

## 安全技术及工程

# 伪倾斜后高抽巷配合走向高抽巷瓦斯抽放技术

杨宏民<sup>1</sup>, 夏会辉<sup>1</sup>, 眭国慧<sup>2</sup>, 王兆丰<sup>1</sup>, 张文清<sup>3</sup>

(1. 河南理工大学 安全科学与工程学院, 河南 焦作 454003; 2. 郑州大学 化学系, 河南 郑州 450001;  
3. 阳泉煤业(集团)有限责任公司 寺家庄矿, 山西 晋中 045300)

**摘要:** 针对寺家庄矿回采工作面初采期瓦斯涌出异常, 邻近层瓦斯涌出量大的问题, 采用伪倾斜后高抽巷配合走向高抽巷技术, 对其抽放技术机理和抽放效果进行了研究。结果表明: 伪倾斜后高抽巷能成功解决初采期瓦斯的不均衡涌出和频繁超限的难题, 使初采时间缩短了9 d; 走向高抽巷在冒落“三带”形成后, 抽放纯量增加至110.71 m<sup>3</sup>/min, 抽放率达88.35%, 抽放效果良好。

**关键词:** 走向高抽巷; 伪倾斜后高抽巷; 瓦斯抽放; 瓦斯超限

中图分类号: TD712.62 文献标志码: A 文章编号: 0253-2336(2011)12-0040-04

## Gas Drainage Technology for False Inclined Rear High Drainage Roadway with Strike High Level Gas Drainage Roadway

YANG Hong-min<sup>1</sup>, XIA Hui-hui<sup>1</sup>, SUI Guo-hui<sup>2</sup>, WANG Zhao-feng<sup>1</sup>, ZHANG Wen-qing<sup>3</sup>

(1. School of Safety Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, China; 2. Department of Chemistry, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 3. Sijiazhuang Mine, Yangquan Coal Industry Group Corporation Ltd., Jizhong 045300, China)

**Abstract:** According to the abnormal gas emission occurred at the initial mining period of the coal mining face and the large gas emission problem of the neighbor seams in Sijiazhuang Mine, a false inclined rear high drainage roadway with the strike high level gas drainage roadway technology was applied to study the gas drainage technology mechanism and the gas drainage effect. The results showed that the false inclined rear high drainage roadway could successfully solve the disproportion gas emission and frequently over limit problems occurred at the initial mining period of the coal mining face and the initial mining period could be reduced by nine days. The strike high level gas drainage roadway after the falling “three zones” formed, the gas drainage pure value could be increased to 110.71 m<sup>3</sup>/min, the gas drainage rate could be reached to 88.35% and good gas drainage effect was obtained.

**Key words:** strike high level gas drainage roadway; false inclined rear high drainage roadway; gas drainage; gas content over limit

我国高瓦斯矿井, 特别是煤与瓦斯突出矿井众多, 限制了煤矿安全、高效开采。瓦斯抽放是防治瓦斯事故的根本措施<sup>[1]</sup>, 经过长期的实践和探索, 我国瓦斯抽放技术的发展经历了高透气性煤层抽放瓦斯, 邻近层抽放瓦斯, 低透气性煤层强化抽放瓦斯和综合抽放瓦斯4个阶段, 瓦斯抽放在我国煤层瓦斯治理工作中起到了不可替代的作用。但对于一些低透气煤层, 其抽放效果仍难以满足采矿技术进步和矿井集约化开采的需要<sup>[2]</sup>。我国瓦斯治理技

术距煤矿安全生产的要求还有相当大的差距。在阳泉、淮南等矿区, 由于工作面回采期间邻近层瓦斯涌出量较大, 尤其是初采期, 瓦斯涌出不稳定, 造成工作面频繁超限, 影响了正常生产, 采用单一的抽放邻近层瓦斯方法, 如顶板走向钻孔、倾向穿层钻孔、走向高抽巷和倾斜高抽巷等, 通常难以取得很好的效果, 因此, 笔者提出伪倾斜后高抽巷配合走向高抽巷抽放瓦斯技术, 以解决初采期和正常回采期间的瓦斯涌出问题。

收稿日期: 2011-05-27; 责任编辑: 代艳玲

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50974056); 河南省重点攻关资助项目(092102310037)

作者简介: 杨宏民(1967—), 男, 陕西铜川人, 博士, 高级工程师。Tel: 0391-3987439, E-mail: yhmfs@163.com

网络出版时间: 2011-12-19 17:07; 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.2402.TD.20111219.1707.016.html>

引用格式: 杨宏民, 夏会辉, 眇国慧, 等. 伪倾斜后高抽巷配合走向高抽巷瓦斯抽放技术[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(12): 40-43.

