

资源政策调整对减排和环境福利影响^①

——以煤炭资源税改革为例

徐晓亮^{1,2}, 程倩¹, 车莹¹, 许学芬³

(1. 南京理工大学经济管理学院, 南京 210096; 2. 东南大学经济管理学院, 南京 210094;
3. 南京中医药大学医学与生命科学学院, 南京 210023)

摘要: 随着环境污染加剧, 我国减排形势日益严峻, 但目前资源政策设计过度关注社会经济影响, 较少涉及减排和环境福利, 不利于生态文明建设和社会可持续发展。本文构建动态可计算一般均衡模型(dynamic computable general equilibrium, 简称动态CGE模型), 以煤炭资源税改革为研究对象模拟资源政策调整的长期影响, 分别采用煤炭资源税率调整和资源价值补偿政策场景, 探索资源政策调整对促进减排和改善环境福利的作用。研究表明: 总体而言, 资源政策调整有利于促进减排和环境福利, 但不同政策方案设计产生的影响差异性较大; 煤炭资源税率提高会在一定程度上抑制资源消费, 提高资源利用效率和人均资源盈余, 降低环境损失; 而资源价值补偿政策实施将对我国环境质量改善产生积极作用, 可以有效提高环境福利; 因此, 在减排和环境福利综合视角下, 煤炭资源税改革必须注重资源政策方案设计的协调性和完整性, 才能有效发挥资源政策对环境系统的有效引导和激励作用。

关键词: 资源政策; 煤炭资源税改革; 动态CGE模型; 减排; 环境福利

中图分类号: F205 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2017)02-0018-14

0 引言

传统经济增长方式过度依赖于资源大量投入, 自然资源要素投入产出低, 导致环境污染问题突出, 也对生态文明建设和可持续发展形成巨大压力。我国基本国情决定了以煤炭为主能源消耗结构, 仅2013年煤炭消费占一次能源消费的66%左右, 超过世界煤炭平均消费水平40%^②; 由于煤炭消费是当前我国环境污染和碳排放的主要诱因, 尽管加大对高耗能部门的调控力度, 但资源环境治理仍是未来我国快速持续发展的巨大挑战。为有效扭转这一局面, “十二五”规划将碳排

放纳入社会发展约束性指标, 要求2015年单位GDP碳排放下降17%左右, 同时承诺到2020年单位GDP碳排放减少40%~45%^③, 这意味着在现有能源消费结构下, 必须采用更加积极的措施大幅降低碳排放强度; 因此, 加大促进减排和改善环境福利的资源政策调整力度已刻不容缓。

资源税是资源环境领域的重要制度规范, 也是近年来我国资源政策调整的重点领域。资源税政策目标在于调节自然资源级差收入并体现资源所有权收益, 其政策本身具有提高资源利用率、促进减排和保护环境等功能。从政策内涵看, 资源税政策既可增加资源使用成本, 使资源使用者关

① 收稿日期: 2014-09-09; 修订日期: 2015-04-18。

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(16CJY024); 江苏省“青蓝工程”、南京理工大学“卓越计划”、“紫金之星”和江苏服务型政府建设研究基地项目。

作者简介: 徐晓亮(1982—), 男, 安徽蚌埠人, 博士, 副教授。Email: xuxiaol2004@126.com

② 相关数据根据《世界能源统计年鉴2014》和《中国统计年鉴》(2014)等整理得到。

③ 数据来源于《“十二五”控制温室气体排放工作方案》和国务院常务会议(2009)等资料。

注资源节约,体现资源使用的代际公平,也有利于逐步减少主要污染物排放。十八大提出进一步加快改革和完善资源税制度,在新一轮税制改革中,首先在新疆进行石油和天然气资源税改革试点,并进一步扩大至内蒙古、青海和宁夏等地区;根据《关于实施煤炭资源税改革的通知》煤炭资源税从价计征改革在2014年12月全国范围内实施,同时对不合理收费基金进行清理,从而改变费重税轻、税费结构不合理的局面。据统计,采用从量计税方式,改革前煤炭资源税和矿产资源补偿费占煤炭收入比重不到1%^④,资源税政策对资源使用的调控作用微乎其微,且历次的资源政策改革和方案设计较少考虑减排和环境福利的因素,这也成为煤炭资源税改革被较多诟病的地方。然而煤炭资源税改革对我国减排和环境福利的影响究竟有多大?这一问题不仅是资源政策研究的焦点,也是推动我国经济结构转型和税制完善的重要依据,值得进一步深入研究和探讨。

基于此,本文构建动态CGE模型,模拟煤炭资源税改革和方案设计中的关键影响因素,分别采用资源税率调整和资源价值补偿政策场景,定量分析资源政策调整对我国减排和环境福利的影响,为我国下一步重大资源政策调整提供参考。

1 相关文献综述

Ang^[1]较早提出减排实质上是清洁能源占能源消费结构的比重问题,因此学界多从资源结构和资源替代等方面着手研究,如Ayalon等^[2]和Zhang等^[3]、Muhammad等^[4]研究非洲国家能源消费强度对CO₂减排作用,认为在2050年可实现减排80%;Giovanni等^[5]分析OECD国家能源消费、GDP和碳排放的关系,提出三者较长时间内存在相关性;Kawase等^[6]提出要实现60%~80%的减排目标,能源强度改进速度和CO₂强度减少速度必须比历史变化速度快2倍~3倍;Zhou等^[7]研究CO₂减排绩效变化因素,研究发现1997年~2004年间CO₂减排绩效整体改

进了24%,其中技术进步是主要推动因素;Adnan等^[8]采用1992年~2010年数据研究欧盟新成员国和加拿大经济增长和减排的关系,验证环境库兹涅茨曲线的存在性。

在我国减排形势和对策研究上,作为一个高能耗国家,必须从战略角度出发,找到减排和环境污染的本源,而应不仅关注如煤炭利用等技术问题,忽视“体制”层面制肘,因此从税收制度出发更具有价值,如魏巍贤^[9]提出化石能源资源税是减排有效途径,但会对宏观经济造成负面影响,必须进行补贴;鉴于单纯依靠资源环境税减排会给经济带来负面影响,可采取对污染物征税^[10];由于减排影响因素包括减排能力和环境政策^[11],将采用碳交易与碳税的复合资源政策可实现减排目标^[12],因此,从协同角度出发制定合理而有效的资源政策更加有利于提高我国减排潜力^[13]。

由于我国经济增长更多的依赖于基础资源、资本以及人力资源转移机制效应的发挥程度^[14,15];鉴于市场经济在纠正资源消费外部性的乏力,资源环境税赋予了资源主体更多的灵活性和选择性,从而有效降低边际减排成本,促进我国低碳转型^[16];因此,应采用“市场+政府”相结合的资源价格制定机制^[17]。但由于特殊国情,出现政府以扭曲税收来增长财政收入的现象^[18],因此,许士春等^[19]将资源和环境污染纳入内生经济增长模型,采用最优控制方法研究经济最优增长路径,解析影响发展的关键因素;但资源环境政策设立的生态和经济收益“倍加红利”目标实现情况,仍难以准确估量。

