

# 综合灭火新技术与灭火期间的通风管理

袁仕

(大同煤矿集团 矿山救护大队, 山西 大同 037003)

**[摘要]** 国电同忻煤矿 8101综放工作面开采 36d 仅推进 57m 就出现自然发火。为此, 根据矿井火灾发生的原理, 运用了小管道注凝胶, 包裹隔绝, 煤体阻化; 钻孔注水, 吸热降温; 封闭注氮、惰化采空区气体等综合灭火技术, 历时 82d 完成灭火工作。灭火过程中, 采用相关工程平行作业, 减少各种工程施工的累加工期, 为灭火争取了时间, 同时弥补了单一灭火手段的不足, 极大地提高了灭火效率。

**[关键词]** 综合灭火; 通风管理; 平行作业; 阻断供氧通道; 快速推进

**[中图分类号]** TD75 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-6225 (2010) 06-0099-04

Comprehensive Fire-distinguished Technology and Ventilation Management during Fire-distinguished Period

## 1 概况

同忻矿采用斜井和立井混合开拓方式, 通风方法为抽出式, 主副、斜井和进风立井进风, 回风立井回风, 通风方式为分区式通风, 主扇型号为 ANN-2650/1250B 型, 风井排风量  $14000\text{m}^3/\text{min}$ , 负压  $1600\text{Pa}$ , 叶片角度  $61.2^\circ$ , 采用动叶片可调方式, 1 台运转, 1 台备用, 服务于同忻矿全矿井。

8101 工作面采用一进两回的通风方式, 工作面正常试产时总配风量  $4250\text{m}^3/\text{min}$ , 5101 巷回风  $3400\text{m}^3/\text{min}$ , 顶回风巷回风  $850\text{m}^3/\text{min}$ 。

810 面于 2009 年 9 月 30 日开始试生产, 开采 3—5 号煤层, 平均厚度  $13.67\text{m}$ , 采用综采放顶煤开采, 工作面长度为  $199.5\text{m}$ , 走向长度  $1684\text{m}$ 。

8101 工作面试生产期间, 工作面常规气体检测一直正常。2009 年 11 月 5 日 18:00 当工作面头部推进  $69.8\text{m}$ , 尾部推进  $57.3\text{m}$  时, 在检测气体时发现顶回风巷  $\text{CO}$  气体异常, 浓度达到  $53 \times 10^{-6}$ , 并有淡淡蓝烟出现。在  $\text{CO}$  涌出隐患治理过程中, 11 月 12 日 3:40, 8101 工作面  $\text{CO}$  气体浓度急剧增大, 工作面尾部  $\text{CO}$  气体浓度达到  $1300 \times 10^{-6}$ , 同时有黄色浓烟从 115 号 ~ 118 号架间涌出, 随即指挥部决定对工作面进行了封闭, 有效控制了火势发展。

## 2 8101 工作面 $\text{CO}$ 超限原因分析

通过救护队员现场侦察及有害气体的变化情况

分析,  $\text{CO}$  产生原因如下:

(1) 8101 工作面  $\text{CO}$  超限及烟雾产生, 具有一定的特殊性 (采空区浮煤氧化速度快,  $\text{CO}$  气体浓度较低的情况下, 同时伴生烟雾产生)。

(2) 根据现场观测烟雾状况及取样化验, 有  $\text{CH}$  化合物的出现, 说明采空区内局部区域浮煤有氧化现象。

(3) 依照同忻矿地质报告, 结合工作面开采实际, 在 3—5 号煤层的上部赋存有硅化煤, 极易氧化。

(4) 通过连续观测, 在同样烟雾情况下, 与其他煤层自燃相比,  $\text{CO}$  气体增量相对较小, 该煤层氧化自我加速较为缓慢。

(5) 工作面推进速度慢, 高冒区未进行自然发火监测。

(6) 注氮管路伸入采空区的距离太近, 注氮效果较差。

(7) 开采初期风量过大, 虽然治理了上隅角瓦斯, 但是助长了煤炭的自然。

## 3 $\text{CO}$ 治理思路及过程

(1) 快速推进, 将氧化带甩到窒息带, 为有效控制采空区高温点的氧化, 欲使采空区形成防火隔离带, 工作面只割煤不放煤加快推进, 11 月 5 日—11 日工作面头部推进  $15.7\text{m}$ , 尾部推进  $16.7\text{m}$ 。从试生产到工作面封闭, 工作面头部共推进  $85.8\text{m}$ , 尾部推进  $74\text{m}$ 。

