

污水处理厂设备日常维护存在问题及改进办法

石绍鹏 陈俊虎 陈海发

中国建筑第七工程局有限公司 广东省深圳市 518000

DOI: 10.32629/ems.v8i8.21611

[摘要] 污水处理厂的设备日常维护工作，是厂区维持常态化稳定运行的核心基础。研究结合管理制度落地情况、现场操作标准实施情况、设备运行状态监测水平三个层面，梳理出污水处理厂设备日常运维工作中现存的各类典型问题，结合厂区高湿度、强腐蚀性的特殊运行环境，从业人员专业素养短板以及各类运维资源配比失衡等现实条件剖析问题根源，结合实际运维场景完善标准化作业规范，搭建常态化预防性检修模式，培育设备全周期管控能力，可为污水处理厂设备运维管理工作提供实操参考。

[关键词] 污水处理厂；设备日常维护；预防性检修；全生命周期管理；标准化作业

引言

污水处理厂设备长期处于高湿、强腐蚀且不间断运行的特殊工况，设备故障发生概率远超常规工业生产设备。国内污水处理厂建设体量持续扩容，污水处置管控标准也在不断更新升级，设备管理工作整体具备更高难度，也在厂区运营体系中占据更为关键的地位。日常维护作为设备管理体系的基础环节，深刻影响设备运行稳定程度，左右运维成本投入，也关系着非计划停运的发生概率。运维体系落地过程中，管理制度流于形式、现场操作缺乏统一标准、设备监测方式老旧滞后等各类实操问题普遍存在，大幅降低设备维护工作实际落地效果^[1]。研究围绕污水处理厂设备日常维护核心内容，结合行业现存实际问题剖析内在诱因，探究科学合理的优化改进方式，为行业设备运维管理质量提升提供可行的研究思路。

一、污水处理厂设备日常维护现状与主要问题

（一）维护管理制度建设不完善，执行流于形式

国内大部分污水处理厂的设备维护管理体系，普遍存在制度建设与实际落地脱节的弊病^[2]。多数厂区直接套用通用化制度模板，没有结合自身设备配置的实际情况制定专属细化管理准则，润滑间隔、紧固检查频率、易损部件更换规范等关键运维参数缺少清晰界定，设备维护作业缺少精准的执行依据。制度落地环节的形式化问题尤为突出，日常巡检记录时常出现补签、代签的情况，巡检表单的填写内容无法真实还原设备实时运行状态。设备润滑保养工作存在明显疏漏，

行业内普遍存在仅补充新油、不更换废旧油品的作业习惯，新油叠加乳化旧油的作业方式，完全无法达到有效的设备润滑效果。设备档案台账建设不够完善，故障履历、维修记录、配件更换时间等核心运维信息存在大量缺失。运维岗位职责划分不够清晰，未精准对应到具体工作岗位，交接班流程落实不到位会造成设备异常信息断层，在岗人员无法全面掌握设备前期运行状态，难以把控潜在运行隐患。

（二）日常维护操作不规范，基础保养落实不到位

设备基础保养作业缺少统一、标准的执行依据，相同保养任务交由不同工作人员完成，最终作业质量会出现明显差距^[3]。轴承润滑作业没有量化加注标准，工作人员多依靠个人经验判断注油剂量，加注过量会引发轴承过热，剂量不足则会产生部件干摩擦，两类不规范操作都会加快设备损耗老化。螺栓紧固作业依赖人工手感把控精度，各类泵组联轴器对中效果难以统一，设备振动数值长期处于超标状态。格栅机清渣作业存在不规范操作，工作人员未在设备停机状态下清理耙齿淤积污泥，多选择设备运行过程中直接用水冲刷，冲刷产生的杂物会流入后续工艺单元，增加整套污水处理工艺的运行负荷。曝气系统微孔曝气器表面会附着大量生物污垢，这类污垢得不到周期性规范清理，工作人员仅凭直观观察判定设备运行状态，忽视潜在积垢问题，会让曝气作业效率逐步走低，设备电能消耗持续增加。保养存档内容普遍较为粗糙，工作人员仅简单登记保养完成状态，未录入作业前

