

# 水污染经济损失计算方法述评

方国华<sup>1</sup>, 钟淋涓<sup>1</sup>, 毛春梅<sup>2</sup>

(1. 河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学公共管理学院, 江苏 南京 210098)

**摘要:**简述水污染经济损失的概念, 对分类算法、计量经济学法和恢复费用法等现有的水污染经济损失计算方法进行评述。研究表明, 今后的水污染经济损失计算应根据当地的水资源情况, 因地制宜采用不同的方法, 如对流域可采用水污染经济损失函数法, 对河流可采用经验公式法, 对湖泊可采用水污染损失率法等, 以获得较为准确的计算结果。指出当前研究中存在的不足之处和有待进一步研究的方向。

**关键词:**水污染; 经济损失; 分类算法; 计量经济学法; 恢复费用法

中图分类号: X52

文献标识码: A

文章编号: 1006-7647(2004)03-0054-03

水资源在遭受污染时会造成经济损失, 该损失是由水资源遭受污染后价值降低或丧失所引起的。具体而言, 可分为直接经济损失和间接经济损失。其中, 直接经济损失是指用水部门直接因污染而遭受的经济损失; 间接经济损失是指水生态系统被损害时影响其他生产和消费系统所造成的经济损失以及用水部门或者水管理部门为了避免污染危害所支付的防御费用<sup>[1-3]</sup>。

目前, 由于我国的水污染问题比较严重, 制约了经济社会的可持续发展, 甚至危及人民的生命安全和健康, 如何有效防治水污染已成为我国亟待解决的重大问题。要制定合适的水污染防治方案, 有效防治水污染, 首先必须认真分析计算水污染造成的经济损失。但是, 在已经开展的水资源保护和水污染防治规划, 以及建设项目可行性研究阶段的环境影响经济评价等工作中, 水污染经济损失的分析与计算还是一个薄弱环节<sup>[4]</sup>。因此, 正确评估和计算水污染造成的经济损失是一个非常值得研究的重要课题。

## 1 现有水污染经济损失计算方法述评

现有水污染经济损失计算方法主要有三大类, 即分类算法、计量经济学法和恢复费用法。

### 1.1 分类算法

分类算法的基本思想是利用结构分解, 将水环境价值分为若干部分, 分别计算各部分价值, 最后求和。应用该方法计算水污染经济损失时, 首先采用

简明清晰的分类方法, 把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, 然后借助已有科学实验得出的参数, 根据计算对象特性, 分别选用不同的方法, 计算出分类的损失值<sup>[5,6]</sup>。例如, 在计算工业经济损失时采用机会成本法、影子工程法; 计算农业、渔业等经济损失时采用市场价值法; 计算人体健康损失时采用人力资本法<sup>[7,8]</sup>; 计算景观损失时采用旅行成本法、支付意愿法和接受补偿意愿法等等。最后汇总, 得到总损失值<sup>[9,10]</sup>。该方法很早就被用于评估水污染经济损失。由于其原理清晰, 可靠性较高, 具有一定的可操作性, 故被后来的研究者广泛应用于各类环境污染的经济损失计算中。但这种方法由于在过程中很难完全贯彻“独立性原则”和“穷尽性原则”, 因而计算结果有可能出现重复或漏失的问题。

### 1.2 计量经济学法

计量经济学法是将水环境价值作为一个整体, 通过对水环境价值, 特别是水资源价值与经济活动关系的分析, 寻找主要影响因素, 建立关系式; 然后利用大量数据分析计算, 得出方程的参数; 最后利用求出的关系式计算出污染损失值<sup>[9,11,12]</sup>。

具体应用时, 该方法主要包括索洛方程法、模糊数学法、污染损失率法、水污染经济损失函数法和一些经验公式等。

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(00CJY010); 水利部“948”科技创新项目(CT200209)

