

中国地区能源消费与产业结构的关系研究

石秀华, 刘 伦

摘 要: 以中国及各省域 2005—2012 年能源消费和产业结构数据为样本, 采用灰色关联分析法对中国及各省域能源消费与三次产业的关系进行研究, 梳理各地区三次产业对能源消费的影响大小, 利用比较分析法观察产业结构调整对地区能源市场的影响, 并提出相应产业结构优化对策。

关键词: 能源消费; 产业结构; 单位产值能耗; 灰色关联分析

中图分类号: F424.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2014)06-0039-09

一、文献综述

经济快速增长过程中, 不断进行产业结构调整, 以达到经济持续增长的目的中国经济发展的一个显著特点^[1]。因此, 产业结构调整直接促进了经济高速增长, 同时间接地影响到了能源消费。随着产业结构的调整, 经济实力不断提高, 能源需求日趋上升, 能源消费与产业结构的关系探讨, 以及能源约束对产业结构优化的影响研究, 越来越受到国内外学者的关注。

Mukhopadhyay^[2]在研究印度能源消费和经济增长的关系时发现, 重工业化和其导致的产业结构变动是决定短期能源消费的主要因素。Jacobsen^[3]分析了作为工业小国的荷兰的能源需求与外贸导致的产业变动之间的关系, 发现该国的能源需求与产业结构变动存在很强联系。Krausmann 等^[4]系统回顾了澳大利亚 1830—1995 年间的工业化过程和相应的能源消费的结构变化, 证实了能源消费在总量和结构上都与工业化带来的产业结构变化存在强相关。路正南^[5]根据 1978—1997 年中国能源消费与三次产业的数据, 用回归方法研究了产业结构与能源消费量的关系, 认为产业结构变动会直接影响能源需求, 并改变能源消费结构。史丹等^[6]采用指数分析法与回归分析法, 利用 1980—2000 年中国能源消费和产业结构的数据, 定量分析了产业结构调整对能源消费量的影响, 得到产业结构调整是影响中国能源消费的重要因素。刘凤朝等^[7]以 1985—2005 年中国能源、技术创新和产业结构的相关数据为基础, 构建了技术创新、产业结构对能源消费影响的计量模型, 研究表明能源消耗较少的第一产业与第三产业的产值比重增加能够减少能源消费。董锋等^[8]以 1985—2006 年中国能源消费数据为基础, 采用灰色关联与协整分析相结合的方法, 分析了技术进步、产业结构与对外开放程度对中国能源消费的影响, 认为需要提升第三产业发展、降低重工业比重。周江等^[9]采用 1980—2007 年中国能源消费与产业结构的面板数据, 分析了能源消费结构与产业结构的关系, 表明工业对能源消费结构影响最大, 新技术、新产业及新能源的推广应用, 提高了能源消费效率。李姝等^[10]根据 2003—2008 年中国能源消费与产业结构的数据, 分析了能源消费结构优化与产业结构调整之间的内在关系, 阐述了发展战略性新兴产业对能源消费结构优化的作用。吴海兵等^[11]以 1995—

基金项目: 国家社科基金一般项目“我国工业化与生态文明建设研究”(11BKS045); 中国地质大学(武汉)资源环境中心开放基金一般项目“矿产资源开发完全补偿机制研究”(H2014007B)

作者简介: 石秀华, 博士, 武汉科技大学文法学院副教授(湖北 武汉 430081); 刘伦, 中国地质大学(武汉)资源环境经济研究中心硕士研究生(湖北 武汉 430074)

2009年中国31个省域为面板数据，采用能源自给率和工业增加值占GDP比重的个体时点固定效应模型，探讨了产业结构与能源资源禀赋的关系。

综合国内外学者研究，产业结构调整对能源消费具有重要影响，且三次产业结构对能源消费影响度的大小因地区经济环境、能源消费结构等不同存在很大的差异。通过探讨不同地区能源消费与产业结构的关系，针对不同地区提出相应的产业结构调整方案，来降低能源消耗、单位产值能耗以满足地区能源约束的要求，具有现实意义^[12]。基于此，本文采用灰色关联分析法对中国及各省域能源消费与三次产业的关系进行研究，梳理各地区三次产业对能源消费的影响大小，利用比较分析法观察产业结构调整对地区能源市场的影响，并提出相应的产业结构优化对策。文章创新之处在于，对中国各地区能源消费与三次产业的关系进行了定量分析，针对三次产业对地区能耗影响不同的地区，分别将产业结构调整对能源消费的影响进行了假设与量化的对比分析，体现了产业结构调整对能源消费影响的区域差异性。

二、产业结构及能源消费现状

（一）产业结构现状

本文采用三次产业分类法。如图1所示，中国GDP的构成中第一产业所占权重逐年下降，第三产业的权重逐渐上升，而第二产业的升降幅度不大，在46%~48%之间。全国各省域产业结构由于地方政府经济政策的不同，存在很大的差别，主要可分为“三>二>一”和“二>三>一”两种产业发展格局。“三>二>一”即为在地区生产总值构成中第三产业占比大于第二、第一产业，中国30个省市中北京、上海为此种产业结构，贵州、海南分别在2009、2010年也演化为这种结构；“二>三>一”即为在地区生产总值构成中第二产业占比大于第三、第一产业，除上述四个省市之外的其他26个省市均为“二>三>一”型。从全国层面看，中国产业结构一直以来属于“二>三>一”型，这主要与中国工业化发展历程相关。经过几十年工业化发展，第二产业对中国GDP增长的拉动最大，其中以工业对经济发展的贡献度最大。我国工业化目前正处于以重化工业为中心的发展阶段，化工、冶金、金属制品、电力等重化工业在此阶段都有很大发展，对中国经济的增长贡献巨大^[13]。特别是“二>三>一”型产业结构的地区经济增长对重化工业的依赖程度最大，而“三>二>一”型地区对重化工业的依赖较小。以服务业为主的第三产业近十年来突飞猛进，与第二产业的差距越来越小，而第一产业一直保持着缓慢发展的态势。

