

# 宁波市污水处理与再生利用设施现状分析

王雷雷<sup>1</sup>, 高华生<sup>1\*</sup>, 蒋校龙<sup>2</sup>, 李 兵<sup>1</sup>, 张树林<sup>1</sup>

(1. 宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波市资源节约和环境保护处, 浙江 宁波 315010)

**摘要:** 对“十二五”中期宁波市污水处理与再生利用设施现状进行了详细阐述, 分析了设施建设与运行当中存在的主要问题及原因, 提出了改善设施综合效能、加快建设污水管网、拓展污水再生出路和提升污泥处理水平的对策措施。

**关键词:** 宁波市; 污水处理; 再生水; 污水管网; 污泥处理

**中图分类号:** X703

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-5132 (2016) 02-0104-04

污水处理与再生利用设施是重要的环境公共基础设施<sup>[1]</sup>, 对建设资源节约型环境友好型社会及实现水资源的环境保护与综合利用具有重要意义。为切实提高污水处理率, 完善污水配套管网, 提升再生水利用水平, 实现污泥安全处置<sup>[2]</sup>, 宁波市人民政府编制并实施了《宁波市“十二五”城镇污水处理及再生利用设施建设规划》(以下简称《规划》), 规划至“十二五”末, 力争城镇污水处理率达到90%以上, 再生水利用率达到25%, 污泥无害化处理率达到100%。“十二五”中期是《规划》推进实施的关键时间点, 掌握宁波市“十二五”中期污水处理与再生利用设施的建设与运行现状, 分析当前存在的主要问题及原因, 并提出相应的对策措施, 旨在为宁波市污水处理事业的近远期发展提供参考和借鉴。

## 1 宁波市污水处理与再生利用设施现状

### 1.1 污水处理设施

宁波市已建成投用城镇污水处理厂24座, 合计污水处理能力达150.5万 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ 。其中, 中心城6区9座, 处理能力87.5万 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ; 县(市)15座, 处理能力63万 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ 。污水经处理后可达二级及以上排放标准。

鄞西污水处理厂一期8万 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ 、滨海污水处理厂一期3.5万 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ 和郭巨污水处理厂2万 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$

均按一级A排放标准进行设计, 近期将陆续建成并投入运行, 符合国家技术政策对新建污水处理厂的排放要求<sup>[3]</sup>。随着污水管网的继续完善和污水收集率的不断提高, 宁波北区污水厂、江东北区污水厂以及镇海后海塘污水厂均出现了超设计负荷的运行情况。

### 1.2 污水收集管网

宁波市现状城镇污水收集管网总长达到7789 km以上。其中, 中心城6个区的污水管网长度为4217 km, 余姚市、慈溪市、奉化市、象山县以及宁海县的污水管网长度分别为654、1372、387、636、538 km。

鄞西污水厂和滨海污水厂的污水配套管网工程与污水厂主体工程同步实施, 采用技术可靠的顶管施工方式, 避免了大面积的土地开挖。宁波市老三区、余姚市、慈溪市以及奉化市开展的污水管网改造工程, 解决了部分雨污混流的问题。宁海县和象山县乡镇污水管网工程的推进实施, 分别提高了西店污水厂与石浦污水厂的实际污水量, 保障了乡镇污水厂的有效运行。慈溪市重点实施的难度较大的截污纳管支线工程, 提高了污水支管的接入比率。

### 1.3 污水再生利用设施

宁波市现有污水再生设施9个, 合计污水再生能力27.55万 $\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ 。其中, 中心城区有再生设

收稿日期: 2014-03-06.

宁波大学学报(理工版) 网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 社会发展科研项目(2011CS0049)。

第一作者: 王雷雷(1987—), 男, 安徽阜阳人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 水污染控制技术。E-mail: 905956907@qq.com

\*通信作者: 高华生(1965—), 男, 安徽安庆人, 博士/副教授, 主要研究方向: 环境污染控制技术。E-mail: gaohuasheng@nbu.edu.cn

施6个,再生能力为 $22.05\text{万 m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ 。再生水以工业用水和污水厂内冲洗用水为主。

