

基于 LMDI 模型的 CO₂ 排放影响因素研究 ——以江苏省为例

刘洪久^{1,2,3} 胡彦蓉¹ Robert Rieg² 马卫民³

¹ (常熟理工学院, 常熟 215500) ² (Hochschule Aalen, Aalen, 德国 73430)

³ (同济大学, 上海 200092)

摘要 本文采用 Kaya 及其扩展模型将 CO₂ 排放影响因素划分为产业能源强度、生活能源强度、能源结构、产业结构、人均产出、人居收入和人口总数 7 个方面。根据 1995~2009 年江苏省一、二、三产业和居民生活部门的 12 种能源消费数据, 利用 LMDI 模型分解计算出 7 个因素的 CO₂ 排放量和贡献值。研究表明, 1995~2009 年江苏省 CO₂ 排放量总体呈上升趋势; 人均产出、人居收入和人口总数对 CO₂ 排放起到正向驱动作用, 产业能源强度、生活能源强度、能源结构、产业结构起到负向驱动作用, 人均产出和产业能源强度分别是影响 CO₂ 排放的正向和负向主导因素。降低 CO₂ 排放量, 需要通过提高产业能源强度、调整产业结构、能源结构和促进居民生活方式和消费模式的转变, 要坚持计划生育的基本国策。

关键词 CO₂ 排放 影响因素 LMDI 模型 江苏

DOI: 10.3969/j.issn.1004-910X.2012.04.006

中图分类号 F205 文献标识码 A

引言

气候变化影响着人类生存和发展, 以石油、煤、天然气为主的化石燃料燃烧产生的 CO₂, 是地球气候变暖的最主要因素^[1]。为了减少温室气体对气候的影响, 英国政府 2003 年在其能源白皮书《我们能源的未来: 创建低碳经济》中提出了低碳经济的概念, 美国政府也于 2007 年提出了《低碳经济法案》^[2]。作为 CO₂ 排放量最大的国家, 我国提出到 2020 年单位国内生产总值 CO₂ 排放比 2005 年下降 40%~45%, 并把控制温室气体排放目标作为各级政府制定中长期发展战略、规划的重要依据^[3]。在此形势下, 江苏省提出到 2015 年, CO₂ 排放量比“十一五”末降低 18% 以上。为了实现这个目标, 有必要研究影响江苏省 CO₂ 排放量的增长的各种因素及其对 CO₂ 排放的影响程度, 研究各个时期 CO₂ 排放量的变化显现出的特征和规律, 从而为江苏省低碳经济的发展提出

相应的建议。

当前国内外对于碳排放影响因素的研究较多。刘竹通过计算脱钩指数, 对陕西等 5 省份 1995~2008 年经济增长与 CO₂ 排放关系进行了脱钩分析^[4]; 庄贵阳使用 Tapio 脱钩指标分析了 20 个温室气体排放大国在不同时期的脱钩特征^[5]。Li 应用 Shephard 的输出距离函数, 采用数据包络分析 (DEA) 的方法, 分解出影响碳排放的 7 个因素^[6]。李娜、Wang、Weber 等人利用动态 CGE 模型、投入产出 (I-O) 模型研究区域经济、人口规模、碳排放税、技术进步、城市化规模、国际贸易等因素对碳排放的影响^[7-9]。Cline、主春杰等学者通过环境库兹涅茨曲线判断, 协整检验和 Granger 因果检验, 从中国碳排放总量、区域碳排放差异及时间序列的经济发展与 CO₂ 排放的协整型和相互关系角度进行了研究^[10-11]。Ang 等学者提出对数平均权重分解法 (LMDI) 对碳排放量进

收稿日期: 2012-02-14

基金项目: 国家自然科学基金 (项目编号: 71071113), 江苏省高校哲学社会科学基金项目 (项目编号: 2010SJB790001)。

作者简介: 刘洪久, 常熟理工学院副教授, 博士, 德国 Hochschule Aalen 大学访问学者, 同济大学博士后。研究方向: 管理决策、区域经济。胡彦蓉, 常熟理工学院管理学院讲师。研究方向: 品牌价值评估。Robert Rieg, 德国 Hochschule Aalen 大学教授。研究方向: 企业管理。马卫民, 同济大学经济与管理学院教授。研究方向: 管理决策。

