

# 基于排污权交易的湘江流域生态补偿研究

余光辉<sup>1</sup>, 陈莉丽<sup>1</sup>, 田银华<sup>2</sup>, 袁开国<sup>1</sup>, 李文慧<sup>1</sup>

(1. 湖南科技大学 建筑与城乡规划学院, 湖南 湘潭 411201; 2. 湖南科技大学 商学院, 湖南 湘潭 411201)

**摘要:** [目的] 以湖南省湘江流域为研究对象, 探索流域生态补偿方法, 为湘江流域实施污染综合治理及区域平衡发展提供理论依据。[方法] 通过研究区域内的 8 个城市(长沙、湘潭、株洲、衡阳、岳阳、永州、郴州、娄底)2012 年的人均 GDP, 人口总数, 人均工业生产总产值和万元 GDP 污水排放量与 8 个市的平均值进行对比分析, 确定生态补偿标准系数。通过将各个市的人均排污量与 8 个城市的平均排污量作比较, 求得各个市的超量排污量和节余排污量; 按照主要因子排污价格及其排污比例确定超量排放和节余排放的支付和补偿价格; 利用生态补偿标准系数, 计算 2012 年湘江流域每个城市的最终补偿标准。[结果] 2012 年长沙、株洲、湘潭市应分别支付生态补偿资金 4 005.0, 440.7 和 430.1 万元, 衡阳、岳阳、郴州、永州和娄底市可获得的生态补偿资金分别为 338.2, 90.4, 561.4, 602.8 和 379.5 万元。[结论] 实际排污大于理论排污权的城市有长沙、株洲和湘潭市; 而其他 5 个城市排污权均有节余。

**关键词:** 湘江流域; 生态补偿标准; 补偿标准系数; 排污权

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2015)05-0159-05

中图分类号: X37

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.20150911.001

## Quantitative Study on Ecological Compensation in Xiangjiang River Basin Based on Pollution Rights Trading

YU Guanghui<sup>1</sup>, CHEN Lili<sup>1</sup>, TIAN Yinhu<sup>2</sup>, YUAN Kaiguo<sup>1</sup>, LI Wenhui

(1. School of Architecture & Urban Planning, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, Hunan 411201, China; 2. School of Business, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan, Hunan 411201, China)

**Abstract:** [Objective] Taking Xiangjiang river basin in Hunan Province as the research object, we studied the compensation for watershed ecology, in order to provide the theory basis for pollution comprehensive treatment and regional balanced development in Xiangjiang River basin. [Methods] The standard coefficient of ecological compensation was determined by comparing the value of 2012 GDP per capita, the total population, the per capita gross industrial production value and the discharging quantity of sewage per ten thousand yuan GDP with the average value in eight cities(Changsha, Xiangtan, Zhuzhou, Hengyang, Yueyang, Yongzhou, Chenzhou and Loudi). The excessive and unused quantity of sewerage drainage was calculated by the differences between per capita value of each city with the average values. The compensation price was determined according to the proportion of main factors price and the sewerage drainage in each city. The ultimate standard of compensation was considered according to the ecological compensation standard coefficient in Xiangjiang river basin. [Results] The ecological compensation funds for Changsha, Zhuzhou, Xiangtan, Hengyang, Yueyang, Chengzhou, Yongzhou and Loudi City was 40.050, 4.407, 4.301, 3.382, 0.904, 5.614, 6.028 and 3.795 million yuan, respectively. [Conclusion] Quantity of sewerage drainage in Changsha, Zhuzhou and Xiangtan City are more than the theory emission permits, while the actual sewerage drainage in other 5 cities were less than the permits.

**Keywords:** Xiangjiang river basin; ecological compensation standard; standard coefficient; pollution rights trading

流域问题涉及多个区域之间的利益关系, 协调不好将对各个区域的发展带来影响, 而流域生态补偿机制在一定程度上不仅可以调控流域上下游间的利益

关系, 促进其和谐有序发展, 还对保护流域生态环境和防治污染起到重大作用<sup>[1]</sup>。近年, 流域生态补偿问题已经成为政府与研究者共同关注的热点问题。如

收稿日期: 2015-02-04

修回日期: 2015-04-01

资助项目: 国家社科重大招标项目“基于 CGE 模型的产业结构调整污染减排效应和政策研究”(11&ZD043); 国家社科基金(15BSH038); 教育部人文社科基金(14YJCZH193); 湖南省哲学社会科学基金重点项目(12ZDB18)

