

## 数字化技术在工贸行业安全管理中的应用研究

韦小柳

广西农村投资集团有限公司, 广西 南宁 530000

**[摘要]**工贸行业安全风险点多面广,传统的监管模式存在着覆盖面小、反应慢等结构上的问题。数字化技术正在使安全管理由被动处置转向主动预判,风险监测、设备监控、作业管控、应急协同等各方面都有了典型的应用。目前推进中还存在着平台分散、数据质量不高、闭环机制不健全等状况。数据流动重构安全管理链条要依靠平台建设、加强数据治理、形成闭环机制、提升保障能力来实现。

**[关键词]**工贸行业;安全管理;数字化

DOI: 10.33142/aem.v8i8.20493

中图分类号: X9

文献标识码: A

## Research on the Application of Digital Technology in Safety Management of Trade and Industry

WEI Xiaoliu

Guangxi Rural Investment Group Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

**Abstract:** The safety risks in the industrial and trade and industry are diverse, and the traditional regulatory model has structural problems such as small coverage and slow response. Digital technology is shifting security management from passive disposal to proactive prediction, with typical applications in risk monitoring, equipment monitoring, operation control, emergency coordination, and other aspects. At present, there are still situations such as scattered platforms, low data quality, and incomplete closed-loop mechanisms in the promotion process. The reconstruction of the security management chain for data flow relies on platform construction, strengthening data governance, forming a closed-loop mechanism, and enhancing security capabilities.

**Keywords:** trade and industry; safety management; digitalization

### 引言

工贸行业包括冶金、有色、建材、机械、轻工、纺织等各个领域,企业数量多、风险分布广。应急管理部 2025 年事故分析结果表明,在工贸行业各个行业领域中,机械行业事故数量居首,机械伤害事故中由于设备安全防护缺失造成事故的占比较大。传统的盯人方式不能应对这样分散的风险,数字化技术的应用给安全管理提供新的思路。

### 1 数字化技术与工贸行业安全管理概述

数字化技术在安全管理中运用的本质就是把传感技术、物联网、大数据分析同安全管理流程深度整合起来,创建起包含风险识别、监测预警、处置反馈全过程的智能化体系。安全生产法规定生产经营单位要推进安全生产标准化、信息化建设,创建双重预防机制。十四五国家安全生产规划中明确要完善安全生产信息化标准规范,拓展数字化应用。

学术研究也促使理论的发展。有学者提出以 AI 为驱动力的安全监管新范式,从数据的感知、传输、分析、应用这四个主要环节入手,用智能感知设备、边缘和云协同计算、AI 模型识别和预警推送等手段来推动监管模式由事后响应向全过程治理转变。另外还有研究以涉燃爆粉尘企业为对象,研究安全数字化平台架构以及动态风险方法,平台建设以人防、技防、物防为重点模块,依靠工业互联网和 5G 等运行平台。对于工贸行业来说,数字化赋能的主要价值就是解决三个结构性难题,即风险感知的颗粒度问题,即能不能从宏观判断深入到设备参数和作业行为层面,响应时效的瓶颈问题,即能不能把隐患发现从周期性检查压缩到实时监测,治理闭环的完整性问题,即能不能使每一次预警都触发可追踪、可验证的处置流程。数字化的本质不是给安全管理加上一套系统,而是在数据流动上重新塑造起感知、研判、处置、反馈的治理链条。

## 2 工贸行业安全管理数字化应用现状与问题

### 2.1 工贸行业安全管理数字化应用现状

近些年来,重点领域数字化监测预警系统创建成果丰硕。目前,粉尘涉爆企业风险监测预警系统在全国范围内已经全面覆盖到了重点企业。部分地区的涉爆粉尘场所实行了全国联网试点,创建了智能控制体系,改善了系统功能,加强了推广普及,从而达到全时段的监管、超前预警<sup>[1]</sup>、分级处理的目的。系统依靠热成像、设备状态监测以及智能识别模块采集数据,就主要风险点把数据实时传送到互联网上,从而达成 24h 在线监测的目的。在设备控制方面增加 PLC 固件,使现场出现异常时 30s 内自动处理,比如检测到粉尘浓度过高就自动开启粉尘吸附机降低车间浓度。

