

崔艳智, 高 阳, 赵桂慎. 农田面源污染差别化生态补偿研究进展[J]. 农业环境科学学报, 2017, 36(7): 1232–1241.

CUI Yan-zhi, GAO Yang, ZHAO Gui-shen. Progress of differentiated ecological compensation policies related to agricultural non-point source pollution[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2017, 36(7): 1232–1241.

农田面源污染差别化生态补偿研究进展

崔艳智¹, 高 阳^{1,2*}, 赵桂慎¹

(1. 中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193; 2. 国土资源部农用地质量与监控重点实验室, 北京 100193)

摘 要: 为了更好地促进农业面源污染的防治, 归纳分析了农田面源污染及生态补偿的区域性和个体性差异, 提出农田面源污染差别化的补偿需要以面源污染形成、土地利用、生态资源禀赋、社会经济发展等区域性差异和公众意识觉悟及农户种植经营等个体差异为核心, 实施差别化的生态补偿方案, 并针对当前我国农田面源污染生态补偿存在的问题提出了相应的差别化补偿建议。

关键词: 农田面源污染; 生态补偿; 个体差异性; 区域差异性

中图分类号: X592 文献标志码: A 文章编号: 1672-2043(2017)07-1232-10 doi:10.11654/jaes.2017-0348

Progress of differentiated ecological compensation policies related to agricultural non-point source pollution

CUI Yan-zhi¹, GAO Yang^{1,2*}, ZHAO Gui-shen¹

(1. College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2. Key Laboratory of Agricultural Land Quality, Monitoring and Control, Ministry of Land and Resources, Beijing 100193, China)

Abstract: By comparing the ecological compensation of agricultural non-point source pollution in China and abroad, this study analyzes the regional and individual differences of ecological compensation related to agricultural non-point source pollution, and suggests that an effective policy should explicitly consider regional-level heterogeneity including the formation of non-point source pollution, land use, ecological resource endowment, and socioeconomic development as well as individual-level heterogeneity such as public awareness and individual farming practices. We advocate a targeted ecological compensation regime and offer specific suggestions on the implementation of this differentiated policy in the context of Chinese agriculture. In the western region, households that reduce their use of agricultural plastic film, the main non-point source pollutant, can be compensated. However, in the eastern region, compensation should be concentrated on cutting down the use of fertilizers and pesticides. In the south, where heavy metals in the soil are a significant obstacle to regional development, the main methods of alleviation should focus on the improvement of the soil, including adding chemical additive or planting vegetation that adsorbs heavy metals.

Keywords: agricultural non-point source pollution; ecological compensation; individual differences; regional differences

随着人们需求的不断增加和农业集约化程度的提高, 农业生态环境、自然资源和人类可持续发展之间的矛盾日益突出。农药、化肥的大量使用及农业废弃物的不合理处置造成的农田面源污染, 已成为制约我国农业和农村可持续发展的重要因素。农田面源污染是指农田盈余氮磷养分、农药等有机或无机污染物

从地块或区域等非特定地域, 通过雨水冲刷、地表径流、土壤渗滤进入受纳水体造成的污染^[1], 是流域水体污染的主要原因^[2]。自改革开放以来, 我国化肥的施用量从 1978 年 884 万 t 增加到 2014 年 5 995.9 万 t, 增长了 5.78 倍, 平均每公顷化肥施用量达 912.3 kg^[3], 远远超过国际上设置的 225 kg·hm⁻² 化肥使用安全上

收稿日期: 2017-03-12

作者简介: 崔艳智(1993—), 女, 河北保定人, 硕士研究生, 主要从事农业面源污染与生态补偿研究。E-mail: cuiyanzhi326@163.com

* 通信作者: 高 阳 E-mail: yanggao@cau.edu.cn

基金项目: 国家重点研发计划(2016YFD0800906); 国家自然科学基金项目(41501087)

Project supported: National Key Research and Development Program(2016YFD0800906); National Natural Science Foundation of China(41501087)

限。同时,我国还是一个农药使用大国,2014年农药的施用量达180.7万t,而实际利用率却仅在30%左右^[4]。此外,大量的畜禽粪便等废弃物未经处理直接施用或随意堆放^[5],也对生态环境造成了严重危害。

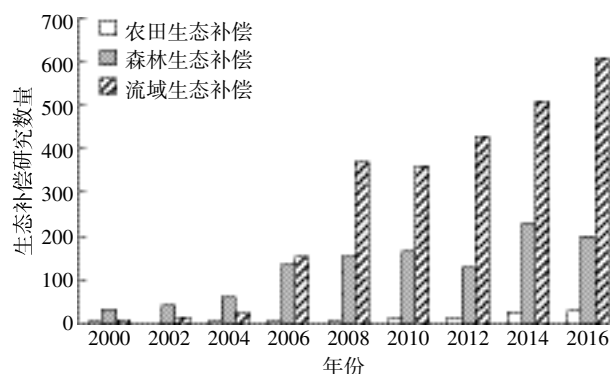
与点源污染相比,农田面源污染具有随机性、分散性和监测成本高的特点^[6],这些特点也决定了排污收费方式并不适用于农田面源污染。设计和制定农田面源污染的生态补偿机制,有利于农田面源污染的削减和防治,可以有效地促进农田环境治理与保护^[7]。一般认为,生态补偿是经济发展过程中的一种经济手段,目的是为了改善污染地区的生态环境质量^[8],通过对损害(或保护)资源环境的行为进行收费(或补偿),提高该行为的成本(或收益),从而激励损害(或保护)行为的主体减少或消除因其行为带来的外部不经济性(或增加外部经济性),达到保护资源和环境的目的^[9]。较之点源污染,农田面源污染难以溯源、不易管控。相比流域和森林面源污染,我国农田面源污染生态补偿工作存在研究起步晚、重视不足、机制机理不明等问题,农田面源污染若不能尽早防治会成为阻碍社会可持续发展的巨大“毒瘤”。因此,本研究通过梳理和比较国内外农田面源污染生态补偿的差别化实践,针对农田面源污染的区域和个体性差异,提出差别化的生态补偿政策方案,为今后的面源污染防治提供建议。

1 国内外农田面源污染生态补偿研究实践

生态补偿也可称为生态系统服务付费(Payment for Ecosystem Services, PES),是通过经济激励解决环境污染的有效手段。农田生态补偿在合法利用农业资源过程中,对农业资源所有者或对生态保护者支付费用^[10],旨在通过经济、政策、市场等手段,解决发展中存在的非均衡问题,最终实现区域间可持续发展^[11]。20世纪70年代,欧美国家最先推行农田生态补偿政策,Griffin和Bromley最早对农业面源污染的防治进行了研究,发现农户不愿自主减少造成农业面源污染的行为^[12]。管理者多采用命令控制和经济激励这两种手段来对污染进行控制^[13]。尽管命令控制手段简便且应用较多^[14],但由于农田面源污染不确定性高,且命令型手段具有局限性,其实施效果并不理想;反之,经济激励型方式可以起到引导利益相关者主动减少破坏行为或增加保护行为的作用,鼓励人们自愿地参与环境保护活动。Segerson主张设计排污收费制度,对污染物超标排放的地区处以惩罚,并对减少污染排放的

