

水电站防汛安全管理与应急处置对策研究

马进德¹ 李悦²

1.新疆华电和田水电有限责任公司 新疆 和田 848000

2.新疆华电沙尔布拉克水电有限责任公司 新疆 阿勒泰 836500

【摘要】：水电站汛期运行面临强降雨、洪峰突增、设备异常及库区水位快速变化等多重风险，防汛管理直接关系电站设施、人员及上下游区域安全。针对风险识别不细、预警联动不足、应急响应衔接不畅等问题，从监测预警、隐患排查、调度管理、物资保障和应急处置等环节完善管理机制，强化多部门信息共享与协同响应，形成覆盖汛前、汛中和汛后的闭环防控体系，为提高水电站防汛安全管理水平与突发险情处置效率提供支撑。

【关键词】：水电站；防汛安全；风险管理；应急处置；监测预警

DOI:10.12417/2705-0998.26.13.046

1 水电站防汛安全管理运行特征

1.1 汛情监测与风险识别

水电站汛情监测以雨情、水情、库情和工情的连续感知为基础，监测范围包括流域降雨量、入库流量、库水位、泄洪流量以及坝体运行参数，并同步关注库岸边坡、泄洪建筑物和闸门设备状态。进入主汛期后，根据降雨强度、洪水演进过程和上游来水变化调整监测频次，对水位快速上涨、流量异常增加、设备参数突变等情况及时核验。风险识别还应覆盖山洪、滑坡、泥石流以及漂浮物堵塞等关联险情，将气象预报、水文测报、工程巡查和设备监测信息进行综合研判，准确掌握风险发生位置、影响范围及变化趋势，为防汛调度提供可靠依据。

1.2 防汛责任与调度衔接

防汛责任需要落实到水库运行、设备管理、现场巡查、信息报送和抢险组织等具体岗位，明确不同汛情等级下的职责边界、指令传递方式与处置权限。水库调度应结合入库流量、库容条件、汛限水位和下游承泄能力合理安排蓄泄过程，洪水快速演进期间及时调整闸门启闭及机组运行方式^[1]。调度环节还需加强气象、水文、运行和现场巡查信息的横向衔接，使降雨预测、实时来水、设备状态与泄洪安排保持同步。遇到重大汛情时，值班信息能够快速传递至调度和抢险岗位，减少信息逐级转达造成的时间损耗，保持防洪指令与现场操作协调一致。

1.3 应急资源与值守保障

应急资源配置应与水电站可能发生的洪水漫坝、厂房进水、泄洪设施故障、边坡失稳、道路中断等险情相匹配，分类储备砂石料、排水设备、抢险机具、备用电源、照明设施和应急通信装备。物资管理实行定点存放和动态台账管理，定期检查设备性能、物资数量及有效状态，确保紧急情况下能够快速调拨。汛期值守重点覆盖大坝、厂房、闸门、库岸边坡和交通通道，强降雨及高水位期间适当增加巡查密度。抢险队伍按照预警接收、人员集结、物资调用、现场警戒和险情处置等流程开展演练，使人员配置、装备保障与现场需求保持有效匹配。

汛期中控室承担运行参数监视、异常信息接收及调度指令执行等任务，值守人员依托监控系统掌握设备运行状态，为汛情研判和应急处置提供现场保障，见图1。



图1 水电站防汛期间中控室运行监控与值守

2 防汛安全管理的薄弱环节

2.1 风险预警精准度不足

部分水电站防汛预警仍偏重降雨量、库水位等单项指标，对短历时强降雨、上游汇流速度、支流洪水叠加及局地地质灾害之间的关联考虑不足，容易出现预警等级与实际风险不完全匹配的情况。不同监测系统的数据采集周期和预警阈值存在差异，异常数据识别、趋势分析与交叉验证不够细致，导致风险信号能够被发现，却难以准确判断险情发生时间和影响范围。部分预警阈值长期采用固定参数，对季节性来水特征、库容变化及工程运行工况适应不足，预警信息存在提前量有限、针对性不强的问题，影响后续调度决策的准确程度。

2.2 应急响应协同性不强

水电站防汛应急处置涉及运行调度、设备检修、安全管理、抢险救援以及上下游相关单位，实际响应中容易出现职责交叉与业务衔接不紧密的问题。险情发生后，不同岗位对预警等级、启动条件和处置权限的理解存在偏差，信息需要经过多个环节传递，可能造成指令下达与现场行动不同步^[2]。遇到洪水快速

