

BIM 技术在建筑施工安全管理中的应用策略

曹元元

天津和平城市发展集团有限公司 天津 300000

摘要：建筑施工现场工况复杂、风险点位多，传统安全管理模式存在排查滞后、协同不畅、管控粗放等问题，难以适配现代化施工管控需求。为提升施工安全管理精细化水平，本文以 BIM 数字化技术为研究载体，梳理 BIM 技术核心特性与施工安全管理基础痛点，分析技术与安全管控的适配机理。从风险识别、量化评估、动态预警、协同平台搭建四个维度，系统研究 BIM 技术在施工安全防控中的具体应用策略，优化多方协同管理流程。研究表明，BIM 技术可有效弥补传统管理短板，实现施工风险全周期动态管控，对降低安全事故概率、提升施工现场数字化管理水平具备实际应用价值。

关键词：BIM 技术；建筑施工；安全管理；应用策略

引言：随着建筑工程规模持续扩大、施工工艺不断升级，高层建筑、复杂基坑、交叉作业场景持续增多，施工现场安全管控压力逐年递增。现阶段多数工程项目仍依赖人工巡查与经验判断开展安全管理，风险识别不全面、隐患处置不及时、参建各方信息脱节等问题普遍存在，导致安全管理效率偏低。数字化转型成为建筑行业安全管控升级的核心方向，BIM 技术凭借可视化、数据集成、动态模拟的技术优势，能够适配施工全流程安全管理工作。基于此，本文结合施工现场实际管控难点，探究 BIM 技术在施工安全管理中的应用路径与优化策略，为工程安全管控提质增效提供参考。

1 BIM 技术核心原理与建筑施工安全管理基础

1.1 BIM 技术内涵与关键特性

BIM 技术即建筑信息模型技术，是以建筑工程项目各项数据信息为基础，搭建三维数字化建筑模型的新型工程技术手段。区别于传统二维图纸的呈现形式，BIM 技术的核心在于数据集成，能够整合建筑施工全周期的尺寸参数、施工工艺、设备信息、进度安排等各类数据，形成完整、联动的建筑信息数据库。该技术具备三维可视化、参数化建模、模拟分析与协同作业等核心特性。参数化建模可根据施工需求调整构件参数，模型随之同步更新，规避传统图纸修改繁琐、易出错的问题。依托信息交互与模拟分析功能，可对施工流程、结构状态、安全工况进行提前推演，打破各施工部门的信息壁垒，让设计、施工、管理各方实现数据共享、协同作业，为建筑施工安全管控提供数字化技术支撑。

1.2 建筑施工安全管理关键要素与挑战

建筑施工安全管理主要围绕施工人员、机械设备、作业环境、管理制度四大核心要素开展管控工作，是保障工程平稳推进的核心环节。施工现场工况复杂，高空作业、机械作业、临时施工场景较多，高空坠落、物体打击、基坑坍塌、机械伤害等是施工现场最常见的安全事故类型，事故诱因多为人员操作不规范、设备检修不到位、现场环境管控疏漏、安全制度落实不完善等。传统施工安全管理模式以人工巡查、事后整改为主，管理模式较为粗放。各环节安全管控相互独立，信息传递不及时，存在明显的碎片化、滞后性问题，难以提前预判潜在安全隐患，无法实现施工全过程的动态安全管控，这也是当前建筑施工安全事故频发、管理效率偏低的主要原因^[1]。

2 BIM 技术赋能建筑施工安全管理的契合性剖析

BIM 技术能够有效适配建筑施工安全管理的运行逻辑与管控模式，可从流程融合与短板弥补两个维度体现二者的契合性。（1）BIM 技术与安全管理流程具备深度融合机理。建筑施工安全管控覆盖项目全生命周期，传统分段式管理模式难以形成完整管控链条。BIM 技术可依托全周期信息承载能力，深度嵌入安全风险识别、风险评估、隐患管控、整改复核的标准化流程，通过模型信息更新与动态模拟，实时更新现场安全状态，持续跟踪隐患整改全过程，构建从事前预判、事中管控到事后复盘的闭环安全管理体系，贴合施工现场常态化、动态化的安全防控核心需求。（2）BIM 技术可精准补足传统安全管理的突出短板。传统施工依托二维图纸开展安全交底与风险排查，图纸信息抽象、空间表现力不足，极易出现空间冲突识别不全、风险点位判断不准等

问题。BIM 三维可视化模型可直观还原施工现场空间结构与作业工况,精准定位高空作业、基坑支护、管线交叉等关键风险区域,依托数据协同共享功能打通参建各方信息壁垒,实现安全信息实时同步、问题快速处置,有效改善传统管理信息滞后、决策被动、协同低效的行业痛点^[2]。

