

上海市能源消费影响因素研究

——基于IPAT方程与完全分解法分析

田园宏, 刘国平, 曹莉萍

(同济大学 经济与管理学院, 上海 201804)

摘要:基于IPAT方程运用完全分解法对上海市2000-2009年间能源消费量进行了分析,探讨规模效应、技术效应和结构效应等影响能源消费的三大关键因素在能源消费量波动方面的影响。结果表明:过去十年中上海市经济规模扩张的影响超出了技术效应和结构效应,是能源消费增加的主要因素;规模扩张的反弹效应抵消了产业结构的调整和技术进步减少的能源消费;今后追求适度经济规模,加大产业调整力度是缓解上海市能源供应压力的关键。

关键词:IPAT方程;完全分解法;能源消费

中图分类号:F416.2

文献标识码:A

文章编号:1671-5322(2011)04-0037-04

近年来,中国能源消费量每年均在10亿万吨标准煤以上,2008年中国能源消费总量折合138553万吨标准煤,能源的大量消费使中国在2009年取代美国成为能源第一大进口国,这意味着中国存在巨大的能源缺口,不断攀升的能源需求量与供应量的失衡不仅威胁中国能源安全,并且不利于经济发展。反观2008年上海消费量为10002.97万吨标准煤,占全国总消费量的7.22%,且近年来上海每年能源消费增速均在10%左右。因此,分析影响上海市能源需要的因素对于缓解上海市能源供需矛盾将具有指导意义。

文章基本结构如下:第一部分对于影响能源消费量的因素进行文献回顾;第二部分介绍了IPAT方程与完全分解法;第三部分利用完全分解法对最近十年中影响上海市能源消费量的各个因素进行了实证分析;第四部分是结论和进一步讨论的方向。

文章的贡献在于:以往对于影响能源消费的因素计算过于复杂并且没有充足的理论依据,本文将IPAT公式引入能源消费预测与影响因素计算中,强化了对能源消费进行分析的理论依据;同时完全分解法的应用也填补了此前对于影响上海能源消费的因素研究的空白。

一、研究文献综述

首先,能源消费是影响碳排放的格兰杰原因^[1-2],而二氧化碳的排放是引起全球气温变暖的主要因素,因此减少能源消耗可以减缓全球气温变暖。其次,能源缺口不仅产生对他国的能源依赖,而且国内经济发展极容易受波动的国际能源价格的影响。因此,能源安全与经济发展和环境保护息息相关^[3]。

(一)能源生产率影响因素研究

对于影响中国能源消费量的因素,国内外学者做了大量研究,Guo等运用结构方程对1980-2004年能源结构、技术、管理和能源强度与中国的能源消费量之间的关系进行了分析,研究结果显示技术变革和管理水平在提高能源强度使用中起决定作用,原油使用比率是提高能源强度的主要限制性因素^[4]。董锋等运用灰色关联分析和协整检验法实证探讨了技术进步、产业结构和对外开放程度对中国能源消费量的影响,研究结果表明政府财政用于科学研究的支出和第三产业比对中国能源消费量起到负向作用,外贸依存度对中国能源消费量起到正向作用^[5]。于珍等以制造业为研究对象,针对产业调整路径、幅度对能源消费强度的影响进行了实证分析,研究结果表明

收稿日期:2011-09-30

作者简介:田园宏(1985-),女,山东兖州人,博士研究生,研究方向:城市发展与管理。

通过控制能耗比重大、单位能耗产出地的产业可以有效降低能源消费^[6]。完全分解模型是对分解模型考虑残差之后的改进,最先应用在对 20 世纪 70 到 90 年代影响世界能源使用因素的分析中^[7],随后该模型在研究影响各地能源使用影响因素中得到应用,孙欣和李柏松运用完全分解法分别对中国能源强度和滨海新区能源消费进行分析,得出了强度和经济规模效应在能源消费中所起的主导作用^[8]。完全分解模型的应用为研究影响上海市能源使用效率的因素提供了启示。

(二) IPAT 方程及其应用文献综述

与系统动力学相比,IPAT 方程涵盖了影响环境效应的各个因素,但是方程简单,适合于定量计算。该方程 1971 年由 Ehrlich. P 和 J. Holdren 提出,此后被广泛应用于对人与环境相互关系复杂性和多样性的定量测度中^[9]。何强等运用 IPAT 方程框架研究了北京市人口、经济增长、技术水平和经济结构等因素对生态环境的作用机制,发现北京经济增长给环境带来的负向效应明显超过了技术进步带来的正向效应^[10]。刘扬、陈劲锋运用 IPAT 方程对经济增长与碳排放间关系进行了理论分析,发现碳排放随经济增长的变化,依次遵循碳排放强度、人均碳排放和碳排放总量三个倒 U 型曲线高峰规律^[11]。邱寿丰运用 IPAT 方程,结合情景分析法对中国 2020 年的能源需求量进行了预测^[12]。上述做法为运用 IPAT 方程对上海市能源消耗进行分析提供了借鉴。

