

极端天气下水利工程施工安全应急管理优化研究

胡效国

阜宁县水务局 江苏 盐城 224400

摘要: 极端天气对水利工程施工安全威胁显著,暴雨、高温、大风等天气易引发多种安全事故。本文深入分析极端天气对施工安全的影响,诊断出风险预警能力不足、应急预案可操作性差、跨部门协同效率低、人员应急能力薄弱等典型问题。针对这些问题,从风险预警系统优化、应急预案动态化改进、资源保障与协同机制构建、技术赋能与培训创新等方面提出优化策略,并详细阐述应急资源保障措施,为极端天气下水利工程施工安全应急管理提供参考。

关键词: 极端天气; 水利工程; 施工安全; 应急管理

引言: 全球气候变暖加剧了极端天气的突发性和破坏力,水利工程因多地处复杂地貌,施工安全首当其冲面临严峻考验。暴雨、台风等灾害不仅威胁人员生命与设备安全,更可能导致工程延期、投资超支,甚至引发次生灾害。当前应急管理体系在应对极端天气时,常因预警滞后、协同不畅等问题陷入被动。因此,立足水利工程施工特性,重构科学高效的应急管理体系,提升极端天气下的风险抵御能力,对保障工程建设顺利推进具有重要现实意义。

1 极端天气对水利工程施工安全的影响分析

极端天气对水利工程施工安全构成显著威胁。暴雨天气时,短时间内大量降水会迅速汇聚形成地表径流,冲刷施工场地,不仅可能冲毁临时搭建的工棚、脚手架等设施,还易引发山体滑坡、泥石流等地质灾害,直接威胁施工人员生命安全,同时淹没施工设备,造成设备损坏与数据丢失,影响施工进度。高温天气下,施工人员长时间户外作业易中暑,引发身体不适,降低工作效率与操作精准度,增加安全事故发生几率。而且高温会加速建筑材料性能变化,如混凝土水分蒸发过快,导致表面干裂,影响结构强度与耐久性^[1]。大风天气对水利工程施工安全影响也不容小觑。强风可能吹倒施工围挡、塔吊等大型设备,破坏施工现场的安全防护体系,使高空作业人员面临坠落风险。大风携带的沙尘会降低空气质量,影响施工人员呼吸系统健康,干扰视线,影响设备操作准确性。

2 水利工程施工安全应急管理典型问题诊断

2.1 风险预警能力不足

当前水利工程施工安全风险预警体系短板明显,难应对极端天气。预警数据采集有盲区,多数施工区仅靠周边气象站点数据,关键部位未布专用监测设备,局部小尺度极端天气监测滞后,预警提前量不足30分钟。预

警信息分析精度低,多采用简单阈值判断法,未结合动态因素建耦合模型,暴雨预警仅看降雨量,不考虑基坑开挖深度等参数,误报率超40%,致人员预警疲劳。预警信息传递有梗阻,多靠管理人员逐级传达,无覆盖全体人员的即时通讯渠道,极端天气致通讯基站受损时,偏远区域人员难及时接收。

2.2 应急预案可操作性差

水利工程施工应急预案与极端天气实际需求脱节,可操作性差。预案内容缺乏针对性,多照搬通用模板,未结合工程具体情况制定专项处置措施,如台风预案未明确关键操作流程和技术参数。预案未明确应急职责分工,未细化各部门在应急响应中的具体职责,极端天气时易出现指挥混乱,某水闸施工项目暴雨积水时,因未明确排水责任主体,排水设备启动延迟2小时。预案未动态更新,施工进度推进后作业面等变化,预案却沿用初始版本,无法匹配实际场景,影响应急处置效果。

2.3 跨部门协同效率低

极端天气应对中,水利工程施工多部门协同机制壁垒明显,应急响应效率低。协同主体信息共享不畅,未建常态化信息共享平台,关键数据分散在各部门系统,施工单位获取信息平均延迟超1小时,错过最佳准备窗口。协同职责划分不清晰,未签联动协议,各部门职责不明,暴雨时施工排水与河道防洪调度脱节,加剧积水风险。协同资源调配衔接不畅,施工单位应急物资不足申请调拨需层层审批,流程耗时超4小时,2024年一灌区施工项目台风袭击时,因应急沙袋调拨延迟,临时围堰溃决。

