



北京大学-林肯研究院 城市发展与土地政策研究中心

PEKING UNIVERSITY - LINCOLN INSTITUTE

Center for Urban Development and Land Policy

碳税政策的减排效果与经济影响

PLC WORKING PAPER SERIES NO.064

http://www.plc.pku.edu.cn/publications_ch.aspx#

2010. 10

石敏俊	北大-林肯中心 研究员 中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心 教授
周晟	中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心
吕李娜	中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心
袁永娜	中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心

北京大学廖凯原楼508室, 北京 100871 中国

文章仅代表作者个人观点, 不代表北大-林肯中心及相关机构的观点与立场。文章作者与北大-林肯中心共同拥有该工作论文的所有版权, 若需转载或引用文章中任何内容或数据, 须事先得到版权所有人的书面许可, 并明确标注资料来源。

北京大学—林肯研究院城市发展与土地政策研究中心

《中国环境税》项目研究报告

碳税政策的减排效果与经济影响

石敏俊，周晟吕，李娜，袁永娜

《中国环境税改革影响分析》课题组

2010年9月

碳税政策的减排效果与经济影响

一、研究背景与研究目的

2009年11月，中国政府宣布了控制温室气体排放的行动目标，到2020年单位国内生产总值的CO₂排放量比2005年下降40%到45%。中国正处于工业化和城镇化的中期阶段，未来相当一段时期内，以“土木钢石”为主的发展格局难以扭转，这就意味着短期内CO₂排放仍将持增加趋势。可以预见，中国控制温室气体排放增长面临着巨大的压力和困难。

2005年，中国CO₂排放总量为55.9亿吨，其中化石燃料燃烧产生的CO₂排放量为50.6亿吨，GDP为183084.8亿元（当年价），万元GDP的CO₂排放量与化石燃料燃烧产生CO₂排放量分别为3.053吨和2.764吨。鉴于化石燃料燃烧产生的CO₂排放量占CO₂排放总量的约90%，这里着重探讨化石燃料燃烧产生的CO₂排放量。

参考潘文卿（2001），贺菊煌（2001），国务院发展研究中心课题组（2005），魏一鸣等（2008），EIA等关于2010-2020年中国经济发展的预测结果，本文考虑了高、中、低三种经济增长情景（表1）。在高、中、低三种经济增长情景下，预计至2020年中国的GDP分别将达到658457、572884、497453亿元（2005年价格）。

表1 三种经济增长情景下的经济增长率（%）

情景		2010	2011-2015	2016-2020
年均GDP增长率	高经济增长情景	8	9	8
	中经济增长情景	8	7.5	6.5
	低经济增长情景	8	6	5

表2 三种经济增长情景下的排放量和减排量

	CO ₂ 排放总量（亿吨）			CO ₂ 减排量（亿吨）		
	高增长情景	中增长情景	低增长情景	高增长情景	中增长情景	低增长情景
2005	50.6	50.6	50.6			
保持2005年碳排放强度	182.6	159.5	137.9			
2020 碳排放强度降低40%	109.8	95.7	83	72.8	63.8	54.9
碳排放强度降低45%	100.7	87.7	76.1	81.9	71.8	61.8

如果2020年碳排放强度保持2005年水平，在高、中、低三种经济增长情景下，化石燃料燃烧产生的CO₂排放量分别为182.6、159.5和137.9亿吨。如果2020年单位GDP的CO₂排放量比2005年降低40%-45%，化石燃料燃烧产生的碳排放强度需降低到1.66-1.52吨/万元GDP（2005年价格），化石燃料燃烧产生的CO₂排放总量需控制在76-110亿吨。与碳排放强度继续保持2005年水平相比，在高、中、低三种经济增长情景下，2020年我国CO₂减排量分别为72.8-91.9、63.8-71.8和54.9-61.8亿吨（表2）。

需要指出的是，第一，在中经济增长情景下，碳排放强度降低40%的目标要求我国从现在起，经过各种努力，2020年前需减少CO₂排放量63.8亿吨；如果按碳排放强度降低45%的目标计算，则CO₂减排量达到71.8亿吨。根据欧盟和美国的承诺，2020年CO₂排放总量在1990年水平基础上减少30%，美国控制在1990年水平，2020年欧盟和美国的CO₂排放总量合计80亿吨，欧盟的减排量约为8-12亿吨，美国约为12-18亿吨，减排量合计约为20-30亿吨。我国的减排量是欧美合计的2倍。日本政府提出了到2020年实现温室气体排放比1990年减少25%的中期目标，将温室气体排放总量从1990年的12.25亿吨CO₂e降低到9.19亿吨CO₂e。由于1990年—2005年期间日本的排放量上升，2005年温室气体排放总量已达到13.97亿吨CO₂e，日本要实现2020年的减排目标，需要在2005年的基础上减排4.78亿吨

CO₂e。即便如此，日本的减排量也不到我国的十分之一。可见我国减排任务之艰巨。第二，即便实现了 2020 年的减排目标，我国 CO₂ 排放量仍将是全球首位。2020 年 CO₂ 排放量按 95 亿吨计算，将占全球的四分之一强。我国将会面临来自国际社会的强大压力。

节能减排政策根据政策机制分为基于行政手段的节能减排政策和基于市场机制的节能减排政策。长期以来，我们习惯于依赖行政手段推进节能减排，未能充分有效地运用市场机制政策。行政手段政策包括行政命令和强制性标准等，可以集中全社会的资源，能够在较短的时间内达到政策目标，具有见效快的特点，但存在着一刀切、效率低下的问题，达标企业往往缺乏继续减排的动力，社会资源配置效率低下，实现政策目标的社会成本较高。经验表明，依赖行政手段推进节能减排的效果即将达到极限。进一步推进节能减排，需要充分利用市场机制，构建基于市场机制的节能减排政策，有效调动市场主体推进节能减排的积极性。

与行政手段政策相比，基于市场机制的节能减排政策主要是通过影响商品供求、价格和竞争等市场要素，来达到激励经济主体推行节能减排的目标。它遵循市场规律，通过价格杠杆和竞争机制的功能，对经济主体进行调控。在这种政策机制下，经济主体推行节能减排的积极性和主动性较强，并对各种经济信号作出灵敏反应，将社会资源配置到效益最好的环节，节能减排的效率较高。

基于市场机制的节能减排政策主要有两类：一是以价格控制为特征的碳税政策，二是以价格控制为特征的碳排放配额交易机制。碳排放配额交易是设定 CO₂ 排放量的上限，使之成为稀缺资源，将初始排放权分配到各个区域或排放源，各个区域或者排放源根据自身的减排成本和效率情况在二级市场上开展排放权交易，形成碳交易价格。排放配额交易机制的特点是对排放总量进行控制，可以确保总量控制目标的实现，同时通过利益驱动，激励各个排放源积极推行减排行动。碳税则是以价格控制为特征的市场机制手段，主要是针对化石能源燃烧、生产工艺过程等所产生的 CO₂ 排放量征税，利用价格信号影响市场主体行为，达到抑制碳排放的目标，是受到国际社会推崇的减排政策。

碳税的优点之一是价格信号明确，覆盖面广，可以引导和激励企业做出减排的决策。从实施成本看，碳税的优点之二是作为税收手段之一，可以在现有税制基础上新增一种税种，因而实施成本较低，还可以给政府带来稳定的税收收入。碳税的优点之三是实施碳税可以给我国在应对气候变化的国际谈判中争取有利的局面。

