

水利工程 BIM 技术应用与发展趋势研究

徐冉¹, 于坚², 殷海平³, 李瞻⁴, 王旭⁵

1 淮安市淮泗涵闸管理所, 江苏 淮安 223001

2 淮安市淮涟灌区管理所, 江苏 淮安 223001

3 淮安市高良涧水利工程管理站, 江苏 淮安 223001

4 淮安市洪金灌区管理所, 江苏 淮安 223001

5 淮安市水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223001

DOI:10.61369/ERA.2025100039

摘 要 : BIM (建筑信息模型) 技术在水利工程中应用日益广泛, 成为提升工程设计、施工、运营与管理效率的重要工具。通过数字化建模和信息共享, BIM 技术能够优化水利工程设计, 提升施工精度, 降低成本, 并增强项目管理的协同性。然而, 技术应用过程中仍面临诸如高昂的技术投入、人才缺乏以及跨行业协作难题等挑战。随着智能化技术的发展, BIM 与大数据、人工智能等技术的融合将进一步推动水利工程的创新应用, 提升行业整体效益。未来, BIM 技术将在水利工程的可持续发展、跨领域协同及运营管理等方

关 键 词 : BIM 技术; 水利工程; 项目生命周期; 施工效率; 智能化管理

Research on the Application and Development Trends of BIM Technology in Water Conservancy Projects

Xu Ran¹, Yu Jian², Yin Haiping³, Li Zhan⁴, Wang Xu⁵

1. Huaisi Sluice Management Office, Huai'an, Jiangsu 223001

2. Huailian Irrigation District Management Office, Huai'an, Jiangsu 223001

3. Gaoliangjian Water Conservancy Project Management Station, Huai'an, Jiangsu 223001

4. Hongjin Irrigation District Management Office, Huai'an, Jiangsu 223001

5. Huai'an Water Conservancy Survey and Design Institute Co., Ltd., Huai'an, Jiangsu 223001

Abstract : BIM (Building Information Modeling) technology is increasingly being applied in water conservancy projects, serving as a crucial tool for enhancing the efficiency of engineering design, construction, operation, and management. Through digital modeling and information sharing, BIM technology optimizes water conservancy project design, improves construction accuracy, reduces costs, and enhances project management collaboration. However, challenges such as high technological investment, a shortage of skilled personnel, and difficulties in cross-industry collaboration persist during the application process. With the advancement of intelligent technologies, the integration of BIM with big data, artificial intelligence, and other technologies will further drive innovative applications in water conservancy projects and improve overall industry efficiency. In the future, BIM technology will demonstrate greater potential in the sustainable development, cross-sector collaboration, and operational management of water conservancy projects.

Keywords : BIM technology; water conservancy projects; project lifecycle; construction efficiency; intelligent management

引言

水利工程在保障水资源合理利用、防洪抗灾及环境保护等方面具有重要作用, 对社会经济发展至关重要。然而, 传统水利工程管理面临着设计精度、施工协调和运营管理等方面的挑战。BIM 技术作为数字化工具, 已在建筑、基础设施等领域取得显著进展, 并在水利工程中逐步应用。通过优化设计、提升施工效率和促进跨部门协作, BIM 技术有望解决现有问题, 提高工程质量与管理效率。未来, BIM 与智能化技术的融合将进一步推动水利工程的发展, 为行业带来新的创新机遇。

一、BIM 技术在水利工程中的应用现状

（一）BIM 在设计阶段的应用

BIM 技术在水利工程的设计阶段能够提供可视化的三维模型，帮助设计人员更直观地理解项目的空间布局 and 各个组成部分。以水库大坝、渠道、泵站等项目为例，BIM 能够通过精确的数字模型进行设计优化，确保结构的安全性与稳定性。在水库大坝设计中，BIM 能够对大坝的坝体结构、溢洪道和基础设施等进行精确建模，及时发现设计冲突并进行调整，避免传统设计过程中可能出现的错误。对于水利渠道和泵站，BIM 技术可以对水流动向、设施布置和设备安装进行模拟与优化，从而提高设计方案的科学性与可行性^[1]。此外，BIM 技术还能支持跨专业的协同设计，使得水利工程各相关方能够实时共享数据，提升设计效率和准确性，减少设计变更和不必要的返工。

