Contributions to Geology and Mineral Resources Research

 $doi: 10.\,6053/j.\,issn.\,1001-1412.\,2024.\,04.\,012$

激电中梯测量在大红山金多金属矿区 的找矿应用

藏瑞秋1,王昆2,王见荣3

(1. 昆明理工大学国土资源工程学院,昆明 650093;
2. 昆明理工大学建筑工程学院,昆明 650500;
3. 河北省地球物理勘查院,河北省浅层地热能研究中心,河北 廊坊 065000)

摘要: 为查明内蒙古自治区额济纳旗大红山金多金属矿区地球物理特征以及区域成矿地质条件,采用激电中梯法在研究区内开展了1:10000 激电中梯测量和1:5000 激电剖面测量,共查明激电异常2处(JD1、JD2)。结合矿区内地质资料,分析2处激电异常区域和激电中梯剖面图,得出该多金属矿区内金属硫化物矿体是造成高极化率异常的主要原因,高极化率异常是下一阶段找矿工作的关键线索。相关工作为今后该区域以及相邻区域寻找类似矿床起到了一定的指导作用。 关键词: 大红山金多金属矿区;激电中梯测量;激电异常;额济纳旗 中图分类号: P631;P618.51 文献标识码: A

0 引言

我国在 20 世纪中期就已经开始采用地球物理 方法寻找多金属矿床。随着我国经济的快速发展, 各种矿产资源的消耗量越来越大,矿产资源危机越 发严重,因此,找矿工作的重心也逐渐向深部转移。

激电中梯法是一种电法勘探手段,是以岩石不同的激发效应为基础,通过人工直流电流激发,了解极化体的空间分布范围及产状,其优势在于能够快速圈定侵染矿体异常区域。在矿产资源勘查、水文地质勘查以及工程勘查等领域都具有广泛的应用, 在找矿以及探测方面取得了较为理想的效果^[1-4]。 刘振山、张进宇、苏晓波等^[5-7]在内蒙古地区不同多 金属矿区采用激电测量,查明激电中梯和激电测深 在铅锌矿、铜矿等与硫化物有关的金属矿床勘查中 发挥了重要作用。裴进云、沈立军等^[8-9]查明激电中 梯和激电测深在钨铜矿床及金矿等多金属矿床勘查 中同样也发挥了重要作用。孙仁斌、金弘文等^[10-11] 查明硫化矿体都具备高极化率异常的特征,因此高 极化异常正是寻找硫化矿物的重要指标。李忠 等^[12]发现激电中梯法是深部找矿工作中非常有效 的地球物理方法。

内蒙古自治区额济纳旗大红山金多金属矿区位 于内蒙古自治区额济纳旗境内,为深部储矿潜力区 域。该研究矿区的找矿工作无实质性进展。本文通 过在内蒙古自治区额济纳旗大红山金多金属矿区开 展1:10000 激电中梯测量、1:5000 激电剖面测 量,介绍并解释激电测量在该矿区的应用效果及找 矿指导意义。

1 区域地质背景

内蒙古自治区额济纳旗大红山金多金属矿区的 区域大地构造位置属塔里木板块(Ⅰ级)北山古生代 造山带(Ⅱ级)旱山地块(Ⅲ级)。研究区所处的北山

收稿日期: 2024-08-14; 责任编辑: 沈名星

基金项目: 云南省基础研究计划项目(编号:202301AU070022)资助。

作者简介: 藏瑞秋(2000—),男,硕士研究生,研究方向为地球物理勘探。E-mail:1529612765@qq.com

通信作者: 王昆(1988—),男,高级工程师,主要从事地球物理勘探及工程地质等方面的工作。E-mail:kmwk2016@kust.edu.cn

地区在古生代经历了拉张-俯冲-汇聚-碰撞-造山等 长期而复杂的构造演化过程,多期次的构造-岩浆活 动为成矿元素的活化、富集成矿创造了条件。

1.1 地层

研究区地层区划:晚古生代地层属塔里木-南疆 地层大区(\mathbb{N}),中、南天山-北天山地层区(\mathbb{N}_1),觉 罗塔格-黑鹰山地层分区(\mathbb{N}_1^1)(图 1);中、新生代地 层属天山地层区(1)之北天山地层分区-黑鹰山地层 分区(1_1)(图 2)。

