

Discussed about Utilization and Development Prospect of Reclaimed Water in Xi'an City

Jiqiang Wu, Jizhe Zhang, Xiaohui Li, Fangfang Shi, Ping Zhang

Xi'an Water Resources Utilization Technical Advisory Center, Xi'an Shaanxi
Email: wfq1507@163.com

Received: Aug. 13th, 2017; accepted: Aug. 25th, 2017; published: Sep. 5th, 2017

Abstract

It is very important to alleviate the contradiction between supply and demand of water resources in Xi'an city. This paper analyzed the current situation of reclaimed water utilization in Xi'an and the trend of reclaimed water consumption in recent years. Through quantitative analysis of the sewage quality standards for sewage treatment in Xi'an and landscape water reuse water quality standards, which indicates that the sewage treatment plant in Xi'an sewage quality standards in line with the landscape water quality of recycled water quality standards. These problems that existing in the development and utilization of reclaimed water are discussed. Some suggestions on the development of the system, including planning, engineering and publicity are suggested.

Keywords

Reclaimed Water, Water Resource, Xi'an City

西安市再生水利用现状分析及发展前景探讨

吴继强, 张纪哲, 李晓辉, 史方方, 张 萍

西安市水资源利用技术服务中心, 陕西 西安
Email: wfq1507@163.com

收稿日期: 2017年8月13日; 录用日期: 2017年8月25日; 发布日期: 2017年9月5日

摘 要

西安市属于极度缺水城市, 再生水的利用对缓解全市水资源供需矛盾十分重要。文章分析了西安市再生水利用现状及近年来再生水利用量与用水总量之间的变化趋势, 定量对比分析了西安市污水处理排放水质标准与景观环境用水再生水水质标准, 表明西安市污水处理厂排水水质标准基本符合景观环境用水的再生水水质标准; 阐

作者简介: 吴继强(1984-), 男, 陕西凤翔人, 硕士研究生, 工程师, 从事水资源管理及地热水回灌等研究工作。

述了西安市再生水开发利用中存在的问题，并从制度、规划、工程及宣传等方面提出了针对性的发展建议。

关键词

再生水，水资源，西安市

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

西安，古称长安，是华夏文明的发祥地和中华文化的代表区域之一，全市总面积 10,108 km²，2016 年常住人口 883.21 万人，全市国内生产总值 6257.2 亿元，三产比例 3.7:35.1:61.2，人均生产总值超过 1 万美元。西安市水资源先天不足，多年平均水资源总量为 23.47 亿 m³，人均占有量约 266 m³，属极度缺水城市，是北方干旱半干旱区域的典型代表。

为解决现代城市发展过程中缺水的问题，世界上许多国家和地区早已把城市污水处理厂处理后的水开辟为新水源[1] [2]，并把城市污水再生回用作为缓解水资源供需矛盾的重要措施[3] [4]。在国外，以色列再生水利用率达到 90%，居全球之首，新加坡新生水占全国用水总需求的 30%，日本再生水利用率达到 62% 以上[5]；在国内，北京市 2015 年再生水利用率达到 65%，深圳达到 35%，天津达到 34%。

2016 年西安市用水总量为 18.47 亿 m³，其中生态环境补水量为 1981 万 m³，占用水总量的 10.73%；2016 年，西安市污水处理总量为 69,944.07 万 m³，再生水利用总量为 12,934 万 m³，再生水利用率为 18%，与国内外再生水利用水平较高的国家和地区差距显著。

西安作为缺水城市，在城市发展过程中，水资源供需矛盾十分突出，因此如何将污水处理厂处理后达标排放的水用好用足、如何充分利用再生水，“变废为宝”，将其作为常规水资源的补充水源，以置换出新鲜水资源，是缓解西安市水资源供需矛盾有效、切实可行的办法和途径[6]。

2. 西安市再生水利用的现状分析

2.1. 再生水利用现状分析

西安市已建成再生水集中处理设施 9 座，总处理能力达到 38.5 万 m³/d，市区再生水官网铺设长度约为 148 km（含支管），主要集中铺设在东郊浐灞区、西郊、高新区、城北客运站和昆明池至护城河区域。截止 2016 年底，城市再生水利用量 12,934 万 m³（含一级 A 标准补充湖池湿地水量），利用率达到 18%。

