

# 内蒙古新巴尔虎右旗化探新技术研究与应用

李孝红<sup>1</sup>, 肖成东<sup>1</sup>, 柴社立<sup>2</sup>, 蒋浩<sup>1</sup>

(1. 天津华北地质勘查局, 天津 300181; 2. 吉林大学, 吉林 长春 130061)

**摘要:** 厚覆盖区找矿评价历来是地质找矿的难点。通过内蒙新巴尔虎右旗额仁陶勒盖银矿区的方法实验, 认为在干旱、风成沙干扰大的厚覆盖区, 选取采样深度 40 cm、粒度 -140 目, 采用离子电导率(搅拌时间在 1 min 以上)、热释汞(炉温取 800℃)、元素活动态的水溶态和吸附态测量可以很好地发现异常。在阿敦楚鲁、哈如勒敖包远景区应用这些方法, 圈定的异常比常规土壤地球化学测量异常吻合性好, 浓集中心明显。

**关键词:** 土壤地球化学; 厚覆盖区; 找矿; 土壤离子电导率; 热释汞

**中图分类号:** P632

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-8918(2008)05-0514-05

内蒙古新巴尔虎右旗地区属干旱、风成沙干扰大的厚覆盖草原景观区, 以往化探工作采用传统的土壤测量方法, 发现的异常规模小, 浓集中心不明显。为了提高该区找矿效果, 2006 年天津华北地质勘查总院出资, 与吉林大学共同进行了土壤电导率、元素活动态和吸附态测量等化探方法的实验研究, 并应用于普查找矿区。通过在阿敦楚鲁、哈如勒敖包等普查区应用这些方法, 圈定的异常比常规土壤地球化学异常规模大, 吻合性好, 浓集中心明显, 对找矿的指示意义突出。2007~2008 年, 利用这些异常开展评价, 取得了很好的找矿效果。

## 1 地质概况

研究区位于内蒙古满洲里海拉尔盆地西南新巴尔虎右旗的西南部, 大地构造地处额尔古纳兴凯地槽褶皱带和大兴安岭海西褶皱带的交接部位。区域出露地层为古生界下寒武系统和下二迭系统, 中生界侏罗系中、上统和下白垩系统, 中生界侏罗系地层是本区主要的地层单元。区域构造格局由一系列走向北东—南西规模较大的纵张断裂和相间出现的地堑式断陷盆地、地垒式穹窿, 以及北西向横断裂, 形成独具特色的北东向条带(块)状构造格局, 控制了区域矿床、矿(化)点的分布。区域岩浆岩主要有华力西晚期花岗岩类岩石, 燕山早期中粒二长花岗岩、似斑状花岗岩、中细粒钾长花岗岩及片麻状黑云母花岗岩、流纹斑岩、闪长玢岩, 燕山晚期斜长花岗斑岩、花岗斑岩、石英斑岩及流纹质晶屑凝灰熔岩等。区域矿产以银为主, 著名的有甲乌拉、查干布拉根矿

银多金属矿床、额仁陶勒盖银矿床。额仁陶勒盖银矿区内出露地层主要为上侏罗统塔木兰沟组地层, 是矿床的直接围岩, 其主要岩性为安山岩, 局部含沉积岩夹层。在矿区西部见有上侏罗统上库力组地层, 为一套火山岩、火山碎屑岩建造, 分为 3 个岩性段: 下段为沉凝灰岩、凝灰质砂砾岩、熔结凝灰岩及流纹岩; 中段以粗面岩、粗安岩和凝灰岩为主; 上段为熔结凝灰岩、沉凝灰岩、流纹岩、黑曜岩及珍珠岩。矿体明显受 NNW、NNE 向断层控制。矿区内的岩体是燕山早期花岗岩及其结晶分异作用的产物——石英斑岩。该矿是一个与燕山期火山—侵入杂岩演化晚期的浅成酸性小侵入体有关的大型银矿床, 由 10 多个矿体组成, 所有矿脉均产在塔木兰沟组的火山岩中, 矿体以单脉为主, 矿脉两旁的安山岩硅化、绢云母化等蚀变较强。

研究区属于蒙古高原东缘, 干燥亚寒带大陆性气候, 年平均气温 -5℃, 年蒸发量是降水量的 3~4 倍。海拔高度 600~800 m, 相对高差不大, 地势较平缓, 牧草丛生, 基岩裸露较差, 多为掩盖区。区内水系不发育, 多为内陆湖泊和湖泊洼地。区域性河流克尔伦河由南西向北东流经本区进入呼伦湖。

