

BIM技术在水利工程全周期建设中的应用

李恩厚

东平县河道管理保护中心, 山东 泰安 271500

摘要： 在21世纪的信息时代，数字化和信息化技术正逐渐改变着各个行业的工作方式和效率。其中，BIM技术作为建筑业的一项革命性技术，正在引领着工程设计和施工的革新。水利工程，作为国家基础设施的重要组成部分，其全周期建设过程中涉及的设计、施工、运维等环节复杂，信息量大，传统的技术和方法往往难以满足现代工程建设的需求。基于此，本文从BIM技术对水利工程全周期建设的影响出发，分析了BIM技术在水利工程规划阶段、设计阶段、施工阶段及运营维护阶段的具体应用，以期推动水利工程数字化转型。

关键词： BIM技术；水利工程；全周期建设；应用

Application of BIM Technology in the Full-Cycle Construction of Water Conservancy Projects

Li Enhou

Dongping County River Management and Protection Center, Shandong, Tai'an 271500

Abstract： In the information age of the 21st century, digitalization and informatization technologies are gradually changing the working methods and efficiency of various industries. Among them, BIM technology, as a revolutionary technology in the construction industry, is leading the innovation of engineering design and construction. Water conservancy project, as an important part of the national infrastructure, its full-cycle construction process involves complex design, construction, operation and maintenance, etc., with a large amount of information, the traditional technology and methods are often difficult to meet the needs of modern engineering construction. Based on this, this paper starts from the impact of BIM technology on the full-cycle construction of water conservancy projects, and analyzes the specific application of BIM technology in the planning stage, design stage, construction stage and operation and maintenance stage of water conservancy projects, with a view to promoting the digital transformation of water conservancy projects.

Key words： BIM technology; water conservancy project; full-cycle construction; application

引言

在当今社会，水利工程作为基础设施的重要组成部分，对于促进经济发展、保障水资源安全和提高生态环境质量扮演着关键角色。随着技术的进步与创新，建筑行业正在经历一场革命，BIM技术便是其中的佼佼者。它提供了一个数字化、集成化和可视化的手段，以支持工程全周期，即从工程规划、详细设计、施工到运维管理的过程。水利工程因其规模庞大、干涉因素复杂、跨学科合作需求强烈，正是BIM技术大显身手的舞台。在引领工程行业未来发展的趋势中，BIM技术已成为推动信息化建设的重要工具，水利工程由此得以迈向集成化、高效率和智慧化的新时代。

一、BIM技术对水利工程全周期建设的影响

（一）提高设计精度和施工效率

BIM技术在水利工程设计中，能够大幅度提高设计的精度和效率。通过BIM模型，设计人员可以更直观地理解和分析设计问题，减少设计变更和返工。同时，BIM技术可以实现各专业之间的协同设计，加速设计进程。在施工中，BIM模型能够帮助施工人员更好地理解设计意图，提高施工的精准度和效率^[1,2]。此外，BIM技术还可以进行施工模拟，提前发现潜在的设计和施工问

题，优化施工方案，减少施工中的错误和冲突。

（二）降低建设和运维成本

BIM技术在水利工程建设中能够有效地降低建设和运维成本。首先，通过精确的工程量计算和材料分析，可以更有效地进行成本控制。其次，利用BIM模型进行施工规划和进度管理，可以减少资源浪费和时间延误，进一步降低成本。此外，BIM技术还可以优化设计方案，避免不必要的投资和浪费。在运维阶段，BIM技术可以为设施管理提供详细的数据支持，提高资产利用效率和运维效率，从而降低运维成本。

（三）提高工程质量与安全性能

BIM技术在水利工程中可以提高工程质量与安全性能。通过BIM模型进行施工模拟和碰撞检测，可以及时发现设计中的问题和冲突，减少施工中的错误和返工^[3]。同时，BIM技术可以为施工人员提供更加清晰和直观的设计指导，提高施工的精准度和质量。此外，利用BIM技术的实时监控和预警功能，可以及时发现施工中的安全隐患，提高工程的安全性能。

