

BIM技术在水利工程设计中的应用与效益分析

高 帅

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300200

摘 要: BIM技术作为建筑信息模型技术,是数字化全生命周期管理工具。其核心内涵涵盖可视化、参数化等四大维度,与水利工程设计复杂性、系统性等特性高度适配。在水利工程设计各阶段,从规划到设计交底与后期衔接,BIM技术均有重要应用场景。该技术的应用带来显著效益,涵盖经济、技术、管理、环境与社会多个方面,实现了水利工程全生命周期的优化,推动水利工程设计向数字化、智能化、绿色化转型,为水利行业发展提供有力支撑。

关键词: BIM技术;水利工程;三维协同设计;信息化管理

引言:水利工程作为国家基础设施建设的关键部分,对保障民生、促进经济发展意义重大。传统水利工程设计面临多专业协同难、设计精度低、管理碎片化等问题,难以满足现代水利发展需求。BIM技术凭借可视化、参数化等优势,为水利工程设计带来新契机。深入分析BIM技术与水利工程设计适配性,探究其在各阶段的应用场景及效益,有助于推动水利工程设计技术创新与管理升级,提升工程综合效益,实现水利行业可持续发展。

1 BIM技术核心理论与水利工程设计特性适配性分析

1.1 BIM技术概述

BIM技术即建筑信息模型技术,是一种基于数字化的全生命周期管理工具,核心在于通过构建三维可视化信息模型,整合工程从设计、施工到运维的全流程数据,实现信息的协同共享与高效管控。其核心内涵体现在可视化、参数化、协同化及全生命周期管理四大维度。可视化打破了传统二维图纸的局限,可直观呈现工程结构与空间关系;参数化设计使模型元素具备关联性,一处修改可联动更新全模型,大幅提升设计效率;协同化能力支持多专业、多团队同步作业,实现信息实时交互与冲突规避;全生命周期管理则贯穿工程始终,为各阶段决策提供数据支撑,改变了传统碎片化的管理模式,成为工程领域数字化转型的核心支撑技术。

1.2 水利工程设计核心特性

水利工程设计作为一项极具挑战性与专业性的工作,有着鲜明且独特的行业特殊性,其核心特性集中体现在复杂性、系统性、地域性以及安全性这四大关键方面。复杂性是水利工程设计最为突出的特性之一,水利工程往往涉及水文、地质、结构、机电等多个专业领域的交叉融合,每个专业都有其自身的知识体系和技术要求^[1]。在设计过程中,不仅要精准调控水流,实现防洪减

灾的目标,还要合理利用水资源,满足灌溉、发电、供水等多样需求。各功能之间相互关联、相互影响,设计逻辑极为繁琐,一处细微的改动都可能引发连锁反应,牵一发而动全身。系统性则要求水利工程从整体出发进行规划,从枢纽工程到各类配套设施,每一个部分都紧密相连、不可或缺。任何一个环节出现设计偏差,都可能如同链条上的薄弱环节,影响整个工程的效能发挥,导致整体功能大打折扣。地域性强调水利工程设计必须严格适配当地的水文地质条件、气候特征以及生态环境。不同地区的情况千差万别,工程方案无法直接复制粘贴,必须因地制宜、量身定制。而安全性是水利工程设计不可逾越的核心底线,工程需具备抵御洪水、地震、泥沙淤积等各类自然风险的能力,同时保障长期稳定运行,这对设计精度和可靠性提出了极为严苛的要求。

1.3 BIM技术与水利工程设计适配性分析

BIM技术的核心优势与水利工程设计特性高度契合,适配性体现在多维度的互补与赋能。针对水利工程设计复杂性,BIM三维可视化与参数化设计可整合多专业数据,直观呈现复杂结构与水流工况,减少专业间信息壁垒,规避传统二维设计中的碰撞冲突。面对系统性需求,BIM协同平台可实现各设计环节的无缝衔接,从整体规划到局部细节形成统一数据模型,保障工程设计的整体性与连贯性。对于地域性差异,BIM可集成地形、水文、地质等空间数据,快速构建贴合当地条件的模型,支持方案的模拟优化与适应性调整。针对安全性要求,BIM可通过仿真模拟技术验证工程结构稳定性、水流调控效果,提前预判风险并优化设计,同时为后续施工、运维的安全管控提供数据支撑,全方位适配水利工程设计的核心需求。

