

水利堤防工程施工安全风险防控路径探索

薛为超 李建成 欧婷婷

雨发建设集团有限公司, 中国·江苏 南京 211800

摘要: 水利堤防工程施工安全具有露天作业多、交叉施工频繁、受极端天气影响大及老旧结构改造风险复杂等特殊性质。基于系统性、全面性等原则, 采用现场踏勘、专家调查等方法, 从施工准备、主体施工、竣工验收全流程识别风险, 剖析人为、设备、环境、管理多因素耦合的成因机理。为防控风险, 需强化前期管控筑牢源头防线, 构建全流程动态管控体系实现闭环管理, 依托科技创新提升防控精准度, 健全长效管理机制保障管控常态化, 以此规避安全事故, 保障工程防洪功能与结构稳定性。

关键词: 水利堤防工程; 施工安全; 风险防范; 优化策略

Exploration of Safety Risk Prevention and Control Paths in Water Conservancy and Embankment Engineering Construction

Xue Weichao, Li Jiancheng, Ou Tingting

Yufa Construction Group Co., LTD., China Jiangsu Nanjing 211800

Abstract: The construction safety of water conservancy embankment projects has particularities such as numerous open-air operations, frequent cross-construction, significant influence from extreme weather, and complex risks in the renovation of old structures. Based on principles of systematicness and comprehensiveness, methods such as on-site investigation and expert consultation were adopted to identify risks throughout the entire process from construction preparation, main construction to completion acceptance, and to analyze the cause and mechanism of the coupling of multiple factors including human, equipment, environment, and management. To prevent and control risks, it is necessary to strengthen pre-construction control to build a source defense line, establish a full-process dynamic control system to achieve closed-loop management, rely on technological innovation to enhance the accuracy of prevention and control, and improve the long-term management mechanism to ensure the regularity of control, thereby avoiding safety accidents and ensuring the flood control function and structural stability of the project.

Keywords: Water conservancy embankment project; Construction safety; Risk prevention; Optimization strategy

0 引言

水利堤防工程作为防洪减灾方面的核心基础设施, 对于保障人民生命财产安全以及维护社会稳定而言有着意义。近年来, 极端天气频繁发生, 这使得边坡失稳、基坑积水等隐患不断增多, 而且该工程大多涉及露天以及水下作业, 人员设备的流动性较大, 交叉施工较为密集, 老旧堤防加固改造中存在的不确定性让风险加剧。当前施工安全管控面临工艺要求高、风险点复杂、动态变化快等挑战, 要是管控不到位就容易引发安全事故, 影响工程防洪效能, 明确施工安全特殊性、识别风险成因、优化防控路径, 成了水利堤防工程施工的关键课题。

1 水利堤防工程施工安全的特殊性

水利堤防工程具有重要的社会意义, 它能够为我们的社会提供有效地防护作用。水利堤防工程施工过程中应

采用的技术要点包括: 堤防基础的设计和施工; 堤坝的设计和施工; 堤防结构的设计和施工; 堤防排水的设计和施工; 堤防维护的设计和施工等。每一项技术都有自己的特点, 必须在施工过程中精心设计和施工, 才能保证工程质量^[1]。在汛期、暴雨、台风等极端天气下容易引发边坡失稳、基坑积水等安全隐患。工程施工要兼顾防洪功能与结构稳定性, 对施工精度和工艺标准的要求很严格, 土方开挖、防渗处理、护坡浇筑等关键工序相互关联, 任何一个环节出现安全问题都可能影响整体防洪能力。

2 水利堤防工程施工安全风险识别与分析

2.1 施工安全风险识别原则与方法

施工安全风险识别要遵循系统性、全面性、动态性以及针对性这几个原则。系统性原则要求从工程的整个生命周期着手, 对人员、设备、环境、工艺等多个维度的要素

进行统筹安排,构建起完整的风险识别体系,以此防止遗漏关键的风险点^[2]。全面性原则强调要覆盖施工的各个环节以及各个区域,既要关注十分突出的风险,也要排查隐藏的风险,同时兼顾常规风险和突发风险。动态性原则表现为依据施工进度、环境变化以及工况调整情况,实时更新风险清单,适应工程施工的动态变化特性。针对性原则需要结合堤防工程施工的特点,将重点放在水文、地形、工艺等核心影响因素上进行精准识别。常用的识别方法有现场踏勘法、专家调查法、故障树分析法以及因果分析图法。现场踏勘可直观地了解作业环境以及工况的具体细节,专家调查依靠行业经验梳理潜在风险,故障树分析法借助逆向推导来定位风险源头,因果分析图法则可以明确风险因素与安全事故之间的关联逻辑,把多种方法结合起来可以提高识别的准确性。

