

DOI: 10.5846/stxb201810282324

梁流涛,高攀,刘琳轲.区际农业生态补偿标准及“两横”财政跨区域转移机制——以虚拟耕地为载体.生态学报,2019,39(24):9281-9294.

Liang L T, Gao P, Liu L K. The "Two Horizon" inter-regional agro-ecological compensation standard and cross-regional financial transfer mechanism: a study based on virtual cultivated land. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(24): 9281-9294.

区际农业生态补偿标准及“两横”财政跨区域转移机制 ——以虚拟耕地为载体

梁流涛^{1,2,*}, 高攀², 刘琳轲²

1 河南大学黄河中下游数字地理技术教育部重点实验室, 开封 475004

2 河南大学环境与规划学院, 开封 475004

摘要:探讨以虚拟耕地为载体的区际农业生态补偿原理,从两个层面(省际与省域内部市际)开展区际农业生态补偿支付/受偿面积和财政转移额度的测算,最后提出了以补偿管理平台为中介的“两横”财政转移路径。结果表明:①虚拟耕地调出地区付出了过多的经济、资源和生态代价,需要以虚拟耕地为载体对之进行生态补偿。可以根据虚拟耕地净流量进行支付/受偿区域划分和支付/受偿面积的确定。②在省际补偿方面,支付区域包括 16 个省份,其中支付虚拟耕地面积较大的省市主要分布在东部沿海地区和西南地区;受偿区域包括 15 个省份,其中受偿虚拟耕地面积较大的省市主要分布在东北地区、华北地区和西北地区。在省域内部市际补偿方面,支付虚拟耕地面积较大地市多为省域内经济发展水平相对较高的地市,受偿虚拟耕地面积较大的地市多为省域内经济发展水平相对较低、农业生产条件优越的地市。③无论是省际层面还是省域内部市际层面,受偿的额度和支付的额度均呈现集中分布的特点。在省际补偿方面,支付额度较大的广东、北京、浙江、上海、天津、江苏和湖北等省市在研究期内年均值超过 25 亿元;受偿额度较大的黑龙江、吉林、河南、内蒙古、安徽、山东、湖南和河北等省市在研究期内年均值超过 40 亿元。在省域内部市际补偿方面,江苏、河南和甘肃三省支付额度排名前二分之一地市的总额所占的比例都超过了 80%,受偿额度排名前二分之一地市的总额所占的比例都超过 70%。④“两横”支付网络通过两级支付管理平台的中介作用可以实现省际和省域内部市际两个层面的区际农业生态补偿跨区域转移。

关键词:虚拟耕地;生态补偿;财政转移支付;补偿标准

The “Two Horizon” inter-regional agro-ecological compensation standard and cross-regional financial transfer mechanism: a study based on virtual cultivated land

LIANG Liutao^{1,2,*}, GAO Pan², LIU Linke²

1 Key Laboratory of Geospatial Technology for Middle and Lower Yellow River Regions, Ministry of Education, Kaifeng 475004, China

2 College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475004, China

Abstract: This paper discusses the principle of inter-regional agricultural ecological compensation based on a virtual cultivated land, and calculates the payment/reception area and financial transfer amount of inter-regional agricultural ecological compensation at two levels (inter-provincial and intra-provincial inter-city). Finally, it puts forward the "two horizontal" financial transfer path with compensation management platform as the intermediary. The results show that (1) the virtual cultivated land transfer area has paid excessive economic, resource and ecological costs, which need to be ecologically compensated by the virtual cultivated land as the carrier. In practice, the payment/reception region can be divided and payment/reception area can be calculated according to the net flow of virtual cultivated land. (2) In terms of

基金项目:国家自然科学基金项目(41771565);河南省高校科技创新人才(人文社科类)支持计划(2019-cx-014)

收稿日期:2018-10-28; **网络出版日期:**2019-09-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liliang@henu.edu.cn

inter-provincial compensation, the payment area consists of 16 provinces, among which the provinces with large virtual farmland area are mainly distributed in the eastern coastal areas and the southwestern region; The reception area contains 15 provinces, and the provinces and cities with large virtual cultivated land payment areas are mainly distributed in the north-eastern, north and north-western areas. In terms of inter-city compensation within a province, the cities with large payment areas of virtual cultivated land are mostly those with relatively high economic development levels within a province, the cities with large area of compensated virtual cultivated land are those with relatively low level of economic development and superior conditions of agricultural production conditions. (3) The amounts of compensation and payment are centralized at the provincial level or the inter-city level within a province. In terms of inter-provincial compensation, the average annual values for Guangdong, Beijing, Zhejiang, Shanghai, Tianjin, Jiangsu and Hubei provinces, and the municipalities with larger payment amounts exceeded 2.5 billion Yuan during the study period; and the average annual values for Heilongjiang, Jilin, Henan, Inner Mongolia, Anhui, Shandong, Hunan and Hebei provinces and municipalities with larger compensation amounts exceeded 4 billion Yuan. In terms of inter-provincial-inter-city compensation, the top 50% of the cities in Jiangsu, Henan and Gansu were responsible for more than 80% of the total payment and more than 70% of the total compensation amount. (4) The 'two horizontal' payment network can predict the inter-regional transfer of agricultural ecological compensation between provinces and cities within provinces via the intermediary role of the corresponding management platform.

Key Words: virtual cultivated land; ecological compensation; financial transfer payment; compensation standard

随着农业现代化进程的加快,农业生产中的生态环境问题日益凸显^[1-2],其主要特征是复合型污染、资源破坏和生态系统退化^[3-4],并对农业可持续发展和人民生活质量产生了严重的负面影响。技术手段在农业环境治理和农业生态系统修复方面固然发挥着重要作用,但相应的政策工具也不容忽视。相关研究表明,农业生态补偿可以为农业环境综合治理和生态系统恢复积累资金,被世界各国普遍采用^[5-6]。20世纪90年代我国就开始了此方面的实践探索,国家实施的退耕还林、退耕还草等生态工程项目效果明显。2008年国家明确提出要建立健全农业生态补偿制度,江苏、山西、河北、山东和上海等地相继开展了试点工作。随后此方面的理论研究也逐步增多^[7-9]。无论是理论探索还是实践工作,关注的对象更多的是中央对地方的纵向财政转移的农业生态补偿^[10-11],而对区际间的横向补偿关注不够。大量研究表明,政府间财政横向转移支付是一种有效的、不可或缺的生态补偿方式^[12]。2017年和2018年的中央1号文件均提到了跨区域的农业生态补偿,并将之作为重要的战略目标。在这样的背景下亟需加强区际农业生态补偿相关的研究,以满足实践对理论的需求。

我国学者罗贞礼等仿照“虚拟水”的理念首次提出了“虚拟土”的概念^[13],随后又有学者在此基础上提出了“虚拟耕地”的概念^[14],得到了广泛的认可^[15-18]。虚拟耕地是指生产某种产品或服务所需要的耕地资源数量,这种耕地资源只是以“虚拟”的形式附着在产品或服务之中^[14]。从某种程度上来说,虚拟耕地是不同区域间农业生态系统联系的纽带,在粮食流动过程中形成了虚拟耕地的占用与被占用关系。因此,本文尝试基于虚拟耕地流动的视角探讨区际农业生态补偿原理,核算区际农业生态补偿支付/受偿额度,并提出区际农业生态补偿的跨区域转移路径,这能够为乡村振兴战略实现、区际农业生态补偿政策制定和区域均衡发展提供技术支撑。

1 文献回顾

1.1 国外研究进展

国外对于农业生态补偿的研究主要是 PES 在农业领域的应用。研究内容比较广泛,具体包括四个方面:①制度和政策的设计,良好的政策设计是生态补偿取得良好效果的关键^[19-20],学者围绕交易成本^[21]、隐藏信

息^[22]和隐藏行动^[23]等方面进行理论探讨,提出了相应的激励措施^[24-26]。也有学者从事前和事后激励两个层面进行设计^[27-28],结果表明全面的生态补偿比局部的效果好。②农业生态补偿标准,在制定农业生态补偿标准时应考虑公众对生态服务的支付意愿(WTP)和生产者的受偿意愿(WTA)^[29-30],并与当地自然和经济条件相适应^[31],避免“一刀切”的补偿方式和补偿标准,建立差别化的补偿策略^[32]。③对农业生态补偿实施的效果进行评估,主要包括事前评估和事后对比评估^[19],由于研究区域在社会经济和自然条件方面的差异,所得的结论也差异较大。也有学者对农业生态补偿的短期效果和长期效果进行对比分析,结果表明短期效果优于长期效果^[33-35]。④对相关利益主体参与农业生态补偿的影响因素进行综合考察,不仅仅考虑经济因素^[23,36-37],还考虑区位、农场规模、种植制度等非经济因素^[38-39],为农业生态补偿机制的构建提供了支撑。

