

优化采区通风系统防治采空区自燃发火技术研究

Study on prevention

and Control of spontaneous combustion

in goaf by optimizing ventilation system in goaf

尹建丰 (晋能控股煤业集团有限公司忻州窑矿, 山西 大同 037021)

Yin Jianfeng (Jinneng Holding coal Group Co. LTD. Xinzhou kiln mine, Shanxi Datong 037021)

摘要: 矿山开采多为地下开采, 由于矿井生产环境十分恶劣, 瓦斯、一氧化碳等毒害气体不仅危害矿工身体健康且极易发生化学反应引发自燃发火, 因此必须加强矿井的通风系统安全。本文通过优化忻州窑矿东三盘区 9[#]、11[#]、14[#] 三个煤层通风系统, 并对采空区进行黄泥灌浆, 有效地防止了采空区遗煤自燃, 确保了矿井生产区域的安全回采。

关键词: 通风系统; 毒害气体; 优化; 回风立眼封闭; 技术研究

Abstract: Mining is mostly underground mining. Because the mine production environment is very bad, toxic gases such as gas and carbon monoxide not only endanger the health of miners, but also easily lead to spontaneous combustion. Therefore, the safety of mine ventilation system must be strengthened. In this paper, by optimizing the ventilation system of 9[#], 11[#], 14[#] three coal seams in the east third panel of Xinzhouyao mine and grouting the yellow mud in the goaf, the spontaneous combustion of residual coal in the goaf is effectively prevented and the safe mining in the 11[#] production area is ensured.

Key words: ventilation system; Toxic gas; Optimization; The return air vertical eye is closed; technical study

0 前言

忻州窑矿东三盘区现有 9[#]、11[#]、14[#] 三个煤层, 14^{-3#} 北翼盘区也准备进行开拓。目前 9[#]、14[#] 已采完, 9[#] 集中轨道巷已封闭, 9[#] 集中回风巷与 11[#] 集中回风巷并联回风, 东三 11[#] 层现有 8514 下工作面、栗庄村下煤, 8509 等工作面没有开采。由于 14[#] 层 305 盘区与 11[#] 层为近距离煤层, 受冲击地压影响, 极易造成盘区巷道煤柱压裂、顶板离层、底板鼓起、密闭受损, 形成漏风通道, 导致保护煤柱及采空区遗煤氧化自燃, 所以加强对矿井通风系统的优化防治采空区自燃发火进行技术研究具有重要意义^[1-5]。

1 原通风系统存在问题

忻州窑东三盘区原通风系统的风井风量为 4000m³/min、风井负压 528Pa、通风流程 4110m。由于通风系统较为复杂, 采空区多, 通风线路较长, 进而使盘区通风阻力增加, 导致采空区漏风严重。曾在 14[#] 层 305 盘区集中皮带巷、8501 封闭采空区密闭和 11[#] 层 8517 工作面采空区检测出 CO 气体, 表明煤体有自燃发火征兆。

1.1 一氧化碳异常情况分析

2021 年 1 月 24 日 13:25~16:30, 监测系统发现 305 盘

区回风集中皮带巷末端 CO 传感器显示值为 1~3ppm。现场检查发现盘区集中轨道巷 480~520m 高顶处顶板有 CO 气体下泄, 顶板便携仪检查 CO 气体 15ppm, 巷道风流中 3ppm, 取样化验 0ppm, 顶板测温 20℃。

2021 年 1 月 25 日~27 日每班安排救护队员在盘区层集中轨道巷 480~520m 处检查, 通过盘区回风末端 CO 传感器监测和现场检查发现气体下泄时间段为 13:30~17:00 左右, 每日二班取样化验, 两天检查取样化验气体平稳。煤层集中轨道巷 480~520m 高顶区 CO 便携仪测 CO 气体 18ppm, 二班取样化验 0ppm。

