

中国能源强度的空间异质性及其影响因素研究

范吉成

(华北电力大学 经济与管理学院, 北京 102206)

摘要:伴随着我国经济增长以及产业结构升级,能源强度及其影响因素在空间分布上呈现的特性具有新的变化。选取2015年中国30个省(区、市)的相关数据建立地理加权回归模型,实证研究了能源强度的空间异质性及其影响因素。结果表明:中国省域能源强度存在明显正的空间自相关性,并且在空间上存在明显的集聚特征,西北地区能源强度较高,东南地区能源强度较低;技术进步、经济发展水平、对外开放程度与能源强度成负相关关系,对能源强度的降低有促进作用;第二产业比重、第三产业比重、能源价格与能源强度成正相关关系。

关键词:能源强度;空间异质性;地理加权回归模型

中图分类号:F206 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2019)02-0072-06

我国在实现经济迅猛发展的同时,能源消费总量也在迅速增加,能源强度的波动性在逐渐下降^[1]。能源消费与经济增长之间具有长期协整关系^[2],其对经济增长的影响会随着能源强度水平的不同而产生差异^[3]。现有文献认为经济增长与能源强度之间存在反比关系^[4]。因此,研究能源强度的影响因素对降低能源消耗、提高能源利用效率具有重要意义,从而为政府制定相关政策提供理论依据。

目前针对能源强度影响因素的研究,大部分学者采用的是线性回归方法、SDA及LMDI因素分解法^[5]。关于能源强度的影响因素,现有的研究主要包括技术进步、产业结构、能源价格、人均GDP、工业化、信息化、城市化等。其中技术进步对能源强度的降低具有显著作用^[6-11]。有的学者从研究与开发经费投入、外商直接投资、进口贸易等角度进一步研究技术因素的影响,结果表明这些因素的技术溢出效应可以降低能源强度,其中研究与开发经费投入的影响最为显著^[12]。

随着经济的发展,我国产业结构也在不断调整,2013年之前,我国的产业结构阻碍了能源强度的降低,但之后产业结构的优化调整对能源强度的降低起促进作用^[13]。产业结构优化升级,降低第二产业比重,可以促进能源强度的降低^[5,12]。此外,人均实际GDP^[15-16]、信息化投资^[7]对提高能源利用效率有正向促进作用,而工业化水平发展则对降低能源强度有

抑制作用^[15]。有研究表明,信息化和工业化融合后,可以通过技术进步、产业结构调整、资源配置优化等途径降低能源强度^[17]。

城市化和能源价格对能源强度影响的研究结果并不一致。有的学者认为城市化对能源强度的影响无法确定^[15],而有学者通过分析亚洲10个国家相关数据,认为城市化的提高可以显著降低能源强度^[18]。能源价格上涨对高耗能行业的影响显著^[9],可以有效促进能源强度的下降^[7,10,19]。能源价格与能源强度具有长期关系^[9],可以通过技术效率和产业结构对能源强度造成影响,但有的学者认为其对能源强度影响的消费路径目前存在阻塞,无法起到调节作用^[20-21]。通过对欧洲能源价格分析发现,能源种类,对能源强度的影响存在差异,石油价格上升对能源强度的降低有显著的降低作用,而煤炭价格上涨的影响并不显著^[16]。

地区能源强度的增长有一定的外溢效应^[22],不同影响因素对能源强度的影响具有显著的异质性^[19,23-24],但是现有研究大多仍采用传统的研究方法,无法揭示空间效应对于能源强度的影响。因此,本文考虑地区间的空间效应,建立地理加权回归模型,研究中国省域能源强度的空间异质性及其影响因素。

1 研究方法

1.1 地理加权回归模型

传统的最小二乘法回归只是对变量进行平均估

收稿日期:2018-10-25

作者简介:范吉成(1992—),男,辽宁东港人,华北电力大学经济与管理学院,硕士,研究方向:产业经济学(能源经济与可持续发展)。

计,而无法表现变量在空间上的不稳定性。利用截面数据建立计量模型时,变量可能会因为地区的不同而产生复杂的相关性和异质性,自变量对因变量的影响也可能因区域的不同而发生变化。利用最小二乘法进行回归只会得到一个常数的估计系数,无法表现观测变量因空间异质性而产生的差异。地理加权回归模型把变量的局部特征作为权重,将变量的空间性质纳入模型,可以更好的解决这种空间非稳定性问题^[25]。

