

doi:10.3969/j.issn.1007-3701.2014.04.008

## 内蒙古阿木伊勒特铅锌矿床物化探异常特征及其地质意义

魏小刚, 徐德伟, 刘振国

WEI Xiao-Gang, XU De-Wei, LIU Zhen-Guo

(内蒙古矿业开发有限责任公司, 呼和浩特 010020)

(Inner Mongolia Mining Exploitation Co., LTD, Hohhot, China)

**摘要:** 内蒙古阿木伊勒特铅锌矿床是 2005 年内蒙古自治区地质调查院承担的 1:50 000 矿产地质调查时发现的, 属于朝不楞—梨子沟多金属成矿带的西延部分。该区化探异常元素组合主要为 Ag、Cu、Cd、Mo、Zn、Pb、As、Sd 及铁族元素, 经 1:5 万与 1:1 万土壤测量成果对比, 异常重现性好、强度增高, 浓集中心明显, 与地表矿化蚀变带吻合较好。但常规物探激电面积测量未发现极化体的存在, 为探测深部隐伏矿体, 结合地质特征, 布置 CR 法剖面, 取得了较好的效果。总结该矿床的地质特征、物化探特征, 提出其成矿规律, 为本地区下一步找矿工作的开展提供借鉴。

**关键词:** 阿木伊勒特; 地球化学; 复电阻率; 铅锌矿床

**中图分类号:** P631

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-3701(2014)04-368-07

**WEI X G, XU D W, LIU Z G. Geophysical and Geochemical Anomalous Features of lead and zinc Deposit in Amuyilete, Inner Mongolia and Its Geological Significance. *Geology and Mineral Resources of South China*, 2014, 30(4): 368–374.**

**Abstract:** Amuyilete Pb–Zn deposit of Inner Mongolia belongs to the west extension of Chaobuleng–Lizigou polymetallic metallogenic belt, which was found in 2005 when 1:50 000 mineral geological survey was undertaken by Geological Survey Institute of Inner Mongolia. The geochemical anomalous element assemblage is mainly composed of Ag, Cu, Cd, Mo, Zn, Pb, As, Sd and iron group elements. The comparison between the 1:50 000 and the 1:10 000 soil surveys shows that the reproducibility of anomaly is very well with the increased strength and the clear concentration center. It is in good agreement with the surface mineralization alteration zones. However, there is no polarizable body existed via the conventional geophysical induced polarization area survey. To detect deep concealed deposits, CR profiles have been arranged combined with the geological characteristics and achieve a great result. In summary, it is to provide references of carrying out further prospecting work in this area that we shall summarize the geological, geophysical and geochemical features in the deposit and the metallogenic regularity.

**Key words:** geochemistry exploration; complex resistivity; Amuyilete lead–zinc deposit

中蒙边境内蒙古自治区苏尼特左旗阿木伊勒特铅锌矿床是 2005 年内蒙古自治区地质调查院承担的 1:50 000 矿产地质调查时发现的。目前, 根据浅地表槽探工程及深部钻孔控制, 初步确定为

收稿日期: 2014-05-22; 修回日期: 2014-06-03.

市场项目: 内蒙古自治区苏尼特左旗阿木伊勒特银多金属矿普查.

第一作者: 魏小刚(1981—), 男, 硕士, 地质工程师, 主要从事矿产地质工作. Email: 8623017@qq.com.

小—中型矿床规模。

阿木伊勒特银铜铅锌矿床朝不楞—梨子沟多金属成矿带的西延部分,在该成矿带上已知的矿床类型有接触交代型和热液型,且以接触交代型矿床为主。已知在华力西期的铁钼矿床(梨子山)、铁矿床(塔尔其、中道山);燕山期铁多金属矿床(朝不楞、八十公里、查干敖包),铜锌矿床(巴林),热液型有吉林宝力格银矿床,从而构成一个华力西、燕山期接触交代型为主的多金属成矿带。该矿床在发现的过程中地球物理(特别是深部物探)、地球化学等勘探方法起到尤为重要的作用。总结其物化探特征及成矿规律,可为今后该类型找矿靶区的优选和找到类似特征的矿床提供依据<sup>[1-3]</sup>。

