

引用格式: 贺玲, 崔琦, 陈浩, 等. 基于CGE模型的中国煤炭产能政策优化[J]. 资源科学, 2019, 41(6): 1024-1034. [He L, Cui Q, Chen H, et al. Policy optimization of coal production capacity in China based on a computable general equilibrium model[J]. Resources Science, 2019, 41(6): 1024-1034.] DOI: 10.18402/resci.2019.06.02

基于CGE模型的中国煤炭产能政策优化

贺玲, 崔琦, 陈浩, 宋涛

(北京师范大学经济与资源管理研究院 城市绿色发展科技战略研究北京市重点实验室,
北京 100875)

摘要: 本文基于CHINAGEM模型构建了中国能源经济均衡模型(CGE), 建立差异化的多情景政策分析, 比较了不同煤炭产能政策及其组合对中国宏观经济和产业部门的影响。研究结果表明: ①煤炭产能政策在优化煤炭生产结构的同时, 会显著影响其他能源产业和与之有上下游关联的非能源产业产出, 不可避免地对宏观经济造成一定的冲击。②降产量政策对煤炭产业结构调整的作用最有效, 但对宏观经济的冲击也最大; 税收政策对宏观经济的冲击最小, 但对煤炭产业结构调整的作用最弱; 去产能政策对煤炭产业结构与宏观经济的影响介于降产量政策和税收政策之间。③在实施煤炭产能政策的同时, 综合利用税收优惠、产能置换、技术进步等综合政策手段有助于推进煤炭生产结构调整, 减缓其对宏观经济的负面影响, 最终实现煤炭行业长效发展。本文采用冲击资本投入的方式模拟产能政策的结果更合理, 更符合煤炭去产能的经济学含义, 该方法同样适用于钢铁、玻璃、水泥等产业去产能的研究。

关键词: 产能政策; 宏观经济影响; 产业影响; 能源经济均衡(CGE)模型; 多情景分析; 煤炭; 中国

DOI: 10.18402/resci.2019.06.02

1 引言

前几年中国煤炭行业经济扩张、产业政策以及过度补贴导致产能释放过快, 形成了当前非常明显的过剩格局。从近期来看, 煤炭市场基本需求不会明显改变, 煤炭在中国一次能源消费结构中的比重仍占60%左右^[1-3]; 而2017年中国煤炭产能利用率仅为68.2%^[4], 产能过剩情况依旧严峻。受能源消费结构和行业产能的较大影响, 煤炭等基础产业正陷于困境, 给煤炭价格带来了巨大的压力, 同时国内煤炭生产商的盈利能力、偿债能力和按时支付员工工资的能力也受到了影响。从长远来看, 国内碳减排的目标强化了对煤炭需求的限制, 为此亟需削减产能以平衡市场。基于此, 在过去几年中, 国务院解

决产能过剩问题的政策逐步升级, 接连出台了“276工作日”“减量化生产、去产能专项奖补、减量置换、释放先进产能等一系列产能政策^[5-7]”。为确保煤炭基本需求和削减煤炭产能任务的完成, 积极探索推动煤炭生产结构调整、保证宏观经济健康发展的产能政策组合具有重要的现实意义和紧迫性。

现有文献为探索煤炭产能政策调整提供了有益的借鉴, 但仍存在一定的局限性。已有文献研究主要关注煤炭资源税政策^[8-14]、降产量政策^[15,16]和去产能政策^[17-23], 其不足之处为: 一是在分析产能过剩行业的政策影响时, 研究多关注煤炭相关行业(重化工、炼油、钢铁和发电行业)^[24-28], 缺乏对煤炭行业系统性和针对性的研究; 二是对产能政策的经济与

收稿日期: 2019-01-21; 修订日期: 2019-02-27

基金项目: 国家发展改革委员会课题(221100055); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2018NTSS14); 北京师范大学城市绿色发展科技战略研究北京市重点实验室资助项目。

作者简介: 贺玲, 女, 河北定州人, 博士研究生, 研究方向为能源经济学。E-mail: bjhelings@foxmail.com

通讯作者: 陈浩, 男, 四川成都人, 博士生导师, 研究方向为环境与生态经济学。E-mail: hchen@bnu.edu.cn

2019年6月

产业影响缺乏深入、全面分析^[15,16,20-23],难以客观地度量煤炭产能政策调整的全方位影响;三是大多数研究只提出煤炭产能政策建议或关注单一的政策工具^[9-14,22],很少比较不同煤炭产能政策或政策组合的实施效果并进行优化选择。当面对去产能的诸多政策时,政府如何选择最优的政策工具或政策组合具有较强的现实意义,本文将比较不同煤炭产能政策及其组合的实施效果。

能源经济均衡模型(CGE)既能体现市场机制作用,又可反映经济主体和部门之间的系统关联,常用于模拟产业政策的经济影响。就去产能的模拟分析而言,CGE模型的研究大多采用降低产量^[15,16]、改变行业产值变化率^[17]、减少库存^[19]等方式模拟产能的变化,但这些方法均存在一定的缺陷。例如,由于煤炭产能与产量的变化幅度存在差异,采用直接降低产量的方法进行模拟,可能高估去产能政策的作用。改变行业产值变化率与降低产量的模拟也具有类似的缺陷。减少库存的模拟可在一定程度上反映去产能政策对企业库存的影响,但其与煤炭产能政策淘汰落后生产能力、减少过剩生产能力的初衷仍存在一定的差距。就煤炭行业而言,实施去产能政策的重点是关闭生产规模小、经济效益低的小型煤矿,并淘汰落后的生产能力及其所属的矿井、厂房、机械、运输等设施。而在CGE模型中,企业的矿井、厂房、机械、运输等设施均表现为生产者的资本投入品。因而,在理论上,煤炭去产能政策应采用冲击煤炭部门生产资本投入的方式进行模拟,该方式也被用于Dixon等^[29,30]的研究中。此外,最优的煤炭产能政策及其组合应当兼顾煤炭生产结构优化升级和宏观经济稳定发展两大目标。

