

水利工程施工中的风险管理与控制

孙新¹, 顾浩然², 李毅³, 孙思⁴, 朱莹⁵

1. 江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223000

2. 淮安市水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223000

3. 淮安市水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223000

4. 江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223000

5. 山东元鸿勘测规划设计有限公司, 山东 济南 250014

摘 要： 水利工程施工过程中，风险管理与控制是确保工程安全和质量的关键环节。通过识别施工中的潜在风险因素，制定科学合理的风险评估方法，可以有效预测和防范可能出现的问题。结合实际案例，探讨风险应对措施和控制手段，包括技术、管理和组织等方面的综合策略，确保工程项目的顺利实施和安全运行。通过不断完善风险管理体系，提高施工人员的风险意识和应对能力，为水利工程施工提供坚实保障。

关 键 词： 水利工程；风险管理；风险控制；施工安全；工程质量

Risk Management and Control in Water Conservancy Project Construction

Sun Xin¹, Gu Haoran², Li Yi³, Sun Si⁴, Zhu Ying⁵

1. Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., Ltd., Jiangsu, Huai'an 223000

2. Huai'an Water Conservancy Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Jiangsu, Huai'an 223000

3. Huai'an Water Conservancy Survey and Design Research Institute Co., Ltd., Jiangsu, Huai'an 223000

4. Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., Ltd., Jiangsu, Huai'an 223000

5. Shandong Yuanhong Survey and Planning Design Co., Ltd., Jiangsu, Huai'an 250014

Abstract： Risk management and control are critical aspects in ensuring the safety and quality of water conservancy projects during their construction. By identifying potential risk factors inherent in the construction process and establishing scientific and rational risk assessment methods, it is possible to effectively predict and prevent potential issues. Through practical case studies, this paper explores risk response measures and control techniques, including comprehensive strategies in technology, management, and organization, to ensure the smooth implementation and safe operation of engineering projects. By continuously improving the risk management system and enhancing the risk awareness and response capabilities of construction personnel, a solid foundation is laid for the construction of water conservancy projects.

Keywords： water conservancy project; risk management; risk control; construction safety; engineering quality

引言

水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其施工过程涉及大量的技术和管理环节，风险管理与控制显得尤为重要。施工过程中，任何细微的风险都可能对工程安全和质量产生重大影响。为了确保项目的顺利推进和安全运行，必须对各种潜在风险进行全面识别和科学评估，制定切实可行的应对策略。本篇通过实际案例分析，系统探讨了风险管理与控制的有效方法，旨在为水利工程施工提供参考和指导，提高工程项目的安全性和可靠性。

一、水利工程施工风险的识别与分类

1. 风险识别的重要性

在水利工程施工过程中，风险识别是整个风险管理体系的基础。只有准确识别出可能存在的风险，才能采取相应的管理和控制措施，确保工程的顺利进行。风险识别的重要性体现在多个方面。首先，它可以帮助项目管理者提前了解施工过程中可能出现的问题，从而制定预防措施，降低风险发生的概率。其次，通过风险识别，可以

提高项目团队的风险意识，使其在日常工作中更加谨慎，避免因疏忽大意而导致风险的发生。最后，全面的风险识别可以为后续的风险评估和控制提供数据支持，确保风险管理工作的科学性和有效性。

2. 施工风险的分类方法

水利工程施工风险的分类有助于更好地理解和管理不同类型的风险。根据风险来源和性质，可以将施工风险大致分为以下几类：

(1) 技术风险：包括设计缺陷、施工技术不成熟、设备故障等。技术风险主要影响工程的质量和安全，需要通过优化设计、

引进先进技术和加强设备维护来控制。

（2）管理风险：涉及项目管理过程中的组织协调、计划安排、资源配置等问题。管理风险可以通过加强项目管理能力、提高管理水平和完善管理制度来降低。

（3）环境风险：指自然环境和社会环境对施工的影响，如天气变化、地质灾害、环境保护要求等。环境风险需要通过详细的环境评估、科学的施工计划和应急预案来应对。

（4）经济风险：包括材料价格波动、资金不足、成本超支等。经济风险的控制主要依赖于合理的预算编制、有效的成本控制和资金管理措施。

（5）法律风险：涉及施工过程中可能遇到的法律纠纷和合规问题，如合同争议、政策变化、法律法规不健全等。法律风险可以通过加强法律意识、规范合同管理和密切关注政策动向来防范。如表1所示。

