

安徽省城镇化水平及能源消费预测*¹

张乐勤

【摘要】：运用因素分解模型，测算了城镇化进程对能源消费的贡献份额。基于增量视角，采用曲线回归的最佳拟合优度分析方法，构造了城镇化与能源消费函数关系式。运用 Logistic 模型，对安徽省未来城镇化演进趋势进行了预测。依据城镇化与能源消费耦合关系及城镇化水平预测值，估算了城镇化演进对能源消费的影响前景。基于研究结果，提出了节能型城镇化的政策建议：优化产业结构；加大科技投入，降低单位产值能耗；执行产业节能政策；推进建筑及交通节能；培植公众绿色消费意识等。

【关键词】：城镇化，能源消费，预测，因素分解模型，Logistic 模型，安徽省

【中图分类号】：F299. 21；F426. 2 **【文献标识码】**：A

一 引言

城镇化作为支撑经济增长与提高人民生活水平的引擎，与能源消费存在密切关联^[1]。城镇化过程中的能源问题已成为社会各界关注的热点^[2]。20 世纪 90 年代中期以来，安徽省城镇化水平由 1996 年的 21.71% 提升至 2012 年的 46.5%，年均增幅 4.88%；能源消费由 1996 年的 4516 万吨标准煤增长至 2012 年的 11358 万吨标准煤，年均增长 5.93%，两者间呈同向变化态势。2012 年，安徽省城镇化水平低于全国平均水平 6.07 个百分点，加快推进城镇化进程已成为安徽省的重要发展战略。在此背景下，城镇化演进对能源消费具有何种影响，关系到生态安徽建设与其经济社会的可持续发展，也关系着 2020 年碳减排目标能否实现。因此，探索安徽省城镇化演进对能源消费影响前景具有重要现实意义。

针对城镇化与能源消费关系，学者们的研究视野主要集中于四个方面。第一，发展中国家或发达国家城镇化与能源消费之间的关系。博之(Hiroyuki)的研究认为，发展中国家人均能源消费与城市化水平存在正相关关系^[3]。约克(York)的研究指出，城市化是推动能源消费增长的重要因素^[4]。金原达夫(Poumanyong)和金子慎治(Kaneko)运用 1975-2005 年 99 个国家的面板数据，对不同收入群体城镇化与能源消费的关系进行了研究^[5]，结果表明，中高收入群体随着城镇化进程推进会增加能源消费。第二，中国城市化与能源消费的关系。刘耀彬、Liu 通过研究认为，中国城市化水平的提升是导致能源消费量增长的格兰杰因果原因，而能源消费增长却不能推动城市化水平提高^[6-7]。成金华和陈军、张明慧和陈锦则分别运用中国 1996-2006 年、1999-2009 年 30 个地区的面板数据，采用协整分析方法，验证了中国城市化进程对能源消费均具有显著正向影响^[8-9]。梁朝晖认为，中国城镇化起步阶段的能源消费主要受工业化驱动，而城镇化发展阶段中，城镇化对能源消费影响很大，到了城镇化成熟阶段，城镇化和工业化将共同驱动能源消费增长^[10]。张欢和成金华的研究表明，中国城市化进程对能源消费量具有扩张效应^[11]。马珩通过建立多元线性回归模型，对 1990-2009 年中国城镇化和工业化对能源消费的影响进行了探索，结果显示，城镇化、工业化均会增加能源消费量^[12]。张黎娜和夏海勇运用中国 1995-2010 年间 22 个省份的数据，经实证研究指出中国的城市化总体上会带来能源消费的增加^[13]。张优智和党兴华运用非线性平滑转换模型，对 1953-2011 年间中国城市化与能源消费之间的非线性关系进行了探索，结果表明，城镇化变动 1% 会引起能源消费变动 10.5912%^[14]。第三，省域尺度城市化与能源消费的关系。黄献松、许冬兰和

¹ **作者简介**：张乐勤（1965—），男，安徽宿松人，池州学院资源环境与旅游系教授，研究方向为资源生态与可持续发展研究。

基金项目：安徽省教育厅高校省级自然科学研究重点项目（KJ2014A175）——基于组合模型的安徽省城镇化演进阶段特征及对资源环境影响前景研究。

收稿日期：2014-05-11

修回日期：2014-09-16

李琰、金恩斌、杨肃昌和韩君采用协整分析方法，分别对陕西省、山东省、吉林省、甘肃省的城镇化与能源消费间关系进行了探索，所得结果表明两者间均存在协整关系^[15-18]。袁晓玲等通过对陕西省关中城市群的研究发现，城市化水平和能源消费既存在长期协整关系，也存在格兰杰因果关系，但不同地区差异明显^[19]。第四，城镇化进程对能源需求的预测。孙涵和成金华基于支持向量回归机能源需求预测模型，对中国 2010-2020 年间城镇化进程中能源需求量加以预测，结果表明，城市化也是能源需求的重要影响因素之一，城市化率越高对能源需求越大^[20]。

