

Application of Gas Control Technology in Adjacent Seam of Very Thin Coal Seam

Song Yang

Xuyong Coal Mine, Sichuan Furong Group Industrial Co., Ltd., Luzhou Sichuan
Email: smsysys@163.com

Received: Dec. 23rd, 2018; accepted: Jan. 10th, 2019; published: Jan. 17th, 2019

Abstract

In order to realize the safe and efficient operation of coal mine, this paper studies the application of pressure relief gas control technology in adjacent seams during the mining of very thin coal seams. In this paper, the C₁₉ working face of the first coal seam in No.12 mining area of Xuyong Coal Mine is taken as the research object. Based on that, the pressure relief gas control technology of the adjacent seam in short-distance extremely thin coal seam mining is formulated, and the gas drainage data of high-level roadway are measured and analyzed. The results show that the technology of gas control in the adjacent seam of very thin coal seam is effective, which combines parallel and dense drilling along the seam with high-level roadway drilling, and the optimum distance between high-level Roadway Drilling Sites in Xuyong mining area is put forward, which provides basic data for future gas control in coal mine.

Keywords

Extremum Thin Seam, Adjacent Seams, Gas Control, Application Research

近距离极薄煤层邻近层瓦斯治理技术应用研究

杨 松

川煤集团芙蓉公司四川省叙永煤矿, 四川 泸州
Email: smsysys@163.com

收稿日期: 2018年12月23日; 录用日期: 2019年1月10日; 发布日期: 2019年1月17日

摘 要

为了实现煤矿安全高效地运行, 本文对近距离极薄煤层开采邻近层泄压瓦斯治理技术进行了应用研究。

本文以叙永煤矿12采区首采煤层C₁₉煤层工作面为研究对象,制定了近距离极薄煤层开采邻近层泄压瓦斯治理技术,并测量分析了高位巷瓦斯抽采数据。结果表明:采煤工作面顺层平行密钻孔抽采与高位巷钻场抽采相结合的近距离极薄煤层邻近层瓦斯治理技术是有效的,并提出了叙永矿区高位巷钻场的最佳间距优化方案,为今后煤矿瓦斯治理提供基础资料以供借鉴。

关键词

极薄煤层, 邻近层, 瓦斯治理, 应用研究

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

一般来说,当矿井的瓦斯超限报警次数居高不下,其工作面瓦斯浓度超限时间较长,严重制约矿井的安全生产的情况下,单一落后的工作面瓦斯治理技术手段难以满足安全生产需要,必须进行矿井瓦斯治理技术研究,才能实现矿井的安全生产[1] [2] [3] [4] [5]。近年来,针对煤层瓦斯治理问题国内外许多学者提出了多种工程技术措施。杨志宏[6]结合实际地质情况提出综合防治措施,建立合理的瓦斯抽采系统,确定工作面区域和局部瓦斯治理措施,并分析工作面上隅角瓦斯积聚原因,提出高效膨胀剂强制放顶的瓦斯治理措施;赵会波[7]通过分析顶板活动规律、“三带”数据的基础上,确定了综放面上隅角瓦斯顶板走向高位钻孔治理方案;苏伟伟等[8]提出了变径高位钻孔“分段叠抽”采空区瓦斯技术;张庆华等[9]在风险预测理论上,基于GIS平台开发了配套的煤与瓦斯突出预测软件系统。

为了解决回采工作面上隅角和回风瓦斯过高、超限现象,提高瓦斯治理效果,必须解决开采过程中本煤层瓦斯涌出和邻近层瓦斯涌出的抽放问题,把瓦斯作为一种资源优势进行开采,使瓦斯抽采出地面后能达到发电或者民用功能标准。因此,本文以叙永矿区为研究对象,针对近距离极薄煤层开采邻近层泄压瓦斯治理技术进行应用研究。