## 1 矿井概况

寺家庄矿位于山西省晋中市昔阳县境内，距昔阳县城以西7 km。井田位于沁水煤田东部边缘之中段，共有大小断层43条，大部分断层落差较小，最大落差30 m；陷落柱比较发育，共发现152个陷落柱，陷落柱的形态多为近圆形及椭圆形。矿井主要开采石炭二叠纪山西组、太原组煤层，可采煤层为8<sub>1</sub>、8<sub>4</sub>、9和15号煤层。现开采15号煤层，设计生产能力为5.0 Mt/a。该矿井属煤与瓦斯突出矿井，自2007年1月3日首次发生煤与瓦斯突出以来，截至2009年底，共发生瓦斯突出事故18起，最大突出煤量260 t，最大突出瓦斯量29 500 m<sup>3</sup>。开采水平标高+510 m，采用斜—立井混合开拓方式开采15号煤层，通风方式为中央分列式，通风方法为机械抽出式。

寺家庄矿15104工作面煤层厚度平均为5.48 m，工作面倾斜长220 m，走向长1 800 m，煤层瓦斯含量约为11.22 m<sup>3</sup>/t，是寺家庄煤矿的首采面，采用综采一次采全高采煤法，全部垮落法管理顶板。经计算，该工作面回采期间绝对瓦斯涌出量为119.44 m<sup>3</sup>/min，其中，本煤层绝对瓦斯涌出量为15.97 m<sup>3</sup>/min，邻近层绝对瓦斯涌出量为103.47 m<sup>3</sup>/min。由于工作面回采期间，瓦斯涌出量大，且主要来自邻近层，特别是初采期，瓦斯涌出不均衡，仅依靠通风方式和钻孔抽放邻近层瓦斯方式难以解决瓦斯超限问题，严重制约工作面高产高效<sup>[3]</sup>。因此，根据该矿回采面初采期瓦斯涌出特征及邻近矿井利用高抽巷治理瓦斯的成功经验，在15104工作面布置伪倾斜后高抽巷配合走向高抽巷抽放邻近层及采空区瓦斯。

## 2 高抽巷抽放瓦斯技术机理

随着工作面的推进，上覆岩层从直接顶开始，自下而上都会变形和破坏，改变了岩层的原始状态，在其冒落、下沉过程中形成离层裂隙和穿层裂隙。正是这2类裂隙的产生和分布的不均性，使部分岩层冒落，部分岩层离层、断裂，部分岩层弯曲下沉。当采空区上覆岩层运动趋于稳定后，可近似地将其划分为竖三带和横三区<sup>[4]</sup>。即在采空区沿垂直方向由下而上分为冒落带、裂隙带和弯曲下沉带；沿工作面推进方向及倾斜方向分为煤壁支撑影

响区、离层区、重新压实区。重新压实区位于采空区中部，随着工作面不断推进。由于离层区的存在，回风巷与进风巷的离层区与工作面切眼形成贯通，即所谓的“O”形圈。

由于“O”形圈的存在，为采空区及上覆岩层裂隙带内瓦斯的流动和储存提供了通道和空间，采空区瓦斯浓度沿工作面倾向呈上大下小分布；沿走向距工作面一定范围内呈由小到大的趋势分布。因此，利用这一特征，将高抽巷布置在瓦斯浓度最高、积聚量最大的部位，达到消除上隅角瓦斯积聚、回风流瓦斯超限的目的<sup>[5]</sup>。

根据布置情况，高抽巷分为走向高抽巷、倾斜高抽巷<sup>[6]</sup>及伪倾斜后高抽巷。①走向高抽巷主要指在开采层的顶部受采动而形成的裂隙带内沿走向开掘专用的瓦斯抽放巷道，用以抽放上邻近层卸压瓦斯。走向高抽巷抽放技术能够通过抽放切断上邻近层瓦斯涌向工作面的通道，同时，对下部采空区涌出的瓦斯起到拉动作用，减少采空区瓦斯向工作面的涌出量<sup>[7]</sup>。②倾斜高抽巷是与工作面回采方向平行，在尾巷沿工作面倾斜方向以一定倾角掘巷至抽放目的层后，再掘平巷抽放上邻近层瓦斯<sup>[8]</sup>。③伪倾斜后高抽巷是指在工作面始采初期，根据初采期顶板的垮落特征及裂隙场的延展规律，由开切眼回风隅角通过伪倾斜方向逐步爬坡最终与走向高抽巷贯通的过渡段。其主要作用是在开采初期基本顶未跨落之前，没有形成6~8倍采高裂隙带时，利用初步升高的伪斜巷道抽放邻近层和采空区的瓦斯。

