

易自燃煤层综放工作面回撤期间综合防灭火技术

陈 艾，侯树宏

(神华宁夏煤业集团有限责任公司 羊场湾煤矿，宁夏 灵武 751409)

摘要：针对羊场湾煤矿 Y162 综放工作面的煤层自然发火期仅 23 d，存在自然隐患，基于羊场湾煤矿 Y162 综放工作面长度 300 m、回撤中利用轨道提升等复杂情况，在加强煤自然预测预报的基础上，为缩短回撤时间，采取筑沙袋墙、充填地表裂隙等措施减少采空区漏风，同时在回撤期间通过 2 道埋管、架间打钻向采空区实施注胶、注氮及灌浆等综合防灭火措施，回撤期间工作面 CO 体积分数保持在 24×10^{-6} 以下，保证了该工作面的顺利、安全回撤。

关键词：易自燃煤层；综放工作面；工作面回撤；防灭火技术；煤炭自燃

中图分类号：TD745 文献标志码：A 文章编号：0253-2336(2012)09-0045-03

Comprehensive Fire Prevention and Control Technology for Fully Mechanized Top Coal Caving Mining Face in Easy Spontaneous Combustion Seam During Face Equipment Withdrawn Period

CHEN Ai, HOU Shu-hong

(Yangchangwan Mine, Shenhua Ningxia Coal Mining Group Corporation Ltd., Lingwu 751409, China)

Abstract: According to the short spontaneous combustion period (23 days) of the seam in No. Y162 fully mechanized top coal caving mining face in Yangchangwan Mine, there was a high spontaneous combustion danger in the coal mining face. The length of No. Y162 fully mechanized top coal caving mining face was 300 m and the conditions of the railway hoisting and others during the face withdrawn period was complicated. Based on the enhanced forecasting and prediction of the coal spontaneous combustion, in order to reduce the withdrawn time, the sandbag wall, the backfill of the surface ground cracking and other measures were applied to reduce the air leakage in the goaf. During the withdrawn period, with two buried pipelines, the glue injection, nitrogen injection and grouting in the goaf with the boreholes between the powered supports, and the comprehensive fire prevention and control measures, the CO volume fraction of the coal mining face during the withdrawn period was kept below 24×10^{-6} to ensure the successful and safety withdrawn of the coal mining face.

Key words: easy spontaneous combustion seam; fully mechanized top coal caving mining face; withdrawn technology of coal mining face; fire prevention and control; coal spontaneous combustion

易自燃煤层综放工作面回撤期间受采空区遗煤、顶板控制、回撤时间等因素困扰，停采撤架时间较长，如果不及时采取有效的防灭火措施，极易发生采空区或局部区域自燃，引起矿井火灾，轻则损坏设备、影响生产，重则造成人员伤亡、封闭工作面及关闭矿井，造成巨大的经济损失^[1-4]。灵武矿区各矿井大多开采易自燃煤层，曾发生 CO 超限事故，特别是在工作面回撤期间，发生过因 CO 超限封闭工作面的事故。因此，在工作面回撤期

间，如何综合利用防灭火技术，杜绝煤炭自燃，是矿井安全生产工作的重中之重。

1 回撤期间工作面防灭火难点及对策

羊场湾煤矿井田内地质构造简单，属低瓦斯矿井。矿井主采 2 号煤层，煤厚 7.50~12.02 m，平均 10.28 m，全井田稳定可采，含 1~3 层夹矸。煤层结构较简单，顶底板均以粉砂岩为主。2 号煤层的平均着火点温度 294 °C，属易自燃煤层，最短

收稿日期：2012-05-18；责任编辑：王晓珍

作者简介：陈 艾（1967—），男，内蒙古商都人，高级工程师，硕士。Tel: 13895100102, E-mail: nxhshh@163.com

网络出版时间：2012-09-17 10:33:18；网络出版地址：http://www.cnki.net/kcms/detail/11.2402.TD.20120917.1033.201209.45_013.html

引用格式：陈 艾，侯树宏. 易自燃煤层综放工作面回撤期间综合防灭火技术 [J]. 煤炭科学技术, 2012, 40 (9): 45~47, 51.