2. 采区瓦斯风险分析

2.1. 采区概况

四川省叙永煤矿隶属于四川省煤炭产业集团芙蓉公司,矿井开采井田为古叙矿区落叶坝井田,井田位于叙永县城以南15 Km,地理坐标:东经105°28'07"~105°39'22",北纬28°04'00"~28°09'45"。本文研究对象为叙永煤矿12采区,12采区是位于矿井范围内最大的一个断层F69断层西翼的一个采区,浅部以+1000 m水平标高为界,深部以+790 m水平标高煤层底板等高线为界,东至F69断层保安煤柱为界,西至井田边界保安煤柱为界。浅部(+1000 m标高)走向长度1200 m,深部(+790 m标高)走向长度1670 m;倾斜长平均424 m,采区面积644,438 m²,储量计算面积431,865 m²。

12采区内有C₁₉煤层、C₂₀煤层、C₂₄及C₂₅煤层,且在本采区内全部可采;其中,C₁₉煤层与C₂₀煤层平均相距3.29 m。

根据矿井在近年来瓦斯等级鉴定结果报告中显示,均属高瓦斯矿井。2016年瓦斯等级鉴定结果显示:矿井相对瓦斯涌出量为23.979 m³/t,矿井绝对瓦斯涌出量为17.875 m³/min。而各煤层煤尘均不具爆炸性。

且井田内可采煤层、煤质牌号为三号无烟煤(WYO3), 中等灰分(12%~25%), 含硫较低(0.1%~0.15%), 高发热量(5200~6000 千卡/Kg)的优质无烟煤, 属不易自燃煤层。

2.2. 瓦斯涌出来源分析

通过室内试验测得叙永煤矿 12 采区煤层瓦斯基础参数, C19 煤层煤孔隙率 8.86%; C20 煤层煤孔隙率 7.89%; 且煤样吸附实验结果如表 1 所示。

Table 1. Gas adsorption test and industrial analysis of coal samples

表 1. 煤样吸附瓦斯试验与工业分析结果

煤层	标高	吸附常数		灰分 A _{ad} (%)	水分 M _{ad} (%)	挥发分 Vdaf (%)	真密度 (t/m ³)	瓦斯压力 (MPa)
		A (m ³ /rt)	B (Mpa ⁻¹)					
C ₁₉	+890	36.808	0.856	25.62	2.36	7.3	1.63	0.418
C ₂₀	+930	39.517	1.136	15.45	2.49	4.01	1.53	0.675

根据国家安全生产监督管理总局《矿井瓦斯涌出量预测方法》(AQ1018-2006), 12 采区的首采煤层为 C19 煤层, 采用间接法测定瓦斯含量, 煤层瓦斯含量计算公式如式(1)所示:

$$X = \frac{abP}{1+bP} \times \frac{100 - A_{ad} - M_{ad}}{100} \times \frac{1}{1+0.31M_{ad}} + \frac{10KP}{\gamma} \quad (1)$$

式中,

X ——煤层瓦斯含量, m³/t;

P ——煤层绝对瓦斯压力, MPa;

γ ——煤的容重, t/m³;

K ——煤的孔隙体积, m³/m³。

经计算, C19 煤层、C20 煤层瓦斯含量分别为 7.677 m³/t, 14.947 m³/t。

根据国家安全生产监督管理总局《矿井瓦斯涌出量预测方法》, 本文 12 采区煤层瓦斯涌出量计算结果如表 2 所示。

Table 2. Gas emission from coal seams

表 2. 各煤层瓦斯涌出量

煤层 编号	瓦斯含量 (m ³ /t)	煤层均厚(m)	采高 (m)	开采层瓦斯涌出量 (m ³ /t)	邻近层瓦斯涌出量 (m ³ /t)	总涌出量 (m ³ /t)
C ₁₉	7.68	0.90	1.1	1.67	9.63	11.3
C ₂₀	14.95	0.81	0.9	9.82	1.97	11.79
C ₂₄	6.25	1.06	1.3	0.25	1.81	2.06
C ₂₅	9.62	0.6	0.8	3.31		3.31

