

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 32 卷 第 20 期 Vol.32 No.20 **2012**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 20 期

2012 年 10 月 (半月刊)

目次

太湖流域源头溪流氧化亚氮(N_2O)释放特征.....	袁淑方, 王为东 (6279)
闽江河口湿地植物枯落物立枯和倒伏分解主要元素动态.....	曾从盛, 张林海, 王天鹅, 等 (6289)
宁夏荒漠草原小叶锦鸡儿可培养内生细菌多样性及其分布特征.....	代金霞, 王玉炯 (6300)
陕西省栎黄枯叶蛾蛹的空间分布.....	章一巧, 宗世祥, 刘永华, 等 (6308)
模拟喀斯特生境条件下干旱胁迫对青冈栎苗木的影响.....	张中峰, 尤业明, 黄玉清, 等 (6318)
中国井冈山生态系统多样性.....	陈宝明, 林真光, 李 贞, 等 (6326)
鄂西南木林子常绿落叶阔叶混交林恢复过程中优势树种生态位动态.....	汤景明, 艾训儒, 易咏梅, 等 (6334)
不同增温处理对夏蜡梅光合特性和叶绿素荧光参数的影响.....	徐兴利, 金则新, 何维明, 等 (6343)
模拟长期大风对木本猪毛菜表观特征的影响.....	南 江, 赵晓英, 余保峰 (6354)
雷竹林土壤和叶片 N、P 化学计量特征对林地覆盖的响应.....	郭子武, 陈双林, 杨清平, 等 (6361)
利用树木年轮重建赣南地区 1890 年以来 2—3 月份温度的变化.....	曹受金, 曹福祥, 项文化 (6369)
川西亚高山草甸土壤呼吸的昼夜变化及其季节动态.....	胡宗达, 刘世荣, 史作民, 等 (6376)
火干扰对小兴安岭白桦沼泽和落叶松-苔草沼泽凋落物和土壤碳储量的影响.....	周文昌, 牟长城, 刘 夏, 等 (6387)
黄土丘陵区三种典型退耕还林地土壤固碳效应差异.....	佟小刚, 韩新辉, 吴发启, 等 (6396)
岩质公路边坡生态恢复土壤特性与植物多样性.....	潘树林, 辜 彬, 李家祥 (6404)
坡位对东灵山辽东栎林土壤微生物量的影响.....	张 地, 张育新, 曲来叶, 等 (6412)
太湖流域典型入湖港口景观格局对河流水质的影响.....	王 瑛, 张建锋, 陈光才, 等 (6422)
基于多角度基尼系数的江西省资源环境公平性研究.....	黄和平 (6431)
中国土地利用空间格局动态变化模拟——以规划情景为例.....	孙晓芳, 岳天祥, 范泽孟 (6440)
世界主要国家耕地动态变化及其影响因素.....	赵文武 (6452)
不同氮源下好氧反硝化菌 <i>Deffluibacter lusatiensis</i> str. DN7 的脱氮特性.....	肖继波, 江惠霞, 褚淑祯 (6463)
基于生态足迹方法的南京可持续发展研究.....	周 静, 管卫华 (6471)
基于投入产出方法的甘肃省水足迹及虚拟水贸易研究.....	蔡振华, 沈来新, 刘俊国, 等 (6481)
浦江县土壤碱解氮的空间变异与农户 N 投入的关联分析.....	方 斌, 吴金凤, 倪绍祥 (6489)
长江河口潮间带盐沼植被分布区及邻近光滩鱼类组成特征.....	童春富 (6501)
深圳湾不同生境湿地大型底栖动物次级生产力的比较研究.....	周福芳, 史秀华, 邱国玉, 等 (6511)
灰斑古毒蛾口腔反吐物诱导沙冬青细胞 Ca^{2+} 内流及 H_2O_2 积累.....	高海波, 张淑静, 沈应柏 (6520)
濒危物种金斑喙凤蝶的行为特征及其对生境的适应性.....	曾菊平, 周善义, 丁 健, 等 (6527)
细叶榕榕小蜂群落结构及动态变化.....	吴文珊, 张彦杰, 李凤玉, 等 (6535)
专论与综述	
流域生态系统补偿机制研究进展.....	张志强, 程 莉, 尚海洋, 等 (6543)
可持续消费的内涵及研究进展——产业生态学视角.....	刘晶茹, 刘瑞权, 姚 亮 (6553)
工业水足迹评价与应用.....	贾 佳, 严 岩, 王辰星, 等 (6558)
矿区生态风险评价研究述评.....	潘雅婧, 王仰麟, 彭 建, 等 (6566)
研究简报	
围封条件下荒漠草原 4 种典型植物群落枯落物枯落量及其蓄积动态.....	李学斌, 陈 林, 张硕新, 等 (6575)
密度和种植方式对夏玉米酶活性和产量的影响.....	李洪岐, 蔺海明, 梁书荣, 等 (6584)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 312 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2012-10	

封面图说: 草丛中的朱鹮——朱鹮有着鸟中“东方宝石”之称。洁白的羽毛, 艳红的头冠和黑色的长嘴, 加上细长的双脚, 朱鹮历来被日本皇室视为圣鸟。20 世纪前朱鹮在中国东部、日本、俄罗斯、朝鲜等地曾有较广泛地分布, 由于环境恶化等因素导致种群数量急剧下降, 至 20 世纪 70 年代野外已认为无踪影。1981 年 5 月, 中国鸟类学家经多年考察, 在陕西省洋县重新发现朱鹮种群, 一共只有 7 只, 也是世界上仅存的种群。此后对朱鹮的保护和科学研究做了大量工作, 并于 1989 年在世界首次人工孵化成功。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201201310130

张志强,程莉,尚海洋,李延梅. 流域生态系统补偿机制研究进展. 生态学报, 2012, 32(20): 6543-6552.

Zhang Z Q, Cheng L, Shang H Y, Li Y M. Review and trend of eco-compensation mechanism on river basin. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(20): 6543-6552.

流域生态系统补偿机制研究进展

张志强¹, 程 莉², 尚海洋^{3,*}, 李延梅¹

(1. 中国科学院资源环境科学信息中心/中国科学院国家科学图书馆兰州分馆, 兰州 730000;

2. 西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州 730070; 3. 兰州商学院, 兰州 730000)

摘要:生态补偿是近年来生态环境管理领域的一个新发展起来的方向和热点, 尤其在我国的生态补偿受到学者和政府部门的高度关注, 其研究和实践进展迅速。流域是完整的地理与生态系统区域, 是实施生态保护和生态补偿的典型单元。从流域角度研究和实施生态系统保护, 可以最好体现生态系统的完整性和生态要素的综合性。流域生态补偿机制研究是当前生态经济研究的前沿命题。系统梳理和全面总结了流域生态补偿研究的国内外进展与应用案例, 总结了当前流域生态补偿研究存在的主客体系界定、补偿原则、措施短效性等方面存在的主要问题, 提炼概述了流域生态补偿研究的理论分析框架, 并就流域生态补偿确定方法、补偿途径等关键问题进行了探讨。结合水权交易与水市场、流域社会化管理等问题, 对流域生态补偿的未来研究趋势进行了展望。

