

# 银川城市再生水资源利用方式探讨

廖力君, 米文宝

(宁夏大学 资源环境学院, 银川 750021)

**摘要:** 再生水是一种稳定可靠的、可再生利用的水资源, 它是解决城市缺水的一条重要途径。就银川市城市水资源利用问题进行分析, 论证了再生水利用的可行性, 并且提出合理利用再生水资源, 能有效地解决城市水资源短缺的措施。

**关键词:** 再生水资源; 水资源; 污水处理

**中图分类号:** S273.1; X522 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2004)03-0178-03

## Research on the Reborn Water Utility in Yinchuan City

LIAO Li-jun, MI Wen-bao

(School of Resource and Environment, Ningxia University, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** The reborn water is a kind of stable and recycling resource, which can be an important way to solve water shortage in cities. The authors make an analysis about water problems in Yinchuan City, and prove the possibility for reborn water use. Finally the best way to solve water shortage in cities is put forward by taking advantage of the reborn water.

**Key words:** reborn water; water resource; sewage treatment

宁夏自古有“天下黄河富宁夏”的美誉, 这导致了水资源在本地区是极其丰富的假象。实际上, 宁夏是全国水资源最少的省区之一, 银川市是建设部公布的全国 35 个缺水的大中型城市之一, 水资源短缺形势异常严峻<sup>[1]</sup>。近年来, 随着城市化进程的加快和国民经济的快速发展, 水环境污染和水资源短缺形势日趋严重。水资源量的严重不足, 已经成为制约银川市社会、经济发展的主要因素之一。据统计, 西夏区已形成全区最大的地下水位降落漏斗, 面积已从 263.3 km<sup>2</sup> 扩大到 446.32 km<sup>2</sup>, 银川市全年的生活和工业污水近 7 748.8 万 m<sup>3</sup>, 污水处理率仅为 51.34%, 这些污水都是经过第二、第四等排水沟直接排放到黄河, 造成水体污染, 破坏了天然水体的良性循环。

再生水起源于日本, 它是城市污水有效治理的一种形式, 还是一种可以被持续利用的淡水资源。城市再生水利用, 在工业发达国家已经得到迅速发展, 技术问题基本解决。专家们提出城市污水, 实际只有 0.1% 的污染物质, 经过处理后完全可以得到利用<sup>[2]</sup>。因此再生水作为一种稳定可靠的、可再生利用的水资源, 是解决城市缺水的一条重要途径。本文就银川市的水资源利用现状进行分析, 探讨论证城市再生水资源利用的可行性。

### 1 再生水资源的基本特点

再生水是一种稳定可靠的、可再生利用的水资源。对于城市而言, 再生水利用有诸多的优势特点。第一、水源近, 城

市工农业和生活污水是其主要水源, 而且数量庞大, 不必长距离引水; 第二、水源稳定, 主要是城市生产生活过程中所产生的污水, 不会受到季节性变动以及用水量紧张等问题的影响; 第三、污水处理可行性强、成本低, 社会、经济和生态效益明显, 能够缓解城市用水紧张及生态问题; 第四、有利于环境保护, 再生水是污水的处理转化形式, 它可以减少有毒有害物质对环境的破坏。

### 2 再生水资源利用在城市可持续发展中的作用

#### 2.1 解决城市水资源短缺

再生水资源是一种动态可更新的资源, 它有别于石油或天然气等不可更新的资源。经过净化处理后的城市污水变成再生水, 数量巨大, 可以作为城市用水的第二水源, 它可以用于城市绿地用水、工业冷却用水、环境用水、地面冲洗用水和农田灌溉用水等方面, 这样不仅可以减少和缓解城市总的耗水量和高峰用水量, 而且还有利于水资源的再分配利用, 并可以有效地控制城市内的环境污染。再生水资源的利用从根本上补给了城市水资源不足的矛盾, 提高了城市用水保证率和重复利用率, 使城市环境处于良性循环, 因此再生水资源利用是缓解城市水危机的重要途径。

#### 2.2 提高城市水资源利用率

在城市, 由于工业迅速发展以及人口的增加, 使得工业废水和生活污水也迅速随之增加, 进而更加突出的反映出城市水资源的有限性和脆弱性, 严重破坏了城市水生态环境。

然而城市污水是水量稳定、供给可靠的一种潜在淡水资源,将其转化为再生水,不仅可以增加城市总的可供水量,减少城市对自然水的需求量,而且可以提高污水处理率和回用率,实现污水再生成为城市可以利用的第二水源,从根本上提高城市水资源的利用率。