## 2 新方法的原理与分析测试

本研究所用的化探新技术主要是土壤电导率、土壤热释汞、元素活动态。

### 2.1 土壤离子电导率测量法

处于地下的金属矿体, 在氧化还原条件下, 由于地下水的渗透和扩散作用可形成自然电场, 并在矿

体周围形成金属离子晕。由于潜水循环、地面蒸发、土壤毛细作用及微生物作用,矿体周围的金属离子向上运移到达地表,被土壤吸附,并在矿上土壤中富集。测量土壤中离子的电导率这一物理量,可以反映土壤中金属离子量的多少,从而发现异常,寻找金属矿体。

进行了土壤电导率测量的条件试验,分别测试深度、粒度和搅拌时间对电导率的影响,图1为试验结果。

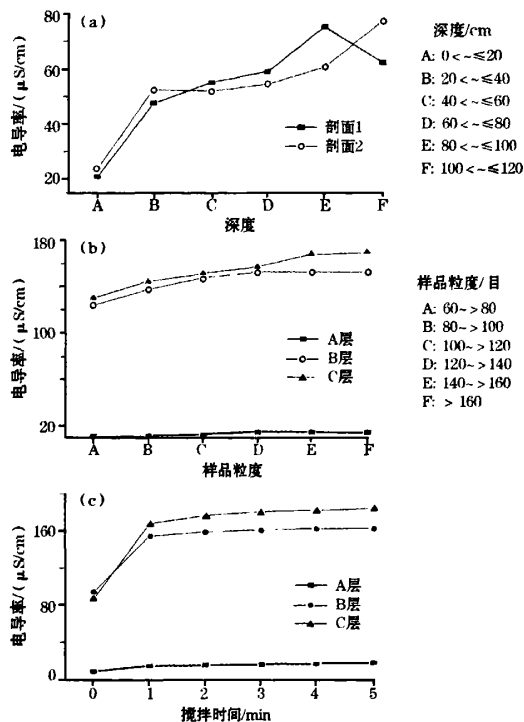


图1 土壤电导率测量条件的试验结果

(1)深度试验剖面选在额仁陶勒盖矿床矿体上方。从图1a可看出,土壤离子电导率随着深度增加而增大,距离地表40 cm以下的土壤层富集金属离子的能力强。为便于生产应用,采样深度选40 cm。

(2)粒度对电导率的影响试验在额仁陶勒盖矿区按A(0~40 cm)、B(40~100 cm)、C(100 cm以下)3层采样,将样品分为:为60~80目、80~100目、100~120目、120~140目、140~160目和小于160目6个粒度。从图1b可以看出,不同层位、不同粒度的样品所分析的电导率值不同。B、C层土壤的离子电导率明显大于A层,而且C层大于B层。粒度越细,电导率值越高。项目工作区选择140目以下的样品。

(3)在土壤离子电导率的测定中,搅拌时间对

电导率也有一定影响。从图1c可以看出,搅拌1 min以上时,电导率较高,但1~5 min之间,电导率差别不大。本研究搅拌时间取1 min。

土壤电导率的测定流程是:称取粒度小于140目的样品10 g,加入50 mL去离子水,用磁力搅拌器搅拌1 min,静置30 s,用DDS-11A型电导率仪测取电导率数据。土壤的电导率值为土壤样品溶液的电导率减去纯水的电导率值。

## 2.2 土壤热释汞测量

汞对金、银、多金属等矿的勘查有着重要的指示意义。在表生地球化学条件下,当存在 $\text{O}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mn}^{4+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 时,可使汞从矿体中的硫化物中释放出来;而 $\text{Fe}^{2+}$ 和有机质又可使汞还原成 $\text{Hg}^+$ 和 $\text{Hg}^{2+}$ 等简单离子,在酸性和中性水溶液中迁移,以致还原成 $\text{HgO}$ 。汞具有易还原、熔点和沸点较低、挥发性强等特点,其化合物的热稳定性较差,一经加热就能分解成游离汞蒸气。

(1)土壤热释汞含量在土壤的不同深度上含量不同(图2)。40~80 cm间,汞相对较低,而深度小于40 cm和深度大于80 cm时,汞含量较高。0~40 cm间富含有机质,能够吸附汞,但是0~20 cm间受人为的干扰较大,故在采集热释汞样品时,要求采集层位在30~40 cm或60~80 cm以下。

