

数字化技术在安全生产监督中的应用

李建波

国网峡江县供电公司，江西吉安，331400；

摘要：安全生产监督是保障企业稳定运营、防范事故风险的关键环节，传统监督模式受限于人工巡检、信息滞后、覆盖不全等问题，难以适应复杂生产场景的风险管控需求。数字化技术凭借实时感知、数据整合、智能分析等优势，为安全生产监督提供了全新解决方案。本文从数字化技术与安全生产监督的核心内涵出发，解析二者融合的内在逻辑，系统梳理数字化技术在风险预警、过程管控、应急处置等环节的应用路径，进而探讨应用过程中的关键问题与优化方向，旨在为提升安全生产监督的精准性、高效性与前瞻性提供理论支撑与实践参考。

关键词：数字化技术；安全生产监督；风险预警；过程管控；应急处置

DOI：10.69979/3060-8767.25.12.059

引言

现在工业化和信息化结合得越来越紧密，生产场景变得更复杂，生产流程之间的联系也更紧密，安全生产风险也变得更隐蔽、更容易扩散。传统的安全生产监督大多靠人工巡检、定期检查和事故发生后追究责任，存在“被动应对、覆盖范围小、反应慢”的问题：人工巡检没法做到全天、全区域检查，容易漏掉隐蔽的风险；用纸质记录和传递信息，导致数据没法顺畅共享，监督决策没有实时数据支持；事故发生后，很难快速找到原因、复盘过程，没法形成有效的风险防控闭环。数字化技术发展很快，为安全生产监督转型提供了技术支持。物联网、大数据、人工智能、数字孪生等技术的应用，能打破传统监督的时间和空间限制，实现对生产过程的动态监测、智能分析和精准管控。从实时收集设备运行参数、环境指标，到智能识别风险隐患、预测事故趋势，再到快速应对应急事件、优化处置方案，数字化技术正在重新构建安全生产监督体系。所以，系统分析数字化技术在安全生产监督中的应用方法，解决应用中的关键问题，是推动安全生产监督现代化、提高风险防控能力的核心工作。

1 数字化技术与安全生产监督的核心内涵及融合逻辑

1.1 数字化技术的核心特征

安全生产监督里用的数字化技术，是以数据为核心，包含“感知—传输—分析—应用”全流程的技术体系，核心特征有三个：一是“实时感知”，依靠物联网技术，比如传感器、射频识别、视频监控，实时收集生产设备

运行状态（温度、压力、振动）、作业环境参数（粉尘浓度、有毒气体含量、温湿度）、人员操作行为（是否戴防护装备、是否违规作业）的数据，打破传统监督的“信息盲区”；二是“数据整合”，通过云计算和大数据技术，把分散在各个系统、各个环节的监督数据，比如巡检记录、设备台账、隐患整改信息，整合到一起，建立统一的安全生产监督数据库，实现数据的标准化存储和跨部门共享；三是“智能分析”，用人工智能算法，比如机器学习、深度学习、图像识别，分析收集到的大量数据，识别风险特征、找出风险规律、预测风险趋势，从“人工判断”变成“智能研判”，提高监督决策的科学性和前瞻性。

1.2 安全生产监督的核心目标与要求

安全生产监督的核心目标是“防范事故、保障安全”，通过监督管控生产全流程，识别并消除风险隐患，减少事故发生的概率，降低事故损失。核心要求有三个维度：一是“全覆盖”，监督范围要包括生产设备、作业环境、人员行为、管理流程等所有可能产生风险的环节，避免因监督有漏洞而发生事故；二是“实时性”，能快速发现生产过程中的异常变化，及时发出风险预警，避免因信息滞后而错过最佳处置时机；三是“精准性”，准确识别风险类型、找到风险位置、评估风险等级，为制定针对性管控措施提供依据，避免盲目监督和浪费资源。随着生产模式的升级，安全生产监督还需要具备“协同性”和“前瞻性”：协同性要求打通企业内部各部门、政府监管机构和企业之间的信息壁垒，形成监督合力；前瞻性要求通过数据分析预测潜在风险，从“事后处置”转向“事前预防”。

