

电法勘探在铝土矿勘探中的应用

毕 炳 坤

(河南省地质矿产勘查开发局 第一地质调查队, 河南 洛阳 471023)

摘 要: 根据铝土矿层与围岩的电性差异, 在豫西地区运用电法勘探中的中间梯度法、激电测深法和高密度电阻率法寻找隐伏型铝土矿。通过物探加钻探的勘探模式, 降低了勘探成本, 加快了矿区勘探进度。

关键词: 铝土矿; 中间梯度法; 激电测深法; 高密度电阻率法

中图分类号: P631.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2009)04-0400-03

近年来, 河南省随着建设中国铝工业基地步伐的加快, 对铝土矿的需求越来越大。豫西地区存在着丰富的铝土矿资源, 由于近几十年来的开采, 地表资源已开发殆尽, 寻找隐伏型铝土矿^[1-2]已成为近年来的工作重点。用钻探方法勘探铝土矿成本高, 周期长, 风险大, 而物探加钻探 (即首先利用物探方法快速圈定矿致异常体, 然后进行钻探验证) 勘探成本低, 效率高, 可减少钻探的盲目性, 缩短勘探周期, 是一种高效、快速寻找隐伏型铝土矿的勘探方法。

应用物探方法寻找各种金属及非金属矿成功的实例很多, 但在寻找隐伏型铝土矿方面成功的例子不多。原因在于铝土矿与铝土岩、黏土岩等上覆地层的物性差异较小, 不易区分。在豫西某矿区, 利用电法勘探成功地寻找到了隐伏型铝土矿。

1 矿区地质及地球物理背景

该矿床成因上属于沉积型铝土矿床, 其含矿层位为中石炭系本溪统。石炭系底部和下部以铁铝层、铝土矿、黏土岩平行不整合于马家沟灰岩之上, 其上部为铝土、黏土页岩、煤线及不稳定的砂岩和砂质页岩。矿体严格受地层、古地理地貌控制。

矿区大部分地区含矿层位为第四系黄土、耕植层所掩盖, 埋深一般在 30~50 m。矿区出露的地层主要有寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系和第四系中、晚更新统、全新统。

豫西地区铝土矿体严格受基底奥陶系中统马家沟灰岩溶蚀后所形成的漏斗状岩溶槽和溶坑洼地所控制。溶槽和溶坑洼地越深, 面积越大, 越易形成较厚较好的铝土矿。近年来在豫西铝土矿区的大量物

探找矿实践表明, 铝土矿层 (含矿岩系) 与基底灰岩、上覆地层具有明显的电性差异, 具有较低的电阻率和较高的激电异常。根据矿区岩 (矿) 石电性和电化学活动性^[3]实验结果, 区内岩 (矿) 石的电阻率差异较为明显, 极化率差异不明显, 主要有以下 5 种类型: ①高电阻率、低极化率类型, 主要为基底灰岩, 电阻率值 $60 \sim 10^4 \Omega \cdot m$, 极化率约为 0.6%; ②中低电阻率、低极化率类型, 主要为砂岩、砂质页岩, 电阻率为 $10 \sim 10^3 \Omega \cdot m$, 极化率小于 0.5%; ③低电阻率、低极化率类型, 主要为黏土、黏土页岩, 电阻率约为 $1 \sim 200 \Omega \cdot m$ 左右, 极化率为 0.2%~0.6%; ④低电阻率、高极化率类型, 主要为铁铝层及煤线, 电阻率为 $1 \sim 300 \Omega \cdot m$, 极化率值大于 2%, 少量的铝土矿具有较低的电阻率和较高的极化率 (电阻率为 $30 \sim 60 \Omega \cdot m$, 极化率值可大于 1%); ⑤低电阻率、中低极化率类型, 主要为铝土、铝土矿层, 电阻率值为 $30 \sim 60 \Omega \cdot m$, 极化率为 0.5%~0.8%。

