

Strengthening gas control measures to ensure safe production in coal mines

Zhenguang Wang

Jiaozuo Coal Industry (Group) Co., Ltd., Jiaozuo, Henan, 454150, China

Abstract

Effective control of coal mine gas is a key measure to ensure safe production in coal mines. This article first analyzes the formation of coal mine gas and its impact on coal mine safety production, and then explores the main problems in current coal mine gas control, proposing gas control strategies based on ventilation, emissions, monitoring and early warning, technological innovation, and management standards. By strengthening gas control measures, not only can the incidence of coal mine gas accidents be significantly reduced, but the overall safety level of coal mine production can also be improved, providing guarantees for the sustainable development of coal mining enterprises. It is hoped that this article can provide theoretical support for professional and technical personnel in the same field.

Keywords

gas control; Coal mine safety; New ventilation system

强化瓦斯治理办法 确保煤矿安全生产

王振光

焦作煤业（集团）有限责任公司，中国·河南焦作 454150

摘要

煤矿瓦斯的有效治理是保障煤矿安全生产的关键措施。本文首先分析了煤矿瓦斯的形成及其对煤矿安全生产的影响，然后探讨了当前煤矿瓦斯治理中存在的主要问题，提出了基于通风、排放、监测预警、技术创新及管理规范等方面的瓦斯治理策略。通过强化瓦斯治理措施，不仅可以大幅度降低煤矿瓦斯事故的发生率，而且可以提高煤矿生产的整体安全水平，为煤矿企业的可持续发展提供保障，希望通过本文论述能够为同领域专业技术人员提供一定理论支持。

关键词

瓦斯治理；煤矿安全；通风系统新

1 引言

瓦斯爆炸是煤矿安全生产中的重大隐患，尤其在高瓦斯矿井中，瓦斯治理显得尤为重要。然而，目前在瓦斯治理的各个环节上仍存在不足，给煤矿安全生产带来较大挑战。本文将系统探讨有效的瓦斯治理措施，以期为煤矿安全生产提供科学依据和操作指南。

2 煤矿瓦斯治理的现状存在的问题

2.1 瓦斯的形成与危害

瓦斯（煤矿气体）主要是由煤层中分解的有机物质产生的甲烷气体，具有高度易燃和易爆的特性。煤矿瓦斯的形成是由于地质作用下，煤层中的有机物在高温、高压和缺氧的环境中经过长期的分解、发酵所产生的气体积累。通常，

瓦斯气体随着煤层的埋藏深度增加而浓度上升。

①易燃易爆：瓦斯在空气中的浓度达到5%~16%时，遇到火源或静电就会发生爆炸，威力巨大。这种爆炸不仅对煤矿井下的设备和设施带来毁灭性破坏，更会对井下作业人员构成致命威胁。②窒息危害：由于瓦斯是无色、无味的，且易在矿井中积聚，容易造成氧气不足，增加窒息的风险，影响作业人员的呼吸^[1]。③环境污染：瓦斯泄漏后不仅污染矿井的作业环境，甲烷还会作为温室气体对大气产生影响，间接加剧全球变暖问题。

2.2 现阶段瓦斯治理中存在的问题

2.2.1 监测体系不完善

在现阶段煤矿瓦斯治理中，监测体系的不完善成为亟待解决的核心问题。当前，不少煤矿的瓦斯监测设备仍旧依赖于传统的机械或电化学传感器，这些设备的性能已难以满足现代煤矿的安全需求。具体而言，部分煤矿瓦斯监测设备存在设备老旧、数据精度低、采样频率不足等问题，无法实现对瓦斯浓度的实时、准确监控，导致矿井在瓦斯浓度超标

【作者简介】王振光（1987-），男，本科，工程师，从事煤矿瓦斯防治研究。

时无法快速识别并采取应对措施。在数据采集和传输环节,许多煤矿缺乏高效的传输系统,现有的网络结构和设备难以支持大规模、复杂环境下的数据实时传输。这使得瓦斯浓度等关键信息从采集到传输的过程中出现滞后,严重影响到管理人员对瓦斯风险的及时判断和处理。