## 3 走向高抽巷位置的确定及设计

1) 层位选择。走向高抽巷的层位选择是影响瓦斯抽放效果的主要因素。一般来讲，若高抽巷层位布置太低，处于冒落带范围内，在工作面推进后很快就能抽出瓦斯，但高抽巷也很快被岩石冒落所破坏而与采空区沟通，抽放浓度较低；若层位布置太高，工作面采过后，顶板卸压瓦斯大量涌入采场空间，高抽巷截流效果差，抽放不及时，即使能抽出大量较高浓度瓦斯，但对解决工作面瓦斯涌出超限问题效果较差，难以保证工作面生产安全<sup>[9]</sup>。为保证高抽巷抽放效果，且满足工作面回采后不会很快被破坏，其适宜位置应选择裂隙带中下部、冒落带以上1.0~1.5倍采高。

从寺家庄矿煤系地层来看，高抽巷选在11号煤层中是合理的，该层位于 $8_1$ 、 $8_2$ 、 $8_4$ 、 $9_{上}$ 、 $9$ 、 $12$ 号煤层和k4灰岩瓦斯涌出密集区。15号煤层综采工作面冒落带高度为 $35 \sim 42$  m，且其底板距11号煤层约59.5 m，约为工作面采高的10.85倍。

2) 平面位置选择。为保证高抽巷处于充分卸压后的裂隙带范围内，同时考虑矿井通风动力的影响，走向高抽巷与回风巷间水平投影距离S应大于保障高抽巷不被破坏距回风巷的水平投影长度 $L'$ ，且不能超过工作面长度的1/2，如图1所示。 $S$ 的计算式为<sup>[10]</sup>： $S = L' + \Delta L$ ， $\Delta L = (x/2 - L')/2$ ， $L' = h/\tan \gamma$ ， $h = Lt \tan \varphi$ ，其中： $h$ 为走向高抽巷至开采煤层底板垂高，m，15104工作面取59.5 m； $L$ 为卸压区边界距回风巷水平投影长度，m； $\Delta L$ 为走向高抽巷距充分卸压边界水平距离，m； $x$ 为工作面采长，m，15104工作面取220 m； $\gamma$ 为顶板岩石冒落角度，(°)，15104工作面取67°； $\varphi$ 为顶板岩石卸压角，一般取 $69 \sim 75$ °，平均72°。经计算 $S = 61.7$  m，取62 m，小于工作面长度的1/2。

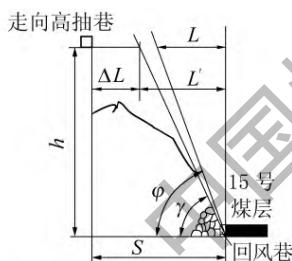


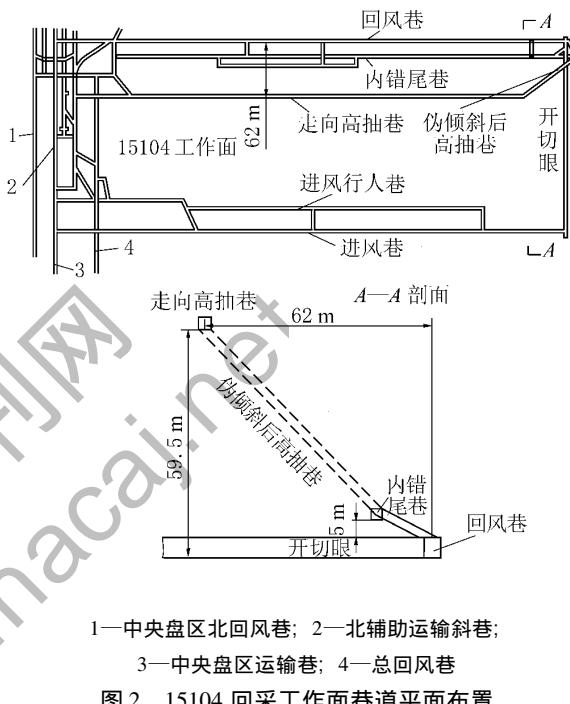
图1 走向高抽巷布置计算参数

#### 4 伪倾斜后高抽巷布置

初采期间，由于基本顶不能完全垮落，岩层裂隙未发育到走向高抽巷，高抽巷以下邻近层中大量的卸压瓦斯流入到采场空间，造成工作面瓦斯频繁超限而断电，加重通风负担，延误工作面的正常开采。初采瓦斯成为综采工作面实现高产高效的瓶颈，也是瓦斯治理工作亟待解决的问题。

