

上海市污水资源化利用现状及对策分析

陈逸斐

上海市供水管理事务中心

摘要: 按照国家和上海关于污水资源化利用工作的总体要求,通过分析国内外污水资源化利用典型做法和上海目前污水资源化利用现状及相关应用实践,提出符合上海实际的相关对策和建议,为今后上海全面推进污水资源化利用提供指导依据,助力上海建设节水型社会(城市)。

关键词: 上海; 污水; 再生水; 实际应用; 对策建议

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.23.112

水是保障人民生活和经济社会发展必不可少的重要资源。然而近年来随着世界经济的不断发展和人口数量的持续增加,人们对水资源的需求越来越大。为缓解水资源供需矛盾,人们开始探索研究再生水、集蓄雨水、淡化海水、微咸水、矿坑水等非常规水源,经过处理后可以利用或再生利用,在一定程度上替代常规水资源。在非常规水源中,将污水经无害化处理达到特定水质标准,作为再生水替代常规水资源,用于工业生产、市政杂用、生态补水、农业灌溉等,对促进水资源集约节约和减排降碳,推动经济社会绿色、高质量发展具有重要意义。

2021年1月,国家发展改革委等十部委印发《关于推进污水资源化利用的指导意见》(发改环资〔2021〕13号),为污水资源化利用提供全流程系统化的解决方案,对推进我国各地开展污水资源化利用工作具有重要的指导作用。上海立足城市特点,发布《上海市推进污水资源化利用实施方案》(沪发改环资〔2022〕6号),提出“到2025年,再生水利用量持续提高;在城镇、工业、农业等领域推进10个污水资源化利用试点项目,各郊区建成‘一区一点’污水资源化利用特色亮点”等具体目标。推进污水资源化利用,是贯彻“节水优先”十六字治水思路,落实国家节水行动,践行生态文明建设理念的必然要求,对提高全民节水意识,培育社会节水文化有着积极的促进作用。

一、国内外污水资源化利用典型案例

(一) 国外

在葡萄牙,近年来在南部(阿尔加维)开发一些污

水再生利用项目并实施至今,主要用于灌溉高尔夫球场和小型农田(如柑橘)、公园灌溉等。位于葡萄牙阿尔加维的一个污水处理厂,每天平均有14500立方米的三级污水用于灌溉河道,剩余的污水流入池塘,池塘有一块动物保护栖息地,是受保护鸟类的重要筑巢区。除此之外,该污水处理厂还为附近的一家高尔夫球场供应灌溉等维护高尔夫球场生态系统的用水。

在加拿大,近年来随着气候变暖导致冰川规模急速缩小,西部省份水源受到严重威胁,这些缺水地区长期开展污水再生利用的探索。加拿大艾伯塔省、萨斯喀彻温省等地的炼油厂、炼钢厂、造纸厂、发电厂等工业生产活动已经具有广泛而悠久的污水再生利用历史,这些工业再生水厂在传统水处理基础上普遍采用超滤、反渗透等深度处理,可稳定提供高品质再生水,满足废水“零排放”要求。

日本是一个水资源较为缺乏的国家,人均水资源量低于世界平均水平,为应对淡水供应不足的问题,早在20世纪80年代,日本主要城市就已逐步开展污水再生利用。福冈是实行了第一个再生水区域回用方案的城市,通过推广安装循环用水设施,将再生水用于冲厕和景观灌溉;位于东京的有明再生水厂,污水二级处理后(AAO工艺)经过生物过滤、臭氧接触、加氯消毒和高速过滤后回用于厂内设施清洗、邻近住宅冲厕和地铁清洗等^[1]。

(二) 国内

北京是典型的资源型缺水城市,再生水有效缓解了用水紧张的问题。2020年北京再生水利用量为12.0亿立方米,再生水利用率为58.8%,城市内大型污水处理厂(10万立方米/天以上)在生物处理单元大部分采用A²O或MBR膜生物处理工艺;在深度处理单元采用超滤或者砂滤池去除悬浮物,臭氧脱色除臭,再利用紫外线消毒。经处理后的水质可满足生产生活所需的各种水质标准,主要用于环境、工业和市政:环境用水主要用于北京的公园湖泊、河道主要补水水源,有效改善城市河湖景观和生态环境;市政主要用于北京的绿化灌溉、道路喷洒、施工压尘、洗车、建筑冲厕等^[2]。

