

碳税对我国进出口贸易的影响研究

张友国

摘要: 碳税是实现绿色发展的重要环境规制手段, 并已为一些发达国家采用, 但其对本国贸易模式的影响也是需要慎重考虑的问题。基于一个动态可计算一般均衡模型, 探讨了不同税率下碳税对我国贸易模式的影响, 发现碳税能显著削减我国的能源消耗和碳排放, 而对经济增速及进出口贸易总量影响甚微。碳税实施后, 碳密集型部门的出口及其在总出口中的份额有所下降, 但其在进口中的份额会上升; 而劳动密集型和技术密集型部门的出口会增加。因此, 碳税对我国产业竞争力的负面影响并不显著, 且碳税的实施有助于优化我国的贸易模式。本文认为我国可以考虑近期内开征碳税, 并提出了相关政策建议。

关键词: 碳税; 贸易模式; 可计算一般均衡模型

中图分类号: F752 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2015)06-0001-10

DOI: 10.16493/j.cnki.42-1627/c.2015.86.001

一、引言

碳税是一种有代表性的环境规制政策。从发达国家的实践来看, 自 1990 年以来, 芬兰、瑞典、挪威和丹麦等北欧国家开始征收碳税, 对这些国家实现绿色发展发挥了重要作用。然而, 许多国家由于担心征收碳税将影响本国产品的国际竞争力, 因而迟迟难以决定是否实施这项政策。自改革开放以来, 我国经济高速发展, 而对外贸易则被誉为我国经济增长的“三驾马车”之一。那么征收碳税对中国的产品竞争力和对外贸易将产生怎样的影响? 这无疑是中国推进低碳绿色经济发展所需要考虑的一个重大现实问题。

有许多学者从理论和实证的角度对环境规制的贸易影响进行了有益的探究, 但尚未达成共识。分歧首先表现在理论认识方面。“污染避风港假说”认为环境规制会影响污染密集型产业的竞争力, 并导致这些产业从规制严格的地区流向规制宽松地区。而“要素禀赋假说”则认为竞争力和贸易模式主要取决于要素禀赋和技术水平, 环境规制对竞争力和贸易模式没有影响或影响甚微^[1], “波特假说”^[2]甚至认为加强环境规制有助于提升竞争力。

其次, 从实证分析来看, 大部分计量实证研究结果^[3]支持“要素禀赋假说”或“波特假说”, 而支持“污染避风港假说”的研究结果较少。这主要是因为“污染避风港假说”把环境政策当作竞争力和贸易模式的唯一影响因素, 而现实世界中则是多种因素共同作用于竞争力和贸易模式, 环境

基金项目: 中国社会科学院哲学社会科学创新工程项目“绿色发展战略与政策模拟研究”(JJ06-2015-SCX-00116); 国家社会科学基金青年项目“跨区域碳减排的技术经济优化路径及政策研究”(13CJY009)

作者简介: 张友国, 经济学博士, 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所、中国社会科学院环境与发展研究中心研究员 (北京 100732)

政策只是其中一种影响力十分有限的因素^{[1][3]}。

然而,近年来一些基于系统性政策模型的实证研究则似乎表明,环境规制对竞争力和贸易有显著影响。Dissou 等^[4]应用可计算一般均衡 (Computable General Equilibrium, CGE) 模型的分析表明,碳税 (40 美元/吨) 会显著降低加拿大各部门的竞争力,并使其进出口总量下降。财政部财政科学研究所课题组^{[5][P49]}应用 CGE 模型研究了我国开征碳税的影响,发现开征碳税对高耗能行业的出口有负面影响。Li 等^[6]基于 CGE 模型分析了出口碳税对我国部门出口的短期影响,发现碳税 (200 元/吨) 在短期内对中国 GDP 的影响不大,并能降低能源密集型部门的出口。Wang 等^[7]基于一个拓展的投入产出模型,考察了碳税对中国各部门国际和国内竞争力 (增加值) 的静态影响,发现较高的碳税 (100 元/吨) 会对一些能源密集型部门的竞争力产生显著影响,而较低碳税 (10 元/吨) 对各部门的竞争力没什么影响。基于政策模型和计量方法的实证研究结果之所以不同,其主要原因在于计量方法不易将环境规制的影响从其他因素的影响中分离出来,而系统性政策模型可以。不过,这样的研究不多且主要集中于讨论碳税的影响,其原因可能是随着气候变化问题的日益突出,碳税已成为标志性的环境规制手段。

总的来看,目前基于政策模型专门探讨环境规制特别是碳税对贸易模式影响的研究还很少。已有的几项研究也主要侧重分析碳税对我国产业的国际竞争力和出口模式的影响,而未讨论碳税对我国进口模式的影响。因而,对这一问题还有进一步深化研究的必要。

鉴于 CGE 模型是研究这一问题的有力工具,本文拟采用一个动态 CGE 模型来分析碳税对中国产业竞争力和贸易模式的影响,并试图对这一研究领域作出如下两点贡献:一是同时考察碳税对进口模式和出口模式的影响;二是考虑对所有 (国产和进口) 化石能源都征收碳税产生的贸易影响。

