

水电设备检修过程中运行管理的探索与优化

何天伟 柴辉阳 张 涛

国网甘肃省电力公司刘家峡水电厂 甘肃 永靖 731600

摘 要: 本文围绕水电设备检修过程中的运行管理展开研究, 阐述水电设备核心类型、检修特性及管理理论支撑, 结合调研分析当前管理现状、核心问题及成因, 从流程优化、人员管理、安全管控、技术升级四个维度提出针对性优化策略, 旨在规范检修运行管理流程, 提升管理效率与质量, 保障检修安全, 降低运维成本, 确保水电设备检修后长期稳定运行, 为电力供应可靠性提供有力支撑。

关键词: 水电设备; 检修过程; 运行管理; 探索与优化

引言: 水电设备是电力系统稳定运行的核心支撑, 其检修质量直接关系电力供应安全与效率。当前, 随着水电设备智能化、大型化发展, 检修过程运行管理的复杂性不断提升, 传统管理模式已难以适配实际需求, 出现流程不规范、人员素养不足、技术滞后等问题。基于此, 本文聚焦水电设备检修过程运行管理的探索与优化, 结合相关理论与调研实际, 提出科学优化方案, 助力提升水电运维管理水平。

1 水电设备检修与运行管理相关理论基础

1.1 水电设备核心类型及检修特性

(1) 水电设备核心类型: 水轮发电机组是核心动力设备, 负责将水能转化为电能; 变压器承担电能升压、降压任务, 保障电能输送与分配; 断路器用于电路故障时切断电流, 保护设备安全; 母线系统实现设备间电能传输与汇集; 控制系统实时监控设备运行状态, 保障操作精准高效。(2) 水电设备检修特性: 具有明确周期性, 需按设备运行时长定期检修; 结构复杂、技术含量高, 检修难度大; 检修过程涉及高压、高空作业, 安全性要求极高; 各设备关联紧密, 某一设备检修需联动其他设备停机, 关联性强; 不同设备检修重点不同, 如发电机组侧重机械部件养护, 变压器侧重绝缘检测。(3) 检修过程的核心环节: 检修规划明确检修范围、工期与资源配置; 现场实施严格遵循操作规程, 规范作业流程; 质量验收对照标准核查检修成果, 杜绝隐患; 后期试运行逐步恢复设备运行, 检验检修效果, 确保达标。

1.2 水电设备检修过程运行管理的核心内涵与目标

(1) 核心内涵: 是检修期间的全方位管理活动, 涵盖设备运行状态实时监测、作业人员规范操作管控、检修流程标准化执行, 以及安全防护措施全面落实, 确保检修各环节有序推进。(2) 核心目标: 首要保障检修过程安全可控, 杜绝安全事故; 其次提升检修质量与效

率, 减少无效作业; 同时缩短检修工期, 降低设备停运损失; 控制运维成本, 优化资源利用; 最终确保检修后设备长期稳定运行, 保障电力供应可靠。

1.3 相关管理理论支撑

(1) 运维检一体化理论: 核心是整合设备运行、维护、检修职能, 实现信息共享与流程协同, 其应用可减少职能交叉, 提升管理效率, 适配水电设备连续运行的管理需求。(2) 精细化管理理论: 核心是精准管控各环节, 实施要点包括流程标准化、责任明确化、细节管控化, 可优化检修运行管理流程, 减少浪费, 提升管理精细化水平。(3) 设备全生命周期管理理论: 贯穿设备设计、安装、检修、运行、报废全流程, 强调全阶段管控, 为水电设备检修运行管理提供系统性思路, 实现设备价值最大化。

2 水电设备检修过程中运行管理的现状、问题及成因分析

2.1 水电设备检修过程运行管理现状调研

(1) 调研概况: 调研对象涵盖大、中、小型不同规模水电站, 兼顾不同装机容量与运行年限, 保障样本代表性; 采用实地走访、问卷调查、台账查阅、座谈访谈相结合的方式开展调研; 调研内容聚焦检修流程、人员配置、技术应用、安全管控等核心环节; 数据来源于电站运维台账、检修记录、现场实测数据及行业统计资料, 确保数据真实有效。(2) 当前管理模式现状: 组织架构以分级管理为主, 明确决策层、执行层、作业层基本职责; 流程设置涵盖检修计划、现场作业、质量验收等关键环节, 但部分小型电站流程较为粗放; 人员配置上, 大型电站分工明确, 小型电站存在一人多岗现象; 技术应用呈现差异化, 多数电站引入基础监测设备, 但智能化、数字化水平有待提升^[1]。(3) 现有管理成效: 通过基础管理规范, 多数电站设备非计划停机次数减

