强干扰背景条件下TEM探测铁矿资料解释方法研究

李世峰[1],梁盛军[1],周建雄[2],李耀华[1]
(1. 河北工程学院,邯郸 056038; 2. 河南煤田物测队,郑州 450009)

[摘 要]文章从采集数据拟和入手,将滤波、时深转换后的反演数据绘制有关图件。通过分析全区视电阻率单支曲线,得出测区内的电性异常区,有铁矿存在时的地层电性特征曲线为KH、HA型,无铁矿存在时的地层电性特征曲线为H型;通过视电阻率拟断面图分析磁铁矿异常体赋存和断层的特征;利用视电阻率切片图来推演矿体展布形态。

[关键词]瞬变电磁法 视电阻率 感应二次场 磁铁矿
[中图分类号]P631.3 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2006)03-0072-04

瞬变电磁法(TEM)属于时间域电磁感应法,它利用不接地回线或接地线源向地下发送一次脉冲场,在一次脉冲场间歇期间利用回线或电偶极接收感应二次场,该二次场对地下良导体受激励引起的涡流所产生的非稳定电磁场反应敏感,通过分析观测到的随时间变化的二次场信号,就可以判断出地下地层的电性变化及地下良导体的赋存情况[1]。利用TEM解决地质问题的前提条件是目标地质体和围岩存在电性差异。然而,在已经开采的矿区,由于受地面废弃矿石、地下采空区等因素的强烈干扰,给成果解释带来诸多困难。下面以河南缸庙刘矿区探测为例加以研究。

1 矿区概况

缸庙刘位于舞钢市武功乡东南部,测区地层主要由第四纪黄土层、震旦纪卵砾石层和太古宇铁山庙组地层组成。矿区出露的岩层有变质岩、沉积岩及火成岩的岩墙。含矿带主要由辉石石英磁铁矿层、石英磁铁矿层、磁铁石英岩、斜长角闪片麻岩和大理岩组成,夹少量金云角闪岩及云母类片岩。区域内构造较为简单,主要由近NE—SW走向的正断层组成。根据该区以往铁矿开采揭露情况显示,铁矿体主要存在于断层之间,呈多层、条带状,断层对铁矿体的连续性起破坏作用。由于该区以往属于露天开采,地表破坏严重,废弃矿石散乱堆放,造成强干扰背景,使磁法勘探无法进行,故采用TEM探测深部铁矿具有较好的效果。

2 资料处理与解释

2.1 资料处理

2.1.1 采集数据拟合

为保证数据采集质量,野外观测时每个测点都进行了2~3次的重复观测;图1是某位置原测点与检查点的瞬变电磁电压衰减曲线的形态对比,其最大相对误差为11.07%,最小相对误差0.047%,平均相对误差为3.31%。

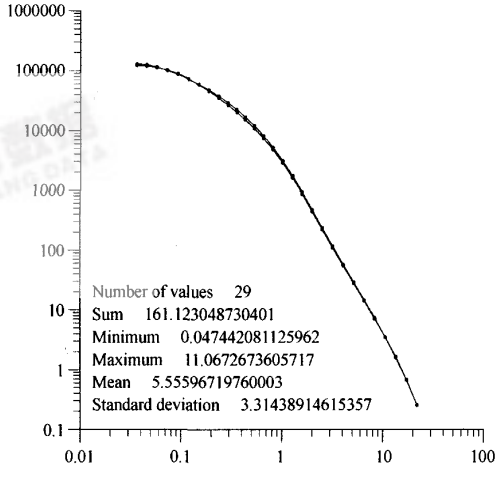


图1 数据拟合曲线

2.1.2 数据处理

瞬变电磁法观测数据是各测点各个时窗(测

[收稿日期]2005-10-14;[修订日期]2005-12-16;[责任编辑]韩进国。
[基金项目]河北省资源勘测研究重点实验室项目(编号:0405004)资助。
[第一作者简介]李世峰(1963年-),男,2000年毕业于太原理工大学,获硕士学位,副教授,现主要从事地质物探教学与科研工作。

道)的瞬变感应电压,需换算成视电阻率、视深度等参数,才能对资料进行下一步解释,主要步骤如下:

1)滤波:由于测区内人为活动频繁,存在较大的人为噪声,故在资料处理前首先要对采集到的数据进行滤波,消除噪声,对资料进行去伪存真;由于浅部废矿石强烈干扰,而浅部为非探测目的层,所以在资料处理时按照趋势对浅部曲线加以平滑。

