

城市化与能源强度的非线性关系研究^{*}

——采用跨国数据的门限效应分析

史亚东

(国际关系学院 国际经济系,北京 100091)

摘要:处于不同发展水平和不同收入阶段的国家,由于经济社会发展特征不一致,城市化对能源强度的影响也可能不同。采用 52 个国家 1980—2010 年的数据,利用面板门限回归计量方法,以人均收入水平为门限变量,检验城市化对能源强度的非线性影响,分析表明:城市化与能源强度之间存在显著的双门限效应,在不同收入水平下两者之间的关系存在差异;人均收入水平的提高将降低能源强度,而工业化水平的提高会提高能源强度;城市化水平的提高将增加能源强度,其中,处于中间收入水平的国家的城市化对能源效率提高的负面影响最低。从我国目前的发展阶段来看,城市化对能源利用效率最大程度的负面影响还有一段“缓冲时期”,应转变城市化发展模式,提高城市化质量,充分发挥城市化的集聚效应和规模经济。

关键词:城市化;能源强度;能源消费;能源效率;人均收入;人口城市化率;大城市化率;新型城市化;城市化新常态

中图分类号:F062.1;F224.0

文献标志码:A

文章编号:1674-8131(2015)03-0091-09

一、引言

城市化表现为农业人口向非农业人口、农村地域向非农村地域、农业活动向非农业活动的一系列转移,是复杂的经济结构、社会结构和空间结构变迁的过程。在最近几十年,全球城市化进程明显加快,特别是在发展中国家。根据 2011 年《世界城市化展望》报告,目前全球 70 亿人口有一半居住在城市,并且未来四十年城市人口还将急剧增长,其中亚洲和非洲的城市人口比重将达到 86%。城市规模的不断扩大必然带来维持其发展的大量资源的消耗。根据 IEA2008 年的报告,2006 年,只占全球二分之一人口的城市消耗了全球约三分之二的能

源,并排放了超过 70% 的二氧化碳。在全球应对气候变化的背景下,城市发展过程中面临的资源环境压力与日俱增。

城市化发展引发的一系列能源和环境问题已经引起许多经济学家的关注,其探讨的核心在于城市化是否必然引起能源消费和污染排放的增长。理论上讲,城市化对能源消费和环境污染的影响是多方面的。首先,从产业结构角度来看,城市化过程中,能源使用强度低的传统农业不断升级,由使用农业机械、消耗大量柴油和电力能源的现代农业所代替;同时,由于城市化过程常常伴随着工业化的深入,各种工业生产要素在城市中的聚集和工业增加值的不断上涨也将消耗更多的能源。其次,从

* 收稿日期:2015-03-17;修回日期:2015-04-18

基金项目:国家社会科学基金重大项目(13&ZD158);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(3262014T66)

作者简介:史亚东(1983—),女,山东济南人;讲师,经济学博士,在国际关系学院国际经济系任教,主要从事环境经济学研究。

表 1 城市化与能源消费关系相关文献一览

样本区域	模型/方法	相关文献	主要结论	实证分析数据
跨国层面	多元回归	Jones(1989), Jones(1991)	城市化与人均能源消费存在正相关关系。	1980年59个发展中国家数据
		York(2007)	即使在高收入国家城市化也增加了能源消费。	对欧盟国家的数据
	STIRPAT	Mishdra et al (2009)	城市化对人均能源使用的影响在不同国家并不一致。	太平洋岛国面板数据
		Poumanyong et al (2010)	城市化对能源消费的影响随着收入水平的变化而变化。	99个国家1975—2005年数据
	EKC	Ehrhardt-Martinez et al(2002)	城市化初期森林砍伐率增加,但随着城市化进程该比率下降。	发展中国家数据
		Linddle(2004)	城市化与人均道路能源使用负相关。	23个OECD国家数据
	异质面板回归	Sadorsky(2013)	城市化对能源强度的影响在某些估计模型中显著为正。	发展中国家数据
国家层面 (中国)	STIRPAT	张黎娜等(2013)	我国城市化对能源消费的影响存在区域差异。	省级面板数据
	EKC	王子敏等(2012)	我国存在一条U形的城市化能耗库兹涅茨曲线,城市化加剧能耗。	省级面板数据
	协整分析	刘耀彬(2007)	城市化水平提高是能源消费增长的格兰杰原因。	1978—2005年时间序列数据
		梁朝辉(2010)	不同城市化阶段对能源消费的影响不同。	1953—2007年时间序列数据
		王晓岭等(2012)	我国城市化与能源强度之间存在长期均衡关系,城市化水平提高会促进能源强度下降。	1990—2009年时间序列数据
		张优智等(2013)	城市化对能源消费变动的影响是非线性的。	1953—2011年时间序列数据
	非线性平滑转换回归模型			
城市数据	Newman et al (1989)	城市人口密度与人均交通能源消费负相关。	高收入国家32个城市数据	

