

# 智慧监控技术在城市更新改造安全管理中的应用

周杨, 刘相龙, 陈卓异, 程亚杰, 孙玉峰  
中建三局第二建设工程有限责任公司, 湖北 武汉 430000  
DOI:10.61369/UAID.2026020038

**摘 要 :** 城市更新改造是支撑城市高质量发展的核心抓手, 当前行业普遍面临作业场景多元、安全风险频发、现场监管落地难度大的行业痛点, 传统碎片化、事后型的监管模式, 已难以适配城市更新项目全周期、全流程的动态安全管控要求。以人工智能、物联网、数字孪生、大数据为核心的智慧监控技术, 可搭建起集全域现场感知、数据智能研判、风险实时预警、问题闭环处置于一体的全过程安全管控新模式。本文结合安全系统工程与智慧治理相关理论, 深入梳理智慧监控技术在城市更新安全管控领域的应用优势与底层运行逻辑, 详细说明该技术在施工现场动态管控、既有设施状态监测、历史风貌建筑保护性管控、突发险情应急处置等场景的落地应用路径。针对当前应用落地中存在的数据壁垒、规范体系不健全等实际问题, 构建技术深度融合、规范统一适配、管理机制创新、数据安全可控的四维落地体系, 为城市更新领域安全管控的数字化、智能化升级提供对应的理论参考与可落地的实践思路。

**关 键 词 :** 智慧监控技术; 城市更新; 城市改造; 安全管理

## Application of Intelligent Monitoring Technology in Safety Management of Urban Renewal and Reconstruction

Zhou Yang, Liu Xianglong, Chen Zhuoyi, Cheng Yajie, Sun Yufeng  
China Construction Third Engineering Bureau Second Construction Engineering Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430000

**Abstract :** Urban renewal and reconstruction serve as the core approach to support high-quality urban development. Currently, the industry faces widespread challenges, including diverse operational scenarios, frequent safety risks, and difficulties in implementing on-site supervision. Traditional fragmented and post-event regulatory models struggle to meet the dynamic safety management requirements throughout the entire lifecycle and process of urban renewal projects. Intelligent monitoring technology, centered around artificial intelligence, the Internet of Things, digital twins, and big data, can establish a new holistic safety management model that integrates comprehensive on-site sensing, intelligent data analysis, real-time risk warning, and closed-loop problem resolution. This paper combines theories related to safety systems engineering and intelligent governance to thoroughly examine the application advantages and underlying operational logic of intelligent monitoring technology in the field of urban renewal safety management. It details the practical implementation paths of this technology in scenarios such as dynamic on-site management, monitoring of existing facilities, protective management of historic buildings, and emergency response to sudden hazards. Addressing practical issues such as data silos and inadequate regulatory frameworks in current applications, the paper proposes a four-dimensional implementation system encompassing deep technological integration, unified regulatory standards, innovative management mechanisms, and controllable data security. This provides theoretical references and actionable practical approaches for the digital and intelligent upgrading of safety management in the field of urban renewal.

**Keywords :** intelligent monitoring technology; urban renewal; urban reconstruction; safety management

### 引言

城市更新改造涉及老旧小区改造、地下管网改造、历史街区活化、市政设施补短板等多个方面, 其特点是涉及范围广、建设环境复杂、参与主体众多、安全风险隐蔽性高。安全管理是城市更新改造中的基础工程, 它不仅关乎着人民群众的生命财产安全, 也关乎城市运行的韧性和项目的推进效率。《中共中央办公厅 国务院办公厅关于持续推进城市更新行动的意见》<sup>[1]</sup>指出“推动数字化、智能化改造, 提升安全管理精准性”, 智慧监控技术已经成为解决我国当前“被动应对、覆盖不全、效率不高”问题的重要支撑。依靠人工巡查和定

点监控的传统监控方式，具有监控盲区多、风险辨识滞后、数据利用率低、跨主体协作困难等问题，已很难满足城市更新改造全生命周期内的安全管理需要。智慧监控技术通过多源感知设备与智能算法的深度融合，实现对安全风险的主动识别、实时预警与精准处置，推动安全管理从“事后补救”向“事前预防”、从“分散监管”向“全域共治”、从“经验判断”向“数据决策”转型<sup>[2]</sup>。因此，系统研究智慧监控技术在城市更新改造安全管理中的应用架构、实施路径与保障机制，对于提升安全管理效能、降低事故发生率、推动城市更新高质量发展具有重要的理论与现实意义。

