

浅谈城市污水回用

吴国强 郭一令

(青岛理工大学环境与市政工程学院, 山东 青岛 266033)

摘要 针对我国水资源贫乏, 水资源供需矛盾日益加剧等问题, 重点阐述了城市污水回用于农业灌溉、工业、城市杂用以及地下水回灌等的主要途径。分析了城市污水回用的经济效益和环境效益, 总结了我国城市污水回用中存在的问题, 并提出了相应的解决办法。

关键词 水资源; 污水回用途径; 再生水; 城市生活污水

中图分类号 X703 **文献标识码** B **文章编号** 1004-693X(2007)S1-0081-03

城市污水水质、水量相对稳定, 不受气候等自然条件的影响, 且就近可得, 易于收集, 易于处理, 数量巨大。利用这种非传统水源, 对解决水资源短缺, 实现污水资源化, 保障城市安全供水具有重要的战略意义^[1]。

1 城市污水回用的主要途径

从城市污水回用的技术研究成果和工程应用状况来看, 将城市污水处理后再利用, 无论从技术上还是经济上都是可行的。目前再生水的用途主要有农业灌溉、工业回用、城市杂用、地下回灌等。

1.1 城市污水回用于农业灌溉

农业灌溉主要包括农作物、牧草、苗木、农副产品洗涤及冷冻等用水。其内容包括将污水施于土地以便得到处理与满足植物生长两个方面^[2]。

城市污水回用于农业灌溉因各地的情况不同而获得的益处不尽相同, 但在所有水源中, 利用再生水是农业灌溉的最佳选择。因为再生水是一种持续、安全而又富有营养的水源, 利用再生水进行灌溉不仅可以节约农业生产成本, 而且其本身也是水资源保护的一种方式。但是在使用中必须认真考虑水中存在或者有可能存在的致病生物在公共卫生方面可能造成的影响, 以及污水对农作物生产、土壤结构及土壤中金属和其他有毒物质积累等农学方面的影响。

我国自 20 世纪 40 年代起在北京附近开始利用工业废污水进行灌溉^[3]; 1957 ~ 1972 年为迅速发展

时期, 1957 年国家建工部联合农业部、卫生部把污水灌溉列入国家科研计划, 从此开始兴建污水灌溉工程, 污水灌溉得到迅速发展; 1972 年至今为积极慎重发展阶段, 1972 年在石家庄召开的全国污水灌溉会议, 制定了“积极慎重”的发展方针, 并制定了污水灌溉暂行水质标准。

我国目前有城市污水处理厂百余座^[4], 70% 以上的污水处理厂采用二级处理, 经过二级处理的城市污水水质基本较好, 有的甚至超过农业灌溉水质标准, 可直接用于灌溉农田。北京市利用污水灌溉的农田面积已达 8 万 hm^2 , 上海、天津、成都、西安、太原、包头、郑州、开封、安阳、新乡、长沙、桂林等城市都有利用污水灌溉的实践。

1.2 城市污水回用于工业

城市污水用于工业回用的最大好处在于可以代替新鲜水, 因为在很多情况下, 工业用水对水质的要求远低于新鲜水标准。因此, 城市污水回用于工业对于工业企业和市政都有很大益处。目前, 随着社会的快速发展, 工业相对于其他行业来说对水的需求量最大, 因此再生水回用于工业生产的潜力巨大, 特别对于工业生产用水和工业冷却水而言。

美国城市污水回用于工业已有近半个世纪的历史^[3], 积累了丰富的经验, 其回用于工业冷却、工艺及锅炉的污水占其污水回用总量的 32%。日本回用于工业的污水占其污水回用总量的 29%。

我国工业水回用的效率较低, 1999 年全国工业用水重复利用率约 53%, 远远低于发达国家工业用

水重复利用率 75 % 的水平,仅相当于美国 20 世纪 60 年代初和日本 70 年代初的水平。目前我国工业上的污水回用包括城市污水处理厂的工业回用以及企业内部污水的处理与回用两个方面。面对淡水日益贫缺、水价上涨的严峻现实,工业企业除了竭力将本厂废水循环利用、循序再用,以提高水的重复利用率外,对城市污水回用于工业也日渐重视。1992 年^[3],我国第一个污水回用示范工程——大连市春柳河水质净化厂正式投产运行,将城市污水经常规二级处理再经澄清、过滤、杀菌回用于工业冷却水,处理规模为 1 万 m³/d,十几年来来的运行结果表明,经深度处理后的出水用作循环冷却补充水,在浓缩倍数为 2 投加一定量的水质稳定剂情况下,循环冷却系统运转正常。

