

基于增量视角的城镇化演进与能耗间库兹涅茨曲线探析*

——以安徽省为例

张乐勤

(池州学院 资源环境与旅游系, 安徽 池州 247000)

摘要:推进城镇化与实现节能减排为中国未来社会两大战略任务,从理论上探索城镇化能耗的库兹涅茨曲线拐点,对制定节能城镇化政策与能源利用规划具有重要启示意义。以安徽省为例,采用完全分解模型,对城镇化引起的能耗进行了测算;基于增量视角,借助环境库兹涅茨曲线分析工具,通过引入城镇化变量二次、三次项,采用最小二乘回归分析方法,分别考察了城镇化与其能耗间U形与N形曲线关系;依据高数中曲线求导方法,测算了城镇化能耗拐点出现时的城镇化水平,结果表明:1) 1996—2013年,城镇化进程引起的累计能耗达4 755.78万tce,年均279.75万tce,城镇化每提高1个百分点,推动能源净消费181.59万tce,两者间呈同向演化态势;2) 二次曲线验证表明,城镇化能耗曲线呈U形,拐点位置出现在城镇化水平增幅为 1.6423×10^{-13} 时刻,现阶段,城镇化能耗位于U形曲线右半侧;3) 三次曲线回归结果未能验证出城镇化能耗有拐点存在,两者间呈同向增长态势,表明安徽省推进城镇化与实现节能减排矛盾日渐突出,生态文明建设将面临较大挑战。基于研究结果,从调整优化产业结构、提高能源利用技术等方面提出了减少城镇化能耗的政策建议。

关键词:城镇化;能耗;库兹涅茨曲线;拐点;安徽省

中图分类号:X24;F062.1

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2016)01-0115-08

加快推进城镇化进程是党的十八大作出的重大战略部署,城镇化作为驱动经济发展与改善人们生活的重要引擎,与能源消费存在密切关联^[1]。城镇化演进伴随着人口数量、经济活动及城镇基础设施增加,由此必然会引起能源消费增加,与此同时,随着城镇化进程发展,城镇化所致的人口、资本、集聚效应,科技的进步,产业结构的优化,提高了能源利用效率,降低了城镇化对能源消费的需求,即城市化演进不同阶段,城镇化对能耗影响的上升与下降力量同时存在^[2],为此,理论上,城镇化所引起的能耗存在类似于环境库兹涅茨曲线拐点,探索该拐点出现时城镇化水平,对制定协调城镇化发展与能源消费需求政策具有重要的参考价值。

针对城镇化与能源消费间关系,前人的研究主要从两层展开:1) 线性变化视角。多数学者的研究结果揭示了两者的同向变化规律:Parikh和Shukla^[3]研究认为,城市化演进会增加人均能源消耗量;Hiroyuki^[4]对发展中国家人均能源消费与城镇化水平研究表明,两者间存在正相关关系;York^[5]对城镇化水平较高的欧盟国家研究显示,城市化是推动能源消费增长的重要因素;Liddle和Lung^[6]基于STIRPAT模型,运用17个发达国家1960—2005样本数据,对城市化与居民生活能源消费间关系进行过探索,结果显示,两者间呈正相关关系;Poumanyong和Kaneko^[7]运用99个国家面板数据,实证探索了不同收入群体城镇化与能源消费关系,结果表明,就中高收入群体而言,能源消费与城镇化水平呈同向增长态势;刘耀彬^[8]采用协整分析方法,揭示了中国城镇化与能源消耗间具有显著正相关关系;张欢和成金华^[9]研究表明,城市化进程对能源消费具有显著扩张效应;张黎娜和夏海勇^[10]选取中国1995—2010年22个省份数据,实证分析了城市化对能源消费影响,结果显示,城市化总体上会带来能源消费增加,但区域间差异明显;成金华和陈军^[11]、张明慧和陈锦^[12]分别运用1996—2006年、1999—2009年中国30个地区面板数据,采用协整分析方法,对中国城市化进程与能源消费间关系进行过考察,所得结果均验证了两者的同向变化规律。也有少数学者研究结果验证了两者的负向变化规律:Liddle^[13]借助环境库兹涅茨曲线分析工具,运用经济合作与发展组织(OECD)数据的研究表明,城市化和人口密度对人均道路交通能源使用产生负面影响,Mishra等人^[14]研究发现在新喀里多尼亚,城市化与人均能源之间呈负

* 收稿日期:2014-11-13 修回日期:2015-10-20 网络出版时间:2015-12-02 13:27

资助项目:安徽省教育厅2014年高校省级自然科学研究重点项目(No. KJ2014A175);安徽省社会科学规划项目(No. AHSKY2014D53)

