

BIM 技术在水利工程施工进度管理中的应用

咎书林

西峡县河湖运行保障中心 河南 南阳 474550

【摘要】：水利工程工况复杂、施工规模大且工序交叉密集，受限于传统进度管理计划精度不足、过程管理滞后及协同效率低等方面问题的影响，不利于水利工程进度管理效率的提升。BIM 技术以其参数化、可视化与协同性的优势，能够有效应对传统进度管理存在的问题。本文围绕 BIM 技术与水利工程施工进度管理的适配性，构建涵盖进度计划编制、动态控制与协同管理、风险预警与应对的应用机制，通过对两种管理模式差异进行对比，结合水利枢纽工程案例验证技术应用成效，旨在为 BIM 技术在该领域的规范化应用提供参考。

【关键词】：BIM 技术；水利工程；施工进度管理；动态控制；协同管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.04.071

在国民经济基础设施中，水利工程作为其中重要组成内容，其施工质量和进度直接决定着工程效益。面对水利工程日趋复杂的施工环境，气候、地形及多专业交叉作业因素对施工进度提出了更高的要求。传统管理模式下的进度管理主要依靠经验判断与二维图纸进行，容易出现进度偏差、计划与实况脱离等问题，不仅延误工期，还会增加成本。基于 BIM 技术的进度管理，通过三维建模整合施工过程数据信息并实现多维度模拟，能够从整体上提升进度管理效率。由此可见，对 BIM 技术在水利工程施工进度管理中的应用展开探讨，具有重要的理论和实践意义。

1 BIM 技术与水利工程施工进度管理的适配性分析

基于传统管理模式的水利工程进度管理，二维图纸信息割裂致使专业间协同难度大、进度计划编制依赖经验，容易导致工序冲突，进度监测人工采集数据导致偏差发现不及时。而在 BIM 技术支撑下的进度管理，借助技术的可视化特点，可将抽象施工流程优化为直观的三维动态场景，有利于管理人员精准把控工序逻辑；参数化特性实现模型构件与进度信息深度关联，保障进度数据实时联动更新；协同性特性打破多方主体信息壁垒，为跨专业协作提供统一信息载体。这些优势与传统管理痛点精准适配，为进度管理提质增效奠定基础^[1]。BIM 技术应用的核心价值观体现在三方面，提升计划精度可依托 BIM 模型实现进度计划与工程实体精准匹配，通过可视化模拟提前规避工序冲突；强化过程管控能借助实时数据采集与模型联动，实现进度偏差动态监测与量化分析，为调整方案制定提供数据支撑；促进协同高效可通过协同平台实现多方进度信息共享，简化沟通流程并提升决策效率。

2 BIM 技术在水利工程施工进度管理中的应用机制构建

2.1 基于 BIM 的水利工程施工进度计划编制

基于 BIM 编制施工进度计划，需注重 BIM 模型构建与基础数据的整合，在专业 BIM 团队的主导下，根据设计图纸与施工规范构建包含主体结构、地形地貌及施工设施的专业三维模型，通过校验优化去除数据误差与设计缺陷。同时，通过收集整合工程量、资源配置及工期定额等基础数据，为制定全方位施工计划提供可靠的依据。进度分解与工序搭接优化以三维模型为载体开展 WBS 分解，将工程整体目标拆解为分部分项工程目标，明确各工序逻辑关系与搭接顺序。借助 BIM 软件协同功能，组织专业人员审核工序衔接节点，优化不合理搭接安排以避免交叉干扰。4D 进度模型构建通过关联进度计划与三维模型赋予时间维度属性，实现施工过程动态可视化模拟，方便管理人员直观掌握各阶段进展并识别关键线路与工序^[2]。进度计划优化调整阶段，依托 4D 模拟分析关键线路工期弹性，结合资源配置情况优化计划，针对模拟发现的工期冲突与资源短缺问题调整工序安排与资源投入，保障计划合理可行。

