

环境科学

(HUANJING KEXUE)

ENVIRONMENTAL SCIENCE

第33卷 第7期

Vol.33 No.7

2012

中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版



目次

三峡库首秭归地区大气降水硫同位素组成及示踪研究	吴起鑫, 韩贵琳 (2145)
成都春季生物质燃烧和沙尘期间气溶胶散射特征及其重建	岳建华, 陶俊, 林泽健, 朱李华, 曹军骥, 罗磊 (2151)
太湖上空大气气溶胶光学厚度及其特征分析	饶加旺, 马荣华, 段洪涛, 姜广甲, 尚琳琳, 周琳 (2158)
环上海地区干霾气溶胶垂直分布的季节变化特征	徐婷婷, 秦艳, 耿福海, 陈勇航, 张华, 刘琼, 马晓骏 (2165)
南京冬季市区和郊区气溶胶中 PAHs 浓度的昼夜特征及粒径分布	张红亮, 樊曙先, 顾凯华, 朱彬, 范洋, 祖繁, 李红双, 孟庆紫, 何佳宝 (2172)
青岛大气气溶胶水溶性无机离子研究: 季节分布特征	刘臻, 祁建华, 王琳, 陈晓静, 石金辉, 高会旺 (2180)
城市污水处理厂生成的微生物气溶胶的污染特性	邱雄辉, 李彦鹏, 牛铁军, 李美玲, 马智慧, 苗莹, 王湘君 (2191)
基于 WEPS 模型的天津郊区土壤风蚀起尘及对中心城区迁移量估算	陈莉, 韩婷婷, 李涛, 姬亚芹, 白志鹏, 王斌 (2197)
浒苔绿潮与苏北近岸海域营养盐浓度的关系研究	高嵩, 石晓勇, 王婷 (2204)
福建沿海近 10 a 赤潮基本特征分析	李雪丁 (2210)
HSPF 水文水质模型应用研究综述	李兆富, 刘红玉, 李燕 (2217)
城市降雨径流模拟的参数不确定性分析	黄金良, 林杰, 杜鹏飞 (2224)
利用 CDOM 吸收系数估算太湖水体表层 DOC 浓度	姜广甲, 马荣华, 段洪涛 (2235)
嘉善地区水环境敏感点水质影响权重分析及风险等级判定	谢蓉蓉, 逢勇, 张倩, 陈可, 孙明园 (2244)
重庆市盘溪河水质不同季节日变化规律及水质评价	张千千, 王效科, 郝丽岭, 逯非, 欧阳志云, 侯培强, 张烨 (2251)
南京市湿地水质对城市化影响强度的响应研究	郝敬锋, 刘红玉, 胡和兵, 安静, 张小红 (2259)
宁夏沙湖浮游植物与水环境因子关系的研究	邱小琮, 赵红雪, 孙晓雪 (2265)
影响太子河流域鱼类空间分布的不同尺度环境因子分析	丁森, 张远, 渠晓东, 孔维静, 刘思思, 孟伟 (2272)
大型底栖动物生物评价指数比较与应用	耿世伟, 渠晓东, 张远, 林坤德 (2281)
青藏高原纳木错流域水体总汞的时空分布特征	王康, 康世昌, 郭军明, 张强弓, 黄杰, 郭伟 (2288)
青藏高原纳木错湖水主要化学离子的时空变化特征	郭军明, 康世昌, 张强弓, 黄杰, 王康 (2295)
用物理-生态集成技术局部控制富营养化	李秋华, 夏品华, 吴红, 林陶, 张友春, 李存雄, 陈丽丽, 杨帆 (2303)
太湖氮素出入湖通量与自净能力研究	陈小锋, 揣小明, 曾巾, 刘涛, 杨柳燕 (2309)
富营养湖泊沉积物中磷组分对硫酸盐的响应	袁探, 华玉妹, 朱端卫, 赵建伟, 蔡建波 (2315)
巢湖表层沉积物磷的空间分布差异性研究	温胜芳, 单保庆, 张洪 (2322)
南京地区典型有机污染物长距离输送潜力研究	方利江, 吴有方, 丁中原, 马子龙, 柳敏, 高宏 (2330)
东海内陆架沉积物中黑碳分布及其与持久性有机污染物的相关性研究	林田, 方引, 陈颖军, 胡利民, 郭志刚, 张干 (2335)
