

基于机会成本和生态系统服务价值的 闽江流域生态补偿标准研究

林秀珠¹, 李小斌², 李家兵³, 饶清华¹

(1. 福建师范大学 福清分校, 福建 福清 350300; 2. 挪威船级社(中国)有限公司,
上海 200020; 3. 福建师范大学 环境科学与工程学院, 福州 350007)

摘要:流域生态补偿标准的测算是目前国内生态补偿领域的研究重点之一,确定上游地区生态环境保护成本是测算生态补偿标准的核心内容。通过分析流域生态补偿存在的问题,建立了基于机会成本和生态系统服务价值的流域生态补偿标准计算方法,并从理论补偿标准入手,引入生态补偿系数,以闽江流域为例,对2005—2014年流域上游地区保护成本及生态服务价值进行测算,测算了闽江流域下游城市应该对上游地区给予生态补偿的补偿量。结果表明:下游必须给上游补偿的资金下限值为1.477 42~3.242 50亿元。针对补偿标准测算结果提出了相应的对策措施,即建立多元化的补偿资金筹措渠道,实现市场机制与政府主导相结合的生态补偿模式。

关键词:机会成本;生态补偿;生态补偿系数;闽江流域

中图分类号:X321

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2017)02-0314-06

Research on Ecological Compensation Standard in Minjiang River Basin Based on Opportunity Cost and Ecosystem Service Values

LIN Xiuzhu¹, LI Xiaobin², LI Jiabing³, RAO Qinghua¹

(1. Fuqing Branch of Fujian Normal University, Fuqing, Fujian 350300, China; 2. Det Norske Veritas, Shanghai 200020, China; 3. College of Environmental Science and Engineering, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

Abstract: The calculation method about the standard of ecological compensation was the focus on the current domestic ecological compensation areas. To determine the cost of ecology environmental protection in upstream areas is the core of ecological compensation. Based on the existing problems of ecological compensation, the basic conception of ecological compensation standard based on opportunity cost and the value of ecosystem services was applied. The ecological compensation coefficient was introduced based on the theory of compensation standard. Taking the Minjiang River Basin as the example, the protection costs and the values of ecosystem services of upper reaches for Minjiang River Basin from 2005 to 2014 were estimated. The result shows that the lower paying compensation to upstream area is between 147.742 million Yuan and 324.250 million Yuan. Corresponding to it, some suggestions are put forward such as establishing the diversified financial channels for compensation, and adopting combination mode of ecological compensation mechanism and government-led market.

Keywords: opportunity costs; ecological compensation; ecological compensation coefficient; Minjiang River Basin

随着社会经济的发展,生态补偿是近年来各国经济学家和环境学家研究的热点。生态补偿已被作为一种有效的经济手段成功应用到解决各国的生态环境保护与经济发展之间的矛盾中去。目前,国外专家学者对生态补偿的研究集中在森林资源^[1]、海湾环境^[2]、公路建

设^[3-5]、生物多样性^[6-8]、种群栖息地^[9-10]等领域的研究。国内对于生态补偿的研究主要集中在补偿内涵^[11]、运行机制等理论方面^[12-15],而在补偿标准测算以及补偿方案的设计方面的研究相对较少^[16]。

长期以来,生活在流域内的人们管理和维护着流

域的生态环境,也从中享受到流域提供的生态环境服务。一方面,上游地区的人们为下游乃至整个流域提供了这种生态服务,但是上游地区往往是生态脆弱、经济贫困的地区,他们的付出却没有被人们完全认识,更没有得到合理的补偿;另一方面,生态治理的最大受益者往往是经济较发达的下游地区,如果单靠上游地区来承担保护的责任,而下游没有给予援助,那么生态环境的保护与建设将很难达到预期的效果。因此,建立合理的生态补偿的机制,完善补偿方案设计,测算上下游补偿标准,厘清补偿主客体及其权责问题,对于实现流域水资源的可持续利用具有重要意义。

