

水电站在运行中设备故障的判断及处理

孙夷

国能大渡河大岗山水电开发有限公司，中国·四川 雅安 625400

摘要：水电站在运行过程中，设备故障的判断与处理是保证发电效率和安全运行的重要环节。为了有效应对设备故障，水电站需要对设备的运行状态进行全面监控，结合多种诊断工具，确保能够及时发现潜在问题。同时，设备的故障类型多样，包括机械故障、电气故障和自动控制系统故障等。针对不同类型的故障，制定科学的处理流程尤为关键，从故障定位、隔离到修复，每一步都需要严格遵守技术规范。在日常运行中，定期维护、加强检测技术应用以及建立完善的设备管理制度，都是预防故障发生的重要手段。

关键词：水电站；运行设备；故障判断；处理措施

Diagnosis and Treatment of Equipment Failures During the Operation of Hydropower Stations

Yi Sun

Guoneng Daduhe Dagangshan Hydropower Development Co., Ltd., Ya'an, Sichuan, 625400, China

Abstract: The diagnosis and handling of equipment failures during the operation of hydropower stations are important links in ensuring power generation efficiency and safe operation. In order to effectively respond to equipment failures, hydropower stations need to comprehensively monitor the operating status of equipment and combine multiple diagnostic tools to ensure timely detection of potential problems. At the same time, there are various types of equipment failures, including mechanical failures, electrical failures, and automatic control system failures. It is particularly crucial to develop a scientific handling process for different types of faults, from fault location, isolation to repair, every step requires strict adherence to technical specifications. In daily operation, regular maintenance, strengthening the application of monitoring technology, and establishing a sound equipment management system are all important means to prevent faults from occurring.

Keywords: hydropower station; operating equipment; fault diagnosis; handling measures

0 前言

水电站作为清洁能源的重要组成部分，其设备的稳定运行直接关系到电力供应的可靠性。然而，设备在长期运行中不可避免地会出现各种故障，给水电站的正常运转带来挑战。设备故障不仅会影响发电效率，还可能带来安全隐患。因此，如何准确判断故障并及时处理成为水电站运行管理中的核心课题。为此，全面掌握故障的判断方法、了解常见故障类型、优化处理流程以及加强日常维护显得尤为重要，能够有效保障设备的长期稳定运行。

1 水电站设备故障的判断标准

1.1 正常工况下设备运行状态的特征

水电站设备的正常运行表现为一系列稳定的运行参数和状态特征。日常运作中，各类设备在不同的负载条件下产生的电流、电压、温度等数据至关重要，它们为设备的性能监测和维护提供了必要的参考^[1]。在设计阶段，水电站的设备参数已经被明确规定，确保了其在运行过程中的稳定性与安全性。在设备故障判断的初期阶段，需确立设备正常运行的基准，掌握各类参数的安全范围，并持续对其进行监控。若设备中的参数值偏离了预设的正常区间，那么此设备可能

存在隐性的故障概率。

1.2 数据异常时的初步判断

对于水电站设备出现的故障，其运行时产生的数据记录，是作出初步判断的决定性因素。例如，遇电压大幅波动、电流不明升高等数据异常，或设备温度超出正常范围，这类现象往往指示设备可能存在隐患。在日常的监管活动中，监控人员需对检测到的异常数值保持警觉，以便在发现问题时能够迅速作出反应，并启动深入的调查流程。通过将异常数据与历史数据相比较，可以初步评估问题的严重性以及推测可能出现的故障种类。数据分析技术的应用，能够为故障的快速定位提供更为精确的帮助，有效缩短了故障判断的时间。

1.3 综合多种诊断工具的应用

水电站设备故障的判断不仅依赖于简单的运行数据，还需要借助多种诊断工具进行综合分析。运行维护人员可以利用如振动分析、油品检测和热成像技术等先进的监测技术，从多个视角对设备的可能故障进行探测。利用这些工具，可以对设备的运行状况进行详尽分析，它们能够检测设备的振动频率、润滑油中的金属颗粒含量以及设备表面的温度分布，以此来精确地判断设备是否出现了异常。在这些多样化的工具协同运用下，水电站能够更为全面且精确地对设备的

健康状况进行评估,从而为后续设备的故障处理提供了一个更加可靠的数据支撑。

2 水电站设备常见故障类型及原因分析

2.1 机械故障的成因分析

水电站设备中,机械故障是最为常见的故障类型之一。通常情况下,机械故障的产生根源可归结于设备的衰老、磨损,以及外部环境的影响。长时间在高压环境下运作的水轮机和发电机等关键机械设施,其轴承可能遭受损坏,齿轮亦可能出现磨损现象^[2]。设备长期遭受机械性疲劳,可能会引发其零部件的断裂或磨损而失效。例如,水电站的机械部件受到诸如水流强烈冲击和泥沙侵蚀等外部环境因素的较大影响,这些因素同样会引起机械设备的损坏。剖析机械故障的根源,对于有效预防及解决设备问题至关重要(见图1)。