1.3 二者融合的内逻辑

数字化技术和安全生产监督的融合，遵循“技术适配需求、需求驱动技术”的逻辑，体现为三个层面的统一：一是“目标统一”，数字化技术的核心是通过数据让效率和精准度更高，这和安全生产监督“全覆盖、实时性、精准性”的要求高度契合，二者都是以“提高风险防控能力”为根本目标；二是“过程互嵌”，数字化技术贯穿安全生产监督全流程：感知层为监督提供实时数据，传输层保障数据高效传递，分析层支持风险智能研判，应用层让监督措施精准落地，形成“数据驱动监督”的闭环；三是“效益互补”，数字化技术为安全生产监督突破传统局限提供工具，比如用智能监控实现无人巡检，用大数据分析提高风险预测能力；而安全生产监督的实际需求，又推动数字化技术更适配生产场景、更贴合风险管控，比如为高危行业开发专用传感器、优化风险预测算法。

2 数字化技术在安全生产监督中的应用路径

2.1 风险预警环节：实现从“被动应对”到“事前预防”

风险预警是安全生产监督的重要前置工作，数字化技术通过“数据采集—特征识别—趋势预测—预警发布”的全流程应用，让风险预警更及时、更准确。在数据采集上，用物联网技术搭建全方位感知网络：在生产设备上装振动、温度、压力传感器，实时监测设备运行参数；在作业环境里放气体、粉尘、火焰探测器，捕捉环境异常；通过视频监控和AI行为识别，看人员有没有违规操作，比如没戴防护装备、跨过安全线；用射频识别技术跟踪特种设备、危险化学品的位置和状态，保证全程能管控。在风险分析上，靠大数据和人工智能建风险预警模型：整合历史事故、隐患排查、设备故障数据，找出风险和事故的关联规律，建立风险评估指标；用机器学习算法分析实时数据，识别异常特征，比如设备振动超标、气体浓度升高，自动判断风险等级；通过时间序列分析、趋势预测算法，预测潜在风险发展，比如设备故障概率、环境风险扩散路线。在预警发布上，建多级预警机制和快速推送渠道：按风险等级（一般、较大、重大、特大）自动触发预警，通过企业管理平台、手机APP、现场报警器，把预警信息实时发给责任人；预警信息里说清风险位置、类型、影响范围和初步处置建议，指导快速响应。

2.2 过程管控环节：实现从“人工巡检”到“智能

管控”

过程管控是安全生产监督的核心执行工作，数字化技术通过实时监控、智能核查、协同管理，让生产过程监督覆盖更全、更精准。在实时监控上，用数字孪生技术建生产场景虚拟模型，把设备状态、环境参数、人员行为同步到虚拟空间，实现可视化监督；通过视频智能分析，全程监控高空作业、动火作业等关键环节，自动识别违规并告警；对分散站点、偏远区域，用无人机加高清摄像巡检，实现无人化全覆盖，降低人工风险和成本。在智能核查上，用数字化系统规范监督流程：建安全生产监督数据库，存设备台账、操作规程等，为核查提供依据；开发移动监督APP，监督人员现场核查时能调数据、传结果，避免纸质记录滞后丢失；用区块链存监督数据，保证不可篡改，为责任追溯留证据。在协同管理上，搭跨部门、跨层级协同平台：企业内打通生产、运维、安全部门数据，线上管理隐患整改，确保责任到人、进度可查；政府和企业间建信息通道，监管部门能看企业数据，企业也能获取监管要求和行业经验。

2.3 应急处置环节：实现从“经验应对”到“科学处置”

应急处置是安全生产监督的关键保障，数字化技术通过快速响应、智能决策、动态评估，提高事故处置效率和效果。在快速响应上，建“预警—接警—派单”自动机制：预警触发后，系统自动生成任务单，匹配救援队伍、物资和流程；通过手机APP派单，明确分工和时间；用地理信息系统标事故位置、救援路线、危险源和疏散通道，给救援人员导航。在智能决策上，靠专家系统和大数据给处置方案：整合历史案例、行业规范、专家经验，建应急知识库；事故发生后，系统按类型、规模和现场数据匹配方案，还能动态调整；用数字孪生模拟方案效果，帮决策人员选最优策略。在动态评估上，用数字化记录处置全程：通过传感器、视频、手持终端记救援轨迹、物资使用、现场变化；处置结束后，系统自动出评估报告，分析优缺点；总结经验优化流程和预案，提升后续处置能力。

3 数字化技术在安全生产监督应用中的关键问题与优化方向

3.1 应用过程中的关键问题

3.1.1 数据质量与整合难题

数据是数字化监督的基础，现在部分企业存在数据

采集不全、数据标准不统一、数据孤岛严重等问题：一些老旧设备没有数据采集接口，没法实时监测；不同系统，比如设备管理系统、环境监测系统，数据格式、指标定义不一样，很难整合分析；企业内部各部门、政府和企业之间，数据共享机制不完善，导致监督数据零散，影响分析结果的准确性和全面性。

