

防洪堤护岸工程施工安全管理与风险防控研究

陈定念

浙江华安泰工程集团有限公司 浙江 温州 325200

摘要：防洪堤护岸工程作为国家防洪减灾体系的重要组成部分，其施工过程具有作业环境复杂、施工周期长、交叉作业多、受自然条件影响大等特点，安全风险高、管理难度大。本文以提升防洪堤护岸工程施工安全管理水平为目标，系统分析了当前施工过程中存在的主要安全风险类型及其成因，结合现代安全管理理论与技术手段，提出了涵盖“人—机—料—法—环”五要素的全过程安全风险防控体系。通过构建基于PDCA循环的风险识别—评估—控制—反馈机制，并引入BIM、物联网、大数据等智能技术手段，强化事前预防、事中监控与事后应急能力。最后，结合典型工程案例，验证了所提方法的有效性与可行性。研究成果可为类似水利基础设施工程的安全管理提供理论支撑与实践指导。

关键词：防洪堤；护岸工程；施工安全；风险识别；风险防控；智能监管

引言

防洪堤护岸工程作为保障人民生命财产安全、维护区域经济社会稳定运行的关键基础设施，其建设规模与投资力度逐年加大。然而，此类工程多位于水陆交界地带，地质条件复杂、施工环境恶劣，加之施工工序繁杂、作业面分散、人员流动性强，极易引发坍塌、溺水、机械伤害、高处坠落等安全事故。近年来，尽管国家在安全生产领域出台了《安全生产法》《建设工程安全生产管理条例》等一系列法规标准，但防洪堤护岸工程安全事故仍时有发生。2023年某省一河道整治项目因未及时支护导致边坡失稳，造成3人死亡；2024年另一地区护岸施工中因临时用电不规范引发触电事故。这些事件暴露出当前施工安全管理存在制度执行不到位、风险辨识不全面、技术手段滞后等问题。因此，深入研究防洪堤护岸工程施工过程中的安全风险特征，构建科学、系统、可操作的风险防控体系，具有重要的现实意义与理论价值。

1 防洪堤护岸工程施工特点与安全风险特征

1.1 工程施工特点

防洪堤护岸工程通常包括堤身填筑、基础处理、护坡砌筑、生态护岸、排水设施安装等内容，其施工具有以下显著特点：（1）环境敏感性强：多位于河流、湖泊、水库沿岸，受水文、气象（如暴雨、洪水、大风）、地质（软土、滑坡体）等自然因素影响显著。（2）作业空间受限：施工区域狭窄，大型机械操作困难，易与既有构筑物、管线、交通设施发生冲突。（3）工序交叉频繁：土方开挖、混凝土浇筑、钢筋绑扎、模板支设、吊装作业等多工种交叉进行，协调难度大^[1]。（4）季节性施工压力大：需避开汛期施工，工期紧张，易出现赶工现象，增加安全风险。（5）临时设施多：围堰、栈桥、临时便道、施工平台等临时结构稳定性差，易成为事故隐患源。

1.2 主要安全风险类型

防洪堤护岸工程常见安全风险主要包括：

表1：防洪堤护岸工程常见安全风险

风险类别	具体表现	典型事故
地质与水文风险	边坡失稳、基坑坍塌、管涌、流沙	护岸基坑坍塌
高处作业风险	临边防护缺失、脚手架失稳、安全带未系	护坡施工高处坠落
机械设备风险	起重吊装违规、挖掘机操作不当、运输车辆碰撞	吊物坠落砸伤工人
临时用电风险	线路私拉乱接、漏电保护失效、潮湿环境触电	夜间施工触电事故
水上作业风险	船舶倾覆、人员落水、救生设备缺失	水上平台作业溺水
消防与爆破风险	易燃材料堆放混乱、爆破作业管理不严	爆破飞石伤人

