

发展战略对能源消费强度的影响 ——基于新结构经济学的分析

朱 欢¹, 李欣泽²

(1. 北京大学新结构经济学研究院, 北京 100871; 2. 山东大学经济研究院, 山东济南 250100)

摘 要: 基于新结构经济学理论, 测度 1995—2019 年中国分地区的发展战略指数, 并利用面板双固定模型考察地区赶超战略对能源消费强度的影响与机制。研究表明: 第一, 中国分地区发展战略指数总体上呈现显著下降趋势, 发展战略日益趋向于符合比较优势, 东部地区发展战略指数最低, 中部地区次之, 西部地区最高; 第二, 面板双固定效应模型显示, 当地区实行违背比较优势的发展战略时会增加能源消费强度, 且该效应具有时间和空间异质性; 第三, 机制检验表明, 违背比较优势的发展战略使得企业缺乏自生能力、产业结构扭曲和财政压力增加进而弱化了环境约束, 从而提高了能源消费强度。为了促进节能减排, 中国应致力于实行遵循比较优势的发展战略, 促进西部地区高质量发展等。

关键词: 发展战略; 能源强度; 影响机制; 新结构经济学

中图分类号: F062

文献标志码: A

文章编号: 1671-4970(2021)05-0026-11

气候变化是当今人类面临的一个重大全球性挑战。中国为了积极应对气候变化提出 2030 年碳达峰, 2060 年碳中和的目标, 这必将引领中国在加速清洁能源转型、实现气候目标方面确立一个清晰的发展路线图。作为世界上最大的能源消费国和二氧化碳排放国, 中国一直将能源转型作为应对气候变化、实现碳中和的重要途径。如, 2020 年 12 月国务院颁布《新时代的中国能源发展》提出中国实行能源消费总量和强度双控制度, 并对各级地方政府进

行监督考核, 把节能指标纳入生态文明、绿色发展等绩效评价指标体系, 引导转变发展理念; “十四五”期间, 单位国内生产总值能源消耗降低 13.5% 等目标, 旨在通过能源结构的优化升级, 促进经济社会发展全面绿色转型。

但是, 各经济体在发展水平、产业结构和技术水平等方面存在显著差异, 这也导致了不同发展阶段的国家或地区的能源消费强度也存在明显差异。从全球数据来看, 1990—2014 年, 各个经济体的能源

收稿日期: 2021-07-24

基金项目: 国家社会科学基金青年项目 (19CJL037)

作者简介: 朱欢 (1990—), 女, 河南沁阳人, 博士, 从事新结构经济学研究。

通信作者: 李欣泽 (1989—), 女, 山东临沂人, 助理研究员, 博士, 从事发展经济学研究。

消费强度呈现下降趋势,其中全球平均能源消费强度从 16.61 千克石油当量/万美元降低到 12.09 千克石油当量/万美元,中国的能源消费强度从 53.87 千克石油当量/万美元降低为 18.77 千克石油当量/万美元,年均降速为 4.23%。从横向对比来看,能源消费强度由低到高的经济体依次是高收入、全球均值、中低收入、中等收入、中高收入和中国(图 1(a))。同样,由于中国东、中、西部也处于不同经济发展阶段,由此内生的能源消费强度也体现差异性,尽管总体上东、中、西部地区的能源消费强度也呈现下降趋势,但是西部地区的能源消费强度最高,其次是中部地区,东部地区最低(图 1(b))。基于上述现实特征,各个经济体都在积极探寻降低能源消费强度的有效途径,既有研究围绕产业结构、技术进步、对外贸易、环境规制等因素展开^[14]。而本文则尝试从新结构经济学视角出发,对能源消费强度治理问题提出新的解释。

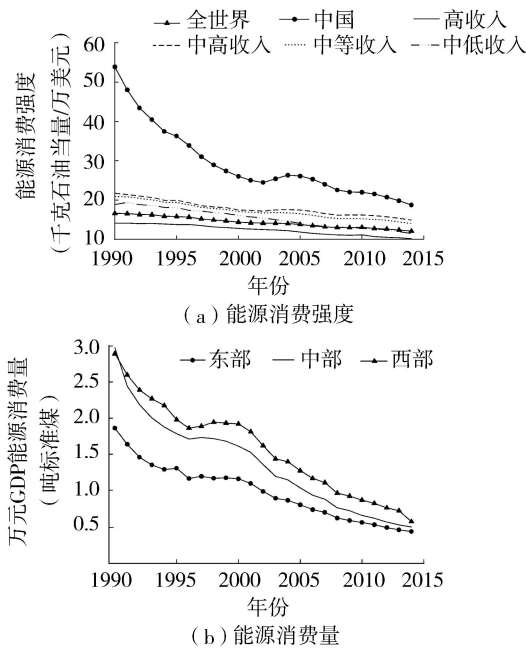


图 1 不同发展阶段的能源使用强度对比^①

一、文献综述与理论假说

1. 文献综述

现有文献中研究能源消费强度影响因素的数量及视角十分丰富。基于 Grossman 等提出的环境库兹涅茨曲线的分析框架,且能源消费与环境污染息息相关,由此多数研究认为经济发展水平是影响能源消费强度与能源结构转型的深层次原因^[5]。

Metcalf 对美国 1970—2001 年的能源消费强度的分析发现能源消费强度会随着人均收入水平的上升而下降^[6]。同样,Wu 等也发现收入水平会影响中国地级城市的能源消费强度^[7]。朱欢等利用全球 67 个经济体的面板数据,采用联立方程模型实证检验发现能源结构转型与经济发展水平呈现 U 形关系,换言之,只有当一个经济体人均 GDP 跨过某一门槛值以后才能实现清洁能源的结构转型^[8]。

经济结构的变化也是影响能源消费强度的重要因素,特别是能源密集型产业占比的提升会增加能源消费强度。王晓和齐晔基于中国 1996—2011 年的产业、行业部门数据研究认为产业部门结构变化对能源消费具有促进作用,而第三产业的快速发展有助于减缓这一效应,重点耗能行业经济增速下降也使得行业部门结构转向节能^[9]。Cian 等通过多个经济体的数据对比研究发现 1995—2007 年,日本、美国、澳大利亚、中国台湾、墨西哥和巴西这些经济体产业结构的变化是能源消费强度下降的主要推动力^[10]。郑新业等从能源需求角度侧面论证了经济结构变动尤其是高耗能行业是中国能源需求变动的主要因素^[11]。

