

基于动态CGE模型的能源—环境—经济 模型与碳税政策模拟

Minjun Shi, Shenglv Zhou

**Graduate University of Chinese Academy of Sciences
Research Center on Fictitious Economy & Data Science**

石敏俊 周晟吕

中国科学院研究生院

中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心



Contents

- 研究背景与内容
- 方法与数据
- 情景设计
- 模拟结果
- 讨论

研究背景与内容

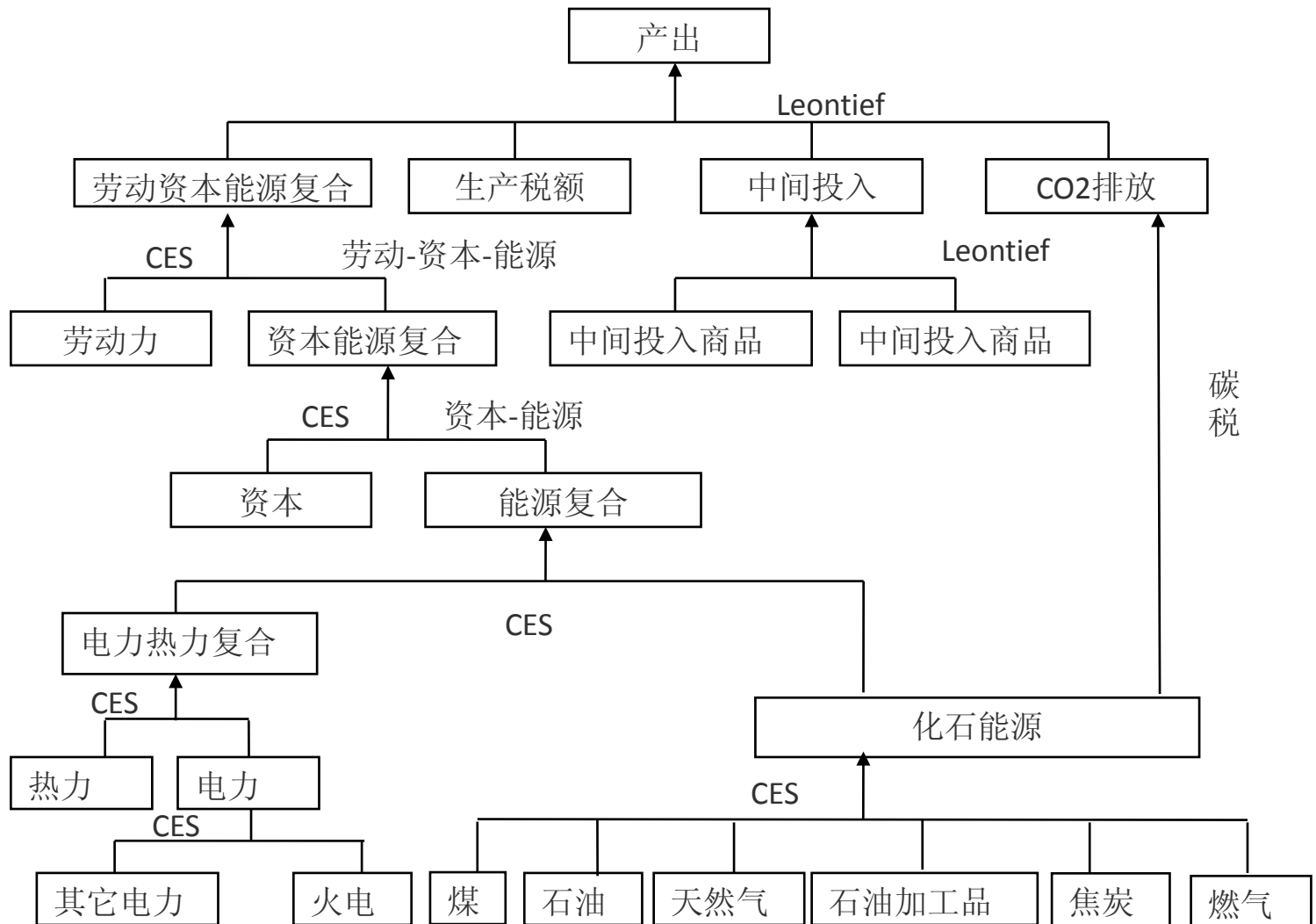
- 中国作为全球第一温室气体排放大国，面临着来自国际国内双重减排压力。
- 中国政府提出到2020年单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%到45%的减排目标。
- 碳税充分利用了市场机制，作为减少能源消费和削减碳排放的一种手段，受到经济学家和国际组织的推崇。
- 碳税作为我国减排政策选择之一，对于实现减排目标所起的作用及对经济的影响是值得探讨和研究的问题。

