

矿井通风对矿尘控制的影响分析

姚清超

河南平煤神马梁北二井煤业有限公司 河南 许昌 461675

摘要: 本文探讨了矿井通风对矿尘控制的影响机制及优化策略。分析了矿井通风原理、矿尘分类与危害以及矿尘控制原则,详细讨论了风量、风速、风向、通风方式与风筒位置等通风参数对矿尘控制的影响。在此基础上,提出了通风系统设计优化、通风网络调节、防尘技术应用和个体防尘措施等策略,并对优化前后的矿尘控制效果和经济效益进行了对比分析。旨在为矿井通风系统优化提供理论指导,提高矿尘控制效果,保障矿井安全生产。

关键词: 矿井通风; 矿尘控制; 通风参数; 矿尘分布

引言: 矿井通风作为保障矿井安全生产的关键环节,对矿尘控制具有重要意义。矿尘作为矿山生产中的常见污染物,不仅危害作业人员的身体健康,还可能引发爆炸等安全事故。因此,深入研究矿井通风对矿尘控制的影响机制,制定有效的防尘策略,对于提高矿井安全生产水平具有重要意义。本文综述了矿井通风和矿尘控制的相关理论,分析了通风参数对矿尘控制的影响,为后续的防尘策略制定提供了理论基础。

1 矿井通风与矿尘控制理论基础

1.1 矿井通风原理

矿井通风是保障矿井安全生产的关键环节,其基本原理是利用通风机或自然风压,使新鲜空气源源不断地流入矿井,同时将井下污浊空气排出,从而改善井下作业环境。通风系统主要由通风机、风道、通风构筑物等组成。通风机作为通风的动力源,通过叶片的旋转产生压力差,推动空气流动。风道则是空气流动的通道,其设计和布置直接影响通风效果。通风构筑物如风门、风桥、风窗等,用于调节和控制风流的方向和流量。在矿井通风过程中,新鲜空气从进风井进入矿井,沿着预定的风道流动,经过各个作业地点,携带走作业过程中产生的有害气体、矿尘等污染物,最后从回风井排出井外。为了确保通风效果,需要根据矿井的实际情况,合理设计通风系统,选择合适的通风方式和通风参数,以满足井下作业人员对空气质量和数量的需求。

1.2 矿尘分类与危害

矿尘是指在矿山生产过程中产生的各种固体微粒的总称。根据矿尘的性质和来源,可将其分为煤尘、岩尘和水泥尘等。煤尘主要产生于煤炭的开采、运输和加工过程;岩尘则是在岩石的掘进、爆破等作业中产生;水泥尘常见于矿山的水泥生产和使用环节。矿尘对矿井安全生产和作业人员的身体健康构成严重威胁,首先,矿

尘具有爆炸性,当煤尘在空气中的浓度达到一定范围,并遇到火源时,就会发生爆炸,引发严重的安全事故^[1]。其次,矿尘会导致作业人员患上尘肺病等职业病,长期吸入矿尘会使肺部组织发生纤维化病变,严重影响呼吸功能,甚至危及生命。此外,矿尘还会降低作业场所的能见度,影响作业人员的视线,增加事故发生的概率。

1.3 矿尘控制原则

矿尘控制是矿井安全生产的重要一环,其原则可概括为“源头治理、综合防治”。源头治理强调在矿井生产过程中即采取有效措施,从源头上减少矿尘的产生。这包括但不限于采用湿式凿岩技术,通过向钻孔内注入高压水,使岩粉湿润并随水流排出,从而显著降低岩石掘进过程中产生的岩尘;以及运用水封式爆破降尘技术,在爆破时使水袋破裂释放水雾,与矿尘结合,促使矿尘沉降,减少爆破作业中的矿尘飞扬。在煤炭开采环节,则需合理选择采煤方法和工艺参数,优化开采流程,以达到减少煤尘飞扬的目的。综合防治则更注重多种手段的联合运用,形成对矿尘的全方位控制。其中,通风作为关键手段,通过合理调整通风参数、优化通风系统,能够高效稀释和排出井下空气中的矿尘。洒水降尘则通过向作业地点喷洒水雾,增加空气湿度,使矿尘颗粒湿润并加速沉降。另外,个体防护同样不可或缺,为作业人员配备符合国家标准防尘口罩、防尘服等防护用品,可有效阻挡矿尘颗粒进入人体,保障作业人员的健康安全。

2 矿井通风对矿尘控制的影响机制

2.1 风量与风速的影响

风量是指单位时间内通过某一断面的空气体积,风速则是空气流动的速度。风量和风速对矿尘的控制起着至关重要的作用。当风量较小时,井下空气流动缓慢,无法及时将产生的矿尘稀释和排出,导致矿尘在作业地

