

doi:10.6053/j.issn.1001-1412.2025.01.017

大功率 IP 在某铅锌矿预查中 使用水平切片方法的应用研究

肖坤林,李绍波

(中国冶金地质总局地球物理勘查院,河北保定 071000)

摘要: 大功率 IP 是目前地球物理探测最常用的方法之一,以岩(矿)石、水的激发极化效应的差异为物性前提,采用合理的装置形式,研究地下地质体的极化效应的变化。运用激电测深可以有效地查明异常体埋深、规模及控矿构造的深部发育情况。本文以某地铅锌矿激电测深为例,通过在不同标高进行水平切片得到平面激电资料,并结合激电剖面图有效地提高勘探精度。

关键词: 大功率 IP;铅锌矿;水平切片;勘探精度

中图分类号: P631 **文献标识码:** A

有利的依据。

0 引言

工作区位于区域上北东向黄岗梁复式背斜的南东翼,石匠山燕山期花岗岩体的北西区段,南西处有区域上四力本燕山期花岗斑岩体的岩枝伸入区内,矿区周围区域上燕山期构造岩浆活动强烈,成矿地质条件优越。矿体与围岩之间存在相对明显的电性差异,满足电法勘探的条件,具有良好的成矿远景。激发极化法是寻找与硫化物有关的多金属矿最为有效的一种地球物理勘探方法^[1-2],硫化物的存在往往会引起非常明显的低阻高极化特征。陈绍裘等^[3]研究了激电法在断裂蚀变带型金矿中的勘查效果;李春成等^[4]采用激电法探测大架金矿床隐伏金矿体;刘建权等^[5]采用激电法探测银多金属矿深部矿体赋存情况。在寻找深部隐伏矿的新一轮找矿行动中,大功率激电发挥了重要的作用^[6-8],通过采用增加供电功率,输出大电流,可以有效压制人文干扰,得到质量高的原始数据。本次物探解释工作使用水平切片方法,同时仔细分析工作区内及附近区域标本激电参数,总结本工作区铅锌矿勘探的电性规律,这样有效地提高了勘探精度,为今后开展勘探工作提供

1 方法介绍

1.1 激发极化法工作原理

在人工电流场(一次场)激发作用下,具有不同电性质的岩石或矿石,由于电学作用将产生随时间变化的二次电场(激发极化场)。这种物理化学作用称为激发极化效应。它包括电子导体的激发极化效应和离子导体的激发极化效应。影响激发极化效应的因素有:①岩矿石物质成分;②金属矿物的含量和结构。通过观测、处理和解释表征岩(矿)体激发极化效应地球物理参数可以达到相应的地质目的。

1.2 工作参数

本次物探工作采用了二维大功率三极激电测深装置,该装置具有干扰能力强、分辨率高等特点。经过现场实验对比和以往工作经验,本次物探工作采用了如下工作参数:供电电压 600~1000 V;供电周期 8 s,延时 160 ms,取样窗口 13 个,第一取样宽度 80 ms,取样时长 3520 ms。M、N 为接收电极位置,接收偶极距为 50 m;A 为供电点位置,相邻供电点间距为 25 m,最小电极距为 12.5 m。无穷远极垂

收稿日期: 2024-06-04; 改回日期: 2024-11-19; 责任编辑: 赵庆

作者简介: 肖坤林(1987—),男,本科,高级工程师,从事重、磁、电、震、测井等物探研究工作。通信地址:河北省保定市阳光北大街 139 号,中国冶金地质总局地球物理勘查院。邮政编码:071000。E-mail:562842892@qq.com

