

液态二氧化碳在治理煤矿火区中的实际应用

胡德会

承德县应急管理局 067400

[摘要]对火区灌注液态二氧化碳技术,在煤矿火区治理中成为了比较重要、好用的一项技术措施,在某矿得到充分的利用。这主要是因为液态二氧化碳可以有效降低煤矿火区氧气含量和瓦斯浓度,提升二氧化碳浓度,提升煤矿火区防火、灭火便利度。基于此,文章对二氧化碳在治理煤矿火区中的实际应用展开研究,针对某矿525工作面发生自燃的现状,通过采取封闭火区,同时采用注液态二氧化碳措施,使得工作面CO超限得到有效治理。

[关键词]液态;二氧化碳;治理;火区;应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2021.12.717

引言

煤矿灾害较多,如瓦斯、顶板、水、火、及机电运输等,但煤矿井下火区治理是生产中急需解决的问题,特别对于易自燃发火煤层和自燃发火煤层,井下火区管理尤为重要,多数采取采后封闭采区,但部分情况下还需要向采区灌注惰性气体,因为煤层自燃发火是煤矿安全的大敌,《煤矿安全规程》规定,开采容易自燃和自燃的煤层时,应选用注入惰性气体、灌注泥浆(包括粉煤灰泥浆)、压注阻化剂、喷浆堵漏及均压等综合防火措施^[1]。理论和实践证明二氧化碳(CO₂)惰性气体是一种比氮气(N₂)更好的灭火惰性气体。

一、煤矿火区常见的几种治理技术

1、灌浆灭火技术

在煤矿火区治理工作中,灌浆灭火技术是最常见的一种火灾治理技术。灌浆灭火技术就是先将黄泥浆灌注至矿井,泥浆在矿井采空区沉淀,其主要发挥隔离作用,使浮煤缝隙保持良好的密封性。在黄泥浆的作用下,可以有效防止浮煤与空气相接触,进而导致氧化反应。这主要是因为灌浆灭火技术可以防止空气随着灌浆管路进入到矿井区,切断矿井区供氧源头。在实际应用时,会在矿井区工作面超前处安装三通放气阀,并在其后端安装截止阀门,开始灌浆工作时会将截止阀关闭,并开启三通放气阀,使黄泥浆可以顺利进入到矿井区工作面。在三通放气阀的作用下,灌浆管路中的空气可以全部溢出。通过关闭三通放气阀,开启截止阀,可以将黄泥浆灌注至矿井区工作面。

2、阻化剂灭火技术

该技术起初在西方发达国家得到广泛运用,并且已经发展成熟。阻化剂灭火技术主要是在煤矿火区设置阻化剂药物区域,当发生火灾时,阻化剂药物就会解除煤炭表面,在其表面形成氧化膜,进而达到火灾治理目的。现阶段,我国正在研究借助阻化剂灭火技术来应对煤矿火区隐患问题。

3、凝胶技术

煤矿火区治理中,通过运用凝胶技术,可以将火区的空气进行阻断,以达到火灾治理目的。在运用凝胶技术时,需要科学、合理挑选促凝剂与基料,并依照要求来进行水溶液配置,这样才可以更好发挥凝胶作用。在煤矿火区放置凝胶,凝胶在气化作用下可以降低相应区域温度,并形成固体隔膜,进而阻断氧气,有着良好的灭火效果。此外,凝胶技术还而已有效避免复燃情况的发生。

二、液态二氧化碳防火技术相关概述

1、液态二氧化碳的特性分析

液态二氧化碳受到温度变化,其氧化钠的密度也会跟温度变化而变化。其这种特性就要求将其运用于煤矿火区治理中时,需要相关人员控制好温度,一般在零下37摄氏度的环境下,液态二氧化碳的密度达到1101kg/m³。在常规气压环境下,温度升高,液态二氧化碳体积就会膨胀。如:1t的液态二氧化碳,标准气压下温度升高15摄氏度,其体积就会膨

胀640倍。

2、液态二氧化碳防火技术原理

液态二氧化碳可以阻滞煤燃烧。将液态二氧化碳运用于煤矿火区治理当中,液态二氧化碳可以附着在煤炭表面,从而减缓煤氧化反应速度,以达到火灾防治目的。液态二氧化碳与其他气体相对比,其惰性更强,并且具有较高的稳定性。二氧化碳附着在煤炭表面后,可以快速减少氧气在煤炭中的沉积量,进而降低煤氧化反应速度。并且,液态二氧化碳防火技术应用于时,还可以起到良好的降温吸热效果。这主要是因为液态二氧化碳的温度更低,对于热量的吸收能力更强,在运用时可以快速降低煤矿火区温度,以达到没货效果。如果煤矿火区温度较高,无法进行氧化反应时会快速升温,借助液态二氧化碳可以将相应区域的温度控制在一定范围内。在煤矿火区放置液态二氧化碳,还可以吸收热量,防止火区进一步扩大。