1.3 城市污水回用于城市杂用

城市杂用水包括生活杂用水以及环境、娱乐和景观用水。生活杂用水(不直接与人体接触的生活用水)范围主要包括居住建筑、公共建筑和工业企业非生产区内用于冲洗卫生用具、浇花草、空调、冲洗车辆、浇洒道路等。环境、娱乐和景观用水主要包括以下几个方面^[5-6]:①浇洒城镇公园或其他公共场所、公路两侧、墓地等处的草地和高尔夫球场;②浇灌树木、苗圃;③供钓鱼和划船的娱乐湖;④供游泳和滑水的娱乐湖;⑤补充河道、人工湖、池塘以保持景观和水体自净能力;⑥人工瀑布、喷泉用水等。

从卫生和健康角度考虑,污水处理后作为城市杂用水应进行严格消毒,从输水的经济性出发,冲洗车辆和浇洒道路用水应设置集中取水点,环境、娱乐和景观用水的供水范围不能过度分散,应以大型风景区、公园、苗圃、城市森林公园为污水回用目标;从环境质量考虑,景观用水应保持城市地面水的环境质量,注意防止水体富营养化的发生,在使用中可采用水生植物净化措施或人工曝气处理措施等,以使水体的水质符合要求。

“七五”期间,天津制定了地方性标准“天津市景观河道水质质量标准”,并开始尝试将纪庄子污水处理厂二级处理出水引入景观河道。“八五”期间,有关部门以天津、泰安、大连等城市为依托,开展了工程性试验,同时在泰安建立了城市污水再生回用于景观环境的示范工程,并对相关的水质标准值进行长时间的试验研究,取得了较好的示范效果。“十五”期间,城市污水再生利用政策、标准和技术研究与示范”课题研究全面展开,北京、天津、青岛等城市均建立起一批景观环境水回用示范工程,为景观环境水回用在国内的推广奠定了基础。

1.4 城市污水用于地下水回灌

地下水回灌,是借助于工程设施,将经适当处理后的污水直接或用人工诱导的方法引入地下含水层。其目的主要有^[2]:①补充地下水量,稳定或抬高地下水位,提高含水层的供水能力;②控制地面沉降或塌陷,避免因过量开采地下水造成的严重环境地质问题;③对于滨海和岛屿地区,可使地下咸水淡化和防止海水入侵;④冷源(热源)储备,以改善生产用水条件,减少用水量或能耗;⑤污水间接回用的缓冲途径。

城市污水用于地下水回灌,既可减少污水量,又可减少原有水资源的开发量,充分体现了“小量化、无害化、资源化”的可持续发展原则。在污水地下回灌时有 4 项指标要求:病原体、矿物质的总含量、重金属及有机物。在评价再生水用于地下水回灌的可行性时,这几项指标都需慎重考虑,尤其是有机物指标。

污水深度处理后进行地下水回灌已有很多应用^[3],美国、以色列、德国、丹麦等国都在大力推行地下水回灌技术。美国加州从 20 世纪 70 年代起即开始了再生水回灌地下的实践,1991 年再生水中的 14% 用于地下水回灌,到 1995 年回灌比例已增加为 27%。由于长期水资源贫乏,以色列在污水净化和再生利用方面,始终处于世界领先地位。1987 年其污水再生利用率已达全国污水总量的 70% 以上,其中约 30% 的再生水用于回灌地下。回灌地下部分再抽至管网系统,输送到南部地区,最南部地区甚至将其作为饮用水源。

我国再生水用于地下水回灌的技术研究起步较晚。“六五”至“八五”期间虽然也针对不同目的开展了一些实验研究,建立了土地处理系统,但也仅限于处理目的,尚未提到回用的高度。“九五”期间,清华大学承担了“城市污水地下回灌技术研究”的攻关任务,为我国地下水回灌示范工程的建立奠定了技术基础。

2 城市污水回用的经济和环境效益

2.1 城市污水回用的经济效益

城市污水回用与开发其他水源相比在经济上的优势有以下几方面:

a. 比远距离引水便宜。其基建投资只相当于从 30 km 外引水,而我国水资源分布不均衡,对于西北部贫水的城市,如果从东南部水资源丰富的地区引水,引水距离至少为上百千米,甚至达到上千千米,工程投资十分浩大。

b. 比海水淡化经济。城市污水所含杂质少于

0.1% ,而且可用深度处理方法加以去除 ,而海水则含有 3.5% 的溶解盐和大量有机物 ,其杂质含量为污水二级处理出水的 35 倍以上。

c. 不仅节约了宝贵的水资源 ,而且节约了排污费用。目前 ,大部分城市污水都是直接排放江河湖泊 ,不仅污染环境 ,而且国家要收取相应的排污费 ,这对于城市的发展来说也是不小的负担。