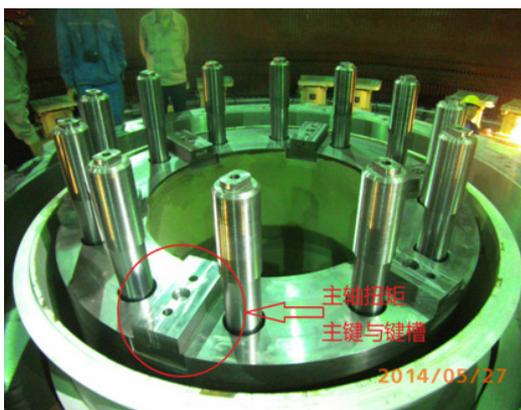


图1 水电站发电机组常见问题维修现场

2.2 电气故障的成因分析

电气故障是水电站设备中另一类主要的故障类型,主要表现为电缆短路、绝缘破损、接触器老化等问题。在长时间承受高电压工作条件下,电气设备可能会因超负荷运行或电路短路等因素而发生故障。电气系统的故障可能源于变压器的过热或输电线路的老化。电气故障的发生,可能与水电站所处的环境温度及温度波动有直接的关联性。电气绝缘材料的性能可能会因环境温度过高而降低,这会提高漏电和短路事故的概率。分析电气故障的根本成因,将助力操作人员实施有效的预防策略。

2.3 自动控制系统故障的成因分析

随着水电站自动化水平的提高,自动控制系统在整个运行过程中扮演着越来越重要的角色。自动控制系统发生故障,通常由软硬件问题引起,如传感器失效、控制程序漏洞或通信系统的问题。若传感器在数据采集过程中发生失误,或是信号在传输过程中遭遇断裂,则可能导致设备运行失去控制或产生误操作。不仅单个设备的正常运作可能受到干扰,系统整体也可能因之而发生故障。由于自动控制系统的复杂性,故障的原因往往较难迅速查明,因此需要通过系统的自诊断功能及多次测试分析,才能找到故障根源。

3 水电站设备故障的处理流程

3.1 故障定位与诊断的步骤

当水电站设备发生故障时,第一步是快速而精准地进行故障定位与诊断。操作人员在处理设备时,需依据设备当前与过去的运作信息,迅速识别并确定潜在的故障位置。在这一过程中,关键作用被数据分析和自动化诊断系统所承担。借助自动化的故障检测系统,可以快速锁定设备故障的具体位置,并针对不同的故障种类及其严重性,制定相应的解决策略。对于设备的故障排查,并非仅仅依靠单一的数据跟踪,而是涉及各种监控方法的综合评估,目的是确保故障判断的准确性。

3.2 故障隔离与紧急应对措施

在故障定位完成后,操作人员需要采取故障隔离和紧急应对措施,以确保设备的安全以及水电站运行的稳定性^[3]。故障隔离的目的是将出现问题的设备从整体系统中断开,确保故障不会波及到其他组件或者导致系统级的大规模故障。例如在处理电气故障时,必须依据故障的具体性质及其严重性采取相应对策,这可能涉及即刻中断电源供应,或是启动备用系统;设备运行过程中遭遇机械故障,需实施停机检查,以确定损坏状况。对于水电站的运作,采用有效的故障隔离技术和紧急应对措施,能够最大限度地减少故障对水电站整体运行的影响。

3.3 故障修复与系统恢复

在故障被隔离和处理后,下一步便是故障的修复与系统恢复。设备故障的修复需要依赖专业的维修团队,他们根据故障诊断的结果,对损坏部位进行修理或者更换。在修复过程中,需要严格按照设备制造商的技术规范和水电站的操作标准进行操作,以确保修复后的设备能够恢复到最佳工作状态。修复完成后,操作人员还需进行设备的全面检查和调试,确保所有参数恢复到正常范围,随后才逐步恢复系统的整体运行,确保水电站的正常发电功能。

4 水电站设备故障的预防与维护策略

4.1 定期检查与预防性维护的必要性

定期检查与预防性维护是保障水电站设备长期稳定运行的核心策略之一。设备在长期运行过程中,容易受到外部环境的影响,如温度、湿度、灰尘等因素,均可能对设备运作造成不利影响。管理人员通过定期对设备进行检查,能够及时识别并预防潜在的问题,有效避免故障的出现。对关键组件,如发电机组、变压器、轴承等,进行定期检查,这些组件在持续使用过程中可能会出现磨损或老化现象,如果未对这些问题进行适当的维护和修复,设备可能会遭遇停机,甚至引发更为严重的安全风险。开展预防性维护,不仅仅涉及对各类设备进行基本的清理与检查,更关键的是对设备运行状况的细致分析以及必要的零部件更换工作。在持续承受高负荷的条件下,轴承可能会经历磨损过程,通过周期性的润

