

# 煤矿采空区积水探测方法技术研究

冯云夏

(山西兰花集团芦河煤业有限公司)

**摘 要:**为探明3号煤层采空区积水情况,运用瞬变电磁法和激电测深法对芦河煤业首采区坐标圈定范围的采空区范围及积水情况进行探测。通过勘查数据分析处理,查明了首采区坐标圈定范围内采空区分布范围及积水情况,为芦河煤业防治采空区积水提供了依据。

**关键词:**瞬变电磁法;激电测深法;采空区积水;技术研究

## 0 引言

芦河煤业是由多个小煤矿重组整合的矿井,井田内3号煤采煤历史较长,采空区和古空区较多,若采空区积水,将对矿井生产建设带来隐患。因此,探明采空区范围及积水情况,进行疏干排水是芦河煤业迫切要解决的问题。

## 1 矿井地质概况

### 1.1 煤层赋存条件

芦河煤业3号煤层位于山西组中下部,井田中东部煤层较薄,向西有变厚趋势,煤层稳定,赋存区全部可采,厚度4.75m~7.49m,平均6.01m,结构简单,常含有0~2层夹矸,局部含5层夹矸,顶板为灰黑—黑色致密状粉砂岩或细砂岩,局部为黑色块状

泥岩,底板为黑色致密块状泥岩。

### 1.2 矿井构造及水文地质条件

井田位于沁水复式向斜构造的南缘弧形转折部,晋获褶断带西侧,总体表现为一组轴向近南北、向北倾伏的宽缓背向斜构造,地层倾角较缓,为 $3^{\circ}$ ~ $15^{\circ}$ 。勘查区中部分布有一条向斜,呈近南北向展布,向北倾伏,两翼基本对称,地层倾角一般为 $3^{\circ}$ ~ $5^{\circ}$ 。勘查区除了中部分布有一条断距4m的断层,其它地方未发现断层、陷落柱等构造,总体构造属简单类型。

井田内含水层按地层沉积顺序由老至新分别为:奥陶系中统碳酸盐岩溶裂隙水含水层、石炭系上统太原组碎屑岩夹碳酸盐岩裂隙岩溶水含水层、二叠系下统下石盒子组、山西组碎屑岩裂隙水含水层、上、下石盒子组碎屑岩裂隙水含水层、基岩风化带含水层(包括第四系底部薄含水层)、第四系全新统松

散层孔隙水含水层。

## 2 综合探测技术实施过程

### 2.1 综合探测技术原理

综合利用瞬变电磁法和激电测深法探测采空区分布范围及积水的物理基础是采空区或者富水区相对于周围岩层都有明显的电性差异。在正常情况下,各层位在横向上是相对均一的。当存在局部异常区,如采空区、断层、裂隙带等带有导电性水体存在的区段,其在电性上反映为低电阻异常区;若采空区等没有充水时,其在电性上反映为高电阻异常区。

### 2.2 探测准备工作

1)探测仪器选择。瞬变电磁仪使用WTEM-2D大功率发射机、WTEM-2Q接收机;激电测深法采用DZD-6A型多功能直流电法仪。

2)测区范围选定。测区范围根据矿井实际需要,结合测区地质及地球物理工作程度合理确定,主要考虑以下因素:探测范围、3号煤层埋深及与围岩的电性差等因素。

3)测网布置。

①测点布置。瞬变电磁法测点布置:在3号煤层首采区坐标圈定范围布设试验线,选取了4个试

验点(段),分别为R1、R2、R3、R4。选用测区内受高压线、铁质物等因素干扰影响小、具有代表性的已知ZK2-7钻孔附近DE1单点作为试验点R1和P31探测线128测点作为试验点R2。选用首采区东北部附近P<sub>Sy</sub>线1号点—21号点作为试验段R3和P25探测线24号点—146号点作为试验段R4。