一些地区创建起智能监测、专班服务、精准治理的安全监管新方式,全面展开监测预警系统创建,接收到大量的预警信息。系统对除尘设备、粉尘清理等重要环节实行 24h 智能监测,对火花探测、喷淋水压、卸灰周期等重要指标数据进行实时采集,并且委托行业协会挑选出专业的运维队伍,创建起预警、处置、复核的闭环流程。电气焊作业环节的加芯赋码管理正在推广,部分地区已经完成几百家工贸企业的电焊机智能化改造,同步实现对持证焊工精准溯源、动态管控,从设备和作业人员两个方面堵住安全管理漏洞。就电气火灾风险来说,选择工贸企业开展电气火灾预警监测系统建设工作,采用智能监测技术对电气线路及用电设备存在的隐患进行排查。

### 2.2 数字化安全管理存在的主要问题

第一,就是平台建设分散化。各个行业、各个层次的安全系统各自为政,企业需要对接多个监管平台,数据重复填报、标准不统一的现象并存,散乱不好管、建设推进缓慢、设备闲置、预警成摆设等问题较为突出。第二,数据质量良莠不齐。部分企业的传感器部署密度不够,采集的参数少,不能进行准确的预测,有些企业为了规避预警而人为地干预数据。国务院安委会已经把关闭、破坏监控报警设备,篡改、隐瞒、销毁有关数据信息列为需要重点报告的隐患类型。第三,闭环机制没有建立起来。预警处置跟踪依靠人工督办,没有系统内建的工单流转、时限把控、效果评定这些机制。有效的做法是在系统中增加处置时限和三级报警机制,但是还没有在更大的范围内推广。第四,就是中小企业的短板。轻工纺织行业的小微企业所占比例较高,数字化改造的前期投入以及运维能力是现实的障碍,财政补助兜底模式在面上推广时会遇到可持

续性的问题。第五,外包和检维修场景覆盖不全。2025 年机械行业外包单位事故起数和死亡人数均比上一年增长 93.8%、113.3%,检维修作业事故占机械行业事故的 21.0%。此类场景属于临时的、流动的,现有的固定式监测系统不能对其起到有效的覆盖作用,成为数字化管控的盲区。

## 3 数字化技术在工贸行业安全管理中的主要应用

### 3.1 安全风险监测与智能预警

风险监测预警系统技术架构有诸多成熟的模式。物联网传感层对温度、压力、浓度等参数进行实时采集,边缘计算节点做初步的阈值判断,云端平台做趋势分析和模型研判。系统根据粉尘涉爆企业的除尘设备、粉尘清理、粉尘浓度等主要风险点,在系统内建立风险分析预测研判模型,读取车间基础数据采集、自动归集等模块,对灰斗温度异常、火星水压报警、集尘仓装置堵料等综合性异常故障进行分析,制定相应的处置流程,推送至线下相关责任人进行处理。通过实践数据可知,该系统的效果十分明显。监测数据表明,系统报警次数呈下降趋势,由原来的月平均 800 多次减少到现在的不足 120 次,减少了 86.6%。预警频次持续下降,说明风险正在被实质性地控制。对月度预警数据做深入剖析,卸灰周期不规范、水箱缺水、喷淋异常这些高频出现的问题,给精准治理指明了方向,每月对高频次安全隐患进行梳理并确定重点防范风险点,每季度对整改措施的效果展开评价,每年依据实际情况更新监测系统。

