
在集聚中减碳:畅通国内大循环的环境效应

钟粤俊 奚锡灿 陆 铭*

内容提要 改进要素和产品的空间配置可以优化中国产业结构、提高能源利用效率、实现高质量发展。本文在空间一般均衡框架中引入区域间能源利用效率差异,定量研究区域间劳动力流动成本和贸易成本对中国经济结构、单位GDP能耗和总产出的影响。反事实分析表明,降低区域间劳动力流动成本或贸易成本将提高非农就业占比和人均实际GDP,并使中国的单位GDP能耗显著下降。上述效应随着集聚带来的规模经济而扩大。本文结论表明,畅通国内大循环可以同时促进产业结构优化、经济增长和能源利用效率的提高,使中国经济在集聚中减碳。

关键词 劳动力迁移成本 贸易成本 能源利用效率 集聚经济

DOI:10.19985/j.cnki.cassjwe.2023.10.005

一 引言

2020年9月,中国明确提出2030年“碳达峰”与2060年“碳中和”目标(后文简称“双碳”目标),并获得国际社会的积极反应。然而,对于减碳与经济发展之间的关系,

* 钟粤俊:华东师范大学 上海市普陀区中山北路3663号;奚锡灿:复旦大学 上海市国际金融与经济研究院 上海市杨浦区国权路600号;陆铭(通讯作者):上海交通大学 上海市国际金融与经济研究院 上海市徐汇区华山路1954号。电子信箱:yuejunzhong1@gmail.com(钟粤俊);xicanxi@fudan.edu.cn(奚锡灿);luming1973@sjtu.edu.cn(陆铭)。

作者感谢国家自然科学基金(71834005、72073094)、中央高校基本科研业务费项目“华东师范大学引进人才启动费项目”(2021ECNU-HLYT036)和上海交通大学现代金融研究中心的资助。感谢当代中国经济与社会工作室研讨会、2022年中国青年经济学家联谊会、中央财经大学学习宣传贯彻党的二十大精神“区域协调发展与中国式现代化”论坛、2023年第六届中国与发展国际学术年会,感谢梁文泉、韩立彬、刘志阔、陈钊、龙海文、向宽虎、陈登科、李兵、盖庆恩、张吉鹏等在研究中提供的帮助和建设性修改意见。当然文责自负。

世界经济* 2023年第10期 · 64·

学界和政界仍然存在许多模糊认识。近年来,为实现单位GDP减排目标^①,不少地方动用了限额、罚款等行政规制手段,有些地方甚至通过控制工业发展速度来减排,引起了发展和减排之间的矛盾。要实现发展和减排的双赢,一个重要的前提是具备全局视角和一般均衡的思维,不能把目光局限在一时一地的得失上。2022年习近平总书记在两会上指出:“要算大账、算长远账、算整体账、算综合账。‘双碳’目标是全国来看的,哪里减,哪里清零,哪里还能保留,甚至哪里要作为保能源的措施还要增加,都要从全国角度来衡量。”

现有研究表明,企业生产效率和能源利用效率间存在显著正相关关系(Cherniwchan, 2017; Shapiro and Walker, 2018; Copeland *et al.*, 2021; Qi *et al.*, 2021)。因此,生产要素向高生产效率地区集聚,既可以提高整体的生产效率,又可以提高整体的能源利用效率。然而,长期以来,由于自然条件、制度和政策导向等因素,中国的要素和产品市场存在严重的区域分割。这不但不利于地区间在人均GDP意义上的“平衡发展”(陆铭等, 2019),还可能加剧经济发展与减排之间的矛盾。本文强调,要素和产品市场在区域间的分割是导致中国能源利用效率不高和经济发展不充分的重要原因。畅通国内大循环将促使要素向高生产率和能源效率地区集聚,实现经济增长与能源效率提高的双赢。

首先,我们基于中国实践的特征事实,展示2000年以来中国各区域和部门之间在能源利用效率上的差异,结合区域发展政策冲击讨论区域空间能源利用效率变化。接着,本文构建一个包含区域间生产效率和能源效率差异的空间一般均衡模型,在要素空间配置、产业结构、经济增长和能源效率之间建立起内在逻辑联系,并结合中国数据定量分析在集聚中减碳的效应^②。反事实分析表明:(1)降低区域间劳动力流动成本,跨区域人口流动会大幅增长,非农就业占比和人均实际GDP上

^① 本文不对能耗、排放进行区分,减碳、减排和提高能源利用效率(或降低单位GDP能耗)依据不同的上下文而不做区分。因为碳排放(温室气体排放的总称)同能源消耗高度相关。近年来,温室气体大量排放造成了全球变暖等全世界都关注的环境问题,而温室气体的主要组成部分就是二氧化碳(CO₂)。人类的生产、生活大量使用各种化石能源造成大量的CO₂排放。能源种类较多,所含热量也各不相同,为了便于总量研究,中国把每公斤含热7000大卡(29306焦耳)定为标准煤(标煤)。根据换算,1吨标准煤完全燃烧产生的CO₂的碳排放系数参考值为0.7。

^② 需要说明的是,总能源消耗包括生产性能源消耗和消费性能源消耗,根据《中国能源统计年鉴》,生产性能源消耗远远大于消费性能源消耗,同时,由于本文主要研究单位GDP能耗,故本文主要关注生产性能源消耗。

升,而单位GDP能耗显著下降。如果2010年流入城镇的迁移成本下降1/4,省内跨城乡移民将增加35.2%,省间移民将增加42.7%,城市化率将提高9.4个百分点(如果使中国的城市化率提高约10个百分点,就可以接近同样发展水平阶段的世界平均水平),实际GDP将增长6.4%,社会福利将提高8.6%,单位实际GDP能耗将下降6%,服务业就业占比将增加4.6个百分点。分离跨省流动和省内流动成本变化,不同类型成本变化的结果会有较大差异。(2)如果2010年区域间贸易成本下降20%(全国整体制度性贸易成本约占总贸易成本的20%),省际移民将增长0.1%,城镇化率将上升0.1个百分点,实际GDP和社会总福利将分别增长7.9%和2.9%,单位实际GDP能耗将下降7.3%。(3)同时畅通劳动力和商品流通的国内大循环改革,经济和社会总福利的增长会出现“1+1>2”的影响效应,即同时改革效应大于单项改革加和。移民、城镇化和产业结构调整会出现“1+1≈2”的影响效应,即同时改革效应约等于单项改革加和。单位GDP能耗会出现“1+1<2”的影响效应,即同时改革效应略小于单项改革加和。(4)上述效应随着集聚带来的规模经济而扩大,技术进步的提高也会大幅促进经济增长和降低单位GDP能耗。

本文主要与以下两类文献密切相关,但同这些研究相比又有新的边际贡献。第一类是研究资源配置环境效应的文献。部分研究探讨国际贸易如何通过影响资源配置进而对环境产生影响。由于不同地区、行业或企业有不同的排污密度,国际贸易通过影响资源在不同地区、行业或企业之间的配置而影响环境(Taylor and Copeland, 2014; Larch and Wanner, 2017; Najjar and Cherniwchan, 2021; Shapiro, 2021)。也有基于微观数据的研究发现,高生产率企业的生产通常更清洁,因此信贷约束、环境政策和特惠性政策等引起的企业间资源配置等会同时影响经济增长和环境(Barrows and Ollivier, 2018; Tombe and Winter, 2015; Shapiro and Walker, 2018; Qi *et al.*, 2021)^①。虽然有不少关于减排或节能技术进步的研究,但是同中国相关的这类研究主要以简约式估计分析为主(陆铭和冯皓, 2014; Chen *et al.*, 2018; 宋弘等, 2019; Xu *et al.*, 2022),往往面临内生性问题或不能基于全局视角讨论增长(福利)效应和环境效应。同既有研究相比,本文将区域间的能源生产和利用引入空间一般均衡的分析框架,从全局视角定量分析区域间资源配置对能源利用效率的影响,将中国的资源空间配置或管制的环境效应研究从简约式估计提升到空间一般均衡的量化估计,是对资源配置的环境效应文献的补充。

① 相关的文献综述请参见:Brock and Taylor(2005)、Copeland(2014)及Copeland *et al.*(2021)等。

第二类文献研究空间资源错配对于经济发展的影响,部分研究劳动力空间配置效率的文献发现,劳动力流动成本会带来劳动力配置效率恶化,进而降低劳均产出、贸易水平和社会福利(潘士远等,2018;Caliendo *et al.*,2019;宋扬,2019;Tombe and Zhu,2019)。也有研究发现,转移支付的空间错配导致资源配置效率恶化,进而损害整体的国际竞争力(陆铭和向宽虎,2014;Lu and Xiang,2016)。还有研究土地要素空间配置的文献发现,土地空间错配会同时带来劳动力的空间错配,进而压低全要素生产率(陆铭等,2015;刘修岩和李松林,2017;张莉等,2017;韩立彬和陆铭,2018;Hsieh and Moretti,2019)。然而,这类文献鲜有从空间视角讨论错配(尤其是商品或生产要素流通)的环境效应,本文考虑生产的规模经济效应,将非农部门拆解为制造业和服务业部门,同时引入能源部门的生产和使用,研究空间错配对于经济增长和能源利用效率的影响,将中国特征事实和空间一般均衡模型有机结合,提供了资源空间配置如何影响环境的中国证据,探讨规模经济在结构转型和能源利用效率方面的作用机制。

本文余下内容的结构安排如下:第二部分展示中国不同区域能源利用效率差异的特征事实;第三部分构建空间一般均衡理论模型,并求解模型;第四部分进行参数校准和反事实分析。第五部分进行敏感性分析,检验基准结果的稳健性;第六部分为本文的结论与政策建议。

二 特征事实

在本部分,我们将展示中国不同区域之间在能源利用效率上的差异。利用《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国工业企业污染排放与治理微观数据》等宏微观数据,我们发现以下特征事实:(1)地区间和部门间在能源利用效率上存在显著差异,而能源利用效率和人均GDP之间存在较强的正相关关系。(2)2003年以后,东部区域(简称沿海地区)和中西部区域(简称内陆地区)在能源利用效率上出现了分化,沿海地区单位GDP能耗出现下降趋势,而内陆地区出现上升趋势^①。

