

Pilot Study on *In-Situ* Purification Tank for River Outfall

Zhijin Huang, Luxiao Xue, Shanshan Yang, Xiao Guo

Shanghai Environmental Protection Technology Co., Ltd. Ying Ting, Shanghai
Email: 15921409805@163.com

Received: Jul. 16th, 2017; accepted: Aug. 1st, 2017; published: Aug. 4th, 2017

Abstract

It is the key to protect the water resources and improve the water environment by carrying out the *in-situ* treatment of the water quality of the sewage outfall which cannot be cut off. In order to improve the quality of sewage outfall, pilot test was carried out on the removal of pollutants in the sewage purification tank. *In-situ* purification tank mainly consists of adsorption and aerobic contact oxidation filter parts, the filler for adsorbing filtration holding by the basket, and the biofilm material of contact oxidation fraction using biological filler. In this experiment, the removal effect of COD_{Cr}, NH₄⁺-N and TP on the sewage outfall of the river *in-situ* purification tank was studied. The results show that when the water content of COD_{Cr} average value is 170.0 mg/L, the removal rate reached 53.7%; the average NH₄⁺-N value of water is 10.5 mg/L, the average removal rate was 52.2%; when the water content of TP sewage water purification tank is 2.43 mg/L, the average removal rate reached 72.9%.

Keywords

In-Situ Purification Tank, Adsorption, Biological Contact Oxidation

河道排污口原位净化槽中试研究

黄志金, 薛露肖, 杨珊珊, 郭 萧

上海汀滢环保科技有限公司, 上海
Email: 15921409805@163.com

收稿日期: 2017年7月16日; 录用日期: 2017年8月1日; 发布日期: 2017年8月4日

摘 要

对暂时无法截污纳口的排污口水质进行原位处理, 是保护水资源, 改善水环境的关键。为了提升河道排

污水水质,对排污口原位净化槽去除污染物的性能进行中试试验。原位净化槽主要由吸附过滤部分和好氧接触氧化部分组成,吸附过滤部分填料由提篮盛装,接触氧化部分挂膜材料采用生物填料。本次试验对原位净化槽对于河道排污口 COD_{Cr} 、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、TP的去除效果进行研究。结果表明:当水体 COD_{Cr} 含量平均值为170.0 mg/L时,去除率达到53.7%;水体 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 平均值为10.5 mg/L时,平均去除率为52.2%;当水体排污口水体TP含量为2.43 mg/L时,净化槽平均去除率达到72.9%。

关键词

原位净化槽, 吸附, 生物接触氧化

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

国务院颁布的《水污染防治行动计划》提出“到2020年,地级及以上城市建成区黑臭水体均控制在10%以内,到2030年,城市建成区黑臭水体总体得到消除”;《上海市水污染防治行动计划实施方案》指出,到2017年,全市基本消除城市建成区黑臭水体。上海作为大型城市,河道排污情况复杂,实现完全截污难度大,时间长,零星排污口将会长期影响河道的水质。因此,在对河道综合整治的大环境的基础上,重点针对排污口进行净化处理,既是保证河道水环境的第一道屏障,又可有针对性地控制污染源,从而为保证河道水生态环境的可持续发展提供重要支撑。

城市河道是城市景观中的重要组成部分,在为供给城市居民生活用水的同时还保证了城市工业用水、消防用水以及绿化灌溉的使用。除此之外河道还发挥了防洪排水功能、景观文化功能、生态环境功能。因此,建设良好的城市河道景观,构建生态文明的河道将会有效提升市民的生活品质。

