

# 中国制造产业专业化集聚比多样化集聚更有利于提高能源效率吗?

郭劲光, 孙浩

(东北财经大学公共管理学院, 辽宁大连 116025)

**[摘要]** 采用2006—2016年我国省际制造业20个行业的面板数据,利用空间计量模型探究不同“邻近”矩阵下哪种类型的产业集聚对提升能源效率更有利,结果表明:在四种“邻近”权重矩阵(地理位置、地理距离、经济距离和嵌套权重)下,我国省际能源效率均呈现显著的正向空间关联关系,且我国制造业的产业专业化比多样化更有助于提升能源效率;东中西部地区制造业不同类型的产业集聚对能源效率的作用效果存在差异,东中西部地区产业多样化对能源效率提升均具有显著的促进作用;东部地区的产业专业化对能源效率提升具有抑制作用,即同一产业的溢出会对能源效率提升产生抑制效应,而中西部地区的产业专业化所发挥的作用要远大于产业多样化。

**[关键词]** 能源效率;产业集聚;溢出效应;外部效应;多样化集聚;专业化集聚

**[中图分类号]** F203 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2096-3114(2019)04-0093-10

## 一、引言

随着我国工业化进程的不断推进,能源的供需问题也愈发严重,使得“新常态”下我国经济发展面临着严峻的资源环境问题。此外,长期以来,高投入、高消耗、高排放、高污染一直是我国产业发展主要模式,虽然经济发展得到了快速增长,但同时也带来了资源消耗与环境污染。随着世界各国对能源与环境的重视,我国在节能减排问题上也承受着更大的压力。林伯强等指出,优化能源结构能够达到有效节能的目的,但煤炭资源所具有的价格优势使得我国在很长一段时期内不会大幅度改变能源消费格局<sup>[1]</sup>。

在已有的相关研究中,学者们沿用Scitovsky的思路<sup>[2]</sup>,将产业集聚进一步分成技术外部性与资金外部性两个部分来探究产业集聚对提升能源效率的积极效应。从技术外部性的视角来看,一方面,产业集聚与技术进步之间存在着相互促进的作用<sup>[3-7]</sup>,而技术进步能够有效促进能源效率的提升<sup>[8-11]</sup>,这使得通过加快产业集聚的进程来提升能源效率成为现实;另一方面,企业之间的联系并不仅仅表现在技术的溢出上,也表现在要素的外部性上,产业集聚能够缩小企业与要素在空间上的集聚范围,使得劳动力与企业之间有更高的匹配度,从而通过提升企业生产效率达到增强能源效率的目的<sup>[12-13]</sup>。从资本外部性的视角来看,Venables在其提出的垂直关联模型中指出,企业使用价格调节机制能够有效地降低各类成本,进而形成更加集中与完备的产业链,这样大大提升企业自身的生产效益,从而达到提升要素利用率的目的<sup>[14]</sup>;王炜与罗守贵的研究成果<sup>[15]</sup>也证明了这一点。

当前,我国工业化进程的不断推进,在带来一定经济效益的同时,也造成了大量能源的消耗,因此提

**[收稿日期]** 2018-11-11

**[基金项目]** 国家自然科学基金(71774027);国家自然科学基金(71472027);国家社科基金重大项目课题(18VSI071)

**[作者简介]** 郭劲光(1976—),男,河北唐山人,东北财经大学公共管理学院教授,博士生导师,博士,主要研究方向为公共管理与公共政策、治理与创新;孙浩(1991—),男,安徽阜阳人,东北财经大学公共管理学院博士生,主要研究方向为公共管理与公共政策,邮箱:sunhao1535@163.com。

高能源的利用率迫在眉睫。近些年来,诸多学者从产业结构、技术进步、经济水平、能源结构、资源禀赋等方面对能源利用效率的影响机制进行了研究,如Denison提出了“结构红利假说”<sup>[16]</sup>,Fisher-vanden等认为技术进步能够有效促进能源效率的提升,但在一定程度上会引起回弹效应<sup>[17-19]</sup>。另有学者从经济制度、能源结构、市场分割、开放程度等多个方面对能源利用效率问题进行了探究<sup>[20-23]</sup>。

基于上述研究不难发现,当能源效率为投入要素时,产业集聚对其具有明显的作用,而当产业集聚形成规模时,就会引起产业结构的进一步优化,进而对能源效率产生作用。在已有文献中,关于能源效率与产业集聚之间关系的研究很少,而且未研究不同产业集聚对能源效率的影响,更未探究哪种形式下的产业集聚更有助于增强能源效率。另外,现有探究能源效率的研究普遍忽视了其自身的空间特征,进而忽视了从空间关联的角度来探究产业集聚对能源效率的作用。鉴于此,本文拟从以下几个方面进行探究:采用非期望产出SBM超效率模型测度2006—2016年我国省际的全要素能源效率;采用2006—2016年制造业的面板数据与空间计量模型分析多种空间“邻近”矩阵下能源效率的空间特征,并将产业集聚划分为专业化与多样化两个部分来分析哪种产业集聚更有利于提升能源效率。

本文可能的贡献在于:在研究内容上,本文研究不同类型的产业集聚对能源效率影响的差异性,并重点分析产业专业化集聚与多样化集聚对能源效率影响的空间溢出效应;在研究方法上,本文选择空间杜宾模型(SDM),并在此基础上采用邻接、地理、经济以及嵌套四种权重矩阵来分析产业集聚对能源效率的空间效应。采用四种“邻近”矩阵能够了解省际间的空间关联是来自地理位置、经济互动还是二者均有,从而提高了实证检验结果的可信度和稳健性。

## 二、理论分析与研究假设

Fisher-Vanden等、陈建军等研究发现,由产业集聚效应所带来的技术进步不仅能够增强产业的竞争优势,还能够引起地区索洛剩余的不断增长,进而提升区域能源效率<sup>[17,24]</sup>。分析产业集聚对环境效率的作用机制可以结合循环经济,具体来说,产业集聚会使得许多关联企业汇聚在一起,上游企业可以提供较大数量的废弃物料给下游企业,产业链得到延长,并且促进共同使用的循环体系的形成。此外,产业集聚能够促使各种基础设施和资源实现共享,从而促进区域能源效率提升。具体作用机制见图1。