3. 邻近层瓦斯治理技术

叙永煤矿的近距离极薄煤层开采邻近层泄压瓦斯治理技术总体方案是: 本煤层采煤工作面施工顺层平行密钻孔抽采, 设计钻孔间距不大于 3 米。本煤层风巷施工高位巷钻场, 高位巷钻场间距 80 m。在高位巷钻场施工穿层钻孔, 钻孔深度大于 90 m, 钻孔终孔位置控制在 C19 煤层顶板上方高度分别为 8 m、13 m 位置, 倾向方向控制风巷往下 24 m。

高位巷钻孔第一阶段钻孔设计 6 个，第二阶段钻孔设计 8 个。1593 风巷方位 151°，钻孔终孔位置控制在 C19 煤层顶板上方高度分别为 8 m、13 m 位置，倾向方向控制风巷往下 24 m。钻孔开口开孔高度 0.3 m 和 0.6 m，间距 0.5 m，终孔间距 5.0 m 以内。钻孔布置图如图 1 所示。

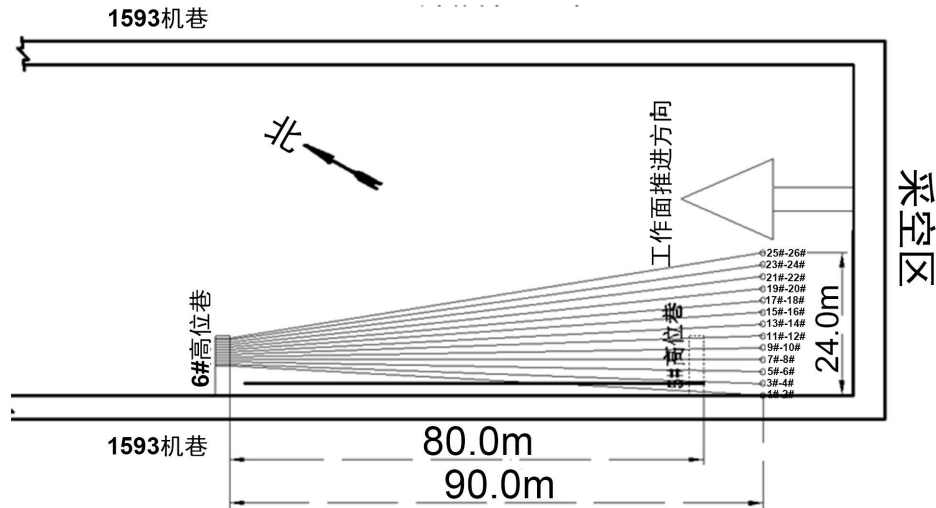


Figure 1. Design drawing of drainage drilling in high roadway drilling site
图 1. 高位巷钻场抽采钻孔设计图

