

产业结构调整对北京市碳减排目标的影响

张宏艳 江悦明 冯婷婷

(北京工商大学经济学院, 北京 100048)

摘要 中国向世界承诺将能源消耗强度和 CO_2 排放强度作为约束性指标, 实现 2020 年单位国内生产总值碳排放强度较 2005 年下降 40% - 45%。北京作为中国的首都, 对其他城市更具有“示范作用”。本文以北京市产业结构为基础, 根据能源消耗种类、政府间气候变化委员会公布的折算系数和北京实际生产总值, 计算 1995 - 2012 年北京市碳排放水平。文中首先运用基于环境影响评估的可拓展随机模型, 检验出第一、二、三产业结构与 CO_2 排放量之间存在显著关系, 并计算出总体产业结构变动的相对贡献水平。而后重点把三大产业进行细分为 7 个产业, 即第一产业、工业、建筑业、电力热力、交通运输仓储邮政业、批发零售住宿餐饮业和生活部门, 验证了细分产业与 CO_2 排放量之间存在显著关系, 并计算出各个产业的相对贡献水平。随后利用对数权重平衡分析法先对三大产业的 CO_2 排放水平进行绝对量分解, 同时按 7 个产业进行绝对量分解, 并结合随机拓展模型进行分析。最后研究北京市产业结构调整对碳减排的效应, 提出要同时加快内部产业升级与产业间协调发展, 加快提升第三产业能源利用效率的政策建议。

关键词 产业结构; CO_2 排放; STIRPAT 模型; LMDI 方法

中图分类号 F407.21 **文献标识码** A **文章编号** 1002-2104(2016)02-0058-10 doi:10.3969/j.issn.1002-2104.2016.02.008

2007 年, 政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 的第四次评估报告中指出, 当前世界范围内气温异常或特大洪灾、雪灾等极端气候连续出现, 说明全球气候正在改变, 而其中的主要原因则是温室气体的排放。2009 年, 我国在哥本哈根世界气候大会上向世界承诺, 到 2020 年单位国内生产总值碳排放量较 2005 年下降 40 - 45%。这一目标的达成需要中国各省市共同努力, 北京作为中国的首都, 对其他城市更具有“示范作用”。因此开展温室气体减排的研究, 不仅是面对气候变暖的需要, 更彰显了北京作为国际化大都市积极面对气候变化的态度。

1 相关文献综述

对于产业结构影响 CO_2 排放的问题, 学术界历来争论比较激烈, 国内外的学者分别从不同的角度提出了自己的观点与主张。Ang B. W.^[1] 等利用 LMDI 模型研究 1985 - 1990 年间中国的产业结构变化对碳排放的影响, 分析结果显示我国工业部门的总产值变化与碳排放有很强的正向关系, 而工业部门能源强度变化与碳排放有强烈的反向关系。Fisher Vanden^[2] 使用同样的方法分析了中国碳排

放状况, 认为我国企业降低碳排放最有效的手段为技术进步, 其次是产业结构调整。Wu^[3] 等同样用 LMDI 方法研究了 1980 - 2002 年中国碳排放变化情况, 结果显示碳排放的影响因素因时而异: 在 1996 年以前影响 CO_2 排放的主要因素是经济发展规模和能源强度, 产业结构调整也起到了一定的作用; 在 1996 年以后, 导致碳排放下降的主要原因是能源加工转换效率提高。Zhang Youguo^[4] 运用结构分析法研究了中国 1992 - 2006 年 CO_2 排放水平, 认为拉动碳排放水平上涨的最重要因素为高碳消费。Wang D 等^[5] 在 IPAT 模型的基础上对中国 CO_2 排放水平进行分情景分析, 结果显示中国降低碳排放的关键在于能源结构的调整, 尤其是降低煤炭的使用率和增加新能源的使用。

目前国内对于碳排放与产业结构关系的研究有三个主要的切入点: 不同产业的碳排放强度存在显著差异; 产业结构的变动会影响能源消费和能源效率; 不同发展阶段对碳排放的影响有所不同, 以及技术水平的关键作用。在不同产业的碳排放强度方面, 徐大丰^[6] 通过投入产出法分析, 认为我国的碳排放强度在各产业间有显著差异。在产业结构变动会影响能源消费和能源效率方面, 张雷和黄园

收稿日期: 2015 - 09 - 01

作者简介: 张宏艳, 博士, 副教授, 主要研究方向为环境经济学。

基金项目: 国家社会科学基金项目“产业结构、能源消耗对我国碳减排目标的作用机理与影响效应研究”(编号: 13CJY048); 北京市哲学社会科学规划项目“产业结构优化对北京市碳减排目标的影响效应研究”(编号: 13JGC071)。

渐^[1]运用结构演进方法分析我国能源消费和结构变动的关系,并认为产业结构变动会加速能源消耗的变动。第三类研究强调不同发展阶段对碳排放的影响有所不同,以及技术水平的关键作用。林伯强和孙传旺^[2]认为从产业结构因素看,现阶段经济发展(即城市化和工业化进程)不利于中国碳减排,因而中国的低碳经济转型战略应该以节能为主,发展清洁能源为辅。余泳泽^[3]从全国整体范围来分析技术水平对我国碳排放的影响程度,认为技术因素超过了产业结构的作用,对碳减排的贡献最大。陈志建、王铮^[4]的实证结论显示对于耗能产业相对密集、经济较为发达的东部地区来说,碳排放量对于技术水平变化的弹性较大,能源强度对碳排放驱动影响剧烈,因此以能源强度为代表的技术水平因素对碳排放影响最为关键。

在北京市碳减排问题的研究方面,邢芳芳^[5]认为北京市的能源结构仍以碳消费为主,这一稳定趋势在短期内无法通过产业结构的调整得到明显改善,而且现阶段的能源结构微调也未能抵消能源消费增加带来的碳消费增量。唐志鹏^[6]等人将关注点投向能源约束角度下的产业结构调整,通过利用投入产出优化模型和灰色关联度分析法研究后认为,北京市产业结构调整的突破口在于发展以批发和零售业、金融保险业和社会服务业部门为主的第三产业,以此促进能源的高效利用。

综上所述,国内外学者普遍认为产业结构变动与能源消费、能源强度与碳排放存在相关关系,但对这种相关关系是线性或非线性、正向或反向的具体形式则存在异议。究其原因一方面是由于产业结构数据选取、产业细化标准的不同,另一方面则是产业结构数据选取的时间跨度不一致。本文将在现有研究基础上结合碳排放特点,对北京市三大产业结构进行细化整理,分析七个碳排放重点产业对北京市碳排放总量的相对贡献水平,进一步细分为11个产业,运用LMDI方法深入分析北京市产业结构对CO₂排放的影响,提出有利于北京市碳减排的相应对策。

