

地球化学探矿方法在地质测量中的作用及若干技术问题

李善芳

康继本

地球化学探矿方法,是以查明矿床四周的成矿元素及伴生元素在岩石、岩石风化物、土壤、天然水以及植物中所生成的比矿体大几倍到几十倍的肉眼不可见的地球化学分散量,来发现新的矿床,扩大已知矿床的范围。由于采集样品的对象不同,因而有着各种不同的地球化学找矿方法。

在我国综合区域地质测量中,应用得最为普遍的地球化学探矿方法是金属量测量,其次是分散流(即水系金属量测量)和水化学找矿方法。其他如生物地球化学探矿和区域性原生晕探矿方法则很少应用。

地球化学探矿方法是地球化学这一新的学科的重要分支。我国在一九五二年起才建立了专门的地球化学探矿机构,在区域地质测量中应用地球化学探矿方法是从一九五六年开始的。在几年来的区域地质测量的实践中,有充分资料足以说明地球化学探矿方法是普查金属矿床的重要的直接找矿方法,具有明显的地质效果,在各种不同的条件下发现与指出了为数不少的多金属及稀有金属的异常地段,并查明了一些新的矿床及矿化现象。虽然在工作中已取得了很多成绩,但由于开展的时间较短,系统地总结经验还不够,因而在运用地球化学方法探矿的实际工作中还存在一些问题。如对不同地区各种景

观地球化学条件下金属量测量、分散流和水化学找矿的工作方法,应用程序与合理使用等问题还缺乏研究;对所采用的各种地球化学探矿方法,也很少比较其地质效果与经济效果;在技术方法上也存在着一些问题。这些都需要进一步总结与探讨,以便克服缺点,提高工作质量,使地球化学探矿方法更加有效地为找寻出我国工农业建设需要的矿产资源服务。

地球化学找矿方法的作用

几年来各地质局的区测大队和物探大队都进行了不同程度的地球化学测量工作。自一九五六年以来,新疆、大兴安岭、秦岭和南岭四个区域地质测量大队在上述地区进行了正规的1:20万的金属量测量和水化学找矿工作。地质部物探局综合大队在燕山地区,四川、湖南等省地质局物探大队在全省范围内(除某些应用条件不合适的地区外)都进行了1:20万的水系金属量测量。湖南省地质局物探大队采用比较先进的水平电极撒样法光谱分析技术分析样品,所编制的水系金属量测量成果图,对于了解调查地区的矿产分布提供了依据。其他很多省、自治区地质局也都进行了不少的化探工作,发现了许多地球化学异常,取得了很多有意义的成果。从

帶的砂礫岩型鎢鉬礦。江西省地質局根據1:20萬金屬量測量工作圈出的地球化學異常與測區內主要的深大斷裂相吻合。

地球化學綜合指標的出現規律，可以很好地反映礦床共生的規律及提供礦床成因類型方面的某些依據。例如不少地區鉛、鋅地球化學異常反映了鉛鋅礦緊密共生的規律。廣東錫、鎢礦常與鉛鋅礦在空間上成共生關係，因而就發現了鉛、鋅、錫、鎢共存的分散暈。我國幾個地區1:5萬分散流工作的總結表明，根據分散流中綜合指標的出現規律發現錫、鎢、鉍、鉬、鉍、硼等元素是區分高溫礦床與中低溫礦床的有效指標。而鉬、銅、砷(鎢)對區分中高溫熱液型(和砂礫岩型)鉛鋅礦和多金屬礦與低溫熱液型鉛鋅礦有良好的指示作用。某地地球化學探礦的實踐表明砷、銅、硼與鉬的出現與否是區分硫化物型錫礦(砷、銅、硼)與石英脈型鎢、鉬礦(鉬、鎢)的良好指標。

