

虚拟草原流动视角下的草原生态 省际横向补偿标准研究

巩芳 李梦圆¹

(内蒙古工业大学 经济管理学院, 内蒙古 呼和浩特 010051)

【摘要】: 为完善草原生态补偿机制, 促进各地区均衡发展, 借鉴“虚拟土”“虚拟耕地”等理念, 创造性地提出“虚拟草原”概念, 通过运用当量因子法、构建横向补偿调节系数及优先级公式, 得到省际横向补偿标准测算模型, 从而对 2004—2017 年各地区支付/受偿金额进行测算, 同时确定其所属优先级。研究结果表明: 14 年间我国草原生态补偿受偿区和支付区分布一直较为稳定, 虚拟草原呈现“北土南流”格局, 总受偿和补偿资金均呈逐渐增多趋势, 但优先受偿区及优先支付区数量逐渐减少。其中, 优先受偿区为内蒙古、西藏等地, 优先支付区为上海、广东等地。

【关键词】: 虚拟草原 草原生态补偿 生态系统服务价值 横向生态补偿标准

【中图分类号】: X196; F062.2 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2021)02-153-06

近年来, 国家为改善草原生态环境并推动牧区发展实行了多项生态补偿政策, 但均为纵向层面, 由中央制定并实施, 涉及范围较小, 补偿资金不足, 虽使某些地区草原退化趋势得到减缓, 却并未从根本上解决草原生态被破坏的问题。而且纵向补偿机制不能完全解决草原生态的外部性问题, 无法全面实现“谁受益谁补偿”。完善的草原生态补偿机制应同时包含纵向及横向补偿, 中国已将完善多元化横向生态补偿机制纳入“十三五”规划重大生态发展战略中, 因而, 关于草原生态省际横向补偿标准的测算将为国家今后的政策制定和执行提供参考。

1993 年, 英国学者 Allan^[1]在 SOAS 大会初次提及“虚拟水”, Hoekstra & Hung^[2]扩展了这一概念, 他认为虚拟水是制造产品及提供服务过程中所消耗的, 以“虚拟”形式隐含其中的“看不见”的水资源数量, 而非切实感受到的水。这一概念, 被程国栋^[3]最先引入我国, 之后徐中民等^[4]、田贵良等^[5]相继展开研究。随后, 罗贞礼等^[6]、周志田和杨多贵^[7]首次提及“虚拟土”“虚拟土战略”“虚拟能”等概念。“虚拟耕地”可以看作是虚拟土的具体化, 是以“虚拟”形式隐含在产品或服务中的耕地资源数量^[8]。曹冲等^[9]认为“虚拟耕地资源”是作为一种生产要素隐含在具体产品或服务中的, 是对其进行生产时所需实际投入的耕地资源, 而非真正意义上的耕地资源。在草原畜产品的饲养过程中, 草原资源是必需的基础性资源, 因此, “虚拟草原”与“虚拟耕地”类似, 也是“虚拟土”的具体化, 指在制造产品或提供服务过程中所消耗的, 以“虚拟”形式隐含其中的草原资源数量, 与真实意义上的草原不同。本文主要研究虚拟草原流动视角下的草原生态省际横向补偿标准的确定问题, 目前, 国内学者在这方面的研究还处于起步阶段。

对流域、生态功能区等方面的文献进行分析, 基于“虚拟土”“虚拟耕地”等研究, 本文创新性地提出“虚拟草原”的概念,

作者简介: 巩芳, 博士, 教授, 硕士研究生导师, 研究方向为产业经济及生态经济。E-mail: gongfang110@sina.com

基金项目: 国家自然科学基金项目“基于能值理论的草原生态补偿对牧民收入的影响机理及补偿标准的动态调整机制的研究”(71764019); 内蒙古自然科学基金项目“基于拓展能值模型的草原生态补偿标准的重构研究——草原生态外溢价值视角下”(2020LH07002); 内蒙古社会科学规划重点项目“基于系统动力学的内蒙古草原生态补偿对牧民收入的影响研究”(2017NDA030); 内蒙古科技计划项目“草原生态补偿综合绩效评价体系的构建及在内蒙古的应用研究”(20131906)

