

污水资源化管理的市场驱动路径研究

王喜峰¹, 王亦宁²

(1. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所, 北京 100732; 2. 水利部发展研究中心, 北京 100038)

摘要:为了研究推动污水资源化、提高污水资源化水平、创新污水资源化管理体制, 提出污水资源化管理的市场驱动路径。主要研究方法是基于成本核算分析, 在对现状进行归纳分析的基础上, 分析再生水使用量较大的城市污水资源化的外部效益, 首要考虑的是生态的补水效益、环境效益等, 直接经济效益并不是考虑重点, 污水资源化处理的费用绝大多数由市政负担。在对污水资源化过程中, 经过成本核算, 认为财力雄厚的一线 and 准一线城市能够负担, 而广大城市难以自行负担污水资源化的费用, 对于引入社会资本降低地方财政负担和工业企业负担以及推动水治理体系现代化是形成污水资源化利用长效机制的关键所在。提出政府确定产权和收益; 构建再生水资产的交易机制; 制定全国再生水利用目标; 加强再生水利用基础设施规划与建设; 合理设置再生水作为非常规水源统一配置体系的边界以及协调再生水利用与最严格水资源管理制度的衔接问题的政策建议。

关键词:污水资源化; 市场路径; 再生水资产; 成本核算; 污水管理; 环保政策

中图分类号: TV213.4; X324

文献标志码: A

文章编号: 1003-9511(2021)06-0050-04

2021 年 1 月 4 日, 中华人民共和国国家发展和改革委员会、中华人民共和国科学技术部等十部委联合发布《关于推进污水资源化利用的指导意见》(发改环资〔2021〕13 号)^[1](简称 13 号文), 将替代常规水资源的再生水用于工业、市政、生活、生态、农业以及地下水回灌的称为污水资源化利用(还包括从污水中提出资源和能源), 并对推动其发展提出若干指导意见。污水资源化利用对于从首尾两端增加了区域水资源承载能力、降低了水体污染和保障水安全, 有着非常积极的作用。

《关于实行最严格水资源管理制度意见》(国发〔2012〕3 号)、《关于加快推进生态文明建设的意见》(中发〔2015〕12 号)、《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》(国发〔2015〕17 号)都要求“积极开发利用再生水等非常规水源”。《关于推进污水资源化利用的指导意见》是继《关于非常规水源纳入水资源统一配置的指导意见》(水资源〔2017〕274 号)(简称 274 号文)之后这一领域又一实质政策措施。274 号文是将非常规水源纳入水资源统一配置中, 主要内容是源头侧的政策措施。13 号文是将非常规水源中最重要的再生水作为核

心, 从城镇生活、工业废水、农业农村污水 3 个重点领域, 从污水收集、再生水循环利用、工业废水循环利用、农业农村污水以用促治工程、污水近零排放创新工程等六大工程以及法规、政策、价格、财金和科技五大体制机制制定了促进污水资源化的各项政策措施。13 号文完善了从源头侧到用户侧整个污水资源化利用系统, 特别是在对污水资源化市场主体支持方面, 对于进一步推进污水资源化利用有着实质的意义。

作为需求侧的再生水的用水户, 怎么避免行政手段一刀切, 发挥市场配置资源的决定作用^[2], 将再生水资源配置到培育污水资源化的市场主体, 形成污水资源化的成本回收机制和长效收益机制, 将再生水精准地配置到利用意愿较高、经济效益较高的行业企业中去, 实现政府引导、市场驱动的基本原则, 是本文的研究重点。