### 2.3 防止环境污染

城市再生水利用涉及到的只是城市中人工系统范围内的循环,不会对整个区域的水文环境产生不良影响<sup>[3]</sup>。也就是说,经深度处理后的再生水,进一步减少了水中污染物对环境的污染。这反映出,再生水利用对生态环境的影响是最小的。城市再生水利用,有助于工业企业污水达标排放,不允许建设对生态环境和水环境造成污染的企业;同时也有助于培养市民节水减污的思想和习惯,从而保护自然生态环境的完整性,同时避免不合理利用水资源产生的一些不良环境影响。例如局部土地的盐碱化、局部水资源被收集而影响到区域水资源的平衡等问题。

### 2.4 促进城市可持续发展

采取再生水利用,一方面可以缓解自然水的水质下降和短缺问题,减轻和降低给水处理负荷和成本,提高水资源的利用效率,是水资源可持续发展的要求;另一方面,也有助于建立良性的水循环系统,改变现有水的社会循环系统的内部结构,实现水资源开发利用由粗放型向集约型转变,使其有利于节约用水、保护水源、防止水污染,提高城市生态系统的稳定性,从而营造一个良好的城市发展环境,促进城市的可持续发展。

## 3 银川市水资源开发利用存在的主要问题

### 3.1 水资源浪费现象严重

银川市处于西北干旱半干旱地区,降水少,地下水资源一直是城市供水的惟一水源。但是水资源浪费现象突出,主要表现在,工业企业生产设备老化、生产工艺落后、单位产品耗水量高、生活用水设施老化、节水设备少、市民节水意识缺乏等方面,造成大量水资源的浪费。据资料显示:银川市每年仅因跑、冒、滴、漏损失的水,就占到了全市公共供水总量的20%以上,致使人均综合用水量比欧洲国家高出一倍;另外由于城市水价太低,也造成了水资源的浪费,例如去年银川市户均水费支出为102元,还不到全市居民户均收入的1%。这反映出过低的水价,不能使居民树立起有效的节水意识。

### 3.2 污水处理能力低,水资源有效利用量弱

据银川市2003年统计年鉴资料显示,1997年银川市污水处理率为20.2%,2002年污水处理率为51.34%,目前,银川市只有一座污水处理厂,处理能力有限。一方面,工业废水与生活污水排放量逐年增加,大量未经处理的污水直接流入黄河,这使得城市地表水和地下水受到不同程度的污染,另一方面,污水管网密度低,只有3.34 km,也不能很好的处理污水,从而使得可以直接利用的水资源的量不断减少。

### 3.3 形成地下水漏斗

由于对水资源缺乏统一规划和管理,使得有限的水资源得不到合理有序的开发,银川市已在局部地区造成区域性地下水位下降。据统计,在银川市西夏区已形成全区最大的地下水位降落漏斗,面积已从263.3 km<sup>2</sup>扩展到446.32 km<sup>2</sup>,中心水位下降29.74 m,平均每年下降0.49 m。这无疑证明银

川市缺水情况的严重性。

### 3.4 水源地建设难度大

城市用水地域集中,要求供水强度和保证程度高,不靠近大江大水的城市水源地建设越来越困难。银川市地处半干旱地区,虽有黄河之水,但是用水量限制严格,城市缺水问题严重。目前,银川市已经建立起10个集中供水水源地,其中包括贺兰县、永宁县、灵武市新划归的4个水源地。地下水供水能力43.97万m<sup>3</sup>,供水服务人口60.97万人。很难满足城市人口和经济增长所需的水量,而再开发新的水源地困难重重。

### 3.5 生态用水量不能有效保障

银川市地处干旱半干旱地区,降水量远远小于蒸发量,水资源短缺是不争的事实。随着近年来气候的持续干旱,更加导致了水危机的严重性;由于城市和工业用水量的迅速增长,造成大量开采地下水地表水的局面,从而导致地下水位以及湖泊水位的下降,大量的湿地减少;同时,由于污水处理能力低,造成大量工农业和生活污水直接排放,严重的污染了生态环境,致使银川平原地区生态系统的稳定性遭到破坏,局部有恶化的趋势。在水资源的短缺与水体的大量污染形势前,生态用水量很难有效地保障。