2 研究方法 with 数据来源

由于北京统计局和国家统计局网站并没有直接给出北京碳排放量、能源强度等数据,为了确保实证分析结果的准确性,本文所使用的数据均来源于国家级数据库、未经过任何计算的原始数据,北京碳排放量、能源强度等数据均由初始数据计算得出。货币指标以1978年为基年进行价格平减。

2.1 北京市碳排放总量核算

本文计算的CO₂排放总量主要是基于燃烧煤炭、汽油、煤油、柴油、液化石油气、天然气6种能源所排放的CO₂的数量,所用公式如下:

$$C = \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^6 E_{ij} \times I_i \quad (1)$$

其中,C为北京历年碳排放总量,E_{ij}为第i个产业第j种能源一年消耗总量,I_i为第i种能源的CO₂排放系数。

根据北京各类能源消费终端的历年实际消耗,乘以CO₂排放系数获得各能源的实际CO₂排放水平,同时,为了便于统计与计算,将能源消耗的实物量换算成标准量(标准煤)的形式,即能源消费标准量=能源消费实物量*折标煤系数。IPCC公布的CO₂排放系数与《中国能源统计年鉴》2012年公布的折标煤系数见表1。

表1 CO₂排放系数与折标煤系数
Tab. 1 Carbon dioxide emission coefficient and standard coal coefficient

能源种类 Energy type	CO ₂ 排放系数 CO ₂ emission coefficient	折标煤系数 (kg标准煤/kg) Standard coal coefficient	能源种类 Energy type	CO ₂ 排放系数 CO ₂ emission coefficient	折标煤系数 (kg标准煤/kg) Standard coal coefficient
煤炭	2.69 (kgCO ₂ /kg)	0.714 3	柴油	2.73 (kgCO ₂ /L)	1.457 1
汽油	2.26 (kgCO ₂ /L)	1.471 4	液化石油气	1.75 (kgCO ₂ /L)	1.714 3
煤油	2.56 (kgCO ₂ /L)	1.471 4	天然气	2.33 (kgCO ₂ /m ³)	1.330 0

运用公式(1)可以得到1995-2012年北京市CO₂年排放量(见图1)。根据计算,北京市CO₂排放总量在1995-2012年总体上升81.76%。其中1995-2004年期间,CO₂排放趋势增长较为平缓,从5 761.74万t上升到7 701.96万t,上升了33.67%,年平均增长率为3.37%。2004-2005年CO₂排放量的增长出现异常,2005年比上年增长高达25.51%。此后除2006年有短暂下降外,增长均趋于平缓,2007-2012年CO₂排放量增长了5.98%,年平均增长率为0.99%,说明北京已经开始注意到CO₂排放对于环境的污染,节能减排措施已取得了初步的成效。

2.2 相关变量介绍

本研究以中外学者文献作为参考基础,主要选取了能源强度效应、结构效应、经济发展效应、规模效应4个部分,作为初步探究北京碳排放的影响因素。

(1) 能源强度效应。1995-2012年,北京市能源消费总量上升了103.14%,实际生产总值上升了476.11%,能源强度下降了64.76%。1995-2008年,北京市能源强度年平均下降4%,2008-2012年,年平均下降6.99%。

(2) 结构效应。改革开放以来,北京市无论是产业结构的调整还是工业发展的进程都有快速的发展,三大产业

占比从 1995 年的 5:43:52 调整到 2012 年的 1:23:76。其中第一产业在 1995—2012 年期间下降了 80%，第二产业下降了 46.5%，第三产业上升了 46.1%。从 2006 年起，北京市第三产业占比稳定在 70% 以上。

(3) 经济发展效应。北京市地区生产总值一直呈现快速发展的趋势，2012 年的地区生产总值为 1995 年的 5.1 倍，但同时也引致了 CO₂ 排放量的显著增长—2012 年北京市 CO₂ 排放水平为 1995 年的 1.82 倍。但在 2005 年以后，CO₂ 排放量的增长速度显著放缓，2005—2012 年，CO₂ 排放量共上涨 8.33%，而同时期北京地区实际生产总值上涨了 99.76%，说明北京控制 CO₂ 排放效果显著（见图 1）。

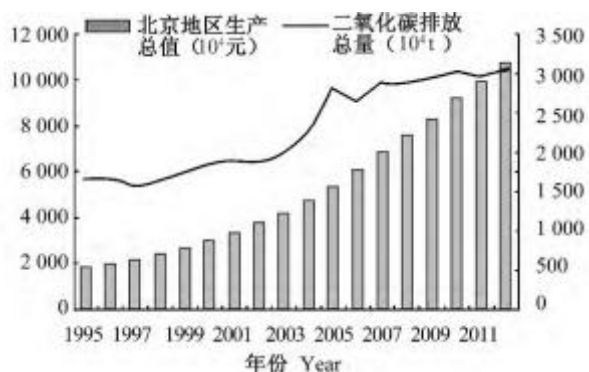


图 1 1995—2012 年北京生产总值与 CO₂ 排放量

Fig. 1 Beijing GDP and carbon dioxide emissions in 1995—2012

(4) 规模效应。截至 2012 年，北京市常住人口为 2 069.3 万人，较 1995 年增长了 65.4%，城镇人口增长了 88.51%，农村人口减少了 6.33%。不难发现北京近二十年城市化的迅猛推进，城市产业和功能不断向郊区扩散，并逐渐使郊区的城镇化进程与北京的城市郊区化进程合流，加快了北京城乡统筹协调发展和城乡一体化的进程。

3 CO₂ 排放与产业结构变动关系的实证分析

本文主要应用两种环境测评模型来分析碳排放影响因素以及各影响因素的贡献强度，一种是随机性可拓展的环境影响评估模型（STIRPAT），用于分析产业结构与碳排放总量之间是否存在显著关系及其显著程度；另外一种为迪氏对数指标法（LMDI），用于分析各因素对于碳排放总量的绝对贡献水平。

3.1 基于 STIRPAT 模型的相对贡献分析

3.1.1 模型理论基础

STIRPAT 模型是对 IPAT 方程式的扩展，IPAT 方程最早由 Ehrlich 在 1971 年提出，其一般表达式为：

$$I = P \times A \times T \quad (2)$$

其中， I 为环境中被影响的变量， P 为人口数量因素， A 为人均经济水平， T 为技术水平。因技术水平很难量化，因此一般用碳排放强度代替，CO₂ 排放强度 $T = \text{CO}_2 \text{ 排放量} / \text{地区实际生产总值}$ 。由于该方程考察的变量数目有限，仅能得到变量宏观上的关系。所以本文采用其扩展模型，即 STIRPAT 模型。具体表达式为：

$$I_i = aP_i^b A_i^c T_i^d e_i \quad (3)$$

其中， I_i 为环境影响的被解释变量， P 为人口因素， A 为人均 GDP， T 为能源强度，即技术因素， a 为模型系数， b 、 c 、 d 分别表示人口因素、经济因素和技术因素的弹性， e_i 为残差项。