1 再生水资产化管理的必要性

再生水资产化管理是指将污水按照一定标准处理后的稳定流量的再生水资源化、资产化和商品化、将处理设施和再生水资产化和证券化。对

再生水资产化管理、提高污水资源化利用水平是非常有必要。

a. 再生水资产化管理是降低地方财政负担的必要手段。2019年印发实施的《国家节水行动方案》要求,在缺水地区加强再生水利用,到2022年,缺水城市再生水利用占比平均达到22%。对于大部分缺水地区来说,经济发展相对落后,地方财政甚至已难以支撑污水处理厂有效运行,单单依靠地方财政来提高再生水利用率不现实。将再生水资产化获得收益,由政府和社会共同负担污水处理厂运行和再生水基础设施建设,对于降低地方财政负担,建立再生水利用长效机制非常有必要。

b. 再生水资产化管理对于降低工业企业负担十分有必要。①从我国节水的事实来看,工业用水的循环利用率和再生水的利用率已经很高,进一步提高其再生水的利用率,需要上马更高端的设备。如果政府行为硬性摊派工业企业的再生水的提升幅度,其边际成本对工业企业来说形成负担,不符合现阶段工业企业的正常发展的要求。对非常规水资源资产化管理,利用市场机制让具有不同情况工业企业可以按照自身的情况来提升再生水的使用,可以降低部分工业企业负担。②再生水资产化管理后会引导社会资本进入公共服务供水领域,提高居民冲厕用水和生态环境用水的再生水使用量,置换区域新鲜水取用,这些置换后的新鲜水可以用于工业企业的再生产,降低工业企业取水制水设备运行成本。③资产化管理之后,有条件的工业企业可利用生产中余热对企业的废水、海水进行处理制成非常规水向周边行业供应获取收益。这即节省了成本,又获取了非常规水的收益。

c. 再生水资产化管理是提高水治理体系现代化的必要环节。①对节水型社会十分有必要。再生水作为商品,对其进行资产化管理后,配套基础设施由于利益的驱动快速发展,利用更便捷可达,利用量会增加,进而替代部分常规水源的使用。②对水环境治理非常有必要。再生水资产化之后,一方面部分废水作为再生水时绝对排放量降低;另一方面由于提高经济效益的驱动其再生处理水平要契合客户的需要使得水环境改善。③对海绵城市建设十分有必要。解决城市内涝问题必须依靠强力的人工的滞蓄工程,使得城市雨水快速收集。而单单在斑点状公共地上修建该工程,难以成体系^[3]。将这部分收集的雨水资产化后有利于在居民区、写字楼和商场等场所配套相关工程和设施。其收益对于建立海绵城市运营管理的长效机制非常有必要。

2 污水资源化利用现状分析

再生水就是污水经过适当处理后,达到一定的水质指标,满足某种使用要求,可以再次利用的水^[3]。根据《2019年中国水资源公报》^[4],在供水端我国非常规水源供水量为104.5亿 m^3 ,其中由再生水供给为87.36亿 m^3 ,由集雨工程供给为9.61亿 m^3 。由于部门统计口径差异,《2019年城市建设统计年鉴》^[5]显示,市政再生水利用量共116.08亿 m^3 。其中超过10亿 m^3 的省份有广东(31.81亿 m^3)、山东(15.25亿 m^3)和北京(11.52亿 m^3),江苏接近10亿 m^3 。从污水资源化率(市政再生水量/污水处理总量)来看,超过40%的有北京(58.17%)、山东(43.91%)、广东(40.67%)、云南(43.62%)。另外,河北和内蒙古接近40%。

从城市视角来看,2019年全国共332个城市使用了再生水,其中使用量超过1亿 m^3 的城市有23个,这23个城市再生水利用总量为72.38亿 m^3 ,超过全国再生水利用总量的62.35%;利用量超过5000万 m^3 的城市有42个,共利用87.17亿 m^3 ,超过全国的75%。总的来说,我国再生水利用主要集中在23个再生水利用量超过1亿 m^3 的城市。从这些城市的情况来看,绝大多数属于经济较为发达的城市,其中再生水利用的前三名为深圳、北京、广州属于我国一线城市,其他城市都是省会城市或东部沿海城市。

