

唐山市东北郊污水处理厂排污口设置影响分析

温海燕

河北省唐山水文勘测研究中心, 河北 唐山
Email: 317833458@qq.com

收稿日期: 2021年7月13日; 录用日期: 2021年8月20日; 发布日期: 2021年8月30日

摘要

为改善河道生态环境, 唐山市规划将东郊污水处理厂、北郊污水处理厂进行提标改造。受厂区用地限制, 拟将东郊和北郊污水处理厂合并迁建至市区外, 成立东北郊污水处理厂。东北郊污水处理厂出水部分回用, 其余排入陡河支流石榴河。本文提出了石榴河及陡河水域管理目标与要求, 评价了石榴河及陡河涉及河段的现状水质, 同时通过建模预测了污水处理厂正常工况排水对石榴河排污口以下河段水质的影响进而对陡河石榴河汇水口以下河段水功能区水质的影响, 定性分析了对石榴河水生态、地下水环境以及第三者的影响。东北郊污水处理设计出水水质标准更高, 同时优于石榴河现状水质, 排水对石榴河、陡河水质有积极作用, 对石榴河排污口附近河段水生态和周边地下水环境影响较小, 对其他用水户基本无影响。

关键词

排污口设置, 水质, 水生态, 地下水环境, 其他用水户, 影响分析

Analysis on the Influence of Outlet Setting of Tangshan Northeast Suburb Sewage Treatment Plant

Haiyan Wen

Tangshan Hydrological Survey and Research Center of Hebei Province, Tangshan Hebei
Email: 317833458@qq.com

Received: Jul. 13th, 2021; accepted: Aug. 20th, 2021; published: Aug. 30th, 2021

Abstract

To improve the river ecological environment, the sewage treatment plants in the eastern suburb and the

作者简介: 温海燕, 河北唐山人, 1975年2月10日出生, 硕士, 教授级高工, 研究方向为水文及水资源。

northern suburb are planning to be upgraded in the Tangshan City. Limited by the land use of the plant area, it is proposed to merge and relocate the eastern suburb and the northern suburb sewage treatment plants outside the urban area to establish the northeast suburb sewage treatment plant. The management objectives and requirements were proposed, and then the current water quality in the Shiliu and Dou Rivers were evaluated. The impact of the normal working conditions of the sewage treatment plant on the water quality below the sewage outlet of the Shiliu River were modeled. The impact on the water ecology, groundwater environment and third parties of the water function area in the Shiliu and Dou Rivers was qualitatively analyzed. The northeastern suburb sewage treatment has a higher water quality standard and is better than the current water quality in the Shiliu River. Drainage has a positive effect on the water quality, and there is basically no impact on other water users.

Keywords

Sewage Outlet Setting, Water Quality, Water Ecology, Groundwater Environment, Other Water Users, Impact Analysis

Copyright © 2021 by author(s) and Wuhan University.

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. 污水处理厂概况[1]

东郊污水处理厂位于唐山市东南郊、胜利桥以东，于1997年建成投产，设计规模15万m³/d，2019年实际进水量约11.1万m³/d，回用水量约0.6万m³/d，排入陡河水量约9.5万m³/d，排水水质为《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准(以下简称“一级A标准”)。