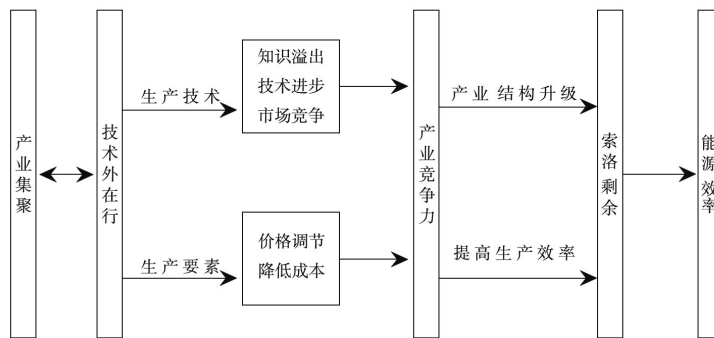


图1 产业集聚对能源效率的影响机制

专业化集聚能够使得同类产业之间相互关联以及产生技术外溢,它将诸多资本与资源集中到同一行业中,从而使得相关部门或者企业在节能过程中能够充分利用规模效应,产生提升能源效率的作用。一方面,专业化产业集聚通过实现要素的共享来影响能源效率。首先,相同企业间的关联集聚使得企业可以进行更加精细化的专业化生产,这种精细化加工不但可以减少生产中原材料的浪费,还可以减少中间投入品的在途损耗,进而提高资源的利用效率<sup>[25]</sup>。其次,同类型的企业对基础设施的需求存在较高的相似性,专业化集聚可以在一定程度上使得企业间能够共享部分设备设施,进而避免诸多的重复性设施建设,在保证产出的前提下促进资源的节约。最后,同类型企业集聚可以形成较为完整的制造与销售网络链,使得生产过程中各个环节所产生的同质废弃物更容易被收集,这不仅提高了对能源的循环使用效率,还大大降低了能源消耗。另一方面,专业化集聚通过技术和知识溢出效应影响能源效率。企业对某一新型产品的生产需要经过多个环节后才能出现在市场上,在这个过程中诸多的资源被消耗掉。产业专业化

集聚能够使得某一项新技术被优先使用后,其他企业能够通过技术的溢出来模仿与借鉴,这大大降低了企业在摸索过程中实验失败的概率,从而有利于提高能源利用率。由此,本文提出假设1。

H1:产业专业化集聚有助于提升能源效率。

产业多样化集聚是指多行业领域的产业之间的空间集聚,其可进一步扩大产业集聚空间范围,使得越来越多的企业交易集中到一起,也可进一步提升集聚地区基础设施的共享,从而使得资源利用效率得到提高。首先,多样化集聚能够反映出具有互补关系的产业间的竞争状况,企业为了提升自身竞争力就必须激发自身的技术创新能力,积极降低生产过程中可能产生的损耗,从而加强企业间的联系,提升能源效率。其次,地区产业多样化集聚可以使得企业间的联系更加紧密,甚至可能会出现“共生企业”,即不同的行业对生产要素有不同的需求,某一企业生产过程中所产生的废弃物有可能是另一企业所需要的生产原料,从而在产业集聚区内促进闭合的物质流的形成,提高对废弃物的回收再利用,使得能源效率得到提升<sup>[26]</sup>。再次,多样化集聚形成颇具规模且丰富的劳动市场,使得某一产业在受到冲击时能够将受冲击部分转移到其他行业,即形成了稳定的自我调节恢复系统,从而提升能源的利用率。最后,多样化集聚有利于知识技术的溢出以及企业间的贸易往来,使得产业链更加高效稳定,更有利于促进资源利用效率的提升。由此,本文提出假设2。

H2:产业多样化集聚有助于提升能源效率。

产业专业化集聚和多样化集聚均有助于提升能源效率,那么哪种形式的产业集聚更有利于提升能源效率呢?专业化与多样化集聚虽然都具有知识溢出效应,但专业化强调的是对技术进步的促进,而多样化强调的则是知识的传播。一方面,多样化集聚能够更加高效地促进跨行业企业间的交流,尤其是对废弃物的循环再利用,从而能够在源头处减少能源的损耗,提升能源效率。另一方面,多样化集聚使得不同类型企业的新技术与新知识相互融合,从而产生诸多创新型交叉技术,而新技术的出现使得企业为了赢得更大的竞争力,便会淘汰老旧设备而选择使用先进的节能设备,这种与专业化集聚所产生的创新更为纯粹,更有利于提升能源效率。由此,本文提出假设3。

H3:产业多样化集聚比专业化集聚更有助于提升能源效率。

### 三、研究设计

#### (一) 模型设定

为了探究产业专业化( $SI$ )、产业多样化( $DI$ )对能源效率( $EE$ )的影响,本文建立如下模型:

$$EE_{it} = \alpha_1 SI_{it} + \alpha_2 DI_{it} + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{it} + \varepsilon_{it} + \mu_i \quad (1)$$

其中, $X_{it}$ 为控制变量。因为模型(1)中各个个体间是相互独立的,无法反映考察对象间的空间关联性,更难以考虑到研究对象间的经济水平差异,所以本文在空间模型的基础上对模型(1)进行扩展,重点采用SDM模型进行探究,具体模型如下:

$$EE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 SI_{it} + \alpha_2 DI_{it} + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{it} + \rho WEE_{it} + W \sum_{j=1}^n \theta_j X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

#### (二) 权重矩阵设置

本文在描述各省域间空间关系时参考王守坤提出的空间矩阵<sup>[27]</sup>,采用邻接权重(位置是否邻近( $W_1$ ))、地理权重( $W_2$ )(省会城市间的距离)、经济权重( $W_3$ )(人均GDP差异)进行度量,并将相邻与经济差异相结合构建嵌套矩阵 $W_4$ :

$$W_4 = W_1 \times W_3 = (w_{ij})_{n \times n} = \left( a_{ij} \times \frac{1}{|Y_i - Y_j|} \right)_{n \times n} \quad (3)$$

