

# 废弃矿井采空区防灭火技术应用探究

陈 静 陈 超 石万里 刘旭伟

沈阳佳源土地规划设计有限公司 辽宁 沈阳 110000

**摘 要：**由于高浓度瓦斯释放矿井存在着一定的特殊性，当抽放高浓度有机废瓦斯时受漏风等原因的影响，可能引起作业面隅角瓦斯排放堆积或遭遇采空区面积浮煤自燃情况，如果引燃瓦斯排放将产生重大事故。目前可以应用的防灭火技术手段较多，但为了提高采矿作业的安全与高效性，必须了解煤体自身爆炸再生气规律，根据矿山作业具体情况制定科学合理防灭火技术方法，有效减少火灾事故发生几率，为煤炭开采提供有力科技保障。

**关键词：**矿井；采空区；防灭火技术

## 引言

火灾作为矿山生产中的常见自然灾害之一，对井下生产安全存在很大影响。据有关资料表明，我国八成以上煤层具有自动发火趋势，煤矿着火总量有九成左右是煤自燃造成。尤其是在高瓦斯矿山，由于综合机械化的采矿技术的进一步运用和普及，采空区内遗煤量增加的同时采空区面积透风增加，因此导致煤矿自然发火现象加剧。针对此状况，针对高瓦斯煤矿采空区煤炭自动爆炸现象进一步的防治探究对提高回采作业安全性，确保煤矿行业继续健康发展意义重大。

## 1 煤体自燃原因分析

### 1.1 煤层自燃倾向

煤本身便是典型的有害物，而自身节理裂隙的形成则给 $O_2$ 创造了可依附的环境条件，使之能进行氧化而产生热能，当环境达到良好的聚热温度后，煤气就会继续聚热上升，在到达了着火点后就会引起煤气自燃。一般煤品种的差异导致其物理特征也具有相对差异，因此把煤矿的吸氧能力视为其自身燃烧潜力的表征数据，在实际生产中可利用专门的检测装置，对各采掘层煤体吸氧能力加以检测，并结合其它辅助修正指标，以达到对煤矿自身可燃再生气能力的合理判断，以便为井下火灾事故预防提供依据与指引<sup>[1]</sup>。

### 1.2 回采面推进

通过对回采面透风率、推移距离、采空区的气温变化等参数的观察表明，采空区范围内气温的变动和回采面的推移距离之间具有相应联系。在回采工作面正常推移下，采空区面积内浮煤的氧化升温持续时间也比较有限，当温度不超过交火点后即由于回采面的正常移动而进入了严重窒息带。而在回采面移动不能顺利进行而速率缓慢下，采空区面积的浮煤则又会长期置于严重氧化高温区，并继续增温至交火点，引起自然爆炸发火事

件。一般当在施工中，遇到断裂、褶曲等特定地质环境下，回采面移动必然会减慢速率，这就使得此时采空区地面着火的出现机率急剧增加。

### 1.3 煤体粒度

井下生产回采作业中，支架上部煤体会在支架的多次支撑中出现断裂，从而在作业过程中难以避免地坠入采空区面积内。此时，煤体粉碎程度越大，落入采空区浮煤颗粒越小，则其越易于产生氧化，从而产生自燃现象<sup>[2]</sup>。

## 2 采空区防灭火措施分析

### 2.1 束管监测防范

充分体现了该技术的使用功能，在整个处理过程中发挥了安全控制、安全预防的功能，从而减少了各种安全事故的出现。通常每隔十组设置一个监测地，为了正确设置监测系统，就必须在回采的液压支架内部中也同时安装了监测设备，才可以保证检测有效性，从而达到了最高保护等级的要求。为实现完整的监测，防护机构需要对采空区范围内的温度和压力进行大量数据采集，而最有效的方法便是在采空区地面与支架之间适当安装束管。当得到监测的有关资料信息之后，专业的防护技术人员，还能够通过无线数据传输技术把已经得到的测量信息，直接传送到中央处理器内部进行信息融合处理，就能够自动形成自动化的采空区的报告图。如果在采空区建筑物内出现了自燃，专业保护人员就可以在第一时间出现，并为此提出正确且合理高效的保护方法，同时也能够为后续项目的顺利开展提供关键的资料信息，除此以外，还能够为更专业人员所提供的帮助<sup>[3]</sup>。要使采空区的环境保持稳定发展，不但必须做到具体情况具体分析，还必须在技术、工作人员和监理技术人员的努力下完成，搞好监测保护措施，为今后工作发展提供最有力的保障。

### 2.2 在采空区注入氮气

一旦回采作业面内发生断裂和褶皱地质现象,要求专门的人员选择适当的方法在采空区面积内加入适当的氮气。氮气自然处理过程中可以有效惰化浮煤的氧化能量,防止火灾产生。实际操作过程中,必须在地质结构内部前30m处敷设相应数量和直径的管线,并将其埋入采空区面积内。如果实际铺设,必须根据采空区面积自燃三个月内的历史数据进行布设。经过分析表明,采空区面积内的一氧化碳达到标准含量以后,必须在第一时间投入适当的氮气,即使用漏风装置在采空区面积内进行均匀的扩散氮气<sup>[4]</sup>。经实验过程中分析表明,氮气在采空区面积领域可以发挥很大的功效,能够防止由于各种因素引起自然爆炸造成重大安全事故,可以保证矿井内部安全生产,降低人员伤亡和损失,为矿井的稳定发展打下了良好的基础。

