

煤矿通风设备设计对瓦斯灾害防治的影响分析

许春龙

河南平禹煤电股份有限公司一矿 河南 禹州 461670

摘要: 本文针对煤矿瓦斯灾害防治,系统研究通风设备设计。分析瓦斯赋存、涌出机制及灾害危害,明确通风在瓦斯防治中的核心作用。从主通风机、局部通风机等多个层面,剖析通风设备设计对瓦斯防治的影响,提出涵盖研发创新、标准完善等方面的优化方案。借助这一系统性研究,为通风设备设计优化提供思路,提升瓦斯防治水平,为煤矿安全生产筑牢理论与技术根基。

关键词: 煤矿通风; 设备设计; 瓦斯灾害防治; 影响

引言

煤炭在我国能源体系中占据重要地位,但瓦斯灾害严重威胁煤矿安全生产。瓦斯爆炸破坏大,伤亡重,损失巨,阻碍煤炭业发展。煤矿通风系统为瓦斯防控关键,设备设计合理性直接影响效果。合理设计通风设备,可控瓦斯浓度,降爆炸风险。因此,深究通风设计与瓦斯防治关系,对保障煤矿安全、推动煤炭业稳健前行,具有重大现实与理论意义。

1 煤矿瓦斯灾害的成因与危害

1.1 瓦斯的赋存与涌出

瓦斯是煤炭在漫长地质演化过程中形成的伴生气体,其在煤层中的赋存状态主要包括吸附态和游离态。吸附态瓦斯依靠分子间作用力附着于煤体表面及内部孔隙中,而游离态瓦斯则填充于煤体的裂隙和孔隙空间。在煤矿开采过程中,煤体的原始应力平衡被打破,煤体结构遭到破坏,导致吸附态瓦斯逐渐解吸转化为游离态瓦斯,并通过煤体的裂隙通道向井下空间涌出。

瓦斯涌出的形式可分为普通涌出和特殊涌出。普通涌出是瓦斯在开采过程中持续、缓慢地从煤体中释放,其涌出速率相对稳定。特殊涌出则包括瓦斯喷出和煤与瓦斯突出两种形式。瓦斯喷出是指瓦斯在高压作用下,从煤体或岩体的裂隙中瞬间大量喷出;煤与瓦斯突出则是在采掘应力和瓦斯压力的共同作用下,煤体与瓦斯突然大量喷出,具有强烈的突发性和冲击性,极易引发严重的瓦斯灾害事故。

1.2 瓦斯灾害的危害

瓦斯灾害对煤矿安全生产构成巨大威胁。一旦发生爆炸,瞬间产生的高温高压冲击波能摧毁井下设施,包括通风、运输、电气系统及巷道支护,造成惨重人员伤亡。同时,爆炸释放的有毒气体如一氧化碳、二氧化碳迅速弥漫,导致井下人员中毒窒息。瓦斯突出还可能

掩埋巷道,阻塞通风,扩大灾害范围,极大增加救援难度。此类灾害不仅给煤矿企业带来巨额经济损失,更对社会稳定、人民生命财产安全构成严重威胁,严重制约了煤炭行业的可持续发展。

2 煤矿通风在瓦斯防治中的作用

2.1 稀释和排出瓦斯

煤矿通风的首要任务是将地面新鲜空气引入井下,与井下瓦斯充分混合,稀释瓦斯浓度,并将其排出矿井^[1]。通过合理设计通风系统的风量和风速,能够确保瓦斯在井下各个作业区域得到有效稀释,避免瓦斯积聚。在瓦斯涌出量较大的区域,如采煤工作面、掘进工作面等,根据瓦斯涌出量的实时监测数据,动态调整通风量,提高瓦斯的稀释和排出效率,确保瓦斯浓度始终低于爆炸下限。

2.2 抑制瓦斯爆炸

通风系统通过降低瓦斯浓度,使其远离爆炸界限,从而有效抑制瓦斯爆炸的发生。当井下某区域出现瓦斯积聚时,通风系统能够迅速将积聚的瓦斯排出,防止瓦斯浓度达到爆炸范围。此外,通风还可以带走井下的热量,降低环境温度,减少火源产生的可能性,进一步降低瓦斯爆炸的风险。同时,合理的通风设计可以使瓦斯在井下均匀分布,避免局部瓦斯浓度过高,降低瓦斯爆炸的概率。

2.3 保障人员安全

良好的通风系统能够为井下作业人员提供充足的新鲜空气,满足人员呼吸的需要。同时,通风系统还可以排出井下产生的其他有毒有害气体,如一氧化碳、硫化氢等,保障人员的身体健康和生命安全。在发生瓦斯灾害事故时,通风系统能够为人员疏散提供安全的通道,引导人员迅速撤离到安全区域,降低人员伤亡的风险。此外,通风系统还可以为救援工作提供必要的条件,如

