

文章编号: 1004-8227(2009)03-0259-05

基于 COD 通量的钱塘江流域水污染生态补偿量化研究

王飞儿¹, 徐向阳¹, 方志发², 俞洁³

(1. 浙江大学环境与资源学院, 浙江 杭州 310029; 2. 浙江省淳安县环保局, 浙江 淳安 311700;
3. 浙江省环境监测中心, 浙江 杭州 310012)

摘要: 水污染生态补偿是解决流域跨界水污染纠纷的重要措施。以行政单元为补偿主体, 通过交界断面水质目标确立上下游政府间的水污染生态补偿责任, 建立基于污染物通量的生态补偿量化计算方法, 并提出了生态补偿运作模式。以钱塘江流域为例, 根据 2004 年钱塘江流域水质状况, 在 75% 保证率的水文条件下, 基于 COD 通量估算了流域内各县(市)间水污染生态补偿量。结果表明, 生态补偿量反映区域污染特点, 上游地区基本上都是接受补偿者, 而呈结构性污染的地区是生态补偿支付者, 部分区域补偿强度超过当地经济发展水平, 表明其发展不具有可持续性。钱塘江流域水污染生态补偿模式可以是政府层面上的财政支助, 也可以通过项目支持、技术支持等形式实现区域间的补偿。通过生态补偿机制的实施, 将对流域水环境保护起到积极的激励作用。

关键词: 流域; 生态补偿; 污染物通量; 钱塘江
文献标识码: A

流域以水为纽带, 从源头至河口形成一个整体性极强的自然区域, 但流域又被不同的行政区域所分割, 这种整体性与分割性的矛盾决定了上下游地区之间在经济发展和生态环境整治方面存在着实施主体与受益主体不一致的矛盾^[1], 导致跨界水环境污染、水土流失、水资源紧缺、洪涝灾害频频发生。

缺乏生态补偿是我国现阶段流域水环境纠纷的重要根源^[2,3]。对于生态补偿的探讨, 国内学者和政策制定者已做了大量的探索和研究, 取得了较大的进展, 不少地区相继把研究成果转化成环保政策。然而, 当前有关生态补偿的理论研究和政策设计, 其重点指向是对流域的源头地区、生态功能区和欠发达地区的补偿机制^[4-6]。而日益突出的流域跨界水污染问题, 却缺乏相关补偿机制。因此, 建立流域区际水环境生态补偿机制, 理顺流域上下游区域的生态关系和利益关系, 对实现流域内各行政区域的共赢和共享, 推动流域经济社会协调发展具有重要的现实意义。

钱塘江流域面积达 55 558 km², 其中浙江省境内面积 48 080 km², 干流长 605 km, 涉及到浙江省的 21 个县(市), 是浙江省最大的流域。随着流域社

会经济快速发展, 由于地理上的不可分割性, 钱塘江流域已表现为上下游之间对水资源环境的竞争使用, 造成水资源和水环境的过度利用, 忽视了水环境的生态功能, 导致上下游之间的跨界水污染时有发生。因此流域上下游之间广泛存在着建立合理的补偿机制、保证流域各地区各部门协调发展的问题。但流域生态补偿机制的建立是一项复杂的系统工程, 需要解决 3 个基本问题: 补偿者和补偿接受者界定、补偿强度计算和确定、补偿方式及资金筹集^[7,8]。本文以钱塘江流域区际水污染生态补偿为例, 尝试以污染物通量为核心探讨流域区际水污染生态补偿机制。

1 流域水污染生态补偿机制构建

1.1 流域水污染生态补偿的界定

流域区际水污染生态补偿是从保护整个流域水环境角度出发, 根据“谁污染、谁赔偿, 谁受益、谁补偿”的原则, 流域相邻区域间所发生的一种经济性的环境责任认定。

一般而言, 流域区际生态补偿主要包括生态破

收稿日期: 2008-02-25; 修回日期: 2008-03-19

基金项目: 浙江省自然科学基金(Y606209); 浙江省人民政府重大委托课题(2005C10007)