区域上出露地层由老至新依次为元古界北山岩 群($Pt_1B.$)、中-下泥盆统红尖山组($D_{1-2}h$)、上泥盆 统圆锥山组(D_3y)、下石炭统绿条山组(C_1l)和白山 组(C_1b)、下白垩统赤金堡组(K_1c)、新近系苦泉组 (N_2k)及全新统(表 1)。



图 1 区域古生代地层区划图

Fig. 1 Regional division of Psleozoic strata



图 2 区域中、新生代地层区划图 Fig. 2 Regional division of meso-Cenozoic strata

1.2 构造

早古生代石板井-小黄山洋盆闭合,哈萨克斯坦 板块与塔里木板块拼合成塔里木-哈萨克斯坦联合 板块。研究区位于该联合板块的北缘,属晚古生代 活动陆缘。区域内的石炭系发育小型紧闭褶皱,轴 线与区内构造线方向基本一致;二叠系发育宽缓的 褶皱构成研究区的基本构造要素。

1.3 地球物理特征

研究区开展过1:10000高精度磁测工作,共推 测出断裂9处(TF1-TF9)。研究区磁场以平静的 负磁异常上叠加串珠状或带状正磁异常为主要特 征,异常区内主要出露石炭系绿条山组,绿条山组的 黄色变长石石英砂岩、杂砂岩、粉砂岩夹灰岩等磁性 偏弱(K=119×4π×10⁻⁶SI,Jr=64×10⁻³A/m),分布

	表 1	区域地层简表	
T 11 1	р.	1 1.	

				Table 1	Regional	stratigraphic	column	
年代地层			岩石地层单位			件旦	44.14	
界	系	统	群	组	段	- 164	石住油述	
	第四系	全新统				$\mathbf{Q}_{\mathrm{h}}^{\ \ pal}$	洪冲积物	
初生介 -	新近系			苦泉组		N_2k	砖红色弱固结砾岩、砂砾岩、含砾粉砂质泥岩	
中生界	白垩系	下统		赤金堡组		$K_1\hat{c}$	上部:紫红色泥岩夹灰黄色含砾砂岩、弱固结粗粒岩 夹石膏层;中下部:灰黄色、灰绿色泥岩砂砾岩、长石 砂岩、富含动物化石	
			_	白山组		$C_1 b$	变安山岩、变英安岩、凝灰岩等	
	石炭系	下弦			板岩段	$C_1 l^2$	灰色粉砂质板岩、硅质板岩、硅质岩	
古生界 _		1. 90		绿条山组	砾岩段	$C_1 l^1$	浅灰色变石英砂岩、长石石英砂岩、砾岩及少量粉砂 岩板岩、大理岩及中酸性火山岩	
	上统 泥盆系			圆锥山组		$D_3 y$	灰色、灰绿色夹紫色、紫红色安山岩、英安岩、流纹岩, 底部为紫色火山角砾岩、含火山角砾英安岩	
		中下统	_	红尖山组		$D_{1-2}h$	灰绿色安山岩、灰色英安岩及凝灰岩	
十元十甲			业市市新	石英岩岩组		$Pt_1B.^2$	浅灰色石英岩局部夹变粒岩	
百九百介			北山石矸	片岩岩组		$Pt_1B.$ ¹	灰色黑云石英片岩、二云石英片岩夹大理岩	

相对均匀,由此可以推测,区内相对平静的负磁异常 由绿条山组引起,而串珠状或带状正磁异常是由断 裂构造内充填富含铁磁性矿物的岩石所致。经分析 研究,对区内主要地质单元及构造的磁性等特征有 了基本的认识,达到对研究区找矿工作的指示性目 的。