3.1.2 技术适配与成本压力

数字化技术和生产场景适配性不够，一些技术，比如AI行为识别、数字孪生，在高温、高湿、高粉尘等复杂生产环境里，稳定性差，容易出现误识别、数据中断等问题；同时，数字化改造需要很多前期投入，比如买传感器、开发系统、培训人员，中小型企业成本压力大，导致技术很难普及。

3.1.3 人员能力与安全意识

数字化监督需要专业人员会数据分析、系统操作、智能设备维护等，现在部分监督人员缺乏这些数字化技能，没法充分发挥技术工具的作用；一些企业过度依赖数字化技术，不重视人工巡检和现场管理，走进“技术代替责任”的误区，反而让监督效果变差；另外，数据安全意识不足，监督数据可能泄露、被篡改，威胁企业生产安全和商业利益。

3.2 优化方向

3.2.1 完善数据治理体系

建立标准化的数据采集和管理流程，统一数据格式、指标定义和采集频率，保证数据规范、一致；对老旧设备，通过加装传感器、改造数据接口，实现数据接入，扩大感知范围；搭建统一的安全生产监督数据中台，整合企业内部和外部监管数据，打破数据孤岛；建立数据质量校验机制，用算法自动识别异常数据，再结合人工审核，确保数据准确。

3.2.2 推动技术适配与成本优化

加强数字化技术和生产场景的适配性研发，针对不同行业、不同生产环境，开发专用传感器、抗干扰设备和优化算法，提升技术应用的稳定性；推广“轻量化”数字化解决方案，比如给中小型企业提供模块化、按需付费的云平台服务，降低前期投入成本；鼓励政府出台补贴政策、搭建公共技术服务平台，支持企业数字化改造，推动技术普及。

3.2.3 提升人员能力与安全意识

制定分层分类的数字化技能培训计划，给监督人员培训数据分析、系统操作、智能设备维护，给管理人员

培训数字化监督理念和决策方法；建立“人机协同”的监督模式，明确人工巡检和数字化监控的职责，避免过度依赖技术；加强数据安全治理，建立数据分级分类保护制度，用加密传输、访问控制、安全审计等技术，防范数据安全风险；通过安全文化建设，让人员正确认识数字化监督，培养“技术赋能监督、责任保障安全”的意识。此外，建立数字化技能考核与激励机制，将数据分析能力、系统操作熟练度等纳入人员绩效考核，对考核优秀者给予奖励，激发学习积极性；定期组织数字化监督实操竞赛，以赛促学，让人员在实践中提升技能。在数据安全治理上，安排专人负责数据安全维护，定期开展数据安全检查与漏洞扫描，及时修补系统隐患；加强人员数据安全培训，讲解数据泄露、篡改的危害与防范方法，让每个人都成为数据安全的守护者。同时，通过定期召开数字化监督工作会议，分享技术应用案例与经验教训，让人员直观感受数字化技术带来的监督效率提升，强化“技术+责任”协同发力的认知，推动数字化监督真正落地见效。

4 结语

数字化技术为安全生产监督带来了从“被动应对”到“主动预防”、从“人工判断”到“智能决策”、从“分散管理”到“协同管控”的深刻变革，其在风险预警、过程管控、应急处置等环节的应用，有效提升了安全生产监督的精准性、高效性与前瞻性。当前，数字化技术在安全生产监督中的应用仍面临数据治理、技术适配、人员能力等方面的挑战，需要通过完善数据体系、优化技术应用、强化人员培养等措施逐步解决。未来，随着5G、人工智能、数字孪生等技术的持续发展，数字化技术与安全生产监督的融合将更加深入，有望构建“全域感知、智能研判、精准处置、协同共治”的现代化安全生产监督体系，为企业安全生产与社会稳定提供坚实保障。

参考文献

- [1] 王小明, 李小红. 数字化安全管理系统在企业安全生产中的应用效果评估[J]. 安全与环境学报, 2022, 12(3): 45-56.
- [2] 张伟, 刘丽. 数字化安全管理系统对企业安全生产的影响研究[J]. 安全工程, 2020, 25(2): 89-102.
- [3] 陈华, 杨军. 数字化安全管理系统在化工企业中的应用探讨[J]. 化工安全与环保, 2019, 15(4): 112-125.