

大直径高位钻孔代替高抽巷抽采瓦斯的研究

张海权¹，王惠风¹，王向东²

(1. 河南理工大学 能源科学与工程学院，河南 焦作 454000；2. 华晋焦煤有限责任公司，山西 吕梁 033315)

摘要：针对高抽巷施工工程量大、投入大的问题，在沙曲矿24207综采工作面进行了大直径高位钻孔替代高抽巷的试验，对二者的抽采效果进行了对比分析。高位钻孔抽采瓦斯效果达到了高抽巷抽采瓦斯的效果，且高位钻孔呈扇形布置，能扩大抽采范围，延长瓦斯抽采服务时间，提高瓦斯抽采率，将工作面回风瓦斯体积分数控制在0.33%左右。应用结果表明用大直径高位钻孔代替高抽巷进行瓦斯抽采是可行的。

关键词：大直径高位钻孔；高抽巷；瓦斯抽采；采空区；以孔代巷

中图分类号：TD712 文献标志码：A 文章编号：0253-2336(2012)06-0051-03

Study on Gas Drainage with Large Diameter High Level Borehole to Replace High Level Gas Drainage Gateway

ZHANG Hai-quan¹, WANG Hui-feng¹, WANG Xiang-dong²

(1. School of Energy Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China;

2. Huajin Coking Coal Company Ltd., Liliang 033315, China)

Abstract: According to the high engineering and high investment problems in a construction of high level gas drainage gateway, an experiment of large diameter high level borehole to replace a high level gas drainage gateway was conducted in No. 24207 fully mechanized coal mining face in Shaqu Mine and a comparison and analysis on the gas drainage effects of the two methods was conducted. The gas drainage effect with high level borehole was reached the gas drainage effect with high level gateway. The high level boreholes with a layout of fan could expand the gas drainage scope, could extend the gas drainage service time and could improve the gas drainage rate. The gas volume fraction of the air returning gateway in the coal mining face could be controlled around 0.33%. The application results showed that the large diameter high level borehole was feasible to replace the high level gas drainage gateway for gas drainage.

Key words: large diameter high level borehole; high level gas drainage gateway; gas drainage; goaf; borehole to replace gateway

矿井瓦斯是煤矿重大自然灾害之一，严重威胁、制约着矿井安全生产^[1]。近年来，随着矿井生产强度的提高和开采深度的加大，矿井瓦斯涌出量增大，采空区瓦斯涌出量加剧^[2]。在煤矿瓦斯治理中采空区内瓦斯抽采是非常关键的，关系着回采工作面的瓦斯浓度控制、工作面空气质量的提高、采空区煤炭自燃的预防及整个矿井的瓦斯抽采利用等^[3]。沙曲矿24202工作面瓦斯治理实践表明，工作面采空区瓦斯涌出量占工作面瓦斯涌出量的60%以上，对采空区瓦斯必须采取合理有效的治理措施。沙曲矿通常采用走向高抽巷抽采采空区

瓦斯，取得了比较好的效果，但布置走向高抽巷工程量大、投入大，限制了沙曲矿生产规模、生产效率和经济效益的提高。基于此，决定在24207工作面进行大直径高位钻孔代替高抽巷的试验。

1 工作面概况

沙曲矿24207综采工作面为3号煤层和4号煤层合层开采，工作面煤层平均厚度4.17 m，采用一次采全高的方式开采，两进一回的通风方式，全部垮落法管理顶板。工作面绝对瓦斯涌出量26.72 m³/min，相对瓦斯涌出量14.16 m³/t。工作面距离

收稿日期：2012-01-10；责任编辑：王晓珍

作者简介：张海权（1986—），男，河南信阳人，硕士研究生。Tel：18639168584，E-mail：sunboyzhq@126.com

网络出版时间：2012-06-15 10:27:00；网络出版地址：http://www.cnki.net/kcms/detail/11.2402.TD.20120615.1027.201206.51_014.html

引用格式：张海权，王惠风，王向东. 大直径高位钻孔代替高抽巷抽采瓦斯的研究 [J]. 煤炭科学技术，2012, 40 (6): 51-53, 57.