其中,  $a_{ij}$  表示  $i$  地区与  $j$  地区是否相邻, 取值为 0 或 1;  $Y_i$  为第  $i$  地区在考察期内的人均 GDP 值。为满足权重矩阵的含义, 本文将  $W_4$  的主对角线全化为 0。采用该嵌套矩阵  $W_4$  能够有效地展示各地区经济发展水平差异的不对称性, 使结果更加符合实际。

(三) 数据来源与变量选取

本文采用 2006—2016 年我国省际面板数据进行实证分析, 数据来自于历年的《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》。

1. 能源效率。本文利用非期望产出 SBM 超效率模型测算 2006—2016 年我国历年省际能源效率。(1) 投入指标: 劳动力投入为各省区市每年年底的就业人数; 能源投入为各省区市每年的能源消耗量, 把煤炭、石油、天然气和水电等四种主要一次性能源的消费转换成同一单位后加总求得, 单位为吨标准煤; 资本投入采用  $K_{j,t} = (1 - \delta_{j,t})K_{j,t-1} + I_{j,t}$  计算, 其中  $K_{j,t}$  表示  $j$  省第  $t$  年的资本存量,  $I_{j,t}$  为  $j$  省第  $t$  年的固定资产投资额,  $\delta_{j,t}$  为折旧率, 具体参照单豪杰的处理方法<sup>[28]</sup>, 令  $\delta_{j,t} = \delta = 10.96\%$ 。(2) 产出指标: 期望产出指标为各省区市年末 GDP, 并以 2000 年为基期采用平减消除价格因素的影响; 非期望产出指标利用熵值法将工业“三废”合并为一个综合的非期望产出, 并利用 Bootstrap-DEA 方法对得到的结果进行修正。

2. 产业专业化与产业多样化。(1) 产业专业化: 在 Glaeser 研究<sup>[29]</sup>的基础上, 本文利用我国制造业各行业的总产值计算出 Hoover 区位熵, 并按照其重要程度赋予相应权重。(2) 产业多样化: 本文采用赫芬达尔指数的倒数来表示, 具体公式如下:

$$SI_j = \sum_{i=1}^n \frac{P_{ij}}{P_i} \frac{P_{ij}/P_j}{P_i/P} = \sum_{i=1}^n A_{ij} H_{ij} \tag{4}$$

$$DI_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^n (P_{ij}/P_j)^2} \tag{5}$$

其中,  $SI_j$  与  $DI_j$  分别表示地区  $j$  的产业专业化与产业多样化,  $P, P_i, P_j, P_{ij}$  分别表示所有产业、 $i$  行业、 $j$  地区、 $j$  地区  $i$  行业的总产值;  $H_{ij}$  为区位熵;  $SI_j$  与  $DI_j$  的值与该区域的产业专业化与多样化正相关。

3. 控制变量。为提高模型预测的准确度和合理性, 本文在参照陈关聚与于斌斌的研究<sup>[30-31]</sup>, 从经济发展水平(人均 GDP)、城镇化水平(城镇人口所占地区人口比重)、技术进步(每百人专利授权量)、外商投资(外商投资总额/地区生产总值)、产业变动(第三产业增加值占第二产业增加值的比例)以及政府作用(地方财政支出/地区生产总值)方面选取相关指标。

表 1 主要变量的统计特征

指标	变量	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	能源效率(EE)	330	0.4951	0.2545	0.13	1.4
核心变量	专业化(SI)	330	0.7029	0.8716	0.0211	4.4104
	多样化(DI)	330	9.5397	3.1229	3.7791	15.076
城镇化水平	城镇化水平(URB)	330	0.5295	0.1380	0.275	0.896
经济发展水平	人均 GDP(PGDP)	330	3.4898	0.5868	1.749	4.772
控制变量	第三产业增加值占第二产业增加值的比例(IOR)	330	0.9809	0.5412	0.49705	4.1653
	技术进步	每百人国内专利授权量(TEC)	330	5.3216	7.4877	0.18
外商投资	外商投资总额/地区生产总值(FDI)	330	0.2445	0.3720	0.00016	2.0384
	政府作用	地方财政支出/地区生产总值(GOV)	330	0.2060	0.09437	0.07464

注: 数据来源于历年《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》。

选取相关指标。

主要变量的统计特征见表 1。

## 四、实证结果及分析

### (一) 空间自相关检验

空间计量的前提是空间存在全局自相关, 本文使用 Moran's I 系数和 Moran 检验以及 4 种间权重矩阵

来衡量 2006—2016 年我国 30 个省区市的空间自相关性。由表 2 可知,在研究期间, Moran 系数在 10% 水平下均显著,这说明我国的能源效率存在明显的空间自相关性。此外, Moran's I 值恒大于 0,说明我国各地区之间的能源效率存在正相关,且邻近区域间互相影响。

表 2 能源效率的空间自相关检验

邻近矩阵	指标	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
邻接权重矩阵	Moran's I 系数	0.146 (0.098)	0.198 (0.036)	0.175 (0.058)	0.192 (0.042)	0.2 (0.034)	0.198 (0.036)	0.169 (0.064)	0.114 (0.018)	0.106 (0.034)	0.105 (0.021)	0.167 (0.066)
地理距离权重矩阵	Moran's I 系数	0.042 (0.029)	0.053 (0.014)	0.055 (0.012)	0.064 (0.006)	0.064 (0.006)	0.093 (0.00)	0.089 (0.00)	0.105 (0.00)	0.109 (0.00)	0.103 (0.00)	0.084 (0.001)
经济距离权重矩阵	Moran's I 系数	0.338 (0.00)	0.365 (0.00)	0.396 (0.00)	0.416 (0.00)	0.393 (0.00)	0.396 (0.00)	0.367 (0.00)	0.498 (0.00)	0.488 (0.00)	0.483 (0.00)	0.457 (0.00)
嵌套权重矩阵	Moran's I 系数	0.001 (0.0269)	0.022 (0.068)	0.024 (0.056)	0.02 (0.079)	0.021 (0.073)	0.026 (0.051)	0.021 (0.07)	0.024 (0.073)	0.023 (0.07)	0.029 (0.087)	0.008 (0.016)

