

污水处理厂运行效率与设备维护管理体系构建

方 浩

宁波市城市排水有限公司长丰净化水厂 浙江 宁波 315000

摘 要：随着城市化进程的加速和环保要求的日益严格，污水处理厂在城市水环境治理中发挥着至关重要的作用。污水处理厂的运行效率直接关系到污水处理的质量和效果，而设备维护管理体系则是保障其稳定、高效运行的基础。本文深入探讨了污水处理厂运行效率的影响因素，分析了设备维护管理体系构建的关键要素，提出了提高运行效率和优化设备维护管理体系的具体策略，旨在为污水处理厂的可持续发展提供理论支持和实践指导。

关键词：污水处理厂；运行效率；设备维护管理体系

1 引言

水是人类社会发展的基础资源。随着工业化和城市化加速，大量未经处理的污水直接排放，导致水环境污染加剧、水资源短缺。污水处理厂作为治理水污染的核心设施，其设备运行效率直接影响处理效果与成本。由于设备长期处于恶劣环境，易受腐蚀、磨损，故障频发，影响正常运行。因此，建立科学的设备维护管理体系，强化日常保养与故障排查，对提升效率、降低成本、延长设备寿命至关重要。

2 污水处理厂运行效率的影响因素

2.1 污水处理工艺

污水处理工艺是污水处理厂的核心，不同的污水处理工艺具有不同的处理效果和运行特点。目前，常见的污水处理工艺包括活性污泥法、生物膜法、氧化沟法、A²/O法等。各种工艺在去除污染物的能力、抗冲击负荷能力、能耗、占地面积等方面存在差异。例如，活性污泥法具有处理效果好、运行稳定等优点，但对水质、水量的变化较为敏感，且能耗较高；生物膜法具有生物量高、耐冲击负荷能力强等特点，但处理效果相对活性污泥法略差。因此，污水处理厂应根据进水水质、水量特点以及出水水质要求，选择合适的污水处理工艺，以提高污水处理效率。

2.2 进水水质与水量

工业废水的排放、季节性降雨等因素都会导致进水水质和水量的波动。当进水水质超出污水处理厂的设计处理能力时，可能会导致处理效果下降，甚至出现出水水质不达标的情况。例如，高浓度的有机物、重金属等污染物会对微生物的生长和代谢产生抑制作用，影响污水处理工艺的正常运行。此外，进水水量的突然增加或减少也会对污水处理厂的运行造成冲击，如导致曝气池溶解氧浓度波动、污泥膨胀等问题，进而影响污水处理

效率。

2.3 设备性能与运行状况

设备的性能和运行状况直接关系到污水处理厂的运行效率。先进的污水处理设备具有处理效率高、能耗低、运行稳定等优点，能够为污水处理厂的高效运行提供有力保障。然而，如果设备选型不当、安装质量差或者维护保养不到位，就容易出现设备故障，影响污水处理工艺的正常运行^[1]。例如，曝气设备故障会导致曝气不足，影响微生物的活性，从而降低有机物的去除率；污泥脱水设备故障会导致污泥含水率过高，增加污泥处理和处置的难度和成本。

2.4 人员素质与管理水平

人员的素质和管理水平直接影响到污水处理厂的运行效率和处理效果。技术人员应具备扎实的专业知识和丰富的实践经验，能够熟练掌握污水处理工艺和设备操作与维护技能，及时解决运行过程中出现的技术问题。管理人员应具备科学的管理理念和方法，能够制定合理的运行管理制度和操作规程，加强对设备维护、水质监测、安全生产等方面的管理，确保污水处理厂的安全、稳定、高效运行。然而，目前部分污水处理厂存在人员素质参差不齐、管理不规范等问题，导致污水处理厂运行效率低下。

3 设备维护管理体系构建的关键要素

3.1 设备档案管理

建立完善的设备档案是设备维护管理体系的基础。设备档案应包括设备的基本信息、技术参数、安装调试记录、运行记录、维护保养记录、维修记录等内容。通过设备档案，可以全面了解设备的运行状况和使用历史，为设备的维护保养和维修提供科学依据。例如，根据设备的运行记录和维护保养记录，可以分析设备的故障规律和磨损情况，制定合理的维护保养计划；根据设备的维修