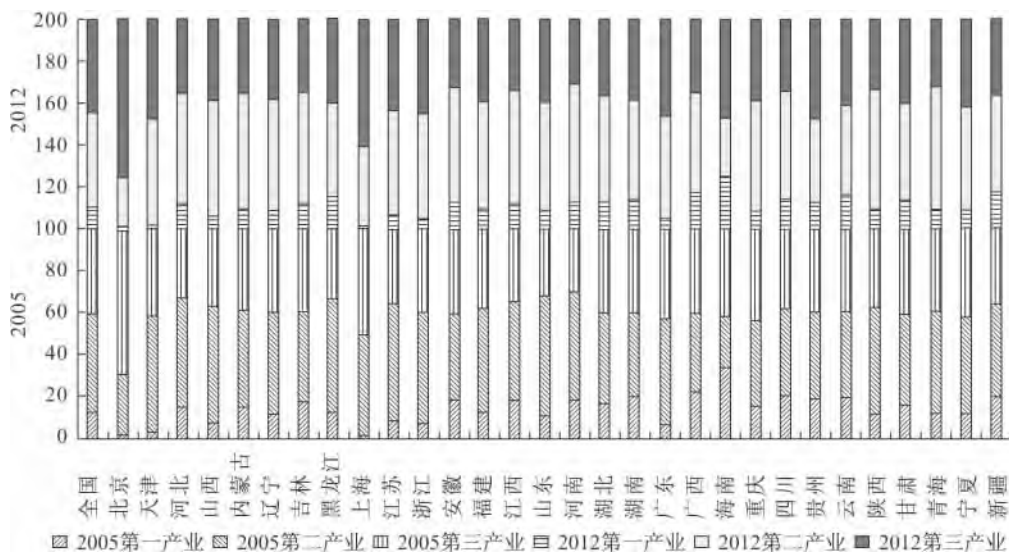


图1 2005—2012年全国及各地区历年产业结构（单位：%）

数据来源：《中国统计年鉴2013》。

(二) 能源消费现状

中国能源消费量从 2006 年的 258 676 万吨标准煤增长到 2012 年的 361 732 万吨标准煤，增长了 39.84%，平均每年增长 5.69%。影响能源消费的主要因素包括能源价格、经济能力、产业结构、人口、能源供给能力以及消费群体的收入水平等，因此全国各地能源消费量存在很大差异^[14]。如图 2 所示，中国能源消费格局主要呈现为：沿海经济发达地区能源消费量最大，包括山东、江苏、上海、浙江、广东等省市；中部人口密集地区能源消费量次之，包括河南、湖北、湖南等省；西部和东北地区的能源消费量最小，而其中四川、内蒙古、山西等省由于能源供应充足，能源价格相对较低，能源消费较东北和西部其他地区要高很多。

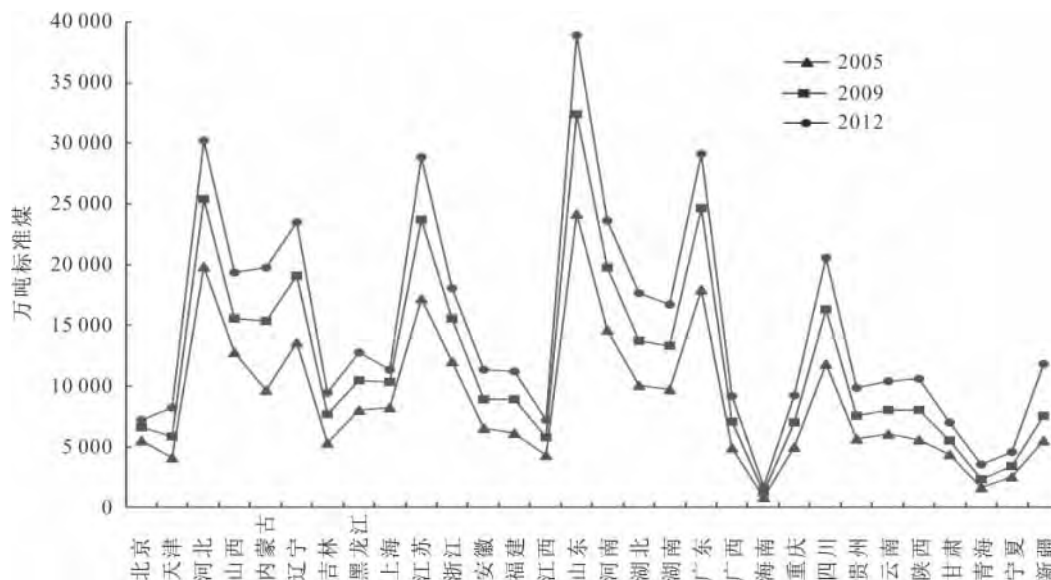


图 2 2005—2012 年全国及各地区能源消费总量

数据来源：《中国能源统计年鉴 2013》。

单位产值能源消耗为产业能源消耗总量与产业生产总值的比值，用来反映各地区不同产业的能源消费水平和利用效率，是衡量地区节能降耗的重要指标^[15]。通常一个地区某一产业单位产值能源消耗越低，表示该地区该产业能源利用效率越高。对各地区单位产值能耗的梳理有利于后文产业结构调整对能源消费影响分析的深入探讨。全国及各地区三次产业单位产值能源消耗如表 1 所示。中国所有地区三次产业单位产值能源消耗均以第二产业最高，并且远远高于第一、第三产业。不同地区，第一产业与第三产业单位产值能源消耗大小不同。部分地区第一产业单位产值能耗小于第三产业，如内蒙古、山西、四川、新疆、云南等地；而北京、上海、浙江等地第一产业单位产值能耗大于第三产业。全国层面第一产业单位产值能耗小于第三产业。但总的来说，第一产业与第三产业单位产值能耗大小差距都不大。