研究背景与内容

- 全国层面：
 - 碳税对中国实现减排目标的作用及对经济的影响
- 区域层面：
 - 碳税政策对区域经济发展格局的影响
 - 碳税政策与“Cap-and-Trade”的比较

方法与数据

- 方法：采用全国动态能源-环境-经济CGE模型



方法与数据（续）

- 2007年SAM表：基于2007年投入产出表以及2007年相应的海关、税收、国际收支、资金流量等编制。
 - 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）
 - 9个能源部门：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

情景设计（基准情景）

- 资本效率、能源效率的参数参考王梦奎等（2005）对TFP的预测设定。
- 劳动生产率参数通过GDP增长率来校准。

基准情景下的TFP与GDP增长率

	2010(%)	2011-2015(%)	2016-2020(%)
GDP增长率	8	7.5	6.5
TFP	2.1	2.3	2.3

来源：TFP值参考王梦奎.2005.中国中长期发展的重要问题

情景设计（碳税政策情景）

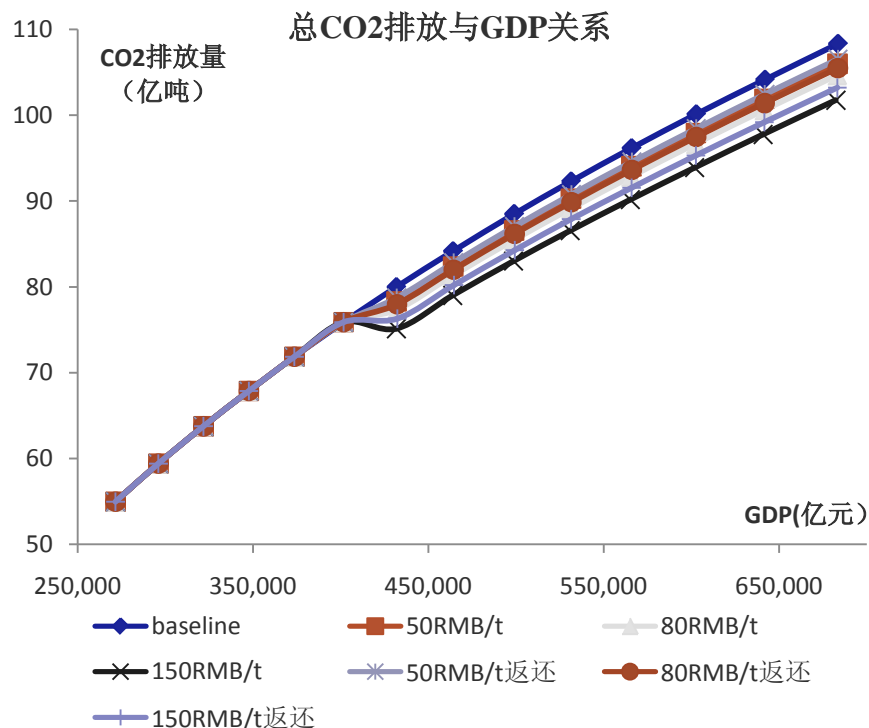
- 征收方式：谁排放谁付费的原则。
 - 计算各个部门对不同化石能源的消耗，根据煤炭、天然气和成品油等化石燃料的含碳量测算出相应的CO₂排放量。
- 征收时间：从2013年开始，模拟到2020年
- 碳税税率