根据再生水利用量与人均GDP的关系来看,再生水利用超过8亿 m^3 的城市,其人均GDP都在15万元以上,从实际来看为北广深3个财力雄厚的一线城市。再生水利用超过2亿 m^3 的城市,如昆明、苏州、东莞、武汉、天津、青岛和郑州也绝大多数为一线城市。从人口来看,再生水超过1亿 m^3 的城市中,除珠海和江门之外,其他城市的人口都在500万人以上^①,且大多数为1000万人以上的大城市。

根据《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)^[6],污水处理后作为回用水的基本要求是一级A标准,大部分指标为排入一般水体执行二类标准的1/3,有些指标为二类标准的1/6。这对污水处理厂的建设和运行成本提出较高的要求。从北京市和深圳市污水回用水的实践来看,大部分为污水在达到再生水处理标准后直接排放到河道,作为河道的生态用水和景观用水^[7-9]。污水作为再生水标准处理后排放的河道一般位于市中心位

① 除长春和大连的人口数据为户籍人口之外,其他城市都为常住人口数据。数据来源 wind 数据库。

置;该区域的人员对高质量生态需求较多,且该区域创造的经济价值较高,能够负担高标准的大量的污水处理。除此之外,部分工业区配套了再生水回用设施,如北京第一热电厂、高碑店热电厂将原来的高碑店污水处理厂再生水利用工程(后改为高碑店再生水厂)和酒仙桥污水处理厂(酒仙桥再生水厂)的再生水作为冷却水利用^[8]。

从上述分析可以看出,再生水使用量较大的城市看重的是污水资源化的外部效益,首要考虑的是生态的补水效益、环境效益等;直接经济效益并不是考虑的重点,或者不是首要考虑的因素。然而,污水资源化处理过程中的费用绝大多数由市政负担。这是再生水利用量超过 8 亿 m^3 的集中在北广深一线城市,超过 2 亿 m^3 的集中在准一线城市的原因所在。下面立足于成本核算,分析其全面铺开情况下的技术经济困境。

3 污水资源化利用的成本核算和技术经济困境

3.1 污水资源化利用的成本核算

污水资源化利用的社会经济困境是制约其长效发展的主要原因。从大规模利用再生水的城市来看,生态用水占绝大部分,市内公园、湖泊、河流以及人工湿地是再生水的主要去处。污水按照回用水处理之后,向主要公园、湖泊、河流以及人工湿地补给,有效改善了城市河湖景观和生态质量,改变了黑臭水体的形象。此外城市杂用包括绿化灌溉、道路喷洒、施工压尘、洗车、建筑冲厕等也占有一部分。生产用水主要是热电冷却用水,也有一小部分高品质供水向高科技企业供水。可以看出,再生水的主要流向为生态、市政和热电企业。其中,生态和市政部分由财政支出,热电行业为城市基础性行业,大多可以享受财政补贴。也就是说城市财力是推动再生水利用的最重要因素。

目前污水资源化再生水的处理技术可以分为:物化处理技术、单膜处理技术、双膜处理技术和膜生物反应器技术^[8]。物化处理技术为:城市污水处理厂出水通过混凝、沉淀或澄清或微絮凝,过滤,消毒,降低 SS、浊度、BOD、CDD 等,该技术处理的再生水主要用于城市杂用,小部分用于景观环境。其投资约为 1500 元/ $(m^3 \cdot d)$,水处理成本 1 元/ m^3 。单膜技术在物化处理的基础上增加了膜过滤装置及配套装置,投资成本增加约 1 倍、运行成本增加了 50%~150%。双膜处理在单膜的基础上增加了反渗透装置,其投资成本较单膜技术增加了 25%~60%,运行成本较单膜技术增加了 30%~110%。膜生物

