

根据水系沉积物测量结果 预测异常区矿化规模

赵玉涛

(地矿部区域重力调查方法技术中心)

本文设计推导了一个根据水系沉积物测量结果,预测异常区矿化规模的公式。该公式将物性、地质、地球化学资料有机地结合在一起,可为异常评价提供一定依据。实例计算表明,该公式简便可行。

关键词: 水系沉积物测量; 原生晕; 剩余金属量; 异常定量评价

水系沉积物测量是一种快速而有效的地球化学找矿方法,在我国得到了广泛应用。目前,内地及沿海地区的1/20万化探扫面工作即将结束,部分省区已开始1/5万化探普查,所采用的方法绝大部分是水系沉积物测量。通过工作虽然获得了大量的异常,但对异常的定量评价仍不充分。评价的主要依据是异常强度、规模等,这显然是不够的。下面我们提出一个定量估计水系沉积物异常金属量的公式,试图对异常评价上有一点改进。

计算公式的设计推导

我们的出发点是计算异常区的剩余金属量。剩余金属是指高于异常下限以上的金属量,认为这部分金属量是能够富集成矿的最大金属量。

设原生晕异常面积为 S_0 ,水系沉积物测量元素异常面积为 S_x ,异常中某元素的平均含量为 $C_x(\%)$,异常下限为 $C_0(\%)$,异常区岩石密度为 $d(t/km^3)$,预测深度 $H(km)$,那么,异常区 H 深度范围内原生晕中某元素的剩余金属量 Q_x ,可由下式求得:

$$Q_x = S_0 \cdot H \cdot d \cdot (C_x - C_0) \quad (1)$$

因水系沉积物元素在迁移过程中发生了富集或贫化,其含量并不能代表该元素在岩石中的含量,须经过校正恢复之后,方可使用。校正系数可由下式求得:

$$K_x = \frac{\text{元素在异常区岩石中的含量}}{\text{元素在水系沉积物中的含量}} \quad (2)$$

该系数与经常使用的富集系数互为倒数,即

$$K_x = \frac{1}{K_f}$$

$$\left(K_f = \frac{\text{元素在水系沉积物中的含量}}{\text{元素在岩石中的含量}} \right) \quad (3)$$

其次,水系沉积物迁移较远,异常面积比原生晕异常面积要大得多。为切合实际,面积也要适当予以缩小。设水系沉积物异常面积与原生晕异常面积之比为 γ , $\gamma = S_x / S_0$,即有

$$S_0 = S_x / \gamma \quad (4)$$

将(2)、(4)并入(1)式有

$$Q_x = \frac{1}{\gamma} S_x \cdot H \cdot d \cdot (C_x - C_0) K_x \quad (5)$$

在不同景观区, γ 值是不同的,元素迁

移距离越大, γ 值越大。在同一地球化学景观区, 可以把元素的迁移能力看作近似相等。那么, 在研究区内已知矿床(点)上, 根据岩石测量和水系沉积物测量结果就可求得 γ 值。若是 n 个矿床上都有资料, γ 取平均值更有代表性, 这时 $\gamma = \sum_{i=1}^n \gamma_i / n$ 。如, 某

矿床上原生晕综合异常面积为 2km^2 , 水系沉积物综合异常面积为 16km^2 , 即得 $\gamma = 16/2 = 8$ 。若资料充分, 对每个元素求一个 γ 值, 将更加符合实际。 γ 值可以在所研究的范围里通用。

还有一个重要问题, 即预测深度。若对不同的异常采用一个预定的深度进行定量预测, 显然不符合实际。苏联进行类似预测时, 建议了一些参考深度, 如对金、银、钨、铋、钴、铍矿床最好取 100m ; 对铜、铅、锌、锡、镍、钼矿床最好取小于 200m ①。如果按既定深度计算, 就是把异常看成了厚度相同而面积不同的板状体。就理而论, 异常面积大的, 预测深度应该大, 面积小的, 深度也就小。即是说, 预测深度应因异常而异。假如把原生晕异常形态近似看作圆, 圆半径 $R = \sqrt{S_0/\pi} = \sqrt{S_x/\gamma\pi}$ 。假如某水系沉积物元素异常面积为 4km^2 , 相应的原生晕异常半径 $R = \sqrt{4/4\pi} = 0.56(\text{km})$ ($\gamma =$