作者简介: 王飞儿(1972-), 女, 浙江省宁波人, 副教授, 博士, 主要从事环境规划与管理、区域可持续发展等方面的研究。

坏赔偿和生态建设补偿两个方面。前者指对生态环境产生破坏或不良影响地区进行赔偿;后者指对保护生态环境、恢复生态功能的生态建设地区实施经济补偿^[6,9]。流域区际水环境生态补偿的实质是基于水环境资源开发利用过程中的受损和受益的不公平性,而开展的消除这种环境外部性的一种制度安排,其目的是保障上下游人民群众享有同等的生存权、发展权,促进上下游各行政区之间协调发展、互惠共生、和谐多赢^[10,11]。本文拟以流域水污染物总量控制为核心,建立水污染生态补偿,以消除区际跨界水污染纠纷。

1.2 流域水污染生态补偿主体的确定

按照自然资源环境的公共物品属性理论,环境资源带有很强的公共物品特性,具有非竞争性、非排他性和正负外部性等特点,这就决定了在流域生态补偿过程中,受损主体和受益主体往往不易界定,难以实行受益主体向受损主体直接补偿。因此在这种情形下,政府是进行补偿的唯一主体。同时根据《中华人民共和国环境保护法》关于“地方各级人民政府,应当对本辖区环境质量负责,采取措施改善环境质量”的规定,生态补偿主体易实行行政化。而且在目前我国生态补偿的实际运行中,社会各方的参与力度还是处于探索阶段,政府的作用绝对是主要的,政府只能是生态补偿的主要“买单”人。本研究以钱塘江流域内各县(市)为单元,确定相互间补偿和赔偿关系。

1.3 流域水污染生态补偿量估算体系

根据外部性和庇古税理论,生态补偿的标准应是生态保护所产生的外部收益。生态环境的经济价值是生态补偿标准或补偿量确定的重要理论依据,但在实践中,现有的一些生态价值评估方法本身存在一些缺陷,生态服务价值的量化难以评估。本研究将以各区域在环境容量范围内的排污权作为其水资源环境产权,以水污染净化的生态服务功能为核心,尝试从成本弥补角度来估算补偿量。

1.3.1 生态补偿量确定依据

(1) 根据“谁污染谁负责”这一国际公认的原则,以水质影响程度以及污染物通量来确定补偿或赔偿。

(2) 充分考虑区域水环境功能要求,将各县市交接断面水质功能目标作为衡量准则。

(3) 体现环境容量价值性和交接断面水质控制的要求。一个地区排污不能影响相邻区域用水要求,即必须控制在环境容量范围内,如果超出控制要

求,必须支付相应的费用;如剩余,则可以外售获利。

1.3.2 生态补偿量估算模型

(1) 支付/获得生态补偿额度的确定

根据流域交界断面水质考核要求,以交界断面水质达标状况及年通量来确定相邻行政区补偿或赔偿量。具体的补偿量可以通过下式计算:

$$EC_{ij} = W_{ij} \times R_c = \sum_{n=1}^{365} [(C_{ijn} - C_{ijs}) \times Q_{ijn}] \times R_c \quad (1)$$

式中: W_{ij} 为 i 地区流入 j 地区的污染物年通量, (t/a); C_{ijn} 为 i, j 地区交界断面第 n 天监测水质, (mg/L); C_{ijs} 为 i, j 地区交界断面目标水质, (mg/L); Q_{ijn} 为第 n 天 i 地区流入 j 地区的水量, (m^3/d); EC_{ij} 为 i 地区从 j 地区支付/获得生态补偿的量, (元/a); R_c 为单位污染物削减的成本(收益), (元/t)。

R_c 为单位污染物削减的处理成本或单位污染物削减所带来的生态效益。 R_c 的估算通常采用恢复费用法或机会成本法。

(2) 某地区生态补偿实际支付/获得生态补偿量

流域区际采用递进式补偿方式,在各交界断面水质都达到目标水质控制要求的情况下, A 地区补偿 B 地区, B 补偿 C, C 补偿 D; 但如果 C 与 B 的交界断面水质优于目标值, 而 B 交给 A 的水质劣于目标值, 则 B 对 C 进行补偿的同时还要对 A 进行赔偿。对于一个地区来说, 其生态补偿为与其交界的各行政单元生态补偿量之和, 即:

$$EC_i = \sum_{j=1}^n EC_{ij} \quad (2)$$

式中 EC_i 为 i 地区实际支付/获得的生态补偿量, 如 EC_i 为负值, 则 i 地区要向周边地区进行生态赔偿, 如 EC_i 为正值, 则 i 地区可从周边地区获得生态补偿。

