 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i8.11442

Exploring Intelligent Construction Safety Management Technology on University Campus Infrastructure Sites

Haibo Lu

Tianjin University of Technology, Tianjin, 300387, China

Abstract

University infrastructure projects cover a wide range of works, including new teaching buildings, dormitories, laboratories, and campus renovation and maintenance. The construction sites are characterized by openness, fragmentation, and mixed personnel. Traditional manual safety management has significant problems, such as many monitoring blind spots, delayed responses, and incomplete hazard inspections, making it hard to meet the safety requirements of modern campus infrastructure construction. Based on the actual construction situations on university sites, this paper summarizes the application overview of intelligent construction safety management technology, deeply analyzes key issues in its practical implementation—such as insufficient technical adaptation, low system integration, weak operation and maintenance management, and lack of personnel capability—and proposes targeted optimization strategies according to the characteristics of campus construction scenarios. The aim is to improve the precision, intelligence, and regularity of safety management on university construction sites, effectively avoid construction safety risks, and ensure the smooth progress of campus infrastructure projects and the safety of faculty and students.

Keywords

university infrastructure; construction site; intelligent management; safety technology; construction management

高校基建现场智能化施工安全管控技术探析

鲁海波

天津工业大学，中国·天津 300387

摘　要

高校基建工程涵盖新建教学楼、宿舍楼、实验室及校园改造修缮等多元项目，施工场景兼具开放性、碎片化、人员混杂性等特点，传统人工安全管控模式存在监管盲区多、响应滞后、隐患排查不彻底等突出问题，难以适配现代化校园基建施工的安全需求。本文立足高校基建现场施工实际，梳理智能化施工安全管控技术的应用概述，深入剖析当前智能化管控落地应用中存在的技术适配不足、体系融合度低、运维管理薄弱、人员能力欠缺等核心问题，结合校园施工场景特性，提出针对性的优化对策，旨在提升高校基建施工现场安全管控的精细化、智能化、常态化水平，有效规避施工安全风险，保障校园基建工程平稳推进与校园师生安全。

关键词

高校基建；施工现场；智能化管控；安全技术；施工管理

1 引言

伴随着高等教育事业的迅猛发展，各个高校在不断地进行学校基础建设的提升工作，使得基建工程项目繁多，工程分散、工程复杂的现象日益严重。与城市市政建筑施工和商业楼宇建筑施工作业不同的是，校园基础设施建设的施工作业是在一个正常运行的教学环境中进行，施工场地和教学区域重叠交错现象较多，人流量较大，机动车辆较多等。运用物联网技术、人工智能技术、BIM 技术和大数据技术等新兴技术构建智能安全控制的管理模式，对实现施工过程的安全性做到事前预防、事中控制、事后可追溯，满足高校校园基础建设项目精细化安全监管的要求。针对当前高校基建现场工程施工作业特点，对智能施工安全管控的技术现状和存在问题及对策展开详细分析和论述，为提高高校基建施工现场安全管理的质量提供了帮助。

2 高校基建现场智能化施工安全管控技术应用概况

2.1 主要智能化管控技术及其应用

现阶段适应高校校园基础设施建设的智能安全技术能够满足校园碎片化、小区域施工和高标准的安全需求，应用性较强。一是物联网感知技术。运用物联网在基坑、脚手架、塔吊、临边防护等关键部位设置传感装置，对沉降度、位移

【作者简介】鲁海波（1978–），男，中国山东青岛人，硕士，工程师，从事建筑技术科学研究。

量、倾角、振动等进行实时监测，同时检测施工现场温湿度、扬尘及噪声等环境数据，实时感知物的不安全状态。二是人工智能视觉识别技术。基于高清监控摄像头，加载深度学习算法来自动识别人未戴安全帽、高空坠物、违规攀爬、危险区闯入、动火作业违章等现象，替代人眼实时巡查校园零散的施工区域消除监控死角。三是 BIM 可视化管控技术。结合校园整体规划三维建模模拟高校基建的整个过程，前期排查施工同校园现有建筑、管线及道路之间的冲突风险，进一步优化施工方案避免改造施工中可能出现的隐蔽工程安全问题。四是智能定位与穿戴设备技术。采用智能安全帽以及 UWB 高精度定位系统实时追踪施工人员位置以及运动轨迹，在校园密闭空间及受限场所（图书馆、教学楼）等及时预警滞留和越界作业行为。五是无人机巡检技术。适用于校园高空屋面维修、外墙维修、大范围园区改扩建等领域，可快速排查人工无法涉足区域的安全隐患，全面巡检不留死角。

