

水利工程规划设计阶段风险与防控路径探讨

宁德奇

德宏州水利电力勘察设计院，云南德宏，678400；

摘要：随着我国水利建设规模不断扩大，水利工程在规划设计阶段面临的风险因素日益复杂多样，涵盖自然环境、技术条件、经济因素及政策法规等多个方面。本文基于系统工程与风险管理理论，对水利工程规划设计阶段可能存在的主要风险进行分类分析，并提出防控路径，为水利工程管理部门和设计单位提供了参考依据。

关键词：水利工程；规划设计；风险识别；防控策略；系统管理

DOI：10.69979/3060-8767.26.02.036

水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其规划设计阶段直接关系到工程的经济性、安全性和可持续发展水平。近年来，随着水利工程建设项目日益大型化、复杂化，规划设计阶段的不确定性风险对工程整体效益产生了明显影响。传统设计管理模式在面对环境变化、技术更新以及政策调整时，风险预判能力有限，导致项目周期延长、投资增加甚至安全隐患产生。因此，系统分析规划设计阶段风险并制定科学有效的防控路径，成为水利工程高质量发展的重要保障。

1 水利工程规划设计阶段风险防控的重要性

水利工程规划设计阶段是整个工程建设的基础环节，其质量直接影响工程安全性、经济性和可持续性。若在此阶段忽视风险防控，可能导致设计方案不合理、成本超支、施工难度增加甚至工程事故的发生。科学有效风险防控，有助于提前识别潜在问题，优化工程方案，合理分配资源，降低不确定性对工程目标的影响。同时，通过建立风险管理机制和预警体系，可以提高设计单位对自然环境、技术、经济及政策等多方面因素的应对能力，确保工程按期、高质量实施。此外，风险防控有助于提升公众信任度和社会支持，为水利工程顺利审批与实施提供保障。在当前大型水利工程日益复杂、技术更新迅速的背景下，规划设计阶段的风险防控已成为保障工程安全、提高经济效益、促进可持续发展的关键环节。

2 水利工程规划设计阶段主要风险类型及原因

2.1 自然环境风险

水文气象条件是水利工程规划设计的重要自然基础，任何水文气象的不确定性都可能对工程设计产生影响。例如，降雨量、径流量和洪水频率的变化直接影响

水库容量、坝体设计及排洪系统规划。如果设计阶段未充分考虑极端气候事件，可能导致工程安全隐患或运行效率下降。此外，气温变化、蒸发量波动及冰冻条件的不确定性也会增加工程设计的复杂性。地质与地形条件的不确定性是水利工程规划设计阶段的核心风险之一。地下岩层结构、土质性质、断层分布及滑坡、泥石流等地质灾害隐患，均可能影响工程选址、坝基处理和施工方案制定。如果地质勘查资料不充分或勘察方法存在局限性，设计方案可能存在偏差，进而增加工程成本和安全风险。

在规划设计阶段，环境保护与生态约束逐渐成为必不可少的考虑因素。水利工程可能对水体生态、湿地保护、植被覆盖及生物栖息地造成影响。若未充分评估生态环境承载能力或未遵循环保法规，可能引发环境治理风险、审批延误或社会舆论压力，从而影响项目进度和成本控制。

2.2 技术与工程风险

工程方案设计的不合理性是规划阶段常见风险，包括方案结构布局不合理、功能设计不足或安全冗余不足。方案设计缺陷可能在后续施工阶段被放大，导致施工难度增加、施工周期延长或后期运行问题频发。随着水利工程技术不断发展，规划设计中会引入新型材料、智能监测系统或信息化设计工具。然而，新技术若缺乏充分验证或应用经验不足，可能存在施工适应性差、成本增加或安全保障不足的风险。工程设计高度依赖计算模型和参数设定，任何参数误差或模型假设偏差都可能对设计结果产生显著影响。例如，水流动力学模型、坝体稳定性分析模型及水库调度模型的不准确，会导致工程容量不足、溢洪风险增大或安全系数不足。

2.3 经济与投资风险

水利工程规划设计阶段对成本预测具有不确定性，包括材料价格波动、施工工艺调整及工程量测算偏差等因素。成本偏差不仅影响项目投资回报，也可能导致后期资金紧张，影响工程按期完成。大型水利工程通常需要多渠道融资支持，资金筹措不稳定或投资回报预期偏差会增加项目整体风险。在规划设计阶段，若未充分评估投资方风险承受能力或资金安排的可行性，可能导致项目停滞或调整设计方案，从而增加经济损失。