二、用于政策分析的动态 CGE 模型

本文采用一个动态 CGE 模型来模拟碳税的贸易效应。以下是该模型的关键行为方程^①。

生产行为。本模型假定发电和发热用到的化石能源产品及作为终端能源使用的化石能源产品与生产要素以 (Constant Elasticity of Substitution, CES) 函数形式相结合进入生产函数。可将生产过程表示为如下生产函数:

$$X_i = \min(A_{Z_{ji}} Z_{ji}, A_{Q_i} Q_i) \quad (1)$$

$$Q_i = [\alpha_{L_i} (A_{L_i} L_i)^{(\sigma Q_i - 1)/\sigma Q_i} + (1 - \alpha_{L_i}) (A_{N_i} N_i)^{(\sigma Q_i - 1)/\sigma Q_i}]^{\sigma Q_i / (\sigma Q_i - 1)} \quad (2)$$

$$N_i = [\alpha_{K_i} (A_{K_i} K_i)^{(\sigma N_i - 1)/\sigma N_i} + (1 - \alpha_{K_i}) (A_{F_i} F_i)^{(\sigma N_i - 1)/\sigma N_i}]^{\sigma N_i / (\sigma N_i - 1)} \quad (3)$$

$$F_i = \left\{ \sum_j [\alpha_{Z_{jk}} (A_{Z_{jk}} Z_{jk})^{(\sigma F_i - 1)/\sigma F_i}] \right\}^{\sigma F_i / (\sigma F_i - 1)} \quad (4)$$

其中, Z_{ji} 是第 j 类中间合成投入 (包括当作原材料使用的化石能源), Q_i 是劳动—(资本—能源) 合成投入, Z_{bk} 是发电、发热和各部门终端消耗的第 k 类化石能源, N_i 是资本—能源合成投入, L_i 、 K_i 和 F_i 分别表示劳动、资本和能源合成品; A 表示各种投入的效率, 其变化反映了技术进步; α 和 σ 分别表示份额系数和替代弹性。(1) 式—(4) 式意味着总产出既是劳动、资本和与它们相结合的化石能源合成商品的多层嵌套 CES 函数, 又是中间投入 (包括各种非化石能源商品和服务以及用于生产二次化石能源产品的化石能源) 的里昂惕夫生产函数。

同时, 我们假定每个部门提供一种产品或服务, 并根据产品的国内销售价格和出口价格决定其产品或服务的国内供给量和出口量以实现收入最大化。这样可以用固定转换弹性 (Constant Elas-

① 有兴趣的读者可来信索取模型方程体系的详细描述。

ticity of Transformation, CET) 函数来刻画上述产品或服务的总供给量与其国内供给量和出口量的关系。

居民消费。假定居民在一定的支出预算约束下追求效用最大化, 而其效用是各类合成商品或服务 Z_{Hi} 的克莱因-鲁宾 (Klein-Rubin) 函数。

$$\max \prod_i (Z_{Hi} - z_{Hsubi} \Psi)^{\beta_{luxi}} \quad (5)$$

$$\text{s.t. } P_{ZHi} Z_{Hi} \leq (1-s)[(1-t_H)(\omega L^s + U_{HP}) + U_{HG} + U_{HF}] = W_H \quad (6)$$

其中, z_{Hsubi} 为合成消费商品 i 的人均基本需求量, Ψ 为人口总数, P_{ZHi} 为居民消费的合成商品价格, β_{luxi} 为各种商品的支出在总奢侈消费中的份额系数, L^s 为劳动总供给, ω 为工资率, U_{HP} 为居民从企业获得的财产收入, U_{HG} 为政府转移支付, U_{HF} 为净海外汇款, s 为储蓄率, t_H 为所得税率, W_H 为居民总支出。

投资行为。我们假定各部门依据各自的资本存量 K_i 和静态预期相对收益率获得投资 Z_{Vi} 。参考 Jung 等^[8]的方法, 我们将部门投资需求方程设置如下:

$$Z_{Vi} = \alpha_{Vi} (R_i / \Omega)^{\delta_i} K_i \quad (7)$$

其中, R_i 为部门 i 的资本净收益率, Ω 为利率, R_i / Ω 就是部门 i 的静态预期相对收益率。 α_{Vi} 为投资规模系数, δ_i 为投资弹性系数。需要说明的是, 对于那些公共投资部门, 我们假定它们的投资弹性系数为 0, 即它们的投资与其资本存量成比例 ($Z_{Vi} = \alpha_{Vi} K_i$)。与绝大部分文献一样, 我们进一步假定各部门对各类投资品 Z_{Vji} 的需求在其总投资需求中的份额是固定的。同时, 假定各部门存货与其总产出成比例变化。