第一作者: 余光辉(1976—), 男(汉族), 湖南省宁乡县人, 博士, 副教授, 研究方向为环境管理, 环境影响评价与规划。E-mail: yuguanghui107@aliyun.com。

Emily Austen 和 Clayton, D. A. Rubec 等<sup>[2-3]</sup>对加拿大的流域生态补偿提出了相应对策;赵春光等<sup>[4]</sup>对流域生态补偿制度的理论基础进行了描述;俞海、李磊、赵光洲等<sup>[5-7]</sup>对流域生态补偿实践中存在的问题、完善的建议以及补偿标准方面做了详细的分析;周大杰、乔旭宁、刘涛、郭志建等<sup>[8-11]</sup>分别采用支付意愿法、市场价格法、经济制度设计、加权综合评价法对不同流域做了补偿标准研究,确定了各流域的补偿标准;吕志贤等<sup>[12-13]</sup>以湘江流域水质和水文数据为基础结合生态补偿系数对湘江流域各市的生态补偿资金进行了测算,孔凡斌等<sup>[14]</sup>利用排污权对潘阳湖流域进行了生态补偿标准研究。过往研究对流域生态主体、补偿制度及补偿模式的研究较多,且多限于定性分析,定量研究近年吸引了许多研究者的关注。由于流域补偿影响因素多以及影响范围大等原因,导致在具体的补偿中难以量化;同时一个区域的量化补偿标准不一定适合于其他区域,这成为当前影响我国区域间实施生态补偿的一个关键因素。

本文以湘江流域为实例进行生态补偿的量化研究。综合考虑生态补偿系数和排污权,引入污水处理率来对湘江流域的生态补偿标准进行研究,使补偿标准趋于公平和合理。本研究旨在为湘江流域实施污染综合治理及区域平衡发展有提供理论依据。

## 1 研究区概况

湘江流域近年来随着城市化、经济水平和工业的发展,大量的工业、生活、农业废水排入湘江,使得湘江流域生态功能不断退化,环境污染问题越来越严重<sup>[15]</sup>。湘江是湖南省内最大的河流,全长 856 km,省内河长 670 km,省内流域面积 85 383 km<sup>2</sup>,年径流量  $1.06 \times 10^{11}$  m<sup>3</sup>。湘江流域跨永州、郴州、衡阳、娄底、株洲、湘潭、长沙、岳阳等 8 个地级市。湘江流域人口与 GDP 总量分别占全省的 55% 和 70% 强,大约 2 000 万人口以湘江流域的水资源为饮用水源。

流域内 8 个城市发展定位不同,资源消耗与排污量也差异显著。如衡阳、郴州和永州市为上游地段,重要的功能为大湘南承接产业转移示范基地,娄底市为核心工业城市,湘潭市为重要工业基地,长沙与株洲市为新兴产业与高端制造业,岳阳市为下游城市,主要发展第三产业与新兴工业。各个地区都有自身的发展要求,但是流域环境容量一定,各个城市都依靠湘江水资源,也向流域内排放污染物,为了协调各市共同发展,通过生态补偿来调控污染排放能体现对资源环境公平使用的主体公平。根据《湖南省环境状况公报》<sup>[16]</sup>,近年来湘江的水质变化情况如表 1 所示。

由表 1 可知,从 2009—2012 年湘江流域水系符

合 I 类、II 类水质标准要求的监测断面数量不变,符合 III 类水质标准的监测断面总体上是在增多,IV 类、V 类及劣 V 类水质标准断面趋于减少,说明近年来湘江的污染治理取得一定成效,水质正在逐步改善,水质总体为良。流域内主要污染物主要有氨氮、粪大肠杆菌、镉、砷等多种有毒有害物质,其来源主要是两岸城市生活污水和工业污水<sup>[17]</sup>。

表 1 湘江 2009—2012 年的各类水质断面变化情况

水质标准	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年
I 类	3	3	3	3
II 类	10	10	10	10
III 类	20	23	22	24
IV 类	4	2	5	2
V 类和劣 V 类	3	2	0	3

注:2009—2011 年监测断面为 40 个,2012 年增至 42 个。

## 2 湘江流域生态补偿

### 2.1 生态补偿构建基本思想

流域生态补偿应包括对污染水资源的补偿和对水资源生态功能的补偿<sup>[18]</sup>,通过对补偿主体以及补偿标准的确定,让补偿主体采取一定的措施来弥补其引发的外部不经济性。