关键词:流域; 生态系统; 生态补偿; 生态补偿机制; 生态经济

Review and trend of eco-compensation mechanism on river basin

ZHANG Zhiqiang¹, CHENG Li², SHANG Haiyang^{3,*}, LI Yanmei¹

1 The Scientific Information Center for Resources and Environment, Chinese Academy of Sciences/The Lanzhou Branch of the National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China

2 Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China

3 Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730000, China

Abstract: Watershed is an important and united unit of ecological compensation. Watershed ecological compensation is one of the main components of ecological compensation, and implementation of watershed ecological protection can best reflect the integrity of ecosystems and the ecological elements of a comprehensive nature. Watershed eco-compensation mechanism is the forefront of the current ecological and economic research propositions. In this paper, we sort out the domestic and international progress in watershed eco-compensation study, based on the current watershed eco-compensation research and summary of the main problems; combination of watershed eco-compensation mechanism, the compensation standard of assessment methods and means of compensation are two main research questions commentary, in-depth analysis of watershed eco-compensation mechanism innovation, design theory grounded, focused and operable, can achieve long-term, sustainable eco-system of the importance of compensation system. Considering to the water right and water market, the social management of the watershed and cost-benefit of the compensation the trend of watershed compensation were put forward.

Key Words: river basin; ecological system; ecological compensation; ecological compensation mechanism; ecological economics

基金项目: 国家自然科学基金项目(41171116)

收稿日期: 2012-01-31; 修订日期: 2012-07-10

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: haiyangshang@sina.cn

生态补偿是当前国际上保护生态环境占主导地位的重要市场经济手段,它将生态系统服务的外部的、非市场的价值转化为提供生态系统服务的财政激励。从地理和生态单元上讲,流域是一个完整的地理单元系统和生态系统。从流域角度研究和实施生态保护,可以最好体现生态系统的完整性和生态要素的综合性。从全球而言,流域生态系统的退化(人口压力巨大、水土资源开发强度过大、水资源日益短缺、水环境恶化、生态系统退化、生物多样性锐减等)问题最为突出。由于流域生态系统承载的人口密度最大、经济活动的强度最高、生态退化问题最为严峻、生态屏障作用最为重要,所以,流域生态系统保护的现实需求最为迫切,流域生态系统补偿的实践要求最为迫切。因此,流域生态补偿问题是当前国内外生态补偿研究的前沿和热点问题之一。

1 生态补偿与流域生态补偿

1.1 生态补偿

从 20 世纪 90 年代起,生态补偿的研究和实践得到国际学术界的高度关注,尤其是发达国家的关注。其中的大背景主要是:第一,先前不易显现的生态问题(如流域水质水量问题、生物多样性减少问题、森林水源涵养与固碳问题等)逐渐凸显出来,成为与传统环境污染问题同等重要甚至更加重要的社会问题;第二,国际上经济市场化浪潮推动市场配置资源包括配置生态环境资源的新古典经济学意识形态的流行;第三,生态补偿被许多决策者认为潜在地具有同时解决生态保护和改善贫困的双重作用^[1]。

这样的背景激发了国际许多发展机构对生态服务付费的研究,如国际农业发展基金(The International Fund for Agricultural Development, IFAD)资助的项目 RUPES(Rewarding upland poor for environmental services),研究对山地贫困人口提供的生态服务进行补偿^[2],还有英国国际发展部支持国际环境与发展研究所进行的为期 5 年的流域生态补偿与改善穷人生计的行动研究项目 DMWPSIL^[3]。

1.2 流域生态补偿

流域是以河流和水资源的定向运动所识别的地域系统,是典型的自然地理概念^[4]。目前,随着“流域经济区”、“流域经济带”等区域概念的出现,使流域也成为一种经济地域系统,也使流域问题具有整体性。生态补偿机制是 20 世纪 90 年代末开始被引入到流域治理领域的^[5]。流域的生态补偿机制是以保护流域生态环境,促进流域内人与自然和谐共处、上下游协调发展为目的的,依据生态系统服务价值、生态保护成本、发展机会成本,运用政府和市场手段,调节流域内上下游之间以及与其他生态保护利益相关者之间利益关系的公共制度^[6]。

流域生态补偿机制是生态补偿的重要领域。近年来,随着流域污染的加剧,流域生态环境恶化,加剧了流域间的利益冲突,流域上游和流域下游之间的矛盾日趋明显,形成了“少数人负担、多数人受益;上游地区负担、下游地区受益;贫困地区负担、富裕地区受益;流域外受益、流域内负担”的不合理局面。我国大多数流域的上游区域往往是经济相对贫困、生态相对脆弱、生态功能重要的区域,这些地区摆脱贫困的需求又十分强烈,因而导致流域上游经济发展与流域生态环境保护之间的矛盾十分突出。而流域上游难以独自承担建设和保护流域生态环境的重任。而目前仍未受到关注的是,一些流域的生态保护,受益的是流域下游和流域外更大的区域;流域的生态保护,直接关系到更大区域的生态安全乃至国家的生态安全。而我国西北地区内陆河流域的生态保护与生态补偿问题,就直接关系到我国西部地区乃至整个国家的生态安全。要协调好这种关系,就需要理顺流域间生态保护共生关系和利益关系、理顺流域内的发展保护与流域外的共生关系和利益关系,建立科学、合理的流域生态补偿机制,促进全流域的社会经济可持续发展和区域乃至国家的生态安全^[7]。

2 流域生态补偿国内外研究进展与问题

2.1 国内外流域生态补偿研究

流域是人类生产生活的最为重要的地理生态单元之一,因此流域生态系统所受到的人类胁迫压力最大。流域生态补偿主要通过建立流域内与流域外、流域内部的生态补偿机制,解决流域上下游之间在生态环境保护与治理、经济开发上存在的实施主体与受益主体不一致的矛盾,对中上游生态进行恢复和建设,实现流域内各行政区域的共赢和共享,推动流域区际的协调发展。

(1) 流域生态补偿的主要生态服务类型

国内外的流域生态补偿的立足点都是生态系统,保护流域生态服务功能,但就所侧重的生态服务类型方面存在着一定的差异(表1)。以多个生态服务类型为目标的生态补偿实践,如美国纽约市在 Catskill 流域的生态补偿项目,在该项目中处于下游的纽约市出资帮助上游的农场主进行农场污染的治理,同时帮助改善他们的生产管理和经营^[8]。厄瓜多尔的 Pimampiro 项目的目标在于对全流域保护^[9],玻利维亚的 Los Nergos 项目的目标在于流域和生物多样性保护^[10]。政府主导的生态保护机制往往只专注于单个环境服务(通常是与水资源有关或是与碳的吸收有关),但它包含多个环境目标(至少存在一个次要目标),如哥斯达黎加的环境服务支付(PSA)项目其目标在于水资源、生物多样性、固碳和景观保护^[11]。

