

优化矿井通风与安全生产的关系探究

易军

富源县金鑫煤业有限公司, 中国·云南 曲靖 655502

摘要: 矿井通风是保证矿井安全的重要保障, 矿井通风系统的优化设计和管理对于减少矿井事故风险和保证矿工生命财产安全至关重要。论文分析了当前矿井通风存在的问题, 对矿井通风问题对安全生产的影响进行了介绍, 并对优化矿井通风的策略进行了探讨。通过以上研究, 以期形成合理的矿井通风系统设计方案, 为矿井安全生产、实现矿井可持续发展提供理论和技术支撑。

关键词: 矿井通风; 安全生产; 优化策略

Exploration on the Relationship Between Optimizing Mine Ventilation and Work Safety

Jun Yi

Fuyuan Jinxin Coal Industry Co., Ltd., Qujing, Yunnan, 655502, China

Abstract: Mine ventilation is a crucial safeguard for ensuring mine safety. The optimal design and management of mine ventilation systems are vital for reducing mine accident risks and safeguarding the lives and property of miners. This paper analyzes the current issues in mine ventilation, introduces the impacts of ventilation problems on work safety, and explores strategies for optimizing mine ventilation. Through the above research, the aim is to formulate a reasonable design scheme for mine ventilation systems, providing theoretical and technical support for safe mine production and the sustainable development of mines.

Keywords: mine ventilation; work safety; optimization strategies

0 前言

在矿业生产中, 安全一直是最重要的工作。矿井通风是保证矿井安全的重要因素, 其优化质量将直接影响工人的生命财产和企业的经济效益。随着矿井开采向纵深和深度的增大, 矿井通风系统的安全运行面临着越来越多的问题, 如瓦斯浓度控制、地下气候调控等。因此, 探索矿井通风与安全生产之间的内在联系, 并提出可行性的优化对策, 对促进矿井安全、促进其可持续发展, 具有十分重要的理论和实践意义。

1 分析当前矿井通风存在的问题

一些矿井施工前期对通风系统的设计不够重视, 导致其出现了通风管网布局不合理、阻力过大等问题。一些矿山为减少施工费用, 采用简单的通风方式, 造成通风效果差。例如, 某小型矿井由于其不合理的通风系统, 导致局部地区的空气流通不良与瓦斯浓度超标, 从而导致重大的生命和经济损失。还有一些矿井通风设备已经老化, 磨损严重。风机效率降低、风筒漏风是风机性能下降的主要原因。另外, 一些矿井由于对通风设施的维修工作不够重视, 缺少必要的维修, 导致其频繁发生事故, 使其安全运转得不到保障。一些矿井的通风管理还不够完善, 没有健全的通风管理制度与相应规范。目前, 矿井通风管理人员的职业素养普遍较低, 对其操作监控与调节能力较弱。在实际操作过程中, 常出现违

章操作, 随意启停风机的情况, 对安全生产造成较大的隐患。同时, 没有落实通风系统日常巡查的工作, 并对其安全隐患进行排查^[1]。

2 矿井通风问题对安全生产的影响

2.1 瓦斯爆炸风险增加

瓦斯是矿井安全生产的主要隐患, 一旦发生爆炸事故, 会造成巨大的社会损失。如果矿井通风系统设计不当, 如通风路径迂回曲折和复杂通风网络, 将会使气流无法顺利到达各分区, 造成瓦斯积聚。此外, 还有一个不可忽视的因素, 老式的通风风扇性能衰退, 风量、风压供应不充分, 风筒磨损断裂, 会造成严重的漏风, 这些因素导致瓦斯不能进行有效的稀释和排放。近几年, 中国发生的瓦斯爆炸事故中, 主要是由于不完善的通风系统引起的瓦斯积聚所致。例如, 在某些高瓦斯矿井, 因不能按照采掘进程对通风系统进行及时的调整和优化, 局部地区的瓦斯浓度不断上升, 当遇上因电器失爆而产生的电火花等火源时, 极易引起强烈的爆炸, 从而导致巨大的生命和经济损失, 对矿山的安全生产造成了极大的影响。

2.2 对矿工的健康构成危害

矿井的工作条件较差, 矿井通风不良, 造成了一氧化碳、二氧化硫等有害气体的积累, 而粉尘又不能及时排除。长期工作于此, 对呼吸系统的危害较大。尘肺是矿井生产中危害

最大的一种职业病。《2022 年中国卫生健康事业发展统计公报》显示, 2022 年, 全国新发职业病 11108 例, 其中有 7577 例为职业性尘肺病例, 占 70% 以上, 其中采矿业占新增尘肺病人的 50% 以上。在矿井开采、掘进和运输过程中, 会排放大量的呼尘, 这些呼尘颗粒细小, 容易被吸入肺部, 在肺部停留很长时间。长期积累下来, 会造成肺组织的纤维化, 从而引起尘肺, 表现为胸闷、咳嗽与呼吸困难等一系列的症状, 这不仅会使矿工的生活品质下降, 还会威胁矿工的生命安全^[2]。

