

# 发电公司水轮机节能改造实践

傅冬

迪庆藏族自治州发电有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v9i2.6073

**[摘要]** 在能源紧缺与环境保护并重的时代背景下,发电公司作为能源供应的关键环节其运营效率与环保性能的提升显得尤为重要。本文详细分析了技术进步与产业升级带来的机遇以及政策导向与市场需求对水轮机节能改造的推动作用。提出了包括技术选型、设备采购、安装调试、运行监测与优化调整在内的全方位实施策略,并重点阐述了转轮优化技术、智能控制技术及系统集成与优化等关键技术要点。实践表明,该节能改造项目有助于提升水轮机的运行效率,降低能源消耗,为发电公司乃至整个电力行业提供可借鉴的节能改造路径与经验。

**[关键词]** 发电公司; 水轮机; 节能改造

**中图分类号:** TM6 **文献标识码:** A

Practice of energy-saving renovation of water turbines in power generation companies

Dong Fu

Diqing Tibetan Autonomous Prefecture Power Generation Co., Ltd

**[Abstract]** In the context of energy scarcity and environmental protection, the improvement of operational efficiency and environmental performance of power generation companies, as a key link in energy supply, is particularly important. This article provides a detailed analysis of the opportunities brought about by technological progress and industrial upgrading, as well as the driving role of policy orientation and market demand in the energy-saving transformation of water turbines. A comprehensive implementation strategy was proposed, including technology selection, equipment procurement, installation and commissioning, operation monitoring and optimization adjustment, with a focus on key technical points such as wheel optimization technology, intelligent control technology, and system integration and optimization. Practice has shown that this energy-saving renovation project helps to improve the operational efficiency of water turbines, reduce energy consumption, and provide a reference energy-saving renovation path and experience for power generation companies and even the entire power industry.

**[Key words]** Power generation company; Water turbine; Energy saving renovation

随着全球经济的快速发展,能源需求不断攀升,而传统能源资源的有限性与环境污染问题的加剧使节能减排成为世界各国共同面临的重大课题。水力发电作为清洁能源的重要组成部分,其高效、环保的特性备受青睐。但我国许多老旧水轮机由于技术落后、设备老化等原因存在能效低下、运行不稳定等问题,严重影响了水力发电的经济效益与环境效益。因此对现有水轮机进行节能改造,提升其运行效率与可靠性迫在眉睫。本文将以某发电公司的水轮机节能改造实践为例,系统阐述节能改造的必要性、实施过程及技术要点,旨在为同行业提供有益的参考与启示。

## 1 发电公司水轮机节能改造的现实意义

### 1.1 能源消耗与环境压力

在云南迪庆水力发电为地区经济发展提供了绿色动力。但随着能源需求的不断增长,传统水轮机在运行中的能耗问题日益凸显。老旧水轮机因设计局限、材料老化及磨损等因素其能量转换效率大打折扣,导致大量水能资源未能得到充分利用。这不仅意味着能源的直接浪费更在无形中增加了对化石能源的依赖,加剧了环境污染和气候变化等环境问题<sup>[1]</sup>。在迪庆等生态敏感的地区,任何对环境的额外压力都可能对脆弱的生态系统造成不可逆的影响。因此,对水轮机进行节能改造,提升能源转换效率、减少能源损耗,是减轻环境负担、保护迪庆绿水青山的迫切需求。

### 1.2 技术进步与产业升级

近年来,材料科学、制造工艺以及自动化控制技术的飞速发

展为水轮机技术的革新提供了坚实基础。新型高效水轮机在设计上更加科学合理、材料上更加耐磨耐腐蚀、控制上更加智能化自动化。迪庆发电公司引入这些先进技术对水轮机进行节能改造,无疑是提升设备性能、降低能耗、促进产业升级的重要途径。改造后的水轮机将能够更加高效地利用水能资源,提高发电量以满足地区日益增长的电力需求。

### 1.3 政策导向与市场需求

在国家层面,政府出台了一系列鼓励节能减排的政策措施,不仅为水轮机节能改造提供了政策支持和资金扶持还为改造后的水轮机市场应用拓宽了空间。云南迪庆地区政府也积极推动绿色能源发展,鼓励发电公司进行技术改造和升级换代。随着市场竞争的加剧和消费者环保意识的提高,市场对高效、环保的能源产品需求日益增长。发电公司作为能源供应的重要主体必须紧跟市场趋势,满足消费者需求。通过水轮机节能改造提升能源利用效率、降低能耗和排放是发电公司适应市场变化、提高竞争力的必然选择。

