

水利水电施工安全风险分析与防控措施研究

樊花花

陕西隆升驰建筑工程有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i5.8000

[摘要] 本文针对水利水电施工过程中的安全风险，首先分析了水利水电施工安全风险的类型，包括自然灾害、施工设备、设备故障、等。接着，运用层次分析法、模糊综合评价法等方法对水利水电施工安全风险进行了系统分析。最后，提出了针对性的防控措施，包括加强安全管理、完善应急预案、提高施工人员安全意识等，以期为水利水电工程的安全施工提供理论依据和实践指导。

[关键词] 水利水电施工；安全风险；防控措施

Study on safety risk analysis and prevention measures of water conservancy and hydropower construction

Fan Huahua

Shaanxi Longshengchi Construction Engineering Co., LTD.

[Abstract] This paper addresses safety risks in the construction of water conservancy and hydropower projects. It first analyzes the types of safety risks in such construction, including natural disasters, construction equipment, and equipment failures. Then, it systematically analyzes these safety risks using methods such as the Analytic Hierarchy Process and fuzzy comprehensive evaluation. Finally, it proposes targeted preventive measures, including enhancing safety management, improving emergency response plans, and raising the safety awareness of construction personnel, aiming to provide theoretical basis and practical guidance for the safe construction of water conservancy and hydropower projects.

[Key words] water conservancy and hydropower construction; safety risk; prevention and control measures

一、引言

水利水电工程作为国家基础设施建设的关键构成，对社会的稳健发展以及民生福祉的保障发挥着举足轻重的作用。这类工程能够实现水资源的优化调配、提供清洁电能，在防洪、灌溉、供水等诸多领域具有不可替代的功能。因此，深入且系统地开展水利水电施工安全风险分析，并制定切实可行、全面有效的防控措施，是确保水利水电工程得以顺利推进、实现安全高效建设目标的核心任务。这对于推动水利水电行业的健康发展，维护社会的稳定和谐，有着极为重要的现实意义，是保障国家基础设施建设稳步前行的关键环节。

二、水利水电施工安全风险类型

（一）自然环境风险

水利水电工程大多选址于江河湖泊等自然环境错综复杂的区域。地质条件的不稳定是首要风险因素，诸如断层、滑坡体、岩溶等不良地质现象的存在，显著增加了坍塌、泥石流、地面沉降等地质灾害发生的可能性，一旦灾害发生，将对施工

现场的人员、设备以及工程结构造成毁灭性打击。复杂多变的气象条件同样不容小觑，暴雨可能引发山洪暴发，冲毁施工场地与临时设施；洪水来势汹汹，极易导致围堰漫顶，淹没施工区域，损坏大量施工设备与材料；强风则可能吹倒塔吊、脚手架等高耸设备与临时结构，引发严重安全事故。

（二）施工技术风险

水利水电施工涉及一系列高精尖且复杂的技术，例如大坝混凝土浇筑工艺，对温度控制、浇筑顺序、振捣质量等方面要求极为严格，任何环节出现偏差都可能导致混凝土裂缝、强度不足等质量问题，进而埋下安全隐患；隧洞开挖过程中，面临着围岩稳定性控制、通风排水、爆破作业安全等诸多技术难题，技术方案稍有不慎，就可能引发塌方、瓦斯爆炸等重大事故；基础处理技术如灌注桩施工、深层搅拌桩施工等，若施工参数设置不当或施工工艺执行不到位，将直接影响基础承载能力，危及上部结构安全。当应用新技术、新工艺时，施工人员若对其技术原理、操作流程以及质量标准缺乏深入理解与熟练掌握

握，便极易引发技术失误。同时，施工工艺的选择若未能充分结合工程实际的地质、水文条件，无法做到因地制宜，必然导致工程质量缺陷，这些质量问题在后续施工及运行过程中极有可能演变为安全事故。

（三）施工设备风险

水利水电施工依赖大量大型机械设备，设备的正常运行是施工顺利进行的基础保障。然而，部分设备由于长期处于高强度作业状态，加之维护保养不及时、不到位，导致设备老化、磨损严重，在运行过程中极易出现故障。例如，起重机的关键零部件磨损可能引发吊臂折断、重物坠落；运输车辆的制动系统、转向系统故障可能导致车辆失控，发生碰撞事故。设备操作方面，施工人员若违反操作规程，存在超载运行、违规操作特种设备、未按规定进行设备启动与停机等行为，也是导致设备事故的重要原因。

（四）人员管理风险

施工人员作为施工活动的主体，其安全意识与行为直接关系到施工安全。当前，部分施工人员安全意识淡薄，对施工过程中存在的安全风险认识不足，缺乏基本的安全常识与自我保护意识，违规作业现象屡见不鲜。如在施工现场不佩戴安全帽、高处作业不系安全带、违规进行动火作业、随意拆除安全防护设施等行为，极大地增加了安全事故发生的概率。施工现场管理层面，存在管理混乱、安全管理制度不完善的问题，安全责任未能明确细化到具体部门与个人，缺乏行之有效的安全监督机制。这使得施工现场的安全隐患不能及时发现，即便发现后也难以得到及时有效的整改，为安全事故的发生埋下伏笔。

