

# 水利发电机组故障诊断与维修策略分析

田琦

河北省水务中心石津灌区事务中心 河北 石家庄 050000

**摘要:** 水利发电机组作为重要的电力生产设备,其稳定运行关乎能源供应的安全与可靠。本文旨在探讨水利发电机组在运行过程中常见的故障类型、高效的故障诊断方法以及相应的维修策略。通过对水轮机、发电机、控制系统及励磁系统等关键组件的故障进行深入分析,结合传统与现代故障诊断技术,提出了包括预防性维修、响应性维修及技术更新与人员培训在内的综合维修策略,以确保水利发电机组的安全稳定运行,提高发电效率与经济效益。

**关键词:** 水利;发电机组;故障诊断;维修策略;分析

引言:水利发电机组作为水电站的核心设备,其稳定高效运行直接关系到电力供应的可靠性和经济性。然而,长期运行中的磨损、老化及外部因素干扰易导致各类故障发生,影响发电效率与安全性。因此,深入研究水利发电机组的故障特性,采用先进的故障诊断技术与科学的维修策略,对于保障水电站的安全运行具有重要意义。

## 1 水利发电机组概述

水利发电机组,犹如大自然赋予人类的神奇能量转换器。在奔腾的江河之畔、飞流的瀑布之下,水利发电机组默默矗立,承载着将水能转化为电能的重任。它由几个关键部分巧妙组合而成。水轮机犹如一位勇敢的舞者,当汹涌的水流汹涌而来,冲击着它的叶片,水轮机便开始优雅地旋转起来,将强大的水能转化为机械能。而与水轮机紧密相连的发电机,则如同一位智慧的魔法师,把水轮机传来的机械能瞬间变幻为清洁的电能。调速器则像是一位忠诚的守护者,时刻关注着水轮机的转速,精心调节,确保发电机输出稳定而可靠的电压和频率。水利发电机组拥有着令人赞叹的优势。它所利用的水能,是大自然慷慨馈赠的可再生资源,纯净而环保,不会给我们的地球带来任何污染。而且,只要江河不断流,水流就能源源不断地为其提供动力,保证了电力供应的持续性和稳定性,相比其他发电方式,它的成本更为低廉,让人们能够以更经济的方式享受电力带来的便利。然而,水利发电机组的建设并非一帆风顺。要找到合适的建设地点并非易事,需要有足够的水流落差和充沛的水量。建设过程中,庞大的工程规模和巨额的资金投入也让人倍感压力。此外,还需谨慎处理可能对生态环境造成的影响,努力实现人与自然的和谐共生。尽管面临诸多挑战,但水利发电机组依然以其独特的魅力,为我们的生活带来光明与希望<sup>[1]</sup>。

## 2 水利发电机组常见故障分析

### 2.1 水轮机故障

在水利发电机组中,水轮机可能出现多种故障。水轮机的气蚀现象较为常见。当水流在特定条件下,局部压力降低至水汽化压力时,会产生气泡,这些气泡在高压区破裂,对水轮机过流部件造成冲击,导致表面损坏,降低水轮机效率和使用寿命。水轮机的振动问题也不容忽视。可能由于水力不平衡、机械安装不当或水流不稳定等原因引起。过度的振动会影响水轮机的运行稳定性,甚至可能导致部件松动、损坏。水轮机的磨损故障时有发生。水流中的泥沙等杂质会对水轮机的过流部件产生磨损,尤其是在含沙量大的河流中,磨损问题更为突出,这会降低水轮机的性能和可靠性。

### 2.2 发电机故障

发电机可能出现绝缘故障,长期运行在潮湿等恶劣环境中,或者由于制造工艺等问题。可能导致发电机的绝缘性能下降,出现局部放电甚至短路等情况,严重影响发电机的正常运行。还有发热故障。由于电流通过、内部损耗等原因,发电机在运行过程中会产生热量。如果散热不良,温度过高会使发电机的绕组、铁芯等部件受损,降低发电机的效率和可靠性。另外,发电机的轴承故障也较为常见。可能由于润滑不良、过载运行等原因,导致轴承磨损、过热甚至损坏,影响发电机的转动稳定性。

### 2.3 控制系统故障

在水利发电机组中,控制系统也可能出现故障。传感器故障是常见问题之一。例如,转速传感器可能出现不准确或失灵的情况,导致控制系统无法准确监测水轮机的转速,影响对机组的调速控制。压力传感器若出现问题,会使控制系统不能正确获取水流压力等关键参数,从而无法进行合理的运行调整。通信故障也时有发生。控制系统中各个部件之间的通信可能会受到干扰或