### 3.2 生产设备运行监控与隐患排查

设备层面的数字化监控正在由状态记录向预测性维护转变。对于机械行业设备安全防护不到位的突出问题,机械行业老旧生产设备多、安全质量差、安全防护等级低、安全预警功能缺失、本质安全水平低等问题普遍存在,数字化监控的意义就是把设备维护从故障后抢修或者定期检修,转变成根据实际情况进行精准干预。有研究针对钢管生产线创建了 AI 视频监控系统,系统可以对穿戴不规范、危险区域入侵、物料堆放违规等风险实施精准识别和即时告警,安全帽及工装佩戴合规率由原来的 85%提升到 98%,违章日均发生次数由原来的 2.3 次下降到 0.8 次。隐患排查环节的数字化改造也不能缺失。部分地区出台企业定制化隐患排查表,整理出工贸企业通用的检查项目和工艺风险点,形成标准化模板,指导企业根据自身实际情况制定个性化的排查清单,利用数字化平台完成隐患录入、整改跟踪、数据分析全流程闭环管理<sup>[2]</sup>。该粉尘涉爆企业

经过系统的自查,发现了并改正了除尘设备泄爆口设计缺陷等 3 个重大隐患,整改时间比传统的模式少 40%。

### 3.3 安全作业过程数字化管控

人的不安全行为是工贸事故的根源。对于电气焊等特种作业,加芯赋码实践给出了设备端管控的范例,用数字化的方式规范作业流程,压实人员岗位安全责任,从设备、作业人员两方面堵住安全管理漏洞。AI 视频分析技术可以对违章行为进行持续的约束,前面提到的钢管生产线 AI 监控系统应用数据也显示,合规率提高和违章次数减少存在直接的联系。部分企业推广系统的时候,只重视解决使用意愿的问题。企业办企业最怕的就是发生安全生产事故。除尘系统体积大、内部结构复杂,即使有厂商的专职技术人员定期检查,也无法发现所有的安全隐患,但企业负责人的数字化管控可以弥补人工检查盲区的实际意义是被认可的。来自企业端的认可,是把数字化系统由监管要求变成管理工具的重要一步。

### 3.4 应急响应与事故处置协同

数字化系统对于应急场景的价值就是缩短发现到响应的窗口。系统的反应具有多层特点,企业如果出现粉尘风险预警处置不到位的情况,那么系统就会将相关信息传递给相应的负责人,同时接入到应急救援平台中,以供应急情况下的应急救援使用。目前系统已经进行了多次应急响应,验证了预警到应急的传导链路是否可行。

部分地方在智慧监管创新上提出创建安全生产 AI 助手,依靠人工智能协助企业开展风险识别工作,把识别出的大于等于重大、特大安全事故的隐患信息转为风险管理码。风险管理码集安全操作指引、日常巡检记载、隐患内部报告、同类事故警示等项功能,促使企业把风险管理码贴在风险点附近的安全显著地方,供从业人员扫码使用。将应急处置的前置知识用数字化的方式嵌入到作业现场中,使一线人员在风险发生的时候可以迅速得到标准化的操作指导。

## 4 数字化技术赋能工贸行业安全管理的实施路径

### 4.1 完善安全管理数字化平台建设

平台创建的核心问题并不是技术选择,而在于数据标准统一以及系统互相连通。实践中遇到的第一个问题就是散乱不好管、建设推进慢,这就表明平台的建设应该从一开始就要制定统一的数据接口标准和运维服务规范。十四五国家安全生产规划要求制定完善安全生产信息化标准规范,提高信息化系统整体适配度,给平台建设提供政策

依据。部分地区推进钢铁和铝加工企业监测预警系统建设时,明确要求应接尽接,建设省级系统同时设置企业应用端和监管应用端,实现数据一次采集、两端共享。该模式的启示就是省级统一开发平台、地市和企业分别负责端侧改造,可以减少重复建设,避免企业在多套系统之间忙于应对。

### 4.2 强化安全生产数据采集与分析

数据质量好坏影响预警的准确性。采集环节要合理确定传感器布置密度及参数类型,既不能疏漏重要的风险点,也不能让过多的数据产生噪声。系统设计中主要的风险点用物联网监测的方式进行数据的实时上传到互联网上,符合关键参数优先的采集原则。分析环节要分层,阈值判断做即时报警,趋势分析做预判劣化,模式识别做非典型异常的发现<sup>[3]</sup>。将月度预警数据按类型整理出来之后,就可以对卸灰周期不规范、水箱缺水、喷淋异常等高频问题进行聚类分析,从而找到精准治理的方向。