表 1 2006—2012 年全国及各地区三次产业单位产值能源消耗 单位：吨标准煤/万元

地区	2006			2007			2008			2009			2010			2011			2012		
	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三
全国	0.26	1.82	0.41	0.22	1.62	0.35	0.18	1.42	0.31	0.18	1.42	0.29	0.16	1.27	0.27	0.14	1.15	0.25	0.13	1.13	0.24
北京	1.03	1.24	0.38	1.06	1.11	0.37	1.05	1.00	0.36	1.03	0.91	0.35	1.06	0.85	0.33	0.80	0.69	0.27	0.78	0.62	0.26
天津	0.65	1.19	0.43	0.68	1.10	0.37	0.61	0.87	0.34	0.64	0.98	0.28	0.61	0.97	0.25	0.63	0.91	0.21	0.64	0.86	0.20
河北	0.35	2.71	0.39	0.32	2.48	0.36	0.30	2.12	0.33	0.29	2.13	0.30	0.27	1.90	0.29	0.24	1.80	0.26	0.23	1.74	0.25
山西	1.12	4.21	0.48	0.86	3.49	0.41	0.71	2.72	0.45	0.69	3.11	0.55	0.61	2.57	0.49	0.55	2.23	0.43	0.52	2.31	0.39
内蒙古	0.51	3.50	0.80	0.43	2.85	0.73	0.38	2.22	0.69	0.49	2.12	0.67	0.47	1.71	0.66	0.41	1.65	0.60	0.36	1.59	0.58
辽宁	0.24	1.45	0.43	0.21	1.37	0.44	0.18	1.17	0.42	0.18	1.24	0.35	0.16	1.11	0.34	0.15	1.02	0.32	0.13	0.98	0.30
吉林	0.31	2.40	0.60	0.28	2.06	0.55	0.24	1.84	0.50	0.13	1.50	0.39	0.12	1.23	0.37	0.10	1.15	0.33	0.10	1.06	0.31
黑龙江	0.38	2.12	0.42	0.31	2.00	0.37	0.23	1.83	0.30	0.25	1.98	0.27	0.23	1.57	0.25	0.25	1.22	0.43	0.26	1.31	0.40

续表 1

地区	2006			2007			2008			2009			2010			2011			2012		
	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三	一	二	三
上海	0.63	1.03	0.49	0.61	0.95	0.44	0.56	0.88	0.42	0.52	0.93	0.25	0.53	0.82	0.37	0.48	0.78	0.32	0.57	0.77	0.31
江苏	0.21	1.27	0.21	0.18	1.21	0.19	0.15	1.08	0.18	0.16	1.05	0.16	0.16	0.96	0.15	0.15	0.89	0.14	0.15	0.85	0.13
浙江	0.36	1.18	0.28	0.36	1.08	0.26	0.32	0.97	0.24	0.29	0.96	0.23	0.27	0.86	0.21	0.24	0.78	0.20	0.24	0.74	0.19
安徽	0.15	2.13	0.24	0.13	1.86	0.23	0.13	1.59	0.23	0.12	1.43	0.22	0.12	1.18	0.22	0.10	0.96	0.25	0.10	0.91	0.26
福建	0.31	1.31	0.31	0.21	1.21	0.30	0.20	1.10	0.28	0.21	1.08	0.25	0.20	0.94	0.24	0.18	0.85	0.22	0.17	0.79	0.21
江西	0.29	1.47	0.33	0.20	1.26	0.31	0.15	1.10	0.29	0.14	1.12	0.26	0.12	0.91	0.25	0.10	0.81	0.23	0.08	0.78	0.21
山东	0.21	1.63	0.49	0.19	1.54	0.45	0.12	1.41	0.35	0.12	1.38	0.33	0.11	1.30	0.30	0.10	1.20	0.27	0.08	1.16	0.26
河南	0.24	1.96	0.30	0.21	1.76	0.26	0.19	1.52	0.24	0.18	1.47	0.24	0.17	1.25	0.29	0.18	1.15	0.27	0.19	1.05	0.27
湖北	0.36	2.39	0.52	0.30	2.18	0.45	0.25	1.82	0.44	0.26	1.58	0.44	0.20	1.36	0.43	0.17	1.19	0.41	0.16	1.12	0.37
湖南	0.37	2.27	0.40	0.34	2.06	0.42	0.30	1.73	0.37	0.34	1.66	0.32	0.36	1.40	0.30	0.31	1.17	0.29	0.31	1.05	0.28
广东	0.28	0.95	0.33	0.24	0.87	0.30	0.21	0.78	0.27	0.20	0.82	0.26	0.36	0.76	0.25	0.17	0.69	0.22	0.16	0.66	0.22
广西	0.11	2.14	0.44	0.10	1.91	0.41	0.07	1.62	0.36	0.07	1.54	0.37	0.10	1.29	0.35	0.07	1.11	0.33	0.07	1.06	0.31
海南	0.19	1.85	0.66	0.15	1.62	0.56	0.17	1.35	0.61	0.19	1.42	0.56	0.20	1.18	0.48	0.18	1.20	0.43	0.18	1.09	0.39
重庆	0.53	2.12	0.40	0.42	1.63	0.36	0.35	1.37	0.34	0.38	1.19	0.35	0.38	1.24	0.35	0.34	1.09	0.30	0.34	1.03	0.30
四川	0.20	2.60	0.41	0.13	2.27	0.42	0.13	1.92	0.40	0.13	1.80	0.39	0.11	1.53	0.37	0.09	1.31	0.36	0.09	1.21	0.32
贵州	0.36	4.21	1.13	0.30	3.75	1.01	0.25	3.10	0.95	0.28	3.40	0.81	0.23	2.99	0.77	0.18	2.72	0.66	0.14	2.43	0.59
云南	0.30	2.92	0.52	0.28	2.61	0.45	0.20	2.33	0.41	0.20	2.32	0.39	0.16	2.01	0.42	0.14	1.89	0.38	0.11	1.76	0.37
陕西	0.38	1.34	0.67	0.30	1.25	0.54	0.25	1.04	0.46	0.26	1.07	0.48	0.21	0.92	0.44	0.18	0.84	0.41	0.17	0.81	0.37
甘肃	0.74	3.45	0.47	0.63	3.06	0.44	0.56	2.77	0.40	0.53	2.68	0.40	0.44	2.24	0.39	0.40	2.07	0.33	0.35	2.05	0.31
青海	0.22	4.48	0.84	0.18	3.86	0.76	0.14	3.14	0.68	0.17	3.14	0.64	0.13	2.63	0.59	0.12	2.57	0.55	0.11	2.57	0.51
宁夏	2.01	6.19	1.80	1.36	5.22	1.43	1.14	3.88	1.40	1.29	3.83	1.22	0.93	3.46	0.95	0.46	3.63	0.46	0.46	3.47	0.46
新疆	0.60	2.38	0.69	0.58	2.85	0.69	0.58	2.37	0.71	0.54	2.73	0.63	0.39	2.31	0.59	0.41	2.29	0.49	0.37	2.28	0.43