（四）促进可持续发展与环境保护

在可持续发展和环境保护方面，BIM技术同样具有显著的优势。首先，BIM技术能够优化设计方案，减少不必要的资源消耗和环境影响。通过精确的工程量计算和材料分析，可以降低建筑材料的使用量，减少对自然资源的开采。其次，BIM技术可以帮助实现更环保的施工方法。例如，利用BIM技术进行施工模拟和优化，可以减少施工中的噪音、尘土等污染物的排放，降低对周围环境的影响。此外，BIM技术还可以协助制定可持续的运维策略，提高水利工程的生态效益和社会效益。

二、BIM技术在水利工程规划阶段的应用

（一）地形与环境分析

1. 环境影响分析

通过BIM模型，工程师可以模拟工程项目对现有环境的潜在影响。例如，可以在模型中模拟大坝建设对周边水文、动植物栖息地以及土地使用的影

2. 地形适应性

BIM工具可以分析地形特征，识别最适合建设的位置和结构设计。例如，在斜坡或不均匀地形上规划泵站或输水管道，BIM技术可以帮助识别最佳路径和设计，以最小化土地改造成本和可能的环境破坏^[4]。

（二）水资源调查与利用规划

1. 水量评估

BIM模型可以与水文模拟软件集成，以评估水资源的可用性和可持续性。通过分析降雨量、溪流流量和地下水水位等数据，规划人员可以决定水利工程的尺寸和容量。

2. 水质分析

BIM技术还可以用于分析水质问题，以确保供水系统的设计能够处理这些问题。这包括评估可能的污染源，及其对供水质量，以及富营养化风险的具体影响。

3. 系统优化

BIM技术可以帮助设计高效的水资源管理系统，以支持可持续发展。通过模拟不同的供水和灌溉方案，可以预测未来水需求和供应的平衡，并制定应对极端气候情况的策略。

（三）初步设计方案的可视化与优化

1. 动态可视化

使用BIM技术，可以将初步设计以三维形式呈现，这不仅有助于工程师和设计师评估设计的实际效果，还可以促进非专业的利益相关者理解项目意图。

2. 集成分析

多专业集成是BIM的另一优势，如结构工程、水工学和电气

工程可以协同工作，实现设计方案的综合优化，以确保工程的整体性能和可行性。

三、BIM技术在水利工程设计阶段的应用

（一）协同设计与优化

在水利工程的设计阶段，各个专业（如结构、水工、电气等）需要协同工作，确保工程设计整体性和一致性。BIM技术为这种多专业协同设计提供了可能。通过BIM的三维模型，各专业设计人员可以同时工作，实时查看和更新设计信息，避免了传统设计中的信息冲突和重复工作。此外，BIM的参数化设计特性使得设计变更更为高效，一旦某个设计参数发生变化，BIM模型会自动更新相关的所有数据和图元，确保了设计的连贯性和准确性。

（二）碰撞检查

碰撞检查是BIM技术在水利工程设计阶段的一项重要应用。在传统的二维设计模式下，由于缺乏直观的视觉信息，很难发现不同专业或不同部分之间的设计冲突。BIM技术通过其强大的碰撞检查功能，可以有效地解决这一问题^[5]。

1. 专业间碰撞检查

利用BIM的碰撞检查工具，可以快速检测出结构、水工、电气等不同专业之间的设计冲突。例如，桥墩和水电管线的位置可能存在冲突，通过碰撞检查可以及时发现并调整设计方案，避免后期的施工问题。

2. 构件间碰撞检查

在水利工程的细节设计中，很多构件之间的位置关系需要精细调整。BIM的碰撞检查功能可以自动检测出模型中不同构件之间的冲突，如闸门和闸墩的位置关系、电气设备与结构件的相对位置等。

