 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i5.10302

Research on Risk Grading Control and Hidden Danger Investigation Key Points of Safety Supervision in Water Conservancy Engineering Construction

Deshou Li

Yunnan Yunrun Project Management Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650233, China

Abstract

As a core infrastructure of the national water security strategy, water conservancy projects involve high-risk procedures such as high slope operations, deep foundation pit excavation, underwater pouring, and large-scale lifting and hoisting during construction. Moreover, they are affected by complex geological and hydrological conditions and extreme weather, presenting safety risk and hazard characteristics of "diversity, suddenness, and chain reaction". Safety supervision, as a key link in the safety control of the project, its accuracy in risk classification and control and the effectiveness of hazard identification directly determine the safety level of the project. Based on the actual construction of water conservancy projects, this paper aims at "precise control and systematic identification", and deeply explores the methods and strategies of risk classification, clarifies the key points and processes of hazard identification, and provides an operational practical solution for safety supervision work through the integration of technical paths and management mechanisms, to help solve the safety problems in the construction of water conservancy projects and ensure the safety and stability of project construction and the basin.

Keywords

water conservancy project; safety supervision; hierarchical control; hidden danger investigation

水利工程施工安全监理的风险分级管控与隐患排查要点研究

李德寿

云南云润工程项目管理有限公司，中国·云南 昆明 650233

摘　要

水利工程作为国家水安全战略的核心基础设施，其施工过程因涉及高边坡作业、深基坑开挖、水下浇筑、大型起重吊装等高危工序，且受复杂地质水文条件与极端天气影响，安全风险隐患呈现“多样性、突发性、连锁性”特征。安全监理作为工程安全管控的关键环节，其风险分级管控的精准度与隐患排查的有效性直接决定工程安全水平。本文立足水利工程施工实际，以“精准化管控、系统化排查”为目标，深入探讨风险分级的方法与策略，明确隐患排查的重点与流程，通过技术路径与管理机制的融合，为安全监理工作提供可操作的实践方案，助力破解水利工程施工安全难题，保障工程建设与流域安全稳定。

关键词

水利工程；安全监理；分级管控；隐患排查

1 引言

水利工程施工具有投资规模大、建设周期长、作业环境复杂等典型特征，从水库大坝到河道整治，从灌区渠道到跨流域调水工程，每一道工序都伴随潜在安全风险。随着《水利工程建设安全生产管理规定》《企业安全生产风险分级管控与隐患排查治理双重预防机制建设指南》等政策文件的出台，构建科学的风险分级管控与隐患排查体系已成为水利工程安全监理的核心任务。

【作者简介】李德寿（1994–），男，中国云南保山人，本科，工程师，从事水利工程技术，水利工程管理研究。

2 水利工程施工安全监理的风险分级管控体系构建

2.1 风险因素的系统性识别

水利工程施工的风险因素具有显著的工序关联性，不同施工阶段的风险重点差异明显。

在人员维度，施工人员多为临时班组，安全意识薄弱问题突出，如高边坡锚杆支护作业中未按规范佩戴双钩安全带、潜水员水下作业前未检查生命支持系统；监理人员则存在履职不到位情况，如对特种作业人员资质审核不严，导致无证人员操作起重机械。

设备与材料维度，大型设备如塔式起重机、混凝土泵

车的安全保护装置（限位器、力矩限制器）老化失效，易引发倾覆事故；管材与混凝土质量不达标，如大坝浇筑用钢筋焊接强度不足、管道防腐层破损，不仅影响工程结构安全，更可能在水压作用下诱发渗漏风险。

施工工艺维度是水利工程风险的核心载体，土方开挖工序若未遵循“分层分段、限时支护”原则，易导致深基坑边坡失稳，某河道整治工程曾因开挖坡度超设计值（1:1.5 未达规范 1:2.0 要求）引发坍塌；混凝土浇筑工序中，温控措施不到位会导致坝体出现温度裂缝，成为渗流通道；水下作业如导流洞封堵，受水流流速与能见度影响，易发生潜水员失联、设备溺水事故。

环境维度的风险则具有突发性，暴雨、台风等极端天气会加剧高边坡滑坡概率，地下水位骤升可能导致基坑涌水，而复杂地质条件如岩溶发育区，可能引发坝基管涌。

管理维度的漏洞则为风险滋生提供温床，如安全技术交底流于形式，未针对深基坑作业向班组明确监测频次与预警值；应急预案缺乏可操作性，汛期防汛物资储备不足，难以应对突发险情 [1]。

2.2 风险等级的科学评估方法

安全监理需采用量化与定性结合的方法，避免仅凭经验判定风险等级，确保评估结果的客观性与精准性。当前水利工程中应用最广泛的是风险矩阵法与 LEC 法（风险度 = 可能性 × 暴露频率 × 后果）的组合模型。