当然,技术进步和效率提升也会影响能源消费强度的变化。如,Tan 等的研究认为技术进步是 2000—2013 年中国能源密集型产业的能源强度下降的最重要驱动力,对中国东、中、西部能源强度下降的贡献率分别是 70.74%、64.26% 和 69.16%^[12]。林伯强等构架了 2000—2014 年全球能源投入产出数据库,并对全球能源消费强度进行了结构分解,发现技术进步使能源强度下降,但是该效应会受到各国产业结构与投资率的影响^[13]。沈小波等基于 1998—2014 年中国 30 个省市区的面板数据,采用空间杜宾模型空间固定效应估计表明,产业结构扭曲指数提高 1%,使得能源消费强度上升 0.89%^[14]。

除此以外,对外贸易往往通过隐含能源转移来影响一个经济体的能源消费强度,现有的研究大多认为欠发达地区主要从事一些能源密集型产品的加工,然后将产成品出口到发达地区,这一贸易机制造

①图 1(a)数据来源于 WDI,图 1(b)数据来源于中国国家统计局。能源消费强度采用能源消费总量/GDP 来表示;全球高收入、中高收入、中等收入、中低收入的划分标准来源于 WDI 数据库,分别对应于 high income、upper middle income、middle income、lower middle income。

成欠发达地区能源消费和污染排放的增加,使得发达地区享受了贸易带来的“能源环境红利”,欠发达地区承担了贸易的“能源环境负担”,从而体现了二者能源消费强度的异质性^[15]。

与本文相关的另一支文献是发展战略。发展战略是新结构经济学的一个核心概念,最早是由林毅夫等提出,采用技术选择指数作为发展战略的代理变量解释了中国经济的发展奇迹,采用违背比较优势的重工业赶超战略取得了适得其反的效果,造成经济增速下降,产业结构失衡,人民生活水平长期得不到改善等一系列后果,而采用遵循比较优势的发展战略实现了经济高速增长和人民收入与生活水平的大幅提高^[16-18]。随后,在新结构经济学的研究中有一系列文献探讨了发展战略与收入差距、高储蓄率之谜、中等收入陷阱等宏观经济的关系^[19-21],以及发展战略对企业全要素生产率等微观绩效的影响^[22]。近年来,发展战略在能源与环境领域上也有少量的研究,王坤宇使用1980—2007年间59个国家(地区)的能源效率、发展战略和领导人职业背景等数据,实证检验发现当一国(地区)实行违背比较优势的发展战略时,会扭曲能源价格体系导致能源效率低下^[23];郑洁等从发展战略视角解释了中国环境治理不足的现实问题,使用1997—2016年省级面板数据,研究发现地区的发展战略越是违背比较优势,那么该地区的环境治理水平就越弱,其中的影响机制在于违背比较优势的发展战略使得微观企业缺乏自生能力,政府为了扶持这些企业发展必将进行大量的补贴,进一步导致政府的财政赤字增加,从而降低环境治理水平^[24]。这些研究均为本文提供了理论和实证上的依据,有助于更好的理解发展战略与能源环境治理的关系。

综上所述,将发展战略与能源消费强度放在新结构经济学研究框架下的文献相对较少。相较于已有文献,本文可能的边际贡献在于:第一,理论基础方面已有文献认为技术进步、产业升级是降低能源消费强度的重要因素,本文基于新结构经济学的新视角重新审视能源消费强度的下降路径,发现违背比较优势的发展战略是抑制能源消费强度下降的一个最根本因素;第二,机制检验方面本文从微观企业自生能力、中观产业结构扭曲和宏观财政压力三个层面进行识别,使本文对违背比较优势的发展战略影响能源消费强度的内在经济机理有更全面的认

识;第三,实证策略方面本文基于1995—2019年30个省市区的面板数据,在一个较长时间范围内研究发展战略与能源消费强度的关系,采用面板双固定模型,通过内生性问题处理和稳健性检验,得到可靠的研究结论并针对性的提出遵循比较优势的发展战略是降低能源消费强度的重要手段。

2. 理论假说

新结构经济学认为,给定时点一个经济体的产业和技术结构内生于该经济体的要素禀赋结构,与产业、技术相适应的软硬基础设施也因此内生于该时点的要素禀赋结构,并且一个经济体的要素禀赋结构是随时间动态变化的^[25]。换言之,要素禀赋结构决定了经济体具有比较优势的产业、技术和企业自生能力。从政府实现的产业结构或技术结构与给定时点要素禀赋结构所决定的比较优势是否相互匹配的角度出发,将发展战略分为遵循比较优势的发展战略和违背比较优势的发展战略,前者意味着产业结构是最适宜的,企业具有自生能力,不需要政府或外部的任何补贴,那么在面临外部能源环境约束时,企业和政府均有激励进行能源环境治理;后者则相反。因此,将新结构经济学的核心思想运用到能源消费强度上,也依然可以得到新的解释。

首先,发展战略影响能源消费强度的微观作用机制就是企业自生能力。如前文所述,当一个地区采用遵循比较优势的发展战略时,企业具有自生能力。特别的,企业自生能力是新结构经济学的微观基础,其定义为在一个开放自由竞争的市场中,具有正常管理水平的企业,在没有任何政府或外部补贴的条件下就可以获得一个社会可接受的正常利润水平。因此,在面临外部环境规制下,尽管短期内会增加企业成本,具有自生能力的企业在长期能够通过调整生产要素与方式、增加前端和末端的污染治理,从而实现“波特效应”;相反,如果当一个地区采用违背比较优势的发展战略时,企业缺乏自生能力,需要依靠政府和外部大量的补贴来维持运营,企业难以满足绿色发展要求,尤其是当外部能源约束带来的成本增加时会提高企业成为僵尸企业甚至是破产的风险,从而不利于微观企业实现能源效率的提升,一定程度上还会增加生产活动的能源消费强度。其次,发展战略影响能源消费强度的中观机制是产业结构。当一个地区采用遵循比较优势的发展战略时,意味着产业结构与要素禀赋结构所决定的比较优