上述风险具有突发性、连锁性、隐蔽性等特点，一旦失控，极易造成群死群伤。

2 当前安全管理存在的主要问题

2.1 安全责任体系落实不到位

部分项目存在“以包代管”现象，总包单位将安全责任转嫁给分包队伍，导致安全投入不足、培训缺失、监管缺位。安全员配备数量不足或专业能力薄弱，难以有效履行监督职责。

2.2 风险辨识与评估流于形式

许多项目采用通用化的风险清单，未结合具体工程地质、水文、施工方案进行动态辨识。风险评估多依赖经验判断，缺乏量化分析工具，导致高风险环节被忽视。

2.3 应急预案可操作性差

应急预案照搬模板，未针对本工程特点制定专项处置措施；应急演练频次不足、参与度低，员工缺乏基本自救互救能力。

2.4 技术手段落后

仍以人工巡检、纸质台账为主，缺乏实时监测与预警能力^[2]。对深基坑、高边坡等关键部位未部署自动化监测设备，无法及时发现变形、渗漏等早期征兆。

2.5 人员安全意识薄弱

一线作业人员多为农民工，安全知识匮乏，违章作业（如不戴安全帽、擅自拆除防护栏）现象普遍。安全教育培训形式化，未能真正入脑入心。

3 安全风险防控体系构建

3.1 构建“五要素”协同管理机制

为系统性提升防洪堤护岸工程的安全管理水平，有必要从“人一机一料一法一环”五个核心维度构建协同联动的管理机制。在“人”的方面，应强化全过程安全教育培训，推行“岗前必训、岗中复训、转岗再训”的常态化机制，并通过安全行为积分制、违章曝光台等方式实现奖惩结合，激发员工主动遵章守纪的内生动力；同时，严格落实班前安全喊话制度，确保每日作业前风险提示到位。在“机”的管理上，必须严格执行特种设备登记、定期检验及操作人员持证上岗制度，杜绝无证操作或设备带病运行；积极推广智能安全帽、人员定位手环等可穿戴设备，提升个体防护与位置追踪能力；对塔吊、履带吊等大型起重机械，应加装力矩限制器、防碰撞预警系统等智能装置，从技术层面防范超载或误操作。关于“料”的管控，需规范各类建材特别是水泥、炸药、油料等危险品的存放与使用，确保存储环境符合安全要求；同时严把护坡块石、混凝土预制构件等关键材料的质量关，防止因材料强度不足或尺寸偏差引发结构失稳^[3]。在“法”的层面，所有高风险作业均须编制专项施工方案，如深基坑支护、水上吊装、爆破作业等，并组织专家论证其安全性与可行性；全面推行标准化作业流程（SOP），减少人为操作随意性；对动火、高处、受限空间等危险作业，严格执行作业许可制度，未经审批不得开工。至于“环”的管理，则需建立与气象、水文部门的预警联动机制，遇暴雨、大风、洪水等极端天气立即停工撤人；在临水作业区域，应设置双层防护栏

杆、配备足量救生圈与警示灯具，并定期检查其完好性；同时，对地下水水位、边坡位移等环境参数实施定期监测，及时掌握环境变化对施工安全的影响。

3.2 实施PDCA动态风险管理循环

为实现安全管理的闭环与持续改进，应全面推行PDCA（计划—执行—检查—改进）动态风险管理循环。在“计划”阶段，项目开工前应组织设计、施工、监理等多方力量，采用HAZOP（危险与可操作性分析）或JSA（作业安全分析）等系统方法，对施工全过程进行危险源辨识，并依据风险发生的可能性与后果严重程度进行分级，形成动态更新的风险管控清单，明确每项风险的控制措施、责任人及完成时限。进入“执行”阶段后，各项安全措施必须不折不扣地落实到位，包括设置醒目的安全警示标识、按标准配备应急救援物资、开展日常安全巡查等，确保风险控制措施真正落地。在“检查”环节，应建立多层次的监督检查机制，包括班组日检、项目部周检、公司月检以及引入第三方安全审计，全面评估措施执行效果；同时，积极运用无人机航拍、远程视频监控等现代化手段，扩大检查覆盖范围，提升隐患发现效率。最后，在“改进”阶段，对检查中发现的问题必须实行闭环整改，做到“有隐患必整改、有整改必验收”；同时，定期回顾风险清单，结合施工进度与外部环境变化进行动态调整；更重要的是，要深入剖析每一起未遂事件或轻微事故的根本原因，将教训转化为管理优化的具体行动，从而实现安全管理水平的螺旋式上升。

3.3 引入智能化技术赋能安全管理

面对传统安全管理手段的局限性，亟需借助新一代信息技术实现管理升级。BIM（建筑信息模型）与GIS（地理信息系统）的集成应用，可构建三维数字工地模型，直观展示危险源分布、施工进度、安全设施布置等信息，不仅有助于施工方案的可视化交底与优化，还能在虚拟环境中预演高风险作业流程，提前发现潜在冲突。物联网（IoT）技术则为实时监测提供了强大支撑，在边坡、围堰、深基坑等关键部位布设倾角计、渗压计、位移传感器等设备，可实现24小时不间断数据采集，一旦监测值超过预设阈值，系统自动触发报警并推送至管理人员终端，实现风险早发现、早处置。AI视频分析技术通过部署智能摄像头，能够自动识别未佩戴安全帽、擅自闯入危险区域、吊装作业下方站人等典型违章行为，并即时发出语音提醒或生成预警工单，大幅提升了现场监管的精准性与时效性^[4]。更进一步，通过整合历史事故数据库、实时气象信息、人员行为轨迹等多源数据，可构建基于机器学习的大数据风险预测模型，对特定时段、特

