

分析煤矿采矿智能自动化技术在安全生产中的运用

赫建魁

甘肃万胜矿业有限公司, 甘肃 庆阳 745713

DOI:10.61369/ME.2025110024

摘要 : 在我国能源工业中, 煤矿生产是不可或缺的一部分。煤矿安全会直接影响能源工业可持续发展, 因此必须采取有效安全生产措施。随着智能技术的发展, 煤矿采矿可以不再过度依赖人工, 通过智能自动化技术的引进, 煤矿采矿更加安全。本文阐述了煤矿采矿安全生产的要求与挑战, 分析了煤矿采矿智能自动化技术的优势, 不仅能够提升生产效率、保障生产安全, 还能促进环境保护。以此为基础, 提出了煤矿采矿智能自动化技术在安全生产中的运用对策。

关键词 : 煤矿采矿; 智能自动化技术; 安全生产

Analyze the Application of Intelligent Automation Technology in Coal Mining in Safe Production

He Jiankui

Gansu Wansheng Mining Co., LTD. Qingsyang, Gansu 745713

Abstract : In China's energy industry, coal mine production is an indispensable part. Coal mine safety directly affects the sustainable development of the energy industry, so effective safety production measures must be taken. With the development of intelligent technology, coal mining no longer overly relies on manual labor. Through the introduction of intelligent automation technology, coal mining has become safer. This article expounds the requirements and challenges of safe production in coal mining, analyzes the advantages of intelligent automation technology in coal mining, which can not only improve production efficiency and ensure production safety, but also promote environmental protection. Based on this, countermeasures for the application of intelligent automation technology in coal mining in safe production were proposed.

Keywords : coal mining; intelligent automation technology; work safety

煤炭是我国非常重要的能源, 煤矿采矿的安全性会直接影响国家能源稳定。但由于煤矿开采环境比较复杂, 在实际采矿的过程中, 经常面临各种地质灾害和恶劣环境^[1]。传统采矿模式以人工开采为主, 不仅监测时效性不足, 而且响应速度较慢, 难以管控各类风险, 造成安全事故频繁发生。在这种情况下, 必须大力引进智能自动化技术, 采用传感器、大数据、AI算法等技术, 构建全过程实时监测系统, 为安全生产提供智能决策。采用自动化机械设备, 降低人员在危险环境中的暴露率, 通过机器人巡查的方式, 解决危险作业问题, 使采矿更加安全。

一、煤矿采矿安全生产的要求与挑战

(一) 要求

煤矿采矿是一项比较复杂的作业任务, 有非常严格的安全生产要求。在法律和政策层面, 采矿人员必须遵守《中华人民共和国矿山安全法》《中华人民共和国安全生产法》等法律规范, 全面落实安全生产责任制^[2]。矿产企业必须获取合法证照, 包括采矿许可证、安全生产许可证等。在采矿的过程中, 要主动配合国家矿山安全监察局的监管与检查, 也要与地方监管部门积极合作, 及时发现隐患问题并在规范期限内完成整改工作。在技术与装备方面, 要求煤矿必须设置通风系统、防治水系统与防灭火系统,

有效预防瓦斯中毒、水灾、火灾等风险。必须做好顶板管理, 切实保障供电安全, 并建立完善的安全避险系统。在管理方面, 要求建立风险分级管控机制, 做好安全培训、现场管理、应急管理。

(二) 挑战

在煤矿采矿的过程中, 安全生产面临诸多挑战。首先, 煤矿采矿区域的自然条件与地质环境往往比较复杂, 采矿单位会面临非常恶劣的地质条件, 容易发生瓦斯突出、火灾、顶板垮落等事故。在采矿深度不断增加的情况下, 温度、压力、瓦斯压力都会持续攀升, 灾害发生概率也会随之上涨^[3]。面对断层、褶皱等复杂地质结构, 采矿难度较大, 很容易出现突发性事故。由于我国

煤层赋存条件非常复杂，存在很多瓦斯含量高、高突出的矿井，一些区域煤层存在很强的自燃倾向，所以安全生产的难度巨大。

在技术层面，我国采矿行业的机械化与智能化水平虽然不断提升，但发展并不均衡。很多小规模煤矿机械化与智能化的水平较低，生产作业依旧以人工为主，难以确保安全。在生产中，一些设备使用时间较长，甚至超过使用年限，会带来巨大的安全风险。监测系统落后，无法实时评估和防控采矿风险。在深部开采的过程中，会面临瓦斯、冲击地压等风险，但缺乏有效的治理与防控手段，应急救援技术也不够完善。

在管理层面，没有切实落实主体责任，监管执法效能不足，采矿单位没有设定明确的安全标准或者安全标准执行力度不足，很多标准内容已经落后，没有结合实际情况及时更新，难以有效防范深部开采或新工艺应用带来的新风险。此外，从业者结构变化，很多一线矿工年龄较大，生产流动性较强，人才队伍结构不合理，缺少高素质复合型人才^[4]。很多一线劳动力学历较低，缺少有效的安全培训，因此风险意识不足。煤矿行业逐渐成为缺少吸引力的传统行业，因此行业中的通风、瓦斯防治等专业技术人員日益匮乏。在这种情况下，安全生产的难度会不断提升。