势相适宜,尽管经济活动也在消耗一定的能源,但能够实现能源效率的最大化,换言之,此时的能源消费强度较低;若一个地区实现违背比较优势的发展战略,如采用重工业的赶超战略时,则会增加地区的能源消费强度,因为重工业往往是资本密集型并且是能源密集型的^[26],一方面通过重工业的产业属性增加地区的能源消费强度,另一方面也通过扭曲要素配置效率,使得区域能源消费强度没有降低反而增加。最后,发展战略影响能源消费强度的宏观机制是政府财政赤字。如果一个地区采用遵循比较优势的发展战略,则意味着产业结构和技术结构符合地区要素禀赋结构所决定的比较优势,企业具有自生能力能够获得最大剩余,政府也可以获得较多的税收,拥有充足的资金,在这种情况下政府可以增加对能源治理的支出,从而降低能源消费强度;相反,如果地区采违背比较优势的发展战略,那么产业结构和技术结构不符合比较优势,企业缺乏自生能力,需要政府的大量补贴来维持生计,导致政府财政压力过大,相应的政府可能会减少能源与环境治理支出,从而不利于降低地区的能源消费强度。综上所述,发展战略对能源消费强度的影响机制从微观到中观再到宏观依次是企业自生能力、产业结构和财政赤字(图2)。

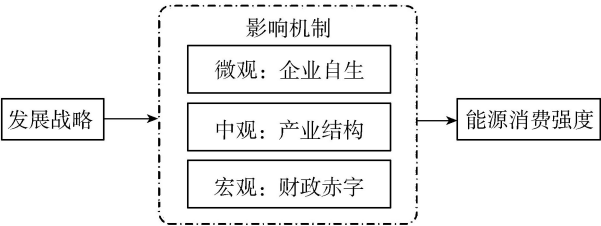


图2 发展战略对能源消费强度的影响机制

基于上述的理论分析,提出如下理论假说与其中可能的影响机制:

理论假说1:在其他条件不变的前提下,发展战略越是违背比较优势,越不利于降低地区的能源消

费强度。
理论假说2:违背比较优势的发展战略通过降低企业自生能力、扭曲产业结构和增加政府财政压力来影响能源消费强度。

二、经验模型、变量及数据

1. 发展战略的测度

参照文献[25]构造一个技术选择指数(Technology Choice Index, TCI)来度量发展战略的特征。其理论逻辑是:给定时间点,一个经济体的禀赋结构决定了最适宜的产业结构,而重工业优先发展战略是对最适宜产业结构的扭曲,从而,技术选择指数可以作为发展战略的一个合理的代理变量。

$$TCI_{it} = \frac{AVM_{it}/LM_{it}}{GDP_{it}/L_{it}} \tag{1}$$

式中: TCI_{it} 为地区*i*在*t*年份的发展战略; AVM_{it} 为*i*地区*t*年的工业增加值; GDP_{it} 为国内生产总值; LM_{it} 为工业就业人数; L_{it} 为总就业人数。如果一个经济体的发展战略越是违背比较优势,那么其TCI将比符合比较优势的经济体大,在其他条件不变的情况下,TCI对最适宜技术选择指数的偏离可以用来作为一个地区重工业优先发展程度的度量,即:

$$DS_{it} = |TCI_{it} - TCI_{it}^*| \tag{2}$$

当 $DS_{it}=0$ 时,经济体遵循比较优势;否则,经济体则违背比较优势。由于 TCI_{it}^* 较难以直接度量,因此在实证处理中将其视为一个正常数^[27],那么TCI指数越大,表示*i*地区违背其比较优势发展战略的程度越高。

利用中国1995—2019年30个省级行政区(不包括西藏和港澳台地区)工业增加值、工业就业人数、GDP和总就业人数测算分地区发展战略指数。为了直观比较地区间发展战略的差异与动态变化,给出每个省区1995年和2019年的发展战略指数。如图3

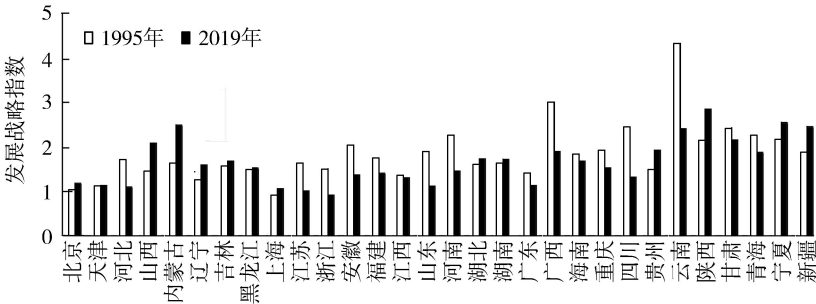


图3 分地区发展战略指数

所示,与1995年相比较,2019年大部分地区的发展战略指数下降,但也有部分省市,如山西、内蒙古、贵州、陕西、宁夏和新疆的发展战略指数上升。此外,不论是1995年还是2019年,发展战略指数较低的省份基本上是东部地区,而发展战略指数较高的省份集中于中西部地区,这表明违背地区比较优势发展战略的程度存在明显的区域差异性。

为此,本文进一步计算了东、中、西部的组内平均的发展战略指数。如图4所示,1995—2019年期间全国发展战略指数呈现先增加后递减的趋势,就东、中、西部地区比较而言,东部地区违背比较优势的发展战略程度最低,其次是中部,西部地区违背比较优势的发展战略程度最高。

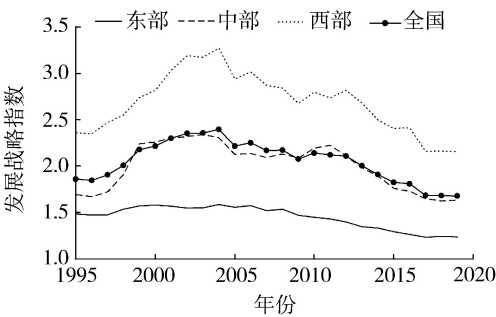


图4 东、中、西部及全国发展战略指数的动态变化

2. 模型设定

$CE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 TCI_{it} + \gamma Z_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$ (2)
式中： CE_{it} 为地区*i*在*t*年份的能源消费强度； Z_{it} 为一组控制变量； μ_i 为个体固定效应； λ_t 为时间固定效应； ε_{it} 为随机误差项。