定区域的安全风险进行概率化评估,从而实现从“被动响应”向“主动预防”的根本转变。

4 典型案例分析:某长江支流护岸工程安全实践

4.1 工程概况

某长江支流城区段护岸工程全长3.2公里,主要建设内容包括C30混凝土挡墙、生态格宾护坡及配套排水暗沟系统。该工程地处城市核心区,一侧紧邻密集居民区,另一侧为城市主干道,施工空间极为受限。更为严峻的是,施工区域地质以粉质黏土夹薄层砂层为主,在高水位条件下极易发生流沙或管涌,且汛期水位变幅可达3米以上,给施工安全带来极大挑战。

4.2 安全风险防控措施实施

面对复杂的内外部环境,该项目自启动之初便确立了“科技强安、预防为主”的管理理念。项目部联合设计与监理单位,采用LEC法(作业条件危险性评价法)对全部28个作业单元进行了系统评分,精准识别出“5米以上深基坑开挖”“水上构件吊装”及“雨季连续作业”为一级风险点,并据此制定了差异化的管控策略。针对深基坑风险,项目采用了钢板桩结合内支撑的支护方案,并委托第三方监测单位布设自动化监测系统,对支护结构的水平位移与深层土体变形进行实时监控,设定10毫米为预警阈值,一旦超限立即启动应急预案。在管理手段上,项目部署了基于BIM的智慧工地平台,集成了人员实名制定位、高清视频监控、环境参数(包括水位、噪声、PM2.5)监测等功能,实现了对现场人、机、环的全方位感知。当工人误入高风险区域时,系统会自动触发语音广播提醒,有效遏制了违章行为。在应急能力建设方面,项目组建了一支由15名骨干组成的应急救援队,配备了冲锋舟、救生衣、急救箱等专业装备,并每季度组织开展贴近实战的综合应急演练,模拟“边坡局部坍塌叠加人员落水”的复合型险情,显著提升了团队的协同处置能力。此外,项目高度重视安全文化建设,通过设立“安全之星”月度评选、开展VR沉浸式安全体验教育等方式,将抽象的安全规程转化为员工可感可知的切

身体验,有效提升了全员安全意识。

4.3 实施成效

经过14个月的精心组织与科学管理,该工程累计完成产值1.8亿元,全过程实现了“零死亡、零重大事故”的安全管理目标,一般性安全事故率较同类项目平均水平下降62%。尤为值得一提的是,智能监测系统在施工期间成功预警了3次边坡微小位移异常,项目部据此及时采取了加固措施,成功避免了潜在的坍塌风险。凭借其在安全管理方面的突出表现,该项目最终荣获省级“平安工地”示范工程称号,其经验做法已在区域内多个水利项目中得到推广应用。

5 结语

防洪堤护岸工程施工安全风险复杂、动态且系统,传统“被动应对”式管理难满足高质量发展需求。需构建覆盖“人一机一料一法一环”的安全管理体系,压实各方主体责任;推行基于PDCA循环的动态风险管理机制,实现全流程闭环管控;加快BIM等智能化技术在水利工程领域深度应用;培育安全文化、提升人员素质。建议政策上,主管部门出台专项技术指南,明确新技术应用范围;企业将安全科技投入纳入预算,以安全绩效考核项目负责人;项目推行“风险清单+责任矩阵+数字平台”管理模式;人员层面建立“实名制+安全信用”联动机制,清退屡次违章人员。未来,随着前沿技术成熟,防洪堤护岸工程安全管理将迈向更预测、自主、协同的新阶段,筑牢国家水安全基石。

参考文献

- [1]程静,王爱梅.水利工程防洪堤施工技术分析[J].现代工程科技,2025,4(02):33-36.
- [2]李国强.防洪堤堤身填筑施工技术[J].珠江水运,2024,(07):51-53.
- [3]汪艳玲.关于水利工程的防洪堤施工技术[J].水上安全,2023,(09):160-162.
- [4]王松.河岸防洪堤大面积混凝土护坡施工技术应用[J].黑龙江水利科技,2023,51(07):125-128.