作为强有力的政策模拟分析工具,CGE模型被广泛用于资源环境领域,如李昌彦等^[20]、刘亦文和胡宗义^[21]、李钢等^[22]、牛玉静等^[23],通过CGE模型研究资源环境政策对社会经济的影响;在我国燃油税改革后,在资源税改革实践的基础上,曹爱红等^[24]分析税率调整对资源价格影响,探索不同资源计税方式的利弊;Zhang等^[25]基于区域视角研究资源税改革机制和政策影响;在资源税政策功能定位上,刘立佳^[26]提出资源税应弥

^④ 按照《矿产资源补偿费征收管理规定》煤炭补偿费率为1%。相关数据根据历年《中国煤炭行业年度报告》、国土资源部公报和《中国税务年鉴》计算整理获得。

补资源代际分配的外部性,通过市场和制度完善纠正资源消耗的外部性;鉴于煤炭在我国快速工业化推进的基础资源作用和能源消费中的比例,政府对煤炭资源税改革较为谨慎,尤其煤炭资源税率设置存在较大争议,郭菊娥等^[27]通过能源CGE模型模拟分析煤炭税率选择对经济影响;而林柏强等^[28]采用动态CGE模型分析煤炭资源税对宏观经济的影响,研究得出社会经济可以承受的资源税率理论区间为5%~12%;由于煤炭资源税费转嫁能力较强,单纯通过提高资源税率将导致资源税负向下游转嫁^[29],同时煤炭资源税可能会对落后地区发展产生紧缩效应,对社会经济产生负面影响,因此必须对煤炭消费进行补贴,而节能减排领域政府补贴边界确定有利于实现均衡发展^[30],但由于煤炭为主的能源结构导致碳排放密度居高不下^[31],对煤炭资源消费进行补贴可能会给减排带来负面影响^[32].

学者们从不同角度分析资源税改革对社会经济影响,但以往研究过度关注煤炭资源税对经济发展的影响,较少考虑煤炭资源税对减排和环境福利研究,一方面原因在于煤炭作为我国社会经济发展的主要能源动力来源,是我国能源安全最基础的安全保障;另一方面,煤炭资源涉及部门和领域广泛,煤炭资源的天然价格优势使经济增长过度依赖于资源投入,其价格波动将对经济发展产生巨大影响,二者结合使煤炭资源税改革对经济发展的影响尤为显著。鉴于煤炭的稀缺性和因煤炭开发及消费产生的一系列环境问题,近年来改变煤炭资源税和矿产资源补偿费的税费并存局面的呼声越来越强烈,面对日益严峻的资源环境形势,必须充分发挥资源政策作用,进一步完善体现资源生态价值和使用代际公平的煤炭资源税制度。

综上,加快减排对推动我国低碳发展和建设生态文明具有重要意义,资源政策调整是实现这一目标的有效手段,学界深入研究区域减排和资源政策制度,形成了丰硕的成果。但将煤炭资源税改革与减排和环境福利相结合研究成果仍较少,同时环境福利系统性缺失使研究结果出现偏差,在政策内涵上,对资源政策调整方案完整性重视不足,研究系统性不强;基于此,本文构建动态

CGE模型定量分析煤炭资源税改革对我国减排和环境福利的作用。

2 动态CGE模型构建

2.1 模型构建思路和框架分析

CGE模型是资源环境政策分析有效工具,通过模拟政策变量对经济主体实物层面和行为的扰动,将行为主体和社会发展系统联系起来。传统CGE模型研究集中于经济主体行为刻画,虽然学界逐渐开始将CGE模型改进应用于环境领域,但将CGE模型运用到资源政策仍相对较少;本文在社会经济、资源和环境的整体框架下,通过对传统CGE模型进行改造,扩展资源模块和环境福利模块;并在整体框架分析的基础上,突出资源政策调整对不同主体和资源环境账户的影响,研究资源政策调整对减排和环境福利的影响。

动态CGE模型按照“模型构架——数据基础——闭合规则——模型模拟和结果分析”的分析范式,首先对模型构架进行分析,结合资源政策调整方案,突出对资源和环境系统的扩展,通过资源补偿恢复、资源投入产出、污染投入和污染治理等因素,将资源生产、消费、恢复和治理纳入到同一框架下,形成模型的主体结构;其次,将资源和环境相关信息纳入到社会核算矩阵,形成模型基础数据;再次,选择模型的闭合规则、参数和求解方法,完成模型构建;最后,在基准场景和模型基期模式设定的基础上,对模型进行模拟,并输出结果;模型要包含五类部门共42个产业部门、三类生产要素投入(劳动、资本和资源)和三类经济主体(居民、部门和政府),同时考虑了三类活动(生产活动、资源恢复和环境污染治理),对资源、环境消耗和恢复等情况扩展。

2.2 主要模块和函数方程

模型由生产模块、需求模块、价格模块、减排模块、资源模块和环境福利模块构成。

在生产模块中,采用CES函数描述生产行为,总产出由增加值和中间投入构成,服从Leontief函数,其结构见图1。

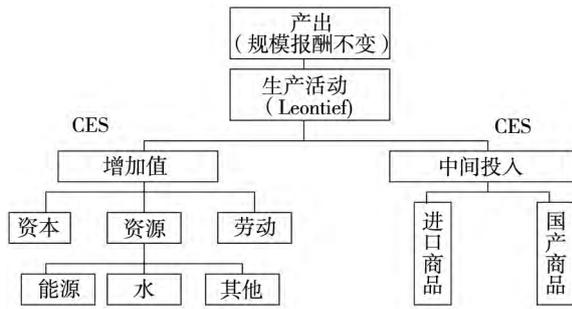


图 1 生产模块结构

Fig. 1 The structure of production model

其函数方程包括:

总产出表示函数为

$$Q = \max \sum_{i=1}^n [TVA_i(L K R) / \varphi_1 + TIP_i / \varphi_2] \quad (1)$$

其中 Q 为总产出, TVA 为总增加值, TIP 为总中间投入, $K L R$ 为资本、劳动和资源要素投入, φ_1 和 φ_2 分别为总增加值和中间投入系数;

总增加值为柯布 - 道格拉斯函数, 其函数为

$$TVA = A(\alpha_1^{1/\kappa} L^{\kappa-1/\kappa} + \alpha_2^{1/\kappa} K^{\kappa-1/\kappa} + \alpha_3^{1/\kappa} R^{\kappa-1/\kappa}) \quad (2)$$

其中 TVA 为总增加值, $R K L$ 为资源、资本和劳动要素投入, A 为综合技术水平, $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$ 分别为资源、资本和劳动的技术系数, κ 为要素投入替代弹性。

资源合成函数为

$$E = A_e(\lambda_1^{1/\rho} R_1^{\rho-1/\rho} + \lambda_2^{1/\rho} R_2^{\rho-1/\rho} + \dots + \lambda_n^{1/\rho} R_n^{\rho-1/\rho}) \quad (3)$$

其中 E 为合成资源消耗, $R_1 R_2 \dots R_n$ 为表示煤、油和水等资源消耗, A_e 为资源综合技术水平, $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ 分别为不同资源技术系数, ρ 为资源替代弹性。

总中间投入属于 CES 型, 函数方程为

$$TIP = A_{ip}(\pi_1^{1/\sigma} IP_1^{\sigma-1/\sigma} + \pi_2^{1/\sigma} IP_2^{\sigma-1/\sigma}) \quad (4)$$

