

# 基于BIM技术的水利工程建设进度-质量协同管理模型研究

李春

木垒哈萨克自治县水利管理站

DOI:10.32629/hwr.v10i1.6770

**[摘要]** 随着水利工程往规模化、复杂化发展,传统管理模式推进进度质量协同工作面临信息割裂、动态控制难等问题。本文着力探究如何应用建筑信息模型(BIM)技术,建立可深度衔接进度与质量信息、达成过程动态协同的管理模型。该模型可依托可视化、参数化和数据共享平台,切实提升水利工程建设进度控制和质量管理的协同效率与精细化水平,为工程全生命周期管理推出全新解决方案。

**[关键词]** BIM技术; 水利工程; 进度管理; 质量管理; 协同管理模型

**中图分类号:** TV **文献标识码:** A

## Research on the Collaborative Management Model of Progress Quality in Water Conservancy Engineering Construction Based on BIM Technology

Chun Li

Mulei Kazakh Autonomous County Water Conservancy Management Station

**[Abstract]** With the development of water conservancy projects towards scale and complexity, traditional management models are facing problems such as information fragmentation and difficulty in dynamic control in promoting progress quality collaboration. This article focuses on exploring how to apply Building Information Modeling (BIM) technology to establish a management model that can deeply connect progress and quality information, and achieve dynamic collaboration in the process. This model can rely on visualization, parameterization, and data sharing platforms to effectively improve the collaborative efficiency and refinement level of progress control and quality management in water conservancy engineering construction, and provide a new solution for the full life cycle management of engineering.

**[Key words]** BIM technology; Water conservancy engineering; Progress management; Quality Assurance; Collaborative Management Model

### 引言

水利工程具备周期跨度长、投资规模大、技术构成复杂、环境影响显著等特点。传统管理模式里进度管理和质量管理相互独立,信息衔接不畅、协同效率偏低,无法实现全流程动态监控。BIM技术自带三维可视化、信息集成和过程模拟优势,为水利工程管理提供新的应对方案。通过搭建整合时间和质量信息的BIM协同管理模型,能实现施工进度和质量管控的动态联动,落实进度和质量的事前管控与过程跟进。本文要搭建BIM支撑的进度-质量协同管理模型,说明它的应用基础和实施路径,提高水利工程建设精细化管理水平。

### 1 基于BIM的水利工程进度-质量协同管理应用基础

#### 1.1 BIM技术核心特征与协同管理契合性分析

BIM技术核心特征和进度-质量协同管理内在需求契合度极高,为构建一体化管理模型筑牢关键技术依托。三维几何信息的承载能力,把抽象工程实体转换成可视化、可量化的数字对象,

把进度计划的时间维度和质量标准的空间属性,精准绑定到具体构件或工序,实现管理要素的立体定位。参数化关联机制实现信息动态联动,设计方案变更或进度计划调整时,对应的质量检验要求、工艺参数与资源信息能自动同步更新,从根本上消除传统模式中信息脱节造成的错漏和矛盾。BIM信息整合共享平台,为进度报告、质量验评记录、施工日志、监测数据等多源异构信息,搭建统一存储、关联管理与协同调用的数字环境,消除专业和阶段的信息隔阂。通过搭建起覆盖全生命周期的完整数据链,以模型为核心、数据实时对接的属性,让进度和质量不再分属孤立的管理脉络,而是互相绑定、动态联动的有机整体,给协同决策筑牢精准统一的数据根基。

#### 1.2 水利工程项目进度与质量管理的关联性与矛盾性

实施水利工程项目阶段,进度管理和质量管理既深度关联,又相互矛盾,二者紧密挂钩、互为依托。科学合理的进度安排是保障施工质量的核心,比如混凝土浇筑温控时段、防渗体填筑的

层厚与碾压遍数,严格依照工序的时序和节奏;验收关键质量控制点合格,才是启动后续工序的强制节点,质量结果直接推动或限制进度推进<sup>[1]</sup>。面临资源有限、环境复杂的现实约束,二者往往发生目标冲突:片面抓进度或许会简化工艺、压缩检验流程,给工程埋安全隐患;要求过苛或程序复杂的质量控制,还可能滞后关键线路施工工期。采用传统管理模式时,此类关联和矛盾多凭管理者经验权衡,缺少量化分析和动态调控的途径。基于BIM的协同模型要解决的就是这个难题,通过可视化模拟、数据实时关联和规则预警,把进度和质量的互动关系转化为透明化、数据化呈现,协助管理者在动态变化中锁定最优平衡,实现工程效益与风险控制的两大目标。

