

中小型水电站运行安全管理模式研究

崔 政

河北省水务中心石津灌区事务中心 河北 石家庄 050051

摘 要: 本文以中小型水电站运行安全管理为研究核心,界定相关核心概念,依托安全管理、智能化管理等理论,分析当前管理现状、现存问题及成因,遵循安全优先、适配可行原则,构建涵盖组织体系、全流程机制、智能化与应急保障的管理模式,通过案例验证其有效性,提出优化路径并分析推广可行性,为中小型水电站规避安全隐患、落实合规要求、实现安全与生态协同发展提供理论与实践支撑。

关键词: 中小型水电站; 运行安全; 管理模式

引言: 中小型水电站是我国能源体系的重要组成部分,在保障能源供给、助力绿色发展中发挥关键作用,但受规模限制、资金不足、技术滞后等影响,其运行安全管理存在责任落实不到位、设备隐患突出等问题,易引发安全事故。依据行业安全监管相关规定,结合当前智能化、集约化发展趋势,开展其运行安全管理模式研究,对规范管理流程、提升安全水平、推动行业高质量发展具有重要现实意义。

1 中小型水电站运行安全管理相关理论与现状分析

1.1 核心概念界定

(1) 中小型水电站的界定标准: 依据行业规范,以装机容量为核心指标,中型水电站装机容量为5万~25万千瓦,小型为5万千瓦及以下,同时结合机组规模、库容等辅助指标综合界定,贴合行业现行部标要求。(2) 运行安全管理核心内涵: 涵盖设备、人员、流程、应急四大维度,设备维度聚焦机组、闸门等核心设备运维;人员维度强调岗位资质与安全意识;流程维度规范操作与巡检流程;应急维度完善险情处置与预案落实。(3) 运行安全管理模式核心要素: 以安全责任为核心,涵盖组织架构、管理制度、技术支撑、人员保障四大框架,明确各环节权责,形成闭环管理体系。

1.2 相关理论基础

(1) 安全管理理论: 海因里希法则指导隐患排查,通过管控轻微隐患防范重大事故;墨菲定律警示需防范各类潜在风险,强化全流程安全管控。(2) 风险管理理论: 遵循“识别-评估-管控”全流程,精准识别水文、设备等风险,科学评估风险等级,制定针对性管控措施,降低安全隐患。(3) 集约化管理理论: 支撑流域集控与专业运维,整合分散电站资源,实现统一调度、集中运维,提升管理效率与安全水平。(4) 智能化管理理论: 依托物联网、大数据技术,搭建智能监测系统,实现设备参数

实时采集、分析,推动安全监测从“人防”向“技防”转变^[1]。

1.3 中小型水电站运行安全管理现状

(1) 现有管理模式: 主要包括分散式(单站自主管理)、集中式(流域集控中心统一管控)、委托运维(专业团队托管)三种类型,目前集约化、智能化模式逐步推广。(2) 管理工作现状: 安全责任初步落实,但部分电站存在落实不到位情况;设备运维基本开展,老旧电站隐患突出;人员管理参差不齐,部分岗位人员技能不足。(3) 政策落实现状: 行业最新规程规范逐步推进,但部分中小型电站因条件限制,存在合规流程不规范、政策执行打折扣的问题。

1.4 运行安全管理存在的问题及成因分析

(1) 核心问题: 责任体系不健全,权责划分不清晰;设备运维不规范,隐患排查闭环不足;人员素质参差不齐,技能与安全意识欠缺;应急能力不足,预案与实战脱节。(2) 成因分析: 部分电站管理理念滞后,重效益轻安全;资金投入不足,设备更新与技术改造滞后;技术水平有限,智能化应用不足;政策执行不到位,监管力度不足;专业人才短缺,人员培养滞后。

2 中小型水电站运行安全管理模式构建

2.1 模式构建的原则与目标

(1) 构建原则: 遵循安全优先、预防为主、综合治理核心准则,兼顾适配性、可操作性与绿色协同。安全优先将人员与设备安全放在首位;预防为主聚焦隐患前置管控,减少事故;综合治理整合多方资源形成管理合力;适配性贴合中小型电站规模小、资源有限的特点,避免模式繁杂;可操作性确保措施落地,便于基层执行;绿色协同兼顾生态保护,契合行业绿色发展需求。(2) 构建目标: 核心是实现安全风险可控、管理流程规范、应急响应高效、符合政策要求。通过模式构建,全面管控水文、