但是，碳税政策也存在着一些弊端。第一，征收碳税会对经济增长和居民收入带来一定的负面影响，因此会引起较大的社会反响，有可能遭遇来自相关利益集团的阻力。需要考虑碳税对经济增长和居民收入可能造成的影响，并采取一定的缓解措施。第二，从长远来看我国能源供应短缺，能源需求存在刚性，实施碳税带来的能源成本上升有可能会转嫁给能源需求方，碳税对于碳排放密集产品需求的抑制作用会受到影响，碳税的减排效果存在一定的不确定性。第三，征收碳税对不同区域会带来不同的影响，特别是对高排放部门比例较高的中西部地区带来较大的影响，可能会加剧区域经济发展的不平衡。碳税政策必须考虑不同地区承受能力的差异，可以针对不同地区实施差异税率，采取相应的缓解和补偿措施。因此，在实施碳税之前，需要全面分析碳税政策的减排效果及其经济影响。

近年来，碳税政策已经成为国内外学者关注的热点之一（王金南等 2009，苏明等 2009，Fisher-Vanden K et al. 2007，Liang Q M et al. 2007，Cao et al. 2005，高鹏飞等 2004，贺菊煌等 2002，魏涛远等 2002，Zhang Z X 1998），但对于碳税的减排效果和经济影响的分析和认识尚有待进一步深化。为综合评价碳税政策对于实现我国 2020 年目标的作用，本报告采用基于动态 CGE 模型的能源—环境—经济模型，在能源利用效率提高和能源结构转换的基础上，

动态模拟了碳税政策的节能减排效果和对宏观经济的影响。下一步，课题组拟在区域尺度上，采用动态多区域 CGE 模型，模拟分析碳税政策的区域响应及其对区域发展的影响。

二、研究方法：模型和基准情景

2.1 基于动态 CGE 模型的能源—环境—经济模型

本报告基于动态 CGE 模型构建了能源—环境—经济模型。模型的数据基础是通过 2007 年投入产出表以及 2007 年相应的海关、税收、国际收支、资金流量等数据编制的 2007 年 SAM 表。模型包括 39 个行业，2 组居民家庭（城市和农村），3 种生产要素（劳动力、资本和能源）。39 个生产行业中包括 1 个农业部门，36 个工业部门和 2 个服务业。能源要素的投入来自 9 个能源部门，分别是煤炭开采和洗选业、石油开采业、天然气开采业、石油及核燃料加工业、炼焦业、火电生产和供应业、其它电力生产和供应业、热力生产和供应业、燃气生产和供应业。

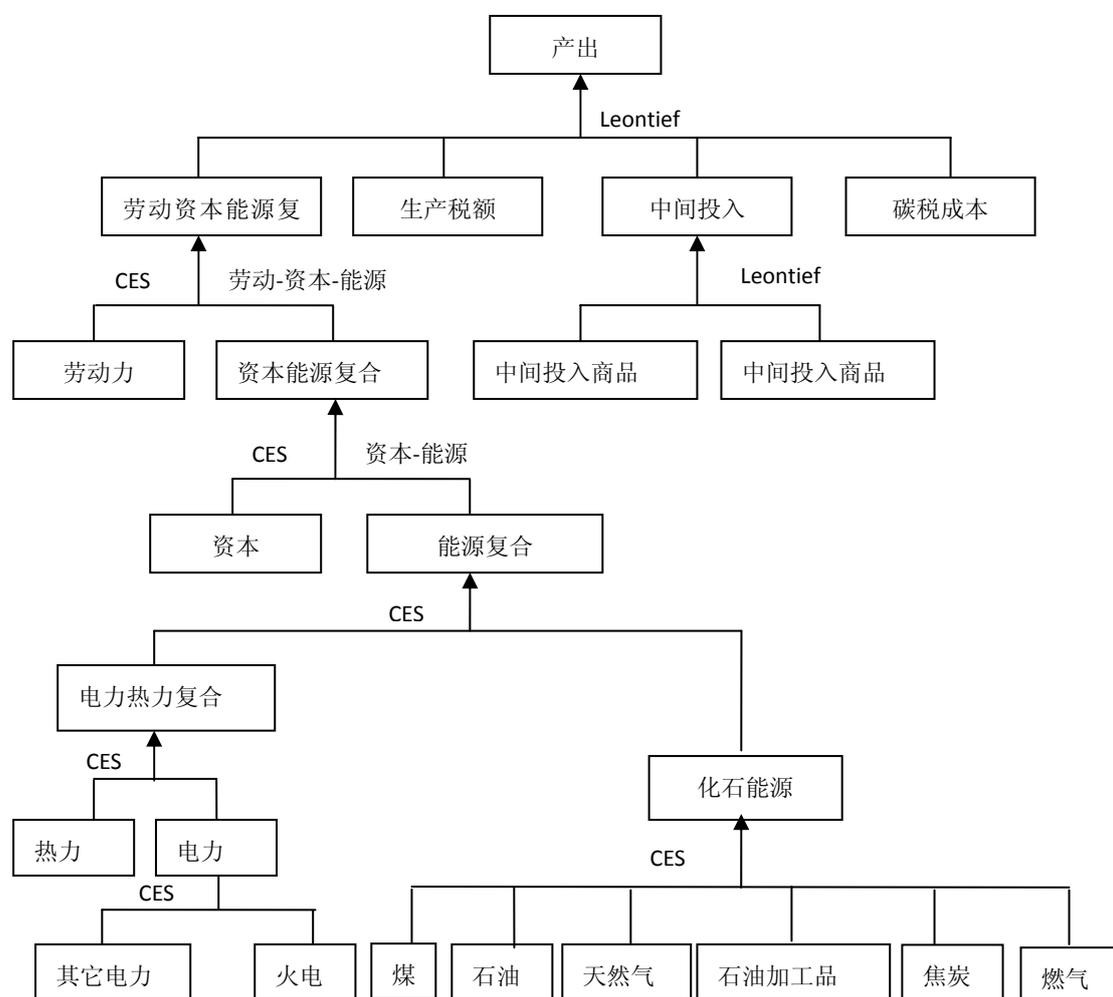


图 1 基于 CGE 的能源—环境—经济模型结构

模型结构以 Hans Lofgren(2002)等人的模型为基础，在生产技术板块中加入能源模块，并对模型进行动态化处理。能源嵌入部分则参考了武亚军和宣晓伟（2002）的模型结构，即能源之间先替代，接着资本和能源之间替代，最后和劳动力进行替代，用 CES（Constant Elasticity of Substitution）函数来描述它们之间的替代关系，模型的生产结构详见图 1。模型

的动态化通过资本积累、劳动力增长和要素技术进步来实现，GDP 增长率与上述三种经济增长情景中的中经济增长情景一致。

2.2 基准情景：能源效率提高的减排效果

分析碳税的减排效果首先需要设定基准情景，而基准情景需要考虑能源技术进步带来的能源效率提高。本报告首先采用基于动态 CGE 模型构建的能源—环境—经济模型，模拟了能源利用效率提高带来的减排效果。

参考国家发改委能源研究所 AIM 模型的各产业部门自动能效提高系数（AEEI）的估计值¹，国家发改委发布的《节能中长期专项规划》目标，以及国内外主要高耗能产品的能耗差距，基准情景假设 2020 年中国能源利用效率和能源技术水平接近或达到目前的世界先进水平，在此基础上设定各部门的能源利用效率提高率（表 3）。

表 6-3 各部门能源利用效率年均提高率(以 a 表示)

行业	a	行业	a	行业	a
农业	0.025	印刷文教体育用品制造业	0.015	普通机械、专用设备制造业	0.002
煤炭开采和洗选业	0.006	石油及核燃料加工业	0.006	交通运输设备制造业	0.002
				电气机械及器材与电子及通信设备制造业	0.002
石油开采业	0.006	炼焦业	0.013	仪器仪表文化办公用机械制造业	0.002
天然气开采业	0.006	化学原料及制品制造业	0.019	其他工业	0.013
黑色金属矿采选业	0.006	医药制造业	0.015	火电的生产和供应业	0.025
有色金属矿采选业	0.006	化学纤维制造业	0.015	其它电力的生产和供应业	0.025
其他矿采选业	0.006	橡胶塑料制品业	0.015	热力的生产和供应业	0.025
食品饮料加工制造业	0.015	水泥、石灰和石膏制造业	0.015	燃气生产和供应业	0.016
烟草制品业	0.015	玻璃及玻璃制品制造业	0.015	水的生产和供应业	0.015
纺织业	0.032	其他非金属矿物制品业	0.015	建筑业	0.006
服装皮革制品制造业	0.032	黑色金属冶炼压延加工业	0.025	运输业仓储及邮电通信业	0.033
木材加工家具制造业	0.015	有色金属冶炼压延加工业	0.025	其他服务行业	0.023
造纸及纸制品业	0.030	金属制品业	0.015		