注:括号里的数值为 Moran's I 系数对应的检验水平。

## (二) 全样本回归结果分析

为检验我国能源效率的空间关联特征以及分析地区产业专业化和产业多样化对能源效率的空间效应,本文采用不同“邻近”权重矩阵下的空间杜宾模型(SDM)进行分析。为了进一步确定 SDM 模型是否适合本文的分析,本文进行 Wald 检验,由于两个 Wald 检验都在 1% 的显著水平上拒绝了原假设,说明 SDM 模型是恰当的,具体结果见表 3。

从表 3 中可以看出,在不同邻近矩阵下的 SDM 模型中,产业专业化与多样化对能源效率均具有显著的促进作用。在 SDM 模型下,四种不同邻近矩阵下的自回归系数( $\rho$ )均大于 0 且显著,说明我国的能源效率存在显著的空间关联效应。通过比较可以发现,空间关联效应在地理距离权重矩阵下最为显著,说明能源效率的空间正向关联性在地理上的分布比其他三种邻近矩阵下的分布更为显著,即我国能源效率呈现区域性的集聚效应。从能源效率的溢出效应来看,产业专业化仅在地理距离权重矩阵与嵌套矩阵下对促进能源效率提升的空间溢出效应显著,而产业多样化在除邻接权重外的其他矩阵下促进能源效率提升的溢出效应显著。总之,产业专业化与产业多样化不仅对提升本地区能源效率具有显著影响,还对与本地区经济具有互动联系的其他省区市能源效率的提升具有促进作用。

从控制变量的结果来看,在四种“邻近”矩阵下,城镇化水平对增强能源效率具有显著的促进作用,这主要是因为城镇化优化了要素配给,从而降低了高能耗部门的能源强度,提升了能源效率。经济发展水平的提高可以促进能源效率的提升,这是因为较高的经济发展水平带来了生产效率和劳动力技术水平的提升,从而会带来先进的生产理念,同时也会产生良好的“学习效应”,进而促进能源强度的降低,即能源效率的提高。产业结构变动对增强能源效率具有显著的促进效果,原因在于伴随着地区产业结构的优化升级,高能耗产业会向其他地区转移,使得该地区的能源消费结构得以优化,能源效率提高。外商投资与政府作用虽然对能源效率的提升存在着抑制效应,但该效应在四种“邻近”矩阵回归结果中多数为不显著,这可能是因为外资多投资在高耗能的行业,这势必会加速这些高耗能行业的发展,从而会降低整体能源效率。因此,降低国民经济增长对投资的依赖性,扩大消费需求对国民经济增长的带动作用,将有助于低耗能产业的发展,提高能源效率。政府干预产生抑制效应的可能原因在于各级地方政府强调本地区的经济发展,而往往忽视周边地区的产业发展,从而造成大量资源的消耗,降低了能源效率。

## (三) 分地区回归结果

为了进一步探究产业专业化、产业多样化对区域能源效率的影响,本文将我国划分为三个区域(东部、中部和西部)进行分析,具体结果见表 4。

从表 4 中可以发现,在我国东部地区,从四种“邻近”矩阵的结果来看,虽然产业专业化对能源效率具

有抑制作用但不显著, 而产业多样化对能源效率则具有显著的促进效果, 且产业专业化的作用程度要高于产业多样化; 另外, 东部地区能源效率在经济与嵌套权重矩阵下具有明显的空间关联性, 但只有产业多样化在地理邻近矩阵下才具有显著的正向溢出效应。这说明我国东部地区能源效率的提升来源于产业多样化, 地区的产业多样化水平越高, 越有利于提升能源效率, 但同一产业的溢出效应则会对提升能源效率产生抑制作用。

从中部地区来看, 产业专业化与产业多样化对能源效率的提升均具有显著的促进作用, 而且产业专业化所发挥的作用要远大于多样化, 但产业多样化所产生的效果要低于东部地区; 产业专业化虽然具有正向溢出效应, 但该效应仅在经济距离权重矩阵与嵌套权重矩阵下显著, 而产业多样化则在四种邻近矩阵下均具有显著的正向溢出效应, 且中部地区在四种矩阵下的  $\rho$  值均显著大于 0, 说明该地区的能源效率集聚存在明显的正向溢出效应。这表明当前有关部门应充分提高中部地区的产业专业化与产业多样化水平。

从我国西部地区来看, 虽然产业专业化与产业多样化对能源效率的提升均具有显著的促进作用, 但产业专业化所发挥的作用要远大于多样化, 且产业多样化所产生的效果要低于东部与中部地区; 从溢出的角度来说, 虽然在经济距离权重矩阵与嵌套权重矩阵下产业专业化与产为多样化均有显著的溢出作用, 但二者所发挥的效应却是相反的, 且在西部地区能源效率不具有显著的空间关联性 ( $\rho$  值均不显著)。因此, 对于西部地区而言, 积极地扩大产业规模和提高区域产业的集中程度更能够提升地区能源效率。

(四) 效应分解

SDM 模型将效应划分为直接效应和溢出效应, 直接效应是指该区域对自身的作用, 而溢出效应则是除自身以外的其他区域对该区域的作用。采用多维邻近权重矩阵与 SDM 模型进行研究, 我们不仅能分辨出产业多样化与产业专业化的聚集是通过直接效应还是溢出效应或二者的共同作用对能源效率产生影响, 还能够发现该效应是地理位置还是经济依赖发挥作用所产生的, 或者二者均有。具有结果见表 5。

从全样本的结果来看, 产业专业化虽然对能源效率具有直接的促进效果, 但该作用仅在地理距离权重矩阵下显著; 产业专业化的溢出效应虽然在不同的权重矩阵下其回归系数有正向的也有负向的, 但其正向作用更加显著, 而且总效应基本为正, 说明产业专业化对我国能源效率提升总体上呈现促进作用。产业多样化在四种矩阵下对能源效率均表现出显著的直接和间接促进作用, 且这种效应不仅来源于地理上的“相邻”, 也来源于经济上的“相邻”。