2.2.1 风险矩阵法

风险矩阵法以“事故发生概率（P）”与“后果严重程度（C）”为二维坐标，将风险划分为四级：重大风险（Ⅰ级）、较大风险（Ⅱ级）、一般风险（Ⅲ级）、低风险（Ⅳ级）。例如，水库大坝碾压混凝土浇筑作业中，若温控失效导致裂缝，可能引发坝体渗漏甚至溃决，其发生概率虽低（P=2，偶尔发生），但后果严重（C=5，群死群伤 + 重大经济损失），交叉判定为重大风险（Ⅰ级）；而普通渠道清淤作业，事故多为轻微机械伤害（C=1），发生概率较低（P=2），判定为低风险（Ⅳ级）。

严重度 L 等级	等级					
	1 不可能发生	2 几乎不发生	3 很少发生	4 偶尔发生	5 可能发生	6 经常发生
1 级-无影响	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ
2 级-轻微的	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ
3 级-较小的	Ⅳ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
4 级-较大的	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ
5 级-重大的	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ
6 级-特大的	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ

图 1：风险矩阵图

2.2.2 LEC 法

LEC 法则通过量化指标提升评估精度，适用于高危工序的风险测算。以某水利枢纽工程的深基坑开挖（深度 15m）为例，首先确定各参数：事故可能性（L），因地质为砂卵石层，支护难度大，取 L=3（可能发生）；人员暴露频率（E），作业人员每日 8 小时连续施工，取 E=6（每天暴露）；后果严重程度（C），若发生坍塌可能导致 5 人死亡，取 C=40（对应 10-29 人死亡分值）；计算风险度 D=3×6×40=720，根据标准（D>320 为重大风险），判定该工序为重大风险，需启动最高级别管控。安全监理在评估过程中，需结合工程地质勘察报告、施工组织设计等文件，邀请地质专家与技术人员参与，避免参数取值偏差，确保风险等级划分符合实际 [2]。

2.3 分级管控的差异化实施策略

风险分级的核心目标是实现“精准施策”，安全监理需根据不同风险等级制定差异化管控措施，明确责任主体、管控频次与技术手段。对于重大风险（Ⅰ级），需构建“企业主责 + 监理旁站 + 政府督办”的三级管控体系，如大坝高边坡锚杆支护作业，施工企业需编制专项方案并经专家论证，监理单位需安排总监理工程师全程旁站，记录每根锚杆的锚固力检测数据（需达设计值 90% 以上），政府安监部门每周至少 1 次现场督查；若发现锚固力不足，需立即停工整改，重新检测合格后方可复工。

较大风险（Ⅱ级）的管控以“监理主导 + 班组落实”为核心，如起重设备吊装闸门作业，监理工程师需每日检查设备安全装置（如制动器、钢丝绳磨损情况），核对吊装方案中的吊点设置与索具选型，要求施工班组填写《起重作业安全检查表》，每班次记录设备运行状态；若发现钢丝绳磨损量超规范（直径减少 10%），需立即更换，严禁继续作业。一般风险（Ⅲ级）与低风险（Ⅳ级）则以“班组自查 + 监理抽查”为主，如渠道混凝土衬砌作业，施工班组需自检模板平整度与混凝土坍落度，监理人员按 30% 比例进行复核，确保工序质量符合规范，减少因质量问题引发的安全风险。

此外，安全监理需建立风险动态更新机制，结合施工进度与环境变化调整风险等级。例如，汛期来临前，需将河道围堰施工的风险等级从“一般风险”提升至“较大风险”，增加巡查频次（从每日 1 次增至每日 2 次），监测围堰渗流量与沉降量，提前储备沙袋、水泵等防汛物资，确保极端天气下风险可控 [3]。

3 水利工程施工安全监理的隐患排查核心要点

3.1 隐患排查的多维度核心内容

3.1.1 水利工程隐患排查

水利工程隐患排查需覆盖“基础管理 - 现场作业 - 设备环境”三大维度，避免片面关注现场而忽视管理漏洞。基础管理隐患排查的重点在于制度落地与责任落实，安全监理需核查施工企业的安全生产责任制是否分解至岗位，如项目经理是否签订安全责任书，监理人员是否持证上岗（需为水利部认可的安全监理证书）；施工组织设计中的安全技术措施是否经审批，如深基坑支护方案是否通过专家论证，高边坡作业的监测方案是否明确监测指标（位移速率、裂缝宽度）；

安全教育培训是否到位，新入场人员三级安全教育覆盖率需达 100%，特种作业人员（如焊工、潜水员）培训考核合格后方可上岗，避免因培训不足导致违规操作。

3.1.2 现场作业隐患排查

现场作业隐患排查需紧扣水利工程的高危工序，形成“工序关联式”排查逻辑。土方工程中，监理人员需检查基坑边坡坡度是否符合设计（如砂性土边坡坡度不陡于 1:2.5），排水设施是否完善（排水沟深度与间距是否满足降水需求），周边堆载是否超限（距坑边 1.5m 内禁止堆载，堆载高度不超 1.5m）；某水库溢洪道开挖工程曾因堆载超限（距坑边 1m 堆载 3m 高）导致边坡滑坡，印证了现场管控的重要性。