模拟结果显示，在能源利用效率提高的基准情景下，到 2020 年所有产业部门的 CO₂ 减排总量为 43.43 亿吨，其中，火电的生产和供应业、热力的生产和供应业、黑色金属冶炼及压延加工业、运输业仓储及邮电通信业、水泥、石灰和石膏制造业、化学原料及制品制造业的减排量占 88.84%，尤其是火电的生产和供应业减排量达 26.13 亿吨，占 60.16%（表 4）。

单位产量能耗变化²见表 5，在无能源利用效率提高的情景下，2020 年全国单位产量能耗与 2007 年相比呈小幅上升趋势，某些部门由于劳动力和资本效率的提高，对能源的替代作用使得单位产量能耗低于 2007 年水平。在能源利用效率提高的基准情景下，2020 年全国单位产量能耗水平为 2007 的 79.9%，各部门单位产量能耗水平均小于无能源利用效率提高的情景，少数部门 2020 年单位产量能耗大于 2007 年水平，这主要是由于能源对劳动力和资本的替代，使得能源对产出增加的贡献大于劳动力和资本的贡献。

能源利用效率提高使单位产量的能源需求减少，对能源部门的产业份额产生了影响，通过部门之间的连锁反应又使得整个产业结构发生变化。如表 6 所示，在无能源利用效率提高的情景下，第二产业呈上升趋势；而在能源利用效率提高的基准情景下，第三产业呈上升趋势，同时 2020 年能源部门增加值的份额与 2007 年相比下降了 3 个百分点。

¹ 自动能效提高系数（AEEI）额估计值由国家发改委能源所刘强提供。

² 这里的产量指模拟年份的产出除以模拟年份相对于基年的价格。能耗指产生 CO₂ 排放的能源消耗（总能耗扣除用于加工转换的能耗以及能源损失量）。

表 4 2020 年能源利用效率提高情景下的减排量

		2020 年减排量 (亿吨)
所有产业部门的减排量		43.43
其中：	火电的生产和供应业	26.13
	热力的生产和供应业	4.26
	黑色金属冶炼及压延加工业	3.1
	运输业仓储及邮电通信业	3.02
	水泥、石灰和石膏制造业	1.22
	化学原料及制品制造业	0.85
	合计	38.58

表 5 2020 年各部门单位产量能耗变化率

部门	单位产量能耗变化率 (%)	
	无能源利用效率提高	能源利用效率提高
全国总量	9.14	-20.12
农业	-9.02	-31.59
煤炭开采和洗选业	0.92	-7.51
石油开采业	-4.13	-19.69
天然气开采业	-3.20	-17.11
黑色金属矿采选业	-16.55	-21.87
有色金属矿采选业	-9.84	-17.43
非金属矿采选业	17.28	8.00
食品饮料加工、制造业	11.79	-4.59
烟草制品业	13.49	-3.23
纺织业	12.10	-19.43
服装皮革及其他纤维制品制造业	24.60	-7.48
木材加工及竹藤棕草制品业、家具制造业	15.86	-2.46
造纸及纸制品业	7.47	-21.50
印刷业记录媒介的复制, 文教体育用品制造业	12.99	-5.14
石油及核燃料加工业	4.40	3.02
炼焦业	0.52	-10.45
化学原料及制品制造业	-1.96	-21.64
医药制造业	5.33	-15.37
化学纤维制造业	3.99	-8.34
橡胶制品业, 塑料制品业	6.98	-10.59
水泥、石灰和石膏制造业	5.64	-12.17
玻璃及玻璃制品制造业	7.08	-7.10
其他非金属矿物制品制造业	11.03	-2.93
黑色金属冶炼及压延加工业	-11.70	-26.44
有色金属冶炼及压延加工业	-5.16	-26.98
金属制品业	8.48	-10.96
普通机械、专用设备制造业	6.50	5.38
交通运输设备制造业	20.33	16.18
电气机械及器材、电子及通信设备制造业	6.48	-1.02
仪器仪表文化办公用机械制造业	10.25	5.89
其他工业	23.73	4.37
火电的生产和供应业	-3.62	-33.53
其它电力的生产和供应业	-3.89	-30.87
热力的生产和供应业	-1.93	-32.43
燃气生产和供应业	-0.58	-13.50
水的生产和供应业	7.53	-11.70
建筑业	5.18	0.07
运输业仓储及邮电通信业	11.01	-16.95
其他服务行业	22.71	-1.80

表 6 产业结构变化

	2007	2020	
		无能源利用效率 提高情景	能源利用效率 提高情景
第一产业	10.77	9.51	9.98
第二产业	50.55	52.63	50.7
第三产业	38.68	37.86	39.32
能源部门	8.61	7.6	5.58

2.3 能源结构转换的减排效果

上述模拟未考虑低碳能源发展对于减少碳排放的作用。发展低碳能源是中国推进减排的重要手段之一，有必要对低碳能源发展和能源结构转换的减排效果进行测算。

在测算中，基准情景采用 WEO 2009 对中国未来发电量的预测（表 7），2020 年发电总量为 6692Twh，火力发电 5316Twh，占发电总量的 79.4%。参考姜克隽等（2009）对不同发展路径下发电构成的结果，能源结构变化设置了三种情景，即火力发电占发电总量的 75%、70%和 65%。由于这里主要考察发电结构转换的减排效果，因此假设单位火力发电的供电煤耗仍维持在 2005 年水平。计算结果显示，三种发电结构调整的情景下可以实现的 CO2 减排量分别为 2.6 亿吨、5.6 亿吨和 8.5 亿吨（表 8）。

表 7 基准情景发电量(TWh)

	1990	2005	2007	2015	2020
发电总量	650	2544	3318	5622	6692
煤炭	471	1996	2685	4391	5119
石油	49	61	34	44	41
天然气	3	26	41	113	156
核能	0	53	62	227	322
水力	127	397	485	734	848
生物质	0	8	2	9	19
风能	0	2	9	98	168
地热能	0	0	0	1	2
太阳能	0	0	0	5	17

资料来源:World Energy Outlook 2009

表 8 2020 年发电结构转换产生的减排量

CO2 减排量（亿吨）	情景（火力发电占总发电量的比例）		
	75%	70%	65%
	2.6	5.6	8.5

三、碳税的减排效果与经济影响

3.1 情景设计

基准情景： GDP 增长率采用前述三种经济增长情景中的中经济增长情景，即 2007-2009 年 GDP 增长率为实际值；2010 年为 8%；2011-2015 年间年均为 7.5%；2016-2020 年间年均为 6.5%。需要特别说明的是，基准情景已经考虑了各个部门能源利用效率提高的作用，各部门能源利用效率提高速率与表 3 一致。

碳税情景：碳税情景的设计主要涉及到碳税的征收范围和征收方式、碳税的开征时间、碳税税率以及碳税收入应该如何使用等问题。

碳税的征税范围：《京都议定书》涉及到的温室气体有六种。由于我国 CO₂ 排放占温室气体排放的比重接近 80%，而化石燃料燃烧产生的 CO₂ 排放占到了 CO₂ 排放总量的 90%，化石燃料燃烧产生的 CO₂ 的排放相对集中和易于计量，因此，在碳税开征之初主要是针对化石燃料燃烧产生的 CO₂ 排放征收碳税。

