

污水处理设备全生命周期维修管理体系构建

赵 龙

中节能国祯环保科技有限公司 安徽合肥 230001

摘 要：随着城市化进程的加快和工业的迅速发展，污水处理成为保障环境可持续性的关键环节。污水处理设备的有效运行对于实现高质量的污水净化至关重要，而构建全生命周期维修管理体系是确保设备稳定运行的核心手段。污水处理设备全生命周期维修管理体系涵盖设备从安装调试、日常运行维护、检修与改造到最终报废的整个过程。在这个体系中，每个阶段都有其独特的任务和要求。构建污水处理设备全生命周期维修管理体系有助于提高设备运行效率、降低运行成本、减少设备故障率，从而保障污水处理的稳定、高效进行，对于环境保护和可持续发展具有重要意义。

关键词：污水处理设备；全生命周期；维修管理

引言

研究污水处理设备全生命周期维修管理体系的构建，目的在于全面、系统地管理污水处理设备从安装到报废整个过程中的维修工作。其首要意义在于提高设备的可靠性和稳定性。通过有效的维修管理，可以减少设备故障的发生频率，延长设备的使用寿命。从经济角度来看，全生命周期维修管理体系能够优化维修成本。通过合理安排维修计划，避免过度维修和不必要的维修，可以节

约大量的维修费用。

一、生命周期管理概述

在污水处理设备的管理范畴内，生命周期涵盖了从设备的规划设计、制造、安装调试、投入使用、日常运行维护、检修改造直至最终报废处理的整个过程。这一过程犹如一个有机的整体，每个阶段都相互关联且不可或缺。具体如下表1所示。

表1 生命周期管理概述

阶段	主要工作	关键考量因素	质量或性能要求	应对问题示例
规划设计	综合考虑污水的处理量、水质成分、处理后的排放标准等，设计多级处理功能设备	污水日处理量、水质成分、处理后排放标准	满足当地污水实际处理需求和排放标准	当地污水含高比例工业废水，成分复杂
制造	按设计规格选用合适材料制造设备	设备长期运行稳定性和使用寿命	接触污水部分采用耐腐蚀不锈钢材质	无
安装调试	按安装指南操作，检测设备各项性能指标	处理效率、能耗等	处理效率达到设计的90%等设计要求	初始处理效率未达设计要求，调整水流通道解决
日常运行维护、检修改造	日常定期检查、更换易损件，运行一定年限后大规模检修改造	污水成分、流量变化、环境因素等	维持设备性能，延长使用寿命	无
报废处理	按环保要求妥善拆解和处理设备	避免二次污染	符合环保标准	无

二、安装调试阶段管理

1. 安装规范与标准

污水处理设备的安装规范与标准是确保设备正常运行的基础。设备的安装场地需要满足一定的要求。例如，对于一些大型的活性污泥处理设备，场地应具备足够的空间以容纳设备的各个组件，并且地面要平整坚实，以防止设备运行时产生晃动。根据相关行业标准，设备安装场地的面积应比设备占地面积大出至少20%，以方便

人员进行操作和维护。在安装设备的基础方面，必须按照设计要求进行施工。如果沉淀池的直径为10米，根据计算其满负荷时包含污水和设备自身重量可能达到50吨左右，那么基础的承载能力应设计为不低于60吨，以确保安全稳定。设备的安装顺序也有着严格的规范。一般来说，应先安装主体框架结构，再逐步安装内部的零部件。如在安装生物滤池时，先将滤池的混凝土外壳构建好，然后按照从下到上的顺序安装滤料、布水装置和排

水装置等。管道的安装要保证连接紧密,无泄漏。对于管径为50毫米的污水输送管道,连接处的密封性能要经过压力测试,压力值应达到1.5倍工作压力且持续15分钟无压力下降,才符合安装标准。

2. 调试流程优化策略

调试流程的优化对于污水处理设备快速投入正常运行至关重要。在设备安装完成后,初步的检查是调试的第一步。例如,检查设备的各个连接部位是否牢固,阀门的开闭是否灵活等。对于一台新安装的污水提升泵,要检查泵体与管道的连接螺栓是否拧紧,叶轮是否能够自由转动。接下来是单机调试阶段。在这个阶段,对每一个独立的设备进行调试。例如,对于风机设备,要测试其风量、风压是否达到设计要求。如果设计风量为100立方米/分钟,在调试时实际风量应在95–105立方米/分钟之间才算合格。要检查设备的运行稳定性,观察设备在运行过程中是否有异常振动和噪声。