本文在 STIRPAT 扩展模型的基础之上加入了两个变量，即北京的产业结构变量 S 与代表北京生活水平的人均收入水平变量 Y ，那么扩展之后的 STIRPAT 模型的具体表达式为：

$$I_i = aP_i^b A_i^c T_i^d S_i^f Y_i^g e_i \quad (4)$$

通过 (4) 式，利用 OLS 最小二乘法对碳排放总量的多元线性方程进行拟合，进一步探索人口规模、经济水平、能源强度、产业结构与生活水平对于影响碳排放总量的显著性水平，并得到各个影响因素对于北京市 CO₂ 排放总量的相对贡献水平。

对上式两边同时取对数，得到式 (5)：

$$\ln I_i = a + b \ln P_i + c \ln A_i + d \ln T_i + f \ln S_i + g \ln Y_i + \varepsilon_i \quad (5)$$

3.1.2 基于一二三产业模型变量检验

本文选取的数据为 1995—2012 年北京碳排放总量、人口总数、人均生产总值、能源强度、产业结构与生活收入水平的年度数据。鉴于人均生产总值与碳排放总量之间的图形呈现较为明显的线性关系，因此人均生产总值选用一次项更为合适。

若时间序列是非平稳的，会降低检验功效，增加拒绝零假设的概率。从表 2 可以看出，数列在一阶差分后，在 5% 的水平下是平稳的，从而满足协整检验的前提条件。

从表 2 可以看出，CO₂ 排放总量 I 、人口因素 P 、人均生产总值 A 、能源强度 T 、第一产业占北京地区生产总值比重 S_1 、第二产业占北京地区生产总值比重 S_2 、第三产业比重 S_3 、人均收入 Y 的对数值，在一阶差分后都是平稳数列，均为一阶单整数列，可以进行协整检验（见表 3）。

如表 3 所示，残差序列 ADF 值为 -3.391，大于 1%、5% 和 10% 的临界值，且概率为 0.002 2，小于 0.05，说明残差序列是平稳的，即 CO₂ 排放总量 I 与人口因素 P 、人均生产总值 A 、能源强度 T 、第一产业比重 S_1 、第二产业比

表2 单位根检验表

Tab.2 Unit root test

变量 Variable	差分 次数 Number of difference	(C,T,K) (C,T,K)	DW 值 D. W.	ADF 值 ADF	5%	1%	结论 Result
$\ln(I)$	1	(0,0,1)	1.9	-1.91	-1.96	-2.72	I(1)
$\ln(p)$	1	(0,0,1)	1.99	-2.90	-1.96	-2.74	I(1)
$\ln(A)$	1	(c,0,1)	1.68	-3.10	-3.06	-4.66	I(1)
$\ln(T)$	1	(c,0,1)	2.15	-3.40	-3.08	-3.95	I(1)
$\ln(S_1)$	1	(c,t,1)	2.04	-2.90	-2.75	-3.75	I(1)
$\ln(S_2)$	1	(c,0,1)	1.80	-3.31	-3.08	-3.95	I(1)
$\ln(S_3)$	1	(c,0,0)	1.90	-1.99	-1.96	-2.72	I(1)
$\ln(Y)$	1	(c,0,1)	2.01	-3.93	-3.08	-3.95	I(1)

表3 残差序列单位根检验

Tab.3 The unit root test of residual error sequence

项目 Item	T 统计量 T statistic	P 值 Prob.
ADF 检验	-3.39	0.002 2
检验显著性水平	1%	-2.71
	5%	-1.96

重 S_2 、第三产业比重 S_3 、人均收入水平 Y 之间存在协整关系。

本文使用 EViews6.0 为参数统计工具,使用 OLS 最小二乘法对碳排放总量的多元线性方程进行拟合(见表4)。

表4 显示,决定系数和修正的决定系数分别为 0.997 5和 0.996 2,拟合程度很好,DW 值为 2.13,说明没有自相关,变量都通过了 5% 的显著性水平检验。

表4 方程回归结果

Tab.4 Equation regression results

自变量 Variable	相关系数 Coefficient	标准差 Standard deviation	T 统计量 T statistic	P 值 Prob.
$\ln P$	0.21	0.14	1.48	0.040 9
$\ln A$	0.71	0.15	4.50	0.000 9
$\ln T$	0.98	0.10	9.83	0.000 0
$\ln S_1$	-0.22	0.08	-2.71	0.020 3
$\ln S_2$	-0.83	0.12	-6.53	0.000 0
$\ln S_3$	-1.94	0.22	-8.63	0.000 0
$\ln Y$	0.14	0.04	2.77	0.018 1
拟合优度	0.997 549	残差平方和		0.002 663
修正的拟合优度	0.996 212	样本标准差		0.252 814
D. W 统计量	2.136 848			

注: 因变量: $\ln I$, 样本区间: 1995 - 2012。

通过 STIRPAT 模型分析可知,人口、经济水平、能源强度、产业结构与生活水平确实是影响 CO_2 排放总量的显著性解释变量,其中产业结构的影响程度最为显著。

从回归结果看出,与 CO_2 排放量有同向关系的各因素的影响程度从最高到最低排列依次是能源强度、经济水平、人口因素、人均收入水平。一、二、三产业的占比都与 CO_2 排放量存在反向关系。能源强度与 CO_2 排放量关系的系数为 0.984,即技术水平每上升 1%, CO_2 排放总量下降 0.98%。人均生产总值与 CO_2 排放量关系的系数为 0.71。人口因素与 CO_2 排放量关系的系数为 0.22。

在产业结构影响因素中,第三产业占比影响最大,其与 CO_2 排放量关系的系数为 -1.94,第二产业与 CO_2 排放量关系的系数为 -0.83,第一产业与 CO_2 排放量关系的系数为 -0.22。

本文把一、二、三产业再进一步细分为第一产业、工业(本文主要指加工工业和制造业)、建筑业、电力热力业、交通运输仓储邮政业、批发零售住宿餐饮业和第三产业,根据其分别占北京地区生产总值比重,再进行一次检验。设工业占比为 S_4 ,建筑业占比为 S_5 ,电力热力业占比为 S_6 ,交通运输仓储邮政业的占比为 S_7 ,批发零售住宿餐饮业的占比为 S_8 ,相关检验变量及结果见表 5 - 7。

3.1.3 基于细分产业的模型变量检验

表 7 显示,决定系数和修正的决定系数分别为 0.998 6和 0.997 1,且均高于之前检验的决定系数 0.997 5和修正的决定系数 0.996 2,拟合程度提高,DW 值为 2.11,低于之前的 DW 值 2.13,每个变量都通过了 5% 的显著性水平。整体来看,产业细分后的模型解释性更好。