^① 由于本文同时出现了省级行政单位下的城乡、省级行政单位以及比省级行政单位大的区域(例如全国层面的城乡等区域、沿海地区、内陆地区等)。如无特别说明,本文把各省级行政单位下的城乡定义为子区域,省级行政单位定义为地区,比省级行政单位大的定义为区域。

(一)能源利用效率的区域间差异

中国不同地区(省级单位)之间在能源利用效率上存在显著差异。图1刻画了2010年中国各省GDP、人口和能源消耗占全国的份额。如果各地区之间的人均GDP和单位GDP能耗相同,那么这三类线应该呈现重合变化趋势。然而,图1显示,三类线之间的偏离都较大,表明人均GDP和单位GDP能耗都存在显著的地区差异。

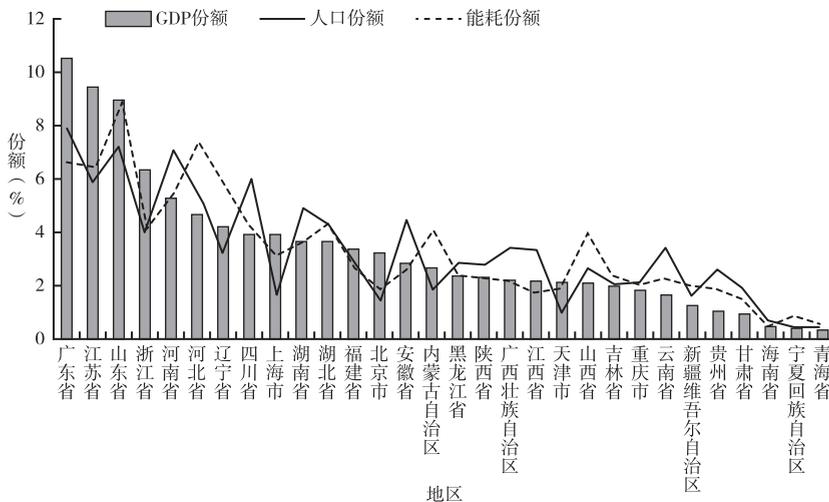


图1 2010年人口、能耗和GDP空间分布

数据来源:《中国统计年鉴》与《中国能源统计年鉴》。份额是指占全国的比重。替换其他年份的人口、能耗和GDP空间分布关系图,结论类似。

进一步地,图2展示了不同地区各部门的能源利用效率比较。可以看到,同一省内的农业和服务业部门能耗差异不大,制造业部门的单位GDP能耗高于农业和服务业部门,这意味着,每个地区内部从农业向制造业再向服务业转型的产业结构调整阶段,虽然会使该地区的人均GDP上升,但也会使该地区的单位GDP能耗出现先上升后下降的过程。另一方面,虽然随着时间推移,部门间的单位GDP能耗差距(绝对量)在缩小,但各部门在不同地区间的单位GDP能耗仍存在较大差异,故同一时期内,给定其他条件不变,促进要素在不同地区间的空间再配置,可以降低整体的单位GDP能耗。需要说明的是,由于数据所限,特征事实无法考虑技术进步的影响,为剥离技术进步变化在时间上对地区能耗的影响,我们用部门比值消除共同技术进步的影响,部门单位GDP能耗相对比值见《世界经济》网站(www.jweonline.cn)2023年第10期在线期刊本文的补充材

料(下文简称见网站)附录图1。

值得注意的是,图1和图2表明内陆地区的单位GDP能耗普遍高于沿海地区(加总或分部门均类似),地区间能源利用效率差异是不是因为地区间产业结构差异导致?为进一步剥离产业结构在地区间差异对前面特征事实结论的影响,表1基于1998-2004年的中国工业企业污染排放与治理微观数据^①,讨论区域和单位产出能耗关系。控制了年份虚拟变量和行业2位码虚拟变量的回归结果表明,内陆地区的单位产出能耗显著高于东部沿海地区。为了进一步剥离其他潜在因素的干扰,第(2)栏给出沿海和紧邻沿海的内陆省份样本回归,除了区域发展政策的差异,这些地理临近地区在时间维度上的变化较相似,回归结果仍表明,内陆地区的单位产出能耗显著更高。

根据图3,从2000到2015年,在每一个时点,中国各省人均GDP和单位GDP能耗之间都存在很强的相关关系。经济发展越好、人均GDP越高的地区,

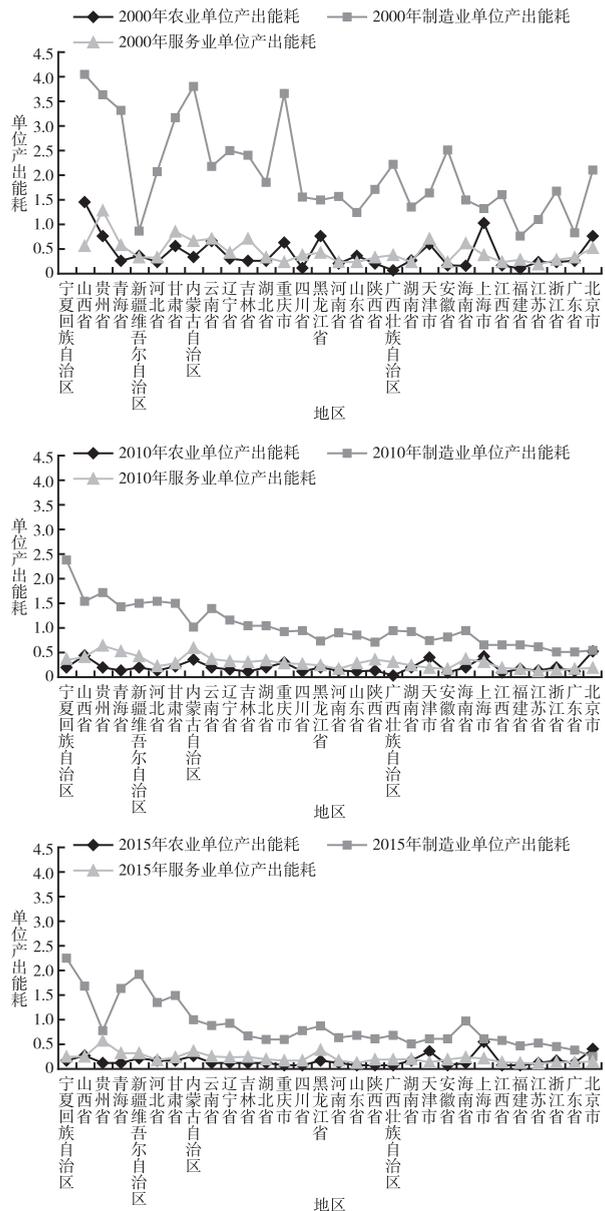


图2 2000-2015年部门单位GDP能耗变化
数据来源:《中国统计年鉴》与《中国能源统计年鉴》。

^① 之所以选用工业企业污染排放与治理微观数据是因为:一方面,制造业部门间能耗差异较大;另一方面,目前并没有其他微观企业数据库揭示服务业企业的排放数据。需要说明的是,中国工业企业排放与治理微观数据2005年以后并未给出企业所属行业的指标,我们没有将2005年以后的结果纳入分析。

单位GDP能耗越低。这一点,无论我们使用名义还是实际GDP(同时控制时间和地区间差异)都成立。

表1 微观企业层面的区域与单位产出能耗

被解释变量	单位产出能耗	
模型范围	全国范围	沿海及紧邻省份
模型编号	(1)	(2)
内陆地区虚拟变量 (内陆地区为1,东部为0)	5.272*** (0.849)	6.422*** (1.522)
行业2位码虚拟变量	控制	控制
年份虚拟变量	控制	控制
样本数	405 682	307 593
R ²	0.002	0.002

说明:括号内为修正的稳健标准误,*、**与***分别代表 $p < 0.1$ 、 $p < 0.05$ 与 $p < 0.01$,后表同。本文定义的中国东部地区包括:北京市、天津市、河北省、山东省、江苏省、上海市、浙江省、福建省、广东省和海南省;内陆地区为东部地区和港澳台以外的省区市。单位产出能耗是指能源消耗(单位吨,根据燃料煤、燃料油与标准煤之间的换算关系转换为标准煤)除以企业产出(单位万元)。由于企业层面的单位产出能耗有不少0值,故我们未对被解释变量做取对数处理。

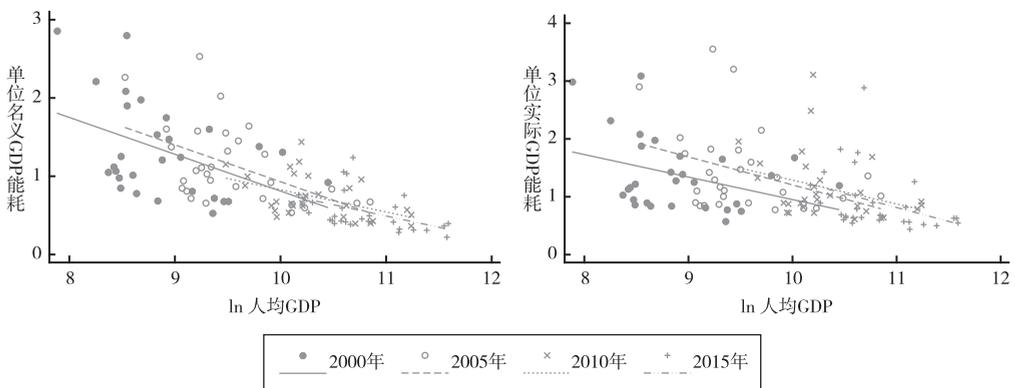


图3 历年各地区人均GDP和单位GDP能耗

说明:2000–2015年各地区人均GDP和单位GDP能耗的关系。左边是名义GDP能耗;实际GDP(2000年不变价格)根据Brandt and Holz(2006)的方法进行修正。

(二)区域发展政策下地区间能源利用效率分化

为揭示能源利用效率在时间上的动态变化,图4给出控制其他变量后,年份虚拟

变量对单位 GDP 能耗的回归结果。结果表明,以 2000 年为基期,随着时间推移,单位 GDP 能耗整体呈增加趋势。进一步的,我们区分沿海省份和内陆省份子样本,2003 年之后,沿海和内陆地区的能源利用效率开始分化,内陆地区的能源利用效率在下降,单位 GDP 能耗整体呈上升态势。2003 年出现区域间能源利用效率分化的原因是:改革开放之后,中国城市化进程快速推进,同时出现经济和人口向沿海地区集聚,但是转型时期的户籍制度等因素导致