综上所述，学者们在不同尺度和领域中采用协整分析方法就城镇化对能源消费的影响进行了大量探索，取得了丰硕成果。但既有研究多以能源消费总量作因变量，城镇化水平作解释变量展开研究，弱化了能源消费的其他影响因素，未能揭示出城镇化进程产生的能源消费量，由此进行的分析难以充分体现出能源消费与城镇化间的内在逻辑关系，必然会影响结果的精准。同时，前人研究多为回顾性研究，展望性研究较少，更未见学者对安徽省未来城镇化进程中的能源消费需求进行过探索。鉴于此，本研究采用因素分析模型，对安徽省历史时序城镇化过程中产生的能源消费量进行测度；并运用 SPSS 分析软件考察城镇化与能源消费间的耦合关系，运用 Logistic 模型对安徽省未来城镇化水平进行预测。最后，依据城镇化水平预测值及城镇化与能源消费间的耦合函数关系，测算未来城镇化演进对能源消费的影响前景，以期为建立能源节约主导的城镇化发展模式，制定城镇化与能源消费协调发展政策提供参考，并为省域尺度的同类研究提供参考。

二 安徽省城镇化对能源消费变动的贡献测度

1. 能源消费的因素分解模型

能源消费的因素分解模型能将能源消费总量分解为若干贡献因素，且能清晰识别出各因素的贡献份额，因此得到了学术界的普遍认同^[6, 19]。其一般表达式为：

$$E = g \cdot \frac{E}{g} = g \cdot e \quad (1)$$

式(1)中， E 表示能源消费总量； g 表示 GDP 总量； e 表示单位 GDP 能源消费量。将(1)式进行分解，得出：

$$\Delta E = E_t - E_0 = g_t \cdot e_t - g_0 \cdot e_0 = (g_t \cdot e_t - g_0 \cdot e_t) + (g_0 \cdot e_t - g_0 \cdot e_0) \quad (2)$$

式(2)中， ΔE 表示从基期到 t 时间能源消费增量； E_t 、 E_0 分别表示 t 期、基期能源消费量； g_t 、 g_0 分别表示 t 期、基期 GDP 总量； e_t 、 e_0 分别表示 t 期、基期单位 GDP 能源消费量。式(2)中， $g_t \cdot e_t - g_0 \cdot e_t$ 表示 GDP 变动对能源消费的影响，表征经济增长对能源消费的影响； $g_0 \cdot e_t - g_0 \cdot e_0$ 表示单位 GDP 能源消费量变动对能源消费的影响，表征技术进步对能源消费的影响。能源消费除受经济增长和技术进步影响以外，还受人口、城镇化、能源消费结构、产业结构及环保政策等因素影响^[19]，因此，对式(2)进行扩展，得出：

$$E = \sum E_i = \sum \frac{E_i}{g_i} \cdot \frac{g_i}{g} \cdot \frac{P'}{P} \cdot \frac{g}{P'} \cdot P = \sum e_i \cdot s_i \cdot u \cdot d \cdot P \quad (3)$$

式(3)中, E_i 表示 i 产业能源消费量, 单位为吨标准煤; g_i 表示 i 产业 GDP, 单位为万元; P' 表示常住城镇人口; P 表示常住总人口; e_i 表示 i 产业单位 GDP 能源消费量, 单位为吨标准煤/万元, 表征技术因素; s_i 表示 i 产业 GDP 占 GDP 比例, 表征产业结构因素; u 表示人口城镇化率; d 表示城镇人均 GDP, 表征经济发展状况。对(3)式进行分解, 得出:

$$\begin{aligned} \Delta E &= \sum \Delta E_i = \sum (E_{it} - E_{i0}) = \sum (\Delta E_e + \Delta E_s + \Delta E_u + \Delta E_d + \Delta E_p) \\ &= \sum (e_{it} \cdot s_{it} \cdot u_t \cdot d_t \cdot P_t - e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_0 \cdot P_0) = \\ &= \sum [e_{it} \cdot s_{it} \cdot u_t \cdot d_t \cdot P_t - e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_0 \cdot P_0] + \\ &= \sum [(e_{it} \cdot s_{it} \cdot u_t \cdot d_t \cdot P_t - e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_t \cdot d_t \cdot P_t) + (e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_t \cdot d_t \cdot P_t - e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_t \cdot P_t) + \\ &+ (e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_t \cdot P_t - e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_0 \cdot P_t) + (e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_0 \cdot P_t - e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_0 \cdot P_0)] \quad (4) \end{aligned}$$

