

水环境综合整治

DOI: 10. 19853/j. zgjsps. 1000-4602. 2022. 12. 006

我国建制镇污水处理现状及发展方向研究

黄悦, 刘广奇, 陶相婉, 余忻, 姚越

(中国城市规划设计研究院, 北京 100044)

摘要: 我国建制镇污水处理设施建设进展迅速,但发展模式粗放、设施总量不足、短板突出等现象普遍存在,各区域设施建设水平还存在显著差异。将统计分析和案例调研相结合,分析了建制镇污水设施的现状问题和发展方向。建制镇污水处理存在无序建设、粗放管理、低效运行等问题,究其原因是顶层设计不足、技术和标准体系不健全、建设和运维投入不够等。应加强规划指引作用,因地制宜,分类指导,提高建设和管理的系统化水平,拓展资金来源和创新运维模式,推动污水处理设施建设向统筹规划、精细管理、优化运行转变。

关键词: 建制镇; 污水处理; 设施建设; 处理效能

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2022)12-0037-05

Research on the Current Status and Development Direction of Sewage Treatment in China's Administrative Towns

HUANG Yue, LIU Guang-qi, TAO Xiang-wan, YU Xin, YAO Yue

(China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100044, China)

Abstract: The construction of sewage treatment facilities in administrative towns in China has made significant progress in recent years. However, extensive development, insufficient capacity and facility shortcoming still exist, with uneven capacities and levels of treatment facilities among regions. Statistical analysis and case study are combined to identify the current situation, problems and development direction of sewage facilities in towns. Issues such as disorderly construction, extensive management, and inefficient operation are addressed, as a result of insufficient top-level design, imperfect technology and standard system, insufficient investment in construction, operation and maintenance. Sewage system in towns should strengthen planning guidance, adjust measures to local conditions with classified guidance, improve the systematic level of construction and management, expand funding sources and innovate operation and maintenance patterns, to promote the transformation of sewage collection and treatment facility construction towards overall planning, refined management, and optimized operation.

Key words: administrative towns; sewage treatment; facility construction; treatment efficiency

随着我国城镇化进程加速,城镇建设取得瞩目成就的同时,发展不均衡、不充分的问题也逐渐显

现。建制镇作为衔接农村和县城的中间行政层级,随着社会经济的发展,污水产生量迅速增加,污水处

理设施建设也取得了快速发展。但应注意到,建制镇污水处理设施规模小、水质水量波动大、区域差异性显著^[1],与县城和城市污水处理设施能力水平相比还存在较大差异。与此同时,在建制镇污水系统建设和运行中,普遍存在缺少统筹规划、资金投入不足、运行效率低下、设施利用率不足等问题,导致镇区水环境治理压力较大,制约村镇人居环境质量提升^[2]。厘清建制镇污水处理现状和问题,大力推进和提升镇级污水处理能力水平建设,对统筹城乡发展、改善村镇环境质量、实现基本公共服务均等化具有重要意义。

1 发展现状

1.1 设施建设稳步推进

随着社会对水环境治理重视程度不断提高,建制镇污水收集和处理设施建设得到持续发展。2015年—2020年,对生活污水进行处理的建制镇数量从4 512个增至12 300个,污水处理厂数量增长2.7倍,处理能力增加了92.47%,排水管渠长度增加了23.87%^[3],设施能力建设取得显著进步。

1.2 设施总量不足,质量不高

尽管近年来建制镇污水处理设施建设飞速发展,但总体欠账过多、能力不足、设施建设滞后于污水排放量的增长,对镇区水环境质量造成较大压力。截至2020年底,建制镇污水处理设施的发展水平和建设标准仍显著低于城市和县城(见表1)^[3]。

表1 2020年建制镇、县城和城市污水设施建设情况

Tab.1 Construction of sewage facilities of towns, counties and cities in 2020

行政级别	设施能力配备水平		系统运行效果	
	建成区污水处理规模密度/ ($10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$)	建成区排水管道密度/ ($\text{km} \cdot \text{km}^{-2}$)	污水处理率/%	污水厂集中处理率/%
城市	0.34	11.11	97.53	95.78
县城	0.19	9.60	95.05	94.42
建制镇	0.11	4.57	60.98	52.14

