

宜兴市污水处理技术及回用前景分析

许军良¹, 车文博², 仲晓林³, 杨 侃^{2*}

(1. 宜兴市周铁镇水利农机站, 江苏 宜兴 214200; 2. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098;
3. 扬州市勘测设计研究院有限公司, 江苏 扬州 225000)

摘要: 事实证明, 在全球气候变暖、河湖水体严重污染的情况下, 污水经过相应处理工艺进行处理, 然后根据不同需水用户对再生水水质要求的不同再进行回用, 将是一项利国利民的重要举措。污水再生回用不仅能够缓解水资源短缺, 有效代替常规水资源, 还能带来直接的经济效益和潜在的社会环境效益。江苏省宜兴市作为长三角经济带的重要枢纽, 聚集了大量的外来务工人员以及工业企业, 因此产生了大量的生活污水和工业废水, 所以, 对污水回用技术进行详细分析以及对再生回用行业的情景进行探讨, 将会为城市的发展规划提供现实性参考。

关键词: 处理工艺; 经济效益; 社会环境效益

中图分类号: X703

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2019) 02-0006-05

Analysis on the sewage treatment technology and reuse prospect of in Yixing City

XU Junliang¹, CHE Wenbo², ZHONG Xiaolin³, YANG Kan²

(1. Farm Machinery Station of Zhoutie Town in Yixing, Wuxi 214200, Jiangsu;
2. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, Jiangsu;
3. Yangzhou Surveying and Design Institute of Water Resource Co., Ltd., Yangzhou 225000, Jiangsu)

Abstract: Facts have proved that under the circumstances of global warming and serious pollution of rivers and lakes, it will be an important measure to benefit the country and the people that wastewater is treated by the corresponding treatment process and then reused according to the different water quality requirements of different water users. Wastewater reuse can not only alleviate the shortage of water resources, effectively replace conventional water resources, but also bring direct economic benefits and potential social and environmental benefits. As an important hub of the Yangtze River Delta Economic Zone, Yixing City in Jiangsu Province has a large number of migrant workers and industrial enterprises, resulting in a large number of domestic sewage and industrial wastewater. Therefore, a detailed analysis of sewage reuse technology and a discussion on the situation of the recycling industry will provide a realistic reference for the urban development planning.

Key words: Treatment process; economic benefits; social and environmental benefits

0 引言

改革开放以来, 我国经济稳步上升, 与此同时

发展起一大批的工业企业, 产生大量的工业废水, 加之我国本来就是人口超级大国, 人民生活过程中会产生大量的生活污水, 如果不对其加以收集处

收稿日期: 2018-07-16

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2012CB417006); “十一五”国家科技支撑计划(2009BAC56B03)

作者简介: 许军良(1972—), 男, 工程师, 主要从事水资源规划与管理工作。

通讯作者: 杨侃(1965—), 男, 教授、博导, 研究方向为水资源规划与管理。

理和有效利用,任其排放到河流湖泊中,将会带来严重水污染问题,给人民群众的生命健康造成严重危害^[1]。所以,这就要求我们在发展经济的同时要加强对城市污水收集和治理,规划完整的城市污水处理厂布局、采用先进有效的污水处理工艺、制定严格的污水排放和管理制度。现阶段大多数城市污水处理厂在经过相关处理后会将达到标准的水体进行排放,这样只达到了治理的效果,并没有起到回用代替常规水资源的效果,所以污水处理厂在设计规划的时候应该配备相应的再生水回用环节,根据不同用户对再生水水质需求不同进行供给,制定合理再生水水价,使再生水行业能够带来直接的经济效益和潜在的社会环境效益。

