

水电站运维管理中人员误操作风险及防控措施探讨

车荣军 罗珍强

贵州北盘江电力股份有限公司董箐分公司 贵州 黔西南 562200

【摘要】：水电站运维管理具有设备系统复杂、操作环节紧密、现场风险点多等特点，人员误操作容易引发设备异常、停机事故甚至安全事件。本文围绕水电站运维中的人员误操作风险展开分析，先梳理误操作的常见表现及其可能带来的危害，再从安全意识、专业能力、制度落实、现场环境和设备状态等方面探讨风险成因。在此基础上，提出完善安全管理制度、加强培训考核、严格操作监护、引入智能化辅助技术、推进现场标准化管理等防控措施，并进一步分析风险分级管控、监督检查、责任追溯和持续改进机制，为提升水电站运维安全水平提供参考。

【关键词】：水电站；运维管理；人员误操作；风险防控；安全管理

DOI:10.12417/3083-5526.25.10.005

水电站承担着发电、防洪、供水、调峰等多重任务，运行状态关系到电力供应稳定，也关系到区域水资源调度安全。随着机组容量增大、自动化程度提高，现场运维工作看似更加便捷，实际操作链条却更加精细，任何一个判断偏差、步骤遗漏或指令失准，都可能放大为连锁风险。与此同时，部分水电站设备服役时间较长，新旧系统并存，现场工况变化快，人员长期处于倒班、巡检、检修等工作节奏中，心理压力和经验差异都会影响操作质量。因此，围绕人员误操作开展研究，既是减少事故隐患的现实需要，也是提升水电站安全管理韧性的基础。

1 水电站运维管理中人员误操作风险概述

1.1 人员误操作的主要表现

水电站运维中的人员误操作，常见于倒闸操作、设备启停、巡检记录、检修隔离和事故处置等环节。操作人员对设备状态判断不准，操作票填写不细，监护提醒流于形式，容易造成指令执行偏差。部分人员在熟悉岗位后产生经验依赖，遇到相似工况便凭习惯处理，忽视现场实际变化。也有人员在夜间值班、连续作业或突发故障处理中，出现漏看信号、误读参数、错选开关等情况，风险往往在细小失误中积累^[1]。

1.2 人员误操作的危害

人员误操作对水电站运行安全影响较大，轻则造成设备报警、机组降负荷、运行方式临时调整，重则引起设备损伤、停机事故和电网波动。错误操作还可能扰乱检修计划，增加抢修工作量，影响发电效益。若误操作发生在高压电气系统、水轮发电机组、闸门启闭等关键部位，现场人员安全和下游调度秩序都会面临压力。更重要的是，频繁误操作会削弱管理制度的严肃性，使隐患长期存在，最终降低水电站整体安全水平。

2 人员误操作风险产生的主要原因

2.1 安全意识和责任意识不足

安全意识淡薄是人员误操作产生的一个重要原因。部分运维人员对日常操作中的风险认识不深，容易将重复性工作视为

简单劳动，认为熟悉流程便不会出错。责任意识不足时，人员对操作前核对、操作中确认、操作后复查等细节关注不够，心理上出现松懈。水电站运行环境长期相对稳定，也容易让人员产生麻痹感，尤其在设备状态看似正常、任务时间较紧时，风险判断常常变得粗略，由此产生细小差错。

2.2 专业技能与现场经验不足

专业技能不足会直接影响操作判断。水电站设备系统关联紧密，电气、机械、水工及自动化装置之间存在较强联动性，人员若只熟悉单一岗位内容，遇到复杂工况时便难以准确理解信号变化和设备状态^[2]。现场经验不足也会放大误操作概率，特别是新进人员或轮岗人员，对异常声音、参数波动、保护动作等情况缺少直观判断，容易依赖表面现象作出处理。

2.3 管理制度执行不到位

管理制度执行不到位，使操作风险失去应有约束。部分岗位虽然具备操作票、工作票、交接班、监护复核等制度，但实际执行过程中存在简化程序、记录不细、口头交代替代书面确认等现象。制度要求停留在纸面，现场行为便容易受个人习惯影响。管理层对细节检查不够持续，班组之间标准理解不一致，也会导致同类操作出现不同做法。

2.4 现场环境与设备因素影响

现场环境和设备状态也会诱发人员误操作。水电站厂房空间较大，部分区域噪声、湿度、照明条件和通道布置对人员观察判断存在影响。夜间值班、汛期高负荷运行、检修交叉作业等情况下，人员注意力容易分散，信息接收也可能出现遗漏。在设备方面，老旧装置标识模糊、按钮排列相近、信号显示不直观、监控画面信息过多，都会增加识别难度。现场环境越复杂，人员越容易在紧张状态下出现判断偏差和操作失误。