表1 生态服务功能、类别与实施补偿的尺度

Table 1 Eco-compensation to Eco-service: Function, Types and Scale

生态补偿 Eco-compensation	案例 Case	主要提供生态服务 Main Eco-service	补偿尺度 Compensation Scale
流域管理 Basin Management	哥斯达黎加流域保护	改善和净化水源、保持水土、降低侵蚀和沉积等	流域
农业环境保护 Protection of agriculture environment	欧洲农业环境项目;中国退耕还林项目;CRP	降低侵蚀和沉积、防风固沙、减少农药化肥使用;调节气候等	国家
林业 Forestry	爱尔兰人造林与林业奖励;中国的森林生态效益补偿基金	全面生态服务功能类型;固碳等	国家,流域
自然环境保育与恢复 Protection and restoration of environment	美国渔业与野生动物保护案;新西兰生物多样性	生物多样性,兼顾其他生态服务功能类型	区域、国家、全球
碳汇 Carbon sink	《京都议定书》;欧盟碳排放方案	全球变暖,兼顾其他生态服务功能类型	全球
景观保护 Protection of landscape	瑞士、尼泊尔景观保护	景观多样性,提供休闲和文化等服务	区域

而针对单一的生态服务类型的案例,如哥伦比亚政府为流域管理征收生态环境服务税,市政部门对私有土地主的公共补偿,用于私有土地主在其土地上的流域管理和政府部门购买水文敏感土地,以加强流域管理^[12]。法国 Vittel 天然矿泉水公司意识到保护水源更为重要,Vittel 投资约 900 万美元以高于当地市场的价格购买了水源区 1500hm² 农业土地,并将土地使用权无偿返还给那些愿意按照合同改进土地经营措施的农户。公司每年向农场按每公顷土地 320 美元的价格支付补偿,连续支付 7a,并且向农场免费提供技术支持^[13]。哥斯达黎加水电公司对上游植树造林的资助,政府通过贸易补贴权证(Certified Tradable Offsets,CTO)贸易从国际市场上寻求政府在生态环境保护方面的财政支持,1996 年哥斯达黎加做成第一笔 CTO 交易,以 200 万美元的价格卖给挪威 20 万个 CTO 单位^[14]。厄瓜多尔的 FRORAFOR 项目其购买人即为 FACE 电力协会,而所提供的服务只有造林这一项服务^[15]。

(2) 流域生态补偿的主客体界定

国内外流域生态补偿涉及的利益相关者包括上下游、左右岸、企业、各类 NGOs、公共事业部门、各级政府和部门等。明确流域生态补偿的主体与客体,即解决在流域生态补偿中的相关责任主体界定问题。可以按照流域内各行为主体的行为性质来界定流域生态补偿的主体,从两个方面进行理解:第一,利用流域生态资源环境受益的行为主体,主要是指利用流域水资源进行工业生产、农牧业生产、城镇居民生活与旅游项目等,如哥伦比亚政府实施生态补偿的对象主体是水文敏感土地的私有土地主,Vittel 天然矿泉水公司确定的行为主体为履行合同生产经营的一般农民;第二,损害流域生态资源环境而使得流域内其他区域受到影响的行为主体,主要是指流域内过度使用水资源而使得流域内其他区域受到影响的行为主体等。如哥斯达黎加水电公司、印度喀拉拉邦 Kanis 部落药品商、我国的退耕还林工程补偿的主体。

(3) 流域生态补偿市场化机制转型

由政府主导的生态保护机制其驱动力往往来自于政府,生态补偿的决策、程序由政府决定,其决策机制是集权的政府决策,管理模式往往也是集权式的决策与管理,其约束机制主要是行政手段和长官意识。由政府主导的生态保护机制及其服务的购买者往往是第三方(通常是政府),服务的提供者是自愿的;而对于使用者而言,付费则是强制性的(如中国的退耕还林工程(SLCP)^[16]。同时,由政府主导的生态保护机制通常具有明显的规模经济性,它往往是从一个试点开始,然后规模逐渐扩大,其控制的范围大小往往受到每年预算的分配而发生变化,由于其所关注的范围较广,可以在很多潜在的供给者中选择,如哥斯达黎加的 PSA 项目其所覆盖的范围是国家范围内 27 万 hm^2 ^[17]。

流域生态补偿机制的市场化产品设计,是国外流域生态补偿机制发展的重要特点。由市场主导的保护机制,其生态补偿的驱动力主要来自需求方和供给方,其生态服务市场由私人企业和个人所占据(如法国的 Vittel 矿泉水公司)^[13]。最早,美国在 1986 年开始的保护区计划中,提出为减少土壤侵蚀而对流域周围的耕地和边缘草地的土地所有者进行补偿。生态服务的市场化,是国外开展流域生态补偿的重要依据与基础,是流域生态补偿的重要环节^[18]。典型的流域生态服务市场化产品,包括:合同与契约,如美国 1986 年的《流域贸易草案》;信用类产品,如厄瓜多尔建立的信用基金补偿制度;产品标记,如印度喀拉拉邦的 Kanis 部落就药品原料得到的补偿;水权,流域土地租赁、许可权等其它市场化产品^[19-20]。但也需注意到市场主导的保护机制通常所关注的区域十分有限,如玻利维亚的 Los Negros 项目其覆盖范围只有 Los Negros 流域上游的 2774 hm^2 ^[15]。正确处理政府和市场的关系,使二者相互结合,以便共同发挥两种机制的作用,将成为生态补偿机制研究的又一重点。

(4) 补偿的定量标准研究

生态系统服务的供给成本是确定补偿标准的基础,但由于供给者的异质性,供给成本可能不同,因此需要确定生态系统服务的供给曲线,才能确定补偿标准。由于生态系统服务的供给与农户经济行为都具有空间异质性,通常的对策是开发不同尺度上集成的经济和环境模型。沈满洪等分别从供给和需求方面分析了杭州市嘉兴市对上游千岛湖地区的生态补偿量,综合分析了林业、水利、环境保护和新安江开发总公司的生态保护投入限制发展的机会成本等,从成本的角度提出了补偿标准的计算方法^[21-22]。张春玲等对北京市密云、怀柔两县的水源保护林在涵养水源、防洪蓄洪、保持土壤和净化水质方面的效益进行了评价,并对国民经济效益和社会、生态效益提出了分别以政府财政补贴和征收水费的形式进行补偿的机制^[23]。中国水利水电科学研究院对新安江流域生态补偿标准进行了测算,按照流域生态共建共享理念,核算上游共建区的生态保护总投入,按共享区内各地区受益主体的受益比例来分担投入作为补偿标准的测算方式,同时还考虑跨界断面的水量水质因素建立了生态保护投入补偿模型,通过判断实际水质是否达到跨界断面的考核标准,计算上下游之间的补偿量或赔偿量^[24]。王金南归纳了确定生态补偿标准的两种方法即核算和协商,根据核算结果进行协商的方式比较行之有效^[25]。