在展开实证研究之前,通过散点图(图5)的对比发现, CE 与 TCI 呈现正相关关系,即发展战略指数的数值越高,那么能源消费强度就倾向于越高。

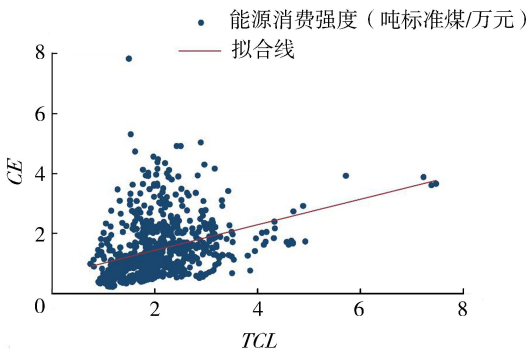


图5 发展战略与能源消费强度的散点图

3. 变量选择与定义

本文的被解释变量是地区能源消费强度(CE),

核心解释变量是发展战略(TCI)。本文选择的控制变量主要有:

①经济发展阶段($pgdp$):根据新结构经济学理论,随着经济发展阶段的变迁,能源消费强度也会呈现阶段性差异,特别是当经济发展到高收入水平阶段,产业结构趋向于服务业,那么能源消费强度会显著降低。由此,经济发展阶段的估计系数预期为负。

②汽车保有量(car):机动车能源消费不断增加,尤其是在经济发达地区交通领域的机动车成为能源消费与二氧化碳排放的主要贡献者,因此,本文考虑了千人汽车保有量对一个地区能源消费强度的影响,预期系数为正。

③城市化水平($urban$):采用城镇人口占总人口的比重来度量,随着城市化水平的提升,相应的基础设施等建设增加了能源消费,所以,该估计系数预期为正;

④技术进步(te):采用地区发明专利授权数与专利授权总数之比表示,随着技术进步,能源消费强度下降,该估计系数理论预期为负。

⑤对外开放度($trade$):采用进出口总额占GDP的比重来表示,贸易的开放度有可能增加能源消费,该估计系数理论预期为正。

⑥产业结构($structure$):采用第二产业增加值与第三产业增加值之比来度量产业结构,第二产业占比越高,则经济体的能源消费越高,因此,该估计系数符号预期为正;

⑦能源价格指数($price$):采用各个省份商品零售价格指数中的燃料价格指数来度量能源价格,能源价格一定程度上反映了能源禀赋情况,也是能源改革的关键驱动力之一,尤其是当能源价格上升时,经济主体会减少能源使用情况,进而实现成本最小化,因此,该估计系数符号预期为负。

⑧FDI强度(fdi):采用FDI与GDP之比,用于验证“污染避难所效应”,因此,该估计系数符号预期为正。

以上数据来源于历年每个省份的统计年鉴或发展年鉴、《中国科技统计年鉴》和《中国统计年鉴》,样本时间窗口为1995—2019年,最大程度上保证了研究数据的时效性与动态性。表1汇报了相关变量的描述性统计,在实证分析中对部分变量取自然对数。

在机制检验中认为违背比较优势的发展战略会对降低企业自生能力、扭曲产业结构、增加财政赤字

表 1 变量的描述性统计

变量	单位	均值	标准差	最小值	最大值	观测数
CE	吨标准煤/万元	1.4661	0.9702	0.2077	7.8185	750
TCI		2.0512	0.8047	0.75	7.47	750
pgdp	元	27800	26300	1826	165000	750
car	辆/千人	0.0615	0.0607	0.0041	0.284	750
urban	%	47.4732	16.3279	13.3758	89.6066	750
te	%	12.0174	7.758	0.5988	43.0966	750
trade	%	30.1944	36.7595	1.2779	203.976	750
structure		1.0352	0.3235	0.1911	2.4239	750
price		5.9442	3.7284	1.094	25.4185	750
fdi	%	50.9545	63.3956	4.762	579.862	750

等方式进而对能源消费强度产生不利影响。

企业自生能力(M_1)的度量:选取地区国有企业总产值占工业总产值的比重作为企业自生能力的代理变量^①,该数值越大,表示企业越缺乏自生能力^[28]。这样做的原因是国有企业是中国建国初期实行违背比较优势的重工业赶超战略的产物,而重工业大多属于资本密集型产业,这与当时中国劳动相对充沛、资本相对短缺的国情严重不匹配,造成这些重工业产业需要政府大量补贴来维持生计,而私营企业在追求利润最大化的目标下不会自发进入该产业,因此,国有企业是政府实施发展战略的重要微观主体。

产业结构扭曲(M_2)的度量:参照赵秋运等的做法^[29],将“工业/服务业”相对于正常值的“偏离程度”指标作为产业结构扭曲的核心变量,表示如下:

$$Structure_{iu} = \gamma_1 \ln pgdp_{iu} + \gamma_2 \ln pgdp_{iu}^2 + \mu_i + \varepsilon_{iu} \tag{3}$$

式中: $Structure$ 为“工业/服务业”; $pgdp$ 为人均 GDP; μ_i 为省份固定效应,通过对式(3)进行估计得到产业结构与经济发展阶段的倒 U 形关系的拟合表达式,如式(4)所示。

$$Structure_{iu} = 1.4005 \ln pgdp_{iu} - 0.0773 \ln pgdp_{iu}^2 \tag{4}$$

由此,可以得到 $Structure$ 的估计值 $structure'_{iu}$,然后再计算一省份产业结构相当于“正常值”的偏离程度:

$$M_{2iu} = structure_{iu} - structure'_{iu} \tag{5}$$

若 $M_{2iu} > 0$,则表明产业结构存在更加偏向于工业部门的结构性扭曲。

财政赤字(M_3)的度量:采用财政支出与财政收入的差额占 GDP 的比重来表示,该数值越大,表示政府的财政压力也越大。

三、实证结果与分析

1. 基本结果

表 2 给出了普通最小二乘法、固定效应模型和随机效应模型的估计结果。发展战略 TCI 的估计系数至少在 5% 的水平上显著为正,由此可知,本文提出的理论假说 1 成立。通过逐步加入控制变量、地区固定效应和时间固定效应可以在一定程度上说明本文估计结果的可靠性。通过 Hausman 检验,发现采用固定效应模型更加符合模型,因此以第(4)列的估计结果为例。变量 TCI 的估计系数为 0.0026,且在统计上显著,表明在其他条件不变的情况下,一个地区的发展战略提高一个单位,会使得能源消费强度提高 0.0026%。