闽江是福建省第一大河,流域上游是经济欠发达地区如南平、三明等部分县市,同时也是重要的生态功能区,而流域下游地区则是经济较为发达的福州市。从而形成了经济上山海互补、地域上密切关联、环境上相互依存的闽江流域经济带。但是,闽江流域生态补偿研究尚处于探索性阶段,存在着以下几个问题:行政色彩浓烈,补偿标准由行政手段来确定,缺乏科学计价办法,部门与地区之间协调性差;补偿力度不够,资金不足等诸多问题。因此,必须建立合理的流域生态补偿机制,制定科学合理的补偿标准测算方法。本研究以闽江流域为例,从理论补偿标准入手并引入生态补偿系数,测算出闽江上下游生态补偿标准,为福建省跨界流域生态补偿机制以及补偿标准测算的推广实施提供借鉴。

1 流域生态补偿理论基础及方法模型

1.1 理论基础

1.1.1 公共资源理论 公共资源不是由个人控制的,并且不用付费就可以使用,这就导致了环境资源“公共产品”的竞争性和非排他性。这些属性使得环境资源被过度使用,最终导致“公地悲剧”和“搭便车”等外部性现象的产生,致使其生态建设供给不足。环境资源的公共物品属性造成的外部性,是生态补偿问题产生的重要原因,同时也是测算和实施生态补偿机制的理论基础。

1.1.2 福利经济学理论 外部性理论是生态补偿的理论基础。生态环境的破坏和环境污染的原因在于外部性,但是外部性产生的效果并没有通过货币或者市场交易反映出来。这就需要通过生态补偿的方式来消除外部性对整个流域资源配置的扭曲影响,使外部不经济内部化,从而提高整个流域的福利水平^[17-18]。

1.1.3 生态系统服务价值理论 生态系统在实现物质转换、能量流动和信息传递等功能的过程中,同时也为人类提供了许多有形和无形的服务,对人类具有复杂而多样化的价值^[19]。生态系统服务在经济中的

作用是不能被人直接感受到的,时间持续性长,但是具体价值没有量化,因此它们在决策中往往是被忽略的。随着环境经济学的发展,国内外学者在评价自然资源和生态系统服务功能方面做了大量研究工作,提出了意愿调查法等方法。1997年 Costanza 等^[20]发表的关于全球生态系统服务功能与自然资源价值测算的论文,有力地推动了生态系统服务功能的研究。

1.1.4 效率与公平理论 环境污染与破坏就是资源配置的无效率,社会的“大蛋糕”和公平分配总是存在着矛盾。上游地区保护环境和经济发展就存在着这种问题,事实上造成了不同地区发展权利的不平等,可以通过生态补偿来弥补这种失衡。

1.2 方法模型

确定生态补偿标准的核心内容是分析上游地区生态环境保护的成本,这关系到上下游之间的利益平衡和整个社会的可持续发展。对于上游地区来说环境保护的另一面就是“环境剥夺”,为保障下游乃至整个流域生态系统的良好环境,上游地区不仅承担保护环境的显性投入义务,同时还承担牺牲自己的经济发展机会的隐性义务。

生态系统为人类提供具有巨大价值的服务功能,不能因为生态系统服务价值难以量化而对其忽略。研究人员不断寻求对其功能价值研究的方法,并进行一定比例的补偿。生态系统服务功能价值理论使人们认识到对生态环境造成的破坏必须进行赔偿,为测算流域生态补偿标准提供了理论依据。