總之，在地质測量中应用地球化學探礦方法，不僅可以在不同的條件下協助完成普查各種礦產方面的任務，同時在相當程度上可以擴大我們對一些地質現象及礦床本質的總的認識。

關於应用地球化學探礦方法的 若干技術問題

1. 應該很好地結合地區的景觀地球化學條件選擇合適的地球化學找礦方法：

有些地區在开展1:20萬區測時，同時採用了重砂測量、金屬量測量(或水系金屬量測量)及水化學方法，在區測報告中列舉了各種方法不同的地質效果，而不是從對比幾種不同地球化學找礦方法的地質效果與經濟效

果，來確定該地區哪些是主要方法，哪些是輔助方法，以及按照怎樣的程序進行工作，這種現象應該改變。根據地質部物探局研究室幾年來开展分散流與水化學找礦方法的試驗研究成果來看，在水系發育，切割劇烈的山區以及險峻的高山區，分散流找礦方法應該是最主要的地球化學找礦方法。與水化學方法相比，由於分散流的異常强度高，分散距離遠，取樣簡單，分析技術也比較簡單，觀察元素多，季節性影響小，因而毋需开展同比例尺的水化學調查。同時，在這些地區用分散流找礦方法代替目前沿用的金屬量測量，可以保證減少地球化學普查的繁重程度及降低第一個階段的費用。在丘陵地帶，疏松沉積物复盖厚的地段，开展對層間水及裂隙水等地下水及地表水的水化學調查也具有實際意義。并應同時采集泉水底沉積物及水系底沉積物樣品，以進一步補充與驗證水化學方法的效果。

在地质測量工作中應考慮地區的景觀及地球化學條件，堅持先試驗后生產的原則開展工作。在我國不同的地區，分散暈的形成是各種各樣的，它們受整個地質地理因素的綜合影響，這些因素包括礦床的成因類型，圍岩，礦體的形狀及物質成分，地形，植被的性質，土壤，地表水及地下水等。因此在我國各地進行地球化學找礦時，不應當用一成不變的方法。根據各地區不同的景觀及地球化學條件，做好各種地球化學探礦的試驗工作，以確定該地區有效的工作方法，并選擇在該地區具體條件下最經濟與能取得最大地質成果的地球化學探礦方法，具有十分重要的意義。如在大片外來風成砂复盖地區，黄土复盖地區，大規模地取樣就無法取得任何好的結果。在甘肅做的試驗研究工作表明，在外

来黄土复盖地区,残坡积层中的金属元素沿着毛细管向上复黄土中的扩散在1米左右。●因而在黄土复盖超过1.5米时就不应布置金属量测量。但是,如在地形有一定切割的地区,在干沟中布置分散流找矿工作,则可能收到较好的地质效果。上述例子充分表明,只有结合本地具体的景观条件采用合适的找矿方法,才能最有效最经济地获得地质效果。否则不仅会浪费许多工作量,而且往往会由于工作布置不当而不能收到预期的地质效果。

另外如涑源地区的综合地质测量经验也是值得重视的。他们在区测工作开始前试验了地质调查、磁法、放射性、分散流、水化学、水电阻和重砂等七种方法。通过试验肯定了地质调查、磁法、分散流、放射性四种方法为该区的基本方法,其他几种方法则视地质地理条件及矿种等灵活运用。他们这样做,在一个图幅的野外工作中可节省测量人员9—12人,物化探人员6—10人,节约了工作量,并收到了很好的地质效果。

2.关于取样的质量问题:正确布置测网,采集能反映矿体及其分散量的有代表性的地球化学样品,是地球化学探矿方法的一个很重要的组成部分。可以设想,如果样品采集不当,即使使用了灵敏与准确的分析方法,也仍然无法获得应有的地质效果。

在地质测量工作中,开展金属量测量的特点,是用较少的取样点反映大面积的成矿远景。因而对采样的要求应该比较严格。首先必须特别强调取样的代表性。金属量测量是从现代残坡积物或冲积物中取得的细粒样品,正好是表征当地基岩平均成分的天然“平均样品”。区测队取金属量测量样品一般是沿地质路线进行,取样时必须很好地考虑化

