

综采工作面底板水注浆加固技术研究与应用

李昕

禹州枣园煤业有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i3.14384

[摘要] 本文将重点围绕煤层底板水害防治技术开展分析,先对煤层底板水害成因与危害进行简要阐述,然后分析矿井水文地质条件特征以及底板涌水原因,并针对性提出防治水措施,以此为有关人士提供借鉴。

[关键词] 煤层底板; 水害问题; 防治技术

中图分类号: P618.11 **文献标识码:** A

Research and Application of Water Grouting Reinforcement Technology for Bottom Plate of Fully Mechanized Mining Face

Xin Li

Yuzhou Zaoyuan Coal Industry Co., Ltd.

[Abstract] This article will focus on the analysis of the prevention and control technology of coal seam floor water hazards. Firstly, the causes and hazards of coal seam floor water hazards will be briefly explained. Then, the hydrogeological conditions of the mine and the causes of floor water inflow will be analyzed, and targeted water prevention and control measures will be proposed to provide reference for relevant personnel.

[Key words] coal seam floor; Water damage issues; Prevention and control technology

引言

在经济建设与发展中,煤炭资源尤为关键。其中煤层底板水害是指在矿井掘进的过程中,出现不同形式的导水通道,从而使水资源进入矿井内,此种环境下不仅会增加淹井风险,还会影响工作人员人身安全,影响项目的经济、社会、环保效益。

1 煤层底板水害成因与危害

煤层底板水害是由于煤层底板直接或间接含水层中的水,在矿井采掘过程中通过天然或人为扰动的导水通道,进入矿井,从而引发水害事故的发生。根据底板突水量大小,会造成淹工作面或淹井风险,严重影响煤矿安全生产。矿井24011综采工作面受采动影响,工作面下部出现底板出水情况,总涌水量达到168m³/h,造成工作面停产,进行水害治理,严重影响矿井正常生产。

2 矿井水文地质条件特征

根据井田内的岩性、含水层的富水程度、地下水的埋藏条件,对开采二1煤层影响较大的含水层由老到新划分为:寒武系灰岩岩溶水;太原组下段灰岩岩溶水;太原组上段灰岩岩溶水;二1煤层顶板砂岩裂隙水。

(1)寒武系灰岩岩溶水:寒武系含水层厚度大,岩溶发育,富水性极不均一,富水性强,补给条件好,为二1煤层的间接充水含水层。开采历史证明,该含水层是威胁矿井安全生产的主要充水

水源。在正常情况下,寒武系含水层对开采深部二1煤层影响不大,但寒武系岩溶水的水位较高,在遇到断层情况下,寒武系岩溶水通过断层破碎带成为矿井重要的充水水源,对采矿活动会产生较大的威胁。

(2)太原组下段灰岩岩溶水:太原组下段石灰岩含水层的单位涌水量0.000424~2.07L/s·m,作为二1煤层底板间接含水层,富水性中等,导水性极不均一。随着开采范围的不断扩大,采掘深度的不断加深,受采动及构造影响,在下部寒武系灰岩水的参与下,底板也可能因矿山压力及水压的共同影响,引起底鼓突水,对矿井开采造成威胁。

(3)太原组上段灰岩岩溶水:根据区域抽水试验资料,太原组上段石灰岩含水层的单位涌水量0.0000732~0.0166L/s·m;该段作为二1煤层底板直接充水含水层,揭露面积小接受大气降水补给有限,岩溶发育程度弱,富水性弱,导水性极不均一,含水层厚度不大,主要以静储水为主,涌水时,水量较大,排水后容易疏干,一般不对矿井安全造成威胁。