1 概况

宜兴市位于北纬 $31^{\circ}07' \sim 31^{\circ}37'$,东经 $119^{\circ}31' \sim 120^{\circ}03'$ 。据污水处理工程网数据基础资料显示,全国污水处理企业约有15995家,其中江苏省共有大中小型污水处理企业约1518家,占全国比例约9.49%;宜兴市有污水处理企业13家,占江苏省比例约0.92%。13家污水处理企业均匀分布在宜兴,服务面积覆盖整个宜兴市。其中宜兴市城市污水处理厂、宜兴市和桥污水处理厂和宜兴市周铁污水处理厂服务范围为宜兴市东北地区,包括和桥镇、高桥镇、万石镇、周铁镇以及部分市区;宜兴市清源污水处理厂、宜兴市丁蜀污水处理厂和宜兴市华骐污水处理有限公司服务范围为宜兴市东南地区,包括丁蜀镇、湖父镇以及部分市区;宜兴市张渚污水处理厂、宜兴市新建污水

处理和宜兴市西渚污水处理厂服务范围为宜兴市西南地区,包括西渚镇、张渚镇、太华镇以及部分市区;宜兴市官林污水处理厂、宜兴市徐舍污水处理厂、宜兴市南漕污水处理厂和宜兴市官林凌霞污水处理厂服务范围为西北地区,包括新建镇、官林镇、杨巷镇、徐舍镇和部分市区。13家污水处理厂位置分布图,见图1。

2 污水处理工艺类型及应用现状

2.1 污水处理工艺

面对水污染日益严重的问题,国内外学者对污水再生回用处理技术进行了广泛的研究,根据作用原理可以分为物理法、化学法、物理化学法和生物处理法四大类。目前国内外城市污水处理工艺的主要类型有AB法、SBR法及其变形工艺、氧化沟法、MBR法、A/O法、 A^2/O 法、生物滤池、生物转盘、生物接触氧化池、BAF法、好氧处理技术生物流化床、UASB法、厌氧生物滤池、厌氧流化床、稳定塘、生态系统塘、土地处理法、人工湿地技术等^[2]。宜兴市13座污水处理厂采用的主要污水处理工艺有MBR法、BFBR法、 A^2/O 法、BAF法、CASS法。具体各污水处理厂处理工艺,见表1。

2.2 宜兴污水处理工艺现状

以宜兴市最早建成的第一座污水处理厂—宜兴市清源污水处理厂为例,当时尾水排放执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)的一级B标准,但在我国的“三河三湖”(淮河、海河、辽河和太湖、巢湖、滇池)区域尾水排放必须执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》