政府行为。政府通过征收所得税、消费税、投资税、关税、环境税等方式获得收入, 通过对企业和居民进行补贴以及购买各类产品发生支出。我们还假定政府对化石能源征收碳税以减缓碳排放。令 P_{F0i} 为不含碳税的化石能源价格, ζ_i 为各种化石能源的碳排放系数 (单位化石能源消耗产生的碳排放), T_c 为从量碳税, 则含碳税的化石价格可表示为:

$$P_{Fi} = P_{F0i} + \zeta_i T_c \quad (8)$$

国际贸易。现实世界中普遍存在着“双向贸易”现象, 即一个国家的同一部门既进口又出口同类产品。阿明顿假定^[9]对此进行了合理解释: 由于各国生产的同类产品具有差异, 同时消费者对这些具有差异性的同类产品的偏好不同, 因此, 对任一个国家的消费者来说, 同类型的国产品和进口品之间具有不完全替代关系。我们也假定国产品和进口品之间具有阿明顿替代弹性关系, 在确定了生产者、居民、投资者、政府等各类主体对各类合成品的需求后, 本国对各类进口品的需求可简洁地表示为:

$$M_i = (1 - \alpha_{Di})^{\sigma_i} (P_{Zi} / P_{Mi})^{\sigma_i} Z_i \quad (9)$$

其中, M_i 为第 i 类进口品的数量, Z_i 为本国对第 i 类合成产品的需求总量, α_{Di} 为国产品份额系数, σ_i ($\sigma_i > 0$) 为国产品与进口品的替代弹性。令 P_{Zi} 和 P_{Mi} 分别为 Z_i 和 M_i 的价格。

我们部分放松小国开放假定, 即本国出口产品的价格由本国对出口产品的供给和国际市场对本国出口产品的需求决定, 即:

$$E_i = \beta_i P_{Ei}^{-\theta_i} \quad (10)$$

其中, E_i 为国际市场对本国产品的需求, P_{Ei} 为出口价格, β_i 为规模系数, θ_i ($0 < \theta_i < \infty$) 为出口价格弹性。

均衡条件。我们假定市场处于均衡状态, 这意味着各类经济主体都将在各自的约束条件 (如居民的预算约束) 下最优化其目标函数 (如效用最大化) 且市场出清。具体的均衡条件包括: 生产者获得零纯利润; 所有商品和要素的需求等于供给; 居民和政府收支平衡, 即两者的支出等于各自的

可支配收入减去其相应的储蓄;国际收支平衡,即以世界价格计算的进口总值等于以边界价格计算的出口总值、国外净转移以及国外资本净流入的和;投资—储蓄平衡,即总投资等于国内储蓄与国外资本流入之和。

宏观闭合。假定政府消费与居民消费同比例变化,政府转移支付(补贴)和各种税率外生,这意味着政府储蓄、赤字内生。我们假定居民储蓄率固定并选取汇率作为基准价格,而国外资本净流入内生,这样国外资本净流入的调节可以保证投资—储蓄平衡。同时,我们假定人口、劳动供给、技术进步的变化外生。

模型动态化。模型通过生产要素积累和技术进步,并采用递归的形式实现动态化。我们假定期末的总资本供给等于期初的总资本供给折旧后加上本期新增的固定资本形成总额。

$$K_i^* = K_i(1 - d_i) + Z_{Vi} \quad (11)$$

其中,上标*表示期末, d 为资本折旧率。进一步,我们假定折旧率外生,新增的固定资本形成总额由投资—储蓄平衡关系和投资在部门间的分配机制内生决定,这意味各部门资本增长率和总资本增长率内生。

三、数据校准及模拟方案

本文拟进行研究的时期为2007—2030年,其中2007年为基期,2008—2012年为历史模拟期,2013—2020年为预测和政策模拟期^①。以国家统计局发布的2007年42部门投入产出表为基础建立了SAM表^②。国内吸收和中间使用的国产品和进口品的数额及各种化石能源产品被不同部门使用时的碳排放系数是根据张友国^[10]的方法估计得到的。

根据替代弹性的定义,利用我们编制的2007年和2010年可比价(进口)非竞争型投入产出表、历年《中国统计年鉴》中各类产品的出厂价格指数以及中国海关总署编制的《中国对外贸易指数》公布的各类产品的进口价格指数,初步估计了国产品和进口品的阿明顿替代弹性(如表1所示)。各种要素和能源之间的替代弹性及资本转换弹性来源于张友国^[11]。

通过历史模拟,我们将SAM矩阵更新至2012年,并估计各种不易观测的变量(如技术进步率、消费偏好)的历史变化。所用的外生变量主要是可观测的宏观和产业层面的变量(如人口、劳动总供给、GDP、消费、投资、部门总产出、增加值、进出口等)。这些变量在标准的CGE模型中是内生变量,但在历史模拟中却被当作可观测的外生变量。根据《中国统计年鉴2013》、《中国对外贸易指数》及2010年投入产出表中的相关数据确定了历史模拟期中各种外生变量的增长率。

我们通过预测模拟确定2013—2020年中国经济—能源—环境系统演化的基准情景。在预测模拟中,实际GDP仍被当作外生变量,其取值是根据专家调查方式设定的,同时劳动—资本—能源合成投入的平均效率被当作内生变量。碳税是外生变量且取值为零即不征收碳税。同时,我们假定政府对居民和企业的补贴随政府收入按比例变动,企业对居民的分红随企业收入按比例变动;而各种税率、居民储蓄率维持在基期水平。基准情景中关键外生变量的取值及来源如表2所示。在政策

