

水利工程施工技术与安全风险防控方法的研究

范旭旭

沛县水利机械化施工有限公司

DOI:10.32629/bd.v9i8.4668

[摘 要] 当下河湖治理、防洪枢纽、农田配套水利工程建设力度持续加大,水利工程具备临水作业多、水文地质变数大、季节性施工约束强、高危工序密集的施工特点,施工全过程潜藏多重安全风险。为有效管控施工隐患、提升水工施工规范性,本文从水利工程施工现场主要安全风险及成因分析入手,提出了一些有效的安全风险防控方法,旨在降低各类安全事故发生概率,保障水利项目平稳施工。

[关键词] 水利工程; 施工技术; 安全风险; 防控方法

中图分类号: TV51 **文献标识码:** A

Research on Construction Technologies and Safety Risk Prevention and Control Methods for Water Conservancy Projects

Xuxu Fan

Peixian Water Conservancy Mechanized Construction Co., Ltd.

[Abstract] At present, the construction of river and lake management projects, flood control projects, and supporting water conservancy projects for farmland is continuously expanding. Water conservancy projects are characterized by frequent work near water, significant hydrological and geological variations, strong constraints on seasonal construction, and a high concentration of high-risk operations, resulting in multiple safety risks throughout the construction process. To effectively control construction hazards and improve the standardization of hydraulic engineering construction, this paper analyzes the main safety risks and their causes at water conservancy construction sites and proposes effective safety risk prevention and control methods, with the aim of reducing the probability of various safety accidents and ensuring the smooth construction of water conservancy projects.

[Key words] water conservancy projects; construction technology; safety risks; prevention and control methods

引言

相较于普通土建工程,水利项目多毗邻河道湖泊施工,受汛期水位、地质滑坡、极端天气影响极强,施工工序联动性高,临时水工结构安全管控难度更大。现阶段多数水利项目存在施工工艺照搬套用、安全防控偏重事后整改、人员临水作业管控松散、现场防护配套不完善等问题,各类安全隐患频发,不仅拖慢施工进度,还会造成人员财产损失。

1 水利工程施工现场主要安全风险及成因分析

1.1 自然环境风险

(1) 水域水文动态变化具备极强不确定性,区域季节性降水会带动河湖水位无序涨跌,日常潮汐、上游泄水都会快速抬高作业水域水位。临水作业平台、围堰边坡、水下施工区域极易被水体冲刷浸泡,水体流速突变还会冲击临时水工结构,破坏施工临时支护稳定性,威胁水上作业人员设备安全。(2) 汛期集中暴雨极易衍生山洪径流,短时强降水汇聚地表水流,加大场面积

水、河道溢流概率。山洪裹挟泥沙冲击施工现场,会堵塞场内临时排水通道,抬高基坑积水水位,加大基坑溃塌、场地漫水风险,打乱既定施工时序。(3) 工程沿线多存在风化土层、松散坡体、软弱夹层等不良地质,土体粘结力偏弱,经过雨水渗透、水体浸泡后土体自重增加,边坡承载力大幅下降。施工开挖扰动原有坡体结构后,极易发生边坡滑移、土体垮塌问题,损毁施工设施,造成作业区域封闭遇险。(3) 区域极端气温也会形成隐性施工风险,夏季持续高温会加速水工混凝土水分流失,提升作业人员中暑概率,冬季低温霜冻会造成土体冻胀开裂,临水作业路面结冰打滑。高低温天气还会改变水域表层状态,影响建材成型质量与人员作业状态,叠加各类自然因素联动作用,持续放大水利施工现场原生安全隐患。

1.2 人员作业风险

(1) 大部分一线务工人员长期从事土建临水作业,长期作业后产生麻痹侥幸心理,整体临水安全防范意识薄弱。作业过程随

意摘除救生防护用具,靠近河道边缘、基坑边坡行走逗留,轻视水域暗流、边坡松动带来的隐性危险,仅凭个人经验开展临水施工,主动避险与自我防护能力不足。(2)水利水上吊装、水下辅助、高空边坡作业均属于特种作业范畴,现场存在无证上岗、证件不符的乱象。部分作业人员未参与正规考评取证,不熟悉水上施工机械操作规范、水域应急避险流程,不懂突发水流流动、边坡开裂后的自救方式,专业操作能力无法适配水利高危施工要求^[1]。(3)高危施工工序违规操作现象频发,作业人员为缩减施工耗时,私自简化临水支护、定点锚固、分层开挖标准工序。不遵照专项施工方案调整作业位置,多人扎堆聚集边坡临水点位施工,无视现场安全警示标识,随意改动临时防护设施,进一步加大遇险概率。(4)项目岗前安全教育流于形式,安全教育大多为书面签到,没有结合河湖施工、汛期作业、临水避险开展实景教学。安全教育内容照搬通用土建内容,未贴合水利场地风险特点讲解避险要点,安全交底笼统浅显。

