

引用格式:刘嘉玥,郭泉,汪永生,等. 基于CGE模型的海洋生态补偿宏观经济效应[J]. 资源科学, 2022, 44(12): 2501-2510. [Liu J Y, Guo Q, Wang Y S, et al. Macroeconomic effects of marine ecological compensation based on the computable general equilibrium model[J]. Resources Science, 2022, 44(12): 2501-2510.] DOI: 10.18402/resci.2022.12.09

基于CGE模型的海洋生态补偿宏观经济效应

刘嘉玥¹, 郭 泉¹, 汪永生², 王文涛³

(1. 天津大学海洋科学与技术学院, 天津 300072; 2. 江苏科技大学人文社科学院, 镇江 212003;

3. 中国21世纪议程管理中心, 北京 100038)

摘 要:近年来,海洋经济的快速发展导致海洋生态环境面临的压力越来越大。为保护海洋生态系统,实现海洋自然资源的可持续利用,亟需建立相应的海洋生态补偿机制,并探索生态补偿的标准问题。本文通过编制2017年中国宏观经济社会核算矩阵,构建中国宏观经济可计算一般均衡模型,模拟了征收不同程度的海洋生态补偿税对经济活动的影响。研究发现:①在征收生态补偿税的情形下,将政府收入增加的部分作为海洋生态补偿的专项资金,能够有效提高海洋生态补偿量。在生态补偿税设置为增值税的5%的情况下,海洋生态补偿量较初始情形相比,提升了4.07倍。②生态补偿税的征收会引起居民收入、企业收入、国外储蓄和国内生产总值的下降,对经济发展产生一定的阻碍作用。其中,居民收入和国外储蓄受影响较大,企业收入和国内生产总值受影响较小。因此,需要制定合理的生态补偿标准和政策,实现生态环境和社会经济的协调发展。

关键词:海洋生态补偿;宏观经济;可计算一般均衡模型;社会核算矩阵;生态环境保护;生态补偿税

DOI: 10.18402/resci.2022.12.09

1 引言

海洋生态系统作为地球上最重要的生态系统之一,不仅为人类提供了生存和发展不可或缺的物质和能量资源,还在气候调节、水热均衡、物质循环等多方面发挥着关键作用。随着海洋经济的不断发展,相关产业对海洋生态系统的利用程度逐渐加深,而相应的保护和补偿力度却有所欠缺,导致海洋生态系统价值锐减,威胁着海洋的生态安全和海洋经济的可持续发展。为调节海洋经济发展和海洋环境保护之间的矛盾,生态补偿制度应运而生,通过对生态保护主体提供补偿,对破坏生态环境的主体进行惩罚,以经济手段促进生态环境的保护,最终实现整体社会收益的最大化。近年来,中国采取了一系列相关措施,进行海洋生态环境保护,修复海洋生态系统价值。2014年10月,原国家海洋局印发《海洋生态损害国家损失索赔办法》,规定主管

部门可以对造成海洋生态损失的责任人进行索赔。2016年4月,国务院办公厅发布《关于健全生态保护补偿机制的意见》,从制度层面明确了用海活动中“谁收益、谁补偿”的原则。2017年12月,中共中央办公厅和国务院办公厅印发《生态环境损害赔偿制度改革方案》,提出涉及海洋生态环境损害赔偿的,适用海洋环境保护法等法律及相关规定。2018年12月,发改委印发《建立市场化、多元化生态保护补偿机制行动计划》,对推进市场化、多元化生态保护补偿建设工作进行了部署。2021年9月,中共中央办公厅和国务院办公厅印发《关于深化生态保护补偿制度改革的意见》,进一步提出了“研究建立近海生态保护补偿制度”的要求。

国外学者对于生态补偿的研究一般基于生态服务付费(Payments for Environmental Services, PES)的定义开展,即从生态系统服务中受益的主体

收稿日期:2022-05-29 修订日期:2022-11-25

基金项目:天津市哲学社会科学规划研究项目(TJGLQN17-007);山东省科技厅重点研发计划(软科学)重大项目(2022RZA01002)。

作者简介:刘嘉玥,女,黑龙江哈尔滨人,讲师,研究方向为海洋经济与政策。E-mail: liujiayue@tju.edu.cn

通讯作者:王文涛,男,河南焦作人,研究员,研究方向为海洋科技创新。E-mail: wangwt@acca21.org.cn

应该向提供生态系统服务的主体付费,重点集中在农林用地中的生态服务付费,包括征收特别税和支付“绿色溢价”两种方式^[1]。2007年,中国生态补偿机制与政策研究课题组^[2]将生态补偿定义为“以保护和可持续利用生态系统服务为目的,以经济手段为主调节相关者利益关系的制度安排”。此后,国内研究多基于此定义开展。目前,生态补偿的主要方式是经济补偿,相关研究主要集中在森林、水域、农田、旅游地等特定对象的实证研究方面^[3-6]。