作者简介:张乐勤,教授,主要从事资源生态与可持续发展研究,E-mail:zhangleqing@sohu.com

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.n.20151202.1327.036.html>

向关系。2) 非线性视角。张优智和党兴华^[1]基于 1953—2011 年数据,采用非线性平滑转换模型,对中国城镇化与能源消费之间非线性关系进行了探索,揭示了城镇化水平每变动 1% 将引起能源消费变动 10.591 2% 规律;王子敏和范从来^[15]运用 2000—2009 年中国省级面板数据,采用回归分析方法,揭示了城市化与能耗间存在 U 形库兹涅茨曲线关系,其转折点出现在城镇化水平约为 24% 阶段;王子敏和范从来^[2]还运用环境库兹涅茨曲线分析工具及空间计量手段,揭示了城镇化所导致的能耗由降到升拐点出现在城镇化率为 27.3% 时刻,能耗由升到降的拐点位置在城镇化率为 76.2% 时刻。

从整体上看,学者们采用协整或回归分析方法对城镇化与能源消费间关系进行过大量探索,为本研究提供了有益借鉴。然而前人的研究也存在诸多不足:首先,学者们多将城镇化作为驱动能源消费因素之一展开研究,未能遵循两者间内在逻辑,从城镇化单要素所导致的能耗来考察两者间演化关系;其次,已有研究多运用截面数据或面板数据直接进行分析,未能从增量视角来进行考察;再次,研究方法上,线性视角研究较多,非线性视角研究较少;最后,研究空间尺度上,国家尺度较多,省域尺度较少。因此,本研究拟以安徽省为例,采用能源消费的完全分解模型对城镇化引起的能源消费量进行测算,基于增量视角,借助环境库兹涅茨曲线分析工具,分别构造城镇化与其能耗间库兹涅茨曲线的二次与三次经济计量模型,旨在揭示出两者间非线性演变关系及能耗拐点,从而为安徽省制定低能耗的城镇化发展策略提供参考,并有利于安徽节能型社会及生态文明建设,也可为省域尺度的同类研究提供方法借鉴。

与已有研究相比,本研究预期在以下方面取得突破:首先,遵循城镇化与能耗内在逻辑,基于增量视角展开研究;其次,借助环境库兹涅茨曲线分析工具,分别从 U 形与 N 形对城镇化与其能耗间非线性关系进行考察。

2 技术路线

本研究技术路线如下:首先,运用完全分解模型,基于增量视角,测算样本区间内城镇化引起的能耗量;其次,借鉴环境库兹涅茨曲线简化模型,以城镇化引起的人均累计能源消费量为因变量,以城镇化净升幅为自变量,分别引入二次项、三次项,构造考察城镇化与能源消费间非线性分析模型,采用最小二乘回归分析方法,获取模型参数,以此判别两者耦合关系曲线形态;再次,根据高数中曲线求导方法,测算拐点出现时城镇化水平;最后,依据研究结果,针对性提出政策建议。

3 理论假设

3.1 U 形(倒 U 形)关系假设

城镇化演进意味着经济活动的增加与居民生活水平的提高,由此必然会引起能源消费的增加,随着城镇化水平的提升,产业结构会得到不断调整优化^[16],城镇化也会促进人口、资本、技术集聚,从而提高了能源利用效率,使城镇化对能源消费需求呈下降态势,由此表明,城镇化对能源需求上升与下降力量同时存在^[2],可能存在 U 形或倒 U 形曲线关系,可用如下表达式表示:

$$E = \alpha_1 \cdot U^2 + \alpha_2 \cdot U + \alpha_3 \quad (1)$$

(1)式中, E 为城镇化引起的能耗, U 为城镇化水平, α_1 、 α_2 、 α_3 为待估参数,若 α_1 显著为正,则城镇化的库兹涅茨曲线为开口向上的 U 形(图 1);若 α_1 显著为负,则为开口向下的倒 U 形(图 2),其中拐点出现时的城镇化水平为

$$-\frac{\alpha_2}{2\alpha_1}$$

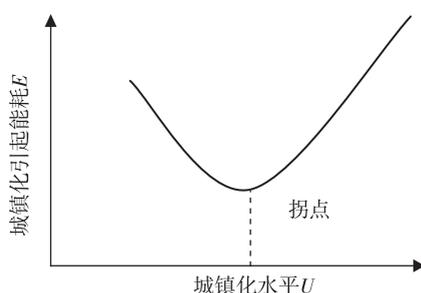


图 1 城镇化与引起能耗间 U 形曲线关系

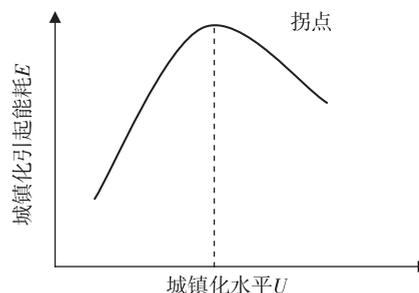


图 2 城镇化与其引起能耗间倒 U 形曲线关系

3.2 N形(倒N形)关系假设

N形(倒N形)关系假设是U形(倒U形)关系假设的延伸与拓展,U形(倒U形)关系仅考察一个拐点,而N形(倒N形)关系考察两个拐点,由于城镇化进程伴随着要素的集聚、产业结构的调整、科技的进步及规制政策的扰动,因而,对能源需求可能存在上升与下降交替变化规律,可用N形(倒N形)曲线对此进行刻画,表达式如下:

$$E = \alpha_1 \cdot U^3 + \alpha_2 \cdot U^2 + \alpha_3 \cdot U + \alpha_4 \quad (2)$$