### 2.3 注凝胶灭火

用来防灭火的凝胶是将粉末状大分子化合物材料和水接触反应后得到的一类果冻样胶质物,虽然具有凝固性但其稳定性基本为零,并以固态形式填充在浮煤孔隙中,从而能够有效达到对浮煤表面和O<sub>2</sub>层的隔离,起到了阻燃作用。另外,由于胶状体主要成为了水,它还可以有效带走由煤体前期氧化所产生的热量,进而达到了降温灭火的作用。注浆工作中,每边间隔用五根液压支架预埋一个高压胶管,回采面每推进3m,完成一次注浆作业,注胶之前应先对采空区面积灌水,之后再加入胶状<sup>[5]</sup>。

## 3 综合防灭火技术

### 3.1 合理确定采空区抽放流量

针对正在回采的某工作面为例,通过实验数据对比,确定合理的采空区抽放流量,确保在进行上隅角瓦斯治理的同时保证采空区防灭火工作。目前某煤矿采用2BEC-120型水环真空泵,额定抽放流量为1480m<sup>3</sup>/min,通过调节电机调频和地面配气可调节井下瓦斯抽采量。

### 3.2 减少采空区漏风

3.2.1 在某工作面下隅角设有挡风帘,减小工作面向采空区漏风率。

3.2.2 加强地表巡查堵漏,减少采空区漏风量。安排专人定期进行地面巡查,及时掌握采空区地表裂隙情况,发现地表有裂缝,及时进行回填堵漏。

3.2.3 针对采空区密闭,加强检查力度。发现密闭墙因压力变形或破坏,及时重新封闭。

3.2.4 及时处理回风巷道的底鼓,确保巷道断面在20m<sup>2</sup>左右,实现大断面、低负压的工作面通风系统,进而减少采空区漏风<sup>[1]</sup>。

## 4 矿井采空区防灭火技术应用分析

### 4.1 氮气防灭火

氮以防灭火器是对注浆方法防灭火方式的一个补充,可以有效的降低采空区面积范围内氧化带之中氧气含量限值。选用二套同样能力的地面固定式变压吸附碳沸石分子筛制氮装置,制氮总能为1200m<sup>3</sup>/h,其中一套工作,1套使用。

### 4.2 气雾阻化剂预防煤层自燃技术

阻化定量气雾剂面积消防指在矿井或综合机械化采掘作业地面的隅角上安设大气雾化的喷头,采用容腔式喷头将已配制好的阻化剂溶液容腔内制成气雾,再经过漏向采空区面积方向的部分风流,将阻化学量制备气雾带入采空区地面后,在高压力的作用下,并粘附于浮煤表面,从而惰化浮煤,从而实现了采空区面积消防的目的。

### 4.3 瓦斯防治

在国家的重要矿井当中,地质结构较为复杂或者非常复杂的大约占36%,瓦斯超高浓度矿井、煤及瓦斯保护含量突出矿井数量占总量的40.3%,瓦斯灾害是我国煤矿开采和煤矿安全生产的最大危险,所以瓦斯防治是煤矿开采和煤矿安全生产的首要关键性环节<sup>[2]</sup>。矿井气体是由大气甲烷和甲烷的同系物、非烃族气体N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S和惰性气体氩、氦等组成,其CH<sub>4</sub>浓度相对较高,通常是在60%-80%左右。瓦斯保护层与空气的相对密度为0.554,故瓦斯保护层往往聚集于煤矿巷道的上方和高顶部。瓦斯的传播速率一般为空气传播速率的1.34-1.6倍,不助燃但又无法维持呼吸功能,当其含量超过规定值时就会使人因为缺氧而产生严重死亡,而且可以引起烧伤甚至导致爆炸,所以瓦斯保护预防措施就显得尤为重要。矿井瓦斯爆炸的预防措施有:

#### 4.3.1 瓦斯积聚的防治

① 保证工作面的供风量。所有不能密闭的矿山巷道、采掘工作面应当保持足以能够稀释瓦斯浓度的需要的风量和风速,并确保瓦斯不能够聚集。

② 处理采掘工作面的回风隅角上堆积的瓦斯。在矿井的开采活动中,采掘工作面的背风隅角比较易于积累瓦斯,必须迅速高效的解决掉该区域积累的巨大瓦斯。

③ 处理采煤掘进工作面局部-定量的瓦斯积聚。煤矿采煤掘进工作面的供风量相对比较小,出现局部瓦斯积聚的可能性较大,应当注意特别防范,加强必要的监测工作。

#### 4.3.2 点火源出现的防治。

① 爆破火源的防止。井下的爆破炸药应当采用符合国家的安全炸药,禁止采用不合乎规格的炸药;杜绝使用明接头和胶皮破损的外露的爆破母线。

② 电火源和静电火源的防治<sup>[3]</sup>。井下各种电器的取用必须满足防爆规定。井下一定要有接地装置,井下采用的各种合成高分子材料如橡胶、塑料等,要求其表面的电阻值必须小于规定的安全限度数值。

