

王雄,贾鹏,孙永军. 某城镇污水处理厂网一体化调查分析及建议[J]. 净水技术,2022,41(1):77-82.

WANG X, JIA P, SUN Y J. Investigation, analysis and suggestions on urban sewage treatment plant-network integration[J]. Water Purification Technology, 2022, 41(1):77-82.



扫我试试?

某城镇污水处理厂网一体化调查分析及建议

王 雄¹,贾 鹏¹,孙永军²

(1. 南京大学环境规划设计研究院集团股份有限公司,江苏南京 210093;2. 江苏省工业节水减排重点实验室,南京工业大学城市建设学院,江苏南京 211800)

摘 要 通过对某地区城镇污水处理厂及配套管网的投资、建设和运营模式进行调研,结合污水处理设施在建设运营中存在的管网配套严重不足、污水处理厂出水普遍超标等现状问题,对污水处理厂和配套管网的建设模式、投资运营主体结构、运营机制等进行分析评估。针对经费少、主体多这两个主要矛盾,本着有效、可行的原则,提出了污水处理厂网一体化、城乡一体化、供排水一体化的体制目标建议,从体制和机制层面为完善、优化城镇污水处理体系提供决策参考和依据,并指导下一步本地区城镇污水治理的统一规划、统一建设、统一运营、统一监管和分步实施。

关键词 城镇污水 建设运营 厂网一体化 城乡一体化 供排水一体化

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-0177(2022)01-0077-06

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2022.01.012

Investigation, Analysis and Suggestions on Urban Sewage Treatment Plant-Network Integration

WANG Xiong¹, JIA Peng¹, SUN Yongjun²

(1. Academy of Environmental Planning & Design, Co., Ltd., Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Jiangsu Key Laboratory of Industrial Water-Conservation & Emission Reduction, College of Urban Construction, Nanjing Tech University, Nanjing 211800, China)

Abstract Through the investigation on investment, construction and operation mode of urban sewage treatment plant and its supporting pipe network in a certain area, combined with the existing problems in the construction and operation of sewage treatment facilities, such as serious shortage of pipe network, effluent excess of sewage treatment plant, to analyze and assess construction mode, main structure of investment and operation mechanism of sewage treatment plant and network. In view of the two main contradictions of less funds and more subjects, based on effective and feasible principles, this paper puts forward the suggestions of sewage treatment plant-network integration, urban-rural integration and supply-discharge integration, to provide decision-making reference and basis for improving and optimizing urban sewage treatment system from system and mechanism level, and guides unified planning, construction, operation and supervision and step-by-step implementation of urban sewage treatment in next step.

Keywords urban sewage construction and operation plant-network integration urban-rural integration water supply-discharge integration

[收稿日期] 2021-04-06

[作者简介] 王雄(1986—),男,注册环保工程师,主要从事废水处理、黑臭河道治理的工艺设计和研究工作,E-mail: astro8023@qq.com。

1 调查背景

城镇污水处理设施具有投资大、建设内容复杂、施工周期长的特点,为减轻投资压力、缩短建设周期,一般需将各类设施进行拆分建设。这种建设模式导致城市排水系统内存在厂网建设标准不统一、

功能不匹配、排水管网建设分散、施工质量参差不齐等问题,使得城市水环境治理成效大打折扣。2000年以后,以 BOT 为代表的投资模式开始在国内水务基础设施建设中广泛应用,但绝大多数案例为具有较为显著运营收益的污水处理厂工程,并未解决厂网建设分离的问题,且建成后的污水处理厂普遍存在配套管网不完善、厂网管养职责分割、系统运营效率低的问题。在安徽、北京、上海等地开展的相关工程经验表明,污水处理厂和排水管网的一体化运营,更符合城镇排水系统的内在特性以及作为城镇基础设施的服务定位,更有利于充分发挥其水环境保障功能,提高水务管理效率和服务水平^[1]。

