

中国能源强度变动的区域因素分解分析 ——基于LMDI分解方法

李国璋,王 双

(兰州大学 经济学院,甘肃 兰州 730000)

摘 要:中国区域之间经济发展水平差异较大,能源消费也存在差异,分析影响中国能源强度变动的区域因素能够在区域层面上进一步理解总体能源强度的变动。文章利用对数平均D氏指数技术(LMDI)对1995—2005年中国能源强度变动进行区域因素分解,发现由区域内能源强度所显示的区域内技术进步因素是影响中国能源强度变动的决定因素。

关键词:中国能源强度变化;区域因素分解;区域内技术进步;LMDI

中图分类号:F206;F061.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2008)08-0052-11

一、引 言

2004年,中国能源最终消费量为819.22百万吨标准油,2001—2004年中国最终能源消费量占世界能源最终消费总量的12.42%,仅次于美国(2004年美国能源最终消费量为1600.79百万吨标准油,2001—2004年占世界24.27%),成为世界第二大能源消费国^①。从区域能源消费量看(见图1),1995—2005年,东部地区能源消费总量是中、西部地区的一倍多,且增长较快,中、西部地区能源消费量不仅较为接近,且增长缓慢。可见,中国区域能源消费的地区结构是以东部地区为主,中、西部地区比重较小。但是,东部地区能源强度却远小于中、西部地区(见表3),这不仅与不同区域经济发展水平、发展阶段不同有关,而且反映了不同区域能源使用的技术水平和产业结构。

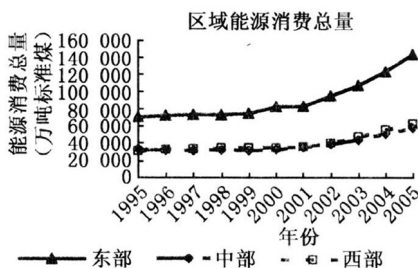


图1 区域能源消费总量

收稿日期:2008--

作者简介:李国璋(1944—),男,北京人,兰州大学经济学院教授;

王 双(1980—),女,甘肃兰州人,兰州大学经济学院博士生。

东部地区经济发展水平较高,产业结构优化升级较早,节约能源使用的第三产业比重较大,因此能源强度较低。中、西部地区产业结构调整较慢,技术水平相对落后,能源强度较高。这种区域能源消费的差异如何作用于中国总体能源强度的变化成为值得研究的问题。本文将分析区域因素对中国能源消费强度的影响,即区域技术效应(区域内能源强度及区域能源强度)和区域结构效应(产业结构效应及产出结构效应)对中国能源强度变动的作用。

二、相关文献综述

Huang(1993)利用乘法代数平均 D 氏指数分解了中国第二产业(分为六个次部门:造纸、化学、建筑、钢铁、机械—电力—电子,其他部门)1980—1988 年的能源强度变化,并将其归结为结构变动效应和能源强度改进效应。他发现能源强度下降的主要贡献来源于次部门能源强度的改进,而由次部门产品结构变动引起的产业结构变动对于能源强度变动贡献不大。Sinton 和 Levine(1994)利用拉氏指数法对中国工业部门 1980—1990 年结构变动和实际强度变动(即技术效应)进行了分析,得出与 Huang 相似的结论。Zhang(2003)利用改进的拉氏指数计算了中国工业部门 1990—1997 年的能源使用情况。他将工业能源消费分解为规模效应、实际的强度效应和结构效应,发现实际的强度效应是主导因素。Fisher Vanden(2004)利用中国工业企业 1997—1999 年的面板数据研究了自 1996 年以来中国绝对能源使用水平及能源强度下降的原因。他们利用乘法代数平均 D 氏指数法对近 2 500 家工业企业的数据进行了分析,发现能源强度变动中由结构变动解释的比例会随着结构分裂的加剧而提升,企业产出比例的变动对总体能源强度的下降解释力较强。他们给出结论:增加的能源价格及研究和开发费用,企业的所有制改革,以及工业结构的变动是中国能源使用减少的主要推动力量。Chunbo Ma, David I. Stern(2006)指出,之前的大多数研究认为,能源强度降低主要由于技术变动造成,但是对能源之间替代效应的作用未进行因素分解。他们利用对数平均 D 氏指数(logarithmic mean Divisia index—LMDI)技术对中国 1980—2003 年能源强度变动进行因素分解,发现 2000 年以来的能源强度增加源于负的技术进步,能源内部的替代效应对能源强度变动的贡献不大。

