

高位钻孔超前负压抽采技术在贵州长兴煤矿高瓦斯矿井中的应用

孔祥贵^{1,2}, 贾昆鹏³, 范杰⁴, 侯颖^{5*}

(1. 山东泰山地勘集团有限公司, 山东 济南 250101; 2. 贵州大学资源与环境工程学院, 贵州 贵阳 550025;
3. 山东泰山资源勘查有限公司, 山东 济南 250100; 4. 贵州金沙县长青矿业有限公司, 贵州 毕节 551800;
5. 菏泽市自然资源和规划局, 山东 菏泽 274000)

摘要:在煤炭开采中,瓦斯灾害是制约矿井安全生产的关键问题。顶板裂隙带作为瓦斯运移与积聚的主控通道,其治理技术至关重要。本文以长兴煤矿 11203 工作面为例,提出一种基于高位钻孔的超前负压抽采技术,通过精准布局于裂隙发育区,实现对原始瓦斯的疏排。现场试验表明:在 60 kPa 负压下,1# 孔抽采浓度可达 59.05%;当负压降至 31 kPa,且 1#、2# 钻孔协同运行时,工况瞬时纯流量增至 28.23 m³/min,混合流量累计抽采量高达 3 140 156.83 m³,较 60 kPa 条件下分别提升近 10 倍和 22 倍。同时,工作面瓦斯绝对涌出量由 13.80 m³/min 下降至 8.52 m³/min,降幅达 38.3%。研究表明,该技术可有效提高抽采效率与治理前瞻性,特别适用于深部、高瓦斯及裂隙系统发育煤层,为西南岩溶区瓦斯灾害的主动防控提供了新路径。

关键词:瓦斯灾害;高位钻孔;顶板裂隙带;负压抽采技术;长兴煤矿;贵州省

中图分类号:P634

文献标识码:A

doi:10.12128/j.issn.1672-6979.2025.10.011

0 引言

在煤炭资源开发过程中,瓦斯灾害始终是制约矿井安全与高效生产的核心难题之一^[1-4]。随着开采深度的增加和矿井地质环境的复杂化,瓦斯灾害在高瓦斯矿井中的危害愈发严重,且治理难度大幅上升^[5-7]。顶板裂隙带是瓦斯聚集与迁移的关键通道,因此,研究与应用其治理技术对保障矿井安全至关重要^[8-10]。近年来,作为截断顶板裂隙带瓦斯的重要手段,高位钻孔技术在理论与实践中取得了显著进展^[11-14]。该技术通过在裂隙带关键区域布设钻孔,利用负压抽采系统有效降低瓦斯浓度,防止瓦斯超限,从而显著提升了矿井的安全性与生产效率。

许多学者围绕高位钻孔技术在瓦斯治理中的应用展开了深入研究^[15-18]。王学强等^[19]在大佛寺煤矿 40103 工作面采用 Φ160 mm 大孔径高位定向钻

孔技术进行瓦斯抽采,结果显示,位于冒落带 13~15 m、23~25 m 及裂隙带 33~36 m 的钻孔,分别实现了 1.46~4.21 m³/min、1.58~5.32 m³/min 和 1.53~6.02 m³/min 的瓦斯抽采流量,证明了该技术在不同裂隙层位的适应性与抽采效率。张洪祯^[20]在高山煤矿 50230 工作面采用高位定向长钻孔技术,终孔层位布设于裂隙发育区,相较于传统顺层钻孔,瓦斯抽采浓度提升了 1.3~2.1 倍,单孔最大抽采量达 7.4 m³/min,显示了该技术的卓越性能。此外,张东东^[21]在 6505 综放工作面回采期间采用高位长钻孔技术,终孔同样位于裂隙带区域,获得了平均混合抽采量 3.66 m³/min 与纯量 0.51 m³/min 的抽采水平,并将回风隅角瓦斯浓度稳定控制在 0.57% 以下,保障了安全生产。邓照玉^[22]在 4302 综放工作面回采阶段部署高位定向长钻孔,抽采纯量达 7~8.5 m³/min,成功将回风隅角瓦斯浓度压降至 0.33%~0.57%,取得了显著的治理效果。

收稿日期:2025-05-09;修订日期:2025-07-02;编辑:王敏

作者简介:孔祥贵(1986—),男,山东嘉祥人,高级工程师,主要从事矿产资源勘查、矿井灾害治理工作;E-mail:kongxianggui@shandong-energy.com

