

水利水电工程施工现场安全管理风险防控探析

韩志勇

内蒙古 呼和浩特 010000

DOI:10.61369/ERA.2026080005

摘 要： 水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其施工现场安全管理面临诸多新挑战。近年来各类型的事故在该领域多发频发，折射出风险辨识不全面、现场管控失之于宽、新技术风险应对滞后等深层问题。本文从风险防控的理论基础出发，系统梳理了水利水电工程施工的主要风险特征，结合近年来的典型事故案例，从风险辨识、现场作业管控、双重预防机制运行、智能监测预警及安全文化建设五个维度深入剖析当前风险防控的薄弱环节，进而提出健全全过程风险辨识与分级管控体系、强化高危作业技术性防控、推进“六项机制”向一线班组穿透、构建数智化监测预警平台、培育全员安全文化等系统性治理路径，旨在为提升水利水电工程施工安全管理水平提供理论参考与实践指导。

关 键 词： 水利水电工程；施工现场；安全管理；风险防控；双重预防机制

Analysis of Risk Prevention and Control in Safety Management of Water Conservancy and Hydropower Engineering Construction Sites

Han Zhiyong

Hohhot, Inner Mongolia 010000

Abstract： As an important component of national infrastructure construction, water conservancy and hydropower projects face many new challenges in construction site safety management. In recent years, various types of accidents have occurred frequently in this field, reflecting deep-seated problems such as incomplete risk identification, inadequate on-site control, and lagging response to new technology risks. This article starts from the theoretical basis of risk prevention and control, systematically sorts out the main risk characteristics of water conservancy and hydropower engineering construction, and combines typical accident cases in recent years to deeply analyze the weak links in current risk prevention and control from five dimensions: risk identification, on-site operation control, dual prevention mechanism operation, intelligent monitoring and early warning, and safety culture construction. It then proposes a systematic governance path to improve the safety management level of water conservancy and hydropower engineering construction, strengthen the technical prevention and control of high-risk operations, promote the penetration of the "six mechanisms" into frontline teams, build a digital monitoring and early warning platform, and cultivate a safety culture for all staff. The aim is to provide theoretical reference and practical guidance for improving the safety management level of water conservancy and hydropower engineering construction.

Keywords： water conservancy and hydropower engineering; construction site; safety management; risk prevention and control; dual prevention mechanism

引言

水利水电工程承担着防洪、发电、灌溉、供水等多重功能，是国家水网建设和能源体系的重要组成部分。水利水电工程施工的特殊性在于，其作业环境依存于自然水文地质条件，施工工序涵盖诸多高危环节，风险因素交织叠加，管理链条长、参与主体多，各环节之间又存在着客观的有机联系。传统的安全管理模式多以“事后追责”为导向，侧重于事故发生后的应急处置与责任认定，对风险的前端辨识、过程的动态管控投入不足。如何在施工现场将风险防控理念转化为切实有效的管理行动，是当前亟须回答的核心命题。

一、水利水电工程施工安全风险特征与典型事故分析

（一）风险类型的多维性与耦合性

水利水电工程施工安全风险可从施工对象、作业环境和事故类型三个维度加以把握。从施工对象维度看,《水利水电工程施工危险源辨识与风险评价导则(试行)》将施工重大危险源划分为5大类别、23个项目、43小项,涵盖了坍塌、滑坡、淹溺、高处坠落、物体打击、机械伤害、触电、火灾爆炸等主要事故类型。从作业环境维度看,水利工程多位于山区峡谷或江河沿岸,地形地质条件复杂,水文气象条件多变,汛期洪水、地质灾害等外部风险因素与施工活动并存,形成复合型风险。从事故类型维度看,相关统计显示,坍塌事故占安全事故总数的42%,洪水次生灾害占28%,机械伤害占19%,表明结构失稳与自然灾害是水利施工面临的首要威胁。