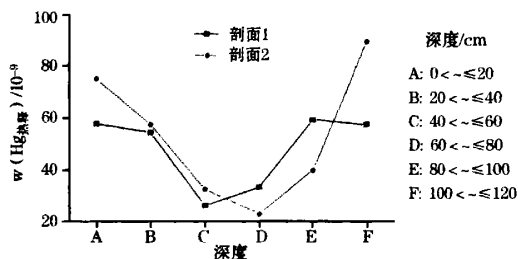


图2 深度与热释汞含量的关系

(2)土壤热释汞量与土壤粒度有关。由于土壤吸附汞的能力与自身颗粒的表面积有关,在通常情况下,土壤粒级越小,则汞含量愈高。同时,在土壤粒级趋小的加工过程中也存在汞的散逸问题。经过试验证明(图3),在矿区,样品的粒级在100~120目以上时,热释汞含量较为稳定,汞含量变化不大,但在120目以下时热释汞变化大,从120目到160目汞含量增大,140~160目间汞量最大,160目以下汞含量降低。在非矿区,当样品粒度在120~140目时,汞含量达到最大,粒度大于120目或小于140目时,汞含量有所降低。综合矿区与非矿区热释汞量与样品粒度的关系,确定出本研究中热释汞样品的加工粒度应在~120~140目以下。

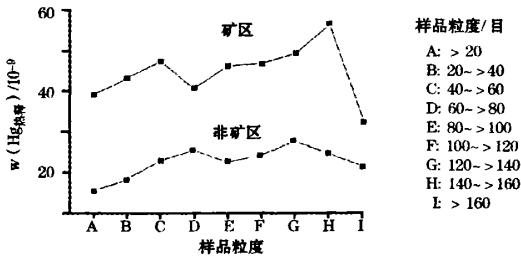


图3 矿区与非矿区热释汞量与粒度关系

(3) 本次测试温度与热释汞量的关系使用的是 RG-1 单波长原子吸收热释汞仪。在该方法中,样品的实际加热温度决定了汞的释出量的多少。从图 4 可以看出,当炉温在 600℃ 以上时,热释汞量较大,800℃ 时汞量最大,而 600℃ 以下时,释出的汞量明显较低。本次研究中,炉温取 800℃。直接加热 - 140 目的土壤样品,在最佳温度下热释一定时间,让样品所吸附的汞释放出来,然后用 RG-1 型原子吸收型测汞仪测定汞浓度。

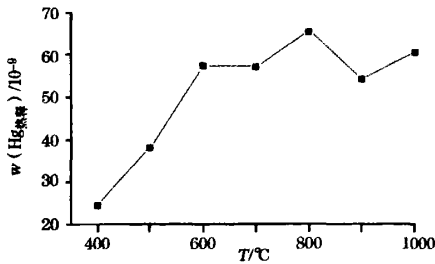


图4 炉温与热释汞量的关系

### 2.3 元素活动态测量

元素活动态测量技术源于早期的偏提取技术,是偏提取技术的发展与更新。元素活动态测量实质是指元素的相态测量。本次研究水提取相、黏土吸附相。在金属矿床及其围岩中,与矿有关的超微细金属或金属离子或化合物会相应增多,并会在地下水、电场、地气流、蒸发作用、浓度梯度、毛细管作用

等地质营力的作用下,向地表迁移,到达地表后被上覆土壤或其他疏松物的地球化学障所捕获,在原介质元素含量的基础上形成活动态叠加含量,用适当的提取剂将这些元素叠加含量提取出来,从而达到寻找和评价隐伏矿的目的。

实现相态分析的关键是相的准确划分和提取,以及灵敏、准确检出各相态中多种元素的分析技术。唯有如此,才能为正确评价、筛选化探异常提供有价值的信息。目前,相态的准确界定和提取方法还没有统一的标准,仍在探索中。

从元素活动态的提取,提取液的预处理到元素的测定,大致需要如下几个步骤:元素活动态的提取;提取液的预处理;使待测元素与杂质元素分离;破坏(分解)富集材料,使待测元素转为利于测定的化合物;用能保证检出待测元素的分析方法(主要是仪器分析方法)测定。

元素相态的提取方法如下:

(1) 水提取相。提取剂为去离子水,提取对象为金属离子、部分超微细粒金属、可溶性盐类中的金属、可溶性胶体及可溶性无机络合物与可溶性有机络合物金属。操作方法:10 g 样品加入 100 mL 去离子水,充分搅拌,放置 24 h,滤出清液送实验室分析,残渣留作下一相态的提取。

(2) 吸附与可交换相。提取剂为 5% 柠檬酸铵溶液,提取对象为被黏土矿物表面吸附或黏土矿物层间可交换的组分。操作方法:向水提取后的残渣中加到 100 mL 的 5% 柠檬酸铵溶液中,充分搅拌静置 24 h,滤出清液送实验室分析。

