

生态补偿标准确定的主要方法及其应用

李晓光, 苗 鸿*, 郑 华, 欧阳志云

(中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085)

摘要: 构建生态补偿机制协调区域生态环境保护 and 经济发展矛盾的有效手段, 但生态补偿标准及其确定方法一直是生态补偿机制建立中的重点和难点。在文献调研的基础上, 论述了确定生态补偿标准的理论基础: 生态系统服务功能价值理论、市场理论和半市场理论。以这 3 种理论为依据, 系统总结了生态补偿标准确定的主要方法, 并对不同方法的原理、适用的范围、特点及其应用的典型案例展开述评。最后对如何完善生态补偿标准确定方法进行了展望。

关键词: 生态补偿; 标准; 生态系统服务功能; 市场

文章编号: 1000-0933(2009)08-4431-10 中图分类号: Q143 文献标识码: A

Main methods for setting ecological compensation standard and their application

LIXiao-Guang MIAO-Hong*, ZHENG-Hua OUYANG Zhi-Yun

State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China
Acta Ecologica Sinica 2009 29(8): 4431~ 4440

Abstract Ecological compensation is an important method that uses economical principles to solve eco-environmental problems. This method is widely adopted to protect environment around the world and has been proved efficient. The core of ecological compensation is how to set ecological compensation standard. Based on extensive literature survey, the theoretical foundations for setting ecological compensation standard, including ecosystem services value theory, market theory and half-market theory, are advanced. And we further summarize main methods for setting ecological compensation standard and analyze the main principles, the scope for application, features and typically applied cases of different methods. Finally, how to improve themethods for setting ecological compensation standard in the future is prospected. The article foresees the study in setting standard of ecological compensation.

Key Words ecological compensation, standard, ecosystem services, market

构建生态补偿机制是目前改善生态环境质量、协调环境保护与经济发展矛盾的重要手段。国内外许多专家学者对此进行了大量研究, 并取得了良好成效, 如: 在拉美国家开展的由世界银行发起的 PES (Payment for environmental services) 项目、欧洲开展的农业经济项目^[1]、中国的退耕还林项目等^[2]。其中, 研究中的核心问题和难点就是生态补偿标准的确定, 由于生态补偿对象的多样性以及范围的不确定性等原因, 目前在学术界并没有形成公认的生态补偿标准的确定方法。比较常用的方法包括生态系统服务功能价值法、机会成本法、意愿调查法、市场法等诸多方法, 这些方法在应用过程中各有利弊, 为了真正理解每种方法的内涵和适用范围、将各种方法科学合理的应用到生态补偿实践中, 有必要对确定生态补偿标准的各种方法及其应用案例展开述评。本文系统回顾和总结了目前确定生态补偿标准的主要方法, 指出了各种方法的内涵和其适用范围, 剖析了应用各种方法确定生态补偿标准典型案例, 以期生态补偿标准的确定和生态补偿机制构建提供科学

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (50639070); 国家重点基础研究发展规划 (973) 资助项目 (2006CB403402, 2009CB421105); 欧盟课题资助项目 (510897)

收稿日期: 2008-05-12 修订日期: 2009-04-08

* 通讯作者 Corresponding author E-mail: miaoh@rcees.ac.cn

基础。

1 生态补偿标准确定的理论分析

从经济合作与发展组织(OECD)环境委员会提出的污染者付费(PPP)可以看出,早期的生态补偿是对于生态环境破坏者的惩罚性措施。后来的使用者付费(UPP)和受益者付费(BPP)是生态补偿理论的发展。目前主流的思想是对生态系统服务功能的提供者给与补贴,激励这些提供者主动提供优良服务,也就是说在生态环境受到破坏以前给与补偿,这在欧洲的农业经济活动中已经得到很好的实践^[3,4]。

生态环境被认为是公共物品,因此市场规律不能够有效的配置这种公共资源,生态补偿也不能按照市场规律来研究。虽然整个生态补偿不能用市场原理解释,生态补偿标准的确定却可以用市场及其相关理论来进行模拟。因为生态补偿和市场的要素类似,生态补偿制度主要涉及补偿者、受偿者以及补偿者提供的或受偿者享受的生态系统服务,一个标准的市场中有消费者、供给者和商品。确定生态补偿的标准和确定商品的价格都是寻找均衡的方法,最主要的区别在于由于供需关系的不均衡导致生态补偿市场的均衡点难以达到,而通过非均衡状态下的量价关系可以模拟生态补偿标准的确定过程。3种理论涵盖了目前大部分生态补偿标准的确定基础:价值论、半市场理论和市场理论。

1.1 生态系统服务功能价值理论

价值理论是以生态环境的价值论为基础的,稀缺理论和马克思劳动价值论都在一定程度上证明了生态系统服务功能的价值属性。生态补偿的接受者(生态系统服务的提供者)向补偿者(生态系统服务的享受者)提供了优质的生态系统服务,价值理论就是以所提供的生态系统服务的价值来确定生态补偿的标准。自从1997年 Costanza 衡量了全球生态系统服务功能的价值^[5]以来,生态系统服务功能的价值论不断发展和完善,为以生态系统服务功能的价值来确定生态补偿标准提供了重要依据。该理论可以引申出3种确定生态补偿的标准:(1)生态系统服务提供者所提供的生态系统服务的价值;(2)生态系统服务享受者所享受的生态系统服务的价值;(3)生态环境破坏者破坏的生态环境的价值。

