

水利工程质量安全风险识别及防控措施研究

马维强

西吉县水利工程管理中心 宁夏 固原 756299

摘要：水利工程作为关乎国计民生的基础设施，具有公益性强、建设周期长、施工环境复杂等特点，其质量安全直接影响防洪、供水、灌溉等功能发挥及周边群众生命财产安全。本文基于相关理论，遵循全面性、动态性原则，运用多种识别方法，梳理各建设阶段及不同类型风险，分析成因并筛选关键因素，从全生命周期视角提出防控措施、完善保障体系，为提升管控水平、防范安全事故提供实践参考与理论支撑。

关键词：水利工程；质量安全；风险识别；防控措施

引言：随着我国水利事业高质量发展，各类水利工程建设规模扩大、技术复杂度提升，但其建设和运行受自然、人为、管理等多重因素影响，质量安全隐患频发，制约工程效益发挥。落实总体国家安全观，筑牢水利安全根基，亟需系统开展风险识别与防控研究。本文立足管理实际，结合规范要求，探索科学路径，破解管控痛点，对保障工程稳定运行、推动水利事业可持续发展意义重大。

1 水利工程质量安全相关理论基础

1.1 水利工程相关概念界定

（1）水利工程的类型与特点：水利工程按功能分为防洪、灌溉、供水、发电等类型，核心是调节水资源时空分布。其特点鲜明，具有公益性强、投资规模大、建设周期长、施工环境复杂等特征，多涉及水下作业、高空作业，受水文、气象等自然因素影响显著，对施工技术和质量安全要求极高。（2）水利工程质量安全的核心内涵：质量是工程满足设计标准、使用功能和使用寿命的前提，涵盖工程结构、材料、施工工艺等方面；安全是指工程建设和运行过程中，无人员伤亡、财产损失及环境破坏，核心是防范工程坍塌、渗漏等安全隐患，保障工程自身稳定和周边群众生命财产安全。

1.2 质量安全风险相关理论

（1）风险的定义与特征：风险是指工程建设和运行中，可能导致质量安全事故的不确定因素。其具有客观性、偶然性、可变性和危害性，既包括自然因素引发的风险，也包括人为操作、管理不当带来的隐患。（2）质量安全风险的构成要素：主要包括风险源、风险载体和风险后果三部分。风险源分为自然、人为、管理三类；风险载体是水利工程的主体结构和施工环节；风险后果则是可能造成的工程损坏、人员伤亡及社会影响。（3）风险识别与防控的核心逻辑：先通过排查、分

析，全面识别工程各环节潜在风险，明确风险等级；再针对性制定防控措施，从源头规避、过程控制、应急处置三方面入手，实现风险分级管控、动态防控，降低事故发生概率。

1.3 水利工程质量安全管理相关规范与要求

（1）国家及行业相关法律法规：以《中华人民共和国水法》《建设工程质量管理条例》（2019年4月23日《国务院关于修改部分行政法规的决定》（国务院令第七14号）第二次修订）《水利部安全生产管理规定》（水利部令第26号）《水利工程质量监督管理规定》（1997年发布）《水利工程质量管理规定》（2023年1月12日水利部令第52号发布 自2023年3月1日起施行）为核心，明确工程建设、勘察、设计、施工等单位的质量安全责任，划定行为红线。（2）水利工程全生命周期管理规范：覆盖工程规划、勘察设计、施工建设、运行维护全流程，要求各阶段严格执行质量标准，做好全过程质量检测和安全管理，确保工程长期稳定运行。（3）质量安全责任体系相关要求：构建权责清晰、运行高效的水利水保工程质量监督体系，“项目法人负责、设计单位把关、监理单位控制、施工单位保证、政府部门监督”五位一体的质量管理制度体系，明确各主体岗位职责，落实质量安全终身责任制，确保责任到人、层层落实。

2 水利工程质量安全风险识别

2.1 风险识别原则与方法

（1）风险识别的基本原则：核心遵循全面性、客观性、系统性和动态性原则。全面性要求覆盖工程全生命周期各环节，不遗漏任何潜在风险；客观性要求基于工程实际情况，避免主观臆断；系统性要求按逻辑分类梳理风险，形成完整识别体系；动态性要求根据工程进展、环境变化，及时更新风险识别结果。（2）常用风险识别方法：主要包括重大危险源直接评定为重大风险、