3 水电站运维管理中人员误操作风险防控措施

3.1 完善安全管理制度

水电站运维管理应围绕岗位职责、操作流程、风险辨识、票证管理和异常处置等内容细化制度要求，使每项操作都有清

楚依据。运行岗位可按照设备类型、操作频次和风险等级编制标准化操作清单，清单内容应写明操作前核对项目、操作中确认要点、操作后检查内容，避免仅用原则性条款代替现场指引。安全管理制度还应与班组日常工作衔接，交接班记录、巡检记录、缺陷记录、检修许可记录之间保持一致，关键数据和重要状态应形成闭环。对于倒闸操作、闸门启闭、机组启停、保护投退等高风险事项，制度中应明确审批层级、复核要求和禁止性行为，使人员在执行时知道边界在哪里、顺序怎样走、哪些环节不能省略。制度修订也要贴近现场，设备改造、运行方式变化、事故教训和季节性工况变化都应及时纳入条款更新，保证制度始终服务实际运维^[1]。

3.2 强化人员培训与技能考核

人员培训应从单纯讲解规程转向岗位能力建设，培训内容可围绕设备结构、系统联动关系、典型操作流程、异常信号识别和事故案例复盘展开。新进人员、转岗人员和长期从事单一岗位的人员，应按照不同基础设置学习重点，先熟悉现场设备位置、编号、运行状态和操作权限，再进入仿真演练和跟班学习。班组可定期开展机组启停、厂用电切换、水工闸门操作、保护压板核对等专项训练，训练过程重视细节动作，例如唱票复诵、手指确认、参数比对、记录填写和异常报告。技能考核也不宜只看笔试成绩，现场模拟、实际操作、应急判断和口头问答都应纳入评价。考核结果可与岗位授权、值班资格和专项操作权限联系起来，促使人员持续学习。对于高风险操作岗位，还应设置周期性复训和再确认机制，使技能状态长期保持稳定。

3.3 严格执行操作监护制度

操作监护制度应贯穿操作准备、现场执行和结束确认全过程。操作前，操作人和监护人应共同核对操作任务、设备编号、运行方式、操作票内容和现场安全条件，重要步骤需逐项确认，不宜依赖记忆和经验判断。操作过程中，操作人按照票面顺序执行，监护人紧盯设备名称、开关位置、信号变化和人员动作，发现疑点应立即暂停，待核实清楚后再继续。唱票、复诵、确认、执行、复查等动作要形成固定节奏，尤其在夜间值班、汛期调度、检修交叉作业等场景中，更应保持清晰沟通。监护人不能只站在旁边签字，也不能同时处理无关事务，应真正承担第二道安全关口职责。操作结束后，双方应共同检查设备状态、监控画面、保护信号和记录内容，确认结果与操作目的相符。重大操作还可安排班长或专业负责人到场复核，提升关键环节的可靠性。

3.4 推进智能化技术辅助防控

水电站运维管理可引入智能化技术，为人员操作提供更清楚、更及时的辅助判断。运行监控系统应对机组状态、开关位置、闸门开度、油压水压、保护信号等关键数据进行集中展示，

并设置分级预警规则，使异常变化能够提前提示值班人员。操作票系统可与设备实时状态联动，人员填写操作内容时，系统同步校验设备编号、运行方式、闭锁条件和操作顺序，对不符合逻辑的步骤发出提醒，减少单纯依靠人工记忆的情况^[4]。对于倒闸操作、保护投退、机组启停等重点环节，可运用电子操作票、权限识别、语音复诵、扫码确认和视频留痕等方式，使操作过程更加清晰。智能巡检机器人、在线测温装置、振动监测设备和图像识别技术也可纳入日常运维，辅助人员发现设备状态变化。后台数据平台应建立操作记录、报警记录、缺陷记录之间的关联分析，定期形成风险趋势，为班组安排巡检重点、培训重点和检修计划提供依据。

