

# 水电站运行管理及对策

嵇文台

涟水县朱码节制闸管理所 江苏 淮安 223400

**摘要：**水电站运行管理聚焦机组持续运转、水资源合理利用及工况稳定三大核心，涵盖设备运维、生产调度、现场管控等范畴。当前存在设备全周期管理短板、调度精细化不足、人员能力适配欠缺及安防防控不到位等问题。本文通过健全全流程运维机制、推进数据驱动调度模式、强化复合型人才培养及构建全链条风险防控体系等对策，可提升运行稳定性与经济性，保障长期高效作业，实现从“经验管理”向“智能管理”的转型。

**关键词：**水电站运行管理；设备全周期运维；生产调度精细化

引言：水电站作为清洁能源重要载体，其运行管理水平直接影响能源供应稳定性与设备寿命。当前我们朱码水电站面临人员配备不足、调度依赖经验、人员技能断层及安防防控链条断裂等挑战，制约运行效率提升与智能化发展。需立足设备全周期管理、生产调度精细化、人员能力适配及安全风险防控四大维度，推动管理向数据驱动、智能协同方向升级，以适应能源转型需求。

## 1 水电站运行管理的核心范畴与基础体系

我们涟水县朱码水电站现有两台650KW水轮发电机组，水电站运行管理围绕机组持续运转、水资源合理利用及整体工况稳定展开，核心范畴覆盖生产运行全流程，基础体系则为各项工作落地提供框架支撑，是保障电站平稳作业的重要前提。运行管理的核心内容贴合电站实际作业需求，通过明晰各板块工作边界，搭建适配的管理体系，让日常运行工作有序推进。（1）设备运行管控：针对水轮机组、辅助配套设施开展常态化运维管理，把控设备启停、工况调节等关键操作，维持各类硬件设施的稳定工作状态，保障发电环节的基础硬件条件。（2）生产运行调度：结合水资源状况与机组运行能力，统筹安排发电作业节奏，合理规划机组运行模式，理顺水资源利用与发电产出之间的衔接关系。（3）现场运行管控：对电站现场作业流程、人员操作规范进行统一管理，规范各岗位工作行为，确保现场运行环节按照既定要求推进，维持整体运行秩序。基础体系以标准化工作流程为核心，从日常操作规范到状态管控要求，形成完整的执行框架，同时配套对应的管控机制，让各环节工作相互衔接。体系搭建注重实用性与贴合性，贴合水电站运行的实际特点，简化冗余环节，提升管理执行效率<sup>[1]</sup>。完善核心管理范畴与基础体系，可有效理顺水电站运行的各项工作逻辑，减少运行过程中的无序状态，持续提升整体运行的稳定性，为电站长期高效作业筑牢

根基。

## 2 水电站运行管理的现存薄弱环节

### 2.1 设备全周期运维管理短板

水电站设备全周期运维是保障其安全稳定运行的关键环节，但当前实践中仍存在显著不足，需从多维度突破制约瓶颈。（1）设计阶段：部分设备选型未充分匹配实际运行环境特征，例如在温差大、湿度高的区域，未针对性选择耐候性材料；多台机组主电缆集中铺设未考虑通风等，都可能导致设备老化加速，缩短有效使用周期。（2）运行阶段：缺乏动态监测与智能诊断系统，传统人工巡检难以捕捉设备隐性故障征兆，如轴承温度微小波动、振动频率异常等，故障预警滞后，影响响应效率。（3）维护阶段：维护计划制定依赖经验而非数据驱动，存在“过度维护”与“维护不足”双重问题，例如部分部件频繁拆解检查反而增加磨损风险，而隐蔽部位则因检查频次不足易积累隐患，形成运维成本与安全风险的双重压力。这些短板不仅直接制约设备运行效率与寿命，更可能因故障连锁反应引发系统性风险。未来需通过技术迭代与流程再造，推动运维管理从“经验驱动”向“数据驱动”转型，实现全周期管理的精准化、智能化升级，最终提升水电站整体运行的安全性与经济性。

### 2.2 生产调度精细化管控不足

生产调度粗放化问题突出，直接影响水电站综合运行效能。生产调度精细化管控是水电站高效运行的关键，当前存在明显短板，需从操作细节处深挖根源并寻求突破路径。（1）负荷匹配精准度低：发电计划制定缺乏动态调整机制，高峰时段易出现供电缺口，低谷时段则可能浪费水资源，影响整体发电效益与设备利用率。（2）决策过程依赖人工：调度决策多基于经验判断，缺乏智能算法支持实现多目标优化，如发电量、设

