

柳湾矿山范围内可疑发火区域瓦斯治理技术研究

吴洪平 (汾西矿业集团柳湾煤矿, 山西 孝义 032300)

摘要: 采取红外线探测火区范围、SF₆ 确定漏风通道和火区位置、施工探火巷道布置钻场、施工探火钻孔探测火区、向火区注高含水防灭火材料及注氮等全方位、综合化、立体化、多措并举的综合防灭火方案对五盘区上部可疑发火区域进行治理, 同时对漏风区域进行堵漏并采取均压防灭火技术, 利用综合监测分析方法及时合理调压, 有效遏制了采空区自燃发火及漏风带来的有害气体异常涌出隐患, 为矿井安全生产提供保障。

关键词: 漏风; 区域; 瓦斯; 治理

1 前言

柳湾矿山五盘区上部存在着不同年代开采的小型矿区, 小型区域连通性好, 存在漏风, 导致上部小窑空巷采空区遗煤自燃。该矿通风人员在地面巡查过程中发现猪场私开矿井口出现冒烟现象, 该井口与五盘区西翼轨道巷水平垂直距离约 700m, 井筒垂深约为 100m, 距离矿井边界 630m 左右。通过红外热成像仪初探测过火面积 150m × 300m 左右区域都着火了, 如果该火区长期不予治理, 火区范围将不断蔓延扩大, 不仅会烧毁部分矿资源, 而且还可能影响将来五盘区采掘布置, 另外该区域地质资料不清, 井下巷道关系不明, 集中压力导致巷道裂隙久治不绝, 漏风通道复杂, 严重影响柳湾矿山安全生产。

2 具体技术方案及实施步骤

2.1 火区探测

2.1.1 施工探火巷及钻场

在五盘区西翼回风巷 H19 点东 32m 处以 180° 方位角沿 9# 顶板向南掘进一条 700m 的探火巷, 为了起到全面探测火源及火区的作用, 与探火巷垂直左右两侧各打一钻场, 两侧钻场迈步布置, 间距为 25m, 以此类推根据掘进进尺在巷道两侧交叉布置其他钻场, 钻场断面及支护与正巷相同, 深度为 5m。

2.1.2 施工探火钻孔

沿巷道方向左、右两帮交叉施工钻孔, 钻孔间距为 20m, 左、右两帮相邻钻孔间距为 10m, 在工作面正前方布置 6 个扇形钻孔, 每个钻孔向前水平深度大于 100m。

2.1.3 利用红外热像技术探测火区范围

利用 SAT-YRH250 矿用本质安全型红外热成像仪对冒烟井筒及附近的冒烟和高温区进行了现场拍摄实验, 以探测火源及高温区域, 通过红外热成像仪探测, 初步确定发火面积及监测考察点; 根据各考察点的由红外热像仪测得矿内表面温度, 再通过相关反演计算公式可知不同深度矿内部温度, 确定南上庄火区状态。

2.1.4 SF₆ 监测漏风

通过释放 SF₆ 过示踪气体, 测定五盘区整体漏风通道分布与漏风量大小, 并借助计算机模拟技术模拟五盘

区漏风流场, 得出了五盘区整体漏风情况与烟气可能溢出的位置, 判定探火巷与南上庄地面废弃小井口附近漏风情况。

2.1.5 利用测氦法对南上庄附近区域进行探测

根据柳湾矿山南上庄废弃小井附近的实际情况, 确定观测场, 南北长度约为 80m, 东西方向宽 140m, 共布置测点 40 个, 点间距为 20m × 20m, 测量之后, 实际探测面积为 11200m², 再通过实验室经验公式测算、南上庄废弃小井全面封堵及测出氦自由析出速率值判断火区状态。

2.2 相关区域治理工程

2.2.1 漏风区域堵漏

以注浆为主喷浆为辅, 按巷道标高由高向低、漏风量及有毒有害气体由大到小顺序划分漏风区间进行堵漏, 注浆材料选用粉煤灰、水泥、速凝剂、阻化剂及无机粉灰固化剂配合粉灰材料, 具体堵漏方法如下:

①漏风区间存在明显漏风孔隙部位选用喷浆, 喷浆厚度 ≤ 50mm;

②漏风区间架棚段注浆: a 漏风较大的区间注浆选用浆液浓度为较稠型, 具体如下: 粉煤灰: 水泥: 速凝剂: 阻化剂: 水 = 300 斤: 200 斤: 50 斤: 10 斤: 500 斤; b 漏风较小的区间注浆选用浆液浓度为较稀型, 具体如下: 粉煤灰: 水泥: 速凝剂: 阻化剂: 水 = 240 斤: 200 斤: 50 斤: 10 斤: 500 斤。

2.2.2 系统优化

①对五盘区西翼回风巷、9# 探巷、原东翼变电所巷道、对 41109 材联巷、41109 材回风联巷、41109 运联巷及运回风联巷小系统、41107 材运巷等地点密闭墙进行加固处理;

②对原东翼变电所巷道掘进时库内使用黄土充填。

2.3 井筒充填

对五盘区井田内及井田边界附近漏风小窑井筒排查并使用黄土充填治理。

2.4 地面注氮系统的技术方案

根据国内外注氮防灭火技术发展水平, 注氮方式主要有: 按防灭火的目的划分为采空区预防性防火注氮和

火区注氮两种方式；按输氮时间划分为连续注氮和间歇注氮两种；按照管路埋设、注氮位置是否移动划分为埋管注氮和拖管注氮；另外，依据防火的区域、注氮设备的位置、注氮与工作面的回采时空关系，还有钻孔注氮、插管注氮、密闭注氮、旁路式注氮等。

