

采煤工程中的瓦斯抽采与治理技术研究

孙华锋

安阳永安贺驼煤矿有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i4.7275

[摘要] 本文针对采煤工程中瓦斯抽采与治理这一关键问题, 综合分析了当前瓦斯管理的技术现状与挑战, 探讨了新型抽采技术和治理策略, 旨在提高瓦斯抽采效率, 减少煤矿安全事故, 促进煤炭资源的绿色开采。文章首先概述了研究背景及目的, 随后详细介绍了现有及新型瓦斯抽采技术, 瓦斯治理措施, 通过具体案例分析验证了技术的有效性, 并在结束语部分对研究成果进行了总结, 为未来采煤工程中的瓦斯管理提供了理论与实践指导。

[关键词] 采煤工程; 瓦斯抽采; 瓦斯治理; 安全技术; 矿井通风

Research on Gas Extraction and Control Technology in Coal Mining Engineering

Sun Huafeng

Anyang Yong'an Hetuo Coal Mine Co., Ltd

[Abstract] This article focuses on the key issue of gas extraction and treatment in coal mining engineering, comprehensively analyzes the current technical status and challenges of gas management, explores new extraction technologies and treatment strategies, aiming to improve gas extraction efficiency, reduce coal mine safety accidents, and promote green mining of coal resources. The article first provides an overview of the research background and objectives, followed by a detailed introduction to existing and new gas extraction technologies and gas control measures. The effectiveness of the technology is verified through specific case analysis, and the research results are summarized in the conclusion, providing theoretical and practical guidance for gas management in future coal mining engineering.

[Key words] coal mining engineering; Gas extraction; Gas control; Security technology; mine ventilation

一、引言

随着能源需求的不断增长, 煤炭作为主要能源之一, 其开采量持续上升。然而, 采煤过程中释放的瓦斯不仅影响生产效率, 还严重威胁到矿工的生命安全和环境质量。因此, 研究高效、安全的瓦斯抽采与治理技术, 对于实现煤炭行业的可持续发展具有重要意义。

瓦斯是一种以甲烷为主的可燃气体混合物, 具有易燃易爆特性。在采煤过程中, 若瓦斯浓度控制不当, 极易引发爆炸或窒息事故。此外, 大量未经处理排放的瓦斯还会加剧温室效应, 对环境造成负面影响。

二、采煤工程中的瓦斯抽采技术研究

2.1 现有瓦斯抽采技术概述

采煤工程中的瓦斯抽采是确保煤矿安全生产的核心环

节, 其技术体系已相对成熟。地面长钻孔抽采技术利用地面钻孔穿透煤层, 通过负压抽吸方式提取瓦斯, 适用于煤层埋藏较深的情况, 但钻探成本较高。顺层钻孔抽采技术则是沿煤层走向布置钻孔, 有利于提高瓦斯的收集效率, 尤其适合于煤层连续且稳定的情况。穿层钻孔抽采技术则通过垂直或斜交煤层的钻孔来抽取瓦斯, 适用于多煤层或复杂地质构造区域。尽管这些传统技术在实践中发挥了重要作用, 但普遍存在的问题包括抽采效率有限、运营成本高, 以及对复杂地质条件适应性不强等。

2.2 新型瓦斯抽采技术的研究进展

为了克服现有技术的局限, 科研人员不断探索和开发新型瓦斯抽采技术。微波预处理技术是近年来颇受关注的一种, 它通过发射特定频率的微波辐射, 使煤层内部产生热量, 进

而改变煤的物理结构, 增加煤层的孔隙度和渗透率, 从而极大地促进了瓦斯的释放和迁移。这种技术有望大幅度提高瓦斯的初始释放速度和总量, 降低后续抽采难度。

水力压裂增透技术则是借鉴石油天然气行业成功经验, 通过向煤层注入高压液体, 人为制造裂缝, 拓宽瓦斯的流动路径, 显著提升瓦斯的抽采效率。这种方法已被证实能够大幅增加煤层的渗透性, 尤其是在低渗透率的煤层中效果尤为明显。

