

水利工程施工中安全风险评估与控制策略分析

文 / 甄楠楠 山东泰安新泰市东周水库管理服务中心

摘要：最近这些年，我国各项民生项目设施越来越完善，水利工程属于其中重要构成部分。水利工程不仅是防洪减灾、调节水资源的重要设施，也是实现可持续发展的关键基础设施。然而，水利工程施工过程中存在的安全风险问题依然突出。根据《中华人民共和国安全生产法》以及《国务院关于进一步强化安全生产工作的决定》等相关政策文件的要求，水利工程建设必须将安全生产放在首位，确保施工过程中的安全管理体系健全、风险评估到位、控制措施有效。然而，当前部分水利工程在实际施工中仍存在安全管理体系不完善、风险评估不充分等问题，导致施工安全隐患频发。为此，本文将深入分析施工过程中存在的主要安全风险，并探讨加强风险评估与控制的有效对策，以进一步提高水利工程施工安全管理水平。

关键词：水利工程；安全风险；评估与控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.13.070

引言

随着社会的不断发展，对水利工程建设有了更高的要求，需要其更加科学化、现代化，水利工程施工安全风险评估与控制是其中的重点内容。水利工程具有复杂性，容易发生安全事故，这不仅会对工程进度产生影响，还会影响国家社会和人民生命财产安全。基于此，本文对水利工程施工中安全风险评估与控制策略进行充分探讨，以期助力水利事业可持续发展。

一、水利工程施工中安全风险特征

施工风险是指在水利工程项目施工过程中，由于各种不确定因素的影响，可能对项目目标的实现产生不利影响或导致偏离目标的事件。施工风险贯穿于工程项目的各个阶段，包括设计、准备、施工、验收以及维护运营等。在水利工程项目中，风险具有以下几个主要特征：1) 复杂性：水利工程涉及多学科交叉与多环节作业，包括土建、地质、结构、水文、环境等领域。施工过程中的风险往往源于多个领域相互叠加，交错复杂。2) 多样性：由于水利工程项目大多建设于河流、湖泊或近海地区，地理环境和气候条件具有较大的不确定性，施工风险种类繁多，如地质风险、气象风险、工程技术风险、

管理风险、法律法规风险等。3) 动态性：施工过程是一个动态发展的过程，风险也会随之变化。随着施工进展的不同阶段，项目所面临的风险也不断变化，早期阶段的设计和准备风险可能在施工过程中转化为技术和管理风险，甚至在项目完工后仍可能存在维护和环境风险。4) 不可预见性：施工风险受环境、技术、管理等多方面因素的影响，有些风险虽然可以通过分析和评估事先进行预测和防范，但仍存在不可见的风险事件，比如极端气候、地震或突发的政策变化等。

二、水利工程施工中安全风险评估方法

(一) 风险评估理论基础

风险评估的理论基础涉及不确定性的处理和潜在损失的量化。在黄河水利工程施工中，风险评估应包括3个主要部分：风险识别、风险分析和风险评价。风险识别涉及确定可能影响工程目标的不确定性因素；风险分析则需要量化这些风险的概率和影响；风险评价则是根据分析结果对风险进行排序和优先级划分。