## 1 地质背景

本区大地构造位置属西伯利亚板块东南大陆边缘东乌旗—扎兰屯火山型被动陆缘及二连—贺根山板块对接带,南部即为华北板块北部大陆边缘锡林浩特火山型被动陆缘,位于大兴安岭中段华力西、燕山期铁、锌、钨、金、铅、铬成矿带(Ⅲ4),朝不楞—梨子山Fe、Zn多金属成矿远景区<sup>[3]</sup>。

本区出露地层为泥盆系下统泥鳅河组(D<sub>1n</sub>),约占本区面积的80%左右,地层总体呈单斜形态产出,走向呈北西350°左右,倾向北东80°,倾角54°~70°;因多期构造运动作用,层间褶皱发育。

本区处于北东向构造带(北东50°左右)与北北东向构造带(北东25°左右)交接部位,表现形式为东部边界的向斜及北部边界的张性、张扭性断裂。褶曲主要为东部向斜,它是区域内红格尔—阿木伊勒特隆起之巴润额根呼都格之一部分。向斜轴向NE20°,核部地层为上侏罗统玛尼吐组玄武岩,两翼为下泥盆统泥鳅河组变质砂岩,两组地层为不整合接触。断裂主要呈北西向展布,倾向南西及北东,倾角60°~70°,次为北东向断裂,倾向南东,断裂带两侧有明显的碎裂岩化及断层角砾岩带,两组断裂为该区主要控矿构造。

本区岩浆岩类型较少,主要有黑云母花岗岩(γ<sub>4</sub><sup>3</sup>)和花岗斑岩脉、闪长玢岩脉以及石英脉。

阿木伊勒特银多金属矿床,根据断裂构造带的展布特征、矿(化)体分布情况及综合物化探资料推

测,大致可分为北、中、南三个矿(化)带,由六个蚀变带组成,与化探异常吻合较好(图1)。

## 2 地球化学特征

该区在1:5万土壤测量所圈定的AS3多金属异常的基础上,进行了1:1万土壤地球化学测量,与1:5万土壤测量所圈定的AS3多金属异常相对比,异常重现性好(图1),且强度增高。AS3通过1:1万土壤地球化学测量查证,进一步分解为乙1类7个、乙2类8个、丙类15个<sup>[4]</sup>。

使用土壤元素分析数据进行R型点群分析,同时结合各地质单元元素富集程度划分元素组合。从图2可以看出,按相关系数0.4相似水平,元素共生组合划分为两大类:

(1)第一类为Ag、Cu、Zn、Pb成矿元素及As、Sb、W伴生元素组合。系测区褐铁矿化蚀变带及泥鳅河组矿化特征的反映。

(2)第二类为单元素类,Mo元素反映玛尼特组、花岗岩及石英斑岩脉接触带上元素富集特征。Au元素与其它元素相关性差,显示出呈单点富集特征,多以自然Au或砂Au出现。Hg元素多与断裂活动相关。

以13乙1异常为例,异常位于测区中部布朗呼都格南1.5 km处。异常呈不规则状,面积0.15 km<sup>2</sup>。主要为Cu、Pb、Zn、Au、Ag元素异常,其次为Sb元素异常。各元素异常相互叠加较好,主要浓集中心有两个,分别在异常的南西、北东地段,与已知的I、I-I两条矿化蚀变带相吻合,形成东西两头异常强度高,中间强度低的舒缓过渡的哑铃状。Cu、Pb、Zn、Au、Ag元素异常最高值分别为:Cu 9900 × 10<sup>-6</sup> ~ 306 × 10<sup>-6</sup>、Pb 2314 × 10<sup>-6</sup> ~ 769 × 10<sup>-6</sup>、Zn 1100 × 10<sup>-6</sup> ~ 1112 × 10<sup>-6</sup>、Au 63.6 × 10<sup>-9</sup> ~ 7 × 10<sup>-9</sup>、Ag 10000 × 10<sup>-9</sup> ~ 2019 × 10<sup>-9</sup>;平均值为:Cu 427.7 × 10<sup>-6</sup>、Pb 240.9 × 10<sup>-6</sup>、Zn 409.4 × 10<sup>-6</sup>、Au 32.9 × 10<sup>-9</sup>、Ag 1627.1 × 10<sup>-9</sup>;衬度为:Cu 7.11、Pb 4.8、Zn 2.0、Au 16.5、Ag 2.0。