作者简介: 方国华(1964—), 女, 安徽定远人, 教授, 博士, 主要从事水资源规划、管理及水资源技术经济方面的教学和科研工作。

### 1.2.1 索洛方程法

索洛方程法的原理是把水污染损失估价看成是环境价值核算的形式之一,从区域水资源和环境质量的变化入手,通过包含水资源和环境因素的索洛方程来度量水资源和环境对经济增长的贡献率,那么,按传统理论计算的生产率变化扣除水资源和环境要素的贡献部分之后,就应该与可持续发展理论模式下的生产率变化相对应<sup>[13]</sup>.该方法抓住生产率这一概念的特点,体现了可持续发展理论和传统理论的差别,从而达到计算水污染损失的目的.推导出的研究时段内水污染损失货币表示形式为

$$E = L_1 C(\delta_1 - \delta_0) \quad (1)$$

式中:  $E$  为环境价值损失量,亿元;  $L_1$  为可持续发展模式下的末期劳动投入总量,亿元;  $C$  为环境保护投入对经济增长的贡献率;  $\delta_1$  为传统模式下的末期生产率;  $\delta_0$  为传统模式下的基期生产率.

应用该方法计算水环境污染损失时,可把水环境价值作为一个整体概念来看,避免了水环境价值被分为若干部分分别计算所造成的某些计算结果重叠或疏漏.但是,由于整个推导过程是以坚持索洛方程的一切假设条件为前提的,而在实际计算过程中,这些假设条件不一定能完全成立,所以该方法缺乏一定的可操作性.

### 1.2.2 模糊数学法

模糊数学法<sup>[14]</sup>是把水资源价值系统看成模糊系统,利用模糊数学的分析方法对水资源损失的那一部分价值进行核算,求出其损失值.计算时,首先选择部分适当的水质指标,进行水质单要素评价,并计算出水资源价格指数;然后通过专家问卷法得出水资源综合评价结果,由水资源价格向量和水资源综合评价向量计算出水资源价格,即单位水资源价值损失量;最后根据排放污水量及不同水质水资源价值之差计算出水资源价值总损失.

运用模糊数学法进行计算时,虽然在计算过程中严格按照数学方法进行,具有较强的科学性,但是需要掌握大量计算范围内的水质数据.另外,需要注意的是,该方法有可能夸大污染程度,造成计算结果偏大.

### 1.2.3 污染损失率法

污染损失率法<sup>[15,16]</sup>是依据水质状况,通过评价水污染损失率,将水体功能损害程度与水质评价以及水体使用状况联系起来,分析计算水污染引起的水资源及其价值的损失量,并根据污染损失率确定各个功能的损害程度,使评价结果具有明确的物理意义.该方法比单纯以某种污染物的浓度分布更能科学、直观地区分出每个水体的总体污染状况,较为

方便地确定不同功能水体的污染区或污染带,从而为鱼类保护区、饮用水源保护区、游泳区等的保护提供有效的手段.但计算污染损失率的前提是必须对受污染水体中污染物种类有比较清楚的了解,在此基础上才能够推求单项损失率和综合损失率.

### 1.2.4 水污染经济损失函数法

水污染经济损失函数法是根据水污染经济损失的基本特性,采用平移-变形的双曲函数作为水污染经济损失函数,然后确定函数中的各个参数,从而计算出污染损失<sup>[17]</sup>.其中,函数的表达式为

$$\gamma = K \frac{e^{\alpha(Q-N)} - 1}{e^{\alpha(Q-N)} + 1} + M \quad (2)$$

式中:  $\gamma$  为分项经济损失系数;  $K$  为水污染对某一计算分项可能带来的最大单位经济损失系数;  $M$  为水质类别对经济损失影响的对称转折点;  $\alpha$  为水污染对各分项计算内容的价格影响系数;  $Q, N$  均为水质类别.

