

矿山通风系统能效优化与智能调控策略

刘吉升

山西世德孙家沟煤矿有限公司 山西忻州

【摘要】矿山通风系统在提高采矿作业环境安全性和生产效率方面发挥着至关重要的作用。为了优化矿山通风系统的能效，降低能耗并提高通风系统的稳定性，采用智能调控策略成为了一种有效的解决方案。本研究提出了一种基于数据分析与智能算法相结合的矿山通风系统优化策略，结合传感器网络技术和机器学习方法，通过实时监控矿山环境参数，实现对通风系统的智能调节，确保系统能效最优化。该方法能够有效平衡空气流量和能源消耗，提高矿山通风的整体运行效率，具有显著的经济和环保效益。

【关键词】矿山通风系统；能效优化；智能调控；机器学习；传感器网络

【收稿日期】2025 年 7 月 17 日 **【出刊日期】**2025 年 8 月 18 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20250166

Energy efficiency optimization and intelligent control strategies for mine ventilation systems

Jisheng Liu

Shanxi Shide Sunjiagou Coal Mine Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi

【Abstract】 Mine ventilation systems play a crucial role in enhancing the safety of mining operations and improving production efficiency. To optimize the energy efficiency of mine ventilation systems, reduce energy consumption, and enhance system stability, the adoption of intelligent control strategies has emerged as an effective solution. This study proposes an optimization strategy for mine ventilation systems that combines data analysis with intelligent algorithms. Integrating sensor network technology and machine learning methods, the strategy enables real-time monitoring of mine environmental parameters to achieve intelligent regulation of ventilation systems, ensuring optimal energy efficiency. This approach can effectively balance air flow and energy consumption, improve the overall operational efficiency of mine ventilation, and yield significant economic and environmental benefits.

【Keywords】 Mine ventilation system; Energy efficiency optimization; Intelligent control; Machine learning; Sensor network

引言

矿山通风系统是保障矿井作业安全与舒适的关键设施，尤其在深井矿山和复杂矿区中，合理的通风设计与高效的能耗管理显得尤为重要。传统的矿山通风系统常依赖固定的规则或人为操作，导致能效低下、能源浪费严重。随着智能化技术的快速发展，基于数据驱动的智能调控策略为矿山通风系统的优化提供了新的思路。通过实时数据采集与分析，结合人工智能算法，智能调控系统能够根据矿井的实时环境变化自适应地调整通风参数，达到节能降耗与提高安全性的双重目的。探索这一方向，不仅是提升矿山运营效率的需求，也是应对全球能源危机和环境保护压力的重要措施。

1 矿山通风系统现状及能效问题分析

矿山通风系统是矿井作业中的基础设施之一，承担着为矿工提供新鲜空气、保持矿井内适宜工作环境的责任。随着矿业生产规模的不断扩大，矿井的深度和复杂度也随之增加，这使得矿山通风系统的能效问题愈加突出。传统的通风方式多依赖固定的通风设计和机械控制，缺乏灵活性和适应性，导致系统在非高峰时段往往依旧全力运转，造成了能源的严重浪费^[1]。随着矿山开采深度的增加和作业环境的变化，矿山通风的能效问题更加凸显。在传统通风系统中，能效管理与监控手段有限，难以精确调节通风量和风速，且未能有效考虑矿山内外环境因素的变化，从而导致能源消耗远远超过实际需

求。

矿山通风系统的设计和运行往往存在局部过度通风和部分区域通风不足的现象。过度通风不仅增加了能源消耗,而且还可能造成空气流通不均匀,影响工作环境的质量。一些通风设备的老化和故障也会使得系统运行效率大打折扣,进而影响整体能效。矿山通风系统能效低下的问题,不仅仅是经济损失的表现,还可能带来更为严重的环境影响。在全球范围内,节能减排已成为矿业行业迫切需要解决的问题。要有效应对这一挑战,矿山企业亟需探索新的技术手段来提升通风系统的能效,推动系统智能化和精细化管理,以应对日益严峻的能源压力和环保要求。