2.2 施工全流程风险分类识别

2.2.1 施工准备阶段风险

施工准备阶段属于风险防控的基础部分,风险主要来源于前期规划以及资源筹备方面的不完善,场地勘察要是做得不到位,容易导致对地形地貌、水文地质条件的判断出现偏差,引发基坑开挖坍塌、地基不均匀沉降这类问题。施工方案编制如果不合理,没有结合堤防工程的特殊性来优化工序设计、制定应急措施,就会给后续施工埋下安全隐患^[3]。资源配置要是不恰当,如机械设备老化、安全防护设施缺失、施工人员专业素养不足等情况,将直接对施工安全管控效果产生影响,前期手续办理不全、现场临时设施搭建不规范,比如临时用电线路铺设混乱、排水系统不完善,以及周边环境排查不彻底,没有充分考虑周边建筑物、管线与施工之间的相互影响,这些都可能准备阶段积累风险,对施工顺利推进造成影响。

2.2.2 主体施工阶段风险

主体施工阶段属于风险集中爆发的关键环节,此阶段风险类型众多并且影响范围广泛。在土方开挖以及填筑过程中,如果边坡坡度控制不合适、分层填筑厚度超出标准、压实度不够,就容易引发边坡滑坡、堤身沉降等问题。防渗工程施工时,如果土工膜铺设出现破损、防渗墙浇筑存在质量缺陷,会导致堤防防渗性能降低,影响工程质量,还可能引发渗流破坏等安全事故。护坡工程施工中,若砌体砌筑不牢固、混凝土浇筑养护不到位,容易出现构件脱落、裂缝等问题,降低堤防抗冲刷能力,交叉作业过程中各工序协调不恰当,容易发生机械碰撞、人员误伤等事故,并且受到水文气象条件的影响,汛期施工容易遭遇洪水侵

袭,这会加剧施工安全风险^[4]。

2.2.3 竣工验收阶段风险

竣工验收阶段的风险大多时候容易被忽视,这些风险主要集中于验收流程、现场整改以及资料归档等多个方面。验收方案制定得不够科学,检测指标不够明确,检测方法也不够规范。基于此,有可能无法精确排查出工程中隐藏的安全隐患,导致不合格的工程得以截止验收,留下长期的安全风险。在现场验收过程中,对于发现的问题整改不够及时,也不够彻底,仅采取了表面的处理措施,并没有从根本上消除隐患,这将会影响堤防工程投入使用之后的安全稳定。资料归档存在不完整的情况,甚至数据造假,比如施工记录、检测报告与实际工况不相符合,这会使得验收评估失去依据,无法全面地反映工程的安全状况。

2.3 风险成因机理分析

水利堤防工程施工安全风险的形成是人为因素、设备因素、环境因素以及管理因素彼此相互作用而产生的结果,其有较为复杂的成因机理,人为因素属于核心诱因,施工人员专业技能欠缺、安全意识淡薄,存在违规操作、盲目施工等行为,容易导致工艺执行出现问题,引发安全事故。设备因素主要体现为机械设备老化、维护保养不及时,性能衰减滞后无法契合施工安全要求,或特种设备未依照规定进行检测校验。在运行过程中出现故障,环境因素有不可控特性,水文气象变化、地形地质复杂等自然条件,会直接改变施工工况,提高风险发生的概率,管理因素是风险防控的薄弱之处,安全管理制度不完善、责任分工不清晰,现场管控流于表面形式,应急预案缺乏可操作性,并且在施工过程中监督检查不到位,无法及时发现并整改风险隐患,最终使得风险累积爆发^[5]。

3 水利堤防工程施工安全风险防控路径优化

3.1 强化施工前期风险管控

强化施工前期风险管控对源头防控而言十分关键,要依据堤防工程的特殊性来构建前置防控体系,深入开展场地勘察工作,结合江河湖库周边的水文地质特征,运用综合勘察技术全面探明地层结构、地下水动态以及不良地质分布,精确判断风险隐患的源头,科学地编制施工组织设计以及安全专项方案,结合前期风险识别的结果优化工序设计,明确各个环节的安全技术标准。同时,制定适应极端天气、地质突变的应急处置流程。严格管控人员与设备,挑选有堤防施工经验的专业队伍,开展针对性的安全技能培训,增强全员的风险防控意识,规范机械设备进场验收与校验流程,配备齐全专项安全防护设施。