式(4)中, i 表示三次产业; $t, 0$ 分别表示观察期、基期; $\Delta E_e, \Delta E_s, \Delta E_u, \Delta E_d, \Delta E_p$ 分别表示技术变动、产业结构变动、城镇化、经济发展、人口变化对能源消费的影响, 其中:

$$\Delta E_e = \sum (e_{it} \cdot s_{it} \cdot u_t \cdot d_t \cdot P_t - e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_t \cdot d_t \cdot P_t) \quad (5)$$

$$\Delta E_s = \sum (e_{i0} \cdot s_{it} \cdot u_t \cdot d_t \cdot P_t - e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_t \cdot d_t \cdot P_t) \quad (6)$$

$$\Delta E_u = \sum (e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_t \cdot d_t \cdot P_t - e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_t \cdot P_t) \quad (7)$$

$$\Delta E_d = \sum (e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_t \cdot P_t - e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_0 \cdot P_t) \quad (8)$$

$$\Delta E_p = \sum (e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_0 \cdot P_t - e_{i0} \cdot s_{i0} \cdot u_0 \cdot d_0 \cdot P_0) \quad (9)$$

2. 城镇化演进对能源消费贡献测算

中国快速城镇化始于 1996 年^[21]。基于这一事实, 考虑到数据获取的连续性与完整性, 选取 1996-2012 年作为样本区间, 动态考察城镇化演进对能源消费的贡献, 原始数据来源于《安徽统计年鉴》。

依据公式(5)-(9), 可对各因素对能源消费贡献的份额进行测度(表 1)。

表 1

安徽省 1996 - 2012 年能源消费影响因素分解结果

单位:万吨标准煤(10^4 tce)

年份	ΔE_t (技术因素 变化对能源消费 影响)	ΔE_s (产业结构 变动对能源消费 影响)	ΔE_u (城镇化演 进对能源消费影 响)	ΔE_d (经济发展 对能源消费影 响)	ΔE_p (人口变化 对能源消费影 响)	ΔE 能源消费量
1996 - 1997	-743.67	10.80	67.87	505.00	24.81	-135.19
1997 - 1998	-50.25	-44.89	59.63	131.24	16.37	112.11
1998 - 1999	81.92	-90.53	614.62	-485.12	24.44	145.33
1999 - 2000	513.11	-508.54	323.97	-164.22	30.16	194.48
2000 - 2001	-554.01	274.46	225.29	286.24	26.08	258.07
2001 - 2002	-141.47	-75.37	237.30	155.65	12.53	188.65
2002 - 2003	-139.56	150.82	225.80	330.15	15.42	582.63
2003 - 2004	-1037.44	-56.32	302.57	826.49	58.74	94.04
2004 - 2005	-737.78	454.64	358.55	440.46	-98.21	417.67
2005 - 2006	-935.68	337.43	299.66	577.47	-9.94	268.94
2006 - 2007	-884.20	195.49	316.14	972.06	8.31	607.81
2007 - 2008	-1110.27	231.76	371.87	1018.01	19.33	530.70
2008 - 2009	-698.88	187.48	323.61	707.55	-4.88	514.88
2009 - 2010	-1624.28	506.57	250.33	1804.40	-227.14	709.88
2010 - 2011	-1670.75	339.28	385.14	1669.29	16.09	739.05
2011 - 2012	-514.61	53.85	388.85	763.24	31.68	723.01
均值	-640.49	122.93	296.95	596.12	-3.51	372