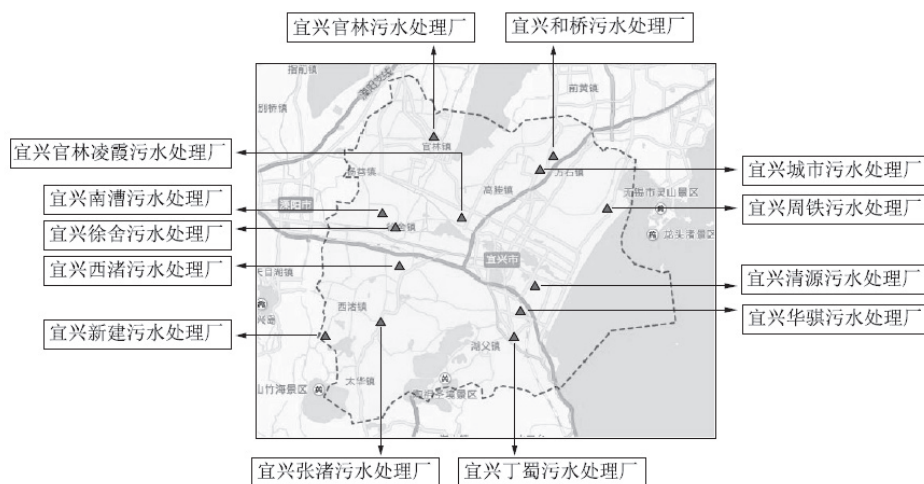


图1 宜兴市污水处理厂位置分布图

表 1 宜兴市污水处理厂统计信息表

污水处理企业名称	处理工艺	设计规模 (万 m ³ /d)	出水标准	完成日期
宜兴市城市污水处理厂	MBR	7.5	一级 A	2016
宜兴市丁蜀污水处理厂	MBR	1.5	一级 A	2015
宜兴市官林污水处理厂	MBR	1	一级 A	2016
宜兴市周铁污水处理厂	BFBR	0.5	一级 A	2006
宜兴市张渚污水处理厂	A ² /O	2	一级 A	2006
宜兴市徐舍污水处理厂	A ² /O	1	一级 A	2009
宜兴市新建污水处理厂	CASS	0.5	一级 A	2006
宜兴市西渚污水处理厂	A ² /O	1	一级 A	2009
宜兴市清源污水处理厂	A ² /O	6	一级 A	2002
宜兴市南漕污水处理厂	A ² /O	0.5	一级 A	2005
宜兴市和桥污水处理厂	A ² /O	2	一级 A	2005
宜兴市华骐污水处理有限公司	BAF	2.5	一级 A	2008
宜兴市官林凌霞污水处理厂	CASS	1	一级 A	2004

(GB18918-2002) 的一级 A 标准^[3]。所以 2007 年根据太湖流域环境治理要求, 对原有出水水质标准为一级 B 标准的宜兴市周铁污水处理厂、宜兴市张渚污水处理厂、宜兴市新建污水处理厂、宜兴市清源污水处理厂、宜兴市南漕污水处理厂、宜兴市和桥污水处理厂、宜兴市官林凌霞污水处理厂 7 家污水处理厂进行升级改造, 出水水质标准全部达到一级 A 标准。

2.2.1 MBR 污水处理工艺

MBR 污水处理工艺也称膜生物反应器工艺, 是将膜分离技术与生物反应器结合而成的一种新的污水处理工艺^[4]。宜兴市丁蜀污水处理厂和宜兴市官林污水处理厂处理规模共计 2.5 万 m³/d, 两厂污水处理技术全部采用 MBR 工艺, 这种工艺的特点就是尾水出水水质较高、建筑物布局紧凑, 节省用地面积。相比于单纯 MBR 污水处理工艺, 宜兴市城市污水处理厂采用的是 A²/O 与 MBR 结合的污水处理工艺, 其中 5 万 m³/d 采用多点进水多模式运行 A²/O 工艺, 2.5 万 m³/d 采用 MBR 工艺。这种组合式处理工艺的特点就是厌氧、缺氧和好氧与生物膜技术的组合有利于不同微生物菌群的生长, 能同时去除有机物、氮磷营养盐等污染物, 将会使脱磷除氮效果更好^[5]。

2.2.2 A²/O 污水处理工艺

A²/O 污水处理工艺本质就是厌氧-缺氧-好氧处理工艺, 反应池由厌氧池、缺氧池和好氧池三部分组成^[6]。宜兴市徐舍污水处理厂和宜兴市和桥污水处理厂处理规模共计 3 万 m³/d, 两厂污水处理技术全部采用的是传统的 A²/O 污水处理工艺, 这种处理工艺的特点就是流程简单、效果稳定、费用较低。相比于传统的 A²/O 污水处理工艺, 宜兴市张渚污水处理厂、宜兴市西渚污水处理厂、宜兴市清源污水处理厂和宜兴市南漕污水处理厂则采用改良的 A²/O 污水处理工艺, 使得污水处理在传统 A²/O 处理工艺原有优点基础上得到更好的脱氮除磷效果^[7]。

2.2.3 BFBR 污水处理工艺

BFBR 污水处理工艺又称 BFBR 立体生态处理技术, 通过相应技术措施, 创造适应微生物生长环境, 加速新陈代谢, 进而氧化分解污染物^[8]。宜兴市周铁污水处理厂处理规模为 0.5 万 m³/d, 采用的处理工艺为 BFBR 污水处理工艺, 特点就是污泥剩余少、美化景观效果、减少土地利用。