行因素分解^[12], Dhakal 等人应用此方法对北京和上海在 1985~ 1998 年期间的 CO₂ 排放影响因素进行了研究^[13], 李磊等对新疆 1994~ 2007 年工业二氧化碳排放强度变动进行了分解分析^[14]。

由于 LMDI 能解决分解残差以及数据 0 值和负值问题, 比较适合进行时间序列分析, 因而在 CO₂ 排放实证研究领域应用较为广泛。所以本文采用该方法研究江苏省 CO₂ 排放的影响因素和变化规律。

1 模型构建和数据来源

1.1 LMDI 模型构建

LMDI 模型构建与 Kaya 模型密切相关。Kaya 模型由日本学者 Yoichi Kaya 提出。该模型将政策、经济和人口因素与 CO₂ 排放之间的关系表达为公式 (1):

$$ECO_2 = \frac{CO_2}{PE} \# \frac{PE}{GDP} \# \frac{GDP}{POP} \# POP \quad (1)$$

式中: POP、GDP、PE、ECO₂ 分别表示国内人口总量、国内生产总值、一次能源消费总量和 CO₂ 排放量^[15]。

由于影响碳排放的因素除人口数量、能源消费规模和经济产出因素外, 能源结构、产业类型、能源强度等都与 CO₂ 排放有密切的关系。综合考虑国内外学者的研究, 将 Kaya 模型扩展为公式 (2):

$$TC = \prod_{i=1}^3 \prod_{j=1}^{12} \left[\frac{C_{ij}}{PE_{ij}} \# \frac{PE_{ij}}{PE_i} \# \frac{PE_i}{GDP_i} \# \frac{GDP_i}{GDP} \# \frac{GDP}{POP} \# POP \right] \quad (2)$$

这里, TC 代表 CO₂ 排放总量。i 代表不同的产业类型, 即一、二、三产业, i = 1, 2, 3。j 代表不同的能源类型, 包括原煤、洗精煤、焦炭、焦炉煤气、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气、其他石油制品和天然气 12 种燃料, j = 1, 2, ..., 12。C_{ij} 代表第 i 个产业中第 j 种能源 CO₂ 排放量; PE_{ij} 代表第 i 个产业中第 j 种能源的消费量; PE_i 表示第 i 个产业的能源消费量; GDP_i 表示第 i 个产业的国内生产总值。公式 (2) 没有考虑居民生活部门的影响, 如果考虑该因素, 则公式 (2)

转变为公式 (3):

$$TC = \prod_{i=1}^3 \prod_{j=1}^{12} \left[\frac{C_{ij}}{PE_{ij}} \# \frac{PE_{ij}}{PE_i} \# \frac{PE_i}{GDP_i} \# \frac{GDP_i}{GDP} \# \frac{GDP}{POP} \# POP \right] + \prod_{i=4}^2 \prod_{j=1}^{12} \left[\frac{C_{ij}}{PE_{ij}} \# \frac{PE_{ij}}{PE_i} \# \frac{PE_i}{TIP} \# \frac{TIP}{POP} \# POP \right] \quad (3)$$

这里 TIP 代表居民总收入。令,

$$UE_{ij} = \frac{C_{ij}}{PE_{ij}}, \quad ES_{ij} = \frac{PE_{ij}}{PE_i}, \quad EUG_i = \frac{PE_i}{GDP_i}, \quad IS_i = \frac{GDP_i}{GDP}, \quad AG = \frac{GDP}{POP}, \quad EUI_i = \frac{PE_i}{TIP}, \quad AIP = \frac{TIP}{POP}, \quad P = POP.$$

则公式 (3) 的碳排放分解模型可转换为公式

(4):

$$TC = \prod_{i=1}^3 \prod_{j=1}^{12} UE_{ij} @ ES_{ij} @ EUG_i @ IS_i @ AG @ P + \prod_{i=4}^{12} \prod_{j=1}^{12} UE_{ij} @ ES_{ij} @ EUI_i @ AIP @ P \quad (4)$$

