

技术方法

山东章丘下射垛石墨矿激电测量方法应用分析

何其芬¹, 魏印涛¹, 邢吉辉¹, 袁辉², 臧进前¹, 赵闯¹

(1. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要: 石墨具有良好的激发极化特征, 因此激电测量是寻找石墨矿的有效的地球物理手段。通过对山东章丘下射垛石墨矿矿区开展激电测量工作, 圈定了4处激电异常。经验证, 圈定的激电异常和矿体具有较好的对应性, 取得了显著的地质效果, 激电测量在寻找石墨矿工作中具有较高的应用价值。

关键词: 石墨矿; 激电测量; 激电异常; 下射垛; 山东章丘

中图分类号: P631.3

文献标识码: B

石墨矿是山东省的优势矿产之一, 已查明的石墨矿产资源居全国第3位, 石墨产量居全国第一位^[1]。山东章丘下射垛地区新太古代泰山岩群雁翎关组赋存石墨矿建造, 经石墨矿点检查, 具备形成石墨矿床的地质条件。通过对该区开展一系列地质工作, 取得了良好的找矿效果^①。该文以该石墨矿区为例, 介绍其激电测量工作方法及其取得的成果。

1 区域地质概况

工作区大地构造位置处于华北板块(I)、鲁西隆起区(II)、鲁中隆起(II_a)、泰山-济南断隆(II_{a1})、泰山凸起(II_{a1}⁶)北部^[2]。

矿区地层出露有泰山岩群雁翎关组和第四系。雁翎关组为矿区的含矿岩组, NNW向条带状展布, 出露宽30~200 m, 倾向60°~115°, 倾角55°~80°, 主要岩性为斜长角闪岩、角闪片岩夹变粒岩类, 局部片理发育。第四系仅出露于村庄及部分沟谷处, 分布面积极小, 厚度一般小于2 m, 主要成分为坡积物及洪冲积物。

矿区断裂构造不发育, 仅见单斜构造及韧性剪切构造。区内泰山岩群雁翎关组为单斜构造, 地层层理和片麻理一致, 倾向一般50°~60°, 倾角55°~80°, 局部变化较大。官营-香山韧性剪切带东支自西北至东南通过矿区, 在区内长度约2.2 km, 总体

走向330°, 与泰山岩群走向一致, 运动方向为右行走滑。该韧性剪切带宽度大于1 km, 糜棱面理倾向NE, 倾角一般大于80°, 拉伸线理近水平。

矿区岩浆岩普遍发育, 出露面积占矿区面积的80%以上(图1)。根据岩性可分为上港单元中粒奥长花岗岩、松山单元中粒二长花岗岩和牛岚单元辉绿岩。上港单元岩体普遍发育片麻理, 片麻理走向NNW向, 局部遭受不同程度的糜棱岩化; 松山单元总体走向与区域构造线方向基本一致, 局部遭受不同程度的糜棱岩化; 牛岚单元出露面积较小, 呈脉状, 脉体走向330°, 脉宽一般2~5 m。

2 技术方法

2.1 激电测量的工作方法

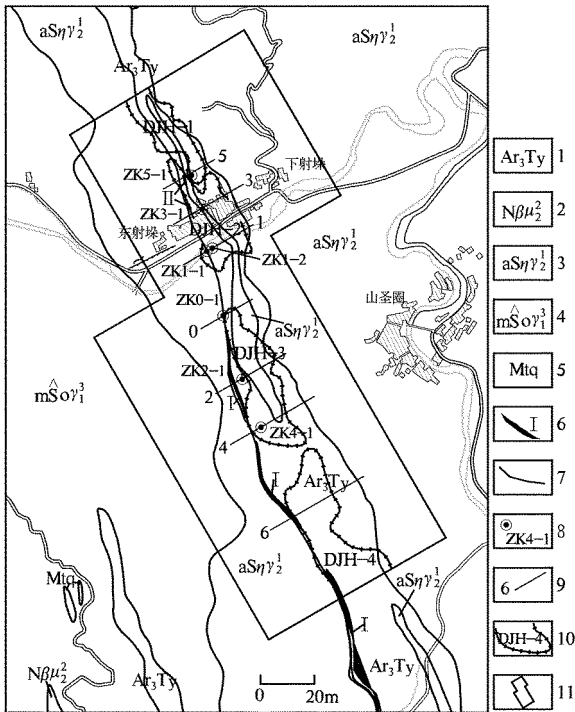
区内与石墨成矿关系密切的雁翎关组地层大致呈NNW向分布, 因此, 物探测网测线方向垂直于地层走向布设, 方位角为60°, 测量网度50 m×20 m。物探网的布设采用RTK定位, 工作比例尺为1:5 000。平面坐标采用1980西安坐标系, 高斯-克吕格正投影3度分带, 高程采用1985国家高程基准。

