

# ICT效应下外商直接投资、经济增长与能源消耗

——基于半参数空间向量自回归模型的研究

曾岚婷<sup>1,2</sup>, 叶阿忠<sup>2</sup>

(1. 福建师范大学福清分校 经济管理学院, 福建 福清 350300; 2. 福州大学 经济与管理学院, 福州 350116)

**摘要:**基于中国30个省份(因数据缺少,不包括西藏地区和港澳台地区)面板数据,通过构建半参数空间向量自回归模型(SSPVAR),利用时空脉冲响应函数、偏导图探讨了经济增长、能源消耗及外商直接投资的时空传导效应与信息通讯技术(ICT)非线性的影响作用。研究结果显示:外商直接投资、经济增长及能耗强度受到彼此冲击后的响应较为明显;能耗强度具有自强化效应,空间溢出作用促进了周边省份经济发展,短期内不利于其外资引入,但长期却能提高外资利用。经济发展产生不可持续的自身累积效应,与单位产值能耗走在了“U”的上行区,但却对邻近区域产生了积极的正向溢出。外资长期利好效应凸显,发挥经济发展和能源节约的促进作用;短期内却抑制经济发展,强化能耗度,更无法发挥“示范”效应吸引更大规模的外资流入。ICT具有正向的节能、增产和引流效应,分别以倒V和V型形态推进,但是发展的初级阶段没有任何影响作用。加速ICT应用,智能化和信息化商业、生产模式转型将有助于更少能耗的经济高质量发展。

**关键词:**经济;能源;外商直接投资;ICT;半参数空间向量自回归模型

**中图分类号:**F206 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2020)11—0044—08

工业4.0时代,物联网大数据、信息通讯技术的推广应用,信息化和智能化产业融合发展,提高经济效率同时引发了一波能源新需求的回弹现象。截至2017年,中国能源消费以3.1%的同比增长率连续17年居全球其他国家能源增量之首,能源消耗与经济发展并驾齐驱。而比例巨大的化石能源在发挥经济效应时也对生态环境造成了不可逆转的破坏。那么,解决高污染和高能耗则要通过更先进的生产技术<sup>[1]</sup>。先进技术能够提高能源效率、强化新能源开发,解决能源需求困境、缩短新旧能源更迭时期。外商直接投资(FDI)带来的技术进步效应是大多数发展中国家引进外资的唯一“福音”<sup>[2]</sup>。在中国,FDI作为经济发展中的重要组成部分,为解决资本积累不足的问题发挥了关键作用,不仅提高了资本积累速度,还带来先进的技术及管理经验<sup>[3]</sup>;外资推动技术进步、结构升级,促进经济改革和制度变迁,提升经济效率<sup>[4]</sup>。先进的外资节能技术溢出促进了能源效率提升,但是也伴随着污染转移的负面影响。那么,在回弹和节能共存阶段,经济增长与能源消耗的时空交互关系是否是动态的?在好环境和稳发展双重目标的约束下,FDI的节能和污染的双向作用力是如何调试经济增长和能源消耗间的时空关系?解锁信息与通讯技术发展(ICT)的冲击作用下FDI、经济发展和能源消耗之间关系成为研究新经济问题的起点。

## 一、文献回顾

现有大部分文献专注于经济增长、能源消耗和FDI两两因果关系的研究。就经济增长与能源消耗而言,大部分实证结论证实了二者密切关系,但都没有对具体的关系形式达成一致定论。部分学者认为能源消耗对经济增长具有正向作用,能源是经济增长不可或缺的第三投入要素。经济增长伴随着能源需求增长,能源消费与经济增长之间具有较强关联<sup>[5]</sup>,但是许多机制会削弱这种效应。另一种结论则显示逐步扩大的能源消耗降低了经济增长速度,与经济发展结构调整优化的初衷相悖。由此可见,尽管能源与经济增长存在关系,但二者的关系是动态变化的<sup>[6]</sup>。国内学者们选取北京<sup>[7]</sup>、辽宁<sup>[8]</sup>、山西<sup>[9]</sup>等差异性较大的区域以探索其关系变化的规律,研究结论表明能源消耗与经济增长的脱钩和复钩现象在空间区域中差异极大,进一步验证了二者关系的非定向性。就能源消耗与外商直接投资而言,FDI通过技术扩散、生产重组和其他方式强化东道国能源利用效率<sup>[10]</sup>。针对我国样本的实证结论也显示引入FDI能够提高本国的能源利用效率,降低能源消

收稿日期:2020—03—18

基金项目:国家自然科学基金“半参数全局向量自回归模型的理论研究及其应用”(71571046)

作者简介:曾岚婷(1984—),女,福建平潭人,博士研究生,福建师范大学福清分校讲师,研究方向:技术进步与经济增长;叶阿忠(1963—),男,福建沙县人,博士,福州大学经济管理学院教授,博士研究生导师,研究方向:计量经济理论与应用。

