

沿海缺水地区水资源开发利用循环经济模式

乔 晶 , 崔兆杰

(山东大学环境科学与工程学院 , 山东 济南 250100)

摘要 建立以水资源优化配置和循环利用为核心的循环经济模式是解决水资源短缺问题的最佳和有效途径。以潍坊市北部沿海地区为研究对象 , 在分析当地水资源开发利用状况的基础上 , 研究了该区域水资源开发利用循环经济模式的构建思路和方法 , 通过循环经济动脉链、静脉链和网络体系的构筑 , 建立起科学的水资源开发利用循环经济模式 , 并探讨了有效可行的实施途径 , 从而实现区域水资源开发利用过程中的减量化、再利用和资源化 , 解决当地水资源危机 , 实现水资源的可持续利用。

关键词 沿海缺水地区 ; 水资源利用 ; 循环经济

中图分类号 : TV213.9 文献标识码 : A 文章编号 : 1004-693X(2008)03-0082-04

Circular economy mode for water resources exploitation and utilization in coastal water-deficient region

QIAO Jing , CUI Zhao-jie

(School of Environmental Science and Engineering , Shandong University , Jinan 250100 , China)

Abstract A mode of circular economy , focusing on optimal allocation and recycling of water resources , can solve the shortage of water resources effectively. Based on the status of exploitation and utilization of local water resources , a circular economy mode for scientific water resources exploitation and utilization in the coastal area of North Weifang City was developed through the construction of a circular economy artery chain , vein chain and network system. Some feasible measures for reducing , reusing and recycling during the exploitation and utilization of water resources , solving the water resources crisis and realizing the sustainable utilization of water resources , were proposed.

Key words coastal water-deficient region ; water resources utilization ; circular economy

我国沿海地区是经济发展的重要基地 , 人口占全国的 40% 以上 , 工农业生产总值占全国的 60% 以上 , 同时沿海地区也是我国最缺水的地区 , 水资源总量仅占全国的 1/4 , 人均水资源量为 1266 m^3 , 不足全国人均水资源量的 60%。随着经济的发展和人民生活水平的提高 , 沿海地区水资源供需矛盾日益突出。水质污染、海水入侵等一系列问题又使水资源情况进一步恶化 , 水资源短缺问题已成为严重制约沿海地区经济社会发展的瓶颈。

潍坊市是全国 42 个重点缺水城市之一 , 其北部沿海地区(以下简称潍北地区) 是该市经济发展的重点地域 , 当地水资源状况具有我国沿海缺水地区的

大部分特点。本文以潍北地区为例 , 突破以往解决缺水问题的单一方式 , 构建以水资源循环经济动脉链、静脉链和网络体系为基础的水资源开发利用循环经济模式 , 探索出一条适合沿海缺水地区的水资源可持续利用之路。

1 潍北地区水资源概况与评价

1.1 水资源概况

潍北地区位于山东半岛的北部、渤海湾的南部 , 淡水资源多年平均可利用总量 10128 万 m^3 , 地表水 8928 万 m^3 , 地下水 1200 万 m^3 。地下淡水位于深层 , 浅层一般为咸水和卤水 , 埋藏于滨海地带 , 静储

量 58 亿 m³ 动储量 75 亿 m³。

淮北地区受气候影响,降水时空分布极不均匀,年内、年际变化很大。地表径流主要来自大气降水,多年平均总量 17.03 亿 m³,径流深在 70 mm 以下,一年之内汛期径流量为全年径流量的 70%~75%,区域地表水拦蓄工程较少,地表径流利用率不高,绝大部分以汛期洪水的方式入海。

1.2 水资源面临的问题

1.2.1 水资源较为匮乏

淮北地区一方面是资源型缺水,区域内水资源人均占有量只有 225 m³,仅为全国人均占有量的 1/9,地下淡水资源由于埋藏深、开发成本高、补充困难,不宜作为可持续利用的淡水资源,进一步减少了水资源的供给量。另一方面是水质型缺水,过境入海各河流均受到不同程度的污染,6 条主要河流中有 4 条河流超出功能区区划的要求,其中 2 条河流水体为劣 V 类水质,进一步加重了当地水资源紧缺的情况。

1.2.2 水资源消耗量较大

淮北地区高耗水产业和行业比重较大。三次产业结构为 16.6:62.1:21.3,工业主要以化工、电力、纺织印染等高耗水行业为主。区域水耗为 76 m³/万元,作为工业聚集区,与烟台、天津等工业园区的 10 m³/万元以下相比,差距较大。