(2) 注水直接灭火 从工作面回风巷距切眼 20m 处向 80 号 ~100 号支架范围采空区打钻孔 3 个, 向顶回风巷预埋  $\phi 108\text{mm}$  管 1 趟, 11 月 6 日 -11 日共注水 680m<sup>3</sup>、注阻化剂 2.7t

(3) 阻断供氧通道 加强工作面上、下端头的封堵, 11 月 5 日 -8 日, 尾巷处共做粉煤灰墙 2 道, 间距 5m; 11 月 9 日 -11 日, 为减少采空区漏风, 工作面上、下端头实施充填罗克休墙堵漏, 头巷注罗克休 50 桶, 尾巷注罗克休 257 桶。

(4) 封闭注氮, 惰化采空区气体 加强对采空区连续注氮工作, 保证 3 台制氮机同时工作。

(5) 控制风量, 减少供氧量 在保证工作面上隅角瓦斯浓度不超限的情况下, 适当减少工作面的供风量, 11 月 11 日 15:00 将 5101 回风量减控到 2200m<sup>3</sup>/min 顶回风巷风量减控到 360m<sup>3</sup>/min

(6) 隔绝灭火 11 月 12 日 3:40 因工作面尾部出现黄色浓烟, 决定对工作面进行封闭。5:30 救护大队开始施工进、回风巷和顶回风巷木板密闭。15 日又分别对 3 道木板密闭用罗克休和粉煤灰进行了二次加固。8101 工作面封闭后, 进、回风巷及顶回风巷的 3 个密闭基本处于均压状态, 密闭的出风压差均小于 20 ~60 Pa

(7) 小管道注凝胶, 包裹隔绝, 煤体阻化; 钻孔注水, 吸热降温 工作面封闭及密闭加固后, 为使火区快速得到窒息, 随即在 5101 巷外侧沿煤层顶板施工一条措施巷, 在措施巷内向 8101 采空区的疑似发火点打孔灌注阻化剂 (MgCl<sub>2</sub>) 和高分子胶体灭火材料。措施巷位置及钻孔布置如图 1。

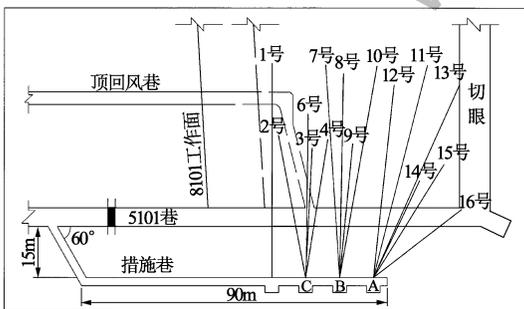


图 1 措施巷位置及钻孔布置

(8) 多机注氮 12 月 13 日 9:30 决定 3 台 1000m<sup>3</sup>/h 制氮机同时开启, 开始向工作面采空区连续注氮。

12 月 13 日夜班, 所有钻孔全部施工、灌高分子材料结束, 及时封堵后, 所有人员全部撤出 5101 巷。12 月 18 日, 在措施巷补打 6 号和 16 号孔, 分别探测顶回风巷上风侧, 80 号 ~90 号支架

后部区域范围、顶回风巷末端及其与 5101 巷的连巷区域和工作面初切眼尾部区域。截止 2010 年 2 月 22 日封闭区内各种气体完全符合启封条件。

#### 4 8101 工作面启封技术方案

##### 4.1 8101 工作面启封条件

当 8101 面的 5101 巷、2101 巷和顶回风巷的 3 处密闭内气体和温度均达到下列条件时, 方可实施启封方案:

- (1) 封闭区内气温和水温均低于 25℃。
- (2) 封闭区内空气中氧气浓度降到 5% 以下。
- (3) 封闭区内空气中 H<sub>2</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 气体浓度降为 0 CO 气体浓度稳定在 0.001% 以下。