* 通信作者:侯颖(1975—),女,山东菏泽人,高级工程师,主要从事自然资源开发利用工作;E-mail:houy8855@sina.com

尽管高位钻孔技术在抽采瓦斯、减少瓦斯积聚、提升矿井安全性方面取得了广泛应用,但在不同地质条件下,如何科学优化钻孔布置,以匹配复杂的顶板裂隙结构,仍是一个亟待解决的挑战。现有研究大多集中于煤层开采过程中的瓦斯抽采,而针对顶板裂隙带的“超前抽采”技术的系统性研究仍较为薄弱。特别是在西南岩溶区,由于地质构造复杂且岩溶作用强烈,裂隙系统发育程度较高,为超前抽采提供了天然优势。贵州长兴煤矿正好具备高瓦斯、裂隙发育等典型特征,为研究顶板裂隙带超前瓦斯抽采提供了理想场地。为解决上述问题,本文以长兴煤矿 11203 工作面为研究对象,提出并实施了一种基于高位钻孔的新型超前瓦斯抽采方法。该方法通过优化钻孔布置,精准锁定裂隙发育区域作为终孔层位,有效提高了原始瓦斯的抽采效率,显著提升了瓦斯治理的前瞻性和有效性,为安全开采提供了坚实保障。

1 矿山开采现状及存在瓦斯致灾因素

目前,煤炭在我国能源结构中占据主导地位,尤其在保障国家能源安全和维系工业体系高效运行方面,发挥着不可替代的战略作用。然而,随着资源开发强度不断加大,煤炭开采正加速向“深部化、高强度、一体化”方向演化。虽然这一发展趋势提升了资源回采率与产能效率,但也带来了更加复杂的安全风险,其中瓦斯灾害的频发性已成为制约矿井安全、高效与可持续发展的关键瓶颈。

从我国煤炭资源的空间分布来看,浅部资源的逐渐枯竭已成为不可避免的趋势,煤矿建设与扩能项目正逐步向地质构造复杂的深部区域转移。典型的代表区域包括西南岩溶带、华北断块带和三西高瓦斯区(山西、陕西、内蒙古西部)等。这些区域普遍具有煤层埋藏深、瓦斯压力高、构造破碎性强等特点,导致瓦斯的赋存状态复杂,渗透性低,储集空间异质性显著,进而使瓦斯的富集、运移和突变过程充满高度的不确定性与隐蔽性,显著增加了瓦斯灾害的风险。

瓦斯致灾机理的演化特征主要表现为多元性、非线性与隐蔽性的并存,具体体现在以下 3 个方面:首先,地质构造条件日趋复杂,随着开采深度的增加,煤层瓦斯含量与压力显著上升,瓦斯主要以吸附态存在,其解吸与迁移受煤岩结构特征、应力状态和

裂隙系统分布的影响,极大增加了灾害预测的难度。其次,采动扰动愈加强烈,现代化综采装备与高强度回采工艺加剧了围岩扰动,易引发局部应力集中和煤体结构破坏,从而诱发瞬时瓦斯释放甚至突出等动力型灾害。最后,裂隙系统隐蔽性强,顶板裂隙带内的构造应力与采动应力叠加,形成非规则的瓦斯富集区,成为瓦斯运移与积聚的重要隐伏通道,一旦受到通风扰动或开采接近临界界面,极易引发突发性异常事件。

目前,瓦斯灾害的防控难度随着地质环境的复杂化而不断加剧。传统防治技术体系在深部矿井中的适应性已明显不足,无法满足高风险作业环境下的安全保障需求。因此,亟需构建以现代化探测技术和智能抽采手段为基础的主动治理体系,实现对瓦斯致灾因子的精准识别与动态调控。总体而言,随着煤矿开采重心向深部转移,瓦斯灾害正在由“显性”转向“隐性”,其致灾过程的不确定性显著增加。为了应对这一挑战,必须从传统的“被动防控”模式转向“精准预测、主动抽采”的前瞻性治理理念。

