

城市再生水资源开发与利用研究

——以西安市为例

高旭阔, 刘晓君

(西安建筑科技大学 管理学院, 陕西 西安 710055)

摘 要: 西安市作为资源型缺水城市, 水资源供需矛盾十分突出。为缓解供水紧张状况, 可以使用再生水资源作为解决的途径。在分析西安市水资源、污水及再生水利用现状的基础上, 为再生水资源开发与利用过程中遇到的必须解决的资金、价格、市场以及如何发挥政府的政策导向、宏观控制作用等方面的问题提出了合理的建议和措施。

关键词: 再生水资源; 开发; 利用; 政策导向; 宏观控制

文献标识码: A **文章编号:** 1000-288X(2007)05-0141-03

中图分类号: TV213.9, X703

Exploitation and Utilization of Reprocessed Water Resource

——Taking Xi'an as an Example

Gao Xu-kuo, Liu Xiao-jun

(School of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an, Shaanxi 710055, China)

Abstract: Xi'an is the city where is extremely short of water resource. Water resource supply is insufficient to meet the various demands. In order to improve the states of water supply, utilization of reprocessed water is an effective approach. On the basis of the study on the current situation of water resources, sewage and reprocessed water used in Xi'an City, the authors put forward some reasonable proposals and measures for the problems faced in the utilization of reprocessed water resources. The problems that must be solved include the capital, prices, and market, as well as how to play the government's policy orientation, macro-control, and so on.

Keywords: reprocessed water resource; policy orientation; macro-control

水资源是人类生产生活中不可缺少的重要资源, 我国是世界上水资源较为缺乏的国家, 人均水资源占有量不足世界平均水平的 1/4, 在我国 600 余座大中型城市中, 有 50% 的城市存在缺水状况, 水资源不足已经影响到城市的经济发展。

西安市地处我国西北, 为内陆城市, 属于资源型缺水城市。西安市的城市面积为 9 983 km², 人口数量已经超过 700 万人, 作为西北地区政治、经济、文化的最重要的城市, 水资源的供需矛盾非常突出。

再生水是以城市污水处理厂二级出水为原水, 经过深度处理工艺后, 使之达到了一定标准, 能够满足相应的回用功能的水资源。使用再生水是缓解缺水地区水资源紧张, 提高水资源利用率的有效途径。美国早在 20 世纪 30 年代已经建立起城市污水处理厂将城市污水处理后作为城市景观用水加以回用。同

一时期的日本, 也有 41% 的城市污水经过处理后回用于工业企业。近些年来, 我国的北京、天津等城市开展再生水回用也取得了较为成功的经验, 这些经验都为缓解西安市的水资源供应的紧张状况提供了很好的借鉴。

因此深入研究城市再生水资源的开发与利用, 加大城市污水深度处理与利用, 不断挖掘再生水资源的开发和利用的潜力, 是促进城市经济、环境可持续发展的有效途径。

1 西安市水资源状况分析

1.1 水资源的供需现状

西安市自产水资源量中, 地表水资源量 2.18×10^9 m³, 地下水资源 1.73×10^9 m³, 来源于渭河、泾河等流域的水资源量为 7.85×10^9 m³, 包括地表水和地

下水重复利用量在内的水资源总量为 1.05×10^{10} m^3 。据《西安市水的中长期供求计划报告》预测,到 2010 年的总需水量为 3.80×10^9 m^3 ,水资源供应缺口达 1.4×10^9 m^3 。2000 年,西安市城市用水量为 1.65×10^6 m^3/d ,总用水 6.01×10^8 m^3 ,其中生活用水 2.64×10^8 m^3 ,工业用水 3.37×10^8 m^3 ,缺水 $5.0 \times 10^5 \sim 6.0 \times 10^5$ m^3/d ;到 2002 年城市中心用水量增加到 1.93×10^6 m^3/d ,总用水量增加到 7.03×10^8 m^3 ,尽管由于黑河引水工程增加了城市供水能力,缺水仍达到 $3.0 \times 10^5 \sim 4.0 \times 10^5$ m^3/d 。

目前,西安市人均水资源占有量为 316 m^3 ,为全国人均水资源占有量的 13%^[1]。同时在现有水资源总量中还存在着时空分布不均匀,水质污染严重以及水资源在使用过程中的浪费严重等问题。水资源供应的严重不足已经成为制约西安市城市发展的瓶颈。改善水资源状况,提高水资源利用率已经成为亟待解决的问题。