1.3 施工技术风险

(1)项目专项施工方案编制前置踏勘研判不足,技术人员仅依托测绘图纸制定施工方案,没有全域摸排河段水流流速、底层岩土性质、地下水分布、汛期水位极值等实况数据。方案编制忽略场地局部软弱土层、隐蔽渗水层、河道回流区特殊工况,风险预判存在盲区,方案内支护方式、导流节奏、开挖坡度设计与现场条件不匹配,无法适配临水多变施工环境,施工开展后极易触发结构性安全问题。(2)技术人员编制施工参数习惯性套用行业通用模板,不结合本项目水域荷载、土体承载力微调工艺数值。不同河段围堰埋深、边坡放坡比例、混凝土防渗标号、基坑排水速率本应差异化适配,但是现场直接沿用同类老旧项目的参数标准。未针对临水高压渗水区域加厚防渗结构,未软化临近坡体开挖坡度,通用参数适配性不足,土体受力、水体承压超出设计标准,长期作用下引发结构形变开裂。(3)专项安全防护施工工艺落实不达标,高危部位防护工序简化敷衍。临水边坡锚固、水下防渗搭接、基坑挡水支护、临边防护搭设等防护作业,未按照水施工工艺标准精细化施工。锚固植入深度不足,防渗接缝贴合不严,支护结构焊接固定不牢靠,防护设施搭设稳定性不足,只能满足表面验收要求,无法抵御水流冲刷、土体侧压力以及风雨荷载。

2 水利工程全维度安全风险防控方法

2.1 预判自然水文风险,前置环境防控

(1)项目施工前期联合水文、地质班组开展全域实地勘测,常态化研判河段水文变化规律与场地岩土稳定性。整理流域历年汛期起止时间、单日最大降水量、河道最高水位、水流流速全域数据,结合现场钻探检测结果,排查场地松散土层、地下水富集层、易滑移边坡点位,精准掌握场地地质承载力、土体渗水特性。结合季节气候变化预判阶段性山洪、降温霜冻、持续高温天气发生概率,建立项目专属环境风险台账,标注地质薄弱区段、水位暴涨高危时段,为现场防控提供真实数据支撑。(2)结合勘测结果标准化划定临水高危作业分区,落实物理隔离分级

管控^[2]。围绕河道岸边、基坑临边、围堰外围、坡体下缘划定高危作业范围,布设稳固硬质围挡、警示标识以及夜间警示灯具,严控非作业人员随意进入临水区域。针对土质松软、地下水丰富的高危区段,额外增设防滑防护设施与位移监测点位,实时监测坡体沉降、水位涨幅数据,一旦数值超标立即停止现场作业,快速组织人员设备撤离,规避垮塌溺水安全事故。(3)结合流域汛期节律错峰排布分项施工工序,灵活调整施工时序。非汛期平稳水位时段集中开展临水开挖、围堰搭设、水下基底施工等高风险工序,最大限度利用稳定水文条件完成高危作业。汛期全面暂停临水深部开挖、水上露天吊装、围堰改扩建施工,汛期时段仅开展场内构件加工、场地硬化、设备维保等内陆安全工序。同时每日对接属地气象水文部门,接收实时水位气象预警,提前做好排水、挡水应急物资,遇短时强降雨、上游泄水预警时,提前关停临水作业,实现自然水文风险前置管控,最大限度降低环境因素带来的施工安全隐患。

2.2 抓实人员安全教育,压实作业安全责任

(1)项目按照岗位类别划分差异化培训内容,常态化组织临水特种作业专项学习。区分现场管理人员、特种操作工人、普通一线务工人员设置不同授课重点,面向特种作业人员重点讲解水上机械操作、水下辅助施工、边坡高空作业的硬性操作规范,普及落水自救、坡体险情撤离、汛期应急避险相关实操知识^[3]。培训内容摒弃通用土建安全内容,紧密结合河湖施工、基坑临水、围堰作业等独有工况,纠正人员轻视水域暗流、土体滑移的侥幸心态,培训完成后组织实操考核,考核未通过人员不得参与现场施工作业。(2)严格执行全员岗前安全交底工作,杜绝流于形式的签字流程。所有新进场人员、停工复工人员、转入临水高危工序人员,都要接受针对性交底讲解。交底过程对照施工现场区位划分,指明临水危险区域、现场防护设施使用方法、违规操作对应的安全后果,同步告知当日施工区域水位、地质潜在风险。交底完成后通过现场问询确认人员完整掌握避险要点,避免仅留存书面记录却未传递安全管控要求的问题,让安全规范真正传递至每一名现场作业人员。(3)搭建层级清晰的岗位安全追责机制,逐层落实安全管理职责。划分项目负责人、现场安全员、班组长、一线作业人员四级安全责任链条,将边坡支护、水上吊装、基坑开挖等分项工序的安全管控责任对应至具体人员。明确各岗位日常巡查、隐患排查、风险上报的工作要求,一旦出现违规操作或安全险情,顺着工序记录追溯对应责任人,落实对应的内部约束措施。清晰的责任划分能够扭转安全管理互相推诿的现状,倒逼管理人员主动巡查管控,作业人员自觉遵守临水作业安全标准,全方位降低人员因素引发的各类安全风险。