一般危险源:作业条件危险性分析法(LEC)、风险矩阵法(LS)直接判定法、安全检查表法、预先危险性分析及因果分析法等方法^[1]。

2.2 不同建设阶段质量安全风险识别

(1)规划设计阶段风险识别:主要包括水文地质勘察不全面、设计方案不合理,如坝型选择不当、结构设计存在缺陷;设计标准偏低,未充分考虑极端天气、地质灾害等因素;设计交底不清晰,导致施工与设计脱节,埋下质量安全隐患。(2)施工建设阶段风险识别:核心风险包括原材料质量不达标、施工工艺不规范,如混凝土浇筑、基坑开挖不符合标准;施工设备老化、操作不规范;现场安全管理缺失,高空作业、水下作业、高边坡、深基坑、有限空间作业、防护不到位;工期压力导致违规施工,忽视质量安全管理。(3)运行维护阶段风险识别:主要有工程设施老化、磨损,未及时检修维护;监测系统失效,无法及时发现工程渗漏、结构变形等隐患;运维管理制度不健全,人员操作不规范;极端天气、水文变化引发的工程安全风险。

2.3 核心风险类型划分与具体表现

(1)质量风险类型及具体表现:分为结构质量、材料质量、工艺质量风险。结构质量风险表现为坝体、涵闸等结构裂缝、渗漏、沉降;材料质量风险表现为水泥、钢筋橡胶止水带、土工布(膜)等原材料不合格;工艺质量风险表现为施工工序不达标、衔接不当,违反基本建设程序,影响工程整体质量。(2)安全风险类型及具体表现:包括施工安全和运行安全风险。施工安全风险表现为高空坠落、机械伤害、基坑坍塌等;运行安全风险表现为工程溃坝、管涌、漫顶,威胁周边群众生命财产安全。(3)环境与外部因素风险及具体表现:环境风险包括施工对周边水体、植被的破坏,引发生态问题;外部因素风险包括暴雨、洪水、地震等自然灾害,以及周边施工、人为破坏等,影响工程质量安全^[2]。

2.4 风险识别结果整理与分析

结合六项机制建设要求,开展风险查找、研判、预警等相关工作,整理分析识别结果:(1)编制风险清单,按建设阶段、风险类型分类,明确风险名称、表现形式及发生环节,确保信息清晰可查。(2)用风险矩阵法研判筛选高、中风险因素,重点关注易引发重大质量安全事故的关键风险,为预警防控奠定基础。(3)从人为、管理、自然、技术维度分析关键风险成因,明确责任关联,为后续防范、处置措施制定提供针对性依据。

3 水利工程质量安全风险防控措施

3.1 规划设计阶段防控措施

(1)科学选址与方案比选防控:结合详细水文地质勘察报告,全面排查选址区域地质条件、水文特征,严格避开地质灾害高发区、洪水淹没区、生态敏感区等危险区域,保障选址科学可控。针对不同设计方案,从技术可行性、安全可靠、经济合理性、生态适应性等维度比选,邀请行业专家论证评审,优先选择适配工程功能、抗风险能力强、对周边环境影响小的最优方案,从源头规避相关质量安全隐患。(2)设计质量管控与技术优化:建立设计质量三级审核制度,明确设计人员岗位职责,严格审核设计图纸、计算书等资料,重点排查结构、防渗等关键环节疏漏,严防图纸“错、缺、碰、漏”,杜绝设计缺陷。结合水利工程施工难度和运行需求,优化设计技术,充分考虑极端暴雨、洪水等突发因素,提升工程抗风险能力;推广成熟先进设计技术工艺,借鉴同类工程成功经验,减少设计层面质量安全隐患^[3]。(3)设计交底与图纸会审管控:设计单位向施工、监理、勘察等参建单位全面交底,明确设计意图、技术要求、质量标准及关键管控要点,确保各单位准确理解设计内容。组织各参建单位开展图纸会审,重点排查图纸疏漏、矛盾及不合理之处,广泛征求施工、监理单位意见,及时修改完善,避免施工与设计脱节,从源头降低施工阶段质量安全风险。

3.2 施工建设阶段防控措施

(1)施工材料与设备质量管控:建立原材料进场检验制度,对水泥、钢筋、砂石等主要材料进行抽样检测,不合格材料严禁进场使用;加强材料储存管理,防止材料受潮、变质。对施工设备进行全面检修和调试,确保设备性能良好、运行正常;定期对设备进行维护保养,严禁老化、故障设备投入使用,规范设备操作流程。(2)关键工序与隐蔽工程管控:针对混凝土浇筑、基坑开挖、钻孔灌注桩施工、喷锚支护、建筑物土方回填、防渗工程等关键工序,制定专项施工方案,明确施工工艺和质量标准,安排专人现场管控。隐蔽工程施工完成后,需经项目法人单位组织联合验收小组共同举牌验收合格,签署验收记录后,留存影像资料,方可进行下一道工序施工,确保隐蔽工程质量可追溯、无隐患。(3)施工人员安全与技术培训:建立施工人员岗前培训制度,落实“三级教育”培训,尤其对每天现场施工作业人员开展班前会晨训,对施工人员进行安全知识、操作技能培训,考核合格后方可上岗;定期开展常态化安全培训和应急演练,提高施工人员的安全意识和应急处置能力。对特种作业人员实行持证上岗管理,严禁无证操作,规范施工人员作业行为。(4)施工过程动态监测