3 BIM 技术在建筑施工安全风险防控环节的应用策略

3.1 BIM 技术在建筑施工安全风险识别中的精准应用

3.1.1 基于 BIM 的施工风险可视化识别体系搭建

依托 BIM 三维建模优势,整合现场全维度信息,可构建全覆盖、可视化的风险识别框架,解决传统人工排查覆盖面不足、空间预判不准的行业短板,实现风险识别从经验判断向数字化精准识别转型。(1)整合施工现场多维信息建立统一 BIM 模型。模型完整纳入建筑主体结构、临时支撑体系、施工机械设备布置、临时道路、临建设施、管线排布等内容,还原场地真实空间关系。项目前期依托模型开展场地布置模拟,提前排查塔吊交叉作业冲突、材料堆放区域挤占消防通道、基坑周边荷载超限等场地类安全隐患。施工阶段依托结构模型,核查模板支撑体系、脚手架搭设空间条件,定位临边洞口、高空作业面等高频危险点位,从源头规避平面图无法识别的空间碰撞与布局缺陷。(2)建立分级风险标注规则。在 BIM 模型内对不同类型隐患设置区分标识,物体打击、高空坠落、基坑坍塌等典型风险区域独立标记,管理人员可直接在三维场景内定位隐患位置。对比二维图纸抽象的线条表达,可视化模型便于技术人员、一线班组直观理解空间风险,减少因空间理解偏差造成的安全疏漏。(3)结合施工进度模拟动态识别阶段性风险。按照施工进度计划划分不同施工工况,模拟主体浇筑、幕墙安装、深基坑开挖等工序,识别工序交叉带来的新增风险,避免静态模式下只能识别固定隐患的短板。

3.1.2 BIM 辅助风险数据整合与智能挖掘

依托 BIM 信息集成特性,可归集施工全周期数据,为风险智能分析提供数据基底,打破传统安全管理数据碎片化、无关联性的局限,实现风险隐患的溯源分析与预判管控。(1)依托 BIM 信息载体归集全过程施工数据。在模型构件中录入工艺参数、设备信息、人员排班、历次隐患整改记录等内容,打破设计、施工、安全管理资料相互独立的现状,形成统一风险数据库。各类安全检查记录直接关联模型对应位置,实现隐患台账与

现场空间一一对应,构建空间、数据、隐患三位一体的信息管理模式。(2)依托归集的数据开展风险关联性分析。整理同类工程项目安全事故资料,结合本项目工况,挖掘风险诱因之间内在联系。例如脚手架变形、堆载超标、降雨渗水多项条件叠加更容易诱发坍塌事故,通过数据分析识别多重风险耦合区域,单独列为重点管控范围。(3)依托数据挖掘结果优化安全检查清单。根据高风险区域分布调整现场巡查路线与检查频次,避免安全管理工作平均分配资源,将管理力量集中于风险密集区域,提升现场隐患排查效率^[3]。

3.2 BIM 技术助力建筑施工安全风险评估与预警实践

3.2.1 BIM 驱动的风险量化评估模型构建

结合工程实际工况,选取适配性评估指标,搭建 BIM 数字化风险量化评估体系,替代传统定性、经验化的评估方式,让风险等级判定更加标准化、科学化,贴合施工现场精细化管控要求。(1)筛选风险评估基础指标。结合工程类型、场地条件、施工工艺,选取基坑变形、脚手架承载力、临边防护完整性、大型机械作业半径、作业人员数量等指标,参考同类工程事故统计数据确定各指标权重,搭建量化评估指标体系,兼顾结构性风险、设备风险、人员作业风险与环境风险。(2)依托 BIM 参数化属性承载评估数据。模型内构件可持续录入实时监测数据、施工工况参数,评估模型直接调取 BIM 数据库内信息,完成指标计算,划分重大风险、较大风险、一般风险、低风险四个等级。模型同步更新风险等级标注,直观展示全项目风险分布格局。(3)依据评估结果确定管控优先级。量化评估完成后,优先安排资源处置重大风险点位,制定专项管控方案。对于较大风险区域,加密日常安全巡检频次,一般风险执行常规检查标准,实现安全资源差异化配置,避免管控工作盲目开展。

3.2.2 BIM 实时预警机制设计与联动响应

通过 BIM 与物联网设备联动,可搭建实时化、智能化的现场安全预警响应体系,构建感知、传输、预警、处置、归档的闭环管控体系,有效压缩隐患处置周期。(1)搭建 BIM 平台与现场监测设备的数据接口。将基坑测斜仪、应力传感器、高清监控、塔吊限位监测装置与 BIM 平台连通,各类监测数据持续同步至三维模型,实现物理施工现场与数字模型状态同步更新,达成数字孪生式动态管控效果。(2)分类设置安全预警阈值。针对结构变形、设备运行、环境条件分别设定预警标准,当监测数值达到预警界限,BIM 模型对应风险区域自动高亮提醒,同步向项目安全管理人员推送信息。