2 顶板裂隙带瓦斯分布特征及风险评估

2.1 顶板裂隙带瓦斯分布特征

顶板裂隙带中的瓦斯分布呈现出明显的空间不均匀性。开采活动对上覆岩层的影响深远,推动了多种裂隙类型的形成,包括离层裂隙和竖向破裂裂隙,这些裂隙为瓦斯的迁移提供了关键通道。在工作面上下风巷侧,由于护巷煤柱的支撑作用,裂隙区域能够保持稳定,促使瓦斯在这些区域积聚。通过倾向方向分析可知,“O”形圈区域由于较大的离层量,瓦斯积聚现象尤为显著;而工作面中部,由于离层量较小,瓦斯积聚则相对困难。

顶板裂隙带瓦斯的分布受多种因素的综合影响,包括煤层的地质构造、应力状态、裂隙发育程度及开采扰动等。瓦斯分布的特征可以归纳为以下几个方面:首先,瓦斯含量与裂隙发育程度密切相关,顶板裂隙带的瓦斯含量通常高于煤层的其他区域;其次,裂隙发育程度越高,瓦斯的渗透性和富集性越强;最后,裂隙带的纵向延伸性和横向连通性直接影响瓦斯的分布模式,某些局部区域可能因此成为瓦斯积聚的高风险区。

2.2 长兴煤矿 11203 工作面瓦斯风险评估

根据 2024 年长兴煤矿的瓦斯鉴定结果,矿井瓦

斯绝对涌出量为 $13.8 \text{ m}^3/\text{min}$, 相对涌出量为 $29.79 \text{ m}^3/\text{t}$, 二氧化碳绝对涌出量为 $1.9 \text{ m}^3/\text{min}$, 相对涌出量为 $4.1 \text{ m}^3/\text{t}$, 表明该矿井具有典型的高瓦斯特征。矿区可采煤层主要包括 C4、C8 和 C12, 其中 C12 煤层为下一阶段的开采目标。该煤层位于龙潭组底部, 具有较高的热稳定性特征, 煤层厚度 $0.74 \sim 3.49 \text{ m}$, 平均厚度 1.96 m , 煤层倾角 $12^\circ \sim 18^\circ$, 埋深 $+1400 \text{ m} \sim +900 \text{ m}$ 。根据 11203 工作面附近钻孔揭示, C12 煤层顶板由泥质粉砂岩或灰岩组成, 底板则为泥质粉砂岩或铝土质泥岩。该煤层裂隙发育, 顶板灰岩岩溶裂隙尤为发育, 有利于瓦斯的运移, 并在顶板裂隙带内形成局部瓦斯积聚区(图 1)。

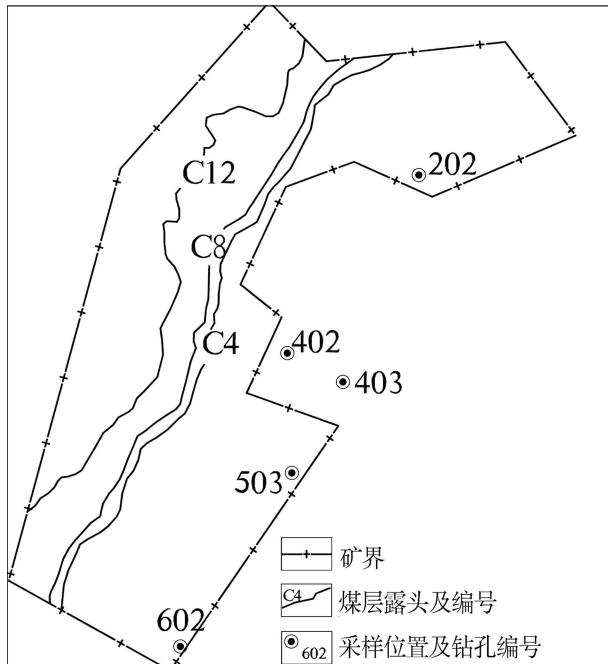


图 1 瓦斯采样点的分布示意图

本研究采集了 4 件 C12 煤层的瓦斯样品, 并对其组分及含量进行了测试, 结果见表 1。C12 煤层瓦斯赋存参数如表 2 所示。

综合分析结果表明, C12 煤层具有典型的“高含量-高压力-高释放量”型瓦斯赋存特征。这一特性显著增加了瓦斯治理的技术复杂性, 同时也对煤炭资源的安全高效回采提出了更高的要求。为此, 采用高位钻孔瓦斯抽采技术对煤层顶板的原始瓦斯进行预抽采, 以提前控制瓦斯释放, 降低后续生产过程中瓦斯治理的时空冲突风险。