上下游地区生态补偿的递进关系说明了只有将本地的污染物总量控制在本地环境容量内, 才可以从周边区域得到生态补偿, 反之, 则要进行赔偿。而上游地区向下游地区提供优质水源, 则可以从下游获取一定的经济补偿, 体现水资源及环境容量的价值性。

2 钱塘江流域各县市水污染生态补偿强度估算

2.1 数据来源

由于数据的可获取性, 本文水质数据采用 2004

年各县市交界断面水质年平均均值; 水量数据采用钱塘江流域 75% 保证率下的各断面流量, 水质评估指标采用 COD_{cr} 。由于常规监测指标中只有 COD_{Mn} (COD_{cr} 数据不全), 本研究按照流域 COD_{cr} 和 COD_{Mn} 的平均比值进行换算。

根据《浙江省水环境功能区划》, 将钱塘江流域各交界断面水质目标作为补偿依据。

污染物削减成本 R_c 采用影子工程法。参照浙江省部分污水处理厂处理成本作为污染物削减处理成本进行估算。具体见表 1。

表 1 部分污水处理厂 COD 处理成本

Tab. 1 Treatment Cost of Some Sewage Treatment Plans

企业名称	进水浓度 (mg/L)	出水浓度 (mg/L)	处理总成本 (元/t 水)	COD 削减成本 (元/t)
临安青山污水处理厂	295.00	23.0	3.000	11 029
富阳污水处理厂	180.30	19.6	1.000	6 223
慈溪污水处理厂	360.50	18.3	1.800	5 260
奉化金源公司	227.00	30.0	0.980	4 975
安吉城区污水处理厂	200.00	20.0	0.610	3 389
秋斌污水处理厂	157.00	38.1	1.175	9 882
丽水污水处理厂	294.39	29.0	1.130	4 258
平均	245.00	25.0	1.000	6 431

资料来源: 中国城镇供水排水协会排水专业委员会. 中国城镇污水处理厂汇编, 2006.

由表 1 可知, 目前浙江部分污水处理厂 COD 处理成本差异比较大, 但大部分在 4 000 元/t 以上, 本研究取其平均值, 即 COD 处理成本 6 431 元/t。

2.2 流域生态补偿估算

根据式(1)估算各县市之间支付(或获取)的生态补偿量, 计算结果见表 2。

根据以上计算结果, 采用递进式补偿方式, 得到钱塘江流域各交界断面污染物通量的补偿额度。见表 3。

从各县市生态补偿支付与被支付情况来看, 明显反映出区域水污染特点。一般上游地区都是被补偿的对象, 而且补偿力度明显超过当地的 GDP 水平, 对于推进上游地区生态保护与建设具有较强的激励作用; 而对于中游地区, 结构性污染不严重的地区也属于被补偿的对象, 而结构性污染严重的地区, 如建德、东阳、金华、义乌等, 都是生态补偿支付地区, 部分地区支付强度已超过了当地经济的承受能力, 说明当地经济发展模式是不持续的, 急需调整; 下游地区杭州因向外区域(杭州湾)排放大量污染物, 也成为主要生态补偿支付者。

表 2 钱塘江流域相邻县市生态补偿量计算

Tab. 2 Eco-compensation Amount Between the Adjacent Counties of Qiantang River Watershed Based on the Water Pollutant Flux

交界县市	河流	水质目标	设计水量 (m ³ /s)	COD_{Mn} (mg/L)	剩余容量 (t/a)	补偿量 (万元/a)	
开化	常山	常山港	III	12.60	1.919	5 351.0	3 442
常山	衢州	常山港	III	23.58	2.304	9 069.3	5 832
衢州	龙游	衢江	III	41.63	3.060	12 737.2	8 191
龙游	兰溪	衢江	III	85.18	3.690	20 477.2	13 168
江山	衢州	江山港	III	10.90	4.416	1 797.0	1 155
遂昌	衢州	乌溪江	II	4.84	1.057	1 482.5	1 600
遂昌	龙游	灵山港	III	0.64	2.290	247.1	159
淳安	建德	新安江	II	180.00	1.450	47 767.6	54 813
建德	桐庐	富春江	II	378.00	2.607	54 790.0	85 831
桐庐	富阳	富春江	II	429.00	2.453	69 053.2	101 831
富阳	杭州	富春江	II	439.00	2.784	55 545.3	94 482
临安	桐庐	天目溪	III	14.60	2.038	6 019.4	3 871
磐安	东阳	西溪	II	0.74	1.913	160.7	203
东阳	义乌	南江	III	2.25	11.583	- 1 307.3	- 841
东阳	义乌	东阳江	III	7.91	9.212	- 2 643.8	- 1 700
义乌	金华	金华江	III	21.24	6.192	- 423.7	- 273
永康	武义	武义江	III	7.59	5.680	252.8	162
武义	金华	武义江	III	13.95	4.697	1 892.1	1 217
金华	兰溪	金华江	III	47.40	5.786	1 056.6	679
兰溪	建德	兰江	III	176.90	2.693	60 875.6	39 149
浦江	诸暨	大陈江	III	1.30	5.173	111.8	72
诸暨	萧山	浦阳江	III	14.36	5.147	1 275.2	821