上部2号煤层10.5 m, 距离下部5号煤层5.6 m。2号煤平均厚度1.04 m, 5号煤平均厚度为3.3 m。工作面3、4号合层原始瓦斯含量10.89 m³/t, 其下部煤层5号煤层, 原始瓦斯含量12.06 m³/t, 2号煤层的原始瓦斯含量为10.65 m³/t, 工作面上下邻近煤层瓦斯含量均较大, 因此在工作面回采过程中, 除了回采煤层瓦斯涌出外, 上下煤层均不断涌出瓦斯, 严重影响工作面回采工作。

2 大直径高位钻孔布置

1) 钻孔设计原则。①钻孔位置选择要合理, 因钻孔施工方向为上部的裂隙带区域, 要求钻孔高度位于裂隙发育充分且瓦斯浓度较高的区域。②钻孔要均匀布置且间距合理, 且钻孔终孔间距要在单孔有效抽采范围内, 做到无缝衔接, 不能因钻孔搭接不上而致使瓦斯抽采降低, 影响瓦斯抽采效果。③钻孔布置要便于施工, 减少出现常规钻机无法施工的角度。

2) 钻孔合理位置的选择。钻孔层位布置合理与否, 是影响抽采效果的关键因素。上覆岩层的运移及其裂隙分布情况对合理布置钻孔位置起关键作用。采场覆岩移动规律的理论分析表明, 覆岩的移动破坏, 在竖直上通常划分为“三带”, 即冒落带、裂隙带、弯曲下沉带。煤层开采后, 覆岩的裂隙及离层的分布, 将对瓦斯的流动产生重大影响, 离层裂隙即瓦斯积聚的空间, 也是瓦斯流动的通道^[4]。根据上述覆岩移动规律和瓦斯流动规律, 裂隙带是邻近层瓦斯和冒落区瓦斯的主要聚集区, 有大量、高浓度瓦斯, 同时裂隙发育充分, 是抽采瓦斯的最佳层位。具体地讲, 冒落带上部、裂隙带中下部是布置高位钻孔的最佳层位^[5-6]。根据《顶板岩层“三带”划分的综合分析法》进行计算, 钻孔的有效距离位于工作面顶板以上36~44 m处, 是严重断裂带和一般断裂带的交界处, 此处裂隙宽度合适, 透气性良好, 且断裂不太严重, 钻孔不会因断裂而造成切孔, 是适于抽采的区域。为提高钻孔的有效抽采长度, 将钻孔终孔高度设计为48 m。并且要求钻孔进入采空区时要达到顶板以上24 m的高度。

3 高位钻孔抽采卸压瓦斯基本原理

高位钻孔就是在回风巷向煤层顶板施工的钻

孔, 高位钻孔瓦斯抽采就是利用工作面回采采动压力形成的离层裂隙作为通道来抽采释放的瓦斯^[7]。在抽采负压的作用下, 瓦斯沿着裂隙流到抽采钻孔内, 通过抽采管路被直接抽到地面或总回风巷中。根据回采工作面压力规律的研究^[8-9], 在开采过程中受采动影响形成的“三带”和“三区”(煤壁支撑影响区、离层区和重新压实区), 成为高位钻孔采空区抽采技术的主要理论依据。采动对煤层瓦斯解吸及对顶板内瓦斯运移的控制^[10], 均为瓦斯抽采创造了条件。高位钻孔距工作面还有一定距离时, 有时能抽出高浓度瓦斯, 说明煤壁支撑影响区煤层顶板已有裂隙作为瓦斯通道。随着采动影响, 工作面煤壁受压瓦斯开始解吸, 解吸出的瓦斯通过裂隙流入钻孔, 这就是高位钻孔的重要作用^[4]。