并以此为载体,对我国 2004—2017 年 31 个省份的虚拟草原流动量及对应的生态系统服务价值进行了测算,尝试设立合理的草原生态横向补偿标准。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

中国由 23 个省、5 个自治区、4 个直辖市及 2 个特别行政区组成,基于数据的可得性,研究范围是除香港、澳门及台湾外的其余 31 个省份。从《2019 中国统计年鉴》可知,截至 2017 年,我国草原总面积约为 $3.93 \times 10^8 \text{hm}^2$,不均衡地分布在我国各地区。其中,草原面积最大的 4 个省份依次为西藏、内蒙古、新疆及青海,为我国四大牧区,累计草原面积达 $2.54 \times 10^8 \text{hm}^2$,占我国草原总面积的 64.78%。

1.2 数据来源

各省份 GDP、畜产品消费量/生产量、恩格尔系数等取自相应年份的《中国人口和就业统计年鉴》《中国住户调查年鉴》、中国及各省份统计年鉴等,畜产品单位面积净利润数据取自《全国农产品成本收益资料汇编》,农产品价格指数取自《中国农产品价格调查年鉴》。

2 草原生态省际横向补偿标准测算模型的构建

根据生态经济学相关理论,各省间持续出现跨行政边界的生态系统服务价值的流动^[10],省际草原生态横向补偿标准的测算基础是虚拟草原流动方向的划分与流动规模的测算。因此,本研究构建的省际横向补偿标准测算模型,是以各省份间虚拟草原流量为载体,通过当量因子法,对各省份内虚拟草原流量的生态系统服务价值进行计算,以各省份社会经济发展水平和支付能力为基础进行修正,并以各省份对补偿资金需求的迫切程度进行排序,具体表达式为:

$$GEC_i = GE \times FVG_i \times R_i \quad (1)$$

式中: GEC_i 为省份 i 的草原生态补偿量; GE 为省份 i 的单位虚拟草原生态系统服务价值; FVG_i 为省份 i 的虚拟草原流动量; R_i 为省份 i 的草原生态省际横向补偿修正系数。草原生态省际横向补偿标准测算模型如图 1 所示。



图 1 草原生态省际横向补偿标准测算模型

2.1 虚拟草原流动量的确定

畜产品是虚拟草原的物质载体,其流动的本质是虚拟草原的流动。因此,对省际畜产品流动量进行测算,分析虚拟草原的流动格局,可将各省份划分为受偿区及支付区。本研究畜产品只考虑牛肉、羊肉及牛奶。理论上说,地区间畜产品产量和需求量的不均衡是导致畜产品及虚拟草原流动的直接动力,由于缺乏各省份直接的牛奶消费数据,使用两种方法分别对牛羊肉及牛奶的虚拟草原流量进行计算。鉴于缺乏部分省份牛羊肉的消费量数据,将我国31个省份分为四大经济区域(东部、东北、中部和西部地区),以四大地区的牛肉、羊肉生产量为参考数据,来分析省际牛羊肉中所包含的虚拟草原的流动格局。采用社会公平法,以全国层面的人均量为参考数据,来分析省际牛奶中所包含虚拟草原的流动格局。若某省份虚拟草原流量为正,说明该省份存在虚拟草原盈余,应将其列为虚拟草原流出区,获得生态补偿,反之,则应将其列为虚拟草原流入区,支付生态补偿(考虑到近年来羊肉自给率基本高于95%、牛肉自给率基本高于80%、牛奶出口量占产量比重小于1%,暂忽略对外贸易的影响)。