上涨、设备异常与交通受阻等多种情况并发时，人员调配、机械调用和运行控制之间的协调难度进一步增加。跨部门联动更多依赖临时沟通，统一的信息共享渠道和协同指挥程序尚不完善，容易形成调度决策已经调整而抢险力量尚未同步到位的时间差。

2.3 现场处置闭环存在缺口

防汛现场处置不仅要求快速控制险情，还需要形成发现、报告、处置、复核和销项相互衔接的管理链条。部分水电站在异常情况得到临时控制后，对处置结果的复查深度不足，问题原因、影响部位及后续变化缺少持续跟踪，容易使暂时消除的风险再次出现。现场记录有时侧重处置过程，对设备参数变化、人员到位时间、物资消耗和措施有效性记录不够完整，难以以为后续分析提供连续依据。抢险结束后的隐患复核、责任确认和措施修正未能及时进入日常管理程序，演练及实际处置中暴露的问题也可能停留在记录层面，影响同类险情处置流程的持续修正。

3 防汛应急处置机制优化

3.1 完善动态监测预警体系

动态监测预警应由固定阈值判断转向多源数据融合分析，将短时降雨强度、累计降雨量、入库流量增长率、库水位变化速率及关键设施运行参数纳入统一监测模型。针对主汛期、持续强降雨和洪峰过境等不同情景，动态修正预警阈值，设置一般关注、重点警戒和紧急处置等梯度触发条件。对异常数据建立自动筛查与人工复核机制，结合水文预报结果研判洪峰到达时间、峰值流量及库水位变化区间。监测平台同步推送风险等级、影响区域和控制要求，使预警信息由单纯提示异常转变为能够支撑调度调整、设备检查和抢险准备的决策信息。

3.2 健全分级联动响应机制

分级联动响应需要依据洪水量级、工程运行状态、险情影响程度及发展速度确定启动标准，将一般汛情、较重险情和重大险情对应到不同响应层级。预警达到设定条件后，由值班、运行、安全、检修和抢险岗位按照响应清单同步进入处置状态，明确调度指令、设备操作、人员转移、现场警戒等任务的执行时限^[3]。针对跨区域洪水过程，加强与上下游相关单位及属地防汛力量的信息互通，及时共享泄洪安排和险情变化。重大险情下减少非必要的信息流转层级，实行关键指令直接传递、执行结果即时反馈，使响应等级能够随汛情升级或缓解及时调整，避免处置力量配置与实际风险程度脱节。

3.3 强化现场应急处置闭环

现场应急处置应按照险情确认、方案下达、措施实施、效果复核和问题销项形成完整流程，每项抢险任务明确处置对象、完成时限和验收要求。出现厂房进水、边坡异常、闸门故障等情况时，根据险情类型快速划定警戒范围，配置对应的抢

排、加固、疏散或设备抢修措施，并连续记录关键参数变化。临时控制措施完成后不能直接终止处置，需要复查风险部位是否稳定，对残余隐患安排持续监测。处置结束后形成包含险情原因、响应时长、资源消耗、措施效果和异常节点的记录，将复盘发现的问题转化为预案修订、设备整改及演练项目，实现一次险情对应一次闭环整改。

4 防汛管理优化的实践成效

4.1 风险识别效率明显提高

监测预警机制优化后，水电站对汛期异常信息的捕捉由分散判断转向集中研判，降雨、来水、库水位及关键设备运行参数能够形成连续的数据链。短时强降雨发生时，可依据入库流量增长幅度和水位变化速率快速识别洪水发展趋势，并同步锁定坝体、库岸及泄洪设施等重点部位。异常数据经过自动比对和人工复核后，误报、漏报情况得到减少，风险等级判定更贴近实际工况。预警结果直接对应巡查范围和调度要求，使潜在险情能够在明显扩大前进入管理视野，为调整水库运行方式、检查泄洪设备及提前配置抢险力量争取必要时间。

4.2 应急响应链条更加顺畅

分级联动机制运行后，预警信息与应急响应之间形成明确对应关系，不同等级汛情能够直接触发相应的岗位行动和资源配置程序。值班人员接收异常信息后，运行调度、设备检修、安全管理和抢险力量按照职责同步行动，减少逐层请示和重复传递造成的时间消耗^[4]。泄洪调整、设备操作、道路管控及人员转移等任务按照统一指令推进，各环节执行情况及时反馈至指挥端，便于根据洪水发展及时修正处置方案。上下游水情、泄洪计划和现场险情保持动态互通后，调度决策与现场行动衔接更加紧密，避免因信息不同步导致抢险资源错配或关键措施延迟。