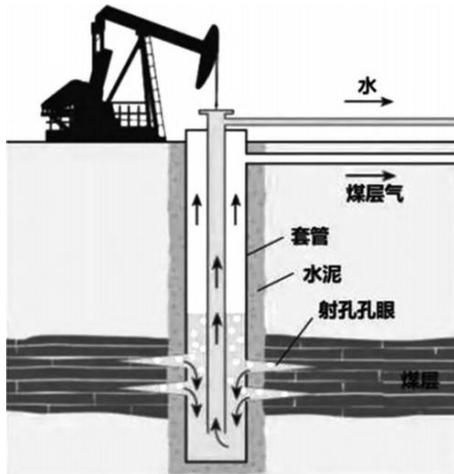


图1 煤层气抽采方式

2.3 瓦斯抽采效率提升技术策略

面对抽采效率和成本控制的双重挑战, 整合智能监控与优化策略成为提升瓦斯抽采效率的关键途径。一方面, 利用大数据分析技术, 结合历史开采数据和实时监测信息, 可以更准确地预测瓦斯的涌出规律, 指导抽采作业的适时调整。另一方面, 通过先进的模拟软件优化钻孔布局和抽采参数, 比如钻孔间距、深度和方向, 确保抽采系统的最优化配置, 以最小的投入获取最大的抽采效果。

此外, 开发和应用低能耗、高效率的抽采设备和技术, 如高效能的抽采泵、智能化控制阀门等, 不仅能减少能源消耗, 降低运行成本, 而且有助于减少环境污染, 符合绿色矿山建设的发展趋势。长远来看, 技术创新和智能化升级将是提高瓦斯抽采效率、实现煤矿安全高效开采的重要方向。

三、采煤工程中瓦斯的治理技术研究

3.1 瓦斯利用与转化技术

在全球追求可持续发展目标的背景下, 煤炭行业对瓦斯的合理利用与高效转化技术给予了前所未有的重视, 这不仅是环境保护的迫切需求, 也是资源高效利用的关键途径。当前, 瓦斯利用技术的拓展主要聚焦于三大领域: 发电、热能供应和化工转化, 每一项技术都在不同维度上推进着煤炭行业的绿色转型。

瓦斯发电技术是将瓦斯转化为电能直接途径, 它通过燃烧瓦斯来驱动发电机, 生成的电力既可用于满足煤矿自身的能源需求, 也能并入国家电网, 供更广泛的用户使用。这种方式显著减少了对外部购电的依赖, 不仅降低了能源成本,

还有助于减少温室气体排放, 实现了经济效益与环境保护的双重目标。随着分布式能源系统的推广, 瓦斯发电在偏远矿区的自给自足能力愈发凸显, 为偏远地区的经济发展和能源安全提供了新思路。

瓦斯作为一种低碳能源, 其在供暖领域的应用同样展现出广阔前景。无论是通过直接燃烧还是热电联产系统中的热能回收, 瓦斯都能为工业区、居民区提供稳定且环保的热源, 替代传统的燃煤供暖, 减少了污染物排放, 提高了能效。这一模式不仅拓宽了瓦斯的利用渠道, 也为寒冷地区提供了经济可行的清洁能源解决方案, 助力城市空气质量改善和低碳城市建设。

化工转化技术, 尤其是气化和费托合成技术, 为瓦斯的利用开启了全新的可能性。通过这些先进技术, 瓦斯被转化为高价值的化工产品, 如甲醇、合成氨, 它们在农业肥料、医药、塑料制造等领域扮演着重要角色。这一转化过程不仅将原本可能造成安全隐患的瓦斯转化为有价值的资源, 还为煤矿企业开辟了化工产品市场, 实现了产业价值链的延伸, 从单一的煤炭开采转向多元化经营, 增强了企业的市场竞争力和抗风险能力。