直测线方向布设,距离不小于 5000 m。大功率激电测深(Pole-Dipole/Dipole-Pole)排列装置示意性说明见图 1。

1.3 地球物理特征

地球物理特征是进行地球物理勘探的基本依据,研究工作区内不同地质体的物性特征对于确定物探方法、选择方法参数、分析物探成果均有很大帮助。

根据收集的地质资料可知,测区内主要岩性为下二叠统大石寨组安山岩、大理岩,中侏罗统板岩,燕山期花岗岩、花岗斑岩等。

本次测定工作主要选择具有代表性的岩(矿)石标本进行测定,测定统计结果见表 1。

1.4 研究区地质背景

区域上位于北东向甘珠尔庙—黄岗梁复式背斜的南西段近轴部的南东翼,区域上出露地层由轴部向两翼依次为二叠系寿山沟组、大石寨组、哲斯及林西组。上部被中、上侏罗统等地层呈角度不整合覆盖。后期构造岩浆活动十分强烈,主要表现为燕山早期酸性花岗岩大规模侵入,其次伴有少量华力西晚期中基性侵入体分布,侵入岩体总体上呈 NE 向

展布,并控制了区域上铜、铅锌、铁、锡、铍等矿产的分布。

2 数据处理及资料分析

2.1 数据处理流程

数据反演处理流程见图 2。

2.2 平面资料分析及异常解译

本次平面激电资料是利用所有的二维激电数据进行三维反演、通过对三维反演结果、在不同标高进行水平切片所得,而非真实平面测量结果。平面激电资料对相同标高的中段工作具有很好的指示作用,同时结合激电剖面图可以有效地提高勘探精度。

2.2.1 平面异常圈定标准及结果

平面异常圈定主要是依据相对高值充电率进行。纵观工区内不同标高水平切片平面激电异常结果、在仔细分析工作区内及附近区域标本激电参数的基础上,采用充电率 M 值 ≥ 20 的区域判定为激电异常区。

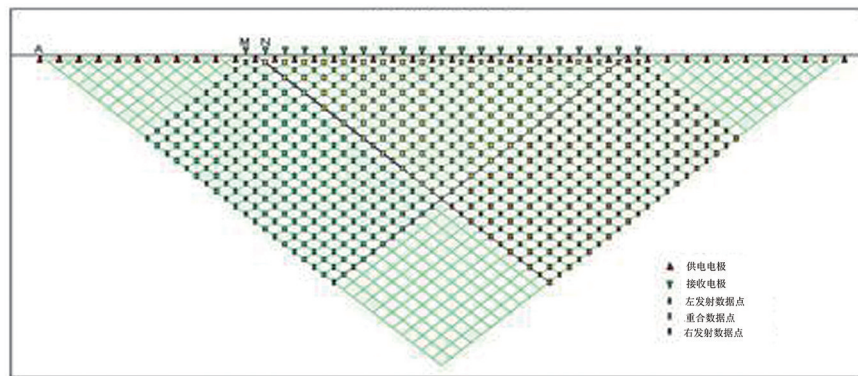


图 1 Pole-Dipole/Dipole-Pole 装置 IP 测深排列布置示意图

Fig. 1 Sketch of IP sounding Pole-Dipole/Dipole-Pole layout

表 1 铅锌多金属矿区岩(矿)石电参数测定统计

Table 1 Statistics of electric parameters measurements of rock (ore) in a Pb-Zn polymetallic mining area

岩(矿)石名称	标本测定块数	电参数	
		激电率 η_s 几何平均值(%)	电阻率 ρ_s 几何平均值(Ωm)
铅锌矿	10	19.5	203
砂卡岩	10	2.3	1200
大理岩	10	1.2	4521
板岩	20	1.8	2648
花岗岩	20	2.0	2009
安山岩	20	1.4	5204

