

# 交通碳税对我国碳排放、社会福利及税收收入的影响分析

——基于TREMOVE模型\*

符 森, 孙 宇

(广东外语外贸大学 经济贸易学院, 广州 510006)

**摘 要:** 本文运用TREMOVE中国模型和中国国家数据, 模拟新的车船税政策和碳税政策在我国的实施。模拟结果显示新的车船税和碳税的实施会使CO<sub>2</sub>排放量在2030年时下降1.19亿吨。同时如果公共交通对私人交通的替代弹性变大, 公共交通更为便利或限制小汽车数量时, CO<sub>2</sub>排放量均会有更加可观的减少。两个税收政策的同时实行还会对社会福利和政府税收产生正向的影响, 在双红利效应下, 以环境税代替劳务税, 会对社会福利的作用更加明显。

**关键词:** TREMOVE模型; 碳税; CO<sub>2</sub>排放量; 社会福利; 税收; 车船税

**中图分类号:** F812.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-0598(2015)02-0008-08

## 一、文献综述

二氧化碳(CO<sub>2</sub>)作为主要的温室气体, 其排放量的不断增加已成为世界各国关注气候问题的焦点。在联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次评估报告第一工作组的报告中明确指出: 21世纪末期及以后时期的全球平均地表变暖主要取决于累积CO<sub>2</sub>排放, 即使停止了CO<sub>2</sub>排放, 气候变化的许多方面仍将持续许多世纪。同时第三工作组报告显示, 全球温室气体排放已升至前所未有的水平, 对CO<sub>2</sub>排放量的控制已迫在眉睫。2013年, 我国首次超过美国成为最大的CO<sub>2</sub>排放国。同时, 随着人口的增长, 重工业、交通运输业的发展, CO<sub>2</sub>排放问题会更加严重。<sup>[1]</sup>作为一个负责任的大国, 中国主动提出到2020年单位生产总值CO<sub>2</sub>排放比

2005年降低40%~45%。<sup>[2]</sup>在此背景下各界对中国开征碳税的期望越来越高, 在中国国内征收碳税, 有助于实现中国的减排目标, 而且有助于避免中国企业出口商品被发达国家征收双重碳税——碳关税。<sup>[3]</sup>

碳税, 简单来说就是针对CO<sub>2</sub>排放征收的一种税, 以减少CO<sub>2</sub>的排放为目的, 对化石燃料(如煤炭、汽油和柴油等)按照其碳含量或碳排放量征收的一种税。<sup>[4]</sup>由于CO<sub>2</sub>排放量与所燃烧的化石燃料之间有着严格的比例关系, 且化石燃料的使用数量易于确定, 因而可通过化石燃料的投入量或使用量确定出CO<sub>2</sub>的排放量。<sup>[5]</sup>碳税最先在北欧国家实施, 挪威、芬兰、丹麦和荷兰是先行者, 并于1992年由欧盟推广, 目前已有阿尔巴尼亚、捷克、丹麦、爱

\* [收稿日期] 2014-12-07

[基金项目] 广东自然科学基金自由申请项目(S2011010003343); 广东省高等学校高层次人才项目

[作者简介] 符森(1973—), 男, 广东雷州人; 博士, 广东外语外贸大学经济贸易学院教授, 硕士生导师, 主要从事计量经济学、区域经济学、环境经济学研究。

孙宇(1991—), 男, 山东沂水人; 广东外语外贸大学硕士研究生, 主要从事金融工程研究。

沙尼亚、芬兰、德国、意大利、爱尔兰、荷兰、挪威、瑞典、瑞士、英国开征碳税或气候变化相关税。<sup>[6]</sup> 碳税虽然属于环境税的一个子类, 却具有引致性、广泛性和经济抑制性等其他税种没有的特性。<sup>[7]</sup> 国内外学者针对碳税对经济影响的研究主要集中在碳税对 GDP 的影响及碳税的节能减排效果方面。<sup>[8]</sup> 高鹏飞, 等<sup>[9]</sup> 通过建立 MARLAL-MARCO 模型得出碳税的减排效果明显, 但同时会造成相当大的经济损失的结论。Matsuo 和 Naoki<sup>[10]</sup> 研究认为 CO<sub>2</sub> 减排 5% 将带来约 1% 的 GDP 损失。王灿, 等<sup>[11]</sup> 认为实施 CO<sub>2</sub> 减排政策有利于能源效率的提高, 但同时会对中国经济增长和就业带来困难。但 Pearce<sup>[12]</sup> 在对碳税的分析中提出了环境税的“双重红利”的概念, 认为碳税收入可以用来减少现有税收的税率, 不仅可以改善环境质量, 而且可以通过降低税率使经济更有效率。Jaeger<sup>[13]</sup> 研究指出, 通过从税制中降低过重负担, 中性的碳税政策对减缓气候变化有正的净福利效应。

