

岩石地球化学方法寻找隐伏热液矿床 几个技术问题的讨论

邵 跃

沈时全

(地矿部物化探研究所·河北廊坊)

(地矿部科技高级咨询中心·北京)

笔者根据多年的实践经验,对岩石地球化学测量方法中有关的采样、测网布置、异常浓度分级和异常评价等4个技术性问题进行了讨论,提出了供异常评价参考的几个准则。

关键词:岩石地球化学测量;采样;测网布置;异常分级;异常评价

岩石地球化学方法(简称岩石测量或原生晕方法)寻找隐伏热液矿床,已被国内外勘查地球化学家公认为是一种有效的方法技术。

60年代以来,前苏联一直在进行岩石测量方法的试验研究和找隐伏矿的工作。格里戈良等(1975)发表了一篇总结性文章,报道了苏联对热液矿床原生晕方法研究的成果,其中最重要的是,总结提出了一个热液矿床原生晕元素组分分带的综合序列,和计算元素分带指数的方法,以及评价矿化侵蚀截面的累加晕和累乘晕比值等指标。据报道,在前苏联运用岩石测量方法,已成功地发现了数以百计的金属矿床。

西方国家的岩石测量工作,据 Govett 评述(1978),在过去10年里,也已取得了一些进展。它已从一种基本不能实际应用的方法技术,发展成为矿业界从事找矿不可缺少的方法技术。从矿业界重新在北美和欧洲一些工作程度较高的地区采用岩石测量方法进行找矿,说明岩石测量方法已被认为是一种较理想的方法技术。

我国(地矿部系统)的岩石测量工作始于50年代末。邵跃等(1959)在东北青城子和关门山等铅-锌矿区,以及同年谢学锦等

在安徽贵池铜山、湖南黄沙坪和广东大宝山等矿区开展的原生晕方法找盲矿的试验研究,取得了良好效果。为此,1960年初即在青城子矿区召开了原生晕方法现场会议。60年代中期,邵跃、李善芳等(1963~1966)在长江中下游地区开展了原生晕方法找夕卡岩型铜矿的工作。这一工作结果,对后来铜陵地区的铜矿找矿工作起到了良好的指示作用。70年代,吴承烈、朱炳球等(1976)曾进行了我国斑岩铜矿床原生晕方法研究,在安徽沙溪斑岩铜矿区取得了良好的找矿效果。80年代,地矿部系统初步推广了原生晕方法找盲矿的工作。有较多的地质队在运用原生晕方法寻找金、铜、铅-锌-银和银矿床的工作中,均取得了良好的找矿实效。邵跃、羌荣生等(1988)运用岩石测量方法在湖北大冶铁矿的尖林山矿段的深部又找到了一个较大的夕卡岩型铁-铜矿体。

以上资料充分证明,岩石测量方法是一种有潜力的找矿手段,应在我国第二轮矿产普查工作中充分发挥其作用。

尽管岩石测量方法在实际工作中已取得较好的找矿实效,但就其本身的方法技术来说,也还有许多问题,值得进一步研究和讨论。

本文在地矿部系统推广应用原生晕方法所取得经验的基础上,结合笔者的一些经验和看法,对岩石测量工作中的一些有关方法技术问题,作如下简介,并提出若干工作建议,欢迎讨论。

采 样

热液矿床的形成,是含矿热液沿岩石裂隙通道移运、沉淀的结果。含矿热液在有利的构造、岩性环境中沉淀成矿的同时,残余热液继续沿裂隙流渗、扩散,在围岩中形成了矿体(床)四周的原生晕。晕受裂隙控制,晕中元素向上流渗、扩散可达数百米乃至千米以上。所以,热液矿床岩石测量工作的采样,应注意采集裂隙充填物质的样品。

R.W.Boyle (1982) 提出,在普查和圈定隐伏矿化时,渗滤晕是特别重要的,对强调分析研究形成渗滤晕的物质并不过分。利用岩样或岩心进行岩石测量时,应记住在所有剪切带—裂隙、扭曲带和蚀变带的部位认真采样,分析拟找的盲矿床的元素及其指示元素。Boyle指出,只有这样做,才能观察到岩石中原生分散的模式。