从分地区的结果来看, 东部地区的产业专业化在四种“邻近”矩阵下均为负值, 说明东部地区的产业

表 3 全样本回归结果

变量	空间杜宾模型(SDM)			
	邻接权重矩阵	地理距离权重矩阵	经济距离权重矩阵	嵌套权重矩阵
专业化(SI)	0.000551** (-2.12)	0.0107** (-2.51)	0.0289* (-1.93)	0.0247** (-2.17)
多样化(DI)	0.00703* (-1.87)	0.0106*** (-3.03)	0.0108*** (-3.08)	0.0122*** (-3.45)
城镇化水平(URB)	0.547** (-2.05)	0.323** (-2.36)	0.443* (-1.68)	0.435* (-1.79)
经济发展水平(PGDP)	0.236*** (-3.64)	0.335*** (-5.2)	0.152** (-2.44)	0.167*** (-2.67)
产业结构变动(IOR)	0.0678** (-2.23)	0.0834*** (-2.7)	0.0657* (-1.87)	0.0785** (-2.5)
技术进步(TEC)	0.00231* (-1.87)	0.000901 (-0.74)	-0.00151 (-1.1)	0.000548 (-0.43)
外商投资(FDI)	-0.0245 (-0.85)	-0.0238 (-0.87)	0.0332 (-1.17)	-0.0299 (-0.91)
政府作用(GOV)	-0.252* (-1.78)	-0.257* (-1.95)	-0.165 (-1.44)	-0.269** (-2.48)
常数项	0.0202 (-0.2)	0.548** (-2.44)	0.164 (-1.47)	-0.0572 (-0.33)
W*SI	0.0119 (-0.35)	0.242** (-2.15)	0.00912 (-0.22)	0.0352** (-2.4)
W*DI	0.0192** (-2.43)	0.0435*** (-2.73)	-0.0139** (-2.5)	0.00692** (-2.47)
$\rho$	0.0712*** (-5.66)	0.206*** (-7.00)	0.145*** (-5.18)	0.0461*** (-5.97)
N	330	330	330	330
R <sup>2</sup>	0.751	0.748	0.771	0.771
LogL	363.129	376.268	366.234	364.932
AIC	-686.258	-712.536	-692.468	-689.863
Wald spatial lag test	81.39***	41.29***	45.23***	40.47***
Wald spatial error test	82.48***	40.26***	43.74***	40.41***

注: 括号内数值是回归系数所对应的标准误。

专业化对自身能源效率提升具有抑制作用,但  
该作用却不显著,这也与前文回归结果基本一  
致;而其溢出效应则在经济距离权重矩阵与嵌  
套权重矩阵下显著,且前者的效应值小于后者,  
说明仅以经济距离所构建的矩阵无法完全反映  
东部地区省区市间的空间关联性,这种联系的  
产生也需依靠地区间的经济互动,且在地理位  
置与经济方面均存在“邻接”的地区这种作用更  
加明显。东部地区的产业多样化也对能源效率  
具有显著的促进作用,但这种作用更多的是因  
为东部地区各个省区市间“邻接”,且这种现象  
在中部地区的产业专业化中也存在。中部地区  
产业多样化的直接效应、溢出效应和总效应在  
邻接权重矩阵下均为正向显著,但在其他矩阵  
下虽为正向但不显著,说明中部地区的产业多  
样化对能源效率的效应主要是通过地理“邻接”  
发挥作用的。西部地区的产业专业化和产业多  
样化均对地区能源效率具有显著正向的促进效  
果,且从回归效应值来看,前者的作用要大于后  
者;产业多样化的三种效应在嵌套矩阵下均显  
著为正,且其效应值要大于其他三种“邻近”矩  
阵,说明西部地区省区市间的关联效应并不单  
是由某一种“邻近”关系来作用的结果,而是多  
种“邻近”关系共同作用的结果。虽然西部地  
区的产业多样化也有类似的现象,但其在嵌套  
矩阵下的效用值则小于在其他“邻近”矩阵下  
的效用值,这表明产业多样化虽然在四种“邻  
近”下对地区能源效率均具有显著的促进作用,  
但四种“邻近”对提升能源效率的作用方向并  
未保持完全一致,因此需加强西部地区间四种  
关系作用方向的一致性,使得产业多样化能够  
进一步提升西部地区的能源

表4 分区域回归结果

区域	邻近矩阵	专业化(SI)	多样化(DI)	W*SI	W*DI	$\rho$
东部	邻接权	-0.0247	0.0179**	-0.0249	0.0461***	-0.0218
	重矩阵	(-0.77)	(-2.51)	(-0.5)	(-3.41)	(-0.22)
	地理距离	-0.0269	0.0198***	-0.0887	0.0497	0.0267
	权重矩阵	(-0.80)	(-2.77)	(-0.47)	(-1.39)	(-0.14)
	经济距离	-0.0201	0.0105	-0.0686	-0.01	-0.322**
	权重矩阵	(-0.68)	(-1.39)	(-1.57)	(-0.85)	(-2.49)
	嵌套权	-0.0335*	0.0220***	-0.102	0.0359	-1.225***
	重矩阵	(-1.87)	(-2.99)	(-1.28)	(-1.56)	(-4.03)
	邻接权	0.108***	0.0069*	0.0637	0.0136***	0.359***
	重矩阵	(-2.63)	(-1.84)	(-1.28)	(-2.97)	(-3.77)
中部	地理距离	0.0912**	0.0028***	0.115	0.0136*	0.388***
	权重矩阵	(-2.00)	(-2.74)	(-0.79)	(-1.87)	(-3.37)
	经济距离	0.0636***	0.001	0.186*	0.0131*	0.344***
	权重矩阵	(-3.20)	(-0.22)	(-1.8)	(-1.74)	(-2.81)
	嵌套权	0.0101**	0.00276***	0.371***	-0.00303**	0.184**
	重矩阵	(-2.16)	(-2.97)	(-3.23)	(-2.47)	(-2.43)
	邻接权	0.168**	0.00607*	-0.198	0.0224**	0.0472
	重矩阵	(-2.13)	(-1.71)	(-1.04)	(-2.28)	(-0.44)
	地理距离	0.135**	0.001***	0.124	0.0409	0.475*
	权重矩阵	(-2.26)	(-3.32)	(-0.23)	(-1.63)	(-1.88)
西部	经济距离	0.229**	0.0187***	-0.781***	0.0536***	0.0535
	权重矩阵	(-2.07)	(-2.93)	(-3.01)	(-3.28)	(-0.3)
	嵌套权	0.476***	0.00296***	-0.845*	0.00965**	-0.186
	重矩阵	(-5.25)	(-2.83)	(-1.9)	(-2.43)	(-1.36)