2.1.1 牛羊肉虚拟草原流量的计算

(1) 各省份牛羊肉消费量、有效供给量的计算:

$$C_{ij} = \frac{PAC_{jk} \times P_i}{1 - OCR_j} \quad (2)$$

式中: C_{ij} 为*i*省份*j*类畜产品的消费量; PAC_{jk} 为我国第*k*个经济区域的人均*j*类畜产品消费量,由相关年份《中国农村统计年鉴》《中国住户调查年鉴》和各省统计年鉴整理得出,为户内消费量; P_i 为*i*省份人口数; OCR_j 为*j*类畜产品的户外消费比例,借鉴陈甜和肖海峰^[11]的调研结论,认为牛肉城乡居民户外消费比例分别为32.57%、27.23%;羊肉城乡居民户外消费比例分别为39.87%、25.98%。

$$EQS_{ij} = TP_{ij} \times \theta \quad (3)$$

式中: EQS_{ij} 为*i*省份*j*类畜产品的有效供给量; TP_{ij} 为*i*省份*j*类畜产品的产量;年鉴中牛羊肉产量为胴体重,而消费量为居民购买的分割肉产品及其加工制品重量,统计口径不同,不可直接比较,因此,借鉴程广燕等^[12]、丁存振和肖海峰^[13]的研究结果,即牛肉、羊肉产量中56.3%、50.8%为有效供给量,与消费量直接进行比较,计算牛肉、羊肉的有效供给量时, θ 分别取56.3%、50.8%。

(2) 各省份牛羊肉虚拟草原流量的计算:

$$FVG_{ij} = (EQS_{ij} - C_{ij}) \times \alpha \times PVG_{Tj} \quad (4)$$

式中: FVG_{ij} 为*i*省份*j*类畜产品的虚拟草原流量; PVG_{Tj} 为全国层面单位*j*类畜产品的虚拟草原量,参考张宇鹏^[14]的研究,认为牛肉、羊肉产量中以放牧为饲养方式的比重分别是14%、43%,生产1kg牛肉、羊肉所需草原面积分别为 $2.8 \times 10^{-2} \text{hm}^2$ 、 $4.7 \times 10^{-2} \text{hm}^2$,因此计算牛肉、羊肉的虚拟草原量时, α 分别取0.14、0.43。

2.1.2 牛奶虚拟草原流量的计算

(1) 各省份牛奶虚拟草原量的计算。

计算省际牛奶虚拟草原流量的前提是求出各省份牛奶所含虚拟草原量,用来自草原的牛奶产量与单位牛奶中所含虚拟草原

量之积来表示:

$$TVG_{im} = TP_{im} \times \alpha \times PVG_{Tm} \quad (5)$$

式中:TVG_{im}为 i 省份牛奶的虚拟草原量;PVG_m为全国层面单位牛奶的虚拟草原量,根据张宇鹏^[14]的研究,牛奶中以放牧为饲养方式的比重为 28%,生产 1kg 牛奶需要草原面积为 $8.2 \times 10^{-3} \text{hm}^2$,因此 α 取 0.28。

(2) 牛奶人均虚拟草原量的计算。

现实中各省份牛奶人均拥有量的差异是导致其流动的直接原因。因而,为计算牛奶中所包含的虚拟草原流量,应首先计算各省份及全国的牛奶人均虚拟草原量:

$$PERVG_{im} = \frac{TVG_{im}}{P_i} \quad (6)$$

$$PERVG_{Tm} = \frac{TVG_{Tm}}{P_T} \quad (7)$$

式中:PERVG_{im}为 i 省份牛奶的人均虚拟草原量;PERVG_m为全国牛奶的人均虚拟草原量;TVG_m为全国牛奶的虚拟草原量;P_i为全国人口数。

(3) 牛奶的人均虚拟草原流量、虚拟草原流量的计算。

目前,在国家未对牛奶的自由流动加以管控的情况下,我国的牛奶产量基本上可以满足每个人的需求,在此借鉴樊鹏飞等^[8]的研究,使用各省份及全国牛奶中人均虚拟草原量之差来代表牛奶的人均虚拟草原流量:

$$FPERVG_{im} = PERVG_{im} - PERVG_{Tm} \quad (8)$$

式中:FPERVG_{im}为 i 省份牛奶的人均虚拟草原流量。

各省份牛奶的虚拟草原流量通过人均虚拟草原流量及人口数进行计算:

$$FVG_{im} = FPERVG_{im} \times P_i \quad (9)$$

2.1.3 总虚拟草原流量的计算

$$FVG_i = \sum_j^n FVG_{ij} \quad (10)$$

式中:FVG_{ij}为 i 省份 j 类畜产品的虚拟草原流量;FVG_i为 i 省份所有畜产品虚拟草原流量之和;n 为畜产品种类,本研究畜产品

只涉及牛肉、羊肉和牛奶,所以 n 取 3。

2.2 草原生态系统服务价值的测算

生态系统服务(ecosystem services)是人类从生态系统所得到的所有惠益^[15],合理测算其价值有助于制定正确的生态补偿政策。现阶段,测算方法主要包括当量因子法和功能价值法^[16]。前者是在将不同类型生态系统服务功能进行合理划分的前提下,分别构建其价值当量,根据各生态系统的面积来进行测算^[15,17-18]。该方法由 Costanza 等^[14]于 1997 年最先提出,主要针对全球尺度的价值评估,与中国实际有一定差距。谢高地等^[17-18]对我国权威生态学家发放了问卷,先后于 2003 年及 2008 年制定了符合我国实际的生态系统当量因子表。2015 年,谢高地等^[16]在之前研究的基础上,综合相关资料和地区生物量完备了当量因子表。当量因子法与功能价值法相比更为直观易用,数据需求相对较少,具有更高的可比性,适用于全球及区域等大范围生态系统服务价值的测算^[19-21]。

因此,本研究参考谢高地等^[16]发表的最新生态系统服务价值当量因子表,对各省份虚拟草原生态系统服务价值进行测算。一个标准单位生态系统服务价值当量因子是 1hm² 全国平均产量的农田每年自然粮食产量的经济价值,借鉴谢高地等^[17]的处理方法,采用三大粮食作物稻谷、小麦和玉米净利润的加权平均作为标准当量因子的经济价值。为使结果更加具有可比性,采用转为 2004 年不变价格的 2004—2017 年粮食净利润的平均值作为标准当量因子价值,计算公式为:

$$D = \frac{1}{14} \sum_{n=2004}^{2017} r_n (S_n^r \times F_n^r + S_n^w \times F_n^w + S_n^c \times F_n^c) \quad (11)$$

式中:D 为 1 个标准当量因子的生态系统服务价值(元/hm²); S_n^r 、 S_n^w 、 S_n^c 为稻谷、小麦、玉米的播种面积占三种作物总播种面积的百分比(%); F_n^r 、 F_n^w 、 F_n^c 为稻谷、小麦、玉米的单位面积净利润(元/hm²)。n 为年份;r 为农产品价格指数,可将各年价格均转为 2004 年不变价格。

各省份单位面积虚拟草原生态系统服务价值、虚拟草原总流量的生态系统服务价值可由下式计算得出:

$$GE = D \times F_i \quad (12)$$

$$FVGESV_i = GE \times FVG_i \quad (13)$$

式中: F_i 为 i 省份草原生态服务功能的单位面积价值当量因子^[16], $FVGESV_i$ 为 i 省份虚拟草原总流量的生态系统服务价值。

2.3 草原生态省际横向补偿标准的修正

建立科学合理的草原生态省际横向补偿标准至关重要,采用当量因子法对各省份虚拟草原的生态系统服务价值进行测算,虽考虑了草原生态系统的自然属性,但忽视了其社会属性,所得结果往往高于各省份支付能力,无法得到广泛认可。基于此,本研究采用皮尔(Pearl)生长曲线来表示各省份社会经济动态数列水平,构建了符合各地区支付意愿的草原生态省际横向补偿调节系数,对估算结果进行修正:

$$R = \frac{1}{1 + ae^{-bt}} \quad (14)$$

$$t = \frac{1}{E_n} - 3 \quad (15)$$

$$E_n = E_a \times \theta + E_b \times (1 - \theta) \quad (16)$$

式中:R 为某省份草原生态省际横向补偿调节系数;e 为自然对数的底;t 为社会经济发展阶段;a、b 为常数,直接取 1;E_n、E_a、E_b 分别为某省份恩格尔系数、城镇恩格尔系数、农村恩格尔系数;θ 为城镇化水平,用各省份城镇化率来表示。