其中 TIP 为合成中间投入数, A_{ip} 为中间投入技术系数, $IP_1 IP_2$ 为进口和国产资源, σ 为进口和国产资源替代弹性。

在需求模块中, 需求函数为 Stone - Geary 类型; 由于政府、部门和居民为主要的消费主体, 则消费函数方程分别为

$$S = S_g + S_i + S_f = \sum_{i=1}^n p_i q_i \quad (5)$$

$$S_g = (1 - R_{gS}) GDP - B \quad (6)$$

$$S_i = (1 - R_{iS})(w + B) \quad (7)$$

$$S_f = (1 - R_{fS})(Y - T + B) \quad (8)$$

式中 S 为资源消费量, S_g 为政府资源需求量, S_i 为居民资源需求量, S_f 为部门资源需求量, p_i 为资源价格, q_i 为资源消费数量, R_{gS} 为政府储蓄率, GDP 为国内生产总值, B 为资源补偿, R_{iS} 为居民储蓄率, w 为居民收入, B 为资源补偿, Y 为部门收入, T 为资源税, R_{fS} 为部门储蓄率。

在价格模块中, 本文通过价格模块来描述资源税政策调整后价格变化情况, 其核心方程包括

$$P = P_{INTA} + P_o + T \quad (9)$$

$$P_{INTA} = (\sum P_Q + \sum P_V) \text{int } a \quad (10)$$

$$P_o = P_p + P_r + P_w + T \quad (11)$$

式中 P 是价格, P_{INTA} 是总中间投入价格, P_Q 是复合产品价格, P_V 是要素价格, $\text{int } a$ 是总中间投入产出系数, P_o 是产出价格, P_p 是生产价格, P_r 是资源恢复价格, P_w 是环境污染治理价格, T 是资源税收。

在减排模块中, 分别选取废气、废水和工业固体废物, 其函数方程包括为:

CO_2 排放函数方程为

$$Q_{CO_2} = (S \times A - B_c) \times r \times 3.67 \quad (12)$$

式中 Q_{CO_2} 为 CO_2 排放量 (t), S 为资源消费量, A 为单位资源含碳量 (t - C/MJ), B_c 为固碳量 (t), r 为氧化率, 3.67 为单位吨碳燃烧后产生的 CO_2 。

SO_2 排放函数方程为

$$Q_{SO_2} = 2SFS_r(1 - N_{SO_2}) \quad (13)$$

式中 Q_{SO_2} 为二氧化硫排放量 (kg), S 为资源消费量, F 为资源中硫转化成二氧化硫的转化率, S_r 为资源的硫含量 (%), N_{SO_2} 为脱硫效率 (%)。

废水主要来自于工业和家庭, 分别占到约 30% 和 70%。工业固体废物排放主要来自于工业部门的资源消耗, 模型将工业固体废物与工业活动相关挂钩, 其排放量依赖于工业部门的活动水平。根据未来工业部门的发展趋势预测可以得到工业固体废物的变化情况。

在资源模块中, 资源总价值是当年资源价值量变动的余值, 资源净收入包括使用者成本和真

实收入价值增加因素;资源账户核算过程如图2所示.

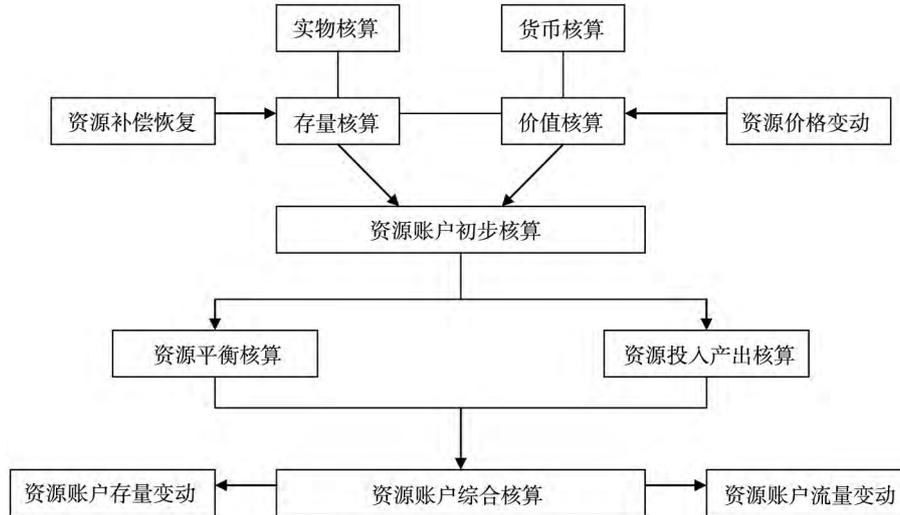


图2 资源账户核算结构

Fig. 2 The structure of resources account

使用者成本是使用者对资源侵蚀进行资源恢复来弥补资源损失;资源租金包括资源报酬和资源消耗,资源报酬指资源开发和使用的资本服务流量价值.资源核算方程为

$$Y_R = [1 - \frac{1}{(1+i)^t}]Y_r \quad (14)$$

其中 Y_R 为资源消耗量的货币价值, i 为折现率, t 为时期, Y_r 为资源销售收入;可以得到资源消耗率为

$$\frac{Y_R}{Y_r} = 1 - \frac{1}{(1+i)^t} \quad (15)$$

在环境福利模块中,环境福利为环境改善和环境损失的余值,本文将环境损失分为资源环境损耗、污染物排放的破坏损耗和政府的资源环境补偿投入.

其核算公式为

$$DE = \sum DR + \sum DW - GI \quad (16)$$

式中 DE 为环境损失, DR 为环境损耗, DW 为污染物排放, GI 为资源补偿支出.

环境损耗采用资源总价值贴现值和资源寿命的比值,借鉴世界银行成果经验,将贴现率设定为5%,资源寿命设定为30年.污染物排放损耗为污染物排放量和污染损失标准乘积,污染损失参考污染治理投入标准设定,资源补偿支出为弥补污染治理投入之和,来自于政府转移支付.

环境改善是环境污染治理费和污染物排放量的差额,影响环境污染治理费因素包括环境污染程度、污染物排放费、污染物排放超标率和排放超标收费等;污染物排放量包括中间投入、生产和消费时排放污染物总量以及排放污染物强度等.

其函数方程为

$$Y_E = PE_{TAX} - PE_{COST} \quad (17)$$

$$s. t. PE_{TAX} = \sum PE_{P1} QE_{Q1} + \sum PE_{P2} QE_{Q2} \quad (18)$$

$$PE_{TAX} = \sum (QE_{Q1} + QE_{Q2}) PE_I PE_{AC} \quad (19)$$

其中 Y_E 为环境账户收益, PE_{TAX} 为环境污染排放收费, PE_{COST} 为污染物治理成本, PE_{P1} 为核准的污染物收费标准, PE_I 为核准排污量, PE_{P2} 为超标污染物收费标准, QE_{Q1} 为超标排污量, QE_{Q2} 为污染物污染强度, PE_{AC} 为污染物单位治理成本.

将环境实物核算账户作为福利方程最终产品,则可以得到

$$U_E = \sum Y_E^\varphi \quad (20)$$

其中 U_E 为环境福利, Y_E 为环境账户收益, φ 为效用指数, $\varphi \in (0, 1)$.