野外施工采用AB=1 200 m, MN=点距=20 m, 旁测50 m, 100 m; 150 m的中间梯度装置进行测量。

收稿日期: 2014-05-21; 修订日期: 2014-07-03; 编辑: 陶卫卫

作者简介: 何其芬(1986—), 女, 土家族, 贵州铜仁人, 助理工程师, 主要从事地质矿产勘查工作; E-mail: heqifen1987@163.com。

①山东省物化探勘查院, 山东省章丘市下射垛地区石墨矿普查报告, 2013年。



1—雁翎关组;2—牛岚单元;3—傲徕山超单元松山单元;4—蒙山超单元上港单元;5—磁铁石英英脉;6—石墨矿体及编号;7—实测地质界线;8—钻孔位置及编号;9—勘探线位置及编号;10—激电异常位置及编号;11—1:5000 激电中梯工作范围

图1 下射垛地区地质物探综合略图

采用供电时间为 4 s × 4 s 双极性短脉冲供电方式,供电周期 16 s 延迟时间 200 ms,采样宽度 40 ms,叠加次数 3 次。

为了更好地了解异常位置及形态,在激电异常部位布设了激电中梯剖面,激电中梯剖面采用的仪器设备及工作方法与激电中梯面积工作一致。

激电测深剖面布置在激电异常中心部位。采用 $MN = AB/10$ 的等比对称四极测深装置进行测量。采用双极性短脉冲供电方式,供电周期为 16 s,采样宽度 20 ms,延时时间 200 ms。

野外施工严格按照规范要求进行,观测中随时进行退检和重复观测,重点检查畸变点、干扰点。质量检查安排在野外工作的进程中,检查点大致均匀分布。按照“一同三不同”的原则进行质量检查。激电中梯工作:全区检查点占总物理点数的 7%,符合检查工作量 $\geq 3\%$ 的规范要求;视极化率实达均方相对误差 $\varepsilon\eta_a = \pm 1.77\%$,达到规范 $\varepsilon\eta_a = \pm 4\%$ 的精度要求;视电阻率实达均方相对误差为 $MPa = \pm 1.58\%$,达到规范 $MPa = \pm 4\%$ 的精度要求。激电测深工作:检查点占全区总测点数的 3.33%,符合

检查工作量 $\geq 3\%$ 的要求;视极化率实达均方相对误差为 $\varepsilon\eta_a = \pm 1.55\%$,达到规范 $\varepsilon\eta_a = \pm 4\%$ 的精度要求;视电阻率实达均方相对误差为 $MPa = \pm 1.37\%$,达到规范 $MPa = \pm 4\%$ 的精度要求。

2.2 激电异常的圈定

根据异常下限的选取原则,结合整个工作区激电异常的分布规律,经过对该区所取得的数据进行统计计算,并结合区内成矿地质背景,确定该区视极化率 η_a 异常下限为 2.6%。该异常具有一定规模且连续性较好, η_a 等值线在相邻 2~3 条测线以上均有异常,且每条测线上有连续 2~3 个测点以上,视极化率 η_a 值大于异常下限的高视极化率异常区圈定为激电异常^[3-5]。依据异常圈定的原则,结合该区 η_a 特征,共圈出局部激电异常 4 处,编号为 DJH-1, DJH-2, DJH-3, DJH-4。