表 3 钱塘江流域各县(市)支付/获取生态补偿强度

Tab. 3 Eco-compensation of each Counties in Qiantang River Watershed (Payout/Reception)

县市	生态补偿额度 (万元/a)	生态补偿额占 GDP 比例 (%)	县市	生态补偿额度 (万元/a)	生态补偿额占 GDP 比例 (%)
开化	3 442	116.6	武义	1 055	19.2
常山	2 390	77.0	永康	162	1.2
衢州	- 396	- 3.0	浦江	72	1.3
龙游	4 818	114.4	淳安	54 813	968.2
江山	1 155	18.4	建德	- 8 131	- 79.3
遂昌	1 760	67.4	桐庐	12 129	127.2
兰溪	25 302	227.9	临安	3 871	28.8
金华	- 265	- 1.5	富阳	- 7 349	- 41.7
义乌	2 269	9.7	杭州	- 95 302	- 48.9
东阳	- 2 745	- 16.0	诸暨	749	2.6
磐安	203	10.2	合计	0	

2.3 钱塘江流域水环境生态补偿运行模式

浙江省政府从全省的利益出发, 已出台了《钱塘江源头地区生态环境保护省级财政专项补助暂行办法》, 充分发挥公共财政的导向性, 对钱塘江流域上游的重要生态功能区进行财政补助, 对钱塘江流域源头地区生态环境保护起到了积极作用。但该补偿对区际水污染控制无法发挥其有效的作用。因此, 开展区间的水污染生态补偿对于跨界水污染纠纷

具有重要的意义。由于流域内各县市行政地位的平等性,区际水污染生态补偿须由上一级机关来实施,如流域管理委员会。由流域管理委员会负责制定流域生态补偿实施办法,建立各县市交界断面水质水量自动监控系统,制定各地政府水质目标责任制。依据交界断面污染物通量,实施生态补偿。流域管理委员会负责生态补偿资金专户管理和分配。各地补偿资金由各级政府收取的税收、水资源使用附加费和排污费中予以筹集。

补偿资金可用于当地生态建设及基础设施改善。区际补偿除资金补偿外,还可以通过项目补偿、技术补偿进行,如上下游间可以通过发展“飞地”、协商建立生态资源共建区和共享区^[12]等方式实现区域间的生态补偿。区域之间的生态补偿同时也是接受补偿意愿和支付补偿意愿之间的协商平衡问题,因此现阶段上下游双方在上述补偿量的基础上,可以通过协商来确定相互之间的环境责任。

3 结语

由于水资源自身的稀缺性及其在使用过程中出现的负外部性,在不具备排他性水权或水权制度设计不尽完善的情形下,参与人将最大化自身的经济收益,造成水资源和水环境的过度利用,给全流域的用水收益带来负面影响。基于“谁保护谁受益,谁受益谁付费”的原则,建立流域区际水污染生态补偿制度,可以调整流域内各主体间的利益关系,将生态环境外部性内部化,达到实现水污染物总量控制、改善流域水环境、减少跨界水污染纠纷的目的。通过研究,得到以下结论:

(1) 钱塘江流域区际水污染生态补偿是钱塘江流域生态补偿的重要组成部分。开展钱塘江流域区际水污染生态补偿,可以有效解决流域跨界水污染纠纷,构建健康的流域水环境,促进流域社会经济环境协调发展。