由表 1 可知, 技术因素、产业结构、城镇化、经济发展及人口对能源消费影响差异明显。产业结构变动、城镇化演进和经济发展对能源消费具有正向影响, 年均贡献分别为 122.93 万吨标准煤、296.95 万吨标准煤、596.12 万吨标准煤; 技术因素对能源消费具有负向影响, 年均减少能源消费 640.49 万吨标准煤, 人口因素对能源消费影响较小。由此表明, 经济发展、城镇化演进分别是推动安徽省能源消费持续上升的主导因素, 产业结构也是导致能源消费增加的重要因素, 而技术进步则是促使能源消费量下降的主要因素。进一步分析表 1 可知, 1996-2006 年间, 经济发展、城镇化、产业结构对能源消费的驱动效应及技术因素对能源消费的抑制效应均较弱, 经济发展、城镇化、产业结构对能源消费的年均贡献分别为 260.34 万吨标准煤、271.53 万吨标准煤、45.25 万吨标准煤, 而技术因素导致能源消费年均下降 374.48 万吨标准煤。2006-2012 年间, 无论是驱动效应还是抑制效应均呈增强态势, 经济发展、城镇化、产业结构对能源消费的年均贡献值分别为 1155.76 万吨标准煤、339.32 万吨标准煤、252.41 万吨标准煤, 技术因素导致能源消费年均下降 1083.83 万吨标准煤。之所以如此, 究其原因, 应与安徽省社会经济发展的阶段特点有关。2006 年前, 安徽省经济发展水平较低, 第一产业所占比例较大, 城镇化水平低、速度慢, 技术创新投入不足, 致使经济发展、城镇化、产业结构对能源消费的驱动影响较弱。2006 年以来, 安徽省以中部崛起战略为契机, 积极发展工业, 工业在经济中的比重得到明显提高, 并实施了皖江城市带、省会经济圈和皖北城市群“一带一圈一群”城镇化发展战略。在快速工业化、城镇化背景下, 经济发展迅速, 经济发展、城镇化、产业结构要素对能源消费影响效应增强。与此同时, 在国家节能减排大背景下, 安徽省积极淘汰落后产能, 不断加大科技投入, 致使单位 GDP 能耗不断下降, 技术因素的抑制效应得到大幅提升。

三 安徽省城镇化与能源消费耦合关系测度

将表 1 中城镇化演进对能源消费贡献量(ΔE)及城镇化年净升幅(Δu)时序数据输入 SPSS17.0 软件中, 进行相关性分析, 所得相关系数为 0.956, 且在 0.01 水平上通过显著性检验。这表明两者间高度相关, 具备进行耦合分析条件。

以 ΔE 作因变量, Δu 为自变量, 将其输入 SPSS17.0 软件中, 采用曲线回归分析方法, 选择不同拟合类型, 所得拟合图如图 1, 拟合优度及检验如表 2。

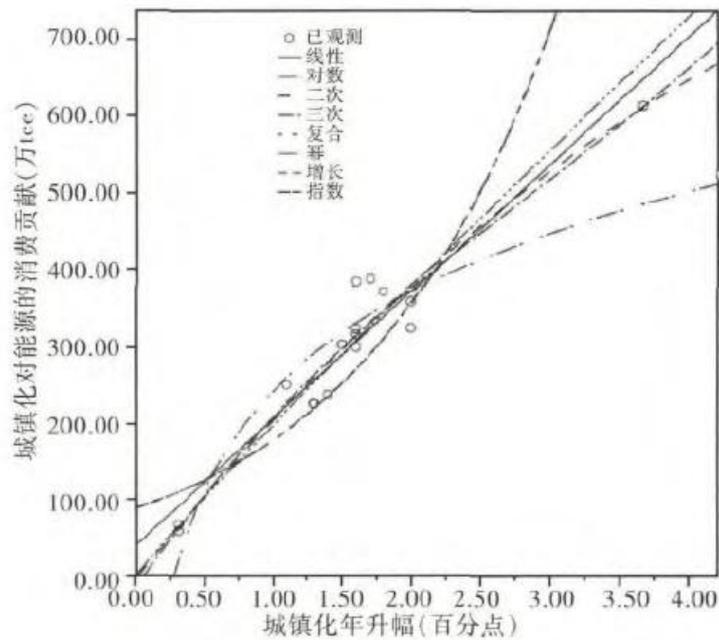


图1 安徽省1996-2012年城镇化与能源消费不同耦合关系拟合图

表2 安徽省1996-2012年城镇化与能源消费不同拟合类型所得拟合优度及检验

拟合类型	R ²	F 值	Sig 值
线性	0.956	150.041	0.000
对数	0.911	68.605	0.000
二次	0.964	84.932	0.000
三次	0.964	52.584	0.000
混合	0.861	39.958	0.000
幂	0.981	358.112	0.000
增长	0.861	39.958	0.000
指数	0.861	39.958	0.000

由图1及表2可知，以乘幂函数拟合最优，所得R²为0.981，且模型检验的概率值小于0.01。这表明拟合效果好，其回归所得常数及系数如表3。

表3 乘幂曲线回归结果

变量	未标准化系数	标准误差	t	Sig
常数	197.49	6.65	29.667	0.000
系数	0.942	0.05	18.924	0.000

由表3可得安徽省1996-2012年间城镇化与能源消费耦合乘幂曲线模型：

$$\Delta E_u = 197.49 \cdot \Delta u^{0.942} \quad (10)$$

(29.667) (18.924)

