

城镇生活污水处理工艺的改进及效果评价

许能相

儋州市水务项目建设管理中心 海南儋州 571799

摘要: 随着我国城镇化进程不断加快, 城镇生活污水排放总量迅速增长, 且污水成分比较复杂, 其中, 含有大量有机质、氮磷等污染物, 给水环境带来了严峻的危害。当前, 我国城镇生活污水处理技术尚不能完全满足日趋严格的环境标准, 亟需对生活污水处理工艺进行改进, 以提升污水处理效果及出水水质。本文对城镇生活污水处理工艺的改进及效果评价进行了探讨。

关键词: 城镇生活污水; 处理工艺; 改进; 效果评价

一、城镇生活污水处理工艺改进方法

(一) 应用高效生物膜处理技术

在城镇生活污水处理过程中, 采用高效的生物处理技术是至关重要的环节。污水处理厂管理人员需要对进水的水质进行全面、精确的监测和分析, 包括BOD、氮磷等, 并采取相适应的高效生物处理技术。根据工艺需求, 建立合适的反应器, 对池内温度等环境参数进行精细调节, 保证微生物在最佳的生长和繁殖状态。应用高效生物膜处理技术, 利用模块化拼装的HBR组件, 对生化工艺调控进行优化, 通过新型填料富集优势菌群, 提高城镇生活污水的处理能力。该技术可以明显提升污水处理效率, 减少占地, 使出水水质COD、总氮等主要指标达到排放标准。

以某中等城镇污水处理厂采用改良式A²/O工艺为例, 对其进行试验研究。污水处理厂化验人员对进厂污水进行1个月的连续监测, 结果显示, 化学需氧量平均浓度为300mg/L, 生化需氧量约为150mg/L, 磷含量为5mg/L, 氮含量为30mg/L。根据数据情况, 应用高效生物膜处理技术, 选择合适的处理流程, 构建5000立方米的生化反应器, 并配备智能控温和pH调控系统, 实现pH 7~8的, 25~30℃恒温适宜微生物生长环境。在前期研究基础上, 每天按10%的比例, 向污泥中添加10%的营养物质, 然后以每星期10%的速度递增, 并通过在线检测设备, 实时观察污泥中微生物的活力和数量的变化。优化曝气系统, 根据微生物的生长曲线, 将对数生长期内的曝气量增加到8 m³/h, 稳定期调节到6 m³/h, 实现对氧的精确供给, 使污水中的各种污染物含量达标率从70%提升至90%以上。

(二) 引进混凝沉淀和过滤技术

污水处理中想有效引进高级物理化学处理技术, 首先要根据污水的成分、性质, 深入剖析已有的处理过程, 精确定位高级物理化学处理的切入点。根据筛选的工艺需求, 购置和安装适用于混凝沉降的高效絮凝剂投加设备, 适用于不同工艺规模的过滤与分离设备等, 保证各设备之间的兼容性和协同工作。应用混凝沉淀和过滤技术, 在混凝沉淀池中, 通过投入除磷剂与凝聚剂, 将污水中的磷酸盐去除, 并使悬浮物凝聚, 进行泥水分离。随后, 在过滤中, 使用轻质滤料滤池, 对细微悬浮物、微生物等进行有效截留, 将悬浮物(SS)等污染物进一步去除, 保证工艺的稳定、高效, 达到污水的达标排放^[1]。

例如, 某城镇污水处理厂, 为了提高处理效果, 采用混凝沉淀和过滤技术。在采购中, 精心选择适合的混凝土过滤技术设备。选用最大用量为50 L/h的高效絮凝搅拌器, 在变频絮凝搅拌机的作用下, 达到每分钟100~300 rpm的精准调节, 保证混凝过程的充分。同时, 采购轻型滤料滤池装置满足城市生活污水日处理量5万吨的要求, 确保过滤系统的高效运行。在前期研究的基础上, 引入混凝(除磷+凝聚剂)+过滤(轻质滤料滤池), 使污水中磷、悬浮物等污染物的浓度大幅度下降。在正式运行之前, 通过对污水样品的多次检测, 获取混凝剂用量对化学需氧量(Chemical Oxygen Demand, COD)的去除速率曲线。将初始投加量设为20 L/小时、温度20~25℃、反应时间30 min、过滤压力保持0.3~0.5 MPa。在运行过程中, 通过自动化监控系统对相关数据进行实时收集, 对处理后的水质变化及时进行溯源分析, 保证