近年来,国内多地已进行污水处理厂网一体化工作的积极探索,比较典型的例如安徽池州和安庆等地的案例。2014年12月,安徽省池州市主城区污水处理及市政排水设施购买服务 PPP 项目由社会资本深圳市水务(集团)有限公司与池州市住建委签约,该项目主要特点可归纳为“三合一”:市县整合、厂网整合、资产整合、建管分离。该项目被列入财政部第一批 PPP 示范项目,也成功遴选为全国 7 个 PPP 经典案例之一,被业界誉为“池州模式”。2015年12月,安庆市住建委与北京城市排水集团有限责任公司签署了《安庆市污水收集处理厂网一体化 PPP 项目协议》,该项目整合政府投资建设或运营管理的污水处理厂、配套污水管网及污水泵站,以及 PPP 项目合同约定的未来新增或续建的厂、网设施交由社会资本与市城投公司组建的项目公司投资、建设、运营和管理,实现污水全收集、全处理。该项目是 2014 年财政部公布的 30 个示范项目之一。

为持续改善水环境质量,加快补齐城镇生活污水收集处理设施短板,尽快实现污水管网全覆盖、全收集、全处理,2019年6月江苏省有关部门发布《城镇污水处理提质增效三年行动方案(2019—2021年)》,要求各设区市要督促指导所辖县(市)开展城镇污水处理提质增效行动,制定三年行动实施方案,优化完善城市生活污水治理工作机制。为推动城镇水环境治理工作高质量发展走在苏中苏北前列,某区住房和城乡建设局组织牵头,聘请第三方技术服务机构,从厂网分离问题入手,对城镇污水处理设施运行现状、投资建设和运营主体结构进行调研和分析,提出针对性的建议,用以指导下一步全区城镇污水治理的规划和实施。

2 调查范围和内容

2.1 调查范围

调查范围包含区内 11 家城镇生活污水处理厂及配套污水管网。

2.2 调查方式

调查方式包含实地调研、资料收集分析、区镇生态环境和住建局走访交流、污水厂运营单位座谈等方式。

2.3 调查内容

(1) 污水处理厂和管网现状

各镇污水处理厂网规模、污水收集率、负荷率统计、厂网运行状况、出水达标情况、污水集中处理率;污泥处理现状,包括污泥产生量、污泥性质、污水处理厂是否配建污泥处理设施、污泥末端处置方式、污泥处置单位等。

(2) 厂网建设模式

污水处理厂和配套管网建设模式调查(如 PPP、EPC、BT、BOT 等)以及各种建设模式产生的问题(资金、规划、管理)等。

(3) 厂网运营模式

污水处理厂和配套管网运营模式调查,各种运营模式产生的问题等。

3 调查现状分析

3.1 污水处理厂现状调查分析

根据本次调研结果,截至 2019 年 7 月,本区总计建成 11 座城镇生活污水处理厂,合计处理能力为 13.2 万 m^3/d ,实际处理水量约为 5.334 万 m^3/d ,总体污水处理负荷率仅为 40.4%。本次调研对各污水处理厂 2019 年 3 月—7 月的平均进水和出水水质数据进行了统计,主要统计了 COD、氨氮、总氮、总磷等指标,根据水质调查结果,除氨氮能稳定达标外,普遍存在进水 COD 偏低、出水总磷超标的现象。同时,还存在进水含有一定量的工业废水、设备缺乏维护保养、生化系统活性污泥浓度低、加药量较大、在线监测设备未正常运行等现象。污泥处置方面除 3 座城区污水处理厂配套建有污泥浓缩和压滤设施外,其余乡镇污水处理厂均无污泥压滤设施,剩余污泥由污泥罐车外运处理。导致污水处理负荷偏低和出水指标超标的原因主要如下。

(1) 厂网布局规划不合理

当地镇级工业园区基本位于建成区内,未单独

建设工业污水管网,工业废水和生活污水一起进入生活污水处理厂,导致污水处理系统运行困难,超标排放。各镇(街道)除开发区外,均未编制污水专项规划,仅在镇区总体规划中一页带过,篇幅较少,不能引导城镇生活污水治理设施的建设。

(2) 污水管网建设不到位

镇级污水管网建于 2012 年前后,建设标准较低,主管网未能覆盖整个镇区,支管网未完全建成,污水收集率不高。部分城中村无污水管网和处理设施,导致污水直排。另一方面,部分管网采用的是塑料波纹管材质,机械强度较差,易破损,存在大量雨水、河水进入破损污水管网的现象,导致进水 COD 偏低。

(3) 设备缺乏维护保养

调研结果显示,大部分污水处理厂和污水提升泵站存在设备停运、损坏、闲置等非正常现象,特别是乡镇污水处理厂,普遍存在诸如机械格栅停运、紫外线消毒灯管损坏未运行、加药装置未运行、除臭系统风机停运、设备电机未添加润滑油等现象。