伪倾斜后高抽巷的布置是根据初采期顶板的垮落特征及裂隙场的延展规律，在顶板初始冒落裂隙带掘进，其布置方式是沿回风巷或内错尾巷掘进方向过切眼继续掘进一段距离后，按一定伪倾角反向起坡向工作面上方掘进并与工作面高抽巷尾部连通，抽放初采期邻近层和采空区瓦斯，该巷道即为伪倾斜后高抽巷<sup>[11]</sup>。伪倾斜后高抽巷必须布置在

顶板初始冒落裂隙带内，使之随工作面开采推进，顶板逐渐冒落，使伪倾斜后高抽巷逐渐进入顶板裂隙层内，确保瓦斯抽放浓度逐渐升高，直至顶板冒落高度达到走向高抽巷，初采期也基本结束。15104工作面伪倾斜后高抽巷布置方式如图2所示。



1—中央盘区北回风巷；2—北辅助运输斜巷；

3—中央盘区运输巷；4—总回风巷

图2 15104回采工作面巷道平面布置

#### 5 抽放效果对比分析

阳煤五矿8205工作面与寺家庄矿15104工作面均采用高抽巷抽放邻近层和采空区瓦斯，但五矿8205工作面未采用伪倾斜后高抽巷。由于2个矿同属平昔矿区，均开采15号煤层，开采条件相似，具有可比性。为说明伪倾斜后高抽巷的作用和效果，对2个工作面高抽巷抽采效果进行对比分析。

阳煤五矿8205回采面初采期瓦斯涌出规律如图3所示。从图3可知，工作面初采期间，随直接顶、基本顶的垮落，造成2~3次不稳定涌出高峰。在工作面推进至距开切眼13 m以前时，工作面瓦斯涌出量约为 $3 \text{ m}^3/\text{min}$ ；工作面推进至15 m左右时瓦斯涌出出现第1次高峰，瓦斯涌出量约为 $9 \text{ m}^3/\text{min}$ ；工作面顶板初次垮落进入初采期，瓦斯涌出不稳定，工作面开始出现频繁超限；工作面推进至22 m左右时瓦斯涌出出现第2次高峰，瓦斯涌出量约为 $20 \text{ m}^3/\text{min}$ ；工作面推进至38 m左右时，瓦斯涌出出现第3次高峰，走向高抽巷抽出大量瓦

斯, 初采期工作面瓦斯涌出量迅速下降, 瓦斯超限得到缓解。8205工作面初采时间为27 d。

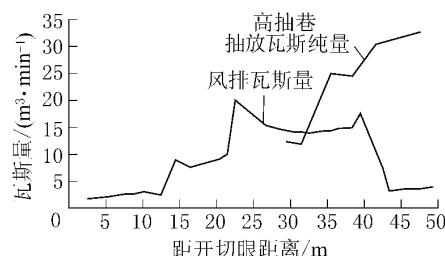


图3 阳煤五矿8205回采面初采期瓦斯涌出规律

初采期瓦斯超限的根本原因为, 当工作面推进到一定距离时, 随着直接顶和基本顶的冒落, 使工作面上覆近距离邻近煤层14号、13号煤层及含瓦斯的K<sub>3</sub>、K<sub>4</sub>灰岩卸压, 瓦斯不均衡地涌出, 而此时顶板冒落造成的卸压高度达不到走向高抽巷, 高抽巷暂时不起作用, 因而使已卸压的近距离邻近层瓦斯大量涌向工作面, 加上工作面采空区瓦斯的涌出, 引起瓦斯超限。因此, 需要加大工作面配风量或采取其他抽放措施来降低瓦斯浓度, 但这些措施减缓了初采期推进速度, 增加了初采时间。

2009年7月20日, 寺家庄矿15104工作面开始回采。工作面从开切眼开始推进的57 m距离内, 对高抽巷抽放参数进行观测, 收集回采期间回风流瓦斯浓度和风量, 并绘制抽放纯量和风排瓦斯量变化曲线, 如图4所示。

