

BIM 技术在土建项目工程中的成本控制应用

王磊 颜子云

单位江苏新美建筑工程有限公司 江苏省徐州市 221131

摘 要: 在当今土建项目工程领域, 随着建筑行业的快速发展和项目复杂性的不断提升, 成本控制成为项目成功的关键因素之一。传统成本控制方法在应对复杂项目时, 往往存在效率低下、精度不足等问题, 难以满足现代项目管理需求。BIM (Building Information Modeling, 建筑信息模型) 技术作为一种先进的数字化管理工具, 通过集成建筑项目的多维信息, 实现了全生命周期成本的精准管控, 为土建项目工程成本控制提供了新的解决方案。本文就 BIM 技术在土建项目工程中的成本控制应用进行详细探讨

关键词: BIM 技术; 土建项目工程; 成本控制; 动态管控; 成本计算精度

引言

在建筑行业蓬勃发展的当下, 土建项目工程规模日益扩大、复杂程度不断提高。成本控制作为项目管理中的核心环节, 直接关系到项目的经济效益和企业的竞争力。传统成本控制方法主要依赖人工计算和经验判断, 在处理复杂项目时, 存在信息传递不及时、数据准确性差、协同效率低等问题, 难以满足现代项目精细化管理的需求。随着信息技术的飞速发展, BIM 技术作为一种创新的数字化工具, 凭借其强大的信息集成和可视化能力, 为土建项目工程成本控制提供了新的思路和方法。研究 BIM 技术在土建项目工程成本控制中的应用, 对于提高项目管理水平、降低成本超支风险、提升企业经济效益具有重要的现实意义。

2. 设计优化: 从源头降低隐性成本

2.1 多专业数据整合与协同设计能力

BIM 技术的核心优势之一在于三维模型对多专业数据的集成能力。在传统土建项目设计中, 建筑、结构、机电等专业往往独立开展设计工作, 数据分散且缺乏协同, 导致各专业间信息传递滞后、接口矛盾频发。例如, 机电管线与建筑结构预留孔洞的位置冲突、结构构件与装饰面层的空间干涉, 常在施工阶段才被发现, 进而引发返工、工期延误及成本超支。BIM 技术通过构建统一的三维信息模型, 将各专业设计数据整合至同一平台, 实现多专业并行设计与实时协同。设计师可在模型中直观查看各专业构件的空间位置关系, 提前发现并解决专业间碰撞问题, 避免因设计冲突导致的后期变更。

BIM 模型的参数化特性支持各专业数据的动态关联。当某一专业设计参数调整时, 其他相关专业的模型数据可自动更新, 确保设计的一致性与准确性。例如, 建筑专业调整墙体位置后, 结构专业的梁柱布置、机电专业的管线走向可同步更新, 减少人工协调工作量。通过多专业数据整合, 为后续施工阶段的成本控制奠定了基础。

2.2 碰撞检测与方案优化的精准性

碰撞检测是 BIM 技术在设计阶段成本控制中的关键应用。传统设计模式下, 碰撞检测依赖二维图纸的交叉比对, 效率低且易遗漏问题。BIM 技术通过三维模型的直观展示与自动化分析, 可快速识别建筑、结构、机电等各专业间的硬碰撞, 并生成详细的碰撞报告。设计师可根据报告定位问题位置, 针对性调整设计方案, 避免施工阶段的返工与材料浪费。

碰撞检测的精准性体现在其对复杂几何形态与系统关联的深度解析能力。例如, 在大型公共建筑或异形结构项目中, 传统方法难以全面评估各专业系统的空间适配性, 而 BIM 技术可通过三维模型模拟真实施工场景, 精准识别潜在冲突。BIM 技术支持对设计方案的动态优化。设计师可通过调整模型参数, 模拟不同方案的成本效益, 例如优化管线布局以减少材料用量、调整结构形式以降低施工难度等。这种基于模型的方案优化过程, 不仅提升了设计质量, 更通过减少设计变更与施工返工, 显著降低了隐性成本。

2.3 成本建模与方案经济性评估

BIM 技术的成本建模能力为设计阶段的经济性评估提供

了科学依据。传统设计模式下,成本估算依赖经验公式或局部数据,难以全面反映设计方案的造价影响。设计师在调整设计方案时,成本模型可实时计算材料用量、人工工时及机械台班等成本要素,生成详细的造价分析报告。

成本建模的核心价值在于其对方案经济性的量化评估。例如,在结构设计中,BIM模型可对比不同结构形式(如钢筋混凝土框架与钢结构)的造价差异,辅助设计师选择最优方案;在材料选型中,模型可分析不同品牌、规格材料的成本效益,避免过度设计或材料浪费。通过科学决策从源头控制项目成本。