地理加权回归模型是对普通线性回归的一种扩展,可以利用空间数据进行局部回归。地理加权回归模型的一般表达式:

$$y_i = \beta_0(\mu_i, \nu_i) + \sum_{j=1}^k \beta_j(\mu_i, \nu_i) x_{ij} + \epsilon_i \quad (1)$$

式中, (μ_i, ν_i) 是第 i 个区域的空间坐标, x_{ij} 表示被解释变量 y 在 i 区域的第 j 个解释变量, $\beta_j(\mu_i, \nu_i)$ 是第 j 个解释变量在 i 区域的回归系数, ϵ 是第 i 个区域的随机误差。

1.2 变量选取与数据来源

综合现有研究,本文选取如下变量建立地理加权回归模型:

1)能源强度(EI)。能源强度是常用的能源效率测度指标之一,为地区能源消费量与地区生产总值的比值,即单位 GDP 能耗。由定义可知,能源强度与能源效率为倒数关系。

2)技术进步(研究与试验发展活动投入: RD)。技术进步可以提高能源的使用效率,减少能源消费量,降低能源强度。研究与试验发展活动一方面可以促进新的技术的产生,另一方面可以促进生产企业尽快掌握现有的先进技术,进而促进技术水平的进步^[26]。本文选取研究与试验发展活动经费支出作为技术进步的代理变量,研究技术进步与能源强度的关系。

3)产业结构(第二产业比重: SI ; 第三产业比重: TI)。产业结构可以反映出经济结构以及能源结构情况,是影响能源强度的重要因素之一。本文选取第二产业和第三产业占地区生产总值的比重来表示产业结构,研究产业结构与能源强度的关系。

4)能源价格(燃料、动力购进价格指数: P)。能源价格并没有直接的变量可以用来进行表示,为研究能源价格与能源强度的关系,本文采用我国省域燃料、动力购进价格指数作为代理变量,用来表示各省能源价格的情况。

5)经济发展水平(人均 GDP: $PerGDP$)。本文选取人均 GDP 来表示各地区经济发展水平。经济发展

水平的提高可以推动先进的生产技术和方法应用到生产过程中,有利于能源强度的降低。同时经济发展水平在一定程度上可以反映出人们的消费倾向,经济发展水平高的地区,人们可能更倾向使用节能产品,降低能源强度。

6)对外开放程度(各地区货物进口总额比重: $OPEN$)。本文选取各地区货物进口总额比重代表对外开放程度。中国不断加大对外开放程度,与国外进行频繁的贸易往来,可以吸收国外先进的生产技术方法,促使能源强度不断降低。统计年鉴中分地区的货物进出口总额单位为万美元,为保证数据的对比性,本文按统计年鉴中 2015 年汇率折算为亿元。

本文选取中国 2015 年大陆 30 个省、市、自治区的相关数据进行研究,西藏地区部分能源数缺失,因此本文并未研究该地区。文中所涉及的变量数据来自于《中国能源统计年鉴 2016》、《中国统计年鉴 2016》、《中国工业经济统计年鉴 2016》、《中国价格统计年鉴 2016》以及国家统计局等。

1.3 计量模型

为了研究中国能源强度的影响因素,本文建立如下地理加权回归模型:

$$\ln EI = C + \beta_1 \ln RD + \beta_2 \ln PerGDP + \beta_3 \ln SI + \beta_4 \ln TI + \beta_5 \ln OPEN + \beta_6 \ln P + \epsilon \quad (2)$$

式中: EI 为能源强度, RD 为技术进步水平, $PerGDP$ 为经济发展水平, SI 为第二产业比重, TI 为第三产业比重, $OPEN$ 为对外开放程度, P 为能源价格, β 为系数, ϵ 为随机干扰项。

模型中各项变量的系数代表各个变量的弹性,若系数为正,则表示该变量与能源强度的关系为正相关关系,反之则反。

2 实证分析

2.1 能源强度的空间相关性分析

首先,对我国省域能源强的全局自相关性进行检验。选取 2015 年中国大陆 30 个省、市、自治区的能源强度数据,计算 Moran's I 指数。得到的 Moran's I 指数为 0.151 784,另外 Z 统计量检验值为 2.966 798, P 值为 0.003 009,小于 0.01,表明中国省域能源强度存在明显的空间正自相关性。

其次,由于 Moran's I 指数无法揭示能源强度的局部空间自相关特征,所以引入莫兰散点图研究能源强度的局部空间自相关分布格局。由 2015 年我国能源强度 Moran 散点图,能够得到省域能源强度的具体集聚情况,如表 1。可以看出,在第一象限(H-H),高值集聚地区的省份有 9 个,表示自身能源强度