3 超前负压抽采瓦斯技术

3.1 高位钻孔设计方案

本工程采用水源 1000 型钻机及配套设备, 实施 1#、2# 两口瓦斯抽采直井的钻进作业。根据钻孔揭示和岩样裂隙发育特征, 钻孔的目标层位确定为 C12 煤层顶板上方 15 m 处, 以实现对顶板瓦斯的有效抽采。

3.1.1 1# 井井底高程计算

1# 井的投影位置对应于 C12 煤层底板等高线图上的高程为 1207 m , C12 煤层的平均厚度为 1.96 m 。按照设计要求, 1# 井的终孔位置位于 C12 煤层顶板上方 15 m , 处于顶板裂隙带内。计算得出, 1# 井的设计井底高程为: $H = 1207 + 1.96 + 15 = 1223.96 \text{ m}$ 。

3.1.2 2# 井井底高程计算

2# 井的投影位置对应于 C12 煤层底板等高线图上的高程为 1215 m , C12 煤层的平均厚度为 1.96 m 。按照设计要求, 2# 井的终孔位置位于 C12

表 1 C12 煤层中主要瓦斯成分及其含量特征

干燥无灰基瓦斯气体成分/%					干燥无灰基瓦斯含量/(mL/g · daf)			
N ₂	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	N ₂	CO ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	
24.42~39.66	0.78~3.50	56.65~73.87	0.11~1.10	1.41~3.51	2.90~5.19	2.89~5.15	0.01~0.07	
30.86(4)	2.12(4)	66.62(4)	0.41(4)	2.50(4)	3.61(4)	3.57(4)	0.03(4)	

表 2 C12 煤层瓦斯赋存参数

孔隙率/%	煤的坚固性系数	瓦斯放散初速度/mmHg	瓦斯压力/MPa	吸附常数/(m ³ /t)	吸附常数/MPa ⁻¹
3.16	0.47	19.8	0.503	30.2946	1.3326

煤层顶板上方 15 m , 同样处于顶板裂隙带内。计算得出, 2# 井的设计井底高程为: $H = 1215 + 1.96 + 15 = 1231.96 \text{ m}$ 。

3.2 高位钻孔施工技术

本钻孔井身结构采用二开钻进工艺设计, 钻具

组合见表3,施工参数详见表4,井身结构剖面图如图2所示。第一开段使用Φ311.15 mm牙轮钻头,

钻进至稳定基岩下10 m,采用普通水基钻井液,进行混浆钻进,黏土含量控制在6%以下。完钻后,下

表3 钻具组合表

开次	井眼尺寸/mm	钻进井段/m	钻具组合	
			常规钻井:φ311.15mm 钻头+φ177.8mm DC×1根+133.3mm 方钻杆	常规钻具组合:φ215.9mm 钻头+φ177.8mm DC×1根+φ214mm 稳定器×1根+φ127mm DP+133.3mm 方钻杆
一	311.2	0~下入基岩 10		
二	215.9	0~井底		

表4 高位钻孔各结构段设计与施工参数

开钻次序	井段/m	钻头尺寸/mm	套管尺寸/mm	套管下深/m	水泥返深/m
一开	0~下入基岩 10	311.15	244.5	井口至下入基岩 10	地面
二开	下入基岩 10~井底	215.9	177.9	井底	地面

