

西天山高寒草甸区寻找隐伏矿化探方法研究

蒋敬业¹, 朱有光¹, 赵伦山², 马振东¹, 董勇¹, 李方林¹

(1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074; 2. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 在广厚覆盖的高山草甸景观区进行了壤中汞气、金属活动态和有机结合态等方法找隐伏矿的应用研究, 结果表明应用壤中汞气确定含矿断裂构造, 应用金属活动态和有机结合态确定矿化种类, 二者结合是覆盖区找隐伏矿的优化组合。

关键词: 西天山; 金属活动态; 汞气测量; 隐伏矿

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2004)03-0189-04

找深部矿和隐伏矿是未来矿产勘查的必然趋势, 我国西部地区地球化学景观以广阔的覆盖为特征, 在西部各种覆盖区开展化探找隐伏矿研究具有重要的战略意义。能从深部将矿化信息传输到地表的介质, 只能是气体和液体, 气体具有垂直穿透性并主要沿断裂输运, 可以圈定含矿构造; 溶于水中的金属离子, 可经毛细水爬升、扩散和自然电场输运等形式向上运移, 金属离子可以反映矿化种类。因此, 气体测量和元素活动态测量是覆盖区找隐伏矿的主要手段。谢学锦、王学求等将这种能穿透覆盖层传输地球化学找矿信息的技术称为深穿透地球化学方法。^[1,2]

本次研究本着方法有效、成矿条件有利、景观具典型性的原则, 以较成熟的壤中汞气测量为先导, 以技术简单易于推广的金属活动态测量为基本方法, 并开展了土壤热释汞和常规土壤地球化学测量的对比研究。

1 研究区景观与地质概况

1.1 景观特征

研究区位于西天山腹地新源县艾肯达坂高山草甸区。海拔多在3 000~3 600 m之间, 气候寒冷而潮湿, 年均气温1.9℃, 年降雨雪量较多(560 mm)而蒸发少, 土壤潮湿。草甸、森林发育, 具有明显的亚景观垂直分带: 由高山向下分别为苔原区—亚高山草甸区—森林草甸区。研究区以亚高山草甸区(海拔

2 800~3 300 m)为主, 山坡平缓, 覆盖率80%以上。沟脑多为冰蚀地貌, 沟谷中、下游多为冰雪水沉积物和洪积物, 斜坡主要为残坡积物, 斜坡下部平缓区多为残坡积物和冰雪水运积物厚层混合覆盖。

1.2 地质矿化特征

选择新疆和静县艾肯达坂铜银矿点北西和南东的残坡积层覆盖区及运积物覆盖区作为试验研究区。研究区主要出露下二叠统艾肯达坂组的火山碎屑岩(火山角砾岩、集块岩、凝灰岩、凝灰质砾岩)和火山熔岩(安山岩、安山玢岩、流纹岩等), 包括爆发相、溢流相、次火山岩相及沉积相等各类岩石, 构成艾肯达坂火山穹隆。其中心在艾肯达坂沟古冰斗部位, 发育浅紫色多斑状安山岩。四周为放射状及环形裂隙配套分布, 且大多被安山岩、安山玢岩、煌斑岩所充填。

艾肯达坂铜银矿点位于该穹隆西南翼部位, 受火山机构断裂(主要是北西向断裂)控制。铜银矿化为网脉状, 主矿化体呈北西向分布, 走向300°~320°, 倾向北东, 与地层产状斜交。主要矿石矿物为黄铜矿、辉铜矿、斑铜矿、黄铁矿, 氧化矿物为孔雀石。主要成矿元素为Cu、Ag, 可达综合利用水平。已知矿点东南为全覆盖区, 为探寻矿化延伸情况, 曾在已知矿点外围开展物探工作, 发现了异常形态规则的激电异常, 并推测为埋深约70 m的含铜硫化物矿体引起^①。在矿点北西1 km的Tc13号探槽(未见底)附近零星露头上可见铜矿化, 探槽中岩石碎

① 新疆地质矿产研究所. 新疆维吾尔自治区和静县艾肯达坂39号铜银矿点普查地质报告. 1999.