由于湘江在湖南省内流经 8 个市区,因为每个市区的经济发展水平不同从而导致对环境污染的贡献率有一定差异,所以平均分配各市对湘江造成的污染不合理。为了体现流域生态补偿的公平性、合理性和整体性,本文引入生态补偿标准系数和排污权来实施生态补偿。生态补偿标准系数是基于各市的实际支付能力和污染贡献率,结合各市的污水处理率求得,经济发展水平高则需要补偿标准上相应的多支付一定的补偿额,但若其污水处理率比较高,可以适当降低其应增加的补偿额度;而实际支付能力和经济水平低于湘江流域平均水平则可获得一定补偿资金来对湘江污染进行治理,但若其污水处理率也低,为激励其发展治污技术,可在对其进行补偿时做适当的减少。这样,既考虑了各区域的实际经济发展要求,也考虑了污染治理的奖罚机制。排污权是通过将每个市的年人均排污量与 8 个城市的总体年平均排污量进行比较,从而得出各市排放量是超量或节余,进而确定需要补偿或赔偿的主体和金额。将补偿标准和补偿标准系数相结合得出各市确切的补偿和赔偿资金,能协调流经各区域的经济的发展,也能更好的对流域环境进行有效治理,达到可持续利用和发展。

### 2.2 生态补偿标准系数的确定

2.2.1 生态补偿标准系数指标因子的选取 由于一般生态补偿标准对流域内各地市实行统一标准,忽略

了各个地市对环境污染贡献率的差异以及各地区实际支付能力。为了实现公平和合理的补偿,将各个地区因经济发展程度、人口、环境保护能力和支付能力等因素的差异考虑进来,以湘江流经 8 市的平均值做标准值,在补偿标准的基础上设置了标准系数。此系数的相关指标因子主要包括地区人均生产总值、地区人均工业总产值、地区总人口数以及万元 GDP 污水排放量。人均生产总值一定程度上代表了区域经济

发展和实际支付能力,也是地区经济实力的体现;地区人均工业总产值能代表工业对资源环境的利用强度,能体现对资源的公平使用权;地区人口总数能代表生活污水的排放强度,而万元 GDP 污水排放量能反应经济发展程度与排污情况是否合理,该指标的引进也是促进区域节能减排的关键因子<sup>[13]</sup>。

2.2.2 生态补偿标准系数的计算 2012 年湘江流域 8 市的相关数据如表 2 所示。

表 2 2012 年湘江流域 8 个城市指标因子数值

城市	地区人均生产总值/元	人口/万人	人均工业总产值/元	污水年排放量/ 10 <sup>4</sup> t	万元 GDP 污水排 放量/t	污水处理率/ %
长沙市	89 551	714.66	90 428	40 375	6.31	99.43
株洲市	45 086	390.66	59 505	13 479	7.65	89.10
湘潭市	46 116	278.10	83 911	10 146	7.91	86.02
衡阳市	27 197	719.83	38 596	13 500	6.89	62.24
岳阳市	39 831	552.31	78 602	13 310	6.05	88.78
郴州市	32 751	463.27	52 693	5 690	3.75	80.96
永州市	20 151	525.82	13 229	7 059	6.66	70.67
娄底市	26 302	381.21	38 619	5 848	5.83	80.42
平均值	40 873	503.23	56 947	13 676	6.38	82.20

注:数据均来源于《2013 湖南省统计年鉴》。

由表 2 中各指标可以看出,研究区人均生产总值高的城市其人均工业总产值和污水年排放量也比较高,说明其发展和环境污染具备较好的相关性;万元 GDP 所产生的污水量是落实清洁生产的关键指标,也是预测经济发展对水环境影响的基础数据,其各市差异较大,最好的是郴州。污水是否处理并达标排放,是保护湘江的关键手段,表中污水处理率最高的是长沙,最低的是衡阳。

吕志贤等<sup>[12-13]</sup>是采取将各地市指标值与湖南省平均值作比较来定量分析湘江流域生态补偿标准系数,得出相应的指标比较系数,然后用区域 5 个指标比较系数总和平均值来衡量各个区域之间社会经济发展水平和对环境污染的贡献率,即区域生态补偿系数。而本文为了使补偿结果更准确,以湘江流经 8 个市的平均水平为参照值,考虑到湘江沿岸各地区农业水平基本一致,对湘江水质污染影响最大的污染源是