	低情景	中情景	高情景
碳税税率 (RMB/t CO ₂)	50	80	150

- 税收收入使用：
 - 不返还：归政府所有
 - 返还：削减生产税

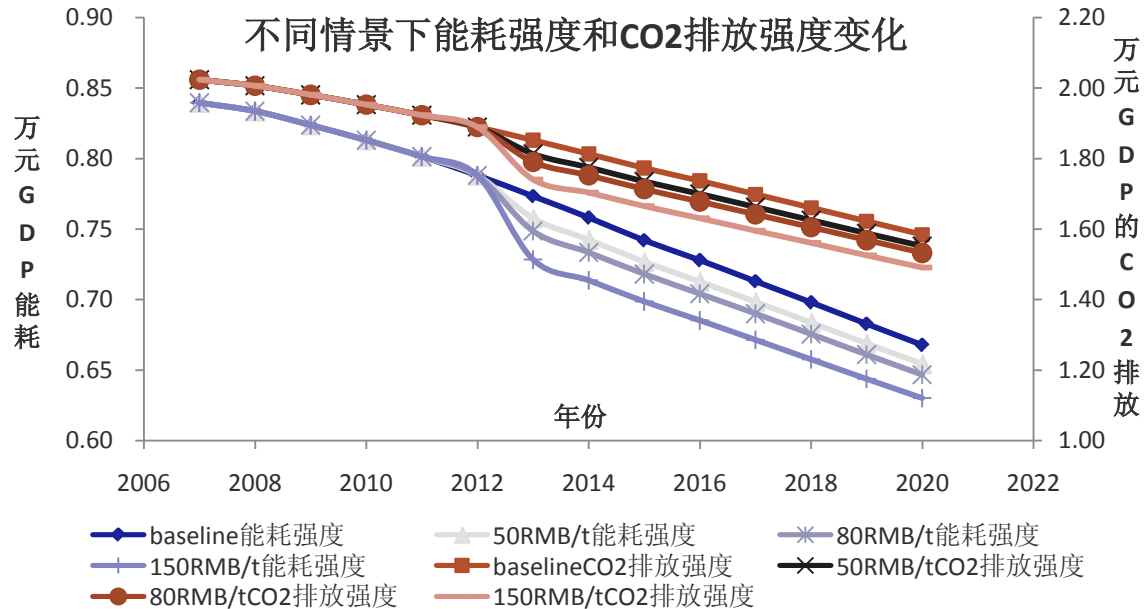
模拟结果

- 总的来说：征收碳税对GDP的负面影响很小，产生的减排效果也比较有限。
- 实现税收中性能进一步缓解征税对GDP的负面影响，但也会在一定程度上影响减排效果。



		2020			
		排放量 (亿吨)	减排量 (亿吨)	减排率 (%)	GDP变化率(%)
碳税	baseline	108.34			
	50RMB/t	106.01	2.33	2.15	-0.051
	80RMB/t	104.68	3.66	3.38	-0.086
	150RMB/t	101.76	6.58	6.08	-0.181
	50RMB/t返还	106.54	1.80	1.66	-0.012
	80RMB/t返还	105.50	2.84	2.62	-0.024
	150RMB/t返还	103.21	5.13	4.73	-0.068

模拟结果（续）



	能源强度		CO2排放强度	
	2020与基年相比 下降幅度(%)	年均下降率(%)	2020与基年相比 下降幅度(%)	年均下降率(%)
基准情景	20.47	1.75	21.71	1.86
碳税				
50RMB/t	22.07	1.90	23.35	2.02
80RMB/t	22.97	1.99	24.29	2.12
150RMB/t	24.95	2.18	26.33	2.32
50RMB/t返还	21.71	1.87	23.00	1.99
80RMB/t返还	22.42	1.93	23.74	2.06
150RMB/t返还	23.97	2.09	25.36	2.23

注：本报告中所涉及到的能源消耗为总能源消耗扣除能源损失量和用作工业原料的能源

模拟结果（续）

- 与基准情景相比，将碳税作为政府收入会刺激政府消费。
- 由于生产部门成本增加，居民消费减少。
- 征收碳税对总投资造成一定的负面影响，但影响较小。若实现碳税税收中性，与不返还相比，居民收入的增加不足以抵消政府收入的减少，因此对投资的负面影响会增大（模型中固定了储蓄率，储蓄决定投资）。

2020年碳税情景下消费，收入，投资相对于基准情景的变化（%）

	政府消费	居民消费	政府收入	居民收入	总投资
50RMB/t	2.546	-0.647	2.126	-0.543	-0.044
80RMB/t	4.028	-1.028	3.354	-0.867	-0.066
150RMB/t	7.367	-1.898	6.091	-1.619	-0.104
50RMB/t返还	0.079	-0.021	0.000	0.111	-0.070
80RMB/t返还	0.136	-0.042	0.000	0.163	-0.111
150RMB/t返还	0.293	-0.113	0.000	0.242	-0.208