## 4 再生水利用的可行性分析

### 4.1 银川市再生水利用的迫切性

城市化进程的快速发展,对水资源的需求量是呈不断上升趋势的,然而城市水环境的污染,是水资源不能进入再生的良性循环。在防治污水污染方面,目前全国城市污水处理率仅为13.65%,大量废水、污水排放造成了城市水体的严重污染,直接影响人民健康和工农业生产,严重地阻碍了城市可持续发展地步伐<sup>[4]</sup>。据专家预测,到2010年银川市主要城镇地下水储量80万m<sup>3</sup>/d,2020年缺水将达到280万m<sup>3</sup>/d。在严重缺水的事实面前,只有采取再生水利用,才可以在很大程度上缓解城市水危机。鉴于此,为了促进城市经济与生态环境的协调发展,采取再生水利用是一条必由之路。它不仅直接关系到城市水资源持续利用,促进城市发展,保护环境等方面,而且也反映出一个城市发展地文明程度。

### 4.2 银川市再生水利用的必要性

城市用水、城市污水排放以及城市水环境是城市发展不可缺少的环节<sup>[5]</sup>。城市要实现经济社会与生态环境发展的相互协调,就必须注重城市再生水资源的开发与利用,这是因为再生水能够提高水资源的重复利用率,循序、循环用水,城市污水经处理后可直接使用,使再生水成为第二水源,减少污水排放量,保护环境和水资源不受破坏。银川市尚处于工业化初期阶段,经济尚不发达,一些工矿企业生活污水及其污染物大部分未经处理直接排放;农田施放化肥农药的排水等,严重的破坏了城市生态环境。鉴于此,再生水利用就尤显其必要性,这样有助于提高污水处理率,以减少污水及其污染物的排放量,保护现有可利用的水资源不被破坏。

### 4.3 银川市再生水利用地可能性

再生水利用是对水自然循环过程地人工模拟与强化。城市供水的80%转化为污水,经收集处理,其中70%可以再次循环使用。这意味着通过污水回用,可以使城市的可用水量增加50%以上,使实现有限水资源地合理利用,增强城市水资源自主能力和安全保障程度,国内外地实践经验表明,再生水利用是城市有效利用水资源地一种可行性方

式<sup>[6]</sup>。这是因为城市污水再生回用所需地投资和费用,远远低于远距离引水所需地相应地投资和费用。据测算,污水处理厂达到三级处理的基建投资费用为 1 500~ 2 000 元,水处理成本为 0.8 元,若按污水回用规模的一期工程水量 1.5 m<sup>3</sup>/d 来计算,基建投资大约 900 万元,估算运行费用 0.3 元/m<sup>3</sup>,同时每年可节约自来水 548 万元<sup>[7]</sup>。以银川市现行的自来水价格 1.25 元/m<sup>3</sup> 计算,则每年可为社会节约 685 万元;另一方面,再生水资源利用是一个不受季节影响,水量和水质相对稳定的供水水源。它可以减少排污量,可节约治理环境污染所需的资金。所以,银川市采取再生水资源利用,在经济和技术方面可行性强,有助于缓解水资源的供需矛盾,改善城市生态环境。

### 5 再生水利用方式研究

#### 5.1 完善再生水资源利用地基础设施建设

随着人类对整个环境整体性认识地发展,人类注意到再生水资源地开发和利用,是城市可持续发展地有效保证。再生水资源不仅是一种稳定地城市水资源,而且是维持健康水循环不可缺少地措施。因此,再生水资源的基础建设在城市发展过程中备受重视。然而目前,银川市的再生水利用基础设施建设严重滞后于城市发展。据资料显示,银川市排水管道长度为 200.62 km,排水管道密度仅为 3.34 km/km<sup>2</sup>,污水处理厂一座,而且二级污水处理率不到 15%,大量污水被直接排放进黄河,再生水资源利用尚属空白。这不仅增加了城市对自然水的需求量,而且还污染黄河流域的水资源。因此,完善银川市城市污水管网、污水处理工程设施以及再生水资源利用设施的建设势在必行,这是推动银川市城市再生水资源利用的关键。再生水资源利用方式如表 1,也就是说,在现有城市污水管网和污水处理设施的基础上构建再生水资源利用系统。主要是积极铺设再生水回用管道,与自来水管形成“双管系统”。这样可以构成优质饮用水和再生水回用分别供给的复式供水系统;或者还可以在大型商业区、居住区等集中设置再生水净化设施和再生水回用管道,直接利用再生水从事生产和生活。同时加强污水处理设备的更新、处理技术的革新、处理容量的提升以及扩大城市污水管网与再生水回用管网密度的建设,从而方便快捷高效的利用再生水资源,缓解城市水资源短缺。