嘉陵江重庆段表层水体多环芳烃的污染特征	蔡文良, 罗固源, 许晓毅, 杜炯 (2341)
电子废物拆解区河流沉积物中多氯联苯的污染水平、分布及来源	王学彤, 李元成, 缪绎, 张媛, 孙阳昭, 吴明红, 盛国英, 傅家谟 (2347)
基于梯形模糊数的沉积物重金属污染风险评价模型与实例研究	李飞, 黄瑾辉, 曾光明, 唐晓娇, 白兵, 蔡青, 祝慧娜, 梁婕 (2352)
渤海湾海岸带开发对近岸沉积物重金属的影响	秦延文, 郑丙辉, 李小宝, 张雷, 时瑶, 曹伟 (2359)
崇明东滩表层沉积物重金属空间分布特征及其污染评价	李雅娟, 杨世伦, 侯立军, 周菊珍, 刘英文 (2368)
白洋淀底泥重金属形态及竖向分布	李必才, 何连生, 杨敏, 孟睿, 袁冬海, 席北斗, 舒俭民 (2376)
西南涌酸挥发硫化物浓度水平及影响因素研究	刘晓冰, 温琰茂, 利锋, 吴昌华, 段志鹏 (2384)
氨氮在饮用水生物滤池内的去除机制	刘冰, 范辉, 余国忠, 于鑫, 赵承美, 李清飞, 张舒婷, 魏博 (2394)
Cu(II) 印迹壳聚糖交联膜的表征及其吸附热力学特性	张玉红, 张爱丽, 周集体, 孙筱雨 (2403)
声电氧化处理扑热息痛的研究	戴启洲, 马文姣, 沈宏, 陈浚, 陈建孟 (2410)
粉煤灰吸附-Fenton 及热再生处理亚甲基蓝废水的特性研究	白玉洁, 张爱丽, 周集体 (2419)
利用双室微生物燃料电池处理模拟废水的产电特性研究	张永娟, 李永峰, 刘春研, 王艺璇, 李龙, 王籽人, 董义兴 (2427)
Zn/Cr 型阴离子黏土的制备、表征及其对活性艳橙 X-GN 的去除性能研究	王小蓉, 吴平霄 (2432)
核电站低放射性废水在封闭水体中的输移规律研究	武国正, 徐宗学 (2438)
A + OSA 污泥减量工艺碳元素平衡与减量机制研究	翟小敏, 高旭, 张曼曼, 贾丽, 郭劲松 (2444)
系列混合碳源在 EBPR 系统颗粒化进程中的影响研究	蒋涛, 孙培德, 徐少娟 (2451)
氧化还原介体催化强化 <i>Paracoccus versutus</i> 菌株 GW1 反硝化特性研究	李海波, 廉静, 郭延凯, 赵丽君, 杜海峰, 杨景亮, 郭建博 (2458)
1 株转座子插入突变菌株 TB34 的筛选及产氢分析	刘洪艳, 王广策, 侍浏洋, 朱大玲 (2464)
蜜环菌漆酶对氯酚类污染物催化降解条件优化	秦仁炳, 朱显峰, 吴珂, 张晶晶, 赵海康 (2470)
双季稻田 CH ₄ 和 N ₂ O 排放特征及品种筛选研究	傅志强, 朱华武, 陈灿, 黄瑛 (2475)
闽江河口短叶茳苳湿地 CH ₄ 和 N ₂ O 排放对氮输入的短期响应	牟晓杰, 刘兴土, 仝川, 孙志高 (2482)
青海三江源地区退化草地土壤全氮的时空分异特征	彭景涛, 李国胜, 傅瓦利, 易湘生, 蓝家程, 袁波 (2490)
不同降雨条件下侵蚀泥沙黏粒含量的变化规律	吴凤至, 史志华, 方怒放, 岳本江 (2497)
土壤性质对单一及复合污染下外源镉稳定化过程的影响	吴曼, 徐明岗, 张文菊, 武海雯 (2503)
多氯联苯污染农田土壤的原位生态调控修复效应	潘澄, 滕应, 骆永明, 涂晨, 李秀芬, 马婷婷, 张满云, 李振高, 宋静 (2510)
不同作物根系多环芳烃吸收特征差异的比较研究	梁宵, 占新华, 周立祥 (2516)
废气和废渣协同作用脱钠反应特性及机制研究	伊元荣, 韩敏芳 (2522)
中国第三产业能源碳排放影响要素指数分解及实证分析	卢愿清, 史军 (2528)
《环境科学》征稿简则 (2431)	
《环境科学》征订启事 (2532)	
信息 (2157, 2271, 2367, 2418)	