（二）BIM 在施工阶段的应用

在施工阶段，BIM 技术的应用可以显著提高施工管理的效率与精度。通过 BIM 模型，施工单位可以更好地进行施工计划与进度管理，提前识别施工过程中的潜在问题，制定详细的施工方案。例如，在水利工程的施工中，BIM 技术可以帮助施工团队提前进行虚拟建造，模拟施工过程中的每个环节，确保各项资源的协调与施工顺利进行。同时，BIM 还能施工现场提供详细的三维施工图纸，确保施工人员能够准确理解各项施工任务，减少因图纸不清晰或误解而导致的施工失误。在进度管理方面，BIM 技术能够将施工计划与实时进度相结合，通过数据实时更新进度，保证各项工作按时完成^[2]。BIM 技术还可以帮助协调各类资源，如材料、设备及劳动力，确保资源的合理调配，避免浪费和等待时间，从而提高工程的施工效率，降低施工成本。

（三）BIM 在运营与维护阶段的应用

在水利工程的运营与维护阶段，BIM 技术通过提供全面的设施管理数据，为工程的长期运行提供支持。通过集成 BIM 模型，运营管理人员可以实时获取设施的详细信息，包括结构、设备、维护历史及保养要求等。对于大型水利工程，如水库、泵站等，BIM 模型可以帮助管理人员了解设施的使用情况及状态，及时发现潜在的运营风险和维护需求，提前进行故障排查，避免重大设备故障的发生。例如，在水库的日常维护中，BIM 技术能够提供坝体结构的实时监测数据，帮助运营团队分析坝体的健康状况，及时进行检修。BIM 还能够支持生命周期管理，帮助项目管理者制定合理的维修和更新计划，延长工程设施的使用寿命。此外，结合物联网技术，BIM 与实时监测数据的结合使得水利工程的运营更加智能化，提高了管理效率和运营安全性。

二、BIM 技术在水利工程中的优势与挑战

（一）提升设计质量与精度

BIM 技术通过三维可视化模型在水利工程设计中显著提高了设计精度。与传统二维图纸相比，BIM 能直观展示项目布局 and

设备位置，帮助设计人员全面理解空间关系，避免设计冲突。例如，水库大坝项目中，BIM 能够展示坝体、闸门、溢洪道等部件的相对位置，避免尺寸误差和设备冲突。BIM 技术还集成了水流量、土壤性质等关键数据，为设计提供精准依据，确保工程的可行性与安全^[3]。图1展示了水库大坝、泵站、渠道等项目的三维模型，突出设施空间布局与相对位置，展现 BIM 如何提升设计质量与精度，避免设计冲突并优化方案。

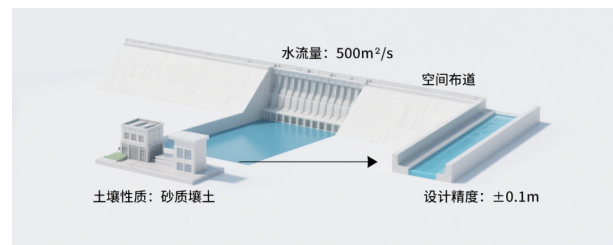


图1 BIM 技术在水利工程设计中的应用示意图

（二）提高施工效率与减少成本

在施工过程中，BIM 技术能够帮助施工单位准确理解设计要求，减少图纸理解误差与返工。BIM 提供的三维模型为施工提供详细的施工顺序、工期安排与材料需求，优化了资源调配与施工计划管理。施工模拟可提前发现潜在的施工冲突，优化施工流程，提高施工效率。例如，在泵站建设中，BIM 技术可以模拟管道布置与设备安装，避免空间障碍和工期延误。此外，BIM 帮助精准计算材料需求，减少浪费和过度采购，从而降低工程成本，提升成本控制的精准性。

（三）挑战与瓶颈

尽管 BIM 技术在水利工程中具有巨大的潜力，但其应用仍面临一些挑战。首先，BIM 的实施需要高昂的技术投入，尤其在水利工程这样的复杂项目中，软件采购、模型建立和系统维护都需要较大的资金支持。其次，BIM 的成功应用依赖于技术人员的专业能力，但目前水利工程领域的设计与施工人员对 BIM 技术的掌握程度不足，导致技术推广困难。此外，BIM 技术涉及多个领域的协同工作，不同部门和专业间的软件工具不兼容，导致模型共享与整合出现障碍。需要完善的标准与规范来保障信息的流通与一致性。最后，现有的 BIM 软件更多适用于建筑与基础设施项目，水利工程具有特殊需求，要求 BIM 技术在水利行业中进一步定制和深化应用^[4]。