注:括号内数值是回归系数所对应的标准误。

表5 产业专业化与多样化的直接效应、溢出效应和总效应

变量	效应	全国				东部				
		邻接	地理距离	经济距离	嵌套	邻接	地理距离	经济距离	嵌套	
专业化	直接	0.00118	0.0134**	0.03	-0.0256	-0.0244	-0.029	-0.0125	-0.0425	
	效应	(-0.05)	(-2.16)	(-1.32)	(-1.18)	(-0.73)	(-0.82)	(-0.38)	(-1.31)	
	溢出	-0.0122	0.309*	-0.0107	0.0374**	0.0411	-0.0121	0.053**	0.0743*	
	(SI) 效应	(-0.33)	(-1.87)	(-0.28)	(-2.41)	(-0.4)	(-0.53)	(-2.34)	(-1.81)	
	总效	-0.011	0.323*	0.0193	0.063	0.0167	-0.411	0.041*	0.308***	
多样化	应	(-0.29)	(-1.86)	(-0.53)	(-0.67)	(-1.07)	(-0.68)	(-1.71)	(-2.85)	
	直接	0.00720**	0.0111***	0.0111***	0.0120***	0.0171**	0.0195***	0.0117	0.0213***	
	效应	(-2)	(-3.33)	(-3.24)	(-3.55)	(-2.57)	(-2.91)	(-1.52)	(-2.94)	
	溢出	0.0202**	0.0567**	0.0144*	0.00456**	0.0439***	0.0469	-0.0115	0.0039	
	(DI) 效应	(-2.45)	(-2.47)	(-1.78)	(-2.33)	(-3.52)	(-1.36)	(-1.13)	(-0.36)	
总效	0.0274***	0.0673***	0.0255	0.0166	0.0610***	0.0663*	0.000233	0.0252**		
西部	应	(-3.23)	(-2.9)	(-0.39)	(-1.14)	(-4.62)	(-1.86)	(-0.02)	(-2.13)	
	变量	效应	邻接	地理距离	经济距离	嵌套	邻接	地理距离	经济距离	嵌套权重
	直接	0.130***	-0.0795	-0.0403	0.0257**	0.169**	0.136**	0.225*	0.467***	
	效应	(-2.62)	(-1.45)	(-0.80)	(-2.39)	(-2.07)	(-2.24)	(-1.88)	(-5.17)	
	溢出	0.136*	0.131	0.243	0.459***	-0.194	0.0614	0.420**	0.673*	
	(SI) 效应	(-1.85)	(-0.59)	(-1.62)	(-3.17)	(-0.99)	(-0.16)	(-2.53)	(-1.76)	
	总效	0.266**	0.0518	0.203	0.485***	-0.0251	0.198**	-0.645	1.140***	
	应	(-2.4)	(-0.2)	(-1.33)	(-2.72)	(-0.11)	(-2.51)	(-1.61)	(-2.75)	
	直接	0.0103**	0.00152	0.00245	0.00296	0.00613*	0.0061***	0.0190***	0.003***	
	效应	(-1.99)	(-0.37)	(-0.66)	(-0.85)	(-1.74)	(-2.98)	(-2.92)	(-2.75)	
溢出	0.0213***	0.0186	0.0187*	0.00479	0.0226**	0.0254	0.0573**	0.00956**		
(DI) 效应	(-2.77)	(-1.58)	(-1.88)	(-0.65)	(-2.31)	(-1.47)	(-2.45)	(-2.5)		
总效	0.0316***	0.020	0.0212**	0.00775	0.0287**	0.0315*	0.0764***	0.0125		
应	(-2.69)	(-1.2)	(-2.12)	(-0.98)	(-2.56)	(-1.7)	(-2.79)	(-0.62)		

