

Exploration and Practice of Energy Conservation in Operation and Maintenance of Hydroelectric Power Plants

Yang Liu

Yunnan Huadian Jinsha River Midstream Hydropower Development Co., Ltd. Ahai Power Generation Branch, Lijiang, Yunnan, 674100, China

Abstract

With the increasing global emphasis on energy efficiency and environmental protection, the exploration and practice of energy conservation in the operation and maintenance of hydropower plants, as the main source of renewable energy, have become particularly important. This paper aims to explore the strategies and methods for energy conservation in the operation and maintenance of hydropower plants. By systematically analyzing the current energy-saving status of hydropower plants, identifying the main energy-saving areas, and combining specific cases for practical verification. The analysis points out that by adjusting the operating parameters of hydropower station equipment, performing regular maintenance and applying fault prediction technology, and adopting cutting-edge energy-saving solutions and management strategies, significant improvements in energy utilization efficiency and economic benefits of hydropower plants can be achieved. This paper proposes a development path and application suggestions for energy-saving technologies in future hydropower plants, aiming to provide reference for relevant enterprises and management decision-makers.

Keywords

hydropower plant; energy saving; operation and maintenance; optimization; technology application; energy efficiency improvement

水电厂运行维护节能探讨与实践

刘洋

云南华电金沙江中游水电开发有限公司阿海发电分公司, 中国·云南 丽江 674100

摘要

随着全球对能源效率和环保的日益重视,水电厂作为一种可再生能源的主要来源,其运行维护中的节能探讨和实践显得尤为重要。论文旨在探讨水电厂在运行和维护过程中节能的策略与方法,通过系统分析当前水电厂节能现状,识别主要节能领域,并结合具体案例进行实践验证。分析指出,通过调整水电站设备的操作参数、执行定期的维护保养以及应用故障预测技术,同时采纳前沿的节能方案及管理策略,能够实现对水电厂能源利用效率及其经济收益的显著提升。论文针对未来水电厂节能技术,提出了发展路径与应用建议,旨在为相关企业与管理决策者提供参考。

关键词

水电厂; 节能; 运行维护; 优化; 技术应用; 能效提升

1 引言

作为一种环保的能源生成手段,水力发电厂对于全球温室气体排放的降低以及能源供需紧张的改善,扮演了至关重要的角色。为了提高水电厂的能效,降低运行成本,并延长设备使用寿命,节能措施和技术的应用显得尤为关键。在水电厂的运营中,采用节能技术和措施,对提升能源效率、减少操作开支及增加设备使用周期具有至关重要的作用。本研究旨在分析水电厂在运行维护过程中的节能潜力及技术瓶颈,并基于此提出有效的节能策略,通过结合实际案例进

行验证,期望为水电厂的节能管理提供理论支持,并促进技术创新。

2 水电厂运行维护的现状

作为清洁能源生产的关键设施,水电厂的持续运作与精细维护,对能源的高效应用及经济的收益直接产生作用。在当前时期,运行和维护水电设施的操作人员正遭遇多种挑战同时亦面临诸多机遇,水轮机组在水电厂中扮演着高效产电的关键角色,同时,对流量的精准调节是确保电力系统稳定的必要条件。随着所用设备的年限增长,水电厂在操作和维护方面逐渐显现出诸多挑战,诸如设备磨损、频繁的故障以及维护费用的增加,就水电厂而言,设备老化引致的效率降低与故障频发,已对其实际运作效能产生了显著的负面作

【作者简介】刘洋(1994-),男,土家族,中国湖北宜昌人,本科,助理工程师,从事水电厂运行研究。

用。常规的设备保养策略主要依赖周期性的审查与维护，此类做法在一定程度上确保了设备的顺畅运作，然而，它通常未能有效预见或防范可能出现的技术障碍。与此同时，在水电厂的运作实践中，常常因调度与控制的不完备而导致水资源利用效率低下和机组负载不当，这些因素对能源整体效率及经济效益产生了不利影响。诸多挑战困扰着水电厂在节能技术领域的应用，如技术适应性、成本效益分析及实际成效评估等问题，为了提高水电厂的能效与经济回报，在其节能管理推进过程中，必须全面考量技术创新、设施保养及资源开发的多元要素^[1]。

3 节能策略与技术

3.1 设备运行参数优化

为了在水电站中实现能源的高效转换并达到节能减排的目的，关键在于对设备运行参数进行精确调整，此举能显著提升设备效率并降低能源浪费。水轮机、发电机组等关键设施的运行参数优化，不仅能够提高电力生产的效率，而且有助于增加设备的经济寿命并减少运营成本。水轮机在运行过程中，其关键参数的优化配置是提升设备性能的关键环节，水轮机作为水电站中至关重要的装置，对发电的效率起着决定性的作用。为了实现水轮机在最佳工作状态下的高效运转，必须对相关参数进行精细的优化调整，从而实现水流动能的最大化利用。调节水闸的开放程度，能够精确控制水流的流量，从而确保水轮机在最高效率状态下运转^[2]。