2 勘探方法

2.1 勘探仪器

使用设备为北京地质仪器厂生产的 DJF-10A 型激电发送机、DZ-10型激电电源、DWJ-3B 型微 机激电仪和 10 kW 大功率发电机。为满足大功率 激电测量要求,工作中采用中梯装置,AB=1500 m,MN=40 m。观测范围限于装置中部 2/3 范围; 测线或剖面长度大于 2/3AB时,相邻测段需有 2~3 个重复观测点。一线供电多线观测时,主测线和旁 测线距离均小于 AB 距的 1/5。

野外工作中使用 WDJS-1 型微机激电接收机,

WDFZ-1型发送机进行供电,供电脉宽 8 s,供电周 期 32 s,延时 200 ms,积分区间 50 ms,叠加次数为 2 次。工作过程中,进行了激电接收机一致性试验, 并对各台接收机进行精度标定。在工作区域内,选 视极化率起伏地段,布设 AB = 1500 m 的大极距, MN = 40 m 的小极距,用 4 台仪器对点距为 20 m 的 25 个测点进行往返观测。计算各台仪器的一致 性,以视极化率均方误差 $M(\gamma)$ 及视电阻率均方误 差 $M(\rho s)$ 较小的仪器作为参照仪器,即 1 # 仪器,其 它仪器相对 1 # 仪器求取均方相对误差,即多台仪 器的一致性。测定结果如表 2 和表 3 所示。

计算使用公式:

$$M\eta s = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{1}^{n} (\frac{\eta s i - \eta s i'}{\eta' s i})^2}$$

式中: ηsi. 第 i 点被测仪器视激化率; ηsi'. 第 i 点标 准仪器视激化率; n. 参加统计的测点数。

对投入4台电法仪器进行精度标定,测定结果 如表4所示。

由以上试验结果可知,4 台仪器测量精度均为 A级。

表 2 单台仪器一致性统计

Table 2	Statistics of	of consistency	of a	single	instrument	measurement
rabie 2	oturiotico (Ji combibiliteriey	oru	Single	motrument	measurement

仪器编号	1 #	2 #	3 #	4 #	备注
$M(\eta s)$	0.515%	0.467%	0.565%	0.553%	均方相对误差
$M(\rho s)$	0.625%	0.839%	0.679%	0.667%	均方相对误差

表 3 多台仪器一致性统计

```
Table 3 Statistics of consistency of multiple instruments measurement
```

仪器编号	2#与1#号一致性	3#与1#号一致性	4#与1#号一致性	备注
$M(\eta s)$	0.249%	0.453%	0.237%	均方相对误差
$M(\rho s)$	0.509%	0.333%	0.398%	均方相对误差

表 4 各台仪器时间域激电精度标定统计

Table 4 Statistics of IP precision calibration in time domain of each instrument

1 # 仪器精度测定				2 # 仪器精度测定				
模拟输出 仪器》		器测定 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		以输出	仪器	异测定		
ηs (%)	$\Delta V_1(\mathrm{mv})$	ηs (%)	ΔV_1 (mv)	ηs ($\%$)	$\Delta V_1(\mathrm{mv})$	ηs (%)	ΔV_1 (mv)	
2	10	2.01	9.99	2	10	2.01	9.97	
20	10	20.03	9.97	20	10	20.21	9.99	
2	30	2.01	29.88	2	30	2.01	29.97	
20	30	20.01	29.94	20	30	20.02	29.92	
2	100	2.01	98.98	2	100	2.03	99.9	
20	100	20.03	99.91	20	100	20.02	99.8	
2	300	2.02	299.32	2	300	2.01	299.5	
20	300	20.01	299.62	20	300	20.02	299.2	