近年来人们越来越重视可持续发展和和谐社会的发展,社会公平和生态系统服务价值也越来越被人们认识到其重要性。因此理论的补偿标准应该是对上游地区为保护生态环境所投入的人力、物理和财力,由于牺牲了部分的发展权所造成的机会成本损失,以及生态系统所产生的水源涵养、水土保持、生物多样性、气候调节、景观等生态服务功能价值(或生态环境损失)等三个方面来综合评估确定,即补偿标准的上限值为上游地区为保护生态环境的直接投入、限制发展而丧失的机会成本以及生态环境损失(或生态服务价值)之和。但是,由于生态系统服务的价值巨大,对比流域下游城市的GDP,如果按照这样计算的补偿是不可能的。因此国内外专家学者形成一种共识,即补偿标准的下限值为上游地区为保护生态环境的直接投入以及限制发展而丧失的机会成本之和。

1.2.1 机会成本损失 利用相邻市居民的人均可支配收入和流域上游地区人均可支配收入对比,分析与参照显示居民收入水平的差异,从而估算限制发展可能造成的经济损失,作为补偿的参考依据。补偿测算

公式如下^[21-22]：

$$G_i=(\lambda_{镇i}-\theta_{镇i})\times n_{镇i}+(\lambda_{农i}-\theta_{农i})\times n_{农i} \quad (1)$$

式中： G_i 为年度补偿额； $\lambda_{镇i}$ 为参照县市的城镇居民人均可支配收入； $\theta_{镇i}$ 为上游地区城镇居民人均可支配收入； $n_{镇i}$ 为上游地区城镇居民人口； $\lambda_{农i}$ 为参照县市的农民人均纯收入； $\theta_{农i}$ 为上游地区农民人均纯收入； $n_{农i}$ 为上游地区农业人口。

1.2.2 生态系统服务价值 1997 年 Costanza 等人对全球生态系统服务价值进行评估^[20]，提出了生态补偿的量化标准，为我们提供了理论方法依据。参考谢高地等对中国不同陆地生态系统价值的估算^[23]，选取其中水体的单位面积生态服务价值来计算流域相关的生态系统服务价值。流域生态系统服务价值公式为：

$$V=\sum S\times P_i\times \zeta_i \quad (2)$$

式中： V 为生态系统服务价值（元/年）； S 为流域面积（ hm^2 ）； P_i 为 i 生态系统单位面积生态服务价值（元/ hm^2 ）； ζ_i 为下游生态系统服务功能受益权重系数。

1.2.3 生态补偿系数 生态系统提供的服务价值是巨大的，但是不同地区的经济发展水平并不一致，因此，对所有的生态系统服务价值进行补偿不现实。生态补偿量应该是基于经济发展水平的生态系统服务价值的一定比例值，经济发展水平相对高的地区对生态服务的利用程度比发展水平低的区域高，因而须以较高的比例进行生态补偿。为此我们引入一个新的参数——生态补偿系数 R_i ，以某个县市的 GDP 与所在省 GDP 总值的比值（定义为补偿能力，以 L_i 表示）为基本参数，以恩格尔系数来表示经济发展水平。因此， R_i 通过改进 R. Pearl 生长曲线模型来确定，具体表达如式^[24-25]：

$$R_i=\frac{L_i}{(1+ae^{-bt})} \quad (3)$$

对该模型属性进行修改，令 L_i 为补偿能力； e 为自然对数的底数； a, b 为常数； t 为恩格尔系数的倒数；其中 L_i 具体表达如式：

$$L_i=\frac{GDP_i}{GDP} \quad (4)$$

式中： GDP_i 为 i 市生产总值； GDP 为全省生产总值

（元/年）。

为简化模型，将 a, b 都取值为 1，可得：

$$R_i=\frac{e^e}{(1+e^e)}\times L_i=\frac{e^e\times GDP_i}{(1+e^e)\times GDP} \quad (5)$$

1.2.4 生态补偿阈值 根据式(5)得出补偿系数，就可以求出整个补偿阈值。

$$G_{i上}=(T_i+D_i+V)\times R_i \quad (6)$$

$$G_{i下}=(T_i+D_i)\times R_i \quad (7)$$

式中： $G_{i上}$ 为年度补偿额上限； $G_{i下}$ 为年度补偿额下限； T_i 为上游地区生态环境保护直接投入； D_i 为发展权限制损失； V 为生态服务价值； R_i 为生态补偿系数。

