

采矿过程中智能监控系统对安全生产效率的提升作用

何章

华电煤业集团工程技术有限公司 陕西榆林 719000

摘要：智能监控系统是采矿行业提升安全生产效率的核心技术手段，其通过部署多类型传感器，实时采集井下环境参数、设备运行数据及人员动态信息，依托数据分析技术实现安全风险精准预警与设备故障提前预判。在安全管理中，系统可及时捕捉瓦斯超限、顶板位移等隐患并推送处置方案，保障作业连续；在设备管理上，推动维护模式向预测性转变，减少故障停机时间；在生产调度中，结合数据优化资源配置，提高矿产开采率与资源利用率。该系统打破传统采矿的经验依赖，有效平衡安全与效率，为采矿行业高质量发展提供有力支撑。

关键词：采矿智能监控系统；安全生产效率；风险预警；设备状态监测；生产流程优化

引言

智能监控系统是采矿行业提升安全生产效率的核心技术手段，其通过部署多类型传感器，实时采集井下环境参数、设备运行数据及人员动态信息，依托数据分析技术实现安全风险精准预警与设备故障提前预判。在安全管理中，系统可及时捕捉瓦斯超限、顶板位移等隐患并推送处置方案，保障作业连续；在设备管理上，推动维护模式向预测性转变，减少故障停机时间；在生产调度中，结合数据优化资源配置，提高矿产开采率与资源利用率。该系统打破传统采矿的经验依赖，有效平衡安全与效率，为采矿行业高质量发展提供有力支撑。

一、采矿过程中安全生产与效率提升的现存问题

（一）传统安全监测方式的局限性

传统采矿安全监测多采用人工定时巡检的方式，受限于巡检人员的体力、精力及专业判断能力，难以实现对采矿作业面、巷道、井下设备等关键区域的全天候、全覆盖监测。例如，在井下瓦斯浓度监测中，人工巡检间隔期间可能出现瓦斯浓度突然升高的情况，无法及时发现就会形成严重安全隐患；同时，人工记录的数据易出现误差，且数据传递环节多、速度慢，难以为安全决策提供及时、准确的依据，导致安全风险防控存在滞后性。

（二）生产流程调度的不合理性

传统采矿生产流程调度主要依赖管理人员的经验，缺乏对生产现场实时数据的动态分析。在采矿设备调配方面，可能因无法准确掌握各设备的运行负荷、工作状

态及待作业区域的情况，导致设备闲置或过度使用，造成资源浪费；在人员排班与作业任务分配上，也易出现人员与任务不匹配的问题，部分区域人员冗余而部分区域人员不足，影响整体生产进度，降低采矿作业效率。

（三）设备故障排查与维护的滞后性

采矿设备在高强度、恶劣的作业环境下运行，易出现部件磨损、性能下降等故障问题。传统设备维护模式多为“事后维修”或“定期维修”，“事后维修”会导致设备故障突发时停机时间过长，严重影响生产连续性；“定期维修”则可能在设备状态良好时进行不必要的拆解维护，增加维护成本，且难以精准预判潜在故障，无法及时更换即将失效的部件，埋下设备运行安全隐患，进而影响安全生产效率。

二、智能监控系统在采矿过程中的技术构成与功能优势

（一）智能监控系统的核心技术构成

采矿智能监控系统主要由感知层、传输层、数据处理层与应用层构成。感知层通过部署各类传感器，如瓦斯传感器、粉尘传感器、设备振动传感器、人员定位传感器等，实时采集采矿现场的环境、设备、人员相关数据；传输层利用工业以太网、5G等通信技术，将感知层采集的数据稳定、高速地传输至数据处理层；数据处理层采用大数据分析、人工智能算法等技术，对海量数据进行筛选、分析与挖掘，识别数据中的异常信息与潜在规律；应用层则根据不同需求，将处理后的数据以可视化界面、预警信息等形式呈现，为安全管理、生产调度、设备维护等提供应用支持。

（二）智能监控系统的实时监测功能优势

相较于传统监测方式，智能监控系统的实时监测功能具有显著优势。其能实现对采矿现场关键参数的连续监测，如井下瓦斯浓度、一氧化碳浓度、风速、温度等环境参数，以及采矿机、刮板输送机等设备的转速、温度、振动等运行参数，监测数据可实时上传至控制中心，工作人员通过监控界面能直观掌握现场情况，避免因人工巡检遗漏或延迟导致的风险。

