西藏尼木县师布铅多金属矿水系沉积物测量方法应用及找矿方向浅议

王　友[1]　唐菊兴[2]　姚晓峰[1]
(1.成都理工大学　2.中国地质科学院)

[摘　要] 师布铅多金属矿位于冈底斯－念青唐古拉陆块南缘，区内河流众多、水系发育。本次工作通过水系沉积物采样、数据综合分析及野外查证，最后圈定出三个找矿远景区。

[关键词] 师布　铅多金属矿　水系沉积物测量　找矿远景区

1. 前言

水系沉积物测量找矿最初是从重砂测量找矿发展过来的，在现阶段各种高精度分析测试手段的基础上，更加有利于通过微观找矿标志来指导找矿。水系沉积物是矿化点及其原生晕风化成土壤、分散流入沟系，是经历了两次分散而形成的，异常面积大，样品代表性强，用较少的样品可以控制较大的范围。此外，水系沉积物测量实施劳动强度小，样品易采、易加工，工作效率高。因此，水系沉积物测量尤其适用于大面积概略预查阶段，以便迅速查明找矿远景区。

2. 区域地质概况

研究区大地构造位置属世界三大斑岩型成矿域之一的特提斯－喜马拉雅成矿带域之一的冈底斯－念青唐古拉陆块南缘。根据地层、构造、岩浆岩等差异可将冈底斯成矿带划分为北带、中带和南带三个亚带，研究区位于冈底斯南亚带。

区域地层自古生界石炭系以来的地层广泛发育，尤其是中生界和新生界地层发育较全，缺失了震旦系至古生界泥盆系、中生界三叠系至侏罗系下统的地层。从老到新，地层岩性从老变质岩系→浅变质沉积岩系→沉积岩夹火山岩系→火山岩系→沉积岩夹火山岩系，火山岩岩性以中酸性为主。

区域岩浆岩主要为燕山晚期－喜马拉雅期岩浆活动产物和少量印支期花岗闪长质侵入岩。燕山晚期岩浆活动主要表现为中酸性侵入岩，中、基性侵入岩仅零星出现，火山岩则呈夹层状产出于侏罗系和上白垩统中。侵入岩主要呈不规则岩基、岩株和岩脉状产出，主要为花岗岩及黑云母花岗岩。喜马拉雅期岩浆岩主要以火山岩为主，伴随有中酸性侵入岩发育。火山岩主要岩性为灰黑色粗安岩、安粗岩、石英粗安岩、英安岩、流纹岩、英安流纹岩、流纹质熔结凝灰岩、岩屑－晶屑凝灰岩、角砾凝灰岩和熔岩凝灰岩夹安山岩、玄武安山岩等。侵入岩呈小岩基、岩株、岩脉侵位于下石炭统诺错组地层中，接触界线不规则，沿板理或裂隙呈脉状、岩枝状贯入，主要岩石类型有黑云母角闪花岗岩、斑状黑云母花岗岩和二长花岗斑岩等。

区域矿产十分丰富，包括黑色金属矿产、有色金属矿产、贵金属矿产、燃料矿产、建筑材料及非金属矿产、地热资源等，其中有色金属、建筑材料和地热资源是本区的优势矿产，燃料矿产是紧缺矿产。总体上，矿产具有种类多、储量大、优势矿种明显、勘查程度低、找矿前景大等特点。

3. 找矿手段选择及实施

研究区位于冈底斯山脉和念青唐古拉山脉的接合部位，属高山深切割区，地形相对高差大，海拔一般在 5000～6000m 之间。区内河流、沼泽众多，水系发育，多呈树枝状展布，水源多为大气降水和冰雪融水补给。

西藏地调院曾在冈底斯成矿带做 1∶20 万、1∶50 万水系沉积物测量，结果显示 Cu、Mo、Pb、Zn、Au、Ag 等异常总体呈近东西向带状分布，其元素组合特征表现出明显的规律性（图 1）。沿着雅江缝合带往北依次为 Cu、Au 异常、Au、Cu 异常、Cu、Mo、Pb、Zn、Ag 异常到 Ag、Pb、Zn 异常，但局部由于受到成矿期同生构造和隐伏断裂构造等影响，异常展现出北东向、近东西向、北西西向或近南北向的排布规律。近东西向展布的异常一般具有相同或相近的元素组合，而北东向、北西西向、近南北向排布的异常，由于穿切了不同地层或岩浆岩，很难有相近的元素组合，多具几种不同的元素组合特征。区内地球化学异常组合复杂，规模大、强度高、浓集分带明显，多元素套合好，反映了本区不同类型、多期次、长时间叠加的矿化作用，具有寻找大型、超大型矿床的前景和条件。