式中: UE_{ij} 为碳排放系数, 代表消耗单位第 j 种能源排放的 CO₂ 量; ES_{ij} 为产业能源结构效应, 代表第 j 种能源在第 i 个产业的能源消费中所占比重; EUG_i 为产业能源强度效应, 代表第 i 个产业单位 GDP 能源消费量; IS_i 为产业结构效应, 代表第 i 个产业在 GDP 总量中所占比重; AG 为产出规模效应, 代表人均 GDP; P 为人口规模效应, 代表人口数量。EUI_i 为生活能源强度效应, 代表居民单位收入能源消费; AIP 为居民收入规模效应, 代表人均收入。

在公式 (4) 的基础上, 我们可以构建 LMDI 模型。设 C⁰ 代表基期 CO₂ 排放量, C^t 代表第 t 期 CO₂ 排放量。则第 t 期相对于基期 CO₂ 排放因素变化分解可用公式 (5) 表示:

$$\begin{aligned} \Delta C = C^t - C^0 = & \left(\prod_{i=1}^3 \prod_{j=1}^{12} UE_{ij} @ ES_{ij} @ EUG_i @ IS_i @ AG @ P \right)^t - \left(\prod_{i=1}^3 \prod_{j=1}^{12} UE_{ij} @ ES_{ij} @ EUG_i @ IS_i @ AG @ P \right)^0 + \\ & \left(\prod_{i=4}^{12} \prod_{j=1}^{12} UE_{ij} @ ES_{ij} @ EUI_i @ AIP @ P \right)^t - \left(\prod_{i=4}^{12} \prod_{j=1}^{12} UE_{ij} @ ES_{ij} @ EUI_i @ AIP @ P \right)^0 \end{aligned} \quad (5)$$

这里, ΔC (UE) 表示碳排放因素变化, ΔC (ES) 表示能源结构因素变化, ΔC (EUG) 表示产业

能源强度因素变化, \$C(IS)\$ 表示产业结构因素变化, \$C(AG)\$ 表示人均产出因素变化, \$C(P)\$ 表示人口规模因素变化, \$C(EUI)\$ 表示生活能源强度因素变化, \$C(AIP)\$ 表示人均居民收入因素变化; \$C(RSD)\$ 表示分解残差。

根据 Ang 的 LMDI 分解方法, 各分解因素可表示为如下公式。

$$C(UE) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{12} W_{ij} \ln \frac{UE_{ij}^t}{UE_{ij}^0}$$

$$C(ES) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{12} W_{ij} \ln \frac{ES_{ij}^t}{ES_{ij}^0}$$

$$C(EUG) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{12} W_{ij} \ln \frac{EUG_i^t}{EUG_i^0}$$

$$C(IS) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{12} W_{ij} \ln \frac{IS_i^t}{IS_i^0}$$

$$C(AG) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{12} W_{ij} \ln \frac{AG^t}{AG^0}$$

$$C(P) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{12} W_{ij} \ln \frac{P^t}{P^0}$$

$$C(EUI) = \sum_{i=4}^{12} \sum_{j=1}^{12} W_{ij} \ln \frac{EUI_i^t}{EUI_i^0}$$

$$C(AIP) = \sum_{i=4}^{12} \sum_{j=1}^{12} W_{ij} \ln \frac{AIP^t}{AIP^0}$$

$$C(RSD) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{12} W_{ij} \ln \frac{RSD_{ij}^t}{RSD_{ij}^0}$$

分析中假设每种能源都能充分燃烧。因 UE 一般为常量, 则 \$C(UE) = 0\$。又因 LMDI 分解方法满足因素可逆, 所以能够消除残差, 故 \$C(RSD) = 0\$。

112 数据来源

(1) 能源数据来源于中国年鉴网络出版总库 1995~2009 年 5 中国能源统计年鉴⁶ 中的 / 江苏省能源平衡表⁰。由于 / 江苏省能源平衡表⁰ 没有第三产业完整的能源消费数据, 所以使用交通运输、仓储和邮政业, 批发、零售贸易和住宿、餐饮业行业的能源消费代表第三产业的能源消费量。

