

易自燃煤层大采高综采工作面防灭火技术研究

Study on Fire Prevention Technology for Fully Mechanized Working Faces with a Large Mining Height of Coal Seam Inclined to Spontaneous Combustion

王春森, 程兆辉(内蒙古黄陶勒盖煤炭有限责任公司巴彦高勒煤矿, 内蒙古 鄂尔多斯 017300)

摘要:为降低煤层自燃影响工作面回采,本文以3102工作面回采为工程背景,根据工作面生产特点,通过制定工作面正常回采期间、过断层期间、窄煤柱以及邻近采空区等防灭火技术方案,实现了煤层自燃的针对性防治,确保了工作面回采期间安全。研究成果为其他类似矿井易自燃煤层开采期间防灭火工作开展提供了经验借鉴。

关键词:大采高工作面;窄煤柱;采空区;自燃煤层;防灭火技术

中图分类号:TD823 文献标志码:A 文章编号:1672-609X(2021)05-0075-04

Abstract:To reduce the impact of spontaneous combustion of coal seam on stoping of working faces, with stoping of the 3102 working face as the background and according to production characteristics of working faces, this paper formulates fire prevention schemes for working faces during normal stoping and fault crossing, narrow coal pillars and adjacent mined-out areas in order to fulfill targeted prevention and control of spontaneous combustion of coal seam and ensure safety during working face stoping. The study serves as a reference for fire prevention work during mining of other similar coal seams inclined to spontaneous combustion.

Key words: working face with a large mining height; narrow coal pillar; mined-out area; coal seam inclined to spontaneous combustion; fire prevention technology

1 前言

1.1 地质概况

某矿3102工作面为盘区第二个工作面,工作面长299 m,巷道长度为3 311 m。开采的3-1煤赋存稳定,煤厚度平均5.25 m,瓦斯含量低、自然发火倾

向性为I类。根据地质勘探资料显示,3102工作面回采至3 009 m处会揭露DF19断层($H=6.5$, $26^\circ \angle 49^\circ$)。

3102工作面回风巷道与邻近的31101采空区间有6 m护巷煤柱,具体工作面位置关系如图1所示。

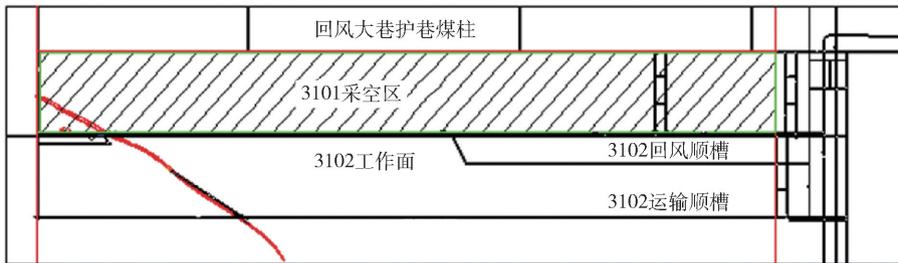


图1 3102工作面位置关系

1.2 工作面煤层自燃灾害分析

3102工作面情况较为复杂,可能造成遗煤自

燃,生产过程中面临的问题有^[1-3]:回采扰动使得窄煤柱裂隙进一步发育、漏风加剧,大断面长距离使得采空区面积太大难以控制,邻近采空区水位下降使得浸水遗煤再次暴露在空气中更容易氧化自燃,过断层期间遗煤量增加、推进速度减慢、自燃危险大大增加。

[作者简介] 王春森(1988-),男,汉族,山东济南人,工程师,本科,从事矿井生产数据统计、工程管理工作。

[引用格式] 王春森,程兆辉.易自燃煤层大采高综采工作面防灭火技术研究[J].中国矿山工程,2021,50(5):75-78.