模拟结果（续）

- 火力发电部门最具减排潜力，是实现减排的重点。

2020年与基准情景相比碳税情景下不同部门的减排量（亿吨）

	50RMB/t	80RMB/t	150RMB/t	50RMB/t返还	80RMB/t返还	150RMB/t返还
火力发电	-2.147	-3.395	-6.177	-1.873	-2.970	-5.439
热力	-0.082	-0.110	-0.133	-0.061	-0.079	-0.078
黑色金属冶炼及 压延加工业	-0.079	-0.125	-0.231	-0.019	-0.031	-0.059
运输业仓储及邮 电通信业	-0.030	-0.047	-0.089	-0.008	-0.014	-0.028
化学原料及制品 制造业	-0.026	-0.041	-0.079	0.005	0.008	0.011
煤炭开采和洗选 业	-0.008	-0.013	-0.023	-0.004	-0.006	-0.010
石油及核燃料加 工业	-0.007	-0.011	-0.019	0.002	0.004	0.007
玻璃及玻璃制品 制造业	-0.004	-0.007	-0.012	0.003	0.005	0.008
其他非金属矿物 制品制造业	-0.003	-0.005	-0.008	0.004	0.006	0.011

模拟结果（续）

2020年与基准情景相比碳税情景下不同部门能耗的变化（%）

	50RMB/t	80RMB/t	150RMB/t	50RMB/t返还	80RMB/t返还	150RMB/t返还
火力发电	-4.75	-7.52	-13.67	-4.15	-6.58	-12.05
热力	-2.30	-3.08	-3.70	-1.71	-2.20	-2.20
煤炭开采和洗选业	-1.38	-2.15	-3.83	-0.61	-0.95	-1.65
燃气生产和供应业	-0.77	-1.22	-2.21	-0.19	-0.30	-0.56
黑色金属冶炼及压延加工业	-0.51	-0.80	-1.48	-0.12	-0.20	-0.38
石油及核燃料加工业	-0.46	-0.72	-1.29	0.16	0.26	0.48
炼焦业	-0.42	-0.66	-1.20	0.02	0.03	0.05
化学原料及制品制造业	-0.41	-0.66	-1.26	0.09	0.13	0.20
玻璃及玻璃制品制造业	-0.39	-0.61	-1.14	0.27	0.42	0.74
运输业仓储及邮电通信业	-0.30	-0.48	-0.91	-0.09	-0.14	-0.29
其他非金属矿物制品制造业	-0.23	-0.36	-0.65	0.29	0.46	0.83
化学纤维制造业	-0.17	-0.28	-0.55	0.29	0.45	0.82

模拟结果（续）

2020年与基准情景相比碳税情景下不同部门产出的变化（%）

	50RMB/t	80RMB/t	150RMB/t	50RMB/t返还	80RMB/t返还	150RMB/t返还
煤炭开采和洗选业	-1.63	-2.55	-4.54	-1.12	-1.76	-3.14
非金属矿采选业	-1.35	-2.15	-3.99	-0.66	-1.07	-2.08
火力发电	-0.94	-1.45	-2.56	-0.43	-0.67	-1.17
烟草制品业	-0.72	-1.15	-2.16	-1.24	-1.95	-3.49
黑色金属矿采选业	-0.65	-1.03	-1.89	-0.33	-0.52	-0.98
有色金属矿采选业	-0.40	-0.65	-1.22	0.04	0.06	0.06
农业	-0.37	-0.60	-1.13	0.20	0.31	0.51
食品饮料加工、制造业	-0.33	-0.53	-1.00	0.05	0.07	0.10
服装皮革及其他纤维制品制造	-0.31	-0.49	-0.91	0.06	0.08	0.13
其他工业	-0.30	-0.48	-0.91	-0.09	-0.15	-0.30
普通机械、专用设备制造业	-0.27	-0.43	-0.80	-0.13	-0.21	-0.41
石油开采业	-0.26	-0.41	-0.73	0.08	0.13	0.24

模拟结果（续）

2020年与基准情景相比碳税情景下单位产出能耗的变化（%）

	50RMB/t	80RMB/t	150RMB/t	50RMB/t返还	80RMB/t返还	150RMB/t返还
热力	-12.13	-18.10	-29.34	-11.95	-17.86	-29.00
火力发电	-3.85	-6.15	-11.41	-3.73	-5.95	-11.01
其它发电	-0.89	-1.45	-2.85	-0.86	-1.41	-2.78
黑色金属冶炼及压延加工业	-0.87	-1.39	-2.58	-0.66	-1.05	-1.95
燃气生产和供应业	-0.56	-0.90	-1.70	-0.43	-0.69	-1.32
玻璃及玻璃制品制造业	-0.55	-0.87	-1.65	-0.15	-0.24	-0.49
其他非金属矿物制品制造业	-0.43	-0.68	-1.29	0.09	0.14	0.22
石油及核燃料加工业	-0.42	-0.68	-1.29	-0.15	-0.25	-0.50
水泥、石灰和石膏制造业	-0.29	-0.46	-0.85	0.06	0.09	0.17
炼焦业	-0.24	-0.40	-0.79	-0.22	-0.35	-0.69
化学纤维制造业	-0.24	-0.39	-0.75	0.10	0.16	0.25
运输业仓储及邮电通信业	-0.21	-0.33	-0.59	-0.12	-0.20	-0.35
化学原料及制品制造业	-0.19	-0.31	-0.59	0.10	0.15	0.26

