

基于智慧工地平台提升建筑施工企业安全管理研究

程 飞

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 三门峡 472000

【摘要】：建筑施工行业安全风险高、管理难度大，传统安全管理模式显然很难适应复杂施工环境的需求。智慧工地平台通过运用大数据、物联网以及人工智能等技术，为施工安全管理提供了智能化解决方案。文章从智慧工地平台的技术架构出发，分析其在安全管理中的核心功能模块，结合实践成效与现存问题，提出针对性优化策略，旨在为建筑施工企业借助智慧工地平台提升安全管理水平提供理论与实践参考。

【关键词】：智慧工地平台；建筑施工；安全管理；物联网；人工智能

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.035

引言

建筑施工行业因交叉作业频繁、高空作业多等特点，安全管理难度极大，传统模式依赖人工巡检与纸质记录，存在数据低效、隐患发现滞后、应急缓慢等问题。智慧工地平台整合了物联网、大数据等技术，通过实时采集人员、设备、环境数据，实现安全管理数字化与智能化，推动其从“被动应对”转向“主动预防”。本文围绕该平台的技术架构、功能模块、实践问题及优化策略展开研究，为建筑施工企业提升安全管理水平提供参考。

1 智慧工地平台的核心技术架构

智慧工地平台的技术底座由多维度技术支撑构成。物联网（IoT）技术通过振动传感器、部署定位芯片、气体检测仪等各类传感器，实现对人员位置、环境参数、设备状态的实时感知与数据采集，这些传感器如同“神经末梢”，将施工现场的各类信息实时传输至平台中枢。大数据技术负责对海量数据进行清洗、存储与分析，通过建立数据模型挖掘数据间的关联关系，例如，分析设备运行参数与故障发生的关联性，为安全决策提供依据。人工智能（AI）技术通过机器视觉、深度学习算法，对施工现场的视频数据、图像进行智能分析，实现对设备故障、违规行为的智能识别与预警，如识别未佩戴安全防护用品的人员、判断起重机械的异常运行状态^[1]。5G/边缘计算技术保障数据传输的低延迟与高可靠性，确保关键信息实时交互，满足了施工现场对数据实时性的高要求，尤其是在应急响应等关键时刻，能够实现数据的快速传递与处理。BIM（建筑信息模型）技术则为施工场景提供三维可视化载体，将二维的施工图纸转化为三维立体模型，实现安全隐患的空间定位与模拟推演，使管理人员能够更直观地了解施工现场的安全状况，提高隐患处置的效率。这些技术的协同应用，构成了智慧工地平台的技术核心，为安全管理的智能化提供了基础支撑。

2 智慧工地平台在施工安全管理中的核心功能模块

2.1 人员安全管理模块

通过北斗定位技术与智能安全帽的集成，实现对施工人员位置信息的实时定位跟踪，定位精度可达米级，能够精准掌握每个人员在施工现场的动态。同时，根据施工区域的危险等级划定危险区域电子围栏，当人员进入禁区时，平台自动发出声光报警并推送至管理人员终端，管理人员可及时进行干预，防止意外发生。结合人脸识别技术，在施工现场入口处设置识别设备，实现人员考勤的自动化，同时与特种作业人员资质数据库相连，对进入现场的人员进行资质核验，确保特种作业人员持证上岗，避免无证操作引发安全事故，从人员准入环节筑牢安全防线^[2]。

2.2 设备安全监控模块

将传感器安装在起重机械、脚手架、施工电梯等关键设备上，实时监测起重量、倾角、振动频率等设备的运行参数，通过无线传输方式将这些参数实时上传至平台。平台通过AI算法对历史数据与实时数据进行分析，构建设备运行状态评估模型，预判设备故障风险，提前发出维护预警，使维修人员能够在设备发生故障前进行针对性维护。同时，平台记录设备操作规程执行情况，通过安装在设备上的摄像头与传感器，对违规操作行为进行抓拍与警示，如起重机械超载操作、施工电梯违规载人等，规范设备操作行为，减少因操作不当导致的安全事故。

2.3 环境与危险源监测模块

利用环境传感器实时采集施工现场的温湿度、扬尘、噪声、有害气体浓度等数据，为确保数据的及时性与准确性，传感器的采集频率可根据实际需求设定。当监测数据超过预设阈值时，平台自动触发预警机制，联动喷淋系统、通风设备等进行调控，如扬尘超标时自动启动喷淋系统降尘，有害气体浓度超标时启动通