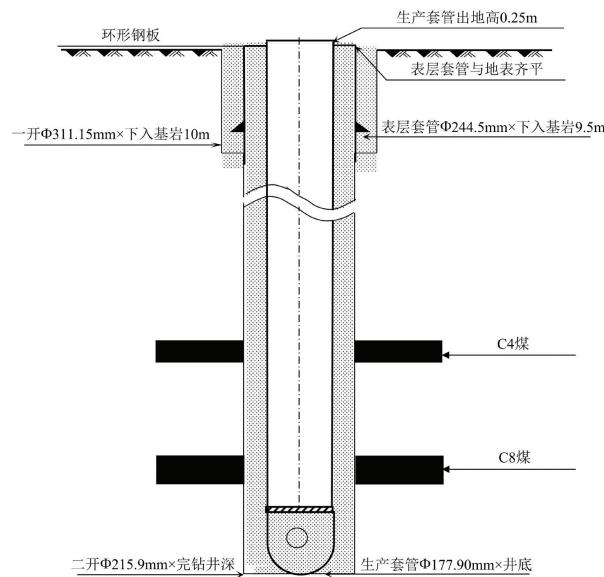


图2 直井井身结构剖面示意图

入Φ244.5 mm 表层套管,要求套管完整,且表层套管与地面齐平,不得割套管。第二开段使用Φ215.9 mm牙轮钻头继续钻至C12 煤层顶板上方15 m 处,采用低固相聚合物钻井液。完钻后,下入Φ177.9 mm生产套管,套管顶部高出地面0.25 m。该井采用套管完井方式,并按照API标准G 级水泥固井,水泥浆平均密度为1.85 g/cm³,固井浆回注至地面,实现全井段封固。完井井口结构详见图3。

3.3 顶板高位钻孔负压抽采成效

3.3.1 1# 钻孔瓦斯抽采效果分析

截至2023年7月,1# 钻孔尚未投运,因此未体现瓦斯抽采效果。随着抽采系统的优化和井下环境的逐步稳定,从2023年10月至12月,该钻孔实现了稳定运行,并在约60 kPa 负压条件下开展了原始瓦斯抽采。

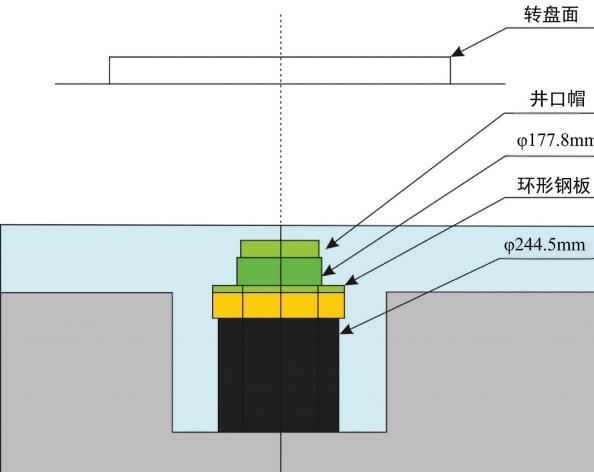


图3 完井井口结构示意图

2023年7月,1# 钻孔尚未投入使用,瓦斯浓度仅为0.17%,工况混合流量累计为17 553.93 m³,瞬时纯流量为0 m³/min,表明该阶段几乎未实现有效瓦斯抽采。自2023年10月起,随着1# 钻孔投入运行,瓦斯抽采效果显著提升。10月、11月、12月的瓦斯浓度分别升至61.16%、60.68%、55.30%,3个月的平均浓度达59.05%,远高于7月水平,表明1# 钻孔成功连通了高浓度瓦斯赋存区域,显著提高了瓦斯抽采浓度与资源利用效率。工况混合流量也大幅增长,10月为81 357.84 m³,11月为225 127.65 m³,12月为123 298.80 m³,3个月的平均累计流量约为143 261.43 m³,较7月增长近8倍。表明1# 钻孔显著拓宽了瓦斯抽采通道,提高了抽采能力。此外,工况瞬时纯流量在10月、11月、12月分别为1.96 m³/min、3.98 m³/min、2.23 m³/min,平均值为2.72 m³/min,远高于7月的0 m³/min,进一步表明1# 钻孔启用前,系统几乎无法实现纯瓦斯抽采,而启用后能够实现稳定输出,提高了抽采效率(图4)。

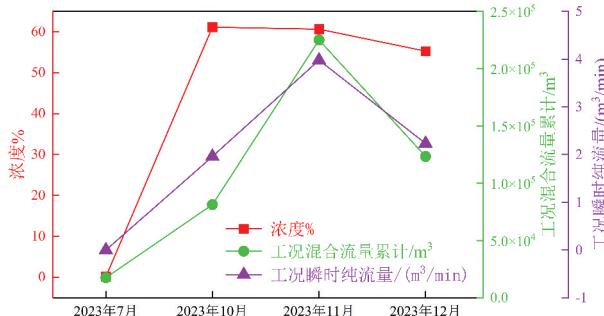


图4 高位钻孔1#在独立运行阶段的瓦斯产出动态

3.3.2 1#钻孔与2#钻孔同时瓦斯抽采效果分析

截至2024年12月,1#与2#钻孔仍处于未同步发挥抽采效能的初始阶段,整体抽采效果有限。从2025年1月至4月,两钻孔同步投入运行,并在约31 kPa负压条件下开展原始瓦斯抽采。