(2) 居民收入的有关数据来源于中国年鉴网络出版总库 1995~2009 年 5 江苏统计年鉴⁶。

(3) 碳排放系数采用 52006 年 IPCC 国家温室气体清单指南⁶ 中的数据 (见表 1)。CO₂ 排放总量按公式 (6) 计算。

$$TC = \sum_{i=1}^{12} EQ_i @ I_i \quad (6)$$

这里, TC 为 CO₂ 排放量, EQ_i 为第 i 种能源消费量, I_i 为第 i 种能源的碳排放系数。

表 1 碳排放系数 吨/吨标准煤

能源种类	碳排放系数	能源种类	碳排放系数
原煤	01 7599	煤油	01 5714
洗精煤	01 7599	柴油	01 5919
焦炭	01 8850	燃料油	01 6185
焦炉煤气	01 3548	液化石油气	01 5042
原油	01 5857	其他石油制品	01 5960
汽油	01 5538	天然气	01 4483

注: 洗精煤包括其他洗精煤和型煤, 焦炭包括其他焦化产品, 焦炉煤气包括其他煤气, 液化石油包括炼厂干气。

数据来源: 52006 年 IPCC 国家温室气体清单指南⁶。

由于各种能源的单位不同, 为比较方便, 需将每种能源消费量统一折算为标准煤, 折标系数来源于国家统计局发布的 5 能源统计报表制度 (2010)⁶, 见表 2。

表 2 各种能源的折标系数 吨标准煤/吨

能源种类	折标系数	能源种类	折标系数
原煤	01 7143	煤油	11 4714
洗精煤	01 9000	柴油	11 4571
焦炭	01 9714	燃料油	11 4286
焦炉煤气	61 1430	液化石油气	11 7143
原油	11 4286	其他石油制品	11 4000
汽油	11 4714	天然气	121 9971

注: 焦炉煤气和天然气折标系数的单位为: 吨标准煤/万立方米。数据来源: 1995~2009 年 5 中国能源统计年鉴⁶ 中 / 江苏能源平衡表⁰。

2 模型应用和计算结果分析

211 不同产业部门的 CO₂ 排放量计算和分析

根据公式 (6), 表 1、2 不同能源品种的碳排放系数和折标系数, 以及 1995~2009 年 5 中国能源统计年鉴⁶ 和 5 江苏统计年鉴⁶ 的数据, 可以计算江苏省不同产业和部门、不同能源品种的 CO₂ 排放量。对于计算结果, 可从 5 个方面进行

分析:

(1) 从CO₂排放总量看, 1995~2009年排总量由3666189万吨上升到8022118万吨, 年平均增长71.92%, 平均环比增长率61.28%。观察这段时期的环比增长率(见图1), 1995~2001年, 环比增长率基本为负值, 江苏省CO₂的排放量处

于下降阶段; 2001年以后, CO₂的排放量总体呈增长趋势, 其中2003~2005年增长最快, 2005年环比增长率为271.54%, 达到顶峰。近年来, 由于节能减排的力度不断加大, 环比增长率逐年下降。

