

# 工业企业废水排放对城市污水厂进水浓度的影响

黄棚兰<sup>1</sup>, 庞晶津<sup>1</sup>, 陈 仪<sup>1</sup>, 高秋凤<sup>2</sup>, 吴 军<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>扬州市政管网有限公司, 江苏 扬州

<sup>2</sup>扬州大学环境科学与工程学院市政工程系, 江苏 扬州

收稿日期: 2022年9月5日; 录用日期: 2022年10月4日; 发布日期: 2022年10月11日

## 摘 要

工业企业用水量大, 其废水排放对城市污水厂进水浓度有较大的影响。污水进水浓度低是目前国内城市污水厂运行的普遍问题, 导致城市污水厂运行效率低下。目前尚缺乏工业废水排放对城市污水厂进水浓度的定量化研究。本文通过对某城市三个污水厂服务区域的工业企业的用水量、废水排放浓度、区域总用水量和污水厂进水流量和浓度的详细调查, 分析工业废水排放对城镇污水厂进水浓度的影响。结果表明, 除某个区域污水厂进水COD指标外, 工业企业废水排水会对城市污水进行稀释, 降低了污水厂进水指标污染物浓度10%~40%。

## 关键词

工业废水, 城市污水浓度, GIS, 稀释

# Influence of Industrial Enterprise Wastewater Discharge on Influent Concentration of Urban Sewage Plant

Penglan Huang<sup>1</sup>, Jingjin Pang<sup>1</sup>, Yi Chen<sup>1</sup>, Qiufeng Gao<sup>2</sup>, Jun Wu<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Yangzhou Municipal Pipe Network Co., Ltd., Yangzhou Jiangsu

<sup>2</sup>Department of Municipal Engineering, School of Environmental Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Received: Sep. 5<sup>th</sup>, 2022; accepted: Oct. 4<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 11<sup>th</sup>, 2022

\*通讯作者。

文章引用: 黄棚兰, 庞晶津, 陈仪, 高秋凤, 吴军. 工业企业废水排放对城市污水厂进水浓度的影响[J]. 环境保护前沿, 2022, 12(5): 964-971. DOI: 10.12677/aep.2022.125120

## Abstract

Industrial enterprises consume a large amount of water, and their wastewater discharge has a greater impact on the change of the influent concentration of urban sewage plants. The low concentration of sewage influent is a common problem faced by the operation of domestic urban sewage plants at present, resulting in low operation efficiency of urban sewage plants. At present, there is still a lack of quantitative research on the concentration of industrial wastewater discharge on the influent concentration of urban sewage plants. This paper analyzes the influence of industrial wastewater discharge on the influent concentration of urban sewage plants through a detailed investigation of the water consumption, wastewater discharge concentration, regional total water consumption and sewage plant influent concentration of industrial enterprises in the service areas of three sewage plants in a city. The results show that, in addition to the COD index of the influent water of a certain regional sewage plant, the wastewater discharge of industrial enterprises will dilute the urban sewage, reducing the pollutant concentration of the influent index of the sewage plant by 10%~40%.

## Keywords

Industrial Wastewater, Urban Sewage Concentration, GIS, Dilution

Copyright © 2022 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. 简介

污水进水浓度低是目前国内城市污水厂运行的普遍问题,导致城市污水厂运行效率低下[1]。通常认为地下水入渗和河水入流污水管网是导致城市污水厂进水浓度低的主要原因之一[2];另外大部分居民小区设有化粪池,导致有机物在化粪池内被降解,也会导致污水进水 COD 浓度较低。

我国工业废水排放主要集中在石化、煤炭、造纸、冶金、纺织、制药、食品等行业[3],在“十三五”期间,我国年工业废水在 150~400 亿吨/年(国家统计局)。工业废水排放对水环境的潜在危害较大,环保部门一直对工业企业废水排放有严格的监管,其出水浓度也有严格的要求。工业企业产生的废水,一般需要经过厂内废水处理设施处理后,才能被允许排入下水管道。根据《污水排入城镇下水道水质标准(GB/T31962-2015)》,工业企业废水排放 COD 和氨氮分别需要达到 500 和 45 mg/L 以下。由于工业废水排放量巨大,并且其出路通常为城市污水管网,最终进入城市污水厂,工业废水的排放浓度对城市污水厂的浓度存在较大的影响[4] [5]。