宁波南区污水厂 $3\text{万 m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ 、新周污水厂 $5\text{万 m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ 和慈溪教场山污水厂 $2\text{万 m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ 的污水再生能力除用于厂内绿化与冲洗外,基本没有其他用户。江东北区污水处理厂开展的 $1.5\text{万 m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ 再生水补充陆家河的试验仍在进一步论证中。镇海区排水分公司就近实施再生水用于煤场“喷雾洒水-抑制扬尘”工程,取得了一定成效。北仑岩东污水厂的再生水推广利用成效显著,再生水用量已达 $8\text{万 m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ,主要用于宁波钢铁有限公司、北仑电厂、台塑石化等工业企业的循环冷却用水,形成了比较完备的再生水供给系统和价格体系。

#### 1.4 污泥处理处置设施

宁波市现有污泥干化、焚烧处理处置设施9个,无害化处理能力达 $1085\text{t}\cdot\text{d}^{-1}$ (均以80%含水率污泥计算)。其中,中心城区4个,无害化处理能力 $560\text{t}\cdot\text{d}^{-1}$ ;县(市)5个,无害化处理能力 $525\text{t}\cdot\text{d}^{-1}$ 。全市,实际污泥处理量为 $674.5\text{t}\cdot\text{d}^{-1}$ ,污泥无害化处理率达100%。

宁海城北污水厂的污泥厌氧消化-沼气发电工艺,现处于调试运行阶段,预计正式投入运行后,可以满足厂区的部分用电需求。宁波南区污水厂的污泥生物沥浸-板框压滤工艺<sup>[4]</sup>,就地将污泥含水率降至50%左右,减少污泥的实物产生量。象山富春紫光污水厂将厂区污泥与橘子废料混合发酵堆肥,肥料产率在15%左右,主要用于园林绿化。

## 2 主要问题与原因分析

### 2.1 污水处理设施效能偏低

过去几年,宁波市污水处理设施建设加速推进,能力快速提升。受规划设计与排水体制等因素的限制,部分污水厂出现了较高负荷的运行情况,影响了设施的污水处理效率和水平。根据国家技术政策要求,多数现有污水处理设施面临提标升级任务,由于专业性强、时间紧迫以及土地紧缺等原因,工程建设和运行管理压力较大。

污水处理具有很强的专业性和技术性,对污水处理设施的工艺系统、技术操作和运行管理要求较高。目前,对污水处理厂的运营监管只是简单地考察尾水排放是否达标,监管体系不够成熟。部分

县(市)区及中心镇污水处理厂,受技术力量薄弱和新型融资方式的影响,不同程度地存在处理效率低、运营成本高和管理水平差等问题,综合效率亟待改善。污水处理设施的设计、运营与监管总体而言,综合效能整体偏低。

### 2.2 污水收集管网建设滞后

污水管网是污水处理厂重要的配套设施,是影响污水厂进水量、污水收集率和污水集中处理率的主要因素<sup>[5]</sup>。随着宁波市城镇规模快速扩大和污水处理设施建设的不断推进,污水收集管网的建设明显滞后。突出表现在早期污水管网建设普遍存在着雨污合流、管道破旧以及管网(泵站)设计不合理、统计管理不完善等问题,使得部分污水管网(泵站)被重建甚至荒废使用,管网投资、运行和维护费用大幅增加。

由于旧城改造难度大,雨污分流制改造为雨污分流制,短时间内难以全部完成。加之雨、污管道混接现象仍然存在,使得在台风暴雨多发季,宁波市部分污水处理厂经常出现污水严重超量的运行事故。宁波城区部分污水管网以及乡镇污水管网质量,与设计要求存在较大差距。污水管网建设进展相对缓慢,缺乏系统的组织监管。

### 2.3 污水再生设施闲置较多

近年随着污水再生利用设施的相继建成,宁波市污水再生能力显著提升。但受制于污水处理厂的地理位置、再生水处理成本与政策导向等因素,再生水实际利用量仅约为 $11\text{万 m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ,再生水出路问题一直较难解决,已建成的污水再生设施闲置较多。由于已建的再生水处理设施设计标准低,部分水质指标尚不能满足相关用水企业的特殊要求。

位于工业园区附近的污水厂,其再生水主要可用作企业低品质的冷却水和洗涤水。由于水质、水价都面临大工业供水和企业自备水厂供水的竞争,再生水的就近推广较难开展。部分县(市)工业园区产业结构调整,限制耗水企业入园的同时,也减少了再生水的潜在用户<sup>[6]</sup>。宁波城区污水厂的再生水用于景观河道的生态补水,受河道水环境状况、再生水水质和处理成本等因素的制约,推进缓慢。城市杂用与建筑中水等利用方式受再生水管网建设和公众观念的影响,短期内较难实施。而再生水用于污水厂内部的冲洗绿化消防,实际利用