2.3 矿井生产效率下降

井下工作条件恶劣, 给矿井生产带来诸多不利影响。高温、高湿与通风不良, 会使身体的散热难度增加, 体内的水分也会快速流失, 很容易出现疲劳, 无法专心工作, 导致操作的准确性和反应能力降低, 从而造成工作效率降低。例如, 某高温矿井在通风状况不变的情况下, 经过 2~3 个小时的高温作业, 其生产效率比普通环境下降 30%~40%。同时, 由于矿井的通风系统常出现故障, 导致矿井被迫关闭和维修, 直接影响矿井的正常生产。根据不完全统计, 一些矿山由于通风系统失效, 一年内停工长达几十天到一百多天, 严重影响矿井的正常生产, 造成重大的经济损失。

2.4 其他安全事件的引发

通风不良不仅会引发瓦斯爆炸, 危害矿工的身体健康, 影响其生产效率, 而且很容易引发其他重大的安全事故。在没有足够的通风条件下, 矿井内的含氧量会不断减少, 从而导致矿工出现缺氧、昏迷等情况, 严重者甚至有生命危险。同时, 在通风不良的环境下, 灰尘积累到一定程度后, 一旦遭遇火源, 就有可能发生粉尘爆炸, 而爆炸产生的高温与冲击, 也有可能引燃周边可燃物, 导致大面积火灾。这些事故相互交织与影响, 会导致事故的破坏范围大大增大, 使矿山的工作环境更加危险, 对矿山的安全生产构成极大威胁, 也给救援工作带来了较大的困难, 还会导致更加严重的生命和经济损失, 给矿山可持续发展带来巨大影响^[3]。

3 优化矿井通风的策略

3.1 对通风系统进行科学设计

科学的通风系统的设计, 是实现矿井最优通风的重要步骤。在设计时, 要将矿山的地质条件、工作流程和通风装置参数等因素相结合, 利用现代的通风理论和计算机技术, 准确地布置和优化通风管网。对通风井巷进行合理布置, 保证风流的稳定, 降低了风阻力, 提高通风效果。同时, 根据矿山的生产规划和通风要求, 对主要通风机等进行精确布置, 保证其与通风网络的匹配, 达到按需送风的目的。构建完整的矿井通风监控系统, 实现瓦斯浓度、风压等关键参数的实时监控, 实现对矿井瓦斯浓度、风压等关键参数的实时监控, 从而能够根据实际情况, 及时采取相应的措施, 保证矿井通风系统的安全稳定。

例如, 山西某家特大型矿井在对其通风系统进行改造过程中, 充分采用科学的设计原理。由于开采深度大、现有的通风方式很难适应矿井的需要。结合现代通风模拟软件, 对矿井各采区的地质结构等情况进行细致分析, 并对不同的通风方式下的风流方向和风压分布进行数值模拟。通过多次模拟比较, 得到优化通风管网布置方案。通过对通风巷道进行优化, 可以使通风巷断面增大 20%, 通风阻力减小 30%, 改善了巷道的通风效果。根据开采方案, 准确地布置两台高效节能的主排风扇, 其风量和风压可以根据矿井的实际需要进行自动调整。同时, 搭建完整的矿井通风监控体系, 在矿井重要部位设置几十个传感器, 对瓦斯浓度、风压等参数进行实时采集, 并将其上传到地面监测中心。该装置的投产, 使矿井的瓦斯浓度保持在安全区间, 大大提高通风效果, 使矿井安全生产得到有效的保障, 其产量比以往增加了 15%^[4]。

3.2 加大对通风设施更新和维护力度

为了保证矿井通风系统的正常工作, 必须加强对通风设施的改造和维修。在具体实施过程中, 要根据矿山的生产规模、设备使用年限等因素, 制订科学的改造方案。为引进高效节能的新设备, 提高整体通风系统的工作效率, 必须对老化或失效的通风设备进行及时替换。同时, 要制定一个完整的设备维修管理制度, 确定维修人员的职责, 制定相应的操作规程, 保证通风设备的日常保养工作能顺利进行。维修工作涉及设备的清洗、润滑、调整和排除故障等环节, 并在日常的巡视和预防维修中, 对可能出现的故障进行检测和处理, 将设备的突发性故障降低到最小。另外, 还需要对维修人员进行专业技能训练, 提升其技术水平和紧急处置技巧, 保证在发生故障的情况下, 能快速、准确地进行检修, 保证通风设施的正常运转, 为矿山的安全生产提供硬件保障。

例如, 某现代化露天矿井在 2021—2023 年间, 对其通风设施进行系统改造, 以解决其存在的问题。该矿原主要通风机通过 12 年的运行, 其性能衰退现象十分显著, 实测风量只有额定值的 70% 左右, 并且由于叶片磨损过大, 导致能耗比设计指标提高 25%。在这种情况下, 矿井引进新的轴流式主风扇, 该风扇利用变频技术, 使其效率提高 40%, 噪声降低了 15 分贝。同时, 对断裂风机进行 3.2 公里的更换, 新装高强度风机的漏风率由改造前的 18% 下降到 5% 以下。在维修管理上, 矿井构建智能设备管理平台, 利用物联网技术对风机轴承温度等重要参数进行实时监控, 并利用大数据对设备的故障进行预测。例如, 在 2023 年 3 月, 该系统对一台主风机轴承出现异常磨损提前 72 小时发出警告, 维修小组立即进行更换, 从而避免由于设备突然失效造成的井下停机^[5]。