3. 优化设计方案

基于碰撞检查结果，设计师可以快速调整和优化设计方案，减少现场施工中的变更和返工。这不仅可以提高施工效率，还可以节约成本和时间^[7]。

（三）可视化设计与展示

BIM技术的可视化特性使得水利工程的设计更加直观。通过BIM模型，设计者可以以三维的形式展示设计方案，使得非专业人员也能理解工程的外观和功能。此外，这种可视化设计也有助于与业主、承包商和其他利益相关者进行有效的沟通，确保项目的顺利进行^[8]。

（四）材料与设备管理

在水利工程设计中，材料和设备的管理是关键环节。利用BIM技术，设计师可以直接在模型中选取和替换材料与设备，实时查看材料的属性和数量，确保设计的合理性和经济性。同时，BIM的明细表功能可以快速生成材料清单和采购计划，为项目的成本控制提供了有力支持。

四、BIM技术在水利工程施工阶段的应用

（一）施工进度管理

在传统的水利工程施工进度管理中，进度计划通常是基于经

验和简单的手工方法制定的，难以准确反映工程实际情况并及时调整。利用 BIM 技术，可以建立与实际工程相符的三维模型，并通过时间参数将其转化为四维模型。这样，施工方和业主可以直观地了解各个阶段的施工进度，及时发现潜在的问题并进行调整^[9,10]。此外，BIM 技术还可以通过模拟施工过程，预测可能出现的风险点，从而提前制定应对措施。

（二）施工质量控制

在水利工程施工中，质量是至关重要的，BIM 技术可以为施工质量控制提供有力的支持。首先，通过 BIM 模型，施工人员可以详细了解设计意图和施工要求，减少因理解错误而导致的质量问题。其次，利用 BIM 模型的信息共享功能，可以实现施工过程的全员参与和实时监控，确保每个环节的质量都得到有效控制。此外，BIM 技术还可以对施工材料进行追溯管理，从源头上保证工程质量。

（三）施工安全管理

水利工程施工环境复杂，安全风险较高。BIM 技术在施工安全管理方面的应用主要体现在以下几个方面：首先，通过 BIM 模型可以模拟施工过程，提前发现潜在的安全隐患并制定预防措施^[11]；其次，利用 BIM 技术的实时监控功能，可以实现对施工现场的实时监控和人员定位，及时发现并处理安全问题^[12]；此外，BIM 技术还可以为应急疏散提供路线模拟功能，提高应对突发事件的能力。

（四）施工成本管理

在水利工程施工中，成本控制是一个关键环节。BIM 技术可以通过以下几个方面帮助实现更有效的施工成本管理：首先，通过精确的工程量统计和材料分析，可以更准确地估算施工成本；其次，BIM 技术可以实时追踪施工过程中的材料消耗和工程量变化，实现动态成本管理^[13]；此外，利用 BIM 技术的可视化特点，可以实现更高效的设计变更管理，降低因变更导致的成本增加。

五、BIM 技术在水利工程运营与维护阶段的应用

（一）设施管理

在水利工程运营与维护阶段，设施管理是一项复杂而重要的任务。利用 BIM 技术，可以实现设施的信息化和精细化管理。通过 BIM 模型，可以直观地查看设施的布局、设备配置以及运行状态等信息。这有助于管理者更好地了解设施状况，制定合理的维护计划。同时，BIM 技术还支持设施的实时监控，能够及时发现设施异常，提高维护效率^[14,15]。

（二）维修与保养计划

维修与保养是水利工程运营与维护的核心任务之一。BIM 技术为维修与保养提供了全面的支持。首先，通过 BIM 模型，可以快速定位设备位置，提高维修效率。其次，BIM 模型中包含了设施的详细信息，为维修人员提供了可靠的维修指导。此外，结合设施的历史运行数据和维修记录，BIM 技术能够预测设备的维修需求，从而制定合理的保养计划。这有助于减少不必要的维修和保养成本。

（三）资产管理

资产管理是水利工程运营与维护的重要组成部分。BIM 技术为资产管理提供了便捷的管理工具。通过 BIM 模型，可以全面掌握工程的所有资产信息，包括设备的价值、使用状况等。这有助于提高资产的使用效率和管理水平。同时，结合资产管理软件，