采用希克斯变量分析环境福利变化情况,其函数方程为

$$EV = \frac{U_n - U_0}{U_0} U_0 \quad (21)$$

$$CV = \frac{U_n - U_0}{U_0} U_1 \quad (22)$$

式中 EV 为等价变量, CV 为补偿变量.

2.3 闭合规则和均衡条件

模型采用凯恩斯闭合规则, 将煤炭资源税调整和资源价值补偿率调整定义为外生变量, 通过资源政策调整改变资源的实际价格, 直接影响产品的生产成本, 导致部门利润率和劳动工资率发生变化, 进一步影响到劳动力供给、收入及储蓄投资等因素, 使产品的进出口发生相应变化, 调整劳动者和政府的收入和储蓄, 实现微观市场出清, 达到投资与储蓄均衡目的.

模型的均衡条件包括资本市场出清、资源市场出清和产品市场出清, 资本市场中通过资本回报率变动达到资本要素均衡; 资源市场通过资源税和资源补偿政策使资源恢复和资源产出达到资源市场均衡; 产品市场通过生产和需求的均衡达到市场出清.

在资源市场出清时, 要求资源账户供需平衡, 其账户均衡方程为

$$YR(t) = YE(t) = YI(t) \quad (23)$$

其中 YR 为资源账户收益, $YE(t)$ 为资源账户补偿和恢复投入, $YI(t)$ 为资源恢复后下阶段产出, t 为本阶段, $t + 1$ 为下阶段.

在资本市场出清方面, 要求存量资本等于资本投入和折旧之和, 资本市场出清方程为

$$K(t) = \sum D(t) + k(t) \quad (24)$$

其中 $K(t)$ 为资本存量, $D(t)$ 为资本折旧额, $k(t)$ 资本投入额, t 为时间.

产品市场出清指市场上资源供给和资源消费达到平衡的状态, 市场上的资源供给来自国内生产、国外进口等; 产品市场出清方程为

$$Q(t) = \sum X(t) + \sum Y(t) + \sum Z(t) \quad (25)$$

其中 $Q(t)$ 为生产需求, $X(t)$ 、 $Y(t)$ 和 $Z(t)$ 分别为政府需求、居民需求和部门需求.

2.4 基础数据和关键参数

模型以投入产出表为基准, 编制社会核算矩阵(social accounting matrix, SAM) 作为基础数据, 其宏观结构如表 1 所示.

表 1 社会核算矩阵宏观结构

Table 1 The structure of macro-SAM

	产品	活动			要素			居民	部门	政府		储蓄
		生产活动	资源恢复	环境治理	劳动	资本	资源			收入	支出	
		总产出								消费		
活动	生产活动	总产出						工资				
	资源恢复	恢复投入									资源补偿	
	环境治理	环境投入									资源补偿	
要素	劳动				工资							
	资本					利润			利润			
	资源		资源补偿	资源补偿						税收	税收	
居民					工资							
部门						利润						
政府	收入				税收	税收	税收					投资
	支出		资源补偿	资源补偿				资源补偿	资源补偿			
储蓄											储蓄	

模型基础数据建立在《中国投入产出延长表》(2010), 采用动态递推到 2012 年, 可以得到中间投入总量、中间投入的资源直接消耗系数, 则

可估算出中间投入直接消耗资源价值. 在 CO_2 的处理上, 只计算一次能源. 在 SO_2 的处理上, 将资源消耗折算成标准煤后的单位含硫系数处理, 将

能源部门和其他部门的SO₂排放量累加即可得到资源消耗的SO₂总排放量.在废水和工业固体废物处理上,基础数据来自于《环境统计年鉴》

(2012).同时通过SAM表求出关键参数,对不能直接计算的弹性值参数,通过计量文献估算.模型中主要参数定义和经济含义如表2所示.

表2 模型中主要参数定义和经济含义

Table 2 The definition and meaning of main parameter

参数名	定义	参数名	定义
φ_1	总增加值系数	R_{is}	居民储蓄率
φ_2	中间投入系数	R_{gs}	政府储蓄率
A	综合技术水平	R_{js}	部门储蓄率
α_1	资源技术系数	int a	总中间投入产出系数
α_2	资本技术系数	r	氧化率
α_3	劳动技术系数	σ	进口和国产资源替代弹性
κ	要素投入替代弹性比例	i	折现率
$\lambda_1 \lambda_2 \lambda_n$	分别为不同资源技术系数	ϕ	效用指数
ρ	为资源替代弹性	A_{ip}	中间投入技术系数

参数的选择和确定直接影响模型模拟的准确性.模型中的各种弹性系数(如要素之间的替代系数、需求函数中的弹性系数)和关键参数值的选取主要借鉴计量经济学方法和其他CGE模型的相关文献确定,其他参数对社会核算矩阵进行校准(calibration)确定.生产函数的弹性参数主要由Bayesian方法和GME方法求得;资源和环境函数弹性采用GME方法.

2.5 模型动态化方法设计

本文采用递归动态分析,通过引入资源税率调整和资源补偿实施将模型动态化.在动态化驱动要素中,资源税收为资源价格和资源总量乘积,其中,资源价格受税率变动影响,而资源总量为本期资源存量与上期资源恢复量之和.由于税率提高会产生税收抑制效应,必须对相关利益群体进行资源补偿.资源价值补偿具有灵活多变的特征,对受资源税政策调整影响的不同部门产生影响的差异程度较大;在处理差异时,根据受影响程度给予不同的资源补偿,将资源税政策调整的冲击效果逐步调整,并重点补贴资源系统和环境系统.

资源政策动态化包括资源税率调整和资源补偿实施,其动态化函数方程为

$$QT(t) = (\sum ERE(t-1) + \sum QR(t)) \omega T \quad (26)$$

$$B = \sum Ibr_1 + \sum Fbr_2 + \sum Ebr_3 + \sum Rbr_4$$

$$s. t. \begin{cases} Ib = \sum_{m=1}^2 ibr_{1m} \\ Fb = \sum_{n=1}^{42} fbr_{1n} \end{cases} \quad (27)$$

其中 $QT(t)$ 为资源税收总额, $ERE(t-1)$ 为上一期资源恢复量, $QR(t)$ 为本期资源存量, ω 为资源开采利用程度, T 为资源税负水平, t 为本期时间, $t-1$ 为上一期时间, B 为资源补偿总额, Ib 为居民资源补偿额, Fb 为部门资源补偿额, Eb 为环境资源补偿额, Rb 为资源系统补偿额, r_1, r_2, r_3, r_4 分别为居民、部门、环境和资源系统受资源政策影响系数, r_{1m} 为城镇居民和农村居民不同的受影响系数, r_{1n} 为《中国投入产出表》中42个部门受影响系数.