地区给予奖励^[13]。Tomasi和Shortle等提出,可以利用补贴、税收等经济激励机制来减少有害的农田生产性投入,从而减少面源污染物的浓度^[15-16]。Horan等则研究了一种基于农场污染物浓度比赛排序的方法,对排名最后和排名靠前的农场分别给予惩罚和奖励^[17]。自此,通过补贴等经济激励型手段防控农田面源污染的方法开始展现锋芒。

我国对农业面源污染的治理始于20世纪80年代^[18],随后生态补偿的相关政策及法律法规陆续出台,大致可分为三个阶段:20世纪90年代之前,生态补偿主要是征收税费,且大多针对采矿业;90年代后期,生态补偿研究逐渐从理论转向实践,重点为环境保护建设者财政转移的补偿机制^[19];进入21世纪,生态补偿工程涉及的范围更加全面、理论更加成熟、政府的投入也不断加大,补偿的实践工作快速发展^[20]。从近年来农田生态补偿方面的文献(图1)可见,农田生态补偿的研究受到重视,用生态补偿的手段来防治农业面源污染已成为当今社会的发展趋势。与国外相比,我国补偿实践方面主要以政府为主导,同时还有部分市场交易及非政府组织(NGO)参与模式^[21],力图在扩展补偿资金来源、征收环境资源税、明确补偿方式和标准等基础上,建立符合国情的生态补偿法律保障机制^[22]。尽管农田生态补偿工作已开展并取得初步成效,与森林生态补偿、流域生态补偿相比,我国的农田生态补偿起步晚,侧重于理论研究,实践研究尚不成熟^[23],在减少农药化肥施用量、合理处置畜禽粪便及生活垃圾等方面没有明确规定,也没有



来源:中国知网,检索关键词“农田/森林/流域生态补偿”,
时间范围2000—2016

Source: cnki.net, keywords: farmland ecological compensation or
forest ecological compensation or watershed ecological compensation,
from 2000 to 2016

图1 我国农田、森林、流域生态补偿研究数量对比

Figure 1 Comparison of the number of ecological compensation in
farmland, forest and watershed in China

完善的补偿政策及体系。但可喜的是,农田面源污染问题已引起国家重视,面源污染防治条件下的生态补偿研究也会成为未来国家环境与可持续发展的研究重点。

2 农田面源污染差别化生态补偿理论基础

生态补偿机制的要素包括补偿主客体、补偿标准和补偿方式等,作为一种经济激励手段,其核心问题是“谁补谁,补多少,怎样补”^[24]。农田面源污染生态补偿应以鼓励支持为主,目的是增加农业生产等行为的正外部性效应,减少负外部性^[25],其补偿主体主要是作为公众代表的政府,客体则主要是实施农田面源污染防治措施以减少污染物排放的不同规模经营主体。在农田面源污染的防治过程中,不同规模经营者为了保护生态环境,减少污染物的排放(如减少施用化肥、农药),在短期内可能造成农户的粮食收益降低、丧失部分机会成本等。同时,社会公众也会因面源污染的减少享受到更好的生态系统服务及产品。

然而,由于农田面源污染种类复杂、相关利益群体多,其生态补偿在补偿标准、补偿类型、补偿机制等方面均有差异^[26]。从补偿推动方面来看,生态补偿最开始由政府主导,以项目形式来实施,主要表现为上级政府的财政转移支付以及同级政府间的横向转移支付^[27];随后为了缓解财政压力,发展形成了生态补偿的市场交易^[28]。从补偿方式来看,目前生态补偿方式主要有现金补偿、技术补偿、实物补偿与政策补偿^[29];从补偿标准的确定来看,计算补偿标准的方法有机会成本法、生态系统服务价值功能法、微观经济学模型法等^[24,30],在此基础上还应对公众的补偿与受偿意愿进行调研^[31]。由于使用不同方法计算所得的补偿标准存在很大差别,而且个体之间具有选择意愿、实践能力、信念等差异,同一区域使用不同方法得到的补偿标准不同,不同区域使用同一方法得到的结果也不一样。补偿范围的公平性和补偿标准的合理性是保证生态补偿顺利实施的前提,若所有地区的农户补偿标准均一致,必然会导致部分农户因补偿不足而放弃保护性行为,而补偿过多则会加重财政负担,还可能加剧区域间的不平衡性。正是由于区域与个体间均存在差异以及生态补偿本身的复杂性,使得农田面源污染生态补偿机制难以在短时间内完善确立,补偿措施实施困难,补偿效果也不尽人意。因此在进行农田面源污染防治条件下的生态补偿时,必须充分考虑地域性和个体性差异,合理制定差别化的补偿机制。

3 国内外农田面源污染差别化生态补偿

3.1 区域性差异补偿

由于经济水平、土地利用和资源禀赋等方面存在地域性差异,同一国家不同地区造成农田面源污染的主要原因、污染程度、污染防治措施等都存在不同(表1)。如根据《国务院关于完善退耕还林政策的通知》(国发[2007]25号),对退耕农户的直接补助标准为:长江流域及南方地区每公顷退耕地每年补助现金1575元;黄河流域及北方地区每公顷退耕地每年补助现金1050元。生态补偿的复杂性与地域性差异密不可分,补偿措施的制定需要充分考虑到补偿的利益相关方、补偿方式、补偿标准确定方法、补偿形式及补偿的实施效果等,在生态补偿措施的制定过程中,要充分考虑以下四种影响区域性补偿差异的因素。

3.1.1 面源污染类型的区域性差异

形成面源污染的污染物具有地域性差异,由污染物的性质、污染负荷量、地形地貌、气候、植被覆盖、土地利用方式等共同决定。目前我国农田面源污染情况不容乐观,污染种类多、分布广,各种污染类型在不同地区差异较大。在西北干旱地区,由于农膜的大量使用,农膜污染、白色污染问题突出;在中东部地区,尤其是我国农田面源污染较为严重的华北平原,种植作物以小麦、玉米为主,不合理施用的农药、化肥,再加上特殊的生活气候条件,农药化肥面源污染问题相对突出;长江三角洲地区种植作物以水稻为主,除化肥农药施用导致的面源污染外,由污水灌溉等引起的重金属污染则不可忽视。不同区域的施肥种类、方式、施用时间等农业生产性活动各不相同;由于区域水资源的不同,养分流失还会受到水旱耕作方式的显著影响^[39-40]。这些都使面源污染的形成具有差异性和复杂性。美国的“最佳管理实践”(Best Management Practices, BMPs)措施根据各区域农田面源污染形成的原因及污染物种类的不同将治理污染的技术补偿手段分为耕作管理、养分管理、农药管理、灌溉水管理和畜禽养殖管理^[32],也说明面源污染类型的区域性差异会进一步影响防治农田面源污染的补偿手段。

