

# 煤矿瓦斯精细化治理技术研究

胡博 岳巍 陈为民

冀中能源峰峰集团邯郸宝峰公司九龙矿 河北 邯郸 056201

**摘要:** 文章聚焦于煤矿瓦斯精细化治理技术的深入探讨, 针对煤矿瓦斯治理面临的复杂性和诸多挑战, 系统而详尽地阐述了精细化治理技术的核心理念、技术体系及其实施的关键要点。文章全面剖析了精细化抽采、通风系统优化、精准监测和智能化管控等一系列关键技术, 旨在构建一套科学、全面且具有实践指导意义的煤矿瓦斯精细化治理技术框架, 以期为提高煤矿安全生产水平和瓦斯治理效果提供坚实的技术支撑和有力保障。

**关键词:** 煤矿瓦斯; 精细化治理; 技术

## 引言

煤矿瓦斯治理, 作为煤矿安全生产的关键一环, 其重要性不言而喻。然而, 随着开采深度的不断增加以及开采条件的日益复杂化, 传统的瓦斯治理方法逐渐暴露出其局限性, 难以满足当前煤矿安全生产的高标准要求。在此背景下, 煤矿瓦斯精细化治理技术的研发与应用显得尤为重要且迫切。本文将对煤矿瓦斯精细化治理技术进行深入的探索与研究, 旨在为推动煤矿安全生产提供坚实的技术支撑和有利的保障。

### 1 煤矿瓦斯精细化治理技术的概念

煤矿瓦斯精细化治理技术, 是指通过一系列科学、精确的管理和技术手段, 对煤矿生产过程中的瓦斯进行全方位、细致化的治理与控制。这一技术体系不仅关注瓦斯浓度的实时监测与预警, 还涵盖了瓦斯抽采、通风系统优化、应急响应等多个环节, 力求在每一个细节上实现精准化操作, 以提升瓦斯治理效果, 保障煤矿安全生产。其内涵主要体现在“精细化”三字上, 即要求治理措施必须精准到位、细致入微; 这包括了对瓦斯赋存规律的深入研究、对抽采钻孔的精确设计与施工、对通风系统的精细化调控、以及对监测数据的实时分析与反馈等。通过这些精细化手段, 煤矿企业能够更准确地掌握瓦斯动态, 更有效地降低瓦斯浓度, 从而显著降低瓦斯爆炸等安全事故的发生概率。煤矿瓦斯精细化治理技术的重要性不言而喻, 随着煤矿开采深度的增加, 瓦斯治理难度日益加大, 传统的粗放型治理方式已难以满足安全生产的需要; 而精细化治理技术以其高效、精准的特点, 为煤矿瓦斯治理提供了新的思路和解决方案; 它不仅有助于提升煤矿企业的安全生产水平, 还能降低治理成本, 提高经济效益, 对于促进煤矿行业的可持续发展具有重要意义<sup>[1]</sup>。

### 2 煤矿瓦斯精细化治理技术体系

#### 2.1 精细化抽采技术

(1) 定向钻孔抽采技术是其中的关键手段。该技术借助先进的定向钻进装备和高精度的测量仪器, 能够精确控制钻孔轨迹, 使钻孔沿着预设的方向延伸, 直达瓦斯富集区域; 这不仅提高了钻孔的利用率, 还能大幅增加瓦斯抽采量; 例如, 在复杂的地质构造中, 通过定向钻孔可以避免断层、褶皱等不良地质体, 准确抵达瓦斯储存的有利位置, 从而实现精准抽采。(2) 分源抽采策略则依据瓦斯的来源差异, 制定有针对性的抽采方案。对于煤层原始赋存的瓦斯, 可采用预抽方式, 提前降低煤层中的瓦斯含量; 对于采掘活动中产生的卸压瓦斯, 通过实时监测和动态调整抽采参数, 提高抽采效率; 对于采空区的瓦斯, 采用埋管、插管等方法进行抽采。这种分源治理的方式能够更加精准地应对不同来源的瓦斯, 提高抽采效果。(3) 抽采效果评估方法的科学运用也是精细化抽采的重要环节。通过建立综合评估体系, 结合瓦斯抽采量、浓度变化、瓦斯压力降低值等多项指标, 对抽采效果进行全面、准确的评价; 利用数值模拟软件对抽采过程进行模拟分析, 预测不同抽采方案下的瓦斯运移规律和抽采效果, 为优化抽采方案提供理论依据; 现场实测数据则能直观反映实际抽采情况, 通过对比分析模拟结果和实测数据, 不断改进抽采工艺和参数, 确保抽采工作达到预期目标<sup>[2]</sup>。