碳税的征收方式：一是向使用化石燃料的行业征收，即在能源消费端征税。二是在生产环节征收，即向化石燃料的生产行业征税。在消费端征税有利于抑制能源消费需求。从生产环节征税则利于税收的征管和从源头控制。本报告采用对生产环节征税的方式，针对煤炭、石油天然气的开采及加工精炼行业征收碳税，采取从量计税的方式。由于实际的 CO₂ 排放很难直接监测，通常采取估算的方式，以化石燃料的 CO₂ 排放系数作为排放量估算依据。

碳税的开征时间：《京都议定书》2012 年即将到期，根据“巴厘岛路线图”达成的协议，2012 年后要求发展中国家采取可测量、可报告、可核实的适当减排行动。从国内情况来看，开征碳税存在着和其它相关化石能源税种相协调的问题，应该抓住我国费改税和资源税改革的契机。本报告建议开征碳税的起始时间为 2013 年。

碳税税率：从碳税实施的国际经验，在已经采取碳税的国家，其碳税税率主要从 7-44 欧/tCO₂ 不等（苏明等 2009）。考虑到实施碳税可能对中国企业造成的负担以及对国际竞争力等影响，碳税实施之初税率水平不宜过高。参考国际市场的 CDM 年均价格从 2004 年的 3.13 欧/tCO₂ 上涨到 2008 年的 14.8 欧/tCO₂，本报告设置了三种税率水平，即 30 元/tCO₂、60 元/tCO₂ 和 90 元/tCO₂（以下简称低、中、高碳税情景）。

碳税收入使用：碳税收入的利用方式主要有以下四种。一是指定的用途，即专款专用，将碳税用于促进企业节能减排、发展低碳技术。二是碳税归政府所有，与其它税收收入一起由政府统一进行支配。第三，考虑到碳税对部分行业造成的负担，在征收碳税的同时削减行业的其它税收。第四，考虑到征收碳税对居民收入的影响，从改善民生的角度，将税收作为给居民的转移支付。由于模型中技术进步不是内生的，很难建立资金投入与低碳技术发展之间的函数关系，本报告只对后三种碳税收入使用方式进行模拟。

根据不同的碳税税率和碳税收入的使用方式，本报告设计了 6 种碳税情景，如表 9。

表 9 碳税情景设计

情景	税率	税收利用方式
s1a	30	归政府所有
s2a	60	归政府所有
s3a	90	归政府所有
s2b	60	一半归政府所有，一半返还给影响较大的重点行业
s2c	60	一半归政府所有，一半返还给居民
s2d	60	一半返还给影响较大的重点行业，一半返还给居民

3.2 模拟结果及分析

(1) 不同碳税税率的模拟结果

不同碳税税率的减排效果

本研究首先对于不同碳税税率的效果进行了情景模拟。模拟结果表明，随着碳税税率的提高，减排效果越来越明显。如果碳税收入归政府所有，由政府再统一进行支配，在低、中、高碳税情景下，2020 年 CO₂ 排放量分别为 108 亿吨、102.4 亿吨和 97.5 亿吨。能源消费量分别为 56.8 亿吨标煤、54.7 亿吨标煤和 52.9 亿吨标煤。与基准情景相比，相应的减排

量分别为 6.4 亿吨、12 亿吨和 16.9 亿吨，减排率分别为 5.6%、10.5%和 14.7%（图 2），节能率分别为 4%、7.5%和 10.6%（图 3）。

减排效果主要体现在能源密集型行业。2020 年，火电的生产和供应业、黑色金属冶炼及压延加工、化学原料及制品制造业、水泥、石灰和石膏制造业、热力的生产和供应业在低、中、高碳税情景下减排量分别为 4.86 亿吨、9.17 亿吨和 13 亿吨，分别占总减排量的 76.34%、77.74%和 77.09%（表 10）。

通过对 2020 年 CO₂ 排放强度目标的解读，可以得出在中经济增长情景下，与 2020 年维持 2005 年 CO₂ 排放强度相比，如果实现 2020 年 CO₂ 排放强度比 2005 年下降 40%的目标，则 CO₂ 减排量为 63.8 亿吨。征收 30 元/tCO₂、60 元/tCO₂ 和 90 元/tCO₂ 的碳税相当于完成了此目标的 10%、19%和 26.5%。

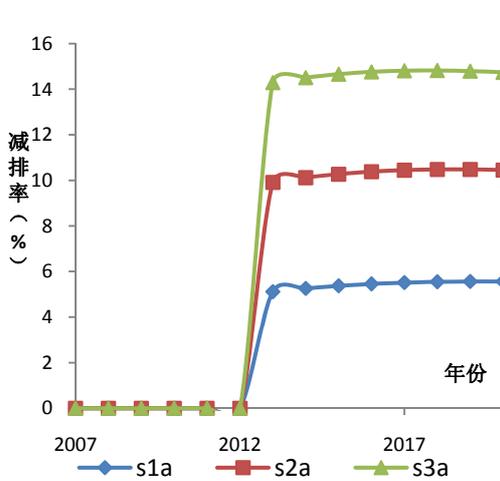


图 2 不同税率情景下 CO₂ 减排率

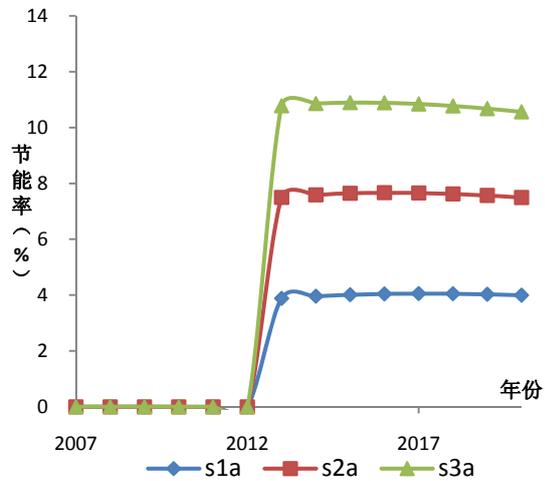


图 3 不同税率情景下节能率

表 10 主要部门的减排量（亿吨）

	s1a	s2a	s3a
火电的生产和供应业	3.27	6.14	8.64
黑色金属冶炼及压延加工业	0.64	1.29	1.95
化学原料及制品制造业	0.50	0.91	1.25
水泥、石灰和石膏制造业	0.24	0.45	0.62
热力的生产和供应业	0.21	0.39	0.54
合计	4.86	9.17	13.00
占减排总量的比例 (%)	76.34	77.74	77.09

不同碳税税率对经济增长的影响

总的来说，征收碳税对 GDP 的影响并不大，从图 4 中可以看出，在碳税开征之初对 GDP 的影响最大，随着时间的推移，对 GDP 的影响越来越小。与基准情景相比，在低、中、高碳税情景下，2013 年 GDP 损失率分别为 0.09%、0.2%和 0.33%，2020 年 GDP 的损失率分别为 0.04%、0.1%和 0.18%（表 11）。

从 GDP 的构成来看，由于碳税收入归政府所有，政府收入增加，从而刺激了政府消费和投资。在低、中、高的碳税情景下，2013 年政府消费相对于基准情景分别增加了 1.86%、3.53%和 5.02%，2020 年相对增加了 1.85%、3.49%和 4.97%（表 11 和图 5）。2013 年固定资产形成总额分别增加了 0.16%、0.33%和 0.52%，2020 年增加幅度更为明显，分别增加了 0.37%、

0.72%和 1.05%（表 11 和图 6）。征收碳税使得居民消费变小，2013 年低、中、高碳税情景下相对于基准情景分别降低了 0.49%、0.95%和 1.39%，2020 年则分别下降了 0.38%、0.74%和 1.07%（表 11 和图 7）。征收碳税在一定程度上增加了企业的负担，影响了我国产品在国际市场上的竞争力。如表 9 和图 8 所示，在低、中、高碳税情景下，与基准情景相比，2013 年我国净出口分别减少 1.54%、3.24%和 5.02%，2020 年分别减少 1.23%、2.47%和 3.7%。