本文利用CGE模型对不同煤炭产能政策及其组合的宏观经济与产业影响进行比较分析,比较不同煤炭产能政策及其组合对煤炭和相关行业生产结构调整与宏观经济稳定的影响强度,探索能够有效、稳健推进煤炭供给侧结构调整的最优煤炭产能政策及其组合方式。为此将比较CGE模型中产能政策的不同模拟方式的影响,以期在产能政策的研究方法上作出贡献,这对钢铁、玻璃、水泥等行业去

产能研究也具有借鉴意义。

2 模型与数据来源

CHINAGEM模型是澳大利亚维多利亚大学政策研究中心(COPs)开发的中国多部门CGE模型,可用于模拟分析政策变量、其他经济环境的变动对宏观经济、产业部门、就业的影响^[31-37]①。早期的CHINAGEM模型采用Leontief函数刻画产业部门对能源产品的利用,即假设产业的产出与能源产品使用保持固定的比例。然而在现实的产业部门中,能源产品往往与机械、厂房等资本投入存在替代关系,产业部门可投资机械设备以部分替代能源产品的使用。因而借鉴GTAP-E^[39]、CEPPA^[40]、CHEER^[41]等能源经济模型,本文修改了产业部门对能源产品的投入结构,建立了多层嵌套的能源投入结构。

2.1 产业部门的投入产出结构

模型假设生产部门只有一个竞争性企业,每个企业只生产一种产品,生产行为由多层CES函数进行描述,生产要素投入包括资本、劳动和土地,能源与其他产品一样作为中间投入进入生产,并与资本之间具有替代关系。在所有部门中,生产技术都呈现出规模报酬不变的特性,并按照生产成本最小化的原则进行生产决策,生产过程采用多层嵌套的CES生产函数和Leontief生产函数描述。投入产出结构如图1所示。

模型的第一层次,首先将其他中间投入品和能源-要素投入以Leontief生产函数形式合成部门产出,即两种投入与产业部门的产出之间保持固定比例。

模型的第二层次,能源-要素投入按照CES结构分解为劳动力、能源-资本复合投入与土地投入。各产业部门的能源-要素投入成本函数和生产函数为:

$$\text{Min } PL_i L_i + PKE_i KE_i + PLN_i LN_i \quad (1)$$

$$\text{s.t. } VA_i = A_i^{va} (\alpha_i^l L_i^{\rho_i^{lw}} + \alpha_i^{ke} KE_i^{\rho_i^{kw}} + \alpha_i^{ln} LN_i^{\rho_i^{lw}})^{1/(1-\rho_i^{lw})} \quad (2)$$

式中: PL_i 是劳动者工资报酬, PKE_i 是能源-资本复合投入价格, PLN_i 是土地租金; L_i 表示部门 i 对劳动力要素的需求, KE_i 表示部门 i 对能源-资本合

①为节省篇幅,本文主要介绍CHINAGEM模型生产部门及其能源产品的投入结构,私人消费、投资、政府、贸易等部门的具体方程设定不再详细介绍,感兴趣的读者详见Mai等^[38]。

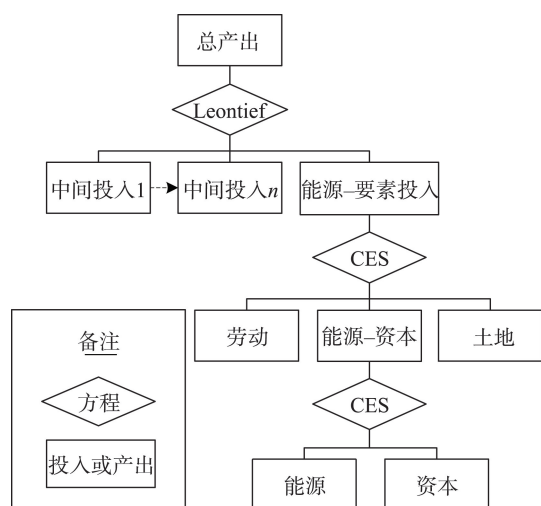


图1 产业部门投入产出结构

Figure 1 Input-output structure of industrial sectors

成投入的需求, LN_i 表示部门 i 对土地要素的需求; $V A_i$ 为部门 i 对能源-要素投入的总需求; A_i 表示规模参数, ρ_i^{va} 代表 CES 替代弹性参数, α_i 表示各种投入的份额参数。对方程(1)和方程(2)构建拉格朗日方程求解一阶微分, 可以获得产业部门对劳动力、能源-资本复合品和土地的条件需求函数:

$$L_i = \alpha_i^l \left(\frac{PVA_i}{PL_i} \right)^{\sigma_i^{va}} VA_i \quad (3)$$

$$KE_i = \alpha_i^{ke} \left(\frac{PVA_i}{PKE_i} \right)^{\sigma_i^{va}} VA_i \quad (4)$$

$$LN_i = \alpha_i^{ln} \left(\frac{PVA_i}{PLN_i} \right)^{\sigma_i^{va}} VA_i \quad (5)$$

式(5)中: $PVA_i = \left(\alpha_i^l PL_i^{1-\sigma_i^{va}} + \alpha_i^{ke} PKE_i^{1-\sigma_i^{va}} + \alpha_i^{ln} PLN_i^{1-\sigma_i^{va}} \right)^{1/(1-\sigma_i^{va})}$, $\sigma_i^{va} = \frac{1}{1-\rho_i^{va}}$ 。

模型的第三层次, 能源产品和资本要素按照 CES 函数合成能源-资本复合投入品, 即能源产品与机械、厂房等资本投入存在替代关系。与方程(1)和方程(2)相似, 由此可获得能源投入和资本要素投入的需求函数。

2.2 能源产品的嵌套结构

CGE 模型建立多层嵌套的能源投入结构(图2), 包括优质煤炭、非优质煤炭、焦炭、石油和天然气、石油加工品、燃气和电力热力共7种能源产品。能源产品间的替代程度通常由 CES 函数的替代弹