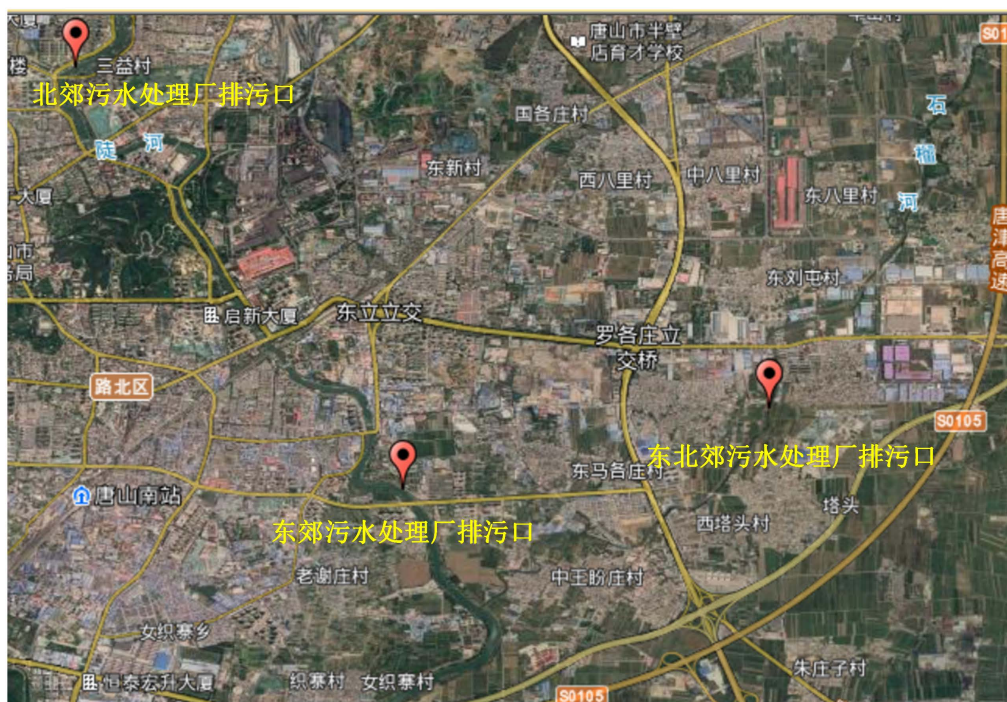


Figure 1. Relative location map of each sewage treatment plant

图 1. 各污水处理厂相对位置图

北郊污水处理厂位于市区陡河裕华桥西北侧,于2001年建成投产,设计规模15万m³/d,2019年实际进水量约9.7万m³/d,回用水量约7.8万m³/d,排入陡河水量约1.1万m³/d,排水水质为一级A标准。

东北郊污水处理厂位于唐山市开平区康各庄村南、石榴河左岸,污水收集范围158.2km²,近期污水处理规模30万m³/d,出水水质达到《北京城镇污水处理厂水污染物排放标准》(DB11-890-2012)表1B标准(以下简称“1B标准”),排水入陡河支流石榴河。东北郊污水处理厂正在建设中,拟于2021年12月底通水试运营。

各污水处理厂入河排污口相对位置见图1。

2. 水域水质管理目标与要求

依据河北省水利厅、河北省环境保护厅关于调整公布《河北省水功能区划》的通知(冀水资[2017]127号),石榴河未划分水功能区,水质目标目前暂执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)V类标准。陡河水库坝下至入海口段水功能区二级区划为“陡河唐山工业用水区”,水质目标为IV类标准。石榴河及陡河在满足水质目标条件下水质应逐年好转。

3. 水域水质现状

1) 石榴河水质

取样时间为2020年2月,取样地点为排污口上游300m、排污口处、排污口下游300m、1000m、1500m,评价因子为pH值、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量等共24项,评价方法为单因子法。评价结果为:石榴河各监测断面氮超标外,其他监测因子均能够达到V类标准。

2) 陡河水质

取样地点为汇合口上游500m、汇合口处、汇合口下游2000m,取样时间、评价因子和评价方法同石榴河。评价结果为:陡河各监测断面除氨氮超标外,其他监测因子均能够达到IV类标准。

4. 入河排污口设置影响分析[2]

4.1. 对水域水质的影响分析[3][4]

4.1.1. 数学模型

本次选定总量控制指标COD、NH₃-N作为影响预测因子。

1) 预测范围和预测时段

石榴河预测范围为东北郊污水处理厂入河排污口至陡河汇入口,陡河预测范围为陡河石榴河汇入口至下游3km,预测时段为丰水期(P=25%)和枯水期(P=90%)。

2) 模型选择

采用岸边点源连续排放、无对岸影响的一维稳态混合模型预测。公式如下:

$$C_0 = (C_p Q_p + C_h Q_h) / (Q_p + Q_h) \quad (1)$$

$$C_x = C_0 \exp\left(-K \frac{x}{u}\right) \quad (2)$$

式中: C_0 ——初始断面的污染物浓度,mg/L; C_x ——流经 x 距离后的污染物浓度,mg/L; x ——沿河段的纵向距离,m; u ——设计流量下河段的平均流速 m/s; K ——污染物综合衰减系数,1/s; C_p ——污染物排放浓度,mg/L; Q_p ——污水排放量, m³/s; C_h ——河流上游污染物浓度,mg/L; Q_h ——河流流量, m³/s;

