

BIM 技术在水利水电工程施工全过程管控中的应用路径探析

王梓宇

河南水投资源开发管理集团有限公司 河南 郑州 450000

【摘要】：BIM 技术作为工程建设数字化转型里的关键工具，借助三维模型、信息集成、协同管理、动态模拟等手段，可提高水利水电工程施工全过程的管控水准。水利水电工程一般有着建设周期长、空间结构繁杂、参建主体众多、施工环境变化大、安全质量风险高等特性，传统管理方式易产生信息分散、进度延迟、质量追溯艰难、协同效率欠缺等问题。本文将 BIM 技术在水利水电工程施工全过程管控中的应用路径当作研究对象，运用文献分析与理论归纳的办法，全面探讨 BIM 技术在施工准备、进度控制、质量管理、安全管理、成本控制、竣工交付等环节的应用机理。研究觉得，BIM 技术能够促使水利水电工程施工管理从经验管控朝着数据管控转变，从二维表达朝着三维协同转变，从事后检查朝着过程预警转变。文章提出，应当从模型标准化建设、施工进度模拟、质量安全联动、成本信息集成、数字化协同平台、复合型人才培养等方面完善应用路径。

【关键词】：BIM 技术；水利水电工程；施工全过程；工程管控；数字化管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.17.095

引言

水利水电工程具备防洪、供水、灌溉、发电、生态调节等关键功能，其施工进度牵涉地质、水文、结构、机电、金属结构和临时工程等多种要素，管理难度较大。随着数字建造理念持续推进，BIM 技术在工程模型展示、信息整合、协同管控方面的作用越来越明显。把 BIM 技术运用到水利水电工程施工的整个过程，能够解决传统管理里信息分散、过程管控粗放、风险应对迟缓的问题，促使施工管理朝着精细化、可视化、智能化方向发展。

1 BIM 技术应用于水利水电工程施工管控的基本认识

1.1 BIM 技术的内涵与功能特征

BIM 技术也就是建筑信息模型技术，它的核心并非仅仅建立三维模型，而是以模型作为载体，把工程构件的几何信息、材料信息、进度信息、成本信息、质量信息、安全信息、运维信息进行集成管理。就水利水电工程来讲，BIM 模型能够呈现坝体、厂房、泄洪建筑物、引水隧洞、闸门、边坡、基础处理、机电设备、施工临建等复杂对象，并且借助信息关联反映出工程各要素之间的空间关系与施工逻辑。BIM 技术具备可视化、参数化、协同性、模拟性、可追溯性等特点，能够辅助施工管理人员提前识别设计冲突、优化施工方案、模拟施工进度、管理工程量变化、记录现场质量安全信息。和传统二维图纸相比，BIM 模型更加直观，更利于沟通，也更加适宜多专业协同。BIM 技术应用于施工全过程管控，实际上是通过模型化表达和数据化管理，提高工程施工决策的准确性与及时性。

1.2 水利水电工程施工全过程管控特点

水利水电工程施工全过程管控具备系统性、阶段性、动态性这几个特性。系统性方面，工程涵盖水工结构、土石方开挖、混凝土浇筑、金属结构安装、机电设备安装、导截流、围堰、边坡支护还有环境保护等诸多专业，要是有任何一个环节失去控制，就极有可能对整体进度、安全造成影响。阶段性方面，施工准备、主体施工、设备安装、调试验收、竣工交付之间存在显著的时间顺序、逻辑关系，不同阶段的控制重点是不一样的。动态性方面，地质条件、水文变化、气候因素、材料供应、机械配置、现场组织都有可能发生变化，这就要求管理人员不断去调整施工计划。传统管理方式依靠图纸、表格、会议、现场检查，信息传递的层级比较多，很容易出现滞后、偏差的情况。BIM 技术能够把分散的信息整合到同一个模型、平台当中，让施工过程中进度、质量、安全、成本状态变得更便于查看、掌控。

1.3 BIM 技术融入全过程管控的价值

BIM 技术融入水利水电工程施工全过程管控有着重要的价值。其一，它可以提高施工组织的精度。借助三维模型、施工模拟，能够对施工场地布置、机械行走路线、材料堆放区域还有工序衔接关系进行提前分析，进而减少现场冲突。其二，其能提高质量控制的水平。BIM 模型能够关联施工验收标准、检测记录、构件信息，从而让质量问题拥有可追溯的依据。其三，它能够增强安全风险防控的能力。借助危险源可视化标识、施工过程模拟、现场监测数据集成，可提前识别高边坡、深基坑、临水作业、吊装作业、交叉施工风险。

