

# BIM技术赋能建筑工程现场安全管理应用探讨

潘 梁<sup>1</sup>, 富春伟<sup>1</sup>, 刘常政<sup>2</sup>

<sup>1</sup>丽水职业技术学院建筑与设计学院, 浙江 丽水

<sup>2</sup>浙江处州建设管理有限公司, 浙江 丽水

收稿日期: 2026年2月9日; 录用日期: 2026年3月2日; 发布日期: 2026年3月11日

## 摘 要

本文旨在探讨BIM技术在建筑工程现场安全管理中的应用。首先, 分析建筑工程现场安全管理面临的数据孤立、动态管控滞后、人员素质不均与应急响应低效等问题与挑战; 其次, 重点阐述了赋能的实现路径, 从信息集成到智能决策的技术原理、构建“感知-分析-管控”一体化智慧安全平台、BIM技术赋能现场安全管理的典型应用场景; 最后总结BIM技术带来安全管理模式向事前预控、数据驱动和智慧协同的根本性变革。

## 关键词

BIM技术, 建筑工程, 施工现场安全, 安全管理

# Discussion on the Application of BIM Technology in Empowering Construction On-Site Safety Management

Liang Pan<sup>1</sup>, Chunwei Fu<sup>1</sup>, Changzheng Liu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>School of Architecture and Design, Lishui Vocational and Technical College, Lishui Zhejiang

<sup>2</sup>Zhejiang Chuzhou Construction Management Co., Ltd., Lishui Zhejiang

Received: February 9, 2026; accepted: March 2, 2026; published: March 11, 2026

## Abstract

The paper aims to explore the application of BIM technology in safety management of construction sites. Firstly, it analyzes the challenges faced by on-site safety management in construction projects, such as data silos, lagging dynamic control, uneven personnel quality, and inefficient emergency response. Secondly, it focuses on the implementation pathways for empowerment, including the

technical principles from information integration to intelligent decision-making, the construction of an integrated “perception - analysis - control” smart safety platform, and typical application scenarios where BIM technology enhances on-site safety management. Finally, it summarizes the fundamental transformation brought about by BIM technology in safety management models, shifting toward pre-control, data-driven approaches, and smart collaboration.

## Keywords

BIM Technology, Construction Engineering, Construction On-Site Safety, Safety Management

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

在建筑工程中，工程现场的安全生产涉及工程人员的生命财产安全，一直是现场管理的重要环节。据统计，2025年上半年，全国建筑业共发生事故906起，导致957人死亡[1]。建筑业安全事故居高不下，既造成巨大的人员伤亡和经济损失，同时也严重制约行业的可持续发展及社会稳定。

建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)技术是一种基于三维数字化的建筑信息集成管理技术，通过构建可视化的参数模型，能够实现全生命周期的建筑信息共享[2]。BIM技术凭借其可视化、协调性、模拟性、优化性和可出图性等核心特性，为突破传统安全管理瓶颈提供了革命性的技术路径。将BIM技术深度应用于施工现场安全管理领域，旨在利用其强大的信息集成、过程模拟与协同管理能力等优势，构建事前预防、事中控制、事后追溯的主动式、智能化安全管理新范式。

## 2. 建筑工程现场安全管理面临的问题与挑战

### 2.1. 数据形式单一与扁平化

对于建筑工程施工安全，各省市陆续出台相关的安全风险管控规范性文件，比如(《浙江省建筑施工安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制实施细则(2022)》[3]、《河北省建筑施工安全风险管控与隐患排查治理指导手册(2024)》[4]、《上海市建筑施工风险管控与隐患排查实施导则(2021)等》[5])。然而，这些规范性文件里的数据都是采用文本数据形式，文本数据存在以下几个问题：1) 依赖人工解读，易产生理解偏差；2) 非结构化特性使信息难以自动执行，效率较低；3) 信息更新滞后，难以及时同步与追溯，影响时效性；4) 缺乏结构化关联，难以实现数据联动与智能分析。这种单一和扁平化的数据形态导致信息维度不足、颗粒度粗糙，难以真实、动态地反映施工现场复杂多变的安全状况。此外这种数据局限性，制约了安全管理从被动响应向主动预测的转型，亟待通过技术与管理变革，构建集成、多维、鲜活的现场安全数据体系。

