

水利泵站电气设备的维护与管理研究

张昊天

河北水务有限公司 河北 石家庄 050200

摘要：水利泵站在水利工程中起着关键作用，其电气设备的正常运行至关重要。本文深入剖析水利泵站电气设备运行中的常见故障，包括主变压器、电动机、水泵、软起动器以及开关柜与配电盘等各类故障表现。并针对性地提出维护与管理策略，涵盖对各设备的定期检查、参数监测、保养维修等多方面措施，旨在保障电气设备稳定运行，提高水利泵站工作效率与可靠性，减少故障停机时间，延长设备使用寿命，降低运行成本，推动水利泵站的高效、安全、可持续运营。

关键词：水利泵站；电气设备；维护与管理；研究

引言：水利泵站作为水利枢纽的核心部分，承担着供水、排水、灌溉等重要任务。而电气设备是其运转的关键动力与控制源泉。随着水利工程的发展，泵站电气设备的运行环境日益复杂，故障风险增加。了解电气设备的重要性，深入探究其运行中可能出现的各类故障类型与成因，进而制定科学有效的维护与管理策略，对确保水利泵站持续稳定运行，充分发挥水利设施效益，保障农业生产、城市供水及防洪排涝等工作的顺利开展具有极为关键的意义。

1 水利泵站电气设备的重要性

水利泵站电气设备在整个水利工程体系中占据着举足轻重的地位。第一，它是泵站实现各种功能的动力核心。主变压器将高压电转换为适合泵站设备使用的电压，为电动机提供稳定的动力源，驱动水泵运转，从而实现水资源的精准调配，无论是农业灌溉中的大规模输水，还是城市供水系统中的压力提升，亦或是防洪排涝时的快速排水，都离不开电气设备的强力支持。第二，电气设备的正常运行保障了泵站工作的高效性与可靠性。先进的电气控制系统能够根据实际需求精确调节水泵的流量、扬程等参数，实现自动化运行，减少人工干预带来的误差与延误。例如，在水位变化频繁的区域，自动化的电气设备可迅速响应，及时调整泵站的工作状态，确保水利工程的平稳运行^[1]。

2 水利泵站电气设备运行中的常见故障分析

2.1 主变压器故障

(1) 温度指示异常

主变压器温度指示异常是常见故障之一。正常运行时，变压器温度应处于特定范围，若温度指示过高或波动异常，可能由多种原因导致。如散热系统故障，冷却风扇损坏或散热器堵塞，使热量无法及时散发；也可能

是内部绕组短路，电流过大产生过多热量。

(2) 电压不正常

当输入电压过高或过低时，超出变压器额定电压范围，会使铁芯磁通密度异常。电压过高可能导致铁芯饱和，励磁电流增大，引起变压器过热；电压过低则可能使输出电压不足，无法满足泵站设备正常运行需求。造成电压不正常的原因包括供电系统故障、雷击等外部因素，以及变压器内部调压分接开关接触不良等内部问题，需及时排查调整，确保电压稳定。

(3) 保险丝熔断

过载可能是由于泵站启动时电流过大，超出保险丝额定电流，或者是运行过程中设备故障导致电流异常升高。短路故障则可能是变压器内部绕组绝缘损坏，使绕组间或绕组与铁芯间发生短路。保险丝熔断可有效保护变压器免受更大损害，但频繁熔断则需深入检查电路，找出故障根源，如修复绝缘、更换损坏部件等，以恢复变压器正常运行。

(4) 油色突变

正常的变压器油应为淡黄色且透明，若油色迅速变黑或变深褐色，可能是因为变压器内部存在局部过热，使绝缘材料分解产生杂质混入油中；或者是内部发生放电现象，电弧使油碳化。油色变化会降低油的绝缘性能和散热能力，进而影响变压器的正常运行。一旦发现油色突变，需立即对变压器进行全面检查，包括油质检测、内部部件检查等，必要时更换变压器油并修复故障部位。

2.2 电动机故障

(1) 绕线磨损与断裂

在水利泵站中，电机频繁启动停止，使绕线承受较大机械应力，加速绝缘层磨损，若电机运行环境恶劣，

如存在大量灰尘、湿气等,会侵蚀绕线绝缘,导致其强度下降,易出现磨损与断裂。绕线损坏后,电机电阻增大、电流失衡,引发发热、振动加剧等问题,严重影响电动机正常运行,降低泵站工作效率,甚至可能损坏整个电机,需要及时修复或更换绕线。

(2) 电磁绕组高热融化

当电动机长时间过载运行,电流超出绕组额定值,绕组因电阻发热而温度急剧上升。散热不良也是重要原因,如电机通风道堵塞、风扇损坏等,热量无法及时散发。此外,电源电压不稳定,过高或过低都会使绕组电流异常,导致发热。电磁绕组高热融化会破坏绕组绝缘,造成短路,使电机无法正常工作,需要重新绕制绕组并改善运行条件,防止再次发生。

