

# 局部正压通风技术防治上部煤层采空区 CO涌出

徐俊<sup>1,2</sup> 刘成武<sup>3</sup>

(1. 瓦斯灾害监控与应急技术国家重点实验室 重庆 400037; 2. 中国煤炭科工集团重庆研究院 重庆 400037;  
3. 陕西煤业化工集团孙家岔龙华矿业有限公司 陕西 榆林 719314)

**摘要:**针对龙华煤矿3<sup>-1</sup>煤层30106、30107工作面上部2<sup>-2</sup>煤层采空区高浓度CO气体有从工作面大量涌出的危险,采用灌注高分子发泡材料、注氮与局部正压通风技术,消除了高浓度CO的威胁;介绍了局部正压通风技术的实施步骤以及通风系统的调整方案;通过风压、风量以及上隅角CO浓度监测,综合评价了局部正压通风技术的实施效果。现场应用发现,采用局部正压通风技术可将本煤层与上部煤层采空区的压能差保持在约200Pa,能保证上隅角CO体积分数不超过 $24 \times 10^{-6}$ 。

**关键词:**局部正压通风;上部煤层采空区;通风系统调整;上隅角CO

中图分类号:TD711.41 文献标志码:A 文章编号:0253-2336(2013)04-0050-03

## Local Positive Pressure Ventilation Technology Applied to Prevent CO Emission from Mining Goaf in Above Seam

XU Jun<sup>1,2</sup> LIU Cheng-wu<sup>3</sup>

(1. National Key Lab of Gas Disaster Monitoring and Emergency Technology Chongqing 400037 China; 2. Chongqing Research Institute China Coal Technology and Engineering Group Chongqing 400037 China; 3. Sunjiacha Longhua Mining Company Ltd. Shaanxi Coal and Chemical Group Yulin 719314 China)

**Abstract:** According to the danger of CO large emission from the coal mining face due to the high concentration CO gas in the goaf of the upper 2<sup>-2</sup> seam of No. 30106 and No. 30107 coal mining face in 3<sup>-1</sup> coal seam of Longhua Mine, the polymer foam material injection, nitrogen injection and local positive pressure ventilation technology were applied to eliminate the danger of the high concentration CO. The paper introduced the implemented steps of the local positive pressure ventilation technology and the adjustment plan of the ventilation system. With the monitoring and measuring of the ventilation pressure, ventilation quantity and the upper corner CO content, the paper comprehensively evaluated the implemented effect of the local positive pressure ventilation technology. The site application showed that the application of the local positive pressure ventilation technology could keep the pressure energy difference between the mining seam and the goaf of the upper seam at about 200 Pa and could keep the CO content in the upper corner not over  $24 \times 10^{-6}$ .

**Key words:** local positive pressure ventilation; goaf in above seam; adjustment of ventilation system; CO in upper corner

## 0 引言

局部正压通风是在矿井整体为负压通风的情况下,在工作面建立一个相对独立的正压供风系统,在结构形式上类似于“通风机-风窗”均压通风系统。均压通风一般强调火区或采空区进回风压力平衡<sup>[1-5]</sup>,而局部正压通风重点是提高整个正压区域的大气压力,防止周边有毒有害气体侵入<sup>[6-9]</sup>。文献[10]介绍了鄂尔多斯地区为防止上部煤层采空

区CO涌出而采用的正压通风技术,实践证明该技术可使下部煤层综采工作面与上部煤层采空区的压能差保持在200~500Pa,能有效消除上部煤层采空区有毒有害气体向工作面渗入的安全隐患。文献[11]也介绍了区域均压通风技术解决矿井周边小煤矿有害气体大量涌出问题。但是正压通风条件下如发生煤自燃火灾,一般比较突然、早期预警困难,发火点、漏风路线难以准确确定<sup>[12-13]</sup>,所以在实施前一定要充分评估本煤层采空区的自燃危险性。

收稿日期:2012-11-14;责任编辑:王晓珍

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50804022)

作者简介:徐俊(1982—),男,四川邛崃人,助理研究员,硕士。Tel:023-65239110 E-mail:hollygun007@126.com

引用格式:徐俊,刘成武.局部正压通风技术防治上部煤层采空区CO涌出[J].煤炭科学技术 2013,41(4):50-52,56.