备寿命、环保指标等难以同步达到最优状态,决策科学性受限。(3)跨部门协同效率弱:生产、检修、水工等部门间信息传递滞后,调度指令执行存在延迟或偏差,影响设备运行状态与整体安全,需构建高效协同机制提升响应速度。这些管控不足不仅制约发电效率提升,还可能因调度失误引发设备过载或水资源浪费,形成安全隐患与经济双重压力<sup>[2]</sup>。未来需通过引入智能预测模型、优化决策流程、强化部门间信息共享平台等措施,推动生产调度向更精准、高效方向升级,最终实现水电站运行效益与安全性的双重提升,为长期稳定运行奠定坚实基础。

### 2.3 运维人员专业能力适配欠缺

运维人员专业能力适配不足,严重制约水电站高效运行与智能化升级,人才体系建设亟待完善。运维人员专业能力适配欠缺,已成为制约水电站运行效率提升的关键瓶颈,需从技能结构、培训模式、协作机制三方面精准施策。(1)技能断层明显:老员工经验丰富但新技术接受度低,新员工理论扎实但实操经验不足,导致“经验-技术”衔接不畅,影响故障处理速度与质量。(2)培训内容滞后:现有培训多聚焦常规操作,对智能运维系统、大数据分析工具等前沿技术覆盖不足,难以满足设备智能化升级需求,形成“学用脱节”现象。(3)协作能力薄弱:运维团队与设备厂商、科研机构的技术交流频率低,问题反馈渠道不畅,导致技术难题解决周期延长,影响设备持续优化能力。能力适配需打破“经验依赖”,构建“老带新+技术沙盘+外部合作”的立体培养体系。通过定期技能认证、跨部门技术比武、厂商联合培训等方式,推动人员从“单一技能”向“复合能力”转型,最终实现运维效率与安全系数的双重提升,为水电站智能化发展奠定人才基础。

### 2.4 安全风险闭环防控不到位

安全风险闭环防控是水电站运行管理的核心防线,当前存在“识别-响应-整改”链条断裂现象,直接影响设备安全与运行稳定性,需从多维度强化闭环管理效能。(1)监测手段单一:人工巡检依赖度高,智能传感器部署不足,实时数据采集与分析能力薄弱,导致风险预警滞后,初期隐患难以快速定位。(2)响应机制僵化:应急预案更新周期长,跨部门协作流程繁琐,故障发生时信息传递延迟,影响抢修效率,延长设备停机时间,增加次生风险概率。(3)整改跟踪缺失:问题整改缺乏系统性验证,同类隐患反复出现,缺乏“问题根因分析-措施验证-效果评估”的完整流程,削弱防控长效性。闭环防控需从“被动应对”转向“主动预防”,通过引入物

联网监测设备提升数据实时性,优化应急响应流程缩短决策链条,建立整改跟踪台账确保措施落地<sup>[3]</sup>。唯有构建“监测-响应-整改-验证”的完整闭环,才能实现安全风险的有效管控,为水电站长期稳定运行提供可靠保障,最终达成从“事后处理”到“事前预防”的管理升级。

## 3 水电站运行管理的优化改进对策

### 3.1 健全设备全流程运维管理机制

健全设备全周期运维,夯实电站稳定运行硬件基础。设备全流程运维管理需突破传统“重维修、轻预防”的局限,构建覆盖设计、运行、维护、报废的全周期管理体系,实现从“被动应对”到“主动预防”的转型,为水电站长期稳定运行筑牢根基。(1)设计阶段前瞻性:设备选型与系统设计需预留智能监测接口及技术升级空间,例如采用模块化设计便于后期加装传感器,避免后期改造困难,降低全生命周期成本,提升设备适应性。(2)运行阶段动态监控:通过物联网传感器实时采集设备振动、温度、压力等数据,结合大数据分析模型实现故障预警与健康状态评估,例如对水轮机轴承温度异常提前预警,减少非计划停机时间,提升运行稳定性。(3)维护阶段精准施策:基于设备状态评估结果制定差异化维护计划,关键部件实施预防性维护,如定期更换发电机碳刷;非关键部件采用状态检修,如根据实际磨损情况调整检修周期,优化资源分配,延长设备寿命。全流程管理机制的健全不仅能提升设备可靠性,还能通过精准维护降低运维成本,形成“设计-运行-维护”的良性循环,最终实现水电站运行效率与管理效能的双重提升,为安全高效运行提供可持续保障。