	3 # 仪器精度测定				4 # 仪器精度测定				
模打	模拟输出		仪器测定		模拟输出		剥定		
ηs ($\%$)	$\Delta V_1(\mathrm{mv})$	ηs ($\%$)	ΔV_1 (mv)	$\eta_s(\%)$	$\Delta V_1 ({ m mv})$	ηs (%)	$\Delta V_1(\mathrm{mv})$		
2	10	2.01	9.98	2	10	2.02	9.98		
20	10	20.01	9.98	20	10	20.01	9.98		
2	30	2.01	29.83	2	30	2.01	30.11		
20	30	20.02	29.91	20	30	20.03	30.06		
2	100	2.03	99.95	2	100	2.02	100.03		
20	100	20.01	99.89	20	100	20.14	100.03		
2	300	2.04	299.8	2	300	2.03	300.2		
20	300	20.05	299.2	20	300	20.04	300.1		

2.2 激电中梯测量

激电中梯测网布设比例尺为1:10000,综合剖 面测网布设比例尺为1:5000。具体测量方法为: 基础控制完成后,在测量手薄内建立任务,并用覆盖 测区的3个已知点进行三参数计算,计算结果满足 设计要求。外业测量时将基准站建立在已知点上, 使用另2台H30作为流动站接收机,在其它已知点 校对无误后进行 RTK测量。依据物探工作布置图 设计的测网点位理论坐标,按网度100m×40m在 实地以线放样方式布设测网,实时测定测网点位的 平面坐标和高程。测网点位按每40m处设置竹竿 标记,每200m处设置木桩并标记点线号;综合剖 面按点距20m在实地以线放样方式布设测线,测 线点位按每20m处设置竹竿标记,每100m处设 置木桩并标记点线号。

2.3 物性测量

电性测量:标本测定前用水浸泡 24 h,为了避免 表面湿度的影响,需在测定之前 0.5~1 h 将岩石表 面擦干。标本测量使用激电模拟器和 DWJ - 3B 激 电仪测量,采用面团法对标本进行测定。用潮湿的 面团代替标本架,为了改善其导电性和防止发酵,需 在其中加适量硫酸铜溶液,确保得到更为准确的结 果。

(1)电性

极化率:
$$\eta = \frac{\Delta V_2}{V} \times 100\%$$

电阻率: $\rho = \frac{S}{L} \frac{\Delta V - \Delta V_2}{I}$

式中: η . 极化率; ρ . 电阻率; ΔV_2 . 二次电位差; ΔV . 总电位差;S. 接触面积;L. 标本厚度;I. 电流。

(2)误差统计

①算数平均数:
$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_{i}}{n}$$

②平均相对误差: $\overline{\eta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{|T_{i2} - T_{i1}|}{|T_{i2} + T_{i1}|} \times 100\%$

式中: T_{i2} 与 T_{i1} .第i点的原始观测与检查观测。

③均方相对误差:
$$M = \pm \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^{n} (A_i - B_i)^2}$$

式中:A_i.第*i*件样品一次测量结果;B_i.第*i*件样品 另一次测量结果;n.质检标本个数。

3 测试与勘探结果

3.1 物性测定结果

本次工作共对测区内6类主要岩(矿)石进行电 性参数测定,测定结果如表5所示。

3.2 激电中梯面积测量结果及解释

从视极化率等值线平面图(图 3)可以看出,测 区视极化率值(η s)较高,且变化范围较大,0.02%~ 8.99%范围内变化;从视电阻率等值线平面图(图 4)可以看出测区视电阻率值变化范围也较大, ρ s = 14.83~3721.78 $\Omega \cdot$ m。

测区中部视极化率值较大,范围在 3%~ 8.99%,高极化体走向为 NE-NEE;测区北部视极化 率值相对中部较低,范围在 3%~5.0%,多呈不规 则形状;测区南部视极化率值相对较低,基本在 3% 以下,且变化平稳。

测区中部及中北部视电阻率值相对较低,基本 在 800 Ω•m以下,局部略高;测区南部视电阻率值 相对较高,其视电阻率值基本在 800~3721.78 Ω• m 范围内。

