

Application of Transient Electromagnetic Detection Method in Water Damage Analysis of Top and Bottom Plates

Peng Guo

Shanxi Sanyuan Coal Industry Co., Ltd., Changzhi, Shanxi, 046000, China

Abstract

The distribution of water damage on the top and bottom of the working face is prone to occur when it is affected by mining activities. To determine the distribution location of abnormal structural bodies in the working face; The transient electromagnetic method was used to detect the water damage on the roof and floor of the working face, and the distribution location of the abnormal water rich area on the roof of the 15th coal seam was identified. The influence of coal seam roof water on the mining activities of the 15101 working face was analyzed, and the analysis of roof water damage was carried out. Through the analysis, it was found that the old goaf water in the working face was supplied to the roof sandstone through the collapse zone, causing an increase in the water inflow of the working face and affecting the safety production of the mine.

Keywords

transient electrical method; probe; top and bottom plate; water damage analysis; apply

综合探测技术在煤矿顶板水害分析中的应用

郭鹏

山西三元煤业股份有限公司, 中国·山西·长治 046000

摘要

顶底板水害在工作面内构造异常的分布位置, 在受到采掘活动影响时易出现, 为查明工作面内构造异常体的分布位置; 对工作面进行了瞬变电磁法探测、大井法查明顶板水害情况, 查明了15号煤层顶板富水异常区的分布位置, 分析15101工作面采掘活动受煤层顶板水的影响, 进行顶板水害分析, 通过分析得出, 工作面老空水通过补给顶板砂岩通过垮落带进行工作面, 而造成工作面涌水量增大给矿井安全生产带来的影响。

关键词

瞬变电磁法; 探测; 顶底板; 水害分析; 应用

1 工作面基本情况

1.1 15101 工作面概况

15101 工作面位于井田中部, 面积为 0.0345km², 对应地面为山区丘陵, 地表无大的地裂缝及塌陷, 排水条件良好, 工作面掘进过程中对地面没有大的影响。

15 号煤层位于太原组。太原组连续沉积于本溪组地层之上, 底部以一层砂岩或砂质泥岩与下伏本溪组地层分界, 为井田内主要含煤地层之一。主要由浅灰-灰-灰黑色砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、泥岩、煤层及石灰岩组成。缓波状、脉状层理发育, 动植物化石丰富, 该地层根据岩性组合及沉积特征分为三段 (C₃t¹、C₃t²、C₃t³)。本矿 15 号煤层位于该组一段 (C₃t¹) 的下部。依据井下实际揭露情况, 该工作面 15 号煤层厚度为 4.00~4.30m, 直接顶板为中粒砂岩, 厚度

为 7.43~9.99m, 未见泥岩伪顶。直接底板为泥岩, 厚度为 2.10~2.60m。

1.2 工作面构造

经过井下实际揭露, 15101 工作面存在 4 条小型正断层 (编号: 01Y1、01Y2、01Y3、01H1), 未揭露陷落柱。工作面内断层落差较小, 对工作面的推进基本无影响。工作面内揭露断层特征分述如下:

01Y1 正断层: 15101 工作面运输顺槽揭露, 走向近 EW 向, 倾向近 S, 落差 0.50m, 倾角 30°, 延伸长度 30m; 01Y2 正断层: 15101 工作面运输顺槽揭露, 走向近 EW 向, 倾向近 S, 落差 0.40m, 倾角 30°, 延伸长度 30m; 01Y3 正断层: 15101 工作面运输顺槽揭露, 走向近 EW 向, 倾向近 N, 落差 1.50m, 倾角 20°, 延伸长度 30m; 01H1 正断层: 15101 工作面回风顺槽揭露, 走向近 NE 向, 倾向近 SE, 落差 1.20m, 倾角 31°, 延伸长度 30m。

【作者简介】郭鹏 (1988-), 男, 中国山西长治人, 本科, 助理工程师, 从事地测防治水研究。

1.3 工作面顶底板条件

15101工作面直接顶板为中粒砂岩,厚度为7.43~9.99m,未见泥岩伪顶。老顶为 K_2 灰岩,厚度为5.20~9.40m,呈深灰色,具水平层理,较致密,具裂隙且由方解石脉充填。直接底板为泥岩,厚度为2.10~2.60m,呈灰-灰黑色,具水平层理,含植物化石碎片。老底为铝质泥岩,厚度为4.35~8.70m,呈浅灰色,含黄铁矿结核。15101工作面北部存在老巷和老空积水区;南部为一采区大巷及大巷保护煤柱,东面和西面勘探均为实体煤。