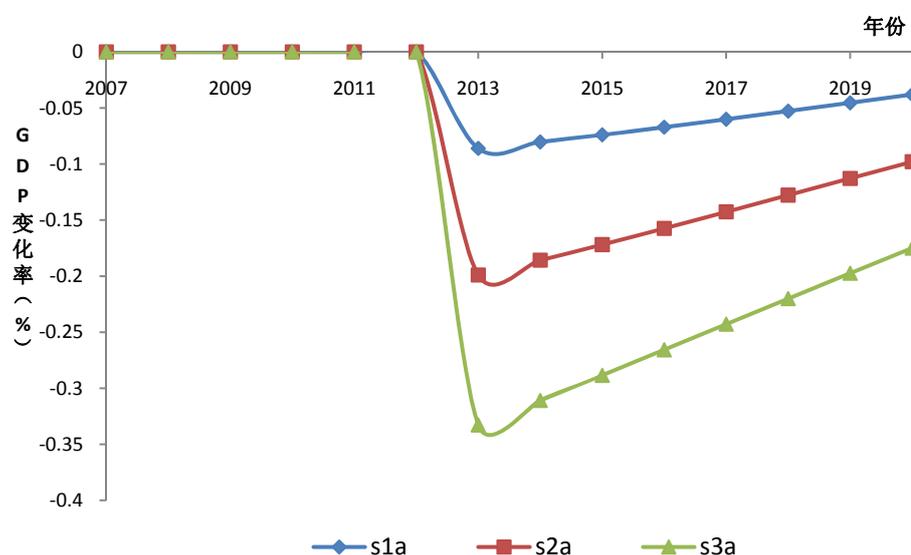


图 4 不同税率情景下的 GDP 变化率

表 11 不同税率情景下 GDP 及其构成的变化率 (%)

情景	时间	GDP 变化率	政府消费 变化率	居民消费 变化率	固定资产形成 总额变化率	净出口 变化率
s1a	2013	-0.09	1.86	-0.49	0.16	-1.54
	2020	-0.04	1.85	-0.38	0.37	-1.23
s2a	2013	-0.20	3.53	-0.95	0.33	-3.24
	2020	-0.10	3.49	-0.74	0.72	-2.47
s3a	2013	-0.33	5.02	-1.39	0.52	-5.02
	2020	-0.18	4.97	-1.07	1.05	-3.70

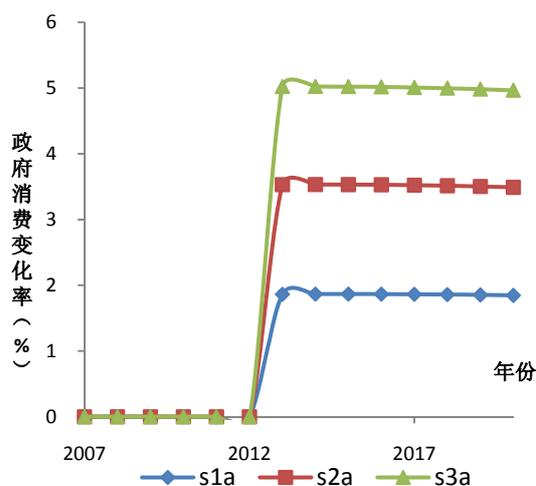


图 5 不同税率情景下的政府消费变化率

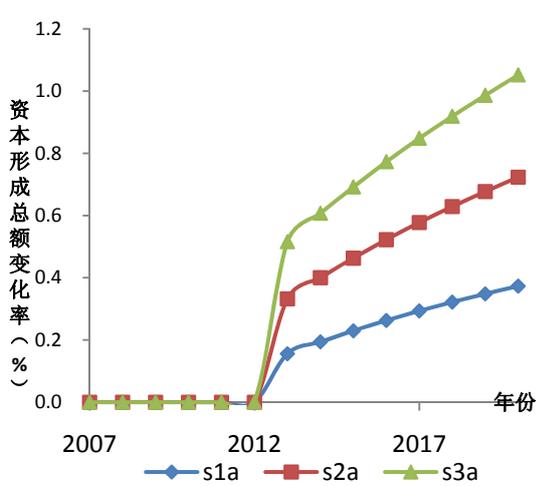


图 6 不同税率情景下的资本形成总额变化率

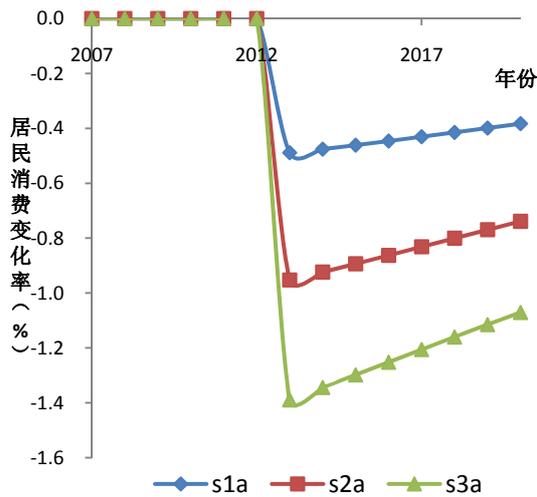


图7 不同税率情景下的居民消费变化率

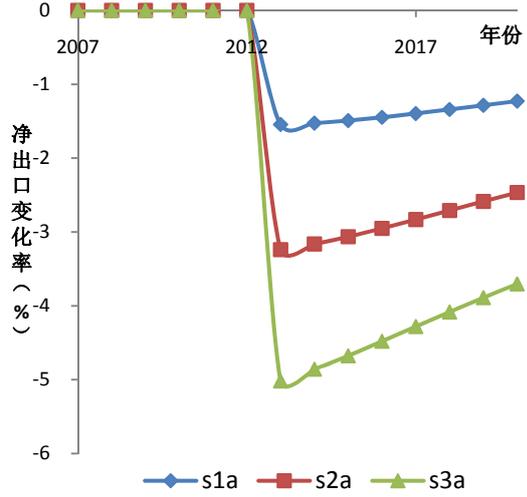


图8 不同税率情景下的净出口变化率

不同碳税税率对各部门产量和居民收入的影响

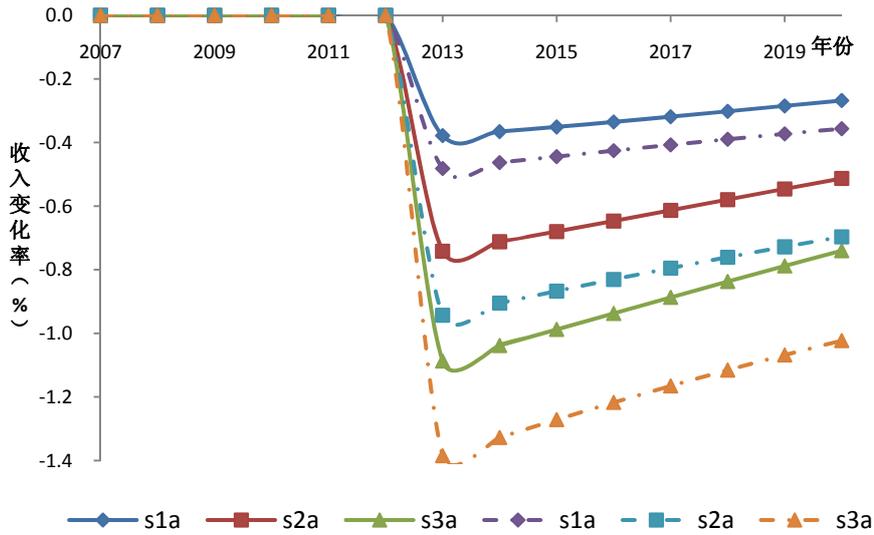
征收碳税一方面加重了资源开采、煤炭和石油的加工精炼等缴纳碳税行业的负担，另一方面，随着化石燃料价格的提高，其影响会波及到化石能源的使用行业，尤其是能源密集型的行业。表 12 列出了征收碳税后产量³受到影响最为严重的前 15 个行业，这些行业主要集中在被征收碳税的部门和能源密集型的部门。