在国家城镇污水处理提质增效的背景下,迫切需要提高城镇污水厂进水浓度,以提高污水处理效率[6]。目前提高污水厂进水浓度的举措主要集中在对污水管网的外水排查(河水、地下水和雨水入侵污水管网),缺乏对工业废水排放对城市污水厂进水浓度的研究。本文通过对某城市三个污水厂服务区域的工业企业的用水量、废水排放浓度、区域总用水量和污水厂进水流量和浓度的详细调查,分析工业废水排放对城镇污水厂进水浓度的影响。研究成果对精准开展污水处理提质增效、设定合理的城镇污水厂浓度提升目标具有重要的借鉴意义。

## 2. 材料与方法

本文以南方某城市城区及周边乡镇为研究对象。该城市现有 3 座城市污水处理厂(A 厂,B 厂和 C 厂)。3 座污水处理厂的服务人口约为 150 万人。区域内的工业企业废水,经处理达到《污水排入城镇下水道水质标准(GB/T31962-2015)》要求后,接入市政污水管网。除老城区部分区域外,排水体制为分流制。

首先从城市供水部门调取工业企业最近一年的用水量,获得工业企业日平均用水量。区域内共有年用水量 1 千吨以上企业 1400 余家。再根据工业企业的地理位置,运用地理信息系统软件(QGIS 3.20),将企业分配到不同的污水厂服务范围内,在计算各污水厂接纳的工业废水总量,不同用水范围内的工业企业的数量和此范围内的企业用水量。

开展企业出水污染物浓度调查。选取用水量较大、污染较重的企业,在其厂区污水排口和市政管网的接口处,进行取样分析,测定其化学需氧量(COD)和氨氮( $\text{NH}_4^+$ )浓度。之所以选择 COD 作为主要指标,是因为目前 COD 是污水厂进水浓度考核的主要指标;另外  $\text{NH}_4^+$  在污水管网中不会沉积、降解,是较为理想的判断污水稀释程度的指标。调查工业企业的最低数量,需要确保调查总水量不低于该区域工业用水量的 30%以上。污水厂的平均流量、COD 和  $\text{NH}_4^+$  浓度数据分别从三座污水处理厂调取。

为计算工业企业排水对城市污水浓度的影响,采用以下物料平衡方程:

$$Q_{\text{工业}}C_{\text{工业}} + Q_{\text{生活}}C_{\text{生活}} = Q_{\text{污水厂}}C_{\text{污水厂}} \quad (1)$$

其中,

$Q_{\text{工业}}$ : 某一污水厂服务区域的平均工业用水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$C_{\text{工业}}$ : 某一污水厂服务区域的工业企业排水平均污染物浓度( $\text{mg/L}$  或者  $\text{g}/\text{m}^3$ );

$Q_{\text{生活}}$ : 某一污水厂服务区域的平均生活用水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$C_{\text{生活}}$ : 某一污水厂服务区域的生活污水平均污染物浓度( $\text{mg/L}$  或者  $\text{g}/\text{m}^3$ );

$Q_{\text{污水厂}}$ : 某一污水厂平均进水水量( $\text{m}^3/\text{d}$ );

$C_{\text{污水厂}}$ : 某一污水厂进水平均污染物浓度( $\text{mg/L}$  或者  $\text{g}/\text{m}^3$ );

扣除工业企业排水影响的污水厂进水平均浓度为  $C'_{\text{污水厂}}$  ( $\text{mg/L}$  或者  $\text{g}/\text{m}^3$ ), 可以通过下式计算:

$$Q_{\text{生活}}C_{\text{生活}} = (Q_{\text{污水厂}} - Q_{\text{工业}})C'_{\text{污水厂}} \quad (2)$$

结合等式(1)和(2), 可以得到扣除工业企业排水影响的污水厂进水平均浓度为  $C'_{\text{污水厂}}$

$$C'_{\text{污水厂}} = \frac{Q_{\text{污水厂}}C_{\text{污水厂}} - Q_{\text{工业}}C_{\text{工业}}}{Q_{\text{污水厂}} - Q_{\text{工业}}} \quad (3)$$

