

基于物质流分析的上海市水资源分析和对策

李学峰¹, 韩昌来²

(1.上海市水务规划设计研究院,上海 200232; 2.上海市水务局,上海 200003)

摘要 采用物质流分析的理论和方法,构建了上海市水资源物质流概念图和实物流量模型,从资源消耗量、利用效率、循环量 3 个角度分析上海市水资源社会循环的现状和问题,并按照取水、供水、用水、回用、排水的社会水循环顺序,从 5 个方面提出上海市水资源可持续发展的对策。

关键词 物质流 水资源 水循环 上海市

中图分类号 TV213.4 **文献标识码** A **文章编号** 1004-6933(2007)S2-0028-03

上海市拥有充沛的水资源,但一直存在比较严重的水质型缺水问题。从水资源物质流的角度看,上海市水资源循环包括自然循环和社会循环两大部分。利用物质流分析的方法分析上海市水资源循环,可以充分了解其资源消耗量、利用率、循环率,可为上海市水资源可持续利用和发展循环经济提出对策和建议。

1 物质流分析方法

1.1 物质流分析

物质流分析(Material Flow Analysis,简称 MFA)是一种核算方法,它追踪物质从自然界开采进入人类经济活动体系中,并经过经济活动在不同时段和区域中流动,最后回到自然环境中的过程,可以监测和追踪那些货币价值很低但对自然环境影响较大的物质的流动。

物质流分析的基本观点是,人类活动所产生的环境影响在很大程度上取决于进入经济系统的自然资源 and 物质的数量与质量,以及从经济系统排入环境的资源和废弃物的数量与质量。前者产生对环境的扰动,引起环境的退化;后者则引起环境的污染。

1.2 水资源物质流分析的研究现状

MFA 的研究通常分为 3 个层次——宏观、中观及微观。宏观层次指国家层面的物质流核算;中观层次指区域层面的物质流核算;微观层次指企业层面的物质流核算,针对具体企业。目前的 MFA 研究大多集中在宏观和微观,其中比较成熟的方法有行业范围内的元素流分析^[1-4]。

目前,关于区域范围内水资源物质流分析较少,陈效速在文献[5]中强调了水资源对于社会经济环境系统的重要性,并把自来水供给量纳入国民经济分析中,对于水资源在社会经济环境系统内循环的物质流研究有待开展。

2 上海市水资源循环物质流分析

结合水资源的自然循环和社会循环,并借鉴元素流分析中的跟踪观察法,上海市水资源的物质流分析模型可以设计如下。

2.1 上海水资源循环

水循环包括自然循环和社会循环,在文献[6]中提出了社会水循环的概念框架,本文结合自然水循环,提出上海市水资源循环的概念示意图(图 1)。

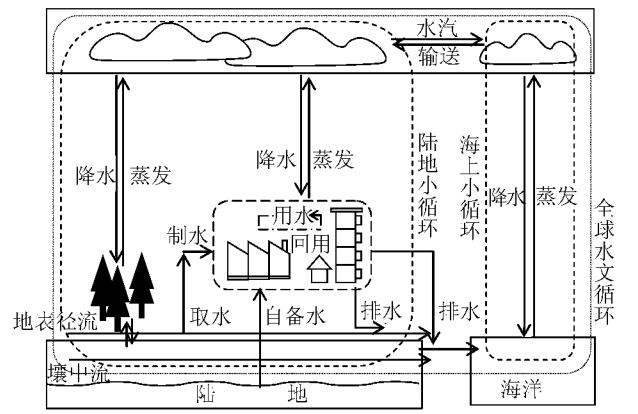


图 1 上海水循环概念示意图

图 1 中自然水循环包括陆地小循环和海上小循环 2 个循环过程,社会水循环包括取水、制水、用水、

作者简介 李学峰(1974—),男,湖北宜昌人,工程师,主要从事水资源规划与保护工作。E-mail:lixif@vip.163.com

回用、排水 5 个过程。

2.2 上海市水资源物质流分析

根据上海市 2005 年水资源相关数据,建立 2005 年上海市水资源社会循环模型。该模型以上海市行政边界为系统边界,主要输入项为太湖来水、长江干流过境水、本地径流、本地地下水 4 项,蓄积库包括电力工业用水、农业用水、公共供水、工业自备水 4 项,主要支出项为生活污水和工业污水。设计模型如图 2,图中数值单位为亿 m^3 。