记录,可以总结维修经验,提高维修效率和质量。

3.2 设备维护保养计划制定

制定科学合理的设备维护保养计划是保障设备正常运行的关键。设备维护保养计划应根据设备的类型、使用频率、运行环境等因素制定,明确维护保养的内容、周期和责任人。一般来说,设备维护保养包括日常保养、一级保养、二级保养等不同级别。日常保养主要是对设备进行清洁、润滑、紧固等简单操作,由设备操作人员负责,每天进行;一级保养是在日常保养的基础上,对设备进行局部解体检查和清洗,调整部分零部件的配合间隙,由设备操作人员和维修人员共同完成,一般每月进行一次;二级保养是对设备进行全面的解体检查和修理,更换或修复磨损严重的零部件,恢复设备的精度和性能,由专业维修人员负责,一般每年进行一次。

3.3 设备维修管理

设备维修管理是设备维护管理体系的重要组成部分。当设备出现故障时,应及时组织维修人员进行维修,确保设备尽快恢复正常运行。设备维修管理应建立完善的维修流程和质量控制体系,明确维修申请、故障诊断、维修方案制定、维修实施、维修验收等环节的要求和责任^[2]。在维修过程中,应严格按照维修工艺和操作规程进行操作,确保维修质量。同时,应加强对维修配件的管理,建立维修配件库存台账,合理控制维修配件的库存数量,确保维修配件的及时供应。

3.4 设备备品备件管理

设备备品备件管理是保障设备维修顺利进行的重要环节。合理的备品备件储备可以缩短设备维修时间,减少因设备故障造成的停机损失。设备备品备件管理应根据设备的重要程度、故障频率、采购周期等因素,制定合理的备品备件储备定额。对于关键设备和易损件,应适当增加储备数量;对于不常用且采购周期较长的备品备件,可适当减少储备数量。同时,应加强对备品备件的质量管理,建立备品备件质量检验制度,确保备品备件的质量符合要求。

3.5 设备人员培训与管理

设备人员的素质和能力直接影响到设备维护管理体系的运行效果。因此,应加强对设备操作人员和维修人员的培训与管理,提高其业务水平和操作技能。培训内容应包括设备的工作原理、操作规程、维护保养知识、故障诊断与排除方法等方面。培训方式可以采用内部培训、外部培训、现场指导等多种形式。同时,应建立设备人员绩效考核制度,将设备维护保养和维修工作质量与个人绩效挂钩,激励设备人员积极工作,提高工作效

率和质量。

4 提高污水处理厂运行效率与优化设备维护管理体系的具体策略

4.1 优化污水处理工艺

(1) 工艺升级改造:随着环保标准的不断提高和污水处理技术的发展,污水处理厂应根据实际情况对现有污水处理工艺进行升级改造。例如,采用新型的生物处理工艺,如膜生物反应器(MBR)、曝气生物滤池(BAF)等,提高污水处理效率和水质标准;增加深度处理单元,如反渗透、超滤等,进一步去除污水中的微量污染物,实现污水的回用。(2) 工艺参数优化:通过对污水处理工艺运行参数的实时监测和分析,优化工艺参数设置,提高工艺运行效率。例如,根据进水水质和水量的变化,及时调整曝气池的溶解氧浓度、污泥回流比、水力停留时间等参数,确保微生物始终处于最佳的生长和代谢状态,提高有机物的去除率。

4.2 加强进水水质与水量管理

(1) 源头控制:加强对工业废水排放的监管,严格执行排污许可制度,督促企业达标排放。对于超标排放的企业,应依法予以处罚,从源头上减少高浓度、高毒性废水进入污水处理厂。同时,加强对城市排水管网的维护和管理,减少雨水、地下水等外水进入污水管网,降低污水处理厂的进水水量波动。(2) 水质水量监测与预警:建立健全进水水质和水量监测体系,在污水处理厂进水口安装在线监测设备,实时监测进水水质和水量的变化情况。建立水质水量预警机制,当进水水质或水量超出设定范围时,及时发出预警信号,采取相应的措施进行调整,如调整处理工艺参数、启动应急处理设施等,确保污水处理厂的稳定运行。

4.3 强化设备维护管理

(1) 推行预防性维护:改变传统的故障后维修模式,推行预防性维护理念。通过定期的设备检查、状态监测和数据分析,提前发现设备潜在的故障隐患,及时采取维护保养措施,避免设备故障的发生^[3]。例如,采用振动监测、温度监测、油液分析等技术手段,对关键设备进行实时监测,掌握设备的运行状态,制定针对性的维护保养计划。(2) 引入智能化设备管理系统:利用现代信息技术,如物联网、大数据、人工智能等,引入智能化设备管理系统。通过在设备上安装传感器,实现对设备运行数据的实时采集和传输,利用大数据分析技术对设备运行状态进行评估和预测,为设备维护保养和维修提供决策支持。同时,智能化设备管理系统还可以实现设备维护保养计划的自动生成、维修工单的自动派