3 模拟结果分析

3.1 资源政策场景设定

鉴于煤炭在我国社会发展的重要地位、煤炭分布区域广泛性及煤炭消费的强负外部性,本文选择煤炭资源为研究对象,通过煤炭资源税改革前后资源环境系统变化进行对比分析,判断资源政策对我国减排和环境福利的长期影响.在

动态 CGE 模型中,资源政策调整通过煤炭资源税率变动和资源补偿实施来刻画。政策场景设定为资源税率调整,同时进行资源补偿,在煤炭资源税改革方案中,将税率区间设置为 2%~10% 之间,为增强税率选择的普遍性和适用性,本文将税负标准设为 5%;资源补偿政策实施借鉴发达国家经验,根据《矿产资源补偿费征收管理规定》,矿产资源补偿费按收入比例计征,同时补偿费率标准为 1%~3% 之间,因此分别采用 1%、2% 和 3% 的煤炭资源价值补偿标准。

模型基期为 2012 年,由于动态 CGE 模型在

变量变化的时间发展路径动态递进,中长期的动态学特征更明显,因此将模拟期设为 2017 年~2022 年,采用一般性代数仿真系统 (general algebraic modeling system, GAMS) 模拟资源政策调整长期影响分析。

3.2 资源政策调整的模拟结果分析

为验证模拟结果的可信性,首先对 2002 年~2012 年的实际情况,以资源税率和资源补偿率为外生变量对 GDP 进行再校准,以此为基础进行历史拟合分析。历史拟合与统计年鉴误差值见表 3。

表 3 历史拟合与统计年鉴误差值

Table 3 The deviation between history fitting and statistical yearbook

年份	投资	消费	GDP	资源消费
2002	0.11	0.07	0.08	0.17
2003	-0.08	-0.05	-0.07	-0.09
2004	-0.05	-0.03	-0.04	-0.08
2005	0.02	0.04	0.05	0.03
2006	-0.11	-0.12	-0.17	-0.11
2007	-0.15	-0.18	-0.16	-0.19
2008	-0.06	-0.05	-0.08	-0.07
2009	-0.09	-0.10	-0.08	-0.09
2010	0.07	0.09	0.05	0.11
2011	-0.12	-0.07	-0.08	-0.11
2012	-0.11	-0.09	-0.08	-0.07

资源价格、收入支出和减排等历史拟合与统计年鉴误差的结果见表 4。

表 4 其他历史拟合与统计年鉴误差值

Table 4 The deviation between other history fitting and statistical yearbook

年份	资源价格	收入支出			减排			
	煤炭价格指数	居民	部门	政府	CO ₂	SO ₂	废水	工业固体废物
2002	—	0.07	0.04	0.16	0.07	0.08	0.11	0.12
2007	-0.11	-0.06	-0.09	-0.12	-0.06	-0.07	-0.09	-0.02
2012	-0.07	-0.08	-0.13	-0.09	-0.09	-0.08	-0.05	-0.07

可以看到,历史拟合的主要数据与统计年鉴误差在 10% 以内,经济指标的历史拟合效果较好,2006 年和 2007 年差别较大可能在于经济危机因素影响,因此模型可信度在可容许范围。

在模型历史拟合分析后,进行资源政策调整模拟分析。资源政策调整包括资源税率变化和资

源价值补偿政策的实施,体现在资源系统、减排、环境损失和环境福利等影响上。

1) 对资源系统影响

煤炭资源税率调整将直接影响煤炭价格变化,本文采用中国煤炭价格指数 (China coal price index, CCPI) 反映资源税率调整的长期影响,税率调整后 CCPI 数值变化趋势如图 3 所示。

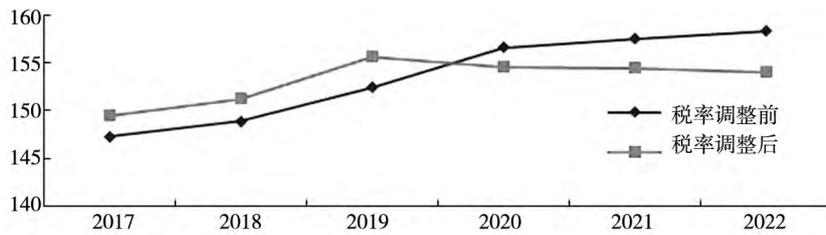


图3 资源税率调整对中国煤炭价格指数影响

Fig. 3 The impact on CCPI by resources tax rate adjustment

CCPI 值由 2017 年 147.3 上升到 2022 年 158.4 ,反映出价格影响煤炭需求供给关系变化长期趋势; 由于税率是煤炭价格的重要组成部分 ,资源税率调整会直接提高资源开发和生产成本 ,引起资源价格上涨 ,但会随时间变化而逐步减弱.

费行为连锁反映 ,抑制部分资源需求 ,由于资源价格上涨会带来资源供给增加 ,此时资源政策调整使人均资源盈余/赤字由 -0.83 上升到 -0.74 ,人均资源压力由 1.38 下降到 1.22; 同时税率变化使资源使用成本增加 ,资源节约有利于生产方式和资源消费结构的调整 ,并提高单位 GDP 资源效率 ,使其由 1.36 上升到 1.47 如图 4 所示.

税率变化在影响煤炭价格的同时 ,会引起消

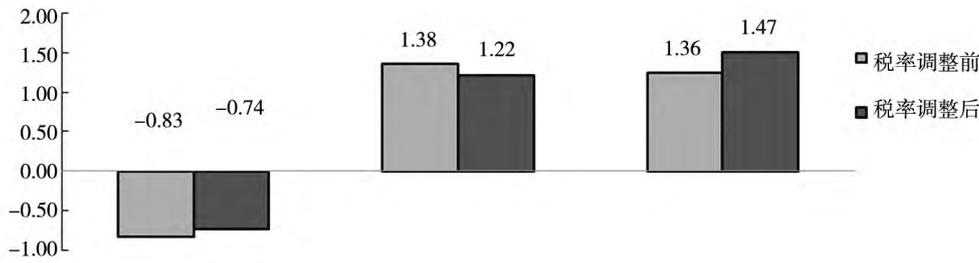


图4 资源税率调整对资源利用效率的影响(2022)

Fig. 4 The impact on resources using efficiency by resources tax rate adjustment(2022)

税负增加对资源的使用和恢复情况产生积极影响 ,如表 5 所示.

表5 资源价值补偿政策实施对资源系统的影响(2022)

Table 5 The impact on resources system by resources value compensate(2022)

资源价值补偿率	人均资源盈余/赤字	人均资源压力系数	资源总储蓄 (%)	资源恢复收益 (%)
无	-0.81	1.38	—	—
1%	-0.78	1.29	102.26	107.27
2%	-0.76	1.25	103.53	108.31
3%	-0.75	1.22	104.86	109.46

资源价值补偿政策实施后资源系统得到恢复 ,资源总储蓄和资源恢复收益均会上升 ,原因在于受益于资源税负和资源价格上涨 ,重新核算后的资源恢复价值远高于资源价值补偿投入 .为更好的描述资源系统变化 ,本文采

用生态足迹方法(ecological footprint ,EF) 将资源消费和资源改善转化为不同类型的土地变化 ,分别为生产、水域、居民及工矿和建筑等用地类型 ,资源价值补偿政策实施对资源系统的影响见表 6.