1.2 市场理论

市场理论的基础在于供求关系,通过看不见的手来配置市场上的资源,由于生态环境的特殊属性,生态系统服务的供给者和需求者很难直接接触讨论生态补偿的标准,这时交易双方一般为一对一的政府与政府或者政府与企业之间,这种交易一般通过协商来实现最终标准的确定,协商的过程也就是供需达到平衡点的过程。这种理论多用于能够建立市场的水资源的生态补偿和碳排放权的补偿,也多见于政府间的生态补偿标准的确定。

1.3 半市场理论

利用市场理论解决生态补偿的条件很严格,生态系统服务功能市场的建立非常困难,半市场理论可以在市场不能发挥作用的情况下确定生态补偿的标准。所谓半市场理论就是利用市场的供给和需求两方面分别确定标准。根据市场理论,商品的量与价格之间存在着对应关系,从供给者和需求者两方面给出的分别是供给曲线和需求曲线。

根据曼昆在经济学原理中提出的理论修正后得到公式如下:

$$P = f(Q^s, Q^d)$$

$$Q^d = F(i_o, p_o, p_r, a, n_d)$$

$$Q^s = F(i_p, t, a, n_s)$$

式中, P 为价格; Q_s 为供给曲线; Q_d 为需求曲线; i_o 为收入; p_o 为相关品价格; p_r 为偏好; a 为预期; n_d 为需求者数量; i_p 为投入; t 为技术; a 为预期; n_s 为卖者数量。

与市场类似,生态补偿标准的确定也受到各种因素的影响,总结为公式:

$$S = F(Q^s, Q^d)$$

$$S_s = f(Q^s) = f(M a c_s, M i c_s, \varepsilon)$$

$$S_d = f(Q^d) = f(M a c_d, M i c_d, \varepsilon)$$

[http //www. ecologica. cn](http://www.ecologica.cn)

式中, S 为补偿标准; S_s 为受偿者标准; S_d 为补偿者标准; M_{ac} 为宏观因素; M_{ic} 为微观因素; ε 为噪音 (其他因素)

由于宏观因素的不确定性和复杂性, 目前很少关于宏观因素的变动对生态补偿标准的影响, 相关研究大多以微观因素为基础。对于补偿的提供者来说, 影响其补偿标准的微观因素 (M_{ic}) 包括收入、偏好以及预期等, 这些因素可以通过提供者的意愿 (willing) 体现。对补偿的接收者来说, 其主要影响因素为收入、直接成本、预期和机会成本等, 前三者可以用意愿 (willing) 的方式加以体现, 机会成本 (opportunity cost) 则可以单独作为确定标准的依据。综合而言, 半市场理论以市场理论为基础, 实际上是分别对生态补偿的提供者和接受者的单方面标准进行评估, 找到其影响因素, 最终确定生态补偿的标准。

2 生态补偿标准确定的主要方法

根据上述的理论分析, 生态补偿标准确定的方法可以从价值理论、市场理论和半市场理论中分析得出, 价值理论的主要方法是生态系统服务功能价值法、生态效益等价分析法, 市场理论的代表方法是市场法, 半市场理论的代表方法是意愿调查法、机会成本法和微观经济学模型法。

2.1 生态系统服务功能价值理论方法

价值理论方法的核心是生态系统服务具有价值属性, 生态补偿标准的确定建立在生态系统服务功能的价值上, 因此, 估算生态系统服务功能的价值成为这种理论的最重要的步骤。在此基础上寻找生态补偿标准和生态系统服务功能价值的对应关系, 最后可以确定生态补偿的标准。价值理论确定生态标准的主要方法是生态系统服务功能价值法。

2.1.1 生态系统服务功能价值法

该方法是基于生态系统服务功能本身的价值或修正后的价值来确定生态补偿标准的一种方法。这种方法的核心内容是: 运用市场价值法、机会成本法、基本成本法、人力资本法、生产成本法和置换成本法等方法估算出生态系统服务功能的价值, 并且利用估算出的价值进一步确定出生态补偿的标准。

生态系统服务功能价值法起源于生态系统服务功能定义的完善^[6], 进而在统一定义的基础上衡量生态系统服务功能的价值。世界上许多科学家都进行了这方面的尝试, Whitehead 用问卷调查的方法对美国肯塔基州的湿地服务功能进行评价, 结果是 4000 美元/英亩^[7], Costanza 等科学家在 1997 年开展了对生态系统服务功能的价值探索, 并最终得出了结论: 全球每年生态功能的经济价值大概为 33 万亿美元。Robles 在 1999 年的研究中发现, 美国马里兰州 Chesapeake Bay 海岸林的潜在价值为 60934 美元/公顷^[8]。多种方法衡量生态系统服务功能的价值的研究仍然是生态学领域的热点^[9-11]。

生态系统服务功能的价值不同于生态补偿的标准基于以下原因。首先, 按照上述方法计量出来的生态系统服务功能的价值往往非常大, 超出人类社会生产出的价值。如 Costanza 计算出的全球生态系统服务功能的价值比同期世界国民生产总值高 18 万亿美元。一般情况下, 生态系统服务功能的价值与能够提供的生态补偿差别巨大。其次, 很难区分出保护到底带来了多少增加的生态系统服务功能^[12], 即补偿的生态系统服务功能与整体的生态系统服务功能存在差异。因此, 寻找生态系统服务功能价值与生态补偿标准之间的关系是这种方法在应用中的难点。有学者提出利用一个调整系数^[13], 将生态系统服务功能的估值与系数相乘从而得出可以接受的生态补偿标准, 但系数的确定大大的依赖于研究人员的主观意图, 其结果的科学性值得怀疑。而且, 不同地区的生态系统服务功能和支付能力存在较大的差异, 怎样根据不同功能来确定补偿系数也是很大的问题。尽管如此, 生态系统服务功能的价值仍然可作为生态补偿标准确定的依据之一, 即把生态系统服务功能的价值作为生态补偿的理论标准, 成为生态补偿的上限。另外, 在数据量大的前提下, 可以为有限资源的分配决策提供依据。

