

水利工程建设施工安全管理风险防控措施研究

周鸿胜 李鑫

商城县河湖事务中心 河南 信阳 465350

【摘要】：水利工程施工安全管理因其独特的复杂性，成为行业持续关注的核心议题。面对多变的自然环境、高难度的工程技术以及庞大的组织协调体系，系统性的风险识别与防控是实现安全生产的关键。该研究聚焦于构建一套贯穿项目全周期的动态防控机制，重点涵盖对地质气象等自然风险的精准预警、对高危工序的标准化管控、对全员责任网络的有效落实、对安全文化的深度培育，以及利用信息化手段实现智慧监管。研究成果旨在为工程实践提供从理论到操作层面的系统性解决方案，推动安全管理从事后处置向事前预防与过程精准控制的根本性转变。

【关键词】：水利工程；安全管理；风险防控

DOI:10.12417/2705-0998.26.04.069

引言

当前，我国水利工程建设正朝着规模更大、技术更复杂的方向快速发展。与此同时，施工过程所暴露的安全风险也日益呈现出交织性、动态性和高危害性的特点。频仍的安全生产事故警示我们，传统依赖经验与行政命令的管理模式已难以适应新形势的挑战。系统性地梳理风险源，科学地评估风险等级，并构建一套与之匹配的、具有韧性的现代防控体系，不仅是保障建设者生命安全、减少社会财产损失的迫切需求，更是推动水利建设事业实现高质量发展的内在要求和重要基石。

1 水利工程施工安全管理的特点

1.1 施工环境的复杂性与不可预测性

水利工程施工通常选址于江河湖泊、峡谷山区等自然条件特殊的地域，这直接决定了其安全管理面临的先天复杂性。施工环境不仅涵盖多变的气象水文条件，如暴雨洪水、极端温度、高湿度等，还涉及复杂的地质地形，如软弱地基、高边坡、渗流稳定和地质灾害风险。这些自然因素相互交织，具有很强的不可预测性和难以控制的特点。例如，导截流工程受制于水文节律，深基坑和地下洞室开挖受围岩稳定和地下水活动的巨大威胁。此类环境使得施工现场的安全状态始终处于动态变化之中，对超前的地质预报、精准的气象预警和动态的设计优化提出了极高要求。管理者必须在工程全周期内，持续不断地评估自然环境带来的风险，并准备多套应急方案，以应对可能突然出现的山洪、滑坡、塌方等紧急状况，这远非一般建筑工程可比。

1.2 施工技术的专业性与高风险性

水利工程涉及大量特殊结构与高危作业，其施工技术专业性强，并伴随着显著的高风险。工程主体如大坝、高耸的进水塔、大型输水隧洞等，施工工序复杂，技术要求极高。其中多项作业被明确列为重大危险源，例如爆破作业、高边坡开挖与支护、深基坑及围堰施工、大型沉井、水下作业、高大模板与脚手架工程，以及大型起重吊装等。这些工序一旦在技术方案、

工艺流程或现场操作中出现疏漏，极易引发连锁反应，导致群死群伤的重大安全事故。例如，爆破作业对用药量、起爆网络的精度要求极高，围堰的稳定性直接关系到基坑内数百人的生命安危。因此，安全管理必须深度嵌入施工技术管理之中，从专项施工方案的严格论证、审批，到作业前的详细技术交底，再到施工过程中的全程旁站监督与技术复核，都必须形成严谨的闭环，任何技术环节的失控都可能转化为灾难性的安全后果。

1.3 管理组织的系统性与交叉协同性

水利工程安全管理绝非单一部门的职责，而是一个需要多层次、多单位、多专业高度协同的系统工程。一个大型水利项目通常涉及业主、设计、施工、监理、监测、设备供应等众多参建方，施工总包内部又存在复杂的专业分包与劳务分包关系。现场作业面多且分散，土建、机电、金属结构安装等专业交叉频繁，立体作业、交叉作业现象普遍，相互干扰大。这种组织结构的复杂性和作业空间的交错性，使得安全责任界面容易模糊，信息传递可能衰减或扭曲，协调管理难度极大。有效的安全管理必须构建一个权责清晰、指令畅通的统一指挥系统。它要求建立覆盖所有参建单位的全员安全生产责任体系，通过强有力的合同手段明确各方安全责任。同时，必须建立高效的日常沟通协调机制，如定期安全联席会议、联合检查、作业许可制度等，确保在工序交接、场地移交、交叉作业时，安全条件得到共同确认，风险得以有效隔离，从而实现从孤立管理到系统联防联控的转变。