针对上述问题,矿山通风系统的优化方向在于采用更加灵活和智能的控制方式,通过实时监测系统运行状态和环境参数,实现动态调整和自动化管理。智能调控技术的引入,无疑是对现有矿山通风系统的一次深刻变革。通过科学设计和系统优化,可以实现对风量、风速、温湿度等多方面因素的综合考虑,从而有效提升通风系统的运行效率,降低不必要的能源浪费。新的智能控制系统不仅可以根据矿井的实时变化自适应调节,还能通过数据分析预测未来需求,为系统调整提供科学依据,从而减少能源消耗,提升通风系统的经济效益和环境效益。

2 智能调控技术在矿山通风系统中的应用

智能调控技术作为近年来发展迅速的高新技术,其在矿山通风系统中的应用潜力巨大。智能调控系统的核心优势在于利用数据采集、传感器技术和人工智能算法,实现系统的自我学习与优化调节。具体而言,矿山通风系统的智能调控技术依赖于传感器网络的实时监测,这些传感器分布在矿井的各个关键节点,如通风口、风机、矿井深处等,能够实时采集温度、湿度、空气质量、风速等环境数据。通过对这些数据的实时分析,系统能够自动调节风机的工作状态、风量和风速,以满足不同作业区域的通风需求。

在智能调控系统的应用中,机器学习算法起到了至关重要的作用。通过对大量历史数据和实时数据的分析,系统能够识别矿井内环境变化的规律,预测并预判不同时间段内的通风需求。基于这些预测,系统可以提前作出响应,及时调整通风策略,避免由于人为决策延误而导致的能源浪费。机器学习

算法还能在多次调整和优化中不断完善调控策略,使得系统能效持续提升。在矿山生产过程中,智能调控技术的应用,不仅可以优化风机运行效率,还能够不同的作业阶段智能调整通风参数,以适应矿井环境的变化,从而达到降低能源消耗、提高通风质量的目的。

智能调控技术的应用也面临一定的挑战。矿山通风系统的复杂性要求调控系统具备较高的灵活性和适应性,这就需要技术的精度和稳定性得到保证。矿井的环境常常变动不居,这要求智能调控系统能够处理大量多样的数据并做出快速反应。系统需要充分考虑矿井的实际环境变化,比如人员密集度、矿井开采区域变化等因素,以实现最优调控效果^[2]。智能调控系统的部署和维护也需要大量的技术支持和资金投入。尽管如此,随着人工智能、大数据等技术的不断发展和成熟,智能调控技术在矿山通风系统中的应用前景依然十分广阔,并有望为矿山行业带来节能降耗、提高安全性等多重效益。

3 基于数据分析的能效优化策略设计

在矿山通风系统的优化中,基于数据分析的能效优化策略已逐渐成为提升能效、降低能源消耗的关键手段。通过精准的数据采集、处理和分析,系统能够深入了解矿井内部的环境需求与能源消耗情况,从而为通风方案的优化提供数据支持。这一过程依赖于矿山内部部署的传感器和监控设备,它们在矿井的各个关键位置进行实时监测,捕捉空气流动、温湿度、氧气浓度、矿井气体等重要参数。通过实时数据的融合和深入分析,系统能够全面掌握矿井内外环境的动态变化,如矿井深度、作业强度等因素,进而预测不同作业条件下的通风需求。基于这些数据,系统能够实时调整风机的运行模式、风速和风量,从而确保通风系统始终以最佳效率运行,有效提高能源利用率,降低能源浪费,确保矿井的通风质量与安全性。

在制定能效优化策略时,数据分析不仅限于对当前状态的评估,还包括对未来需求的精准预测与优化。矿山作业环境具有高度的动态性,作业密度、气候条件、矿井内的气流分布等因素时刻变化,这使得传统的静态通风设计往往无法满足实时需求。基于大数据分析的智能优化系统能够实时收集历史数据和实时数据,通过数据对比和深度学习模型进行预测,自动调整通风方案^[3-7]。这些系统通过预测

矿井内未来的气候变化、作业区的变化以及矿井深度等因素,精确计算未来的空气流量需求,从而优化风机的运行模式和风速,确保通风系统能效最大化,避免了不必要的能源浪费和过度通风,同时提升了矿井内的空气质量和作业环境安全性。