风设备降低浓度。通过 AI 视频分析技术，对施工现场的监控视频进行实时处理，识别高处坠落、物体打击、触电等潜在危险源，结合 BIM 模型将隐患位置标注在三维模型上，直观展示隐患所在位置及周边环境，辅助管理人员快速制定处置方案，及时消除安全隐患^[3]。

2.4 智能预警与应急响应模块

为清晰呈现智慧工地平台各安全管理功能模块的关键信息，如表 1 所示对智能预警与应急响应模块进行汇总。

表 1 智慧工地平台安全管理功能模块核心信息表

功能模块	核心技术	主要功能	安全管理价值
人员安全管理	北斗定位、人脸识别	实时定位、电子围栏、资质核验	防止人员误入危险区域，确保合规作业
设备安全监控	传感器、AI 算法	运行参数监测、故障预警、操作记录	减少设备故障引发的事故，延长设备寿命
环境与危险源监测	环境传感器、BIM	环境参数采集、危险源识别与定位	提前干预超标环境，快速消除安全隐患
智能预警与应急响应	大数据分析、GIS	风险分级预警、救援路径规划	缩短应急响应时间，降低事故损失

智能预警与应急响应模块作为智慧工地平台安全管理的重要一环，与人员安全管理、设备安全监控、环境与危险源监测等模块协同作用，共同构建起全方位的安全防护体系，上述表格已对各模块的核心技术、主要功能及安全管理价值进行了明确梳理。平台整合人员、设备、环境数据，构建多维度安全预警模型，该模型综合考虑人员违规行为、设备异常状态、环境超标情况等因素，对风险等级进行自动评估并分级推送（如橙色预警推送至项目负责人，红色预警同步上报企业总部），确保不同等级的风险得到相应层级的关注与处理^[4]。在应急响应环节，平台可自动调取事故现场监控、周边人员分布、应急物资位置等信息，通过 GIS 技术生成救援路径规划，规划路径时综合考虑现场地形、障碍物等因素，确保救援人员能够以最快速度到达事故现场，同时通知周边人员及时疏散，提升应急处置效率。

2.5 安全培训与考核模块

平台内置 VR 安全培训系统，利用虚拟现实技术建立与施工现场高度相似的虚拟环境，模拟高空坠落、触电、坍塌等事故场景，让从业人员在虚拟环境中亲身体会事故发生的过程与后果强化其安全意识与应急

处置能力。培训结束后，通过在线考核系统定期检测培训效果，在此过程中，系统自动阅卷并记录考核成绩，将考核成绩与人员资质挂钩，对于考核不合格的人员，要求其重新参加培训与考核，直至合格后方可上岗，形成“培训-考核-上岗”的闭环管理，确保从业人员具备必要的安全素养。

3 智慧工地平台提升施工安全管理的实践成效与现存问题

3.1 实践成效

在人员管理方面，平台通过实时定位与电子围栏功能，大大降低了违规进入危险区域的事件发生率，特种作业人员持证上岗率显著提升，有效遏制了人员违规操作行为。设备管理工作的开展，由于实现了设备运行参数的实时监测与故障预警，故障预警准确率提高，设备能够得到及时维护，停机维修时间缩短，设备的完好率与利用率均有所提升。环境监测方面，平台对扬尘、噪声等环境参数的实时监控与自动调控，实现了超标事件的快速处置，周边居民投诉量减少，改善了施工环境与周边关系^[5]。应急响应环节，借助平台的智能预警与资源调度功能，应急响应时间平均缩短，事故发生后的救援效率提高，事故损失显著降低，整体提升了建筑施工企业的安全管理水平。

3.2 现存问题

从技术标准层面而言，不同厂商的智慧工地平台在数据格式、设备接口等方面的标准不统一，致使不同平台间的数据难以互通，形成“信息孤岛”，影响了数据的综合利用与管理效率。数据安全方面，施工方案、人员信息等施工数据存在安全隐患，再加上当前部分平台的安全防护措施不足，易遭受网络攻击，存在数据泄露的风险。部分企业对智慧工地平台的投入成本较高，包括硬件采购、系统开发、维护等费用，对于资金实力较弱的中小型企业而言，难以承担这一成本，限制了平台的普及应用。操作人员技术水平不足，部分管理人员与一线作业人员对平台的功能与操作不熟悉，无法充分发挥平台的各项功能，导致平台功能利用率低，未能充分发挥其效能。