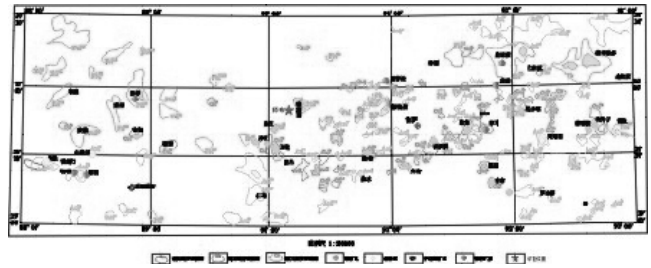

图 1　冈底斯成矿带区域地球化学异常图

(据西藏雅鲁藏布江成矿带东段铜多金属矿勘查报告，西藏地调院，2006，修编)

在区域地球化学异常的基础上，结合矿区地形地质特征，选择以水系沉积物测量为主的野外找矿手段，依次实施水系沉积物采样、数据综合研究和野外查证工作。首先依据测区地质特征及水系发育条件，布置 1∶5 万水系沉积物测量范围及采样点位分布图。采样点布设在一级水系末端和分支水系口上，如果水系较长，在水系首尾之间增加采样点，使每一个采样点控制的汇水盆地面积大致在 0.25km^2 左右。每一个样品是由采样点附近沿水系上下 20~30m 范围内多点采集的淤泥和粉砂等物质而组成的。水系不发育地段，样点布设在受水面积大的冲沟和凹地中。采样部位选择在河床底部、水线附近以及干涸河床底部的凹地中。有水流的河道，在水流变缓处、水流停滞处、河道转弯内侧、转石背后等有较多细粒物质聚集的地方取样。样品加工及测试严格按相关规范操作进行，并对野外采样及室内加工测试进行严格的质量检查及检测。

4. 数据综合研究

水系沉积物样品经化学分析，将其分析数据进行必要的处理，通过克立格法数据变换，在统计软件（statistics）或 Surfer 软件中自动生成统计表和统计图件。通过非参数估计法确定各测区的异常下限、背景值及其它地球化学特征值（表 1）。

表 1　师布铅多金属矿区水系沉积物测量各元素地球化学特征

元素	(Au)/10^{-9}	(Cu)/10^{-6}	(Pb)/10^{-6}	(Zn)/10^{-6}	(Fe)/10^{-2}
样品数	90	90	90	90	90
平均值	4.33	30.70	45.99	71.14	2.77
中位数	3.0	28.49	37.82	68.28	2.33
最小值	0.9	8.233	16.89	31.3	1.54
最大值	55	98.2	161	137	5.89
$X_{0.25}$ 分位点	1.2	23.85	29.2	57.95	2.33
$X_{0.75}$ 分位点	2.1	34.04	50.05	80.26	2.33
四分位区间	8.2	0.26	86	27	3.3
标准差	8.37	13.72	26.98	21.66	0.87
变化系数	1.93	0.45	0.59	0.30	0.31
偏度	3.92	1.67	2.20	0.80	1.64
峰度	17.84	5.92	5.27	0.54	2.01
背景值	3	28	35	65	2.5
异常下限	5	30	45	70	3

注：由西南冶金测试所测定

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

从表 1 中可以看出,主要成矿元素 Pb、Zn 的标准差、变化系数均较大,说明土壤中的 Pb、Zn 的富集强度和富集能力比较高,根据各元素的标准差确定了土壤中元素的富集能力从大到小排列的顺序为 :Pb > Zn > Cu > Au > Fe。Pb 元素最高值 132× 10^{-6},Zn 元素最高值 118× 10^{-6},Cu 元素最高值 65.2× 10^{-6},Au 元素最高值达 55× 10^{-9},Fe 元素最高值为 6.18× 10^{-2}。

