

文章编号: 1009-3850(2002)03-0036-09

有利因素相关法在松潘地区“东北寨式” 金矿资源评估中的应用

何 虹, 金 川

(四川省地质矿产勘查开发局, 四川 成都 610081)

摘要: 据“东北寨式”金矿的成矿模式, 结合松潘地区的成矿条件、地球化学异常评价以及资料水平和工作程度等, 选择“有利因素相关法”对本区内 334 资源量进行了远景预测, 取得了很好的结果。该方法实际上可归入“矿床模拟估计法”中, 其主要原理是: 通过对已知对象的研究, 阐明控矿因素(地质变量)与矿产资源量之间的关系, 建立一定矿床类型的矿产储量与地质条件之间的定量关系(定量预测模型)。将其移植到地质条件类似的预测区应用时, 只要预测区上获得预测模型中相同的地质变量及其相同的数据类型值, 代入模型, 就可估算预测区内的矿产资源量。预测结果, 在松潘地区, “东北寨式”金矿可望增长的 334₁ 资源量约为 81 吨, 334₂ 资源量约 65.9 吨, 为下步在该区部署地质工作提供了依据。

关键词: 有利因素相关法; 松潘地区; “东北寨式”金矿; 资源量预测

中图分类号: P618.509

文献标识码: A

1 资源量评估方法选择

通常, 预测资源量被划分为 334₁ 和 334₂ 两级。按其要求和目的不同, 结合本区实际, 在估算各级别资源量时方法选择如下:

333 资源量, 在本区分两种情况: 一是在已知矿床上估算的除探明储量以外的预测资源量, 即以其储量计算最低边缘块段(一般为 332 资源量)的厚度、品位沿走向有限外推, 或按剖面趋势法向深部延伸到一定标高来估算的资源量。另一种是在异常区或矿点内有大于 1g/t 以上的矿体(或矿化), 并有两个以上的见矿工程(槽、坑、钻)控制, 且其成矿地质条件、地球化学特征、围岩蚀变等可与典型“东北寨式”矿床类比。矿体的形态、规模、物质组分及质量已大致了解, 以算术平均法进行外推或内插来估算的资源量。比如区内盐水沟、郎盖和石不烂等异常

(矿点)的部分矿体预测资源量。

334₁ ~ 334₂ 资源量: 据“东北寨式”金矿床的成矿模式^[1], 结合各矿点的成矿条件、地球化学异常的评价, 以及资料水平、工作程度、样品测试数据的配套程度, 来选择预测方法。经过多次试算和方法试验, 最终决定选用“有利因素相关法”^[2,3](定性数据的有序判别法之一)来对本区内 334₁ ~ 334₂ 资源量进行远景预测。这是因为: ①该方法不受已知单元数大于地质变量数的条件限制, 因而它可以在已知单元少, 变量较多(如本区)的情况下进行预测; ②该方法计算过程简单, 对其结果的地质解译和论证较简便; ③借用此法还可选择地质变量, 优化预测模式, 起到一法多用的功效; ④该方法已在几个地区试用, 均已见到了较好效果, 它不仅能在小比例尺定量预测时应用, 而且也能在中、大比例尺预测工作中应用; ⑤用该方法对本区资源量试算的结果也比较理

想。

2 资源量评估方法简介

应用算术平均法进行地质外推或内插来探求333资源量的方法不再赘述。现仅就“有利因素相关法”的原理和方法作如下简介。

该方法实际上可归入“矿床模拟估计法”中。其原理是通过已知对象的研究,阐明控矿因素(或地质变量)与矿产资源量之间的内在联系,建立一定矿床类型的矿产资源量与地质条件之间的定量关系(定量预测模型)。将它移植到地质条件类似的预测区应用时,只要在预测区上获得预测模型中相同的地质变量及其相同的数据类型值,代入模型,就可估算预测区内的矿产资源量。其方法和步骤是:在研究成矿规律、总结控矿因素和成矿模式的基础上,按控矿因素和找矿标志选定地质变量。应用矿床形成规律的基本原理,按三元逻辑变量进行取值,即某变量存在取“+”,不存在取“-”,存在与否不确定取“0”。在此前提下,建立原始数据矩阵,计算各变量的有利因素的单项参数,进行有利因素的计算,建立单元有利度与探明资源量之间的回归方程,进行预测。