随着人类对海洋开发利用程度的加强,海洋生态补偿的有关研究在传统的生态补偿理论上展开。国外的类似研究主要是基于PES的内涵,并将其扩展到海洋领域,重点关注海洋生态系统服务的机制和补偿价值核算等内容^[7-9],对于海洋生态补偿机制的制度设计、法律体系构建、运行过程中的管理和监督等研究较少^[10]。国内的海洋生态补偿研究方面,王森等^[11]最先提出了“海洋生态补偿”概念,认为人类活动消耗了海洋生态系统中的可再生和不可再生资源,为了维持海洋生态系统的平衡,需要补偿海洋生态系统的生态价值,包括向海洋生态系统返还劳动和物化劳动的成本,以及将“海洋环境资源使用收费政策”纳入税收体系两种方式;梅宏等^[12]进一步将海洋生态补偿扩大为流域-海域生态补偿,并讨论了其概念和基本内容;张广帅等^[13]从法律体系和制度体系建设出发,提出应加快完善海洋生态补偿机制的立法工作,通过法律途径明确海洋生态补偿机制的主体、补偿方式和补偿标准;陈克亮等^[14]系统梳理分析了近年来海洋生态修复的现状和实施概况,认为需要建立与生态修复衔接的补偿制度,加大对海洋生态保护补偿资金的支持力度;万骁乐等^[15]总结了海洋生态补偿政策体系的变迁逻辑,指出海洋生态补偿政策的改进应从体系重构、机制完善、多元统筹3个维度进行。

可计算一般均衡模型(Computable General Equilibrium model, CGE)是计量经济学领域中广泛用于经济学和公共政策定量分析的工具,主要是通过已在均衡的经济系统中引入新的变量冲击,计算得出冲击后新的平衡状态,并通过两者间的差异分析冲击对经济系统整体及各组成主体的量化影响^[16]。作为资源-环境-政策定量模拟分析的方

法,CGE模型被广泛应用在环境税、碳税、碳交易等诸多方面^[17-19]。例如,Seung等^[20]构建了动态CGE模型,模拟了海水温度上升的情形下,渔业捕获量减少给阿拉斯加经济带来的宏观影响;孔昊等^[21]构建了福建省CGE模型,模拟了福建省对能源商品征收碳税对海洋产业和其他经济部门的影响,认为征收碳税对福建省GDP具有负面影响,但对主要海洋产业的增长具有积极的作用。

总体上,国内外对于海洋生态补偿的研究主要包括了海洋生态补偿机制中的概念内涵、主体关系、补偿方式、补偿标准等,但关于海洋生态补偿机制的建立对宏观经济影响的研究比较缺乏,难以从定量的角度评估开展海洋生态补偿后相关主体各方的损益变化。因此,本文创新性地提出了海洋生态补偿机制概念模型,基于2017年中国投入产出表等数据,建立社会核算矩阵及中国宏观经济可计算一般均衡模型,并引入海洋生态补偿税作为冲击,模拟了征收不同程度的生态补偿税对政府、居民和企业等不同主体海洋经济活动的量化影响,为制定海洋生态补偿标准提供理论参考。

2 研究方法

2.1 构建海洋生态补偿机制概念模型

本文基于CGE模型的基本结构,构建了包含要素和商品两个市场,政府、居民、企业3个主要主体,海洋生态系统、生产者和国外账户3个次要主体以及主体之间关系的概念模型,如图1所示。其主要逻辑结构可以表述为:①从要素市场维度来看,企业向要素市场投入资本,从要素市场获取资本收益;居民向要素市场投入劳动力,从要素市场获取劳动力报酬。②从商品市场维度来看,要素市场向生产者投入劳动力和资本,生产者向商品市场输出商品,商品被政府和居民所消费,并与国外账户发生进出口交换。③在此过程中,政府、居民和企业3个主体的关系表现为:政府向生产者征收生产税和增值税,向居民和企业征收所得税,向国外账户征收关税,同时对居民和企业进行转移支付。④在基础情形下,政府、居民和企业收入的一部分会成为对海洋生态系统的转移支付,即对海洋生态系统的生态补偿量。