二、煤矿采矿智能自动化技术优势

（一）提升生产效率

在传统采矿过程中，主要采用人工操作的模式，不仅劳动强度很大，而且工作效率不高。智能自动化技术能够实现采矿自动化生产，不仅降低人工成本的投入，也使采矿过程的管控更加精确。生产中使用机械设备能够实现连续高效开采，如，使用自动化采煤机、掘进机等设备，能够满足24h全天候不间断作业的需求，减少因人工交接班导致的生产停机时间。采用智能控制系统也能够实时分析采煤过程，然后根据生产数据自动优化推进速度等参数，使设备始终保持最佳工作状态，大幅提升单机产量。采用智能调度系统能够促进各环节协同联动，进而提升生产效率。不仅如此，智能监测系统能够减少事故停工，在危险作业环境中，使用机器人替代人工，既可以确保连续生产，也能够保障人员安全。采用智能自动化技术，能够实现数据驱动决策，使资源配置效率更高，有效降低单位能耗，实现精准资源配置，减少等待时间。通过各个节点的整合，全面提升生产效率^[5]。

（二）保障生产安全

在智能自动化技术应用下，可以实现无人或少人作业，直接减少井下高位区域人员暴露的风险。具体使用采煤机、掘进机等设备，配合远程控制系统，将矿工从采掘工作面等危险性较高的作业区域转移到较为安全的地面控制中心，降低了各类事故风险直接伤害工人的可能性。在巡检工作中，采用巡检机器人，利用智能摄像头与传感器采集数据，不仅可以确保巡检的全面性和精确度，也可以避免矿工进入危险区域^[6]。在智能监测系统、地质保障系统、设备健康诊断等智能化系统的应用下，能够实时动态地监测矿井环境，准确预测各类风险，并生成智能防控方案。即使在风险发生阶段，智能自动化技术也能够发挥积极作用。通过

UWB/Wifi等技术的应用，使井下人员的位置能够精确捕捉和追踪，然后利用AI算法制定最佳逃生路线，提升逃生成功率。采用智能通风与隔离控制系统，在灾害发生后，能够自动启闭水幕、防爆门等设备，有效控制灾害的危害。

（三）促进环境保护

煤矿采矿智能自动化技术不仅提升了生产效率与安全性，也为绿色、可持续的煤矿采矿模式构建奠定了技术基础。在智能自动化技术应用下，能够实现精准开采，采用地质建模技术，智能规划生产方案，精准识别煤层位置与厚度，然后进行开采施工，有效减少矸石等固体废物的产出，从根本上降低污染压力。采用“自动化掘进设备+智能通风系统”的组合形式，有效减少掘进、采煤过程中产生的粉尘。传感器能够采集数据，然后根据瓦斯、粉尘的含量进行风量动态调整，在控制污染的同时，尽可能降低设备能耗。在生产中会使用许多大型设备，包括水泵、风机等，采用智能能耗管理模式，既能够降低电力消耗，也能够间接减少发电造成的环境污染。智能自动化技术支持绿色开采工艺，能够尽可能减少生态扰动，同时进行全生命周期环境监测与预警，全方位保护环境。

三、煤矿采矿智能自动化技术在安全生产中的运用

（一）事故预警与智能监测

在实际生产的过程中，为确保安全，必须做好预警与监测工作。煤矿要建立完善的事故监测与预警系统，在系统中应用智能传感器技术，实时采集矿井环境参数，包括湿度、温度、气体浓度等，并且监测采矿过程中的参数变化情况。技术应用旨在实现主动预警，改变传统被动的安全管理模式，通过超前预警、动态监测、智能决策全面降低安全事故的发生概率。为此，不仅要建立物联网，实时监测地质与环境、设备与人员的状态。还要不断完善数据传输层，引入5G、工业光网（F5G）等技术，保障海量数据能够高效稳定地传输。整合安全监控、工业视频、人员定位等设备系统的数据，构建矿山“数据湖”。在数据分析层面，建立大数据分析平台，结合AI算法与预警模型，智能预测瓦斯涌出，准确预警顶板灾害、水灾、火灾等^[7]。与此同时，利用AI高清视频和人脸识别技术，准确识别人员不戴安全帽、区域闯入等高风险行为，并在识别出风险行为的同时发出警报。利用三维可视化数字孪生技术搭建矿山模型，精准还原矿山实况，实时展示矿山地质条件、环境参数、人员动向等，为事故预警与预防提供依据。