1.2.3 水资源利用效率低

淮北地区农业用水量占总用水量的 60% 以上,其中 90% 用于灌溉,部分地区仍在沿用大水漫灌的方式,灌溉水利用率仅为 40%~45%,而发达国家的灌溉水利用率已达到 70%~80%。工业用水效率仍有待提高,工业用水重复利用率为 68%,与发达国家的 75%~85% 相比仍有距离,中水回用率仅为 15.2%。

1.2.4 海咸水入侵

淮北地区海咸水入侵始于 20 世纪 80 年代初期,1985 年后局部海咸水入侵发展到区域性海咸水入侵^[1],逐步形成贯穿全区的地下水降落漏斗,近年来漏斗区面积最大达到 1 550 km²,其中负值区面积为 1 240 km²。海咸水入侵导致地下水水质恶化,加大了区域水资源供需的潜在危机。

1.3 水资源具备的优势

1.3.1 后备水资源种类和数量较为丰富

淮北地区位于渤海莱州湾南岸,海岸线长 140 km,海水资源丰富,地下有大量的咸水和卤水资源,发展海水和咸水资源具有广阔的前景。汛期降雨量较大,区域内大部分为平原,地势平坦,汇水面积大,有利于汛期的雨水资源的收集和利用。

1.3.2 生态湿地为污水提供廉价处理场所

淮北地区有羊口北芦苇湿地和巨淀湖芦苇湿地等,湿地总面积 1 039 km²。利用天然芦苇湿地和人工芦苇湿地进行城市综合污水处理,不仅可实现污水无害化,还可改造现有的生态环境,维护湿地景观,并降低处理成本。

1.3.3 水资源循环利用已有一定基础

部分地区、企业已初步建立了一定规模的节水、污水回用模式,为进一步建立水资源开发利用循环经济模式奠定了基础。区域内的滨海经济开发区已构建了程度较高的海水、卤水、淡水生态链网体系,2006 年工业废水排放达标率在 98% 以上,工业用水重复率达到 89%,具有很好的示范和带动作用。

2 循环经济模式的构建

2.1 构建思路

循环经济模式的构建应贯穿于水资源开发利用的供、用、排环节中,统筹兼顾,全面考虑。主要包括:在水资源开发过程中,注重合理开发,并逐步从传统水源的开发向非传统水源的开发转移,充分利用一切水资源,并通过水资源的优化配置合理调配水资源,在利用过程中,注重节水,提高水资源利用效率,同时注重各类水资源的回用,减少废水的产生,在废水排放时,要以无害化为准,使最终进入自然界水体的废水不对生态环境造成影响,同时兼顾废水的资源化利用,为增加供水量提供保障。

2.2 构建方法

2.2.1 实施分质供水,构建循环经济动脉链

水资源循环经济动脉链的构建循环可以通过分质供水来实现,在淮北地区通过淡水管线、海水管线和中水管线实行分质供水,集雨设施和雨水管线可根据实际情况就近供水。各单位内部和单位之间根据自身的生产工艺和地理位置,开展水资源的梯级利用和分质利用。以海水为例,通过海水淡化、海水直流冷却两个关键节点形成与工业相关联的海水动脉链,如图 1 所示。

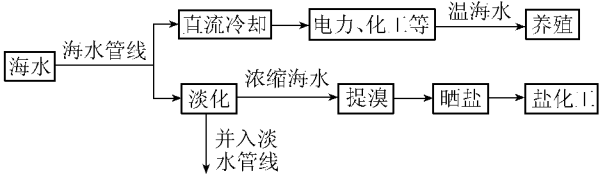


图 1 工业—海水动脉链

2.2.2 通过废水回用,构建循环经济静脉链

根据水质的不同,废水处理和回用方式有 3 种:内部直接回用、内部处理后回用和处理后排入城市污水管线。工业企业、有条件的居民区和其他单位

量可削減 15%。

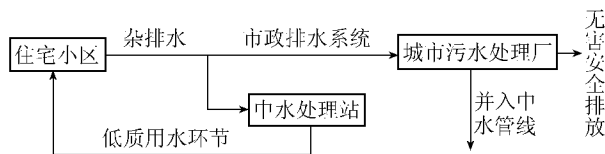


图 2 住宅小区水资源静脉链

2.2.3 利用水资源信息系统 构建循环经济网络

根据淮北地区水资源情况,建立包括水资源信息库、水环境数据库和工业、农业、生活、生态环境用水状况数据库的水资源信息系统平台,及时、准确、客观的反映水资源状况,并科学预测未来水资源变化趋势。利用水资源信息系统,实现各种水资源之间的联合调度,统一配置工业、农业和生活用水,对水资源循环经济动脉链和静脉链加以耦合,构建循环水资源优化配置和资源化利用的循环经济网络体系,最大限度地挖掘水资源潜力,使有限的水资源发挥出最大效益。