随着城市经济的告诉发展和城市化和工业化进程的加快,城市河道的水质严重受到了污染。城市河道两岸植物少,水中生物少,河流环境容量小,生态系统较为脆弱,受到污染后往往不能进行及时的自净,反过来加剧了河道水质恶化以及生态系统的破坏[1][2]。彻底的雨污分流能够最大限度地使城市污水集中处理率得到有效的提高,对城市污水进行集中的处理,然后达标进行排放,是减少城市污水对环境造成污染的必要手段[3]。由于种种原因,有许多河道沿线雨水排放口由于源头雨污分流不彻底,导致旱天时污水通过雨水管网入河,也有少数河道由于管理不到位,河道沿线有污水直排。河道沿线污水直排和雨污混接排污成为了河道黑臭的主要原因[4][5]。虽然相关部门对大多数排污口采取了截污纳管治理措施,将污染源单位直接排放到河道的污水经内部的污水管道收集后,纳入周边城镇的污水官网,并将水体输送至城镇污水处理厂进行统一处理排放[6]。但实施彻底截污纳管难度较大,有的水体暂时还不具备截污纳管条件;目前大多数的管理单位针对河道雨污混接排放口和暂时无法截污纳管的污水排放口主要的处理方法是进行简单的雨污拦截,但往往结构相对简单,导致了河道的水质并没有达到预期的净化效果。

为了有效解决河道沿线排污口的影响,研发了一种用于河道排污口的应急净化槽装置,净化槽作为一种一体化分散式的污水处理装置,最早起源于日本,近些年来国内很多研究者结合我国城市污水水水质水量和排放规律等特点开展了一些具有中国特色的净化槽技术研究,但目前仍存在安装运行费用高,运行维护困难等问题[7]。

本次试验装置为原位应急净化槽拟应用于暂时无法截污纳管的排污口,对排放口的污水净化后入河,以缓解河道水污染压力。为了研究该装置的使用效果,进行了中试研究,分析了各种污染物的去除效果,并对其工程应用进行了分析。

2. 试验装置与研究方法

2.1. 试验装置

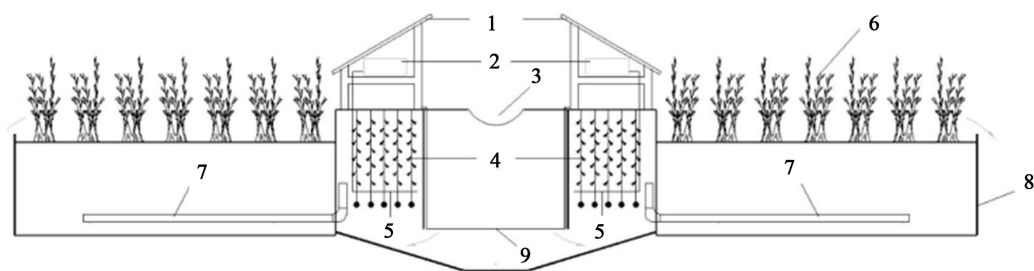
试验所用的净化槽结构示意图见图 1。

装置主体净化槽体内依次设集水过滤区、厌氧处理区、好氧处理区和人工湿地区,通过过滤、微生物新陈代谢、吸附以及植物的同化等作用实现污水原位净化。净化槽的核心区域分吸附过滤部分和好氧接触氧化部分,吸附过滤的填料采用提篮盛装,接触氧化的挂膜材料采用生物填料。其中吸附过滤区有效容积约为 1.26 m^3 ,接触氧化区的有效容积约为 0.9 m^3 ,其中由太阳能提供好氧区的曝气。具有无需用市电、可移动性。处理效果好等优点。

正常处理过程中,污水从厌氧吸附区流向接触氧化区,经过净化槽两侧的三角溢流堰排出。在处理雨污混合排放口时,如遇降雨天气,排放口水量较大时,过量的混合水经过前端的溢流口排出。净化槽进水口与溢流口之间设置导流堰,导流堰开孔过滤污水流入净化槽,水量较大时混合水通过导流堰直接排出,减小水量过大对净化槽的冲击。

2.2. 中试条件

本中试选取了奉贤区某河道边一排污口进行了原位处理试验。该排污口由于服务区域内外来人员较多,雨污混接较严重,经过 5 次监测分析,排污量约为 $4\sim 5 \text{ m}^3/\text{d}$,同时取水样进行了分析,试验前排污口的出水特性见表 1 所示。



