

基于“1+8+N”架构的智慧安监系统应用实践研究

王玉霞, 喻斌斌

浙江交投高速公路建设管理有限公司 浙江杭州

【摘要】综观当前交通建设行业的安全生产形势,传统管理手段在面对工程复杂性、责任主体多元性以及隐患治理精准化等方面,已逐渐难以满足高质量发展的现实需求。在国家数字化改革持续深化的大背景下,浙江省交通系统率先构建“1+7+N+X”数字化推进体系,为行业数字化转型积累了宝贵经验。以此为基础,某建设集团结合自身安全监管实践,提出“1+8+N”智慧安监系统架构,通过统一数据中心、集成八大业务模块、叠加多个创新应用场景,全面推动安全管理由“经验驱动”向“数据驱动”转型。该系统在项目现场广泛应用安全积分制、工点码管理、AI 隐患识别等技术手段,打造出“可视、可控、可追溯”的智慧监管闭环。本文聚焦该架构在典型项目中的落地实践,深入探讨其在安全责任压实、隐患闭环治理、全员参与机制等方面的实际成效与优化路径,以期交通基建领域的智慧安监体系建设提供可借鉴的范式。

【关键词】“1+8+N”架构;智慧安监系统;应用实践研究

【收稿日期】2025 年 2 月 24 日 **【出刊日期】**2025 年 3 月 28 日 **【DOI】**10.12208/j.jer.20250116

A study on the application practice of intelligent safety monitoring system based on the “1+8+n” architecture

Yuxia Wang, Binbin Yu

Highway Construction Management Co., Ltd. of Zhejiang Investment and Transportation Group, Hangzhou, Zhejiang

【Abstract】An overview of the current safety production situation in the transportation construction industry reveals that traditional management methods are gradually failing to meet the practical demands of high-quality development when faced with the complexity of projects, the multiplicity of responsible entities, and the need for precise hidden danger management. Against the backdrop of the country’s ongoing deepening of digital reform, the transportation system of Zhejiang Province has taken the lead in constructing a “1+7+N+X” digital promotion system, accumulating valuable experience for the digital transformation of the industry. Based on this foundation, a certain construction group, combining its own safety supervision practices, has proposed a “1+8+N” intelligent safety monitoring system architecture. This architecture comprehensively promotes the transformation of safety management from “experience-driven” to “data-driven” through a unified data center, the integration of eight major business modules, and the overlaying of multiple innovative application scenarios. The system widely applies technical means such as a safety point system, work point code management, and AI-based hazard identification at project sites, creating a “visible, controllable, and traceable” intelligent supervision loop. This paper focuses on the practical implementation of this architecture in typical projects, in-depth discussions on its practical effects and optimization paths in terms of consolidating safety responsibilities, closed-loop management of hazards, and a mechanism for all-personnel participation. It aims to provide a replicable model for the construction of intelligent safety monitoring systems in the field of transportation infrastructure construction.

【Keywords】“1+8+N” architecture; Intelligent safety monitoring system; Application practice research

1 引言

在新一轮数字化转型浪潮推动下,安全生产领域正面临从粗放管理向精细化、智能化治理模式的深刻变革。尤其在交通基础设施建设等高风险行业中,传统安监手段存在监管颗粒度低、隐患响应滞后、责任落实

模糊等突出问题,难以适应项目全周期动态管理的需求。国家和地方政府陆续出台政策,强调通过数据治理、系统重塑和流程再造提升本质安全水平^[1]。在此背景下,“1+8+N”智慧安监架构应运而生,通过构建统一数据中枢、集成核心业务模块并融合创新应用场景,探索

以平台化手段提升监管效能,成为当前工程领域安全管理数字化转型的重要路径之一。

2 “1+8+N”架构的主要内涵

“1+8+N”智慧安监架构是基于工程建设安全管理实际需求而构建的一体化数字监管体系,其核心在于以“1个数据中心”为中枢,集成“8个业务模块”,延展“N个创新场景”,实现安全监管的系统集成与协同联动。其中,“1”指统一的数据中心,涵盖看板展示、预警联动、报表统计与多维分析,支撑全局安全态势一屏掌控;“8”涵盖人员管理、积分管理、设备管理、风险管理、检查管理、应急管理、费用管理与综合管理等核心业务流程,构建标准化、流程化、闭环化管理机制;“N”则代表结合物联网、大数据、AI识别等前沿技术不断拓展的智能场景应用,如智慧用电、特种设备监测、隐患智能识别等,形成面向项目现场的差异化、实战化管控模式,全面提升工程建设领域的本质安全水平^[2]。