##### 4.2 工作面启封

(1) 启封前, 救护队员在 2101 巷密闭前 10m 处建一道木板锁风墙, 并留设 (宽 × 高) 1m × 1.2m 的锁风门。在措施巷口外 10m 处装设 CH<sub>4</sub> 和 CO 传感器各 1 台 (CH<sub>4</sub> 报警浓度设为 1.5%)。将 5101 巷局扇换为 2 × 30 kW。侦察期间通风系统及通风设施位置如图 2。

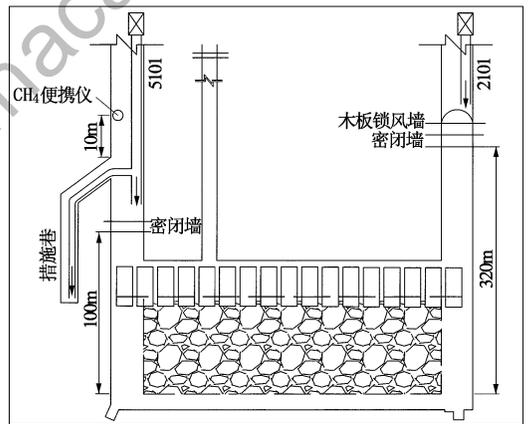


图 2 侦察期间通风系统及通风设施位置

(2) 启封时, 在锁风条件下, 先启封 2101 巷, 在墙体上开 (宽 × 高) 1m × 1.2m 的通道口, 救护队员进入工作面进行全面侦察。

检查时 CO、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub> 和 CH<sub>4</sub> 气体的浓度及工作面环境温度全部符合启封条件。只是进风巷的电缆车被积水淹没, 决定继续将封闭区缩小到电气列车以里, 待检查电气列车所有开关全部正常, 再行启封。

(3) 如工作面侦察无异常, 则侦察人员撤出工作面, 将锁风门关闭, 开始启封 5101 巷密闭。在其上开 (宽 × 高) 1m × 1.2m 的通道口。

在 5101 密闭启封后, 关闭 5101 巷运材料斜巷

处风门，将5101巷的风筒分叉口扎紧，同时关闭2101巷局扇，打开2101巷的锁风门，使8101工作面形成“U”型通风系统。

#### 4.3 工作面瓦斯排放

12月24日8101工作面启封形成“U”型通风系统后，即开始排放工作面瓦斯。

在排放瓦斯过程中，通过5101巷密闭墙打开的通风口大小和回风绕道调节来调控风量，将5101巷瓦斯浓度控制在1.5%以下。

在利用全风压系统对工作面瓦斯进行排放的同时，救护队员要同时检查各种气体浓度、气体温度的变化及烟雾显现情况，若发现工作面有温度增高、出现烟雾或CO气体浓度明显增大等现象，所有人员必须立即撤出，对工作面重新进行封闭。

排放完工作面CH<sub>4</sub>后，救护大队队员对全工作面气体和环境温度进行检测，上隅角CH<sub>4</sub>浓度0.5%、O<sub>2</sub>浓度19%、CO浓度6×10<sup>-6</sup>，环境温度无异常变化时，同意人员进入工作面。

#### 4.4 工作面启封后通风系统

排放完工作面瓦斯后，开始封堵工作面漏风通道及机电检修工作，此时，工作面风量控制在500m<sup>3</sup>/min。

在工作面推进恢复生产初期，在推进20m范围内，顶回风巷仍处于封闭状态，工作面采用“U”型通风，并将工作面进风量控制在1000m<sup>3</sup>/min。工作面启封后通风系统如图3。