## 2 发电公司水轮机节能改造的实施策略

### 2.1 技术选型与方案设计

在发电公司水轮机节能改造的实践中,技术选型需要综合考虑水流条件、设备现状、改造预算以及未来的运行需求。在云南迪庆这样水流湍急、水量丰富的地区,水轮机的选型必须能够适应复杂多变的水流环境。如,旭龙水电站装机的立轴混流式水轮发电机组设计就需要充分考虑金沙江上游的水流特性,确保机组在高水头、大流量的条件下能够稳定运行<sup>[2]</sup>。绿色水轮机技术通过提高转桨式水轮机操作油压实现轮毂无油化,从根本上杜绝了水轮机对河流的污染并有效提高了水轮机效率和出力。以恩莱吉能源科技有限公司研制的新型结构高油压(16MPa)轮毂无油化转桨水轮机为例,该技术将轮毂内的液压装置外置不仅提高了能量转换效率还降低了运行成本和维护难度。在实际操作中,要对现有转轮进行全面的性能评估,找出影响效率的关键因素,然后针对性地进行改进。如,可以采用先进的CFD(计算流体动力学)技术对转轮内部的流动进行模拟和分析以优化叶片的形状和角度。在迪庆地区的水电站中,由于水流条件复杂多变,传统的手动调节方式往往难以满足高效运行的需求。而智能控制系统可以根据实时水流情况和电网需求自动调整水轮机的运行参数,使其始终保持在最佳工作状态。不仅可以提高能源利用效率还可以减少人工干预,降低运行成本。

### 2.2 设备采购与安装调试

设备采购阶段首要任务是选择信誉良好、技术实力雄厚的供应商。在迪庆这样的高原地区,水轮机设备需要承受复杂多变的水流环境和恶劣的气候条件,因此对设备的质量和可靠性要求极高<sup>[3]</sup>。发电公司应通过公开招标、询价比较等方式对供应商的资质、业绩、技术实力进行全面评估,优先选择那些具有丰富经验和良好口碑的供应商。在设备规格和型号的选择上需要根据具体的改造需求和技术方案进行定制。如,对需要提高转轮效率的水轮机选择采用高效转轮技术的新型转轮;对需要实现

智能化控制的水轮机选购具有先进自动化控制系统的设备。设备到货后,安装时应严格按照设备说明书和改造方案进行操作,确保每一步都符合规范要求。特别是对转轮、轴承、密封等关键部件的安装,更需要严格控制安装质量和精度。在调试阶段,要对水轮机进行全面的性能测试和优化调整。要先进行空载试验,检查水轮机的运转是否平稳、有无异常振动和噪声;然后进行负载试验,测试水轮机在不同负荷下的运行效率和稳定性;最后根据试验结果对设备进行调整和优化以确保水轮机能够达到最佳的运行状态。以托巴水电站为例,该电站选择了哈电集团这样具有雄厚技术实力和丰富经验的供应商,确保了设备的质量和性能。在安装调试过程中,电站严格按照规范要求进行操作并对每一个细节都进行了精细化的处理。

### 2.3 运行监测与优化调整

云南迪庆地理环境复杂、气候条件多变,为了实时掌握水轮机的运行状态和性能参数,发电公司通常会在水轮机上安装了压力表、测振仪、转速检测仪等一系列高精度的监测设备。如同水轮机的“贴身医生”,24小时不间断地对其“把脉”以确保任何细微的异常都能被及时发现。压力表负责监测水轮机内部的水压力变化是评估水轮机工作效率和稳定性的重要指标。一旦压力出现异常波动就意味着水轮机可能存在泄漏、堵塞或部件磨损等问题。测振仪则用于检测水轮机在运行过程中的振动情况。振动过大不仅会影响水轮机的运行效率还可能对机组造成损坏。因此,通过测振仪的实时监测及时发现并处理潜在的振动问题。而转速检测仪则用于监测水轮机的转速变化,确保其在设计范围内稳定运行。