为救援人员提供新鲜空气,排出有毒有害气体,为救援行动创造安全的环境。

3 煤矿通风设备设计对瓦斯灾害防治的影响

3.1 主通风机设计

(1)主通风机是煤矿通风系统的核心,其选型直接决定通风系统运行效能和瓦斯防治水平。选型时,需综合考虑煤矿地质构造、开采规模、瓦斯涌出状况和通风阻力等因素。通过对矿井通风网络的精确解算,确定通风机的风量、风压等关键参数。同时,关注通风机的性能曲线、运行效率和噪声水平,选择高效节能、低噪声的设备。选型不当会导致通风量无法满足瓦斯稀释和排出需求,引发瓦斯积聚,或风压过大,增加通风系统能耗和运行成本。(2)煤矿生产中,瓦斯涌出量动态变化,要求主通风机灵活可靠调节。常用方法包括变频调速调转速、液压或电动调叶片角度、安装风门调风量^[2]。变频调速调节广、效率高,但投资大;调叶片角度便捷节能,需高可靠性装置;风门调节简单,但能耗高。合理选择调节方式,确保通风系统工况稳定,有效控制瓦斯浓度于安全范围,对煤矿安全生产至关重要。(3)主通风机的可靠性对瓦斯灾害防治至关重要。煤矿生产中,主通风机一旦故障,通风系统停止运行,瓦斯迅速积聚,可能引发严重瓦斯灾害事故。因此,在设计中采用先进制造工艺和高质量零部件,提高通风机的可靠性和稳定性。配备完善的监测监控系统,实时监测通风机的风量、风压、转速和振动等运行参数,及时发现和预警潜在故障隐患。制定科学合理的维护保养计划,定期对通风机进行检修和维护,确保其正常运行。

3.2 局部通风机设计

(1)局部通风机为掘进工作面和其他局部地点提供新鲜空气、排出瓦斯。设计时,要确保其风量、风压与掘进工作面的瓦斯涌出量、通风距离和巷道断面匹配。通过准确预测瓦斯涌出量,结合通风阻力计算,确定局部通风机的风量、风压。风量不足无法有效稀释和排出瓦斯,导致瓦斯积聚;风压不足会限制通风距离,使瓦斯无法及时排出。此外,参考局部通风机的特性曲线,确保其在高效区运行,提高通风效率。(2)局部通风机通风方式有压入式、抽出式和混合式。压入式通风将新鲜空气压入掘进工作面,稀释瓦斯,但可能将瓦斯吹向巷道深处。抽出式通风直接抽出瓦斯,易导致掘进工作面粉尘飞扬。混合式通风结合两者优点,在掘进工作面附近设置压入式和抽出式通风机,既能稀释瓦斯,又能控制粉尘飞扬,但系统复杂,管理难度大。选择通风方式时,需根据掘进工作面实际情况,综合考虑瓦斯

防治效果、粉尘控制要求和通风管理的便利性。(3)局部通风机安装在掘进工作面附近,工作环境恶劣,易受瓦斯、煤尘等因素影响。因此,必须具备良好的安全性能,如防爆、防火等。设计时采用防爆电机、阻燃风筒等设备,确保在瓦斯环境下安全运行。配备瓦斯报警装置和自动断电装置,当瓦斯浓度超过设定值时,及时报警并切断电源,防止瓦斯爆炸事故。

3.3 通风网络设计

(1)通风网络作为煤矿通风系统的关键架构,其结构对系统稳定性与瓦斯防治效果影响重大。理想的通风网络应具备稳定的风流、合理的风量分配以及较低的通风阻力。设计时,需依据煤矿地质条件、开采布局与瓦斯涌出规律,选择适配的网络形式。串联通风将风地点依次连接,虽形式简单,但易引发风流不畅与瓦斯积聚,一处事故便会影响全局。并联通风让风流分别流经各用风地点,通风效果好,不过对网络管理要求颇高。角联通风存在角联分支,风流方向和风量分配复杂,需严格控制,防止风流紊乱。(2)通风阻力平衡是通风网络稳定运行的核心要素^[3]。各风路的通风阻力需保持均衡,避免风流短路或风量不均。可通过调整风门、风桥、调节风窗等通风构筑物位置与数量,改变风路阻力。还能借助变频调速装置、液力耦合器等设备,调节通风机性能,实现阻力平衡。精确计算和分析通风阻力,是保障通风网络稳定可靠的关键。(3)随着煤矿开采的持续推进,为适应瓦斯涌出量和开采布局的变化,通风网络需不断优化。借助通风网络解算软件进行计算机模拟,分析风流分布、风量分配及通风阻力等参数,发现问题并制定改进措施。同时,通过井下测点开展现场测试,验证模拟结果,进一步优化通风网络,提升通风系统运行效率,增强瓦斯防治能力。