### 3.2 推进生产调度精细化管控模式

推行精细化生产调度,可优化水资源配置,全面提升电站运行效益与设备稳定性。生产调度精细化管控是提升水电站运行效能的核心抓手,需通过流程重构、数据赋能、协同优化实现调度模式升级,为安全高效发电提供精准支撑。(1)调度流程标准化:建立涵盖负荷预测、机组启停、水量分配的标准化操作序列,明确各环节责任人与时间节点,如每日负荷预测误差控制在3%以内,减少人为操作偏差,提升调度准确性。(2)数据驱动精准决策:整合历史运行数据与实时水文、气象信息,构建动态发电模型,实现“以水定电、以电调水”的精准匹配,例如根据来水量动态调整机组负荷,降低弃水损失,提升水能利用率。(3)跨部门协同高效化:搭建调度、运维、检修部门的实时信息共享平台,故障预警信息30秒内同步至相关岗位,检修计划与负荷调整同步联动,缩短问题响应时间,提升整体运行稳定性<sup>[4]</sup>。

精细化管控通过“流程-数据-协同”的三维升级,推动调度模式从“经验驱动”向“智能驱动”转变,不仅能提升发电效率与设备利用率,还能降低运营成本,形成“调度精准、响应快速、运行稳定”的良性循环,为水电站长期安全高效运行奠定坚实基础。

### 3.3 强化运维人员专业素养培育

提升运维人员综合素养,是水电站高效运维与安全保障的核心抓手。运维人员专业素养培育是水电站安全高效运行的基础支撑,需通过系统化、持续化的培养路径实现能力跃升,推动从技术操作向综合素养的转型,为长期稳定运行注入内生动力。(1)模块化课程设计:按设备类型和技术层级划分培训模块,如水轮机原理、智能监测系统操作等,结合虚拟仿真平台开展沉浸式训练,强化理论实践融合,缩短学用转化周期,提升基础技能掌握度。(2)动态知识更新机制:建立月度技术沙龙与季度外部专家讲座制度,聚焦物联网监测技术、预测性维护算法等前沿内容,推动知识结构持续迭代,避免经验固化导致的技能滞后,保持技术敏感度。(3)实战化演练体系:设计典型故障场景模拟库,如机组振动异常、电网频率波动,开展跨部门联合演练,强化应急决策与协同处置能力,培养能诊断、会处理、善预防的复合型人才,提升实战应对水平。通过课程、机制、演练的立体培育,推动人员从技术执行者向系统思考者转型,提升个体能力与团队协作效能,为水电站智能化、高效化运行提供坚实人才支撑,实现人、机、系统的和谐共生与长期共赢。

### 3.4 构建全链条安全风险防控体系

强化安全风险管控,覆盖全流程各环节,全面守护水电站运行稳定。水电站安全事关能源供应稳定与生产运行底线,构建全链条风险防控体系是提升本质安全水平的关键路径。全链条安全风险防控体系是水电站安全运行的基石,需通过系统化、协同化的防控措施实现风险的全流程管理,为设备稳定运行提供坚实保障。(1)监测手段升级:采用多参数传感器实时采集设备振动、

温度、压力等数据,结合大数据分析模型实现异常状态预警,提升风险识别精准度,减少漏报误报,筑牢第一道防线。(2)响应机制优化:建立分级应急响应流程,根据风险等级自动触发相应处置措施,如设备停机、人员疏散,确保快速响应,降低事故影响范围,提升应急处置效率。(3)整改跟踪强化:实施问题整改闭环管理,从问题发现到整改验证全程跟踪,确保措施有效落实,防止同类隐患重复发生,提升防控长效性,形成持续改进的良性循环<sup>[5]</sup>。通过监测、响应、整改的全链条协同,构建起立体化的安全防护网络,不仅能提升设备安全性,还能降低运维成本,实现安全与效率的双重提升,为水电站可持续发展奠定坚实基础,最终达成从“被动防御”到“主动防控”的管理升级。

结束语:未来,水电站运行管理将深度融合物联网、大数据与人工智能技术,实现从被动应对向主动预判的转型突破。通过构建智能监测网络、优化动态调度算法、培育技术管理复合型人才,推动设备运维、生产调度、安全防护等环节的智能化升级。最终形成以数据为核心、智能协同运作、风险有效控制的新型管理模式,为清洁能源稳定供应和电站全生命周期高效运行提供坚实支撑。

### 参考文献

- [1]樊小波,张兆礼,刘文忠,等.水电站机组环形吊运行机构打滑原因及对策[J].水电与新能源,2025,39(2):83-85.
- [2]彭承星,郭鸿鹤,吕佳军,等.境外水电站运行管理风险与应对[J].云南水力发电,2025,41(4):179-181.
- [3]吴昊.水电站生产运行管理现状及改造措施[J].湖南水利水电,2025(4):103-103+110.
- [4]刘利洲.小水电站运行管理现存问题及解决策略研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(12):029-032.
- [5]李晓锋,胡会,刘鹏,等.工业工程技术在锦屏一级水电站运行管理中的应用[J].云南水力发电,2025,41(9):168-171.