

基于水利泵站的电气设备故障排查技术研究

黄甫丞 李 行

广西珠委南宁勘测设计院有限公司 广西 南宁 530007

摘 要：本研究全面剖析了水利工程里泵站电气设备的故障排查技术，努力提高故障发现的及时程度、成因判断的准确程度以及维修工作的效率。文章开头讲了水利泵站里电气装置的结构体系和作用机制，探讨了它在保证泵站正常运转方面的关键地位，以及出现故障时对整体运行产生的干扰。接着，系统把电气设备运行时常见的故障表现形式梳理了一遍，还对引发故障的多种原因进行了深入剖析，像外部环境条件、人为操作偏差以及装置性能退化等方面。本文重点研究故障排查里的技术难题，像故障表现的复杂特性以及形态的多样性等情况，同时给出增强故障监测实时性的对策、精准诊断故障根源的技术路径以及改进故障处置程序的具体方案。实验数据表明，改进后的故障诊断方法能显著提高水利泵站电力装置运行时的稳定性和安全保障程度。

关键词：水利泵站；电气设备；故障排查；技术优化

引言

水利泵站在国家经济和社会发展中地位很重要，它能让农业用水供给持续不断，在洪涝防治、城市用水保障等好多领域都发挥着核心作用。然而，随着水利泵站建设规模越来越大以及技术手段不断更新，电气设备故障检测与排除工作正面临着系列新难题。这些挑战主要体现在故障表现形式越发丰富、引发故障的因素越发繁复，以及相关检测手段不断演进。本研究的核心是系统分析当下水利泵站电气设备故障诊断领域的实际情况，探寻改进和革新相关检测手段的办法，提升故障识别过程的效率，增强结果精准度。本研究能给水利泵站电气系统故障诊断提供创新技术支持，减少设备故障对泵站正常运转的干扰，推动水利行业技术进步和运行效能提升。

1 水利泵站电气设备概述

水利泵站里的电气装置是整个泵送系统的关键所在，主要负责电能的变换、输送以及调控，以此保障泵站能够高效且稳定地运行。上述电气装置由变压器、高低压开关柜、电动机、控制及保护单元以及电缆线路等构成，各组件在系统中都承担着关键职能。变压器能转换电压等级，适配各种设备用电要求。高低压开关柜可接通、切断电路，还能提供系统保护功能，保障电气系统稳定运行。电动机作为动力源，驱动水泵一直运转。控制保护装置不断监测电气运行参数，快速处理异常情况，避免故障扩散。电缆线路作为电能输送通道，把各电气设备连接起来，形成闭合电力回路。

在水利泵站中，电气设备的重要性不言而喻。电气设备稳定运行，这既关乎泵站顺利启动与持续运转，也

会直接影响水泵扬程、流量等核心性能参数^[1]。要是电气设备出了故障，泵站就会有马上停运的风险，严重时还可能让设备损毁，进而给水利工程的稳定运行带来重大隐患。要让水利泵站实现高效率和高可靠性运作，确保电气设备稳定运行是关键。

电气设备要是出现故障，会给泵站正常运行带来很广泛、很深远的影响。要是发生故障，泵站就会停止运转，从而干扰水利工程的调度安排和运行方案，在极端情况下，甚至可能引发洪水等自然灾害。此外，故障处置阶段常常要投入大量人力、物资储备以及时间成本，这不但提高了系统运行支出，还增加了维护工作的复杂性。频繁出现的故障可能会给电气设备的使用寿命和运行效能带来不良影响，这种影响难以恢复，还会使设备老化速度加快。

2 水利泵站电气设备故障类型及成因

2.1 电气设备常见故障类型

电气设备在水利泵站里作用关键，它运行是否稳定，对整体系统功能的实现意义重大。电气设备运行的时候，可能会出现各种各样不同的故障形式，不同类型的异常状况都会给泵站的稳定运行带去不好的影响^[2]。绝缘老化是电气设备运行时常见故障，特点是绝缘材料电气性能慢慢变差，会引发线路短接或电流异常泄漏，影响设备稳定运行。过载故障是设备长时间承受比额定容量大的电流负荷，出现过热效应，在特别极端的情况下，设备本体可能会出现结构性损伤。短路故障更紧急，一旦出现，电流会快速大幅上升，可能会损毁设备，还可能引发火灾。接触不良、设备振动超标等也是电气设备常见故障。