表1 阿明顿替代弹性取值

农产品	工业品	建筑	服务
16.12	3.63	0.25	2.27

注:要素—能源间替代弹性来源于张友国^[11]。

① CGE模型具有历史模拟、分解模拟、预测模拟和政策模拟等四种模拟(分析)功能。参见Dixon等^[12]。

② 2007年投入产出表是国家统计局经过大量基础调查编制完成的。虽然国家统计局已经发布了2010年的投入产出表,但该表是在2007年投入产出表的基础上估计出来的延长表,其可靠程度要低于2007年的投入产出表。因此,我们仍然采用2007年投入产出表作为研究的数据基础。

模拟中，假定我国从 2015 年开始征收碳税。参考以往研究（如财政部财政科学研究所课题组^[5](P46)）的税率设置，我们设置了 10 元/吨碳当量 (tc)、40 元/tc 以及 70 元/tc 三个等级的税率。

表 2 基准情景中主要外生变量取值

变量	年均变化 (%)
实际 GDP	7.6 (2013—2015), 7.0 (2016—2020), 6.0 (2021—2030)
人口	0.5 (2013—2015), 0.3 (2016—2030)
劳动总供给	0.14 (2013—2015), -0.53 (2016—2020), -0.68 (2021—2030)
世界石油价格	1.1
世界煤炭价格	3.7
世界天然气价格	2.0

注：来源于张友国^[11]。

四、模拟结果

(一) 碳税对部门贸易和贸易结构的影响

1. 碳税对出口的影响。表 3 显示了 2015—2030 年基准情景和碳税情景下各部门在进出口贸易中的份额。一方面，受碳税的影响，碳密集型部门的出口有不同程度的下降。其中，金属冶炼及压延加工业、电气、机械及器材制造业以及通用、专用设备制造业的份额绝对下降幅度最大^①；化学工业、金属制品业、非金属矿物制品业、交通运输及仓储业、交通运输设备制造业以及石油加工、炼焦及核燃料加工业的出口份额也显著下降。另一方面，碳税使农林牧渔业、轻工业以及服务业等非碳密集型部门的出口有所增加。其中，批发和零售贸易业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业的出口份额增加幅度最大；纺织业、纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业、租赁和商务服务业、仪器仪表及文化办公用机械制造业以及食品制造及烟草加工业的出口份额也有较大增幅。

很明显，随着碳税税率的提高，绝大多数部门出口受到的影响也越来越显著，但碳税对各部门出口的影响也存在边际效应递减现象。例如，碳税从 10 元/tc 增加至 70 元/tc，增加了 6 倍，金属冶炼及压延加工业的出口份额下降幅度也随之增加，但仅增加了约 1.8 倍。同时，由于累积效应，碳税对绝大多数部门出口的影响随着时间的推移不断增大（如图 1 所示）。不过，在碳税税率较低时，碳税将促进造纸印刷及文教体育用品制造业、木材加工及家具制造业、工艺品及其他制造业、邮政业的出口；当碳税税率较高时，这些部门的出口则会有所下降。换言之，随着碳税税率的提高，碳税对这几个部门出口的影响会发生方向上的变化。而且，随着时间的推移，碳税对这几个部门出口的影响也会发生方向上的变化。此外，碳税并不一定导致总出口下降。例如，2015 年 40 元/tc 碳税最终使出口微弱增加（如表 3 所示）。这一现象与直觉并不矛盾，因为非碳密集型部门的出口增长幅度可能超过碳密集型部门的出口下降幅度，因而总出口可能会有所增加。

2. 碳税对进口的影响。从 2015—2030 年的累积效果来看，绝大多数部门的进口都有所下降。这表明，对大多数部门而言，碳税产生的收入效应（对国内需求抑制）超过了替代效应（进口品对国产品的替代）。其中，石油和天然气开采业以及煤炭开采和洗选业的进口品被直接征收碳税，因而这两个部门的进口受到的影响也相对较大。不过，金属冶炼及压延加工业、化学工业以及非金属矿物制品业等几个碳密集型部门的进口不降反升。这意味着对这几个部门而言，碳税产生的替代效

^① 出口相对幅度下降最大的是煤炭开采和洗选业以及电力、热力的生产和供应业，但这两个部门的实际出口额非常小，几乎可以忽略。

表3 2015—2030年不同碳税情景下的贸易结构 (单位:%)