2 BIM技术在水利工程设计各阶段的应用场景

2.1 规划设计阶段

在水利工程的规划设计阶段，BIM技术犹如一把精准的钥匙，能够开启从基础数据整合到方案优化的全流程赋能大门，成为决策支撑的核心工具。首先，它凭借强大的数据集成能力，将地形地貌、水文地质、气象水文等基础数据汇聚一堂，快速构建出逼真的三维地形模型与精准的水文模拟模型。这些模型如同工程区域的立体画卷，直观呈现自然条件，为选址和范围划定提供精准依据，让规划者能站在全局视角审视工程布局。其次，针对不同的规划方案，BIM技术发挥可视化对比与仿真分析的优势，模拟工程建成后对区域水流、生态环境、防洪能力的影响，将方案的可行性与综合效益量化呈现，助力规划者从众多方案中筛选出最优方案。借助参数化设计功能，规划者可快速调整工程规模、布局等核心参数，生成多个备选方案并高效对比，大幅缩短规划周期^[2]。另外，BIM模型还能同步输出工程量统计数据，为投资估算、资金规划提供精准支撑，避免传统规划阶段因数据偏差导致的决策失误，提升规划设计的科学性与前瞻性。

2.2 初步设计阶段

初步设计阶段是水利工程确定技术方案、细化工程指标的关键环节，BIM技术在此阶段发挥着至关重要的作用，可实现方案深化、多专业协同与性能验证的高效推进。基于规划阶段的基础模型，BIM技术进一步深化构建三维结构模型，将结构、机电、水力等专业设计内容有机整合，明确各构件的技术参数与连接关系，让设计方案以可视化的形式呈现，实现精准把控。通过BIM协同平台，各专业设计师能够同步开展作业，实时共享设计数据，如同在一个虚拟的会议室里共同探讨方案。这样能及时发现并解决专业间的碰撞冲突，如管道与结构构件的空间冲突、水力工况与结构稳定性的适配问题等，有效减少后期设计变更。利用BIM仿真模拟功能，对工程水力性能、结构承载能力、抗震防洪效果等进行模拟分析，验证设计方案的合理性，针对薄弱环节进行优化调整，确保初步设计方案既满足功能需求，又符合技术规范，为施工图设计奠定坚实基础。

2.3 施工图设计阶段

施工图设计阶段对精度和规范性要求极高，BIM技术在此阶段能够实现设计精度提升、图纸标准化输出与设计交底前置的多重目标。基于初步设计模型，BIM技术进一步细化构件尺寸、材料规格、施工工艺等细节参数，构建全专业精细化三维模型。通过模型自检与多专业碰撞检测，如同给设计图纸进行一次全面的“体检”，排查图纸中的尺寸偏差、工艺矛盾等问题，将设计错误消

除在施工前，避免因设计失误导致的施工延误和成本增加。借助BIM参数化特性，可自动生成符合规范的二维施工图纸，实现图纸与模型的联动更新，确保图纸一致性与准确性，减少人工绘图误差。同时，可基于三维模型制作施工工艺模拟动画，将复杂节点施工流程以直观的动画形式展示出来，提前向施工团队交底，明确施工重点与技术要求，让施工人员对施工过程有更清晰的认识。模型可直接对接工程量计算软件，生成精准的工程量清单，为施工招投标与成本控制提供可靠的数据支撑。

2.4 设计交底与后期衔接阶段

设计交底与后期衔接阶段是连接设计与施工、运维的关键纽带，BIM技术可打破信息传递壁垒，实现各环节无缝衔接。在设计交底环节，依托三维可视化模型，设计师如同一位经验丰富的导游，直观地向施工团队展示工程结构、节点细节、技术要求及风险点，替代传统二维图纸的抽象讲解。这种直观展示方式降低了信息误解概率，让施工人员能够快速掌握设计核心要点，提高施工效率。针对施工中提出的设计优化建议，可通过BIM模型实时修改调整，同步更新相关数据，确保设计变更的快速传递与落地，使施工过程更加顺畅。在与运维阶段的衔接中，将设计阶段的全专业数据、工艺参数、设备信息等整合到BIM模型中，构建运维专属模型，为后期设备检修、结构维护、安全监测等工作提供完整的数据支撑^[3]。同时，BIM模型可实现设计、施工、运维数据的全程追溯，如同为工程建立了一本详细的“成长档案”，保障工程全生命周期信息的连续性，为后期运维决策与工程改造提供可靠依据。

