

瞬变电磁法及激发极化法在煤层富水异常区探测中的应用

黄 鹏

山西省煤炭地质一一五勘查院有限公司 山西 大同 037000

摘 要：本文阐述了运用瞬变电磁法及激发极化法两种方法对山西某煤矿勘探区内采掘的2号煤层上覆存在的上下石河子组、山西组砂岩含水层、下覆存在的太原组砂岩含水层分布状况进行的探测工作，通过两种方法的探测查清了顶底板含水层富水情况及地质构造导水情况，解释了6个富水异常区，指导了此煤矿的矿井防治水工作。

关键词：瞬变电磁法；激发极化法；富水异常区

1 地质概况

井田内地表大面积第四系黄土覆盖，基岩仅出露于沟谷两侧，山坡上有零星出露。根据钻孔揭露的地层由老到新有：奥陶系、石炭系、二叠系、第四系。

受区域构造影响，井田断层比较发育。总体为一背斜构造，在此基础上发育有小型背向斜构造。井田地层总体走向北东，S1背斜轴北地层总体倾向北西，S1背斜轴南，地层总体倾向南东。倾角一般6°~14°，局达24°。井田内断层较多、落差较大，主要发育有北东向、北东东向和近东西向断层，次为北西向断层，大多为正断层，仅在井田南部发现2条逆断层，井田内断层共计173条，断层对煤层切割破坏严重。

依据地下水含水介质及赋存条件，区内含水层由新到老依次划分为第四系松散层孔隙含水层；上、下石盒子组砂岩裂隙含水层；山西组砂岩裂隙含水层；太原组砂岩裂隙含水层；奥陶系中统马家沟组灰岩岩溶裂隙含水层^[1]。

2 野外工作技术方法

本次物探工作选用瞬变电磁法作为勘探的主要方法，使用激发极化法对瞬变异常区进行验证。瞬变电磁法对于煤矿采空区的探测，特别是采空区积水的探测具有显著的效果；激发极化法对于采空区的积水区也有明

显的反映，可以达到相互验证的效果。

瞬变电磁法的工作方法多种多样，考虑到野外施工条件，本次电法勘探选用地面瞬变电磁大定源内回线装置进行施工，数据采集区域为1/3边长范围，工作装置见图1。本次瞬变电磁法仪器采用加拿大凤凰公司生产的V8多功能电法仪。

激发极化法是在同一测点上逐次扩大电极距，使探测深度逐渐加大，这样便可得到观测点处沿垂直方向由浅至深的视电阻率变化情况。本次的装置使用对称四极电测深装置，见图2。采用的激发极化法仪器为WDJD-3直流电法仪^[2]。

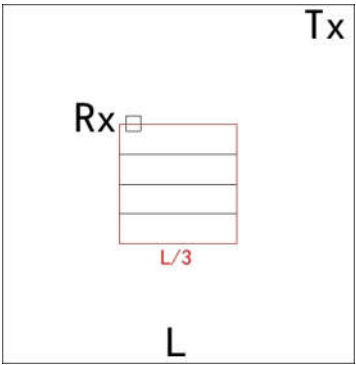


图1 大定源内回线装置示意图

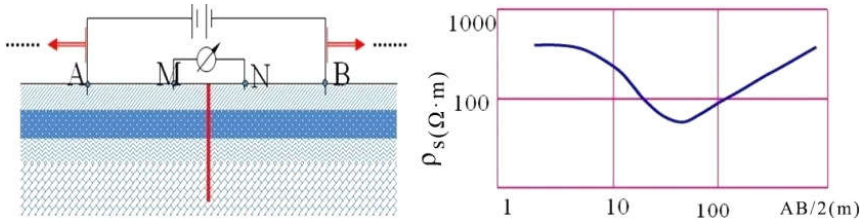


图2 激发极化法布极方式及视电阻率曲线示意图

3 资料解释及成果

3.1 解释推断

3.1.1 断面解释

断面图解释主要将多测道曲线图和拟视电阻率断面

图放在一起进行综合解释。多测道曲线图代表的是最原始的数据，从曲线的起伏可大致看出对应点是否有积水的异常反应。拟视电阻率断面图是经过数据滤波和反演等一系列处理后得到的比较直观的图片。

