

DOI: 10.3880/j.issn.1004-6933.2015.05.012

基于水资源核算的太湖流域水环境退化成本分析

邢智慧, 蔡梅, 蔡文婷

(太湖流域管理局水利发展研究中心, 上海 200434)

摘要:为合理制定流域水价, 加强流域水资源统一管理, 提高水资源节约利用水平, 促进水资源可持续利用, 对水环境与经济社会产生的关系进行综合考量; 在核算太湖流域 2010 年水资源的基础上, 分别利用基于防护费用的评估方法和基于损害的水环境退化估价方法, 计算分析 2010 年太湖流域水环境退化成本。结果表明: 对污染物进行源头治理不仅是出于对环境保护的考虑, 更是尽可能地降低水环境退化成本、避免经济损失的最佳选择。水环境退化分析为合理制定水价及水资源统一管理提供了重要参考。

关键词:水资源核算; 水环境退化; 防护费用评估法; 水环境损害; 估价方法; 太湖流域

中图分类号: TV213.4 文献标志码: A 文章编号: 1004-6933(2015)05-0062-05

Study on water environmental degradation cost in Taihu Basin based on water resources accounting

XING Zhihui, CAI Mei, CAI Wenting

(Development Research Center of Taihu Basin Authority, Shanghai 200434, China)

Abstract: In order to make reasonable water price, strengthen the unified basin water resources management, increase the water conservation utilization level and promote sustainable utilization of water resources, the relationship between water environment and economic society is considered. Based on accounting water resources of Taihu basin in 2010, the protection cost evaluation method and the damage of water environment estimating method are adopted to calculate and analyze water environmental degradation cost of Taihu basin in 2010. The results show that: pollution source management is not only out of consideration for environment protection, but also for reducing water environmental degradation cost as much as possible, which is the best choice to avoid economic losses. Water environment degradation analysis provides an important reference for making reasonable water price and water resources unified management.

Key words: water resources accounting; water environmental degradation; protection cost evaluation method; damage of water environment; estimating method; Taihu Basin

1 问题的提出

太湖流域地处长江三角洲核心区域, 北滨长江, 南濒钱塘江, 东临东海, 西以天目山、茅山等山区为界, 行政区划分属江苏、浙江、上海和安徽三省一市, 是我国经济最发达区域之一。自 20 世纪 80 年代以来, 随着太湖流域经济社会迅猛发展, 排入流域水体的污染负荷逐年显著增加。由于污染负荷量远远超

出水体环境容量, 导致流域内水体全面受到严重污染, 2010 年流域废污水排放总量已达 63.2 亿 m^3 ^[1], 流域内水质达到或优于 III 类水河长占评价河长的 12.5%, 劣 V 类水河长占评价河长的比例超过 50%。流域内水体水质普遍比 20 世纪 80 年代降低 1~2 个类别^[2], 部分水域丧失了原来的供水和环境功能。总体来说, 太湖流域的水环境状况呈现以下特点^[3]: 湖泊富营养化, 河网水体污染严重, 饮用水

安全缺乏保障,水污染造成的经济损失日益扩大。

太湖流域水环境问题更多的是人为的社会经济活动导致的。社会经济活动对水环境造成的影响主要体现在两个方面:①水资源耗减问题;②水环境退化问题。在太湖流域水资源耗减问题并不严重,主要体现在水环境退化方面。因此,开展水环境退化成本研究,对客观评价用水过程造成的资源耗减、环境退化问题具有重要意义。目前,太湖流域已经开展了水资源核算体系建立与试行的相关研究工作,完成了2010年太湖流域水资源的存量及流量核算,笔者将在太湖流域水资源核算的基础上,开展太湖流域水环境退化成本研究,为合理确定流域水价,促进流域水资源的全面节约、有效保护、优化配置、合理开发、高效利用、综合治理和科学管理提供依据。