量十分有限。

## 2.4 污泥焚烧处理成本偏高

目前宁波市污泥处置以外运焚烧为主,处理费用均在每吨 220 元以上,成本总体偏高。出厂污泥含水率高达 80%,实物量约为干污泥的 5 倍,运输、管理方面难度较大,部分地区还出现过违规倾倒污泥的现象。随着污泥产生量的增大,污泥无害化处理处置过程中运输处理成本高和易产生二次污染的问题日趋显现。并且污泥的焚烧处理受制因素较多。

象山富春紫光污水厂的污泥发酵堆肥工艺,对污泥中重金属和有毒有害物等指标的含量控制较为严格,短期内推广应用范围有限。宁海城北污水厂的污泥厌氧消化-发电工艺符合污泥处置的“无害化、稳定化、减量化、资源化”的技术要求,但由于工艺运行不成熟、技术要求高及前期投资大等原因,示范效果尚不明显。而污泥的焚烧处理<sup>[7]</sup>技术要求相对较低,因此也成了目前宁波市主要的污泥处置方式。

## 3 对策措施

### 3.1 分类指导,改善设施综合效能

污水厂是污水处理系统中的关键设施,结合服务范围内的区域发展现状、污水管网的覆盖情况以及主要污染物构成,规划污水厂的新建扩建工程十分必要。对于运行负荷较高的污水厂,在加快设施扩建的同时,即时采取有效的技术措施,提升尾水达标排放。明确思路,开展对污水厂技术、运营和管理水平的论证分析,确定技术经济合理的提标升级方案,减少污染物排放总量。

运营监管方面需探索改进现行的投融资机制,合理调整委托运营年限,强化市场引导,避免垄断运营。定期开展对污水厂运行操作人员的技术培训和技术考察,建立健全对污水处理设施运营监管体系,严格实施和执行排水、排污许可制度。加大科技投入,尝试研发新型污水处理设施常态化运行模拟软件,实现智能化监管,提高监管效率。科技、环保部门要加强科技攻关,研究开发污水处理新技术、新工艺,推广使用节地、节材、经济合理的污水处理工艺和设备。切实提高污水处理设施的设计、运营与监管水平,改善污水处理设施的

综合效能。

### 3.2 统筹协调,加快建设污水管网

加大科技投入,对宁波市现有污水管网及相关设施,开展勘查调研和数据统计工作,快速建立宁波市污水配套管网的地理信息系统<sup>[8]</sup>,为污水管网的设计、建设提供详尽的数据支持。结合污水厂的规划设计、排水区域划分以及现有污水管网的数据信息,加快开展阶段性的污水管网统筹设计,减少不必要的建设与运营投资。

结合旧城改造规划实施进度,在降雨偏少时段,集中开展对合流制检查井的改造,重点加快低洼地区雨水、污水管网的改造进度,避免雨季城市发生内涝,污水厂超负荷运行。发挥宁波市政府统筹协调和整体推进的作用,切实落实县(市)区政府责任制,完善污水管网建设招投标机制。组织技术人员成立管网建设质量、进度监督组,确保建设进度和施工质量符合设计要求。优先建设现有污水厂配套的污水收集管网,加快新建污水厂的污水收集管网建设进度,加大技术和资金投入,选择省时高效的管网建设新技术,切实加快污水收集管网建设步伐。

### 3.3 政策引导,拓展污水再生出路

再生水的水质需求与再生水的回用目标及方式紧密相关<sup>[9]</sup>,提高水质是避免污水再生设施闲置的先决条件。各污水处理厂应深入调研,加大对污水再生的技术投入,因地制宜选择相应的处理工艺和再生设备,提高水质,降低再生水制备成本。各相关部门根据污水再生利用目标,进行任务分解、制定实施方案和落实责任制。加强政策引导,完善激励和约束机制,完善对企业的环境影响评价制度,鼓励和促进新建工业企业使用再生水资源,提高企业对再生水的“主动”需求,增加再生水的实际用户。

根据再生水实际需求规划铺设再生水供给管网系统,完善供水、污水及再生水价格体系,适当提高大工业供水的价格,征收企业自备水厂的水资源保护费和污水处理费,理顺分质供水的阶梯价格体系,加快建立和完善宁波市再生水供给体制机制。为再生水用户制定一定优惠政策,为再生水生产企业提供部分动力补贴。鼓励电力和热力生产企业,参与污水的再生利用,积极探索“水电

