

陈广. 城市污水处理系统运行品质提升思考与实践[J]. 净水技术, 2023, 42(5): 1-4.

CHEN G. Thinking and practice on improving operation quality of urban wastewater treatment system[J]. Water Purification Technology, 2023, 42(5): 1-4.

## 城市污水处理系统运行品质提升思考与实践

陈 广\*

(上海城投污水处理有限公司, 上海 201203)

**摘 要** 在污水处理提标改造的行业趋势下, 通过从政策、经济、社会、执行 4 个方面进行分析, 提出污水处理运行品质提升的内涵为稳定高标、提质增效、绿色生态与智慧赋能。同时, 为满足污水处理运行品质提升的内涵要求, 可从以下 4 个方向重点着手: 全流程的优化提标、全方位节能降耗、全链条综合利用、全环节智慧运维。

**关键词** 污水处理系统 提质增效 全流程 节能降耗 智慧运维

中图分类号: TU992 文献标识码: A 文章编号: 1009-0177(2023)05-0001-04

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2023.05.001

## Thinking and Practice on Improving Operation Quality of Urban Wastewater Treatment System

CHEN Guang\*

(Shanghai Chengtouw Wastewater Treatment Co., Ltd., Shanghai 201203, China)

**Abstract** Under the industrial trend of wastewater treatment upgrading and reconstruction, through the analysis of policy, economy, society and execution, the connotation of wastewater treatment operation quality improvement is proposed to be stable and high standard, quality and efficiency improvement, green ecology and wisdom empowerment. At the same time, in order to meet the connotation requirements of the operation quality improvement of wastewater treatment, we can focus on the following four directions: the optimization and upgrading of the whole process, all-round energy saving and consumption reduction, comprehensive utilization of the whole chain, and intelligent operation and maintenance of the whole link.

**Keywords** wastewater treatment system improve quality and efficiency whole process energy conservation and consumption reduction intelligent operation and maintenance



陈广, 正高级工程师, 长期从事污水(污泥)处理厂日常运营、新技术研发、信息化建设和工程建设等工作。先后作为课题负责人或主要研究人员承担各级别科研项目 24 项, 其中承担国家住建部课题 1 项, 上海市科委课题 5 项, 市水务局和上海城投科研课题 5 项, 并由此获得国家环境保护科学技术奖一等奖、上海市科技进步奖二等奖、上海市水务海洋科学技术奖二等奖、上海土木科技进步奖、2021 年度中国生态环境十大科技进展入围等多项科研荣誉, 主持或参与各层级标准编制 9 项, 同时也获得了授权专利 24 项, 其中 3 项发明, 21 项实用新型。

[收稿日期] 2022-11-23

[作者简介] 陈广(1980—), 男, 正高级工程师, 主要从事污水(污泥)处理厂日常运营、新技术研发、信息化管理等工作, E-mail: chenguang@shwwt.com。

近年来,污水处理提质增效逐渐成为污水处理行业普遍关注的热点话题,同时也成为国家对污水处理行业发展的阶段性目标。根据城乡建设统计年鉴<sup>[1]</sup>,截至2021年,我国城镇污水处理厂共有4594座,我国城镇污水处理能力达2.47亿m<sup>3</sup>/d。

针对新时期城镇污水处理系统的客观需求和生态环境改善的立足点,为提升城镇生活污水收集处理能力,加大生活污水收集管网配套建设和改造力度,2020年8月国家发展改革委、住房城乡建设部联合印发《城镇生活污水处理设施补短板强弱项实施方案》(以下简称《方案》)。该《方案》中明确提出强化城镇污水处理厂弱项、补齐城镇污水收集管网短板、加快推进污泥无害化资源化、推动信息系统建设四大任务目标,进一步强调了污水处理系统提质增效的重要性。本文从政策、经济、社会、执行4个方面进行分析,提出污水处理运行品质提升的内涵。同时,分析了为满足污水处理运行品质提升的内涵要求,需从哪些方向开展具体工作。

## 1 污水处理运行品质提升的内涵

要清楚污水处理运行品质提升的方向,首先要明确其内涵,可从政策、经济、社会、执行4个方面理解污水处理运行品质提升内涵。

### 1.1 政策层面

目前,我国包括上海在内的很多城市污水处理能力还不足,其次是部分城市的污水处理效率和质量还有待提升。针对这些问题,《方案》中也做了具体的要求,如强调长三角地区和粤港澳大湾区城市、京津冀地区和长江干流沿线地级及以上城市、黄河流域省会城市、计划单列市生活污水处理设施全部达到一级A排放标准。