式(10)下面括号数值为 t 值。

四 安徽省城镇化趋势预测

美国的诺瑟姆(Northam)^[22]通过考察世界各国城镇化的发展轨迹,提出城镇化演进呈拉伸“S”型曲线演化规律,认为其进程可分为初期(城镇化水平低于30%)、中期(城镇化水平在30%~70%)、后期(城镇化水平高于70%)三个阶段,以中期发展速度最快,可用 Logistic 模型对此进行描述,其一般表达式为:

$$u_t = \frac{M}{1 + M \cdot c \cdot e^{Lnb \cdot t}} \quad (11)$$

式(11)中, t 为考察时间; u_t 为 t 时间城镇化水平(多以城镇常住人口占常住总人口百分比来表征,即人口城镇化率); c 、 b 分别为模型回归所得常数、系数; M 为城镇化水平上限容量。

依据诺瑟姆(Northam)的城镇化阶段理论,陈彦光和罗静、韩本毅对中国城镇化过程进行了研究,结果显示,中国改革开放以来的城镇化演化轨迹同样具有 Logistic 曲线特征^[23-24]。多位学者也运用 Logistic 模型对中国城镇化动态过程进行了探索^[25-28],得到了学术界的普遍认同。因此,本研究运用 Logistic 模型对安徽省城镇化演化规律进行考察,并据此预测其未来发展趋势。

式(11)中,城镇化水平上限容量为关键参数,由于需要保留一定的农民来满足城镇居民的需求,故 $M \leq 100\%$ 。从世界各国城镇化进程看,仅新加坡城镇化率为 100%,多数发达国家为 75%~85%^[27],因此需要对城镇化水平上限容量进行测算。从已有文献看,其测算方法包括最小二乘回归拟合方法^[23]、自回归估算方法^[29]、拟合优度最大估算法^[30]等多种。其中拟合优度最大估算法因其借助分析软件,通过比较不同上限容量模型的拟合优度(R^2),以最优拟合优度的拟合模型作为确定上限容量的依据,具有科学和简洁的特点,得到了学术界的认同^[21, 31]。本研究即采用此方法来估算安徽省的城镇化水平上限。

以安徽省 1996-2012 年间城镇化水平时序数据为因变量,时间 t 为自变量(设 1996 年为 1),将其输入 SPSS17.0 软件中,选择曲线回归中 Logistic 分析方法,通过多次对上限进行不同赋值。结果显示,当城镇化水平上限设为 77.7%时,得到拟合优度最大(R^2 为 0.997, F 值为 2130.567),且在 0.01 水平上通过显著性检验(Sig 值为 0.000)。由此表明,安徽省城镇化水平理论上限为 77.7%。

借助 SPSS17.0 软件,运用安徽省 1996-2012 年间城镇化水平时序数据,采用 Logistic 曲线回归,将 M 上限设为 77.7%,所得拟合图如图 2,回归系数如表 4。

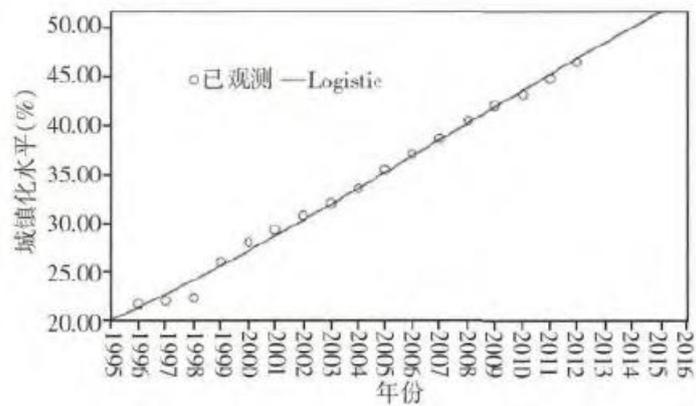


图2 安徽省1996-2012年城镇化水平
Logistic曲线拟合图

表4 Logistic模型回归系数

	未标准化系数		标准化系数	t值	Sig值
	B	标准误	Beta		
系数(b)	0.917	0.002	.369	531.593	0.000
常数(c)	0.037	0.001		51.878	0.000

从图2可知，Logistic曲线拟合值与观测值基本一致，且模型回归的 R^2 为0.997，F值为2130.567， $Sig < 0.01$ ，这表明模型回归较好。由表4可知，模型回归系数为0.917，常数项为0.037，且t检验的Sig值均小于0.01，回归系数、常数项均能通过显著性检验，具有统计学意义，将其代入式(11)，可得表征安徽省1996-2012年间城镇化演进的Logistic模型：

$$u_t = \frac{77.7}{1 + 2.8749e^{Ln0.95 \cdot t}} \quad (12)$$

(51.878) (531.593)

