

文章编号: 1671- 251X(2010) 10- 0100- 04

激电中梯在大河铜矿矿产预测中的应用

徐遂勤¹, 张先年¹, 刘海军^{2,3}

(1. 河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院, 河南 南阳 473000; 2. 辽宁石油化工大学计算机与通信工程学院, 辽宁 抚顺 113001; 3. 中国地质大学(北京) 地球物理与信息技术学院, 北京 100083)

摘要: 介绍了激电中梯法在大河铜矿矿产预测中的具体应用。通过分析矿区地质特征及地球物理特征以及对野外观测数据进行处理解释, 圈定了 3 个激电异常, 并对异常进行了定性解释, 详尽地预测了区内极化体的位置走向, 为在大河铜矿深部及外围的地质找矿工作指明了方向。

关键词: 危机矿山; 矿产预测; 激电中梯; 激电异常

中图分类号: TD982 **文献标识码:** B

Application of IP Intermediate Gradient in Mineral Forecasting of Dahe Copper District

XU Su-qin¹, ZHANG Xian-nian¹, LIU Hai-jun^{2,3}

(1. The No. 1 Geological Exploration Institute of Henan Provincial Bureau of Geor-exploration and Mineral Development, Nanyang 473000, China. 2. School of Computer and Communication Engineering of Liaoning Shihua University, Fushun 113001, China. 3. School of Geophysics and Information Technology of China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: The paper introduced application of IP intermediate gradient in mineral forecasting of Dahe copper district. By analyzing geologic features and geophysical features of mineral district and processing and explaining the data actually measured outdoors, the paper blocked out three IP anomaly areas, qualitatively explained the anomaly areas, and gave positions and trends of polarization bodies in predictive area. The paper provided helps and directions for mineral prospecting in deep and outside of Dahe copper district.

Key words: critical mine, mineral forecasting, IP intermediate gradient, IP anomaly

0 引言

大河铜矿位于河南省南阳市桐柏县北部。该铜矿始建于 20 世纪 60 年代末期, 经过 30 多年的开采, 20 世纪末其矿产资源量已近枯竭, 属于矿产资源严重危机矿山。矿山曾多次找矿未果, 于 2005 年停产闭坑。2008 年初, 该矿被列为全国危机矿山接替资源找矿项目, 由宜昌地质调查中心负责实施。

在矿床综合研究和理论预测的基础上, 宜昌地质调查中心聘请河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院物探公司对矿区进行了物探扫面和物探剖面测深工作, 发现了与理论分析结论一致的激电中梯异常带。该发现改变了以往对大河铜矿找矿前景的认识, 有望为该矿山提供再生动力。

1 矿区地质概况

1.1 矿区地质特征

大河铜矿位于东秦岭金银多金属成矿带之桐柏铜锌银金多金属成矿区中。区内构造极其复杂, 地层变质变形强烈, 岩浆活动频繁, 是东秦岭著名的“聚宝盆”。区内矿产资源丰富, 已探明的矿床及已知的矿点、矿化点的产出均受地层及北西向的断裂

收稿日期: 2010- 06- 08

作者简介: 徐遂勤(1962-), 男, 河南南阳人, 高级工程师, 主要研究方向为电法、磁法勘探。E-mail: 727409535@ qq. com

通讯作者: 刘海军(1978-), 女, 辽宁抚顺人, 讲师, 中国地质大学(北京) 在读博士研究生, 主要研究方向为计算机图形学、地球物理。E-mail: liu haijun6741@ 163. com

带控制。二郎坪岩群北侧为铁矿、铜铁矿带;南侧为刘山岩铜、锌矿带。大型破山银矿床、特大型银洞坡金矿产于歪头山岩组中。老湾金矿产于龟山岩组分布区。矿床、矿(化)点均呈北西向带状分布,沿构造带呈串珠状产出。区内矿产处于同一构造带上,控矿因素基本相同,成矿标志基本一致,矿化性质类似,走向延伸互相联系,属于同一成因类型,或有成因上的联系。该矿区共划分出11个成矿带,自北而南分别为铁矿带、铅银矿带、铜矿带、铜锌多金属矿带(2个)、铜矿带、铬镍矿带、多金属矿化区、磷矿带、铀钍矿带、金矿带^[1]。其中刘山岩铜锌多金属矿带的鸭子口-大栗树铜矿带为本调查区。