2.4 草原生态省际横向补偿优先级的确定

各省份经济发展水平差距巨大,草原生态省际横向补偿调节系数仅是基于资金供给角度对各地区生态补偿实际支付能力进行分析,未考虑各省份对补偿资金需求的急切水平。经济发展水平较慢的受偿区对补偿资金的需求更为迫切,实施草原生态补偿后对自身经济环境的影响更为明显,应当优先接受补偿。经济发展水平较快的支付区交付补偿资金后对自身发展无明显影响,应优先支付。本研究借鉴陈儒和姜志德^[22]、王女杰等^[23]提出的“农业碳补偿优先级”和“生态补偿优先级”指标,确定虚拟草原生态省际横向补偿优先级。计算公式如下:

$$VGECPS_i = \frac{FVGESV_i}{GDP_i} \quad (17)$$

式中:VGECPS_i 为 i 省份虚拟草原生态省际横向补偿优先级;FVGTVG_i 为 i 省份虚拟草原总流量的生态系统服务价值;GDP_i 为 i 省份生产总值。

3 结果与分析

3.1 各省份虚拟草原流量分析

根据公式(2)~(10),计算得出各省份虚拟草原流量,如表 1 所示。我国虚拟草原流出省份基本分布在我国东北、华北及西北地区,虚拟草原流入省份基本分布在我国华东、华西、华南及西南地区,虚拟草原流动表现为“北土南流”现象。2005 年、2010 年与 2015 年我国虚拟草原流出量最高地区均为内蒙古,究其原因,该地区幅员辽阔,人口较少,累计种草面积接近全国 1/5,为其他省份供给了大量畜产品。我国虚拟草原流入量最高地区为广东及四川。究其原因,受自身饮食习惯影响,其畜产品消费量普遍高于其他虚拟草原流入地区。对比 3 年数据,虚拟草原流出量及流入量均在不断上涨,表明畜产品流动在逐步增多,人民生活水平在不断提高。

3.2 草原生态省际横向补偿额度分析

结合表 1 及公式(1)、公式(11)~(16)计算得出各省份修正前后的受偿及补偿额度,如表 2 及表 3 所示。修正后,各省份受偿及支付额度与修正前相比均有大幅度降低,更符合各地区经济发展水平。与虚拟草原流量相对应,受偿额度最大的 4 个省份为内蒙古、黑龙江、河北及新疆,支付额度最大的省份为广东及四川。

表 1 各省份虚拟草原流量 单位: 105hm²

2005年				2010年				2015年			
省份	流出量	省份	流入量	省份	流出量	省份	流入量	省份	流出量	省份	流入量
内蒙古	207.48	四川	67.38	内蒙古	276.49	广东	82.91	内蒙古	248.10	四川	99.83
河北	83.09	广东	67.36	黑龙江	110.36	四川	63.68	黑龙江	115.78	广东	91.50
黑龙江	78.31	广西	52.50	河北	88.04	广西	52.82	河北	90.14	广西	73.05
新疆	77.20	贵州	38.31	新疆	56.47	江苏	43.77	新疆	61.40	贵州	50.37
河南	28.46	云南	35.22	河南	38.80	湖南	39.75	河南	39.82	江苏	48.08
山东	24.17	重庆	31.87	山东	27.77	浙江	39.51	山东	32.68	重庆	45.34
宁夏	12.89	湖南	31.56	宁夏	19.99	贵州	37.93	宁夏	32.42	云南	44.87
西藏	11.99	湖北	30.83	西藏	13.83	重庆	34.25	西藏	13.58	浙江	44.57
天津	10.38	浙江	29.39	青海	10.39	湖北	31.64	青海	11.62	湖南	40.40
青海	9.18	江西	24.74	天津	6.56	安徽	29.97	辽宁	5.37	湖北	35.86
北京	6.68	江苏	24.46	辽宁	0.46	江西	29.29	天津	3.69	江西	33.93
山西	0.21	安徽	20.32	—	—	云南	28.45	吉林	0.76	安徽	33.77
—	—	福建	19.46	—	—	福建	24.36	—	—	福建	27.11
—	—	辽宁	13.11	—	—	上海	14.93	—	—	陕西	23.05
—	—	陕西	11.35	—	—	陕西	9.71	—	—	上海	15.71
—	—	甘肃	10.25	—	—	甘肃	5.55	—	—	甘肃	10.81
—	—	上海	10.06	—	—	山西	5.43	—	—	海南	5.74
—	—	吉林	6.61	—	—	海南	5.16	—	—	北京	5.64
—	—	海南	3.86	—	—	吉林	3.26	—	—	山西	3.94
—	—	—	—	—	—	北京	1.20	—	—	—	—
总计	550.03	总计	528.65	总计	649.15	总计	583.57	总计	655.36	总计	733.55