3 激电异常特征

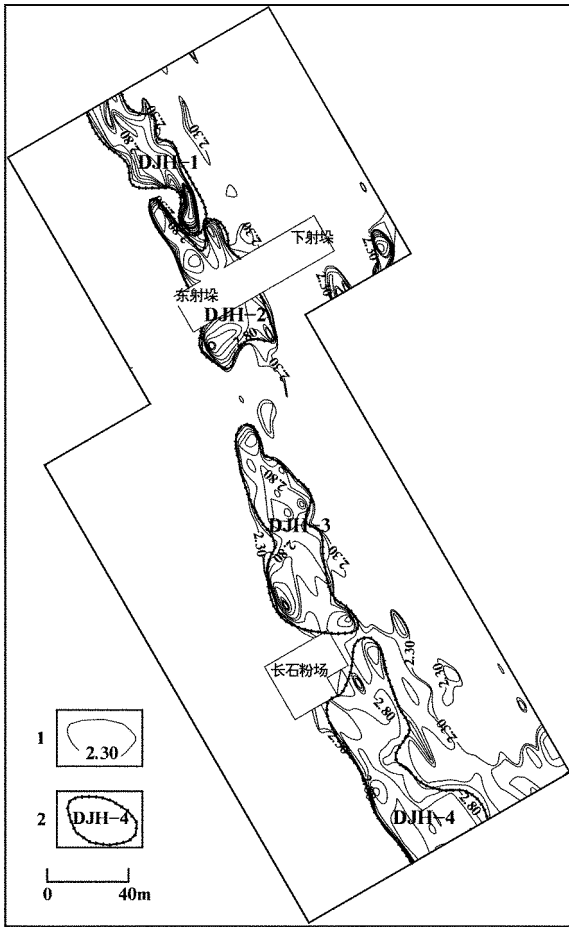
3.1 DJH-1 异常

DJH-1 异常位于测区北部,东射垛村以北 200 m 处,以 2.6% 的视极化率等值线圈定的异常(图 2)。该异常呈带状沿 NNW30° 展布,异常长约 400 m,宽约 120 m,视极化率在 2.6%~9.16% 之间, DJH-1 异常有 2 个异常中心,分别在 131/280 点和 132/265 点,2 处 η_a 峰值分别为 3.25% 和 9.16%。对应极化率异常区的 ρ_a 表现为低阻特征(图 3)。

为研究该异常,在 265 线异常中心沿 60° 方向布置了激电中梯剖面 and 激电测深剖面,中梯剖面曲线在 132~134 点之间有明显的激电异常显示。 η_a 值在 3.0% 以上,异常中心极值点达 10.56%,两侧的背景值都在 2.0% 以下,异常形态明显,对应极化率异常的视电阻率也总体显示低阻特征。根据视极化率断面图分析,该异常是由上下 2 个高极化体所组成。上部异常埋深较浅,从 $AB/2 = 2.5$ m 开始就有视极化率异常反映,异常中心在 132 点,极值出现在 $AB/2 = 15$ m 处, η_a 达到 13.7%。下部异常中心则出现在 134 点 $AB/2 = 220$ m 处, η_a 极值达 7.74%。对应该高极化体的 ρ_a 等值线表现为 300~450 $\Omega \cdot m$ 的相对低阻,与平面电阻率特征相吻合。