在元素地球化学背景值和异常下限的基础上, 根据元素异常的分布、成矿元素的套叠状况以及异常区内矿化情况,共确定 6 个异常,即 Hs- 甲(2)1、Hs- 甲(2)2、Hs- 甲(2)3、Hs- 乙(2)1、Hs- 乙(2)1 和 Hs- 丙 1 异常。

⑴ Hs- 甲(2)1

异常分布于矿区西部斯穷曲沟东侧 (图 2) ,面积约 8.0km^2,异常组合为 Au、Fe、Cu、Pb、Zn。该异常三级浓集梯度分布明显,元素套叠好,异常向北未圈闭,形如喇叭状,喇叭口向外各元素异常值有增大的趋势。因此,异常的北侧尚有强度较大的异常范围,找矿潜力尚大。区内主要出露花岗岩与火山碎屑岩,其接触带周围蚀变强烈,可见矽卡岩化、硅化、绿泥石化等。矿化以黄铁矿化为主,其次可见极少量方铅矿化和闪锌矿化。从异常的强度、分布特征、范围、元素套叠及组合特征等分析,该异常为一矿致异常。

⑵ Hs- 甲(2)2

该异常区位于矿区西部斯穷曲沟内 (图 2) ,异常以 Cu、Pb、Zn、Fe为主,面积约 6km^2,元素套叠好,异常强度较大,异常圈闭好。地表出露闪长岩和火山凝灰岩, 于凝灰岩岩层中可见镜铁矿带, 该异常为矿致异常。

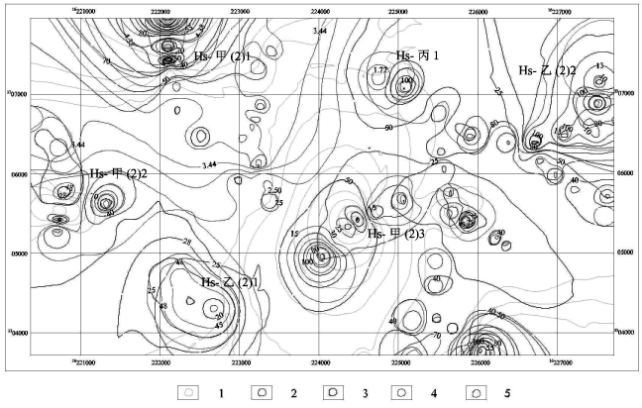

图 2 师布铅多金属矿水系沉积物元素综合异常等值线图
1.Au 元素异常线 2.Cu 元素异常线 3.Pb 元素异常线
4.Zn 元素异常线 5.Fe 元素异常线

⑶ Hs- 甲(2)3

该异常位于矿区的中部 (图 2) ,异常以 Au 元素为主, Pb、Zn 元素异常呈串珠状展布,面积约 6km^2。元素异常强度较大,异常圈闭好。该异常区内主要出露花岗岩和火山角砾岩,二者接触带周围黄铁矿化发育,蚀变强烈,主要为绿泥石化、绿帘石化及硅化。

⑷ Hs- 乙(2)1

该异常区位于矿区南部 (图 2) ,异常以 Pb、Zn 为主,异常区面积约 4km^2,元素套叠好,异常圈闭好。异常区位于闪长岩和凝灰岩的接触带附近,接触带周围蚀变强烈,以硅化和矽卡岩化为主。

⑸ Hs- 乙(2)2

该异常位于矿区东部达指来沟内 (图 2) ,异常元素以 Cu、Pb、Zn 为主,面积约 5km^2。元素套叠好,异常强度较大,异常向北东未圈闭,形如喇叭状,向北东方向元素异常值有增大之趋势。由于该处海拔高,被冰川所覆盖,未能见到矿化露头。

⑹ Hs- 丙 1

该异常位于矿区的北东部 (图 2) ,异常元素以 Pb、Zn 为主,面积约 3km^2,元素套叠较好,形如串珠状。该异常区地表主要出露火山碎屑岩,异常原因不明。

5. 异常查证及找矿方向初探

异常查证首先在被检异常范围内加密水系沉积物采样, 进一步圈定异常范围和浓集中心。同时在此范围内进行 1∶1 万地质草测,并用少量探槽、剥土等轻型山地工程对矿 (化) 体进行地表揭露,大致了解矿化类型、品位、产状、规模等。并结合地质踏勘工作,初步查明控矿因素,对找矿远景区做出初步评价。