③ 摩擦和撞击对点火的防治。随着煤炭矿井下的生产机械化水平的日益提升,与设备的碰撞及其由于撞击而导致瓦斯的危险都将越来越增加。为避免摩擦和撞击产生火花,要在可能会摩擦或过热的电气设备上,配备过热防护装置和可以实现温度监测的报警断电设备。

④ 明火点燃的防止。严禁在井下操作人员入井后,使用烟草和点火装置;禁止工作人员在在井下抽烟、利用炉子或灯泡取暖。

#### 4.3.3 加强瓦斯的检测

煤矿井下瓦斯情况的监测与调查是确定井下瓦斯情况、选择正确的预防措施的重要基础。这样人们能及时地发现瓦斯的超限和积聚,以便采用相应的处置方法,从而使故障问题得以解决并于萌芽之中。

#### 4.3.4 设置隔爆或者阻爆装置

一旦发生瓦斯爆炸,依仗预设的隔爆装置能够阻止爆炸的扩散,或者降低爆炸燃烧的温度减弱爆炸的强度,从而破坏爆炸传播的条件,尽可能控制火灾的蔓延<sup>[4]</sup>。

#### 4.4 堵漏风技术

堵漏处理风技术的预防灭火原理是降低采空区供的氧量,降低并避免松散煤体和O<sub>2</sub>结合,以此取得工作面预防灭火的良好效果。利用泡沫喷堵漏风技术对回采工作面自燃起火进行预防。使用的泡沫是双组分混合物,由二种组分树脂与催化剂以4:1的体积比例搅拌,反应生成密实的固体膨胀泡沫。泡沫具有阻燃特点并具备相当的硬度,它能深入破坏煤体裂缝,包裹破碎煤体,构成一整体,既提高了煤体的耐热性能,还具备很好的充填堵漏功效。在防治煤巷顶部和邻近采空区面积的自然爆炸火灾、阻止瓦斯的大量涌出,以及填充堵漏等方面都获得了良好的使用效益。膨胀发泡充填是一项操作简便、密闭性能好、抗压强度大的实用型工艺。

#### 4.5 改造通风系统

##### 4.5.1 改进通风机

可以通过机电变频设计,使通风机运行的安全系数提高,同时节约了发电能量。井下风力发电机需要多台同时工作,以便满足矿山的风力需求。主要风力发电机一般安装在地面,而且必须长期的工作,对主要风力发

电机的选型中,应充分考虑矿山的需要风力,在需气量发生变化后就保证可以适时加以调节,而机电变频技术的应用正是针对这一问题的有效的解决办法,这一技术的采用,使主要风力调节简便易行,工作人员可以通过直接手动来控制风机速度,使风机的总给气量满足设计要求,从而达到最佳的工作条件<sup>[5]</sup>。这一工艺的应用,使得矿山经济效益大大地提高,而且也比较节能,从而减少了火灾发生的概率和严重性。该工艺还改善了通风方法,将角型混合通风和中央式通风系统相配合,使通风的速度大大提高。

##### 4.5.2 针对易燃气体方面的检测进行优化

由于通风不好可能会造成矿井中的瓦斯过剩,从而造成起火甚至爆炸情况,所以必须对易燃易爆气体瓦斯的含量做好控制,同时建立应对措施,在出现瓦斯含量过剩的现象后才能及时采取措施加以解决,消除危险并防止火灾事故的发生。例如经常对检测控制装置进行测试,也可采取控制点火源,包括控制明火和电气火花等,以便及时消除问题。

#### 结束语

火灾是矿山工作中的常见自然灾害之一,对井下的安全存在很大危害。尤其是高温瓦斯矿山,由于综合机械化采矿技术的进一步运用和普及,采空区的遗煤量增加的同时采空区的透风增加,由此导致煤矿自然发火事件增加。基于此,针对高瓦斯矿山采空区的煤矿自动燃烧问题进行进一步的防治探究对提高回采工作安全性,确保煤矿生产持续稳定经营作用重大。

#### 参考文献

- [1]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.
- [2]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.
- [3]孙英峰, 罗霄, 高艺瑞, 等.无线电波透视技术在资源整合矿井采空区探测中的应用[J].安全与环境学报, 2020, 20(2):547-553.
- [4]赵云, 尹明珩, 甘路军, 等.高瓦斯矿井采空区大直径高位钻孔瓦斯抽采技术探讨[J].内蒙古煤炭经济, 2020(3):193.
- [5]彭斌, 聂百胜, 申杰升, 等.低瓦斯矿井封闭采空区“呼吸”现象特征及防控技术[J].煤炭学报, 2019, 44(2):490-501.