## 3 地球物理特征

### 3.1 激电中梯异常特征

为了进一步缩小靶区,结合蚀变带分布及化探

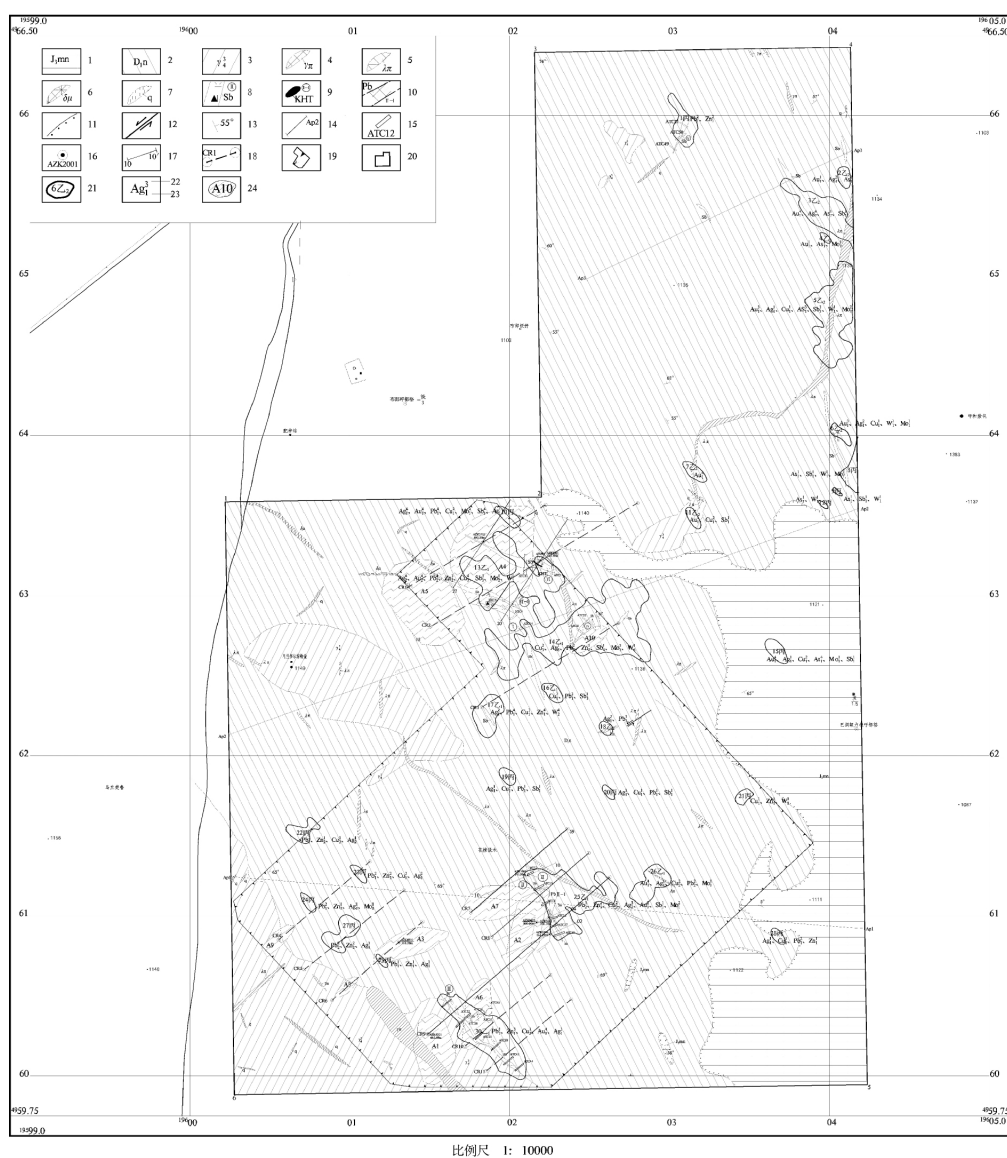


图1 阿木伊勒特矿区综合地质图

Fig. 1 The comprehensive geological map of amuyilete area

1-上侏罗系玛尼吐组;2-泥盆系下统泥鳅河组;3-海西晚期中粗粒花岗岩;4-花岗斑岩;5-石英斑岩脉;6-闪长玢岩脉;7-石英脉;8-蚀变带及编号;9-矿化体及编号;10-铅矿体及编号;11-地层不整合界限;12-断层;13-地层产状;14-实测地质剖面位置及编号;15-探槽位置及编号;16-钻孔位置及编号;17-勘探线位置及编号;18-CR测线剖面位置及编号;19-激电面积测量区;20-工作区范围;21-多金属异常及编号;22-化探异常最高强度级别;23-化探异常浓集中心数;24-CR法极化异常及编号。

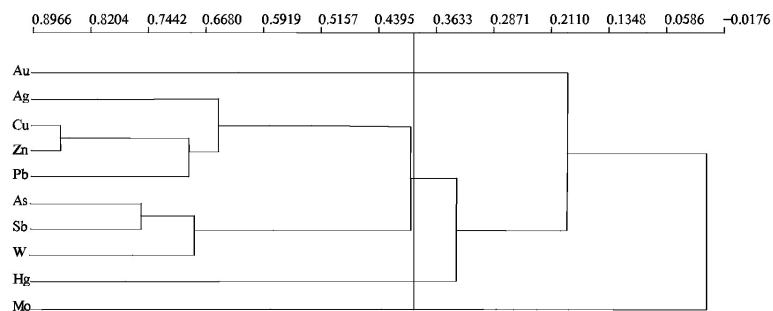


图2 测区土壤元素R型点群分析谱系图

Fig. 2 R type point group analysis spectrum diagram about soil element

异常特征,对异常区进行 1:1 万激电中梯扫面工作。工区采集岩(矿)石电性标本 35 块,采用标本架法、利用 DMF-1 供电模拟器和 WDJS-2 数字直流激电接收机进行了典型电性测定,统计结果见表 1:

表1 阿木伊勒特测区地表岩样电性参数测定结果统计表  
Table 1 The physical parameters of samples from surface rocks in Amuyilete area