1.2 一氧化碳气体下泄来源研判

气体下泄区域在 14[#] 层轨道巷 480~510m 高顶区段, 该段位置接近 2933 停采线, 2933 采空巷及停采线位置有大量散落的浮煤, 是自然发火危险区, 散落堆积的浮煤氧化产生一氧化碳经层间流动下泄至 14[#] 层轨道巷。2021 年 1 月 28 日, 在煤层集中轨道巷 495m 顶板处施工气体观测验证孔, 验证孔早班打通后风流方向为进风, 现场检查和取样化验均无 CO 气体。二班检查验证孔风流方向为出风, 取样化验 CO 气体 1158ppm, 孔口测温 29℃。

验证孔气体取样化验数据见下表 1:

表 1 14[#]层集中轨道巷顶板 500m 验证孔取样化验数据

日期 \ 气体浓度	CO (ppm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CH ₄ (%)
1月28日	1158	1.5942	9.2851	1.1578
1月29日	1824	1.3495	9.5829	1.0753

另外 9[#]集中回风巷受邻近层采动应力影响,巷道顶部和两帮塌落、煤壁炸帮严重、巷道浮煤堆积,且裂隙与采空区、地表沟通形成漏风通道。为了预防东三 11[#]、14[#]采空区自燃发火,保证 11[#]层工作面顺利开采、14[#]层北翼盘区顺利开拓,因此,需要进行通风系统改造和预防性灌浆工程。

2 矿井通风系统优化改造

2.1 简化通风网络,缩短通风线路

矿井的合理配风,简化通风系统,降低主扇负压,可有效降低采空区自燃发火隐患。通过研究优化通风系统,简化通风网络,缩短通风路线技术,可以有效降低采空区遗煤自燃发火。

忻州窑矿东三盘区 14[#]层北翼和南翼两条回风巷并联后汇入 14[#]层总回,通过 14[#]层回风斜井分两路:一路经过 11[#]总回进入东三风井;一条经过 11[#]~14[#]回风立眼到 9[#]层回风再到东三风井。改造前后通风系统风流方向如图 1、图 2。

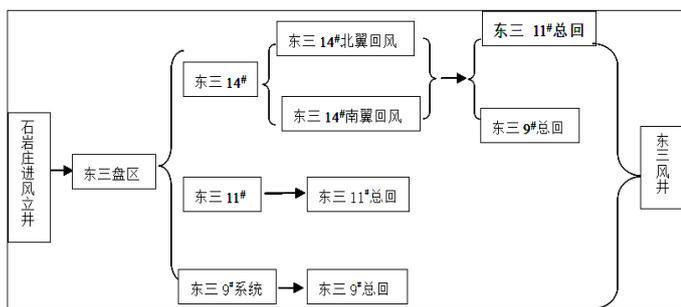


图 1 未改造期间通风系统风流方向

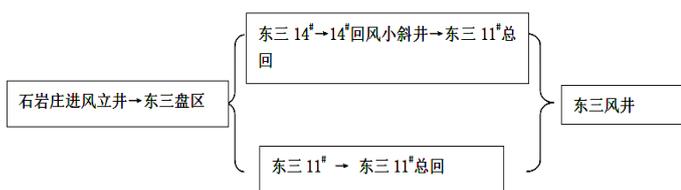


图 2 改造后通风系统风流方向

表 2 东三盘区通风系统优化前后技术数据对比分析

优化通风系统	风井风量 / (m ³ /min)	风井负压 / (Pa)	通风流程 / (m)
前	4000	528	4110
后	4600	213	1630

忻州窑矿东三盘区经过优化改造后,通风线路大大简化,通过表 2 的技术参数可以看出优化后风井风量、风井负压以及通风流程等各项指标都有所提高,降低了采空区自燃发火隐患,有效提升了矿井的抗灾能力,保证了矿井的安全高效生产。通过此次系统优化使 14[#]层东三盘区相关工作面上隅角甲烷浓度由原来 0.5% 降至 0.25%,降低了 0.25%,氧气浓度由原来 18.8% 提高到 19.5%,保证了工作面的安全生产。

