

AI 赋能下煤矿智能安全风险防控的探索与实践

叶军鹏

陕西陕煤黄陵矿业有限公司 陕西黄陵 727307

摘要: 随着各行业的飞速发展,对能源的消耗越来越大,促进煤矿行业的发展规模也不断扩大。本文就当前煤矿智能安全风险防控的探索与实践的问题,简单研究了煤矿巷道掘进作业智能监测与安全预警技术,希望可以为进一步提高煤矿巷道作业安全与效率提供帮助。

关键词: 煤矿巷道;掘进作业;智能监测;安全预警技术

Exploration and practice of intelligent safety risk prevention and control in coal mines enabled by AI

Junpeng Ye

Shaanxi Shaanxi Coal Huangling Mining Co., LTD. Shaanxi Huangling 727307

Abstract: With the rapid development of various industries, there is an increasing demand for energy, which in turn promotes the expansion of the coal mining industry. This paper explores and practices the issues related to intelligent safety risk prevention and control in current coal mining. Specifically, it focuses on the intelligent monitoring and safety warning technology for coal mine tunnel excavation operations. The aim is to provide assistance in enhancing the safety and efficiency of tunnel operations in coal mines.

Keywords: Coal mine roadway; Driving operation; Intelligent monitoring; Safety early warning technology

一、AI 赋能下智能安全风险防控实践背景和概况

1. 实行以风险防控为主线的安全风险综合一体化防控模式概述

近年来,在安全生产领域,国家积极推行“安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制”,出台了一系列配套法律法规等。推行“双重预防机制”,首要是做好安全风险防控,把安全风险防控挺在隐患治理前面,这在安全生产实践中得到了无数次证明。为强化安全风险防控,黄陵矿业一号煤矿通过借鉴和吸收 NOSA 五星安健环综合风险管理体系“一切基于风险”的理念、“注重未遂管理”的方法、“持续改进”的原则,把风险防控作为安全管理的第一措施、第一要务、第一责任,为“四治理一优化”安全管理体系赋能增效。

2. 在引进 NOSA 五星安健环综合风险管理系统后,一号煤矿全面开展安全风险辨识评估工作,将风险辨识评估结果应用到安健环企业标准修订中,从而不断提高实际工作对法律、法规和标准的“依从性”。“四治理一优化”强调严谨细致和执行落实,“动态达标”是其内在要求,涵盖安全管理的全方位、全过程。NOSA 五星安健环综合风险管理系统注重超前预防和持续改进,“风险防控”是其核心要义,具有很强的开放性与包容性。通过对两者的融合应用,探索构建了安全风险综合一体化防控模式。

二、研发以 AI 技术为核心的智能风险防控系统

随着安全风险综合一体化防控模式的深入实施,安全风险防控要求也更严更细。以往,煤矿安全风险防控主要依靠人工和各个独立的信息化系统,存在人力投入大、效率低、预警滞后等问题,时间上有漏洞、空间上有盲区,已不能满足煤矿安全风险防控工作要求。当前, AI 技术高速发展,应用场景不断丰富,在各领域、各行业的创新应用将发挥重大作用。加之国家对创新应用 AI 技术,推动各行业安全发展高度重视。例如,2020 年工业和信息化部、应急管理部联合印发《“工业互联网+安全生产”行动计划(2021—2023 年)》提出“通过工业互联网在安全生产中的融合应用,增强工业安全生产的感知、监测、预警、处置和评估能力,加速安全生产从静态分析向动态感知、事后应急向事前预防、单点防控向全局联防的转变,提升工业生产本质安全水平,……实现更高质量、更有效率、更可持续、更为安全的发展模式。”在智能矿山建设背景下,矿井通过创新和实践,研发建成了 AI+NOSA 智能安全风险管控系统和智能安全风险综合一体化防控平台,既防了控作业类风险,也防控了系统类风险,既防范了一般事故,也防范了较大以上事故,对持续安全生产意义重大。



三、AI 在煤矿智能安全风险防控中的创新应用

1. AI+NOSA 智能风险管控系统

技术路线

简要来讲,智能感知方面,主要在井上下场景布设高清摄像机、红外摄像机或搭载摄像机的井下机器人,为作业人员装备智能安全帽或智能矿灯,实时采集人员状态、设备设施、环境图像及视频等信息。智能计算方面,建立包括流媒体服务器、AI 智能推理服务器、应用服务器、云计算虚拟化服务器、存储设备、图形工作站等设备设施的数据中心,开发场景识别模型,依托数据中心运行,通过持续训练和优化,使模型具备准确识别各类风险失控情形的能力。决策响应方面,基于场景识别模型和数据中心,当各场景出现风险失控情形时,会被实时识别,即刻发出报警、停机 etc 指令。