探的特点与要求。如在山脊露头好或山坡下坡积物厚的地方布置取样是不合适的,在切割的水系或斜坡上取样就比较合适。取样量也应注意其代表性。对于硫化矿床中的各种元素根据金属量测量规范要求可取50克左右,对于形成稳定矿物的那些元素,包括钽、铌、钽等稀有元素在内,一般均富集在粗颗粒中,因而应当适当增加取样量,一般取200—250克为合适。

关于所取样品的颗粒度,也应给予适当的注意。一般说来,硫化矿床的分散量在细颗粒中比较明显,而稳定元素的分散量则在粗颗粒中比较明显。对于我们还缺乏经验的矿产应特别强调粒度试验的重要性。例如有的地方用分散流方法普查磷矿起初未注意样品粒度试验就布置了工作,结果未取得好的成果,以后又进行工作,发现在小于120筛孔的细颗粒中磷的分布比较规律而且异常明显,才确定分散流方法是该区的一种快速与有效的找矿方法。另外如在某地铌钽砂矿上开展金属量测量工作,采集500—1000克样品,用人工淘洗富集后,进行分析,得出了与繁重的重砂方法类似的地质效果。

关于取样的深度,在一般的情况下以穿过腐植层10—20厘米深处为合适,机械规定几十厘米是不合适的。因为一个地区腐植层的厚薄是不一致的。在气候干燥的地区,分散量接近地表,取样的深度可浅些,但在气候潮湿的地区强烈淋失的土壤中取样时,应将取样深度适当增加,这可根据本区的景观地球化学条件通过试验工作确定。秦岭区测队考虑了秦岭山脊南北地形、地貌、气候有很大差异的特点,注意了在不同深度取样。在秦岭北坡,地形比较平缓,气候干燥,

取样深度为10厘米,获得了很好的结果,圈出的分散晕能清晰地反映矿产情况。秦岭南坡地形陡峻,气候潮湿,淋滤作用强烈,腐植层发育,金属元素多富集在土壤下部,虽然他们考虑到这些因素将取样深度加深到20—30厘米,但在秦岭南坡的某些地区,仍由于取样深度不够而未能圈定分散晕,甚至未能反映已知矿产的情况。如果在秦岭南坡的已知矿产的地方,首先布置了取样层位的试验工作,再根据试验结果布置大量的金属量测量工作,则必然会取得地球化学探矿方法应有的地质效果。

总之,取样工作必须结合地区的景观地球化学条件,注意取样的代表性,富集颗粒度及取样层位等一系列重要因素才会收到最好的效果。另外在复盖超过10米以上时,地球化学探矿方法的应用也受到一定的限制。此时需用轻便型浅钻取深部样品,也即进行深部金属量测量才能取得地质效果。

3.关于分析的质量问题:地球化学探矿方法的能否大规模应用并取得良好的地质效果,与所选用的分析方法的灵敏度、精密度是否符合要求,操作手续是否快速、简便有着极其密切的关系。特别在区域地质测量工作中,由于是大面积综合矿种的普查工作,如果不采用具有足够灵敏度与精密度的能同时测定几十种元素的光谱半定量全分析技术,则普查金属量测量的作用将大为降低。

目前,也还有人认为地球化学探矿方法仅对于铜、铅、锌、镍等硫化矿床有效,而对于稀有及分散元素矿床则无效。这是不全面的。地球化学探矿方法之所以对后者的效果较差,往往是由于没有掌握足够灵敏与精确的稀有及分散元素的地球化学分析方法所