激电测深法测点布置:在已知3号煤层积水区的DP2探测线3号点作为一个试验点。

②野外测点布置与检测。野外定点定线测量是地面瞬变电磁勘探野外施工的基础工作,目的是为电法勘探布置合格的测点测线,及时提供设计测点实地位置及高程。

瞬变电磁测探测线为NE62°,布设探测线41条,坐标点2210个,检查点174个,试验点25个,总物理点2409个。探测线总长度43.38km,实际控制面积1.53km<sup>2</sup>。激电测深剖面探测线3条,坐标点15个,检查点1个,试验点1个,总物理点17个。

本次施工严格按照《地面瞬变电磁法技术规程》(DZ/T0187-1997)和《煤炭电法勘探规范》(MT/T898-2000)等规范进行施工,测区内瞬变电磁物理点,甲级率94.46%,合格率100%;激电测深物理点,甲级率87.5%,合格率100%。

### 2.3 瞬变电磁法试验及数据处理

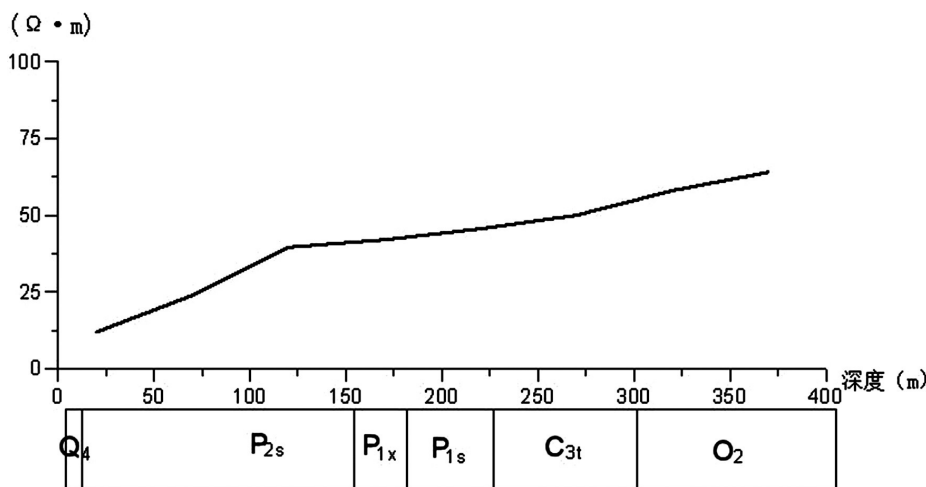


图1 视电阻率对比曲线图

瞬变电磁试验过程中需要注意以下几点:①在同一点使用相同参数进行重复观测,比较原始采集数据与重复采集数据的一致性,分析仪器的稳定性;②考虑到勘查区地形等因素,通过试验选择瞬变电磁仪上适当发射电流、频率及叠加次数等参数,以得出正确数据;③在测点R1、R2、R3、R4位置分别进行试验,工作量同时覆盖采空区和正常地层。试验过程和结果分析如下。

1)R1位置试验。通过前期的采集参数试验,选择发射电流为20A,发射频率为16Hz,采样延迟为15US,叠加次数为32次叠加。R1点试验所得视电阻率对比曲线见图1。

从图1所得视电阻率对比曲线图看出二叠系上统上石盒子组(P2s)地层视电阻率大约在15-40Ω·m之间,二叠系下统下石盒子组(P1x)地层视电阻率大约在40-45Ω·m之间,二叠系下统山西组(P1s)地层视电阻率大约在45-50Ω·m之间,石炭系太原组(C3t)地层视电阻率大约在50-56Ω·m之间,奥陶纪中统(O<sub>2</sub>)灰岩视电阻率大约在56-64Ω·m之间,3号煤层层位在深度200m附近,3号煤层视电阻率值在40-52Ω·m之间。

