

中国城市化进程中的能源消费区域差异

——基于面板数据的实证研究

成金华 陈军*

摘要: 城市化水平的提高对中国区域能源消费和主要能源产品的消费产生了显著的影响。在东部地区、中部地区和西部地区,城市化水平对能源消费的影响呈现逐渐降低的趋势,这一趋势形成的内在动因在于城市化进程所依赖的人力资本存量、技术创新优势、产业结构水平以及市场化水平在东部、中部和西部地区的递减分布。科学认识中国城市化进程中能源消费区域差异的基本规律,对促进城市化进程与能源消费的协调发展具有现实意义。

关键词: 城市化 能源消费 区域差异

一、引言

当前,发达国家的城市化已经基本完成,而发展中国家正在跨入城市化快速发展的中期阶段,城市化发展速度在不断加快。1996年,中国城市化水平达到30.48%,此后年均增长1.3%,2006年达到43.9%,中国已经处于按照诺瑟姆曲线所划分的城市化中期阶段(Northam, 1979)。依据城市化的发展规律、中国的现实国情以及世界各国的发展经验判断,未来的20~30年,中国城市化还将继续保持较快速度的发展(李艳梅, 2007)。然而,城市和农村作为两种不同的承载人类生产和生活活动的空间载体,对自然资源尤其是能源资源的消费有着本质和数量上的差异,城市人均能源消费量远远高于农村人均能源消费量,城市化水平的提高必将带动整体能源消费水平的上升。

作为世界第二大能源消费国,中国能源供需矛盾的凸现已经成为中国快速推进城市化进程中的重要约束,如何协调城市化与能源消费的关系成为人们日益关注的问题。本文从中国城市化水平与能源消费的关系出发,在揭示城市化进程中能源消费区域特征的基础上,探寻区域能源消费特征产生的主要因素及其形成机制,因而对促进中国城市化进程与能源消费关系的协调发展产生积极的理论与现实意义。

二、文献回顾

就现有文献来看,城市化与能源消费相互关系的研究主要集中在城市化进程对能源消费结构的影响、不同的城市规模和城市结构对能源消费总量的作用以及由此导致的城市化水平与能源消费总量之间的依赖关系与作用机制等方面。

不同的城市规模和城市结构会对能源消费产生不同的影响。Parik (1995)指出,通勤能源支出与城市空间结构相关,能源消费与城市规模相关。在特大城市,人们的通勤能源消费高于人口为100~200万的城市,因为城市越大,市内通勤量 and 高峰时段塞车的能源浪费量越多。另一方面,紧凑的城市结构会比松散的城市结构更节约能源。久保兴(2004)认为,城市化模式决定能耗高低,并指出鉴于中国在能源问题上所面临的严峻形势,应该坚持走紧凑型的城市化道路。大城市与超大城市要有合理的空间结构,人口在200万以上的

* 成金华,中国地质大学(武汉)经济管理学院,邮政编码:430074,电子信箱:chengjinhua100@126.com;陈军,复旦大学应用经济学博士后流动站,邮政编码:200433,电子邮箱:chenjun-2009@139.com。

本文系教育部新世纪人才支持计划项目“技术进步与中国节能政策的经济学分析”(批准号NCET-06-00661)和中国博士后基金面上资助项目“中国非可再生能源优化配置问题研究”(批准号20080440587)的阶段性研究成果。

城市都应采取有机疏散的发展模式,而“摊大饼”带来的直接恶果就是能源的巨大浪费。

城市化进程的加快会对能源消费结构提出新的要求。一般来说,高城市化水平地区的人均能源消费量要明显高于低城市化水平地区,并且能源消费结构也更为先进。Sathayo和Meyers(1985)观察发现,随着城市化的发展,发展中国家由石油替代煤炭消费的过程正在加速。Dzioubinski和Chipman(1999)认为,在发展中国家,城市化的发展会导致更高水平的居民能源消费。在城市化过程中,居民能源消费会发生两方面的变化,一是传统的有机物燃料向商业燃料转变;二是诸如煮饭、照明等基本需求所消费的能源比例下降,而空调、冰箱等家用电器的能源消费比例上升。Gates和Yin(2002)研究了中国的城市化与居民和商业能源之间的关系。通过分析能源型家电消费的城乡结构,说明城市化对电力的需求大大提高。随着城市化的推进,居民和商业能源相应增加,并且能源消费结构由直接燃烧煤炭和有机物而转向使用电力、石油、天然气等较清洁的能源。