2.1.2 生态效益等价分析法 (HEA)

HEA 是定量化生态功能损失的一种方法, 并且可以计算出弥补生态功能破坏所需要的补偿比例^[14], 也就是确定了补偿的标准。这是一种多参数的经济数学模型, 利用经济学的手段进行分析, 得到具体参数, 代入

建立好的数学模型当中,就可以定量出生态补偿的强度。HEA是一种比较先进的确定生态系统服务功能价值的方法,从破坏的生态系统服务功能的恢复价值出发得到生态补偿的标准,符合生态补偿的目的。

其主要假设是^[15]:(1)使得补偿前后的生态功能不变;(2)使用的衡量生态功能的单位一致;(3)生态价值占据生态功能的比例不变;(4)单位实际价值不随时间变化;(5)损害与补偿的单位价值相等;(6)没有被损害的生态价值不变。

HEA最初是研究石油泄漏对生态造成的危害进行补偿,但是在实际应用过程中应该被看成是一种一般性的生态补偿定价机制,并不仅仅局限于泄漏造成的损害计量。这种方法虽然能够很好的度量生态环境被损害的价值,但是也有很多局限性:由于有很多假设,那么在假设条件没有被满足时,得到的结果是不准确的。而且很多时候,得到的结果并不能充分反应当前的情况。最后,由于参数因子很多,需要专业人员进行认证,在这个过程中可能会出现由于因子选择差异造成的评价结果不同。

2.2 市场理论方法

市场法的原理是把生态系统服务功能看成一种商品,围绕着商品建立一个市场,市场的买卖双方分别是生态补偿的补偿者和受偿者。在该市场里,决定生态补偿标准的方法是按市场规律的均衡价格,也就是供求曲线的交点。生态系统服务功能本身的价值要么被弱化要么涵盖于市场定价中。市场是多元化的,包括竞争市场和垄断市场,所以其定价机制也有所不同,在生态补偿项目的实施过程中,对市场的特质研究很少,这种定价方式一般是两个区域政府或企业与政府的协调定价。市场法确定生态补偿标准主要用于水资源的生态补偿和碳排放权交易^[16]。这主要是由于水资源和碳排放权的定价具有很强的市场属性。对于水资源来说,生活用水和工业用水都有明确的市场价格,按照市场价格进行交易可行性很高。碳排放权能够利用市场原理确定生态补偿标准主要依靠国际上一系列条约使得碳排放可以保证交易,从1992年的联合履行(JI)到1997年的《京都议定书》以及欧洲排放交易计划(EU-ETS)^[17],国家之间可以通过买卖碳排放量来达到经济发展与环境保护的均衡格局,碳排放的交易一般是通过发达国家向发展中国家购买碳当量实现。

基于市场法确定生态补偿标准的案例很多,尤其集中于水资源交易和碳排放权交易的生态补偿。如哥伦比亚的农民协会发起的PES项目^[18],每年从水费收入中提取9%来解决不能持续提供灌溉水源的问题;Guabas河流域的下游与上游的土地使用者协商,通过额外的水费达到获得旱季供水目标^[19]。90年代,纽约增加了9%的水费用于上游地区的水资源的保护,其具体做法是将水源地保护区的面积扩大,通过给农民补助的方式减少他们在环境敏感区域的种植。巴西的Minas Gerais利用5%的消费税来资助上游水源保护区以获得良好的生活用水^[20];Sao Paulo的水资源使用者也同意将1%的收益用来进行生态保护的补偿。这种关于水资源的交易来制订生态补偿标准的尝试还在墨西哥、阿根廷和厄瓜多尔等许多拉美国家进行。中国水资源保护的生态补偿主要包括浙江省东阳和义乌在2001年签订的水权协议、北京官厅和密云水库区的生态补偿、三江源生态补偿、江西东江源生态补偿^[21]和福建流域补偿等。关于碳排放的市场交易行为往往出现在国际尺度上,墨西哥的Chaipas建立了一种土地——森林补偿项目,种植咖啡的农民得到生态补偿并且愿意在他们的土地上种植树木以吸收碳^[22]。阿根廷的GTZ同意投资一个碳折扣项目^[23],保护120000hm²的森林植被来抵消1260万吨的碳。

市场法来确定生态补偿的标准能够兼顾两方面的利益,在双方都能达到满意的条件下开展生态补偿,这是其它方法所不具备的。当然,市场法确定生态补偿的标准也存在很多阻碍因素:(1)市场法的前提是建立一个相对稳定的市场,市场的要素如生产者和消费者等都应该具备,双方可以自由的交易^[24]。事实上,这样的一种理想状况的市场是很少的,很多是需要机构或者政府等来协调,这本身就限制了市场作用的发挥^[25]。有科学家研究认为^[26-28]:生态系统服务功能的交易不能够建立主要是两个方面的原因:一方面,缺乏足够可行的手段来界定生态系统服务功能。另一方面,没有足够的方法来判断这些生态系统服务功能的基本经济价值。(2)市场法使用的范围比较小,生态补偿往往是对一个比较复杂的生态保护进行补偿,市场只能分别的对几种生态系统服务功能进行定价,对其它的生态系统服务功能的交易并不能起到作用。总体来说,通过