2024年12月,瓦斯浓度为26.71%,工况混合流量累计为2 875 895.99 m³,工况瞬时纯流量为17.24 m³/min。随后几个月,瓦斯浓度持续上升:2025年1月升至29.45%,较12月提升10.26%;2月为29.07%,提升8.84%;3月显著升高至36.61%,提升37.06%;4月进一步攀升至45.74%,为本阶段最高值,较12月增长71.25%。表明随着1#与2#钻孔的同步投入运行,抽采系统成功连通了富瓦斯区域,有效提升了高浓度瓦斯的抽取比例,增强了管道内气体的瓦斯含量,从而显著提高了抽采效率。

与瓦斯浓度的上升趋势相比,工况瞬时纯流量的增长更为显著:2025年1月达到23.13 m³/min,较12月增长34.16%;2月为21.74 m³/min,增长26.10%;3月为27.61 m³/min,增长60.15%;4月跃升至40.43 m³/min,增幅达134.51%。

工况混合流量也呈增长趋势:2025年1月累计流量为3 372 430.46 m³,较12月增长17.27%;2月为2 951 992.99 m³,增长2.64%;3月为3 279 388.32 m³,增长14.03%;4月为2 956 815.53 m³,增长2.82%。尽管混合流量呈增长趋势,但其增长幅度明显低于瓦斯浓度和瞬时纯流量的提升。表明钻孔运行显著增强了单位时间内的纯瓦斯抽采能力,提高了抽采效率和资源利用水平(图5)。

3.4 高位钻孔负压抽采瓦斯的有效性分析

2023年10月至12月,1#钻孔在约60 kPa负压条件下实现稳定运行,进行原始瓦斯抽采。2025

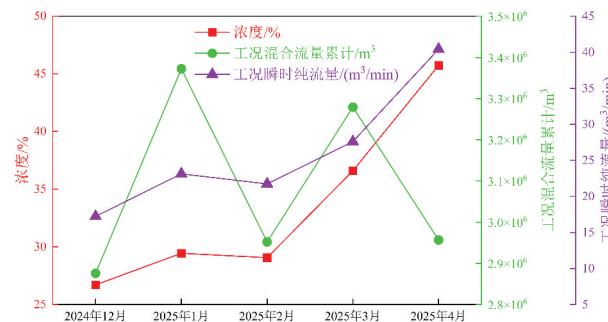


图5 高位钻孔1#与2#协同抽采阶段的瓦斯产出变化趋势图

年1月至4月,1#与2#钻孔同步运行,抽采负压约为31 kPa,继续进行原始瓦斯抽采。为了探究负压条件对瓦斯抽采效果的影响,本文选取60 kPa与31 kPa两个阶段的工况数据进行对比分析,结果见表5。

表5 高位钻孔负压抽采效果

负压/kPa	平均浓度/%	平均工况混合流量累计/m³	平均工况瞬时纯流量/(m³/min)
60	59.05	143 261.43	2.72
31	35.21	314 0156.83	28.23

在60 kPa负压条件下,钻孔抽采气体的瓦斯浓度较高,平均为59.05%,混合流量累计仅为143 261.43 m³,平均工况瞬时纯流量为2.72 m³/min,表明尽管瓦斯浓度较高,但总体抽采量偏低,效率有限。相比之下,在31 kPa负压条件下,瓦斯浓度下降至35.21%,但混合流量累计提升至3 140 156.83 m³,瞬时纯流量显著提高至28.23 m³/min,明显优于高负压条件下的表现。表明在一定范围内适当降低抽采负压,有助于增强煤层瓦斯的可抽采性,进而提高抽采总量和效率。进一步验证了高位钻孔负压抽采技术在煤层顶板裂隙发育区的有效性和适用性。

3.5 高位钻孔超前瓦斯抽采效果与矿井瓦斯绝对涌出量对比分析

为评估高位钻孔超前抽采原始瓦斯对矿井瓦斯涌出量的控制效果,对2024年12月至2025年4月期间的抽采数据与瓦斯绝对涌出量进行了对比分析,结果如图6所示。

高位钻孔抽采瓦斯的纯流量持续上升,从2024年12月的17.24 m³/min增至2025年4月的40.43 m³/min,增长幅度达134.5%,但矿井瓦斯绝对涌出量显著下降,从13.80 m³/min降至8.52 m³/min,降