3.2 矿井通风系统优化设计

矿井通风系统作为煤炭开采中的生命线, 其效能直接关系到作业人员的安全与健康, 以及矿井生产活动的顺利进行。随着科技的进步, 现代矿井通风设计理念已从传统的经验估算转向基于科学计算与智能化控制的综合优化方案, 旨在构建一个更加安全、高效、节能的地下作业环境。

矿井通风系统优化设计首先依托于先进的计算机模拟技术。工程师们利用专业的三维建模软件, 如CFD (Computational Fluid Dynamics) 流体动力学模拟, 对矿井复杂的通风网络进行全面分析。这一过程包括精确模拟矿井内部的空气流动路径、瓦斯积聚区域以及各种通风障碍的影响, 从而揭示瓦斯的流动规律。依据模拟结果, 设计团队可以优化风道的布局结构, 确保每一个工作面都能得到充分而均匀的通风, 同时合理分配各分支的风量, 避免局部风速过低导致瓦斯积聚的风险。

为了实现通风系统的动态优化, 现代矿井普遍安装了由各类传感器组成的网络系统。这些传感器不间断地监测井下环境参数, 包括但不限于瓦斯浓度、氧气含量、二氧化碳浓度、温度、湿度以及风速等, 数据实时传输至地面控制中心。在此基础上, 智能通风控制系统利用先进的算法分析这些数据, 自动调整风机的运行状态(如转速)和风门的开闭程度, 实现精准的按需通风。这种即时响应机制能够迅速应对矿井内环境变化, 有效控制瓦斯浓度在安全范围内, 同时避免过度通风造成的能源浪费。

精细化管理策略在矿井通风系统优化设计中扮演着核心角色。通过对通风系统的持续监控与动态调整, 不仅能最大限度地保障矿工安全, 还显著提升了能源利用效率, 符合国

家节能减排的政策导向。智能通风系统的应用减少了不必要的通风能耗,降低了运营成本,同时也减少了温室气体排放,为煤炭行业实现绿色转型提供了技术支持。

3.3 矿山瓦斯灾害应急救援技术

在矿山开采作业中,瓦斯灾害因其突发性强、破坏力大而被视为头号安全隐患。为有效应对这一挑战,构建一套完善且高效的瓦斯灾害应急救援技术体系显得尤为重要,这一体系涵盖了监测预警、快速响应、救援执行、培训演练等多个方面,旨在全方位保障矿工生命安全,减少财产损失,维护矿山正常生产秩序。

首先,高灵敏度的瓦斯监测仪器是预防瓦斯灾害的第一道防线。这些仪器被广泛部署在矿井的各个关键位置,实时监测瓦斯浓度、氧气比例、温度、湿度等关键参数。一旦监测数据接近或超过安全阈值,系统立即自动触发预警,通过声光报警、短信通知等多种方式,迅速将险情传递给矿井管理和应急部门,为采取早期干预措施争取宝贵时间。

构建快速响应的应急救援体系是应对瓦斯灾害的核心。这包括组建一支训练有素的专业救援队伍,他们需掌握先进的救援技能,熟悉矿井环境,能够在接到警报后即刻出动。此外,高效的通讯系统是确保救援指令畅通无阻的关键,通过卫星电话、无线对讲机等设备,即使在复杂矿井环境中也能保持通讯联系。配备现代化救援装备,如呼吸器、生命探测仪、救援机器人等,提高救援效率与安全性。

增强矿工的安全意识和自救互救能力是防灾减灾的重要组成部分。矿山企业应定期组织应急演练,模拟瓦斯泄漏、爆炸等紧急情况,让每位员工熟悉逃生路线、正确使用自救器、了解集合点位置等基本自救知识。同时,开展安全教育培训,讲解瓦斯灾害成因、预防措施和应急响应流程,提升全员的风险防范意识,确保在真实的灾害面前能够冷静应对,有效自救与互救。