2020年我国城市和县城污水处理率分别达到97.53%和95.05%,建制镇仅为60.98%。用建成区单位面积的收集处理设施规模表示单位面积建设密度,建制镇污水处理规模密度仅为城市的1/3,排水管道密度不足城市的1/2。

建制镇污水处理投资强度不足,长期以来投入欠账严重。建制镇的排水固定资产投资强度

仅为县城的30%~50%,不足城市的1/3^[3](见图1)。建制镇排水设施建设以地方政府财政资金为主,污水处理收费机制难以建立和落实,收集和处理设施的资金来源不明确,融资渠道也不畅通。

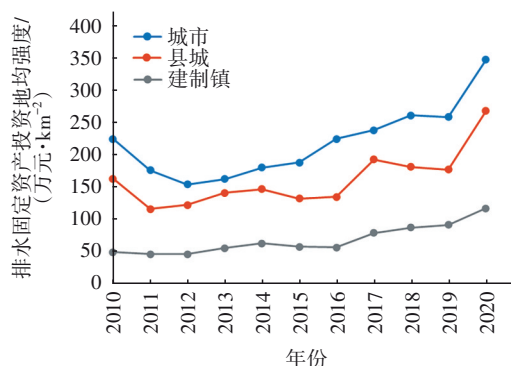


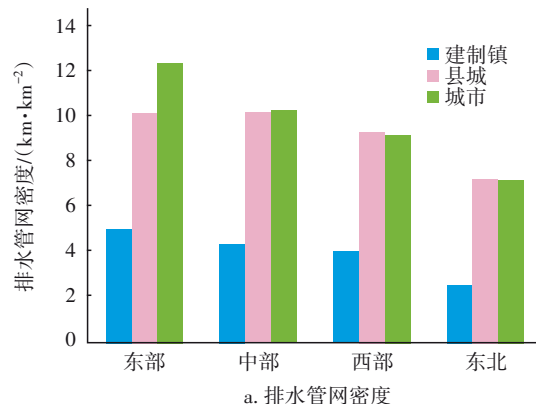
图1 建制镇、县城、城市排水固定资产投资地均强度

Fig.1 Investment intensity of drainage facilities of towns, counties and cities

与此同时,由于原有建设标准低、改造困难大等原因,建制镇污水处理设施普遍建设质量不高,运行效率低下,收集处理效果不明显。2015年—2020年,在建制镇污水处理设施规模和管渠长度大幅增长、跨越式发展的背景下,污水处理率和集中处理率仅分别增长了10.03%和10.57%^[3],设施的投资建设未能获得良好的效果。

1.3 发展不均衡,空间差异显著

建制镇污水设施建设在空间上存在显著差异^[3](见图2)。设施发展水平自东向西呈递减趋势,东部地区污水处理设施建设普遍强于中西部。同时,受建制镇社会经济、人口规模、地理条件、重视程度等多方面影响,在各省、市内部各镇发展水平同样差异巨大,这种差异性特征,要求建制镇污水系统建设的政策、规划、技术、标准等都更应强调因地制宜和分类指导。



a. 排水管网密度

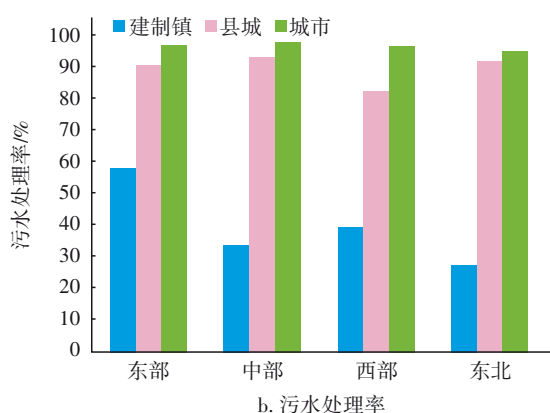


图2 我国2020年分地区建制镇污水处理设施建设情况

Fig.2 Drainage facilities construction in towns by region in China, 2020

2 问题分析

对全国9个省共计55个建制镇的污水处理情况进行了调研,围绕污水收集和处理设施的建设水平、运行效果、投资和成本等方面构建调研指标,以统计分析与现场调研相结合的方式进一步识别建制镇污水处理的问题和难点。受调研建制镇分布如下:东部地区3省16镇,中部地区3省23镇,西部地区2省10镇,东北地区1省6镇。