3 资源量的评估结果

3.1 333+334资源量评估

1. 东北寨金矿床和桥桥上金矿床的333资源量
计算参数分别由川西北地质大队和冶金六〇六队提供。经估算各为15.05t和10.21t,其中,东北寨矿床的333预测资源量各块段的平均厚度为0.9~14.74m,平均品位为1.00~6.64g/t;桥桥上金矿床的333资源量是按边界品位大于1.35g/t来计算的。
2. 盐水沟矿床及哲波山、朗盖及石不烂异常区

334 资源量

通过地质类比外推、内插圈定矿体。估算结果见表1。

从表中可得334资源量11.95t,加上东北寨矿床和桥桥上矿床的333资源量,松潘地区总计333+334级资源量为38.01t。

几点说明:①上表所列各矿床(点)的平均厚度、平均品位均采用算术平均法;②各矿床(点)矿石平均体重,除石不烂外均采用 $2.66(t/m^3)$,即东北寨矿床矿石平均体重;③储量计算公式:体积(V)=厚度(m) $\times$ 面积(S),矿石资源量(Q)=矿石平均体重(T) $\times$ 体积(V),金属资源量(P)=矿石资源量(Q) $\times$ 矿体平均品位(C);④矿体或矿化体的圈定,除哲波山矿床外,均与“东北寨式”矿床通过类比运用地质外推或内插法进行;⑤各矿床(点)的地质特征略。

3.2 334₁资源量评估

按334₁资源量的定义和本课题的具体要求,该级别的资源量一般应大致推断出新矿床的个数、矿体形态、规模和位置,对矿石的特征及质量情况有一定的估计。为此,我们对松潘地区微细浸染型金矿成矿远景区内地质研究程度相对较高,有矿(化)点三处以上,并有稀疏工程控制的异常区或矿区,选用“有利因素相关法”进行334₁资源量的预测。该方法的原理前面已作了说明,现详述具体做法。

1. 地质变量的选定和赋值

由于要探求的334₁资源量属非总和式的资源量预测,资源量最终应落实到远景区内各矿点或矿床上。因而所建立的定量预测模型应属“矿床级”。为此,提取的地质变量应满足以下条件:

- (1) 矿床级的地质变量;

表1 盐水沟等矿床(点)334资源量计算结果
Table 1 The calculations of the 334 mineral resources in several gold deposits in Songpan

矿床 (点) 名称	规 模			矿石平均 品 位 (g/t)	矿石平均 体 重 (t/m ³)	矿 石 资源量 (t)	金 属 资源量 (kg)	见矿工程数
	平 均 厚度/m	长度/m	推 测 深度/m					
盐水沟	1.11	960	400	3.81	2.66	1133798.4	4319.78	槽、钻共7个
	0.93	1040	440	1.87	2.66	1132010.88	2116.86	槽、钻共4个
	1.27	400	360	2.28	2.66	486460.8	1109.13	槽、钻共3个
哲波山	>1	不规划状		>1			3041	未统计
郎盖	3.04	160	80	8.74	2.66	103505.7	904.64	钻孔单工程控制(连续5件样品>1g/t)
石不烂	1.03~ 1.89	300	100	1.03~ 3.80	2.7		1267	槽控3个

(2) 地质意义明确、统计特征明显, 与矿产资源特征关系密切的地质变量;

(3) 变量对等, 亦即入选模型的地质变量在其它预测区也能取得;

