

煤矿瓦斯防治技术研究

孙世骏 郭跃闯

中煤新登郑州煤业有限公司 河南 登封 452470

摘要：随着煤矿开采深度和广度的不断增加，瓦斯问题日益突出，成为制约煤矿安全高效生产的关键因素。因此，煤矿瓦斯防治技术的研究至关重要。本文深入探讨了煤矿瓦斯的生成与赋存条件，分析了瓦斯涌出规律及影响因素，并结合实际案例剖析了瓦斯爆炸与中毒事故的成因。在此基础上，本文重点研究了通风技术、瓦斯抽采技术以及瓦斯监测预警系统等关键防治技术，提出了相应的优化与创新措施，旨在为煤矿安全生产提供有力技术支撑。

关键词：煤矿；瓦斯防治；关键技术

引言：煤矿瓦斯防治技术研究是煤矿安全生产领域的重要课题。瓦斯作为煤矿生产过程中的潜在安全隐患，其防治技术的研发与应用对于确保矿工生命安全、维护生产稳定具有重要意义。随着科技进步和安全生产要求的提升，煤矿瓦斯防治技术不断创新发展，取得了显著成效。然而，面对复杂的瓦斯赋存条件和多变的瓦斯涌出规律，仍需深入研究和完善防治技术，提高瓦斯防治的精准性和有效性，为煤矿安全生产提供有力保障。

1 煤矿瓦斯产生机理与危害分析

1.1 瓦斯生成与赋存条件

煤矿瓦斯，主要成分为甲烷，是在煤的形成过程中由生物成因和热成因共同作用产生的。在煤化作用初期，植物遗体经厌氧菌分解而形成甲烷，这是生物成因瓦斯的主要来源。而在煤化作用后期，随着温度升高，煤中大分子结构破裂，释放出甲烷等气体，形成了热成因瓦斯。瓦斯的赋存条件受到多种因素的影响，其中煤岩层的透气性、孔隙度和煤质等因素尤为关键。煤岩层的透气性决定了瓦斯在煤体中运移的难易程度，而孔隙度则影响着瓦斯在煤体中的赋存量。此外，煤质的不同也会导致瓦斯含量的差异，低变质程度的煤往往含有较高的瓦斯含量。

1.2 瓦斯涌出规律与影响因素

瓦斯涌出是指瓦斯从煤体或围岩中向采掘空间释放的过程。瓦斯涌出的规律受到多种因素的影响，如采掘工艺、生产布局、通风条件以及地质条件等。在采掘过程中，随着工作面的推进，煤体受到破坏，瓦斯涌出量会逐渐增加。同时，生产布局的合理性也会对瓦斯涌出产生影响，如工作面布置、巷道间距等都可能对瓦斯涌出量产生显著影响。此外，通风条件的优劣也是影响瓦斯涌出的重要因素，良好的通风条件可以有效降低瓦斯浓度，反之则可能导致瓦斯积聚。地质条件对瓦斯涌出

的影响同样不可忽视^[1]。煤层的赋存状态、厚度变化、断层发育等因素都可能对瓦斯涌出产生显著影响。例如，在断层附近，由于煤体结构受到破坏，瓦斯涌出量往往较大。

1.3 瓦斯爆炸与中毒事故案例分析

瓦斯爆炸和中毒事故是煤矿生产中最为严重的安全事故之一，给人员和财产造成了巨大损失。下面将通过几个典型案例来分析瓦斯爆炸与中毒事故的原因和危害。

案例一：某煤矿因通风系统不健全，导致工作面瓦斯积聚。在一次爆破作业中，因未对瓦斯进行检测和处理，引发了瓦斯爆炸事故，造成多人伤亡。这一案例凸显了通风系统不健全和瓦斯检测不到位对煤矿安全的严重威胁。

案例二：另一煤矿在掘进过程中，由于巷道支护不当，导致顶板冒落，煤体暴露面积增大，瓦斯涌出量剧增。由于未及时采取有效措施进行处理，造成瓦斯积聚并最终引发爆炸事故。这一案例表明，生产过程中的不安全因素和操作不当也可能导致瓦斯事故的发生。

瓦斯中毒事故同样不容忽视。在某些煤矿中，由于通风不良或瓦斯抽采系统失效，导致作业地点瓦斯浓度超标。工作人员长时间在高浓度瓦斯环境中作业，容易引发中毒事故，严重威胁生命安全。

2 煤矿瓦斯防治技术概述

2.1 通风技术与瓦斯排放

通风技术作为煤矿瓦斯防治的重要手段之一，其主要目的是通过向井下送入新鲜空气并排出污浊空气，以保持矿井良好的空气环境，降低瓦斯浓度，防止瓦斯积聚和爆炸事故的发生。通风系统的设计应根据矿井的实际情况和生产需求进行合理规划，确保风量、风速和风速满足要求。在实际应用中，通风技术通常与瓦斯排放相结合，通过调整通风设施的运行状态和参数，控制瓦

