

文章编号: 1672-7940(2007)05-0466-04

# 激发极化法在某铅锌矿勘探中的应用

曾歌明, 张胜业, 陈长敬, 黄理善

(中国地质大学地球物理与空间信息学院, 武汉 430074)

**摘要:** 激发极化法是在以低阻高极化为特征的铅锌矿找矿中的一种有效方法。本文对某地铅锌矿的激电资料进行了综合整理和研究, 分析了当地铅锌矿的直流激电异常特征, 探讨了应用直流激电法探测铅锌矿应注意的若干问题, 结合物性资料研究了该区铅锌矿与其它矿种的区分, 制定了相应的工作方案, 取得了较好的找矿效果。为激电极化法研究提供了一个可供参考的实例。

**关键词:** 激电中梯; 激电测深; 铅锌矿勘探; 激电异常

中图分类号: P631.324

文献标识码: A

收稿日期: 2007-04-20

## Application of Induced Polarization Method in Lead - Zinc Exploration

Zeng Geming, Zhang Shengye, Chen Changjing, Huang Lishan

(Institute of Geophysics and Geomatics, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

**Abstract:** Induced polarization method, or IP method, is a good choice in prospecting the lead-zinc deposits with low electrical resistivity and high polarization resistance. Based on the theory and the practice, this paper analyzed the local lead-zinc DC IP anomalies. Some applications on the DC IP lead-zinc exploration are discussed. Combining physical property data, the distinctions between lead-zinc and other ores have been studied; the corresponding work program has been set down and good results have been achieved.

**Key words:** IP intermediate gradient; IP sounding; Lead-zinc exploration; IP anomaly

## 1 引言

某地铅锌矿物探工作的主要目的是在测区范围内,用直流激电中梯、直流激电测深<sup>[1,2]</sup>探测一定深度范围内极化体引起的异常信息。结合区内地质、矿产特征及岩石物理特性,圈定可能属原生矿(化)体引起的异常;从物探勘探角度对测区作出评价,为进一步开展工作提供依据。

在勘测工作中,利用电性参数视极化率  $M_s$  和视电阻率,特征划分铅锌矿化富集带,在成矿有利地段选择具有找矿意义的电法异常进行工程验证。首先采用了时域激电中间梯度装置开展面积测量,然后在激电异常区的有利部位布置直流激电测深装置,以确定激电异常源及推测矿化体的空间形态<sup>[3,4]</sup>。经根据物探成果设计的钻孔验证,取得了较好的找矿效果。

作者简介:曾歌明(1982-),男,中国地质大学(武汉)海洋地质专业硕士研究生。E-mail:cartonwh@163.com

张胜业(1957-),男,中国地质大学(武汉)地空学院教授,主要研究方向为电法勘探。E-mail:Syzhang@cug.edu.cn

## 2 地质概况

测区位于构造带中段,由于经受了强烈的构造破坏,近南北走向的断裂构造较发育。沿断裂构造发育有一近东西走向的硅化破碎带,出露宽约 700m,其西段被中酸性侵入体吞蚀,东段出露不祥,该破碎带规模大,成矿地质条件十分有利。出露的地层主要有白垩系、侏罗系、三叠系和石炭系。地层中节理、裂隙发育,走向近东西,产状较零乱。还分布有燕山期中晚期的中酸性侵入岩,岩性主要为花岗斑岩、斑状黑云母花岗岩,岩体受构造控制明显。

前期地质工作探明,矿区矿化主要赋存于石炭系砂岩中。地层岩性为紫色沙岩夹板岩,薄层灰岩及白云岩,硅质岩、石英岩、石英砂岩、千枚岩及少量片岩,有砾岩,片岩等破碎带,地表表现为黄褐色,标志明显。铅锌矿体呈层状、不规则板状和脉状体产出,矿床属岩浆热液充填交代型<sup>[5,6]</sup>,受断裂构造控制,为铅、锌、银等金属矿产的导矿、控矿构造。测区内几处已发现矿体呈顺层沿裂隙产出,位于硅化破碎带中,矿体产状近于直立,矿体走向近南北。矿石主要由次生蚀变物及多金属硫化物组成金属硫化物以黄铁矿为主,其次为方铅矿和闪锌矿,局部有少量的黄铜矿,呈致密块状、团块状和星点状不均匀地填充交代于破碎带及硅化石英中;脉石矿物有绿泥石、高岭土、方解石、石英、隐晶硅质。围岩蚀变主要为褐铁矿化、硅化、绿泥石化、岭土化、碳酸盐化,黄铁矿化普遍且强烈。