三、BIM 技术在水利工程中的未来发展趋势

（一）BIM 与智能化技术的融合

随着科技的不断进步，BIM 技术与人工智能、物联网、大数据等智能化技术的融合将成为未来水利工程发展的趋势。通过将 BIM 与人工智能结合，可以实现自动化的设计优化与施工监控。例如，人工智能可以通过分析历史数据，预测项目中的潜在风险，提出解决方案并自动优化施工进度和资源分配。物联网技术

的引入，使得水利工程中的各类设施、设备与传感器能够实时与 BIM 模型连接，提供实时监控数据，帮助工程师更好地了解施工和运营状态。在大数据的支持下，BIM 能够实现对水利工程全生命周期的高效数据管理与分析，从而提升决策质量与精准度^[9]。通过智能化技术融合，BIM 提升水利工程设计与施工效率，并在运营阶段实现智能监控与维护，推动水利工程向更高效、智能方向发展。

（二）BIM 技术的可持续性发展

BIM 技术在水利工程中的应用，不仅可以提升效率和降低成本，还能促进水利工程的可持续性发展。随着全球对环保和资源节约的日益重视，水利工程也必须遵循绿色发展理念。BIM 技术能够通过提供精确的资源需求预测，帮助项目团队减少材料浪费、优化资源配置。例如，在水库建设中，BIM 可以模拟不同设计方案的环境影响，帮助决策者选择最环保且节约资源的方案。通过在设计阶段进行模拟与分析，BIM 还可以帮助识别能效低下的设计部分，优化能耗和运营成本，减少对自然资源的消耗。此外，BIM 能够有效整合水利工程的数据，支持工程项目在全生命周期内的可持续管理，提升工程的运营效率和环境友好性，为推动绿色建筑与可持续发展做出贡献。

（三）BIM 在跨行业协作中的应用

BIM 技术不仅是水利工程领域的一个技术工具，它还具有促进跨学科和跨行业协作的潜力。在大型水利工程项目中，涉及多个学科和行业，包括设计、施工、环境保护、监测、运营等，传统的项目管理方式往往存在沟通不畅和信息孤岛的问题。而 BIM 技术通过建立一个统一的数字模型，能够将不同专业领域的数据和信息整合在一起，提升各方的协同工作效率。各方可以通过 BIM 平台实时共享项目数据，减少信息传递中的误差与滞后，确保项目决策的及时性与准确性^[6]。在水利工程施工与运营中，BIM 提供统一工作平台，减少技术不兼容带来的冲突与误解，促进跨学科、跨行业的深度协作。

四、水利工程 BIM 技术应用案例分析

（一）国内典型水利工程项目案例

国内某典型水利工程项目——三峡水库扩建项目，是 BIM 技术在水利工程中的成功应用案例之一。在该项目中，BIM 技术被广泛应用于项目设计、施工以及后期运营阶段。设计阶段，BIM 技术通过创建三维数字模型，精确展示了坝体、闸门、水道等关键设施的空间关系，确保了设计方案的协调性，并避免了设计冲突。施工阶段，BIM 技术帮助优化了施工方案，提高了施工精度和效率。根据项目管理部门提供的数据，应用 BIM 技术后，施工周期缩短了约 15%，施工成本降低了 8%。在运营阶段，BIM 技术与智能监控系统结合，实时监控水库设施的运行状态，提供了便捷的维护管理平台，为工程提供了长效的运营支持^[7]。该项目表

明，BIM 技术显著提升水利工程质量与效率，减少资源浪费。

（二）国际水利工程 BIM 应用对比

与国内应用情况相比，国际上在 BIM 技术应用方面也有许多先进的实践，尤其是在欧美等发达国家。以荷兰阿姆斯特丹水坝项目为例，该项目在设计和施工过程中广泛应用了 BIM 技术，结合传感器和物联网技术实现了实时数据监控。与国内项目不同，荷兰的 BIM 应用更加注重智能化与数据分析的结合，实时反馈施工进度和质量，进一步推动了项目的效率提升。根据项目的统计，BIM 应用让项目的总成本减少了约 10%，且施工质量得到了显著提高。相较之下，国内虽然在部分大型项目中已开始推广 BIM 技术，但在智能化应用与跨行业协作的深度上仍存在一定差距。国际项目更多地融合了大数据分析和物联网技术，推动了水利工程在智能化管理和资源调配上的创新^[8]。

