

BIM技术在房屋建筑工程质量安全管理中的应用

杨盼根

中国水利水电第十工程局有限公司 四川 成都 610200

摘要：房屋建筑工程质量安全管理长期受制于信息割裂与管控滞后等问题，BIM技术凭借三维可视化与数据集成优势，为施工全周期质量安全管控提供了系统化技术路径。本文围绕施工前期预控、施工过程管控、安全管理及数据集成四个维度，梳理了碰撞检测消除设计冲突、材料全过程绑定、隐蔽工程数字化验收、危险源动态辨识、数字孪生事中控制等关键技术应用。多源异构数据经BIM平台统一汇聚与深度分析，可实现质量缺陷闭环处理与安全隐患动态预警，推动工程管控模式由事后纠偏向全过程动态把控转变，为提升房屋建筑工程质量安全管理效能提供了可行方案。

关键词：BIM技术；质量安全管理；施工过程管控；数据集成；数字孪生

引言：房屋建筑工程涉及专业多、工序繁杂，质量安全管控长期面临信息传递失真、隐患发现滞后、多部门协同不畅等现实困境。传统管理模式依赖纸质资料与人工巡查，难以满足精细化管控需求。BIM技术以三维数字模型为载体，将空间信息、时间维度与业务数据深度耦合，打通了设计、施工、运维各阶段的数据壁垒。将BIM技术嵌入质量安全管理全流程，能够实现风险源头预控、施工过程动态监测与数据驱动的持续改进，这一技术融合路径已成为工程管理领域的重要方向。

1 BIM 技术在施工前期质量预控中的应用

1.1 碰撞检测与设计冲突消除

建筑工程施工前期可依托BIM整合多专业设计模型，开展土建与机电专业的交叉排查工作。模型整合操作能够精准筛查建筑结构墙体、梁柱构件与机电安装体系之间的穿插冲突，消除图纸设计阶段遗留的隐蔽性问题。技术运用体系支持全专业管线统筹检测，系统覆盖建筑给排水、暖通通风、电气布设等全部管线系统，依托三维空间数据调整管线走向与安装间距，优化整体管线布设格局。平台可对筛查出的各类碰撞问题划分层级，按照问题影响程度界定不同处置优先级，搭配对应整改处置模式^[1]。项目管理团队结合层级划分结果分配管理职责，明确各岗位对应的问题整改权限与工作内容，保障设计隐患在施工启动前完成清零。相较于传统二维图纸人工审图的粗放模式，该数字化检测方式可大幅降低漏审、误审概率，有效规避施工阶段因设计冲突引发的返工、拆改问题，从源头节约工程建设成本、压缩施工工期，筑牢前期设计质量根基。

1.2 施工方案模拟与优化

BIM可视化建模功能可以转化抽象的施工流程，直观呈现各道施工工序的内在逻辑，合理排布整体施工顺

序，理顺各施工环节的衔接节奏。4D技术将空间模型与施工时间维度相互融合，动态展示工程建设推进流程，根据施工推进节奏调配各类施工资源，动态调整人力投入、物料供给与设备调度节奏，实现施工资源的科学分配。项目筹备阶段可以依托数字化模型搭建多套专项施工方案，对比不同方案的施工流程、施工投入与现场适配程度，甄别适配项目建设条件的施工模式，确定整体建设周期内的最优施工方案。通过提前模拟复杂施工场景，可提前预判方案实施中的漏洞与短板，规避工序交叉冲突、资源闲置浪费等问题，让施工方案更贴合现场实际工况，提升施工组织的科学性 with 落地性。

1.3 质量策划与可视化交底

工程项目结合既定建设标准拆分整体质量管控指标，将细分后的质量管控要求录入数字化模型，搭建适配项目建设需求的数字化管控载体。传统纸质文字交底的单一模式得到革新，三维立体模型能够直观展示施工部位的工艺标准、操作细节与质量管控要求，提升施工技术传递的精准程度。项目管理人员将现场安全管控条目、施工质量策划内容统一录入BIM管理平台，完成各类管控方案的数字化整合编制，统一施工前期质量管控与安全管控的执行标准，夯实前期施工筹备的管控基础。

2 BIM 技术在施工过程质量管控中的应用

2.1 实时监控与动态数据采集

BIM系统适配施工现场常态化管控需求，对施工进度与质量相关数据进行动态更新录入，让数字化模型同步匹配现场施工实际状态。物联网终端与传感设备采集的现场施工数据可直接接入BIM管理平台，打通现场采集数据与数字化模型的传输通道，构建完整的施工数据管控体系^[2]。系统针对工程关键工序设置专属数据采集维度，持续捕捉施工工艺运行参数，精准掌握关键工序的施工

