

# 加强水利工程设计提高水利工程质量

李俊磊

北京正和恒基滨水生态环境治理股份有限公司河北分公司 河北 唐山 063200

**摘要：**水利工程对于国家的水资源利用、防洪减灾、农业灌溉及生态保护等方面意义重大。水利工程设计作为工程建设的基础与核心环节，其质量直接关联到水利工程的整体质量与功能发挥。本文深入探讨水利工程设计的关键要素，剖析现存设计问题，并提出针对性的优化策略，旨在通过强化水利工程设计来提升水利工程质量，推动水利事业的可持续发展，为国家基础设施建设与生态安全保障提供有力支撑。

**关键词：**水利工程；工程设计；质量提升；设计优化

## 引言

水利工程作为国家基础设施的重要组成部分，在水资源调配、防洪抗旱、农业灌溉以及生态环境维护等方面发挥着中流砥柱的作用。水利工程的质量直接关系到其功能的有效实现以及对周边环境和人民生命财产的影响。而水利工程设计则是水利工程建设之魂所在，它不仅决定了工程的结构安全性、功能性和耐久性，还在很大程度上影响着工程的建设成本、施工难度和运行管理效率。因此，深入研究如何加强水利工程设计以提高水利工程质量具有极为重要的理论价值和现实意义。

## 1 水利工程设计的要素

### 1.1 水文水资源分析

准确的水文水资源分析是水利工程设计的基础。设计人员需要对工程所在流域或区域的降水、蒸发、径流、地下水等水文要素进行长期、系统的观测与分析，构建完善的水文数据库。通过水文频率分析、水资源供需平衡计算等方法，确定水利工程的设计洪水标准、兴利库容、供水规模等关键参数。例如，在设计一座水库时，需要根据流域的降水特性和径流变化规律，预测不同频率洪水的洪峰流量、洪量及洪水过程线，以此确定水库的防洪库容和泄洪设施规模，确保水库在防洪方面能够有效应对各种洪水威胁。同时，通过对水资源的供需分析，合理确定水库的兴利库容，保障农业灌溉、城市供水、工业用水等多方面的用水需求，实现水资源的优化配置<sup>[1]</sup>。

### 1.2 地形地貌与地质勘察

地形地貌与地质勘察是水利工程设计的重要依据。详细的地形测量能够为工程布局提供精确的基础数据，如确定坝址、渠道走向、泵站位置等。而深入的地质勘察则等因素。例如，对于高水头水利枢纽工程，拱坝因其优越的超载能力和经济性往往成为首选坝型；而在平

原地区的低水头挡水工程中，土石坝则可能因其取材方便、施工简易而更具优势。在结构计算分析方面，采用先进的力学理论和计算软件，对水工建筑物在不同荷载组合作用下的应力、应变、稳定等力学性能进行精确计算，确保结构设计满足强度、刚度和稳定性要求。有助于揭示工程区域的地层结构、岩性特征、地质构造、地下水分布及岩土体物理力学性质等信息。例如，在大坝设计中，地质勘察结果对于坝型选择、坝基处理方式具有决定性作用。若坝址处地质条件复杂，存在断层、破碎带或软弱夹层等不良地质构造，设计人员则需考虑采用合适的坝型，如拱坝或重力坝，并针对坝基进行特殊处理，如固结灌浆、帷幕灌浆等，以提高坝基的稳定性和承载能力，防止坝基渗漏和不均匀沉降等问题的发生。

### 1.3 工程结构设计

工程结构设计是水利工程设计的核心内容之一。它涵盖了大坝、水闸、泵站、渡槽、涵洞等各类水工建筑物的结构选型、尺寸确定、材料选用以及结构计算分析等方面。在结构选型时，设计人员需要综合考虑工程的功能需求、地形地质条件、施工技术水平以及经济合理性

### 1.4 生态与环境考量

随着社会对生态环境保护意识的不断提高，水利工程设计中的生态与环境考量日益成为关键要素。水利工程建设不可避免地会对周边生态环境产生影响，如改变河流的水动力条件、影响水生生物的栖息繁衍、破坏湿地生态系统等。因此，在设计过程中，需要充分评估工程建设对生态环境的潜在影响，并采取相应的生态保护措施和生态修复方案。例如，在河道整治工程中，设计生态型护坡取代传统的硬质护坡，采用多孔性材料和植被种植，为水生生物提供栖息场所，促进河岸带生态系统的恢复与发展。同时，合理规划水利工程的调度运行方式，保障河流的生态基流，维持河流的生态功能，实