## 一、智慧监控技术在城市更新改造安全管理中的核心内涵与应用价值

### （一）核心内涵与技术架构

智慧监控技术在城市更新改造安全管理中的应用，是指依托人工智能、物联网、数字孪生、大数据、5G通信等前沿技术，构建“感知层—数据层—模型层—应用层”的全栈式技术架构，实现对城市更新改造全场景、全要素、全周期的安全状态感知、风险智能识别、态势动态研判与应急高效处置<sup>[3]</sup>。其核心内涵体现为“感知立体化、分析智能化、决策科学化、处置闭环化”的有机统一，打破传统监控的时空限制与信息壁垒，形成覆盖“地上—地下、施工—运维、宏观—微观”的全域安全监控网络。

从技术架构来看，感知层整合多光谱卫星、毫米波雷达、高清AI摄像头、地下管网传感器、建筑形变监测仪、环境传感设备等多元终端，实现对人员、设备、环境、结构、设施等核心要素的实时数据采集；数据层作为“数据中枢”，通过时空数据引擎融合GIS地理信息、BIM建筑模型、IoT实时流数据、政务数据等多源异构数据，依托区块链技术保障数据安全与可追溯性，构建城市更新改造安全管理数据底盘；模型层作为“决策大脑”，集成AI风险识别算法、数字孪生仿真引擎、大数据分析模型等，实现对安全风险的智能分类、趋势预判与模拟推演；应用层作为“服务载体”，面向政府监管部门、建设单位、施工单位、监理

单位、社区居民等多元主体，提供风险预警、远程监控、应急调度、数据共享等个性化应用服务，形成全流程闭环管理体系。

### （二）应用价值

智慧监控技术的深度落地，为城市更新改造安全管理工作注入了突破性活力，其核心应用价值主要体现在四个方面。首先，有效提升安全管控的全面性与精准度，借助天地空一体化感知网络及人工智能智能识别技术，可实现对隐蔽性、突发性安全风险的全方位捕捉与精准研判，有效弥补传统监控模式存在的盲区短板，显著降低人工巡查过程中的漏判、误判概率。其次，强化风险处置的时效性与高效性，通过实时数据传输与智能化预警机制，一旦监测到安全隐患，便能快速向相关责任主体推送预警信息，同步触发声光报警、整改工单派发等联动处置措施，构建“风险识别—预警推送—处置反馈—验收销号”的闭环管理体系，大幅提升应急响应效率。再次，显著增强安全管理的协同性与透明度，依托统一的数据共享平台，打破各参建单位之间的信息壁垒，实现监控数据与管理信息的实时互通共享，为多主体协同决策提供统一的数据支撑，进一步提升管理流程的透明度与协同效能<sup>[4]</sup>。最后，有效降低安全管理成本与资源消耗，通过智能化监测与云化部署模式，减少对人工巡查的依赖程度，降低人力、物力资源投入，同时通过精准防控减少安全事件引发的经济损失。

为直观呈现智慧监控技术与传统监控模式在应用效能上的差异，结合城市更新改造实际项目的应用数据，构建如下对比表1：

表1 智慧监控技术与传统监控模式在城市更新改造安全管理中的效能对比

| 对比维度    | 传统监控模式                                | 智慧监控技术模式                                      | 效能提升 / 改善量化指标             |
|---------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------|
| 监控覆盖范围  | 部分区域固定点位覆盖，存在大量盲区，覆盖度约60%             | 天地空一体化全域覆盖，无监控盲区，覆盖度100%                      | 覆盖度提升66.7%，消除全场景监控盲区      |
| 风险识别效率  | 主要依靠人工识别，日均识别风险小于5条，准确率约为65%          | 采用AI智能自动识别，日均识别风险大于50条，准确率大于98%               | 识别效率提升900%，准确率提升50.8%     |
| 风险响应时间  | 人工上报+层级传达，平均响应时间2小时以上                 | 系统自动预警+精准推送，平均在5分钟之内响应                        | 响应时间缩短95.8%               |
| 人工投入成本  | 需要大量巡查和监控人员，人均管控范围≤0.5km <sup>2</sup> | 主要以智能化无人值守，配备少量运维人员，人均管控范围大于10km <sup>2</sup> | 人均管控范围提升1900%，人力成本降低70%以上 |
| 事故发生率   | 平均每年安全事故发生率约3.2%，其中突发事件占比高            | 年均安全事故发生率≤0.3%，提前规避率≥90%                      | 事故发生率下降90.6%              |
| 跨主体协同效率 | 信息人工传递，协同指令传达及时率约60%                  | 数据实时共享，协同指令传达及时率100%                          | 协同效率提升66.7%               |