#### 2.2 通风系统的精细化优化

(1) 通风网络建模与分析是实现精细化优化的基础。通过运用专业的通风模拟软件, 结合煤矿的实际地质和巷道布局等信息, 构建详细且精确的通风网络模型; 该模型能够准确模拟风流在整个矿井中的流动情况, 包括风速、风量、风压等参数的分布; 例如, 通过对模型进行不同工况的模拟, 可以提前发现可能存在的通风不畅区域或风流短路问题, 为后续的优化工作提供

依据。(2) 按需通风的实现方式是通风系统优化的核心。这意味着通风系统能够根据实时的瓦斯涌出量、人员分布以及设备运行状况等因素, 动态调整通风参数; 通过安装高精度的瓦斯监测传感器和智能通风控制设备, 实时获取瓦斯浓度等数据, 并将其反馈给控制系统。控制系统根据预设的算法和策略, 自动调节通风机的转速、风门的开度等, 以实现通风量的精准匹配; 例如, 当瓦斯涌出量突然增加时, 通风系统能够迅速加大通风量, 确保瓦斯浓度保持在安全范围内。(3) 通风设备的精准调控是保证通风效果的重要手段。对于通风机, 采用变频调速技术可以实现对其转速的精确控制, 从而灵活调节风量; 对风门、风窗等通风设施进行自动化改造, 使其能够根据通风需求快速、准确地调整开度; 定期对通风设备进行性能检测和维护, 确保其始终处于良好的运行状态, 也是实现通风系统精细化优化的重要保障。

### 2.3 精准的瓦斯监测技术

(1) 先进传感器的应用是精准监测的基石。目前, 高性能的瓦斯传感器不断涌现, 如基于催化燃烧原理的传感器, 其对低浓度瓦斯具有出色的检测能力, 能够在瓦斯浓度极低的情况下迅速作出响应。另外, 光学瓦斯传感器利用光谱吸收原理, 具有极高的测量精度和稳定性, 不受其他气体成分的干扰; 这些先进传感器能够实时、准确地获取瓦斯浓度信息, 为后续的分析 and 处理提供可靠的数据基础。(2) 监测数据的实时处理与分析是实现精准监测的关键环节。通过高速的数据传输网络, 将传感器采集到的瓦斯浓度数据快速传输至中央监控系统。利用大数据分析技术和智能算法, 对这些数据进行实时处理和深度分析。例如, 通过建立瓦斯浓度变化的数学模型, 可以预测瓦斯浓度的发展趋势, 及时发现潜在的安全隐患。同时, 对多传感器的数据进行融合分析, 能够更全面、准确地了解煤矿内瓦斯的分布情况, 为决策提供有力支持。(3) 监测系统的可靠性保障是确保精准监测长期有效的重要举措。采用冗余设计, 为关键监测点配备多个传感器, 当主传感器出现故障时, 备用传感器能够无缝切换, 保证监测数据的连续性和准确性。建立严格的传感器校准和维护制度, 定期对传感器进行精度校准和性能检测, 及时更换老化或损坏的传感器; 加强监测系统的抗干扰能力, 防止电磁干扰、环境温度变化等因素对监测数据的影响, 确保系统在复杂的煤矿环境中稳定运行。

### 2.4 瓦斯治理的智能化管控技术

(1) 大数据与人工智能的应用是智能化管控的核

心。通过广泛收集和整合煤矿开采过程中的各类数据, 包括瓦斯浓度、地质条件、通风参数、设备运行状态等, 构建起庞大而丰富的数据库。利用人工智能算法, 如机器学习中的神经网络、决策树等, 对这些数据进行深度挖掘和分析, 从而发现瓦斯涌出的规律和潜在的风险模式; 例如, 通过对历史数据的学习, 模型可以预测未来一段时间内瓦斯浓度的变化趋势, 提前发出预警, 为采取相应的治理措施争取宝贵的时间。(2) 智能决策支持系统则是智能化管控的关键环节。该系统基于大数据分析的结果和预设的规则, 为瓦斯治理提供科学、合理的决策建议。当瓦斯浓度出现异常波动时, 系统能够迅速评估当前状况, 综合考虑各种因素, 如通风状况、抽采效果、人员分布等, 生成最优的应对方案; 例如, 系统可能会建议调整通风机的转速、增加抽采设备的运行数量或者暂停某些区域的作业, 以确保瓦斯浓度能够迅速恢复到安全范围。(3) 智能化管控技术还能够实现对瓦斯治理设备的远程监控和自动化控制。通过传感器和网络技术, 实时获取设备的运行参数和工作状态, 一旦发现设备故障或运行异常, 能够及时通知维修人员并采取相应的应急措施; 根据瓦斯浓度的变化和治理需求, 自动调整设备的运行参数, 实现智能化的精准治理<sup>[3]</sup>。