3、液态二氧化碳应用工艺

在运输液态二氧化碳时,需要借助低温液体贮槽来装置液态二氧化碳。通常情况下,低温贮槽大多为双层容器,主要分为固定型、移动型、运输型。在向煤矿运输液态二氧化碳时,可以选用常温高压储气罐或是低温槽车。常温高压储气罐主要包括释放口、承压容器以及安全装置等等,常温高压储气罐结构简单、体积小,使用起来更加便利,但是由于储气罐承压有限,因此充满率比较低,所需要的储气罐数量比较多,这就会增加运输隐患,因此大多选择低温槽车来运输液态二氧化碳。

在释放液态二氧化碳时,液态二氧化碳会在水液汽化器的作用下将液态二氧化碳转化为气体。通常情况下,会借助煤矿井下瓦斯抽放管、水管或是注浆管来将其运输至井下。一些矿井还专门设置了防灭火专用管道,借助防灭火专用管道来运输液态二氧化碳更加便利,并且可以做到持续性灌输。

三、二氧化碳防火系统的优势:

1. 二氧化碳(CO₂)比氮气(N₂)空气的密度大(相对密度1.529,密度为1.976kg/m³(0℃,1个大气压),在熄灭底部的火时,可快速沉入底部而挤出氧气形成致密保护层和堆积层,因此防灭火效果比氮气(N₂)更好。

2. 二氧化碳(CO₂)纯度可以达到100%,一点不含O₂,氮气(N₂)最高达到97%,含氧3%以上。因此二氧化碳(CO₂)防灭火效果优于氮气(N₂)^[2]。

3. 二氧化碳(CO₂)温度低,出口0-20℃,到达防灭火地点后,继续升华吸收大量热量,降低温度,利于灭火^[3]。

4. 系统模块化、组合式结构,气体产量多,可达1000-2000m³/h以上,灌注速度极快,能快速发挥防灭火作用^[4]。

5. 系统设备体积小、投资少、费用省。

6. 系统运行参数实现了自动监控管理。可以在指挥中心监控全部运行过程。

7. 在灭火经验丰富的山东枣庄矿业集团柴里煤矿、大屯

煤电集团姚桥煤矿等煤矿灭火的实践,证明二氧化碳(CO₂)防灭火系统是氮气(N₂)防灭火系统的替代技术和产品。

四、煤矿概况及发火情况

某矿建于1982年12月,1987年5月投产,设计生产能力30吨/年,煤质牌号为三分之一焦煤,井田内只有一个可采煤层,煤层倾角26°—38°,平均30°;煤层厚度在2.00—8.00m,平均5.00m。矿井瓦斯等级为高瓦斯矿井,煤层为二类自燃煤层,有自燃发火倾向性。

根据2010年河南理工大学提供的《南二采区可采煤层煤与瓦斯突出危险性鉴定报告》煤层瓦斯压力为0.55mpa,2014—2015年在鉴定采掘范围内,没有煤与瓦斯突出危险。开采至今未出现瓦斯动力及瓦斯涌出异常现象。

随着南二采区逐渐延伸,局部地段瓦斯涌出量呈递增趋势,随着南二采区逐渐延伸,局部地段瓦斯涌出量呈递增趋势,其中526和528工作面基本在向斜轴部,瓦斯涌出量较上部段偏大,在瓦斯治理方面该矿坚持多措并举、综合治理的瓦斯战略,依托科技创新为先导,结合矿井瓦斯地质规律与采场实际情况,基本形成了适应矿井特点的瓦斯治理模式,对工作面制定针对性的瓦斯治理方案^[5]。2012年建立了地面永久瓦斯抽放系统,对井下回采工作面 and 采空区进行瓦斯抽放,通过对下部采区一年多时间的抽采情况观察分析,回采工作面上隅角瓦斯浓度由原来的平均0.7%左右到现在0.5%左右,回风巷在0.3%左右,取得了非常好的效果,保证了矿井的正常安全生产。