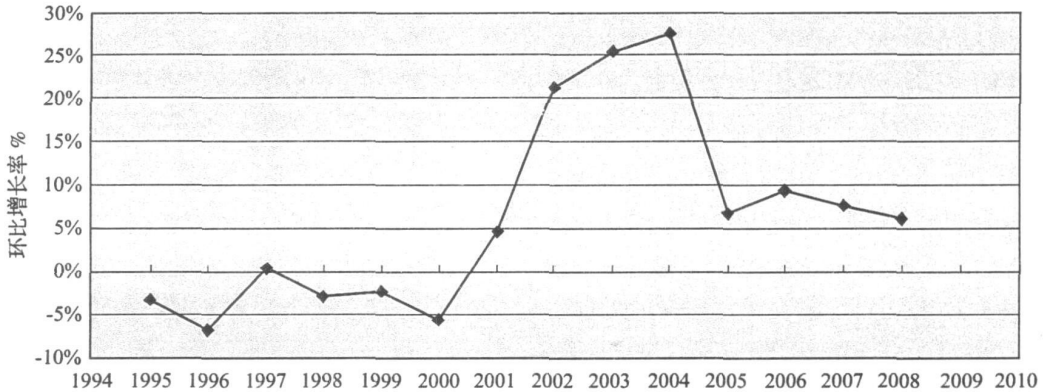


图1 江苏省CO₂排放量环比增长率变化

(2) 从各产业部门CO₂排放量看, 1995~2009年, 第一产业排放量由148114万吨上升到172168万吨, 年均增长111%, 平均环比增长率114% (扣除2003年异常数据)。第二产业排放量由3104175万吨上升到6840101万吨, 年均增长8102%, 平均环比增长率61.63%。第三产业, 排

放量由162177万吨上升到717185万吨, 年均增长22174%, 平均环比增长率111.44%。居民生活部门排放量由251124万吨上升到291164万吨, 年均增长1107%, 平均环比增长率31.43%。因此, 1995~2009年, 第三产业的增速最快, 然后依次是第二产业、居民生活部门和第一产业(见图2)。

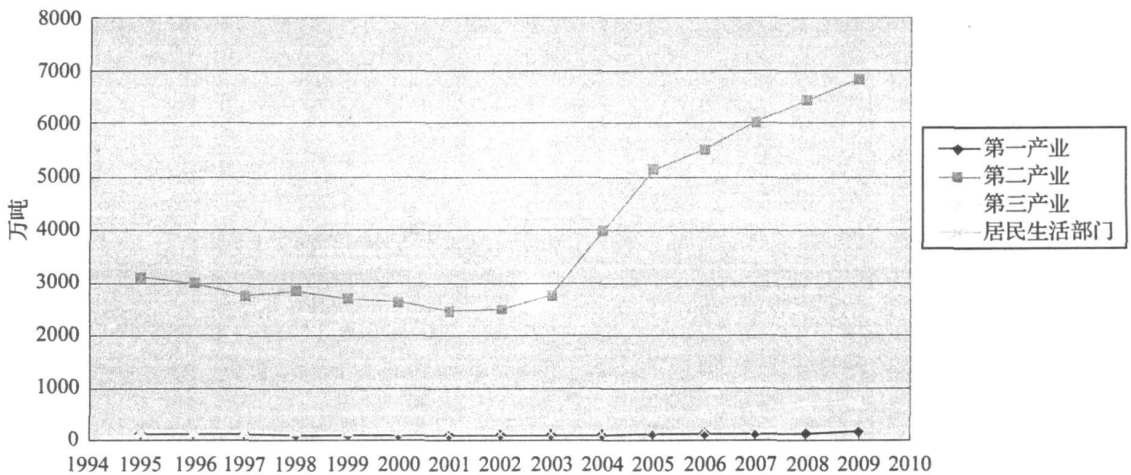


图2 江苏省不同产业部门CO₂排放量

(3) 从不同能源品种的CO₂排放量看, 增加幅度较大的是柴油和汽油, 排放量分别由7136万吨和15172万吨上升到557127万吨和464116万吨, 年均增长率为分别为498133%和19012%; 其

他增加较快的是焦炉煤气、焦炭和洗精煤, 年平均增长率分别为40142%、35160%和28162%。

(4) 从产业部门贡献看, 1995~2009年, 第二产业的贡献最大, 平均贡献率831.43%, 近5年

来排放贡献基本保持稳定; 其次是第三产业, 平均贡献率 8101%, 说明江苏省近年来第三产业有较大规模增长, 导致其排放量不断增加; 第一产业和居民生活部门的贡献率相对较小, 平均贡献率仅有 3119% 和 4176%。

(5) 从不同能源品种贡献看, 1995~2009年, 除其他石油制品外, 原煤、焦炭、柴油和汽油是影响江苏省 CO₂ 排放的主要因素, 合计平均贡献率为 73142%。在此期间, 原煤的平均贡献率为 47121%, 接近所有能源贡献的一半 (见图 3)。