学者们主要从宏观角度研究碳税影响, 从交通运输的特定角度研究碳税影响的研究较少。马静, 等的研究显示: 交通运输碳排放是与全球大气变化高度相关的<sup>[14]</sup>。符森, 等<sup>[15]</sup> 基于 TREMOVE 模型对爱尔兰的交通碳税政策研究显示: 爱尔兰的碳税政策实施不仅会明显减少 CO<sub>2</sub> 排放量, 同时还会使社会福利得到改善。本文以 TREMOVE 模型为基础, 从交通运输的角度研究碳税对我国碳排放、社会福利和税收的影响, 论证我国实施交通碳税的可行性, 分析政策的预期影响, 根据分析的结果给出基本结论和政策建议。

## 二、TREMOVE 中国模型的构建

### (一) TREMOVE 中国模型的构成

TREMOVE 模型是一个政策评估模型, 主要是从交通运输角度研究不同的交通和环境相关政策对排放量的影响。<sup>[16]</sup> 模型包括交通需求模块、交通工具模块、排放量模块和社会福利模块。我们运用该模型并以中国基准数据对模型进行校准, 得到 TREMOVE 中国模型。模型的结构如图 1 所示。

#### 1. 交通需求模块、中国基准数据和政策影响

交通需求模块的运输需求由货物运输的吨公里 (TKM) 和旅客运输的旅客公里 (PKM) 产生。中

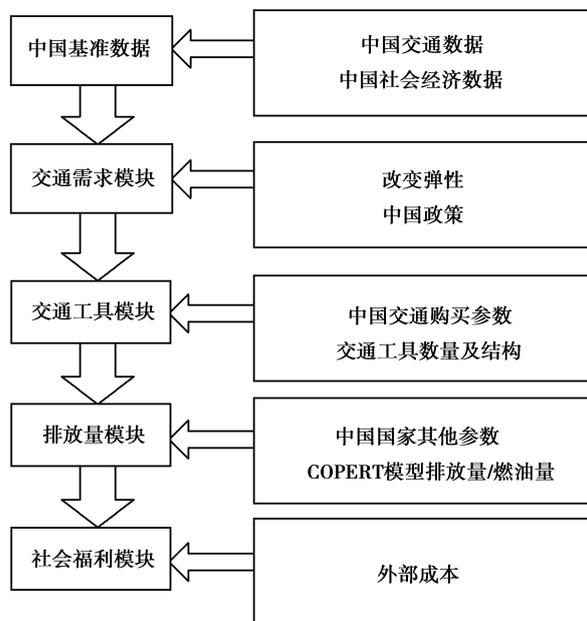


图 1 TREMOVE 中国模型基本框架

国交通需求的基础数据模型源于中国交通数据与社会经济数据。TREMOVE 模型利用此基准数据, 依据成本的不同重新校准交通需求 (以出行目的分配交通需求, 如城市交通和乡镇交通, 同时还有不同的交通选择, 如私人交通和公共交通)。成本包括燃油成本、燃油消费税、关税、公共交通费用、停车费、购买成本、时间成本、保险、维修、所有权、增值税等成本, 政策的改变可以影响这些成本的变化。例如, 征收碳税会增加燃油成本, 调整车辆购置税或车船税会影响车辆的拥有成本, 而改善公共交通可以减少公共交通的时间成本, 使之较私人交通更具优势。政策的变化导致相应成本的变化进而影响消费者的行为和交通需求及交通模块上的选择。同时借鉴符森的研究理论, 对 TREMOVE 交通需求模型进行优化, 使得不同政策影响可以在集成后的成本下被有效估计。

#### 2. 交通工具模块

交通需求按交通工具类别不同 (公共汽车、轿车、摩托车、轻型货车、重型货车、客运列车、货运列车、轮船、飞机、地铁) 分为 PKM 和 TKM, 进而从交通需求模块转化为交通工具模块。交通工具模块通过区分各种交通工具的载客或载货量, 将 PKM 和 TKM 转化为车辆公里 (VKM), 然后将其按照不同的使用年限和技术进行区分, 并通过 VKM 衡量的交