4 24207高抽巷及德钻高位钻孔布置参数

在24207综采工作面高抽巷及德钻(德国ADR—250型钻机)高位钻孔交错布置, 共设计布置了倾向高抽巷9条, 德钻施工的高位钻孔钻场9个, 距开切眼20 m布置1号高抽巷, 其他高抽巷及高位钻孔钻场间距均为100 m。倾向高抽巷抽采上邻近层卸压瓦斯, 主要利用回风巷掘进斜巷, 以40°33'起坡, 全长74.8 m, 爬至回采煤体上方10倍采高, 深入回采煤体的投影距离为20 m。德钻高位钻孔呈扇形布置, 钻孔方向总体倾向开切眼方向, 钻孔深入工作面20 m, 终孔在顶板10~12倍采高位置, 处于裂隙发育区, 适合裂隙带抽采。其中24207回风巷德钻高位钻孔设计参数见表1, 德钻高位钻孔和高抽巷布置如图1所示。

表1 24207回风巷德钻高位钻孔设计参数

孔号	1	2	3	4	5
孔深/m	80	81	85	92	100
倾角/(°)	37	36	33	30	27
方位角/(°)	180	193	205	214	222

注: 钻孔开孔间距约为0.6 m, 各钻孔均向运输巷并偏向开切眼方向钻进, 终孔高度为48 m, 5个钻孔位于运输巷上方的钻孔轨迹到运输巷顶板法向距离最小32.5 m, 为8倍采高, 因钻杆比较重, 自然下垂, 钻孔轨迹略有弯曲。

5 高位钻孔的抽采效果分析

24207工作面从2011年1月开始回采, 高抽巷和德钻高位钻孔利用24207回风巷左帮(靠近煤

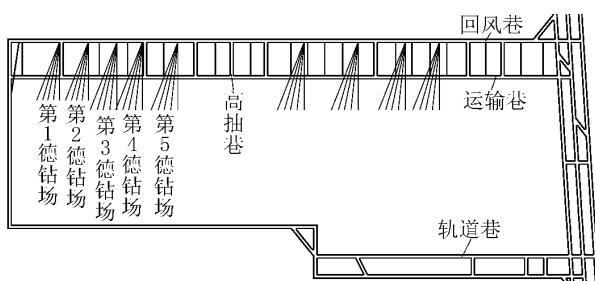


图1 24207工作面德钻高位钻孔和高抽巷布置

体一侧) $\phi 320$ mm 管路抽采, 高抽巷和德钻高位钻孔交替进行裂隙带的抽采, 其抽采结果见表2。

表2 2011年瓦斯抽采结果

抽采日期	钻场序号	平均抽采体积分数/%	平均抽采纯量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1})$
3月1日—5月28日	第1德钻场	35.05	7.90
4月1日—6月20日	第2德钻场	41.16	11.18
5月30日—6月26日	第3德钻场	41.21	10.38
6月27日—8月15日	第4德钻场	33.74	3.95
8月16日—10月2日	第5德钻场	42.35	11.69
10月3日—10月11日	第3高抽巷	30.00	7.80

24207尾巷第1、第2高抽巷抽采效果不甚理想, 这与高抽巷设计、气密性、高位钻孔交错布置有很大的关系, 从抽采效果上, 德钻高位钻孔抽采效果良好且抽采比较稳定。以第1德钻场高位钻孔抽采参数和效果为例进行分析。

24207尾巷第1德钻场距工作面初采位置138 m, 钻场内布置5个钻孔, 钻孔呈扇形布置, 1—5号钻孔按工作面推进方向依次排开, 靠近工作面初采位置的1号钻孔距工作面初采位置约78 m, 钻孔的终孔水平间距均为15 m, 5号钻孔垂直巷道走向布置, 其终孔位置距工作面初采位置138 m。第1德钻场钻孔抽采参数见表3。

表3 2011年第1德钻场钻孔抽采数据

时期	平均抽采体积分数/%	Q_1	Q_2	工作面推进位置/m	钻场与工作面相对位置/m
预抽期	46.6	7.41	3.45	71—77	67—61
高浓期	37.3	31.07	11.58	78—153	60—15
衰减期	28.0	34.15	9.56	154—247	—16—109

注: Q_1 为平均抽采混合量, m^3/min ; Q_2 为平均抽采纯量, m^3/min “+” 表示工作面推进至德钻场前 “—” 表示德钻场滞后于工作面推进。