2 工作面防灭火技术

2.1 正常回采期间防灭火技术

1) 确保工作面推进速度

加快工作面的推进速度是防治煤层自然发火的一个重要措施^[4]。3102 工作面的最小推进速度为

$$V = K - \frac{L_{\text{氧}}}{T_{\text{min}}} \quad (1)$$

式中: V ——工作面最小推进速度, m/d;

K ——安全系数;

$L_{\text{氧}}$ ——采空区中氧化带长度, m;

T_{min} ——煤层最短自然发火期, d。

根据工作面实际情况, 取 $K = 2.71$ 、 $L_{\text{氧}} = 51$ m、 $T_{\text{min}} = 49$ d, 带入式(1)求得 $V = 1.67$ m/d。因此, 3102 工作面在斜长 299 m、采高 5.1 m 时正常生产条件下的最小推进速度为 1.67 m/d。

2) 采空区注氮

煤矿井下有 DM-1200 型膜分离移动式制氮机, 产氮量、输氮压力分别为 1 200 m³/h、0.6 MPa, 氮气纯度 ≥ 97%。制氮设备装机功率约 370 kW (10 kV)。制氮设备置于 11 盘区注氮机硐室。

对于 3102 工作面采空区防灭火, 注氮管路全程选用 $\phi 108$ PE 管, 注氮口氮气扩散半径为 15 ~ 20 m。

3) 采空区注浆

选用 2 套 MDZ-60 灌浆系统, 灌浆能力 120 m³/h, 通过已铺设的 D159 mm × 14 mm 钢管灌注, 浆液灰水比控制为 1:1.5 ~ 1:3。对于 3102 工作面经 3102 运输巷道到达 3102 工作面采空区, 工作面推过 30 ~ 40 m 时开预埋管路。万吨煤注浆量不少于 100 m³。

2.2 过断层期间防灭火技术

受 DF19 断层影响工作面煤岩体破碎, 工作面推进缓慢、采空区遗煤增加。根据地质资料显示, 工作面此时整体处于俯采阶段, 使用注浆以及水淹方法效果不佳, 因此采用以注氮惰化为主, 喷洒阻化剂减少风量为辅的措施^[5-7]。

1) 注氮惰化

工作面开始割底找煤前 20 m, 在运输巷道侧采空区内预埋注氮管路, 通过束管监测, 发现采空区有自然发火迹象 (CO 明显升高) 即开始注氮, 考虑到采空区面积较大, 注氮速度不得小于 600 m³/h。

2) 喷洒阻化剂

3102 运输巷道安设汽雾阻化泵, 工作面生产不

正常时, 加大汽雾阻化量。喷洒阻化剂 (MgCl₂) 量 ≥ 100 kg/d。

3) 临时挡风墙

进入断层后, 在进回风侧与采空区相通位置以及过断层导洞与工作面相通位置, 每隔 30 ~ 40 m, 用锚网和风筒布构建一道临时隔离墙, 并用防火密闭材料喷涂四周, 减小向采空区的漏风。进风侧临时隔离墙全密封, 悬挂危险警示牌, 回风侧临时巷道距离顶板 60 cm 范围内留缺口, 悬挂 CO、CH₄ 等气体监测仪, 便于实时了解采空区内情况, 具体不同位置施工的临时挡风墙如图 2、3 所示。



图2 进风侧临时挡风墙



图3 回风侧临时挡风墙

具体工作面在过断层期间采用的防灭火措施布置情况如图 4 所示。

2.3 相邻采空区防灭火技术

在 3102 回风巷道沿空掘巷阶段, 通过向窄煤柱内钻孔抽取气体, 发现相邻已封闭的 3101 采空区内存在危险区域, 氧气含量维持在 12%, 利于遗煤的氧化。因此, 工作面生产时需通过钻孔检测探头检测预防相邻已封闭的 3101 工作面采空区自然发火情况, 如果发现有自然发火迹象, 应对 3101 采空区

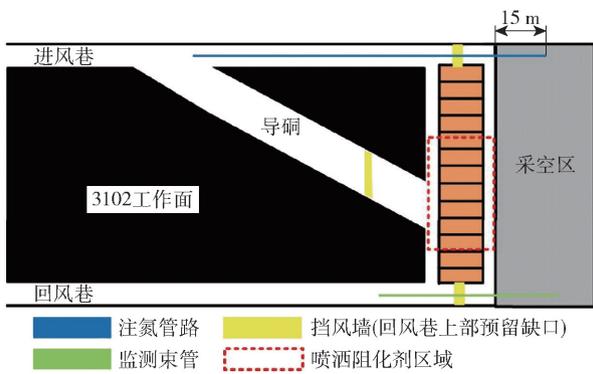


图4 过断层期间防灭火措施示意图

进行旁路注氮、注浆等防灭火措施。

1) 钻孔束管监测系统

由于3101工作面整体为仰采,采空区顶板水及3101工作面涌水会流入3101工作面采空区,采空区存在大量积水。由于矿井提前施工排水巷。经过排水作业,采空区内水位下降。根据锚杆漏水及排水情况,大约估计3101工作面采空区水位为633.5 m。因此,在633.5 m以下位置由于被水浸没,自然发火可能性极大降低,而且在这些地方由于水会淹没检测头,所以不必要也难以进行钻孔布置束管。