2)时深转换:瞬变电磁仪在野外观测到的是二次场电位随时间的变化,为便于对资料的解释,需要将这些数据转换成视电阻率随深度的变化,即进行一维层状反演处理。

3)绘制参数图件:首先从时深转换后的数据中选出每个测点的数据,绘制各个测点的视电阻率单支曲线图,分析各个测点的电阻率单支曲线类型;利用反演所得的测点视电阻率数据[2],再绘制各测线视电阻率断面图,即沿每条测线电性随深度的变化情况,分析测区内主要地质构造;然后依据每个测点的平面坐标绘制出不同深度的等深视电阻率切片图。

4)分析钻孔附近测点的视电阻率单支曲线,将曲线与钻孔资料进行对比分析,确定各电性层反应的地质体,进而对有铁矿钻孔附近的测点和无铁矿钻孔附近的测点视电阻率单支曲线进行分析比较,找出两者差异,并分析确定出铁矿层在曲线上的反映和特征。

2.2　资料解释

2.2.1　视电阻率单支曲线分析

不同的岩层具有不同的电性,电法勘探就是通过测定地下不同地点不同深度的电性的差异来达到查找地质体的目的。正常情况下,瞬变电磁资料以第四系表层电阻率较高,向下电阻率逐渐降低,一般以新生界底部视电阻率最低,震旦纪地层电阻率中等,太古宙地层的电阻率呈随深度增加而逐渐增高的趋势。研究区由于受铁矿体的影响,太古宙地层视电阻率值变化较大。

研究区的铁矿体主要为磁铁矿和赤铁矿。磁铁矿的埋藏较深,矿层内多含有夹层,矿层顶板为片麻岩,底板为混合岩。顶板主要有致密的铁砾岩、底砾岩、安山玢岩、石英岩、页岩等,底板为条带状花岗混合岩,电性特征均表现为高阻。而含铁矿体岩石的导电性较好,电性特征均表现为中低阻。则当地层中含有铁矿体后其视电阻率单支曲线将会受到影响,其视电阻率单支曲线类型与不含铁矿石地区的视电阻率单支曲线类型不同。

赤铁矿的埋深较浅,主要影响浅部地层的视电阻率值,即有赤铁矿存在的测点的视电阻率单支曲线的首支呈现低阻反映。

当有磁铁矿体赋存时,瞬变电磁测深曲线反映的基本形态呈HA型(图2),50m以上视电阻率曲线呈明显下降趋势,为第四纪地层反映;在60m处视电阻率最低,为第四系地层的底部;在60~150m范围内视电阻率呈明显上升趋势,为第四纪下伏基岩的反映;150~250m范围内视电阻率变化范围较小,中部曲线呈A型,测点下方可能存在有低阻异常体,推测为地层含铁矿体的反映;在250m以下视电阻率变化极快,呈快速上升趋势,推测为太古宙地层的反映。

无铁矿体赋存时(图3),其曲线类型为H型。

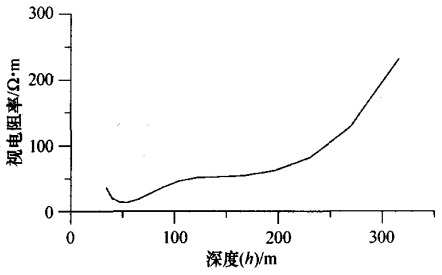


图2　有铁矿地层电性特征曲线图

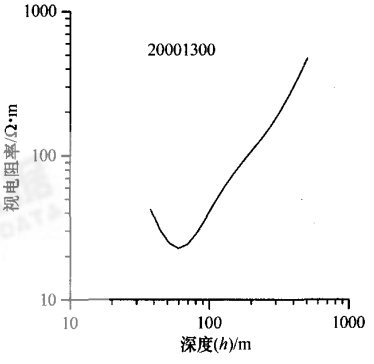


图3　无铁矿地层电性特征曲线图

对所有测点的视电阻率单支曲线进行分析,划分测点的视电阻率单支曲线类型,根据钻孔附近测点的视电阻率单支曲线类型,把与含铁矿石钻孔附近测点的视电阻率单支曲线类型相同或相近的测点划为异常点,并对划分出的异常点进行重点分析。

观察测区内所有的含铁钻孔附近的测点的视电阻率单支曲线,可看到含铁钻孔附近测点的单支曲线类型主要为KH型、HKH型和HA型,视电阻率单支曲线尾支均存在有相对低阻异常的表现。则可把

KH 型、HKH 型、HA 型的视电阻率单支曲线视为铁矿赋存的反映。而没有铁矿存在的测点视电阻率单支曲线类型为 H 型，曲线的尾支无明显的相对低阻异常。

然而引起地层异常的因素有很多[4]，因此对视电阻率单支曲线类型的分析只能是划分出地质异常，而无法确定出准确的铁矿体赋存区。把测区内所有测点的视电阻率数据均放在双对数坐标系中成单支曲线图，然后分析识别每一个测点的视电阻率单支曲线的类型，把曲线类型为非 H 型的测点全部做出标记，并把所有做出标记的测点作为地质异常点。则对铁矿体的分析主要集中在视电阻率单支曲线呈非 H 型的测点上。