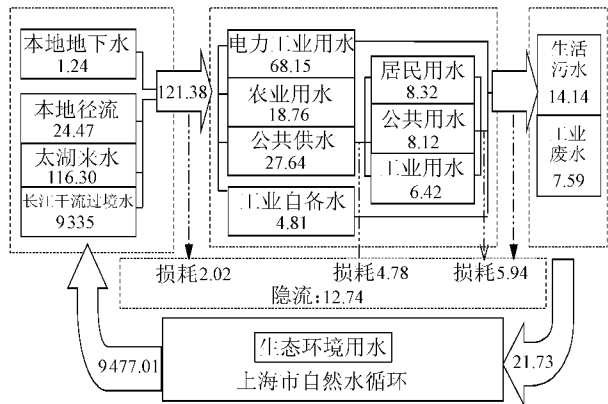


图 2 上海市 2005 年水资源物质流分析

图 2 中隐流为上海市水资源运输中的管道和其他损耗,另外,暂不考虑上海市水资源的进口和出口量。

3 上海市水资源物质流分析

本文从资源消耗量、利用效率、循环量 3 个角度对上海市社会水循环进行物质流的分析。

3.1 资源消耗量

该系统中,物质需求总量为 121.38 亿 m^3 ;从物质消耗强度的角度分析,物质消耗强度等于物质需求总量与人口数之比,是衡量经济系统某一年的资源消耗量的指标,上海 2005 年水消耗强度为 700 m^3 /人;从物质生产率的角度,物质生产率等于国内生产总值与物质需求总量之比,是衡量经济系统某年资源利用效率的指标。上海 2005 年水生产率为 75.2 GDP/ m^3 。

随着上海经济的发展和人口的增多,水资源消耗不断增大,资源消耗量呈不断增大趋势,而输入水资源更新周期长,更新量有限,加之目前南水北调工程和太湖水质的下降,输入水资源无法满足经济社会系统水资源的需求。

3.2 资源利用效率

该系统中,上海直接物质投入量 119.36 亿 m^3 ,由电力工业用水、农业用水、自来水供水、工业自备用水构成,其中电力用水占 57.1%,是影响直接物质投入量的决定因素;上海市水资源隐流总量为

12.74 亿 m^3 ,占取水量 121.38 亿 m^3 的 10.5%。水资源利用效率不高,应加强生活和生产节水工作的开展,同时减少用水和污水处理运输过程和其他过程中的损耗。

3.3 资源循环量

该系统中,除了少部分水资源循环利用、生活中水回用外,对于水资源循环利用很少,资源的循环利用量需要增加,以减少水资源的输入和水资源的输出。

4 可持续发展的对策

本文基于上海水资源物质流分析,参考有关上海市水资源的研究^[7-14],从取水、供水、用水、回用、排水 5 个方面提出以下对策。

4.1 加强水源保护,强化流域管理职责

在相当长的时间内,上海将依靠长江和太湖来水,流域管理是关键。通过青草沙水库和长江陈行引水三期工程等长江新水源地建设,初步形成‘两江并举、多源互补’的水源地格局。通过水源保护区内截污治污、水资源调度,开展上海市城市水源地安全保障规划,完善水源地取水口突发污染事故应急处置预案,开展上海市水源保护条例的立法工作,重点保护如黄浦江上游、长江口水域等水源地。实施‘环保三年行动计划’和‘万河整治行动计划’,加强河道整治,全面提高上海市地表水环境质量。重视其他非工程措施,如保护湿地、植树造林,通过土地利用规划保护地下水源等来防洪和保护生态环境,从而满足不断增长的经济社会系统对水资源的需求。从水功能区划和取水许可的管理着手,强化流域管理职责。

4.2 资源综合规划、产业合理布局

根据上海经济和社会发展的战略部署,制定整个上海供水的中、长期规划,进行全面的统筹安排;制定上海水资源的开发利用规划和保护规划等。“十一五”期间实现全市供水总能力达到 1 260 万 m^3 /d,推进郊区集约化供水建设。黄浦江、苏州河等河道的开发利用应上下游、左右岸和区县之间相互联系,把当前发展和长远发展、局部利益和全局利益结合起来,并充分发挥地表水体的防洪、灌溉、航运、供水、养殖、旅游等各个方面的功能,力求做到“一河多用”、“一水多用”、“一物多用”等,只有统筹得当,决策科学,实现水资源综合开发、治理、保护和利用的协调发展,才能够实现水资源的可持续利用。

4.3 节约用水,提高水的重复利用率

用水方面,结合节水型社会的建设,实施节水措施,进一步提高水资源利用效率和效益。规划至

2010 年,万元 GDP 用水量达到 105 m^3 ,比 2005 年降低 20% 以上。积极推广生活和生产节水工作。尤其关注工业节水,加强高耗水行业节水工作的开展,通过运用新技术、新工艺,采用节水型或不用水的工艺流程,降低高耗水行业的用水量,从而降低水资源直接物质投入量,到 2010 年,全市万元工业增加值用水量下降到 137 m^3 ,比 2005 年下降 30% 以上。同时,减少自来水使用和污水处理运输等过程中水资源的损耗,进而降低资源消耗量,提高用水资源利用效率。