1.2 国内研究进展

国内学者在农业生态补偿机制设计方面展开了较多研究,主要包括两个方面:一是宏观层面的整体性设计,主要是借鉴经济发达国家的经验,从补偿主客体、补偿标准与范围、补偿方式、补偿方案等方面构建农业生态补偿机制分析框架^[40-42],探讨建立健全农业生态补偿机制的途径和方式^[43-44],提出相应的保障措施^[45-46];二是典型区域的农业生态补偿机制的研究,主要是结合区域社会经济、自然环境和资源禀赋等方面的特征进行农业生态补偿机制设计,侧重于实践探索。比如,对黄土高原^[47]、云南洱海流域^[48]、磨盘山水源^[49]、江苏省^[50]、河北张承^[51]、华北地区^[52]等典型区域的农业生态补偿的原理与机制进行了探讨。

补偿标准是农业生态补偿的核心问题。国内学者也开始关注这个问题,主要是采用条件价值估值法(CVM)、生态服务功能价值评价、影子工程法、市场法等方法,对生态系统服务的价值、生态受益者的获利及生态破坏的恢复成本、生态保护者的投入和机会成本的损失等方面的价值进行核算,并进一步计算出农业生态补偿的标准。比如庞爱萍、孙涛提出了基于生态需水保障的农业生态补偿标准计算方法^[53]。施翠仙、郭先华等利用CVM方法对洱海流域上游农业生态补偿标准进行测度^[54]。蔡银莺、余亮亮采用CVM方法核算了重点开发区域农田生态补偿的农户受偿额度^[55]。李颖、葛颜祥等基于粮食作物碳汇功能视角的农业生态补偿标准进行了核算^[56]。朱子云、夏卫生等利用机会成本法测算农产品禁产区的农业生态补偿标准^[57]。

另外,学者也开始关注跨区域的农业生态补偿问题,比如王蕾等探讨了将虚拟土地应用到建立区域间生态补偿机制的可行性^[58]。杨欣、蔡银莺等测算了城市圈跨区域农田生态补偿转移支付额度^[59]。总体来说,区际农业生态补偿的研究刚刚起步,研究内容有待进一步扩展,研究方法需要改进。

1.3 简要评述

国内外关于生态补偿、农业生态补偿、虚拟耕地的研究成果比较丰富。但现有的研究相对于实践对区际农业生态补偿机制需求和理论创新而言,以下几个方面的研究有待加强:①关于农业生态补偿的研究近年来逐步增多,在研究方法方面也开始从定性分析逐渐向定量分析的方向发展,但相关研究系统性不够,并且多是从静态、孤立的角度分析,没有纳入到统一的分析框架。亟需深化农业生态补偿框架体系研究,构建包含补偿机理、补偿对象选择、补偿标准核算、保障体系等方面的统一分析框架,以保证区际农业生态补偿机制的合理性、可执行和稳定性。②国内学者的研究仍停留在农业生态补偿概念的界定、重要性和必要性分析、补偿的原则、资金的筹集方式和相关政策的制定等方面,研究内容和研究方法有待进一步深化。另外,对区际农业生态补偿机制的相关研究更是少见,亟需加强此方面的研究。③现有文献对于补偿标准的测算方法大多以生态服务价值为核心,无论是条件价值和选择实验方法,还是当量因子法,都具有较高的主观性。因此,亟需改进补偿标准测度方法。

2 以虚拟耕地为载体的区际农业生态补偿原理与分析框架

省际间粮食贸易过程中隐藏着大量的虚拟耕地流动^[14],间接地导致了区际间的耕地资源的占用与被占用关系,这会对调出区和调入区产生不同的影响^[60]。对于虚拟耕地净流出地区来说,为了提高耕地产量,农业集约化水平不断提高,致污性化学品过量投入现象普遍存在,造成该区域农业资源的过度消耗、农业面源污

染加剧以及生态服务功能严重退化,已经影响到农业可持续发展的基础;同时虚拟耕地调出地区因将更多的土地资源配置到农业生产,大大减少了配置到对经济增长贡献较大的二、三产业的土地数量,也因此错失了经济发展的黄金期。即在此过程中付出了过多的生态、经济和社会公平代价^[14]。对于虚拟耕地净流入地区来说,一方面通过“虚拟耕地”可以保障本区域粮食安全,缓解其耕地资源的压力和人地供需矛盾,另一方面,还可以间接地将流入的“虚拟耕地”配置到对经济增长贡献较大的二、三产业,获得了大量经济发展的机会,这进一步拉大了区域间发展的不均衡性,造成区域间发展的不公平。为了弥补虚拟耕地调出地区在过程中过多付出的生态损失、经济发展机会和社会公平代价,根据生态补偿的公平与效益理论、环境外部性理论以及资源有偿使用原则,虚拟耕地调入地区应给予调出地区合理的生态补偿。

从现有的文献来看,对于区际生态补偿的研究主要从省际的尺度进行讨论^[10]。但考虑到我国地域辽阔,且社会经济和自然条件差距较大,省域内部的不同地市也会出现虚拟耕地盈余或赤字。因此本文将研究尺度进行扩展,从省际尺度和省域内部市际尺度两个层面分析区际农业补偿问题,构建区际农业生态补偿分析框架。根据虚拟耕地流动过程和净流量大小,可以将同一层级(比如,省际尺度和省域内部市际尺度)的地区分为四种类型:只有虚拟耕地输出的净流出地区、只有虚拟耕地输入的净流入地区、既有虚拟耕地的输入又有虚拟耕地输出的净流出地区、既有虚拟耕地的输入又有虚拟耕地输出的净流入地区。从这个角度来说,既能包含所有的虚拟耕地流动类型又能真实反映虚拟耕地流动格局,每个层级(省际尺度和省域内部市际尺度)至少需要四个地区。因此,绘制了包含四个省级行政区、每个省级行政区包含四个地级市的省-市两级区际农业生态补偿框架图(图1)。因页面受限,在省域内部市际层面只绘制了其中一个省级行政区(B省)包含的四个地级市,其他行政区的地级市流动格局没有绘制。区际农业生态补偿框架包括三部分:①基于虚拟耕地流动格局的支付/受偿区域划分。从省际层面(以省域为基本单元)和省域内部市际层面(以地市为基本单元)分别核算虚拟耕地流动量,分析省际和省域内部市际虚拟耕地流动格局,通过虚拟耕地净流量指标(采用总输出量减去总输入量的方式进行核算)分别划分两个层面的支付区域和受偿区域。对于虚拟耕地净流量 <0 的区域,是虚拟耕地净流入,占用了虚拟耕地调出地区的生态资源,属于区际农业生态补偿支付区域;对于虚拟耕地净流量 >0 的区域,是虚拟耕地净流出,过多的承担了经济、生态和社会公平代价,应将之归为区际农业受偿区域。②区际农业生态补偿标准。根据以上分析可知,区际农业补偿额度应包含农业生态系统退化的修复成本、生态资源被占用使其丧失的发展非农产业的机会成本等方面。在实际操作中,与支付/受偿区域的划分相对应,也从省际尺度(以省域为基本单元)和省域内部市际尺度(以地市为基本单元)两个层面分别核算区际农业生态补偿额度。③区际农业生态补偿跨区域支付路径设计及保障措施。根据虚拟耕地流动格局(省际和市际两个层面)和支付/受偿区域划分结果(省际和市际两个层面),并将两个层面的跨区域支付有机结合起来,设计区际农业生态补偿跨区域支付路径,并提出相应的保障措施。

3 研究方法 with 数据来源

3.1 支付/受偿虚拟耕地面积核算

为了消除耕地质量空间差异性造成的不同区域间测算结果无法直接比较大小的弊端,在参考相关研究的基础上^[16,61],本文拟通过折算系数对虚拟耕地流量进行修正,计算出具有可比性的标准虚拟耕地面积。具体计算过程如下:

首先计算出单位质量粮食产品虚拟耕地含量(PV_i),计算公式为:

$$PV_i = GCA_i / (TP_i \times T_i) \quad (1)$$

其中 GCA_i 和 TP_i 分别表示区域粮食作物播种面积和区域粮食作物总产量, T_i 为复种指数。在此基础上通过粮食净流量(NP_i)和单位质量粮食产品虚拟耕地含量(PV_i)乘积计算出区域虚拟耕地净流量(NF_i):

$$NF_i = NP_i \times PV_i \quad (2)$$

其中,区域粮食净流量(NP_i)可以通过区域粮食总产量与粮食消费量之差进行计算。粮食消费包括居

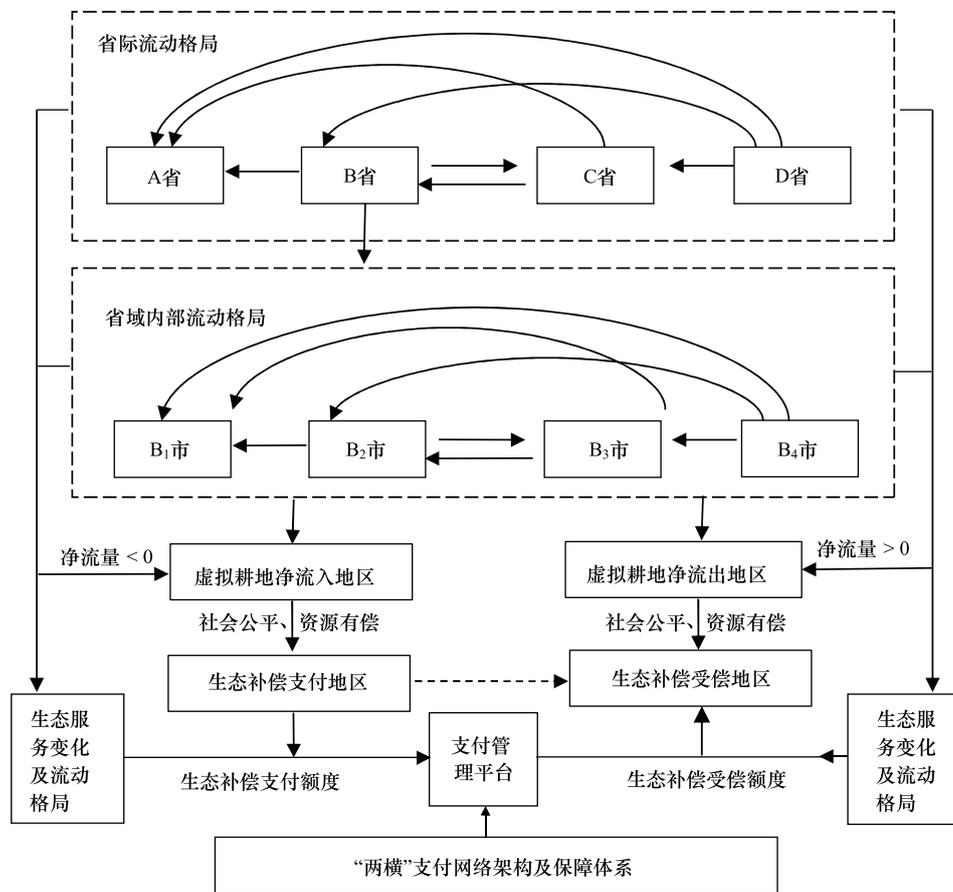


图1 区际农业生态补偿框架

Fig.1 Inter-regional agroecological compensation framework

民食用消费、饲料用粮、工业用粮、种子用粮、损耗等。利用虚拟耕地净流量指标来研判区际农业生态补偿支付/受偿区域,如果某区域的虚拟耕地净流量(NF)>0,则为受偿区域;如果某区域的虚拟耕地净流量(NF)<0,则为支付区域。进一步通过虚拟耕地流量折算系数(R_i)可以计算出虚拟耕地标准流量:

$$SNF_i = NF_i \times R_i \tag{3}$$

其中虚拟耕地流量折算系数(R_i)是以农用地分等定级理论为基础确定的,具体思路和过程见毋晓蕾的研究^[62]。SNF_i为虚拟耕地标准流量(面积),这也是在区际农业生态补偿执行中某区域应获得补偿或者应支付补偿的虚拟耕地标准流量(面积),即支付/受偿虚拟耕地面积。

3.2 财政转移支付额度测算方法

将生态资源投入生产,因外部效应的存在,此过程中会产生租金,可以将之定义为“生态租(Ecological Rent)”^[63]。Kratena 基于“生态租”提出了生态补偿的思路,并采用投入-产出表和生态足迹进行补偿标准和补偿额度的定量化测算^[64],该研究成果得到了广泛的认可。本文拟借鉴“生态租”核算思路,并结合虚拟耕地流动格局相对应的生态服务变化及其流动格局,测算区际农业生态补偿财政转移额度。

①解析与虚拟耕地流动格局相对应的生态服务变化及流动格局,构建生态服务流动关系矩阵,结合投入-产出表和农业生态足迹,建立农业生态足迹与农业经济产出之间的关系。其次,将农业经济总产出和需求划分为两部分:一是保持在耕地承载力范围内的产出和需求;二是超过耕地承载力的产出和需求。在此基础上,计算出单位农业经济产出的生态租量(μ)^[65-67]:

$$\mu = V_f(I - B^*)^{-1} - V_fK(I - B^*)^{-1} - V_c(I - K)(I - B)^{-1} \tag{4}$$

其中, B 为耕地承载力范围内的直接消耗系数矩阵、 B^* 为与生态赤字相对应的社会经济产出部分需要

更多要素投入后的直接消耗系数矩阵, $(I - B)^{-1}$ 和 $(I - B^*)^{-1}$ 分别为投入-产出水平改变前和改变后的列昂惕夫逆矩阵, K 表示生态赤字相对应的经济产出占总产出的比例, (V_c) 表示经济产出保持在承载力范围之内时的价值附加系数, (V_f) 与生态赤字相对应的产出的价值附加系数等指标, $V_f(I - B^*)^{-1}$ 表示与生态赤字相对应的产出价格核算的单位产出价值, $V_f K(I - B^*)^{-1}$ 表示超额部分的产出份额的价值, $V_c(1 - K)(I - B)^{-1}$ 表示承载力范围内的产出份额的价值。

②在单位产出的生态租量 (μ) 测算的基础上, 结合农业总产出 (Q_a) 指标, 计算农业生态租的总量:

$$TR = \mu \times Q_a \quad (5)$$

③根据标准虚拟耕地总量 (STV) 和农业生态租总量 (TR) 计算单位标准虚拟耕地的农业生态租 (PR):

$$PR = TR/STV \quad (6)$$

对于标准虚拟耕地总量 (STV), 可以根据单位质量粮食产品虚拟耕地含量、粮食产量、复种指数、虚拟耕地流量折算系数等数据, 利用 3.1 部分的公式 (1) — (3) 进行计算。

④利用将虚拟耕地标准净流量 (SNF) 和单位标准虚拟耕地的农业生态租 (PR) 的乘积可以计算出区际农业生态补偿支付/受偿额度 (FR):

$$FR = PR \times SNF \quad (7)$$

3.3 研究区域选择与数据来源

根据以上原理和思路, 从全国层面 (以省域为基本单元) 和省域层面 (以地市为基本单元) 两个尺度进行区际农业生态补偿支付/受偿虚拟耕地面积和财政转移额度的核算。其中在省域层面选择典型省 (市), 考虑到我国区域差异明显, 在东部、中部和西部地区各选择一个省作为样点, 同时考虑数据可获性, 东部地区选择江苏省, 中部地区选择河南省, 西部地区选择甘肃省。这三个省份覆盖了经济发达地区、粮食生产核心区、生态敏感区等不同的类型, 具有较强的代表性。

粮食需求量数据主要是借鉴唐华俊等膳食平衡分析的思路进行估算^[68], 粮食产量数据来源于《中国农业统计年鉴》, 粮食自给水平设定为 95%。其他相关数据来自 2002—2017 年的《中国统计年鉴》、《中国人口统计年鉴》、《全国农产品成本收益资料汇编》以及江苏省、河南省、甘肃省的统计年鉴。在区际农业补偿支付/受偿额度计算过程中所需的农业生态足迹数据主要来源于全球足迹网络 (Global Footprint Network) 和世界自然基金会 (WWF) 发布的《中国生态足迹报告》, 投入产出表来源于国家统计局。

4 结果与分析

4.1 支付/受偿虚拟耕地面积

利用上述公式和相关数据, 开展两方面工作: 在全国尺度, 以省域为基本单元, 核算 2001—2016 年我国 31 个省级行政区的支付/受偿面积; 在省域尺度 (江苏省、河南省和甘肃省), 以地市为研究单元, 分别测算 2001—2016 年这三个省不同地市的支付/受偿面积。另外需要说明的是, 为了消除自然因素可能导致的支付/受偿虚拟耕地面积测算结果的波动性, 本文对 2001—2016 年计算结果取平均值。