考虑到工作面正常回采期间、回采结束后的预防遗煤自燃和自燃区域灭火的不同情况，本次设计的防灭火方式为：

2.4.1 工作面正常回采期间防止容易自燃区注氮方式

基于注氮防灭火的工程实践效果，工作面正常回采期间防止容易自燃区域的注氮方式主要有连续注氮和间歇注氮、埋管注氮和托管注氮。连续注氮的方法为：自工作面回采开始注氮，至工作面回采结束、设备回撤完毕停止注氮，这种方式适合于工作面采空区发火特别严重（如火区下采矿），而且工作面推进度又慢的工作面。间歇注氮的方法为：在工作面有征兆时开始注氮，一般用于推进度较快的工作面。埋管注氮的方法为：在工作面的进风侧沿采空区埋设一趟注氮管路，当埋入一定深度后（深入采空区氧化自燃带的合理位置）开始注氮，同时又埋入第二趟注氮管路，当第二趟注氮管口埋入采空区氧化自燃带的合理位置时向采空区注氮，同时停止第一趟管路的注氮，并又重新埋设注氮管路，如此循环，直至工作面采完为止。拖管注氮的方法为：在工作面的进风侧沿采空区埋设注氮管路并通过回柱绞车的牵引随着工作面的推进同步移动，使注氮管路始终埋入采空区内的一定深度（深入采空区氧化自燃带的合理位置）。

另外，埋管注氮方法是将多根注氮管搭接起来进行间隔性循环注氮，进入采空区的注氮管无法回收，托管注氮牵引装置将注氮管从采空区拖出，与工作面的推进进度相匹配，并且可以将注氮管回收再利用，大大节约企业资源，提高经济效益。

综合上述分析，结合各层自燃情况，本次设计工作面正常回采期间采用连续注氮、托管注氮的方式。

2.4.2 工作面回采结束后（采空区）防止自燃的注氮方式

已采完工作面（采空区）采用封闭式注氮，首先把火区（火灾隐患点）用预设注氮管的密闭墙封闭，然后通过注氮管注氮防灭火。注氮堵漏采用凝胶堵漏。主料为硅酸钠水溶液、促凝剂为碳酸氢钠，凝胶由基料、促凝剂和和井下水源在充填现场生产凝胶。采用 NJB-1-80 型凝胶泵。设备技术参数额定流量 $4.8\text{m}^3/\text{h}$ ，外形尺寸 $1.1\text{m} \times 0.54\text{m} \times 0.78\text{m}$ ，额定工作电压 660V，额定电机功率 5.5kW。

2.4.3 自燃区域灭火的注氮方式

针对可能发生矿内自燃的区域，可依据实际情况分别采用以下注氮方式：

工作面开切眼、停采线或巷道高冒顶火灾，可采用

向火源点直接插管进行注氮。

采空区内发生自燃时，可利用采空区密闭墙上预留的注氮管向火灾或火灾隐患的区域实施注氮；或采用旁路钻孔超前注氮，即在相邻工作面的顺槽内施工注氮钻孔、向采空区注氮灭火。

旁路钻孔超前注氮初始位置应距工作面 80~90m，因为正常情况下超前工作面 100m 以内这一段巷道开始接近或正处于工作面采动超前压力的影响范围内，巷道受超前压力作用后，裂隙增加，漏风随之增大，此时极易发生自燃区域漏风供氧条件好，容易造成自燃或复燃。旁路钻孔超前注氮要摸清工作面采空区高温热源情况，注氮时要对采空区压力、扩散范围，降温程度、灭火效果作定期检测，确保注氮工作顺利。

3 治理效果

3.1 五盘区漏风量、漏风率及有效风量率情况

①治理前：漏风量： $1099\text{m}^3/\text{min}$ 、漏风率：36%、有效风量率：65%；

②治理后：漏风量： $220\text{m}^3/\text{min}$ 、漏风率：7%、有效风量率：91%。

3.2 一氧化碳、温度、氧气及其他有害气体情况

①治理前：一氧化碳 20ppm、甲烷 0%、温度 17°C 、二氧化碳 0.29%、氧气 16.7%；

②治理后：一氧化碳 1~2ppm、甲烷 0%、温度 18°C 、二氧化碳 0.22%、氧气 18.5~19.4%。

通过治理，五盘区通风系统稳定可靠、风量充足，各作业点一氧化碳、甲烷、温度等通风参数均符合矿区安全规程的规定，确保了矿井安全生产。

4 社会效益

①解放了受采空区自燃发火影响的矿层，提高了矿产资源利用率，为矿井安全生产提供了强有力的保障；

②通过该项目的实施，五盘区上部可疑发火区域（南上庄火区）得到了有效治理，为我矿下一步顺利开采（五盘区）10488 万 t 矿产资源创造了有利条件。

参考文献：

- [1] 吴洪平. 柳湾煤矿采空区密闭墙内参数测定技术研究[J]. 石化技术, 2020, v.27(02):263+271.
- [2] 祁新波, 毛维林. 矿井深水平大落差断层综合探查与治理技术[J]. 内蒙古煤炭经济, 2019, 000(008):110-111.
- [3] 姬九利. 概率积分法对南庄矿井井田范围内良汧村区域采动影响的分析[J]. 当代化工研究, 2019, 000(004):41-42.
- [4] 王继胜, 牛思云, 梁开山. 滕东煤矿连通采空区自然发火治理技术研究[J]. 山东煤炭科技, 2019, 000(001):112-113.
- [5] 陈文生, 刘继刚, 张正, 等. 新维矿井复杂小煤矿群采空区水害综合治理技术研究[J]. 内蒙古煤炭经济, 2019, No.291(22):14-15+31.