

矿井采空区防灭火技术及其应用的探析

黄彦涛 刘超

山东能源枣庄矿业(集团)有限责任公司滨湖煤矿

DOI:10.12238/gmsm.v6i3.1519

[摘要] 矿井采空区的防灭火技术及其合理应用,能够确保矿井作业安全,避免矿井发生火灾事故以及防止爆炸事件的出现,而且可以有效减少火灾事件造成的经济损失与负面影响。然而在实际的矿井采空区作业时,由于其作业恶劣与复杂的特点,使其存在诸多发生火灾的因素,因此为了确保矿井采空区的安全作业,文章对矿井发生火灾的相关原因进行了探讨分析,并对几种矿井采空区防灭火技术及其应用进行了讨论说明。

[关键词] 矿井; 火灾; 原因; 自然; 机理; 防灭火技术; 应用

中图分类号: TJ53+3 文献标识码: A

Discussion on Fire Prevention and Extinguishing Technology and Its Application in Mine-out Areas of Mines

Yantao Huang Chao Liu

Binhu Coal Mine of Shandong Energy Zaozhuang Mining Group Co., Ltd

[Abstract] The fire prevention and extinguishing technology in mined-out areas of mines and its reasonable application can ensure the safety of mine operations, avoid fire accidents and prevent the occurrence of explosion events, and effectively reduce the economic losses and negative impacts caused by fire events. However, in actual operation of mine-out areas, due to the harsh and complex characteristics of their operations, there are many factors that can cause fire. Therefore, in order to ensure the safe operation of the mine-out areas, the article discusses and analyzes the relevant causes of mine fire, and discusses several types of mine-out areas fire prevention and extinguishing technologies and their applications.

[Key words] mine; fire; reason; nature; mechanism; fire prevention and extinguishing technology; application

矿井开采作业过程中所处的环境较为复杂,并且矿井安全管理工作直接关系到作业人员的生命安全与矿井生产工作的顺利进行,特别是采空区容易产生火灾事故,如果没有做好安全防护工作以及合理应用防灭火技术,将严重影响矿井采空区作业的顺利开展,基于此,以下就矿井采空区防灭火技术及其应用进行了探讨。

1 矿井发生火灾的主要原因

矿井发生火灾的原因分为外部原因和内部原因两部分。(1)外因火灾一般是由人的误操作或者人员违反安全制度和规定引起的,比如吸烟或者携带明火,或者电气设备故障后没有及时检修,导致短路或者产生电火花,井下瓦斯遇到明火或者电火花,极易发生火灾事故。这一类火灾容易出现在井口、接有电缆的巷道等地方。因此人员在进行操作时一定要小心谨慎,时刻警觉。(2)内因火灾。内因火灾是由于煤炭在开采中发生自燃而引起的,由于煤炭具有可燃的属性,再加上空气流通不畅导致温度升高,此时煤炭与空气接触后极易发生自燃,当燃烧面积较大时,

极易发生爆炸事故。另外,当采空区顶板的矸石垮落后,垮落的岩石较为疏松,漏风区域较大会在整个区域范围内形成较大的风路,使火灾的发生概率更高。采空区的四周区域附近及下部区域漏风情况一般较为严重,从而也就成为火灾发生的主要地点。

2 矿井采空区的自燃机理与原因分析

2.1 矿井采空区的自燃机理

矿井采空区自燃也称矿井内因火灾,是指遗留在采空区内部的煤在未经点燃而自行燃烧的现象。其机理目前普遍认为是煤氧复合作用,与空气接触原始煤体在蓄热条件良好的空间内被氧化,温度逐渐升高,直至发生煤自燃。根据目前研究成果可将煤自燃分为3个阶段:潜伏期、自热期、燃烧期。潜伏期煤与氧气发生缓慢氧化,形成不稳定的氧化基,在自热期煤经过长时间的氧化,化学活性增强生成的不稳定的氧化物也开始逐渐分解,煤体温度升高至60~80℃,在温度升高到一定程度,煤开始发生干馏现象,生成碳氢化合物和CO等可燃气体,随着自热期的发展,氧化反应加速,煤温逐渐上升到自燃温度,进入燃烧期,此