城市化水平与能源需求总量之间存在密切的关系。Hiroyuki(1997)利用多个国家1980-1993年的数据进行分析,发现城市人口比例和人均能源消费的对数存在正相关关系。Wei等(2003)研究指出城市化对能源消费具有双刃剑的作用:一方面,城市化进程的推进导致经济的增长和人们生活水平的提高,从而加大了能源消费的数量;另一方面,正是由于城市化程度的不断提高,使产业组织结构、技术结构、产品结构等得到更合理的调整,各种配置得到进一步的优化,各种资源得到更合理的利用,又使得能源消耗呈现下降的趋势。耿海青(2004)对1953-2002年中国的煤炭、石油、天然气消费量和城市化率进行拟合,发现相关系数都在0.9以上。城市化水平与人均能源消费水平也存在高度的相关性,随着城市化水平的提高,人均能源消费水平上升。Shen等(2005)的分析结果是中国的城市化水平与能源需求之间存在较强的相关关系,其中,城市化与煤炭、石油、天然气需求之间的相关系数都在0.7以上。张晓平(2005)通过对20世纪90年代以来中国能源消费时空特征的分析表明,宏观经济总量、产业结构、城市化水平、居民消费结构的变化是影响我国能源消费总量增长和能源消费区域差异的主要因素。郑云鹤(2006)通过建立中国能源消费与工业化、城市化与市场化之间的回归模型,指出目前工业化与城市化进程加快会导致能源消耗的增加,而市场化进程的推进则会导致能源消耗的降低。York(2007)以1960-2000年欧盟国家的数据评价了人口和经济因素对能源消费的影响。其研究显示,随着人口规模扩大和年龄结构的变化,城市化给能源消费的可持续性带来了挑战。刘耀彬(2007)关于中国城市化与能源消费关系的动态计量分析表明,中国城市化与能源消费量之间存在单向的格兰杰因果联系,且二者之间存在着协整关系,但这种长期均衡的短期纠正力量并不很强,现阶段城市化对我国能源需求的贡献作用尚比较小,而且还呈现逐年下降的趋势。

通过文献研究可以看出,尽管城市化所导致的能源消费问题已经引起了人们的关注,并且一些研究通过采用时间序列数据分析方法对这一问题进行了富有意义的探讨。但是,由于中国幅员辽阔,城市化水平和能源消费的总量与结构存在着显著的区域特征,使用时间序列数据分析方法会忽略不同截面个体的影响,进而导致模型估计方面的系统性偏误,而改用面板数据(Panel Data)建立统计模型则可以避免这一点。基于以上两点的思考,本文将用面板数据模型分区域分析中国城市化进程中能源消费的区域特征。

三、中国城市化进程中区域能源消费差异的经验分析

(一)变量定义、模型设定与数据来源

城市化进程的加快促使人们的生产活动从农村向城市集中,使经济形态由自给自足经济向分工经济转变,并促进了区域主导产业由农业向工业再向服务业转变。这一系列由城市化导致的社会经济结构嬗变的过程,对生活生产的物质资料需求尤其是能源需求发生了变革,这种变革主要表现在:生产能源消费随着生产活动向城市集中以及分工专业化导致运输部门能源需求增加。因此,本文将城市化水平作为解释变量,将能源消费总量和石油、煤炭、电力等主要能源品种的消费量作为被解释变量,来考察中国城市化水平变化对能源消费变化的具体影响。

本文以第 i 个区域(省)的城市化水平(UB_i)的对数 $\ln(UB_i)$ 作为解释变量,分别将第 i 个区域(省)的能源消费总量(TE_i)、石油消费量(OL_i)、煤炭消费量(COA_i)和电力消费量(EL_i)的对数 $\ln(TE_i)$ 、 $\ln(OL_i)$ 、 $\ln(COA_i)$ 和 $\ln(EL_i)$ 作为被解释变量,构造回归方程:

在本文的考察期内,天然气消费比重在中国能源消费中的比重在5.8%~7.9%之间,比重较小,故不单独考虑。

$$\ln(TE_i) = a_i + \beta_i \times \ln(UB_i) + u_i \quad (1)$$

$$\ln(OL_i) = b_i + \beta_i \times \ln(UB_i) + u_i \quad (2)$$

$$\ln(COA_i) = c_i + \beta_i \times \ln(UB_i) + u_i \quad (3)$$

$$\ln(EL_i) = d_i + \beta_i \times \ln(UB_i) + u_i \quad (4)$$

由于面板数据存在二维特征,模型选择的正误决定了参数估计的有效性。因此在分析时首先要对模型的设定形式进行检验,决定采用混合估计模型、回归系数相同的固定效应模型还是回归系数不同的面板数据模型。本文采用广泛使用的协方差分析来检验如下两个假设:

H_1 :公式(1)中的截距项 a_i 以及斜率项 β_i 在横截面和时间样本点是相同的。公式(2)、(3)和(4)与公式(1)同。

H_2 :公式(1)中的截距项 a_i 在横截面和时间样本点是不同的,而斜率项 β_i 在横截面和时间样本点是相同的。公式(2)、(3)和(4)与公式(1)同。

如果检验的结果接受 H_1 ,则使用混合估计模型;如果检验的结果接受 H_2 ,则使用回归系数相同的固定效应模型;否则就使用回归系数不同的面板数据模型。检验是通过两个 F 检验进行的。

$$\text{检验 } H_1 \text{ 的统计量: } F_1 = \frac{(SSE_r - SSE_u) / [(n-1)k]}{SSE_u / [nT - n(k+1)]} \quad (5)$$

$$\text{检验 } H_2 \text{ 的统计量: } F_2 = \frac{(SSE_r - SSE_u) / [(n-1)(k+1)]}{SSE_u / [nT - n(k+1)]} \quad (6)$$