2)R2位置试验。同样选择发射电流为20A,发射频率为16Hz,采样延迟为15US,叠加次数为32次叠加。R2点试验所得视电阻率对比曲线见图2。

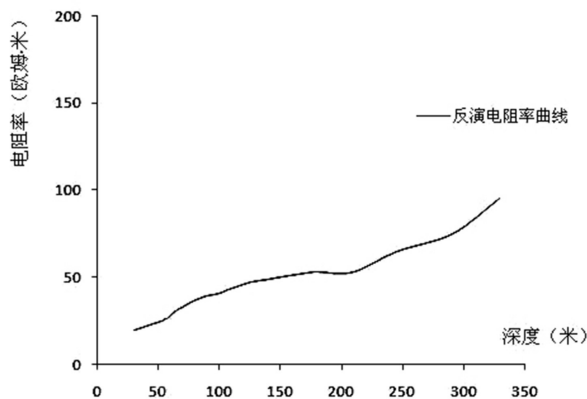


图2 P31线128点电阻率反演曲线图

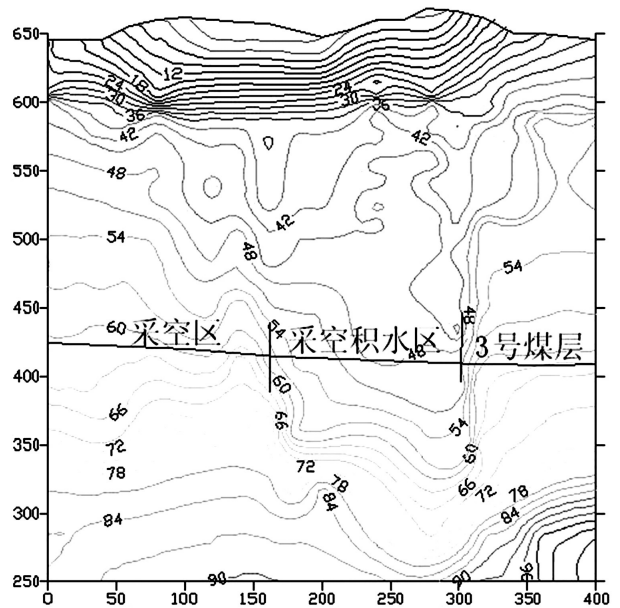


图3 采空积水区视电阻率剖面图

从图2所得电阻率反演曲线图看出电阻率在深度约220m处出现了明显下降现象,为巷道积水区的反应,电阻率在220m以后呈连续增加现象,但是增加较缓慢些,反映了220m以下部位存在含水现象,推断K5、K2灰岩等各主要含水层含水性较强。图中电阻率值在深部含水部位未见明显缓降现象,主要表现在整体低值。

3)R3位置试验。同样选择发射电流为20A,发射频率为16Hz,采样延迟为15US,叠加次数为32次叠加。R3点试验所得采空积水区视电阻率剖面见图3。

从图3所得采空积水区视电阻率剖面图看出在0m-160m段3号煤层深度上为已知采空区段,视电阻率值高值或低值不明显,视电阻率曲线呈起伏状分布,表明岩层受到一定破坏;在160m-300m段,视电阻率明显较低,为凹状分布,并向下延伸一定深度,该区段为已知的采空区积水段,积水区低阻异常较为明显;在300-400m段,电阻率曲线相对平缓,呈层状分布,推断该段为正常层位。试验成果表明瞬变电磁法在采空积水区有明显反应,与已知