反应器(MBR)是较为常见的污水资源化处理工艺,其处理后的出水好于 GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A,因此常见到再生水厂工艺中。北京再生水生产能力 55 万 m^3/d 采用的 MBR 及 A2O+反硝化滤池+超滤+紫外线消毒工艺。深圳水环境提升工程之后,大多数污水处理厂将工艺提升至 A2/O 或 MBR 等,出水水质好于 GB 18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A,直接排入河道或者海洋作为生态补水。

如果按照常用的 A2/O 或 MBR 工艺,按照技术经济分析范式,项目运行期按照 40 a,年利率设定为 4%,其投资成本约 0.8 元/ m^3 ,再加上运行成本约 2 元,大概 1 m^3 再生水成本接近 3 元。这些再生水只能作为居民冲厕、工业冷却循环水、景观环境用水。如果大规模作为居民冲厕用水则需要对中水管道设施进行投资。因此大部分的污水资源化利用大多只能用于景观环境用水和工业冷却循环水;而工业园区再生水回用则需要投资更大的双膜处理工艺。从实践来看,大规模的污水回用为财政支付(或补贴)的景观环境用水和工业冷却循环水;小规模的污水利用为先进制造业工业园区再生水回用。

3.2 推进污水资源化的主要障碍

污水资源化利用增加北方省份的水资源承载力,有利于补充北方经济发展后劲。近年来,我国北方经济发展相较于南方省份后劲明显不足。这其中一个是:本应该承接的契合地区发展阶段的产业,由于水资源承载力的限制难以落地;符合水资源承载力的产业却不符合大部分省份的发展阶段^[10]。我国北方省份水资源总量只占 19%,又承担着高用水的保障国家粮食安全和能源安全的任务,再加上必须保障的居民生活用水,使得能够用于正常产业发展的水资源非常有限。污水资源化利用能够提升北方省份的水资源承载力,提升高质量发展水平。

污水资源化利用的主要障碍是其技术经济可行性问题,较高的水处理成本使得污水回用只有发展水平较高的城市以及效益较好的工业企业能够大规模使用^[11]。如果对北方缺水地级市大规模推行,势必增加城市运行成本,或者增加北方省份工业企业的运行成本。一部分是再生水厂的投资费用,前期投入较大;另外一部分是多出来的运行成本,为后期运行的持续投入。另外更为重要的是配套设施的成本^[12]。

经济成本问题使得污水资源化利用水平不高,难以形成长效机制。配套设施的成本问题使得配套设施难以开展投资,大部分污水处理后已达到再生水利用的基本要求,但是由于再生水输送管网不配

套^[13],大部分再生水不为所用,只能排入河道,作为景观环境补水。对于有些景观需求较少的小城市,这部分景观用水无收益流入下游城市,这肯定会降低本地污水资源化利用的意愿,难以形成污水资源化利用的长效机制。

上述问题的解决需要污水资源化的同时,进一步污水处理后的再生水资产化,即以再生水资产化促进污水资源化利用。对再生水资产化管理对于引入社会资本降低地方财政负担和工业企业负担以及推动水治理体系现代化都是十分有必要的,是形成污水资源化利用长效机制的关键。

4 加快构建再生水资产化管理的政策体系

a. 政府确定产权和收益。①根据“谁投资、谁收益”的原则,明确投资者对再生水及其配套工程的产权,以及对再生水的收益权;②是地方政府在制定非常规水源和再生水政策时,通过多个渠道确保再生水运营企业具有合理的收益和利润;③国家强制下列行业和领域的用水优先使用符合条件的再生水:洗车、高尔夫、城市杂用水、生态环境用水、地下水超采区回灌用水;④地方价格部门对非常规水价格管控。

b. 构建再生水资产的交易机制。①将再生水的基础设施和核定的生产能力资产化和证券化,使其可以正常抵押、借贷和交易;②将非常规水资产交易与水权交易链接。在一个流域单元内,非常规水生产企业可以通过新增非常规水生产取得水权,将其排放到水体,可以作为下游的用水户的新增水权,下游用水户需按照一定的市场原则支付其费用;③将非常规水资产交易与排污权交易链接,其污染削减量能够在排污权交易中取得收益。