2.4 政策法规及社会风险

水利工程涉及多项政策法规，如水利建设规范、环境保护法及土地管理规定。政策法规的变化可能对设计方案、审批流程和工程实施带来不确定性，增加规划阶段风险。例如，新环保要求可能要求重新评估生态影响或修改施工方案。公众关注度高的水利工程可能引发社会舆论压力或居民抗议。规划设计阶段若未充分开展公众参与和信息公开，容易导致项目争议、审批延误或补偿成本增加，形成潜在社会风险。

2.5 管理与组织风险

水利工程规划设计涉及多方参与单位，包括设计院、监理单位、业主及政府部门。若各方沟通不畅或责任划分不明确，可能导致设计方案重复修改、信息滞后或冲突增多，从而延误项目进度。部分设计单位缺乏系统的风险管理机制，对潜在风险识别不充分，缺少有效的预警和应对措施。这会导致风险在规划阶段累积，进入施工阶段后难以消除，增加工程安全及经济风险。

3 水利工程规划设计阶段风险评估方法

在水利工程规划设计阶段，科学的风险评估是防控策略制定的重要前提，有助于全面识别潜在问题并量化其影响。

3.1 定性分析方法

定性分析方法适用于初期信息不充分的情况下，通过专家经验和判断对风险进行初步识别和排序，为后续量化分析提供基础。① 德尔菲法：通过多轮专家问卷调查与反馈，汇总专业意见，对规划设计阶段可能出现的风险进行识别和排序，适用于初期不确定性高、数据不足的项目。② 专家评估法：依托工程管理、设计及技术专家的经验，对风险发生概率和影响程度进行判断，为风险优先级划分提供参考，便于制定初步防控策略。

3.2 定量分析方法

定量分析方法通过数值化手段对风险进行量化评估，可以直观展示风险严重性和优先级，为设计优化和决策提供科学依据。① 风险矩阵法：将风险发生概率与影响程度建立矩阵模型，直观显示各类风险的严重性和优先处理顺序，便于快速决策。② 层次分析法(AHP)：通过构建风险因素层次结构模型，对不同风险因素进行权重分配和综合评价，实现风险量化排序，为设计优化提供依据。③ 模糊综合评价法：结合模糊数学理论，将定性评价与定量分析相结合，处理规划设计阶段信息不确定性，提高评估的科学性和精确性。

3.3 风险动态监测与预测方法

动态监测与预测方法能够实现风险的实时跟踪和趋势分析，有助于提前预警并及时采取防控措施，从而降低潜在损失。利用实时数据采集、信息化监控和预测模型，对规划设计阶段的风险进行动态跟踪和趋势分析，实现风险的早期预警与及时干预，提高整体防控水平。

4 水利工程规划设计阶段风险防控路径

水利工程规划设计阶段是工程建设的基础环节，也是风险集中显现和可控性最强的时期。由于自然条件复杂、技术方案多样、投资规模大以及政策法规和公众参与等因素影响，规划设计阶段潜在风险种类繁多、交互性强。因此，构建系统化、科学化的风险防控路径，对于确保工程安全、经济性和可持续发展至关重要。

4.1 强化风险识别与信息基础建设

风险识别是规划设计阶段防控的首要环节。水利工程规划设计单位可通过强化风险识别和信息基础建设，可将潜在风险前移控制，提高规划设计阶段的可控性，为工程顺利实施奠定基础。科学、全面的风险识别不仅可以提前发现潜在问题，还能为技术优化和管理决策提供可靠依据。为实现这一目标，首先应建立完善的数据基础，将历年水文气象资料、地质勘察结果、生态环境调查和工程施工记录进行系统整合，形成统一、可靠的数据库。其次，针对规划设计阶段的不确定性，需采用定性与定量相结合的方法，对潜在风险进行分类、分级分析，包括自然环境、技术工程、经济投资及政策社会等多个方面。定性方法可通过专家评估、德尔菲法识别风险类型，而定量方法如层次分析法(AHP)和模糊综合评价法可以对风险概率和影响进行量化排序。此外，信息管理系统应实现数据实时更新和共享，确保设计单位、业主及监管部门掌握最新风险信息，避免因信息不