3.1.2 土地利用的区域性差异

不同的土地利用方式因养分循环机制不同而影响水土保持及土壤物质流失等情况。在不同的土地利用方式下,农田面源污染的差异性与土壤侵蚀、氮磷流失、地形、土地坡度等都有密切关联。孟庆华等研究发现,不同土地利用方式的养分输出总量有很大不

表 1 国内外农业生态的地域性差异补偿
Table 1 Regional compensation of agricultural ecology at home and abroad

国家 Region	典型案例 Typical case	补偿方案 Compensation scheme	补偿主体 Compensation subject	补偿客体 Compensation object	补偿形式 Compensation form	补偿标准依据 Basis of compensation standards	参考文献来源 References source
美国	清洁水法案	以土地利用方式合理化为基础的美国最佳管理措施,对进行农业生产的农场主提供技术和财政支持	政府	农场主	技术补偿和现金补偿	土地利用方式、种植面积、常产及最低保护价	[32]
	土壤银行项目	农民将部分耕地退耕,“存入”土壤银行,银行付给一定补助	政府	农户	现金补偿	土地质量、相应的农产品价格	[33]
	土地保护与休耕计划	农民签订休耕合同,采取还林还草等长期性植被恢复措施,政府对其给予 10~15 年补贴	美国农业部	农户	现金补偿	土地租金和植被保护的实施成本	[34]
德国	农业生态补偿政策	粗放型草场使用,包括将耕地变为粗放使用型草场;大幅度减少肥料和农药施用量	政府	牧民	现金补偿	土地面积、草场载畜量	[35]
	农业生态补偿政策	对多年生作物放弃使用除草剂	政府	农户	现金补偿	土地面积、作物种类	[35]
英国	硝酸盐指令	划定硝酸盐脆弱区,在脆弱区内农民自愿与政府签定为期 5 年的限制农业活动协议,不施或限量施用化肥,损失则按土地面积得到补偿津贴	政府	农户	现金补偿	硝酸盐指标、土地面积	[36]
瑞士	绿色休耕项目	地势较低地区的耕地至少停耕一个生长季度,未达标前按照推荐的种子进行混合耕种,不使用化肥和化学药品,不将其作为经济用途	政府	农户	现金补偿	耕地质量、面积	[37]
中国	退耕还林、还草	将易造成水土流失的坡耕地和易造成土地沙化的耕地,有计划、分步骤地停止耕种;因地制宜地造林种草,恢复林草植被	政府	农户	现金补贴、免费树苗、技术支持	土地面积、土地类型	[38]

同,变化趋势为坡地>梯田,径流量养分输出占系统养分总输出的比例明显不同,对 N、P、K 径流输出量影响显著^[41]。黄丽等对三峡库区调查后发现土壤养分流失与土地利用相关,表现为免耕区>农区、梯田>坡耕地^[42]。于岚岚等发现,在降水量、流域坡度、农业耕作措施条件相同的情况下,不同的土地利用方式对农田面源污染影响负荷排序为旱地>水田>耕地^[43]。章明奎等通过田间调查农田磷污染实验发现,不同农田利用方式影响农田中 TP 的流失量,表现为桑园地>蔬菜地>稻田、小麦田、油菜田>休闲地^[44]。此外,作物的空间布局及破碎程度^[45]、不同的种植模式^[46]、多样化的轮作模式^[47]等都会造成差别化的农田面源污染,均应根据实际情况制定不同层次的补偿措施和标准。

3.1.3 生态资源禀赋的区域性差异

区域生态资源禀赋及其地域性分布差异对生态补偿具有直接的导向作用^[26]。生态资源禀赋是指以生态系统为中心的天赋资源,包括土壤理化性质、降雨、土壤质量、水资源、耕地资源等,不仅影响农田面源污染程度,还会进一步影响区域经济发展和资源利用效率,从而影响生态补偿机制的建立与发展。杨丽霞等认为土壤中营养物质的流失与土壤理化性质密切相

关,一般来说土壤有机质含量越高,土壤结构越强,营养物质越不易流失^[48];Weier 发现土地的植被覆盖率会影响土壤中元素的流失量,植被茎叶对降雨的截留作用、植被根系对土壤的固结作用和植被对径流传递的阻碍作用可有效地减少土壤侵蚀和氮磷等元素的流失^[49]。还有研究表明降雨(包括降雨量和强度)是影响氮磷等流失的重要气象因子,当降雨强度大于土壤下渗速度时,就会产生地表径流,引起农田中氮磷等营养元素的流失,在强降雨条件下,土壤侵蚀量和氮磷流失量都明显大于弱降雨条件^[50]。我国地域辽阔,区域资源禀赋空间差异大,在治理农田面源污染进行生态补偿时应充分考虑生态资源禀赋的差异,尤其对生态敏感区,要科学合理地制定敏感性评价指标,并将其对生态系统服务价值的影响考虑在内^[51]。

3.1.4 经济社会发展的区域性差异

经济发展水平会影响不同区域在生态补偿方面的空间差异,在生态补偿框架中具有重要作用。生态补偿的支付能力尤其是政府财政转移支付能力的高低取决于区域的社会经济发展水平。具有较高经济水平地区的补偿标准往往高于经济发展较为落后的区域,表现为“富区补偿多、穷区补偿少”。且经济发达地

区和经济落后地区在生态补偿能力、补偿方式、补偿标准核算方式、环境意识等方面的不同也会导致生态补偿的差异^[52]。美国土地休耕计划(Conservation Reserve Program, CRP)中土地支付补贴平均为 116.83 美元·hm⁻² (2005 年), 由于各州经济水平、土地租金和土地质量的不同, 各州的平均补贴也很不一致, 最高的马里兰州平均补贴高达 302.6 美元·hm⁻², 最低的怀俄明州仅为 68.8 美元·hm⁻²^[34]。我国退耕还林工程(以生态公益林补偿为例), 西北地区(除宁夏回族自治区)对退耕农户的补贴标准为 67.5 元·hm⁻², 而北京、广东、浙江等经济发达地区的补偿标准分别为 315、195、225 元·hm⁻²^[38]。稻改旱工程中, 河北省承德县农户的补贴标准为每年 6750 元·hm⁻², 而北京地区农户则按每年 8250 元·hm⁻² 的标准给予补偿^[53]。由此可见, 区域经济水平也切实影响到生态补偿的实施。