2.1 缺少统筹规划,无序化建设制约建设成效

2.1.1 负荷率统计

各地区受调研镇污水处理设施负荷率统计见表2。

表2 受调研建制镇污水处理设施负荷率平均值

Tab.2 Average load rate of sewage treatment facilities in the surveyed towns

项目	平均值	东部地区	中部地区	西部地区	东北地区
处理规模/ ($10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)	0.96	1.32	0.49	0.61	1.69
负荷率/%	57.27	55.21	61.30	58.73	49.47

其中,东北地区污水处理设施的平均规模为各地区受调研镇均值最高,但负荷率却远低于各区平均水平。具体来看,东北地区受调研镇污水厂设计规模过大,污水收集管网尤其是支管、入户管建设滞后,导致污水厂处理规模偏大的同时污水收纳不足,负荷率较低。

2.1.2 影响因素分析

① 规划缺乏弹性

建制镇排水系统缺乏系统性、可持续性的规划设计。受区位经济和政策影响,建制镇发展变化较

快,排水系统规划时空不协调的问题突出,早期规划缺乏弹性和适应性,往往难以指导后期建设发展,使得污水收集管网和污水处理设施的规模、布局都缺乏协调性和一致性。

② 指标难以估算

建制镇常住人口难以统计,用水习惯不同于城市居民,生活污水实际产生量与设计污水量存在较大偏差。同时,建制镇人口和用地发展规律也不同于城市,难以准确估算污水量^[4]。加上纳管率不高,污水收集不足,套用城市污水量预测方法容易出现设计规模过大的情况,受调研的部分污水厂甚至因为负荷率过低而难以运行。

2.2 管网建设和运行水平较差,进水水质差异大

2.2.1 进水水质统计

各地区受调研镇污水处理厂进水污染物浓度平均值如表3所示。整体上建制镇进水浓度偏低,不少污水厂需要外加碳源。西部地区受调研镇进水浓度较高,东部地区次之,东北地区最低。个别受调研镇存在进水量低、进水浓度低、处理工艺不合适、工业废水混入等情况,导致污水处理设施难以稳定有效地运行。

表3 受调研建制镇污水处理厂进水污染物浓度平均值

Tab.3 Average concentration of influent contaminants of the WWTPs in the surveyed towns $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	平均值	东部地区	中部地区	西部地区	东北地区
COD	251.97	261.66	164.56	483.76	140.81
氨氮	29.66	24.91	22.81	57.34	15.99
TP	3.84	2.34	3.22	8.36	3.12

2.2.2 影响因素分析

① 排水系统不完善

污水厂进水水质浓度受排水体制、管网系统建设的影响突出。受调研建制镇多数采用合流制,部分新建成区采用雨污分流制,但老镇区仍然采用合流制,改造困难,影响污水厂进水浓度。管网系统不完善,重干管、轻支管的现象普遍存在,尤其是老镇区支管入户率较低,多采用截流井的方式收集生活污水,受雨水和地下水的影响大。同时,建制镇污水收集设施建设资金欠缺,管网养护不足,老旧管网破损严重,也对污水厂的进水量、水质产生较大影响。此外,部分建制镇发展迅速,配套污水管网建设相对滞后,收集系统难以全覆盖,污水收集不到位、散乱排放现象仍然存在。

② 地区性差异显著

建制镇数量大,体量小,差异性非常突出。除自然条件、生活习惯、饮食结构等因素,当地主导产业类型同样会对污水厂进水规律特征产生影响。部分受调研建制镇污水处理厂还处理部分工业废水,受工业类型和产品周期影响,水质水量差别很大。部分以旅游业为主导的建制镇,污水厂来水量、水质呈季节性波动。这都给污水厂处理技术的选择和运行带来不确定性,提出了更高要求。