2.2 基于 BIM 的施工进度动态控制与协同管理

BIM 模型与施工进度数据采集联动，主要依托物联网技术与移动终端实现。通过将传感器安装在施工机械设备与关键构件上，可实时获取设备运行状态与施工进度数据。管理人员借助移动终端记录现场情况，将采集到的数据实时上传至 BIM 协同平台并同步更新至三维模型，实现进度数据与模型动态联动。进度偏差实时监测与分析通过 4D 模型对比实际与计划进度开展，系统自动量化偏差程度与影响范围并生成分析报告，针对材料供应延迟、恶劣天气等不同原因精准定位问题根源，为调整方案制定提供依据^[3]。多方协同进度管理平台以 BIM 技术为核心，整合各方需求搭建统一平台实现进度计划、现场数据与调整方案等信息实时共享，通过设置主体权限规范信息传

递与审批流程，实现同步协作并提升协同效率。

2.3 基于 BIM 的施工进度风险预警与应对

在 BIM 技术支撑下的水利工程施工进度风险识别，主要借助模型对潜在风险点进行全面梳理，并通过整合地形、地质、气候等基础信息，系统排查地质灾害、工序交叉及汛期影响等风险，建立清单。基于 BIM 的风险量化评估通过模拟风险事件发生过程，分析对进度的影响程度并确定风险等级，对高等级风险重点标注并明确影响范围与工期损失。进度风险预警机制构建需设置科学风险阈值，依托实时数据监测系统动态跟踪风险指标，当数据达到阈值时自动发出预警信号并推送至管理人员，确保风险及时发现^[4]。基于 BIM 的风险应对方案模拟与优化针对预警风险制定针对性措施，通过 4D 模型模拟实施效果，根据结果优化方案并明确时间节点、资源需求与责任主体，提升应对有效性以降低风险对进度的影响。

2.4 传统进度管理模式与 BIM 技术应用模式对比分析

如表 1 所示，清晰地呈现了传统进度管理模式与 BIM 技术应用模式的核心差异，更好地凸显 BIM 技术应用价值。

表 1 传统进度管理模式与 BIM 技术应用模式对比表

对比维度	传统进度管理模式	BIM 技术应用模式	优势提升点
计划编制基础	二维图纸与经验判断，数据整合难度大	三维 BIM 模型与全量数据整合，信息精准完整	提升计划编制精准度，减少逻辑冲突
进度可视化程度	依赖文字报表与二维图表，直观性差	4D 动态模拟，施工过程直观可追溯	便于进度节点把控，提升管理决策效率
数据采集与更新	人工采集数据，更新滞后且易出现误差	物联网与移动终端实时采集，模型同步更新	保障数据时效性与准确性，支撑动态管控
偏差分析能力	人工对比分析，偏差量化难度大	系统自动对比计划与实际进度，量化偏差影响	快速定位问题根源，提升偏差处理效率
调整方案验证	依赖经验论证，验证过程复杂易出现二次偏差	模型模拟验证，直观呈现调整效果可快速优化	提升调整方案合理性，保障进度回归正轨

3 案例分析

3.1 工程概况

本文以某水利枢纽工程为案例，探讨 BIM 技术在其进度管理中的应用。该工程主要承担防洪、发电与灌溉功能，位于南方河流中游。工程总库容 2.5 亿立方米，采用混凝土重力坝坝型，最大坝高 85 米，坝顶长度 420 米，总投资 18 亿元，计划施工周期 48 个月。该工程施工面临的难点众多，坝址区存在多处风化岩且地形复杂，水下施工环节多且易受汛期影响，再加上涉及多专业交叉作业增加了进度协调难度。基于上述特点，工程进度管理核心需求是精准把控关键工序节点，有效应对汛期等风险因素，提升多方协同效率以确保按期完工。

