

水电厂运行安全管理分析

张 涛¹ 姚秀秀² 邴治邦¹

- 1. 国网甘肃省电力公司刘家峡水电厂 甘肃 永靖 731600
- 2. 国网甘肃省电力公司永靖县供电公司 甘肃 永靖 731600

摘 要：水电厂运行安全管理对保障电力供应安全意义重大。本文深入剖析运行安全管理要素，涵盖人员、设备、环境等方面；探讨日常运行监控、设备维护管理、应急管理等关键环节；阐述自动化监控系统、智能诊断技术等技术支撑手段；分析安全管理体系建设、安全文化建设等组织保障措施。通过全面系统研究，为提升水电厂运行安全管理水平提供理论依据与实践参考，助力水电行业安全稳定发展。

关键词：水电厂；运行安全管理；要素构成；技术支持；组织保障

引言：水电厂作为电力系统重要组成部分，其运行安全关乎电力供应稳定性与社会经济发展。随着水电装机容量扩大与技术升级，运行安全管理面临新挑战。复杂设备、多变环境及人员因素等，均可能影响水电厂安全运行。在此背景下，深入分析水电厂运行安全管理要素、关键环节、技术支持与组织保障，构建科学管理体系，对提升安全管理水平、保障水电厂安全稳定运行具有重要现实意义。

1 水电厂运行安全管理的要素构成

1.1 人员要素

1.1.1 运行人员专业素养

专业知识储备需覆盖水力机械、电气系统、自动化控制等多个核心领域，是保障水电厂运行安全的基础前提，符合水电厂运行岗位对知识体系的核心要求。操作技能熟练度直接关系运行安全，涵盖设备启停操作、运行参数精准调整、故障初期识别与判断等关键环节，是人员履行岗位职责的核心能力支撑，也是降低运行风险的重要保障。

1.1.2 人员安全意识与责任心

安全规程的认知深度与严格遵守程度，是规避人为操作风险的关键环节，也是人员安全意识的直接体现^[1]。面对运行过程中的突发情况，应急反应能力与担当精神不可或缺，能够有效遏制风险扩大，减少安全事故造成的损失，符合人因工程中人员安全管控的核心要求。

1.1.3 人员培训与教育体系

定期培训计划的科学制定与规范执行，是提升人员专业能力与安全素养的重要途径，能够实现人员能力与设备技术发展的动态适配。培训内容需注重针对性与实用性，结合水电厂新技术应用、新设备投用等实际情况设计培训模块，确保培训效果与运行需求高度契合，为

运行安全提供人才保障。

1.2 设备要素

1.2.1 水轮发电机组

主机设备可靠性是机组稳定运行的核心，涵盖转轮、轴系、发电机定转子等关键部件的运行状态，直接决定机组运行效率与安全水平，是水电厂运行安全的核心设备支撑。辅助设备运行稳定性同样关键，调速器、润滑系统、冷却系统等辅助设备的正常运行，能够为主机设备提供良好运行环境，保障机组整体运行安全。

1.2.2 电气设备

变压器、开关柜等一次设备的绝缘性能与运行状态，直接影响电力传输的安全性及稳定性，是电气系统安全运行的基础。继电保护、自动化装置等二次设备的动作准确性与灵敏度，能够及时捕捉电气系统异常信号，快速响应并处置故障，避免故障扩大蔓延，符合电气设备状态监测的核心要求。

1.2.3 水工建筑物

大坝、水闸等建筑物的结构安全性，是水电厂安全运行的重要屏障，直接关系厂区整体安全与周边环境安全。引水渠道、压力钢管等水工设施的完好性，能够保障水资源合理输送，避免因设施损坏引发漏水、溃坝等安全隐患，为水电厂运行提供基础保障。

1.3 环境要素

1.3.1 自然环境

水文条件变化对水电厂运行影响显著，水位波动、洪水、泥石流等水文现象，会直接威胁水工建筑物与设备运行安全，需纳入环境安全管控范畴。雷电、大风、暴雨等恶劣气象条件，会对设备运行状态与人员作业安全形成威胁，是自然环境管控中需重点关注的内容，契合气候变化对水电厂运行影响的研究结论。

1.3.2 作业环境

厂房内温度、湿度、噪声等环境参数,会影响人员工作效率与身体健康,进而间接影响运行操作的准确性与安全性。照明、通风等设施的完善程度,能够优化作业环境,减少环境因素对作业安全的不利影响,符合人因工程中作业环境优化的相关要求,为人员安全作业提供保障。