(二) 构建风险评估模型

构建风险评估模型包括风险源识别、风险因素量化、模型构建以及模型验证，其详细步骤图如图1所示。

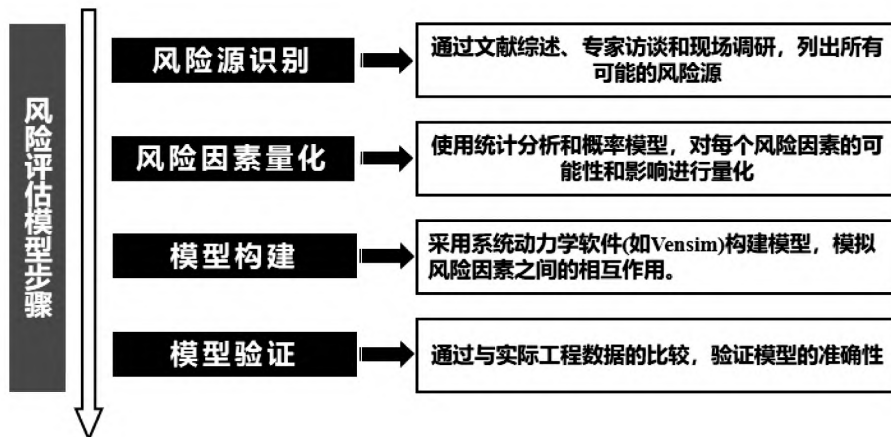


图1 构建风险评估模型步骤流程图

在风险评估模型构建中，模型验证是确保风险评估模型科学性和实用性的关键步骤。可以采用以下验证方法。

(1) 历史案例分析。选择历史上类似工程的案例，使用模型进行回溯分析。

(2) 专家评审。邀请行业专家对模型的结构和参数进行评审，确保模型的合理性。

(3) 敏感性分析。通过改变关键参数，分析模型输出的变化，识别模型中最关键的风险因素。

(三) 故障树分析

故障树分析(fault tree analysis, FTA)是一种系统分析方法，通过图形化的方式分析可能导致特定事故发生各种因素及其逻辑关系。它通常用于深入分析水利工程中某一特定事故的潜在原因，并为制定预防措施提供相关依据。对于水利工程施工来说，FTA可以帮助识别导致关键设备或系统失效的潜在风险点。例如，在水电站建设过程中，可以通过故障树分析识别导致涡轮机故障的可能因素，如设备老化、操作失误、材料缺陷等，并根据分析结果制定相应的预防和应急措施。这种方法特别适用复杂系统的安全分析，能够帮助工程管理者深入理解和应对可能的事故风险。

(四) 风险矩阵法

风险矩阵法是水利工程施工中广泛应用的一种风险评估方法。其通过构建一个二维矩阵，将风险事件的发生概率和潜在后果进行定性或定量的结合，进而确定风险的严重程度。在水利工程中，风险矩阵法通常用于初步识别和评估各种可能的施工风险，如洪水、地质灾害、设备故障等。通过这种方法，施工管理团队可以快速判断哪些风险需要优先处理，从而合理配置资源并采取相应的预防措施。例如，在大坝建设过程中，利用风险矩阵法可以有效识别出施工期间可能发生的地质滑坡风险，并评估其对工程的影响，从而提前采取加固措施，降低风险发生的可能性。

三、水利工程施工中安全风险控制策略

(一) 加强安全培训

施工现场的安全管理是人员管理的重要组成部分。水利工程施工环境复杂，潜在的安全隐患多，保障施工人员的安全不仅关系到工程的有序进行，更涉及每位员工的生命安全。定期开展安全培训是提高安全意识和自我保护能力的关键措施。安全培训应覆盖全部施工人员，确保每个人都能掌握必要的安全知识和技能。通过系统化的培训，使施工人员充分了解施工现场的各种安全风险，并采取有效措施进行预防和应对。首先，培训内容应包括安全生产法律法规的学习。其次，安全操作规程的培训是确保实际操作安全的重要环节。另外，还需要加强应急预案的培训。施工现场难免会遇到突发情况，如自然灾害、设备故障、火灾等情况。通过应急预案培训，使施工人员掌握紧急情况下的应对措施和逃生技能，