交通和运输方面来看,由于大量人口离开农村进入城市,粮食从生产到消费将增加庞大的运输过程;另外,工业生产和消费地区的分离,也要求城市建立便捷高效的交通运输体系,这些都增加了交通运输对能源的需求。最后,从城市化对居民消费的影响看,城市化过程中大规模的住房、公共交通、绿化、医疗等公共基础设施的建设和维护,需要消耗大量能源;城市居民相对农村居民更高的人均收入水平也使他们愿意购买更多能源密集型产品,增加

对电力的需求。从上述分析看,似乎城市化一定会加剧能源消费,然而现实中城市化对能源消费的影响要复杂得多。例如,紧凑城市理论(compact city theory)认为,高密度的城市土地利用能够有效发挥基础设施的规模经济效应,减少私家车使用和长距离运输,从而起到降低能源消费和二氧化碳排放的作用;最近兴起的绿色建筑技术也能够降低城市建筑群的能源强度。综合来看,城市化在增加经济活动、引起生产和消费集中的同时,也能够发挥规模

经济效应,通过资源优化配置提高能源使用效率。因此,从理论上讲城市化对能源消费和环境污染的影响并不确定。

针对这一不确定的影响,国内外已有不少学者利用不同的计量方法进行了大量实证检验。这些研究有基于跨国层面的比较,也有基于一国国内的分析,甚至是针对某些城市的检验;实证分析所用的数据包含截面数据、时间序列数据和面板数据;建立的模型多为可拓展的随机环境影响评估模型(STIRPAT model)、环境库兹涅茨模型(EKC model)或协整模型;应用的计量方法除了普通的OLS回归、面板回归,还有稍复杂的异质面板回归方法等。主要的相关研究情况见表1。

纵观国内外相关文献可以发现,现有文献大多研究城市化水平对能源消费总量或人均能源消费的影响,较少关注城市化对能源强度或者说能源效率的影响^①。Sadorsky(2013)和王晓岭等(2012)虽然也着重研究了城市化对能源强度的影响,但他们的研究假设两者的关系是线性的,并且只是针对发展中国家和中国,缺乏其他收入水平国家的经验证据,从而不能科学地解释两者的内在联系。同时,不少学者提出城市化对能源消耗的影响要考虑不同的发展阶段和收入水平之间的差距(Pearce, 1990; Poumanyong et al, 2010)。然而,现有的跨国层面研究多针对某一收入群体的国家,较少涉及全球范围的国家;国内的研究也大多仅针对中国,缺乏国际比较。其中, Poumanyong et al(2010)的研究虽然针对全球国家,但由于其实证分析中存在众多缺失数据,导致最终的数据来源并不一致;并且他们的研究只是把国家分为不同收入水平的群体,仍然认为城市化对能耗的影响是线性的。有鉴于此,本文从能源效率的角度出发,考虑不同国家发展阶段和收入水平差距的影响,利用跨国数据,采用面板门限回归的计量方法,以人均收入水平为门限变量,实证检验城市化与能源强度的非线性关系。