(5)式和(6)式的临界值分别为 $F_{5\%} [(n-1)k, n(T-k-1)]$ 、 $F_{5\%} [(n-1)(k+1), n(T-k-1)]$ 。其中, n 为截面个数, k 为解释变量的个数, T 表示每个截面的时间点个数。公式(5)和(6)的 SSE_r 和 SSE_u 分别表示约束模型与非约束模型的残差平方和。

本文使用的数据是 1996 - 2006 年中国 30 个主要省、自治区和直辖市的面板数据。数据主要来源于历年《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》和《中国人口统计年鉴》以及中国高校财经数据库和中宏统计数据库所提供的数据库。因为西藏、中国香港、中国澳门和中国台湾有关各项指标数据不全,本文在选择观测样本时将以上省(区)删除。由于重庆市 1997 年从四川省分出成为直辖市,本文将重庆市 1996 年的各项指标用四川省的各项指标值进行了替代。对于个别指标所缺失的数值,本文运用均值法进行了修补。另外,本文选择的各个省(市、区)城市化水平的指标主要用非农业人口占总人口的百分比来表示,能源消费总量主要由各年各省(市、区)所消费的石油、煤炭、天然气和电力等能源品种的总和来表示,单位统一折算为万吨标准煤,而各个省(市、区)石油、煤炭和电力等能源品种的消费量,则分别用历年的实际数据来表示,单位分别为万吨、万吨和亿千瓦时。另外,为了消除数据中存在的异方差,在进行面板数据分析时,本文分别对各个变量的数据进行了对数处理。

表 1 各变量取对数后的描述性统计

	城市化水平 (UB)	能源消费总量 (TE)	石油消费量 (OL)	煤炭消费量 (COA)	电力消费量 (EL)
均值	3.40	8.46	5.61	8.40	6.06
中位数	3.34	8.52	6.36	8.51	6.09
最大值	4.49	10.14	8.67	10.25	8.01
最小值	1.91	5.84	-4.61	4.93	3.49
标准差	0.46	0.77	2.24	0.91	0.78
显著性水平	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
观测数	330	330	330	330	330
横截面数	30	30	30	30	30

(二) 研究结果分析

为了确定模型的具体形式,需要对上述假设进行 F 检验,以决定采用混合估计模型、回归系数相同的固定效应模型还是回归系数不同的面板数据模型。首先对 H_1 进行检验。计算得出,公式(1)、(2)、(3)和(4)的 F_1 统计量分别为 9.83、7.89、9.67 和 8.87,大于显著性水平为 5% 时的临界值 1.64。因此,对于公式(1)、(2)、(3)、(4),都拒绝假设 H_1 。接下来对假设 H_2 进行检验,得出公式(1)、(2)、(3)和(4)的 F 统计量 F_2 分别为 1.37、0.76、0.61 和 0.93,小于显著性水平为 5% 时的临界值 1.62,因此接受假设 H_2 ,认为公式

(1)、(2)、(3)、(4)各自的斜率在不同横截面样本点和时间上都相同,而截距在不同横截面样本点上具有差异性,故在后文的分析中将采用固定效应模型进行估计。另外,对于本文的模型而言,由于截面单元包括了除西藏、香港、澳门和台湾之外的 30个省(市、区),显然不宜视为从一个大总体中随机抽样的结果。因此,选择固定效应方法也更为合适。考虑到不同省(市、区)之间具有较大的差异性,可能导致截面异方差的存在,本文运用截面个体加权方法,得到估计结果。

1. 总体估计结果分析

结合前文选定的模型,本文首先对中国城市化水平对能源消费量影响的面板数据模型进行了估计,估计结果如表 2所示。表中所有系数的估计值都在 1%的显著性水平上显著,且符号与预期相符,修正的判定系数达到了 0.93,模型具有较强的解释力。除了 *D. W.* 值偏小之外,模型的其他统计量均通过了检验。

就城市化水平对总体能源消费的影响而言,各省份之间的差异性体现在截距项上,这些不同的截距项俘获了没有被纳入模型中的其他因素对能源消费的影响。分析结果表明,就全国总体而言,中国的城市化水平每增加 1%,中国的能源消费总量将增长 0.84%,城市化水平对中国能源消费呈现明显的正向作用。这一估计结果与耿海青(2004)、Shen等(2005)的研究结果较为一致。这表明,中国城市化进程推进需要能源的支撑,城市化水平的提高将导致总能源消费量的增加。

表 2 城市化水平对中国能源消费影响的面板数据模型估计结果

变量	参数	估计值	标准差	t值	p值
$\ln(UB)$	a	5.61	0.12	45.99	0.000
		0.84	0.36	23.41	0.000
固定效应截距 (a_i)					
北京	-0.73	浙江	0.60	海南	-2.06
天津	-1.02	安徽	0.39	重庆	-0.19
河北	1.19	福建	-0.13	四川	0.85
山西	0.37	江西	-0.36	贵州	0.51
内蒙	-0.18	山东	1.06	云南	0.30
辽宁	0.47	河南	1.01	陕西	-0.09
吉林	-0.38	湖北	0.38	甘肃	-0.08
黑龙江	-0.05	湖南	0.43	青海	-1.55
上海	-0.49	广东	0.76	宁夏	-1.27
江苏	0.71	广西	-0.04	新疆	-0.39