2.2 存在的主要问题

生态补偿已经从保护生物多样性的初衷转变成为如何将生态系统的服务这个商品,通过估值“卖个好价钱”^[26],经济效益已经成为决策的唯一成本,而忽视了生态服务系统的对于地球生命的支撑作用。迄今国内外生态补偿包括流域生态补偿机制研究在理论上取得明显进展,积累了一些重要补偿案例。但生态补偿研究特别是流域生态补偿机制研究存在着一些需要深入研究的问题,这包括:

(1) 补偿主客体界定问题

在流域生态问题中,流域上中游区域为保护流域生态资源环境牺牲了社会经济发展的机会(或者为实现自身的社会经济发展而对流域生态资源环境造成损害),下游区域则从中获得了利益(或者造成了损失)。这种生态资源环境保护与经济利益关系的扭曲,不仅使得我国的生态资源环境保护面临很大的困难,而且会影响流域内各区域之间以及利益相关者之间的和谐。在流域生态补偿的实施实践中,需要明确界定补偿的主客体。而目前在流域生态补偿实践中存在的主要难题之一就是补偿主客体的界定问题。

(2) 补偿原则不一致问题

解决流域生态问题的核心在于,在界定清楚补偿的主客体的基础上,需要对流域内生态问题的受损者与受益者之间进行公平调控。而现实中,往往流域内的上中游区域坚持“谁受益谁补偿”的原则,而流域内的下游区域则坚持“谁污染谁治理”的原则,难以达成一致。

(3) 补偿机制短效性问题

目前的生态补偿机制多为政府以短期工程项目的形式投资的、短效的生态补偿机制(如,流域生态治理、退耕还林的现金和粮食等补偿机制),而缺少长期可操作性的、生产性、系统的、科学的各类生态补偿方式设计,没有形成流域生态补偿的制度体系。更为重要是,在补偿资金的来源上,目前市场化的补偿机制远未形成,而主要是以政府购买生态服务的方式(政府财政转移支付的)来补偿。

(4) 缺少系统理论分析框架

当前仍然基本上处于理论和方法探讨阶段和案例积累阶段,没有形成有关同类型生态系统服务(如,流域生态系统)补偿的系统理论分析框架和制度机制体系,能相应成为国家应用政策的就更少。生态补偿研究仍处于理论和实践应用探索的阶段,生态补偿的理论创新和实践应用发展仍然任重道远。

3 流域生态补偿机制研究理论框架与核心内容

流域生态补偿理论研究一方面需要明确生态补偿理论基础、确定目标及原则;另一方面需确定流域尺度并在此基础上明确补偿者和补偿接受者,确定补偿标准。然后逐步确定补偿途径、方式、政策并对补偿进行监督评价。目前研究主要集中在确定补偿标准及补偿途径方面。总结国内外流域生态补偿机制研究,本文提出流域生态补偿研究的分析框架(图1),系统概括了流域生态补偿机制研究的理论基础、核心内容、研究方法、相关原则等。

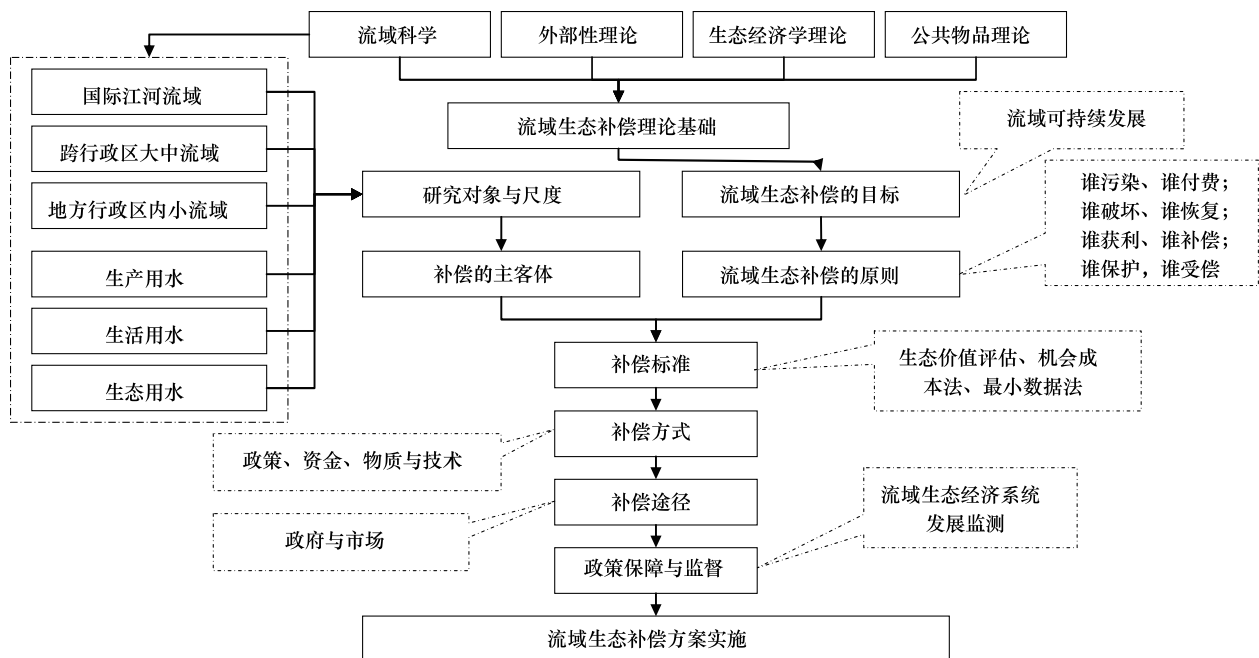


图1 流域生态补偿机制研究分析框架

Fig.1 The general analysis framework of eco-compensation on basin

3.1 流域生态补偿标准确定

3.1.1 定量研究方法

长期以来,资源无限、环境无价的观念根深蒂固地存在于人们的思维中,也渗透在社会和经济活动的体制和政策中。随着生态环境破坏日益严重催生对生态系统服务功能研究的深入,使人们更为深入地认识到环境

服务的价值,并成为反映生态系统市场价值、建立补偿机制的重要基础。Contanza 等和联合国千年生态系统评估(MA)的研究在这方面起到了战略性的推动作用。补偿资金额度的测算是实施生态补偿的前提和关键环节。生态补偿标准的计算就是确定流域生态保护受益主体应当具体分担的投入量,确定受益主体对投入主体的补偿支付金额标准^[27]。综合国内外的研究,补偿的额度范围应当是处于生态保护者的经济发展机会损失额与生态保护的服务价值产出额之间,而最低标准应当是生态保护者损失的经济机会成本。目前的计算方法主要有:支付意愿法(WTP)^[28]、生态系统服务价值法^[29]、机会成本法(OC)^[30]、收入损失法^[31]、总成本修正法^[32]、费用分析法^[33]、水资源价值法^[34]等。各主要评估方法的原理与方法见表2。