## 二、智慧监控技术在城市更新改造安全管理中的核心应用场景

依托“全域感知”“智能分析”与“动态管控”的核心优势，智慧监控技术已全面渗透至城市更新改造安全管理的各个环节与

多样场景，构建起涵盖建设全流程、基础设施、历史建筑、应急处置等关键领域的一体化应用体系。

### （一）施工过程安全管控

施工过程安全管控中，智慧监控技术实现了对作业人员行为、施工设备运行及施工流程的全方位监管。基于AI视频识别技

术，可有效辨识“未佩戴安全帽、未穿着反光衣”等违规操作，同时对“人员擅自闯入危险区域、车辆违规停放消防通道、施工区域出现明火烟雾”等危险情形，实时启动预警机制并自动推送整改单据<sup>[6]</sup>；结合人员定位设备与移动巡检系统，可完成施工人员的实时考勤、行动轨迹追踪及安全培训工作，保障作业人员资质达标、操作合规；通过设备运转传感器与智能化监测模型的应用，对塔吊、升降机、挖掘机等施工机械设备的运行状态实施实时监测，提前预判设备故障隐患，从根源上防范因设备失效导致的安全事故；基于BIM与数字孪生技术的融合应用，搭建施工过程可视化模型，实现施工进度与安全措施落实情况的远程实时监管，保障施工全流程符合安全规范要求。

### （二）基础设施安全监测

基础设施安全监测领域，智慧监控技术为城市地下管网、道路桥梁及市政设施等重大工程的安全运行提供了重要保障<sup>[6]</sup>。针对地下管网，利用可燃气体传感器、水压传感器等设备，实时监测甲烷、硫化氢等气体浓度及管道内部压力的动态变化，结合“一池一码”二维码管理模式，实现多部门数据互通与危险等级精准划分；针对道路改建与养护工作，运用车载磁吸式高精度双目摄像头与AI病害识别算法，可自动检测路面坑槽、裂缝、沉陷等各类病害，同步生成数字化养护工单与道路档案，为养护决策提供智能化、精准化依据；针对电梯、燃气热力设施等市政设备，通过运行状态传感器与远程监控系统的协同联动，实时捕捉设备故障并发出预警，确保设施运维工作及时到位，保障其运行安全。

### （三）历史建筑与街区保护

在历史建筑与街区保护中，利用智慧监控技术，不仅可以实现施工保护，也能推进文脉传承。利用AI视频监测和结构变形传感器，实现对古建筑墙体、梁柱、屋顶等关键结构的精确监测，可以对古建筑内部细微变形和损伤精准发现，防止建筑结构在施工中被破坏；借助环境传感设备，实时监测施工区域的噪声、粉尘浓度，确保施工活动符合历史街区的环境保护要求；在此基础上，以数字孪生技术为基础构建历史建筑3D模型，对其施工方案进行动态模拟，预测施工活动对建筑采光、通风等环境的影响，从而为施工方案的优化提供依据，达到历史建筑保护与更新的协调发展。

### （四）应急响应与处置

在突发事件的应急响应与现场处置工作中，智能监控技术的应用显著提升了应急反应的整体效能与专业水平。通过搭建全域实景立体管控体系，可将事故现场以可视化形式清晰呈现，为应急指挥人员提供全方位、沉浸式管控视角，助力其快速掌握现场实时态势；基于这一管控体系，依托数字孪生仿真技术，能够精准模拟突发事件的扩散路径、影响范围及发展趋势，为应急物资的科学调配、人员疏散路线的合理规划提供可靠的数据支撑与决策依据；借助5G通信技术与双向对讲系统，构建高效畅通的应急指挥调度网络，实现现场处置人员与指挥中心的实时信息互通、指令传达，有效提升应急处置工作的协同联动效率；通过应急广播系统与预警信息推送平台，可向事故周边居民快速、精准传递安全警示、防护提示及疏散指令，最大限度降低人员伤亡与财产损失程度。

## 三、智慧监控技术在城市更新改造安全管理中应用的现实困境

智慧监控技术在城市更新改造安全管理中具有广阔的应用前景，但当前其规模化和深度化应用仍面临多重实际问题，限制了其技术效能的充分发挥。

### （一）数据互通与融合存在壁垒

城市更新改造所需的多源数据分散于政府部门、企业和科研院所等多方主体，这就意味着存在数据标准不统一、格式不兼容、缺少常态化数据共享机制等问题。由于各厂商生产的监控设备和系统间的接口并不兼容，且采集的数据和传输协议也存在差异，很难进行高效的集成和协同分析<sup>[7]</sup>；部分敏感数据的共享面临隐私保护与安全管控的双重约束，数据开放程度不足，影响了智慧监控系统的全域感知与智能分析能力。