(2)式中, $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ 为待估参数,当 $\alpha_1 > 0, \alpha_2 < 0$, 且 $\alpha_3 < \frac{\alpha_2^2}{3\alpha_1}$ 时,为N型曲线(图3),当 $\alpha_1 < 0, \alpha_2 > 0$, 且 $\alpha_3 > \frac{\alpha_2^2}{3\alpha_1}$, 为倒N型曲线(图4)。

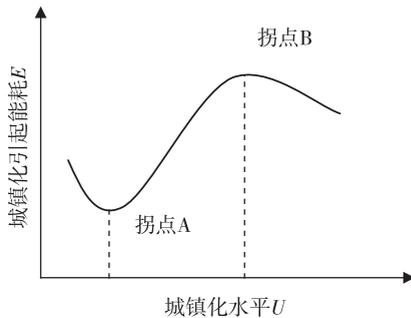


图3 城镇化与其引起能耗间倒N形曲线关系

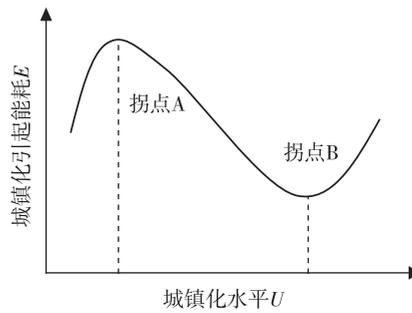


图4 城镇化与其能耗间倒N形曲线关系

4 模型构建与变量测算

4.1 模型构建

上述分析表明,城镇化与能源消耗间可能存在U形(倒U形)或N形(倒N形)关系,为此,运用环境库兹涅茨曲线分析工具,基于增量视角,分别构建考察两者间U形(倒U形)与N形(倒N形)模型:

$$\ln \Delta E_u = \alpha + \beta_1 \cdot \ln \Delta U + \beta_2 \cdot \ln^2 \Delta U + \epsilon, \quad (3)$$

$$\ln \Delta E_u = \delta + \lambda_1 \cdot \ln \Delta U + \lambda_2 \cdot \ln^2 \Delta U + \lambda_3 \cdot \ln^3 \Delta U + \gamma. \quad (4)$$

(3)、(4)式中: ΔE_u 为基期到 t 期城镇化引起的人均能耗量(单位:万 tce); ΔU 为基期到 t 期城镇化水平增幅(单位:百分点); α, δ 为常数项; $\beta_1, \beta_2, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 为待估参数; ϵ, γ 表示随机误差项。

4.2 变量测算

1) 城镇化引起能耗测算。借鉴Kaya^[17]恒等式两边恒等原理,将其应用于考察能源消费影响因素分析中,构建如下表达式:

$$E_t = \sum E_{it} = \sum \frac{E_{it}}{G_{it}} \cdot \frac{G_{it}}{G_t} \cdot \frac{P'_t}{P_t} \cdot \frac{G_t}{P'_t} \cdot P_t, i = 1, 2, 3. \quad (5)$$

(5)式中, E_t 表示 t 年能源消费总量(单位:万 tce); E_{it} 表示 i 产业 t 年能源消费量(单位:万 tce); G_t, G_{it} 分别表示 t 年GDP总量及 i 产业GDP产值(单位:万元); P_t, P'_t 分别表示 t 年常住人口及城镇常住人口。(5)式中, $\frac{E_{it}}{G_{it}}$ 表示 t 年 i 产业单位GDP能耗,为表征能源强度指标,令 $\frac{E_{it}}{G_{it}} = e_{it}$; $\frac{G_{it}}{G_t}$ 表示 t 年 i 产业产值占GDP比例,为表征产业结构指标,令 $\frac{G_{it}}{G_t} = s_{it}$; $\frac{P'_t}{P_t}$ 表示常住人口城镇化占常住总人口的百分比,为表征城镇化水平指标,令 $\frac{P'_t}{P_t} = u_t$; $\frac{G_t}{P'_t}$ 表示城镇人均GDP,为表征经济发展水平指标,令 $\frac{G_t}{P'_t} = a_t$; P_t 表示常住人口数,令 $P_t = p_t$,则有:

$$E_t = \sum E_{it} = \sum \frac{E_{it}}{G_{it}} \cdot \frac{G_{it}}{G_t} \cdot \frac{P'_t}{P_t} \cdot \frac{G_t}{P'_t} \cdot P_t = \sum e_{it} \cdot s_{it} \cdot u_t \cdot a_t \cdot p_t, i = 1, 2, 3. \quad (6)$$

由式(6)可知,从基期到 t 期能源消费量可表示为:

$$\Delta E = E_t - E_0 = \sum_{i=1}^3 e_{it} \cdot s_{it} \cdot u_{it} \cdot a_{it} \cdot p_{it} - \sum_{i=1}^3 e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_{i0} \cdot a_{i0} \cdot p_{i0} \quad (7)$$