高的地区,被能源强度高的地区包围,主要是东北地区以及西部地区;在第三象限(L-L),低值集聚区的省份有 13 个,表示能源强度低的省份被能源强度低的省份所包围,是低能源强度水平的集聚地区,大部分省份都是东部沿海城市。可以清楚的看出,我国多数省份能源强度的 Local Moran's I 指数多数分布在第一象限和第三象限,高值聚集地区和低值聚集地区的省份有 22 个,占据主导地位,表明我国国省域能源强度具有明显正的空间自相关性。第二象限(L-H)为自身能源强度低的地区被能源强度高的地区包围,表明这些地区能源强度降低速度快于临近地区。第四象限(H-L)为自身能源强度高的地区被能源强度低的地区包围,这些地区主要依赖传高统能耗、低产出的产业,经济发展模式较粗放,导致能源强度居高不下。

表 1 2015 年我国能源强度的 Moran 散点图

第二象限 L-H:(4) 四川、陕西、吉林、河南	第一象限 H-H:(9) 云南、新疆、山西、青海、 宁夏、内蒙古、辽宁、黑龙江、甘肃
第三象限 L-L:(13) 浙江、山东、江西、北京、天津、 海南、广西、福建、安徽、上海、 重庆、江苏、广东	第四象限 H-L:(4) 湖南、湖北、贵州、河北

2.2 地理加权回归模型构建

经分析可知,我国省域能源强度之间存在明显的空间自相关性,如果建立模型时不考虑空间因素,得出的结果将无法表现数据的空间差异。本文建立地理加权回归模型来研究我国能源强度的影响因素。首先进行全局最小二乘法估计,判断各个影响因素对能源强度的影响程度,具体结果见表 2。

表 2 普通最小二乘估计结果

变量	弹性系数	标准误	T 统计量	概率值
C	0.000	3.689	2.959	0.007
lnRD	-0.308	0.067	-2.164	0.041
lnSI	0.773	0.555	2.883	0.008
lnTI	0.847	0.866	2.793	0.010
lnOPEN	-0.770	0.081	-4.493	0.000
lnP	-0.409	0.708	-2.809	0.010
lnPerGDP	-0.363	0.230	-1.837	0.079
统计检验	统计值			
R ²	0.691			
调整 R ²	0.610			
F	8.576			0.000

由表 2 可知,普通最小二乘估计的所有系数均通过了 1%、5%或 10%的显著性水平检验,模型的 R² 为 0.691,调整后的 R² 为 0.610,F 值为 8.576,整体上通过了 1%水平的显著性检验,模型的拟合程度较好。其中,代表产业结构的第二产业和第三产增加值比重的弹性系数为正,说明产业结构与能源强度为正相关关系;其他指标均为负,说明与能源强度为负相关关系。

然后采用地理加权回归模型,定量分析我国 30 个省域能源强度的差异。地理加权回归方法能够在考虑空间地理位置影响的前提下,得到每个省域能源强度的回归方程,从而分析各个地区能源强度影响因素的空间异质性。如表 3 所示。

2.3 能源强度影响因素的 GWR 分析

从表 3 可以看出,各影响因素在影响省域能源强度方面存在明显的空间差异,下面针对每个变量对省域能源强度的影响进行详细分析。

研究与开发经费支出代表技术进步,技术水平的提高,可以显著地降低能源强度。同时由于空间相关性以及技术扩散性的存在,一个地区技术进步也会对临近地区技术水平的提高造成影响;由于空间异质性的存在,不同地区技术进步对能源强度的影响效果也会不同。由表 3 可知,技术进步与能源强度成负相关关系,且技术进步对于能源强度的影响效果较明显。技术进步弹性系数最小的是海南,为 0.096,最大的是新疆,为 0.271,整体上由东南向西北呈逐渐递增的趋势,西部地区技术进步对于能源强度的影响比东部大。由此可见,各地区都可以通过加大研发投入,提升技术水平来降低能源强度,因为空间异质性的存在,新疆等西部地区可以投入更多的要素提高技术水平,效果也更明显。

