

水利泵站设备故障分析与管理维护要点

赵学超

河北水务有限公司 河北 石家庄 050000

摘要：水利泵站作为水利工程的关键，其设备的管理维护至关重要。本文分析了泵站设备故障的类型及原因，包括机械、电气和水力故障，并提出了管理维护要点。通过定期检查、清洁保养、预防性维护、人员管理、运行管理和安全管理等措施，确保设备的安全稳定运行。还探讨了新技术在泵站设备管理维护中的应用，为泵站设备的智能化运维提供了有力支持，旨在提升泵站运行效率，减少故障发生，延长设备使用寿命，保障水利工程的综合效益。

关键词：水利；泵站设备；故障分析；管理维护；要点

引言：水利泵站作为调节水资源、防洪排涝、灌溉农田的重要设施，其稳定运行对于经济社会发展具有重要意义。然而，泵站设备在长期高负荷运行中易受多种因素影响，导致故障频发。本文首先阐述了泵站设备管理维护的重要性，随后深入分析了设备故障的类型及原因，并在此基础上提出了针对性的管理维护要点。结合新技术的发展，探讨了智能化运维在泵站设备管理维护中的应用前景，以期为泵站的高效运行和科学管理提供有益参考。

1 水利泵站设备管理维护的重要性

水利泵站作为水利工程的重要组成部分，对于保障农业灌溉、改善生态环境、促进经济社会发展具有举足轻重的作用。而水利泵站设备的管理维护，则是确保泵站稳定运行、发挥应有效能的关键环节。首先，高效的管理维护能够显著提升泵站设备的使用寿命。水利泵站设备长期处于高负荷运行状态，易受磨损、腐蚀等自然因素影响。通过定期的检查、保养和维修，可以及时发现并解决设备存在的潜在问题，避免小问题演变成大故障，从而延长设备的使用寿命，减少更换设备的频率和成本。其次，良好的设备管理维护是保障泵站安全运行的基石。水利泵站涉及大量的水电设施，一旦设备出现故障，不仅可能影响正常的水资源调度，还可能引发安全事故，对人民群众的生命财产安全构成威胁。通过科学的管理维护，可以确保设备处于良好的工作状态，有效预防安全事故的发生，保障泵站运行的安全性。再者，优化泵站设备管理维护有助于提升泵站运行效率^[1]。水利泵站设备的运行效率直接关系到水资源的利用效率。通过精细化管理，对设备进行合理调度和优化配置，可以提高设备的运行效率，减少能源消耗，实现水资源的最大化利用，为经济社会的可持续发展贡献力量。此外，水利泵站设备的管理维护还关系到水利工程

的整体效益。泵站作为水利工程体系中的关键节点，其运行状况直接影响到整个水利工程的效益发挥。通过加强设备管理维护，确保泵站稳定高效运行，可以充分发挥水利工程在防洪、排涝、灌溉等方面的综合效益，为经济社会发展提供有力支撑。

2 水利泵站设备常见故障类型及原因分析

2.1 机械故障

2.1.1 泵体故障

(1) 泵体磨损是常见问题之一，主要原因包括水流中的泥沙、杂质等对泵体内部流道及叶轮的冲刷作用。长期运行在含沙量大的水流环境中，泵体的过流部件表面材料会逐渐被磨蚀，导致泵的效率下降，流量和扬程降低。(2) 泵体的密封失效也较为普遍。密封件老化、磨损，安装不当或受到过大的压力、温度变化等因素影响，会使密封处出现泄漏现象。这不仅会造成液体流失，影响泵站的正常运行，还可能导致外界空气进入泵体，破坏泵的真空环境，降低泵的吸水能力。

2.1.2 轴承故障

(1) 轴承磨损多是由于润滑不良引起的。润滑油不足、变质或被污染，会使轴承与轴颈之间的摩擦增大，产生热量，进而加速轴承的磨损。此外，轴承长期承受过大的轴向力或径向力，如泵轴的同轴度偏差、叶轮不平衡等问题导致的附加力，也会使轴承过早损坏。(2) 轴承过热也是常见故障表现。除了润滑因素外，散热条件不佳，如轴承座的散热结构不合理，周围环境温度过高且缺乏有效的通风散热措施，都可能导致轴承温度升高超过其允许范围，使轴承材料的性能下降，最终引发故障。

2.2 电气故障

2.2.1 电机故障

(1) 电机绕组短路是较为严重的故障类型。绝缘老

化、受潮、过电压冲击或机械损伤等都可能引起绕组绝缘损坏,使绕组之间发生短路。短路发生时,电机电流会急剧增大,可能引起电机过热、冒烟甚至烧毁,同时还会对供电系统造成冲击,影响其他设备的正常运行。