表2 流域生态补偿标准确定的主要方法比较

Table 2 The methods used to evaluate the standard of basin eco-compensation: concept and characteristic		
方法 Method	原理 Principle	特点 Characteristic
支付意愿法 Willingness to pay	对消费者进行直接调查,了解消费者的支付意愿,或者他们对产品或服务数量选择愿望来评价生态系统服务功能的价值	充分考虑了受益方的支付意愿。价格浮动太大,与相关收入有关,并且缺乏客观性,容易受到人为因素影响
生态系统服务价值法 Valuation of ecosystem service	研究生态系统服务价值的“综合集成性方法”;水生态系统服务价值的构成主要包括为人类社会经济发展所提供的产品,以及为维持人类生存和发展所依赖的生态环境条件等	通过采用市场价值法、机会成本法、影子价格法、恢复费用法等生态经济学评价方法对其价值进行综合评估与核算;可作为生态补偿的参考或理论上限值
机会成本法 Opportunity cost approach	水源保护区(投入主体)为了整个流域的生态环境建设而放弃一部分产业的发展,从而失去了获得相应效益的机会	充分考虑了水源区的利益,计算公式简单,考虑的因素较少,计算结果往往偏大
收入损失法 Method of income loss	利用流域水生态变化对健康的影响及其相关货币损失来测算流域水生态服务的价值	计算中涉及数据多,较麻烦,计算结果的完善准确还需要大量数据支撑
总成本修正法 Method of adjusted total cost.	总成本修正法首先对流域上游地区生态建设的各项投入进行汇总,对上游生态建设外部性的补偿量进行计算	用模型客观地计算了各项成本所需要的补偿;计算模型技术难度大,工作量较大
费用分析法 Cost benefit analysis method	水源涵养区为维持和保护流域生态要承担一定的费用,此费用可以用来判定受益区对水源供水区要进行的生态补偿额度	分析了各种防护成本所需要的费用;对上游地区后继工作以及下代人补偿研究不足
水资源价值法 Valuation of water resources value	当流域生态服务(如洁净水资源)价值可直接货币化时,可基于市场价格实施流域补偿;根据水质的好坏,来判定是受水区向水源区补偿,还是水源区向受水区补偿	简化了研究目标,以水质和水量结合来做判断;但是,缺乏综合研究,方法有待改进和完善

3.1.2 最小数据方法改进

在设计生态系统服务付费项目时,一个重要的目标是如何实现成本有效,即利用最小的成本获得最多的生态系统服务。因此,关键问题之一就是弄清付费与生态系统服务改善程度之间的定量关系。由于生态系统服务的产生和影响生态系统系统服务的行为都具有空间异质性,因此通常都需要开发不同尺度上集成的经济和自然模型来定量模拟付费,例如 Just 和 Antle 提出了一个分析农业与环境政策关系的概念框架,其基础就是在不同尺度上开发集成的经济和环境模型^[35]。但这些模型需要详细和复杂的生物物理和经济数据,这些数据尤其是经济数据的获取通常需要很高的成本,也需要大量的时间,而政策分析通常需要及时获得结果,并具有一定的精度就可为决策提供信息支持^[36]。基于此,Antle 和 Valdivia^[37]提出了一个最小数据方法模拟土壤碳的供给,通过降低对数据的要求,扩展了生态系统服务供给模型的应用。最小数据方法的基本思想是基于生态系统服务供给的机会成本推导生态系统服务的供给。生态系统服务的供给不便于测量,通常以土地利用方式为替代指标。农户通过改变土地利用方式影响生态系统服务供给以及农户自身的经济收益^[38]。

我国的流域生态补偿标准定量方法的发展,仍无法满足当前生态补偿实践的需求。在当前的研究结果中,补偿的标准是个固定不变的值,但实际上应该是一个区域性的动态的标准。它应该随着区域不同、时间变化和地区间经济状况的不同而动态变化和调整,如在生态环境建设初期与建设后期,经济落后与经济发达地

区都应有所差别,不能简单划一,否则会形成新的地区不公,不利于标准的落实。

3.2 流域生态补偿途径

流域生态补偿途径是补偿活动的具体实现方式。根据将流域生态服务的外部性内部化的方式,可以将补偿途径的各种方式分成两类——政府主导型和市场交易型^[39]。

3.2.1 政府主导型

政府主导的流域生态补偿,又称为公共支付体系,是以政府行政手段强制受益方支付给补偿对象,或以政府财政转移方式直接支付给补偿对象的生态补偿模式,其特点是以行政权的行使为主要手段,具体有财政转移支付和生态补偿基金等形式^[40]。流域生态补偿中的财政转移支付是指上下级或各地方政府之间以各地政府之间所存在的财政能力差异为基础,为实现某一共同的生态环境目标而实行的一种财政资金支付方式^[41]。从受偿方向看,财政转移支付可分为纵向和横向两种类型。前者是上级对下级的补偿,而后者一般包括下游补偿上游和发达地区对贫困地区给予资金与技术支持两个层次。纵向财政支付属于中央对地方纵向财政支付的流域生态补偿,而横向财政转移是省内流域上下游之间的生态补偿实践^[42]。

生态补偿基金是政府、非政府机构或个人出资支持生态保护的行为和补偿方式,流域生态补偿基金主要来源于下游地区的利税、国家财政转移支付资金、扶贫资金和国际环境保护非政府机构的捐款等^[43]。20 世纪 80 年代后期,哥伦比亚考卡河流域、厄瓜多尔流域、菲律宾 Makiling 森林保护区等率先成立独立补偿基金,专门用于开展各项流域保护活动。生态补偿基金在我国的成功实践还不多,而对特定的具有重要意义的流域的生态补偿,生态补偿基金不失为一种可以大力发展的、可持续性的补偿方式。

3.2.2 市场交易型

以政府购买为主的生态环境服务补偿方式在实际操作中存在不少问题,人们在试图解决这些问题的同时,也在积极探索新的生态环境服务付费的模式,其中对基于市场的生态环境服务支付方式的探索最为活跃。在发达国家,既重视发挥政府的主导作用,又有效利用市场机制。政府的主导作用主要体现在制定法律规范和制度、宏观调控、提供政策和资金支持上,以解决市场难以自发解决的资源环境保护问题。许多国家建立了有效的资金筹集机制,通过权利金调节不同资源使用者之间的关系,通过矿产权出让金或矿业权有偿使用费调节国家与矿业权人之间的关系,通过生态税(Eco-tax)调节资源消费者与社会的关系,如德国、澳大利亚采用生态税、环境税等措施控制对自然资源的过度利用^[44-45]。这些税费收入主要用于生态环境治理,当这些资金不足以实现生态环境保护和修复时,政府还会通过多方面、多渠道筹集资金加以补充,不会在资源环境保护上留下资金缺口。此外,发达国家由于经济发展水平较高,财政收入较多,因此,大部分公益性生态建设都是由政府扶持,有些国家由政府财政全额拨款。