对称导致的决策失误。

4.2 加强技术论证与设计方案优化

技术方案的科学性和合理性是降低规划设计阶段风险的核心因素，水利工程规划设计阶段，通过科学论证与方案优化，可以有效降低设计阶段的技术风险，为后续施工和运行提供稳固基础。在防控路径中，应坚持多方案比选与科学论证相结合的原则，从安全性、经济性、环境适应性及施工可行性等方面对不同设计方案进行综合评估。针对关键结构及重要参数，应加强模型计算和校核验证，确保水文计算、结构设计及调度方案准确可靠。对于新技术和新材料的应用，应严格评估其成熟度和适用性，通过试验或类比工程进行验证，避免因技术不成熟导致施工困难或安全隐患。此外，应优化设计方案的灵活性，预留调整空间，以应对未来水文气象变化、地质条件不确定性及政策调整等因素。设计优化还应充分考虑成本控制和资源合理利用，平衡安全性、经济性和环境影响，使方案既符合技术标准，又具可操作性和可持续性。

4.3 完善风险管理制度与组织协同机制

水利工程规划设计中，通过完善制度和强化组织协同，可以将风险防控贯穿规划设计全过程，避免风险积累和后续传导，提高工程整体安全性和可控性。首先，应将风险管理纳入项目管理体系，明确风险识别、评估、应对及反馈的责任主体，形成制度化、常态化的管理机制。其次，应建立跨部门、跨单位的沟通协调机制，确保设计单位、监理单位、业主及主管部门在信息共享、风险研判及方案调整方面保持一致。对于重大技术或安全风险，应设立专项评审和决策程序，确保应对措施科学、及时。制度建设还应包括风险预警和责任追溯机制，针对潜在问题进行持续跟踪，并在必要时采取纠正措施。此外，应注重多学科人才配置，通过专业团队协作提升风险判断和控制能力。通过完善制度和强化组织协同，可以将风险防控贯穿规划设计全过程，避免风险积累和后续传导，提高工程整体安全性和可控性。

4.4 统筹政策、经济与社会因素的综合防控

水利工程规划设计阶段的风险不仅来源于技术层面，也与政策法规、经济投资及社会公众密切相关。因此，应将政策、经济和社会因素纳入防控体系。首先，需密切关注国家及地方水利政策、环保法规及土地管理要求，确保设计方案合法合规，降低政策调整带来的不

确定性。其次，在经济层面，应开展详细的投资评估和成本预测，充分考虑材料价格波动、施工工艺调整及潜在支出，建立预算弹性和资金备用机制，以应对不可预见的经济风险。同时，应注重社会公众参与和信息公开，尤其是涉及生态保护区、居民聚居区的水利工程，通过广泛征求意见和反馈，降低舆论压力和社会争议。政策、经济和社会因素的统筹不仅能够提升规划设计科学性，还能增强项目可接受性，为工程顺利审批和实施提供保障。

4.5 多方协同与动态监测机制

多方协同和动态监测是风险防控路径的重要补充。水利工程涉及设计单位、业主、施工方、监管部门及公众利益相关者，单一主体难以全面掌控风险。因此，水利工程规划设计单位应建立跨单位信息平台，实现风险信息、设计方案及监测数据共享，并定期开展联合评审与协调会议，形成协同决策机制。同时，应利用信息化技术和监测系统对规划设计阶段关键风险进行动态跟踪和趋势预测，包括水文、地质及环境参数变化。实时监测可以发现潜在问题，及时调整设计方案或施工计划，从而降低风险扩散。通过多方协同与动态监测，风险防控路径能够在规划设计阶段形成闭环管理，不仅提高设计科学性，还为施工及运营阶段提供持续风险控制保障。

5 结语

水利工程规划设计阶段是工程建设的重要基础环节，其风险管理水平直接影响工程安全性、经济性和可持续发展。水利工程规划设计阶段风险复杂且多样，科学的识别、评估与防控至关重要。设计单位应采取科学的防控措施，包括强化风险识别、技术方案优化、完善管理制度、统筹政策经济因素及多方协同等，通过系统化、科学化和动态化的风险防控措施有效降低工程不确定性，提高规划设计质量，为后续施工和运行阶段奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 雉和. 农田水利工程规划设计存在的问题及对策探析[J]. 中国科技纵横, 2023, 3: 90-92.
- [2] 胡静. 水利工程设计阶段造价风险分析[J]. 黑龙江水利科技, 2025, 8: 169-172, 176.
- [3] 杨晓燕. 水利工程风险评估与应对策略[J]. 农村经济与科技, 2025, 9: 102-104, 119.