2 矿井瞬变电磁法探测分布情况

对15101工作面采用矿井瞬变电磁法探测法进行探测,本次依据分布图进行分析。

2.1 煤层顶板 K_4 灰岩水探测成果

该次工作解释了2处 K_4 灰岩低阻异常区(编号: A_1 、 A_2),具体分布见图1,分述如下:

A_1 :距离15101工作面停采线108~202m,异常区位于工作面中心,与KT-2透视异常位置一致,推测 K_4 灰岩含水层岩溶裂隙发育,具有一定富水性。

A_2 :距离15101工作面停采线75~115m,异常区靠近回风顺槽,与KT-2透视异常区位置一致,推测该范围内 K_4 灰岩含水层较为破碎,具有一定富水性。



图1 15101工作面顶板 K_4 灰岩含水层低阻异常区分布示意图

2.2 煤层顶板 K_2 灰岩水探测成果

该次工作共解释煤层顶板 K_2 富水异常区2处(编号: B_1 、 B_2),具体分布见图2,分述如下:

B_1 :距离15101工作面停采线112~191m,异常区位于工作面中心位置,与KT-2透视异常位置一致,异常范围相对较大,视电阻率等值线图中反应明显,推测为 K_2 灰岩含水层富水的反映。

B_2 :距离15101工作面停采线75~108m,异常区靠近回风顺槽,异常范围相对较小,与KT-1透视异常位置一致,推测为 K_2 灰岩含水层岩溶裂隙发育,具有一定富水性。



图2 15101工作面顶板 K_2 灰岩含水层低阻异常区分布示意图

2.3 工作面顶板水害分析评价

K_2 、 K_3 、 K_4 灰岩位于15号煤层上部,三层石灰岩岩溶裂隙不太发育,据井田内5号水文孔抽水试验成果资料:单位涌水量 $q=0.0030L/s \cdot m$,该含水层属弱富水性含水层,主要接受上部含水层的入渗补给,主要以矿坑水的方式排泄。

依据15101工作面巷道掘进过程中井下实际观测资料及以往顶板疏放水钻探成果资料,该含水层一般富水性弱,补给量有限。依据本矿以往针对顶板富水性进行的电法勘探成果资料及井下实际探测顶板水钻孔成果资料,15号煤层顶板富水性不均一,存在局部富水区。

经计算,15号煤层开采后形成的导水裂隙带能导通上部含水层水,所以煤层顶板含水层系对15号煤层开采有一定的影响,在局部富水异常区可能会威胁矿井生产安全。

此外,15101工作面回采后,采空区回撤支柱后,采空区上覆岩层会形成垮落带,垮落带高度一般为采高的2~4倍,为安全考虑,本次按照最大厚度4.30m计算,则垮落带最大高度为17.20m(见图3)。

经井下实际揭露情况,结合15101工作面附近补3、补4号孔柱状图分析,工作面内15号煤层顶板直接为中粒砂岩,厚度为7.43~9.99m,该砂岩层可接受老空水的补给,增强砂岩含水层的富水性。

当15101工作面回采后,顶板砂岩层会形成垮落带,补给后的砂岩含水层水则会通过垮落带进入工作面,造成工作面涌水量增大,对工作面生产造成威胁。

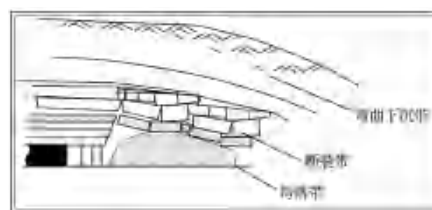


图3 本矿15101工作面顶板垮落带分布示意图

3 工作面顶板涌水量预计

经过上述分析,15101工作面回采后,顶板砂岩层会形成垮落带,顶板砂岩含水层水则会通过垮落带进入工作面,造成工作面涌水量增大。本次工作面涌水量采用大井法进行预测,预测涌水量为煤层顶板砂岩层补给涌水量和上部K₂灰岩涌水量之和。

3.1 工作面涌水量预计

3.1.1 计算公式

本次选用承压转无压完整井涌水量公式进行计算:

$$Q = \frac{1.366K[(2H-M)M-h^2]}{\lg R - \lg r_0}$$

$$R = r_0 + 10 \cdot S\sqrt{K}$$

式中:Q为预算涌水量(m³/d);M为含水层厚度(m);H为水柱高度,为静止水位至含水层底板的距离(m);S为水位降深,为静止水位至疏干标高的距离(m);K为渗透系数(m/d);R为影响半径(m);h₀为含水层底板至疏干标高间的距离(m);r₀为引用半径,视计算范围为不规则形状,r₀= $\sqrt{\frac{F}{\pi}}$ =105m,F为15101工作面回采面积,为34500m²。