能够在突发事件发生时迅速做出正确反应，减少人员伤亡和财产损失。

(二) 科学应用信息化技术

首先，实时监控与数据分析是信息化技术的核心应用之一。通过安装各种传感器和监控设备，可以对施工现场的环境参数、机械设备运行状态、材料质量等进行实时监控，并将数据传输至中央控制系统。利用大数据分析技术，可以对收集到的数据进行深度挖掘和智能分析，及时发现潜在的质量和安全隐患。例如，通过对施工进度、材料使用情况进行实时监控，可以有效避免因材料不合格或施工延误而导致的质量问题。同时，数据分析还可以帮助管理者作出更科学合理的决策，优化资源配置，提高工程管理水平。其次，预警系统的建立与运行是保障施工安全的重要手段。基于信息化技术的预警系统能够根据实时监控数据，自动识别异常情况并发出预警信号。例如，当施工现场的温度、湿度超过设定阈值或机械设备出现故障时，预警系统会立即通知相关人员采取相应措施，防止事故的发生。此外，预警系统还可以结合历史数据和专家知识，预测未来可能出现的风险点，并提前做好防范准备，从而大幅降低安全风险。最后，信息化平台的搭建与维护是实现信息化管理的基础。一个高效、稳定的信息化平台可以集成多种功能模块，如项目管理、质量管理、安全管理、成本管理等，来实现信息的集中管理和共享。平台应具备良好的用户界面和友好的操作体验，方便施工管理人员使用。同时，平台的维护工作也非常重要，需要定期进行系统升级、数据备份和安全防护，确保系统稳定运行。通过信息化平台，可以实现多方协同工作，提高沟通效率，减少“信息孤岛”，确保工程质量与安全。

(三) 加强安全监督和检查

坚持优质发展、以质取胜是全面推进水利工程高质量发展的原则。强化水利工程建设管理中安全防控的监督管理工作，健全质量监督、稽查、“双随机、一公开”等监管手段，保障工程的安全运行，定期开展全面而细致的安全监督检查工作，包括对水库、水闸、渠道、山塘、供水设施等水利工程进行细致的检查，保证不留死角。针对各类潜在安全隐患，制定具体的整改措施和期限，严格执行，并跟踪整改效果，确保问题得到及时有效地解决。同时，强化日常巡查制度，对施工现场进行不定期抽查，以督促施工人员遵守安全规程，减少安全事故的发生。此外，建立健全奖惩机制，对表现突出的个人或团队给予表彰，对违反安全规定的行为进行严肃处理，以此提升全体员工的安全责任意识。通过这些措施，为水利工程建设营造一个安全、稳定的工作环境。

(四) 应用智能安全帽

智能安全帽的实际应用效果与成本效益一直备受关注，这涉及对其在水利工程施工中的实际效果进行全面评估，并对其使用所产生的成本与收益进行分析。我们

需要对智能安全帽的实际应用效果进行评估。智能安全帽作为一种新型安全保护装备,其内置的传感器和监测装置可以实时监测工人的健康状况和工作环境,并通过数据传输与处理进行安全预警和管理。这为施工管理提供了更加科学、精准的安全保障手段,有助于提高施工作业的安全性和效率。需要对智能安全帽的成本效益进行深入分析。智能安全帽的采购、维护和管理等方面都会产生一定的成本,而其带来的安全保护和工作效率提升则可以带来一定的经济收益。因此,需要综合考虑智能安全帽的使用成本与安全效益,以确定其在水利工程施工中的实际应用价值。在实际应用效果方面,智能安全帽的使用可以有效提高施工作业的安全性。通过实时监测工人的健康状况和工作环境,智能安全帽可以及时发现和预警潜在的安全风险,帮助施工管理者采取及时有效的安全措施,降低事故发生的概率;同时,智能安全帽还可以监测工作效率和工作质量,有助于优化施工流程,提高施工效率和质量。然而,与传统安全帽相比,智能安全帽所带来的安全效益和工作效率提升往往是难以估量的。为减少事故发生的概率和提高施工效率,智能安全帽可以降低施工管理的风险和成本,并为工程顺利进行提供保障。