2 水利水电工程施工全过程管控中存在的主要问题

2.1 施工信息分散与协同效率不足

水利水电工程施工管理所涉及的信息来源非常广泛,其中包括设计图纸、施工方案、进度计划、材料台账、质量验收记录、安全检查资料、设备运行数据、现场影像资料等等。在以往传统的管理模式当中,这些信息常常分散于不同的部门、不同的系统、不同的文件里,以至于很难建立起统一的数据链条。倘若设计变更、现场签证、质量缺陷整改、进度调整等方面的信息未能及时进行传递,那么极有可能导致施工组织出现混乱的情况,并且致使管理决策变得滞后。水利水电工程的参建主体数量众多,专业接口颇为复杂,比如土建施工、金属结构安装、机电设备安装、监测设施布设之间都需要紧密地配合。要是缺乏统一协同的平台,那么不同主体对于工程状态的理解或许会存在差异,从而影响到工序的衔接、资源的配置。信息分散还会加大资料整理、竣工归档的难度,对后续的运维管理工作非常不利。

2.2 进度质量安全管控联动不足

在水利水电工程的施工进度里,进度、质量、安全这三者之间存在着紧密的关联。倘若进行赶工操作,就有可能致使质量控制无法达到应有的标准,而质量出现返工的情况,便会对工期的安排造成影响,安全方面存在的风险,又极有可能引发施工的停滞。然而,在传统的管理模式当中,这三者通常是由不同的部门各自进行管理的,如此一来,进度计划、质量验收、安全检查之间就缺乏数据的联动。施工进度控制大多依赖横道图或者网络计划,现场实际完成的状况与计划之间存在的偏差,很难及时且直观地展现出来。质量管理常常侧重于事后的检查,很难在工序进行的过程中及时察觉到其中存在的隐患。安全管理也容易依赖现场的巡查、纸质记录,对于危险源的变化、人员与机械交叉作业的情况、临时结构的状态欠缺动态的监控。

2.3 BIM 应用标准与人才支撑不足

BIM 技术于水利水电工程里的运用,目前依旧存在标准、人才支撑欠缺的状况。不同单位所采用的软件、模型精度、构件命名、信息编码、交付格式,或许会存在不一致的情况,如此一来,模型便难以在设计、施工、运维之间顺利传递。有部分项目尽管建立了 BIM 模型,然而其模型深度不够,无法为工程量统计、施工模拟、质量安全管理提供支持。另外还有一些项目,把 BIM 应用仅仅限定于投标展示或者形象宣传方面,并未切实融入到施工管理流程当中。在人才方面,兼备水利水电工程技术,同时又掌握 BIM 建模、数据管理、施工管控的复合型人才数量相对较少。

3 BIM 技术在施工准备阶段的应用路径

3.1 开展三维建模与设计信息整合

施工准备阶段在 BIM 技术应用里属于基础环节。项目要依据施工管理的需求,去建立水工建筑物、地形地质、临时设施、施工道路、导流建筑物、机电设备等方面的三维模型,并且把设计图纸、技术参数、材料属性、施工要求都嵌入到模型当中。在建模期间,需要统一坐标系统、构件编码、模型精度标准,防止后续应用的时候出现模型不兼容的情况。针对大坝、厂房、隧洞、闸门和边坡这类关键部位,要提高模型的精细程度,以此来满足施工模拟、质量控制的需求。

3.2 进行施工方案模拟与工序优化

BIM 技术能够在施工之前针对关键施工方案展开模拟,以此辅助管理人员对工序安排加以优化。在水利水电工程里,像导截流、围堰填筑、基坑开挖、混凝土分层浇筑、金属结构安装、机电设备吊装、大型机械布置等常见的施工活动,均可借助 BIM 模型来实施可视化推演。施工方案模拟能够提前察觉作业空间不足、机械出现干涉、运输路线存在冲突、工序衔接不合理等一系列问题。把进度计划与三维模型进行关联,能够形成四维施工模拟,从而直观呈现不同阶段的施工状态。

3.3 优化施工场地布置与资源配置

水利水电工程施工的场地一般范围较大,地形复杂多样,所涉及的材料设备种类繁多,施工道路、仓储区、拌和系统、钢筋加工区、弃渣场、生活区、临时用电设施的布置情况都会对施工效率造成影响。BIM 技术能够与地形模型、施工计划相结合,进而针对场地布置展开可视化分析。借助模型进行展示,能够判断运输路线是不是顺畅,材料堆场是否靠近使用区域,大型机械的作业半径是否符合要求,临时设施会不会与主体工程产生冲突。