BIM 技术可以实现资产的动态管理，实时跟踪资产的变动情况，确保资产的安全和有效利用。

（四）应急管理

应急管理是水利工程运营与维护的重要环节之一。BIM 技术为应急管理提供了有力的支持。首先，通过 BIM 模型，可以模拟各种应急场景，制定合理的应急预案。这有助于提高应对突发事件的能力。其次，结合实时监控系统，BIM 技术能够快速响应各种突发事件，及时采取有效的应对措施，降低事故损失。同时，BIM 技术还可以为应急救援提供准确的设施信息，提高救援效率。

（五）能耗管理

能耗管理是水利工程运营与维护的重要目标之一。BIM 技术为能耗管理提供了有效的工具。通过 BIM 模型，可以实时监控工程的能耗情况，了解能耗的分布和消耗情况。这有助于发现能耗的瓶颈和优化空间，制定合理的节能措施。结合智能能源管理系统，BIM 技术能够实现能源的精细化管理，降低运营成本并提高能源利用效率。

六、结语

总之，BIM 技术是水利工程全周期建设的重要推动力。从规划阶段的高效决策支持，到设计阶段的详尽模拟，再到施工阶段的精准管理，以及运营维护的持续优化，BIM 技术通过其独特的三维建模能力、信息整合功能和协同作业平台，为水利工程实现了高效科学管理和执行。未来，随着新技术的不断涌现和融合发展，诸如人工智能、物联网、大数据分析等技术与 BIM 的结合，有望打造出更智能、更自动化、更互动的工程建设和运营生态，为水利工程管理决策提供更加科学的依据和更高效的方法，为我们的生活带来更多的便利和保障。

参考文献

- [1] 刘增强, 史玉龙, 梁春光. 厄瓜多尔 CCS 水电站 BIM 综合应用 [J]. 水利规划与设计, 2018(02):14-18+154.
- [2] 张学森, 黄琳琳. BIM 技术在水利工程设计中的应用研究 [J]. 工程技术研究, 2018(13):151-152.
- [3] 孙宁, 郝梦茹. BIM 技术在水利工程设计中的应用初探 [J]. 居舍, 2022,(05):106-108.
- [4] 孔庆阳, 乔婧, 丁伟等. BIM 技术在水利工程设计中的应用 [J]. 中国高新科技, 2021,(01):143-144.
- [5] 黄霄, 李志红. BIM 技术在水利工程规划设计中的应用 [J]. 中国资源综合利用, 2021,39(02):23-24.
- [6] 吕贺. BIM 技术在水利工程设计中的应用 [J]. 陕西水利, 2021(07):40-42.
- [7] 吕贺. BIM 技术在水利工程设计中的应用 [J]. 陕西水利, 2021,(07):40-42.
- [8] 曹庭, 王嘉斌, 宦如胤. BIM 技术在水利工程设计施工运维中的应用 [J]. 水利科学与寒区工程, 2018,1(07):67-69.
- [9] 潘乐. BIM 技术在水利工程设计施工运维中的应用研究 [J]. 山西水利, 2022,(04):52-54.
- [10] 关志宇, 钟秋文. BIM 技术在水利工程设计中的应用初探 [J]. 内蒙古煤炭经济, 2020,(12):162-163.
- [11] 刘永健. BIM 技术在水利工程设计施工运维中的应用研究 [J]. 中华建设, 2020,(10):118-119.
- [12] 刘永健. BIM 技术在水利工程设计施工运维中的应用研究 [J]. 中华建设, 2020,(10):118-119.
- [13] 张超. BIM 技术在水利工程设计中的应用初探 [J]. 江苏水利, 2015(04):14+17.
- [14] 王姜, 王荣幸, 陶婷. “BIM+”技术在水利工程运营阶段分析与应用 [J]. 黑龙江水利科技, 2021,49(02):187-190.
- [15] 曹庭, 王嘉斌, 宦如胤. BIM 技术在水利工程设计施工运维中的应用 [J]. 水利科学与寒区工程, 2018,1(07):67-69.