现水利工程与生态环境的和谐共生<sup>[2]</sup>。

## 2 当前水利工程设计存在的主要问题

### 2.1 设计方案缺乏系统性与前瞻性

部分水利工程设计方案仅着眼于当前的工程需求和问题,缺乏对流域或区域水资源综合利用和长远发展的系统性规划。例如,在一些跨流域调水工程设计中,未能充分考虑调入区和调出区的水资源整体平衡以及生态环境变化的长期影响,导致工程运行一段时间后出现一系列新的问题,如调出区生态退化、调入区水资源浪费或过度开发等。同时,设计方案对未来社会经济发展、人口增长、气候变化等因素的预估不足,缺乏前瞻性,使得水利工程在建成后的较短时间内就面临功能不足或需要大规模改造的困境。

### 2.2 设计标准与规范执行不严格

虽然我国已经制定了较为完善的水利工程设计标准与规范,但在实际设计过程中,部分设计单位和设计人员存在执行不严格的情况。有些为了追求经济效益或赶工期,擅自降低设计标准,如减小建筑物的安全系数、降低材料质量要求等。例如,在一些小型农田水利工程设计中,部分设计人员未按照规范要求对灌溉渠道的防渗性能进行严格设计,导致渠道渗漏严重,水资源利用率低下,同时还可能引发渠道周边的土壤盐渍化等问题。这种对设计标准与规范的忽视,给水利工程质量和安全埋下了巨大隐患。

### 2.3 多专业协同设计不足

水利工程设计涉及水利、水文、地质、结构、电气、机械等多个专业领域,各专业之间需要密切协同配合才能确保设计方案的科学性和完整性。然而,在实际设计工作中,由于各专业之间沟通不畅、信息共享不及时,往往存在设计冲突和矛盾的情况。例如,结构专业设计的建筑物基础形式可能与地质专业提供的地质条件不完全匹配,导致基础施工困难或需要进行额外的地基处理;电气专业设计的供电系统与机械专业设计的设备用电需求不协调,影响设备的正常运行等。这种多专业协同设计的不足,不仅会影响设计进度,还可能导致设计变更频繁,增加工程建设成本,降低工程质量。

### 2.4 对新技术、新材料应用滞后

随着科技的飞速发展,水利工程领域不断涌现出新的技术和材料,如新型土工合成材料、高性能混凝土、数字化监测技术、智能水利系统等。然而,部分水利工程设计人员对这些新技术、新材料的了解和应用相对滞后,仍然习惯于采用传统的设计方法和材料。例如,在一些堤坝防渗设计中,未能及时应用新型土工合成材

料,而采用传统的黏土防渗或混凝土防渗墙技术,不仅施工难度大、成本高,而且防渗效果可能不如新型材料。这种对新技术、新材料应用的滞后性,限制了水利工程设计水平的提升和工程质量的进一步提高。

## 3 加强水利工程设计策略与措施

### 3.1 强化设计方案的系统性与前瞻性

水利工程设计应立足流域或区域的整体视角,综合考虑水资源的开发、利用、保护与管理的系统性要求。在设计前期,开展全面深入的水资源综合规划和工程战略研究,充分评估工程建设对上下游、左右岸以及生态环境的多方面影响,制定出具有系统性和可持续性的设计方案。同时,引入情景分析和预测模型,对未来社会经济发展、气候变化等不确定因素进行多情景模拟分析,提高设计方案对未来变化的适应能力和前瞻性。例如,在大型水利枢纽工程设计中,结合流域的整体发展规划,统筹考虑发电、防洪、航运、灌溉、旅游等多功能需求,制定科学合理的工程运行调度模式,确保在不同发展阶段和各种气候条件下,水利工程都能发挥最大效益,实现水资源的可持续利用<sup>[3]</sup>。

### 3.2 严格执行设计标准与规范

加强对水利工程设计单位和设计人员的教育与培训,提高其对设计标准与规范重要性的认识,增强执行标准的自觉性和主动性。建立健全设计质量管理体系,加强设计过程中的审核与监督,对违反设计标准与规范的行为进行严肃查处。同时,定期对设计标准与规范进行修订和完善,使其适应水利工程建设的新形势和新要求。例如,随着我国对生态环境保护要求的不断提高,在水利工程设计标准中应进一步细化生态保护指标和措施,促使设计人员在设计过程中更加注重生态与环境因素,确保水利工程设计符合国家的环保政策和可持续发展战略。

### 3.3 加强多专业协同设计

建立完善的多专业协同设计平台和工作机制,促进各专业之间的信息共享与实时沟通。在设计过程中,定期召开多专业协调会议,共同探讨设计方案中存在的问题和矛盾,寻求最优解决方案。例如,利用建筑信息模型(BIM)技术,构建水利工程的三维信息模型,各专业设计人员在同一模型上进行协同设计,直观地发现和解决专业间的冲突,提高设计效率和质量。同时,加强对设计团队的跨专业培训,提高设计人员的综合素质和跨专业协作能力,培养一批既精通本专业又熟悉其他相关专业的复合型设计人才,为多专业协同设计提供人才保障。