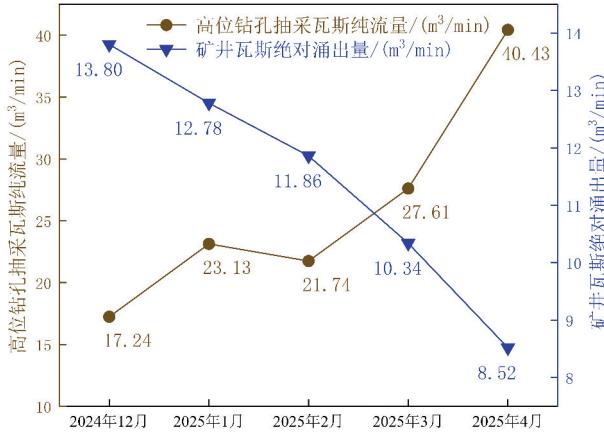


图6 高位钻孔超前抽采对矿井瓦斯绝对涌出量的影响趋势

幅为38.3%。表明随着抽采强度的提高,高位钻孔有效减少了工作面瓦斯的赋存量,显著降低了矿井瓦斯涌出水平。二者之间呈现明显的负相关关系,进一步验证了高位钻孔在瓦斯治理中的调控作用与工程实效性。

4 结论

(1) 基于1#钻孔单独运行阶段和1#、2#钻孔同步运行阶段的监测数据,分析了钻孔启用前后瓦斯抽采效果的动态变化。结果表明,钻孔投入运行显著提升了瓦斯浓度与工况瞬时纯流量。特别是在双孔联合运行期间(2025年1月至4月),瓦斯浓度较初始阶段提升71.25%,瞬时纯流量增长超过130%。这一趋势表明,高位钻孔能够有效连通富瓦斯区域(裂隙带),显著增强高浓度瓦斯的抽采效率。

(2) 随着负压由60 kPa下降至31 kPa,钻孔抽采气体的瓦斯浓度下降了23.84%。然而,混合流量累计达到3 140 156.83 m³,约为60 kPa条件下的22倍,平均工况瞬时纯流量显著提升至28.23 m³/min,约为60 kPa条件下的10倍。该结果表明,高位钻孔负压抽采技术在煤层顶板裂隙发育区具有良好的现场适用性。

(3) 在5个月内,高位钻孔抽采瓦斯纯流量提升了134.5%,矿井瓦斯绝对涌出量下降了38.3%。充分表明高位钻孔超前抽采技术在区域瓦斯治理中具有显著的应用效果和治理效能。

参考文献:

[1] NIU H Y, ZHU H L, WANG G D, et al. A Review of the

Mechanisms and Control Technologies of Coal and Gas Outbursts: Recent Advances and Future Perspectives[J]. Energy & Fuels, 2024, 38(24): 23230–23245.