$R^2 = 0.95, \bar{R}^2 = 0.93, F = 142.31, D. W. = 0.97$

与此同时,为了更为清晰地描述城市化水平对能源消费结构的影响,本文还对城市化水平与中国的石油、煤炭及电力消费的影响进行了面板数据模型的估计,估计结果如公式(7)-(9)所示。

$$\ln(OL) = 3.57 + 0.63 \ln(UB) \quad (7)$$

(25.21) (14.49)

$$R^2 = 0.98, \bar{R}^2 = 0.98, F = 535.12, D. W. = 0.86$$

$$\ln(COA) = 5.75 + 0.78 \ln(UB) \quad (8)$$

(47.99) (22.13)

$$R^2 = 0.97, \bar{R}^2 = 0.97, F = 395.65, D. W. = 0.93$$

$$\ln(EL) = 2.55 + 1.03 \ln(UB) \quad (9)$$

(16.24) (22.47)

$$R^2 = 0.91, \bar{R}^2 = 0.90, F = 95.35, D. W. = 0.94$$

从公式(7)-(9)中可以发现,全国范围内城市化水平对石油、煤炭、电力消费的影响也存在较强的正向

表 2中 *D. W.* 值小于 1,说明残差存在自相关,在本模型中可能是缺少解释变量造成的。面对回归模型中遗漏了解释变量,一般有以下三种选择:首先,可以忽略这个问题,承受有偏、非一致性估计量的后果;其次,可以试图为未观察到的解释变量找一个适意的代理变量;再次,可以假定遗漏变量不随时间变化。在本文中我们选择了忽略遗漏解释变量的问题,承受有偏、非一致性估计量的后果。表 3、表 4中的 *D. W.* 值出现了同样的情况,均按照该注释加以说明。

因篇幅限制,故本文将模型估计结果中各个省份的固定效应截距项 b_i 、 c_i 和 d_i 估计值省略,但这不影响模型估计的效果。

作用。其作用系数分别为 0.63、0.78 和 1.03, 即当城市化水平每提高 1%, 则石油、煤炭和电力消费总量就相应地提高 0.63%、0.78% 和 1.03%。从这一结果来看, 在主要能源品种的消费过程中, 城市化进程对电力、煤炭和石油消费的影响也呈现逐步降低的分布。这可能与电力在城市生产生活中的可直接利用性和使用的广泛性有关。电力产品直接配送至城市居民家庭、生产企业以及各类公用基础设施之中, 成为居民生活、企业生产和公用设施运行的直接动力, 而石油和煤炭却主要针对工业企业和交通运输部门形成市场需求, 因此城市化水平对电力需求的影响更为显著。

2 区域估计结果分析

考虑到中国城市化水平有较大的区域差异性, 不同地区的城市化水平可能会对能源消费总量和能源消费结构形成不同的影响, 本文还进一步对东部、中部和西部三大区域城市化水平的能源消费总量与单一能源品种的影响分别进行了考察, 以揭示城市化水平对中国能源消费总量与结构作用所存在着的区域特征。根据协方差分析和 Hausman 检验的结果, 采用固定效应模型并运用 LSDV 估计方法进行分析。模型估计结果如表 3 所示。

表 3 中国三大区域城市化水平对能源消费影响的面板数据模型估计结果

被解释变量	统计量	东部地区		中部地区		西部地区	
ln(UB)	a	6.18		6.29		5.37	
	t值	232.27		25.87		29.73	
	p值	0.00		0.00		0.00	
	a	0.66		0.71		0.85	
	t值	91.84		9.87		15.13	
	p值	0.00		0.00		0.00	
固定效应截距 (a _i)							
	北京	-0.56	山西	0.18	内蒙	0.00	
	天津	-0.87	吉林	-0.55	广西	0.16	
	河北	1.16	黑龙江	-0.21	重庆	0.01	
	辽宁	0.58	安徽	0.11	四川	1.05	
	上海	-0.30	江西	-0.61	贵州	0.71	
	江苏	0.75	河南	0.17	云南	0.50	
	浙江	0.60	湖北	0.16	陕西	0.10	
	福建	-0.13	湖南	0.74	甘肃	0.11	
	山东	0.54			青海	-1.35	
	广东	0.81			宁夏	-1.08	
	海南	-2.05			新疆	-0.20	
F		37655.87		48.73		110.03	
R ²		0.99		0.81		0.91	
D.W.		2.18		0.70		0.99	