二、实证计量模型与数据说明

1. 面板门限回归模型简介

现实中的宏观经济变量无论是在时序中还是

变量之间常常呈现出某种非线性关系,为了捕捉这种非线性关系,门限回归模型(Threshold Regression Model)在计量经济学中得到了广泛的应用。门限回归方法力图找寻发生突变的临界点,其本质是将某一观测值作为门限变量,根据其大小将样本进行归类,再分别回归后比较回归系数的不同。对于门限模型的假设检验包括两个方面:一是检验门限效应是否显著;二是检验得到的门限估计值是否是真实值(或者说是否足够接近真实值),即构造门限值的置信区间。如果在单门限模型的第一个检验中拒绝了原假设,则意味着变量之间存在至少一个非线性转换的临界值。由于在实际经济运行中确实可能发生临界值不止一个的结构突变,因此,还需要引入多门限回归模型及其相应的假设检验。

2. 实证模型的构建

本文主要研究城市化对能源强度的影响,采取 Jones(1991)和 Sadorsky(2013)的做法,模型中的解释变量为人均收入(y)、人口城市化率(ur)以及工业化率(ind),被解释变量为人均能源强度(en)。以单门限回归模型为例,建立对数化的计量模型(1):

$$\ln en_{it} = c_i + \alpha \ln y_{it} + \beta \ln ind_{it} + \theta_1 \ln ur_{it} I(\ln y_{it} \leq \gamma) + \theta_2 \ln ur_{it} I(\ln y_{it} > \gamma) + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

按照紧凑城市理论,高密度的城市土地利用可以充分发挥规模经济效应,因此人口密度较高的大城市有可能会有更高的能源使用效率。为了考察这一点,我们引入人口密度更高的大城市化率指标(urb)代替人口城市化率指标,得到模型(2):

$$\ln en_{it} = c_i + \alpha \ln y_{it} + \beta \ln ind_{it} + \theta_1 \ln urb_{it} I(\ln y_{it} \leq \gamma) + \theta_2 \ln urb_{it} I(\ln y_{it-1} > \gamma) + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

3. 样本选择与数据说明

本文中所有数据均来自世界银行发展指数数据库(WDI)。其中,人均收入为按购买力平价折算

^① 能源强度是单位GDP的能源使用量,其大小体现了经济对于能源消耗的依赖程度,是评价能源效率最重要的核心指标之一。在当前应对气候变化、保障国家能源安全的背景下,揭示城市化与能源强度的内在关联机制,对于政策制定者有更大的现实意义和参考价值。

为 2005 年国际美元不变价的人均 GDP 水平 (GDP per capita, ppp, constant 2005 international \$), 人口城市化为居住在城市的人口比重, 大城市化率为居住在人口超过 100 万大城市的人口比重, 工业化率为工业增加值占 GDP 的比重, 能源强度为以 2005 年不变价计算的每 1 000 美元 GDP 等价于原油的能源使用量 (energy use per \$ 1 000 GDP, constant

2005 ppp)。WDI 数据库涵盖了 213 个国家自 1960 年开始的 813 个宏观经济指标, 但许多国家在某些年份的数据存在缺失值, 而本文计量模型又要求平衡面板数据, 因此, 在尽量扩大研究国家范围的原则下, 最终确定的样本空间是 1980—2010 年 52 个国家的相关数据^①。具体的国家名单以及相关变量的描述性统计性指标见表 2 和表 3。

表 2 实证分析选取的 52 个国家名单

阿尔及利亚	丹麦	肯尼亚	新加坡
澳大利亚	多米尼加共和国	韩国	南非
奥地利	厄瓜多尔	马来西亚	西班牙
孟加拉国	埃及	墨西哥	瑞典
比利时	芬兰	摩洛哥	瑞士
玻利维亚	德国	莫桑比克	泰国
巴西	洪都拉斯	荷兰	多哥
保加利亚	匈牙利	巴基斯坦	土耳其
智利	印度	巴拿马	阿联酋
中国	印度尼西亚	菲律宾	英国
哥伦比亚	意大利	葡萄牙	美国
刚果民主共和国	日本	沙特阿拉伯	委内瑞拉
刚果共和国	约旦	塞内加尔	赞比亚