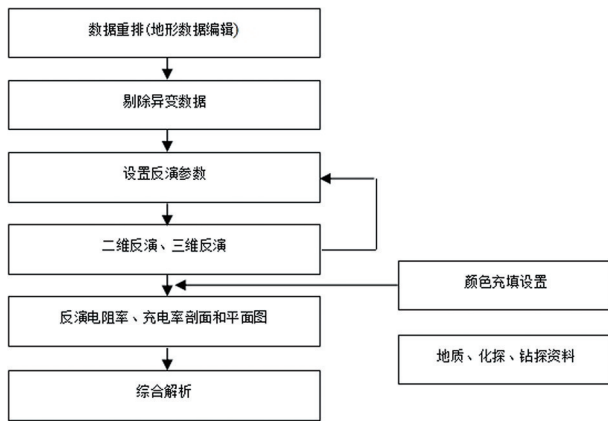


图 2 数据反演处理流程

Fig. 2 Data inversion processing flow

以 1300 标高综合平面图为例,本次工作区共划分为 5 个异常区。其中,异常 I 区位于本次工作区的中部,激电异常总体呈北东向展布;异常 II 区位于本次工作区的北部,激电异常曲线近南北向展布,推测由多个相近的北东向异常区叠加而成;异常 III 区位于本次工作区的西南部;异常 IV 区位于工作区的西北部;异常 V 区位于工作区的南部。异常 III 区、IV 区、V 区在 1300 标高的范围不是很大。

工作区的南部、北部及东北部呈现多条带状及串珠状的低阻异常,推测为断裂构造带。

2.2.2 工作区平面电性特征

通过本次激电测深工作,基本了解了区内的电性特征,以 1300 标高综合平面图为例,工作区东南部、西南部和东北部、中西部存在条带状相对高阻异常区,推断为侵入岩体或完整性较好的岩层。区内 1300 标高综合平面图如图 3 所示。

2.2.3 平面异常解释

以异常 I 区为例,该异常区位于工作区的中部,在 1300 标高综合平面图上,激电异常呈北东向展布。异常形态呈现似“耳朵”形状,长轴长度为 480 m,短轴长度为 210 m,18-24 线剖面穿过此异常区。异常极值为 42 mv/v,异常极值在高阻异常区内。异常区附近存在 2 条北东向的带状低阻异常,推断为 WF1 和 WF2 构造,异常区内的相对高阻异常,推断为侵入岩体或相对完整的岩层。推断激电异常应为金属硫化物相对富集所致,岩体与地层的接触部位是找矿有利部位。

2.2.4 剖面成果分析及推断解释

以 LINE24 剖面为例,LINE24 剖面大功率激电测深二维反演视电阻率剖面图和色阶(视电阻率)