少,设备运行安全性得到初步保障;部分骨干电站优化检修流程后,检修工期缩短、效率提升;建立基础安全管控机制,有效降低一般性安全隐患发生率,保障检修作业基本安全。

2.2 检修过程中运行管理存在的核心问题

(1) 管理流程不规范:检修计划制定缺乏科学论证,多依赖经验编制,与设备实际运行状态脱节;流程衔接不畅,检修规划、现场实施、质量验收等环节缺乏有效联动,存在重复作业、流程缺失现象,部分环节权责不清,导致检修效率低下。(2) 人员管理有短板:部分运维检人员专业技能老化,难以适应新型设备检修需求;安全意识薄弱,存在违规操作行为;复合型管理人才短缺,既懂技术又懂管理的人员匮乏;培训体系不完善,培训内容针对性不强,难以有效提升人员专业素养。(3) 安全管理不到位:安全风险识别不全面,对高空作业、有限空间操作等高危环节的风险研判不足;安全防控措施不完善,防护设备配备不齐全、维护不到位;高危作业现场管控存在漏洞,监护制度落实不严格,安全隐患排查不彻底。(4) 技术应用较滞后:智能化监测设备覆盖率低,对设备运行状态的实时监测、故障预警能力不足;数字化管理技术应用有限,检修台账、流程管控仍以人工记录为主,过度依赖人工操作,不仅效率偏低,还易出现记录失误^[2]。

2.3 问题产生的成因分析

(1) 管理理念落后:部分电站管理层仍沿用传统粗放式管理模式,对运维检一体化、智能化管理的重要性认识不足,存在思想惰性和行为惯性,缺乏主动创新、优化管理的意识,难以适应现代化水电设备管理需求。(2) 制度体系不完善:缺乏完善的检修运行管理制度,流程规范、操作标准不明确;考核机制不合理,未将检修质量、安全管控、效率提升等纳入核心考核指标;责任分工体系不清晰,出现问题时相互推诿,管控力度严重不足。(3) 资源投入不足:资金投入向发电生产倾斜,在技术升级、智能化设备更新、人员专业培训等方面投入不足;人力投入短缺,部分小型电站因人员编制限制,难以配备足够的专业技术人员和管理人员,制约管理水平提升。(4) 技术支撑不够:缺乏专业的技术指导团队,对新型检修技术、智能化管理手段的引入和应用缺乏有效指导;现有技术与检修运行管理需求不匹配,部分老旧技术难以满足复杂设备的检修管控要求,技术升级滞后于设备更新速度。

3 水电设备检修过程中运行管理的优化策略

3.1 优化管理流程,提升流程管控效能

(1) 完善检修计划制定流程:结合设备实时运行状态数据、历史检修记录、设备老化程度等核心信息,采用大数据分析开展检修需求研判,摒弃传统经验型计划编制模式。实现预防性检修与状态检修有机结合,对关键核心设备实施状态检修,实时监测设备运行参数,精准把握检修时机;对辅助设备实施预防性检修,严格按照设备运行周期制定检修计划,既避免过度检修造成的资源浪费,也防止检修不及时引发设备故障。

(2) 优化流程衔接:明确检修规划、现场实施、质量验收、试运行等各环节的责任主体、时间节点和衔接要求,梳理现有流程中的冗余环节,删减无效作业步骤。建立跨部门协同机制,加强检修、运行、调度等部门的沟通联动,实现多设备并行检修优化,合理调配作业人员和设备资源,避免不同设备检修冲突,最大限度缩短检修总工期,提升整体检修效率^[3]。(3) 建立流程考核机制:制定检修流程执行考核标准,明确考核指标、评分细则和奖惩办法,对检修流程的执行情况进行常态化检查和定期考核。安排专人负责流程执行监督,及时发现并整改流程执行中的脱节、违规等问题,建立“考核—整改—复核—完善”的闭环管理体系,确保检修流程规范落地、高效执行。