二、方法与数据来源

本文以上海市第一、第二、第三产业为研究样本,基于 IPAT 方程,运用完全分解法分析了 2000 - 2009 年各个产业规模、产业结构以及技术进步对能源消费量的影响。数据来源于历年《上海统计年鉴》、《上海市环境年鉴》。

(一) IPAT 方程

本文对能源消费进行完全分解的理论依据是 IPAT 方程,该模型是对能源消费量、人口、人均 GDP 与人均能源消费量四者之间关系进行阐述的一个概念性框架,是一个被广泛认可的环境、人口、技术和经济关系模型^[13]。其表达式如下所示:

$$I = P \times A \times T$$

式中 I, P, A, T 分别代表环境负荷、人口、人均 GDP、单位 GDP 的环境负荷。具体到能源环境分析的能源消费,IPAT 方程可以写成如下形

式^[14]:

能源消费量 = 人口 $\times$ (GDP/人口) $\times$ (能源消费/GDP)

(二) 完全分解法

J. W. Sun 提出的完全分解模型是在完全分解模型的基础上进行的改进,它将残差项按照“共同造成,平均分配”的原则分配到每一个影响因素中去,最终实现无残差的完全分解。本文依据 IPAT 公式,将残差平均分配到影响能源消费的各个因素包括人口数量、人均 GDP 和单位 GDP 带来的能源消费中。其中的人口数量和人均 GDP 可以整合为 GDP 总量一个变量,同时将第一产业、第二产业和第三产业分开考虑,使影响上海能源消费的模型成为三因素模型,这三个因素即产业结构、经济规模和技术进步,表达式如下:

$$I_t = \sum_i P_i \times \frac{G_i}{P_i} \times \frac{I_{it}}{G_{it}} \times \frac{G_{it}}{G_i} = \sum_i G_i \times \frac{I_{it}}{G_{it}} \times \frac{G_{it}}{G_i} \quad (1)$$

其中 Q_i, T_{it}, S_{it} 分别代表 t 时期的各个产业的国民生产总值、能源生产率和该产业在国民总产值中的比重,这三种因素对能源消费的影响分别成为活动效应、强度效应和结构效应^[7]。

在该模型中,因素 Q_i, T_{it} 和 S_{it} 对能源消费量 I_t 的影响表达式如下:

$$Q_{effect} = \Delta Q \sum_i I_i^0 S_i^0 + \frac{1}{2} \Delta Q \sum_i (T_i^0 \Delta S_i + S_i^0 \Delta T_i + \frac{1}{3} \Delta Q \sum_i T_i \Delta S_i) \quad (2)$$

$$T_{effect} = Q^0 \sum_i S_i^0 \Delta T_i + \frac{1}{2} \Delta T (S_i^0 \Delta Q + Q^0 \Delta S_i) + \frac{1}{3} \Delta Q \sum_i T_i \Delta S_i \quad (3)$$

$$S_{effect} = \Delta Q \sum_i T_i^0 \Delta S_i + \frac{1}{2} \Delta S_i (T_i^0 \Delta Q + Q^0 \Delta T_i) + \frac{1}{3} \Delta Q \sum_i T_i \Delta S_i \quad (4)$$

能源变化的总效应即经济规模 Q_{effect} 、技术进步 T_{effect} 和产业结构 S_{effect} 三种效应之和:

$$I_{effect} = Q_{effect} + T_{effect} + S_{effect} \quad (5)$$

三、上海市能源消费影响因素实证分析

2000 - 2009 年间,上海市能源消费总量由 5083.73 万吨上升至 9698.13 万吨,年增幅为 9.08%;在此期间上海市 GDP 总量由 4771.17 亿元增加到 15046.45 亿元,增幅为 21.52%,即能源增加

幅度小于 GDP 增长速度。虽然如此,根据过去十年能源需求增幅预测上海市到 2020 年内能源消费量将增加到 25154.45 万吨,是 2010 年的 2.59 倍。这意味着上海将面临着巨大的能源供应压力。本文实证研究了活动效应、强度效应和结构