时, 煤发生深度热分解反应, 可以观察到明火、烟雾, 燃烧过程释放出碳氧化合物和一些烃类气体。

2.2 矿井采空区的自燃原因

(1) 煤层存在严重的自燃倾向。矿井中的大部分煤炭都属于常规性质可燃物, 内部存在很多的缝隙, 为后续发展提供具有可依附性的环境。如果在是氧化后, 就会产生出多余的热量。如果周围的环境可以为热量聚集提供条件, 煤炭内部就会以最快地速度产生高温, 温度一定点后就会, 煤层就会出现自然的现象。在实际生产过程中, 为了避免煤炭内部发生自燃, 专业人员需要利用专用设备对煤炭的实际生产情况进行仔细探测, 这样就可以在第一时间获取煤炭目前的自燃能力, 能够及时采取有效措施加强防护, 降低自燃的发生几率, 同时也可以为井下火灾防治提供关键性的意见, 实现煤矿企业安全性生产。(2) 推进回采工作面。在具体工作过程中, 为了降低煤炭自燃的发生率, 工作人员需要对回采工作面内部的温度和需要推进的距离进行分析, 依照分析结果计算出相关数据。回采工作面内部所产生的温度和采空区所移动的距离之间存在密切的联系。过回采面内部浮煤如果不断发生氧化, 整体的耗费时间就会逐渐减少。其温度虽然会升高, 但是不会达到着火点, 相关物质就会直接从回采面进入到窒息带内部, 能够防止煤炭自然。如果回采面整体推移的速度都相对比非常慢, 很多浮煤就会停留在升温带内部。温度一旦升温到一定高度的时候, 就会达到着火点, 发生自燃是根本不可能避免的。通常情况下, 在实际生产过程中, 很多工作人员都会受到地质条件较差的影响, 例如断层、褶皱等, 如果不加以注意, 就会导致采空区内部诱发诸多的火灾事件, 危及工作人员的生命安全。(3) 煤体粒度的变化。矿井回采作业开展的过程中, 发生破碎是非常常见的一种现象, 因为很多存在支架上的煤体都会在支撑过程中出现, 会导致煤炭落入采空区之中, 如果煤体破碎程度过大, 会使落入采空区之中的煤炭粒就会的变得越小, 在这个过程中如果没有及时采取有效方式进行加固和处理, 就会增加采空区内部的氧化现象, 易发生自燃。为了后续安全作业, 支撑的过程需要对煤体破碎给予高度的重视, 做好防护措施。

3 矿井采空区防灭火技术及其应用分析

3.1 安装束管监测系统开展监测作业

矿井采空区防灭火技术的应用首先需要安装束管监测系统。为了进行全方位的监测防护需要对采空区内部的温度和气体进行信息收集, 最有效的方式就是在采空区和支架中间合理设置束管。在获取监测的相关数据信息后, 专业防护人员就可以利用无线传输系统将已经获取的检测数据直接传输到中央处理器内部所信息整合后, 就可以自动生成自动化的采空区温度报告图。一旦采空区内部发生自燃, 专业防护人员也能够在第一时间发现, 为此提供且安全有效的防护措施, 同时也可以为后续工作的顺利开展提供重要的信息数据, 除此之外, 也可以为更多技术人员提供技术指导。为了让采空区的环境稳定发展, 不仅需要做到具体情况具体分析, 还需要在技术人员、工作人员和监管人员的共同努力下来完成, 做好监测防护措施, 为后续工作开展提