1.2 矿床类型

大河铜矿为细碧角斑岩型铜矿,分为块状构造、浸染-稠密浸染状构造、细脉-网脉状构造^[1]。

1.3 矿区地质特征

(1) 地层

矿区地层岩性为下古生界二郎坪群刘山岩组的变细碧-石英角斑岩系火山沉积岩。刘山岩组地层分布于小水王河-王宽店南部一带,为走向北西、倾向北东的单斜岩层,自西向东出露宽度有变窄的趋势。该岩组整体上由3个火山喷发旋回韵律构成,每个喷发韵律都是以基性的细碧岩开始,到中性角斑岩、酸性石英角斑岩结束。

(2) 构造

矿区属于河前庄背斜南翼的单斜构造层。在卫片图上北西和南北向线型构造发育,环形构造包围了整个找矿远景区。区内矿(化)体受一组平行且呈雁行状排列的韧性剪切带及压扭性断裂控制。主要有4条规模较大的构造带作为主体,构成一个大的挤压破碎带,对该区的矿体分布及形态展示具有明显的控制作用。该挤压破碎带在区域上显示西强东弱之趋势。

该区还出露有走向为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 的一组断裂,倾角为 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。沿断裂往往有煌斑岩脉出露。该组断裂为成矿后断裂,位移较小,对矿体的破坏作用不大,仅使矿体发生破碎,断裂两侧矿体仍能对应延伸。

1.4 矿区矿石特征

矿石的天然类型可分为硫化矿石、氧化矿石和混合矿石3类。在一个矿床上上部为氧化矿石,下部为硫化矿石,二者之间为过渡型混合矿石。

矿物组合特征:金属矿物主要有闪锌矿、黄铜矿、方铅矿、黄铁矿、磁黄铁矿等,脉石矿物主要有石

英、绢云母、重晶石、绿泥石、方解石、黑云母、钠长石、白云母、绿帘石、金红石、锆石、磷灰石、电气石、碳酸岩等,氧化矿物主要有白铅矿、铅钒、磷酸氯铅矿、褐铁矿等。

矿体的主要围岩是石英角斑岩、酸性凝灰岩、中酸性凝灰岩、中基性凝灰岩、煌斑岩。近矿围岩的厚度变化较大,一般在 $5 \sim 20 \text{ m}$,呈层状产出,挤压、揉皱现象比较明显。矿物成分以非金属矿物为主,金属矿物相对稀少。非金属矿物主要是石英、绢云母、绿泥石、钠长石等,金属矿物主要是黄铁矿。

近矿围岩矿化蚀变相对强烈,且顶板相对强于底板,主要表现为硅化、绢云母化、绿泥石化、重晶石化、碳酸盐化。金属矿化以黄铁矿化为主,偶见闪锌矿化、黄铜矿化。

2 激电中梯法基本原理

2.1 激电中梯法装置

激发极化法(简称激电法)是以地壳中不同岩石、矿石的激电效应差异为物质基础,通过观测与研究人工建立的直流(时间域)或交流(频率域)激电场的分布规律进行找矿和解决地质问题的一组电法勘探分支方法^[2],该方法主要用于勘查各类金属矿产。

激电法中常用的装置类型有中梯装置、偶极装置、近场源装置和联合剖面装置。其中中梯装置是目前我国金属矿激电法中用来进行普查勘探金属矿产的一种主要装置^[3-7],其结构如图1所示。其中 AB 为供电点电极距, MN 为测量点电极距。实际工作时,供电电极 AB 固定不动,不断移动测量电极 MN 的位置,移动一次 MN ,记录一个测量结果(视极化率和视电阻率),该结果对应的测量点的坐标为每次 MN 的中点,相邻两次 MN 中点之间的距离即为测点的距离。

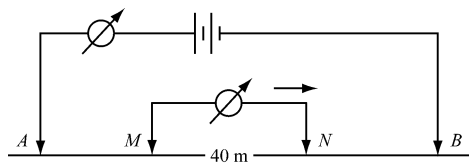


图1 激电中梯装置结构

2.2 球体上中梯装置的激电异常^[2]