1.2 污水资源及处理状况

西安市现有的排污管道总长度为 835.4 km,其中污水管道 490 km,污水收集能力为 8.0×10^5 m^3/d ,排污服务面积约 152.2 km^2 。至 2010 年,西安市计划新建的污水处理厂为 14 座,处理能力将达到 1.00×10^6 m^3/d ,污水处理率将达到 70%。城市污水的水量稳定,随着污水处理能力的不断增加,二级出水总量也不断提高,以此作为原水生产再生水,为缓解水资源紧张,弥补水资源供应缺口提供了有利的条件。西安市现有的污水厂中,深度处理生产再生水的设计总量为 1.0×10^5 m^3/d ,再生水的开发与利用尚存在巨大的潜力。

1.3 再生水的用途和典型生产工艺

再生水根据水质的不同,有着广泛的用途。行政机关、企事业单位、个体经营者、居民、景观水体、市政建设和绿化部门都可以使用再生水,但必须符合相应的水质标准。污水深度处理工艺研究的不断深入为再生水的生产提供了技术上的保证。

再生水处理中,由化学混凝、絮凝、沉降、过滤和消毒过程组成的三级处理工艺可有效实现污水再生中的灭菌、去除颗粒物和降低浊度,提高再生水的清洁度和美学感。在资金允许情况下,活性炭吸附、深度氧化、超滤、反渗透、膜处理等深度处理工艺几乎可以普遍应用于各种用途的再生水回用工艺之中。

以西安市北石桥污水净化中心再生水生产工艺为例,采用混凝—沉淀—过滤工艺后得到的再生水的各项水质指标基本可以满足不同回用目的的水质标准^[2](如表 1 所示)。

表 1 再生水水质与回用标准之间的比较

项目	pH 值	SS/ ($mg \cdot L^{-1}$)	BOD ₅ / ($mg \cdot L^{-1}$)	COD _{Cr} / ($mg \cdot L^{-1}$)
二级出水	6.5~8.5	≤20	≤20	≤100
再生水	6.0~8.0	≤5	≤10	≤50
绿化用水	6.5~9.0	10	10	50
循环水	6.5~9.0	—	10	75
景观用水	6.5~9.0	30	20	75

2 再生水开发与利用中的问题及对策

尽管再生水对于解决供水紧张状况是一条有效的途径,其工艺技术也基本趋于成熟,但是,西安市的再生水开发与利用并不十分尽如人意,主要原因是因为除了技术层面的因素之外,诸如资金、市场等其它非技术因素的影响也起着重要的作用。

2.1 再生水生产项目的资金来源

再生水项目的投资包括处理设施的建设费用、生产经营费用以及回用水管网的建设费用,其资金占用量较大,投资回收期长,仅靠政府投资将很难实现。西安市北石桥再生水项目的投资达到 8.95×10^7 元。大量的建设投资、较长的投资回收期和低投资利润率是制约再生水项目资金来源的重要原因。

针对这种情况,项目的资金可以参考基础设施建设过程中的项目融资方式,既 BOT 或 TOT 融资模式,分散项目的资金风险或加快项目资金的回收^[3]。BOT(Build—Operate—Transfer)融资模式是指政府以再生水的特许经营权为基础,使私人投资者建设再生水项目,并在规定的时期内经营该项目,回收投资并获得利润,经营期满后将项目的相关设施移交给政府;TOT(Transfer—Operate—Transfer)融资模式是政府或公营机构将再生水项目建成之后,将其特许经营权移交给私营机构经营,私营机构凭借项目在未来若干年内的现金流量,一次性地付给政府一笔资金,项目经营期满,私营机构又将再生水项目移交回原有的公营机构。采用这种方法,对政府而言,可以使项目的投资在短时间内快速回收。目前,西安市的邓家村和北石桥两座污水处理厂正在考虑以 TOT 融资模式获取资金,促进城市污水处理和再生水项目的进一步发展。

2.2 再生水的价格形成机制及自来水价格的影响

价格对再生水的使用影响至关重要,其价格受到包括自来水价格、水资源费和城市污水处理费在内的整个水费体系的约束,同时,与其它垄断行业相类似,再生水的价格也受到了政府的管制。再生水价格过高,会影响消费者使用和市场的形成,而价格偏低,又使得再生水项目难于收回成本。

自2007年4月,西安市自来水价格再次调整,居民生活用水2.90元/m³,工业企业用水3.85元/m³,特种行业用水17元/m³,而再生水的价格仅为1元/m³。自来水和再生水的价格对比可以看出,一方面再生水有着较大的价格优势,另一方面,现行的价格确定方法又限制了企业的盈利空间。