3.2 BIM 技术在该工程进度管理中的应用实施

前期准备阶段，组建涵盖 BIM 技术人员、施工管理人员与各专业技术人员的专项团队，并为其配备高性能计算设备与专业软件，制定统一的 BIM 建模标准。BIM 核心模型构建，通过对地形地貌进行三维建模，还原坝址区地质条件，再完成对大坝主体结构、发电厂房等模型的构建，通过整合临时设施模型，校验消除数据误差。在进度计划编制与 4D 模拟环节，基于 BIM 技术，结合工程总体目标开展 WBS 分解，将进度计划细化至分部分项工程并明确工序逻辑关系与时间节点，关联三维模型构建 4D 进度模型，模拟关键环节施工过程并识别坝体浇筑与机电预埋工序的交叉冲突，优化调整搭接顺序^[5]。施工过程动态控制与协同管理中，通过传感器与移动终端实时采集进度数据并同步更新至 4D 模型，系统自动对比发现大坝基础浇筑阶段因地质复杂出现进度滞后，制定增加施工班组、优化浇筑工艺的调整方案，经模型模拟验证可行后实施。协同管理平台实现多方信息共享，设计变更与进度调整等事项快速审批，大幅缩短沟通周期。进度风险预警与应对实践中，通过模型梳理汛期、地质滑坡等风险点，量化评估汛期对导流工程进度影响，设置降雨量、坝体沉降等风险阈值，实时监测指标并在汛期前发出预警，提前启动导流洞加固、人员设备转移等措施保障进度不受影响。

3.3 应用成效分析

应用 BIM 技术后，进度管理成效显著，工程实际施工共耗时 45 个月，较计划缩短 3 个月，机电安装、大坝浇筑等关键节点的完成效率显著提升。成本与质量协同控制效果显著，通过进度优化避免了工序冲突引起的返工，降低返工成本，保证了工程质量。多方协同效率大幅提升，协同平台实现信息实时共享，设计变更审批时间从 15 天缩短至 5 天，沟通成本降低且决策效率显著提高。

3.4 应用经验与问题总结

此次BIM技术在进度管理中的成功应用,基于完善的BIM应用体系。通过落实模型构建与进度管理的深度融合,在多方协同机制的作用下,打破了信息壁垒,实现了对风险的灵活预判与精准管控。实际施工中也存在着一些问题,比如,受复杂地质条件的影响,模型构建精度仍需进一步提升。同时,个别管理人员对BIM技术的应用能力不足,影响了数据采集与模型更新的及时性。此外,不同软件间数据对接不畅影响信息交互效率。

4 BIM技术在水利工程施工进度管理中应用的保障措施

为强化技术应用效果,需建立完善的水利工程BIM技术标准体系,在统一建模规范、数据交互标准及应用流程的约束下,实现BIM技术与物联网、GIS等技术的融合应用,确保复杂工况下模型构建精度及数据处理能力。人才保障要加强BIM专业人才培养,通过校企合作开设针对性课程培育兼具水

利施工经验与BIM技术能力的复合型人才,开展在职人员培训提升施工管理人员应用水平,必要时引进外部专业团队弥补内部技术短板。管理保障应建立多方协同的管理机制,明确各主体在BIM应用中的职责分工,规范落实信息传递与审批工作,完善进度管理与BIM应用的考核评价体系,将应用成效与管控效果纳入考核指标激发各方积极性。政策保障即强化行业政策引导,建立行业共享的BIM数据库与协同平台,降低企业应用成本促进技术规范、规模化应用。

5 结语

BIM技术在水利工程进度管理中的有效应用,能够破解传统管理模式下存在的痛点,实现对施工进度的精准管控,保障了进度管理的前瞻性和协同性。面对当前BIM技术应用中仍然存在的问题,需通过完善保障措施推动技术的规范化应用。未来随着BIM技术与新兴技术深度融合,有望进一步提升水利工程施工进度管理智能化水平,为工程高质量建设提供更强支撑。

参考文献:

- [1] 梁建波,吴鼎,董平.BIM技术在水利工程施工组织设计中的应用[J].水利技术监督,2024,(08):30-32.
- [2] 刘威.基于BIM技术的水利工程施工全过程协同管理研究[J].水上安全,2024,(10):61-63.
- [3] 蔺宏岩,张意宁.BIM技术在水利工程全周期建设中的应用[J].云南水力发电,2023,39(12):268-271.
- [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] 刘德斌,陈垒.水利工程BIM应用探索与实践[J].智能建筑与智慧城市,2023,(08):176-178.