

# 瞬变电磁探查技术在某矿011814工作面顶底板富水性探测中的应用研究

康永晓 唐聪亮

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司 宁夏 银川 750011

**摘要:** 瞬变电磁法以岩石的导电性差异为基础,已广泛应用在煤矿井下生产。某矿011814工作面开采的主要充水水源为18煤顶板上部砂岩含水层。为查明工作面顶板局部含水层的富水性情况,给工作面安全评价提供可靠的技术资料,采用井下瞬变电磁探查技术对该工作面顶底板砂岩含水层富水异常区的分布范围、相对强弱等特征进行研究为工作面安全开采提供保障。

**关键字:** 工作面;富水性;瞬变电磁探查技术

某矿011814工作面(简称814工作面)走向长度1150m,倾斜宽166m,煤层厚度3.44m~4.30m,平均3.87m,煤层结构简单。814工作面东为816工作面采空区,西为816工作面采空区,南为为实体煤,北为18煤南翼1号联络巷。顶部112m为011204工作面采空区、下覆为未采动区域,周边无老窑。主要充水水源为18煤顶板上部砂岩含水层,底板由粉砂岩、细砂岩和粗砂岩组成,细砂岩和粗砂岩富水性相对较强。为查明814工作面顶板局部含水层的富水性情况,优化疏放水钻孔方案设计,为工作面回采安全评价提供技术资料,采用井下瞬变电磁探查技术对该工作面顶底板砂岩含水层富水异常区的分布范围、相对强弱等特征进行研究

## 1 工作面水文地质情况

814工作面充水含水层有顶板6-18煤砂岩空隙裂隙含水层水和底板18煤以下碎屑岩类裂隙孔隙承压含水层水。顶板含水层延安组6-18煤间砂岩裂隙-孔隙承压含水层,18煤顶板有6-18煤砂岩空隙裂隙含水层,其厚度为22.08-38.55m,平均30.31m,由多层中、粗砂岩层组成,中间夹杂煤、泥岩、粉砂岩等隔水层。底板18煤以下碎屑岩类裂隙孔隙承压含水层,厚度为4.08-49.25m,平均24.08m。

## 2 方法与原理

瞬变电磁法以岩石的导电性差异为基础,利用接地或不接地回线向地下发送脉冲电流作为场源,激励探测目的物感生二次电流,在脉冲间隙测量二次场随时间的响应,从而了解地下介质的电性变化情况<sup>[1]</sup>。

探测地下地质体时,向敷设的发送回线中通以某种频率的脉冲电流,在回线中间及周围一定区域便产生持续一定时间的稳定磁场(称为一次场或激励场)<sup>[2]</sup>。若一次电流突然切断则一次磁场随之消失,从而使处于该磁场中的良导地质体的内部由于磁通量的变化而产生感应

电动势 $\varepsilon = -\frac{dq}{dt}$ ,并在良导电地质体中形成二次涡流场,二次涡流又由于焦耳热消耗而不断衰减,其二次场也随之衰减。由于感应二次场的衰变规律与地下地质体的导电性有关,导电性越好,二次场的衰减越慢;导电性越差,二次场衰减越快。因此,通过分析研究二次场的衰减规律即可达到探测地下地质异常体的目的<sup>[3]</sup>。

## 3 探测范围

探测某矿814工作面探测工作面顶底板60m范围内富水性分布情况,探测范围从814工作面切眼开始至停采线位置结束,探测距离风机两巷各1250m。

## 4 施工技术

测线布置在814工作面回风巷和运输巷,从停采线处处开始10m布置1个测点,每个测点设计6个探测方向。

根据“烟圈效应”原理,对每一个探测点设计顶底板30°、60°、90°探测角度,有效提取煤层顶底板上60m范围内不同层位视电阻率。

## 5 异常特征

### 5.1 814工作面断面异常特征

图1和图2中横坐标为工作面走向长度,纵坐标为探测方向的深度。低阻异常断面特征描述如下:

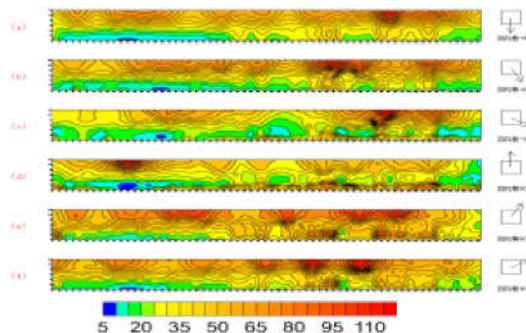


图1 814工作面回风巷顶底板视电阻率等值线断面图

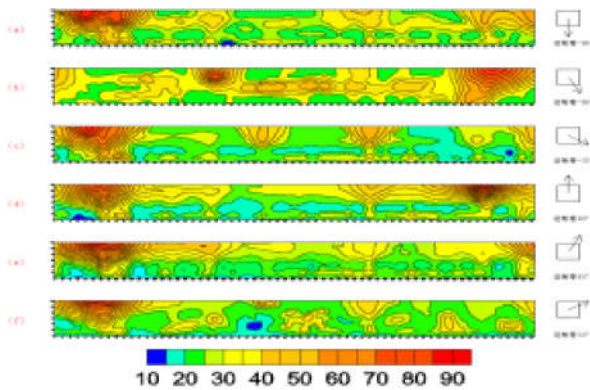


图2 814工作面运输巷顶底板视电阻率等值线断面

### 5.2 814工作面回风巷低阻异常断面特征

图1(a)知回风巷底板90°探测区段内发现1处视电阻率低阻异常区,位于横向190-255m区段附近。纵向0-10m范围,对应18煤以下碎屑岩类裂隙孔隙承压含水层,该层段视电阻率为 $5-15\Omega\cdot m$ ,呈相对低阻反应,强度较强,整体电性横向连续性较好,推断该区域主要为煤层底板岩层裂隙相对发育及18煤以下碎屑岩类裂隙孔隙承压含水层。

图1(b)知回风巷顶板60°探测区段内发现1处视电阻率低阻异常区,位于横向288-342m区段附近。纵向0-10m范围,对应18煤以下碎屑岩类裂隙孔隙承压含水层,该层段视电阻率为 $5-16\Omega\cdot m$ ,呈相对低阻反应;整体电性横向连续性较好,推断该区域主要为煤层底板岩层裂隙相对发育及18煤以下碎屑岩类裂隙孔隙承压含水层富水性较强综合所致。

图1(c)知回风巷30°探测区段内发现1处视电阻率低阻异常区,位于横向300-330m区段附近。纵向10-20m范围,对应18煤以下碎屑岩类裂隙孔隙承压含水层,该层段视电阻率为 $5-16\Omega\cdot m$ ,呈相对低阻反应整体电性横向连续性较好,推断该区域主要为煤层底板岩层裂隙相对发育及18煤以下碎屑岩类裂隙孔隙承压含水层富水性较强综合所致。

图1(d)知回风巷顶板30°探测区段内发现1处视电阻率低阻异常区,位于横向180-300m区段附近。纵向0-40m范围,对应延安组18煤以上砂岩裂隙-孔隙承压含水层,该层段视电阻率为 $5-16\Omega\cdot m$ ,呈相对低阻反应,强度较弱,整体电性横向连续性较好,推断该区域主要为煤层顶板岩层裂隙相对发育及18煤顶板砂岩裂隙-孔隙承压含水层富水性较强综合所致。

图1(e)知风巷底板60°探测区段内未发现视电阻率低阻异常区。

图1(f)知回风巷底板60°探测区段内发现1处视电阻

率低阻异常区,位于横向190-280m区段附近。纵向0-20m范围,对应延安组18煤以上砂岩裂隙-孔隙承压含水层,该层段视电阻率为 $5-15\Omega\cdot m$ ,呈相对低阻反应,推断该区域主要为煤层顶板岩层裂隙相对发育及18煤顶板砂岩裂隙-孔隙承压含水层富水性较强综合所致。

### 5.3 814工作面运输巷低阻异常断面特征

图2(a)知运输巷底板90°探测区段内发现1处视电阻率低阻异常区,位于横向430-480m区段附近。纵向0-20m范围,对应18煤以下碎屑岩类裂隙孔隙承压含水层,该层段视电阻率为 $10-20\Omega\cdot m$ ,呈相对低阻反应,强度较弱,整体电性横向连续性较差,推断该区域主要为煤层底板岩层裂隙相对发育及18煤以下碎屑岩类裂隙孔隙承压含水层。

图2(b)知运输巷底板60°探测区段探测区段内未发现视电阻率低阻异常区。

图2(c)知回风巷底板30°探测区段内探测区段内发现1处视电阻率低阻异常区,位于横向1165-1195m区段附近。纵向20-40m范围,对应延安组18煤以上砂岩裂隙-孔隙承压含水层,该层段视电阻率为 $10-20\Omega\cdot m$ ,呈相对低阻反应,整体电性横向连续性较差,推断该区域主要为煤层顶板岩层裂隙相对发育及18煤顶板砂岩裂隙-孔隙承压含水层。

图2(d)知运输巷顶板30°探测区段内发现1处视电阻率低阻异常区,位于横向490-540m区段附近。纵向30-60m范围,对应延安组18煤以上砂岩裂隙-孔隙承压含水层,该层段视电阻率为 $10-20\Omega\cdot m$ ,呈相对低阻反应,整体电性横向连续性较差,推断该区域主要为煤层顶板岩层裂隙相对发育及18煤顶板砂岩裂隙-孔隙承压含水层。

图2(e)知运输巷顶板60°探测区段内未发现视电阻率低阻异常区。

图2(f)知运输巷顶板90°探测区段内发现2处视电阻率低阻异常区,位于横向40-100m区段附近。纵向0-20m范围,对应延安组18煤以上砂岩裂隙-孔隙承压含水层,该层段视电阻率为 $10-20\Omega\cdot m$ ,呈相对低阻反应,整体电性横向连续性较差,推断该区域主要为煤层顶板岩层裂隙相对发育及18煤顶板砂岩裂隙-孔隙承压含水层。