### 3 在矿区的应用

为了研究土壤电导率、土壤热释汞、元素活动态等非常规化探技术在覆盖区金、银多金属找矿中的可行性,首先在额仁陶勒盖银矿区进行了试验(图 5)。

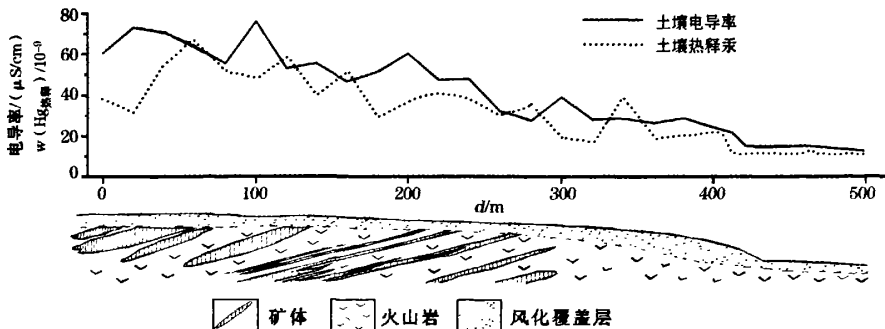


图5 额仁陶勒盖矿区土壤电导率和热释汞试验结果

试验剖面设在由露天采坑揭露的主矿体一侧,与主矿体垂直,从露天采坑的边部开始进入背景场,按 20 m 间距进行采样,采集深度为 40 cm。由土壤电导率和热释汞的测量结果(图 5)可以看出:在埋藏浅的矿体上方出现较突出的土壤电导率和热释汞异常;随着矿体埋深的加大,土壤电导率值和热释汞值有所下降,但仍有较强的异常显示;在远离矿体的地段,土壤电导率值和热释汞值为背景值。这表明

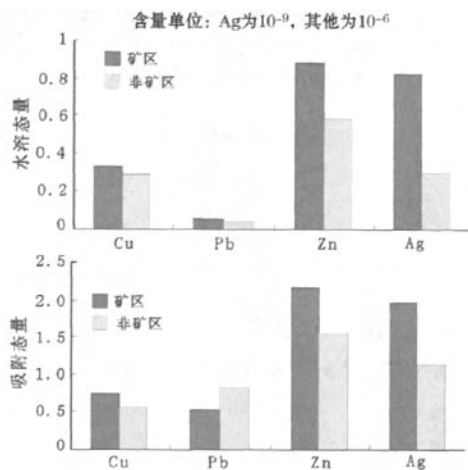


图 6 矿区与非矿区样品元素活动态含量对比

了土壤电导率和热释汞测量在覆盖区银多金属矿的找矿中的可行性。

同时,在额仁陶勒盖矿区矿体上方和外围非矿区采集土壤样品,进行了元素活动态含量的对比研究(图 6)。从图中可以看出,矿体上方的样品中水溶态、吸附态元素含量均高于矿区外围样品,表明利用元素活动态也可以对矿区和非矿区进行划分。同时,从 2 种不同相态元素的含量对比可知,对同一元素来讲,土壤中吸附态的元素含量明显高于水溶态。

#### 4 化探新技术在找矿远景区的应用

阿敦楚鲁、哈如勒敖包远景区面积分别为 44.43 km<sup>2</sup> 和 54.3 km<sup>2</sup>,均位于甲乌拉—查干布拉根矿银多金属矿床、额仁陶勒盖银矿床的附近,采样密度 8 件/km<sup>2</sup>。

以阿敦楚鲁区为例(图 7)。该区覆盖较厚,从地表碎石以及草原鼠挖出的碎石看,主要出露花岗杂岩体,中北部有侏罗系火山岩地层,成矿条件与额仁陶勒盖银矿床相似。1:2.5 万随机土壤地球化学测量出现的异常低缓、零星、吻合性差、无浓集中心;同时开展的新方法测量,土壤电导率、水溶态、吸附态的 Cu、Pb、Zn、Ag 的组合异常,形态较规整,规

