

基于BIM的水利施工进度-质量协同管理研究

刘旋 宫庆丰

南水北调中线实业发展有限公司 北京 100071

摘要: 水利工程施工中, 进度与质量管控的协同性直接决定工程效益与安全性, 当前行业普遍存在二者脱节、信息壁垒、决策粗放等问题。本文以BIM技术为核心, 结合物联网、云计算等支撑技术, 梳理协同管理现状与问题, 构建“数据中枢-功能应用-支撑保障”一体化协同管理模型, 设计核心功能模块与运行机制, 提出分阶段实施路径及保障措施, 实现进度与质量全流程可视化、动态化协同管控, 为水利工程协同管理提供理论支撑与实践参考。

关键词: BIM技术; 水利施工; 进度; 质量; 协同管理

引言: 水利工程作为国民经济基础设施, 其施工进度与质量直接关系到防洪、灌溉等核心功能的发挥, 二者既相互关联又存在矛盾。随着智慧水利建设推进, 传统管理模式已难以适配工程精细化管控需求, BIM技术的信息集成、三维可视化优势为协同管理提供了新路径。基于此, 本文聚焦BIM技术在水利施工进度-质量协同管理中的应用, 剖析现存问题, 构建协同模型并明确实施方法, 助力提升水利工程施工管理水平。

1 相关理论与技术基础

1.1 水利施工进度-质量协同管理核心理论

(1) 水利施工进度管理的核心内涵是围绕施工总工期, 规划各工序时序、资源配置, 关键要求是确保进度可控、衔接顺畅, 兼顾经济性与安全性, 规避工期延误风险。(2) 水利施工质量管理的核心内涵是保障工程符合设计标准与使用要求, 关键指标包括原材料质量、施工工艺合规性、结构强度、防渗性能等, 直接决定工程耐久性与安全性。(3) 二者关联性体现为进度推进需以质量为前提, 质量达标可减少返工、保障进度; 矛盾性在于盲目赶工易忽视质量, 过度追求质量可能延误工期; 协同逻辑是通过科学规划实现二者平衡, 达成工期与质量双达标。

1.2 BIM技术核心特征与应用基础

(1) BIM技术核心特征包括三维可视化, 可直观呈现工程全貌; 参数化建模, 便于修改调整; 信息集成, 可整合施工全流程数据, 实现信息共享。(2) 其与水利施工协同管理契合性体现在, 可解决水利工程地形复杂、工序繁多的痛点, 实现进度与质量的可视化管控, 提升协同效率。(3) 核心应用工具包括Revit用于三维建模, Navisworks用于施工模拟与碰撞检查, 为协同管理提供技术支撑。

1.3 协同管理相关支撑技术

(1) 物联网 (IoT) 可通过传感器实时采集施工进度、质量相关数据, 实现数据实时监测与反馈, 为协同决策提供依据。(2) 云计算与云协同平台可实现多主体、多环节数据共享与协同办公, 打破信息壁垒, 提升管理效率。(3) IFC标准与水利行业BIM标准规范了数据格式, 确保各工具、各参与方数据互通, 保障协同管理有序推进。

2 水利施工进度-质量协同管理现状及问题分析

2.1 水利施工进度-质量协同管理现状

(1) 水利工程施工管理行业整体呈现规范化提升态势, 随着国家对水利基础设施投入加大, 行业逐步重视工期与质量双重管控, 但部分中小型项目仍存在管理粗放、管控不到位的情况, 区域发展不均衡。(2) 当前协同管理主要以“分阶段管控+专人对接”模式为主, 大型项目多建立专项协同小组, 统筹进度规划与质量检查, 但多数项目仍存在进度、质量分开管理的现象, 协同联动性不足, 实践中难以实现二者动态平衡。(3) BIM技术已在大型水利工程中初步应用, 主要用于三维建模、施工模拟, 但应用多停留在基础层面, 未深度融入进度与质量协同管控, 未能充分发挥信息集成、可视化管控的核心价值, 中小项目应用普及率较低^[1]。

2.2 协同管理存在的核心问题

(1) 进度与质量管理脱节, 信息传递滞后、碎片化, 进度管控侧重工期推进, 质量管理侧重过程检查, 二者缺乏有效联动, 施工过程中进度偏差、质量缺陷信息无法及时共享, 易导致返工、工期延误。(2) 协同管控缺乏量化分析, 决策依赖经验, 多数项目未建立科学的量化评价体系, 对进度偏差、质量缺陷的影响程度难以精准判断, 管控决策主观性强, 易出现决策失误。