该方法适合用来计算一个流域的水污染经济损失.具体应用此方法时,首先需对一定区域内的社会经济与水环境质量状况进行全面调查分析,以进行水污染经济损失核算分区;然后选择最具有代表性的核算单元,分项核算水污染经济损失;在此基础上,建立区域内分项水污染经济损失函数,开展区域水污染损失估算.

由于水污染对不同经济活动的影响程度和敏感性不同,为了确保该方法计量时的规范化和程序化,水污染经济损失函数中所用的基础资料,必须采用国民核算系统中的宏观统计资料和各级水行政主管部门和环境保护行政主管部门监测的水质资料.这样,才能使水污染经济损失函数在实际应用中具有更加广泛的应用价值和较高的可操作性.

### 1.2.5 经验公式

a. 通过找出反映单位水资源价值与污染损失的系数来估算水污染经济损失<sup>[1]</sup>,采用的经验公式为

$$F = RQ(W_{\text{总}} - W_{\text{允}})^k \quad (3)$$

式中:  $F$  为水污染造成的经济损失,万元;  $R$  为反映单位水资源量价值与污染损失的系数;  $Q$  为遭到污染的水资源量,亿  $\text{m}^3$ ;  $W_{\text{总}}$  为污染物入河总量,  $\text{t}$ ;  $W_{\text{允}}$  为河流内主要污染物的允许排放量,即河流的纳污能力,  $\text{t}$ ;  $k$  为无量纲因次参数.

该公式主要用来计算河流的水污染损失.在计算时,由于所需参数较少,因而比以前一些计算方法具有更强的可操作性.但目前我国水资源价值的计量标准偏低,从而导致用该公式计算出的水污染经济损失量也偏低,而解决这一问题仍需做大量的工作.

b. 对某一地区、某一时段内的废水排放量和新

鲜水用量进行回归分析,得到如下经验公式<sup>[18]</sup>

$$Y = 0.395X_1 + 0.569X_2 - 0.080 \quad (4)$$

式中:  $Y$  为水污染损失值, 亿元;  $X_1$  为用水量减去循环水量, 亿  $m^3$ ;  $X_2$  为废水排放量扣除处理达标量, 亿  $m^3$ .

该公式把原本复杂多元的水污染损失函数式进行了简化, 因此在计算时较为简便. 由于公式中的回归系数是根据对某一特定区域进行回归分析得到的, 所以这些系数不能具有广泛的代表性, 计算结果的误差也相对较大.

### 1.3 恢复费用法

恢复费用法是以恢复受破坏的水环境资源所需的费用作为水环境资源遭到破坏的经济损失估值的一种计算方法. 该方法不考虑污染以后造成的复杂影响, 仅从污染源角度出发, 计算削减污水排放的费用. 这种方法看上去实现的困难不大, 但是它一方面无法体现累积效应的影响, 另一方面由于不同排放方式和用途的污水, 所造成的危害不尽相同, 因此, 计算结果也存在差异.

## 2 结论和建议

通过上述分析和比较, 可知现有水污染经济损失计算方法还存在以下几个问题: ①计算方法考虑较为单一, 没有体现水资源多功能、可重复利用的特性. ②计算中没有充分考虑水污染造成的时间效应. 因为水资源在遭受污染后, 短期内很难恢复到原有水平, 因而这一时段内的水资源价值都将不同程度地减少. 但在现有的水污染经济损失计算中, 很少考虑到这一因素. ③受资料限制, 计算结果还不能完全反映水资源价值的降低. 在实际生产、生活中, 水作为人类生存的三大要素之一, 水环境质量对人类社会的影响往往是全方位的, 除了人们能明显感觉到的显性经济损失量之外, 还包括许多隐性的或潜在的损失量等. 这些隐性或潜在的损失量在现阶段仍难以估算, 所以目前计算的水污染经济损失量还不能把水资源损失真实全部的体现出来, 计算结果一般属于偏保守的估计结果<sup>[19,20]</sup>. 当然, 非常准确的计算水污染经济损失目前还存在着很大的困难, 因此该问题尚待进一步研究.