与监理：建立施工全过程动态监测体系，对工程结构沉降、位移、渗漏等关键指标进行实时监测，及时发现异常情况并采取防控措施。监理单位需履行监督职责，对施工工序、材料质量、施工工艺进行全程监督，严格执行验收标准，对违规施工行为及时制止并要求整改^[4]。

3.3 运行维护阶段防控措施

（1）日常巡查与定期检测机制：建立常态化日常巡查制度，安排专业运维人员对工程坝体、涵闸、渠道、监测设备等进行每日巡查，及时发现破损、渗漏、松动等隐患并快速处置。制定科学的定期检测计划，每年对工程结构完整性、监测系统有效性、设备性能等进行全面检测，建立完整的检测档案，根据检测结果分析工程运行状态，调整优化维护方案，确保工程始终处于良好运行状态。（2）设备维护与老化防控：针对工程各类运行设备、监测设备，建立分级维护制度，定期进行清洁、检修、校准，及时更换老化、损坏的零部件，延长设备使用寿命，确保设备正常运行。对工程结构老化部位，定期评估老化程度，采取加固、防渗、修补等针对性处理措施，加强日常养护，防止老化问题加剧引发安全事故，保障工程长期稳定运行^[5]。（3）突发事件应急处置预案：结合水利工程可能发生的洪水、溃坝、渗漏、设备故障等突发事件，制定完善的应急处置预案，明确应急组织机构、职责分工、处置流程、响应机制和保障措施。配备充足的应急物资和设备，定期开展应急演练，提升应急队伍的快速响应和科学处置能力，确保突发事件发生后能够及时启动预案、有效处置，最大限度减少人员伤亡和财产损失。

3.4 全生命周期风险防控保障体系

（1）责任体系完善与落实：构建“政府监管、项目法人负责、勘察设计单位履职、施工单位主体、监理单位监督”的五位一体质量责任体系，明确各参建单位及相关人员具体职责，细化分工，严格落实质量终身责任制。建立质量责任追溯机制，对质量事故实行终身追责，对履职缺位、违规操作的单位和个人严肃问责，确保责任到人、层层落地。（2）监管机制与考核问责优

化：健全水利工程质量安全监管机制，加强对工程规划设计、施工建设、运行维护全生命周期的常态化监管，加大对违规行为的查处力度，形成“事前预防、事中管控、事后追责”的监管格局。建立科学的考核问责制度，将质量安全工作纳入各参建单位年度考核指标，细化考核标准，对考核不合格的单位和个人进行问责，倒逼责任落实，提升整体风险防控水平。（3）数字化与智能化防控技术应用：积极推广应用数字化监测系统、智能巡检设备、无人机巡查等技术手段，实现工程质量安全数据实时采集、分析、预警和共享，提高风险识别和防控的精准度、效率。利用大数据、人工智能等技术，对工程全生命周期风险进行动态评估和预测，结合工程运行数据优化防控措施，实现风险精准管控，推动水利工程质量安全防控向数字化、智能化转型。

结束语

水利工程质量安全风险识别与防控是系统性、长期性工作，贯穿规划设计、施工建设、运行维护全流程。本文全面识别各环节潜在风险，构建针对性防控体系与保障机制，弥补了风险管控薄弱环节。但极端天气频发及数字化技术发展，给风险管控带来新挑战。未来需优化识别方法，深化数字化、智能化技术应用，动态完善防控措施、压实各方责任，守住质量安全底线，助力水利事业高质量发展。

参考文献

- [1] 佟艳辉.水利水电工程施工现场危险源识别及防控对策研究[J].黑龙江水利科技,2020,48(11):220-222.
- [2] 陈洁.水利水电工程施工危险源管理研究[J].广西水利水电,2021,11(05):105-109.
- [3] 唐凤华.水利水电工程施工安全管理与安全控制研究[J].黑龙江水利科技, 2023,31(9):90-97.
- [4] 沙凤丽.浅谈水利水电工程施工安全管理及控制对策[J].黑龙江水利科技,2022,17(1):204-206.
- [5] 石荣钢.水利工程施工现场危险源及其管理研究[J].建材与装饰,2021,19(29):283-284.