## 1 矿井概况

龙华煤矿位于陕西省神木县,生产能力400万t/a,主采煤层埋深均较浅,为低瓦斯矿井,一般检测不到CH<sub>4</sub>气体。矿井在回采3<sup>-1</sup>煤层30106综采工作面时,发现上部2<sup>-2</sup>煤层原小煤矿房柱式采空区内CO体积分数高达1%~2%。30106工作面采用综合机械化开采,一次采全高(2.8 m),全部垮落法管理顶板。除煤柱外,采空区极少有浮煤,煤柱坚硬,平均推进速度15 m/d,因此3<sup>-1</sup>煤层采空区煤自燃危险性极小。由于埋深浅(90~100 m),采动引起的地表裂隙在采后2 d即可显现。30106工作面走向长约为1 200 m,现已开采约600 m。南面相邻的30105工作面已开采完毕,为采空区,留设煤柱宽20 m,煤柱坚硬完整,无明显裂隙;西面为30107工作面,巷道已掘进完成,为准备工作面。

由于3<sup>-1</sup>煤层与2<sup>-2</sup>煤层间距为30~40 m,如不采取措施,随工作面推进,2个煤层采空区重合后必然联通,在矿井通风负压作用下,高浓度CO将进入3<sup>-1</sup>煤层回采工作面,有非常严重的安全隐患。为此通过火区探测与CO来源调查分析,3<sup>-1</sup>煤层采空区与工作面上方2<sup>-2</sup>煤层采空区存在煤自燃高温点的可能性很小,CO主要来自于相邻露天煤矿自燃火区。据调查结论,在井下打钻向2<sup>-2</sup>煤层采空区灌注高分子发泡材料建立封堵墙(图1),同时向封堵区域内注氮气,并降低矿井通风负压等,30106运输巷上部2<sup>-2</sup>煤层采空区CO体积分数降至 $300 \times 10^{-6}$ 左右,30106回风巷上部2<sup>-2</sup>煤层采空区CO浓度降

至零。虽在3<sup>-1</sup>煤层与2<sup>-2</sup>煤层采空区未联通情况下,CO治理工作取得了成效,但当2个采空区联通后,采空区漏风必然对2<sup>-2</sup>煤层采空区CO浓度产生一定影响。为保证2<sup>-2</sup>煤层采空区CO不从工作面大量涌出,在工作面推至2<sup>-2</sup>煤层边界附近时,提前将工作面原来的负压通风系统调整为局部正压通风系统。

## 2 局部正压通风技术应用

拟采用局部正压通风的30106工作面由于采空区留煤少、煤柱坚硬完整且推进速度快,经评估,采用正压通风后,3<sup>-1</sup>煤层采空区发生自燃的可能性很小。本次局部正压通风的目的是保证30106工作面回采和撤架时,上部2<sup>-2</sup>煤层采空区CO应尽量少从该煤层采空区涌出,所以根据经验,拟定正压区域内最小压力与上部2<sup>-2</sup>煤层采空区压能差保持在约200 Pa。考虑到主要局部通风机安装的最佳位置是30106辅助运输巷靠近副平硐一侧,且支架回撤到30107工作面时应尽量减少风门开启次数,所以将30107工作面一并纳入局部正压通风系统。

### 2.1 局部正压通风实施步骤

局部正压通风实施步骤如下:首先采用基点法<sup>[14]</sup>进行矿井通风阻力测算,然后通过计算机模拟,验证所选择的局部通风机压力是否满足要求,以及对整个矿井通风系统的影响程度。在方案实施过程中,需制定专门的局部正压通风安全技术措施与应急预案,然后对试运行效果进行检测,与此同时开展局部正压条件下的CO灾害应急救援演练。最后,在局部正压系统运行过程中,加强监测系统内的通风压力、邻近采空区气压与CO变化情况,以确保局部正压系统稳定可靠运行。

### 2.2 通风系统调整

保证30106工作面现有通风路线不变,改变通风动力方式,由全负压通风改为局部通风机增压提能方式。①在30106辅助运输巷与副平硐风桥交叉处(图1中A点),在保护煤柱上打孔安设4台FBD No7.1/2×45局部通风机(两用两备)。通风机进风口位于副平硐,并用反光铁栅栏保护。在用通风机和备用通风机出风口用三通型风筒连接。A点处的局部风机为2个工作面供风。②以副平硐和30106主要运输巷交汇点偏工作面方向25 m处为起点(图1中B点),设置3道风门(其中第2、3道风门

