

城市面源对水环境影响和处理研究进展

李永亮, 邱 阳, 李 健*

黑龙江省佳木斯生态环境监测中心, 黑龙江 佳木斯

收稿日期: 2024年11月14日; 录用日期: 2025年1月14日; 发布日期: 2025年2月8日

摘 要

论述了城市面源对水环境的影响相关内容。针对城市面源污染, 介绍了雨污未分流治理、基于建设调节系统的城镇污水处理系统, 以及利用人工湿地(或生物滤池)处理城市面源污染的几种治理措施, 并对相关措施的优缺点进行了分析, 为城市面源污染治理提供了借鉴。

关键词

城市面源污染, 影响分析, 治理措施, 研究进展

Research Progress on the Influence and Treatment of Urban Non-Point Source on Water Environment

Yongliang Li, Yang Qiu, Jian Li*

Jiamusi Ecological Environment Monitoring Center of Heilongjiang Province, Jiamusi Heilongjiang

Received: Nov. 14th, 2024; accepted: Jan. 14th, 2025; published: Feb. 8th, 2025

Abstract

This paper discusses the influence of urban non-point sources on water environment. Aiming at urban non-point source pollution, this paper introduces the urban sewage treatment system based on the construction of regulation system and several treatment measures for urban non-point source pollution by using constructed wetland (or biofilter), and analyzes the advantages and disadvantages of relevant measures, which provides reference for urban non-point source pollution treatment.

*通讯作者。

文章引用: 李永亮, 邱阳, 李健. 城市面源对水环境影响和处理研究进展[J]. 世界生态学, 2025, 14(1): 1-4.
DOI: 10.12677/ije.2025.141001

Keywords

Urban Non-Point Source Pollution, Impact Analysis, Governance Measures, Research Progress

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

目前, 我国的生态环境保护工作已经进入到关键期。特别是水污染的治理工作, 随着工业源、生活源的逐渐治理, 以点源形式排放的污染物总量大幅度降低, 特别是排污口普查和治理后, 点源污染已经随着企业污水处理厂、工业园区污水处理厂、生活污水处理厂的建设和运行, 得到了有效地治理。但是面源污染的治理, 才刚刚起步。

面源主要有农业面源和城市面源两种, 农业面源主要是农业种植、畜禽养殖等农业生产过程中产生的污染物, 随着降水进入到水体中, 给水环境带来影响。城市面源主要是工业生产、居民生活带来的污染物, 随意排放到环境中, 随着降水进入到城镇管网系统处理后排放; 或者直接通过雨污管网进行排放, 给水体带来影响。由于面源污染具有收集难度大, 成分复杂的特点, 也难于控制, 在我国的水环境污染治理方面处于刚刚起步的阶段。经过统计, 城市面源污染物主要以 SS 为主, COD、氨氮等其他污染物也超过相应的排放标准, 对水环境的影响比较大。

2. 城市面源对水体的影响

城市面源污染, 主要来源于城市居民生活, 工业生产等。由于有意和无意操作, 大量含有污染物的物质, 随着地表径流进入到水环境中, 从而对江河湖海等水体产生影响。经过研究发现, 我国城市降水形成的地表径流中, 污染物以 SS 为主, COD、氨氮也有较大含量, 且石油类和新污染物微塑料也有大量的检出, 其中 SS 可以达到 200 mg/L 以上[1]。重庆交通大学的胡智华以深圳市龙岗区为研究对象, 研究了城市面源污染过程, 并对污染负荷进行了研究。研究结果表明地表颗粒物中总氮、氨氮浓度较高, 且在沥青路面的污染负荷大于水泥路面。COD_{cr}、TN、NH₃-N 和 TP 指标均值超过 V 类水质标准; 而城中村是污染最为严重的功能区, 路面径流水质超过地表水 V 类水标准的 1.57~4.59 倍。龙岗区面源中化学需氧量负荷 11522.92 t/a、总氮负荷 1014.12 t/a、氨氮负荷 251.19 t/a, 总磷负荷 60.75 t/a, 处在较大的污染区间内[2]。

由此可见, 城市面源降水中, 污染物的浓度非常高, 超过了相应的污染物排放标准和地表水相应标准, 短期内的急剧排放, 必然对汇入的水体产生严重影响, 给水生生物带来危害。

3. 治理措施

3.1. 雨污未分流治理

雨污未分流治理, 主要是城市降水汇集后, 与城镇污水一同进入城市污水处理厂处理后排放。此种方法的优点是城市初期雨水得以收集, 通过管道进入城镇污水处理厂进行处理, 面源污染得以削减, 排放量大大降低。但是, 此种方法的缺点是非常明显的, 一是城市面源产生的污染物随着降水污染物进入到水环境中, 雨水初期浓度较高, 降雨后期污染物浓度大幅度降低。对于小型城镇, 由于汇水面积相对较小, 汇水量较少, 对城镇污水处理厂的影响相对较低, 在初期采取措施, 增加氮源和碳源, 影响可以