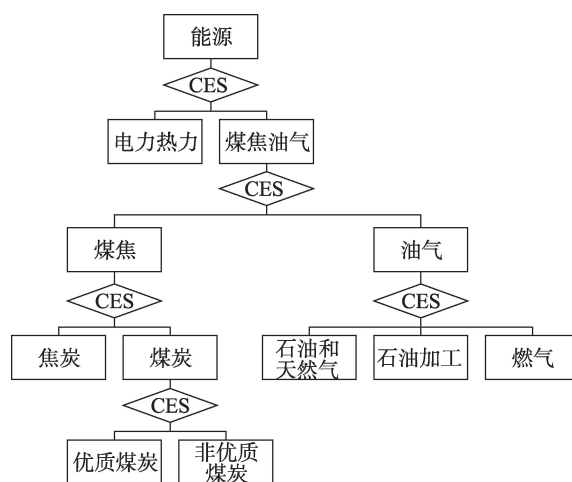


图2 能源产品的嵌套结构

Figure 2 The nested structure of energy products

性决定, 随着嵌套层数的增加, 不同层能源产品之间的替代性逐渐变弱。例如, 电力热力与煤焦油气复合品的替代性大于电力热力与煤炭之间的替代性。

CGE 模型在第一层次刻画了电力热力投入与煤焦油气投入之间的替代关系, 即二次能源与一次能源之间是不完全替代的。第二层次将煤焦和油气按照 CES 函数组合为煤焦油气复合品投入。第三层次考虑了焦炭和煤炭之间的替代性, 将二者按照 CES 函数组合为煤焦复合品投入; 同一层次的石油天然气、石油加工品和燃气按照 CES 函数组合为油气复合品投入; 第四层次将煤炭按照 CES 函数分解为优质煤炭和非优质煤炭两种投入。能源投入嵌套结构的 CES 生产函数形式和需求函数形式与方程(1)~(5)相同, 不再赘述。

2.3 数据库构建与宏观经济闭合

模型的基础数据来自中国2012年139个部门的投入产出表, 商品进出口数据来自海关进出口数据库, 产业部门的投入品替代弹性、出口转换弹性、Armington 进口弹性等均来自全球贸易分析模型(GTAP)数据库。另外, “优质煤炭”是自然条件下赋存的低灰分($Ad < 15.0\%$)、低硫($St, d < 1.0\%$)、高热值($Q_{gr}, d > 22.5 \text{ MJ/kg}$)的煤炭资源^[42]。因此, 根据优质煤炭的概念, 模型将煤炭产品拆分为优质煤炭和非优质煤炭两种产品。

考虑到煤炭产能政策调整的短期性与时效性,

2019年6月

本文在模拟煤炭产能政策的宏观经济与产业影响时,采用短期宏观经济闭合。即满足以下假设:第一,假设短期内投资难以形成新的资本,因而社会资本存量保持不变,资本收益率内生决定;第二,在工资刚性的假设下,实际工资由外生决定,允许社会存在失业;第三,假设政府支出与家庭消费支出保持同样的变化率。

由于设计方程数和数据量都很庞大,需要使用相应的模拟系统软件才能实现计算,目前国际上求解CGE模型的主要模拟软件包括GAMS、GEMPACK、MATLAB等。与澳大利亚学派的多数模型相同,CHINAGEM模型使用GEMAPCK软件对线性化方程系统进行求解运算,其优点在于求解速度快、均衡结果稳定。

3 煤炭产能政策情景设计及模拟结果分析

3.1 煤炭产能政策情景设计

为定量分析煤炭产能政策对宏观经济与产业的影响,本文将研究3类主要的煤炭产能政策:“276工作日”、税收倒逼以及去产能的政策,在此基础上综合考虑了税收优惠、技术进步以及产能置换等多种政策工具。由此设定了以下9个煤炭产能政策及其组合的情景(表1)。

降产量政策情景(S1—S3)主要考察减量化生产的“276工作日”及其政策组合的影响。情景1是模拟单一的降产量政策,产量降低9%是根据2016

年“276工作日”实施之后煤炭产量的降幅确定的;在情景1基础上,情景2对优质煤炭生产实施税收优惠,结合国家煤炭资源税改革建议2%~10%的税率,对优质煤炭生产减税2%以起到鼓励优质煤炭生产的作用;在情景2基础上,情景3加入优质煤炭行业技术进步的情况,本文借鉴齐晓燕等^[43]测算的中国煤炭全要素生产率,假设优质煤炭部门生产效率提高2%,由此模拟技术进步的影响。

税收政策情景(S4—S6)考虑了通过税收政策倒逼生产者转向优质煤炭生产的情景。情景4模拟了对非优质煤炭加征生产税的宏观经济与产业影响,本文设定对非优质煤炭部门加征4%的生产税,使得非优质煤炭生产税率既符合煤炭资源税改革的要求,又处于林伯强等(2012)^[44]计算的社会经济可承受的煤炭资源税率区间(5%~12%)。为了优化煤炭生产结构、淘汰落后产能,对优质煤炭生产和非优质煤炭生产可实行差异化的税收政策,因而情景5在对非优质煤炭部门加税的同时,对优质煤炭部门实施税收优惠政策(减税2%)。在情景5的基础上,情景6进一步提高了优质煤炭部门的生产效率(提高2%)。

去产能政策情景(S7—S9)模拟了削减煤炭产能的不同政策组合。情景7模拟降低非优质煤炭部门9%的产能,以比较煤炭产能与产量在相同冲击幅度情况下的不同影响。煤炭去产能往往意味着关闭生产规模小、设备落后的矿井,淘汰其附属的

表1 煤炭产能政策情景设置

Table 1 Scenario design of coal production capacity policy

情景组	情景设计及变量的冲击	政策含义
降产量政策		
S1	非优质煤炭产量降低9%	276工作日
S2	非优质煤炭产量降低9%,优质煤炭减税2%	276工作日+税收优惠
S3	非优质煤炭产量降低9%,优质煤炭减税2%,优质煤炭生产效率提高2%	276工作日+税收优惠+技术进步
税收政策		
S4	非优质煤炭加征4%	税收倒逼
S5	非优质煤炭加征4%,优质煤炭减税2%	差异税制
S6	非优质煤炭加征4%,优质煤炭减税2%,优质煤炭生产效率提高2%	差异税制+技术进步
去产能政策		
S7	非优质煤炭产能降低9%	去产能
S8	非优质煤炭产能降低9%,优质煤炭产能增加6%	产能置换
S9	非优质煤炭产能降低9%,优质煤炭产能增加6%,优质煤炭生产效率提高2%	产能置换+技术进步