从其他控制变量来看,能源消费强度存在显著的时间惯性效应,即上期的能源消费强度越高,当期的能源消费强度也倾向于越高;随着人均 GDP 的增加,能源消费强度呈现下降趋势;汽车保有量、城市化水平、产业结构和 FDI 对能源消费强度具有显著的正向影响;能源价格的估计系数显著为负,表明在其他条件不变时,提高能源价格上涨 1% 大约能使能源消费强度下降 0.0805%;但是,技术进步和对外开放度的估计系数未能通过显著性检验。

2. 内生性问题处理

尽管上述基本结果采用双固定效应模型验证了前文提出的理论假说 1,但未考虑模型潜在的内生性问题,也有可能造成估计结果的偏误。本文潜在的内生性问题可能来源于两个方面:一是核心解释变量发展战略(TCI)的度量,以技术选择指数作为 TCI 的代理变量,事实上该指标反映的是发展战略的结果,尤其是当地区实现违背比较优势的重工业赶超战略时,该指标的数值较大,因此很大程度上具有内生性;二是遗漏变量,影响能源消费强度的因素众多,尽管本文已经选取了多个重要的经济变量,但难免也遗漏了其他因素。

为此,本文将发展战略作为内生变量,以其一阶

①基于历年《中国工业统计年鉴》中国有企业的工业总产值和地区工业总产值两个指标来计算企业自生能力,由于 2011 年以后不再统计工作总产值数据,故 2012—2016 年工业总产值的数据采用工业销售产值×(工业总产值(2011)/工业销售产值(2011))计算所得,而 2017 年以后工业销售产值和工业总产值的数据不可得,故机制检验一的研究样本为 1997—2016 年。

表 2 发展战略对能源强度的影响:基准回归

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	OLS	OLS	FE	FE	RE	RE
<i>TCI</i>	0.1751 *** (0.0123)	0.0076 ** (0.0033)	0.0088 ** (0.0036)	0.0026 ** (0.0008)	0.0076 *** (0.0028)	0.0036 ** (0.0015)
<i>L. lnCE</i>		0.9413 *** (0.0127)	0.7450 *** (0.0168)	0.7715 *** (0.0179)	0.9371 *** (0.0094)	0.9438 *** (0.0099)
<i>lnpgdp</i>		-0.0249 ** (0.0101)	-0.1002 *** (0.0163)	-0.1242 *** (0.0194)	-0.0278 *** (0.0095)	-0.0298 *** (0.00919)
<i>lncar</i>		0.0148 ** (0.0065)	0.0313 *** (0.0109)	0.0390 *** (0.0114)	0.0158 ** (0.0066)	0.0210 *** (0.0073)
<i>lnurban</i>		0.0104 (0.0076)	0.0191 ** (0.0078)	0.0173 ** (0.0075)	0.0108 (0.0074)	0.0173 ** (0.0069)
<i>lnite</i>		0.0013 (0.0039)	0.0266 *** (0.0046)	0.0050 (0.0056)	0.0022 (0.0039)	-0.0125 *** (0.0044)
<i>lntrade</i>		0.0004 (0.0027)	0.0046 (0.0055)	-0.0056 (0.0062)	0.0005 (0.0032)	-0.0046 (0.0042)
<i>structure</i>		-0.0037 (0.0063)	0.0237 ** (0.0098)	0.0307 *** (0.0111)	-0.0033 (0.0065)	-0.0033 (0.0064)
<i>lnprice</i>		-0.0058 (0.0067)	-0.0190 (0.0153)	-0.0805 *** (0.0255)	-0.0054 (0.0063)	0.0018 (0.0062)
<i>lnfdi</i>		0.0048 (0.0030)	0.0160 *** (0.0050)	0.0182 *** (0.0054)	0.0049 (0.0034)	0.0055 (0.0034)
常数项	0.4799 *** (0.0287)	0.1458 ** (0.0726)	0.8425 *** (0.1155)	1.1214 *** (0.1666)	0.1686 ** (0.0729)	0.1363 * (0.0763)
地区效应	未控制	未控制	已控制	已控制	已控制	已控制
时间效应	未控制	未控制	未控制	已控制	未控制	已控制
<i>R</i> ²	0.1617	0.9832	0.9729	0.9772	0.9674	0.9738
<i>N</i>	750	720	720	720	720	720

注:括号内为标准误;*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平上显著,下同;*L. lnCE* 表示被解释变量的滞后一期项。

滞后项作为工具变量,采用广义矩估计来解决模型潜在的内生性问题。表 3 和表 4 的第(1)列和第(2)列汇报了相应的估计结果,前者未考虑时间和地区固定效应,后者考虑了时间和地区固定效应,发展战略(*TCI*)的系数均在 10% 的水平上显著为正,表明当地区发展战略违背比较优势程度越高时,会增加能源消费强度。

表 3 内生性问题的处理

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>TCI</i>	0.0061 * (0.0035)	0.0048 * (0.0027)	0.0860 ** (0.0377)	0.1213 * (0.0705)
常数	0.1573 ** (0.0750)	1.4836 *** (0.2862)	-0.4784 (0.3167)	-1.3025 (0.8844)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
时间效应	未控制	已控制	未控制	已控制
地区效应	未控制	已控制	未控制	未控制
<i>R</i> ²	0.9832	0.9895	0.9645	0.9497
<i>N</i>	720	720	720	720

此外,也通过寻找合适的工具变量来缓解这一问题,采用“离受威胁地最短距离”作为发展战略的

表 4 内生性问题第一阶段回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>IV</i>	0.9174 *** (0.0445)	0.8269 *** (0.0762)	0.0678 *** (0.0189)	0.0382 ** (0.0174)
<i>F</i> 值	480.90	266.30	58.62	26.19
<i>R</i> ²	0.9270	0.9377	0.4761	0.5325
<i>N</i>	720	720	720	720