1. 太阳能板 2. 曝气系统 3. 溢流口 4. 好氧填料 5. 曝气管 6. 水生植物 7. 配水管 8. 填料区 9. 提篮(含填料)

Figure 1. Schematic diagram of Purification tank structure

图 1. 净化槽结构示意图

Table 1. Water quality of sewage outlet before test

表 1. 试验前排污口的水质情况

污染物	平均值	最小值	最大值
COD _{Cr} mg/L	170	134.3	196.3
BOD ₅ mg/L	69	24	128
NH ₄ ⁺ -N mg/L	10.5	4.8	18.8
TP mg/L	2.43	1.6	3.8
SS mg/L	66.5	25.3	162

根据排污量监测结果,取净化槽的进水量为 $5 \text{ m}^3/\text{d}$,吸附过滤区的水力停留时间约 6 h ,接触氧化区水力停留时间在 3 h 以上。

2.3. 试验方法

排污口净化槽处理装置采用连续进出水的方式运行,在经过 18 天的启动挂膜运行之后,正式进入试验,中式装置从开始稳定运行到试验结束共 40 d ,每 2 天对装置的进水和出水进行检测,分析各种污染物的去除效果。

2.4. 检测方法

COD_{Cr} 、 NH_4^+-N 、TP、SS 检测方法采用《水和废水监测分析方法(第四版)》中的相关方法: COD_{Cr} 采用重铬酸盐法, NH_4^+-N 采用纳氏试剂分光光度法,TP 采用钼锑抗分光光度法,SS 采用重量法。

3. 试验结果与分析

原位应急处理净化槽于 2016 年 9 月进入现场运行,水温在 $15.9^\circ\text{C}\sim 25.7^\circ\text{C}$ 范围,挂膜材料表面生物膜生长比较快。启动阶段的工况条件为:进水量 $0.2 \text{ m}^3/\text{h}$,曝气量 $10 \text{ L}/\text{min}$,气水比 3:1。在选用的气水比条件下,生物接触氧化净化槽内溶解氧 DO 充足,能满足微生物降解污染物和自身代谢活动的需要。

3.1. 净化槽对 COD 的去除能力

由图 2 和图 3 可知,进水 COD 浓度在 $134.3\sim 196.3 \text{ mg}/\text{L}$ 之间,平均值为 $170 \text{ mg}/\text{L}$,出水 COD 浓度在 $45.8\sim 128.9 \text{ mg}/\text{L}$ 之间,平均值为 $78.1 \text{ mg}/\text{L}$,COD 的平均去除率为 53.7% ,COD 的去除率最高为 72.7% ,最低为 32.8% 。总体来看,COD 的平均去除率 55% 左右,且变化幅度较大。这一方面可能是原水 COD 浓度变化很大,生物可降解性比较差所导致的。

整个试验期间,原水和悬浮挂膜材料生物接触氧化净化槽出水的 pH 值变化不大,基本上都在 $6.0\sim 8.5$ 之间。悬浮挂膜材料在生物接触氧化净化槽中的主要作用是强化微生物的生化处理作用。