4.4 发展中水回用和非常规水资源利用

上海除工业企业内的水资源循环外,对水资源循环利用较少。应在条件允许的情况下,学习国内外经验丰富的城市,制定相应的激励政策,开展适当的中水回用 还要充分发挥上海市非常规水资源丰富的特点,发展雨水、河道水、海水等水资源利用工程,从而减少现有水资源需求量的压力。计划至 2010 年,上海市的雨水利用量达到 250 万 m^3/a ;海水利用量达到 12 亿 m^3/a ;污水处理再生水回用量达到 2.0 亿 m^3/a ,再生水回用率达到 8%。

4.5 加强污水处理基础设施的建设

根据国务院节能减排工作的目标要求,提高上海市污水处理率的规划目标,在全面完成“十一 五”和“环保三年行动计划”确定的污水治理项目建设任务的基础上,抓紧开展新增污水处理厂网工程建设,至 2010 年全市污水处理率达到 80%。对废污水直接排入河道的企业进行优化、调整,对污染严重的企业坚决搬迁或关闭,对保留的企业坚决控制排污标准,加强企业污水处理措施,做到达标排污。同时加强对生活污水排放的管理和处理,提高生活污水和工业污水的处理水平,严格控制直接向河道排放污水,严禁向水源地排放废污水。实行排污许可制度和排污收费制度,动态监测河流水质情况,确保河流水质满足相应指标。政府鼓励污水排放达标企业进一步采取更有效措施预防和减少污染,给予减免或优惠排污收费,以促进水资源和水环境的保护。

5 结 论

本文对上海市水资源构建物质流模型,并从资源消耗量、利用效率、循环量 3 个角度分析,上海市水资源紧缺,消耗量持续不断增加,并按照取水、供水、用水、回用、排水 5 个方面制订和实施上海水资源可持续发展的对策措施,提高水资源利用效率和循环利用效率,从而实现水资源可持续利用。

参考文献：

[1] BRINGEZU S,BEHRENSMEIER R,SCHTZ H. Material flow accounts, final report of phase I of the eurostat project of ‘ material flow accounts of selected products and substances harmful to the environment ’[R]. Wuppertal Institute, Germany,1995.

[2] 姜文英,柴立元,何德文,等. 循环经济建设物质流分析的研究现状与进展 [J]. 工业安全与环保,2006,32 (4) :48-50.

[3] 陆钟武,岳强. 物质流分析的两种方法及应用 [J]. 有色金属再生与利用,2000(2) :27-28.

[4] 徐一剑,张天柱,石磊,等. 贵阳市物质流分析 [J]. 清华大学学报 :自然科学版,2004,44(12) :28-31.

[5] 陈效逯,乔立佳. 中国经济环境系统的物质流分析 [J]. 自然资源学报,2000,15(1) :17-2.

[6] 张杰,臧景红. 城市污水深度处理在水循环水环境和水资源可持续利用中的作用 [J]. 长春工程学院学报 :自然科学版,2004,18(5) :189-192.

[7] 张杰,熊必永. 水环境恢复方略与水资源可持续利用 [J]. 中国水利,2003(11) :13-16.

[8] 臧景红,刘俊良,王鹏飞,等. 综合资源规划和需求方管理应用于水行业 [J]. 中国给水排水,2003,19(9) :35-38.

[9] 贾绍凤,何希吾,夏军. 中国水资源安全问题及对策 [J]. 中国科学院院刊,2004(5) :347-351.

[10] 贾绍凤,王国,夏军,等. 社会经济系统水循环研究进展 [J]. 地理学报,2003(2) :255-262.

[11] 褚俊英,王建华,秦大庸,等. 我国节水型社会建设的模式研究 [J]. 中国水利,2006(23) :36-39.

[12] 阮仁良. 上海市水资源和水环境的可持续发展 [J]. 水资源保护,2003(1) :21-61.

[13] 汪松年. 上海市水资源普查报告 [R]. 上海 :上海市水资源普查联席会议办公室,2001.

[14] 臧漫丹,诸大建. 基于循环经济理论的上海水资源治理模式研究 [J]. 给水排水,2006,32 (3) :40-47.

(收稿日期 :2007-08-15 编辑 徐 娟)

(上接第 27 页)

参考文献：

[1] 王浩,陈敏建,秦大庸,等. 西北地区水资源合理配置和承载能力研究 [M]. 郑州 :黄河水利出版社,2003.

[2] 杨志峰,崔保山,刘静玲,等. 生态环境需水量理论、方法与实践 [M]. 北京 :科学出版社,2003.

[3] 唐数红. 新疆干旱区流域生态需水问题研究 [J]. 中国水利,2003(5) :35-36.

[4] 李新琪,海热提·涂尔逊. 乌鲁木齐市水资源开发利用现状、问题及对策 [J]. 干旱区地理,2001,18(2) :12-18.

(收稿日期 :2007-06-27 编辑 舒 建)