

53-57

鄂西北汉江流域砂金资源潜力预测

周志强

(冶金部中南冶金地质研究所·宜昌)

p618.510.9

A

在航、卫片解译基础上,通过对测区的野外地质调研,从100余个砂金坝区中选择了78个研究对象进行分布范围的面积圈定。应用齐波夫定律、逻辑信息法和回归分析的数理统计电算处理,对测区做了砂金品位和砂金矿产资源潜力的评价。结果表明,测区内尚蕴藏砂金资源量20~30t的找矿远景。

关键词 航、卫片解译 砂金品位 砂金资源潜力 齐波夫定律 逻辑信息法 回归分析

目前,鄂豫陕三省交接地带找金已引起人们关注,该区可能成为“金三角”评价预测区。鄂西北汉江流域即在此预测区内。它处于秦岭地槽褶皱带与武当隆起之间的凹陷部位。区内出露地层主要有元古界两郧群、武当群、震旦系跃岭河群以及第三系紫红色砂砾岩等。构造线主体方向为北西西—东西向。主河道基本沿两郧次级构造轴向呈北西西—东西向展布。汉江流域及其支流具有悠久的采金历史,砂金分布范围近3万km²,自汉江上游的陕西省白河县一直延续至湖北省襄樊市欧庙,长达280km。主河道已知的矿床(点)有60余处,布及郧西县、郧县、丹江市和襄樊市等地区,郧县的砂金矿床(点)分布较多,尤其地处汉江流域第三纪断陷盆地的砂金坝区,具有一定的成矿地质构造有利因素。含金矿源层分布较广,且来源时代多,层位多。远源可追溯到秦岭地槽褶皱带东缘陕西省柞水、安康、月河一带的产金寒武纪、奥陶纪、志留纪地层的中变质浅海相碎屑沉积岩系中;近源主要为元古界两郧群变酸性火山岩、武当群中酸性海相火山—沉积建造、震旦系跃岭河群变质富钠中基性火山熔岩的细碧质凝灰岩和第三系紫红色砂砾岩。

通过航卫片解译、野外地质调研和已有资料分析,从全区100余个坝区中选取了78个作为重点砂金坝区进行研究,其分别隶属于3个地貌单元,即高山区9个,中低山丘陵区61个,盆地区8个。从60余个砂金矿床(点)中选取作为标准对象的9个主要砂金矿床(点)都分布在中低山丘陵区,其中有秦家沟、茅窝、五峰、前房、弥陀寺和花柳湾等6个主要砂金矿床已进行初勘或转入勘探,其余土沟、刘家沟、胡家沟等砂金矿点的地质工作程度都较低。

对上述9个已知研究对象的砂金矿床分析,产生这些砂金坝区有关的控矿地质特征因素(表2),从已知到未知分析类比,采用齐波夫定律预测出砂金矿产资源潜力;应用逻辑信息法和回归分析预测出砂金品位和资源总量。

1 齐波夫定律评价砂金矿产资源潜力

齐波夫定律表达式为: $R_i \times F_i = K$ 。齐波夫定律认为,在一定范围内某些离散型现象的规模与秩在数量之间的关系可描述为“最大的一个为第1号,是次大的即第2号的2倍,是第3号的3倍……依次类推”。其方法优点就

在于它可以只根据少量的(最少 6 个)观测数据和简单地运算,就可对研究对象进行矿床个数及其储量和矿产资源总量潜力的评价预测。求其总量的数学表达式

$$\sum_{i=1}^n R_i = K(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n}), \text{ 为}$$

一发散型数列级数。

根据区内 6 个已知砂金矿床的储量数据(表 1),经齐波夫法计算的结果表明, $F_a=2$, $F_b=F_c=8$, $F_d=11$, $F_e=16$, $F_f=42$; 在全区 78 个重点砂金坝区中,预测资源总量约为

表 1 已知砂金矿床储量表

矿床名称	秦家沟 (F_a)	茅窝 (F_b)	五峰 (F_c)	弥陀寺 (F_d)	前房 (F_e)	花柳湾 (F_f)
储量 (kg)	2663.24	649.72	641.123	473.42	328.20	125.479