联营”模式,合力推进城市污水处理厂与发电厂的长期合作,降低运行成本,提高污水处理及再生利用设施的运行管理效率。

### 3.4 资源利用,提升污泥处理水平

焚烧处理是当前宁波市主要的污泥处置方式,随着污泥处理技术的逐渐成熟,污泥资源化利用前景良好。近期可将污泥焚烧作为满足无害化要求的过渡性处理方式,实施污泥经转运后的全程监管,建立健全污泥处理处置与环境卫生监管机制,避免引发二次污染问题。鼓励和引导宁波市各污水厂选择成熟有效的污泥干化技术,实现污水厂内污泥就地减量,即时降低污泥焚烧处理成本。

根据我国污水处理及污染防治技术政策<sup>[10]</sup>,日处理能力在10万m<sup>3</sup>以上的污水二级处理设施产生的污泥宜采取厌氧消化工艺进行处理。宁波市相关部门,需加大科研投入、寻求技术支持,规划实施宁波市污泥厌氧消化处理试点工程,迈出实现污泥资源化利用第一步,真正发挥污泥作为生物质能源的作用。随着工业污水逐步从城镇污水纳污管网系统中剥离,城镇污水中重金属和有毒有害物质含量将逐步降低。长远看来,各县(市)、乡镇的中小型污水厂适宜采用污泥发酵堆肥技术。结合污泥厌氧消化、发酵堆肥的项目进展,推出相应的政策鼓励和支持,将污泥经生物处理后的产

物推向市场,形成收益,切实提升宁波市污泥处理水平。

### 参考文献:

- [1] 国务院办公厅. “十二五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划[J]. 中国环保产业, 2012(6):4-13.
- [2] 宁波市人民政府. 宁波市“十二五”城镇污水处理及再生利用设施建设规划[M]. 宁波: 宁波出版社, 2012:84.
- [3] GB18918-2002, 城镇污水处理厂污染物排放标准[S].
- [4] 鲍立新, 李激, 蒋岚岚, 等. 城镇污水处理厂剩余污泥处理与处置技术探讨[J]. 中国给水排水, 2012, 28(13): 152-156.
- [5] 苏静璇. 城市污水管网对污水处理厂运行管理的影响探究[J]. 商品与质量·建筑与发展, 2013(12):558-560.
- [6] 王福连. 浅析城市污水再生利用现状及发展方向[J]. 城市建设理论研究, 2013(10):26-28.
- [7] 朱芬芬, 高冈昌辉, 王洪臣, 等. 日本污泥处置与资源化利用趋势[J]. 中国给水排水, 2012, 28(11):102-104.
- [8] 胡学斌, 严文涛, 何强. 基于GIS的城市污水管网监测维护决策支持系统设计[J]. 重庆大学学报, 2010, 33(7): 108-114.
- [9] KONING J, BIXIO D, KARABELAS A, et al. Characterization and assessment of water treatment technologies for reuse[J]. Desalination, 2008, 218:92-104.
- [10] 建设部, 国家环境保护总局, 科学技术部. 城市污水处理及污染防治技术政策(建成(2000)124号)[G]. 北京: 中国建设部, 2000.

## Wastewater Treatment and Reclamation Facilities of Ningbo City: Status-in-quo

WANG Lei-lei<sup>1</sup>, GAO Hua-sheng<sup>1\*</sup>, JIANG Xiao-long<sup>2</sup>, LI Bing<sup>1</sup>, ZHANG Shu-lin<sup>1</sup>

(1. Faculty of Architectural, Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2. Department of Resource Conservation and Environmental Protection of Ningbo, Ningbo 315010, China)

**Abstract:** Based on reviewing the relevant terms on the National Twelfth Five-Year Plan, the mid-phase status-in-quo on wastewater treatment and reclamation facilities in Ningbo city is described in detail. The main problems and reasons for construction and operation of infrastructure are stated and analyzed. Countermeasures are proposed in a bid to improve the overall efficiency of facilities, including speeding up the construction of sewage network, expanding the outlet of wastewater reclamation, etc. The ultimate goal is to uplift the integrated level of sludge treatment in Ningbo city.

**Key words:** Ningbo city; wastewater treatment; reclaimed water; sewage network; sludge treatment

(责任编辑 章踐立)