通需求和车辆数量产生新的车辆销售量。进而将销售的交通工具区分成不同类别,如按不同排量大小及燃料类别(汽油、柴油、天然气)分类新生产的汽车。

### 3. 排放量模块

在排放量模块中,利用 COPERT 模型结合 VKM 和交通工具模块的数据计算燃油消费量和排放量。燃油消费量和排放量是通过 VKM 和燃油消费量或排放量参数相乘所得。这些参数随车辆速度的变化而改变,呈 U 形,在中间最有效,同时也和车辆类别、载重、使用年限等相关。

### 4. 社会福利模块

基于前几步估计所得的排放量、拥堵时间、成本等数据,社会福利模块估计了家庭效用、生产成本、政府税收收入的边际成本、污染(包括噪音)和拥挤的外部成本。通过对比模拟数值和原来的数值可以衡量试用政策的收益或损失。

## (二) TREMOVE 中国模型的校准和修正

### 1. 模型的校准和数据来源

此模型的校准数据来源于国家统计局年鉴(1978—2013)、世界银行网站中国数据(2000—2012)、中国交通年鉴(2000—2012)、中国环境统计年鉴(2005—2013)、中华人民共和国环境保护部数据中心网站、世界贸易组织网站,所有类型的交通工具数据均以 2005 年为基准年进行校准。在模型运行过程中,我们在不同阶段均设置了校准过程,同时我们也自主计算了一系列数据,作为模型模拟中的数据的参考,进而消除潜在错误。

### 2. 模型的修正

模型被校准后,我们给 TREMOVE 模型加入了如下修正:

(1) 将模型基准年由 1995 年更改为 2005 年。

(2) 在交通需求模块的出行决策过程中考虑直接成本而不是总成本,例如燃料成本和时间成本,但不包括固定成本,如保险费,因为燃料成本和时间成本是直接成本,在私人出行决策过程是最重要的。

(3) 在需求模块中评估了私人交通和公共交通之间的替代弹性,以此模拟当公共交通得到发展时,更加便利的公共交通会被出行者更多的采纳。

(4) 由于我们并不知道交通税收会替代哪些税收,因此我们将福利模块重新修改使得其可以估计单纯的交通税收,而不是仅仅用交通税收代替一般性税收或劳务税。

## 三、政策分析

本文共模拟的三种基本政策是:

(1) 基于车船税法规定的新车船税。

(2) 借鉴苏明等<sup>[17]</sup>设计的碳税税率政策。

(3) 新车船税和碳税政策并行。

新车船税及碳税政策如表 1、表 2 所示。通过在模型中模拟这些政策,可以对这些政策的实施做一个客观的评价。在这三种基本政策基础上模拟的两种政策分别为:一是在模型中加入小客车数量限制,如已在多个省市采取的摇号措施。二是将公共交通和私人交通之间的替代弹性增加至 0.3,以此来提高公共交通在出行决策中的吸引力。

表 1 2012 年前后车船税征税标准

税 目	年基准税额(元/年)			
	2012 年起	2012 年以前	增减额	车船税法规定
1.0 升(含)以下的	180	240	-60	60~360
按发				
1.0 升以上至 1.6 升(含)的	360	420	-60	300~540
1.6 升以上至 2.0 升(含)的	420	420	0	360~660
缸容量				
2.0 升以上至 2.5 升(含)的	720	420	300	660~1 200
(排气量)				
2.5 升以上至 3.0 升(含)的	1 800	420	1 380	1 200~2 400
分档				
3.0 升以上至 4.0 升(含)的	3 000	420	2 580	2 400~3 600
4.0 升以上的	4 500	420	4 080	3 600~5 400

政策模拟的所有结果均与未采用任何新政策但基于同样给定的成本、偏好、弹性等条件模拟得出的基础数据进行比较。

表2 碳税设计税率水平

税率	2015年	2020年
碳税(元/吨 CO <sub>2</sub> ), 其中:	10	40
原煤碳税(元/吨)	19.4	77.6
原油碳税(元/吨)	30.3	121.2
汽油碳税(元/吨)	29.5	118
柴油碳税(元/吨)	31.3	125.2
天然气碳税(元/千立方米)	2.2	8.8

## 四、模拟结果分析

### (一) CO<sub>2</sub> 排放量的减少

新的车船税对 CO<sub>2</sub> 排放量的减少影响不大, 如图2所示。在2030年时 CO<sub>2</sub> 排放量约减少两千万吨, 由于车船税与车辆使用频率无太大关系, 根据符森(2012)所述, 它的作用主要体现在改变车辆构成上。相比之下碳税对 CO<sub>2</sub> 排放量的减少效果显著, 在2030年时, CO<sub>2</sub> 排放量为13.34亿吨, 基本与2023年未实施新车船税和碳税时的 CO<sub>2</sub> 排放量相等, 远低于2030年未实施新车船税和碳税时的