效应对上海市能源消费量的影响,其目的在于找出经济规模、技术进步和产业结构哪个是影响上海市能源消费的关键因素,GDP、能源消费值的原始数据来源于《上海市统计年鉴》,研究结果见表 1。

表 1 上海市三次产业能源消费总效应值
Table 1 Total Effect of Shanghai's energy consumption in three industries

产业	各年份中规模、技术、结构总效应值								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
第一产业	10.47	-4.71	2.7	-3.48	-12.05	-3.99	-8.39	7.31	-13.94
第二产业	212.76	226.38	182.04	325.98	217.43	492.79	642.93	456.28	-92.81
第三产业	328.65	325.51	446.38	598.01	590.83	1290.66	979.85	677.53	-304.85

根据表 1,上海市 2001 - 2009 历年能源消费规模、技术和结构效应值中,第一产业效应值占比最小、第三产业总效应值占比最大。这是因为:第一,农业单位产出能耗较低以及农业在上海市产业比重较低;第二,第三产业在上海国民生产总值中所占比重逐步提高。为了推进产业升级建设新

型城市,上海市一直在推动第三产业的发展。从 2005 年起,第三产业在国民生产总值中所占比例达到了 50%,与发达国家服务业占比 70% 相比,上海市还有很大提升空间,因此控制第三产业能源消费将成为未来上海首先考虑的问题。

表 2 上海市三次产业能源消费因素分解
Table 2 Factors that Influence Shanghai's Energy Consumption

三次产业因素分解					
年份	规模效应	技术效应	结构效应	总效应	对能耗影响
2000 - 2001	433.80	-91.72	-13.44	328.65	增加
2001 - 2002	510.09	-154.34	-30.24	325.51	增加
2002 - 2003	868.27	-532.78	110.93	446.38	增加
2003 - 2004	1156.03	-561.13	3.11	598.01	增加
2004 - 2005	918.45	-279.46	-48.15	590.83	增加
2005 - 2006	1028.04	289.71	-27.09	1290.66	增加
2006 - 2007	1475.23	-327.98	-167.39	979.85	增加
2007 - 2008	1148.12	-374.53	-96.07	677.53	增加
2008 - 2009	662.14	-701.33	-265.66	-304.85	减少

根据表 2,历年中规模效应值均为正值,这是因为上海市经济规模总量的增大拉动了能源消费,根据未来十年中人均 GDP 翻两番的目标和每年 1.1% 的人口增速,未来上海市规模拉动能源消费的正效应将不会变。从技术效应来看,2005 - 2006 年第二、三产业的技术效应均为正效应,除此之外,技术效应对上海市能源消费均起着负作用,技术进步减少了能源的耗费用量。从结构效应来看,2002 - 2003 年以及 2003 - 2004 年结构效应推动了能源的消费,这是由于这两年中第二产业比重均在上升,第二产业规模的扩大增加的

能源消费大于其他两个产业规模缩小所减少的能源消费;但是在其他年份,结构效应值均为负值,这与第二产业比重降低是同步的,意味着第二产业比重降低在减少能源消费所起的作用上能够抵消掉第三产业比重提升所带来的能源消费增加量,进一步能够明确第二产业相对于第三产业高能耗较高。从总体上看,上海三次产业总效应除 2009 年外均为正值,即对能源消费均起正向推动作用。其中规模效应起着决定性作用,2009 年上海市能源消费的技术效应和结构效应的负效应值高于规模效应的正值,才使得该年中的总效应为

负值。这意味着虽然技术进步能够减少能源消费,但是由于规模扩张带来的反弹效应将抵消掉前者的成果。

四、结论与政策建议

回顾国内外学者对能源需求进行预测和影响能源消费的各种因素研究的基础上,进一步明确了规模效应、技术效应和结构效应是影响能源消费的三大关键因素。依据 IPAT 方程对上海市 2020 年能源消费量进行了情景分析;同时依据此模型对 2000 - 2009 年间上海市能源消费的三大影响因素进行完全分解,其目的在于找出影响上海市能源消费的关键因素。研究结果发现,未来 10 年上海市能源消费将面临巨大的能源需求。而过去 10 年间影响上海市能源消费的主要正效应是规模效应,主要负效应是技术效应,并且规模增长所带来的反弹效应将能源效率提高带来的技术效应和产业结构调整带来的负向结构效应抵消,致使上海市能源消费总效应为正。这意味着未来上海市只有努力克服反弹效应,严格控制规