表 3 各变量的描述性统计性

	$\ln en_{it}$	$\ln y_{it}$	$\ln ind_{it}$	$\ln ur_{it}$	$\ln urb_{it}$
中值	5.222	8.882	3.455	4.020	2.991
最小值	4.056	5.570	2.573	2.573	1.511
最大值	7.360	11.723	4.349	4.605	4.605
标准误	0.536	1.263	0.287	0.429	0.595

三、实证结果与分析

1. 门限效应检验

为了检验城市化对能源强度的影响是否因收

入水平不同而出现阶段性差异, 我们对模型(1)和模型(2)分别进行了原假设为没有门限、单个门限、双门限以及三门限的实证检验。表 4 列出了模型(1)和模型(2)在各假设检验中的 F 值、通过自举法

^① 样本国家选取的标准是该国家最近几十年相关数据都没有缺失值; 考虑到世界银行最新数据只更新到 2010 年, 为最大限度地扩展国家范围, 同时又能展现时间趋势性, 最终划定研究的时间区间为 1980—2010 年。

(bootstrap)得到的P值以及在10%、5%、1%显著水平下对应的临界值。从中可见,无论是人口城市化率还是大城市化率,城市化对能源强度都存在显著的门槛效应。具体来说,上述两个计量模型在单门槛检验中P值都很小,说明在1%显著水平下拒绝了没有门槛的原假设,模型存在显著的门槛效应;在双门槛的检验中,模型(1)检验得到的P值为

0.01,模型(2)的P值更小,说明两者在1%的显著水平下都应当拒绝原假设,即都具备显著的双门槛效应;而在三门限的检验中,无论是人口城市化率还是大城市化率的检验结果在统计上都不显著。因此我们可以判定城市化对能源强度确实存在非线性影响,并且存在两个门槛值。

表4 门槛效应检验

		模型(1)	模型(2)
单门槛检验	F_1	250.86	241.32
	P值	0.00	0.00
	(10%,5%,1%对应临界值)	(121.41,135.52,178.19)	(116.96,128.47,172.21)
双门槛检验	F_2	143.51	159.78
	P值	0.01	0.00
	(10%,5%,1%对应临界值)	(94.27,106.85,140.60)	(86.12,103.69,123.37)
三门限检验	F_3	6316	61.58
	P值	0.26	0.23
	(10%,5%,1%对应临界值)	(77.66,82.29,107.75)	(76.22,89.31,114.55)

表5 模型(1)和模型(2)的双门槛估计值

	$\hat{\gamma}'_1$ 估计值	95%置信 区间	$\hat{\gamma}'_2$ 估计值	95%置信 区间
模型(1)	6.10	(6.09,6.35)	9.72	(9.72,9.74)
模型(2)	6.35	(6.35,6.35)	9.72	(9.72,9.74)

图1和图2给出了以人口城市化率为解释变量时双门槛模型中置信区间的构造,使似然比函数等于0的对数人均收入水平即是门槛值,相应的95%置信区间是似然比函数位于虚线以下的部分。由图1可以看到,在第一个门槛值6.10之后,似然比函数在9.2附近又有一次突降,这也暗示了在此附近应当还有第二个门槛。表5给出了模型(1)和模型(2)在双门槛模型中估计的门槛值^①,括号内是相应的99%显著水平下的置信区间。由表5可见,模

型(1)的门槛值与模型(2)的门槛值非常接近,分别为6.10、9.72和6.35、9.72,可见,在不同人均收入水平下城市化对能源强度的影响存在显著差异,并且这种差异的突变点在人口城市化率和大城市化率的对比中几乎是确定的。