目前,我国在补偿的途径和方式上存在的主要问题是:补偿主体单一,纵向补偿为主,缺乏生态横向转移补偿机制;以“项目工程”方式进行生态补偿,便于操作,然而容易导致生态政策缺乏长期性和稳定性,生态保护效果难以持续;生态保护补偿标准“一刀切”,补偿标准偏低;生态补偿融资渠道主要有财政转移支付和专项基金两种方式,其中财政转移支付是最主要的资金来源;针对生态环保的主体税种不到位,相关的税收措施比较少,并且相关规定过于粗略。究其原因,可以说主要是,对流域生态保护的战略重要性认识远不到位,地方政府以牺牲生态环境为代价的经济发展冲动和官员政绩观随处可见,严重制约生态保护深入开展;国家和地方政府层面缺乏生态补偿的科学、有效的制度设计和制度体系,生态补偿目前还只是停留在理念层面,而生态保护补偿机制的实施根本上“无法可依”;支撑生态补偿科学决策的生态补偿机制科学研究十分不足,对需要开展生态补偿的流域、区域、生态系统等及其实施补偿的优先次序分级等,目前根本没有相应的“指南”,因此,补偿哪个地方、补偿谁、如何补偿等等,都是问题。尽管国家社会经济发展“十二五”规划已经明确了国土空间的主体功能区划分,其中有“限制开发区”、“禁止开发区”的区域划分,但对于实施生态补偿机制而言,还根本不能参考和使用。因此,生态补偿机制研究,需要在上述方面下大功夫。

4 流域生态补偿研究发展趋向

流域生态补偿机制是生态补偿的主要部分和重要领域。近年来,随着流域水资源的日益短缺、流域水污

染的加剧,流域生态环境的不断恶化,日益加剧了流域上游和下游之间的利益冲突和矛盾。而我国近年不断发生严重的流域水污染事件,不仅严重污染流域水质,更重要的是引起严重的下游用水恐慌和社会事件。遏制流域上游的非科学发展冲动,激发流域上游的强烈生态保护意识,必须给上游的生态环境保护予以合理的经济补偿和发展抚慰。因此,我国流域的生态保护和可持续发展的挑战十分严峻,需求十分迫切。我国大多数流域的上游区域往往是发展的自然条件恶劣、经济相对贫困、生态相对脆弱、生态功能却十分重要的区域,这些地区摆脱贫困的需求又十分强烈,因而导致流域上游经济发展和流域生态环境保护之间的矛盾十分突出。而流域上游既没有经济实力独自承担建设和保护流域生态环境的重任,也没有理由独自承担生态保护的重任。

除上面提及的补偿机制问题,考虑到流域地理单元的特殊性,流域生态补偿今后的研究应当重点关注以下几方面问题:

(1) 流域水权交易与水市场建立 随着我国社会主义市场经济的不断完善,长期的流域生态补偿机制应该符合和适应市场经济体制,通过区域之间的水权交易,实现上游区域的既得和长远利益,这是未来流域生态补偿机制的主要选择。

(2) 流域生态补偿与流域社会化管理 流域社会化管理是流域管理的最高阶段,是在充分认识水资源社会属性的基础上,发挥流域社会资源的作用,利用各种外部资源与手段,争决流域管理中存在的问题。此阶段主要是采用制度变化、经济激励、社会演进等工具,解决流域管理中存在的社会瓶颈。而流域生态补偿正是流域社会化管理的关键措施与手段。

(3) 流域生态补偿与成本有效性 对于生态补偿的评价和效应分析是近年来研究热点,从研究对象来看,该领域研究可分为生态补偿的资源环境效应分析、社会经济效果分析以及补偿效率分析三大块。生态补偿的资源环境效应分析,通常结合 3S 技术、生态学模型,对补偿区域的生物多样性、景观进行效益评估。生态补偿的社会经济效益评估还比较少,而对于生态补偿的效率评估更是需要高度关注。

(4) 加强流域生态保护立法 为了确保能长期、稳定地通过政府间的财政转移支付,来加强对上游贫困地区生态环境保护的支持,需要在法律上给予明确规定。制定专项流域生态保护法规,对流域资源开发与与管理、流域生态环境保护与建设,流域生态环境投入与补偿的方针、政策、制度和措施进行统一的规定和协调,以确保流域生态环境补偿机制很好地建立。立法将是流域生态补偿长效机制的必要保障。

References:

- [1] Chinese Academy For Environmental Planning. Ecological Compensation Mechanism and Policy Studies Program Research Report. Beijing: Chinese Academy For Environmental Planning, 2005.
- [2] van Noordwijk M, Chandler F, Tomich P. An Introduction to the Conceptual Basis of RUPES. Indonesia: I CRAF, 2005.
- [3] Dobbs T L, Pretty J. Case study of agri-environmental payments: the United Kingdom. Ecological Economics, 2008, 65(4): 765-775.
- [4] Ding S B, Wang Y. Research on the Regional Ecological Compensation in Region: Theory and Practice. Beijing: Science Press, 2010.
- [5] Dong Z J, Yan Y, Duan J, Wang D Y. Comparison and research on watershed ecological compensation at home and abroad. Yellow River, 2010, 41(8): 36-39.
- [6] Task Force on Eco-Compensation Mechanisms and Policies. Eco-Compensation Mechanisms and Policies in China. Beijing: Science Press, 2007.
- [7] Sheng M H, Yang T. Theoretical Foundation of the Ecological Compensation Mechanism. China Environment News, 2004-03-02.
- [8] Gouyon A. Rewarding the Upland Poor for Environmental Services: A Review of Initiatives from Developed Countries. Indonesia: Southeast Asia Regional Office, World Agroforestry Centre (ICRAF), 2003.
- [9] Pagiola S, Arcenas S, Platais G. Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date from Latin America. World Development, 2005, 33(2): 237-253.
- [10] Asquith N M, Varga M T, Wunder S. Selling two environmental services: In-kind payments for bird habitat and watershed protection in Los Negros, Bolivia. Ecological Economic, 2008, 65(4): 675-684.
- [11] Pagiola S. Payments for environmental services in Costa Rica. Ecological Economic, 2008, 65(4): 712-724.
- [12] Liwan H, Pan W B. Approach for water resource utilization and protection-watershed management. Chinese Journal of Ecology, 2004, 23(6):