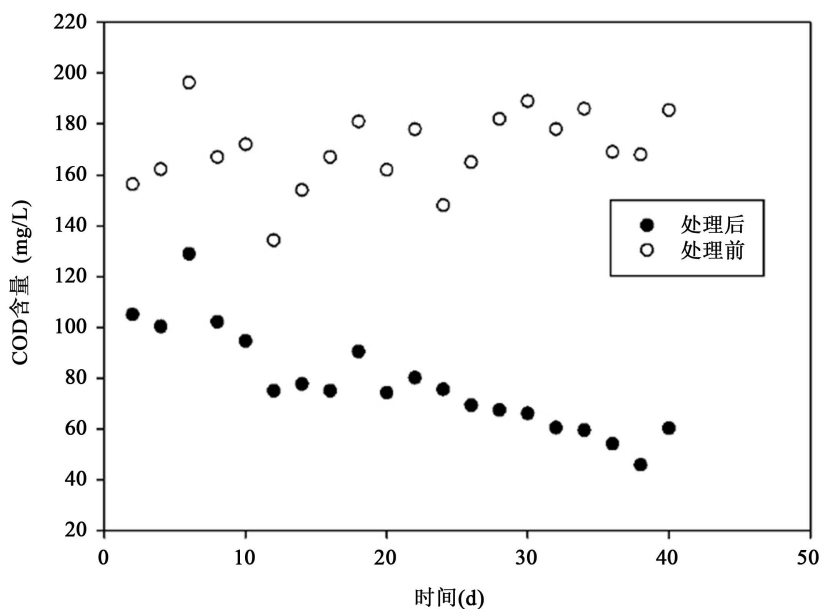


Figure 2. Removal capacity of COD by *in-situ* purification tank

图 2. 原位净化槽对 COD 的去除能力

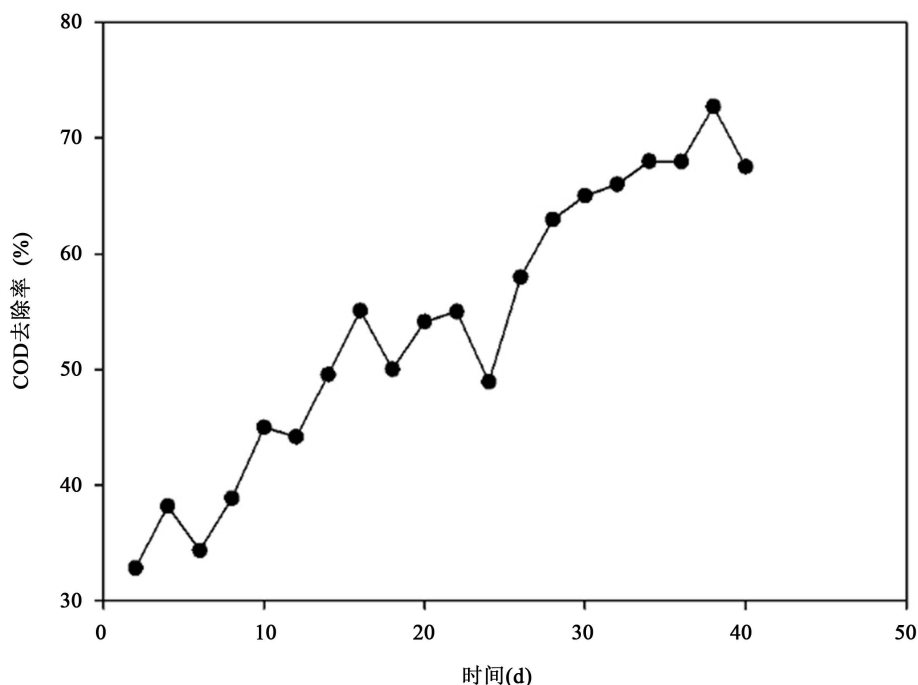


Figure 3. Change of removal rate of COD *in-situ* purification tank
图 3. 原位净化槽 COD 的去除率的变化

3.2. 净化槽对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除能力

净化槽在河道的原位处理试验开始的时候, 由于挂膜材料表面硝化细菌培养缓慢, 原水中 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除率很低。运行十多天后, 挂膜材料表面积累了一定数量的生物膜, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除率提高至 20% 以上, 连续运行半个月后, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除率均维持在 50% 以上, 这表明由于水温适宜, 供养充足, 硝化菌经过短暂的适应后繁殖迅速, 挂膜材料挂膜速度较快。考虑到生物接触氧化净化槽主要去除对象为原水中的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$, 在 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 有较好的去除效果的情况, 可以认为挂膜成功。

生物接触氧化净化槽挂膜材料挂膜成功后, 曝气量一般维持在气水比 2:1 左右, 接触氧化部分的水力停留时间在 4 h 左右。稳定运行一段日子以后, 开始取样分析 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除效果。分析结果参考图 2 和图 3。