4.1.1 省际支付/受偿虚拟耕地面积

以 2001—2016 年平均虚拟耕地净流量为基础, 根据虚拟耕地净流量的正负值进行区际农业生态补偿支付/受偿区域的划分。支付区域包括 16 个省市: 北京、天津、山西、上海、江苏、浙江、福建、广东、广西、海南、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海, 主要分布在长江中下游地区、东南沿海地区和西南地区; 受偿区域为 15 个省市: 河北、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、安徽、江西、山东、河南、湖北、湖南、重庆、四川、宁夏、新疆, 主要分布在黄淮海平原、东北地区、西北地区。从支付虚拟耕地面积大小来看 (表 1), 广东、北京和浙江的支付面积最大, 在研究期内平均值分别高达 189.71 万 hm^2 、98.86 万 hm^2 和 85.87 万 hm^2 , 福建、上海和江苏的支付面积也相对较高, 在研究期内平均值处于 40—60 万 hm^2 之间, 海南、云南、甘肃和西藏的支付面积较少, 分别为 8.06 万 hm^2 、6.02 万 hm^2 、3.38 万 hm^2 和 1.57 万 hm^2 。从受偿虚拟耕地面积来看 (表 1), 黑龙江、吉林、内蒙古和河南

受偿面积最大,研究期内平均值分别为 563.36 万 hm^2 、336.67 万 hm^2 、236.21 万 hm^2 和 203.16 万 hm^2 ,安徽、山东、湖南和河北的受偿虚拟耕地面积也相对较大,研究期内平均值处于 40—90 万 hm^2 之间,重庆、湖北和宁夏的受偿面积最少,研究期内平均值分别为 6.07 万 hm^2 、14.76 万 hm^2 和 24.47 hm^2 。

表 1 全国 31 个省市 2001—2016 年虚拟耕地净流量/万 hm^2

Table 1 Net flow of virtual farmland in 31 provinces and municipalities of China from 2001 to 2016

| 省份 Provinces | 年均值 Annual average | 区域类型 Region type | 省份 Provinces | 年均值 Annual average | 区域类型 Region type |
|-----------------|-----------------------|---------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| 北京 | -98.86 | 支付 | 湖北 | 14.76 | 受偿 |
| 天津 | -35.40 | 支付 | 湖南 | 48.47 | 受偿 |
| 河北 | 41.26 | 受偿 | 广东 | -189.71 | 支付 |
| 山西 | -27.41 | 支付 | 广西 | -23.69 | 支付 |
| 内蒙古 | 203.16 | 受偿 | 海南 | -8.06 | 支付 |
| 辽宁 | 32.37 | 受偿 | 重庆 | 6.07 | 受偿 |
| 吉林 | 336.67 | 受偿 | 四川 | 26.34 | 受偿 |
| 黑龙江 | 563.36 | 受偿 | 贵州 | -26.04 | 支付 |
| 上海 | -45.76 | 支付 | 云南 | -6.02 | 支付 |
| 江苏 | -42.45 | 支付 | 西藏 | -1.57 | 支付 |
| 浙江 | -85.87 | 支付 | 陕西 | -36.11 | 支付 |
| 安徽 | 89.83 | 受偿 | 甘肃 | -3.38 | 支付 |
| 福建 | -54.92 | 支付 | 青海 | -14.20 | 支付 |
| 江西 | 30.46 | 受偿 | 宁夏 | 24.47 | 受偿 |
| 山东 | 75.53 | 受偿 | 新疆 | 26.00 | 受偿 |
| 河南 | 236.21 | 受偿 | | | |

注:负值表示虚拟耕地净流入,正值表示虚拟耕地净流出

4.1.2 省域内部市际支付/受偿虚拟耕地面积

江苏省内部支付/受偿面积。结合以上虚拟耕地流动格局,以研究期内平均虚拟耕地净流量为基础进行区域划分。支付区域包括 7 个地市:南京市、无锡市、徐州市、常州市、苏州、南通、镇江,主要分布在苏南地区和苏中地区;受偿区域包括 6 个地市:连云港、淮安、盐城、扬州、泰州和宿迁,主要分布在苏北地区。从虚拟耕地支付面积大小来看(表 2),苏州、南京和无锡的支付面积最大,研究期内平均值分别为 30.72 万 hm^2 、25.74 万 hm^2 和 22.99 万 hm^2 ;常州市和徐州市也较大,研究期内平均值分别为 8.30 万 hm^2 和 7.89 万 hm^2 ;南通和镇江的较小,研究期内平均值低于 4 万 hm^2 。从虚拟耕地受偿面积大小来看(表 2),盐城和淮安的受偿面积最大,研究期内平均值分别为 27.65 万 hm^2 和 22.81 万 hm^2 ;宿迁和连云港的受偿面积也较大,处于 10—15 万 hm^2 之间;泰州和扬州的受偿面积最低,研究期内平均值分别为 7.83 万 hm^2 和 7.40 万 hm^2 。

表 2 江苏省 13 个地市 2001—2016 年虚拟耕地净流量/万 hm^2

Table 2 Net flow of virtual cultivated land in 13 cities of Jiangsu Province from 2001 to 2016

| 地市 City | 年均值 Annual average | 区域类型 Region type | 地市 City | 年均值 Annual average | 区域类型 Region type |
|------------|-----------------------|---------------------|------------|-----------------------|---------------------|
| 南京市 | -25.74 | 支付 | 淮安市 | 22.81 | 受偿 |
| 无锡市 | -22.99 | 支付 | 盐城市 | 27.65 | 受偿 |
| 徐州市 | -7.89 | 支付 | 扬州市 | 7.40 | 受偿 |
| 常州市 | -8.30 | 支付 | 镇江市 | -1.69 | 支付 |
| 苏州市 | -30.72 | 支付 | 泰州市 | 7.83 | 受偿 |
| 南通市 | -3.86 | 支付 | 宿迁市 | 13.13 | 受偿 |
| 连云港市 | 11.55 | 受偿 | | | |

负值表示虚拟耕地净流入,正值表示虚拟耕地净流出

河南省内部市际支付/受偿面积。结合虚拟耕地流动格局,以研究期内平均虚拟耕地净流量为基础确定受偿/支付区域。支付区域包括 5 个地市:郑州、洛阳、三门峡、平顶山和济源,主要分布在豫中和豫西地区;受

偿区域包括 13 个地市:驻马店、周口、商丘、新乡、许昌、濮阳、安阳、信阳、鹤壁、漯河、南阳、焦作和开封,主要分布在豫东、豫北和豫南地区。从虚拟耕地支付面积大小来看(表 3),郑州市的支付面积最大,研究期内平均值为 17.55 万 hm^2 ;三门峡和洛阳也较大,研究期内平均值处于 5—8 万 hm^2 之间;平顶山和济源支付面积最小,研究期内平均值低于 4 万 hm^2 。从虚拟耕地受偿面积大小来看(表 3),驻马店、周口、商丘和信阳的受偿面积最大,研究期内平均值分别为 37.22 万 hm^2 、27.05 万 hm^2 、24.58 万 hm^2 和 23.46 万 hm^2 ;新乡、南阳、安阳、许昌和濮阳的受偿面积也较大,处于 9—18 万 hm^2 之间;开封、漯河、鹤壁和焦作的受偿面积最低,研究期内平均值处于 5—7 万 hm^2 之间。

表 3 河南省 18 个地市 2001—2016 年虚拟耕地净流量/万 hm^2

Table 3 Net flow of virtual cultivated land in 18 cities of Henan Province from 2001 to 2016

| 地市 City | 年均值 Annual average | 区域类型 Region type | 地市 City | 年均值 Annual average | 区域类型 Region type |
|------------|-----------------------|---------------------|------------|-----------------------|---------------------|
| 郑州市 | -17.55 | 支付 | 许昌市 | 9.95 | 受偿 |
| 开封市 | 6.93 | 受偿 | 漯河市 | 5.87 | 受偿 |
| 洛阳市 | -5.51 | 支付 | 三门峡市 | -7.37 | 支付 |
| 平顶山市 | -1.23 | 支付 | 南阳市 | 17.32 | 支付 |
| 安阳市 | 11.66 | 受偿 | 商丘市 | 24.58 | 受偿 |
| 鹤壁市 | 5.47 | 受偿 | 信阳市 | 23.46 | 受偿 |
| 新乡市 | 17.81 | 受偿 | 周口市 | 27.05 | 受偿 |
| 焦作市 | 5.23 | 受偿 | 驻马店市 | 37.22 | 受偿 |
| 濮阳市 | 10.51 | 受偿 | 济源市 | -0.87 | 支付 |