表1 各类风险及其相应的控制措施

风险类型	风险描述	控制措施
技术风险	包括设计缺陷、施工技术不成熟、设备故障等，影响工程的质量和安	优化设计、引进先进技术、加强设备维护。
管理风险	涉及项目管理过程中的组织协调、计划安排、资源配置等问题。	加强项目管理能力、提高管理水平、完善管理制度。
环境风险	指自然环境和社会环境对施工的影响，如天气变化、地质灾害、环境保护要求等。	进行详细的环境评估、制定科学的施工计划和应急预案。
经济风险	包括材料价格波动、资金不足、成本超支等。	合理预算编制、有效成本控制、严格资金管理。
法律风险	涉及施工过程中可能遇到的法律纠纷和合规问题，如合同争议、政策变化等。	加强法律意识、规范合同管理、关注政策动向。

3. 风险识别的方法与工具

有效的风险识别需要借助科学的方法和工具。常用的风险识别方法包括：

（1）头脑风暴法：通过集体讨论，集思广益，识别出项目可能面临的各种风险。头脑风暴法的优点是可以充分利用团队成员的经验和智慧，但需要有经验丰富的主持人引导讨论。

（2）专家访谈法：邀请相关领域的专家进行访谈，获取他们对项目风险的见解和建议。专家访谈法的优势在于可以获得专业性强、针对性高的风险识别信息，但受访专家的选择和访谈问题的设计需要谨慎。

（3）风险清单法：根据以往项目的经验和文献资料，制定一份详细的风险清单，逐项检查项目中可能存在的风险。风险清单法的优点是系统性强，易于操作，但可能遗漏新的或特殊的风险。

（4）德尔菲法：采用多轮问卷调查的方式，逐步收敛专家意见，识别和评估项目风险。德尔菲法适用于需要综合多方意见且风险识别过程较复杂的项目，但实施周期较长，成本较高。

二、风险评估方法与模型的应用

1. 定性风险评估方法

定性风险评估方法主要依靠专家判断和经验，通过分析风险

的可能性和影响程度来评估风险的严重性。常用的定性方法包括风险矩阵法和德尔菲法。风险矩阵法通过构建风险发生概率与影响程度的二维矩阵，将风险分为高、中、低三个等级，从而帮助管理者快速识别和优先处理高风险事件。德尔菲法则采用多轮匿名问卷调查，综合专家的意见，逐步收敛，最终达成一致意见。这种方法适用于复杂项目的风险评估，但需要较长的时间和较高的成本。定性评估方法的优势在于简单易行，能够快速提供风险评估结果，但其主观性较强，容易受到评估者经验和知识水平的影响。

2. 定量风险评估方法

定量风险评估方法通过数学和统计模型，对风险进行精确量化和分析。常用的定量方法包括故障树分析（FTA）、蒙特卡罗模拟和模糊综合评判法。故障树分析是一种通过构建故障树模型，系统分析工程中各类故障及其原因，评估整体风险的方法。蒙特卡罗模拟通过对风险事件的概率分布进行多次随机抽样模拟，计算风险事件发生的概率和可能损失。模糊综合评判法则利用模糊数学理论，对复杂系统中的多种风险因素进行综合评判，适用于难以用精确数值描述的风险评估。

3. 风险评估模型的应用实例

在实际的水利工程施工中，风险评估模型的应用能够显著提高风险管理的效果。以某大型水利工程为例，该项目在施工初期采用风险矩阵法进行初步风险识别和评估，快速确定了若干高风险环节，如基坑开挖、混凝土浇筑等。随后，项目团队结合故障树分析，对基坑开挖过程中的可能故障进行详细分析，识别出主要风险因素和故障路径，并制定了相应的预防和应急措施。在混凝土浇筑阶段，采用蒙特卡罗模拟，对混凝土强度和质量波动进行概率分析，优化了施工工艺和质量控制方案。通过这些评估方法和模型的综合应用，项目团队能够及时发现和应对潜在风险，确保了工程的顺利进行和安全运行。