3.2 污水集中处理率估算

(1) 综合生活用水定额法

利用综合生活用水定额法计算生活污水排放量,该城镇综合生活用水定额取 $200 \text{ L}/(\text{人} \cdot \text{d})$ (根据该地区 2013 版总体规划),总人口为 70.54 万,人口城镇化率为 61.79%,综合生活污水定额按用水定额的 80% 计,地下水渗入量按污水产生量的 10% 计,计算得出该城镇生活污水排放总量为 $7.671 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 。根据本次污水处理厂水量调研数据,生活污水实际处理量为 $5.334 \text{ 万 m}^3/\text{d}$,则生活污水集中处理率为 69.5%。

(2) 实际用水量估算法

根据对自来水厂的调研,2018 年该区总供水量为 4494 万 m^3 ,其中,公共服务用水和居民家庭用水合计 2890.7 万 m^3 ,取自来水折污系数为 0.9,则 2018 年该区生活污水产生量为 $2890.7 \text{ 万 m}^3 \times 0.9 = 2601.6 \text{ 万 m}^3$ 。

根据本次污水处理厂水量调研数据,生活污水实际处理量为 $5.334 \text{ 万 m}^3/\text{d}$,则年生活污水处理量为 $5.334 \text{ 万 m}^3/\text{d} \times 365 \text{ d} = 1946.9 \text{ 万 m}^3$ 。

生活污水集中处理率为 $1946.9 \div 2601.6 = 74.8\%$,因此,根据实际用水量估算法计算得出生活

污水集中处理率为 74.8%。

3.3 污水管网现状调查分析

受城市建设历史欠账多、资金投入少等因素影响,该区排污规划与城市总体规划衔接不够,支线管网配套严重滞后,污水收集覆盖面受到限制,污水收集率与污水处理厂设计处理能力严重不匹配。城区范围建成污水管网共计 82.2 km ,各镇区范围建成污水管网为 179.62 km ,全区建成污水管网总计 261.82 km 。污水管网存在的主要问题如下。

(1) 原有污水管网的规划、设计和建设标准不一致,衔接不顺畅。该区各个时期的污水管网在设计施工上都有不同的规划和施工要求,这就导致目前已建成的污水管网存在标准不统一、功能不统一的现象,不能很好地满足“雨污分离”的要求。污水管网的缺失主要有以下几种情况:两头有污水管网,中间缺失;源头有污水管网,中间和尾部无污水管网;上大下小“漏斗”型,肠梗阻现象严重;管网总量不足。

(2) 排水户纳管推进力度不足。建制镇管网建设滞后,排水户接管工作推进缓慢,污水收集率普遍不高。城区污水管道覆盖率虽高于建制镇,但老城区、城中村等区域管网建设密度仍然较低,不少地区甚至城区的雨污合流现象还比较普遍。

(3) 道路配套管网不健全。在污水管网建设过程中,因城市规划、道路改造等,部分道路未配套建设污水管道,导致污水管网覆盖率偏低。

(4) 已建污水管网损坏率较高。城区污水管道建设起步较早,其建设密度均大于建制镇,但由于“重建设、轻养护”,且已建部分污水管道在设计时使用塑料波纹管,管材标准低,城区的污水管道损坏率较高。

如图 1 所示,目前,该区已建成污水处理厂处理能力总计 $13.2 \text{ 万 m}^3/\text{d}$,配套污水管网为 261 km ,平均单位污水处理能力配套的污水收集主干管长度指标为 $19.8 \text{ km}/(\text{万 m}^3 \cdot \text{d}^{-1})$ 。相比之下,临近某县已建成 6 座城镇污水处理厂,总规模为 $8.65 \text{ 万 m}^3/\text{d}$,已建成污水管网长度总计达 606 km ,其平均单位污水处理能力配套的污水收集主干管长度指标为 $70 \text{ km}/(\text{万 t} \cdot \text{d}^{-1})$,在 2018 年市局组织的高质量发展考核中,该县城镇污水集中处理率达 86.84%,列全市(区、县)第一,苏北地区前列。从这一指标可以