负值表示虚拟耕地净流入,正值表示虚拟耕地净流出

甘肃省内部市际支付/受偿面积。结合虚拟耕地流动格局,以研究期内平均虚拟耕地净流量为基础确定受偿/支付区域。支付区域包括 9 个地市:兰州市、天水市、甘南州、临夏州、酒泉市、嘉峪关市、定西地区、陇南地区和白银市,主要分布在陇中地区、青藏高原边缘地区;受偿区域包括 5 个地市:张掖市、武威市、平凉市和金昌市,主要分布在河西地区。从虚拟耕地支付面积大小来看(表 4),兰州市的支付面积最大,研究期内平均值为 12.33 万 hm^2 ;天水市也较大,研究期内平均值为 4.16 万 hm^2 ;定西地区、甘南州、陇南地区、临夏州、白银市、酒泉市和嘉峪关市的支付面积最小,研究期内平均值低于 3 万 hm^2 。从虚拟耕地受偿面积大小来看(表 4),张掖市和庆阳市的受偿面积最大,研究期内平均值分别为 3.68 万 hm^2 和 2.85 万 hm^2 ;武威市和平凉市的受偿面积也较大,研究期内平均值分别为 1.81 万 hm^2 和 1.76 万 hm^2 ;金昌市的受偿面积最低,研究期内平均值为 0.77 万 hm^2 。

表 4 甘肃省 14 个地市 2001—2016 年虚拟耕地净流量/万 hm^2

Table 4 Net flow of virtual cultivated land in 14 cities of Gansu Province from 2001 to 2016

| 地市 City | 年均值 Annual average | 区域类型 Region type | 地市 City | 年均值 Annual average | 区域类型 Region type |
|------------|-----------------------|---------------------|------------|-----------------------|---------------------|
| 兰州市 | -12.33 | 支付 | 平凉市 | 1.76 | 受偿 |
| 嘉峪关市 | -0.26 | 支付 | 酒泉市 | -0.24 | 支付 |
| 金昌市 | 0.77 | 受偿 | 庆阳市 | 2.85 | 受偿 |
| 白银市 | -0.43 | 支付 | 定西地区 | -0.15 | 支付 |
| 天水市 | -4.16 | 支付 | 陇南地区 | -0.76 | 支付 |
| 武威市 | 1.81 | 受偿 | 临夏州 | -1.31 | 支付 |
| 张掖市 | 3.68 | 受偿 | 甘南州 | -2.95 | 支付 |

负值表示虚拟耕地净流入,正值表示虚拟耕地净流出

4.2 区际财政转移额度

利用以上方法和相关数据计算省际和省域(江苏省、河南省和甘肃省)内部市际 2001—2016 年区际农业

生态补偿额度,并计算出研究期内平均支付额度。

4.2.1 省际财政转移额度

在区际农业生态补偿支付总额度方面(表 5),广东、北京、浙江和福建的支付额度最大,在研究期内平均值分别高达 159.10 亿元、82.34 亿元、72.19 亿元和 45.49 亿元,上海、天津、江苏和陕西的支付额度也相对较高,在研究期内平均值处于 25—40 亿元之间,贵州、广西、山西和青海的支付额度较少,在研究期内平均值处于 10—20 亿元之间,海南、云南、甘肃和西藏的支付额度,分别为 6.59 亿元、3.05 亿元、2.74 亿元和 1.44 亿元。在区际农业生态补偿受偿总额度方面(表 5),黑龙江、吉林、河南和内蒙古受偿额度最大,研究期内平均值分别为 496.03 亿元、286.97 亿元、211.96 亿元和 180.75 亿元;安徽、山东、湖南和河北的受偿额度也相对较大,研究期内平均值处于 40—90 亿元之间;辽宁、江西、四川和新疆的受偿额度较小,处于 25—35 亿元之间;重庆、湖北和宁夏的受偿额度最少,研究期内平均值分别为 6.07 万 hm^2 、14.76 万 hm^2 和 24.47 hm^2 。

表 5 全国 31 个省市 2001—2016 年农业生态补偿支付/受偿额度/亿元

Table 5 Payment/reception amount of compensation for agricultural ecology in 31 provinces of China from 2001 to 2016

| 省份 Province | 年均值 Annual average |
|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| 北京 | -82.34 | 上海 | -38.72 | 湖北 | 15.82 | 云南 | -3.05 |
| 天津 | -29.78 | 江苏 | -28.65 | 湖南 | 43.66 | 西藏 | -1.44 |
| 河北 | 42.74 | 浙江 | -72.19 | 广东 | -159.10 | 陕西 | -25.39 |
| 山西 | -18.03 | 安徽 | 82.50 | 广西 | -18.38 | 甘肃 | -2.74 |
| 内蒙古 | 180.75 | 福建 | -45.49 | 海南 | -6.59 | 青海 | -11.51 |
| 辽宁 | 33.31 | 江西 | 29.54 | 重庆 | 5.18 | 宁夏 | 20.44 |
| 吉林 | 286.97 | 山东 | 70.15 | 四川 | 26.76 | 新疆 | 25.37 |
| 黑龙江 | 496.03 | 河南 | 211.96 | 贵州 | -19.73 | | |

负值表示生态补偿支付,正值表示生态补偿受偿

4.2.2 省域内部财政转移补偿额度

江苏省内部财政转移补偿额度。在支付总额度方面(表 6),苏州、南京和无锡区际农业生态补偿支付额度最大,研究期内平均值分别为 1.738 亿元、1.449 亿元和 1.271 亿元;常州市和徐州市也较大,研究期内平均值分别为 0.461 亿元和 0.276 亿元;南通和镇江的较小,研究期内平均值低于 0.177 亿元和 0.065 亿元。在受偿总额度方面(表 6),盐城和淮安的受偿额度最大,研究期内平均值分别为 1.646 亿元和 1.344 亿元;宿迁和连云港的受偿额度也较大,研究期内平均值分别为 0.798 亿元和 0.701 亿元;泰州和扬州的受偿额度最低,研究期内平均值分别为 0.473 亿元和 0.482 亿元。

表 6 江苏省 13 个地市 2001—2016 年农业生态补偿支付/受偿额度/亿元

Table 6 Agroecological compensation payment/reception amount of 13 cities in Jiangsu Province from 2001 to 2016

| 地市 City | 年均值 Annual average |
|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|
| 南京市 | -1.449 | 苏州市 | -1.738 | 淮安市 | 1.344 | 镇江市 | -0.065 |
| 无锡市 | -1.271 | 南通市 | -0.177 | 盐城市 | 1.646 | 泰州市 | 0.473 |
| 徐州市 | -0.276 | 连云港市 | 0.701 | 扬州市 | 0.482 | 宿迁市 | 0.798 |
| 常州市 | -0.461 | | | | | | |

负值表示生态补偿支付,正值表示生态补偿受偿

河南省内部财政转移额度。支付总额度方面(表 7),郑州市的区际农业生态补偿支付额度最大,研究期内平均值分别为 0.978 亿元;三门峡和洛阳也较大,研究期内平均值分别为 0.343 亿元和 0.265 亿元;平顶山和济源的较小,研究期内平均值分别为 0.046 亿元和 0.044 亿元。在受偿总额度方面(表 7),驻马店、周口、商

丘和信阳的受偿额度最大,研究期内平均值分别为 2.168 亿元、1.598 亿元、1.437 亿元和 1.424 亿元;新乡、南阳、安阳、许昌和濮阳的受偿额度也较大,研究期内平均值处在 0.5—1.1 亿元之间;开封、漯河、鹤壁和焦作的受偿额度最低,研究期内平均值处在 0.3—0.42 亿元之间。

表 7 河南省 18 个地市 2001—2016 年农业生态补偿支付/受偿额度/亿元

Table 7 Agroecology compensation payment/reception amount of 18 cities in Henan Province from 2001 to 2016

| 地市 City | 年均值 Annual average | 地市 City | 年均值 Annual average | 地市 City | 年均值 Annual average | 地市 City | 年均值 Annual average |
|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|
| 郑州 | -0.978 | 鹤壁 | 0.313 | 漯河 | 0.339 | 信阳 | 1.424 |
| 开封 | 0.418 | 新乡 | 1.019 | 三门峡 | -0.343 | 周口 | 1.598 |
| 洛阳 | -0.265 | 焦作 | 0.302 | 南阳 | 1.074 | 驻马店 | 2.168 |
| 平顶山 | -0.046 | 濮阳 | 0.598 | 商丘 | 1.437 | 济源 | -0.044 |
| 安阳 | 0.694 | 许昌 | 0.559 | | | | |