4 基于智慧工地平台的建筑施工安全管理优化策略

4.1 完善技术标准与数据互通机制

在行业协会和政府部门的相互协作下，制定统一的智慧工地平台技术标准，确保设备接口、数据格式与传输协议规范化，明确数据采集、存储、共享的要求，为不同平台之间的数据互通提供技术保障。建立数据中台，整合分散在各个子系统安全数据，对

数据进行标准化处理与统一管理,形成全局化的安全管理视图,使管理人员能够全面掌握施工现场的安全状况,提高决策的科学性与及时性。同时,鼓励企业开放数据接口,促进产业链上下游的数据共享与协同,提升整个行业的安全管理效率^[6]。

4.2 强化数据安全与隐私保护

对敏感数据用区块链技术进行加密存储,借助区块链的不可篡改特性,确保数据安全完整,避免数据泄露或者存在被恶意篡改的现象。建立数据访问权限分级制度,根据人员职责与工作需要,赋予不同的 data 访问权限,严格控制敏感数据的访问范围,如普通员工仅能查看与自身工作相关的非敏感数据,管理人员可查看相应权限范围内的综合数据。定期开展网络安全巡检,对平台系统进行漏洞扫描与风险评估,及时修补安全漏洞,防范黑客攻击与数据泄露,确保平台运行安全,保护企业与人员的合法权益。

4.3 推动技术创新与成本优化

鼓励企业与科研机构建立深度合作机制,联合加大对智慧工地平台核心技术的研发投入,重点攻关高适配性、低成本传感器及终端设备的研发课题。通过材料革新、工艺优化和批量生产等方式,从源头降低设备的采购成本,同时简化维护流程、延长设备使用寿命,进一步减少后期维护支出,提升设备在不同项目中的复用率,实现资源的循环高效利用。同时,还可以借助云服务模式大力推广智慧工地平台,企业无需自行采购大量硬件设备,而是通过租赁云服务的方式使用平台功能,实现按需付费,大幅降低企业的前

期投入成本,使中小型企业也能够负担得起平台的应用费用,扩大平台的应用范围。

4.4 加强人员培训与激励机制

对各类人员开展分层分类的技术培训,针对管理人员,重点培训平台的数据分析、风险评估等高级功能的应用,提高其利用平台进行决策的能力;对于一线人员,侧重培训终端设备的操作方法与平台预警信息的识别与应对,提升其操作熟练度。建立与平台应用效果挂钩的奖惩制度,对在平台应用中表现优秀的团队与个人给予表彰与奖励,如减少安全事故的班组可获得奖金;对不按要求使用平台、导致安全隐患未及时处置的,进行批评教育与处罚,激励员工主动使用平台参与安全管理,提高平台的应用效果。

5 结语

总之,智慧工地平台为建筑施工安全管理带来了革命性的变革,通过整合先进技术与创新管理模式,有效提升了安全管理的精准性与效率,在降低事故发生率、保障施工安全方面发挥了重要作用。尽管目前在技术标准、数据安全、成本等方面存在一些问题,但随着技术的不断进步与行业的共同努力,这些问题将逐步得到解决。未来,随着 5G、数字孪生等技术与智慧工地平台的深度融合,平台将实现施工场景的全要素、全流程数字化模拟,进一步提升安全管理的预见性与主动性。建筑施工企业应积极拥抱这一技术变革,结合自身实际情况优化平台应用,不断提升安全管理水平,推动建筑施工行业向更安全、更高效的方向发展。

参考文献:

- [1] 刘晓军.建筑工程现场施工的安全与施工技术要点探究[J].四川建材,2024,50(02):230-231+237.
- [2] 姜战勇.基于智慧工地平台提升建筑施工企业安全管理研究[J].工程与建设,2023,37(06):1876-1878.
- [3] 张涛.大型建筑施工企业智慧工地建设与探索[J].智能建筑,2022,(09):68-72.
- [4] 宋世锐,唐波,刘洋.基于"智慧工地"平台提升建筑施工企业安全管理的研究[J].智能建筑与智慧城市,2021,(11):44-46.
- [5] 徐明坤.建筑施工企业在大数据与人工智能时代中的转型[J].四川建筑,2021,41(S1):14-15+18.
- [6] 胡平.工业互联网在建筑施工企业安全生产中的应用[J].建筑安全,2021,36(05):56-58.