式(12)下面括号数值为t值。

依据式(12)，对安徽省1996-2012年间城镇化水平Logistic模型拟合值与观测值进行比较，所得结果如表5。

表5 安徽省1996-2012年间城镇化水平观测值与Logistic模型拟合值比较

年份	观测值 (%)	Logistic模型拟合值 (%)	误差 (百分点)	相对误差 (%)	年份	观测值 (%)	Logistic模型拟合值 (%)	误差 (百分点)	相对误差 (%)
1996	21.71	21.34	0.37	1.73	2005	35.5	35.19	0.31	0.87
1997	22.02	22.71	-0.69	-3.12	2006	37.1	36.87	0.23	0.62
1998	22.33	24.13	-1.80	-8.06	2007	38.7	38.56	0.14	0.37
1999	26	25.60	0.40	1.54	2008	40.5	40.24	0.26	0.63
2000	28	27.11	0.89	3.17	2009	42.1	41.93	0.17	0.41
2001	29.3	28.67	0.63	2.16	2010	43.2	43.60	-0.40	-0.92
2002	30.7	30.26	0.44	1.44	2011	44.8	45.25	-0.45	-1.01
2003	32	31.88	0.12	0.38	2012	46.5	46.88	-0.38	-0.82
2004	33.5	33.52	-0.02	-0.07	平均			0.01	-0.04

由表 5 可知，观察时序内，Logistic 模型拟合值与观测值平均绝对误差为 0.01 个百分点，平均相对误差为-0.04%，这表明预测效果较好。将 t 赋值为 18-35，可对安徽省 2013-2030 年间城镇化水平进行预测，结果如图 3。

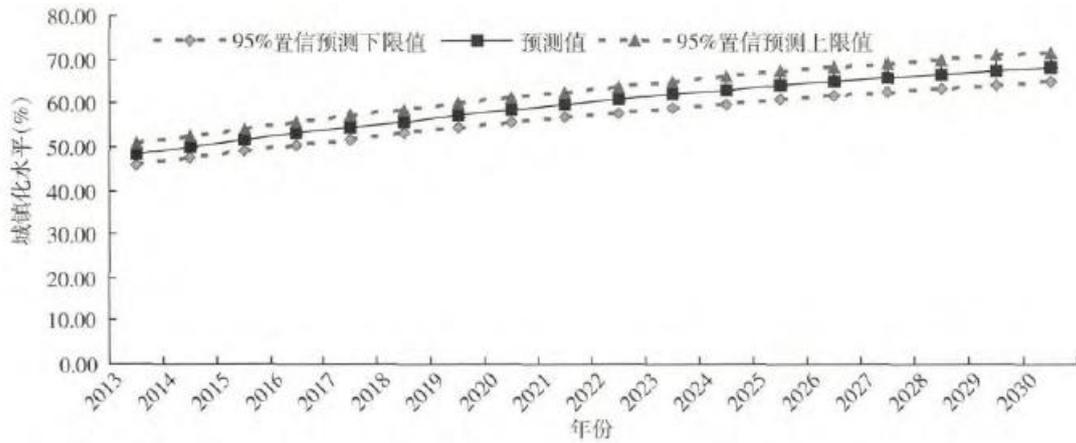


图 3 安徽省 2013-2030 年城镇化水平预测值

由图 3 可知，在 95%置信度下，安徽省 2015 年、2020 年、2030 年城镇化水平下限分别为 48.94%、55.52%、64.83，上限分别为 54.10%、61.37%、71.66%，预测值分别为 51.52%、58.44%、68.25%，与安徽省“十二五”城镇化发展规划目标(到 2015 年时，城镇化率达到 50%以上；2020 年，力争达到全国平均水平)基本一致，与刘青和杨桂元的研究结果^[32]基本一致，显示本项研究 Logistic 模型预测结果较科学。进一步分析图 3 可知，2013-2020 年间，安徽省城镇化年均提升约为 1.41 个百分点，2020-2030 年间，年平提升 0.98 个百分点。可以看出，2020 年前，安徽省城镇化将保持较快速度，2030 年以后发展速度趋缓。比较而言，2020 年前，安徽省城镇化演进速度要快于全国平均水平(2020 年前，全国城镇化率年均提升约 1 个百分点^①)。总体看来，安徽省城镇化水平现状低于全国平均水平，资源环境具备一定承载潜力。