由图 4 和图 5 可知, 进水 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度在 4.8~18.8 mg/L 之间, 平均值为 10.5 mg/L, 出水 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度在 1.4~12.1 mg/L 之间, 平均值为 5.4 mg/L, $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的平均去除率为 52.2%, $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的去除率最高为 76.3%, 最低也达到 22.9%, 这说明悬浮挂膜材料生物接触氧化净化槽对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 具有良好的去除效果。虽然进水 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度变化较大, 但生物接触氧化净化槽出水 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 浓度相对稳定。说明悬浮挂膜材料上的微生物适应能力较强, 反应器对进水 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的变化具有一定的抗冲击负荷能力, 反应器运行稳定性较好。

3.3. 净化槽对 TP 的去除能力

由图 6 和图 7 可知, 进水 TP 浓度在 1.6~3.8 mg/L 之间, 平均值为 2.43 mg/L, 出水 TP 浓度在 0.16~1.2 mg/L 之间, 平均值为 0.67 mg/L, TP 的平均去除率为 72.9%, 去除率最高为 93.6%, 最低也达到 62.1%。由于河道排污口出水水质不稳定, TP 浓度变化较大, 对应急净化槽 TP 的去除率有一定的影响。应急净化槽 TP 的平均去除率在 75% 左右, 对控制 TP 直接排入河道有比较重要的作用。

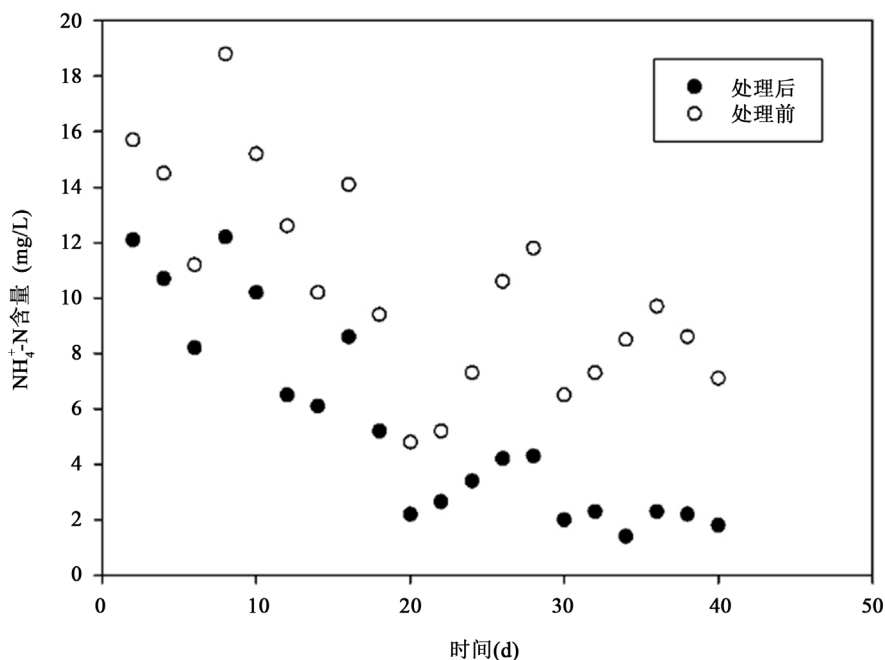


Figure 4. Removal efficiency of $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ *in-situ* purification tank