4. 瓦斯治理效果分析

4.1. 第一阶段瓦斯治理成果分析

第一阶段高位巷钻孔完成后，开始瓦斯抽采作业，作业过程中记录高位巷钻孔浓度及抽采量的时程变化曲线，如图 2 所示。

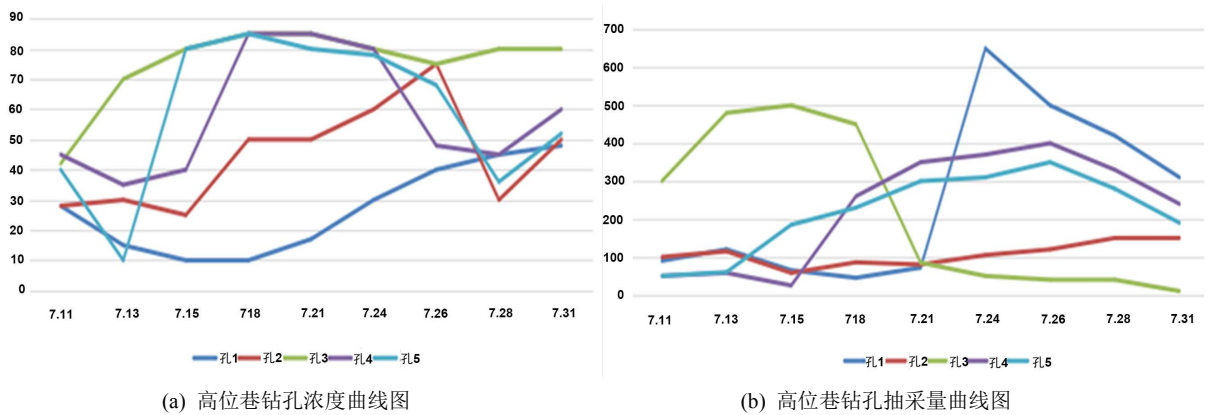


Figure 2. Data map for measuring the effect of gas control in one stage
图 2. 一阶段瓦斯治理效果测量数据图

由图 1 可知，从钻孔投抽开始，7 月 11 日钻孔的终孔位置距工作面 10 m 左右，此点为采空区瓦斯富集区。钻孔末端负压满足规定要求，并且负压足够大，抽采浓度总体较高。通过 7.24、7.26、7.28、7.31 四次测流数据分析，数据变化不大，只是 4#、5# 钻孔抽采浓度有所降低，原因为目前工作面距离 1# 钻场只有 20 m 左右，钻孔位置和垂直距离降低。随着工作面的不断推进 1# 和 5# 钻孔(全长下导管)浓度都比较

低, 2#、3#和 4#钻孔相对较高。通过上述数据分析, 基本可以判定高位巷钻孔瓦斯抽放最佳斜向距离 10 m 位(3 号孔位置)。

以第一个高位巷钻场钻孔所控制的回采面积及所回采时间为一个抽采单元分析得出:

5 月 29 日至 6 月 15 日期间, 风排瓦斯量占工作面绝对瓦斯涌出量的 55.35%, 抽采量占 14.45%, 在割煤期间回风瓦斯长期处于 0.8%~1.0%超限临界值, 对生产影响较大, 同时也无法满足地面供气保障。

6 月 16 日至 7 月 11 日期间, 风排瓦斯量占工作面绝对瓦斯涌出量的 49.36%, 抽采量占 19.19%, 在割煤期间回风瓦斯处于 0.6%~0.8%之间, 在工作面机尾拉架或上隅角风障未牵设好时, 会偶尔造成回风瓦斯超限, 对生产有一定影响。

7 月 12 日至 7 月 31 日期间, 风排瓦斯量占工作面绝对瓦斯涌出量的 34.97%, 抽采量占 39.46%, 在割煤期间回风瓦斯处于 0.3%~0.45%之间, 实现安全回采作业, 同时保证了矿井抽采量, 抽采纯量基本稳定在 3.4~4.2 m³/min 之间, 确保了地面民用气量, 若继续优化钻孔设计, 提高高位钻孔的利用率, 基本能达到发电的条件。

4.2. 第二阶段瓦斯治理分析

从钻孔投抽开始, 钻孔末端负压满足规定要求, 并且负压足够大。从 8 月 13 日到 8 月 15 日之间, 钻孔处于工作面集中压力区, 且终孔位置岩层未发生垮冒或者产生裂隙, 故而抽采效果不理想。随着工作面的推进, 到 8 月 15 日采空区裂隙导通钻孔, 钻孔抽采浓度开始上升。1#、2#、3#钻孔直到 8 月 19 日抽采效果不佳, 原因为 2#、3#钻孔施工孔深不够, 在工作面推进初期, 采空区裂隙并未导通钻孔, 故而只能抽采 C19 本煤层瓦斯。第二阶段高位巷钻孔结束后, 开始瓦斯抽采作业, 作业过程中记录高位巷钻孔浓度及抽采量的时程变化曲线, 如图 3 所示。