（三）未来发展与建议

结合当前的国内外水利工程 BIM 应用案例，未来 BIM 技术在水利工程中的发展应该向以下几个方向迈进：首先，需进一步完善 BIM 技术的标准化和规范化，尤其是在水利工程中如何更好地与其他技术（如大数据、物联网）融合，以提高工程管理的智能化水平。其次，应加强技术人员的培训，提升从业人员的 BIM 应用能力，以确保 BIM 技术能够在工程中得到充分利用。最后，跨行业协作是水利工程成功的关键，未来应加强 BIM 在不同领域间的信息共享与整合，推动跨学科、跨部门的协同合作。预计随着技术的不断进步和应用的深入，BIM 技术将成为水利工程不可或缺的核心工具。如表 1 所示

表 1：国内外水利工程 BIM 技术应用对比表

项目名称	国家 / 地区	BIM 技术应用阶段	成效描述
三峡水库扩建项目	中国	设计、施工、运营	施工周期缩短 15%，成本降低 8%
阿姆斯特丹水坝项目	荷兰	设计、施工、运营	成本降低 10%，施工质量提升，实时数据监控
长江大桥项目	中国	设计、施工	提高施工精度，减少设计冲突

通过对国内外水利工程项目对比分析，BIM 技术在设计、施工和运营中已显著提高项目效率与成本控制。国内如三峡水库扩建项目，国际如阿姆斯特丹水坝项目，强调智能化与实时数据监控。未来，BIM 技术应向智能化、数据化发展，并加强跨行业协作与标准化建设。

五、结语

BIM 技术在水利工程中的应用展现出显著的优势，不仅优化了设计、提升了施工效率，还促进了运营和维护的智能化管理。其在项目生命周期中的重要作用，尤其是在提高工程质量、降低成本和增强跨部门协作方面，已得到广泛验证。随着技术的不断

进步，BIM 技术未来将在水利工程中发挥更大潜力，推动智能化与可持续发展的实现。然而，技术应用仍面临一些挑战，如高投入、人员培训和技术整合等，未来需加大创新与技术推广力度，以更好地应对这些挑战。

参考文献

[1] 王瑶. 引洋入连水利工程征占地图档管理系统开发与应用研究 [D]. 辽宁大学, 2024.DOI: 10.27209/d.cnki.glniu.2024.001134.

[2] 刘利兵, 袁丽. BIM 技术应用于水利工程设计的实践探讨 [J]. 电气技术与经济, 2024, (05): 98-100.

[3] 李维国, 李仁俊. 数字孪生黄河水利建设中 BIM 深化应用 [C]// 河海大学, 江苏省水利学会, 浙江省水利学会, 上海市水利学会. 2024 (第十二届) 中国水利信息化技术论坛论文集. 黄河水利委员会上游水文水资源局; , 2024: 692-698.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2024.009414.

[4] 黄振国, 周昀, 陈欢欢, 等. 水利工程建设 BIM 应用情况及未来发展趋势研究 [J]. 四川水利, 2024, 45(05): 150-153.

[5] 黄卫华, 魏伶芸. 人工智能辅助水利工程监管的探索与应用 [J/OL]. 水利水电快报, 1-10[2025-08-27].https://link.cnki.net/urlid/42.1142.TV.20241104.1217.002.

[6] 叶煜. BIM 技术在水利工程施工管理中的应用研究 [C]// 广西网络安全和信息化联合会. 第六届工程技术与数字化转型学术交流会论文集. 杭州中邦生态环境有限公司, 2025: 359-361.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2025.007275.

[7] 柴周晓. BIM 技术在水利工程规划设计中的应用研究 [J]. 水上安全, 2025, (04): 70-72.

[8] 万方舟, 王晖. BIM 技术应用于水利工程设计的实践探讨 [C]// 中国智慧工程研究会智能学习与创新研究工作委员会. 2025 人工智能与工程管理学术交流会论文集. 黄河勘测规划设计研究院有限公司, 2025: 11-12.DOI: 10.26914/c.cnkihy.2025.018608.