(4) 对于反映不同地质作用的各个项目, 应使其有大致相同数目的变量, 除非有意提高某个项目的权数来突出它的意义。

按上述条件, 初步选定了以下变量, 作为建立松潘地区“东北寨式”微细浸染型金矿定量预测模型的地质变量:

x₁. 含矿岩组顶底板有能干性岩性(灰岩或砂岩层)存在;

x₂. 含矿岩石为含碳质千枚状劈理化碎裂岩;

x₃. 有中大型压扭性逆冲断裂切割含矿岩组;

x₄. 矿化发生在主断裂下盘;

x₅. 见主成矿期毒砂-黄铁矿-硅化蚀变;

x₆. 见成矿晚期雄黄-辉锑矿化叠加蚀变;

x₇. 次生晕有典型的 Au-As(Hg、Sb) 元素组合, 且重叠性好, 强度高, 宽度窄, 延展长, 分带明显;

x₈. 金元素(次生或原生)异常有高点(次生晕 $\geq 100 \times 10^{-9}$, 原生晕 $\geq 0.5 \times 10^{-6}$);

x₉. 在断裂带内有中酸性岩浆活动。

上述变量是经反复筛选、试算, 基本上能反映与矿产的关系而最终确定的。

考虑到在对典型矿床研究时, 对其有利的控矿因素和找矿标志作了较详的总结、归纳, 对不利因素

的研究相对涉及甚少。因此, 在对变量赋值时, 采用三元逻辑变量取值法, 即: 存在有利地质变量时取“+”, 不存在时取“-”, 不确定(或缺失该变量)时取“0”。

2. 模型单元和预测单元的选择和划分

为建模需要, 笔者把区内已详查的东北寨金矿床、已普查的桥桥上金矿床和基本达到初查要求的盐水沟矿床作为模型中有矿单元; 已予否定的狮子石沟异常区和香腊台异常区作为建模时的无矿单元; 成矿条件较有利, 可与典型“东北寨式”微细浸染型金矿类比, 并具有一定资源量潜力的地段: 石不烂、郎盖、麻子寨(十里乡)、扎尕山、代坎隆和大沟等异常区作为预测单元, 各预测单元的面积一般限定在 $1 \sim 5 \text{km}^2$ 。其划分原则前已述及。其中, 有矿单元的探明资源量, 包括截今为止通过各种方法得到的资源量: 东北寨金矿床为 74.95t, 桥桥上金矿床为 22.82t, 盐水沟金矿床为 7.55t。预测单元中探明储量用 333 资源量代替: 石不烂异常区为 1.26t, 郎盖异常区为 0.9t, 其它各单元为零。

3. 建立原始数据矩阵(表 2)

4. 计算各变量有利因素的单项参数

按基本原理计算时, 首先据原始数据矩阵建立有利因素参数矩阵(表 3)。

表中各代号及参数的地质意义是:

x_i: 地质变量代号;

K_i: x_i 出现正号的个数;

表 2 原始数据矩阵
Table 2 The matrix of the original data from several gold deposits in Songpan

变 量			x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	资源量(333+334)/t
有矿单元	东北寨	模型 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	74.55
	桥桥上	模型 2	+	+	-	-	+	+	0	+	0	22.82
	盐水沟	模型 3	+	+	+	-	+	-	0	+	-	7.55
无矿单元	狮子石沟	模型 4	+	0	+	-	+	-	-	0	-	0
	香腊台	模型 5	+	-	+	+	-	-	-	-	+	0
预测单元	石不烂	待检 1	-	+	+	-	0	-	+	+	-	1.26
	郎盖	待检 2	+	+	0	-	+	-	+	+	-	0.9
	大沟	待检 3	0	0	-	+	0	-	0	+	0	0
	十里乡	待检 4	-	0	+	+	-	-	+	+	-	0
	代坎隆	待检 5	-	-	0	-	0	-	-	+	-	0
	扎尕山	待检 6	0	0	+	-	-	-	+	+	-	0