注：单位产值能源消耗=产业能源消耗总量/产业生产总值，各地区产业能源消耗总量与产业生产总值数据来源于各地区统计年鉴。

三、能源消费与产业结构的关系

(一) 研究方法

采用灰色关联分析法来探讨中国各地区能源消费与产业结构的关系。应用最为广泛的邓氏关联度对其进行研究，以下所指的关联度均为邓氏关联度。设系统行为序列

$$X_0 = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n))$$

$$X_1 = (x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(n))$$

.....

$$X_i = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n))$$

.....

$$X_m = (x_m(1), x_m(2), \dots, x_m(n))$$

为相关因素序列。则给定实数 $\gamma(x_0(k), x_i(k))$ ，若实数 $\gamma(X_0, X_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k))$ 满足

1. 规范性： $0 < \gamma(X_0, X_i) \leq 1, \gamma(X_0, X_1) = 1 \Leftrightarrow X_0 = X_1$
2. 整体性：对于 $X_i, X_j \in X = \{X_s \mid s = 0, 1, 2, \dots, m; m \geq 2\}$ ，有 $\gamma(X_i, X_j) \neq \gamma(X_j, X_i), i \neq j$
3. 偶对对称性：对于 $X_i, X_j \in X$ ，有 $\gamma(X_i, X_j) = \gamma(X_j, X_i) \Leftrightarrow X = \{X_i, X_j\}$
4. 接近性： $|x_0(k) - x_i(k)|$ 越小， $\gamma(x_0(k), x_i(k))$ 越大

则称 $\gamma(X_0, X_i)$ 为 X_i 与 X_0 的灰色关联度， $\gamma(x_0(k), x_i(k))$ 为 X_i 与 X_0 在 k 点的关联系数，并称条件 1—4 为灰色关联四公理^{[16](P6)}。其中，规范性 $\gamma(X_0, X_i) \in (0, 1]$ 表明系统中任何两个行为序列都不可能是严格无关联的；整体性体现了环境对灰色关联比较的影响，环境不同，灰色关联度亦随之变化；偶对对称性表明，当灰色关联因子集只有两个序列时，两两比较满足对称性；接近性是对关联度量化的约束。

对于 $\xi \in (0, 1)$ ，令

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \xi \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (1)$$

$$\gamma(X_0, X_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k)) \quad (2)$$

式中, ξ 为分辨系数, 通常取 0.5; $\gamma(X_0, X_i)$ 满足灰色关联四公理, 为 X_i 与 X_0 的灰色关联度, 简记为 γ_{0i} ; $\gamma(x_0(k), x_i(k))$ 为 k 点关联系数, 简记为 $\gamma_{0i}(k)$ 。

(二) 模型构建与求解

构建能源消费与产业结构的灰色关联模型, 并计算相应的关联度。设定各地区的能源消费量为系统特征行为序列, 记为 X_0 , 各地区第一、二、三产业占 GDP 比重为相关因素序列, 分别记为 X_1, X_2, X_3 , 则 $X_i = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n))$, 其中, i 为系统特征序列和相关因素序列, $i=0, 1, 2, 3$; n 为时间序列长度, $n=7$ 。计算过程分别以各地区 2005—2012 年的能源消费量与第一、二、三产业占比的时间序列数据作为原始数据序列, 计算灰色关联度, 从而判断能源消费与产业结构之间的关系。

根据灰色关联模型 (1) (2), 灰色关联度的具体计算如下:

步骤一: 计算各序列的初值像, 令

$$X'_i = \frac{X_i}{x_i(1)} = (x'_i(1), x'_i(2), \dots, x'_i(7)), i = 0, 1, 2, 3 \quad (3)$$

步骤二: 计算差序列, 记

$$\Delta_i(k) = |x'_0(k) - x'_i(k)|, \Delta_i = (\Delta_i(1), \Delta_i(2), \dots, \Delta_i(7)), i = 1, 2, 3 \quad (4)$$

