

## 砂金矿源区金矿化强度

杨尔煦

(冶金部地质勘查总局)

砂金矿源区金矿化强度(Q)是新提出来的一个金矿化地质参数。通过这个参数有可能搞清砂金矿床和金矿化地层间的关系;也有可能探讨部分砂金矿的形成是否有岩金矿床补给。进而反过来用这个参数寻找岩金矿床。这是本文分析的两个重要问题。

**关键词:** 砂金矿床; 地质参数; 矿化强度



岩金和砂金间的关系,始终是地质学家讨论的重要课题。我国黑龙江、川西北有大量砂金矿床,但岩金矿床不多;相反,胶东、小秦岭岩金矿床发育,而砂金矿床很少。砂金与岩金二者究竟是什么关系,很值得探讨。

### 金矿化强度的含义

砂金矿床的矿质来源,已由很多地质学家研究过,认为主要是来自含金地层。当含金地层受到长期剥蚀,金被搬运,遇到适合的沉积环境就会形成砂金矿床。不可否认,某些砂金矿床是由岩金矿剥蚀而成,或是由含金地层和岩金矿床共同形成。基于这个认识,就提出了一个反问题,即能否通过砂金矿床的资料来区分它是由含金地层还是岩金矿床引起的,或者是由两者共同引起的。因此,就是提出了新的地质参数——矿化强度(Q)。

假设有一个砂金矿床,其全部金储量(称为金矿母体储量)为A,即包括边界品

位内外的所有金量;它的汇水面积为S,则金矿化强度 $Q=A/S$ ,单位是 $kg/km^2$ 。

通常计算金储量时都有一个边界品位 $Z_i$ 的限制,所求出的只是边界品位 $Z_i$ 以上的金矿储量 $V_i$ 和金储量 $A_i$ 。如果已知该砂金矿床的3个参数,即砂金矿母体品位几何平均值 $\exp(\xi)$ 、母体品位对数离差 $\sigma$ 和偏斜校正 $\alpha$ ,则可以通过下面的公式求出砂金矿床的全部金储量 $A^{[2]}$ 。

先求母体矿储量V:

$$V = \frac{V_i}{(1/\sqrt{2\pi}) \int_{w_i}^{\infty} \exp(-W^2/2) dW} \quad (1)$$

然后求母体金储量A:

$$A = V[\exp(\xi + \sigma^2/2) - \alpha] \quad (2)$$

如果对砂金矿床的3个参数不清楚时,则只能用边界品位 $Z_i$ 以上的金储量 $A_i$ 来计算,求出的称为视矿化强度 $Q_i = A_i/S$ 。

其实,不论是Q还是 $Q_i$ ,都只能求出汇水面积中矿化强度的大部分,比真正矿源区金矿化强度都小一点。Q虽然计算了全部金量,但没有计算出流到下游和留在高阶地上

的那些金量。至于 $Q_i$ ，则更不准，它没有包括边界品位 $Z_i$ 以下的金量。因此， $Q_i < Q$ 。

开始的设想很简单。考虑到砂金矿比重很大，不会搬运很远，一般最多移运10km左右。在同一金矿化地层中引起的不同砂金矿床，所求出的 $Q$ 值都会差不多。计算了一些矿区的资料后表明，这个总的设想是基本正确的。

这里举一个例子来说明。四川西北部涪江、下寺河和青川江三条河流基本联成一片，其中有10多个砂金矿床。这个地区出露的有前寒武纪、寒武纪、志留纪和泥盆纪地层，并有花岗岩、闪长岩和辉绿岩侵入。为了求出各地层平均金含量，共做了3600块岩石痕量分析。先按不同地层和火成岩分别求

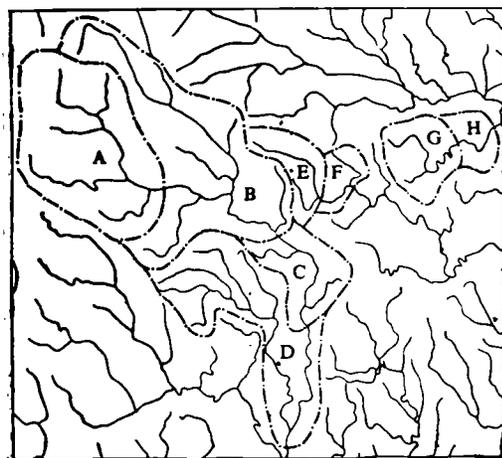
出平均金含量，再按它们的出露面积为权，求出各地层平均金含量，为5ppb。

现在取8个点来计算 $Q$ 值，由于资料不全，有的用 $Q$ ，有的用 $Q_i$ ，如下表和图所示。8个矿床中有6个所求得的 $Q$ 或 $Q_i$ 值都很近似，大体上为2~6kg/km<sup>2</sup>，可以说明这6个矿床是由金矿化地层所引起的。只有下寺河F矿区的金矿化强度 $Q_i$ 特别高(20.33)，相当于一般值的5倍。这个矿区的砂金、混合砂金平均品位也特别高。还有青川江H矿区的 $Q_i$ 也较高，达14.15，相当于背景值的3倍。这两个 $Q$ 值异常现象不得不引起重视，说明F和H矿区除了金矿化地层的补给外，一定还有其他因素的补给。