工具变量,即各地区省会城市离北部边界线、东部海岸线和南部海岸线的最短距离^[30],利用谷歌地图可测算 30 个省市区省会城市离受威胁地的最短距离。该变量满足工具变量的两个特征,一方面是因为其数值越大,表示离受威胁地最短距离越远,如陕西、四川和重庆等地成为“三线建设”时期重工业的发展重地,发展战略违背比较优势。进一步通过离受威胁地最短距离与发展战略的散点图(图 6)可知,离受威胁地最短距离与发展战略呈现正相关,满足了工具变量的相关性;另一方面,各个地区的省会城市距离北部边界、东部海岸线和南部海岸线的最短距离由地理条件所决定,从而满足了工具变量的外

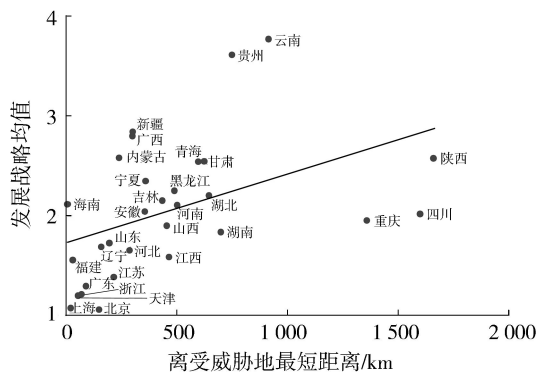


图6 离受威胁地最短距离与地区发展战略

生性。表3第(3)列和第(4)列汇报了以“离受威胁地最短距离”作为 TCI 的工具变量, F 值检验均大于10,表明了该工具变量的有效性,从发展战略对能源消费强度的影响系数看,其系数均显著为正,再次表明了违背比较优势的发展战略对降低地区能源消费强度起到消极作用,验证了前文的理论假说1。

3. 稳健性检验

在进行内生性分析以后,下文进一步从发展阶段差异性、变量的时间效应和空间溢出效应等方面对研究假说进行稳健性检验。首先,基于新结构经济学的相关理论,给定时点要素禀赋结构决定具有比较优势的产业结构,而不同的产业能源消耗也不同,并进一步从前文的特征性事实也可以看出中国东、中、西部的发展战略呈现阶段性差异,由此按照国家统计局对东、中、西部的分类对其进行异质性检验。表5第(1)~(3)列为相应的估计结果,可以看出,东部地区的 TCI 系数显著为负,其中的解释在于东部地区 TCI 的均值为1.44,基本位于1的附近,事实上 TCI 是一种技术选择指数,刻画的是一个地区工业的赶超行为,当指数越趋近于1的时候,表明采用的是遵循比较优势的发展战略,从东部 TCI 的估计系数可知遵循比较优势的发展战略有助于降低能源消费强度;中部地区 TCI 的估计系数为0.0055,但是统计上不显著;西部地区 TCI 的估计系数为0.0162,并且在10%的水平上显著,从东、中、西部的比较来看,西部地区的 TCI 指数最高,并且远远大于1,表明西部地区一定程度上采用了违背比较优势的发展战略,从而增加了能源消费强度。综上所述可知,在其他条件不变时,地区采用遵循比较优势的发展战略则有助于降低能源消费强度,反之,地区采用违背比较优势的发展战略则增加了能源消费强度。

表5 稳健性检验

变量	(1) 东部	(2) 中部	(3) 西部	(4) 1995— 2005 年	(5) 2006— 2019 年
TCI	-0.1176*** (0.0204)	0.0055 (0.0218)	0.0162* (0.0088)	0.0092 (0.0107)	0.0248*** (0.0088)
常数项	3.5675*** (0.3815)	1.0459* (0.6215)	6.2805*** (0.4824)	4.9158*** (0.7594)	3.9201*** (0.3372)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
时间效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
地区效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
R^2	0.9655	0.9626	0.9208	0.7147	0.9374
N	275	200	275	330	420

其次,本文的研究样本窗口期为1995—2019年,涵盖了“九五”到“十三五”,国家在每一阶段对能源消费强度的要求有所不同,单位GDP能源消耗强度指标从“九五”到“十三五”的目标分别是22.73%、20%、16%、和15%,从此可知,“十一五”以后对能源消费强度的降低指标有所减缓,所以将样本分为1995—2005年,2006—2019年两个阶段,前者为强规制阶段,后者为弱规制阶段。如表5第(4)列和第(5)列所示,在强规制阶段, TCI 的估计系数为正,但是统计上不显著,在弱规制阶段, TCI 的估计系数显著为正,这表明发展战略对能源消费强度的影响受政府规制强度的影响,换言之,在政府致力于降低能源消费强度的时候,可能会增加对能源治理的资金投入,一定程度上削弱了发展战略对能源消费强度的不利影响,而在政府放松对能源消费强度的监管时,发展战略对能源消费强度的影响开始凸显。

最后,考虑到一个地区的发展战略可能会影响其他地区的发展战略,发展战略的空间依赖性,与劳动力、资本等生产要素的跨区域流动有密切联系。发展战略的空间相关性意味着不同地区的经济产出和能源消费也存在空间相关性。由此,一个地区的能源强度不仅受自身发展战略的影响,而且还可能受其他地区发展战略的影响,特为了考察发展战略的空间相关性及其对能源消费强度的影响,本文进一步设定空间计量模型进行稳健性检验:

$$CE_{it} = \beta_1 WCE_{it} + \beta_2 TCI_{it} + \beta_3 Z_{it} + \theta_1 WTTCI_{it} + \theta_2 WZ + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

式中: W 为空间权重矩阵。模型(6)是空间杜宾模型(SDM),同时考虑了被解释变量和解释变量的空间相关性,其中空间权重采用地理距离和经济距离

两种方式,前者是省会城市间的最近距离,后者是省份人均 GDP 均值的之差。表 6 汇报了相应的估计结果。其中第(1)列—第(3)列采用地理距离,第(4)列、第(5)列采用经济距离,分别基于地区固定效应、时间固定效应和双固定效应模型。 ρ 的系数显著为正,说明地区能源消费强度存在空间的相关性,即总体上某地区的能源消费强度与地理上乃至经济上相邻地区的能源消费强度呈现正相关关系^①。本文的核心解释变量发展战略 *TCI* 的估计系数均显著为正,表明了违背比较优势的发展战略不仅增加了地区能源消费强度,而且还会通过空间关联性提高能源消费强度。因此,从侧面反映出要降低能源消费强度,有必要实行遵循比较优势的发展战略。