建立生态系统服务功能的市场来确定生态补偿标准的方法是可行的,前提是解决一些技术性的局限,目前这种方法在 PES项目以及欧洲农业生态项目中都有所应用^[29]。

2.3 半市场理论方法

2.3.1 机会成本法

机会成本在经济学中被定义为“为得到某种东西而必须放弃的东西^[30]”,应用到生态补偿机制中就是生态系统服务功能的提供者为了保护生态环境所放弃的经济收入、发展机会等。具体而言,生态补偿中的机会成本一般可以分成两个部分:土地利用成本和人力资本^[31]。对人力资本的研究较少,目前的研究主要集中于与生态环境关系密切的土地利用上:Wossink在2007年证明了机会成本是土地上生产的市场化产品^[32];Wnscher认为机会成本是最佳土地利用获得的利润与环境保护费用的差值^[33]。根据Macmillan的研究结果,生态补偿的补偿标准是与生态系统服务的提供者的机会成本直接相关的^[34],这种观点被许多生态补偿项目标准所证明(表1)。

表1 机会成本法在确定生态补偿标准中的应用案例

Table 1 Application cases in ecological compensation standard-setting using Opportunity Cost Method

序号 No	典型案例 Typical cases	补偿标准确定依据 Base of setting ecological compensation standard	文献来源 Reference
1	尼加拉瓜草牧生态系统补偿 Ecological compensation for grazing grass in Nicaragua	农户最佳土地利用产生的价值 Best land-use value of farmers	[35]
2	哥斯达黎加 PES项目 PES in Costa Rica	造林地区的机会成本 The opportunity cost of afforestation area	[36]
3	西藏水生态系统服务功能补偿 Ecological compensation for water service in Tibet	农民每年土地大麦产量 Barley production on farmland each year	[37]
4	美国环境质量激励项目 U. S. environmental quality incentive project	在生产者成本和潜在收益之间 Between producer cost and potential earning	[12]
5	纽约流域管理项目 New York Watershed Management Project	最佳经营活动的成本 Cost of best business	[16]
6	美国保护准备金项目 U. S. to protect the reserve project	每年 125 美元和 50% 的成本补偿 125 dollar and 50% cost compensation each year	[16]
7	中国退耕还林工程 China returning farmland to forest project	接近机会成本的粮食和资金补贴 Close to the opportunity cost of food and financial subsidy	[38]

机会成本法被认为是目前较为合理且常用的确定生态补偿标准方法,可以直接补偿生态系统服务功能的提供者保护环境所遭受的经济损失。准确的数据可以计量出地区保护环境的成本,根据保护的机会成本确定的生态补偿数据能达到促使补偿者自觉保护环境的目的。而且,机会成本法避免了对复杂的生态系统服务功能的价值的估算,得到简单的保护成本。但机会成本法也有一些缺点。首先,根据定义,机会成本是保护者放弃的机会。在生态保护过程中,保护者放弃了很多机会,不仅仅是农业或者林业的收入,也包括矿产资源或者发展工业等,这种机会成本是相当高的,目前所考虑的仅仅是机会成本的一部分。其次,数据的真实性决定机会成本法的准确度,大部分社会调查得出的数据都带有偏差。最后,作为半市场理论的一种方法,其结果只是单方面的一种定价方法,根据受偿者的机会成本来做决定,能否得到补偿者的认可还需要进一步研究。

2.3.2 意愿调查法

2003年,James Boyd提出的陈述支付意愿(EWTP)^[39]是研究生态环境问题的主要方法,这种方法就是询问被调查者对于改善或者保护环境的支付意愿。在陈述支付意愿法中,意愿调查评价法(contingent valuation method)的发展和應用较多。该方法由Ciriacy-Wantrup在1947年提出^[40],随后该方法被大量应用于非市场化物品的价值评估。

意愿调查法在确定生态系统服务功能价值上已经有很多应用。Loomis在1998年采用支付意愿法对巴西东北部的森林生态系统的保护价值进行评估^[41];Holmes在1998年利用支付意愿法对美国西北部的森林保

护价值进行评估^[42]。上述的应用虽然主要是用来对生态系统服务功能的评价,但对生态补偿的启迪作用是非常大的, Karin Johst等利用支付意愿法对白鹳保护的生态补偿进行定量研究^[43], Kalpana Ambastha等利用意愿调查法获得的基础数据对湿地保护区居民的补偿意愿进行了线性回归^[44]。意愿调查法获得的数据一般被用来作为复杂分析的基础数据,目前常用的是线性回归模型,还有许多微观经济学模型也利用意愿调查法的数据。

意愿法调查法把生态补偿利益相关方的收入、直接成本和预期等因素整合为简单的意愿,避免了大量的基础数据调查,而且根据意愿调查获得的数据能够得出生态系统服务提供者自主提供优质生态系统服务的成本,也可以得到补偿提供者所愿意支付的最大值。意愿调查法直接针对利益相关者进行调查,故其应用范围很广。意愿调查法的缺点在于风险比较大,即调查得出的结论可能会与真正的意愿不相符合,产生这种结果主要如下:(1)利益相关者对调查的理解情况不同。(2)被调查者可能会朝自己有利的方向阐释意愿。另外,这种方法属于半市场理论,因此存在着接受意愿和支付意愿两种标准的不统一,尤其当支付意愿远远小于接受意愿的时候难以调节。