人口集聚慢于经济空间布局的变化,于是,经济集聚也伴随着地区间人均 GDP 差距扩大。2003 年之后,为缩小地区差距,中央政府采取了一系列平衡地区发展的政策(简称区域发展政策),引导建设用地指标、转移支付等向内陆地区配置^①。区域发展政策是导致空间布局变化的外生冲击,也是影响国内大循环的重要决定因素,2003 年区域再平衡发展政策带来某些维度低效或分散式发展^②,不利于畅通国内大循环发展,该

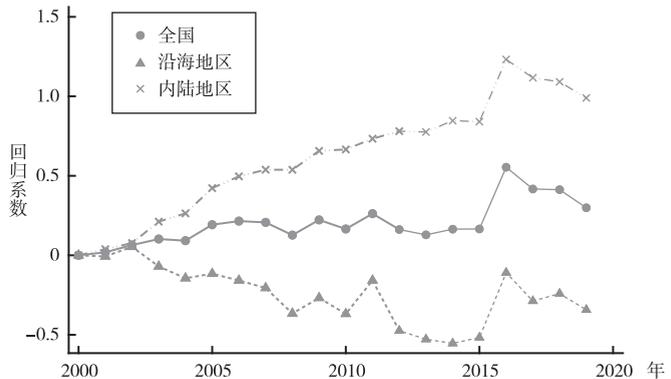


图4 历年单位GDP能耗变化回归系数

说明:2000-2019年省级层面回归控制了省内的人均GDP、二三产业占比及省份虚拟变量。全国系数是指省级层面样本控制了其他变量后,各年份虚拟变量回归系数,揭示不同年份下的能源利用效率变化。沿海系数和内陆系数分别是指沿海和内陆省份样本年份虚拟变量回归系数。需要说明的是,如果加上90%的置信区间,沿海系数统计上不显著,内陆系数和全国系数在2003年后系数统计上显著大于0。本部分汇报结果为名义GDP能耗,将其替换为实际GDP能耗(2000年不变价格),结论不变。本图实质是DID思路,区域发展政策下区域间能源利用效率分化的DID和事件研究法回归结果见网站附录表2和图2。

① 本文涉及的区域发展政策主要包括:(1)2003年以后土地资源的配置方向出现调整,土地管理政策侧重于以土地资源分配促进经济发展。中国的土地资源分配方向呈现出支持中西部、限制东部的趋势,尤其是一些人口流入且经济发展较快地区的土地资源分配开始收紧。(2)为了促进地区间公共服务均等化和经济均衡发展,2003-2004年中央开始对欠发达的农村、中西部以及东北老工业基地等地区进行大规模的财政转移支付。(3)从2000年开始,中央组织实施西部大开发战略,并于2003年提出振兴东北老工业基地战略,2004年提出中部崛起计划,政策逐步倾向于鼓励中西部和东北地区发展经济。

② 偏向中西部和落后地区的建设用地指标调整和财政转移支付等都会影响要素流动,诱使更多高能耗和低效率产业迁移到内陆,同时大量人口被滞留在内陆,这些使得经济在空间上均匀分布的政策同时会影响减碳和经济增长。

政策冲击为本文检验空间布局和能耗关系提供了自然实验。

为进一步剥离地区产业结构差异的影响,表2基于2003年区域发展政策冲击和中国工业企业污染排放与治理微观数据,构建控制行业2位码虚拟变量的双重差分回归模型,讨论区域发展政策对单位产出能耗的影响。第(1)和(2)栏内陆地区虚拟变量(内陆为1,沿海为0)和 $post_{2003}$ 虚拟变量(2003年及以后为1,之前为0)交互项系数为正表明,2003年以后内陆地区的单位产出能耗上升(第(2)栏P值为0.12)。为了进一步剥离其他潜在因素的干扰,第(3)和(4)栏给出沿海和紧邻沿海的内陆省份样本回归,回归结果同第(1)和(2)栏类似。

表2 微观企业层面的区域发展政策与单位产出能耗

被解释变量 模型范围 模型编号	单位产出能耗			
	全国范围		沿海及紧邻省份	
	(1)	(2)	(3)	(4)
内陆地区虚拟变量	4.522*	4.682	9.072*	10.004*
$\times post_{2003}$	(2.740)	(3.075)	(5.295)	(5.869)
行业2位码虚拟变量	控制	控制	控制	控制
省份虚拟变量	控制	未控制	控制	未控制
城市虚拟变量	未控制	控制	未控制	控制
年份虚拟变量	控制	控制	控制	控制
样本数	405 682	405 682	307 593	307 593
R ²	0.002	0.005	0.002	0.003

三 理论模型

以上述特征事实为基础,本部分构建一个包含地区间上下游产业联系的生产与能源使用、劳动力流动成本和贸易成本的量化空间一般均衡模型,使用独立于价格的广义线性(Price Independent Generalized Linearity, PIGL)间接效用偏好从需求侧刻画部门结构转型差异,在要素空间配置、产业结构、经济增长和能源利用效率之间建立起紧密的内在逻辑联系^①。我们将结合中国数据,定量分析畅通国内要素和产品市

^① 从 Ahlfeldt *et al.*(2015)等开始,量化空间一般均衡分析框架不断完善和丰富,相关研究也越来越多,量化空间一般均衡分析的重要研究包括: Ahlfeldt *et al.*(2015)、Brandt *et al.*(2013)、Tombe(2015)、Redding(2016)、Tombe and Zhu(2019)和 Hao *et al.*(2020)等。虽然在针对不同的研究和具体问题,不同的研究会有相应的调整和变化,但是这些分析有统一的空间一般均衡分析框架,具体参考 Redding and Rossi-Hansberg(2017)。

场,对于中国产业结构、经济增长和能源利用效率的影响。

具体而言,模型中存在“N+1”个地区(中国的N个省份和中国以外的世界地区),每个地区又分为农村和城市两个子区域,生产三种产品:农产品(a)、制造品(m)和服务品(s)。此外,每个地区还有一个能源部门(e),提供生产所需要的能源。生产函数借鉴了Caliendo and Parro(2015)、Caliendo *et al.*(2018)和Tombe(2015)的研究,引入多产业上下游联系,同时考虑规模经济效应。生产商品在地区间均可贸易^①,但需要付出“冰山型”贸易成本(简称冰山成本)。贸易成本既同自然条件和运输技术相关,又受制度性的区域分割影响^②。中国和世界其他地区没有劳动力流动,但劳动力在中国的地区间可以自由流动(将中国总劳动力数量标准化为1),不同地区或子区域间的劳动力流动存在成本:出生在 d 地区 n 子区域(d,n)的劳动者可以前往其他 j 地区 k 子区域(j,k),但会面临效用损失^③。

(一)生产和贸易

模型关于各部门生产和贸易的主要描述与Eaton and Kortum(2002)的经典假设类似。每个部门 $i \in \{a, m, s, e\}$ 都由许多的不同种类商品 v 所构成, $v \in [0, 1]$ 。每个地区 j 最终使用的 i 部门产品,是这些不同种类商品的CES加总:

$$Y_{i,j} = \left[\int_0^1 y_{i,j}(v)^{(\theta_i-1)\theta_i} dv \right]^{\theta_i/(\theta_i-1)} \quad (1)$$

其中, $y_{i,j}(v)$ 是 j 地区所使用的 i 部门的商品种类 v ,可以本地生产,也可以从其他地区购买,同一部门内不同种类商品之间的替代弹性 $\theta_i > 1$ 。 $Y_{i,j}$ 既可能用作最终消费,也可能用作生产过程中的中间投入品^④。 j 地区 i 部门 v 种类的生产函数为:

① 需要说明的是,本文允许能源贸易和运输,跨地区运输能源有运输成本。虽然不同类型能源贸易会有差异,但相对粮食和服务业商品,煤、油和天然气等常用能源属于较易贸易运输的商品。中国是世界上最重要的能源产品贸易大国之一,根据2012年投入产出表,中国进口能源占总能源的17%,出口能源占总能源的2%。同时,地区能源生产和需求差异可以通过运输和成本调整供需。根据《中国能源统计年鉴》,2000-2020年东部沿海和内陆地区的能源消费量有变化,每年能源消费量相对上一年的变化率介于10%~20%(具体参见网站附录图3)。

② 在中国转型时期的行政体制之下,往往在辖区边界存在商品和生产要素的流动障碍,导致贸易成本提高。

③ 类似地,这些效用损失既反映两个地区之间的地理距离和文化差异等因素,又反映户籍制度等人为造成的劳动力流动障碍。

④ 由于本文仅考虑生产中的能源消耗,因此假设能源部门的产品只用作生产过程的中间产品,而不进入最终消费。

$$y_{i,j}(v) = L_j^{\zeta} \phi_{i,j}(v) L_{i,j}(v)^{\beta} T_{i,j}(v)^{\gamma_i} \left[\prod_{g \in \{a,m,s,e\}} M_{i,j}^g(v)^{\psi_{i,g}} \right]^{1-\beta-\gamma_i} \quad (2)$$

其中, $L_{i,j}(v)$ 为企业生产所使用的劳动力, $T_{i,j}(v)$ 为企业生产所使用的土地, $M_{i,j}^g(v)$ 为 j 地区 i 部门企业生产所使用 g 部门生产的中间投入品 (满足 $\sum_{g \in \{a,m,s,e\}} \psi_{i,g} = 1$)。 β_i 和 γ_i 分别为 i 部门劳动和土地要素份额。单个企业的生产率由 L_j^{ζ} 和 $\phi_{i,j}$ 组成, 其中 L_j^{ζ} 反映了由集聚带来的规模效应: j 地区所使用的劳动力越多, 企业的平均生产效率越高, 而这个效应的大小由参数 ζ 控制 (内生化学技术进步)。 $\phi_{i,j}$ 则决定了 j 地区 i 部门每个企业生产效率的差异, 它从 Frechet 分布中独立同分布抽取出来: $F_{i,j}(\phi) = e^{-A_{i,j}\phi^{-\sigma}}$ 。其中, 参数 $A_{i,j}$ 决定了 ϕ 的平均值, 而 σ 决定了 ϕ 的方差 (该值越大, 差异越小)。给定工资率 w 及土地租金 γ 等要素价格和商品价格 P , 抽取了 $\phi_{i,j}$ 的企业生产商品 v 的单位成本 (即该产品的出厂价格) 为:

$$p_{i,j}(v) = w_{i,j}^{\beta_i} r_{i,j}^{\gamma_i} \left(\prod_{g \in \{a,m,s,e\}} P_{g,j}^{\psi_{i,g}} \right)^{1-\beta_i-\gamma_i} / [L_j^{\zeta} \phi_{i,j}(v)] \quad (3)$$