对发电机组而言，运行参数的优化是至关重要的环节，发电机组的关键性能指标，涵盖了发电机转动的速率、电力的输出电压以及工作时的负荷限制等。为了降低由于两者转速不一致而产生的能量损耗，必须对发电机的转速进行调整，以便与之相匹配水轮机的转速。为了保障发电设备输出的电能质量，必须对电压进行精确控制，这样可以预防由电压波动所导致的能量效率下降。在确保发电机组高效运作的过程中，合理分配负载显得尤为重要，旨在防止过载或欠载现象的发生，进而显著提升设备整体的运行效能。对于辅助系统的性能提升，绝不可掉以轻心，冷却、润滑以及控制等子系统，构成了整体的辅助装置，设备的运行热效率会受到冷却系统操作效率的直接作用。通过调整冷却水流量及温度的优化，可以降低设备的热损失，从而提升其工作性能。设备的顺畅运作依赖于润滑系统，该系统有效降低了摩擦导致的能量耗损，定期对润滑系统进行检测，并更新其润滑油，能够确保该系统的顺畅运行，并显著减少能源消耗。对设备运行状态进行实时监控与调整是控制系统优化的关键，利用智能化的控制系统，可以实现对设备运行参数的精确调整，从而确保设备在最佳状态下运行。

设备运行参数的优化不仅依赖于尖端技术的运用，而且还需要科学的管理与维护方案。为了达到设备运行参数的最优化，定期执行设备检查与维护是至关重要的，定期对设

备进行审查，能够及时识别并应对可能出现的问题，防止设备故障造成能源效率的下降，采用数据分析技术对设备运行数据进行深度解析，以便识别并确定设备的最佳运行参数，从而进一步改善其运行状态。在水电厂的能源节约治理中，对设备操作参数进行精确调整是至关重要的环节，对水轮机、发电机组及其辅助系统的运行参数进行精确调整，能够显著提高设备效率，降低能耗，并延长其使用年限，此举不仅促进了水电厂的经济盈利，亦有助于能源的有效运用，并积极助力于环境保护工作，在发展的将来，随着技术的持续进化，设备运行参数的优化将继续扮演关键角色，为水电厂的持续发展提供坚实的助力^[3]。

3.2 定期维护与故障预测

在水电厂的管理中，对设备的定期维护以及故障事先预测，对于保障设备的高效运作、延长其使用年限以及减轻意外故障给生产带来的负面影响，起到了关键性的作用，预定的周期内对设备执行检查及保养，旨在预防可能出现的问题，针对设备，包括实施常规的检查流程、保持其清洁状态、定期进行润滑处理，并在必要时更换已磨损的部件，这种保养方法是必不可少的。定期对设备进行审查，以便及时识别并修正问题，确保其持续正常运行，为防止水轮机叶片上污垢的沉积从而降低效率，必须定期对其进行细致的审查与彻底的清洁作业；对于发电机组而言，周期性地替换润滑油以及检查电刷是不可或缺的维护措施，其目的是规避因摩擦及电气故障而引发的潜在问题，定期保养虽能规避诸多典型故障，但无法根除设备深藏的隐性问题，特别是那些非标准检测难以触及的缺陷。

针对前述缺陷，故障预兆的分析与预报技术随之产生，旨在提供解决方案，采用前沿的数据抓取与处理技术。对设备运作状况进行持续监控，以便提前侦测并评价可能出现的故障威胁，实施对机器振动、温度、压力及电流等关键指标的实时监控，通常是这项技术包含的环节，通过对所收集数据的深入解析，可以辨识出设备运作中的异常模式，进而对潜在的设备故障类型及其发生时间进行预测。对水轮机进行振动数据采集与分析，旨在发现叶片上的细微裂纹，此举有助于在设备出现故障之前对其进行必要的修复，从而防止进一步的严重损害。结合了机器学习和人工智能算法的现代故障预测技术，极大地提升了预测的精确度。通过运用这些算法，能够对大量历史及实时数据进行深入分析，辨识出复杂的故障模式和趋势，进而生成更为精确的预测结果。故障预测的应用，不仅优化了维护资源的配置，更减少了非必要的检修及停机时间，从而显著提升了设备的整体运行效率。针对发电机组，通过分析电流和温度数据，可以预测绝缘材料的老化状况，从而提前采取更换措施，避免电气故障的发生。

