

水电站水轮发电机组运行与维护分析

崔益彰

新疆水利发展投资(集团)有限公司

DOI:10.12238/hwr.v7i10.5023

[摘要] 水轮发电机组的稳定运行对水电站的安全及运营效果有直接影响,需引起水电站管理层的重视。而在日常工作环节中对机组的机械部分定期检查和维修,能够确保机组正常运行,并延长其使用寿命。再加上专业化技术队伍的组建,通过对维护要点的细致探究,编制完善的工作计划与管理措施,不仅能够降低机组运行故障发生率,还能保护现场作业人员的安全,确保水电站各项工作有序开展。

[关键词] 水电站; 水轮发电机组; 运行; 维护

中图分类号: TV74 **文献标识码:** A

Analysis of Operation and Maintenance of Hydroelectric Turbine Generator Units

Yizhang Cui

Xinjiang Water Conservancy Development Investment (Group) Co., Ltd

[Abstract] The stable operation of water turbine generator units has a direct impact on the safety and operational effectiveness of hydropower stations, and it needs to be taken seriously by the management of hydropower stations. Regular inspection and maintenance of the mechanical parts of the units in daily work should be carried out to ensure their normal operation and extend their service life. In addition, through detailed exploration of maintenance points, and the development of comprehensive work plans and management measures, the establishment of a professional technical team can not only reduce the incidence of unit operation failures, but also protect the safety of on-site operators, ensuring the orderly development of various work in the hydropower station.

[Key words] hydropower station; water turbine generator set; operation; maintenance

引言

为确保水电站整体效益及安全,需积极开展水轮发电机组维护工作。因此要求引起各部门负责人的重视,制定科学的维护计划,并按时开展维护工作,这样既能提高水力发电的可靠性和经济性,又会在各个环节中解决常规问题,消除隐患及风险,提高工作效率与技术水平。在此基础上,还能进一步推动我国水电事业稳定发展,从而创造更大的综合效益。

1 水电站水轮发电机组运行方式

现阶段,大部分水电站的水轮发电机组运行主要方式包括两种:

一种是调峰运行方式。根据电力系统的负荷需求对机组的启停和调节,满足电力系统负荷的波动性。在高峰负荷期间,水电站启动更多机组提供额外的电力供应;而在低谷负荷期间,一些机组会停机或降低出力。此运行方式具有较强的灵活性,是根据电力系统的负荷需求科学调整,保证电力供应的稳定性。

另一种是基荷运行方式。水电站机组在恒定负荷下长时间连续运行,更适用于电力系统的基本负荷需求,如:城市、

工业、居民的常规用电^[1]。在基荷运行时,机组会以相对稳定的出力运行,满足基本的电力需求,并对机组的稳定性和经济性要求较高。

一般情况下,水轮发电机组的运行方式是由电力系统运行需求和水电站的调度安排决定。调峰运行和基荷运行可以根据电力系统的负荷波动性和需求进行灵活调整,保证电力供应的稳定性和经济性。同时,水电站还要考虑水资源的合理利用和环境保护等因素,确保水轮发电机组的安全性及运行高效性。

2 水轮发电机组运行常见故障

2.1 水轮机叶片损坏

叶片损坏会影响水流的顺畅及发电效率,主要影响因素是由于水流中的杂物、冰块或其他外部物质的侵入所致,或者是叶片老化或疲劳造成的。因日常检查及维修工作不及时、不到位,未能及时发现问题,使叶片处于磨损或故障的状态下持续作业,从而引发更大的安全问题。

2.2 水轮机轴承故障

水轮机轴承在长时间运行或不当维护的情况下可能会出现一些故障。轴承承受着水轮机转子的重量和运转力矩,如果轴承磨损严重,会导致转子不稳定,甚至产生振动^[2]。过热也是轴承故障的常见原因,长时间高温运行会使轴承润滑油失效,增加摩擦和磨损。此外,如果轴承断裂,会导致整个水轮机系统停机,造成生产损失。

2.3 电机故障

电机作为水轮发电机组的关键部件之一,经常会遇到一些问题。其中,较常见的问题之一是电路短路,是由于电路中的导线接触不良或者绝缘层破损导致的。电路短路会导致电流异常增大,从而引发短路电流过大而损坏电机问题。

另外,电机的绝缘也是一个重要问题。长时间运行后,电机的绝缘材料会老化,绝缘性能下降,导致绝缘破损,进而引起电机故障。因线圈老化导致电机的绕组电阻增大,功率损耗增加,从而引起线圈短路。

2.4 水轮机进水管堵塞

进水管堵塞是水轮机发电效率受到影响的常见问题之一。在水流中,会携带着一些沙石、水草等杂物,杂物在进水管中逐渐堆积,导致管道流通面积减小,进而影响水轮机的进水量和压力。