### 2.2. 现场安全动态管控滞后

建筑工程施工现场安全风险因素众多，而且建筑施工现场是一个动态变化的人为环境，场地内人员、机械、材料的位置和状态，以及脚手架、临边洞口等危险源的分布都在不断变化。目前，施工现场的安全管控主要依赖于现场安全员的定期巡查和经验判断，这种“巡检式”管理模式本质上是一种被动、静态的管理方式，表现为：1) 风险感知靠人眼、人巡，无法实现全天候、全覆盖的自动监测预警依赖于事

后经验总结,而非实时数据驱动的预测;2) 整改指令下达后,执行情况缺乏实时反馈与验证闭环。其主要问题在于管理流程依赖周期性的检查、报告与整改,信息流断裂且响应迟缓,一旦现场出现安全隐患,容易造成控制不及时现象,使得隐患突发之时不能及时合理应对[6]。同时,这种管控的滞后性使得建筑工程施工现场安全管理往往停留在“事后处理”的层面,难以实现“事前预控”和“事中纠偏”的环形安全管控模式。

### 2.3. 人员专业素质参差不齐

建筑业一直是劳动人口主要聚集的产业之一,建筑业人员具有一线作业人员流动性大,年龄、文化水平、专业技能和安全意识差异较大等特点。建筑施工现场的安全管理人员素质往往参差不齐,甚至一些小型建筑项目存在没有配备专职的安全员,导致这些兼职安全员虽然表面上承担着现场安全巡查、隐患排查等任务,但由于缺乏系统的安全管理培训,无法识别和处理一些复杂的安全隐患[7][8]。在对人员安全培训方面,传统的施工现场安全教育和技术交底多采用“开会式”、“说教式”的口头传达或文字讲解,相对形式单一,难以被所有一线人员完全理解,同时人员难以从海量动态信息中精准识别系统性风险,尤其是对于复杂工序和重大危险源,施工现场人员可能因理解不到位或心存侥幸而产生“三违”(违章指挥、违章作业、违反劳动纪律)行为。

### 2.4. 现场应急响应效率低下

现场应急响应是建筑工程施工现场安全管理的最后一道防线,但在传统模式下,这道防线往往极其脆弱,效率低下,成为事故后果扩大的关键短板。尽管事前预防是建筑工程施工现场安全管理的中中之重,但完全杜绝事故的发生仍是巨大挑战,一旦火灾、坍塌、高处坠落等突发事件发生,“黄金救援时间”内的应急响应效率直接决定了事故的最终后果。当前建筑工程施工现场的应急响应体系普遍存在信息碎片化、决策经验化、协同低效化和预案静态化等问题,在面对突发事故时反应迟滞,无法满足现代大型复杂工程对快速、精准、协同救援的迫切需求,指挥人员难以在第一时间精确掌握事发位置、受困人员数量与分布、周边危险源情况以及最近的消防、急救设施和最佳疏散路线,容易错失最佳处置时机。因此,建立快速、精准、协同高效的应急响应体系,是弥补传统安全管理短板的迫切需求。

## 3. BIM 技术赋能建筑工程现场安全管理的实现路径

### 3.1. 从信息集成到智能决策的技术原理

利用“BIM+ 智能决策”,不仅能够实现项目建设各主体、各专业的有效协同,通过及时沟通、信息共享,实现建筑项目的协调有序进行[9],还能构建一个统一的、语义化的数字孪生环境,为安全管理提供“可视化的数据来源”。在建筑工程施工现场安全管理中,各参建主体可基于 BIM+ 智能决策实时获取最新的安全管理信息,如风险源清单、防护设施布置、专项施工方案及安全交底内容等。当设计变更或施工方案调整时,相关安全信息能够同步更新并及时推送至现场管理人员和作业班组,避免因信息滞后导致的安全隐患。同时,为多专业、多工种之间的交叉作业协调提供了直观依据,有助于明确安全责任边界,提升整体安全管理的协同与决策效率。