供最有力的支持。具体安装要求主要体现在: 矿区轨道顺槽采空区敷设一路单芯束管, 矿区浆带顺槽分别在采空区及回风隅角敷设一路单芯束管, 矿区浆带顺槽回风隅角束管随工作面推进向外移动, 气体输送至采区束管监测系统中心站, 经光纤信号传输至地面监测中心站实现对采空区不同气体含量的连续监测, 为防灭火工作提供科学依据。同时, 安全监测监控系统监测: 在矿区浆带顺槽附近安设1台甲烷传感器、一氧化碳传感器和温度传感器; 矿区浆带顺槽距工作面煤壁不大于10m安设1台甲烷传感器; 回风隅角处安设1台一氧化碳传感器和氧气传感器, 通过监测系统将数据直接传输到调度指挥中心; 每班在工作面回风隅角关门柱位置悬挂一氧化碳便携式报警仪及甲烷、氧气便携式报警两用仪, 由当班班长负责仪器的管理和保护, 确保仪器的正常使用; 进行人工检测, 利用光瓦、测温仪和多功能气体检测仪定期取样, 利用气相色谱分析仪进行分析, 以此判断自然发火程度。

3.2 注浆防灭火技术及其应用

注浆防灭火技术就是将一定比例的水、黄土制成泥浆, 然后利用泥浆泵将其灌注到采空区中以防止其发生自燃的一种技术。该技术的优点优势在于整体成本低廉, 基本上可实现就近取材, 不需额外支出过多的成本费用, 而且其整体技术难度比较低, 适合于一些技术水平不高的矿井。而且其对采空区外露煤的包裹性比较薄能够阻止其与空气中的氧接触。另外, 即使发生氧化反应产生了较多热量, 泥浆也可以利用自身比热容较大的特性进行吸热, 进一步降低采空区的自燃风险。但也需要注意其劣势, 由于采用灌浆的方式因此不能向高处进行防护而且对顶板也起不到防护作用。

以某矿井采空区防灭火工程为例, 工程在进行防灭火设计过程中, 选择黄泥灌浆的方式来规避火情。整套系统包括两台制浆机、泥浆泵以及泥浆输注管线等。根据本矿井采空区实际情况在进行预防性灌浆时将灌浆系数控制为8%, 系统正常工作情况下其灌浆量为31.2m³/h(31.2m³/h)。采取埋管灌浆作业时通过回风顺槽在对事先设计好的关键采空区内进行灌浆作业, 通过相应的泥浆管道进行高压泥浆灌注工作。在进行管线施工过程中, 需注意采取相应的结构防护措施, 减少管道灌浆过程中受到的岩体挤压及碰撞损害。采取预防性黄泥灌浆处理以后, 作业面回风区内一氧化碳浓度逐渐下降, 灌浆作业持续10d后, 相关区域内一氧化碳浓度由92ppm下降至23ppm, 说明预防性黄泥灌浆措施起到了良好的采空区防自发火作用。

3.3 阻化剂防灭火技术及其应用

阻化剂是一种能够降低化学反应速率的物质, 应用阻化剂进行防灭火主要就是将多种阻化剂利用喷洒的方式对采空区进行覆盖。这种技术的优势在于能够有效阻止外露煤接触氧气后发生剧烈的氧化反应放热导致自燃。另外, 阻化剂本身也能起到一定的降温作用, 这样也可以起到较好的阻燃作用。最后, 采用阻化剂喷洒的方式还能够起到湿化作用, 这也能在一定程度上降低自燃风险。但是阻化剂本身也属于化学品, 当其喷洒到一些

设备上时长时间附着于设备上的阻化剂可能对设备有一定的腐蚀作用。阻化剂防火技术的喷洒系统主要分为三种形式,分别为永久式、半永久式以及移动式。(1)永久式需要在矿井外地面附近区域建设相应的阻化剂储存池,这一形式的喷洒系统更适合于深度相对较小的矿井。(2)半永久式喷洒系统则可在室内建设相应的阻化剂储存池,组化液通过加压泵,输送至灌注区经软管喷枪进行喷洒。(3)移动式喷洒系统适合于整体喷洒量相对较小的矿井,在作业过程中需要移动式储液车跟随进行喷洒作业。在进行采空区喷洒作业时,需要根据测得的工作面长度、喷洒宽度、遗煤厚度以及组化液容重来计算喷洒药液量,明确相关参数后,妥善对相应区域进行完整的阻化液喷洒。注意,在喷洒过程中需要保证所有接触面均匀喷洒避免遗漏。

