

煤矿瓦斯抽采效率提升技术及其应用研究

王宏

西和县尖崖沟矿业发展有限公司 甘肃陇南

【摘要】随着煤矿开采深度与规模的扩大，瓦斯问题愈发突出。瓦斯抽采效率对煤矿安全生产、能源利用影响重大。本研究聚焦瓦斯抽采，探讨多种提升技术，涵盖钻孔优化、抽采设备改进、封孔工艺强化等方面，经现场实践验证成效显著，为煤矿瓦斯治理、资源回收提供有力支撑，助力行业可持续发展。

【关键词】煤矿瓦斯；抽采效率；钻孔优化；抽采设备；封孔工艺

【收稿日期】2025 年 3 月 9 日

【出刊日期】2025 年 4 月 9 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250181

Research on gas extraction efficiency improvement technology and its application in coal mine

Hong Wang

Jianyagou Mining Development Co., Ltd, Xihe County, Longnan, Gansu

【Abstract】As the depth and scale of coal mining expand, gas issues become increasingly prominent. The efficiency of gas extraction significantly impacts coal mine safety and energy utilization. This study focuses on gas extraction, exploring various enhancement techniques, including drill hole optimization, improvement of extraction equipment, and reinforcement of sealing processes. These methods have been proven effective through field practice, providing strong support for coal mine gas management and resource recovery, thus contributing to the sustainable development of the industry.

【Keywords】Coal mine gas; Extraction efficiency; Drilling optimization; Extraction equipment; Sealing process

引言

在当今煤矿开采进程中，瓦斯作为伴生气体，既带来安全隐患，又蕴含能源潜力。瓦斯超限易引发爆炸、突出等灾害，严重威胁人员生命与矿井设施。瓦斯直接排放造成资源浪费与环境污染。提升瓦斯抽采效率，可化解安全难题，实现能源回收利用，对煤矿产业稳健前行至关重要。这促使我们深入探索瓦斯抽采效率提升技术及应用路径。

1 优化钻孔布局

在煤矿瓦斯抽采工作中，钻孔布局可谓是重中之重，其合理性直接决定着瓦斯抽采工作能否顺利推进。不合理的钻孔布局，就如同让瓦斯抽采工作陷入泥潭，举步维艰，难以达到预期效果^[1]。传统的均匀布孔方式，看似规整，实则存在诸多弊端，在实际操作中，常常会出现抽采盲区。在这些盲区里，瓦斯大量积聚，却难以通过钻孔被有效抽出，不仅造成资源浪费，还为煤矿安全生产埋下巨大隐患。尤其是在一些煤矿开采复杂地质构造区域，煤层走势犹如蜿蜒曲折的山路，起伏不定，

断层交错纵横，好似一道道屏障。若依旧按照常规钻孔方式进行作业，瓦斯逸散通道很难被完全阻断，导致瓦斯治理效果大打折扣。

为有效攻克这一难题，必须依据煤层地质条件进行精准规划。当前，先进的探测技术为我们提供了有力支持，其中三维地震勘探技术表现尤为突出。通过三维地震勘探，能够提前清晰地了解煤层走向，精确掌握煤层厚度变化情况，细致洞察裂隙发育状况。在地质复杂区域，应摒弃传统的均匀布孔方式，采用非均匀布孔策略。在瓦斯富集区域以及裂隙发育带，合理加密钻孔数量，确保瓦斯能够找到畅通的流动通道，顺利被抽出^[2]。不可忽视煤层透气性各向异性这一特性。在实际钻孔过程中，需根据相关数据，精准调整钻孔角度，使其与最大渗透方向高度契合，就像是为瓦斯精心铺设了一条高速公路，让瓦斯能够快速、高效地被抽取，大幅提升抽采效率。经过多个煤矿的实践验证，在优化钻孔布局后，瓦斯抽采浓度在初期便能显著提升 20%-30%，为后续煤矿的安全生产工作筑牢了坚实根基。

作者简介：王宏（1970-）男，汉，甘肃陇南，大专，研究方向为采矿工程。

不同煤层赋存条件千差万别，这就决定了单一的钻孔布局模式无法适用于所有情况。例如在高瓦斯突出煤层开采中，钻孔深度、间距有着更为严苛的要求。既要有效防止瓦斯突出事故的发生，又要实现高效抽采，这对钻孔布局提出了极高的挑战。而在薄煤层开采时，作业空间极为有限，钻孔直径的大小以及布置方式都需要进行精细权衡。每一个参数的确定都需反复斟酌，力求在有限的作业面实现最佳抽采效果，满足安全生产指标，为煤矿的持续开采创造有利条件。