综上所述, 今后水污染经济损失计算方法的研究还应从水资源的本身情况出发, 在对水污染损失进行详尽调查的基础上, 要加强水污染对水生态和人体健康造成的危害及损失方面的研究, 更深入地研究水质浓度、受污染水体水量和经济损失三者之间的关系. 另外, 在计算方法的选用上, 可因地制宜

地选用适合其自身的方法, 如针对流域可采用水污染经济损失函数法, 对于河流可采用公式(3), 对于湖泊可采用水污染损失率法等; 具体计算某一水体污染损失时, 可把不同计算方法综合起来运用, 多角度多层次地进行分析计算, 从而取长补短, 把各种方法的误差降低到最小限度.

### 参考文献:

- [1] 刘晨, 伍丽萍. 水污染造成的经济损失分析计算[J]. 水资源保护, 1998, 14(2): 26 ~ 30.
- [2] 张象枢, 魏国印, 李克国. 环境经济学[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.
- [3] 葛吉琦. 污染损失与环境效益分析[J]. 长江流域资源与环境, 1994, 3(2): 162 ~ 166.
- [4] 吴文涛, 吴志旭. 自然资源的价值损失评估探讨[J]. 环境保护, 2000(12): 41 ~ 42.
- [5] 葛吉琦. 江苏太湖地区水污染损失估算[J]. 环境科学, 1992, 13(2): 68 ~ 72.
- [6] 曾勇, 蒲富永. 环境价值评估方法综述[J]. 上海环境科学, 2000, 19(1): 10 ~ 12.
- [7] 徐肇翊. 健康损失评价新课题——定量化和货币化[J]. 环境与健康, 2002, 19(1): 6 ~ 7.
- [8] 徐肇翊, 井丽彬, 宇广华, 等. 沈阳市大气污染造成健康损失的经济分析[J]. 环境与健康, 1996, 13(4): 145 ~ 147.
- [9] 程红光, 杨志峰. 城市水污染损失的经济计量模型[J]. 环境科学学报, 2001, 21(3): 318 ~ 322.
- [10] 夏光. 中国环境污染损失的经济计量与研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.
- [11] 王慧贤. 环境污染造成经济损失的估算方法[J]. 环境经济, 1997, 6(1): 38 ~ 39.
- [12] 王万茂. 环境污染造成经济损失的估算方法[J]. 环境污染与防治, 1993(12): 14 ~ 16.
- [13] 于江涛. 环境污染损失估价的索洛方程方法[J]. 中国人口·资源与环境, 1998, 8(1): 47 ~ 52.
- [14] 辛琨, 陈涛. 水污染损失估算与治理水污染生态效益实例分析[J]. 环境保护科学, 1998, 24(2): 19 ~ 23.
- [15] 卜跃先, 柴铭. 洞庭湖水污染环境经济损失初步评价[J]. 人民长江, 2001, 32(4): 27 ~ 28.
- [16] 宋新山, 阎百兴, 何岩. 污染损失率模型的构建及其在环境质量评价中的应用[J]. 环境科学学报, 2001, 21(2): 229 ~ 233.
- [17] 李锦秀, 徐嵩龄, 廖文根. 流域水污染经济损失计量方法: 太湖案例[OL]. <http://www.hwcc.com.cn/>, 2002-05-22.
- [18] 葛吉琦. 水污染对健康影响的经济损失估算[J]. 中国环境科学, 1992, 12(1): 36 ~ 39.
- [19] 曾北危. 湘江流域环境污染经济损失计算方法探讨[J]. 环境污染与防治, 1985(7): 15 ~ 20.
- [20] 国家环保局. 公元二〇〇〇年中国环境预测与对策研究[M]. 北京: 清华大学出版社, 1990. 273 ~ 290.

(收稿日期: 2004-02-17 编辑: 傅伟群)