14.12亿吨。而当碳税和车船税共同作用时, CO<sub>2</sub> 排放量在2030年将减至12.93亿吨, 与2020年未实施新车船税和碳税时的 CO<sub>2</sub> 排放量基本相等。

图3则给出了当两种政策共同作用时, 公共交通对私人交通的替代弹性的增加对 CO<sub>2</sub> 排放量的影响。当替代弹性达到-0.3时, 在两种政策实施初期, CO<sub>2</sub> 排放量就会有明显减少, 同时高替代弹性还会将 CO<sub>2</sub> 排放量维持在11亿吨以下, 且到2030年, CO<sub>2</sub> 排放量为10.68亿吨, 与2017年未实施新车船税和碳税时的 CO<sub>2</sub> 排放量基本一致, 效果显著。

图4则给出了当两种政策共同作用时, 同时加入小客车数量限制。由于在中国, 高速增长的小客车已成为交通 CO<sub>2</sub> 排放量的一个主要贡献因素, 限制小客车数量的增长对减少未来 CO<sub>2</sub> 排放有着重要意义。当三种政策同时实施时, CO<sub>2</sub> 排放量于2015年便有明显改善, 减少约6千万吨 CO<sub>2</sub> 排放, 而至2030年时比采取新车船税和碳税政策的 CO<sub>2</sub> 排放量少2亿多吨, 为10.68亿吨。

### (二) 中国社会福利和税收收入的变化

图5描述了新车船税和碳税对社会福利的影响。在图中可以看出单独实行新的车船税时对社会福利有负的影响, 这主要是由于车辆成本的增加及交通工具数量的增加, 至2030年社会福利约减少50亿 CNY<sub>2005</sub> (2005年人民币价格) 并有下降的趋

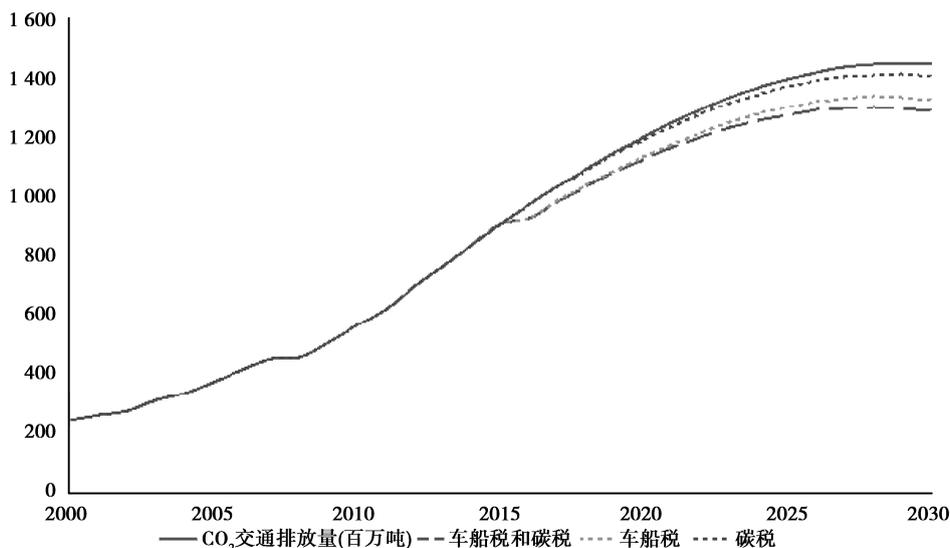


图2 在新的车船税和碳税下 CO<sub>2</sub> 排放量的变化 (单位: 百万吨)