| 岩性   | 块数 | 电阻率 ( $\Omega \cdot m$ ) |            | 极化率 (%) |             |
|------|----|--------------------------|------------|---------|-------------|
|      |    | 平均值                      | 变化范围       | 平均值     | 变化范围        |
| 变质砂岩 | 29 | 582                      | 184 ~ 2249 | 0.57    | 0.19 ~ 1.37 |
| 石英脉  | 2  | 1111                     | 983 ~ 1238 | 0.29    | 0.27 ~ 0.31 |
| 铜矿石  | 4  | 693                      | 266 ~ 1093 | 1.32    | 0.99 ~ 1.48 |

统计结果表明:

- (1)区内铜矿(化)石(孔雀石化硅化变质细砂岩)较围岩具高极化效应。铜矿(化)石的极化率均值为 1.32%,最高值 1.48%,而围岩的极化率均值为 0.57%,最高值为 1.37%。两者存在较明显差异。
  - (2)石英脉的极化率最低,平均值为 0.29%,而电阻率最高,平均值为 1111  $\Omega \cdot m$ ,最高值为 1238  $\Omega \cdot m$ 。
  - (3)铜矿(化)石的电阻率略高于变质砂岩,但远低于石英脉。
  - (4)铜矿(化)石的高激电效应与金属矿化有关,而电阻率高于围岩则与矿化体破碎强烈硅化有关。
- 综上所述,本区利用激电方法找矿具有明显的地球物理前提,而且应特别注意视极化率低缓异常。

