

唐口煤矿采空区注氮驱替瓦斯技术应用

Application of Nitrogen Injection and Gas Displacement Technology to Goaf of Tangkou Coal Mine

邹宗旺, 张继涛(山东唐口煤业有限公司, 山东 济宁 272000)

摘要:唐口煤矿6309轨道巷道紧临6308采空区,在轨道巷道施工期间极易出现瓦斯超限和采空区遗煤自燃的危险。为保证作业人员的安全以及防止采空区遗煤自燃,进行了自燃危险性分析,模拟了注氮技术对火灾防治的情况,通过6309轨道巷道内的高位钻孔向6308采空区内部注氮气实行对6308采空区内部的瓦斯置换,以实现驱替瓦斯以及降低采空区温度从而防止已开采采空区遗煤自燃的目的。通过效果可知:注氮技术实施后上隅角CO浓度下降了78%,瓦斯浓度下降了76%,CO₂浓度下降了100%。

关键词:注氮;驱替;瓦斯;防灭火

中图分类号:TD712 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-609X(2021)05-0053-03

Abstract:The 6309 track roadway in Tangkou Mine is adjacent to 6308 goaf, and excessive gas and spontaneous combustion of residual coal in the goaf are highly likely to take place during construction of the track roadway. In order to ensure the operators' safety and prevent spontaneous combustion of residual coal in goaf, the spontaneous combustion risk analysis is carried out and the nitrogen injection technology for fire prevention and control is simulated. The gas in 6308 goaf is displaced by nitrogen injected from high-level boreholes in 6309 track roadway and the goaf temperature is reduced so as to prevent spontaneous combustion of residual coal in the goaf. The results show that the CO concentration, gas concentration and CO₂ concentration in the upper corner decrease by 78%, 76% and 100% respectively after implementing the nitrogen injection technology.

Key words:nitrogen injection; displacement; gas; fire prevention

1 前言

我国大部分煤矿为高瓦斯矿井,因此在开采结束后采空区内部仍然留有大量高浓度瓦斯,具有极大的安全隐患。已开采空区极易受到临近采空区巷道掘进的影响而发生相互贯通,此时新鲜风流不断涌入采空区,而瓦斯不断溢出至掘进工作面,极易发生掘进工作面瓦斯超限以及采空区遗煤自燃的危险。瓦斯抽采是瓦斯治理的根本措施^[1-2]。进行采空区低负压瓦斯抽采会在工作面、采空区抽采区域间形成漏风动力及漏风通道,将增大采空区漏风,加速遗煤氧化进程。采空区注氮驱替瓦斯技术是防治自燃和抑制瓦斯爆炸的有效技术手段,因此,本文就注氮驱替瓦斯技术针对唐口煤矿6309巷道掘进期间进行了应用,分析了注氮驱替瓦斯技术的原理、效

果及其实用性。

2 工程概况

6308综采工作面是唐口煤矿六采区第八个综放工作面,该工作面于2017年回采结束并密闭。6309轨道巷掘进工作面为沿空掘进工作面,巷道向北5m为6308采空区,6309轨道掘进期间紧临6308采空区。6308与6309工作面位置如图1所示。

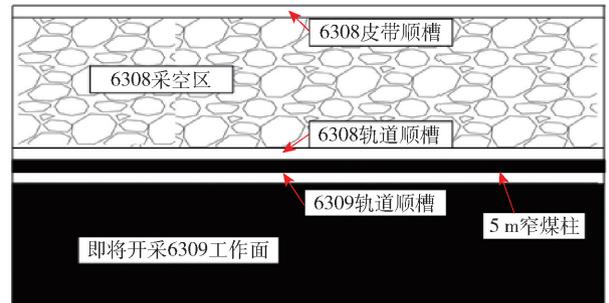


图1 6308与6309工作面位置图

6309轨道在施工期间,由于所留煤柱过窄,在掘进过程中产生的采动裂隙极易与6308采空区相互贯通,从而使得6308工作面瓦斯通过采动裂隙不断渗透至巷道掘进工作面,同时使得巷道掘进期间

[作者简介] 邹宗旺(1992-),男,汉,山东省泰安市人,本科,助理工程师,主管技术员,从事一通三防工作。

[基金项目] 山东省技术创新项目:深井高地应力区冲击地压、瓦斯、煤尘及自燃一体化防治技术研究(项目编号201920808030)

[引用格式] 邹宗旺,张继涛.唐口煤矿采空区注氮驱替瓦斯技术应用[J].中国矿山工程,2021,50(5):53-55.