## 3 物性特征

岩矿石的物理特征是物探方法的应用前提,也是资料解释的重要依据<sup>[1]</sup>。本次测定主要在测区内对不同岩矿石露头较好的地段和坑道采集的标本进行了电性参数测定,测定方法采用对称小四极露头法<sup>[4]</sup>和标本法进行。测定参数为视极化率( $M_s$ ),计算参数为视电阻率,统计了各类岩矿石的参数变化范围和平均值。统计结果见表 1。

从物性参数统计表可见,花岗岩和砂岩的极化率较低,平均值分别为 1.74%、1.91%,视电阻率相对较高,平均值分别为 2650  $\cdot m$ 、17839  $\cdot m$ ;黄铁矿化、绿泥石化变质砂岩和褐铁

矿化、黄铁矿化砂岩极化率平均值分别为 6.25%、8.37%,视电阻率相对较高,平均值分别位 1026  $\cdot m$ 、1142  $\cdot m$ ;而铅锌矿化、黄铁矿化砂岩极化率相对较高,平均值为 16.13%,其视电阻率相对较低,平均值仅为 540  $\cdot m$ 。

表 1 岩矿石物性参数统计

Table 1 Statistics of rock (ore) physical property parameter

岩矿石名称	极化率 / %		电阻率 / $\cdot m$		备注
	变化范围	均值	变化范围	均值	
黄铁矿化、绿泥石化、变质砂岩	3.84 - 9.19	6.25	114 - 2991	1026	
黄铁矿化、褐铁矿化、变质砂岩	7.46 - 8.92	8.37	502 - 1445	1142	
铅锌矿化、褐铁矿化、变质砂岩	9.09 - 26.15	16.13	62 - 1716	540	断层位置
砂岩	1.75 - 2.01	1.91	6850 - 38916	17839	
花岗岩	1.31 - 1.75	1.74	2495 - 2764	2654	

因矿化体产于断裂破碎带内的砂岩中,由以上岩层物性特征测定结果及物探异常显示可以看出,区内各类岩矿石电性参数值变化较大,矿石与背景值岩石的电性差异明显,其中以铅锌矿化、黄铁矿化砂岩的极化率相对较高,电阻率相对较低,显示低阻高极化地球物理特征,会形成明显的激电异常,具备开展直流激电方法的物理前提。

但是,由于局部的黄铁矿化和褐铁矿化,使得矿区的极化率背景场提高,使得测区可能出现大面积的高值背景场,对矿化的判别难度加大。不过结合地质和工程实际情况,可划分出矿(化)体引起的异常。

## 4 工作方法

### 激电仪器设备

见表 2。

### 激电中梯剖面

#### 4.2.1 工作布置

经实地踏勘,在有利地段选择适当的参数做直流激电试验工作。根据坑道情况,选择了通过坑道揭露最好的矿(化)地段(测线 28 线)为试验剖面,试验参数为  $AB = 1000m$ ,  $MN = 40m$ ,测量点距 10m,供电时间 8s,断电延时 100ms、150ms,采样宽度 20ms、40ms。结果四组参数的曲线上都显示了极化体异常(图 1)。但在供电周期为 8s,断电延时为 100ms 的曲线上异常信息现实更能表现客观的地质情况。

表2 激电仪器设备

Table 2 IP instruments

仪器型号	主要技术指标
WDJF-2 大功率发射机	最大功率 5kW, 最大供电电压 1200V, 最大供电电流 6A
WDJF-1 数据接收机	$M_s$ : -40 ~ +40% $\pm 2\%$ $V_p$ : -60 ~ +60V $\pm 1\%$
WDYX-1 物性测定仪	最大供电电压 150V, 最大供电电流 200mA
大功率发电机	6.5kW