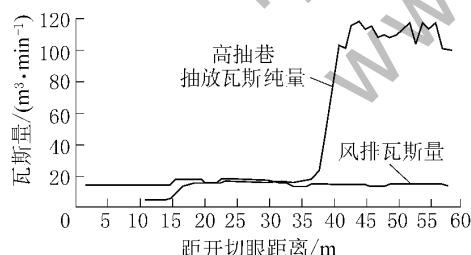


图4 寺家庄矿15104工作面高抽巷

抽放量和风排瓦斯量变化曲线

由图4可以看出, 寺家庄矿15104工作面从开切眼推进至15 m以前时, 风排瓦斯量变化不大, 平均为14.02 m<sup>3</sup>/min, 此阶段的抽放纯量平均为5.49 m<sup>3</sup>/min, 抽放率为28.14%; 工作面推进至15和22 m左右时分别出现瓦斯涌出高峰, 但由于伪倾斜后高抽巷的布置, 抽采了大量近距离邻近层卸压瓦斯, 抽放纯量增加至16.49 m<sup>3</sup>/min, 风排瓦斯量并未骤然增加, 而是趋于稳定, 平均为

17.61 m<sup>3</sup>/min, 抽放率达到48.36%, 瓦斯超限次数大幅减少; 工作面推进至38.6 m时, 基本顶初次来压, 卸压带高度达到走向高抽巷, 抽放纯量增加至110.71 m<sup>3</sup>/min, 此时工作面风排瓦斯量平均为14.60 m<sup>3</sup>/min, 高抽巷抽放率达到88.35%。15104工作面初采时间为18 d。

通过对分析2个工作面回采期间瓦斯涌出规律得出, 由于伪倾斜后高抽巷配合走向高抽巷抽放技术的应用, 初采期15104工作面风排瓦斯量变化不大, 初采时间相对减少9 d; 正常回采期间抽放率达88.35%, 确保了回采工作安全快速地进行。

## 6 结语

伪倾斜后高抽巷配合走向高抽巷抽放瓦斯技术适用于回采期间邻近层瓦斯涌出量大, 特别是初采期瓦斯涌出异常的工作面, 目前在寺家庄矿取得了很好的效果。伪倾斜后高抽巷成功解决了初采期工作面频繁超限的难题, 相对降低了工作面配风量, 提高了初采期推进速度, 缩短了初采时间。合理位置的走向高抽巷在工作面冒落“三带”形成后, 抽放效果显著提高, 保证工作面安全高产高效的同时, 更能充分利用瓦斯资源。

### 参考文献:

- [1] 王兆丰, 刘军. 我国煤矿瓦斯抽放存在的问题及对策探讨 [J]. 煤矿安全, 2005, 36 (3): 29–32.
- [2] 马丕梁, 蔡成功. 我国煤矿瓦斯综合治理现状及发展战略 [J]. 煤炭科学技术, 2007, 35 (12): 7–11.
- [3] 任晓峰, 周建斌, 任发伍. 利用后部高抽放巷治理综放工作面初采期瓦斯 [J]. 煤炭科学技术, 2001, 29 (5): 4–7.
- [4] 钱鸣高, 刘忻成. 矿山压力及其控制 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1984.
- [5] 王光泉, 刘伟东, 余国锋. 综放开采高抽巷布置合理位置分析 [J]. 煤炭技术, 2007, 26 (10): 83–85.
- [6] 邵广印. 谢桥矿综采面高抽巷布置层位探讨 [J]. 煤炭技术, 2008, 27 (1): 143–145.
- [7] 耿玉德, 孙新荣, 曲宗波, 等. 高抽巷瓦斯抽放技术在天池煤矿的应用 [J]. 煤矿现代化, 2007, 16 (5): 59–60.
- [8] 郑艳飞, 杨胜强, 张园园, 等. 倾斜高抽巷瓦斯抽采在阳泉五矿的应用 [J]. 煤炭技术, 2010, 29 (1): 102–105.
- [9] 于不凡. 煤矿瓦斯灾害防治及利用技术手册 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2005.
- [10] 游浩, 李宝玉, 张福喜. 阳泉矿区综放面瓦斯综合治理技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2008.
- [11] 郭有慧, 曲庆栋, 张吉林, 等. 后伪高抽巷治理综放面初采瓦斯 [J]. 煤矿安全, 2006, 37 (12): 7–9.