根据测区视极化率、视电阻率特征,结合测区地 质特征,初步圈定激电异常2处,分别为JD-1、 JD-2。 表 5 岩(矿)石电性参数

	Table 5	Electrical parame	eters of rock and ore			
	1	极住	七率(η)	电阻率(ρ)		
石性	怀乎块致 -	几何均值	变化范围	几何均值	变化范围	
石英砂岩	30	1.323	0.75~2.54	3682.31	545.69~12276.2	
浅灰绿色中粗粒辉长岩	30	1.192	0.11~2.64	4302.9	963.57~19412.35	
灰色板岩	30	1.113	0.46~3.78	6658.59	1318.67~18936.16	
矿化体(硅化)	30	0.999	0.51~1.91	1409.64	98.58~9685.01	
灰色安山岩	30	0.889	0.29~2.69	11281.18	3938.21~20588.86	
灰色英安岩	30	0.393	0.54~1.79	1021.69	332.83~14903.72	

(1)JD1 激电异常

JD1 激电异常位于测区中北部,用 $\eta = 4\%$ 左右 圈闭激电异常面积约 1.29 km²,其东西两侧均未封 闭,西侧有尖灭趋势,东侧仍有延伸,该异常走向近 NEE,异常规模较大,连贯性好,在测区中部视极化 率最大值达 8.99%;该异常所对应视电阻率值相对 较低, $\rho s = 300 \sim 800 \ \Omega \cdot m,较平缓、规则。JD1 激$ 电异常总体表现为低阻高极化异常,该异常中心恰位于推测断裂 TF4 处(地质调查 F17 逆断层),为下石炭统绿条山组板岩段与绿条山组砾岩段地层界线处,断裂东部受 TF7 平移断层切割。

初步推测该激电异常可能与石下炭统绿条山组 碳质板岩,或下石炭统绿条山组板岩段与绿条山组 砾岩段地层界线附近导电性矿物富集相关。

(2)JD2 激电异常

JD2 激电异常位于测区中南部,用 $\eta s = 4\%$ 左右 圈闭激电异常面积约 1.088 km²,东西两侧均未封 闭,西侧有尖灭趋势,东北侧与 JD - 1 异常相接,该 异常总体走向近 NE,高值区不连贯,视极化率值为 4%~6.6%;该异常所对应视电阻率值呈中等, $\rho s =$ 400~2000 $\Omega \cdot m$,较不规则,推测断裂 TF7(地质图 F20 平移逆断层)北侧较南侧高,TF7、TF8 断裂之 间表现为低电阻率,其视极化率呈中-高,总体表现 为中-高极化低阻异常,为黄铁矿化等硫化物矿物富 集反映。该激电异常南侧受推测断裂 TF8 控制,上 泥盆统圆锥山组表现激电异常特征为中高阻低极化。



图 3 视极化率等值线平面图 Fig. 3 Plan of apparent polarizability contour



图 4 视电阻率等值线平面图 Fig. 4 Plan of apparent resistibility contour

JD2 激电异常总体表现为中-高极化低阻异常, 该异常中心恰位于推测断裂 TF7、TF8 之间,F20 平 移逆断层处,且位于为下石炭统绿条山组板岩段与 上泥盆统圆锥山组地层界线附近,地表条带状硅化、 黄铁矿化发育,初步推测该激电异常为导电矿物随 热液沿断裂裂隙充填引起。

3.3 剖面成果及解释推断

本次共完成 12 条剖面线的激电测量工作,分别 为 ZP1 线至 ZP12 线,共完成测点 769 个,点距为 20 m。以 ZP2、ZP5、ZP6、ZP8 等4条剖面线为例,初步 分析解释及推断测区异常情况如下:

ZP2 剖面位于勘查区的北部,剖面线方位角 0°, 长度 800 m,整条剖面都位于下石炭统绿条山组内。 从 ZP2 测线激电中梯剖面图(图 5)可以看出,该剖 面视极化率总体呈不规则变化,其变化范围在 $1.8\% \sim 7.8\%$,视电阻率也呈不规则变化,且起伏较 大,其范围在 75~420 Ω•m,在 150 点出现了明显 的低阻异常,该点处于左行平移断层上,推断异常由 该断层引起。在剖面 116—122 点范围内视极化率 值 4%~7.8%的高极化异常,与之相对应的视电阻 率值小于 200 Ω•m,该激电异常特征表现为低阻高 极化,推断该异常由硫化物局部富集引起。