自然发火期 23 d。Y162 综放工作面回采 2 号煤层，走向长 3 280 m，工作面长 300 m，采用走向长壁后退式综采放顶煤采煤法，全部垮落法管理采空区顶板。煤层倾角 $10\sim16^\circ$ ，工作面采高 3.20 m，平均放煤高度 7.15 m，月平均推进长度 120 m。

Y162 综放工作面回撤期间防灭火管理有如下难点：一是煤层自身为易自燃煤层，自然发火期最短 23 d；二是工作面长达 300 m，矿井辅助运输为轨道提升，回撤时间长，增加了采空区浮煤氧化时间；三是终采线附近 20 m 范围内只采不放，采空区留有约 7 m 厚的松散煤体，且该煤层质地松软，支架后部浮煤及上方裂隙漏风点多，形成立体漏风现象，不利于集中管控；四是矿井集中生产，风流调整存在一定的困难。

综合以上原因，结合已采煤层的发火事故经验进行分析^[5-8]，Y162 工作面在回撤期间存在严重的煤自燃隐患，因此在 Y162 综放工作面回撤期间防火工作主要从以下 4 个方面展开：①做好回撤前的充分准备，调整撤架工艺，缩短回撤时间；②采取注氮及注胶等综合防灭火技术措施，减少采空区漏风；③调整风流，保证回撤期间风流稳定；④加强监测、监控，及时发现并处理异常点。

2 回撤准备工作

2.1 施工措施巷及钻孔布置

为了及时发现煤炭自燃征兆，快速对自燃隐患进行应急处理，回撤前预先在 Y162 工作面工艺斜巷中施工 T 型防灭火措施巷，在措施巷中存放钻机、钻杆、高压胶管、化学注浆材料等，一旦发现高温点及有害气体超限，立即开始打钻，采取注水、注浆及注气、液氮等综合措施，确保工作面正常回撤。在后部刮板输送机机头正对位置施工后部刮板输送机回撤措施巷。预先在工作面每 5 架支架间隔施工长 6/12 m 的钻孔，在回撤期间不间断注水。措施巷布置如图 1 所示。

2.2 快速铺网

传统的回撤铺网方法，人员要进入工作面前部刮板输送机进行铺网、联网，整个过程历时较长，同时存在煤壁片帮安全隐患。Y162 综放工作面回撤期间利用固定在支架前立柱上的手动轮（每隔 6 架支架安装 1 组）将铺设的网子吊起，除铺前 2 道网时人员要进入前部刮板输送机外，其他网均在前

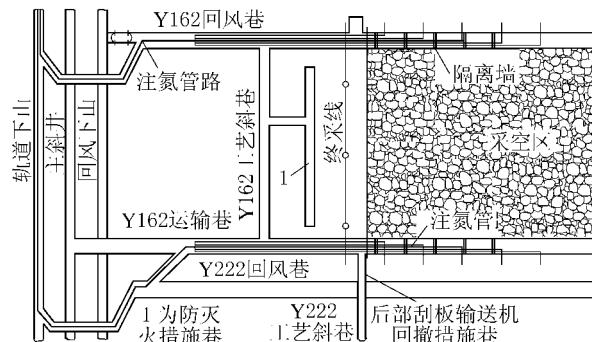


图 1 防灭火措施巷布置示意

立柱与前部刮板输送机中部槽进行联接。联网与割煤平行作业，施工回撤通道时间可节约1/4以上。

2.3 采煤机制作回撤通道

工作面停采前后，利用单体支柱推移刮板输送机，连续割4刀煤，掘出3.6 m宽的回撤通道，每天割1刀煤，4 d后掘完回撤通路，速度远大于综掘掘进。

3 回撤期间关键防灭火技术

3.1 缩短回撤时间

依据传统的回撤方式，羊场湾煤矿 2 号井辅助运输为轨道提升，工作面长 300 m，煤层倾角较大，从铺网开始至回撤结束至少需 70 d。为缩短回撤时间，回撤期间采取了以下 2 项技术。

1) 分段回撤且提前封闭下出口。为快速回撤，将工作面回撤分为 2 个部分：工作面后部刮板输送机、1 号和 2 号端头支架、前部刮板输送机头部、转载机等从 Y162 运输巷及 Y222 回风巷回撤；工作面前部刮板输送机、后部刮板输送机机尾、过渡支架、基本支架从 Y162 回风巷回撤。工作面下部设备回撤后立即对 Y162 运输巷及 Y162 回撤措施巷进行封闭，工作面由全负压通风系统调整为局部通风系统。

2) 利用后部刮板输送机回撤措施巷。在 Y162 运输巷正对后部刮板输送机停机位置，提前施工后部刮板输送机回撤措施巷，将 Y162 综放工作面后部刮板输送机基本段分次快速撤入 Y222 综放工作面 1 号工艺斜巷，待回撤通道封闭后，从 Y222 回风巷装车回撤。

3.2 严防采空区漏风

1) 减少采空区漏风。Y162 工作面采空区漏风主要分为地面漏风和井下漏风 2 个方面，地面每天

安排专人巡检地表塌陷区，及时填充地表裂隙，减少地表与工作面采空区之间的漏风。工作面在回采剩余100 m时，每隔20 m分别在上、下隅角施工1道隔离墙，减少上下隅角漏风。同时铺网过程中在铅丝网与塑钢网中间加1层风筒布，随着顶板垮落，风筒布有效减少了工作面回撤期间的漏风量，同时保证了采空区注氮措施的有效性和惰化性。