2 升级抽采设备

瓦斯抽采设备宛如整个瓦斯抽采系统的“动力引擎”，其性能的优劣犹如天平的两端，直接决定着抽采成效的好坏^[3]。回顾早期的瓦斯抽采工作，抽采泵功率不足，真空度低，在面对深部开采时产生的高压、大流量瓦斯时，常常显得力不从心，就像一位体力不支的运动员，气喘吁吁，难以满足抽采需求。不仅如此，管网阻力大、密封性差等问题也十分突出。这些问题导致瓦斯在输送过程中损耗严重，甚至在局部区域出现积聚现象，极大地增加了安全风险。

随着科技的不断进步，新一代抽采泵闪亮登场。大功率、高真空成为了其显著标配，并且在变频技术的加持下，抽采泵能够依据瓦斯涌出动态灵活调速。当瓦斯涌出量较大时，自动提高转速，加大抽采力度；瓦斯涌出量较小时，则降低转速，节约能源。如此一来，既实现了节能目标，又保障了抽采工作的稳定进行。在管网方面，材质升级为低阻力、高强度复合材料，这种材料不仅能够有效减少瓦斯输送过程中的压力损失，还具备较强的抗压能力。对管径与布局进行优化，通过科学计算和模拟，确定最佳管径尺寸，合理规划管网走向，进一步降低压力损失^[4]。智能监控系统的引入更是为抽采工作增添了一双“智慧的眼睛”。该系统能够实时监测泵的运行状态、管网压力流量等关键参数，一旦出现故障，立即发出预警，并自动进行调控，确保抽采工作全程处于可控状态，尽在掌握之中。

在大型煤矿应用新设备后，效果立竿见影。瓦斯抽采流量提升 30% 以上，浓度稳定期也得到了显著延长，为瓦斯的综合利用提供了坚实保障。然而，中小煤矿由于资金有限、场地空间不足等客观因素限制，在设备更新方面面临着诸多挑战。针对这一现状，相关部门和企业积极探索解决之道，发展模块化、小型化高效设备，这些设备具有占地面积小、安装便捷、成本相对较低等优势，能够更好地适应中小煤矿的实际情况。租赁共享模式也在逐步探索推行，中小煤矿可以通过租赁

设备的方式，以较低的成本获得先进的抽采设备，突破自身发展瓶颈，与大型煤矿携手共同提升瓦斯治理水平，保障煤矿作业高效安全。

3 强化封孔工艺

封孔作为瓦斯抽采工作的“最后一公里”，看似简单，实则常常成为整个瓦斯抽采系统中的薄弱环节^[5]。一旦封孔不严，空气便会趁机混入，导致瓦斯浓度急剧下降，前期所有的抽采努力都可能付诸东流，功亏一篑。传统的水泥砂浆封孔方式，虽然在一定时期内被广泛应用，但存在明显缺陷。水泥砂浆在凝固过程中会出现收缩现象，这就使得孔壁与封孔材料之间产生缝隙，形成漏气隐患，严重影响瓦斯抽采效果。聚氨酯封孔相较于水泥砂浆封孔虽有一定改进，但在面对复杂地质条件时，依然暴露出粘结不牢、抗渗性弱等问题，难以满足瓦斯高效抽采的需求。

为解决封孔难题，创新封孔材料应运而生。例如新型膨胀水泥基材料，其最大的优势在于能够在凝固过程中发生膨胀，有效填充孔隙，紧密贴合孔壁，大大增强了密封效果。并且，通过在材料中添加纤维进行增强，进一步提升了材料的抗裂防渗性能。在封孔工艺方面，采用多元融合的方式^[6]。首先进行深部注浆，利用注浆材料封堵深部裂隙，从根源上阻断瓦斯泄漏通道；然后在浅部进行二次封孔，进一步强化密封效果，通过多道屏障层层阻气，确保封孔质量。针对松软煤层，考虑到其特殊的地质特性，采用囊袋式封孔技术。在封孔过程中，借助压力撑开囊袋，使囊袋均匀施压于孔壁，形成稳固持久的密封结构，有效防止瓦斯泄漏。

现场应用充分见证了这些创新封孔工艺和材料的显著成效。在实施优质封孔后，瓦斯抽采浓度平均提升 15%-20%，有力减少了空气对瓦斯的稀释作用。由于不同煤层特性差异明显，封孔工艺也需进行精细调适。例如，在松软破碎煤层中，因煤层结构松散，孔壁极易垮塌，故需注重柔性支护与密封相结合。通过采用诸如高强度纤维网配合可缩性支架等特殊支护材料和工艺，能有效防止孔壁垮塌，进而避免漏气现象的发生；而在坚硬煤层中，因其岩石硬度高，封孔的关键在于强化粘结锚固，故而要选择粘结力强的封孔材料，如特制的高强度树脂材料，确保封孔在长期复杂地质条件下依然可靠，为瓦斯高效抽采“保驾护航”。