2.3.3 微观经济学模型法

微观经济学模型法是以微观经济学原理为基础,通过对相关个体的偏好研究,来解决确定生态补偿标准的问题的一种方法。近年来,数学和经济学方法在生态学研究领域内不断发展,结合数学和经济学方法来建立模型确定生态补偿标准的方法越来越多^[45]。该方法在不同类型的生态补偿上都有所应用,而且得出的结论比较符合当地的现状。

表 2 微观经济学模型法在确定生态补偿标准中的应用案例

Table 2 Application cases in ecological compensation standard-setting using Micro Economics Models

序号 No	典型案例 Typical cases	补偿标准确定原则 Principles of setting ecological compensation standard	结果 Conclusion
1	厄瓜多尔生物多样性保护 ^[46] Biodiversity conservation in Ecuador	最大化农民期望效用 Maximization of farmers' expectation utility	模拟出不同情况下补偿价格 Simulate compensation prices of different situations
2	哥斯达黎加森林生态补偿 ^[47] Forest ecological compensation in Costa Rica	土地上农作物性质与交易成本的相关性 Correlation between transaction cost and nature of crops on land	对高生态风险地区进行生态补偿效果更好 Compensation for high eco-risk area gets better effects
3	农民自愿提供生态系统服务的研究 ^[48] Study on provision of ecological services by farmers	成本最低 Minimization of cost	生态系统服务的提供和农业的生产为互补——竞争关系 Relationship between ecological service provider and agriculture is complementary-competition
4	荷兰高速公路的生态补偿 ^[49] Highways ecological compensation in Netherland	服务提供者净损失为零 Service providers' net loss equals to zero	建立了生态补偿的系统框架 Establish a framework for ecological compensation
5	估算生态林的补偿需求 ^[50] Estimation of demand for compensation for ecological forest	最大化生产者剩余 Maximization of producer's surplus	生态补偿区的补偿可以通过少量资金补偿和经济林种植达到 Ecological compensation can be reached by small amount of funds and economic forest planting
6	德国国家公园生态补偿 ^[51] German National Park ecological compensation	最小化最大经济损失 Minimization of the largest economics loss	公园进行保护的机会成本超出可获得补偿的 260% The opportunity cost in excess of 260% of compensation available to protect the Park

在目前利用微观经济学模型法来确定生态补偿标准的研究中,主要的原理是关于生态系统服务功能提供者和享受者的微观决策,也就是经济学中生产者和消费者的生产或消费决策过程。这些方法最大的优点是严格的经济学推导,得出理论上的结果,属于客观的推理过程,具有逻辑严谨等特点,可以作为生态补偿标准方法研究的理论依据。然而,这些方法大量的探讨理论上的数值关系并没有被实证研究所证实,因此其应

用价值还处于探索阶段。利用微观经济学模型法来确定生态补偿的标准还没有形成一个较为统一的体系,因此,在研究方法上不同的学者采取的方法不同,得出的结论也存在着很大的差异,难以进一步比较。同时,没有共同的体系基础使得整个研究进程缓慢。

3 生态补偿标准不同确定方法比较

生态补偿标准的确定方法有许多类型,基本包含于文中讨论的几种方法。目前主要被应用的确定生态补偿标准的方法来源于价值理论、市场理论和半市场理论。3种理论各有利弊,一方面,从对生态补偿标准确定的逻辑思考角度来看,价值理论确定的标准是最直接的生态补偿标准,也是生态补偿标准的最合理解释;市场理论和半市场理论方法则更加注重人的因素,考虑的是生态补偿的补偿者和接受者的基础条件和偏好,得出的结果适用性很好。另一方面,从对标准制订结果的合理解释而言,价值理论方法计算出来的补偿量非常大,补偿标准很难被现今的社会所接受;市场理论和半市场理论方法的结果很可能受到人为的干扰而产生错误的结论。

通过上文的分析可知,价值理论法的核心理论主要是生态学原理,即根据生态系统服务的价值来确定生态补偿的标准,而市场理论法和半市场理论法则更多的是依靠了经济学原理的计算。从应用的对象上看,价值理论法可以应用于几乎所有的生态系统服务功能的生态补偿,而市场理论法和半市场理论法则根据方法的不同有针对性的制订生态补偿的标准。市场理论和半市场理论法的主要区别是市场法是供求曲线的交点而半市场理论法是供求曲线上的一点(表3)。