3 底板突水原因

根据工作面出水后底板底鼓、寒武系灰岩水和太原组下段灰岩含水层水位下降趋势,确定出水直接水源为底板太原组下段灰岩含水层,间接水源为寒武系灰岩含水层。

4 防治水措施

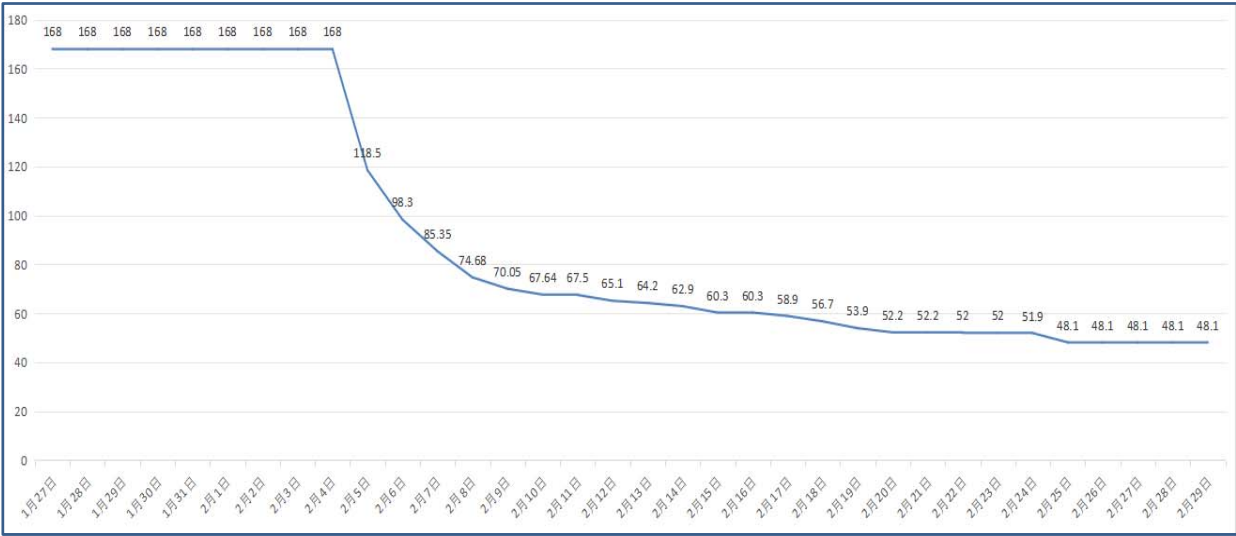


图1 枣园煤业24011工作面涌水量变化情况曲线图

在24011综采工作面和24011运输顺槽底抽巷采用注浆加固的方式,进行探查治理,本次共设计9个探查治理、验证钻孔(其中验证孔2个),覆盖24011工作面前方60m区域,探查封堵出水通道,加固层位于二1煤底板L1-4灰岩和寒灰上部。

5 探查、治理工程施工情况

5.1 钻探工程量

24011工作面突水点及超前60m探查治理工程共设计了3个超前探查治理钻场,布置探查治理、验证钻孔9个(其中1-3号孔、1-验1号孔为验证孔)、钻孔进尺981.5m。实际施工探查治理钻孔9个(含2个验证钻孔),钻孔进尺1070.5m。

表1 探查治理钻孔施工情况统计表

类别	钻孔个数	设计进尺(m)	实钻进尺(m)	平均孔深(m)	钻孔落底间距(m)	钻孔密度(个/万m²)
实际	9	981.5	1070.5	107.05	8.9~30.6	13.7

5.2 钻孔出水、注浆情况

表2 24011工作面钻探注浆分析表

钻孔出水 量Q(m³/h)	出水总 量(m³/h)	钻孔数 (个)	孔数占 比(%)	工程量 (m)	工程量 占比(%)	注浆量 (t)	注浆量 占比(%)	注浆与出 水量比	备注
50>Q≥20	20	1	11	102	9.5	10.2	0.6	0.51	L1-4灰岩以上 注浆7.6t, L1-4 灰岩注浆 10.2t, 寒灰注 浆1629.45t。
20>Q≥10	28.9	2	22	224	20.9	1615.5	98.1	55.90	
Q<10	44.1	6	67	744.5	69.6	21.55	1.3	0.49	
合计	93	9	100	1070.5	100	1647.25	100	17.71	

24011工作面9个探查治理、验证钻孔共计注水泥1676.765t(其中固管及护壁注浆29.515t,终孔注浆1647.25t),注浆终压8MPa。涌水量达到20m³/h以上的有1个钻孔(1-2号孔),该钻孔位于工作面现停采位置以里17.5m,24011运输顺槽以上22.9m处,具体位置距24011工作面出水点平面距离21.7m,出水层位为太原组下段灰岩岩溶含水层。最大单孔注浆量为1603t(1-5孔,孔深122m,水量13m³/h)钻探注浆情况见表2。

由表2知,24011工作面井下钻探钻孔单次出水量大于等于20m³/h的钻孔仅1个,占总出水钻孔数的11%;出水量位于20>Q≥10m³/h的有2个,占总出水钻孔数的22%;小于10m³/h的有6个,占比67%。从钻孔出水情况分析,验证钻孔出水量以Q<10m³/h为主。