征收碳税对居民的收入产生了较大的负面影响，从图 9 中可以看出。在征收碳税之初，居民收入所受到的负面冲击最大，城镇居民受影响的幅度要大于农村居民。与基准情景相比，2020 年在低、中、高三种碳税情景下，农村居民收入分别下降了 0.27%、0.51%和 0.74%，城镇居民收入则分别下降了 0.36%、0.7%和 1.02%。

表 12 不同税率情景下对部分行业产量相对基准情景的变化（%，前 15 位）

部门	s1a	s2a	s3a
煤炭开采和洗选业	-10.98	-20.25	-28.08
炼焦业	-5.45	-11.06	-16.63
燃气生产和供应业	-2.33	-4.55	-6.69
化学原料及制品制造业	-0.85	-1.67	-2.47
火电的生产和供应业	-0.78	-1.55	-2.30
黑色金属矿采选业	-0.67	-1.32	-1.97
黑色金属冶炼及压延加工业	-0.61	-1.22	-1.81
玻璃及玻璃制品制造业	-0.60	-1.17	-1.73
其他非金属矿物制品制造业	-0.53	-1.04	-1.54
金属制品业	-0.49	-0.98	-1.45
有色金属矿采选业	-0.49	-0.97	-1.45
水的生产和供应业	-0.46	-0.91	-1.34
普通机械、专用设备制造业	-0.39	-0.79	-1.18
有色金属冶炼及压延加工业	-0.35	-0.70	-1.05
橡胶制品业, 塑料制品业	-0.35	-0.69	-1.02

³这里所指的产量为模拟年份的产出除以模拟年份相对于基年的价格。



注：实线代表农村居民收入变化率，虚线代表城镇居民收入变化率

图9 不同税率情景下居民收入变化率

(2) 不同碳税收入使用方式的模拟结果

不同碳税收入使用方式的减排效果

考虑到征收碳税，碳税收入归政府所有会对居民收入和部分行业带来较大冲击，本研究设置了不同的碳税收入使用情景，以 60 元/tCO₂ 的碳税税率比较了四种不同返还方式对节能减排及经济的影响效果。包括：第一，碳税收入全部归政府所有（以下简称 s2a）；第二，将碳税收入的一半返还给重点行业，即减少受影响较大的缴纳碳税的行业和能源密集型行业的生产税（以下简称 s2b）；第三，本着以人为本的原则，将碳税收入的一半转移给居民（以下简称 s2c）。第四，将碳税收入的一半返还给重点行业，一半转移给居民（以下简称 s2d）。

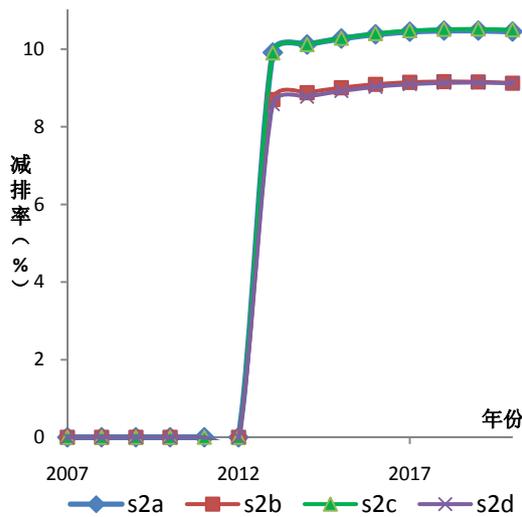


图10 不同碳税使用方式下的减排率

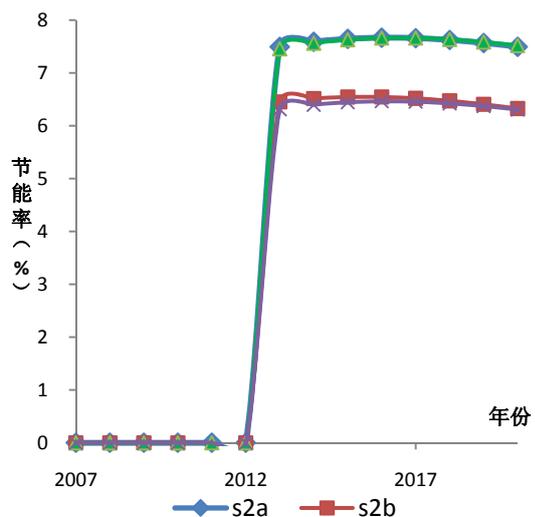


图11 不同碳税使用方式下的节能率

模拟结果显示，若实施 60 元/tCO₂ 的碳税，与基准情景相比，在 s2a、s2b、s2c、s2d

这 4 种碳税收入使用方式下，2020 年所能实现的减排量分别为 11.95 亿吨、10.43 亿吨、12 亿吨和 10.43 亿吨，减排率分别为 10.45%、9.12%、10.5%和 9.12%（图 10）。节能率分别为 7.5%、6.33%、7.52%和 6.3%（图 11）。可以看出，将一部分碳税税收收入转移给居民与全部归政府所有所能实现的减排量相当。而将一部分碳税用于削减受征税碳税影响较大的缴纳碳税的行业和能源密集型行业的生产税会在一定程度上影响碳税实施的减排效果。

不同碳税收入使用方式对经济增长的影响

总的来说，碳税对 GDP 的负面影响程度不是很大。在不同的碳税收入使用方式情景下，征收碳税对 GDP 的负面影响在征收碳税之初受到的冲击最大，之后有逐渐减缓的趋势。将碳税返还给行业对 GDP 的负面影响最小，在 s2b 情景下对 GDP 造成的负面影响最小，与基准情景相比，2013 年和 2020 年 GDP 的损失率分别为 0.14%和 0.02%。s2a 和 s2d 情景次之，s2c 情景下对 GDP 的负面影响最大，2013 年和 2020 年 GDP 损失率分别为 0.25%和 0.2%（图 12 和表 11）。

从 GDP 的构成可以看出，政府收入的增加在一定程度上促进了政府消费和投资的增加，政府消费变化率在四种情景下均为正值。碳税归政府所有和归居民所有能增加政府和居民收入，从而刺激政府和居民的投资。将碳税收入返还给居民能缓解征收碳税对居民消费的负面影响，尤其是在 s2d 情景下，由于将碳税收入返还给行业 and 居民，一方面降低了居民所购买产品的价格，另一方面，也提高了居民的收入，从而刺激了居民消费，对居民消费产生了正面影响，在 2013 年 s2b 和 s2d 情景下居民消费的变化相对于基准情景分别增加了 0.07%和 0.09%。征收碳税对净出口的负面冲击很大，不论是在 s2a 情景和 s2c 情景，2020 年净出口的下降幅度都达到了 3.3%左右。将碳税返还给重点行业，能在一定程度上削减征收碳税对净出口的冲击（图 12 和表 13）。