3.5 加强现场标准化管理

水电站现场标准化管理应从设备标识、作业区域、工器具摆放、记录格式和人员行为等细节入手，让现场信息清楚、操作路径明确。设备名称、编号、运行状态和禁止事项应统一标注在醒目位置，开关柜、控制屏、阀门、闸门启闭装置等关键部位可设置颜色区分、方向标识和状态牌，方便人员快速确认。通道、检修区域、带电区域、临边区域和起吊作业区域应设置清晰界线，现场照明、警示牌、隔离栏和防滑措施保持完好。班组工器具、绝缘用具、测量仪表和安全用具应定点存放，领用、检查、归还都有记录，避免操作前临时寻找造成节奏混乱。运维记录也要保持标准格式，巡检数据、设备缺陷、异常现象和处理结果应写明时间、位置、状态和责任人，便于后续追踪。现场作业前可开展简短风险交底，明确任务范围、操作顺序、人员分工和联系信号。现场作业结束后，人员应清理杂物、恢复标识、核对设备状态，保证下一班人员接手时能够准确掌握现场情况。

4 水电站人员误操作风险防控保障机制

4.1 建立风险分级管控机制

水电站人员误操作风险防控需要形成清晰的分级管控机制。运维管理部门可依据设备重要性、操作复杂程度、后果影响范围和现场作业条件，对机组启停、倒闸操作、保护投退、闸门启闭、检修隔离等任务划分风险等级。高风险操作应纳入重点管控清单，操作前完成风险辨识、技术交底、人员资格确认和现场条件核查；中等风险操作应加强过程复核，明确监护要求和异常暂停条件；一般风险操作也需保留基本确认程序，避免日常工作失去边界。风险分级结果还应与岗位授权、审批权限、应急准备和监督频次相衔接，使不同等级的操作匹配不同强度的管控措施^[5]。班组可结合季节变化、设备检修、汛期调度和运行方式调整，定期更新风险清单，让分级管控始终贴合现场实际。

4.2 完善监督检查与责任追溯机制

水电站人员误操作风险防控离不开稳定的监督检查与责

任追溯机制。管理人员应围绕操作票执行、工作票许可、交接班质量、监护到位情况、现场标识状态和记录完整性开展检查，检查形式可以包括日常抽查、专项检查、夜间巡查和重大操作旁站。检查重点不宜停留在签字是否齐全，还应关注操作准备是否充分、现场核对是否认真、监护提醒是否有效、操作结束后的状态确认是否完整。责任追溯机制应强调过程还原，操作记录、监控数据、视频资料、报警信息和班组日志可以共同构成分析依据。责任划分应兼顾岗位职责、管理要求和现场条件，既关注直接操作行为，也关注审批、培训、监护和组织安排等环节。监督检查结果应及时反馈到班组，形成整改要求、复查结论和管理台账，使责任追溯服务风险防控，而不止停留在事后追责。

4.3 构建持续改进机制

水电站人员误操作风险防控应建立持续改进机制，使管理措施能够随着设备状态、人员结构和运行环境变化不断调整。运维单位可定期收集操作异常、未遂事件、设备报警、巡检发现、班组建议和外部事故案例，组织专业人员开展复盘分析，

提炼出具有共性的风险点和管理薄弱环节。复盘结论应转化为制度修订、培训内容、操作票优化、现场标识完善和智能告警规则调整，避免经验仅停留在会议记录中。班组层面可开展小范围经验交流，将典型操作、易错环节和处置要点整理成案例卡片，便于人员在日常学习中反复掌握。持续改进还需要设置效果评价，整改措施实施后，应通过现场检查、操作考评、异常统计和人员反馈检验实际效果，稳步提升水电站运维安全水平。

5 结语

综上所述，水电站运维安全离不开人员、设备、制度和现场管理的协同支撑。人员误操作看似发生在某一瞬间，背后却往往关联培训、监护、流程、环境等多项因素。水电站管理工作应从细节处压实责任，在日常操作中强化风险辨识，在关键环节中保持复核和监督，在技术应用中提升预警能力。只有让制度真正进入现场，让人员始终保持谨慎和熟练，运维管理才能更加稳定，水电站安全运行也才能获得更可靠的保障。

参考文献：

- [1] 任媛.水电站电气设备运行维护技术构架探究[J].价值工程,2026,45(15):131-133.
- [2] 樊耀军.水电站工程信息化安全管控系统建设方案浅析[J].陕西水利,2026,(05):129-132.
- [3] 瞿非.水电站继电保护及安全自动装置运维技术应用[J].电力设备管理,2026,(08):252-254.
- [4] 余华.以广西为例探究小水电站安全管控与运营模式创新[J].中国能源观察,2026,(02):81-85.
- [5] 刘烜,郭超,贺德荣,等.水电站运行人员误操作风险及管控措施分析[J].云南水力发电,2025,41(12):121-124.