(3) 数据共享不足, 多参与方协同效率低下, 建设、施工、监理等多方数据存储分散, 缺乏统一共享平台, 数

据格式不兼容,导致协同沟通成本高、效率低,难以形成管控合力。(4)进度偏差与质量缺陷的关联处理机制不完善,出现进度滞后或质量问题时,多单独处理,未深入分析二者内在关联,难以从根源上解决问题,易导致同类问题重复出现。

2.3 问题产生的根源分析

(1)管理理念落后,缺乏协同管控意识,部分管理人员仍沿用传统管理模式,重视单一目标管控,忽视进度与质量的协同性,未树立“工期与质量并重”的协同理念。(2)技术应用不深入,BIM价值未充分发挥,技术应用多停留在表面,缺乏专业技术人才,未将BIM与进度、质量管控深度融合,难以实现数据驱动的协同管控。(3)组织架构不合理,协同职责划分不清晰,未建立专门的协同管理机构,各部门、各参与方职责交叉或缺失,出现问题时相互推诿,协同管控难以落地。(4)相关标准体系不完善,数据接口不统一,缺乏统一的协同管理标准和数据规范,不同系统、不同参与方的数据无法有效互通,制约了协同管理的高效推进。

3 基于 BIM 的水利施工进度-质量协同管理模型构建

3.1 模型构建原则与总体目标

(1)模型构建的核心原则:以目标统一为首要原则,确保进度与质量管控目标协同,避免单一目标失衡;坚持预防为主,依托BIM可视化与数据集成,提前识别进度、质量风险,实现事前管控;遵循动态平衡,根据施工实际调整管控策略,维持二者协调;兼顾实用性与可扩展性,贴合水利施工场景,预留功能拓展空间,适配不同规模工程需求。(2)模型总体目标:依托BIM技术打破进度与质量管理壁垒,实现二者全流程协同管控,提升施工管理效率与工程质量,降低工期延误、质量缺陷风险,最终实现工期、质量、效益统一。核心功能定位为信息集成、动态管控、风险预警、协同交互,为各参与方提供一体化协同支撑。(3)整体思路:以BIM技术为核心,整合进度、质量、人员、设备等多维度数据,构建“数据中枢-功能应用-支撑保障”一体化模型;技术路线为调研梳理需求→明确原则目标→搭建总体架构→设计功能模块→制定运行机制→测试优化→落地应用,保障模型科学可行、适配实际^[2]。

3.2 协同管理模型总体架构设计

(1)核心层:BIM模型数据中枢,作为整个协同管理模型的核心,整合工程几何信息、进度计划信息、质量标准信息、施工过程数据等,实现多维度数据的集中存储、统一管理、与高效调用,将几何模型与进度、质量数据深度绑定,为上层功能应用提供精准、全面的数

据支撑。(2)应用层:进度模拟、质量关联、预警管控等功能模块,是模型的核心应用载体,涵盖进度动态模拟、质量关联管控、协同预警、多参与方交互等核心功能,通过各模块的协同运行,实现进度与质量的全流程、可视化协同管控,满足不同参与方的管控需求^[3]。

(3)支撑层:技术支撑、标准支撑、组织支撑体系,为模型运行提供全方位保障。技术支撑包括BIM技术、物联网、云计算等相关技术;标准支撑涵盖IFC标准、水利行业BIM标准及数据管理规范;组织支撑为协同管理组织架构与职责体系,确保模型有序运行、落地见效。

3.3 模型核心功能模块设计

(1)进度动态模拟与优化模块,基于BIM三维模型与进度计划,构建4D进度模拟体系,直观呈现各工序推进时序与进度节点,实时对比实际进度与计划进度,通过碰撞检测提前识别工序冲突、资源冲突,提出进度优化方案,确保进度可控。(2)质量关联管控模块,将质量标准、验收规范与BIM模型构件绑定,明确各构件、各工序的质量要求,通过物联网设备采集施工质量数据,与模型关联存储,实现质量数据全程追溯,及时发现质量缺陷并跟踪整改,保障施工质量达标。(3)进度-质量协同预警模块,建立量化预警指标体系,实时监测进度偏差、质量缺陷数据,当数据超出预警阈值时,自动发出预警信号,同步分析偏差与缺陷的内在关联,为管控决策提供依据,规避风险扩大^[4]。(4)多参与方协同交互模块,搭建一体化协同平台,实现建设、施工、监理等多方信息共享,支持多方在线沟通、联合决策,及时同步进度、质量相关信息,打破信息壁垒,提升协同效率。

