

路上泵运行过程中常见故障与维护对策分析

赵贤国¹ 苏荣凯²

1. 浙江大元泵业股份有限公司 浙江 温岭 317500

2. 杭州艾美依航空制造装备有限公司 浙江 杭州 310000

摘要: 路上泵在工业流体输送中占据关键地位,其运行状况直接影响生产效益与安全。本文剖析路上泵运行现状,明确维护核心目标,系统梳理机械、密封、控制等方面常见故障及成因,针对性提出日常维护、故障诊断修复与性能优化策略,同时给出技术、管理、人员保障措施,旨在提升路上泵可靠性,保障工业生产稳定运行。

关键词: 路上泵; 常见故障; 故障原因; 维护对策; 设备维护

引言

在现代工业体系中,路上泵广泛应用于石油化工、给排水、能源输送等多个领域,承担着流体介质连续输送的重任,是维持工业生产流程顺畅的关键设备。但由于其长时间处于复杂工况下运行,如高温、高压、强腐蚀环境,以及频繁启停、负荷波动等情况,使得路上泵面临诸多故障隐患。一旦发生故障,不仅会导致生产停滞、效率下滑,还可能引发物料泄漏、设备损坏甚至安全事故^[1]。

1 路上泵运行现状与故障影响分析

1.1 路上泵的应用场景与工作特点

路上泵在工业生产中应用场景丰富多样。在石油化工领域,用于原油输送、化工原料转运以及产品输出等环节,保障生产原料供应与成品运输;给排水系统中,实现城市供水、污水排放和水利工程的水位调节;能源输送行业,负责天然气、液态燃料等能源介质的长距离传输。其工作特点显著,需适应不同介质特性,包括腐蚀性、高粘度、含颗粒等;运行工况复杂多变,涵盖高扬程、大流量、长时间连续运转等情况;且设备结构多样,包含离心泵、往复泵、齿轮泵等多种类型,每种类型的工作原理和适用场景各有不同,对设备的可靠性和稳定性要求极高。

1.2 路上泵运行过程中的主要风险因素

路上泵运行面临多种风险因素。环境因素方面,高温、高湿、粉尘等恶劣环境会加速设备零部件老化,降低密封性能,影响电气元件正常工作;介质特性也是重要风险源,输送腐蚀性介质会侵蚀设备材料,含颗粒介质易造成过流部件磨损,高粘度介质则增加设备运行

负荷。设备自身因素不容忽视,长时间运行导致的机械磨损、部件疲劳,以及设计不合理、制造质量缺陷等问题,都可能引发故障^[2]。

1.3 故障对生产效率、安全及成本的影响

路上泵故障对工业生产产生多方面负面影响。生产效率层面,故障导致设备停机,使生产流程中断,物料输送受阻,后续生产环节无法正常开展,进而延误生产进度,降低产量。安全方面,故障可能引发物料泄漏,若输送的是易燃易爆、有毒有害介质,极易造成火灾、爆炸、中毒等安全事故,威胁人员生命安全和周边环境^[3]。成本上,故障维修需投入人力、物力和时间成本,包括零部件更换、设备抢修、停产损失等;频繁故障还会加速设备老化,缩短设备使用寿命,增加设备更新成本。

2 路上泵维护目标与原则

2.1 路上泵维护的核心目标

路上泵维护的核心目标是确保设备可靠、稳定、高效运行。通过科学合理的维护措施,降低设备故障发生率,减少非计划停机时间,保障生产连续性;延长设备使用寿命,提高设备综合利用率,实现设备资产价值最大化;提升设备运行效率,优化能源消耗,降低单位产品能耗,提高企业经济效益;同时,保障设备运行安全,防止因设备故障引发安全事故和环境污染,维护企业生产秩序和社会公共安全^[4]。

2.2 路上泵维护遵循的基本原则

路上泵维护需遵循多项基本原则。预防性原则强调以预防为主,通过日常巡检、状态监测、定期保养等措施,提前发现潜在故障隐患,及时采取措施消除问题,避免故障发生。科学性原则要求维护工作基于科学理论和技术方法,结合设备运行原理、故障规律和实际情况,制定合理的维护计划和方案;同时,采用先进的检测手段和维修技术,提高维护工作的准确性和有效性。