$P_{i: x_i}$ 出现正号时对应已知单元探明储量之和;
 W_i : 为 P_i/K_i 之值, 表示对应正号时探明储量之平均值;
 $l_{i: x_i}$ 出现“0”的个数;
 $h_{i: x_i}$ 出现“0”时对应已知单元探明储量之和;
 V_i : 为 h_i/l_i 之值, 表示对应“0”时已知单元探明储量平均值;
 a_i : 将一、二级有利因素合并后, 视为 x_i 的关系度(a);
 $F_{i: x_i}$ 的权系数(使 a 能判断其在 x_i 中的相对重要性)。

单元 1= $F_{1x_1}+F_{2x_2}+F_{3x_3}+F_{4x_4}+F_{5x_5}+F_{6x_6}+F_{7x_7}+F_{8x_8}+F_{9x_9}=0.086\times 1+0.101\times 1+0.051\times 1+0.063\times 1+0.081\times 1+0.077\times 1+0.235\times 1+0.101\times 1+0.208\times 1=1.003$;
单元 2=0.332;
单元 3=0.072;
单元 4=-0.365;
单元 5=-0.187。
同理, 预测单元中待检 1 至待检 6 的有利度可用相同方法求得。

6. 建立单元有利度与探明储量之间的回归方程 (表 4)

表 3 有利因素参数矩阵
Table 3 The matrix of the parameters for the varying favourable factors of the geological variables

变 量 类 别		x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	Σ
K		5	3	4	2	4	2	1	3	2	26
P		105.32	105.32	82.5	74.95	105.32	97.8	74.95	105.32	74.95	826.43
W		21.06	35.11	20.62	37.48	26.33	48.9	74.95	35.11	37.48	337.04
l			1					2	1	1	5
h			0					30.37	0	22.82	53.19
V			0					15.18	0	22.82	38
K _i = $\frac{K_i}{\Sigma K_i}$	一级有利因素	0.192	0.115	0.154	0.077	0.154	0.077	0.038	0.115	0.077	
P _i = $\frac{P_i}{\Sigma P_i}$		0.127	0.127	0.011	0.091	0.127	0.118	0.091	0.127	0.091	
W _i = $\frac{W_i}{\Sigma W_i}$		0.062	0.104	0.061	0.111	0.070	0.145	0.224	0.104	0.111	
l _i = $\frac{l_i}{\Sigma l_i}$	二级有利因素		0.2					0.4	0.2	0.2	
h _i = $\frac{h_i}{\Sigma h_i}$			* 1/5					0.57	0	0.429	
V _i = $\frac{v_i}{\Sigma v_i}$								0.399	0	0.60	
a _i =K _i +P _i +W _i + $\frac{1}{2}(l_i+h_i+V_i)$		0.381	0.456	0.225	0.270	0.359	0.340	1.036	0.446	0.894	4.406
F _i =a _i /Σa _i		0.086	0.101	0.051	0.063	0.081	0.077	0.235	0.101	0.208	1.003

表 4 单元有利度与推断资源量关系
Table 4 The relationship between the unit favourabilities and inferred mineral resources

类 别 模 型 编 号	单元有利度 x	推断资源量 Y	x^2	xY	Y^2
模型 1	1.003	74.95	1.006	75.175	5617.502
模型 2	0.332	22.82	0.110	7.576	520.75
模型 3	0.072	7.55	0.005	0.544	57.0
模型 4	-0.365	0	0.113	0	0
模型 5	-0.187	0	0.035	0	0
Σ	0.855	105.32	1.269	83.295	6195.25