2 流域概况及数据

2.1 闽江流域概况

闽江发源于建宁县均口镇，闽江流经 36 个县、市，总长 2 872 km，流域面积 6 万多 km^2 ，其中在福建省内面积达 59 922 km^2 ，干流全长 577 km，占全省陆域面积的 48.87%。涉及南平、三明、龙岩、福州、宁德等。闽江流域上游地区多属于经济欠发达地区，包括南平、三明等部分县市，闽江流域下游福州市则经济较为发达。研究将南平、三明、龙岩、宁德等地区划分为闽江流域上游，将福州地区划分为闽江下游。闽江流域自 2005 年开始实施生态补偿工作，2008 年 5 月，环保部将闽江流域列为流域生态补偿的六个试点之一。目前国内对于闽江流域生态补偿的研究还处于探索阶段，存在补偿机制不够健全、补偿主客体界定不够清晰、补偿标准计算以及补偿方式不明确等问题。

2.2 数据来源

上下游各地区的环保直接投入、人口、居民人均可支配收入、GDP 数据等来源于《福建省统计年鉴》（2006—2015）。

3 结果与分析

3.1 生态环境保护的直接投入

上游地区南平市 2005—2014 年的环保直接投入见表 1。

表 1 南平市环保直接投入 万元

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
南平市	4687.1	12505	15127	2323	6877	3021	7683	7573	4319	3086

3.2 机会成本损失—发展权限制损失

由于保护闽江的需要，上游城市南平加大节能减排力度，大力发展绿色经济，关闭淘汰污染严重企业，放弃了一些发展的机会，如果没有实施这些环保措施，我们很难估计南平的经济会发展到什么程度。从某种意义上说，排污权就是发展权。因此，通过计算发展权限制的损失，然

后由下游城市给予上游城市一定的补偿。因为三明与南平市交界，经济水平发展属于同一水平，且都是闽北山区，各条件都比较符合，因此将相邻市三明作为参照县市。此外，将闽江流域流经城市的平均值以及福建省全省的平均值作为参照对象。根据式(1)得出上游城市由于保护闽江而限制发展所造成的损失，具体数据见表 2。

表 2 发展权限制的损失补偿额

年份	城市	城镇居民 人口/万人	城镇居民人均 可支配收入/元	农民人口/ 万人	农民人均 纯收入/元	补偿额/ 亿元
2005	南平	102.71	9859.11	202.36	4070	—
	三明	—	11396.98	—	4209	18.61
	流域平均	—	10859.6	—	4281.8	14.56
	全省	—	12321	—	4450.36	32.98
2006	南平	105.34	11242	199.93	4410	—
	三明	—	12627	—	4568	17.75
	流域平均	—	12106.8	—	4633.6	13.58
	全省	—	13753	—	4834.75	34.94
2007	南平	106.59	13161	199.74	5059	—
	三明	—	14246	—	5141	13.20
	流域平均	—	14136.2	—	5251.8	14.25
	全省	—	15505	—	5476.08	33.32
2008	南平	106.98	15098	201.16	5712	—
	三明	—	16013	—	5853	12.63
	流域平均	—	15949	—	5977.2	14.44
	全省	—	17961	—	6196.07	40.37
2009	南平	109.89	15867	200.22	6116	—
	三明	—	16500	—	6327	11.18
	流域平均	—	16920.6	—	6440.4	18.07
	全省	—	19577	—	6680.18	52.07
2010	南平	109.45	17332	204.44	6759	—
	三明	—	18194	—	6949	13.32
	流域平均	—	18694	—	7144.8	22.79
	全省	—	21781	—	7426.86	62.35
2011	南平	108.74	19735	204.66	7860.89	—
	三明	—	20778	—	8204.68	18.38
	流域平均	—	21392.4	—	8432.6	29.72
	全省	—	24907	—	8778.55	75.02
2012	南平	108.62	22235	205.26	8893	—
	三明	—	23429	—	9375	22.86
	流域平均	—	24130.6	—	9597	35.04
	全省	—	28055	—	9967.17	85.27
2013	南平	108.99	24318	207.05	10031	—
	三明	—	25724	—	10532	25.70
	流域平均	—	26507.8	—	10818	40.16
	全省	—	28174	—	11404.85	70.47
2014	南平	109.66	24074.28	209.52	11251.54	—
	三明	—	25197.04	—	11665.18	20.98
	流域平均	—	26366.322	—	12057.03	42.01
	全省	—	30722	—	12650.19	102.20