斯在矿井中的分布和浓度。例如,在采煤工作面,通过设置风门、风窗等通风设施,调节风量分配,使瓦斯能够顺利排放到回风巷中,避免在工作面积聚。此外,在掘进巷道时,也可通过局部通风机向掘进工作面送入新鲜空气,降低瓦斯浓度,确保作业安全。

2.2 瓦斯抽采技术与利用

瓦斯抽采技术是煤矿瓦斯防治的另一重要手段。通过抽采瓦斯,不仅可以降低矿井中的瓦斯浓度,减少瓦斯爆炸的风险,还能将抽出的瓦斯进行资源化利用,实现经济效益和环保效益的双赢。瓦斯抽采技术包括地面钻井抽采和井下抽采两种方式。地面钻井抽采主要适用于煤层埋藏较浅、瓦斯含量较高的地区,通过在地表施工钻井,穿透煤层并进行瓦斯抽采。而井下抽采则适用于煤层埋藏较深、无法采用地面钻井抽采的情况,通过在井下巷道或工作面布置抽采钻孔,利用负压抽采系统将瓦斯抽出。在抽采过程中,需要根据煤层赋存条件、瓦斯涌出规律以及抽采设备性能等因素,制定合理的抽采方案,确保抽采效果最大化。同时,对抽出的瓦斯进行净化处理后,可用于发电、民用燃气等领域,实现瓦斯的资源化利用^[2]。

2.3 瓦斯监测与预警系统

瓦斯监测与预警系统是煤矿瓦斯防治的重要组成部分。通过对矿井中的瓦斯浓度进行实时监测和预警,能够及时发现瓦斯积聚和超标的情况,采取有效措施进行处理,防止瓦斯爆炸事故的发生。瓦斯监测与预警系统通常由传感器、数据采集与处理系统、预警机制以及应急响应系统等部分组成。传感器负责实时监测矿井中的瓦斯浓度,并将数据传输至数据采集与处理系统进行分析 and 处理。预警机制则根据设定的阈值和判据,对瓦斯浓度超标情况进行判断并发出预警信号。应急响应系统则负责在接收到预警信号后,启动相应的应急措施,如调整通风设施、加强瓦斯抽采等,以控制瓦斯浓度并防止事故的发生。随着物联网、大数据等技术的快速发展,瓦斯监测与预警系统也在不断更新换代。现代化的瓦斯监测与预警系统不仅具有更高的精度和可靠性,还能实现远程监控和智能化管理,提高煤矿瓦斯防治的效率和水平。

3 煤矿瓦斯防治关键技术研究

3.1 高效通风系统设计与优化

通风系统作为煤矿瓦斯防治的重中之重,其设计与优化无疑是确保煤矿生产安全的关键环节。通风系统的性能直接决定了矿井内瓦斯浓度的控制效果,从而直接关系到瓦斯事故的预防效果。(1) 风量计算与分配是通

风系统设计的基础和前提。准确的风量计算不仅能够确保矿井内有足够的新鲜空气供给,还能够避免风量过大或过小带来的问题。因此,在设计之初,我们需要全面收集矿井的实际情况,如巷道的具体长度、断面面积、瓦斯涌出量等参数,并通过科学计算确定所需风量。在风量分配上,要充分考虑不同区域瓦斯涌出的特性和安全生产的要求,通过合理调整通风参数,确保风流在矿井内均匀分布,既避免因风速过快而导致的煤尘飞扬,又防止风速过慢造成的瓦斯积聚^[3]。(2) 风道阻力分析与调整是通风系统优化中不可忽视的一环。在实际运行过程中,风道阻力过大往往会导致通风效果降低,甚至影响到通风系统的稳定运行。因此,我们需要对风道阻力进行实时监测和分析,通过采集数据、建立模型等手段,找出阻力产生的根源,并采取相应的措施进行调整。比如,我们可以通过优化风道布局,减少弯头和变径的数量,降低风道的摩擦阻力;同时,还可以调整风门和风窗等设施的开度,以实现阻力的最小化。(3) 通风设施的选择与布置也是通风系统设计与优化中至关重要的环节。通风设施的性能直接影响到通风系统的效果,因此,在选择设施时,我们应充分考虑其性能、可靠性、安全性等因素,并结合矿井的实际情况进行选择。在设施的布置上,要根据巷道的布置情况和瓦斯涌出的规律,合理安排设施的位置和数量,确保通风系统的稳定性和有效性。同时,我们还应定期对通风设施进行检查和维护,确保其正常运行,避免因设施故障而影响到通风系统的效果。

