

土木工程安全管理与现代信息技术的融合趋向

陶鹏武

中铁七局集团第五工程有限公司 河南 郑州 451464

摘要：土木工程施工现场工况复杂、危险源分布广泛，传统人工主导的安全管理模式存在管控滞后、数据疏漏、覆盖不全等诸多问题。本文结合土木工程安全管理的工作特征与现代信息技术的应用优势，梳理信息技术在人员管控、环境监测、结构观测、设备管理等施工场景的融合应用形式，系统梳理行业传统思维、设备适配、人才储备及标准体系带来的融合阻碍，分析安全管理与信息技术结合的升级方向，持续推进工程安全管理的全周期数字化、多技术集成和现场深度联动，能够有效提升土建工程安全管控的精细化与规范化水平。

关键词：土木工程；安全管理；现代信息技术；数字化管控；技术融合

引言：土木工程建设流程复杂、作业环节繁多，高空施工、深基坑作业、大型设备运行等场景潜藏大量安全风险，对现场管控质量有着极高要求。传统安全管理依赖人工巡查与线下记录，管控效率有限，难以适配动态变化的施工现场。现代信息技术具备自动采集、实时传输、智能分析与长效存储的独特优势，能够弥补传统管理模式的诸多短板。推动安全管理工作与信息技术深度结合，革新传统管控流程，搭建数字化安全管理体系，是土建行业提升现场安全管控质量的重要发展方向。

1 土木工程安全管理与信息技术基础特性

1.1 土木工程安全管理工作内容与运行特征

土木工程施工场景覆盖高空作业、深基坑施工、临时结构搭设等多类高危施工环节，安全管理贯穿工程建设全施工周期。工作内容包含现场作业人员行为管控、施工设备运行状态管控、施工场地环境状态把控以及各类施工危险源的日常管控。施工场景具备动态变化属性，工序交替频繁，作业人员流动性较强。施工设备种类繁多，设备运行状态会随施工进度产生持续变动^[1]。现场危险源分布范围广，隐蔽性较强，各类不安全因素会随施工工况持续更新。安全管理工作需要保持常态化开展，依靠持续性的现场管控手段，维持施工现场稳定的作业状态。

1.2 传统安全管理模式的固有运作特点

传统土木工程安全管理以人工巡查、现场记录、线下台账登记为主要实施方式。管控工作依靠管理人员作业经验开展，现场问题排查、隐患识别、作业规范纠偏均依托人力完成。信息记录以纸质登记、人工归档为

主，信息储存形式单一。现场问题发现与处置存在时间差，问题处置流程依靠线下逐层传递。管理工作开展多依托固定流程，管控标准趋于固化。现场安全数据依靠人工统计整理，信息更新速度偏慢，数据内容容易出现疏漏，难以适配施工现场动态变化的管控需求。

1.3 现代信息技术的技术体系与应用特征

适配工程领域的现代信息技术涵盖数据采集、信息传输、智能处理、数字化存储等多个技术板块。各类传感采集技术可实现现场各类施工数据的自动获取，摆脱人工采集的局限。网络传输技术可完成现场数据的实时传递，打通空间层面的信息传输壁垒。数据处理技术能够对海量施工信息进行分类梳理、整合处理。数字化存储技术改变传统纸质存档模式，实现施工数据长期留存与随时调取。整体技术体系自动化程度高，数据处理效率优异，能够适配工程现场高频次、多维度的信息管控需求。

1.4 技术融合的基础适配条件

土木工程安全管理具备大量可数字化的工作环节，为信息技术落地应用提供实施空间。现场安全管控产生的人员、设备、环境、隐患等各类信息，均可通过技术手段完成采集与转化。现代信息技术可弥补人工管控模式的短板，提升现场信息采集的完整度与精准度。工程施工现场智能化设备布设条件逐步完善，硬件设施可为技术融合提供基础支撑。行业数字化发展趋势持续推进，传统安全管理模式的升级需求，进一步推动信息技术与现场安全管控工作的深度结合。

2 土木工程安全管理与信息技术融合应用体系

2.1 施工人员安全管控的信息技术融合形式

施工现场人员构成较为复杂,人员流动频繁,作业行为存在较强随机性,传统人工巡查模式很难实现全域化、全过程管控。现代信息技术能够搭建智能化人员管控框架,借助各类智能感知设备捕捉现场人员实时作业动态。智能终端可以统计人员进场时长、作业区域分布以及高危工序参与情况,对现场人员活动轨迹形成完整记录。高空、临边、基坑等危险区域可依托技术手段划定作业权限,约束人员违规闯入、违规操作等行为^[2]。各类信息化载体可以储存岗前教育、安全交底等基础资料,动态把控现场人员资质状态与作业合规情况,细化人员安全管理细节,优化现场人员管控质量。