厂房、机械、运输设备等。在CGE模型中,厂房、机械等生产设施均体现为资本投入品。在理论上,可采用减少煤炭部门生产资本的方式刻画去产能政策的影响。因此,借鉴Dixon等^[29,30]的研究,模型采用冲击煤炭部门生产资本投入的方式模拟降低产能的政策。根据相关政策^[44],煤炭新旧(优劣)产能置换比例最高至1:1.5,为考察产能置换政策的效果,在情景8中假设降低非优质煤炭部门9%的产能,同时提高优质煤炭部门6%的产能(资本投入品),有利于淘汰落后的煤炭产能,促进能源转型目标的完成。在情景8基础上,情景9进一步考虑了优质煤炭部门生产效率的提高(提高2%)。

3.2 CHINAGEM模型模拟结果分析

3.2.1 煤炭产能政策对宏观经济的影响

从表2可以看出,煤炭产能政策调整会给宏观经济造成一定的负面影响。降产量政策对宏观经济造成的负面影响较大,而税收政策对宏观经济冲击较小,去产能政策的宏观经济影响则处于两者之间。具体而言,仅降产量(S1)对宏观经济冲击最大。实施减量化生产的政策使煤炭产出大幅度降低,进而导致煤炭下游产业甚至所有需要煤炭投入的部门产出下降,进一步导致就业(-0.30%)、居民消费(-0.25%)和社会总投资(-0.10%)的下降;而由于煤炭行业供给的减少,各部门产品价格的相对变化导致CPI下降(-0.03%),最终给宏观经济带来较大损失(GDP下降0.51%)。税收政策(S1)通过提高非优质煤炭部门的生产成本,降低非优质煤炭的产量,但因税收在煤炭部门生产成本中占比不大,故

对宏观经济的负面影响非常小(GDP下降0.06%)。去产能(S7)是指关闭有一定产出的矿井、淘汰其附属的厂房、设备、机器等,因此煤炭行业产能降低实际上是煤炭行业资本投入的减少,由此降低了各部门的产出和就业,造成宏观经济有所损失(GDP下降0.18%),但明显小于降产量政策对宏观经济的冲击程度。采用削减资本投入模拟去产能的经济影响明显小于降产量的模拟效果。

与单一政策相比,煤炭产能政策的组合对宏观经济的冲击更小。在单一政策加入税收优惠、技术进步及产能置换等政策工具之后,优质煤炭行业受到正向影响,从而部分抵消了煤炭产能政策调整对宏观经济的负面冲击,有效地减缓了宏观经济的下降程度;但由于优质煤炭在煤炭产量中所占比重较小,多种政策组合的减缓作用在短期内相对有限,并未改变煤炭产能政策的宏观经济影响方向。在情景6中,非优质煤炭实施税收倒逼的同时,实施差异税制和推动优质煤炭部门的技术进步,显著地降低了对宏观经济的冲击,GDP的损失由情景4中单一政策的0.06%下降为0.02%。因此,实施煤炭产能综合政策,会减缓单一政策对宏观经济的冲击程度,从而更能起到稳定经济的作用。

3.2.2 煤炭产能政策对产业产出的影响

(1)煤炭产能政策对能源产业产出的影响

煤炭产能政策均可有效地调整能源行业的生产结构,起到了优化煤炭产出质量的作用。其中,降产量政策对煤炭生产结构调整的作用最显著,税收政策对煤炭生产结构调整的作用最弱,去产能政

表2 不同煤炭产能政策情景对宏观经济的影响

Table 2 Macroeconomic impacts of different coal production capacity policies (%)

	降产量政策			税收政策			去产能政策		
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
实际GDP	-0.51	-0.50	-0.48	-0.06	-0.05	-0.02	-0.18	-0.14	-0.12
居民消费	-0.25	-0.25	-0.24	-0.01	-0.01	0.00	-0.08	-0.06	-0.05
投资	-0.10	-0.09	-0.09	-0.02	-0.02	-0.01	-0.03	-0.03	-0.02
就业量	-0.30	-0.29	-0.27	-0.04	-0.04	-0.02	-0.12	-0.09	-0.08
CPI	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02
名义工资	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02
资本租金	-0.55	-0.52	-0.49	-0.20	-0.16	-0.14	-0.11	-0.09	-0.06

注:数据来源于CHINAGEM模型模拟结果。

2019年6月

策对煤炭生产结构调整的效果介于两者之间。“276工作日”(S1)、税收倒逼(S4)、去产能的政策(S7)分别使非优质煤炭产出下降9.00%、2.31%、3.35%,优质煤炭产出分别提高0.40%、0.05%、0.19%。模拟结果见表3。

与单一政策相比,3种政策的组合能进一步加强煤炭产能政策对煤炭生产结构优化的作用。其中,实施产能置换政策的同时,可提高优质煤炭行业的生产效率,使得非优质煤炭的产出下降3.30%,优质煤炭的产出提高3.45%。表明了在去产能政策淘汰落后生产能力、关停闲置工厂设备时,实施产能置换政策将增加煤炭行业的先进生产设备,对煤炭生产结构的调整发挥了最优的政策效果。

采用冲击资本投入方式模拟产能政策的结果更为合理,更符合煤炭去产能的经济学含义。对比S1和S7两种政策模拟结果,降产量政策明显对煤炭生产结构调整作用更大。由于煤炭产能与产量在现实情况中变化程度存在差异,采用直接降低产量的方法进行模拟,明显地高估产能政策的效果。但去产能政策的实施实际上是淘汰落后产能并关停闲置的厂房、机器、设备等,采用冲击煤炭部门生产资本投入的方式模拟,其结果更具现实意义。

其他能源产业产出根据其所受影响的机理可以分为两类:一类是与煤炭行业存在直接上下游关联的能源产业,如焦炭、电力和热力;另一类是与煤炭行业存在竞争替代关系的能源产业,包括石油和天然气、石油加工、燃气。