表6 资源价值补偿实施后资源系统变化情况(2022)

Table 6 The change of resource system after resources value compensate(2022)

土地类型	基期值	不同资源价值补偿政策场景下的模拟值					
		1%	变化率	2%	变化率	3%	变化率
生产土地(万公顷)	63 163	64 558	102.21%	64 876	102.71%	65 236	103.28%
水域土地(亿立方米)	25 255	25 673	101.66%	25 849	102.35%	26 115	103.41%
居民及工矿用地(万公顷)	8 500	8 663	101.92%	8 736	102.78%	8 821	103.78%
建筑用地(万公顷)	3 272	3 327	101.68%	3 396	103.79%	3 452	105.50%

资源价值补偿政策实施将对资源系统变化产生积极影响。模拟显示资源价值补偿率与资源系统变化存在正向关系; 此时, 资源价值补偿率越高, 则资源系统恢复程度越好, 当资源价值补偿率为 3% 时, 有利于加快资源系统改善速度。

2) 对减排影响

由于资源环境系统存在联动关系, 资源开采和消费会带来环境系统的变化, 政策调整将对资源消费产生明显的抑制效应, 控制主要污染物产生。资源税率调整对主要污染物影响如表 7 所示。

表 7 资源税率调整对主要污染物排放的影响

Table 7 The impact on main pollution by resources tax rate adjustment

主要污染物排放增速	基期(%)	改革后主要污染物排放变化情况					
		2017	2018	2019	2020	2021	2022
废水排放增速	9.32	8.86%	8.57%	8.43%	8.22%	8.27%	8.25%
SO ₂ 排放增速	5.82	4.69%	4.52%	4.54%	4.32%	4.29%	4.36%
CO ₂ 排放增速	6.17	5.58%	5.49%	5.28%	5.06%	4.98%	5.02%
工业固体废物排放增速	5.81	4.82%	4.82%	4.67%	4.51%	4.42%	4.48%

可以看到, 资源税负提高对主要污染物排放产生明显抑制效应, 废水排放量、SO₂ 排放量、CO₂ 排放量和工业固体废物排放量将降低 1% 左右; 资源价格变化改变资源、资本和劳动的替代关系, 减少了产业发展对煤炭石化能源

的依赖, 同时由于资源利用效率的提高, 增加了产业对减排技术的利用程度, 减少 CO₂ 和 SO₂ 排放。

同时, 资源价值补偿会对环境系统产生积极影响, 主要污染物排放量变化如表 8 所示。

表 8 资源价值补偿政策实施对主要污染物排放量的影响(2022)

Table 8 The impact on main pollution by resources value compensate(2022)

资源价值补偿率(%)	关键指标	废水	废气	工业固体废物
无	排放量	576 亿 t	388 169 亿 t	175 632 亿 t
	排长量	587 亿 t	393 773 亿 t	177 905 亿 t
1	相对变化率	101.91%	101.44%	101.29%
	排长量	593 亿 t	401 426 亿 t	178 792 亿 t
2	相对变化率	102.95%	103.42%	101.80%
	排长量	598 亿 t	402 245 亿 t	179 437 亿 t
3	相对变化率	103.82%	103.63%	102.17%

可以看到, 资源价值补偿政策实施不利于降低主要污染物排放, 且随资源价值补偿率的提高, 主要污染物排放变化呈增强趋势, 当采用 3% 的资源价值补偿时, 主要污染物排放量相对变化率最大, 由于我国经济增长对资源过度依赖, 资源价值补偿政策实施在一定程度上抵消了资源税率调整带来的资源使用成本上升, 降低了资源消费者的使用成本, 从而产生资源消费的回弹效应。

济增长幅度; 在环境损失的结构构成中, 资源消耗形成的损失占资源环境损失比重较大达到 60%。在资源税率提高后, 环境损失将得到一定程度上缓解, 煤炭资源税率调整的长期影响如图 5 和图 6 所示。

3) 对环境损失和环境福利的影响

模拟结果显示, 目前环境损失要占到 GDP 的 12.85%, 这也就意味着我国 GDP 中超过十分之一是以资源消耗和环境污染等为代价换来的, 如扣除资源环境损失, 则环境损失要大于经

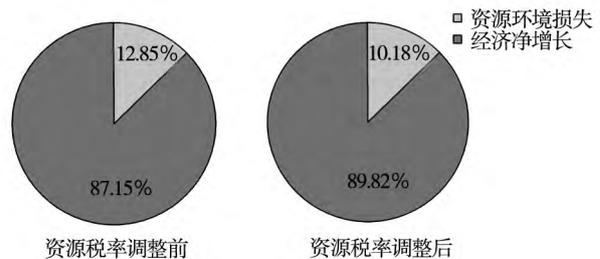


图 5 环境损失占 GDP 比例变化(2022)

Fig. 5 The proportion of environment loss in GDP(2022)

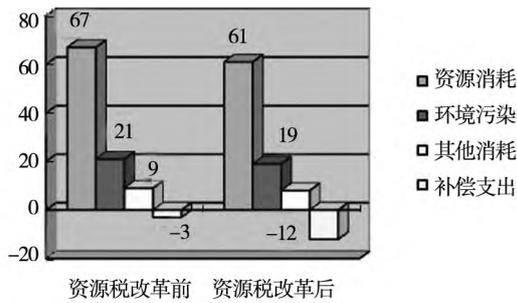


图6 环境损失变化(2022)

Fig. 6 The change of environment loss (2022)

资源税率调整后,环境损失由改革前占GDP比重的12.85%下降到10.18%。在环境损失的构成中,资源消耗占资源环境总损失比重由67%下降到61%,环境污染占资源环境总损失比重由21%下降到19%,其他损耗占资源环境总损失比重由9%下降到8%,而资源环境补偿支出对总资源环境损失比重的-3%下降到-8%。这一系列变化反应出资源税率调整后,环境损失得到了有效缓解,而由于资源补偿支出力度加大,改善了资源环境系统和减少环境损失。

同时,资源价值补偿政策会使居民、部门和政府的收入支出发生变化,如表9所示。

如表9所示,资源价值补偿政策实施后,会使居民的收入支出上升,部门的收入支出下降,政

表10 资源价值补偿政策对环境福利影响(2022)

Table 10 The impact on environment welfare by resources value compensate (2022)

资源价值补偿率(%)	希克斯变量		环境福利占资源税比例		环境福利占人均GDP比例	
	EV	CV	EV	CV	EV	CV
无	1.056	1.049	1.59	1.57	0.54	0.53
1	1.076	1.065	1.62	1.59	0.57	0.55
2	1.083	1.077	1.66	1.61	0.59	0.57
3	1.094	1.088	1.69	1.65	0.63	0.61
最大变化程度	103.60%	103.72%	106.29%	105.10%	116.67%	115.09%

可以看到,当资源价值补偿率设置为3%时,希克斯变量增幅大于3%,环境福利占资源税比例增长大于5%,环境福利占人均GDP比例增长超过15%,资源价值补偿政策实施极大提高环境福利。

4 结束语

煤炭资源税改革对提高资源使用效率、节能减排和保护资源环境等都有积极的意义,但以往

府的收入支出下降;资源价值补偿率对收入支持比例影响较大,其中当资源价值补偿率设置为3%时,居民、部门和政府等的收入支出上升最大变化幅度分别为0.95%、1.13%和-0.17%。居民收入支出上升的原因在于价值补偿增加了居民收入;部门收入支出变化幅度较大,资源价值补偿政策实施增加了相关部门的收入,弥补部分部门成本;由于政府增加了资源补偿投入,使政府收入支出略有下降。从总体上看,资源价值补偿对政府和居民收入支出影响较大,原因在于资源使用和消费部门的受益于资源价值补偿政策。

