

# 红会矿区小煤矿破坏区火灾隐患治理方案

赵立龙

靖煤集团公司安监局

DOI:10.32629/gmsm.v3i1.489

**[摘要]** 分析了红会矿区小煤矿破坏区的特征和破坏区火灾隐患存在的原因,研究煤层自然发火特征,预测和判定煤层自然发火危险区域,研制特种煤层火灾防治装备,针对性的提出小煤矿破坏区火灾隐患治理方案,建立小煤矿破坏区综合防灭火体系,有效防治小煤矿破坏区煤层自燃火灾的发生。

**[关键词]** 小煤矿破坏区; 火灾; 治理方案

## 1 红会矿区主采煤层情况

红会煤田为中生界碎屑岩含煤沉积,属侏罗系中下侏罗统含煤地层,地层内含煤两层。一层煤全区分布、赋存稳定,是红会矿区主要可采煤层,煤层厚度0.8m~52.31m,平均13.38m,煤层倾角一般在15°左右,结构简单,是理想的高产煤层。二层煤局部分布,厚度为0.42m~9.27m,平均2.95m,倾角一般在16°~18°左右,一层煤顶板以砂砾岩,粗、细砂岩为主,局部有碎屑岩或泥岩,底板以粉砂岩和细砂岩为主,亦有遇水膨胀泥岩。煤尘均有爆炸性,爆炸指数为25%,属自燃煤层,自然发火期为4~6个月,煤层结构简单,赋存稳定。

## 2 红会矿区小窑破坏情况

红会矿区自八十年代开始,各矿周边就有小煤矿开采,小煤矿的破坏性开采使红会矿区可采储量锐减,矿井服务年限大大缩短。红会一矿、四矿在小煤矿破坏区实施采掘过程中,曾多次与小煤矿空棚、空巷贯通,在实施掘进和探测工程时,发生了多起威胁矿井安全生产的事故。

## 3 红会矿区小煤矿破坏区火灾隐患治理

### 3.1 小煤矿破坏区煤炭自燃及火灾治理

#### 3.1.1 易自然发火与煤层火灾综合防治技术与装备

根据矿井目前开采的实际情况,火灾防治的重点主要集中在综放工作面初采初放期间、未采回撤期间及工作面过地质异常带、构造带及小煤矿破坏区时,因推进速度缓慢而造成采空区的自然发火。研究煤层自然发火特征,预测和判定煤层自然发火危险区域,研制特种煤层火灾防治装备,结合矿井通风与瓦斯防治系统,建立矿井综合防灭火体系,有效防治煤层自燃火灾。

(1) 研究煤层自然发火倾向性,煤升温氧化特性,测定煤层自然发火期。并在实验条件下,考察煤温、氧气消耗量、一氧化碳产生量以及其它气体的变化规律,研究煤的低温氧化放热特性,测试煤炭自燃特性参数及实验最短自然发火期。

(2) 研究制定矿井煤层自然发火判定标准,预测煤层自然发火危险区域。根据煤层自燃条件,判断煤自燃危险区和实际自然发火期,通过“煤自燃特性参数测试”,得到煤自燃的特性参数;通过现场观测,可以确定实际条件下的浮煤厚度、漏风速度、氧浓度、粒度分布等参数,从而可以划分自燃危险区。再根据工作面推进度,可以确定是否可能自燃及自燃危险期等。

(3) 研制煤层火灾防治装备,开发以黄土为基料的系列胶体防火材料。利用现有的地面灌浆防灭火系统,从地面浆池中配好浆液,并按比例添加基料(水玻璃)或悬浮剂(可选),通过管路输送到井下,在井下注胶点附近采用矿用注浆机设备将胶凝剂或促凝剂按比例添加到管路中,再压注到火区。

(4) 研究煤体自燃火灾控制理论和关键技术,建立矿井综合防灭火系

统。①建立井下移动式注胶防灭火系统;②建立二氧化碳惰化抑爆防灭火系统;二氧化碳气体在矿井煤层火灾的治理中也起到了积极的作用,取得了良好的防灭火效果。液态二氧化碳中无氧气、温度低,且对瓦斯有抑爆作用,灌注时系统流量大,易于调控,能够实现封闭区域的快速惰化、降温和抑爆。③注惰气系统;④惰气泡沫防灭火系统;⑤灌浆注胶灭火钻孔一次成孔钻具。

(5) 对井上下通风、瓦斯防治与防灭火系统合理匹配,进行矿井整体系统的工业性试验与完善。

### 3.2 矿井束管火灾监测系统

在矿井原有束管监测系统基础上,改造地面气体分析系统,增加气体吸附和浓缩功能,在煤体自燃达到临界温度以前,即根据检测出的标志气体,早期预报煤层自然发火的温度。气相色谱仪选用FT-3430型色谱监测系统。