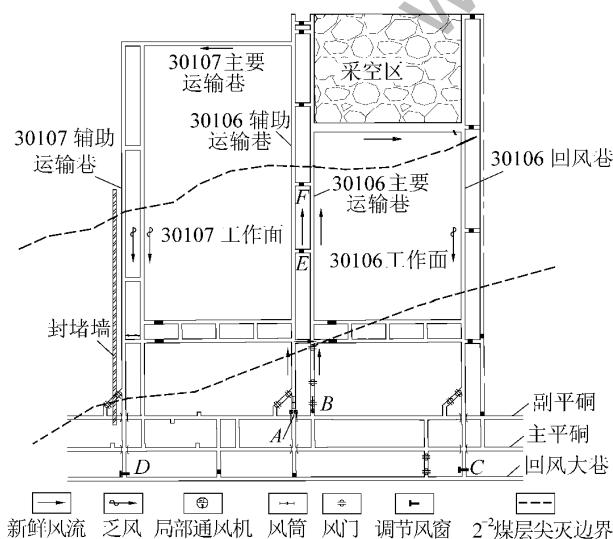


图1 通风系统调整示意

间距不小于矿用设备列车长度),并安设2台FBD No5.6/2×11局部通风机(1用1备)。由于该巷安装有带式输送机,风门难以密闭严实,所以设置3道风门。另外通风机通过风筒向第1、2道风门之间供风,这样就能在此处形成一个压能较大的正压气室,以尽量减少漏风。<sup>③</sup>将30106回风巷、30107辅助运输巷的风窗(图1中C、D点)改建为带有刻度标记的可活动调节的风窗,以调整正压区域的气压。<sup>④</sup>封闭30106主、辅运输巷之间的第1、第2道联络巷(图1中E、F点),使2个工作面通风系统相对独立。<sup>⑤</sup>30106、30107工作面辅运输巷绕道处新增或改造成2道联锁风门。<sup>⑥</sup>3<sup>-1</sup>煤层及邻近采空区密闭安装U型压差计,监测正压通风可能对采空区的影响。<sup>⑦</sup>通风机安装开停传感器,2个调节风窗处安装负压传感器;工作面支架处增加CO探头,这样在矿调度室就能实时监测正压通风系统运行情况。另外加强矿压监测等措施,防止采空区大面积空顶后垮塌,导致CO气体压出。

### 2.3 局部正压通风系统运行情况

在局部正压通风系统运行稳定后,通过调节风窗调整正压区域内的气压。用连接2<sup>-2</sup>与3<sup>-1</sup>煤层的U型压差计测量,将30106工作面调节风窗处与2<sup>-2</sup>煤层采空区的压能差保持在200Pa左右。另外为了分析实施正压通风后采空区CO流动方向,采用2台JFY型通风参数检测仪(1台在矿井中央水泵房记录大气压变化,1台测量各点静压,并计算出静压差)、干湿球温度计、风表、手表等测量工具对正压区域内的压能和风量进行了测量与计算。因为30106、30107工作面压能最低点均为对应的调节风窗处,所以只比较了这2个地点同30106工作面终采线对应地面上的压能差。因为气体流动较慢,所以压能计算均忽略动压差,各点标高信息由矿地测部门提供,用于计算位压差,静压差由JFY型通风参数检测仪测量得到,压能差等于位压差与静压差的和。2<sup>-2</sup>煤层采空区与30106工作面终采线上方地面上的压能差是252Pa(U型压差计测量得出30106调节风窗处压能大于2<sup>-2</sup>煤层采空区200Pa,30106调节风窗处压能大于30106工作面终采线上方地面上的452Pa)。压能差计算结果见表1。

正压通风区域内压能大于2<sup>-2</sup>煤层采空区200Pa以上(正压通风区域内压能最低点30106调节风窗处压能大于对应的上部2<sup>-2</sup>煤层采空区200Pa),

并且2<sup>-2</sup>煤层采空区压能大于30106工作面终采线上方地面约252Pa,理论上当3<sup>-1</sup>煤层与2<sup>-2</sup>煤层采空区联通后,CO将主要通过地面裂隙排放。

表1 压能差计算结果 Pa

测量地点	位压差	静压差	压能差
30107 调节风窗处	-820	1 280	460
30106 调节风窗处	-823	1 275	452
30106 工作面开切眼上方地面	-304	260	-44
30106 调节风窗上部2 <sup>-2</sup> 煤层采空区	—	—	252
副平硐入口	-759	980	221

