

数字化背景下工贸企业隐患排查效能提升路径

周峰庆

新余新钢环保资源开发有限公司,江西新余,338000;

摘要:工业4.0和数字化转型深度融合的时代,工贸企业安全生产受到传统模式与新型风险的双重挑战,存在传统隐患排查效率低、有数据孤岛现象、预警滞后等核心问题,本文对此进行系统梳理并梳理出物联网、大数据、人工智能等技术赋能安全生产的作用机制,再结合多地实践经验构建起“全域感知-智能分析-协同处置”的数字化闭环管理体系,通过理论分析和实证研究相结合揭示数字化技术提升隐患排查效能的路径,为工贸企业安全生产治理模式转型提供系统化解决方案。

关键词:数字化技术;数字化转型;隐患排查

DOI: 10.69979/3029-2727.25.08.047

引言

工贸行业包含金属冶炼、建材加工等众多细分领域,产业链稳定与社会公共安全和工贸行业的安全生产状况息息相关,国家统计局数据表明2023年全国工贸企业数量达800万家且从业人员有1.2亿人多,但全国工业领域较大及生产安全事故里工贸行业仍占35%,传统隐患排查靠人工巡检、台账登记等模式,在现在复杂的生产环境下这种方式已经难以满足需求了,粉尘涉爆企业设备实时监控、有限空间作业风险评估等都对排查精准度和时效性有更高要求。

这一难题有了被数字化技术解决的希望,多地实践显示,建“智慧安监”平台能让企业隐患自查率从65%提到92%,用数字孪生技术构建地下空间隐患智能防控系统,相关事故发生率会下降89%,“AI+安全生产”系统可使中小企业隐患发现率提升70%,这些成果表明,数字化转型不只是技术的升级,更是安全生产治理理念、模式与机制的全方位变革。

1 传统隐患排查模式的结构性困境

1.1 人工主导模式的效能瓶颈

安全管理人现场巡查这种传统排查方式存在很多局限,就拿年产百万吨的钢铁企业来说,在时空覆盖上,高炉区域单次人工巡检要超4小时,每日覆盖率不到60%,夜间和恶劣天气巡检受限,设备异常不易被及时发现,并且在标准执行方面,不同巡检人员对隐患判定标准的理解不一样,某机械加工企业调研表明,对于“电气设备接地保护缺失”这一隐患,识别准确率仅有

68%,而且整改跟踪也有滞后的情况,隐患信息传递靠纸质台账,从班组上报到管理层审批平均得花2.3天,超期未整改率达18%。

1.2 数据管理体系的碎片化特征

企业内部“数据烟囱”现象很常见,设备物联网系统、安全管理信息系统等的数据无法互通且多源数据在某中型纺织企业分散存储,难以形成统一风险评估视图。某化纤企业没有充分利用历史数据,因未分析历史隐患数据,同一电气故障多次引发事故。而且企业与外部数据缺乏协同,某危化品仓储企业没有接入气象预警数据,暴雨时因排水系统存在隐患就发生了泄漏。

1.3 风险预警机制的被动性缺陷

传统预警靠单一阈值报警且动态分析不足,某涉爆粉尘企业的除尘器只监测粉尘浓度而不与其他参数关联,因识别不出火花放电隐患而爆炸,隐患分级靠人工判定易有分歧从而整改资源配置易出错,而且跨领域风险耦合难以被识别,某化工企业没建立多因素关联分析模型,对设备异常和人员误操作引发的泄漏风险未能预警。

2 数字化技术重构隐患排查体系的核心逻辑

2.1 全域感知:构建立体化数据采集网络

物联网技术让“人、机、物、环、管”全要素实现数字化,设备状态监测时,某汽车制造企业在冲压生产线上装了800多个传感器,设备隐患发现效率提高3倍,某磷化工企业用防爆巡检机器人巡检罐区,巡检时间从

2 小时缩到 15 分钟, 环境参数感知这边, 某家具制造企业在喷涂车间设监测站, 生成环境风险图谱, 沿海化工企业接入气象预警数据, 极端天气隐患处置效率提高 60%, 人员行为监控方面, 建筑工地用相关系统, 违规行为发生率降 45%, 污水处理厂靠有限空间作业监控系统, 隐患排查全覆盖。

2.2 智能分析: 构建数据驱动的风险评估体系

多源数据经大数据融合被用于构建风险评估模型, 某钢铁企业的“炉体安全指数模型”融合 127 项参数, 其对炉体漏钢风险 72 小时预测准确率能达 92%且有效排查时间占比从 40%提高到 85%, AI 视觉识别和 NLP 技术被用于隐患识别, 某电子制造企业智能监控系统识别 20 类视觉隐患准确率达 95%且某石化企业台账处理效率经 NLP 系统提升 70%, 时序数据预测模型可预判隐患趋势, 某水泥企业设备故障预测模型使计划检修比例从 30%提升至 70%且某面粉加工企业爆炸风险预警能提前 10 分钟。

