

# 水电厂动力设备运行可靠性的优化策略

刘伟杰

文成县新力能源开发有限公司, 浙江 温州 325300

**[摘要]**水电厂作为我国电能生产的重要组成部分,对于国家电力供应的稳定性和可持续性具有关键作用。然而,当前水电厂的动力设备在长期运行中逐渐显现出一系列问题,这些问题的存在给电力生产带来了不小的挑战。为了确保电力生产的顺畅和可靠,有必要采取一系列的改进和优化措施。通过加强水电厂对动力设备的维护、监测技术的应用、智能化改造和安全环保的措施,水电厂可以提高动力设备的可靠性,确保电力供应的连续性和稳定性,为我国电力行业的发展贡献力量。

**[关键词]**水电厂; 动力设备; 运行可靠性; 优化

DOI: 10.33142/hst.v6i9.10427

中图分类号: TF3

文献标识码: A

## Optimization Strategy for Reliability of Power Equipment Operation in Hydroelectric Power Plants

LIU Weijie

Wencheng Xinli Energy Development Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325300, China

**Abstract:** As an important component of Chinese electricity production, hydropower plants play a crucial role in the stability and sustainability of the country's electricity supply. However, the power equipment of hydropower plants is gradually showing a series of problems in long-term operation, which pose significant challenges to electricity production. In order to ensure the smooth and reliable production of electricity, it is necessary to take a series of improvement and optimization measures. By strengthening the maintenance of power equipment, application of monitoring technology, intelligent transformation, and safety and environmental protection measures, hydropower plants can improve the reliability of power equipment, ensure the continuity and stability of power supply, and contribute to the development of Chinese power industry.

**Keywords:** hydropower plants; power equipment; operational reliability; optimization

### 引言

水电厂作为我国电力产业的支柱之一,承担着巨大的电力供应任务。其动力设备的可靠性和运行效率对电力生产的稳定性和可持续性具有至关重要的影响。然而,随着时间的推移和设备老化,水电厂动力设备面临越来越多的挑战和问题。这包括设备的老化和损耗、频繁的故障、高昂的维护成本以及不断变化的环境法规。当前提高水电厂动力设备运行可靠性的优化策略,以满足不断增长的电力需求和可持续发展的要求。通过综合分析可靠性评估和监测、智能化电厂体系构架,以及提高发电机可靠性的关键措施,探讨如何改进水电厂动力设备的性能、可维护性和安全性,从而确保电力供应的可靠性和连续性。通过全面研究和实践这些优化策略,为水电厂动力设备的可靠性提升做出贡献,提高电力产业的效率,减少环境影响,推动电力行业朝着更加可持续和绿色的未来发展。

### 1 水电厂动力设备运行可靠性评估和监测

#### 1.1 可靠性评估的概念

##### (1) 可靠性定义

可靠性是指设备在一定时间内正常运行的能力。它反映了设备在各种工作条件下维持预定功能的稳定性。在水电厂中,设备的可靠性直接关系到电力生成的连续性和可维修性。

##### (2) 可用性和可维修性

可用性是设备在需要时可用的程度,通常以百分比表示。可维修性涉及到在设备发生故障时,迅速进行维修并恢复到正常运行状态的能力。水电厂需要维护高可用性和可维修性,以确保稳定的电力供应。

#### 1.2 故障数据收集与分析

##### (1) 故障数据记录与分析方法

水电厂应建立系统的故障数据记录系统,详细记录每次故障的类型、发生时间、持续时间以及可能的原因。通过数据分析,可以发现故障的模式和趋势,有助于制定针对性的维护计划和改进措施。

##### (2) 运行数据分析

监测设备的运行数据是实现可靠性的重要手段。水电厂可以使用各种传感器和监测设备来记录温度、压力、振动等参数。运用统计分析和数据挖掘技术,可以识别设备异常和预测潜在故障,从而采取预防性维护措施。

#### 1.3 设备状态监测

##### (1) 检测技术和传感器应用

设备状态监测通常依赖于各种检测技术和传感器应用,包括振动传感器、温度传感器、压力传感器等。这些传感器实时监测设备的运行状态,帮助识别问题并提前采取措施。

## (2) 预测性维护

预测性维护是一种基于设备状态监测数据的维护方法。通过连续监测设备的状态,可以预测故障的发生时间,并计划维修活动,以减少停机时间和维护成本。

### 1.4 可靠性评估工具

#### (1) FMEA (故障模式与效应分析)

FMEA 是一种系统性的方法,用于识别潜在的故障模式、评估它们的影响,以及确定采取的纠正措施。在水电厂中,FMEA 可用于分析设备的关键部件,识别潜在的故障源,从而制定维护策略和改进计划。

#### (2) RCA (根本原因分析)

RCA 是一种用于确定故障根本原因的方法。它帮助水电厂管理团队识别为何故障发生,而不仅仅是解决表面问题。通过深入的根本原因分析,可以采取长期的纠正措施,以防止故障再次发生。