3 BIM 技术应用效益分析

3.1 经济效益

BIM技术在水利工程设计中的应用，能从前期成本控制、中期效率提升、后期风险规避三个关键维度实现显著的经济效益。在前期，借助精准的工程量统计与细致的方案优化，能够极大减少投资估算的偏差。传统设计方式下，方案不合理易导致后期返工浪费，而BIM技术可提前规避此类问题，有效降低工程总投资。中期阶段，依托参数化设计与协同作业模式，设计周期大幅缩短。人工绘图和图纸审核的时间成本显著降低，同时设计变更率也得到有效控制。据相关统计，BIM技术可使设计阶段变更成本减少30%以上，为企业节省大量资金。到了后期，通过施工前的碰撞检测与工艺模拟，能够提前发现并解决施工中的潜在问题，规避返工、停工风险，减少因设计失误造成的材料浪费与工期延误，进而降低施工成本。BIM模型为运维阶段提供精准的数据支撑，有助于优

化设备检修计划,延长工程使用寿命,降低运维成本。

3.2 技术效益

BIM技术的应用有力推动水利工程设计技术体系的升级,实现了设计精度、技术水平与创新能力的多重提升。在技术精度层面,三维精细化模型与碰撞检测功能发挥了关键作用。三维模型将工程细节以直观、精确的方式呈现,碰撞检测则能及时发现设计中的冲突与错误,将设计误差控制在极小范围内,大幅提升了图纸的准确性与规范性,突破了传统二维设计的精度局限。在技术集成方面,BIM技术实现了水文模拟、结构分析、仿真优化等多种技术与设计流程的深度融合。这使得设计手段更加丰富多样,能够对复杂的水力工况、特殊的结构节点进行精准模拟与优化,有效提升工程设计的可靠性。在技术创新领域,BIM技术为参数化设计、协同设计等新型设计模式的落地提供有力支撑,推动设计从传统经验驱动向数据驱动转型,激发了多专业的融合创新,为新型水利工程结构、高效施工工艺的研发提供了坚实的技术保障,助力水利工程设计领域实现技术迭代升级。

3.3 管理效益

BIM技术重构了水利工程设计的管理模式,带来了管理效率、协同能力与决策质量的全面提升。在管理效率方面,模型的参数化联动与自动化图纸生成功能发挥重要作用。它减少人工重复工作,简化图纸审核、变更管理流程。以往繁琐的手工操作和反复核对工作被高效的系统处理所取代,使设计管理效率提升40%以上。在协同管理方面,BIM协同平台打破了多专业、多团队之间的空间壁垒。设计数据实现实时共享,沟通更加高效协同,各参与方的职责得到明确界定,避免了管理混乱与责任推诿现象的发生。在决策管理方面,基于模型的仿真分析与数据支撑,设计决策从依赖经验转变为依托精准数据。这使得决策更加科学合理,具有前瞻性。BIM模型为工程后续施工、运维管理提供统一的数据基准,实现全生命周期管理的规范化与标准化,有效降低管理风险,提升整体管理水平。

3.4 环境与社会效益

BIM技术在水利工程设计中的应用可产生显著的环境与社会效益,为生态保护与区域发展贡献力量。在环境效益方面,通过精准的水文、生态模拟,能够对工程设计方案进行优化。例如,合理规划泄洪通道,避免洪水对周边生态环境的过度破坏;保护水生生物栖息地,维护生物多样性,实现工程与生态环境的协调发展。BIM技术还能优化材料用量与施工工艺,减少资源消耗与污染物排放,践行绿色发展理念,推动水利工程建设向环保、可持续方向发展^[4]。在社会效益方面,优化后的水利工程可显著提升防洪、灌溉、供水等核心功能。在防洪方面,有效保障区域人民生命财产安全;在灌溉和供水方面,确保农业生产的稳定用水,促进区域经济发展。另外,BIM技术推动水利工程设计的标准化与透明化,提升工程质量,减少安全隐患,增强社会公众对水利工程的信任度。同时该技术的应用也为行业培养大量数字化设计与管理人才,推动水利行业的高质量发展。

结束语

BIM技术在水利工程设计中的应用,展现出强大的优势与潜力。从适配性分析到各阶段应用场景的拓展,再到多维度效益的彰显,都表明其是推动水利工程设计变革的关键力量。随着技术不断进步,BIM技术将进一步深化在水利工程领域的应用,助力解决更多复杂问题。未来,应持续加强BIM技术研发与推广,培养专业人才,完善相关标准,推动水利工程向更高质量、更高效益、更可持续发展的方向发展,为国家水利事业进步贡献力量。

参考文献

- [1]徐蓓蕾.BIM技术在水利工程设计中的应用[J].砖瓦世界,2022(4):178-180.
- [2]柴向俐.BIM技术在水利工程设计中的应用研究[J].水电水利,2022,6(3):150-152.
- [3]刘伟响.BIM技术在水利工程设计中的应用[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2021(6):2799-2800.
- [4]杨慧芳.BIM技术在水利工程设计中的应用研究[J].百科论坛电子杂志,2021(6):1897.