负值表示生态补偿支付,正值表示生态补偿受偿

甘肃省内部财政转移支付额度。在支付总额度方面(表 8),兰州市的区际农业生态补偿支付额度最大,研究期内平均值分别为 0.640 亿元;天水市和甘南州也较大,研究期内平均值分别为 0.165 亿元和 0.158 亿元;定西地区、陇南地区、临夏州、白银市、酒泉市和嘉峪关市较小,研究期内平均值低于 0.07 亿元。在受偿总额度方面(表 8),张掖市和庆阳市的受偿额度最大,研究期内平均值分别为 0.219 亿元和 0.201 亿元;武威市和平凉市的受偿额度也较大,研究期内平均值分别为 0.103 亿元和 0.117 亿元;金昌市的受偿额度最低,研究期内平均值为 0.047 亿元。

表 8 甘肃省 14 个省市 2001—2016 年农业生态补偿支付/受偿额度/亿元

Table 8 Agroecology compensation payment/reception amount of 14 provinces in Gansu Province from 2001 to 2016

| 地市 City | 年均值 Annual average | 地市 City | 年均值 Annual average | 地市 City | 年均值 Annual average | 地市 City | 年均值 Annual average |
|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|
| 兰州市 | -0.640 | 天水市 | -0.165 | 酒泉市 | -0.014 | 陇南地区 | -0.015 |
| 嘉峪关市 | -0.014 | 武威市 | 0.103 | 庆阳市 | 0.201 | 临夏州 | -0.052 |
| 金昌市 | 0.047 | 张掖市 | 0.219 | 定西地区 | -0.062 | 甘南州 | -0.158 |
| 白银市 | -0.007 | 平凉市 | 0.117 | | | | |

负值表示生态补偿支付,正值表示生态补偿受偿

4.3 “两横”跨区域财政转移支付网络

根据虚拟支付/受偿区域划分结果(省际和市际两个层面)和支付/受偿额度(省际和市际两个层面),构建以中央管理平台和省级管理平台为中介的区际农业生态补偿的“两横”财政转移支付网络(图 2)。“两横”是指补偿资金在同级地方政府之间的横向转移,包括两级:

在省际补偿层面,虚拟耕地净流入的省份应该对净流出省份进行补偿,形成一级横向补偿,即省际横向补偿。具体来说,以省级行政区为基本核算单元,以粮食产量和粮食需求为基准测算全国 31 个省级行政区虚拟耕地净流量,据此划分支付区域和受偿区域,虚拟耕地净流入省份依据测算的支付/受偿额度对虚拟耕地净流出省份给予补偿。由于支付区域和受偿区域涉及到的省份众多,如果进行一对一的直接支付和协商,交易成本非常大。可以设立区际农业生态补偿中央管理平台,其主要职责是:①省级补偿金的收缴和发放,②对省级补偿金使用的监管,③建立中央补偿资金管理专用账户,按照基金运行模式进行管理。通过中央管理平台的中介作用实现省际横向补偿,主要步骤是:一是处于支付区域的省份根据虚拟耕地净流入量大小及测算的区际农业生态补偿支付额度,将补偿资金缴纳到中央层面的区际农业生态补偿管理平台,进入专项账户;二是中央层面的区际农业生态补偿管理平台根据受偿省份的虚拟耕地净流出量大小及测算的区际农业生态补偿

金额,拨付到处于受偿区域的省份。

在省域内部市际补偿方面,虚拟耕地净流入的地市给予净流入地市补偿,形成二级横向补偿,即省域内部市际横向补偿。具体来说,在省域内部横向补偿方面,以地市为核算单元,以粮食产量和粮食需求为基准测算虚拟耕地净流量,据此划分省域内部支付区域和受偿区域,虚拟耕地净流入的地市依据测算的支付/受偿额度向给予净流入地市补偿。为了减少地市政府一对一直接横向支付和协商的交易成本,设立区际农业生态补偿省级管理平台,其主要职责是:①省域内部市级补偿金的收缴和发放,②对市级补偿金使用情况进行监管,③建立省级补偿资金管理专用账户,按照基金运行模式进行管理。通过省级管理平台的中介作用实现省域内部市际横向补偿,主要步骤是:一是处于支付区域的地市根据虚拟耕地净流入量大小及据此测算的区际农业生态补偿支付额度,将补偿资金缴纳到省级层面的区际农业生态补偿管理平台,进入专项账户;二是省级层面的区际农业生态补偿管理平台根据受偿地市的虚拟耕地净流出量大小及据此测算的区际农业生态补偿金额,分发到处于受偿区域的地市。

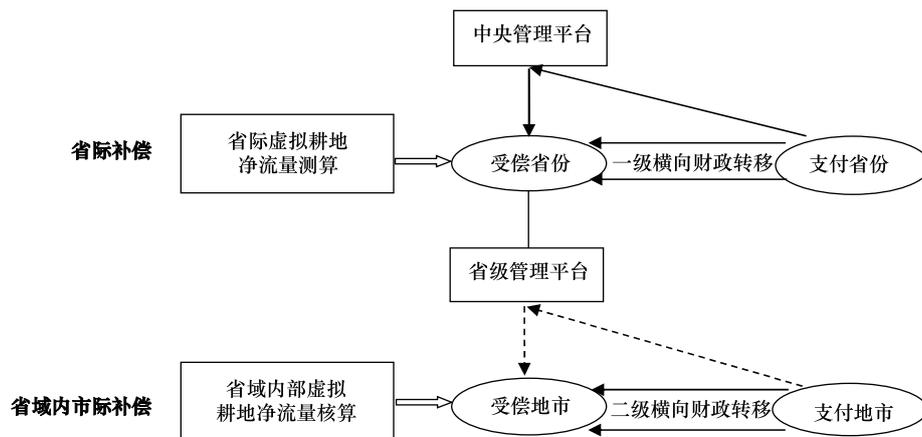


图2 区际农业生态补偿跨区域财政转移支付网络

Fig.2 Interregional agroecological compensation interregional financial transfer payment network

5 结论与讨论

本文以虚拟耕地为载体构建区际农业生态补偿分析框架,并在此框架下进行区际农业生态补偿标准核算,并据此探讨跨区域补偿的财政转移机制。主要研究结论如下:

(1) 粮食流动过程中也伴随着虚拟耕地的区区间流动,虚拟耕地调出地区为此付出了过多的经济、资源和生态代价,需要以虚拟耕地为载体对之进行生态补偿。在实践中可以根据虚拟耕地净流量进行支付/受偿区域划分和支付/受偿面积的确定。在省际补偿方面,其中支付区域包括 16 个省份,支付虚拟耕地面积较大的省市主要分布在东部沿海地区和西南地区;受偿区域包括 15 个省份,其中受偿虚拟耕地面积较大的省市主要分布在东北地区、华北地区和西北地区。在省域内部市际补偿方面,支付虚拟耕地面积较大地市多为省域内经济发展水平相对较高的地市,比如,江苏省的苏州、南京、无锡、常州,河南省的郑州市和洛阳市,甘肃省的兰州市和天水市;受偿虚拟耕地面积较大的地市多为省域内经济发展水平相对较低、农业生产条件优越的地市,比如,江苏省的盐城和淮安,河南省的驻马店、周口和商丘,甘肃省的张掖市和庆阳市。

(2) 区际农业生态补偿额度。在省际补偿方面,广东、北京、浙江、上海、天津、江苏和湖北等省市的支付额度较大,在研究期内年均值超过 25 亿元,这些省市占有支付区总额的比例高达 85.5%;黑龙江、吉林、河南、内蒙古、安徽、山东、湖南和河北受偿额度较大,在研究期内年均值超过 40 亿元,这些省市占有受偿区总额的比例高达 90%。在省域内部市际补偿方面,支付额度较大的地市有:江苏省的苏州、南京、无锡区、常州市和徐州市,河南省的郑州市、三门峡和洛阳,甘肃省的兰州市、天水市和甘南州;受偿额度较大的地市有:江苏省

的盐城、淮安、宿迁和连云港,河南省的驻马店、周口、商丘、信阳、新乡和南阳,甘肃省的张掖市、庆阳市、武威市和平凉市。另外,无论是省际层面还是省域内部市际层面,受偿的额度和支付的额度均呈现集中分布的特点。基于此,在全面开展区际农业生态补偿工作以前,可以选择支付和受偿额度较大的地区进行试点,并在试点成果的基础上进行详细的政策设计。