4)。若水系沉积物异常面积为 10km^2 , $\gamma = 4$, 原生晕异常半径为 0.89km 。如果对这两个异常分别按 100m 及 200m 的深度进行预测还是比较合适的。比较看出, 这样的预测深度大致是半径的 $1/5$ 。据此, 可以采用原生晕异常半径的 $1/5$ 作为预测深度, 其与水系沉积物异常面积具有如下关系:

$$H = \frac{1}{5} R = \frac{1}{5} \sqrt{\frac{S_0}{\pi}} = \frac{1}{5} \sqrt{\frac{S_x}{\gamma\pi}} \quad (6)$$

将 (6) 式代入 (5) 式有

$$Q_x = \frac{1}{5\gamma} S_x \cdot \sqrt{\frac{S_x}{\gamma\pi}} \times (C_x - C_\phi) \cdot d \cdot K, \quad (7)$$

由于矿床剥蚀深度不同, 根据异常所计算的剩余金属量会有较大的出入。在这里, 引用 C·B·格里戈良的剥蚀深度指数予以修正。

$k = \frac{\text{Pb} \cdot \text{Zn} \cdot \text{Ag}}{\text{Cu} \cdot \text{Bi} \cdot \text{Co}}$ ①。异常区的 k 值, 我们可以利用水系沉积物测量结果求得。当然, 每个元素的含量也须用 K 恢复至岩石含量水平, 这样才能估计评价原生异常的剥蚀程度。如果剥蚀越深, k 值越小, 校正后所计算的金属量也会减少; 剥蚀越浅, k 值越大, 校正后金属量也就增大, 说明深部有多的潜藏矿化。我们在某研究区内, 根据 k 值确定了如下剥蚀校正系数 K_R 。若资料翔实

某研究区内剥蚀深度指数与剥蚀校正系数对应表

表 1

$k = \frac{\text{Pb} \cdot \text{Zn} \cdot \text{Ag}}{\text{Cu} \cdot \text{Bi} \cdot \text{Co}}$	>1000	$50 \sim 1000$	$50 \sim 10$	<10
K_R	1.5	1	0.5	0.1

时, 此级别还可多划分几个。

这样, 公式 (7) 变为:

$$Q_x = \frac{1}{5\gamma} S_x \sqrt{\frac{S_x}{\gamma\pi}} \times (C_x - C_\phi) \cdot d \cdot K_x \cdot K_R \quad (8)$$

此公式最适于热液硫化物矿床预测。

实 例

根据公式 (8), 在某研究区内对 100 余个异常进行了定量预测。确定的 γ 值为 4, K_R

① 地质矿产部情报研究所编译, 苏联固体矿产化探规范, 1985 年。

某研究区水系沉积物异常区金属量计算结果与实际情况对比

表 2

异常	d (t/km ²)	R (m)	元 素	K _s	S _z (km ²)	C _z (ppm)	C _p (ppm)	剩余金属量 (t)	储 量 (t)	矿床规模	工作程度
1	2.53 × 10 ³	81.4	Pb	1.33	20	81.6	40	175712	>500000	大型 (多金属)	钻 探
			Zn	1.2	12	210	120	159845	>500000		
			Sn	0.65	20	41	8	64549			
			Ag	2.0	8	0.25	0.2	94			
2	2.62 × × 10 ³	894	Pb	1.69	48	130	40	1884223	>500000	大型 (多金属)	钻 探
			Zn	1.0	36	1257	120	9082801	>500000		
			Sn	0.81	52	25.8	8	199842			
			Ag	1.72	52	0.65	0.2	10728			
3	2.67 × 10 ³	87.3	Pb	1.33	4	86.6	40	18677	<200000	中小型 (铅锌)	钻 探
			Zn	1.2	16	170	120	144649			
			Cd	4.52	16	0.225	0.12	1144			
			Ag	2.0	12	0.246	0.2	114			
4	2.63 × 10 ³	21.4	Ag	2	28	0.822	0.2	3419	<200	小 型 (银铅锌)	初步钻探
			Pb	1.33	24	106	40	191476	<10000		
			Zn	1.2	32	387	120	107605	<100000		
			Sn	0.65	32	75.2	8	146693			
5	2.63 × 10 ³	860	Pb	1.33	16	94	40	179508		矿 点 (多金属)	异常检查 (新发现)
			Zn	1.20	24	210	120	471163			
			Sn	0.65	16	34	8	29052			
			Ag	2.0	28	0.836	0.2	6993			
6	2.63 × 10 ³	2285	Pb	1.08	8	472	40	583108		矿 点 (多金属)	普 查 (新发现)
			Zn	1.05	16	504	120	1425304			
			Sn	0.76	8	26	8	17097			
			Ag	1.74	12	0.981	0.2	3120			
7	2.57 × 10 ³	341	Pb	1.14	12	127	40	149487		矿 点	普 查
			Zn	1.17	20	473	120	1339411			
			Sn	0.98	16	59.5	8	117117			
			Ag	1.65	12	0.41	0.2	517			
8	2.61 × 10 ³	18.5	Cu	0.83	12	50	30	12705		铜矿点	普 查
			Zn	1.05	12	203	120	66699			
			Pb	1.08	4	44	40	637			
			Ag	0.58	12	0.339	0.2	61.7			
9	2.59 × 10 ³	40.6	Zn	0.98	28	161	120	108765		矿 点 (多金属)	普 查
			Pb	1.32	20	67	40	58241			
			W	0.94	20	4.7	3	2612			
			Ag	1.67	24	0.299	0.2	355			
10	2.61 × 10 ³	26.2	Pb	1.12	8	73	40	15398		矿 点	普 查
			Zn	1.1	8	211	120	41702			
			Ag	1.67	12	0.36	0.2	136			
			W	0.91	4	3.6	3	81			

