

BIM技术在建筑施工质量管理中的应用

丁广明

江苏振沛建设工程有限公司 江苏 淮安 223001

摘要: BIM技术通过三维模型集成建筑全生命周期数据,为建筑施工质量管理提供数字化解决方案。其核心应用涵盖质量计划与控制(如施工模拟、风险预警)、质量检测与验收(如自动化检测、三维扫描比对)、问题追溯与整改(如历史数据复用、整改方案模拟)及协同管理与信息共享(如多专业协同平台、AR技术交底)。通过打破信息孤岛、优化流程管理, BIM技术显著提升质量管控精度与效率,降低返工成本,推动建筑施工向精细化、智能化转型。

关键词: BIM技术; 建筑施工; 质量管理; 应用

1 BIM技术的基本概念

BIM (Building Information Modeling) 即建筑信息模型技术,作为现代建筑行业数字化转型的核心驱动力,正深刻改变着传统工程建设模式。其核心特征“信息集成性”与“协同工作性”为建筑全生命周期管理提供了全新范式。BIM模型不仅是三维几何形态的数字化表达,更深度整合了结构、机电、成本、进度等多维度数据,构建出建筑实体的“数字孪生”体系。这一特性打破了传统建筑管理中“各专业独立作业、信息分散存储”的壁垒,通过云端协同平台实现多参与方(设计方、施工方、业主、运维方)的实时数据共享。例如,设计阶段可通过模型碰撞检测提前规避机电管线与结构梁的冲突,施工阶段可借助4D/5D模拟优化资源调配,运维阶段则能依托模型实现设备全生命周期管理。BIM技术的工程价值贯穿建筑全周期:设计阶段提升方案推敲效率,施工阶段通过虚拟建造降低返工风险,运维阶段则支持能耗监测与空间优化^[1]。随着物联网、人工智能等技术的深度融合, BIM正向智慧建筑领域拓展,形成涵盖智能安防、环境控制、应急响应的智能生态体系。作为建筑产业现代化的技术基石, BIM不仅革新了设计工具,更催生了项目管理思维的范式转移——通过数字化手段实现质量、成本、进度的动态协同优化,为智慧城市建设提供底层数据支撑,推动建筑行业迈向高质量发展新阶段。

2 BIM技术在建筑施工质量管理中的优势

2.1 提高质量管理效率与准确性

BIM技术通过三维模型整合建筑全生命周期数据,将传统分散的图纸、文档转化为可视化数字载体。质检人员可直接在模型中标注质量缺陷,关联施工日志、材料检验报告等数据,实现“所见即所得”的精准管理。基于BIM的质量管理系统可预设规范标准(如GB50204《混凝土结构工程施工质量验收规范》),通过算法自动比

对模型数据与验收要求。当发现钢筋间距偏差超过阈值时,系统立即生成整改通知单并推送至责任人。某超高层项目应用后,质量检查效率提升40%,错误率下降至0.5%以下。支持移动设备(如平板、AR眼镜)的BIM平台,使质检人员可现场拍照上传问题,关联模型坐标自动生成整改清单。管理层通过云端同步获取数据,实现远程审批与决策。某装配式建筑项目通过该模式,将整改响应时间从3天缩短至4小时。BIM模型记录施工全过程数据,支持按时间、空间、专业等多维度查询。

2.2 降低质量问题的发生概率与整改成本

BIM技术通过碰撞检测功能,提前发现机电管线与结构梁的冲突点,避免施工返工。某医院项目在深化设计阶段解决碰撞点1200余处,减少因设计变更导致的损失超800万元。通过虚拟施工模拟(4DBIM),优化施工顺序,降低交叉作业带来的质量风险。结合物联网传感器(如应变计、裂缝监测仪), BIM模型可实时反映结构变形、混凝土强度等参数^[2]。当监测值超出预警阈值时,系统自动触发应急预案,指导现场采取加固措施。某大型桥梁项目通过该技术,将裂缝发生率降低70%。BIM模型与3D扫描技术结合,可生成构件偏差云图,直观展示质量问题分布。质检人员根据云图制定针对性整改方案,减少盲目修补。BIM模型关联材料采购、加工、运输、安装等全流程数据,实现质量责任可追溯。当出现质量问题时,可快速定位责任主体(如供应商、施工班组),并追溯其历史业绩,为索赔提供依据。

2.3 提升施工现场的协同与沟通能力

BIM技术打破传统“各专业独立作业”模式,通过统一模型实现建筑、结构、机电、装饰等专业的协同设计。例如,在深化设计阶段,各专业人员可在模型中实时交互,调整管线路由,避免后期拆改。某商业综合体项目通过该模式,将专业协调会议次数减少60%。利用