然而, 这并非消费者所支付的价格, 因为跨地区贸易存在贸易成本: 如果 j 地区要从 d 地区最终获得 1 单位 $i \in \{a,m,s,e\}$ 部门生产商品, d 地区必须生产 $\tau_{i,jd} \geq 1$ 单位。因此, j 地区的消费者为 d 地区的产品最终支付的价格将是单位成本乘以贸易成本。来自不同地区的 i 部门 v 种类商品的生产企业, 在 j 地区展开价格上的竞争, 而消费者将选择最终支付价格最低的那家企业。

正如 Eaton and Kortum (2002) 表明, 如果我们假设 $\phi_{i,j}$ 服从 Frechet 分布, 那么在 i 部门, j 地区从 d 地区购买 (或进口) 商品的份额可以表示为:

$$\pi_{i,jd} = \frac{\left[\tau_{i,jd} w_{i,d}^{\beta_i} r_{i,d}^{\gamma_i} \left(\prod_{g \in \{a,m,s,e\}} P_{g,d}^{\psi_{i,g}} \right)^{1-\beta_i-\gamma_i} / (L_d^{\zeta} A_{i,d}) \right]^{-\sigma}}{\sum_{Z=1}^{N+1} \left[\tau_{i,jZ} w_{i,Z}^{\beta_i} r_{i,Z}^{\gamma_i} \left(\prod_{g \in \{a,m,s,e\}} P_{g,Z}^{\psi_{i,g}} \right)^{1-\beta_i-\gamma_i} / (L_Z^{\zeta} A_{i,Z}) \right]^{-\sigma}} \quad (4)$$

因此, j 地区从 d 地区购买的商品份额, 取决于 d 地区在 i 部门的平均生产率 ($L_d^{\zeta} A_{i,d}$)、两地之间的贸易成本 $\tau_{i,jd}$ 和 d 地区的投入要素价格 $w_{i,d}^{\beta_i} r_{i,d}^{\gamma_i} \left(\prod_{g \in \{a,m,s,e\}} P_{g,d}^{\psi_{i,g}} \right)^{1-\beta_i-\gamma_i}$, 参数 σ 是地区间的贸易弹性。 j 地区在 i 部门的综合价格为 (Γ_i 是关于 σ 和 θ_i 的函数, 给定参数后是常数):

$$P_{i,j} = \Gamma_i \left[\sum_{d=1}^{N+1} \left(\tau_{i,jd} w_{i,d}^{\beta_i} r_{i,d}^{\gamma_i} \left(\prod_{g \in \{a,m,s,e\}} P_{g,d}^{\psi_{i,g}} \right)^{1-\beta_i-\gamma_i} / (L_d^{\zeta} A_{i,d}) \right)^{-\sigma} \right]^{-1/\sigma} \quad (5)$$

本文关注的重点是各地区和各部门能源利用效率的差异。给定上述假设, j 地区在 $i \in \{a, m, s, e\}$ 部门的单位名义 GDP 能耗 ($EI_{i,j}$) 和单位实际 GDP 能耗 ($Real_EI_{i,j}$) 分别为:

$$EI_{i,j} = (1 - \beta_i - \gamma_i) \psi_{i,e} / P_{e,j} \quad (6)$$

$$Real_EI_{i,j} = (1 - \beta_i - \gamma_i) \psi_{i,e} P_{i,j} / P_{e,j} \quad (7)$$

因此, 模型给定参数后, 影响单位名义 GDP 能耗的重要因素是能源价格 $P_{e,j}$; 影响单位实际 GDP 能耗的除了 $P_{e,j}$, 还有部门商品价格 $P_{i,j}$, 部门商品价格越高, 单位实际 GDP 能耗越高。在现实生活中, 各地企业所面临的能源价格, 既受能源生产技术影响, 同时也受能源政策和环境管制政策影响。受数据所限, 本文不对这两个因素做进一步区分。因此, 本模型中各地区能源部门的效率参数 $A_{e,j}$ 可以理解为生产技术和能源政策的叠加。需要说明的是, 能源效率的计算分为单要素能源效率和全要素能源效率^①。在本文中, 由于总劳动人口并不改变(允许地区、部门劳动力数量调整)和地区总土地数量并不改变(允许部门土地调整), 故考虑包含劳动力、土地和能源组合的全要素能源效率变化同能源的单位 GDP 能耗变化方向一致。

(二) 劳动者的偏好和迁移

类似于 Boppart (2014)、Hao *et al.* (2020) 和 Alder *et al.* (2022), 假设个体偏好由 PIGL 间接效用函数表示。PIGL 间接效用函数可以刻画收入效应和价格效应影响, 能从需求侧反映结构转型效应。从 (d, n) 流向 (j, k) 就业的劳动者的间接效用函数 V_{jd}^{kn} 表示为:

$$V_{jd}^{kn} = \left[I_{jd}^{kn} / (P_{a,j}^{\alpha_a} P_{m,j}^{\alpha_m} P_{s,j}^{\alpha_s} r_{jk}^{\alpha_r}) \right]^{\varsigma} / \varsigma - \vartheta P_{a,j}^{\eta_a} P_{m,j}^{\eta_m} P_{s,j}^{\eta_s} \quad (8)$$

其中, 从 (d, n) 流向 (j, k) 的劳动者收入为 I_{jd}^{kn} 。部门消费偏好参数满足 $\sum_{g \in \{a, m, s, h\}} \alpha_g = 1, \sum_{g \in \{a, m, s\}} \eta_g = 0, \eta_g$ 反映相对价格变化对消费份额的影响。 ς 和 ϑ 分别反映收入变化和相对价格的重要性对消费份额的影响。当 $\varsigma = 1$ 和 $\vartheta = 0$ 时, PIGL 间接效用函数对应科布-道格拉斯 (Cobb-Douglas) 效应函数。

根据罗伊恒等式 (Roy's identity) 和消费支出份额, 个体对 g 部门的消费支出份额为:

$$\Psi_{jd}^{kn,g} = \alpha_g + \vartheta \eta_g P_{a,j}^{\eta_a} P_{m,j}^{\eta_m} P_{s,j}^{\eta_s} / \left[I_{jd}^{kn} / (P_{a,j}^{\alpha_a} P_{m,j}^{\alpha_m} P_{s,j}^{\alpha_s} r_{jk}^{\alpha_r}) \right]^{\varsigma}, g \in \{a, m, s\} \quad (9)$$

住房消费份额为: $\Psi_{jd}^{kn,h} = \alpha_h$ 。根据式 (9) 和实际收入 $v_{jd}^{kn} = I_{jd}^{kn} / (P_{a,j}^{\alpha_a} P_{m,j}^{\alpha_m} P_{s,j}^{\alpha_s} r_{jk}^{\alpha_r})$, 式 (8)

① 单要素能源效率只把能源要素与产出做比较(例如, 能源投入/国民产出); 全要素能源效率则考虑各种投入要素的共同作用(例如, 所有投入要素与产出关系)。

可以表示为:

$$V_{jd}^{kn} = \left[1/s - (\Psi_{jd}^{kn,g} - \alpha_g) / \eta_g \right] v_{jd}^{kn s} \quad (10)$$

本文允许劳动者有不同的选址偏好, 用 ϵ_j^k 表示劳动者对于 (j,k) 的个体化偏好, 从 Frechet 分布中独立抽取, CDF 为 $F_{jk}(\epsilon) = e^{-\epsilon^\kappa}$, 其中, κ 决定了 ϵ_j^k 个体的方差。这样假设的好处在于, 模型中的地区劳动供给弹性不再是无限大。劳动者跨地迁移面临流动成本: 移民从 (d,n) 迁移到 (j,k) , 劳动者面临效用损失 μ_{jd}^{kn} , 故劳动者跨地迁移最大化自身的福利水平表示为: $\epsilon_j^k V_{jd}^{kn} / \mu_{jd}^{kn}$ 。定义 m_{jd}^{kn} 为 (d,n) 的户籍人口迁移到 (j,k) 的份额, 因此 $\sum_{j=1}^N \sum_{k \in \{r,u\}} m_{jd}^{kn} = 1$ 。根据大数定律, m_{jd}^{kn} 同时也是出生于 (d,n) 的劳动者迁移到 (j,k) 的概率, 满足:

$$m_{jd}^{kn} = Pr \left[\epsilon_j^k V_{jd}^{kn} / \mu_{jd}^{kn} \geq \max_{j',k'} \left(\epsilon_{j'}^{k'} V_{j'd}^{k'n} / \mu_{j'd}^{k'n} \right) \right] \quad (11)$$

其中, j' 和 k' 分别代表 j' 地区和 k' 子区域。由于 ϵ_j^k 服从 Frechet 分布, 我们可以得到下面的式子:

$$m_{jd}^{kn} = (V_{jd}^{kn} / \mu_{jd}^{kn})^\kappa / \left[\sum_k \sum_{j=1}^N (V_{j'd}^{k'n} / \mu_{j'd}^{k'n})^\kappa \right] \quad (12)$$

因此, 两地间的劳动力流动, 取决于流入地的间接效用相对于流出地的比值(吸引力), 和两地间的劳动力流动成本(排斥力), 参数 κ 是地区劳动供给弹性。

(三) 空间均衡

1. 劳动力市场出清

达到空间均衡时, 各地区的劳动力市场实现出清:

$$L_j = L_j^r + L_j^u = L_{a,j} + L_{m,j} + L_{s,j} + L_{e,j} \quad (13)$$

其中, $L_{i,j}$ 为部门 $i \in \{a,m,s,e\}$ 的劳动供给; $L_j^k = \sum_{n \in \{r,u\}} \sum_{d=1}^N m_{jd}^{kn} \bar{L}_d^n$, \bar{L}_d^n 是指 (d,n) 的户籍人口, L_j^k 是指 (j,k) 的就业(常住)人口。