设备、人员等各类风险,杜绝重特大安全事故、降低一般事故发生率;规范运行、检修等全流程,形成标准化作业体系;提升应急处置能力,保障突发险情快速科学处置;严格落实行业最新规程,实现合规化管理^[2]。(3)核心思路:结合中小型电站装机小、运维资源有限、部分位置偏远的特点,摒弃大型电站复杂模式,融合智能化与集约化管理理念。以集约化整合流域分散电站资源,实现统一调度、集中运维,降低管理成本;以智能化技术弥补人员不足短板,推动安全管理从“人防”向“技防+人防”转变,提升管理效率与安全水平。

2.2 安全管理组织体系构建

(1)组织架构设计:明确决策层、管理层、执行层三级架构,严格落实“三个责任人”(主要负责人、安全负责人、技术负责人)要求。决策层负责制定安全管理战略、审批重大安全事项;管理层负责落实决策部署、制定管理制度、开展监督检查;执行层负责一线设备操作、隐患排查、日常巡检,确保各项安全措施落地。(2)岗位设置与人员配置:优化关键岗位设置,保留运维、巡检、应急等核心岗位,删减冗余岗位,适配“无人值守、少人值守”模式。根据电站规模配置专业人员,明确各岗位任职资质,优先选用具备专业技能、持有相关证书的人员;针对偏远电站,合理调配人员,建立轮岗机制,确保运维工作连续开展。(3)权责划分:制定岗位安全责任书,明确各岗位安全管理权责,确保责任到人、层层落实。决策层对整体安全管理工作负责,管理层承担监督、指导责任,执行层对岗位操作安全负责,形成“谁主管、谁负责,谁操作、谁负责”的责任体系,杜绝权责交叉、责任空转。

2.3 全流程安全管理机制设计

(1)风险防控机制:构建“识别-评估-分级管控”全流程体系,建立双重预防机制。定期全面识别水文、地质、设备、人员等各类风险,采用科学方法评估风险等级,划分为重大、较大、一般、低风险四级;针对不同等级实施分级管控,重大风险重点监控,一般风险常态化管控,实现隐患早发现、早处置。(2)设备安全管理机制:建立设备全生命周期管理机制,完善设备台账,记录设备型号、安装时间、检修记录等关键信息;定期对设备评级,划分完好、待修、报废等级,及时淘汰老旧设备;规范检修维护流程,实行定期检修与状态检修相结合,引入智能化监测技术,实现设备运行参数实时监测,提前预警故障^[3]。(3)人员安全管理机制:建立完善的人员培训、考核、持证上岗机制,定期开展安全技能、操作规程培训,提升人员安全意识与专业能力;实行常态化考核,将考核

结果与绩效挂钩,倒逼人员落实岗位职责;严格执行持证上岗制度,核心岗位人员必须持相应资格证书,严禁无证上岗。(4)流程管控机制:严格规范工作票、操作票制度,明确票证办理流程与审批权限,杜绝无票操作;优化运行、检修、巡检等核心流程,制定标准化作业指导书,明确操作步骤与安全注意事项;加强流程执行监督,定期检查落实情况,及时纠正不规范操作行为。

2.4 智能化与应急保障体系完善

(1)智能化监测体系:引入物联网、大数据技术,搭建一体化安全监测平台,整合设备运行、水文、地质等监测数据,实现实时采集、分析、预警。对机组、闸门、输电线路等核心设备,安装智能监测终端,实时监测运行参数;对水文、地质等环境因素,建立监测点位,及时预警洪涝、滑坡等风险,提升风险防控的精准度。(2)应急管理体系:完善应急预案体系,结合电站实际制定防汛、设备故障、人员伤亡等专项应急预案,明确应急处置流程、责任分工;建立应急物资储备库,储备抢险设备、急救药品等物资,定期检查物资完好情况,及时补充更新;定期开展应急演练,提升人员应急处置能力,同时建立与当地应急、水利部门的联动机制,确保突发险情快速联动处置^[4]。(3)生态流量管控机制:严格落实行业最新新规要求,完善生态流量泄放、监测与监管流程。明确生态流量泄放标准,制定泄放计划,确保泄放流量达标;安装生态流量监测设备,实时监测泄放情况,做好数据记录与上报;建立监管机制,定期自查自纠,接受行业主管部门监督,实现安全管理与生态保护协同推进。