2.2.4 BAF 污水处理工艺

BAF 污水处理工艺是一种新型生物膜污水处理工艺。宜兴市华骐污水处理有限公司处理规模

为 2.5 万 m³/d, 采用的处理工艺为 BAF 污水处理工艺, 特点就是出水水质高、建设投资少、运用较灵活^[9]。

2.2.5 CASS 污水处理工艺

CASS 污水处理工艺是一种升级改进的 SBR 工艺。宜兴市官林凌霞污水处理厂和宜兴市新建污水处理厂处理规模共计 1.5 万 m³/d, 采用的处理工艺是 CASS 污水处理工艺, 具有 SBR 工艺的优点, 工艺简单可靠、运行方便灵活、自动化程度高、脱氮除磷效果更好^[10]。

3 污水再生回用效益分析

为适应现今社会污水再生回用行业发展要求, 在建设污水处理厂的同时都会配备建设相应的再生水处理厂, 宜兴市紧邻太湖和溇湖, 污水处理厂尾水水质达到一级 A 标准, 满足再生水回用水质要求, 为避免尾水直接排入河道造成可回用再生水的直接经济效益和潜在的社会环境效益的浪费, 所以在接下来的污水处理厂改造过程中也会建设相应的再生水厂。

3.1 直接经济效益

根据不同再生水需水用户对再生水水质要求不同, 再生水可直接代替常规水资源进行售卖, 据表 1 宜兴市污水处理厂统计信息表中数据可知, 宜兴市目前污水处理量可达 27 万 m³/d, 后期还会进行一系列升级改造工程, 污水回用潜力巨大。再生水回用另一关键因素是制定合理的再生水水价, 一方面要低于自来水供水价格, 另一方面还要使公众能够接受。本文通过简单模型计算再生水回用的直接经济效益, 即:

$$B_1=Q\times m \tag{1}$$

式中, B_1 表示直接经济效益; Q 表示再生水需水量; m 表示再生水单价。

宜兴市自来水供水价格比较稳定, 始终没有

变动, 自来水供水价格根据供水类别不同分为生活类供水、生产类供水和特种类供水三类。其中生活类供水单价为 3.20 元 /m³、生产类供水单价为 4.05 元 /m³、其他类供水单价为 5.00 元 /m³。再生水制水成本和售价均低于自来水供水, 其中再生水单位制水成本为 0.88 元 /m³, 再生水单位供水价格根据服务对象不同大体也分为生活类, 生产类和其他类三类。生活类供水包括冲刷、洗漱、小区景观生态等, 供水单价为 2.42 元 /m³; 生产类供水包括工业循环水、工业冷却水等, 供水单价为 3.10 元 /m³; 城建类供水包括城市景观、道路绿化等, 供水单价为 4.15 元 /m³。根据表 1 可知现状宜兴市污水处理量为 27 万 m³/d, 全年共计 9855 万 m³。其中全年生活类再生水供水量约为 1898 万 m³, 生产类再生水供水量约为 3577 万 m³, 其他类再生水供水量约为 4380 万 m³。综合以上数据和公式 (1) 可知现状条件下再生水回用的直接经济效益为 33858.86 万元, 效益非常可观。具体直接经济效益见表 2。

3.2 社会环境效益

再生水回用所带来的效益不仅仅是货币价值体现的直接经济效益, 而很多的是再生水回用对水体污染问题遏制、对常规水资源代替以及人类生态环境的改善所带来的社会环境效益。目前国内学者所了解的社会环境效益主要包括减少污染物排放治理效益、大气和水环境改善效益、对地下水回灌补充效益、减少人体危害效益、农牧渔业减产效益、工业产品质量损害效益等^[11]。从中可以看出再生水的社会环境效益是通过长时间积累才能体现出非货币价值的一个过程, 通过对水环境的改善, 我们将拥有一个和谐美好的地球村。

4 结论与建议

宜兴市目前拥有 13 家污水处理企业, 能够全

表 2 直接经济效益信息表

类别	再生水供水量 (万 m ³)	再生水供水单价 (元 /m ³)	再生水效益 (万元)
生活类	1898	2.42	4593.16
生产类	3577	3.10	11088.70
其他类	4380	4.15	18177
总述	9855	—	33858.86