2. 地区贸易平衡

定义 (j,k) 居民的平均收入为 $I_j^k = \sum_n \sum_{d=1}^N I_{jd}^{kn} L_{jd}^{kn} / L_j^k$, 平均实际收入为 $v_j^k = I_j^k / P_{m,j}^{\alpha_j} P_{s,j}^{\alpha_s} P_{jk}^{\alpha_k}$, 对 g 部门商品的平均消费支出份额为 $\Psi_j^{k,g} = \alpha_g + \vartheta \eta_g P_{a,j}^{\eta_a} P_{m,j}^{\eta_m} P_{s,j}^{\eta_s} / v_j^{k,s}$, 商品平均消费为 $D_j^{k,g} = I_j^k \Psi_j^{k,g}$, $g \in \{a,m,s,h\}$ 。产品市场 $i \in \{a,m,s,e\}$ 部门要满足地区贸易平衡条件:

$$R_{i,d} = \sum_{j=1}^{N+1} \pi_{i,jd} \left[D_j^{u,i} L_j^u + D_j^{r,i} L_j^r + \sum_{g \in \{a,m,s,e\}} R_{g,j} (1 - \beta_g - \gamma_g) \psi_{g,i} \right] \quad (14)$$

其中, $\pi_{i,jd}$ 是指从 d 地区出口到 j 地区的 $i \in \{a, m, s, e\}$ 部门商品份额, $R_{i,d}$ 是指 d 地区 $i \in \{a, m, s, e\}$ 部门的总销售额。

3. 收支平衡

类似 Tombe and Zhu (2019) 的定义, 土地是不可贸易品, 并且土地收入归本地户籍人口所有, 移民不获得土地收入。给定总土地数量 \bar{T}_j , 在已知 (j, k) 土地数量 \bar{T}_j^k 的条件下, 土地市场出清满足:

$$\begin{cases} \bar{T}_j = \bar{T}_j^r + \bar{T}_j^u \\ r_{r,j} \bar{T}_j^r = r_{r,j} \bar{T}_{a,j} + \alpha_h I_j^r L_j^r \\ r_{u,j} \bar{T}_j^u = r_{u,j} (\bar{T}_{m,j} + \bar{T}_{s,j}) + \alpha_h I_j^u L_j^u \\ r_{i,j} \bar{T}_{i,j} = \gamma_i w_{i,j} L_{i,j} / \beta_i, i \in \{a, m, s\} \end{cases} \quad (15)$$

地区城乡的平均收入分别为: $I_j^r = w_{r,j} (1 + \gamma_a / \beta_a) / (1 - \alpha_h)$, $I_j^u = w_{u,j} [1 + (\gamma_m / \beta_m) (L_{m,j} / L_j^u) + (\gamma_s / \beta_s) (L_{s,j} / L_j^u)] / (1 - \alpha_h)$ 。由于只有留在本地的人口可以获得土地收入, 故城乡未迁移人口的平均收入分别为: $I_{jj}^{rr} = w_{r,j} [1 + (\gamma_a / \beta_a + \alpha_h) / (1 - \alpha_h) L_{a,j} / L_{jj}^{rr}]$; $I_{jj}^{uu} = \{1 + L_j^u / L_{jj}^{uu} [(\gamma_m / \beta_m + \alpha_h) L_{m,j} / L_j^u + (\gamma_s / \beta_s + \alpha_h) L_{s,j} / L_j^u] / (1 - \alpha_h)\} w_{u,j}$; 移民的可支配收入为 $I_{jd}^{kn} = w_{k,j}$ 。定义土地溢价率(land rebate rate)为:

$$\delta_{jd}^{kn} = \begin{cases} 1, & j \neq k, d \neq n \\ 1 + L_{a,j} / L_{jj}^{rr} (\gamma_a / \beta_a + \alpha_h) / (1 - \alpha_h), & j = d, k = n = r \\ 1 + L_j^u / L_{jj}^{uu} [(\gamma_m / \beta_m + \alpha_h) L_{m,j} / L_j^u + (\gamma_s / \beta_s + \alpha_h) L_{s,j} / L_j^u] / (1 - \alpha_h), & j = d, k = n = u \end{cases}$$

不同类型的工人收入为: $I_{jd}^{kn} = \delta_{jd}^{kn} w_{k,j}$ 。

四 量化分析

本文的量化估计需要年份一致的多个变量, 因此以相关数据最完整的 2010 年作为基准时期进行参数校准, 使用各省各部门人均 GDP 和能源消耗、省际贸易数据、跨地区-子区域人口流动数据等刻画初始均衡。在此基础上, 本文使用文献中常用的变化代数运算(exact hat algebra)方法进行反事实分析, 在保持其他条件不变的情况下, 改变劳动力流动成本或贸易成本等, 计算部门结构、经济增长和单位 GDP 能耗等相关变量如何变化^①。这一方法的优点在于, 我们只需要关注核心变量变化, 而不需要估

^① 类似方法的研究可参见 Dekle *et al.* (2007)、Tombe (2015)、Tombe and Zhu (2019) 和 Hao *et al.* (2020) 等。

计基期各地区各部门的生产率水平等变量。由于篇幅所限,部分代表性变量的变化代数运算过程见网站附录(五)。

(一)参数校准

本部分展示核心参数的校准过程:首先,给出生产函数相关的参数校准过程;其次,给出劳动力流动成本和贸易成本的参数校准过程;最后,给出PIGL间接效用函数的参数校准过程。具体的参数说明和数值见表3。

表3 模型参数及其数值

参数	定义	数值
$(\alpha_a, \alpha_m, \alpha_s, \alpha_e)$	部门产品或住房消费偏好份额	(0.07, 0.20, 0.53, 0.20)
(η_a, η_m, η_s)	价格效应对支出份额的影响	(0.58, -0.01, -0.57)
ς	收入效应对支出份额的影响	0.36
ϑ	相对价格的重要性	0.535
κ	地区劳动供给弹性	4.2
σ	贸易弹性(Tombe, 2015)	4
$(\beta_a, \beta_m, \beta_s, \beta_e)$	部门劳动要素份额	(0.58, 0.30, 0.40, 0)
$(\gamma_a, \gamma_m, \gamma_s, \gamma_e)$	部门土地要素份额	(0.30, 0.10, 0.10, 0)
$(\psi_{a,a}, \psi_{a,m}, \psi_{a,s}, \psi_{a,e})$	农业部门的中间投入品份额	(0.20, 0.70, 0.10, 0)
$(\psi_{m,a}, \psi_{m,m}, \psi_{m,s}, \psi_{m,e})$	制造业部门中间投入品份额	(0.03, 0.83, 0.12, 0.02)
$(\psi_{s,a}, \psi_{s,m}, \psi_{s,s}, \psi_{s,e})$	服务业部门中间投入品份额	(0.02, 0.46, 0.47, 0.05)
$(\psi_{e,a}, \psi_{e,m}, \psi_{e,s}, \psi_{e,e})$	能源部门的中间投入品份额	(0.02, 0.40, 0.13, 0.45)
$(\zeta_a, \zeta_m, \zeta_s, \zeta_e)$	部门生产规模效应弹性	(0, 0.05, 0.10, 0.05)
m_{jd}^{kn}	迁移份额	根据数据计算,具体见公式(16)
$\pi_{i,jd}$	部门贸易份额	根据数据计算,具体见公式(17)
\bar{L}_d^n	户籍人口	根据2010年人口普查数据计算

说明:①根据世界银行数据,2010年世界城镇人口为35.9亿,中国城镇人口为6.6亿,中国以外的世界城镇人口为中国城镇人口的4.4倍;世界农村人口为33.7亿,中国农村人口为6.8亿,中国以外的世界农村人口为中国农村人口的4倍(数据来源:https://data.worldbank.org/indicator)。本文在计算城乡就业人口时,定义世界城镇就业人口为中国的4.4倍,农村就业人口为中国的4.0倍。②根据WIOT2010数据,中国和世界其他国家的贸易份额关系为:中国出口到世界的份额为6.6%,世界其他国家出口到中国的份额为2%(数据来源:https://www.rug.nl/ggdc/valuechain/wiod/wiod-2016-release),将此数据和中国省级投入产出表相结合,计算世界同中国的贸易量。

1. 生产函数参数

类似于 Hao *et al.* (2020) 和 Tombe and Zhu (2019) 做法, 地区劳动供给弹性 κ 取值为 $1.5/0.36=4.2$, 跨地区贸易弹性 σ 取值为 4。农业部门、制造业部门和服务业部门的劳动要素份额通过《2012年全国投入产出表》计算。Fang *et al.* (2022) 基于中国工业企业数据库发现, 企业生产的土地收入份额约为 10%^①, 本文取 $\gamma_m = \gamma_s = 0.1$; Adamopoulos *et al.* (2022) 指出中国农业用地的土地收入份额是 $\gamma_a = 0.3$ 左右。对于能源部门, 本文做一个简化处理, 假设仅用不同部门的产品作为中间投入进行生产^②。农业部门、制造业部门和服务业部门、能源部门生产的中间投入份额通过《2012年全国投入产出表》计算。

关于规模效应弹性 ζ_i 的取值, Rosenthal and Strange (2004)、Allen and Arkolakis (2014)、Henkel *et al.* (2021) 和 Henderson *et al.* (2022) 等发现, 人口规模增加 1 倍, 制造业或生产部门 TFP 增加 1% ~ 10%^③, 钟粤俊等 (2020) 指出, 服务业相比其他部门更依赖于密度或规模经济。基于 2006–2015 年《中国城市统计年鉴》数据, 人口规模对制造业部门 GDP 的影响弹性约为 0.05, 对服务业部门 GDP 的影响弹性约为 0.1。因此, 在具体分析过程中, 本文设定制造业部门 $\zeta_m = 0.05$, 服务业部门 $\zeta_s = 0.1$ 。不失一般性, 假设能源部门也存在规模经济, 考虑到大多数能源属于自然资源, 能源部门不属于人口集聚会带来规模效应大幅提高的部门, 其规模经济效应并不会比制造业和服务业部门大, 本文基准分析对能源部门赋予规模经济参数同制造业部门一样 $\zeta_e = 0.05$ 。对农业部门, 我们假设集聚带来的规模效应 ζ_a 为 0^④。为检验规模经济对本文结论的影响, 在敏感性分析部分, 本文会对比其他规模效应参数组合下的反事实分析结果。