(3) 定子铁芯松动

在泵站运行过程中,电机的振动、冲击以及长期的电磁力作用可能导致定子铁芯的紧固螺栓松动或铁芯叠片间出现位移。铁芯松动后,会使电机的磁路不均匀,增加铁芯损耗,导致电机发热、效率降低,同时还会引起振动和噪声增大。严重时,可能造成绕组与铁芯之间的摩擦,损坏绕组绝缘,进而引发电机故障。

2.3 水泵故障

(1) 叶片安装位置不合理

若叶片安装角度偏差过大,会使水泵的流量、扬程等参数无法达到设计要求。角度过大可能导致流量增大但扬程降低,反之则扬程增大而流量减少,甚至可能引发水泵汽蚀现象,损坏叶片与泵体。这可能是由于安装过程中测量不准确或未严格按照设计规范操作。出现此类故障需重新调整叶片安装位置,确保其角度精准,以恢复水泵正常运行与高效工作状态。

(2) 轴承箱润滑程度不足

润滑不足时,轴承与轴颈之间的摩擦增大,产生过多热量,导致轴承温度迅速上升。高温会使轴承磨损加剧,降低其使用寿命,严重时还会造成轴承抱死,使水泵无法运转。这可能因润滑油添加不及时、量不足或油脂质量不佳。日常维护中应定期检查轴承箱润滑情况,及时补充或更换合适的润滑油,确保轴承处于良好润滑状态,保障水泵稳定运行。

(3) 水中杂物导致过载

当水中存在树枝、垃圾等杂物时,这些杂物可能会缠绕在水泵叶轮上,增加叶轮转动的阻力,使电机负荷急剧上升。长期过载运行会使电机过热,缩短电机寿命,甚至烧毁电机,杂物还可能对叶轮造成损坏,影响水泵的水力性能。为避免此类故障,可在水泵进水口设

置拦污栅,并定期清理,防止杂物进入水泵内部,保障水泵正常运行与安全。

2.4 软启动器故障

(1) 启动时间故障报警

软启动器启动时间故障报警通常源于设置参数与实际工况不匹配。若启动时间设定过短,电机加速过快,会产生较大冲击电流,超出软启动器的承受范围,触发报警。反之,启动时间过长,会使电机长时间处于低转速大电流状态,导致发热严重。此外,负载特性变化、控制电路故障也可能引发该报警。需重新评估负载并合理调整启动时间参数,检查控制电路,确保软启动器正常启动电机并平稳过渡到运行状态^[2]。

(2) 显示屏乱码

软启动器显示屏出现乱码可能是多种因素造成。一方面,电磁干扰是常见原因,泵站环境中的强电场、磁场可能影响显示屏的信号传输与处理,使显示内容错乱。另一方面,显示屏连接线路松动、接触不良或内部芯片故障也会导致乱码现象。这不仅影响对软启动器运行状态的监测与参数设置,还可能隐藏其他潜在故障。应检查并排除电磁干扰源,紧固连接线路,若仍未解决则需检修或更换显示屏模块。

(3) 电流击穿起动机

电流击穿软启动器是较为严重的故障。当线路中出现瞬间过电压、雷击或电机发生短路故障时,会产生远超软启动器额定电流的电流脉冲,击穿其内部的晶闸管等功率元件。此外,散热不良导致元件温度过高,降低其耐压能力,也易引发击穿。电流击穿后,软启动器无法正常工作,电机失去软启动保护。需及时更换损坏元件,加强散热措施,并检查线路与电机,排除潜在故障隐患,确保系统安全运行。

2.5 开关柜与配电盘故障

(1) 仪器仪表指示偏差

仪器仪表指示偏差在开关柜与配电盘中较为常见。可能是仪表本身质量问题,如传感器精度误差、内部电路故障等,导致测量数据不准确。也可能是环境因素,如温度、湿度变化影响仪表的正常工作。此外,长期运行使仪表老化、校准失效也会引发偏差。不准确的指示会误导操作人员对电力系统运行状态的判断,可能造成设备过载运行、电力分配不合理等问题,因此需定期校准和维护仪表,确保其指示精准。

(2) 连接线路负荷超标

当接入线路的电气设备过多或功率过大,超过线路的额定载流量时,线路会因电流过大而发热。长期的过

热会加速线路绝缘老化,降低绝缘性能,容易引发短路故障,甚至引发火灾。这可能是由于电力规划不合理,未充分预估负载增长,或者临时增容未对线路进行改造。需合理规划电力分配,监测线路负荷,及时升级改造过载线路,保障供电安全。