G.J.S.Govett (1983) 在评述岩石测量工作时曾提出,在岩石测量工作中,所采集的样品应是岩脉物质、裂隙充填物和似碧玉岩,而不采取围岩的岩块,因为这类物质是代表着矿化事件的“通道”系统。这种采样方法显然是符合逻辑的和有成效的。

W.Crone, L.T.Larson, R.H.Carpenter, T.T.Chao 和 R.T.Sanzolone (1984)在美国内华达平桑矿山和普雷布尔金矿区作了“裂隙敷膜”(Fracture Coating)和岩石碎片样品的对比研究。获得的结果表明,金矿床上方围岩“裂隙敷膜”样品中,Au、As、Hg、Sb平均比围岩碎片样品高出几至几十倍。

类似的研究工作,国内在70年代初就进行过。邵跃、谢学锦等(1972),在安徽铜

陵宝山陶矿区进行过一次采集围岩岩块和裂隙充填物样品中金属含量的对比研究。结果发现,岩块样品中Cu、Pb、Zn、Ag、Mo的含量很低,而裂隙充填物样品中Cu、Pb、Zn、Ag、Mo(当时仅分析这5个元素)含量均很高,可高出岩块样品的几十倍乃至百倍以上。

以上所述均表明,在进行岩石测量工作时,采集裂隙充填物质是十分重要的。

测网布置

化探采样的密度决定于相应的地质找矿任务,即不同的地质找矿任务采用相应的比例尺解决。以往我们一般是按照规范的规定,以不同比例尺的测网密度决定采样数量。例如,1:25000比例尺测网的点、线距为 $50 \times 250\text{m}$; 1:10000比例尺的点、线距为 $20 \times 100\text{m}$; 1:5000比例尺,点、线距为 $10 \times 50\text{m}$ 。这种按相应测网密度规则采样的方法,沿习已久,可称得上是一种“典型”的做法。

实践表明,以上按规范测网采样对岩石测量有不足之处:①对面积性普查—详查来说,采样、样品加工和分析的工作量太大,不经济;②如前所述,岩石测量要求采集裂隙充填物的样品,而且要采组合样,按测网限制的点位采样难以实现;③按比例尺布置的测网,其点、线距的关系为1:5,这种测网效应往往使异常被拉长,给成果解释带来一定困难。

根据我们的试验研究结果,认为岩石测量宜采用方格网(如 250×250 、 200×200 、 125×125 和 $100 \times 100\text{m}$)或长方格网为一采样单元,如采用后者,其长、宽比不宜超过2:1。在每一个采样单元内,随机、分散地按一定要求选择8~10个采样点,有目的地采集样品,然后将其组合成一个样品,总重量在300~500g左右。这种采样方法,要求尽量采集裂隙充填物,如硅质细脉、褐铁矿

化物质、岩脉和似碧玉岩等，因此，采样人员要在每一个采样单元内搜索、观察、详细记录其地层、岩性、构造裂隙、裂隙充填物和矿化蚀变等地质现象。

对矿区化探面积性测量工作，其面积一般 $\geq 5\text{km}^2$ 才能取得比较完整的资料。与用比例尺规范测网采样方法比较，1:10000比例尺测网在 5km^2 内需采样2500个，这在当前分析费用比较昂贵的情况下，经济上很难承受。如按 $100 \times 100\text{m}$ 的方格网为采样单元采集组合样， 5km^2 只需分析500个样品，这既保证了样品的代表性，有利于提高工作质量和工作效率，又能大大降低分析费用，充分体现出其优越性。

