

探讨煤矿通防灾害预警预控技术研究以及应用

岳 鹏

兖矿能源集团股份有限公司济宁三号煤矿 山东济宁 272000

摘 要：随着煤炭开采作业的深入，通防灾害成为威胁矿工安全和矿山正常运营的主要因素之一。煤矿通防灾害预警预控技术的研究及应用显得尤为重要，其实质是通过对矿井环境和作业条件的实时监测与分析，预测潜在的危险并采取相应的控制措施以避免或减轻灾害事故。本文综合探讨了风险辨识与评估技术、地质与瓦斯预警技术、矿井通风系统监测技术、矿尘爆炸预警技术和应急响应与救援技术等方面的研究进展及其在煤矿中的应用情况。通过这些技术的集成与应用，能够显著提高煤矿的安全生产水平和灾害管理能力。

关键词：煤矿灾害；预警预控技术；应用

全球范围内，煤矿生产长期以来都面临着严峻的安全挑战，尤其是通防灾害，如瓦斯爆炸、煤尘爆炸、矿井火灾等，这些灾害不仅危及矿工生命安全，也给企业带来巨大的经济损失。因此，发展一套高效、可靠的通防灾害预警预控技术对于煤矿安全生产至关重要。本文旨在探讨现代煤矿中这些技术的实际应用情况。

一、煤矿通防灾害的危害与特点

1. 危害

①人员伤亡：煤矿通防灾害往往导致大量矿工受伤或死亡，对矿工的人身安全构成严重威胁。②经济损失：事故不仅会造成设备损坏，还可能导致矿井停产，给企业带来巨大的经济损失。③社会影响：煤矿事故还可能引起社会关注，影响企业形象，甚至引发社会不稳定因素^[1]。

2. 特点

①多样性：煤矿通防灾害类型多样，包括但不限于塌方、矿尘爆炸、瓦斯突出性爆炸、矿井火灾、矿井水灾和机电事故等。②突发性：许多煤矿事故往往发生突然，给预防和应对带来极大困难。③隐蔽性：一些灾害因素如瓦斯积聚、煤尘堆积不易被及时发现，一旦达到一定条件就可能迅速引发事故。

二、影响煤矿通防灾害发生的因素分析

1. 地质结构

煤矿的地质结构是影响通防灾害发生的关键因素之一。地质结构的复杂性体现在煤层的倾角、厚度、分布规律，以及断层、褶皱等不连续结构的发育情况。例如，较大的断层和褶皱构造区域容易积聚瓦斯，增加突出和

爆炸的风险；而倾斜的煤层可能导致顶板控制难度加大，提升顶板事故的可能性。此外，地质应力集中区也是诱发冲击地压、岩爆等灾害的潜在因素。因此，对地质结构进行详细的勘查和分析，对于预测和预防通防灾害至关重要。

2. 监测预警系统

监测预警系统在煤矿通防安全中扮演着重要角色，它能够实时监控矿井内的多种参数，如瓦斯浓度、风速、温度、一氧化碳浓度等。这些数据对于早期识别潜在的危险状况至关重要，比如瓦斯超限或火灾征兆。一个完善的监测预警系统可以快速响应异常情况，为矿工撤离和灾害处置争取宝贵时间。然而，监测设备的故障或维护不当可能导致数据采集错误或延误，从而增加了通防灾害的风险。

3. 安全管理体系

安全管理体系包括了煤矿安全生产的各项规章制度、组织管理结构、安全文化等要素。一个健全的安全管理体系可以确保作业规程得到遵循，风险评估得以实施，安全教育培训有效开展。此外，良好的安全管理体系还应当包含应对突发事件的应急预案，以及定期的安全检查和计划。缺乏有效的安全管理体系可能导致人为失误增多，进而引发通防灾害^[2]。

4. 自然环境因素

自然环境因素如地震、洪水、雷电等极端天气条件也会对煤矿安全产生显著影响。地震可能引起井下岩层移动或塌陷，导致瓦斯突出、顶板垮塌等灾害；洪水可能造成矿井水害，威胁到矿工的生命安全和矿井的正常