3. 施工模拟:精准预测与风险规避

3.1 施工流程虚拟化与动态推演能力

制定应急预案。通过虚拟化与动态推演,BIM技术将施工风险转化为可量化、可控制的模型参数,为后续的资源配置与风险规避提供决策依据。BIM技术的施工模拟功能通过构建虚拟施工程序,将传统二维图纸中的静态信息转化为动态的三维模型。该模型不仅包含建筑构件的空间位置与尺寸,集成施工工序、工艺要求及资源分配等动态参数。在虚拟环境中,施工流程可被逐帧分解与重组,形成可视化、可交互的施工方案。例如,通过设定时间轴参数,模型可模拟从基础施工到主体封顶的全过程,展示各施工阶段的构件安装顺序、机械运行轨迹及人员作业范围。这种虚拟化推演能力使项目团队能够直观识别施工逻辑中的不合理环节,如工序交叉导致的空间冲突、设备调度与作业面的时间错配等,提前优化施工方案。

动态推演的核心价值在于其对施工复杂性的降维处理。在大型土建项目中,传统方法难以全面评估各环节的耦合效应。BIM技术通过参数化驱动模型,可模拟不同施工策略下的流程演变,例如对比“顺序施工”与“平行施工”对工期的影响,或分析不同机械配置方案对资源利用效率的差异。施工模拟支持对异常工况的预演,如极端天气条件下的作业中断、设备故障导致的进度滞后等,帮助项目团队制

3.2 资源需求预测与精准配置优化

施工模拟的另一关键应用是资源需求的精准预测。BIM模型通过整合施工工序、工程量清单及资源数据库,可自动计算各施工阶段所需的材料、机械及人力需求。例如,模型可根据混凝土浇筑工序的体积参数,推算水泥、砂石等原材料的用量及运输频次;结合塔吊的起重量与覆盖范围,优化垂直运输设

备的选型与站位布局。显著提升了资源计划的准确性。

精准配置优化的核心在于资源与工序的动态匹配。BIM技术通过时间-成本关联分析,将资源需求与施工进度绑定,生成资源需求曲线。例如,在主体结构施工阶段,模型可显示钢筋绑扎、模板安装及混凝土浇筑等工序对劳动力的峰值需求,辅助项目经理调整班组规模与作业时间。模型支持对资源冲突的预警,如多台机械同时占用同一作业面、材料供应滞后导致的工序停滞等。通过模拟不同资源配置方案的成本效益,项目团队可选择最优的资源分配策略,例如平衡机械租赁成本与闲置成本,或优化材料采购批次以减少库存积压。资源需求预测与配置优化的结合,使BIM技术成为施工阶段成本控制的核心工具,通过减少资源浪费与窝工现象,直接降低项目成本。

3.3 风险点识别与主动规避策略

施工模拟的核心目标之一是风险点的主动识别与规避。BIM技术通过虚拟施工环境的全要素建模,可系统性分析施工流程中的潜在风险。例如,模型可模拟高空作业平台的稳定性,评估不同风速条件下的人员安全风险;或通过分析土方开挖与支护结构的相互作用,预测基坑变形对周边环境的影响。这种风险识别能力不仅覆盖施工安全领域,还延伸至质量、进度及成本等维度。例如,模型可检测预制构件吊装过程中的碰撞风险,避免构件损坏导致的返工成本;或通过模拟不同施工顺序对结构受力的影响,规避因工艺缺陷引发的质量隐患。

主动规避策略的制定依赖于风险与资源的联动分析。BIM技术通过建立风险-资源关联模型,将风险点与对应的资源调整方案绑定。例如,当模型预警某施工段存在劳动力不足风险时,可同步生成增派班组或延长工时的成本对比方案;当识别到材料供应延迟风险时,可模拟调整采购计划或启用备用供应商的可行性。施工模拟支持对风险应对措施预演的预演,例如通过修改模型参数验证应急预案的有效性。风险点识别与主动规避策略的结合,使BIM技术将施工管理从“事后补救”转向“事前预防”,显著提升项目的成本可控性。

4. 资源管理:优化配置与损耗控制

BIM技术通过“一模多用”实现工程量自动统计与资源动态管理。例如,BIM模型可生成材料采购清单,避免过量采购;通过4D进度模拟优化机械台班使用,减少设备闲置。上海老港再生能源利用中心项目通过BIM技术节约设

计时间 9 个月, 成本降低数百万; 北京凤凰传媒中心项目利用 BIM 模型优化非线性建筑形体施工, 减少材料损耗。BIM 与物联网技术结合, 可实时监控材料消耗, 通过二维码追踪钢筋、混凝土等主材的使用情况。