2.2.2　视电阻率拟断面图分析

为了解各测线上地质体的连续反映和变化，利用反演所得的测点视电阻率数据，做出各条测线的视电阻率断面图[3]（图 4），从而可以系统的分析沿测线电性异常特征及变化规律，以及所反映的地质体。借此推断出测区内的断层和铁矿层的位置和变化情况。

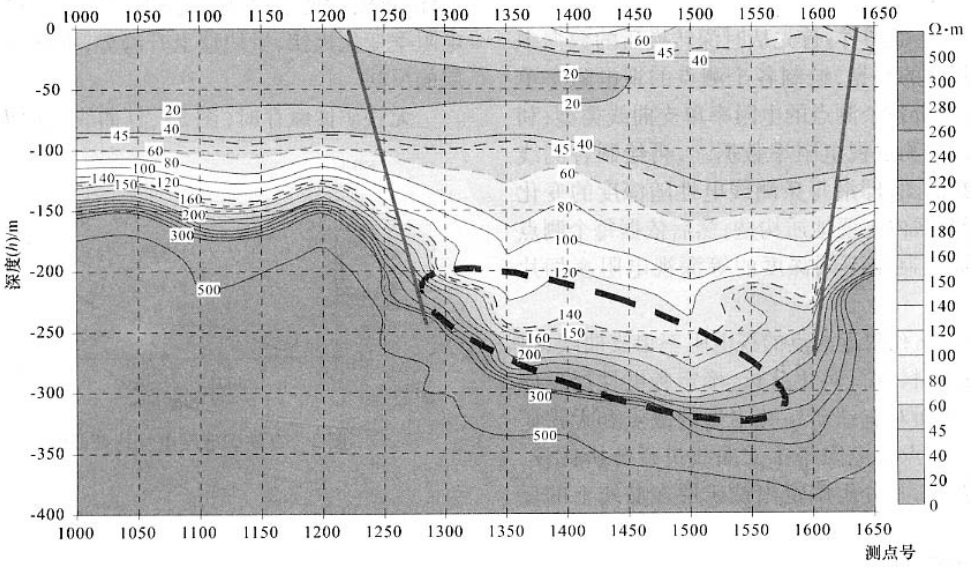


图 4　视电阻率断面图

纵向上，从浅到深其视电阻率基本呈现由低—中—高的电性特征。图中上部（在 -50m 以上）等值线稀疏且视电阻率值较低，从上到下呈现逐渐增加的趋势，变化不大，其值在 20 ~ 60Ω · m 之间，为第四纪地层的反映。图中下部（在 -50m 以下）视电阻率变化范围较大，其值在 60 ~ 500Ω · m 之间，为新生界下伏太古宙地层的反映。在图中下部存在一明显的视电阻率等值线密集带，为视电阻率值急速升高所致，根据该区附近的地质状况的揭露，推测图中底部视电阻率在 300Ω · m 以上的为老地层。纵观全图，可见第四系与下伏太古宙地层之间存在较大的电性差异。

从横向上（地层走向）分析，图中上部（在 -100m以上）视电阻率等值线平滑，上下波动范置较小，说明了该段地层横向上沉积较为稳定，为第四纪地层反映。而图中中部可看到一明显的等值线向下弯曲带，推测为断层反映[5]。横向上在 1250 测点和 1600 测点之间有相对低阻区域存在（见图中椭圆圈出区域），说明了此处存在一低阻异常体，结合钻孔资料以及异常点的划分，可推测出该异常体为铁矿体引起的[6]。

在图中的 1250 号点和 1600 号点均存在一个曲线明显向下倾斜（图中斜直线位置），为断层反映。标出所有断面图中的电阻率曲线下降位置，结合已知地质资料对所有的断点进行组合，即可组合出测区内的断层分布状况。

2.2.3　视电阻率切片图分析

为了解地质体及铁矿体在平面上的分布情况，根据断面图反映的电性异常，做出不同深度的视电阻率水平切片图（图 5）。

对不同深度的各视电阻率水平切片图进行对比分析，视电阻率变化范围较大。图中可以看出整个测区北部视电阻率偏低，而测区东西两侧偏高。在图中存在视电阻率等值线相对密集处，视电阻率变