在第二次检验中,能源强度、经济水平、人口因素和人均收入水平依旧与 CO_2 排放量有同向关系的,且影响程度也大致相同。

在产业结构中,对于 CO_2 排放量减少贡献最大的为批发零售住宿餐饮业,其占比与 CO_2 排放量关系的系数为 -69.33,即批发零售住宿餐饮业占比每上升 1%, CO_2 排放量减少 69.33%;其次为工业,工业占比与 CO_2 排放量关系的系数为 -0.27,即工业占比每上升 1%, CO_2 排放量减少 0.27%。第一产业与 CO_2 排放量关系的系数为 -0.19,与前次检验相差无几。交通运输仓储邮政业占比在增加 CO_2 排放量上影响最大,其与 CO_2 排放量关系的系数为 69.43,即交通运输仓储邮政业占比每上升 1%, CO_2 排放量增加 69.43%。其次为电力热力占比,该产业占比与 CO_2 排放量关系的系数为 0.21,即电力热力占比每上升 1%, CO_2 排放量增加 0.21%。最后,建筑业占比与 CO_2 排放量关系的系数为 0.11,即建筑业占比每上升 1%, CO_2 排放量增加 0.11%。

表 5 单位根检验表

Tab. 5 Unit root test

变量 Variable	差分 次数 Number of difference	(C,T,K) (C,T,K)	DW 值 D. W.	ADF 值 ADF	5%	1%	结论 Result
$\ln(S_4)$	1	(c,0,1)	2.01	-2.60	-2.08	-3.95	I(1)
$\ln(S_5)$	1	(0,0,1)	1.81	-3.23	-1.96	-2.72	I(1)
$\ln(S_6)$	1	(0,0,1)	1.8	-3.80	-1.96	-2.72	I(1)
$\ln(S_7)$	1	(c,0,1)	2.10	-4.32	-3.08	-3.96	I(1)
$\ln(S_8)$	1	(c,0,1)	2.12	-4.52	-3.08	-3.95	I(1)

表 6 协整检验表

Tab. 6 Cointegration test

	T 统计量 T statistic	P 值 Prob.
ADF 检验	-3.33	0.002 6
检验显著性水平 1% 显著性水平	-2.72	
5% 显著性水平	-1.96	
10% 显著性水平	-1.60	

表 7 方程回归结果

Tab. 7 Equation regression results

自变量 Variable	相关系数 Coefficient	标准差 Standard deviation	T 统计量 T statistic	P 值 Prob.
$\ln P$	0.28	0.32	2.11	0.047 0
$\ln A$	0.66	0.31	1.77	0.004 3
$\ln T$	0.97	0.10	9.37	0.000 0
$\ln S_1$	-0.19	0.13	-0.8	0.003 1
$\ln S_4$	-0.27	0.33	-0.81	0.007 0
$\ln S_5$	0.11	0.19	0.03	0.002 4
$\ln S_6$	0.21	0.00	0.75	0.000 8
$\ln S_7$	69.43	39.67	1.74	0.008 2
$\ln S_8$	-69.33	39.47	-1.75	0.007 1
$\ln Y$	0.14	0.044 883	1.00	0.005 2
拟合优度	0.998 675	残差平方和		0.001 439
修正的拟合优度	0.997 185	样本标准差		0.252 814
D. W 检验	2.112 060			

注: 因变量: $\ln I$, 样本区间: 1995-2012。

3.2 基于 LMDI 模型的绝对贡献分析

3.2.1 模型理论基础

本文使用分解模型对影响碳排放的因素进行绝对贡献的分析, 因为分解模型可以对所有因素进行无残差分解。Kaya 恒等式建立起了人类活动与产生的 CO_2 之间的关系恒等式:

$$C = \frac{C}{E} \times \frac{E}{Y} \times \frac{Y}{P} \times P \quad (6)$$

其中, C 表示特定区域特定时期的碳排放总量, P 表示总人口数, $\frac{Y}{P}$ 表示人均 GDP , $\frac{E}{Y}$ 表示能源强度, $\frac{C}{E}$ 表示能源结构碳强度。

本文采用指数分解方法中的迪氏对数指标法(LMDI)对北京市碳排放因素进行分解分析。设 V 为能源相关因变量, 假设有 n 个因素影响 V , 分别是 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 。

$$V = \sum_i V_i = \sum_i X_{1i} X_{2i} \cdots X_{ni} \quad (7)$$

在阶段 T 内, 总变化量为 ΔV , 各个因素变量变化量为 $\Delta V_{x1}, \Delta V_{x2}, \dots, \Delta V_{xn}$ 。那么总变化量可以分解为公式 8:

$$\Delta V = V^T - V^0 = \Delta V_{x1} + \Delta V_{x2} \cdots \Delta V_{xn} \quad (8)$$

根据 LMDI 公式计算各个自变量对因变量的绝对量贡献水平, 公式为:

$$\Delta V_{XK} = \sum_i L(V_i^T, V_i^0) \ln \left(\frac{X_{ki}^T}{X_{ki}^0} \right) \quad (9)$$

3.2.2 模型变量选取

为保证 CO_2 排放量计算的准确性, 首先把有关的经济活动分为生产部门与生活部门。其次, 把生产部门进一步分为第一产业、工业、建筑业、电力热力、交通运输仓储邮政业和住宿餐饮批发零售业 6 种产业。在能源种类上选取了北京市主要的能源品种: 煤炭、汽油、煤油、柴油、液化石油气和天然气 6 种能源来构建模型, 得到碳排放恒等式见公式(10), 变量定义如表 8 所示。