3.4 模型运行机制设计

(1)信息集成与更新机制,明确数据采集范围、格式与流程,通过物联网、人工上报等方式实时采集施工进度、质量数据,自动同步至BIM数据中枢,实现数据实时更新、动态同步,确保数据的准确性与时效性。(2)进度-质量协同决策机制,建立量化分析模型,对进度偏差、质量缺陷数据进行综合分析,明确二者的关联关系,组织各参与方开展联合决策,制定科学的调整与整改措施,确保决策的科学性与协同性。(3)偏差与缺陷的协同处理机制,明确进度偏差、质量缺陷的处理流程、责任主体与时限要求,当出现偏差或缺陷时,自动推送相关信息至责任方,跟踪整改进度,同步评估整改对进度或质量的影响,实现闭环管理,避免同类问题重复出现。

4 基于 BIM 的水利施工进度-质量协同管理实施路径

4.1 实施前期准备工作

(1) BIM模型构建与优化,结合水利工程设计图纸、地质勘察资料,采用Revit等工具构建参数化三维模型,明确各构件尺寸、材质、施工工艺等核心参数;完善模型信息,绑定进度计划、质量标准、验收规范等数据与模型构件,优化模型精度,规避构件冲突、信息缺失等问题,确保模型精准支撑后续协同管控。(2) 协同管理组织架构搭建与职责划分,建立以建设单位为核心、施工单位为主体、监理单位为监督、设计单位为支撑的协同管理小组,明确各参与方及内部部门职责分工,明确进度管控、质量检查、信息上报、协同沟通等岗位职责,避免职责交叉或缺失,保障协同管理有序推进。(3) 人员培训与技术储备,开展分层分类培训,对管理人员培训协同管理理念与模型操作,对技术人员培训BIM建模、数据采集、软件应用等技能,对一线施工人员培训质量标准与进度要求;储备专业人才,组建BIM技术团队,梳理技术难点,提前制定技术预案,为实施工作提供人力与技术支撑。

4.2 分阶段协同管理实施流程

(1) 施工准备阶段:进度与质量计划集成,依托BIM模型,将施工总进度计划分解为各分项工程、各工序详细进度节点,结合质量标准,制定对应质量管控计划,明确各节点质量验收要求,将两类计划集成至BIM模型,实现同步规划、协同管控。(2) 施工实施阶段:动态协同管控与数据采集,通过BIM模型4D模拟实时跟踪进度,对比实际与计划进度,及时识别偏差;利用物联网设备采集施工质量数据,与模型关联存储,实现全程追溯;针对偏差与质量缺陷,通过协同平台联合分析,及时调整管控措施,实现动态协同^[5]。(3) 竣工验收阶段:数字化档案与协同验收,依托BIM模型构建数字化竣工档案,整合施工全过程进度、质量、整改等数据,实现档案可视化查询与追溯;各参与方通过协同平台开展数字化验收,对照模型与质量标准核查指标,确保工程符合要求,提升验收效率与准确性。

4.3 实施保障措施

(1) 技术保障:软件适配、数据标准统一,筛选适

配水利施工场景的BIM软件及协同管理平台,确保软件之间的数据互通;严格遵循IFC标准与水利行业BIM标准,统一数据格式与接口规范,规范数据采集、存储、传输流程,避免数据不兼容导致的协同不畅问题。(2) 管理保障:制度建设、协同机制完善,制定BIM应用管理制度、进度-质量协同管控细则、数据管理规范等,明确工作流程与考核标准;完善信息共享、协同决策、问题整改等机制,确保各参与方高效联动,保障协同管理措施落地见效。(3) 资源保障:人力、物力、财力投入保障,加大专业人才引进与培养力度,稳定BIM技术团队与管理团队;配备齐全物联网传感器、建模设备等硬件设施,保障数据采集与模型构建顺利开展;合理安排资金投入,重点保障软件采购、人员培训、技术研发等相关费用,为实施工作提供充足支撑。

结束语

本文围绕基于BIM的水利施工进度-质量协同管理展开系统研究,明确了协同管理核心逻辑与BIM技术应用价值,构建了科学可行的协同模型与实施路径,有效解决了当前协同管控中存在的脱节、低效等痛点。研究仍存在一定局限,后续可结合实际工程案例优化模型参数,融合AI技术提升预警与决策的智能化水平,进一步推动BIM技术在水利协同管理中的深度应用,助力水利工程高质量发展。

参考文献

- [1]邢书龙.水利水电基础施工进度问题的研究[J].科技创新与应用,2021,13(03):75-77.
- [2]许景海.浅谈水利水电工程施工进度的有效控制[J].科技创新与应用,2022,22(10):151-153.
- [3]周佳宁.水利水电工程施工进度管理研究[J].科技视界,2021,32(17):365-367.
- [4]李惠刚.论水利工程质量管理与施工进度控制[J].建筑工程技术与设计,2025,10(16):114-117.
- [5]郭丽娜.水利水电工程施工进度管理和控制工作的分析[J].科学与财富,2021,8(21):236-239.