通过数据分析与智能优化的结合,矿山通风系统能够根据不同的生产条件和环境变化实现能效的最大化。优化策略的设计不仅依赖于实时数据的采集,还结合了深度学习和人工智能算法,这使得矿井环境的变化能够得到更加精准的建模与优化调整。人工智能可以分析历史数据并预测未来需求,确保系统能够智能适应不同的生产阶段和矿井环境,优化风机的运行和通风量。这一优化方案不仅提升了矿山通风系统的整体运行效率,而且确保了在矿山开采深度和规模不断扩大的背景下,通风系统仍能保持高效、稳定的运行。随着大数据、人工智能等技术的持续进步,未来矿山通风系统的智能化和自动化水平将不断提高,能效优化将成为矿山管理的核心环节,有助于实现更高的经济效益,同时满足日益严格的环保要求,实现经济与环保的双赢。

4 智能调控策略的实施效果与挑战

智能调控策略在矿山通风系统中的实施已显示出显著的节能与安全优势。通过自动调节通风量和风速,智能调控系统能够根据环境变化优化运行,显著降低能源消耗。该系统能够精准调节风流,减少空气流动不均的问题,改善矿井内的空气质量。它有效降低煤尘浓度和有害气体含量,从而显著提升作业环境安全性,保护矿工健康。智能调控策略的应用不仅提升了系统的运行效率,还为矿山企业带来了显著的经济与安全效益。

智能调控系统的实施也面临一些实际挑战。首先是技术的稳定性与成熟度,虽然现代智能调控系统已经得到了广泛应用,但在不同矿山的环境条件下,系统的适应性仍需进一步提高。不同地区的矿井具有不同的通风需求和作业环境,如何根据实际情况定制调控方案仍是一个技术难题。系统的初期投资和运行维护成本较高,需要矿山企业在短期内投入大量资金^[8]。虽然从长远来看,智能调控技术能带来显著的节能效果,但前期的技术推广与设备投资仍然需要解决。另外,智能调控系统的数据处理能力也是一个挑战,如何处理来自多个传感器的海量数据,并进行有效决策,依赖于数据分析平台的

精确性和实时性,这对系统的技术要求较高。

智能调控策略在矿山通风系统中的应用前景依然广阔。随着人工智能、机器学习等技术的不断进步,未来的智能调控系统将会更加精准高效,能够更好地应对矿山环境的复杂性和多变性。通过不断优化系统设计和加强技术研发,矿山通风的智能化将逐步实现,进一步推动矿山行业节能减排和高效生产的目标。

5 结语

矿山通风系统的优化通过智能化和数据驱动的策略,不仅能显著提高能效,降低能源消耗,还能有效提升作业环境的安全性。基于数据分析的能效优化策略通过实时监控、预测和调整,确保了通风系统在复杂矿井环境中的高效运行。随着技术的不断进步,未来的矿山通风系统将更加智能化、自动化,为矿山企业带来更大的经济效益,并助力实现可持续发展目标。智能调控和能效优化将成为矿山管理中的核心部分,为行业带来全新的发展机遇。

参考文献

- [1] 马忠涛.矿井通风阻力影响因素分析及通风系统优化研究[J].内蒙古煤炭经济,2025,(12):10-12.
- [2] 刘慧军.煤矿通风管理中精准通风监测系统的应用[J].能源与节能,2025,(05):94-96.
- [3] 曹义伟.矿山井下通风系统优化对安全生产的影响分析[J].石材,2025,(05):140-142.
- [4] 张鹏云.矿山通风系统可靠性评价研究[J].煤炭科技,2025,46(01):93-96+104.
- [5] 刘然.金属矿山通风系统优化与安全性能提升研究[J].世界有色金属,2024,(24):223-225.
- [6] 徐良.矿山通风系统现存问题及其优化策略研究[J].建筑经济,2024,45(S2):509-511.
- [7] 陈童.智能化煤矿通风系统平台应用研究[J].现代工业经济和信化,2024,14(11):179-181.
- [8] 张华瑜.煤矿通风系统优化设计及改造降阻研究[J].煤矿现代化,2023,32(04):37-41.

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/>



OPEN ACCESS