根据3101采空区水量分布及矿压分布情况,钻孔施工地点定在3102回风巷道,在距巷道底板1.6 m高位置向窄煤柱施工监测钻孔,具体钻孔结构如图5所示。

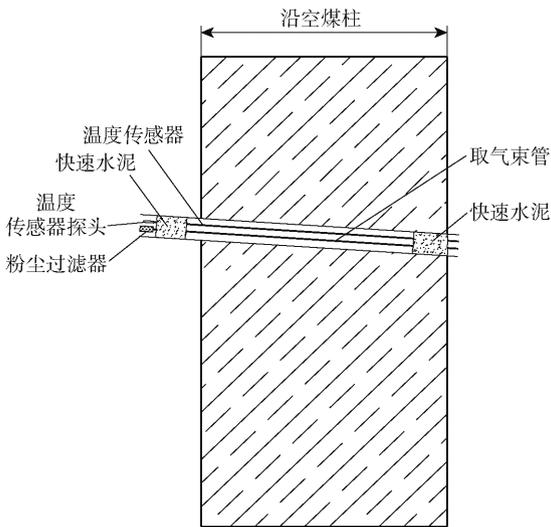


图5 监测钻孔结构图

2) 相邻采空区防灭火措施

(1) 窄煤柱喷涂密闭材料。相邻采空区自然发火的原因是窄煤柱产生了漏风通道,为采空区提供

氧气,因此,相邻采空区防灭火应先从堵漏入手。在超前工作面30 m范围内的窄煤柱进行重点喷涂,同时对有明显裂隙变形产生的窄煤柱也进行喷涂作业,切断漏风通道。

(2) 注惰性气体防灭火技术。当相邻工作面的采空区有遗煤自燃风险时,由回风巷道向相邻采空区注氮,注氮管路全程选用 $\phi 108$ PE管,由3102回风巷道向3101采空区内钻孔注氮,氮气释放钻孔之间距离一般为20~30 m,特殊点间距10 m;注氮钻孔孔深8~10 m,下1寸套管;注氮期间对采空区内气体保持持久检测,最终目标为达到3101采空区内氧气浓度 $\leq 10\%$ 。

(3) 钻孔注浆防灭火。如果发现3101采空区存在高温或者危险区域,可以通过向危险区域打钻孔注浆等方式灭火。钻孔间距一般为20~30 m,特殊点间距10 m;注浆钻孔深度8~10 m。

2.4 窄煤柱防灭火技术

1) 窄煤柱自然发火观测

对于窄煤自然发火的现场观测方法较为简单,可以采用便携式红外测温仪定时对窄煤柱进行扫描,如发现异常区域,可以通过向窄煤柱中部打3 m钻孔敷设测温线和束管的方式对窄煤柱内部的温度和气体进行分析。

2) 超前工作面窄煤柱防灭火措施

(1) 密闭防火材料喷涂。喷涂密闭防火材料,封闭其中裂隙产生的漏风通道,针对自然发火危险性大的区域,进行重点喷涂。

选用SPA-3快速密闭材料进行喷涂,在喷涂之前,需要预先确定喷涂区域,安全区域无需喷涂,对危险区域进行重点喷涂可以大大提高喷涂效率。

由于本矿井煤层含水量大,使得一些低洼地带一直被水浸没,不会产生自然发火危害,为安全区域。但倾角较大,地势较高处,由于刚开始被水浸湿,随着排水,水位下降,重新露出水面的位置,浸水煤具容易自然发火,因此这些地方是危险区域所在。根据3101工作面运输巷道剖面图,预测3101采空区危险区域,具体见表1,对危险区域对应的煤柱进行重点喷涂。

(2) 注浆加固。在3102回风巷道超前工作面30 m范围内,每隔1.5 m从煤柱顶部向煤柱内打3 m钻孔进行煤柱注浆工作,至煤柱底部渗出浆液为止。具体注浆量及注浆间距可根据现场具体情况进行调整。