2. 双门槛模型估计结果

表6列出了本文对城市化与能源强度关系检验的实证结果。其中,第1列和第2列分别为模型(1)和模型(2)的面板固定效应估计结果,第3列和第4列分别为模型(1)和模型(2)的面板非线性双门槛估计结果。从各项回归结果看,所有解释变量的系数都非常显著(1%的显著水平下)。其中,人均收入水平在各个回归模型中的系数都显著为负,说明人均收入对能源强度的影响是反向的,即随着人均收入水平的提高,单位GDP的能源使用量趋于下降。人均收入对能源强度的弹性系数变化区间较小,在-0.420到-0.492之间,这与Sadorsky(2013)

^① 估计方法是先固定在单门槛模型中得到的第一个门槛值,搜寻第二个门槛,得到第二个门槛值;然后固定第二个门槛值,再返回修正第一个门槛值。

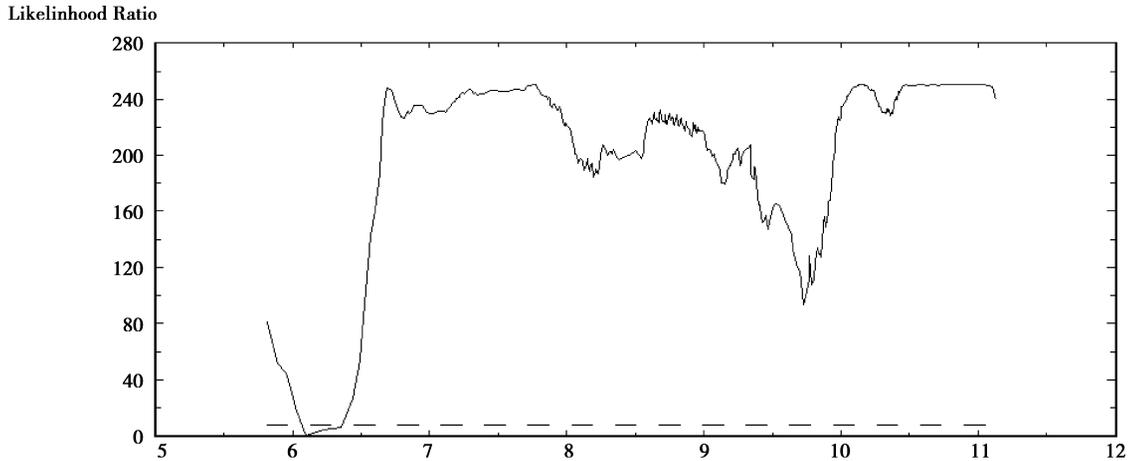


图1 模型(1)双门限模型中第一个门限的置信区间

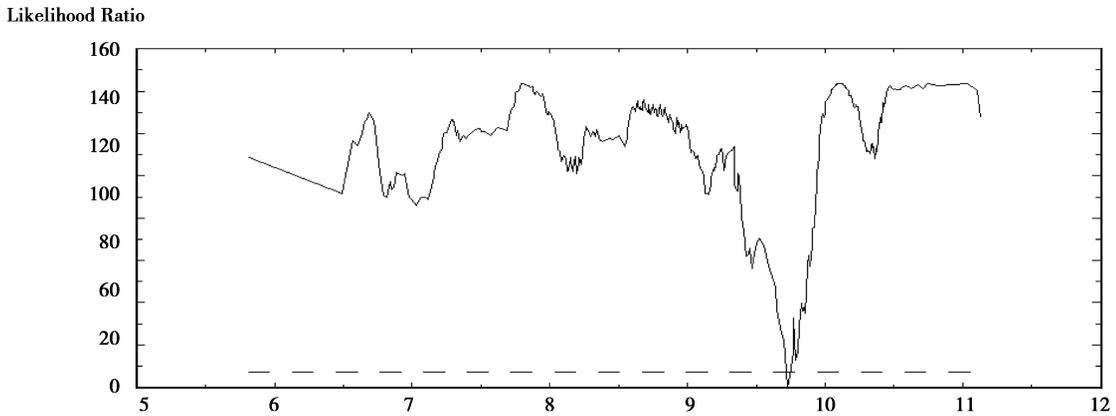


图2 模型(1)双门限模型中第二个门限的置信区间

的研究结果非常接近^①。另外,在各回归模型中,以工业增加值占GDP比重表示的工业化水平的系数显著为正,表明工业化水平提高将引起能源强度上升,这可能与工业活动要比传统农业消耗更多能源相关。工业化水平对能源强度的弹性系数变化区间也较小,在0.109到0.198之间,并且两个在双门限回归模型中,这两个系数的估计值十分接近。

人口城市化率对能源强度的回归系数无论在线性模型还是非线性模型中都显著为正,表明随着城市化水平提高能源强度有所上升。值得注意的是,在双门限回归模型中,根据估计的两个门限值,城市化的影响系数被划分为三个区间:在对数人均收入水平小于6.10时,城市化对能源强度的弹性系数较高,为0.433;当对数人均收入水平大于6.10但

小于9.72时,城市化的弹性系数下降为0.283;当对数人均收入水平大于9.72时,这一系数又上升为0.347。从整体上看,城市化对能源强度的影响在不同发展阶段并不一致,表现为其弹性系数随着人均收入水平的提高先下降后又上升,或者说,城市化对能源强度的正向作用在较低和较高的收入水平阶段更大一些。模型(2)式的估计结果与模型(1)相似:大城市化率对能源强度的弹性系数在各估计模型中都显著为正;在双门限回归模型中,大城市化率的弹性系数随着人均收入水平的提高也呈现从由高到低再升高的趋势。通过查看对数人均收入在6.1到9.72之间的国家名单可以发现,这些国家基本上都是发展中国家。根据上述估计结果,城市化对能源强度影响的弹性系数在此阶段最小,意