综合衰减系数 K 采用下式计算:

$$K = \frac{u}{\Delta x} \ln \frac{C_A}{C_B} \quad (3)$$

式中： ΔX ——上下断面之间距离(m)； C_A ——上断面污染物浓度(mg/L)； C_B ——下断面污染物浓度(mg/L)。其余符号意义同前。

4.1.2. 计算过程与预测结果

1) 预测过程及参数选择

第一步：确定石榴河及陡河预测段河流参数值，包括水面平均宽度、断面流速等，见表 1。

第二步：确定石榴河、陡河预测起点枯水期及丰水期 COD、氨氮浓度本底值，当本底值不达标时，采用标准值，见表 2。

第三步：确定石榴河、陡河污染源强，即污水量、污水浓度及排放速率，见表 3。其中，石榴河污染源为东北郊污水处理厂排水；石榴河为陡河污染源。

第四步：假设在混合过程段内仅考虑河流本身污染物的降解过程。在充分混合段后考虑河流本身污染物与本项目排放污染物充分混合降解过程。

Table 1. Parameter values in the forecast section of Shiliu and Dou Rivers

表 1. 石榴河及陡河预测段参数值

河流参数	石榴河		陡河	
	丰水期(P = 25%)	枯水期(P = 90%)	丰水期(P = 25%)	枯水期(P = 90%)
B 水面平均宽度(m)	16	14	60	48
u 断面流速(m/s)	0.08	0.05	0.08	0.04
H 平均水深(m)	0.8	0.4	2.8	1.3
Q 平均流量(m ³ /s)	1.02	0.28	13.4	2.5
I 河底坡度	0.00078	0.00078	0.0015	0.0015
Lm 混合段长度(m)	578	515	853	572

Table 2. Background values of monitoring factors in the initial sections of Shiliu and Dou Rivers

表 2. 石榴河及陡河初始断面各监测因子本底值

水期	石榴河				陡河			
	丰水期		枯水期		丰水期		枯水期	
污染因子	COD	氨氮	COD	氨氮	COD	氨氮	COD	氨氮
浓度 mg/L	12	1.72	26.7	2	29	1.09	21	1.5

Table 3. The intensity of pollutant emission sources in each prediction scenario of Shiliu River

表 3. 石榴河各预测情景污染物排放源强

预测时段		丰水期		枯水期	
排污量(m ³ /s)		3.30			
污染因子		COD	氨氮	COD	氨氮
正常情况	排放浓度(mg/L)	30	1.5	30	1.5
	排放速率(g/s)	99.0	4.95	99.0	4.95

2) 预测结果

1、石榴河

陡河汇入口处丰水期 COD、氨氮浓度分别为 22.52 mg/L、1.30 mg/L，枯水期分别为 23.80 mg/L、1.16 mg/L，未超过 V 类标准限值，满足纳污水域水功能区水质目标要求。

2、陡河

陡河石榴河汇入口以下 3 km 处丰水期 COD、氨氮浓度分别为 24.61 mg/L、1.01 mg/L，枯水期分别为 18.84 mg/L、1.02 mg/L，未超过 IV 类标准限值，满足项目纳污水域水功能区水质目标要求。

4.1.3. 对水域水质的影响分析

东北郊污水处理厂出水水质为 1B 标准，此标准严于目前东郊污水厂、北郊污水厂执行的一级 A 标准，可减少污染物的排放量，对改善石榴河及陡河水质有积极作用。根据模型预测结果，正常工况排水后石榴河、陡河仍满足水域水质管理目标要求。