2.2 城市污水回用的环境效益

城市污水回用开辟了第二水源 ,减少了城市新鲜水的取用量 ,减轻了城市供水不足的压力和负担 ,缓解了供需矛盾。城市污水处理后的回用 ,减少了污水排放量 :一是减轻了对水体的污染 ,并能使部分被污染的水逐渐更新复活 ;二是减少了治理环境污染的投资。节水效益明显 ,城市污水量大且集中 ,如果很好地推广使用污水回用技术 ,可以节省大量水质要求不高的用水消耗量。相比较于海水淡化、远距离调水 ,城市污水回用有着它们无法相比的环境效益 ,而且就目前的技术水平而言 ,海水淡化、远距离调水以及地下水开采也都存在着一定的不足 ,这也凸显出城市污水回用的优势。

3 城市污水回用存在的问题

3.1 缺乏对污水再生利用的系统规划

目前我国尚未建立城市污水再生利用规划指标体系。在城市建设总体规划中 ,虽然进行了城市的供水及排水规划 ,但在水资源综合利用方面缺乏统一规划 ,尤其是缺乏城市污水再生利用规划 ,这势必会造成重复建设和决策失误。因此 ,城市污水再生利用应纳入城市总体规划以及城市水资源合理分配与开发利用计划 ,在综合平衡、科学论证的基础上 ,针对城市实际情况进行总体规划 ,确定其应有的位置和作用。在再生水水质、使用用途、处理程度、处理流程、输水方式的选择上 ,要综合平衡、远近结合 ,既要满足功能要求和用水水质需求 ,又要因地制宜、经济合理。

3.2 现行城市自来水价格过低

目前自来水价格过低 ,使人们对淡水资源贫乏这一现实认识不够。而且面对近乎同等的水价 ,人们不愿主动使用再生水 ,投资者、房地产商没有积极性建设污水回用、中水工程。要摆脱这一现状 ,必须建立合理的水价体制 ,制定有利于水资源可持续利用的经济政策 ,这对缓解水资源的供需矛盾至关重要。

3.3 “多龙管水”的管理体制制约了污水回用

长期以来 ,由于管理体制分割影响水资源的统

一管理 ,地表水和地下水、供水和用水、供水与排水之间的部门和地区 ,条块分割的“多龙管水”体制一直没有解决 ,对于污水回用更没有一个专职部门管理。而污水回用是一项复杂的工程 ,涉及城市规划、城建、环保、公用、工业、农业、水利、卫生等众多单位和部门 ,必须在统一的领导下 ,明确分工 ,相互协作 ,才能取得好的成效。

3.4 技术支持不够

城市污水再生利用事业的发展必须依靠科技进步 ,从始至终都要有新技术、高技术的保证和支持。目前我国城市污水再生利用技术和设备的开发难以满足快速增长的再生利用工程建设和运行管理的需求 ,今后城市污水再生利用的技术发展应着重于已有技术的集成化、综合整合、产业化和工程化 ,需要对已有技术不断改进和更新 ,加强新工艺、新流程、新技术和设备产品的研究、开发和推广应用 ,并注重示范性工程的研究和建设。

3.5 政策支持和保证不足

目前只是一味地提倡使用再生水、中水 ,却没有一个完善的法规对建设、使用再生水、中水的用户进行严格规定 ,效果不明显。必须研究、制定地方性法规 ,明确规定必须使用再生水、中水的地区、部门 ,对有违反法规者给予相应的处罚。

3.6 污水回用技术标准、规范不完善

我国的城市污水回用工程建设起步较晚 ,工程设施规划、设计、建设、运营等方面的标准、规范均不够完善。

参考文献 :

- [1] 代云乔. 浅谈对污水回用的认识[J]. 山西建筑, 2006, 32(11):164-165.
- [2] 崔玉川, 杨崇豪, 张东伟. 城市污水回用深度处理设施设计计算[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 3.
- [3] 魏娜, 程晓如, 刘宇鹏. 浅谈国内外城市污水回用的主要途径[J]. 节水灌溉, 2006(1): 31-36.
- [4] 雷乐成, 杨岳平, 汪大, 等. 污水回用新技术及工程设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 36.
- [5] 肖锦. 城市污水处理及回用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 12.
- [6] 金兆丰, 徐竟成. 城市污水回用技术手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 85-86.
- [7] 周彤. 污水回用决策与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 18-24.

(收稿日期: 2007-02-05 编辑: 高渭文)