在此概念模型达到平衡后,假设政府对生产者

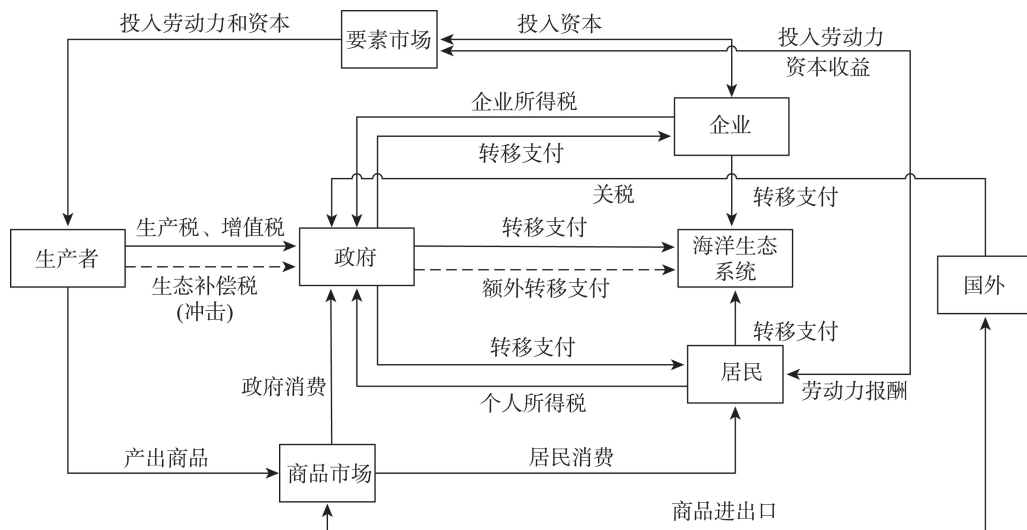


图1 海洋生态补偿机制概念模型

Figure 1 A conceptual model of marine ecological compensation mechanism

征收额外的生态补偿税,政府收入的增加部分全部作为对海洋生态系统的额外转移支付,成为对海洋生态系统的额外生态补偿量。在此情景下,本文以海洋生态补偿税作为对整体概念模型的冲击,模拟征收不同程度的生态补偿税对海洋生态补偿量的影响以及整个宏观经济系统的变化情况。

2.2 编制中国宏观社会核算矩阵

社会核算矩阵 (Social Accounting Matrix, SAM) 又称为 SAM 表,是 CGE 模型的数据基础。SAM 表在投入产出表的基础上,加入了非生产部门账户,同时还包含了生产部门和非生产部门之间的闭合关系,能够完整地描述宏观经济体系中变量的流动关系。本文在基本的中国宏观经济 SAM 表基础上,为了方便研究征收生态补偿税所带来的影响,将增值税账户从政府账户中拆分出来,以增值税的一定百分比表示征收的生态补偿税。同时,拆分居民账户为城镇居民账户及农村居民账户。本文编制的中国宏观经济 SAM 表如表 1 所示。

考虑数据可得性,本文选择基于宏观经济数据,采用逐渐分解的自顶向下法编制中国宏观经济 SAM 表。参考相关 SAM 表编制方法和过程^[22],综合选取《2017 年中国投入产出表》《中国统计年鉴 2018》《中国财政年鉴 2018》等公开数据来源编制得到原始 SAM 表,如表 2 所示。

由于在 SAM 表编制的过程中,存在数据来源或

统计口径不一致导致的误差,会造成原始 SAM 表不满足行列总和相等的要求。因此,本文采用交叉熵法进行调平,满足 SAM 表调平后数值和原数值之间差别最小的条件。交叉熵法的数学表达式如下:

$$\min z = \frac{1}{H} \sum_j \sum_i Q_{ij} \log \frac{Q_{ij}}{Q_{ij}^*} - \log \frac{H}{H^*} \quad (1)$$

式中: z 表示最小化的交叉熵目标函数; Q_{ij} 表示调平后的变量; Q_{ij}^* 表示原始变量; i 和 j 表示矩阵的行和列数; H 和 H^* 分别是 Q_{ij} 和 Q_{ij}^* 的函数,通过调整 $\frac{H}{H^*}$ 的值,可控制交叉熵法容许的误差范围。调平得到平衡的 2017 年中国宏观社会核算矩阵(表 3)。

2.3 构建中国宏观经济 CGE 模型

(1) CGE 模型的主体结构

本文构建了一个标准的宏观开放经济的 CGE 模型,并划分为 4 个部分:①生产模块部分,包括生产函数和约束条件,利润最大化条件导出的需求和产出关系;②贸易模块部分,描述生产和消费过程中商品的数量和价格关系;③主体机构模块部分,描述政府、居民和企业的收入、消费和储蓄行为等;④系统模块部分,描述模型整体达到平衡的条件,包括要素出清、商品市场供求平衡和政府财政平衡等。

(2) CGE 模型的均衡关系

生产模块的合成过程中各要素之间不完全替

表1 中国宏观社会核算矩阵

Table 1 China's macro social accounting matrix

账户	活动	商品	劳动	资本	农村居民	城市居民	企业	增值税	政府	国外	储蓄	投资	汇总
活动		国内总产出											总产出
商品	中间投入				农村居民消费	城市居民消费			政府消费	出口	商品存货	固定资本形成	总需求
劳动	劳动者报酬												劳动要素收入
资本	资本回报												资本要素收入
农村居民			农村居民劳动收入	农村居民资本收入			企业对农村居民转移支付		政府对农村居民转移支付				农村居民总收入
城市居民			城市居民劳动收入	城市居民资本收入			企业对城市居民转移支付		政府对城市居民转移支付				城市居民总收入
企业				企业资本收入									企业总收入
增值税	增值税												增值税总收入
政府	生产税	进口税				个人所得税	直接税			国外收入	债务收入		政府总收入
国外		进口		国外资本收入					政府对国外支付				外汇支出
储蓄					农村居民储蓄	城市居民储蓄	企业储蓄	增值税结余	政府储蓄	国外储蓄			总储蓄
投资											固定资本投资		总投资
汇总	总投入	总供给	劳动要素支出	资本要素支出	农村居民支出	城市居民支出	企业支出	增值税结余	政府支出	外汇收入	总储蓄	总投资	

表2 2017年原始中国宏观社会核算矩阵（亿元）

Table 2 Original macro social accounting matrix of China, 2017 (100 million Yuan)