### （二）标准体系与技术适配性不足

目前，智慧监控技术在城市更新改造领域的应用缺乏统一的技术标准、建设规范与评价体系，导致不同项目的技术选型、设备部署、系统建设存在碎片化问题，难以形成规模化效应与协同联动能力<sup>[8]</sup>。与此同时，老旧住宅区、历史街区和地下管网等区域的改造情景呈现出明显的差异性，其安全风险特性和监控要求也不尽一致，且已有的智慧监控技术大都是通用型的设计，缺少面向特定场景的个性化适配，造成了技术应用与现实需求的严重背离，一些前沿技术也无法充分发挥其作用。

### （三）技术应用成本与人才支撑不足

智慧监控系统的建设与运维需要投入大量资金，包括感知设备部署、数据平台搭建、技术升级迭代等方面的费用，对于部分中小型项目或资金紧张的建设单位而言，较高的投入成本成为技术应用的主要障碍。此外，智慧监控技术的操作与管理需要既具备城市更新专业知识，又掌握人工智能、大数据、数字孪生等技术复合型人才，而当前行业内此类人才供给不足，现有管理人员的技术素养难以满足系统运维与深度应用的需求，导致部分智慧监控系统建成后难以充分发挥作用。

### （四）数据安全与技术风险不容忽视

智慧监控系统涉及大量敏感数据，包括项目规划数据、基础设施数据、人员信息、实时监控影像等，这些数据在采集、传输、存储、共享过程中面临网络攻击、数据泄露、篡改等安全风险。同时，AI算法的局限性可能导致风险识别的误判或漏判，数字孪生模型的精度不足可能影响决策的科学性，技术本身的不稳定性与故障风险也可能导致监控系统失效，引发安全管理漏洞。

## 四、智慧监控技术在城市更新改造安全管理中深度应用的实施路径

针对当前智慧监控技术应用面临的现实困境，需构建“技术融合、标准统一、机制创新、安全防护”四位一体的实施路径，推动技术应用从“碎片化”向“系统化”、从“单一化”向“融合化”、从“形式化”向“实效化”转型。

### （一）技术融合与场景适配

城市更新改造安全管理相关单位需强化多技术协同融合，深化人工智能、物联网、数字孪生、区块链等技术的集成应用，构

建“感知—数据—模型—应用”全链条技术体系，提升系统的智能化水平与协同联动能力。重点推进 BIM 与数字孪生技术的深度融合，实现项目全生命周期的可视化建模与动态管控<sup>[9]</sup>；加强 AI 算法的场景化训练，针对不同城市更新场景的风险特征，优化风险识别模型，提高技术对复杂场景的适配性。推动监控设备的智能化升级与国产化替代，研发适用于狭小空间、地下环境、历史建筑等特殊场景的专用感知设备，提升设备的环境适应性与稳定性。

### （二）标准统一与数据共享

行业主管部门需要加快构建智慧监控技术应用标准体系，由行业主管部门牵头，制定涵盖技术选型、设备接口、数据格式、传输协议、安全规范、评价指标等方面的统一标准，实现不同系统、不同设备、不同主体间的数据互通与协同联动。建立常态化的数据共享机制，搭建城市级城市更新改造安全管理智慧监控平台，整合各参建主体的监控数据与管理信息，明确数据共享的范围、权限与流程，采用区块链隐私计算网关等技术，在保障数据安全与隐私的前提下，实现关键数据的跨部门、跨主体共享。推动数据资源的价值挖掘，利用大数据分析技术挖掘安全风险演变规律，为安全管理决策提供数据支撑，提升管理的精准性与前瞻性。

### （三）机制创新与协同治理

政府监管部门需要建立多元主体协同参与机制，明确政府监管部门、建设单位、施工单位、技术服务商等主体在智慧监控系统建设、运维、应用中的责任与义务，形成“政府引导、企业主导、多方参与、协同共治”的治理格局。创新市场化运维模式，鼓励采用政府购买服务、第三方托管等方式，引入专业技术服务商负责智慧监控系统的建设与运维，降低建设单位的资金压力与技术门槛<sup>[10]</sup>。政府相关部门需要建立技术应用评价与激励机制，将智慧监控技术应用成效纳入项目安全评价体系，对应用成效显著的项目给予政策支持或资金奖励，激发各主体的应用积极性。