状态变化,细化施工过程质量管控的精细程度,为现场质量把控提供可靠的数据支撑。

2.2 材料质量全过程管理

各类施工材料的规格参数、生产信息与质检资料可与BIM模型构件逐一绑定关联,构建材料进场、投入使用的全流程数据链条。平台内置工程设计标准数据库,自动核对进场材料各项性能指标,筛查材料参数与工程设计要求的不符内容,从源头把控施工材料的进场品质。BIM平台搭载的数据统计功能可以精准统计各类材料的实际消耗体量,梳理现场材料耗用规律,规范材料领用与投放的执行流程,精准把控材料使用体量,抑制施工阶段的材料浪费问题,提升现场材料资源的利用效率。通过材料数字化溯源管控,可杜绝不合格材料流入施工现场,同时实现材料精细化管控,有效控制工程造价,保障工程用材质量稳定,规避因材料问题引发的结构性质量缺陷。

2.3 工序质量检查与缺陷处理

现场施工阶段出现的各类质量问题,可依托BIM模型完成与对应建筑构件的精准匹配,实现质量问题点位的精准锁定与定向管控。工作人员依托平台分类标注不同类型的质量缺陷,区分各类缺陷的影响范围与整改优先级,有序推进各项缺陷整改工作,形成完整的缺陷整改闭环管理模式。施工阶段产生的全部质量检查数据均可自动留存储存,依托平台存储功能生成标准化质量档案,实现各道施工工序质量信息的全程溯源查询。

2.4 隐蔽工程质量控制

BIM技术依托三维建模能力完成隐蔽施工部位的精准空间定位,完整记录隐蔽区域施工位置、工艺参数与施工状态等关键信息,完善隐蔽工程基础数据储备。施工现场拍摄的施工影像资料可绑定BIM模型对应点位完成归档储存,留存直观的隐蔽施工过程资料。数字化管控模式重塑隐蔽工程验收工作模式,将传统线下验收流程转化为标准化线上管控流程,规范隐蔽工程验收的各项操作环节,提升隐蔽工程质量管控的标准化与严谨性。

3 BIM 技术在施工安全管理中的应用

3.1 危险源辨识与动态管理

BIM模型依托三维立体可视化特性,打破传统平面图纸的辨识局限,直观呈现施工现场各类危险源的分布位置与存在形式。建筑施工全周期涉及的各类安全隐患信息可以整合录入系统,搭建内容完善、分类清晰的危险源数据库,完成施工现场风险源头的系统化梳理。系统结合施工场景与风险影响程度完成风险等级划分,搭建常态化的风险研判模式,根据施工阶段的场地变化、工

序更替调整风险管控标准,构建适配现场施工状态的风险预警体系,落实施工现场风险源头的动态化管控^[3]。动态化危险源管控模式贴合施工全过程场景变化,摆脱传统静态辨识、固定管控的滞后性,能够精准匹配各施工阶段风险特征,实现风险提前预判、精准管控,从源头降低安全事故发生率。

3.2 施工现场空间安全规划

BIM技术可对群塔作业的运行轨迹与作业范围开展数字化推演,排查设备运行过程中存在的交叉干扰问题,制定科学的设备运行管控方式,规避设备碰撞问题。技术体系可对施工现场各类大型机械的作业空间进行全面检测,排查机械行进、回转、作业区间与建筑结构、施工设施的空间冲突,优化机械作业的运行路径。工作人员依托三维模型对施工场地整体布局进行调试优化,统筹规划作业区域、设备摆放区域、物料堆放区域的空间分布,消除场地布局存在的安全隐患,提升施工现场空间规划的安全系数。

3.3 高风险作业安全监控

BIM平台可对接现场监测设备,对深基坑高支模等高危施工区域的运行状态开展持续监测,捕捉施工过程中的参数波动变化,把控高危区域的施工安全状态。人员定位系统可与BIM平台完成联动,精准采集现场作业人员的活动范围,针对高危区域设置专属管控阈值,对人员违规进入行为推送预警信息,约束现场人员的作业行为。各类安全防护设施的安装点位与布设标准可依托BIM模型精准标定,依托模型数据完成防护设施的精准配置与布设校验,强化高危作业场景的安全防护能力。

3.4 安全教育与协同管理

BIM可视化技术可搭建沉浸式教学场景,还原施工现场各类安全作业场景与违规操作隐患,丰富安全培训的教学形式,强化现场作业人员的安全认知。项目各管理部门可依托数字化平台共享现场安全数据,打通部门之间的信息传输壁垒,搭建常态化的安全工作交互模式,统一现场安全管控工作节奏。现场排查发现的各类安全问题可直接上传至平台,完成问题信息的线上留存与推送,依托平台链路完成整改任务的逐层传递与进度跟进,形成安全问题处置的全流程闭环管理。