令 $e_{it} = e_{i0} + \Delta e_i$; $s_{it} = s_{i0} + \Delta s_i$; $u_{it} = u_{i0} + \Delta u$; $a_{it} = a_{i0} + \Delta a$; $p_{it} = p_{i0} + \Delta p$, 则有:

$$\Delta E = \sum_{i=1}^3 (e_{i0} + \Delta e_i) \cdot (s_{i0} + \Delta s_i) \cdot (u_{i0} + \Delta u) \cdot (a_{i0} + \Delta a) \cdot (p_{i0} + \Delta p) - \sum_{i=1}^3 e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_{i0} \cdot a_{i0} \cdot p_{i0} \quad (8)$$

由于

$$\Delta E = \Delta E_e + \Delta E_s + \Delta E_u + \Delta E_a + \Delta E_p, \quad (9)$$

依据 Sun^[18] 提出的无残差完全分解模型及“共同导致, 平等分配”原理, 联立(8)、(9)式, 则城镇化进程引起的能耗为:

$$\begin{aligned} \Delta E_u &= \sum_{i=1}^3 e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot a_{i0} \cdot p_{i0} \cdot \Delta u + \\ &\frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^3 (s_{i0} \cdot a_{i0} \cdot p_{i0} \cdot \Delta e_i \cdot \Delta u + e_{i0} \cdot a_{i0} \cdot p_{i0} \cdot \Delta s_i \cdot \Delta u + e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot p_{i0} \cdot \Delta a \cdot \Delta u + e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot a_{i0} \cdot \Delta p \cdot \Delta u) + \\ &\frac{1}{3} \cdot \sum_{i=1}^3 (a_{i0} \cdot p_{i0} \cdot \Delta e_i \cdot \Delta s_i \cdot \Delta u + e_{i0} \cdot p_{i0} \cdot \Delta s_i \cdot \Delta a \cdot \Delta u + e_{i0} \cdot a_{i0} \cdot \Delta s_i \cdot \Delta p \cdot \Delta u + a_{i0} \cdot s_{i0} \cdot \Delta e_i \cdot \Delta p \cdot \Delta u + \\ &e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot \Delta a \cdot \Delta p \cdot \Delta u + s_{i0} \cdot p_{i0} \cdot \Delta e_i \cdot \Delta a \cdot \Delta u) + \frac{1}{4} \cdot \sum_{i=1}^3 (\Delta e_i \cdot \Delta s_i \cdot \Delta a \cdot p_{i0} \cdot \Delta u + \Delta e_i \cdot \Delta a \cdot \Delta p \cdot s_{i0} \cdot \Delta u + \\ &\Delta e_i \cdot \Delta s_i \cdot \Delta p \cdot a_{i0} \cdot \Delta u + \Delta s_i \cdot \Delta a \cdot \Delta p \cdot e_{i0} \cdot \Delta u) + \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^3 \Delta e_i \cdot \Delta s_i \cdot \Delta a \cdot \Delta p \cdot \Delta u \end{aligned} \quad (10)$$

2) 城镇化。学术界考察城镇化进程多以城镇化水平表征包括单一指标法、综合指标法两种, 单一指标法因其计算简洁且数据易取, 因而, 得到了学术界广泛认同^[1, 2, 8-13, 15], 鉴于此, 本文采用单一指标法作为表征城市化进程指标, 界定为年末居住在城镇范围内常住人口占总人口比例。

5 实证研究

5.1 案例区说明与数据来源

本文以安徽省为例展开研究, 之所以选择该省作为个案研究样本, 主要基于以下两点: 一是安徽省城镇化水平较低——2013 年安徽省城镇化率为 47.9%^[19], 同期国家城镇化率为 53.73%^[20], 前者低于全国平均水平 5.83 个百分点, 加快推进城镇化进程为安徽省重要发展战略; 二是安徽省为生态建设省, 城镇化演进引起的能耗不仅关系节能减排目标能否实现, 更关系到生态文明建设与可持续发展, 探索其城镇化演进与能耗间演化规律具有典型性。

考虑到中国城镇化快速发展始于 1996 年的事实^[21] 及数据获取连续性、完整性与可靠性, 研究样本区间界定为 1996—2013 年。研究中涉及因物价变动影响的 GDP 总量及三次产业产值按如下方法调整: 实际指标 = 当年指标 $\times 100 \div$ CPI 价格指数 (以 1996 年为 100), 所有原始数据均来源安徽统计年鉴^[19]。