滑处理及零部件的更换,有望显著降低由机械故障引起的的生产中断风险。水电站管理人员应根据设备的运行情况,制定详细的维护计划,并严格按照计划执行,确保每一项检查和维护工作都能按时完成,以此保证设备的最佳工作状态,减少突发故障的可能性(见图2)。



图2 水电站用电设备定期检查

4.2 强化监测技术的应用与更新

随着科技的快速发展,水电站设备的运行维护依赖于越来越先进的监测技术。这些技术为设备的状态检测提供了更为精准和全面的数据支持。对设备的关键部位进行振动状态的实时观测,这有助于机械故障进行预判;设备的运行温度可以被连续监控系统追踪,以此来预防由温度过高所可能导致的损害;通过油品分析,可以对设备润滑油的状态进行监测,据此诊断设备磨损状况,进而实现对潜在故障的提前预防。通过这些技术的应用,不仅增强了设备运行状态监测的精确度,而且利用数据的即时搜集与评估,使得管理层能够在设备故障出现之前进行有效预测,从而显著降低了故障事件对设备运作以及整体流程的负面影响。

4.3 建立全面的设备管理与维护制度

在长期运行中,水电站的设备稳定性维护,依赖于一套完整且有效的管理与维护制度。这一制度不仅涵盖了日常维护的具体内容,还涉及设备的全生命周期管理。管理设备台账可以记录每台设备的运作状态、维修历史、操作行为以及部件的更迭情况。这些记录为运行及维护设备提供了数据基础,从而使得管理人员能够依据设备使用状况拟定维护策略,旨在降低意外故障发生的概率。在设备管理体制框架下,故障记录扮演着关键角色,它是维护体系中不可或缺的一环。详细记录下设备每次出现故障的相关信息,如发生时间、具体位置、成因以及解决方法,通过这种分析,可以洞悉设备的运作模式,归纳出故障的常见原因,进而持续对维护流程进行改进和优化^[4]。为了降低由人为错误引起的潜在风险,必须构建并遵循一套规范化的设备操作程序,使得所有使用者都能够依循既定步骤进行操作。通过这些全面的管理制度,水电站能够实现设备的高效管理,延长设备的使用

寿命,确保设备始终处于最佳工作状态,进而提升整体运行的安全性与稳定性。

在四川省大渡河流域的大岗山水电站,该电站是国能大渡河公司开发的重点电站,其装机容量为260万千瓦,年发电量可达到114.5亿千瓦时。然而,随着设备运行时间的增加,该电站曾多次遭遇设备故障,尤其是发电机组在运行过程中多次出现异常温度升高等异常问题。为了应对这一情况,大岗山水电站的管理团队决定实施定期检查和预防性维护策略,并引入先进的红外温度监测系统对设备进行状态监控。具体措施包括每日、每月对发电机组重要部位进行温度监测分析。通过引入温度监测系统,大岗山电站的管理团队能够实时掌握发电机重要部位的温度运行状态。监测数据显示,一台机组在满负荷运行时,高厂变温度曾达到220℃,远高于安全运行标准的120℃。红外温度监测系统及时将异常事件发出,通过及时采取降负荷停机措施,该故障得以避免扩大。在预防性维护方面,大岗山水电站每月定期清理励磁系统滤网,并定期清理机组碳刷内部积尘,确保设备保持良好的运行状态。在建立设备管理制度方面,大岗山水电站建立了详细的设备台账,对每台设备的运行状态、维修记录和故障情况进行全方位管理。此外,故障记录制度使管理团队能够对设备故障的发生时间、频率和原因进行分析,从而进一步优化了维护计划。通过这些措施的实施,大岗山水电站的设备故障率明显下降,设备的平均无故障运行时间延长了20%,发电效率也提高了15%。

5 结语

综上所述,水电站设备的稳定运行离不开科学的故障判断与处理。通过加强日常监测、及时发现潜在问题,并制定合理的故障处理流程,能够有效降低设备故障率,保障发电效率。同时,定期维护与完善管理制度是确保设备长期安全运行的关键,只有持续优化管理和技术,才能实现水电站的高效、稳定运行。

参考文献:

- [1] 董涛.水电站在运行中设备故障的判断及处理[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2022(2):170-172.
- [2] 胡志四.水电站在运行中设备故障的判断及处理[J].大众标准化,2021(19):3.
- [3] 蒋洪.水电站机电设备的故障检修与运行维护[J].水利水电科技进展,2022,42(6):10014.
- [4] 史继胜.水电站在运行中设备故障的判断及处理[J].IT经理世界,2022,25(4):5.

作者简介:孙夷(1993-),男,中国河南浙川人,本科,助理工程师,从事水电站运行维护研究。