

智慧水利建设中水利信息化与数字孪生的融合策略

金 晖

杭州芯牧云信息技术有限公司 浙江杭州 310000

摘 要：智慧水利建设是应对水资源挑战、提升水利管理现代化水平的关键途径。通过融合水利信息化与数字孪生技术，能够实现水资源的高效管理和优化决策。本文探讨了智慧水利建设中这两项技术的融合策略，这些策略旨在建立一个全面的智慧水利管理系统，提高灾害应对能力和水资源使用效率，促进可持续发展。

关键词：智慧水利；水利信息化；数字孪生；融合策略

随着全球气候变化和人口增长，对水资源的管理提出了更高要求。传统的水利管理方法已不足以处理复杂多变的水问题。信息技术的快速发展为水利行业带来了革命性的变革机遇。特别是水利信息化与数字孪生的融合，为精确化管理和智能化决策提供了新的可能性。智慧水利建设不仅涉及技术层面的创新，还包括管理理念和制度层面的更新。因此，探索有效的融合策略对于推动智慧水利建设具有重要意义。

一、智慧水利的定义与发展

智慧水利是利用现代信息技术进行水资源高效管理和综合利用的新型水利模式，旨在提升水环境保护、防洪减灾能力及水安全，支持可持续发展。智慧水利的定义和发展紧扣当前技术发展的脉搏，它结合了大数据、云计算、物联网和人工智能等多种技术手段。这些技术的应用使水利管理变得更加数字化、智能化和精准化。具体来说，智慧水利的发展目标可以概括为空间全域化、时间序列化、过程自动化、应用智能化、管理一体化和决策科学化。从发展的角度，智慧水利在不断推进算据、算法和算力的建设，构建集成预报、预警、预演和预案功能的智慧水利体系。这不仅提升了水资源的配置效率和保护水环境的能力，还增强了对洪水等自然灾害的应对能力。

二、水利信息化与数字孪生的融合需求分析

水利信息化与数字孪生的融合需求分析涉及到对当前和未来水资源管理需求的深入理解，以及信息技术如何满足这些需求的全面评估。随着全球气候变化和人口增长对水资源造成越来越大的压力，有效的水资源管理变得尤为重要。信息化技术和数字孪生理念的融合正是在这种背景下应运而生的解决方案。首先，实时监测和

数据分析是水利管理的核心需求之一。信息化技术可以提供对水文情况、水质变化和水资源利用状况的实时监控，通过收集和分析这些数据，管理人员能够及时发现问题并做出响应。此外，预测模型的发展需要大量准确的历史和实时数据来提高其准确性，而这正是信息化建设所能提供的。其次，对于决策支持而言，将数字孪生的概念应用于水利建设和管理中，可以通过创建虚拟的水文模型来模拟真实世界的水文循环和水资源分配。这有助于在实施前评估各种水利工程和管理策略的效果，优化决策过程。第三，面对灾害性天气事件的应对也是水利信息化的重要需求。通过数字孪生模型进行洪水、干旱等灾害的预演，可以帮助制定更为有效的应急预案，减少自然灾害可能造成的损失^[1]。

三、智慧水利建设中水利信息化与数字孪生的融合策略

1. 发展数字孪生水网

在智慧水利建设的背景下，发展数字孪生水网成为了实现水资源高效管理和优化调度的关键技术手段。数字孪生水网的核心在于构建一个与物理水网相对应的虚拟模型，通过这个模型可以实时地模拟、分析和预测实际水网的各种运行状态和可能遇到的问题。这不仅有助于提高水资源的配置效率，还能在很大程度上增强对水灾害的应对能力。具体来说，数字孪生水网能够通过集成各类传感器和监测设施收集的大量实时数据，反映水网的真实运行情况，并通过高级算法进行模拟预测，从而实现对整个水网系统的智能化管理和维护。这样的系统可以在洪水来临前提供预警，帮助制定应急预案，减少自然灾害可能造成的损失。随着信息技术的快速发展，将新一代信息技术如大数据、人工智能等与水利业务深