三、水利工程施工风险管理策略

1. 技术手段的应用

在水利工程施工中，技术手段是风险管理的重要策略之一。首先，采用先进的工程技术和施工方法，如三维建模和仿真技术，可以在施工前对工程进行全面的风险评估和模拟，提前发现潜在问题。其次，加强施工过程中的质量控制，通过严格的施工规范和标准，确保每一个施工环节都能达到预期要求。例如，利用无损检测技术和实时监测设备，可以及时发现并解决施工中的质量问题，防止因质量缺陷导致的风险。

2. 管理措施的实施

管理措施在风险管理中起着至关重要的作用。首先，建立健全的风险管理体系，包括制定详细的风险管理计划和应急预案，明确各项风险的责任人和处置流程。其次，加强施工团队的培训，提高施工人员的风险意识和应对能力，通过定期的培训和演练，使全体人员了解风险识别和处理的基本方法。第三，实行动态管理，根据施工进度和环境变化，及时调整和优化风险管理策略，确保风险管理措施的有效性。此外，定期召开风险评审会议，汇报和分析风险管理的实施情况，及时发现和解决问题，持续改进风险管理工作。

3. 组织协调与沟通

在水利工程施工中，组织协调与沟通是确保风险管理策略有效实施的重要保障。首先，建立高效的沟通机制，确保项目各方及时共享信息，避免因信息滞后或沟通不畅导致的风险。通过设立专门的沟通平台，如项目管理会议、现场协调会和信息交流系统，及时传递和反馈施工过程中的风险信息。其次，加强与外部环境的协调，包括与政府部门、社区和其他利益相关方的沟通，确保项目施工得到各方的支持和配合，减少外部环境带来的不确定性风险。此外，建立跨部门的风险管理团队，充分发挥各部门的专业优势，协同应对施工过程中的复杂风险。如表2所示。

表 2 工风险管理策略的关键要点及其对应的措施

策略类别	关键要点	措施
技术手段	利用先进技术进行风险评估与模拟	引入三维建模、仿真技术、无损检测技术、实时监测设备等
管理措施	建立完善的风险管理体系和应急预案	制定风险管理计划，加强培训与演练，实施动态管理
组织协调与沟通	建立高效的沟通机制与外部环境协调	设立沟通平台、加强与政府和社区的沟通，建立跨部门团队

水利工程管理团队更加系统和全面地理解并实施风险管理策略，确保工程的顺利进行及高质量完成。

四、风险控制措施与技术手段

1. 预防性控制措施

预防性控制措施是风险管理的首要环节，旨在通过提前识别和消除潜在风险，防止问题的发生。在水利工程施工中，预防性措施包括详细的施工计划编制和严格的设计审查。通过科学合理的施工计划，可以确保各项工程活动有序进行，减少工期延误和资源浪费。此外，采用高质量的建筑材料和先进的施工工艺，可以有效降低施工过程中出现质量问题的可能性。

2. 监控性控制措施

监控性控制措施在施工过程中起着实时监控和及时纠偏的作用。通过建立完善的监控系统，可以对施工过程中的各项活动进行全面监测。例如，安装自动化监测设备，实时监控水位、流量和沉降等关键参数，确保施工参数在安全范围内运行。利用无人机巡检技术，对施工现场进行高效、全面的检查，及时发现并处理潜在问题。

3. 应急性控制措施

应急性控制措施是针对突发风险事件的应对策略，旨在快速、有效地处理和控制在风险，减少损失和影响。在水利工程施工中，应急性措施包括制定详尽的应急预案和组织应急演练。通过定期的应急演练，提高施工人员的应急反应能力和协同作战能力，确保在突发事件发生时能够迅速采取有效措施。