步骤三: 计算两极最大差与最小差, 记

$$M = \max_i \max_k \Delta_i(k), m = \min_i \min_k \Delta_i(k) \quad (5)$$

步骤四: 计算 k 点关联系数, 分辨系数 ξ 取 0.5

$$\gamma_{0i}(k) = \frac{m + \xi M}{\Delta_i(k) + \xi M}, \xi = 0.5; k = 1, 2, \dots, 7; i = 1, 2, 3 \quad (6)$$

步骤五: 求灰色关联度

$$\gamma_{0i} = \frac{1}{7} \sum_{k=1}^7 \gamma_{0i}(k), i = 1, 2, 3 \quad (7)$$

根据上述 5 个步骤, 分别以全国和主要省市的能源消费量为系统特征序列, 全国和主要省市的第一、二、三产业占地区生产总值的占比为相关因素序列, 分别计算全国及主要省市的能源消费与第一、二、三产业之间的关联度。计算结果如表 2 所示:

(三) 地区能源消费与产业结构关系形成原因

由表 2 可知全国及各地区能源消费与三次产业的关联关系, 对不同地区三次产业对能源消费影响大小不同的原因进行分析, 可以得到:

1. 从全国层面来看, 总的趋势是第三产业对中国能源消费的影响最大, 第二产业次之, 第一产业最小。能源消费变化趋势随第三产业占 GDP 比重的变化最为明显。历年来, 全国第二产业占比一直最大, 第三产业次之, 第一产业最小。但第二产业占比历年升降幅度不大, 第三产业呈现逐年上升趋势, 第一产业逐年下降。近年来第三产业占比越来越接近第二产

表 2 全国及各地区能源消费与产业结构的灰色关联度

地区	第一产业	第二产业	第三产业	结果比较
全国	0.526 8	0.603 6	0.646 7	$\gamma_{03} > \gamma_{02} > \gamma_{01}$
北京	0.526 8	0.586 5	0.788 1	$\gamma_{03} > \gamma_{02} > \gamma_{01}$
天津	0.566 9	0.691 4	0.694 4	$\gamma_{03} > \gamma_{02} > \gamma_{01}$
河北	0.530 0	0.632 8	0.639 5	$\gamma_{03} > \gamma_{02} > \gamma_{01}$
山西	0.514 1	0.619 0	0.570 1	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
内蒙古	0.543 6	0.699 3	0.594 3	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
辽宁	0.555 9	0.666 0	0.580 0	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
吉林	0.543 7	0.694 8	0.610 9	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
黑龙江	0.667 9	0.594 0	0.684 3	$\gamma_{03} > \gamma_{01} > \gamma_{02}$
上海	0.557 1	0.579 0	0.739 2	$\gamma_{03} > \gamma_{02} > \gamma_{01}$
江苏	0.531 7	0.591 6	0.683 4	$\gamma_{03} > \gamma_{02} > \gamma_{01}$
浙江	0.507 9	0.617 4	0.663 2	$\gamma_{03} > \gamma_{02} > \gamma_{01}$
安徽	0.574 7	0.766 5	0.603 7	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
福建	0.548 0	0.641 7	0.646 2	$\gamma_{03} > \gamma_{02} > \gamma_{01}$
江西	0.577 4	0.730 8	0.624 8	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
山东	0.545 3	0.594 7	0.677 3	$\gamma_{03} > \gamma_{02} > \gamma_{01}$
河南	0.530 8	0.676 4	0.616 4	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
湖北	0.566 3	0.675 8	0.631 5	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
湖南	0.562 3	0.712 8	0.633 7	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
广东	0.522 9	0.600 4	0.617 9	$\gamma_{03} > \gamma_{02} > \gamma_{01}$
广西	0.574 0	0.723 7	0.594 3	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
海南	0.578 0	0.715 8	0.636 4	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
重庆	0.549 0	0.794 2	0.639 5	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
四川	0.574 3	0.735 4	0.610 7	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
贵州	0.568 6	0.646 4	0.738 1	$\gamma_{03} > \gamma_{02} > \gamma_{01}$
云南	0.577 0	0.667 0	0.636 1	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
陕西	0.569 5	0.678 6	0.595 3	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
甘肃	0.562 2	0.695 2	0.598 0	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
青海	0.588 6	0.705 8	0.604 8	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
宁夏	0.581 8	0.707 4	0.622 8	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$
新疆	0.610 6	0.700 8	0.648 2	$\gamma_{02} > \gamma_{03} > \gamma_{01}$

业占比。第三产业占比逐年上升的趋势，导致第三产业对全国能源消费的影响将越来越大。

2. 从地区层面看，全国 30 个省市自治区中有 19 个地区第二产业对能源消费影响最大，包括山西、内蒙古、辽宁、吉林、安徽、江西、河南、湖北、湖南、广西、海南、重庆、四川、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆等。这些地区第二产业占 GDP 比重的变化趋势与能源消费的变化趋势最为相似。当增大第二产业占比时，导致能源消费增大的可能性最大；反之降低第二产业占比，能源消费减少的可能性最大。这 19 个地区中有 17 个地区第二产业占比在 2006—2012 年间逐渐上升，12 个地区第二产业占比在 2012 年年末超过了 50%，远大于第一、三产业占比，说明第二产业的快速发展是促进这些地区能源消耗的最大影响因素。同时，这些地区正处于以重化工业为中心的发展阶段，重化工业占 GDP 比重较大，而化工、冶金、金属制品、电力等重化工业都属于高能耗产业，对这些地区的能源消耗量有决定性的作用，因此第二产业对这些地区能源消费的影响最大。