3.2 个体性差异补偿

在同一地区, 由于农户自主耕作, 不同农户之间存在土地面积、种植作物、施肥等差异。在农田面源污染生态补偿实施过程中, 农户作为“理性经济人”, 具有利己特点, 他们在参与环境保护项目时所表现出的积极或是消极态度对补偿措施的实施效果具有重大影响。Hounscome 等从农业环境保护项目参与度入手, 发现农民的心理健康程度与项目的参与度呈正相关^[54]。Defrancesco 等发现家庭收入、个体思想、观念信仰等因素直接影响农户参与生态农业环境项目的积极性^[55]。流动性和偿付能力也是影响美国农户参与农业环境项目的主要因素^[56]。Home 等对农户个体进行研究发现, 瑞士地区农户对耕地保护及其服务付费项目的满意度受到地域和政策的直接影响^[57]。因此, 若是只根据土地面积进行补偿, 则可能导致部分农户的农业收入减少, 农民不愿持续实施环境保护性行为, 便很难达到保护生态环境、实现可持续发展的最终目的。

在农田面源污染生态补偿实施过程中, 个体性差异主要体现在两个方面: 一是公众意识与觉悟的个体差异, 二是农户种植经营的个体差异。公众对于生态环境保护的觉悟主要体现为他们对生态资源及其价值的认知和实施保护性行为的态度, 与家庭成员的受教育程度、收入来源、具备的专业技能、家庭劳动力情况等相关。谢晋等对成都和苏州两地农户进行调查, 发现农户对农田保护补偿政策实施成效的感知评价具有显著的区域及个体差异^[58], 农业经营户、非农经

营户和兼业经营户对环保政策的参与度与实施效果满意度也有很大不同^[58]。农户的家庭农业经营差异取决于家庭承包经营面积、农业种植情况、耕地质量、化肥农药的自主选择以及种植经营主体(小农户、家庭农场、合作社或企业)等。在国外, 欧盟的共同农业政策主张转变经营方式与结构, 主要是对农产品价格的补贴; 德国、荷兰、英国也制定了适合自己国家农业发展的补偿政策, 对限制农药化肥施用量、实行土地休耕、发展有机农业等措施进行了相关补偿; 日本、韩国与我国同属亚洲国家, 人多地少, 其种植经营主体、农业发展历程均与我国相似。在防治农田面源污染上, 日本政府凭借一系列行之有效的法律措施而后来居上, 主张进行资助性政策引导; 韩国的环境友好型农业生产对家庭农场和牧场制定了不同的污染防治措施, 并对农产品质量和提前退休农民采取了相应的补贴政策(表 2)。因此, 同一项生态补偿政策在具体实施过程中, 应充分考虑种植经营主体、农户种植面积、土地租金、土地质量、个人偏好等个体之间的差异, 给予合理的补贴。

4 我国农田面源污染生态补偿存在问题及差别化补偿建议

4.1 我国农田面源污染生态补偿存在问题

我国地域辽阔, 区域差异明显, 农田面源污染形势严峻。面源污染的防治是技术、生态、经济、社会、政策等多因素的综合工程, 研究表明, 生态补偿是防治面源污染的有效手段^[15-17]。文献分析可知, 农田面源污染形成、土地利用、生态资源禀赋及社会经济发

展的区域性和公众意识觉悟及农户种植经营的个体性等方面均存在差异。我国在农田污染治理方面的生态补偿仍属于起步阶段, 面源污染及生态补偿的差异性影响因素多、量化困难、工作量大、复杂性高, 关于农田生态补偿的研究还较少^[33], 在实施过程中存在补偿标准偏低^[68]、监管与评价体系不健全^[69]、资金来源单一^[70]、实践困难、可持续性差^[71]等问题。

在补偿形式方面, 往往重政府而轻市场补偿, 重现金而轻技术补偿, 重一次性而轻持续性补偿^[72]。常用的补偿标准测算方法包括生态系统服务价值法、市场比较法、机会成本法、意愿调查法等, 但生态系统服务类型划分复杂, 导致结果误差较大^[73]。由于很多非市场产品和服务的数据获取困难, 机会成本法和市场比较法应用有限^[74], 而意愿调查法取决于个人偏好, 不受现有市场限制, 误差较大^[75]。此外, 实践过程中各

表 2 国内外农业生态的个体性差异补偿
Table 2 Individual compensation for agricultural ecology at home and abroad

国家 Region	典型案例 Typical case	补偿方案 Compensation scheme	补偿主体 Compensation subject	补偿客体 Compensation object	补偿形式 Compensation form	补偿标准依据 Basis of compensation standards	参考文献来源 References source
美国	环境质量激励项目	农民自愿采取环保措施,政府通过事后的环境评估,提供成本和激励两种补贴	政府	农场主	现金补偿	生产成本、潜在收益	[59]
	保护保障计划	保持土地用途不变,对已经开始在自己经营的土地上实施各种环境保护措施的农民提供补偿	政府	农场主	现金补贴和技术援助	环保措施多少及其在土地上的应用范围	[60]
	土地保护与休耕计划	农民签订休耕合同,采取还林还草等长期性植被恢复措施,政府对其进行 10~15 年补贴	美国农业部	农户	现金补偿	土地租金、植被保护成本、合同期限	[34]
欧盟	农业环境保护项目	对愿意休耕土地而且休耕率达标的农户进行直接补偿并建立单一农场支付计划	政府	农户	现金补偿和价格补贴	种植面积	[61]
	公共农业政策改革	对有机农业转轨和生产进行补贴,形成以环境保护为核心的农业补贴政策体系	政府	农户	现金补偿	生态农业与常规农业的耕作模式	[62]
	农业环境补贴	在农村发展计划下进行生态补偿耕作,对生态农业的环境效益进行补贴,弥补成本增加和减少的收入	政府	农户	现金补偿	根据土地和作物类型,每年按种植面积补贴	[63]
德国	水资源管理条例	鼓励水源保护地的农户减少化肥农药的施用量,并以立法形式给予减少化肥农药施用量的农户经济补偿	政府	农户	现金补偿	耕地面积、氮磷含量和指标	[64]
	农业生态补偿政策	有机农业	政府	农户	现金补偿和技术补偿	土地面积和用途,计算基础为以前的收入和采取农业环保措施所需要的经费	[35]
英国	硝酸盐指令	农民自愿与政府签订为期 5 年的限制农业活动协议,不施或限量施用化肥,损失则按土地面积得到补偿津贴	政府	农户	现金补偿	土地面积	[36]
日本	资助农业生态治理	颁布了一系列相关法律,如《农药取缔法》《化肥管理法》等,对从事有机农业生产和采用可持续型农业生产方式的生态农业者提供农业补贴、专用资金无息贷款、金融、税收等优惠政策	政府	农户	现金补偿、硬件补贴、无息贷款支持、税收减免	环保类型、农地面积等	[65]
韩国	“环境友好型”农业生产	逐步取消对使用化肥和杀虫剂农户的补贴,对执行“环境友好型”农业生产的农户给予直接支付补贴,补偿因减少化肥和农药使用导致作物减产带来的收入损失	政府	农户	现金补偿	旱地/稻田地面积、直接收益损失	[66]
中国	稻改旱工程	农民拿到补贴后,将水稻田变为玉米地	北京市政府	种稻农户	现金补偿	种稻面积、直接利益损失	[67]
	退耕还林、还草	将易造成水土流失的坡耕地和易造成土地沙化的耕地,有计划、分步骤地停止耕种;因地制宜地造林种草,恢复林草植被	政府	农户	现金补贴、免费树苗、技术支持	土地面积、林草类型	[38]