各省人均 GDP 代表经济发展水平,根据实证结果各省人均 GDP 与能源强度在除新疆之外的地区都成负相关关系,而在新疆成正相关关系。表明,除新疆外,其他地区的人均 GDP 越高,能源强度越低,而新疆的人均 GDP 越高,能源强度也越高。黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、北京、天津、河北等经济发展水平对能源强度的影响较大,甘肃、青海、四川、云南等西部地区的经济发展水平对能源强度的影响较小。工业化和城市化水平较高的东部地区的经济发展水平对能源强度的影响明显高于西部地区,这是因为东部地区正在调节经济发展方式,转变经济增长模式,由高耗能产业逐渐向低耗能产业发展,以此为基础的经济水平越高对能源强度降低的促进效果越明显。

而西部地区的经济发展方式还是较为传统,应该调整经济结构,转变经济发展方式,促进能源强度的下降。第二产业比重与第三产业比重代表产业结构,很多学者认为产业结构不合理是我国能源强度较高的原因,实证结果表明第二产业比重与第三产业比重与能源强度成正相关关系。产业结构弹性系数变化范围较大,第二产业比重从最低的新疆 0.329 到最高的黑龙江 1.718,第三产业比重从最低的海南 1.755 到最高的黑龙江 2.459,表明我国各省域产业结构对于能源强度的影响呈现差异化现象。第二产业比重和第三

产业比重弹性系数由东向西总体呈递减趋势,表明东部地区产业结构对能源强度的影响较西部地区明显。第三产业因为附加值较高,能源消耗较少,所以一般认为其与能源强度的关系为负相关关系。但是根据实证结果,我国第三产业比重与能源强度成正相关关系,且弹性系数大小分布情况与第二产业比重大致相同,呈现东北部地区弹性系数大,西部地区弹性系数小的趋势,表明我国目前东部地区第三产业的发展水平优于西部地区。

表 3 2015 年各省域能源强度影响因素的局域回归结果

地区	C	lnRD	lnPerGDP	lnSI	lnTI	lnOPEN	lnP	localR2
北 京	2.935	−0.126	−0.721	1.475	2.250	−0.348	0.989	0.759
天 津	2.948	−0.124	−0.722	1.470	2.243	−0.347	0.995	0.754
河 北	2.830	−0.125	−0.710	1.421	2.201	−0.348	0.974	0.755
山 西	2.659	−0.129	−0.691	1.359	2.149	−0.349	0.931	0.761
内蒙古	2.623	−0.138	−0.684	1.384	2.181	−0.348	0.884	0.772
辽 宁	3.258	−0.118	−0.757	1.590	2.344	−0.340	1.051	0.748
吉 林	3.425	−0.117	−0.780	1.655	2.399	−0.337	1.085	0.748
黑龙江	3.561	−0.121	−0.801	1.718	2.459	−0.334	1.111	0.755
上 海	2.743	−0.106	−0.691	1.317	2.103	−0.329	0.937	0.715
江 苏	2.764	−0.110	−0.697	1.338	2.122	−0.334	0.954	0.725
浙 江	2.594	−0.105	−0.674	1.244	2.041	−0.327	0.905	0.710
安 徽	2.664	−0.113	−0.689	1.298	2.089	−0.338	0.946	0.730
福 建	2.391	−0.102	−0.649	1.140	1.954	−0.324	0.859	0.703
江 西	2.426	−0.108	−0.660	1.168	1.977	−0.333	0.894	0.718
山 东	2.882	−0.118	−0.714	1.417	2.194	−0.343	0.987	0.742
河 南	2.608	−0.121	−0.686	1.299	2.091	−0.346	0.942	0.746
湖 北	2.482	−0.116	−0.671	1.223	2.024	−0.343	0.922	0.738
湖 南	2.323	−0.113	−0.653	1.136	1.947	−0.341	0.893	0.733
广 东	2.177	−0.101	−0.627	1.035	1.862	−0.328	0.834	0.708
广 西	2.045	−0.106	−0.615	0.989	1.814	−0.338	0.835	0.726
海 南	1.948	−0.096	−0.596	0.917	1.755	−0.327	0.785	0.705
重 庆	2.206	−0.121	−0.635	1.127	1.941	−0.347	0.851	0.751
四 川	1.829	−0.131	−0.559	1.050	1.894	−0.345	0.661	0.766
贵 州	2.069	−0.116	−0.617	1.047	1.868	−0.345	0.829	0.745
云 南	1.663	−0.117	−0.535	0.929	1.770	−0.346	0.664	0.757
陕 西	2.358	−0.128	−0.652	1.227	2.034	−0.348	0.862	0.760
甘 肃	1.901	−0.143	−0.566	1.136	1.987	−0.342	0.617	0.775
青 海	0.617	−0.169	−0.267	0.896	1.893	−0.313	−0.158	0.785
宁 夏	2.144	−0.141	−0.612	1.209	2.039	−0.344	0.724	0.773
新 疆	−3.055	−0.271	0.629	0.329	1.776	−0.210	−2.456	0.744