部门	出口结构				进口结构			
	基准 情景	碳税(元/吨)情境			基准 情景	碳税(元/吨)情境		
		10	40	70		10	40	70
农林牧渔业	0.36	0.37	0.38	0.39	4.43	4.38	4.30	4.25
煤炭开采和洗选业	0.07	0.06	0.05	0.04	0.46	0.37	0.27	0.23
石油和天然气开采业	0.17	0.16	0.16	0.15	5.12	5.01	4.78	4.59
金属矿采选业	0.19	0.19	0.18	0.18	6.35	6.34	6.30	6.26
非金属矿及其他矿采选业	0.15	0.15	0.14	0.14	0.34	0.34	0.34	0.34
食品制造及烟草加工业	1.40	1.42	1.46	1.49	2.77	2.75	2.73	2.71
纺织业	5.44	5.53	5.68	5.78	0.96	0.97	0.99	0.99
纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业	3.53	3.61	3.75	3.85	0.68	0.69	0.69	0.70
木材加工及家具制造业	2.21	2.22	2.24	2.26	0.64	0.64	0.63	0.62
造纸印刷及文教体育用品制造业	2.10	2.10	2.12	2.13	0.95	0.96	0.96	0.96
石油加工、炼焦及核燃料加工业	0.53	0.51	0.47	0.45	0.87	0.88	0.91	0.91
化学工业	10.20	10.10	9.91	9.77	8.94	9.01	9.19	9.33
非金属矿物制品业	1.97	1.90	1.78	1.70	0.63	0.64	0.68	0.70
金属冶炼及压延加工业	4.26	4.10	3.82	3.64	4.49	4.58	4.78	4.93
金属制品业	3.82	3.74	3.61	3.52	0.62	0.62	0.63	0.64
通用、专用设备制造业	7.97	7.85	7.65	7.51	10.95	10.90	10.86	10.86
交通运输设备制造业	5.18	5.14	5.07	5.03	6.56	6.52	6.48	6.47
电气、机械及器材制造业	9.78	9.68	9.43	9.25	4.01	4.03	4.07	4.10
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	17.86	18.06	18.47	18.76	18.96	19.09	19.23	19.28
仪器仪表及文化办公用机械制造业	2.87	2.90	2.95	2.98	6.72	6.69	6.63	6.58
工艺品及其他制造业	1.41	1.42	1.44	1.44	0.40	0.40	0.40	0.40
废品废料	0.06	0.06	0.06	0.07	2.70	2.69	2.65	2.62
电力、热力的生产和供应业	0.08	0.07	0.06	0.06	0.02	0.02	0.02	0.03
燃气生产和供应业	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水的生产和供应业	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
建筑业	0.72	0.71	0.69	0.68	0.42	0.42	0.42	0.41
交通运输及仓储业	4.18	4.15	4.04	3.94	2.14	2.13	2.12	2.10
邮政业	0.05	0.05	0.05	0.05	0.08	0.08	0.08	0.08
信息传输、计算机服务和软件业	0.99	1.00	1.04	1.07	0.95	0.95	0.96	0.96
批发和零售贸易业	7.28	7.49	7.89	8.16	0.00	0.00	0.00	0.00
住宿和餐饮业	0.48	0.49	0.50	0.51	0.95	0.96	0.97	0.97
金融业	0.14	0.14	0.15	0.15	0.25	0.25	0.25	0.25
房地产业	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
租赁和商务服务业	3.88	3.95	4.06	4.13	4.36	4.39	4.41	4.41
研究与实验发展业	0.04	0.04	0.04	0.04	1.14	1.14	1.14	1.14
综合技术服务业	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水利、环境和公共设施管理业	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
居民服务和其他服务业	0.20	0.20	0.21	0.21	0.39	0.39	0.39	0.39
教育	0.02	0.02	0.02	0.02	0.09	0.09	0.09	0.09
卫生、社会保障和社会福利业	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
文化、体育和娱乐业	0.33	0.34	0.35	0.36	0.51	0.51	0.52	0.52
公共管理和社会组织	0.04	0.04	0.04	0.04	0.11	0.12	0.12	0.12

应超过了收入效应。同时,石油加工、炼焦及核燃料加工业和纺织业的进口在碳税税率较低时也有所上升,但碳税税率较高时则下降。这是碳税在这两个部门上的收入效应和替代效应的消长变化引

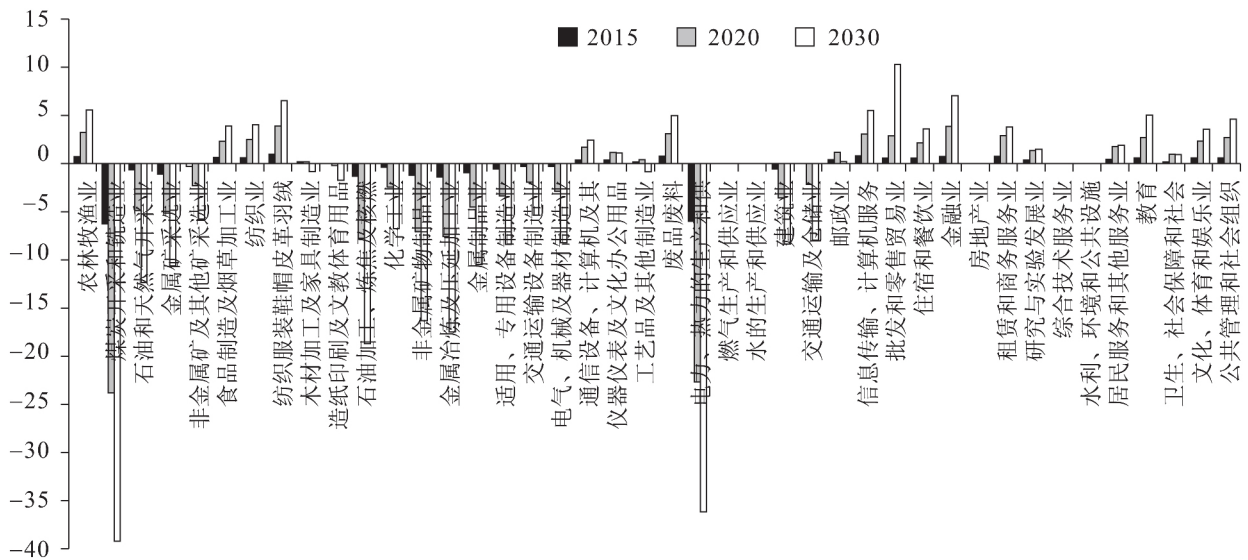


图1 40元/tc碳税对各部门出口的影响（相对于基准情景的百分比变化）

起的。当碳税税率较低时，碳税替代效应大于收入效应，国内对这两个部门产品的需求下降，而对其进口品需求增加；当碳税税率提高后，碳税的收入效应大于替代效应，导致国内对这两个部门产品和进口品的需求都下降。