### 3.4 积极推广新技术、新材料应用

加强水利工程设计人员的技术培训和继续教育,使其及时了解和掌握水利工程领域的新技术、新材料及其应用前景。鼓励设计单位与科研机构、高校等开展产学研合作,共同开展新技术、新材料的研发与应用推广工作。例如,在水利工程的结构健康监测方面,积极推广应用光纤传感技术、无人机巡检技术等,实现对工程结构的实时、高精度监测,及时发现和预警结构安全隐患。在建筑材料方面,推广应用高性能混凝土、纤维增强复合材料等新型材料,提高水工建筑物的耐久性、抗裂性和抗腐蚀性,降低工程维护成本,延长工程使用寿命。同时,建立新技术、新材料应用的激励机制,对在设计中积极应用新技术、新材料并取得良好效果的设计单位和个人给予表彰和奖励,推动水利工程设计创新发展。

## 4 水利工程设计质量保障体系建设

### 4.1 完善设计质量管理体系

建立健全包括设计质量策划、设计过程控制、设计文件审核、设计变更管理等在内的全过程设计质量管理体系。明确设计单位各级管理人员、项目负责人和设计人员在设计质量控制中的职责与权限,制定详细的设计质量考核标准和奖惩措施,将设计质量与个人绩效挂钩,充分调动设计人员的积极性和责任心。例如,在设计质量策划阶段,根据工程特点和设计要求,制定详细的设计质量目标和质量计划,明确各阶段的设计质量控制点和控制方法;在设计过程中,严格按照质量计划进行设计,加强对设计中间成果的审核和检查,及时发现和纠正设计中的问题;在设计文件审核阶段,建立多层次的审核机制,包括自审、互审、专审和会审等,确保设计文件的准确性、完整性和规范性。

### 4.2 加强设计质量监督与审查

强化对水利工程设计质量的外部监督与审查机制。除了设计单位内部的质量控制体系外,建设单位应委托具有相应资质的第三方机构对设计文件进行独立审查,重点审查设计方案的合理性、设计计算的准确性、设计标准的执行情况以及对生态环境的影响等方面。同时,水行政主管部门应加强对水利工程设计市场的监管,定期对设计单位的设计质量进行抽查和检查,对存在严重设计质量问题的设计单位依法进行处罚,规范设计市场秩序。例如,在一些大型水利工程建设中,建设单位邀

请国内知名的水利专家组成专家组,对设计单位提交的初步设计文件进行全面审查,提出审查意见和建议,设计单位根据审查意见进行修改完善后,方可进入下一阶段的设计工作。这种多层次的设计质量监督与审查机制,能够有效保障水利工程设计质量,确保工程建设顺利进行<sup>[4]</sup>。

### 4.3 建立设计质量反馈与改进机制

建立水利工程设计质量反馈与改进机制,及时收集工程施工过程中和建成运行后发现的设计质量问题,并进行深入分析和总结。将反馈信息及时传递给设计单位和设计人员,促使其反思设计过程中的不足,提出改进措施,不断完善设计方法和设计标准。例如,在水利工程施工过程中,施工单位发现设计图纸存在某些不明确或不合理之处,应及时向建设单位和设计单位反馈,设计单位应迅速组织人员进行现场核实和处理,根据实际情况对设计进行修改,并将修改后的设计文件及时发放给施工单位。同时,设计单位应定期对已建成运行的水利工程进行回访,了解工程运行情况和存在的问题,总结经验教训,为今后的设计工作提供参考,实现设计质量的持续改进。

### 结束语

水利工程设计作为水利工程建设的关键环节,对工程质量起着决定性作用。在未来的水利工程建设中,应持续关注水利工程设计领域的创新发展,不断探索和应用新的设计理念、方法和技术,为我国水利事业的可持续发展奠定坚实基础,为保障国家水资源安全、生态安全和社会稳定发展提供有力支撑。

### 参考文献

- [1]李娜,张翔,张东等.生态理念下水利工程设计的创新策略研究[J].人民黄河,2024,46(03):144-147.
- [2]刘建林,王光社,陈帝伊等.基于系统工程理论的水利工程设计多目标决策方法[J].水力发电学报,2024,43(03):1-11.
- [3]赵勇,李瑞清,李红等.水利工程设计中水文水资源问题及优化措施探讨[J].中国水运(下半月),2024,24(03):193-195.
- [4]张双虎,吴浓娣,黄火键等.水利工程高质量发展内涵与路径探析[J].水利水电技术(中英文),2024,55(03):1-9.