4.3 险情处置能力持续增强

现场闭环管理的落实使水电站抢险工作由临时性处置转向标准化控制，不同类型险情均能够按照既定程序快速匹配处置措施。发生闸门异常、厂房积水、边坡变形或交通中断时，抢险力量可依据风险区域和影响程度实施设备抢修、排水疏导、局部加固及安全警戒，减少现场判断反复造成的处置延误。处置过程中持续跟踪水位、渗流、设备工况等关键变化，根据控制效果及时调整技术措施。险情解除后对重点部位进行复核，将暴露出的设备缺陷、物资短板和操作问题纳入整改清单，使实际处置经验能够及时转化为后续防汛工作的操作依据。

5 防汛安全长效机制建设

5.1 推进监测预警智能升级

监测预警智能升级应突出数据处理能力与风险预测能力的同步提升，在现有水雨情、库水位及工程安全监测基础上，

引入数据融合、趋势识别和智能分析技术,建立覆盖流域来水、库区环境、坝体状态及机电设备的数字化感知网络。依托历史洪水过程与实时监测序列校正预测模型,对洪峰形成、传播及水位演变进行滚动推演,并利用异常特征识别技术捕捉参数突变。预警信息按照风险类型自动关联影响区域、关键设施和处置要求,利用可视化平台呈现风险空间分布及变化轨迹,提高复杂汛情下信息处理的及时性,为精细化防洪调度提供技术支撑。

5.2 强化多主体协同治理

多主体协同治理应突破水电站内部业务部门之间的管理边界,将气象、水文、防汛、电力调度、属地管理及上下游相关单位纳入稳定的协作网络。按照洪水传播路径和工程影响范围划分协同事项,统一重要水情、泄洪计划、道路管制及人员避险等信息的交换标准,减少不同单位之间信息口径不一致造成的判断偏差^[5]。针对跨区域强降雨和流域性洪水,可建立定期会商与紧急会商相结合的工作方式,根据洪峰演进及时协调库容运用、泄洪安排和抢险力量部署。对涉及下游安全的重要操作设置联合确认程序,使工程调度、区域防汛与社会应急资源形成稳定协作关系。

参考文献:

- [1] 方辉.水库水工结构管理与监测分析研究[J].黑龙江水利科技,2025,53(9):156-159+167.
- [2] 吴建军.水电站安全管理风险评估及维修保养措施研究[J].小水电,2024,(5):36-37+55.
- [3] 崔卓,王贺.基于水电站防汛应急管理体系与管理方式探究[J].水电站机电技术,2024,47(10):147-150+154.
- [4] 丛梅梅.水电站水情监测与调度管理优化措施探析[J].水电站机电技术,2024,47(1):98-103.
- [5] 贾林雄.某水库防汛调度分析与抢险措施[J].河南水利与南水北调,2023,52(6):18-19.

5.3 健全复盘改进管理机制

复盘改进应覆盖实际洪水过程、应急演练和日常异常事件,将防汛管理中的薄弱节点转化为可追踪的整改事项。每次汛情结束后,可按照预警发布时间、响应启动节点、指令执行时长、设备运行情况和险情控制效果还原处置过程,分析实际操作与预案要求之间的偏差。对暴露出的监测盲区、设备故障、通信中断、物资调用迟缓等问题分别确定整改责任、完成期限和验证标准,并纳入下一轮汛前检查。整改完成后采用专项检查或情景演练检验措施有效性,对仍存在偏差的环节再次调整,使预案、制度、设备配置和人员操作规范能够依据实践结果持续更新。

6 结语

水电站防汛安全管理需要贯穿风险识别、监测预警、调度响应、现场处置及复盘整改全过程。针对预警精准度不足、部门协同不畅和处置闭环不严等问题,应持续完善动态监测、分级响应与协同治理机制,推动防汛管理由被动处置向主动防控转变。强化智能监测技术应用、应急资源统筹和处置经验转化,不断提高洪水风险研判、快速响应及复杂险情控制能力,为水电站汛期安全稳定运行提供可靠保障。