四、影响机制探讨

如前文所述,当一个地区采用违背比较优势的发展战略时,会对微观企业、中观产业结构和宏观政府财政产生系统性影响,如降低企业自生能力、扭曲产业结构和增加政府财政压力,为了进一步验证这些可能的影响机制(研究假说 2),通过交互项来进行识别。

表 7 汇报了采用双固定效应模型的回归结果。第(1)列和第(2)列考察了发展战略通过企业自生能力来影响能源消费强度, M_1 的估计系数显著为正,表明一个地区的企业越是缺乏自生能力,那么能源消费强度就越高,当同时考虑地区发展战略、企业自生能力以及二者的交互项以后,发现 *TCI* 和交互项的估计系数为正,但未能通过显著性检验。因此,

企业自生能力并不能完全解释之前回归发现的 *TCI* 对能源消费强度的正效应,在样本区间内,之所以没有发现企业自生能力机制,一种可能的原因是,国有企业大多是上游产业,其产业特性不仅是资本密集型,而且也是能源密集型的,因此,从全局来看,国有企业占比的作用稀释了发展战略对地区能源消费强度的影响,从而造成 *TCI* 的估计系数为正但是不显著;第(3)和第(4)列考察了发展战略通过产业结构扭曲对能源消费强度产生不利影响, M_2 的估计系数显著为正,表明在其他条件不变下,产业结构扭曲程度每增加 1 个单位,则能源消费强度就增加 0.27%,当同时考虑产业结构扭曲、*TCI* 和二者的交互项时,发现三个变量的估计系数均显著为正,即 *TCI* 对能源消费强度的影响主要是通过扭曲产业结构来实现的;第(5)和第(6)列考察了发展战略通过增加政府财政压力来影响能源消费强度, M_3 的系数均显著为正,表明当政府财政压力每增加 1%,则能源消费强度至少提升 0.04%,这也较符合经济学直觉,当政府财政压力增加时,用于能源效率提升的财政资金减少,一定程度上对能源消费强度的降低产生不利影响,同样当同时考虑 *TCI*、财政压力与二者交互项时,发现三者的估计系数也显著为正,表明当地区采用违背比较优势的重工业赶超战略时,会增加政府的财政赤字和能源消费强度,尤其是在实行赶超战略时,政府需要大量补贴那些重工业,而这些重工业往往是能源密集型,从而增加了能源消费。综上所述,验证了本文的理论假说 2。

表 6 发展战略对能源消费强度的空间效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>TCI</i>	0.0022** (0.0010)	0.0286* (0.0154)	0.0023* (0.0012)	0.0037** (0.0015)	0.0124** (0.0044)	0.0028** (0.0014)
<i>WxTCI</i>	0.0089* (0.0049)	0.2055* (0.1081)	0.1041 (0.1010)	0.0592* (0.0321)	0.0856* (0.0460)	0.0723* (0.0401)
<i>rho</i>	0.2259 (0.1780)	0.4957** (0.2495)	0.8130*** (0.2567)	0.4040*** (0.0929)	0.2445 (0.1747)	0.2979*** (0.0910)
<i>sigma2_e</i>	0.0053*** (0.0008)	0.0182*** (0.0032)	0.0044*** (0.0007)	0.0052*** (0.0008)	0.0218*** (0.0037)	0.0048*** (0.0008)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
地区效应	已控制	未控制	已控制	已控制	未控制	已控制
时间效应	未控制	已控制	已控制	未控制	已控制	已控制
<i>R</i> ²	0.4673	0.0437	0.5777	0.5320	0.0117	0.5601
<i>N</i>	750	750	750	750	750	750

①除了表 6 第(1)列和第(5)列,其余估计结果中被解释变量的空间效应 ρ 的系数均显著为正。

表 7 发展战略对能源消费强度影响的作用机制

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
M_1	0.1027 *** (0.0179)	0.1238 *** (0.0305)				
M_2			0.2659 *** (0.0530)	0.3637 *** (0.0733)		
M_3					0.0379 ** (0.0163)	0.1168 *** (0.0220)
TCI		0.0521 (0.0568)		0.2302 * (0.1242)		0.1145 *** (0.0230)
M_1TCI		0.0113 (0.0134)				
M_2TCI				0.0428 * (0.0238)		
M_3TCI						0.0439 *** (0.0085)
常数项	5.0409 *** (0.3267)	5.0832 *** (0.3326)	6.4932 *** (0.4362)	7.0162 *** (0.5059)	5.0137 *** (0.2970)	5.0218 *** (0.2963)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
时间效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
地区效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
R^2	0.9049	0.9051	0.9116	0.9121	0.9091	0.9125
N	600	600	750	750	750	750

五、结论和政策建议

当前,中国处于百年未有大变局的历史时刻,面对气候变化、环境风险挑战、能源资源约束等日益严峻的全球问题,中国将采取更加有力的政策和措施,努力争取 2060 年前实现碳中和。实现碳中和目标,建设绿色青山的美丽中国愿景给能源领域带来了新的发展契机。本文全面考察了发展战略对能源消费强度的影响与机制,首先利用技术选择指数 TCI 来衡量发展战略,测算了 1995—2019 年中国 30 个省市区的发展战略指数,然后基于面板双固定模型,考察了发展战略对能源强度的影响与可能的机制。具体而言:第一,在样本期内,地区发展战略指数总体上呈现下降趋势,尤其是从 2003 年的 2.356 下降为 2019 年的 1.679,表明发展战略越来越趋向于符合比较优势,从东、中、西部来看,三大区域的发展战略指数总体上也趋于下降,比较而言,西部地区的发展战略指数最高,其次是中部地区,东部地区最低;第二,面板双固定效应估计表明,地区发展战略越是违背比较优势,其能源消费强度越高。在选取“发展战略滞后一期项”和“离受威胁地最短距离”作为发展战略的外生工具变量后,上述结论依然成立;第三,考虑时间与空间异质性后研究发现,本文的研究

假说在 2006 年以后(弱监管)成立,并且对于西部地区的省份,其发展战略若是违背当地比较优势的程度越严重,那么,其能源消费强度也就越高。进一步,采用空间杜宾模型来识别考察发展战略的空间相关性及其对能源消费强度的影响,研究表明违背比较优势的发展战略不仅增加了地区能源消费强度,而且还会通过空间关联性提高能源消费强度;第四,根据机制检验的结果发现,违背比较优势的发展战略使得微观企业缺乏自生能力,中观产业结构产生扭曲,宏观政府财政压力增大,从各个主体弱化了能源与环境治理能力,从而导致地区能源消费强度增加。