部门缺少整体性和协调性,出现分头建设、可持续性和关联性差等问题^[76],补偿效果不尽人意。如何更科学地探寻我国农田面源污染的区域性差异和个体性差异,实施差别化补偿,是未来亟待解决的问题。

4.2 我国农田面源污染差别化生态补偿实施建议

在未来的农田面源污染生态补偿中,需将农田面源污染形成、土地利用、生态资源禀赋及社会经济发展的区域性差异和公众意识觉悟及农户种植经营的个体性差异纳入考虑范围,实施差别化补偿,确保生态补偿公平、合理、有效。

4.2.1 区域性差异实施建议

依据农田面源污染类型、土地利用方式、生态资源禀赋及社会经济水平四个方面的区域性差异,实施生态补偿时应因地制宜,注重制度创新,避免“一刀切”,科学地制定差别化补偿方案。

(1)针对不同的污染类型应制定不同的防治措施,如在西北干旱地区,农膜是主要污染物,可制定相关措施对减少农膜使用的农户进行补偿;在华北地区,农药化肥的问题突出,应鼓励实施减肥减药、配方施肥、有机肥替代化肥等政策;长江三角洲地区重金

属污染严重,可考虑改变耕作制度、添加化学改良剂、种植吸附重金属能力强的植物等。

(2) 按照土地利用类型,可将农田分为旱田、水田、水浇地或坡地、梯田、平原、丘陵或蔬菜地、农作地、果园等类型,不同的土地利用类型面源污染程度不同,可将农田分为未污染及轻度污染区、中度污染区和重度污染区三种类型,根据污染风险评估、生态功能定位等,采取不同的污染治理方式以及不同的生态补偿模式和标准。在轻度污染地区,可从源头进行预防,减少农药化肥的使用,采用现代生物技术,严格控制污染物的排放;在中度污染区域,除了减肥减药措施,还要采取过程控制政策,改变种植作物种类、修建缓冲带等;重度污染地区农田必须进行严格的管控,必要时可进行休耕退耕,逐步改善耕地质量。

(3) 各地生态资源禀赋相差较大,可将农田分为高产区、低产区、生态敏感脆弱区等。在高产区,以减少农药、化肥用量为主;低产区可考虑改变种植作物、轮作模式或实行测土配方施肥、按农时施肥等方法以提高利用效率;在生态敏感脆弱区,必须做好基线调研,建立系统的生态补偿管理与实施方案,完善评价与监督体系,从生态、经济、社会效益三方面进行评价,尝试构建创新型监管手段(如利用卫星遥感技术、无线检测设备等),减少对周围环境的破坏。

(4) 目前我国生态补偿中纵向转移支付占主导地位,区域之间的横向转移支付现象少见^[77],可结合经济和市场手段,通过利益分配及责任分担制度,将基于地方政府层面的区域内农田生态补偿资金转移支付额度纳入地方政府财政体系中进行核算,且区域之间应注重横向联系,建立上下联动的综合机制^[78],加强各部门间的紧密联系,开展多样化补偿方式。

4.2.2 个体性差异实施建议

公众意识与觉悟影响人们对环境保护和生态补偿的认知,从而决定个人偏好和受偿意愿。同一地区种植经营主体可能包括小农户、家庭农场、合作社或企业等,相应的家庭承包经营面积、农业种植情况、耕地质量、化肥农药的自主选择以及农业生产方式和发展取向也各不相同。因此,不同区域内的生态补偿要着眼于当地实际情况,可尝试采用计量经济模型量化估算不同群体的异质性偏好^[71],并结合被补偿者自身的特征要素,制定更加灵活弹性的补偿标准,计算补偿的上下限标准和公众意愿标准以作参考,提高生态

补偿效率。

参考文献:

- [1] Tim U S, Jolly R. Evaluating agricultural non-point source pollution using integrated geographic information systems and hydrologic/water quality model[J]. *Journal of Environmental Quality*, 1994, 23(1): 25-35.
- [2] 张永春, 张毅敏, 胡孟春, 等. 平原河网地区面源污染控制的前置库技术研究[J]. *中国水利*, 2006(17): 14-18.
ZHANG Yong-chun, ZHANG Yi-min, HU Meng-chun, et al. Studies on front damming technology for NPS pollution control of river network in plain areas[J]. *China Water Resources*, 2006(17): 14-18.
- [3] 中国 2015 年各地区农用化肥施用量统计(按折纯法计算)(一)—中国统计年鉴数据库[DB/OL].[2015-12]. [http://www. Bjinfobank. com/DataList](http://www.bjinfobank.com/DataList).
Statistics of agricultural chemical fertilizer application in China in 2015 (by the pure method)(one)—China Statistical Yearbook Database[DB/OL].[2015-12]. <http://www. bjinfobank. com/DataList>.
- [4] 农业部.“我国农药化肥利用率 30%左右 有待提高”[EB/OL].[2015-04-14]. <http://politics. people. com. cn/n/2015/0414/c1001-26843054. html>.
Ministry of Agriculture. China's pesticide fertilizer utilization rate of about 30% to be improved"[EB/OL].[2015-04-14]. <http://politics. people. com. cn/n/2015/0414/c1001-26843054. html>.
- [5] 尹昌斌, 周 颖. 循环农业发展理论与模式[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
YIN Chang-bin, ZHOU Ying. Theory and model of circular agriculture development[M]. Beijing: China Agricultural Publishing House, 2008.
- [6] 裴永辉. 农业面源污染控制的生态补偿机制研究[J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(30): 14842-14844.
PEI Yong-hui. Study on ecological compensation mechanism for controlling agricultural non-point source pollution[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 37(30): 14842-14844.
- [7] 李文华, 刘某承. 关于中国生态补偿机制建设的几点思考[J]. *资源科学*, 2010, 32(5): 791-796.
LI Wen-hua, LIU Mou-cheng. Several strategic thoughts on China's eco-compensation mechanism[J]. *Resources Science*, 2010, 32(5): 791-796.
- [8] Cuperus R, Canters K J, Piepers A A G. Ecological compensation of the impacts of a road: Preliminary method for the A50 road link (Eindhoven-Oss, The Netherlands)[J]. *Ecological Engineering*, 1996, 7(4): 327-349.
- [9] 毛显强, 钟 瑜, 张 胜. 生态补偿的理论探讨[J]. *中国人口、资源与环境*, 2002, 12(4): 38-41.
MAO Xian-qiang, ZHONG Yu, ZHANG Sheng. Discussion on the theory of ecological compensation[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2002, 12(4): 38-41.
- [10] 曹明德. 对建立我国生态补偿制度的思考[J]. *法学*, 2004(3): 41-44.
CAO Ming-de. Thoughts on the establishment of ecological compensation system in China[J]. *Law Science*, 2004(3): 41-44.
- [11] 贺思源, 郭 继. 主体功能区划背景下生态补偿制度的构建和完善[J]. *特区经济*, 2006(11): 26-27.