2.3 污水处理成本偏高,资金来源不足

2.3.1 排放标准统计

提供出水水质标准的受调研建制镇共计46个,其中30个镇(65%)执行一级A排放标准,9个镇(20%)执行一级B排放标准,2个镇(4%)执行二级标准。此外,个别建制镇按照所属流域水污染排放标准,执行地表Ⅳ类水标准;或依据地方规定,新建污水设施排放标准参照地表Ⅴ类水执行。总体来看,镇一级污水厂执行一级A标准居多,普遍存在“一刀切”的现象,个别建制镇要求污水处理排放标准和地表水环境质量标准接轨,从经济条件和技术水平来看有待商榷。

2.3.2 技术类别统计

受调研建制镇污水处理工艺以活性污泥法为主,也有采用生物膜或MBR工艺等。AAO、SBR、氧化沟及其变形工艺占比分别约53%、11%、11%,生物膜和MBR占比分别约16%和8%。受调研镇中,约41%的污水处理设施具备远程监控运行能力,约57%交由企业运营管理。

2.3.3 建设和运行成本统计

受调研污水处理设施建设和运行成本见表4。

表4 受调研建制镇污水处理设施建设及运行成本

Tab.4 Construction and operating costs of sewage treatment facilities in the surveyed towns

项目	平均值	东部地区	中部地区	西部地区	东北地区
建设成本/ (元·m ⁻³)	6 818.93	4 402.61	7 950.63	9 328.58	3 602.69
运行费用/ (万元·a ⁻¹)	281.76	488.91	174.60	285.93	213.85
运行成本/ (元·m ⁻³)	1.97	2.80	1.55	2.13	1.40
吨水电耗/ (kW·h·m ⁻³)	0.75	1.02	0.59	0.92	0.54

受调研镇污水处理设施的建设成本为5 000~10 000元/m³。就调研情况而言,东北地区设施平均建设成本最低,主要由于污水处理设施建成时间较早,工艺简单。西部地区受调研镇设施平均建设成本最高,与西部地区地势特殊、施工难度较大有关。

受调研镇已投入运行的污水处理设施运行成本(电费、人工费、药剂费)约100~550万元/a,吨水处理成本为1~3元/m³,吨水耗电量为0.3~1.5 kW·h/m³。东部地区出水水质标准要求较严,运行维护到位,吨水处理成本较高;东北地区由于工艺简单,进水水质浓度较低,运行费用、吨水处理成本与吨水耗电量均相对较低。

2.3.4 影响因素分析

① 标准和规范缺失

与建制镇特殊性相适应的污水处理排放标准、技术规范等仍然处于缺位状态^[5]。受调研建制镇普遍采用一级A排放标准,部分建制镇对新建设施提出了更高的地方标准。尽管建制镇污水排放不可忽视,但在排放标准上未能充分考虑当地环境容量和经济水平,而是采用“一刀切”的做法,对建制镇污水处理设施的管理和运行都带来压力。此外,在污水处理工艺的选取上,受调研建制镇污水处理厂总体上与城市没有显著区别,考虑到建制镇污水厂规模较小、水质水量波动大的特点,技术选择上还应加强指导。

② 污水处理收费困难

受调研镇中仅有1/4给出了当地污水处理收费标准(0.8~1.2元/m³)。但实际调研中,受到诸如间歇供水、供水无法计量、用户支付意愿不足等现实情况影响,多数建制镇难以足额收取污水处理费,污水处理运营成本多由地方财政托底。受乡镇级财政收入的限制,污水运行费用难以得到保证,资金来源严重不足。

3 对策建议

3.1 提高建制镇污水设施规划和建设的系统性

建制镇污水设施规划应强调因地制宜,合理选择集中或分散的污水处理模式,科学确定建设规模和系统布局,统筹近远期发展和建设时序,协调其他规划,预留弹性空间。在管网建设上,应重视完善配套管网系统,对有条件的建制镇逐步开展管网混错接和雨污分流等升级改造工作,对建设条件相