本区激电中梯扫面野外工作采用重庆奔腾数控技术研究所生产的 WDFZ-10 大功率发射机和 WDJS-2 数字直流激电接收机,供电极距 AB=1200 m,测量极距 MN=40 m,点距 20 m;采用双向短脉冲供电,供电时间 8 秒,周期 32 秒,积分延时 200 毫秒,积分 40 毫秒;观测段为 AB 极中部 2/3 段区间(800 m)。

通过激电中梯面积测量,电阻率(图 3)在工区表现为西北大,东南小,说明变质岩岩性变化较大;全区视极化率(图 4)值均小于 2%,绝大部分在 1%以下,个别高于 2%的点经实地检查证实,是由牧民所围的铁丝网所引起,说明浅部(200 m 以内)无明显激电异常。深部是否存在具工业价值的多金属矿体,需采用新的勘查深度大的电磁方法来进行进一步勘查。

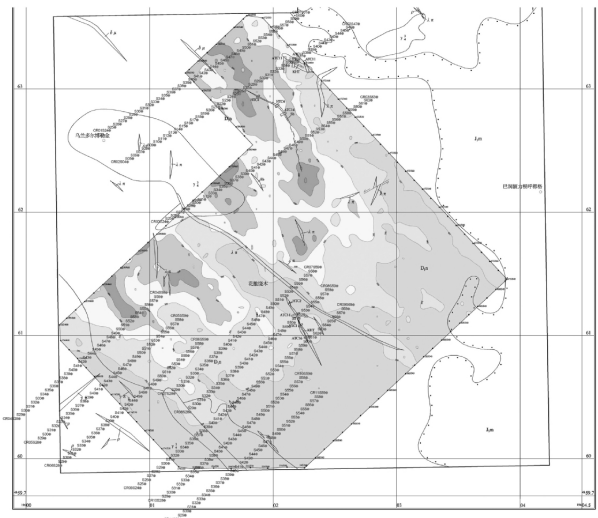


图3 激电扫面视电阻率平面图

Fig. 3 Apparent resistivity plan of IP area measuring

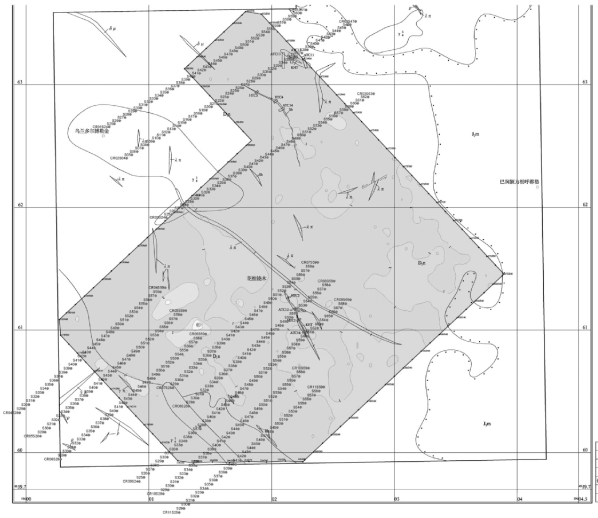


图4 激电扫面视极化率平面

Fig. 4 Apparent chargeab plan of IP area measuring

表2 CR-02测线极化异常参数表

Table 2 The Polarization (IP) anomaly parameters of measuring line-02

| 极化异常            | 中心位置 | 最近点号 | 中心埋深(m) | 厚度(m) | 横向展宽(m) |
|-----------------|------|------|---------|-------|---------|
| 2M <sub>1</sub> | 1190 | 36   | 350     | 30    | 50      |
| 2M <sub>2</sub> | 1480 | 42   | 320     | 20    | 120     |
| 2M <sub>3</sub> | 890  | 30   | 800     | 60    | 150     |

