

# 物联网赋能的铁路营业线施工安全闭环管理体系研究

蒋国良

国能新朔铁路大准分公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

**摘要:** 为提升铁路营业线施工安全管理水平, 本文深入探讨物联网赋能的铁路营业线施工安全闭环管理体系。首先分析铁路营业线施工安全管理现状与挑战, 接着阐述物联网技术在其中的应用优势。随后从体系构建理论基础、安全目标设定、安全保证体系构建、安全防控措施实施、安全闭环管理流程等方面, 详细介绍该体系的构建与实施, 为铁路营业线施工安全管理提供新思路与方法。

**关键词:** 物联网; 铁路营业线; 施工安全; 闭环管理体系

## 引言

铁路营业线施工环境复杂, 点多、线长、面广, 施工项目频繁且交叉作业多, 给安全管理带来巨大挑战。当前, 施工安全管理存在安全意识淡薄、制度执行脱节、人员素质不高、技术手段落后等问题, 制约了安全管理水平的提升。物联网技术的发展为解决这些问题提供了新的途径。本文旨在研究物联网赋能的铁路营业线施工安全闭环管理体系, 以提高施工安全管理的效率和效果。

## 1 铁路营业线施工安全管理的现状与挑战

铁路营业线施工环境极为复杂, 呈现出点多、线长、面广的显著特征。施工项目不仅数量众多且开展频繁, 涉及众多配合部门。施工期间, 需共用天窗、封闭区间, 现场交叉作业频繁发生, 站间联系电路错综复杂<sup>[1]</sup>。这种复杂状况给施工安全管理带来了前所未有的巨大挑战, 安全事故时有发生, 严重威胁着施工人员的生命安全, 也对铁路运输秩序造成了极大的负面影响。当前, 铁路营业线施工安全管理暴露出诸多亟待解决的问题。部分建设单位和施工人员安全意识极为淡薄, 对安全管理的重要性缺乏深刻且正确的认识。在施工现场, 安全隐患屡见不鲜, 防护措施不到位的情况屡有发生, 施工人员未佩戴安全装备就进行作业的现象也并不少见, 这无疑为施工安全埋下了重大隐患。多数企业虽建立了安全管理制度, 但在实际执行过程中, 制度与实际严重脱节。安全管理制度未能有效指导实际操作, 形同虚设, 无法发挥其应有的规范和约束作用。施工队伍安全素质整体水平不高, 部分人员缺乏系统的专业培训和必要的安全知识。在高风险的作业环境中, 他们对安全规程的理解不够深入, 执行能力较差, 难以按照规范要求进行操作, 进一步增加了安全隐患。部分企业仍沿用传统安全管理方式, 技术手段落后。在面对复杂多变的施工环

境和潜在的安全风险时, 对安全隐患的监测和预警能力严重不足, 难以及时发现和处理安全问题, 无法实现对安全风险的有效管控, 使得施工安全处于较为被动的局面。这些问题的存在, 严重制约了铁路营业线施工安全管理水平的提升, 亟待采取有效措施加以解决。

## 2 物联网技术在铁路营业线施工安全管理中的应用优势

### 2.1 实时数据采集与远程监控

物联网技术通过各类传感器, 如温度传感器、湿度传感器、噪音传感器、振动传感器、颗粒物浓度传感器等, 能够实时采集施工现场的环境数据。同时, 利用RFID、GPS等技术可对施工人员和设备进行定位和状态监测。这些实时数据通过网络通信架构传输至监控中心, 实现对施工现场的远程监控。管理人员无需亲临现场, 即可全面掌握施工动态, 及时发现安全隐患。

### 2.2 智能决策与预警响应

基于物联网采集的大量数据, 结合智能分析系统, 可运用AI算法对数据进行深度挖掘和分析, 预测潜在风险。当传感器数据出现异常时, 系统能迅速判断异常情况并发出预警, 确保施工安全管理人员及时干预并采取应对措施, 提高事故预防效率<sup>[2]</sup>。通过对设备运行数据的分析, 可提前预测设备故障, 安排维护调度, 避免设备故障引发的安全事故。

### 2.3 人员与设备管理优化

物联网技术可实现对施工人员的安全行为监控, 如实时监测施工人员是否佩戴安全帽、安全带等防护用品, 确保作业过程的安全监管。对于施工设备, 通过远程监控、故障预测和自动维护调度等功能, 可提升设备利用率和安全性。对机车动态信息进行实时感知与采集, 智能编制机车运用计划, 实现调度智能化, 优化燃油机车成本管理。