收稿日期: 2003-09-10

基金项目: 中国地质调查局科研项目(20002010003056)资助

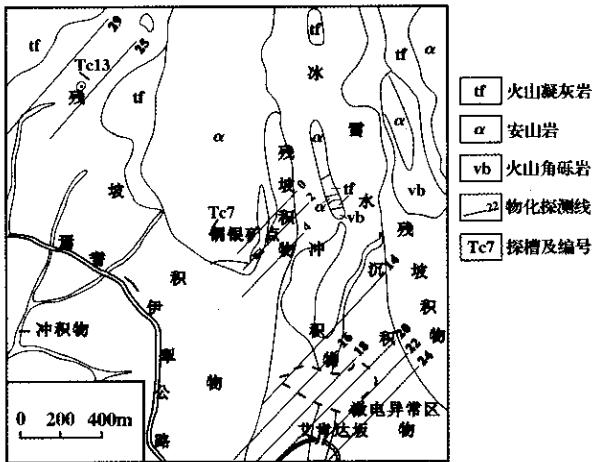


图1 艾肯达坂详查区地质简图

块可见孔雀石化,推测铜矿化向北西已延伸到 Tc13 号探槽附近(图1)。

2 工作方法 with 质量

2.1 壤中汞气测量与土壤热释汞

壤中汞气测量采用打孔主动抽气法,孔深 60 ~ 80 cm,每点 3 孔,抽气 10 L,石英镀金膜捕汞管捕集汞气,捕汞管之前装置过滤器,通过滤膜除去粉尘。回驻地当天用 RG-1 型单波长冷原子吸收汞仪(宁波甬达公司生产)进行测量。2000 年和 2001 年 2 次重复检查剖面异常重现性良好。重复采样相对误差 3.4% ~ 50%,平均 25.8%。

土壤热释汞经综合条件试验,选择最佳热释温

表1 铜矿化土壤介质中铜赋存形态百分比

样号	层位	深度 cm	1	2	3	4	5	6	7	加和 Cu 含量 10 ⁻⁶	单样 Cu 含量 10 ⁻⁶
A-1	A	0 ~ 20	18.4	10.1	7.9	6.8	16	35.2	5.6	1709.7	1559
A-2	C	50 ~ 100	10.2	4.2	3.8	5.5	14.5	45.4	6.7	1002	1110
B-2	B	30 ~ 50	35.5	33.4	8.7	4.3	4.9	11.8	1.4	3995.4	5004
B-5	C	110 ~ 130	28.2	30.4	12.2	6.7	5.9	14.2	2.4	5662.8	7689

注:1—水溶态加可交换态;2—碳酸盐结合态;3—锰氧化物结合态;4—有机结合态;5—非晶质铁锰氧化物结合态;6—晶质铁锰氧化物加硫化物结合态;7—硅酸盐结合态。

由表1可见,表生带铜矿物氧化后形成的水溶态、可交换态及碳酸岩结合态占有重要比例,是活动态 Cu 主要分量,具有重要指示意义。卢荫麻、王学求、程志中、周丽沂等对活动态金属的分析测试及应用作过不少研究^[4~6]。综合前人研究的结果,对提取水溶态、可交换态和碳酸盐结合态的活动态铜,作者采用醋酸提取液,并对其浓度和用量进行了条件试验。

方案 A: -160 目土样 0.5 g,加 10 mL 1N 醋酸溶液;

方案 B: -160 目土样 0.5 g,加 10 mL 1N 醋酸与 1N 醋酸钠的混合溶液(体积比 2: 1);

度为 150°,热释时间为 8 min,土壤粒度 < 160 目,样品质量为 0.5 g^[3]。经对 61 件样品重复测试,相对误差为 0 ~ 28%,平均 9.3%,表明测试精确度好。

壤中汞气及土壤热释汞测量在试验剖面上为不等点距布点,面上为非规则均匀的点位。

2.2 活动态铜及有机结合态铜的分析

土壤活动态测量是在偏提取技术上发展起来的一种找矿方法。首先必须查明具体景观条件下指示元素在土壤介质中的赋存形式,寻找最具找矿意义的那一部分形式,进而设计提取方案。