控制在较小的范围内。但是对于大型和较大型城市,汇水面积巨大,进入城镇污水处理厂的雨水以万吨计,这给城镇污水处理厂带来巨大影响。吴钧以上海某大型污水处理厂 2020 年~2021 年进水水质数据为基础,对洪涝汛期持续降雨和旱天情况,污水处理厂进水中污染物的浓度变化情况,研究结果显示汛期污水处理厂进水中污染物的浓度显著降低,且因碳源不足导致 AAO 工艺脱氮除磷效率显著降低,对污水处理工艺和污水处理效果产生影响[3]。可以看出,大型的城市污水处理厂在接纳由于降水形成的面源污染时,也将受到巨大的冲击,给污水处理厂的运行带来影响。

3.2. 基于建设调节系统的城镇污水处理系统

由于大型城市在降水时,水量巨大,即使在实行雨污分流时,也有较多的降水进入到城市污水系统中,对城镇污水处理厂的运行冲击影响也是不可避免的。为此,科技工作者对污水处理前端系统进行设计和改造,以调节和降低对后期运行工段的影响。一是利用调节系统调节水泵运行状况,在城镇管网能够满足要求的前提下,将进水量控制在一定范围和时段内,避免对后续工段产生影响。赵绪峰等以徐州经开区三八河流域为研究对象,构建了雨水调蓄池面源污染控制的 SWMM 模型。通过调节控制调蓄水池的排水和水泵的大小流量,控制进水量,以控制污染物的整体去除效率,通过调节使得 COD 削减率的平均值提高 2.28%~2.92%、TN 削减率的平均值提高 2.2%~2.59% [4]。二是构建初期雨水的调节池,用于收集初期雨水,而后期降水随着雨水管网排放,但是此种方法应用较少,主要原因为设计难度大、资金投入高,且运行调节困难,特别是在不同水量的情况下,调节难度较大,且单一的调节池,并不能满足相应的排放标准。李连文等借助 GIS 等工具,建立了精细化 SWMM 模型,通过编制 Control Rules 控制语言,实现了雨水调蓄池控制,研究结果表明,不同的降雨强度对面源的影响程度差异较大,污染强度与降雨强度(地表径流)成反比,分流制雨水调蓄池在城市面源污染控制上可起到较好的调控效果,但单一的调蓄池控制措施在运行过程中,实现地表Ⅲ类水体的标准排放有一定的难度[5]。

3.3. 人工湿地(或生物滤池)处理

利用人工湿地或者是生物滤池处理城市面源形成的污水,主要是指利用修建的河道、汇水区域,栽植适宜的水生植被,利用植被对污染物的降解作用,以达到去除污染物的目的。南京工业大学城市建设学院吴艳霞等研究了生物滞留设施对城市雨水径流的去除作用,并进行了模拟研究,取得了较为理想的效果[6]。安徽建筑大学胡江涛以翡翠湖小流域为研究对象,研究了生态滤池对城市面源污染处理效果,并对微生物多样性进行了研究。实验以美人蕉、再力花、旱伞草三种植物组成七组生态滤池,结果表明不同植物的组合状态下,对污染物的去除作用大于单种试验组,且表现出了明显的群落演替特征,可以较好地适应新的水环境,且在土壤的碳、硫、氮等物质循环中起着举足轻重的作用,有效地去除了小流域降水中由于面源存在形成的污染物[7]。目前,我国大部分河道中都存在适宜本地水处理的水生植物如芦苇、荷花、睡莲等,均可以对水体中的污染物进行去除。特别是适宜性较强的芦苇,非常适用于水中氮磷等污染物的去除,可以大面积推广应用。

3.4. 其他治理方法

目前,对于城市面源污染治理的相关技术较多,如对初期雨水截留处理、城市整体污水调节系统等处理方式。但是应用的程度和应用范围受地域条件的限制,且受城市规模、雨污分流程度的影响较大,需要结合城市的具体情况综合考虑。

4. 结束语

目前,我国对于城市面源的污染及治理正处于开展阶段,城市面源污染已经引起了相关部门的高度

重视,面源污染的程度和范围也在逐渐明晰。由于不同区域的城市面源治理模式不尽相同,根据相应的技术条件和城市规模、财政条件等采取不同的处理方法对城市面源进行治理。但是由于面源污染治理的难度非常大,需要从源头进行管理,中段进行处理,末端进行分流,实现全流程管理,降低污染物的总体排放浓度,减轻对水环境的影响。

基金项目

2023 年度黑龙江省生态环境保护科研项目:佳木斯城市面源对松花江水生态环境质量影响(HST2023S011)。

参考文献

- [1] 肖晨曦,王红武,戴晓虎.城市面源污染特点与控制技术研究进展[J].环境工程,2023,41(12):21-31.
- [2] 胡智华.城市面源污染过程监测与污染负荷估算研究[D]:[硕士学位论文].重庆:重庆交通大学,2023.
- [3] 吴钧.持续降雨对污水处理厂的影响分析和应对措施探讨[J].净水技术,2022,41(S2):94-99.
- [4] 赵绪峰,陈莉,杨乐,等.连续降雨条件下调蓄池对城市面源污染削减的模拟[J].供水技术,2024,18(1):28-33.
- [5] 李连文,刘加强.基于SWMM的调蓄池对城市面源污染削减作用研究[J].水电能源科学,2022,40(10):57-61.
- [6] 杜海霞,吴慧芳,陆砚秋.生物滞留设施对城市面源污染控制的研究进展[J].净水技术,2019,38(11):61-68.
- [7] 胡江涛.生态滤池对城市面源污染处理效果及微生物多样性研究[D]:[硕士学位论文].合肥:安徽建筑大学,2022.