表6 邻近权重矩阵下的空间自回归(SAR)与空间误差模型(SEM)回归结果

地区	变量	SAR				SEM			
		邻接	地理距离	经济距离	嵌套	邻接	地理距离	经济距离	嵌套权
全 样 本	专业化 (SI)	0.019*** (-2.86)	0.018*** (-2.8)	0.021* (-1.92)	0.0214** (-2.23)	0.0243 (-0.76)	0.0214*** (-2.93)	0.0182*** (-2.81)	0.0214*** (-2.83)
	多样化 (DI)	0.011*** (-2.87)	0.0105*** (-2.73)	0.0116*** (-3.04)	0.0115*** (-3)	0.0104*** (-2.7)	0.00904** (-2.39)	0.0117*** (-3.07)	0.0116*** (-3.01)
	$\rho$	0.119* (-1.87)	0.343*** (-2.69)	0.00698 (-0.07)	0.0564** (-2.44)				
	$\lambda$					1.514*** (-3.21)	1.354** (-2.57)	1.743*** (-4)	1.645*** (-3.48)
	$\sigma^2$	0.005*** (-11.48)	0.00491*** (-11.38)	0.00514*** (-11.28)	0.00511*** (-11.28)	0.00509*** (-11.33)	0.00496*** (-11.14)	0.00502*** (-11.38)	0.00513*** (-11.29)
	R <sup>2</sup>	0.623	0.662	0.735	0.726	0.648	0.782	0.711	0.734
	Logl	342.564	344.042	340.856	340.949	343.139	346.569	341.996	340.953
	AIC	-661.128	-664.085	-657.711	-657.898	-662.278	-669.137	-659.992	-657.907
	专业化 (SI)	-0.0649 (-1.46)	-0.0499 (-1.16)	-0.0398 (-0.90)	-0.0336 (-0.75)	-0.0601 (-1.33)	-0.0822* (-1.90)	-0.0712 (-1.42)	-0.0497 (-1.19)
	多样化 (DI)	0.023*** (-3.14)	0.0230*** (-3.12)	0.0236*** (-3.33)	0.0195*** (-2.79)	0.0206*** (-2.63)	0.0216*** (-2.85)	0.0200*** (-2.71)	0.0199*** (-2.71)
东 部	$\rho$	0.017 (-0.19)	0.0536 (-0.33)	-0.237* (-1.78)	-0.790*** (-3.05)				
	$\lambda$					1.381 (-1.54)	1.553* (-1.75)	2.610*** (-3.37)	2.694*** (-4.1)
	$\sigma^2$	0.007*** (-6.57)	0.0063*** (-6.55)	0.0058*** (-6.09)	0.0055*** (-6.63)	0.0065*** (-6.67)	0.0064*** (-6.65)	0.0053*** (-6.35)	0.0051*** (-6.81)
	专业化 (SI)	0.022*** (-2.73)	0.0223*** (-3.73)	0.0094*** (-3.32)	0.00069** (-2.02)	0.0285*** (-2.88)	0.0244*** (-2.77)	0.00136*** (-3.05)	0.0124** (-2.43)
	多样化 (DI)	0.00601* (-1.69)	0.00401 (-1.13)	0.00303 (-0.8)	0.00467 (-1.26)	0.00368 (-0.94)	-0.00254 (-0.65)	-0.00127 (-0.26)	-0.0016 (-0.42)
	$\rho$	0.229** (-2.31)	0.382*** (-3.12)	0.355*** (-2.89)	0.317** (-2.27)				
	$\lambda$					1.917*** (-3.24)	2.443*** (-3.99)	2.418*** (-3.46)	2.506*** (-4.03)
	$\sigma^2$	0.001*** (-6.19)	0.0009*** (-6.14)	0.0009*** (-6.06)	0.00091*** (-6.16)	0.0009*** (-6.05)	0.00071*** (-5.47)	0.00082*** (-5.55)	0.00071*** (-5.73)
	专业化 (SI)	0.169*** (-3.32)	0.16** (-2.26)	0.188*** (-3.49)	0.17*** (-3.35)	0.173** (-2.38)	0.178*** (-3.54)	0.228*** (-2.99)	0.166** (-2.33)
	多样化 (DI)	0.00723 (-1.22)	0.0071** (-2.19)	0.0072*** (-3.22)	0.0074** (-2.25)	0.00698** (-2.29)	0.00658** (-2.38)	0.00464 (-0.87)	0.00753* (-1.79)
西 部	$\rho$	0.0456 (-0.39)	0.259** (-2.24)	0.246 (-1.52)	0.142 (-1.14)				
	$\lambda$					0.89 (-1.48)	1.138* (-1.72)	1.389* (-1.71)	0.902 (-1.46)
	$\sigma^2$	0.006*** (-7.33)	0.006*** (-7.28)	0.00602*** (-7.29)	0.00613*** (-7.34)	0.00617*** (-7.34)	0.00588*** (-7.24)	0.00590*** (-7.12)	0.00617*** (-7.33)

效率。

(五)稳健性检验

由于前文分析所得结果可能存在不确定性,如所采用的模型与“近邻”关系的确定方法都可能对最终结果产生影响,因此本文采取多种空间模型以及多种邻近矩阵下的SDM模型对结果的稳健性进行检验,具体结果见表6。从表6中可以看出,采用三种邻近矩阵进行回归所得结果与表2、表3中的结果大致保持一致;在采用地理位置、经济状况以及地理反距离来确定相邻关系时,主要解释变量(产业专业化SI、多样



化  $DI$ )对能源效率的作用仍显著且系数方向也未改变;从空间滞后系数来看,虽然表5中  $\rho$  与  $\lambda$  的显著性与表2、表3中的结果存在差异,但其值的方向却基本保持一致;通过对表3和表6全样本回归下SEM、SDM、SAR模型的LogL以及AIC值的比较发现,本文采用的SDM模型要优于SEM模型和SAR模型。综上所述,本文所得结论是稳健和可靠的。

## 五、结论

本文采用2006—2016年我国省际面板数据,使用空间计量模型探究制造业产业多样化集聚与专业化集聚对能源效率的影响,结果表明:(1)从全国层面来看,我国制造业的产业专业化比产业多样化更有助于提升能源效率。(2)从区域层面来看,东部地区的产业多样化对能源效率提升具有显著的促进作用,而产业专业化则会对能源效率提升产生抑制效果,即同一产业的溢出会对能源效率提升产生抑制作用;在中部与西部地区,产业专业化与产业多样化对能源效率提升均具有显著的促进作用,且产业专业化所发挥的作用要远大于产业多样化,即积极地扩大产业规模,提高中西部地区的产业专业化与多样化程度更有利于提升地区能源效率。(3)从效率分解的角度来看,总体上产业专业化与多样化对我国能源效率呈现出直接与溢出的促进作用,且这种效应不仅来源于地理上的“相邻”,还来自于经济上的“相邻”;在中部与西部地区,产业多样化在嵌套矩阵下的效用值小于其他“邻近”矩阵下的效用值,说明多种作用力对提升能源效率的方向并未保持完全一致。

结合所得结论,本文提出如下政策建议:(1)充分开发区域中以“优势资源”为基础的产业,在加强产业多样化与产业专业化的过程中积极调动中小微企业所带来的规模效应。但我国当前对该效应的利用并不充分,这也使得我国能源效率的提升被抑制,因此需要积极引导中小微企业逐渐形成相应的产业集聚。(2)我国的经济体制尚不完备,产业集聚还不成熟,因此需要适当的经济干预,但政府的干预对能源效率却产生了抑制作用,这与我国过度关注地区GDP的增长有关,地方政府过于关注当地企业的数量与规模的大小,造成资源利用率的下降。因此,有关部门在对地区进行评估时不仅仅要关注GDP的增长,还应该将地区产业是否符合当地格局纳入考核范围,积极提高产业集聚效应。(3)积极引导产业竞争,构建良好的市场环境,通过对产业竞争方向的引导,使产业集聚能够稳定有序的发展,从而达到构建良好竞争市场、增强能源效率的目的。当前,我国制造业的国际地位并不高,过于激烈的竞争使得企业失去创新动力,从而阻碍了产业的发展,这种现象在我国东部地区尤为突出,因此需要政府部门出台相关法律法规来抑制该现象的发生。