从表 3 可以看出, 在三大区域内, 城市化水平对能源消费总量都具有显著的正向效应。就东部地区而言, 城市化水平每提高 1%, 能源消费总量则相应地提高 0.66%; 在中部地区, 城市化水平每提高 1%, 能源消费总量则相应地提高 0.71%; 而在西部地区, 城市化水平每提高 1%, 能源消费总量则相应地提高 0.85%。这一估计结果与前文进行的全国城市化水平对能源消费总量效应的估计结果较为接近。进一步地, 我们通过该表还发现, 城市化水平对能源消费总量的影响在三大区域还存在一定的差异, 即城市化水平对能源消费的影响呈现出了从东部地区到西部地区逐渐降低的趋势。经济越发达、城市化水平越高的地区, 其城市化水平对能源消费总量的影响越小, 反之则越大。

当然, 本文除了讨论城市化水平对能源消费总量存在的正向效应之外, 还对城市化水平对以单一能源品种为参考的能源消费影响进行了估计, 估计结果如表 4 所示。

按照中国三大地带的划分, 东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南; 中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南; 西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

表 4 中国三大区域城市化水平对石油、煤炭和电力消费影响的面板数据模型估计结果

被解释变量	解释变量	统计量	东部地区	中部地区	西部地区
ln(OL)	ln(OL)	<i>b</i>	4.36	4.41	1.76
		<i>t</i>	135.29	17.23	6.45
		<i>F</i>	0.57	0.56	0.76
		<i>t</i>	63.76	7.47	8.96
		\bar{R}^2	0.99	0.96	0.98
		<i>D. W.</i>	48932.22	275.36	445.80
	ln(COA)	<i>c</i>	6.15	5.99	5.40
		<i>t</i>	92.09	23.65	28.49
		<i>F</i>	0.61	0.84	0.83
		<i>t</i>	33.00	11.19	14.04
		\bar{R}^2	0.99	0.88	0.97
		<i>D. W.</i>	27625.39	80.52	400.08
	ln(EL)	<i>d</i>	3.32	2.92	2.29
		<i>t</i>	153.93	9.05	10.09
		<i>F</i>	0.82	0.95	1.06
		<i>t</i>	141.28	10.04	15.07
		\bar{R}^2	0.99	0.82	0.84
		<i>D. W.</i>	254411.40	52.89	57.70
			2.17	0.81	0.79

从表 4 中可以发现,在东部、中部和西部三大区域,城市化水平对石油消费量的影响系数分别为 0.57、0.56 和 0.76,即城市化水平每提高 1%,则东部地区、中部地区和西部地区的石油消费量将分别增长 0.57%、0.56% 和 0.76%;城市化水平对煤炭消费的影响系数分别为 0.61、0.84 和 0.83,即城市化水平每提高 1%,则东部地区、中部地区和西部地区的煤炭消费量将分别增长 0.61%、0.84% 和 0.83%;城市化水平对电力消费的影响系数分别为 0.82、0.95 和 1.06,即城市化水平每提高 1%,则东部地区、中部地区和西部地区的煤炭消费量将分别增长 0.82%、0.95% 和 1.06%。从这一分析结果来看,对于石油、煤炭和电力三个能源品种而言,城市化水平对单一品种能源消费的影响也呈现从东部到西部逐渐降低的趋势。经济越发达、区域城市化水平越高,其城市化水平提高对石油、煤炭和电力的消费影响就越小,反之则越大。

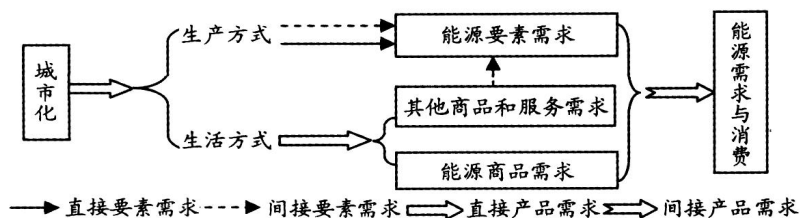
通过上述分析可以看出,无论是能源消费总量还是单一品种的能源消费,城市化水平的提高对能源消费的影响呈现从东部到西部逐渐降低的梯度分布。这一现象的产生有其内在的动因。在经济欠发达地区如西部地区,城市化及其协同的工业化进程的推进导致了经济的增长和人们生活水平的提高。由于缺乏高度或者高端的产业结构、技术结构、产品结构以及社会节能技术与节能意识,这些区域在能源消费过程只能沿袭早期的粗放型消费路径,从而加大了城市化对能源消费的依赖;而在经济发达地区如东部地区,城市化水平的提高在一定程度上带来了产业组织结构、技术结构、产品结构的改变以及城市居民生产生活方式的转变和节能意识的提高,使得能源消费朝着高效率 and 节约的方向演进。这验证了 Wei 等 (2003) 的结论:一方面,城市化所伴生的人口聚集和工业发展加大了能源消费的数量,另一方面,由于城市化水平提高到一定程度后,技术创新和产业结构水平会逐渐提高,这又会降低城市化水平对能源消费的依赖。这两个层面的现象在中国东部地区和中西部地区分别得到了反映。史丹 (2006)、魏楚和沈满洪 (2007)、陈军和成金华 (2007)、姜雁斌和朱桂平 (2007)、王火根和沈利生 (2007) 等的研究从能源效率、技术收敛性和全要素生产率等角度也展开了相关讨论,为三大区域城市化水平对能源消费正向效应的“雁行形态分布”提供了理论解释。