3.4 注入惰性气体防灭火技术及其应用

注入惰性气体也是一种比较常用的防灭火技术,其中以注入氮气最为常见。氮气是一种非常稳定的惰性气体,注入到采空区后不仅能够稀释该区域的氧浓度而且还能进一步降低瓦斯等易燃易爆气体发生爆炸的风险。而且注入惰性气体的方式相较于阻化剂或者灌浆在适应性上也更好,能够较好的适应各种矿井类型,而且无毒无害既不会对人体造成不利影响,而且也不会对井下相应的设备产生腐蚀破坏。但是其劣势也比较明显,以氮气为例,注入氮气需要专用设备,而且作为气体其自身流动性也比较强所以容易泄露从而失去保护作用。

如果回采工作面内部出现断层或者褶皱地质现象,需要专业的工作人员采用合适的方式在采空区内部注入适量的氮气。氮气自然过程中能够有效惰化浮煤的氧化能力,避免火灾发生。实际操作过程中,需要在地质构造内部前30m处铺设一定数量和长度的管道,并将其埋置采空区内部。如果实际铺设,需要按照采空区自燃三代内部的数据进行布设。很多存在三通节点上的长支管,可以在短时间完成对氮气的释放,这样可以有效避免采空区内部出现堵塞。专业的工作人员需要按照检测过程中的具体数据进行实际分析。经分析发现,采空区内部的一氧化碳超过标准浓度之后,需要在第一时间注入适量的氮气,并利用漏风装置在采空区内部进行均匀的扩散氮气。经过均匀扩散之后,

如果氧化带内部的氧气低至10%,则需要在第一时间注入适量的氮气。经实践过程中分析可知,氮气在采空区域内能够充分发挥重要的作用,可以避免因多种因素诱发自燃造成安全事故,能够确保煤矿内部安全生产,减少人员伤亡和经济损失,为煤矿的稳固发展奠定了良好的基础。

4 结束语

综上所述,矿井采空区火灾防治工作不仅工作量、难度系数高,而且在防治过程中还会出现自燃诱发安全事故的问题,容易给整个崩溃企业的发展与建设带来巨大经济损失。因此相关的从业人员需要给予高度重视,积极采取安全有效的技术措施进行防治。本文从矿井采空区发生火灾的原因出发,对安装束管监测系统、注浆防灭火技术及其应用、阻化剂防灭火技术及其应用、注入惰性气体防灭火技术及其应用等方面进行了探讨分析,旨在保障矿井采空区作业安全。

【参考文献】

- [1]牛德振.特大型矿井灌浆防灭火系统设计[J].煤炭技术,2017,36(9):165-166.
- [2]周朋,杨晓彤.东滩煤矿灌浆防灭火系统设计[J].山东工业技术,2017,(15):48.
- [3]周兆宇.青春塔矿井灌浆防灭火系统分析[J].煤矿机械,2017,38(6):137-138.
- [4]陈鹏辉.综采工作面采空区防灭火安全技术措施研究[J].煤矿现代化,2019,(1):53-54.
- [5]郭生杰.130201综采工作面启封后专项防灭火技术研究[J].煤炭技术,2018,37(10):205-207.
- [6]师晋伟.木瓜煤矿综采面采空区防灭火技术应用[J].江西煤炭科技,2020,(03):212-214.
- [7]郝晓霞.煤矿井下防灭火措施研究[J].江西化工,2020,(03):347-348.

作者简介:

黄彦涛(1985--),男,汉族,山东临沂人,本科,助理工程师,研究方向:通风、防尘、防灭火、瓦斯防治等关键技术管理。