点积聚,浓度升高。而适当增大风量,可以加快空气流动速度,使矿尘迅速被稀释并随风流排出井外。但风量也不是越大越好,过大的风量会增加通风能耗,同时可能引起风流紊乱,反而影响矿尘的控制效果。风速对矿尘的控制也有着重要影响,不同粒径的矿尘在空气中的悬浮特性不同,风速需要达到一定值才能将矿尘扬起并使其随风流运动。然而,当风速过高时,会使已经沉降的矿尘再次飞扬起来,增加空气中矿尘的浓度。因此,需要根据矿尘的粒径分布和作业地点的实际情况,选择合适的风速。一般来说,对于煤尘,适宜的风速范围为1.5-2.5m/s;对于岩尘,适宜的风速范围为2-3m/s。

2.2 风向与风流方向的作用

风向和风流方向决定了矿尘的扩散和运输路径。合理的风向和风流方向可以使矿尘迅速排出作业地点,避免在作业人员活动区域积聚。在矿井生产中,应根据作业地点的布局和矿尘产生源的位置,合理调整通风系统的风流方向。例如,在掘进工作面,应使风流从新鲜风流侧吹向污浊风流侧,将掘进过程中产生的矿尘及时排出。如果风流方向不合理,矿尘可能会在作业地点形成涡流,导致矿尘浓度升高,增加作业人员吸入矿尘的风险。另外,风流方向的稳定性也非常重要。风流方向的频繁变化会使矿尘的扩散和运输变得复杂,不利于矿尘的控制。因此,在通风系统设计和运行过程中,应采取措​​施保证风流方向的稳定性,如合理设置通风构筑物,避免风流短路和紊乱^[2]。

2.3 通风方式与风筒位置

通风方式主要分为抽出式、压入式和混合式三种。不同的通风方式对矿尘的控制效果有所不同。抽出式通风是将污浊空气从回风井抽出,使井下形成负压,新鲜空气从进风井流入。这种通风方式有利于及时排出井下污浊空气和矿尘,但可能导致井下风流不稳定,特别是在多水平开采的矿井中,容易出现风流短路现象;压入式通风是将新鲜空气从进风井压入井下,使井下形成正压,污浊空气从回风井排出。压入式通风可以使新鲜空气直接到达作业地点,稀释和排出矿尘的效果较好,但可能会导致井下风流扩散范围较大,增加通风能耗;混合式通风结合了抽出式和压入式通风的优点,在进风井和回风井同时设置通风机,使井下风流更加稳定,矿尘控制效果也较好。但混合式通风系统较为复杂,建设和运行成本较高;风筒位置也会影响矿尘的控制效果。在局部通风中,风筒应尽量靠近作业地点,并且风筒出口的风速和风量应满足要求。如果风筒位置不当,如距离作业地点过远或风筒出口风速过小,会导致新鲜空气无

法有效到达作业地点,矿尘不能及时被稀释和排出。

3 矿井通风防尘策略与实践

3.1 通风系统设计优化

通风系统设计优化是矿井通风防尘的关键。在设计通风系统时,应充分考虑矿井的地质条件、开拓方式、采煤方法等因素,合理确定通风系统的类型和布局。对于新建矿井,应根据矿井的长期发展规划,设计合理的通风网络,确保通风系统的可靠性和稳定性。对于老矿井,应根据生产实际情况,对通风系统进行改造和优化。例如,合理调整通风机的型号和参数,提高通风机的效率;优化风道的布置,减少风道阻力;合理设置通风构筑物,保证风流方向的稳定性。另外,还应采用先进的通风技术和设备,如智能通风系统,实现对通风系统的实时监测和自动调节,提高通风系统的运行效率和矿尘控制效果。

3.2 通风网络优化调节

通风网络优化调节是矿井通风系统管理中的重要环节,其核心在于根据矿井生产的实际变化和​​需求,精准地调整通风系统的风流分配。这一调节过程旨在确保矿井内各个作业地点都能够获得充足的新鲜空气,并保持适宜的风速,以保障作业人员的安全和健康,同时防止瓦斯等有害气​​体积聚。风量调节是通风网络优化的一种主要手段,可以通过调节通风机的转速、改变叶片角度或合理设置风窗等方式来实现。而风压调节则是通过调整通风构筑物的状态,如开启或关闭风门、风桥等,来改变通风网络的阻力分布,从而实现​​对风流分配的调整。为了确保通风系统的持续高效运行,矿井管理者应定期对通风网络进行测定和分析,依据测定结果对通风参数进行必要的调整^[3]。此外,还应借助现代技术手段,建立通风网络优化调节的数学模型,运用计算机模拟技术对通风网络进行科学设计,以提高通风调节的精确度和效率,进一步确保矿井通风系统的稳定性和可靠性。