表1 危险区域预测

距停采线距离/m	危险类型
0~650	浸水二次氧化煤体
850~950	浸水二次氧化煤体
1 000~1 250	浸水二次氧化煤体
1 350~1 400	浸水二次氧化煤体
1 500~1 700	过断层段
1 750~1 950	浸水二次氧化煤体
2 050~2 300	浸水二次氧化煤体
2 400~2 600	浸水二次氧化煤体
2 700~2 800	浸水二次氧化煤体
3 000~3 050	过断层段
3 015~3 300	过断层段

3 实施效果评价

3102工作面在正常回采期间,处于较高的推进速度之下,每天推进距离保持在6 m以上,远远大于安全推进速度,束管监测3102采空区内30 m处以及回风隅角处CO、CH₄等指标气体也都处于正常状态。由于回采期间推进速度基本保持在安全推进速度以上,指标气体基本正常,只有在过断层停采期间,由于遗煤增多以及推进速度变慢,出现了指标气体异常情况,并及时根据预定方案采取了措施,根据现场检测到的数据显示,防灭火措施取得了很好效果。

3102工作面于7月末进入断层,工作面上隅角、采空区内CO浓度最大为 30.3×10^{-6} 、 45.3×10^{-6} ,及时采取防灭火技术措施后,CO浓度开始下降。直到十月中下旬,工作面过断层结束,导硐对采空区的漏风消失,CO回落到正常值。

在工作面回采期间对邻近工作面采空区CO、氧气浓度进行监测,具体如图6所示。从监测结果看出,工作面回采期间邻近工作面采空区内CO、氧气浓度始终在安全值范围内。

4 结论

对回采期间不同地点、不同阶段所面临的自然发火危险进行了分析,根据划分出的危险区域,结合实验室优选出的自然发火指标气体,依据现场具备的防灭火条件,针对不同地点不同阶段防灭火所面临的不同情况,分别对3102工作面采空区、3101工

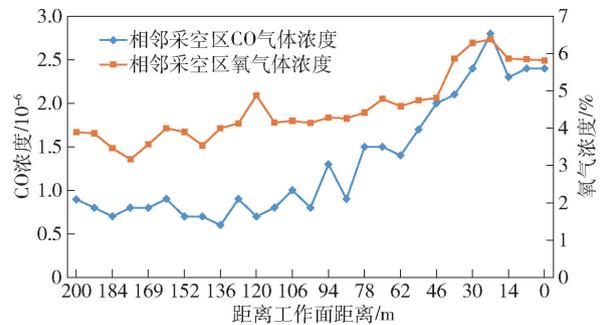


图6 正常回采期间相邻老空区CO及氧气浓度变化图
工作面采空区、窄煤柱区域以及正常回采期间、过断层期间提出了适应其特征和需要的防灭火技术措施。

对于正常回采期间,采取以保证安全推进速度,实时观测,发现危险即采取注氮注浆的措施;对于过断层期间,以注氮惰化为主,喷洒阻化剂和降低风量为辅的防灭火措施;对于相邻采空区防灭火技术,主要采用钻孔束管监测,发现危险采取旁路注氮、注浆等方法灭火;对于窄煤柱内部发生的自燃,采取煤柱表面喷涂防火密闭材料,煤柱内部注浆加固相结合的方法。通过对现场防灭火措施的运用,保证了沿空掘巷及回采的安全高效进行。

[参考文献]

- [1] 杜涛. 8.8 m 超大采高综采工作面防灭火技术研究与应用[J]. 中国煤炭, 2020, 46(11): 63-67.
- [2] 赵立克, 张辛亥, 郑仲明. 新型凝胶防灭火技术在大采高综采工作面自燃防治中的应用[J]. 煤矿安全, 2020, 51(10): 131-134.
- [3] 屈世甲, 安世岗, 武福生, 等. 大采高综采工作面采空区自燃“三带”研究[J]. 工矿自动化, 2019, 45(5): 22-25.
- [4] 马兴国. 大采高综采工作面综合防灭火技术应用探讨[J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2019(3): 164-165.
- [5] 刘兴. 大采高综采工作面综合防灭火技术应用[J]. 煤, 2018, 27(12): 52-53, 55.
- [6] 吴建宾, 李继良, 陈长果, 等. 大采高支架综采及回撤期间防灭火技术研究与应用[J]. 煤矿现代化, 2017(2): 46-48.
- [7] 祁永杰, 徐耀辉. 易燃煤层6.2 m 大采高综采工作面综合防灭火技术应用与实践[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2011(11): 129-130.