- 97-101.
- [13] Perrot-Maitre D. The Vittel Payments for Ecosystem Services: a “Perfect” PES Case? Project Paper No. 3. London: IIED, 2006.
- [14] FONAFIFO. The Environmental Services Payment Program: A Success Story of Sustainable Development Implementation in Costa Rica. San Jose: FONAFIFO and MINAE, 2005.
- [15] Wunder S, Albán M. Decentralized payments for environmental services: the cases of Pimampiro and PROFAFOR in Ecuador. *Ecological Economic*, 2008, 65(4): 685-698.
- [16] Bennett M T. China's sloping land conversion program: institutional innovation or-business as usual? *Ecological Economics*, 2008, 65(4): 699-711.
- [17] Chnomitz K, Brebes E, Constatino L. Financing environmental services: the costa rican experience and its implications. *The Science of the Total Environment*, 1999, 240(1/3): 157-169.
- [18] Landell-Mills N, Porras I T. Silver bullet or fools' gold? A global review of markets for forest environmental services and their impacts on the poor. London: International Institute for Environment and Development(IIED), 2002.
- [19] Zhang C L, Run B Q. Benefit evaluation of water source protection forest and mechanism of its economic compensation. *Water Resources Protection*, 2004, 20(2): 20-25.
- [20] China Institute of Water Resources and Hydropower Research. Technology Report on Eco-compensation mechanism in Xin An River. Beijing: China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 2006.
- [21] Wang J N, Wang J, Zhang H Y. Advises on the Eco-compensation mechanism and policy. *Environmental Protection*, 2006, (10A): 24-28.
- [22] Zhang Z Q, Xu Z M, Cheng G D. Valuation of ecosystem service and natural capital. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(11): 1918-1926.
- [23] Zhang Z Q, Xu Z M, Cheng G D, Su Z Y. Contingent valuation of the economic benefits of restoring ecosystem services of Zhangye prefecture of Heihe river basin. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 26(2): 863-885.
- [24] Mao Z F, Wang Y P. Standard accounting in ecology compensation of water diversion between valleys. *Journal of Hunan Institute of Engineering: Social Science Edition*, 2008, 18(2): 5-18.
- [25] Jiang Z W. Study on Ecological Compensation Standard and Mechanism of South-to-North Water Diversion in Hanjiang River Water Resource Basin [D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2008.
- [26] Erik Gomez, Croot R. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 2010, 69(3): 1209-1218.
- [27] Ren Y, Feng D F, Yu H. The Design for the Policy and Framework of Ecological Compensation in China. Beijing: China Environmental Science Press, 2008.
- [28] Liu Y L, Xu F R, Zhang C L, Ruan B Q, Luo R Z. Model for river basin ecological compensation. *China Water Resources*, 2006, (22): 35-38.
- [29] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [30] Just R E, Antle J M. Interactions between agricultural and environmental policies: a conceptual framework. *American Economic Review*, 1990, 80(2): 197-202.
- [31] Antle J M, Valdivia R O. Modeling the supply of ecosystem services from agriculture: a minimum data approach. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 2006, 50(1): 1-15.
- [32] Tang Z, Huang J L, Xu Z M. Modeling the supply of water services: the application of minimum data approach in Ganzhou District, Heihe River. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(9): 2354-2360.
- [33] Li F, Li W H, Liu M C. Forest eco-compensation mechanism: a survey. *Ecological Economy*, 2008, (4): 115-126.
- [34] Zhuang G T, Gao P, Wang X J. Theory and practice of the levy on ecological environmental compensation in china. *China Environmental Science*, 1995, 15(6): 413-418.
- [35] Long hui-kun. The discussion on the ecological compensation in west area // *The Corpus of Environment Science Annua 2006*. Beijing: Chinese Environment Science Press, 2006: 1136-1138.
- [36] Wang G H, Fang Q H, Zhang L P. Review on the mechanism of payment for watershed Ecosystem/Environmental Services. *Journal of Zhejiang Wanli University*, 2010, 23(2): 42-47.
- [37] Zhang L B, Zhang H X. Research trends and forming mechanisms of environmental service market in river basins // *Ecological Compensation Mechanism and Its Policy Design*. Beijing: China Environmental Science Press, 2006.
- [38] Perrot-Maitre D, Davis P. Case Studies of Markets and Innovative Financial Mechanisms for Water Services From forests. Washington DC: Forest Trends, 2001.
- [39] Rosa H, Kandel S, Dimas L. Compensation of Environmental Services for Rural Communities: Lessons from the Americas and Key Issues for

Strengthening Community Strategies. PRISMA; San Salvador(El Salvador), 2003.

- [40] Scherr S, White A, Khare A. For services rendered; the current status and future potential of markets for theecosystem services provided by tropical forests. Yokohama(Japan): ITTO, 2004.
- [41] Song H L, Xue H F, Dong H Z. Payment pattern on valley ecological compensation. Environmental Science and Technology, 2008, (2): 144-147.
- [42] Wang J N, Zhuang G T. Ecological Compensation Mechanism and Its Policy Design. Beijing: China Environmental Science Press, 2006.
- [43] Hajek F, Ventresca M J, Scriven J, Castro A. Regime-building for REDD+: evidence from a cluster of local initiatives in south-eastern Peru. Environmental Science and Policy, 2011, 14(3): 201-215.
- [44] Bork C. Distributional effects of the ecological tax reform in germany-an evaluation with a microsimulation method // Prepared for the OECD workshop on the Distribution of Benefits and Costs of Environmental Policies. Paris, 2003.
- [45] Albrecht J. The use of consumption taxes to re-launch green tax reforms. International Review of Law and Economics, 2006, 26(1): 88-103.

参考文献:

- [1] 国家环保总局环境规划院. 生态补偿机制与政策方案研究研究报告. 北京: 国家环保总局环境规划院 2005.
- [4] 丁四保, 王昱著. 区域生态补偿的基础理论与实践问题研究. 北京: 科学出版社, 2010.
- [5] 董正举, 严岩, 段靖, 王丹寅. 国内外流域生态补偿机制比较研究. 人民长江, 2010, 41(8): 36-39.
- [6] 中国生态补偿机制与政策研究课题组. 中国生态补偿机制与政策研究. 北京: 科学出版社, 2007.
- [7] 沈满洪, 杨天. 生态补偿机制的三大理论基石. 中国环境报, 2004-03-02.
- [12] 李婉晖, 潘文斌, 邓红兵. 水资源利用与保护的途径-流域管理. 生态学杂志, 2004, 23(6): 97-101.
- [19] 张春玲, 阮本清. 水源保护林效益评价与补偿机制. 水资源保护, 2004, 20(2): 20-25.
- [20] 中国水利水电科学研究院. 新安江流域生态共建共享机制研究科研报告. 北京: 中国水利水电科学研究院, 2006.
- [21] 王金南, 万军, 张慧远. 关于我国生态补偿机制与政策的几点认识. 环境保护, 2006, (10A): 24-28.
- [22] 张志强, 徐中民, 程国栋. 生态系统服务与自然资本价值评估. 生态学报, 2001, 21(11): 1918-1926.
- [23] 张志强, 徐中民, 程国栋, 苏志勇. 黑河流域张掖地区生态系统服务恢复的条件价值评估. 生态学报, 2002, 26(2): 863-885.
- [24] 毛占锋, 王亚平. 跨流域调水水源地生态补偿定量标准研究. 湖南工程学院学报: 社会科学版, 2008, 18(2): 15-18.
- [25] 江文中. 南水北调中线工程汉江流域水源保护区生态补偿标准与机制研究 [D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2008.
- [27] 任勇, 冯东方, 俞海. 中国生态补偿理论与政策框架设计. 北京: 中国环境科学出版社, 2008.
- [28] 刘玉龙, 许凤冉, 张春玲, 阮本清, 罗尧增. 流域生态补偿标准计算模型研究. 中国水利, 2006, (22): 35-38.
- [32] 唐增, 黄茹莉, 徐中民. 生态系统服务供给量的确定-最小数据法在黑河流域中游的应用. 生态学报, 2010, 30(9): 2354-2360.
- [34] 庄国泰, 高鹏, 王学军. 中国生态环境补偿费的理论和实践. 中国环境科学, 1995, 15(6): 413-418.
- [35] 龙伟钡. 西部地区生态补偿浅议 // 中国环境科学学会. 2006 年学术年会优秀论文集. 北京: 中国环境科学出版社, 2006: 1136-1138.
- [36] 王贵华, 方秦华, 张路平. 流域生态补偿途径研究进展. 浙江万里学院学报, 2010, 23(2): 42-47.
- [37] 张陆彪, 郑海霞. 流域生态服务市场的研究进展与形成机制 // 生态补偿机制与政策设计国际研讨会论文集. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.
- [41] 宋红丽, 薛惠峰, 董会忠. 流域生态补偿支付方式研究. 环境科学与技术, 2008, (2): 144-147.
- [42] 王金南, 庄国泰主编. 生态补偿机制与政策设计国际研讨会会议论文集. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 20 October, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Characteristics of nitrous oxide (N ₂ O) emission from a headstream in the upper Taihu Lake Basin	YUAN Shufang, WANG Weidong (6279)
Nutrient dynamics of the litters during standing and sediment surface decay in the Min River estuarine marsh	ZENG Congsheng, ZHANG Linhai, WANG Tian'e, et al (6289)
Diversity and distribution of endophytic bacteria isolated from <i>Caragana microphylla</i> grown in desert grassland in Ningxia	DAI Jinxia, WANG Yujiong (6300)
Spatial distribution of <i>Trabala vishnou gigantina</i> Yang pupae in Shaanxi Province, China	ZHANG Yiqiao, ZONG Shixiang, LIU Yonghua, et al (6308)
Effects of drought stress on <i>Cyclobalanopsis glauca</i> seedlings under simulating karst environment condition	ZHANG Zhongfeng, YOU Yeming, HUANG Yuqing, et al (6318)
Ecosystem diversity in Jinggangshan area, China	CHEN Baoming, LIN Zhengguang, LI Zhen, et al (6326)
Niche dynamics during restoration process for the dominant tree species in montane mixed evergreen and deciduous broadleaved forests at Mulinzi of southwest Hubei	TANG Jingming, AI Xuenru, YI Yongmei, et al (6334)
Effects of different day/night warming on the photosynthetic characteristics and chlorophyll fluorescence parameters of <i>Sinocalycanthus chinensis</i> seedlings	XU Xingli, JIN Zexin, HE Weiming, et al (6343)
The effect of simulated chronic high wind on the phenotype of <i>Salsola arbuscula</i>	NAN Jiang, ZHAO Xiaoying, YU Baofeng (6354)
Responses of N and P stoichiometry on mulching management in the stand of <i>Phyllostachys praecox</i>	GUO Ziwu, CHEN Shuanglin, YANG Qingping, et al (6361)
Tree-ring-based reconstruction of the temperature variations in February and March since 1890 AD in southern Jiangxi Province, China	CAO Shoujin, CAO Fuxiang, XIANG Wenhua (6369)
Diel variations and seasonal dynamics of soil respirations in subalpine meadow in western Sichuan Province, China	HU Zongda, LIU Shirong, SHI Zuomin, et al (6376)
Effects of fire disturbance on litter mass and soil carbon storage of <i>Betula platyphylla</i> and <i>Larix gmelinii</i> - <i>Carex schmidtii</i> swamps in the Xiaoxing'an Mountains of Northeast China	ZHOU Wenchang, MU Changcheng, LIU Xia, et al (6387)
Variance analysis of soil carbon sequestration under three typical forest lands converted from farmland in a Loess Hilly Area	TONG Xiaogang, HAN Xinhui, WU Faqi, et al (6396)
Soil-property and plant diversity of highway rocky slopes	PAN Shulin, GU Bin, LI Jiaxiang (6404)
Effects of slope position on soil microbial biomass of <i>Quercus liaotungensis</i> forest in Dongling Mountain	ZHANG Di, ZHANG Yuxin, QU Laiye, et al (6412)
Responses of water quality to landscape pattern in Taihu watershed: case study of 3 typical streams in Yixing	WANG Ying, ZHANG Jianfeng, CHEN Guangcai, et al (6422)
Study on the fairness of resource-environment system of Jiangxi Province based on different methods of Gini coefficient	HUANG Heping (6431)
Simulation of the spatial pattern of land use change in China: the case of planned development scenario	SUN Xiaofang, YUE Tianxiang, FAN Zemeng (6440)
Arable land change dynamics and their driving forces for the major countries of the world	ZHAO Wenwu (6452)
Denitrification characteristics of an aerobic denitrifying bacterium <i>Deffluibacter lusatiensis</i> str. DN7 using different sources of nitrogen	XIAO Jibo, JIANG Huixia, CHU Shuyi (6463)
Study on sustainable development in nanjing based on ecological footprint model	ZHOU Jing, GUAN Weihua (6471)
Applying input-output analysis method for calculation of water footprint and virtual water trade in Gansu Province	CAI Zhenhua, SHEN Laixin, LIU Junguo, et al (6481)
Correlation analysis of spatial variability of Soil available nitrogen and household nitrogen inputs at Pujiang County	FANG Bin, WU Jinfeng, NI Shaoxiang (6489)
Characteristics of the fish assemblages in the intertidal salt marsh zone and adjacent mudflat in the Yangtze Estuary	TONG Chunfu (6501)
A comparison study on the secondary production of macrobenthos in different wetland habitats in Shenzhen Bay	ZHOU Fufang, SHI Xiuhua, QIU Guoyu, et al (6511)
Regurgitant from <i>Orgyia ericae</i> Germar induces calcium influx and accumulation of hydrogen peroxide in <i>Ammopiptanthus mongolicus</i> (Maxim. ex Kom.) Cheng f. cells	GAO Haibo, ZHANG Shujing, SHEN Yingbai (6520)
Behavior characteristics and habitat adaptabilities of the endangered butterfly <i>Teinopalpus aureus</i> in Mount Dayao	ZENG Juping, ZHOU Shanyi, DING Jian, et al (6527)
Community structure and dynamics of fig wasps in syconia of <i>Ficus microcarpa</i> Linn. f. in Fuzhou	WU Wenshan, ZHANG Yanjie, LI Fengyu, et al (6535)
Review and Monograph	
Review and trend of eco-compensation mechanism on river basin	ZHANG Zhiqiang, CHENG Li, SHANG Haiyang, et al (6543)
Definition and research progress of sustainable consumption: from industrial ecology view	LIU Jingru, LIU Ruiquan, YAO Liang (6553)
The estimation and application of the water footprint in industrial processes	JIA Jia, YAN Yan, WANG Chenxing, et al (6558)
Research progress in ecological risk assessment of mining area	PAN Yajing, WANG Yanglin, PENG Jian, et al (6566)
Scientific Note	
Litter amount and its dynamic change of four typical plant community under the fenced condition in desert steppe	LI Xuebin, CHEN Lin, ZHANG Shuoxin, et al (6575)
Effects of planting densities and modes on activities of some enzymes and yield in summer maize	LI Hongqi, LIN Haiming, LIANG Shurong, et al (6584)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 32 卷 第 20 期 (2012 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 20 (October, 2012)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:1000717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元