作者简介: 赵贤国(1995.11—),男,浙江温岭,汉族,本科,工程师,研究方向:路上泵运行过程中常见故障与维护对策分析。

经济性原则注重在保障设备正常运行的前提下,合理控制维护成本,避免过度维护或维护不足,通过优化维护策略、合理选择零部件和维修方式,实现维护投入与产出的平衡。系统性原则要求从设备全生命周期角度出发,综合考虑设计、制造、安装、使用、维护、报废等各个环节,将设备维护与生产管理、人员培训、技术创新等工作有机结合,形成全面、系统的维护管理体系。

2.3 维护目标与生产需求的协调

在确定路上泵维护目标时,需充分考虑生产需求,实现两者的协调统一。生产计划的制定要考虑设备维护周期和维护时间,避免因维护工作与生产任务冲突导致生产延误;同时,维护计划也应根据生产负荷和设备运行状况进行灵活调整,确保在生产任务繁重时设备能稳定运行。维护目标的设定要与生产质量要求相匹配,通过维护工作保障设备运行精度,满足生产工艺对设备性能的要求,从而保证产品质量。

3 路上泵运行过程中常见故障类型及原因分析

3.1 机械部件故障及成因

路上泵机械部件故障较为常见。泵轴故障中,轴弯曲变形可能是由于安装时对中不良、运行过程中受到不平衡力作用或长时间超负荷运转所致;轴断裂则多因材质缺陷、疲劳损伤、突发过载等原因引发。轴承故障主要表现为磨损、过热和损坏,润滑不足、杂质侵入、安装不当、负荷过大等因素都会加速轴承磨损,导致其性能下降;轴承过热可能是由于润滑脂变质、轴承间隙过小、冷却不良等原因造成;严重磨损和过热最终会引发轴承损坏。叶轮故障包括磨损、腐蚀和裂纹,输送含颗粒介质时,叶轮会受到冲刷磨损;输送腐蚀性介质则会造叶叶轮腐蚀。

3.2 密封系统失效及原因

密封系统失效是路上泵常见问题之一。机械密封失效原因多样,密封面磨损是由于密封面间存在杂质、润滑不良或运行过程中产生干摩擦;密封件老化、变形多因长期受介质腐蚀、高温作用或材料自身性能下降;密封安装不当,如密封面未贴合、弹簧压缩量不均匀等,也会导致密封失效。填料密封失效主要表现为泄漏量过大,填料磨损、老化、压盖松紧度不合适、轴表面磨损等都会影响填料密封效果。

3.3 控制系统异常及根源

路上泵控制系统异常影响设备正常运行。电气控制系统故障中,电机故障较为常见,电机绕组短路、断路可能是由于绝缘老化、受潮、过载等原因引起;电机启动异常可能是因为启动器故障、电源电压不稳、控制

线路接触不良等;电机过热则与散热不良、负载过大、缺相运行等因素有关。仪表控制系统故障包括传感器故障,如压力传感器、流量传感器、温度传感器等出现数据不准确、信号中断等问题,影响对泵运行状态的监测;控制器故障,如PLC程序错误、控制器硬件损坏等,导致控制指令无法正常执行;以及执行机构故障,如调节阀卡涩、电磁阀不动作等,使泵无法按照设定参数运行,降低设备运行效率和稳定性,甚至引发安全事故。

4 路上泵维护对策探讨

4.1 日常维护与预防性保养措施

日常维护与预防性保养是保障路上泵正常运行的基础。日常巡检工作至关重要,需定期检查泵的运行参数,包括流量、压力、温度、电流、振动等,观察设备运行状态,及时发现异常声响、泄漏等情况;检查设备外观,确保零部件齐全、连接牢固。定期进行润滑保养,按照设备要求选择合适的润滑油脂,定期补充和更换,保证轴承、轴封等部位的良好润滑,减少摩擦和磨损。对易损件进行定期检查和更换,如密封件、轴承、叶轮等,根据设备运行时间和磨损情况,制定合理的更换周期,防止因易损件失效引发故障。

4.2 故障诊断与修复方法

科学的故障诊断与修复是解决路上泵故障的关键。故障诊断可采用多种方法,通过振动分析技术,监测泵运行时的振动频率、振幅等参数,判断机械部件是否存在故障;利用温度监测技术,检测设备关键部位温度变化,发现过热故障隐患;借助油液分析技术,对润滑油进行检测,分析磨损颗粒、污染物等指标,评估轴承、齿轮等部件的磨损情况。当确定故障后,根据故障类型和原因制定针对性修复方案。对于机械部件故障,如泵轴弯曲可进行校直处理,轴承损坏则更换新轴承,叶轮磨损严重需进行修复或更换;密封系统失效时,更换磨损或老化的密封件,调整密封安装工艺;控制系统异常要检查电气线路、维修或更换故障电气元件,修复或重新编写控制器程序,确保控制系统正常运行。