4 综合技术协同应用

煤矿瓦斯治理工作是一项极为复杂的系统工程，涉及地质条件、瓦斯赋存规律、开采工艺等多个层面。单一技术在这样庞大复杂的体系中，就如同一个孤立

的个体，力量有限，难以“独挑大梁”。必须依靠多种技术协同作战，从钻孔设计、设备选型到封孔工艺，各个环节紧密相连，环环相扣，形成强大合力，才能有效提升瓦斯治理效果^[7]。优化钻孔布局，需依据精确的地质勘探数据，确保钻孔能够精准地贯穿瓦斯富集区域。升级设备则要综合考量瓦斯涌出量、抽采半径等因素，配备具有足够抽力的抽采设备。强化封孔环节同样关键，要采用先进的封孔材料与工艺，保障钻孔密封性。即使钻孔布局设计得精妙绝伦，能最大程度覆盖瓦斯富集区，但如果设备抽力不足，无法克服瓦斯运移阻力，就如同巧妇难为无米之炊，瓦斯难以顺畅抽出，大量瓦斯仍将滞留在煤层中，威胁安全生产。

在示范矿井中，以精确的地质模型为基础，对钻孔进行统筹规划。通过地质模型，清晰了解煤层的地质构造、瓦斯分布等信息，从而科学合理地确定钻孔位置、深度、间距等参数^[8]。根据瓦斯涌出动态，精准匹配设备，利用智能调控系统实时调整设备运行参数，确保设备始终处于最佳运行状态。封孔工艺则依据煤层特性“量身定制”，针对不同煤层的硬度、透气性、含水量等因素，选择最合适的封孔材料和工艺。在整个开采过程中，实现瓦斯抽采与采掘进度的紧密联动。

要实现技术协同并非容易事，需要打破部门之间的壁垒。地质、采掘、通风等多个团队必须进行深度融合，从项目设计源头开始，贯穿整个开采的过程。在设计阶段，地质团队提供详细准确的地质信息，为钻孔布局和封孔工艺设计提供依据；采掘团队结合实际开采需求，对钻孔和设备提出具体要求；通风团队则从瓦斯输送和排放角度，参与整体方案制定。在开采过程中，各团队密切配合，实时沟通，根据实际情况及时调整技术方案。人才培养工作也必须跟上，加强对技术工人的培训，使其熟练掌握和运用新技术，为技术协同应用提供人力保障。

5 结语

煤矿瓦斯抽采效率提升技术的发展为行业带来曙

光。从钻孔的精心布局、设备的强力升级，到封孔工艺的严密保障以及综合技术的协同发力，一步步攻克瓦斯治理难关。展望未来，智能化将深度融合，AI与大数据精准指引瓦斯抽采方向，设备更智能高效，材料工艺持续革新，各环节无缝对接。煤矿企业将在安全保障下，充分挖掘瓦斯能源价值，实现绿色开采，为能源领域可持续发展注入磅礴动力，迈向零事故、高效益的新未来。

参考文献

- [1] 张增辉,邓飞,黄友胜.瓦斯抽采智能管控平台研究与应用[J].中国煤炭,2025,51(03):93-100.
- [2] 吴长富.煤矿瓦斯抽采多物理场模拟与钻孔布置[J].山东煤炭科技,2025,43(02):48-53.
- [3] 李国富,李超,张碧川,等.我国煤矿瓦斯抽采与利用发展历程、技术进展及展望[J].煤田地质与勘探,2025, 53(01): 77-91.
- [4] 吕立斌.煤矿瓦斯抽采技术发展与研究[J].能源与节能, 2024,(12):205-207.
- [5] 程建未.超长定向钻孔双侧瓦斯抽采效果及数值模拟研究[J].煤炭经济研究,2024,44(S1):120-123.
- [6] 陈孟长.煤矿开采中不同钻孔角度对瓦斯抽采效果的影响研究[J].内蒙古煤炭经济,2024,(20):34-36.
- [7] 田仕栋.抽采瓦斯突出与防治实践总结[J].内蒙古煤炭经济,2024,(15):124-126.
- [8] 孙佳磊.碾焉煤矿8号煤层瓦斯抽采系统优化[J].山东煤炭科技,2024,42(07):77-82.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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