费强度,FDI增加对能源节约有显著效应<sup>[11]</sup>。但是FDI对国内能源消耗的影响会因地区不同而不同<sup>[12]</sup>。就外商直接投资与经济增长而言,FDI发挥的效应特征取决于东道国吸收能力。FDI对经济增长有直接的影响作用,也有通过人力资本传递的间接影响<sup>[13]</sup>,对经济增长也可能存在无影响<sup>[14]</sup>甚至是负向影响<sup>[15]</sup>。现有学者除了专注于二者间单向的作用原理和规律进行研究,也有针对FDI与经济的反馈关联。经济增长对FDI具有正向影响,经济增长发挥“吸虹效应”促进FDI流入。然而,我国南北区域软硬件差异极大,对外资的吸引力也大不相同。东部沿海城市江苏、广东、上海历来是FDI争入之地,西部地区的外资占比寥寥。如此巨大的空间差异势必会对经济发展和FDI反馈关联产生极大影响。因此,探索二者关系不能忽视区域异质性及关联溢出对原路径施加的约束。

已有的研究更侧重于能源消耗、经济增长与外商直接投资的单向关系。大部分基于均衡介质的样本假设进行,缺乏对截面个体时空异质性问题关注,忽视了相关关系通过溢出渠道在时空节点的传递效应;同时,以往对变量之间关系的研究主要从静态视角,对反馈效应的把握不足。基于此,本文注重时空维度的交互作用分析,构建的半参数空间向量自回归模型能够将变量置于一个内生系统中,而半参数项的设计避免了传统模型对变量关系进行预设的弊端,能够区分变量的作用力和反作用力,有效模拟出经济增长、能源和FDI的各个截面时空冲击路径。

## 二、实证模型的构建及基础检验

### (一)数据说明及来源

本文基于我国30个省份(西藏地区和港澳台地区因数据缺少剔除)2004—2016年的样本数据开展实证研究。能源消耗指标采用国内每万元产出的能源消耗即单位产值能耗表示,统一用能源强度( $Ei$ )表示;经济增长( $GDP$ )采用国内生产总值,以2000年为基期去除价格影响调整成不变价国内生产总值;外商直接投资( $FDI$ )采用各省份实际利用外资总额,按照当年实际汇率换算成人民币;而信息与通讯技术发展( $ICT$ )则采用其实际固定投资额表示, $ICT$ 投资额展现了各行业对 $ICT$ 的利用情况以及国家对 $ICT$ 产业的支持力度<sup>[16]</sup>。所有数据来源于各省统计年鉴(2004—2017年)、wind数据库。为了消除异方差,将 $GDP$ 、 $FDI$ 、 $ICT$ 等指标进行对数化处理。

### (二)半参数空间向量自回归模型

建立在经济理论上,传统的计量模型一般要严格区分内外生变量的差别。然而,单一的经济理论通常并不足以对变量之间的动态联系提供一个严密的说明。大多数经济理论在研究自变量和因变量之间关系时,都无法识别出特定的函数形式<sup>[17]</sup>。因此,基于模型现实性和经济理论的限制性,使用了考虑空间溢出且不区分内外生的非限制性动态闭合模型,增加了放宽预设前提的半参数项,更能够捕捉随变量时间和空间的动态关系。由于 $ICT$ 的影响是不确定的,将其作为半参数项进入空间向量自回归模型中,具体如式(1)所示:

$$y_{it} = \beta y_{it-1} + \gamma y_{it-1}^* + m_i(D\ln ICT_{it}) + \alpha_{ki} + \eta_{kt} + \mu_{kit} \quad (1)$$

$$y_{it} = \begin{bmatrix} \ln GDP_{it} \\ \ln FDI_{it} \\ Ei_{it} \end{bmatrix}, y_{it-1} = \begin{bmatrix} \ln GDP_{it-1} \\ \ln FDI_{it-1} \\ Ei_{it-1} \end{bmatrix}, y_{it-1}^* = \begin{bmatrix} \ln GDP_{it-1}^* \\ \ln FDI_{it-1}^* \\ Ei_{it-1}^* \end{bmatrix}, \beta = \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \beta_{13} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \beta_{23} \\ \beta_{31} & \beta_{32} & \beta_{33} \end{pmatrix}$$

$$\gamma = \begin{pmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \gamma_{13} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \gamma_{23} \\ \gamma_{31} & \gamma_{32} & \gamma_{33} \end{pmatrix}, m_i(D\ln ICT_{it}) = \begin{pmatrix} m_1(D\ln ICT_{it}) \\ m_2(D\ln ICT_{it}) \\ m_3(D\ln ICT_{it}) \end{pmatrix}, \alpha_{ki} = \begin{pmatrix} \alpha_{1i} \\ \alpha_{2i} \\ \alpha_{3i} \end{pmatrix}, \eta_{kt} = \begin{pmatrix} \eta_{1t} \\ \eta_{2t} \\ \eta_{3t} \end{pmatrix}, \mu_{kit} = \begin{pmatrix} \mu_{1it} \\ \mu_{2it} \\ \mu_{3it} \end{pmatrix}$$

其中: $i$ 表示省份; $t$ 表示样本时间; $y_{it}$ 表示内生变量的矩阵; $y_{it-1}$ 、 $y_{it-1}^*$ 分别表示时间及空间滞后一期项; $\beta$ 、 $\gamma$ 表示相应的系数矩阵; $m_i(D\ln ICT_{it})$ 表示半参数项; $\alpha_{ki}$ 表示内生变量截面个体的固定项; $\eta_{kt}$ 表示内生变量的时间固定项; $\mu_{kit}$ 表示空间误差项。对于空间权重矩阵采用queen邻近的0-1矩阵,其中当 $w_{ij} = 1$ 时表示二者有共同的边界,否则 $w_{ij} = 0$ 。上述模型中既有已知的线性关系也有未知的半参数函数关系,借鉴冯烽<sup>[18]</sup>的设定方法,假设模型中 $\sum_{t=1}^T \eta_{kt} = 0, \sum_{i=1}^N \alpha_{ki} = 0, E[m_k(D\ln ICT_{it})] = 0$ ,利用不变窗宽局部线性估计法对非线性部分