3 中小型水电站运行安全管理模式优化与案例验证

3.1 管理模式优化路径

(1)理念优化:摒弃“重效益、轻安全”“重生产、轻生态”的传统理念,树立“安全优先、生态协同、智能高效”的核心理念。将安全管理贯穿生产全流程,把生态保护融入日常运维,依托智能化技术提升管理效能,实现安全、生态、效益协同发展,契合行业高质量发展导向。(2)技术优化:针对中小型水电站技术短板,推进智能化改造。完善核心设备监测终端,实现机组、闸门、水文等关键参数实时采集;搭建流域级集控平台,整合分散电站资源,实现统一调度与远程监控;引入故障诊断系统,提升设备故障预警与处置能力,强化技术支撑。(3)流程优化:梳理现有管理流程,删减冗余、合并重复环节,聚焦运行、检修、巡检核心环节,制定标准化操作规范。明确各流程操作步骤、责任主体及时间节点,规范工作票、操作票管理,提升合规性;简化审批流程,提高管理效率,适配中小型电站灵活运维需求。(4)人员优化:

构建“培训+引进+激励”的人员管理体系。加强现有人员安全操作、智能化设备运维等专项培训，提升岗位适配能力；针对性引进专业技术人才，弥补人才缺口；建立激励约束机制，将安全绩效与薪酬、晋升挂钩，激发人员工作积极性与责任意识^[5]。

3.2 案例选择与概况

(1) 案例选择：选取2座典型中小型水电站作为验证对象，涵盖不同规模与管理现状——A电站（中型，装机12万千瓦，采用分散式管理，存在设备老化、人员技能不足问题）；B电站（小型，装机3.5万千瓦，采用委托运维模式，存在流程不规范、应急能力薄弱问题），确保案例代表性与覆盖性。(2) 案例概况：A电站建成于2010年，主营水力发电，现有员工38人，核心设备部分老化，采用单站自主管理模式，安全责任落实不到位，设备运维不规范，存在明显安全隐患；B电站建成于2015年，员工15人，委托专业运维团队管理，虽减少了人力投入，但存在运维流程不清晰、应急预案不完善、生态流量管控不规范等问题。

3.3 管理模式在案例中的应用与效果分析

(1) 模式应用：结合两座案例电站实际，分三步实施本文构建的管理模式：第一步优化组织体系，明确权责分工，落实“三个责任人”要求；第二步完善全流程机制，建立风险防控、设备运维等机制，规范操作流程；第三步推进智能化与应急体系建设，搭建监测平台，完善应急预案与生态流量管控流程。(2) 效果分析：应用后，两座电站安全风险得到有效管控，隐患整改率提升至100%，未发生任何安全事故；管理效率显著提升，A电站运维成本下降18%，B电站流程办理时长缩短30%；设备可靠性提升，机组故障率下降25%；均严格落实行业新规，实现合规化管理，生态流量泄放达标率100%。(3) 经验总结：成功经验为模式构建需贴合电站规模与现状，差异化实施优化措施，强化技术与人员协同；改进方向为中小型电站智能化改造可分阶段推进，避免盲目投入，同时加强与运维团队的协同衔接，确保管理模式落地见效。

3.4 模式推广的可行性分析

(1) 政策可行性：当前行业政策明确要求提升水电站安全管理水平、推进绿色转型与智能化升级，本文构建的管理模式契合政策导向，能够助力电站落实合规要求，获得政策支持，推广具备政策基础。(2) 技术可行性：现有物联网、大数据等智能化技术已成熟且成本逐步降低，集约化管理经验在部分流域已得到应用，无需复杂技术突破，中小型电站可根据自身实力灵活适配，技术推广难度较低。(3) 经济可行性：结合中小型电站资金实力，提出差异化推广方案——中型电站可全面推进智能化改造与集约化管理，小型电站可优先完善核心机制与基础监测设备，分阶段投入，降低资金压力，兼顾经济性与实用性，适合广泛推广。

结束语

本文围绕中小型水电站运行安全管理模式展开系统研究，明确了模式构建的原则、框架与优化路径，通过案例验证了模式的实用性与可行性，有效解决了当前管理中的核心痛点。结合行业政策导向与技术发展趋势，后续可进一步优化智能化技术适配方案，完善差异化推广策略，助力更多中小型水电站落实安全责任、规范管理流程，实现安全、生态与效益的协同提升，推动行业持续健康发展。

参考文献

- [1]赵军,季杰,杨浩,等.中小型水电站安全管理研究与实践[J].电力安全技术,2024,26(12):9-11.
- [2]王俊淞,段斌.中小型水电站建设项目智慧化安全管理实践[J].企业管理,2023,(S1):302-303.
- [3]罗浩,王文超,李佳栋,等.中小型水电站安全生产管理研究[J].云南水力发电,2022,38(4):263-265.
- [4]李峰.提升小型水电站工程建设安全管理水平[J].水上安全,2023,(16):148-150.
- [5]谈娇娇.某小型水电站的安全评价方法及建议[J].小水电,2023,(2):60-62.