2020年8月,国家生态环境部发布了《关于进一步规范城镇(园区)污水处理环境管理的通知(征求意见稿)》。在文件中,不仅针对进水超标导致出水超标等行业热点话题进行讨论,明确了包括地方人民政府、排污单位、污水厂运营单位在内的各方主体的责任,也强调要督促运营单位切实履行对污水厂出水水质负责的法定责任,以及明确污染物排放管控要求、合理认定处理超标责任。这一征求意见稿,对行业来讲是一个利好,但是在污水处理过程当中需要极其关注水质,对污水处理提出了更高的要求。

与此同时,行业也应该看到水质不达标可能带来

的更多负面影响。比如《中华人民共和国环境保护税法》《资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录》等文件中,不仅明确了城乡污水集中处理场所超标向环境排放应税污染物的,应当缴纳环境保护税,也强调了因环境违法受到处罚,自处罚决定下达的次月起36个月内,不得享受规定的增值税即征即退。

从政策层面来看,污水处理运行品质提升的内涵是“稳定高标”。一系列政策的推动,都要求污水处理厂,必须提高抗风险能力,实现全天候稳定高标运行。

### 1.2 经济层面

受新冠肺炎疫情影响,全球经济都遭受巨大的冲击。众所周知,环境治理的各类支出主要由各级政府财政承担,在财政收入收缩的情况下,还要坚决打好打赢污染防治攻坚战的任务,并完成与全面建成小康社会相匹配的生态环境保护目标,环境治理经费压力可想而知。所以市场也要求高性价比的污水处理服务,这也是一个污水处理企业的核心竞争力。通过一系列提质增效措施,实现高性价比的污水处理服务。因此,经济层面来看,污水处理运行品质提升的内涵是“提质增效”。

### 1.3 社会层面

污水处理的本质应该是让水环境变得更好,但在某些特殊情况下,可能会有偏离这一本质的做法出现,如过度追求水质,做了不切实际的要求和标准,导致污水处理越来越依赖能源、资源(如各类水处理药剂)。此外,很多地方污水处理好了,但末端的污泥、臭气又出了问题,带来很多负面社会影响。在这种情况下,应该回归污水处理的初心,即真正把环境治理好,应该变能源依赖为节能低碳、变资源依赖为资源再生、变负面影响为环境友好,实现绿色生态的目标。所以,从社会层面来看,污水处理运行品质提升的内涵是“绿色生态”。

### 1.4 执行层面

从前面的分析可知,污水处理既要稳定高标,又要求提质增效,绿色生态。如何兼顾多目标,实现污水处理品质升级?在传统的制造业,产品的品质升级就是智慧赋能带来的效果。传统污水处理类似于传统加工制造业,存在工控系统自动化程度不高、IT系统功能简单、决策极度依赖人为经验等问题。通过智慧化赋能,传统污水处理转型为智慧污水处理,操作自动化、决策智慧化、充分发挥现有设施

备的潜力,为污水处理品质提升提供有力支撑。因此,从执行层面来讲,运行品质提升的内涵应该是“智慧赋能”。

## 2 污水处理运行品质的提升方向

污水处理要满足稳定高标、提质增效、绿色生态以及智慧赋能的要求。如何实现?可从政策、经济、社会、执行4个层面出发,提出四大方向:全流程优化提标、全方位节能降耗、全链条综合利用、全环节智慧运维。

### 2.1 全流程的优化提标

在全流程的优化提标中,可重点从厂网协同运行、运行优化调控、大水量抗冲击3个方面着手。

#### (1) 厂网协同运行

调蓄池是应对大水量冲击的重要缓冲设施<sup>[2]</sup>。上海的污水厂原先都没有末端调蓄池,使得污水处理厂对来水瞬时流量波动缺乏调节手段,在新一轮污水提标改造工程中不少污水厂配备了末端调蓄池,调蓄容量占处理规模的15%~25%。从目前的运行数据来看,调蓄池对整个污水处理厂来水瞬时冲击的减缓作用非常明显。排水管道、调蓄池与污水厂联合调度,可积极应对降雨初期的高浓度合流污水冲击,对进水水质、水量进行缓冲调节,有效地保护现有污水处理厂的运行安全。