综合分析<sup>[7,8]</sup>,最终采用  $AB = 1200\text{m}$ ,  $MN = 40\text{m}$ , 测量点距  $10\text{m}$ , 供电时间  $8\text{s}$ , 断电延时  $100\text{ms}$ , 采样宽度  $20\text{ms}$  的参数进行激电扫面工作。激电中梯的观测参数为视极化率 ( $M_s$ )、一次场电位差 ( $V_1$ )、供电电流强度 ( $I$ )、自然电位 ( $V_p$ ), 计算参数为视电阻率 ( $\rho_s$ )。

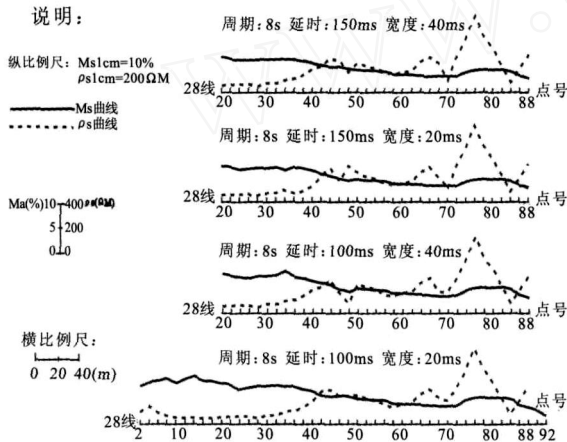


图1 试验剖面曲线图(28线)

Fig.1 Test profile curves (No. 28 line)

#### 4.2.2 激电异常的确定与划分

激电异常背景值  $s_b$  和异常下限值  $s_x$  用下式确定,  $s_x$  取三倍均方差  $s$ 。

$$s_b = \bar{s} / n;$$

$$s_x = s_b + (2 \sim 3) s。$$

测区范围内地层出露较为简单,含矿层位为石炭系旁多群砂岩和燕山晚期花岗斑岩的接触破碎带中,测区地质构造发育,但倾角较陡,铅锌矿(化)体多产于接触破碎带中,局部层间裂隙也富集有少量铅锌矿(化)透镜体,但规模较小。根据物性测定结果,极化率在  $10\% \sim 14\%$  之间,也有可能存在较小的铅锌矿(化)体,但富集太差,普遍应为黄铁矿化。因此根据本测区实际情况,将富集铅锌矿的异常下限定为  $16\%$ 。依据异常下限值  $s_x$ ,在测区内划分了  $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$  等三个激

电异常。

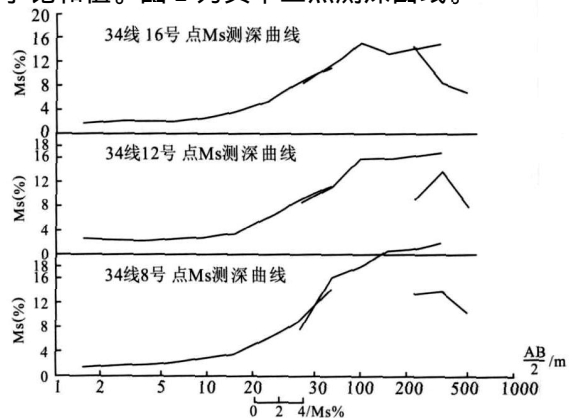
#### 激电测深

##### 4.3.1 工作布置

扫面工作结束后,在异常较好地段采用非对称四极装置,供电极距为常规极距系列,最小极距  $AB/2 = 1.5\text{m}$ ,最大极距  $AB/2 = 850\text{m}$ ;供电时间  $5\text{s}$ ,延时  $100\text{ms}$ ,积分  $100\text{ms}$ 。布极方位与测线方位一致,非连续放线。

##### 4.3.2 激电测深成果的解釋推断

激电测深选择在两条测线的9个测点上进行,  $AB$  选择了从  $3 \sim 1700\text{m}$ ,  $MN$  从  $1 \sim 160\text{m}$ , 进行  $M_s$  的观测工作,探测深度在  $250\text{m}$  左右,结果激电测深所采集的  $M_s$  值与激电中梯所采集的  $M_s$  值基本相同,根据地质及物性条件认为,在  $10\text{m}$  左右  $M_s$  值均属于一常场。在  $10\text{m}$  以下  $M_s$  值逐渐增大,当  $AB/2 = 100 \sim 150\text{m}$  时,  $M_s$  值处于饱和值。图2为其中三点测深曲线。