3.3 防尘技术应用

除了通风措施外,还应综合应用多种防尘技术,进一步提高矿尘控制效果。湿式作业是一种常用的防尘技术,如湿式凿岩、水封爆破、喷雾洒水等。湿式凿岩是在凿岩过程中向钻孔内注入高压水,使岩粉湿润并随水流排出,减少岩尘的产生。水封爆破是在爆破孔内装入水袋,爆破时水袋破裂,水雾与矿尘结合,使矿尘沉降。喷雾洒水则是通过向作业地点喷洒水雾,降低空气中矿尘的浓度。另外,还可以采用泡沫除尘、除尘器除尘等技术。泡沫除尘是利用发泡剂产生大量泡沫,覆盖在矿尘源上,阻止矿尘飞扬。除尘器除尘则是通过除尘器将

空气中的矿尘颗粒捕捉下来，达到净化空气的目的。

3.4 个体防尘措施

个体防尘措施是为作业人员配备必要的防护用品，减少矿尘对人体的吸入。作业人员应佩戴符合国家标准的防尘口罩，防尘口罩应具有良好的过滤性能和密封性能，能够有效阻挡矿尘颗粒进入呼吸道。同时，还应配备防尘服、防尘眼镜等防护用品，保护作业人员的身体和眼睛不受矿尘侵害。另外，还应加强对作业人员的职业健康培训，提高作业人员的防尘意识和自我保护能力。定期组织作业人员进行职业健康检查，及时发现和治疗尘肺病等职业病。

4 矿井通风系统优化对矿尘控制的综合效果评估

4.1 矿井通风系统优化措施的制定

为了评估矿井通风系统优化对矿尘控制的综合效果，首先需要制定科学合理的优化措施。优化措施应包括通风系统设计优化、通风网络优化调节、防尘技术应用和个体防尘措施等方面。在制定通风系统设计优化措施时，应根据矿井的实际情况，确定通风系统的类型、布局和通风参数。例如，选择合适的通风机型号和参数，优化风道的布置和断面尺寸，合理设置通风构筑物等。通风网络优化调节措施应根据矿井生产的变化，制定风量调节和风压调节的方案，例如，确定通风机转速、叶片角度的调节范围，设置风窗的位置和尺寸等；防尘技术应用措施应根据矿尘的产生源和特点，选择合适的防尘技术和设备。例如，确定湿式作业的工艺参数，选择合适的除尘器型号和安装位置等，个体防尘措施应明确作业人员防护用品的配备标准和使用要求，制定职业健康培训计划和检查制度等。

4.2 优化前后矿尘控制效果的对比分析

在实施矿井通风系统优化措施后，需要对优化前后的矿尘控制效果进行对比分析。可以通过在作业地点设置矿尘监测点，定期对矿尘浓度进行监测，获取优化前后的矿尘浓度数据。对比分析可以从矿尘浓度的平均值、最大值、最小值等方面进行。如果优化后矿尘浓度的平均值、最大值明显降低，说明优化措施取得了良好的效果^[4]。同时，还可以分析矿尘浓度的分布情况，判断优化措施是否使矿尘在作业地点的分布更加均匀，减少

了局部高浓度矿尘的出现。还可以结合作业人员的健康状况进行对比分析，例如，对比优化前后作业人员患尘肺病的人数和发病率，评估优化措施对作业人员身体健康的保护效果。

4.3 矿井通风系统优化的经济效益分析

矿井通风系统优化不仅需要考虑到矿尘控制效果，还需要考虑其经济效益。经济效益分析主要包括通风系统建设和运行成本的降低、生产效率的提高以及职业病防治费用的减少等方面。通风系统建设和运行成本的降低主要体现在通风设备的购置费用、能耗费用和维护费用的减少，通过优化通风系统设计和运行参数，可以提高通风设备的效率，降低能耗，减少维护工作量；生产效率的提高主要是由于通风系统优化改善了作业环境，减少了因矿尘浓度过高导致的停工和事故，提高了作业人员的工作效率。职业病防治费用的减少则是由于优化措施有效降低了作业人员患尘肺病的风险，减少了职业病的治疗费用和赔偿费用。通过对以上各项经济效益指标的分析，可以综合评估矿井通风系统优化的经济效益，为矿井的可持续发展提供决策依据。

结束语

综上所述，矿井通风系统优化对矿尘控制具有显著效果。通过合理设计通风系统、优化通风参数、应用防尘技术和个体防护措施，可以有效降低矿尘浓度，改善作业环境，保障作业人员的身体健康。同时，优化通风系统还能提高生产效率，降低职业病防治费用，带来显著的经济效益。未来，应继续深入研究矿井通风与矿尘控制的相互关系，进一步完善防尘策略，为矿井安全生产提供更加有效的技术支持。

参考文献

- [1] 张志强. 矿井通风系统设计与优化[J]. 矿业工程, 2021, 38(1): 30-37.
- [2] 周文杰, 李志强. 矿井通风压力控制技术的研究[J]. 煤炭工程, 2021, 52(8): 109-112.
- [3] 陈军, 刘伟. 矿井通风系统优化设计及其压力调节[J]. 采矿技术, 2022, 39(7): 84-88.
- [4] 聂建永. 矿井通风安全控制中的影响因素分析[J]. 矿业装备, 2022(01): 108-109.