五 安徽省城镇化演进对能源消费的影响

将图 3 中安徽省城镇化水平预测值代入式(10)，可测算城镇化演进对能源消费的影响(表 6)。

表6 安徽省城镇化演进对能源影响前景预测

年份	u_t 城镇化水平(%)	Δu_t 城镇化水平净升幅(个百分点)	ΔE_t 城镇化演进对能源消费贡献(万吨标准煤)
2013-2014	48.43	1.56	300.80
2014-2015	49.99	1.52	293.84
2015-2016	51.52	1.48	286.13
2016-2017	53.00	1.44	277.75
2017-2018	54.44	1.39	268.80
2018-2019	55.83	1.34	259.39
2019-2020	57.16	1.28	249.61
2020-2021	58.44	1.23	239.55
2021-2022	59.67	1.17	229.30
2022-2023	60.84	1.12	218.95
2023-2024	61.96	1.06	208.58
2024-2025	63.02	1.00	198.25
2025-2026	64.02	0.95	188.05
2026-2027	64.97	0.90	178.01
2027-2028	65.87	0.84	168.19
2028-2029	66.71	0.79	158.63
2029-2030	67.50	0.74	149.36
2030-2031	68.25	0.75	150.61

由表6可知,2013-2020年间,城镇化演进对能源消费需求累计将达2175.87万吨标准煤,年均271.98万吨标准煤;2020-2030年间,对能源消费需求累计将为1847.93万吨标准煤,年均184.79万吨标准煤。由此可知,未来安徽省城镇化演进对能源消费的需求还将保持刚性增长态势,城镇化仍是影响能源消费的主要因素之一。进一步分析表6可知,2013-2030年间,城镇化对能源消费需求呈减缓态势。这是由于随着城镇化水平的提升,产业结构将得到进一步优化,科技水平也会进一步提升,产业结构的构成效应及技术效应对能源消费需求的抑制作用会日渐凸现。在此背景下,城镇化对能源消费的需求必然会呈下降态势。

六 结论及政策建议

经济发展、城镇化演进、产业结构对安徽省能源消费具有正向驱动效应。其中,城镇化进程对能源消费年均贡献达296.95万吨标准煤。技术因素对能源消费具有抑制作用,技术进步导致能源消费年均减少640.49万吨标准煤。

安徽省城镇化与能源消费间呈非线性的乘幂曲线关系。

至2015年、2020年、2030年,安徽省常住人口城镇化率将分别达到51.52%、58.44%、68.25%。

未来安徽省城镇化演进对能源需求仍将保持刚性增长态势。2020年前,累计能源需求达2175.87万吨标准煤,年均271.98万吨标准煤;2020-2030年间,累计需求1847.93万吨标准煤,年均184.79万吨标准煤。

研究表明,安徽省城镇化演进仍将对能源需求保持刚性增长态势,生态安徽建设及碳减排将面临较大挑战。因此,本研究提出以下对策。首先,应综合运用政策导向与市场调节机制,引导产业结构战略性调整,努力降低城镇化建设中产业结构效应对能源消费的正向影响。在现阶段,安徽省产业结构呈“二三一”格局,第三产业所占比例偏低,而安徽省具备发展第三产业的禀赋。为此,应将第三产业作为城镇化进程中优先发展的产业,通过财税、信贷等政策支持及招商引资、鼓励民间投资等方式,大力发展以旅游业为龙头,包括物流、金融、信息等的现代服务业。其次,以建设国家技术创新工程试点省为契机,依靠科技创新,加强城镇化进程中传统六大高耗能产业(钢铁、有色、建材、石化、化工、电力)的技术改造,优先发展低耗能、高

附加值的电子信息、节能环保、新材料、生物、新能源汽车、高端装备制造等战略性新兴产业，以降低单位产值能源消耗。第三，在“一带一圈一群”（皖江城市带、合肥经济圈及皖北城市群）城镇化建设中，应严格执行基本环境保护法律制度，严把节能闸门，提高承接产业的节能准入门槛，坚决杜绝高耗能及低水平重复产业入驻“一带一圈一群”。第四，要制定和完善建筑节能标准，采取技术和政策补贴等方式，降低建筑物在照明、空调、采暖等运行过程中的能耗，构建从建筑规划、设计、施工到评价的节能体系，以降低城镇化进程中的建筑能耗。第五，大力发展政府主导、市场参与的城镇便捷公共交通体系，鼓励居民使用小排量汽车、混合动力汽车、纯电动汽车及自行车为交通工具，努力减少城镇交通能耗。第六，通过宣传，培养城镇居民低碳认知，倡导低碳消费理念，让低碳消费理念真正成为城镇居民生活准则，营造节能低碳的社会氛围。