4.2. 对水生态的影响分析

东北郊污水处理厂排水主要污染因子为 COD、NH₃-N，其含量高低直接影响水体中的溶解氧(DO)浓度和水生生物可利用的氧气量。

1) 对底栖生物的影响

排水时会有少量有机物被排污口附近河段底泥吸附而沉积在河底，影响浮游目、毛翅目等水生昆虫的种群密度和种数，导致物种迁徙。

2) 对水生植物和鱼类的影响

排污口附近水体由于有机物和氮元素较丰富，藻类等水生植物将会有一定程度的增长，从而吸引以藻类为食的鱼类聚集。由于排水总磷浓度不高，且排水后石榴河水体流动性加强，故不会引起水体富营养化。

4.3. 对地下水的的影响分析

石榴河排污口周边包气带厚度约 9 m，岩性以粉土、细砂为主，地层渗透性较弱，加之石榴河河床被淤泥覆盖，河床以下 30 m 内有一稳定隔水层，致使地表水和地下水水力联系微弱。项目出水通过箱涵排入石榴河，箱涵采用 C35 抗渗混凝土，抗渗等级 S8，污染物不会通过箱涵下渗至地下含水层。另外，排水中主要污染因子浓度均达到 IV 类标准，即使地表水与地下水发生交换，但由于地层渗透性能较差，通过地表水渗入地下水环境的污染物质较小，故项目排水进入石榴河对地下水影响较小。

4.4. 对第三者影响分析

石榴河排污口至陡河汇入段无地表水取水户，河道两岸 800 m 范围内均为耕地但无机井分布，北塔头村位于排污口下游约 1000 m，其饮用水井位于石榴河左岸约 200 m，取用深层地下水。由于地表水与地下水水力联系不密切，项目排水入石榴河后渗入地下的污染物质较小，对深层地下水的影响就更小，故对第三者的影响分析主要针对陡河汇入口下游的农业用水户。

东北郊污水处理厂进水以生活污水为主，出水满足 1B 标准，主要污染因子浓度设计上限均达到 IV 类标准，同时满足《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)，对第三者取水基本无影响。

5. 结论

根据以上分析，东北郊污水处理厂正常工况排水不影响石榴河(排污口以下至陡河汇入口段)及陡河(石榴河汇入口以下河段)水功能区水质目标要求，且由于设计排放标准严于目前东郊、北郊污水厂执行标准，对改善陡河水质将起到积极作用。入河排污口设置对水功能区水质和水生态影响较小，对地下水影响较小，对第三者取水无影响，故项目入河排污口设置合理。

参考文献

- [1] 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司. 唐山市东北郊污水处理厂迁建工程可行性研究报告[R]. 2019: 2-5.
Shanghai Municipal Engineering Design and Research Institute (Group) Co., Ltd. Feasibility study report on the relocation project of Tangshan northeast suburb sewage treatment plant. 2019: 2-5. (in Chinese)
- [2] 唐山诚思科技有限公司. 唐山市东北郊污水处理厂迁建工程入河排污口设置论证报告书[R]. 2020: 52-62.
Tangshan Chengsi Technology Co., Ltd. Demonstration report on the installation of sewage outfalls for the relocation project of Tangshan northeast suburb sewage treatment plant. 2020: 52-62. (in Chinese)
- [3] 朱永青, 卢士强, 林卫青, 王彪. 古洞口污水处理厂水域水质状况调查与影响分析[J]. 上海环境科学, 2014, 33(2): 58-64.
ZHU Yongqing, LU Shiqiang, LIN Weiqing and WANG Biao. Investigation and impact analysis on water quality of Gudongkou sewage treatment plant. Shanghai Environmental Science, 2014, 33(2): 58-64. (in Chinese)
- [4] 佟陆萍. 入河排污口对水功能水质影响分析[J]. 水利技术监督, 2019(2): 151-154.
TONG Luping. Analysis of the influence of the sewage outlet into the river on the water function and water quality. Water Conservancy Technical Supervision, 2019(2): 151-154. (in Chinese)