五、实例分析：水利工程施工风险管理实践

1. 项目背景与风险识别

以某大型水库建设项目为例，该项目位于地质复杂、气候多变的山区，施工环境较为严峻。项目初期，通过风险识别，发现主要

风险包括地质滑坡、洪水侵袭和施工设备故障等。针对这些潜在风险，项目团队进行详细的地质勘察，分析滑坡可能性，并结合历史气象数据，评估洪水发生概率。此外，还对施工设备进行了全面检查，制定了设备维护保养计划，确保施工期间设备的正常运转。

2. 风险评估与管理策略

在风险评估阶段，项目团队采用了故障树分析（FTA）和蒙特卡罗模拟等定量评估方法。通过故障树分析，明确了地质滑坡的主要诱因和可能路径，提出了针对性的预防措施，如设置防滑坡支护和加强边坡监测。通过蒙特卡罗模拟，对洪水风险进行多次随机抽样和模拟，确定了最佳的施工窗口期和防洪措施，如设置临时防洪堤和备用排水设备。针对设备故障风险，团队通过引入先进的设备监控系统，实现对关键设备的实时监测和故障预警。

3. 实施效果与总结

在施工过程中，项目团队严格执行风险管理策略，取得了显著成效。施工初期，由于地质滑坡预防措施得力，成功避免了两次潜在滑坡事故，确保了施工现场的安全。中期施工期间，通过合理的洪水防范措施，在一次强降雨过程中有效阻止了洪水侵袭，保护了工程设施和人员安全。设备监控系统的应用，大幅减少了设备故障率，确保了施工进度的顺利推进。通过这次项目实践，项目团队总结出一套有效的风险管理经验，强调了风险识别、评估和控制的系统性和科学性，为后续水利工程施工提供了宝贵的参考和借鉴。

结语

在水利工程施工中，系统的风险管理实践显著提升了项目的安全性和可靠性。通过全面的风险识别和科学的风险评估，项目团队能够提前发现并有效控制潜在风险。具体案例分析展示了预防、监控和应急措施在实际施工中的成功应用，确保了项目的顺利进行和人员的安全。此次经验表明，精细化的风险管理策略不仅是工程质量和安全的保障，更是水利工程顺利实施的重要支撑，为未来类似项目提供了有力的参考和指导。

参考文献

[1] 陈小晶. 论水利工程施工过程中的风险管理及其控制措施 [J]. 水上安全, 2024 (11): 148-150.

[2] 李现云, 张洪明. 农田水利施工中信息化技术的应用模式 [J]. 农业工程技术, 2022, 42(36): 67-68. DOI: 10.16815/j.cnki.11-5436/s.2022.36.026.

[3] 余临颖. 水利工程施工安全管理分析 [J]. 工程建设与设计, 2022(18): 242-244. DOI: 10.13616/j.cnki.gcjsysj.2022.09.279.

[4] 杨德念. 水利施工中的风险识别以及控制方法 [J]. 门窗, 2019(20): 88-89.

[5] 李建国, 慈全红. 水利施工管理中存在的安全风险与对策 [J]. 现代物业 (中旬刊), 2018(09): 130-131. DOI: 10.16141/j.cnki.1671-8089.2018.09.118.

[6] 杨光忠. 水利工程施工合同风险管理的方法 [J]. 工程经济, 2015(10): 57-61. DOI: 10.19298/j.cnki.1672-2442.2015.10.011.

[7] 王辉. 水利工程施工合同风险管理的研究 [J]. 黑龙江水利科技, 2014, 42(06): 239-240. DOI: 10.14122/j.cnki.hskj.2014.06.148.

[8] 魏献明, 张博. 水利工程施工质量风险管理初步探索 [J]. 才智, 2013(35): 349.

[9] 索丽. 谈风险管理在水利工程施工中的应用 [J]. 山西建筑, 2012, 38(21): 274-275. DOI: 10.13719/j.cnki.cn14-1279/tu.2012.21.076.

[10] 马传忠. 中小型水利水电工程施工风险管理研究及应用 [J]. 中国高新技术企业, 2016(14): 127-128. DOI: 10.13535/j.cnki.11-4406/n.2016.14.064.