当进水管堵塞时,会导致水轮机进水不畅,造成水流速度减慢,进而影响水轮机的转动速度和转矩,降低发电效率。此外,堵塞还可能导致水轮机出现压力不稳定或压力损失过大的情况,进一步影响发电设备的稳定运行。

2.5 水轮机调速系统故障

调速系统是控制水轮机转速和输出功率的关键部分。通常是由传感器、电子控制器和执行器等组成。然而,调速系统也可能遇到一些故障。传感器故障是调速系统常见的问题之一。传感器负责监测水轮机的转速、负荷等参数,并将具体信息传递给电子控制器^[3]。如果传感器损坏或出现故障,会导致传感器无法准确地读取并传递参数,从而使调速系统无法正确地控制水轮机的转速和输出功率。

另外,电子控制器故障。电子控制器接收传感器传递的信息,并根据预设的控制策略来调节水轮机的转速和功率。因电子控制器发生故障,导致调速系统无法正常工作,影响着水轮发电机组运行的稳定性。

2.6 冷却系统故障

水轮机在发电过程中会产生大量的热量,需通过冷却系统散热。而冷却系统的故障,导致水轮机过热,影响发电效果,甚至对设备造成损坏。冷却系统通常包括冷却水循环系统和散热器。冷却水循环系统负责将冷却水送到水轮机的关键部位,如:轴承、发电机等,吸收和带走热量,保持设备的温度在安全范围内^[4]。散热器则负责将热量从冷却水中散发出去。如果冷却系统发生故障,会导致冷却水无法正常循环或散热器无法有效散热,造成水轮机过热。而过高的温度会影响水轮机正常运行,降低发电效率,从而引发设备损坏问题。

3 水电站水轮发电机组运行与维护措施

3.1 采取预防性检修措施,消除隐患及风险

通过对水电站水轮发电机组运行过程中会发生的各种问题分析,还需水电站积极开展维护工作,采用预防性检修措施,提前发现潜在故障,并采取相应的修复措施,确保设备运行的安全性与稳定性。

首先,维修队伍定期对水轮发电机组巡视,检查各个部件的运行状态和外观情况,如:叶片、轴承、冷却系统、电机、调速系统等,发现异常情况并及时处理。再定期清理杂物、水草等,保持水轮机周围的清洁,防止堵塞进水管和损坏叶片。同时,定期清洗冷却系统,确保散热效果良好^[5]。然后,定期检查和更换润滑油,保持轴承的正常润滑,防止磨损和过热,对电气系统的接线、电缆、开关等仔细检查,确保电路的正常运行,防止电路短路、绝缘破损等问题。最后,试运行处理,主要检查设备的运行状态和性能,发现问题及时修复,确保设备的可靠性和稳定性,必要时更换磨损或老化的部件,修复潜在故障,提高设备的可靠性和寿命。

例如,对水电站水轮发电机组电机故障的预防性检修,检查电机绝缘状况,维护人员发现绝缘电阻低于标准值,初步判断存在绝缘老化或损坏的问题,及时更换绝缘材料或修复绝缘层,问题得到良好解决。定期清洁电机通风系统中的过滤器和风扇,防止灰尘和杂物堵塞通风孔,影响电机的散热效果,并保持良好的通风,降低电机温度,延长电机使用寿命。再检查电机轴承的润滑状况,维护人员发现轴承润滑不足或油脂老化,及时添加新的润滑油,推动机组稳定运行。同时,在预防性检修过程中维护人员还发现了电机震动和噪声问题,通过实时监测,获取可靠信息,及早发现异常情况,开展进一步的检修和维护工作,解决电机故障问题,延长其使用寿命,确保电机的发电效果。

3.2 引用现代化技术手段,提高维护效率

为提高水轮发电机组的运行效率和维护管理的精细化程度,建议引用现代化技术手段,建立远程监控系统,实时监测水轮发电机组的运行状态,如:电机转速、功率输出、温度、压力等参数,及时发现异常情况并预警。再通过传感器和数据采集设备,收集水轮发电机组的运行数据,如:振动、温度、电流等。利用数据分析技术,对数据处理和分析,提取运行特征和趋势,预测潜在故障,根据分析结果进行优化调整。

此外,建立维护管理系统,记录维护工作的计划、执行情况和故障处理记录,具备工单管理、备件管理、维修记录等功能,能提高维护工作效率和数据准确性。并应用人工智能技术,如:机器学习和深度学习,对水轮发电机组的运行数据进行分析 and 建模,提高故障诊断和预测的准确性,为维护工作提供科学依据。