3 基于“1+8+N”架构的智慧安监系统应用实践意义

基于“1+8+N”架构的智慧安监系统在工程建设实践中的广泛应用,标志着安全管理由传统经验依赖向数字化、智能化转型迈出关键一步。该系统通过构建统一数据底座,实现多源信息融合与实时状态感知,打破了部门壁垒与信息孤岛,增强了监管的精准性与响应的时效性。在实际运行中,积分管理、隐患闭环、AI识别等功能有效促进了全员参与和责任压实,推动一岗双责制度真正落地,显著提升了隐患排查整改效率和施工现场本质安全水平。实践表明,该体系不仅优化了基层工作流程,减轻了一线管理负担,还为构建科学、高效、可持续的安全管理新格局提供了切实可行的路径支持。

4 基于“1+8+N”架构的智慧安监系统应用实践难点

4.1 系统模块繁多,业务协同难统一

“1+8+N”智慧安监系统在结构上覆盖了人员、设备、风险、应急等多个业务模块,虽具备较强的功能完整性,但在实际应用中,各模块间的协同配合面临较大挑战。由于不同职能部门的工作流程、数据口径与管控重点存在差异,导致系统内部信息传递效率不高,流程间衔接不畅。一线使用者在操作过程中常出现重复录入、系统跳转频繁等问题,影响了管理效能。同时,跨模块业务场景缺乏统一调度逻辑,难以实现动态工况下的实时联动,制约了系统整体性能的发挥^[3]。

4.2 数据标准缺失,信息整合有障碍

当前工程项目在数据采集与管理过程中,普遍存在缺乏统一标准和规范的问题。不同标段、不同系统在数据格式、编码方式、指标口径等方面差异显著,造成数据整合时重复、冲突与缺项现象频发。部分外接设备上传的数据结构与平台接口标准不兼容,需额外开发适配方案,增加了系统对接难度。数据分散存储在各业务模块中,形成信息孤岛,无法高效支撑全局分析和智能预警。数据治理机制不健全,进一步影响了系统的准确性与可用性。

4.3 终端接入复杂,平台运行不稳定

智慧安监系统在项目现场需连接大量终端设备,如智能安全帽、视频监控、用电监测器等,其型号多样、协议不一,导致设备接入过程繁琐、调试周期长。在施工环境复杂、信号覆盖不稳定的区域,数据采集容易中断,系统易出现响应延迟或平台卡顿等问题,影响实时性与用户体验。部分设备依赖公网传输,存在数据传输受阻风险^[4]。系统架构在面对高并发操作或多模块同时调用时,稳定性与安全性不足,易引发运行故障或数据丢失。

4.4 用户使用能力参差,培训推广受限

平台推广过程中,一线施工人员与管理人员的数字素养存在明显差异,部分用户对系统操作逻辑不熟悉,使用频次低、依赖性弱。繁复的操作界面、专业术语较多,使部分基层人员难以快速掌握,降低了系统的应用效率。培训资源与时间安排受施工周期限制,集中式培训难以覆盖所有人员,个性化指导不足。一旦缺乏有效培训与持续辅导,用户使用水平难以同步提升,系统功能的落地和运行质量均受到制约,难以形成自上而下的高效闭环。

4.5 制度机制滞后,智能决策难落地

智慧安监系统虽具备数据分析、隐患识别与预警推送等智能功能,但相关配套机制尚未完善,制约了其在智能决策环节的深度应用。当前多数项目仍以传统管理制度为主,缺乏对数据驱动决策的认可与制度支撑,导致系统生成的风险预警与整改建议难以转化为实际管控措施。责任划分机制不清、流程衔接不畅,也使得决策执行缺乏有效闭环^[5]。在应急响应、动态调度等高效性场景中,机制滞后进一步削弱了系统的响应能力与调控作用。

5 基于“1+8+N”架构的智慧安监系统应用实践策略

5.1 夯实一体化平台基础,构建统一监管枢纽

推动智慧安监系统高效运行的前提是构建统一、高效、稳定的一体化平台。应注重系统底层架构的优化升级,提升数据处理与指令调度的响应能力。通过整合各业务系统接口,打通信息传输通道,确保各层级监管单位在统一平台上实现同步协同。加强与物联网终端设备的兼容性设计,规范接入流程与标准,提升现场感知的全面性与实时性。构建以数据中台为核心的运行机制,保障各业务模块的数据资源统一归集、按需分发、动态调用,构成高效的智能监管中枢。