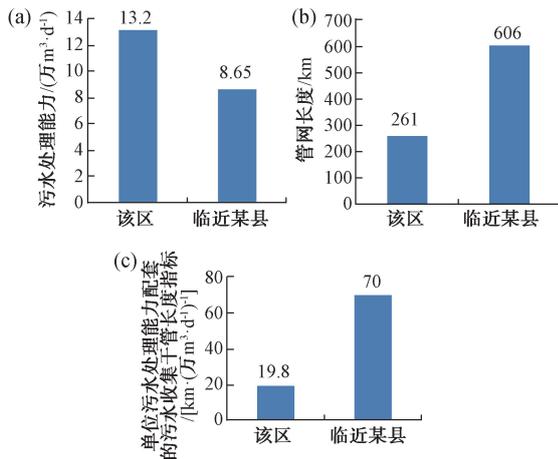


图 1 管网建设指标对比分析

Fig. 1 Comparative Analysis of Pipelines Network Construction Indicators

明显看出,该区污水管网配套与周边先进地区相比差距较大。

3.4 建设模式现状分析

如表 1 所示,该区城镇污水处理厂投资建设主体主要有 3 类:各地政府、民营企业、政府和民营企业合资公司。其中,4 个镇共用 D 污水处理厂,其由民营企业 100% 出资建设,其余 7 个镇级污水处理厂均由当地政府出资建设。城区污水处理厂中 C 污水处理厂由民营企业 100% 出资建设。A 污水处理厂和 B 污水处理厂由某污水处理公司出资建设,为政府和民营企业成立的合资公司。

配套污水管网基本由政府为主体牵头建设。各乡镇的污水收集管网由各乡镇政府负责建设,城区污水管网建设主体有住建、城管、开发区、高新区、自

表 1 城镇污水处理厂建设模式统计

Tab. 1 Statistics of Construction Mode of Urban Sewage Treatment Plant

序号	污水处理厂名称	污水处理厂建设单位性质	污水处理厂建设模式	配套管网建设单位	管网建设模式
1	A 污水处理厂	政府和民营企业成立的合资公司	BOO	区政府	100% 国资
2	B 污水处理厂	政府和民营企业成立的合资公司	BOO	区政府	100% 国资
3	C 污水处理厂	民营企业	BOT	区政府	100% 国资
4	D 污水处理厂	民营企业	BT	区政府	100% 国资
5	E 镇污水处理厂	镇政府	E+PC	镇政府	100% 国资
6	F 镇污水处理厂	镇政府	E+PC	镇政府	100% 国资
7	G 镇污水处理厂	镇政府	E+PC	镇政府	100% 国资
8	H 镇污水处理厂	镇政府	E+PC	镇政府	100% 国资
9	I 镇污水处理厂	镇政府	E+PC	镇政府	100% 国资
10	J 镇污水处理厂	镇政府	E+PC	镇政府	100% 国资
11	K 镇污水处理厂	镇政府	E+PC	镇政府	100% 国资

注:BOO 模式即“建设-拥有-运营”(build-own-operate);BOT 模式即“建设-运营-移交”(build-operate-transfer);BT 模式即“建设-移交”(build-transfer);E+PC 模式即设计由一家单位承包,采购施工由另一家单位承包,(engineering+procurement & construction)

来水公司等,牵头部门较多。

这就导致了厂网建设分离,以前政府与社会资本合作治污,社会资本看重的是具有回报机制的污水处理厂,管网建设等属于市政基础设施,其公共属性更强,交给了地方政府,导致厂网分离。城镇污水管网配套建设不完善,管网建设规模和污水处理厂建设规模不匹配、不同步,导致城镇污水处理厂特别是乡镇污水处理厂不得不面对“缺水”的尴尬。

3.5 运营模式现状分析

调研结果显示,该区城镇污水处理厂基本由民营企业为主运营,运营单位主要有 3 家,其中,运营

A 污水处理厂和 B 污水处理厂的某运营公司是民营企业与区政府成立的合资公司,民营企业控股 60%,其余 9 家污水处理厂均为纯民营企业运营。

配套污水管网包括污水提升泵站均由当地政府负责维护运营,但往往重建设、轻管理,且缺乏有效的管网维护运营手段和资金,没有形成科学、系统、周期性的运营机制。

目前,该区所有的城镇污水处理厂和配套管网均分属不同的主体运营,污水处理厂由民营控股的第三方企业运营,管网则由政府部门负责运营维护。管网破损和接管率低导致的少水、漏水问题,则直接