中国第三产业能源碳排放影响要素指数分解及实证分析

卢愿清, 史军

(南京信息工程大学气候变化与公共政策研究院, 南京 210044)

摘要: 基于碳排放量基本等式, 采用 Divisia 指数分解法建构中国第三产业能源碳排放的因素分解模型, 定量分析了 2000 ~ 2009 年间, 能源结构、能源效率、产业结构及产出四因素对中国第三产业能源碳排放的影响. 结果显示产业产出及能源结构对拉动中国第三产业能源碳排放的贡献率逐年增长, 能源效率及产业结构对抑制中国第三产业能源碳排放发挥作用, 但产业结构的影响作用不强, 且抑制因素作用无法抵消拉动因素引起的碳排放增长. 基于此, 研究为第三产业能源碳减排提供了政策建议.

关键词: 第三产业; 能源碳排放; 指数分解

中图分类号: X24 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2012)07-2528-05

Decomposition Model of Energy-Related Carbon Emissions in Tertiary Industry for China

LU Yuan-qing, SHI Jun

(Academy of Climate and Public Policy, Nanjing University of Information Technology and Science, Nanjing 210044, China)

Abstract: Tertiary industry has been developed in recent years. And it is very important to find the factors influenced the energy-related carbon emissions in tertiary industry. A decomposition model of energy-related carbon emissions for China is set up by adopting logarithmic mean weight Divisia method based on the identity of carbon emissions. The model is adopted to analyze the influence of energy structure, energy efficiency, tertiary industry structure and economic output to energy-related carbon emissions in China from 2000 to 2009. Results show that the contribution rate of economic output and energy structure to energy-related carbon emissions increases year by year. Either is the contribution rate of energy efficiency or the tertiary industry restraining to energy-related carbon emissions. However, the restrain effect is weakening.

Key words: tertiary industry; energy-related carbon emissions; decomposition model

第三产业具有低碳排放的特点^[1], 与工业相比较, 第三产业在扩大规模、结构升级, 进而缩减碳强度方面的可能性与速度远优于前者. 工业的碳减排存在着一个较难克服的难题, 即“锁定效应”^[2]. 中国的第三产业正处于快速增长期, 尚未定型, 其向低碳经济转换的难度要远低于工业. 与发达国家相比, 中国的第三产业比重依然过低, 尤其是现代服务业不发达, 这也是当前中国经济结构急需解决的问题^[3].

对中国 CO₂ 排放的研究并不少见, 其角度主要包括: ①基于全球的碳减排机制研究^[4,5], ②碳排放与能源战略^[6~8], ③碳排放与经济发展的关系^[9~12]. 以上 3 个角度的研究中均或多或少地包含着 CO₂ 排放影响要素的研究内容.