类似地，随着碳税税率的提高，碳税对绝大多数部门进口的影响也逐渐加大，且也存在边际效应递减现象。例如，当碳税税率从10元/tc提高3倍至40元/tc时，煤炭开采和洗选业的进口下降幅度仅增加了约1倍；当碳税税率进一步从40元/tc提高0.75倍至70元/tc时，煤炭开采和洗选业的进口下降幅度仅增加了约0.21倍。同样，随着时间的推移，碳税对各部门进口的影响也逐渐增大。不过，如前面所提到的，随着碳税税率的提高，碳税对石油加工、炼焦及核燃料加工业和纺织业进口的影响还会出现方向上的变化。同样的原因，随着时间的推移，碳税对这两个部门进口的影响也会发生方向上的变化（如图2所示）。

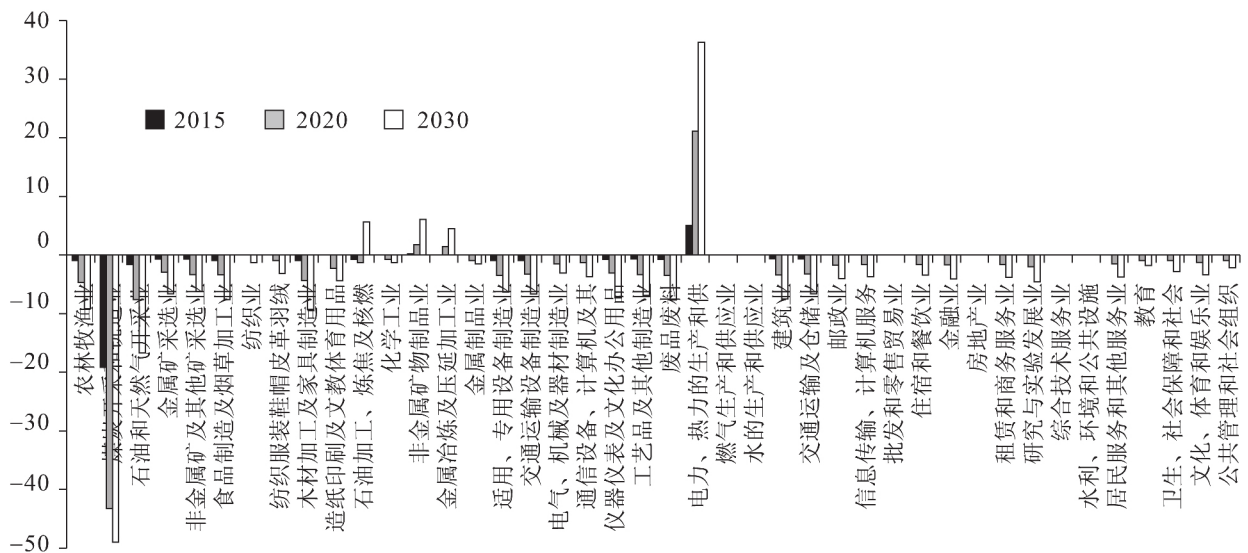


图2 40元/tc碳税对各部门进口的影响（相对于基准情景的百分比变化）

3. 从减缓碳排放的角度来看碳税对贸易模式的影响。一方面, 碳税对出口模式具有一定的优化作用。在出口中, 所有碳密集型部门, 特别是其中一些出口份额较大的制造业部门(如金属冶炼及压延加工业、化学工业、非金属矿物制品业、石油加工、炼焦及核燃料加工业)的份额都有所下降; 农业、轻工业等非碳密集型部门的份额则有所上升。碳税引起的上述出口结构变化显然有利于单位出口的碳排放量也有所下降(如表4所示), 这意味着碳税确实对出口模式起到了优化作用。而且随着碳税税率的提高和时间的推移, 碳税对出口模式的优化作用也逐渐增强。

表4 碳税带来的单位贸易碳排放量结构效应(相对于基准情景的变化) (单位:%)

	碳税	2015	2020	2025	2030	2015—2030
单位出口碳排放量变化	10 元/tc	-0.22	-1.22	-2.17	-3.04	-1.93
	40 元/tc	-0.81	-3.71	-5.97	-7.83	-5.32
	70 元/tc	-1.33	-5.46	-8.45	-10.80	-7.54
单位进口碳排放量变化	10 元/tc	-0.18	-0.34	-0.12	0.12	-0.15
	40 元/tc	-0.52	-0.37	0.37	0.98	0.17
	70 元/tc	-0.71	-0.15	0.90	1.70	0.56