度融合，是推进数字孪生水网发展的重要策略之一。通过这种融合，可以实现对水网的智能监控、自动预报预警以及基于数据分析的决策支持，从而提升水网管理的科学性和准确性。此外，加强网络安全建设也是保障数字孪生水网顺利运行的必要条件，确保所有数据传输和处理的安全性和稳定性^[2]。

2. 创建数字孪生水利工程

创建数字孪生水利工程则是聚焦于具体的单个水利项目，利用数字技术对工程的设计、施工、运营和维护等全生命周期进行精确模拟和管理。这一过程中，建筑信息模型技术（BIM）的应用尤为关键，它能够为水利工程提供一个多维度、全方位的数字映射体，使得工程管理者可以在虚拟环境中对物理结构进行实时监测和维护。数字孪生水利工程的建立，不仅能够帮助管理者预见和发现潜在问题，还能够在出现问题时迅速提出解决方案并实施优化调度。与此同时，数字孪生技术也为水利工程的安全运行提供了强有力的支撑，通过与物理工程同步仿真运行，确保了工程效益的最大化发挥。

3. 智能化改造

智能化改造的核心在于利用传感器、物联网技术、云计算等现代信息技术收集各类水利数据，然后通过大数据分析、人工智能算法等手段对这些数据进行处理和分析，最终实现对水资源高效、精确的管理。在智能化改造过程中，首先需要构建一个全面的数据采集网络。这包括在河流、水库、灌溉系统等关键部位安装各种监测设备，如水位计、流量计、水质分析仪等，以实时获取水文信息。此外，还需将现有的信息系统如洪水预警系统、水资源管理系统等进行整合升级，确保它们能够无缝对接并共享数据。接下来是对收集到的数据进行智能化处理和分析。这通常需要建立强大的数据处理中心，运用先进的数据分析软件和人工智能技术，比如机器学习和深度学习模型，来预测水情变化、优化水资源调配方案、识别潜在的风险点等。通过这些高级分析，可以为决策者提供科学、精准的决策支持。最后，智能化改造还需要建立一个友好的用户界面，使得各级水利管理人员能够轻松访问、理解并使用这些智能化工具和系统。

同时，也需要考虑到培训和技术支持，确保相关人员能够充分利用这些新改造的智能系统^[3]。

4. 推广数字化应用

首先，数字化应用可以在水利工程的规划设计阶段发挥重要作用。通过地理信息系统（GIS）、计算机辅助设计（CAD）等工具，工程师能够创建详细的工程图纸和三维模型，更加直观地分析和评估不同设计方案的可行性和影响。其次，施工阶段可以通过数字化技术如BIM（建筑信息模型）实现施工过程的可视化管理。这不仅有助于提高施工效率，还能在一定程度上提前预见和解决施工中可能遇到的问题。在水利工程的运营阶段，数字化应用可以提供实时监控和远程控制功能。例如，通过安装具有传感功能的智能设备，管理人员可以随时了解水利设施的运行状态，并通过移动终端或计算机进行远程操作。

结语

综上所述，智慧水利建设是一个系统工程，它需要将先进的信息技术与水利行业的实际需求相结合。通过实施水利信息化与数字孪生的融合策略，我们不仅能够提高水资源管理的效率和精准度，还能增强对水相关灾害的应对能力。未来，随着技术的不断进步和数据积累，智慧水利的建设将会更加深入，为水资源的可持续利用和保护提供坚实的技术支持。同时，跨领域的合作和整合将成为常态，为实现全社会范围内的水资源优化配置奠定基础。最终，智慧水利的建设将推动水利行业向更加智能、高效和绿色的方向发展，为人类社会的可持续发展做出重要贡献。

参考文献

- [1] 崔兵吉，孙勇，张丽，鱼宏刚. 基于县域的全面智慧水利建设探讨. 水上安全，2023（14）：73-75.
- [2] 何强，高健，徐时贵，赵一禄，李志恒. 浅谈水利项目信息化管理. 人民黄河，2023，45（S02）：132-132.
- [3] 刘少丽，高涛，姜勃. 水利工程数字化建设管理系统设计思路. 云南水力发电，2023，39（7）：281-284.