国内也有不少学者直接研究 CO₂ 排放的影响要素, 其研究主要分为两大类. 第一类以计量经济分析方法为主, 强调时间序列特征的发现. Ang^[13] 基于宏观时间序列对于我国 CO₂ 排放影响要素进行分析, 发现 CO₂ 排放强度与研究投入、技术转移及

技术吸收能力呈负相关关系, 与收入水平、能源消耗及贸易开放度呈正相关关系. 林伯强等^[14] 基于国家宏观时间序列数据发现人均收入水平与人均 CO₂ 排放之间存在着倒 U 形的关系. 王伟群等^[15] 基于数据包络技术, 考量了我国包含碳排放因素的全要素生产率变化情况, 并基于分省面板数据进行了影响要素的分析. 李小平等^[16] 基于行业面板数据, 考量了人均产出、贸易开放度、研发等因素对工业行业碳排放影响进行了分析. 杜立民^[17] 则基于省级面板数据对该问题进行了分析.

第二类研究则以指数分析方法为主, 强调恒等式分解, 该方法具有因素明确, 拆分灵活的特点, 不同的研究者强调的因素有所不同, 指数选择也不尽相同. 徐国泉等^[18] 对中国碳排放的因素进行分解, 分析了人口、能源、经济发展等因素对中国人均 CO₂ 排放的影响. 查建平^[19] 则从产业的视角对中国工

收稿日期: 2011-09-08; 修订日期: 2012-01-11

基金项目: 国家自然科学基金项目(71103092)

作者简介: 卢愿清(1980~), 男, 博士, 讲师, 主要研究方向为环境经济与公共政策, E-mail: luyuanqing@126.com

业能源碳排放的影响要素进行分解,系统考量了能源排放强度、能源结构、能源效率、产业结构及产出等因素的影响.此外,Zhang 等^[20]通过指数分解发现中国的经济活动是促进碳排放的重要因素,近年来能源强度的下降也导致碳排放有所缩减.

从已有文献来看,当前中国 CO₂ 排放影响要素的研究主要集中于国家总体层面,也出现了少量集中于产业的研究,这些研究又多集中于工业领域,这是由于工业领域的排放基数大、减排压力重所直接引起的研究兴趣聚集.本文认为第三产业的碳排放特点及影响要素对于中国的碳减排来说,同样至关重要.遵循第二类文献中的研究框架,本研究对碳排放总量公式进行了解析并估算了各因素的影响值与贡献率.

1 碳排放因素分解模型

中国第三产业能源碳排放数据无法直接获取,本研究依据 IPCC (2006) 提出的碳排放总量公式对中国第三产业能源碳排放进行计算.

$$TC = \sum_i \sum_j C_{ij} = \sum_i \sum_j \frac{C_{ij}}{E_{ij}} \times \frac{E_{ij}}{E_i} \times \frac{E_i}{Y_i} \times \frac{Y_i}{Y} \times Y \quad (1)$$

式中,TC 为第三产业能源碳排放总量, C_{ij} 为第三产业内部第 i 行业的第 j 类能源的碳排放量, E_{ij} 为第三产业内部第 i 行业的第 j 类能源的消费量, E_i 为第三产业内部第 i 行业的能源消费总量, Y_i 为第三产业内部第 i 类行业的产出, Y 为第三产业的总产出.

式(1)中的各因素定义如下:

各行业各类能源碳排放强度 $EF_{ij} = \frac{C_{ij}}{E_{ij}}$,即第三产业内部第 i 类行业第 j 类能源的碳排放量;

各行业的能源结构因素 $ES_{ij} = \frac{E_{ij}}{E_i}$,即第三产业内部第 i 类行业能源消费中第 j 类能源的比重;

各行业的能源效率因素 $EE_i = \frac{E_i}{Y_i}$,即第三产业内部第 i 类行业每单位产出所消费的能源;

产业结构因素 $TS_i = \frac{Y_i}{Y}$,即第三产业内部各行业产出占第三产业产出的比重;

