

Analysis of Common Problems and Solutions in Water Conservancy Engineering Design

Yanping Wen

Xinjiang Changji Fanghui Hydropower Design Co., Ltd., Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract

Water conservancy engineering is an important link between nature and society, playing a crucial role in resource development, utilization, regulation, and protection. However, with the deepening of economic development and ecological civilization construction, water conservancy engineering design faces complex technical challenges and environmental constraints. This article analyzes common problems in current water conservancy engineering design from the aspects of design schemes, resource management, environmental assessment, hydrogeology, and construction technology, including unreasonable design, unscientific resource utilization, insufficient environmental assessment, and inadequate construction technology management. To address these issues, systematic measures such as optimizing design schemes, strengthening resource management, improving prediction accuracy, enhancing environmental assessment, and improving construction management level are proposed. By introducing cutting-edge technologies such as virtual simulation, artificial intelligence, and big data, we can promote efficient collaboration between design and construction, drive sustainable development of water conservancy projects, and provide strong support for the coordination of ecological protection and social benefits.

Keywords

water conservancy engineering; Design optimization; resource management

水利工程设计中的常见问题及解决对策浅析

文艳萍

新疆昌吉方汇水电设计有限公司, 中国·新疆 昌吉 831100

摘 要

水利工程是连接自然与社会的重要纽带,在资源开发、利用、调节和保护中具有关键作用。然而,随着经济发展和生态文明建设的深入,水利工程设计面临复杂的技术挑战与环境约束。本文从设计方案、资源管理、环境评估、水文地质、施工技术等方面分析了当前水利工程设计中的常见问题,包括设计不合理、资源利用非科学性、环境评估不足及施工技术水平不足等。针对这些问题,提出优化设计方案、加强资源管理、提高预测精度、强化环境评估以及提升施工管理水平等系统性对策。通过引入虚拟仿真、人工智能、大数据等前沿技术,促进设计与施工的高效协同,推动水利工程向可持续方向发展,为生态保护与社会效益的协调提供有力保障。

关键词

水利工程; 设计优化; 资源管理

1 引言

水利工程作为人与自然交互的重要纽带,在防洪减灾、供水保障、生态保护等方面发挥着不可替代的作用。其核心任务是对水资源进行合理开发、科学调度和有效保护,以满足人类社会生产生活的多样化需求。然而,随着经济社会的迅猛发展和生态文明建设的深入推进,水利工程在设计、技术、管理及生态协调性方面面临越来越复杂的挑战。传统的设计方法以工程本身的功能需求为导向,往往忽略了区域自然条件、生态承载能力以及长期发展目标的综合考量,导致

资源浪费、环境破坏及经济损失等问题频发。同时,气候变化与极端天气事件的增加,进一步加剧了水利工程设计的难度和风险。面对这些挑战,深入研究水利工程设计中存在的问题并提出优化对策,已成为行业发展的迫切需求与学术研究的重点方向。这不仅关乎工程的安全与效益,也对水资源的可持续利用和生态环境的保护具有深远意义。

2 水利工程设计中的常见问题

2.1 设计方案不合理

设计方案的不合理性是水利工程中频繁出现的问题,其核心原因在于对区域自然条件的分析。在选址阶段,许多项目未能深入了解地形地貌特点导致方案偏离实际需要。例如,一些工程在区域地质条件不稳定的地带修建大坝未能充

【作者简介】文艳萍(1986-),女,中国陕西户县人,本科,副高级工程师,从事水利工程规划设计研究。

分考虑滑坡潜在风险。水文特征的忽视也使工程在汛期难以承受洪水压力，枯水期则无法满足生态流量需求。这种前期认知的不足增加后期施工的复杂性，设计方案缺乏对周边自然环境与社会需求的系统性考量，导致工程定位偏差，最终使资源浪费和经济损失成为不可忽视的后果。

2.2 水资源利用不科学

水资源利用的非科学性在很多水利工程中都表现得尤为突出，特别是在追求短期效益和工程规模的情况下。一些设计人员过于关注灌溉供水量或发电能力，而忽视了区域水资源的承载能力。例如，在缺水地区设计大型引水工程，未考虑当地生态用水的最低需求，结果造成河流断流湖泊萎缩甚至湿地退化，生态系统遭受巨大冲击。另外对于区域用水需求的动态变化缺乏科学预判，使得工程建成后难以满足实际需求，导致资源分配矛盾加剧^[1]。