2.2.2 通风系统设计不足

在煤矿瓦斯治理过程中,通风系统的设计问题直接影响瓦斯浓度的控制。煤矿通风系统的首要作用是稀释和排出瓦斯,维持矿井内空气流通,确保矿工的安全。然而,当前部分煤矿的通风系统设计不合理,尤其是在矿井深处和复杂地形区域,通风不良导致瓦斯容易在这些地方积聚,无法保持其浓度在安全范围内。许多煤矿在设计初期没有充分考虑到矿井的实际情况和后期发展,导致通风线路布局不科学,气流无法有效覆盖整个矿井,产生了通风死角。同时,由于通风系统设备的老化,通风机运转效率降低,无法维持足够的风量,从而导致瓦斯不能及时排出^[2]。

2.2.3 管理机制不健全

管理机制的不健全在一定程度上加剧了煤矿瓦斯治理的难度。部分煤矿企业对瓦斯治理的重视程度不足,缺乏系统、全面的瓦斯治理管理机制,导致管理松懈、制度执行力不足,瓦斯治理的成效受到制约。许多煤矿企业对瓦斯治理缺乏长远规划,仅在事故发生后才进行短期治理,而非建立持续的治理制度。由于管理层对瓦斯治理的重视程度不同,执行上也参差不齐,瓦斯治理的政策和措施往往难以落实到位。此外,部分煤矿企业的安全管理制度不完善,缺乏明确的瓦斯治理责任分工,且在瓦斯超标等紧急情况下,企业缺乏有效的应急预案,难以及时采取应对措施。该管理机制的薄弱性使得瓦斯治理难以形成闭环管理,矿工的安全得不到有效保障。同时,由于企业内部缺乏系统的瓦斯治理培训,员工对瓦斯治理的知识和意识不足,导致瓦斯治理措施在执行过程中存在疏漏。

3 瓦斯治理的强化措施

3.1 加强通风系统建设

加强煤矿的通风系统建设是瓦斯治理工作的基础和关键,合理的通风系统能够有效防止瓦斯聚集,确保矿井内空气流动,维持瓦斯浓度在安全范围内。当前的煤矿通风系统需要在设计上进行优化,特别是在复杂地质结构和深层矿井中,更需合理布置主要通风机和辅助通风设备,确保空气流动能够覆盖整个矿井区域。在通风网络设计方面,应结合矿井实际情况,调整通风线路和风量分配,以避免产生通风死角,确保各区域空气流通顺畅,瓦斯可以快速稀释并排出矿井。此外,对瓦斯浓度较高的区域,可采取局部通风技术辅助主通风系统,通过安装局部风机或设置局部通风管道,增加该区域的风量和通风效果,有效降低局部瓦斯浓度。煤矿企业还需加强对通风设备的日常维护和管理,定期检修通风

机、通风管道及其他配套设备,以防设备老化、损坏造成通风效率下降,从而影响瓦斯治理的成效。

3.2 实施瓦斯抽采与排放

在高瓦斯地区,单靠通风难以有效控制瓦斯浓度,因此需实施瓦斯抽采与排放措施,通过抽采瓦斯将其从矿井中分离排出,降低矿井中的瓦斯浓度,确保矿井作业环境的安全。瓦斯抽采的效果主要依赖于合理的抽采孔布置与封孔工艺,在抽采孔布置方面,应根据矿井地质条件和瓦斯分布情况,选择合适的钻孔位置和数量,以便瓦斯能够充分从煤层或围岩中释放出来。同时,封孔工艺在瓦斯抽采中起着重要作用,如果封孔不严密,瓦斯会泄漏或倒灌,影响抽采效率,甚至可能造成安全隐患。为提高抽采效率,可应用高负压、大直径钻孔等先进技术,这些技术能够增加抽采流量、提高抽采深度,确保瓦斯被充分抽出。此外,应保持井下排放系统的畅通,在瓦斯抽采后及时将其排出矿井,避免瓦斯在管道中积累。通过定期排放和抽采的结合,可有效控制矿井瓦斯浓度,保障煤矿的安全生产环境。

