

文章编号: 1009-3850(2007)04-0007-04

地球化学快速评价方法在找矿靶区圈定中的应用

高建华, 范文玉, 张林奎

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 针对工作程度较低的地区, 作者总结出一种快速有效的找矿新方法——地球化学快速评价方法。本文以四川省白玉县当隆评价区为例, 详细介绍了地球化学快速评价方法在找矿靶区圈定工作中的应用。

关键词: 地球化学, 快速评价, 找矿; 四川

中图分类号: P632

文献标识码: A

1 方法简介

地球化学快速评价方法是笔者在工作中总结出来的, 以“快速、有效”为原则, 强调勘查“方法组合”、“主要施工手段”及“分析方法”选择。它以区域成矿地质背景、已有矿床成因类型为基础, 结合确定的主攻矿种, 参考地理环境等因素, 选择重点地段进行找矿突破。主要适用于工作程度较低的地区, 对于缩小异常范围、圈定找矿靶区, 比普通的地质工作缩短了工作周期。

评价工作主要分资料搜集、野外工作、数据综合处理及成图、综合评价及找矿靶区圈定 4 个阶段。

笔者通过参与四川省甘孜藏族自治州矿产资源调查评价项目, 运用地球化学快速评价方法, 圈定了多处具有良好找矿潜力的靶区, 取得了较好的效果。本文以白玉县当隆评价区为例, 具体介绍地球化学快速评价方法在圈定找矿靶区工作中的应用。

2 资料搜集与远景区的筛选

在义敦岛弧带上, 目前已发现的火山成因块状硫化物矿床有 1 个特大型矿床(呷村)、1 个中型矿床(嘎衣穷)和一系列小型矿床和矿点, 它们产于昌台弧的晚三叠世弧间裂谷带内。在弧间裂谷带中,

最典型的断陷盆地应首推昌台和赠科盆地, 其内发育典型的双峰火山岩石组合和局限盆地相沉积。几乎所有的块状硫化物矿床都产出在断陷盆地内的局限或凹陷盆地中^[1]。

对比研究呷村与嘎衣穷矿床(表 1), 它们具有相同或相似的区域构造位置、成矿时期、含矿岩系与围岩蚀变等, 结合块状硫化物矿床的成矿规律, 嘎衣穷地区具有呷村矿床相似的成矿远景。鉴于嘎衣穷矿床已经被发现了数十年, 但其外围找矿一直没有深入下去, 根据就矿找矿的原则, 嘎衣穷矿床外围应具有良好的找矿前景。因此, 笔者将嘎衣穷矿床外围纳入选区评价工作中, 称为当隆评价区。

3 野外工作

当隆评价区地处偏僻, 工作程度低。在地球化学样品的布设过程中, 采用 1:10 万地形图作为工作底图, 采样点布置在 I、II 级分枝水系, 以有效控制汇水盆地为原则, 强调样品采集的“少”和“精”。水系沉积物样品采集, 一般要求在样品采集点使用 80 目筛现场淘洗采取, 对没有流水的干沟等地段可采集沟内残积物或土壤代替, 在有流水的地段进行淘洗。在地球化学样品的采集过程中, 要求同步开展路线地质调查, 了解区内地层、构造、岩浆岩等地质

表 1 呷村矿床与嘎衣穷矿床特征对比表(据文献^[1-4] 综合)

Table 1 Comparison of the Gacun and Gayiqiong massive sulfide deposits in the study area

矿床名称	区域构造位置	成矿时期含矿岩系	出露地层	围岩蚀变	
呷村特大型银多金属矿床	义敦岛弧带中北段昌台火山沉积盆地	呷村旋回, 流纹质火山活动末期	岩浆周期性间歇式喷发形成的酸性火山岩	上三叠统根隆组、呷村组和勉戈组	硅化、绢云母化、钼冰长石化和绿泥石化
嘎衣穷中型银多金属矿床	义敦岛弧带中北段赠科火山沉积盆地	呷村旋回, 流纹质火山活动末期	英安质—流纹质凝灰(熔)岩	上三叠统呷村组和勉戈组	碳酸岩化、硅化、绢云母化

情况,对发现的蚀变岩石(露头或转石),需采集岩矿分析样品,用于了解其含矿性,为地球化学异常解译提供依据;对发现的矿化转石和露头,需要进行转石追踪或大比例尺路线地质剖面草测,并系统采集化学分析样,为评价区的综合评价及找矿靶区的圈定提供依据。