对于前者,煤炭产能政策的调整在降低煤炭的产出的同时减少煤炭供给,使得煤炭的下游部门

(即焦炭、电力和热力产业)产出受到较大的影响。另外,焦炭、电力和热力作为能源产品与煤炭存在替代关系,煤炭供给的减少导致煤炭价格上升,此时各产业将更多地使用焦炭、电力和热力等能源产品以部分替代煤炭。最终,焦炭、电力和热力部门的产出受以上两种情景的共同作用而有所下降。在降产量情景下(S1),焦炭产出下降1.98%,电力和热力的产出下降1.73%。第二类能源部门的产出也出现小幅下降。煤炭产出的下降导致各部门产出和中间投入需求下降,进而使得石油和天然气、石油加工、燃气等能源产品需求相应地下降,最终这些能源行业产出也随之下降。由于能源产品投入采用了多层嵌套结构,煤炭与这些能源产品之间存在一定的替代关系,但替代性相对较弱,因此这些能源产业产出仍有所下降。

(2)煤炭产能政策对非能源产业产出的影响

煤炭产能政策调整显著影响与之有上下游关联的产业部门,包括化工行业、金属冶炼行业、金属加工行业和铁路运输行业。各行业受影响程度主要取决于两方面因素:一是煤炭产能政策导致煤炭供给减少,对上下游产业造成直接影响;二是煤炭产能政策通过产品市场和要素市场导致全行业产出下降,对其他产业造成间接影响(表4)。

降产量政策对各产业产出的负面影响最大,税收政策的负面影响最小,去产能政策的影响介于两者之间,同时税收优惠、技术进步和产能置换等政策有助于缓解煤炭产能政策带来的负面影响。受上下游行业投入产出关联的影响,煤炭产出的下降将减少下游产业投入品的供给,从而导致下游产业

表3 不同煤炭产能政策情景对能源产业产出的影响

Table 3 Impacts of different coal production capacity policies on energy output

(%)

	降产量政策			税收政策			去产能政策		
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
优质煤炭	0.40	1.59	2.88	0.05	1.23	2.51	0.19	2.20	3.45
非优质煤炭	-	-	-	-2.31	-2.32	-2.34	-3.25	-3.28	-3.30
石油和天然气	-0.42	-0.41	-0.39	-0.07	-0.06	-0.03	-0.17	-0.13	-0.11
石油加工	-0.34	-0.33	-0.31	-0.08	-0.07	-0.05	-0.13	-0.10	-0.09
电力和热力	-1.73	-1.67	-1.58	-0.38	-0.31	-0.23	-0.67	-0.53	-0.45
燃气	-0.45	-0.43	-0.41	-0.09	-0.07	-0.05	-0.18	-0.14	-0.12
焦炭	-1.98	-1.91	-1.81	-0.40	-0.33	-0.24	-0.91	-0.72	-0.62

注:数据来源于CHINAGEM模型模拟结果;“-”表示外生冲击下降9.00%。

表4 不同煤炭产能政策情景对非能源产业产出的影响

Table 4 Impacts of different coal production capacity policies on non-energy industry output (%)

	降产量政策			税收政策			去产能政策		
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
基础化学原料	-1.93	-1.87	-1.77	-0.33	-0.28	-0.18	-0.82	-0.64	-0.55
铁合金产品	-1.22	-1.18	-1.12	-0.23	-0.19	-0.13	-0.55	-0.43	-0.37
有色金属矿采选产品	-1.11	-1.08	-1.02	-0.18	-0.15	-0.10	-0.46	-0.36	-0.31
有色金属及其合金铸件	-1.10	-1.06	-1.01	-0.18	-0.15	-0.10	-0.46	-0.36	-0.31
其他非金属矿物品	-1.03	-1.00	-0.95	-0.18	-0.15	-0.10	-0.44	-0.34	-0.30
黑色金属矿采选产品	-0.96	-0.92	-0.87	-0.20	-0.16	-0.12	-0.46	-0.36	-0.31
铁路运输	-0.95	-0.90	-0.85	-0.24	-0.20	-0.15	-0.34	-0.27	-0.22
化肥	-0.87	-0.84	-0.80	-0.13	-0.11	-0.07	-0.35	-0.27	-0.23
玻璃和玻璃制品	-0.86	-0.84	-0.79	-0.14	-0.12	-0.07	-0.36	-0.28	-0.24
合成材料	-0.85	-0.82	-0.78	-0.14	-0.12	-0.08	-0.36	-0.28	-0.24
钢压延产品	-0.77	-0.74	-0.70	-0.18	-0.15	-0.11	-0.39	-0.31	-0.27
金属制品	-0.77	-0.74	-0.70	-0.15	-0.13	-0.09	-0.36	-0.28	-0.25
专用化学产品	-0.77	-0.74	-0.70	-0.17	-0.14	-0.10	-0.38	-0.30	-0.27
钢、铁及其铸件	-0.76	-0.73	-0.69	-0.18	-0.14	-0.11	-0.39	-0.31	-0.27
其他电气机械和器材	-0.76	-0.74	-0.70	-0.11	-0.09	-0.05	-0.30	-0.23	-0.20

注:数据来源于CHINAGEM模型模拟结果;结果仅展示受冲击最大的前15个部门。

产出的下降,化工行业因此遭遇产出的下降。同时煤炭供给的下降也将减少电力热力和焦炭部门的产出,导致金属冶炼行业和金属加工行业遭受较大的负面冲击。

与以上3个行业不同,铁路运输行业产出下降的原因较为特殊。铁路运输行业虽不是煤炭行业的下游产业,但却是电煤供应链上的重要一环,中国煤炭铁路运量占煤炭总运量的60%以上。受国内煤炭供给下降的影响,铁路运输需求明显减少,由此导致铁路运输行业的产出下降。

4 结论与政策建议

4.1 结论

基于中国煤炭产能政策调整的CGE模型模拟结果,本文得出以下主要结论:

(1)煤炭产能政策有利于煤炭生产结构的优化,但不可避免地会对经济增长产生负面影响。降产量政策对煤炭产业结构调整的作用最为有效,使得优质煤炭产出最多可增加2.88%,但对宏观经济的冲击也最大,GDP下降幅度高达0.51%;税收政策对宏观经济冲击最小,但对煤炭产业结构调整的作用也最弱;去产能政策对煤炭产业结构与宏观经济的影响介于降产量政策和税收政策之间,在经济下