进行估计;对于线性部分可以利用 GMM 估计出相应的系数,勾勒出时空脉冲响应图。

**(三)基础检验**

为了保证模型估计的有效性,对各变量进行单位根、协整关系和格兰杰因果关系检验。其中,模型空间溢出效应的存在性与否取决于空间相关性检验结果。

利用面板单位根检验的 LLC、IPS、ADF、PP-Fisher 等方式对各变量原序列进行单位根检验。由表 1 可知,变量的原阶序列均在 10% 的置信度水平上拒绝了具有单位根的原假设,表明 4 个变量均是平稳。为了确定变量之间的两两相互关系,可以利用因果关系检验进行判定。

由表 2 的格兰杰检验结果可知,经济增长、能源强度和外商直接投资不拒绝彼此互为因果的原假设,变量间存在显著的因果关系。统计角度和理论上证实了地区的外资流入速度和规模会对经济增长及单位产出的能耗产生影响。主体地区的经济增长也是能源强度和外商直接投资变化的直接原因,且能源强度也会对经济增长和外商直接投资产生直接影响。

利用 Moran's I 值检验变量的空间相关性。由表 3 可知,3 个变量在样本年限内的 Moran's I 值均通过显著性检验,证明了变量存在空间溢出效应,即地区间经济变量变动会产生溢出效应。能源强度、经济增长与外商直接投资具有

正的空间相关性。外商直接投资空间相关性最显著,保持在 0.35 ~ 0.45,样本年限内有小幅波动,但均在 1% 显著水平上拒绝不存在空间相关性的原假设。能源强度和经济增长的空间相关性波动不大,保持初始的相关性水平上,验证了能源消耗和经济活动会产生地理空间的溢出,进而影响邻近区域。因此,忽视空间溢出的普通面板模型会使得分析产生误差,应选择考虑地理或经济关联的空间模型进行实证检验。

**三、实证结果分析**

利用 MATLAB、R、EViews 软件对 SSPVAR 模型进行估计,具体的系数估计结果见表 4,变量间的时空交互关联的基本规律则由脉冲响应函数和偏导图得出。

**(一)模型总体估计结果**

由表 4 的估计结果可知,大部分系数都能通过显著性检验。这足以说明加入空间项构建的内生系统模型进行变量活动的关联度分析是合理且准确的。能源强度、经济增长和外资利用效率环环相关,彼此互为依赖互为影响。在结果解读上,由于内生系统模型对变量系数估计值的解释并不能完整的勾画出时空动态变化下内生变量之间的交互作用,故对于内生变量时空效应以时空脉冲响应函数形成的响应图为主。时空脉冲响应函数能够刻画出特定个体特

表 1 单位根检验结果

变量类型	LLC	IPS	ADF	PP
$E_i$	-7.980***	-1.506*	83.763**	161.294***
lnGDP	-7.267***	-2.163**	93.06***	112.146***
lnFDI	-2.071**	-0.814	108.219***	128.894***
lnICT	-6.504***	-1.669**	79.936**	102.603***

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示在 1%、5%、10% 的水平下显著。

表 2 格兰杰因果检验结果

变量类型	原假设	F
lnGDP	经济增长不是能源强度的格兰杰原因	41.438***
	经济增长不是外商直接投资的格兰杰原因	15.228***
lnFDI	外商直接投资不是能源强度的格兰杰原因	9.152***
	外商直接投资不是经济增长的格兰杰原因	4.707***
$E_i$	能源强度不是经济增长的格兰杰原因	7.844***
	能源强度不是外商直接投资的格兰杰原因	8.765***

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示在 1%、5%、10% 的水平下显著。

表 3 Moran's I 值

年份	$E_i$			lnGDP			lnFDI		
	Moran's I	Z	p	Moran's I	Z	p	Moran's I	Z	p
2004	0.250	2.321	0.020	0.217	2.006	0.045	0.418	3.682	0.000
2005	0.271	2.495	0.013	0.214	1.982	0.047	0.435	3.827	0.000
2006	0.279	2.560	0.010	0.218	2.007	0.045	0.437	3.840	0.000
2007	0.286	2.620	0.009	0.218	2.013	0.044	0.459	4.017	0.000
2008	0.311	2.821	0.005	0.218	2.007	0.045	0.396	3.503	0.000
2009	0.314	2.846	0.004	0.216	1.994	0.046	0.348	3.116	0.002
2010	0.323	2.921	0.003	0.219	2.022	0.043	0.338	3.035	0.002
2011	0.298	2.720	0.007	0.214	1.977	0.048	0.353	3.154	0.002
2012	0.302	2.746	0.006	0.213	1.970	0.049	0.366	3.260	0.001
2013	0.297	2.711	0.007	0.217	1.999	0.046	0.363	3.236	0.001
2014	0.297	2.707	0.007	0.218	2.013	0.044	0.375	3.336	0.001
2015	0.284	2.599	0.009	0.219	2.020	0.043	0.431	3.789	0.000
2016	0.274	2.521	0.012	0.221	2.034	0.042	0.413	3.646	0.000