(2) 电机过载运行也是常见问题。泵的实际运行工况与电机的额定参数不匹配,如泵的流量或扬程超出设计范围,导致电机输出功率过大;或者电机长时间在低电压下运行,为了维持输出功率,电机电流会增大,从而引发过载故障。过载会使电机绕组发热加剧,缩短电机使用寿命,严重时也会导致电机损坏。

2.2.2 电气控制设备故障

(1) 接触器故障较为常见,其触点在频繁的开合过程中会出现磨损、烧蚀现象。这是由于控制电路的电流较大,触点在通断瞬间会产生电弧,长时间作用下,触点表面材料被损耗,接触电阻增大,进一步导致触点发热、粘连,影响电气控制的可靠性,使泵的启停等操作无法正常进行。(2) 继电器故障主要表现为误动作或不动作。其原因包括继电器的电磁线圈老化、短路或断路,导致磁力不足或无磁力产生;或者继电器的触点弹簧疲劳、变形,使触点的接触压力不稳定,影响信号的传递与控制逻辑的执行,进而影响整个泵站电气控制系统的正常运行。

2.3 水力故障

2.3.1 汽蚀现象

当泵内局部压力低于液体的饱和蒸气压时,液体就会发生汽化,形成气泡。这些气泡在随水流进入高压区后会迅速破裂,产生局部的水力冲击和高温高压作用于泵体和叶轮表面,造成材料的疲劳损伤和剥蚀。汽蚀现象的产生主要与泵的安装高度不当、吸入管路阻力过大、液体温度过高以及泵的转速过快等因素有关。安装高度过高,会使泵入口处的压力降低,增加汽蚀发生的可能性;吸入管路的管径过小、弯头过多或过滤器堵塞等都会增大吸入阻力,导致压力下降;而液体温度升高会使饱和蒸气压升高,同样容易引发汽蚀。

2.3.2 水锤现象

水锤是由于管道内水流速度的突然变化而引起的压力波传递现象。在泵站运行中,如突然停机、阀门快速关闭或开启等操作不当,会使水流速度急剧改变,产生水锤压力。水锤压力可能会超过管道和设备的承受能力,导致管道破裂、泵体损坏等严重后果。此外,管道的长度、管径、材质以及水的弹性模量等也会影响水锤的产生和危害程度^[2]。长管道和小管径的系统更容易产生较大的水锤压力,而刚性较大的管道在水锤作用下更容

易发生损坏。

3 水利泵站设备故障的管理维护要点

3.1 定期检查与及时维修

定期检查是预防设备故障的第一道防线,通过定期对泵站设备进行检查,可以及时发现设备的异常状况,从而采取相应措施进行处理。检查内容应涵盖机械设备的运转情况、润滑状况、磨损程度,以及电气设备的接线情况、绝缘性能、运行状态等。特别是对于关键部位和易损件,如轴承、密封件、接触器等,更应进行细致的检查。检查过程中,应详细记录设备的各项参数和状态,以便为后续的分析判断提供依据。一旦发现设备存在问题,无论是小故障还是大隐患,都应立即进行维修处理。小故障如螺丝松动、接线不良等,虽看似微不足道,但若不及时处理,很可能引发更大的故障。因此,维修人员应迅速响应,及时排除故障,确保设备恢复正常运行^[3]。对于大故障或复杂问题,应迅速组织专家进行会诊,制定科学合理的维修方案,并尽快组织实施,以最短的时间恢复设备的正常运行。

3.2 清洁与保养

泵站设备在运行过程中,往往会受到灰尘、油污、水垢等污染物的侵袭,这些污染物不仅会影响设备的正常运行,还可能加速设备的磨损和老化。因此,定期对泵站环境进行清洁,对设备进行清洁与润滑是不可避免的。泵站环境的清洁工作应定期进行,包括清理泵站内的灰尘、油污、杂物等,保持环境的整洁和通风良好。特别是对于设备的散热部位和通风口,更应保持清洁畅通,以确保设备能够正常散热,避免过热导致的故障。设备的清洁与润滑工作同样重要,应定期对设备进行清洁,去除表面的污垢和油脂,保持设备的清洁和干燥^[4]。检查设备的润滑情况,及时补充或更换润滑油,确保设备的运转部件能够灵活转动,减少磨损和摩擦。对于需要定期更换的润滑油和滤清器,应严格按照规定进行更换,以保证设备的润滑系统处于良好状态。