三、水利水电施工安全风险分析方法

（一）故障树分析法

故障树分析法以系统中不希望发生的特定事件作为顶事件，通过严谨、细致地分析导致该顶事件发生的各类直接和间接原因，构建出逻辑严密的树状图结构。在水利水电施工安全风险分析场景下，可将诸如大坝坍塌、隧洞爆炸、施工设备严重损毁等重大安全事故设定为顶事件。随后，逐步深入剖析导致这些顶事件发生的设备故障，如起重机关键部件失效、运输车辆制动失灵；人为失误，像施工人员违规操作、技术人员方案设计错误；环境因素，包括恶劣地质条件引发的地基沉降、极端气象条件导致的设备损坏等基本事件。

（二）层次分析法

层次分析法将复杂的问题分解为多个层次，构建起递阶层次结构模型。针对水利水电施工安全风险分析，可将风险因素划分为目标层，即施工安全风险总体评估；准则层，涵盖自然环境风险、施工技术风险、施工设备风险、人员管理风险等主要风险类别；指标层，则进一步细化各准则层下的具体风险因素，如自然环境风险下的地质条件风险、气象条件风险，施工

技术风险下的新技术应用风险、施工工艺风险等。通过两两比较各层次因素之间的相对重要性，构建判断矩阵，运用数学方法计算各风险因素的权重。

（三）模糊综合评价法

模糊综合评价法适用于处理具有模糊性和不确定性特征的风险因素，这在水利水电施工安全风险领域表现尤为突出。施工人员的安全意识、作业环境的复杂程度、安全管理的执行力度等诸多风险因素难以进行精确量化。运用模糊综合评价法，首先需确定评价因素集，即涵盖所有可能影响施工安全的风险因素；以及评价等级集，如低风险、较低风险、中等风险、较高风险、高风险等。通过专家打分、问卷调查等方式确定模糊关系矩阵，结合运用层次分析法等方法确定的各因素权重，对施工安全风险进行综合评价。

四、水利水电施工安全风险防控措施

（一）自然环境风险防控

在施工前期筹备阶段，务必组织专业素质过硬、经验丰富的地质勘察团队，运用先进的勘察技术与设备，对施工现场及其周边区域进行全面、细致的地质勘察。深入掌握地质结构、岩土特性、地下水位等详细信息，针对可能存在的不良地质条件，如断层、滑坡体、岩溶等，制定科学合理、针对性强的专项处理方案。例如，对于滑坡体，可采用抗滑桩、挡土墙、削坡减载等加固措施；对于断层，可通过灌浆处理增强岩体整体性与稳定性。同时，建立完善的气象监测预警系统，与当地气象部门建立紧密合作机制，实时获取精准的气象信息。提前制定应对极端天气的预案，在暴雨、洪水来临前，及时组织力量加固围堰，提高围堰的防洪能力；有序转移施工设备、材料以及人员至安全地带，避免遭受洪水侵袭。

（二）施工技术风险防控

强化施工技术管理工作，在引入新技术、新工艺之前，精心组织施工人员参加系统的技术培训。邀请技术专家进行技术原理讲解、操作流程演示以及质量标准解读，确保施工人员深入理解技术要点，熟练掌握操作技能。建立严格的技术方案论证制度，邀请业内权威专家、资深技术人员对施工技术方案进行全方位、多层次的评审。从工程地质、水文条件、施工工艺可行性、质量控制等多个角度进行考量，确保技术方案科学合理、切实符合工程实际情况。在施工过程中，严格把控施工工艺质量，加强技术监督力度，对关键工序、重点环节实施旁站监理，实时监测施工过程，及时发现并纠正技术偏差。优化临时结构设计，委托具备相应资质的专业设计单位进行设计，设计方案需经过严格审核把关，确保临时结构在强度、刚度、稳定性等方面满足施工要求，安全可靠，为施工安全提供坚实保障。

（三）施工设备风险防控

建立健全完善的施工设备管理制度，制定详细的设备维护保养计划，明确规定设备维护的周期、内容以及责任人。定期对设备进行全面检查、保养与维修，及时更换老化、磨损严重的零部件，确保设备始终处于良好运行状态。加强设备操作人员培训，定期组织操作技能培训与考核，强化操作人员对设备操作规程的理解与执行，杜绝违规操作行为。设备安装调试过程中，严格按照设备安装说明书以及相关标准规范进行操作，安装完成后进行全面、细致的检测与调试，确保设备各项性能指标符合安全运行要求。建立设备故障应急预案，配备充足的应急维修设备与物资，组建专业的应急维修队伍，定期开展应急演练。在设备突发故障时，能够迅速响应，及时抢修，最大程度降低故障造成的损失，保障施工进度不受严重影响。