4 数据综合处理及成图

4.1 样品分析

在地质工作程度较低的地区,从有限的样品中获得最大的地质信息是一种经济有效的方法。在当隆评价区共采集水系沉积物样 62 件、岩石样 15 件。对选区内的水系沉积物共分析了 Au、Ag、As、Ba、Bi、Cd、Co、Cr、Cu、Ga、La、Li、Mn、Mo、Nb、Ni、Pb、Sb、Sc、Sn、Sr、Ta、Te、Ti、V、W、Y、Zn、Zr、Se 等30个元素;对岩石共分析了 Au、Ag、As、Bi、Ba、Cd、Cu、Co、Cr、Ga、La、Li、Nb、Sc、Sn、Sr、Ta、Te、V、W、Y、Zr、Sb、Mn、Mo、Ni、Pb、Zn 等28个元素。

4.2 原始数据的预处理及单元素异常下限的确定

确定元素异常下限之前,先对数据进行预处理,目的是为保证后续方法的合理运用。预处理的方法很多,因对象不同方法各有不同,有系统误差校正、数据网格化、观察法剔除离群点(也称异点)等。在地球化学快速评价选区工作中,笔者运用统计学中的逐步截尾法,精确而快速,并且对后续的确定各单元元素异常下限很有帮助。

实际工作中遇到的情形是数据在直方图的左边部分接近正态,右边部分由于少数异点的存在出现一个长尾巴。这些分布形式称为长尾分布。用逐步截尾法来剔除离群样品所得到的数据,其分布特征符合或接近正态分布。逐步截尾法,也称为一元截尾法,是按一定的准则将长尾截去后用剩下的接近正态分布的子样来计算背景分布参数的统计方法(纪宏全,1993)。

设有 n 个数据 $X_i, i = 1, 2, 3, \cdots, n$, 用全部 n 个数据求出初始均值 $X^{(1)}$, 初始均方差 $S^{(1)}$ 。 X_i 若

落在区间 $(X^{(1)} - t_\beta S^{(1)}, X^{(1)} + t_\beta S^{(1)})$ 之外, 则将 X_i 视为异点予以剔除(其中 t_β 是信度为 β 时的标准化变量的异常下限)。在这一步中,若有异点可剔,则进行下一步,若无异点可剔,则计算结束,并将 $X^{(1)}$ 作为背景样本均值,将 $S^{(1)}$ 作为背景样本均方差 S 。

剔除上一步发现的异点,用所剩的子样求均值 $X^{(2)}$, 均方差 $S^{(2)}$ 。所剩子样中的 X_i 若落在区间 $(X^{(2)} - t_\beta S^{(2)}, X^{(2)} + t_\beta S^{(2)})$ 之外,则应将其视为异点而剔除。若有这样的异点可剔,则进行下一步;否则将 $X^{(2)}$ 、 $S^{(2)}$ 分别作为背景参数的估计值。

依次类推,直至进行到第 K 步无异点可剔为止。这时所剩的子样是背景子样,其均值 $X^{(K)}$ 、均方差 $S^{(K)}$ 就是最终所得的背景估计参数 $X = X^{(K)}$, $S = S^{(K)}$, 分别称为截尾值与截尾均方差^[5]。值得注意的是,在实际工作中,区间 $(X - t_\beta S, X + t_\beta S)$ 中一般 t_β 取 3, $X - t_\beta S$ 在直方图符合正态分布前为负数,计算时一般不考虑数据中的低值剔除。