根据对30106与30107工作面风量的测量结果,30106工作面辅助运输巷处的风机供风量为1 824 m<sup>3</sup>/min,30106工作面进风量1 070 m<sup>3</sup>/min,能够满足正常生产配风。30107工作面进风730 m<sup>3</sup>/min,也能够满足非生产阶段通风需要。30106回风隅角风量为843 m<sup>3</sup>/min。30106工作面进风隅角风量减去回风隅角风量是流入采空区的漏风量,共227 m<sup>3</sup>/min。30106辅助运输巷风机出口风量减去30106与30107工作面的进风量就是通过图1中B点处的3道风门向副平硐的漏风量,共为24 m<sup>3</sup>/min。由此可见,在30106主要运输巷采用小功率通风机供风,且通风机联合风门构成的正压气室漏风量不大,在可接受范围内。

### 2.4 上隅角CO浓度变化

在30106工作面推至2<sup>-2</sup>煤层采空区下部边界前2天,局部正压通风系统开始连续运行,期间上隅角CO浓度一直为零。当2个煤层采空区重合后的第2天,工作面上隅角开始出现CO。经数天观测,CO体积分数日平均为 $10 \times 10^{-6}$ ,且白天低、晚上高,但最高体积分数极少超过 $24 \times 10^{-6}$ 。由于昼夜温差关系,正常天气情况下一天中白天的大气压小于晚间大气压。又因为3<sup>-1</sup>煤层埋深浅,地面裂隙显现快,采空区和大气可迅速联通,在晚上大气压增大时,工作面与采空区的压能差就相应减小,CO涌出量增大,表现为上隅角CO浓度升高。

## 3 结语

在本煤层自燃危险性较小的情况下,采用局部正压通风技术抑制上部煤层采空区CO气体从本煤层大量涌出是可行的。本煤层与上部煤层采空区压能差保持在200Pa左右,能够保证上隅角CO浓度(下转第56页)

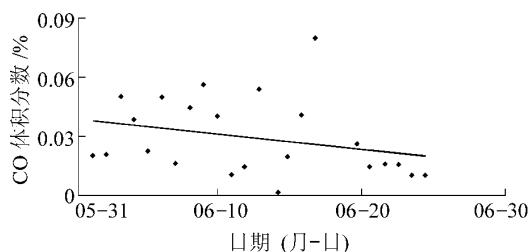


图 5 95 号液压支架进入采空区 4 m 处 CO 浓度变化

4 结语

高位钻孔可以取代顶板瓦斯抽采巷,实现采空区以及上覆煤岩层瓦斯抽采,可缩短工作面接替周期,加快回采工作面投产进度。2103工作面自实施高位钻孔采空区瓦斯抽采以来,工作面瓦斯相对涌出量由原来的  $15 \text{ m}^3/\text{min}$  下降为  $3 \sim 4 \text{ m}^3/\text{min}$ ,大幅降低了采煤工作面回采期间的瓦斯异常涌出。高位钻孔可以对采空区进行洒浆防灭火,对采空区浮煤降温,隔绝氧气,以及封堵煤壁漏风裂隙,达到了防止采空区浮煤继续氧化而自燃的目的。同时,高位钻孔采空区洒浆防灭火技术弥补了上隅角注浆只能覆盖底板表层少量采空区浮煤的缺陷,真正实现了采空区大范围覆盖防灭火。

### 参考文献:

- [1] 周心权, 邬燕云, 朱红青, 等. 煤矿灾害防治科技发展现状与对策分析 [J]. 煤炭科学技术, 2002, 30(1):1-5.
  - [2] 国家安全生产监督管理总局. 国有煤矿安全生产状况调查与

(上接第 52 页)

不超过  $24 \times 10^{-6}$ 。应用局部正压通风系统,要保证通风机开停与风压监控到位,及时调整。另外要做好局部正压通风系统失效后的应急预案、撤退与救灾演习。

### 参考文献:

- [1] 梁运涛, 罗海珠. 中国煤矿火灾防治技术现状与趋势 [J]. 煤炭学报, 2008, 33(2): 126-130.
  - [2] 李先才. 均压通风防火的实践与认识 [J]. 煤炭科学技术, 1977, 5(8): 35-39.
  - [3] 黄国华, 马同福, 刘生忠, 等. 岱庄煤矿下分层工作面综合灭火技术 [J]. 煤炭科学技术, 2002, 30(7): 6-9.
  - [4] 谢宏, 张斌, 张万奎. 邢台矿煤层自然发火早期发现及治理 [J]. 煤炭科学技术, 2003, 31(11): 39-41.
  - [5] 张宝民. 用综机回采三面为采空区的工作面 [J]. 煤炭科学技术, 1990, 18(6): 10-13.
  - [6] 黄光磊. 均压通风在防止矿井漏风中的应用 [J]. 中国煤炭, 2010, 36(S): 64-65.