由表 2 可知,以相邻市三明作为参照县市,南平市由于发展权限制的损失为 11.18~25.70 亿元;以流域流经城市的平均值作为参照,南平市由于发展权限制的损失为 13.58~42.01 亿元;以全省的平均值作为参照,南平市由于发展权限制的损失为 32.98~102.20 亿元。说明闽江流域上游地区包括南平、三明等部分县市多属于经济欠发达地区,经济发展水平低于流域流经城市的平均值,同时也低于全省的平均水平。上游地区为保护下

游地区乃至整个流域的生态环境而付出的努力,应得到合理的补偿,从而提高上游地区生态环境保护的积极性。考虑到补偿的合理性问题,仍然以三明市作为参照县市而计算的发展权限制损失作为补偿值。

3.3 生态系统服务价值评估

参考谢高地等对中国不同陆地生态系统价值的估算(表 3),选取其中水体的单位面积生态服务价值来计算闽江相关的生态系统服务价值。

表 3 中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值^[23]元/hm²

参数	森林	草地	农田	湿地	水体	荒漠
气体调节	3097.0	707.9	442.4	1592.7	0.0	0.0
气候调节	2389.1	796.4	787.5	15130.9	407.0	0.0
水源涵养	2831.5	707.9	530.9	13715.2	18033.2	26.5
土壤形成与保护	3450.9	1725.5	1291.9	1513.1	8.8	17.7
废物处理	1159.2	1159.2	1451.2	16086.6	16086.6	8.8
生物多样性保护	2884.6	964.5	628.2	2212.2	2203.3	300.8
食物生产	88.5	265.5	884.9	265.5	88.5	8.8
原材料	2300.6	44.2	88.5	61.9	8.8	0.0
娱乐文化	1132.6	35.4	8.8	4910.9	3840.2	8.8

本文主要估计水体的服务价值,因此忽略其他因素,而水体生态系统服务功能主要考虑气候调节、水源涵养、土壤的形成与保护等。通过参考蔡邦成相关结论来确定闽江流域不同区域的生态系统服务功能受益权重,不同地区生态系统服务功能受益权重系数表见表 4^[26]。

根据式(2)计算可得生态系统服务价值为 1 701.8 亿元/年,对比福州 2005—2014 年福州的 GDP,如果按照这样计算的补偿是不可能的,因此要按照一定比例来进行补偿。

3.4 生态补偿系数

下游城市福州市的恩格尔系数具体数值见表 5。根据福州和全省的 GDP(亿元),以及式(5)可以得出补偿系数 R_i ,具体见表 6。

表 5 福州市恩格尔系数

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
恩格尔系数/%	31.637	32.350	32.803	33.296	32.403	32.319	32.591	32.083	31.115	32.688

表 6 福州及全省的 GDP(亿元)和生态补偿系数

GDP	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
福州	1476.31	1664.05	1974.58	2284.16	2604.04	3123.41	3736.38	4210.93	4678.49	5169.16
全省	6568.93	7554.19	9035.81	10603.03	12139.25	14462.75	17560.18	19701.78	21759.64	24055.76
R_i	0.129999	0.127802	0.127026	0.125481	0.124484	0.12528	0.123573	0.123864	0.124095	0.124847