据冶金工业部中南地勘局 605 队资料。

表 2 原始地质变量

坝区类别	变 量	地质标志 (X_i)	坝区类别	变 量	地质标志 (X_i)
地貌分区	高山区	1	所在水系 级序	一级水系(水源小溪流)	27
	中低山丘陵区	2		二级水系(一级小溪交汇流)	28
	盆地	3		三级水系(一、二级小溪交汇流)	29
海拔高程	$\leq 120\text{m}$	4		四级水系(汉江流域)	30
	$> 120 \sim 200\text{m}$	5		河流交汇处	31
	$> 200 \sim 300\text{m}$	6	水系交汇 频率	≤ 5 条	32
	$> 300 \sim 350\text{m}$	7		$> 5 \sim 10$ 条	33
	$> 350\text{m}$	8		> 10 条	34
构造因素	断陷盆地	9	水系类型	树枝状	35
	较大线性断裂构造及其交汇处	10		辫状	36
	较小线性断裂构造及其交汇处	11		角状	37
	河流沉积作用	12	支流密度	稀 < 2 条	38
地层时代	Qh—全新统	13		中等 $> 5 \sim 10$ 条	39
	Qp ³ —上更新统	14		密 > 10 条	40
基底岩系 岩性	两郧群	15	阶地发育 程度	发育 I ~ II 级阶地	41
	跃岭河群	16		发育 I ~ III 级阶地	42
	寒武系—泥盆系	17		发育 I ~ N 级阶地	43
	第三系砂砾岩	18	河流坡降 (%)	≤ 1	44
金源层	两郧群	19		$> 1 \sim 3$	45
	武当群	20		$> 3 \sim 6$	46
	跃岭河群	21		> 6	47
	寒武系—泥盆系	22	河流曲率	1~1.5	48
	第三系砂砾岩	23		$> 1.5 \sim 3$	49
				> 3	50
流经金源 层距离	远源 $> 100\text{km}$	24	砂金成因 类型 (属河流冲 积砂金)	河漫滩	51
	中源 $\leq 100 \sim 10\text{km}$	25		I 级低阶地	52
	近源 $\leq 10\text{km}$	26		II 级低阶地	53
				III ~ N 级阶地	54
				狭河谷阶地	55

25.83t, 其中最大的一个矿床储量约 5.23t, 大于 100kg ($F_i=52$) 的矿床有 52 个, 其资源总量约 23.73t, 是已探明砂金储量的 4 倍。因此, 该区尚有约 20t 找砂金的资源潜力, 为今后找砂金矿提供了定量的依据。

2 逻辑信息法和回归分析预测砂金品位及其资源总量

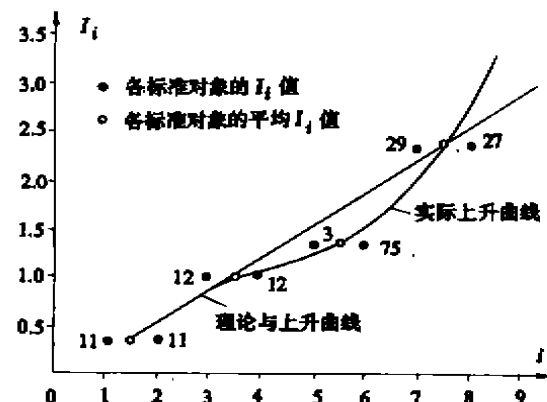
逻辑信息法对定性的描述性的地质资料整理分析有重要作用, 以定性资料入手达到定量预测目的是此法的特点。笔者选择了决定坝区砂金含量的各类地质特征因素有 15 种类别的 55 个地质标志 X_i 作为原始变量 (表 2)。在 100 余个坝区中筛选出 78 个坝区作为研究对象, 其所构成的原始数据矩阵为 $[78 \times 55]$ 阶, 其中有 8 个已知矿床作为标准对象, 则其所构成的变异序列数据矩阵为 $[8 \times 55]$ 阶, 是原始数据矩阵的子阵。

8 个标准对象的已知砂金矿床, 按其砂金品位可分为 4 个等级, 以上升序列排为 I — 0.2168g/m³; II — 0.3049g/m³; III — 0.431g/m³; IV — 0.5283g/m³。各等级有 2 个标准对象, 每一标准对象按 55 个原始地质变量赋予逻辑值“1”或“0”。