3. 全国 30 个省市自治区中其他 11 个地区，包括北京、天津、河北、黑龙江、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、贵州等省市，均是第三产业对地区能源消费影响最大。北京和上海是典型“三>二>一”型产业结构，第三产业对能源消费影响最大。江苏、浙江、福建、山东、广东等均为经济较发达地区，产业结构虽总体上属于“二>三>一”型，但第三产业发展较快，第二产业发展趋于稳定，且正处于产业转型阶段，重化工业正逐步向轻工业转型，第二产业能源消耗有缓慢下降趋势，第三产业能源消耗逐步上升，导致第三产业对地区能源消费的影响最大。

四、产业结构调整对地区能源消费影响的实证分析

（一）产业结构调整对比分析

调整地区产业结构比例，来观察各地区能源消耗的变化。分别从第二产业对能源消费影响最大地区和第三产业对能源消费影响最大地区选取三个地区，对应为新疆、河南、四川以及北京、上海、广东。这六个地区分别位于西北、华中、西南、华北、华东、华南六个不同的地理区位，且产业结构各异，具有较好的区域代表性^[17]。采用对比分析法对三次产业对地区能源消费影响大小不同地区的产业结构调整前后能源消费的变化进行分析。具体地，假设各地区三次产业单位产值能源消耗均保持不变，保证地区整体经济水平不变的情况下，适当调整三次产业的占比，并将计算调整后各地区的能源消耗总量与调整前进行比较。

1. 全国产业结构的调整。根据上文，第三产业对全国能源消费影响最大，全国能源消费量随第三产业变化最为明显。由于第三产业单位产值略大于第一产业，远小于第二产业，增加第三产业占比，减小第二产业占比和第一产业占比，可降低全国能源消费量。根据产业结构变化趋势，在保证 GDP 总量不变以及 GDP 持续增长的要求下，降低第一产业占比 1%，第二产业占比 4%，同时增加第三产业占比 5%。调整前后的中国能源消费总量如图 3 所示。可以看出，调整后历年能源消费量都有所下降，产业结构调整方案有效。

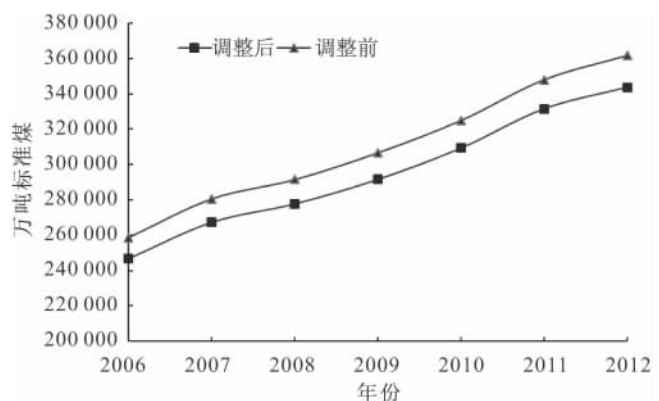


图 3 产业结构调整前后全国能源消费总量变化

2. 第二产业对能源消费影响最大地区的产业结构调整。第二产业对能源消费影响最大的地区，地区经济发展对第二产业依赖过大，大部分地区第二产业占比超过了 50%，第三产业发展水平不高，第一产业占比较大。地区能源消费量主要为第二产业，且其单位产值能源消耗非常大，远超过第一、第三产业。为减小地区能源消耗应降低第二产业占比，但第二产业是拉动地区经济增长的主要动力，应控制第二产业增长速度，适当降低第二和第一产业占比，提高第三产业占比，逐步增大第三产业对地区经济增长的拉动