经过计算,当隆评价区水系沉积物中 Zn 元素的截尾值(X)与截尾方差(S)结果如下: $X = 108.9$, $S = 18.11$ 。

用这两个参数就可以求出本区域 Pb 元素的异常下限值: $X + 2S = 145.12$

同理计算出其他各元素的异常下限。在Mapinfo 点位图上,根据计算的各元素异常下限值,按照异常

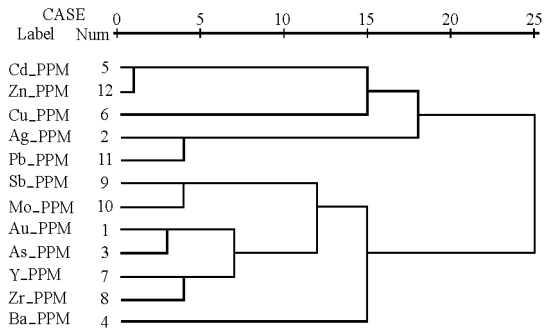


图 1 岩石样中元素的 R 型聚类谱图

Fig. 1 R-mode cluster hierarchy of the elements in the rock samples

样品所影响的汇水面积分别圈绘单元素异常。

4.3 元素组合异常图

元素组合异常图的编制不仅要考虑水系沉积物中元素的异常,还要考虑矿化岩石等找矿的直接指示信息。首先用评价区的地形地质图经过修改导成图片,作为样品点位图及组合异常图的底图。这样的底图比直接用1:10万地形图作为底图更清晰,更便于修改。将图片导入Mapinfo并输入坐标,使底图带有经纬度坐标的形式。由于在评价区内的采样主要是针对蚀变、矿化的岩石,故采用单元素边界品位的1/10作为评价矿化的标准。将确定的单元素矿化标准代入原始数据库,筛选出所有单元素矿化的岩石样,同时按照计算出的各单元素的异常下限筛选出水系沉积物中有异常的水系样,分别制成Excel表。由于评价区面积较小($<120\text{km}^2$),加之并非严格按网格化进行系统采样,所以在圈定异常过程时,将各单元素矿化岩石数据及水系异常数据都导入Mapinfo,创点后,结合汇水盆地用手绘勾勒的形式圈定组合异常范围(图2)。结合矿化岩石圈定元素组合异常,一方面是为了在有水系沉积物异常显示地段对异常进行检查,另一方面是为了在水系沉积物异常显示不明显的地段对异常进行补充。

4.4 其它分析

R型聚类谱系图是通过各元素之间的相关性而确定元素之间相似性系数的一种图件,可以从中很直观地观察出主成矿元素与其他元素之间的相关性,及通过相关性确定的元素组合的分类。

在当隆评价区岩石数据中挑选出与呷村矿床分析元素对应的元素用Spss软件作它们的R型聚类谱系图(图1),与主成矿元素相关的一组为Cd、Zn、Cu、Ag、Pb、Au与Ag、Pb、Zn无相关关系,说明Au在成矿成晕过程中规律性不强。而呷村特大型银铅锌多金属矿床矿石中的元素组合特征为Cu、Pb、Cd、Ag、Zn、Hg、Sb、As、Mo,其Au与Ag、Pb、Zn呈弱相关关系^[9]。可见,当隆评价区的元素组合特征与呷村矿床矿石中元素的组合特征一致,进一步证实了当隆评价区具有呷村矿床相似的成矿环境和成矿作用。

5 综合评价及找矿靶区的圈定

综合评价是依据成矿条件的有利程度、矿化信息的发育情况,从地球化学的角度对已查证的靶区做出是否具有开展进一步找矿工作的必要性作出明确回答的一项综合性估计工作。评价内容侧重于成

矿地质条件和成矿远景的分析。

元素组合异常图显示的组合异常面积约 20km^2 ,由大小不一的5个近椭圆状的小异常组成(图2)。异常组合元素主要为Zn、Cu、Ag、Pb,部分地段为Ag、Au,各异常元素浓集明显,异常程度较高,异常整体呈北西向展布,与区域北西向构造的派生次级构造的分布一致。沿北西方向异常明显分为两个带,在各带内,各异常呈明显的近等间距分布。异常主要分布在图姆沟组及其与曲嘎寺组的结合部位,显示了图姆沟组蚀变安山岩和千枚岩等岩性对