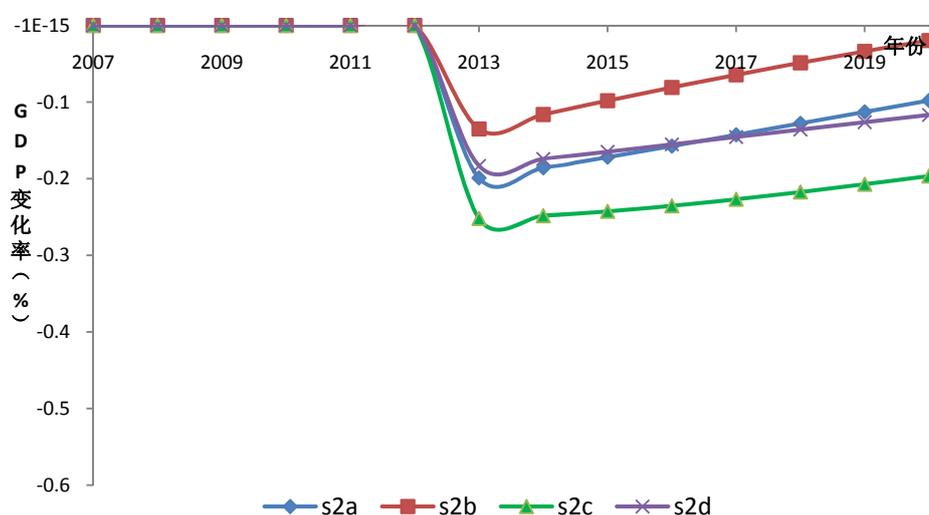
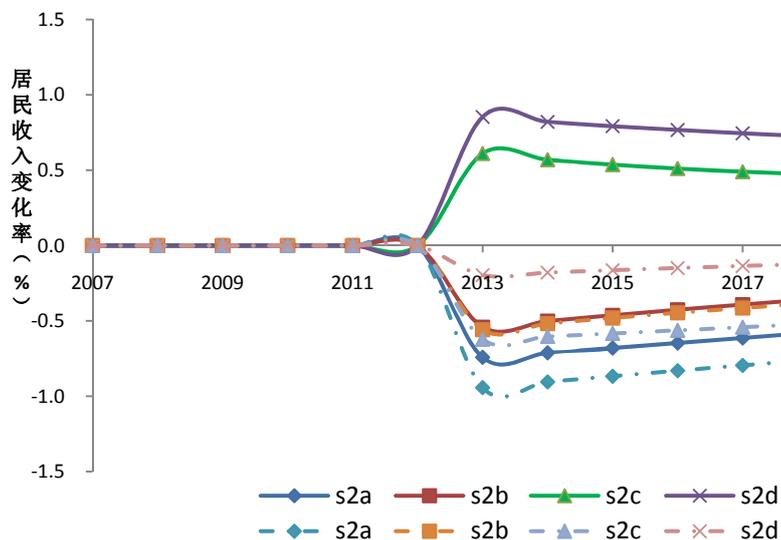


图 12 不同碳税使用方式下 GDP 变化率

表 13 不同碳税使用方式下 GDP 及其构成的变化率 (%)

情景	时间	GDP 变化率	政府消费变化率	居民消费变化率	固定资产形成总额变化率	净出口变化率
s2a	2013	-0.20	3.53	-0.95	0.33	-3.24
	2020	-0.10	3.49	-0.74	0.72	-2.47
s2b	2013	-0.14	2.19	-0.60	-3.21	-2.71

	2020	-0.02	2.07	-0.38	-2.19	-1.77
s2c	2013	-0.25	1.76	-0.33	0.18	-3.31
	2020	-0.20	1.80	-0.29	0.54	-2.60
s2d	2013	-0.18	0.27	0.07	-3.36	-2.74
	2020	-0.12	0.30	0.09	-2.37	-1.88



注：实线表示农村居民收入变化率，虚线表示城镇居民收入变化率。

图 13 不同碳税使用方式下居民收入变化率

表 14 不同碳税使用方式下对主要行业产量⁴相对基准情景的变化（前 15 位）

部门	s2a	s2b	s2c	s2d
煤炭开采和洗选业	-20.25	-18.57	-20.30	-18.56
炼焦业	-11.06	-9.39	-11.14	-9.41
燃气生产和供应业	-4.55	-4.40	-4.50	-4.35
化学原料及制品制造业	-1.67	-1.15	-1.74	-1.19
火电的生产和供应业	-1.55	-0.29	-1.59	-0.28
黑色金属矿采选业	-1.32	-0.17	-1.44	-0.25
黑色金属冶炼及压延加工业	-1.22	-0.82	-1.34	-0.93
玻璃及玻璃制品制造业	-1.17	-0.87	-1.23	-0.92
其他非金属矿物制品制造业	-1.04	-0.76	-1.16	-0.87
金属制品业	-0.98	-0.65	-1.07	-0.74
有色金属矿采选业	-0.97	-0.61	-1.08	-0.71
水的生产和供应业	-0.91	-0.51	-0.87	-0.45
普通机械、专用设备制造业	-0.79	-0.50	-0.92	-0.62
有色金属冶炼及压延加工业	-0.70	-0.44	-0.81	-0.53
橡胶制品业, 塑料制品业	-0.69	-0.44	-0.75	-0.49

不同碳税收入使用方式对各部门产量和居民收入的影响

将碳税收入返还给部分重点行业对 GDP 的负面影响最小，同时会在一定程度上改善对能源生产行业和能源密集型行业的冲击。将碳税收入返还给居民虽然对 GDP 的负面冲击最

⁴这里所指的产量为模拟年份的产出除以模拟年份相对于基年的价格。

大，但能大大削减居民收入受到的负面影响，甚至会增加居民的收入。

如表 14 所示，s2b 和 s2d 情景下主要行业的产量的负面影响程度开始变小，如煤炭开采和洗选业、炼焦业的产量相比 s2a 和 s2c 上升了 2 个百分点。不同返还方式对居民收入的影响见图 13。当碳税收入归政府所有时，不论是对城镇居民还是农村居民都受到了较大的负面影响。将部分碳税收入返还给居民，即在 s2c 和 s2d 情景下，农村居民收入与基准情景相比有上升趋势，城镇居民收入受到的负面影响也有了较大幅度的改善，农村居民收入和城镇居民收入差距在不断缩小。

3.3 碳税情景的减排效果和经济影响

不同碳税税率以及不同碳税收入使用方式的节能减排效果和对经济产生的影响可概括为如下 6 点：

(1) 碳税是推进我国实现减排目标的重要手段之一。总的来说，征收碳税对 GDP 的负面影响并不大，与基准情景相比，如将碳税收入全部归政府所有，征收 30 元/tCO₂、60 元/tCO₂ 和 90 元/tCO₂ 的碳税，2020 年 GDP 的损失率分别为 0.04%、0.1%和 0.18%。2020 年所能实现的减排量分别为 6.4 亿吨、12 亿吨和 16.9 亿吨，减排率分别为 5.6%、10.5%和 14.7%。分别相当于完成 2020 年 CO₂ 排放强度比 2005 年下降 40%的目标的 10%、19%和 26.5%。

(2) 减排效果主要体现在能源密集型行业。2020 年，火电生产供应业、黑色金属冶炼及压延加工、化学原料及制品制造业、水泥、石灰和石膏制造业、热力生产供应业的减排量占总减排量的 77%左右。

(3) 征收碳税会对煤炭开采和洗选业、炼焦业、燃气生产和供应业、化工行业、火电生产和供应业、金属冶炼及压延等能源生产和能源密集型行业带来较大的冲击。

(4) 与基准情景相比，将碳税全部归政府所有、一部分返还给重点行业、一部分返还给居民以及同时返回给重点行业和居民等四种情景下，2020 年减排率分别为 10.45%、9.12%、10.5%和 9.12%。GDP 损失率分别为 0.1%、0.02%、0.2%和 0.12%。

(5) 碳税收入归政府所有时，减排效果最为明显，但会对能源生产和能源密集型行业带来较大的负担，对居民收入也会产生较严重的负面影响。将一部分碳税返还给重点行业对 GDP 的负面影响最小，也能在一定程度上减缓对能源供应和能源密集型行业的冲击，但减排效果有所削弱。将一部分碳税返还给居民，减排效果与碳税与归政府所有时的水平相当，虽然对 GDP 的负面影响较大，但可以改善居民收入水平，平衡居民的收入差距。