3.3 建立智能监测与预警系统

为了实现瓦斯治理的智能化管理,应建立智能监测与预警系统,实现对瓦斯浓度的实时监控和预警。智能监测系统能够通过传感器、物联网技术,将矿井各区域的瓦斯浓度信息进行实时采集,传输到控制中心进行统一监控。通过智能监测系统,可以实现数据的集中化管理和可视化展示,方便管理人员掌握矿井中瓦斯浓度的动态变化。同时,通过数据分析和大数据技术,系统可以预测瓦斯超标的可能性,帮助管理层提前采取预防措施。在智能监测系统的基础上,还应建立完善的智能预警系统,当瓦斯浓度超过设定的安全值时,系统将自动触发警报,通知相关管理人员和作业人员,便于他们迅速采取应对措施。对于危险区域的人员,可通过智能系统实时定位并引导撤离,确保人员安全。智能监测与预警系统的应用可以有效减少人为检测的误差,提高瓦斯治理的反应速度和应急处理能力,从而降低安全隐患,进一步提升矿井的安全管理水平。

3.4 推进技术创新,推广瓦斯利用

瓦斯不仅是煤矿中的危险气体,也是潜在的能源资源,通过技术创新,可以将瓦斯进行有效利用,实现瓦斯治理和资源利用的双重目标。推广瓦斯利用技术,煤矿企业可以将瓦斯从矿井中收集后,用于发电或生产清洁能源,将废气变为资源,带来额外的经济效益。在瓦斯利用方面,一些煤矿已经开始应用瓦斯发电技术,利用瓦斯发电可以满足矿井生产用电需求,同时将多余电力并入电网,进一步提高资源利用效率。瓦斯还可以用作工业燃料,为周边工业企业提供清洁能源。在推广瓦斯利用的过程中,技术创新是关键,煤矿企业需积极引入先进的瓦斯利用设备和工艺,如低浓度瓦斯氧化燃烧技术、大规模瓦斯存储和输送技术等,这些技术能够提高瓦斯利用率和安全性,实现瓦斯资源的高效开发和利

用。推广瓦斯利用不仅减少了瓦斯的泄漏风险,降低矿井瓦斯浓度,还能为企业带来经济效益,是一种可持续发展的瓦斯治理措施。

3.5 完善瓦斯治理管理机制

完善的管理机制是瓦斯治理工作的制度保障,煤矿企业需将瓦斯治理纳入日常生产管理的各个环节,制定严格的规章制度并确保执行到位。第一,煤矿企业应建立健全的瓦斯治理规章制度,明确各岗位的瓦斯治理职责,落实到每位员工身上,形成全员参与的瓦斯治理格局。在此基础上,企业需定期组织一线员工开展瓦斯治理的安全培训,提升员工的安全意识和技能水平,使他们能够掌握瓦斯检测、应急处理等关键技能。第二,监管部门也需加强对煤矿瓦斯治理工作的监督力度,定期对企业的瓦斯治理措施进行检查,发现问题及时督促整改,确保瓦斯治理措施的落实效果。通过制定并完善瓦斯治理管理机制,将瓦斯治理工作制度化、规范化,煤矿企业可以提高瓦斯治理的执行力和持久性,减少安全事故的发生,实现煤矿生产的本质安全。