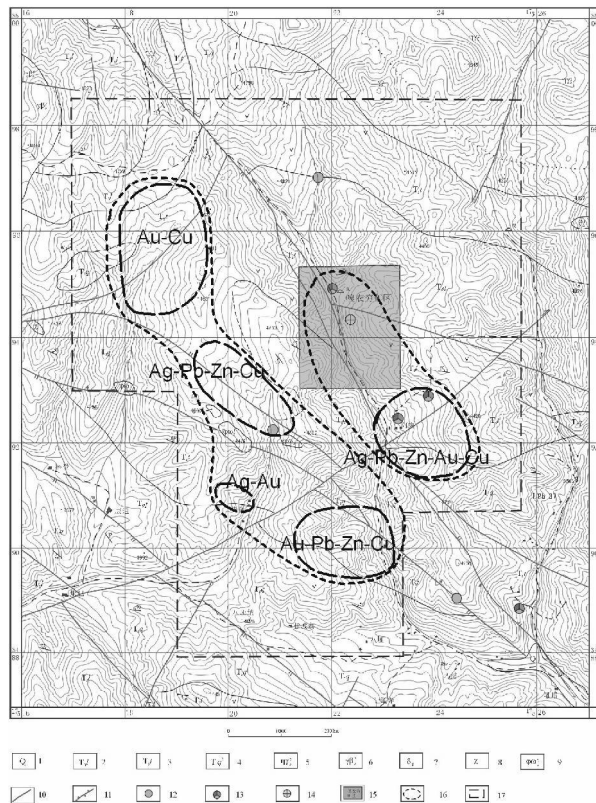


图2 组合异常及找矿靶区位置图

1. 第四系; 2. 上三叠统拉纳山组; 3. 上三叠统图姆沟组; 4. 上三叠统曲嘎寺组; 5. 二长花岗岩; 6. 黑云母花岗岩; 7. 闪长岩; 8. 煌斑岩脉; 9. 蛇纹岩; 10. 性质不明断层; 11. 逆断层; 12. 铜矿化点; 13. 多金属矿化点; 14. 金矿化点; 15. 嘎衣穷矿区; 16. 组合异常; 17. 找矿靶区位置

Fig.2 Diagram showing the anomaly of element associations and location of the exploration targets

1= Quaternary; 2= Upper Triassic Lanashan Formation; 3= Upper Triassic Tumugou Formation; 4= Upper Triassic Qugasi Formation; 5= adamellite; 6= biotite granite; 7= diorite; 8= lamprophyre veins; 9= serpentinite; 10= unclear fault; 11= thrust; 12= copper mineralized locality; 13= polymetallic mineralized locality; 14= gold mineralized locality; 15= Gayiqiong mining district; 16= anomalous area of element associations; 17 = prospecting area

异常分布的控制。

在异常带内发现了较多矿化转石。根据矿化转石的分布位置及成矿元素异常的分布特征,说明异常为矿致异常。

元素组合特征显示,当隆评价区与呷村矿床具有一致的成矿元素组合特征,说明评价区具有呷村矿床相似的成矿环境和成矿作用。根据异常具等间距成带的分布特征,结合与火山岩有关的块状硫化物矿床成群成带的分布特点,显示当隆靶评价区具备寻找2、3个嘎衣穷矿床的远景,属成矿地质条件十分有利,找矿远景极好的找矿靶区。以此为根据,参照所圈定组合异常的分布范围,进行了探矿权的设置。

需要说明的是,在本次工作中,由于时间的限制,在当隆找矿靶区的北部,未作系统的地球化学评价工作;在进一步的找矿工作中,需要逐步完善,有

望圈定出新的找矿靶区或找矿有利地段。

在野外调查和室内资料整理过程中,得到冯孝良、高大发、罗茂金、朱华平等同志大力支持,澳大利亚Oxiana公司提供了部分资料。在此深表谢意!

参考文献:

[1] 侯增谦,杨岳清,曲晓明,等. 三江地区义敦岛弧造山带演化和成矿系统[J]. 地质学报, 2004, 78(1): 109—120.

[2] 朱维光,李朝阳,邓海琳. 四川西部呷村银多金属矿床硫铅同位素地球化学[J]. 矿物学报, 2001, 21(2): 219—224.

[3] 吕庆田,侯增谦,赵金花,等. 四川呷村火山成因块状硫化物矿床的综合找矿模式[J]. 矿床地质, 2001, 20(4): 314—322.

[4] 唐国光. 四川西部嘎依穷银多金属矿床围岩蚀变特征和蚀变机理[A]. 特提斯地质(19) [C]. 北京: 地质出版社, 1995. 140—156.

[5] 杨本锦,张文宽,钟晓朗. 呷村超大型银多金属矿床的地球化学特征及找矿远景[J]. 地质地球化学, 1994, (1): 62—66.

An pplication of the geochemical fast evaluation method to the delineation of the prospecting targets in Garze, Sichuan

GAO Jian-hua, FAN Wen-yu, ZHANG Lin-kui
(Chengdu Institute of Gology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China)

Abstract: The geochemical fast evaluation method is a fast and valid method for the less-developed areas. Exemplified by the Danglong prospective area in Baiyu, western Sichuan, the present paper gives a detailed introduction of the application of the geochemical fast evaluation method to the delineation of the prospective targets in Garze, Sichuan.

Key words: geochemistry; fast evaluation; prospecting; Sichuan