据统计，西安市再生水主要用于工业冷却、园林绿化、冲洒道路、公园湖池补水、洗车及市政杂用水，但就当前西安市再生水利用的方向和行业来看，主要是用于工业冷却及景观湖池补水，其中景观湖池补水量达到 9105 万 m³，占全市再生水利用量的 70%，包括向护城河、丰庆公园、环城西苑、浐灞湿地公园、华山湿地、幸福湿地等湖池湿地补水，而市政道路浇洒、绿化及其他市政杂用水使用再生水的比例不到 30%，但目前该部分实际用水量已经超过 1 亿 m³，随着大西安的建设和人民群众对高品质生态环境的追求，城市生态环境用水量将进一步增大，因此，再生水用作城市生态环境用水潜力巨大。

2.2. 再生水利用量的变化趋势分析

2005~2016 年，西安市用水总量从 17.58 亿 m³ 增长至 18.47 亿 m³，期间年用水总量变化略有波动，但整体

呈增加趋势(详见表 1), 2005~2016 年西安市用水总量年增速为 0.42%。

2005~2016 年, 西安市城镇环境及生态用水量呈整体增长趋势, 由于 2011 年统计口径的调整, 2011 年~2016 年城镇环境及生态用水量整体较 2011 年之前有大幅度的增长, 年增速为 14.78%, 远高于用水总量的增长幅度, 表明近年来城市环境及生态用水量占比在不断提高。

2016 年, 西安市再生水利用量达到 1.29 亿 m^3 , 占年总用水量的 7.0%; 从 2005~2016 年再生水利用量占总用水量的占比变化折线图(图 1)可以看出, 西安市再生水利用量占比逐年增大(2005~2008 年和 2009~2016 年的统

Table 1. Total statistics on total water consumption and reclaimed water reuse in Xi'an from 2005 to 2016^①

表 1. 西安市 2005-2016 年总用水量及再生水回用量统计表^①(单位: 万 m^3)

| 年份 | 总用水量 | 城镇环境及生态用水量 | 再生水回用量 | 再生水利用量占总用水量的比例(%) |
|------|---------|------------|--------|-------------------|
| 2005 | 175,853 | 4262 | 5030 | 2.86 |
| 2006 | 183,777 | 4525 | 5225 | 2.84 |
| 2007 | 160,796 | 4313 | 5535 | 3.44 |
| 2008 | 170,574 | 4893 | 5720 | 3.35 |
| 2009 | 155,518 | 4707 | 813 | 0.52 |
| 2010 | 155,978 | 4822 | 1229 | 0.79 |
| 2011 | 161,242 | 10,502 | 1168 | 0.72 |
| 2012 | 164,558 | 10,623 | 1256 | 0.76 |
| 2013 | 169,546 | 15,140 | 6220 | 3.67 |
| 2014 | 174,578 | 16,365 | 8534 | 4.89 |
| 2015 | 182,035 | 18,841 | 10,746 | 5.90 |
| 2016 | 184,677 | 19,815 | 12,934 | 7.00 |