4 BIM 技术在质量安全数据集成与持续改进中的应用

4.1 质量安全数据整合与分析

房屋建筑施工全过程会产生大量异构化质量安全数据,各类信息分散于不同管理板块与作业环节,传统人工整理方式无法实现高效统筹。BIM平台具备强大的数据兼容与收纳能力,可承接现场质检记录、安全巡查内

容、设备监测信息、工艺验收资料等多源业务数据,实现各类施工数据的统一汇入与有序存储。系统依托内置智能运算模块对归集完成的数据开展自动分类与深度梳理,按照质量管控、安全管控两大维度完成数据规整,基于规整后的内容生成标准化质量安全分析报告,替代传统人工统计编制的工作模式^[4]。数字化分析模式跳出表层数据统计局限,依托海量真实业务数据挖掘隐患产生的内在逻辑,完成各类施工问题的根因研判,为现场管控策略的调整优化提供坚实的数据基础。

4.2 质量追溯体系构建

BIM数字化归档功能可对工程全部施工工序开展动态信息留存,持续记录各作业环节的工艺执行参数、质量验收内容、问题整改过程等关键信息,形成完整连贯的全工序质量履历。数据归档模式精准对应建筑工程各类构件单元,为单一构件建立专属数字化档案,实现构件级质量信息的独立存储。管理人员可通过BIM模型调取构件全施工周期的所有管控资料,完成质量信息的反向追溯,精准定位施工偏差与质量隐患的产生阶段。完整的数字化档案可以对应施工操作、现场管理、验收审核等各岗位的工作内容,清晰划分各环节管控职责,为施工现场责任定位与问责落实提供可靠的数据支撑,夯实工程质量责任化管理基础。

4.3 数字孪生驱动的事中控制

数字孪生技术依托高精度建模手段复刻施工现场真实状态,构建和实体工程高度匹配的虚拟数字场景,达成实体施工场景与虚拟模型的精准对应。系统持续完成虚实场景数据比对工作,对照标准化施工参数自动识别实体施工中的尺寸偏差、工艺偏差、安装精度偏差等各类质量问题,快速捕捉施工过程中的不达标作业内容。AI智能模块深度融入管控体系,对现场实时传输的施工数据开展智能研判,精准识别各类异常施工状态并推送预警信息,结合工程施工标准输出科学的处置思路,辅助管理人员完成高效现场决策。数字化智能管控模式革新传统工程管理思维,扭转行业普遍采用的事后纠偏管控模式,将管控重心前移至施工全过程动态把控,实现

质量安全管理模式的全面升级。

4.4 持续改进机制

施工过程中排查梳理的质量安全问题均可录入BIM平台,完成隐患类型、问题成因、整改方式、处置成效的标准化归档,系统性沉淀项目施工管控经验,形成适配现场施工条件的专属管控资源。工程施工推进产生的工艺优化、隐患整改、管理调整等内容,会实时更新录入BIM模型,推动数字化模型与现场管理方案的动态迭代更新,适配不同施工阶段的管控需求。项目依托长期积累的施工数据与管控经验,持续梳理质量管理流程中的薄弱环节,补齐日常管理存在的管控短板,细化各作业环节的管控标准与操作规范^[5]。整套管理模式形成闭环循环的优化体系,让施工质量管理流程在迭代更新中持续完善,稳步提升房屋建筑工程质量安全管控的整体效能。

结束语

BIM技术贯穿房屋建筑工程质量安全全管理全过程,从前期碰撞排查到施工过程动态管控,再到数据集成驱动的持续改进,技术应用路径已形成完整闭环。数字化管控手段有效弥补了传统管理模式在信息传递、隐患发现、责任追溯等方面的不足,推动质量安全管理从经验驱动向数据驱动转型。随着数字孪生、智能研判等技术的深入融合,房屋建筑工程质量安全管控将在精细化、智能化方向持续演进,管理效能有望获得进一步提升。

参考文献

- [1]王艳婷.BIM技术在房屋建筑工程质量安全中的应用[J].砖瓦世界,2026(5):211-213.
- [2]刘章.BIM技术在房屋建筑工程质量安全中的应用[J].中国高新科技,2024(6):21-23.
- [3]刘如意.BIM技术在房屋建筑工程质量安全中的应用[J].中国公共安全,2023(11):109-111.
- [4]张广东.BIM技术在房屋建筑工程质量安全中的应用[J].绿色建造与智能建筑,2025(6):94-97.
- [5]张义丽.BIM技术在房屋建筑工程质量安全中的应用[J].车时代,2022(10):140-141.