## 3 发电公司水轮机节能改造的技术要点

### 3.1 转轮优化技术

转轮作为水轮机的核心部件其性能的优化直接关系到水轮机的能量转换效率。在迪庆地区的水电站,如旭龙和托巴水电站,由于地处高原、水流条件复杂,对转轮的性能要求更高。建议采用三维流场数值模拟方法,对转轮内部的流动情况进行精细分析。通过模拟不同工况下的水流状态可以准确预测转轮的效率、空化性能等关键指标。结合实验测试手段如模型水轮机试验对数值模拟结果进行验证和优化。通过实际测试可以获取转轮在实际运行中的性能数据,为进一步优化设计提供依据。根据数值模拟和实验测试结果对转轮叶片的形状进行优化设计。通过调整叶片的弧度、厚度等参数可以改善水流的流动特性,提高转轮的效率。选用高性能的叶片材料如不锈钢或复合材料提高叶片的耐磨性和抗腐蚀性能,不仅可以延长转轮的使用寿命还可以减少因叶片磨损导致的效率下降。还可以采用先进的铸造和加工技术提高转轮叶片的精度和表面质量。通过精确的制造工艺确保叶片的形状和尺寸符合设计要求,进一步提高转轮的性能。以托巴水电站为例,采用先进的数值模拟方法和实验测试手段后成功提高了转轮的效率。优化后的转轮效率明显提高,年发电量增加了近1亿千瓦时,取得了显著的经济效益。

### 3.2 智能控制技术

迪庆地区的水电站由于水流条件多变,传统的控制方式难以满足高效运行的需求。建议采用PID(比例-积分-微分)控制算法对水轮机的转速和流量进行精确控制。通过实时监测水轮机的运行状态调整控制参数,确保水轮机在最佳工况下运行。也可以引入神经网络和模糊控制算法对水轮机的运行状态进行预测和优化。通过学习和分析历史数据,神经网络可以预测水轮机的未来运行状态,为控制策略的制定提供依据。模糊控制算法则可以处理水轮机运行过程中的不确定性和模糊性,提高控制系统的鲁棒性和适应性。将免疫粒子群算法应用于水轮机机组供水系统的节能控制中。通过模拟生物免疫系统的机制来优化供水系统的运行策略,减少能耗。免疫粒子群算法具有全局搜索能力强、收敛速度快等优点,可以有效解决供水系统节能控制中的优化问题。以旭龙水电站为例,通过引入智能控制技术实现了对水轮机的精确控制和优化运行,水轮机的能源利用效率得到明显提高,年节省标煤近10万吨,减少二氧化碳排放约25万吨。

### 3.3 系统集成与优化

在进行水轮机节能改造时,建议通过综合考虑水流条件、设备现状、改造预算等因素对水轮机系统进行全面优化和改进。如,对水轮机的进出口管道进行改造和优化设计,减少水流阻力的同时提高水流速度。通过优化管道的形状和尺寸改善水流的流动特性,提高水轮机的效率。也可对水轮机的辅助设备进行更新和升级如更换高效的冷却系统、润滑系统等。通过更新辅助设备提高水轮机的运行稳定性和可靠性,延长使用寿命。在系统

集成过程中要充分考虑各部件之间的匹配性和协调性。通过优化系统的整体布局 and 连接方式减少能量损失和噪声污染,提高系统的整体性能和运行效率。

### 4 结束语

综上所述,本文通过对发电公司水轮机节能改造实践的深入探讨揭示了节能改造的必要性、实施策略及技术要点。实践证明,通过科学合理的节能改造可以显著提升水轮机的运行效率与稳定性,降低能源消耗与环境污染。不仅为发电公司带来显著的经济效益与环境效益,还可为整个电力行业的节能减排工作提供有益参考。随着技术的不断进步与政策的持续引导,水轮机节能改造将迎来更加广阔的发展前景。发电公司应紧跟时代步伐不断创新技术、优化管理,推动我国能源事业的可持续发展、高质量发展。

### [参考文献]

- [1]陈立国,李振权.循环水回水余压利用贯流水轮机发电节能改造[J].氮肥与合成气,2020,48(10):16-19.
- [2]冯凯,常辉,鲁银中.基于免疫粒子群算法的水轮机机组供水系统节能控制方法[J].计算技术与自动化,2022,41(3):54-58.
- [3]梁武科,丁科,李其昌,等.阀门开度对余压发电水轮机水力性能的影响研究[J].节能,2024,43(3):30-33.

### 作者简介:

傅冬(1977--),男,傣族,云南省维西县人,大学本科,工程师,研究方向:水电厂及水库生产运行检修及电气设备自动化。