模板工程中，支架搭设需符合规范，立杆间距不超 1.2m，扫地杆离地高度不超 200mm，剪刀撑设置角度为 45°-60°，混凝土浇筑前需检查模板强度与刚度，避免浇筑过程中出现支架坍塌；钢筋工程则需核查焊接质量（焊缝长度、高度是否达标），防止因钢筋连接失效引发结构安全隐患[4]。

3.1.3 设备与环境隐患排查

设备与环境隐患排查需关注“设备合规性”与“环境适应性”。特种设备如塔式起重机、压力容器需定期检验（检验周期 1 年），安全保护装置需灵敏有效，监理人员需核查检验报告与设备运行记录；施工用电需符合“三级配电、二级保护”要求，配电箱需上锁并张贴标识，线缆需架空或埋地（埋深不小于 0.7m），避免破损漏电。

环境隐患方面，汛期需排查排水系统是否畅通，高边坡需监测裂缝发育情况（裂缝宽度超 5mm 需预警），有限空间作业（如隧洞、管道）前需检测气体浓度（氧气含量 19.5%-23.5%，有毒气体不超标），确保作业环境安全；某渠道箱涵清淤作业曾因未检测沼气浓度，导致 2 名作业人员中毒，凸显环境隐患排查的必要性。

3.2 隐患排查的标准化实施流程

3.2.1 安全监理

安全监理需建立“清单引领 - 动态排查 - 闭环整改”的标准化流程，避免排查工作碎片化、随意化。首先，需结合水利工程特点编制《隐患排查清单》，清单需明确排查项目、标准、方法与责任主体，例如混凝土坝浇筑作业的排查清单应包含：模板支撑立杆间距（≤1.2m，尺量检查）、混凝土入仓温度（夏季 ≤30℃，温度计测量）、振捣作业规范（插入深度 ≥ 下层 50mm，现场观察），责任主体分别为监理工程师、施工质检员、班组负责人。清单编制需参考《给水排水管道工程施工及验收规范》（GB50268）、《水利水电工程施工安全防护设施技术规范》等标准，确保排查依据合规。

3.2.2 动态排查机制

动态排查机制需实现“日常巡查 + 专项检查 + 季节性检查”的有机结合。监理人员每日需对高风险作业面（如深基坑、高边坡）进行巡查，记录《安全监理日志》，发现隐患立即口头通知整改；每周组织专项检查，如起重设备专项检查需测试限位装置、钢丝绳磨损情况，用电安全专项检查需核查配电箱接地与漏电保护器；季节性检查则需结合气候特点，汛期前检查防汛物资与排水系统，冬季前检查防冻措施（如混凝土养护保温），台风季前检查临时工棚与脚手架抗风能力。某跨河渡槽工程在台风来临前，通过专项检查发现脚手架拉结不足，及时加固避免了倒塌事故。

3.2.3 隐患整改的闭环管理

隐患整改的闭环管理是排查效果的关键保障，安全监理需实行“隐患登记 - 限期整改 - 验收销号”流程。对排查发现的隐患，需下达《隐患整改通知单》，明确整改措施、时限与责任人，重大隐患（如高边坡滑坡征兆）需立即签发《工程暂停令》，要求施工单位撤离人员并采取应急措施；整改完成后，施工单位需提交《隐患整改报告》，监理人员现场验收，验收合格后方可销号，不合格则需继续整改。

例如，某水利工程发现深基坑支护锚杆锚固力不足（仅达设计值 70%），监理单位立即要求停工，施工单位重新补打锚杆并检测合格后，方可恢复开挖作业。闭环管理需建立台账，记录隐患发现时间、整改过程、验收结果，实现可追溯。

4 结论

水利工程施工安全监理的风险分级管控与隐患排查，是保障工程安全的核心手段。本文通过分析水利工程施工的风险因素，构建科学的风险分级体系，明确隐患排查的核心要点与技术路径，揭示两者的协同机制。未来，随着智慧水利技术的进一步发展，风险分级管控与隐患排查将向“智能化、精准化、协同化”方向迈进，如通过 AI 算法实现风险自动预测、隐患智能识别，为水利工程施工安全提供更高效的保障。安全监理需持续创新，适应水利工程建设的新需求，为国家水安全战略的实施贡献力量。

参考文献

[1] 肖同霞. 水利水电工程施工安全管理研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(21):199-201.

[2] 汪海涛,崔立柱. 浅析水利工程施工中的安全管理和质量控制[J].治淮,2022,(09):87-88.

[3] 孙塘根. 水利水电工程施工安全监理工作的若干思考[J].四川建材,2022,48(09):190-191.

[4] 刘海东. 如何开展水利建设工程建设中的监理工作[J].居业,2021,(06):146-147.