4 BIM 技术在施工实施阶段的管控路径

4.1 进度管控中的动态模拟与偏差分析

在施工实施阶段的时候, BIM 技术能够把计划进度跟实际进度联系起来,达成进度的动态管控目的。项目管理人员能够把施工任务、时间节点、工程量、责任单位关联到模型构件之上,建立起四维施工管理模式。随着现场施工不断推进,实际完成的情况能够借助移动端填报、现场影像、测量数据、施工日志更新到平台里,和计划进度展开对比。要是某一个部位的进度出现滞后情况,模型能够直观地呈现出滞后区域、其对后续工序所产生的影响。

4.2 质量管控中的信息追溯与过程验收

BIM 技术在质量管控方面有着重要作用,能够达成质量信息与工程实体的关联。在施工进程里,可以把材料进场检验、混凝土浇筑记录、钢筋安装验收、焊接检测情况、隐蔽工程验收内容、试验检测结果、整改记录等绑定到对应的模型构件上,从而建立起可追溯的质量档案。在水利水电工程里,存在像坝体防渗结构、基础处理区域、压力管道、闸门埋件、机电设备基础这样的关键部位,质量信息追溯是非常重要的。

4.3 安全管控中的风险识别与预警联动

水利水电工程施工存在较高安全风险,其涵盖的内容有高边坡、深基坑、爆破、临水作业、洞室施工、大型吊装、交叉作业、临时结构稳定等方面。BIM 技术能够借助模型可视化来标识危险源,把安全风险同施工区域、施工阶段、作业内容相互联系起来。在施工之前能够进行安全风险模拟,以此识别危险作业空间与人员机械交叉区域,在施工过程中可以把监测数据、巡检记录、隐患整改信息接入 BIM 平台,达成安全风险动态管理。针对高边坡位移、围堰渗流、基坑支护、洞室变形、大型设备运行等风险,能够结合传感器数据实施预警。

5 BIM 技术应用保障与优化策略

5.1 建立标准化模型与数据管理体系

BIM 技术在水利水电工程施工全过程管控里能有效应用,依赖于标准化模型、数据管理模式。项目在实施初期要明确模型精度、构件编码、信息字段、数据格式、更新频率还有交付

要求。不同专业的模型需遵循统一规则,以此确保土建、机电、金属结构、监测、临时工程的信息能够协同运用。数据管理模式要明确模型创建、审核、发布、更新、归档的流程,防止模型版本出现混乱。在施工过程当中,模型要随着现场变化持续更新,从而反映出设计变更、施工调整、质量验收的结果。

5.2 构建多方协同管理平台

水利水电工程项目有着较多的参建主体,BIM 的应用需要依靠协同管理平台来达成信息共享。该平台要支持业主、设计单位、施工单位、监理单位、检测单位、设备供应单位等,在权限管控之下进行相关信息的查看、提交、更新操作。经由协同平台,能够达成图纸会审、设计变更、进度填报、质量验收、安全巡查、资料归档、问题整改等工作的线上流转。多方协同的平台可以减少纸质文件的传递、重复录入情况,进而提高管理效率。

6 结论

BIM 技术应用于水利水电工程施工全过程管控,是工程建设朝着数字化、精细化管理发展的关键方向。水利水电工程项目结构复杂,工序种类繁多,并且存在多种风险因素,传统管理方式在信息整合、进度控制、质量追溯、安全预警、协同沟通等方面存在着一些不足之处。本文的研究观点是,BIM 技术能够以三维模型作为基础,对进度、质量、安全、成本、资料信息进行集成管理,促使施工管控由分散管理转变为协同管理,从事后检查转变为过程控制,从经验判断转变为数据决策。

参考文献:

- [1] 吴庆增.BIM 技术在水利水电工程施工管理中的应用实践探索[J].工程建设与设计,2026,(9):129-131.
- [2] 张敬谦.BIM 技术在水利工程施工质量全过程控制中的应用[J].建材发展导向,2026,24(5):58-60.
- [3] 张钊.全过程动态仿真技术在水利水电工程施工中的应用研究[J].工程建设与设计,2026,(1):129-131.
- [4] 袁峰,常宏伟.BIM 技术在水利水电工程施工安全管理中的应用分析[J].冶金管理,2025,(8):84-86.
- [5] 姚志华.全过程动态仿真技术在水利水电工程施工中的运用[J].太原城市职业技术学院学报,2022,(5):198-201.