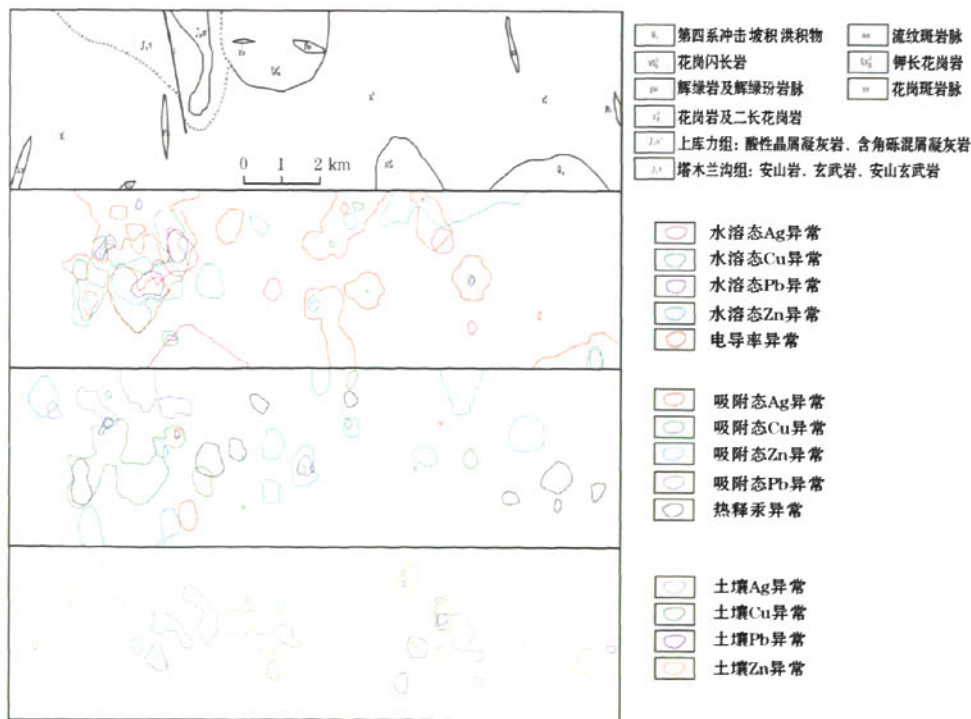


图 7 阿敦楚鲁普查区新方法与土壤异常对比

模较大,浓集中心明显,浓度分带性好。两者相比,新方法圈定的异常更加清晰,浓集中心更加明显,找矿指示意义更好。

## 5 结论

通过对于旱、半干旱风成沙覆盖区额仁陶勒盖银矿的土壤电导率、热释汞、元素活动态测量方法的实验研究和内蒙古新巴尔虎右旗地区 2 个普查区的应用,得出如下结论和认识:

(1)根据在已知银矿床上的土壤电导率、热释汞、元素活动态测量方法实验,利用这些方法在内蒙古干旱、半干旱风成沙覆盖区寻找多金属矿是行之有效的,其方法优于常规土壤测量。

(2)通过实验,新方法的采样深度为 40 cm、粒

度 -140 目,离子电导率搅拌时间在 1 min 以上,热释汞炉温取 800℃,元素活动态的水提取相提取剂为去离子水,吸附态的提取剂为 5% 柠檬酸铵溶液。

(3)单一方法受各种条件的制约,异常显示不完整,综合异常的指示意义更加明显。

## 参考文献:

- [1] 陈祥. 内蒙古额仁陶勒盖银矿床地质地球化学特征[D]. 长春地质学院,1991.
- [2] 王学求. 深穿透勘查地球化学[J]. 物探与化探,1998,22(3): 166.
- [3] 卢荫麻,白金峰. 元素活动态测量的分析方法[J]. 物探与化探,2000,24(1):28.

# THE STUDY AND APPLICATION OF NEW GEOCHEMICAL EXPLORATION TECHNIQUES IN XIN BARAG RIGHT BANNER, INNER MONGOLIA

LI Xiao-hong<sup>1</sup>, XIAO Cheng-dong<sup>1</sup>, CHAI She-li<sup>2</sup>, JIANG Hao<sup>1</sup>

(1. North China Bureau of Geological Exploration, Tianjin 300181, China; 2. Jilin University, Changchun 130026, China)

**Abstract:** The evaluation of ore-prospecting effects in thick overburden areas has long become a difficult point in geological exploration work. Based on method experiments in the Erentaolegai silver ore district of Xin Barag Right Banner, the authors have reached the conclusion that, in arid and airborne sand thick overburden areas, anomalies can be discovered by adopting the sampling depth of 40 cm, grain size of —140 mesh, ionic conductivity with stirring time of over 1 min, heat-release mercury with temperature of 800℃ and the measurement of water-soluble state and adsorption state of the element active state. In Adunchulu and Harule Obo prospective areas, the anomalies delineated by these methods are quite consistent with those delineated by routine soil geochemical survey and have obvious concentration centers.

**Key words:** soil geochemistry; ore-prospecting work in thick overburden area; soil ionic conductivity; heat-release mercury

作者简介: 李孝红(1964 -),男,河北南皮人,高级工程师,主要从事地球化学勘查和技术管理工作。