### 1.3 现有技术平台与数据标准支撑条件

建立并落实进度-质量协同管理模型,需要靠成熟技术平台和统一数据标准做基础支撑。BIM核心建模软件(如Revit、Bentley系列)具备足量的参数化构件库和信息承载性能,施工管理软件(如Navisworks、Synchro、Vico Office)具备强大的4D/5D模拟、冲突检测和施工计划集成功能,为进度可视化模拟和资源动态管理的实现提供工具基础。云计算、移动互联网和物联网(IoT)这类新兴技术,为现场数据采集和实时同步打通了通道:无人机巡检设备、智能传感器、移动终端,可自动关联进度影像、质量检验数据、环境监测结果至云端BIM模型,实现物理施工和数字模型的虚实协同。从数据标准角度,开放中立的IFC(工业基础类)标准,为跨软件、跨阶段的信息交换与集成提供通用格式;水利行业自身正一步步制定完善BIM设计、施工与交付标准。这些技术和标准共同搭建起协同管理模型落地的生态系统,实现信息全生命周期可传递、可复用、可追溯,为真实的数字化协同铺好坚实基础。

## 2 进度-质量协同管理模型的框架设计

### 2.1 模型总体架构与多维度信息集成机制

本研究提出的协同管理模型沿用“一个中心、两个维度、多层应用”的总体框架。“一个中心”指以BIM模型作为核心数据载体,不仅整合几何和属性信息,而且深化进度计划信息(基于WBS工作分解结构)与质量标准信息(基于QBS质量分解结构)的融合,打造覆盖设计、施工、运维全流程的数字孪生基础。“两个维度”指进度维和质量维,凭借唯一编码精准关联WBS任务节点、QBS检验批和BIM构件,为每个进度步骤设定对应的明确质量控制要求,同步管控进度和质量,实现双向绑定。信息集成机制以云协同平台为依托,实现设计模型、施工计划、质量规范、检查记录等多源异构数据结构化录入、智能关联与动态更新,还具备整套的版本管理和追溯功能。这一机制既能实现数据集中存储,又能实现数据高效调用,更依托统一的数据标准和接口,消除各业务系统的信息壁垒,搭建持续累积、动态演进的工程数字资产库,给全过程精细化管理筑牢完整可靠的数据基础。

### 2.2 核心功能模块设计: 进度模拟、质量关联与预警

模型设有三大核心功能模块。一是动态进度模拟模块,依托4D-BIM技术统一WBS任务时序,可达成施工全流程的可视化模拟

及多方案比选。直观呈现各阶段工程形态、资源分布及工序衔接情况,协助核查计划合理性、排查冲突并优化资源分配。二是质量关联及追溯模块,把图纸和规范中的质量要求转化为结构化参数,匹配对应构件,关联检验程序、表单及责任人<sup>[2]</sup>。现场借助移动终端实时上传检验数据、影像与签字记录,自动关联至模型构件,打造覆盖采购、施工、验收的全流程质量数字档案,实现问题根源速查追溯与闭环管理。三是协同预警与决策支持模块,依托内置规则引擎,实时核对计划与实际数据,自动识别进度偏差、质量不合格等异常,按级别启动预警,再经由平台推送给相关参与方。系统整合偏差分析、影响评估等辅助功能,支持各方依托同一数据实况开展协同会商与动态决策,提升整体管理响应速率,增强精准性。

### 2.3 基于协同平台的流程再造与角色协同机制

模型运行推动管理流程从传统串行转变为并行协同。依托BIM协同平台,原先相互脱节的“计划-施工-检查”流程,被调整为多环节同步推进、信息即时互通的协同工作流。在编制计划阶段,质量人员可提前切入,为进度计划嵌入QBS关键控制点;在施工作业阶段,质检结果实时反馈至移动端,系统自动更新进度状态,同时解锁任务,通过质量拉动进度。平台借助角色权限矩阵,精准管理业主、设计、施工、监理等各方查看、编辑、审批数据的对应权限,守住信息安全底线,划清权责归属。定期召开的线上或线下协同会议,可直接依托最新模型状态和预警信息进行,聚焦偏差分析和方案调整,打造“计划-执行-检查-调整”的闭环管理回路。该机制可提升不同组织间的协作效率,更依托公开透明的信息共享和流程固定,构建可迭代完善、责任可追的协同管理新机制。

## 3 模型在水利工程建设中的实施路径

### 3.1 前期准备与BIM实施规划制定

所有BIM应用的成功,全都依托扎实的前期规划。在项目启动初期,业主方需发挥核心领导作用,牵头制定一份内容详实、可落地执行的《BIM实施规划方案》。本方案需为本项目进度-质量协同管理划定清晰战略目标,明确BIM在规划、设计、施工、交付各阶段的具体应用范围、模型深度等级(LOD)以及各参与方在各里程碑节点必须交付的数据成果<sup>[3]</sup>。规划要搭建统一的技术基础框架,囊括指定软件环境、强制要求的数据交换标准(如IFC格式)和全项目统一的构件命名、编码规则,保障信息全生命周期顺畅传递。