国内代表性的研究文献主要有:史丹(1999)提出:根据经济发展的一般规律,农业比重下降,工业比重上升是经济起飞过程的主要特征,通过经济结构变动,不仅可以实现经济增长,而且可以降低单位 GDP 能耗。他通过分析指出,中国在能源弹性系数较小的条件下实现高速经济增长主要是由于经济结构的变动降低了单位 GDP 能耗。吴巧生,成金华(2006)运用拉氏指数及其分解模型对中国能源强度进行分解,得出结论:1980 年以来,中国能源使用效率虽然有了很大提高,但与发达国家相比,能源强度仍有很大的下降空间。中国

能源强度下降主要是各产业能源使用效率提高的结果。相对于效率份额,结构份额对能源强度的影响较小,产业结构调整对降低能源强度的作用是负面的。齐志新,陈文颖(2006)应用拉氏因素分解法分析了 1980—2003 年中国能源强度以及 1993—2003 年工业部门能源强度下降的原因,指出技术进步是能源效率提高的决定因素。高振宇(2007)利用对数平均 D 氏指数法对中国“六五”时期以来生产用能源消费情况进行分解分析,指出相比产业结构变动来说,产业内能源效率的提高是能源节约的主要原因。

综上,对中国能源强度因素分析使用的方法有所不同,得出的结论也存在差异,但是由于拉氏指数法本身存在残差项难以解释的问题,因此选用拉氏指数法的研究成果是否能够说明问题存在着一定的置疑。相比而言,D 氏指数方法较为合理,利用 D 氏指数法分析能源强度的变动更有说服力。从上述文献可看出,对于能源强度变动的分析多为针对中国总体能源强度,缺乏对中国各个区域之间的差异比较。中国区域之间经济发展水平差异较大,能源消费也存在不同,因此分析影响中国能源强度变动的区域因素能够在区域层面上进一步理解总体能源强度的变动,并通过对区域之间能源强度变动的比较针对不同区域给出具体的能源使用战略,提高区域能源使用效率。本文拟利用 Chunbo Ma 和 David I.Stern(2006)选用的对数平均 D 氏指数方法(LMDI)对中国能源强度变动的区域因素进行分解。

三、模型分析

Ang B.W.,Na Liu(2007)利用美国农业、货物运输和旅客运输部门的数据对能源分解分析的 IEA(international energy agency)模型与修正的费雪理想指数法(modified Fisher ideal index method)、代数平均 D 氏指数法(arithmetic mean Divisia index method)、对数平均 D 氏指数法 I(logarithmic mean Divisia method I)、对数平均 D 氏指数法 II(logarithmic mean Divisia method II)进行了对比分析,得出结论:拉氏指数法中的残差项不能被忽略,因为较大的残差项会影响结果,因此拉氏指数法以及基于拉氏指数法的 IEA 模型存在着明显的缺陷。当残差项比较大时,说明结构变量和(或)能源强度变量存在较大变动(虽然其他因素也可能在起作用),而相比 IEA 国家来说,发展中国家结构变量或能源强度变量的变动在一段时间内较为持续,因此拉氏指数法(包括 IEA 模型)是否适用于发展中国家进行指数分解分析值得探讨。所以,我们选用基于 D 氏指数法的 LMDI 技术进行分析。

Aug(2004)提出 LMDI 方法具有以下优势:(1)LMDI 能够给出较为合理的因素分解,结果不包括不能解释的残差项,使模型更有说服力。(2)利用乘法分解的结果有如下加法特性: $\ln(D_{\text{tot}}) = \ln(D_{x_1}) + \ln(D_{x_2}) + \cdots + \ln(D_{x_n})$ 。(3)加法分解和乘法分解之间存在一个简单的对应关系:对于所有的 k,有

$\Delta V_{\text{tot}}/\ln D_{\text{tot}} = \Delta V_{\text{sk}}/\ln D_{\text{sk}}$, 这样两种方法得到的结果能够相互转化, 而不必非要选择其中之一。(4)LMDI 方法中, 分部门效应加总与总效应保持一致, 即不同的分部门效应总和与各个部门作用于总体水平上获得的总效应相一致, 这一点在多层次分析中十分有用, 比如总体的产业活动能够分为次产业活动, 国家能够分为区域等, 这就提供了分析经济集团内部效应对比的依据, 因此更适合于能源强度变动的区域因素分析。LMDI 方法具体实现步骤如下:

设 V 为能源表达的总量, 在一个时间跨度内有 n 个因素对 V 的变化起作用, 每一个 n 对应一个变量, 即有 n 个变量, $x_1, x_2, \dots, x_n$ 。下标 i 表示总量指标的次级分类, 用于进行结构变化的分析。在次级分类的水平上, 存在关系: $V_i = x_{1,i} x_{2,i} \dots x_{n,i}$ 。一般地, 指数分解定义为:

$$V = \sum_i V_i = \sum_i x_{1,i} x_{2,i} \dots x_{n,i} \quad (1)$$

0 时期总量的变化为: $V^0 = \sum_i x_{1,i}^0 x_{2,i}^0 \dots x_{n,i}^0$, 时期 T 为: $V^T = \sum_i x_{1,i}^T x_{2,i}^T \dots x_{n,i}^T$ 。利用乘法分解, 将变化率分解为:

$$D_{\text{tot}} = V^T/V^0 = D_{x1} D_{x2} \dots D_{xn} \quad (2)$$

利用加法分解, 将差分分解为:

$$\Delta V_{\text{tot}} = V^T - V^0 = \Delta V_{x1} + \Delta V_{x2} + \dots + \Delta V_{xn} \quad (3)$$

下标 tot 表示总的变化, 公式(3)右边表示每个因素的效应。

在对数平均 D 氏指数(LMDI)方法中, 公式(2)及(3)右边对应的第 k 个因素的效应表示为:

$$\begin{aligned} D_{xk} &= \exp \left[\sum_i \frac{L(V_i^T, V_i^0)}{L(V^T, V^0)} \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) \right] \\ &= \exp \left[\frac{(V^T - V^0)/(\ln V^T - \ln V^0)}{(V^T - V^0)/(\ln V^T - \ln V^0)} \times \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) \right] \end{aligned} \quad (4)$$

$$\Delta V_{xk} = \sum_i L(V_i^T, V_i^0) \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) = \sum_i \frac{V_i^T - V_i^0}{\ln V_i^T - \ln V_i^0} \ln \left(\frac{x_{k,i}^T}{x_{k,i}^0} \right) \quad (5)$$

其中: $L(a, b) = (a - b)/(\ln a - \ln b)$ (Aug(2004)定义)。

遵循上述过程和 Chunbo Ma、David I. Stern(2006)的分析框架, 我们将总的能源强度变动分解如下:

$$I = \sum_i \sum_j I_i I_{ij} S_{ij} R_i \quad (6)$$

其中: I 表示总的能源强度, I_i 表示第 i 地区的能源强度, I_{ij} 表示第 i 地区第 j 产业的能源强度, S_{ij} 表示第 j 产业在第 i 地区的产出份额, R_i 表示第 i 地区的总产出份额。(6)式经过变形, 得到能源强度变动的因素分解:

$$\Delta I_{\text{tot}} = \sum_i \sum_j L(w_{ij,t-1}, w_{ij,t}) \ln \left(\frac{I_{it}}{I_{i,t-1}} \right) + \sum_i \sum_j L(w_{ij,t-1}, w_{ij,t}) \ln \left(\frac{I_{ijt}}{I_{ijt-1}} \right)$$

$$+ \sum_i \sum_j L(w_{ijt-1}, w_{ijt}) \ln \left(\frac{S_{ijt}}{S_{ijt-1}} \right) + \sum_i \sum_j L(w_{ijt-1}, w_{ijt}) \ln \left(\frac{R_{it}}{R_{it-1}} \right) \\ = \Delta I_{techr} + \Delta I_{techi} + \Delta I_{indu} + \Delta I_{regi} \quad (7)$$

其中: $w_{ij} = I_i \times I_{ij} \times S_{ij} \times R_i$, $L(w_{ijt-1}, w_{ijt})$ 称为对数平均权数, $L(w_{ijt-1}, w_{ijt}) = \frac{w_{ijt} - w_{ijt-1}}{\ln w_{ijt} - \ln w_{ijt-1}}$ (Aug, 2004), 则 ΔI_{tot} , ΔI_{techr} , ΔI_{techi} , ΔI_{indu} 和 ΔI_{regi} 分别表示: 总的能源强度变动, 区域能源强度变动, 区域内能源强度变动, 区域内产业结构转变及区域产出结构转变, 其中 ΔI_{techr} 、 ΔI_{techi} 反映了区域强度效应(即技术进步, 包括区域之间—— ΔI_{techr} 和区域内部—— ΔI_{techi})、 ΔI_{indu} 和 ΔI_{regi} 反映区域结构效应。