注: ①数据来源于 2005~2016 年西安市供用水报表。

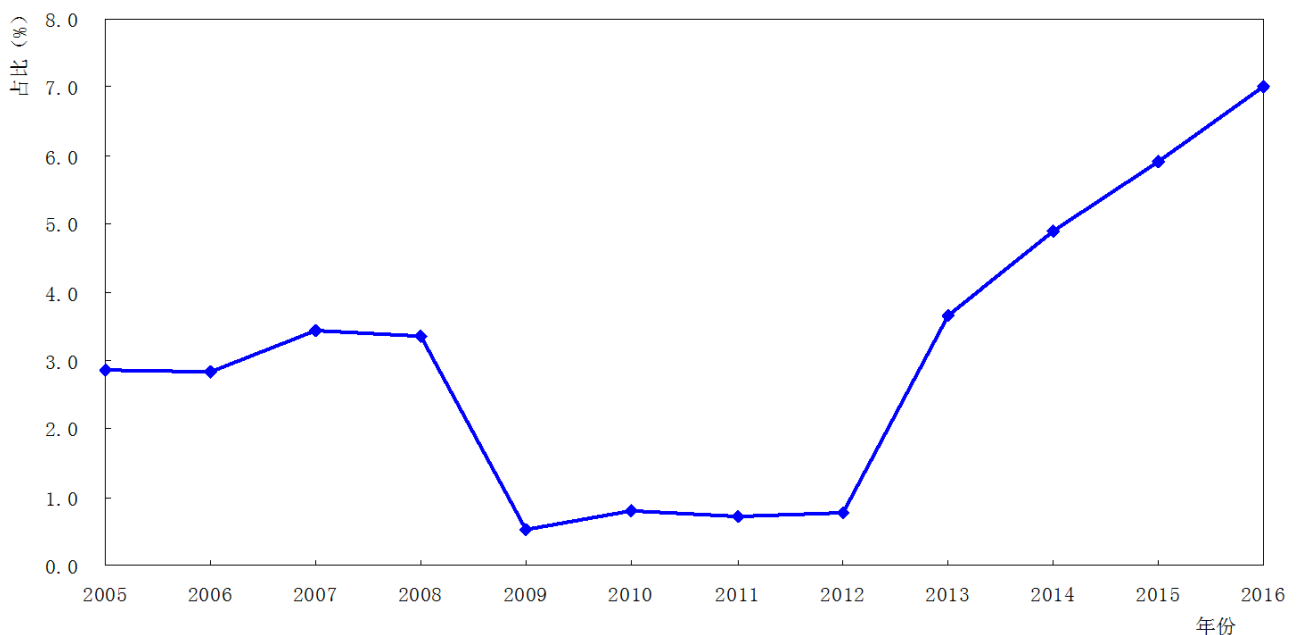


Figure 1. Change of proportion of reclaimed water to total water consumption from 2005 to 2016

图 1. 2005~2016 年再生水利用量占总用水量的占比变化折线图

计口径不同, 导致变化趋势异常), 特别是 2012 年以后, 西安市再生水利用量大幅提升, 年增量约 2200 万 m³, 占用水总量的比例增速在 1.1% 左右, 充分体现了“十二五”期间西安市治污减霾、水生态文明城市建设以及落实最严格水资源管理制度和“三条红线”管理方面的工作力度和工作成效。

2.3. 西安市污水排放标准与再生水水质对比分析

按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)的规定, 污水处理厂污染物排放浓度一级标准的 A 标准是城镇污水处理厂出水作为回用的基本要求, 当污水处理厂出水引入稀释能力较小的河湖作为城镇景观用水和一般回用水等用途时, 执行一级标准的 A 标准。根据《西安市“十三五”污水处理设施及再生水利用规划》, 目前西安市共建成污水处理厂 27 座, 处理能力达到 261.1 万 m³/d, 处理后污染物排放标准均达到了一级 A 标准, 投入正式运行的 23 座, 处理能力达到 249.6 万 m³/d。

根据《再生水水质标准》(SL 368-2006)、《城市污水再生利用 景观环境用水水质》(GB/T 18921-2002)等系列标准规定, 再生水利用应符合相应使用功能的水质要求, 遵循“分质使用”的原则, 并规定再生水的利用不应对生活、生产和生态产生现实的和潜在的危害。

对比分析《城市污水再生利用 景观环境用水水质》和《城镇污水处理厂污染物排放标准》规定的再生水水质指标和污水污染物排放标准, 得出以下结论。

(一) 基本控制项目的比较。对比表明, 基本控制项目中, 景观环境用水的再生水水质指标共 14 项, 城镇污水处理厂污染排放标准指标共 12 项, 其中相同的控制指标 10 项, 且 10 项指标中除 BOD₅ 在一级 A 排放标准时不能满足观赏性的湖泊、水景及娱乐性景观环境用水水质标准外, 其余 9 项指在一级 A 排放时均满足景观环境用水的再生水水质标准要求, 详细对比数据见表 2。

Table 2. Comparison of discharge standard of pollutants for municipal wastewater treatment plant and the reuse of urban recycling water quality standard for scenic environment user^①