降程度较小的同时可增加较多的优质煤炭生产。因此,降产量政策更适合以牺牲经济产出为代价而实现煤炭生产结构调整的目标,税收政策适合以保证经济稳定为主缓慢调整煤炭生产结构的目标,只有去产能政策能较好地兼顾煤炭生产结构优化升级和宏观经济稳定发展两大发展目标。

(2)与单一的煤炭产能政策相比,采用政策组合对宏观经济及部门产出的政策效果更好。在单一政策分别加入税收优惠、技术进步及产能置换等政策工具之后,优质煤炭部门受到正向影响,从而部分抵消了煤炭产能政策调整对宏观经济的负面冲击,有效地减缓了宏观经济的下降程度。实施产能置换政策的同时,提高优质煤炭行业的生产效率,使得GDP仅下降0.12%,非优质煤炭的产出下降3.30%,优质煤炭的产出则提高3.45%,同时其他行业产出所受负面影响较小,对避免宏观经济受严重冲击和煤炭生产结构的调整取得了最优的政策效果。

(3)采用冲击煤炭部门资本投入的方式模拟去产能政策的结果更为合理,也更符合煤炭去产能的经济学含义。与任继球^[15]、张军令等^[19]的研究结论相似,本文也发现,煤炭去产能政策可能导致国内

2019年6月

经济和就业量的下降。但任继球^[15]计算得出煤炭行业降产量使就业人数下降0.75%,张军令等^[19]发现煤炭减产5.00%会造成0.05%的失业以及4.00%左右的GDP损失,均高于本文采用冲击煤炭部门资本投入的方式模拟去产能的结果。这是因为已有研究大多采用直接降低煤炭产量的模拟方法,其对煤炭产量的影响高于削减煤炭部门资本投入的影响,因而有可能高估去产能政策的负面影响。

(4)煤炭产能政策调整显著降低其他能源产业和与之有上下游关联的非能源产业产出。其他能源产业所受影响主要是由于其与煤炭行业存在直接上下游关联或者竞争替代关系。其中,铁路运输行业作为电煤供应链上的重要一环,也受到较大的冲击。

基于本文的研究结果,在制定煤炭产能政策时,需要综合考虑政策组合和去产能的长效政策,实现推动煤炭产业结构调整与减少宏观经济负面影响的平衡。在实践中,煤炭去产能政策实施将涉及财政、金融、国际影响等多方面政策问题,更是十分复杂且充满挑战。由于钢铁、玻璃、水泥等产业的去产能也是指淘汰落后产能并关停闲置的厂房、机器、设备等,所以本文采用冲击部门生产资本投入的模拟方法同样也适用于这些行业去产能的研究。

4.2 政策建议

基于上述研究结论,本文提出以下政策建议:

(1)相对谨慎地使用减量化生产政策。煤炭行业降产量政策在短期内属于简单的行政手段,是控制煤炭新增产能、改善煤企营业亏损状态的有效途径。但由于该政策具有强制性,对宏观经济和全行业产出冲击较大,对煤炭生产结构的改善只能是“治标不治本”。这是因为煤炭行业产能过剩主要在于大规模超前建设,短期内限制煤炭行业的产量并不意味着产能的彻底退出^[45]。

(2)去产能政策能有效减轻改革过程中的阵痛。相比减量化生产政策以及税收倒逼政策,产能置换政策在结合技术进步的情况下对产业结构、能源结构、宏观经济等具最优的政策效果。由于产能置换政策在现实经济中更易充分发挥市场机制的资源配置作用,有利于实现煤炭产能调整的长效

机制^[46]。

(3)煤炭去产能应当根据不同的现实需求采用不同的政策及其组合。在当前阶段,改革重心应向从直接干预转向综合施策,更多地从政府强制性手段转向依靠市场力量优化配置资源,并综合运用多种煤炭去产能的政策措施,最终实现煤炭行业的长效发展。

参考文献(References):

- [1] Wang D, Nie R, Long R, et al. Scenario prediction of China's coal production capacity based on system dynamics model[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2018, 129: 432-442.
- [2] Wang J, Feng L. Curve-fitting models for fossil fuel production forecasting: Key influence factors[J]. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 2016, 32: 138-149.
- [3] Li B B, Liang Q M, Wang J C. A comparative study on prediction methods for China's medium-and long-term coal demand[J]. Energy, 2015, 93: 1671-1683.
- [4] Hao Y, Zhang Z Y, Liao H, et al. China's farewell to coal: A forecast of coal consumption through 2020[J]. Energy Policy, 2015, 86: 444-455.
- [5] 国务院办公厅. 关于进一步加强淘汰落后产能工作的通知[EB/OL]. (2010-04-06) [2019-01-21]. http://www.gov.cn/jwqk/2010-04/06/content_1573880.htm. [General Office of the State Council. Notice of the State Council on Further Strengthening the Work of Eliminating Backward Production Capacities[EB/OL]. (2010-04-06) [2019-01-21]. http://www.gov.cn/jwqk/2010-04/06/content_1573880.htm.]
- [6] 国务院办公厅. 国务院关于化解产能严重过剩矛盾的指导意见[EB/OL]. (2013-10-15) [2019-01-21]. http://www.gov.cn/jwqk/2013-10/15/content_2507143.htm. [General Office of the State Council. Guiding Opinions of the State Council on Resolving Serious Production Overcapacity Conflicts[EB/OL]. (2013-10-15) [2019-01-21]. http://www.gov.cn/jwqk/2013-10/15/content_2507143.htm.]
- [7] 国务院. 关于煤炭行业化解过剩产能实现脱困发展的意见[EB/OL]. (2016-02-01) [2019-01-21]. <https://wenku.baidu.com/view/de63c2b14a73f242336c1eb91a37f11f1850de9.html>. [The State Council. Opinions on Solving the Problem of Excess Capacity in Coal Industry and Realizing the Development of Difficulty Relief[EB/OL]. (2016-02-01) [2019-01-21]. <https://wenku.baidu.com/view/de63c2b14a73f242336c1eb91a37f11f1850de9.html>.]
- [8] 庞军, 高笑默, 石媛昌. 能源资源税改革对我国城镇居民的收入分配效应: 基于投入产出模型的分析[J]. 中国环境科学, 2019, (1): 402-411. [Pang J, Gao X M, Shi Y C. The effect of energy and