四、中国城市化进程中区域能源消费差异的原因解释

(一) 城市化进程对能源消费的作用过程

城市化是人类生产和生活方式由乡村型向城市型转化所经历的过程。在生产方式上,人们从传统农业和农村社会的生产方式向现代工业和城市社会的生产方式转变。这种转变以人们的生产活动不断从农村向

城市集中、自给自足经济向分工经济即专业化生产转变、主导产业由农业向工业再向服务业转变为主要特征。生产方式的变化导致生产过程中对能源要素的需求发生变化,包括各个生产部门的直接需求和能源要素作为中间要素的间接需求。在生活方式上,人们从农村生活方式开始向城市生活方式转变,这种转变以农村人口向城市大规模转移、消费水平和消费结构向城市高水平接近为主要特征。生活方式的变化一方面使居民对能源商品的直接需求发生变化,另一方面对其他商品和服务的需求发生变化,从而进一步间接引起对生产这些商品和服务的生产部门的能源要素需求发生变化。能源商品和能源要素需求的变化共同导致社会中的能源总需求发生变化(李艳梅,2007)。在通过交换过程之后,这种需求的变动最终转变成成为能源消费过程(如图1)。这是城市化进程对能源消费作用的基本过程。



(二)城市化进程对能源消费作用的实质

城市作为物资资本、产业赋存和人口高度聚集的地方,历来是知识外溢和技术创新的中心,随着对知识外溢和技术创新的重视,城市自然成为研究知识外溢、技术创新的“天然实验室”(Lucas,1988)。城市化进程是生产要素由城市向农村转移组合并不断提高生产效率的空间演进过程。在这一过程中,无论是生产方式还是生活方式的转变,都离不开几个关键条件的支撑:大量人口由农村向城市迁移、主导产业由农业向现代工业和服务业演变、经济形态由自给自足向专业分工转化、物质生产资料由低端产业向高端产业流动。这些条件的产生与完善,为城市经济的规模扩张和效率提高提供了动力。在能源消费层面,这些条件也产生了显著的作用。其原因在于,城市具有专业化和多样性的优势,在人力资本形成、技术创新、知识和信息交流网络等方面都具有优势,这些优势对能源消费的效率 and 总量的节约产生了推动作用。首先,城市的受教育机会及教育基础设施明显好于农村,动态、多样化的城市环境更有利于人们发展自身技能,促进人力资本的形成和积累,使城市成为经济增长的引擎(Bertinelli and Duncan,2004)。然而,丰富的人力资本使能源消费主体具备了较强的节能意识和节能技术,这在很大程度上减少了城市发展对能源消费绝对总量的依赖程度,这是任何节能政策和节能措施发挥效率的先决要素。

其次,城市作为知识、信息和技能中心,在形成区域创新网络方面具有巨大的优势。城市环境为独创精神提供了一个保护壳(贝洛克,1991),城市越大,人均创新数量越多,创新扩散越迅速(程开明,2007)。因此,在具备强烈技术创新优势的城市空间内,先进的能源节约技术和设备能够得到快速地运用,能源技术与创新能够在较小的成本约束下产生显著的效果。

与此同时,城市化促进了现代工业和服务业规模不断壮大,能源需求总量和能源效率不断提高。城市化达到一定程度后,促使人们的活动从简单的商品生产和商业流通,扩展到为生产服务的广告、运输、批发、零售、金融、房地产等活动,为生活消费服务的旅游、文化、娱乐,以及满足社会公共需要的服务等,使服务业作为一个独立的产业走上自我发展、自我提升的高级阶段,而这些产业部门本身的生产却并未过多依赖能源要素,这使得现代服务业发达的城市减少了能源需求。

另外,城市化导致分工进一步深化,形成专业化经济,促进了城市空间内交易成本的降低,促进经济增长(杨小凯、张永生,2000)。尽管生产规模不断扩大且生产过程所需的原料和生产出来的产品的购买和销售的市场范围扩大,销售和购买的环节增多,然而,专业化使信息搜寻成本和交易成本降低以及市场边界得以确定,合作契约效应更加稳定地发挥,能源要素和能源产品能够按照市场导向展开更为合理的资源配置与产品流动。在专业化生产和市场完善的区域内,能源产品在生产与消费全过程中的投资、定价、运输、销售、服务等各个环节,注重产业经营环境中的上下游产业关联、供需平衡与客户关系、所有制结构和企业制度、政府管理体制和市场监管,促使资源配置的基础方式由非市场机制转向市场机制、由垄断性市场结构转向竞争性市场结构、由不平等竞争转向平等竞争,并让竞争机制和自由契约而不是强制性的行政机制来解决企业之间、产业之间和买卖双方之间的市场交易关系。此外,资源配置的主体也由政府转向现代公司制企业,由单