通过逻辑信息法和回归分析计算, 在 75% 的置信水平上其结果分别列入表 3、4、5 中。将每一等级的对象权 (I_i) 的平均值投到从对象权 (I_i) 为纵坐标, 地质对象 (i) 为横坐标的直角坐标系图上 (见图), 并可连成一条上升直线, 这与上述所采用的上升序列是一致的。表明用这套变量组合, 按 4 个等级的砂金品位预测本区的砂金品位是可行的, 因而此套变量组合为预测本区砂金品位的逻辑信息数字模型, 预测结果列于表 5 中。

在求取的逻辑信息数字模型中, 不仅突出了起正作用的地质标志 (地质变量), 也反映出起负作用的地质标志。经分析表明, 本区砂金坝区具有某些 (10 个) 共同的控矿地质因素 (变量) 特征, 即这些砂金坝区皆处于中低山丘陵地貌分区内 (X_2); 坝区高程范围

120~200m (X_5); 主要含金矿源层为两郪群 (X_{19}) 和跃岭河群 (X_{21}); 流经金源层中等距离, 约 10~100km (X_{25}); 以河流沉积作用 (X_{12}) 为基础的发育有以上更新统 Qp^3 (X_{14}) 为主的 I~II 级阶地 (X_{41}), 且以 II 级低阶地河流冲积砂金为主要成因类型的 (X_{53}) 汉江流域 (X_{30}) 砂金矿床 (见表 2)。计算结果表明, 在剩余的 45 个变量筛选出的 6 个地质标志中, 起正作用的地质变量有 3 个, 即在具有上述 10 个共有的控矿地质因素基础上, 若第三纪断陷盆地 (X_9), 河流的坡降在 $>1\text{‰} \sim 3\text{‰}$ (X_{45}), 以及较为次要的金源层武当群 (X_{20}) 等因素均在时, 即可形成品位高的砂金坝区。起反作用的地质变量也有 3 个, 即较晚期新的小规模的线性影像断裂构造发育 (X_{11}), 河流的坡降太小, $\leq 1\text{‰}$ (X_{44}), 以及河流曲率过大, >3 (X_{50}), 致使平缓滞流分选性差等因素出现时, 则不利于形成品位高的砂金坝区。



标准对象 I_i 值上升序列变化图

通过上述 78 个砂金坝区 4 个等级化的砂金品位回归方程式 $Y_i = aX_i + b$ 的计算, 求得其函数相关关系的偏回归系数 $a=0.1537$ 和常数 $b=0.1838$, 根据此拟合的回归方程式 $Y_i = 0.1537X_i + 0.1838$ 可计算出每一砂金坝区具体化的砂金品位, 进而预测各坝区的砂金资源潜力。

坝区面积是在航片解译基础上, 结合相应地形图进行野外调研对各级阶地予以圈

定,再用快速求积仪和标准面积网格图相结合的方法测定的。坝区厚度则根据相邻已知主要砂金坝区的厚度推算而定。砂砾层含金矿体的面积和厚度,笔者系采用 3~4 个已知砂金矿床的数据,求取各坝区的含金矿体面积和厚度所占该坝区总面积和总厚度的百分比,取其算术平均值作为推算砂金坝区含金

矿体面积人和厚度的百分比值(表 6)。据此求出 78 个坝区含金矿体面积和厚度,再采用逻辑信息法所预测 4 个等级的砂金品位和回归分析所预测每一坝区的砂金品位,各自求得储量取其算术平均值,即为各坝区的砂金预测资源潜力。

表 3 地质标志分权计算

标准对象		地质标志号					
序号	矿床	X_9	X_{11}	X_{20}	X_{44}	X_{45}	X_{50}
11	弥陀寺	0	0	0	1	0	0
12	花柳湾	0	1	0	0	1	1
3	五峰	0	0	0	0	1	0
75	刘家沟	0	0	0	0	1	0
29	土沟	1	0	1	0	1	0
27	茅窝	1	0	1	0	1	0
地质标志权		$P_{k(1)}$	6	2	6	0	2
		$P_{k(0)}$	0	4	0	6	4
相对地质标志权		$P_{k(1)}$	100	33	100	0	33
		$P_{k(0)}$	0	67	0	100	67
标志信息权		P_i	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
信息标志分权		$P_{k(1)}$	0.500	0.166	0.500	0.000	0.166
		$P_{k(0)}$	0.000	0.336	0.000	0.500	0.336
信息标志分权绝对差		$R_{k(1)}$	0.500	0.000	0.500	0.000	0.000
		$R_{k(0)}$	0.000	0.170	0.000	0.500	0.170