### （四）安全防护与风险管控

技术应用与管理主体应构建全流程数据安全防护体系，采用加密传输、访问控制、数据脱敏、安全审计等技术手段，加强对监控数据全生命周期的安全保护，防范数据泄露、篡改与滥用风险。各相关责任主体应建立系统安全应急响应机制，定期开展安全风险评估与漏洞扫描，制定应急预案，提升系统应对网络攻击、设备故障等突发事件的应急处置能力。强化 AI 算法的可靠性验证，通过大量

场景化测试优化算法模型，降低误判、漏判风险，同时建立算法决策的人工复核机制，确保决策的科学性与安全性。

智慧监控技术流程应用体系见图 1。

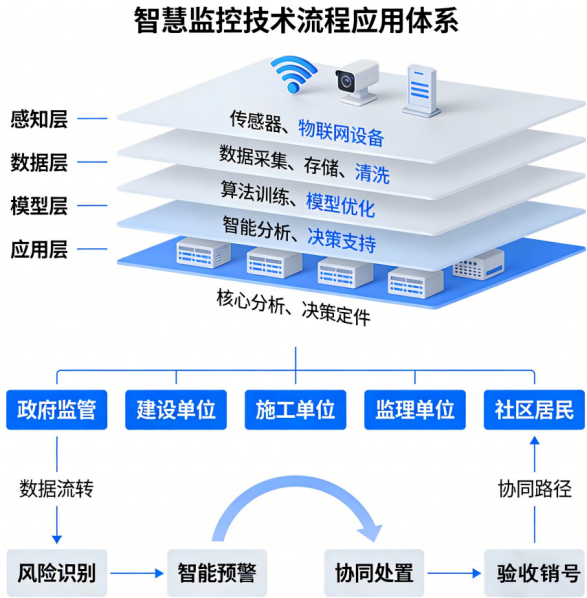


图1 智慧监控技术流程应用体系

## 五、结语

围绕“全域感知、智能研判、实时预警、协同处置”构建的智慧监控技术，创新性重塑了城市更新改造领域的安全管理模式，切实提升了安全管理成效，是助力安全管理实现数字化与智能化转型的关键支撑力量。今后，需持续推进技术创新与实践探索，进一步推动人工智能、数字孪生等前沿技术与智慧监控技术的深度融合应用，健全相关标准体系与跨部门协同机制，提升安全防护能力与风险防控效能，促进智慧监控技术与城市更新改造安全管理的深度衔接，打造“科技赋能、协同共治、安全高效”的新型安全管理体系，为城市更新改造项目安全有序推进筑牢保障，推动城市高质量发展与安全发展实现有机融合。

## 参考文献

- [1] 新华网. 中共中央办公厅 国务院办公厅关于持续推进城市更新行动的意见 [EB/OL]. (2025-5-15)[2026-3-2]. <https://www.news.cn/20250515/da383723ec75425cb16fd-0888fb05f6f/c.html>.
- [2] 胡方春, 樊锦. 基于智慧城市理念的城市更新规划应用 [J]. 城市建设, 2026, (03): 142-144.
- [3] 于成龙. 老旧工业园区智慧升级改造的路径与实践——以智慧文旅园区转型为例 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (20): 205-207.
- [4] 王钦龙, 袁筱森. 基于协同治理的工业园区安全管理体系构建与效能提升研究 [J]. 内江科技, 2026, 47(01): 21-22+95.
- [5] 丁薇. 智能建造技术在施工现场安全管理中的应用探析 [J]. 建筑, 2025, (06): 102-104.
- [6] 魏玖长, 谢雅楠, 孙鹏, 等. 城市基础设施敏捷治理的实践路径研究——基于城市生命线安全工程“合肥模式”的分析 [J]. 公共管理与政策评论, 2025, 14(05): 57-73.
- [7] 刘剑强. 面向城市更新与未来社区运营管理的数字化交付技术研究 [J]. 居业, 2025, (12): 217-219.
- [8] 罗益菊. 城市更新背景下低能耗被动式建筑设计技术分析 [J]. 山西建筑, 2026, 52(04): 24-28.
- [9] 李鹰, 童丹, 鲁溢顺. 数字孪生技术赋能城市数智化转型 [J]. 科技与金融, 2025, (04): 20-29.
- [10] 安中杰. 数智赋能公共文化服务的多维梗阻与优化路径——基于 IAD-TAM 模型的分析 [J]. 甘肃科技纵横, 2025, 54(03): 72-79.