2.3 环境影响评估不足

传统的环境影响评估往往流于表面，未能深入分析工程建设对生态系统的长期影响。特别是在生态脆弱地区，水利工程的建设可能导致生物多样性减少以及区域微气候变化等一系列负面生态效应。

2.4 地质条件与水文气象预测问题

地质条件和水文气象预测的偏差是水利工程设计中不可忽视的难点。这些问题源于传统预测手段在面对复杂自然环境时的局限性。如在地质条件复杂的地区，常规的勘察手段难以全面掌握地下岩层结构的稳定性，导致施工过程中发现基础沉降问题。另外水文气象预测不足可能使工程设计未能充分应对极端气候事件，如超强台风或异常洪水。气候变化加剧了这种不确定性，增加维护成本和社会风险。

2.5 施工技术管理问题

施工技术管理问题往往源于设计方案与施工条件之间的脱节，在实际建设过程中，一些设计方案过于理想化，忽略了现场施工设备的限制，导致频繁的临时性调整。如在设备不足的情况下强行实施高难度施工方案，导致施工效率低下或质量问题频发。此外先进施工技术的缺乏使得某些高精度要求的工序无法达到设计标准，最终影响整体工程的使用性能。这种设计与施工脱节的现象显著增加工程成本，导致工程进度一再延误，造成额外的社会影响。

2.6 设计图纸与实际施工不符

设计图纸与实际施工不符的问题在实践中屡见不鲜，这种不一致性源于设计过程中对现场实际情况把握不足，以及设计人员与施工人员之间缺乏有效沟通。结果是工程质量和效率大打折扣，甚至出现严重的安全隐患。

3 水利工程设计问题的解决对策

针对问题，水利工程设计需要采取系统整体性的方案。

3.1 优化设计方案

优化设计方案是水利工程科技创新的核心突破点，工

程师要构建一个全新的跨学科协同设计生态系统，打破传统单一专业壁垒。如建立虚拟仿真实验室，聚集地质学家、水文专家、生态学者和工程技术人员，共同构建数字孪生平台。此平台将运用超高性能计算技术，模拟区域地质环境的微观和宏观变化。人工智能算法将实时分析海量地质数据，快速识别潜在风险区域。还要引入量子计算技术显著提升数值模拟的精确度。工程师以通过沉浸式虚拟现实系统，直观展示和分析复杂地理环境，为设计方案提供更为精准的技术支撑。这种多维度智能化的设计方法将彻底革新传统水利工程设计模式。

3.2 加强水资源科学管理

实现水资源的科学管理要建立动态化的资源监测与调控体系，贯穿水利工程设计的全过程。利用遥感技术，可定期获取区域水文动态数据，如地表水分布、地下水位波动等，建立实时更新的水资源数据库。大数据分析可整合这些数据并结合气候模型预测未来水资源供需变化，提前为设计方案提供支持。接着设计阶段还需引入人工智能技术，通过模拟不同水资源调配方案的效果，优化水量配置。例如在灌溉水利工程中，利用监测土壤湿度和作物生长需求，动态调整灌溉量达到精准用水的目的。而且水资源管理还需关注生态系统的承载能力，制定区域性的用水上限避免因过度开发破坏自然水循环。同时为应对气候变化带来的不确定性，可设计多层次的水资源调控系统，如利用分布式蓄水装置和梯级调水设施来缓解供需矛盾^[2]。

3.3 强化环境影响评估

环境影响评估正在经历一场技术革命，生态系统技术将成为水利工程环境评估的重大突破。通过综合基因组学和人工智能技术，科研团队可以构建高度拟真的生态系统模拟环境。先进的生态因子建模技术能够精确量化工程建设对生物多样性的潜在影响。基于量子传感技术的生态监测设备，可实时捕捉生态系统中最微小的变化。生态系统服务价值的量化评估方法将环境影响从定性分析转变为数字化精确测算。跨学科生态补偿模型将为水利工程设计提供更为全面的生态保护方案。利用此等建立生态系统碳交易平台，实现经济发展和生态保护的动态平衡。