- [2] 李宝军,常哲.高瓦斯矿井智能抽采管控系统的应用[J].陕西煤炭,2024,43(1):124–127.
- [3] WANG K, DU F. Coal-gas compound dynamic disasters in China: A review[J]. Process Safety and Environmental Protection, 2020, 133: 1–17.
- [4] SI G Y, BELLE B. Performance analysis of vertical goaf gas drainage holes using gas indicators in Australian coal mines [J]. International Journal of Coal Geology, 2019, 216: 103301.
- [5] 邢文彦.深部煤层瓦斯抽采高位钻孔参数优化及应用[J].黑龙江科技大学学报,2024,34(5):667–673.
- [6] 章磊.两淮矿区煤矿深部开采设计研究[J].煤炭科技,2022,43(1):9–12.
- [7] 吕伟伟,陈斌.专业化技术和工程总包相结合的瓦斯治理模式探讨及应用[J].中国矿业,2021,30(7):166–170.
- [8] 刘程.急倾斜煤层分段开采围岩裂隙场演化及瓦斯运移规律研究[D].西安:西安科技大学,2018.
- [9] 张晓峰.高瓦斯煤层工作面顶板定向长钻孔瓦斯抽采技术研究[J].能源与节能,2025(1):143–145.
- [10] 辛宗泽.顶板定向长钻孔层位布置设计及瓦斯抽采效果分析[J].山西化工,2024,44(11):209–211.
- [11] 靳惠吉.大直径高位钻孔瓦斯治理技术研究[J].凿岩机械气动工具,2025,51(5):197–199.
- [12] 吴昊,朱家亮.高位钻孔最佳层位确定及抽采效果分析[J].煤炭技术,2024,43(11):182–187.
- [13] 张帅.采动卸压瓦斯定向高位钻孔精准抽采技术研究[J].中国煤炭地质,2025,37(1):21–26.
- [14] 陈建,王建强,张杰.淮南矿区高位定向长钻孔大直径筛管瓦斯抽采技术[J].煤炭技术,2025,44(1):207–211.
- [15] 卫迎杰.高位钻孔在近距离煤层群综采工作面瓦斯治理中的应用[J].能源与节能,2024(11):297–299.
- [16] 刘甲.高位定向长钻孔瓦斯抽采技术应用研究[J].凿岩机械气动工具,2025,51(5):194–196.
- [17] 赵建栋.高位定向长钻孔在裂隙带卸压瓦斯抽采中的应用[J].山西焦煤科技,2025,49(2):1–4.
- [18] 双海清,刘子嘉,林海飞,等.缓倾斜煤层高位定向长钻孔抽采卸压瓦斯技术研究[J].中国安全科学学报,2024,34(增刊1):102–108.
- [19] 王学强,杨鑫,徐景德.顶板高位定向钻孔瓦斯抽采技术及工程实践[J].中国矿业,2024,33(8):158–168.
- [20] 张洪祯.高位定向长钻孔瓦斯抽采技术在高山煤矿瓦斯治理中的应用[J].科技创新与应用,2024,14(20):189–192.
- [21] 张东东.高位长钻孔在采煤工作面回风隅角瓦斯治理中的应用[J].煤,2025,34(4):31–34.
- [22] 邓照玉.高位定向长钻孔在采面裂隙瓦斯抽采中应用[J].矿业装备,2025(1):4–6.

Application of High – Level Borehole Advanced Negative – pressure Gas Drainage Technique in High – Gas Mines of Changxing Coal Mine in Guizhou Province

KONG Xianggui^{1,2}, JIA Kunpeng³, FAN Jie⁴, HOU Ying⁵

(1. Shandong Taishan Geological Exploration Group Limited Corporation, Shandong Jinan 250100, China; 2. Resource and Environmental Engineering College of Guizhou University, Guizhou Guiyang 550025, China; 3. Shandong Taishan Resources Exploration Limited Corporation, Shandong Jinan 250100, China; 4. Guizhou Jinsha County Changqing Mining Limited Corporation, Guizhou Bijie 551800, China; 5. Heze Bureau of Natural Resources and Planning, Shandong Heze 274000, China)

Abstract: In coal mining, gas disasters are a critical issue restricting the safe operation of mines. As the primary pathway for gas migration and accumulation, the fractured zone in the roof strata plays a key role, so its control technologies are very essential. Taking the 11203 working face of Changxing coal mine as an example, an advanced negative – pressure gas drainage technique has been put forward based on high – level boreholes. By precisely laying the boreholes in fracture developed zones, drainage of original gas has been realized. As showed by field tests, under a negative pressure of 60 kPa, gas concentration of 1# borehole can reach 59.05%. When the pressure dropped to 31 kPa, and 1# borehole and 2# borehole operate at the same time, the instantaneous pure gas flow can increase to 28.23 m³/min, and the cumulative volume of mixed gas extraction can reach 3,140,156.83 m³. It has increased nearly 10 times and 22 times respectively comparing to operation under 60 kPa. Furthermore, the absolute gas emission from the working face has decreased from 13.80 m³/min to 8.52 m³/min, and the reduction rate is 38.3%. It is indicated that this technique has significantly enhanced gas drainage efficiency and proactive control capabilities. It is especially suitable for deep, high – gas and fracture developed coal strata. It will provide a new approach for proactive gas disaster prevention and control in karst regions in southwest China.

Key words: Gas disasters; high – level boreholes; roof crack zones; Negative – pressure gas drainage technique; Changxing coal mine; Guizhou province