金属元素在土壤中具有多种存在形态,如水溶态、可交换离子态(亦称吸附态)、碳酸盐结合态、有机结合态、非晶质铁锰氧化物结合态、晶质铁锰氧化物结合态、硫化物结合态、不溶残渣(主要为硅酸盐结合态)等。通常把化学结合力不强,易于转化活动的结合态称为金属活动态,如水溶态、吸附态、碳酸盐结合态。而铁锰氧化物结合态、有机结合态则是那些曾经以活动离子形式存在的金属,被有机物、铁锰氧化物所结合成不能再轻易迁移的金属离子,显然是曾经积极活跃过的,它也是一种金属活动态。我们可以把前者称为现在活动态,或称狭义金属活动态,将后者称为“古”金属活动态,或称广义金属活动态。它们对找隐伏矿都具有指示意义。

对 Tc13 探槽中具有矿化显示的 2 个土壤垂直剖面 4 件样品,采用廊坊物化探研究所周丽沂研制的相态分析方法,测定出各形态含量百分比(表1)。

表2 不同方案提取铜含量 10⁻⁶

样号	方案 A	方案 B	方案 C
1	2.0	2.7	5.5
2	2.3	3.0	8.1
3	4.4	39.0	195.0
4	156.1	265.3	462.5
5	3.5	4.0	19.0
6	5.2	5.2	67.6
7	8.1	12.2	55.4

方案 C: -160 目土样 0.5 g,加 25 mL 2N 醋酸溶液。

用上述方案提取时,均在常温下振动 1 h,离心分离后用火焰原子吸收光谱仪测定 Cu,结果见表2。

结果表明,2N 醋酸提取液的提取活动态 Cu 效果最好。本次研究最终采用方案 C,实际分析中的相对误差平均为 11.8%,方法稳定可靠。

由于本区为草甸景观,灰黑色土壤有机质发育。因此,采用周丽沂提出的焦磷酸钠提取有机结合态的方法,分析测定了土壤有机结合态 Cu。

3 壤中汞气和土壤热释汞异常特征

经详细研究及对其外围 127 个测点壤中汞气测试结果统计分析,壤中汞气平均值为 38 ng/m^3 ,均方差为 18 ng/m^3 ,确定异常下限为 75 ng/m^3 。土壤热释汞的平均含量为 1.5×10^{-6} ,均方差为 0.7×10^{-6} ,异常下限为 3.0×10^{-6} 。

图 2 为已知矿点东南(以下简称详查南区)运积物覆盖区的壤中汞气和激电异常对比图,以 75 ng/m^3 为异常下限,圈出了长度超过 2 km 的连续完整的长透镜状异常,最宽达 800 m。激电异常恰处

于该透镜状异常的膨大部位。 150 ng/m^3 的中带异常呈近东西向延伸,与透镜状异常长轴方向一致。中带异常集中部位恰好在激电异常上。东西向条带状中带异常很可能反映了深部断裂的位置,而这些中强异常的集中区,应是矿化体集中分布区。该汞异常总体具有形态规则,连续性好(62 个测点有 49 个为异常含量),高、中、弱浓度差异明显(最高强度达 1500×10^{-6}),这种浓度梯度的大反差,正是矿致异常的特征。

图 3 为详查南区热释汞异常图,在激电异常中心偏西部位上有中弱土壤热释汞异常,套合较好。只是该热释汞异常向西尚有大片弱异常出现,组成区域示范测量的 5 号热释汞异常(科研报告)中带热释汞异常与激电异常中心较为一致。图 3 中主体热释汞异常之北有一个条带状小异常,具二级浓度分带,且有壤中汞气二级异常套合。