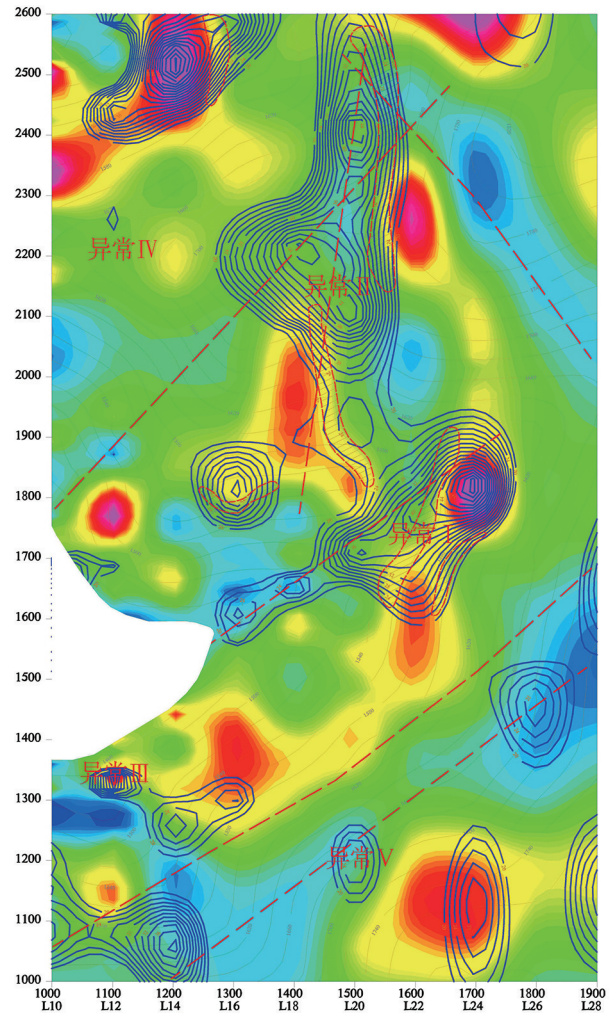


图 3 铅锌多金属矿激电测深三维反演 1300 标高综合平面图

Fig. 3 3D comprehensive IP sounding plan of a Pb-Zn polymetallic deposit at elevation of 1300 m

图中的纵坐标表示物探桩号,横坐标表示物探线号;蓝色的等值线表示视充电率,标有数字的等值线为地形线,色阶表示视电阻率,其中蓝色色阶到深红色色阶表示视电阻率从低到高的显示。

等值线(视充电率)剖面图见图 4、图 5 所示。

视充电率在剖面标高 1500 - 1600 m、1400 - 1100 m 区域呈现不同形态的激电异常。在桩号 1000 - 1100、1600 - 1650 段之间,标高 1650 m 以下,激电异常呈条带状展布,表现相对高激电异常。异常顶部平均埋深为 50 m,异常极值为 48 mv/v,极值在标高 1550 m 的相对低阻区。该异常区主要分布在相对中低阻区,附近的高阻异常区呈向北陡倾带状异常展布,推测为侵入岩体或相对完整的岩层;区内存在条带状低阻带,推测为断裂构造或岩性接触带。推断激电异常应为金属硫化物相对富集所

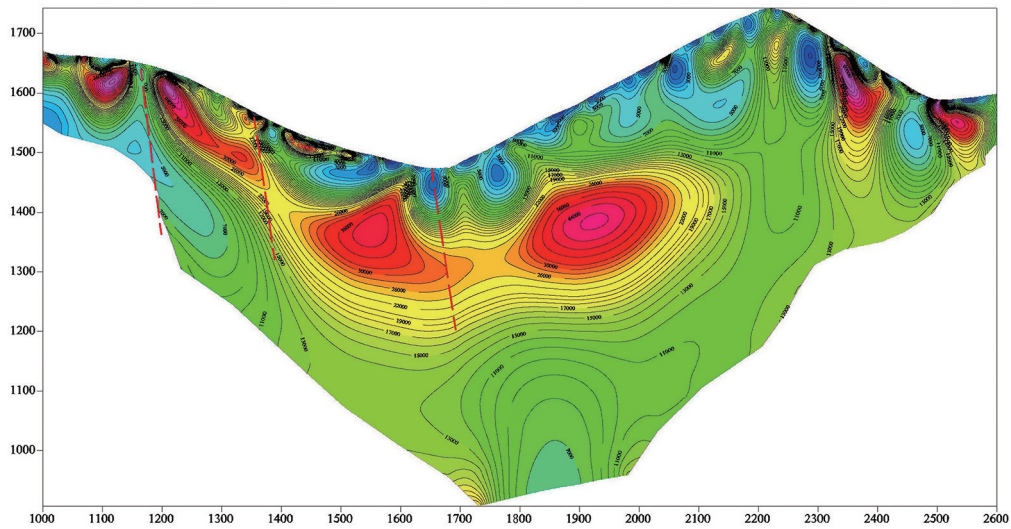


图4 LINE24剖面大功率激电测深二维反演视电阻率剖面图

Fig. 4 2D apparent resistivity inversion profile of Line 24 profile of high-power IP sounding