但在2018年8月18日,该矿525工作面回风流出现一氧化碳并呈持续升高趋势,总经理组织相关人员研究决定对525工作面进行封闭,8月19日零点班在525工作面运输巷和回风巷各打1道长度10米的防爆墙,防爆墙外又构筑2道砖闭,两道砖闭之间进行了注浆。

五、封闭区灌注液态二氧化碳过程

2018年9月12日,厂家技术人员到达该公司,公司领导组织相关人员召开会议,按厂家技术人员要求准备材料,地面做好倒罐准备,并对全体参加注二氧化碳人员进行贯彻安全技术措施。

从9月13日至18日每天三班向525工作面封闭区注入液态二氧化碳,累计注入液态二氧化碳134罐,合计161.08t,转换成气态二氧化碳约8.1万m³。

六、封闭区灌注液态二氧化碳效果

为观察整个灌注液态二氧化碳过程中相关气体浓度变化情况,检查实施效果,该矿利用安全监测监控系统、人工采样、气相色谱仪分析相结合的方式,观测封闭区的气体、温度等参数变化情况。每班安排一名瓦斯员和一名救护队员共同对525工作面相关区域的密闭外气体检测2次,每天四点对密闭内气体检测1次。每天安排救护队对各密闭内取气样利用气相色谱仪分析1次。同时将人工检查结果和色谱分析结果汇报至上级公司和属地煤矿监察分局。

525工作面回风巷、运输巷的密闭内气体浓度和密闭外气

体浓度基本一致,瓦斯0.12%、二氧化碳0.06%、一氧化碳为0%,无乙烯、乙炔气体,闭内温度14℃,525工作面运输巷下口闭内气体浓度化验数据如下:

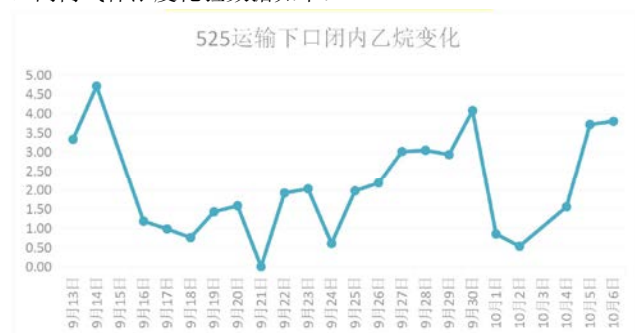


图2 525运输下口闭内乙烷变化统计图



图3 525运输下口闭内乙烯变化统计图

通过以上各种气体变化曲线对525工作面封闭区灌注液态二氧化碳前后效果比较分析,氧气控制在10%以下,甲烷控制在5%以下,封闭区没有瓦斯爆炸的危险;一氧化碳在注液态二氧化碳期间有所增高,9月18日至26日注完后稳定在0.01%左右,9月27日至10月6日在0.02%左右;二氧化碳由4.36%升高至56.63%,9月19日开始逐渐下降至5%左右;氮气由82.91%降至35.24%,9月19日开始逐渐升高至77%左右;乙烯由0.00028%降至0%,稳定1个星期后随气压变化又有所变化;温度稳定在14℃左右。

七、结束语

1、525工作面封闭区在刚注完液态二氧化碳后对防火起到了很好的效果,但是由于密闭地点帮顶有裂隙,造成密闭效果不是特别好,封闭区内气体变化比较大;

2、后期根据气体变化情况采取在525工作面运输巷密闭外重新构筑密闭,并对和525区域有关联的密闭再进行1次全面排查,确保各密闭质量可靠。

3、525工作面CO超限治理,为该矿下步开采南三采区自燃煤层机采轻放支架采煤工艺提供了可靠的防灭火治理技术和理论支撑,同时也为承德地区相邻矿井做好防灭火工作提供了技术指导和经验借鉴。

参考文献

- [1]金祥.液态二氧化碳在煤矿地下作业中防火应用分析[J].矿业装备,2021(05):12-13.
- [2]杨晓丹.液态二氧化碳在矿井防灭火中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2019(23):146.
- [3]黄元金.液态二氧化碳在矿井防灭火中的应用[J].山东工业技术,2017(01):102.
- [4]刘岷学,陈足章,王洪涛.注液态二氧化碳技术在矿井防灭火中的应用[J].中国高新技术企业,2014(27):49-50.
- [5]严志华.液态二氧化碳对煤矿井下火灾的防灭火优势[J].内蒙古煤炭经济,2014(06):160+163.



图1 525运输下口闭内二氧化碳变化统计图