比如,在“平安义东”项目中,工作人员需要依托统一的智慧安监平台,将施工现场产生的安全数据接入“一个数据中心”,实现作业人员出入、设备运行状态、风险点分布等多维信息的集成展示。为提升平台响应速度,技术团队对数据中台进行了架构优化,设置实时数据流处理通道,有效保障了不同业务系统之间的互联互通。现场所有监测终端如视频探头、智能穿戴、隐患上报等均通过标准接口纳入统一平台,使安全态势可视化程度显著提升,极大增强了指挥调度的精准性与响应效率^[6]。在该项目中,指挥中心实现了“一个屏幕看全场”,通过云端同步数据,使不同职能岗位能够在统一界面协同处理问题,有效突破了传统平台“多点登录、重复操作”的弊端,推动监管指令高效下达与闭环反馈全流程可控。

5.2 聚焦八大业务模块,提升全流程闭环管理

智慧安监系统的业务管理能力依赖于八大模块的深度协同与精准落地。应进一步细化各模块的职责边界与功能逻辑,推动人员、设备、风险、应急等板块形成横向衔接与纵向穿透的联动机制。聚焦任务流、数据流、责任流三类关键流程,优化业务操作路径,减少冗余环节,提升信息流转效率。强化模块间的数据交互能力,实现任务派发、处置反馈、跟踪核查、责任归责等环节的一体化闭环运行,提升整体安监治理的系统性、规范性与执行力。

比如,在“金义东高铁土建 03 标”项目中,工作人员需要围绕人员、设备、风险等八大业务模块开展安全作业全流程管理。项目团队依照系统设定的闭环管控流程,将人员进场培训、设备验收审批、隐患检查派单、整改反馈等多个业务环节进行流程串联。隐患一旦上报,系统自动推送给责任技术员并生成整改时限和闭环要求,管理人员通过平台实时跟踪进度并执行结果核验。所有操作均形成可追溯记录,保障管理任务的规范执行与责任压实,显著提升了项目整体管控效能。平台还自动统计整改效率、问题重复率等核心指标,生

成业务报表,为管理层提供科学决策依据,使工程安全管理实现了由“被动响应”向“主动干预”转变,真正达成了闭环管理的系统化、可视化和制度化。

5.3 拓展 N 类创新场景,增强系统实战适应性

智慧安监系统的生命力体现在持续拓展的创新场景能力,应结合项目实际需求和技术发展趋势,不断延伸系统的场景边界。可围绕安全用电监测、特种设备管理、隐患 AI 识别、远程巡视等重点领域,开展专项功能集成与智能算法嵌入,提升系统在复杂场景下的响应能力与管控深度。强化场景驱动与技术导入的动态匹配,推进功能研发与实际工况的双向适配,构建“即插即用、即配即调”的柔性应用模式,提升平台对多样化安全场景的实战适应能力。

比如,在“温丽高速 TJ03 标段”项目中,工作人员需要将智慧用电系统接入智慧安监平台,以应对用电安全高风险问题。平台结合配电箱智能管理装置与用电监测模块,对配电箱开启状态、电流电压异常、漏电隐患等参数实现实时采集与自动预警。系统后台设定风险阈值,一旦数值超限立即触发预警并生成处置任务^[7]。项目还探索在配电箱内部署身份识别设备,用于识别操作人员权限,进一步确保设备使用过程合规可控。该场景显著增强了用电监管的智能化与实战适应性。为强化闭环管理,平台还设置了预警响应倒计时功能,并同步记录处置人响应行为,通过责任分析报表对响应效果进行排名通报,有效形成激励与督导机制,实现对用电全过程的可感、可控、可追溯管理目标。

5.4 完善数据标准体系,实现多维信息融合

智慧安监系统的高质量运行依赖于稳定、统一、规范的数据体系支撑。应构建涵盖人员、设备、工点、隐患等维度的数据标准框架,明确指标体系、字段规则与传输格式,推动各业务模块在同一数据基准下协同运行。加强数据源头治理与全过程质量控制,确保数据真实、完整、时效与可追溯。推进数据的跨系统集成与分级授权机制,打通集团、公司、项目三级之间的数据流动路径,建立数据驱动的决策支持系统,为智能分析与过程管控提供有力支撑。