2.2 回风井的密闭改造

在东三 9[#]回风风井处以东施工 1[#]防火密闭,2[#]永久密闭 1[#]、2[#]密闭之间注 2 m 粉煤灰;第一材料斜井以北施工 4[#]防火密闭,3[#]永久密闭之间以 2m 粉煤灰进行封闭;以东 5[#]实施两道双反调节门,同时将 11[#]~14[#]回风立眼进行封堵灌注,14[#]回风小斜井以西将 7[#]~9[#]实施防火密闭,10[#]施工双反调节门。如图 3。

忻州窑矿东三 9[#]、14[#]层封闭方案示意图

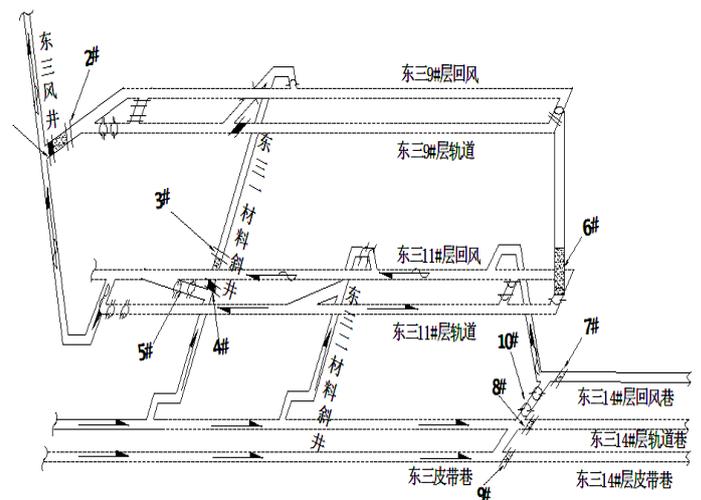


图 3 忻州窑矿东三 9[#]、14[#]层封闭方案示意图

东三盘区底系统改造项目共封闭六段巷道:东三 9[#]回风巷、东三第一材料斜井 11[#]~9[#]段、东三 14[#]回风小斜井以西回风巷、东三 14[#]回风小斜井以西轨道巷、东三 14[#]回风小斜井以西皮带巷、11[#]~14[#]回风立眼。

封闭东三9#回风巷：除施工1#防火密闭、2#永久密闭、4#防火密闭、3#永久密闭、封堵11#~14#溜煤眼，还在1#、2#密闭之间注粉煤灰，3#、4#密闭之间注粉煤灰，11#~14#溜煤眼灌注10m粉煤灰，隔绝9#与11#封堵漏风，预防采空区自然发火外泄至。

2.3 封堵溜煤眼技术

在东三11#回风立眼下口的11#层轨道巷尾部存在9#层通11#层溜煤眼，为彻底封闭9#必须对穿层溜煤眼进行封堵。封闭溜煤眼需要确保施工人员的安全，另外要封堵严密，防治9#层有害气体下泄至生产区域。通过反向充填技术对溜煤眼进行封闭，在11#层回风立眼下口施工直径75mm钻孔，通过钻孔反向封堵溜煤眼。即在11#层回风立眼下部将一块钢板（长宽厚2000mm×1100mm×10mm），钢板固定至回风立眼底部，由利用注浆泵通过PE管向回风立眼喷注10m厚的粉煤灰高水胶凝剂，9#~11#回风立眼封堵示意图如图4。

封闭密闭材料使用了新型材料：粉煤灰加胶凝剂，粉煤灰加胶凝剂有很好的膨胀作用，依靠胶凝剂中的激发剂可以有效破坏粉煤灰表面的玻璃体构造，并与粉煤灰进行化学反应生成强度较高的钙矾石，同时高浆液的凝结速率大大提升，填充体发生膨胀，膨胀率通常可达到5%~20%，从而实现充填严密。用于充填密闭和废弃巷道效果明显，可有效封堵密闭和采空区漏风。