系统联动调试是调试流程中的关键环节。这一阶段需要将各个设备连接起来,按照污水处理的工艺流程进行整体调试。为了优化调试流程,可以采用先进的自动化控制技术。通过安装传感器和自动化控制系统,实时监测设备的运行状态,并根据预设的参数自动调整设备的运行。例如,在曝气池中安装溶解氧传感器,当溶解氧浓度低于2毫克/升时,自动化控制系统自动增加曝气量,以保证微生物的正常代谢。

三、日常运行维护管理

1. 故障诊断技术应用

故障诊断技术在污水处理设备维护中起着关键作用。传感器技术是常用的故障诊断手段之一。例如,在污水处理设备的管道系统中,安装压力传感器可以实时监测管道内的压力情况。当管道出现堵塞或者泄漏时,压力会发生异常变化。正常运行时,某段污水输送管道的压力维持在0.3–0.5MPa之间,如果压力突然升高超过0.6MPa,可能是管道内部有异物堵塞;如果压力骤降到0.2MPa以下,则可能存在泄漏点。振动分析技术对于一些有旋转部件的设备,如污水泵、风机等有着重要意义。设备正常运行时,其振动频率和幅度都在一定的范围内。通过在设备上安装加速度传感器,可以采集振动信号。如果振动频率发生偏移或者振动幅度突然增大,可能意味着设备的轴承磨损、叶轮不平衡等故障。油液分析技术适用于含有润滑系统的设备。通过对设备润滑油的定期采样分析,可以了解设备内部的磨损情况。例如,在污水处理厂的大型减速机中,润滑油中的金属颗粒含量是判断设备磨损程度的重要指标。正常情况下,润滑

油中的铁含量应低于5ppm。如果检测到铁含量升高到10ppm以上,可能是减速机内部的齿轮出现磨损,需要及时维修或更换部件。

2. 数据监测与分析方法

数据监测是保障污水处理设备正常运行的重要环节。对于污水处理设备而言,流量数据的监测是基础。在进水口和出水口安装流量计,可以准确获取污水的流量信息。这有助于评估设备的处理能力是否满足需求。水质参数的数据监测同样不可或缺。包括酸碱度(pH值)、化学需氧量(COD)、生化需氧量(BOD)等指标。在污水处理的不同阶段,这些指标都有着不同的标准范围。以生物处理阶段为例,理想的pH值范围通常在6.5–8.5之间。如果监测到pH值低于6.0或者高于9.0,就可能影响微生物的活性,从而降低污水处理效果。通过对水质参数的实时监测,可以及时调整处理工艺,如添加酸碱调节剂来调整pH值。数据分析方法在数据监测的基础上进一步发挥作用。趋势分析是一种常用的方法,通过对长期监测数据的分析,观察各项指标的变化趋势。

四、设备检修与改造管理

1. 检修周期确定依据

设备检修周期的确定是一个复杂且关键的任务,需要综合多方面的因素。设备的运行时间是一个基本的考量因素。例如,对于常见的污水处理设备中的水泵,一般连续运行5000–8000小时后,就可能出现部件磨损、密封性能下降等问题,这时候就需要进行检修。不同类型的水泵,其运行时间的耐受程度也有所不同,像小型的潜水泵可能在运行5000小时左右就需要重点检查,而大型的工业级水泵可能可以运行到8000小时。

设备的工作环境对检修周期有着重要影响。如果污水处理设备处于高湿度、强腐蚀性的环境中,设备的腐蚀速度会加快。以污水处理厂中的曝气设备为例,在正常环境下可能每两年进行一次全面检修即可,但如果处于海边等高盐度、高湿度环境,可能每年就需要进行检修。因为盐分和水汽会加速设备金属部件的腐蚀,如曝气头的不锈钢材质在这种环境下可能一年就会出现腐蚀孔洞,影响曝气效果。

设备的负载情况也是确定检修周期的依据之一。在污水处理流程中,承担较大处理量的设备,其部件磨损会更快。比如,处理量为每天5000立方米污水的格栅除污机,相比处理量为每天2000立方米的同类型设备,其链条、齿耙等部件的磨损速度会提高约30%–50%。所以,处理量大的设备需要更短的检修周期,可能每半年就要进行一次检修,而处理量小的设备可以适当延长至一年。

2. 改造方案可行性研究

在考虑污水处理设备的改造方案可行性时，技术可行性是首要评估的方面。这需要对现有设备的技术参数、运行原理以及新的改造技术进行深入分析。例如，若要对污水处理设备中的生物反应池进行改造，从传统的活性污泥法改为MBBR（移动床生物膜反应器）工艺，就需要评估现有反应池的结构是否能够满足MBBR工艺的要求，包括水流动力学、载体的填充空间等。如果反应池的池体结构存在限制，如内部空间过小无法安装足够的生物载体，那么这种改造方案在技术上就存在较大风险。