2 水电厂运行安全管理的关键环节

2.1 日常运行监控

2.1.1 实时数据采集与分析

实时数据采集需覆盖机组运行参数、电气参数、水工参数等核心指标,是掌握水电厂运行状态的基础手段,符合水电厂状态监测的技术规范^[2]。数据分析技术的合理运用,能够对采集到的各类参数进行深度挖掘,及时捕捉参数异常变化,精准识别潜在安全隐患,为运行安全管控提供数据支撑,契合电力系统状态检修的相关研究成果。

2.1.2 运行方式优化

运行方式优化需结合电网负荷需求与水电厂实际运行条件,合理规划机组启停时序与负荷分配额度,实现机组运行效率与电网调度需求的精准适配。水工建筑物运行方式的优化的重点在于统筹水资源调配与安全防护,通过科学调整运行策略,既提升水资源利用效率,又强化水工设施运行安全性,符合水电厂经济运行与安全管控的双重要求。

2.2 设备维护管理

2.2.1 预防性维护

预防性维护的核心是制定科学合理的设备维护计划,按照设备运行规律与技术要求定期开展检修、保养工作,降低设备故障发生概率。状态监测技术的应用能够实现设备运行状态的动态追踪,提前捕捉设备故障初期迹象,通过针对性处置将故障隐患消除在萌芽阶段,符合设备全生命周期管理的学术理念,为设备安全稳定运行提供保障。

2.2.2 故障抢修与恢复

快速响应的故障抢修机制是缩短设备停运时间、减少安全损失的关键,需明确抢修流程、责任分工与技术标准,确保故障发生后能够快速启动抢修工作。故障设备修复过程中,需对设备进行全面检查与系统分析,精准定位故障根源,采取针对性防控措施,从源头规避同类故障重复发生,符合设备故障诊断与治理的技术规范。

2.3 应急管理

2.3.1 应急预案制定

应急预案制定需全面覆盖设备故障、自然灾害、人为破坏等各类可能发生的突发事件,内容需具体详实、可操作性强。预案需明确应急组织机构设置、各岗位职责划分、应急响应流程规范以及应急资源调配方案,确保突发事件发生后能够有序开展应急处置工作,符合突发事件应急管理的学术要求与行业规范。

2.3.2 应急演练与培训

定期组织应急演练能够检验应急预案的可行性与有效性,及时发现预案存在的不足并加以完善,提升应急处置的实战能力。应急人员培训需围绕应急处置流程、技术方法与协同配合要求开展,着力提升应急人员的处置能力与协作水平,确保应急处置过程中各环节衔接顺畅、高效联动,为突发事件应急处置提供人才支撑。

3 水电厂运行安全管理的技术支持

3.1 自动化监控系统

3.1.1 系统功能与架构

自动化监控系统是水电厂运行安全管理的核心技术支撑,核心目标是实现设备运行状态的实时监测、参数动态显示、故障及时报警等核心功能,为安全管控决策提供实时直观的技术依据,符合电力系统自动化监控的行业技术规范与学术研究标准^[3]。系统设计采用分层分布式架构,科学划分数据采集层、数据处理层、应用层等功能层级,优化架构布局与数据交互逻辑,既能提升系统运行的可靠性,减少单一节点故障对整体系统的影响,又能增强系统扩展能力,可灵活适配水电厂设备更新、技术升级与规模扩大的实际需求,契合工业自动化系统架构设计的主流学术理念与实践应用方向。

3.1.2 数据传输与处理

数据传输的及时性与准确性直接决定安全管理决策的科学性,需依托高速稳定的工业通信网络搭建专用数据传输通道,采用加密传输技术规避数据丢失、延迟、失真等问题,确保各类运行数据快速精准传递至监控中心,为安全管理决策提供坚实可靠的数据基础。先进数据处理算法的合理运用,重点针对运行过程中产生的海量监测数据开展深度挖掘与系统分析,通过数据清洗、特征提取、趋势预判等流程,提炼数据背后隐藏的设备运行规律与异常特征,将零散数据转化为具有决策价值的信息,为安全管理策略制定、隐患排查处置提供科学支撑,符合大数据技术在电力系统安全管理中的应用规范与前沿研究成果。