#### (2) 优化运行调控

对经典的活性污泥数学模型进行校正,辅以基于大数据分析的黑箱模型,更符合污水厂的实际运行情况,基于修正好的离线模型进行仿真计算,验证工艺参数进而大幅细化、优化应急工况工艺调度应对预案。在实践中把模型应用在应对突发状况的情况下,比如高浓度的冲击、大水量的冲击,在这种情况下,可以指导更精细地调整过程参数。

#### (3) 大水量抗冲击运行模式

在污水处理厂运行过程中,大水量冲击很明显,这是很多南方城市都有的现象,合流制排水系统或者不彻底的分流制系统,都会遇到这样的问题。应建立一套抗大水量冲击分级响应机制,不同响应等级采取一系列有针对性的工艺调整与设备管理措施。通过抗冲击分级响应系列调控措施,可以使得出水水质在大水量冲击下仍能持续稳定高标。

### 2.2 全方位节能降耗

要做好污水处理的提质增效,全方位的节能降

耗很关键。在这个过程中,要重点做好系统性的节能降耗以及提高能源利用率两方面的工作。

#### (1) 系统性的节能降耗

污水厂降耗增效往往都聚焦于具体降耗措施,但常常难于做出准确的实施效果评价,其主要原因是能耗基数不清,过程统计不够精确等原因。因此,建议污水处理厂搭建全厂能源管理平台,通过安装一定数量的电表,对污水厂全厂能耗精确计量统计,并对全厂各工艺段、关键设备电耗等数据进行深度分析、评价,摸索建立工艺段标准电耗,通过对标分析其相关设备能效,以确保设备经济稳定运行,提高投入产出比<sup>[3]</sup>。

#### (2) 提高能源利用率

在提高能源利用率方面,建议有污泥干化焚烧工艺的厂,可以考虑开展系统能量平衡校核计算,并在此基础上提出了一套切实可行、不影响干化焚烧系统正常运行的干化尾气余热深度利用方案,以上海某污泥厂为例,在干化机载气余热利用改造后,边界条件不变的情况下,系统总体能源自给率可提高8%~10%<sup>[4]</sup>。

### 2.3 全链条综合利用

全链条综合利用将有效满足绿色生态的要求。

#### (1) 污泥残渣资源化

资源循环利用主要指的是焚烧灰、渣的资源化利用,也是行业重点关注的话题。污泥焚烧残渣中的SiO<sub>2</sub>含量较高,可被建材利用,并作为水泥生料添加剂、路基材料等。污泥焚烧残渣中磷含量也较高,可提取磷元素进行利用。以上海城投水务污水公司为例,联合同济大学、上海大学、上海市政院等研究机构,系统开展了污泥焚烧残渣资源化研究工作,目前该项研究成果已在上海各污泥干化焚烧项目中产业化应用<sup>[5]</sup>。城投水务污水公司将产生的污泥进行焚烧残渣经预处理后与其他原辅材料按配方进行混合复配,加工成的产品为铁质校正料和复合粉煤灰,产品作为水泥生料添加剂、熟料混合材和掺合料,应用于水泥厂、粉磨站及搅拌站,相关产品符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)、《粉煤灰在混凝土中应用技术规程》(DB 31/T 932—2015)、《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596—2017)等技术标准。该技术打通了焚烧残渣水泥建材利用的产业化链路,100%实现资源化利用,结束了污泥焚烧残渣填埋的历史,具有较大的推广意义。



## (2) 空间综合利用

全链条综合利用还包括厂区空间综合利用,上海某污水处理厂作为半地下式污水处理厂充分体现了空间综合利用,不仅实现了环境友好,与周边环境协调统一、充分融合,同时也践行了海绵城市理念,打造了厂群和谐的空间环境。