除1-5号孔注浆量大外,其余钻井注浆量均较小,在钻孔注浆压力达到设计终压后,施工钻验证孔对探查治理效果进行了验证,最后序次验证孔出水量均小于10m³/h,说明前期出水量相对较大区域注浆治理效果较好。

6 探查、治理效果评价

6.1 工程施工评价

所有钻孔在钻探、注浆过程中均严格按照设计要求进行了施工,验证孔与总施工钻孔数量比为22%,测斜钻孔数量与总施工钻孔数量比为44%,满足规范要求。

6.2 物探结果

根据24011工作面治理前后24011运输顺槽底抽巷向工作面瞬变电磁物探结果显示,治理前24011工作面现停采位置超前60m范围内24011运输顺槽Y9测点以里1.9~41.6mx向上2.4~32.2m范围内存在一个富水异常区,治理后在24011工作面现停采位置超前60m范围内已无富水异常区,说明本次探查治理效果较好。

6.3 水量变化情况

24011工作面突水前总水量40m³/h,出水点在采面40~70架之间。24011工作面突水后,于2023年12月27日8点班24011工作面水量达到峰值168m³/h,至采面探查治理钻孔施工前水量无明显变化。自2024年2月4日1-5号孔开始注浆后24011工作面水量开始下降,自2月19日以来24011工作面水量趋于稳定状态,工作面水量48.1m³/h。详见枣园煤业24011工作面涌水量变化情况曲线图(图1)。

6.4根据矿井水质化验分析

矿井24011工作面出水点治理前Ca²⁺、Mg²⁺含量占比约36.98%,24011运输顺槽底抽巷Ca²⁺、Mg²⁺含量占比约32.83%。矿井24011工作面出水点治理后Ca²⁺、Mg²⁺含量占比约33.16%,24011运输顺槽底抽巷Ca²⁺、Mg²⁺含量占比约11.66%。治理后24011工作面出水点、24011运输顺槽底抽巷Ca²⁺、Mg²⁺含量占比均有所降低。

6.5超前60m范围内突水危险性评价

根据24011工作面井下钻探孔口实测水压范围2.0~3.0MPa,推断二₁煤层底板隔水层承受太原组下段灰岩含水层水压为2.4MPa、二₁煤层底板隔水层承受寒武系灰岩含水层水压为3.8MPa,根据突水系数计算公式:

$$T=P/M$$

式中: T——突水系数,MPa/m;

P——隔水层底板承受的水压,MPa;

M——底板隔水层厚度,m。

底板探查治理后二₁煤底板有效隔水层厚度80m,最大水压3.8MPa。

则该工作面突水系数:

$$T=P/M=3.8\text{MPa}/80\text{m}=0.048\text{MPa}/\text{m}$$

经计算,该工作面经井下探查治理后底板改造后突水系数小于0.06MPa/m,满足《煤矿防治水细则》要求,无突水威胁。

7 结语

24011工作面施工井下超前探查治理钻孔,设计科学合理,钻孔施工质量管控到位,施工目的层控制精准,覆盖无盲区,构造控制严密,且经注浆质量评价、物探及钻探验证评价、突水系数评价等均证明注浆改造效果合格。24011工作面突水点及超前60m探查、治理工程实施后,突水点水量由128m³/h减少至8m³/h,堵水率达到了93.8%,工作面切眼超前60m范围内得到有效治理;工程治理后,该区域未发现物探异常区。本次出水治理主要注浆层位为寒武系灰岩含水层,从根本上治理了突水水源,封堵了导水通道,24011工作面切眼及超前60m范围内水害风险得到消除,实现了标本兼治,效果良好,工作面具备恢复生产条件。

[参考文献]

[1]康磊博.带压开采煤层底板突水危险性评价及防治水技术研究[J].能源与节能,2025,(04):191-193.

[2]赵亚飞,李攀峰.地面水平井注浆工艺技术在煤层顶底板水害防治中的应用[J].中国煤炭地质,2024,36(11):47-50.

[3]万磊,孙茂如,赵吉诚.复杂地质构造下煤层底板灰岩水害防治技术研究[J].能源技术与管理,2021,46(6):89-91+113.

作者简介:

李昕(1989—),男,汉族,河南禹州人,本科,工程师,从事煤矿技术研究。