

数字赋能视角下 BIM 技术在水利工程数字化建设中的核心作用探析

范媛

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司，新疆乌鲁木齐，830000；

摘要：针对水利工程数字化建设推进过程中，普遍存在的信息协同效率不足、全流程管控能力薄弱等突出问题，从数字赋能的视角出发，开展 BIM 技术在其中核心作用的探析工作。该探析工作的推进，通过充分发挥 BIM 技术自身的核心优势，这些优势具体包括信息集成能力突出、三维可视化效果显著等，实现水利工程从前期设计到后期运维的全流程数字化管控，进而助力水利工程数字化建设实现质量提升与效率优化，推动工程数字化转型落地。

关键词：数字赋能；BIM 技术；水利工程；数字化建设；全流程管控

DOI：10.69979/3060-8767.26.02.034

引言

在数字技术深度赋能基础设施建设的行业背景下，水利工程作为重要基础设施类型，正逐步向数字化建设方向转型。数字化建设已成为提升水利工程建设质量、保障工程长期运行安全的关键发展方向，对水利工程高质量发展具有重要意义。BIM 技术作为数字赋能理念落地的核心工具之一，具备打破信息壁垒、整合建设全流程数据的能力，可针对性解决传统模式的短板。基于这样的行业现状与技术优势，探析 BIM 技术在水利工程数字化建设中的核心作用，对推动水利工程数字化转型进程、提升工程建设与管理水平，具有重要的现实意义与行业价值。

1 水利工程数字化建设的核心需求

1.1 信息集成与协同需求

水利工程建设是一项系统工程，涉及多个参与主体，具体涵盖设计单位、施工单位、运维单位等不同参与方，各参与方在工程不同环节会产生大量数据信息。这些数据信息类型多样，需通过有效方式实现信息的集成与多方协同。此类需求的核心指向，在于打破工程各环节之间存在的信息壁垒，消除信息流通的阻碍。将设计阶段的施工图纸、施工阶段的技术参数、设备采购与安装阶段的设备信息等各类数据，进行统一整合与归类，形成完整的信息体系。确保工程各参与方，均可根据工作需求实时获取所需数据，同时实现数据的同步共享，避免因信息碎片化导致的决策判断偏差，进而大幅提升各参与方之间的协同工作效率，保障工程推进节奏。

1.2 全流程数字化管控需求

水利工程的生命周期具有连贯性，从前期的方案设计、初步设计，到中期的施工建设、竣工验收，再到后期的长期运维，整个流程环节紧密关联，前一环节的质量直接影响后一环节的推进。因此，水利工程数字化建设需实现全流程的数字化管控，覆盖生命周期的每一个关键阶段。此类需求的核心聚焦点，在于将设计、施工、验收、运维四个核心阶段，全面纳入统一的数字化管理体系当中，打破阶段间的管理壁垒。通过数字化手段实时监测各阶段的关键指标，包括施工进度推进情况、工程建设质量达标情况，以及各环节的安全保障指标，实现“设计-施工-运维”三个核心阶段数据的无缝贯通与实时联动，避免因各阶段管理脱节引发的工程风险，保障工程全生命周期稳定推进。

1.3 复杂结构可视化与风险预判需求

水利工程的核心构筑物（如大坝、输水渠道、水闸等），其空间结构普遍具有复杂性，内部构造与部件关联关系繁琐。传统的二维图纸仅能通过平面视角呈现结构信息，难以精准、直观地展示复杂结构的细节特征，同时在图纸解读过程中，易遗漏潜在的工程风险，为后续建设与运维埋下隐患。此类需求的具体体现，在于借助数字化技术手段，实现工程复杂结构的可视化呈现，通过三维或多维视角，清晰展示构筑物的内部构造、各部件的空间分布关系，让结构细节一目了然。同时，依托数字化技术整合的工程数据，提前预判工程建设与运行中的潜在风险，例如施工过程中可能出现的结构偏差、运行阶段可能存在的结构安全隐患等，通过提前预判与

干预，降低安全事故与工程故障的发生概率。

2 BIM 技术适配水利工程数字化建设的核心特性

2.1 信息集成与协同特性

BIM 技术的核心载体为三维数字化模型，这一载体具备强大的信息整合能力，可将水利工程全生命周期产生的各类数据，进行系统性整合。具体而言，能够将设计阶段的图纸信息、施工阶段的技术参数、运维阶段的设备运行数据等，全部纳入三维模型当中，形成统一、完整的工程信息数据库，避免数据分散存储导致的信息流失。同时，该技术支持工程各参与方，基于同一三维模型开展工作，各参与方可根据自身权限实时访问模型中的数据，同时将自身工作产生的新数据同步更新至模型，实现信息的实时同步与共享。这一特性可有效打破传统建设模式下的信息壁垒，精准适配水利工程数字化建设中的信息集成与协同需求。