(3) 省际和省域内部市际两个层面的区际农业生态补偿跨区域转移可以通过“两横”支付网络实现。“双横”是指补偿资金在同级地方政府之间的横向转移,包括两级:一是在省际层面,虚拟耕地净流入的省份应该对净流出省份进行补偿,形成一级横向补偿,即省际横向补偿,可以通过中央管理平台的中介作用实现省际的跨区域转移支付。二是在省域内部,虚拟耕地净流入的地市给予净流入地市补偿,形成二级横向补偿,即省域内部市际横向补偿,可以通过省级管理平台的中介作用实现省域内部市际的跨区域转移支付。“两横”支付网络架构的政策含义明显,其核心是构建省-市两级的支付区与受偿区之间的横向财政转移支付路径,这一方面能够弥补虚拟耕地净流出地区的地方政府经济福利损失和生态损失,有利于实现省际和省域内部两个层面的区域均衡发展,另一方面能够调动虚拟耕地净流出地区的地方政府耕地保护和农民农业生产的积极性,进而有利于国家粮食安全战略目标的实现。

(4) 要实现区际农业生态补偿“两横”支付网络架构的有效和持久运行,还需要采取一系列的保障措施。①扩展区际农业生态补偿资金来源渠道。一是向处于支付区域的省级政府和市级政府征收 GDP 增长提成和机会成本税;二是增加中央政府的区际农业生态补偿专项预算;三是对农地转用过程中收取的新增建设用地上地有偿使用费、土地出让金、耕地占用税等提取一定的比例;四是积极吸收支付区域的企业和社会资本,拓宽农业生态补偿资金的融资渠道。②以支付/受偿额度测算结果为基准,在等价折算的基础上实行多元化的补偿方式:一是资金补偿,通过中央和省两级补偿管理平台的中介作用实现支付区对受偿区的资金补偿;二是实物和项目补偿,支付区向受偿区提供大型农机设备、农业基础设施建设项目、农业生态保护项目、农业环境治理项目等;三是政策性补偿,支付区通过新型产业定向扶持、金融支持、人才交流等方式协助受偿区经济发展;四是技术补偿,支付区向受偿区提供先进的生产技术和管理经验、技术推广与培训。③监督与调控。一是中央政府和省级政府的监督与调控,包括通过政策法规进行宏观层面调控、构建支付区政府与受偿区政府间沟通平台、补偿资金数额动态调整、监督补偿资金缴纳与发放等方面。二是第三方机构,借助政府智库、科研组织、评估机构的技术力量评估区际农业生态补偿的政策绩效。

(5) 本文借鉴生态租的计算思路,测算了 2001—2016 年间单位面积虚拟耕地补偿标准,其平均值为 8100.82 元 $\text{hm}^{-2} \text{a}^{-1}$ 。从现实情况来看,一些地区已经开始实行农业生态补偿,比如广东省中山市和北京海淀区实行的农田生态补偿标准要低于本文的测算结果。可能的解释是:人们对于农业生产对生态服务功能破坏程度的认知是一个渐进的过程,随着经济社会发展水平和人民生活水平的提高而逐渐增加,其变化趋势符合“S 型”皮尔(Pearl)生长曲线的变化趋势^[69]。根据相关研究测算,目前我国对于生产活动对生态服务功能破坏的认知程度整体偏低,还处于“S 型”皮尔(Pearl)生长曲线的初级阶段^[70-71],这是一些试点地区的农业补偿标准偏低的主要原因。生态补偿的激励作用不能充分发挥,应逐步提高补偿标准。另外,目前我国已经开展了城乡建设用地省域内和跨省增减挂钩节余指标调剂机制,这能够在很大程度上推动区域均衡发展和农村人居环境的改善。在制定调剂价格标准时应将跨区域生态补偿包含在内,可以将之视为区际农业生态补偿的一种实现形式,本文的生态补偿标准测算结果可以为调剂价格标准中的生态补偿额度的制定提供参考。

参考文献(References):

- [1] 梁流涛,曲福田,冯淑怡.农村发展中生态环境问题及其管理创新探讨.软科学,2010,24(8):53-57.
- [2] 陈敏鹏,陈吉宁,赖斯芸.中国农业和农村污染的清单分析与空间特征识别.中国环境科学,2006,26(6):751-755.
- [3] Muldavin J. The paradoxes of environmental policy and resource management in reform-era China. *Economic Geography*, 2000, 76(3): 244-271.
- [4] 刘莹,黄季焜.农村环境可持续发展的实证分析:以农户有机垃圾还田为例.农业技术经济,2013,(7):4-10.
- [5] Herzog F, Dreier S, Hofer G, Marfurt C, Schüpbach B, Spiess M, Walter T. Effect of ecological compensation areas on floristic and breeding bird

- diversity in Swiss agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2005, 108(3): 189-204.
- [6] Bennett G, Carroll N. *Gaining Depth; State of Watershed Investment 2014*. Washington, D.C.: Forest Trends Ecosystem Marketplace, 2014.
- [7] 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.
- [8] 孔凡斌. 完善我国生态补偿机制: 理论、实践与研究展望. *农业经济问题*, 2007, 28(10): 50-53.
- [9] 欧阳志云, 郑华, 谢高地, 杨武, 刘桂环, 石英华, 杨多贵. 生态资产、生态补偿及生态文明科技贡献核算理论与技术. *生态学报*, 2016, 36(22): 7136-7139.
- [10] 刘春腊, 刘卫东, 陆大道, 陈明星, 徐美, 董晓峰. 2004-2011 年中国省域生态补偿差异分析. *地理学报*, 2015, 70(12): 1897-1910.
- [11] 孙新章, 谢高地, 张其仔, 周海林, 郭朝先, 汪晓春, 刘荣霞. 中国生态补偿的实践及其政策取向. *资源科学*, 2006, 28(4): 25-30.
- [12] Kumar S, Managi S. Energy price-induced and exogenous technological change: assessing the economic and environmental outcomes. *Resource and Energy Economics*, 2009, 31(4): 334-353.
- [13] 罗贞礼, 龙爱华, 黄璜, 徐中民. 虚拟土战略与土地资源可持续利用的社会化管理. *冰川冻土*, 2004, 26(5): 624-631.
- [14] 闫丽珍, 成升魁, 闵庆文. 玉米南运的虚拟耕地资源流动及其影响分析. *中国科学院研究生院学报*, 2006, 23(3): 342-348.
- [15] 成丽, 方天堃, 潘春玲. 中国粮食贸易中虚拟耕地贸易的估算. *中国农村经济*, 2008, (6): 25-31.
- [16] 强文丽, 刘爱民, 成升魁, 谢高地, 赵明洋. 中国农产品贸易的虚拟土地资源量化研究. *自然资源学报*, 2013, 28(8): 1289-1297.
- [17] Verhoeve A, Dewaelheyns V, Kerselaers E, Rogge E, Gulinck H. Virtual farmland: grasping the occupation of agricultural land by non-agricultural land uses. *Land Use Policy*, 2015, 42: 547-556.
- [18] 邹君, 刘文洁, 杨玉蓉, 田亚平. 中国农产品虚拟耕地与资源环境经济要素的时空匹配分析. *长江流域资源与环境*, 2012, 21(4): 477-481.
- [19] Zellweger-Fischer J, Kéry M, Pasinelli G. Population trends of brown hares in Switzerland; the role of land-use and ecological compensation areas. *Biological Conservation*, 2011, 144(5): 1364-1373.
- [20] Addison J, Greiner R. Applying the social-ecological systems framework to the evaluation and design of payment for ecosystem service schemes in the Eurasian steppe. *Biodiversity and Conservation*, 2016, 25(12): 2421-2440.
- [21] Pagiola S. Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics*, 2008, 65(4): 712-724.
- [22] Ozanne A, Hogan T, Colman D. Moral hazard, risk aversion and compliance monitoring in agri - environmental policy. *European Review of Agricultural Economics*, 2001, 28(3): 329-348.
- [23] Garbach K, Lubell M, DeClerck F A J. Payment for ecosystem services: the roles of positive incentives and information sharing in stimulating adoption of silvopastoral conservation practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2012, 156: 27-36.
- [24] Sills E, Arriagada R, Ferraro P, Pattanayak S, Carrasco L, Ortiz E, Cordero S, Caldwell K, Andam K. *Impact of Costa Rica's Program of Payments for Environmental Services on Land Use*. Washington DC: World Bank, 2014.
- [25] Southgate D, Haab T, Lundine J, Rodríguez F. Payments for environmental services and rural livelihood strategies in Ecuador and Guatemala. *Environment and Development Economics*, 2010, 15(1): 21-37.
- [26] Hayes T M. Payment for ecosystem services, sustained behavioural change, and adaptive management: peasant perspectives in the Colombian Andes. *Environmental Conservation*, 2012, 39(2): 144-153.
- [27] Alix-Garcia J M, Shapiro E N, Sims K R E. Forest conservation and slippage: evidence from Mexico's national payments for ecosystem services program. *Land Economics*, 2012, 88(4): 613-638.
- [28] Vargas A, Reyes M. Integral solutions to complex problems: climate change, adaptation policies and payment for ecosystem services schemes. *International Journal of Pluralism and Economics Education*, 2012, 3(2): 173-188.
- [29] Vanslebrouck I, Van Huylenbroeck G, Verbeke W. Determinants of the willingness of Belgian farmers to participate in agri - environmental measures. *Journal of Agricultural Economics*, 2002, 53(3): 489-511.
- [30] Nyongesa J M, Bett H K, Lagat J K, Ayuya O I. Estimating farmers' stated willingness to accept pay for ecosystem services: case of Lake Naivasha watershed payment for ecosystem services scheme-Kenya. *Ecological Processes*, 2016, 5: 15.
- [31] Moran D, McVittie A, Allcroft D J, Elston D A. Quantifying public preferences for agri-environmental policy in Scotland: a comparison of methods. *Ecological Economics*, 2007, 63(1): 42-53.
- [32] von Haaren C, Kempa D, Vogel K, Rüter S. Assessing biodiversity on the farm scale as basis for ecosystem service payments. *Journal of Environmental Management*, 2012, 113: 40-50.
- [33] Eloy L, Méral P, Ludewigs T, Pinheiro G T, Singer B. Payments for ecosystem services in Amazonia. The challenge of land use heterogeneity in agricultural frontiers near Cruzeiro do Sul (Acre, Brazil). *Journal of Environmental Planning and Management*, 2012, 55(6): 685-703.
- [34] Bollman M, Hardy S D. Evaluating institutional performance: payments for environmental services in Costa Rica. *Latin American Policy*, 2012, 3(2): 195-207.
- [35] Arriagada R A, Ferraro P J, Sills E O, Pattanayak S K, Cordero-Sancho S. Do payments for environmental services affect forest cover? A farm-level evaluation from Costa Rica. *Land Economics*, 2012, 88(2): 382-399.
- [36] Ma S, Swinton S M, Lupi F, Jolejole-Foreman C. Farmers' willingness to participate in payment-for-environmental-services programmes. *Journal of*