热释汞异常对激电异常套合程度不如壤中汞气

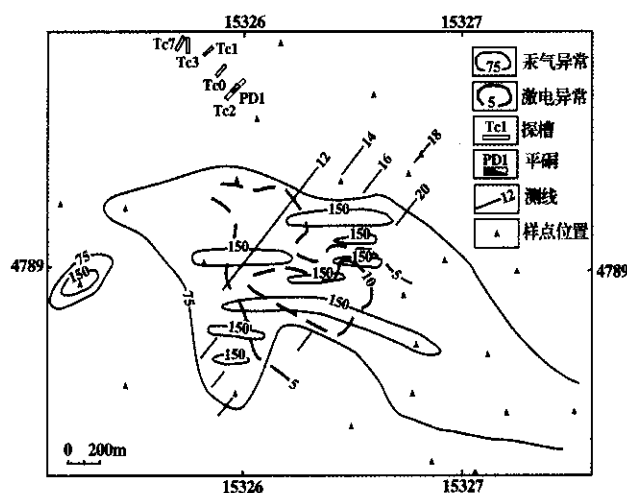


图 2 南区汞异常

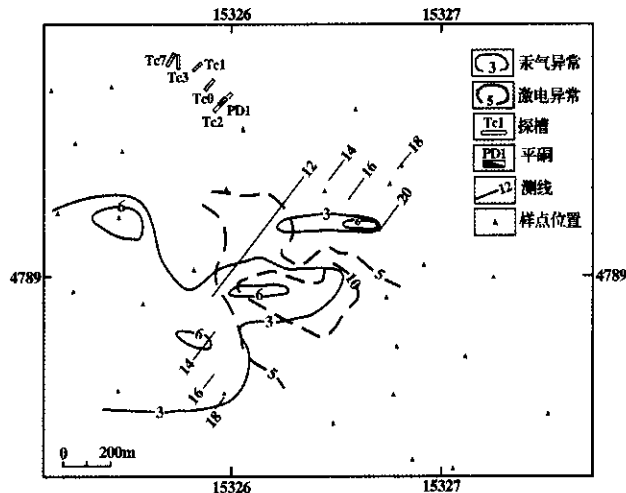


图 3 南区土壤热释汞异常

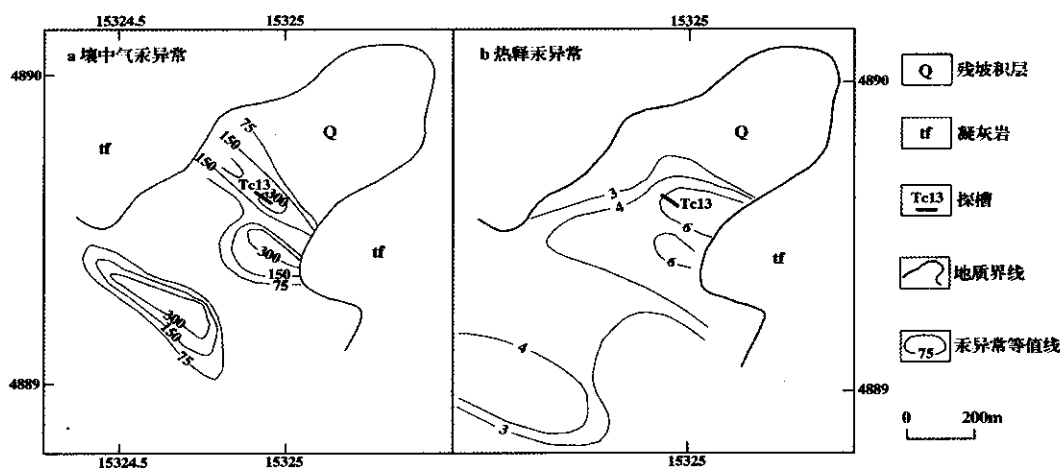


图 4 北区壤中汞气、土壤热释汞异常平面

异常好。表明影响土壤吸附、释放汞蒸汽的因素多,尚须进一步研究消除干扰因素。

图4为详查北区(残坡积覆盖区)壤中汞气(a)和土壤热释汞(b)的异常平面图。壤中汞气勾绘出了以Tc13为中心的北侧异常和西南侧的北西向异常。2个异常强度高,连续性好,浓度梯度明显。土壤热释汞以 3.0×10^{-6} 圈出一个大面积的异常,若以 4.0×10^{-6} 为等值线可圈出两个带状异常,与壤中汞气异常吻合好。综上所述,残坡积覆盖区与运积物区相比壤中汞气和土壤热释汞异常不仅异常强度高,而且异常套合更好。