图 4. 原位净化槽对 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 去除效果

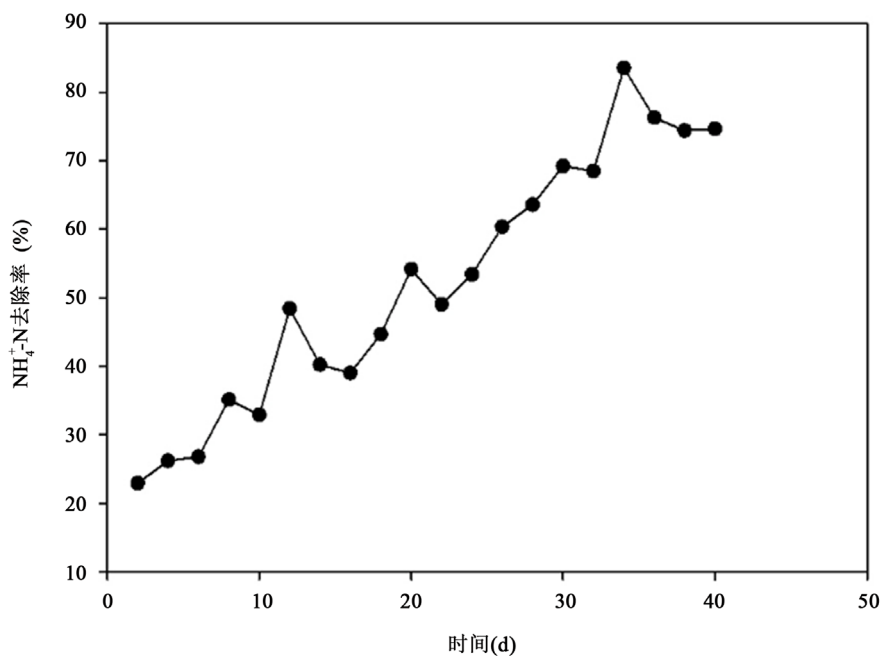


Figure 5. Change of removal rate of $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ *in-situ* purification tank

图 5. 原位净化槽 $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ 去除率的变化

原位净化槽的吸附净化功能以及植物的积累与吸收作用对总磷的去除起到重要作用，在运行初期 TP 的去除率较高，维持在 92%，随着时间的推移，TP 的净化效率在不断下降，最终维持在 65%左右，这与净化槽装置的吸附材料吸附性能主要相关。