2. 功能特点

——实现了对三类风险失控情形的智能识别。其一,对作业中典型的人的不安全行为进行管控;例如,跨越带式输送机不走行人过桥、掘进机割煤时进入(靠近)机身两侧危险区域等。其二,对不按标准作业的行为进行管控;例如,检修馈电开关时未按标准进行验电和放电、施工瓦斯抽采钻孔时未按标准记录退钻数量(进尺)等。其三,对物的危险状态和环境的不安全因素进行管控;例如,无轨胶轮车驶向乘车点时对候车人员提前预警、采煤工作面集控中心按钮被物品误压时报警。——实现了四大功能。一是智能预警,系统能 24 小时不间断采集各场景图像、视频和员工生命体征等数据,瞬时识别发现风险失控情形,对应场景的声光报警装置、语音广播装置、人员携带的手机即刻发出预警。二是实时记录,系统能将风险失控情形的全过程以视频形式记录和存储起来,便于追溯处理,利于采取针对性的措施进行改进提升。三是现场制止,一方面,违章人员本人看到、听到报警信号后中止违章行为;另一方面,安全管理人员根据预警信号,对职工不安全行为、不按标准作业的行为进行现场制止。四是联动闭锁,发生风险失控情形时,系统同时向相

关设备发出指令,使设备停机闭锁,避免造成人身伤害。



3. 应用情况

AI+NOSA 智能风险管控系统已在矿井的综采工作面、掘进工作面、安装及回撤工作面、主运输系统、辅助运输系统、机电硐室和避难硐室及井上下的其他机房硐室等各生产场所和系统进行应用,目前共布置 249 个场景,实现了对 59 种风险失控情形的智能识别以及对 64 种标准作业的智能管控。



4. 智能安全风险综合一体化防控平台

随着 AI+NOSA 智能风险管控系统的成功应用,一号煤矿在运用 AI 技术强化安全风险防控工作上不断革新,研发建成了智能安全风险综合一体化防控平台。其围绕“岗位风险防控”和“系统风险防控”两条主线,形成一条以风险智能感知、风险智能评价、风险智能预警和风险智能管控为核心的全生命周期风险防控链条,实现对矿井全要素风险的精准防控。

5. 面向岗位风险防控,开发岗位标准作业管理 APP,对人员作业标准执行进行指引、记录;通过建立岗位风险评价预警指标体系及模型,综合员工作业标准执行情况、岗位不安全行为、岗位应知应会、岗位作业规范、岗位作业考核(管控)、安全培训、安全周期、三违分布、人员年度违章类型、人员年度违章等级以及所处作业环境状况等指标进行智能统计分析,确定需要重点监管及加强监管岗位作业范围,实现对作业人员安全状况动态评估、超前预警并生成预警信息。

6. 面向系统风险防控,通过建立系统风险评价预警指标体系及模型,采集(瓦斯、水害、火灾、顶板、粉尘灾害)环境监测系统、(通风、排水、提升、空压、瓦斯抽放、辅助运输、供电、皮带)设备运行系统和双重预防、人员位置

监测等系统,以及设备全生命周期管理系统数据,对人员状态、设备检测、环境监测、管理状态等系统风险进行智能统计分析,实现对各系统安全状况动态评估、超前预警和关键问题、薄弱环节智能识别。

7.取得成效

推动 AI 技术与煤矿安全风险防控的深度融合,形成了快速安全感知、实时监测、超前预警、联动处置、系统评估的新型安全风险防控能力体系,数字化管理、网络化协同、智能化管控显著提升。

通过 AI 技术在煤矿安全风险防控方面的创新应用,消除了单一人工风险监控检查在时间上的盲区和空间上的漏洞,实现了安全风险防控全过程、全要素的数字化、可视化、透明化,确保了安全风险始终“可算、可控、在控”。

基于 AI 技术在煤矿安全风险防控方面的实施,形成了对安全生产技术措施、风险防控措施充分性、适宜性和有效性进行全面准确的评估,同时实现对安全事故原因、责任主体、损失等进行快速追溯和认定,为查找人员行为、生产系统、环境及管理漏洞,解决问题提供技术及基础保障,实现对生产全过程中安全风险的可感知、可分析、可预测、可管控。

随着 AI 赋能下煤矿智能安全风险防控的不断探索与实践,近以来,人员作业违规行为每年平均下降 11.4%,杜绝了同一人在一个季度内发生 2 次及以上违规行为的情况,杜绝了轻伤及以上安全事故的发生。

四、展望

1.得益于 AI 赋能下煤矿智能安全风险综合一体化防控体系的成功实践,黄陵矿业公司、应急管理部信息研究院、天地科技股份有限公司共同组建了国家矿山安全监察局首批重点实验室——煤矿安全智能开采重点实验室。

2.在智能矿山建设背景下,深化 AI 赋能下煤矿智能安全风险防控实践,充分挖掘井下生产中人员作业、设备运行、环境监测等数据价值,推动数据实时交互、分析和联动,通过不断建立新的算法模型,扩展多源感知、多终端协同的 AI 场景应用,促使安全风险防控全过程、全要素“可算、可看、可控”,形成并促使“系统智能化”向“智能系统化”的转变,实现了煤矿安全风险防控的更高质量、更有效率、更可持续、更为安全的发展新模式,提升了安全生产水平。

结语

煤矿巷道掘进作业智能监测及安全预警系统是建立在以智能视频识别技术为基础的设计之上的。该系统以其智能监测和安全预警,有效提高了煤矿生产的安全性,实现了掘进作业面的安全监控和高效管理。

参考文献:

- [1] 刘星魁,谢金亮.煤矿安全生产现状及对策探讨[J].煤炭技术,2021,27(1):139-141.
- [2] 邓奇根,王燕,刘明举,等.2001~2013 年全国煤矿事故统计分析及其启示[J].煤炭技术,2019,33(9):73-75.