四、数据处理及结果

将中国分为东、中、西三个区域, 利用 1995—2005 年的数据计算能源强度的区域变动。划分标准以《中国统计年鉴》(2006 年) 为准: 东部地区为北京市、天津市、河北省、上海市、江苏省、浙江省、福建省、山东省、广东省、海南省、辽宁省、吉林省、黑龙江省(将东北地区归入东部地区); 中部地区为山西省、安徽省、江西省、河南省、湖北省、湖南省; 西部地区为内蒙古自治区、广西壮族自治区、重庆市、四川省、贵州省、云南省、西藏自治区、陕西省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区(西藏缺失地区能源数据)。在产业层次上, 划分为第一产业、第二产业和第三产业, 标准仍以《中国统计年鉴》(2006 年) 为准。Chunbo Ma 和 David I. Stern(2006) 认为, 理论上利用单位总产出计算的能源强度比利用产出增加值计算的能源强度更为理想, 但是由于总产出数据存在对中间产品的重复统计问题, 无法满足部门产出总和与总产出相等的条件, 因此建议采用产出增加值计算能源强度, 我们采纳其建议。具体数据来源于历年中国统计年鉴、中国能源统计年鉴。为保持区域数据计算的一致性, 能源强度都采用历年能源消费总量与历年可比价 GDP(以 1981 年为基年, 以下均同) 的比值计算得到。

公式(6)中计算需要的指标如下:

I_i ——第 i 地区的能源强度, 用东中西区域的单位 GDP 能耗表示, 采用各地区能源消费总量加总得到区域能源消费总量, 其与区域 GDP 的比值表示某区域的能源强度。 I_{ij} ——第 i 地区第 j 产业的能源强度, 采用各地区某次产业能源消费总量加总得到区域某次产业能源消费总量, 其与该区域某次产业总产值的比值即得到某地区某产业的能源强度, 但是由于各地的分产业能源消费量数据无法获得, 我们用如下方法计算: 利用《中国能源统计年鉴》中的分行业能源消费总量加总得到三次产业的能源消费总量(具体为: 第一产业为农、林、牧、渔、水利业; 第二产业为工业、建筑业加总; 第三产业为交通运输业、仓

储和邮政业,批发、零售业和住宿、餐饮业及其他行业加总),以某地区相应产业比重为权数,近似得到某地区某产业能源消费总量,与该区域该产业总产值相比得到某地区某产业能源强度。 S_{ij} ——第 j 产业在第 i 地区的产出份额,用某一区域各地区某次产业产值加总占本区域 GDP(本区域各地区 GDP 加总值)的比重表示。 R_i ——第 i 地区的总产出份额,用某一区域 GDP(本区域各地区 GDP 加总值)占全国 GDP 比重表示。利用公式(7),计算得到结果如下:

表 1 能源强度区域因素分解(1995—2005 年)(万吨标准煤/万元)

年份	ΔI_{tot}	ΔI_{techr}	ΔI_{techi}	ΔI_{indu}	ΔI_{regi}
1995—1996	-8.3382	-4.2798	-6.6892	1.7771	0.8536
1996—1997	-6.0707	-3.0612	-3.6905	0.3295	0.3515
1997—1998	-4.1477	-1.8980	-2.2237	0.0943	-0.1203
1998—1999	-3.3929	-1.4992	-1.5229	-0.1371	-0.2337
1999—2000	-2.7505	-0.8020	-1.9875	0.1617	-0.1227
2000—2001	-2.3681	-0.7965	-1.2753	-0.2066	-0.0897
2001—2002	-1.3133	0.3686	-1.9153	0.0964	0.1369
2002—2003	-1.4608	0.2656	-2.3636	0.3517	0.2855
2003—2004	-1.0969	0.4662	-2.3104	0.3183	0.4291
2004—2005	-1.5098	-0.0036	-1.8422	-0.0604	0.3962
1995—2005	-32.4489	-11.2400	-25.8205	2.7249	1.8866

注:(1)根据《中国统计年鉴》(1995—2006 年)、《中国能源统计年鉴》(1997—1999 年、2004 年、2005 年、2006 年)计算得出。(2)负值表示增加能源强度变动,即减少能源强度。(3) ΔI_{tot} 、 ΔI_{techr} 、 ΔI_{techi} 、 ΔI_{indu} 和 ΔI_{regi} 分别表示总的能源强度变动、分区域能源强度变动、区域内能源强度变动、区域内产业结构转变及区域产出结构转变。

表 2 能源强度区域因素分解(%)