3.2 构建全流程动态管控体系

构建全流程动态管控体系就得贯穿施工各个阶段,以此实现风险闭环管理。在施工准备阶段要建立分级风险清单,清楚地明确风险等级、责任主体以及防控措施,为管控工作确定清晰的标准。主体施工阶段需聚焦关键工序,针对土方开挖、防渗浇筑、护坡施工等展开旁站监督,同时实时监测边坡稳定性、压实度等核心指标,一旦发现隐患就得马上停工整改。引入信息化管控手段,及时采集人员设备状态、水文气象数据以及施工参数,借助数据研判来实现风险的早期预警和早期处置。竣工验收阶段要严格执行检测标准,全面排查工程隐藏的隐患,对整改问题进行跟踪复核,保证隐患彻底消除,还要同步依据施工进度、环境变化动态更新风险清单,调整防控策略,形成识别、管控、反馈、优化的全链条动态管控机制,保障施工安全有序地推进。

3.3 依托科技创新提升防控能力

依靠科技创新可提高风险防控的精准程度与高效性能,给堤防施工安全增添技术动力,推广智能化的施工设备,例如使用自动化土方填筑机械以及防渗墙浇筑机器人等,减少在高空、水下等危险场景的人工干预,在降低操作风险的同时提高施工质量的稳定性,搭建物联网智能监控平台,整合边坡位移、渗流、水文气象等多种来源的数据,借助算法模型实现风险的精准预判以及智能预警,为应急决策提供数据方面的支持。应用新型材料与工艺,像采用高强度防渗材料、生态护坡技术等,强化堤防结构的稳定性,从根源上减少安全隐患,借助 BIM 技术构建三维可视化模型,模拟施工的整个流程,提前预判交叉作业、工序衔接中的风险点,优化施工方案,凭借技术赋能筑牢安全防控的防线。

3.4 健全长效机制

健全长效机制对于保障风险防控常态化以及规范化而言是核心所在,完善安全管理制度体系,依据堤防施

工特点来制定专项操作规范、风险分级管控办法以及应急管理细则,明确各个岗位的安全职责与工作标准,以此保证管控有章可循,落实责任追究机制,构建全员参与并层层传导的责任体系,把安全绩效与薪酬激励、岗位考核相挂钩,对于违规操作以及管控不力的行为进行严肃追责,强化全员的责任意识。加大安全投入力度,保障安全设施购置、人员培训、技术研发等资金需求,建立常态化培训与应急演练机制,定期开展技能培训以及极端场景演练,提升全员的应急处置能力,强化施工、监理、监管单位之间的联动,形成协同防控的合力,推动安全管控朝着长效化方向发展。

4 结语

水利堤防工程施工安全管控属于系统性工程范畴,需要同时兼顾技术规范以及动态适配性,以应对多维度的风险挑战,从前期源头防控开始,一直到全流程动态监管,再从科技创新赋能直至长效机制保障,所构建的全方位防控体系,可有效化解各个环节的安全隐患,破解老旧结构改造、极端环境作业等管控难题。只有把各项防控措施切实落地落实,强化各参与方协同发力,才可以切实提升施工安全水平,保障堤防工程质量与防洪能力,为水利工程安全稳定运行奠定坚实基础,帮助筑牢区域防洪安全屏障。

参考文献:

- [1] 赵可兴, 李明. 水利工程中堤防护岸的工程施工技术应用研究 [J]. 科技与创新, 2025, (23): 199-201+205.
- [2] 郭邦贵. 水利工程中堤防护岸工程施工技术研究 [J]. 科技资讯, 2025, 23 (20): 220-222.
- [3] 赵旭晶. 水利工程中堤防及护岸工程施工技术研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2025, (33): 208-210.
- [4] 杨慧鹰. 水利堤防工程施工中的特点及技术要点 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (11): 155-157.
- [5] 陈皓. 水利工程堤防护岸工程施工技术分析 [J]. 农业科技与信息, 2020, (24): 107-108.