2.3 优化专项施工方案,从技术源头降低风险

(1)所有涉及围堰搭设、水下开挖、高边坡支护、深基坑防渗的高危专项方案,全部执行专家会审流程,摒弃内部自行审核的简化模式。组建涵盖水文、地质、水工结构领域专业人员的评审小组,全面核查方案中开挖坡度、围堰结构形式、防渗材料

选型、降水排水体系等核心内容。重点排查通用模板套用带来的参数适配偏差,针对方案中与现场水文地质不匹配的设计内容提出修改意见,未完成整改复核的方案不得投入现场施工,依靠专业评审消除方案编制阶段存在的预判盲区。(2)方案编制全程依托实地勘测获取的水域与地质数据调整施工工艺,拒绝照搬其他项目标准化流程^[4]。结合河段常年水位变化幅度、水体流速确定围堰填筑高度与防渗铺设范围,根据土层松散程度、地下水富集情况调整基坑分层开挖厚度与支护间距。针对场地存在的软弱夹层、渗水通道等特殊地质条件,更换适配的开挖与加固方式,动态调整混凝土配比、锚固植入深度等关键工艺指标,让整套施工流程完全适配项目独有的场地条件,减少工艺与现场工况冲突衍生的安全隐患。(3)针对性补齐支护防渗两类核心技术短板,强化高危部位结构稳定性。边坡支护环节细化分层锚固、坡面喷护施工标准,严控施工过程各项操作参数,避免支护结构承载力不足出现滑移。防渗施工优化多层搭接处理工序,强化围堰、基坑迎水面密封施工,阻断水体向内渗透路径。

2.4 健全现场闭环安全管理,完善硬件防护

(1)统一全域临水区域硬件防护搭设标准,依规搭建围挡与防滑防护设施。河道岸边、基坑边缘、施工平台外侧全部采用制式硬质临水围挡,加固围挡底部基座,贴合临水风压、水流冲击力优化固定方式,杜绝围挡倒伏失效。临水施工步道、水上作业平台做精细化防滑处理,铺设防滑耐磨垫层,清理坡面步道松散浮土。多雨临水区域增设防滑挡水沿,边角位置加装防护护栏,夜间搭配警示照明设施,定期巡检防护构件锈蚀、松动问题,及时维修更换破损防护部件,保障防护设施全天候有效防护。(2)从严规范全域水上临水用电作业流程,消除临水触电安全隐患^[5]。水利场地空气湿度大、水体导电风险高,现场全部选用防水绝缘专用线缆,架空布线线路避免线缆泡水磨损。水上配电箱加装防水密闭箱体,做好接地避雷防护,划分专用临水用电作业区域。用电作业人员穿戴绝缘防护工装,严禁私拉乱接线路,不得随意改装水上用电设备。雨后、水位上涨后提前检测线路绝

缘性能,排查线路渗水老化隐患,验收合格后方可使用,规避水体导电引发的触电安全风险。(3)严格落实高危工序全过程旁站值守制度,补齐现场动态监管短板。将水下施工、围堰加固、深基坑开挖、边坡锚固划为高危管控工序,每道工序安排专职安全员全程在岗监管。实时巡查作业人员防护佩戴、工序合规操作情况,实时监测边坡位移、水体渗透实时数据,及时叫停违规行为、超限施工行为。

3 结语

总之,想要长效做好水利施工管控,不能单一依靠事后隐患整改,要结合流域水文特点优化专项施工方案,摒弃通用化施工参数,同时常态化做好人员临水安全教育,完善现场硬件防护,落实高危工序旁站监管。未来水利施工会逐步融合智能水位监测、边坡遥感监测技术,风控模式更加数字化精细化,施工单位可依托智慧监测设备提前预判环境风险,联动优化施工工艺,持续完善长效安全管理制度,兼顾工程施工效率、结构质量与现场作业安全,助力水利工程绿色安全长效建设。

[参考文献]

- [1]赵伟,宋厚源,李建威.水利工程施工技术与安全风险防控方法的研究[J].水上安全,2026,(5):149-151.
- [2]杨少博.水利工程施工安全风险防控体系研究[J].安家,2026,(3):0256-0258.
- [3]王奋发.高边坡水利工程施工安全防控技术研究[J].水上安全,2026,(4):178-180.
- [4]张鑫伟,朱佳辉,黄一城.水利工程水下施工技术 & 安全控制研究[J].水上安全,2026,(1):136-138.
- [5]王福魁,张伟.水利工程施工管理中的安全风险识别与控制对策分析[J].水上安全,2026,(4):151-153.

作者简介:

范旭旭(1989--),男,汉族,江苏人,本科,中级工程师,研究方向:水利施工建设。