- resources tax reform on income distribution of urban residents in China: An analysis based on input-output model[J]. *China Environmental Science*, 2019, (1): 402-411.]
- [9] 武辉, 于洁. 煤炭资源税改革以来出现的问题与对策: 以山东省煤炭资源税改革为例[J]. *税务研究*, 2017, (8): 48-50. [Wu H, Yu J. Problems and countermeasures since the reform of coal resources tax: Take Shandong Province's coal resources tax reform as an example[J]. *Tax Research*, 2017, (8): 48-50.]
- [10] 徐晓亮, 程倩, 车莹, 等. 煤炭资源税改革对行业发展和节能减排的影响[J]. *中国人口·资源与环境*, 2015, 25(8): 77-83. [Xu X L, Cheng Q, Che Y, et al. Impact on industry development and energy saving and emission reduction by coal resource tax reform on[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2015, 25(8): 77-83.]
- [11] 刘宇, 周梅芳. 煤炭资源税改革对中国的经济影响: 基于CGE模型的测算[J]. *宏观经济研究*, 2015, (2): 60-67. [Liu Y, Zhou M F. The economic impact of coal resource tax reform on China: Based on the measurement of CGE model[J]. *Macroeconomic Research*, 2015, (2): 60-67.]
- [12] 吴迪. 基于CGE模型的资源税改革对能源行业的影响研究: 以煤炭行业为例[J]. *当代经济管理*, 2014, 36(7): 62-65. [Wu D. Study on the impact of resource tax reform on the coal industry based on the CGE model[J]. *Contemporary Economic Management*, 2014, 36(7): 62-65.]
- [13] Zhang Z K, Guo J E, 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.
- [14] 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 B Q, Liu X Y, Zou C Y, et al. Resource tax reform: A case study of coal from the perspective of resource economics[J]. *China Social Sciences*, 2012, (2): 58-78.]
- [15] 任继球. 我国钢铁和煤炭去产能对就业的影响: 基于投入产出表的实证分析[J]. *宏观经济研究*, 2017, (10): 83-91. [Ren J Q. The impact of china's steel and coal de-capacity on employment: An empirical analysis based on input-output table[J]. *Macroeconomic Research*, 2017, (10): 83-91.]
- [16] Shi X P, Rioux B, Galkin P. Unintended consequences of China's coal capacity cut policy [J]. *Energy Policy*, 2018, 113: 478-486.
- [17] 李志俊, 原鹏飞. 去产能战略的影响评价及建议: 基于动态CGE模型的研究[J]. *中国软科学*, 2018, (1): 10-18. [Li Z J, Yuan P F. Evaluation and route of overcapacity cutting: Analysis based on dynamic computable general equilibrium model[J]. *China Soft Science*, 2018, (1): 10-18.]
- [18] 刘尚希, 樊轶侠, 封北麟. “去产能”财政政策分析、评估及建议[J]. *经济纵横*, 2018, (1): 81-91. [Liu S X, Fan Y X, Feng B L. Analysis, evaluation and suggestions of fiscal policies in “de-capacity”[J]. *Economic Aspects*, 2018, (1): 81-91.]
- [19] 张军令, 穆远东. 去产能与劳动要素再配置: 基于CGE的一般均衡分析[J]. *管理现代化*, 2017, 37(3): 30-32. [Zhang J L, Mu Y D. Re-distribution of production capacity and labor factors: General equilibrium analysis based on CGE[J]. *Management Modernization*, 2017, 37(3): 30-32.]
- [20] Shepherd C. China Provinces Fall Short on Coal and Steel Capacity Cuts[EB/OL]. (2016-08-19) [2019-01-21]. <http://www.ft.com/cms/s/0/c77f33ac-65e0-11e6-a08ac7ac04ef00aa.html?siteedition=intl#recommended-h-957051472487994500>.
- [21] 沈煜, 丁守海. 去产能会引起较大的失业风险吗?[J]. *上海经济研究*, 2016, (11): 12-19. [Shen Y, Ding S H. On the relations between the reduction on industrial overcapacity and unemployment risk?[J]. *Shanghai Economic Research*, 2016, (11): 12-19.]
- [22] 程俊杰. 中国转型时期产业政策与产能过剩: 基于制造业面板数据的实证研究[J]. *财经研究*, 2015, 41(8): 131-144. [Cheng J J. China's industrial policy and excess capacity in the transition period: An empirical study based on the panel data of manufacturing[J]. *Journal of Finance and Economics*, 2015, 41(8): 131-144.]
- [23] 耿强, 江飞涛, 傅坦. 政策性补贴、产能过剩与中国的经济波动: 引入产能利用率RBC模型的实证检验[J]. *中国工业经济*, 2011, (5): 27-36. [Geng Q, Jiang F T, Fu T. Policy-relates subsidy, overcapacity and China's economic fluctuation: Empirical testing based on RBC model[J]. *China Industrial Economics*, 2011, (5): 27-36.]
- [24] Pan L Y, Liu P, Li Z. A system dynamic analysis of China's oil supply chain: Over-capacity and energy security issues[J]. *Applied Energy*, 2017, 188: 508-520.
- [25] Zeng M, Zhang P, Yu S K, et al. Overall review of the overcapacity situation of China's thermal power industry: Status quo, policy analysis and suggestions[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, 76: 768-774.
- [26] 秦思远. 去产能过程中职工分流安置的有效探索: 基于MG(HF)公司钢铁去产能的分析[J]. *宏观经济研究*, 2017, (2): 152-156. [Qin S Y. Effective exploration of workers' diversion and resettlement in the process of de-capacity: Based on the analysis of steel de-capacity of MG(HF) company[J]. *Macroeconomic Research*, 2017, (2): 152-156.]
- [27] Li W, Lu C, Ding Y, et al. The impacts of policy mix for resolving overcapacity in heavy chemical industry and operating national carbon emission trading market in China[J]. *Applied Energy*, 2017, 204: 509-524.
- [28] Wang J L, Feng L Y, Tverberg G E. An analysis of China's coal supply and its impact on China's future economic growth[J]. *Energy Policy*, 2013, 57: 542-551.
- [29] Dixon P B, Rimmer M. Simulating the US Recession with or without the Obama Package: The Role of Excess Capacity[R]. Clayton:

2019年6月

- Centre of Policy Studies and the Impact Project, 2010.
- [30] Dixon P B, Rimmer M T. You can't have a CGE recession without excess capacity[J]. *Economic Modelling*, 2011, 28(1-2): 602-613.
- [31] 冯彦杰, 娄峰. 中国增值税改革的宏观经济效应研究[J]. *宏观经济研究*, 2018, (4): 30-39. [Feng Y J, Lou F. The macroeconomic effect of China's VAT reform[J]. *Macroeconomic Research*, 2018, (4): 30-39.]
- [32] Peng X J, Adams P D, Liu J. China's new growth pattern and its effect on energy demand and greenhouse gas emissions[J]. *Global Energy Interconnection*, 2018, 1(4): 428-442.
- [33] 郭正权, 张兴平, 郑宇花. 能源价格波动对能源-环境-经济系统的影响研究[J]. *中国管理科学*, 2018, 26(11): 31-41. [Guo Z Q, Zhang X P, Zheng Y H. Impact of energy price fluctuations on energy-environment-economy system in China[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2018, 26(11): 31-41.]
- [34] 都泊桦. 基于CGE模型的碳排放减排路径及模拟分析[J]. *统计与决策*, 2017, (8): 56-59. [Du B H. Carbon emission reduction path and simulation analysis based on CGE model[J]. *Statistics and Decision-Making*, 2017, (8): 56-59.]
- [35] 娄峰. 碳税征收对我国宏观经济及碳减排影响的模拟研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2014, 31(10): 84-96. [Lou F. Simulation study on the carbon tax impact on China's macro economy and carbon emission reduction[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2014, 31(10): 84-96.]
- [36] 胡宗义, 刘亦文. 能源要素价格改革对宏观经济影响的CGE分析[J]. *经济评论*, 2010, (2): 5-15. [Hu Z Y, Liu Y W. A dynamic CGE analysis of the effect of energy price reform on China's macroeconomics[J]. *Economic Review*, 2010, (2): 5-15.]
- [37] 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, 26(7): 3-13. [Wei W X. An analysis of China's energy and environmental policies based on CGE model[J]. *Statistical Research*, 2009, 26(7): 3-13.]
- [38] Mai Y, Dixon P B, Rimmer M. CHINAGEM: A Monash-Styled Dynamic CGE Model of China[R]. Clayton: Centre of Policy Studies and the Impact Project, 2010.
- [39] Beckman J, Hertel T. Why Previous Estimates of the Cost of Climate Mitigation Are Likely Too Low[C]. Santiago: The 12th Annual Conference on Global Economic Analysis, 2009.
- [40] Liang Q M, Wei Y M. Distributional impacts of taxing carbon in China: Results from the CEEPA model[J]. *Applied Energy*, 2012, 92: 545-551.
- [41] Mu Y Q, Wang C, Cai W J. The economic impact of China's INDC: Distinguishing the roles of the renewable energy quota and the carbon market[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, 81: 2955-2966.
- [42] 袁三畏. 中国煤质评论[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1999. [Yuan S W. China Coal Quality Review[M]. Beijing: Coal Industry Press, 1999.]
- [43] 齐晓燕, 郭丕斌. 基于DEA模型的工业行业全要素煤炭效率研究[J]. *科技和产业*, 2017, 17(8): 59-63. [Qi X Y, Guo P B. Study on total factor coal efficiency of industrial industry based on DEA model[J]. *Science and Technology and Industry*, 2017, 17(8): 59-63.]
- [44] 国家发展改革委. 关于进一步加快建设煤矿产能置换工作的通知[EB/OL]. (2017-05-25) [2019-01-21]. <http://www.waizi.org.cn/law/19586.html>. [National Development and Reform Commission. Notice on Further Accelerating the Construction of Coal Mine Capacity Replacement Work[EB/OL]. (2017-05-25) [2019-01-21]. <http://www.waizi.org.cn/law/19586.html>.]
- [45] 王云, 朱宇恩, 张军营, 等. 中国煤炭产业生命周期模型构建与发展阶段判定[J]. *资源科学*, 2015, 37(10): 1881-1890. [Wang Y, Zhu Y E, Zhang J Y, et al. Construction and development stage decision model of coal industry life cycle in China[J]. *Resources Science*, 2015, 37(10): 1881-1890.]
- [46] 孙喜民, 刘客, 刘晓君. 基于系统动力学的煤炭企业产业协同效应研究[J]. *资源科学*, 2015, 37(3): 555-564. [Sun X M, Liu K, Liu X J. Industrial synergy effects of coal enterprises according to system dynamics[J]. *Resources Science*, 2015, 37(3): 555-564.]

Policy optimization of coal production capacity in China based on a computable general equilibrium model

HE Ling, CUI Qi, CHEN Hao, SONG Tao

(Beijing Key Laboratory of Urban Green Development Science and Technology Strategy Research, Institute of Economics and Resource Management, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Based on CHINAGEM, a MONASH-style dynamic computable general equilibrium (CGE) model, this study constructed China's energy economic equilibrium model, conducted a differentiated multi-scenario policy analysis, and compared the impacts of different coal productivity policies and their portfolio on China's macro economy and industries. The results show that, while optimizing coal production structure, the coal productivity policy significantly affects the output of other energy industries and non-energy industries with upstream and downstream linkages, and inevitably has a certain impact on the macro economy. Among the coal production capability policies, reducing non-quality coal production is most effective in optimizing coal production structure, but it has the greatest negative impacts on macro economy. While taxation policy would have a slightly negative impact on macro economy in that national GDP falls by 0.06%, it has the weakest effect in improving coal production structure. The impacts of reducing production capacity fall between the above two policies. In implementing coal production capacity policies, several policies including tax incentives, production capability replacement, and technological advancement would simultaneously improve coal production structure and dampen the negative impacts on macro economy, and ultimately achieve long-term development of the coal industry. It is more reasonable to simulate the capacity policy by means of reducing capital input, which is more in line with the economic meaning of coal deactivation. This method is also applicable to the research of steel, glass, cement, and other industries.

Key words: production capacity policy; macroeconomic impacts; industrial impacts; computable general equilibrium (CGE) model; multi-scenario analysis; coal; China