4 瓦斯治理存在的挑战

4.1 地质条件复杂性增加了瓦斯治理难度

煤矿瓦斯治理面临的首要挑战是地质条件的复杂性。煤层的埋藏深度、构造破碎带、煤层气储量等地质因素会显著影响瓦斯的赋存状态及分布规律。在煤层深部,瓦斯压力较大且渗透性较差,瓦斯不易通过自然扩散进入通风系统。此外,煤层含瓦斯量在同一矿区内也存在较大差异,部分煤层含瓦斯量偏高,且有些区域受地质构造控制,形成了局部的高瓦斯聚集带^[3]。由于地质条件的不可预测性,瓦斯在开采过程中可能会突然释放,导致“瓦斯突出”现象,该现象会造成大量瓦斯瞬时喷出,对井下作业人员和设备构成极大的安全威胁。为了应对地质条件复杂性的挑战,瓦斯治理必须依赖高精度的地质勘探和监测技术,通过对煤层的赋存规律进行准确预测来提高治理的有效性。但现有地质勘探手段的精确度和覆盖范围有限,地质数据的获取与分析仍然存在技术瓶颈。相关问题使得瓦斯治理过程在深部开采、复杂构造区和高瓦斯聚集带等区域充满不确定性,直接影响了煤矿的安全管理水平和生产效率。

4.2 瓦斯监测与控制技术的局限性

瓦斯治理过程需要高度依赖瓦斯监测技术和瓦斯控制技术支持,然而目前的监测与控制技术尚存在一定局限,

难以完全满足现代煤矿的高效、安全需求。现有的瓦斯监测设备多采用固定安装的气体探测器,覆盖范围和灵敏度受到限制,尤其在地质条件复杂、作业面不断变化的情况下,监测设备难以及时响应瓦斯浓度的剧烈变化。瓦斯监测的数据实时传输和智能分析技术尚未成熟,数据获取后需依赖人工解读与判断,响应速度较慢,增加了瓦斯超标未被及时发现的风险。与此同时,现有瓦斯控制手段也存在不足,例如,瓦斯抽放技术的有效性在煤层透气性较差的情况下大打折扣,容易出现瓦斯抽放不彻底的问题,进而导致瓦斯在某些区域积聚形成安全隐患。在井下采掘的动态环境中,瓦斯的分布状态会随着采掘活动而改变,这种动态特性对瓦斯监测和控制技术提出了更高要求,需实现实时、自适应的响应机制,然而现阶段的技术水平仍难以做到完全满足实际需求。

4.3 安全管理与应急处置机制的完善性不足

在瓦斯治理过程中,安全管理与应急处置机制的完善性也对瓦斯防治效果产生了重要影响。尽管煤矿企业普遍制定了安全管理制度和瓦斯治理方案,但在实际执行中存在管理不完善和应急处置不及时的情况。瓦斯防治需要井上下多部门协同运作,然而由于部门间的沟通与协调不畅,导致信息传递和决策反应效率低下。矿井中的安全培训和技术培训多流于形式,矿工在瓦斯泄漏或超标情况下的应急应对能力不足,容易导致瓦斯事故在第一时间未能得到有效控制。应急处置机制的不足也体现在应急物资和设备的配置上,许多煤矿企业在发生瓦斯泄漏时,无法在短时间内提供充足的应急物资和人员支持,延误了事故的处理时机,导致事故影响扩大。

5 结语

瓦斯治理是煤矿安全生产中不可忽视的重要环节。通过优化通风系统、实施抽采排放、构建智能监测预警系统、推动技术创新及完善管理机制,可以大幅度减少瓦斯事故的发生。未来,煤矿企业应加大瓦斯治理方面的投入,依托先进技术和严格管理,切实保障矿井安全生产。

参考文献

- [1] 杜昆,李奇. 煤矿瓦斯监测值特征分析与预警技术研究[J]. 科技创新与应用, 2024, 14 (32): 94-98.
- [2] 黄友金,覃佐亚,陈滔,彭勐波. 高瓦斯矿井回风隅角瓦斯治理技术应用[J]. 江西煤炭科技, 2024, (04): 149-151+159.
- [3] 孙令超. 高位钻孔代替高位抽采巷上邻近层卸压瓦斯治理效果研究[J]. 能源技术与管理, 2024, 49 (05): 42-44.