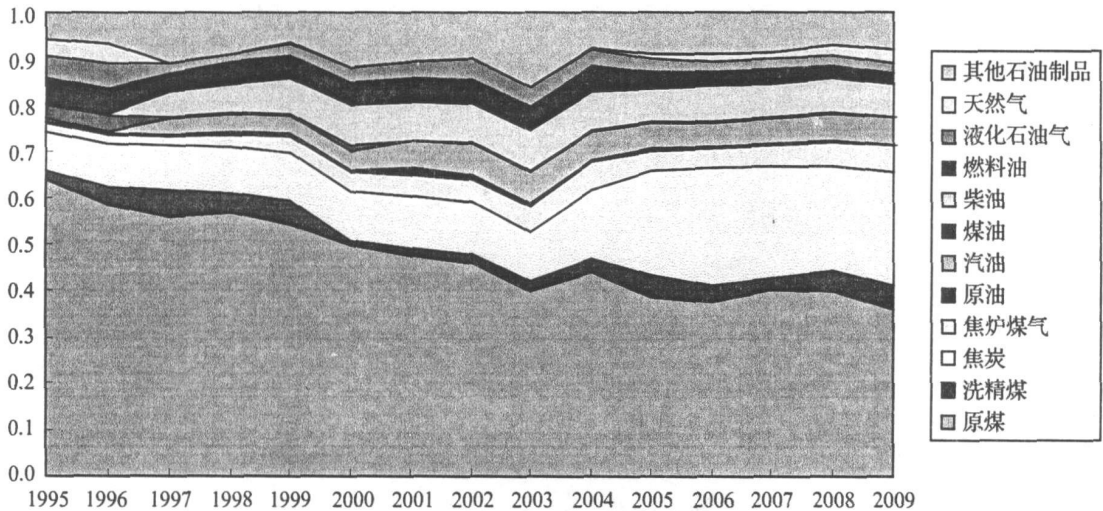


图3 江苏省不同能源 CO₂ 排放贡献

212 不同碳排放影响因素的分解计算和分析

分解模型, 可以计算出各个因素对 CO₂ 排放量的贡献值。根据计算结果, 我们可以把 7 个因素分为两类 (见图 4):

前面考虑了影响 CO₂ 排放的 7 个因素, 即产业能源强度、生活能源强度、能源结构、产业结构、人均产出、人居收入和人口总数。利用 LMDI

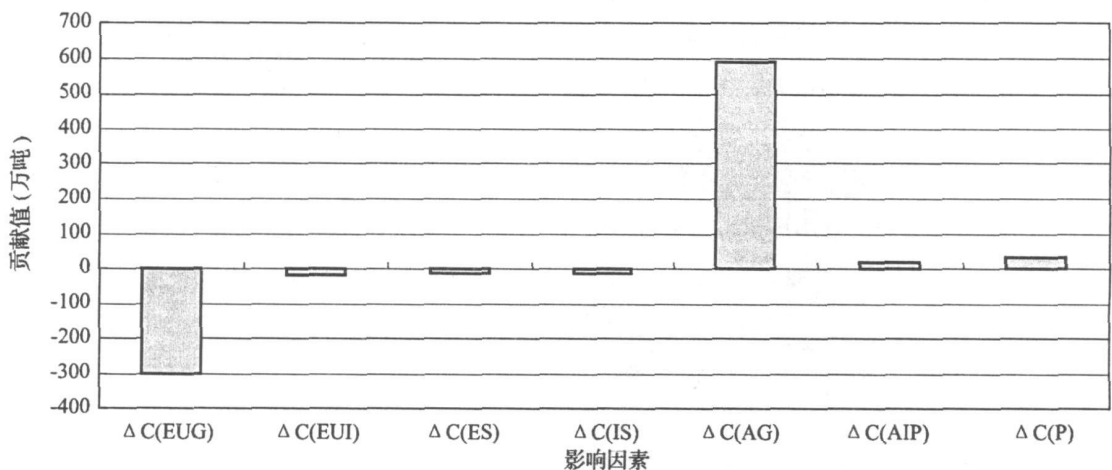


图4 各分解因素的年平均贡献值

21211 正向驱动效应

分别为 7113% 和 9190%。正向驱动效应因素总贡献值为 640147。

由图 4 可知, 对 CO₂ 排放具有正向驱动作用的因素有 3 个: 人均产出、人均收入和人口总数。人均产出对 CO₂ 排放的正向影响最为显著, 年平均贡献值 588186, 贡献率为 193153%; 其他 2 个因素的平均贡献值分别为 21169 和 30112, 贡献率