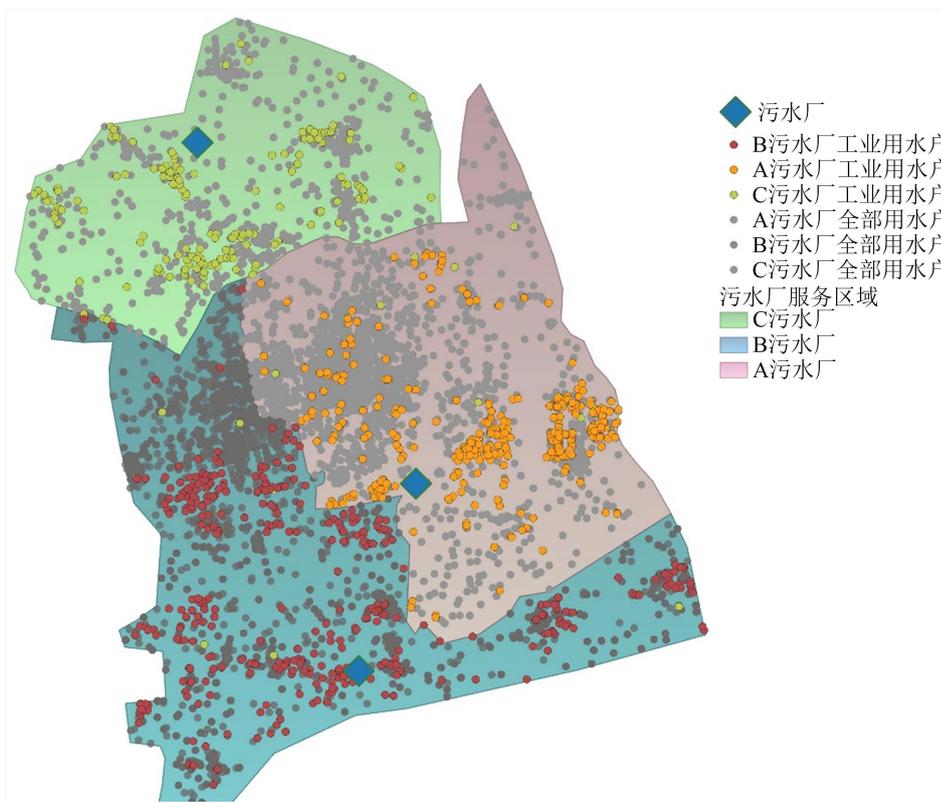
工业企业排水对污水厂浓度影响的百分比( $P$ ), 可以通过扣除工业企业排水影响的污水厂进水平均浓度  $C'_{\text{污水厂}}$  和污水厂现状进水平均浓度  $C_{\text{污水厂}}$  来进行计算:

$$P = \frac{C_{\text{污水厂}} - C'_{\text{污水厂}}}{C_{\text{污水厂}}} \times 100\% \quad (4)$$

## 3. 结果与讨论

### 3.1. 工业企业用水量

图 1 为该市三个污水处理厂(A 厂,B 厂和 C 厂)的服务区域范围、每个服务区域对应的所有用水户(居住小区、企事业单位)和工业企业用水户。通过不同用水户的地址信息,应用 GIS 工具,可以把不同用水户分配到相应的污水厂的服务区域内,再计算不同服务区域的总用水量和工业用水量。



**Figure 1.** The service scope of a sewage treatment plant in a city and all the corresponding water users and industrial water users within each scope

**图 1.** 某市污水厂服务范围及各范围内对应的所有用水户和工业用水户

表 1 为该市三个污水处理厂对应的服务区域的总用水量和工业用水量，三个污水厂的处理能力和实际处理量。其中 A, B 和 C 三个污水处理厂的服务区域的工业用水占比该区域总用水量分别为 12.52%, 31.31% 和 39.14%。

**Table 1.** The treatment capacity, actual treatment and total water consumption and industrial water consumption of the three sewage treatment plants in a city

**表 1.** 某市 3 个污水处理厂处理能力、实际处理和各污水厂服务区域的总用水量和工业用水量

项目	A 污水处理厂	B 污水处理厂	C 污水处理厂
服务区域总用水量	17.41	15.84	4.65
服务区域工业用水量	2.18	4.96	1.82
工业用水量占比(%)	12.52	31.31	39.14
污水处理能力	26	20	8
实际处理量	24.7	18.8	4.5