表 7 生态补偿阈值 亿元

补偿值	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
上限值	223.713	219.922	218.042	215.157	213.324	214.908	212.662	213.718	214.428	215.122
下限值	2.47999	2.42811	1.86926	1.61335	1.47742	1.70645	2.36591	2.92568	3.24250	2.65766

从以上的计算得出每年下游必须给上游补偿的资金下限值为 1.477 42~3.242 50 亿元。闽江流域从 2005 年开始实施上下游生态补偿,福州每年新增 1 000 万元资金用于补偿,明显力度不够。目前闽江流域生态补偿的实施途径主要为政府直接补偿资金支付与财政转移支付。补偿对象停留在政府对政府的层面上,实际补偿量远小于计算的补偿量,无法达到刺激上游地区自发进行生态环境保护的目的。因此,完善闽江流域上下游生态补偿机制,改变政府直

表 4 不同地区生态系统服务功能受益权重系数

生态系统服务功能	上游区域	下游区域	全国其他区域
气候调节	1	0	0
水源涵养	0.2	0.8	0
土壤形成与保护	0.8	0.2	0
废物处理与净化	0.2	0.8	0
生物多样性保护	0.1	0.1	0.8
食物生产	1	0	0
原材料	1	0	0
娱乐文化	0.8	0.1	0.1

3.5 生态补偿阈值

根据式(6)、式(7)可得出闽江流域生态补偿上限数、下限值,具体见表 7。

接补偿资金支付以及依靠政府财政转移支付的单一补偿模式,采用经济杠杆,积极引导社会各方参与,建立多元化的补偿资金筹措渠道,实现政府主导与市场机制相结合的生态补偿模式。

3.6 补偿模型不确定分析

(1) 机会成本的测算缺乏统一的标准与规范,并且以间接核算为主,因此,存在一定的争议性和不确定性,最终影响到补偿标准的科学性和准确性。

(2) 补偿模型的确定存在不确定性。选用的参

照地区与补偿对象之间的经济发展水平要相当,在该假设上比较难以实现,毕竟参考地区选取的不同,也会造成补偿额度的不同。此外,经济的发展是多种因素综合作用的结果,补偿对象不限制发展与参照地区的经济发展水平未必会一致。

4 结论

(1) 探讨流域生态补偿的重要性,建立闽江流域生态补偿标准测算模型,通过改进的生长曲线模型并结合恩格尔系数,考虑各地区的实际支付能力(用GDP比值反映)确定受益主体应支付的补偿费用。

(2) 以闽江流域为例,测算闽江流域下游城市应该对上游地区给予生态补偿的补偿量。根据计算得出每年下游必须给上游补偿的资金下限值为1.477 42~3.242 50亿元。

(3) 建立基于机会成本和生态系统服务价值的闽江流域生态补偿标准计算方法,但是在补偿模型的测算以及参照地区的选取等方面存在不确定性,可能导致补偿标准的估算存在偏差。因此,今后的工作包括收集更多可靠的资料,寻找符合要求的参照区,减少补偿模型的不确定性。

参考文献:

- [1] Murray B C, Abt R C. Estimating Price Compensation Requirements for Eco-certified Forestry[J]. *Ecological Economics*, 2001,36(1):149-163.
- [2] Cowell R. Substitution and Scalar Politics: Negotiating Environmental Compensation in Cardiff Bay[J]. *Geoforum*, 2003,34(3):343-358.
- [3] Cuperus R, Canters K J, Udo de Haes H A, et al. Guidelines for Ecological Compensation Associated with Highways[J]. *Biological Conservation*, 1999,90(1):41-51.
- [4] Cuperus R, Bakermans M M G J, De Haes H A, et al. Ecological compensation in Dutch highway planning[J]. *Environmental Management*, 2001,27(1):75-89.
- [5] Villarroya A, Puig J. A proposal to improve ecological compensation practice in road and railway projects in Spain[J]. *Environmental Impact Assessment Review*, 2013,42:87-94.
- [6] Mason M. Civil Liability for Oil Pollution Damage: Examining the Evolving Scope for Environmental Compensation in the International Regime[J]. *Marine Policy*, 2003,27(1):1-12.
- [7] Herzog F, Dreier S, Hofer G, et al. Effect of Ecological Compensation Areas on Floristic and Breeding Bird Diversity in Swiss Agricultural Landscapes[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2005,108(3):189-204.
- [8] Dalang T, Hersperger A M. Trading connectivity improvement for area loss in patch-based biodiversity reserve net-

- works[J]. *Biological Conservation*, 2012,148(1):116-125.
- [9] Johst K, Drechsler M, Wätzold F. An Ecological-economic Modeling Procedure to Design Compensation Payments for the Efficient Spatio-temporal Allocation of Species Protection Measures[J]. *Ecological Economics*, 2002,41(1):37-49.
- [10] Scolozzi R, Geneletti D. A multi-scale qualitative approach to assess the impact of urbanization on natural habitats and their connectivity[J]. *Environmental Impact Assessment Review*, 2012,36(5):9-22.
- [11] 张志强,程莉,尚海洋,等.流域生态系统补偿机制研究进展[J]. *生态学报*, 2012,32(20):6543-6552.
- [12] 王军锋,侯超波,闫勇.政府主导型流域生态补偿机制研究:对子牙河流域生态补偿机制的思考[J]. *中国人口·资源与环境*, 2011,21(7):101-106.
- [13] 彭晓春,刘强,周丽旋,等.基于利益相关方意愿调查的东江流域生态补偿机制探讨[J]. *生态环境学报*, 2010,19(7):1605-1610.
- [14] 郭梅,许振成,夏斌,等.跨省流域生态补偿机制的创新:基于区域治理的视角[J]. *生态与农村环境学报*, 2013,29(4):541-544.
- [15] 孔凡斌.江河源头水源涵养生态功能区生态补偿机制研究:以江西东源区为例[J]. *经济地理*, 2010,30(2):299-305.
- [16] 饶清华,邱宇,王菲凤,等.闽江流域跨界生态补偿量化研究[J]. *中国环境科学*, 2013,33(10):1897-1903.
- [17] 赖力,黄贤金,刘伟良,等.生态补偿理论、方法研究进展[J]. *生态学报* 2008,28(6):2870-2871.
- [18] 胡熠,黎元生.论流域区际生态保护补偿机制的构建[J]. *人民长江* 2010,41(8):36-39.
- [19] Turner K R, Pearce D, Bateman J. *Environmental Economics: an Elementary Introduction* [M]. New York: Harvester Wheatsheaf, 1994.
- [20] Robert Costanza, Ralph d'Arge, Rudolf de Groot, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997,387:253-260.
- [21] 李怀恩,谢元博,刘利年,等.基于防护成本法的水源区生态补偿量研究[J]. *西北大学学报*, 2009,39(5):875-878.
- [22] 郑海霞,张陆彪.流域生态服务补偿定量标准研究[J]. *环境保护*, 2006(1):42-46.
- [23] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J]. *自然资源学报*, 2003,18(2):189-195.
- [24] 陈源泉,高旺盛.基于生态经济学理论与方法的生态补偿量化研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2007,27(4):165-170.
- [25] 雷明. 1995'中国环境经济综合核算矩阵及绿色GDP估计[J]. *系统工程理论与实践*, 2000,20(11):1-9.
- [26] 蔡邦成,陆根法,宋莉娟,等.生态建设补偿的定量标准:以南水北调东线水源地保护区一期生态建设工程为例[J]. *生态学报*, 2008,28(5):2413-2416.