

井巷降阻工程在矿井通风系统改造中的应用

余路路

山西焦煤山煤国际经坊煤业有限公司 山西 长治 047100

摘要: 矿井通风系统犹如矿井的“呼吸系统”，对保障井下作业环境安全和矿工生命健康至关重要。随着矿井开采深度和规模的不断扩大，原有的通风系统往往面临诸多问题。井巷降阻工程作为一种有效的解决方案，能够改善通风效果。基于此，以下对井巷降阻工程在矿井通风系统改造中的应用进行了探讨，以供参考。

关键词: 井巷降阻工程；矿井通风系统改造；应用

引言：在现代矿井开采中，通风系统的优劣直接影响着整个矿井的生产效率和安全水平。由于矿井巷道的不断延伸和复杂地质条件的影响，通风阻力逐渐增加，这不仅增加了通风能耗，还可能导致通风不畅等安全隐患。井巷降阻工程在矿井通风系统改造中应运而生。该工程对井巷的合理规划和改造，可有效降低通风阻力，增强通风系统的稳定性和可靠性，这对矿井的可持续发展意义非凡。

1 井巷降阻工程的原理

井巷降阻工程的原理主要基于流体力学的相关理论，旨在减少风流在井巷中流动时所受到的阻力。从井巷的几何形状方面来看，当井巷的断面形状合理时，风流受到的扰动较小。例如，圆形断面相比于其他形状，其周边风流的流速分布更均匀，能够减少因风流速度急剧变化而产生的局部阻力。保持井巷断面尺寸的一致性也很关键，如果断面突然变化，如缩小或扩大，风流会产生强烈的涡流现象，大大增加阻力。通过优化井巷的设计，使断面逐渐过渡，可以有效降低这种因断面变化带来的阻力。井巷壁面的粗糙度也是影响通风阻力的重要因素。粗糙的壁面会使风流与壁面之间的摩擦加剧。采用光滑的壁面材料或者对壁面进行特殊处理，如喷射混凝土使其表面平整光滑，能够减小风流与壁面的摩擦阻力。此外，在井巷的连接部位，减少弯道数量并增大弯道的曲率半径，可以避免风流在转弯时产生较大的离心力，从而减少因弯道造成的局部阻力。井巷降阻工程通过对这些因素的综合优化，实现降低通风阻力的目的。

2 井巷降阻工程在矿井通风系统改造中的应用原则

2.1 安全性原则

在矿井通风系统改造中应用井巷降阻工程时，安全性原则处于首要地位。矿井的作业环境极为复杂且充满危险，存在诸如瓦斯、顶板垮落、地下水等诸多安全隐患。所以，在实施井巷降阻工程的每一个环节，安全保

障都不容有失。从施工过程来看，安全管理必须贯穿始终。施工队伍要严格遵循安全操作规程，这是避免事故的基本要求。在富含瓦斯等易燃易爆危险气体的区域，施工时必须采用经过专业认证的防爆设备，并且运用安全可靠的施工工艺。例如，在进行爆破作业时，要精确控制炸药量并做好瓦斯浓度监测。井巷降阻工程完成后，其结构的安全性至关重要。井巷结构需更加稳固，能够承受矿井内复杂的压力变化以及地质应力的作用。比如在对井巷壁面进行降阻处理时，无论是采用打磨还是涂抹光滑材料的方式，都不能损害壁面原本的强度，防止出现塌方等危险。改造后的通风系统要切实履行保障井下安全的使命。它必须更高效地排除一氧化碳、硫化氢等有毒有害气体，严格控制井下的粉尘浓度，确保井下空气质量达到安全标准，为矿工提供一个安全、健康的作业环境，这是井巷降阻工程安全性原则的重要体现。

2.2 经济性原则

经济性原则在井巷降阻工程应用于矿井通风系统改造中占据着举足轻重的地位。初始投资成本是必须考量的关键因素。在井巷降阻工程中，会面临众多降阻措施的选择，这就需要全面综合地评估各个方案的成本效益。以井巷壁面材料的选择为例，市场上有多种可用于降低壁面粗糙度的材料，它们在性能和价格上存在差异。如果仅仅追求材料对降低粗糙度的卓越效果，而选用那些价格高昂的高性能材料，可能会使工程的初始投资成本大幅增加。因此，应当依据矿井的具体情况，包括通风需求、井巷使用年限等，结合矿井自身的经济承受能力，选择性价比最高的材料，确保在满足降阻要求的同时，将初始投资成本控制合理范围内。长期运行成本不容忽视。降阻工程的一个重要目标是助力通风系统降低能耗。当通风阻力减少时，通风机所需的功率相应降低。随着时间的推移，这种功率的降低将在电费等能源成本上体现出显著的节省效果。工程方案的制定还