### 3.2. 构建“感知-分析-管控”一体化智慧安全平台

利用统一的数据接口,实时汇聚人员定位、设备状态、环境监测、视频监控等多源异构数据,并将其精准映射至三维 BIM 模型的相应空间位置。通过构建与进度、资源关联的动态三维信息模型,将安全管理前置并贯穿始终。在施工前,利用 4D 施工模拟技术,能够直观、精确地预演整个建造过程,提前识

别各阶段潜在的空间冲突、工序干扰和危险区域(如高处作业面、吊装路径交叉等),并对安全防护设施(如围栏、通道)的布置进行可视化规划与优化。在施工过程中,利用 BIM 与物联网、移动终端等集成,实现建筑施工过程和 BIM 建筑模型间的比对,实时监测建筑工程中发生的变化,针对变化进行分析与判断,及时找出并处理其中存在的问题[10]。

### 3.3. BIM 技术赋能现场安全管理的典型应用场景

#### 3.3.1. 施工全过程的动态模拟与预控

将 BIM 模型与施工进度计划深度结合,对施工工序、机械路径、人员协作、材料周转进行全过程、可视化的模拟。通过模拟,一方面能够预先发现不同专业间的空间冲突、工序衔接不畅、资源供给脱节等潜在问题,从而优化施工方案与总进度计;另一方面通过模拟不同阶段的施工活动,可预判塔吊交叉作业、临时支撑拆除、大型构件吊装等高风险环节的空间冲突与时间冲突,主动识别潜在安全风险。管理者可在虚拟环境中优化施工方案与安全措施,实现从“被动应对”向“主动预控”的根本性转变。

#### 3.3.2. 精准化安全交底与行为管理

BIM 技术在现场安全管理中的应用,使安全交底与行为管理由经验驱动向数据驱动转变。通过构建与施工进度同步的三维 BIM 模型,可对施工现场的危险源、作业区域、安全防护设施及应急通道进行直观、精准呈现,将传统文字和图纸交底转化为可视化、场景化的安全交底内容。现场作业人员可在三维模型中直观了解自身岗位的作业环境、风险点及标准操作流程,有效减少理解偏差。系统通过电子围栏与规则设定,实时识别人员闯入危险区域、违规作业及防护用品佩戴异常等情况,并及时发出预警和记录。管理人员可借助 BIM 平台实现远程巡查与动态管控,形成“交底-执行-监测-纠偏”的闭环管理机制。

#### 3.3.3. 数字化应急预案与应急资源管理

BIM 技术为应急预案和应急资源管理提供了动态、可视的数字化支撑。通过建立融合建筑、环境、设备及人员信息的三维模型,可将应急预案从文本描述转变为三维可视化模拟演练。系统可针对火灾、坍塌等各类突发场景,动态模拟疏散路径、救援通道及危险区域蔓延态势,辅助精准制定与优化应急预案。结合物联网技术,可实时监测关键应急设备的可用状态(如灭火器压力、消防栓水压),并在事故发生时自动生成最优调度方案与资源调配路径。系统支持基于事故点的智能路径规划,为救援人员提供三维导航,避开危险区域,提升应急响应效率。

#### 3.3.4. 促进可视化培训与标准化作业

BIM 技术以其直观、形象的三维可视化优势,为安全培训与技术交底提供了创新手段。通过在 BIM 模型中模拟真实施工场景,将危险源分布、防护措施设置、规范操作流程等内容以三维动画,使抽象的安全要求变得具体、易懂,强化了建筑工程现场的安全培训与作业指导方式的有效性,促进了安全意识的提升与标准化作业流程的落地。同时可进一步,结合虚拟现实(VR)技术,BIM 模型可构建出高仿真的“虚拟工地”。工人能够身临其境地体验高空坠落、物体打击等安全事故的震撼效果,或模拟进行标准化作业演练,这种沉浸式体验极大增强了培训的冲击力与记忆深度,有效提升了工人的安全风险意识和自我保护能力。

### 3.4. BIM 技术赋能产生的安全管理模式变革

BIM 技术对建筑工程施工现场安全管理模式产生的变革主要有两个方面,一方面是从经验驱动向数据驱动、模型驱动的智能决策转变。告别了过去依赖管理人员主观经验的“拍脑袋”决策,转而依托 BIM