### 3.2 CR 法剖面异常特征

根据本区物性特征,确定工区的电磁法找矿模式:高阻高极化异常(矿化异常强烈硅化);低阻高极化异常(矿化异常)<sup>[5]</sup>。布设了 11 条 CR 法剖面(剖面位置见图 3、图 4),全长 10.8 km。本次野外施工使用的是加拿大凤凰公司新一代网络型综合 V8 系统。其中,发射机为 TXV30 型,电源为 30 kw 的发电机组,输出频率:0-400HZ;接收机 V8 是多道自动扫频测量系统,通过 A、B 电极向下供电。采用偶极-偶极排列装置。通过对 CR 法资料的真参数反演成像,得到工区内 11 条测线的电阻率断面图和极化率断面图,发现有意义的矿异常 10 个,并

进行了等级划分,给出了空间分布状态参数,为钻孔布置提供了重要依据。从矿异常平面分布图看,重点为 A1 至 A4 矿异常体,这几个异常体埋深一般小 400 m,且与化探异常 30 乙 1、25 乙 1 和 13 乙 1 相吻合,以 CR02 线为例说明。

CR-02 测线剖面长度 1950 m,剖面深度范围从埋深 200 至 950 m。从极化率断面图(图 5)看出,埋深 400 m 范围内有多个极化异常体,表层较为连续,中间层间断,深部(700 至 900 m)在测线两端有较强极化异常。将这些异常位置与同一剖面电阻率断面图(图 6)对比发现:符合“高极化中低电阻率”异常模式的仅有 2M1、2M2 和 2M3 异常(分别与

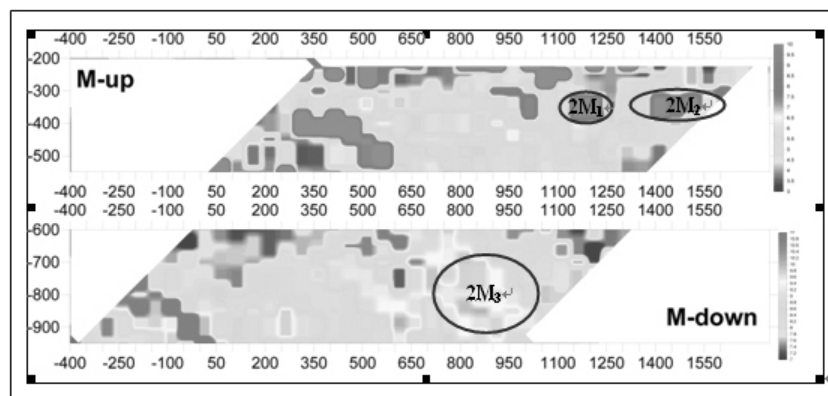


图5 阿木伊勒特地区CR法勘探02测线反演极化率断面图

Fig. 5 The inversion resistivity profile of exploration of CR across line 02 in Amuyilete area

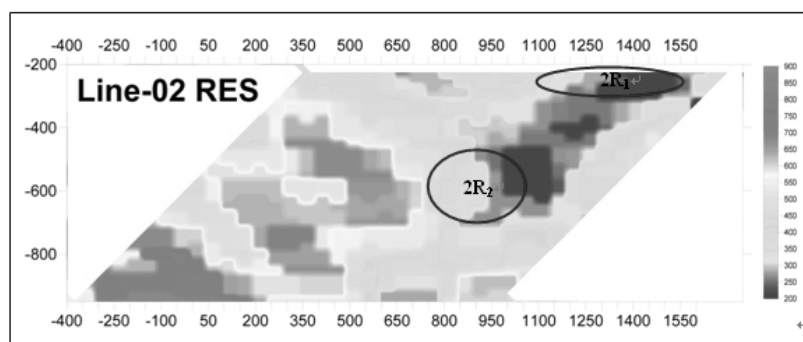


图6 阿木伊勒特地区CR法勘探02测线反演电阻率断面图

Fig. 6 The inversion polarizability profile of exploration of CR across line 02 in Amuyilete area