注：用水量为日平均用水量，由年总用水量换算得到，单位：万吨/天。

图 2~4 为 A, B 和 C 三个污水处理厂的服务区域的年用水量 1000 吨以上的工业企业(年用水量低于 1000 吨的企业可以忽然不计)，在不同用水量区间的用水量(吨/年)和数量占比。可以看到，每个区域的用水量主要由少数用水量较大的企业贡献。如图 2 所示，用水量大于 10,000 吨/年的企业仅占 A 污水厂服务区域总企业数量的 31.5%，但却占比总用水量的 82.61%。

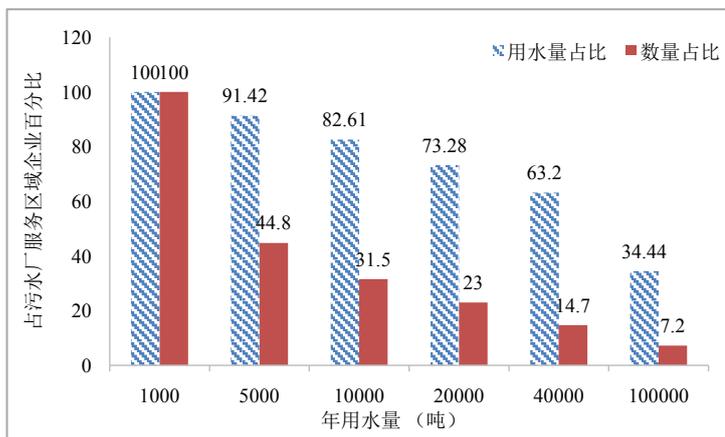


Figure 2. Water use data of industrial enterprises in the service area of sewage treatment plant A

图 2. A 污水处理厂服务区域工业企业用水数据

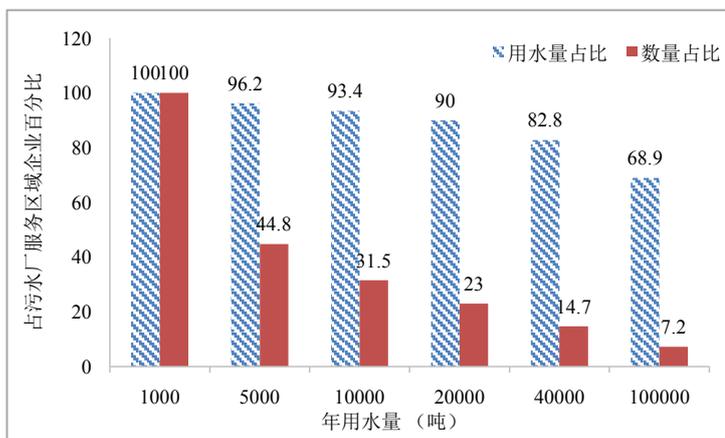


Figure 3. Water use data of industrial enterprises in the service area of sewage treatment plant B

图 3. B 污水处理厂服务区域工业企业用水数据

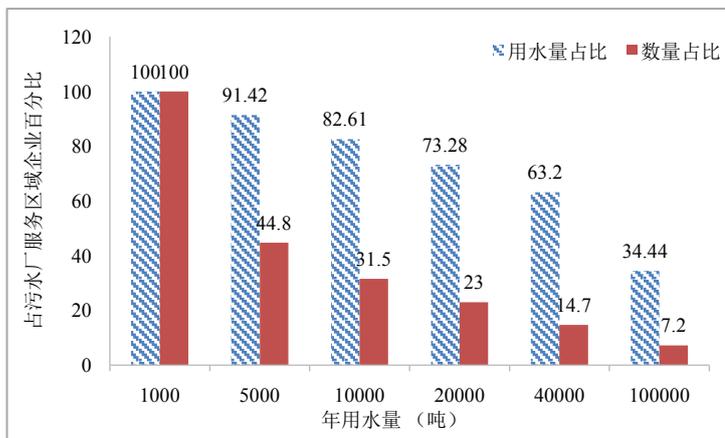


Figure 4. Water use data of industrial enterprises in the service area of sewage treatment plant C