模型作为底层数据引擎。通过集成 IoT 实时数据、施工模拟数据与历史风险库,系统能够实现对现场态势的自动判别与智能预警。管理决策不再滞后于现场变化,而是基于实时数据进行的动态管控,确保了安全措施的科学性、精准性与预见性,驱动管理向数智化迈进;另一方面是从事后追溯、静态检查向实时监测、事前预控转变。摆脱了依赖纸质表单和定期检查的滞后性,通过传感器与模型联动,实现现场环境与人员行为的实时监测。利用施工模拟与碰撞检查,在工程开工前即可识别潜在冲突与危险源,将隐患消灭在数字化仿真阶段。构建起空间、时间、资源三位一体的预控体系,使安全管理具备了数字化预测与闭环处置能力。

## 5. 结论

BIM 技术在建筑工程现场安全管理中的应用,标志着从传统经验驱动向数据驱动、智能化管控的深刻转型。通过利用 BIM 技术突破传统建筑工程施工现场安全管理中数据扁平、响应滞后、培训效果差与应急能力弱等问题与挑战。其核心作用在于实现了安全管理过程的可视化、动态化与精准化:一方面,通过施工全过程的动态模拟与风险预控,实现了安全隐患的事前识别与主动防范;另一方面,借助智能化监控、可视化交底与数字化应急预案,显著提升了现场人员的标准化作业水平与突发事件的快速响应处置能力。未来,随着 BIM 技术与物联网、人工智能等技术的深度融合,建筑工程现场安全管理将向着更加智慧、主动、集成的方向发展,最终构建起覆盖全要素、全过程的数字化安全防护体系,为行业实现本质安全与高质量发展提供坚实的技术支撑。

## 基金项目

浙江省 2024 年度访问工程师校企合作项目“数字技术在建筑工程现场安全管控中的应用研究”(项目编号:FG2024306);浙江省丽水市 2024 年市本级公益性技术应用研究项目“基于数字孪生的工程现场人智协同安全风险管控技术研究”(项目编号:2024GYX25)。

## 参考文献

- [1] 2025 上半年全国安全生产形势:建筑业事故依然高发[EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1850348309243071124&wfr=spider&for=pc>, 2025-07-18.
- [2] 朱仁锡. 基于 BIM 技术的住宅施工现场安全管理[J]. 中华民居, 2025, 18(3): 104-105.
- [3] 浙江省住房和城乡建设厅. 建筑施工安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制实施细则: 浙建(2021)16 号[EB/OL]. [https://jst.zj.gov.cn/art/2022/10/27/art\\_1229159346\\_58930868.html](https://jst.zj.gov.cn/art/2022/10/27/art_1229159346_58930868.html), 2022-10-27.
- [4] 河北省住房和城乡建设厅. 建筑施工安全风险管控与隐患排查治理指导手册: 冀建质安函(2024)3 号[EB/OL]. <https://zfcxjst.hebei.gov.cn/hbjzt/zcwj/tfwj/101701669199233.html>, 2024-01-19.
- [5] 上海市建设安全协会. 上海市建筑施工风险管控与隐患排查实施导则: TB/JSAQ 001—2021 [EB/OL]. <https://www.renrendoc.com/paper/357466699.html>, 2021-12-30.
- [6] 龚柯. 建筑工程施工现场安全管理中存在的问题及处理对策[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(11): 67-69.
- [7] 刘凯. 建筑工程施工现场安全管理研究[J]. 散装水泥, 2025(6): 147-149.
- [8] 黄学宝, 孙平. 建筑工程施工现场安全管理中存在的问题及应对策略探究[J]. 居业, 2025(7): 226-228.
- [9] 雷红伟. BIM 技术在建筑施工现场安全管理中的应用[J]. 工程技术研究, 2021, 6(15): 156-157.
- [10] 李佩琪, 蔡春明, 韦春昌等. 基于 BIM 和物联网技术的建筑项目智慧工地施工安全管理的研究[J]. 项目管理技术, 2022, 20(6): 48-52.