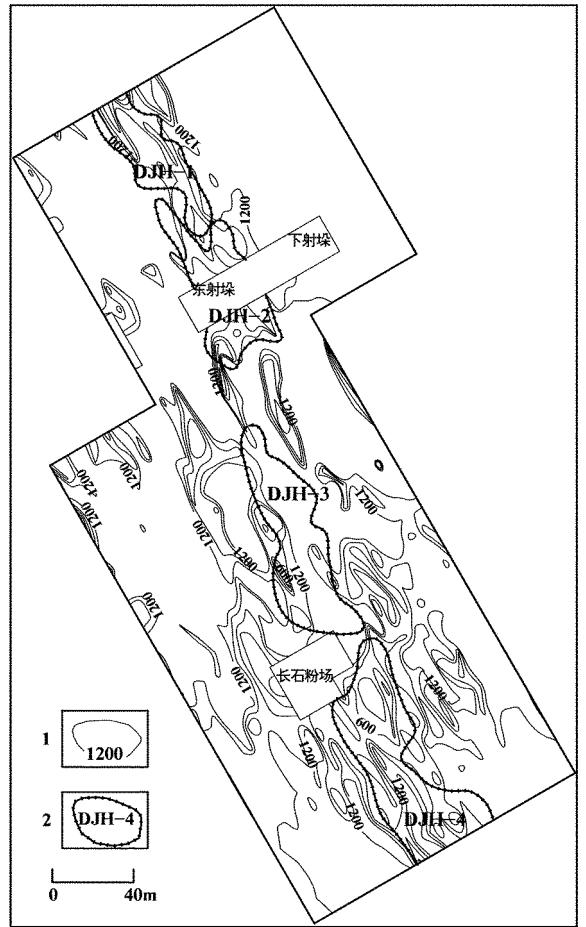
3.2 DJH-2 异常

DJH-2 异常位于东射垛村,异常呈条带状,走向



1—视极化率 η_a 等值线(%) ;2—激电异常及编号

图2 下射垛地区视极化率 η_a 等值线平面图



1—视电阻率 ρ_a 等值线;2—激电异常及编号

图3 下射垛地区视电阻率 ρ_a 等值线图

NNW。异常南北控制长约420 m,东西控制宽约130 m,视极化率多在2.7%以上(图2)。异常中心有2个,为255线的129点和235线的121点, η_a 峰值分别达4.22%和4.98%。该异常对应的视电阻率一般在400~1000 $\Omega \cdot m$ 之间,表现为低阻特征(图3)。

研究该异常,在235线异常极值部位60°方向布置了激电中梯剖面 and 激电测深剖面,从激电中梯剖面图上可以看出,在120~128点之间视极化率有明显的高异常反映,而对应异常区域的激电测深 η_a 断面图上也显示,在 $AB/2 = 40 m$ 以下存在一高极化体,极化体形态较规整,异常中心在126点 $AB/2 = 340 m$ 处, η_a 值可达6.4%;由视电阻率拟断面图可知,对应异常的 ρ_a 值表现为低阻,所以该异常属于低阻高极化异常,这与石墨矿体的电性特征相吻合。

3.3 DJH-3 异常

DJH-3 异常位于工作区中部,呈条带状 NNW 向展布。异常长约480 m,宽150 m,以2.7%的视极

化率等值线圈定(图2),视极化率多在2.7%~4.85%之间,为多峰值异常。异常中心在170线的105点和190线的115点, η_a 峰值分别达3.45%和4.85%。该异常所处的视电阻率场反映低阻特征,视电阻率一般在500~1200 $\Omega \cdot m$ 之间(图3)。

为研究该异常,在170线的极值部位布置了激电中梯剖面 and 激电测深剖面。从激电中梯剖面可以看出,在104~108点之间有明显的激电异常反映,视极化率极值达4.85%,而两侧背景值都在2.6%以下,异常形态非常明显。从拟断面图来分析,从102点往东,在 $AB/2 = 25 m$ 以下都表现为低阻高极化的特征,异常中心在106点 $AB/2 = 220 m$ 处, η_a 极值达5.92%。

3.4 DJH-4 异常

DJH-4 异常位于工作区南部,整体走向 NNW,呈长条状(图2)。异常长约450 m,宽130 m,视极化率多在3%~4%之间, η_a 极值达4.15%,所对应

的视电阻率呈相对低阻反映,其值在 $1\ 000\ \Omega \cdot \text{m}$ 以下(图3)。DJH-4异常总体表现为低阻高极化异常异常特征,为找矿的有利区段。