2) 采空区注氮。从工作面距终采线150 m开始，在运输巷每隔30 m铺设1趟注氮管路，共计5趟，在工作面推进过程中和停采后实施24 h持续注氮，当埋管进入采空区60 m后断开不再使用，注氮量保持在 $1\ 600 \sim 1\ 800 \text{ m}^3/\text{h}$ ，氮气体积分数保证在97%以上。注氮管路布置如图1所示。在工作面距终采线30 m时，沿后部刮板输送机铺设1趟辅助注氮管路，分别在距回风巷150、100 m的位置预留出注氮口，用以覆盖加强采空区中注氮相对薄弱的中上部区域。

3) 注胶防火。从工作面距终采线150 m开始，随着工作面的推进，在上隅角2道隔离墙之间通过预埋管路注入高分子防灭火胶体；工作面停采后，自Y222回风巷向Y162运输巷下隅角施工钻孔，利用钻孔注入瑞米充填粉料，加固下隅角；工作面停采后，在架间施工钻孔，通过钻孔先注水、后注入适量高分子防灭火胶体^[9~10]。

4) 灌浆防火。从工作面距终采线150 m开始，在回风巷每隔30 m铺设1趟灌浆管路，共计5趟，用以在工作面推进工程中和停采后实施灌浆工作，距终采线150 m和120 m的埋管在进入采空区60 m后断开不再使用。

5) 喷洒阻化剂。从工作面距终采线150 m开始，每隔20 m向上隅角内喷洒阻化剂(GaCl_2)；从工作面距终采线30 m开始，随着工作面推进，向工作面架间铺撒适量工业食盐。

3.3 确保回撤期间风流稳定

根据Y162工作面回撤方案，在工作面回撤的不同阶段，需要根据实际情况及时调整通风系统，保证通风系统稳定，同时利用调节设施调节风量以达到要求。

在保证工作面最少漏风的条件下，工作面收尾初期阶段保持风量为 $850 \text{ m}^3/\text{min}$ ，当端头支架回撤完毕，工作面运输巷封闭后，工作面采用局部通风系统，风量调整为 $350 \text{ m}^3/\text{min}$ 。回撤期间通风

系统如图2所示。

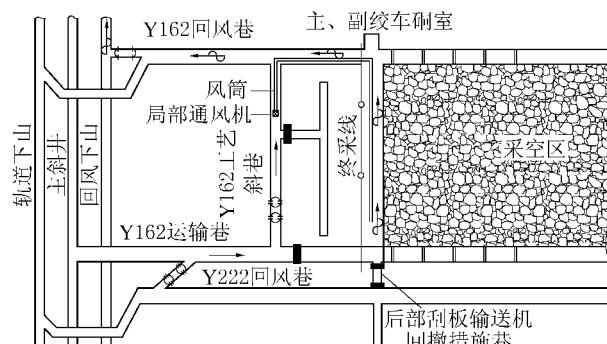
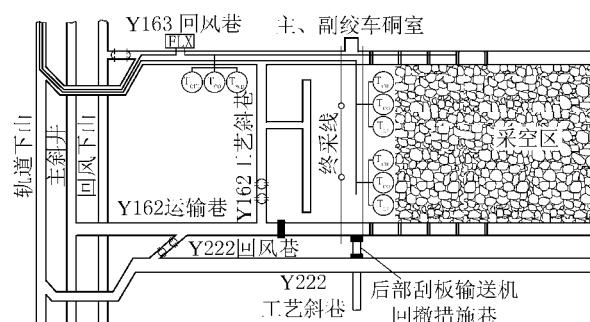


图2 工作面正常回撤期间通风系统示意

3.4 自然发火预测预报

主要采用人工检测、安全监测、束管监测、人工采样及红外线测温等手段，进行工作面自然发火预测，自然发火标志性气体为CO、 C_2H_6 、 C_2H_4 、 C_2H_2 ，上隅角CO防火安全体积分数为 100×10^{-6} ，临界值为 300×10^{-6} ，一旦检测到 C_2H_6 、 C_2H_4 或 C_2H_2 气体即将达到临界值指标。通过上述检测手段相互验证和对比，实现自然发火的早期预测预报。工作面上隅角CH₄报警体积分数和断电体积分数均设为“≥0.8%”，复电体积分数为“<0.8%”，传感器布置如图3所示。