2.2 全流程数据贯通特性

BIM 技术可实现水利工程“设计-施工-运维”全生命周期的数据贯通，打破阶段间的数据传递障碍，形成数据闭环管理。在设计阶段完成的三维模型及关联数据，无需经过格式转换或信息筛选，即可直接传递至施工阶段，作为施工单位制定施工方案、管控施工进度、优化施工流程的核心依据，减少数据传递中的信息损耗。在施工阶段，工程的实际进度数据、质量检测数据、安全监测数据等，可实时更新至 BIM 模型当中，这些数据可直接作为工程竣工验收阶段的核心参考，提升验收效率与精准度。当工程完成验收后，包含全生命周期数据的 BIM 模型及关联信息，可直接移交至运维单位，为运维阶段的设备监测、故障排查与处理提供数据支撑，精准适配水利工程全流程数字化管控需求。

2.3 三维可视化与模拟分析特性

BIM 技术具备构建水利工程三维可视化模型的核心能力，通过数字化建模，可精准还原大坝、渠道等复杂构筑物的实际结构，不仅能呈现外部形态，更能清晰展示内部的钢筋布置、管线走向等细节，全面呈现各部件的空间关联关系，彻底替代传统二维图纸的局限，让工程结构信息直观易懂。同时，该技术支持基于三维模型开展多类型模拟分析工作，例如施工流程的动态模拟、构筑物结构受力情况的模拟、极端天气下工程运行状态的模拟等。通过模拟分析，可提前发现模型设计与实际

施工的冲突、结构受力的薄弱环节等潜在风险，精准适配水利工程复杂结构可视化与风险预判的核心需求。

3 BIM 技术在水利工程数字化建设中的核心作用

3.1 赋能设计阶段：提升设计精准度与适配性

在水利工程设计阶段，BIM 技术可通过多维度数据整合与建模，为设计工作提供精准支撑。首先，技术可整合工程所在地的地形数据、水文数据、气象数据等基础环境信息，将这些信息融入三维设计模型，精准呈现工程构筑物与周边自然环境的适配关系，避免设计方案与实际环境脱节，确保设计符合工程建设的环境条件。其次，基于构建的三维模型，可开展结构部件与管线的碰撞检测工作，提前发现设计中存在的结构冲突（如构件位置重叠）、管线交叉等问题，在设计阶段即可完成优化调整，减少后期施工阶段的设计变更，降低工程成本与工期损耗。最后，技术支持参数化设计模式，设计人员可通过调整核心参数（如构件尺寸、材料性能），快速生成不同的设计方案，同时实时对比方案差异，提升设计方案的精准度与优化效率，为水利工程数字化建设奠定坚实的设计基础。

3.2 赋能施工阶段：实现施工过程数字化管控

在水利工程施工阶段，BIM 技术可推动施工过程从传统人工管控向数字化管控转型。第一步，将设计阶段的三维设计模型，转化为适配施工需求的施工模型，在模型中融入施工工艺、进度计划等信息，结合进度计划生成施工进度的动态模拟，直观展示工程推进节奏。施工过程中，实时采集实际进度数据，与模拟进度数据进行对比分析，当出现进度滞后问题时，系统可及时发出预警，提醒施工单位调整计划。第二步，基于施工模型建立质量与安全动态监测体系，将混凝土浇筑的强度检测数据、施工设备的运行状态数据等，实时更新至模型，管理人员可通过模型实时掌握质量与安全情况，及时发现质量不达标或安全隐患问题。第三步，通过模型可视化交底，将施工细节（如构件安装位置、管线铺设路径）以三维形式展示给施工人员，替代传统文字与图纸交底，让施工人员精准理解施工要求，减少现场施工偏差，全面提升施工阶段的数字化管控水平。