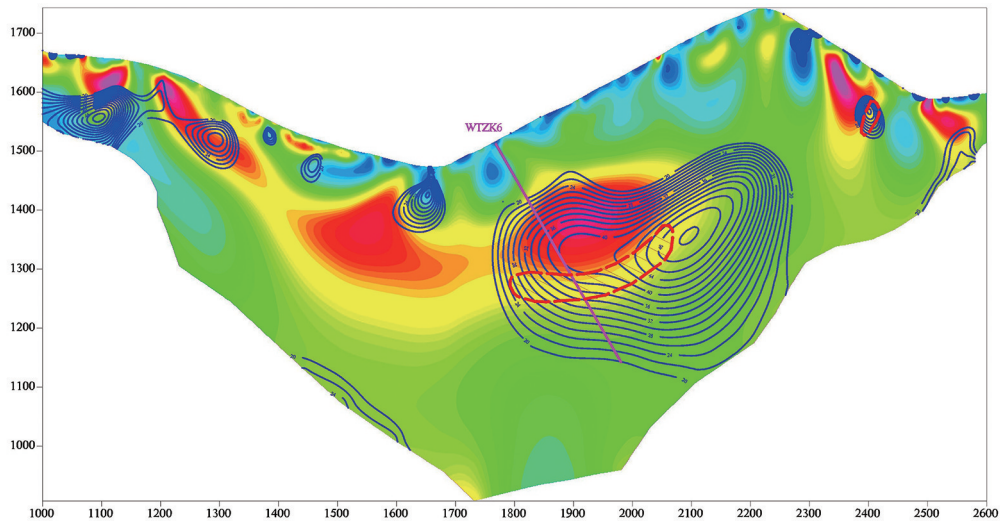


图5 LINE24剖面大功率激电测深色阶(视电阻率)等值线(视充电率)剖面图

Fig. 5 High power IP sounding color scale (apparent resistivity) isoline (apparent charging rate) profile of Line 24

致,电阻率等值线梯度带及梯度带转折部位是找矿的有利部位。

在桩号1200-1250段之间,标高1600m以下,激电异常呈条带状展布,表现相对高激电异常。异常顶部平均埋深为50m,异常极值为30mv/v,极值在标高1550m的相对高阻区。该异常区主要分布在相对高阻区,附近的高阻异常区呈向北陡倾带状异常展布,推测为侵入岩体或相对完整的岩层;区内存在条带状低阻带,推测为断裂构造或岩性接触带。推断激电异常应为金属硫化物相对富集所致,电阻率等值线梯度带及梯度带转折部位是找矿的有

利部位。

在桩号1750-2150段之间,标高1500m以下,激电异常呈近水平宽大条带状展布,表现相对高激电异常。异常顶部平均埋深为200m,异常极值为50mv/v,极值在标高1400m的相对中高阻区。该异常区主要分布在相对中低阻区,附近的高阻异常区呈宽大水平带状展布,推测为侵入岩体或相对完整的岩层;区内存在条带状低阻带,推测为断裂构造带或岩性接触带。推断激电异常应为金属硫化物相对富集所致,电阻率等值线梯度带及梯度带转折部位是找矿的有利部位。

3 综合分析

通过融合本区已知的地质、化探异常资料、矿(化)体特征、高精度磁测成果、激电中梯成果,以工作区激电异常为基础,进行综合解释推断。推测工作区内主要存在5组相对高激电异常带,视激电率异常多出现在视电阻率高阻异常区的次高阻或较低阻部位。

I号相对高激电异常带总体呈北东向带状分布,异常带附近存在WF1和WF2两个北东向构造带,岩体是沿这个断裂构造带侵入的,在岩体的侵入与形成过程中,岩体周边部及自身也产生了许多裂隙。

II号相对高激电异常曲线带总体呈近南北向带状分布,推测为多个比较近的北东向异常带叠加而成。推测附近存在北东向构造带WF4、北西向构造带WF6、WF7和近南北向构造带WF5,异常带处在断裂构造交汇部位。LINE24剖面在该区域有相应的充电率异常显示和电阻率高低的变化。带内异常呈相对次高阻和低阻高激电特征,异常形态较完整,深部延伸趋势良好。结合见矿(化)情况,岩体与地层的接触带即高电阻率区两侧接触带位置的相对低阻高激电异常区是成矿的最有利部位。