表3 生态补偿标准制订方法总结

Table 3 Summary of methods setting ecological compensation standard

方法名称 Method name	原理 Principles	适用对象 Suitable Object	特点 Features			典型案例 Typical cases
			数据量需求 Data demanded	计算复杂程度 Complexity of calculation	结果适用程度 Applicability of results	
生态系统服务功能价值法(1)	生态系统服务功能理论 Theory of values of ecological service	能够度量生态系统服务功能经济价值的生态补偿 Values of ecological services can be estimated	大 Large	大 Large	低 Low	厄瓜多尔热带雨林经济价值核算项目 ^[31] (7)
市场价值法(2)	供求关系 Supply and demand	水资源交易、碳排放交易、生物多样性 Water transaction carbon emission trading biodiversity	中 Middle	小 Small	高 High	Guabas河流域水资源交易 ^[19] ; 阿根廷GTZ的碳折扣项目 ^[23] (8)
意愿调查法(3)	补偿者和受偿者的意愿 Willingness of relevant people	多种类型的生态补偿 Various types of ecological compensation	大	大	高	Kabarta湿地生态补偿 ^[29] ; 西藏水资源生态补偿 ^[37] (9)
机会成本法(4)	机会成本理论 Theory of opportunity cost	能够定量出保护者机会成本的情况 Situation that can estimate the opportunity cost	大	中	高	尼加拉瓜草牧生态系统补偿 ^[21] ; 美国环境质量激励项目 ^[12] (10)
微观经济学模型法(5)	微观经济学 Micro-economics	多种类型的生态补偿 Various types of ecological compensation	中	大	低	厄瓜多尔生物多样性保护 ^[31] ; 哥斯达黎加森林生态补偿 ^[32] (11)
生态效益等价分析法(6)	替代成本 Replacement cost	能够找到参照点的生态补偿 Compensation that can be found a baseline	大	大	中	石油泄露生态价值损失衡量 ^[14] (12)

(1) Method of values of ecological service; (2) Method of market value; (3) Contingent valuation method; (4) Method of opportunity cost; (5) Method of micro-economics models; (6) Habitat equivalency analysis; (7) Economic value accounting project on tropical rain forest in Ecuador; (8) Water resources transaction in Guabas; Carbon discount item in GTZ, Argentina; (9) Ecological compensation on wetland Kabarta; ecological compensation on water resources in Tibet; (10) Ecological compensation for grazing grass in Nicaragua; U. S. environmental quality incentive project; (11) Biodiversity conservation in Ecuador; ecological compensation on forest in Costa Rica; (12) Measures of oil leaking ecological value

生态补偿标准的确定方法有很多,目前应用最多的方法是市场法和支付意愿法,最少的是生态系统服务功能价值法。这是因为市场法在操作上比较简单而支付意愿法相对成熟,生态系统服务功能价值法由于其需要大量的数据进行分析且其结果政策认同度较低。另外,在运用方法来确定生态补偿制度的标准时还应该注意项目涉及对象的经济条件、项目的范围等。

对表格中所列举的六种确定生态补偿标准的方法,本文在分别对其原理、应用以及存在的优缺点等方面进行了较为详细的分析、总结和比较。总体而言,没有一种确定生态补偿标准的方法具有绝对的优势,不同的方法在某一方面都存在着优点,同时,也在另一些方面存在明显的不足。这为未来的研究工作提供了很好的切入点。另外,能够找到足够科学的方法来解决上述方法的不足也是研究的热点之一。

4 研究展望

目前,尽管生态补偿的理论研究和实践活动越来越多,但学者们对确定生态补偿标准的方法仍处于研究的初始阶段。从文献中看,目前在这个方面研究存在的主要问题有如下3点:第一,整个研究的系统性不强,没有形成统一的科学体系。多数的研究集中于案例研究而非基础原理的讨论。而且,国内外的科学家从不同的角度和方向对此进行研究,虽然使研究的广度得到初步的保证,但对于研究的深入发展是不利的,更多的研究人员采取的做法是对同一个原理的反复应用。第二,现行的研究生态补偿标准的方法在获得最终结果的过程中需要大量复杂的数据和计算。然而,如此大量的数据并非全部需要,造成了不必要的时间和经济成本。而且,出于对真实性的考虑,保证数据的真实可靠对研究人员提出了更高的要求。另外,复杂的数据计算容易产生结果的误差。第三,按照现行确定生态补偿标准的方法来进行实际的研究,其结果的认可度不高。这种认可度的怀疑来自3个方面:学术界其他学者的质疑,生态补偿的提供者和接受者。更为严重的问题是,究竟生态补偿能够带来多大程度的生态环境保护效果仍然没有答案,这在很大程度上削弱了这种生态环境保护方法的持续发展与研究。

由此可见,对生态补偿标准的研究需要大量具有深度的研究,或者说需要一种开创性的研究。通过大量文献的研究,进一步完善生态补偿标准确定方法,增强其科学性,有必要对下述4个方面开展重点研究:第一:明确划分生态补偿的类型,针对不同类型的生态补偿建立具体的生态补偿标准确定方法。目前对不同的生态补偿对象也进行了分类,根据生态系统服务功能的不同可以分为对生物多样性、碳排放、水资源和景观保护等四类生态补偿,也有很多项目是综合了这几种生态系统服务功能来进行补偿^[52]。按照补偿的范围不同可以分为全球尺度、国家尺度、区域尺度和流域尺度等生态补偿^[53]。并没有针对每一种类型提出相应的生态补偿标准确定方法。第二,以3种理论(价值理论、市场理论和半市场理论)为前提,进一步强化生态补偿标准确定方法的基础研究。其中:价值理论的突破点是寻找到适当的函数关系将生态系统服务功能的价值转变为生态补偿标准,市场理论的难点是如何有效的建立市场并且使生态补偿的标准具有自我调节性,半市场理论需要完成的是供求曲线的绘制。第三,探索并明确影响生态补偿标准确定的关键因子,通过寻找到一个或几个特定参数确定补偿的标准是生态补偿标准研究的必然趋势。第四,随着信息技术的快速发展,生态补偿标准的研究应该进一步强化与计算机的联系,目前应用的计算机技术包括GIS^[54]、SWAT和EnerTree^[55]等。