(3) 供电线路冒烟与漏电

供电线路冒烟与漏电表明线路出现严重故障。冒烟通常是由于线路短路,瞬间大电流使线路温度急剧上升,绝缘材料燃烧所致。漏电则可能是线路绝缘破损,导体与金属外壳或大地接触。这不仅会造成电力损耗,还会危及人员安全,引发触电事故。可能因线路老化、外力损伤或安装不规范。一旦发现此类情况,应立即切断电源,检查线路,更换受损部分,加强绝缘处理,确保供电线路安全可靠。

(4) 电线及接线头过热与烧红

电线及接线头过热与烧红主要是因为接触电阻过大。在接线头处,如果连接不紧密、螺丝松动或表面氧化,会使接触部位电阻增大。根据焦耳定律,电流通过时会产生大量热量,导致电线与接线头温度升高。长时间过热会使绝缘层融化、老化,引发短路故障,甚至使电线烧断。日常维护中要定期检查接线头的连接状况,及时紧固螺丝、清理氧化层,保证良好的电气连接,防止过热现象发生。

3 水利泵站电气设备的维护与管理策略

3.1 变压器的维护与管理

定期对变压器进行巡检,检查油温、油位、绕组温度等参数是否正常,观察外观有无渗漏油现象。每月进行一次油质检测,确保油的绝缘性能良好。定期清理散热器表面灰尘与杂物,保证散热效果。每年对变压器的保护装置进行校验,确保其能在故障时及时动作,建立详细的变压器运行档案,记录每次检查、维护与故障情况,以便分析其运行状态变化趋势,提前发现潜在问题并采取相应措施,延长变压器使用寿命。

3.2 电动机的维护与管理

运行时,监测其电流、电压、温度等参数,确保不超额定值。定期检查绕线绝缘电阻,及时发现磨损与破损情况并修复。每月对轴承进行润滑检查与补充油脂,每年清洗轴承并检查其磨损程度。对电磁绕组定期进行外观检查与绝缘测试,防止高热融化故障。做好电动机的清洁工作,防止灰尘、杂物影响散热与运行。每季度对电动机与所连设备的同心度进行校正,减少振动与机械磨损。

3.3 水泵的维护与管理

对于水泵,要定期检查叶片安装角度与紧固情况,确保其处于合理位置且无松动。每周检查轴承箱油位与润滑脂状态,及时补充或更换,防止因润滑不足损坏轴承。在水泵进水口处定期清理拦污栅,避免杂物进入泵体导致过载与叶轮损坏。每月对水泵的密封情况进行检查,防止漏水。每半年对水泵进行一次全面性能测试,包括流量、扬程等参数测定,根据测试结果调整或维修水泵,使其始终处于良好运行状态。

3.4 软起动器的维护与管理

每周检查显示屏显示是否正常,有无乱码或黑屏现象,及时排除电磁干扰或线路连接问题。每月对软起动器内部的晶闸管等功率元件进行一次检查,查看有无过热、变色或损坏迹象,确保其正常工作,要做好软起动器的散热工作,清理通风口灰尘,检查散热风扇运转情况,防止因散热不良引发元件击穿等故障,保障其稳定启动电机功能。

3.5 开关柜与配电盘的维护与管理

开关柜与配电盘维护包括每日检查仪器仪表指示是否准确,如有偏差及时校准或更换。定期检查连接线路紧固情况,防止因松动导致接触电阻增大与负荷超标。每月对供电线路进行绝缘测试,排查漏电隐患,及时更换老化线路。检查电线及接线头有无过热、烧红现象,对发现的问题及时处理,如重新连接、更换接线头^[3]。

结束语

水利泵站电气设备的维护与管理是保障水利工程稳定运行的关键环节。通过深入剖析各类电气设备的故障类型,并针对性地制定维护管理策略,可有效提升设备运行的可靠性与安全性。然而,随着技术的不断发展与泵站运行环境的动态变化,维护管理工作需持续优化与创新。相关人员应秉持严谨负责的态度,加强日常巡检、定期维护与技术升级,确保电气设备始终处于良好状态,为水利泵站高效、持久地发挥作用奠定坚实基础,以应对日益增长的水利资源调配需求。

参考文献

- [1]陈进,张蓝月,张绍荣,孙海燕.浅谈水利泵站电气设备的维护与管理[J].科技经济市场,2019,178(215):212-218.
- [2]丁建凯,王力可,孙明明,孙铭宇.水利泵站电气设备运行及维护管理的浅析[J].中国科技博览,2019,188(337):121-128.
- [3]范海英,陈旭东,王旭东,杨洪基.水利泵站电气设备的维护与管理分析[J].科技与创新,2019,198(176):180-188.