2 水利工程施工安全风险

2.1 自然灾害与恶劣环境引发的客观风险

水利工程施工高度依赖并受制于自然条件，自然环境本身的复杂多变构成了最基础的客观风险。工程多位于江河、山谷、滨海等区域，面临洪水、暴雨、山体滑坡、泥石流、雷击、高温严寒等直接威胁。例如，汛期水位陡涨可能冲毁临时围堰和施工通道，持续降雨会诱发边坡失稳，地质灾害更会对洞室和

基坑施工造成毁灭性影响。此外，施工现场的地质条件往往存在不确定性，如未探明的断层、破碎带、涌水、有害气体等，都会在施工中突然暴露，成为重大安全隐患。这类风险源于自然，具有不可抗拒性和突发性，要求必须将环境风险评估置于首要位置，通过详尽的勘察、持续的监测和科学的预警来提前防范，并制定周密的防灾减灾与应急预案。

2.2 施工技术与工艺环节所固有的高风险

水利工程施工包含众多技术复杂、危险性高的特种作业，这些工艺环节本身就蕴含着固有风险。典型的高风险作业包括高边坡开挖与支护、深基坑施工、大规模洞室掘进、爆破作业、水下施工、大型构件吊装、高排架与模板工程，以及涉及高压电、危险化学品的作业等。这些工序技术难度大，对设备、材料和操作精度要求极高。例如，爆破作业对用药量与起爆时序的控制必须分毫不差，大型闸门或机组的吊装需要精准的平衡与协调。任何一个技术参数失误、工序衔接不当、设备故障或操作违章，都可能直接引发坍塌、坠落、爆炸、触电、物体打击等严重事故，造成重大人员伤亡和财产损失。此类风险与工程技术方案和人员专业能力紧密相连，必须通过严格的专项方案设计、专家论证、技术交底和过程监控来加以管控。

2.3 管理行为与人员因素交织形成的系统风险

施工现场的安全状态根本上取决于管理行为与人员因素，二者交织构成了复杂且动态的系统性风险。管理风险体现在多个层面，包括安全责任体系不健全、制度流程形式化、安全投入不足、分包管理混乱、隐患排查治理不闭环、应急准备虚化等。与此同时，人员因素是最活跃也最不确定的风险源，涵盖从项目负责人到一线作业人员的所有层级。具体表现为管理人员重进度轻安全的思想、指挥不当；作业人员安全意识淡薄、安全知识匮乏、技能不达标、疲劳作业，以及最普遍的违章指挥和违章操作。管理上的漏洞与人员的不可靠行为相互作用，为客观风险和技术风险的爆发创造了条件。例如，即使技术方案完善，若现场监管缺失、工人未佩戴防护用品，事故依然会发生。这类风险的控制核心在于构建坚实的安全生产责任体系，并通过持续的教育培训、文化熏陶、有效激励和严格监督，将安全规范内化为全员的自觉行为。

3 水利工程建设施工安全管理风险防控措施

3.1 针对复杂环境与自然灾害的风险前控与动态预警

针对施工环境复杂多变及自然灾害威胁，防控核心在于超前辨识、动态监测与科学预警。首要措施是开展全面深入的施工前环境与地质勘察，利用先进物探技术，尽可能探明施工区域内的地质构造、水文条件及潜在灾害体，并基于详实数据评估环境风险等级，优化工程选址与设计方案。其次，必须建立覆盖全工区的立体化动态监测预警网络。这包括在关键部位布设传感器，对边坡位移、地下水位、围岩应力、气象水文等参

数进行自动化实时采集与传输。监测数据需集成至统一管理平台，通过设定阈值实现自动报警。同时，与属地气象、水文、国土部门建立灾害预警联动机制，第一时间获取暴雨、洪水、地质灾害预报信息。最后，基于风险评估与预警信息，必须制定并演练具有高度可操作性的专项应急预案，储备充足的应急物资与设备，明确人员撤离路线与避险场所，确保在险情发生时能迅速、有序响应，将自然不可抗力带来的损失降至最低。

3.2 聚焦高危技术与工艺的标准化与精细化管控

为应对施工技术固有的高风险，必须对全流程实施标准化与精细化管理，核心是管住方案、管住交底、管住过程。第一步是强化技术方案的源头管控，对所有高危作业，如深基坑、高边坡、洞室开挖、爆破、大型吊装等，必须编制专项施工方案并进行严格的内部审查与专家论证，确保其技术可行、安全可靠。第二步是推行可视化的安全技术交底，利用三维动画、虚拟现实等技术手段，将复杂的工艺、潜在的风险和具体的操作规范直观地传达给每一位作业人员，确保其完全理解并承诺遵守。第三步是实施作业过程的精细化监督，对重大危险工序实行作业许可制度，设置专人旁站监督，关键工艺参数必须实时记录复核。同时，加强特种设备与工具器具的进场验收、定期检测与维护保养，从硬件上消除故障隐患。通过方案、交底、监督的闭环管理，将技术风险牢牢锁死在预设的控制框架内。