发、维修记录的自动存储等功能,提高设备管理的效率和水平。(3)加强设备备品备件管理信息化建设:建立设备备品备件管理信息系统,实现备品备件库存的实时监控和管理。通过与设备维修管理系统的集成,当设备出现故障需要维修时,系统可以自动查询备品备件库存情况,及时提醒采购人员进行补货。同时,利用数据分析技术对备品备件的使用情况进行统计和分析,优化备品备件储备定额,降低库存成本。

4.4 提升人员素质与管理水平

(1)加强人员培训:制定系统的人员培训计划,定期组织设备操作人员、维修人员和管理人员参加培训。培训内容不仅要包括专业知识和技能培训,还要注重培养人员的安全意识、环保意识和责任意识。鼓励员工参加行业技术交流活动 and 职业资格考试,提高员工的业务水平和综合素质。(2)完善管理制度与操作规程:建立健全污水处理厂运行管理和设备维护管理的各项制度和操作规程,明确各部门和各岗位的职责和 workflows。加强对制度执行情况的监督检查,确保各项制度和操作规程得到严格执行。同时,根据实际情况不断对制度和操作规程进行修订和完善,使其更加科学合理、切实可行。(3)建立激励机制:建立科学合理的激励机制,充分调动员工的工作积极性和主动性。对在污水处理厂运行管理和设备维护管理工作中表现突出的个人和团队进行表彰和奖励,对违反规章制度和操作规程的行为进行严肃处理。

4.5 加强成本控制与节能减排

(1)成本控制:污水处理厂的运行成本主要包括能源消耗、药剂消耗、设备维护费用、人员工资等方面。通过优化污水处理工艺、加强设备维护管理、合理安排药剂投加量等措施,降低污水处理厂的运行成本^[4]。例如,采用节能型设备和技术,如高效曝气设备、变频调速技术等,降低能源消耗;根据进水水质和水量的变化,精确控制药剂的投加量,减少药剂浪费。(2)节能减排:积极响应国家节能减排政策,采取有效措施降低污水处理厂的能耗和污染物排放。例如,利用污水处理过程中产生的沼气进行发电或供热,实现能源的回收利用;加强对污泥的处理和处置,采用污泥厌氧消化、好氧发酵等技术,将污泥转化为有机肥料或生物燃料,减

少污泥对环境的污染。

4.6 推进设备管理智慧化建设

(1)构建智慧化设备管理平台:整合物联网、大数据、云计算、人工智能等前沿技术,构建一体化的智慧化设备管理平台。该平台应具备设备实时监控、故障预警、智能诊断、维护决策支持等功能,实现设备全生命周期的数字化、智能化管理。通过平台,管理人员可远程掌握设备运行状态,及时发现潜在问题,提高管理效率和响应速度。(2)应用数字孪生技术:对关键设备建立数字孪生模型,通过实时数据反馈,在虚拟空间中模拟设备的运行状态和性能变化。利用数字孪生技术,可进行设备故障预测、性能优化和运行策略调整,为设备维护和管理提供科学依据。同时,数字孪生模型还可用于员工培训,提高其操作和维护技能。(3)开展设备健康管理:基于设备运行数据和历史维护记录,建立设备健康管理系统。通过大数据分析和机器学习算法,对设备健康状况进行评估和预测,制定个性化的维护计划。设备健康管理系统可实现维护资源的优化配置,延长设备使用寿命,降低维护成本。

结语

污水处理厂的运行效率与设备维护管理体系涉及工艺、水质、设备、人员管理等多个方面。通过优化工艺、加强水质水量管理、完善设备维护、提升人员素质、控制成本及推进智慧化建设,可有效提高运行效率,构建科学维护体系,保障安全高效运行。未来,应积极引入新技术、新工艺,推动智能化、自动化发展。政府也应加强监管与支持,完善政策法规,加大资金投入,助力污水处理厂持续提升运行水平,促进城市水环境改善与可持续发展。

参考文献

- [1]朱杰,付康,孟祥.城市污水处理厂设备运行管理与运维对策[J].设备管理与维修,2025,(09):4-7.
- [2]李洋.污水处理厂设备维护与部件优化[J].造纸装备及材料,2025,54(03):127-129.
- [3]孟萌.现代化污水处理厂设备运行管理与维护分析[J].化工设计通讯,2022,48(03):186-188.
- [4]王志杰.现代化污水处理厂设备运行管理与维护[J].设备管理与维修,2020,(12):18-19.