中断,使得指令无法准确传达或反馈信息不能及时返回,影响整个系统的协调运行。此外,控制系统的软件故障也不可忽视。可能由于程序漏洞、错误的参数设置等原因,导致控制系统出现逻辑错误、误动作或无法正常启动等问题,严重影响水利发电机组的稳定运行和安全控制。

#### 2.4 励磁系统故障

在水利发电机组中,励磁系统可能出现以下故障。励磁电流不稳定是常见问题之一。可能由于励磁调节器故障、电源波动等原因,导致励磁电流忽高忽低,影响发电机的输出电压和无功功率的调节。励磁绕组故障也时有发生,例如,绕组绝缘损坏可能引起短路,降低励磁效果,甚至可能导致发电机无法正常运行。绕组过热也可能是一个问题,可能由于过载、散热不良等原因引起,影响励磁系统的性能和寿命。此外,励磁系统的可控硅故障也会带来麻烦。可控硅可能出现损坏、触发不良等情况,使得励磁电流无法正常控制,影响发电机的电压调节和稳定性。而且,励磁系统与其他系统的配合问题也可能出现故障,如与调速系统的协调不良等,影响整个水利发电机组的运行。

### 3 水利发电机组故障诊断方法

#### 3.1 传统故障诊断方法

在水利发电机组的故障诊断中,传统方法有着独特的价值。(1)直观检查法。犹如一位经验丰富的医生凭借肉眼观察进行初步诊断,维修人员通过查看发电机组的外观,检查是否有明显的损坏、变形、渗漏等情况。比如,观察水轮机的叶片是否有裂纹、发电机的外壳是否有破损等。这种方法虽然简单直接,但往往能快速发现一些较为明显的问题,为进一步的诊断提供线索。

(2)仪表检测法。就像是一位精准的测量师,通过各种专业仪表,对发电机组的各项参数进行测量。例如,使用电压表、电流表检测电压和电流是否正常,利用功率表测量输出功率是否符合要求。还可以使用转速表监测水轮机的转速,确保其在合理范围内。仪表检测法能够提供准确的数据,帮助维修人员判断机组的运行状态。

(3)振动分析法仿佛是一位敏锐的侦探。水利发电机组在运行过程中会产生振动。通过专业的振动传感器和分析设备,可以检测振动的幅度、频率等特征。如果振动异常,可能预示着水轮机或发电机存在机械故障,如不平衡、松动等问题。(4)温度监测法。恰似一位贴心的守护者,对发电机组的关键部位进行温度监测,当温度过高时,往往意味着存在故障隐患。比如,发电机的绕组温度过高可能是由于过载、散热不良等原因引起;水轮

机的轴承温度过高可能是润滑不良或磨损所致。温度监测法能够及时发现潜在的故障,避免故障进一步恶化<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 现代故障诊断技术

##### 3.2.1 人工智能诊断技术

在水利发电机组的故障诊断领域,人工智能诊断技术正发挥着越来越重要的作用。(1)专家系统就像是一位知识渊博的大师。它将众多领域专家的经验 and 知识进行收集、整理,并以规则的形式存储在系统中。当面对水利发电机组的故障时,专家系统能够根据输入的故障现象和参数,进行推理和判断,给出可能的故障原因和解决方案。它的优势在于能够快速利用已有的知识进行诊断,减少人为判断的误差。(2)神经网络则如同一个具有强大学习能力的学生。它通过对大量的故障样本进行学习,自动调整内部的连接权重,从而能够对新的故障情况进行准确的预测和诊断。神经网络具有很强的适应性和泛化能力,能够处理复杂的非线性关系,为水利发电机组的故障诊断提供了新的思路。(3)模糊逻辑恰似一位善于处理不确定性的智者。在实际的故障诊断中,很多情况并不是非黑即白的,而是存在一定的模糊性。模糊逻辑能够处理这种模糊信息,通过模糊推理来判断故障的可能性。它使得诊断结果更加符合实际情况,提高了诊断的准确性。