假设在一均匀围岩中,有一个半径为 r_0 的极化球体。围岩的极化率和电阻率分别为 η_1 和 α_1 ,极化球体的极化率和电阻率分别为 η_2 和 α_2 ,极化球体的球心埋深为 h_0 。由等效电阻率法可知,体极化球体在地面上的一级近似异常表达式为

$$\alpha_s = \alpha_l \left[1 + 2 \frac{\mu_{12} - 1}{2\mu_{12} + 1} r_0^3 \frac{h_0^2 + y^2 - 2x^2}{(h_0^2 + y^2 + x^2)^{5/2}} \right] \quad (1)$$

$$\alpha_s^* = \frac{\alpha_l}{1 - \eta_l} \left[1 + \right.$$

$$\left. 2 \frac{\mu_{12}(1 - \eta_l) - (1 - \eta_l)}{2\mu_{12}(1 - \eta_l) + (1 - \eta_l)} r_0^3 \frac{h_0^2 + y^2 - 2x^2}{(h_0^2 + y^2 + x^2)^{5/2}} \right] \quad (2)$$

式中: α_s 为视电阻率; α_s^* 为视极化电阻率; $\mu_{12} = \sigma_2 / \sigma_1$ 。

将式(1)、式(2) 带入式(3)、式(4):

$$G_s = \alpha_s^* - \alpha_s \quad (3)$$

$$\eta_k = \frac{\alpha_s^* - \alpha_s}{\alpha_s^*} \quad (4)$$

即可得到视激电率 G_s 和视极化率 η_k 。根据其计算结果便可讨论异常的空间分布了。

在极化球体主剖面 ($y = 0$) 上, α_s 、 G_s 和 η_k 这 3 个参数的异常变化曲线相对球体中心呈对称状。理论计算结果表明, 对不同埋深和具有不同 μ_{12} 值的球体而言, α_s 和 G_s 曲线过正常背景线的两点之间的距离 Δx 与球心埋深 h_0 的关系为

$$h_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \Delta x \quad (5)$$

在解释实测 α_s 和 G_s 曲线时, 可依据式(5) 确定等轴状矿体的中心深度。

3 激电中梯在矿产预测中的应用

本次物探工作采用的工作方法主要为激电中梯, 其比例尺为 1:10 000, 网度为 100 m × 10 m, 侧线方位为 195°; 测点、测线编号自南向北、自西向东逐渐增大, 共布设 2 220 个测点。

3.1 仪器设备

测区野外生产供电电源采用日产雅马哈 10 kW 发电机, 采用 WDJ5-1 激电接收机接收。

野外生产采用双向短脉冲供电方式, 以短导线方式测量, 供电时间为 4 s, 周期为 16 s, 断电延时为 100 ms, 最大供电电压为 950 V, 最大供电电流为 3.2 A, 激电中梯测量点距为 10 m, 供电点电极距为 1 600 m, 测量点电极距为 40 m。

3.2 激电异常的处理与解释

野外实测数据经改正之后, 使用武汉中地信息工程有限公司开发的 MAPGIS 软件绘制了视极化率 (η) 平面等值线图 (见图 2)、视电阻率 (ρ) 平面等值线图 (见图 3) 等图件。