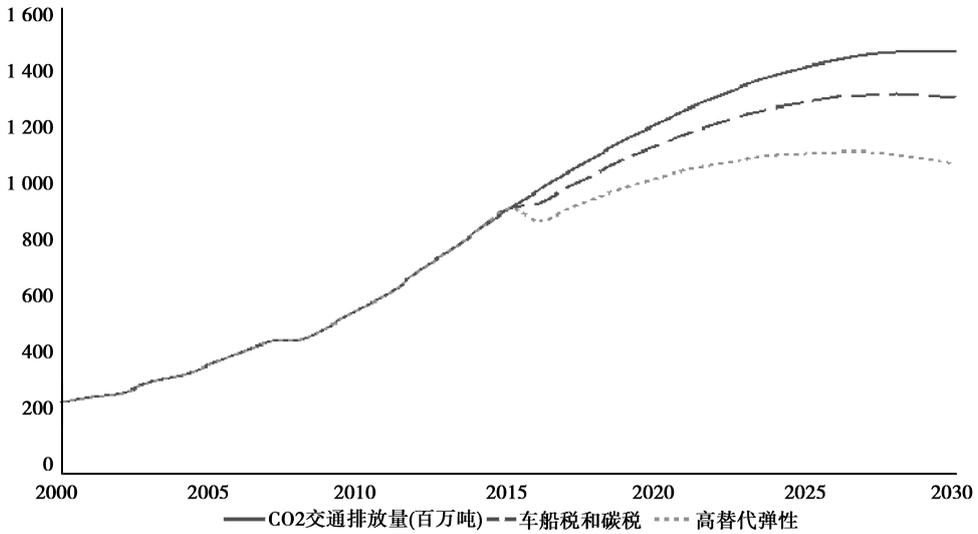


图 3 在新的碳税和车船税及高替代弹性下 CO<sub>2</sub> 排放量的变化(单位:百万吨)

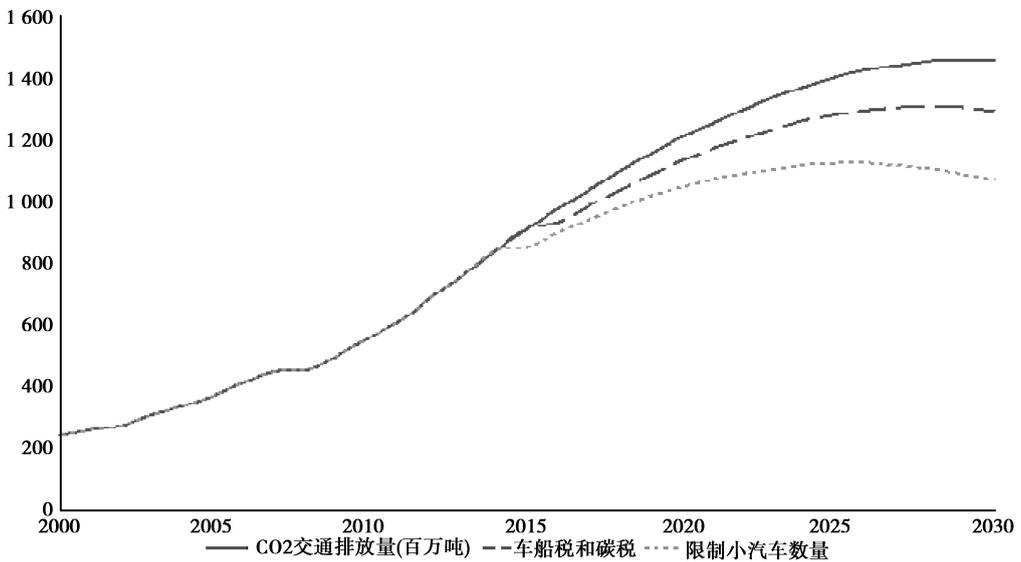


图 4 在新的碳税和车船税及限制小汽车数量时 CO<sub>2</sub> 排放量的变化(单位:百万吨)

势,这主要是新的车船税对交通工具结构和居民出行的交通工具选择的改变。新的碳税对社会福利有着积极的影响,这主要是社会福利不仅仅包含居民收入的变化,同时隐含着诸如污染物、噪音等外部成本的变化,单独实施碳税会使社会福利得到较为显著的改善,于 2030 年时为 257.57 亿 CNY<sub>2005</sub>。而两个政策共同作用时,由于碳税的正向影响较为显著,社会福利至 2030 年会增加 211.80 亿 CNY<sub>2005</sub>。

图 6 给出了新车船税和碳税对政府税收收入的影响。如图所示,新的车船税和碳税均会增加政府

的税收。单独应用新的车船税时,会在 2015 年为政府带来 77.79 亿 CNY<sub>2005</sub> 的额外收入,至 2030 年时会为政府带来 220 亿 CNY<sub>2005</sub> 的收入,新的车船税对税收的积极影响非常可观。而相比之下,新的碳税对政府税收的增长有着更为显著的影响,于 2015 年起征收碳税会令政府税收增加 400 亿 CNY<sub>2005</sub>,截至 2030 年为 641 亿 CNY<sub>2005</sub>,而两个政策的同時使用对中国政府税收的增加将达到 862.62 亿 CNY<sub>2005</sub>。值得注意的是,在 2020 年,车船税税收有一个明显跳跃的过程,这主要是由于 2020 年起开始采取的新一