结合异常区特征及野外露头情况,通过筛选对甲(2)类异常区进行了重点地质踏勘。其中 Hs- 甲(2)2 异常区出露一矿化带,长在 20~40m 之间,宽在 0.5~1m 之间,呈薄层状、透镜状产出于凝灰岩岩层中,地表出露的主要矿石类型为镜铁矿。对露头的镜铁矿带剥土取样并化学分析,结果显示矿石 Fe 的平均品位为 23.20× 10^{-2}, 最高达 23.59× 10^{-2}。Hs- 甲(2)1 和 Hs- 甲(2)3 异常区元素套叠好,异常强度大,地表蚀变强烈,暗示较好的找矿前景,但由于地表剥蚀较浅及冰川覆盖等原因,矿化露头未能发现。

综合区域地质特征和矿区地质特征, 推测矿区主要成矿作用和接触交代作用及浅成低温热液有关。Hs- 甲(2)1、Hs- 甲(2)2 和 Hs- 甲(2)3 异常区皆具有较好的地层、构造、岩浆岩条件,成矿潜力较为乐观。其中,Hs- 甲(2)2 已得到野外验证,可在已知矿化带基础上进一步施工探明。其余两个异常区亦具有较好的找矿前景,可以实施浅表工程以探求其异常原因。

参考文献

[1] 陈顺龙.浅谈水系沉积物测量在铜多金属矿找矿中的应用 [J] .勘察、测绘与测试技术,2008,4:28- 32.

[2] 芮宗瑶,陆彦,李光明.西藏斑岩铜矿的前景展望 [J] .中国地质,2003,33 (2) :303- 308.

[3] 左仁广,夏庆霖,谭宁等.西藏冈底斯斑岩铜矿综合信息预测 [J] .中南大学学报 (自然科学版) ,2007,38 (2) :369- 373.

[4] 白云,唐菊兴,崔晓亮等.浅谈 1∶5 万水系沉积物测量在藏东资源大调查中的应用 [J] .甘肃地质,2007,16 (3) :86- 90.

(上接第 433 页) 所示的多次深度凹陷物体进行了轮廓检测实验,若用 GVF Snake 模型进行检测,只能得到图 3(b)的结果。本文方法的检测结果如图 3(c)。



(a)原始图像 (b) GVF Snake 检测结果 (c)本文方法的检测结果
图 3 本文提出的方法对多次深度凹陷物体的检测结果

实验结果证明了本文方法能够成功获得一次深度凹陷物体和多次深度凹陷物体的完整轮廓。

五、结论

由于深度凹陷物体的 GVF 力场中存在着滞止点区域,导致直接使用 GVF Snake 模型不能正确逼近深度凹陷物体的真实轮廓。本文提出了一种新方法, 克服了直接使用 GVF Snake 模型无法获得深度凹陷物体完整轮廓的不足,拓展了 GVF Snake 模型的应用。

参考文献

[1] Kass M, Witkin A,Terzopoulos D.Snakes:Active contour Models [C] . Preceedins of First International Conference on Computer Visio, 1987, 321- 331.

[2] Manet S,Saint- Marc P,Medion G,B- Snakes: implentation and application to stereo [C] .In Proceedings of Third International Conference on Computer Vision.Osaka,Japan:IEEE Computer Society Press,1990,720- 726.

[3] Cohen L D, Cohen I,Finite- element Methods for Active Contour Models and Balloons for 2D and 3D images [J] .IEEE Trans.Pallern Anal. Intell. 1993, 15(11): 1131- 1147.

[4] Xu Chengyang, Prince J L,Snakes,shapes,and gradient vector flow [J] .IEEE Transcations on Image processing,1998, 7(3):359- 369.

[5] Xu C., Prince J L.Gradient Vector Flow: A New External Forces for Snakes [J] .Proceeding of IEEE International conference on CVPR, 1997, 6: 66- 71.

[6] Xu C., J. L. Prince. "On the relationship between parametric and geometric active contours", in Proc. of the 34th asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, 2000.10:483- 489.

[7] 王元全,贾云得.梯度矢量流 Snake 模型临界点剖析.软件学报, 2006, 17(11):1915- 1921.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net