- Agricultural Economics, 2012, 63(3): 604-626.
- [37] Ulber L, Klimek S, Steinmann H H, Isselstein J, Groth M. Implementing and evaluating the effectiveness of a payment scheme for environmental services from agricultural land. *Environmental Conservation*, 2011, 38(4): 464-472.
- [38] Zbinden S, Lee D R. Paying for environmental services: an analysis of participation in Costa Rica's PSA program. *World Development*, 2005, 33(2): 255-272.
- [39] Schroeder L A, Isselstein J, Chaplin S, Peel S. Agri-environment schemes; farmers' acceptance and perception of potential 'Payment by Results' in grassland—a case study in England. *Land Use Policy*, 2013, 32: 134-144.
- [40] 王欧, 宋洪远. 建立农业生态补偿机制的探讨. *农业经济问题*, 2005, 26(6): 22-28, 79-79.
- [41] 刘尊梅. 中国农业生态补偿机制的路径选择与制度保障研究. 北京: 中国农业出版社, 2012: 103-127.
- [42] 刘向华. 资源福祉视角下构建我国农业生态补偿体系的思考. *生态经济*, 2016, 32(10): 97-100.
- [43] 张锋, 曹俊. 我国农业生态补偿的制度性困境与利益和谐机制的建构. *农业现代化研究*, 2010, 31(5): 538-542.
- [44] 梁丹, 金书秦. 农业生态补偿: 理论、国际经验与中国实践. *南京工业大学学报: 社会科学版*, 2015, 14(3): 53-62.
- [45] 张燕, 居琦, 王莎. 生态扶贫协同下耕地生态补偿法律制度完善——基于法政策学视角. *宏观经济研究*, 2017, (9): 184-191.
- [46] 龚鹏程, 秦皎. 我国农业生态补偿法律制度研究. *江苏农业科学*, 2015, 43(4): 5-7.
- [47] 陈源泉, 董孝斌, 高旺盛. 黄土高原农业生态补偿的探讨. *农业系统科学与综合研究*, 2006, 22(2): 109-111, 116-116.
- [48] 赵润, 高尚宾, 杨鹏, 倪喜云. 云南省洱海流域农业生态补偿机制研究. *农业环境与发展*, 2011, 28(4): 42-46.
- [49] 王宏宇, 王丽君. 磨盘山水源地保护区内农业生态补偿机制研究. *环境科学与管理*, 2008, 33(10): 14-16.
- [50] 吴昊, 管永祥, 梁永红, 王子臣. 江苏省太湖流域畜禽养殖污染治理现状及政策建议. *江苏农业科学*, 2014, 42(12): 401-403.
- [51] 郭平, 蒋秀兰, 张新宁. 河北张承地区农业生态补偿的博弈论分析. *湖北农业科学*, 2015, 54(6): 1524-1527.
- [52] 王学, 李秀彬, 辛良杰, 谈明洪, 李升发, 王仁靖. 华北地下水超采区冬小麦退耕的生态补偿问题探讨. *地理学报*, 2016, 71(5): 829-839.
- [53] 庞爱萍, 孙涛. 基于生态需水保障的农业生态补偿标准. *生态学报*, 2012, 32(8): 2550-2560.
- [54] 施翠仙, 郭先华, 祖艳群, 陈建军, 李元. 基于 CVM 意愿调查的洱海流域上游农业生态补偿研究. *农业环境科学学报*, 2014, 33(4): 730-736.
- [55] 蔡银莺, 余亮亮. 重点开发区域农田生态补偿的农户受偿意愿分析——武汉市的例证. *资源科学*, 2014, 36(8): 1660-1669.
- [56] 李颖, 葛颜祥, 刘爱华, 梁勇. 基于粮食作物碳汇功能的农业生态补偿机制研究. *农业经济问题*, 2014, 35(10): 33-40.
- [57] 朱子云, 夏卫生, 彭新德, 黄道友. 基于机会成本的农产品禁产区农业生态补偿标准探讨——以湘潭市为例. *湖南农业科学*, 2016, (11): 102-105.
- [58] 王蕾, 苏杨, 崔国发. 自然保护区生态补偿定量方案研究——基于“虚拟地”计算方法. *自然资源学报*, 2011, 26(1): 34-47.
- [59] 杨欣, 蔡银莺, 张安录. 武汉城市圈跨区域农田生态补偿转移支付额度测算. *经济地理*, 2013, 33(12): 141-146.
- [60] 孙才志, 马国栋, 汤玮佳. 基于虚拟资源-生态要素流动视角的中国农业生态补偿机制研究. *水利经济*, 2013, 31(6): 1-7, 12-12.
- [61] 贲培琪, 吴绍华, 李啸天, 周生路. 中国省际粮食贸易及其虚拟耕地流动模拟. *地理研究*, 2016, 35(8): 1447-1456.
- [62] 毋晓蕾. 耕地保护补偿机制研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2014.
- [63] Tsvetnov E V, Shcheglov A I, Tsvetnova O B. Eco-economic approach to evaluation of agricultural lands polluted by chemicals and radionuclides. *Eurasian Soil Science*, 2009, 42(3): 334-341.
- [64] Kratena K. From ecological footprint to ecological rent: an economic indicator for resource constraints. *Ecological Economics*, 2008, 64(3): 507-516.
- [65] 龙开胜, 赵亚莉, 张鸿辉, 陈利根, 卢方方, 顾媛媛. 中国生态地租空间分异及其影响因素分析. *地理学报*, 2012, 67(8): 1125-1136.
- [66] 龙开胜, 陈利根. 1997-2007年中国生态地租变化分析. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(9): 44-50.
- [67] 龙开胜, 陈利根. 基于生态地租的生态环境补偿理论建构及应用. *自然资源学报*, 2012, 27(12): 2048-2056.
- [68] 唐俊华. 中国居民合理膳食模式下的粮食供需平衡分析. *农业经济问题*, 2012, 33(9): 4-11.
- [69] 樊鹏飞, 梁流涛, 许明军, 张思远. 基于虚拟耕地流动视角的省际耕地生态补偿研究. *中国人口·资源与环境*, 2018, 28(1): 91-101.
- [70] 周晨, 丁晓辉, 李国平, 汪海洲. 南水北调中线工程水源地生态补偿标准研究——以生态系统服务价值为视角. *资源科学*, 2015, 37(4): 792-804.
- [71] 穆贵玲, 汪义杰, 李丽, 马金龙, 王建国, 唐红亮. 水源地生态补偿标准动态测算模型及其应用. *中国环境科学*, 2018, 38(7): 2658-2664.