于是： $\bar{x}=\frac{1}{5}\times 0.855=0.171$

$Y=\frac{1}{5}\times 105.32=21.064$

$\tau_{xx}=1.269-\frac{1}{5}\times (0.855)^2=1.123$

$\tau_{yy}=6195.25-\frac{1}{5}\times (105.32)^2=3976.7895$

$\tau_{xy}=83.295-\frac{1}{5}\times 0.855\times 105.32=65.285$

则： $\hat{a}=21.064-0.171\times 58.13=11.124$

$\hat{b}=\tau_{xy}/\tau_{xx}=65.285/1.123=58.13$

相关系数：

$\gamma=\frac{\tau_{xy}}{\sqrt{\tau_{xx}\circ\tau_{yy}}}=\frac{65.285}{\sqrt{1.123\times 3976.7895}}=0.97$

查相关系数表得：自由度 $N-2=3$ ，检查水平 $Q=0.01$ 时，临界值 $\gamma_{0.01}^0=0.957$ 。即： $\gamma>\gamma_0$ ， x 与 y 之间的线性关系十分密切、比较可靠，可在预测单元中应用，所建立的预测模型回归方程为：

$Y=11.124+58.13X$

7. 运用所建的模型回归方程进行 334₁ 资源量的预测结果(表 5)

从表 5 可知，松潘地区“东北寨式”金矿可望增长的 334₁ 资源量为 $188.92-107.48=81.44\text{t}$ 。

8. 确定“有利因素相关法”估算资源量的误差范围和大致精度

我们根据现有 1∶1 万土壤地球化学测试成果资料，选用“丰度估计法”对区内盐水沟金矿床和石不烂异常区范围内的金资源量再次进行了评估^[4]。方

法简述如下：

首先确定控制区(东北寨矿区)的富集系统，用公式 $\gamma_R=T_R/(C_R\times D\times C_A\times S_G\times 10^3+T_R)$

式中， γ_R ：东北寨矿区的富集系数； T_R 为东北寨矿区已探明储量 67.7t； D 为东北寨矿区勘探深度 0.5km； C_R 代表东北寨矿区面积 9km^2 ； C_A 为东北寨矿区 Au 元素的丰度值 4.34×10^{-9} ； S_G 代表东北寨矿区的矿石体重 $2.66\text{t}/\text{m}^3$ ；把上述参数代入公式得：

$\gamma_R=67.7/(9\times 0.5\times 0.00434\times 2.66\times 10^3+67.7)\div 0.566$ 。

有了富集系数 γ_R ，则可用：

$E=(\gamma_R\times R_A\times A\times S_G\times D\times 10^3)/(1-\gamma_R)$ ，求得预测区的资源量。

(1) 盐水沟预测区有如下参数：

$\gamma_R=0.566$ (东北寨矿区富集系数)；

$R_A=3\text{km}^2$ (预测区面积)；

$A=0.00434\times 10^{-6}$ (丰度值)；

$S_G=2.66\text{t}/\text{m}^3$ (矿石体重)

$D=0.35\text{km}$ (预测区可采深度)

代入公式得：

$E=\frac{0.566\times 3\times 2.66\times 0.00434\times 0.35\times 10^3}{1-0.566}$

$=15.8(\text{t})$ 。

即盐水沟预测区用“丰度法”预测出的 334₁ 资源量为 15.8t。

(2) 石不烂预测区：1∶1 万土壤金属量测量共在

表 5 334₁ 资源量计算结果

Table 5 The calculations of the 334₁ mineral resources in several gold deposits in Songpan

单 元	类 别	有 利 度	推断资源量(t)	预测资源量(t)	备 注
				334 ₁	
有矿单元	东北寨矿床	1.00	74.95	69.43	
	桥桥上矿床	0.332	22.82	30.42	
	盐水沟矿床	0.072	7.55	15.31	
无矿单元	狮子石沟异常区	-0.365	0	0	
	香腊台异常区	-0.187	0	0	
预测单元	石不烂异常区	0.054	1.26	14.26	
	郎盖异常区	0.261	0.9	26.30	
	大沟异常区	0.036	0	13.22	
	十里乡异常区	-0.002	0	11.01	
	代坎隆异常区	-0.669	0	0	
	扎尕山异常区	-0.037	0	8.97	
合 计			107.48	188.92	81.44