3.3 创建紧急自动停机系统,发挥提醒作用

考虑水电站水轮发电机组运行过程中一些突发事件或异常情况的发生,会导致后续工作的进展受阻,并威胁着现场作业人员的安全,还需强调水电站管理部门能对具体措施高效落

实,通过创建紧急自动停机系统,安装故障监测设备,如:振动监测器、温度传感器等,实时监测机组运行状态。当监测到异常情况时,系统能够自动发出警报或报警信号,提醒操作人员结合实际情况分析与处理,使故障问题控制在初始阶段,也为后续工作有序开展奠定良好基础^[6]。同时,还能在关键位置设置紧急停机按钮,当发生紧急情况时,操作人员立即按下按钮,使机组停止运行,避免事故的发生。

此外,建立故障自诊断系统,通过监测和分析机组运行数据,识别出可能的故障原因,并自动发出停机指令,避免故障扩大和设备损坏。再安装电气保护装置,如:过流保护、欠压保护、过载保护等,当电气系统发生异常时,自动切断电源,防止电气故障引发更大的事故。

例如,某水电站水轮发电机组运行与维护创建紧急自动停机系统,是根据水电站的特点和需求,由传感器、监控设备、控制器和执行器等组件组成。其中,传感器的安装是在关键位置,将传感器与监控设备和控制器连接起来,确保传感器的数据能实时传输到监控设备和控制器。再设置报警和停机条件,主要依据是水轮发电机组的运行要求和安全标准,当水位过高、温度过高或振动超过预设阈值时,触发报警信号,维护人员及时掌握故障影响程度及范畴,会采取科学措施及时处理,避免产生其他的问题及损失。再定期对紧急自动停机系统的维护和检查,主要内容是传感器的连接和工作状态,保证其准确读取参数,还会对控制器和执行器的故障诊断和维修,保证其正常运行,可高效预防潜在的故障和事故,提高水电站运行可靠性。

3.4 注重事后检修,增强机组运行安全性

水轮发电机组运行与维护的重要环节之一还包括事后检修,是在机组发生故障或完成一段时间的连续运行后进行,核心目的是对机组进行全面检查和维修,确保设备的良好运行状态。

首先,对机组进行初步排查,了解故障发生的具体情况,如:故障现象、故障部件等,并记录相关信息。然后,将发电机组中的关键部件拆卸检查,如:叶轮、轴承、发电机、冷却系统等,检查是否存在磨损、裂纹、松动等问题,并及时清洗机组,包括清理叶轮、冷却系统、滤网等,清除污垢和杂物,保持机组内部的清洁^[7]。根据机组的润滑系统检查结果,更换润滑油、清洗润滑管道等,确保润滑系统正常运行。最后,对机组的电气系统检查和维修,包括电缆、接线、开关等,确保电气系统的安全可靠。

例如,对水电站水轮发电机组冷却系统故障的事后检修处

理,首先要找出冷却系统故障的具体原因,通过检查设备、管道和控制系统,以及与冷却系统相关的传感器和仪表确定问题所在。检修前确保机组已经停机,并断开电源以确保操作的安全性,检查冷却系统设备和管道是否存在损坏、堵塞或泄漏等问题。特别注意检查水泵、冷却器、过滤器和阀门等关键部件,确保其正常运行。如果发现设备或管道中存在严重的损坏或磨损,需及时更换受损部件,必要时还需对传感器、仪表、自动控制装置等参数校准和调整。检修和维护工作完成后,对系统测试和启动,逐步恢复电源和机组运行,检查冷却系统的工作状态和效果,确保其正常运行。

此外,事后检修工作均完成后,还需对系统标准化调试,要检查机组的运行状态和性能,确保故障得到修复,调整机组的运行参数,总结故障的原因和解决方法,为日后维护及管理工作的有序开展提供可靠依据,还能保证设备正常运行和长期稳定性。

4 结语

结合上述内容分析,能了解水电站水轮发电机组运行方式及常见故障,建议采取预防性检修措施,在各环节中消除隐患及风险,并引用现代化技术手段,改变传统化的工作方式及方法,以达到提高机组运行的维护效率及技术水平目的。再加上事后检修,规范工作人员安全操作,遵守标准要求及流程,做好维修记录和报告,便于事后分析和总结故障原因,采取预防措施避免类似问题再次发生,推动水电站稳定发展。

参考文献

- [1]吴凯.水电站水轮发电机组磁极改造技术[J].自动化应用,2022(06):43-45.
- [2]潘学科.基于水轮发电机组低负荷运行的分析与对策[J].冶金管理,2021(21):58-59.
- [3]马正军.强化水电站水轮发电机组运行与维护必要性的措施[J].中国设备工程,2021(04):14-15.
- [4]杜江.声音监测在水轮发电机组状态监测中的应用[J].自动化应用,2020(10):91-92+96.
- [5]王琦,牟小雨.巨型水轮发电机组安全稳定运行管理要点简析[J].机电信息,2020(23):54-55.
- [6]王塞北,王亚楠.试析水轮发电机组的常见电气故障与维护[J].机电信息,2020(11):59-60.
- [7]杨健锋.水电站水轮发电机组常见故障技术处理方法探索[J].中国设备工程,2020(02):93-94.