出水的稳定达标，使出水的各项指标合格率保持在95%以上（如表1）。

表1 动化监测系统实时采集数据

监测指标	设定值/范围	实时监测值（示例）
混凝剂投加量	20L/h	19.8—20.2L/h
反应时间	30分钟	30分钟（恒定）
温度	20—25℃	22.5℃（平均值）
过滤压力	0.3—0.5MPa	0.4MPa（稳定值）
处理后水质合格率	≥95%	97%（持续稳定）

（三）结合臭氧化工艺与膜分离技术

城镇生活污水处理过程中，臭氧化工艺+膜分离技术相结合，其意义至关重要。采用臭氧化工艺与膜分离技术相结合，充分利用两者的优点，从而达到经济、高效和环保的目的。臭氧化工艺与膜分离技术可以有效地降低膜的污染与堵塞，提高膜的使用寿命。而膜分离则是一种后处理方法，能够更好地消除臭氧反应中的副产物，实现对污水中难降解有机物、微量有毒有害物质的高效去除，保证出水水质稳定或超过国家标准。同时，将膜分离和离子交换等资源回收技术相结合，对污水中的营养元素（氮磷等）进行有效回收，达到废弃物资源化目的。该项目的实施，可以在提高城镇污水处理效率的同时，实现资源回收利用，为城镇生活污水处理提供新思路。

例如，某城镇生活污水处理厂应用臭氧化工艺与膜分离技术，取得了较好的效果。在原有二级生物处理工艺基础上，增加臭氧化工艺，使出水COD由40 mg/L降到20 mg/L，氨氮含量稳定在1 mg/L，大大低于国家标准。同时，采用膜分离技术，高效回收含氮磷的污泥，回收率达到85%以上，并将其再加工成高品质的农用化肥，达到资源回收的目的。下面是该生产工艺进出水水质的对比图（见图1），直观地说明深度处理技术的明显成效^[2]。



图1 入水与出水水质比较图

（四）高精度传感器技术应用

在城镇生活污水处理过程中，采用高精度传感器技术，是提高其运行效率与运行稳定性的重要途径。采用先进的传感技术和数据处理平台，对污水的整个生产过程进行实时监控和精确调控，可以实现对污水的实时监测。在污水处理工艺中，采用pH值传感器、溶解氧传感器等高精度传感器，对污水进行实时监测。该系统具有精度高等特点，可以为后续的自动控制奠定良好的基础。同时，依托智能大数据分析平台，对所收集的海量数据进行深入挖掘与分析，实现对设备故障与过程波动的预警，及早采取最优策略，减少运维成本，增强系统的抗冲能力。利用远程监测等功能，降低人为干扰，提升处理效能，达到高效、稳定和可持续发展的目的。

例如，某城镇污水处理厂通过在污水处理各重要节点，加装高精度的传感器，可以实时监控进水水质、溶氧和污泥浓度。试验结果表明，该工艺在实际运行中，对水质变化的反应速度比原工艺提高30%左右，运行稳定可靠。采用自动控制，对曝气量、投药量等进行动态调节，使曝气能耗下降25%、化学药剂成本节约18%。同时，通过对历史数据的分析，对设备故障进行预测，提前制定设备的维修计划，使设备的停工期限降低40%。另外，由于采用了远程监测系统，使得操作人员可以对设备的运行状况进行实时监控，从而大大降低了人工操作的频率，节约了20%的人工成本（如表2）。

表2 智能化与自动化控制技术应用效果

指标项	改造前	改造后
进水水质波动响应时间	>60秒	<42秒 (约30%减少)
曝气能耗	基准值	降低25%
药剂成本	基准值	减少18%
设备故障停机时间	基准值	减少40%
人力成本（由于远程监控减少）	基准值	降低20%

二、城镇生活污水处理工艺改进的效果评价

（一）明显提高处理效果

在城镇生活污水处理方面，采用高效生物膜处理技术后，其处理效果明显提高。以实施高效生物膜处理技术的某城镇污水处理厂为研究对象，其污水COD平均浓度高达400 mg/L、磷含量约6 mg/L，氨氮含量约40 mg/L、排放水质量常不能达标，给周边水环境带来很大影响。但通过高效生物膜处理技术的引进，对厌氧、好