2.3 协同处置: 构建全链条闭环管理机制

隐患整改全流程管理借助数字化平台得以实现, 某机械制造企业的隐患管理平台能够智能派单, 使整改任务的派发时间从 30 分钟缩减到 2 分钟、整改透明度提高 90%且人工验收工作量削减 60%, 政企协同监管时多地“智慧安监”平台做到数据直连, 执法效率提高 50%且企业自查频次增多, 全员参与治理模式靠移动端应用激发员工潜力, 某服装企业员工上报隐患超千条且参与度从 15%提升到 80%。

3 数字化转型的实施路径与关键策略

3.1 顶层设计: 构建系统化推进框架

3.1.1 战略规划与组织保障

三年期的数字化排查专项规划得由企业来制定并明确“三步走”的路径: 在基础建设阶段也就是第 1 年, 重点设备的物联网改造得完成且统一数据中台要建立起来, 才能实现 50%关键隐患数据的在线采集, 到了第 2 年即能力提升阶段, 要部署 AI 分析模型且构建风险预测预警系统, 使隐患智能识别率达到 70%, 第 3 年是成熟应用阶段, “人、机、系统”要深度融合且形成全员参与的数字化排查生态, 使重大隐患整改闭环率达到 100%, 组织方面得设立首席安全数字官 (CSDO) 来统筹信息部门和安全部门的协同工作, 某央企试点相关制度

后, 跨部门数据共享效率提高了 80%且系统对接周期从 6 个月缩减到 2 个月。

3.1.2 标准体系与数据治理

建立企业级隐患数据标准, 涵盖: 分类编码标准参照 GB/T37513-2019《企业安全生产标准化基本规范》将 20 个一级分类、80 个二级分类细化, 以此实现隐患数据统一标识, 采集传输标准对传感器数据采样频率 (设备运行数据不低于 10Hz, 环境数据不低于 1Hz)、通信协议(优先采用 MQTT/OPCUA)作出规定确保数据完整性, 质量管控标准建立数据清洗规则 (异常值剔除、缺失值插值), 某汽车厂经数据治理后有效数据占比从 65%提升到 92%且模型分析准确率提高 25%。

3.2 技术落地: 打造场景化应用方案

3.2.1 中小企业轻量化部署

中小微企业存在资金与技术方面的限制, 可推广“平台+模块”这种 SaaS 化的解决方案, 基础模块 (年费不超过 5 万元) 有 AI 视频识别 (能支持 5 路摄像头)、隐患管理系统、基础风险评估模型, 能满足常规排查需求的 80%, 扩展模块 (按需选购) 包括设备预测性维护、有限空间监测等专业模块, 某五金加工企业用了轻量化方案后, 排查成本降了 60%, 隐患发现能力达到中型企业水平。

前沿技术深度应用的探索离不开新兴技术的融合创新, 就拿数字孪生技术来说, 某重工企业构建起与厂区呈 1:1 虚拟映射关系的厂区数字孪生模型, 能对 300 多台设备的实时状态进行监控, 排查人员可在虚拟空间模拟隐患场景预先制定处置预案, 从而使复杂隐患的处置效率提高了 40%; 再看 5G+AR 技术, 巡检人员戴上 AR 眼镜后就能实时得到设备的三维图纸、历史隐患记录以及操作指导视频, 某化工企业试点之后, 复杂设备的排查时间减少了 50%且误判率也降低了 35%; 还有区块链技术被用于隐患数据的存证, 能保证排查记录不被篡改, 某园区借助区块链系统把隐患溯源时间从 72 小时缩减到 5 分钟, 进而提升了监管公信力。

3.3 能力建设: 培育数字化安全文化

3.3.1 复合型人才培养体系

建立“三位一体”培训机制: 高校被联合开设“数字化安全管理”微专业以培养能掌握物联网部署、会使用数据分析工具的技术型安全人才, 某省安全技术培训中

心已累计培养学员 5000 余人；利用 VR 仿真系统模拟粉尘爆炸、有限空间窒息等事故场景进行实战模拟训练，提升员工在数字化系统支持下的应急排查能力，使某电力企业学员的应急响应速度提升 60%；建立数字化排查能力矩阵，从数据解读、系统操作、风险研判等 5 个维度进行季度评估以开展持续能力评估，从而针对性提升薄弱环节。

3.3.2 组织变革与文化重塑

通过制度设计推动管理模式转变：KPI 里纳入数字化排查指标，像隐患智能识别率（占 20%权重）、系统应用活跃度（15%）、数据质量达标率（15%），某上市公司这么做后部门数字化工具使用率从 40%提高到 95%，并且在沟通机制方面创新，弄个“数字安全驾驶舱”，使各车间风险热力图、隐患整改进度能实时显示，管理层拿手机就能随时掌握全局，从而决策效率提高 30%，而在文化培育工程方面，开展“数字化安全标兵”评选、隐患排查 APP 创意大赛等活动，某民企经文化建设后员工对数字化排查的认可度从 30%涨到 85%，达成“数据驱动安全”的一致看法。