进口总额占GDP的比重代表各地区对外开放程度,根据实证结果对外开放程度与能源强度成负相关关系,对外开放程度越高,能源强度越低,而且对外开放程度弹性系数整体偏大,表明对外开放程度对能源强度的影响显著。黑龙江、吉林、辽宁、新疆等地区对外开放程度弹性系数较小,而东部及中部等地区能源强度弹性系数较大,可以看出东部及中部地区的对外开放程度明显高于东北及西部地区。与国外进行频繁的贸易往来,可以引进国外先进的生产技术,进而降低能源强度,同时进出口贸易的增长也会迫使企业采用更加先进的生产工艺提高生产效率,为该地区能源强度的降低做出重要贡献^[27]。

燃料、动力购进价格指数代表了能源价格,根据实证结果能源价格与能源强度在大部分的地区都成正相关关系,而在新疆、青海地区成负相关关系。能源价格对能源强度并未产生抑制效应,相反却对能源强度产生了一定程度的拉动,这与理论不符。能源价格能够对能源消费量和经济总量同时产生作用,二者作用效果相互冲销,造成了能源价格对能源强度的抑制作用无法显现。

3 结论与建议

在考虑数据空间差异性的基础上,对我国省域能源强度的影响因素进行研究,得出以下结论:

1)我国省域能源强度具有显著的空间正相关性,并且在空间上存在明显的集聚特征,形成了由东南到西北能源强度逐渐增强的趋势,这与我国经济发展进程相符。改革开放初期,东部沿海省份凭借地理位置及政策优势,经济发展十分迅速。之后伴随着东部地区产业升级转型以及国家西部大开发等战略,东部地区的高耗能产业逐渐转移到西部地区,西部地区的能源强度也随之增强。

2)技术进步、经济发展水平、对外开放程度与能源强度成负相关关系。技术进步弹性大小由东南向西北总体呈递增的趋势;经济发展水平弹性大小由东向西总体呈递减趋势;对外开放程度弹性大小东部和西部地区较大,中部地区较小。

3)第二产业比重、第三产业比重、能源价格与能源强度成正相关关系。第二产业和第三产业占地区生产总值比重的弹性大小由东北向西南呈递减趋势。能源价格弹性大小除新疆、青海外由东向西总体呈递减趋势。

根据以上对我国能源强度影响因素的分析结论,为降低各省能源强度,国家和地区在制定能源政策时应该充分考虑能源强度的空间异质性,根据地区实

际情况选择差异化的政策措施。可以通过在一些省份建立试点,拉动周边地区能源强度的下降。东部地区可以将部分第二产业往资源丰富的西部地区转移,西部地区应该结合本地区特点,选择性承接,不能为了盲目追求经济增长而承接一些高污染的企业。各省份都应该加大研究与开发经费投入,提升自主创新能力,促进技术水平的提高。与此同时,还应该继续提高开放程度,引进先进的生产技术,利用先进技术的溢出效用,降低地区能源强度。

参考文献

- [1] 李玲,张俊荣,汤铃,等.我国能源强度变动的影响因素分析——基于SDA分解技术[J].中国管理科学,2017(9):125—132.
- [2] 宋锋华,泰来提·木明.能源消费、经济增长与结构变迁[J].宏观经济研究,2016(3):73—84.
- [3] AYDIN C, ÖMER ESEN. Does the level of energy intensity matter in the effect of energy consumption on the growth of transition economies? Evidence from dynamic panel threshold analysis[J]. Energy Economics, 2018, 69: 185—195.
- [4] MAHMOOD T, AHMAD E. The relationship of energy intensity with economic growth: Evidence for European economies[J]. Energy Strategy Reviews, 2018, 20: 90—98.
- [5] LI K, LIN B. The nonlinear impacts of industrial structure on China's energy intensity [J]. Energy, 2014, 69 (C): 258—265.
- [6] 林伯强,杜克锐.理解中国能源强度的变化:一个综合的分解框架[J].世界经济,2014(4):69—87.
- [7] 樊茂清,郑海涛,孙琳琳,等.能源价格、技术变化和信息化投资对部门能源强度的影响[J].世界经济,2012(5):22—45.
- [8] 唐晓华,刘相锋.能源强度与中国制造业产业结构优化实证[J].中国人口·资源与环境,2016,26(10):78—85.
- [9] BARKHORDARI S, FATTABI M. Reform of energy prices, energy intensity and technology: a case study of Iran (ARDL approach)[J]. Energy Strategy Reviews, 2017, 18: 18—23.
- [10] HUANG J, DU D, HAO Y. The driving forces of the change in China's energy intensity: an empirical research using DEA—Malmquist and spatial panel estimations[J]. Economic Modelling, 2017, 65: 41—50.
- [11] 王班班,齐绍洲.有偏技术进步、要素替代与中国工业能源强度[J].经济研究,2014(2):115—127.
- [12] HUANG J, DU D, TAO Q. An analysis of technological factors and energy intensity in China[J]. Energy Policy, 2017, 109: 1—9.
- [13] 马晓微,石秀庆,王颖慧,等.中国产业结构变化对能源强度的影响[J].资源科学,2017,39(12):2299—2309.
- [14] 张勇,蒲勇健.产业结构变迁及其对能源强度的影响[J].产业经济研究,2015(2):15—22.
- [15] 王珂英,张鸿武.城镇化与工业化对能源强度影响的实证研究——基于截面相关和异质性回归系数的非平衡面板数据