应充分考虑对正常生产的影响。矿井生产一旦停止，会造成多方面的经济损失，如煤炭产量的减少、设备闲置的损耗等。所以，应尽量优化施工方案，减少停产施工的时间，避免因长时间停产带来巨大的经济损失，从而实现整体经济效益的提升。

2.3 有效性原则

有效性作为井巷降阻工程在矿井通风系统改造中的核心原则，具有多方面的内涵和要求。降阻工程的关键在于能够真正降低通风阻力。矿井中的井巷情况复杂多样，其通风状况和地质条件千差万别，所以改造措施必须极具针对性。例如，在那些通风阻力偏大的弯道区域，弯道的存在使得风流方向急剧改变，能量损失较大，此时增大曲率半径就是一种行之有效的改造方法。通过这样的措施，可以让风流更加顺畅地通过弯道，从而降低通风阻力。改造后的通风系统要全方位满足矿井各个区域的通风需求。矿井内不同区域有着不同的功能和作业要求，采掘工作面是矿工进行开采作业的地方，运输巷道承担着煤炭等物料的运输任务，这些区域都需要充足的新鲜空气供应，以保障人员的健康和设备的正常运行，同时也要确保污浊空气能够及时排出。有效性还重点体现在通风系统的稳定性方面。降阻工程完成后的通风系统应当具备强大的适应性，在矿井生产过程中，会面临各种不同的生产工况，诸如瓦斯涌出量不稳定，有时会突然增加，或者随着开采深度的逐步增加，井下环境发生变化等情况，但通风系统必须在这些局部环境变化下依然保持稳定的通风效果，确保矿井通风的可靠性。

3 井巷降阻工程在矿井通风系统改造中的应用

3.1 优化巷道布局

在矿井通风系统改造进程中，优化巷道布局无疑是井巷降阻工程极为重要的应用策略。合理规划巷道布局对于减少风流局部阻力、提升通风效率意义非凡。在规划新巷道之际，务必依据矿井开采规划与地质结构开展科学设计。矿井开采规划明确了各个区域的开采顺序与作业规模，地质结构则决定了巷道挖掘的可行性与稳定性。因为突然转弯会使风流方向突变，造成较大的能量损耗；断面急剧变化会引起风流速度的剧烈改变，同样增加能量损失。通过深入分析风流流动规律，把巷道设计成平滑曲线或者逐渐过渡的形状，风流在这些区域就能更顺畅地流动，有效减少能量损失。不同巷道间的连接方式也至关重要。采用恰当的连接角度，能够减少风流的碰撞与紊乱现象。对于现有的巷道布局，要进行全面评估。那些对通风效果没有积极作用甚至产生阻碍的

分支巷道，可以考虑去除；对于其他有保留价值的巷道则进行合理改造，使整个通风网络变得更加简洁、高效，进而显著降低通风阻力，为矿井内部营造良好的通风环境，保障矿井生产安全高效地进行。

3.2 改善巷道壁面条件

改善巷道壁面条件对于井巷降阻工程在矿井通风系统改造有着不可忽视的作用。巷道壁面的粗糙度直接影响风流的阻力大小。一方面，采用先进的巷道掘进和支护技术，确保巷道壁面尽可能光滑平整。例如，在掘进过程中，使用高精度的掘进设备，减少壁面的凹凸不平。在支护方面，选择表面光滑的支护材料，像新型的玻璃钢锚杆等，避免粗糙的传统材料增加壁面粗糙度。另一方面，定期对巷道壁面进行清理和维护。由于矿井开采过程中会产生大量的粉尘，这些粉尘会附着在壁面上，增加壁面的粗糙度。定期的清理可以有效去除这些粉尘，降低壁面的摩擦系数。同时，对于壁面出现的损坏部分及时修复，防止损坏区域进一步恶化而影响壁面的光滑度，从而减少风流经过时的阻力，提高通风系统的整体性能。

3.3 合理调整巷道断面尺寸

合理调整巷道断面尺寸是井巷降阻工程应用于矿井通风系统改造的关键环节。巷道断面尺寸与通风阻力有着密切的关系。当断面尺寸过小时，风流速度会增大，根据通风阻力公式，通风阻力会急剧增加。因此，需要根据矿井的通风需求和实际情况来确定合适的断面尺寸。对矿井各个区域的通风量进行精确计算，结合风流速度的合理范围，确定不同巷道所需的最小断面面积。例如，在主要通风巷道，由于通风量需求大，应适当增大断面尺寸，以降低风流速度，减少通风阻力。在考虑巷道断面尺寸调整时，还要兼顾矿井的开采规划和成本因素。不能盲目地增大断面尺寸，要在满足通风要求的前提下，尽量减少不必要的工程量和成本支出。随着矿井开采的推进，不同区域的通风需求可能会发生变化，需要及时对巷道断面尺寸进行动态调整，以始终保持通风系统的高效运行。