年份	ΔI_{tot}	ΔI_{techr}	ΔI_{techi}	ΔI_{indu}	ΔI_{regi}
1995—1996	1.0000	0.5133	0.8022	-0.2131	-0.1024
1996—1997	1.0000	0.5043	0.6079	-0.0543	-0.0579
1997—1998	1.0000	0.4576	0.5361	-0.0227	0.0290
1998—1999	1.0000	0.4419	0.4488	0.0404	0.0689
1999—2000	1.0000	0.2916	0.7226	-0.0588	0.0446
2000—2001	1.0000	0.3364	0.5385	0.0872	0.0379
2001—2002	1.0000	-0.2807	1.4583	-0.0734	-0.1043
2002—2003	1.0000	-0.1818	1.6181	-0.2408	-0.1955
2003—2004	1.0000	-0.4250	2.1064	-0.2902	-0.3912
2004—2005	1.0000	0.0024	1.2201	0.0400	-0.2624
1995—2005	1.0000	0.3464	0.7957	-0.0840	-0.0581

注:(1)根据《中国统计年鉴》(1995—2006 年)、《中国能源统计年鉴》(1997—1999 年、2004 年、2005 年、2006 年)和《新中国 50 年统计资料汇编》计算得出。(2)负值表示对总的能源强度变动起反向作用,例如,若在表 1 中总的能源强度变动为正,即强度是增加的,而此表中某因素分解后百分比为负,则表示对总的能源强度起降低作用。(3)同表 1。

表 1、图 2 表示中国能源强度变动区域因素的分解结果。从总体结果来看:总的能源强度变动都是负值即能源强度在不断下降,且呈现逐渐减小的趋势,说明总的能源强度变动趋缓(2002—2003 年有所上升),能源强度波动减小。

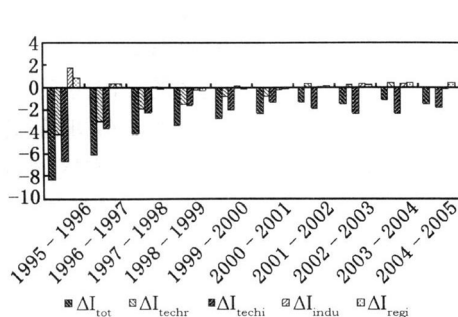


图 2 能源强度变动区域因素分解

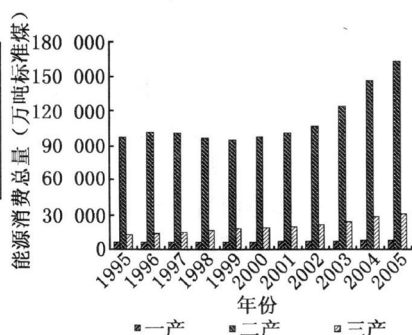


图 3 分产业能源消费总量

从因素分解结果看,自 1995 年 ΔI_{techr} 减少,2001 年开始增加(2004 年减少),说明区域能源强度对总的能源强度变动的影响逐渐增加,区域能源使用的差异在逐步扩大且推动总体能源强度上升。 ΔI_{techi} 一直是负值(即减少总的能源强度变动)且绝对值最大,说明区域内能源强度的变动是降低总体能源强度变动的主要因素,而区域内能源强度体现了区域技术水平,因此区域内技术进步对中国能源强度的影响较大。这与 Huang(1993),Sinton 和 Levine(1994)及 Chunbo Ma 和 David I.Stern(2006)的研究结果一致,即技术进步是中国能源强度变动的主要因素。 ΔI_{indu} 对能源强度的累积作用为 2.7249,说明区域内产业结构的转变增加了总的能源强度变动,主要原因在于:产业结构的优化升级使得能源密集型的第二产业比重上升,增加了能源需求,加剧了能源强度的变动。图 3 表示的是三次产业对能源的消费量,第二产业对能源的需求明显大于第一、第三产业,这是因为第二产业中工业、制造业等都是能源密集型产业,能源投入是主要的要素投入。 ΔI_{regi} 表示的是区域产出结构因素对能源强度的影响,其只在 1997—2001 年对能源强度的变动作用为减低,其他年份都是增加作用,且从 2003 年开始呈现出加大的态势,表明区域发展的不平衡加剧了能源使用的区域差异,这种不平衡一定程度上体现在区域能源消费总量上。从区域能源消费总量上看,东部地区占绝对优势,原因在于东部地区产业结构中第二产业比重较大,高于中、西部地区(见表 4),而第二产业是能源密集型产业,对能源使用依赖较大,因此东部地区能源消费量较多。但是,东部地区的能源强度明显小于中、西部地区(西部地区的能源强度最高)(见图 4),充分说明东部地区使用能源的技术先进,能源效率(以能源强度的倒数表示)高于中、西部地区。中、西部地区尤其是西部地区由于技术落后,虽然能源消费量小于东部地区,但能源强度仍然较高,也说明了技术效应是能源强度变动的主要决定因素。