上述风险因素不是独立存在的,而是呈现出显著的耦合特征。例如,高边坡开挖过程中,降雨入渗、应力变化等因素导致岩土体稳定性削弱,叠加爆破等振动效应,可能诱发边坡失稳等;这种风险的交叉叠加使得单一维度的管控措施难以奏效,必须建立系统性的风险防控体系。

（二）近年来的典型事故案例审视

案例一:2025年12月7日,广东肇庆浪江抽水蓄能项目下水库进出水口施工工地发生坍塌事故,造成2人死亡。进出水口结构通常涉及深基坑开挖与边坡支护,地质条件复杂、地下水丰富,一旦支护方案不合理或施工过程监测不到位,极易发生坍塌。

案例二:2025年8月22日,且末县西岸干渠恢复修复一期工程项目发生人员淹溺事故,造成1人死亡。事故调查发现,施工单位存在未健全安全生产责任制、水渠临边作业未采取有效安全防护措施、未设置安全警示标识、隐患排查及风险辨识不到位、安全技术交底流于形式、现场监护缺位等多项问题。该案例集中暴露了安全管理体系系统性失效的典型症候:从制度缺失到执行走样、从教育培训虚化到现场监管缺位等,多重防线层层失守。

案例三:2025年11月2日,莆田市涵江区西音水库工程施工现场,在大坝悬臂翻升钢模板拆除作业过程中发生高处坠落事故,造成1人死亡。调查认定,事故原因系施工人员违反大坝悬臂翻升钢模板安全操作规程,导致正在拆除的钢模板松动脱落。该事故反映出高危作业环节中施工作业操作人员操作规程执行不严、现场安全管理人员对作业人员的行为管控不到位的突出问题。

上述案例表明,水利水电工程施工安全事故的发生往往是多因素叠加的结果:既有对风险辨识不全面、控制措施不具体的“认知缺陷”,也有安全管理制度执行不严格、现场监督流于形式的“管理缺陷”,还有作业人员安全认知若、违规操作屡禁不止的“行为缺陷”。这些问题的交织使得传统的管理模式难以从根本上解决问题。

二、当前施工现场安全风险防控面临的主要问题

（一）风险辨识不系统，防控目标定位精细化不足

风险辨识是安全管理的逻辑起点。当前一些项目在风险辨识环节存在明显短板:一是辨识范围不全面,“横向到边、纵向到底”的原则未真正落实;二是辨识方法不科学,过度依赖经验判

断而缺乏定量评价,风险等级的判定带有较大主观性;三是动态更新不及时,不能按要求每季度至少开展一次全面辨识活动,当施工环境、工艺、人员发生变化时未能及时对新风险进行重新识别。此外,部分项目未建立规范的危险源清单,或清单流于纸面,未与现场管控措施形成闭环。

（二）现场作业过程管控薄弱，高危环节“险而不控”

水利水电工程施工现场涉及的高危作业环节众多,这些环节的安全管理要求编制专项施工方案并经审批论证,但在实际执行中存在诸多偏差。一是专项施工方案的技术针对性不强,生搬硬套通用模板,未能根据项目的具体情况进行针对性设计;二是方案与实施“两张皮”,现场作业未严格按方案执行,技术安全交底走过场,作业人员对具体操作规程不知情;三是危险性较大的单项工程缺乏全过程旁站监理,施工工序管理不严,安全技术措施不达标等问题时有发生;四是安全防护设施配置不到位,直接增加了作业人员暴露于危险环境的概率。

（三）“六项机制”落地不实，双重预防运行虚化

水利部提出的风险查找、研判、预警、防范、处置、责任“六项机制”,构建了从风险识别到闭环治理的全链条框架。然而,从政策要求到一线执行之间仍存在症结。其一,部分施工单位对“六项机制”的理解停留在概念层面,未将其融入日常管理流程,机制构建与现场作业脱节;其二,风险分级管控责任不清晰,“谁辨识、谁管控、谁负责”的链条未能贯穿至班组和岗位,管控措施难以落实到具体操作层面;其三,隐患排查治理不闭环,查出的隐患未能实现登记、整改、验收、销号的全程跟踪,同类问题反复出现;其四,预警机制不灵敏,人工监测与自动监测未能形成有效互补,风险信号未能及时转化为处置行动。