References

- [1] Thomas L Dobbs, Jules Pretty. Case study of agri-environmental payments The United Kingdom. *Ecological Economics*, 2008, 65 (4): 765 - 775
- [2] Stéphanie Aviron, *et al*. Effects of agri-environmental measures site and landscape conditions on butterfly diversity of Swiss grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2007, 122(3): 295 - 304
- [3] Herzog F, Dreier S. Effect of ecological compensation areas on floristic and breeding bird diversity in Swiss agricultural landscapes. *Agricultural Ecosystems and Environment*, 2003, 108: 189 - 204
- [4] Christina vHaaren, Manfred Bathke. Integrated landscape planning and remuneration of agri-environmental services: Results of a case study in the Fuhberg region of Germany. *Journal of Environmental Management*. In Press. Corrected Proof. Available online 20 August 2007.
- [5] Costanza R, *et al*. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, 1997, (386): 253 - 260

- [6] Partha Dasgupta Nature and economy. *Journal of Applied Ecology*, 2007, 44: 475– 487.
- [7] Whitehead J.C., Blomquist G.C. Measuring Contingent Values for Wetlands: Effects of information about Related Environmental Goods. *Water Resources Research*, 1991, 25(23)– 2531.
- [8] Robles D., Kangas Lassie J.P., *et al.* Evaluation of Potential Gross Income from Non-timber Products in a Riparian Forest for the Chesapeake Bay Watershed. *Agroforestry Systems* 1997, 44(2–3): 215– 225.
- [9] Chee Y.E. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation* 2004, 120(4): 549– 565.
- [10] Olschewski R., Benitez P. Secondary forests as temporary carbon sinks? The economic impact of accounting methods on reforestation projects in the tropics. *Ecological Economics* 2005, 55(3): 380– 394.
- [11] Olschewski R., Benitez P., deKoning G.H.J., Schlichter T. How attractive are forest carbon sinks? Economic insights into supply and demand of certified emission reductions. *Journal of Forest Economics* 2005, 11(2): 77– 94.
- [12] Qin Y.H., Kang M.Y. A review of ecological compensation and its improvement measures. *Journal of Natural Resources* 2007, 22(4): 557– 567.
- [13] Li Y.D., Chen B.F. The Values for Ecological Service Function of Tropical Natural Forest in Hainan Island, China. *Forest Research* 2003, 16(2): 146– 152.
- [14] Brian Roach, William W. Wade. Policy evaluation of natural resource injuries using habitat equivalency analysis. *Ecological Economics* 2006, 58(2): 421– 437.
- [15] Richard W. Dunford, Thomas C. Ginn, William H. Desvousges. The use of habitat equivalency analysis in natural resource damage assessments. *Ecological Economics* 2004, 48(1): 49– 70.
- [16] Landell Mills N., Porras I.T. Silver Bullet or Foo? Gold? A Global Review of Markets for Forest Environmental Services and Their Impacts on the Poor. International Institute for Environment and Development (IIED), 2001.
- [17] Zetterberg L., Nilsson K., Ahman M., *et al.* Analysis of national allocation plans for the EU ETS. IVL Swedish Environmental Research Institute, 2004.
- [18] Tsen W., *et al.* Payments for Environmental Services in Mexico. Berkeley, University of California at Berkeley-Goldman School of Public Policy, 2002, 26.
- [19] Bishop J. Poor Markets for Environmental Services: A New Source of Finance for Sustainable Development? Presentation made at the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, 2002, August 28.
- [20] Stefano Pagiola, Joshua Bishop, and Natasha Landell Mills. Selling forest environmental services. London: Earthscan Publications, 2002.
- [21] Liu G.X., *et al.* Analysis of watershed ecological compensation. *Jiangxi Chemical Industry*, 2006, (4): 175– 176.
- [22] Rosa H., *et al.* Compensation for Environmental Services and Rural Communities: Lessons from the Americas and Key Issues for Strengthening Community Strategies. IRISMA, 2003, 27.
- [23] Pagiola S., *et al.* Making market-based mechanisms Work for Forests and People, 2002, 264.
- [24] Polanyi K. The Great Transformation: the Political and Economic Origins of Our Time. Boston: Beacon Press, 1944.
- [25] Brumley D.W. Rethinking markets. *American Journal of Agricultural Economics* 1997, 79(5): 1383– 1393.
- [26] Daily, Gretchen C. Introduction: what are ecosystem services? In *Nature's Services*. Washington, D.C.: Island Press, 1997.
- [27] Boyd J., King D., Wainger L. Compensation for lost ecosystem services: the need for benefits-based transfer ratios and restoration criteria. *Stanford Environmental Law Journal* 2001, 20(2): 393– 412.
- [28] Troy A., Wilson M.A. Mapping ecosystem services: practical challenges and opportunities in linking GIS and value transfer. *Ecological Economics* 2006, 60(2): 435– 449.
- [29] Timm Kroeger, Frank Casey. An assessment of marketed based approaches to providing ecosystem services on agricultural lands. *Ecological Economics* 2007, 64(2): 321– 332.
- [30] Gregory Mankiw N. Principles of Economics. Beijing: Peking University Press, 2003, 6– 7.
- [31] Sven Wunder, Montserrat Albn. Decentralized payments for environmental services: The cases of Pimampiro and FROFAFOR in Ecuador. *Ecological Economics* 2008, 65(4): 685– 698.
- [32] Ada Wossink, Scott M. Swinton. Jointness in production and farmers' willing to supply non-marketed ecosystem services. *Ecological Economics* 2007, 64(2): 297– 304.
- [33] Tobias Wnscher, Stefanie Engel, Sven Wunder. Spatial targeting of payments for environmental services: A tool for boosting conservation benefits. *Ecological Economics* 2008, 65(4): 822– 833.
- [34] Maomilan Douglas C., Harley David, Morrison Ruth. Cost-effectiveness analysis of woodland ecosystem restoration. *Ecological Economics* 1998, 27(3): 313– 324.
- [35] Stefano Pagiola, Elias Ramirez, *et al.* Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua. *Ecological Economics* 2007,