账户	活动	商品	劳动	资本	农村居民	城市居民	企业	增值税	政府	国外	储蓄	投资	汇总
活动		2257734											2257734
商品	1434518				67593	252834			123750	163847	8307	359151	2410000
劳动	423268												423268
资本	304969												304969
农村居民			63208	10107			5653		6878				85846
城市居民			360060	20521			19984		24318	2228			427111
企业				272675									272675
增值税	58342												58342
政府	36637	2998				11966	41981			-2966	4191		153149
国外		149268		1666					197				151131
储蓄					18254	162310	205057	58342	-60335	-11978			371649
投资											359151		359151
汇总	2257734	2410000	423268	304969	85846	427111	272675	58342	153149	151131	371649	359151	

2022年12月

表3 2017年中国宏观社会核算矩阵(亿元)

Table 3 China's macro social accounting matrix, 2017 (100 million Yuan)

账户	活动	商品	劳动	资本	农村居民	城市居民	企业	增值税	政府	国外	储蓄	投资	汇总
活动		2608344								189215			2797559
商品	1799354				81978	307953			147864		10107	435176	2782432
劳动	513355												513355
资本	369154												369154
农村居民			76608	12284			6822		8269				103983
城市居民			436747	24960			24138		29257	2710			517812
企业				329908									329908
增值税	70863												70863
政府	44833	2105				14357	50636			-3759			108172
国外		171983		2002									173985
储蓄					22004	195503	248312	70863	-77218	-14181			445283
投资											435176		435176
汇总	2797559	2782432	513355	369154	103983	517812	329908	70863	108172	173985	445283	435176	

代,替代关系用恒替代弹性生产函数(Constant Elasticity of Substitution Production Function, CES 函数)表示。贸易模块的国内生产活动的产出商品在出口和国内消费间的选择关系存在一个生产可能性边界条件,由恒转移弹性生产函数(Constant Elasticity of Transformation Production Function, CET 函数)表示。以增值 δ 和总中间投入 ε 合成总产出 β 为例,CES 函数描述的合成过程表示为:

$$\beta(a) = \gamma'(a) \times [\gamma''(a) \times \delta(a)^{\gamma'''(a)} + (1 - \gamma''(a)) \times \varepsilon(a)]^{\frac{1}{\gamma'''(a)}} \quad (2)$$

式中: $\beta(a)$ 表示总产出活动 β 中第 a 种商品的数量; $\gamma'(a)$ 表示总产出商品 γ 中第 a 种商品的 CES 转移参数; $\gamma''(a)$ 表示总产出商品 γ 中第 a 种商品的 CES 份额参数; $\delta(a)$ 表示总增值活动 δ 中第 a 种商品的数量; $\gamma'''(a)$ 表示总产出商品 γ 中第 a 种商品的 CES 指数参数; $\varepsilon(a)$ 表示总中间投入活动 ε 中第 a 种商品的数量。

以国内生产活动的产出商品 β 分解为国内销售 θ 和出口 μ 两部分为例,CET 函数描述的分解过程表示为:

$$\beta(a) = \beta'(a) \times [\beta''(a) \times \theta(a)^{\beta'''(a)} + (1 - \beta''(a)) \times \mu(a)^{\beta'''(a)}]^{\frac{1}{\beta'''(a)}} \quad (3)$$

式中: $\beta'(a)$ 表示总产出活动 β 中第 a 种商品的 CET 转移参数; $\beta''(a)$ 表示总产出活动 β 中第 a 种商品的

CET 份额参数; $\theta(a)$ 表示国内生产国内销售活动 θ 中第 a 种商品的数量; $\beta'''(a)$ 表示总产出活动 β 中第 a 种商品的 CET 指数参数; $\mu(a)$ 表示出口活动 μ 中第 a 种商品的数量。

(3) CGE 模型的闭合条件及参数选择

本文选择新古典主义宏观闭合条件,满足要素供应等于要素禀赋的约束条件。其中,涉及的参数包括:①生产函数的投入产出系数,由投入量与产出量之间的比例计算;②各主体之间的转移支付率,由各主体间的转移支付量与总支出量计算;③各主体对不同类型商品的消费倾向,由各主体在不同来源消费品间的消费量的比例计算;④生产税税率等各种税率,由国家税收与各主体总收入的比例计算;⑤各主体在要素收入的比例,由要素收入的分配比例计算;⑥CES 和 CET 函数的指数参数、份额参数和转移参数不能由 SAM 表中获得,因此参考已有研究成果^[23]外生给定。

3 结果与分析

3.1 情景模拟结果

初始情形下的 CGE 模型已达到平衡状态,引入生态补偿税作为冲击后,模型再次达到平衡时各变量的变化情况反映了冲击带来的影响。冲击设置包括两种方法:①对于可直接计算的对象,如碳汇量等,可设定一个具体的价格;②对于无法直接计算的对象,如税收等,设定为原基础的比例形式。

本文为避免在宏观社会核算矩阵中引入新的“生态补偿税”账户对其他账户调平造成的影响,在模拟征收生态补偿税时,以增值税的一定百分比表示生态补偿税用于海洋生态补偿,因此,在进行情景模拟时将生态补偿税设置为当前全行业增值税数额的5%、10%、15%和20%进行讨论,模拟结果如表4所示。

需要说明的是,本文CGE模型计算得到的中国2017年GDP为1221838.35亿元,与国家统计局发布的827121.7亿元存在一定差距,但CGE模型主要关注的是经济系统内部各主体之间的相互关系,模型误差对于本文的结果和结论没有本质上的影响。