2 水环境退化成本估算方法的选择

评价水环境退化成本可通过两种途径:①基于费用的评价方法;②基于损害的水环境退化估价方法。

基于费用的评价方法又包含基于预防费用法、基于防护费用法和恢复费用法3种,其中基于预防费用是指通过技术方法改进、产业结构调整等手段减少污染物的产出量所发生的费用;基于防护费用法是假设分析区内污水完全处理所产生的费用;恢复费用法本实质上是核算治理成本。

基于损害的水环境退化估价方法是指经济体排放污染物超过水体纳污能力,导致水环境功能受损,并由此给环境功能、人体健康、工业生产、农作物等带来各种损害,造成种种经济损失的价值。基于损害的水环境退化估价方法主要有分类计算法和计量经济学法两种。

由于基于预防费用法所需费用在现实中很难分离出来,运用此法评估十分困难。恢复费用法需要

应削减污染物等数据,目前难以收集相关数据。因此笔者采用基于防护费用法和基于损害(分类计算)的水环境退化评估方法开展太湖流域水环境退化探索性研究。

2.1 基于防护费用的评估方法

防护费用主要由截污减排的机会成本、消除或减少污染物发生的削减成本两部分构成。鉴于削减成本更能体现污染治理行动、估算水平更易于接受,因此选取操作性较强的削减成本。

基于污染物消减的水环境退化成本^[4]为

$$C_{pr} = c_p P_r \quad (1)$$

式中: C_{pr} 为基于污染物消减的水环境退化成本; c_p 为污染物消减的单位成本; P_r 为应消减的污染物量。

基于污水处理的水环境退化成本为

$$C_{sr} = c_s S_r \quad (2)$$

式中: C_{sr} 为基于污水处理的水环境退化成本; c_s 为污水处理的单位成本; S_r 为应处理的污水量。

防护费用法的估算流程见图1。

2.2 基于损害(分类计算)的水环境退化评估方法

分类计算法被广泛应用于水环境污染经济损失的评估^[5-6]。该法是将水污染损失分为工业、农业、渔业、旅游业、市政建设、家庭消费和人体健康等几大类,分别考虑每一类污染物排放所影响人群或地域范围,根据每一类的特征分别选用不同的方法,计算出各类的损失值,最后求和,得到最终损失的一种计算方法。根据太湖流域实际情况,将太湖流域水污染损失分为工业、农业和人体健康3类^[7]。进一步考虑到资料的可获得性、计算的可操作性以及计算结果的合理性,在计算工业和农业经济损失时采用市场价值法,在计算人体健康损失时采用人力资本法。