- HE Si-yuan, GUO Ji. Construction and perfection of ecological compensation system under the background of main function division[J]. *Special Zone Economy*, 2006(11):26-27.
- [12] Griffin R C, Bromley D W. Agricultural runoff as a non-point externality: A theoretical development[J]. *American Journal of Agricultural Economics*, 1982, 64(4):547-552.
- [13] Segerson K. Uncertainty and incentives for non-point pollution control[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1988, 15(1):87-98.
- [14] 李海鹏. 中国农业面源污染的经济分析与政策研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2007.
- LI Hai-peng. The agricultural non-point source pollution in China: an economic analysis and policy studies[D]. Wuhan: Huazhong Agricultural University, 2007.
- [15] Dosi C, Tomasi T. Nonpoint source pollution regulation: Issues and analysis[J]. *Ref*, 2009, 3(3):1-97.
- [16] Shortle J S, Abler D G. eds. Environmental policies for agricultural pollution control[M]. CAB International, 2001.
- [17] Horan R D, Ribaudo M O. Policy objectives and economic incentives for controlling agricultural sources of non-point pollution[J]. *Journal of the American Water Resources Association*, 1999, 35(5):1023-1034.
- [18] 张蔚文, 黄祖辉. 农业非点源污染控制与管理政策研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2006.
- ZHANG Wei-wen, HUANG Zu-hui. Study on agricultural non-point source pollution control and management policy[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2006.
- [19] 蔡邦成, 温林泉, 陆根法. 生态补偿机制建立的理论思考[J]. 生态经济, 2005(1):47-50.
- CAI Bang-cheng, WEN Lin-quan, LU Gen-fa. Theoretical thinking on the establishment of ecological compensation mechanism[J]. *Ecological Economy*, 2005(1):47-50.
- [20] 杨光梅, 闵庆文, 李文华, 等. 我国生态补偿研究中的科学问题[J]. 生态学报, 2007(10):4289-4300.
- YANG Guang-mei, MIN Qing-wen, LI Wen-hua. Scientific problems in the study of ecological compensation in China[J]. *Journal of Ecology*, 2007(10):4289-4300.
- [21] 周映华. 流域生态补偿及其模式初探[J]. 四川行政学院学报, 2007(6):82-85.
- ZHOU Ying-hua. Preliminary study on ecological compensation and its pattern of watershed[J]. *Journal of Sichuan Administration College*, 2007(6):82-85.
- [22] 韩洪霞. 我国生态补偿法律保障机制的构建[J]. 青岛农业大学学报(社会科学版), 2008(1):63-67.
- HAN Hong-xia. The construction of legal guarantee mechanism of ecological compensation in China[J]. *Journal of Qingdao Agricultural University(Social Science Edition)*, 2008(1):63-67.
- [23] 李青, 王晶. 近20年来国内生态补偿机制研究综述[J]. 当代经济, 2015(32):108-109.
- LI Qing, WANG Jing. A summary of the research on domestic ecological compensation mechanism in recent 20 years[J]. *Contemporary Economics*, 2015(32):108-109.
- [24] 李晓光, 苗鸿, 郑华, 等. 生态补偿标准确定的主要方法及其应用[J]. 生态学报, 2009, 29(8):4431-4440.
- LI Xiao-guang, MIAO Hong, ZHENG Hua, et al. Main methods for setting ecological compensation standard and their application[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(8):4431-4440.
- [25] 王晓燕, 曹利平. 农业非点源污染控制的补贴政策[J]. 水资源保护, 2008(1):34-38.
- WANG Xiao-yan, CAO Li-ping. Subsidy policy for control of agricultural non-point source pollution[J]. *Water Resources Protection*, 2008(1):34-38.
- [26] 刘春腊, 刘卫东. 中国生态补偿的省域差异及影响因素分析[J]. 自然资源学报, 2014(7):1091-1104.
- LIU Chun-la, LIU Wei-dong. Study on the provincial difference and influential factors of eco-compensation in China[J]. *Journal of Natural Resources*, 2014(7):1091-1104.
- [27] 王清军. 生态补偿主体的法律建构[J]. 中国人口·资源与环境, 2009, 19(1):139-145.
- WANG Qing-jun. Legal establishment on subject of ecological compensation[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2009, 19(1):139-145.
- [28] 杨丽韫, 甄霖, 吴松涛. 我国生态补偿主客体界定与标准核算方法分析[J]. 生态环境, 2010(1):298-302.
- YANG Li-wen, ZHEN Lin, WU Song-tao. An analysis of identification of provider and receiver for eco-compensation and methods of compensation standard calculation in China[J]. *Ecological Environment*, 2010(1):298-302.
- [29] 王成超, 杨玉盛. 生态补偿方式对农户可持续生计影响分析[J]. 亚热带资源与环境学报, 2013(4):53-60.
- WANG Cheng-chao, YANG Yu-sheng. Impact of payments for ecosystem services patterns on rural households sustainable livelihoods[J]. *Journal of Subtropical Resources and Environment*, 2013(4):53-60.
- [30] 李国平, 李潇, 萧代基. 生态补偿的理论标准与测算方法探讨[J]. 经济学家, 2013(2):42-49.
- LI Guo-ping, LI Xiao, XIAO Dai-ji. Discussions on the theoretical standards and measurement method of eco-compensation[J]. *Economist*, 2013(2):42-49.
- [31] 李青, 张落成, 武清华. 太湖上游水源保护区生态补偿支付意愿问卷调查: 以天目湖流域为例[J]. 湖泊科学, 2011, 23(1):143-149.
- LI Qing, ZHANG Luo-cheng, WU Qing-hua. Questionnaire survey on willingness to pay about ecological compensation of Lake Tianmu catchment, Taihu Basin[J]. *Journal of Lake Sciences*, 2011, 23(1):143-149.
- [32] 汪洁, 马友华, 栾敬东, 等. 美国农业面源污染控制生态补偿机制与政策措施[J]. 生态经济(学术版), 2010(2):159-163.
- WANG Jie, MA You-hua, LUAN Jing-dong, et al. Measures and policies in ecological compensation mechanism in USA of agricultural non-point pollution[J]. *Ecological Economy*, 2010(2):159-163.
- [33] 蔡银莺, 张安录. 规划管制下农田生态补偿的研究进展分析[J]. 自然资源学报, 2010, 25(5):868-880.
- CAI Yin-ying, ZHANG An-lu. Research on the progress of farmland ecological compensation under the control of planning[J]. *Journal of Natural Resources*, 2010, 25(5):868-880.
- [34] United States department of agriculture farm service agency (USDA FSA). Conservation reserve program: Summary and enrollment statistics[R]. Washington DC: USDAFSA 2008:7-9.
- [35] 戴从法. 德国的农业资源管理和农业环境保护[J]. 中国农业资源与区划, 2001, 22(6):39-41.