浙江省长兴县为中度缺水城市，近年来积极推动污水再生利用，主要用于工业生产：一是以集中式污水处理厂为源头，对火电、印染及绝大多数喷水织机企业实行外部循环再利用；二是以零散式中水回用站为源头，对铅蓄电池、印染及少数纺织企业实行内部循环再利用。2020年，长兴县再生水利用量为4900万立方米，再生水利用率为31.9%，利用量和利用率指标均领跑全省。长兴县再生水利用成果为浙江省主要污染物减排和太湖流域综合治理提供了有力支撑，保障了经济增长和水资源节约保护“双赢”。

二、上海市污水资源化利用现状

近年来，上海污水资源化利用主要以城镇污水处理厂为基础，将水质达标的出水供给周边区域生态景观补水、绿化浇灌、市政杂用、工业辅助用水等。截至2021年，全市共有污水处理厂42座，处理能力857.3万立方米/天（数据来源：2021年城乡建设统计年鉴），尾水排放标准全部在《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）一级A及以上排放标准，到2035年再规划建设8座污水处理厂，污水治理基本形成石洞口、竹园、白龙港、杭州湾、嘉定及黄浦江上游、崇明三岛六大污水治理区域。2019年-2021年全市污水处理总量和再生水利用量如表1所示：

表1 2019年-2021年全市污水处理总量和再生水利用量统计表

年份	污水处理总量 (万立方米/年)	再生水利用量 (万立方米/年)
2019年	215233	324.3
2020年	214144	1390.42
2021年	225939	2138.06

部分污水处理厂再生水就近资源化利用的所作用途、近年利用量如表2所示：

表2 上海部分污水处理厂再生水就近资源化利用的所作用途、近年利用量统计表

污水处理厂	用途	近年利用量 (万立方米/年)
青浦第二污水处理厂	邻近污泥干化厂冷却及冲洗用水	194
嘉定南翔污水处理厂	地上生态公园景观补水及绿化灌溉	224.76
临港污水处理厂	邻近天汉环境资源有限公司工业辅助用水	18
竹园第二污水处理厂	竹园污泥厂污泥干化载气洗涤降温、烟气洗涤降温	1460
崇明城桥污水处理厂	周边市政绿化浇灌和道路浇洒	0.05

此外，上海也有工业污水厂和工业园区污水就近利用的案例，例如上海化学工业区利用园区的工业污水厂尾水给园区内湿地进行生态补水，2021年利用量约为238万立方米；金桥经济技术开发区将上海申美饮料食品有限公司的中水通过管道，输送给园区内的其他企业，用于空调冷却水补充、绿化景观用水、洗车、厕所冲洗用水等，2021年利用量约3.25万立方米。

上海工业企业的生产排放污水重复利用也是颇有亮点。自2019年起上海每年举办非常规水源利用案例评选活动，其中一项就是挖掘全市工业水重复利用优秀经验做法。例如获得2021年工业水重复利用一等奖案例的上海申能崇明发电有限公司，充分考虑燃气电厂无脱硫设备、无烟气除尘装置的特殊情况，将废水水质特性和设备、场地情况结合起来，每年全厂废水零排放系统和各节水系统共处理回收利用各类废水水量约7万立方米，减少长江取水量4.55万立方米/年，并实现电厂废水零排放的目标；获得2022年工业水重复利用一等奖案例的上海上药第一生化药业有限公司，内部设有污水处理站用于处理厂区的生产废水，工艺中所需的洗瓶废水经Fe/C池、中和混凝池、兼氧水解池、接触氧化等处理后部分经膜分离技术进入容积为200立方米的中水回用水箱，回用于锅炉、冲厕、保洁清洗、绿化以及景观水池等，中水回用管网覆盖全公司，管网保持压力稳定，并预留接口，全自动程序控制，做到随用随接，每年节省市政自来水8.59万立方米。

然而对标国内外先进城市，上海再生水利用率等节水指标还存在一定差距，再生水利用市场机制有待进一步建立和完善。从实际情况来看，上海的污水处理厂受限于土地资源紧张和路网下的管位资源紧缺，故缺乏成体系的再生水输配管网，再生水无法输送到距离较远的区域使用；二是缺乏政策支持和财政激励，一般用水户污水处理工艺的投资成本、能耗成本、设施设备的维修保养成本较高，相比起上海自来水价格较低，用水户难以提升使用、探索污水处理回用技术的积极性。