3.3 赋能运维阶段：保障工程长期稳定运行

在水利工程运维阶段，BIM 技术可依托前期设计与施工阶段积累的模型数据，构建专业化的运维管理平台，

为工程长期运行提供保障。一方面,在运维管理平台中,可实时接入水利工程关键部位的监测数据,例如大坝的渗流数据、渠道的水位与流量数据、核心设备的运行参数等,当监测数据超出预设安全阈值时,平台可立即发出预警信号,提醒运维人员及时处理,避免故障扩大。另一方面,平台可详细记录设备的日常维护信息、故障发生时间与原因、故障处理流程与结果等,形成完整的设备运维档案,支持设备从采购、安装到报废的全生命周期管理,为设备维护计划制定提供数据依据。此外,还可基于 BIM 模型模拟极端水文条件(如暴雨、洪水)下的工程运行状态,提前预判工程可能面临的风险,制定针对性应急方案,保障水利工程长期稳定运行。

4 BIM 技术在水利工程数字化建设中的应用效能保障条件

4.1 完善数据标准与共享机制

数据标准与共享机制是保障 BIM 技术有效应用的基础,需从两个方面推进完善。一方面,制定统一的水利工程 BIM 数据标准,明确工程设计、施工、运维各阶段的数据格式要求(如数据存储格式、传输格式)、数据分类规则(如结构数据、设备数据的分类),以及数据存储规范,确保各阶段、各参与方产生的数据可互通、可兼容,避免因数据标准不统一导致的信息无法共享问题。另一方面,建立专门的 BIM 数据共享平台,在平台中规范各参与方的数据访问权限(如设计单位可修改设计数据、施工单位可查看设计数据并上传施工数据)、数据更新流程,确保数据在传递过程中的及时性与准确性,避免因数据混乱、传递延迟影响 BIM 技术的应用效能。

4.2 强化专业技术与人才支撑

专业技术与人才是 BIM 技术在水利工程中落地应用的核心保障,需通过两项措施强化支撑。一是加强水利工程相关从业人员的 BIM 技术培训,培训内容需结合水利工程行业特性,涵盖 BIM 软件操作、模型构建、数据整合与分析等实用技能,同时提升从业人员的 BIM 技术应用意识,让设计、施工、运维人员充分认识技术价值,确保相关人员可熟练运用 BIM 技术开展日常工作,避免因人员操作能力不足导致技术闲置。二是积极引进 BIM 技术专业人才,尤其是具备水利工程专业知识与 BIM 技术能力的跨领域人才,组建专业化技术团队。团队需负责解决 BIM 技术应用中的技术难题(如

模型与工程实际的偏差调整、多技术融合中的适配问题),为 BIM 技术在水利工程数字化建设中的顺利落地,提供坚实的人才与技术支撑。

4.3 推动技术与工程场景深度融合

技术与场景的适配性,直接决定 BIM 技术的应用效能,需从两个方向推动深度融合。一方面,结合水利工程的实际情况,包括工程建设规模(如大型水库、中小型渠道)、构筑物结构特点(如重力坝、拱坝),以及工程自身的数字化建设需求,定制化开发 BIM 技术的应用功能,避免盲目套用通用功能导致技术与工程场景脱节,确保开发的功能可精准解决工程实际问题(如大型大坝的结构监测功能、渠道的输水效率优化功能)。另一方面,推动 BIM 技术与其他数字技术的融合应用,例如将物联网技术的实时监测数据接入 BIM 模型,实现模型数据与现场实际数据的实时联动;结合大数据技术对 BIM 模型中的全生命周期数据进行分析,挖掘数据价值,为工程决策提供支撑。通过多技术融合,进一步提升水利工程数字化管控水平,最大化发挥 BIM 技术的应用效能。

5 结语

数字赋能视角下,BIM 技术凭借自身信息集成与协同、全流程数据贯通、三维可视化与模拟分析三大核心特性,精准对接水利工程数字化建设的信息集成、全流程管控、复杂结构可视化及风险预判需求,在工程设计、施工、运维全生命周期中发挥关键赋能作用。该技术可有效解决传统水利工程建设模式下信息碎片化、协同不畅、阶段脱节等短板,显著提升工程数字化管控的精准度与效率。通过完善统一的数据标准与共享机制、强化专业技术与人才支撑、推动技术与工程场景深度融合,可进一步保障 BIM 技术的应用效能,助力水利工程数字化建设实现质量与效率的双重提升,为水利工程行业的数字化转型与高质量发展,注入持续的数字动能。

参考文献

- [1] 杨建虎, 崔凯. 数字化测绘技术在水利工程测量中的应用[J]. 中国新技术新产品, 2021(20): 117-119.
- [2] 胡艳华. 数字化测绘技术在水利工程测量中的应用研究[J]. 科学与信息化, 2021(8): 12.
- [3] 周易成. 数字化测绘技术在水利工程测量中的应用[J]. 黑龙江科学, 2021, 12(8): 110-111.