3.3 加强对矿井通风的控制

矿井企业要建立和完善矿井通风管理机构, 明确各级人员的责任和权限, 保证矿井安全生产的顺利进行。在实际操作过程中, 要严格按照规程要求, 对通风系统的工作状况

进行实时监控和分析,并根据矿井的实际情况,对其进行相应的调整。同时,要加强对通风管理员和工作人员的专业培训,提高其专业素质和安全意识,让矿工能熟练地掌握通风设备的使用和维修技术,对各种紧急情况做出反应。同时,加强通风管道也要注意与其他生产环节的相互协作,保证通风体系与整个矿山的生产活动相结合,达到高效、安全生产的目的。

例如,山东某矿井加强通风管理,建立了三级的管理结构,成立通风管理中心,对整个生产过程进行协调,并设置分区通风管理部门和班组通风专员,对各个层次工作进行6细化。编制了《矿井通风标准化管理手册》,对通风系统设计、设备运行维护等进行详细规定,并对87条作业程序进行规范。采用智能化通风管理平台,在矿井内布置200多台监控终端,实时获取矿井内的风速、瓦斯浓度等参数,并通过AI算法,实现对通风系统的最优控制。在2023年,通过对采区回风巷的数据进行统计分析,确定矿井通风阻力异常,并及时制定相应的方案,对矿井的通风方式进行优化,使矿井通风率提高了20%,而瓦斯含量降低了0.15%。在人才培养上,每年都有16个专门的通风专业培训,涵盖所有岗位,其中包括通风设备的模拟操作等,考试合格率达到98%。同时,通过与采煤等相关部门的信息共享,实现对矿井通风计划的提前调整^[6]。

3.4 改善通风系统在复杂条件下的适应能力

提升通风系统的适应能力,是保证其在多变的地质条件下持续有效地工作的重要前提。为此,需要对矿井通风系统进行综合评价,辨识可能存在的风险部位,并研究地质结构变化、工作面推进等环境因素对矿井通风系统的影响。结合智能通风控制系统等先进通风技术与设备,提高系统的适应性与调节能力。通过对通风管网布置进行优化,使其能在复杂的环境中保持稳定的气流流动,并提供合适的通风参数。通过对矿井通风系统运行状况以及环境参数变化进行实时监控,从而实现了对矿井通风系统的应急响应。同时,还需要强化通风与其他生产系统的协调和联系,保证在复杂的环境中,各个系统可以有效地协作,保证矿井的安全。

例如,贵州高瓦斯突出矿井深部开采面临着地温上升

等复杂的环境问题。该矿井采用智能化的通风调控技术,在矿井重点部位布置了多套温度、湿度、风速等传感器,实现对周围环境的实时监测,并将其上传到地面监控中心。通过大数据分析,对主风机的转速、局扇的风量进行自动调整,以满足不同用户的需要。在探测到工作面瓦斯浓度高于0.6%的情况下,及时将这一地区的通风量提高30%,并通过联合抽采系统提高抽采的强度,保证瓦斯浓度稳定在安全区间。为解决地温偏高的问题,该矿井采取新的冷却方式,采用地面冷却站的方式,将低温冷水通过管路送到井下风冷器,使风温下降8℃~10℃,从而提高了矿井的工作环境。通过对矿井推进的动态调整,利用可调式风门及柔性风筒,实现了对风流方向及风量分布的灵活调节。在实施后,该矿工作面平均气温由32℃下降至24℃,瓦斯超限事故从改造前的每月12起减少到2起,产量增加了25%,有效地解决了复杂环境对通风系统的影响。

4 结语

总之,矿井通风的优化关系着矿井的安全生产。目前,矿井通风工作中存在着许多问题,给矿井的安全生产带来了不利影响。通过对矿井通风系统进行科学的设计、强化通风设备的维护保养、增强其在复杂环境下的适应能力等策略,可以有效地改善通风条件,减少安全事故的发生,保证员工的身体健康,提升生产效率,推动企业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 赵毅龙.矿井通风系统中的无线传感器网络设计与优化[J].能源与节能,2025(5):156-158.
- [2] 浦仕建.柔性风筒在矿井通风技术中的应用研究[J].能源与节能,2025(5):237-239+243.
- [3] 庞有晨.矿井通风中逆向隔断装置的分析及应用[J].能源与节能,2025(5):284-286.
- [4] 任旭,盛敏敏,杨付岭.基于灵敏度矩阵的矿井通风系统优化[J].自动化应用,2025,66(9):66-68.
- [5] 刘湘滢.矿井智能通风研究进展及展望[J].工矿自动化,2025,51(4):44-56.
- [6] 籍鹏.地下矿井通风系统智能优化与能耗控制方法研究[J].山东煤炭科技,2025,43(4):76-80.