导致了污水处理厂运行单价高、设备闲置等。另外,自来水费中代收的污水处理费实际并未做到足额上缴财政专户,专款专用,地方政府对污水处理运维经费支付不及时,时常发生运营单位与政府间的“扯皮”现象。

4 措施建议

根据本次城镇污水处理厂网调查,矛盾最为突出的问题可归纳为两点:经费少、主体多。经费少体现在乡镇污水处理厂和管网的运营维护,特别是污水收集管网欠账较多,缺乏污水处理专项经费的投入;主体多体现在污水处理厂和管网的建设运营主体多,牵头部门多,难以统一协调管理。

针对这两个主要矛盾,本着有效、可行的原则,结合区域城镇污水处理厂网现状,参照先进地区的成功模式,提出了3个方面的目标建议:近期重点推进污水处理厂网一体化、城乡一体化,远期规划实现供排水一体化。此外,从城镇污水处理厂稳定运行的角度,提出规范工业企业排水管理的建议。

4.1 厂网一体化

厂网一体化是指对城镇污水处理厂和污水管网进行统筹建设和协调运行,以保证整个污水系统的运行安全和高效^[2]。

目前,该区的城镇污水处理厂与污水管网分属不同单位进行运营管理,由于各自运营目标和管理考核不同,产生了厂是厂、网是网的统筹建设及协调运行方面的诸多问题,比如管网管理不好对污水处理厂带来水质以及水量的冲击影响,进而导致城镇污水系统不能完全发挥其应有的功能。采用厂网一体化模式进行城市水务基础设施“打包”建设,更符合城市排水系统的内在特性,可统一排水系统内厂、网的建设主体,做到污水处理厂与配套管网同步设计、同步建设、同步验收、同步投产,能解决排水系统内存在的厂网建设分散、建设标准不统一、功能不匹配等问题,提高了项目整体的建设效率和质量;能实现城市水务基础设施运行维护全覆盖,打破了原有运营维护区域分割、管养职责分散的问题^[3]。

因此,实现厂网一体化,提高厂网建设的同步性、规模匹配性,有助于保证污水处理厂的水质与水量,使得城镇污水处理系统更加稳定、安全和高效。

4.2 城乡一体化

城乡一体化是指将城区和乡镇污水处理设施有机结合,进行统一规划、建设和运营^[4]。

相比周边县市相对成熟的污水处理一体化模式,该区目前城乡污水处理体系相对独立、城乡分离。一方面城区污水处理厂运行相对稳定,管理相对规范,污水收集管网及泵站等配套设施相对完善;另一方面乡镇污水处理厂污水收集管网配套不完善,经费保障不足,运营技术水平较低,从而造成乡镇水环境总体上无法得到有效改善。加快推进城乡污水处理一体化能有效解决城乡污水处理差别化严重的现象,也是落实科学发展观、统筹城乡发展的迫切需要。

4.3 供排水一体化

供排水一体化是指城镇供水、污水处理、排水和节水实现有机地结合,通过由具有法人地位的、在政府监管之下运作的水务公司或者供排水公司,对城乡水资源开发、利用及保护等进行统一管理^[5]。

该区供水、排水系统分别由两个主体管辖,区自来水公司属于民营企业,排水系统由区住房和城乡建设局管理。长期以来分辖两个领域,且主体性质不同,造成了各自为政、技术力量分散、协调管理困难等诸多弊端,且两个主体在自来水费中代收的污水处理费的上缴和使用上存在分歧,不利于供水、排水系统的衔接配合和运营,也不利管理水平和质量的提升。推进供排水一体化,有利于理顺供排水管理体制,对城乡区域的蓄水、供水、排水、节水、水资源保护等实行统一管理,有效将“多龙管水”改革为“一龙治水”;有利于进一步完善基础设施建设,既可从区域上通盘考虑供水与排水,也可以根据有偿使用原则,解决部分供排水运营管理费用,促进供排水产业可持续发展。

考虑到短期内收购全部供排水资产的难度较大,因此,建议将供排水一体化体制作为水务统筹发展的远期目标,近期重点实施城镇污水厂网一体化和城乡一体化,把握好统一规划、统一建设、统一运营、统一监管、分步实施的体制原则,通过专业团队提高精细化管理水平。

4.4 规范工业企业排水管理

建议该区住建和生态环境部门牵头,落实工业集聚区按规定建设污水集中处理设施,加强工业废

水处理。含重金属或难以生化降解的废水以及高盐废水,一律不得接入城市生活污水处理设施。对进入市政污水管网的工业企业进行全面排查、评估,经评估认定污染物不能被城市污水处理厂有效处理或可能影响城市污水处理厂出水水质达标的,要限期退出;经评估可继续接入市政污水管网的,工业企业应当依法取得排污许可。工业企业废水超过接管标准排放时,暂停接入市政污水管网,以保证城镇污水处理厂的正常运行。

参考文献

[1] 王如琦. 上海郊区区域供排水(污水)一体化规划的探讨[J].