(五) 建立健全安全应急管理系统

通过建立健全安全应急管理系统,可以在第一时间处理突发紧急情况,及时应急抢险,避免紧急安全事件危害的增加。为了保证安全应急管理系统的有效性,需要对其各个部分予以考量,包括应急机制、应急预案、应急模拟等几个部分。在制定应急机制时,需要重视紧急事件的管理,明确预警级别的判定、组织应急机构、上报已核实应急信息、应急中止,通过策划好每一个环节,可以保证应急管理的有效性。由于其具有突发性,因此安全管理者需要尤为关注安全应急计划的制定,并通过文档的形式将其记录下来,推动应急管理得到有效推进。由于水利工程本身的复杂性,导致其应急险情也具有多样性,安全管理者应根据水利工程项目的具体情况成立应急小组,明确主要负责人和小组成员,在此基础上设计应急内容,分析应急事件的安全等级,制定相应的应急方案,并对其进行测试,了解其在应急事件中的应用情况,确定最佳应急方案和措施。在设置应急安全管理系统时,应急模拟不容忽视,其不仅可以测试应急安全管理系统的有效性,从而更好地对其进行优化与完善,还可以让相关人员预先实践,以在出现应急事件时,更好地应对与处理。在水利工程发生险情之后,提前发出预先警报,公司相关负责人应该根据前期的模拟和设定的相关流程,确定应急抢险流程,从而明确最佳应急预案,避免引起事件不利影响的扩大。在处理完水利工程现场突发事件之后,需要对其进行恢复,回顾整个应急过程,组织相关人员修复工程,保证后续项目施工顺利开展。

同时,还需要明确应急事件级别,分析事件产生原因,了解其影响范围,合计产生的损失,将责任落实到个人,在应急事件中总结处理经验。优化之前的应急预案,更好地进行应急管理。

(六) 完善安全管理体系

要做到安全防控必须从源头做起,建立健全的安全管理体系,以“习近平新时代中国特色社会主义思想为指导”,强化安全生产责任制,确保每个环节都有明确的安全生产责任制。成立以建设单位项目负责人为组长,各参建单位的主要负责人和安全管理人員为组员的“六项机制”建设工作领导小组;明确风险预控、关口前移、系统治理等目标,持续推进安全防控主体责任落实;加强对工作人员的安全教育和技能培训,以提高他们对安全生产的认识和操作技能。通过定期组织安全知识讲座、模拟演练和实际操作培训,特别是现场作业人员风险查找、研判、防范、处置能力的提升,使员工能够更好地理解和掌握安全生产的重要性。此外,针对不同员工,采取不同的安全教育培训考核,通过考核和激励机制,鼓励员工积极参与安全培训,不断增强他们的安全意识和操作技能,从而确保生产过程中的安全和高效。

结语

综上所述,在水利工程施工过程中,安全风险的有效评估与控制是保障工程顺利推进的关键。随着技术的发展和理念的更新,未来应更加注重将先进数字技术与智能化设备应用于施工安全管理过程中,以实现动态监控与预警。同时,加强对施工人员的安全意识培训和应急预案的演练,将显著提升安全防控能力。

参考文献

- [1] 宁纹嘉. 水利工程施工危险源辨识及风险控制浅析[J]. 山东水利, 2021(5): 59-60.
- [2] 吴洪攀. 基于层次分析法的水利工程施工风险识别及控制措施研究[J]. 四川水泥, 2023(11): 35-37.
- [3] 许明明, 张凤国, 姜燕平. 水利施工管理中存在的安全风险及改进措施分析[J]. 南方农业, 2018, 12(17): 146-147.
- [4] 梁沫. 水利工程项目建设施工风险管理分析[J]. 工程与建设, 2023, 37(3): 1053-1055.
- [5] 张兴磊. 水利施工企业工程施工风险识别与评价[J]. 江西建材, 2021(8): 304, 306.
- [6] 旷新建. 水利水电工程现场安全施工管理措施探讨[J]. 建筑技术研究, 2019, 2(7): 2.
- [7] 李攀. 水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024(26): 205-207.
- [8] 刘钊. 水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理[J]. 水上安全, 2024(16): 157-159.
- [9] 罗德兵. 水利水电工程施工质量与安全管理体系研究[J]. 工程技术研究, 2024(12): 139-142.