^① Sadorsky (2013) 针对发展中国家的研究表明人均收入对能源强度的弹性系数在-0.499到-0.434之间。

意味着目前这些发展中国家的城市化可能给能源效率带来的负面效应最低。

综合来看,人均收入水平的提高能够降低能源强度,并且其影响最大,反映出技术进步所带来的能耗降低效应;工业活动的增加引致了大量的能源消耗,它对能源强度的影响是正向的,但影响程度

相对较小;城市化对能源强度的影响是正向的,但不同的收入水平(发展阶段)其影响强度不一。大部分发展中国家目前正处于城市化对能源效率的负面影响程度最低的阶段,并且只要人均收入水平提高的正向影响足够大,完全可以抵消城市化所带来的能源消费负面效应。

表6 实证检验结果

解释变量	模型(1)的线性回归 个体固定效应模型	模型(2)的线性回归 个体固定效应模型	模型(1)式的非线性 双门限模型	模型(2)的非线性 双门限模型
常数项	7.963*(49.91)	8.032*(50.28)		
$\ln y_{it}$	-0.492*(4.14)	-0.452*(-31.05)	-0.475*(29.69)	-0.420*(27.42)
$\ln ind_{it}$	0.109*(4.65)	0.127*(5.35)	0.198*(9.12)	0.198*(9.12)
$\ln ur_{it}$	0.311*(7.87)			
$\ln urb_{it}$		0.257*(6.95)		
$\ln ur_{it}(\ln y_{it} \leq 6.10)$			0.433*(11.89)	
$\ln urb_{it}(\ln y_{it} \leq 6.35)$				0.356*(10.47)
$\ln ur_{it}(6.10 < \ln y_{it} \leq 9.72)$			0.283*(7.91)	
$\ln urb_{it}(6.35 < \ln y_{it} \leq 9.72)$				0.150*(4.27)
$\ln ur_{it}(\ln y_{it} > 9.72)$			0.347*(9.48)	
$\ln urb_{it}(\ln y_{it} > 9.72)$				0.231*(6.42)