轮更高税率的碳税政策, 影响了人们对交通工具的选择, 更加多的耗碳量小的汽车将被使用, 同时已投入使用的大碳排放量汽车还不能快速置换, 使得

车船税在一定时期内有了一定的增加。而至 2027 年时, 由于居民的选择已经完全适应了新的碳税政策, 交通工具结构趋向合理, 车船税税收开始减少。

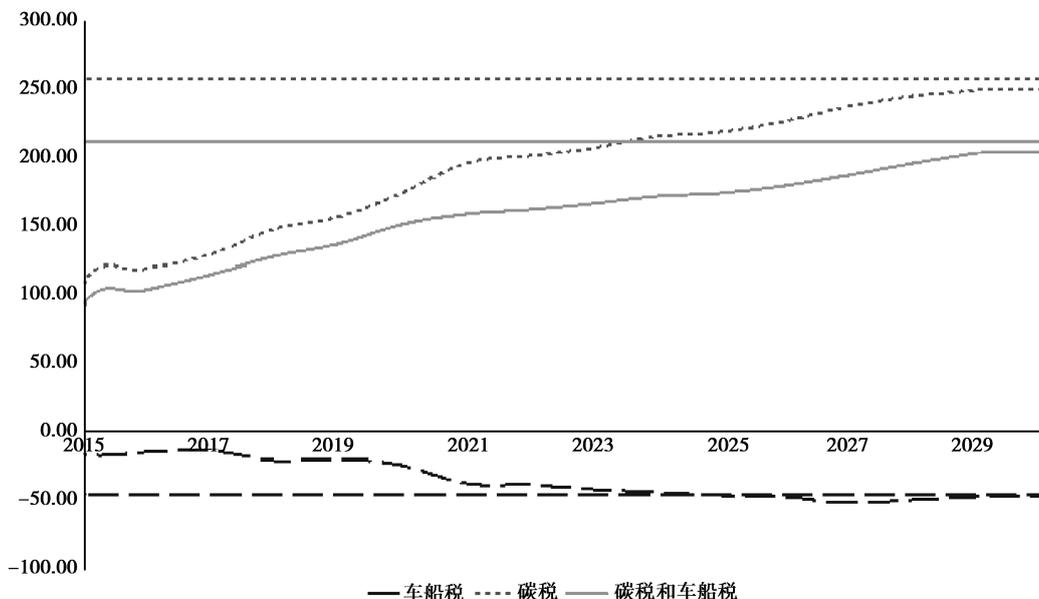


图 5 新车船税和碳税对社会福利的影响 (模型估计值为: 模拟值-基础数值, 单位: 亿 CNY<sub>2005</sub>)

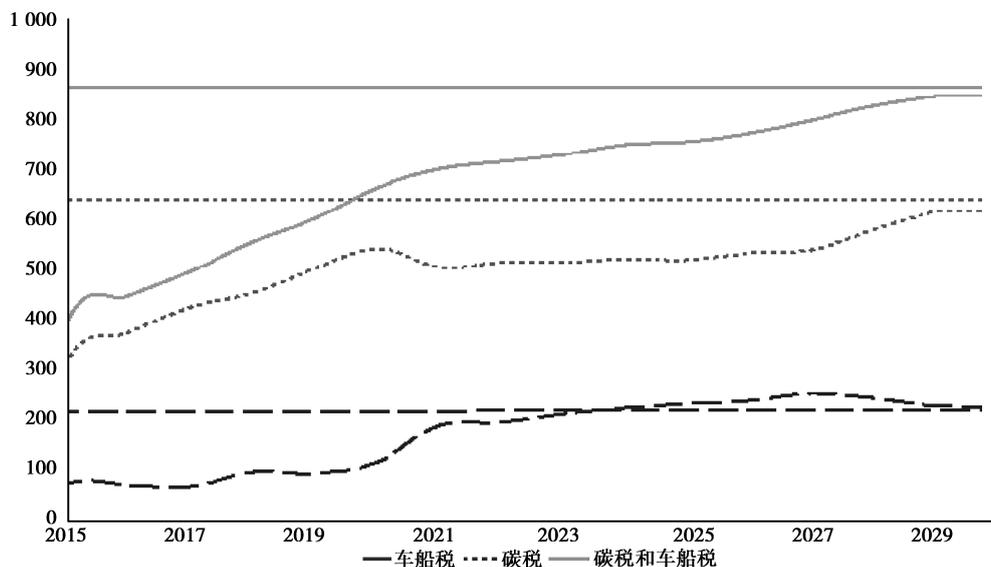


图 6 新车船税和碳税对政府税收的影响 (模型估计值为: 模拟值-基础数值, 单位: 亿 CNY<sub>2005</sub>)