表 2. 城镇污水处理厂污染物排放标准与景观环境用水水质标准对比表^① (单位: mg/L)

| 适用标准 | | 景观环境用水的再生水水质指标(GB/T 18921-2002) | | | | | | 城镇污水处理厂污染物排放标准(GB 18918-2002) | | | |
|--------|----|---------------------------------|------------------|------|-----|-----------|------|-------------------------------|-----------------|-----------------|------|
| 分类 | 序号 | 项目 | 观赏性景观环境用水 | | | 娱乐性景观环境用水 | | | 项目 | 一级 | |
| | | | 河道类 | 湖泊类 | 水景类 | 河道类 | 湖泊类 | 水景类 | | A 标准 | B 标准 |
| 相同控制指标 | 1 | pH 值 | 6~9 | | | | | | pH 值 | 6~9 | |
| | 2 | BOD ₅ ≤ | 10 | 6 | | 6 | | BOD ₅ ≤ | 10 | 20 | |
| | 3 | SS ≤ | 20 | 10 | | — | | SS ≤ | 10 | 20 | |
| | 4 | TP(以 P 计) ≤ | 1 | 0.5 | | 1 | 0.5 | TP(以 P 计) ≤ | 0.5 | 1 | |
| | 5 | TN ≤ | | 15 | | | 15 | TN ≤ | 15 | 20 | |
| | 6 | NH ₃ -N(以 N 计) ≤ | | 5 | | | 5 | NH ₃ -N(以 N 计) ≤ | 5 | 8 | |
| | 7 | 粪大肠菌群(个/L) ≤ | 10 ⁴ | 2000 | | 500 | 不得检出 | 粪大肠菌群(个/L) ≤ | 10 ³ | 10 ⁴ | |
| | 8 | 色度(度) ≤ | | 30 | | | 30 | 色度(度) ≤ | 30 | 30 | |
| | 9 | 石油类 ≤ | | 1 | | | 1 | 石油类 ≤ | 1 | 3 | |
| | 10 | 阴离子表面活性剂 ≤ | | 0.5 | | | 0.5 | 阴离子表面活性剂 ≤ | 0.5 | 1 | |
| 不同控制指标 | 11 | 基本要求 | 无漂浮物, 无令人不愉快的嗅和味 | | | | | | 化学需氧量 ≤ | 50 | 60 |
| | 12 | 浊度(NTU) ≤ | | — | | | 5 | 动植物油 ≤ | 1 | 3 | |
| | 13 | DO ≥ | | 1.5 | | | 2 | | | | |
| | 14 | 余氯 ≥ | | 0.05 | | | 0.05 | | | | |

注: ①该表所列为基本控制项目。

(二) 选择控制项目的比较。对比表明,景观再生水选择控制项目与污水处理厂选择控制项目(含部分一类污染物)均为 50 项指标,其中 38 项指标的限值相同,其余有差异的 12 项指标中,总汞、总镉、总铬、六价铬、总砷、总铜、总锌、总铅、总镍等 9 项指标污水排放标准严于环境景观用水的再生水水质标准,总铍、挥发酚、乙苯等 3 项指标环境景观用水的再生水水质标准严于污水排放标准。

(三) 对比表明,现行的污水排放一级 A 标准和景观环境用水的再生水水质标准总体一致,污水排放标准所有控制项目中,限值等于和严于再生水水质标准的指标共 57 项,占有相同项目指标的 95%,说明西安市污水处理厂处理后的一级 A 出水在简单处理后可满足观赏性景观环境用水的水质标准,包括河道类和湖泊类景观环境用水。

3. 西安市再生水利用存在的问题

目前,西安市的再生水利用主要存在以下问题:

(一) 制度不健全。2012 年 12 月西安市出台了《西安市城市污水处理和再生水利用条例》,为全市再生水的利用提供了法律保障,但由于在实际工作中缺乏具体操作实施细则,相关部门之间缺乏有效沟通,使条例无法发挥应有的效力。

(二) 再生水利用管网覆盖率低。西安市共铺设再生水管道 148.0 km(含支管),多分布在主城区城西、浐灞、高新、北客站片区,相比西安市已建成的 1620 km 给水管网,再生水水供水管网覆盖率极低,只能满足热电厂等工业冷却水及管线沿途绿化、景观补充用水,大大制约了再生水的推广和使用。

(三) 再生水利用宣传工作力度不大。目前经过深度处理的再生水(包括污水排放一级 A 标准),完全满足绿化、洗车、道路浇洒及居民冲厕的水质标准,但由于再生水使用在宣传教育方面深度和广度不够,群众对再生水使用存在思想误区,主要是对再生水的水质安全存在质疑,导致城市一些可用再生水的业务发展受限。