2.3 循环经济模式图

水资源开发利用循环经济模式如图 3 所示。

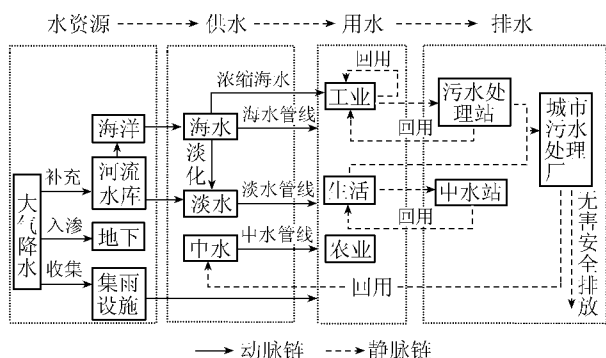


图3 水资源开发利用循环经济模式

3 循环经济模式的实施途径

3.1 水资源的节约利用 :减量化

3.1.1 农业节水

淮北地区农业用水量大,尤其是灌溉用水量较大,而灌溉水利用率较低,节水潜力很大。因此农业节水应从发展节水灌溉入手,因地制宜地推广管道灌溉、大田喷灌、微喷、滴灌、小管出流灌溉等节水灌溉技术,同时重视灌溉过程中的工程节水,通过渠道衬砌、配套田间工程,平整土地,减少输、配、灌水过程中的水量损失^[2]。通过节水,淮北地区农业用水

3.1.2 工业节水

工业供水比较集中,易采取节水措施,是节约用水的重点,淮北地区通过节水可节约工业用水量35%以上。根据水资源条件,可合理调整工业结构和工业布局,逐步降低高耗水行业比重,改进生产工艺,加大工业企业的技术改造力度,大力推广清洁生产技术和先进适用的节水技术,加强企业用水管理工作,制定各项管理制度,如制定工业产品的用水定额,工业节水管理办法等。

3.1.3 生活节水

一方面生活节水可通过合理调整水价,使节约用水同人们的直接经济利益有机结合,形成激励节约用水的水价联动机制;另一方面通过推广应用节水器具和设备,搞好管网维护,杜绝跑、冒、滴、漏等现象。目前淮北地区节水器具普及率仅为 30%,若将其提高到 70%,节水效率将大为增加,预测生活用水量可减少近 10%。

3.2 新水源的开发利用:再利用和资源化

3.2.1 新修水利工程拦蓄水资源

加大河流的综合治理力度,通过河道拦蓄水、河槽治理等工程增大河流的蓄水量;建设平原水库,扩建双王城水库,提高蓄水能力;建设农村人畜集中供水工程,充分利用废旧蓄水池、湾塘、窑坑等天然洼地,修建小型蓄水池。淮北地区已建成和正在规划建设 6 座平原水库,23 座拦河坝,到 2010 年可增加供水量 8 730 万 m^3 。

3.2.2 中水回用

中水是国际公认的“城市第二水源”。随着经济社会的发展,淮北地区工业废水及生活污水排放量将大量增加。采取分散与集中相结合的方式对污水进行处理,在依托污水处理站和城市污水处理厂的的同时,要充分利用自然生态系统的生态化处理方式。目前淮北地区的寿光市已发展用于污水处理的芦苇湿地 4.05 km^2 ,利用芦苇、藕等维管束类水生植物进行生物净化处理污水,到 2010 年将达到 26.7 km^2 。根据淮北地区的污水处理厂建设规划,到 2010 年污水处理能力将达到 30 万 t/d ,若使中水回用率达到 50%,可实现中水回用量 4 900 万 m^3 。中水回用包括以下几方面:

a. 农业灌溉。淮北地区农业灌溉面积为 190 km^2 , 每年需灌溉用水量为 $5\,900 \text{ 万 m}^3$, 将其中 40% 用中水代替, 可以节约淡水资源近 $2\,400 \text{ 万 m}^3$ 。

b. 工业生产。化工、纺织印染、食品加工和电力等行业均可进行中水回用。淮北地区的中水首先回用于冷却水,其次是洗涤、冲灰、除尘等对水质要

求较低的环节。到 2010 年可实现工业中水回用量 1 000 万 m³ 这其中包括企业内部自行处理和区域集中处理两部分。

c. 城市景观和市政绿化。淮北地区道路面积约为 3.42 km² 城区绿化面积约为 4.85 km² 逐步推广采用微灌技术将中水用于城市园林绿化用水、夏季喷洒街道及景观等公共用水,可节约新鲜水 500 万 m³ 以上。

d. 生活杂用水。冲厕用水占城市生活用水的 35% 左右,完全可由中水代替。淮北地区目前每年生活用水量约为 1 000 万 m³ 估计到 2010 年将增加 50% 将中水用于厕所、车辆、地面冲洗以及小区内坑塘补充水等,可节约淡水 550 万 m³。

e. 地下水回灌和补充地表水。中水经过进一步处理,达到地下水回灌的水质要求后,可以作为淮北地区回灌水的水源之一。此外,可结合城市污水处理厂的建设,将中水在旱季回用于河道,用作生态用水。