## (3) 厂内外环境友好

全链条综合利用还应强调厂内外大气环境友好,重点应关注臭气治理。众所周知,老百姓对污水处理厂除臭要求非常高,在这种情况下,促使污水公司重视强化对臭气的处理。以上海城投水务污水公司为例,已实现了对污水厂产生臭气的污染源进行全覆盖、臭气全收集、全处理,处理后臭气排放厂界满足目前全国最严标准——《城镇污水处理厂大气污染物排放标准》(DB 31/982—2016)和《恶臭(异味)污染物排放标准》(DB 31/1025—2016)。环境友好还包括厂内环境友好,城投水务污水公司重视厂区内无组织臭气治理,打造员工满意的生态厂区,主持编制的上海地方标准《城镇污水处理厂恶臭气体治理技术标准》已于2021年发布,为污水处理厂厂内臭气治理提供了技术支撑。

## 2.4 全环节智慧运维

全环节智慧运维应从“点、块、片”3个角度,重点提升智慧化管控的水平。

“点”是指某一个具体的设备和工艺段;实现精准操作的工艺段智慧化控制。以上海城投水务污水公司为例,致力于提升智能感知能力,例如研发了活性污泥指数在线自动监测设备,可实现24h在线监测污泥指数,污泥指数的连续监测对于工艺判断帮助很大。再如,在预处理区域进水泵房、调蓄池、粗细格栅、沉砂池等设施联动控制中,实现生物池进水负荷平稳,且针对不同工况设定多种控制模式,避免人工频繁操作的可能失误,提升了应急准确响应率。

“块”是指污水厂要兼顾高效和绿色的工厂级智慧化运行,实现工厂级的智慧化运行。以上海城投水务污水公司为例,试点开展了基于BIM建设“数字孪生”智慧工厂。厂区BIM深度融合数据采集与监视控制(SCADA)系统的实时数据和信息系统的业务数据,实现对设施设备的数字化,生产过程的数字化,同时结合经典的工艺机理模型,机器学习形成的黑箱模型,仿真技术组成多维数字化模型,为

科学化、智慧化的管理提供可分析、可仿真、可预测的“数字孪生”工厂。

“片”是指主要指整个片区的管理,提升公司级智慧化决策。以上海城投水务污水公司为例,正在搭建完善的公司级的综合管控调度平台,具备实时监控、生产调度、报表管理、生产优化、精确决策等功能,变传统计划任务驱动型为数据任务驱动型,可实现平台公司以管控为主的管理模式向服务为主管理模式转变,促进污水厂快速完成优化运行的技术迭代,实现跨越式运营优化。

## 3 结语与展望

污水处理运营品质提升是一个漫长的过程,需要在提升过程中不断进行实践与积累,逐步实现从量变到质变。相信通过共同努力,一定能够实现污水处理厂运营品质的提升,实现稳定高标、提质增效、绿色生态、智慧赋能的目标,更好地发挥水环境治理主力军的作用。

## 参考文献

- [1] 胡洪营. 中国城镇污水处理与再生利用发展报告(1978—2020)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2021.  
HU H Y. China urban sewage treatment and recycling development report (1978—2020) [M]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2021.
- [2] 张留琛, 朱弋. 雨水调蓄设施旱天削减管网沉积物应用[J]. 净水技术, 2021, 40(s1): 288-290, 385.  
ZHANG L L, ZHU Y. Utilizing of stormwater storage tank to reduce sediments in the drainage systems under dry weathers[J]. Water Purification Technology, 2021, 40(s1): 288-290, 385.
- [3] 韩蒙. 全地下式泰和污水处理厂建设[J]. 净水技术, 2018, 37(5): 6-11.  
HAN M. Construction of full underground Taihe wastewater treatment plant [J]. Water Purification Technology, 2018, 37(5): 6-11.
- [4] 周丕仁, 姚杰, 邓文义, 等. 污泥热值变化对干化焚烧系统运行参数的影响分析[J]. 给水排水, 2018, 54(s2): 72-75.  
ZHOU P R, YAO J, DENG W Y, et al. Influence of the heating value of sewage sludge on the operating parameters of drying-incineration system [J]. Water & Wastewater Engineering, 2018, 54(s2): 72-75.
- [5] 白海梅, 李明杰. 上海市竹园第一、第二污水处理厂提标改造工程案例[J]. 净水技术, 2019, 38(6): 41-45, 50.  
BAI H M, LI M J. Case of upgrading and reconstruction project of Shanghai Zhuyuan NO. 1 and NO. 2 wastewater treatment plant [J]. Water Purification Technology, 2019, 38(6): 41-45, 50.