1) 预抽期(2011年3月1日—3月7日)。钻孔处于回采工作面超前应力区, 煤层及顶板受压产生微小裂隙, 煤层瓦斯沿顶板裂隙通道涌向钻孔。此期间瓦斯抽采浓度高, 但是由于顶板裂隙发育不充分, 透气性低, 瓦斯抽采量较低, 抽采效果不明显。

2) 高浓期(2011年3月8日—4月12日)。钻孔处于回采工作面采空区卸压区, 顶板发生冒落、移动和卸压, 瓦斯在采空区裂隙带不断积聚并由抽采钻孔抽出。此期间瓦斯抽采浓度较高, 由于顶板裂隙发育充分, 透气性高, 瓦斯抽采量大, 抽采效果最佳。

3) 衰退期(2011年4月13日以后)。由于24207为下山回采工作面且矿井采用抽出式通风方式, 采空区瓦斯始终涌向工作面推进位置。随着工作面不断推进, 钻孔逐渐远离采空区的瓦斯积聚区, 瓦斯抽采浓度逐渐下降, 呈现衰减态势。

从瓦斯抽采混合量和抽采纯量来看, 德钻高位钻孔抽采瓦斯效果达到了高抽巷的抽采瓦斯效果, 且德钻高位钻孔呈扇形布置, 钻孔覆盖范围大, 工作面在采空区边界距钻场前60 m就进入高浓期, 高浓抽采步距可以达到100 m以上, 解决了高抽巷抽采步距短的弊端, 保证了相邻钻场瓦斯高浓度抽采期的正常衔接。24207工作面绝对瓦斯涌出量 $26.72 \text{ m}^3/\text{min}$, 工作面的实际瓦斯抽采量 $16.40 \text{ m}^3/\text{min}$, 其中24207德钻场瓦斯抽采总量占工作面抽采总量50%以上, 工作面回风瓦斯体积分数在0.33%左右, 工作面瓦斯处于安全浓度范围内。因此大直径高位钻孔代替高抽巷抽采采空区瓦斯是可行的。

6 结语

德钻高位钻孔比常规高抽巷施工费用低, 克服了施工高抽巷工程量大、投入大的不利因素, 同时也达到高抽巷的抽采效果, 保证矿井安全生产。德钻高位钻孔呈扇形布置, 能扩大抽采范围, 延长钻孔轨迹在卸压带高浓度瓦斯区的有效抽采长度, 提高了瓦斯抽采率, 延长瓦斯抽采服务时间。通过现场试验结合实际抽采数据可以得出用大直径高位钻孔替代高抽巷是可行的, 为沙曲矿日后实现“以孔代巷”治理瓦斯提供了理论依据和技术保证。

(下转第57页)

湿器、喷嘴及储水箱组成。经地面临时制冷站处理为0.5℃的冷水流经风室,与风流进行热湿交换,处理后的冷风经玻璃钢风管流经井下用风地点,在玻璃钢风筒内安设加湿器,再次对风流进行蒸发冷却,以便进一步对风流进行降温,如图2所示。

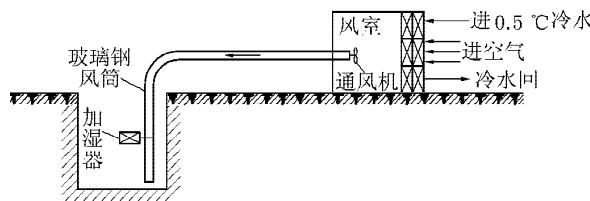
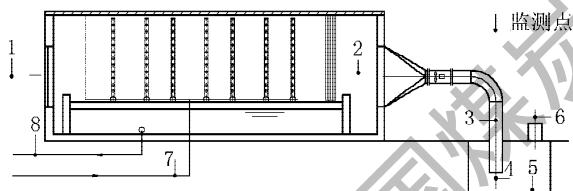