基于矿区地质与矿石电性资料的综合分析, 由于矿体与含矿岩系在空间关系上十分密切, 二者的电阻率和极化率较为接近, 铝土矿床的这种物性特征给运用物探方法寻找隐伏型矿体带来极大困难, 但矿体与基底灰岩岩溶槽和溶坑洼地等古地理地貌的关系较为密切。因此, 利用铝土矿层与基底的电性差异来圈定铝土岩系较厚部位, 再利用矿体与围岩的微弱电性差异来区分矿与非矿, 是寻找隐伏型铝土矿的关键所在。

2 工作方法技术

为了提高钻探钻孔见矿率, 尽快寻找到可供开采的隐伏矿体, 在成矿有利地段首先进行中间梯度

扫面测量, 根据低阻异常圈定成矿有利靶区, 在成矿有利靶区开展激电测深详查或高密度电阻率测量。

2 1 野外工作方法

中间梯度法: 针对矿区铝土矿层埋深 30~ 50 m 的特点, 在成矿有利地段布设中梯剖面, 剖面线长 10~ 200 m, 线距 20~ 30 m。供电电极距选择 $AB = 300$ m, 测量极距 $MN = 20$ m, 点距 10 m; 同时测量电流 (I)、电压 (ΔV)、视电阻率 (ρ_s)、视极化率 (η_s)。

激电测深法: 在中梯剖面 ρ_s 异常部位开展激电测深详查工作。工作时, 打破常规电测深法的极距选择, 采用等距等比装置, 即: $AB/2 = 3\ 6\ 9\ \dots$; $MN/AB = 1/3$ 。激电测深点点距选择 15~ 20 m, 最大供电电极距以穿透含矿层位达到基底灰岩为止。测量参数主要有电流 (I)、电压 (ΔV)、视电阻率 (ρ_s)、视极化率 (η_s)、衰减度 (D)、半衰时 (T_H) 等。

高密度电阻率法: 采用固定等比装置 (即 $AM = MN = NB$) 进行断面连续滚动测量, 测点距 3 m。测量参数主要为 I 、 ΔV 、 ρ_s 。

2 2 资料解释推断

采用解析法对中间梯度法所测 ρ_s 异常曲线进行反演解释, 假定 ρ_s 异常体是球体或椭球体。计算球顶埋深 (h') 及球体半径 (r) 的近视计算公式^[4]为: $h' = 0.5q$ $r = 0.87h'$ (q 为 ρ_s 曲线半极值点间的弦长)。经野外钻孔验证, 异常体顶板埋深 (H) 及厚度 (h) 的近视计算公式^[4]为 $H = 0.5q + \tau$ $h = r_0$ 。

根据激电测深单支曲线绘制 ρ_s 断面等值线图, 进一步验证中间梯度法的 ρ_s 异常体。结合激电测深单支曲线对 ρ_s 断面等值线图进行定量、半定量解释推断, 判定矿体埋深、厚度、形状及横向延展情况。

高密度电阻率法采用计算机软件自动成图处理, 根据 ρ_s 剖面低阻异常部位抽取电测深曲线, 对二者进行定量、半定量解释推断, 判定矿体埋深、厚度、形状及横向延展情况。

综合中间梯度法、激电测深法和高密度电阻率法的解释成果, 以及钻孔验证结果, 可定量、半定量对矿体进行空间定位, 判定矿体规模。

3 应用效果

此次物探找矿工作共圈定 4 个异常体 (矿体), 对 I、II I、II 号异常体进行了钻孔验证。

如图 1 所示, 根据 7 线中梯剖面, 推测了 I、II 号异常体。运用 ρ_s 曲线半极值点间的弦长 q 推断: I 号异常体顶板埋深 35.5 m, 厚度 16.5 m; II 号异常体顶板埋深 26 m, 厚度 12.1 m。与 7 线平行的 5、6、8 线对应 7 线 I、II 号异常部位也出现了不同规