经济可行性是改造方案能否实施的关键因素之一。改造的成本包括新设备和材料的采购、安装调试费用、施工期间可能造成的生产损失等。以对污水处理厂的污泥脱水设备进行改造为例，若采用新的离心脱水技术替换现有的带式脱水设备，需要购买新的离心机设备，这可能需要花费数十万元。安装调试过程可能需要停产数天，造成污水处理量的减少，带来一定的经济损失。如果改造后的运行成本节省和处理效果提升所带来的收益在较长时间内无法弥补改造的总成本，那么这个改造方案在经济上就不可行。

环境影响也是评估改造方案可行性的重要方面。改造后的设备应该在环保性能上有所提升或者至少保持不变。例如，在对污水处理设备的除臭系统进行改造时，如果采用的新除臭技术会产生新的污染物或者对周围环境造成新的不良影响，如某些化学除臭剂可能会在反应过程中产生二次污染气体，那么这个改造方案就不符合环境要求，是不可行的。

操作和维护的可行性同样需要考虑。改造后的设备应该便于操作人员进行日常操作和维护。例如，对污水处理厂的自动化控制系统进行升级改造，如果新的控制系统过于复杂，操作人员需要长时间的培训才能掌握，而且日常维护需要特殊的工具和专业知识，这会给污水处理厂的运营带来困难，那么这个改造方案在操作和维护方面就缺乏可行性。

3. 技术升级实施路径

在确定污水处理设备技术升级的实施路径时，首先要进行全面的设备现状评估。这包括对设备的技术性能、运行效率、故障历史等方面的详细分析。制定详细的技术升级计划是关键步骤。这个计划应该包括升级的目标、时间表、所需资源等内容。以对污水处理设备中的水质监测系统进行技术升级为例，目标可能是提高监测数据的准确性和实时性。时间上可以规划在三个月内完成

升级工作，其中第一个月进行新设备和软件的采购，第二个月进行安装调试，第三个月进行试运行和验收。所需资源包括购买新的传感器、数据采集设备以及相关的技术人员支持等。

在技术升级实施过程中，要严格按照计划进行质量控制。这包括对新设备和材料的质量检验、安装过程的质量监督以及升级后设备的性能测试等。例如，在对污水处理设备的过滤系统进行技术升级时，新的过滤膜在安装前要进行质量抽检，确保其过滤精度和通量符合要求。在安装过程中，要监督安装人员是否按照操作规程进行安装，避免因安装不当导致的设备故障。升级完成后，要对过滤系统的过滤效果、运行压力等性能指标进行测试，确保达到升级的目标。技术升级完成后，要进行有效的培训和知识转移。这是为了确保污水处理厂的操作人员能够熟练掌握新升级设备的操作和维护技能。例如，在对污水处理设备的智能控制系统进行升级后，要对操作人员进行系统的培训，包括新系统的操作界面、控制逻辑、故障报警处理等方面的培训。要将技术升级过程中的相关技术资料、操作手册等完整地移交给污水处理厂，以便于后续的设备管理和维护。

结束语

构建污水处理设备全生命周期维修管理体系是一个系统而复杂的工程，它涉及设备从安装到报废的每一个阶段。这一体系的有效实施不仅能够提高设备的运行效率，降低维修成本，还能够提高污水处理的质量，减少对环境的污染。随着科技的不断发展和对环境保护要求的日益提高，这一体系也需要不断地完善和优化，以适应新的需求和挑战，从而在污水处理领域发挥更大的作用，为人类的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 涂人慧. 全生命周期理论在污水处理工程造价管理中的应用研究[J]. 大众文摘, 2023(12): 0147-0149.
- [2] 解豫芬. 污水处理行业PPP项目全生命周期风险管理简析[J]. 新营销, 2023, 17(4): 63-65.
- [3] 朱韬. 国际金融组织贷款污水处理项目绩效评价研究——以H市污水处理项目为例[D]. 安徽财经大学, 2024.
- [4] 曾辉, 汪泽, 高山. 浅谈污水处理运营企业设备管理集约化要素及内部考核评价体系的构建[J]. 中国科技期刊数据库 工业A, 2023(011): 000.
- [5] 田苗. 污水处理企业数字化管理体系研究[J]. 管理学家, 2024(14): 67-69.