#### 5.2 建立以再生水资源为基础的水资源生态系统管理模式

再生水资源作为一种可更新的水资源,其在城市发展过程中的作用和前景备受瞩目。银川市是一个水资源相对贫乏、时空分布又极不均匀的城市,水资源短缺成为制约城市经济发展的限制性因素,水资源紧缺又是生态环境恶化最重要的因素;另一方面,城市经济用水挤占农业用水和生态用

#### 参考文献:

[1] 陈永奇. 黄河流域片缺水城市水资源供需比较[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1994: 122- 128  
 [2] 唐志伟. 北京污水资源化与回用问题[J]. 中国给水排水, 1995, 11(5): 20  
 [3] 张杰, 曹开明, 等. 城市污水深度处理与水资源可持续利用[J]. 中国给水排水, 2001, 17(3): 20- 22  
 [4] 许有鹏, 等. 城市水资源与水环境[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 2003: 25- 27  
 [5] 李甲亮, 姜军, 等. 城市中水资源化开发利用的研究[J]. 山东科技大学学报(自然科学版), 2003, 22(4): 110- 114  
 [6] 鲍宪技, 等. 大旱后对城市缺水的思考[J]. 给水排水, 2001, 27(3): 16- 18  
 [7] 茹继平, 李大鹏. 城市污水再生利用新模式的探讨[J]. 中国给水排水, 2001, 17(5): 33- 35  
 [8] 闵庆文, 于贵瑞, 等. 西北地区水资源安全的生态系统途径[J]. 水土保持研究, 2003, 10(4): 272- 274  
 [9] 谢新民, 赵文骏, 等. 宁夏水资源优化配置与可持续利用战略研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2002: 207- 210

水的现象普遍存在,而且已经严重地影响到了区域生态环境安全。鉴于此,构建以再生水资源为基础的水资源生态系统管理模式更显其重要性。这是因为再生水资源利用增加了城市总的可供水量,减少了城市对自然水地需求量,减轻了对水环境地污染负荷,削减了对水自然循环的干扰。以再生水为基础的水资源生态系统管理方式,一方面有利于加强水资源的统一管理,减少用水浪费,水体污染以及产业布局不合理等严重问题,有助于协调流域水资源管理和行政区水资源的管理关系,进行水资源总量控制;另一方面,它可以维持整个生态系统的良好动态行为,获取生态系统的产品生产和服务功能产出的最佳组合和长期可持续性<sup>[8]</sup>。这样才能从根本上为银川市的持续发展奠定坚实的基础。

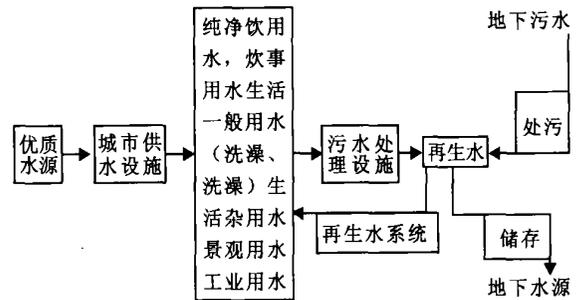


图 1 再生水资源利用模式设想

#### 5.3 实现再生水资源利用的产业化发展

城市再生水资源利用应建立在水的良性社会循环的基础上,这对水资源的持续利用至关重要<sup>[9]</sup>。再生水资源产业化是水资源可持续利用的必然趋势和重要内容。也就是把再生水设施由公益事业转变为产业,由政府包办转变为社会承办。将再生水资源运行设施所有权和经营权分离,政府有能力建设的政府承建,政府没能力建设的可按市场机制运营。对于按照要求应该建设再生水设施的单位,单位可以自建自管,也可以采取近些年国际上较为流行的投资运营汇报模式,再生水设施建设或使用单位可以不在是工程的投资主体,而将建设或运营权都交给相关企业,企业通过运营收费回收资金,获得受益。另一方面,随着再生水资源利用的逐步发展,它要求城市实现给排水一体化,就是将城市的供水部门和系统与排水、污水处理及再生水等部门和系统统一合并起来,例如成立给排水总公司或类似机构,负责城市水资源和再生水资源的可持续开发利用,按用途分类保证供给户必须的水量并满足必要的水质,维护合理的价格,即按类用水、分质供水、梯级收费,优化配置。再生水资源的产业化运作与发展,是解决城市水资源短缺,促进水良性循环,实施水资源可持续利用重要措施。