5.2 城镇化引起人均能耗测算

运用(10)式及安徽省 1996—2013 年统计数据, 可测算城镇化引起的累计能耗, 再除以常住总人口, 可得城镇化引起的人均累计能耗, 结果见表 1。

由表 1 可知, 1996—2013 年, 安徽省城镇化过程累计能耗为 4 755.78 万 tce, 年均 279.75 万 tce, 城镇化每提高 1 个百分点, 推动能源净消费 181.59 万 tce, 人均能耗由 1996 年的每人 0.009 8 tce 增至 2013 年的每人 0.788 7 tce, 整体呈上升态势。究其原因, 应与支撑城镇化的产业结构、城镇基础设施建设、居民消费水平有关: 研究时序内, 安徽省产业结构以第二产业特别是工业所占比例较大, 且工业结构以电力、冶金、水泥、钢铁等高能耗产业为主, 能耗强度较大; 同时, 城镇化快速演进所致的城镇基础设施建设规模也加大了对能源消费需求; 再者, 城镇化发展背景下, 迁移至城镇居住的居民对住房、家用电器、家用汽车等生活消费品的需求也会增加, 相应地扩大了对能源消费的需求。

5.3 城镇化进程与能耗间库兹涅茨曲线探析

1) 变量间相关性分析。将表 1 中城镇化引起的人均累计能耗量与城镇化累计增幅时间序列数据输入 SPSS17.0 软件进行相关性分析, 结果表明: 两者间相关系数达 0.998, 且显著性(双侧)检验概率在 1% 以下, 由

此可知,两者间具有高度相关性,具备进行回归分析条件。

表 1 安徽省 1996—2013 年城镇化进程引起的人均能源消耗

年份	城镇化引起的能耗/万 tce	城镇化引起的累计能耗/万 tce	城镇化引起的人均累计能耗/(tce·人 ⁻¹)
1996—1997	58.90	58.90	0.009 8
1997—1998	57.92	116.82	0.019 4
1998—1999	649.97	766.79	0.126 7
1999—2000	329.17	1 095.96	0.179 9
2000—2001	211.87	1 307.83	0.213 4
2001—2002	228.34	1 536.18	0.250 0
2002—2003	218.66	1 754.83	0.284 7
2003—2004	257.23	2 012.06	0.323 1
2004—2005	340.36	2 352.42	0.384 4
2005—2006	273.80	2 626.22	0.429 8
2006—2007	280.78	2 907.00	0.475 2
2007—2008	328.28	3 235.28	0.527 3
2008—2009	300.03	3 535.31	0.576 6
2009—2010	215.43	3 750.74	0.629 6
2010—2011	329.98	4 080.72	0.683 8
2011—2012	365.31	4 446.03	0.742 5
2012—2013	309.75	4 755.78	0.788 7

2) 城镇化进程与能耗间库兹涅茨曲线分析。借助 SPSS17.0 软件,采用最小二乘回归分析,以表 1 中城镇化引起的人均累计能耗取对数后值作因变量($\ln \Delta E_u$),以城镇化水平累计增幅取对数后值为自变量($\ln \Delta U$),并分别引入城镇化水平的二次项与三次项,以对两者间 U 形或 N 形非线性关系假设进行检验,所得结果如表 2 所示。

表 2 不同关系假设下模型估算结果

模型检验				模型回归参数							
U 形关系假设 模型检验		N 形关系假设 模型检验		U 形关系假设回归参数			N 形关系假设回归参数				
R^2	1.00	R^2	1.00	参数	t	p	参数	t	p		
F	16 350.044	F	25 430.448	常数项	-3.519	-238.025	0.000	常数项	-3.448	-185.224	0.000
p	0.000	p	0.000	$\ln \Delta U$	0.942	81.112	0.000	$\ln \Delta U$	0.954	117.873	0.000
				$\ln^2 \Delta U$	0.016	3.598	0.003	$\ln^2 \Delta U$	-0.036	-2.973	0.011
								$\ln^3 \Delta U$	0.013	4.433	0.001

由表 2 模型检验可知, U 形与 N 形关系假设模型检验的拟合优度均为 1.00,且 F 检验的 p 值小于 0.01,均能通过显著性检验,表明模型拟合非常好。

表 2 的 U 形关系假设回归表明,城镇化能耗与城镇化水平回归所得的常数项、一次项、二次项 t 检验的 p 值均小于 0.01,表明在 0.01 水平上通过显著性检验,由此可得两者间 U 形非线性关系式:

$$\ln \Delta E_u = 0.016 \ln^2 \Delta U + 0.942 \ln \Delta U - 3.519. \tag{11}$$

(3.598) (81.112) (-238.052)

(11)式下面括号内数为 t 值。(11)式的二次项系数为正,表明城镇化能耗与城镇化水平拟合曲线呈 U 形,当 $\ln \Delta U = -\frac{0.942}{2 \times 0.016} = -29.437 5$,即 $\Delta U = 1.642 3 \times 10^{-13}$ 时, $\ln \Delta E_u$ 有最小值。由此可知,城镇化人均能耗拐点出现在城镇化水平增幅为 $1.642 3 \times 10^{-13}$ 时。当城镇化水平增幅超过 $1.642 3 \times 10^{-13}$,城镇化引起的人均能耗随着城镇化水平提升而增加。