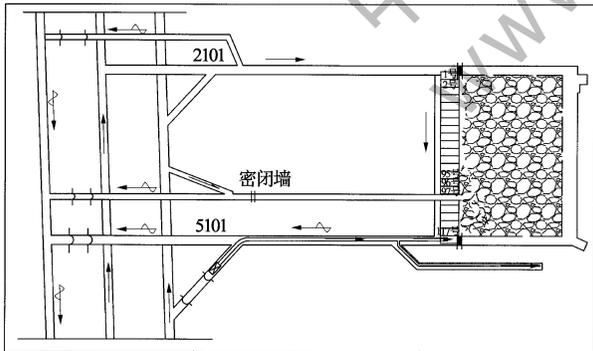


图3 工作面启封后通风系统

#### 4.5 启封后封堵采空区的漏风通道

在工作面恢复全风压通风后，由救护队员监护，开始进行漏风通道的封堵：

- (1) 在工作面头端头注罗克休。
- (2) 在工作面尾端头灌筑粉煤灰墙。
- (3) 架间和放煤口利用快速密闭喷涂材料进行封堵。采空区漏风通道封堵如图4。

#### 4.6 工作面复产初期向前推进

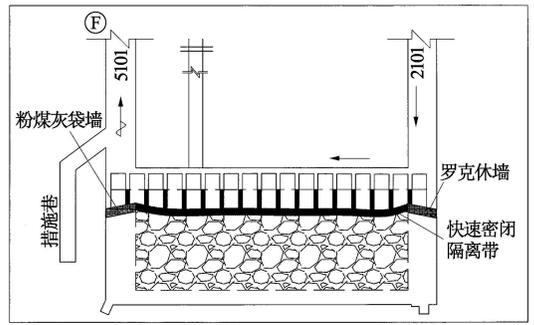


图4 采空区漏风通道封堵

工作面恢复生产后，开始推进20m范围内不放顶煤，加快推进速度，第1个班推进4.8m。

正常生产后，在工作面头、尾端头，每天检修班分别用罗克休和粉煤灰进行一次封堵，控制采空区漏风。

#### 4.7 正常生产时通风系统及防瓦斯防火措施

**通风系统** 在工作面恢复生产推进20m后，如无异常便转入正常生产。即恢复放顶煤工艺，启封顶回风巷，并排放瓦斯，工作面使用原有通风系统，即2101巷进风、5101巷、顶回风巷回风。将2101巷进风量调控到1037m<sup>3</sup>/min，5101巷回风量控制在1152m<sup>3</sup>/min，顶回风巷控制在432m<sup>3</sup>/min。

**防火措施** 继续实施注氮防火工艺，要求氮气的纯度不低于97%，注氮量不低于1800m<sup>3</sup>/h。在工作面上、下端头每推进10m灌筑一道粉煤灰墙，控制采空区漏风；通过抽放巷的防火、降尘孔定期向抽放巷内喷洒阻化剂。

**防瓦斯措施** 正常生产后，在顶回风巷巷口砌筑防火墙，并将φ630mm瓦斯抽放管路安设在墙体上，将抽放管路与抽放硐室的抽放泵连接完好。

开启1台2BEC-72型瓦斯抽放泵抽排工作面上部瓦斯，配合“L”风障对工作面上隅角瓦斯进行治理。保证工作面上隅角瓦斯不超限。

若开启1台瓦斯抽放泵，顶回风巷内瓦斯浓度较大时（大于5%），可增加瓦斯抽放泵的开启台数，加大顶回风巷风量，同时调整工作面风量，将顶回风巷内瓦斯浓度控制在3%以下，最大不能超过5%。

#### 4.8 启封生产后的技术措施

风量调好后，由矿调度室下达回采命令，综采队接命令后，进行回采工作。快速推进的同时，必须加强支架管理，移架时，先升前柱，一定要升紧达到初撑力、再升后柱，最后升前探梁，所有立柱全部升起达到初撑力。

工作面推进20m后，根据工作面气体变化情

况,若未发现有 CO 气体浓度逐渐增大和烟雾等异常现象时,由救护大队启封顶回风巷。先在防火墙上打开 1 个小孔,然后逐渐扩大,严禁一下把防火墙拆除掉,通过控制防火墙打开的大小,调控风量排放顶回风巷内的有害气体,同时要保证回风巷绕道处 CH<sub>4</sub> 浓度在 1.5% 以下。

顶回风巷内气体排完后,及时对拆除现场进行清理,确保风路畅通。清理完毕后,在顶回风巷口砌筑 1 m 厚的砖墙对顶回风巷进行密闭。密闭结束后,将 2101 巷进风量调整为 1800 m<sup>3</sup>/min,风量调好后,启用瓦斯抽放系统,开启 1 台瓦斯抽放泵。顶回风巷更名为中位瓦斯抽放巷。

矿通风部每 7 d 定期对 8101 工作面、上隅角、工作面回风流的 CH<sub>4</sub> 传感器进行调校、测试,确保监测数据准确、断电功能灵敏可靠。

## 5 结论

本次灭火工作,历时 82 d 是一次综合灭火技术的成功应用。从这次发火原因的分析,和灭火过程中各种灭火方法的应用来看,今后还需要在以下方面引起重视:

(1) 加强地质探测工作,准确掌握煤层赋存及地质构造情况。在掘进和回采过程中,必须配备专人定期沿巷道和回采工作面每隔 30 m 探测 1 次煤厚,特别要探测清楚硅化煤的赋存情况,为制定

防灭火措施提供可靠依据。

(2) CH<sub>4</sub> 绝对涌出量 < 10 m<sup>3</sup>/min 时,可采用 2 巷布置,实行“U”型通风;CH<sub>4</sub> 绝对涌出量 ≥ 10 m<sup>3</sup>/min 必须布置高位或中位抽放瓦斯巷,实行“U+P”型通风。

(3) 抽放瓦斯巷与回风巷的内错水平距离为煤层厚度的 1.5~2 倍,开采前抽放瓦斯巷必须掘进到离切眼 150 m 的位置。

(4) 切巷掘出后必须用钻孔窥视仪观测顶板的离层情况,如发现顶煤离层超过 20 mm,必须对离层区域打孔进行充填裂隙,防止自然发火。

(5) 在煤层中掘进的抽放瓦斯巷及切眼巷道必须进行喷浆支护,喷浆厚度不得小于 50 mm。

(6) 工作面先期的配风量偏大,虽然解决了上隅角瓦斯问题,却造成了发火的隐患,工作面 CH<sub>4</sub> 涌出量超过 5 m<sup>3</sup>/min 时,必须建立 CH<sub>4</sub> 抽放系统。

(7) 使用抽放瓦斯巷的工作面在回风巷每隔 50 m 向抽放瓦斯巷打 1 钻孔并通过钻孔在抽放瓦斯巷内安设水幕,定期洒水降尘、降温。

(8) 在工作面正常开采期间,每隔 10~15 m 在上下端头的切顶线位置砌筑一道挡风墙,给采空区漏风通道增加阻力,控制采空区漏风。

[责任编辑:邹正立]

(上接 92 页)

音监测系统,研究了高能事件发生前地音的变化规律,研究表明:

(1) 冲击矿压发生前,地音的变化规律是很复杂的,但地音异常很可能预示着冲击危险性的增加,研究获得了冲击危险性增加时地音活动的 5 种基本形式:地音事件或能量的偏差持续增长大于 2 个班,且当前偏差达到了较大值;地音事件或能量的偏差在增长到较高的水平(一般 DEV > 100%)后突然出现下降,下降时间不超过 2 个班,然后又出现增长;地音事件或能量的偏差持续增长大于或等于 2 个班后,突然迅速减小,然后又增长到较大值;地音事件或能量的偏差至少持续 3 个班大于 100%;地音事件或能量的偏差达到了较大的值(DEV > 200%)。

(2) 地音活动和能量的骤降并不意味着冲击危险等级的降低,也有可能是因为能量转移而不断累积。冲击危险性降低时的地音活动规律包含 2 种情况:地音活动比较平静,事件数和能量持续保持

在较低的水平,处于能量稳定释放状态;地音事件和能量持续降低超过 2 个班。

(3) 初步确定了华丰煤矿地音评价冲击矿压的适用性标准。

## [参考文献]

- [1] 齐庆新, 龚林名. 冲击地压理论与技术 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2008.
- [2] 龚林名, 何学秋. 冲击地压理论与防治技术 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.
- [3] 邓志刚, 任 勇, 毛德兵. 波兰 EMAG 矿压监测系统功能及应用 [J]. 煤炭科学技术, 2008.
- [4] 龚林名, 何学秋. Bernard Drzeźlski 冲击矿压危险性评价的地音法 [J]. 中国矿业大学学报, 2000.
- [5] 邓志刚, 任 勇, 王传朋, 等. 微震地音数据综合分析法初探 [J]. 煤矿开采, 2010, 15 (1): 8-10, 14.
- [6] 孙书亮, 王元杰, 乔中栋, 等. 地音监测技术在冲击矿压预测预报中的应用 [J]. 煤矿开采, 2009, 14 (5): 80-82.
- [7] 齐庆新, 李首滨, 王淑坤. 地音监测技术及其在矿压监测中的应用研究 [J]. 煤炭学报, 1994 (6).

[责任编辑:王兴库]