c. 合理设置再生水作为非常规水源统一配置体系的边界。2015年国务院印发实施的《水污染防治行动计划》要求将非常规水源纳入水资源统一配置。2017年水利下发《关于非常规水源纳入水资源统一配置指导意见》,配置领域涵盖工业供水、生态环境用水、城市杂用水和农业用水。按照这个思路,各县级及以上政府制定相关政策时倾向于向工业企业分割具体的非常规水利用指标,这可能造成“一刀切”的不利情况。因此,需要设定非常规水源统一配置体系的边界,做到政府宏观政策不直接作用具体企业,更不能向具体工业企业强行摊派指标;对于生态环境用水和城市杂用水强制优先配置再生水;对于农业用水鼓励将再生水纳入统一配置体系;对于工业用水利用市场机制进行再生水的配置。

d. 协调再生水利用与最严格水资源管理制度的衔接问题。最严格水资源管理制度在区域中设定水资源利用的指标红线,在水资源利用的统计中,将再生水利用量统计在内,占用当地水资源利用的指标。从再生水利用的实际来看,增加再生水利用量对于提升区域水资源承载力,提高水资源利用效率有着积极的作用。从实际来看,越是水资源利用指标紧缺的地区,对再生水的利用的需求量越大。综上,应当协调再生利用与最严格水资源管理制度的衔接问题,打破再生水利用的制度障碍。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国发展和改革委员会. 关于推进污水资源化利用的指导意见(发改环资[2021]13号)[EB/OL]. [2021-01-30]. https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202101/t20210111_1264795_ext.html.
- [2] 王喜峰. 水资源管理的供给侧结构性改革研究[J]. 水利经济, 2018, 36(1): 42-45, 90.
- [3] 丁继勇, 冷向南, 陈军飞, 等. 海绵城市建设“碎片化”问题及其治理[J]. 水利经济, 2020, 38(7): 33-40.
- [4] 中华人民共和国水利部. 2019年水资源公报[EB/OL]. [2020-08-03]. http://www.mwr.gov.cn/sj/tjgb/szygb/202008/t20200803_1430726.html.
- [5] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 2019年城市建设统计年鉴[EB/OL]. [2020-12-31]. <http://www.mohurd.gov.cn/xytj/tjzljsxytjgb/index.html>.
- [6] 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局. 城镇污水处理厂污染物排放标准(GB18918—2002)[EB/OL]. [2002-12-24]. <http://www.mee.gov.cn/ywgz/fg-bz/bz/bzwb/shjhbz/swrwpfbz/200307/W020061027518964575034.pdf>.
- [7] 徐傲, 巫寅虎, 陈卓, 等. 北京市城镇污水再生利用现状与潜力分析[EB/OL]. [2020-12-14]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2097.X.20201214.1857.002.html>.
- [8] 王喜峰, 马真臻. 双循环格局下我国需水空间形势的研判[J]. 中国水利, 2020(21): 62-64.
- [9] 李肇桀, 王亦宁. 对新时期非常规水源利用若干战略问题的思考和认识[J]. 中国水利, 2020(23): 14-17.
- [10] 钟昕. 再生水项目投入与经济增长关系的实证研究[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2018.
- [11] 王建华, 柳长顺. 非常规水源利用现状、问题与对策[J]. 中国水利, 2019(17): 21-24.
- [12] 张莉莉, 王小军, 黄鹏飞, 等. 我国海水利用的法律保障: 现存问题、域外经验与完善建议[J]. 水利经济, 2020, 38(7): 41-44.
- [13] 王亦宁, 李肇桀. 非常规水源利用现状、问题和对策建议[J]. 水利发展研究, 2020(10): 75-80.

(收稿日期: 2021-06-15 编辑: 张志琴)