2.4 人员应急能力薄弱

水利工程施工人员应急能力在极端天气下成突出短板,体现在意识、技能和心理素质三方面。应急意识淡薄,多数人员未充分认识极端天气危害,存在侥幸心理

理,暴雨预警后仍冒险作业,某桥梁施工项目3名工人拒绝撤离被困。应急技能匮乏,培训重理论轻实操,人员不掌握关键技能,高温天气下某项目工人中暑,现场人员不会正确救治延误时机。应急心理素质不足,极端天气突发时人员易恐慌,应急处置混乱,台风时部分施工人员未按预案撤离。另外,人员流动性大,新进场人员未系统培训就上岗,应急处置失误率较老员工高60%,整体应急能力难保障^[2]。

3 极端天气下应急管理优化策略

3.1 风险预警系统优化

针对风险预警能力不足问题,从监测网络、模型构建、传递渠道三方面优化预警系统。构建全域监测网络,在基坑、边坡、临水作业区等关键部位布设降雨量传感器、土壤含水量监测仪、位移监测设备等专用装置,接入气象部门多普勒雷达、卫星云图等数据,实现局部小尺度极端天气1公里范围内精准监测,将预警提前量提升至2小时以上。建立动态耦合预警模型,基于大数据技术整合施工进度、地质参数、设备状态等动态数据,采用机器学习算法构建极端天气-施工风险耦合预警模型,如针对暴雨天气,结合基坑开挖深度、边坡坡度等参数设定差异化预警阈值,将预警误报率降低至15%以下。搭建立体传递渠道,建立“平台+终端”预警信息传递体系,开发施工应急预警APP,实现预警信息一键推送至全体施工人员手机终端,在施工棚、作业面等区域安装声光预警装置,同时与当地通讯部门合作建立应急通讯保障机制,确保极端天气导致基站受损时,通过卫星通讯实现预警信息全覆盖。

3.2 应急预案动态化改进

推动应急预案从静态模板向动态适配转变,提升极端天气下的可操作性。制定专项预案体系,针对强降雨、台风、高温等不同极端天气类型,结合施工阶段特点制定专项预案,明确关键处置流程和技术参数,如台风专项预案中详细规定塔吊锚固点设置位置、锚固螺栓规格、锚固作业时间节点等,临水作业区预案明确船舶停靠码头位置、缆绳固定方式等具体要求。细化职责分工清单,采用“一岗一责”原则,制定应急职责分工手册,明确施工班组、技术部门、安全监管部门及外部协同单位的具体职责,如暴雨积水时,明确排水班组负责启动水泵、技术部门负责监测基坑水位、安全部门负责人员撤离引导,避免职责交叉或缺。建立预案动态更新机制,每季度结合施工进度、作业面变化、设备更新等情况修订预案,施工阶段转换如从基础施工进入主体结构施工时,及时补充高空作业应急处置、临时用电安全等新增

内容,每年开展2次预案评审,邀请气象、水利、应急管理等部门专家参与,确保预案与实际需求匹配。

3.3 资源保障与协同机制

构建多元资源保障体系和高效协同机制,提升极端天气应急响应能力。建立跨部门协同平台,由施工单位牵头,联合气象、水利、应急管理、交通等部门搭建常态化协同平台,签订应急联动协议,明确信息共享、职责分工、资源调配等内容,实现极端天气预警信息、地质灾害数据、交通通行状况等数据实时共享,每月召开协同协调会议,通报施工进度和应急准备情况。优化应急资源保障模式,采用“自建+共建+租赁”相结合的方式储备应急物资,施工单位自建应急物资仓库,储备水泵、沙袋、救生衣、发电机等基础物资,与周边施工项目共建大型设备储备库,共享塔吊、挖掘机等应急设备,与物资供应商签订紧急租赁协议,保障极端天气下物资快速补充^[3]。建立快速调配机制,制定应急资源调配预案,明确调配流程、运输路线、责任主体,依托协同平台建立资源供需信息发布模块,极端天气发生时,通过平台发布需求信息,实现资源跨区域、跨部门快速调配,将调配响应时间缩短至1小时内。

3.4 技术赋能与培训创新

以技术创新提升应急保障能力,以培训改革强化人员应急素养。推动应急技术赋能,引入无人机、物联网、大数据等技术,利用无人机对边坡、基坑等危险区域进行极端天气后快速巡查,通过物联网设备实时监测设备运行状态和施工环境参数,依托大数据平台分析历史极端天气案例和施工数据,预测风险发展趋势,为应急处置提供决策支持;同时配备应急指挥车、卫星通讯设备等,确保极端天气下指挥通讯畅通。创新应急培训模式,构建“理论+实操+模拟”三维培训体系,理论培训采用线上课程形式,涵盖极端天气危害、预案流程等内容,实操培训设置灭火器使用、伤员急救、设备加固等实训科目,每月开展1次实操训练;每季度组织极端天气应急模拟演练,模拟台风、暴雨等场景,考核人员撤离、设备加固、应急救援等处置能力,建立培训考核档案,考核不合格者不得上岗。针对人员流动性大问题,开发新进场人员应急培训速成课程,通过VR技术模拟应急场景,提升培训效率和效果。