异常浓度分级

岩石测量方法的异常分级和圈定，一般是以内、中、外3个带划分和圈定，但对如何确定各元素内、中、外带的含量，没有规

定一个相应的分级方法和含量范围。1984年邵跃提出以元素的工业边界品位为基准，往下推一个含量级次，作为该元素最高异常值的界限，并以大于最高异常值者为内带含量。然后依次以其含量的1/2定为亚内带、中带和外带含量，划分为4级（见表）。

表中列出的部分元素异常的分级含量范围，主要是从找矿角度考虑，以及研究如何从组合晕中确定出成矿元素及其伴生元素而提出的：

1. 表中各元素异常分带的含量范围是可以相互对比和彼此相当的。如 $\text{Cu}400 \sim 200$ 、 $\text{Mo}40 \sim 20$ 、 $\text{Ag}5 \sim 2.5\text{ppm}$ 及 $\text{Au}100 \sim 50\text{ppb}$ ……，在异常强度上是相当的，都是亚内带级异常浓度，是可以相互对比的。

2. 实践表明：凡出现内带浓度异常的地段，经地表检查，一般均能发现具工业品位的矿化（体）存在；凡具有亚内带异常浓度出现的地段，在地表一般都能观察到与该

矿床原生晕元素异常浓度分级 (ppm)

元 素	克拉克值 (黎彤, 1967)	内 带	亚 内 带	中 带	外 带	亚 外 带
Mn	1300	>10000	$10000 \sim 5000$	$5000 \sim 2500$	$2500 \sim 1250$	
Cu	63	>400	$400 \sim 200$	$200 \sim 100$	$100 \sim 50$	$50 \sim 25$
Pb	12	>500	$500 \sim 250$	$250 \sim 125$	$125 \sim 60$	$60 \sim 30$
Zn	94	>1000	$1000 \sim 500$	$500 \sim 250$	$250 \sim 125$	$125 \sim 60$
Ni	89	>400	$400 \sim 200$	$200 \sim 100$	$100 \sim 50$	$50 \sim 25$
Co	26	>40	$40 \sim 20$	$20 \sim 10$	$10 \sim 5$	$5 \sim 3$
W	1.1	>100	$100 \sim 50$	$50 \sim 25$	$25 \sim 12$	$12 \sim 6$
Sn	1.7	>100	$100 \sim 50$	$50 \sim 25$	$25 \sim 12$	$12 \sim 6$
Mo	1.3	>40	$40 \sim 20$	$20 \sim 10$	$10 \sim 5$	$5 \sim 3$
Bi	0.004	>100	$100 \sim 50$	$50 \sim 25$	$25 \sim 12$	$12 \sim 6$
Hg	0.089	>40	$40 \sim 20$	$20 \sim 10$	$10 \sim 5$	$5 \sim 2.5$
Sb	0.6	>400	$400 \sim 200$	$200 \sim 100$	$100 \sim 50$	$50 \sim 25$
Au	0.004	>0.1	$0.1 \sim 0.05$	$0.05 \sim 0.025$	$0.025 \sim 0.012$	$0.012 \sim 0.006$
Ag	0.08	>5	$5 \sim 2.5$	$2.5 \sim 1.2$	$1.2 \sim 0.6$	$0.6 \sim 0.3$
Be	1.3	>20	$20 \sim 10$	$10 \sim 5$	$5 \sim 2.5$	$2.5 \sim 1$
P	1200	>2000	$2000 \sim 1000$	$1000 \sim 500$	$500 \sim 250$	
As	2.2	>2000	$2000 \sim 1000$	$1000 \sim 500$	$500 \sim 250$	$250 \sim 125$
B	13	>1000	$1000 \sim 500$	$500 \sim 250$	$250 \sim 125$	$125 \sim 60$
Ba	390	>10000	$10000 \sim 5000$	$5000 \sim 2500$	$2500 \sim 1250$	$1250 \sim 600$
F	450	>4000	$4000 \sim 2000$	$2000 \sim 1000$	$1000 \sim 500$	