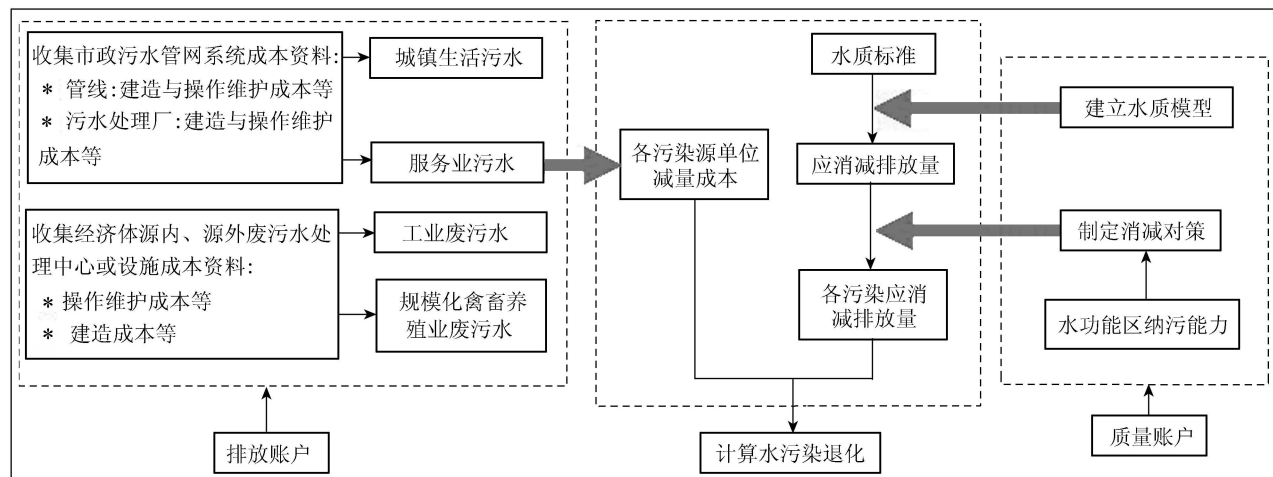


图1 防护费用法估算流程

2.2.1 工业经济损失

工业生产门类繁多。在不同行业的生产过程中,由于对水质的要求不一样,遭受水环境污染危害的程度也不一样。基于市场价值法的水环境污染导致工业生产成本增加的计算公式为

$$C_{\text{工业}} = \sum_{i=1}^n \alpha_i I_i \quad (3)$$

式中: $C_{\text{工业}}$ 为因水环境污染增加的工业生产成本,亿元; α_i 为第*i*个分行业生产成本增加系数; I_i 为第*i*个分行业的生产成本,亿元; n 为行业数。

2.2.2 农业经济损失

水环境污染对农业生产影响较为严重,主要表现在对种植业、渔业和牧业生产过程中的影响。水环境污染对种植业的影响主要表现在对农产品产量和对农产品品质方面的影响。水环境污染引起农产品增加值收益损失的估算公式为

$$C_{\text{农业}} = \sum_{j=2}^m \alpha_j G_j \quad (4)$$

式中: $C_{\text{农业}}$ 为因水环境污染增加的农业生产成本,亿元; α_j 为第*j*个分农业生产成本增加系数; G_j 为第*j*个分农业生产成本,亿元; m 为农业分类数。

2.2.3 人体健康损失

国内外大量研究表明,水环境污染对人类健康产生显著影响。饮用不合格的水容易引起的疾病主要包括胃癌、肝癌、肠道癌等消化道系统的疾病,污灌区人群中消化道系统癌症发病率比清洁水区人群发病率高出0.5~20倍。水环境污染引起的人体健康损失估算公式为

$$C_{\text{健康}} = \alpha \delta P \quad (5)$$

式中: $C_{\text{健康}}$ 为水环境污染造成的人体健康损失总量,亿元; α 为水环境污染经济损失影响系数,元/人; δ 为不安全饮水人口数量占总人口的比例; P 为人口数量,万人。

3 2010年太湖流域水环境退化成本分析

3.1 基于防护费用评估方法

3.1.1 城镇地区

3.1.1.1 基于污水排放量的计算

太湖流域基于污水排放量测算水环境退化成本的主要步骤为:①结合太湖流域排放账户确定污水排放量;②根据污水处理厂投资、处理能力、运行成本等经济数据确定单位污水处理成本;③计算得出基于污水排放量的水环境退化成本。

2010年太湖流域废污水排放总量63.2亿t(江苏省28.8亿t,浙江省11.7亿t,上海市22.7亿t),其中城镇居民生活废污水排放量16.9亿t,第二产

业(未计火电直流冷却水)废污水排放量33.4亿t,第三产业废污水排放量12.9亿t。

污水处理成本主要包括3部分:固定成本、可变成本和法定的税费。污水处理厂投资与设计处理能力之间存在一定的关系^[8-9],一般介于1000~1500元/(m³·d),本次研究取1250元/(m³·d),折合污水处理固定成本为0.17元/m³;由于运行成本受处理工艺影响不大,总体趋势随着规模的加大而减小,选取污水处理运行费用为1.25元/m³;按照我国生产经营过程中的税费标准,计算得出污水处理的法定税费为0.33元/m³。综合以上3部分,污水处理成本合计为1.75元/m³。按照上述计算得出的污水处理成本只是发生在污水处理厂的费用,为了容纳污水进入污水处理厂的管网设施并没有包含在成本之中,因此该成本较实际成本偏低。