表 2 结果更为清晰,累积的区域内能源强度因素对总的能源强度变动解释了 79.57%,是能源强度变动的主要解释因素。其次是区域能源强度,其累积解释为 34.64%,而区域内产业结构转变和区域产出结构转变的解释力较弱,两项累积加总只能解释总的能源强度变动的 14.21%,其中区域内

产业结构转换因素相对高些,占 8.4%,区域产出结构转变因素仅占 5.81%,其作用最小。由此,由区域内能源强度所显示的区域内技术效应是能源强度变动的主要因素,区域间技术效应次之,而区域内产业结构转换和产出结构转变表示的区域结构变动对能源强度变动的作用较弱。

表 3 区域能源强度

年份	东部	中部	西部
1995	5.6615	7.7180	8.1243
1996	5.2097	6.5547	7.7009
1997	4.7914	5.7933	7.2736
1998	4.3585	5.4757	6.9573
1999	4.1226	5.0897	6.6477
2000	4.1117	4.9548	6.1902
2001	3.7305	5.1396	5.8021
2002	3.8068	5.2520	5.9071
2003	3.7636	5.2791	6.2067
2004	3.8625	5.3824	6.4779
2005	3.9317	5.3059	6.4715

注:数据来源同表 2 注(1)。

表 4 区域产业比重

年份	东部一产 ^a	东部二产 ^a	东部三产 ^a	中部一产 ^a	中部二产 ^a	中部三产 ^a	西部一产 ^a	西部二产 ^a	西部三产 ^a
1995	0.1651	0.4996	0.3449	0.2685	0.4372	0.2976	0.2497	0.3556	0.2867
1996	0.1602	0.4905	0.3494	0.2609	0.4445	0.2946	0.2797	0.4065	0.3138
1997	0.1475	0.4918	0.3606	0.2460	0.4517	0.3023	0.2666	0.4106	0.3227
1998	0.1404	0.4883	0.3728	0.2335	0.4566	0.3219	0.2545	0.4102	0.3354
1999	0.1301	0.4875	0.3826	0.2175	0.4467	0.3419	0.2379	0.4101	0.3520
2000	0.1174	0.4945	0.3882	0.2024	0.4459	0.3517	0.2226	0.4151	0.3623
2001	0.1089	0.4739	0.3863	0.2019	0.4671	0.3713	0.2046	0.3966	0.3728
2002	0.1016	0.4737	0.3891	0.1916	0.4724	0.3724	0.1943	0.4004	0.3746
2003	0.0925	0.4934	0.3756	0.1713	0.4764	0.3708	0.1878	0.4151	0.3658
2004	0.0913	0.5115	0.3618	0.1809	0.4839	0.3501	0.1877	0.4276	0.3491
2005	0.0856	0.5130	0.4015	0.1667	0.4677	0.3656	0.1769	0.4279	0.3952

注:数据来源同表 2 注(1)。

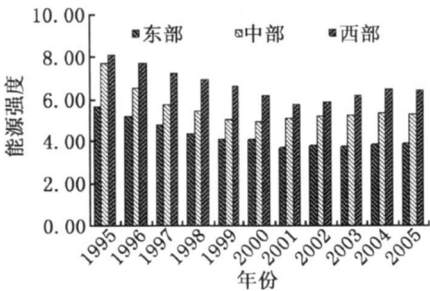


图 4 区域能源强度

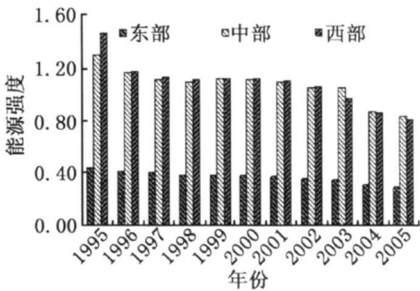


图 5 区域第一产业能源强度

更进一步,具体分析区域内能源强度因素的影响。图 5 至图 7 给出了区域内(产业)能源强度的比较。东部地区的三次产业能源强度都远低于中西部地区,且变动不大,尤其是 2001 年后变动更小。分产业看,东部地区第一产业能源强度较为稳定,保持在 0.4 以下(1995 年大于 0.4,为 0.4415)。虽然东部地区第二产业能源强度的变动较第一产业来说稍大,但相比中部和西部地