3.2.1 异常的判识

本工作区 η 正常场在 3% 左右, 异常下限选为

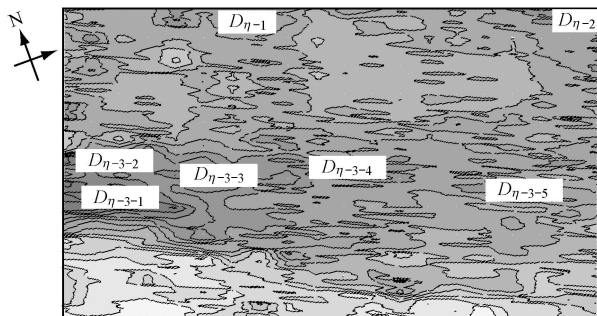


图 2 大河铜矿矿产资源项目 η 等值线图

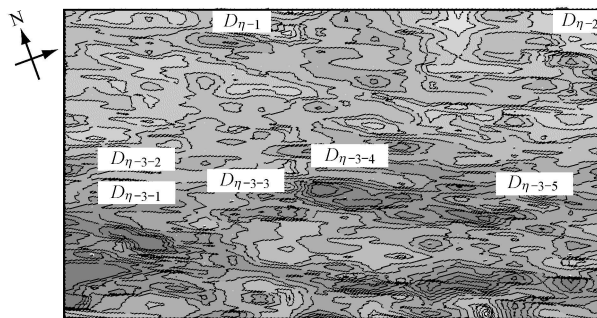


图 3 大河铜矿矿产资源项目 ρ 等值线图

4%, 由 η 4% 等值线可圈出 $D_{\eta-1}$ 、 $D_{\eta-2}$ 、 $D_{\eta-3}$ 这 3 个激电异常, 如图 2 所示。

在测区的南部和中北部出现极化率背景场, 南部为 1.5%, 中北部为 3.0% 左右, 在工区的中部和北部出现激电异常, 其幅值在 5.0% ~ 7.5% 之间, 呈条带状展布, 走向与区域构造线基本一致。

3.2.2 定性解释^[1]

$D_{\eta-1}$ 位于 32~40 线的北端 (未封闭), η 极大值为 5%, 一般为 4.5%, ρ 在 1 000~1 500 $\Omega \cdot m$ 。异常区出露岩性为细碧岩、变细碧岩、石英角斑质凝灰岩, 部分部位具有黄铁矿化, 该异常可能为黄铁矿化或铜锌矿 (化) 体引起, 有待进一步查证。

$D_{\eta-2}$ 位于 54~62 线的北端 (未封闭), η 极大值为 5%, 一般为 4.5% 左右, ρ 在 500 $\Omega \cdot m$ 左右, 为低阻高极化异常。异常区出露岩性为细碧岩、斑状细碧岩、石英角斑质凝灰岩, 该异常可能为黄铁矿化或铜锌矿 (化) 体引起。

$D_{\eta-3}$ 为测区主异常, 位于测区中部 (60~80 号点之间), 横贯整个测区, 走向 290° 左右与成矿构造带方向一致; 异常长为 2.0 km (两端未封闭), 宽为 150~300 m, 西宽东窄。 η 极大值为 7%, 一般在 5.5% 左右, 该异常比较宽缓, 且出现 2 个或 2 个以上极大值, 为叠加异常, 反映出该异常是由多个激化体引起, 部分激化体埋深较大。

与激电异常对应的视电阻率 ρ 在 1 000~2 500 $\Omega \cdot m$ 左右, 为高低阻过渡带, 呈相对低阻, 说

明引起 $D_{\eta-3}$ 激电异常的激化体为低阻高激化体。该异常区出露的地层岩性为细碧岩、石英角斑岩、石英角斑质凝灰岩、斑状凝灰岩等。

根据物性测定结果, 激电异常区内出露的岩石的激化率较低、电阻率较高, 不能引起低阻高极化异常, 而铜锌矿(化)体却能引起高极化低阻异常, 因此, 推测 $D_{\eta-3}$ 激电异常是由铜锌矿(化)体引起, 该异常为矿致异常。

从图2可看出, 在 $D_{\eta-3}$ 激电异常高背景场上又出现5个局部异常, 分为 $D_{\eta-3-1}$ 、 $D_{\eta-3-2}$ 、 $D_{\eta-3-3}$ 、 $D_{\eta-3-4}$ 、 $D_{\eta-3-5}$ 五个局部激电异常。

$D_{\eta-3-1}$ 异常由 η 5.5% 等值线圈出, η 极大值为 7.0%, 走向约为 290° , 走向长度约为 450 m, 宽度约为 130 m, 呈似纺锤形西宽东窄展布。

$D_{\eta-3-2}$ 异常由 η 5.5% 等值线圈出, η 极大值为 6.8%, 走向约为 290° , 走向长度约为 300 m, 宽度约为 50 m。

$D_{\eta-3-3}$ 异常由 η 5.5% 等值线圈出, η 极大值为 6.4%, 走向约为 290° , 走向长度约为 600 m, 宽度约为 50 m。

上述3个激电异常幅值较大, 视电阻率 ρ 为 $1\,000 \sim 2\,500 \, \Omega \cdot \text{m}$, 处于高低阻过渡带上, 呈相对低阻, 说明是由高极化低阻体引起。根据物性测定结果, 激电异常区内出露的岩石的激化率较低电阻率较高, 不能引起低阻高极化异常, 而铜锌矿(化)体却能引起高极化低阻异常; 另外, 该异常又与区内成矿构造带吻合, 因此, 推测 $D_{\eta-3-1}$ 、 $D_{\eta-3-2}$ 、 $D_{\eta-3-3}$ 激电异常是由铜锌矿(化)体引起, 其极化体的埋深有可能较浅, 异常性质为矿致异常。