表 8 变量定义

Tab. 8 Definition of variables

变量 Variable	含义 Implication	变量 Variable	含义 Implication
C	CO_2 排放总量	TI	居民总收入
C_1	生产部门 CO_2 排放总量	AI	居民人均收入
C_2	生活部门 CO_2 排放总量	U_{ij}	碳排放系数, 即消费第 j 种能源排放的 CO_2 量, $U_{ij} = C_{ij}/E_{ij}$
C_{ij}	第 i 个产业消费第 j 种能源 CO_2 排放总量	ES_{ij}	能源结构, 即第 j 种能源在第 i 个产业能源总消费中所占比重, $ES_{ij} = E_{ij}/E_i$
E_{ij}	第 i 个产业第 j 种能源消费量	EIP_i	生产能源强度, 即第 i 个产业单位产出的能源消费量, $EIP_i = E_i/Y_i$
E_i	第 i 个产业能源消费量	S_i	产业结构, 即第 i 个产业的产出在总产出中所占比重, $S_i = Y_i/Y$
Y_i	第 i 个产业产出	G	人均产出, $G = Y/P$
Y	总产出	EIL	生活能源强度, 即居民单位收入的能源消费量, $EIL = E_i/TI$
P	总人口		

$$\begin{aligned}
C &= \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^6 C_{ij} = C_1 + C_2 \\
&= \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 C_{ij} + \sum_{i=7}^7 \sum_{j=1}^6 C_{ij} \\
&= \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 \frac{C_{ij}}{E_{ij}} \times \frac{E_{ij}}{E_i} \times \frac{E_i}{Y_i} \times \frac{Y_i}{Y} \times \frac{Y}{P} \times P + \sum_{i=7}^7 \sum_{j=1}^6 \frac{C_{ij}}{E_{ij}} \times \frac{E_{ij}}{E_i} \times \\
&\quad \frac{E_i}{Y_i} \times \frac{Y_i}{Y} \times \frac{Y}{P} \times P \\
&= \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 U_{ij} \times ES_{ij} \times EIP_i \times S_i \times G \times P + \sum_{i=7}^7 \sum_{j=1}^6 U_{ij} \times ES_{ij} \\
&\quad \times EIL \times AI \times P \quad (10)
\end{aligned}$$

然后根据 LMDI 分解法进行分解, 把 CO₂ 排放量的变化分解为第 t 期相对于前一期 CO₂ 排放量的绝对值分解:

$$\begin{aligned}
\Delta C &= C^t - C^0 \\
&= \left(\sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 U_{ij} \times ES_{ij} \times EIP_i \times S_i \times G \times P + \sum_{i=7}^7 \sum_{j=1}^6 U_{ij} \times \right. \\
&\quad \left. ES_{ij} \times EIL \times AI \times P \right)^t \\
&\quad - \left(\sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 U_{ij} \times ES_{ij} \times EIP_i \times S_i \times G \times P + \sum_{i=7}^7 \sum_{j=1}^6 U_{ij} \times \right. \\
&\quad \left. ES_{ij} \times EIL \times AI \times P \right)^0 \\
&= \Delta C(U) + \Delta C(ES) + \Delta C(EIP) + \Delta C(S) + \\
&\quad \Delta C(G) + \Delta C(EIL) + \Delta C(AL) + \Delta C(P) \quad (11)
\end{aligned}$$

3.2.3 模型分析

本文以五年为一阶段(2010-2012 年不满五年), 利用公式(11) 计算得到 1995-2012 年北京市分行业 CO₂ 排放 LMDI 分解结果, 相关分解结果见图 2。

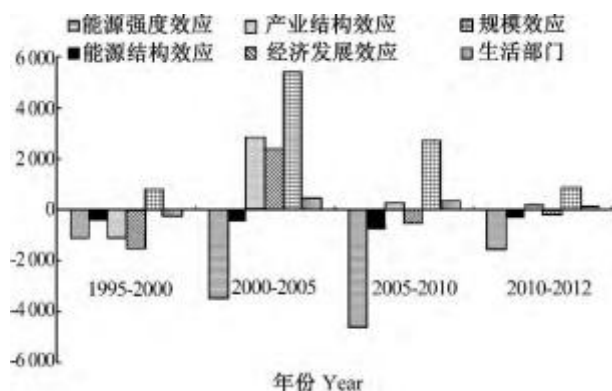


图2 LMDI 分解结果

Fig. 2 LMDI decomposition results

在对北京碳排放绝对贡献进行分段分析后, 得出以下结论:

在 CO₂ 排放总量方面, 北京碳排放变化量在 1995-2000 年、2000-2005 年、2005-2010 年、2010-2012 年四个阶段依次为 1 441.54 万 t、3 154.78 万 t、1 692.04 万 t 和 430.66 万 t, 呈现先升后降的趋势。增长最快的阶段为 2000-2005 年, CO₂ 排放变化量大约是 1995-2000 年的

2.18 倍。2005-2010 年 CO₂ 排放变化量大约是 2000-2005 年变化量的 46%。这说明北京市注重治理环境的一系列政策措施效果显著。

在人口规模方面, 七个效应中只有两个一直对 CO₂ 的排放起到正向作用, 其中影响最大的为人口规模。北京市常住人口从 1995 年的 1 251.1 万增长到 2012 年的 2 069.3 万, 2012 年人口是 1995 年的 1.65 倍, 平均年增长 3.8%。人口规模在 2000-2005 年间影响最显著, 使 CO₂ 排放增长了 5 382.59 万 t。随后增长率逐年下降。

在生活部门方面, 与规模效应一样一直对 CO₂ 排放量增加有着正向影响。与人口因素不同的是, 生活部门的影响有增加的趋势。在 2005-2010 年达到顶峰, 比 2000-2005 年多排放 1 559.17 万 tCO₂。可见, 生活部门已经成为影响 CO₂ 排放的重要因素。

在能源强度方面, 北京市的能源强度一直是负效应, 技术进步的提升使得 CO₂ 减少量在四分阶段依次是 1 071.71 万 t、3 439.05 万 t、4 561.04 万 t 和 1 519 万 t。因技术进步而使 CO₂ 减少量在逐年递增, 仅 2010-2012 年 CO₂ 减少量就已经超过 1995-2000 年五年的减少量, 说明技术进步使 CO₂ 排放减少的力度在持续加强。

在能源结构方面, 北京能源结构一直是负效应, 说明北京的能源使用情况持续改善, 煤炭比例从 1995 年的 82.71% 减少到 2012 年的 36.66%。北京市 2001 年推行的“煤改电”措施效果在 2005-2010 年最为明显, 五年累计减少 CO₂ 排放量 765.12 万 t。

在产业结构上, 北京市产业结构效应在 2000-2005 年对于 CO₂ 减排量为 2 843.6 万 t。2005 年之后, 产业结构效应逐渐减小。2005-2010 年, 产业结构效应对 CO₂ 减排量为 255.98 万 t。比前一阶段减少 2 587.62 万 t, 减少了约 91%, 由此说明北京市产业结构调整对抑制 CO₂ 排放起到了重要作用。

在经济发展方面, CO₂ 排放变化量在四个阶段分别为 -1 508.74 万 t、2 367.26 万 t、-509.13 万 t 和 -179.49 万 t。除 2000-2005 年之外, 北京市的经济发展对于 CO₂ 排放均呈现抑制作用, 主要由于这段时间北京正在经历产业升级改造与奥运设施建设, 北京实际 GDP 平均增长率维持在 12% 左右, 也是 1995-2012 年间最快的。随着北京市经济的发展, 经济效应对 CO₂ 排放的影响由正转负, 说明北京市从一味追求粗放型经济增长逐步转向建设“资源集约型、环境友好型”社会。

