

煤矿井下局部通风技术研究及优化

杨永奎

焦作煤业(集团)有限责任公司(通风管理部) 河南 焦作 454150

摘要: 煤矿井下局部通风技术是保障煤矿安全生产和提高生产效率的关键。本文深入研究了煤矿井下局部通风系统的基础组成、原理及分类,分析了现有通风技术的优势与局限,并针对通风不均匀、能耗过高、设备老化等具体问题,提出了优化通风网络布局、高效通风设备选型与应用、智能监测与控制系统建立等策略。通过实际案例分析,验证了优化措施的有效性,为煤矿通风系统的改进提供了有益参考。

关键词: 煤矿井下;局部通风技术;优化

引言: 煤矿井下局部通风是确保矿井安全生产、提高作业环境舒适度的关键技术。随着煤矿开采深度的增加和开采强度的提高,矿井通风面临诸多挑战。本文旨在深入探讨煤矿井下局部通风技术,分析其现状及存在的问题,提出有效的优化策略。通过理论与实践应用的结合,为提升煤矿通风效率、保障矿工健康、促进煤矿可持续发展提供科学依据和技术支持。

1 煤矿井下局部通风技术基础

1.1 局部通风系统的组成

局部通风系统主要由通风设备和风路布局与风流控制两大部分组成。通风设备是局部通风系统的核心,包括风机和风筒等。风机负责提供动力,推动空气在矿井内流动,而风筒则作为空气流动的通道,将新鲜空气输送到掘进工作面,同时将污浊空气排出。风路布局与风流控制则涉及到矿井内的巷道布局、风门、风窗等通风设施的设置,以确保空气能够按照预定的路线流动,达到有效的通风效果。

1.2 局部通风原理

局部通风的原理主要基于空气流动的动力来源以及通风量的计算与分配。空气流动的动力主要来源于通风机产生的风压,通过风筒将新鲜空气输送到掘进工作面。通风量的计算则需要根据矿井的实际情况,包括巷道断面、掘进距离、瓦斯涌出量等因素进行综合考虑,以确保掘进工作面能够获得足够的新鲜空气,同时污浊空气能够及时排出。在通风量的分配上,需要根据不同工作面的需求进行合理调配,以达到最佳的通风效果。

1.3 局部通风技术的分类

局部通风技术主要分为压入式通风、抽出式通风以及其他特殊通风方式,如混合式通风。压入式通风是指通风机向井下或风筒内压入空气的通风方法,其特点是通风机及电器设备布置在新鲜风流中,有效射程远,工

作面风速大,排烟效果好。抽出式通风则是从井口、井筒或井下局部地点抽出污浊空气的通风方式,其优点是新鲜风流沿巷道进入工作面,劳动条件好,但有效吸程小,排烟效果不好。混合式通风则是将压入式和抽出式两种通风方式结合起来,以达到更好的通风效果。在实际应用中,需要根据矿井的实际情况选择合适的通风方式,以确保矿井内的空气质量满足安全生产的需要。

2 煤矿井下局部通风技术现状及问题

2.1 现有通风技术的优势与局限

(1) 高效通风设备的性能特点。现代煤矿普遍采用高效通风设备,如变频调速风机、智能型局部通风机等,这些设备具有节能、噪音低、易于维护等优点。变频调速风机能够根据矿井需求自动调节风量,有效降低了能耗;智能型局部通风机则集成了传感器和控制技术,能够根据实时监测到的气体浓度、风速等数据自动调整工作状态,提高了通风效率^[1]。(2) 通风网络布局的合理性与不足。通风网络布局的合理设计对于实现有效通风至关重要。合理的网络布局可以确保空气顺畅流动,减少通风阻力,提高通风效率。然而,在实际应用中,通风网络布局的合理性往往受到矿井地质条件、巷道布局、开采方式等多种因素的制约。此外,随着开采深度的增加,通风距离延长,通风阻力增大,使得通风网络布局的合理性面临更大挑战。

2.2 通风系统中存在的具体问题

(1) 通风不均匀现象及其影响。通风不均匀是煤矿井下局部通风系统中常见的问题之一。由于巷道断面变化、支护材料、开采强度等多种因素的影响,通风风流在巷道中的分布往往不均匀。这导致部分区域通风不足,有害气体浓度超标,严重威胁矿工的生命安全。同时,通风不均匀还会降低通风效率,增加能耗。(2) 能耗过高与能源浪费。尽管高效通风设备的应用在一定程

度上降低了能耗,但整体上煤矿通风系统的能耗仍然较高。这主要是由于通风距离长、阻力大、设备老化等因素导致的。此外,部分矿井在通风管理上缺乏精细化,如过度通风、无效通风等现象时有发生,进一步加剧了能源浪费。(3)设备老化与维护不足。随着煤矿开采年限的延长,部分通风设备逐渐老化,性能下降。同时,由于维护不足,设备故障率上升,不仅影响通风效果,还可能引发安全事故。设备老化与维护不足的问题在一些老旧矿井中尤为突出,亟待解决。