图2 赵楼矿井建设期间空气处理及冷风输送系统示意

在降温系统实施之前,实测工作面温度已超过32℃,最高超过35℃,曾经出现过短暂停工现象。系统安装施工完成,验收合格,开始进入试运行阶段,系统运行稳定可靠。系统降温效果监测点布置如图3所示。降温效果测试见表1。由表1看出,系统降温效果较好,井下掘进工作面温度符合《煤矿安全规程》规定,完全达到设计要求。



1—环境空气; 2—风机入口空气; 3—风机出口空气; 4—风筒出口空气; 5—工作面空气; 6—排风; 7—供水温度; 8—回水温度

图3 系统降温效果监测点布置示意

表1 降温效果测试

风室	风机功率/kW	出风口温度/℃	掘进工作面温度/℃
主井1号	2×30	25	26~28
主井2号	2×45	22	25~26

注: 主井1号立井涌水,水温44℃; 主井2号井壁无涌水。

4 结语

基建矿井作业环境温度高,降温负荷大,机械制冷多采用井上布置方式,采用局部通风机通风的沿途冷量损失大,在掘进工作面热湿交换不充分,投资的降温设备利用率低。针对上述问题,笔者提出了采用包括增加风量、利用双层风筒通风、控制热源等的非机械制冷方式以及机械制冷方式相结合的综合治理措施,进行制冷效果分析和实践,取得了良好效果。

参考文献:

- 王伟. 矿井局部热害快速蒸发冷却技术的研究 [D]. 青岛: 山东科技大学, 2009: 42~43.
- 舍尔巴尼. 矿井降温指南 [M]. 黄瀚文, 译. 北京: 煤炭工业出版社, 1982: 134~137.
- 陈平. 高温矿井热湿计算与空调新技术的研究 [D]. 泰安: 山东矿业学院, 1997: 34.
- 严荣林, 侯贤文. 矿井空调技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1994: 231~233.
- 兰贵枝. 孟加拉国巴矿建井期间降温措施的探讨 [J]. 煤炭科技, 2001 (4): 13~15.
- 杨德源, 杨天鸿. 矿井热环境及其控制 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 2009: 158.
- 李德忠, 李冰冰. 两淮矿区深井高温热害防治技术初探 [J]. 中国煤炭, 2008, 34 (4): 64~66.
- 胡汉华. 深热矿井环境控制 [M]. 长沙: 中南大学出版社, 2009: 72~75.
- 辛嵩. 矿井热害防治 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2011: 197~199.
- 王伟, 杨德源. 回采工作面热环境分析与风流冷却方式选择 [J]. 煤炭科学技术, 2011, 39 (6): 42~45.

(上接第53页)

参考文献:

- 陈开岩, 张占国, 林柏泉, 等. 综放工作面抽采条件下瓦斯涌出及分布特征 [J]. 采矿与安全工程学报, 2009, 26 (4): 418~422.
- 朱大志, 陈志平, 徐宏. 封闭采空区瓦斯抽采地面钻井技术在大隆矿的初步应用 [J]. 煤矿安全, 2009, 40 (8): 20~22.
- 李晓泉. 采空区高位钻场与高抽巷瓦斯抽采方法对比及实例分析 [J]. 煤矿安全, 2011, 42 (5): 122~125.
- 阚占和, 佟军, 魏保民, 等. 采空区高位钻孔瓦斯抽采技术应用与分析 [J]. 中国矿业, 2009, 18 (11): 100~104.
- 王军, 魏国山, 闫大为, 等. 大兴矿顶板岩石水平长钻孔瓦斯抽采技术的应用 [J]. 煤矿安全, 2008, 39 (12): 36~38.
- 孙荣军, 石智军, 吴璋. 煤层顶板瓦斯抽采水平长钻孔的设计与应用 [J]. 煤炭科学技术, 2008, 36 (1): 38~41, 94.
- 姜弘军, 张彦吉, 褚强. 高位钻孔抽采采空区瓦斯在金能煤业分公司的设计与应用 [J]. 矿业安全与环保, 2010, 37 (S1): 92~94.
- 张铁岗. 矿井瓦斯综合治理技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2001.
- 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.
- 张发明. 高位裂隙抽采瓦斯在车集矿的应用 [J]. 中州煤炭, 2010 (5): 98~104.