4 极端天气下水利工程施工安全应急资源保障

4.1 应急资源分类与需求分析

极端天气下水利工程施工应急资源按功能分人员保障、设备设施、物资材料、技术服务四大类,需结合极端天气与施工需求精准分析。人员保障类含应急救援

队、医疗救护人员、技术专家等。强降雨、台风等易致人员伤亡，要配备不少于施工人员总数10%的专职应急救援人员，与当地医院签医疗救护协议，聘请气象、地质等领域专家组成技术团队提供指导。设备设施类有监测预警、应急救援、通讯保障设备等。监测预警设备要关键区域全覆盖，每500平方米施工区至少布设1套降雨量或位移监测设备；应急救援设备需配备水泵等，水泵排量要1小时内排出基坑最大积水量；通讯设备要配备卫星电话等确保畅通。物资材料类包括防汛物资、防护用品、应急食品等。防汛物资按每1000平方米施工区域储备沙袋200袋、挡水板50块；防护用品按每人1套配雨衣等；应急食品按全体人员3天用量储备。技术服务类含应急监测、结构加固等技术，要提前储备极端天气后结构检测等技术方案。

4.2 应急资源储备模式选择

结合水利工程施工特点与极端天气应急需求，采用“分级储备+区域共享+动态调整”复合模式，提升资源保障可靠性与经济性。分级储备按施工区域风险等级划分，高风险区如基坑设一级储备点，储备水泵等物资满足24小时应急需求；施工营地设二级储备点，储备发电机等物资；项目部设中心储备库，储备大型设备等作为补给中心。区域共享由当地水利工程建设主管部门牵头，建立区域应急资源共享平台，整合各施工项目等资源信息，签共享协议明确范围、流程和结算方式，大范围极端天气时统筹调配，避免重复储备与浪费。动态调整依据施工进度、季节和极端天气预警调整储备量，汛期增防汛物资，高温季增防暑物资，主体结构阶段增高空救援设备，每月盘点储备资源，及时补充消耗和过期物资。

4.3 应急资源调配机制建立

建立“预警触发-需求评估-快速调配-跟踪反馈”全流程应急资源调配机制，确保极端天气下资源高效精准投放。构建预警联动触发机制，将资源调配与风险预警等级挂钩，蓝色预警时启动资源清点和准备，黄色预警时启动区域内资源预置，橙色预警时启动跨区域资源调

配准备，红色预警时立即执行全域资源紧急调配，如红色暴雨预警发布后，1小时内完成水泵、沙袋等防汛物资向基坑作业区调配。完善需求快速评估体系，组建由施工、技术、安全等专业人员组成的需求评估小组，极端天气发生后15分钟内通过监测数据、现场巡查等方式评估受灾区域位置、受灾程度和资源需求类型、数量，利用大数据平台建立需求评估模型，提高评估准确性，避免资源错配^[4]。建立多渠道调配通道，搭建“陆路+水路+空中”立体运输网络，与交通部门建立应急运输绿色通道，确保运输车辆、船舶优先通行；针对偏远施工区域，协调直升机开展应急物资空投；同时建立应急资源调配指挥中心，统一调度运输车辆和人员，实时跟踪运输进度。健全跟踪反馈机制，在调配物资上安装GPS定位设备，实时监测物资投放位置和使用情况，安排专人负责物资接收和使用登记，每日向指挥中心反馈资源消耗和剩余情况，根据反馈信息及时调整后续调配计划，确保资源高效利用。

结束语

极端天气频发背景下，水利工程施工安全应急管理至关重要。本文全面剖析了极端天气对施工安全的影响及现存问题，并针对性地提出优化策略与资源保障措施。通过优化预警系统、改进应急预案、构建协同机制、强化技术赋能与培训创新，以及完善应急资源保障，可有效提升极端天气下水利工程施工的应急响应能力，降低安全事故风险，保障施工人员生命安全和工程顺利推进，对水利工程建设可持续发展具有重要意义。

参考文献

- [1]周彬.水利工程中应对极端天气的现场管控方法研究——以某工程项目为例[J].水上安全,2024,(21):145-147.
- [2]耿雪兰.水利工程在应对极端气候事件中的策略与实践[J].水上安全, 2024, (06):181-183.
- [3]马斌.水利工程灾害防治与应急管理研究[J].水上安全,2024,(08):37-39.
- [4]刘志成.水利工程灾害风险评估与应急响应机制构建[J].水上安全, 2024, (16):22-24.