总产出因素 $TO = Y$,即整个第三产业的产出总额.由此,第三产业能源碳排放量可以写为:

$$TC = \sum_i \sum_j EF_{ij} \times ES_{ij} \times EE_i \times TS_i \times TO \quad (2)$$

第 t 期相对于基期的第三产业能源碳排放变化可以表示为:

$$\begin{aligned} \Delta TC &= TC^t - TC^o = \sum_i \sum_j EF_{ij}^t ES_{ij}^t EE_i^t TS_i^t TO^t - \\ &\quad \sum_i \sum_j EF_{ij}^o ES_{ij}^o EE_i^o TS_i^o TO^o \\ &= \Delta TC_{EF} + \Delta TC_{ES} + \Delta TC_{EE} + \Delta TC_{TS} + \\ &\quad \Delta TC_{TO} + \Delta TC_{rsd} \end{aligned} \quad (3)$$

$$D = \frac{TC^t}{TC^o} = D_{EF} D_{ES} D_{EE} D_{TS} D_{TO} D_{rsd} \quad (4)$$

基于式(3),利用对数平均权重 Divisia 分解法对第三产业能源碳排放进行分解,结果如下:

$$\begin{aligned} \Delta TC_{EF} &= \sum_i \sum_j \frac{TC_{ij}^t - TC_{ij}^o}{\ln TC_{ij}^t - \ln TC_{ij}^o} \ln \left(\frac{EF_{ij}^t}{EF_{ij}^o} \right) \\ \Delta TC_{ES} &= \sum_i \sum_j \frac{TC_{ij}^t - TC_{ij}^o}{\ln TC_{ij}^t - \ln TC_{ij}^o} \ln \left(\frac{ES_{ij}^t}{ES_{ij}^o} \right) \\ \Delta TC_{EE} &= \sum_i \sum_j \frac{TC_{ij}^t - TC_{ij}^o}{\ln TC_{ij}^t - \ln TC_{ij}^o} \ln \left(\frac{EE_i^t}{EE_i^o} \right) \\ \Delta TC_{TS} &= \sum_i \sum_j \frac{TC_{ij}^t - TC_{ij}^o}{\ln TC_{ij}^t - \ln TC_{ij}^o} \ln \left(\frac{TS_i^t}{TS_i^o} \right) \\ \Delta TC_{TO} &= \sum_i \sum_j \frac{TC_{ij}^t - TC_{ij}^o}{\ln TC_{ij}^t - \ln TC_{ij}^o} \ln \left(\frac{TO_i^t}{TO_i^o} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

在以上计算中,第三产业能源碳排放分解式中的各个因素需要保持独立性,避免因素影响的重复计算,进而避免由此产生的测算结果污染^[21~23].例如能源效率因素需要定义为第三产业内部各产业能源消费与对应的产业产出,但如果将能源效率定义为第三产业总能源消费与总产出的比率,就会导致能源效率因素混入产业结构因素影响,从而导致测算结果失真.

2 第三产业能源碳排放因素的实证分析

2.1 数据来源与整理

中国国家统计局国民经济产业分类标准中,第三产业主要包括交通运输、仓储和邮政业,批发、零售业和住宿、餐饮业,金融及房地产等三大类.研究以 1995 年的统计数据作为基础基期数据,分别计算 2000~2009 年与基期数据的碳排放变化情况.依据中国能源统计年鉴(2000~2009 年)与中国统计年鉴(2000~2009 年),本研究系统整理了能源消费数量及种类、第三产业总产值及分行业产值.基于该基础数据,依据 IPCC 碳排放计算公式,对中国第三产业碳排放数据进行计算,其中各能源的碳排放因子来源于 IPCC^[24],电力部分的碳排放因子采用中国区域电网基准线排放因子,通过计算整理得到中国第三产业碳排放因素分析的基础数据(见表 1).