### 5.4 814工作面顶板等高面数据分析

图3(a)(e)(f)知顶板上10m、50m、60m内未见明显异常。

图3(b)知顶板上20m区域,横向630-770m,纵向40-80m范围,有电性低阻区域,主要在靠近运输巷一侧,范围相对较大,异常强度相对较弱且上下存在一定水力联系。横向1140-1212m;纵向30-90m范围,有明显

电性低阻区域，异常区主要在靠近运输巷一侧，范围相对较小，异常强度相对较强。

图3(c)知顶板上30m区域，横向430-580m；纵向40-65m范围，有电性低阻区域，主要在靠近运输巷一侧，范围相对较长，异常强度相对较弱。横向610-740m；纵向40-60m范围，有电性低阻区域，异常区主要在靠近运输巷一侧，范围相对较长，异常强度相对较弱且上下存在一定水力联系。

图3(d)知顶板上40m区域，横向450-680m；纵向40-63m范围，有电性低阻区域，主要在靠近运输巷一侧，范围相对较长，异常强度相对较弱且上下存在一定水力联系。

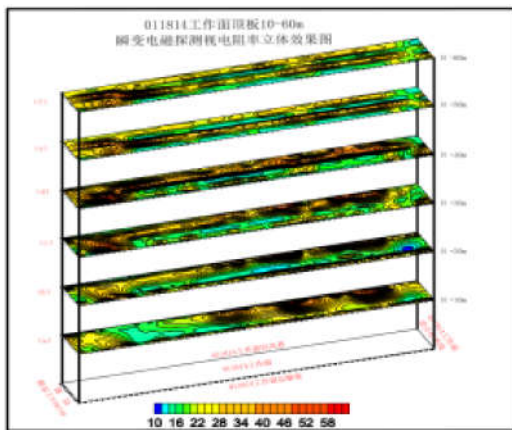


图3 某矿011814工作面顶板10~60m低阻异常立体效果图

#### 6 工作面底板等高面数据分析

814工作面底板以下10m-60m瞬变电磁探测视电阻率等值线平面图见下图，横坐标为从切眼向停采线方向沿工作面走向探测距离，纵坐标为运输巷至回风巷距离，单位均为m，视电阻率单位为 $\Omega \cdot m$ 。根据814工作面水文地质资料及瞬变电磁视电阻率等值线成果，知该工作面底板下10m-60m均未见明显异常。

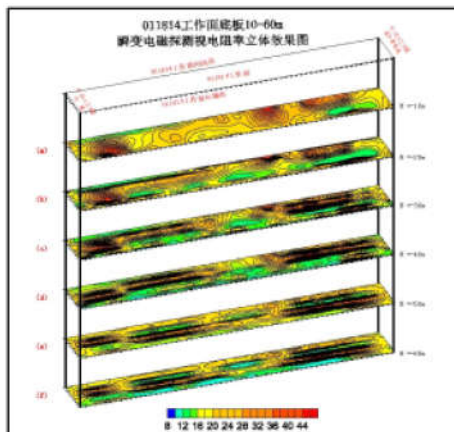


图4 814工作面底板10~60m低阻异常立体效果图

#### 结束语

对814工作面顶底板水富水性瞬变电磁探测研究，分析顶板视电阻率平面图和视电阻率断面图及工作面的充水因素，得到如下结论：

顶板10m范围内未发现明显异常。

顶板20m范围内发现2处异常区位于横向630-760m、纵向40-80m，异常强度较弱。横向1140-1212m、纵向30-90m，异常强度较强。

顶板30m范围内发现2处异常区位于横向430-580m、纵向40-65m横向610-750m、纵向40-60m，异常强度均较弱。

顶板40m范围内发现1处异常区位于横向450-680m、纵向40-63m，异常强度较弱。

顶板50-60m范围内未发现明显低阻异常区域。

底板10m-60m范围内未发现明显低阻异常区域。

综合814工作面探测区域顶底板10-60m各层位的视电阻率异常区分布情况发现，在顶板探测区域横向610-750m范围内异常强度较弱，且在10-40m对应位置均有低阻异常，推断该区域可能存在上下水力联系。在顶板20米层位横向1140-1212m、纵向30-90m，区域视电阻率相对异常较强。

#### 参考文献

- [1]董苏苏,李强,王传盈.瞬变电磁物探技术在探查断层富水性中的应用[J].山东工业技术.2017(15): 111-112.
- [2]张义安.瞬变电磁法在煤层超前勘探中的应用[J].能源与环保.2023,45(03): 81-85.
- [3]李海洋,付巨德,王庆胜,李明,熊飞.瞬变电磁法探测技术在采空区探测中的应用[J].资源信息与工程.2023, 38(02): 33-36.