通过上述措施的综合应用,形成一张立体化的安全防护网,为煤矿生产筑起坚实的防线。这不仅需要硬件设施的投入与更新,如监测仪器、通讯设备的升级,也离不开软件层面的强化,包括应急预案的制定与更新、人员培训体系的完善。同时,跨部门间的协作机制也至关重要,确保在灾害发生时,政府、企业、救援机构能够快速联动,共同应对,将灾害影响降到最低。

四、案例分析

在探索煤炭资源高效、安全开发的道路上,位于我国某地的一家大型煤矿企业脱颖而出,通过创新实践,为我们提供了一个将科技与环保完美融合的成功案例。该煤矿采用了微波预处理技术与智能抽采系统相结合的综合技术方案,不仅在瓦斯治理上取得了显著成效,也实现了经济效益与环境效益的双赢局面。

该矿在开采作业之前,首先利用了前沿的微波预处理技术对目标煤层进行处理。这项技术通过发射特定频率的微波

能量,穿透至煤层深处,促使煤层内部的物理结构发生微小变化,增加煤层的孔隙度和瓦斯渗透率。此过程犹如为煤层内部的瓦斯开辟了一条快速通道,使得原本难以释放的甲烷气体得以更高效地析出。实验数据显示,经过微波预处理的煤层,瓦斯初始释放速率显著提高,为后续抽采环节奠定了坚实基础。

紧接着,该煤矿配备了先进的智能抽采系统,该系统集成了物联网传感器、大数据分析 with 智能决策算法,形成了一个闭环的动态管理机制。传感器网络遍布矿井,实时监测瓦斯浓度、压力及其它关键指标,这些数据被实时传输至中央处理单元,通过大数据分析预测瓦斯动态分布和涌出趋势,智能算法随即调整抽采策略,精确控制抽采设备的运行参数,包括抽采强度、时间安排及钻孔布局的优化。这种精准施策不仅大幅提升了瓦斯抽采效率,还有效避免了资源浪费,使得抽采效率在原有基础上提高了30%之多,年减排甲烷量高达万吨级别,显著降低了矿井内部瓦斯积聚的风险,确保了作业人员的安全。

在有效治理瓦斯的同时,该煤矿还积极寻找瓦斯资源的再利用途径,投资建设了瓦斯发电项目。通过将抽出的甲烷气体直接送入发电机组,转化为清洁的电能,既解决了瓦斯排放问题,又为企业开辟了新的盈利渠道。据初步统计,瓦斯发电项目的实施,不仅减少了对传统能源的依赖,每年还为煤矿带来数以亿计的额外经济收益,实现了环境效益与经济效益的双重收获。

总之,这家大型煤矿通过采用微波预处理与智能抽采系统相结合的综合技术策略,不仅显著提升了瓦斯治理的效率与安全性,还通过瓦斯资源的综合利用,成功展示了煤炭开采与环境保护协同发展的可行路径,为行业树立了一个值得学习和借鉴的典范。

结束语

综上所述,采煤工程中的瓦斯抽采与治理技术是保障煤矿安全生产、促进能源绿色转型的重要环节。通过不断研发和应用新技术,优化现有工艺,不仅可以有效解决瓦斯带来的安全隐患,还能实现瓦斯资源的高效利用,推动煤炭行业向更加环保、安全、高效的模式转变。

[参考文献]

- [1]任鹏.中厚煤层回采工作面瓦斯治理技术研究[J].石化技术,2023,30(12):276-278.
- [2]冯浩.煤矿瓦斯治理先抽后采技术的应用策略[J].能源与节能,2023,(10):123-125.
- [3]林立堂,王山峰,王清彦.煤矿瓦斯防治技术的现状与存在的问题[J].内蒙古煤炭经济,2023,(16):181-183.
- [4]尚林伟,孙宝强.瓦斯精细化治理与多源协同抽采技术的应用研究[J].矿业安全与环保,2023,50(04):135-141.
- [5]阮云.煤矿瓦斯抽采技术发展与研究[J].内蒙古煤炭经济,2023,(14):7-9.