该系统主要有粉尘过滤器、单管、束管、分路箱、抽气泵、气体采样控制柜、监控微机、束管专用色谱仪、打印输出设备、网卡、系统软件等组成。

为便于现场使用和管理,地面监测室、束管抽气泵房应联合建筑,地面监测室设有气体采样控制柜、束管专用色谱仪、微机控制台、配电箱等设备。束管抽气泵房设有抽气泵、循环泵、水箱、配电箱等设备。

气体采样控制柜共12路,可监测井下12个测点。主束管管缆为ZR-KY 12芯 $\Phi 8 \times 1.1\text{mm}$ 。在工作面的回风巷上隅角(工作面)、回风巷深入采空区20m处、回风巷口测风站、运输顺槽中(距工作面约10m处)各设置1个束管测点。

束管管缆为聚乙烯管,井下束管吊挂高度距巷道底板1.8m,水平固定,间距不大于3m。地面束管管缆套阻燃PVC管埋设,地面束管埋深1m。

### 3.3 建立和完善矿井地面制浆注胶防灭火系统

#### 3.3.1 系统构成

在地面建立和完善地面制浆注胶防灭火系统,该系统由浆料(黄土)储存场地、上料机、碎土机、连续式定量制浆系统和地面悬浮剂添加系统(胶体制备机)、滤浆机、输浆管网系统、井下促凝剂或胶凝剂添加系统(矿用注胶机)和自动控制系统构成。见图1。

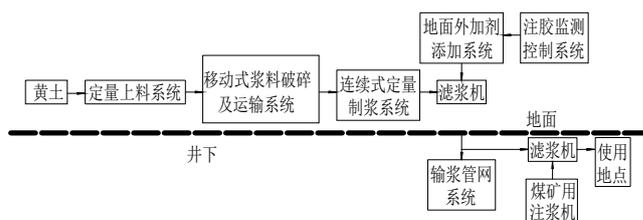


图1 地面制浆注胶防灭火系统

#### 3.3.2 系统主要技术参数

总功率(地面部分): 150kW左右

主要制浆材料: 黄土

制浆量: 60~100m<sup>3</sup>/h

上土量: 60m<sup>3</sup>/h

供水量: ≥40m<sup>3</sup>/h, 要求水中无不溶性杂物

制浆比例: 水土比1: 1~3: 1

水玻璃添加量: 8~15%(地面添加)

促凝剂添加量: 2~4%(井下添加)

悬浮剂添加量: 0.05~0.1%(地面添加)

胶凝剂添加量: 0.05~0.1%(井下添加)

### 3.3.3 系统功能

有自然发火预兆时灌浆、压注稠化胶体、凝胶(纯凝胶和复合凝胶)和压注复合胶体。

### 3.4 矿井注氮防火系统改造及惰泡抑爆防火系统建设

在增加注氮系统能力的同时, 新建CO<sub>2</sub>惰泡防火、抑爆系统, 防治采空区自燃, 抑制瓦斯爆炸。

该系统以CO<sub>2</sub>惰气为气源, 通过泡沫发生装置连续大量地产生惰气泡沫, 沿管路或钻孔压入采空区和煤堆内部, 进行采空区抑爆和防灭火, 当采空区CO<sub>2</sub>浓度大于23%时, 采空区瓦斯失去爆炸性, 从而抑制瓦斯爆炸。

#### 3.4.1 系统组成

CO<sub>2</sub>惰泡压注系统由CO<sub>2</sub>发生器、发泡装置、供液系统及输送管路等组成。CO<sub>2</sub>主要由化学方法产生。

#### 3.4.2 系统参数

CO<sub>2</sub>产生量: 600~800m<sup>3</sup>/h

发泡倍数: 大于200倍

稳泡时间: 大于48小时

#### 3.4.3 系统主要功能

通过向综放面采空区压注CO<sub>2</sub>惰泡和注氮防火, 可抑制采空区瓦斯失爆, 减少采空区漏风, 降低采空区氧气浓度, 窒息火区。

建设矿井注氮防火系统及惰泡抑爆防火系统, 更换淘汰落后的制氮机2台, 更换注氮管路5000m, 新建CO<sub>2</sub>惰泡防火、抑爆系统, CO<sub>2</sub>惰泡压注系统由CO<sub>2</sub>发生器、发泡装置、供液系统及输送管路等组成。

### 3.5 松散媒体快速打钻下套管系统

松散媒体快速打钻下套管技术由钻具和套管构成, 主要用于松散媒体的快速打钻和下套管。该技术具有如下特点:

灭火钻具重量小于50kg, 易于迅速移动。能在松散媒体内钻进, 钻杆与注胶套管合二为一, 一次施工完成注胶孔, 施工工艺简单, 速度快。

#### 3.5.1 快速灭火机具构成

快速灭火机由动力、泵体、支架、定量送料器和混合分流器组成。较大部件采用分体式设计, 最大部件重量小于50kg。

#### 3.5.2 快速灭火钻机的主要参数

快速灭火钻机由动力、支架、钻杆和钻头构成, 较大部件采用分体式设计, 最大部件重量小于40kg。其主要参数如下:

最大钻进深度: 在煤体和松散媒体内钻进距离50m。

打钻方式: 湿式打钻。

功率: 3kW电机。

钻进速度: 40m/h。

钻杆: 钻杆套管一体化, 钻杆本身就是套管, 每根长度1.2m, 外径50mm, 内径最小处38mm。

钻头: 有效断面不小于内径35mm的套管。

适应巷道高度: 1.8~3.5m。

建设松散媒体快速打钻下套管系统, 主要用于松散媒体的快速打钻和下套管。

### 3.6 矿井应急防火系统

矿井应急防火系统包括地面灌浆注胶系统(本次只改造管路系统)、氮气防火系统和均压防火系统。另外针对煤矿的实际情况, 还应包括控制漏风技术、惰泡压注系统和火区快速控制技术。

### 3.7 综合防火技术的推广应用

在巷道的施工当中, 重点采取以下几项技术:

(1) 按照“先探后掘”的原则, 对初步探明的异常区域及施工过程中出现的预兆, 采用巷探或长短钻孔超前钻探的技术全方位、立体式进行探测。

(2) 对于探测到的小煤矿老空积水区, 在保证与掘进工作面承压隔离煤柱尺寸的前提下, 采取有计划的疏水措施, 使工作面边放水边掘进。

(3) 对于有瓦斯等有害气体积聚或有发火预兆的老空、老巷分别采取超前探孔排放和超前预灌浆灭火技术, 以保证巷道的安全施工。

(4) 穿越小煤矿破坏性开采形成的冒落区时, 在掘进窝头采用单体液压支柱和打超前撞楔法临时控制松散的煤岩体后, 架设密棚穿越, 同时对密棚周围喷浆封闭并灌注泥浆。对穿越小煤矿破坏性开采但未垮落的采空区, 采用架设密棚和密棚外围码放煤袋堆积层的方法通过, 同样采用喷浆封闭和对其外围老空区进行注浆, 使其外围空间泥浆逐渐沉淀充实, 以防老空围岩突然来压推垮支架和煤层自然发火。

### 4 对小煤矿破坏区实施火灾隐患治理所取得的社会效益

通过小煤矿破坏区火灾隐患治理的实施, 使的红会矿区小煤矿破坏区的大量资源得到回收, 破坏区有储量约4729.55万t, 回收出煤炭资源约2360万t, 回收率达到50%, 企业经济效益、国民经济效益和社会效益都是十分明显的。

方案实施后, 矿井在现设计生产能力不变的情况下, 服务年限平均净增12年左右, 充分利用了矿井各生产系统的综合效能, 为矿井的可持续发展奠定了基础, 为矿井高效、稳定的发展提供可靠的保障。

通过与科研院所合作, 运用新技术和新设备成功实现小煤矿破坏区资源复采, 对全国类似矿区减少煤炭资源的损失、切实提高资源的回收利用水平, 实现煤炭资源的保护和节约性开采具有很高的推广价值。

### 5 结语

通过对小煤矿破坏性开采区域特征和煤层自然发火特征的研究, 预测和判定煤层自然发火危险区域, 研制特种煤层火灾防治装备, 研究媒体自燃火灾控制理论和关键技术, 结合矿井通风与瓦斯防治系统, 建立地面地面制浆注胶防火系统, 改造矿井束管火灾监测系统和注氮防火系统及惰泡抑爆防火系统, 建立起了矿井综合防火体系, 对小煤矿破坏区火灾隐患及煤层自然发火实施有效地治理。

### [参考文献]

- [1] 刘明, 智潘锋, 任春香. 煤矿井下气体束管路故障监测装置及监测技术[J]. 煤矿安全, 2019(8): 27.
- [2] 李峰, 许永刚. 液态二氧化碳在综放工作面防火中的应用[J]. 内燃机与配件, 2018(04): 69.
- [3] 黄金金. 液态二氧化碳在矿井防火中的应用[J]. 山东工业技术, 2017(1): 149.

### 作者简介:

赵立龙(1984—)男, 甘肃西峰人, 汉族, 本科学历, 采煤工程师, 现在靖远煤业集团公司安全监察局从事安全管理工作。