（四）智能监测手段的应用不够普及，技术赋能尚不充分

近年来,物联网传感器、AI视频监控、无人机巡检、BIM三维建模、数字孪生等技术在水利水电工程施工安全监测领域的应用展现出了巨大的潜力。然而,这些先进技术的覆盖面仍然有限。大量中小型水利工程项目由于资金投入不足、技术力量薄弱,安全管理仍主要依赖人工巡查和经验判断,监测手段粗放、预警能力不足。同时,已部署的智能化系统之间的数据标准与接口不统一,信息孤岛现象突出,难以实现跨层级、跨区域的安全态势协同研判。

（五）安全文化培育滞后，从“要我安全”到“我要安全”任重道远

制度与技术的刚性约束固然重要,但安全管理的最终成效取决于每一位作业人员的安全行为。当前,水利水电工程施工领域从业人员以一线劳务人员为主体,安全意识和技能水平有限。部分项目三级安全教育流于形式,培训内容与实际操作脱节,新入职员工未经有效考核即上岗作业。更深层的问题在于,安全管理的驱动力主要来自外部监管和处罚威慑,“被动合规”的心态普遍存在,尚未形成“主动安全”的组织文化。当管理者不在场或监管力量薄弱时,违章操作、冒险作业等行为便容易反弹。安全文化建设的滞后,使得制度防线和技术防线在关键时刻可能同时失效。

三、施工现场安全风险防控的系统性治理路径

（一）健全全过程风险辨识与分级管控体系

风险辨识不应是一次性的“规定动作”,而应嵌入施工全过

程,形成动态循环。首先,在工程开工前,项目法人应组织参建各方依据《水利水电工程危险源辨识与风险评价导则》(SL/T 843-2025)系统开展危险源辨识与风险评价工作,编制风险辨识与评价报告,建立危险源清单并明确管控责任主体。其次,施工期间应实行动态管理,每季度至少开展一次全面或专项辨识,当施工环境、工艺、设备或人员发生重大变化时即时重新辨识,确保风险状态与现场实际相符。再次,应建立风险分级管控机制,对重大风险、较大风险、一般风险、低风险分别采用红、橙、黄、蓝四色标示,绘制安全风险空间分布图并在醒目位置悬挂张贴,让每一位进入现场的人员都能清晰知晓所在区域的风险状态。在此基础上,按风险等级匹配相应的管控层级和资源投入,重大风险和较大风险由项目主要负责人直接督办,确保高风险得到高强度管控。

（二）强化高危作业环节的技术性防控

针对施工中的高危环节,须建立“技术方案、过程管控、监测预警”三位一体的防控机制。在技术方案层面,严格按照规定编制专项施工方案,对于超过一定规模的危险性较大的单项工程应组织专家论证,确保方案的针对性和可操作性。在过程管控层面,落实专项施工方案的旁站监理制度,严格按照方案组织施工,严禁擅自变更工艺或简化工序。

（三）推动“六项机制”向班组穿透

“六项机制”的生命力在于执行。当前亟需解决的是机制构建与一线操作之间的衔接问题。一是在辨识环节推行“全员辨识”,将班组每日岗前风险确认纳入班前会制度,让一线作业人员不仅知道“做什么、怎么做”,更知道“哪里有风险、怎么防”。二是在预警环节建立健全自动监测与人工巡检“双保险”机制,对重大危险源确保至少两种独立监测手段相互验证,预警信息直达相关责任人和作业人员,明确信息传递的路径、时限和确认机制。三是在处置环节完善应急响应流程,应急预案要在班组层面开展实操演练,确保每一位作业人员熟练掌握应急处置的基本技能。四是在责任环节将安全责任链条延伸至班组和岗位,签订岗位安全责任书,明确每个岗位的风险管控职责,实现“风险有人管、责任可追溯”。