图 4. C 污水处理厂服务区域工业企业用水数据

### 3.2. 工业企业排水污染物浓度调查

表 2 为该市 3 个污水处理厂相应服务区域内的工业企业排水调查情况。在 A, B 和 C 三个污水处理厂的服务区域分别调查工业 23、28 和 19 家, 调查企业用水量分别占三个区域工业企业用水总量的 51.8%, 30%和 31%。A, B 和 C 三个污水处理厂的服务区域工业企业排水的平均 COD 浓度为 606、146 和 74.17 mg/L, 其中 A 污水处理厂服务区域的工业企业排水 COD 浓度较高, 可能与该区域主要工业企业为食品产业为主, 部分企业出水盐度较高; A, B 和 C 三个污水处理厂的服务区域工业企业排水的平均  $\text{NH}_4$  浓度为 6.1、3.1 和 1.9 mg/L, 同生活污水浓度相比, 工业企业排水  $\text{NH}_4$  浓度均较低。

**Table 2.** Investigation on the drainage of industrial enterprises in the corresponding service areas of three sewage treatment plants in a city

**表 2.** 某市 3 个污水处理厂相应服务区域内的工业企业排水调查情况

项目	A 污水处理厂	B 污水处理厂	C 污水处理厂
已调查服务区域内工业企业数量	23	28	19
已调查企业用水量占区域企业总用水量百分比	51.8%	30%	31%
服务区域工业废水出水平均 COD 浓度 (mg/L)	606	146	74.17
服务区域工业废水出水平均 $\text{NH}_4$ 浓度 (mg/L)	6.1	3.1	1.9

### 3.3. 工业企业排水对污水厂进水浓度的影响

表 3 为该市三个污水处理厂现状进水 COD 和  $\text{NH}_4$  浓度, 以及扣除工业企业排水影响后的进水 COD 和  $\text{NH}_4$  浓度。除 A 厂 COD 指标以外, 在扣除了工业企业排水的影响后, 其它厂的 COD 和  $\text{NH}_4$  浓度均获得了一定的提升。总体来说, 工业企业排水是造成污水进水浓度降低的原因之一。

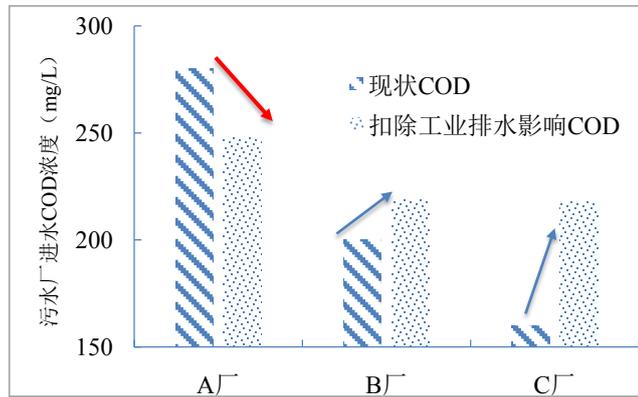
**Table 3.** Current COD and  $\text{NH}_4$  concentrations of influent water from three sewage treatment plants in a city, and influent COD and  $\text{NH}_4$  concentrations after deducting the impact of industrial enterprise drainage

**表 3.** 某市 3 个污水处理厂现状进水 COD 和  $\text{NH}_4$  浓度, 以及扣除工业企业排水影响后的进水 COD 和  $\text{NH}_4$  浓度

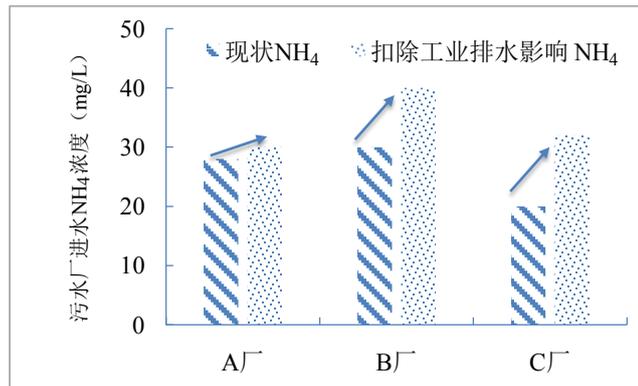
项目	A 污水处理厂	B 污水处理厂	C 污水处理厂
现状进水 COD 浓度(mg/L)	280	200	160
扣除工业废水影响进水 COD 浓度 (mg/L)	248	219	218
现状进水 $\text{NH}_4$ 浓度(mg/L)	28	29	20
扣除工业废水影响进水 $\text{NH}_4$ 浓度 (mg/L)	30	40	32