致。对某些元素的光谱半定量全分析的灵敏度远低于其在岩石或土壤中的正常含量(克拉克值)甚至低于一般的异常含量。有时由于没有严格控制操作条件这会使分析灵敏度更为降低。因而这些元素除了非常难遇的强异常外就很难被发现。而在中小比例尺普查工作中所取的样品一般很难碰到强异常样品。此外,在光谱分析的摄谱、显影工作中,有时由于没有很好的严格控制条件,在读谱时比较粗糙,因而分析方法的精密度较差,系统误差很大,以致无法据此确定微弱异常。有时不同批次的样品分析数据造成图幅无法对上的结果。

目前,应该加强各地区光谱分析的质量检查,同时对于光谱分析灵敏度及精密度不够的那些元素或在大比例尺工作时只需对特定的少数元素进行观察时,可采用其他的地球化学探矿快速分析方法(如比色法、斑点法及色层法等)进行分析。

物探局研究室及湖南、河北等省地质局物探大队试验成功的撒样法光谱半自动化装置,是值得推广的。推广这种装置将使各中心试验室的光谱半定量分析质量提高到一个新的水平。

在样品加工方面,半定量光谱分析一般要求将样品磨细至小于180筛孔,如果不重视样品的磨细程度就不能获得应有的代表性,对分析的精密度也有一定的影响。

4.关于推断解释方面的一些问题:在正确地布置地球化学探矿工作及正确运用各种地球化学探矿方法的基础上,对于所取得的数据进行统计及地质解释是一个十分重要的课题。下面简单谈谈推断解释方面的三个问题:

①地球化学探矿数据的统计处理。用统计方法确定各种元素的地球化学背景值与异常下限,是地球化学探矿资料推断解释方面首先要解决的第一个重要课题。不少区测队已经使用了统计的方法作出各指示元素的含量变化曲线图,但在含量分级方面,常常由于考虑分析的精密度等因素不够而划分得不够合理,背景值与异常下限的确定有些凭经验,受主观因素的影响较大,因而有一定的任意性。这里提出两种统计方法供大家工作中参考应用。

在进行中小比例尺的地质测量工作中,可根据全区金属量测量样品的分析数据,结合元素的迁移特性及分析方法的精密度等重要因素划分适当的含量分级或对数含量分级,以此作为横座标。一般认为以金属含量的对数值作为横座标可能更为合适。以样品百分率为纵座标,制作所谓直方图并绘制频率分布曲线,一般可以占样品总数的70—80%的最常见含量作为背景含量,并以曲线转折明显之处作为异常下限或以曲线的最高值作为背景值,在考虑分析方法的精密度、元素的迁移特性及地区的具体地质情况后,将此背景值的次一级或次二级增高含量处定为异常下限。

在大比例尺工作中,统计矿化地段的金属量测量样品的数据,以金属含量(ppm)或其对数值($\log \text{ppm}$)为横座标,以样品百分数为纵座标,同样制作直方图并绘制频率分布曲线。在单一成岩过程作用下,如果有足够数量的样品,则将获得一正态分布曲线(如分析方法灵敏度不够,则正态分布曲线的左半边缺失),如果有矿化地段包括在内,则金属的异常含量是由与成岩过程完全

不同的成矿作用的结果而迭加于围岩之中,因而将出现另一正态分布曲线,即有两个不同全域频率分布的迭迭。但金属的异常含量受矿体、地质构造、围岩、不同成矿期等一系列因素的影响,因而使第二个全域的形状变得复杂化。此时以曲线二峰之间的谷底或背景曲线骤然变缓处作为异常下限。