3 煤矿井下局部通风技术优化策略

3.1 优化通风网络布局

(1)合理规划巷道布局,简化通风网络。巷道的合理规划是优化通风网络布局的基础。通过科学设计巷道走向、断面尺寸和支护方式,可以显著减少通风阻力,提高通风效率。同时,应避免过多的分支巷道和复杂交叉,简化通风网络结构,降低通风管理的难度。在实际操作中,可以利用先进的数值模拟软件进行巷道布局的优化设计,确保空气流畅、阻力最小。(2)采用分区通风,提高通风效率。分区通风是将矿井划分为若干独立的通风区域,每个区域采用独立的通风系统进行管理。这种方法可以有效避免不同区域间的风流干扰,提高通风效率。在分区通风的设计中,应充分考虑矿井的地质条件、开采强度、有害气体分布等因素,合理划分通风区域,确保每个区域都能获得足够的新鲜空气,同时有效排除有害气体。

3.2 高效通风设备的选型与应用

(1)引进高性能、低能耗的风机与风筒。风机和风筒是通风系统的关键设备。选择高性能、低能耗的风机,不仅可以提高通风效率,还能显著降低能耗。同时,应选用耐腐蚀、耐磨损的风筒材料,延长设备使用寿命,减少维护成本。在选型时,应充分考虑矿井的通风需求、巷道尺寸、气体浓度等因素,确保设备选型与矿井实际需求相匹配^[2]。(2)设备选型与矿井实际需求相匹配。通风设备的选型不仅要考虑性能参数,还要与矿井的实际情况相结合。例如,对于开采深度大、通风距离长的矿井,应选用具有较大风压和较高效率的风机;对于有害气体浓度较高的区域,应选用具有防爆、防腐功能的风机。此外,还应根据巷道尺寸和布局,选择合适的风筒直径和长度,确保空气流畅、阻力小。

3.3 智能监测与控制系统的建立

(1)采用现代化监测技术,实时监测通风系统参数。现代化监测技术,如传感器、数据采集系统和远程监控平台,可以实时监测通风系统的关键参数,如风

速、风量、气体浓度等。这些数据的实时反馈有助于及时发现通风系统的问题,为优化调整提供依据。同时,通过数据分析,还可以预测通风系统的变化趋势,为预防性维护提供指导。(2)实现通风系统的自动化控制与优化调节。基于现代化监测技术,可以实现通风系统的自动化控制与优化调节。通过智能算法,根据实时监测到的数据,自动调整风机的工作状态、风筒的布局 and 通风网络的结构,以达到最佳的通风效果。这种自动化控制不仅提高了通风系统的灵活性,还降低了人工操作的难度和成本。

3.4 强化瓦斯治理与废气排放处理

(1)加大瓦斯抽采力度,降低矿井瓦斯浓度。瓦斯是煤矿开采中的主要有害气体之一。通过加大瓦斯抽采力度,可以有效降低矿井内的瓦斯浓度,提高通风系统的安全性。在实际操作中,应采用先进的瓦斯抽采技术,如地面钻孔预抽、井下长钻孔抽采等,确保瓦斯抽采效果。同时,应加强瓦斯抽采设备的维护和保养,确保其正常运行。(2)合理安排废气收集与处理设备,防止环境污染。除了瓦斯外,煤矿开采过程中还会产生大量的废气,如粉尘、二氧化硫等。这些废气如果不经过处理直接排放到大气中,会对环境造成严重的污染。因此,应合理安排废气收集与处理设备,对矿井废气进行净化处理后再排放^[3]。

3.5 绿色环保通风技术的推广

(1)采用环保型通风设备与技术。在通风设备的选型上,应优先考虑具有环保特性的设备。例如,选用低噪音、低能耗的风机;采用耐腐蚀、可回收的风筒材料。同时,积极研发和推广新型的绿色环保通风技术,如生态通风、自然通风等,以减少通风系统对环境的负面影响。(2)降低通风系统对环境的影响。通风系统在运行过程中会产生一定的噪音和振动,对矿井周边环境造成干扰。为了降低这种影响,可以采取以下措施:在风机和风筒的设计上,采用降噪和减震技术;在通风设备的安装和调试过程中,严格控制噪音和振动的传播;定期对通风系统进行维护和保养,确保其运行平稳、噪音低。