3.2 瓦斯抽采技术创新与优化

瓦斯抽采,作为煤矿瓦斯防治的关键技术手段,其创新与优化对于提升抽采效率、降低瓦斯排放以及保障煤矿安全生产具有至关重要的作用。随着科技的快速发展,瓦斯抽采技术正迎来前所未有的变革与突破。(1) 在抽采方法的选择与改进上,我们需要深入了解煤层的赋存条件、瓦斯涌出特性等关键信息。针对不同类型的煤层,我们应选择适合的抽采方法。例如,对于高瓦斯含量、低渗透率的煤层,预抽瓦斯技术凭借其提前对煤层进行瓦斯抽采的特点,能有效降低开采过程中的瓦斯风险。而对于瓦斯涌出量大的工作面,边采边抽技术则能够实时降低工作面的瓦斯浓度,确保生产安全。此外,我们还应积极探索新型抽采方法,如水力压裂、二氧化碳驱替等,这些方法通过改变煤层的物理性质或化学环境,从而提高瓦斯的抽采效率。(2) 抽采钻孔的设计与施工工艺也是瓦斯抽采技术创新的关键环节。钻孔的直径、深度、间距等参数需要精确设计,以确保钻孔

能够准确穿透煤层并覆盖到瓦斯富集区域。同时，我们还应注重施工工艺的改进与优化。采用先进的钻探设备和技术，不仅可以提高钻孔的成孔率，还能够提高抽采效率。例如，利用定向钻探技术，我们可以实现钻孔的精确导向，确保抽采效果达到最佳^[4]。（3）抽采参数的优化也是瓦斯抽采技术创新不可或缺的一部分。抽采过程中的抽采量、抽采浓度等参数的变化能够直接反映出抽采效果的好坏。因此，我们需要通过实时监测和分析这些参数的变化，对抽采参数进行及时调整和优化。同时，我们还应建立完善的效果评估体系，对抽采效果进行定期评估和总结。这不仅能够帮助我们了解抽采技术的实际效果，还能够为后续的抽采工作提供有益的指导。

3.3 瓦斯监测预警系统升级

瓦斯监测预警系统是煤矿瓦斯防治中不可或缺的一环，其升级与完善对于提升监测精度、增强预警能力至关重要。随着科技的进步，我们有必要对瓦斯监测预警系统进行全面升级，以适应新形势下煤矿安全生产的需求。（1）在监测设备选型与布置方面，我们应注重设备的准确性和稳定性。不同的矿井环境对监测设备的要求各不相同，因此，我们需要根据矿井的实际情况，选用适合的传感器和监测仪器。这些设备不仅要能够实时监测瓦斯浓度的变化，还要具备抗干扰能力强、反应速度快等特点。同时，在布置监测点时，我们需要综合考虑矿井的巷道布局、瓦斯涌出规律等因素，确保监测点的位置和数量能够覆盖到关键区域，从而确保监测数据的全面性和准确性。（2）数据采集与传输技术的升级也是瓦斯监测预警系统升级的重要一环。传统的数据采集和传输方式可能存在延迟、失真等问题，这直接影响到预警的准确性和及时性。因此，我们需要采用更先进的数据采集技术和传输技术，确保监测数据能够实时、准确地传输到预警系统。此外，我们还应注重数据的处理

和分析，利用大数据和云计算等技术手段，对监测数据进行深入挖掘和利用，为瓦斯防治工作提供更为准确、全面的数据支持^[5]。（3）预警算法与模型构建的改进也是瓦斯监测预警系统升级的关键。预警算法和模型是预警系统的核心，其准确性和可靠性直接影响到预警的效果。因此，我们需要不断研究和应用先进的预警算法和模型，提高预警的准确性和灵敏性。同时，我们还应结合矿井的实际情况和安全生产要求，制定科学合理的预警阈值和判据，避免误报和漏报的情况发生。

结束语

煤矿瓦斯防治技术研究作为煤矿安全生产的关键环节，对于保障矿工生命安全和促进煤炭行业健康发展具有不可或缺的作用。通过深入研究瓦斯产生机理、涌出规律及防治措施，我们不断提升瓦斯防治技术的科学性和有效性。展望未来，随着科技进步和安全生产理念的不断深化，我们有信心在煤矿瓦斯防治领域取得更加显著的成果。同时，我们也将继续关注新技术、新方法的应用与推广，为煤矿瓦斯防治工作注入新的动力，推动煤炭行业向更加安全、高效的方向发展。

参考文献

- [1]秦艳红.浅析煤矿矿井通风和瓦斯防治[J].石化技术,2020(2):297-298.
- [2]徐永忠.煤矿瓦斯防治技术研究[J].当代化工研究,2020(9):155-156.
- [3]马世波.矿井通风安全影响因素及防范措施的研究[J].化工管理,2019(27):76-77.
- [4]任杰.煤矿矿井通风安全管理及瓦斯防治技术研究[J].内蒙古石油化工,2020,46(02):97-99.
- [5]姜弘军.煤矿通风瓦斯安全问题及其防范措施探讨[J].内蒙古煤炭经济,2019(19):156-173.