根据式(2)计算水环境退化成本,得到太湖流域2010年基于污水排放量的水环境退化成本为111.9亿元,相当于2010年GDP的0.26%。

3.1.1.2 污染物排放计算

基于污染物排放量测算水环境退化成本的主要步骤是:①结合太湖流域排放账户确定太湖流域的主要污染物排放量;②收集主要污染物相应的排放量和控制目标,确定污染物应削减量;③确定分行业污染物的处理技术及污染物消减的单位成本;④计算得出基于污染物排放量的水环境退化成本。

根据2010年太湖流域排放账户,当年流域内COD和NH₃-N净排放量分别为78.2万t和6.6万t。

根据太湖流域限制污染物排放标准,流域COD、NH₃-N排放控制目标为54.7万t/a和3.7万t/a(表1)。则对应2010年应削减量分别为23.5万t和2.9万t。根据全国水资源环境经济核算成果,COD和NH₃-N的削减费用分别为9.6元/kg和167.0元/kg。因此,2010年基于污染物排放的太湖流域水环境退化成本为70.9亿元。

表1 2010年主要污染物排放量、入河控制量及应削减量

污染指标	排放量/ 万t	入河控制量/ 万t	应削减量/ 万t	水环境退化 成本/亿元
COD	78.2	54.7	23.5	22.5
NH ₃ -N	6.6	3.7	2.9	48.4

3.1.2 农村地区

农村地区防护费用法测算环境退化成本一般以户为单位,根据《上海市农村生活污水处理长效管理试点区县情况汇总》资料,测算得出农村地区污水处理年费用为406.3元/户(表2),以此作为太湖流域农村地区污水处理费用标准。2010年太湖流域农村人口1412万人,按每户4人计算,共计353

万户,则太湖流域农村地区水环境退化成本为14.3亿元。

表2 上海市农村地区农户污水处理年均费用

试点区县	工艺	测算系数/个	测算户数/户	户均年费用/元	备注
闵行	土壤渗滤	290	5838	358.8	
宝山	土壤渗滤	15	301	410.1	
	SBR一体化	44	56	327.7	
金山	土壤渗滤生物滤池+人工湿地	43	624	669.7	
松江	土壤渗滤			178.0	未包含维护费
	组合生物滤池			220.5	未包含维护费
	SBR一体化			301.3	未包含维护费
青浦	土壤渗滤生物滤池+人工湿地		10964	416.9	
合计	—	—	17783	406.3	未包含松江

结合太湖流域农村地区水环境退化成本,利用防护费用法,基于污水排放和污染物排放的水环境退化成本,计算得出太湖流域水环境退化成本分别为126.2亿元和85.2亿元。

3.2 基于损害费用的分类评估方法

3.2.1 工业经济损失

2010年太湖流域工业增加值约为1.83万亿元,工业生产总成本总计约为7.2万亿元。数据调查显示,因为水环境污染,纺织业、采矿业生产成本增加1.5%左右,食品制造业、造纸业、金属冶炼业等生产成本平均增加1%,石油工业、化工业等平均增加2%^[6]。由此计算得到年水环境污染对工业的经济损失,亦即由于水环境污染造成的工业生产总成本增加而带来的经济损失总量为1064.77亿元(表3)^[9]。

表3 2010年因水环境污染增加的工业生产总成本

行业	总产出与供给/亿元	生产成本/亿元	增加值/亿元	生产成本增加率/%	因水环境污染增加的工业生产总成本/亿元
食品制造业	1686.14	992.42	693.72	1.00	9.92
纺织业	4897.21	4499.27	397.94	1.50	67.49
造纸业	1376.45	1092.50	283.95	1.00	10.93
石油加工业	2216.72	1734.14	482.58	2.00	34.68
化学工业	8685.44	6853.62	1831.82	2.00	137.07
金属冶炼业	11323.77	9003.61	2320.16	1.00	90.04
采矿业	59970.41	47642.60	12327.81	1.50	714.64
合计	90156.14	71818.16	18337.98	1.50	1064.77