图2 34线其中三点  $M_s$  测深曲线Fig.2 3 points (No. 34 line)  $M_s$  bathymetric curves

综合分析可知,在28线20号号、28线24号点、28线28号三点,测深曲线形态相近,  $M_s$  值最高均出现在  $AB/2 = 100 \sim 340\text{m}$  内,  $M_s$  值相对较高。根据地质、异常信息(平面和剖面)及物性条件<sup>[2,4]</sup> 推测矿(化)体顶板埋深为  $25\text{m}$  左右。

另外,利用 Suffer 等相关数据处理软件对视极化率进行了数据编辑分析,最终绘制成断面图。根据得到的测深  $M_s$  断面等值线图(图3,有修改),可推算出矿(化)体的倾角。从形态看,推测矿(化)体倾向北东,倾角  $60^\circ \sim 70^\circ$  左右。

通过激电测深也证实了激电中梯的异常,从测深  $s$  曲线上看,在  $M_s$  值高时  $s$  值较低并且  $s$  低阻区与  $M_s$  高值区相对应,由此更加证实了该测区低阻高极化的特征。

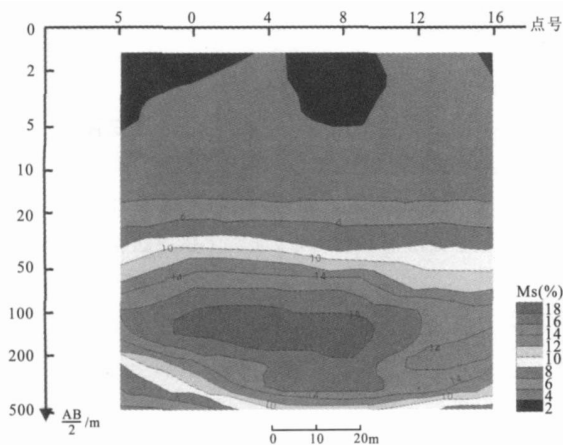


图3 34线测深点  $M_s$  断面等值线图

Fig.3 Bathymetric points (No. 34 line)  
 $M_s$  section contour map

## 5 结 语

实践证明,物探工作中充分利用已有地质信息,有选择地结合多种方法,能较好地解决具体的地质问题,有效的减少了物探解释的多解性。

通过对铅锌矿普查区开展的直流激电中梯,直流激电测深等物探工作,获取到了铅锌矿(体)、

构造、地层接触带引起的异常信息。测区地层出露简单,构造较为复杂,矿(化)体均产于接触破碎带中或层间裂隙中。由于含矿围岩与矿(化)体在激发极化特征上存在明显差异,因而采用激电方法寻找相对围岩的高极化体,方法选择较好,找矿效果比较明显。

测区部分矿(化)体异常较宽,也可能是由多个层间裂隙矿(化)体引起的,应对测区圈定的直流激电  $M_s$  异常进行其它方法的验证,以便更详细地解剖和判别异常,有利于准确地判释推测的矿(化)体。

### 参考文献:

- [1] 傅良魁. 电法勘探教程[M]. 北京:地质出版社,1983.
- [2] 傅良魁. 激发极化法[M]. 北京:地质出版社,1982.
- [3] 张胜业,潘玉玲. 应用地球物理学原理[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2004.
- [4] 李金铭. 地电场与电法勘探[M]. 北京:地质出版社,2005.
- [5] 袁见齐,朱上庆,翟裕生. 矿床学[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [6] Hangi R D. Ore microscopy, paragenetic sequence, trace element content and fluid inclusion studies of the copper - lead - zinc deposits of the southeast Missouri lead district. In: Kisvarsanyi, G., Grant, S. K., Pratt, W. P., and Koenig, J. W. (eds.), Proceedings of International Conference on Mississippi Valley - type Lead - Zinc Deposits[M]. Rolla Univ. Missouri - Rolla Press,1983. 243 ~ 256.
- [7] 刘海飞,阮百尧,柳建新. 激电测深数据一维自动迭代反演进行拟二维反演解释[J]. 工程地球物理学报,2005,2(5):343 ~ 347.
- [8] 何继善. 激发极化法的测量精度及其对应用的影响[J]. 物探与化探,1995(2).