4.1 工程量自动统计与采购计划优化

BIM 技术的“一模多用”特性使其成为工程量统计的核心工具。传统工程量计算依赖人工识图与公式套用, 效率低且易因人为疏漏导致数据偏差。BIM 模型通过参数化建模与属性关联, 可自动提取构件的几何尺寸、材质类型及工程量信息, 生成精确的材料清单。例如, 在结构工程中, 模型可自动统计混凝土体积、钢筋用量及模板面积; 在装饰工程中, 可计算墙面瓷砖、吊顶龙骨等材料的数量与规格。这种自动化统计方式提升了数据准确性, 缩短了计算周期, 为采购计划编制提供了可靠依据。

采购计划优化的核心在于需求与供应的动态匹配。BIM 模型通过与成本数据库关联, 可将工程量数据转化为材料需求清单, 并结合施工进度计划生成分批次采购方案。例如, 模型可根据混凝土浇筑的工序安排, 推算各时间节点的水泥、砂石需求量, 避免一次性采购导致的资金占用或库存积压。

4.2 4D 进度模拟与机械资源动态调配

4D 进度模拟是 BIM 技术在资源管理中的另一重要应用。通过将三维模型与时间维度关联, BIM 技术可生成动态的施工进度计划, 直观展示各施工阶段的空间占用与资源需求。例如, 在基础施工阶段, 模型可模拟土方开挖、桩基施工及垫层浇筑的工序衔接, 分析塔吊、挖掘机等机械的作业范围与时间冲突; 在主体结构施工阶段, 可优化混凝土泵车、施工电梯等设备的站位布局与运行路径。这种基于 4D 模型的进度推演, 使项目团队能够提前识别资源调配中的瓶颈问题, 如多台机械同时占用同一作业面、设备调度与工序进度的时间错配等。

机械资源动态调配的核心在于效率与成本的平衡。BIM 技术通过分析机械的作业负荷与闲置时间, 可制定最优的设备配置方案。例如, 模型可根据土方开挖量与运输距离, 计算挖掘机与自卸车的匹配数量, 避免机械闲置或超负荷运转; 通过模拟不同施工顺序对垂直运输设备的影响, 优化塔吊的选型与站位, 减少设备租赁成本。4D 进度模拟支持对机械维护计划的动态调整, 例如根据设备运行时间与故障率, 提前安排保养或更换, 避免因突发故障导致的工期延误与成本增

加。通过 4D 进度模拟与机械资源动态调配, BIM 技术显著提升了施工机械的利用效率, 降低了设备闲置与窝工成本。

4.3 物联网集成与材料消耗实时监控

BIM 技术与物联网的结合, 为材料消耗的实时监控提供了技术支撑。通过在材料、设备及构件上部署传感器或二维码标签, 物联网系统可实时采集其位置、状态及使用量数据, 并与 BIM 模型进行关联分析。例如, 钢筋、混凝土等主材的消耗数据可通过地磅、智能计量设备自动上传至平台, 模型根据实际用量与计划量的偏差, 生成损耗预警; 周转材料(如模板、脚手架)的流转轨迹可通过 RFID 技术追踪, 避免丢失或闲置。这种实时监控能力使项目团队能够及时发现材料管理中的异常情况, 如某批次混凝土用量超标、某区域模板周转率过低等, 并迅速采取纠正措施。

材料消耗实时监控的核心在于损耗的主动控制。BIM 模型通过与物联网数据的联动分析, 可建立材料消耗的动态基准线。例如, 模型可根据历史数据与施工规范, 设定钢筋下料长度、混凝土浇筑方量等参数的合理阈值, 当实际值超出阈值时, 自动触发预警并生成原因分析报告。系统支持对材料损耗的归因分析, 例如区分因设计变更、施工工艺或管理失误导致的损耗。通过物联网集成与材料消耗实时监控, BIM 技术将材料管理从“事后核算”转向“事中控制”, 直接降低项目成本。

5. 结论

BIM 技术在土建项目工程成本控制中具有显著的应用价值。随着 BIM 技术的不断发展和完善, 其在成本控制领域的应用将更加广泛和深入, 为建筑行业的可持续发展提供有力支持。

参考文献:

- [1] 肖航, 徐森, 曹丹. 建筑工程项目管理与施工技术创新研究 [M]. 天津科学技术出版社: 202308.234.
- [2] 方俊, 欧莘玮, 郭佩文. 城市轨道交通土建工程成本数字化管控模型研究 [J]. 建筑经济, 2022, 43(02): 28-37.
- [3] 张洪尧. 利用 BIM 技术实施土建施工过程成本控制案例分析 [J]. 山西建筑, 2016, 42(24): 212-213.

作者简介: 王磊, 男, 汉族, 1991.07, 党员, 大专学历, 研究方向工程测量, 单位江苏新美建筑工程有限公司

颜子云, 男, 汉族, 1987 年 7 月, 中共党员, 本科学历, 研究方向机电技术一体化, 单位: 江苏新美建筑工程有限公司