模拟结果（续）

不同情景下三次产业构成（%）

	2007	2020						
	基准情景	50RMB/t	80RMB/t	150RMB/t	50RMB/t返还	80RMB/t返还	150RMB/t返还	
第一产业	10.56	9.87	9.87	9.86	9.86	9.94	9.98	10.07
第二产业	51.55	51.38	51.16	51.03	50.77	51.20	51.10	50.88
第三产业	37.89	38.75	38.98	39.10	39.38	38.86	38.92	39.05

2020年与基准情景相比碳税情景下增加值份额的变化（%）

	50RMB/t	80RMB/t	150RMB/t	50RMB/t返还	80RMB/t返还	150RMB/t返还
火力发电	-11.18	-16.90	-27.82	-10.81	-16.48	-27.68
煤炭开采和洗选业	-1.75	-2.74	-4.91	-1.33	-2.10	-3.79
非金属矿采选业	-1.48	-2.37	-4.47	-0.57	-0.94	-1.90
黑色金属冶炼及压延加工业	-1.09	-1.74	-3.23	-1.36	-2.19	-4.15
黑色金属矿采选业	-1.04	-1.68	-3.18	-0.65	-1.06	-2.07
化学原料及制品制造业	-0.70	-1.13	-2.18	-1.10	-1.77	-3.36
炼焦业	-0.63	-0.99	-1.80	-0.20	-0.31	-0.58
金属制品业	-0.62	-1.00	-1.91	-0.75	-1.21	-2.32
普通机械、专用设备制造业	-0.54	-0.88	-1.71	-0.73	-1.18	-2.26
橡胶制品业, 塑料制品业	-0.52	-0.86	-1.69	-0.04	-0.08	-0.25
有色金属矿采选业	-0.40	-0.67	-1.34	0.07	0.08	0.06

模拟结果（续）

● 敏感性分析

S1化石燃料之间的替代弹性增加50%

S2资本与能源之间的替代弹性增加50%

S3资本与能源之间的替代弹性减少40%

S4化石能源复合品与电力热力复合品的替代弹性增加50%

情景	排放量（亿吨）	减排量（亿吨）	减排率（%）	GDP损失率（%）
baseline	108.34			
50RMB/t	106.01	2.33	2.15	-0.051
S1 baseline	107.54			
S1 50RMB/t	105.22	2.31	2.15	-0.052
S2 baseline	109.61			
S2 50RMB/t	106.91	2.69	2.46	-0.045
S3 baseline	107.54			
S3 50RMB/t	105.52	2.03	1.89	-0.058
S4 baseline	106.01			
S4 50RMB/t	104.13	1.88	1.77	-0.042

讨论

- 不同研究的结果

- 应对气候变化的中国碳税政策研究（王金南，严刚，姜克隽等）：在销售环节征收

税率设置（元/t碳）				实施效果						
	2010	2020	2030	CO2减排率(%)			GDP损失率(%)			
				2010	2020	2030	2010	2020	2030	
碳税1	100	150	200	碳税1	11.72	22.03	26.02	0.33	0.42	0.45
碳税2	50	75	100	碳税2	8.91	14.3	18.98	0.29	0.37	0.31
碳税3	20	30	40	碳税3	4.45	7.73	10.78	0.09	0.11	0.07

- 我国开征碳税的效果预测和影响评价（苏明等）：在生产环节征税

对10元/吨和70元/吨碳税税率的情形而言，相对不开征碳税，GDP的10年累计降低幅度分别为0.19、1.67个百分点。最小和最大税率下二氧化碳累计减排幅度分别为18.57、114.15个百分点。

讨论（续）

- 我们的模拟结果显示，直接对排放源征收碳税虽然对GDP的负面影响不大，但对减排所起到的作用也非常有限。
- 影响碳税实施效果的因素
 - 征收方式的不同
 - 能源供应端征收:直接作用于能源供应部门，从源头控制，节能与能源替代作用可能更为强烈（模型调试中）。
 - CO₂排放端征收：直接作用于高耗能部门，低耗能部门的能耗可能增加。
 - 模型结构的影响:生产函数
 - 现实中价格信号的作用

Thanks!