表9 资源价值补偿政策对收入支出比例影响(2022)

Table 9 The impact on income and expenditure by resources value compensate(2022)

资源价值补偿率(%)	居民	部门	政府
无	1.098 3	1.077 4	1.096 8
1	1.099 4	1.081 8	1.095 6
2	1.101 5	1.083 6	1.095 3
3	1.107 8	1.088 7	1.095 1
最大变化程度	0.95%	1.13%	-0.17%

同时,资源价值补偿政策实施使资源系统压力得到缓解,也有利于改善环境系统和增加环境福利。根据效用函数和希克斯变量可以得到环境福利的变化情况,如表10所示。

的资源政策方案较多关注与改革对经济领域的影响,较少涉及减排和环境福利,严重制约了资源政策环境调节功能的实现。基于此,本文构建动态CGE模型,模拟煤炭资源政策调整对我国减排和环境福利的长期影响;研究发现资源政策改革有利于促进减排和环境福利,但政策方案差异性影响较大,从价征收煤炭资源提高税率,能部分抑制资源过度消费,改善资源利用效率,提高人均资源盈余,从而降低环境损失;资源价值补偿有效提高环境福利,改善资源环境系统质量,此时资源政策

设计的协调性和完善性对减排和环境福利影响至关重要。

基于理论分析和模拟结果,本文提出以下政策建议:1) 科学选择资源税税率,由于不同税率对社会发展和资源环境影响差异较大,资源税率设置必须在社会经济和资源环境可承担的区间,根据区域的不同情况,选择税率标准,在资源禀赋较好的省区可选择较高的税率标准,以弥补资源开发的环境代价,同时增加地方财政收入,而在经济发达的省区可选择相对较低的标准,减少资源供需矛盾,提高资源政策调整方案针对性和可操作性;2) 在现行清费立税的原则下,将资源补偿政策纳入到资源税范畴,并

对资源补偿形式和补偿标准进一步明确,避免资源政策的碎片化和局部化,从而形成统一而有效的资源利用和资源保护等政策体系;3) 注重资源政策的协调性,进一步拓展资源政策设计的深度,深入探索不同资源政策组合对我国减排和环境福利的影响,为资源和环境协调发展提供决策依据;4) 加快资源调整内涵研究,本文研究时只考虑了煤炭、石油等现行资源税课税对象的资源,建议在煤炭资源税改革快速推进的基础上,进一步扩大资源税改革范围,将水、森林等重要矿产资源纳入到资源政策调整范畴,使资源政策能更好地发挥调节资源节约和环境福利等方面的政策示范效应。

参考文献:

- [1]Ang B W. Is the energy intensity a less useful indicator than the carbon factor in the study of climate change? [J]. *Energy Policy*, 1999, 27(15): 943-946.
- [2]Ayalon O, Lev-On M, Lev-On P, et al. Greenhouse gas emissions reporting in Israel: Means to manage energy use [J]. *Energy Conversion and Management*, 2014, 85: 612-618.
- [3]Zhang Y, Wang H, Liang S, et al. Temporal and spatial variations in consumption-based carbon dioxide emissions in China [J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014, 40: 60-68.
- [4]Muhammad S, Sakiru A S, Rashid S, et al. Does energy intensity contribute to CO₂ emissions? A trivariate analysis in selected African countries [J]. *Ecological Indicators*, 2015, 50: 215-224.
- [5]Giovanni Bella, Carla Massidda, Paolo Mattana. The relationship among CO₂ emissions, electricity power consumption and GDP in OECD countries [J]. *Energy Policy*, 2014, 36: 970-985.
- [6]Kawase R, Matsuoka Y, Fujino J. Decomposition analysis of CO₂ emission in long-term climate stabilization scenarios [J]. *Energy Policy*, 2006, 34(15): 2113-2122.
- [7]Zhou P, Ang B W, Han J Y. Total factor carbon emission performance: A Malmquist index analysis [J]. *Energy Economics*, 2010, 32(1): 194-201.
- [8]Adnan K, Yavuz S D. CO₂ emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: A pane data analysis [J]. *Economic Modelling*, 2015, 44: 97-103.
- [9]魏巍贤. 基于CGE模型的中国能源环境政策分析 [J]. *统计研究*, 2009, (7): 3-13.
Wei Weixian. An analysis of Chinese energy and environmental policies based on CGE model [J]. *Statistical Research*, 2009, (7): 3-13. (in Chinese)
- [10]何建武, 李善同. 节能减排的环境税收政策影响分析 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2009, (1): 31-44.
He Jianwu, Li Shantong. The impact on energy tax and environmental tax in China's economy [J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2009, (1): 31-44. (in Chinese)
- [11]许士春, 习蓉, 何正霞. 中国能源消耗碳排放的影响因素分析及政策启示 [J]. *资源科学*, 2012, (1): 2-12.
Xu Shichun, Xi Rong, He Zhengxia. Influential factors and policy implications of carbon emissions for energy consumption in China [J]. *Resources Science*, 2012, (1): 2-12. (in Chinese)
- [12]石敏俊, 袁永娜, 周晟吕, 等. 碳减排政策: 碳税、碳交易还是两者兼之? [J]. *管理科学学报*, 2013, 16(9): 9-19.
Shi Minjun, Yuan Yongna, Zhou Shenglv, et al. Carbon tax, cap and trade or mixed policy: Which is better for carbon mitigation? [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2013, 16(9): 9-19. (in Chinese)
- [13]张国兴, 高秀林, 汪应洛, 等. 政策协同: 节能减排政策研究的新视角 [J]. *系统工程理论与实践*, 2014, 34(3):