① 类似地, Hsieh and Moretti (2019) 指出美国城市生产用地的土地收入份额是 10% ~ 18%。

② 根据 2012 年的投入产出表, 部分能源部门的劳动收入份额并非为 0, 虽然这里做了简化能源部门的处理, 但是初始均衡较好的匹配了本文的主要宏观数据 (贸易、人口流动和能耗等)。如果能源部门劳动收入份额的参数不设定为 0, 则劳动力市场将从原来的 3 部门扩展为 4 部门, 可以进行类似分析, 本文结论不会发生太大的改变。

③ 关于中国全要素生产率 (TFP) 的研究中, 常把地区人口规模作为控制变量, 关心行政等级对 TFP 的影响, 鲜有关于中国的人口规模和 TFP 关系的直接研究, 因为这类研究会面临反向因果和样本选择导致的内生性问题, 李静等 (2014) 和孔令乾等 (2019) 利用工业企业数据库计算中国人口规模对制造业 TFP 的弹性范围为 1% ~ 15%。

④ 徐灏龙和陆铭 (2021) 指出, 农业部门相对而言并不存在人口规模经济。

2. 劳动力流动成本和贸易成本参数

根据(12)式,我们可以获得各地区间劳动力流动成本的计算公式:

$$\mu_{jd}^{kn} = V_j^k / V_d^n \left(m_{jd}^{kn} / m_{dd}^{nn} \right)^{-1/\kappa} \quad (16)$$

也就是说,利用劳动力流动(m_{jd}^{kn})、地区实际收入(V_j^k)数据和地区劳动供给弹性(κ),我们就可以计算劳动力流动成本 μ_{jd}^{kn} 。根据2010年人口普查数据中劳动者的户籍信息和居住地信息来计算 m_{jd}^{kn} 。本文主要采用Head and Ries(2001)的方法估算贸易成本:

$$\overline{\tau}_{i,jd} = \sqrt{\tau_{i,jd} \tau_{i,dj}} = \left[\pi_{i,jj} \pi_{i,dd} / \left(\pi_{i,jd} \pi_{i,dj} \right) \right]^{1/2\sigma} \quad (17)$$

这就是说,如果我们有了各地区之间的贸易数据和贸易弹性参数 σ ,就可以计算各地之间的贸易成本。农业、制造业和服务业部门的贸易份额 $\pi_{i,jd}$ 基于2012年《中国31省区市8部门区域间投入产出表》计算。由于2007年以后投入产出表并未给出更细的行业分类统计,故能源贸易用工业产品贸易数据近似度量^①。公式(17)的贸易成本估计满足对称性假设,从 d 到 j 的商品与从 j 到 d 的商品贸易成本相同。

3. PIGL效用函数参数

PIGL效用函数参数包括: ζ 、 ϑ 、 α_g 和 η_g 。遵循Boppart(2014)、Hao *et al.*(2020)和Alder *et al.*(2022)的校准策略,根据《中国统计年鉴》的消费结构数据,我们设定住房消费份额 $\alpha_h = 0.2$,公式(8)中的其他参数使用非线性最小二乘法估计。本估计分析主要用到的数据包括:《中国统计年鉴》的总价格指数、部门价格指数数据、消费支出数据(实际收入等于消费支出除以总价格指数)和部门消费份额^②。

(二)反事实分析

《加快建设全国统一大市场的意见》和党的二十大报告均指出,“全面建设统一的土地、劳动力、资本、数据、能源市场;打通制约经济循环的关键堵点,促进商品要素资源在更大范围内畅通流动”,故畅通国内大循环很重要的两个表现是降低要素和商品流通成本。因此,本文反事实分析讨论以劳动力和商品流通为代表的国内大循环畅通的影响,具体地,我们在模型初始均衡的基础上,主要进行如下反事实分析:降低区

① 如果使用2002年分省部门能源贸易数据,不影响我们的主要结果。

② 具体地,我们将1978年的总价格指数和部门价格指数标准化为1,并根据Brandt and Holz(2006)的方法校正了1978年各地区的价格差异。

域间的劳动力流动成本;降低区域间的贸易成本;同时降低区域间的劳动力流动成本和贸易成本;调整部门生产率变化(技术进步)和规模经济效应的影响,量化分析畅通国内要素和商品大循环对空间资源配置、经济结构、增长率和能源利用效率等的影响。

1. 畅通劳动力要素流通的影响效应

我们首先分析劳动力流动成本下降的影响。中国劳动力流动障碍主要体现在农村流向城镇的障碍,农村户籍人口在城市劳动力市场以及教育、医疗和其他公共服务领域均难以获得市民待遇(陈斌开等,2010;梁文泉,2018;钟粤俊等,2020)。本部分主要关注劳动力流入城镇成本变化的影响,我们讨论如下三个反事实实验:第一个实验降低劳动力流入城镇的成本,包括省内和跨省的流动成本下降;为进一步分离跨省流动和省内流动的影响,第二个实验仅降低劳动力跨省流入城镇的成本(省内流动成本不变);第三个实验仅降低劳动力省内流向城镇的成本(跨省流动成本不变)。

表4实验1将流入城镇的成本下降1/4(迁移成本变为2010年的3/4)。结果表明,降低流入城镇的迁移成本会使省内跨城乡移民增加35.2%,省间移民会增加42.7%,城市化率会提高9.4个百分点(根据世界银行数据,中国的城市化率比同样发展水平阶段的世界平均水平低10个百分点,该实验将让中国的城市化率接近世界平均水平),实际GDP增长6.4%,社会福利会提高8.6%,单位实际GDP能耗和名义GDP能耗分别下降6%和1%,服务业就业占比会增加4.6个百分点。在这个实验中,能源利用效率受到正反两个方向影响:在每一个省内部,从农业部门流向制造业部门的结构转型,会使该省的单位GDP能耗上升,因为同一省内制造业部门的单位GDP能耗远高于农业部门。但对于跨省流动来说,要素空间再配置优化有利于降低单位GDP能耗。定量结果表明,第二个效应占据主导地位,故降低迁移成本有利于提升能源利用效率。迁移成本下降后,进一步带来发达省份人口移民增加,由于篇幅所限,不同反事实分析下的各省城镇人口和就业结构变化结果见网站(www.jweonline.cn)附录图4。珠三角、长三角和京津冀等省份的城镇人口、制造业和服务业就业人口均大幅增加。

为进一步分离出跨省流动带来的影响,表4实验2将跨省流入城镇的成本下降1/4,保持省内迁移成本不变。结果表明,降低跨省迁移成本,省内移民会减少17%,省间移民会增加102%,城镇化会增加3.6个百分点,实际GDP会增长2.8%,社会福利会提高3.2%,单位实际GDP能耗会下降2.7%,单位实际GDP能耗会下降2.5%,服务

业就业占比会增加2个百分点。

为分析省内城乡迁移和结构转型对能源利用效率和增长效应的影响,表4实验3讨论保持省间迁移成本不变,省内农村向城镇的迁移成本下降1/4的反事实分析。结果表明,仅仅降低省内流向城镇的迁移成本,省内移民会增加49.5%,省间移民会减少34%,城镇化会增加6.9个百分点,服务业就业会增加3.1个百分点,实际GDP会增长4.7%,社会总福利会增加6.3%,单位实际GDP能耗会下降4.5%,但是单位名义GDP能耗会增加1%。单位名义GDP能耗上升是由于城乡移民带来生产扩大,引起商品价格下降,导致名义GDP的增长慢于能源使用量增长(地区价格差异)^①。

表4 迁移成本变化影响

变化	省内移民增长 (%)	省间移民增长 (%)	城镇化提高 (百分点)	实际GDP增长 (%)	社会总福利 (%)	单位实际GDP能耗 (%)	单位名义GDP能耗 (%)	服务占比增长 (百分点)
实验1	35.2	42.7	9.4	6.4	8.6	-6.0	-1.0	4.6
实验2	-17.1	102.1	3.6	2.8	3.2	-2.7	-2.5	2.0
实验3	49.5	-34.4	6.9	4.7	6.3	-4.5	1.0	3.1

说明:所有地区农村到城镇的迁移成本下降为2010年迁移成本的50%,变化方向一致。

2. 畅通商品流通的影响效应

畅通商品流通很重要的表现之一是降低贸易成本,接下来我们分析贸易成本下降的结果。当前中国地区间贸易成本是经济发展的重要阻力,甚至比国际贸易成本对经济增长的影响更大(陈朴等,2021)。正如前文指出,地区间的贸易成本不仅取决于地理和运输,也受转型时期行政辖区之间的制度性分割所影响。研究发现,中国国内贸易中的制度性贸易成本在国内总贸易成本中的占比为21.7%,制度性贸易成本的降低可以改善贸易福利(韩佳容,2021)。制度性贸易成本在全国的总成本为20%~30%,由于部门差异,不同部门产品的制度性贸易成本也存在差异,畅通国内大循环很重要的一个表现就是降低国内贸易成本。

本部分用公式(17)计算2010年贸易成本,表5给出贸易成本变化后的反事实分析。实验4给出当2010年农业、制造业和服务业部门贸易成本均下降20%后的结果,

^① 根据公式(6)和(7),单位GDP能耗变化通过对 $P_{e,j}$ 和商品价格 $P_{i,j}$ 的变化讨论,讨论迁移成本和贸易成本等变化对能耗的影响主要讨论它们对 $P_{e,j}$ 和商品价格变化的机制起作用。

省内移民数量不变,省际移民会增长0.1%,城镇化率会上升0.1个百分点,实际GDP和社会总福利分别会增长7.9%和2.9%,单位实际GDP能耗会下降7.3%,单位名义GDP能耗会下降5%。

由于部门产品的制度性贸易成本存在差异(韩佳容,2021),实验5给出服务业部门产品贸易成本下降20%,其他部门产品贸易成本不变的反事实分析,结果表明:当贸易成本变化后,省内跨部门移民会小幅增加0.3%,省际移民会增长0.2%,城镇化率会上升0.1个百分点,实际GDP和社会总福利分别会增长3%和1%,单位实际GDP能耗和单位名义GDP能耗分别会下降2.9%和0.8%。实验6给出制造业部门产品贸易成本下降20%,其他部门产品贸易成本不变的反事实分析,结果表明:当贸易成本变化后,省内跨部门移民会小幅增加0.4%,省际移民会增长3.5%,城镇化率会上升0.5个百分点,实际GDP和社会总福利分别会增长7%和2%,单位实际GDP能耗和单位名义GDP能耗会分别下降6.6%和5%。