（三）智能监控系统的数据分析与预警功能优势

智能监控系统具备强大的数据分析能力，可对采集的历史数据与实时数据进行对比分析，建立安全风险与设备故障的预警模型。当监测数据超出预设阈值时，系统能自动触发预警机制，通过声光报警、短信通知等方式及时告知相关人员，同时精准定位异常区域与问题设备，为工作人员快速采取应对措施提供指引，有效缩短故障排查与风险处置时间，降低事故发生概率，保障采矿作业安全有序进行。

三、智能监控系统对采矿安全生产效率的具体提升路径

（一）通过风险精准防控保障生产连续性

智能监控系统能实时监测采矿过程中的各类安全风险因素，如井下瓦斯超限、巷道顶板位移、采区水害隐患等，借助分布在关键区域的传感器，实现对这些风险指标的动态追踪。一旦监测数据超出安全阈值，系统会立即触发声光预警，并通过管理平台向工作人员推送包含风险位置、影响范围及处置步骤的方案。工作人员可依据预警信息，快速采取调整通风设备功率、对顶板薄弱区域进行支护加固、启动排水系统降低水位等措施，将安全风险消除在萌芽状态，避免因安全事故导致的采矿作业中断。例如，在顶板监测中，系统通过高精度位移传感器实时监测顶板下沉量，当数据异常时及时预警，工作人员可提前进行支护处理，防止顶板垮塌事故发生，保障采矿作业持续开展，显著提升生产连续性。

（二）通过设备优化管理减少停机时间

智能监控系统可实时跟踪采矿设备的运行状态，包括采矿机、刮板输送机、提升机等核心设备的转速、振动频率、轴承温度、油液质量等参数，通过边缘计算节点对采集的数据进行初步分析，再上传至云端平台进行深度挖掘，以此预判设备潜在故障，推动设备维护模式从“事后维修”“定期维修”向“预测性维修”转变。系统根据设备运行数据，精准判断部件磨损程度与剩余使

用寿命，通过短信、平台消息等方式提醒工作人员更换易损部件，从源头规避设备突发故障。同时，系统还能对设备运行负荷进行实时监测，结合各作业面的生产需求，合理调配设备作业任务，避免设备因长时间满负荷或超负荷运行出现故障，有效减少设备故障停机时间，大幅提高设备利用率，进而为采矿生产效率提升提供硬件支撑。

（三）通过生产流程智能调度提高资源利用率

智能监控系统可通过物联网设备实时采集采矿现场的矿产资源分布情况，如煤层厚度、矿石品位、资源储量等地质数据，以及设备运行状态、人员在岗位置、作业进度等生产数据，将这些多维度数据整合后，通过大数据分析模型进行处理，为生产流程调度提供科学依据。在采矿作业规划上，系统根据资源分布数据优化开采路径，避开地质条件复杂区域，减少资源浪费，提高矿产资源开采率；在设备与人员调度上，系统根据各作业区域的任务量与设备、人员状态，动态分配设备与人员，避免出现部分区域设备闲置、部分区域设备紧缺，或人员冗余、人员不足的情况。例如，当某一采矿区域设备出现轻微故障时，系统可及时调度备用设备接替作业，同时安排维修人员前往维修，确保生产不中断，切实提高整体生产资源利用率。

四、智能监控系统在采矿应用中面临的挑战与解决策略

（一）系统部署与环境适配的挑战及解决

采矿现场环境复杂，井下存在高湿度、高粉尘、强电磁干扰等问题，对智能监控系统的硬件设备与通信传输稳定性提出较高要求。部分传感器在恶劣环境下易出现数据采集误差或损坏，通信信号也可能因巷道阻隔、电磁干扰而衰减，影响系统正常运行。针对这一问题，可选用具备防水、防尘、抗电磁干扰性能的专用采矿传感器与通信设备，同时优化设备安装位置，在信号薄弱区域增设中继器，增强通信信号稳定性，确保系统在复杂采矿环境中稳定运行。

（二）数据安全与信息共享的挑战及解决

智能监控系统在运行过程中会产生大量涉及采矿生产、安全的敏感数据，数据存储与传输过程中存在泄露、被篡改的风险；同时，采矿企业内部各部门之间数据共享不畅，易形成“数据孤岛”，影响系统数据分析与决策支持效果。为解决数据安全问题，可采用数据加密、访问权限控制等技术，保障数据存储与传输安全；针对信