3.2.2 农业经济损失

2010年太湖流域农林牧渔业增加值总量为693.72亿元,由于水环境污染影响农产品销售价格,根据经验模型计算得到太湖流域年造成农业增加值损失量为312.74亿元。

3.2.3 人体健康损失

根据水利与国民经济协调发展项目成果,1998年太湖流域水环境污染健康损失影响系数为

384.99元/人^[7]。水环境污染健康损失影响系数是综合考虑水环境污染引起疾病治疗费用与病亡引起的生命经济价值损失,其年变化趋势与卫生费用变化趋势有关。《2010年中国卫生统计年鉴》数据显示,我国卫生总费用从1998年的3678.72亿元增至2007年的11573.97亿元,年均增长13.6%,人均卫生费用年均增长12.8%,详见图2。综合分析可知,由水环境污染引起的健康损失的增长率与人均卫生费用增长率相当,则2010年太湖流域水环境污染健康损失影响系数约为1669元/人。

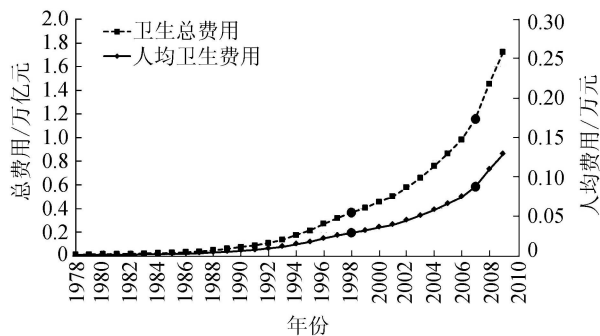


图2 我国卫生总费用及人均卫生费用变化趋势

太湖流域内部分城市水源地水质虽不合格,但是通过供水公司处理,基本能达到饮用水标准,因此对于集中供水的城市人口一般不考虑不安全饮水人口。农村供水仍然有部分属非集中式供水,存在饮用水质不安全的状况。结合《太湖流域城乡供水安全规划报告》,2010年太湖流域因饮水水质不达标而造成的不安全饮水人口占农村人口的比例约为9%。

2010年太湖流域农村人口1447.01万人(不含安徽省),则太湖流域不安全饮水人口数约为130.23万人,由此可粗略估算得水环境污染对人体健康影响的经济损失为21.70亿元。

根据上述的工业和农业经济损失以及人体健康损失成果,得出基于分类计算法的水环境退化成本为1400亿元,约相当于流域2010年GDP的3.3%。

4 结语

在太湖流域水资源核算的基础上采用了基于防护费用的评估方法和基于损害的水环境退化估价方法对2010年太湖流域水环境退化成本进行估算。通过方法试算可以看出,基于损害计算得出的水环境退化成本远大于基于防护费用的水环境退化成本,并且基于费用计算中考虑的污水或污染物治理结果属理想状态(完全处理),而基于损害的分类计算中多为直接损害,实际上还存在很多间接损害以及无法或很难定量分析的损害,如因水污染影响居民日常

生活,造成家庭支出增加;对市政工程影响,导致建设成本增加;对房地产业和旅游业的影响;等等。因此,对污染物进行源头治理不仅是出于对环境保护的考虑,更是尽可能地降低水环境退化成本,避免经济损失的最佳选择。本次研究中仅评价了直接损害,没有评价间接损害。这在一定程度上会导致评价结果偏小,在今后的研究中将进一步考虑这个问题。

参考文献:

[1] 水利部太湖流域管理局. 2010年太湖流域及东南诸河水资源公报[R]. 上海:水利部太湖流域管理局,2010.