表 4 SSPVAR 估计结果

变量类型	$E_i$	lnGDP	lnFDI
$E_i(-1)$	0.50048 (3.75843)	-0.11692 (-2.03557)	-0.00638 (-0.05518)
lnFDI(-1)	0.78264 (1.46529)	-0.00872 (-0.03787)	0.69347 (1.49563)
lnGDP(-1)	0.06447 (0.32652)	-0.18309 (-2.14994)	-0.50595 (-2.95202)
$E_i^*(-1)$	-0.39003 (-1.97417)	0.17479 (2.05115)	0.24665 (1.43812)
lnGDP*(-1)	-1.42135 (-1.67732)	0.63567 (1.73914)	1.21332 (1.64939)
lnFDI*(-1)	0.31380 (0.93292)	-0.11521 (-0.79407)	-0.11346 (-0.38856)

注:括号内数值为 t 统计值。

定变量的一个单位标准差的冲击下其他所有截面个体的所有内生变量受到的影响,以此来描述时空坐标下内生变量动态关系。这种方式既能刻画时间频度的动态变化过程,也能将空间效应囊括进来,能够较为完整的体现内生变量的作用路径。

## (二)时空脉冲响应分析

时空维度的VAR脉冲响应函数会在一个个体一个变量受到冲击的时候产生 $N \times K$ 的脉冲响应图,代表 $N$ 个截面的 $K$ 个内生变量都会在共振效应上发生变化。由于篇幅有限,为了讨论能源强度、经济增长和FDI的时空冲击效应,主要选择典型省份为分析样本,以此中心具有地理相近的一阶Queen邻近区域的共振冲击效应作为分析的基础,探讨变量时空响应路径。本文选取能源强度大的山西,国内生产总值占前的广东和外商直接利用率高的江苏为冲击源核心地,其他具有相同边界的邻近省份的响应情况作为提炼变量关联变动规律的样本。

### 1. 能源强度的冲击影响分析

以能源强度大省山西作为冲击源地,其能源强度受到冲击后对自身及邻近省份的动态冲击响应过程。由图1(a)可知,山西地区能源强度的一个正向标准冲击,自身产生正向响应,这种自强化效应持续一段时间逐渐收敛;冲击经由空间相关性波及邻近区域,这种以“警示”作用对陕西、内蒙古、河北、河南的能源强度产生负向影响,山西省高能耗的环境污染和自然资源枯竭“坏例子”,督促周边引以为戒降低能耗,防止重蹈覆辙。由图1(b)中可知,山西高能耗低能效不利于自身经济发展,能耗越高,经济效率低,说明经济发展新动能改革逐渐在典型的资源型省份初见端倪,能源效率提升会促进经济繁荣再现,能耗度高则不利于经济发展。这种冲击产生了正向溢出影响,促进周边省份的经济增长,这也验证了路正南<sup>[19]</sup>的研究结论即能源强度对经济增长的影响是正负两种作用力的结果。由图1(c)可知,短期内,较高的能源强度不利于当地外资利用,说明对外资的政策性引导发挥作用,外资会逐渐流入高能效低能耗部门。这与张小漫<sup>[20]</sup>关于低碳区能源消费强度的增加不利于外资的引入和运用的结论是一致的。而经由空间溢出路径对邻近省份产生的影响路径基本一致,短期内能源强度增强会发挥负向溢出,不利于周边省份的外资利用,但是从第2期开始这种负向溢出逐渐转正,在长期内发挥积极的正向溢出作用,利于周边省份外资利用水平,这也能说明全国的外资引导政策发挥作用,高能耗地区发生了“恐吓”和“挤出”效应,驱逐了更多的外资进入到邻近省份,外资寻求低能耗高能效、低污染的城市作为其进入的主要目的地。