由上例可见， $Q$ 值异常是寻找岩金矿床

四川西北三条河流8个矿区汇水面积矿化强度等参数表

河流	矿区	S, km <sup>2</sup>	A, t	Q, kg/km <sup>2</sup>	$A_i$	$Q_i$	h, m
涪江上游 ↓ 下游	A	2201	4.54	2.06			$H_0$
	B	2333	15.37	6.59			$H_0 + 316$
	C	673	3.48	5.17			$H_0 + 445$
	D	1903	6.92	3.63			$H_0 + 575$
下寺河上游 下游	E	488			1.90	3.89	
	F	182			3.71	20.33	
青川江上游 下游	G	488			2.53	5.19	
	H	264			3.74	14.15	



涪江、下寺河、青川江水系  
和汇水面积分布图

的一个重要指标。因此，研究金矿化强度这个新参数是有实际意义的。

### 金矿化强度和地层的关系

为了搞清金矿化强度的数值及其变化规律，必须先计算它和含金地层间的关系。这里只作一些粗略的计算。

假设某河流上游的一个矿区全部金储量为 $A_1$ ，汇水面积为 $S_1$ 。含金地层布满全部汇水面积，在形成砂金矿的过程中其剥蚀深度为 $h_1$ ，含金地层的金平均品位为 $C_{1F}$ ，它的体重为 $r_{1F}$ 。这样可以求出 $A_1$ ：

$$A_1 = S_1 \cdot h_1 \cdot C_{1F} \cdot r_{1F} \cdot k \cdot q = S_1 \cdot Q_1 \quad (3)$$

需特别说明的是砂金矿的形成系数  $k$ ，即含金地层中的金有  $k$  部分形成了砂金矿，它与含金地层中金的赋存状态有关。金的赋存状态可分 3 类：一是以较粗的自然金和金的矿物出现，风化后大部分将以物理富集方式转化为砂金。二是以微细粒自然金或金矿物出现，金和脉石矿物在风化作用中同时破碎，难以分离，但可被酸类浸出。它的一部分将以化学富集方式转化为砂金。三是生存在晶格中的金，不可能转化为砂金。因此，砂金矿的形成，不仅取决于地层中的金丰度，还与其赋存状态有关。

砂金矿的另一个系数称为保留系数  $q$ ，即汇水面积中形成的砂金只有  $q$  部分留下来形成了砂金矿床，而有  $1-q$  部分流到下一个汇水面积  $S_2$  中去了。保留系数  $q$  取决于砂金矿形成区的地形条件、河床形态等。

在第一块汇水面积下游的第二块汇水面积中情况稍有不同。第二块汇水面积  $S_2$  中形成的砂金矿全部储量  $A_2$ ，不仅有本身的金量，而且还有上游的补给。 $A_2$  可以表示为：

$$A_2 = S_2 \cdot h_2 \cdot C_{2F} \cdot r_{2F} \cdot k \cdot q + S_1 \cdot h_1 \cdot C_{1F} \cdot r_{1F} \cdot k(1-q)q = S_2 Q_2 \quad (4)$$

将(3)式代入(4)式得：

$$Q_2 = Q \left( \frac{h_2 \cdot C_{2F} \cdot r_{2F}}{h_1 \cdot C_{1F} \cdot r_{1F}} + \frac{(1-q)S_1}{S_2} \right) \quad (5)$$

当上、下游为同一含金地层时， $C_{1F}$  和  $C_{2F}$ 、 $r_{1F}$  和  $r_{2F}$  都一样，(5)式可以简化为：

$$Q_2 = Q_1 \left[ \frac{h_2}{h_1} + \frac{(1-q)S_1}{S_2} \right] \quad (6)$$

(6)式中的第一项是主要项，因为下游剥蚀深度  $h_2$  大于上游剥蚀深度  $h_1$ ，所以  $h_2/h_1 > 1$ 。当  $h_1$  和  $h_2$  都很大时， $h_2/h_1$  接近于 1。第二项是从上游第一块汇水盆地补给的量引起的。它是一个较小的正数。这样，从(6)式中可见  $Q_2$  一定大于  $Q_1$ 。

事实上，若仔细分析前表数据， $Q$  值从

上游到下游确有稍微增加的趋势。这一点和理论分析结果相仿。

这里的计算忽略了两个变化因素：一是假设各地层中含金量均匀，这显然不符合实际。文中未考虑金量不均匀引起的  $Q$  值之波动。二是残留在各级阶地中的金，往往不够品位，未予勘探，因此也无法计算在内。