工作面瓦斯浓度超限以及6308采空区遗煤发生复燃。

3 轨道巷掘进期间危险因素分析

3.1 煤柱危险性分析

6308采空区与6309轨道巷道仅留有5 m煤柱,煤柱标高990 m,煤柱在高压高应力的情况下极易发生破碎。同时,轨道巷道掘进期间,产生的高压与高应力互相重合,进而加剧了煤柱中裂隙的扩展。因此,在6309轨道巷道掘进期间,煤柱内会发生压酥破碎的现象,从而产生漏风通道。

3.2 6308采空区遗煤自燃危险性分析

主采煤层为Ⅱ类自燃煤层,最短自然发火期为62天。且煤层成分以亮煤为主,煤层整体易破碎,其氧化面积增大,与氧气接触后放出大量热。且伴随着深度的增加,地温逐渐增加,6308工作面埋深近千米,其采空区后部温度为30℃~40℃。同时,松散煤体蓄热性好,热量不易散失,易形成自燃点。

3.3 6308采空区瓦斯含量丰富

6308煤层瓦斯含量为5.6 m³/t,受采动影响,6308工作面煤层不断破碎。并且煤层成分为亮煤,开采后煤体破碎程度更明显。在工作面撤面后,采空区仍留有大量遗煤,破碎遗煤瓦斯不断解吸附,并充满采空区。当煤柱受采动应力影响而导致煤柱压酥破碎后,6308采空区内部瓦斯极易通过煤柱漏风通道涌入6309轨道巷掘进工作面,从而威胁工作面作业人员的安全。

4 注氮驱替技术原理

氮气是一种无色、无味、无臭的气体,其性质稳定,不助燃、不易燃,不与煤发生反应,是井下常见的一种用于防灭火方面的惰性气体。井下所需N₂,由制氮机DM600分离氧气而得。其原理为利用空气中不同组分在高分子材料上的扩散系数大小不同而达到气体分离的物理过程^[3-5]。

制得氮气通过管路或气体扩散形式,利用制氮时的压力,将氮气注入6308采空区内部。其作用机理:①注入过量氮气的过程中,同时采用瓦斯抽放泵

不断对注氮采空区进行气体抽放,将易爆的高浓度瓦斯置换出来,达到防止瓦斯爆炸以及防治高浓度瓦斯向轨道掘进工作面过量溢出的目的;②氮气具有降温、隔离氧气的作用,因此对采空区火灾具有抑制作用。

采用数值模拟研究氮气注入采空区后对火灾的抑制情况如图2所示。初始流速为500 m/s,注入压力0.85 MPa。液氮注入后采空区内温度迅速下降。由2图可知,液氮注入1 h后距离采空区3 m范围内的温度降到50℃以下。氮气灭火、降温效果明显。

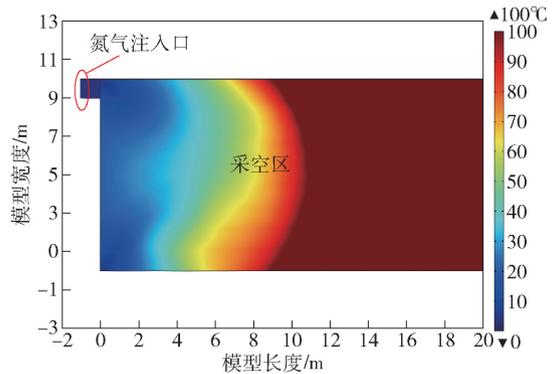


图2 采空区注入氮气后1 h温度场云图

5 注氮驱替技术方案

采空区注入氮气与抽出气体混合量为1:1.2。根据DM-500注氮机每小时制氮量500 m³,瓦斯抽放泵每小时抽气量为1 800 m³计算,确定每班注入采空区氮气4 h,采空区瓦斯抽放1.5 h。

氮气采用煤炭科学研究总院抚顺分院生产的DM-500膜分离注氮机制备而得,注氮压力0.85 MPa,氮气流量500 m³/h^[6-9]。注氮机位于原6308施工巷道进风流中。经由以下线路注入6308采空区,管路直径尺寸为50 mm。M-500制氮装置由空气预处理段、空压机段、膜分离段三部分组成。移动制氮设备主要部件图如图3所示。

1) 巷道里段掘进期间注氮

注氮线路:注氮机→6308施工道→6309一路联络巷→6309皮带巷道→6309二路联络巷→6309轨道巷道里段→注氮钻孔→6308采空区^[10]。

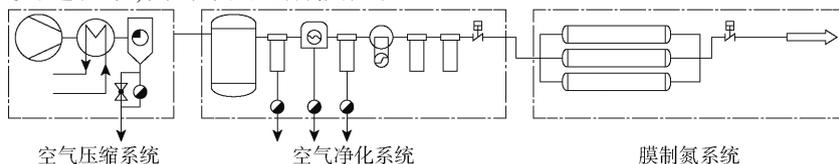


图3 移动制氮设备的三大主要组件图

2) 巷道外段掘进期间注氮

注氮线路:注氮机→6308 施工道→6309 轨道巷道外段→注氮钻孔→6308 采空区。

瓦斯抽放泵站安设在原 6308 施工巷道进风流中,采用 ZWY-60/90 型水环真空泵,极限真空度 150 hPa,最大抽气量为 $60 \text{ m}^3/\text{min}$,电机功率 90 kW。