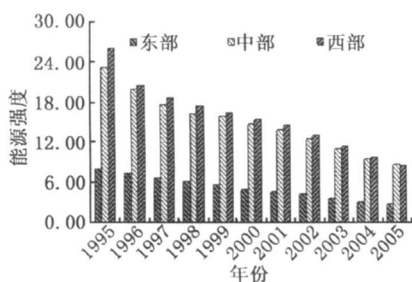


图 6 区域第二产业能源强度

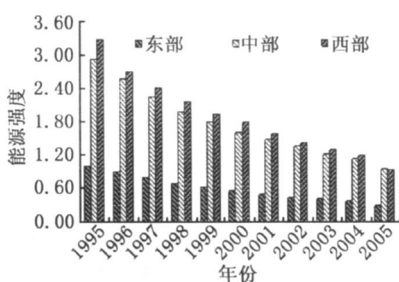


图 7 区域第三产业能源强度

区来说仍然不大,从 1995 年的 7.8215 到 2005 年的 2.6042,10 年间下降了约 66.7%,年平均下降约 10.4%,在第二产业比重不断上升的情况下(见表 4),显示出东部地区第二产业能源效率在不断提高。东部地区第三产业能源强度的下降更为显著,1995 年东部地区第三产业能源强度为 0.9944,到 2005 年下降为 0.2921,10 年间下降了 70.63%,超过了第一产业和第二产业的下降速度,成为东部地区能源强度下降的决定因素。

中、西部地区产业能源强度呈现出如下特点:两地区第一产业能源强度较为接近,下降趋势不大;第二、第三产业能源强度下降趋势明显,中部地区从 1995 年的 23.1223 到 2005 年的 8.5312,10 年间下降了 63.10%,西部地区由 1995 年的 25.966 到 2005 年 8.4295,10 年平均下降了 67.54%(西部地区超过了东部地区);中部地区第三产业能源强度从 1995 年到 2005 年下降了 67.87%,西部地区为 71.66%,都大于第二产业,是能源强度下降的主导因素。

总之,从区域内来看,第三产业能源强度下降最快(东、中、西依次为:70.63%、67.87%、71.66%),其次是第二产业(东、中、西依次为:66.7%、63.1%、67.54%),下降最慢的是第一产业(东、中、西依次为:34.06%、36.41%、44.86%),说明第三产业能源强度对总的能源强度变动贡献最多。西部地区能源强度下降速度超过了东、中部地区,这更令人关注,说明西部地区能源使用质量在逐步提高,经济快速增长过程中没有出现过度的能源消耗。

五、结论和政策含义

我们采用 LMDI 方法将中国总体能源强度变动分解为区域能源强度变动、区域内产业能源强度变动、区域内产业结构转变及区域产出结构转变,分别反映区域强度效应(即技术进步,包括区域之间及区域内部)和区域结构效应,遵循 Aug(2004)、Chunbo Ma 和 David I. Stern(2006)的分析框架,分析了 1995—2005 年中国能源强度变动的区域因素,得到如下结论:

累积的区域内能源强度因素是能源强度变动的主要解释因素。其次是区域能源强度,而区域内产业结构转变和区域产出结构转变的解释力较弱。因

此,由区域内能源强度所显示的区域内技术效应是能源强度变动的主要因素,区域间技术效应次之,区域内产业结构转换和区域产出结构表示的区域结构变动因素对能源强度变动的作用不显著。对区域内能源强度的分解发现,三大区域中第三产业能源强度下降的速度最快,其次是第二产业,下降最慢的是第一产业,说明第三产业能源强度下降对能源强度变动起主要作用。

由此,得出的政策含义是:

第一,由于区域内产业能源强度显示的区域内技术进步因素是能源强度变动的决定因素,因此,加快产业技术进步,提升产业能源产出水平,尤其是能源密集型的第二产业,促进各产业能源节约使用是区域能源使用战略的关键。

第二,从分产业能源强度看,三大区域中第三产业能源强度下降速度最快,对总的能源强度变动贡献最多,因此进一步加大第三产业的能源节约力度,开发和引进能源节约型的先进技术,能够有力地降低区域能源强度。