一制、上下游分割和具有社会职能的传统国有企业向产权多元化、上下游一体化、治理科学化和规范化的现代公司制法人企业转变。政府的管理体制和方式由严格管制转向放松管制和有效监管,由分散管理转向集中管理,由封闭体制走向开放体制。这一系列基于专业化与市场化的能源产品配置方式的转变,为能源需求转变为现实的、合理有效的消费过程提供了制度环境与机制准备。

综上,城市化在本质上促进了经济系统运行效率的提高,不同区域内的城市化水平对能源消费的影响,其实质是不同区域内人力资本、技术创新、产业结构和市场化程度等因素对能源要素经济效率的影响。因此,在中国不同区域,城市化水平对能源消费作用的差异,即城市化水平的提高导致的能源消费量的增长,将取决于考察区间内的人力资本、技术创新、产业结构以及市场专业程度。

(三)中国的现实与证据

本文利用面板数据模型所估计的分析结果,已经说明了城市化水平与能源消费在经济发达程度不同区域之间的相互关系。本文把这种相互关系作用的实质概括为不同区域内人力资本、技术创新、产业结构和市场化程度等因素对能源要素经济效率的影响。为了让这一结论得到更加直观的展示,本文选取2006年中国东、中、西部地区公民受教育程度(大专及以上学历的人数)、授权专利数(发明、实用新型、外观设计三大类)、第三产业占GDP的比重以及“三资企业”工业增加值分别作为衡量区域人力资本、技术创新、产业结构和市场化水平的指标,选取单位地区生产总值能耗(等价值)作为衡量区域能源经济效率的指标,来比较中国三大区域城市化影响因素对能源消费的作用差异。

就公民受教育程度的考察指标来看,三大区域呈现由东到西递减的分布状态,东部地区大专及以上学历的公众数量最高,中部地区次之,西部地区最低。因此,三大区域的人力资本优势也呈现了逐渐降低的趋势;就授权专利数的变化来看,三大区域也呈现由东到西递减的分布状态,东部地区最高,到达了14542件,而中部地区和西部地区分别只有3340和2000件,东部地区授权专利数分别为中部地区和西部地区的4倍和7倍,显然东部地区具有中部地区和西部地区不可超越的技术创新优势;就第三产业比重来看,东部地区第三产业水平明显高于中部地区和西部地区,这表明三大区域在产业结构水平上也具有由东部地区到西部地区的梯度分布;就“三资企业”工业增加值来看,东部地区为2038亿元,中部地区和西部地区分别为261亿元和94亿元,其比值为21.7:2.8:1,呈现明显的递减分布,这表明在三大区域之内,东部地区的市场化程度最高,中部地区次之,西部地区最低。与此同时,通过比较三大区域的单位产值能耗发现,西部地区的能耗最高,其万元产值耗能2.21吨标煤,中部地区次之,为1.53吨标煤,而东部地区为1.09吨标煤。东部地区、中部地区和西部地区的能源效率也呈现了由高到低的递减分布。

通过上述比较可以发现,以人力资本、技术创新、产业结构和市场化程度为动因的城市化过程,其对中国能源消费的影响产生着内在的影响。在经济发展和城市化水平越高的地区,由于人力资本丰富、技术创新能力强大、产业结构先进以及专业化分工和市场化体系完善,城市化中的能源效率相对较高,城市化对能源消费的影响就相对较小。而在经济发展和城市化水平相对低下的区域,由于缺少人力资本、技术创新、高端化的产业结构以及完善的分工和市场化体系,其城市化进程中的能源消费方式就越粗放,能源效率也相对较低,城市化进程对能源消费的影响程度就越高。这较好地解释了面板数据模型估计结果中,三大区域城市化水平对能源消费总量和对单一能源品种消费量作用程度逐渐降低的内在根源。

五、结论

本文采用面板数据分析方法对中国30个省(市、区)城市化水平对能源消费总量以及石油、煤炭和电力等主要能源产品消费量的影响进行了研究。研究结果显示,在三大区域内,城市化水平对能源消费总量都具有显著的正向效应。但是,城市化水平对能源消费总量和单一品种能源的影响在三大区域还存在一定的差异,即城市化水平对能源消费总量和石油、煤炭、电力消费量的影响呈现了从东部地区到西部地区逐渐降低的趋势。经济越发达、城市化水平越高的地区,其城市化水平对能源消费总量的影响越小,反之则越大。结合城市化进程对能源消费的作用过程,本文认为,城市化进程对能源消费作用的实质,即不同区域内的城市化水平对能源消费的影响,是不同区域内人力资本、技术创新、产业结构和市场化程度等因素对能源要素经

公民受教育程度数据是2006年全国人口变动情况抽样调查样本数据,抽样比为0.907%。各项指标的数值是按三大区域划分后各省(市、区)数值的算术平均值。所有数据均来自《中国统计年鉴》(2007)。