3.3 构建权责清晰、运行高效的系统化管理责任网络

化解管理行为与组织协同的系统性风险，关键在于构建并压实一个横向到边、纵向到底的全员安全生产责任体系，并确保其高效运行。必须依法依规，以合同和制度形式，明确建设单位、总包单位、分包单位、监理单位等各方，以及从项目负责人到班组长的各层级具体安全责任，杜绝责任真空与推诿扯皮。在此基础上，推行网格化管理，将整个施工现场划分为若干责任区，指定区域安全责任人，实现空间全覆盖。为保障责任体系运转，需建立强有力的日常协调机制，如定期的安全生产联席会议，及时解决交叉作业、工序衔接中的矛盾与隐患。同时，将安全绩效与合同款项支付、管理人员薪酬、作业人员奖金直接挂钩，实施重奖重罚，运用经济杠杆驱动责任落实。最终目标是形成一个目标一致、信息畅通、反应迅速、奖惩分明的安全管理共同体，从系统层面提升整体防控能力。

3.4 强化人员素质与安全文化的长效培育机制

人员是风险防控中最能动也最根本的要素，其安全意识与技能水平的提升需依靠持之以恒的培育。必须建立分级分类、覆盖全员的常态化安全教育与培训体系。对新进场人员实行三级安全教育，对转岗、复工人员进行专项教育，对特种作业人员坚持持证上岗与定期复训。培训内容应超越照本宣科，更多采用事故体验、VR模拟、案例分析等沉浸式教学方法，增强冲击力与实效性。更深层次的防控在于安全文化的建设，要通

过设置安全文化长廊、开展安全知识竞赛、评选安全行为之星等活动,营造“人人讲安全、事事为安全”的浓厚氛围。推行亲情化安全管理,如设置家属安全寄语栏,用亲情纽带强化员工的安全责任感。领导层的示范作用至关重要,项目负责人必须以身作则,在言行上体现对安全的绝对重视。通过教育与文化的多重浸润,促使安全规范从“强制执行”内化为“自觉习惯”。

3.5 深化科技赋能与信息化智慧化管控手段的应用

传统人防、物防手段存在局限性,必须深化科技赋能,利用信息化、智能化技术构建风险防控的“智慧大脑”与“千里眼”。核心是建设一体化的智慧工地安全管理平台。该平台应集成多项功能,包括基于物联网的人员精准定位与智能考勤,实时掌握人员在岗位置与状态;对大型机械设备如塔吊、龙门吊加装安全监测装置,实时监控荷载、幅度、风速等参数,防止超载与碰撞;在深基坑、高边坡等关键区域部署传感器网络,

实现变形、沉降、应力的自动化监测与预警。同时,积极应用建筑信息模型技术,在施工前进行复杂节点的三维可视化模拟与安全冲突检测,优化施工方案与工序。推广使用无人机进行日常安全巡检,特别对高空、边远区域进行无死角巡查。通过将各类数据汇聚至统一平台进行智能分析,可实现安全状态的动态评估、风险趋势的预测预警,推动安全管理从事后处理向事前预防、从被动响应向主动干预的根本转变。

4 结语

构建与完善水利工程施工安全风险防控体系,是一项需要持之以恒、不断迭代的系统工程。它不仅依赖于严谨的技术方案和规范的现场管理,更根植于深刻的安全文化、先进的技术工具和协同共治的责任网络。展望未来,伴随物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术的深度融入,风险防控的预见性、精准性和智能化水平将得到革命性提升。

参考文献:

- [1] 李开行,王凯丽.水利工程施工安全生产双重预防机制建设探析[J].山东水利,2025,(08):63-65.
- [2] 董秀兰.基于数字孪生的水利工程施工安全生产标准化建设路径[J].科技创新与生产力,2025,46(08):112-114+119.
- [3] 穆怀宇,彭传清,詹思南.水利工程建设施工安全管理研究[J].水上安全,2025,(03):19-21.
- [4] 陈海燕.水利工程施工安全生产双重预防机制中的问题及建设路径[J].数字农业与智能农机,2024,(10):69-72.
- [5] 韩方方.水利工程施工安全生产标准化建设路径探析[J].水上安全,2024,(15):28-30.
- [6] 张美新.水利工程施工安全技术[M].中国水利水电出版社:202408:306.
- [7] 王善富.水利工程施工安全生产标准化建设路径探析[J].中国标准化,2024,(06):203-205.