现在用涪江流域 A+B 和 C 矿区分别作为上、下游的两个矿床来计算。 $Q_{A+B} = 4.39 \text{ kg/km}^2$ ， $S_{A+B} = 4534 \text{ km}^2$ 。设 A 矿区的剥蚀深度为  $H_0$ ，其他矿区的剥蚀深度如前表。将这些数据代入(6)式，得：

$$5.17 = 4.39 \left[ \frac{H_0 + 445}{H_0 + 316} + \frac{(1-q)4534}{673} \right] \quad (7)$$

(7)式中有两个未知数，即 A 矿区的剥蚀深度  $H_0$  和 A+B 矿区的保留系数  $q$ 。只有一个方程式不可能求出这两个未知数。因此，只好假设几个  $H_0$  值来看  $q$  值的变化。

设  $H_0 = 2000 \text{ m}$ ，则  $q = 98.34\%$ ； $H_0 = 1000 \text{ m}$ ， $q = 98.83\%$ ； $H_0 = 500 \text{ m}$ ， $q = 99.12\%$ 。

从这里看出， $H_0$  值的变化对  $q$  值影响不大。砂金矿区的保留系数都是很大的，都在 90% 以上。

下面讨论形成系数  $k$ 。用 A+B 矿区来计算，因为这两个矿区面积大，结果有一定的代表性。

已知 A+B 矿区， $C_F = 5 \text{ ppb}$ ， $r_F = 2.65 \text{ t/m}^3$ ， $Q_{A+B} = 4.39 \text{ kg/km}^2$ ， $q = 0.99$ ，代入(3)式，求得  $k(H_0 + 316) = 0.33 \text{ m}$ 。这个地区剥蚀深度很大，设  $H_0$  为  $1000 \text{ m}$ ，则  $k$  值为  $0.00025$ 。当然这个计算是很粗略的。

这里计算所得  $k(H_0 + 316)$  值还是正确的，它是真正形成砂金矿所相当的地层厚度。实际上川西北地区地形切割很深，剥蚀深度达几 km。即使在一个砂金矿形成的几万年期间，也会剥蚀相当的深度。但谁也没有计算

过确切的剥蚀深度。需说明的是,地层中的金不可能全部变为砂金,只是其中的很少一部分,即 $k$ 部分变为砂金。由于剥蚀深度求不出来,因此也没有办法求出确切的形成系数 $k$ 值和研究其变化因素。从上面粗略的估计来看, $k$ 值只能是万分之几的数字。

另外一些地区含金地层很发育,但砂金很少,看来主要与该地层中金的赋存状态有关,即没有形成金或含金的矿物。这些地区的 $k$ 值会更少。

当河流进入不含金地层或含金较少的地层时, $Q$ 值会减少,例如D矿区。

### 金矿化强度和岩金的关系

当岩金矿床中的金也参与到砂金中去的时候,情况会更为复杂。设岩金矿床被剥蚀掉的金储量为 $A_L$ ,则砂金储量将由含金地层和岩金矿床两部分组成,即

$$\begin{aligned} A &= S \cdot h_F \cdot C_F \cdot r_F \cdot k \cdot q + A_L \cdot q \\ &= S \cdot Q \end{aligned} \quad (8)$$

设含金地层引起的金矿化强度 $Q_F = h_F \cdot C_F \cdot r_F \cdot k \cdot q$ ,则

$$Q = Q_F \left( 1 + \frac{A_L}{S \cdot h_F \cdot C_F \cdot r_F \cdot k} \right) \quad (9)$$

(9)式中后面一项即岩金矿床补给后引起的增量。这个增量有三种情况:一是岩金矿床已经剥蚀完,该增量只引起矿化强度的增加,但现已找不到岩金矿床了。二是岩金矿床虽然存在,但品位不够,只是金矿化。三是岩金矿床正在剥蚀。只有在第三种情况时, $Q$ 值的增大有可能指示岩金矿床的存在。

最后再讨论下寺河F矿区 $Q$ 值为什么高,有多少岩金矿床剥蚀参入。如果按E矿区的 $Q$ 值 $3.89 \text{ kg/km}^2$ 来计算,地层供给的砂金只有 $0.71 \text{ t}$ ,另 $2.92 \text{ t}$ 均为岩金矿床补给。尽管存在三种可能性,但F矿区应列为寻找岩金矿床的有望区。

通过以上的分析,可以认为参数 $Q$ ——金矿化强度在寻找岩金矿床中是有用的。我国已勘探了大量的砂金矿区,都应计算一下 $Q$ 值,以便利用这些砂金资源来扩大找矿线索。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] 杨尔煦,地质与勘探,1988,第4期。
- [ 2 ] 杨尔煦,黄金,1986,第2期。

### Mineralization Intensity of Placer Gold Source Area

Yang Er-xu

Mineralization intensity of a placer gold source area is a geological parameter newly put forward for gold mineralization. Through an investigation of this parameter, it is possible to reveal the relationship between gold placer deposit and gold mineralized formation, and to find out whether a rocky gold deposit was supplied or not during the formation of some gold placer deposits. Furthermore, this parameter may be also in turn to use for hunting rocky gold deposits. These two important problems are analysed in this paper.