氧、缺氧环境进行精准调控，实现对有机污染物的高效降解，COD的去除效率达90%，出水总磷的浓度稳定在0.5mg/L以下，氨氮的去除率从95%提升至98%，出水氨氮浓度小于2 mg/L，总磷去除率高于85%，出水总磷的质量分数低于0.3 mg/L。经过改造后的优异效果，不仅让工厂污水处理达到标准，而且还大大提高当地的水质，水生生物的种类与数量也开始恢复，有助于城镇生态环境的保护^[3]。

（二）大幅度减少能耗

在城镇生活污水的处理过程中，能耗问题尤其突出。比如，某城镇的污水处理厂以往使用常规的活性污泥工艺，其曝气系统的耗能非常高，每天耗电5000度左右，而在处理过程中，还要消耗大量的热量进行干法处理。为了解决这一问题，引进混凝沉淀和过滤技术。该工艺利用混凝和过滤工艺相匹配的设备，大幅降低对氧的需求，大幅降低曝气能耗。经过实际操作和监控，该系统的日用电量下降到约2000度，降幅超过60%。同时，引入混凝（使用除磷剂与凝聚剂）+过滤（采用轻质滤料滤池）技术能使其产生的污泥量大大降低，污泥干化过程的热能消耗量，每月能耗降低近60%。该项目的成功实施，既体现新技术在节能减排上的优势，也为城镇污水处理提供了强有力的支持。

（三）提高资源化利用水平

在评估城镇生活污水处理效能时，其资源化利用水平极其重要。比如，某城镇生活污水处理厂应用臭氧化工艺与膜分离技术，其处理能力达到125,000 m³/天，出水质量优于该省标称类一级A。通过对工艺流程的优化，使污水得到有效的处理，同时大大提高了污水的资源化利用率。其中，利用臭氧化工艺与膜分离技术对污水处理厂尾水进行处理后，可以进行循环利用。同时，采用臭氧化工艺与膜分离技术对污水处理厂的污泥进行处理，并将沼气转化为电能，可以减少污泥排放，提高能源利用率。该项目的实施，能有效地解决城镇污水处理问题，减少污水处理费用，减轻环境污染。同时，大

大提高污水的回收利用率，并升级优化该污水处理厂生产工艺。

（四）有效控制运维成本

如何有效地控制运维成本，是评估城镇生活污水处理过程经济性与实用性的关键。比如，某中等规模的城镇污水处理厂在实施一系列的精细化管理后，其运行维护费用明显下降。污水处理厂先引进高精度传感器技术，使供氧量随水质的变化而自动调整，从而避免能源浪费。该措施可以减少电力消耗20%左右，每年节省电费100多万元。同时，污水厂也加大对设备的日常维护工作，通过定期的巡视和预防维护，使设备的使用寿命得到很大的提高，并降低检修费用。另外，还利用大数据分析平台，可以对污水的处理过程进行实时监测，并对其进行分析，从而使企业的生产效率和管理水平得到进一步的提升。通过以上措施的综合运用，可以有效地控制运行费用，年运行费用比以前减少15%左右。

结论

总之，对城镇生活污水处理工艺的改进及效果评价，不仅关系着水环境的保护和水功能的恢复，也关系着城镇的可持续发展。通过对城镇生活污水处理工艺的改进，可以进一步提高污水的处理效率，减少污水处理成本，提高出水质量，提升资源化利用水平，对生态环境保护及水资源回收具有重要意义。

参考文献

- [1] 刘建华, 吴洋洋, 刘健, 刘运涛. 城镇生活污水处理厂CO₂释放过程中碳同位素组成变化[J]. 环境工程技术学报, 1-12.
- [2] 乔翹嵩, 顾登海, 卢广亮, 刘子嫣, 尹哲玉, 王建城, 金保生. 城镇生活污水处理厂污泥资源化利用研究进展[J]. 工业水处理, 1-25.
- [3] 廖毅仁. 智能化技术在城镇生活污水处理工程中的应用研究[J]. 新城建科技, 2024, 33(08): 43-45.