- 模型[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(6): 122—129.
- [16] PETROVIĆ P, FILIPOVIĆ S, RADOVANOVIC M. Underlying causal factors of the European Union energy intensity: econometric evidence[J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2018, 89: 216—227.
- [17] 陈庆江, 杨蕙馨, 焦勇. 信息化和工业化融合对能源强度的影响——基于 2000—2012 年省际面板数据的经验分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(1): 55—63.
- [18] BILGILI F, KOÇAK E, ÜMIT BULUT, et al. The impact of urbanization on energy intensity: panel data evidence considering cross-sectional dependence and heterogeneity[J]. *Energy*, 2017, 133(August): 242—256.
- [19] 周五七. 能源价格、效率增进及技术进步对工业行业能源强度的异质性影响[J]. 数量经济技术经济研究, 2016(2): 130—143.
- [20] 唐建荣, 贾梨淙. 能源价格与能源强度的耦合与内聚研究[J]. 软科学, 2015, 29(5): 125—129.
- [21] FARAJZADEH Z, NEMATOLLAHI M A. Energy intensity and its components in Iran: determinants and trends[J]. *Energy Economics*, 2018, 73: 161—177.
- [22] 陈迅, 王春宝, 张勇, 等. 中国地区能源强度与经济的同步收敛性研究[J]. 管理工程学报, 2016, 30(3): 216—223.
- [23] FAN R, LUO M, ZHANG P. A study on evolution of energy intensity in China with heterogeneity and rebound effect[J]. *Energy*, 2016, 99: 159—169.
- [24] LI Y, SUN L, FENG T, et al. How to reduce energy intensity in China: a regional comparison perspective[J]. *Energy Policy*, 2013, 61(10): 513—522.
- [25] LESAGE J P. A family of geographically weighted regression models [M]// *Advances in Spatial Econometrics*. Springer Berlin Heidelberg, 2004: 241—264.
- [26] 张海洋. R&D 两面性、外资活动与中国工业生产率增长[J]. 经济研究, 2005(5): 107—117.
- [27] 姜磊, 季民河. 基于空间异质性的中国能源消费强度研究——资源禀赋、产业结构、技术进步和市场调节机制的视角[J]. 产业经济研究, 2011(4): 61—70.

A Study on Spatial Heterogeneity of Energy Intensity and Its Influencing Factors in China

FAN Ji-cheng

(School of Economics and Management, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: With the process of China's economic growth and industrial structure upgrading, the energy intensity and its influencing factors have new changes in the spatial distribution characteristics. This paper selects the relevant data of 30 administrative regions in China in 2015 to establish a geographically weighted regression model, and empirically studies the spatial heterogeneity of energy intensity and its influencing factors. The results show that there is a significant positive spatial autocorrelation in China's provincial energy intensity, and there are obvious agglomeration characteristics in space. The results show that China's provincial energy intensity has obvious positive spatial autocorrelation and obvious spatial agglomeration characteristics. The energy intensity in Northwest China is higher than that in Southeast China. Technological progress, economic development level and degree of opening to the outside world are negatively correlated with energy intensity, which can promote the reduction of energy intensity. The proportion of the second industry, the proportion of the third industries, and the price of energy are positively correlated with the intensity of energy.

Key words: energy intensity; spatial heterogeneity; geographically weighted regression model