另一方面, 征收碳税后大部分碳密集型制造业部门(金属冶炼及压延加工业、化学工业、非金属矿物制品业、石油加工、炼焦及核燃料加工业、金属制品业)在进口中的份额都有所上升。不过, 也有部分碳密集型部门(煤炭开采和洗选业、石油和天然气开采业、交通运输及仓储业)在进口中的份额有所下降。与此同时, 农业、轻工业等绝大多数非碳密集型部门的进口份额有所下降。进一步, 碳税引起的进口结构变化在短期内可能导致单位进口碳排放量的下降, 但在长期内将导致单位进口碳排放量的上升。而且, 随着碳税税率的提高, 碳税将导致单位进口碳排放量的上升会更快到来。在碳税税率较高时(如40元/tc), 碳税在2015—2030年总体上将导致单位进口碳排放量的上升。

(二) 稳健性检验

为了评估数值模拟结果的稳健性, 我们又作了两组模拟: 一是将所有弹性(包括国内需求和出口的转换弹性、要素和能源投入替代弹性、出口价格弹性、阿明顿弹性以及消费者偏好)取值都减少50%, 然后模拟碳税的影响; 二是将所有弹性取值都增加50%再模拟碳税的影响。表5显示了这两组模拟中碳税对我国宏观经济与碳排放的累积影响。总的来看, 这两组模拟的结果与原弹性取值

表5 不同弹性取值下2015—2030年碳税的累积影响(相对于基准情景的变化) (单位:%)

	所有弹性取值都减少50%			本文采用的弹性取值			所有弹性取值都增加50%		
	10 元/tc	40 元/tc	70 元/tc	10 元/tc	40 元/tc	70 元/tc	10 元/tc	40 元/tc	70 元/tc
GDP	-0.10	-1.02	-1.97	-0.41	-1.86	-3.11	-0.64	-2.41	-3.75
消费	-0.53	-1.71	-2.67	-0.34	-1.24	-1.95	-0.36	-1.36	-2.10
投资	-2.33	-6.66	-9.88	-1.88	-5.12	-7.27	-1.89	-4.77	-6.50
出口	0.42	0.21	-0.27	-0.08	-1.42	-2.76	-0.22	-1.88	-3.36
进口	-1.20	-3.35	-4.93	-1.29	-3.42	-4.79	-1.36	-3.38	-4.62
贸易条件	-0.13	-0.08	0.07	0.02	0.24	0.47	0.06	0.31	0.52
能源消耗	-26.11	-44.66	-52.41	-25.61	-49.46	-59.08	-30.41	-56.79	-66.31
碳排放	-26.65	-45.98	-53.94	-26.74	-51.79	-61.69	-32.05	-59.70	-69.35
能源强度	-23.08	-40.64	-48.13	-22.75	-45.16	-54.56	-27.08	-52.30	-61.90
碳排放强度	-23.54	-41.87	-49.61	-23.76	-47.38	-57.14	-28.56	-55.13	-64.99

下的结果是一致的。在不同弹性取值下，碳税能显著减少能源消耗和碳排放，同时对 GDP、消费、投资和进口会产生相对较小的负面影响。弹性取值较低时，较低的碳税有可能对总出口产生正的影响，但这与本文前面报告的结果也不矛盾。前文已经表明，碳税对碳密集型产品的出口产生负面影响时，对劳动密集型和技术密集型产品的出口有可能产生积极影响。当碳税对出口的积极影响超过其负面影响时，就有可能促进出口增长。特别是当出口价格弹性值较低即出口对价格变化不太敏感的时候，碳税更有可能优化出口结构并对总出口产生积极影响。不过，随着碳税税率的升高，碳税最终会导致总出口下降。当出口价格弹性值较高时，碳税对总产出产生负面影响的可能性较大。因此，本文的结果是可靠的。

五、结 论

本文采用一个动态 CGE 模型模拟了碳税对中国进出口贸易的影响。在碳税的影响下，化石能源部门和一些碳密集型制造业部门的出口下降明显，而一些劳动密集型和技术密集型部门的出口则有所上升。在碳税的影响下，绝大部分产品或服务的进口量也会有所下降，不过，一些碳密集型产品的进口量却有所上升。随之而来的是单位出口的碳排放量有所下降；而单位进口的碳排放量在长期内会有所上升，且碳税税率越高，这一变化到来得越早。这意味着从减缓碳排放的角度来看，碳税能够优化我国的贸易模式。碳税的各种影响会随着碳税税率的上升而不断增强。同时，碳税的影响会随着时间不断累积。

通过本文的分析，我们认为我国应该在近几年适时开征碳税，这不仅有利于改善当前大气污染严重的状况，也有利于我国经济发展方式的转变。为此，提出以下实施碳税的政策建议，以作为相关部门的决策参考。首先，采取较低碳税和相关配套措施。为了提高碳税的可接受性，可以考虑从较低的碳税税率开始开征碳税，并采取相关配套措施，如对设备更新、技术改造、居民消费的补贴以及其他税收（如收入税）的适当减免。其次，参照消费税征收方式开征碳税。为了提高可操作性，在实际政策设计中可以参照消费税的征收方式来开征碳税，即只要购买化石能源就需支付相应的碳税。当然，对于石油加工、炼焦以及煤气生产等能源转换类企业，可以考虑根据其终端能源消费征收碳税。最后，先试点后铺开。碳税政策可以先在一些污染严重的地区进行试点，并观察试点地区碳税对环境污染的改善情况，以及对产业经济和贸易模式的影响，再决定是否进一步在我国其他地区铺开从而全面实施碳税。