该异常范围内圈出大小不同的次生晕 12 个。现对其分别用“丰度估计法”进行计算。

ApAu10 号异常的预测资源量占了石不烂整个预测区 334₁ 资源量的 67%, 其计算参数及运算过程简述如下:

$\gamma_R=0.566$ (东北寨矿区富集系数);

$R_A=0.646\text{km}^2$ (异常面积);

$A=60\times 10^{-9}$ 换算为 0.06×10^{-6} (异常丰度值);

$S_G=2.66\text{t/m}^3$ (矿石体重)

$D=0.1\text{km}$ (可采深度)

则用公式:

$$E=\frac{0.566\times 0.646\times 0.06\times 2.66\times 0.1\times 10^3}{1-0.566}$$

= 13.45(t)。

鉴于该异常区其它异常所占 334₁ 资源量比例甚小, 不再逐一赘述。总计为 20.01t。

(3) 结果对比: 从表 6 的对比结果不难看出, 两种方法预测的资源量非常接近, 说明采用“有利因素相关法”对松潘地区“东北寨式”微细浸染型金矿的 334₁ 资源量预测结果是有较高可信度的, 且精度比“丰度估计法”要高。

总上为松潘地区“东北寨式”金矿的资源量估算结果, 实际各矿(床)点或异常区内新增的 334₁ 资源量应除去已控制的和推断的资源量, 故有如表 7 列示的 334₁ 资源量为本次所预测的新增资源量。

以上各矿床(点)或异常区均是已在定性评价时划归为 A、B 两类远景区。其中均有大于 1g/t 以上的矿体(矿化体)或大于 100×10^{-9} 的次生异常存在。并且有稀疏工程控制, 基本上能满足有关 334₁

资源量的预测要求。

3.3 334₂ 资源量评估和有利度对远景区的优化分类检查

(1) 按 334₂ 资源量的定义, 它是在预测评价的矿带范围内, 对尚未发现有矿床或矿点的成矿有利地段(即远景区)预计将来可能发现的矿床所估算的资源潜力, 运用矿床成因类型的概念与已有探明矿床并经详细研究的成矿远景区进行类比而求得。根据这一原则, 我们仍然选择“有利因素相关法”对尚未定量评估的各远景区内“东北寨式”金矿资源潜力进行远景预测。因而, 334₂ 资源量的预测数据大小本身意义已不重要, 它仅反映远景区内有矿还是无矿的问题, 并通过模型的建立, 求出各远景区的有利度, 用它进行适当地排序, 便可帮助我们检验前述远景区的分类是否合理, 使对远景区的评价更加客观和深化, 由定性评价转为定量评价。

(2) 在进行预测前, 有几点说明: ①根据地质变量的选择原则, 入选的变量为矿田(远景区)级的; ②为建立模型, 我们把已经估算出的 334₁+334₂ 资源量加上已探明的储量统归入“探明储量”一栏参与有利因素和探明储量之间线性回归方程的建立; ③单元的选择原则是: 凡已经预测过 334₁ 以上资源量的远景区, 均列为模型单元, 并不再估算其 334₂ 资源量。另将香腊台—黄胜关列为无矿单元。还未进行预测的 C 类远景区列为预测单元(待检单元)探求其 334₂ 资源量, 预测单元的面积限定为 50km² 左右; ④前述提及的有利度又叫单元得分, 它的大小反映了对象与模型特征之间的相似程度, 把远景区依有利度大小进行划分, 就可以圈定成矿远景区, 并对

表 6 有利因素相关法与丰度估计法结果对比
Table 6 Comparison of the calculations obtained from the favourable factor correlation method and abundance estimation method

方 法	点	盐水沟矿床	石不烂异常区
有利因素相关法		15.31t	14.26t
丰度估计法		15.80t	20.01t

表 7 新增 334₁ 资源量
Table 7 The additional 334₁ mineral resources in several gold deposits in Songpan