息共享问题，可搭建统一的数据管理平台，打破部门数据壁垒，实现各部门数据实时共享，充分发挥数据价值，提升系统对生产决策的支持能力。

（三）人员操作与技术适配的挑战及解决

部分采矿企业工作人员对智能监控系统的操作流程与技术原理不熟悉，难以充分发挥系统功能，且系统更新升级后，工作人员可能因技术适配问题无法有效使用新功能。对此，企业可制定系统的人员培训计划，定期组织工作人员参加操作培训与技术学习，邀请专业技术人员进行现场指导，提升工作人员的操作技能；同时，系统开发企业可提供完善的技术支持服务，在系统更新升级后及时开展培训，帮助工作人员快速适应新功能，确保系统功能得到充分利用。

五、智能监控系统在采矿安全生产效率提升中的实践效果与发展建议

（一）智能监控系统应用的实践效果呈现

在实际采矿企业应用中，智能监控系统展现出显著的实践效果。以大型煤矿企业为例，引入该系统后，针对井下关键安全隐患的瓦斯问题，通过实时监测与动态预警，能够在瓦斯浓度出现异常波动时迅速发出信号，帮助工作人员及时采取通风调节等措施，大幅降低瓦斯相关安全事故的发生概率。在设备管理方面，借助系统对设备运行状态的持续追踪，实现从被动维修向主动预防的转变，减少因设备突发故障导致的生产中断，让设备始终保持稳定的运行状态。在生产调度环节，系统依据现场实时数据进行科学调配，合理安排采矿作业流程与资源分配，避免资源浪费与流程脱节，切实解决采矿行业长期面临的安全与效率平衡难题，为企业带来切实的经济收益与安全保障。

（二）基于实践效果的系统优化发展建议

基于智能监控系统的应用实践，为进一步提升其对采矿安全生产效率的促进作用，需从多维度推进系统优化。在系统与采矿工艺的结合上，要充分考虑不同采矿场景的差异，比如地下开采面临的复杂地质条件与露天开采的开阔作业环境，针对性开发符合场景需求的监控功能模块，让系统功能与实际采矿流程深度适配，避免出现功能冗余或缺失的情况。在技术应用层面，应加大人工智能技术的融入力度，不断优化数据处理与分析算法，让系统在识别安全风险、预判设备故障时更加精准，减少误判与漏判，进一步提升系统的智能化水平，更好

地为安全管理与生产决策提供支持。在功能拓展上，需打破系统的单一监控属性，将其与企业现有的ERP系统、供应链管理系统相连接，搭建起覆盖采矿全流程的一体化管理平台，实现数据互通与协同管理，提升企业整体的运营效率与管理水平。

（三）推动智能监控系统普及应用的行业建议

为推动智能监控系统在采矿行业的普及应用，促进行业整体安全生产效率提升，需要行业各方共同发力。行业主管部门应发挥引导作用，通过制定相关扶持政策，为有意向引入智能监控系统的采矿企业提供支持，减轻企业在系统建设初期的资金压力，同时建立统一的系统应用标准与评估体系，明确系统建设的技术要求与效果衡量指标，规范市场秩序，确保投入使用的系统能够达到预期效果。行业协会则可搭建交流合作平台，组织不同采矿企业分享系统应用过程中的经验做法与成功案例，促进企业间的技术交流与经验互鉴，打破技术壁垒与信息孤岛，推动行业内技术资源的共享与整合，助力整个采矿行业朝着更加智能、安全、高效的方向转型发展。

结语

本文围绕采矿过程中智能监控系统对安全生产效率的提升作用展开分析，该系统通过实时监测井下环境、设备状态与人员动态，精准预警安全风险并触发干预，保障作业连续；构建设备健康评估模型实现预测性维护，减少故障停机；结合多维度数据优化流程调度，提升资源配置效率。其打破传统采矿的信息壁垒与经验依赖，为平衡安全与效率提供有效路径。未来，随着AI、物联网技术深度融合，系统应用将更贴合采矿场景，持续推动行业向智能化、安全化、高效化转型，为行业高质量发展注入动力。

参考文献

- [1] 李存坚. 煤矿采矿智能自动化技术在安全生产中的应用[J]. 能源与节能, 2025, (10): 292-295. DOI: 10.16643/j.cnki.14-1360/td.2025.10.035.
- [2] 李骥, 张凌云, 田柯, 等. “智能”与“互联”赋能采矿工程人才培养方案改革的研究[J]. 科技风, 2025, (28): 19-21. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.202528007.
- [3] 王宝. 人工智能时代采矿工程专业人才培养模式升级探索[J]. 大学, 2025, (25): 74-77.