4 结语

通过对该区铅锌矿开展的激电测深成果综合分析,主要得出如下结论:

(1)工作区的南部呈现多条带状及串珠状的低阻异常,推测为WF1、WF2和WF3断裂构造带;工作区的北部及东北部呈现多条带状及串珠状的低阻异常,推测为WF4、WF5和WF6、WF7断裂构

造带。

(2)结合岩矿石物性参数结果,分析本区相对低阻异常主要为岩性接触带或岩层裂隙发育且由于水流的汇集作用,含水率较高所引起。表层碎石、块石和相对完整的岩层、岩体表现为相对高阻。

(3)以1300标高综合平面图为例,本次工作区共划分为5个异常区,其中,异常I区位于本次工作区的中部,激电异常总体呈北东向展布;异常II区位于本次工作区的北部,激电异常曲线近南北向展布,推测由多个相近的北东向异常区叠加而成;异常III区位于本次工作区的西南部;异常IV区位于工作区的西北部;异常V区位于工作区的南部。异常III区、IV区、V区在1300标高的范围不是很大。

(4)本次激电测深工作完成数条剖面,除剖面浅部表层碎石、块石影响,局部电阻率呈团状高阻显示外,整体电阻率特征鲜明。各形态激电异常10多处,总体位于岩体与地层接触带上,形态完整,具深部延伸趋势。推测相对高充电率异常主要为金属硫化物富集区所引起。

参考文献:

- [1] 李洋,徐涛,袁昆. 大功率激电测量在辽宁鸡冠山铅锌矿勘查中的应用[J]. 中国锰业, 2018, 36(3): 16-19.
- [2] 杨波,周润民,李斌,等. 大功率激电三极测深在蚂蝗沟铅锌矿勘查中的应用[J]. 甘肃冶金, 2020, 42(5): 86-89.
- [3] 陈绍裘,陈灿华. 激发极化法探测断裂蚀变带型金矿[J]. 中南工业大学学报(自然科学版), 2003, 34(6): 674-677.
- [4] 李春成,朱春生,郑晓惠,等. 激发极化法在大架金矿床中的应用效果[J]. 黄金, 2006, 27(1): 10-13.
- [5] 刘建权,赵振华,尹国庆,等. 大功率激电测量在冀北温家营—马家沟银多金属矿勘查中的应用[J]. 矿产勘查, 2020, 11(11): 2495-2504.
- [6] 张星,刘陈龙,丁志军,等. 综合物探方法在马鬃山地区金矿普查中的应用[J]. 中国金属通报, 2021(7): 87-89.
- [7] 杨博,封伟. 大功率激电在大兴安岭地区找矿中的应用[J]. 世界有色金属, 2021(12): 221-222.
- [8] 张爱玲,孙进,李水平. 大功率激电测深方法在豫西董家塄银矿床勘查中的应用[J]. 矿产勘查, 2021, 12(3): 650-654.

Study on the application of horizontal slicing method of high-power IP pre-survey to a Pb-Zn deposit

XIAO Kunlin, LI Shaobo

(*Geophysical Exploration Academy of China Metallurgical Geology Bureau, BaoDing, 071000 Hebei province, China*)

Abstract: High-power IP is a common geophysical exploration method based on the difference of induced polarization effect between rock (ore) and water. Reasonable device is adopted to study the change of polarization effect of underground geological bodies. IP sounding can effectively find out the buried depth and size of abnormal bodies and development of ore-controlling structures to depth. This paper deals with IP sounding exploration in a Pb-Zn deposit. Plane IP data are obtained by horizontally slicing the deposit at different elevation. Combination of the data and the IP profile improves the exploration accuracy effectively.

Key Words: high power IP; Pb-Zn deposit; horizontal slice; exploration accuracy