矿(点)床或异常名称	盐水沟	桥桥上	石不烂	郎盖	大沟	十里乡	扎尔山	总计
资源量类别								
334 ₁ /t	2.24	7.60	13.0	25.4	13.22	11.01	8.97	81.44

其分级进行验证。有利度的大小受变量个数的影响,与矿术规模一般不存在对应关系,原则上不宜用它来建立与储量之间的回归方程,但鉴于本区地质研究程度较低,已知模型单元又少,运用“有利因素相关法”计算单元有利度后与区内探明储量之间建立的回归方程预测效果较好,且方程呈较好的线性相关关系,故该方法在本区可以多次采用。

(3) 现把该方法计算 334₂ 资源量的简单过程列述如下:地质变量的选定(矿田、远景区级)为 x_1 : 逆冲、斜冲走滑断层; x_2 : 各时代的黑色碳质板岩系; x_3 : 中等-微弱的中酸性岩浆侵入在含矿层内; x_4 : 发生在断裂带中早期低温热液蚀变,即硅化石英-黄铁矿-毒砂矿化; x_5 : 晚期雄黄-辉锑矿化叠加; x_6 : 有 Au-As(Hg、Sb) 元素组合; x_7 : Au 异常有明显的浓集中心、浓度分带和浓度梯度; x_8 : Au 异常强度高或较高,有 4 级以上浓集中心或极值 $\geq 24 \times 10^{-9}$; x_9 : Au 异常呈条带状沿断裂分布,长 > 宽; x_{10} : 远景区范围

内见大于 1g/t 以上的 Au 矿化点 3 处以上; x_{11} : 有砂金-重晶石-辰砂-雄黄重砂组合异常与 Au 化探异常重合; x_{12} : 有伴生雄黄、铅锌、钨锡等有用矿产分布。

特别需要说明的是,在上述变量的选择中,结合松潘地区地质物化探工作的实际,有意突出了 Au 异常对远景区划分与评价的作用和意义。变量赋值仍为三元逻辑法。原始数据矩阵如表 8 列示。

预测模型的建立:(计算过程从略)

今有 $a=7.614$, $b=57.57$, $\gamma=0.821$, $\gamma_0^{0.05}=0.811$, 则 $\gamma>\gamma_0$, 说明相关性较好,故可建立一元线性回归方程为:

$$Y=7.614+57.57X$$

预测结果用表 9 示之。

从表 9 中可看出:有利度在 0.8 以上的远景区有盐水沟-狮子石沟、十里-大寨两处;有利度在 0.5~0.8 之间的远景区是:牟尼沟-郎盖、黄龙和石不烂-小姓三处;有利度在 0.1~0.5 之间的为伊利其克-

表 8 原始数据矩阵
Table 8 The matrix of the original data from several gold deposits

远 景 区 \ 变 量		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	探明储量/t
模 型 单 元	盐水沟-狮子石沟	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	84.74
	牟尼沟-郎盖	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	35.27
	十里-大寨	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	54.65
	石不烂-小姓	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	14.26
	香腊台-黄胜关	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	0
预 测 单 元	伊利其克-卡卡	+	+	+	+	-	0	+	+	+	-	-	-	0
	黄 龙	-	+	-	+	+	+	+	+	+	0	+	+	0
	东龙沟-泗洱	0	-	0	0	0	+	+	+	-	0	-	0	0

表 9 334₂资源量预测结果
Table 9 Estimated values for the 334₂ mineral resources in several gold deposits in Songpan

远备景注区	有 利 度	控制的+ 推断的资源量/t	预测 334 ₂ 资源量/t
盐水沟-狮子石沟	0.880	84.74	
十里-大寨	0.816	54.65	
牟尼沟-郎盖	0.692	35.27	
黄 龙	0.622	0	43.42
石不烂-小姓	0.512	14.26	
伊利其克-卡卡	0.258	0	22.47
东龙沟-泗洱	-0.178	0	
香腊台-黄胜关	-0.292	0	