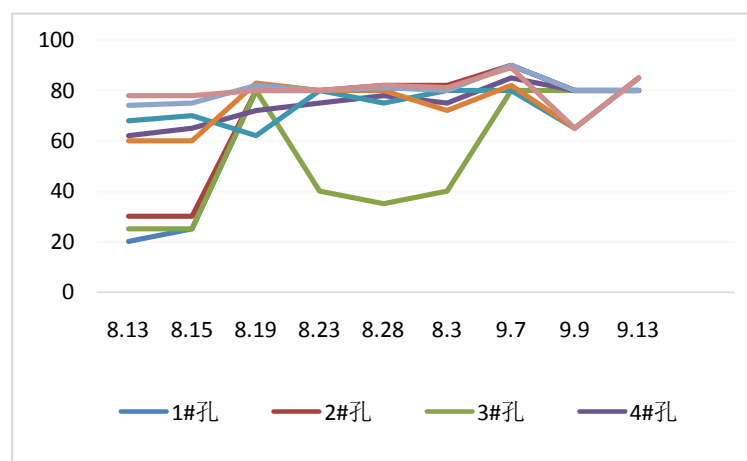


Figure 3. Drilling concentration curve of two-stage high-level roadway
图 3. 二阶段高位巷钻孔浓度曲线图

由图 2 可知, 从 8 月 15 日到 9 月 13 日之后, 随着工作面的推进, 钻孔抽采浓度始终处于高位, 说明这阶段钻孔抽采充分, 钻孔控制采空区瓦斯范围合理, 同时并未出现抛物线结构图尾部下降趋势。摆脱了钻场附近 10 m 范围抽采不充分问题。同时说明第一阶段中对于垂直方向上的距离对抽采浓度并无影响。

通过曲线分析, 除初期 1#、2#、3#钻孔抽采浓度不高, 其他钻孔抽采浓度效果都比较理想。这里针对 1#钻孔进行说明, 1#钻孔位于 1593 风巷顶板顶部附近, 钻孔瓦斯浓度也不高。1593 工作面风巷上覆

岩层受工作面煤壁支撑压力覆岩重力共同作用, 形成暂时稳态的悬臂梁结构, 因此工作面上覆岩层中的冒落带岩层完全垮落及裂隙带内的裂隙发育需要滞后于工作面一段时间。故而抽采效果不佳。从工作面倾向看, 从 1593 风巷向下 21 m 范围内, 8 月 15 日后各钻孔抽采效果都比较好, 说明, 采空区垮落充分, 且钻孔控制范围和高度都比较理想, 故而后期实践将继续扩大控制范围。

第一阶段施工 6 个钻孔, 抽采浓度平均在 40% 以上, 当月共计抽采瓦斯 6.48 万 m^3 , 占整个 1593 工作面上隅角抽采瓦斯总量的 28.3%。抽采管路管径为 108 mm, 6 个钻孔不能满足 1593 工作面上隅角瓦斯治理。

第二阶段共计施工 8 个钻孔, 抽采浓度提高到 70% 以上, 当月共计抽采瓦斯 7.53 万 m^3 , 占整个 1593 工作面上隅角抽采瓦斯总量的 32.8%, 相比较第一阶段抽采量提高了 4.5%, 但是总抽采量增加与抽采浓度不成比例, 初步分析为管路管径过小, 导致抽采能力不足影响抽采量, 后期将抽采管路管径更改为 200 mm。