不仅如此, 中国政府可以利用环境税的双红利效应(double dividend effects), 以环境税代替劳务税得到更大的社会效益的提高。这是因为环境税是通过征收诸如污染等负面产物的税收而不像就业等

税收<sup>[18]</sup>, 根据 Clinch<sup>[19]</sup>的理论, 中国居民可以因此得到更高福利。社会福利的双红利效用如图 7 所示, 结果显示双红利效用在政策实施后会增加约一倍的社会福利。

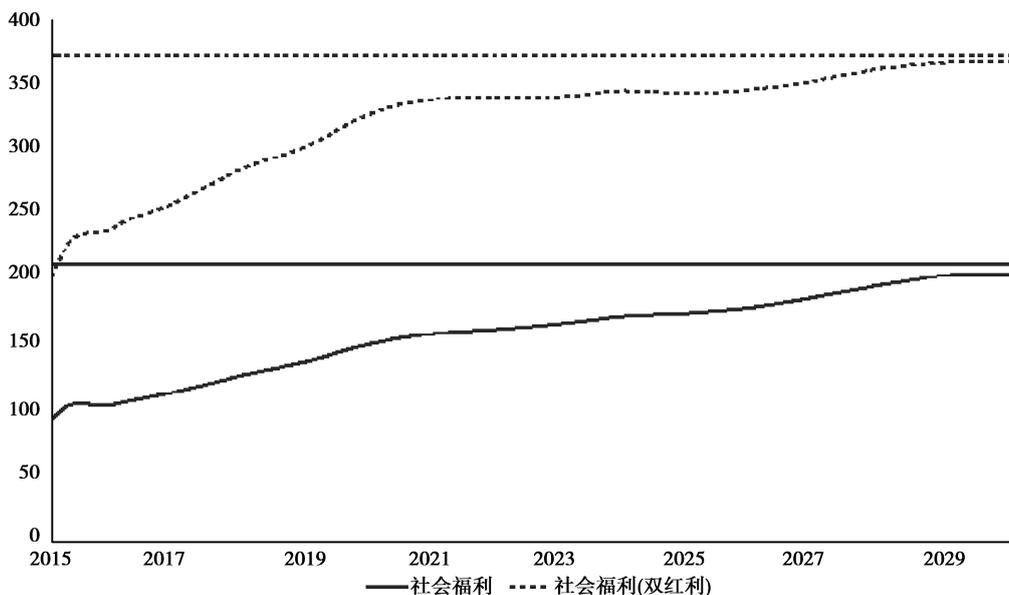


图 7 社会福利的双红利效用(代替劳务税,模型估计值为:模拟值-基础数值,单位:亿 CNY<sub>2005</sub>)

## 五、结论和建议

本文利用 TREMOVE 交通模型和中国的数,模拟征收碳税对中国长期的影响,并将分析结果与实施原经济政策的中国数据进行对比。本文的目的是:(1)通过量化政策对 CO<sub>2</sub> 排放量减少的影响,筛选最适合的政策;(2)给中国未来如何有效实施经济政策提供参考。

### (一) 结论

1.通过模型可知,实施新的车船税对 CO<sub>2</sub> 排放量的减少作用不明显。但当碳税政策一并实施时,两种政策共同作用对 CO<sub>2</sub> 的减少作用显著。

2.实施全部两种政策时,若公共交通设施有所改进,公共交通对私人交通替代弹性的提高可使 CO<sub>2</sub> 排放量进一步下降至 10.68 亿吨;而当实行限制小汽车数量时,小汽车数量的减少会使 CO<sub>2</sub> 排放量下降至 10.69 亿吨。

3.在社会福利方面,实行新的车船税对社会福利有负的影响,而新的碳税对社会福利有着积极的影响,两个政策共同实施会增进社会福利。同时,当我们用环境税替代劳务税从而减轻劳务税时,由于双红利效应的作用,会增进社会福利。

4.在政府税收方面,新的车船税和碳税均会增加政府的税收。单独应用新的车船税时,对税收的积极影响非常可观;而相比之下,新的碳税对政府

税收的增长有着更为显著的影响;两个政策的同时使用对中国政府税收的增加将达到 862.62 亿 CNY<sub>2005</sub>。

### (二) 政策建议

1.通过改善公共交通设施增加公共交通与私人交通的替代弹性,促进碳税政策实施后 CO<sub>2</sub> 排放量的减少。

2.推进限制小汽车数量的政策,或至少应将限制机动车数量的政策纳入考虑范畴,限制机动车 CO<sub>2</sub> 排放量主要应从合理限制机动车数量的源头开始。

3.征收碳税是一个直接的减少交通运输 CO<sub>2</sub> 排放量的政策,本文认为征收交通碳税,不仅不会对社会福利造成负面影响,反而会产生积极的影响,甚至会抵消新车船税实施带来的负的社会福利效应。而且两种新政策的实施会为政府带来可观的税收<sup>[20]</sup>,进而通过合理运用税收,促进当地就业,促进经济发展。

### [参考文献]

- [1] 汪曾涛. 碳税征收的国际比较与经验借鉴[J]. 理论探索, 2009(4): 68-71.
- [2] 范允奇, 王文举. 欧洲碳税政策实践对比研究与启示[J]. 经济学家, 2012(7): 96-104.