（二）矿井通风与智能管理

矿井中会产生大量粉尘，也可能涌现瓦斯，存在中毒、爆炸、火灾等风险。为有效预防此类风险，采矿单位可以采用智能自动化技术进行矿井通风和采矿管理。在实际通风的过程中，将智能传感器网络作为基础，实时监测矿井中的风量、风向、湿度、一氧化碳、甲烷等环境参数，然后结合实际进行智能调整。引入并融合RFID、UWB等技术，精准定位井下人员与设备，然后根据生产需求进行通风调整，也能为应急疏散提供数据依据。

采用 AI 算法对物联网采集的数据进行精准分析，自动识别风机性能劣化、巷道堵塞等问题，融合多项参数进行综合分析，超前预警瓦斯超限等灾害事故。主通风机采用智能调控技术，局部通风机使用“双速双变频”“一键倒台”模式，在自动切换风机的同时，减少设备能耗和噪声。例如，在掘进工作面中，根据掘进机位置、瓦斯浓度自动调节局部通风机的风量，通过“风抽联动”的方式，保障供风的合理性^[3]。

（三）安全设备与智能应用

矿井采矿中的智能自动化技术应用不仅包括智能化管理、自动通风调节等方面，也包括设备智能化。具体可以应用智能安全帽、自动火灾监测与灭火设备、救援机器人等。以救援机器人为例，在发生事故灾害时，救援机器人能够代替救援人员率先进入危险区域，解决坍塌、瓦斯浓度高、高温等区域难以搜救的问题。机器人搭载红外热像仪、摄像头、气体传感器等部件，将事故区域的视频画面、环境参数、求救声音实时传输给指挥中心，便于指挥中心生成“灾害地图”，使危险源以及潜在生存空间的定位更加精准，为救援方提供更多数据支持。在打通救援通道后，机器人可以承担物资运输任务，极大提升氧气瓶、水、急救包等物资的运输效率。也能够间歇地在受灾区往返穿梭，为后续救援争取更多时间。投放通信中继机器人、无人机等设备，能够建立通信网络，便于救援人员、指挥部、侦察机器人之间的信息传输，使救援有目的、有方向，极大地提升救援的效率和成功率。

（四）采矿机械与智能控制

在科技不断发展的背景下，智能自动化技术在煤矿安全生产中的应用愈加广泛。采用智能采矿机械与控制系统，能够全面提升采矿效率，实现无人或少人生产。具体来说，主要使用智能采

煤机、智能液压支架、智能刮板输送机等设备。同时辅助无人驾驶辅助运输车、智能钻锚机器人等设备，不仅满足实时监测、高效巡检、事故预警的需求，也能够实现物料和人员的自动定点运输，为巷道掘进和支护提供自动化技术支持。智能采煤机主要采用 GIS 技术，能够进行精准定位和自动调高，根据振动、雷达等煤岩识别技术进行截割，实现全自动割煤，精准避开岩石，并根据采矿过程中的地质变化不断调整参数。在智能控制方面，主要建立安全控制系统，包括环境安全监测系统、设备健康与运行安全系统、通信与协同控制平台。通过“机械+监控”的联动模式，全面提升生产安全。例如，在瓦斯超限联动停场景中，环境监测系统能够第一时间发现瓦斯浓度快速攀升隐患，然后系统立即向控制平台发出预警，平台接收预警后会在数秒内响应并下达指令，切断关联区域电源、同时各个设备有序停机、启动通风设备等。在这个过程中，不需要人工操作，系统能够自动完成，且响应非常迅速。

四、结语

综上所述，煤矿采矿过程中，保障安全生产尤为重要。在实际生产的过程中，应用智能自动化技术能够大幅提升生产效率，切实保障生产安全，并且保护周围生态环境。通过采用事故预警与智能监测系统，及时发现采矿中的风险隐患，实现事前防控。采用矿井通风设备与智能管理技术，能够确保矿井内环境安全。应用安全设备和采矿机械，全面提升采矿安全，降低人员在危险区域暴露。未来，智能自动化技术会不断完善，为我国煤矿采矿事业的可持续发展奠定基础。

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.
- [2] 许林岗.煤矿采矿工程中新型采矿工艺与技术应用研究 [J].内蒙古煤炭经济,2025,(15):31-33.
- [3] 王千敏.煤矿采矿工程中智能化开采技术的应用与发展 [J].内蒙古煤炭经济,2025,(15):121-123.
- [4] 赵宏彦.煤矿采矿智能自动化技术在安全生产中应用的探究 [J].科技资讯,2025,23(09):140-142.
- [5] 李元斌.煤矿采矿智能自动化技术在安全生产中的应用 [J].内蒙古煤炭经济,2025,(03):99-101.
- [6] 王振帆.煤矿采矿智能自动化技术在安全生产中的应用研究 [J].能源与节能,2024,(11):45-47.
- [7] 魏升辉.煤矿采矿智能自动化技术在安全生产中的应用 [J].内蒙古煤炭经济,2024,(07):88-90.
- [8] 李传铃.煤矿采矿智能自动化技术在安全生产中的应用研究 [J].当代化工研究,2023,(18):86-88.