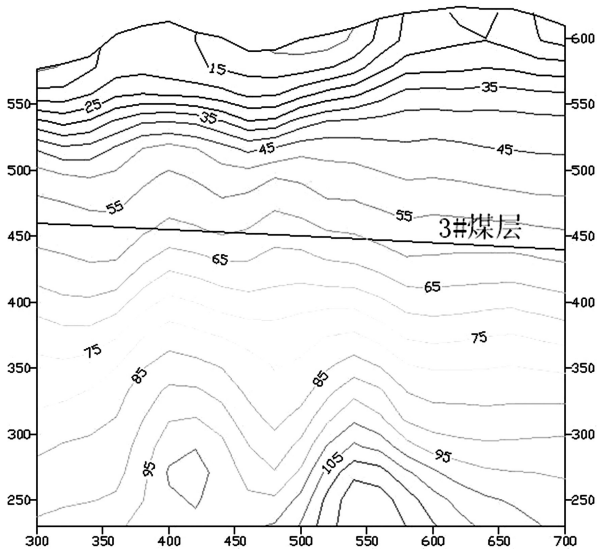


图4 P25线300-700m段视电阻率断面图

区对应较好,说明方法有效。

4)R4位置试验。同样选择发射电流为20A,发射频率为16Hz,采样延迟为15US,叠加次数为32次叠加。R4点试验所得300m-700m段视电阻率断面见图4。

从图4所得P25线300m-700m段的视电阻率断面图看出自浅表到深部纵向上视电阻率逐渐增加,反映了从二叠系山西组到石炭系太原组、本溪组到奥陶系灰岩等地层的变化情况。在断面图的上半部范围内,除了西段受芦河水影响略有低阻外,其它部位电阻率层状(横向)分布很好,曲线较为平缓,没有出现明显的起伏状分布现象,也没有出现局部高阻或低阻异常。反映了地表到3号煤层之间近200m范围内没有采空区和含水异常分布区域。

#### 2.4 激电测深法激试验及数据处理

根据收集到的资料,该测点位于已知3号煤层积水区,3号煤层埋深约220m处。从图5中可以看出,在AB/2大于220m后,视电阻率值较低,而视极化率值较高,大于1.5%,另外衰减度、半衰时相对较高,深度基本对应3号煤层,表明该处为积水异常区,与已知相符。