4 激电异常结果分析

(1)结合测区地质特征对异常进行分析,DJH-1异常区出露岩性主要为二长花岗岩、斜长角闪岩以及蛇纹岩,而在视极化率高异常区附近则有石墨矿出露。由物性参数可知,石墨矿的极化率较高,所以推断浅部的极化率高异常应该是地表石墨矿体引起的。经钻探验证(ZK5-1孔)异常中心深部岩心主要为蛇纹岩、蛇纹石化角闪岩,岩心中黄铁矿化普遍发育,且在91.59~92.59 m处为黄铁矿,所以推断下部异常是由金属硫化物局部富集形成极化体所致。因此可以推断DJH-1异常为石墨矿和金属硫化物富集体共同引起的叠加异常。

(2)DJH-2异常区地表覆盖第四系河流相沉积物。在异常中心布置钻孔ZK1-1,ZK1-2;其中ZK1-1中71.50~81.80 m为石墨矿,ZK1-2中155.60~160.80 m为石墨矿体,矿体平均真厚度3.24m,倾向约 65° ,固定碳平均品位6.29%,证实该异常为矿致异常。

(3)DJH-3异常区出露的基岩主要为二长花岗岩和斜长角闪岩,而在2个异常中心地表均见石墨矿体,有很好的矿化现象,所以推断该异常为石墨矿致异常。在该异常内实施钻孔ZK2-1,ZK4-1;其中ZK2-1中70.45~75.35 m为石墨矿体,ZK4-1中92.67~98.29 m为石墨矿体,由此验证异常由石墨矿体引起。

(4)DJH-4异常区内出露的岩石主要为二长花岗岩、斜长角闪岩和蛇纹岩,异常中心地表发现石墨矿化地层,所以推断该异常亦为石墨矿致异常。但由于该异常在一个正在开采的长石矿采场内,因此未对其进行深入研究。

5 结语

石墨矿具有高极化率低电阻率的地球物理特征,利用中间梯度装置扫面可以快速地发现并圈定激电异常,利用激电测深可以了解极化体的埋藏深度及空间赋存状态,进而为指导工程验证提供较为充足的依据。

通过对下射垛石墨矿区进行激电测量工作,圈定了4处激电异常。经过钻孔验证,见矿情况良好,说明激电测量方法对寻找石墨矿是有效的,可行的。因此,在寻找石墨矿的勘查中激电测量方法不失为一种快速有效的物探工作方法,应加以推广应用。

参考文献:

- [1] 孔庆友,张天祯,于学锋,等.山东矿床[M].济南:山东科学技术出版社,2006.
- [2] 张增奇,刘明渭,宋志勇,等.山东省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [3] 李国庭,王海涛,孔红杰,等.内蒙古克什克腾旗黄岗山锡铜矿激电测量方法应用分析[J].山东国土资源,2012,28(8):44-47.
- [4] 毕炳坤.电法勘探在铝土矿勘探中的应用[J].物探与化探,2009,33(4):400-402.
- [5] 曲少飞,鲁世朋,王国征.激电测量在莱西市山后金矿区萌山矿段的应用[J].山东国土资源,2009,25(10):38-42.

Analysis on Application of Induced Polarization Method in Xiasheduo Graphite Deposit in Zhangqiu City of Shandong Province

HE Qifen¹, WEI Yintao¹, XING Jihui¹, YUAN Hui², ZANG Jinqian¹, ZHAO Chuang¹

(1. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Graphite has good induced polarization characteristics, so IP measurement is an effective geophysical method for prospecting graphite deposit. Through IP surveying work of Xiasheduo graphite deposit in Zhangqiu city of Shandong province, 4 IP anomalies have been circled. After verification, it is said that the circled IP anomalies have good correspondence with ore bodies, and obvious geological effect has been achieved. Induced polarization measurement has good application effect in prospecting graphite deposit.

Key words: Graphite deposit; induced electrical sounding; induced polarization anomalies; Xiasheduo; Zhangqiu city in Shandong province