##### 3.2.2 在线监测技术

(1)振动在线监。通过安装在水轮机和发电机等关键部位的振动传感器,实时采集振动信号。这些信号反映了机组的运行平稳性和机械部件的健康状况。一旦振动幅度或频率出现异常变化,就可能预示着存在不平衡、松动、磨损等故障。振动在线监测能够及时发现潜在问题,为维修人员提供早期预警,避免故障进一步恶化。(2)温度在线监测。对发电机组的关键部位进行温度实时监测,如发电机绕组、轴承、水轮机轴承等。当温度超出正常范围时,可能意味着存在过载、散热不良、润滑问题或即将发生故障。温度在线监测能够及时提醒工作人员采取相应措施,防止因过热而导致设备损坏,保障机组的安全稳定运行。(3)电气参数在线监测。它实时监测发电机的电压、电流、功率因数等电气参数。通过对这些参数的分析,可以判断发电机的运行状态是否正常,是否存在电气故障隐患。例如,电压波动过大可能是励磁系统故障,电流异常可能是绕组短路等。电气参数在线监测为及时发现和排除电气故障提供了有力支持。

### 4 水利发电机组维修策略

#### 4.1 预防性维修

预防性维修就像是一位未雨绸缪的守护者，在问题尚未严重化之前，主动出击，对水利发电机组进行定期的检查和维护。通过对机组各个部件的细致观察和检测，及时发现潜在的故障隐患。比如，检查水轮机的叶片是否有磨损、裂纹，发电机的绝缘性能是否良好等。它可以根据机组的运行时间、运行状态等因素制定合理的维修计划。在合适的时间对关键部件进行保养，如更换润滑油、清理过滤器等，确保机组始终处于良好的运行状态。预防性维修还可以利用先进的检测技术，如在线监测等，实时掌握机组的运行情况，为维修决策提供准确的依据。预防性维修也有助于延长机组的使用寿命。通过及时处理小问题，避免小毛病演变成大故障，减少了因故障停机带来的损失。而且，它可以提高机组的可靠性和稳定性，确保电力的持续稳定供应。

#### 4.2 响应性维修

响应性维修在水利发电机组的维护中也有着独特的地位。响应性维修如同一位紧急救援者，在水利发电机组出现故障时迅速行动。当机组突然发生故障停机，或者出现明显的异常情况时，响应性维修团队会立刻响应，奔赴现场进行抢修。他们凭借专业的技能和丰富的经验，快速判断故障的位置和原因。这种维修方式的关键在于及时性。因为水利发电机组的故障可能会对电力供应产生重大影响，所以必须争分夺秒地进行修复。维修人员会迅速采取措施，更换损坏的部件、修复电路问题或者调整机械结构，以尽快让机组恢复正常运行。然而，响应性维修也存在一定的局限性。由于是在故障发生后才进行维修，可能会导致维修成本较高，而且对机组的寿命也可能产生一定的影响。此外，如果故障比较复杂，可能需要较长的时间才能完成修复，影响电力供应的稳定性。尽管如此，响应性维修在一些紧急情况下仍然是不可或缺的。它与预防性维修相互补充，共同确保水利发电机组的可靠运行。

#### 4.3 技术更新与人员培训

在水利发电机组的运行与维护中，技术更新与人员培训至关重要。技术更新犹如为水利发电机组注入新的活力。随着科技的不断进步，新的材料、工艺和技术不断涌现。对水利发电机组进行技术更新，可以提高其效率、可靠性和稳定性。例如，采用更先进的水轮机设计，能够更好地利用水能，提高发电效率；应用新型的绝缘材料，可以增强发电机的绝缘性能，减少故障发生的概率。技术更新也有助于降低运行成本和对环境的影响。而人员培训则是确保技术更新得以有效实施的关键。维修人员和操作人员需要不断学习新的知识和技能，以适应不断变化的技术要求。通过专业的培训，他们可以更好地理解 and 掌握新的设备和技术，提高故障诊断和维修的能力。培训还可以增强人员的安全意识和责任感，确保机组的安全运行。此外，人员培训也有助于提高团队的协作能力和工作效率，为水利发电机组的稳定运行提供有力保障<sup>[3]</sup>。

#### 结束语

综上所述，水利发电机组的故障诊断与维修策略是保障水电站安全高效运行的关键。通过深入分析常见故障类型，结合传统与现代诊断技术，我们能够更加精准地识别故障根源，为维修工作提供有力支持。同时，实施预防性维修、响应性维修以及持续的技术更新与人员培训策略，能够显著提升机组的可靠性和使用寿命。未来，随着技术的不断进步，我们有理由相信水利发电机组的故障诊断与维修将更加智能化、高效化，为电力行业的可持续发展贡献力量。

#### 参考文献

- [1]王艾军.水利发电机组故障诊断与维修策略分析[J].矿业装备,2021(3):108-109.
- [2]原鹏云.水利发电机组故障诊断与维修策略分析[J].内蒙古煤炭经济,2021(9):28-29.
- [3]孙超.水利发电机组故障诊断与维修策略分析[J].科学与信息化,2022(2):19-21.