## 2.4 高精度实时数据记录与证据支持

施工现场依托大数据与云计算,可建立详实的数据档案库。这些数据记录了施工过程中的各种信息,包括环境数据、设备运行数据、人员操作数据等,为后续的质量控制和安全事故追责提供有力的证据支持。在发生安全事故时,可通过分析数据档案,准确找出事故原因,明确责任主体。

## 3 物联网赋能的铁路营业线施工安全闭环管理体系构建

### 3.1 体系构建的理论基础

构建铁路营业线施工安全闭环管理体系需要以典型事故致因理论作为指导。常见的事故致因理论有海因里希工业安全理论、轨迹交叉理论、现代因果连锁理论、能量意外释放理论、两类危险源理论等。施工企业应根据自身实际情况,选择合适的理论作为体系构建的理论基础,为安全管理提供科学的理论依据。海因里希工业安全理论强调事故的发生是多个因素相互作用的结果,通过分析事故因果链,可找出事故预防的关键环节;轨迹交叉理论认为事故是人的不安全行为和物的不安全状态在时间和空间上交叉导致的,通过控制人的行为和物的状态,可避免事故发生。

### 3.2 安全目标设定

在铁路营业线施工安全闭环管理体系中,设定清晰明确的安全目标至关重要,其核心在于保障施工安全与行车安全,为整个施工过程筑牢安全防线。具体而言,要坚决杜绝铁路交通一般C类及以上责任事故。这类事故往往会造成较为严重的后果,影响铁路运输秩序和旅客生命财产安全,必须从施工规划、现场管理、人员操作等各个环节严格把控,确保不发生此类事故<sup>[3]</sup>。杜绝从业人员责任重伤及以上事故也是关键目标。施工人员是铁路建设的直接参与者,他们的安全健康关系到工程的顺利推进和家庭的幸福。通过加强安全教育培训、完善安全防护设施、规范作业流程等措施,降低事故发生概率,保障施工人员的人身安全。同时,要杜绝重大交通事故责任事故、重大火灾和重大机械设备事故。重大交通事故责任事故会影响施工物资运输和人员通勤;重大火灾会带来巨大财产损失和人员伤亡;重大机械设备事故则会延误工期、增加成本。这些安全目标为各级管理人员和施工人员指明了工作方向和重点,让大家清楚知晓安全管理的要求,从而在日常工作中自觉遵守安全规定,共同为实现安全目标而努力,确保铁路营业线施工安全有序进行。

### 3.3 安全保证体系构建

在铁路营业线施工安全管理中,构建全面且有效的安全保证体系至关重要,可从思想、组织、技术、制度、经济五个维度发力。思想保证是基础。加强对施工人员的安全教育培训,借助安全知识讲座、技能培训、案例分析等多样化活动,让施工人员深刻理解安全内涵,树立“安全第一、预防为主”的理念。营造浓厚的安全文化氛围,使安全意识融入日常工作,形成全员主动参与安全管理的良好格局。组织保证是支撑。建立完善的组织架构,实行公司—项目经理部—作业班组三级安全生产管理。明确公司总经理、项目经理、班组长为各级安全管理组织的第一责任人,构建横向到边、纵向到底的管理网络与控制体系,覆盖公司及项目部主要管理人员和技术人员,为安全工作筑牢组织根基。公司设安全质量管理工作委员会,行使安全监督管理与奖罚权;项目部设安全生产管理领导小组,负责检查监督;班组设兼职安全员和群众安全生产监督员,打造查隐患、保安全的监督队伍。技术保证是手段。充分利用物联网技术构建智能防控体系,安装传感器和监控设备实现施工现场实时监测与预警。运用大数据、云计算、AI等技术分析处理数据,为安全管理提供科学决策依据。如结合BIM技术与物联网动态采集数据,用AI算法预测风险;采用无人机巡检提高事故响应效率、扩大监控范围。制度保证是规范。建立健全涵盖施工安全管理各方面的安全管理制度,明确各级责任<sup>[4]</sup>。将安全管理纳入项目考核指标,确保制度有效执行,并定期评估修订,使其契合施工管理实际需求。经济保证是保障。加大安全管理投入,设立安全专项资金,用于安全设施设备购置、维护更新以及安全技术研发、培训和奖励等,通过经济激励提高施工人员参与安全管理的积极性与主动性。