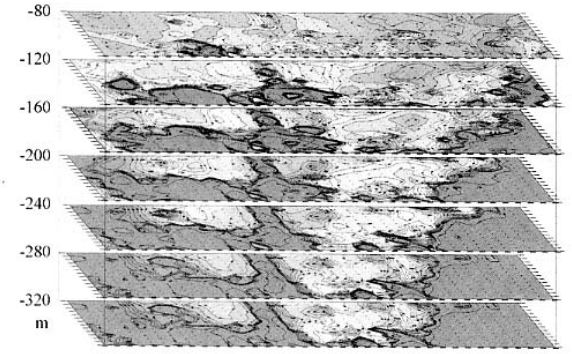


图 5　视电阻率切片图

化较大,说明中部地层与两侧地层之间存在有较大的电性差异。

低阻区在不同深度上的变化也在一定程度上反映了铁矿体赋存的规律。纵观几张水平切片图,浅部地层中相对低阻区主要分布在测区中部,范围较大;深部地层中相对低阻区范围逐渐变小。这种电性发展变化的现象,也在一定程度上反映了铁矿异常体赋存的特征。

2.2.4　综合分析

综上所述,通过分析全区视电阻率单支曲线,得出测区内的电性异常区,为铁矿体赋存位置的确定提供了大体的方位;再对全区的视电阻率拟断面图进行分析,圈出各测线上的电阻率异常区,并推定出各测线上的地质构造;通过切片图分析,得出矿体形态和地质构造组合。

综合全区,通过对测线上低阻异常区的分析,正常的无断层等构造存在的水平地层中,瞬变电磁视电阻率断面图上视电阻率等值线应呈层状伸展;但是有不同的地质体存在时,就会破坏这种连续性,使等值线出现扭曲、凹陷或台阶状异常。因此,可以依据相对的高、低阻异常反映,来划分铁矿体赋存区;可以根据视电阻率等值线在断面图上的反映,来推演测区内的断层分布。把分析出的矿体低阻异常区与电性异常区相结合,最终圈定出整个测区内的铁矿体赋存异常区。

3　结　语

铁矿体的电性为中低阻体,而围岩的电性为中高阻或高阻体,电性差异较大是 TEM 法勘探的有利条件。铁矿体赋存区的划分是相对的,它划分的主要依据是地层电性差异,但引起电性变化的因素是多样的,因此划分的铁矿体赋存区在严格意义上讲是反映电性变化的异常区。

由于电法反演的多解性,在解释时应由已知到未知,由简单到复杂[7]。在资料解释的过程中采取了相应的技术手段,进行了大量的数据处理和分析,提高了成果的可靠程度。通过对资料的处理、分析、解释,探测了区内铁矿体的赋存区域及其赋存的深度情况,组合了测区内的断层构造状况,为今后类似强干扰背景条件下的潜在找矿方向提供重要手段。

[参考文献]

[1] 蒋邦远. 实用近区磁源瞬变电磁法勘探[M]. 北京:地质出版社,1998.

[2] 王兴泰. 工程与环境物探新技术新方法[M]. 北京:地质出版社,1996.

[3] 李世峰. 瞬变电磁法在巷道底板含水层探测中的应用研究[J]. 建井技术,2004,(3):45~47.

[4] 马　宇,张陪强. 基于小波分析的 TEM 快速成像[J]. 地质与勘探, 2005,41(3):72~76.

[5] 李文勇,夏文斌,路文芬. 东秦岭的地球物理、构造分带特征及演化[J]. 地质与勘探, 2004,40(1):36~40.

[6] 金中国,邹　林,赵俭文. 瞬变电磁法在黔西北猫猫厂铅锌矿区找矿中的应用[J]. 地质与勘探,2002,38(11):48~50.

[7] 李大心. 地球物理方法综合应用与解释[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2003.

DATA EXPLANATION OF TEM TO EXPLORE IRON DEPOSIT IN STRONG JAMMING BACKGROUND

LI Shi - feng[1], LIANG Sheng - jun[1], ZHOU Jian - xiong[2], LI Yao - hua[1]

(1. *Hebei Engineering Collage, Handan* 056038;

2. *Henan Team of Coalfield Geophysical Prospecting and Surveying, Zhengzhou* 450009)

Abstract: A method of data fitting was studied in the paper, and relevant graphs were drawn with filtered and time - depth transferred data. Electronic property anomaly was got from analyzing single curve. If there exists an iron mine, KH or HA type electronic property curves of strata were presented, and H type curve was got when there is no iron mine. Based on study of apparent resistivity section map, distribution of magnetite anomaly and characteristic of fault could be got. Ore distributed shape was deduced by the apparent resistivity section.

Key words: TEM, apparent resistivity, inducted secondary field, magnetite