3.2 强化人员管理,打造高素质运维团队

(1) 完善人员培训体系:结合不同岗位的职责需求和技术要求,制定专业化、系统化的培训方案,分层次开展培训工作。针对一线作业人员,重点培训设备操作、检修技能和规范;针对技术管理人员,重点培养设备故障研判、流程优化和统筹协调能力,着力打造技术与管理兼备的复合型人才。定期组织技能考核和实操演练,将培训效果与岗位晋升、绩效考核挂钩,提升人员参与培训的积极性,全面提升运维检人员的专业技能和规范意识。(2) 优化人员配置:明确各岗位的工作职责、任职要求和工作标准,结合电站规模和设备数量,合理调配人力资源,避免一人多岗、职责交叉或人员闲置现象。针对技术薄弱环节,引入第三方专业检修团队补充技术力量,重点弥补复合型人才短缺的短板。严格执行关键岗位持证上岗制度,定期开展岗位资质审核,对不符合岗位要求的人员及时调整,确保各岗位人员能力适配。(3) 建立激励考核机制:将检修质量、安全操作规范、工作效率、隐患排查成效等纳入核心考核范围,构建科学合理的考核指标体系。完善激励措施,设立专项奖励基金,对表现优秀、成效显著的个人和团队给予精神奖励和物质奖励;对违规操作、工作失职的人员进行问责,充分发挥考核的导向作用,提升人员工

作积极性、主动性和责任心^[4]。

3.3 健全安全管理体系,筑牢安全管控防线

(1) 全面识别安全风险:采用风险评估矩阵法,对检修过程中的机械伤害、电气触电、高空坠落、有限空间中毒窒息等各类安全风险进行全面排查和精准识别。结合设备类型、作业环境、操作流程等因素,对识别出的风险进行量化分级,明确高、中、低风险等级,建立风险台账,实行动态管控,定期更新风险识别结果和管控措施。(2) 完善安全防控措施:制定标准化的安全操作规程,明确各岗位、各环节的安全操作要求,规范作业人员操作行为。配备齐全的安全防护装备,定期对防护设备进行检查、维护和更新,确保设备完好可用。加强高空作业、有限空间操作等高危环节的现场管控,严格执行作业许可制度,安排专人现场监护,落实安全防护措施,杜绝违规作业。(3) 强化安全应急管理:制定多层级安全应急预案,涵盖设备故障、安全事故、自然灾害等各类突发情况,明确应急组织机构、应急响应流程、应急处置措施和责任分工。合理储备应急物资和设备,定期对储备物资进行检查和补充,确保应急时能够快速调配。定期开展应急演练,模拟各类突发场景,提升作业人员的应急处置能力和协同配合能力,最大限度降低突发事件造成的损失。

3.4 推动技术升级,提升智能化管理水平

(1) 引入智能化监测技术:部署设备在线监测系统,实时采集水轮发电机组、变压器等核心设备的运行参数,实现设备运行状态的实时监控和异常预警。引入无人机巡检技术,对高空、偏远区域的设备进行全方位巡检,减少人工巡检工作量和安全风险;应用水下机器人,对水下设备进行精准检测,解决水下检修难度大、风险高的问题,实现隐患精准识别和早发现、早处置。(2) 搭建数字化管理平台:整合检修台账、设备运行数

据、人员信息、安全记录等各类数据资源,搭建一体化数字化管理平台,实现检修过程的数字化调度、可视化管理和全流程追溯。通过平台可实时查看检修进度、人员作业状态、设备运行数据,便于管理人员统筹协调和精准管控,提升管理的智能化、高效化水平^[5]。(3) 推广先进检修技术:积极应用无损检测、激光熔覆等先进检修工艺,替代传统检修方法,减少设备拆卸工作量,降低设备二次损伤风险,提升检修质量和效率。加强与科研机构、行业企业的合作,引进先进检修技术和经验,开展技术创新和工艺优化,推动检修技术升级,适配现代化水电设备的检修管理需求。

结束语

水电设备检修过程中的运行管理是保障设备安全稳定、提升运维效能的关键环节,其优化是一个持续推进、动态完善的过程。本文提出的流程、人员、安全、技术四大优化策略,贴合当前水电站管理实际,可有效解决现有管理痛点。未来,需结合设备更新与技术发展,持续优化管理模式,强化理论与实践融合,不断提升管理精细化、智能化水平,为水电行业高质量发展筑牢保障。

参考文献

- [1] 妮鹿菲尔·毛吾田.水电站电气设备运行维护与故障检修研究[J].光源与照明.2023,8(1):47-50.
- [2] 凌贤飞.水电站电气设备运行维护与管理[J].电力系统装备.2021,14(20):116-119.
- [3] 李光华.标准化水电站设备检修管理平台建设研究[J].电子元器件与信息技术.2023,7(11):89-92.
- [4] 徐正刚.水电站设备检修作业标准化管理平台的探析[J].设备管理与维修.2024,37(14):216-218.
- [5] 刘翔.探讨水电设备检修安全管理办法[J].水上安全.2024,21(2):154-157.