从图 5 可以看出, 在扣除工业排水的影响后, 除了 A 污水厂以外, B 和 C 污水厂的进水 COD 浓度均有一定程度的上升。

从图 6 可以看出, 在扣除工业排水的影响后, A, B 和 C 污水厂的进水  $\text{NH}_4$  浓度均有一定程度的上升, 其中 B 和 C 污水厂的进水  $\text{NH}_4$  浓度上升幅度较大。

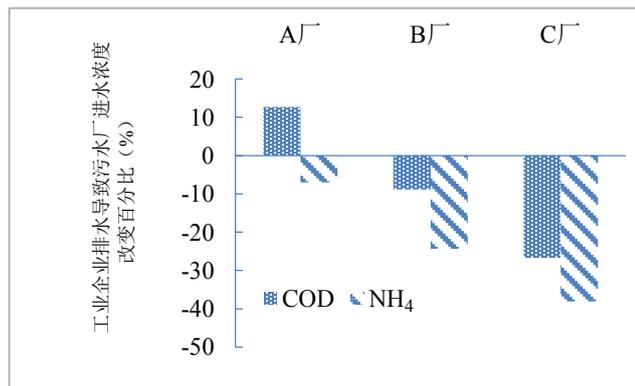


**Figure 5.** Current status of three sewage plants in a city and influent COD concentration after deducting the impact of industrial drainage  
**图 5.** 某市 3 个污水厂现状和扣除工业排水影响的进水 COD 浓度



**Figure 6.** Status of three sewage plants in a city and influent NH<sub>4</sub> concentration after deducting the impact of industrial drainage  
**图 6.** 某市 3 个污水厂现状和扣除工业排水影响的进水 NH<sub>4</sub> 浓度

通过等式(4)可以计算工业企业排水对污水进水浓度的定量影响,如图 7 所示,除 A 污水厂进水 COD 浓度之外,工业企业排水对 3 个污水进水的浓度都造成了 10%~40%的下降。



**Figure 7.** Changes in the concentration of influent wastewater from wastewater treatment plants caused by industrial enterprise drainage  
**图 7.** 工业企业排水导致污水厂进水污水浓度的改变

## 4. 结论与建议

1) 本文通过定量调查某市三个污水处理厂服务范围内的用水量、工业用水量的占比、工业企业排水污染指标的浓度、以及各污水处理厂的平均进水流量和浓度, 定量地界定了工业企业对污水厂进水浓度的影响。研究成果对精准开展污水处理提质增效、设定合理的城镇污水厂浓度提升目标具有重要的借鉴意义。

2) 排除少数情况以外, 区域工业企业用水量较大, 污染物指标浓度一般低于市政管网污水浓度, 会对城市污水进行稀释, 降低了污水进水污染物浓度。

3) 工业企业排水使 A 污水厂进水 COD 增加 12.7%, 氨氮浓度下降 7.0%, 主要与其服务区域内工业企业主要为食品工业, 企业排水平均 COD 浓度较高有关; 工业企业排水使 B 污水厂进水 COD 减少 8.8%, 氨氮浓度下降 24.3%; 工业企业排水使 C 污水厂进水 COD 减少 26.7%, 氨氮浓度下降 38.1%, 主要由于区域内工业用水比例较高, 浓度较低导致。

## 参考文献

- [1] 邹顺利. 污水处理厂进水 COD 质量浓度偏低原因浅析[J]. 环境保护工程, 2011, 29(1): 122-123.
- [2] 谢维, 罗建中, 王满. 感潮河地区污水厂进水 COD 浓度偏低的影响分析[J]. 中国给水排水, 2012, 28(18): 9-14.
- [3] 孙敬锋, 高晨宇, 李静思, 等. 超大型城市工业废水排放特征分析: 以深圳市为例[J/OL]. 工业水处理. <https://doi.org/10.19965/j.cnki.iwt.2022-0389>, 2022-06-09.
- [4] 贺阳, 杨巍. 含工业废水的城市污水处理厂设计进水水质探讨[J]. 中国高新技术企业, 2015(15): 91-93.
- [5] 徐文, 王福良, 王伟. 高比例工业废水对城市污水厂运行管理的影响及对策[J]. 工程建设与设计, 2019(8): 154-155.
- [6] 彭中亚, 袁武, 谭玉龙. 城镇污水收集系统提质增效对策研究——以某污水处理厂 A 片区为例[J]. 给水排水, 2020(46): 430-440.