工业,故将指标因子在他的基础上减少了各地区的第三产业和第一产业总产值,为了揭示各地区经济发展水平对湘江水环境的影响,故增加了万元 GDP 污水排放量。

本研究的生态补偿标准系数公式见式(1):

$$R_{si} = (\text{GDP}_i / \text{GDP}_{\text{ave}} + \text{GIP}_i / \text{GIP}_{\text{ave}} + \text{TP}_i / \text{TP}_{\text{ave}} + \text{WQ}_i / \text{WQ}_{\text{ave}}) / 4 \quad (1)$$

式中: $R_{si}$ —— $i$ 市生态补偿标准系数; $\text{GDP}_i$ —— $i$ 市人均生产总值(元); $\text{GDP}_{\text{ave}}$ ——各市人均生产总值平均值(元); $\text{GIP}_i$ —— $i$ 市工业总产值(元); $\text{GIP}_{\text{ave}}$ ——各地工业总产值平均值(元); $\text{TP}_i$ —— $i$ 市人口总数(万人); $\text{TP}_{\text{ave}}$ ——人口总数平均值(万人); $\text{WQ}_i$ —— $i$ 市万元 GDP 污水排放量(t); $\text{WQ}_{\text{ave}}$ ——平均万元 GDP 污水排放量(t)。

由式 1 结合表 2 计算得出 8 市的生态补偿标准系数(如表 3 所示)。

表 3 湘江流域 8 个城市的生态补偿标准系数

地区	长沙市	株洲市	湘潭市	衡阳市	岳阳市	郴州市	永州市	娄底市	平均值
补偿标准系数	1.547	1.031	1.098	0.963	1.100	0.808	0.703	0.748	1
最终补偿标准系数	1.281	0.960	1.057	1.156	1.028	0.819	0.785	0.762	1

注:“平均值”是湘江流域八个市的平均值。

考虑到各市的污水处理率不同,采取对污水处理率高的地市给予一定奖励,污水处理率低且没有达到平均处理水平的给予处罚的措施,以促进和激励各市

积极进行污水治理。比如长沙市由于经济水平、工业和人口等原因对湘江造成的污染比较大,要增加其对外补偿程度,但由于其污水处理率比较高,为激励其

积极治污,可在增加对外补偿程度后,根据其高于平均治污率的层次来减少一定的对外补偿,获得最终补偿系数,而衡阳市虽然其发展程度和对湘江的污染程度均在平均水平上,但由于其治污率太低,为促使其积极治污,根据没达到的治污率计算其应加重的对外补偿得出最终补偿系数。最终补偿标准系数如式(2)所示。

$$R_{ei} = S_i [1 - (WT_i - WT_{ave})] \quad (2)$$

式中: $R_{ei}$ —— $i$ 市最终补偿标准系数; $WT_i$ —— $i$ 市污水处理率; $WT_{ave}$ ——各市平均污水处理率。

根据式 2 计算各市最终补偿标准系数如表 3 所示。

因生态补偿标准系数代表的是各个地市对环境污染贡献率的差异以及各地区实际支付能力,该系数不能完全体现各市的经济发展水平,但从表 3 的数据看,各市的生态补偿标准系数基本上和各市的经济发展程度是相符的。长沙、湘潭、衡阳、岳阳这 4 个城市的补偿标准系数比 8 个市的平均补偿标准系数要大,说明这 4 个市在经济发展的同时对湘江污染的贡献率比较大,实际支付能力也比较强,需对湘江污染的防治做出更多的补偿。

### 2.3 生态补偿标准的确定

2.3.1 排污量的确定 根据对 2012 年湘江流经的 8 个市的排污量进行数据统计,算出每个市的人均污水年排放量。把 8 个市的平均人均年污水排放量作为允许的理论排污标准,将每个市的人均年污水排放量与 8 个市的平均人均年污水排放量进行比较,以得出每个市实际排污量与理论排污量之差,大于 8 个市的人均排污量说明其在湘江总体污染水平上超量排放了,反之则说明其节余排放,将每个市人均多排放或者少排放的量与该市人口数相乘,则得出每个城市最终的年超量排放量和节余排放量,如式(3)所示。

$$WQ_{ei} = (WQ_{fi} - WQ_{ave}) TP_i \quad (3)$$

式中: $WQ_{ei}$ —— $i$ 市最终超量或节余排放量(t); $WQ_{fi}$ —— $i$ 市人均实际排放量(t); $WQ_{ave}$ ——8市人均排放量(t); $TP_i$ —— $i$ 市人口数(万人)。各市的污水排放量及其计算结果如表 4 所示。