运营。此外，雷电可能干扰地面及井下的电力供应系统，影响通风、排水和提升等关键设备运行。因此，考虑自然因素对煤矿通防安全的潜在影响是至关重要的。

三、煤矿通防灾害预警预控技术研究及应用

1. 风险辨识与评估技术

煤矿通防灾害的风险辨识与评估是预警预控系统的首要步骤。此技术包括对煤矿作业环境中潜在的危险因素进行系统地识别、分析和评价。首先，利用现场监测数据、历史记录和专家经验，明确可能导致事故的关键因素，如瓦斯浓度、煤体结构稳定性、矿井温度及湿度等。然后，采用定性和定量分析方法对这些因素进行深入分析，评估其可能导致的风险级别。通过建立风险评估模型可对不同风险等级进行分类管理，为后续的监控和预警提供科学依据。此外，风险评估还要结合实时监控，不断更新风险状态，以实现动态风险管理。

2. 地质与瓦斯预警技术

地质与瓦斯预警技术主要针对煤矿开采过程中可能遇到的地质灾害（如地质构造异常、岩层移动、地下水害等）以及瓦斯相关问题（如瓦斯超限、煤自燃等）。该技术依托于地球物理勘探、地质雷达、红外技术等多种地质预测手段，实现对地质条件的动态监测和预警。同时，采用瓦斯监测系统实时监控瓦斯浓度变化，并结合通风情况、工作面温度等因素综合判断瓦斯的危险等级，确保工作面的安全。一旦检测到潜在的危险指标，系统会立即发出预警信号，采取相应的预控措施。

3. 矿井通风系统监测技术

矿井通风系统监测技术关键在于保障矿井内空气流通，控制和稀释有害气体的浓度，保证矿工的健康和安全。通过安装多级通风监测设备，实时掌握风速、风量、风压等关键参数，及时调整通风系统的运行状态。同时，监测系统内的传感器能够检测到有毒有害气体的浓度变化，如一氧化碳、硫化氢等，并与自动喷雾装置、风门控制系统等联动，实施自动化管理，从而有效预防和减少通风相关事故的发生。

4. 矿尘爆炸预警技术

矿尘爆炸预警技术致力于防范和控制煤矿生产中产生的矿尘引发的爆炸事故。该技术通过安装粉尘浓度传感器和火焰传感器等设备，对矿尘的生成、积聚和可能

的点火源进行连续监测。一旦检测到矿尘浓度超过安全阈值或存在潜在的点火危险，系统将立即启动预警机制，激活喷淋装置或切断电源，避免爆炸事故的发生。同时，通过对矿尘性质的研究，优化除尘技术和方法，降低爆炸风险。

5. 应急响应与救援技术

应急响应与救援技术是在煤矿通防灾害发生后，快速有效地进行救援工作的技术体系。它包括建立应急预案、应急救援队伍的建设、救援设备的配备和管理。通过模拟演练和实战训练，提高救援人员的专业技能。在救援技术上运用先进的定位技术、生命探测技术和紧急通讯技术，确保在灾害发生时迅速找到被困人员并进行有效救助。同时，建立起有效的信息反馈机制，将救援进展情况实时传达给指挥中心，以便做出正确的决策指导^[3]。

结语

综上所述，煤矿通防灾害预警预控技术的研究及应用对于提升煤矿的安全管理水平具有不可替代的作用。风险辨识与评估技术实现了对潜在危害的早期发现和评价；地质与瓦斯预警技术有效预防了由地质构造和瓦斯异常引发的事故；矿井通风系统监测技术保证了工作面的空气品质；矿尘爆炸预警技术降低了作业环境中的粉尘爆炸风险；而应急响应与救援技术则为事故发生后提供了快速有效的应对手段。未来的研究需要聚焦于预警预控技术的进一步集成化、智能化，同时强化应对复杂地质条件和多变作业环境的能力。只有这样，才能从根本上减少煤矿灾害的发生，保障矿工的生命安全和煤矿的持续稳定运营。

参考文献

- [1] 宋维勇, 王磊, 方磊. 煤矿通防灾害预警预控技术研究及应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023, (19): 136-138.
- [2] 马强. 煤矿通防灾害预警预控技术研究及应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023, (15): 118-120.
- [3] 谢专. 浅谈煤矿通防灾害预警预控技术研究及应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023, (13): 112-114.
- [4] 张后林, 杨印雷, 李洪征. 通防灾害预警预控技术实践与应用[J]. 中国高科技, 2023, (13): 57-59.