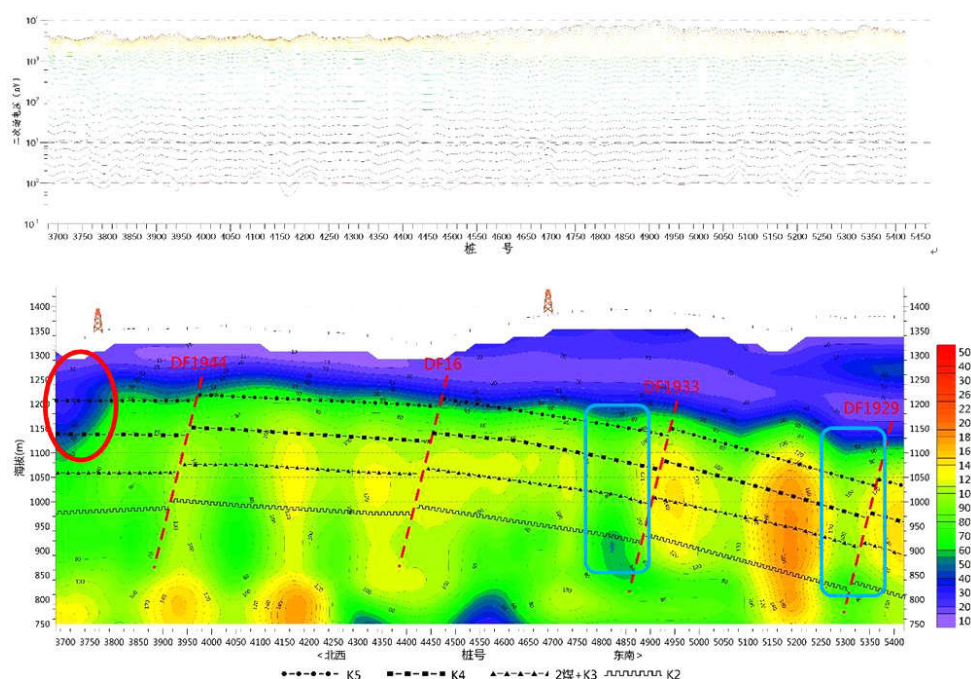


图3 S152线多测道剖面图（上）和拟视电阻率断面图（下）

图3为S152线多测道电压剖面图和拟视电阻率断面图，横坐标为桩号；纵坐标为电压值和标高。多测道剖面图为经过滤波处理后的数据使用Grapher软件生成。拟视电阻率断面图中“+”代表各个测点的实际标高位置，用四种不同的线型代表K2砂岩含水层、2号煤层、K4砂岩含水层和K5砂岩含水层，其中2号煤层线根据实际煤层底板等高线绘制，砂岩层根据其与其与2号煤层的平均间距进行绘制；图中红色虚线代表该处断层的大致位置；A符号代表高压线所在的大致位置；根据反演结果可知浅部30m左右的空白区为瞬变电磁盲区，不做解释。从多测道剖面图上看，低压高阻和高压低阻相互对应，符合一般电性规律。

从断面图的电性反应来看，纵向上基本呈由低-中-高的变化趋势，与区内地层的电性资料吻合，横向上与煤层走向基本一致。断面图的解释主要是结合收集到的电性和地质资料，通过分析等值线的起伏变化来判断物探异常区。其中红色圈出的是K4和K5层的低阻异常区，该低阻异常推断为受高压线干扰形成。蓝色方框圈中的位置，等值线出现扭曲，电阻率值降低，推断为断层破碎带含水形成的相对低阻。另外两条断层所在的位置未出现异常，推断为断层位置富水性差^[3]。