3.4 提高勘察与预测准确性

为了提升勘察与预测的准确性要借助先进的探测实现数据的全面采集和智能化处理。地质勘察中，大规模应用地质雷达技术可以高效获取地下岩层结构，无人机航测则能够快速扫描地表地形变化，生成精细化的三维地貌图。在水文气象预测中利用高分辨率卫星影像与智能算法结合，构建区域水文模型，精确预测降雨分布。GPS定位技术与实时监测设备的结合，可动态捕捉地质活动与水文要素的变化趋势，为设计决策提供数据支持。还有机器学习技术可以根据历史气象数据，模拟出多种极端气候情境下的工程响应，为工程设计增加安全冗余。利用的综合应用，能够大幅减少信

息不确定性，为水利工程的抗灾能力和长期效益提供保障。

3.5 提升施工技术管理水平

施工技术管理正在步入数字化新纪元，如建筑信息模型技术将实现水利工程设计和施工的全过程数字化协同。基于区块链的智能施工管理平台将提供工程全生命周期的可追溯性。无人机和机器人技术在复杂地形勘察和施工过程中将发挥越来越重要的作用。增强现实技术可以将设计方案精确叠加到实际施工现场，帮助施工人员实现毫米级精准对标。人工智能驱动的施工管理系统能够实时识别潜在技术风险并提供智能预警。因此构建虚拟现实培训系统，施工人员可在数字孪生环境中进行技能训练和风险模拟。先进的材料科学技术将为水利工程施工提供更为高性能的新型材料和施工装备^[3]。

3.6 加强设计与施工的协调

设计图纸与实际施工契合度问题将通过前沿技术得到根本性解决，增强现实和虚拟现实技术将实现设计图纸与现场环境的精确匹配。三维激光扫描技术可获取超高精度的地形数据，并与原始设计方案进行实时动态比对。基于人工智能的辅助设计系统将根据现场实际情况自动优化设计方案。区块链技术将为工程档案管理提供不可篡改的数字追踪系统。利用构建智能协同设计平台，设计团队和施工团队可以实现跨时空的实时信息共享。先进的仿生设计算法将从自然界获取灵感，为水利工程设计提供更为智能高效的解决方案。比如在中国新疆某市中引水工程中，设计与施工协调的创新技术应用提供了一个成功案例。该工程是中国西北地区最大的水资源调配工程之一，涉及复杂的地质条件的引水隧洞建设。在施工过程中项目团队采用了BIM(建筑信息建模)技术，将三维设计图纸与施工现场环境进行精准匹配。通过无人机航测与三维激光扫描技术，实时获取地形地貌变化数据，并动态调整施工方案以适应复杂地质条件。而且增强现

实技术(AR)被用于现场施工管理，施工人员通过AR设备直观了解设计图纸和施工状态的差异，极大减少施工错误。另外，人工智能算法也在该项目中发挥了重要作用用于分析施工进度，及时识别潜在风险并优化施工计划。为了保证工程档案的完整性与可追溯性，区块链技术被应用于项目档案管理系统，实现了从设计到施工的全生命周期信息管理。这些技术的协同应用有效提升了工程质量，缩短了工期同时降低了成本。该案例展现了科技在水利工程设计与施工协调中的强大潜力，为未来类似工程提供了宝贵经验。

4 结语

水利工程设计作为一项复杂的系统工程，其高质量实施直接关系到社会经济发展与生态环境保护。通过对设计方案优化、水资源科学管理、环境影响评估、勘察预测精准化以及施工技术管理等多方面问题的分析和解决，水利工程设计逐渐摆脱传统模式的局限性，向多学科融合和智能化发展迈进。新兴技术如人工智能、遥感技术和大数据分析的应用，为解决设计与施工中的难点问题提供了创新性支持。与此同时，设计与施工的协调机制不断完善，确保了设计目标与现场实施的高度一致性。水利工程的未来发展需要以生态保护和可持续发展为核心理念，在解决技术问题的同时兼顾社会效益与环境效益。只有通过全面的技术创新和管理优化，才能更好地应对复杂的自然条件和社会需求，为经济社会发展提供坚实的水利基础保障。

参考文献

- [1] 周永军.水利工程设计中的常见问题及解决对策经验分析[J].智能城市,2019,5(14):203-204.
- [2] 冯立忠.水利工程设计中的常见问题及解决对策分析[J].居舍,2018,(34):170+175.
- [3] 杨杰.探讨生态水利工程设计中亟待解决的问题和对策[J].低碳世界,2018,(07):54-55.