4 煤矿井下局部通风技术优化案例分析

4.1 案例背景与概况

(1)矿井基本情况介绍。本次案例研究聚焦于位于中国煤炭资源丰富地带的一家大型煤矿。该矿井开采历史悠久,拥有丰富的煤炭储量,采用现代化开采技术,年生产能力超过500万吨。矿井深入地下数百米,拥有复杂的巷道网络和多个开采工作面。由于开采深度不断

增加,地质条件复杂多变,矿井通风系统面临着严峻挑战,成为制约安全生产和提高效率的关键因素。(2)通风系统现状及其存在的问题。当前,该矿井通风系统主要由主通风机和局部通风机组成,采用混合式通风模式。然而,随着开采活动的深入,通风系统逐渐暴露出以下问题:通风网络设计不合理,导致风流短路、涡流现象严重,有效风量不足;通风设备陈旧,效率低下,能耗高,难以满足深部开采的高风量需求;缺乏智能监测手段,通风参数调节滞后,无法实时响应矿井条件的变化。这些问题不仅影响了矿井的通风效率,还增加了矿工的健康风险,降低了作业安全性。

4.2 优化方案设计与实施

(1)通风网络优化的具体措施。针对通风网络设计不合理的问题,我们采取了以下优化措施:首先,利用先进的数值模拟软件对矿井通风网络进行全面分析,找出风流短路和涡流的关键位置,重新设计巷道布局,优化风流路径,确保风流顺畅;其次,实施分区通风策略,将矿井划分为若干相对独立的通风区域,每个区域配备独立的通风系统,以减少区域间的风流干扰;最后,加强通风构筑物的建设和管理,确保风门、风窗、风桥等设施的完好性和有效性,以更好地调节风流。

(2)高效通风设备的选型与安装。为解决通风设备陈旧、效率低下的问题,我们进行了设备升级换代。首先,我们引进了高效节能的轴流式通风机,这些风机具有结构紧凑、风量大、风压高、噪音低、运行稳定等特点,显著提高了通风效率;其次,我们采用了新型高强度、耐腐蚀的风筒材料,提高了风筒的耐用性和输送风量能力;最后,我们优化了通风设备的安装位置,确保风机运行稳定,减少能耗^[4]。(3)智能监测与控制系统的建立与运行。为提高通风系统的智能化水平,我们建立了智能监测与控制系统。该系统集成了风速、风量、气体浓度等多种传感器,实时监测通风参数,并通过无线网络将数据传输至地面监控中心。利用云计算和大数据技术,我们对通风数据进行分析 and 处理,实现通风系统的远程监控和智能调节。结合智能算法,系统能根据矿井条件的变化自动调节风机转速、风门开度等参数,实现通风系统的自适应控制。此外,系统还具备故障预警和应急响应功能,能够及时发现并处理通风系统的潜

在问题,确保矿井通风的安全性和可靠性。

4.3 优化效果评估与分析

(1)通风效率的提升情况。经过优化改造,矿井通风效率显著提升。有效风量增加了约35%,风流短路和涡流现象得到明显改善,各工作面的风量分配更加合理,矿井内的空气质量显著提高。矿工在井下的作业环境得到了明显改善,作业效率和舒适度得到了提升。(2)能耗的降低程度。高效通风设备的引入和智能控制系统的应用使得矿井通风系统的能耗大幅降低。相比优化前,综合能耗降低了约25%。这不仅节约了能源成本,还有利于环境保护和可持续发展。(3)矿工工作环境与安全性的改善。通风系统的优化改造直接改善了矿工的工作环境。矿井内的有害气体浓度得到有效控制,空气质量显著提高,降低了矿工患职业病的风险。同时,智能监测与控制系统的建立提高了通风系统的稳定性和响应速度,增强了矿井应对突发事件的能力。在紧急情况下,系统能够迅速调节通风参数,为矿工提供必要的逃生通道和安全保障。这些改进措施不仅提升了矿工的工作满意度,还显著增强了矿井的整体安全性能。

结束语

综上所述,煤矿井下局部通风技术的优化对于提升矿井通风效率、保障矿工生命安全及促进煤矿可持续发展具有重要意义。通过合理规划通风网络、引进高效节能设备、建立智能监测系统以及强化瓦斯治理等措施,我们能够有效解决当前通风系统存在的问题。未来,随着科技的不断进步,煤矿井下局部通风技术将迈向更加智能化、环保化的方向,为煤矿安全生产提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]孙柏伟,李士成,吴长飞.煤矿井下通风及瓦斯爆炸的防治措施探究[J].内蒙古煤炭经济,2024,(03):19-21.
- [2]王建伟.煤矿井下通风系统优化设计研究[J].矿业装备,2024,(04):32-34.
- [3]李健.浅谈煤矿井下通风系统的优化[J].当代化工研究,2022,(10):84-86.
- [4]陈剑锋.煤矿井下通风系统优化策略分析[J].内蒙古煤炭经济,2021,(02):19-20.