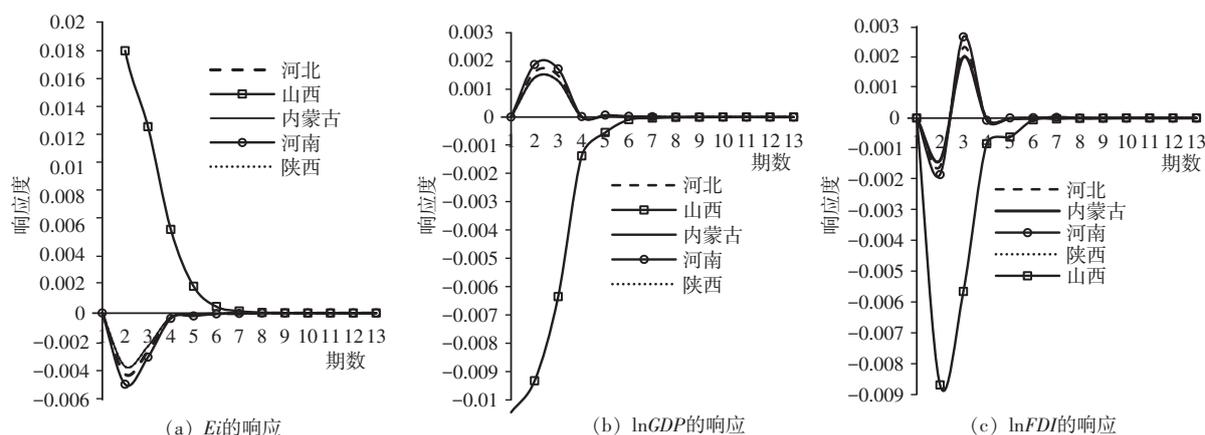


图1 冲击源山西能源强度:样本地区相关变量的响应

### 2. 经济发展的冲击影响分析

图2是广东省作为冲击源核心地,当地和邻近省份的脉冲响应图。由图2(a)可知,经济发展刺激能源强度增强,广东省经济高速增长推高了单位产出的能源消耗<sup>[19]</sup>。这也与广东地区传统能源占主导、新能源产业发展不完善息息相关。这也从地区角度验证了赵新刚<sup>[21]</sup>关于经济增长与能源强度处于倒“U”型曲线上行阶段的结论。经济增长会从空间传递正向影响,利于减弱福建、海南、江西、广西地区的能源消耗强度,其中对与经济空间权重关联最大的海南影响最大,进而从空间角度扩展了Allrian<sup>[22]</sup>关于经济增长在长期范围内降低能源消耗的结论。广东省经济发展的溢出效应会提高周边省份的能源产出效率,足以说明经济发展会

通过技术、资本等要素的溢出给周边省份带来了不可忽视的能源效率提升红利。从图 2(b)可知,广东经济发展具有累积性,但是长期而言这种优势逐渐消失。短期内,广东省的经济发展会产生正向的溢出效应能够带动周边的经济发展,但是长期内这种溢出影响却由正转负,“物以类聚”的集聚效应改变了溢出方向。广东发展引致周边人才、资源等会集聚流入这个区域引起其他区域经济发展资源的削减,阻碍了周边经济发展。由图 2(c)可知,当地及周边省份的外资利用和流入对广东省经济发展的正向冲击给予了正向响应,且响应路径基本一致,仅在频度上有略微差异,即进一步验证了经济增长会促进 FDI 流入和利用的短期动态关系<sup>[23]</sup>;长期内,这种经济的带动效应逐渐减弱,不利于外资的流入和利用。Kida<sup>[24]</sup>利用索洛内生增长理论的研究结论认为经济发展的态势决定了 FDI 流入的规模和速度。因此,在经济水平一定时,经济增长能够产生正向的溢出效应,带动周边经济发展和 FDI 流入;但当超过一定水平时,这种带动效应却在时空上表现出相反的态势。

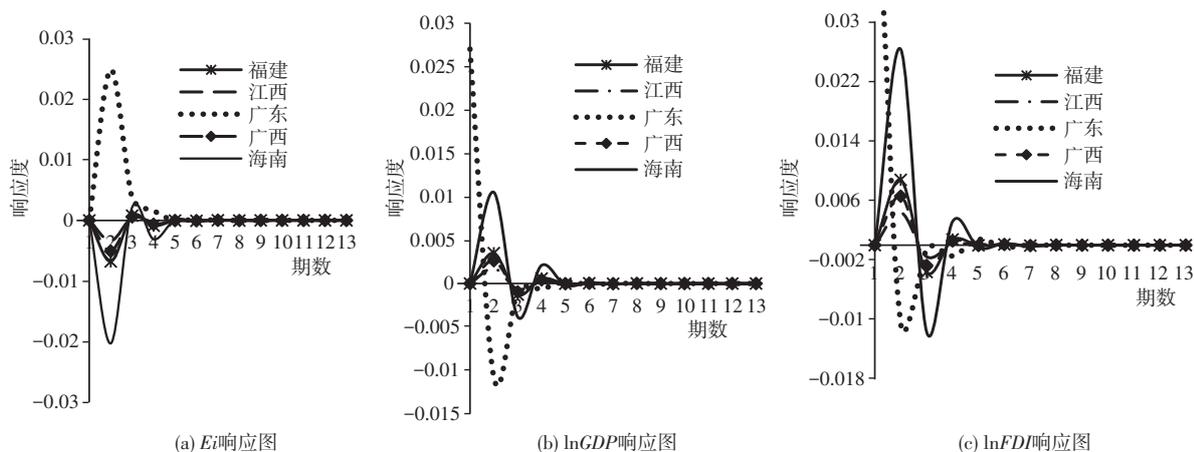


图 2 冲击源广东经济增长:样本地区相关变量的响应

### 3. 外商直接投资的冲击影响分析

以实际利用外资规模最大的江苏作为冲击源,自身省份和邻近省份的脉冲响应路径。由图 3(a)可知,江苏省外资流入强化了当地和周边省份的能源强度。当前,致力于改善环境问题的绿色发展导向会引导 FDI 的投资流向,趋于节能技术研发和利用的部门中,但是早期外资流入主要集中在高能耗工业部门,累积起来的不良效应并非短时间能缓解。因此,短期内 FDI 与能源强度的关系在时空角度体现了 FDI 的能源强化效应。长期来看,随着针对外资进入方式和领域的政策引导,部分先进的省域发挥 FDI 的利好效应降低能源强度。FDI 对能源强度的双向作用与苏素<sup>[25]</sup>的研究结论相一致。由图 3(b)可知,短期内,江苏的 FDI 正向冲击并没有如预期对当地和邻近省份的经济增长产生正向影响;但是长期来看,从空间角度体现出了 FDI 的经济发展促进效应。FDI 效应走向取决于东道国吸收先进技术的能力。由于地区对技术溢出和管理经验等存在吸收的滞后性,使得外资进入后未能对经济增长发挥正向激励作用。而随着吸收能力的提升,FDI 的经济发展效应逐渐显示,促进经济发展。这种与经济关联的 U 型规律同样会通过空间传递影响周边省份。由图 3(c)可知,江苏外商直接投资正向影响自身省份的 FDI,但最终和其他周边省份一样。短期内的趋势是先减弱,随着时间推进,也逐渐发挥其先期的累积效应,吸引周边省份的外资流入。可见资源同质化程度较高的区域会产生 FDI 追逐的恶性竞争效应。地区 FDI 流入会弱化周边地区 FDI 引入规模,但是长期内这种影响会逐渐消失。