- 545 - 559.
- Zhang Guoxing , Gao Xiulin , Wang Yingluo , et al. Policy synergy: A new perspective of the research on energy conservation and emission reduction policies in China [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice* , 2014 , 34 (3) : 545 - 559. (in Chinese)
- [14] 邵 帅, 范美婷, 杨莉莉. 资源产业依赖如何影响经济发展效率? ——有条件资源诅咒假说的检验及解释 [J]. *管理世界* , 2013 , 2: 32 - 63.
- Shao Shuai , Fan Meiting , Yang Lili. How resource industries dependence affected economic efficiency? Base on conditional resource curse hypothesis testing and interpretation [J]. *Management World* , 2013 , 2: 32 - 63. (in Chinese)
- [15] 徐康宁, 王 剑. 自然资源丰裕程度与经济发展水平关系的研究 [J]. *经济研究* , 2006 , 1: 78 - 89.
- Xu Kangning , Wang Jian. An empirical study of a linkage between natural resource abundance and economic development [J]. *Economic Research Journal* , 2006 , 1: 78 - 89. (in Chinese)
- [16] 陈诗一. 边际减排成本与中国环境税改革 [J]. *中国社会科学* , 2011 , (3) : 85 - 100.
- Chen Shiyi. Marginal abatement cost and environmental tax reform in China [J]. *Social Sciences in China* , 2011 , (3) : 85 - 100. (in Chinese)
- [17] 伍世安. 深化能源资源价格改革: 从市场、政府分轨到“市场 + 政府”合轨 [J]. *财贸经济* , 2011 , (5) : 123 - 128.
- Wu Shian. Improve energy resource price reform: From the market , the government sub-track to "market + government" cooperation [J]. *Finance & Trade Economics* , 2011 , (5) : 123 - 128. (in Chinese)
- [18] Bovenberg A L , van der Ploeg F. Optimal taxation , public goods and environmental policy with involuntary unemployment [J]. *Journal of Public Economics* , 1996 , 62(1 - 2) : 59 - 83.
- [19] 许士春, 何正霞, 魏晓平. 资源消耗、污染控制下经济可持续最优增长路径 [J]. *管理科学学报* , 2010 , 13(1) : 20 - 31.
- Xu Shichun , He Zhengxia , Wei Xiaoping. Sustainable optimal economic growth path under resource consumption and pollution control [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2010 , 13(1) : 20 - 31. (in Chinese)
- [20] 李昌彦, 王慧敏, 佟金萍, 等. 基于 CGE 模型的水资源政策模拟分析——以江西省为例 [J]. *资源科学* , 2014 , (1) : 84 - 93.
- Li Changyan , Wang Huimin , Tong Jinping , et al. Water resource policy simulation and analysis in Jiangxi province based on CGE model [J]. *Resources Science* , 2014 , (1) : 84 - 93. (in Chinese)
- [21] 刘亦文, 胡宗义. 能源技术变动对中国经济和能源环境的影响——基于一个动态可计算一般均衡模型的分析 [J]. *中国软科学* , 2014 , (4) : 43 - 57.
- Liu Yiwen , Hu Zongyi. The impact on Chinese economy and environment with changes in energy technology: Based on a dynamic computable general equilibrium model [J]. *China Soft Science Magazine* , 2014 , (4) : 43 - 57. (in Chinese)
- [22] 李 钢, 董敏杰, 沈可挺. 强化环境管制政策对中国经济的影响——基于 CGE 模型的评估 [J]. *中国工业经济* , 2012 , (11) : 5 - 17.
- Li Gang , Dong Minjie , Shen Keting. The impact on Chinese economy with environmental regulation policy : Based on CGE model [J]. *China Industrial Economics* , 2012 , (11) : 5 - 17. (in Chinese)
- [23] 牛玉静, 陈文颖, 吴宗鑫. 全球多区域 CGE 模型的构建及碳泄漏问题模拟分析 [J]. *数量经济技术经济研究* , 2012 , (11) : 34 - 50.
- Niu Yujing , Chen Wenying , Wu Zongxin. Construction of global multi-regional CGE model and simulation analysis of carbon leakage [J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics* , 2012 , (11) : 34 - 50. (in Chinese)
- [24] 曹爱红, 韩伯棠, 齐安甜. 中国资源税改革的政策研究 [J]. *中国人口. 资源与环境* , 2011 , (6) : 158 - 163.
- Cao Aihong , Han Botang , Qi Antian. The policy research on the resource tax reform in China [J]. *China Population. Resources and Environment* , 2011 , (6) : 158 - 163. (in Chinese)
- [25] Zhang Z , Guo J , Qian D , et al. Effects and mechanism of influence of China's resource tax reform: A regional perspective [J]. *Energy Economics* , 2013 , 36: 676 - 685. (in Chinese)
- [26] 刘立佳. 基于可持续发展视角的资源税定位研究 [J]. *资源科学* , 2013 , (1) : 74 - 79.
- Liu Lijia. Resources tax in China and sustainable development [J]. *Resources Science* , 2013 , (1) : 74 - 79. (in Chinese)
- [27] 郭菊娥, 钱 冬, 吕振东, 等. 煤炭资源税调整测算模型及其效应研究 [J]. *中国人口. 资源与环境* , 2011 , (1) :

- 78 - 84.
- Guo Ju'e , Qian Dong , Lv Zhendong , et al. Analysis on model and effects of coal resource tax adjustment [J]. *China Population Resources and Environment* , 2011 , (1) : 78 - 84. (in Chinese)
- [28] 林伯强 , 刘希颖 , 邹楚沅 , 等. 资源税改革: 以煤炭为例的资源经济学分析 [J]. *中国社会科学* , 2012 , (2) : 58 - 78.
- Lin Boqiang , Liu Xiyong , Zou Chuyuan , et al. Resource tax reform: An economic analysis of coal [J]. *Social Sciences in China* , 2012 , (2) : 58 - 78. (in Chinese)
- [29] 李 波. 煤炭资源税改革目标实现的困境与对策 [J]. *中国人口. 资源与环境* , 2013 , (1) : 69 - 74.
- Li Bo. Research of difficult on coal resource tax reform [J]. *China Population Resources and Environment* , 2013 , (1) : 69 - 74. (in Chinese)
- [30] 张国兴 , 张绪涛 , 汪应洛 , 等. 节能减排政府补贴的最优边界问题研究 [J]. *管理科学学报* , 2014 , 17(11) : 130 - 140.
- Zhang Guoxing , Zhang Xutao , Wang Yingluo , et al. Anaysis of optimal boundary of government subsidies for energy conservation and emission reduction [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2014 , 17(11) : 130 - 140. (in Chinese)
- [31] 涂正革. 中国的碳减排路径与战略选择——基于碳排放量的指数分解分析 [J]. *中国社会科学* , 2014 , (3) : 158 - 173.
- Tu Zhengge. Climate change and global governance strategic measures to reduce China's carbon emissions: Based on an index decomposition analysis of carbon emissions in eight industries [J]. *Social Sciences in China* , 2014 , (3) : 158 - 173. (in Chinese)
- [32] 刘 伟 , 李 虹. 中国煤炭补贴改革与二氧化碳减排效应研究 [J]. *经济研究* , 2014 , (8) : 146 - 157.
- Liu Wei , Li Hong. Research on coal subsidies reform and CO₂ emissions reduction in China [J]. *Economic Research Journal* , 2014 , (8) : 146 - 157. (in Chinese)

The impacts of resource policy adjustment on CO₂ emission reduction and environment welfare: Based on coal resource tax reform

XU Xiao-liang^{1 2} , CHENG Qian¹ , CHE Ying¹ , XU Xue-fen³

1. School of Economy and Management , Nanjing University of Science and Technology , Nanjing 210096 , China;
2. School of Economy and Management , Southeast University , Nanjing 210094 , China;
3. School of Medicine and Life Sciences , Nanjing University of Traditional Chinese Medicine , Nanjing 210023 , China

Abstract: With increasing environmental pollution , CO₂ emission reduction becomes emergent. But an over-emphasis of resource policy design on the socio-economic impacts leads to less concern on CO₂ emissions and environmental benefits , which is not harmful to the sustainable development of the society and ecological civilization. The paper builds a dynamic computable general equilibrium model (CGE) to analyze the impacts of resource tax rate adjustment and resource subsidies on emissions reduction and environmental welfare with the scenarios by a quantitative way. The results shows that: resource policy reforms can promote emission reductions and environmental benefits in a long time , and the impacts of different policy designs are different. Coal-resource-tax-rate adjustment can inhibit resource consumption to some extent , improve resource earnings and resource-using efficiency per capita , and reduce environmental losses; resources subsidy policy can improve the environmental quality and environmental welfares. Therefore , coal-resource-tax reform policy should be designed coordinately and completely as soon as possible to guarantee the sustainable development of society.

Key words: resource policy; resource tax reform; dynamic CGE model; CO₂ emission reduction; environment welfare