长期处于高温和潮湿工况下的装置,其绝缘介质更容易出现性能劣化;设备要是持续在超负荷状态下运转,除了绝缘特性会减弱外,还容易造成其他构件的损耗以及结构损伤。短路故障为啥会发生呢?原因有很多。可能是设备内部结构设计不合理,也可能是外部线路连接有问题,还可能是受到外界环境条件的影响,比如动物啃噬等。接触不良故障一般是因为接插件松动、表面腐蚀或氧化引起的,设备振动异常厉害也许和安装底座固定不牢、运转状态失衡等情况有关系。这些故障发生的原因极其复杂、多种多样,这就要求检测人员在实际工作中不断总结经验,逐步提升故障识别和判断的能力。

2.2 电气设备故障成因分析

水利泵站中电气设备故障的原因有很多,机理也很复杂,系统分析这些原因对构建高效的故障诊断方案很关键。从内部因素来讲,设备自身存在的设计漏洞、生产时的质量问题以及材料选用不合适,是故障频繁出现的主要缘由。部分电气装置因结构设计有缺陷,持续运转时常常会出现温度升高和振动增强等情况,最终可能引发系统异常。另外,设备内部元件性能衰退是关键原因^[3]。运行周期延长后,绝缘介质性能下降、导电连接部位阻抗升高等问题会慢慢暴露,提高了系统出现异常运行状态的可能性。

外部因素对电气设备故障的发生有着重要影响。湿度、温度以及腐蚀性环境条件等因素,会给设备运行的稳定性带来不利影响。高湿度条件可能让设备内部绝缘性能变差,异常温度或许会使设备老化进程加快。此外,人为操作失误也是引发设备故障的主要外部原因。操作人员的专业能力、实践经验以及职业素养,会在很大程度上影响设备运行的稳定与安全。不当操作也许会让设备出现超负荷运作或者电路短路之类的问题,在特别极端的情况下还有可能引发安全事件。强化操作人员专业培训,提升其操作技能与安全防范意识,是降低人为误操作引发设备故障的关键。

2.3 故障排查技术难点

电气设备结构变得越来越复杂,这对故障诊断的技术要求有了很大提高。水利泵站一般都配置了电动机、变流设备、控制柜等多种电气装置,各类装置构造设计和作用机制有差异,电气方面联系紧密且多维度。故障发生的时候,问题的源头也许深深藏在设备里面,也可能是多台装置相互影响导致的。相关工作人员得有扎实理论基础和丰富现场经验,这样才能精准识别故障具体部位和成因。再者,电气技术持续进步,新型电气装置

不断出现,相关从业人员必须不断扩充知识体系,以满足日益变化的故障诊断要求。

此外,故障有着高度复杂和动态变化的特点,这给诊断过程带来了很大挑战。电气设备故障形式多种多样,像绝缘电阻减弱、电流波动异常、温度异常上升等情况都有。此类故障表征通常相互耦合关联,致使故障溯源过程难以直接进行。故障现象的产生可能会受多种环境条件限制,像空气湿度、环境温度以及机械振动等。

3 故障排查技术与策略

3.1 故障检测的及时性提升

故障诊断的时效性对于水利泵站电气系统维护来说特别关键。快速识别电气设备故障能大幅缩短停机周期,抑制故障蔓延,还能有效减少维护支出。现阶段,故障诊断技术正朝着智能型和自动操作方向发展,这种技术革新大大提高了故障识别的时效性保障能力。

智能化监测系统的应用显著提高了故障检测的响应速度。在关键电气设备的关键部位布置传感装置,可动态监控设备运行状况。当系统识别出非正常信号时,会立刻启动预警机制,提醒维护人员介入排查和处置^[4]。该实时监测机制和传统人工巡检模式相比,让故障识别的时效性大大提高了。它的核心优势是能迅速捕捉设备异常状态,进而加快故障响应进程。某水利泵站引入智能监控平台后,设备刚出现温度异常,就被精准识别出运行故障,接着迅速启动散热应对方案,有效防止了高温引发的装置损伤。

此外,大数据分析技术的应用也进一步提升了故障检测的及时性。研究以往的设备故障信息,能构建故障预警体系,预估潜在故障的发生时间和类别。此类前瞻性维护策略可让维护人员在故障出现前做好必要准备工作,设备一旦发生异常,就能快速确定问题位置并解决。数据分析能让维修人员清楚故障频繁发生的主要原因以及演变规律,接着优化故障排查方案,提高应对效率。

3.2 故障原因的准确诊断

在水利泵站电气系统检修流程里,精准找出故障根源意义非凡。准确诊断故障可缩短检修周期,提升维护作业效能,还能极大降低因错误判断引发的重复性问题,确保泵站系统运行安全稳定。当前,先进技术在故障检测领域融合运用,给达成上述目的创造了坚实的技术条件与实施保障。