3.1.2 平面成果分析

在勘探区范围内，依据瞬变电磁法断面解释资料和平面图的数据统计结果，并结合已知水文地质资料及野外调查资料，基本划定了勘探区内各目的层的低阻异常区。

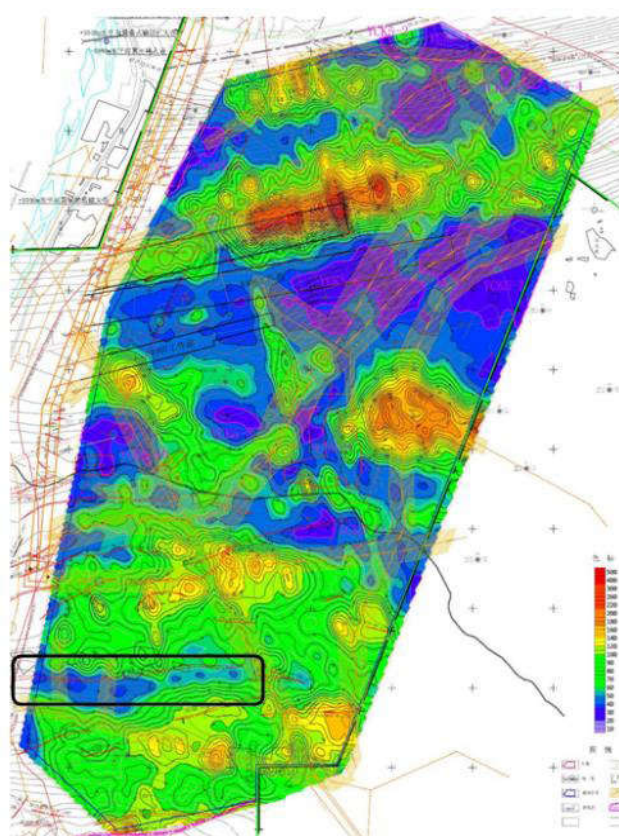


图4 K5砂岩拟视电阻率平面图

图4为K5砂岩拟视电阻率平面图，根据数理统计结果，本层低阻异常阈值为 $35\Omega \cdot m$ ，本次共圈出了11个低阻异常区，以YCK5-1、YCK5-2...进行编号，主要位于

测区北部,异常区总面积为941382m²。从整体上看,断层DF16与本次的物探结果(图中黑色方框,该断层倾向为近北方向,而断层位置是2号煤层的位置,存在水平上的空间错位)对应较好,推断该断层的富水性较强。而其他部分断层在电阻率平面图上也有相应的低阻表现,但是由于高压线的影响,低阻区域远大于断层的影响范围。此外,由于K5砂岩埋深较浅,比较容易受到浅层地表的不均匀低阻体影响。

3.1.3 激发极化资料解释

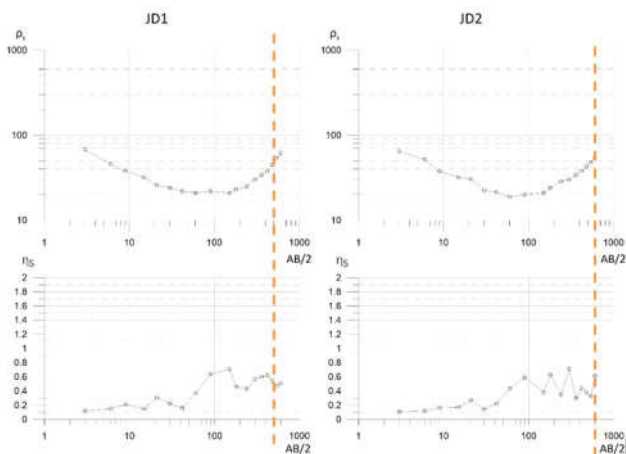


图5 JD1、JD2电阻率深度和极化率曲线图

图5为异常区的激发极化测深点的电阻率深度和极化率曲线图,左侧纵坐标代表视电阻率和极化率、横坐标代表深度,橙色的虚线代表2号煤层对应的深度。

JD1、JD2布置在测区北部,主要对异常区YCK2-1、YC2-1、YCK4-1和YCK5-1进行验证。曲线类型均为H型,电阻率值和极化率值均较低,富水性一般。JD1在AB/2=100米附近的极化率值比JD2稍高,推断JD1在浅层的富水性较好^[4]。

3.2 地质成果

图6为物探综合成果图,不同层位的异常区使用不同的颜色表示,经过筛选整合的异常区以蓝色表示。从图中可以看出,有大量的低阻异常区沿高压线呈串珠状分布,这些异常区富水的可靠性较低。通过筛选分析,共整理出六个富水异常区^[5]。

4 结论

(1)运用瞬变电磁法基本查明了测区内上石盒子组底K5砂岩、下石盒子组K4砂岩、山西组底部K3砂岩含水层和太原组底部K2砂岩的富水情况,并用激发极化法加以验证。



图6 物探综合成果图

(2)共解释了6个富水异常区,总面积为499599m²,其中四个富水区推断为受断层影响形成的富水区,通过此项研究指导了此煤矿的矿井防治水工作。

参考文献

- [1]何璞,康俊,赵继先,等.瞬变电磁法在平禹一矿富水异常勘查中的应用研究[J].能源与环境,2023,45(03):75-80. DOI:10.19389/j.cnki.1003-0506.2023.03.013.
- [2]王克南,杨高峰,邢楷,等.矿井瞬变电磁法在回采工作面富水异常区探查中的应用[J].能源与环境,2020,42(06):102-106. DOI:10.19389/j.cnki.1003-0506.2020.06.023.
- [3]高小伟.瞬变电磁法勘探在黄土塬区煤层富水异常区探测中的应用[J].科技视界,2018,(21):230-232. DOI:10.19694/j.cnki.issn2095-2457.2018.21.106.
- [4]江球.矿井瞬变电磁法在煤层顶板富水异常区探测中的应用[J].煤炭工程,2012,(12):41-44.
- [5]罗平平,范波,李松营.井下瞬变电磁法在底板富水异常区探测中的应用[J].河南理工大学学报(自然科学版),2011,30(01):27-33. DOI:10.16186/j.cnki.1673-9787.2011.01.008.