3.3 草原生态省际横向补偿优先级分析

结合表2、表3及公式(17), 计算得出草原生态省际横向补偿优先级, 分别将草原生态补偿受偿地区及支付地区按照优先级逐步降低及增高的顺序进行排序。根据中央财政转移支付成本最小化原则, 以2015年为例进行分析, 可看出优先级排在前2位的受偿地区的累积受偿金额与优先级排在前9位的支付地区的累积支付金额相差最少, 为65.15亿元, 因此, 优先受偿区为内蒙古及西藏, 优先支付区为北京、山西、上海、江苏、浙江、福建、湖北、广东及陕西。2005年及2010年优先受偿区数量为6及4, 优先

支付区数量为 18 及 19。2015 年数量与之前相比明显减少,说明国家所实行的草原补偿政策有一定成效,应继续完善。

表 2 草原生态补偿受偿省份及额度

2005 年				2010 年				2015 年			
省份	修正系数	修正前受偿额度/亿元	修正后受偿额度/亿元	省份	修正系数	修正前受偿额度/亿元	修正后受偿额度/亿元	省份	修正系数	修正前受偿额度/亿元	修正后受偿额度/亿元
内蒙古	0.40	2599.66	1036.06	内蒙古	0.49	3464.27	1683.56	内蒙古	0.62	3108.64	1918.43
黑龙江	0.47	981.18	459.35	黑龙江	0.47	1382.80	650.87	黑龙江	0.65	1450.68	943.55
河北	0.40	1041.07	415.71	河北	0.49	1103.16	538.01	河北	0.66	1129.44	746.13
新疆	0.38	967.25	368.12	新疆	0.40	707.51	283.07	新疆	0.54	769.28	412.28
山东	0.43	302.79	128.76	河南	0.45	486.11	220.01	河南	0.62	498.90	309.16
河南	0.35	356.61	124.97	山东	0.47	347.98	162.89	宁夏	0.66	406.18	268.61
宁夏	0.38	161.52	60.66	宁夏	0.40	250.45	100.72	山东	0.61	409.47	250.42
天津	0.42	130.06	55.21	青海	0.39	130.15	50.12	青海	0.61	145.64	88.54
北京	0.53	83.66	44.52	西藏	0.27	173.26	46.91	西藏	0.29	170.21	49.38
青海	0.35	114.98	40.75	天津	0.42	82.24	34.92	辽宁	0.63	67.34	42.58
西藏	0.22	150.26	33.62	辽宁	0.44	5.72	2.51	天津	0.52	46.19	24.13
山西	0.39	2.68	1.04	—	—	—	—	吉林	0.66	9.51	6.23
总计	—	6891.72	2768.75	总计	—	8133.63	3773.61	总计	—	8211.47	5059.46