后的设备振动、温度、工作电流等关键运行参数，保养工作无法实现效果比对，设备重复故障问题发生后，工作人员也无法精准溯源具体操作漏洞。

（三）设备状态监测与故障预警能力薄弱

现阶段多数污水处理厂的设备监测工作仍依赖人工感官判断，目视、耳听、手摸是厂区主流的巡检手段，轴承早期磨损、转子失衡等渐进式设备隐患很难被及时甄别^[4]。设备健康状态的评判标准较为主观，评判结果随巡检人员经验不同存在差异，行业暂无统一的客观评定依据。关键设备搭载的电流表、压力表等现场仪表，监测信号并未接入中控平台，相关数据只能依靠人工记录，难以梳理设备运行的连续变化规律。部分厂区装配的振动与温度传感器只具备超限报警功能，仅能在故障发生后做出提示，无法追踪设备工况变化趋势，也不具备故障预识别能力。厂区普遍缺失成熟的故障预警体系，没有成型的设备健康评分机制，设备运行状态无法实现量化评估。故障运维资料缺少系统化归集，同类设备问题反复出现，有效的防控经验难以沉淀落地。备品备件管理脱离设备实际运维情况，关键部件损坏后才暴露库存缺口，设备非计划停机时长因此增加。

二、污水处理厂设备日常维护问题的成因分析

（一）高湿高腐蚀运行环境加速设备劣化

污水处理厂区硫化氢、氨气类腐蚀气体含量偏高，气体混合水汽形成酸性冷凝液附着在电机端子排、控制柜继电器触点这类电气零件表层，零件接触电阻上升出现发热烧蚀问题，电气故障长期多发。潮湿环境持续损耗电机绕组绝缘性能，潜水泵电缆接口密封老化受潮气顺着线芯缝隙进入电机腔体，绝缘电阻持续走低，损伤长期缓慢积累很难通过常规巡检捕捉。气动元件工作于带水汽杂质的压缩空气内，锈蚀堵塞问题会拖慢电磁阀、气缸运行响应速度。恶劣环境叠加粗放运维形成恶性循环，腐蚀加快密封老化进度，密封破损后更多腐蚀物质侵入设备，通用维护周期没有结合这类特殊工况灵活改动。

（二）维护人员专业素质与技能水平不足

一线运维人员不少由其他岗位转岗而来，缺少机械电气相关专业积淀，看不懂设备构造运行原理，对故障先兆判断能力偏弱，很少有人能依托振动、温度波动预判轴承损耗周期^[5]。资深技术人员流动频繁，实操经验很难完整留存传递，新人未接受体系化设备学习就独立上岗，现场作业只能依托老员工固有经验与新人自主摸索推进。现有培训侧重安全规范与基础操作内容，故障研判相关课程占比偏低，故障模拟排查实操环节基本缺位，振动分析、红外测温这类专业检测方法少有覆盖。行业尚未搭建技能分层考核与持证上岗规则，不同实操能力人员承接相同运维任务，作业质量管控缺少评判标准。

（三）维护资源配置不合理，预防性维护投入不足

年度维护预算大量倾斜备品备件应急采购，轴承到期更替、密封件定时换新这类预防性开支常遭压缩，突发停机造成的损失远高于常规部件更替开销。测振仪、红外热像仪这类便携检测工具采购经费不足，不少厂区无法开展基础离线检测作业。维修班组日常大多忙于突发抢修，原定计划检修不断延后，陷入疏于保养故障频发、抢修挤占维保时间的循环。管理层将设备维护单纯视作成本消耗，忽视运维创造的运营价值，缺少全周期成本核算思维，预防性相关资金投入长期不足。

三、污水处理厂设备日常维护的改进对策

（一）健全设备维护管理制度，强化标准化作业流程

解决制度落地松散的问题可围绕细则完善、闭环管控两条路径推进，为厂区全部关键设备定制专属维护标准作业指导文件，逐项划定实操技术指标与作业准则，以常用提升泵为例，运行阶段每隔两小时采集登记运行电流、出口压力、轴承温度三类数据，电流浮动区间突破±5%要第一时间上报开展问题研判，设备累计运转五百小时补充十五克SKFLGHP2型号润滑脂，运转时长达到两千小时检测电机绝缘电阻留存长期波动数据。搭建三级分层点检权责体系，当班运行人员完成日常巡回检查填报基础运行数据，维修人员每日针对高负荷重点设备开展测温测振专项核验整理对应数据，设备主