ZP5 剖面位于勘查区的北部, 剖面线方位角 0°, 长度 1920 m, 剖面南部为下石炭统绿条山组, 在 232



图 5 ZH 2 前面放电中桥前面图 Fig. 5 IP middle ladder profile ZP2

点附近穿过一条石英脉,北段 360 m 左右被第四系 覆盖。从 ZP5 测线激电中梯剖面图(图 6)可以看 出,该剖面视极化率值为 2.05%~8.09%,视电阻 率为 106~853 Ω •m。剖面 126—132 点处出现低 阻高极化激电异常,视极化率最高值为 5.09%,初 步推断该异常由硫化矿物在断层 F4 附近局部富集 引起;198—232 点出现了大范围的高极化异常,视 极化率值较高,大部分在 5% 以上,最高达到 8.09%,与之对应的视电阻率为低阻,大部分在 150 Ω •m 以下,初步推断该异常由底层能存在含炭成



图 7 ZP6 剖面激电中梯剖面图

Fig. 7 IP middle ladder profile ZP6

份高的岩石引起。剖面 126—132 点处出现低阻高极化激电异常,该区域对找矿极为有利。

ZP6 剖面位于勘查区的南部, 剖面线方位角 0°, 长度 2220 m, ZP6 剖面南部约 1 km 位于上泥盆统 圆锥山组内,北部位于下石炭统绿条山组中。由 ZP6 测线激电中梯剖面图(图 7)可以看出,视极化 率为 0.43%~7.22%,视电阻率为 281~1860 Ω・ m。剖面内在 242-262 点和 308-312 点两处高极 化异常,其中在第一处高极化异常254 点视极化率 最高达到 7.22%,与之对应的视电阻率为中高阻, 数值变化范围为 287~485 Ω·m,此异常呈现中高 阻高极化特征,且异常范围较广,结合电法面积性工 作分析,初步推断由 TF4 断裂附近硫化矿物局部富 集引起,且此处构造比较宽大;第二处高极化异常中 310 点视极化率最高达到 5.18%,其对应的视电阻 率值为中高阳,数值变化范围为 $325 \sim 551 \Omega \cdot m$,该 激电异常表现为高极化中高电阻率异常,结合电法 面积性工作分析,初步推断由 F9 断裂附近硫化矿 物局部富集引起,但富集程度不高。

ZP8 剖面位于勘查区的中部, 剖面线方位角 335°, 长度 700 m, 该剖面南侧 300 m 位于上泥盆统

圆锥山组内,北部其余部分位于下石炭统绿条山组 地层中。在140点附近存在矿化蚀变带。从ZP8 测线激电中梯剖面图(图8)可以看出,该剖面异常 所处的断层接触带上,视极化率由南及北呈梯级变 化,逐渐递增变化,视极化率值变化范围 0.6%~ 5.5%,136点以后视极化率在4%~5.5%的高值区 间内平稳变化,该异常所对应视电阻率值为中高阻, 视电阻率值变化范围 570~1421 Ω•m,异常呈现中 高阻高极化特征,初步判定为矿化蚀变带内硫化矿 物富集引起。

4 结论

在内蒙古自治区额济纳旗大红山金多金属矿的 激电勘查工作,共查明激电异常2处(JD1、JD2)。 JD1激电异常与下石炭统绿条山组碳质板岩,或下 石炭统绿条山组板岩段与绿条山组砾岩段地层界线 附近导电性矿物富集引起;JD2激电异常为导电矿 物随热液沿断裂裂隙充填引起。经激电中梯剖面图 分析,查明该多金属矿区内金属硫化物矿体是造成





高极化率异常的重要因素,可确定高极化率异常是 该区域下一阶段找矿工作的关键线索,对今后该区 域以及相邻区域寻找类似矿床具有一定的指导 意义。

参考文献:

- [1] 李水平,袁杨森,司建涛,等.坦桑尼亚姆瓦莫拉金矿综合找矿 模式[J].中国地质,2016,43(4):1409-1419.
- [2] 吕庆田,张晓培,汤井田,等.金属矿地球物理勘探技术与设备: 回顾与进展[J].地球物理学报,2019,62(10):3629-3664.

