

外间梯度测深法及其在深部找矿中的应用效果

李振峰, 曹清章, 陈天振, 安西峰, 冯磊, 张满坡
(河南省地球物理工程勘察院, 新乡 453000)

摘 要 介绍了外间梯度测深装置的使用方法, 分析了该方法解释的理论依据及解释方法, 并通过一个深部找矿的应用实例, 论述了外间梯度测深方法在寻找金属矿体中参与定量解释的有效性.
关键词 外间梯度测深, 深部找矿, 定量解释
中图分类号 P631 **文献标识码** A **文章编号** 1004-2903(2006)01-0244-04

Outside grads detecting method and its application effect in deep ore exploration

LI Zhenfeng, CAO Qing-zhang, CHEN Tian-zhen, AN Xi-feng, FENG Lei, ZHANG Man-po
(Henan Academy of Geophysical and Engineering Exploration, Xinxiang 453000, China)

Abstract The operation procedure of outside grads detecting set and its theoretical foundation as well as its data interpretation method are introduced in this paper. An example of deep ore exploration expounded in this paper displays the validity of outside grads detecting method in deep ore exploration.
Keywords outside grads detecting, deep ore exploration, quantitative interpretation

0 引 言

利用激发极化法寻找各类隐伏矿体及地下水源探测等在国民经济建设中发挥了重要作用^[1~3]. 但以往常规电法的异常解释水平较低, 对于同一种激电方法, 相同的装置形式, 同一个激电异常, 不同的物探人员解释结果相差较大. 原因是以往常规电法的勘探深度是一个待定系数, 它由装置形式、所探测地质体与围岩的空间对应关系、电性差异以及地形、地表不均匀体等多种因素所制约, 因而目前尚没有统一的解释模式. 由于工作中解释方法存在差异, 常用的特征点法误差较大, 而一些技术人员使用的经验系数法同样有引起误差的因素存在, 因为不同的人存在不同的经验、经历, 且在一个工区适用的经验系数, 换到另一个工区由于地电条件发生了变化, 经验系数就有可能不适用. 实践证明, 利用外间梯度测深资料作地电断面图, 对同一标高上的电性平面图进行定量解释, 确定矿体空间赋存状态, 为切实可行的有效方法.

1 外间梯度测深法

1.1 外间梯度测深法的提出

外间梯度测深法(见图 1)由 B·A·柯马罗夫提出的单极梯度测深装置(见图 2)演变而来^[4]. 我们在长期使用单极梯度装置的野外实践中发现, 该装置物探异常与推断地质体有一定的误差, 利用电阻率异常推断浅部地质体时误差尤为显著. 关于该方法引起解释误差的因素在李金铭教授所著《固定点源测深法定量解释研究》^[5]中计算了供电点到 η 曲线极值点距离 R_m , 相对应供电点 A 到球心距离 d 的比值 R_m/d 在不同供电点(Φ_A)情况下 h_0/r_0 的关系. 根据计算, h_0 为 r_0 的 2~3 倍时, 解释效果最佳, 在球体埋藏较深或较浅时均出现误差. 我们认为出现误差主要是由测量电极 MN 垂直 AB 供电方向且忽略无穷远极所致. 在赵案庄物探工作中, 我们采用测量电极与供电电极在一条直线上(装置见图 2)的测深装置, 称为外间梯度测深装置(相对于中间梯度法而言). 该装置中 MN 测量电极比单极梯度测深

MN 电极距离 B 极更远, 从而 MN 电极测量信号更加接近点电源信号. 从理论上讲, 激电异常不受地形与近地表电阻率不均匀体影响, 因此, 利用外间梯度法激电异常直接进行定量解释, 将更加直观. 另外, 在计算电阻率时也考虑了 B 极的影响.

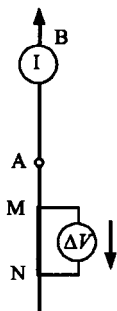


图 1 外间梯度法装置简图

Fig. 1 Set diagram of outside pole grads method

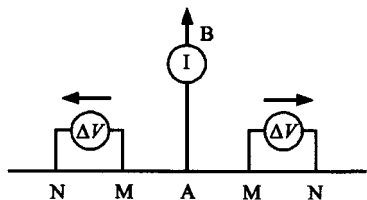


图 2 单极梯度法装置简图

Fig. 2 Set diagram of single pole grads method

1.2 外间梯度测深法与三极测深法的区别

外间梯度测深法与常规的三极测深法的区别在于, 外间梯度法是将供电电极 A (电源正极) 与电源负极 B 极固定不动, 而在 AB 连线上供电电极 A 的外侧移动测量电极 M、N. 从理论上讲, 常规三极测深装置反映的为沿剖面某一深度的电阻率与极化率, 而外间梯度测深反映的是供电电极 A 下方不同深度的电阻率与极化率.