比如,在“沪杭甬高速改扩建”工程中,工作人员需要建立统一的数据编码规则,对工点信息、作业班组、设备运行和隐患记录进行标准化管理。项目团队依托平台数据标准模板,对历史数据进行分类清洗与标签整理,并与现场新采集数据建立统一字段映射关系。通过构建多维数据标签库,实现了跨标段的数据融合调用和全局分析展示。在项目监管过程中,管理人员可在

平台上按需查询各类信息, 无需重复录入或人工对接, 显著提升了数据利用效率和业务执行一致性^[8]。数据标准化还带动了隐患指标的规范分类与趋势建模, 使平台能够进行横向对比与纵向预测, 为集团层面开展区域对标、安全评级与资源调度提供有力的数据支撑基础, 提升了整个体系的智能监管能力。

5.5 推动制度流程再造, 强化智能预警响应力

实现智慧安监系统深度赋能, 关键在于制度机制的同步重构。应围绕预警管理、隐患处置、应急响应等关键环节, 优化制度设计与流程链条, 确保系统推送的信息能够迅速转化为现场行为。明确数据预警触发条件、分级响应机制与责任处置流程, 推动“事前识别—事中干预—事后闭环”的响应逻辑落地执行。推动监管权限、考核制度与平台运行结果联动挂钩, 形成由制度驱动的闭环管理模式, 充分释放智能平台在风险防控与决策支持中的功能价值。

比如, 在“杭绍台铁路”建设项目中, 工作人员需要对预警响应机制进行制度性优化, 使平台智能推送的预警信息能够有效触达责任人并形成闭环管理。项目制定了隐患分级响应机制, 将预警信息分为一般、重大与紧急三级, 并设定对应的处置流程、响应时限与审核层级。平台自动关联责任人并下发整改通知, 同时设有反馈节点与逾期提醒, 形成“发现—处置—核验”的闭环链条。该机制有效提升了系统预警信息的执行率与事件处理的及时性, 推动智能化成果在制度层面落地见效。通过对整改流程全过程进行绩效考核, 项目将智能预警与考核机制深度嵌套, 实现了“用制度驱动系统、用系统支撑制度”的双向闭合结构, 真正形成了以制度托底、数据引领、流程规范为特征的预警治理体系。

6 结束语

综上所述, 本文主要研究了基于“1+8+N”架构的智慧安监系统在工程项目中的应用实践, 从平台构建、模块协同、场景拓展、数据融合与制度再造等方面系统阐释了其运行机制与实施成效。通过剖析实践难

点与应对策略, 明确了智慧安监系统在提升监管效能、压实安全责任、实现隐患闭环管理等方面的重要价值。研究结果表明, 该架构具备较强的实操性与推广价值, 可为工程建设领域构建高效、透明、可控的本质安全管理体系提供有力支撑。

参考文献

- [1] 陆英, 刘尚志, 孙乐朋, 等. 基于化工过程安全关键技术的化工园区智慧安监系统[J]. 山东化工, 2021, 50(6): 289-293.
- [2] 谢玲. 构建新型智慧安监系统的思路与实践 ——以中电天奥有限公司为例[J]. 企业改革与管理, 2021(7): 223-224.
- [3] 陈洋. 电力智慧安监系统在水力发电厂施工现场的新型安全生产管理作用[J]. 电脑校园, 2023(12): 454-456.
- [4] 王晓媛. 基于风险控制的化工园区智慧安监系统建设[J]. 化工安全与环境, 2019(32): 17-20.
- [5] 万里. 浅谈智慧安监系统在火电厂的应用研究[J]. 电子乐园, 2019(32): 0023.
- [6] 罗钢, 许珂乐. 基于 6LoWPAN 的智慧校园公共安全异常监控系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2024, 32(7): 126-132, 139.
- [7] 高兴国, 常增亮, 李乐乐, 等. 海上风电安全智能化监测系统设计与实现[J]. 水电与新能源, 2024, 38(5): 1-4.
- [8] 张旭阳, 叶光红, 杨建波, 等. 大数据分析在智慧安防系统中的实时监控与预警研究[J]. 互联网周刊, 2024(8): 53-55.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