- [3] 周多,陈安霞,董再民,等.激发极化法在辽宁本溪某矽卡岩型 铜多金属矿勘查中的应用[J].地质与勘探,2016,52(4):688-694. DOI:10.13712/j. cnki. dzykt, 2016.04.009.
- [4] 张爱玲,孙进,李水平.大功率激电测深方法在豫西董家埝银矿 床勘查中的应用[J].矿产勘查,2021,12(3):650-654.
- [5] 刘振山,李娜.内蒙古某铅锌矿区激发极化法找矿效果[J].物 探与化探,2013,37(3):433-437.
- [6] 张进宇,赵彦巧,李士祥.双频激电法在内蒙某铅锌矿勘探中的 应用[J]. 矿产与地质,2022,36(6):1176-1181. DOI:10. 19856/j. cnki. issn. 1001-5663. 2022.06.010.
- [7] 苏晓波,王殿学,徐红军,等.时间域激发极化法在内蒙古小牛 群铜多金属矿的应用[J].矿产勘查,2020,11(5):970-976.
- [8] 裴进云,刘飚,宁建国,等.山西省吕梁山秦家崖钨铜矿床地质 特征及找矿前景[J].地质与勘探,2022,58(5):954-964.
- [9] 沈立军,朱裕振,李小彦.激电中梯和激电测深在石英脉型金矿 勘查中的应用研究[J].矿产与地质,2020,34(6):1129-1135
 +1142. DOI: 10. 19856/j. cnki. issn. 1001 - 5663. 2020. 06. 014.
- [10] 孙仁斌,楚丽霞,赵绎钧,等.时间域激发极化法在内蒙古镶黄 旗某锌钨多金属矿的应用[J].地质与勘探,2017,53(3):519
 - 527. DOI:10.13712/j. cnki. dzykt. 2017.03.011.
- [11] 金洪文,李百祥,蒙轸,等.物探在甘肃省宕昌县代家庄铅锌矿 找矿中的作用和效果[J].物探与化探,2015,39(1):41-47.
- [12] 李忠,张小兵,黄钊,等.激电中梯及音频大地电磁测深(EH4) 在镇雄银厂湾铅锌矿区勘查中的应用[J]. 云南大学学报(自 然科学版),2023,45(S1):22-29.

Application of IP middle ladder survey to prospecting in Dahongshan Au polymetallic mining area

ZANG Ruiqiu¹, WANG Kun², WANG Jianying³

(1. Faculty of Land Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, Yunnan Province, China;

2. Faculty of Civil Engineering, Kunming University of Science and Technology,

Kunming 650500, Yunnan Province, China;

3. Hebei Geological Exploration Institute (Hebei Shallow Geothermal Energy Research Center),

Langfang 065000, Hebei Province, China)

Abstract: IP Middle ladder survey at scale 1 : 10000 and IP profile survey at scale 1 : 5000 were carried out to make clear geophysical characteristics and regional metallogenic geological conditions of Dahongshan Au polymetallic mining district, Ejin Banner, Inner Mongolia Autonomous Region. Two IP anomalies(JD1 And JD2) are delinated. Based on geological data the two IP anomalies and the IP profile are analyzed showing that the metal sulfides ore body causes high polarizability anomaly. So the high polarizability is the key clue for further prospecting in the area and surroundings.

Key Words: Dahongshan Au polymetallic mining area; IP ladder survey; IP anomaly; Ejin banner