### (三) ICT 的影响效应分析

运用局部线性估计法估算半参数项,并画出能源强度、经济增长与外商直接投资对 ICT 的偏导数图,具体如图 4 所示。图中横轴表示 ICT,数值越大表明行业发展水平越高;纵轴表示导数值,说明 ICT 变化一个单位对变量的影响幅度。ICT 发展呈现三阶段模型<sup>[26]</sup>。整体看来,在技术筹备初期,基础设施水平处于待建阶段,ICT 对变量几乎不发挥影响作用;但当进入技术迅猛发展的阶段,ICT 发挥积极效应,对变量的影响具有曲线特征。具体来看,由图 4(a)可知,在发挥作用阶段,ICT 发展有助于降低能源强度提高能源效率,尤其作

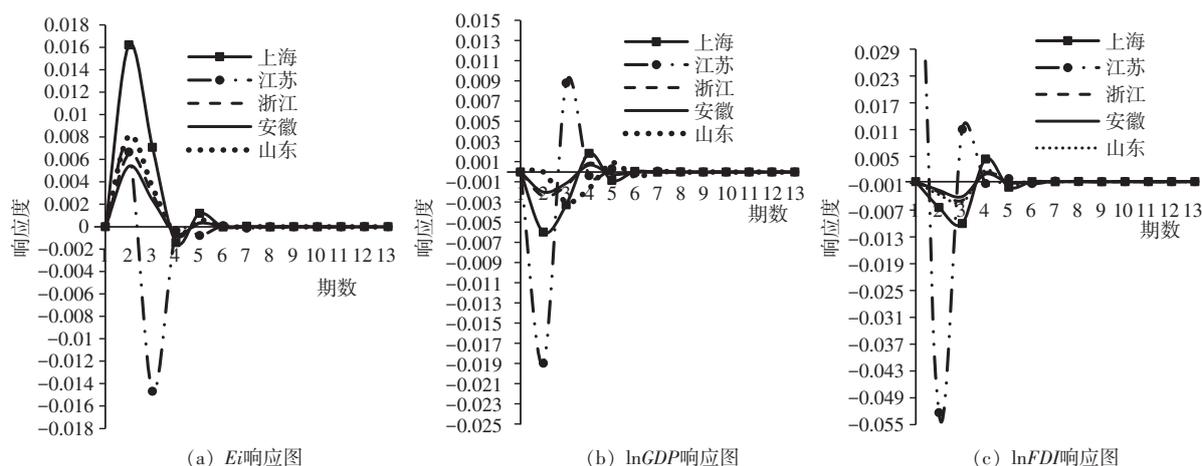


图3 冲击源江苏外商直接投资:样本地区相关变量的响应

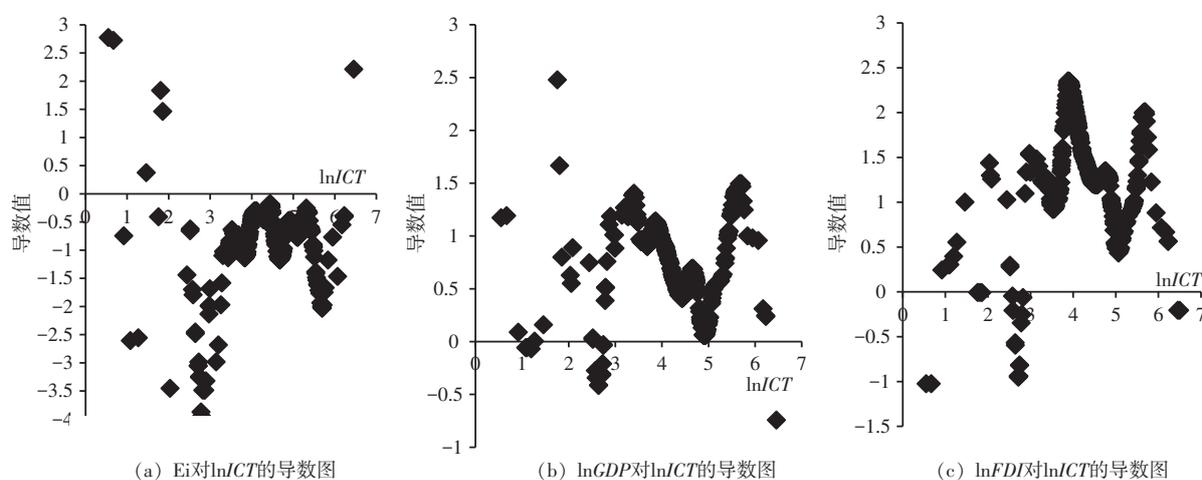


图4 相关变量对lnICT的导数图

用初期的影响力度最高,ICT与能源消耗强度的关系处于最优状态,随着其投入不断加深对于减缓能源消耗的影响力也不断减弱。Ishida<sup>[27]</sup>以日本为例,证明了ICT发展能够促进能源利用率提高。然而,ICT产生的电力需求增长会抵消其缓解能耗的作用。因此,理清ICT普及应用带来的能源回弹效应对于改善能源消耗模式极其重要。ICT对经济发展具有替代和渗透效应,以支撑资本形式和提高全要素生产率的方式直接及间接地影响经济发展<sup>[28]</sup>。由图4(b)可知,ICT以V曲线形态促进经济发展,且在作用初期发挥了促进的顶峰效应。当出现资源错位或不匹配现象时,经济增长效应消失;但当震荡调整后到新适配点,又发挥积极的促进效应。这说明ICT的经济发展促进作用取决于社会软硬件适配度。由图4(c)可知,ICT扩大了外资的流入且提高了外资的利用率。作用期开始即以N形图的正向影响路径展开且在发挥最大促进效应后,随后呈震荡的波动影响状态,正向效应逐渐减弱,在5时达到波谷后又逐渐上升,说明ICT作为东道国吸收能力的一个重要指标,影响东道国FDI的吸收效率,并且会对其经济效应也会产生一定的间接传导影响。