## 3 精细化治理技术的实施要点

### 3.1 前期规划与设计

前期规划与设计工作如同绘制一幅精确的蓝图, 为后续的治理行动指明方向, 它需要综合考虑众多复杂且相互关联的因素。第一, 深入了解煤矿的地质构造是关键。包括煤层的分布、厚度、倾角, 以及地质断层、褶皱等情况, 这些因素直接影响瓦斯的赋存和运移规律, 从而决定了治理的重点和难点区域。第二, 对瓦斯的来源、涌出量和涌出规律进行详细分析。通过历史数据、现场实测和模拟计算等方法, 准确评估瓦斯的危害程度, 为制定针对性的治理策略提供依据。第三, 规划与设计应充分结合煤矿的开采计划和生产工艺。考虑不同开采阶段对瓦斯治理的需求变化, 如开拓期、回采期和采空区等阶段, 确保治理措施与生产过程紧密配合, 互不干扰。第四, 在设计过程中, 合理选择治理技术和设备至关重要。要根据煤矿的具体条件, 对比不同技术和设备的优缺点, 如精细化抽采技术中钻孔的布置方式和参数, 通风系统中风机的类型和风量计算等。第五, 注重系统的整体性和兼容性。将瓦斯抽采、通风、监测等各个子系统进行优化整合, 形成一个协同高效的整体, 避免出现功能重叠或漏洞。第六, 还需考虑经济成本和效益。在满足安全要求的前提下, 优化资源配置, 降低

治理成本,提高治理效果的性价比。

### 3.2 施工过程中的质量控制

良好的质量控制有助于提高治理技术的有效性,确保各项治理措施能够充分发挥作用,降低瓦斯浓度,保障生产环境的安全;(1)要明确各项施工工序的质量标准和验收规范,使施工人员有清晰的操作指南和质量目标。对于关键施工环节,如钻孔施工、通风设备安装等,应安排专业技术人员进行旁站监督,确保施工操作符合规范要求。(2)加强对施工材料和设备的质量检验。对进入施工现场的材料,如管材、线缆等,进行严格的抽检,确保其质量符合相关标准。对于施工所用的设备,如抽采泵、通风机等,在使用前要进行性能测试和调试,保证设备在施工过程中稳定运行。(3)注重施工人员的技能培训和质量意识教育。通过定期的培训和技术交底,提高施工人员的操作水平和质量责任感,使其能够熟练掌握施工工艺和质量控制要点。(4)做好施工过程中的数据记录和分析。对施工中的各项参数,如钻孔深度、孔径、瓦斯抽采量等进行实时记录,并定期进行分折,及时发现质量问题的苗头,采取措施加以纠正。

### 3.3 技术人员的专业培训

技术人员的专业素养和技能水平直接影响着精细化治理技术的应用效果和安全性,专业培训能够确保技术人员熟悉并掌握最新的治理技术和方法,从而在实际工作中做出准确的判断和操作。(1)培训内容应涵盖瓦斯治理的基础理论知识。包括瓦斯的生成、运移规律,以及煤矿地质和通风原理等;使技术人员深入理解瓦斯治理的科学原理,为实际操作提供理论支持。(2)针对精细化治理技术的具体操作流程和技能进行重点培训。例如,详细讲解精细化抽采设备的操作规范、通风系统优化的计算方法,以及精准监测设备的使用和数据分析技

巧等;通过实际操作演示和模拟训练,让技术人员熟练掌握这些关键技术。(3)培训还应注重培养技术人员的问题解决能力和应急处理能力。在瓦斯治理过程中,可能会遇到各种突发情况和复杂问题,通过案例分析和模拟演练,让技术人员学会迅速判断问题的性质和原因,并采取有效的应对措施。(4)加强安全意识和责任意识的培养也是培训的重要部分。让技术人员充分认识到瓦斯治理工作的重要性 and 风险性,树立严谨的工作态度和高度责任心。(5)为了提高培训效果,还应采用多样化的培训方式。除了传统的课堂讲授,还可以结合现场实习、专家讲座、在线学习等方式,满足不同技术人员的学习需求;并且在培训结束后,进行严格的考核评估,确保技术人员真正掌握了所学内容,能够胜任工作要求。

### 结语

煤矿瓦斯精细化治理技术的研究与应用,对于提升煤矿安全生产水平具有深远意义。本文深入阐述了精细化治理技术的概念,系统介绍了其技术体系及实施要点,旨在为煤矿瓦斯治理的精细化发展提供坚实的理论支撑和实践指导。展望未来,我们应进一步加大精细化治理技术的研发力度,不断探索创新,完善技术体系,提升实施水平。同时,强化技术应用与推广,为煤矿安全生产构筑更加坚实的防线,保驾护航煤矿行业的可持续发展。

### 参考文献

- [1]张耀华.煤矿瓦斯灾害防治技术的思考[J].矿业装备,2021(4):80-82.
- [2]易国晶.水力压裂技术在煤矿瓦斯治理中的应用研究[J].化工管理,2020,(6):133-134.
- [3]梅洋洋.浅论高瓦斯煤矿采掘工程中的瓦斯防治治理技术[J].内蒙古煤炭经济,2020,(13):153-154.