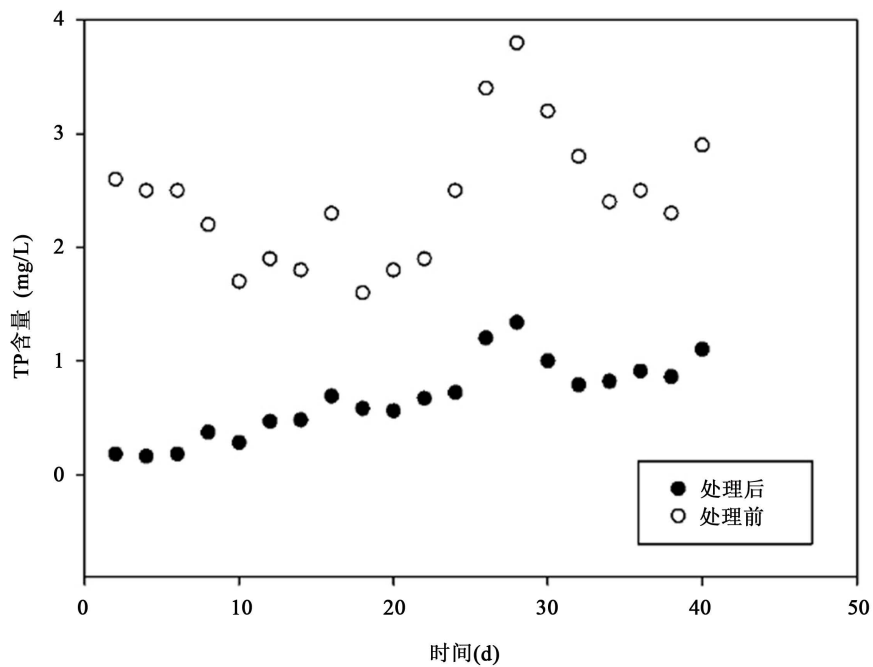


Figure 6. Removal efficiency of TP *in-situ* purification tank

图 6. 原位净化槽对 TP 的去除效果

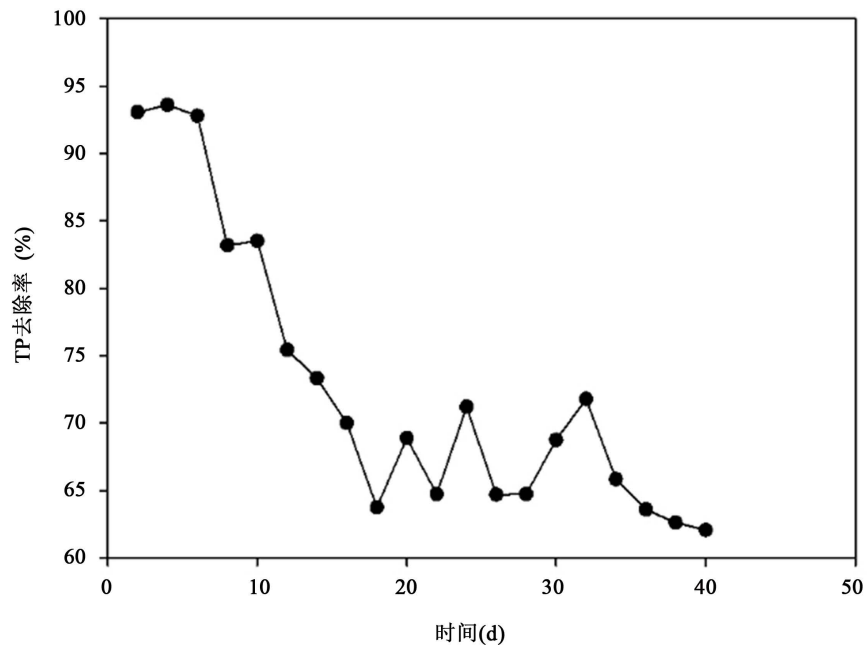


Figure 7. Change of removal rate of TP *in-situ* purification tank

图 7. 原位净化槽 TP 的去除率变化

4. 结论

与现有的技术相比较, 原位净化槽的先进性体现在以下三个方面: 1) 净化槽不需要泵提升和外界电源, 设备利用高程差来实现设备内水体自流, 提高了设备运行的经济性; 2) 该设备属于一体化设备, 组装式安装, 施工简单快速, 对于环境周边的影响比较小; 3) 采用了厌氧滤床、接触氧化、人工湿地净化

的综合技术,对于有机物、氨氮和总磷等污染物的去除效果显著。原位净化装置中吸附材料的选择对于排污口水体 TP 的去除影响至关重要,对装置中高效吸附材料进行选择可进一步提高净化装置的去污能力。

应急处理净化槽的原位试验, COD 平均去除率为 53.7%, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 平均去除率 52.2%, TP 的平均去除率 72.7%。应急净化槽对减少有机污染物——氮磷等直接排放河道有比较重要的作用。

基金项目

上海市水务局科技委科研计划项目,沪水科 2016-09。

参考文献 (References)

- [1] 王新军,罗继润. 城市河道综合整治中生态护岸建设初探[J]. 复旦学报(自然科学版), 2006, 45(1): 120-126.
- [2] 王胜. 城市河道的污染及治理措施[J]. 商品与质量, 2015(28): 101-101.
- [3] 周瑜,张华莹. 深圳市排水管网雨污分流改造工程初探[J]. 城市建设理论研究, 2013(5).
- [4] 傅建彬. 上海郊区村镇级河道黑臭成因及水环境治理对策[J]. 中国农村水利水电, 2011(12): 31-32.
- [5] 程庆霖,何岩,黄民生,等. 城市黑臭河道治理方法的研究进展[J]. 上海化工, 2011, 36(2): 25-31.
- [6] 陈孝委,杨开村. 探析截污纳管的应用现状及实施要点[J]. 建筑工程技术与设计, 2016(8): 2054-2054.
- [7] 吴光前,孙新元,张齐生,等. 净化槽技术在中国农村污水分散处理中的应用[J]. 环境科技, 2010, 23(6): 36-40.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: wpt@hanspub.org