②运用地球化学综合指标进行评价。目前各区测队所采集的金属量测量样品一般均进行半定量光谱分析,观察10—30种元素。不少区测队目前已取得了一些运用地球化学综合指标发现矿床及圈定火成岩体、断裂带等方面的经验,很值得认真总结。特别是在作进一步普查及勘探工作阶段,应该更多地运用地球化学综合指标进行评价。由于分散晕的组份特征与矿石组份密切相关,因而正确运用综合指标进行评价是提高地球化学探矿方法地质效果的重要因素。在有些情况下,有可能运用综合指标来评价地球化学异常的性质,区分矿与非矿的异常,进而更有效的找矿。根据综合指标的元素组合可以进行矿产预测以及大致圈定各种侵入体等,有时并可提供矿床成因类型方面的某些依据。例如根据某些与成矿元素伴生的易挥发元素(如银、汞等)形成的范围较大的分散量进行找矿,则在普查工作中易于被发现。在勘探阶段在辽宁某地曾成功地使用铜/铅比值消除与成矿无关的由成矿期后石英脉所引起的异常,从而更确切地确定含矿断裂带的位置。又如某沉积变质型磷矿的地球化学异常的组份特征,除磷含量高以外,铜、钒、铈、镨、铈的含量较高,铈/钒比值大于5,钪、镧含量极低,而某内生磷矿则铈含量很低,钪、镧等稀土元素的含量高达百分之几。因

而, 可根据不同的組份特征用以区分不同成因类型的磷矿床。

③地球化学异常的地质解释。用金属量测量所发现与圈定的地球化学异常, 结合当地具体的地质环境、地质地理条件分别进行远景评价也就是进行地球化学异常的地质解释是很重要的。必须明确, 地球化学异常并不是全部都是由矿体所引起的。有时也可能是由于不同的地质体中金属元素的分布不一而造成异常等等。在进行地质解释时必须考虑到地质构造、岩性、疏松沉积物的性质与厚度等一系列地质地理条件。在这一方面各区队均积累了不少经验值得进一步总结。例如南岭队在乐昌矿东崆花崗岩体东南边部观音山、馬龙石一带, 发现鉛第二級含量十分密集, 也有个别达第三級含量, 但考虑到該地花崗岩本身鉛含量較高, 正确地推断出异常是由花崗岩体本身所引起。而在乐昌西北东山背、馬寨背一带位于寒武紀与泥盆紀地层中, 鉛为第二級含量, 但考虑到有断裂

带通过, 在异常向南伸延有鉛鋅矿点的情况下則推断为是值得注意的异常。

* * *

地球化学探矿方法在綜合区域地质测量中的作用已日益明显。为了进一步提高工作质量, 除了严格遵守地质测量及金属量测量的规范要求工作进行, 并加强质量检查保証各种地球化学探矿的基本数据切实可靠以外, 同时亟需进一步开展与加强地质测量工作中地球化学探矿資料的綜合研究; 組織与研究我国景观地球化学方面的工作以合理地布置与运用各种地球化学探矿方法; 开展区域性原生量的研究, 即在区测工作中根据原生結構分散現象的研究迅速评价侵入体的远景等; 从而使地球化学探矿方法在地质测量工作中更好地发挥它应有的作用。

(本文系由地質部南方普查区队會議报告稿整理而成)。

(上接第61頁)

水, 但当煤层开采而水位逐漸下降时, 地表水可反过来向开采巷道充水, 因而, 地表水体对煤层开采的充水問題, 应給予极大的注意。工作中不仅要了解河流不同地段的流量变化(如流入和流出井田地段), 不同季节(雨季和旱季)地表水体的水位和流量变化, 最高洪水位和一般淹沒范围; 还要了解地表水体与煤层的距离(水平和垂直的)。在可能影响范围内, 应垂直于地表水体方向布置水文地质勘探剖面, 进行抽水試驗, 取得煤层距地表水近些和远些的不同地段的岩

层破碎程度和渗透系数, 以确定地表水体对煤层开采是否有影响及影响程度。

以上对乐平煤組水文地质勘探的探討, 把一些与一般矿区水文地质勘探大体相似的工作省略了, 沒有在这里贅述, 只探討了几个主要問題, 不妥之处恐所难免。而主要的目的是希望实际工作者对收集和利用矿井涌水資料要給以足够的重視, 即使是点滴和片断的資料也不要放弃。它不仅能明确所要解决的水文地质問題, 节省工作量, 还可檢驗水文地质勘探质量, 保証南方缺煤地区探明的儲量符合設計要求。