区分预警等级,一般预警采取现场核查方式,紧急预警直接启动初步处置流程。(3)建立预警信息联动处置流程。预警触发后,依托 BIM 模型快速调取点位周边应急通道、救援设备存放位置、作业人员分布信息,辅助管理人员快速制定处置方案。预警处置完成后,整改资料回传至 BIM 模型,记录预警发生、处置、销项全过程,形成完整管理台账,为后续同类工况管控提供参考^[4]。

4 BIM 技术支撑下建筑施工安全管控协同平台搭建

4.1 BIM 协同平台架构与功能模块设计

结合建筑施工多主体、多工序的管控特点,依托 BIM 数字化技术搭建专项安全协同管控平台,可适配施工现场常态化安全管理需求,完善数字化管控载体,解决传统安全管理平台功能单一、与施工工况脱节、数据独立封闭的问题,构建适配建筑工程全周期安全管控的数字化支撑体系。(1)搭建多层级平台整体架构。平台采用云端数据存储、多终端同步接入的整体架构,兼容电脑端、移动端设备登录权限,面向建设单位、施工班组、监理单位、安全管理人员开放分级操作权限,实现全员、全过程线上协同办公,适配施工现场动态管理场景。架构采用分层设计模式,分别设置数据层、模型层、应用层与管理层,保障施工数据存储安全、模型实时更新、功能稳定运行,从架构层面保障平台运行的稳定性与专业性。(2)细化平台核心功能模块。结合施工安全管控实际流程,设置安全方案编审、隐患任务派发、施工进度联动、隐患整改闭环、安全资料归档等核心模块,各模块数据相互联动、实时同步,覆盖安全计划制定、现场管控、问题整改、资料留存全流程,简化传统线下审批、纸质存档的繁琐流程,提升安全管理工作的规范性与高效性。

4.2 基于 BIM 平台的多方协同安全管理流程优化

传统施工安全管理存在各方信息割裂、沟通滞后、责任模糊等问题,依托 BIM 协同平台可重构多方协作流程,破除行业管理痛点,推动安全管理由分散式人工管控转向标准化、数字化协同管控。(1)规范多方协同作业

流程。明确建设、施工、监理各方平台操作职责,监理单位依托平台开展日常安全巡检与问题上报,施工单位在线接收整改任务并实时反馈整改成果,建设单位统筹整体安全管控进度,形成标准化协同作业体系。通过平台固化各参建主体的工作流程与操作标准,规避人为操作的随意性,构建权责清晰、流程规范的多方联动管控模式。(2)实现信息共享与责任精准界定。平台统一归集现场安全数据、模型资料、整改记录,彻底打破各参建方的信息壁垒,杜绝信息传递偏差、遗漏等问题。所有操作流程全程留痕、数据可追溯,能够精准划分各岗位安全责任,有效凝聚多方管控合力,全面提升建筑施工安全管理的精细化与规范化水平,为施工现场安全追责、工程复盘与质量安全创优提供完整的数据支撑^[5]。

结束语: 本文通过分析 BIM 技术与建筑施工安全管理的契合性,梳理了数字化风险识别、量化预警、协同管控的完整应用体系。依托 BIM 技术可有效解决传统施工安全管理碎片化、滞后性的问题,实现风险隐患从被动整改转向主动预判、动态管控。通过搭建 BIM 协同管理平台,可规范各参建主体的工作流程,梳理岗位职责,凝聚多方管控合力。整体来看,BIM 技术能够切实提升施工安全管理的标准化与精细化程度,契合建筑行业数字化发展趋势,未来可结合物联网、大数据技术进一步拓展智能安全管控的应用场景。

参考文献

- [1] 何祖旭.BIM 技术在建筑施工管理中的应用价值[J].全面腐蚀控制,2026,40(1):62-64.
- [2] 张宇航,张晓慧,吴程程,等.BIM+AR 技术在建筑施工管理中的应用[J].安装,2026,(5):64-67.
- [3] 韩波.BIM 技术在建筑施工安全管理中的应用策略分析[J/OL].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022,(3):200-202.
- [4] 肖宗利,唐浩.BIM 技术在建筑施工安全管理中的应用策略[J].住宅与房地产,2025,(20):62-64.
- [5] 司东东,张娜娜.BIM 技术在建筑施工安全管理中的实践路径研究[J].中国建筑金属结构,2026,25(10):187-189.