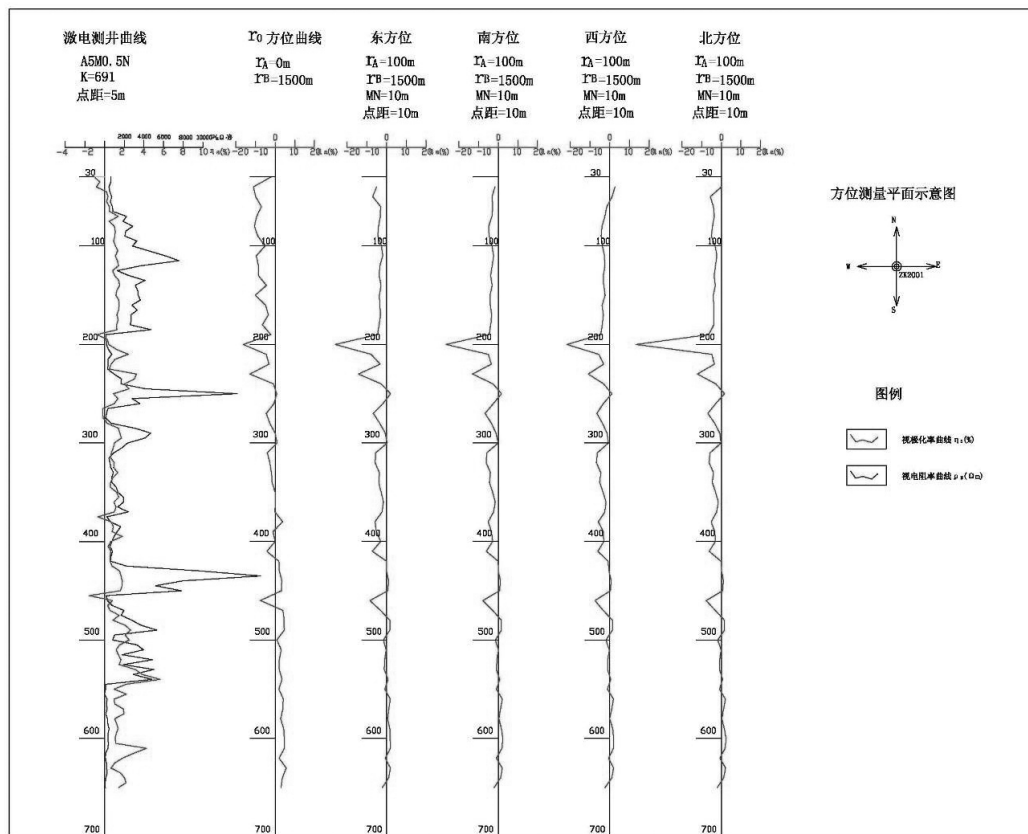


图7 ZK2001钻孔激发极化测井成果图

Fig. 7 ZK2001 Drilling induced polarization log results

2R1、2R2 中低电阻率值相对应), 三个异常几何参数如表 2 所示。

### 3.3 激电测井

对已知见矿钻孔进行激电测井(图 7), 结果表明, 曲线完整、连续, 岩层物性特征反应明显, 本区矿层在孔内物性特征表现为低电阻率, 高自然电位和高极化率的组合特征。ZK2001 钻孔位于工区西北部, 钻探深度 660 m。由于钻探井底有 7~8 m 的岩粉沉淀, 测试深度为 650 m。钻遇地层为下泥盆泥鳅河组(D1n), 未打穿。测井曲线在钻井 189~194 m、454~457 m、268~271 m 存在明显的电阻率、自然电位和极化率异常, 推断为矿层反映。钻孔揭露, 在钻井 266.9~268.9 m 段存在达到工业品位的铅锌矿化体。