(2) 水环境功能影响因素有很多,本研究结果只是基于 COD 通量的钱塘江流域水污染生态补偿

量初步估算。但按不同指标进行生态补偿估算,会出现不同的结果,有些地区从接受补偿者变为支付补偿者,或从支付补偿者变为接受补偿者。因此,流域水污染生态补偿可以从流域污染控制角度,来选择不同的指标,确定不同指标权重,推动流域各地区污染控制。

(3) 为完善流域区际水环境生态补偿,建议流域内各交界断面建立自动水质水量监控体系,保障区际水环境生态补偿的公平合理,同时还须建立一系列配套的补偿政策。

参考文献:

- [1] 陈湘满. 论流域开发管理中的区域利益协调[J]. 经济地理, 2002(5): 525~ 529.
- [2] 吴晓青, 洪尚群, 段昌群, 等. 区际生态补偿机制是区域间协调发展的关键[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(1): 13~ 16.
- [3] 张金泉. 生态补偿机制与区域协作发展[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2007, 35(3): 115~ 119.
- [4] 庄国泰, 高鹏, 王学军. 中国生态环境补偿费的理论与实践[J]. 中国环境科学, 1995, 15(6): 413~ 418.
- [5] 章铮. 生态环境补偿费的若干基本问题[M]// 国家环境保护局自然保护司. 中国生态环境补偿费的理论与实践. 北京: 中国环境科学出版社, 1995: 81~ 87.
- [6] 孙新章, 谢高地, 张其仔, 等. 中国生态补偿的实践及其政策取向[J]. 资源科学, 2006, 28(4): 25~ 29.
- [7] 虞孝感. 长江流域生态安全问题及建议[J]. 自然资源学报, 2002, 17(3): 294~ 298.
- [8] 毛显强, 钟瑜, 张胜, 等. 生态补偿的理论探讨[J]. 中国人口·资源与环境, 2002, 12(4): 38~ 41.
- [9] 钱水苗, 王怀章. 论流域生态补偿的制度构建——从社会公正的视角[J]. 中国地质大学学报: 社会科学版, 2005, 5(5): 80~ 84.
- [10] 周大杰, 董文娟, 孙丽英, 等. 流域水资源管理中的生态补偿问题研究[J]. 北京师范大学学报: 社会科学版, 2005(4): 131~ 135.
- [11] 刘国才. 生态补偿钱塘江流域发展的困局与希望[J]. 环境经济, 2006(7): 16~ 20.
- [12] 刘玉龙, 阮本清, 张春玲, 等. 从生态补偿到流域生态共建共享——兼以新安江流域为例的机制探讨[J]. 中国水利, 2006(10): 4~ 8.

QUANTIFICATION OF WATER POLLUTION ECO-COMPENSATION IN QIANTANG RIVER WATERSHED BASED ON COD FLUX

WANG Fei-er¹, XU Xiang-yang¹, FANG Zhifa², YU Jie³

(1. College of Natural Resources and Environment Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China;

2. Chunan Environmental Protection Bureau, Chunan 311700, China;

3. Zhejiang Environmental Monitoring Center, Hangzhou 310012, China)

Abstract: Eco-compensation is an important countermeasure for the control of trans-boundary pollution. In this paper, a district was chosen as eco-compensation subject and its responsibilities were determined through examining the water quality in trans-boundary water bodies. The calculation method of eco-compensation based on pollutant flux was established for adjacent districts. Taking Qiantang River Watershed as an example, the water pollution compensation of the watershed was calculated based on the COD concentration of 2004 and hydrological condition of 75% confidence. The results showed that the amount of eco-compensation reflects the characteristics of watershed pollution. Most upstream districts were acceptors of compensation, while most districts whose pollution was structural pollution were payers. The amount of compensation paid by some districts may exceed the level of local economic development, implying that the development may not be sustainable. Furthermore, the model of eco-compensation in Qiantang River Watershed including financial support, project support and technical support were discussed. It may be concluded that the eco-compensation will inspire environmental protection in a watershed.

Key words: watershed; eco-compensation; pollutant flux; Qiantang River

声 明

本刊现入编“中国学术期刊(光盘版)”、“中国期刊网”、“万方数据——数字化期刊群”、“中国核心期刊(遴选)数据库”,以及维普(中国科技期刊数据库)等,凡被本刊录用的稿件将通过因特网进行网络出版或提供信息服务,作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另行发放。作者如不同意将文章入编,投稿时敬请说明。

《长江流域资源与环境》编辑部