组织和合约保障是规划落地的关键,必须打造权责清晰的跨职能BIM团队。核心成员应囊括统筹整体的BIM经理、精通进度管控的控制工程师、熟悉质量标准的质量管理工程师。在团队全部到齐后,要开展系统的BIM标准、流程与工具培训,最核心的是,必须对现有设计、施工、咨询合同补充专项内容,采取协议条款形式,明确划分各方在模型创建、信息更新、协同作业中的具体责任、义务、工作流程,以及最终模型数据的所有权和使用权。这份带法律强制效力的合同文件,是打通协作梗阻、保障BIM价值落地的核心支撑。

### 3.2 模型创建、信息关联与平台部署

现阶段的核心任务是物理实体和过程管理信息做数字化关联,搭建协同作业的数字根基。在开展设计深化或施工准备工作阶段,各专业应依照《BIM实施规划》的深度要求落实,联手制作权威的、可用于施工的BIM模型,模型创建完成后,启动核心的信息结构化关联工作:按工作分解结构(WBS)拆分项目总控进度计划,把每项工作任务对接至对应的模型构件或空间区域,初步搭建能模拟施工过程的4D进度模型<sup>[4]</sup>。按质量验收划分标准搭建质量分解结构,归集各检验批、分项工程的质量标准、检查清单、验收规范等属性信息,精准对接对应模型构件,打造质量信息载体。

为实现高效配合,务必搭建统一的BIM协同管理平台。把已深度关联进度和质量信息的模型上传至云端中心服务器,按照项目组织架构为各参与方设定差异化的数据查看、编辑和审批权限,完成该平台和项目既有项目管理信息系统(PMIS)、物联网(IoT)监测系统的接口开发,实现进度报量、质量检查结果、现场监测数据在系统间自动或半自动同步更新。通过营造动态且信息互通的数字孪生环境,为过程管理供给实时、准确的数据支持。

### 3.3 施工过程应用、持续优化与知识沉淀

施工阶段是BIM价值集中兑现的阶段,要全面推广依托统一模型和平台的协同工作模式。施工班组借助4D施工模拟动画获取直观准确的可视化技术交底;施工员和质检员借助移动终端,直接在三维模型里锁定现场位置,每日如实上报进度完成情况和质量检查数据,信息即刻回传平台同步更新模型状态<sup>[5]</sup>。项目经理、监理和业主代表可借助平台指挥中心仪表盘,全局掌控项目整体推进节奏、质量合格率走向,系统自动触发的进度滞后或质量缺陷预警能即时推送并追踪闭环。

管理流程因此实现优化,项目管理层可按固定频次(如每周)依据平台汇总的真实数据,实施挣值分析等深度进度对比,并开

展质量问题统计及趋势分析。结合这些分析结论,召集多方召开BIM协同会议,动态调整后续的施工方案与进度计划。项目收尾后,交付成果不只有实体建筑,还必须附带整合全流程进度、质量、变更信息的“竣工BIM模型”。这个模型将是智慧运维的稀缺数据资产,需对项目推进全过程积累的有效协作流程、典型问题处理方案做系统整理,转化为企业的标准作业程序(SOP)与知识库,持续提高组织后续项目的BIM应用与管理成熟度。

## 4 总结

BIM技术具备的信息集成、可视化及参数化属性,给破解协同难题搭建了扎实技术底座。本次构建的模型围绕BIM核心,集成进度与质量信息,构建覆盖动态模拟、质量关联与智能预警的核心功能。依靠云协同平台优化管理流程,切实执行模型,需依照前期规划、模型与平台建设全过程应用与优化的系统路径执行。未来研究可进一步聚焦人工智能算法和模型预警、决策支持的深度融合,以及模型和智慧水利体系的融合对接。

### [参考文献]

- [1]方澜潮.基于BIM技术的水利工程施工进度管理研究[J].车时代,2025(9):215-217.
- [2]耕野张,晓君王.BIM技术在水利工程安全管理中的应用研究[J].工程施工技术,2024,2(2):125.
- [3]崔航飞,符运友,杨长明.基于BIM技术的水利工程数字档案管理应用研究[J].水利建设与管理,2023,43(1):50-55.
- [4]曾志强.基于BIM技术的水利工程施工全过程协同管理研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(24):31-33.
- [5]王康.基于BIM技术的水利工程建设可视化管理[J].模型世界,2025(29):153-155.

### 作者简介:

李春(1983-),男,汉族,新疆阜康人,本科,高级职称,研究方向:水利工程建设管理。