CO₂ 排放与经济产出具有较高的相关度。1995~2009 年江苏省人均 GDP 增长了 6111 倍, 同期 CO₂ 排放总量增长了 2119 倍。另外, 当居民收入提高时, 会增加对汽车、冰箱、空调等耐用消

费品的需求,导致能源消费量和CO₂排放量的增加。同时,1995~2009年期间江苏省总人口虽然仅以年均0.62%的速度增长,但由于城市化进程的不断加快,大量农村人口进入城市从事二、三产业的工作,居民的消费规模和消费模式发生了显著变化,从而推动了CO₂排放量的持续增长。

2.1.2.2 负向驱动效应

对CO₂排放具有负向驱动作用的因素有4个:产业能源强度、生活能源强度、能源结构和产业结构。产业能源强度对CO₂排放的负向作用最大,平均贡献值-299137,贡献率为98.139%;其他3个因素的平均贡献值分别为-18108、-9161和-9132,贡献率分别为5.194%、3.16%和3.106%。负向驱动效应因素总贡献值为327107。

产业能源强度和生活部门能源强度代表的是产业和部门能源利用效率。能源利用效率越高,能源消费所产生的CO₂排放量就会减少。产业能源强度使江苏省CO₂排放量在15年间下降了46.73%,生活能源强度促使CO₂排放量下降了51.08%。

生活部门能源强度主要受到生活习惯、消费方式等因素的影响。降低生活能源强度虽然能在一定程度上减缓CO₂排放量的增长,但居民生活习惯和消费方式的改变,需要一个长期的过程。

在主要能源消费中,碳排放强度大小依次为:焦炭、原煤、柴油和汽油,其中原煤在能源消费量中的比重最高,年平均为39.82%,其对CO₂排放量的影响也最大,年平均比重为44.87%。在1995~2009年,原煤比重的下降对碳排放量的累计负向贡献值达到1139175。

1995~2009年,江苏省第一产业部门年均能源强度贡献值为-6131,第二产业为-253137,第三产业为-19174。由于第二产业在生产部门中的比重为90.68%,其能源强度变化决定了整个产业部门能源强度的变化,是CO₂减排的重点。

3 结束语

论文采用LMDI分解模型对江苏省CO₂排放的影响因素进行了研究。通过计算1995~2009年

产业能源强度、生活能源强度、能源结构、产业结构、人均产出、人均收入和人口总数这7个因素的CO₂排放贡献值,分析了各类影响因素变化趋势和相互作用的机理,得出了以下结论:

(1) CO₂排放量总体仍将呈现上升趋势。原因在于正向驱动效应贡献值(640147)仍远大于负向驱动效应贡献值(-327107)。

(2) 人均产出、人均收入和人口总数对CO₂排放量的增长产生正向驱动效应。其中人均产出是产生正向驱动效应的主要因素,人均收入和人口总数是次要因素。为减少人口规模的正向驱动作用,计划生育仍应作为一项基本国策长期坚持。

(3) 产业能源强度、生活能源强度、能源结构、产业结构对CO₂排放量的增长产生负向驱动效应。其中产业能源强度是产生负向驱动效应的主要因素,由于第二产业对CO₂排放的贡献率最大,所以可以通过提高第二产业的能源利用率,带动整个产业部门能源强度的下降。