4.3 性能优化与升级策略

性能优化与升级可提升路上泵运行效率和可靠性。通过优化泵的运行参数,如调整转速、流量、扬程等,使其在高效区运行,降低能耗;合理调节进出口阀门开度,避免因阀门开度不当导致的能量损失。对设备进行技术改造,采用新型节能电机替换老旧电机,提高电机效率;应用先进的密封技术和材料,增强密封性能,减少泄漏;对叶轮进行优化设计或改造,提高泵的水力性能。引入智能化控制系统,实现对泵运行状态的实时监

测、自动调节和故障预警,通过传感器采集数据并传输至控制系统,利用智能算法对数据进行分析处理,自动调整运行参数,当检测到异常时及时发出报警信号,便于工作人员快速处理故障,同时为设备维护提供数据支持,实现设备的智能化管理和维护^[5]。

5 路上泵维护保障措施

5.1 技术保障措施

技术保障是路上泵维护工作的重要支撑。加大技术研发投入,鼓励企业、高校和科研机构开展路上泵相关技术研究,针对故障多发领域和关键技术难题,如新型耐磨材料、高效密封技术、智能监测系统等进行攻关,推动技术创新。建立技术研发平台,整合各方资源,促进产学研合作,加速科研成果转化应用,将新技术、新材料、新工艺及时应用于路上泵维护和升级改造。加强技术标准制定,结合行业发展和技术进步,完善路上泵设计、制造、安装、维护等方面的技术标准,规范维护工作流程和技术要求,为维护工作提供科学依据。

5.2 管理保障措施

完善的管理体系是路上泵维护工作顺利开展的關鍵。建立健全设备维护管理制度,明确维护工作流程、各部门和人员职责,制定维护计划、考核标准和奖惩制度,确保维护工作有章可循。加强维护计划管理,根据设备运行状况、生产需求和维护周期,制定科学合理的年度、季度和月度维护计划,并严格按照计划执行;对维护计划的执行情况进行跟踪和评估,及时调整计划安排。优化维护资源管理,合理配置维护人员、设备、零部件和工具等资源,提高资源利用效率;建立零部件库存管理系统,根据设备维护需求和市场供应情况,合理控制库存水平,确保零部件及时供应。

5.3 人员培训与意识提升措施

人员素质是保障路上泵维护工作质量的核心要素。

开展专业技能培训,针对维护人员制定系统的培训计划,包括设备原理、维护工艺、故障诊断技术、新型工具和设备使用等方面的培训,提高维护人员的专业技能水平;对操作人员进行设备操作规程、安全知识和简单维护技能培训,使其能够正确操作设备,及时发现设备异常情况。加强安全意识教育,通过安全培训、事故案例分析、安全演练等形式,普及安全知识,强化维护和操作人员的安全意识,提高其安全防范能力,避免因人为因素导致安全事故。鼓励人员参加行业交流活动和继续教育,了解行业最新技术和发展趋势,学习先进的维护经验和管理理念,不断提升自身综合素质。

6 结论

从日常维护到故障修复,从性能优化到保障措施,各环节紧密相连,为提升路上泵运行可靠性和稳定性提供了有效途径。在实际应用中,需持续完善和落实这些对策与措施,根据设备运行状况和技术发展不断改进创新,从而保障工业生产的安全、高效、稳定运行,推动相关产业可持续发展。

参考文献

- [1]代滢斯.基于Prophet模型对水电机组顶盖泵运行时间的预测[J].水电站机电技术,2025,48(02):128-131.
- [2]区瑞坚,陈兴江,王琦,等.基于AE和云模型的核电主泵运行状态监测方法[J].中国核电,2024,17(06):757-763.
- [3]晁征,夏明明,薛博文.核电厂凝汽器真空系统真空泵运行方式优化研究[J].电工技术,2024,(17):210-211+215.
- [4]李晓辉.湿法脱硫浆液循环泵的优化运行[J].电站辅机,2024,45(01):34-38.
- [5]刘春波,孙智,胡加辉,等.高黏度齿轮泵运行与结构参数对泵内压力场影响[J].机床与液压,2023,51(17):122-127.