表 2 的 N 形关系假设回归所得的常数项、一次项、三次项 t 检验的 p 值均小于 0.01,表明在 0.01 水平上通过显著性检验,二次项 t 检验的 p 值均小于 0.05,表明在 0.05 水平上通过显著性检验,由此可得如下关系式:

$$\ln \Delta E_u = 0.013 \ln^3 \Delta U - 0.036 \ln^2 \Delta U + 0.954 \ln \Delta U - 3.448. \quad (12)$$

(4.433) (-2.973) (117.873) (-185.224)

(12)式下面括号内数为 t 值。由(12)式可知,N形关系假设模型回归三次项系数大于 0,二次项系数小于 0,但一次项系数为 $0.954 > \frac{(-0.036)^2}{3 \times 0.013} = 0.03323$,因此不是 N 形曲线,三次曲线转化成单调递增曲线;结合 U 形关系假设回归结果可知,安徽省城镇化与其引起的人均能耗位于 U 形曲线右半段,即随着城镇化水平的提升,城镇化对能源需求呈持续增长态势,两者间不会出现库兹涅茨曲线拐点。

安徽省城镇化对能耗需求与城镇化水平间之所以未能验证出库兹涅茨曲线拐点,与安徽省产业结构、能源利用技术、市场配置能源机制及节能意识有关。首先,产业结构失衡现象突出。2013 年,安徽省三次产业结构比例为 12.3 : 54.6 : 33.1^[19],全国平均比例为 10 : 43.9 : 46.1^[20]。比较而言,该省第二产业偏高 10.7 个百分点,第三产业偏低 13 个百分点,产业结构比例严重不协调。而从第二产业内部结构看,以钢铁、有色、建材、石化、化工、电力等高耗能产业为主导,第二产业偏高且以高耗能为主的产业构成必然对能源需求大。其次,能源利用技术不高,利用效率偏低。2011 年,安徽省单位 GDP 能耗为 0.754 tce · 万元⁻¹,而同属华东地区的上海市为 0.618 tce · 万元⁻¹,江苏省为 0.6 tce · 万元⁻¹,浙江省为 0.59 tce · 万元⁻¹,福建省为 0.644 tce · 万元⁻¹,江西省为 0.651 tce · 万元⁻¹^[20]。比较而言,安徽省能源利用效率明显偏低。再次,市场在能源配置中起决定性作用机制尚未完全形成。长期以来,受安徽省能源禀赋优厚观念影响,再加上未能充分考虑能源利用对环境产生的外部不经济性,使能源价格被严重低估,致使能源浪费现象突出。最后,节能意识薄弱。受教育、宣传等因素制约,公众对低碳与绿色文明意识认知不到位,致使节能意识淡薄。

5.4 政策启示

运用环境库兹涅茨曲线简约模型研究表明,安徽省当下城镇化与能源消耗位于 U 形曲线右半段,表现为单调递增关系。由此表明,未来安徽省城镇化演进对能源需求仍将保持上升态势,节能减排与生态安徽将面临较大挑战。因此本研究提出如下政策建议:

1) 以产业结构调整优化、科技创新驱动城镇化发展。安徽省产业结构现状以第二产业占绝对优势(2013 年,三次产业结构为 12.3 : 54.6 : 33.1^[19]),且在第二产业中以钢铁、有色、建材、石化、化工、电力等高耗能产业为主,而安徽省具有人力资源、旅游资源、科技资源禀赋。因此,首先应将物流、科技服务、金融保险、信息服务、商务服务等现代服务业与旅游业作为城镇化进程中优先发展产业;其次,大力发展平板显示、信息家电、LED 光电、电子元器件等电子信息产业,以节能环保、节能产品、环保产品为代表的环保产业,以中药制造为主的生物制造产业,以雷达装备为主的高端装备制造业,以太阳能光伏产业为主导的新能源,以钢基、铁基、硅基为代表的新材料及新能源汽车等战略新兴产业。再次,依靠科技创新,积极改造传统产业,促进能源利用技术及效率的提升,降低传统产业单位产值能耗,努力减少城镇化对能耗的需求。

2) 以政策规制与市场调节相结合手段促进城镇人口、资源、技术等要素的集聚。城镇规模与集聚效应有利于降低城镇化对能耗的需求,安徽省城镇化演进中,应通过财税金融政策扶持与引导,鼓励社会资本参与等举措,促使城镇人口、资源、知识等集聚能力,提高城镇基础设施承载力及配置服务设施的供给能力,以减少城镇化对能源消费的需求。

3) 以严格的产能政策引领城镇化发展。安徽省确立了皖江城市带、合肥经济圈及皖北城市群城镇化建设格局,在“一带一圈一群”城镇化建设中,应严格执行国家产能政策,杜绝高耗能及低水平重复产业入驻。

4) 以节能理念支撑城镇化发展。首先,依靠政府投入与民营资本参与方式,大力发展城镇公共交通体系,通过政策扶持鼓励使用小排量汽车、混合动力汽车、纯电动汽车,努力减少城镇交通能耗;其次,采取技术、政策补贴等方式,降低建筑物在照明、空调、采暖等运行过程中的能耗,构建从建筑设计、施工到评价的节能体系,降低城镇化进程中建筑能耗;再次,把节能宣传贯穿于经济社会发展全过程和各领域,树立勤俭节约的消费观,加快形成能源节约型社会风尚,培植低碳消费理念。