2.2 施工现场环境安全的技术适配应用

土木施工现场工况复杂,场地扬尘、空气温湿度、场地积水、基坑周边沉降等环境指标,都会对现场施工安全产生直接影响。信息技术可以搭建自动化环境监测体系,通过布设多类型传感设备持续采集现场环境数据。设备能够实时捕捉各类环境参数的波动变化,自动完成数据存储与传输工作。环境指标出现异常时,智能系统可以主动发出预警提示,帮助管理人员及时掌握现场风险动向。数字化监测模式打破人工定时巡检的局限,实现场地环境全天候不间断监测,精准识别人工排查难以发现的细微隐患,提升施工现场环境安全管控的细致程度。

2.3 工程结构安全监测的信息化融合方式

建筑主体结构、基坑支护体系以及临时支撑构架,是保障施工现场稳定的重要载体,结构安全状态直接影响整体施工秩序。传统监测方式多依靠人工定点测量,数据采集间隔较长,监测覆盖面存在局限,很难及时捕捉结构细微变化。信息技术可以对重点工程结构开展全天候、全覆盖动态监测,在结构关键点位布设传感装置,持续收集形变、位移、应力等核心数据。监测信息自动汇总至数字化管理平台,完成分类梳理与动态更新。管理人员依托数据变化规律判断结构运行状态,提前察觉异常变动趋势,规避结构失稳带来的安全隐患,让结构安全管理更加精细规范。

2.4 施工设备安全管控的信息化应用路径

塔吊、施工电梯、桩机等大型机械设备,是施工现场风险等级较高的危险源,运行状态好坏直接左右现场安全局势。信息技术能够革新传统设备管理模式,在机械设备加装智能采集模块,持续捕捉设备运行时长、承载负荷、操作参数等关键信息。管理系统整合设备日常运行数据,完整留存设备作业全过程记录,实现设备

状态可查询、可追溯。设备出现违规操作、超负荷运转等异常工况时,系统可启动预警机制,规范现场设备操作行为。数字化平台统一整合设备使用、检修与维保信息,理顺设备全周期管理流程,减少设备故障诱发的各类安全隐患。

3 土木工程项目安全管理技术融合发展瓶颈

3.1 行业传统管理模式的固化局限

土木工程安全管理行业长期沿用线下管控的管理思维,多数施工场地仍依赖人工经验完成安全管控工作。现场安全排查、隐患记录、问题整改等常规工作,依旧采用老旧流程推进。管理思维偏向保守,对数字化、智能化技术的接纳程度偏低。很多施工团队习惯于固有管控方式,不愿主动转变管理思路。传统管理流程根深蒂固,老旧作业模式难以快速替换。数字化技术的融入需要调整原有岗位分工与作业流程,管理层面的抵触心态会拖延技术升级进度,阻碍新型安全管理模式的普及推进^[3]。

3.2 信息技术现场落地的适配短板

多数现代信息技术依托标准化室内场景研发,针对工程野外复杂施工场景的适配性存在不足。土木施工现场环境杂乱,扬尘、震动、温差、潮湿等复杂工况,容易干扰智能设备与传感装置的运行状态。施工场地动态变化快,临时结构拆装、工序交替、场地改造等作业,会影响监测设备布设与数据采集精度。部分智能设备安装流程繁琐,适配固定施工场景,难以跟随施工现场灵活调整。软硬件设备适配性不足,让很多信息化技术仅能实现基础功能,无法充分发挥智能化管控的实际价值。

3.3 复合型技术管理人才储备短板

技术融合落地需要从业人员兼具土木工程施工知识与数字化技术应用能力。现阶段行业内部人员结构呈现明显分化,传统安全管理人员熟悉现场施工流程,对各类智能设备、数字化平台的操作逻辑了解偏少。信息技术从业者精通技术开发与设备运维,缺少施工现场安全管控的实操经验,对工程施工风险要点掌握不足。行业专项人才培养体系不完善,高校与企业的针对性培养力度不足。一线施工现场复合型人才数量稀缺,无法满足大范围技术融合升级的用工需求。

3.4 技术融合体系的标准化建设不足

土木工程安全与信息技术融合领域尚未形成统一、完备的实施体系。不同设备厂家、技术平台的研发标准存在差异,数据格式、采集口径、传输方式互不统一。

各类信息化系统独立运行,数据资源无法实现互通流转,形成单独的信息孤岛。现场技术应用方式依靠项目自主选择,没有统一的实施规范作为参考依据。技术应用流程、设备布设标准、数据管理规则较为零散,行业整体规范化程度偏低。松散的建设状态,制约技术融合模式的规模化推广与常态化应用。