结合定期的维护工作与故障预测技术，可以达成对设备实施预防性维护及实时监控的目标，从而显著提升设备的可靠性与运行效率。常规保养与检查通过定期维护完成，

利用数据分析和智能技术进行的故障预测,增强了设备故障的预防能力,该综合管理策略显著降低了设备故障的发生频率,同时有效控制了维护的经济成本和由于设备问题导致的生产损失,确保了设备运行的高效率与安全性。对于水电厂设备,定期进行维护工作及故障预测分析,是设备管理中至关重要的两个流程。为了确保机械设施持续平稳运作,必须执行周期性的检修工作,这种工作涉及对机器进行系统的预先维护措施;实时监控与细致的数据分析相结合,可以预先辨认出可能出现的问题,进而显著降低意外故障的出现频率,将两者有效融合,能显著提升设备运行的稳定性与经济性,从而为水电厂的持续高效运作提供坚实的支撑^[4]。

3.3 先进节能技术的应用

在水电厂的持续运作与细致管理过程中,融入前沿的节能技术是极其关键的,全球范围内对能源效率和环境保护的重视不断提升,促使水电站采纳并实施多种先进的节能技术。此举旨在提高电力生产效率,减少能源消耗,并减轻环境压力,先进节能技术的运用不仅涉及设备的改良和提升,亦涵盖运行管理的优化及智能控制的实施等多个方面。在节能技术领域,水轮机与发电机组的集成应用扮演了至关重要的角色。水轮机,一种通过优化设计方案及选用先进材料,实现对流动能量高效转换的设备,在流量与水头变化的广泛条件下,维持了其卓越的能源转换性能,所述改良涉及对叶轮结构的精致化处理、增强用于叶轮制造的材质对腐蚀的抵抗能力,以及运用更加尖端的生产工艺,引入高效率的发电机组,能够降低发电过程中能量的耗散,从而提升整体的发电效能。在水电厂中,变频器技术被广泛应用,对于节能起到了关键作用,变频器的功能是在负载需求变化时,实时调整发电机的转速,以此来优化能源的输出效率并降低能源的无效消耗。变频器的运用,能在不同水流量的环境下,优化设备的运行状况,确保设备在工作时的最佳性能,从而显著提升能源效率。变频器的应用能有效降低设备启动及运行时的冲击影响,从而显著延长其使用寿命。

智能控制系统的运用促进了节能技术的进一步发展,集成传感器和数据采集功能的智能化控制系统,能够对水电厂的运行状况进行实时监控,确保运行状态得到全面把握。

系统能够依据实时数据自动优化设备参数与运行模式,旨在达成最高的能源效率,智能调度系统能够依据水流量波动来自动调节机组工作负载,此举旨在提升水资源的利用效率,并降低非必需的能源消费。作为节能减排领域的一个关键环节,能源回收技术扮演着不可或缺的角色,它深度融入节能技术的广泛应用中。在水电厂的操作过程中,热能与机械能的损耗是难以避免的,如采用余热回收系统和废水热交换器等能源回收技术,能够实现废弃能源向有用能源的转化,从而提升能源的整体利用效率,此举不仅能够减少对化石燃料的依赖,同时也能降低对进口能源的仰赖。为了最大化节能技术的优势,必须将其融合进科学的运行管理以及细致的维护策略之中,定期对设备进行检查以及维护工作,能够保障节能技术的持续有效运行,并且及时识别并处理可能出现的问题。同时,为了确保节能技术有效应用,操作人员的技能提升和培训是至关重要的,水电厂通过采纳先进的节能技术,不仅实现了发电效率和经济效益的双重提升,而且推动了环境保护及可持续发展的进程。技术手段的持续更新与完善,使得水电站能够在满足能源市场需求的前提下,达成更高的能源效率以及减少对环境的负面作用。

4 结语

水电厂在节能方面的探讨与实践,广泛涉及设备优化、定期维护、故障预测及先进技术的运用,水电站借助科学的管理和先进的技术手段,不仅提升了能源产出效率,而且促进了能效的节约与排放的降低,从而在推动环境保护和经济增长方面发挥了重要的作用。

参考文献

- [1] 李斌.水电厂自动化运行维护系统的设计与实现[J].家电维修,2024(8):83-85.
- [2] 孙建斌.运维合一模式在水电厂应对突发事件中的应用研究[J].云南水力发电,2024,40(6):98-101.
- [3] 何学渊,杨青,李念,等.基于数据分析的水电厂设备运行状态管理系统研究与应用[J].自动化技术与应用,2024,43(3):143-147.
- [4] 董岩,陈润尧.大型水电厂自动发电控制系统的优化设计及应用分析[J].光源与照明,2023(10):240-242.