4 活动态铜和有机结合态铜异常特征

图5为详查南区活动态Cu与激电异常和壤中汞气异常的对比,活动态Cu在激电异常中心部位有明显的异常显示,异常呈东西向的条带状,延伸方向与激电异常的内带甚为一致,但与外带的延伸方向不同。而且,活动态Cu的异常连续性较差。图6为有机结合态Cu与激电异常、壤中汞气异常对比,有机Cu异常形态呈长条状,延伸方向与激电异常一致,只是南东方向吻合较差,但总体吻合好。 $\eta_s > 10\%$ 的激电异常的中心部位,均有有机Cu的异常

叠加。而且,有机Cu异常的连续性好,异常强度高。由图5、图6可见,有机Cu异常无论在异常强度和异常连续性上都比活动态Cu异常好。因为该区为主水流通过区,地下水发育,活动态Cu易于流失,有机结合态Cu则保留于土壤中,具有累计积分效应,故显示了有机结合态Cu测量在潮湿运积物覆盖区优于活动态Cu测量。

为了对比,对每一件活动态测量的土壤样品均进行了全量Cu及Ag、Pb、Zn、As、Sb、Bi、Co、Ni等元素的常规分析。结果表明,除在详查南区激电异常区仅16线有2个极弱的Cu点异常外,其它测点均为背景含量。在详查北区,常规土壤Cu异常不仅强度高,而且与壤中汞气异常吻合好^[3]。

5 结论

在残坡积物覆盖区,各种非常规化探方法和常规土壤测量对可能掩埋的半出露矿化均有极好的异常响应,而且各种方法的异常强度高、规模大、吻合性好。

在运积物覆盖区,常规土壤测量效果不佳,壤中汞气、土壤热释汞和成矿元素铜的活动态均有明显的异常显示,相互套合好,且与已知推测为含铜硫化物的激电异常吻合甚好。其中,特别是壤中汞气异常、有机结合态铜异常与激电异常吻合最好,是最佳的找隐伏矿的方法。

高山草甸景观区开展1:5万地球化学调查的最佳技术方案是常规土壤测量和活动态金属测量(特别是有机结合态测量)相结合,辅以壤中汞气测量(或土壤热释汞),达到既可以圈出残坡积层掩盖的浅出露矿化异常,又可以发现运积物覆盖的深埋隐伏矿的异常。

参考文献:

- [1] 谢学锦. 战术性与战略性的深穿透地球化学方法(I) [J]. 地学前缘, 1998.
- [2] 王学求. 深穿透勘查地球化学 [J]. 物探与化探, 1998, 122(3).
- [3] 王国华, 蒋敬业, 董勇. 利用壤中汞气测量在西天山高寒山区寻找隐伏矿的研究 [J]. 物探与化探, 2002, 26(5).
- [4] 卢荫麻. 区域地气与元素活动态测量技术和隐伏区寻找巨型矿的试验研究 [J]. 物探化探译丛, 1995, (4).
- [5] 卢荫麻, 白金峰. 元素活动态测量的新方法 [J]. 物探与化探, 2000, 24(1).
- [6] 王学求, 程志中. 元素活动态测量的发展及其意义 [J]. 国外地质勘探技术, 1996, (2).