3.1.2 参数选择

①砂岩补给量预算参数。本次采用15101运输顺槽锚索孔放水试验成果资料进行预算,工作面上部砂岩含水层厚度M采用顶板砂岩厚度9.99m(补4号孔厚度),水柱高度H为11.50m,水位降深S为15.50m,渗透系数K为3.24m/d,h₀取0。r₀= $\sqrt{\frac{F}{\pi}}$ =105m,则计算后影响半径R=384m。

②顶板K₂灰岩涌水量预算参数。本次采用井田内5号钻孔对太原组(C₃t)含水层混合抽水试验成果资料,静止水位标高采用抽水后恢复水位标高为+851.55m,含水层厚度M采用工作面附近钻孔最大厚度,取9.40m,工作面内15号煤层最低标高采用+705m,水柱高度H取126.55m,水位降深S取146.55m,渗透系数K取5号孔资料,取0.0102m/d,h₀取0,r₀= $\sqrt{\frac{F}{\pi}}$ =105m,则计算后影响半径R=252m。

3.1.3 计算结果

①砂岩补给量预算结果。将上述数据代入公式进行计算,得到本矿15101工作面涌水量为1027m³/d(合42.80m³/h),按照本矿近年来涌水量分析,最大涌水量一般为正常涌水量的2倍,所以最大涌水量为85.60m³/h。

②顶板K₂灰岩涌水量预算结果。将上述数据代入公式进行计算,得到本矿15101工作面涌水量为84m³/d(合3.50m³/h),按照本矿近年来涌水量分析,最大涌水量一般为正常涌水量的2倍,所以最大涌水量为7m³/h。

③工作面涌水量预算结果。经过上述计算,本矿15101工作面正常涌水量为42.80+3.50=46.30m³/h;最大涌水量为85.60+7=92.60m³/h。

3.2 工作面排水系统能力校验

本矿副斜井井底车场设有主、副水仓及排水泵站,水

仓有效容积为2000m³。主排水设备参数如下:配备MD155-30×10型矿用耐磨多级离心泵三台,配YB2-355M1-4型防爆电动机,功率220kW,转速1480r/min。正常涌水时,一台水泵、一趟管路工作;最大涌水时,两台水泵、两趟管路同时工作。

本矿一采区设有采区水仓及排水泵站,水仓有效容积为900m³。排水设备参数如下:配备MD85-45×2型矿用耐磨多级离心泵三台,配YB3-200L2-2型防爆电动机,功率37kW,电压660V。正常涌水时,一台水泵、一趟管路工作;最大涌水时,两台水泵、两趟管路同时工作。

本矿15101工作面运输顺槽配备有三台排水泵,水泵型号BQW50-80-22,配有三趟4寸无缝钢管排至一采区水仓,工作面三台水泵可以同时进行排水。结合矿方目前实际排水情况,本次工作面水泵排水效率按照80%进行计算。

经预算,工作面回采后,正常涌水量为46.30m³/h,最大涌水量为92.60m³/h,本次采用该数据进行工作面排水系统能力校验,计算如下:

正常涌水时,三台水泵20小时排水量:50×3×20×80%=2400m³。

正常涌水时,24小时涌水量:46.30×24=1111.20m³<2400m³。

最大涌水时,三台水泵20小时排水量:50×3×20×80%=2400m³。

最大涌水时,24小时涌水量:92.60×24=2222.40m³<2400m³。

以上计算表明:工作面正常和最大涌水时,24小时的正常涌水量和最大涌水量小于20小时工作面三台水泵同时工作的排水量,目前工作面排水系统可以满足排水要求。

4 结语

综上所述,本矿15101工作面主要水害为工作面北部的老空水通过补给顶板砂岩通过垮落带进行工作面,而造成工作面涌水量增大给矿井安全生产带来的影响。在三台水泵同时工作的情况下,工作面水泵排水能力可以满足生产要求。

参考文献

- [1] 任松涛.煤矿地面区域治理钻孔对大型断层探查的应用研究[J].煤炭与化工,2022,45(1):79-82.
- [2] 曹桂芳.综合探测技术在煤矿断层探测中的应用研究[J].山东煤炭科技,2021(3):150-152.
- [3] 洗伟东.煤矿地质异常体综合探测技术应用实践[J].煤炭与化工,2014,37(11):56-60+62.
- [4] 秦泰山.综合探测技术在三元煤业DF1正断层探测中应用[J].煤炭与化工,2023(46):60-63.
- [5] 曾金艳,李自红,陈文,等.不同勘探方法对浅层小断距隐伏断裂探测效果[J].大地测量与地球动力学.2024(44):310-315.