运用组合模型进行研究是本研究的特色。在能源消费因素贡献份额测度中，仅从经济发展、城镇化、产业结构变动、技术因素、人口变化5个单要素进行了解，忽略了多因素同时变化对能源消费产生的影响，也即未能对能源消费影响因素进行完全分解。因而，所得结果存在残余项。同时，在运用 Logistic 模型考察城镇化演变特征的过程中，也未考虑资源环境、政策规制等因素对其的扰动影响，这可能对拟合结果产生一定影响。以上均是未来展开更深入研究的方向。

参考文献：

[1] Wei B R, Yagita H, Inaba A, et al. Urbanization impact on energy demand and CO₂ emission in China[J]. Journal of Chongqing University, 2003(10): 46-50

[2] 梁进社, 洪丽璇, 蔡建明. 中国城市化进程中的能源消费增长——基于分解的 1985-2006 年间时序比较[J]. 自然资源学报, 2009(1): 20-29

[3] Hiroyuki. The Effect of Urbanization on Energy Consumption[J]. Journal of Population Problems, 1997(2): 43-49

[4] York, R. Demographic Trends and Energy Consumption in European Union Nations 1960-2025[J]. Social Science Research, 2007(3): 855-872

[5] Poumanyvong P, Kaneko S. Does urbanization lead to less energy use and lower CO₂ emissions? A cross-country analysis[J]. Ecological Economics, 2010(2): 434-444

[6] 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(11): 72-81

[7] Yao bin Liu. Exploring the relationship between urbanization and energy consumption in China using ARDL and FDM[J]. Energy, 2009(11): 1846-1854

[8] 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

[9] 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

[10] 梁朝晖. 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, 2010(5): 89-96

[11] 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, 71

-
- [12] 马珩. 中国城市化和工业化对能源消费的影响研究[J]. 中国软科学, 2012(1): 176-182
- [13] 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
- [14] 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
- [15] 黄献松. 城市化与能源消费关系的动态计量分析——以陕西省电力消费为例[J]. 城市发展研究, 2009(3): 92-98
- [16] 许冬兰, 李琰. 山东省城市化和能源消耗的关系研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010(11): 19-24
- [17] 金恩斌. 吉林省城市化和能源消费关系的实证分析[J]. 东疆学刊, 2011(4): 72-77
- [18] 袁晓玲, 方莹, 张宝山. 能源消费与城市化水平关系的动态计量分析[J]. 城市发展研究, 2011(3): 65-71
- [19] 杨肃昌, 韩君. 城市化与能源消费: 动态关系计量与贡献度测算[J]. 西北人口, 2012(4): 120-125
- [20] 孙涵, 成金华. 中国工业化、城市化进程中的能源需求预测与分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2011(7): 7-12
- [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(1): 1-11
- [22] Northam R M. Urban Geography(2nd ed)[M]. New York: John Wiley & Sons, 1979
- [23] 陈彦光, 罗静. 城市化水平与城市化速度的关系探讨: 中国城市化速度和城市化水平饱和值的初步推断[J]. 地理研究, 2006(6): 1063-1072
- [24] 韩本毅. 中国城市化发展进程及展望[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2011(3): 18-22
- [25] 王建军, 吴志强. 城镇化发展阶段划分[J]. 地理学报, 2009(2): 177-188
- [26] 简新华, 黄锟. 中国城镇化水平和速度的实证分析与前景预测[J]. 经济问题, 2010(3): 28-38
- [27] 高春亮, 魏后凯. 中国城镇化趋势预测研究[J]. 当代经济科学, 2013(4): 85-90
- [28] 陈明, 王凯. 我国城镇化速度和趋势分析——基于面板数据的跨国比较研究[J]. 城市规划, 2013(5): 16-21, 60
- [29] 陈彦光. 人口与资源环境预测中 logistic 模型承载量参数的自回归估计[J]. 自然资源学报, 2009(6): 1105-1114
- [30] 陈彦光, 余斌. 人口增长的常用数学模型及其预测方法——兼谈对 Keyfitz 双曲增长等模型的修正与发展[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2006(3): 452-456
- [31] 李效顺等. 经济发展与城市蔓延的 Logistic 曲线假说及其验证——基于华东地区典型城市的考察[J]. 自然资源学报, 2012(5): 713-722

[32] 刘青, 杨桂元. 安徽省城镇化水平预测——基于 IOWHA 算子的组合预测[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2013(8): 38-44