表 4 标准对象的对象权计算结果

标准对象		地质标志号						对象权
序号	矿床	X_9	X_{11}	X_{20}	X_{44}	X_{45}	X_{50}	I_i
11	弥陀寺	0.000	0.170	0.000	0.000	0.000	0.170	0.340
12	花柳湾	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	0.000	1.000
3	五峰	0.000	0.170	0.000	0.500	0.500	0.170	1.340
75	刘家沟	0.000	0.170	0.000	0.500	0.500	0.170	1.340
29	土沟	0.500	0.170	0.500	0.500	0.500	0.170	2.340
27	茅窝	0.500	0.170	0.500	0.500	0.500	0.170	2.340

78 个砂金坝区预测资源总量估算为 35.897t,大于 100kg 的有 61 个,资源量约为 34.98t 是已探明砂金储量的 6 倍。其中最大秦家沟矿床为 5.297t,其次是茅窝矿床为 3.283t。所预测的 78 个砂金坝区中,绝大部分

分布在中低山丘陵区,资源量约为 32.77t。砂金坝区的矿床规模主要集中在 0.1~1t 区间内,共有 52 个,资源量约 16.097t,多属砂金矿点,可供民采开发;大于 1t,小于 3t 的砂金矿有 7 个,资源量为 10.305t,均属小型砂

金矿床;大于 3t,小于 6t 规模的有 2 个,资源量 8.58t,属中型砂金矿床,中、小型砂金矿床皆具有工业开发规模和经济价值。

表 5 预测砂金品位数据结果

级序	标准对象		砂金品位 (g/m ³)	平均砂金品位 (g/m ³)	对象权平均值 (I _i)	I _i 临界值	预测砂金品位(g/m ³)		预测砂金品位	
	序号	矿床					逻辑信息法	回归分析	个数	(%)
I	11	弥陀寺	0.2168	0.2168	0.340	≤0.70	0.2168	0.236	7	8.98
II	12	花柳湾	0.3049	0.3049	1.000	>0.70 ~1.10	0.3049	0.338	5	6.41
III	3	五峰	0.4309	0.431	1.340	>1.10 ~1.80	0.431	0.390	31	39.74
	75	刘家沟	0.4311							
IV	29	土沟	0.500	0.5283	2.340	≥1.80	0.5283	0.543	35	44.87
	27	茅窝	0.5566							

表 6 已知砂金矿床矿体占坝区总面积、总厚度比值

矿床	面积(km ²)			厚度(m)		
	坝区总面积	矿体面积	(%)	坝区总厚度	矿体厚度	(%)
弥陀寺	3.3	1.61	48.78	35	14.8	42.28
前房	2.2	0.82	37.27	52	19	36.54
茅窝	5.92	1.70	28.70	18.61	3.625	19.37
五峰				38.82	11.48	29.57
算术平均值(%)			38.25			31.94

3 结 语

上述两种数理统计的结果比较表明,预测 100kg 以上的砂金矿产资源总量较接近,尤其是预测最大秦家沟砂金矿床的资源潜力十分接近(齐波夫法为 5.23t,逻辑信息法为 5.297t)。这表明所采用的数理统计方法是可行的,效果良好。从一些实例预测可知,采用

逻辑信息法预测比齐波夫法的结果更为可靠,尤其在地质工作程度低,地质资料尚不足的地区,同时应用此二种方法进行预测,对找矿与勘探更具有指导意义。

预测结果指出,在汉江流域及其支流继续深入开展砂金矿床的评价与勘探,对该区的砂金储量会有突破性进展。

Potential Resource Prognosis of Placer Gold of the Hanjiang River Valley in North-West of Hubei Province

Zhou Zhiqiang

Based upon the interpretation of air and satellite photographs, we selected 78 researching units from more than 100 placer gold units to delineate their distribution areas after field geological survey of this area. With the help of Zipf's Law, Logic Information Law and Regression Analysis to process with the computer, we evaluate the grade and the potential resource of placer gold. The result indicates that this area holds in store about 20 to 30 tons placer gold.