- 预测研究[R].北京:中国煤炭工业发展研究咨询中心 2004.

[3] 李贤忠 朱传杰,刘 洋 等.高位钻孔瓦斯抽采技术的应用及研究[J].煤炭工程 2010(6):38-41.

[4] 沈广辉 樊艳虹,樊 斌 等.采空区瓦斯分布规律及瓦斯抽采方法的研究[J].工矿自动化 2009(4):95-96.

[5] 魏引尚 梅振华.采空区瓦斯分布与蓄热区位置判定[J].煤矿安全 2009 40(11):32-34.

[6] 李英华 张人伟,代晓亮 等.北辛窑矿黄泥灌浆防灭火系统研究[J].能源技术与管理 2011(4):63-65.

[7] 卢国斌 耿 铭.采空区煤自燃机理及其防治技术研究现状[J].辽宁工程技术大学学报:自然科学版 2009 28(S):28-30.

[8] 刘 鑫,肖 昂,邓 军 等.粉煤灰灌浆防灭火材料性能研究与应用[J].煤炭工程 2011(5):119-121.

[9] 贾学军 张满圈,苏现保 等.矿井防灭火注浆系统的改造[J].矿业安全与环保 2005 32(1):61-62.

[10] 钱鸣高 刘听成.矿山压力及其控制[M].北京:煤炭工业出版社,1991.

[11] 陈金华,胡千庭.地面钻井抽采采动卸压瓦斯来源分析[J].煤炭科学技术 2009 37(12):38-42.

[12] 张向东,范学理,赵德深.覆岩运动的时空过程[J].岩石力学与工程学报 2002,21(1):65-68.

[13] 李雷尖,姚精明.高位钻孔瓦斯抽采技术理论与实践[J].煤炭科学技术 2007,35(4):78-81.

[14] 钱鸣高,石平五.矿山压力与岩石控制[M].徐州:中国矿业大学出版社 2003.

[15] 马 伟,杨胜强,郑万成,等.采空区高位钻孔瓦斯抽采与防灭火的一体化应用[J].煤炭技术 2009 28(10):69-70.

[16] 王省身,张国枢.中国煤矿火灾防治技术的现状与发展[J].火灾科学 1994,3(2):1-6.

- [7] 马红伟,张建立,孙耀峰,等.五七煤矿开采后期正压通风的生产实践[J].中州煤炭,2007(4):91-92.
  - [8] 赵斌.正压通风技术在81201综采工作面的应用[J].煤炭技术,2010,29(4):97-98.
  - [9] 曹逢春.下分层放顶煤工作面防火技术[J].矿业安全与环保,2004,31(5):53-55.
  - [10] 刘江,张新荣,潘文耀,等.房采采空区火区下正压通风技术.[EB/OL].[2010-01-01].[http://www.tech110.cn/tech/front/view/production/html/report1\\_new\\_n.jsp?keyword=0000000000000691242&title=房采采空区火区下正压通风技术&achivetype=100000](http://www.tech110.cn/tech/front/view/production/html/report1_new_n.jsp?keyword=0000000000000691242&title=房采采空区火区下正压通风技术&achivetype=100000).
  - [11] 孙占刚,霍拴文,单润生,等.区域均压通风技术在治理小煤窑有害气体涌出中的应用[C]//开滦矿区采矿技术与实践文集.北京:煤炭工业出版社,2009.
  - [12] 吴兵,郭海,赵灿,等.正压通风矿井自燃防治技术研究及救灾实践[J].矿业安全与环保,2012,39(5):69-74.
  - [13] 郭海,吴兵,王立兵,等.正压通风矿井煤层群火区治理技术[J].煤矿安全,2012,43(5):33-35.
  - [14] 黄显东,刘志梅,陈世龙,等.矿井通风阻力测定方法及应用[J].煤矿安全,2004,35(8):13-15.