(6) 征收 60 元/tCO₂，相当于使每吨原煤、煤炭、原油、汽油、柴油的成本、和每 km³天然气的成本上升了 109 元、168 元、180 元、176 元、182 元、186 元和 130 元（表 15）。虽然实施碳税总体来说对 GDP 的影响不大，但是对化石能源部门所施加的负担非常大，在实际操作中可能会遇到很大的阻力和难度。

表 15 不同能源品种承担的税率水平

能源	原煤	焦炭	原油	汽油	煤油	柴油	天然气
CO ₂ 排放量(tCO ₂ /t 或 km ³)	1.82	2.8	3.01	2.93	3.03	3.1	2.16
相当对能源征收(元/t 或 km ³)	109.18	168.05	180.31	175.5	182	185.75	129.73

四、结论与启示

根据计算结果，在中经济增长情景下，如果 2020 年碳排放强度维持 2005 年水平，我国 CO₂ 排放总量将达到 159.5 亿吨。如果提高能源利用效率，使 2020 年我国能源技术水平接近或达到目前的国际先进水平，与 2020 年碳排放强度维持 2005 年水平的情景相比，可以减少 CO₂ 排放约 43.43 亿吨，相当于碳排放强度下降 40% 目标的 68.8%。如果使得能源结构中非化石能源的比例提高到 15%，可以减少 CO₂ 排放 8.5 亿吨，相当于实现 2020 年碳排放强度下降 40% 目标的 13%。如果征收 60 元/tCO₂ 的碳税，可以减少 CO₂ 排放 12 亿吨，相当于实现 2020 年碳排放强度下降 40% 目标的 18.2%。

以上结果显示，中国实现减排目标的关键在于大力发展低碳技术发展，推动能源技术进步，鼓励发展低碳能源，促进能源结构转换。在保证能源利用效率提高和能源结构转换的基础上，如果实施碳税政策，需要征收 60 元/tCO₂ 的碳税才有望实现 2020 年碳排放强度比 2005 年下降 40% 的目标。但由于碳税对居民收入的负面影响以及对能源生产和高耗能产业的冲击，而且能源需求刚性可能导致碳税负担向下游部门转嫁，依靠较高税负水平的碳税来实现我国 2020 年碳排放强度目标还存在一定的不确定性。

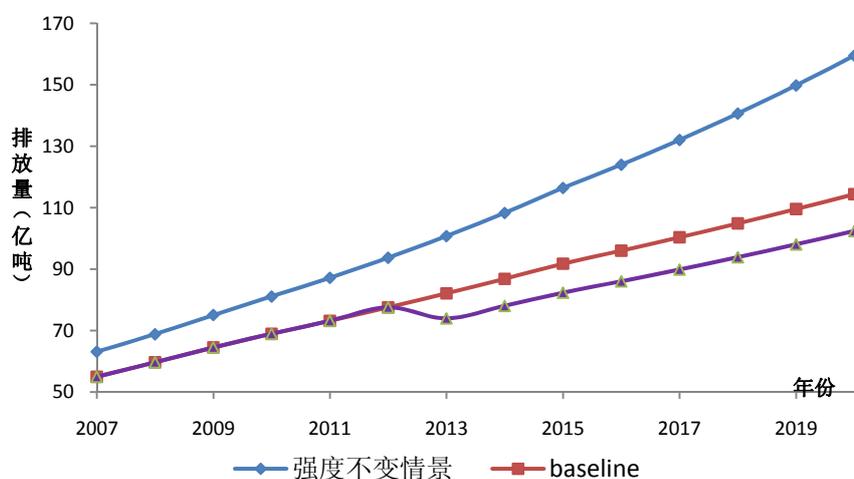


图 14 不同情景下 CO₂ 排放量

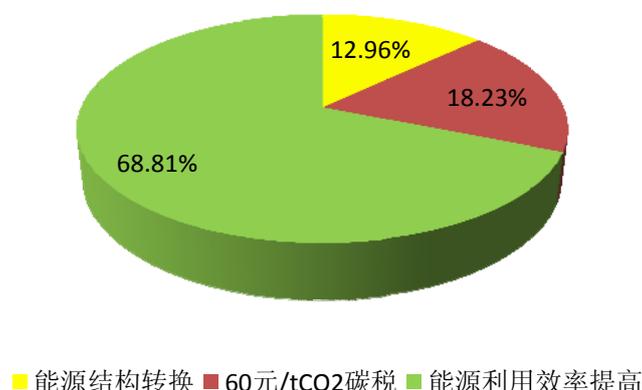


图 15 实现 2020 年碳排放强度比 2005 年下降 40% 目标的减排贡献分解

参考文献

- Cao, J., M.S. Ho, D.W. Jorgenson. 2005. China Clear Skies: the impact of market instruments for environmental policy in China. CCICED Research Report. Beijing, China.
- Fisher-Vanden K., Ho Mun S. 2007. How do market reforms affect China's responsiveness to environmental policy?. *Journal of Development Economics*, 82(1):200-233.
- Liang Q M, Fan Y, Wei Y M. 2007. Carbon taxation policy in China: How to protect energy- and trade-intensive sectors? *Journal of Policy Modeling*, 29(2):311-333.
- Lofgren H., Harris R. L., Sherman. 2002. Robinson A Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS, IFPRI (International Food Policy Research Institute) <http://www.ifpri.org/>.
- Shi, M J, Li N, Zhou S L, Yuan Y N. 2010. Can China realize mitigation target toward 2020? *Journal of Resources and Ecology*, 1(2).145-154.
- Zhang Z X. 1998. Macroeconomic effects of CO₂ emission limits: A computable general equilibrium analysis for China. *Journal of Policy Modeling*, 20(2):213-250.
- 高鹏飞.陈文颖.何建坤. 2004. 中国的二氧化碳边际减排成本. *清华大学学报(自然科学版)*, 44(9):1192-1195.
- 国务院发展研究中心课题组. 2005. 中国经济增长的前景分析. *决策与信息*, (8):4.
- 贺菊煌. 2001. 中国人口与经济长期预测模型. *数量经济技术经济研究*, (09):40-44.
- 贺菊煌.沈可挺.徐嵩龄. 2002. 碳税与二氧化碳减排的 CGE 模型. *数量经济技术经济研究*, (10):39-47.
- 姜克隽.胡秀莲.庄邢等. 2008. 中国 2050 年的能源需求与 CO₂ 排放情景. *气候变化研究进展*, 5(4):296-302.
- 姜克隽.胡秀莲等.2009. 中国 2050 年低碳发展情景研究. In: 2050 中国能源和碳排放研究课题组. 2050 中国能源和碳排放报告. 北京: 科学出版社. 753-820.
- 李娜.石敏俊.袁永娜. 2010. 低碳经济政策对区域发展格局演进的影响—基于动态多区域 CGE 模型的模拟分析. *地理学报*.待刊
- 潘文卿.李子奈.张伟. 2001. 21 世纪前 20 年中国经济增长前景展望:基于供给导向模型与需求导向模型的对比分析. *预测*, 20(3):1-4.
- 苏明.傅志华.许文等. 2009. 我国开征碳税的效果预测和影响评价. *环境经济*, (9):23-27.
- 苏明.傅志华.许文等. 2009. 碳税的国际经验与借鉴. *环境经济*, (9):28-32.
- 王金南.严刚.姜克隽等. 2009. 应对气候变化的中国碳税政策研究. *中国环境科学*, 29(1):101-105.
- 魏一鸣.刘兰翠等. 2008. 中国能源报告(2008):碳排放研究. 北京: 科学出版社. 201.
- 魏涛远.格罗姆斯洛德. 2002. 征收碳税对中国经济与温室气体排放的影响. *世界经济与政治*. 8:47-49.
- 武亚军.宣晓伟. 2002. 环境税经济理论及对中国的应用分析. 北京: 经济科学出版社. 258-349.
- 郑玉歆.樊明太. 1999. 中国 CGE 模型及政策分析. 北京: 社会科学文献出版社.