### 3.4 安全防控措施实施

在铁路营业线施工中,安全防控措施的有效实施是保障施工安全与铁路运输秩序的关键,需从现场防护、安全监控、应急预案制定与演练等方面精准发力。现场防护是第一道防线。施工区域必须设置围栏、警示标志,将施工区域与行车区域清晰隔离,杜绝无关人员和车辆擅自闯入。安排专人定时巡查施工区域,及时排查并处理潜在安全隐患。曾有施工因现场防护措施执行不力,致使列车误入施工区域,虽未造成人员伤亡,但严重扰乱了列车运行秩序。事后,铁路部门严肃追责,并强化了对现场防护措施的检查与落实,以此为戒,筑牢现场防护屏障。借助视频监控、无人机巡查等先进手段,实时掌握施工现场动态。建立安全监控中心,配备专业人员负责监控设备操作与数据分析,确保监控设备

稳定运行，能够敏锐捕捉施工中的违规行为与安全隐患。某次施工中，因监控设备突发故障，未能实时监控，导致设备轻微损坏事故。铁路部门迅速维修设备，加强维护保养，增设备用电源与故障报警功能，为施工安全提供坚实的技术支撑。应急预案制定与演练是应对突发事件的基础。制定涵盖火灾、爆炸、自然灾害等各类突发事件的详细应急预案，明确应急组织架构、响应程序与救援措施。定期组织贴近实战的应急演练，提升施工人员的应急反应能力。通过演练检验应急预案的可行性，及时发现并修订完善其中不足。某铁路局在施工前精心制定应急预案并组织演练，发现应急物资调配环节存在漏洞，随即修订预案，增加储备点与调配流程说明。施工期间突发天气致施工区域积水，完善的应急预案迅速发挥作用，有效保障了施工人员生命财产安全。

### 3.5 安全闭环管理流程

铁路营业线施工安全闭环管理流程，是一个环环相扣、持续改进的动态过程，涵盖数据采集与监测、风险评估与预警、应急响应与处理、效果评估与反馈等关键环节。数据采集与监测是安全闭环管理的基础。借助物联网传感器和监控设备，对施工现场进行全方位、实时性的数据采集，涵盖环境数据如温湿度、风速，设备运行数据如机械转速、运行时长，以及人员操作数据如操作规范程度、作业时长等。采集到的数据经初步处理分析，能有效筛选出异常数据，为后续安全风险评估提供准确依据。风险评估与预警是安全管理的核心环节。依据采集的数据和预设的风险评估模型，对施工现场的安全风险进行量化评估。一旦风险超过预设阈值，系统会迅速发出预警信号，通过短信、APP推送等方式及时通知相关管理人员和施工人员，使其提前做好防范准备，将安全隐患扼杀在萌芽状态。应急响应与处理是应对安全风险的关键行动。接到预警信号后，相关人员立即启动应急预案，根据不同风险类型采取针对性应急措施，如

立即停止高风险作业、有序疏散现场人员、迅速排除安全隐患等，并详细记录处理情况和数据<sup>[5]</sup>。效果评估与反馈是安全闭环管理的总结与提升阶段。以某铁路营业线施工项目为例，在一次监测中发现设备运行数据异常，触发预警。项目部迅速响应，停止相关作业并排查，发现是设备零件老化。处理完成后，全面评估处理效果，深入分析原因，总结出设备定期深度检查的经验教训，提出增加检查频次等改进措施。将评估结果反馈至数据采集与监测环节，调整风险评估模型和预警阈值，使安全管理体系更贴合实际，不断完善优化，形成良性循环，持续提升铁路营业线施工安全管理水平。

### 结语

物联网赋能的铁路营业线施工安全闭环管理体系，通过实时数据采集、智能预警、人员设备管理优化等手段，有效提升了施工安全管理的水平。该体系从理论构建到具体实施，涵盖了安全目标设定、保证体系构建、防控措施落实以及闭环管理流程等多个方面，形成了一个完整、科学、有效的安全管理模式。未来，随着物联网技术的不断发展，该体系将进一步完善，为铁路营业线施工安全提供更有力的保障。

### 参考文献

- [1]侯明坤,朱波.邻近铁路营业线施工安全监测预警体系研究[J].高速铁路技术,2025,16(4):94-99.
- [2]范兴家,窦志伟.多点智联技术在铁路营业线施工安全防护系统中的应用[J].交通世界,2025(9):8-10.
- [3]闫皓.高铁施工安全双重预防机制优化路径研究[J].门窗,2025(6):223-225.
- [4]刘伟,郭祥,解亚龙,俸凰,崔桐赫,张景然.铁路提质改造工程信息化应用研究与实践[J].铁路技术创新,2025(2):12-18.
- [5]陈新中.基于数字化管理体系的铁路施工安全双重预防机制[J].运输经理世界,2025(8):166-168.