1.3 外间梯度测深法的理论依据

外间梯度测深法的解释依据是把供电电极 A 视为点电源, 则均匀半无限空间供电电极下方任意一点埋深 h 处的电位应与以 h 为半径、以供电电极 A 为圆心的半球处的电位相同. 因此, 供电电极 A 下方 h 处若出现异常, 在地面与供电电极 A 处等距离的 MN 处应有相应的异常反映. 根据外间梯度测深

资料作地电断面图, 同一标高上的极化率与电阻率平面图进行定量解释, 应为该剖面上或平面上的地质体的反映.

2 应用实例

2000 年安钢舞阳矿业公司赵案庄铁矿在对 -245 ~ -285 m 铁矿开采过程中, 发现矿体赋存位置、层位划分等与原地质勘探报告结果出入较大, 我院采用外间梯度测深法与地面高精度磁法, 对赵案庄铁矿 -245 ~ -285 m 进行了重新勘探.

2.1 地质概况

区内由一组近东西向褶皱带及细粒闪长岩岩体群组成. 主要地层为太古界含矿岩系, 均为第四系所掩盖^①.

2.1.1 地层岩性

(1) 太古界赵案庄组含矿岩系(A_1R^2)

按岩石建造和矿物组合划分为五个岩组, 自下而上分述如下:

①铁铝榴更长片麻岩组: 紫红、灰及灰绿色的铁铝榴更长片麻岩、铁铝榴角闪片麻岩互层, 间夹金云母更长片麻岩、更长角闪片麻岩及石墨片麻岩、石英片麻岩、蛇纹石大理岩.

②更长片麻岩组: 以灰绿及浅灰色中粒芝麻状更长角闪片麻岩及条痕状角闪更长片麻岩为主, 有时夹薄层磁铁蛇纹岩及磁铁角闪岩、金云母片岩等.

③B 矿组: 磷灰石、蛇纹石磁铁矿矿体富集层位, 厚 0.2 ~ 117 m, 平均厚 57 m, 含可采矿层 1 ~ 3 层. 由蛇纹石磁铁矿、磷灰石磁铁矿、白云石磁铁矿、角闪石磁铁矿和磁铁蛇纹岩、蛇纹石化硅镁石、古铜辉石岩组成, 间夹透辉石更长片麻岩、角闪更长片麻岩、更长角闪片麻岩、金云母片岩、磁铁角闪岩.

④透辉更长片麻岩组: 主要为浅灰及灰绿色中粒透辉更长片麻岩、金云母更长片麻岩、更长角闪片麻岩.

⑤花岗质条带状混合岩岩组: 主要为条带状混合岩, 次为均质混合岩及混合花岗岩, 间夹角闪片麻岩.

2.1.2 第四系(Q_p)

主要由粘土、亚粘土、亚砂土、砂及泥砾组成, 厚

① 安西峰, 等. 河南省安阳钢铁集团有限责任公司舞阳矿业公司赵案庄铁矿综合物探地质勘查报告[R]. 新乡: 河南省地球物理工程勘察院, 2000.

70~ 107 m.

2.2 地球物理概况

赵案庄铁矿通过断续近 30 年的勘探, 包括本次物探工作, 积累了一定的物探资料, 通过前人及本次对岩矿石的物性测定, 结果见表 1.

表 1 岩矿石电性参数一览表

Table 1 Electricity parameters of Rock

岩石名称	电阻率 (平均值) ($\Omega \cdot m$)	极化率 (平均值) $\eta\%$	标本块数	备注
铁矿石	2.99	38.7	81	
片麻岩	373	1.39	63	采用标本架法
闪长岩	1 577	1.28	42	

从表中可以清楚的看到片麻岩电阻率是铁矿石的 125 倍, 极化率是铁矿石的 1/27, 闪长岩电阻率是铁矿石的 527 倍, 极化率是铁矿石的 1/30, 铁矿石相对于围岩及闪长岩体具有很强的电性差异, 因此, 在该工区开展电法测深工作具备充分的地球物理前提.