#### 2.5 小结

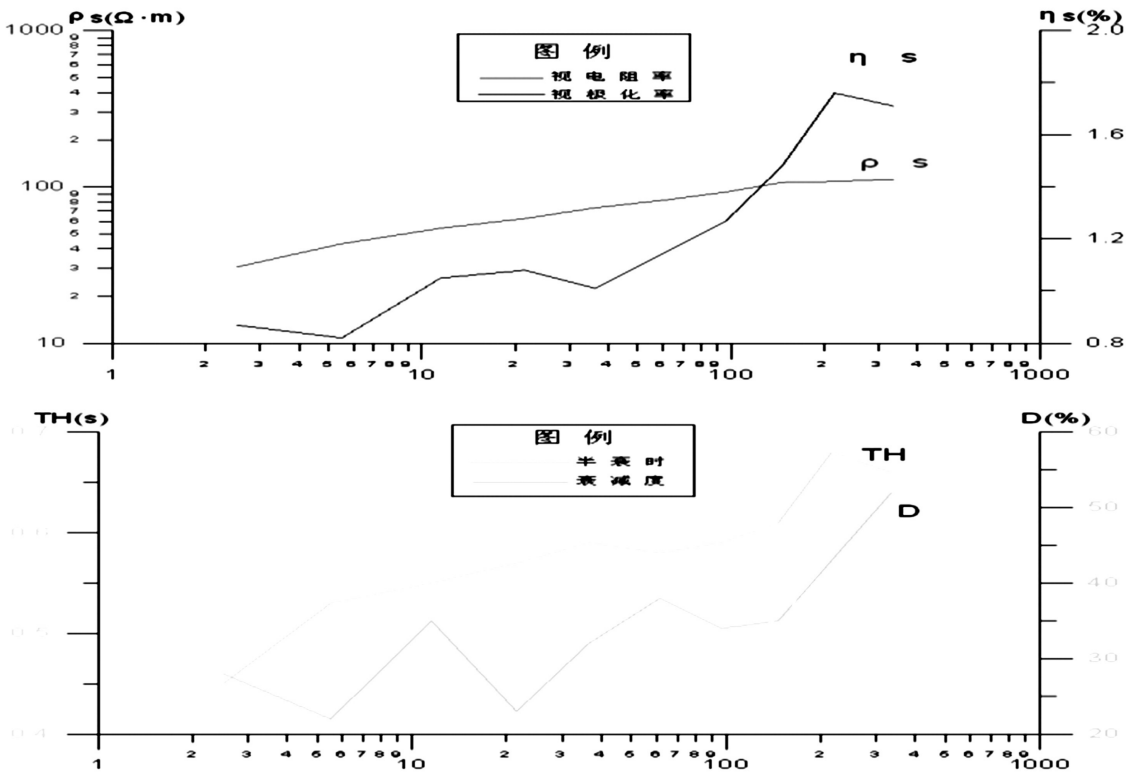


图5 DP2测线3号点激电测深点综合参数曲线图



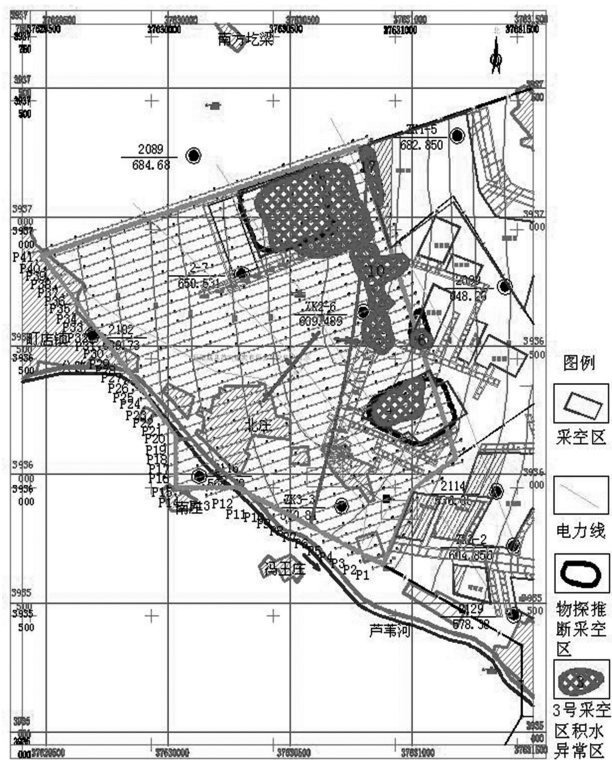


图6 3号煤层采空积水异常区分布图

结合本测区钻孔资料分析,通过电测法试验能根据电阻率变化分析出3号煤层首采区坐标圈定范围的采空区范围及积水情况。见3号煤层采空积水异常区分布图6。

### 3 结论

1)利用瞬变电磁法对3号煤层采空区范围及积水情况进行探测是可行的,并且效果比较明显。采用激电测深法受地形起伏影响较大,勘探效果不太明显,但对瞬变电磁具有参考价值。

2)通过综合分析电测法的结果和矿方已掌握的资料,基本查明了3号煤层坐标圈定范围采空区的范围及积水情况。

3)随着3号煤层开采采空造成上部塌陷冒落,局部区域地表形成地裂缝等影响,积水范围可能进一步扩大。为保证井下采煤安全,应该加强防探水工作,特别是积(含)水区域重叠部分,并随时观察水文地质条件变化情况,实施针对性更强和更有效的防治水技术措施,以防发生透水事故。

### 参考文献:

- [1]《煤炭电法勘探规范》(MT/T898-2000)。
- [2]《地面瞬变电磁法技术规程》(DZ/T0189-1997)。
- [3]《芦河煤业防治水工程物探勘查报告》(中国冶金地质总局三局)。
- [4]《芦河煤业有限公司水文地质报告》(山西省煤炭地质114勘查院)。

(上接第10页) (6)中性点电压的大小与接地相电压大小相等方向相反,其大小与接地程度有关即与接地点的接地电阻有关,在一定范围变化即大于0小于接地相的相电压。

(7)故障线路的零序电压的方向是从大地指向线路,零序电流的方向是从线路指向电源。

(8)非故障线路的零序电压的方向是从线路指向大地,零序电流的方向是从电源流向线路,和故障线路的零序电压和零序电流方向相反。

(9)故障线路零序无功功率的方向是从线路指向电源,其值为零序电压与无功零序电流的正弦值

的乘积,即 $Q=V \times 3I_0 \cdot \sin\alpha$ 。

(10)图4、图6可以看出,零序电压的大小,零序电压与零序电流的相位角 $\alpha$ 与接地点的接地电阻有关。

(11)由公式(4)所知,零序电流的大小与绝缘电阻和对地电容有及线路电压有关。

### 参考文献:

- [1]高低压馈电开关厂家使用说明书。
- [2]电力系统继电保护原理与实践技术(中国电力出版社)。
- [3]供用电工程(中国电力出版社)。