通风立眼封堵示意图

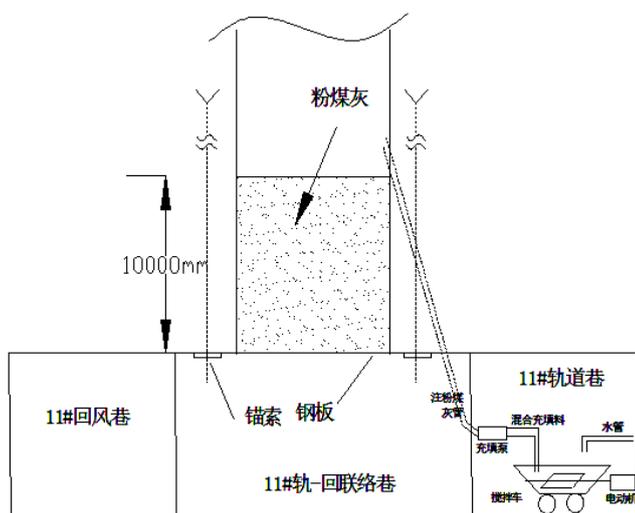


图4 9#~11#回风立眼封堵示意图

2.4 采空区黄泥灌浆

东三11#层和14#层是近距离煤层，且东三11#层存在大面积已封闭采空区。东三14#层工作面开采后与11#层采空区塌通形成漏风通道，给工作面采空区留下自然发火隐患。利用305盘区灌浆系统，利用水和黄土为原材料用4英寸钢管与井下采空区密闭预留灌浆管路对接，向11#层305盘区8517、8518、8519采空区及14#层

305盘区8501、8505采空区实施预防性灌浆，共灌注泥浆40050m³。

3 效益分析

3.1 防火效果分析

通过对9#、11#、14#三个煤层通风系统进行优化，简化了通风系统，降低了主扇负压，提升了风量，通风系统更加可靠，有效防治9#、14#层采空区遗煤自燃，确保了14#~3#北翼盘区、东三11#层现有8514下工作面，8509等工作面的安全开采。

3.2 经济社会效益分析

通风工程费用计算：双反调节2道4万元，防火密闭约12万，东三盘区进风补巷维护费用约6万，进风补巷多掘进30m，每米0.6万元，共18万元。费用总计40万元。而此次技术革新项目资金实际仅用39万元，即可封堵并填充密闭和巷道，隔绝漏风，有效消除了巷道和采空区遗煤因漏风而引发的自燃，取得了重大的经济社会效益。

4 结论

①通过对忻州窑矿东三盘区进行通风系统优化改造后，矿井的通风效率大大提升，经过隔离9#、11#层采空区，优化了14#层东三采区，矿井综合抗灾能力大幅度提高，使矿井大的通风系统更加完善；

②粉煤灰加胶凝剂有很好的膨胀作用，确保在充填溜煤眼时严密，强度高；

③采用粉煤灰反注方式封堵9#~11#层溜煤眼，在安全区域施工，反向充填，保障了施工人员安全；

④利用灌浆系统对采空区进行预防性灌浆，经从地面施工将泥浆灌入采空区就可有效地达到防火、灭火的目的。

参考文献：

- [1] 王德明. 矿井火灾学 [M]. 徐州：中国矿业大学出版社，2010.
- [2] 姜进军，王伟，王刚，等. 补连塔煤矿22306工作面防灭火技术 [J]. 煤矿安全, 2014, 45(05): 76-78.
- [3] 文虎，程斌，翟小伟，等. 下分层采煤工作面回撤期间自然发火防治技术 [J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(04): 54-56+87.
- [4] 骆大勇. 采空区煤炭自然致因分析 [J]. 矿业安全与环保, 2017, 44(05): 107-110.
- [5] 薛永利，赵亮，冯浩. 特厚煤层分层开采煤自燃防治技术研究 [J]. 煤矿现代化, 2016(01): 37-40.

作者简介：

尹建丰（1977-），男，河北石家庄人，2010年1月毕业于山西大同大学工程学院，采矿工程专业，本科，工程师，研究方向：矿井通风、矿山安全、瓦斯防治、矿井防灭火技术。