2.3 野外工作布置

在勘探矿山- 245~ - 285 m 两个开采平面矿体空间分布形态及闪长岩体位置划分时, 根据矿山提出来的技术要求, 我们共布置了 8 条南北测线, 测线方位 170°, 线距 50 m, 点距 20 m, 发现重点异常区, 测线间距加密到 25 m.

2.4 物探异常与矿体对应情况

物探工作共作激电梯度测深 η_v 、 ρ_a 断面等值线图 8 张, - 225、- 235、- 245、- 255、- 265、- 275、- 285 m 深度 η_a 、 ρ_a 平面等值线图 7 张, 地质解释断面图 8 张, 平面图 7 张, 举例解释如下:

2.4.1 断面 对应情况

图 3 是赵案庄铁矿 13 线(原地质勘探线 21 $\frac{1}{2}$ 线) 外间梯度测深 η_v 等值线推断解释断面图, 从图上看 CK99 孔见矿情况及极化率异常边界吻合很好. CK74 孔见矿段与极化率异常有所偏离, 当时推断 CK74 可能为斜孔, 后经在矿山- 245 m 至 - 285 m 开采验证确为斜孔, 且与物探异常推测矿体边界吻合较好.

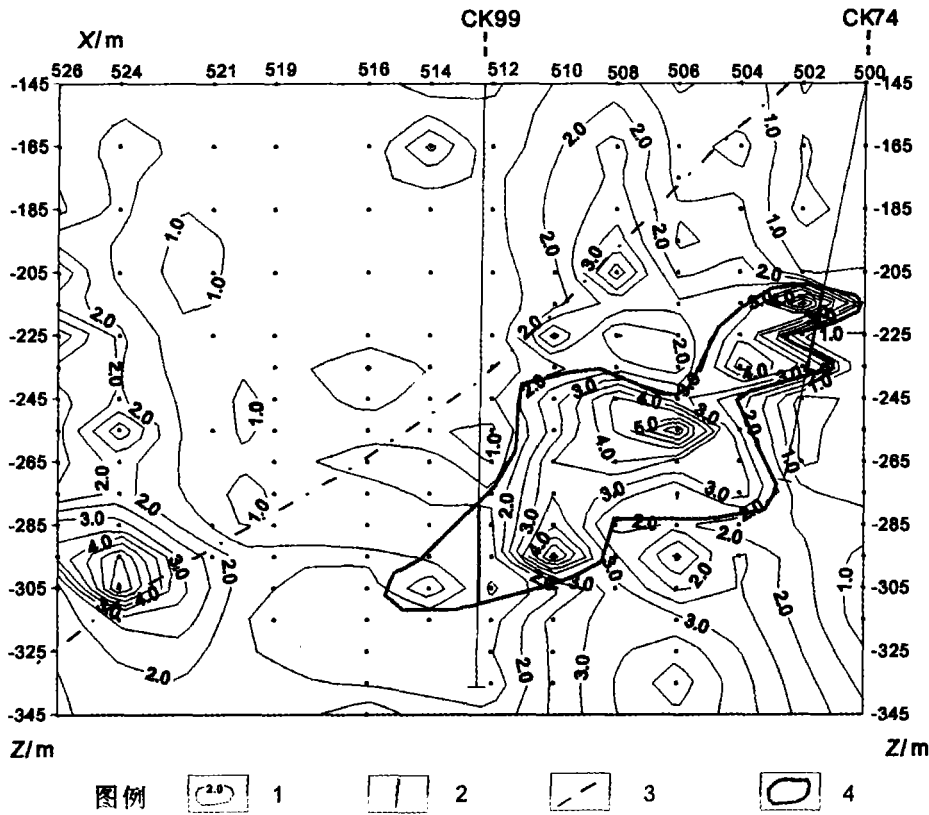


图 3 13 线视极化率等值线测深剖面

Fig. 3 The across section of polarizability isogram along line 13

1. 视极化率等值线; 2. 钻孔见矿部位; 3. 断层破碎带; 4. 极化率异常边界

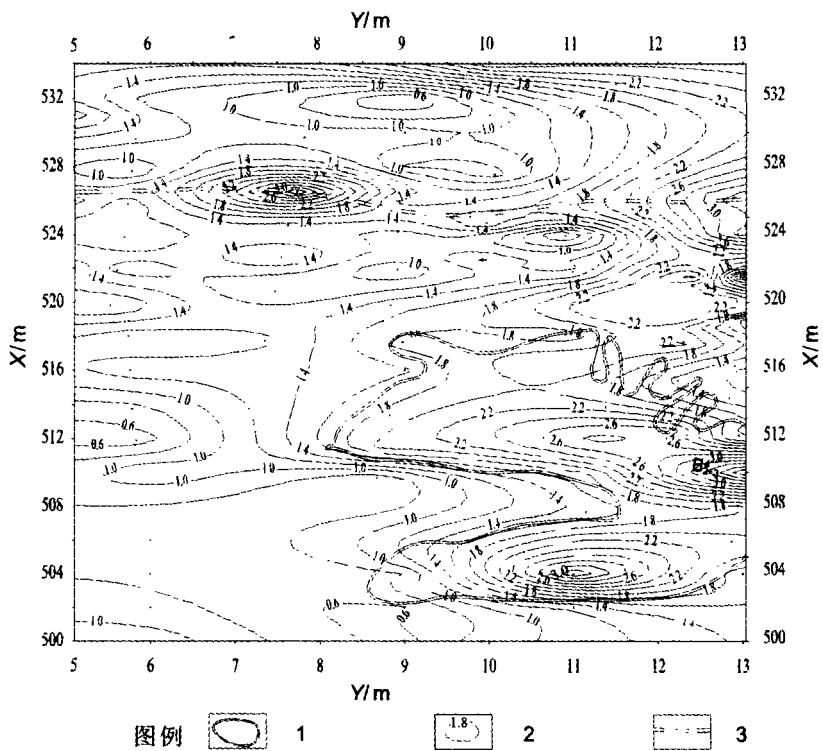


图 4 - 285 m 埋深视极化率等值线及铁矿边界平面图

Fig. 4 The ichnography of polarizability isogram and iron ore boundary at depth - 285 m

1. 铁矿边界; 2. a 等值线; 3. 已验证破碎带

2.4.2 平面对应情况