续表2

异常	d (t/km^2)	R (m)	元 素	K_s	S_x (km^2)	C_x (ppm)	C_ϕ (ppm)	剩余金属量 (t)	储 量 (t)	矿床规模	工作程度
11	2.61×10^9	5.1	Pb	1.15	4	65	40	847		矿 点	普 查
			Zn	1.1	16	139	120	4925			
			Cu	0.84	20	40	30	2767			
			Au	1.72	4	0.002	0.0015	0.025			
12	2.55×10^9	101.8	Pb	1.06	12	42	40	3170		未见矿化	异常检查
			Zn	1.16	20	132	120	492711			
			Cd	1.42	20	0.51	0.12	1782			
			U	1.30	12	4.4	4	778			
13	2.57×10^9	20	Pb	1.14	8	60	40	4677		未见矿化	异常检查
			Sn	0.93	4	23.5	8	2091			
			W	0.88	12	4.0	3	663			
			Mo	1.36	8	2.7	2	391			
14	2.61×10^9		Pb	1.32	8	56	40	8799		未见矿化	异常检查
			Zn	1.18	8	136	120	7866			
			Sn	0.77	12	15.8	8	4597			
			W	0.9	8	3.1	3	37.5			

使用了表1的值。结果比较理想，指出了一定的远景区。表2是14个异常的计算结果与实际情况对比表。

从表2可以看出，1~4号异常的剩余金属量比较大，均为已知矿床引起，计算的量和实际矿床规模大致相符，没有超过一个数量级。5、6号异常的剩余金属量也比较大，异常检查时可见到矿化；7号异常处原有一矿点。由此看来，5、6、7号异常有一定的发展远景，希望继续工作。8、9、10、11号异常，虽为已知矿点引起，但 R 值较小，计算的剩余金属量也不大，可能已剥蚀至尾部，不必进行大量工作。12、13、14号异常所计算的剩余金属量不大，经检查也未见任何矿化，没有找矿远景。

因此，筛选、评价异常时，可以用矿化规模衡量之，当计算的剩余金属量大于同矿种小型矿床规模时，该异常就有找矿希望。否则，不必投入大量工作。

结 语

为根据水系沉积物测量结果预测异常区

剩余金属量，定量评价异常，初步设计了上述公式。经过试验，还是实际可行的。该公式的优点是把物性、地质、化探资料有机地结合在一起，并考虑了元素迁移距离和矿床的剥蚀深度， K_s 、 d 、 k 、 γ 、 H 等参数都因异常所处的地质环境及自身特征而变化，不同异常会有不同的参数和结果。该公式也可以推广至土壤测量及岩石测量，对岩石测量而言， K_s 、 γ 值取1即可。最后需要说明的是，根据该公式计算的剩余金属量是预测异常区矿化规模的一个指标，不能看作储量，由于成矿作用的关系，其间会有较大差异。

当然，此公式的设计仅是初步尝试，其中肯定有不少缺点，需要逐步修改完善，望同仁提出批评意见。本文承蒙李清高级工程师审阅，在此深表谢意。

参 考 文 献

[1] [苏] 斯梅斯洛夫 A. A. 等，《地球化学预测与找矿》，地质出版社，1985年。