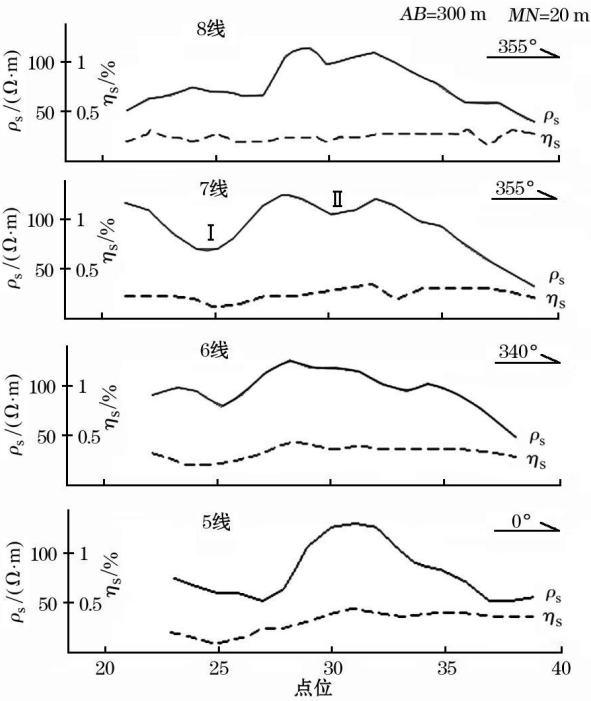


图 1 铝土矿区中梯测量剖面平面

模的低值异常, 分析推断为 I、II 号异常体在东西方向的展布。

在中梯剖面测量的基础上, 在 7 线进行了激电测深详查工作, 绘制了 7 线 ρ_s 断面等值线图 (图 2)。对应中梯 I、II 号异常分别出现了明显的“V”字型和“U”字型低阻异常, 结合单支测深曲线分析: I 号异常体基本上以 40~ 50 $\Omega \cdot m$ 等值线为边界, 上部以 30~ 35 m 深度为顶板; II 号异常体基本上以 60 $\Omega \cdot m$ 等值线为边界, 上部以 25~ 30 m 深度为顶板。异常的形态反映了异常体在南北方向上的空间分布及展布。