4.3. 瓦斯治理效果评价

通过在 1593 综采工作面实施高位巷抽采钻孔瓦斯治理措施, 工作面割煤期间回风瓦斯 0.4%, 工作面上隅角风障外瓦斯浓度 0.4%~0.6% 之间, 挡风障内瓦斯 1%~2% 之间, 通过工作面上隅角的瓦斯数据监控, 工作面瓦斯得到有效控制。而在未实行高位巷抽采钻孔瓦斯治理措施前, 1593 综采工作面回风流及上隅角瓦斯浓度经常超限, 上隅角瓦斯浓度常常达 0.9% 以上。由此证明该高位巷抽采钻孔瓦斯治理技术能够有效地抽采邻近层泄压瓦斯, 对采空区上部垮落的瓦斯聚集区域能够有效控制。上隅角瓦斯浓度及回风流中的瓦斯浓度大大降低, 最大程度的控制工作面上隅角瓦斯, 防治瓦斯超限。在实施高位巷施工抽采钻孔瓦斯治理技术后, 工作面钻孔瓦斯数据单孔流量基本 0.4~0.6 m^3/min 以上。

综采工作面高位巷钻场钻孔抽放技术更好的补充了综采工作面瓦斯治理技术。提高了工作面推进度, 保障的工作面的安全生产, 瓦斯治理效果明显。

5. 结论

本文结合叙永煤矿开采煤层及相邻采空区的实际情况, 针对叙永煤矿开采煤层及相邻煤层的瓦斯涌出量, 提出了近距离极薄煤层开采邻近层瓦斯治理技术, 并分析了该瓦斯治理效果, 得到如下结论:

1) 确定了采煤工作面打顺层平行密钻孔抽采与风巷施工高位巷钻场抽采相结合的近距离极薄煤层开采邻近层瓦斯治理技术总体方案。

2) 结合叙永煤矿瓦斯基本情况及矿井实际, 确定了叙永煤矿高位巷钻孔终孔位置控制在 C19 煤层顶板上方高度分别为 8 m、13 m 位置, 倾向方向控制风巷往下 24 m。

3) 结合叙永煤矿瓦斯基本情况及矿井实际, 确定了叙永煤矿高位巷抽采钻孔范围在 24 m 之内。

4) 通过近距离极薄煤层开采邻近层泄压瓦斯治理技术效果分析, 验证了技术有效地控制了采煤工作面及采空区的瓦斯涌出浓度, 提高了矿井的瓦斯抽采效率, 缩短了煤矿瓦斯治理时间, 取得了良好的效果; 该技术的实验成果对叙永矿区瓦斯治理作用明显、效果突出, 值得推广应用。

参考文献

- [1] 罗虎, 肖怀. 近距离突出煤层群“夹心层”开采瓦斯治理技术研究与应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2018(17): 134-135.
- [2] 李岩. 下邻近层瓦斯治理技术在东曲煤矿的应用[J]. 矿业装备, 2018(4): 80-81.
- [3] 周志琨. 刘家梁矿 5134 工作面瓦斯综合治理技术研究与应用[J]. 山东煤炭科技, 2017(1): 89-91.
- [4] 陈敏, 段超华, 冯星. 近距离煤层群钻采渗透率演化规律数值模拟研究[J]. 煤炭技术, 2016, 35(6): 198-200.

-
- [5] 武瑞龙, 李希建, 黄良, 何登华, 王伟, 尹鑫. 近距离三软薄煤层群综采工作面瓦斯治理技术[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(2): 99-103.
- [6] 苏伟伟, 田野. 变径高位钻孔“分段叠抽”采空区瓦斯技术[J]. 煤矿安全, 2018, 49(12): 64-67 + 71.
- [7] 赵会波. 顶板走向高位钻孔在综放面上隅角瓦斯治理中应用[J]. 煤炭工程, 2018(12): 69-72.
- [8] 杨志宏. 大采高综采工作面瓦斯综合防治技术[J]. 煤矿现代化, 2019(1): 61-63.
- [9] 张庆华, 蒲阳. 高产高效矿井煤与瓦斯突出动态预测技术研究[J]. 煤炭科学技术, 2018, 46(10): 65-72.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2329-7301, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: me@hanspub.org