4 典型实践的深度解析与经验萃取

4.1 县域工贸企业数字化监管范式

某工贸企业聚集区（区域内 3000 多家企业有七成是工贸企业）面临企业数量众多、安全基础薄弱、监管力量匮乏的困境，有这些创新实践：

分级分类监管：按企业规模和风险等级把企业分成 A（重点监管）、B（常规监管）、C（自主管理）三类，其中 A 类企业要被强制接入实时监测系统，轻量化 APP 将部署于 B 类企业，C 类企业需定期上传排查数据以达成监管资源的优化配置。

隐患智能匹配：系统内置 1200 条与《工贸企业重大事故隐患判定标准》自动关联的隐患判定规则，企业填报隐患时整改建议能被智能提示从而使整改方案制定时间缩短 70%，在政企数据协同方面应急、工信、市场监管等多部门数据被打通建立“隐患-违法-信用”关联分析模型，多次未整改企业会被自动触发联合执法进而使区域内重大隐患发生率显著降低。

4.2 城市级地下空间隐患智防体系

某大城市构建“监测-分析-处置”全链条智防系统来应对城市发展中地下管网、地铁隧道、综合管廊等复

杂隐患场景。

多维数据融合：把 50 年积累的地质勘察数据、实时更新的管网运行数据、视频加传感器的施工监测数据整合起来建立三维地质模型，以此精准定位高风险网格。

动态风险评估：“地灾风险指数模型”被开发出来，该模型综合地面沉降速率、地下水位变化、管线荷载等 18 项参数且每 10 分钟就对风险等级进行更新，多次成功预警道路塌陷风险。

跨部门协同机制：《地下隐患闭环管理办法》被制定出来且明确了多部门的处置职责，建立了“红橙黄蓝”四色预警响应流程，从而大大缩短了重大隐患的处置周期。

4.3 中小微企业 AI 排查普惠方案

某中小微企业集中区域 90%的中小微企业被针对，并且“低成本、易操作、快见效”的数字化解决方案被推出。

轻量化 AI 终端：边缘计算模块被内置到定制化摄像头里，能识别 10 类像消防通道堵塞、配电箱裸露这种常见隐患，且单台设备成本被控制在 5000 元以内，使中小企业部署成本降低了 80%。

云端协同平台：微信小程序可供企业上报隐患且整改指南由系统自动匹配，20 万份“隐患-措施”对应方案已累计生成，解决了中小企业“不会改”的难题。

政府补贴机制：企业购买数字化服务会被给予 50%的补贴，区域内 2.3 万家中小微企业接入系统后隐患自查率大幅提高且事故起数同比降低 55%。

5 结论与未来展望

5.1 研究结论

技术赋能与模式创新下的数字化转型从效率、精准、协同三个维度对隐患排查体系进行重构，在效率维度方面，物联网技术可把隐患采集效率提高 3-5 倍且 AI 识别技术让隐患判定准确率超过 90%，流程数字化使整改周期缩减 40%-70%，在精准维度上，多源数据融合能达成风险动态量化评估且模型预测技术把隐患发现提前量从“事后追溯”提升到“事前预判”，重大风险漏判率降低 80%，在协同维度里，政企数据直连破除信息壁垒且全员参与机制激发基层排查潜力，构建起“企业自治、行业共治、政府监管”的立体化治理格局。

5.2 未来展望

技术不断演进、实践持续深化，工贸企业隐患排查会有三大发展趋势：其一，智能化水平提高，边缘计算与云计算深度融合，“端-边-云”三级架构得以协同，高危隐患能得到毫秒级响应，并且数字孪生技术逐渐普及，排查场景从“物理空间”延伸到“虚拟空间”，风险模拟与预案优化能力大大增强；其二，生态化治理形成，行业级数据平台会被建立起来，企业间能实现跨风险信息共享，像产业链上下游企业安全数据互通这种，共同防范系统性风险，保险机构接入排查系统，依据企业安全数据动态调整保费，“技术+金融”良性互动得以形成；其三，人性化价值回归，数字化工具从“替代人工”变为“辅助决策”，排查人员从“数据采集者”提升为“风险分析师”，人机协同模式下的安全管理创新会成为核心竞争力，推动安全生产从“技术驱动”转为“价值驱动”。工贸企业隐患排查的数字化转型，实质就是安全管理范式的革命，只有坚持“技术应用与管理创新并重、政府引导与企业主体协同、短期见效与长

效机制结合”，才能够真正从传统监管历史性跨越到智慧监管，为工贸行业高质量发展筑牢安全底线。

参考文献

- [1] 刘英团. 供给侧结构性改革的困境与出路 [J]. 先锋队, 2017 (4Z) : 1. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-8661. 2017. 04. 047.
- [2] 莒南县人民政府. 莒南县工贸重点领域安全监管科技赋能初见成效 [EB/OL].
- [3] 浙江省安全生产科学研究院有限公司. 科技赋能安全治理：省安科公司携智慧应急项目亮相“数据要素×”大赛温州站 [EB/OL].
- [4] 山东省应急管理厅. 东营：大数据分析助力重大事故隐患专项整治行动走深走实 [EB/OL].
- [5] 国家数据局. 城市全域数字化转型典型案例集之四十 | 杭州：数字赋能科学布防探索城市地下隐患安全治理新模式 [EB/OL].