当然，本文还存在一些不足之处。一是本文将各部门的技术进步视为外生变量，这意味着本文没有考虑碳税对各部门的技术水平可能产生的积极影响，即没有考虑“波特假说”。二是受数据限制，本文未区分一般贸易品和加工贸易品生产结构的差异。三是未考虑随着时间的推移对碳税税率进行调整，而碳税的影响会随时间的推移而不断增强。这些问题都值得在未来的研究中加以考虑和深入分析。

参考文献

- [1] Copeland, B. R., M. S. Taylor. Trade, growth, and the environment[J]. *Journal of Economic Literature*, 2004, 42.
- [2] Porter, M. E., C. Van der Linde. Towards a new conception of the environment competitiveness relationship [J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9.
- [3] Jaffe, A. B., S. R. Peterson, P. R. Portney, et al. Environmental regulation and the competitiveness of US manufacturing: What does the evidence tell US? [J]. *Journal of Economic Literature*, 1995, 33.

- [4] Dissou, Y. , T. Eyland. Carbon control policies, competitiveness, and border tax adjustments[J]. *Energy Economics*, 2011, 33.
- [5] 财政部财政科学研究所课题组. 中国开征碳税问题研究[R]. 北京: 财政部财政科学研究所, 2009.
- [6] Li, J. F. , X. Wang, Y. X. Zhang. Is it in China's interest to implement an export carbon tax? [J]. *Energy Economics*, 2012, 34.
- [7] Wang, X. , J. F. Li, Y. X. Zhang. An analysis on the short-term sectoral competitiveness impact of carbon tax in China[J]. *Energy Policy*, 2011, 39.
- [8] Jung, H. S. , E. Thorbecke. The impact of public education expenditure on human capital, growth and poverty in Tanzania and Zambia: A general equilibrium approach[J]. *Journal of Policy Modeling*, 2003, 25.
- [9] Armington, P. A theory of demand for products distinguished by place of production[J]. *IMF Staff Papers*, 1969, 16.
- [10] 张友国. 经济发展方式变化对中国碳排放强度的影响[J]. *经济研究*, 2010, (4).
- [11] 张友国. 碳强度与总量约束的绩效比较: 基于 CGE 模型的分析[J]. *世界经济*, 2013, (7).
- [12] Dixon, P. B. , M. T. Rimmer. *Dynamic General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy: A Practical Guide and Documentation of MONASH*[M]. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 2002.

(责任编辑 朱 蓓)

MAIN ABSTRACTS

Effect of Carbon Tax on China's Trade Pattern

ZHANG You-guo

Carbon tax is an important environmental regulation instrument for realizing green development and has been implemented by some developed countries, but its effect on trade pattern should also be cautiously considered. By using a recursive computable general equilibrium model, we discuss the effect of carbon tax on China's trade pattern under several tax rates. We find that after implementing carbon tax, the domestic demand on products of each sector will decrease but their shares compared to the same imported products are very stable. The export of carbon intensive products and its share in total exports will decrease but increase in import, and the share of labor and technology intensive products will increase in export. Therefore, carbon tax is helpful for optimizing China's trade pattern. This paper concludes that China can consider implementing carbon tax in the near future and present several policy suggestions.

Analysis on Influencing Factors of Preventive Migration Willingness in Ecologically High-risk Areas: Based on Survey at Four Villages in Dingxi City, Gansu Province

LIU Cheng-qing, WEI Wei, LI Xuan

Preventive migration is an effective means to solve survival and development problems of the population in ecologically high-risk areas. In this paper, field survey questionnaires are distributed at four villages in Dingxi City, Gansu Province, an ecologically high-risk area in China. Multivariate regression model is established to analyze the influencing factors of preventive migration willingness. The model focuses on family income, social capital, type of household decision-making, education level, risk perception and so on. The result shows that the risk behavior, family social capital, education level have significant negative effect on willingness of migrants; risk attitudes, environmental risk perception have significant positive effect; family income, type of household decision-making have no significant effect. To promote preventive migration in ecologically high-risk areas, the paper puts forward such suggestions as improving local residents' educational level, increasing employment opportunities, classifying migrants according to risk perception and carrying out propaganda and mobilization on migration and resettlement, making good use of the leading and exemplary roles of the high social capital group, and increasing government financial and policy support.

Research on Factor Contribution Degree of Coordinated Development in Wuhan's Eco-economic System

XIANG Jing-wei, WAN Sha, HU Shou-geng

This paper uses coordination degree model and coupling degree model to analyse the coordinated development situation of urban eco-economic system, and Radial Basis Function Neural Networks (RBFNN) is put forward to evaluate the contribution factors of coordinated development, with Wuhan as a case study. The results show that the RBFNN model can be used to measure the factor contribution degree of urban eco-economic coordinated development. The coupling degree of eco-economic in Wuhan during the period of 2000—2013 is in antagonistic state, and the coordination degree is in low or moder-