根据现有研究设定政府、居民和企业对海洋的转移支付率^[24],假设初始情况下,政府、居民和企业的收入对海洋的转移支付率分别为0.00549%、0.03545%和0.04321%。将所有对海洋的转移支付加总记为对海洋的生态补偿量,计算得出中国2017年海洋生态补偿量为458.35亿元。

3.2 征收生态补偿税对海洋生态补偿量的影响

当生态补偿税设置为当前全行业增值税数额的5%、10%、15%和20%时,海洋生态补偿量分别为2324.98亿、4155.37亿、5951.18亿和7713.98亿元,较初始情形相比,分别提升了4.07、8.07、11.98和15.83倍。由于政府、居民和企业收入对海洋的转移支付率较低,当生态补偿税设置为当前全行业增值

税数额的5%、10%、15%和20%时,来自于政府、居民和企业的转移支付合计为454.52亿、450.82亿、447.23亿和443.75亿元,而来自于政府收入增加的额外转移支付为1870.46亿、3704.55亿、5503.95亿和7270.23亿元,分别占生态补偿量总额的80.45%、89.15%、92.49%和94.25%。

由此可见,征收生态补偿税能有效地增加生态补偿量,其原因是由于提高增值税率有效地提升了政府税收,带来的额外转移支付使得海洋生态系统获得的补偿明显增加。与基准情形相比,随着生态补偿税的增加,来自于政府、居民和企业的转移支付有较小的减少,主要是由于税收的增加导致了居民和企业的收入减少。但是,来自于政府收入增加的额外转移支付总额远大于减少的数额,总体的生态补偿量仍然体现出显著增加的态势。因此,征收专用于海洋的生态补偿税,会提升政府税收,从而增加政府收入,是海洋生态补偿量增长的主要来源。此外,由于基准情形中生态补偿量较小,额外转移支付构成了生态补偿量的主体部分。

3.3 征收海洋生态补偿税对生产方面的影响

征收海洋生态补偿税对生产方面的影响体现在两个方面:①收入效应,征税行为使相关企业的生产成本上升,总收入减少,并引起居民收入下降;②替代效应,企业放弃高污染生产活动,转向非税商品生产,其利润或收益率出现变化。表5展示了

表4 CGE模型模拟结果(亿元)

Table 4 Simulation results of the computable general equilibrium (CGE) model (100 million yuan)

	初始情形	5%税率	10%税率	15%税率	20%税率
农村居民收入	135256.51	133777.05	132345.44	130959.31	129616.45
城镇居民收入	692583.42	684295.96	676278.08	668516.42	660998.53
政府支出	180643.58	180788.12	180933.21	181078.81	181224.90
总投资	419274.24	420119.80	420964.07	421807.00	422648.57
企业储蓄	270137.72	269226.66	268335.45	267463.32	266609.56
国外储蓄	92367.35	88894.60	85517.99	82232.94	79035.22
国民生产总值	1221838.35	1211686.70	1201838.19	1192276.97	1182988.36
政府储蓄	22256.32	23982.23	25671.24	27325.04	28945.23
企业收入	355690.99	354614.75	353561.95	352531.69	351523.13
政府收入	202899.90	204770.36	206604.45	208403.85	210170.13
总产出	3464931.32	3433747.01	3403553.08	3374301.26	3345946.74
农村居民消费	110935.48	109575.29	108258.28	106982.33	105745.47
城镇居民消费	429955.22	424197.43	418624.54	413227.46	407997.72

2022年12月

不同水平的生态补偿税税率下,生产方面经济要素受到的影响。

随着海洋生态补偿税税率的提升:①总产出和国内生产总值呈现减少趋势,主要原因在于额外的增值税会抑制生产过程中的劳动和资本合成增值,进而影响增值和总中间投入合成总产出,使总产出和由总产出构成主要部分的国内生产总值减少。②居民和企业收入方面呈现减少趋势,主要原因在于居民和企业收入的主要部分是从要素市场获取的劳动力收入和资本报酬,获取收入的过程也就是生产过程,增值税的提高会直接减少居民和企业的收入,因此其减少幅度要大于总产出和国内生产总值的减少幅度。③政府收入呈现增加趋势,主要原因在于增值税的增加可以直接带来增值税收入的提高,而政府收入的其他来源,如对居民收入征收的个人所得税、对企业收入征收的企业所得税等减少幅度较小,因此,总体上政府收入有所增加。

3.4 征收海洋生态补偿税对消费方面的影响

征收海洋生态补偿税对消费方面的影响同样包括收入和替代效应两个方面。收入效应方面,征税使商品价格上升,引起政府消费支出增加以及个人消费下降;替代效应方面,消费者为了避税而改变了原有的消费选择。表6显示了不同水平的生态补偿税税率下,消费方面经济要素受到的影响。