#### 四、主要结论及建议

本文将ICT对经济活动的影响具体到能源、经济和FDI两两因果关系的研究体系中,以中国30个省份面板数据构建了半参数空间向量自回归模型(SSPVAR),以时空脉冲响应函数刻画了变量冲击的时空响应路径,导数图刻画了ICT不同发展阶段发挥的作用效应。

(1)能源强度、经济增长和FDI互为因果,且表现出显著的时空交互作用。能源强度具有自我强化效应,且抑制经济发展、不利于FDI流入。这种影响经由具有相关性的经济活动媒介传递,发挥了相反的效应,促

进周边省份经济发展和外资流入。资源型大省依靠高能耗的经济发展驱动力不足且负面影响大,优势资源流入周边,为其高效发展提供先机。因此,伴随能源效率提高,转变资源型地区的能源结构、加大新能源开发、加快传统能源替代是解决当前高能耗问题的第一要务。

(2)经济发展强化了能耗强度,粗狂型的依赖能源消耗发展并未得到有效改善。经济溢出效应有利于降低周边省份高能耗、提高能效;且发挥自身的累积效应,促进 *FDI* 的流入和利用率提升。这种利好的溢出效应却是短暂不可持续的。因此,区域在发展经济的同时要注意和周边省份协同合作,发挥资源优势互补,强化经济发展的正向带动效应。

(3)*FDI* 的东道国效应呈 U 型曲线。下行区,外商直接投资不利于能效提升、抑制经济增长;上行区,由于高级要素、专业人才配套完善及吸收能力的提升会引导外商直接投资发挥节能高效的技术溢出效应,加快绿色经济发展,且对周边邻近省份溢出也是有利的。因此,充分发挥外资的正向效应,须强化区域的吸收能力、加大人才引进;同时,加强外资管理,引导外资合理分流于高规格要素的新兴产业中,提高外资的利用率。

(4)*ICT* 发挥积极效应,具有节能、增产和引流的三大利好作用。尽管作用力度会因其自身特点产生的能源回弹效应而呈减缓-提升-减缓-再提升的曲线变化状态,但是 *ICT* 发展的节能效应是可持续的。因此,积极推动信息技术的普及和应用,加大绿色技术创新寻求对信息技术产品生产中和废旧产品的分解处理产生的能耗回弹和环境问题的解决之道。*ICT* 的经济发展和外资的促进作用是波动的。充分发挥 *ICT* 资本要素的替代效应,扩大利用领域,优化基础设施建,为可持续发展提供新的动力源泉。