三、对上海市污水资源化利用提出的对策和建议

（一）编制再生水利用专项规划

近年来，上海紧跟国家步伐，陆续发布《上海市节水行动实施方案》《上海市推进污水资源化利用实施方案》《上海市节水型社会（城市）建设“十四五”规划》等文件，对上海污水资源化利用未来发展道路提出了目标。建议根据城市发展特点，因地制宜，科学编制

再生水利用专项规划,推进污水处理厂配套建设再生水输配管网,同时结合周边产业布局,合理规划再生水利用基础设施,重点关注电厂、垃圾焚烧厂、生态景观、绿化浇灌、市政杂用等用水项目^[3],逐步拓展污水资源化利用范围和途径。

(二) 建立再生水价格管理机制

目前上海再生水利用主要建立使用者付费制度,放开再生水政府定价,由再生水供应企业和用户按照优质优价的原则自主协商定价。建议根据本市各行业领域使用再生水的现状,尽快出台再生水价格管理指导意见,明确再生水供应企业和用户在与自来水价格保持合理价差的区间内协商定价,建立政府可控、市场调节的再生水价格管理机制^[4]。

(三) 加大政策支持和财政激励力度

建议对投资建设污水处理厂、污水处理回用设施设备的企业提供政策和经济方面的支持(例如目前上海已推出的“节水惠”贷款业务,对包含污水资源化利用在内的节水项目提供便捷优惠的金融支持),对再生水供应企业和配备污水处理回用设施设备的企业提供直接财政补贴,降低因投资建设、能耗、维修养护等成本所造成的经济负担,激发更多用水户探索污水处理回用技术的积极性和创造力。

(四) 加强再生水的安全监督管理

建议结合再生水推广使用情况,在再生水水质国标基础上出台上海地方标准,明确不同用途水质的重点监测指标与指标范围,特别是生态、景观、绿化用水的水质指标要严格细化^[5];加强对污水处理和再生水生产、输配、使用的各环节的水质、水压、水量的安全监督管理,强化对设施设备操作人员的安全生产培训教育;由水务、生态环境等部门开展对污水处理、再生水生产设施设备运维的安全检查,发现问题及时督促整改,切实保障污水处理和再生水利用的安全、优质、可靠。

(五) 强化污水资源化利用管理和考核

目前上海已将中水利用、再生水利用纳入小区、学校、机关(单位)、企业、园区等节水型载体的评价指标,有效促进了节水型社会(城市)建设工作和污水资

源化利用的协同推进。建议健全完善污水资源化利用统计方法和制度,对《上海市节水行动实施方案》《上海市推进污水资源化利用实施方案》《上海市节水型社会(城市)建设“十四五”规划》等文件中提出的加强污水处理回用和优先使用再生水的用水单位实行考核制度,明确考核指标,切实提升全市污水资源化利用水平。

(六) 加大污水处理和再生水利用的宣传力度

结合“世界水日”“中国水周”“全国城市节约用水宣传周”“世界环境日”“全国科普日”等契机,加强节约保护水资源和污水处理、再生水生产工艺流程的宣传科普,提高社会公众的认知度和认可度,增强对再生水的接受和使用意愿,充分发挥社会监督、舆论监督和行业自律作用,营造全社会共同参与污水资源化利用的良好氛围。

四、结语

污水资源化利用是推动城市节水减排,促进城市运行降损增效的一项重要举措。上海积极做好顶层设计,加强统筹协调,完善政策措施,强化监督管理,开展试点示范,努力探索出一条符合上海特点、具有上海特色的污水资源化利用发展道路,为提升水资源集约节约利用水平,推动经济社会更高质量、更可持续发展不断添砖加瓦。

参考文献

- [1] 娄和洲. 日本东京有明污水处理厂概要[J]. 给水排水, 2003(06): 33-35
 - [2] 刘璐. 北京市再生水利用现状、问题及建议[J]. 水利发展研究, 2022, 22(05): 83-88.
 - [3] 秦波. 上海市某污水厂再生水利用途径探究及效益分析[J]. 净水技术, 2022, 41(S1): 144-148.
 - [4] 王雷, 江小平. 中国城市再生水利用及价格政策研究[J]. 给水排水, 2021, 57(07): 48-53+59.
 - [5] 李肇桀, 刘洪先. 关于再生水利用的短板分析与对策建议[J]. 水利发展研究, 2021, 21(11): 65-67.
- 作者简介: 陈逸斐(1994-), 男, 助理工程师, 主要从事节水管理相关工作。