3.2.3 雨水资源化利用

淮北地区区域内多年平均降水量 592 mm 降水的时空分布极不均匀,1 年内降水多集中在汛期,占全年降水量的 70% 以上,且大部分得不到有效利用,若将汛期 10% 的雨水加以利用,即可增加 1 亿 m³ 的供水量。雨水资源化主要途径有农业雨水利用和城市雨水利用。

农业雨水利用的形式很多,淮北地区可采取深耕耙耜等措施提高雨水的就地利用率;或利用作物和树木之间的空间来富集雨水,增加作物区或树木生长区根系的水分;另外可以采取人工措施,如修建蓄水池等小型水利工程,对雨水加以蓄存和调节利用^[3]。

城市雨水可以用于构造城市水景观、灌溉绿地、冲洗厕所及改善生态环境等。提高淮北城区绿化覆盖面积,改造不透水地面,增加入渗量,逐步将现有排水系统改造为雨水收集与排放系统,加大雨水的贮留量;在容易集水且水质较好的地方兴建拦截和蓄存雨水的新设施;利用两用井、渗井等设施,在地下水库所在位置扩建回灌井、渗井等,补充地下水,减少地下水漏斗面积,并防止地质环境的恶化^[4]。

3.2.4 海水和咸水的资源化

海水的资源化主要通过淡化和直接利用两种途径来实现。目前海水的淡化技术已经成熟,淡化成本已经接近 5 元/m³^[5]。淮北地区计划到 2010 年建

成海水淡化示范设施,淡化规模为 500 万 m³/a,同时产生浓海水 350 万 m³/a,与当地的盐化工行业形成产业共生系统,建成海水综合利用产业链,降低淡化成本,节约当地盐化工行业的原料地下卤水。海水直接利用最普遍的方式是海水冷却(占 90% 以上),我国海水直流冷却已有近 70 年的历史,主要应用于沿海城市和苦咸水地区的电力、石化、钢铁、化工等行业^[6]。淮北地区可利用海水作为化盐用水、烟气脱硫以及生活冲厕用水等。

淮北地区地下浅层水苦咸,深层水含氟量高,可采用苦咸水淡化技术和降氟改水技术,解决农村用水问题。调整产业结构,种植适合咸水灌溉的农作物或植物,利用咸水进行农业灌溉,包括咸水直接灌溉、咸淡水混灌和咸淡水轮灌^[7],以降低对淡水资源的需求。

4 结 论

淮北地区水资源状况具有资源性缺水、水质污染、地下水超采、咸水入侵等困扰我国沿海城市的缺水问题,水资源开发利用循环经济模式的构建和实施可实现区域水资源开发利用过程中的减量化、再利用和资源化,与传统水资源开发利用方式相比,淮北地区到 2010 年估计减少水资源用量 6 850 万 m³,新开发水资源量 2.4 亿 m³,工业产值耗水量由目前的 76.6 m³/万元降为 47 m³/万元,工业产值废水排放量由目前的 20.5 t/万元降为 10 t/万元,可有效缓解水资源供需矛盾,实现水资源可持续利用。

参考文献:

- [1] 范维星,王兰中,韩树红,等.潍坊市北部沿海地区海咸水入侵灾害及防治对策[J].山东地质,2001,17(1):46-47.
- [2] 安伟,徐澜,樊智翔,等.高效节水型农业技术及发展前景[J].山西农业科学,2006,34(3):13.
- [3] 张凯.水资源循环经济理论与技术[M].北京:科学出版社,2007:17-50.
- [4] 赵廷红,牛征鸣.实现城市雨水资源化的基本途径[J].中国给水排水,2001,17(10):56-58.
- [5] 杨尚宝.统筹规划 发展我国海水利用产业[J].宏观经济管理,2006(10):29.
- [6] 冯厚军.海水利用:解决淡水资源缺乏的新途径[J].建设,2005(3):49-50.
- [7] 刘友兆,付光辉.中国微咸水资源化若干问题研究[J].地理与地理信息科学,2004,20(2):58.

(收稿日期 2007-10-24 编辑 舒建)