高位钻孔布置方案如下:当 6309 轨道巷道从里段掘进(从 6309 二路联络巷向里沿空掘进),高位钻孔布置方法为第一个高位钻孔从 6309 二路联络巷门口向里 50 m 施工,依次向里每隔 200 m 施工一个高位钻孔。当 6309 轨道巷道外段开始掘进时,高位钻孔布置方式为外段第一个钻孔从 6309 第一联络巷门口向里 50 m 施工,依次向里每隔 200 m 施工一个高位钻孔。

6 注氮驱替技术效果分析

通过观察 6309 掘进工作面回风隅角注氮前后瓦斯日报表,可以清楚的看到,注氮前后瓦斯和一氧化碳浓度随着注氮量的提高被逐步驱替。注氮前后有害气体浓度对比如图 4 所示。由图可知,注氮后,上隅角 CO、瓦斯浓度出现下降的趋势,下降后均为出现超限现象,CO₂浓度整体下降。通过数据统计分析,CO 浓度下降了 78%,瓦斯浓度下降了 76%,CO₂浓度下降了到 0,下降率为 100%。综上所述,

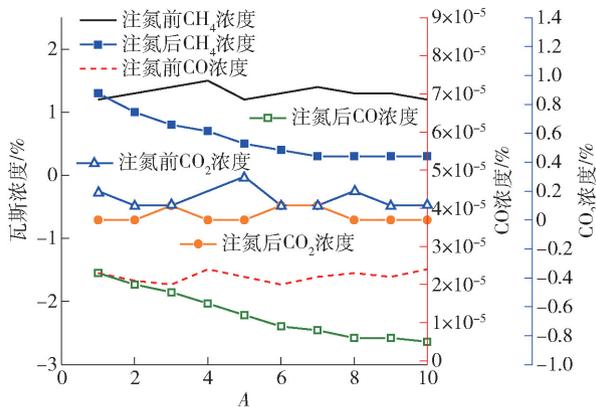


图 4 注氮前后有害气体浓度对比曲线图

注氮后工作面上隅角未出现灾害气体超限现象。

7 结论

通过本次 6308 采空区氮气驱替技术的应用,对 6308 采空区共抽放瓦斯 300 万 m^3 ,CO 100 万 m^3 ,并注氮 450 万 m^3 ,注氮后进行了相关效果考察,得到以下结论:

(1)完整陈述了注氮工艺流程,通过数值模拟分析了注氮后有效抑制了距离工作面 3 m 范围内的自燃火灾。

(2)进行注氮工艺实施后,进行了效果考察,结果显示:注氮后 CO 浓度降低了 78%,瓦斯浓度下降了 76%,CO₂浓度下降了 100%。

综上所述,注氮灭火工艺有效解决了 6309 工作面自燃发火的情况,保证了矿井安全生产。

[参考文献]

- [1] 焦世雄. 白洞矿井综采采空区遗煤自燃防治技术研究与应用[D]. 包头:内蒙古科技大学,2020.
- [2] 李彦龙. 大倾角工作面采空区惰性气体扩散规律研究[D]. 徐州:中国矿业大学,2020.
- [3] 刘东洋. 西铭矿近距离煤层复合采空区自燃防治技术研究[D]. 阜新:辽宁工程技术大学,2019.
- [4] 邢二军. 红庆河煤矿综放面采空区自燃预测与防治研究[D]. 西安:西安科技大学,2019.
- [5] 赵亚明. U型通风工作面全断面帷幕注氮防灭火技术研究[D]. 北京:煤炭科学研究总院,2017.
- [6] 张颐纯. 综采放顶煤工作面采空区注氮防灭火技术研究[D]. 太原:太原理工大学,2016.
- [7] 刘志强. 高效注氮防灭火技术的研究与应用[J]. 煤矿开采,2014,19(4):133-135,138.
- [8] 朱红青,李峰,张悦,等. 非间隔式注氮防灭火工艺的设计与惰化效果分析[J]. 煤矿安全,2013,44(2):175-178.
- [9] 朱红青,李峰,张振羽,等. 非间隔式注氮防灭火装置动力参数[J]. 煤炭学报,2012,37(7):1184-1189.
- [10] 杨志功,穆守丽. 综采放顶煤工作面采空区注氮防灭火工艺的实践[J]. 煤矿安全,2008(5):30-34.