2.2 智能化管理的现实意义

智能化管控与传统管控相比，完美符合高校基建管理的特殊需求，一方面能够将施工风险隔绝在校园之外，采用智能监测实时化、预警秒级化等手段避免因违规作业产生施工事故对校园内的正常教学生活秩序造成干扰，并且为保障师生的人身安全筑起了一道防护墙。另一方面极大地简化了校园内部烦琐的基建流程，把原来繁重的人工巡检工作、书面形式的登记工作、事后整改工作变成数据化、智能化的常态化管控工作减少了管理人员的重复性劳动，提高了安全管理效率。而且通过智能化平台可以对整个施工期间的安全进行全过程留存，实现隐患排查—整改—复查—追责闭环式管理，为高校在进行基建工程验收时以及相关安全隐患的追责和以后的运维提供了完整的数据支撑。

3 高校基建智能化施工安全管理在现场施工的现存问题

3.1 场景适应性差，浅应用现象严重

目前高校基建项目的智能管理还存在着非常严重的“重装备、轻适配”现象。多数的高校在进行智能化的管理和施工的过程中基本上是采取通用建筑工程领域的设备系统，而对于学校的实际情况并未进行相应调整与优化。由于当前高校内的基础设施建设往往多以零星修缮为主、局部改造居多，并且还有部分小型新建项目，因此其分布较为分散、工期短且具有较多临时性的工地。在这种背景下就要求高校的基建工程智能化管理和建设中需要使用适合高校特点的智能化管理方案和设施，但是从目前来看通用化的设备和系统的适用度不高。如：针对大型集中化建设工程所设置的塔吊等大型机械监测系统以及全景视频监控系统，对于校园里分散的小型墙皮修补、管线改造、路面修补工程来说不仅操作难度大，而且还会增加经济投入成本，并造成大量的资源闲置。另外，在智能化识别方面的算法主要是在训练标准化的大工地现场的基础上得到的，在对狭窄的校园施工场合、施工现场暂时动火等特殊的情况之下存在识别精度不足、误报率高等现象，致使相关的智能化装置只停留在了表面，未能真正地实施管控。

3.2 技术碎片化，协同性弱

智能化系统缺乏集约化体系集成管理，各类技术、设备和数据之间存在壁垒。目前大多数校园基建施工现场视频监控系统、环境监测系统、设备监测系统以及人员定位系统各自为营、彼此分离、互不相通。BIM 模型仅服务于前期的施工方案设计，未能与现场传感设备、预警系统融会贯通，不能完成施工全过程动态模拟与实时纠偏。各子系统的风险预警相互隔离、警情分散记录，无法进行综合风险判断分析。管理人员要分别登录各个平台查看数据信息，烦琐且无法及时了解施工现场安全全貌。此外，高校基建部门、施工单位和监理单位间的数据信息不互联，隐患整改及信息反馈滞后，形成不了多方智能联动管理的局面。

3.3 运维机制不健全，缺乏常态化管理

完善的运维是智能化管控技术长效运营的基础，但大多数院校重建设、轻运维，出现设备损坏、系统搁置现象。一是智能传感器、摄像头、定位器等长期处于校园户外的开放环境之中，受到风雨、灰尘、校园人流影响极易出现设备故障、数据偏移、信号中断等问题，高校并没有建立常态化设备维修、校准、维护制度，导致设备带病运行时间过长，造成智能设备数据失真、预警失败。二是智能平台缺乏常态化数据分析和功能优化，庞大的校园施工安全数据仅仅被存储而未进行分类分析总结其中的风险因素，无法提炼出校园基建工程高频安全隐患、弱势环节，从而反向优化施工管理策略。同时缺乏标准化预警处理制度，智能设备报警后无人跟进处置形成闭环，造成智能预警形同虚设。

3.4 从业人员素质不高，执行能力低下

在高校工程中应用智能化安全管理，对管理人员和施工人员都提出了更高的要求，必须具备一定的智能设备操作、数据研判和系统应用能力才能有效实施，但是目前高校基建的从业人员普遍专业素质偏低。从施工人员的角度分析，施工人员多数为传统的务工群体，文化水平不高，在使用智能设备时配合意识欠缺，不会进行配合智能定位、视频监控以及采集相关数据的工作，并且会存在遮挡摄像头、摘除智能安全帽、无视智能警告等问题，人为地弱化了智能管理的效果。从管理者的角度来看，高校基建管理、监理等相关工作人员对传统模式的工程施工方式较为熟悉，对于 BIM、智能监测平台、大数据等新型技术掌握不熟练，不能准确判断分析预警信息，也不会运用智能数据优化高校的安全管理，而是采用人工经验进行作业，这就导致智能管控技术和手段得不到应有的作用。