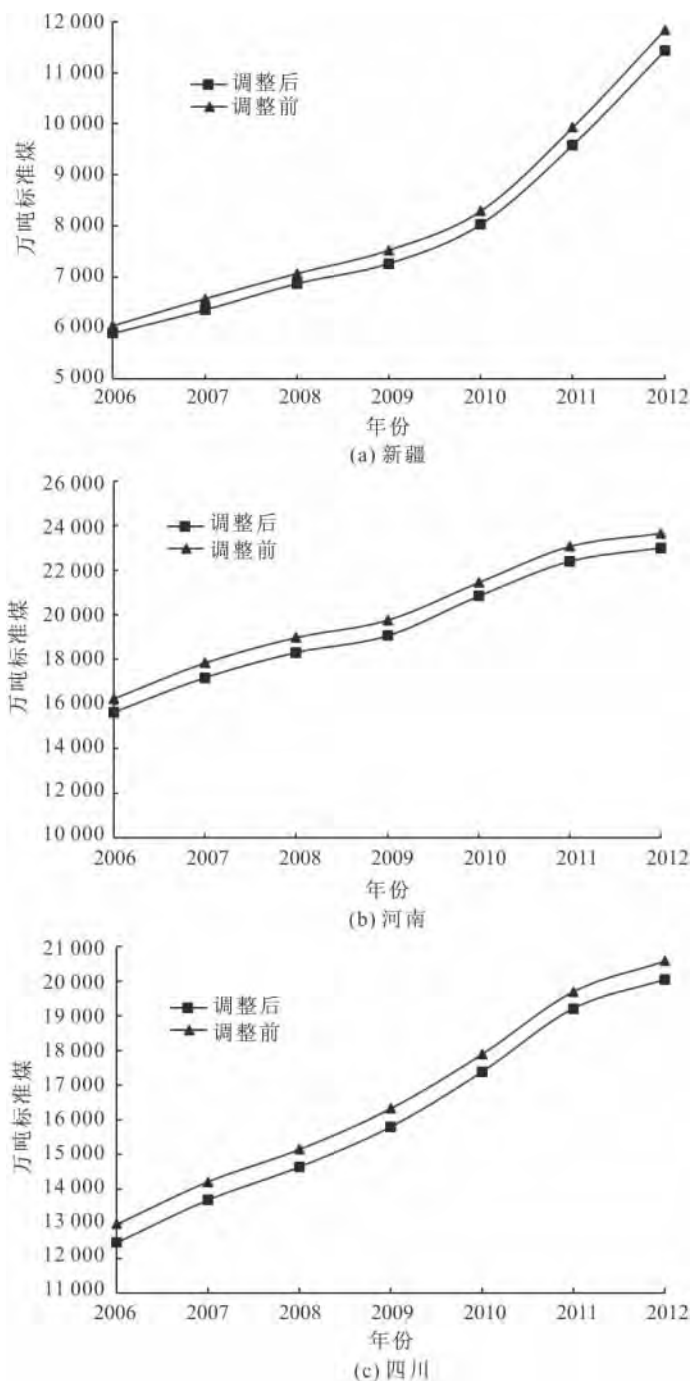


图4 新疆、河南及四川产业结构调整前后能源消费总量变化

结构的演进逐步改变三次产业拉动地区经济增长的地位；二是三次产业内部结构的优化，降低三次产业单位产值能源消耗，提高能源利用效率。

1. 全国产业结构优化对策：(1) 保证农业基础产业地位不变的条件下，保持第一产业产值缓慢上升趋势，微幅降低第一产业占比；制定有关经济发展、能源节约和环境保护的法律法规，构建“绿化”国民经济核算体系等政策措施，适当控制第二产业产值的增长，减小第二产业占比；倡导第三产业发展，加快第三产业产值的增长，提升第三产业占比。(2) 中国正处于工业化、城市化快速推进阶段，“二>三>一”的产业发展格局短期内不可能发生改变。应着重注意优化第二产业内部结构，通过技术创新，对传统工业进行改造，推进清洁生产，降低第二产业单位产值能源消耗，提高能源利用效率。第三产业作为主导产业

效果。在保证地区生产总值持续增长的前提下，对新疆、河南、四川三个地区产业结构做出调整，分别降低第一产业占比2%、第二产业占比3%，同时增加第三产业占比5%。调整前后各地区能源消费量的变化如图4所示。可以看出，调整后新疆、河南、四川三个地区历年能源消费量都有所下降，相应产业结构调整方案有效。

3. 第三产业对能源消费影响最大地区的产业结构调整。第三产业对能源消费影响最大地区，经济实力较强，工业化程度较高，服务业发展水平较高，农业水平较低。第三产业与第二产业占比为接近，且具有持续上升的趋势，部分地区第三产业已经超过第二产业，如北京、上海，但第二产业单位产值能源消耗仍较大。按照这些地区产业演进趋势，保持第一产业基础产业位置不变，增加第三产业占比，降低第二产业占比，能够降低地区能源消费量。在保证地区生产总值持续增长的前提下，对北京、上海、广东产业结构做出如下调整，保持第一产业占比不变，降低第二产业占比6%，增加第三产业占比6%。调整前后各地区能源消费量的变化如图5所示。可以看出，调整后北京、上海、广东能源消费量都降低了，相应产业结构调整方案有效。

(二) 地区产业结构优化对策

根据上文提出的有效降低地区能源消耗的产业结构调整假设分析以及地区能源消费与产业结构的关系，针对不同地区提出能源约束下具体的产业结构优化策略。主要包括以下两种策略：一是三次产业占GDP比重的调整，通过产业

引领地区经济发展,是中国未来经济发展的趋势所在,应高度重视第三产业的节能及低能耗发展。在发展第三产业的同时,注意第三产业内部结构的优化,降低第三产业单位产值能源消耗。

2. 第二产业对能源消费影响最大地区产业结构优化对策: (1) 地方政府可根据地区发展要求采取相关财政、税收、投资、补贴、碳减排等政策措施,因地放缓第二产业增长速度,逐渐降低第二产业占比,但降幅不宜过大;加快第三产业发展,增加第三产业占比,逐步提升第三产业在经济增长中的地位。(2) 短期内第二产业产值及第二产业占比仍会较高,应着重推进第二产业内部结构优化,通过技术改进、第二产业内部资源循环利用、发展生态工业等措施,控制耗能大、污染高的产业的发展,降低第二产业单位产值能源消耗,提高能源利用效率。第一产业占比相对较大,应注重优化第一产业内部结构,降低第一产业单位产值能耗。大力发展第三产业,倡导第三产业替代第二产业拉动地区经济增长,对第三产业内部结构优化的要求不宜过高。

3. 第三产业对能源消费影响最大地区产业结构优化对策: (1) 保持第一产业占比不变,适当限制第二产业发展,保持第二产业产值不变,部分地区可降低第二产业产值,以降低第二产业占比。大力发展第三产业,加快第三产业产值的增加,可大幅提升第三产业占比,增大第三产业的经济贡献率和对 GDP 的拉动,逐步用第三产业替代第二产业引领地区经济增长。(2) 第三产业发展在这些地区将拥有越来越重要的位置,但其能源利用效率有待进一步提高。第三产业作为表现地区经济发达程度和产业结构优化程度的重要度量方式,应当注重优化其内部结构,提高服务业节能与低能耗发展水平,降低第三产业单位产值能耗。这些地区第二产业发展水平较高,第二产业单位产值能耗相对较低,且正处于产业转型阶段,第二产业内部结构优化可适当放宽。