3.3 预防性维护

预防性维护是一种主动的设备管理策略,通过定期检查和保养,提前发现并处理设备潜在问题,从而防止故障的发生。泵站设备的管理维护应高度重视预防性维护,制定完善的维护计划,并严格执行。(1) 制定维护计划。应根据设备的运行特点、历史故障记录以及制造商的推荐,制定合理的维护计划。计划应包括维护周期、维护内容、维护人员以及所需的备品备件等。维护周期应根据设备的实际情况进行确定,既要确保设备得到及时的维护,又要避免过度维护造成的资源浪费。

(2) 严格执行维护计划。应按照计划的要求,定期对设备进行维护和保养。维护工作应包括设备的检查、测试、调整、清洁、润滑以及更换易损件等。应建立维护记录,详细记录维护的时间、内容、结果以及发现的问题和处理措施等。通过维护记录的积累和分析,可以及时发现设备的运行规律和潜在问题,为后续的管理提供依据。

3.4 运行管理

运行管理是泵站设备管理维护的重要组成部分,通过制定合理的操作规程和运行数据记录与分析,可以确保设备的安全、稳定、高效运行。(1) 制定操作规程。应根据设备的运行特点和安全要求,制定合理的操作规程。规程应包括设备的启动、运行、停机等操作流程和安全注意事项。操作规程应简洁明了、易于理解,并张贴在设备的显著位置,以便操作人员随时查阅。(2) 运行数据记录与分析。应定期对泵站设备的运行数据进行记录和分析,包括设备的运行参数、运行状态、能耗情况等。通过数据的记录和分析,可以及时发现设备的异常状况和运行规律,为设备的维护和管理提供依据。还可以根据数据的分析结果,对设备的运行进行优化调整,提高设备的运行效率和能源利用率。

3.5 安全管理

通过加强安全管理,可以确保泵站设备的安全运行和人员的安全。(1) 建立安全管理制度。应制定完善的安全管理制度,明确安全管理的职责和要求。制度应包括设备的安全操作、安全检查、安全培训、应急处理等方面。还应建立安全责任制,将安全管理的责任落实到每个岗位和每个人员。(2) 加强安全培训。应定期对泵站管理人员和操作人员进行安全培训,培训内容应包括安全操作规程、安全注意事项、应急处理等。通过培训,使人员能够熟练掌握安全操作的方法和应急处理的流程,提高安全意识和操作技能。(3) 加强安全检查和应急演练。应定期对泵站设备和环境进行安全检查,及时发现和消除安全隐患。还应定期组织应急演练,提高人员应对突发事件的能力和水平。在演练过程中,应模拟各种可能出现的故障和事故情况,让人员熟悉应急处

理的流程和方法,确保在真正发生事故时能够迅速有效地进行应对。

3.6 水利泵站设备故障的管理维护新技术的应用

随着物联网、大数据等技术的发展,水利泵站设备智能化运维管理已成为必然趋势。(1) 自动化控制系统。通过该系统,泵站设备可以实现自动启动、停止、切换等功能,大大减轻了操作人员的工作负担。该系统还能实时监测泵站设备的运行状态,及时发现并处理设备故障,确保设备的正常运行。(2) 远程监控与故障诊断技术^[4]。使得泵站运行维护人员可以实时监控泵站设备的运行状态,远程调整设备参数,及时发现并处理设备故障。故障诊断技术还能通过对设备运行数据的分析,预测设备故障的发生,为泵站运行维护工作提供有力的支持。(3) 高效节能泵技术。与传统泵技术相比,高效节能泵技术具有明显的水力学性能优势,能够在保证流量和扬程的前提下,降低泵的功率消耗,从而降低泵站的运行成本,提高泵站的运行效率。

结语

综上所述,水利泵站设备的管理维护是确保泵站稳定运行、发挥应有效能的关键。通过实施定期检查、清洁保养、预防性维护等措施,并结合新技术的应用,可以显著提升泵站设备的运行效率和安全性。未来,随着智能化技术的不断发展,泵站设备的运维管理将更加高效、智能。我们应持续关注新技术、新工艺的应用,不断优化泵站设备的管理维护策略,为水利工程的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 范嘉维.关于水利泵站设备故障分析与管理维护要点探讨[J].四川水泥,2020(1):170.
- [2] 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(2):89-91.
- [3] 孙秀燕,王琼.水利工程泵站机电设备故障诊断方法分析[J].中国设备工程,2022(19):189-191.
- [4] 张刘.水利工程泵站机电设备故障诊断与处理[J].江淮水利科技,2020(3):12,22.