## 参考文献:

- [1] 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.
- [2] Scitovsky T. Two concepts of external economies[J]. Journal of political Economy, 1954, 62(2): 143-151.
- [3] 许家云,张玉,吴石磊.海归技术溢出、产业集聚与技术进步——中国制造业行业数据的实证检验[J].现代财经,2013(6):120-129.
- [4] 徐涛.产业集聚、企业特征与制造业技术进步——基于江苏省制造业行业的研究[J].华东经济管理,2013(2):7-12.
- [5] 程中华,于斌斌.产业集聚与技术进步——基于中国城市数据的空间计量分析[J].山西财经大学学报,2014(10):58-66.
- [6] 张永恒,郝寿义.技术进步率差异下的中国制造业集聚——基于新经济地理学的分析[J].地域研究与开发,2016(5):7-11.
- [7] 董景荣,王亚飞,刘冬冬.中国装备制造业产业集聚与技术进步路径选择的关系研究[J].当代经济管理,2017(3):68-73.
- [8] Doms M, Dunne T, Roberts M J. The role of technology use in the survival and growth of manufacturing plants[J]. International journal of industrial organization, 1995, 13(4): 523-542.
- [9] Birol F, Keppler J H. Prices, technology development, and the rebound effect[J]. Energy policy, 2000, 28(6-7): 457-469.
- [10] 冯峰.内生视角下能源价格、技术进步对能源效率的变动效应研究——基于PVAR模型[J].管理评论,2015(4):38-47.
- [11] 余康.市场化改革、技术进步与地区能源效率——基于1997—2014年中国30个省份的面板数据模型分析[J].宏观经济研究,

- 2017(11):79-93.
- [12] 颜银根. FDI、劳动力流动与非农产业集聚[J]. 世界经济研究, 2014(2):67-74.
- [13] 赵伟, 隋月红. 集聚类型、劳动力市场特征与工资—生产率差异[J]. 经济研究, 2015(6):33-45.
- [14] Venables A J. Equilibrium locations of vertically linked industries[J]. International economic review, 1996, 37(2): 341-359.
- [15] 王炜, 罗守贵. 新世纪以来中国区域发展不平衡的变动研究——基于三个层次的区位基尼系数[J]. 上海管理科学, 2014(5):1-4.
- [16] Denison E F. Why growth rates differ: Postwar experience in nine western countries[R]. 1967.
- [17] Fisher-Vanden K, Jefferson G H, Liu H, et al. What is driving China's decline in energy intensity? [J]. Resource and Energy economics, 2004, 26(1): 77-97.
- [18] 王姗姗, 屈小娥. 基于环境效应的中国制造业全要素能源效率变动研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011(8):130-137.
- [19] 张意翔, 成金华, 汤尚颖, 等. 技术进步偏向性、产权结构与中国区域能源效率[J]. 数量经济技术经济研究, 2017(8):72-88.
- [20] 史丹. 我国经济增长过程中能源利用效率的改进[J]. 经济研究, 2002(9):36-43.
- [21] 师博, 沈坤荣. 市场分割下的中国全要素能源效率: 基于超效率DEA方法的经验分析[J]. 世界经济, 2008(9):49-59.
- [22] 杨先明, 田永晓, 马娜. 环境约束下中国地区能源全要素效率及其影响因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2016(12):147-156.
- [23] 余康. 市场化改革、技术进步与地区能源效率——基于1997—2014年中国30个省份的面板数据模型分析[J]. 宏观经济研究, 2017(11):79-93.
- [24] 陈建军, 胡晨光. 产业集聚的集聚效应——以长江三角洲次区域为例的理论和实证分析[J]. 管理世界, 2008(6):68-83.
- [25] 刘亮, 蒋伏心, 王钺. 产业集聚对绿色创新的影响——抑制还是激励?[J]. 科技管理研究, 2017(6):235-242.
- [26] 谢荣辉, 原毅军. 产业集聚动态演化的污染减排效应研究——基于中国地级市面板数据的实证检验[J]. 经济评论, 2016(2):18-28.
- [27] 王守坤. 空间计量模型中权重矩阵的类型与选择[J]. 经济数学, 2013(3):57-63.
- [28] 单豪杰. 中国资本存量K的再估算:1952—2006年[J]. 数量经济技术经济研究, 2008(10):17-31.
- [29] Glaeser E. Learning in cities[R]. National Bureau of Economic Research, 1997.
- [30] 陈关聚. 中国制造业全要素能源效率及影响因素研究——基于面板数据的随机前沿分析[J]. 中国软科学, 2014(1):180-192.
- [31] 于斌斌. 产业结构调整如何提高地区能源效率?——基于幅度与质量双维度的实证考察[J]. 财经研究, 2017(1):86-97.

[责任编辑:杨志辉,王丽爱]

## Is Specialization Agglomeration of China's Manufacturing Industry More Conducive to Energy Efficiency than Diversification Agglomeration ?

GUO Jinguang, SUN Hao

(School of Public Administration, Dongbei University of Finance and Economics, Dalian 116025, China)

**Abstract:** Using panel data of 20 industries in China's inter-provincial manufacturing industry from 2006 to 2016 and spatial econometric models, this paper explores which types of industrial agglomeration under different "proximity" matrices are more conducive to improving energy efficiency. The results show that under the four "proximity" weight matrix (geographical location, geographic distance, economic distance and nested weight), China's inter-provincial energy efficiency shows a significant positive spatial correlation, and the specialization of manufacturing industry in China is more conducive to improving energy efficiency than diversification. Different types of industrial agglomeration in manufacturing industries in the eastern, central and western regions have different effects on energy efficiency. Industrial diversification in the eastern, central and western regions has a significant role in promoting energy efficiency. However, industrial specialization in the eastern region inhibits the improvement of energy efficiency, that is, the spillover of the same industry will have an inhibitory effect on the improvement of energy efficiency, while industrial specialization in the central and western regions plays a much greater role than industrial diversification.

**Key Words:** energy efficiency; industrial agglomeration; spillover effect; externality; diversified agglomeration; specialized agglomeration