2.3.2 排污价格的确定 按照湖南省治污成本,以及湘江流域的主要污染因子排污价格和其排污比例来确定排入湘江的污水价格。主要因子排污价格中超量排放收费为化学需氧量、氨氮、石油类、镉和砷分别为:1 400,1 750,1.4×10<sup>4</sup>,28×10<sup>4</sup>和 7×10<sup>4</sup>元/t;节余排放补偿标准中这些指标的值依次为:700,875,7 000,14×10<sup>4</sup>和 3.5×10<sup>4</sup>元/t<sup>[12]</sup>。根据主要因子在湘江中所占的大致排放比例化学需氧量:氨氮:石

油类:砷:镉为 50 000:5 000:50:5:1 来计算超量和节余排污价格。假设,湘江中排放了 50 000 t 化学需氧量,5 000 t 氨氮,50 t 石油,5 t 砷和 1 t 镉,按照主要污染因子排污价格则补偿金额为 8.092×10<sup>7</sup>元,若将其统一价格排放,则可算得含有这 5 种污染因子的废水每 1 t 收费为 1 454.519 元,故将生态补偿排污权价格确定为:超量补偿价格标准 1 455 元/t;节余补偿价格标准 725.5 元/t。

表 4 湘江流域 8 个城市的污水排放量情况

城市	污水年排放量/ 10 <sup>4</sup> t	人均年排放量/t	人均年排放量与均值之差/t	实际排污量与理论排污量之差/t
长沙市	40 375.00	56.50	-30.08	-21 496.1
株洲市	13 479.00	34.50	-8.08	-3 156.0
湘潭市	10 146.00	36.48	-10.06	-2 797.3
衡阳市	13 500.00	18.75	7.67	5 522.0
岳阳市	13 310.00	24.10	2.32	1 282.0
郴州市	5 690.00	12.28	14.14	6 551.2
永州市	7 059.00	13.42	13.00	6 836.3
娄底市	5 848.00	15.34	11.08	4 224.3
平均值		26.42		

注:“-”代表比平均值大。

2.3.3 补偿标准的确定 补偿标准是由每个市排污量和和统一排污价格确定,如式 4 所示。

$$ECF_i = WQ_{ei} \times P \quad (4)$$

式中: $ECF_i$ —— $i$ 市的生态补偿标准(万元); $WQ_{ei}$ —— $i$ 市超量(节余)排污量(t); $P$ ——超量(节余)排污价格(元/t),结果如表 5 所示。

由表 5 可知,长沙市、株洲市、湘潭市由于其超额排放,应该分别支付 3 127.68,459.20,407.01 万元,而衡阳、岳阳、郴州、永州和娄底由于其污染物排放量低于平均水平,故分别给予 400.62,93.01,475.29,495.97,306.47 万元作为赔偿额。

### 2.4 基于补偿标准系数上的最终补偿额的确定

如前所述,由于环境污染与多方面因素有间接关系,为了体现其公平性和合理性,故在补偿标准的基础上设置了一个补偿标准系数,当补偿标准为负值时,两值直接相乘;当补偿标准为正值时,用 2 减去标准系数再乘以补偿标准。故根据上面计算的数据得出最终的补偿标准为表 5 所示。

由表 5 可知,长沙、株洲和湘潭市应分别支付生态补偿资金 4 005.0,440.7 和 430.1 万元;而衡阳市、岳阳市、郴州市、永州市和娄底市可获得的生态补偿资金分别为 338.2,90.4,561.4,602.8 和 379.5 万元。

表 5 湘江流域 8 个城市结合生态补偿标准的补偿金额

万元

地区	长沙市	株洲市	湘潭市	衡阳市	岳阳市	郴州市	永州市	娄底市
补偿标准	-3 127.6	-459.2	-407.0	400.6	93.0	475.2	495.9	306.4
最终补偿标准	-4 005.0	-440.7	-430.1	338.2	90.4	561.4	602.8	379.5

注:负数为对外支付,正数为应接受的补偿。

由于这 8 个城市都是对湘江进行排污,可通过排污权交易来处理其超量排污权和节余排污权,协调各市的发展和环境的治理。其中,长沙、湘潭市既超量排放污水环境污染贡献率也相对较大,故在原补偿标准上加大了其应支付的补偿额;株洲属于超量排放,但对湘江的环境贡献率小于平均水平,故在原补偿标准上相应的降低了其应支付的补偿额;岳阳市和衡阳市属于排放节余,但是环境贡献率比较大,故获得补偿金额有所减少;郴州、永州、娄底市都是节余排放且污染贡献率和实际支付能力都比较弱,故对其加大了补偿额度。

