

# Study on the operation management and maintenance measures of mechanical equipment of hydropower station

Wei Xie

Yunnan Zhaoheng Hydropower Co., Ltd., Lijiang, Yunnan, 674100, China

## Abstract

As a common hydroelectric power generation site, the hydropower station undertakes the task of electric power production, so its equipment is more, and very complex. In the operation link, the hydropower station is located near the river, and will be impacted by the water flow. In addition, the loss of the equipment itself, the mechanical equipment of the hydropower station is easy to failure, affecting the function of the equipment, and even causing safety risks. The relevant personnel are required to strengthen the attention to the machinery and equipment of hydropower stations, and to carry out targeted management and maintenance operations. This paper starts with the mechanical equipment of hydropower station, analyzes the possible problems in the operation of equipment, and makes management and maintenance measures to ensure the quality of mechanical equipment.

## Keywords

hydropower station; machinery and equipment; quality control; operation and maintenance

## 水电站机械设备的运行管理与维护措施研究

谢伟

云南兆恒水电有限公司, 中国·云南 丽江 674100

## 摘要

水电站作为常见的水力发电场所, 承担电力生产的任务, 所以其设备就较多, 而且十分复杂。在作业环节, 水电站位于河道附近, 会受到水流冲击, 再加上设备本身的使用损耗, 水电站机械设备就容易出现故障, 影响设备功能的发挥, 甚至造成安全隐患。就要求相关人员强化对水电站机械设备的重视, 开展针对性地管理与维护作业。本文就从水电站机械设备入手, 分析设备运行环节可能存在的问题, 并且制定管理与维护的措施, 保证机械设备的质量。

## 关键词

水电站; 机械设备; 质量控制; 运行维护

## 1 引言

水电站机械设备在运行环节一方面需要承担本身的机械压力, 另一方面会受到外界环境的影响, 机械设备本身就容易出现损伤, 影响设备功能。针对其的运行管理与维护就十分必要, 要求相关人员针对性地进行管理。然而水电站本身规模较大, 再加上机械设备的影响因素较多, 对设备的管理难度就较大。此背景下, 就需要管理人员引进先进设备与技术, 实现对设备的全面监控与实时监管, 方便管理人员第一时间明晰设备运行状态, 了解故障状况, 为后续的管理与维护作业提供资料。

## 2 水电站机械设备概述

水电站机械设备是指水电站中发挥作用的机械设备,

主要分为水轮机、发电机、调速器、变压器、闸门与调节设备、导叶与调节系统、轴承与传动设备以及控制系统等(如图1所示)。这些设备的协调运行保证了水电站的稳定发电, 发挥了水能资源的最大效益<sup>[1]</sup>。但是需要注意的是, 水电站机械设备的类型较多而且规模较大, 运行环节就存在一些难点, 制约机械设备的运行, 要求工作人员加强重视。

## 3 水电站机械设备运行环节的问题

水电站机械设备的运行环节中可能会遇到一些问题, 影响设备的功能, 甚至造成安全隐患, 就需要相关人员进行分析。

### 3.1 水轮机故障

由于水流中的杂质或长期运行, 水轮机叶片可能发生磨损或损坏, 导致效率降低或发生故障。如果水轮机的转子不平衡、轴承故障或叶轮有异物, 可能导致不正常的振动, 影响机械的稳定性和寿命。此外, 调速器故障、导叶调节不当等可能导致水轮机转速不稳定, 影响电力输出。