卡卡远景区;而有利度呈负值的是香腊台-黄胜关和东龙沟-泗洱两个远景区。

另外,表 10 还列出新增 334₂ 资源量为65.89t,其中黄龙远景区 43.42t、伊利其克-卡卡远景区为 22.47t。显然该级别资源量可靠性低,不能满足进一步规划地质找矿工作的要求,但它毕竟代表了前景。“有胜于无”在矿产资源量评价预测中更是如此。

表 10 四川松潘地区“东北寨式”微细浸染型金矿远景评价
Table 10 Assessment of the “Dongbeizhai-type” micrograined-disseminated gold deposits in Songpan, Sichuan

Ⅲ 级 金矿成 矿 区	Ⅳ 级 金矿带	Ⅴ 级 远景区	有 利 度	远 景 区		资源总量/t				总 计	
				分 类	分 级	控 制 资源量	推 断 资源量	预 测 资源量		远 景 区	矿 带
						332	333	334 ₁	334 ₂		
松 潘 金 矿 化 集 中 区	垮石崖-扎尔山金矿带 (Ⅳ ₁)	盐水沟-狮子石沟	0.88	A	最 优	59.9	22.6	2.24		84.74	120.01
		牟尼沟-郎盖	0.692	B	较 好		0.9	34.37		35.27	
	雪山金矿带 (Ⅳ ₂)	十里大寨	0.816	A	最 优	12.61	10.21	31.83		54.65	98.07
		黄 龙	0.622	C	一 般				43.42	43.42	
	镇江关金矿带 (Ⅳ ₃)	伊利其克-卡卡	0.258	C	一 般				22.47	22.47	36.73
		石不烂-小姓	0.512	C	一 般		1.26	13.0		14.26	
		东龙沟-泗洱	—0.178	—	—						
合 计						72.51	34.97	81.44	65.89	254.81	
							182.30				
预 测 方 法			“有 利 因 素 相关法”	定性评价		地质块段	类比法, 地质内插 或外推	“有利因素相关法” “丰度估计法”			
备 注						资源量可靠程度增高 地质研究程度增高					

参考文献:

[1] 郑明华,顾雪祥,周渝峰.四川东北寨微细浸染型金矿床成矿物理化学条件和成矿过程分析[J].矿床地质,1990,9(2): 129—140.

[2] 朱裕生.矿产资源评价方法学导论[M].北京:地质出版社,1983.

[3] 朱裕生,肖克炎,等.成矿预测方法[M].北京:地质出版社,1997.

[4] 张本仁,等.秦巴区域地球化学文集[C].北京:地质出版社,1990.

The application of the favourable factor correlation method to the mineral resources assessment of the “Dongbeizhai-type” gold deposits in Songpan, Sichuan

HE Hong, JIN Chuan

(*Sichuan Bureau of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China*)

Abstract: The forecast prospects of the 334 mineral resources in the “Dongbeizhai-type” gold deposits in the Songpan region, Sichuan have been delineated in this study with the aid of the favorable factor correlation method on the basis of the metallogenic conditions, geochemical anomalies and mineralization models for the “Dongbeizhai-type” gold deposits. The method may also be involved in the “ore deposit modelling estimation method”. The principles may be generalized as follows. Firstly, the quantitative relationship (quantitative predictive model) between mineral resource reserves and geological conditions in one known deposit may be constructed on the basis of the approach to the relationship between the ore-controlling factors (or geological variables) and mineral resources in the given areas. When the geological variables and relevant data obtained from the predicted areas where the geological conditions are similar to those in the predictive model are introduced into the above-mentioned model, we can estimate the mineral resources in the predicted areas. According to the model, the additional 334₁ and 334₂ mineral resources in the Songpan region may amount to 81 tons and 65.9 tons, respectively.

Key words: favorable factor correlation method; Songpan region; “Dongbeizhai-type” gold deposits; mineral resources prediction