根据推测的 I、II 号异常体, 分别布置了 ZK 1925、ZK 1926 进行验证。

ZK 1925: 孔深 32.67~ 46.56 m, 厚 13.89 m, 为

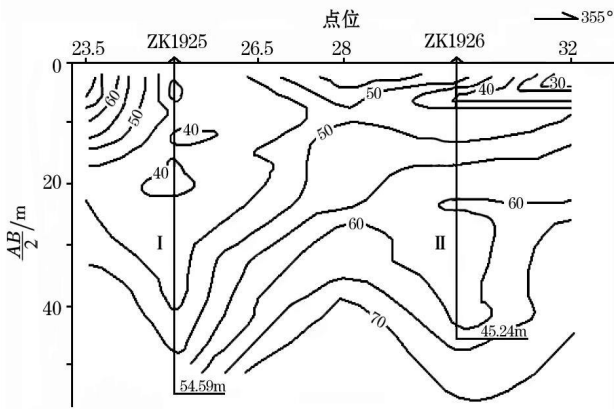


图 2 铝土矿区 7 线 ρ_s 断面等值线

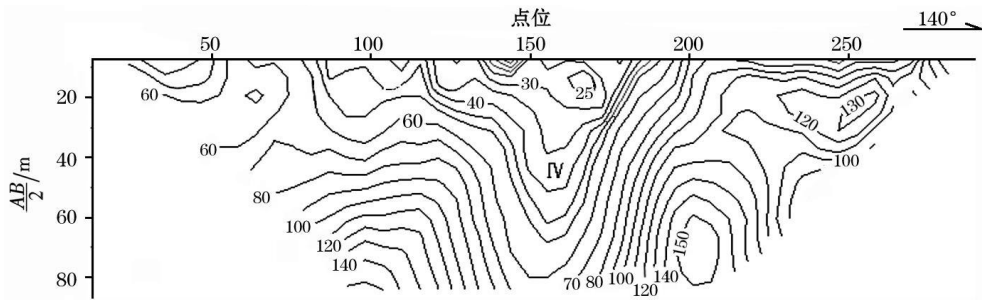


图 3 铝土矿高密度电阻率测量 ρ_s 断面等值线

铝土矿层。34 16~ 37. 84 m, 铝硅比 6~ 12 8 42 6 ~ 46 56 m, 铝硅比 7. 3~ 10 2。

ZK 1926 孔深 26 98~ 35 17 m, 厚 8 19 m, 铝硅比 4~ 16, 其中 27. 98~ 33 86 m, 铝硅比 8 3~ 16。

综合 ZK 1925、ZK 1926 及物探解释成果, 初步估算 I、II 号矿体保有储量约 3 万 t。此外, 在矿区供水井旁进行了高密度电阻率测量 (图 3)。该供水井在施工时见到厚约 7 m 的铝土矿, 高密度电阻率断面等值线图上的 IV 号 “U” 字型低阻异常正好对应于供水井。从钻孔验证的情况看, 物探解释推断和钻孔资料相吻合, 提高了勘探区钻孔见矿率, 降低了勘探成本, 加快了矿区勘探进度。

4 结论

(1) 通过对常规电法勘探中的中间梯度法和激电测深法的方法组合、改进和极距的合理选择, 以及高密度电阻率法的应用, 结合地质资料, 圈定了 4 个异常体, 为矿区开展下步钻探工作提供了参考资料。

(2) 通过钻孔验证 I、II 号异常体, 见矿情况良

好, 说明采用中间梯度法、激电测深法以及高密度电阻率法等多种方法组合寻找隐伏型铝土矿具有一定的可靠性。

(3) 由于豫四地区铝土矿的分布、规模、大小、厚度不一, 多呈串珠状展布。针对不同的成矿地质背景应合理选择不同的方法组合, 采用不同的方法技术, 确保既要发现隐伏型大矿体, 又不漏掉小而富的矿体。

参考文献:

[1] 李海潮, 周科, 董海军. 电测深法在预测黄土覆盖区隐伏铝土矿中的应用 [J]. 轻金属, 2002 (11).
[2] 吕佩炎, 孙利杰, 王夏涛. 直流电法寻找隐伏铝土矿的阶段总结 [J]. 矿产与地质, 2004 18 (4).
[3] 苑守成, 陈达, 罗先中. 激电测深法勘查效果的对比分析 [J]. 物探与化探, 2006 30 (6).
[4] 张胜业, 潘玉岭. 应用地球物理学原理 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2004
[5] 傅良魁. 应用地球物理教程 [M]. 北京: 地质出版社, 1991.

THE APPLICATION OF THE ELECTRIC METHOD TO BAUXITE EXPLORATION

BI Bing-kun

(No. 1 Geological Surveying Party, Henan Bureau of Geology and Mineral Resources Exploration and Development, Luoyang 471023, China)

Abstract According to electric differences between the bauxite layer and the wall rock, the authors applied such electric techniques as intermediate gradient method, IP sounding method and high-density resistivity method to the prospecting for concealed bauxite deposits in western Henan. The application of the model combining geophysical exploration with drilling has reduced the exploration cost and speeded up the exploration work in the ore district.

Key words bauxite; intermediate gradient method; IP sounding method; high-density resistivity method

作者简介: 毕炳坤 (1975-), 男, 1995年毕业于中国地质大学应用地球物理系城市工程物探专业, 物探工程师。长期从事地质矿产物探、水工环物探、岩土工程勘察等方面的技术工作。