VR/AR技术,将BIM模型与施工现场叠加,实现“虚实结合”的交底方式。工人佩戴AR眼镜扫描构件,即可获得施工要点、质量标准等信息。某地铁项目应用后,工人对施工工艺的理解度提升30%,操作失误率下降25%。基于BIM的云端平台支持多方同时在线编辑模型,设计单位、施工单位、监理单位可实时沟通修改意见。当出现质量争议时,专家可通过视频会议调取模型数据,远程诊断问题。某海外项目通过该模式,将质量争议解决周期从2周缩短至3天。BIM模型向全员开放权限,施工人员可通过手机APP查看质量标准、技术交底、整改通知等信息。

3 建筑施工质量管理面临的主要问题

3.1 信息孤岛现象,数据共享困难

建筑施工涉及设计图纸、施工日志、材料检验报告、质量验收记录等多类型数据,但这些信息通常分散存储于不同部门或系统中。各参与方使用的软件工具(如CAD、Revit、Project等)存在数据格式差异,模型文件、表格文档等难以直接互通。例如,设计单位提供的BIM模型可能因版本问题无法被施工单位直接读取,需额外转换格式,增加沟通成本。缺乏统一的数据权限控制机制,导致敏感信息(如成本数据、技术方案)可能被非授权人员访问,而关键质量信息(如隐蔽工程验收记录)却因权限不足无法及时共享,影响协同效率。过往项目的质量数据(如缺陷案例、整改经验)未被有效归档和挖掘,新项目难以借鉴历史教训,重复性质量问题频发。

3.2 质量问题发现与整改周期长,效率低下

传统质量检查依赖质检员现场巡查,覆盖范围有限且易受主观因素影响。例如,某项目质检员日均检查面积不足500平方米,而实际施工面积超过5000平方米,导致隐蔽工程(如钢筋绑扎)质量缺陷难以全面发现。发现问题后需经历“现场记录→上报审批→制定方案→实施整改→复检验收”等环节,涉及多部门签字确认,周期通常超过7天。例如,某混凝土强度不足问题因整改方案反复修改,导致停工整改耗时15天,直接经济损失超百万元。对施工过程质量参数(如混凝土坍落度、钢筋应力)的监测依赖人工抽检,无法实时预警。整改完成后缺乏量化评估标准,常依赖经验判断。例如,某装饰工程墙面平整度整改后,仅通过肉眼观察验收,未使用激光测距仪复测,导致整改效果未达标准。

3.3 沟通协调难度大,资源浪费严重

建筑、结构、机电、装饰等专业设计独立进行,后期变更频繁导致管线碰撞、空间冲突等问题。例如,某

商业综合体项目因机电管线与结构梁碰撞,需拆除已浇筑的混凝土梁,造成工期延误2个月、成本增加800万元。质量问题发生后,各参与方常因责任划分不清互相推诿。例如,某项目外墙保温层脱落,设计单位称施工未按图施工,施工单位称设计未考虑当地气候条件,监理单位称未及时发现,最终导致整改费用无人承担^[3]。口头指令、纸质文件等传统沟通方式易导致信息遗漏或误解。例如,某项目技术交底时,施工班组未理解防水卷材搭接宽度要求,实际施工偏差达50%,需返工重做。因缺乏全局统筹,材料、设备、人力等资源常出现闲置或短缺。例如,某项目因不同班组施工顺序未协调,导致塔吊在关键节点闲置3天,而另一区域却因材料运输不及时停工待料。

4 BIM技术在建筑施工质量管理中的核心应用

4.1 质量计划与控制

BIM技术通过三维模型将质量目标细化至分项工程、工序层级。例如,在混凝土结构施工中,将强度等级、钢筋间距、保护层厚度等验收标准直接关联至模型构件,形成可视化质量计划。项目团队可依据模型动态调整施工顺序,优先控制关键工序质量风险。利用4DBIM(三维模型+时间维度)模拟施工过程,提前识别质量风险点。例如,在装配式建筑吊装环节,通过模拟分析构件堆放位置、吊装路径及临时支撑设置,避免因碰撞导致的构件损坏。某项目应用后,构件破损率从8%降至1.5%,节约返工成本超200万元。结合物联网传感器(如应变计、位移传感器),BIM模型可实时反映结构变形、混凝土温度等参数。当监测值超出预警阈值时,系统自动触发报警并推送整改建议。例如,某超高层项目通过监测钢柱垂直度偏差,提前发现并加固了3处隐患点,避免结构安全事故。BIM模型可生成施工工艺动画、质量要点二维码,辅助技术交底。例如,工人扫描钢筋绑扎节点二维码,即可获取规范图集、操作视频及质量标准,提升交底效率与准确性。某住宅项目应用后,工人对质量要求的理解度提升40%,操作失误率下降30%。