[2] 徐新宇. 太湖地区水体污染的分析 and 展望[J]. 环境管理,2010(6):93-95. (XU Xinyu. Analysis and forecast of water pollution in Taihu Lake region[J]. Environmental Management,2010(6):93-95. (in Chinese))

[3] 徐金龙. 关于太湖流域水环境综合治理方案的思考和建议[J]. 水利发展研究,2009(6):15-19. (XU Jinlong. Reflection and suggestions about water environment management program in Taihu Basin[J]. Water Resources Development Research,2009(6):15-19. (in Chinese))

[4] 秦长海,甘泓,张小娟. 水资源定价方法与实践研究Ⅱ:海河流域水价探析[J]. 水利学报,2012,43(4):429-436. (QIN Changhai, GAN Hong, ZHANG Xiaojuan. Study on water pricing method and practice II: discussion on water price of the Haihe Basin[J]. Journal of Hydraulic

Engineering,2012,43(4):429-436. (in Chinese))

[5] 过孝民,张慧勤. 我国环境污染造成经济损失估算[J]. 中国环境科学,1990,10(1):51-59. (GUO Xiaomin, ZHANG Huiqin. The calculation of economic losses caused from environmental pollution in China[J]. China Environmental Science,1990,10(1):51-59. (in Chinese))

[6] 郑易生,李玉漫. 中国环境污染经济损失估算[J]. 生态经济,1997(6):6-14. (ZHENG Yisheng, LI Yuman. Assessment of economic loss caused by environment pollution in China[J]. Ecological Economy,1997(6):6-14. (in Chinese))

[7] 秦长海,甘泓,贾玲. 太湖流域水环境退化及其价值量核算研究[R]. 北京:中国水利水电科学研究院,2010.

[8] 易赛莉,卢磊. 城市污水处理可持续发展工艺选型和技改方法初探[J]. 环境科学与技术,2007,30(8):60-63. (YI Saili, LU Lei. Screening and reconstruction of sustainable urban wastewater treatment technology[J]. Environmental Science and Technology,2007,30(8):60-63. (in Chinese))

[9] 汪志祥,徐磊. 城市污水处理厂工艺方案选择技术经济分析[J]. 工业安全与环保,2008,34(2):23-25. (WANG Zhixiang, XU Lei. Technical and economic analysis on the selection of municipal sewage treatment schemes[J]. Industrial Safety and Environmental Protection,2008,34(2):23-25. (in Chinese))

(收稿日期:2015-01-10 编辑:徐娟)

· 简讯 ·

2015年水利工程建设领域突出问题专项治理工作要点

为深入贯彻落实中央重大战略部署,继续推进水利工程建设领域突出问题专项治理工作,保障大规模水利建设质量、安全、进度和效益,结合当前水利建设实际,水利部于2015年5月制定《2015年水利工程建设领域突出问题专项治理工作要点》(以下简称《要点》)。

《要点》的总体要求是以加快节水供水重大水利工程和民生水利工程建设为重点,以水利建设市场信用体系建设和水利建设项目监督检查为重要抓手,加大对重点领域、重点环节的治理力度,保障大规模水利建设的工程安全、资金安全、干部安全、生产安全,促进水利事业又好又快发展。具体说来,①要强化重点领域监督检查工作,加大对重大水利工程建设项目的监督检查力度,加强农村饮水安全项目督导检查,开展中小河流治理专项检查,开展小型水库除险加固专项检查,开展重点水利项目稽查。②加强重点环节突出问题治理,坚持问题导向,落实工作措施,加大项目前期工作、项目法人管理、招标投标、建设实施、质量安全、资金使用等重点环节突出问题的治理力度,促进水利建设市场规范有序,推动大规模水利建设顺利实施。③加快水利建设市场信用体系建设,要完善信用信息平台,推动市场主体建立信用档案,推动水利建设项目信息公开,开展水利建设市场主体信用评价,积极应用信用信息。④加强水利建设领域廉政风险防控,落实廉政风险防控主体责任,落实廉政风险防控措施,强化责任追究。

(本刊编辑部摘自水建管[2015]219号《关于印发2015年水利工程建设领域突出问题专项治理工作要点的通知》)