#### 参考文献

- [ 1 ] 黄群慧. “新常态”、工业化后期与工业增长新动力[J]. 中国工业经济, 2014(10): 5-19.
- [ 2 ] 景维民, 张璐. 环境管制、对外开放与中国工业的绿色技术进步[J]. 经济研究, 2014(9): 34-47.
- [ 3 ] 孙俊, 于津平. 资本账户开放路径与经济波动——基于动态随机一般均衡模型的福利分析[J]. 金融研究, 2014(5): 52-68.
- [ 4 ] 桑百川, 张彩云. 重构利用外资的“双驱”格局[J]. 中国经济报告, 2018(1): 50-52.
- [ 5 ] BILGEN S. Structure and environmental impact of global energy consumption[J]. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2014, 38(5): 890-902.
- [ 6 ] STERN D I, KERSTIN E. Causality between energy and output in the long-run[J]. Energy Economy, 2013(39): 135-46.
- [ 7 ] 王涛, 郭晶, 赵昕, 等. 能源消费与经济增长动态关系的实证分析[J]. 统计与决策, 2016(8): 137-141.
- [ 8 ] 郭琼, 黄雯. 能源消费与经济增长的动态关系研究[J]. 中国能源, 2016, 38(7): 30-32.
- [ 9 ] 谭德明, 何红渠. 基于 MRIO 的中国区域投资诱发的经济增长及能源消耗的对比分析[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2017, 23(3): 115-121.
- [ 10 ] SUN P Y, WU L C, CHEN S Y. On the nonlinear relationship between FDI and energy consumption intensity in an open economy: Analysis based on the framework of environmental Kuznets curve[J]. Journal of Finance and Economics, 2011, 37(8): 79-90.
- [ 11 ] 冯小明. 重庆市 FDI 特征与能源效率关系的实证研究[J]. 开发研究, 2015, 179(4): 115-118.
- [ 12 ] 范如国, 孟雨兴. FDI 技术溢出对能源效率影响的区域差异分析——基于吸收能力的视角[J]. 技术经济, 2015, 34(4): 30-36.
- [ 13 ] TEKIN R B. Economic growth, exports and foreign direct investment in least developed countries: A panel granger causality analysis[J]. Economic Modeling, 2012, 29(3): 868-878.
- [ 14 ] AKINLO A E. Foreign direct investment and growth in Nigeria: An empirical investigation[J]. Journal of Policy Modeling, 2004, 26(5): 627-639.
- [ 15 ] STEVE L, GUI D. Impact of foreign direct investments on economic growth in Africa: Evidence from three decades of panel data analyses[J]. Research in Economics, 2014, 68(3): 248-256.
- [ 16 ] 渠慎宁. ICT 与中国经济增长: 资本深化、技术外溢及其贡献[J]. 财经问题研究, 2017(10): 28-35.
- [ 17 ] YATCGEW A. Nonparametric regression techniques in economics[J]. Journal of Economic Literature, 2001, 36(36): 669-721.
- [ 18 ] 冯烽, 叶阿忠. 回弹效应加剧了中国能源消耗总量的攀升吗?[J]. 数量经济技术经济研究, 2015(8): 104-119.
- [ 19 ] 路正南, 冯阳, 王健. 基于内生增长模型的能源强度与经济增长率关系研究[J]. 统计与决策, 2017(12): 110-113.
- [ 20 ] 张小漫, 傅强, 张亚军. 经济增长、能源消费与外商直接投资的双向耦合关系——基于污染物排放强度分组[J]. 国际商务(对外经济贸易大学学报), 2017(4): 89-101.
- [ 21 ] 赵新刚, 刘平阔. 经济增长与能源强度: 基于面板平滑转换回归模型的实证分析[J]. 中国管理科学, 2014, 22(6):

103-113.

- [22] MAHMOUD A, IRIANI A. Energy-GDP relationship revisited: An example from GCC countries using panel causality[J]. *Energy Policy*, 2006, 34(17): 3342-3350.
- [23] 刘刚, 胡增正. 汇率、工资和经济增长对我国FDI流入的影响——基于全国与地区层面的实证检验[J]. *中央财经大学学报*, 2013, 1(2): 86-90.
- [24] KIDA N. Foreign direct investment environment and economic growth[J]. *Acta Universitatis Danubius Oeconomica*, 2016, 10(4): 31-41.
- [25] 苏素, 王波志. FDI与中国省际能源消费强度间关系的动态分析[J]. *技术经济*, 2011, 30(10): 66-71.
- [26] 国家统计局统计科研所信息化统计评价研究组. 信息化发展指数优化研究报告[J]. *管理世界*, 2011(12): 1-11.
- [27] ISHIDA H. The effect of ICT development on economic growth and energy consumption in Japan [J]. *Telematics & Informatics*, 2015, 32(1): 79-88.
- [28] 蔡跃洲, 张钧南. 信息通信技术对中国经济增长的替代效应与渗透效应[J]. *经济研究*, 2015(12): 100-114.

## Foreign Direct Investment, Economic Growth and Energy Consumption under ICT Effect: Based on Semi-Parametric Spatial Vector Autoregressive Model

Zeng Lanting<sup>1, 2</sup>, Ye Azhong<sup>2</sup>

(1. Economics and Management Department, Fuqing Branch of Fujian Normal University, Fuqing 350300, Fujian, China;

2. School of Economics and Management, Fuzhou University, Fuzhou 350116, China)

**Abstract:** Based on the panel data of 30 provinces in China, a semi-parametric spatial vector autoregressive model is constructed to explore the spatial-temporal transmission effect among economic growth, energy consumption and foreign direct investment and track the nonlinear effect of information and communication technology (ICT) with the help of spatial-temporal impulse response function and partial derivation graph. The results show as follows. The response of FDI, economic growth and energy intensity to the shock from each other is apparent. Energy intensity shows self-strengthening effect, spills over positive effect on economic development in neighbor provinces, and plays a conducive role in foreign capital inflows in the long term. Economic development presents an unsustainable self-cumulative effect and positive spatial spillover onto the adjacent regions, but relates to energy intensity on the upward of U curve. Economic development and energy saving effects from FDI dominate in the long run, which is unlike negative effects in the short run that inhibit economic development and energy consumption reduction, and lack of demonstration effects to attract more large-scale inflow. ICT plays positive role in energy saving, production increasing and FDI drainage as a result of accumulative development, which carry on in the form of inverted-V and V curve respectively. While there is no effect in the primary stage. With the application of ICT, realization of intelligent and information-based business and production mode will contribute to the high-quality economic development of less energy input.

**Keywords:** economic; energy; FDI; ICT; semi-parametric spatial vector autoregressive mode