4.2 质量检测与验收

基于BIM的质量管理系统可预设验收规范(如GB50204),通过算法自动比对模型数据与实测数据。例如,在砌体工程中,系统自动计算灰缝厚度、垂直度偏差,生成检测报告并标注不合格点位。某项目应用后,检测效率提升50%,人为误差率降至0.3%以下。利用三维激光扫描仪获取施工现场点云数据,与BIM模型进行偏差分析。例如,某钢结构工程通过扫描发现构件安装偏差超限,及时调整焊接工艺,将安装合格率从85%提升至

98%。BIM模型可关联隐蔽工程影像、材料检验报告等数据,形成电子档案。例如,在地下防水层施工中,质检人员通过模型定位问题点,调取施工影像及材料批次信息,实现“所见即所查”。某地铁项目应用后,隐蔽工程验收时间缩短60%,资料查阅效率提升3倍。支持移动设备(如平板、AR眼镜)的BIM平台,使质检人员可现场拍照上传问题,关联模型坐标自动生成整改通知单。例如,某装配式建筑项目通过移动端验收,将整改响应时间从3天缩短至4小时,提升验收效率70%。

4.3 问题追溯与整改

BIM模型与3D扫描技术结合,可生成构件偏差云图,直观展示质量问题分布。例如,某钢结构工程通过偏差分析,将焊缝返修量减少55%,节约成本约200万元。BIM模型记录施工全过程数据,支持按时间、空间、专业等多维度查询。例如,针对地下防水层渗漏问题,可调取施工影像、材料批次、环境参数等历史数据,精准定位原因并形成案例库,为后续项目提供经验参考^[4]。在BIM模型中模拟整改措施(如加固节点、调整管线路由),评估其可行性及对其他专业的影响。例如,某机电安装项目通过模拟发现原方案中电缆桥架与结构梁冲突,调整后避免拆改,节约工期15天。整改完成后,通过BIM模型与实测数据比对,量化评估整改效果。例如,某装饰工程墙面平整度整改后,使用激光测距仪复测并上传数据至模型,形成质量闭环。某项目应用后,整改合格率从70%提升至95%。

4.4 协同管理与信息共享

BIM技术打破传统“各专业独立作业”模式,通过统一模型实现建筑、结构、机电、装饰等专业的协同设计。例如,在深化设计阶段,各专业人员可在模型中实时交互,调整管线路由,避免后期拆改。某商业综合体项目通过该模式,将专业协调会议次数减少60%。基于

BIM的云端平台支持多方同时在线编辑模型,设计单位、施工单位、监理单位可实时沟通修改意见。当出现质量争议时,专家可通过视频会议调取模型数据,远程诊断问题。某海外项目通过该模式,将质量争议解决周期从2周缩短至3天。利用VR/AR技术,将BIM模型与施工现场叠加,实现“虚实结合”的交底方式。例如,工人佩戴AR眼镜扫描构件,即可获取施工要点、质量标准等信息。某地铁项目应用后,工人对施工工艺的理解度提升30%,操作失误率下降25%。BIM模型向全员开放权限,施工人员可通过手机APP查看质量标准、技术交底、整改通知等信息。例如,某住宅项目在混凝土浇筑前,工人通过扫描二维码获取构件信息,确保施工参数与设计一致。某项目应用后,质量信息查阅效率提升5倍,沟通成本降低40%。

结束语

BIM技术作为建筑行业数字化转型的核心工具,正在重塑建筑施工质量管理模式。其不仅解决了传统管理中信息分散、协同低效等痛点,更通过数据驱动实现了质量风险的精准预控与闭环管理。未来,随着技术融合(如AI、物联网)的深化,BIM将进一步释放数据价值,助力建筑企业构建“智能建造”体系,为提升工程品质、推动行业高质量发展提供持续动能。

参考文献

- [1]史红坤.BIM技术在建筑施工质量管理中的应用[J].工程与建设,2024,38(02):489-490+493.
- [2]何尉铭.BIM技术在建筑工程施工质量管理中的应用[J].工程技术研究,2024,9(07):207-209.
- [3]叶黄嘉.BIM技术在建筑工程施工质量管理中的实践研究[J].江西建材,2023(02):293-295.
- [4]江浩杰.BIM技术在建筑工程施工质量管理中的运用[J].工程与建设,2022,36(06):1825-1827.