(4) 通过调整产业结构和能源结构,降低CO₂排放量,需不断发展风电、水电、太阳能、生物能源,以进一步优化能源结构。需要大力发展第三产业,减少对第二产业的依赖。

(5) 居民生活方式和消费模式的转变,促进了居民生活部门CO₂排放量持续增加。因此,政府需要不断加强低碳文化、低碳生活方式的宣传,鼓励居民生活向低碳模式转变。

参 考 文 献

1. 潘佳佳,李廉水.中国工业二氧化碳排放的影响因素分析[J].环境科学与技术,2011,(4):86~92
2. 师萍,韩先锋,卫伟,等.我国低碳企业技术效率及其影响因素的实证研究[J].中国科技论坛,2010,(11):67~72
3. 李忠民,孙耀华.基于IPAT公式的省际间碳排放驱动因素比较研究[J].科技进步与对策,2011,(2):39~42
4. 刘竹,耿涌,薛冰,等.基于/脱钩0模式的低碳城市评价[J].中国人口#资源与环境,2011,(4):19~24
5. 庄贵阳.低碳经济引领世界经济发展方向[J].

世界环境, 2008, (2): 34~ 36

6. Li M. Decomposing the change of CO₂ emissions in China: A distance function approach [J]. Ecological Economics, 2010, 70 (1): 77~ 85

7. 李娜, 石敏俊, 袁永娜. 低碳经济政策对区域发展格局演进的影响))) 基于动态多区域 CGE 模型的模拟分析 [J]. 地理学报, 2010, (12): 1569~ 1580

8. Wang K, Wang C, Chen J. Analysis of the economic impact of different Chinese climate policy options based on a CGE model incorporating endogenous technological change [J]. Energy Policy, 2009, 37 (8): 2930~ 2940

9. Weber C L, Peters G P, Guan D. The contribution of Chinese exports to climate change [J]. Energy Policy, 2008, 36 (3): 3572~ 3577

10. Cline W R. Economic analysis and climate change policy [J]. Climatic Change, 2010, 101: 387~ 394

11. 主春杰, 马忠玉, 王灿, 等. 中国能源消费导致的 CO₂ 排放量的差异特征分析 [J]. 生态环境, 2006, (5): 1029~ 1034

12. Ang B W, Liu F L. A new energy decomposition method: perfect in decomposition and consistent in aggregation [J]. Energy, 2001, (26): 537~ 547

13. Dhakal S, Shinji K, Hideo I. CO₂ emissions from energy use in east Asian mega-cities: driving factors and their contributions [J]. Environmental Systems Research, 2003, 31 (2): 209~ 216

14. 李磊, 刘继. 基于对数平均迪氏指数法分解的工业二氧化碳强度驱动因素分析))) 以新疆为例 [J]. 生态经济, (6)

15. 朱勤, 彭希哲, 陆志明, 等. 中国能源消费碳排放变化的因素分解及实证分析 [J]. 资源科学, 2009, (12): 2072~ 2079

Influence Factor Analysis Carbon Dioxide Emission Base on LMDI Model))) Taking Jiangsu Province as an Example

Liu Hongjiu^{1, 2, 3} Hu Yanrong¹ Robert Rieg² Ma Weimin³

(1. Changshu Institute of Technology, Changshu 215500, China;

2. Hochschule Aalen, Aalen, Germany 73430;

3. Tongji University, Shanghai 200092, China)

1 Abstract 2 Influence factor and trend of dioxide emission must be made clear for saving energy, reducing emission and developing Jiangsu economy. This paper divides production energy intensity, life energy intensity, energy structure, industry structure, per capita out, per capita income and population by Kaya and its expanded model. Based on the data of three industries and twelve kinds of energy consumption of Jiangsu from 1995 to 2009, CO₂ emission and contribution of seven factors are worked out. The results show that, CO₂ emission continued to increase from 1995 to 2009; per capita out, per capita income and population are forward driving factors and production energy intensity, life energy intensity, energy structure, industry structure are backward driving factors; per capita out and production energy intensity are the main factors of forward and backward driving; CO₂ emission can be decreased and inhibited by rncrasing production energy intensity adjusting industrial structure and energy structure, encouraging people to change their life and consumption modes.

1 Key word 2 CO₂ emission; influence factor; LMDI model; Jiangsu

(责任编辑: 杨楠)