$D_{\eta-3-4}$ 异常由 η 5% 等值线圈出, 走向约为 300° , 走向长度约为 250 m, 宽度约为 60 m, 出露岩性为细碧岩、角斑质凝灰岩。根据物性测定结果, 激电异常区内出露的岩石的激化率较低电阻率较高, 不能引起低阻高极化异常, 故推测引起该异常的极化体为铜锌矿(化)体, 其异常性质为矿化异常。

$D_{\eta-3-5}$ 异常由 η 4.5% 等值线圈出, 走向约为 290° , 走向长度约为 400 m, 宽度约为 60 m, 呈长纺锤形展布, 出露岩性为细碧岩、石英角斑岩、角斑质凝灰岩。根据物性测定结果, 激电异常区内出露的岩石的激化率较低电阻率较高, 不能引起低阻高极化异常, 故推测引起该异常的极化体为铜锌矿(化)体, 其异常性质为矿化异常。

可见, $D_{\eta-3}$ 激电异常为该区主异常, 其横贯测区中部, 异常宽缓, 走向长度大, 并且是叠加异常, 呈低

阻高极化反映, 结合地质、物性特征, 推测该异常是铜锌矿(化)体引起。局部异常是埋深较浅的铜锌矿(化)体引起, 宽缓的高背景应是埋深较大的锌矿(化)体引起。 $D_{\eta-3}$ 激电异常呈间断性分布, 由西向东范围由宽变窄, η 幅值由大变小, 反映了矿化程度由强变弱, 因此, 找矿和工程验证的重点应放在西部的异常上。

另外, $D_{\eta-1}$ 、 $D_{\eta-2}$ 激电异常虽然所处的地质成矿环境较差, 但异常均未封闭, 其异常规模不详, 工作程度较低, 应该在以后的地质工作中安排适当的工作量, 以便对激电异常的性质进行查证。

4 结论

(1) 本次物探工作在测区内发现了3个激电异常, 分别编为 $D_{\eta-1}$ 、 $D_{\eta-2}$ 、 $D_{\eta-3}$ 。

(2) $D_{\eta-1}$ 和 $D_{\eta-2}$ 位于测区北部, 出露岩性为细碧岩、变细碧岩和石英斑状凝灰岩, 部分地区具有黄铁矿化, 为性质不明异常, 需要进一步工作查证。

(3) 激电异常 $D_{\eta-3}$ 为测区主异常, 横贯测区中部, 异常与构造带的走向基本一致, 位于区内成矿有利部位, 异常是由深部铜锌矿(化)体引起, 为矿致异常; $D_{\eta-3}$ 主异常上又分布5个局部异常, $D_{\eta-3-1}$ 、 $D_{\eta-3-2}$ 、 $D_{\eta-3-3}$ 异常幅值较高, 推断是由浅部铜锌矿(化)体引起, 为矿致异常。

通过激电中梯工作, 较详尽地了解了矿区内极化体的位置走向, 指明了找矿方向, 为工程验证提供了依据, 指导了深部及外围的地质找矿工作。

参考文献:

- [1] 徐遂勤, 张先年. 河南省南阳市大河铜矿矿产预测物探勘查报告[R]. 河南省地质矿产勘查开发局第一地质勘查院, 2009.
- [2] 李金铭. 地电场与电法勘探[M]. 北京: 地质出版社, 2005.
- [3] 张鹏. 激电测量在甘肃省礼县崖湾金矿床外围的应用[J]. 甘肃科技, 2009, 25(13): 38-42.
- [4] 汪玉琼. 激电中梯和激电测深在织金新麦铅锌矿区的综合应用[J]. 工程地球物理学报, 2008, 5(5): 551-553.
- [5] 杨宝荣. 激电中梯法在鄂拉山口寻找隐伏矿体的应用[J]. 甘肃冶金, 2007, 29(2): 23-25, 31.
- [6] 陈国庆. 激发极化法在非煤矿产勘查中的应用[J]. 中国西部科技, 2007(2): 6-8.
- [7] 苏士星. 激发极化法在内蒙古某多金属矿勘查中的应用[J]. 西部探矿工程, 2009, 21(11): 16-162.