对滞后的地区侧重补齐主管,丰富支管,延伸接户管,加强污水收纳能力。对已建管网应定期进行检测与维护,确保管道畅通。

3.2 细化标准,加强适应性技术研究

污水处理排放标准应充分考虑当地污水的水质、水量和受纳水体的环境容量。对工艺技术的选择,应优先考虑冲击负荷抗性强、运行稳定、运行费用低、维护方便的技术,在水质特征化的基础上选择处理工艺,并对工艺参数进行精细化设计。对有处理工业企业排水需求的建制镇污水设施,应加强工业企业排水的规范化管理。经济欠发达地区建制镇污水处理也可充分利用场地环境,采用人工湿地强化处理、土地系统、稳定塘等技术^[6]。

3.3 广泛筹措资金,创新运营模式

推动污水处理设施投资、建设、运营、维护一体化和市场化,提高污水设施运行维护水平。建制镇污水处理设施运行可考虑采用以市、区、县或者流域为单位,打包委托专业化运行管理的模式,通过资源共享降低单个设施运行成本。可根据当地经济技术水平,考虑采用人工和自控相结合,或建立信息系统远程控制监管等方式,在节约人力成本的同时,提高运行管理水平。

4 结论

我国建制镇污水设施建设取得了阶段性成果,但设施总量不足、发展不均衡等现象仍然存在,应着力找准问题,补齐短板,加大投入。受管网系统不完善、地区差异显著、标准和规范缺位、收费困难等因素制约,建制镇污水处理普遍存在设施无序化建设、管网运行水平差、污水处理设施难以稳定运行、运行维护成本偏高等问题,亟需从标准规范、规划设计、工艺技术和运维管理等方面开展研究,加大建制镇污水设施投入,推动高水平建设、高质量发展,助力城乡统筹发展和新型城镇化战略实现。

参考文献:

- [1] 李伟,徐国勋,鲁剑,等.小城镇污水处理设施的特点及对策[J].中国给水排水,2012,28(6):29-32.
LI Wei, XU Guoxun, LU Jian, *et al.* Characteristics

and countermeasures about sewage treatment facilities in small towns[J]. China Water & Wastewater, 2012, 28(6):29-32(in Chinese).

- [2] 刘双柳,徐顺青,陈鹏,等.城镇污水治理设施补短板现状及对策[J].中国给水排水,2020,36(22):54-60.
LIU Shuangliu, XU Shunqing, CHEN Peng, *et al.* Current situations and countermeasures of municipal wastewater treatment facilities to strengthen the weak points[J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(22):54-60(in Chinese).
- [3] 住房和城乡建设部.中国城乡建设统计年鉴(2020年)[M].北京:中国统计出版社,2021.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development. China Urban-Rural Construction Statistical Yearbook (2020) [M]. Beijing: China Statistics Press, 2021 (in Chinese).
- [4] 石炼,秦嘉琦,刘广奇,等.中部某县城乡污水治理全域规划实践研究[J].给水排水,2020,46(6):21-26.
SHI Lian, QIN Jiaqi, LIU Guangqi, *et al.* Study on wastewater treatment planning of a county in central China [J]. Water & Wastewater Engineering, 2020, 46(6):21-26(in Chinese).
- [5] 姜立晖,刘广奇,周益昕.小城镇污水处理技术与设施建设运行管理[J].建设科技,2006(24):60-61.
JIANG Lihui, LIU Guangqi, ZHOU Yixin. Sewage treatment technology and facility construction, operation and management in small towns [J]. Construction Science and Technology, 2006 (24): 60-61 (in Chinese).
- [6] 王晓昌,袁宏林,赵庆良.小城镇污水处理技术的发展与实践[J].给水排水,2015,41(8):1-3,29.
WANG Xiaochang, YUAN Honglin, ZHAO Qingliang. Development and practice of small town wastewater treatment technology [J]. Water & Wastewater Engineering, 2015, 41(8):1-3,29 (in Chinese).

作者简介:黄悦(1986-),女,四川遂宁人,博士,高级工程师,主要从事城镇水务规划设计工作。

E-mail:huangenv05@126.com

收稿日期:2022-04-29

修回日期:2022-05-06

(编辑:衣春敏)