### 4.3 构建风险预警与隐患闭环管理机制

预警的价值在于它的闭环处理。系统在预警产生之后立刻创建处置工单,规定响应时间以及验证准则,没有按时处理的会自动转为上一级管理人员。三级报警机制给出了一种可行的框架,对于那些不能在规定的时间内得到处理的企业,会按照监测等级分别通知到相应的部门负责人。时限约束如果没有与问责机制相结合,就不会起作用。闭环机制还要有数据反馈,每次处置的结果都会被反馈到预警模型当中,从而不断改善误报率和漏报率。部分地区的安全生产系数制度,把企业的主体资格、主要负责人履职、制度建设、教育培训、风险管理、隐患排查、事故情况等量化评价,用系数的高低来作为精准监管的依据,给闭环数据的系统性应用提供制度出口。

### 4.4 提升数字化安全管理保障能力

保障能力建设要分层推进。大中型企业应该具备自我运维、数据分析的能力,把数字化系统嵌入到日常的安全管理之中,而不能把它当成一个附加的任务。小微企业可行路径就是依靠第三方服务或者园区共享平台,以购买服务的方式获得监测预警能力,降低单个企业一次性投入。事故隐患内部报告奖励机制要灵活使用微信小程序、电话、电子邮箱等各方面的受理渠道,各地工作指南又进一步提出鼓励和支持中小微企业使用微信小程序这一说法,即不需花费研发费用。人员培训要以系统操作和预警响应为重点,不能把数字化培训当作一般的信息化普及。

**表 1 工贸行业安全管理数字化技术应用典型场景**

| 应用场景   | 技术手段       | 典型成效       |
|--------|------------|------------|
| 粉尘涉爆监测 | 物联网传感+阈值预警 | 预警降幅 86.6% |
| 粉尘异常处置 | PLC 自动控制   | 30 秒内自动化处理 |
| 电气焊管控  | 加芯赋码+扫码验证  | 数百台焊机智能化改造 |
| 违章行为识别 | AI 视频分析    | 合规率升至 98%  |
| 电气隐患阻断 | 边缘计算+智能监测  | 试点企业覆盖     |
| 隐患闭环管理 | 数字化平台+时限约束 | 超时处置问责     |

## 5 结语

数字化技术对于工贸安全管理的赋能，本质上就是用数据流动代替人工巡查，用系统约束代替制度倡导。从各地实践来看，粉尘涉爆等高危领域的监测预警系统已经产生了可量化的安全效益，预警频次由原来的月均 800 多次下降到现在的不足 120 次，说明风险正在被实质性的控制。三级报警和超时问责、加芯赋码溯源等机制一起形成了一条数字化安全理由点到面的发展道路。但是数字化不是万能的。2025 年机械行业事故总量仍居工贸行业第一位，外包单位事故起数增加 93.8%，说明数字化系统在流动、临时作业场景中还存在着覆盖盲区。技术系统效能的好坏很大程度上取决于数据的质量、闭环的机制以及人员的反

应。对量大面广的中小工贸企业来说，以财政补助降低接入门槛、以共享平台代替自建系统、以轻量化工具代替复杂架构，才是更具有可持续性的推进方式。

## [参考文献]

- [1]秦延霆,贺超,明银龙.AI 驱动的工贸行业安全监管模式创新探讨[J].工业安全与环保,2026,52(1):68-71.
- [2]石永国,牟杰,朱建森,等.涉燃爆粉尘企业安全数字化管控及风险动态分级研究[J].工业安全与环保,2023,49(2):36-41.
- [3]张敏,朱海琳,刘东斌.山东聊城:构建安全生产智能化监管新模式[J].中国应急管理,2023(1):97.

作者简介：韦小柳（1996—），女，壮族，广西柳州人，中级（注册安全工程师），本科，研究方向为安全工程。