【作者简介】谢伟(1987-), 男, 傈僳族, 中国云南丽江人, 工程师, 从事水电站运营及管理研究。

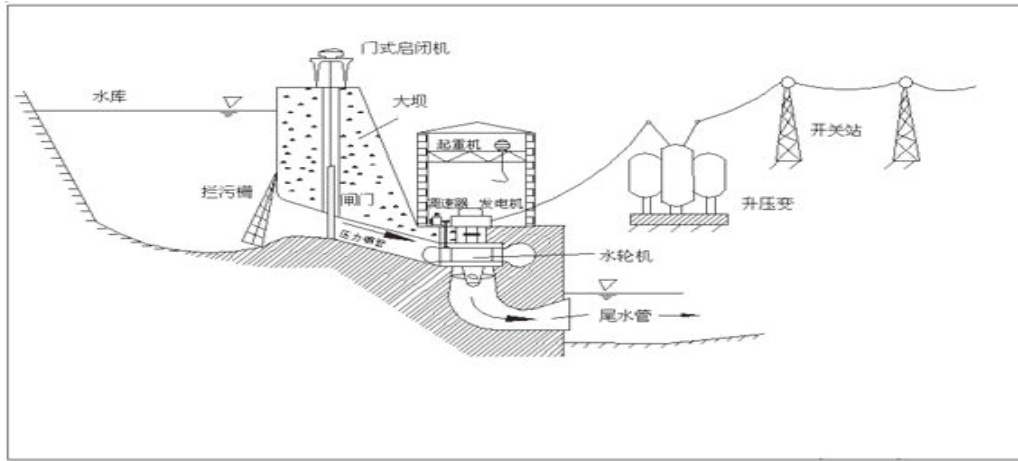


图1 水电站机械设备组成

### 3.2 发电机问题

发电机绕组短路、接触不良等问题可能导致发电机无法正常发电，甚至发生烧毁。如果水电站的负荷过大，发电机可能发生超载，导致设备损坏或停机。

### 3.3 调速系统故障

液压系统泄漏、压力不稳定、控制阀故障等可能导致水轮机无法准确调节转速。而且电气系统故障可能导致调速精度下降，造成发电机的负载不稳定。

### 3.4 变压器问题

变压器绝缘老化、短路或负荷过重可能导致设备故障，影响电能的输送。长时间处于过负荷状态可能使变压器温度过高，降低使用寿命，甚至发生烧毁。

### 3.5 轴承和传动系统问题

轴承的磨损或润滑不良可能导致水轮机或发电机转子运行不顺畅，增加摩擦力，造成温度升高、设备损坏。传动装置中的齿轮、联轴器等部件可能因长时间运行或维护不当发生故障，导致动力传递中断。

### 3.6 控制系统故障

自动化控制系统故障可能导致水电站无法准确监测设备状态，难以及时发现问题并进行处理。而且设备之间的通信问题可能导致调度指令无法有效传递，影响设备协同工作。

这些难点的存在直接影响水电站机械设备的功能，需要相关人员深入分析这些难点，制定切实可行的解决策略。

## 4 水电站机械设备的运行管理与维护措施

水电站机械设备的运行管理与维护至关重要，直接关系到设备的可靠性、运行效率以及水电站的安全性。为了确保设备长期稳定运行，应采取一系列管理和维护措施（如图2所示）。

### 4.1 设备运行管理措施

水电站设备运行的管理十分必要，需要通过以下手段进行控制。首先，需要制定完善的运行计划，要求相关人员根据水电站的实际情况，制定设备的运行计划，包括设备的启停、负荷调节、运行参数监测等，以确保设备处于最佳工作状态；其次，需要建立设备档案管理体系，工作人员需要为每台设备建立详细的档案，记录设备的技术参数、运行状态、维修历史、故障记录等信息，方便日常管理与故障分析。为了获取档案信息，可以通过 SCADA（数据采集与监控系统）等自动化监控系统实时监测设备的运行状态，收集关键运行数据（如水轮机转速、发电机电压、负荷等），并通过数据分析进行预警，及时发现潜在问题；然后，应优化负荷调度，需要相关人员合理调配负荷，确保水轮机和发电机不超负荷运行，避免设备过载导致损坏。还需要制定完善的故障应急预案，一旦设备发生故障，能够迅速响应，确保迅速恢复供电<sup>[2]</sup>。通过上述手段的管理，就能够一定程度上规避设备运行环节的难点。

### 4.2 合理设计维护措施

水电站机械设备问题较多，维护也就较为困难，需要通过以下手段开展作业。第一，需要进行定期检修与保养，需要对水轮机、发电机的轴承、齿轮、密封等部件进行定期检查，避免磨损或损坏。还需要开展电气设备检查，包括发电机、电气控制设备、变压器等电气设备的检查，确保没有过热、短路等问题；第二，要重视液压系统维护，相关人员需要定期检查水轮机调速系统中的液压系统，确保液压油的质量、油位、压力等符合标准，避免泄漏或损坏；第三，要重视润滑管理，所有旋转和传动部分如水轮机叶片轴、发电

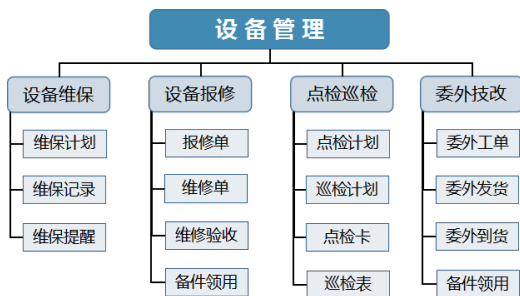


图2 水电站机械设备管理

机轴承、齿轮等应定期进行润滑，使用符合标准的润滑油。还需要定期检查润滑油的质量，并及时更换老化的润滑油，防止润滑不足导致部件磨损；此外还需要进行设备校准与调试，相关人员需要定期校准测量仪表，确保设备运行过程中所有关键参数的准确性，如电压、电流、压力等。通过上述手段，可以对水电站的机械设备进行系统的维护，可以保证设备的功能。