3.4 监测监控设备设计

(1)瓦斯传感器是监测井下瓦斯浓度的重要设备,其布置位置直接影响瓦斯监测的准确性和及时性。在设计瓦斯传感器布置方案时,需要根据煤矿的瓦斯涌出规律、通风系统特点、开采工艺等因素,合理确定传感器的安装位置。瓦斯传感器应安装在瓦斯容易积聚的地点,如掘进工作面、采煤工作面、回风巷、隅角等,确保能够及时监测到瓦斯浓度的变化。同时,还需要考虑传感器的监测范围、精度、响应时间等因素,选择合适的传感器型号。(2)监测监控设备采集到的瓦斯数据需要及时传输到地面监控中心,并进行准确处理和分析。在数据传输过程中,应采用可靠的传输方式,如光纤传输、无线传输等,确保数据传输的稳定性和准确性。光

纤传输具有传输速率高、抗干扰能力强等优点,但铺设成本较高。无线传输则具有安装方便、灵活性强等优点,但容易受到信号干扰。地面监控中心应配备先进的数据处理软件,能够对采集到的瓦斯数据进行实时分析,包括瓦斯浓度变化趋势、瓦斯涌出量计算、通风系统运行状态评估等,及时发现瓦斯异常情况,并发出预警信号。(3)监测监控设备应具备联动控制功能,当瓦斯浓度超过设定值时,能够自动切断相关设备的电源,停止作业,同时启动通风设备,加大通风量,降低瓦斯浓度。通过实现监测监控设备的联动控制,可以有效提高瓦斯灾害的应急处置能力,减少灾害损失。联动控制功能的实现需要依赖于先进的自动化控制系统和通信技术,确保各个设备之间的协同工作和信息交互。

4 优化通风设备设计,提升瓦斯防治水平

4.1 加强通风设备的研发与创新

加大对煤矿通风设备研发的投入,鼓励科研机构和企业开展产学研合作,研发具有自主知识产权的先进通风设备。采用先进的技术和材料,如流体力学、材料科学、自动化控制等,提高通风设备的性能和可靠性,降低设备的能耗和运行成本。研发智能化通风设备,实现通风设备的自动控制、远程监控和故障诊断,提高通风系统的运行管理效率。例如,利用人工智能技术对通风设备的运行数据进行分析,预测设备的故障趋势,提前采取措施,降低设备故障率。

4.2 完善通风设备的设计标准与规范

制定和完善煤矿通风设备的设计标准与规范,明确通风设备的选型、设计、安装、调试、维护等技术要求^[4]。加强对通风设备设计的审查和监管,确保通风设备的设计符合相关标准和规范。定期对通风设备的设计标准进行修订和完善,适应煤矿安全生产的发展需求。同时,建立通风设备认证制度,对进入煤矿市场的通风设备进行严格的质量认证,确保设备的质量和性能。

4.3 提高通风设备的管理水平

建立健全通风设备的管理制度,加强对通风设备的

日常维护和检修,确保通风设备的正常运行。制定科学的维护保养计划,定期对通风设备进行检查、清洗、润滑、调试等工作,及时发现并解决设备存在的问题。加强对通风设备操作人员的培训,提高其业务水平和操作技能,确保通风设备的正确使用。同时,建立通风设备档案,记录设备的运行情况、维护记录、故障信息等,为设备的管理和决策提供依据。

4.4 推进通风设备的信息化建设

利用信息化技术,建立煤矿通风设备管理信息系统,实现通风设备的数字化管理。通过该系统,可以实时掌握通风设备的运行状态、维护记录、故障信息等,为通风设备的管理和决策提供科学依据。同时,利用大数据分析技术,对通风设备的运行数据进行分析,挖掘数据背后的规律和潜在问题,为通风设备的优化设计和运行管理提供支持。此外,还可以通过物联网技术,实现通风设备之间的互联互通,提高通风系统的协同工作能力。

结束语

本文明确了通风设备设计对瓦斯防治的重要影响,提出一系列优化策略。但当前通风设备设计在性能、标准和管理等方面仍有不足。未来,需持续加大研发投入,完善设计标准,提升管理水平,推进信息化建设。同时,关注前沿技术,探索创新防治策略,全面提升瓦斯防治水平,助力煤炭行业迈向安全、绿色的可持续发展道路。

参考文献

- [1]余进鹏.煤矿瓦斯治理及防治策略分析[J].内蒙古煤炭经济,2024(4):136-138.
- [2]薛海腾,李希建.基于改进AHP对煤矿瓦斯爆炸事故致因分析[J].采矿技术,2020,20(1):121-123,128.
- [3]马恒,郭瑶,梁腾飞,等.选煤厂原煤仓瓦斯超限治理研究[J].矿业安全与环保,2021,48(1):33-38.
- [4]田军.煤矿通风安全管理风险因素与防控措施[J].商情,2020(52):72.