济效率的影响。中国的现实与证据较好地证明了这一实质的合理性。

城市化是中国经济社会发展不可逆转的趋势,而城市化进程的深入对能源消费产生的影响却对能源资源在时间的持续利用和空间上优化配置提出了挑战。结合中国幅员辽阔、经济社会发展不平衡的现实国情,在充分把握城市化对能源消费作用规律的基础上,通过完善人力资本积累、技术创新、产业结构调整和市场制度等推进城市化进程和提高能源效率的基本条件,通过加快中国东部地区、中部地区和西部地区的互助合作,实现经济欠发达地区以提高能源效率为重要社会目标的发展模式的转变,将是解决城市化进程中能源瓶颈的重要途径。

当然,需要指出的是,尽管全文对中国城市化进程中的区域能源消费差异问题进行了分析,一定程度上指出了中国城市化背景下区域能源消费产生差异的原因所在,但是,本文对区域能源消费差异的原因解释只是从经验判断或者定性描述的角度做了阐述,人力资本、技术创新、产业结构和市场化程度等这些导致城市化进程加快的因素,究竟以怎样的路径和方式在改变着城市化进程中区域能源消费的数量与质量,这需要今后通过更加系统科学的质量经济分析来展开深入的研究,这是本文需要努力的方向。

参考文献:

1. [美] 保尔·贝洛克:《城市与经济发展》,中文版,210~217页,南昌,江西人民出版社,1991。
2. 陈军、成金华:《中国非再生能源生产效率评价:基于数据包络分析方法的实证研究》,载《经济评论》,2007(5)。
3. 程开明:《城市化与经济增长的互动机制及理论模型述评》,载《经济评论》,2007(4)。
4. 仇保兴:《中国城市化进程中的城市规划变革》,28~29页,上海,同济大学出版社,2005。
5. 耿海青:《能源基础与城市化发展的相互作用机理分析》,中国科学院地理科学与资源研究所博士学位论文,2004。
6. 姜雁斌、朱桂平:《能源使用的技术无效性及其收敛性分析》,载《数量经济技术经济研究》,2007(10)。
7. 李艳梅:《中国城市化进程中的能源需求及保障研究》,北方交通大学博士学位论文,2007。
8. 刘耀彬:《中国城市化与能源消费关系的动态计量分析》,载《财经研究》,2007(11)。
9. 史丹:《中国能源效率的地区差异与节能潜力分析》,载《中国工业经济》,2006(10)。
10. 王火根、沈利生:《中国经济增长与能源消费空间面板分析》,载《数量经济技术经济研究》,2007(12)。
11. 魏楚、沈满洪:《能源效率与能源生产效率:基于DEA方法的省际数据比较》,载《数量经济技术经济研究》,2007(9)。
12. 杨小凯、张永生:《新兴古典经济学和超边际分析》,121~136页,北京,中国人民大学出版社,2000。
13. 张晓平:《20世纪90年代以来中国能源消费的时空格局及其影响因素》,载《中国人口、资源与环境》,2005(2)。
14. 郑云鹤:《工业化、城市化、市场化与中国的能源消费研究》,载《北方经济》,2006(5)。
15. Bertinelli, L. and Duncan, B., 2004. "Urbanization and Growth" *Journal of Urban Economics*, Vol 56, pp. 80 - 96
16. Gates, David F and Yin, Jason Z., 2004. "Urbanization and Energy in China: Issues and Implications," in Aimin Chen, Gordon Liu and Kevin Zhang, eds., *Urbanization and Social Welfare in China* Burlington VT: Ashgate Publishing pp. 14 - 16
17. Inai, Hiroyuki, 1997. "The Effect of Urbanization on Energy Consumption" *Journal of Population Problems*, Vol 53, pp. 43 - 49
18. Shen, Lei; Cheng, Shengkui; Gunson, Aaron James and Wan, Hui, 2005. "Urbanization, Sustainability and the Utilization of Energy and Mineral Resources in China Cities" *Energy Policy*, Vol 22, pp. 287 - 302
19. Lucas, R. E., 1988. "On the Mechanics of Economic Development" *Journal of Monetary Economics*, Vol 22, pp. 3 - 42
20. Oleg, Dziubinski and Ralph, Chipman, 1999. "Trends in Consumption and Production: Household Energy Consumption" *DESA Discussion Paper*, <http://www.un.org/esa/papers>
21. Parik, J. and Vibhooiti, S., 1995. "Urbanization, Energy Use and Greenhouse Effects in Economic Development: Results from a Cross-national Study of Development Countries" *Global Environmental Change*, Vol 5, pp. 87 - 103
22. Northam, Ray M., 1979. *Urban Geography* New York: John Wiley & Sons, pp. 63 - 67
23. York, Richard, 2007. "Demographic Trends and Energy Consumption in European Union Nations: 1960 - 2025" *Social Science Research*, Vol 36, pp. 855 - 872
24. Sathaye, J. and Meyers, S., 1985. "Energy Use in Cities of the Developing Countries" *Annual Review Energy*, Vol 10, pp. 109 - 133
25. Wei, B. R.; Yagita, H.; Inaba, A. and Sagisaka, M., 2003. "Urbanization Impact on Energy Demand and CO₂ Emission in China" *Journal of Chongqing University*, Vol 2, pp. 46 - 50

(责任编辑:陈永清)