模效应才能解决未来上海市能源危机的出路。

首先,异于 2000 - 2009 年的十年间的其他年份,可以看出 2008 - 2009 年之间能源消耗数量下降明显,分析原因可以看出其时规模效应虽然为正,但是相对于其他年份数量减少;技术进步与产业结构调整带来的能效使用率提高速度明显,因此在未来发展阶段为了控制能源排放量,控制经济规模也是不容忽视的一个环节,这与上海经济增长从原来求快到现在求稳的趋势不谋而合。

其次,从历年数据上看技术进步在减少上海市能源效应总量上占比最高,因此能源替代以及新技术、新材料的开发仍是减少能耗的重要手段。未来上海市在新技术的开发与应用上仍需要持续加大投入。

最后,上海市服务业发展迅速使其能源消耗在能源总量中占比逐渐增加,未来上海市将继续加大服务业发展力度,以期缩小与发达国家占比 70% 之间的差距,因此服务业的能源消耗仍处在上升阶段,为了减少能源消耗数量,提高服务业能源效率将是需要解决的问题之一。

参考文献:

- [1] Ugur Soytaş, Ramazan Sari, Bradley T Ewing. Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States [J]. Ecological Economics, 2007, 62: 482 - 489.
- [2] 湛伟, 诸大建, 白竹岚. 上海市工业碳排放总量与碳生产率关系的实证研究[J]. 中国人口资源与环境, 2006, 20(9): 24 - 29.
- [3] John S. Duffield. Germany and energy security in the 2000s: Rise and fall of a policy issue[J]. Ecological Economics, 2009, 37: 4284 - 4292.
- [4] Guo Ju'e, Chai Jian, Xi Youmin. Analysis of Influences between the Energy Structure Change and Energy Intensity in China[J]. China Population, Resources and Environment, 2008, 18(4): 38 - 43.
- [5] 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——基于灰色关联分析 - 协整检验两步法的实证[J]. 中国人口资源与环境, 2010, 20(6): 22 - 27.
- [6] 于珍, 李保明, 施祖麟. 产业结构调整路径、幅度与能源消费[J]. 中国人口资源与环境, 2010, 20(6): 92 - 97.
- [7] Sun J W. Change in energy consumption and energy intensity: a complete decomposition model[J]. Energy Economics, 1998, 20(1): 85 - 100.
- [8] 李柏松, 朱祗熹, 包景岭. 滨海新区能源消费驱动因素完全分解研究[J]. 城市环境与城市生态, 2009, 22(6): 28 - 34.
- [9] 刘刚, 沈镭. 能源环境研究的理论、方法及其主要进展[J]. 地理科学进展, 2009, 25(6): 33 - 41.
- [10] 何强, 吕光明. 基于 IPAT 方程的生态环境影响分析——以北京市为例[J]. 中央财经大学学报, 2008(12): 83 - 88.
- [11] 刘扬, 陈劭锋. 基于 IPAT 方程的典型发达国家经济增长与碳排放关系研究[J]. 生态经济, 2009(11): 218 - 221.
- [12] 邱寿丰. 循环经济规划的生态效率方法及应用——以上海为例[D]. 上海: 同济大学, 2006.
- [13] Ehrlich P R, Ehrlich A H. Population, resources, environment: issues in human ecology[M]. San Francisco: Freeman, 1970: 371.
- [14] 诸大建, 朱远. 循环经济与自然资本稀缺条件下的中国发展[J]. 毛泽东邓小平理论研究, 2008(4): 34 - 40.

(下转第 53 页)

Researches on Several Problems of Embezzlement

DENG Zhong, SHAO Ming

(Political Science and Law East China University, Shanghai 200042, China)

Abstract: Embezzlement is a new crime added in China's Criminal Law which was amended in 1997, different knowledge and controversies on understanding about object of crime, refuse to return and refuse to surrender in embezzlement exist in both theory circle and judicial practice, this article will do researches on those three aspects, so that the essence and traits of embezzlement can be grasped.

Keywords: embezzlement; in commendam; lost property; refuse to return, refuse to surrender

(责任编辑:李开玲)

(上接第40页)

Research on Shanghai's Energy Consumption Based on IPAT Equation and Complete Decomposition Method

TIAN Yuan-hong

(School of Economy Management, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: This paper used completely decomposition method based on IPAT equation to analyze energy consumption of Shanghai from year 2000 to 2009. The result shows that in the past ten years, economy's expansion is the main factor to increase energy consumption in Shanghai, by which the rebound effect reduce the effect of energy consumption decrease caused by structure's adjustment and technology's advancement. Then proper economy scale and abundant structure adjustment is the key to release energy supplement pressure in Shanghai from now on.

Keywords: IPAT equation; complete decomposition method; energy consumption

(责任编辑:李 军)