## 2 水电厂动力设备运行可靠性的优化策略

### 2.1 预防性维护

#### (1) 预防性维护计划制定

①设备识别和优先级排序:首先,需要明确哪些设备在水电厂运行中起到关键作用,这些设备可能包括发电机、水轮机、变压器等。然后,为了更好地分配资源,对这些设备进行优先级排序是至关重要的。这可以通过可靠性评估和设备重要性分析来完成。通过考虑设备的功能、历史故障数据、影响电力供应的程度等因素,可以确定哪些设备需要优先考虑,以确保电力供应的稳定性。

②维护频率制定:一旦确定了需要维护的设备,接下来需要制定维护频率计划。不同的设备可能需要不同的维护频率,包括定期检查、润滑、清洁等操作。这个计划应该基于多个因素,包括制造商的建议、历史维护数据和工程师的经验。例如,某些设备可能需要更频繁的检查,而其他设备可能可以较长时间不需维护。维护频率计划的制定需要平衡维护的成本与设备的性能和可靠性。

③维护任务标准化:为了确保维护工作的一致性和质量,每项维护任务都应该有标准化的操作程序。这些操作程序应该清晰明了,包括具体的操作步骤、所需工具和材料、安全要求等<sup>[1]</sup>。标准化的维护任务可以确保不同维护人员在执行任务时遵循相同的流程,减少了错误和疏漏的发生。此外,标准化还有助于建立维护记录,可以追踪维护的历史和效果,为未来的决策提供数据支持。

#### (2) 材料管理与备件存储

①备件库存管理:在预防性维护计划中,备件库存管理至关重要。为了确保水电厂能够迅速应对突发故障,必须保持足够的备用部件库存。然而,库存管理也需要合理,避免过度或不足的备件。定期审查库存水平是一个有效的方法,可以根据设备的可靠性评估结果和历史维护数据来确定所需备件的数量和类型。这有助于优化库存,降低库

存成本,并确保备件的可用性。

②供应链合作:为了确保备件的及时供应,水电厂应建立稳固的供应链合作关系。与备件供应商建立互信和长期合作伙伴关系是至关重要的。通过与供应商保持紧密联系,可以提前了解备件的供应情况,协商快速交付选项,并确保备件的质量。供应商也可以提供有关备件性能和维护的有用信息,帮助水电厂更好地管理备件库存和维护计划。

### 2.2 停机维护和修复

#### ( ) 快速响应和紧急维修

①故障响应团队:建立专门的维修团队是保障快速响应设备故障的关键。这个团队应该由经验丰富的维修工程师和技术人员组成,具备应对不同类型故障的技能。团队成员应该接受定期培训,以保持其维修技能的最新性。此外,团队成员之间的协作和沟通也至关重要,以确保在紧急情况下能够高效协同工作。

②紧急维修计划:制定明确的紧急维修计划是确保在设备故障时能够迅速采取行动的关键。该计划应明确维修流程、责任分工和联系方式,以便在出现紧急情况时,维修团队能够立即行动。紧急维修计划还应包括备件库存的管理,确保关键备件随时可用。通过高效的紧急维修计划,水电厂可以最小化停机时间,减少生产损失。

#### (2) 停机维护计划

①计划停机时间:为了进行计划的停机维护,水电厂应提前计划停机时间。这需要根据设备的维护需求和生产计划来制定,以确保维护工作能够顺利进行。计划停机时间的选择应该在最低电力需求时进行,以最小化对电力供应的影响。

②维护任务安排:在计划停机期间,需要制定详细的维护任务清单。这包括更换部件、检查设备状态和性能、清洁和润滑等操作。每项维护任务都应有明确的时间表和责任人,以确保工作按计划进行<sup>[2]</sup>。同时,应考虑工作安全和环保要求,采取必要的措施来保障工作人员的安全,并遵守环境法规。