净水技术,2004(13):44-48.

- [2] 郑江. 城镇排水系统厂网一体化运营模式的研究与实践[J]. 给水排水,2016,52(10):47-51.
- [3] 黄俊杰,汤伟真,吴亚男. 厂网一体化 PPP 模式在水务基础设施建设中的应用探讨[J]. 给水排水,2020,56(12):46-49,55.
- [4] 王贵作,刘政平. 关于城乡一体化水污染控排的思考[J]. 中国水利,2019(9):53-54,46.
- [5] 谭章荣. 城市供排水的一体化管理[J]. 中国给水排水,2001(1):30-32.

(上接第 62 页)

(2)简单的生物链组合对水体的处理效果往往很难达到预期的效果,所以需要结合其他水生生物对受污染的水源进行修复。根据目标水环境状况,通过投加沉水植物使水体达到清水稳态状;放养一定的滤食性鱼类和适量食草性鱼类,限制浮游植物和藻类的生长;投加一定的底栖生物处理鱼类产生的粪便,从而减少水体中的营养盐含量,抑制藻类的再次生长;添加生物填料,为溶藻微生物提供栖息场所。

参考文献

- [1] 刘玉泉. 浅析水体富营养化:成因、防治原理及措施[J]. 科技风,2018(3):126-126.
- [2] 陈永峰. 基于富营养化及藻类控制的黄河下游引黄平原水库生物操纵技术控制研究[D]. 济南:山东建筑大学,2018.
- [3] 王寿兵,徐紫然,张洁. 大型湖库富营养化蓝藻水华防控技术发展述评[J]. 水资源保护,2016,32(4):88-99.
- [4] 曾冠军,马满英. 景观水体富营养化处理方法的研究进展[J]. 广州化工,2017,45(16):20-22.
- [5] 刘鑫,陈明明,张俊英. 生物修复技术在水体富营养化中的应用进展[J]. 绿色科技,2017(14):130-134.
- [6] 汪文强. 几种水生植物对富营养水体的净化效果研究[D]. 重庆:西南大学,2016.
- [7] 吴锋,赵建成,陈小刚,等. 生物操纵理论在浅水湖泊治理

应用中的现状与展望[J]. 环境科学与管理,2016,41(6):158-160.

- [8] 陈艳红. 河流富营养化程度评价方法的探讨[J]. 中国新技术新产品,2016(1):144-144.
- [9] 葛坤. 水生植物对富营养水体氮和磷及重金属的净化[J]. 太原学院学报(自然科学版),2017(2):72-76.
- [10] 聂司宇,孟昊,李婷婷,等. 水生植物对富营养化水体中氮磷去除的研究进展[J]. 环境保护与循环经济,2020,40(4):47-51.
- [11] 殷红桂,唐子夏,唐可欣,等. 大型水生植物在水质修复过程中的应用现状及发展[J]. 环境科技,2017,30(1):67-70.
- [12] 张悦. 水生植物及根际微生物对富营养化水体中氮磷的净化作用研究[D]. 西安:西安理工大学,2019.
- [13] 李元鹏,于惠莉,顾学林,等. 鲢鳙鱼原位修复水库水质的试验[J]. 净水技术,2017(10):52-56.
- [14] LU B, XU Z, LI J, et al. Removal of water nutrients by different aquatic plant species: An alternative way to remediate polluted rural rivers [J]. Ecological Engineering, 2018, 110: 18-26. DOI:10.1016/j.ecoleng.2017.09.016.
- [15] 赵漫,李冰,马燕天,等. 应用环境微生物治理淡水湖泊微囊藻毒素污染的研究进展[J]. 微生物学通报,2018,45(4):893-899.
- [16] 张鹏飞,岳焱,侯嫫,等. 人工湖水体富营养化的活性炭处理技术及生态修复建议[J]. 水资源与水工程学报,2017,28(2):92-98.