4 土木工程安全管理与信息技术融合发展趋向

4.1 安全管理全流程信息化覆盖趋向

土木工程安全管理信息化应用,持续摆脱单点碎片化的落地形式,逐步贯穿工程建设全部施工阶段。传统信息化应用大多聚焦施工中期的隐患排查与数据登记,对前期筹备、后期资料归档的介入程度不足。数字化升级进程中,信息技术逐步覆盖施工全周期各个环节。施工筹备阶段,数字化系统可完成场地风险摸排、施工方案核验、作业人员资质录入等基础工作。施工推进阶段,各类智能传感设备持续采集现场安全数据,完成隐患识别、状态记录、问题上报等管控工作^[4]。施工收尾阶段,数字化平台整合施工全过程安全数据,完成施工资料留存与管理信息归档。全周期信息覆盖模式打通不同施工阶段的管理断点,构建完整的安全管控闭环,改善局部信息化、人工补位的管理现状。

4.2 多维度信息技术集成融合趋向

单一信息技术覆盖的管控维度较为单一,仅能处理施工现场局部安全问题,无法适配复杂多变的工程施工场景。各类独立工程信息技术逐步走向整合联动,搭建多维度立体化的技术应用架构。数据采集、网络传输、智能分析、数字化存储等技术打破独立运行状态,形成相互支撑、协同运作的组合体系。现场感知设备采集人员作业、设备运行、场地环境、工程结构的基础数据,网络载体完成各类信息的快速传输交互,智能分析模块对海量施工数据开展分类梳理与深度解析,数字化平台统一收纳整合各类施工信息。多技术集成模式拓宽安全管控范围,丰富现场风险识别维度,弥补单一技术应用的短板,适配各类复杂施工场景的管控需求。

4.3 安全管理智能化、数字化升级趋向

传统人工经验式安全管理,存在管控精度不足、响应速度迟缓的问题,智能化与数字化改造成为行业升级核心方向。现代安全管理持续降低人工主观判断的参与比例,依托真实施工数据与智能技术落实标准化管控。施工现场各类安全信息完成数字化转换,将模糊的施工

状态转化为可查询、可分析、可溯源的量化数据。智能算法与数据模型深度融入安全管控流程,依托积累的施工数据研判风险变化规律,落实前置化风险防控手段。粗放的人工巡查模式逐步迭代为精细化智能管控,减少人工疏漏引发的安全隐患。数字化存档、智能预警、自动排查等新型管控方式持续落地,推动工程安全管理逐步完成经验模式向数据模式的转型。

4.4 现场管理与信息技术深度联动趋向

早期工程信息技术多应用于表层数据记录与信息展示,和现场实操管理关联度较低。行业持续升级过程中,各类信息技术深度嵌入施工实操环节,搭建技术与现场管理深度绑定的运行模式。智能设备采集的现场数据跳出单纯资料留存的单一用途,直接服务于隐患整改、施工调整、岗位管控等现场工作。管理人员依托数字化平台获取实时施工动态,根据数据反馈调整管控重点与现场作业标准。施工问题的处置进度、整改状态、管控情况,同步录入信息化系统,持续扩充平台数据库。信息技术依据现场施工需求迭代优化,现场管控依托数字化手段完善管控流程,双向联动的运行模式稳步提升工程安全管理的专业度与落地性。

结束语

土木工程安全管理的数字化转型,是行业升级发展的必然趋势。传统管理模式的固化思维、设备适配缺陷、复合型人才缺失与标准体系不完善,都会制约信息技术的落地应用。通过推进全流程信息化覆盖、多维度技术集成、智能数字化升级以及现场技术深度联动,可逐步优化施工现场安全管控模式。完善技术融合应用体系,补齐行业管控短板,能够持续强化土木工程安全管理的精细化程度,保障土建施工全过程的作业稳定性与规范性。

参考文献

- [1] 何云涛. 探讨信息技术在土木工程项目管理中的应用与影响 [J]. 奥秘, 2025(4): 54-56.
- [2] 王晴晴. 信息技术在土木工程建设中的应用探讨 [J]. 现代装饰, 2022, 500(3): 175-177.
- [3] 陕婷婷, 姚健. 信息技术模型在土木工程混凝土加固施工中的应用 [J]. 江西建材, 2022(8): 73-75.
- [4] 王兰兰, 刘晓炜. 信息技术与土木工程专业综合实践教学的融合应用 [J]. 建筑·建材·装饰, 2025(7): 193-195.