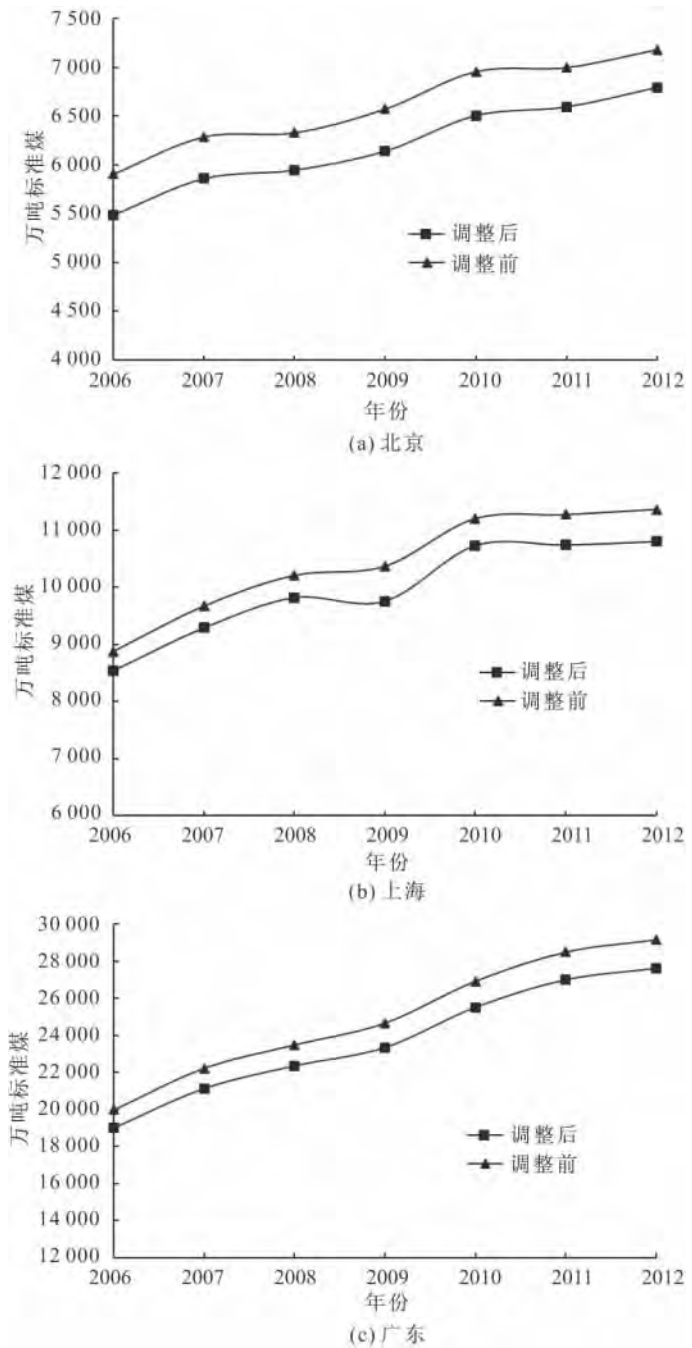


图5 北京、上海及广东产业结构调整前后能源消费总量变化

参考文献

[1] 孙巍,赫永达. 中国能源消费与经济增长的因果分析[J]. 暨南学报(哲学社会科学版),2014,(5).
 [2] Mukhopadhyay,K.,D.Chakraborty. India's energy consumption changes during 1973/74 to 1991/1992[J]. *Economic Systems Research*,1999,(4).

- [3] Jacobsen, H. Energy demand, structural change and trade: A decomposition analysis of the Danish manufacturing industry [J]. *Economic Systems Research*, 2000, (3).
- [4] Krausmann, F., H. Haberl. The process of industrialization from the perspective of energetic metabolism: Socioeconomic energy flows in Austria 1830—1995 [J]. *Ecological Economics*, 2002, (2).
- [5] 路正南. 产业结构调整对我国能源消费影响的实证分析 [J]. *数量经济技术经济研究*, 1999, (12).
- [6] 史丹, 张金隆. 产业结构变动对能源消费的影响 [J]. *经济理论与经济管理*, 2003, (8).
- [7] 刘凤朝, 孙玉涛. 技术创新、产业结构调整对能源消费影响的实证分析 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2008, (3).
- [8] 董锋, 谭清美, 周德群, 等. 技术进步、产业结构和对外开放程度对中国能源消费量的影响 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2010, (6).
- [9] 周江, 李颖嘉. 中国能源消费结构与产业结构关系分析 [J]. *求索*, 2011, (12).
- [10] 李妹, 姜春海. 战略性新兴产业主导的产业结构调整对能源消费影响分析 [J]. *宏观经济研究*, 2011, (1).
- [11] 吴海兵, 肖地楚, 王欣欣, 等. 基于固定效应模型的能源资源禀赋与产业结构关系研究 [J]. *宏观经济研究*, 2013, (10).
- [12] 张意翔, 成金华. 我国工业化过程中的能源约束分析: 基于情景预测视角 [J]. *中国地质大学学报(社会科学版)*, 2013, (1).
- [13] 张意翔, 孙涵. 我国能源消费误差修正模型研究——基于产业结构重型化视角的实证分析 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2008, (1).
- [14] Karl, F., D. Roland-Holst. Growth and structural change in China's energy economy [J]. *Energy*, 2009, (7).
- [15] 史丹. 我国经济增长过程中能源利用效率的改进 [J]. *经济研究*, 2002, (9).
- [16] 刘思峰, 谢乃明. 灰色系统理论及其应用(第6版) [M]. 北京: 科学出版社, 2013.
- [17] 王丹枫. 我国能源利用效率、经济增长及产业结构调整的区域特征——基于1995—2007年31个省域数据的分位点回归分析 [J]. *财经研究*, 2010, (7).

(责任编辑 朱 蓓)