随着海洋生态补偿税税率的提升:①政府支出和政府储蓄呈现增加趋势,主要原因在于增值税的增加带来了商品价格的上升,政府消费需求外生不变,对商品消费的支出增加。而政府的其他支出项,如对居民和企业的转移支付属于外生参数,并保持不变,因此,政府消费增加导致了政府支出增加。同时,政府储蓄作为政府收入减去政府支出的余项,数值大幅增加。②总投资呈现增加趋势,主要原因在于增值税的增加减少了商品的产出,而原有对商品的需求仍然存在,因此,各生产部门存在扩大生产的需求。由于对生产的投资增加,由各部门投资加总得到的总投资也随之增加。③居民消费呈现减少趋势,主要原因在于居民收入的减少和消费商品的价格提高。一方面,居民收入的减少限制了居民的消费总额;另一方面,市场上商品价格的提高进一步地减少了居民消费的商品数量。④企业储蓄呈现减少趋势,主要原因在于企业收入的减少,而企业对居民的转移支付率属于外生参数,并保持不变,企业储蓄的减少幅度要大于企业收入的减少幅度。⑤国外储蓄^①呈现减少趋势,主要原因在于增值税的增加导致国内市场的商品产出减少,而需求保持不变,国内生产商品和进口商品合成国内市场销售商品的平衡向进口商品倾斜,使进口商品增加,外汇储备减少。

表5 征收生态补偿税对生产方面的影响(%)

Table 5 Effects of ecological compensation tax on production (%)

税率	总产出	农村居民收入	城镇居民收入	企业收入	政府收入	国内生产总值
5	-0.90	-1.09	-1.20	-0.30	0.92	-0.83
10	-1.77	-2.15	-2.35	-0.60	1.83	-1.64
15	-2.62	-3.18	-3.47	-0.89	2.71	-2.42
20	-3.43	-4.17	-4.56	-1.17	3.58	-3.18

表6 征收生态补偿税对消费方面的影响(%)

Table 6 Effects of ecological compensation tax on consumption (%)

税率	政府支出	政府储蓄	总投资	农村居民消费	城镇居民消费	企业储蓄	国外储蓄
5	0.08	7.75	0.20	-1.23	-1.34	-0.34	-3.76
10	0.16	15.34	0.40	-2.41	-2.64	-0.67	-7.42
15	0.24	22.77	0.60	-3.56	-3.89	-0.99	-10.97
20	0.32	30.05	0.80	-4.68	-5.11	-1.31	-14.43

① CGE模型中的国外储蓄,其含义是经常性项目的外汇收支赤字,通过国外储蓄项的变动,来满足模型外汇收支平衡的要求,可以理解为一般意义上所有经济主体的外汇储备之和。

4 结论与政策建议

4.1 结论

本文梳理了国内外生态补偿理论、海洋生态补偿机制的研究现状,构建了中国宏观经济CGE模型,评估了不同海洋生态补偿标准下的宏观经济效应问题,为解决海洋生态相关的现实难题提供了可行思路 and 理论支持。总体上,具有以下结论:

(1)征收海洋生态补偿税能够对海洋生态治理产生明显效果。研究显示,以增值税的一定百分比征收额外的生态补偿税,并将政府收入增加的部分作为海洋生态补偿的专项资金,能够有效地提高海洋生态补偿量。在生态补偿税设置为增值税的5%的情况下,海洋生态补偿量增加了初始情形的4.07倍;而在生态补偿税设置为增值税的20%的情况下,海洋生态补偿量增加了初始情形的15.83倍。一方面,说明征收海洋生态补偿税是进行海洋生态补偿的有效途径,能够有效地改善海洋生态环境;另一方面,也说明当前海洋生态补偿量处于较低水平,政府、居民和企业对海洋生态补偿问题缺少足够的重视,影响了经济社会的可持续发展。

(2)征收海洋生态补偿税对不同主体的影响程度差异较大。生态补偿税的征收会引起居民收入、企业收入、国外储蓄和国内生产总值的下降,对经济发展产生一定的阻碍作用。其中,生态补偿税对国外储蓄和居民收入影响较大,对国内生产总值影响程度居中,对企业收入影响较小。从商品价格角度来看,主要原因在于:生态补偿税增加,一方面会提高商品的价格、抑制消费,减少居民和企业从要素市场中获取的收入,从而导致国内生产总值下降;另一方面,商品价格的提高会抑制国内商品出口,促进国外商品进口,使国外储蓄减少。

(3)征收适度的海洋生态补偿税能够有利于社会-环境-经济的协调发展。健全完善的生态补偿政策和实施标准,既能够满足海洋生态补偿的需要,又不妨碍社会经济整体发展,甚至可以通过海洋环境的改善实现经济发展与环境保护的“双重红利”。本文通过数值模拟形式,量化分析了生态补偿对中国国内生产总值、政府收入、居民收入和企业收入等要素的影响,直观地反映出在不同水平的生态补偿力度下社会经济各产业部门的变动情

况,为政府部门进行生态补偿政策的制定提供了理论依据。

4.2 政策建议

海洋生态补偿是一个动态过程,随着经济社会发展对海洋生态系统的不断影响,需要在传统生态补偿的方法和政策基础上,考虑新的影响因素,确保生态补偿机制设计能够满足生态补偿各相关方的激励需要。生态补偿税作为海洋生态治理的有效手段,在污染治理领域的应用前景较为广阔,本文基于CGE模型的模拟结果,提出如下对策建议。