传感器技术是故障诊断领域的关键手段,在水利泵站里的应用近些年变得越来越普遍。在关键电气设备上部署传感器装置,能动态监测设备运行状况,包括温度、振动幅度以及电流强度等核心指标。要是监测参数

超出设定阈值,系统就会启动警报机制,提醒运维人员进行异常检测和故障分析。可在电机部位装配温度传感装置,用来动态追踪它工作时温度的波动情况^[5]。当电机温度异常升高,传感器会立刻触发报警机制,运维人员依据警报信息分析电机是否出现散热不畅或负载过大的问题。此外,振动传感器也被广泛应用于泵站的故障诊断中。借助实时监测设备的振动频率与振幅,能有效识别设备有无偏心、连接松动或部件磨损等异常情况。

除了传感器技术外,数据分析工具也在故障诊断中发挥着重要作用。借助大数据与人工智能手段,能深入挖掘分析传感器获取的信息,更精准地判定故障根源。构建设备故障信息库,能把历史故障数据和实时故障数据拿来对照分析,找出其中的共性特征和演变趋势。这种方法不但能帮助提高故障识别的精准度,还能给后续的故障防范工作打下坚实基础。此外,借助机器学习模型能分析设备运行状况的趋势,进而预判可能有的故障风险。这种方式有助于在问题出现前识别潜在异常,提升设备维护的前瞻性和效率。监测电机运行时的电流参数并进行解析,能预判设备有无过载风险,进而提前调控,防止异常状况出现。

3.3 故障处理的效率优化

故障排查时,水利泵站电气系统出问题,应对效率会大大影响设施恢复正常运转的进度和整体运行效能。为了能及时应对故障,得构建起完善的应急响应体系来处理突发状况。要构建高效的故障应急响应体系,组建专业的故障处置团队,这样在突发故障时就能快速响应并现场勘查。要构建故障上报和反馈机制,保证故障信息及时传给相关责任部门和人员,从而缩短信息流转的延迟。针对常规故障类别,进一步构建规范的处置程序和应急方案,提升维护人员对异常状况的快速识别能力与应对效率,降低维修过程中的非必要停滞风险。

另外,提高故障处置的技术能力也是提高维修效能的关键。应赶快升级故障检测方法,引入红外热成像仪、振动分析仪等先进仪器设备,高效精准地找出故障位置,有效缩短诊断周期。同时,加强对故障处理人员的培训,提高他们的专业技能和故障处理经验,使他们能够更加熟练地应对各种故障情况。此外,智能化管理

系统能动态监测泵站电气设备运行状况,解析数据,有效识别潜在异常并发出预警,给运维人员提供早期干预机会,防止设备问题变成严重故障或进一步扩散,大幅提高故障应对的响应速度和整体效能。

在具体实施的时候,精简故障处置流程,把冗余步骤和重复性任务剔除掉,这样就能提升整体运维效能。建立故障处理记录和分析机制,把每次故障处置的流程与成效进行归档评估,从中提炼经验与不足,为后续类似问题的应对提供依据和指导。深化和设备生产商以及专业技术支持单位的协作机制,适时引入技术援助和维护资源,让各类设备问题都有迅速高效的应对方案。用了上面说的方法后,水利泵站电气设备故障处理效率会大大提高,能实实在在维持泵站正常稳定运转。

4 结语

本研究系统分析水利泵站电气设备故障排查技术,归纳出多种典型故障类别、诱发因素以及应对策略。电气设备常见故障有绝缘材料性能变差、电流承载超额、线路导通异常等,原因可追溯到设备内部机理和外部环境因素。研究指出,故障检测响应速度和诊断精确度对保障泵站系统稳定运行起决定性作用。此外,研究还探讨了借助先进传感装置和数据解析手段改进故障应对程序的可行办法。本研究突出了电气设备故障诊断技术在水利泵站运行里的关键地位,给后续相关研究明确了清晰方向,希望能切实提高泵站系统的稳定性和安全保障水平。

参考文献

- [1]阮燕通.大型水利泵站中电机系统的故障诊断与维护优化方法研究[J].水利技术监督,2025,(08):28-30+79.
- [2]龚俊.基于智能化技术的电力系统电气工程自动化研究[J].电力设备管理,2024,(14):196-198.
- [3]薛美玲.基于数据分析的泵站智能报警技术研究[D].江苏省:扬州大学,2024.
- [4]孙宏.基于水利泵站的电气设备故障排查技术研究[J].电力设备管理,2024,(02):89-91.
- [5]尚晓君,张宇,刘红伟,等.基于信息化的水利工程泵站机组健康管理研究[J].四川水利,2024,45(06):139-142.