表 3 草原生态补偿支付省份及额度

2005 年				2010 年				2015 年			
省份	修正系数	修正前支付额度/亿元	修正后支付额度/亿元	省份	修正系数	修正前支付额度/亿元	修正后支付额度/亿元	省份	修正系数	修正前支付额度/亿元	修正后支付额度/亿元
广东	0.36	844.02	307.85	广东	0.37	1038.83	387.85	广东	0.45	1146.44	520.54
四川	0.26	844.23	219.87	四川	0.30	797.95	243.15	四川	0.41	1250.90	513.25
广西	0.29	657.77	188.99	江苏	0.42	548.47	232.50	广西	0.47	915.24	426.30
浙江	0.45	368.30	164.39	浙江	0.47	495.02	232.29	江苏	0.60	602.43	362.44
贵州	0.27	480.07	131.64	广西	0.32	661.84	213.10	浙江	0.60	558.41	337.45
重庆	0.32	399.26	129.12	湖南	0.33	498.11	166.38	云南	0.52	562.21	290.54
湖北	0.32	386.29	122.69	贵州	0.32	475.23	154.10	湖南	0.53	506.21	268.72
湖南	0.30	395.46	120.38	重庆	0.34	429.14	146.80	贵州	0.42	631.12	264.95
云南	0.26	441.32	115.03	湖北	0.36	396.38	144.49	重庆	0.44	568.09	251.54
江苏	0.37	306.48	113.21	安徽	0.38	375.53	144.39	湖北	0.55	449.30	247.84
江西	0.30	310.01	94.21	江西	0.33	366.98	122.52	江西	0.54	425.12	228.19
福建	0.33	243.87	80.81	云南	0.31	356.45	111.37	安徽	0.47	423.13	198.73
安徽	0.32	254.55	80.51	福建	0.35	305.27	106.00	陕西	0.64	288.77	185.73
辽宁	0.38	164.24	62.11	上海	0.49	187.12	91.23	福建	0.47	339.66	159.66

上海	0.44	126.00	56.03	陕西	0.45	121.61	55.19	上海	0.66	196.85	129.78
陕西	0.37	142.22	52.93	山西	0.48	68.08	32.40	甘肃	0.53	135.40	72.26
甘肃	0.33	128.48	42.08	甘肃	0.35	69.50	24.26	北京	0.80	70.61	56.36
吉林	0.38	82.84	31.87	吉林	0.47	40.80	19.20	山西	0.67	49.32	33.18
海南	0.25	48.38	11.94	海南	0.29	64.66	18.81	海南	0.37	71.93	26.93
—	—	—	—	北京	0.53	15.00	7.99	—	—	—	—
总计	—	6623.77	2125.67	总计	—	7311.98	2654.02	总计	—	9191.14	4574.39

4 结论与讨论

现阶段, 理论及实践层面均多从纵向角度对草原生态补偿进行研究, 涉及面较窄, 补偿资金有限^[24], 有关省际横向补偿的研究则多集中于较易分清补偿及受偿主体的流域层面^[25]。但杨清等^[26]指出, 我国目前草原生态补偿资金来源单一、标准偏低, 与我国实际需求仍有一定差距。为完善我国目前欠缺的草原生态横向补偿机制, 建立合理的生态补偿标准, 本文借鉴“虚拟土”“虚拟耕地”等理念及研究方法, 创新性地提出“虚拟草原”概念, 并以其为载体, 构建了草原生态省际横向补偿标准测算模型, 有利于完善我国目前欠缺的草原生态横向补偿。

通过创新性地提出“虚拟草原”概念, 运用草原生态省际横向补偿标准测算模型对 2004—2017 年我国 31 个省份虚拟草原流量进行测算, 确定各地区的草原补偿/受偿额度及所属优先级。主要研究结论如下: (1) 根据各省份虚拟草原流量, 将其划分为受偿区和支付区。受偿区主要分布在我国北方, 接受补偿资金最多的省份为内蒙古。支付区主要分布在我国南方, 支付补偿资金最多的省份为广东。大体符合我国草原分布, 虚拟草原呈现“北土南流”格局。(2) 补偿标准的建立是生态补偿实践能否顺利实施的关键。运用草原生态省际横向补偿调节系数进行修正后, 我国草原生态补偿标准大幅下降, 极大减轻了支付区的财政压力。(3) 由于补偿资金有限, 依据各地区虚拟草原流量的生态系统服务价值, 结合经济发展情况, 计算出草原生态补偿优先级, 得出: 优先受偿区为内蒙古、西藏等, 一般受偿区为天津、山东等, 一般支付区为贵州等, 优先支付区为上海、浙江等, 且优先受偿及优先支付省份在逐年减少。