3.3 产业进阶分析

北京市三大产业结构虽已接近完备, 但产业间的优化升级之路仍在继续, 需要了解各产业对于 CO₂ 排放的影响程度和因素。利用 STIRPAT 模型和 LMDI 方法计算可得

表 9 不同行业的碳排放水平
Tab. 9 Carbon emission levels in different industries

年份 Year	第一产业 Agriculture	工业 Industry	建筑业 Construction	电力热力 Power and heating industry	交通运输 仓储邮政 Transportation storage and postage	住宿餐饮 批发零售 Wholesale and retail trade, hotels and catering services	生活部门 Life department	CO ₂ 排放总量 Total CO ₂ emission
1995	232.05	1 642.31	70.67	2 263.63	325.30	39.12	1 188.68	5 761.74
2000	161.74	1 959.51	81.68	2 629.72	568.30	61.70	992.03	6 454.68
2005	187.66	2 610.60	363.98	3 515.19	1 245.48	324.68	1 419.34	9 666.92
2010	160.20	1 745.75	237.33	4 050.59	2 066.07	356.94	1 765.77	10 382.65
2012	148.43	1 538.81	174.19	4 136.35	2 222.83	385.27	1 866.65	10 472.54

第一产业、工业、建筑业、电力热力、交通运输仓储邮政业、批发零售住宿餐饮业和生活部门七个细化产业对于 CO₂ 排放的各自影响程度。不同行业的碳排放水平见表 9。

可以看出,电力热力排放的 CO₂ 最多,占到 CO₂ 排放总量的 40% 左右。第二是工业,1995 年工业排放占排放总量的 28%,经历了 1995 - 1999 年的小幅上升后在 1999 年时达到峰值 35%,随后一直呈下降趋势,2012 年仅占排放总量的 14%。第三是交通运输仓储邮政业,该行业 CO₂ 排放量增长最迅速,从 1995 年占 CO₂ 排放总量的 5.65%,上升到 2012 年的 21.23%,17 年增长了 275.75%。第四是生活部门,其 CO₂ 排放贡献率经历了先下降后上升的过程,1995 年的占比为 20.63%,2002 年降至 14.76%,而在 2012 年时又上升到 18%。第五是批发零售住宿餐饮业,该行业 CO₂ 排放量占比增长明显,从 1995 年的 0.68% 上升到 2007 年的 5.16%,随后从 2008 年开始下降维持在 4% 左右。第六是第一产业,CO₂ 排放量占比从 1995 年的 4% 下降到 2012 年的 1.9%。第七是建筑业,一直稳定在 1.5% 左右。

3.3.1 第一产业减排效应分析

LMDI 模型的分析结果显示,第一产业对 CO₂ 排放的影响因素中,产业结构变动对于减少 CO₂ 排放贡献最大且趋势稳定,共减少 CO₂ 排放 263.08 万 t。其次为生产能源强度,即技术进步因素,1995 - 2012 年间在技术进步的影响下,第一产业的 CO₂ 排放量减少 120.96 万 t。但在 2000 - 2005 年,技术进步并未有效减少 CO₂ 排放,说明第一产业的技术水平有待提升。第一产业的能源结构中,总体趋势振幅较大,且煤炭占比从 1995 年的 54% 上升到 2012 年的 70%,说明第一产业能源结构亟需改进。

北京市第一产业已经开始运用现代化科技手段转变传统农业功能,提升农业综合生产力,其内部结构在文化创意产业的促进下向高端产业发展。

3.3.2 工业减排效应分析

工业对 CO₂ 排放的影响因素中,产业结构变动对于减少 CO₂ 排放的贡献最大且效果日益显著,观测期内共减少 CO₂ 排放量 1 984.81 万 t。其次是生产能源强度,共减少 CO₂ 排放 1 141.96 万 t。这两大因素变动最大的期间为 2005 - 2010 年间,说明北京市从 2005 年提出“首钢”搬迁,到 2011 年首钢彻底停产,并利用现代技术与现代组织管理来提高工业的技术含量、打造高附加值和高技术含量的现代工业这条路走得非常成功。

通过上述改造,北京市工业 CO₂ 的排放量从 2005 年开始出现明显下降趋势,共下降 41.05%,同时期工业增加值共上升 86.44%,说明技术进步和产业结构内部升级并未阻碍北京市工业的发展,反而促使工业向低碳化成功转型(见图 3)。

3.3.3 建筑业减排效应分析

建筑业中生产能源强度在减排上贡献最大,1995 - 2012 年因技术进步共减少 87.57 万 tCO₂ 的排放量,在 2005 - 2010 年效果尤为显著,并且持续加强。由于建筑业

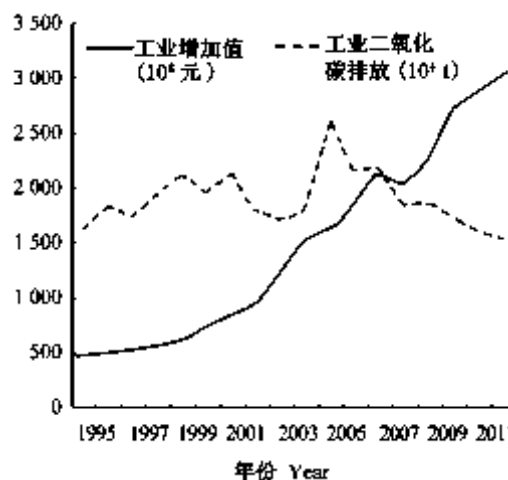


图 3 北京市工业增加值与 CO₂ 排放量关系图

Fig. 3 Beijing industrial added value and carbon dioxide emissions

会直接拉动以非金属矿物制品业和金属冶炼作为主要建材行业的碳排放水平,因此北京在 2000 - 2005 年对冶金、石化及建材等传统制造业进行了大幅改造,使得产业结构变动对减少 CO₂ 排放效果显著。在能源结构上,建筑业的能源结构变动效果最显著的时期为 1995 - 2000 年,这期间建筑业煤炭占该行业资源消耗比重从 46.9% 减少到 19.4%,共减少 58.64%。由于北京的建设和基础设施基本稳定,建筑业今后调整的重点应放在技术进步和清洁能源的利用方面。

3.3.4 电力热力业减排效应分析

对电力热力业排放 CO₂ 产生负效应最大的因素是技术进步,其贡献值约为 7 017 万 tCO₂。其次是能源结构,1995 - 2012 年控制 CO₂ 排放量约 1 183.94 万 t。1995 年煤炭占该行业能源消耗的比重为 99.71%,2001 年北京市倡导“煤改电”活动,能源结构改进效果在此后五年开始逐步显现,到 2012 年煤炭占比为 65.58%,2001 - 2012 年煤炭占比共下降 30.1%。煤炭消耗占比虽然下降很多,但占比依旧过半,因此能源结构调整潜力很大。据统计,目前北京自产电量占比从 1995 年的 49.24% 下降到 31.31%,共下降 36.41%,而外省输入电量占比从 56.76% 上涨到 68.69%。由于电力热力业的技术进步周期较长,所以该行业应着重调整产业结构,同时加大从外省输入电力的比例。