(1)加强海洋生态经济学的量化研究,促进海洋生态系统可持续发展。当前,与传统领域生态环境保护和治理的相关研究相比,中国海洋环境治理的生态补偿研究起步较晚,在基础理论和政策设计方面还缺乏深入的系统研究。面对严峻的海洋污染治理形势,生态补偿机制逐渐成为海洋环境治理的重要手段。海洋生态系统是蓝碳的主要贡献者,当前形势下,开展海洋生态经济学的相关量化研究,不但有利于海洋生态文明建设,也有利于增强海洋碳汇实力、促进双碳目标的实现。

(2)开展海洋生态损失核算工作,建立切合实际的海洋生态补偿机制。为了更好地增加海洋生态补偿量,又不对经济系统整体产生较大的消极影响,在建立海洋生态补偿机制时,一方面,应考虑在征收专用于海洋生态补偿的税收时先进行当前海洋生态损失量的核算工作,确定海洋生态补偿量的数额,从而确定生态补偿税的合理定价;另一方面,在满足海洋生态补偿量的前提下,对征税造成负面效应明显的主体进行一定的额外补偿,如提高政府对居民的转移支付以应对居民收入和消费的减少,增加出口退税以应对企业收入和外汇储备量的减少。

(3)合理制定海洋生态补偿标准区间,满足不同生态系统的补偿需求。当前政府、居民和企业对海洋的转移支付率均处于较低水平,针对不同主体应制定对应的政策提升其对海洋的支付量,遵循“谁使用谁保护,谁污染谁付费”的基本原则。具体实践中,面向不同的生态系统类型,制定不同的生态补偿措施。例如,红树林生态系统的土地开发项目应适当提高补偿标准;而针对能够增加海洋碳汇

2022年12月

的渔业项目,在开发时则可适当降低补偿标准。

(4)充分考虑海洋生态系统的地域特征,健全海洋生态补偿联动模式。海洋生态系统涉及多个国民经济主体,同时海洋污染和治理具有较强的地域特征,特别是沿海省份更需要搭建起生态补偿机制的区域协调机构,引导各方协同有序参与海洋生态补偿。由相关部门牵头组建跨行政区的海洋生态补偿联动机构,在统一框架下综合处理海洋生态补偿问题,形成跨区域的生态保护模式,加快研究制定符合中国国情的海洋生态补偿体系。

参考文献(References):

- [1] Wunder S. Payments for Environmental Services: Some Nuts and Bolts[R]. CIFOR: CIFOR Occasional Paper No.42, 2005.
- [2] 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[M]. 北京: 科学出版社, 2007. [Research Group on Ecological Compensation Mechanism and Policy in China. Research on Ecological Compensation Mechanism and Policy in China[M]. Beijing: Science Press, 2007.]
- [3] 盛文萍, 甄霖, 肖玉. 差异化的生态公益林生态补偿标准: 以北京市为例[J]. 生态学报, 2019, 39(1): 45-52. [Sheng W P, Zhen L, Xiao Y. Distinct eco-compensation standards for ecological forests in Beijing[J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(1): 45-52.]
- [4] 马军旗, 乐章. 黄河流域生态补偿的水环境治理效应: 基于双重差分方法的检验[J]. 资源科学, 2021, 43(11): 2277-2288. [Ma J Q, Yue Z. Effects of ecological compensation on water environment governance in the Yellow River Basin: A test based on difference-in-difference method[J]. Resources Science, 2021, 43(11): 2277-2288.]
- [5] 柳荻, 胡振通, 柳金昊. 休耕生态补偿对农户收入的影响: 以地下水超采区为例[J]. 资源科学, 2022, 44(2): 350-364. [Liu D, Hu Z T, Liu J H. Impact of fallowed farmland eco-compensation on farmers' income: A case study of groundwater over-exploited areas[J]. Resources Science, 2022, 44(2): 350-364.]
- [6] 冯凌, 郭嘉欣, 王灵恩. 旅游生态补偿的市场化路径及其理论解析[J]. 资源科学, 2020, 42(9): 1816-1826. [Feng L, Guo J X, Wang L E. Marketization path of tourism ecological compensation and theoretical analysis[J]. Resources Science, 2020, 42(9): 1816-1826.]
- [7] Tanner M K, Moity N, Costa M T, et al. Mangroves in the Galapagos: Ecosystem services and their valuation[J]. Ecological Economics, 2019, 160: 12-24.
- [8] Mangubhai S, Sykes H, Manley M, et al. Contributions of tourism-based marine conservation agreements to natural resource management in Fiji[J]. Ecological Economics, 2020, DOI: 10.1016/j.ecolecon.2020.106607.
- [9] Booth H, Arlidge W N S, Squires D, et al. Bycatch levies could reconcile trade-offs between blue growth and biodiversity conservation[J]. Nature Ecology & Evolution, 2021, 5: 715-725.
- [10] 许瑞恒, 姜旭朝. 国外海洋生态补偿研究进展(1960-2018)[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2020, (1): 84-93. [Xu R H, Jiang X Z. Knowledge graph of foreign marine ecological compensation research: Analysis based on Web of Science[J]. Journal of Ocean University of China (Social Sciences), 2020, (1): 84-93.]
- [11] 王森, 段志霞. 海洋生态价值的特点及补偿[J]. 工业技术经济, 2005, (1): 69-70. [Wang M, Duan Z X. Characteristics and compensation of marine ecological value[J]. Journal of Industrial Technological Economics, 2005, (1): 69-70.]
- [12] 梅宏, 陈佩彤, 陈克亮. 流域-海域生态补偿制度研究[J]. 环境保护, 2019, 47(2): 49-53. [Mei H, Chen P T, Chen K L. Study on ecological compensation system for drainage basin-sea area[J]. Environmental Protection, 2019, 47(2): 49-53.]
- [13] 张广帅, 赵全民, 唐晨. 我国海洋生态补偿的法律体系和制度框架[J]. 海洋开发与管理, 2019, 36(4): 29-33. [Zhang G S, Zhao Q M, Tang C. China's marine ecological compensation legal system and institutional framework[J]. Ocean Development and Management, 2019, 36(4): 29-33.]
- [14] 陈克亮, 吴侃侃, 黄海洋, 等. 我国海洋生态修复政策现状、问题及建议[J]. 应用海洋学学报, 2021, 40(1): 170-178. [Chen K L, Wu K K, Huang H P, et al. Marine ecological restoration policies in China: Status, problems and suggestions[J]. Journal of Applied Oceanography, 2021, 40(1): 170-178.]
- [15] 万晓乐, 邱鲁连, 袁斌, 等. 中国海洋生态补偿政策体系的变迁逻辑与改进路径[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(12): 163-176. [Wan X L, Qiu L L, Yuan B, et al. Change logic and improvement path of China's marine ecological compensation policy system[J]. China Population, Resources and Environment, 2021, 31(12): 163-176.]
- [16] 张欣. 可计算一般均衡模型的基本原理与编程[M]. 上海: 上海人民出版社, 2017. [Zhang X. The Basic Principles and Programming of the Computable General Equilibrium Model[M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2017.]
- [17] Jia Z J, Wen S Y, Liu Y. China's urban-rural inequality caused by carbon neutrality: A perspective from carbon footprint and decomposed social welfare[J]. Energy Economics, 2022, DOI: 10.1016/j.eneco.2022.106193.
- [18] Cristian M. Pigouvian taxes to internalize environmental damages from Chilean mining: A computable general equilibrium analysis [J]. Journal of Cleaner Production, 2022, DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.132359
- [19] Shen J, Zhao C H. Carbon trading or carbon tax? A computable general equilibrium-based study of carbon emission reduction policy in China[J]. Frontiers in Energy Research, 2022, DOI:

- 10.3389/fenrg.2022.906847.
- [20] Seung C K, Ianelli J N. Evaluating alternative policies for managing an Alaska pollock fishery with climate change[J]. *Ocean & Coastal Management*, 2019, DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2019.104837.
- [21] 孔昊, 杨薇, 罗美雪, 等. 基于CGE模型的CO₂减排对福建省海洋经济的影响[J]. *亚热带资源与环境学报*, 2021, 16(4): 1-6. [Kong H, Yang W, Luo M X, et al. Impact of CO₂ emission reduction on marine economy in Fujian: Based on CGE model[J]. *Journal of Subtropical Resources and Environment*, 2021, 16(4): 1-6.]
- [22] 王其文, 李善同, 高颖. 社会核算矩阵: 原理、方法与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008. [Wang Q W, Li S T, Gao Y. *Social Accounting Matrix: Principles, Methods and Applications*[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2008.]
- [23] 赵永, 王劲峰. 经济分析: CGE模型与应用[M]. 北京: 中国经济出版社, 2008. [Zhao Y, Wang J F. *CGE Model and Its Applications in Economic Analysis*[M]. Beijing: China Economic Publishing House, 2008.]
- [24] 陈东景. 包含海洋自然资源的社会核算矩阵的编制[J]. *统计与决策*, 2015, (20): 22-25. [Chen D J. Compilation of social accounting matrix containing marine natural resources[J]. *Statistics & Decision*, 2015, (20): 22-25.]

Macroeconomic effects of marine ecological compensation based on the computable general equilibrium model

LIU Jiayue¹, GUO Quan¹, WANG Yongsheng², WANG Wentao³

(1. School of Marine Science and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China; 2. School of Humanity & Social Science, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212003, China; 3. The Administrative Center for China's Agenda 21, Beijing 100038, China)

Abstract: Marine ecological environment recently experiences an increasing pressure from the rapid development of marine economy. Marine ecological compensation standards-based mechanism is urgently needed to protect the marine ecosystem and thus enable the sustainable use of marine resources. This study established a macroeconomic computational general equilibrium model through constructing China's macroeconomic social accounting matrix in 2017, and simulated the effects of different levels of ecological compensation tax on economic activities in China. The results show that: (1) The special fund of marine ecological compensation will be increased by additional government revenue associated with the collection of ecological compensation tax. It will effectively enlarge the amount of ecological compensation. When the tax is set to 5% of value-added tax, the amount of marine ecological compensation will increase by 4.07 times from its initial situation; (2) Collecting ecological compensation tax will lead to greater declines of resident income and foreign saving compared to enterprise income and GDP, hindering the economic development. It is necessary to formulate reasonable ecological compensation standard and policy to realize the coordinated development of ecological environment and social economy.

Key words: marine ecological compensation; macroeconomy; computable general equilibrium model; social accounting matrix; ecological environmental protection; ecological compensation tax