6 结论与讨论

以安徽省为例,运用 Kaya 恒等式及无残差完全分解模型,对城镇化进程引起的能耗进行了测度,基于增量

视角,借鉴环境库兹涅茨曲线分析方法,通过引入城镇化变量的二次、三次项,分别考察了城镇化进程与其能耗间的U形与N形非线性曲线关系,得出如下结论:

1) 研究样本区间内,城镇化水平累计提升26.19个百分点,城镇化进程引起的累计能耗达4755.78万tce,年均279.75万tce,城镇化每提高1个百分点,推动能源净消费181.59万tce,两者间呈同向演化态势;

2) U形与N形曲线假设验证表明,城镇化进程引起的累计人均能耗与城镇化水平处于U形曲线右半部段,城镇化演进引致的能耗拐点不存在,即随着城镇化水平的提升,城镇化对能源需求呈持续增长态势,安徽省推进城镇化与实现节能减排矛盾将日渐突出,生态文明建设面临较大挑战。

本文遵循城镇化与能耗内在逻辑,基于增量视角,运用环境库兹涅茨曲线分析工具,从纵向时序层面,考察了城镇化与能耗间U型与N型非线性关系,揭示了安徽省城镇化与能耗间处于U形曲线右半段演化规律(即随着城镇化水平的提升,城镇化对能源需求呈单调增长态势),所得结果与国外的Parikh和Shukla^[3]、Hiroyuki^[4]、York^[5]、Liddle和Lung^[6]、Poumanyong和Kaneko^[7]及国内的张优智和党兴华^[1]、刘耀彬^[8]、张欢和成金华^[9]、张黎娜和夏海勇^[10]、成金华和陈军^[11]、张明慧和陈锦^[12]、王子敏和范从来^[15]等学者研究结果一致或相近,对管理层制定节能型城镇化政策具有参考意义。然而,本研究的前提是基于城镇化惯性演进模式,未考虑政策规制等因素扰动影响,由于城镇化演进受资源环境、政策、市场等多因素制约,任何要素的改变都可能影响其对能源需求变化;因此,仅从城镇化惯性演进模式进行研究具有一定局限性。同时,本文研究中,仅从省域尺度整体考察了城镇化与能耗间演化规律,未考虑不同区域间差异;事实上,不同区域在资源禀赋、城镇化发展水平、资源环境承载力等方面不尽相同,决定着其城镇化与能耗间库兹涅茨曲线具有不同演化特征,这些均是笔者今后展开更深入研究方向。

参考文献:

- [1] 张优智,党兴华.我国城市化与能源消费非线性动态关系研究[J].城市问题,2013(10):20-27.
Zhang Y Z, Dang X H. Study on dynamic relationship of nonlinear between urbanization and energy consumption in China[J]. Urban Problems, 2013(10):20-27.
- [2] 王子敏,范从来.基于倒N形库兹涅茨曲线的城市化能耗拐点研究[J].中国地质大学学报:社会科学版,2013,13(2):15-21.
Wang Z M, Fan C L. Study on the inflection points of the relationship between urbanization and energy consumption from the perspective of inverted N-shape Kuznets curve [J]. Journal of China University of Geosciences: Social Sciences Edition, 2013, 13(2):15-21.
- [3] Parikh J, Shukla V. Urbanization, energy use and greenhouse effects in economic development: results from a cross national study of developing countries[J]. Global Environmental Change, 1995, 5(2):87-103.
- [4] Hiroyuki I. The effect of urbanization on energy consumption [J]. Journal of Population Problems, 1997, 53(2):43-49.
- [5] York R. Demographic trends and energy consumption in European Union Nations 1960 - 2025 [J]. Social Science Research, 2007, 36(3):855-872.
- [6] Liddle B, Lung S. Age-structure, urbanization, and climate change in developed countries: revisiting STIRPAT for disaggregated population and consumption-related environment impacts [J]. Population and Environment, 2010, 31(5):317-343.
- [7] Poumanyong P, Kaneko S. Does urbanization lead to less energy use and lower CO₂ emissions? A cross-country analysis [J]. Ecological Economics, 2010, 70(2):434-444.
- [8] 刘耀彬.中国城市化与能源消费关系的动态计量分析[J].财经研究,2007,33(11):72-81.
Liu Y B. An analysis of dynamic econometric relationship between development of urbanization and growth of energy consumption in China [J]. Journal of Finance and Economics, 2007, 33(11):72-81.
- [9] 张欢,成金华.我国城市化与能源需求关系检验[J].城市问题,2011(8):18-22.
The inspection on relationship between urbanization and energy demand in China [J]. Urban Problems, 2011(8):18-22.
- [10] 张黎娜,夏海勇.城市化进程中的能源消费差异研究——基于中国省际面板分析[J].学海,2013(2):136-141.
Zhang L N, Xia H Y. Study on the difference of energy consumption in the urbanization process: an empirical analysis of the provincial panel data in China [J]. Academia Bimestrie, 2013(2):136-141.
- [11] 成金华,陈军.中国城市化进程中能源消费区域差异——基于面板数据的实证研究[J].经济评论,2009(3):38-46.
Cheng J H, Chen J. Study on the difference of energy consumption in the urbanization process in China: an empirical study of the provincial panel data [J]. Economic Review, 2009(3):38-46.
- [12] 张明慧,陈锦.中国城市化进程对能源消费的影响——基于面板数据的实证分析[J].首都经济贸易大学学报,2012(6):19-25.