### 2.3 人员培训与技能提升

#### (1) 运行人员与检修人员培训计划

①培训需求分析:识别运行人员与检修人员的技能缺口,制定培训计划来满足需求。

②技能认证:确保运行人员与检修人员取得必要的技能认证,以执行各种维护任务。

#### (2) 知识分享和技能传承

建立知识分享和技能传承机制,以确保经验和最佳实践得以传承和积累。这可以包括定期的会议、知识库的建立和年轻工程师的培训。

### 2.4 技术升级和现代化

#### (1) 设备升级与替换策略

定期评估设备的技术状态,制定升级和替换策略。这

可能包括引入更先进的设备或系统,以提高可靠性和效率。

### (2) 自动化与监控系统的应用

引入自动化和监控系统,以实时监测设备状态,快速识别问题并采取措​​施。这包括使用传感器、远程监控和数据分析工具。

## 3 智能化电厂的体系构架

### 3.1 智能化电厂概述

智能化趋势和优势:智能化电厂是电力行业的趋势,因其带来的多种优势,如提高生产效率、降低维护成本、减少能源浪费和提高安全性。

### 3.2 数据采集与分析

#### (1) 传感技术与数据采集系统

①传感技术:传感器用于监测电力设备和过程的各种参数,包括温度、压力、振动、电流、电压等。这些传感器负责将物理数据转化为数字信号。

②数据采集系统:数据采集系统包括传感器、数据传输设备和数据存储设备。它们协同工作,将实时数据传送到中央控制系统或云平台,以供进一步分析和处理。

#### (2) 数据分析与维护预测

①故障检测:通过分析设备数据,可以检测到异常情况,例如温度升高、振动异常等,以便及早发现潜在的故障。

②维护预测:利用机器学习算法和历史数据,可以预测设备的剩余寿命和维护需求,帮助制定预防性维护计划,降低停机时间。

③性能优化:数据分析还可以用于优化电力设备的性能,包括调整操作参数、提高效率和降低能耗,以实现更高的生产效率。

### 3.3 自动化和远程监控

#### (1) 自动化控制系统

①PLC(可编程逻辑控制器):PLC负责实时控制设备的逻辑和操作,根据不同情况自动调整设备的运行。

②DCS(分散控制系统):DCS用于集成和协调不同设备之间的操作,以实现整个电力系统的自动化控制,提高生产效率和稳定性。

#### (2) 远程监控与操作

①实时监控:通过远程监控系统,运营人员可以实时查看设备状态、性能和运行参数,以及及时采取措施应对任何问​​题。

②远程操作:远程操作系统允许操作员远程控制设备,例如启动、停止、调整参数等,提高运营的灵活性和响应速度。

### 3.4 人工智能应用

①机器学习应用:智能化电厂利用机器学习算法分析大数据,以自动检测异常、预测维护需求和优化设备性能。

②AI在可靠性优化中的应用:人工智能技术如神经网络和深度学习可用于提高设备故障预测的准确性,从而

降低停机时间和维护成本。

## 4 提高水电厂发电机运行可靠性措施

### 4.1 发电机可靠性的关键性

发电机作为电力生产的核心设备之一,其可靠性直接影响到电厂的稳定运行和电力供应的可持续性。发电机出现故障或停机可能导致电力中断,对生产和社会生活造成严重影响<sup>[3]</sup>。此外,发电机通常具有高投资成本,因此其可靠性问题也涉及到经济性。频繁的维修和更换将增加运营成本,因此发电机的可靠性对于降低维护成本和提高设备寿命至关重要。

### 4.2 检测与诊断技术

#### (1) 振动分析

①故障检测:异常振动通常是发电机故障的早期指示器。振动分析可以检测到不平衡、轴承故障、叶片损伤等问题。

②性能评估:振动分析可用于评估发电机的性能,包括转子的平衡和对齐情况,以确保其正常运行。

#### (2) 热成像和超声波检测

①热成像:热成像技术可以检测发电机部件的温度异常,识别电缆连接问题、绝缘故障和润滑不足等热问题。

②超声波检测:超声波技术用于检测气体泄漏、电弧放电和机械故障等问题。它能够识别一些难以察觉的故障。

### 4.3 维护与润滑策略

#### (1) 发电机维护最佳实践

①预防性维护:制定定期维护计划,包括检查、清洁、紧固零件和更换易损件。这有助于提前发现潜在问题,防止大规模故障。

②监测和诊断:使用振动分析、热成像、超声波等技术进行定期检测和诊断,以确保设备处于良好状态。

#### (2) 润滑系统管理

①润滑计划:制定润滑计划,确保各部件得到适当的润滑。不同部件可能需要不同类型的润滑油或润滑脂。

②油质监测:定期检测润滑油的质量和污染水平,及时更换油液,以保持润滑效果。

### 4.4 安全和环境因素

#### (1) 安全管理与预防措施

①定期培训:培训运行人员与检修人员,使其了解发电机的安全操作和维护程序。

②安全检查:定期进行安全检查,确保设备符合安全标准,防止事故发生。

#### (2) 环境保护与可持续性

①排放控制:确保发电机排放符合环保法规,采取措施减少对环境的负面影响。

②可持续性:研究和采用可再生能源发电机,如风力发电机或太阳能发电机,以减少对非再生资源的依赖,提高可持续性。

## 5 结语

水电厂动力设备的可靠性对于电力行业的稳定运行和可持续发展具有重要意义。通过阐述一系列优化策略,旨在解决水电厂动力设备面临的问题,并提高其性能、可维护性以及环保水平。利用智能化电厂的体系构架以及提高发电机可靠性的措施,确保水电厂动力设备的可靠性优化达到电力供应的稳定性。并且不断探索和应用新技术,改进管理策略,加强人才培养,以确保水电厂在未来能够持续发挥其关键作用,为我国电力产业的可持续发展做出贡献。只有这样,才能满足不断增长的电力需求,应对能源挑战,共同迎接电力行业的未来

## [参考文献]

- [1]班长虹. 水电厂动力设备运行可靠性的优化策略[J]. 集成电路应用,2021,38(12):86-87.
  - [2]陈伟红. 关于提升水电厂动力设备运行可靠性的探析[C]. 北京:中国武汉决策信息研究开发中心,决策与信息杂志社,2015.
  - [3]伍育华. 提高水电厂动力设备运行可靠性措施分析[J]. 通讯世界,2013(23):146-147.
- 作者简介:刘伟杰(1976.7—),毕业院校:河海大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前就职单位:文成县新力能源开发有限公司,职务:员工,职称级别:工程师。