（四）人员管理风险防控

持续加强施工人员安全教育培训工作，定期开展安全知识讲座，邀请安全专家进行授课，系统讲解施工安全法规、安全操作规程、安全事故案例等知识；组织安全技能培训，通过实际操作演练，提高施工人员的安全操作技能；开展应急演练，模拟各类安全事故场景，让施工人员熟悉应急处置流程，提高应急反应能力与自救互救能力。完善施工现场安全管理制度，明确各部门、各岗位人员的安全职责，建立严格的安全责任追究机制，将安全责任落实到每一个工作岗位、每一位施工人员。

五、水利水电施工安全风险防控措施实施保障

（一）制度保障

建立健全一套全面、系统、科学的水利水电施工安全风险防控相关制度体系，涵盖安全风险管理制度，明确风险识别、评估、监控与应对的流程与方法；安全检查制度，规定检查的内容、频率、方式以及整改要求；隐患排查治理制度，细化隐患排查的范围、标准、治理措施以及跟踪反馈机制；应急管理制度，制定应急预案编制、演练、启动与响应的具体规范等。明确各项制度的执行流程与标准，确保各项防控措施有章可循、规范有序执行。加强制度宣传培训工作，通过组织集中学习、发放宣传资料、张贴宣传标语等方式，使施工人员深入熟悉制度内容，增强遵守制度的自觉性与主动性。定期对制度执行情况进行全面检查评估，根据施工实际情况以及行业发展动态，及时修订完善制度，确保制度的有效性与适应性，为施工安全风险防控工作提供坚实的制度支撑。

（二）资金保障

设立专项安全风险防控资金，确保资金足额、及时投入。资金主要用于施工安全防护设施购置，如安全帽、安全带、安全网、防护栏等，为施工人员提供基本的安全防护保障；设备维护保养，保障施工设备的正常运行，延长设备使用寿命；人员培训，包括安全知识培训、技能培训、应急演练等，提升施工人员的安全素质；技术研发，开展施工安全风险防控技术研

究，引进先进的安全监测技术、风险评估方法等。建立规范的资金使用台账，严格资金审批流程，加强资金使用监管，确保资金专款专用，杜绝资金挪用、浪费现象，提高资金使用效益。

（三）技术保障

加强与科研机构、高校的深度合作，联合开展水利水电施工安全风险防控技术研究。充分利用科研机构与高校的科研资源与人才优势，共同攻克施工安全风险防控领域的技术难题。积极引进国内外先进的安全监测技术，如基于物联网的施工设备实时监测技术、地质灾害预警监测技术等，实现对施工安全风险的实时、精准监测；引入先进的风险评估方法，提高风险评估的科学性与准确性；引进新型施工安全防护技术，提升施工人员的安全防护水平。建立企业内部技术研发团队，加大对技术研发的投入，鼓励技术人员开展技术创新活动，针对施工过程中遇到的实际安全风险难题进行技术攻关。加强技术交流与推广工作，定期组织技术研讨会、经验交流会，及时将新技术、新工艺、新方法应用于施工实践，不断提高施工安全风险防控的技术水平，为水利水电施工安全提供强有力的技术支持。

结论

水利水电施工安全风险防控是一项复杂艰巨且意义深远的系统工程，其重要性贯穿于工程建设的全过程。这一工作直接关系到施工人员的生命安全与身体健康，是保障工程建设顺利进行、确保工程质量与进度的关键所在，同时对维护社会稳定、推动经济社会可持续发展具有不可估量的作用。在未来的水利水电工程建设进程中，应始终高度关注施工安全风险防控工作，不断总结实践经验，积极探索创新风险防控方法与技术，持续提升风险防控水平，为水利水电行业的安全、稳定、健康发展奠定坚实基础，助力国家基础设施建设事业蓬勃发展，为经济社会发展注入强大动力。

【参考文献】

- [1]张玲洁,李远威,康超.人员管理在水利工程施工中的重要性分析[J].水利技术监督,2025,(03):93-95.
- [2]傅良.水利工程施工中安全风险评估与控制策略分析[J].水上安全,2024,(24):151-153.
- [3]李波,韦正峰.水利工程施工安全风险管控模式探讨——以横沙九期固沙保滩稳定河势先期工程为例[A]2024中国水利学术大会论文集(第一分册)[C].中国水利学会、西安理工大学、中国水利学会,2024:7.
- [4]吕炳辰,单耀.浅谈水利工程施工过程中的安全管理[J].治淮,2024,(11):98-99.
- [5]黄银香.水利工程施工安全管理及其应对策略研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(28):25-27.