注：As、Sb、Bi、Hg等作为伴生元素的异常，有时含量可能还会低一些，工作者可根据具体情况灵活掌握。

元素有关的矿化。

3. 在多元组合晕中, 凡出现有亚内带以上含量的元素, 均可考虑为成矿元素, 是找矿的对象, 多元组合晕中, 仅出现中带以下含量 (包括中带) 的元素, 一般可视为伴生元素。

4. 表中列出了各元素亚外带含量, 在矿区化探异常评价中作用不大 (个别元素可能例外, 如Au), 绘制平面图时可不予考虑; 亚外带级含量主要用于计算原生晕元素垂直分带序列时作参考, 即达不到亚外带含量的元素不算异常, 不应参与分带序列计算。

5. 表中列出了有关元素的克拉克值 (黎彤, 1967)。就克拉克值本身而言, 由于受采样代表性和当时分析技术水平所限, 从克拉克和华盛顿 (1924), 到费尔斯曼、维诺格拉多夫以及我国的黎彤, 各家所列各元素的克拉克值, 有的差异相当大; 有些元素, 如Hg、As、Sb、Bi等的地壳克拉克值很低, 如将这些作为伴生元素时, 可灵活掌握, 异常含量可适当放低级次。但将这些元素作为成矿元素考虑, 至少要达到亚内带以上的异常浓度。

异常评价

异常评价是目前化探工作中亟待总结和提出的一个问题。近几年来, 原生晕异常的评价工作, 多是参照热液矿床的地球化学元素分带, 结合当前矿床学和矿物学的一些理论知识, 作为评价的出发点。是否可以这样认为, 含矿热液中一般含有较多的元素, 除成矿元素外, 还有大量伴生元素。其中能形成矿床的元素浓度较大, 浓度较小的元素只能形成矿化, 或随其他元素矿物的沉淀而析出, 或被包裹在其他元素形成的矿物中, 其自身较少呈独立矿物。因此, 在进行异常评价时, 首先应从多元组合晕中确定出成矿元素。实践证明, 热液矿床的原生组合晕

中, 按前述的浓度分带原则, 形成高浓度异常的成矿元素往往是少数, 多数为异常浓度较低的伴生元素。在异常评价时, 如能确定出成矿元素, 从而提出要找的矿种, 这对地质找矿是十分重要和有意义的。

据笔者的实践, 提出如下几个准则供异常评价时参考。

1. 在多元组合晕中, 能出现亚内带以上含量的异常元素, 可视为该异常区的成矿元素, 也即找矿对象。

2. 成矿元素亚内带含量以上的异常面积 $>0.2\text{km}^2$, 其浓度变化较有规律, 且伴生元素又是以前缘元素为主时, 经验表明, 此种异常往往与具有经济价值的矿床有关, 可视为具有较好前景的找矿靶区。

3. 如果在亚内带中还出现范围较大、浓度较高的内带异常区, 则预示该矿化已遭到一定程度的剥蚀, 地表可能有够工业品位的矿体存在。此时, 可根据尾晕元素的异常强弱及其元素组合进一步评价其剥蚀程度。

4. 如果成矿元素的异常是以亚内带含量为主, 内带不发育, 则可能反映盲矿化。实践经验表明, 能出现大片亚内带含量以上的异常区, 一般矿体不会埋藏太深。

应用以上准则时, 要充分考地质、地球物理资料, 从矿床地质地球化学模型作具体分析, 才能做出符合逻辑的推断解释。如因多期矿化活动造成不同期次元素沉淀位置有变动, 使异常评价复杂化, 就必须更深入地综合观察地质现象, 综合各项资料进行判断。

主要参考文献

- [1] 谢学锦, 《区域化探》, 地质出版社, 1979年。
- [2] A.H. 奥勃钦柯夫, 国外地质科技动态, 1978, 第8期。
- [3] 邵跃, 地质与勘探, 1984, 第2期。
- [4] G.J.S. 戈维特, 《勘查地球化学手册》, 第二卷, 冶金工业出版社, 1989。
- [5] 邵跃, 《当代地质科学动向》, 地质出版社, 1987, 第274页。