草原具有极强的生态功能, 对自身及周围省份有一定影响, 但目前很难对其影响程度进行准确测算, 本研究借助虚拟草原流量来估算其生态系统服务价值的流动; 在计算各省份虚拟草原流量时, 仅考虑了畜产品中的牛肉、羊肉及牛奶, 且未考虑其进出口的影响。在测算生态系统服务价值时, 未考虑不同地区地理、经济等方面的差异。以上都会导致研究结果不够精确, 今后应在这些方面加以注意, 进行深入分析, 以使得结果更加具有可借鉴性, 加深现实意义。

参考文献:

-
- [1]Allan J A. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible[C]//Priorities for Water Resources Allocation and Management. London:ODA, 1993.
- [2]Hoekstra A Y, Hung P Q. Globalisation of water resources: International virtual water flows in relation to crop trade[J]. *Global Environmental Change*, 2004, 15(1): 45-56.
- [3]程国栋. 虚拟水——中国水资源安全战略的新思路[J]. *中国科学院院刊*, 2003(4): 260-265.
- [4]徐中民, 龙爱华, 张志强. 虚拟水的理论方法及在甘肃省的应用[J]. *地理学报*, 2003(6): 861-869.
- [5]田贵良, 李娇娇, 李乐乐. 基于多区域投入产出模型的长江经济带虚拟水流动格局研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2019(3): 81-88.
- [6]罗贞礼, 龙爱华, 黄璜, 等. 虚拟土战略与土地资源可持续利用的社会化管理[J]. *冰川冻土*, 2004(5): 624-631.
- [7]周志田, 杨多贵. 虚拟能——解析中国能源消费超常规增长的新视角[J]. *地球科学进展*, 2006(3): 320-323.
- [8]樊鹏飞, 梁流涛, 许明军, 等. 基于虚拟耕地流动视角的省际耕地生态补偿研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2018(1): 91-101.
- [9]曹冲, 陈俭, 夏咏. 中国主要农产品贸易中隐含的虚拟耕地资源“尾效”研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(2): 72-78.
- [10]徐晓勇. 开放经济条件下中国生态服务的空间流动及其影响研究[D]. 昆明: 云南大学, 2017.
- [11]陈甜, 肖海峰. 中国羊肉消费状况及影响因素研究[J]. *中国畜牧杂志*, 2016(12): 15-20.
- [12]程广燕, 刘珊珊, 杨祯妮, 等. 中国肉类消费特征及 2020 年预测分析[J]. *中国农村经济*, 2015(2): 76-82.
- [13]丁存振, 肖海峰. 我国羊肉供需现状及趋势分析[J]. *农业经济与管理*, 2017(3): 86-96.
- [14]张宇鹏. 我国生态足迹区域差异比较研究[D]. 长春: 吉林大学博士学位论文, 2010.
- [15]Costanza R, Arge R, De Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387(15): 253-260.
- [16]谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. *自然资源学报*, 2015(8): 1243-1254.
- [17]谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. *自然资源学报*, 2003(2): 189-196.
- [18]谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. *自然资源学报*, 2008(5): 911-919.

-
- [19]Zhang B, Li W H, Xie G D. Ecosystem services research in China:Progress and perspective[J]. Ecological Economics, 2010, 69 (7) : 1389-1395.
- [20]Yu Z Y, Bi H. Status quo of research on ecosystem services value in China and suggestions to future research[J]. Energy Procedia, 2011, 5: 1044-1048.
- [21]李丽, 王心源, 骆磊, 等. 生态系统服务价值评估方法综述[J]. 生态学杂志, 2018(4) : 1233-1245.
- [22]陈儒, 姜志德. 中国省域低碳农业横向空间生态补偿研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2018(4) : 87-97
- [23]王女杰, 刘建, 吴大千, 等. 基于生态系统服务价值的区域生态补偿——以山东省为例[J]. 生态学报, 2010(23) : 6646-6653.
- [24]庞雪倩. 基于能值拓展模型的草原生态补偿标准重构研究[D]. 呼和浩特:内蒙古工业大学, 2019.
- [25]王奕淇, 李国平, 延步青. 流域生态服务价值横向补偿分摊研究[J]. 资源科学, 2019(6) : 1013-1023.
- [26]杨清, 南志标, 陈强强. 国内草原生态补偿研究进展[J]. 生态学报, 2020(07) : 2489-2495.