#### 4.3 要重视预防性维护

水电站机械设备的预防性维护设计是确保设备长期稳定、安全运行的关键。首先要开展水轮机和发电机组的预防性维护，要定期检查与清洁，水轮机的叶片和发电机的转子应定期检查，清除其表面附着物，防止水草、杂物或腐蚀物质影响性能。还需要检查水轮机、发电机的密封装置是否完好，防止水或杂质进入机组。同时，定期检查机组的防腐涂层是否磨损，避免设备腐蚀。也可以通过振动传感器定期检查水轮机、发电机的振动情况，及时发现异常，防止因机械磨损或不平衡引发故障；其次要进行阀门与液压系统的预防性维护，需要定期检查水电站的各类阀门（如进水阀、泄洪阀等），清理阀座，确保阀门的密封性能和开关灵活性。作业环节，液压系统要定期检查油位、油质、压力等，及时更换老化的液压油，防止油管泄漏或液压系统故障；此外还需要制定应急预案，需要对设备的安全保护设施进行定期检查，如限位开关、防护罩、报警系统等，确保设备出现异常时能够及时报警并采取保护措施。还需要制定设备故障应急预案，定期进行应急演练，确保在突发故障情况下能够迅速恢复运行，避免停机时间过长。水电站机械设备的预防性维护设计不仅能够有效防止设备故障，还能提高设备的运行效率，降低运营成本，并延长设备的使用寿命。

#### 4.4 重视人员培训

良好的培训体系不仅能提升工作人员的技能水平，确保设备在运行中的正常操作，所以水电站机械设备运行管理与维护的人员培训管理是保障设备安全、稳定、高效运行的关键。

首先，需要根据水电站不同岗位的职责，进行培训内容的分类和设计。针对，操作人员，需要让其了解水轮机、发电机、阀门、变压器等关键设备的工作原理、结构和功能。熟悉设备的操作手册，掌握设备启动、停机、调节等常规操作。还需要掌握各类设备的安全操作规程，包括紧急停机、故障处理、火灾防控等安全知识；其次，针对维修人员，则需要帮助其学习设备的内部结构和工作原理，掌握常见故障的诊断方法。还需要掌握常规设备检查、润滑保养、更换零部件等基础维修技能。并且熟练掌握各类工具的使用技巧，如电动工具、测量仪器、焊接设备等；然后，针对管理人员，则要求相关人员了解水电站的运营要求和设备管理流程，包

括设备的管理、监控和故障记录。并且学习质量控制、设备检修管理以及安全管理知识，确保整个电站的高效运转。

培训环节，应通过课堂讲授、在线学习、研讨会等方式，对基础理论、安全知识和操作规程进行讲解。并且在实际设备上进行操作培训，通过模拟演练、现场操作、设备维修等形式增强员工的实际操作能力。还需要结合水电站运行中的实际案例，分析常见故障的原因、应对措施和解决方案，让员工从案例中汲取经验<sup>[3]</sup>。综上，水电站机械设备的运行与维护人员培训管理可以全面提升员工的专业技能和安全意识，确保设备的稳定运行。

#### 4.5 进行安全管理

水电站机械设备运行管理与维护的安全管理对于保障水电站的稳定、安全、高效运行至关重要。首先，要制定详细的操作规程和操作手册，明确每个岗位的操作要求，确保工作人员在操作过程中按照规定要求执行。还需要设计设备维护管理制度，包括定期检修、设备保养、更换零部件等内容，确保设备始终处于良好的工作状态。并且明确各级管理人员、操作人员、维修人员等的安全责任，确保责任落实到每个岗位；其次，要重视设备安全监控与预警，可以利用现代自动化监控系统对水电站的机械设备进行实时监控，系统可以实时采集设备的运行数据（如温度、压力、震动等），及时发现异常并触发警报。并且通过数据分析和故障诊断技术，预测设备的潜在故障风险，提前采取措施避免设备出现严重故障或安全事故；然后要进行安全检查与风险评估，需要定期对所有关键设备进行全面检查，确保设备符合安全标准，及时发现潜在风险并采取预防措施<sup>[4]</sup>。通过定期开展风险评估与隐患排查，识别潜在的设备故障点和安全隐患，采取措施加以改进。对高风险设备如水轮机、发电机等，进行重点关注。

### 5 结语

水电站机械设备的运行管理与维护需要综合运用先进的技术手段和严格的管理制度，做到“预防为主、保养为辅”，确保设备长期处于高效、安全运行状态。通过完善的计划、科学的管理、及时的维护与人员培训，可以显著提升设备的使用寿命和电站的运行效率。

#### 参考文献

- [1] 姚天玺. 水电站机械设备的运行管理与维护探讨 [J]. 电工技术, 2024, (S2): 81-83.
- [2] 马宗将. 论水电站机电设备维护检修管理 [J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017, (11): 161.
- [3] 陈海全. 水电站机械设备的运行维护分析与管理思考 [J]. 技术与市场, 2019, 26 (01): 200-201.
- [4] 杨彦斌. 新时期水电站运行管理节能措施分析 [J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2019, (10): 12-13.