- [3] 彭红枫, 吴阳. 碳税对我国区域经济发展的影响[J]. 技术经济, 2011, 30(2): 88-92.
- [4] 张明文, 张金良, 谭忠富. 碳税对经济增长、能源消费与收入分配的影响分析[J]. 技术经济, 2009, 28(6): 48-51.
- [5] 苏明, 傅志华, 许文. 聚焦碳税——碳税征收的中国路径[J]. 环境经济, 2009(9): 10-22.
- [6] 周剑, 何建坤. 北欧国家碳税政策的研究及启示[J]. 环境保护, 2008(11B): 70-73.
- [7] MIKAEL SKOU ANDERSEN, PAUL EKINS. Carbon-Energy Taxation: Lessons from Europe [M]. New York: Oxford University Press, 2010.
- [8] 刘洁, 李文. 征收碳税对中国经济影响的实证[J]. 中国人口·资源环境, 2011, 21(9): 99-104.
- [9] 高鹏飞, 陈文颖. 碳税与碳排放[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2002, 42(10): 1335-1338.
- [10] Matsuo N. Key Elements Related to the Emissions Trading for the Kyoto Protocol[J]. Energy policy, 1998, 26(3): 263-273.
- [11] 王灿, 陈吉宁, 邹骥. 基于CGE模型的CO<sub>2</sub>减排对中国经济的影响[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2005, 45(12): 1621-1624.
- [12] Pearce D. The Role of Carbon Taxes in Adjusting to Global Warming [J]. Economic Journal, 1991(1): 938-948.
- [13] W K Jaeger. The Welfare Cost of a Global Carbon Tax When Tax Revenues are Recycled[J]. Resource and Energy Economics, 1995(1): 47-67.
- [14] 马静, 柴彦威, 刘志林. 基于居民出行行为的北京市交通碳排放影响机理[J]. 地理学报, 2009, 66(8): 1023-1032.
- [15] Miao Fu, J Andrew Kelly. Carbon related taxation policies for road transport: Efficacy of ownership and usage taxes, and the role of public transport and motorist cost perception on policy outcomes[J]. Transport Policy, 2012(22): 57-69.
- [16] Directorate General Environment of European Commission. REMOVE Final Report. Brussels, Belgium, 2007.
- [17] 苏明, 傅志华, 许文. 我国开征碳税问题研究[J]. 经济研究参考, 2009(72): 2-16.
- [18] 朱智洺, 沈天苗, 何冰雁. 碳排放、贸易结构与产业转移研究综述[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2013(2): 62-66.
- [19] Clinch J. Environmental and wider implications of political impediments to environmental tax reform[J]. Energy, Policy, 2006, 34(8): 960-970.
- [20] 范见奇, 王文举. 我国经济增长对碳排放驱动效应的实证研究[J]. 贵州财经大学学报, 291(3): 7.

(责任编辑: 夏东, 朱德东)

## Analysis on the Impact of Transportation Carbon Taxes on CO<sub>2</sub> Emissions, Social Welfare and Tax Revenue in China

——Based on TREMOVE Model

FU Miao, SUN Yu

(School of Economics and Trade, Guangdong University of Foreign Studies, Guangdong, 510006 China)

**Abstract:** Using China Model of TREMOVE and China national data, this paper simulates the implementation of new vehicle and vessel tax and carbon tax. The simulation results show that the implementation of new vehicle and vessel tax and carbon tax will make CO<sub>2</sub> emissions decline 119 million tones in 2030. While if substitution of public traffic for private traffic is more elastic or the number of cars is limited, the declination of CO<sub>2</sub> emissions will be more prominent. The combined implementation of both tax policies will make a positive effect on social welfare and government tax revenue. Under the double dividend effect, the positive effect on social welfare will be more significant by replacing service tax with environmental tax.

**Key words:** China Model of TREMOVE; carbon taxes; CO<sub>2</sub> emissions; social welfare; tax revenue