表5 贸易成本变化影响

变化	省内移民增长 (%)	省间移民增长 (%)	城镇化提高 (百分点)	实际GDP增长 (%)	社会总福利 (%)	单位实际GDP能耗 (%)	单位名义GDP能耗 (%)	服务占比增长 (百分点)
实验4	0	0.1	0.1	7.9	2.9	-7.3	-5.0	-0.3
实验5	0.3	0.2	0.1	3.0	0.9	-2.9	-0.8	0.4
实验6	0.4	3.5	0.5	7.1	2.3	-6.6	-5.0	-0.7

3. 畅通劳动力和商品流通的影响效应

表6给出同时畅通劳动力和商品流通的国内大循环改革的影响。由于存在规模经济,共同改革带来商品和要素同时起作用影响的叠加效应更有利于发挥规模经济效应,因为生产规模经济效应,降低迁移成本有利于劳动力集聚,降低贸易成本有利于国内商品运输和集聚,进而带来增长和提升福利(商品价格下降)。实验7的反事实分析结果表明,同时将劳动力流入城镇的成本下降1/4和整体贸易成本下降20%时,经济和社会总福利的增长会出现“1+1>2”的影响效应,即同时改革效应大于单项改革加和。另一方面,根据表5,部门贸易成本变化对移民和产业结构的影响并不大,故即使迁移成本和贸易成本的共同改革,改革对移民和产业结构主要起作用的仍然是劳动力流动。故移民、城镇化和产业结构调整会出现“1+1≈2”的影响效应。单位GDP能耗(尤其是单位名义GDP能耗)下降会出现“1+1<2”的影响效应,原因是共同

改革带来的商品和能源价格变化小于单独改革效应加总的的影响。

实验8给出同时将流入城镇的成本下降1/4和服务业部门贸易成本下降20%的反事实分析结果,同实验7类似。

表6 畅通劳动和商品流通变化的影响

变化	省内 移民增长 (%)	省间 移民增长 (%)	城镇化 提高 (百分点)	实际 GDP增长 (%)	社会 总福利 (%)	单位实际 GDP能耗 (%)	单位名义 GDP能耗 (%)	服务占比 增长 (百分点)
实验7	35.4	42.0	9.5	14.8	11.7	-12.9	-4.8	4.1
实验8	35.3	42.8	9.4	9.7	9.6	-8.8	-1.4	5.0

说明:实验7指迁移成本下降1/4且所有部门贸易成本下降20%;实验8指迁移成本下降1/4且服务业部门贸易成本下降20%。

4. 改变生产技术的的影响效应

前面是基于保持技术水平不变的分析,随着时间推移,一方面,技术水平提高会带来生产技术进步;另一方面,绿色技术水平提高导致的绿色技术革命会直接影响能源使用效率或绿色技术进步改革(尤其是制造业绿色技术进步),进而带来生产技术进步。研究表明,规模经济或集聚经济显著促进绿色技术和技术水平进步(林伯强和谭睿鹏,2019;邵帅等,2019;陆凤芝和王群勇,2022)^①,因此,有必要探讨生产技术进步的影响。

生产技术进步的直接表现是生产率提高,表7给出保持其他条件不变,相关部门TFP提高10%的反事实分析结果。结果表明,制造业和服务业部门TFP提高后,单位名义和实际GDP能耗均大幅下降,实际GDP大幅增加。

表7 生产技术变化影响

变化	省内 移民增长 (%)	省间 移民增长 (%)	城镇化 提高 (百分点)	实际 GDP增长 (%)	社会 总福利 (%)	单位实际 GDP能耗 (%)	单位名义 GDP能耗 (%)	服务占比 增长 (百分点)
M	1.1	0.3	0.5	7.9	2.6	-7.3	-6.0	-1.3
S	0.6	0.9	0.2	7.7	2.1	-7.1	-3.2	1.2

说明:M是指保持其他条件不变,制造业部门TFP提高10%;S是指保持其他条件不变,服务业部门TFP提高10%。

① 劳动力流动和商品流通带来的集聚如果促进技术进步提高也会影响绿色技术进步。

五 敏感性分析

(一)变化规模效应的大小

考虑了规模经济效应的生产函数属于内生生化技术进步,集聚带来的规模效应是本文关心的核心机制之一。经验研究基于不同的数据发现,规模效应大小主要在0.01到0.15之间(Rosenthal and Strange, 2004; 李静等, 2014; 孔令乾等, 2019; Henderson *et al.*, 2022),本小节考察不同规模经济下的反事实分析。表8的Panel A给出提高各部门生产规模效应弹性(制造业、服务业和能源部门均较基准分析提高0.05),畅通要素和商品国内大循环后的反事实分析结果。

Panel B给出规模经济效应为0时的反事实分析结果。结果表明,没有规模经济的迁移成本下降会使省内和省间移民、非农就业占比均上升,实际GDP增长。相比于Panel A和表4的实验1,没有规模经济的反事实经济增长变小,单位GDP能耗小幅下降。没有规模经济时降低贸易成本的反事实分析结果表明,贸易成本下降后,省内和省间移民、非农就业占比均上升,实际GDP增长,单位GDP能耗下降,较表5实验4的变化幅度小。

上述结果表明,规模效应越大,迁移成本和贸易成本下降带来的单位GDP能耗下降和实际GDP增长越大,但是变化的幅度较稳定,约为4%~8%(例如,0.3/5.9≈5%)。

表8 不同规模经济下的成本变化影响

变化	省内 移民增长 (%)	省间 移民增长 (%)	城镇化 提高 (百分点)	实际 GDP增长 (%)	单位实际 GDP能耗 (%)	单位名义 GDP能耗 (%)	服务占比 增长 (百分点)
Panel A: 扩大规模经济效应, $(\zeta_a, \zeta_m, \zeta_s, \zeta_e) = (0, 0.1, 0.15, 0.1)$							
降迁移成本	35.0	44.0	9.4	6.6	-6.2	-1.2	4.5
降贸易成本	-0.1	0.2	0.1	8.0	-7.4	-5.2	-0.3
同时改革	35.1	43.4	9.5	15.2	-13.2	-5.2	4.1
Panel B: 规模经济效应为0, $(\zeta_a, \zeta_m, \zeta_s, \zeta_e) = (0, 0, 0, 0)$							
降迁移成本	35.5	41.1	9.3	6.2	-5.9	-0.7	4.5
降贸易成本	0.1	0	0.1	7.8	-7.2	-4.9	-0.2
同时改革	35.9	40.3	9.4	14.4	-12.6	-4.4	4.2

(二)变化贸易弹性的大小

上面的模型重点关注集聚经济和空间配置效应,没有进一步考虑可贸易部门内部产业结构差异。如果不同区域在非农部门内部结构上存在较大差异,商品和要素流动所带来的产出和环境效应同基准结果也有差异。本小节考虑制造业和服务业部门贸易弹性 σ 的不同取值(农业和能源部门调整贸易弹性类似分析),用来近似刻画不同区域在非农结构上的差异:如果不同区域之间的制造业和服务业内部结构越相似,制造业和服务业部门整体的替代弹性就越高,贸易弹性 σ 也越大。

基准分析对不同部门替代弹性取值为4,本部分检验在制造业和服务业部门商品不同的贸易替代弹性下,迁移成本和贸易成本变化的反事实分析。表9给出在不同制造业和服务业部门产品贸易替代弹性下的成本变化的影响。将部门替代弹性取值放大为6的结果表明,如果提高地区间商品的可替代性,单位GDP能耗下降和经济增长的效果会变大,省际移民增长较基准(表4实验1和表5实验4)减少。

表9 提高贸易替代弹性下的成本变化影响

变化	省内 移民增长 (%)	省间 移民增长 (%)	城镇化 提高 (百分点)	实际 GDP增长 (%)	单位实际 GDP能耗 (%)	单位名义 GDP能耗 (%)	服务占比 增长 (百分点)
降低迁移成本	35.4	43.3	9.5	6.7	-6.3	-1.3	4.8
降低贸易成本	0.1	0.1	0.1	9.6	-8.6	-5.3	-0.5
同时改革	35.7	42.4	9.6	16.7	-14.3	-5.2	4.0

六 结论与政策建议

经济发展和环境保护之间是否存在此消彼长的替代关系?从全局来看,在一个有要素配置障碍的经济里,经济增长、结构优化和环境保护之间并不矛盾。在后工业化发展阶段,经济的集聚发展和要素资源向高效率地区配置既可以促进经济增长,又可以通过规模效应和再配置效应提高能源利用效率。本文基于空间一般均衡模型,定量分析劳动力空间配置和贸易成本对能源利用效率、经济结构和产出的影响。我们的分析结果表明,要素和商品的国内循环不畅是中国能源利用效率不高的重要原因。降低劳动力流动和贸易成本会使非农就业占比和实际GDP上升,单位GDP能耗下降。随着规模经济扩大,上述效应会相应增加。

本文为实现“双碳”目标和经济增长共赢提供了理论指导和可行的政策建议:减

排不是减生产力;“双碳”目标要从全国角度来衡量,畅通国内大循环,可以实现产业结构优化、经济增长和单位GDP能耗下降的多赢,真正实现在经济发展中促进绿色转型、在绿色转型中实现更大发展,使中国经济“在集聚中减碳”。本文也有一般性的政策启示意义:中国是一个兼顾全局和多维发展目标的大国,需要充分尊重经济发展规律,进一步破除商品和要素跨地区配置障碍,充分发挥规模经济和统一大市场对经济现代化的推动作用。

参考文献:

- 陈斌开、陆铭、钟宁桦(2010):《户籍制约下的居民消费》,《经济研究》第S1期。
- 陈朴、林垚、刘凯(2021):《全国统一大市场建设、资源配置效率与中国经济增长》,《经济研究》第6期。
- 韩佳容(2021):《中国区域间的制度性贸易成本与贸易福利》,《经济研究》第9期。
- 韩立彬、陆铭(2018):《供需错配:解开中国房价分化之谜》,《世界经济》第10期。
- 孔令乾、付德申、陈嘉浩(2019):《城市行政级别、城市规模与城市生产效率》,《华东经济管理》第7期。
- 李静、黄丹丹、彭翡翠(2014):《城市规模与企业全要素生产率关系的实证研究》,《合肥工业大学学报(社会科学版)》第5期。
- 梁文泉(2018):《不安居,则不消费:为什么排斥外来人口不利于提高本地人口的收入?》,《管理世界》第1期。
- 林伯强、谭睿鹏(2019):《中国经济集聚与绿色经济效率》,《经济研究》第2期。
- 刘修岩、李松林(2017):《房价、迁移摩擦与中国城市的规模分布——理论模型与结构式估计》,《经济研究》第7期。
- 陆凤芝、王群勇(2022):《产业协同集聚如何影响绿色经济效率?——来自中国城市的经验证据》,《经济体制改革》第6期。
- 陆铭、冯皓(2014):《集聚与减排:城市规模差距影响工业污染强度的经验研究》,《世界经济》第7期。
- 陆铭、李鹏飞、钟辉勇(2019):《发展与平衡的新时代——新中国70年的空间政治经济学》,《管理世界》第10期。
- 陆铭、向宽虎(2014):《破解效率与平衡的冲突——论中国的区域发展战略》,《经济社会体制比较》第4期。
- 陆铭、张航、梁文泉(2015):《偏向中西部的土地供应如何推升了东部的工资》,《中国社会科学》第5期。
- 潘士远、朱丹丹、徐恺(2018):《中国城市过大抑或过小?——基于劳动力配置效率的视角》,《经济研究》第9期。
- 邵帅、张可、豆建民(2019):《经济集聚的节能减排效应:理论与中国经验》,《管理世界》第1期。
- 宋弘、孙雅洁、陈登科(2019):《政府空气污染治理效应评估——来自中国“低碳城市”建设的经验研究》,《管理世界》第6期。
- 宋扬(2019):《户籍制度改革的成本收益研究——基于劳动力市场模型的模拟分析》,《经济学(季刊)》第3期。
- 徐灏龙、陆铭(2021):《求解中国农业困局:国际视野中的农业规模经营与农业竞争力》,《学术月刊》第6期。

- 张莉、何晶、马润泓(2017):《房价如何影响劳动力流动?》,《经济研究》第8期。
- 钟粤俊、陆铭、奚锡灿(2020):《集聚与服务发展:基于人口空间分布的视角》,《管理世界》第11期。
- Adamopoulos, T.; Brandt, L.; Leight, J. and Restuccia, D. “Misallocation, Selection and Productivity: A Quantitative Analysis with Panel Data from China.” *Econometrica*, 2022, 90(3), pp.1261–1282.
- Ahlfeldt, G.M.; Redding, S.J.; Sturm, D.M. and Wolf, N. “The Economics of Density: Evidence from the Berlin Wall.” *Econometrica*, 2015, 83(6), pp.2127–2189.
- Alder, S.; Boppart, T. and Müller, A. “A Theory of Structural Change that Can Fit the Data.” *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2022, 14(2), pp.160–206.
- Allen, T. and Arkolakis, C. “Trade and the Topography of the Spatial Economy.” *The Quarterly Journal of Economics*, 2014, 129(3), pp.1085–1139.
- Barrows, G. and Ollivier, H. “Foreign Demand and Greenhouse Gas Emissions: Empirical Evidence with Implications for Leakage.” French Association of Environmental Resource Economists working paper, 2018.
- Boppart, T. “Structural Change and the Kaldor Facts in A Growth Model with Relative Price Effects and Non-Gorman Preferences.” *Econometrica*, 2014, 82(6), pp.2167–2196.
- Brandt, L. and Holz, C. A. “Spatial Price Differences in China: Estimates and Implications.” *Economic Development and Cultural Change*, 2006, 55(1), pp.43–86.
- Brandt, L.; Tombe, T. and Zhu X. “Factor Market Distortions Across Time, Space and Sectors in China.” *Review of Economic Dynamics*, 2013, 16(1), pp.39–58.
- Brock, W.A. and Taylor, M. S. “Economic Growth and the Environment: A Review of Theory and Empirics.” *Handbook of Economic Growth*, 2005, 1, pp.1749–1821.
- Caliendo, L.; Dvorkin, M. and Parro, F. “Trade and Labor Market Dynamics: General Equilibrium Analysis of the China Trade Shock.” *Econometrica*, 2019, 87(3), pp.741–835.
- Caliendo, L. and Parro, F. “Estimates of the Trade and Welfare Effects of NAFTA.” *The Review of Economic Studies*, 2015, 82(1), pp.1–44.
- Caliendo, L.; Parro, F.; Rossi-Hansberg, E. and Sarte, P.D. “The Impact of Regional and Sectoral Productivity Changes on the US Economy.” *The Review of Economic Studies*, 2018, 85(4), pp.2042–2096.
- Chen, Z.; Kahn, M.; Liu, Y. and Wang, Z. “The Consequences of Spatially Differentiated Water Pollution Regulation in China.” *Journal of Environmental Economics and Management*, 2018, 88, pp.468–485.
- Cherniwchan, J. “Trade Liberalization and the Environment: Evidence from NAFTA and US Manufacturing.” *Journal of International Economics*, 2017, 105, pp.130–149.
- Copeland, B.R. *Recent Developments in Trade and the Environment*. Edward Elgar Publishing, 2014.
- Copeland, B. R.; Shapiro, J. S. and Taylor, M. S. “Globalization and the Environment.” *NBER Working Paper*, No. w28797, 2021.
- Dekle, R.; Eaton, J. and Kortum, S. “Unbalanced Trade.” *The American Economic Review*, 2007, 97(2), pp.351–355.
- Eaton, J. and Kortum, S. “Technology, Geography, and Trade.” *Econometrica*, 2002, 70(5), pp.1741–1779.

Fang, M.; Han, L.; Huang, Z.; Lu, M. and Zhang, L. "Regional Convergence or Just An Illusion? Place-based Land Policy and Spatial Misallocation." *SSRN Working paper*, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3846313, 2022.

Hao, T.; Sun, R.; Tombe, T. and Zhu, X. "The Effect of Migration Policy on Growth, Structural Change, and Regional Inequality in China." *Journal of Monetary Economics*, 2020, 113, pp.112–134.

Head, K. and Ries, J. "Increasing Returns Versus National Product Differentiation as An Explanation for the Pattern of US-Canada Trade." *The American Economic Review*, 2001, 91(4), pp.858–876.

Henderson, V.; Su, D.; Zhang, Q.; Zheng, S. "Political Manipulation of Urban Land Markets: Evidence from China." *Journal of Public Economics*, 2022, 214, 104730.

Henkel, M.; Seidel, T. and Suedekum, J. "Fiscal Transfers in the Spatial Economy." *American Economic Journal: Economic Policy*, 2021, 13 (4), pp.433–468.

Hsieh, C. and Moretti, E. "Housing Constraints and Spatial Misallocation." *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2019, 11(2), pp.1–39.

Larch, M. and Wanner, J. "Carbon Tariffs: An Analysis of the Trade, Welfare, and Emission Effects." *Journal of International Economics*, 2017, 109, pp.195–213.

Lu, M. and Xiang, K. "Great Turning: How Has Chinese Economy Been Trapped in an Efficiency-and-Balance Tradeoff?" *Asian Economic Papers*, 2016, 15(1), pp.25–50.

Najjar, N. and Cherniwchan, J. "Environmental Regulations and the Cleanup of Manufacturing: Plant-level Evidence." *Review of Economics and Statistics*, 2021, 103(3), pp.476–491.

Qi, J.; Tang, X. and Xi, X. "The Size Distribution of Firms and Industrial Water Pollution: A Quantitative Analysis of China." *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2021, 13(1), pp.1–34.

Redding, S. J. "Goods Trade, Factor Mobility and Welfare." *Journal of International Economics*, 2016, 101, pp.148–167.

Redding, S.J. and Rossi-Hansberg, E. "Quantitative Spatial Economics." *Annual Review of Economics*, 2017, (9), pp.21–58.

Rosenthal, S. S. and Strange, W. C. "Evidence on the Nature and Sources of Agglomeration Economies," in *Handbook of Regional and Urban Economics*. Vol. 4, pp.2119–2171, Amsterdam, Netherlands, Elsevier, 2004.

Shapiro, J.S. and Walker, R. "Why is Pollution from US Manufacturing Declining? The Roles of Environmental Regulation, Productivity, and Trade." *The American Economic Review*, 2018, 108(12), pp.3814–3854.

Shapiro, J.S. "The Environmental Bias of Trade Policy." *The Quarterly Journal of Economics*, 2021, 136(2), pp.831–886.

Taylor, M. S. and Copeland, B. "International Trade and the Environment: A Framework for Analysis." Department of Economics, University of Calgary working paper, No. 2014–71, 2014.

Tombe, T. "The Missing Food Problem: Trade, Agriculture, and International Productivity Differences." *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2015, 7(3), pp.226–258.

Tombe, T. and Winter, J. "Environmental Policy and Misallocation: The Productivity Effect of Intensity

Standards.” *Journal of Environmental Economics and Management*, 2015, 72, pp.137–163.

Tombe, T. and Zhu, X. “Trade, Migration and Productivity: A Quantitative Analysis of China.” *The American Economic Review*, 2019, 109(5), pp.1843–1872.

Xu, H.; Liang, W. and Xiang, K. “The Environmental Consequences of Place-based Policies in China: An Empirical Study Based on SO₂ Emission Data.” *China & World Economy*, 2022, 30 (4), pp.1–29.

Decarbonisation through Agglomeration: The Environmental Effects of Domestic Market Integration

Zhong Yuejun; Xi Xican; Lu Ming

Abstract: Improving the spatial allocation of factors and products can optimize the economic structure, enhance energy utilization efficiency, and facilitate high-quality economic development. This paper introduces regional differences in energy utilization efficiency within the spatial general equilibrium framework, and quantitatively assesses how labor migration and trade costs across regions affect China’s economic structure, overall energy efficiency, and real GDP per capita. The counterfactual analysis reveals that reducing the costs of labor migration or trade increases the share of non-agricultural sector employment and real GDP per capita, and significantly reduces energy consumption per unit of GDP. These effects become more significant when agglomeration economies are stronger. The resulting conclusion indicates that smooth domestic market integration can simultaneously promote the optimisation of the economic structure, the improvement of economic growth and the increase of energy utilization efficiency, thereby reducing carbon emissions through agglomeration.

Key words: labor migration costs, trade costs, energy utilization efficiency, agglomeration economies

JEL codes: O18, R23, R58

(截稿:2023年8月 责任编辑:宋志刚)