### 3 结论

研究表明,2012 年湘江流域使用的实际排污量大于理论排污权的城市有长沙、株洲和湘潭市;而衡阳、岳阳、娄底、郴州和永州市这 5 个城市排污量均有节余。长沙、株洲和湘潭市应分别支付一定的生态补偿资金;衡阳、岳阳、郴州、永州和娄底市可获得的一定的生态补偿资金。本研究中,地区支付金额小于地区获得金额,故当地政府应通过其他管理手段,建立统一的生态补偿金来调节区域经济发展与环境治理,这样可建立市场主导,政府指导的健全的流域生态补偿机制。

本文主要根据部分重要因素来确定排污权、排污价格和生态补偿标准系数,并依次来计算各市生态补偿标准,由于流域生态补偿标准的确定涉及因素较复杂,研究中未能全面考察各项因素,使所得结果有所偏差。因此,由更全面的指标因子制定更加全面合理的补偿标准系数,以及更全面的数据分析制定补偿标准系数是以后各流域生态补偿标准研究的重点。在实际的补偿核算中,如能结合各市的实际污染物排放量,将使补偿更加精确。同时本文没有考虑污水排放中的污染物超标排放,如果有污染物的超标排放,应考虑更严格的惩罚性对外支付。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 许振成,叶玉香,彭晓春,等. 流域水质资源有偿使用机制的思考:以东江为例[J]. 长江流域资源与环境,2007,16(5):598-602.
- [2] Austen E J, Hanson A. Identifying wetland compensa-
- tion principles and mechanisms for Atlantic Canada using a Delphi approach[J]. Wetlands, 2008,28(3):640-655.
- [3] Rubec C D A, Hanson A R. Wetland mitigation and compensation: Canadian experience[J]. Wetlands Ecology and Management, 2009,17(1):3-14.
- [4] 赵春光. 流域生态补偿制度的理论基础[J]. 法学论坛, 2008,23(4):90-96.
- [5] 俞海,任勇. 流域生态补偿的关键问题分析:以南水北调中线水源涵养区为例[J]. 资源科学,2007,29(2):28-33.
- [6] 李磊. 我国流域生态补偿机制探讨[J]. 软科学,2007,93(3):85-87.
- [7] 赵光洲,陈妍竹. 我国流域生态补偿机制探讨[J]. 经济问题探索,2010(1):6-11.
- [8] 周大杰,桑燕鸿,李慧民,等. 流域水资源生态补偿标准初探:以官厅水库流域为例[J]. 河北农业大学学报, 2009,32(1):10-13.
- [9] 乔旭宁,杨永菊,杨德刚,等. 流域生态补偿标准的确定:以渭干河流域为例[J]. 自然资源学报,2012,27(10):1666-1676.
- [10] 刘涛,吴钢,付晓. 经济学视角下的流域生态补偿制度:基于一个污染赔偿的算例[J]. 生态学报,2012,32(10):2985-2991.
- [11] 郭志建,葛颜祥,范方玉. 基于水质和水量的流域逐级补偿制度研究:以大汉河流域为例[J]. 中国农业资源与区划,2013,3(1)96-102.
- [12] 吕志贤,李佳喜. 构建湘江流域生态补偿机制的探讨[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(3):455-458.
- [13] 吕志贤,李元钊,李佳喜. 湘江流域生态补偿系数定量分析[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(3):451-454.
- [14] 孔凡斌,廖文梅. 基于排污权的鄱阳湖流域生态补偿标准研究[J]. 江西财经大学学报,2013,88(4):12-19.
- [15] 吕殿青,欧阳晓. 湘江流域生态环境状况的分析评价[J]. 湖南商学院学报,2011,18(5):55-60.
- [16] 湖南省环境状况公报[R]. 长沙:湖南省环境保护厅, 2012.
- [17] 顾开运. 湘江流域水污染物排污权交易制度的研究与设计[D]. 长沙:中南大学,2009.
- [18] 钱水苗,范莉. 钱塘江流域生态补偿机制构想[C]//水资源可持续利用与水生态环境保护的法律问题研究. 2008 年全国环境资源法学研讨会. 南京,2008:279-282.