## 4 钻孔验证

经过综合研究矿区的地质、地球物理、地球化学勘探资料, 共圈出 6 条矿化蚀变带, 即 I、II、III、

IV、V、VI 矿化蚀变带, 对 VI、II 号矿化蚀变带钻探验证, 共施工 8 个钻孔, 累计进尺 3395.05 m。本区仅 II 号蚀变带地表发现一个矿体, 经分别在 VI、II 号矿化蚀变带钻探验证已发现隐伏矿体 2 个, 矿层 17 层, 含矿(或矿化)地层(D1n)厚约 500 m。含铅品位最高 4.86%, 平均品位 3.90%, 含锌品位最高为 1.58, 平均品位 1.55%。矿石的金属成分主要为方铅矿、闪锌矿、黄铜矿<sup>[4]</sup>。钻探结果证明结合地质、物探、化探等方法在该区取得了很好的效果。

## 5 控矿因素探讨

(1) 地层因素: 该矿床主要分布在下泥盆系泥鳅河组地层中, 受地层层位、岩性和岩相的控制<sup>[6]</sup>。该地层主要为一套滨海—浅海相沉积的碳酸盐岩、细碎屑岩, 其物质来源于早期的各类岩矿石风化破碎物, 早期物质中成矿物质的沉积是该矿床的来源之一。其证据有二: 一是在本区内地质观察点(AD470)处, 泥鳅河组底部砾岩层中的砾石中所发

现的孔雀石及原生方铅矿。二是据化探资料统计该地层中 W、As、Sb、Ag、Pb、Au、Zn、Cu、Hg, 元素具明显的富集和强分异特点。所以该矿床受地层因素影响大。

(2)构造因素:该矿体主要受构造裂隙的控制,矿体多沿顺层断裂或与地层倾角相近的岩石次生裂隙充填,板状、似层状矿体特征明显。

(3)岩浆岩因素:区内华力西晚期岩浆岩发育,主要分布于本区南西部,中部亦有零星出露。该岩体的存在,不仅提供了成矿热源,也是引起矿区内岩(矿)石发生蚀变的原因之一。其次区内分布的花岗斑岩脉中(富集的元素为 As、Ag、Au、Mo、Sb、Pb、W, 贫化 Cu、Zn; 具明显分异—强分异的为 Ag、Cu、Sb、Pb、Au、Zn、As、Ag 元素),对早期矿化层起到了富集改造的作用,是成矿的主要原因。

## 6 结论

(1)区域矿产统计分析泥盆系地层是主要赋矿围岩,本区成矿最好的区段主要位于泥盆系泥鳅河组变质砂岩中,具有明显的层控特征和成矿专属性。本区北西向和北东向两组断裂构造与多金属矿化关系密切,矿体多受构造裂隙控制。因此,地层中层间滑动带、低次序的构造破碎带、以及节理、裂隙

发育的地区,是寻找该类矿床的重要构造标志。

(2)复电阻率测量是适合于本区的有效找矿手段,高阻高极化(矿化异常强烈硅化)和低阻高极化异常(矿化异常)为本工区矿异常解译模式,对矿体预示性较好。

(3)本区多金属化探异常是以 Ag、Cu、Pb、Zn 为主的综合异常,特别是上述异常的地质背景是泥鳅河组地层分布区时,具有良好的找矿前景。

## 参考文献:

- [1] 邵积东. 内蒙古大地构造分区及其特征 [J]. 内蒙古地质, 1998, 87(2): 1-23.
- [2] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1991.
- [3] 邵和明, 张履桥. 内蒙古自治区主要成矿区(带)和成矿系列 [M]. 北京:地质出版社, 2001.
- [4] 刘振国, 魏小刚. 内蒙古自治区苏尼特左旗阿木伊勒特银多金属矿普查报告[R]. 呼和浩特:内蒙古矿业开发有限责任公司, 2008.
- [5] 严良俊, 苏朱刘, 谢兴兵. 内蒙古自治区苏尼特左旗阿木伊勒特银多金属矿 CR 法勘探成果报告[R]. 湖北荆州:长江大学, 2008.
- [6] 聂凤军, 江思宏, 张义. 中蒙边境中东段金属矿床成矿规律和找矿方向[M]. 北京:地质出版社, 2007: 556-561.