图 4 为 - 285 m 极化率等值线平面图及推断矿体边界平面图。根据 η_a 平面等值线异常分布情况, 我们圈定了 - 285 m 铁矿体的边界及闪长岩体的分布, 并大胆的否定了原报告 5 号矿块矿体的存在, 经矿山巷道及钻探验证, 证明了 5 号矿块矿体确实不存在, - 285 m 中断经矿山近三年的开采证明, 利用物探异常圈定的矿体边界与实际情况基本吻合。由于 2000 年外间梯度测深在赵案庄铁矿上的成功应用, 2002 年、2003 年河南省地球物理工程勘察院又与赵案庄铁矿进行了两次深部找矿项目合作, 均取得了甲方较满意的地质成果。

3 结 语

(1) 外间梯度测深方法通过在赵案庄铁矿上的应用, 说明该方法在寻找深部金属矿体的有效性, 该方法具有异常反映矿体直观, 解释方法简单, 解释精度高的优点。尤其适用于面积测量, 如配合少量钻孔控制解释成果将更符合实际。

(2) 任何物探方法都具有其适用范围及外界因素影响, 赵案庄铁矿第四系覆盖 90 m 左右, 且地面

平坦, 这些因素可能是本方法应用成功的有利因素。但在山区如有矿体近地表出露情况应考虑到 MN 处地电因素的影响。

(3) 外间梯度测深法我们正处在探索及应用阶段, 文中出现偏差在所难免, 望广大物探工作者及前辈提出批评与宝贵意见。

致 谢 赵案庄铁矿技术人员给予支持与合作表示诚挚的感谢。

参 考 文 献 (References):

[1] 赵国文. 用激发极化法测井在贫水区找水[J]. 东北水利水电, 1994 (9): 2~ 22.

[2] 黄启生, 陈进宝. 屏障过渡激发极化法在深部找矿中的应用[J]. 江苏地质, 1994, 18 (2): 97~ 102.

[3] 扶永铭, 刘洪. 激发极化法在川西地区寻找气藏中的应用[J]. 石油物探, 1997, 36 (4): 85~ 98.

[4] B A 柯马罗夫 (著), 阎立光 (译), 李金铭 (校). 利用点测深 (T3) 作地电断面图的方法指南[M]. 北京: 地质出版社, 1992.

[5] 李金铭, 魏文博, 陈本池, 等. 固定点源测深法定量解释研究[J]. 物探与化探, 21 (3): 187~ 197.