注:括号内为t值,*代表1%的显著性水平。

四、结论与政策启示

从全球范围来看,城市化发展的劲头依然强劲,尤其是在非洲和亚洲的发展中国家,城市化还将迎来新的高潮。然而,城市化发展往往面临环境污染和资源消耗的双重压力,特别是在全球应对气候变化的背景下,城市化发展会对能源消耗产生什么样的影响,将会直接影响各国政府的相关决策。

理论上讲,城市化对能源消耗的影响是双面和多重的。一方面,由于城市化所带来的经济活动的增加会引致能源消费的上升;另一方面,城市化所

带来的规模经济效应和资源优化配置也可能降低能源消耗。当前国内外文献关注城市化与能源消费的研究众多,但对城市化与能源强度关系的研究较少,而从低碳发展和保障能源安全的角度出发,能源强度无疑是政策制定者更为关心的指标。处于不同发展水平和不同收入阶段的国家,其经济社会发展特征并不一致,城市化对能源强度的影响也可能因此而产生差异。本文采用跨国数据,利用面板门限回归计量方法,以人均收入水平为门限变量,检验了城市化对能源强度的非线性影响,分析表明城市化与能源强度之间存在显著的双门限效

应,证实了在不同收入水平下两者之间的关系存在差异。人均收入水平的提高将降低能源强度,而工业化水平的提升会提高能源强度;城市化水平的提高将增加能源强度,其中,处于中间收入水平的国家的城市化对能源效率提高的负面影响最低。在我国积极稳妥推进新型城镇化的战略背景下,本文上述实证结果具有诸多政策启示:

首先,城市作为经济发展的主要载体,是产业结构转型升级的主阵地,是先进技术和生产力的聚集地。在我国,城市化的发展更是承担起了转变经济发展方式以及稳增长、调结构的重任而被寄予厚望。本文实证结果表明,城市化发展确实伴随着能源强度的增加,但从我国目前的发展阶段来看,相对其他发展阶段来说这种负面影响是最小的。因此,即便考虑资源环境约束,把城镇化作为“提振经济的巨大引擎”“扩大内需的最大潜力”的战略定位也是有积极意义的。

其次,考虑资源环境承载力,我国在新型城市化推进过程中应着重提高城市化质量。实证分析表明,虽然城市化水平对能源强度的影响是正向的,但这种影响完全可以因人均收入水平的提高而被抵消。因此,提高人均收入水平,特别是建立合理的资产财富分配体系和相应的社会保障制度,可以突破城市化发展带来的诸多资源环境约束,这也是使得城市化真正能够实现拉动内需、提振经济的必备条件。

再次,本文实证分析显示,相比人口城市化率,大城市化率对能源强度的正向影响在各个阶段都相对更小。这说明我国长期以来优先发展小城镇和中小城市的做法亟待改进,这种城市化发展战略实际上弱化了城市化效益,没有充分发挥城市化的集聚效应和规模经济,不利于资源集约使用,更容易造成环境污染“遍地开花”难以治理的景象。

最后,在经济新常态下,我国的城市化发展也要进入新常态。我国正处于“三期叠加”的敏感期,经济新常态意味着“中高速、优结构、新动力,多挑战”。根据本文的实证结果,我国的城市化对能源利用效率最大程度的负面影响还有相当长的一段“缓冲时期”,利用好这个阶段,转变城市化发展模式,将是顺利渡过经济下行期、扩大内需、跨越中等收入陷阱等的关键。在经济新常态下,着重实现“人的城镇化”,培育城市经济增长的新动力,推动

产业不断优化升级,着力提高城市化发展的质量,将是城市化改革和发展的新常态。

参考文献:

- 梁朝辉.2010.城市化不同阶段能源消费的影响因素研究[J].上海财经大学学报(5):89-96.
- 刘耀斌.2007.中国城市化与能源消费关系的动态计量分析[J].财经研究(11):72-81.
- 王晓岭,武春友,赵奥.2012.中国城市化与能源强度关系的交互动态响应分析[J].中国人口.资源与环境(5):147-152.
- 王子敏,范从来.2012.城市化与能源消耗间关系实证研究[J].城市问题(8):8-14.
- 张黎娜,夏海勇.2013.城市化进程中的能源消费差异研究——基于中国省级面板分析[J].学海(2):136-141.
- 张优智,党兴华.2013.我国城市化与能源消费非线性动态关系研究[J].城市问题(10):20-39.
- CHAN K S. 1993. Consistency and Limiting Distribution of the Least Squares Estimator of a Threshold Autoregressive Model [J]. The Annals of Statistics, 21:520-533.
- EHRHARDT-MARTINEZ K, CRENSHAW E M, JRNKINS J C. 2002. Deforestation and the Environmental Kuznets Curve: A Cross-national Investigation of Intervening Mechanism [J]. Social Science Quarterly, 83(1):226-243.
- ENDERS W. 2004. Applied Econometric Time Series(2 edition) [M]. New York: John Wiley & Sons.
- HANSEN B E. 1999. Threshold Effects in Non-dynamic Panels: Estimation, Testing, and Inference [J]. Journal of Econometrics, 93:345-368.
- JONES D W. 1989. Urbanization and Energy Use in Economic Development [J]. Energy Journal, 10:29-44.
- JONES D W. 1991. How Urbanization Affects Energy-use in Developing Countries [J]. Energy Policy, 19:621-630.
- LINDLE B. 2004. Demographic Dynamics and Per Capita Environmental Impact: Using Panel Regressions and Household Decompositions to Examine Population and Transport [J]. Population and Environment, 26:23-29.
- MISHRA V, SMYTH R, SHARMA S. 2009. The Energy-GDP Nexus: Evidence from a Panel of Pacific Island Countries [J]. Resource and Energy Economics, 31(3):210-220.
- NEWNAM P W G, KENWORTHY J R. 1989. Cities and Automobile Dependence: an International Sourcebook [M]. Gower Technical, Aldershot.
- PEARCE D. 1990. Economics of Natural Resources and the Environment [M]. New York: Harvester Wheat Sheaf: 215-289.
- POUMANYVONG P, KANDKO S. 2010. Does Urbanization

Lead to Less Energy Use and Lower CO₂ Emissions? A Cross-country Analysis[J]. *Ecological Economics*, 70:434-444.
SADORSKY, Perry. 2013. Do Urbanization and Industrialization Affect Energy Intensity in Developing Countries? [J] *Energy*

Economics, 37(C) :52-59.
YORK R. 2007. Demographic Trends and Energy Consumption in European Union Nations, 1960—2025 [J]. *Social Science Research*, 36:855-872.

Research on Nonlinear Threshold Relationships Between Urbanization and Energy Intensity

—A Threshold Effect Analysis Based on Cross-country Data

SHI Ya-dong

(*Department of International Economics, University of International Relations, Beijing 100091, China*)

Abstract: Due to the different characters of economic social development and countries at different development level and income level, urbanization makes different impact on energy intensity. Using data from 52 countries in 1980-2010, by panel threshold regression method, per capita income playing as threshold variable, nonlinear influence of urbanization on energy intensity is examined. It is found that there are two thresholds between urbanization and energy intensity, and the relationships between the two is different at different income level. Higher per capita income results in lower energy intensity, while higher industrialization level leads to higher energy intensity. Higher urbanization level can increase energy intensity. For those countries whose per capita income is in the middle, the negative effect of urbanization on energy efficiency is minimum. In the view of the development stage of China, there is buffer period for the negative effect of urbanization on energy efficiency. It is suggested to shift the development mode of urbanization, to promote urbanization quality, to exert agglomeration effect of urbanization and to develop scale economy.

Key words: urbanization; energy intensity; energy consumption; energy efficiency; per capita income; population urbanization rate; mega-urbanization rate; new-type urbanization; urbanization new normal

CLC number: F062.1; F224.0

Document code: A

Article ID: 1674-8131(2015)03-0091-09

(编辑:夏冬;段文娟)