- DAI Cong-fa. Agricultural resources management and agricultural environment protection in Germany[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2001, 22(6): 39-41.
- [36] Roy M H. Pollution causes, effects and control[M]. 3rd Edition. Published by the Royal Society of Chemistry, 1997: 14.
- [37] Herzog F. Agri-environment schemes as landscape experiments[J]. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2005, 108(3): 175-177.
- [38] 陈 钦. 公益林生态补偿研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.
- CHEN Xin. Study on the eco-compensation of public welfare forest[M]. Beijing: China Forestry Press, 2006.
- [39] 陈西平. 三峡库区农田径流污染情势分析及对策[J]. 环境污染与防治, 1992, 14(5): 31-34.
- CHEN Xi-ping. Analysis and countermeasure of farmland runoff pollution in Three Gorges Reservoir area[J]. *Environmental Pollution & Control*, 1992, 14(5): 31-34.
- [40] 马立珊, 汪祖强. 苏南太湖水系农业面源污染及其控制对策研究[J]. 环境科学学报, 1997, 17(1): 39-47.
- MA Li-shan, WANG Zu-qiang. Pollution from agricultural non-point sources and its control in river system of Taihu Lake, Jiangsu[J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 1997, 17(1): 39-47.
- [41] 孟庆华, 杨林章. 三峡库区不同土地利用方式的养分流失研究[J]. 生态学报, 2000, 20(6): 1028-1033.
- MENG Qing-hua, YANG Lin-zhang. Study on nutrient loss of different land uses in Three Gorges Reservoir area[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2000, 20(6): 1028-1033.
- [42] 黄 丽, 丁树文, 张光远, 等. 三峡库区紫色土坡地的耕作利用方式与水土流失初探[J]. 华中农业大学学报, 1998, 17(1): 45-49.
- HUANG Li, DING Shu-wen, ZHANG Guang-yuan, et al. The influence of different cultivation on soil and water losses of slopes lands in the Three Gorges Reservoir region[J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 1998, 17(1): 45-49.
- [43] 于岚岚, 夏自强, 李琼芳, 等. 不同土地利用方式对流域非点源污染模拟的影响[J]. 水电能源科学, 2012(4): 100-102.
- YU Lan-lan, XIA Zi-qiang, LI Qiong-fang, et al. Analysis of impact of land utilization change on non-point source pollution[J]. *Water Resources and Power*, 2012(4): 100-102.
- [44] 章明奎, 王丽平, 张慧敏. 利用农田系统中源汇型景观组合控制面源磷污染[J]. 生态与农村环境学报, 2007(3): 46-50.
- ZHANG Ming-kui, WANG Li-ping, ZHANG Hui-min. Use of the spatial matching of source and sink landscapes to control non-point source P pollution in agricultural watershed[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2007(3): 46-50.
- [45] 罗柏林, 尚二凤, 林 晓, 等. 三峡库区不同稻田分布格局下农业小流域径流磷排放特征[J]. 农业环境科学学报, 2017, 36(2): 338-344.
- LUO Bo-lin, SHANG Er-feng, LIN Xiao, et al. Characterization of runoff phosphorus export from small agricultural catchments with different spatial distribution patterns of rice paddies in the Three Gorges Reservoir area[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2017, 36(2): 338-344.
- [46] 陈秋会, 席运官, 王 磊, 等. 太湖地区稻麦轮作农田有机和常规种植模式下氮磷径流流失特征研究[J]. 农业环境科学学报, 2016, 35(8): 1550-1558.
- CHEN Qiu-hui, XI Yun-guan, WANG Lei, et al. Characteristics of nitrogen and phosphorus runoff losses in organic and conventional rice-wheat rotation farmland in Taihu Lake region[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2016, 35(8): 1550-1558.
- [47] 朱文彬, 汪 玉, 王慎强, 等. 太湖流域典型稻麦轮作农田稻季不施磷的农学及环境效应探究[J]. 农业环境科学学报, 2016, 35(6): 1129-1135.
- ZHU Wen-bin, WANG Yu, WANG Shen-qiang, et al. Agronomic and environmental effects of P fertilization reduction in rice-wheat rotation field in Taihu Lake region of Southeast China[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2016, 35(6): 1129-1135.
- [48] 杨丽霞, 杨桂山, 苑韶峰, 等. 影响土壤氮素径流流失的因素探究[J]. 中国生态农业学报, 2007(6): 190-194.
- YANG Li-xia, YANG Gui-shan, YUAN Shao-feng, et al. Analysis of the factors affecting soil nitrogen loss through runoff[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2007(6): 190-194.
- [49] Weier K L. Nitrogen use and losses in agriculture in subtropical Australia[J]. *Fertilizer Res*, 1994, 39(3): 245-257.
- [50] 黄满湘, 章 申, 张国梁, 等. 北京地区农田氮素养分随地表径流流失机理[J]. 地理学报, 2003, 58(1): 147-154.
- HUANG Man-xiang, ZHANG Shen, ZHANG Guo-liang, et al. Losses of nitrogen nutrient in overland flow from farmland in Beijing under simulated rainfall conditions[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(1): 147-154.
- [51] 赵桂慎, 李彩恋, 彭 澎, 等. 生态敏感区有机板栗生态补偿标准及其估算: 以北京市密云水库库区为例[J]. 中国农业资源与区划, 2016(6): 50-56.
- ZHAO Gui-shen, LI Cai-lian, PENG Peng, et al. Ecological compensation standard assessment for organic chestnut production in ecologically sensitive areas: A case study on Miyun Reservoir areas[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2016(6): 50-56.
- [52] 刘春腊, 刘卫东, 陆大道. 生态补偿的地理学特征及内涵研究[J]. 地理研究, 2014(5): 803-816.
- LIU Chun-la, LIU Wei-dong, LU Da-dao. A study of the geographical features and implications of eco-compensation[J]. *Geographical Research*, 2014(5): 803-816.
- [53] 梁义成, 刘 纲, 马东春, 等. 区域生态合作机制下的可持续农户生计研究: 以“稻改旱”项目为例[J]. 生态学报, 2013(3): 693-701.
- LIANG Yi-cheng, LIU Gang, MA Dong-chun, et al. Regional cooperation mechanism and sustainable livelihoods: a case study on paddy land conversion program (PLCP)[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2013(3): 693-701.
- [54] Hounsome B, Edwards R T, Edwards J G. A note on the effect of farmer mental health on adoption: The case of agri-environment schemes[J]. *Agricultural Systems*, 2006, 91(3): 229-241.
- [55] Defrancesco E, Gatto P, Runge F, et al. Factors affecting farmers' participation in agri-environmental measures: A northern Italian perspective[J]. *Journal of Agricultural Economics*, 2008, 59(1): 114-131.
- [56] Mishra A K, Khanal A R. Is participation in agri-environmental programs affected by liquidity and solvency?[J]. *Land Use Policy*, 2013, 35(14): 163-170.
- [57] Home R, Balmer O, Jahrl I, et al. Motivations for implementation of ecological compensation areas on Swiss lowland farms[J]. *Journal of Rural Studies*, 2014, 34(2): 26-36.
- [58] 谢 晋, 蔡银莺. 创新实践地区农户参与农田保护补偿政策成效的