64(2): 374–385

- [36] M. Kalacska *et al*. Baseline assessment for environmental services payments from satellite imagery: A case study from Costa Rica and Mexico. *Journal of Environmental Management*. In Press. Corrected Proof. Available online 1 May 2007.
- [37] Walter Immerzeel, Jetse Stoorogel *et al*. Can payments for ecosystem services secure the water tower of Tibet? *Agricultural Systems* 2008, 96(1–3): 52–63.
- [38] Chen Q, *et al*. Study of forest compensation. Beijing: China Forestry Press, 2006. 115–129.
- [39] James Boyd, Lisa Wanger. Measuring Ecosystem Service Benefits: The Use of Landscape Analysis to Evaluate Environmental Trades and Compensation. 2003. <http://www.rff.org>
- [40] Ciriacy-Wautrup S V. Capital Returns from Soil Conservation Practices. *Journal of Farm Economics* 1947, 29(4): 1181–1196.
- [41] Loomis JB, Adamowicz WL, Boxall PC, *et al*. Measuring General Public Preservation Values for Forest Resources: Evidence from Contingent Valuation Surveys. *Forestry, Economics and the Environment* 1996, 91–102.
- [42] Holmes T, Alger K, Zinkhan C, *et al*. The Effect of Response Time on Conjoint Analysis Estimates of Rainforest Protection Values. *Journal of Forest Economics* 1998, 4(1): 7–28.
- [43] Karin Johst, Martin Drechsler, Frank W.ätzold. An ecological-economic modelling procedure to design compensation payments for the efficient spatio-temporal allocation of species protection measures. *Ecological Economics* 2002, 41(1): 37–49.
- [44] Kapana Ambasha, Syed Anul Hussain, Ruchi Badoik. Social and economic consideration in conserving wetlands of indo-gangetic plains: A case study of Kabartal wetland, India. *Environmentalist* 2007, 27(2): 261–273.
- [45] Azar Christian, Holmberg John. Defining the generational environmental debt. *Ecological Economics* 1995, 14(1): 7–19.
- [46] Koning G H J *et al*. Modelling the impacts of payments for biodiversity conservation on regional land-use patterns. *Landscape and Urban Planning* 2007, 83(4): 255–267.
- [47] Rodrigo Sierra, Eric Russman. On the efficiency of environmental service payments: A forest conservation assessment in the Osa Peninsula, Costa Rica. *Ecological Economics* 2006, 59(1): 131–141.
- [48] Ada Wossink, Scott M. Swinton. Jointness in production and farmers' willingness to supply non-marketed ecosystem services. *Ecological Economics* 2007, 64(2): 297–304.
- [49] Ruud Cuperus *et al*. Guidelines for ecological compensation associated with highways. *Biological Conservation* 1999, 90(1): 41–51.
- [50] Brian C, Robert C. Abt. Estimating price compensation requirements for eco-certified forestry. *Ecological Economics* 2001, 36(1): 149–163.
- [51] chek H K, Dabbert S. An economic approach for a better understanding of conflicts between farmers and nature conservationists— an application of the decision support system MODAM to the Lower Odra Valley National Park. *Agricultural Systems* 2002, 74(2): 241–255.
- [52] Mayrand K, Paguin M. Payments for environment services: A survey and assessment of current schemes. *Nobtreal: For the commission for Environmental Cooperation of North America* 2004.
- [53] Task force on Eco-Compensation mechanisms and policies. *Eco-compensation mechanisms and policies in China*. Beijing: Science Press, 2007.
- [54] Beatrice Schpbach, Kurt Zgaggen, Erich Szerencsis. Incentives for low-input land-use types and their influence on the attractiveness of landscapes. *Journal of Environmental Management*. In Press. Corrected Proof. Available online 22 August 2007.
- [55] Dominik Rlser, Karri Pasanen, Antti Aiskainen. Decision support program “EnerTree” for analyzing forest residue recovery options. *Biomass and Bioenergy* 2006, 30(4): 326–333.

参考文献:

- [12] 秦艳红, 康慕仪. 国内外生态补偿现状及其完善措施. *自然资源学报*, 2007, 22(4): 557–567.
- [13] 李意德, 陈步峰. 海南岛热带天然林生态环境服务功能价值核算及生态公益林补偿探讨. *林业科学研究*, 2003, 16(2): 146–152.
- [16] 曼昆. 经济学十大原理. 见: 曼昆主编, 梁小民译. *经济学原理*. 北京: 北京大学出版社, 2003. 6–7.
- [21] 刘观香, 等. 流域生态补偿分析——以江西东江源为例. *江西化工*, 2006, (4): 175–176.
- [38] 陈钦. 公益林生态补偿研究. 北京: 中国林业出版社, 2006. 115–129.
- [53] 中国生态补偿机制与政策研究. 中国生态补偿机制与政策研究课题组. 北京: 科学出版社, 2007.