3.3.5 交通运输仓储邮政业减排效应分析

交通运输仓储邮政业的发展对于 CO₂ 排放的增加效应远高于减少效应。目前对交通运输仓储邮政业 CO₂ 排放产生负效应最大的因素是能源结构,主要是因为煤油和柴油消耗的减少与天然气使用的增加。而技术进步效应则在 2005 年开始显著增加,北京从 2009 年开始在公共交通上推动新能源使用,有效控制了该行业的 CO₂ 排放量,据测算,2005 - 2012 年北京市的交通运输仓储邮政业共减少 CO₂ 排放 380.1 万 t。

随着经济水平的提高,旅游和电子商务迅速兴起,直接拉动了交通运输仓储邮政业的产值增加和 CO₂ 排放量急剧上升。2006 - 2012 年,该行业的 CO₂ 排放量上涨了 67.13%,而同时期产值仅上涨了 23.02%,说明交通运输仓储邮政业还处于低端产业链、高排放、低产出的阶段。

3.3.6 批发零售住宿餐饮业减排效应分析

对批发零售住宿餐饮业排放 CO₂ 产生负效应最大的因素是技术进步,观测期间内共减少 82.17 万 tCO₂,尤其是在 2000 - 2005 年期间效果最为显著。其次是能源结构,1995 - 2012 年间共引致减少 CO₂ 排放 33.31 万 t。

2004 - 2007 年北京市批发零售住宿餐饮业的行业增加值年平均增长率只有 21.48%。但与此同时,该行业的

CO₂ 排放量的年平均年增长率却高达 46.68%。但 2008 - 2012 年该产业增加值上升的同时 CO₂ 排放排放量则明显下降,四年间共下降了 37.54%,说明批发零售住宿餐饮业在经过最初的粗放型增长后,开始逐步重视调整产业结构和优化升级的集约式发展。

3.3.7 生活部门减排效应分析

据统计,北京市汽车拥有量从 1995 年的 58.9 万辆增加到 2012 年的 495.7 万辆,增长了 741.59%,私人汽车保有量占比从 1995 年的 21.73% 上升到 2012 年的 82.21%。2010 年北京开始实行的车牌摇号政策明显抑制了私人汽车拥有量的增长速度,但减排效果不显著。生活部门方面,技术进步带来的 CO₂ 减排效果最为显著,2009 年北京开始推广新能源汽车,能源结构效应因此由正转负。北京市的煤炭占比在 1995 - 2012 年期间共下降 70.97%,汽油消耗占比由 1995 年的 5.36% 上升到 2012 年的 50.1%,已成为北京居民消费中的第一大能源。

3.4 产业结构细分为 11 个产业的进阶分析

为了深入研究北京市产业结构对 CO₂ 排放的影响作用,本文将原有产业进一步细化为 11 个。除了电力热力、建筑业、交通运输仓储邮政业和住宿餐饮批发零售业,依据《中国统计年鉴》和《北京统计年鉴》在 2005 年以后的产业划分,新增 7 个细分产业分别为能源工业、轻制造业、重制造业、其他制造业、金融房地产租赁信息服务业、教育文化科研和公共设施与福利保障。考虑到数据获取等因素,7 个细分产业的数据从 2005 年开始,表 10 为 2005 - 2012 年 11 个细分产业 CO₂ 排放的 LMDI 分析结果。

各个细分产业的碳减排结果显示,第二产业对 CO₂ 排放起到抑制作用的产业分别为重制造业、能源工业、轻制造业、其他制造业,减排量依次为 1 166.15 万 t、522.48 万 t、74.81 万 t 和 22.75 万 t。

在第三产业中,公共设施与福利保障产业的 CO₂ 排放量减少 96.93 万 t,而其余产业的 CO₂ 排放量均在增加,其中交通运输仓储邮政业最为显著,排放量高达 1 113.62 万 t。其余产业对 CO₂ 排放贡献量分别为:住宿餐饮批发与零售业 60.58 万 t、金融房地产租赁信息服务业 48.48 万 t、教育文化与科研 40.55 万 t。

从影响因素角度分析,经济发展与规模效应都导致了 CO₂ 排放的增加,技术进步与能源结构均发挥了抑制 CO₂ 排放的作用。产业结构方面,除电力热力水供应业以外,其他产业的结构调整均抑制了 CO₂ 排放。

4 研究结论

4.1 加快技术进步在产业间的渗透

科技创新和技术进步无疑是减少污染的主要手段。

表 10 2005 – 2012 年 11 个产业碳排放 LMDI 模型分析
Tab. 10 LMDI model analysis of 11 industries carbon emissions in 2005 – 2012 10^4 t CO_2

指标 Index	能源强度效应 Effect of energy intensity	结构效应 Effect of structure		经济发展效应 Effect of economic development	规模效应 Effect of scale	CO ₂ 减排总计 CO ₂ emission reduction
	生产能源强度 Energy intensity in product	能源结构 Energy structure	产业结构 Industry structure	人均产出 Output per head	人口总数 Population size	
能源工业	-357.64	-174.18	-143.13	90.87	61.61	-522.48
轻制造业	-212.70	-33.64	-112.36	163.04	120.86	-74.81
重制造业	-1 005.08	-212.14	-1 222.86	725.54	548.38	-1 166.15
其他制造业	-17.25	-5.90	-10.97	6.59	4.77	-22.75
电力热力业	-2 521.37	-732.27	1 300.45	1 474.34	1 115.30	636.45
建筑业	-73.96	-11.94	-6.51	69.36	53.71	30.66
交通运输仓储邮政	1 156.55	-32.77	-1 213.98	679.27	524.55	1 113.62
住宿餐饮批发与零售	-56.19	-19.08	-136.20	154.20	117.85	60.58
金融房地产租赁信息服务业	-106.89	-72.53	-234.25	264.14	198.01	48.48
教育文化与科研	-18.92	-50.07	-121.76	132.50	98.81	40.55
公共设施与福利保障	-101.84	-32.42	-163.79	116.96	84.17	-96.93

在降低 CO₂ 排放方面不应该只局限于发展高端制造业,从产业进阶分析结果可以看到,技术进步对各个产业的效应表现各异,在工业、电力热力业和生活部门最为明显,而第三产业的效果并不显著,说明技术进步的渗透并不平均。同时,产业内部的技术变化也影响着产业结构的升级,科技革命推动产业革命就是最好的佐证。北京在发展科技创新的同时,应该加速高新技术的转化,推进专业技术产业化,加快用高新技术改造传统行业,尤其是改造和提升服务业的发展质量,这将进一步强化北京市在京津冀协同发展中的“科技创新中心”的核心功能,也是落实节能减排政策的必经之路。