（四）构建数智化监测预警平台

数字化转型为水利水电工程施工安全管理提供了全新的技术路径。应积极推广“天空地水工”一体化监测感知体系,综合运用物联网传感器、AI 视频分析、无人机巡检等先进的技术手段,实现对施工现场与安全相关的关键参数的实时、连续、自动化监测。在数据处理层面,构建统一的智慧工地管理平台,将分散的

监测数据汇聚到云端,运用大数据分析和 AI 算法进行风险趋势研判和异常预警,变“被动响应”为“主动预警”。同时,应注重技术的适用性和经济性,针对不同类型、不同规模的水利工程制定差异化的智能监测方案,避免“一刀切”式的过度投入或投入不足。对于规模以下或中小型工程,可依托地方水行政主管部门或流域管理机构建立区域性监测数据共享平台,降低单个项目的技术门槛和资金压力。

（五）培育全员参与的安全文化生态

制度的刚性约束离不开文化的柔性浸润。构建全员参与的安全文化体系,需从理念培育、能力建设、行为激励三个层面协同推进。在理念培育层面,推动安全管理理念从“事后追责”向“事前预防”转变,从“监督驱动”向“自主管理”转变,通过安全宣讲、警示教育、典型选树等方式,营造“人人讲安全、事事为安全”的组织氛围。在能力建设层面,严格落实三级安全教育制度,对进场人员进行实名制培训,确保每位作业人员掌握本岗位的风险要点和应急技能;推行“三知两会”考核机制—知道岗位危险源、管控措施和应急办法,会使用应急器材、会讲风险防范。在行为激励层面,建立正向激励机制,将安全绩效与个人晋升、班组评优挂钩,推动从“要我安全”到“我要安全”的行为转变。

四、结语

水利水电工程的安全管理,其核心在于从风险防控的视角重构管理理念、方法和技术手段。本文的分析表明,当前施工现场安全管理的薄弱之处,并非制度供给不足,而在于制度要求与一线执行之间的转化效率偏低。风险辨识流于形式、技术方案与现场实施脱节、“六项机制”未能穿透至班组、智能监测技术覆盖面有限、安全文化培育滞后等问题,共同构成了制约安全管理效能提升的瓶颈。破解之道在于构建“制度、技术、文化”三位一体的风险防控体系:以全过程风险辨识与分级管控为基础,以高危环节的技术性防控为关键,以“六项机制”的穿透式执行为抓手,以数智化监测预警为支撑,以全员安全文化为根基。唯有将风险防控理念真正融入日常施工生产的每一个环节,将安全管理从“运动式”整顿转变为制度化、常态化的系统治理,方能从根本上提升水利水电工程施工现场的本质安全水平,为新时代水利事业高质量发展筑牢安全底线。

参考文献

- [1] 水利部. 构建水利安全生产风险管控“六项机制”的实施意见(水监督〔2022〕309号)[Z]. 2022.
- [2] 水利部办公厅. 关于做好《水利水电工程生产安全重大事故隐患判定导则》《水利水电工程危险源辨识与风险评价导则》技术标准实施工作的通知(办监督函〔2025〕508号)[Z]. 2025.
- [3] 且末县应急管理局. 且末县西岸干渠恢复修复一期工程项目“8·22”一般淹溺事故行政处罚公示[EB/OL]. 2025.
- [4] 肇庆市安全生产委员会. 关于广东肇庆浪江抽水蓄能电站项目“12·7”一般坍塌事故调查处理工作督办的函(肇安函〔2025〕8号)[Z]. 2025.
- [5] 钦州市水利局. 关于3起水利工程安全生产执法典型案例的通报[EB/OL]. 2025-12-05.
- [6] 水电十四局. 晋陕峡谷智绘新篇——黄河古贤水利枢纽导流洞项目智能建造侧记[EB/OL]. 2026-05-08.
- [7] 中国水利报. 严阵以待战汛期 筑牢屏障保安全——环北部湾广西水资源配置工程全力保障安全度汛[N]. 2026-05-07.