4 井巷降阻工程在矿井通风系统改造中的未来发展趋势

4.1 智能化监测与调控技术的深度融合

在未来的矿井通风系统改造中，井巷降阻工程将与智能化监测与调控技术深度融合。随着传感器技术、物联网技术的不断发展，矿井内的通风状况能够被实时精确监测。通过在巷道内密布各类传感器，如风速传感器、风压传感器、粉尘浓度传感器等，可以全面获取通

风系统的各项参数。这些数据将被实时传输到地面的监控中心，借助大数据分析技术，对通风系统的运行状态进行准确评估。智能化调控系统能够根据分析结果自动调整通风设备的运行参数，例如风机的转速、风门的开度等，以适应不同的开采阶段和通风需求。对于并巷降阻工程而言，智能化监测与调控可以及时发现降阻措施实施后的效果变化。如果某一巷道的降阻效果不理想，系统能够快速定位问题并给出调整方案，如调整局部通风布局或者优化降阻设备的运行参数，从而实现更加精准、高效的降阻，保障矿井通风系统始终处于最佳运行状态。

4.2 新材料与新支护工艺的广泛应用

未来，新材料与新支护工艺在并巷降阻工程中的应用将越来越广泛。在巷道支护方面，新型的高强度、低粗糙度的材料将取代传统材料。例如，一些具有自润滑特性的高分子复合材料，不仅能够提供可靠的支护强度，还能极大地降低巷道壁面的摩擦系数，从而减少风流阻力。这些新材料的应用将改变传统支护方式，使得支护结构更加紧凑、合理，减少对巷道空间的占用，有利于风流的顺畅通行。同时，新的支护工艺如喷射混凝土的自动化喷射技术，能够确保支护层更加均匀、平整，进一步降低壁面粗糙度。在巷道建设过程中，采用新型的气密材料可以减少漏风现象，提高通风效率。而且新材料往往具有更好的耐久性和抗腐蚀性，能够在恶劣的矿井环境下长时间保持良好的性能，降低维护成本，为并巷降阻工程提供更持久稳定的降阻效果，推动矿井通风系统向着更加高效、节能的方向发展。

4.3 多学科交叉优化设计理念的兴起

多学科交叉优化设计理念将在并巷降阻工程于矿井通风系统改造中兴起。矿井通风系统是一个复杂的工程体系，涉及到采矿工程、流体力学、材料科学、计算机科学等多个学科领域。在未来，将这些学科的知识和技术进行有机整合，对并巷降阻工程进行全面优化设计。从采矿工程角度出发，结合矿井的开采规划和地质条

件，合理规划巷道的走向、数量和连接方式，确保在开采过程中通风系统的稳定性和有效性。借助流体力学原理，精确计算风流在不同巷道中的流动特性，为巷道的断面形状、尺寸以及降阻措施的制定提供理论依据。材料科学提供新型的降阻材料和支护材料的研发方向，计算机科学则通过数值模拟和虚拟建模技术，对设计方案进行预评估和优化。例如，通过建立矿井通风系统的三维模型，模拟不同设计方案下的通风效果，找出最优的并巷降阻方案。这种多学科交叉的优化设计理念将打破传统单一学科设计的局限性，实现矿井通风系统改造中并巷降阻工程的全方位、多层次优化，提高矿井的安全生产水平和经济效益。

结束语

并巷降阻工程在矿井通风系统改造中具有不可替代的作用。它能够降低通风阻力，提高通风效率，减少能耗并提升矿井的安全性。随着技术的不断发展，并巷降阻工程的应用将更加科学、高效，进一步推动矿井通风系统朝着更优化、更安全的方向发展。

参考文献

- [1]仲依林.矿井通风系统优化改造方案研究[J].石化技术,2024,31(07):372-373.
- [2]张永庆.矿井通风系统优化改造及应用分析[J].当代化工研究,2024,(13):117-119.
- [3]李泽.矿井通风系统优化及改造技术要点[J].山西化工,2024,44(06):191-192+200.
- [4]崔恒,王威钦,李敏,等.矿井通风系统改造项目的实施及其验收[J].采矿技术,2024,24(03):145-150.
- [5]张鹏.并巷降阻工程在矿井通风系统改造中的应用[J].江西煤炭科技,2024,(02):122-124.
- [6]樊云虎.通风系统改造优化及应用[J].机械管理开发,2024,39(02):196-197+200.
- [7]张建伟.矿井通风监控系统智能化改造研究[J].设备管理与维修,2023,(21):111-113.