 通过对方程进行 F 检验: $F(132.07)$ 大于 $F_{1-\alpha}$ (11.3), 此回归方程高度显著, 即矿床储量自然对数值与矿床对象数的线性关系相当密切, 此方程完全可以用作预测区的资源总量估计。

2. 预测未知区的储量

笔者以宁芜火山岩盆地中的甲和乙地区为例进行金的资源量估计。

① 甲地区

该区位于宁芜火山岩盆地中段东侧, 面积约 1.2 平方公里, 北西向的马鞍山-灵墟山基底断裂在其西南侧通过, 区内地层为大王山旋回 (J_3/K_1) 火山岩, 以安山岩为主, 安山质角砾熔岩、沉凝灰岩为次。主要矿化破碎带两条, 较大的一条长 910 米, 走向 320° , 倾角北东, 宽 3—20 米, 含铜矿化, 主要的矿石矿物为镜铁矿, 其次有黄铜矿、黄铁矿等, 见少量金银矿, 脉石矿物以石

3. 据本次计算得到的一套地质变量组合, 其最大可能对象数为 3.15, 这样的地质条件是: 火山岩盆地的基底古老且含金丰度高; 有火山侵入相的脉岩体和酸性岩类为主的岩株; 火山岩不能以喷出相的碎相岩为主, 裂隙发育; 断裂规模较大、以张性断裂为主, 张扭性、压扭性断裂为次; 蚀变具带状分布, 且各种蚀变相互叠加, 有钾化、碳酸盐化; 矿物中有方解石、冰长石、玉髓状石英、胶状黄铁矿、银金矿、方铅矿, 而无金银矿、碲金矿、辉银矿; 矿脉为复脉状; 有多期矿化; 有囊状矿体; 矿石具网脉状构造; 金主要赋存在黄铁矿中。同理由 (表 2) 我们还可以对矿点、小型矿床、中型矿床的各地质标志意义进行估价, 得出各自有关的

表 3

矿床(点) 名 称	矿床储量 (Kg)	矿床储量自 然对数值 (y)	矿床之对 象 数 (x)	矿床之回 归估计值 ($\hat{y}$)
A	0		0.1132	0.9329
E	0		0.1132	0.9328
B	20	3.00	0.7318	2.9283
F	900	6.80	1.5031	5.4164
C	4,500	8.41	2.5212	8.7006
G	7,000	8.85	2.7960	9.5870
D	20,000	9.90	2.9483	10.0783
H	40,000	10.60	3.3482	11.3683
T	3,000	8.00	1.9243	6.7751
N	500	6.21	1.3901	5.0519

英为主，次有碳酸盐矿物。破碎带力学性质先为张性后为压扭性，矿石具角砾状细脉状、网脉状构造，以石英镜铁矿脉为主，部分石英细脉具梳状构造。经地表刻槽取样试金分析，得到多个大于n克/吨的资料。围岩蚀变为带型蚀变，蚀变带宽度为20米，以硅化、高岭土化为主，次为绿泥石化、绢云母化。

②乙地区

该区处宁芜火山岩盆地中段，面积约0.75平方公里。区内地层以大王山旋回的安山岩为主，另有一条与矿具密切关系的呈近东西走向、宽5米、倾角85°的安山玢岩脉。区内成矿后断裂发育。有矿脉两条，各长170米、370米，厚4米、1.7米，受北东、东西张扭性断裂控制，含铜小于0.2%。具金矿化，曾作部分金的分析，有n个样达到n克/吨。矿化特征为含铜石英脉和破碎带含铜硅质细脉。围岩蚀变呈线型，以硅化、绢云母化为主，远矿有高岭土化、绿泥石化等蚀变。

根据上述两地区的地质信息，利用规模预测模型及所建之回归方程，分别求得上述两地区的标准对象数、矿床的自然对数值和金矿储量（表4，图2）

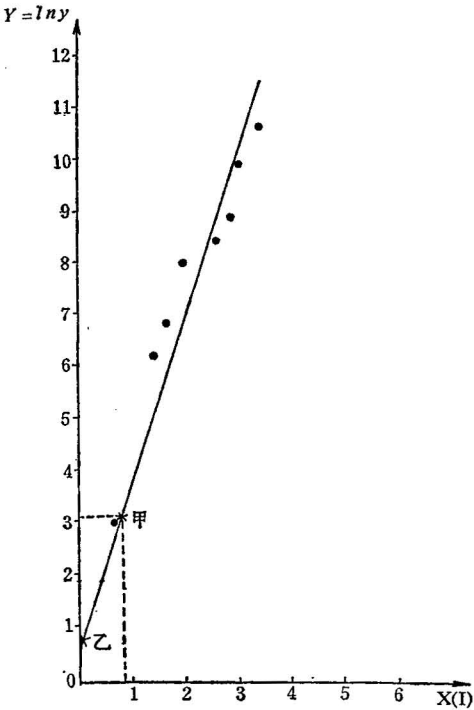


图 2 矿床储量自然对数值与对象数关系散点图及回归线图

表 4

预测区名称	标 志 号								I	$\hat{y}$	储 量 (kg)
	2	14	15	16	17	18	31	48			
甲	0.0566	0.0400	0.1350	0.1698	0.0357	0.0357	0	0.2901	0.7629	3.0287	20.6703
乙	0.0566								0.0566	0.7503	2.1175

需要指出的是，上述两地区均为50年代末—60年代初期普查和矿点检查所取得的资料，工作及研究程度很低，可以说很多控矿因素没有被发现，因而造成了矿床值与现有地质条件之间不存在确定的函数关系，所以，该两地区所估得的金储量仅供参考利用。

参 考 文 献

- [1] 康斯坦丁诺夫, P. M. 等, 1977, 评价金属矿床的逻辑信息方法。纪忠元译。地质出版社。
[2] 赵鹏大、胡旺亮、李紫金, 1983, 矿床统计预测。地质出版社。

THE LOGICAL INFORMATIONAL METHOD APPLIED TO THE PREDICTION OF GOLD DEPOSITS

Xiu Jiming

(Geological Party No. 322, Bureau of Geology and Mineral Resources of Anhui Province)

Abstract

The gold reserves of the volcanic-hydrothermal gold deposits in eastern China occupy a quite important position in China's gold production. A number of scholars have specially dealt with the identical or similar characteristics of this type of deposit; however it is not yet made clear that what kinds of factor control the extent of this type of gold deposit, and it is just this problem that must be solved in the statistical analysis and prediction of mineral deposits. Through field on-the-spot investigations and looking over part of literature, the author has established a predictive model for the extent of volcanic-hydrothermal gold deposits by using the logical informational method. Using this model, the boundary between the areal extents of different mineralizations can largely be determined; when the object figure is less than 0.5 the mineralization locality is considered to be of no industrial value; when the object figure ranges between 0.5 and 1.6 it is a minor deposit; when the object figure is greater than 2.8 it is a major deposit. Besides, the model also basically elucidates the role of various geological factors in controlling the areal extent of the deposits. Verification of this model has been made by applying this model to the T gold deposit and the N gold deposit and relatively satisfactory results have been achieved. According to the regression equation established between the standard object number and the demonstrated reserves of the deposit, the author has also selected two unknown areas in the Ningwe volcanic basin for the prediction of gold resource potential. But the establishment of the present model for the areal extent of a deposit and the prediction of gold resource potential in an unknown area are both preliminary attempts, so their results are for reference only.