下转 198 页

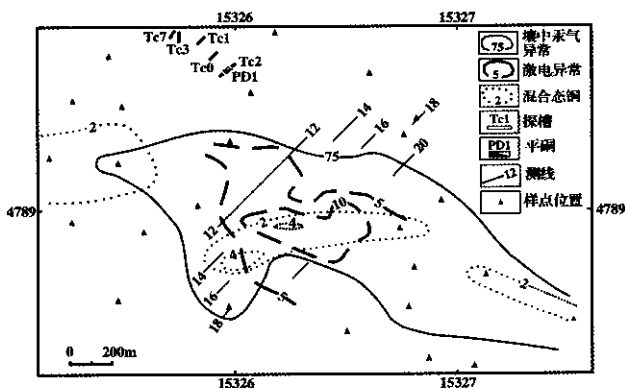


图5 活动态铜异常与其它异常对比

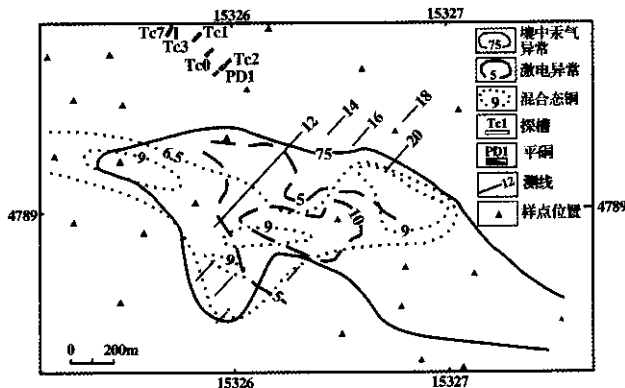


图6 南区有机铜与其他异常对比

- gic deep penetration geochemical methods in the central Kyzylkum desert terrain, Uzbekistan[J]. Journal of Geochemical Exploration, 1999, 66(1-2): 135-143.
- [6] 任天祥, 刘应汉, 汪明后. 纳米科学与隐伏矿藏——一种寻找隐伏矿的新方法、新技术[J]. 科技导报, 1995, (8): 33-36.
- [7] 伍宗华, 金仰芬. 山东邹平铜矿床上方地气流动组分特征及赋存状态研究[J]. 物探与化探, 1996, 20(1): 14-22.
- [8] 童纯茵, 李巨初, 葛良全, 等. 地气物质纳米微粒的实验观测及其意义[J]. 中国科学(D 辑), 1998, 28(2): 153-155.

METHOD AND APPLICATION OF GEOGAS MEASUREMENTS

TANG Jin-rong, YANG Zhong-fang, WANG Ming-qi, LIU Yan-qing

(China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Through comparison of geogas's blank and sample for different mediums, it is concluded that highly purified liquid capture medium with certain concentration is effective for collection of geogas's samples, which has the advantages of low background, easy operation, and simple analytical procedure. Different mediums have different capture capabilities for different elements. For example, the capture capability of aqua regia is stronger than that of nitric acid for Au, Ag, Cu, Zn. Poly-plastic has some advantage to adhere Au. Therefore, suitable medium and or conjugating use of two mediums should be considered on the basis of type of concerned mineral deposits henceforth.

Key words: geogas; capture medium; qinhaigadaban

作者简介: 唐金荣(1978-), 男, 中国地质大学地球科学与资源学院地球化学专业硕士生, 研究方向为环境地球化学和勘查地球化学等。

上接 192 页

GEOCHEMICAL EXPLORATION FOR HIDDEN DEPOSITS IN THE GRASSLAND OF THE WEST TIANSHAN MOUNTAINS

JIANG Jing-ye¹, ZHU You-guang¹, ZHAO Lun-shan², MA Zhen-dong¹, DONG Yong¹, LI Fang-lin¹

(1. China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Geochemical exploration in the special landscape of thickly-covered grassland was carried out with unconventional methods, such as mercury vapor in soil, mobile metals and metal-organic form. The results show that the soil vapor mercury method can indicate ore-bearing fault structures, and the mobile metal formation and metal-organic formation can indicate kinds of mineralization. The combination of the two methods seems to be the optimal choice in search for hidden ore deposits in covered grassland.

Key words: West Tianshan Mountains; mercury survey; mobile metal; hidden deposit

作者简介: 蒋敬业(1943-), 男, 中国地质大学(武汉)教授。1967年毕业于北京地质学院勘探系, 1982年获硕士学位, 现主要从事勘查地球化学的教学与科研工作。