为了提高再生水生产企业的积极性,充分适应市场机制的要求,可以采用自主定价的价格形成机制。自主定价就是再生水生产企业在综合考虑市场需求及其供水成本之后所确定的最优价格,它是市场定价的一种形式。通过自主定价,企业可以根据市场情况,结合用户的需求,自主确定再生水的价格,使企业实现最佳的经济效益,加快企业投资的回收^[4]。

2.3 再生水使用时消费者的附加成本

消费者使用再生水时产生的附加成本也对再生水的开发与利用有着很大的限制。受水质的影响,再生水使用过程中,不能与现有的供水管网并网,不论是分散式供水还是集中供水,都会使消费者产生额外的附加成本。附加成本包括再生水供水管网建设或者运输的费用。由于附加成本的存在,严重抵消了再生水的价格优势。对于用水企业来讲,需要在短期效益和企业长期利益之间做出决策。很多企业即使觉得再生水水质安全,价格低廉,却不愿意投资建设企业内部的供水管网。

西安市现有的再生水回用系统中,已经建设的再生水回用管网总长约13 km,主要是从北石桥污水净化中心铺设到钟楼附近。但是用水企业内部的管网建设相对滞后,企业使用再生水的积极性不高,造成再生水生产很难达到设计产量。目前,该净化系统的产量只有设计能力的20%。

2.4 政府在再生水开发与利用中的作用

为了进一步促进再生水的开发与利用,在解决非技术影响因素中,政府部门应起到重要的作用,主要是制定相应的政策加以扶持。

(1) 鼓励各种投资主体积极参与再生水开发。这样不仅可以缓解政府出资建设再生水项目的资金短缺问题,还可以有效减小项目的资金风险。政府应该从税收、信贷等方面给予再生水回用项目以更大的优惠,或者给予此类项目相应的补贴,从而更好地吸引各种资金参与。

(2) 从政府的角度宣传和倡导使用再生水,向消费者介绍使用再生水的有利之处。这里的消费者主要是除了包括再生水的潜在用户,例如能源、化工、矿山等水资源消耗量较大的企业。更重要的是政府应该在市政景观用水上采取积极的态度,例如景观用水、绿化用水、消防用水等,改变目前此类用水无成本或低成本现状。

(3) 提高自来水的生产成本或限制使用。政府可以通过提高自来水价格的办法,提高再生水在消费群体中的使用偏好;也可以采用限制自来水使用量的方法,例如设立自来水使用配额或者最高限量等。这样都可以有效促进再生水加速发展。

3 建议

随着我国建设资源节约型社会步伐的不断加速,水资源在国民生产中的重要地位不断凸显,正在修订的《中华人民共和国水污染防治法》将国家对水资源的安全和保护提升到了更重要的位置。再生水回用作为降低水资源消耗,提高水资源利用率的有效方式,符合国家经济发展和政策的要求,将会得到进一步的推广和应用。针对西安市水资源供应的实际情况,目前再生水的开发与利用建议应从以下几个方面采取措施。

(1) 从政策层面上加强和完善水资源管理和保护的制度和规定,进一步完善再生水使用的相关规定和措施。对自来水的利用,地下水资源的开采等方面加以一定的限制,为利用再生水提供政策上的支持。

(2) 以现有的邓家村、北石桥等污水处理厂为中心,在市政建设规划中统筹安排,建设再生水输送管网,为厂矿企业使用再生水提供尽可能的便利条件,降低用户使用再生水的成本。

(3) 建立合理的自来水和再生水的价格形成机制,使水价能够反映水资源的真正价值。为再生水的市场形成奠定合理的价格空间,在再生水生产企业可以获得一定的利润条件下,使用户选择再生水作为水源成为可能。

(4) 拓宽再生水项目的资金筹集渠道。将再生水的生产纳入城市基础设施的范围统筹考虑,形成多元化的项目资金筹集方式,为再生水的进一步发展提供必要的资金支持。

将再生水作为缓解城市水源紧张的途径需要一定的时间过程,在有关再生水项目的理论和政策法规还不太完善,再生水的处理技术也有待于提高和改善的情况下,就需要政府、企业和消费者共同努力,为进一步加快再生水回用项目的发展而不断努力。

[参 考 文 献]

- [1] 樊春贤. 西安市水资源可持续利用的研讨[J]. 地下水, 2007, 29(1): 17-19.
- [2] 仇付国, 王晓昌. 常用城市污水再生处理工艺净化效果比较分析[J]. 环境污染与防治, 2005, 27(9): 670-673.
- [3] 刘晓君, 张宏. 基础设施项目融资的有效方式—TBT[J]. 建筑经济, 2004(4): 61-63.
- [4] 段涛. 城市污水资源化中再生水的定价理论与方法研究[D]. 西安建筑科技大学硕士论文, 2005.