第三,区域内产业结构和区域产出结构的转变对能源强度变动的解释力不强,说明区域产业结构优化升级滞后,产业结构的调整效应不能够及时促进能源强度的变动,能源节约型的第三产业在区域产业结构中比重不大,能源密集型的第二产业比重较大,从一定程度上使得能源强度下降幅度不大,因此,加快区域内产业结构转变仍是经济结构调整的重要任务。

第四,东部地区能源强度远低于中、西部地区,这体现出东部地区较为重视对能源的节约使用,较多地采用了节约能源使用的先进技术,因此中、西部地区应借鉴学习东部地区在能源节约方面的措施和做法,适当引进东部地区及国外的先进技术,加快能源节约技术的发展,进一步促进能源的节约使用,不断降低区域能源强度。

我们的结论表明区域内的技术进步是决定中国能源强度变动的主要因素,而一般认为结构因素对中国能源强度的变动影响更大,结构改革包括产业结构、产品结构的优化带来了巨大的节能效益,诸如信息、电子、生物工程等高科技产业的迅猛发展更是降低了对能源的消耗并进一步提高了能源使用效率(史丹,1999;张宗成、周猛,2004;等)。但是大量实证却发现,技术进步是能源强度变化的决定因素(Huang,1993;Sinton 和 Levine,1994;Chunbo Ma 和 David I. Stern,2006;吴巧生、成金华,2006;齐志新、陈文颖,2006;高振宇、王益,2007;等)。对此的解释是:产业结构变迁的速度比较缓慢,用10年时间跨度来考察产业结构的变迁显然无法体现出产业结构变动的长期作用效果,但是一般的实证研究时间跨度都在10年左右(本文研究的时间跨度也是10年),因此很难观察到结构调整的决定作用(齐志新、陈文颖,2006),而技术进步效应在短时期内效果明显,所以技术进步效应在短期内对能源强度变动的作用较为显著。鉴于此,本文的后续研究应考虑更长的时间跨度,以体现结构效应在能源强度变动中的长期作用,便于更准确地把握中国能源强度的变动。

注释:

①数据来源:《中国能源统计年鉴》(2006 年);世界历年能源最终消费量统计(2001—2004 年)。

参考文献:

- [1]Ang B W. Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method? [J]. Energy Policy, 2004, (32): 1131—1139.
- [2]Ang B W, Na Liu. Energy decomposition analysis: IEA model versus other methods [J]. Energy Policy, 2007, (35): 1426—1432.
- [3]Chunbo Ma, David I Stern. China's Changing Energy Intensity Trend: A Decomposition Analysis[Z]. Working Papers, Rensselaer Polytechnic Institute, 2006.
- [4]Karen Fisher-Vanden, Gary H Jefferson, Hongmei Liu, et al. What is driving China's decline in energy intensity? [J]. Resource and Energy Economics, 2004, (26): 77—97.
- [5]Hua Liao, Ying Fan, Yi-Ming Wei. What induced China's energy intensity to fluctuate: 1997—2006? [J]. Energy Policy, 2007, (35): 4640—4649.
- [6]Huang J P. Industry energy use and structural change: a case study of The People's Republic of China[J]. Energy Economics, 2007, (15): 131—136.
- [7]Zhang Z. Why did the energy intensity fall in China's industrial sector in the 1990s? The relative importance of structural change and intensity change[J]. Energy Economics, 2003, (25): 625—638.
- [8]高振宇,王益. 我国生产用能源消费变动的分解分析[J]. 统计研究, 2007, (3): 52—57.
- [9]齐志新,陈文颖. 结构调整还是技术进步? ——改革开放后我国能源效率提高的因素分析[J]. 上海经济研究, 2006, (2): 8—16.
- [10]史丹. 结构变动是影响我国能源消费的主要因素[J]. 中国工业经济, 1999, (11): 38—43.
- [11]吴巧生,成金华. 中国工业化中的能源消耗强度变动及因素分析——基于分解模型的实证分析[J]. 财经研究, 2006, (6): 75—85.
- [12]张宗成,周猛. 中国经济增长与能源消费的异常关系分析[J]. 上海经济研究, 2004, (4): 41—66.

Regional Factor Decompositions in China's Energy Intensity Change: Base on LMDI Technique

LI Guo-zhang, WANG Shuang

(School of Economics, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: In this paper, we use logarithmic mean Divisia index (LMDI) technique to decompose regional energy intensity changes for the period 1995—2005. We find that the dominant contributor to the decline of total energy intensity is the technological change within regions, which is shown as the accumulated energy intensity within region.

Key words: China's energy intensity; regional factor decomposition analysis; the technological progress within region; LMDI

(责任编辑 许 柏)