4. 西安市再生水利用及发展前景探讨

(一) 制定切实可行的再生水利用配套制度。西安市已经制定并颁布了城市污水处理和再生水利用条例、城市供水条例等一系列涉及再生水处理和利用的条例,具有良好的法律制度基础。因此,进一步加大力度积极推进《西安市城市污水处理和再生水利用条例》的落实,制定具有可操作性的实施细则,真正让条例落到实处,同时加大执法力度,提高法律法规的权威性。

(二) 分质供水、高水高用。西安污水处理厂的出水水质均达到了一级 A 标准,基本满足了景观环境再生水水质的标准要求,按照分质供水、高水高用的原则,充分考虑西安景观湖池等用水对象对水质的需求,可就近利用污水处理厂的出水补充河道及湖池、湿地等景观环境需水,在节约新鲜水资源的同时提高污水排放的利用率;针对不同的用水对象和用水标准,严格落实《城市污水再生利用工业用水标准》(GB/T18923-2005)、《城市污水再生利用城市杂用水水质》(GB/T18920-2002)、《城市污水再生利用景观环境用水水质》(GB/T18921-2002)标准,定期对各供水企业供水水质进行检验,确保再生水水质达标和用水安全。

(三) 加快管网及设施建设,全力推进市内景观湖池再生水补给。结合西安市开展海绵城市和地下管廊的建设,在全面了解再生水用水户对水质和水量需求的基础上,大力推进再生水水厂向景观湖池和工业区的供水官网及配套设施建设,从根本上改变和扭转市内景观湖池和工业企业采用地下水、地表新鲜水补给的供水模式,实现再生水利用和节约水资源的目标,使再生水真正成为西安市的“第二水源”。

(四) 拓展宣传渠道,提高公众对再生水的认知度。在全社会都在积极开展生态文明建设的大环境下,资源节约已被人民群众所认知,因此政府应加大再生水及再生水利用的宣传力度,不断拓展宣传渠道和创新宣传模式,通过传统媒介(报纸、电视、广播等)及新兴的移动终端(地铁、手机 App 等)对再生水的生产、水质安全、水的利用等相关知识进行科普宣传,有效提高公众对再生水及再生水利用的认知度,为西安市再生水的推广利用

奠定广泛的群众基础。

参考文献 (References)

- [1] 李育宏, 黄建军, 李阳. 我国再生水利用现状分析[J]. 水工业市场, 2012(5): 34-37.
LI Yuhong, HUANG Jianjun and LI Yang. Analysis on the current status of reclaimed water in China. Water-Industry Market, 2012(5): 34-37. (in Chinese)
- [2] 李五勤, 张军. 北京市再生水利用现状及发展思路探讨[J]. 北京水务, 2011(3): 26-28.
LI Wuqin, ZHANG Jun. Thought on utilization and development of reclaimed water in Beijing. Beijing Water Authority, 2011(3): 26-28. (in Chinese)
- [3] 张菲菲, 李慧明, 左晓利. 再生水管理体制机制研究[J]. 中国资源综合利用, 2007, 25(12): 30-33.
ZHANG Feifei, LI Huiming and ZUO Xiaoli. Study on recycled water administration mechanism. China Resources Comprehensive Utilization, 2007, 25(12): 30-33. (in Chinese)
- [4] 彭莉. 我国水资源管理模式探讨[J]. 水资源保护, 2005, 21(3): 42-45.
PENG Li. Discussion on China's water resources management model. Water Resources Protection, 2005, 21(3): 42-45. (in Chinese)
- [5] 张昱, 刘超, 杨敏. 日本城市污水再生利用方面的经验分析[J]. 环境工程学报, 2011, 5(6): 1221-1226.
ZHANG Yu, LIU Chao and YANG Min. Experience analysis of wastewater reclamation and reuse in Japan. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2011, 5(6): 1221-1226. (in Chinese)
- [6] 曹立坤, 刘玉玲, 甘宗胜, 程文. 西安市水问题现状分析与节水对策研究[J]. 水资源与水工程学报, 2007, 18(3): 14-17.
CAO Likun, LIU Yunling and GAN Zongsheng. The current situation of water problems and research on water saving countermeasures in Xian city. Journal of Water Resources and Water Engineering, 2007, 18(3): 14-17. (in Chinese)