3.2 智能诊断技术

3.2.1 故障诊断方法

故障诊断方法以振动分析、油液分析、温度监测等

成熟的设备状态监测技术为基础,通过多维度多指标的协同监测,捕捉设备运行过程中的故障特征信号,实现故障的早期识别与精准定位。人工智能算法的融入核心是引入神经网络、专家系统等先进技术,优化故障诊断的逻辑与流程,通过算法训练优化诊断模型,减少人为诊断误差,提升故障诊断的准确性与智能化水平,能够快速区分正常运行波动与故障信号,为故障处置争取宝贵时间,符合智能诊断技术在电力设备故障检测中的应用趋势与学术研究方向,也契合电力行业设备智能化运维的发展需求。

3.2.2 设备健康评估

设备健康评估需建立科学完善的评估模型,结合设备运行历史数据、当前运行状态、维护记录等多方面因素,构建全面系统的评估指标体系,涵盖设备磨损程度、性能衰减情况、故障发生频次等核心维度。通过模型运算对设备健康状况进行实时动态评估,清晰掌握设备老化程度、性能状态与潜在故障风险,精准判断设备运行趋势,为设备维护计划制定、维护策略优化以及设备更新决策提供科学依据,契合设备全生命周期健康管理的学术理念,能够有效降低设备故障发生率,延长设备使用寿命,为水电厂设备安全稳定运行提供坚实的技术保障,也符合电力行业精细化运维的管理要求。

4 水电厂运行安全管理的组织保障

4.1 安全管理体系建设

4.1.1 安全管理制度制定

安全管理制度制定需立足水电厂运行实际,依据《水力发电企业安全管理规范》等行业标准,建立健全覆盖人员管理、设备管理、环境管理等核心领域的制度体系^[4]。制度内容需明确各项安全工作的执行标准与操作流程,细化管理要求,消除管理盲区,确保安全管理工作有序开展、规范运行,实现安全管理的规范化与标准化,为水电厂运行安全提供制度层面的刚性支撑。

4.1.2 安全责任落实

安全责任落实需将整体安全目标细化分解至各个部门、各个岗位,明确每个岗位的责任内容、责任人以及具体考核指标,构建层层抓落实、人人扛责任的责任体系。安全责任追究制度的建立能够强化责任约束,对安全责任事故相关责任主体进行严肃处理,发挥警示震慑作用,引导各部门、各岗位严格履行安全职责,符合安全生产责任体系建设的学术要求与电力行业安全管理的强制性规范,为安全管理工作落地见效提供制度保障。

4.2 安全文化建设

4.2.1 安全文化理念培育

安全文化理念培育的核心是树立“安全第一、预防为主”的核心理念,通过系统性规划与常态化建设打造浓厚安全文化氛围,引导全员树立正确的安全价值观与责任观。安全宣传、专题培训、主题活动等多种形式的综合运用,能够让安全文化理念渗透到全员工作全过程,融入日常工作细节,实现安全理念入脑入心,符合企业安全文化建设的理论研究成果与电力行业安全文化建设的实践经验,为安全管理工作提供思想支撑。

4.2.2 员工安全行为引导

员工安全行为引导需聚焦良好安全行为习惯的养成,引导员工在作业过程中正确佩戴安全防护用品、严格遵守操作规程,杜绝习惯性违章行为,规范作业行为流程^[5]。对员工的规范安全行为进行合理激励与公开表彰,树立安全行为标杆,引导全员主动践行安全行为规范,形成积极向上、乐于守规的安全文化环境。这种引导方式契合安全行为管理的学术理念与实践要求,能够从人员行为层面筑牢安全防线,为水电厂运行安全提供坚实的人员行为保障,也符合电力行业安全管理的精细化发展趋势。

结束语

水电厂运行安全管理是一项系统性工程,涉及多要素、多环节与多层面。通过完善人员要素、强化设备管理、优化环境管控,可筑牢安全管理基础;把握关键环节,做好日常监控、维护与应急管理,能有效防范安全风险;借助先进技术支持,提升安全管理智能化水平;加强组织保障,健全安全管理体系、培育安全文化,可凝聚安全管理合力。多维度协同发力,方能实现水电厂运行安全管理的持续优化与提升。

参考文献

- [1]杜淑平.水电厂安全生产监督管理措施应用分析[J].海河水利,2021(z1):89-91.
- [2]翟玉兰.智能化管控技术在水电厂安全防护中的运用分析[J].中国信息界,2025(10):47-49.
- [3]郝婷婷.水电厂机械班组安全管理的几点思考[J].互动软件,2022(10):4071-4072.
- [4]李海清.外包工程在水电厂安全管理中的风险识别与控制[J].百科论坛电子杂志,2024(24):172-174.
- [5]黄威.水利发电厂数字化建设中的信息安全挑战与对策[J].消费电子,2026(8):11-13.