- Zhang M H, Chen J. Impact of urbanization on energy consumption in China: Based on empirical analysis panel data [J]. Journal of Capital University of Economics and Business, 2012(6): 19-25.
- [13] Liddle B. Demographic dynamics and per capita environmental impact: using panel regressions and household decompositions to examine population and transport [J]. Population and Environment, 2004, 26: 23-39.
- [14] Mishra V, Smyth R, Sharma S. The energy-GDP nexus: evidence from a panel of Pacific island countries [J]. Resource and Energy Economics, 2009, 31 (3): 210-220.
- [15] 王子敏, 范从来. 城市化与能源消耗间关系实证研究 [J]. 城市问题, 2012(8): 8-14.
Wang Z M, Fan C L. Empirical study between urbanization and energy consumption [J]. Urban Problems, 2012 (8): 8-14.
- [16] 王宁宁. 山东省产业结构调整与城市化相互作用的实证分析 [D]. 上海: 东华大学, 2011.
Wang N N. The empirical study of interactive relationship between the adjustment of industrial structure and urbanization of Shandong province [D]. Shanghai: Donghua University, 2011.
- [17] Kaya Y. Impact of carbon dioxide emission on GNP growth: interpretation of proposed scenarios [R]. Paris: IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, 1989.
- [18] Sun J W. Changes in energy consumption and energy intensity: a complete decomposition model [J]. Energy Economics, 1998, 20(1): 85-100.
- [19] 安徽省统计局. 安徽统计年鉴(1996—2013) [M]. 北京: 中国统计出版社, 1996-2013.
The Statistics Bureau of Anhui province. Statistical yearbook of Anhui (1996—2013) [M]. Beijing: China Statistics Press, 1996-2013.
- [20] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴(2013) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2013.
State Statistics Bureau. China statistical yearbook (2013) [M]. Beijing: China Statistics Press, 2013.
- [21] 张乐勤, 陈发奎. 基于 Logistic 模型的中国城镇化演进对耕地影响前景预测及分析 [J]. 农业工程学报, 2014, 30 (1): 1-11.
Zhang L Q, Chen F K. Analysis and forecast on prospect about influence of urbanization gradual progress on cultivated land in China based on Logistic model [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2014, 30(1): 1-11.

An Analysis on Incremental-based Kuznets Curve between Urbanization Evolution and Energy Consumption: a Case Study of Anhui Province

ZHANG Leqin

(Resource Environment and Tourism Department, Chizhou College, Chizhou Anhui 247000, China)

Abstract: Promoting urbanization and implementing energy saving-carbon emission reduction are two strategic tasks for China in the future. To theoretically explore the inflection point of Kuznets curve for urbanization-caused energy consumption is of important enlightenment for the development of urbanization policy and energy saving plan. Taking Anhui province as example, a fully decomposed model is used to calculate urbanization-caused energy consumption. Based on incremental perspective, the analysis tool of environmental Kuznets curve is applied to introduce quadratic and cubic terms of urbanization variable, and a minimum squares regression analysis method is adopted to investigate the relationship of U-shaped and N-shaped curves between urbanization and energy consumption. According to the curve derivation method in advanced mathematics, the urbanization level at the inflection point of urbanization-caused energy consumption is estimated. The results are shown in the followings. 1) In 1996—2013, the accumulated energy consumption caused by urbanization reached 47.557 8 million tce with annual average of 2.797 5 million tce. The increase of urbanization by 1 percentage point will cause 1.815 9 million tce of net energy consumption, and both show the synthetic evolution. 2) The quadratic curve verification reveals that urbanization energy consumption curve is shown as U-shaped with inflection point at the urbanization increase of 1.6423×10^{-13} . At this stage, urbanization-caused energy consumption is located in the right side of the U-shaped curve. 3) The cubic curve regression results fail to verify the existence of the inflection point of urbanization-caused energy consumption. Both show the synthetic increase trend, indicating that the contradiction between promoting urbanization and implementing energy saving-carbon emission reduction is increasingly prominent in Anhui Province, and ecological civilization construction will face greater challenges. Based on findings, the policy recommendations are proposed to reduce urbanization-caused energy consumption from the aspects of adjusting and optimizing industrial structure as well as improving energy use technology.

Key words: urbanization; energy consumption; Kuznets curve; inflection point; Anhui province

(责任编辑 许 甲)