基于上述研究结论,本文得到重要的政策启示。首先,遵循每个时点每个地区的比较优势发展战略是降低能源消费强度的重要途径。正如本文的机制检验所述,遵循比较优势的发展战略,企业具有自生能力,在环境约束的条件下有足够的能力实现节能减排,地区产业结构不断完善与升级,尽快度过高耗能高碳排的阶段,政府在财政收入上有保证,通过优化财政支出结构,增加对环保的财政支出,建立起消除扭曲的调节机制,从而高效率的降低能源消费强度;其次,西部地区的发展战略指数和能源消费强度均比较高,由此未来政府应该将遵循比较优势的发

展战略调整的视角侧重于西部地区,大力发展要素禀赋结构决定的具有比较优势的产业,与前沿技术差距较大的产业中可以通过引进、消化与吸收的方式来实现创新,通过资本积累和技术进步,来有效降低能源消费强度;最后,稳步降低能源消费强度的其他途径包括汽车交通领域的改革,传统燃油车的保有量是造成能源消费强度增加的一个影响因素,未来提高新能源汽车的市场份额是必然趋势;在本文中能源价格驱动了能源消费强度的下降,未来能源价格的改革也是促进节能减排工作的重中之重。

参考文献:

- [1] 林伯强,刘泓汛. 对外贸易是否有利于提高能源环境效率——以中国工业行业为例[J]. 管理世界,2015(9): 127-141.
- [2] 张伟,朱启贵,高辉. 产业结构升级、能源结构优化与产业体系低碳化发展[J]. 经济研究,2016(12):62-75.
- [3] 张三峰,魏下海. 信息与通信技术是否降低了企业能源消耗——来自中国制造业企业调查数据的证据[J]. 中国工业经济,2019(2):155-173.
- [4] 史丹,李少林. 排污权交易制度与能源利用效率——对地级及以上城市的测度与实证[J]. 中国工业经济,2020(9):5-23.
- [5] GROSSMAN G M, KRUEGER A B. Economic growth and environment [J]. Quarterly Journal of Economics, 1995 (110):353-377.
- [6] METCALF G E. An empirical analysis of energy intensity and its determinants at the state level [J]. The Energy Journal, 2008, 29(3):1-26.
- [7] WU J X, WU Y R, CHEONG T S, et al. Distribution dynamics of energy intensity in Chinese cities [J]. Applied Energy, 2018, 211(1):875-889.
- [8] 朱欢,郑洁,赵秋运,等. 经济增长、能源结构转型与二氧化碳减排——基于跨国面板数据的经验分析[J]. 经济与管理研究,2020(11):19-34.
- [9] 王晓,齐晔. 经济结构变化对中国能源消费的影响分析[J]. 中国·人口资源与环境,2013,23(1):49-54.
- [10] CIAN E D, SCHYMURA M, VERDOLINI E, et al. Energy intensity developments in 40 major economies: structural change or technology improvement [J]. Energy Economics, 2014(41):47-62.
- [11] 郑新业,吴施美,李芳华. 经济结构变动与未来中国能源需求走势[J]. 中国社会科学,2019(2):92-112.
- [12] TAN R, LIN B Q. What factors lead to the decline of energy intensity in China's energy intensive industries [J]. Energy Economics, 2018, 71:213-221.

- [13] 林伯强,吴微. 全球能源效率的演变与启示——基于全球投入产出数据的 SDA 分解与实证研究[J]. 经济学(季刊),2020,19(2):663-684.
- [14] 沈小波,陈语,林伯强. 技术进步和产业结构扭曲对中国能源消费强度的影响[J]. 经济研究,2021(2):157-173.
- [15] NADIM A, ANDREW W. Carbon dioxide emissions embodied in international trade of goods [R]. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2003, 25(4):1-22.
- [16] LIN J Y F. Development strategy, viability, and economic convergence [J]. Economic Development and Cultural Change, 2003, 51(2):277-308.
- [17] LIN J Y F. Economic development and transition: thought, strategy, and viability [M]. Cambridge, Cambridge University Press, 2009.
- [18] 林毅夫,蔡昉,李周. 中国的奇迹:发展战略与经济改革(增订版)[M]. 上海,格致出版社,2018.
- [19] 陈斌开,林毅夫. 重工业优先发展战略、城市化和城乡工资差距[J]. 南开经济研究,2010(1):3-18.
- [20] 赵秋运,马金秋,姜磊,等. 战略赶超、经济结构扭曲与“中等收入陷阱”:基于新结构经济学理论视角[J]. 国际经贸探索,2020,36(9):36-54.
- [21] 付才辉,郑洁,林毅夫. 发展战略与高储蓄率之谜——一个新结构储蓄理论假说与经验分析[J]. 经济评论,2021(1):49-67.
- [22] 姜磊,姜煜,赵秋运,等. 政府发展战略与企业全要素生产率[J]. 当代经济科学,2020,42(5):103-112.
- [23] 王坤宇. 国家发展战略与能源效率[J]. 经济评论,2017(5):3-13.
- [24] 郑洁,付才辉,赵秋运. 发展战略与环境治理[J]. 财经研究,2019,45(10):4-20.
- [25] 林毅夫. 新结构经济学的理论基础和研究方向[J]. 经济评论,2017(3):4-16.
- [26] 王勇,陈诗一,朱欢. 绿色发展、产业结构与政府治理——基于新结构经济学的特征性事实[R]. 工作论文,2021.
- [27] 陈斌开,林毅夫. 发展战略、城市化与中国城乡收入差距[J]. 中国社会科学,2013(4):81-102.
- [28] 郑洁,付才辉. 企业自生能力与环境污染:新结构经济学视角[J]. 经济评论,2020(1):49-70.
- [29] 赵秋运,林志帆. “欲速则不达”:金融抑制、产业结构扭曲与“中等收入陷阱”[J]. 经济评论,2015(3):17-30.
- [30] 林毅夫,陈斌开. 发展战略、产业结构与收入分配[J]. 经济学(季刊),2013,12(4):1109-1140.

(责任编辑:张志琴)