管每周整合全部工况信息统筹排布后续检修安排。落实单人单机管护机制，给每台重点设备划定专属管护负责人，设备本体张贴运维登记卡片，借助绿黄红三色标签直观标注养护进度，月度运维任务完成比例、养护前后工况参数变动情况同步纳入人员绩效考评，实现全环节有作业参照依据、过程有资料留存、结果有核验把关。

（二）优化日常维护技术手段，推行预防性检修体系

设备运维工作由被动抢修转向主动防护，重点搭建状态监测检修与周期定时检修相互融合的预防性运维体系。厂区可为维修班组配置振动分析仪、红外热像仪、超声波泄漏检测仪、电机绝缘测试仪等便携检测设备，针对各类关键设备开展月度离线工况检测，持续记录运行数据并搭建完整的设备健康档案。水泵轴承运行状态可通过月度振动频谱监测实现隐患预判，采集的频谱数据与设备基准参数相互对比，轴承出现早期损伤时会呈现独特的频率变化特征，现场人员可提前两至三个月识别潜在故障，为计划性检修工作预留充足处置周期。大型机组可增设在线监测传感装置，设备振动、温度、电流等运行信号统一接入中控平台，依托数据变化趋势设置预警条件，振动数值三个月内由 2mm/s 稳步升高至 4.5mm/s 即可触发预警，规避传统超限报警模式存在的滞后性问题。结合设备工艺价值与运行地位划分运维等级，A 类核心设备采取状态检修模式，结合在线实时数据与离线检测结果判定合理检修时机；B 类常规设备落实周期检修制度，根据累计运行时长规划分级检修方案；C 类辅助设备采用事后维修模式。配套完善关键备品备件库存机制，设定最低库存预警标准，库存降至预警线即启动采购流程，避免因备件短缺拉长设备停机时间。

（三）提升维护人员专业能力，构建设备全生命周期管理

针对人员能力难以匹配设备技术标准的问题，搭建培训学习、技能分级考评、信息化运维管理联动的一体化能力建设体系。培训采用理论讲解、实操演练、案例复盘结合的开展形式，理论板块讲解设备构造与故障形成规律，实操依托模拟故障实训台供学员独立完成隐患排查，案例板块汇总厂

区近三年典型故障，编制涵盖故障现象、诊断思路、处置步骤、防控办法的完整教案授课。落实师徒培养机制，要求每位高级工一年内培养 1 至 2 名可独立上岗的初级运维人员，带教成效纳入绩效考核范畴。推行技能分层管理，划定初、中、高三个层级配套差异化岗位补贴，激发员工自主精进技能的动力。依托数字化手段为各主力设备搭建全生命周期电子档案，完整留存选型采购、安装调试、日常运维、故障检修直至报废全阶段信息，归档历次维修记录、配件更换清单、运行状态监测趋势等资料。开展设备全寿命周期成本核算，对照同类设备不同品牌、不同运维方案的整体投入，为后续设备选型更新、维护方案调整提供数据支撑，推动设备管理摆脱传统经验判断模式，实现数据化精准管控。

结语

污水处理厂设备日常维护具备鲜明系统性特征，运维管理质量直接决定整套污水设施运行安全与运营效益。本文围绕制度落地、现场操作、状态监测三个维度梳理现存运维短板，从现场环境条件、一线人员专业素养、运维资源调配情况剖析问题根源，对应提出完善标准化作业规范、落地预防性检修机制、搭建全周期运维管理能力三类优化方案。从管理规章、检测技术、人员素养多维度完成系统性升级，可切实提升设备运行稳定度、压缩综合运维开支、降低突发停机频次，保障污水处理厂长期连续平稳运转。

【参考文献】

- [1] 张宏, 沈凌, 余舒夏. 污水处理厂设备管理分析与研究[J]. 价值工程, 2023, 42(36): 51-53.
- [2] 李富春. 污水处理厂设备管理现状及改进研究[J]. 河北企业, 2023, (4): 96-98.
- [3] 余江和. 污水处理厂机械设备的安装及维护管理分析[J]. 机械工业标准化与质量, 2023, (9): 29-31+35.
- [4] 王思浩. 污水处理厂气动蝶阀系统故障诊断与维修技术分析[J]. 中国机械, 2024, (7): 99-103.
- [5] 柴华. 污水处理厂设备安全运行与维修[J]. 化学工程与装备, 2023, (3): 263-265.