在低频条件下启动，待运行稳定后，变频至预定位置，以提高通风机启动和运行安全可靠性。

3.5 充分发挥监控装置作用

在矿井主要进回风巷以及各系统阻力大的地段安设风速传感器，通过监测数据对比分析，掌握巷道通风阻力变化情况，便于及时采取相应措施。

3.6 合理利用可控循环风技术

为解决矿井后期风量不足的问题，可在低瓦斯、无自然发火危险或自然发火不严重、管理水平较好的矿井推广应用可控循环风技术。该技术作为一种新的通风方法，与传统的通风方法相比，能大幅降低通风费用。世界上多个国家在各类矿山中都开始采用可控循环风技术，英国在20世纪30年代就开始在掘进工作面试用，南非已经开发出可控循环通风设计方案专家系统、安全系统。我国在20世纪70年代在掘进工作面试用可控循环风，1992年山东肥城矿务局较好地应用了该技术。井陉三矿计划在3050区域应用可控循环风技术解决风量不足的问题。

4 结语

井陉三矿通过采取科学合理优化通风网路、构

(上接第47页)

100×10^{-6} 以上时，对该测点每天三班进行人工采样分析，与束管监测系统数据对比。

4 结语

灵武矿区开采的2号煤层属极易自燃煤层，发火问题相当严重，在回撤期间提前施工防灭火措施巷尤为重要，既有利于防火工作的实施，又能在发生煤自燃征兆后快速、高效地处理火灾，且不影响回撤工作。影响煤自燃的因素较多，因此必须根据工作面具体情况，在工作面回撤期间制定以监测、预防及应急为主要内容的综合防灭火方案。回撤期间支架后部松散煤体处于静态氧化状态，煤自然氧化持续时间长，极易达到煤自燃发火期，因此保证工作面的回撤速度是防止煤自燃的根本。

参考文献：

- [1] 郝宇，叶正亮，王长元. 超厚煤层综放工作面停采撤架期间防灭火技术研究 [J]. 矿业安全与环保, 2009, 36

筑安全可靠的通风设施、改造淘汰不经济的通风设备、采用变频技术、充分发挥监控装置作用、积极合理利用可控循环风技术等措施解决了衰老矿井通风系统存在的诸多问题，进而大幅降低通风能耗，提高了矿井的经济效益。

参考文献：

- [1] 李向东，张庆华，陈忠明，等. 龙滩煤矿通风系统改造优化方案的研究 [J]. 煤炭科学技术, 2010, 38 (12): 66-68.
- [2] 梁南丁. 矿井通风系统的经济运行 [J]. 煤炭工程, 2007 (7): 51-53.
- [3] 王衍生，刘平，尹经梅. 矿井通风技术参数的测定与分析 [J]. 矿业安全与环保, 2001, 28 (4): 37-38.
- [4] 赵建会，屈永利，袁晓翔，等. 老矿井通风系统评价指标体系及其应用 [J]. 煤炭科学技术, 2011, 39 (8): 60-63.
- [5] 李井民. 通风机启动方式和调节方法及其关系 [J]. 煤炭科学技术, 2010, 38 (6): 100-103.
- [6] 张海云，严海鹰. 平煤矿区主要通风机变频调速改造效果分析 [J]. 中州煤炭, 2010 (4): 29-30.
- [7] 秦培均. 浅析矿井通风系统节能措施 [J]. 矿山机械, 2010, 38 (20): 68-69.
- [8] 蒋兴龙，高广军，张忠胜. 米村煤矿矿井通风系统技术改造 [J]. 煤, 2010, 19 (12): 34-35.

- (4): 49-51.
- [2] 李林. 厚煤层综放工作面停采撤架期间防灭火技术研究与应用 [J]. 煤矿安全, 2010, 41 (3): 104-106.
- [3] 余明高. 矿井通风安全理论与技术 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1999: 35-41.
- [4] 徐精彩，邓军，文虎. 采煤工作面采空区可能发火区域分析 [J]. 西安矿业学院学报, 1998, 18 (1): 13-16.
- [5] 陈全，王省身. 综放采场自然发火规律及注氮防灭火技术研究 [J]. 煤炭学报, 1996, 21 (6): 618-623.
- [6] 张辛亥，刘灿，周金生，等. 综放面采空区流场模拟及自然危险区域划分 [J]. 西安科技大学学报, 2006, 26 (1): 6-9.
- [7] 翟小伟，邓军，陈晓坤. 磁窑堡二矿首采综放面停采撤架期间自燃火灾预防技术与实践 [J]. 矿业安全与环保, 2007, 34 (5): 6-9.
- [8] 肖旸，翟小伟，邓军. 综放面回采期间过旧巷胶体防灭火技术 [J]. 矿业安全与环保, 2005, 32 (4): 54-55.
- [9] 白文彪. 易自燃厚煤层综采放顶煤综合防灭火技术研究 [J]. 河北煤炭, 2011, 5 (4): 22-23.
- [10] 王春生，魏振起. 预防特厚煤层自燃发火的措施 [J]. 煤炭技术, 2003, 22 (7): 31-33.