4 优化高校基建现场智能施工安全管控对策

4.1 贴近校园场景，增强技术精准应用

抛弃“通用化”“模板化”的应用模式，根据高校基建分散化、小型化、开放化的施工特点，“量体裁衣”，制定轻量化智能化管控解决方案。对校园零星修缮与临时施工项目采取便携式、易安装和重复使用的智能装置设备，替代笨重的固定设施装置（如采用移动高清监控、便携基坑监测传感器、手持安全巡查终端），降低智能设备安装及闲置费用。优化升级 AI 视觉算法，针对校园内高频次隐患场景进行补充数据训练学习（师生擅自进入施工现场、狭小空间违章作业、临时施工围挡破损缺失、小型机具违章使用等），提高特殊应用场景识别精度，减少误报、漏报情况发生。另外针对新建大型校园工程以及零星改造工程项目实施“区别对待”的不同智能管控行动策略，大型工程建立全方位智能管理平台，而小型零散工程则采取轻型化的智能巡查及移动预警方法实施管理，实现精准施策。

4.2 整合技术体系，形成一体化的协同控制平台

破除系统壁垒，构建高校建设综合智慧安全管理平台，实现技术融合、设备融合、数据融合。视频 AI、物联感知、定位系统、环境监测和 BIM 模型等所有智能系统集成至统一智慧安全管控平台上，实时同步、集中展示、统一预警。推动 BIM 技术在施工动态监管上的深度应用，结合三维模型联动现场监测设备数据、隐患数据及作业数据，实时比对施工现场状况与设计要求的差异性，及时发现施工作业安全隐患，实现可视化的全过程监控。连接学校基建管理处室、施工单位及监理单位之间数据接口，形成上报—预警—处置—审核闭环在线流转过程，构建多方协同、实时响应的智能化管控体系，有效提升管理效率。

4.3 完善运维机制，保障管控体系运行长效机制

构建标准化常态化智能化运维机制，防止“重建设、轻运维”。制定智能设施定期检测、校正和更换制度，安排专人对监控设备、传感器、定位装置运行状态开展定期巡检，及时维修或替换故障损坏的监控设施、矫正数据偏移值，保证监测设施设备完好运行、实时准确。完善平台数据管理制度，定期整理现场施工安全数据，分析校园基建施工安全隐患高频词、风险易发区、违规作业类型，形成本单位安全风险研判报告，针对优化施工方案和管控重点。同时，形成标准化预警处理程序，细化预警分级标准、处置责任人、整改时限、复查验收流程，实现智能预警，快速处置，闭环整改、有迹可查，使智能化管控真正落到实处、见到实效。

4.4 强化人员赋能，提升智能化管控执行能力

面向管理和施工人员开展培训，提升能力短板。针对高校基建管理人员、监理人员，组织智能化管控平台应用、BIM 运用、数据分析、风险评估等专项业务培训，提高管理人员基于智能技术进行安全管控的能力，扭转人工管理理念。对于一线施工人员，经常性地对作业人员进行岗前培训与现场交底，说明智能安全帽、监控设备、预警系统应用规范及管控功能，培养员工的智能化管控意识，消除遮挡设备和忽视预警信息现象。将智能管控情况和违反预警整治情况引入作业人员考评体系中，迫使施工人员认真作业，有效促进智能化管控系统的运行。

5 结语

高校基础设施施工建设现场安全管控是确保校园内教职员工与学生的生命、财产安全，维护学校正常的教学、生活秩序以及保证工程的建设质量的一项重要工作。随着目前在建高校工程项目越来越多，传统的基于人为管理的方法越来越难以满足现代安全管理工作的需求。智能化的施工安全控制技术以其精准化地感知，实时性地预警，无死角地覆盖以及闭环控制的特性，已成为提高高校基础设施施工建设安全管理的重要方向。然而当前高等院校基建智能化的安全管理仍然存在着智能场景缺乏针对性，智能体系存在碎片化，智能运维薄弱以及人员能力欠缺的问题，在后续发展中应从校园专属场景出发，采用针对场景的技术方法，并对管控进行融合整合，对智能运维进行完善健全，同时提升相关管理人员的能力素质，在深度上推动智能化应用由简单的设备应用转向真正的深度落地应用，全面提升高等学校基础设施建设施工现场安全保障精细化、智慧化以及常态化的管理水平，为构建平安校园提供强有力的保障。

参考文献

[1] 张鼎, 胡彦龙, 杜昕, 雷语妍. 高校基建项目全过程质量管理的风险识别研究[J]. 中国品牌与防伪, 2026, (6): 221-223.

[2] 张海荣, 梁雪松, 李伶, 侯然, 蔡晓明. 高校基建项目全周期经济性优化路径与风险管控研究[J]. 经济研究导刊, 2026, (4): 81-84.

[3] 谢华强, 唐程璇, 沈域, 吴漪璘. 高校基建工程施工现场安全管理策略研究[J]. 城市建筑, 2026, 23 (4): 201-203+216.

[4] 王京涛. 基于审计视角对高校基建工程管理控制的研究[J]. 价值工程, 2026, 45 (1): 68-71.

[5] 何国静. 高校基建工程全过程成本审计监督探究[J]. 审计与理财, 2025, (8): 25-26.