- 生计禀赋影响:苏州及成都的实证比较[J]. 资源科学, 2016, 8(11): 2082–2094.
- XIE Jin, CAI Yin-ying. The impacts of farmer livelihood endowment on participation effectiveness in farmland conservation compensation policy: Chengdu and Suzhou as typical innovational practice areas[J]. *Resources Science*, 2016, 8(11): 2082–2094.
- [59] Qin Y H, Kang M Y. A review of ecological compensation and its improvement measures[J]. *Journal of Natural Resources*, 2007, 22(4): 557–567.
- [60] 李宏伟. 美国生态保护补贴计划[J]. 全球科技经济瞭望, 2004(8): 15–18.
- LI Hong-wei. Ecological conservation subsidy program in America[J]. *Global Science, Technology and Economy Outlook*, 2004(8): 15–18.
- [61] European commission directorate-general for Agriculture. Agriculture and the environment. 2003.[EB/OL]. http://europa.eu.int/comm/agriculture/index_en.htm
- [62] 王 欧, 张灿强. 国际生态农业与有机农业发展政策与启示[J]. 世界农业, 2013(1): 48–52.
- WANG Ou, ZHANG Can-qiang. International eco-agriculture and organic agriculture development policy and enlightenment[J]. *World Agriculture*, 2013(1): 48–52.
- [63] 刘某承, 熊 英, 伦 飞, 等. 欧盟农业生态补偿对中国 GIAHS 保护的启示[J]. 世界农业, 2014(6): 83–88.
- LIU Mou-cheng, XIONG Ying, LUN Fei, et al. Enlightenment of EU agricultural ecological compensation on GIAHS protection in China[J]. *World Agriculture*, 2014(6): 83–88.
- [64] Link J, Graeff S, Batchelor W D, et al. Evaluating the economic and environmental impact of environmental compensation payment policy under uniform and variable rate nitrogen management[J]. *Agricultural Systems*, 2006, 91(1/2): 135–153.
- [65] 朱 丹. “整体性治理”: 国外生态补偿政策的执行经验与启示[J]. 生态经济, 2016(11): 175–178.
- ZHU Dan. Overall Treatment: experience and enlightenment on implementation policies for eco-compensation abroad[J]. *Ecological Economy*, 2016(11): 175–178.
- [66] 马晓春, 宋莉莉, 李先德. 韩国农业补贴政策及启示[J]. 农业技术经济, 2010(7): 122–128.
- MA Xiao-chun, SONG Li-li, LI Xian-de. Agricultural subsidy policy and its enlightenment in Korea[J]. *Journal of Agro-technical Economics*, 2010(7): 122–128.
- [67] 王晓玥, 李双成, 高 阳. 基于生态系统服务的稻改旱工程多层次补偿标准[J]. 环境科学, 2016, 29(11): 1709–1717.
- WANG Xiao-yue, LI Shuang-cheng, GAO Yang. Multi-level ecological compensation standards for paddy land-to-dry land program based on ecosystem services[J]. *Research of Environmental Sciences*, 2016, 29(11): 1709–1717.
- [68] 刘 磊, 彭安明. 我国生态补偿政策研究现状评述[J]. 农村经济与科技, 2014(9): 22–23.
- LIU Lei, PENG An-ming. Review on the research status of ecological compensation policy in China[J]. *Rural Economy and Science-Technology*, 2014(9): 22–23.
- [69] 刘 敏, 刘华楠. 我国生态补偿机制实践成效与问题分析[J]. 中国渔业经济, 2015(3): 33–38.
- LIU Min, LIU Hua-nan. Analysis on the practice effects and problem of ecological compensation mechanism[J]. *Chinese Fisheries Economics*, 2015(3): 33–38.
- [70] 王 昱, 丁四保, 卢艳丽. 中国区域生态补偿中的补偿标准问题研究[J]. 中国发展, 2011(6): 1–5.
- WANG Yu, DING Si-bao, LU Yan-li. Research on the standard for regional ecological compensation in China[J]. *China Development*, 2011(6): 1–5.
- [71] 杨 欣, 蔡银莺, 张安录. 农田生态补偿理论研究进展评述[J]. 生态与农村环境学报, 2017(2): 104–113.
- YANG Xin, CAI Yin-ying, ZHANG An-lu. Review of researches on theories for farmland ecological compensation[J]. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 2017(2): 104–113.
- [72] 曲富国. 辽河流域生态补偿管理机制与保障政策研究[D]. 吉林大学, 2014.
- QU Fu-guo. Study on ecological compensation management mechanism and security policy in Liao River Basin[D]. Jilin University, 2014.
- [73] 赵翠薇, 王世杰. 生态补偿效益、标准: 国际经验及对我国的启示[J]. 地理研究, 2010(4): 597–606.
- ZHAO Cui-wei, WANG Shi-jie. Benefits and standards of ecological compensation: International experiences and revelations for China[J]. *Geographical Research*, 2010(4): 597–606.
- [74] 李晓光, 苗 鸿, 郑 华, 等. 机会成本法在确定生态补偿标准中的应用: 以海南中部山区为例[J]. 生态学报, 2009(9): 4875–4883.
- LI Xiao-guang, MIAO Hong, ZHENG Hua, et al. Application of opportunity cost method in determining ecological compensation standard: A case study in the central mountainous area of Hainan Island[J]. *Acta Ecological Sinica*, 2009(9): 4875–4883.
- [75] 蔡银莺, 张安录. 消费者需求意愿视角下的农田生态补偿标准测算: 以武汉市城镇居民调查为例[J]. 农业技术经济, 2011(6): 43–52.
- CAI Yin-ying, ZHANG An-lu. Standard calculation of farmland ecological compensation from the perspective of consumers willingness to pay: A case study of citizens in Wuhan[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2011(6): 43–52.
- [76] 郭建卿, 靳乐山. 中国生态补偿研究综述[J]. 林业经济问题, 2008(4): 371–376.
- GUO Jian-qing, JIN Le-shan. Research on eco-compensation in China[J]. *Issues of Forestry Economics*, 2008(4): 371–376.
- [77] 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(4): 25–30.
- SUN Xin-zhang, XIE Gao-di, ZHANG Qi-zai, et al. Ecological compensation practice and policy orientation in China[J]. *Resources Science*, 2006(4): 25–30.
- [78] 秦艳红, 康慕谊. 国内外生态补偿现状及其完善措施[J]. 自然资源学报, 2007, 22(4): 557–567.
- QIN Yan-hong, KANG Mu-yi. A review of ecological compensation and its improvement measures[J]. *Journal of Natural Resources*, 2007, 22(4): 557–567.