4.2 提高各产业的能源使用效率

北京能源效率的提升主要表现在第二产业,尤其是工业能源使用效率的大幅提升,这不仅抵消了其他产业能源消费波动,特别是第三产业和生活消费中能源消费上升的影响,而且推动了全市能源强度的持续下降。因此,下一阶段北京市要着重提高服务业和生活部门的能源效率,关闭污染大的服务业,在生活消费中推广新能源的使用,把第三产业打造成环境友好的低碳产业。

4.3 促进产业内部升级与协调发展

北京市的三次产业中,第一产业率先完成了从单一农业向多功能农业的转变,且内部升级效果显著。第二产业正在进行调整升级。全球金融危机后,各发达国家将产业调整的重点再次对准工业与制造业,为了能在新一轮国

际竞争中抢占科技竞争制高点,北京必须加快第二产业尤其是高端制造业的产业升级。高端制造业拥有“高产值、低污染、强竞争力”的特点,非常适合以北京为代表的资源紧张型城市作为重点发展行业,既能保证经济增长,又能达到 CO₂ 减排的目标。

(编辑:刘照胜)

参考文献(References)

- [1] Ang B W, Zhang F Q, Choi K H. Factorizing Changes in Energy and Environmental Indicators Through Decomposition [J]. Energy, 1998, 23(6): 489 – 495.
 - [2] Fisher V. What Is Driving China's Decline in Energy Intensity? [J]. Resource and Energy Economics, 2004, 26(1): 77 – 97.
 - [3] Wu L, Kaneko S, Matsuoka S. Dynamics of Energy Related CO₂ Emissions in China During 1980 to 2002: The Relative Importance of Energy Supply Side and Demand Side Effects [J]. Energy Policy, 2004, 34(18): 3549 – 3572.
 - [4] Zhang Youguo. Structural Decomposition Analysis of Sources of Decarbonizing Economic Development in China: 1992 – 2006 [J]. Ecological Economics, 2009, 68(8–9): 2399 – 2405.
 - [5] Wang Di, Nie Rui, Shi Haiying. Scenario Analysis of China's Primary Energy Demand and CO₂ Emissions Based on IPAT Model [J]. Energy Procedia, 2011, 5: 365 – 369.
 - [6] 徐大丰. 碳生产率、产业关联与低碳经济结构调整: 基于我国投入产出表的实证分析 [J]. 中国软科学, 2011, 25(3): 42 – 56.
- [Xu Dafeng. Carbon Productivity, Industrial Correlation and Low-carbon Economic Structure Adjustment: Empirical Analysis Based on

- Input-output Table in China [J]. Soft Science, 2011, 25(3): 42 – 56.]
- [7] 张雷, 黄园浙. 中国产业结构节能潜力分析 [J]. 中国软科学, 2008, 23(5): 27 – 29. [Zhang Lei, Huang Yuanxi. Potential Analysis on Structural Energy-saving in China [J]. China Soft Science, 2008, 23(5): 27 – 29.]
- [8] 林伯强, 孙传旺. 如何在保障中国经济增长前提下完成碳减排目标 [J]. 中国社会科学, 2011, (1): 64 – 77. [Lin Boqiang, Sun Chuanwang. How Can China Achieve Its Carbon Emission Reduction Target While Sustaining Economic Growth? [J]. Chinese Social Science, 2011, (1): 64 – 77.]
- [9] 余泳泽, 杜晓芬. 技术进步、产业结构与能源效率: 基于省域数据的空间面板计量分析 [J]. 产业经济评论, 2011, 10(4): 36 – 68. [Yu Yongze, Du Xiaofen. Technological Progress, Industrial Structure and Energy Efficiency: Based on Spatial Econometrics of Panel Data with Provincial Data [J]. Review of Industrial Economics, 2011, 10(4): 36 – 68.]
- [10] 陈志建, 王铮. 中国地方政府碳减排压力驱动因素的省际差异: 基于 STIRPAT 模型 [J]. 资源科学, 2012, 34(4): 718 – 724. [Chen Zhijian, Wang Zheng. The Differences of Driving Factors of Local Governments' Pressure on Carbon Emission Reduction in China Based on STIRPAT Model [J]. Resources Science, 2012, 34(4): 718 – 724.]
- [11] 邢芳芳, 欧阳志云, 王效科, 等. 北京终端能源碳消费清单与结构分析 [J]. 环境科学, 2007, 34(4): 1919 – 1923. [Xing Fangfang, Ouyang Zhiyun, Wang Xiaoke. Inventory of Final Energy-carbon Consumption and Its Structure in Beijing [J]. Environmental Science, 2007, 34(4): 1919 – 1923.]
- [12] 唐志鹏, 刘卫东, 付承伟, 等. 能源约束视角下北京市产业结构的优化模拟与演进分析 [J]. 资源科学, 2012, 34(1): 29 – 34. [Tang Zhipeng, Liu Weidong, Fu Chengwei. Optimization Modeling and Evolution Analysis of Beijing's Industrial Structure under Energy Constraints [J]. Resources Science, 2012, 34(1): 29 – 34.]

Research on Industrial Structure Adjustment to the Influence of Beijing Carbon Emissions Reduction Targets

ZHANG Hong-yan JIANG Yue-ming FENG Ting-ting

(School of Economics, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)

Abstract China has committed to the world to reduce the intensity of energy consumption and carbon emission by 40% – 50% in 2020, compared with its carbon emission per GDP of 2005. As the capital city, Beijing would set the model for the rest of the country. Based on the industrial structure of Beijing, we measured its carbon emission from 1995 to 2012 according to the energy resources, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) coefficients and the real output value of Beijing. The Expandable Stochastic Model of Environment Effect Appraisal testifies the significant coefficient between carbon emission and industrial structure. It also measures the contribution of changes on the overall industrial structure. Then we divide the industry into seven sections, i. e., the first industry, industry, construction, power and heating industry, transportation storage and postage, wholesale and retail trade, hotels and catering services, and life department. The coefficients are significant between the sub sectors and carbon emission, and the contribution of each sub sector is calculated respectively. Then the carbon emission level of each sector is measured through the Logarithmic Weight Balance Analysis and the Expandable Stochastic Model. The influence of industrial structure adjustments is studied on the reduction of carbon emission. Suggestions are put forward on the internal upgrade of industries and the coordinated development between them. For the tertiary industry, the efficiency of energy consumption should be improved.

Key words industrial structure; carbon emissions; STIRPAT Model; LMDI Method