表 1 1995 年、2000 ~ 2009 年中国第三产业能源消费与碳排放¹⁾

Table 1 Energy consumption and carbon emissions in tertiary industry, 1995 and 2000-2009

年份	年份										
	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
煤 × 10 ⁸ /t	0.310	0.246	0.186	0.187	0.195	0.180	0.307	0.319	0.340	0.305	0.330
油 × 10 ⁸ /t	0.667	1.194	1.183	1.257	1.395	1.676	1.879	2.060	2.235	2.313	2.351
气 × 10 ⁸ /t	0.004	0.017	0.016	0.017	0.018	0.046	0.077	0.097	0.107	0.147	0.184
电 × 10 ⁸ /t	0.076	0.163	0.177	0.196	0.237	0.273	0.310	0.353	0.390	0.430	0.485
碳排放 × 10 ⁸ /t	1.298	2.340	2.418	2.632	3.086	3.570	4.132	4.637	5.089	5.489	6.034

1) 能源消费量为标准煤当量,能源数据来自中国能源年鉴(2000 ~ 2009 年)

2.2 实证结果分析

能源碳排放强度(EF)在本研究中是固定的,即影响中国第三产业能源碳排放变化的因素主要包括

能源结构、产业结构、能源效率与产业产出,此四因素的影响效果按照公式(5)和(7)进行计算,计算结果见表 2.

表 2 2000 ~ 2009 年四因素对中国第三产业能源碳排放变化的贡献值与贡献率

Table 2 Four decompositions of carbon emissions in tertiary industry, 2000-2009

项目		年份									
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
能源结构	ΔTC_{ES}	0.353	0.501	0.580	0.752	0.794	0.803	0.930	1.019	1.204	1.447
	D_{ES}	1.221	1.321	1.360	1.439	1.425	1.389	1.425	1.444	1.513	1.599
产业结构	ΔTC_{TS}	-0.019	-0.035	-0.056	-0.098	-0.100	-0.107	-0.136	-0.183	-0.215	-0.285
	D_{TS}	0.989	0.981	0.971	0.954	0.957	0.957	0.949	0.936	0.929	0.912
能源效率	ΔTC_{EE}	-0.560	-0.808	-0.953	-1.048	-1.108	-1.284	-1.565	-2.020	-2.479	-2.757
	D_{EE}	0.728	0.638	0.603	0.602	0.611	0.592	0.551	0.483	0.426	0.409
产业产出	ΔTC_{TO}	1.170	1.436	1.727	2.128	2.634	3.235	3.904	4.767	5.473	6.164
	D_{TO}	1.938	2.220	2.498	2.803	3.232	3.750	4.433	5.574	6.574	7.390

从表 1 可知,中国第三产业碳排放量 2000 ~ 2009 年期间逐年攀升,平均年增长率在 11% 以上.造成第三产业能源碳排放迅速增长的主要因素是产业产出.从图 1 可以看出,产业产出因素对第三产业碳排放变化的贡献值在 2000 ~ 2009 年间不断增涨,上升幅度较大.近年来,中国第三产业发展迅速,产业增加值从 2000 年 38 714 亿元增至 2009 年的 147 642 亿元.虽然第三产业本身的碳强度要弱于第二产业,但这种急剧扩张的规模依然带来了碳排放量的较大提升.

第三产业能源消费结构具备显著的产业特点,煤炭比重只占到 10% 左右且逐年下降,这一比例远远低于全国能源中煤炭所占的比重(60% 以上);第三产业石油比重近年来有所下降,但仍高达 70% 以上,远高于全国能源中石油所占比重(20%);第三产业电力比重稳中有升(约 11%),略高于全国能源中电力的比重(9%).从图 1、表 2 可知,能源结构因素对第三产业能源碳排放的贡献值与贡献率稳中有升,是导致第三产业能源碳排放增长的重要因素.

产业结构与能源效率对于第三产业碳排放增长起抑制作用,即产业结构与能源效率对于降低第三

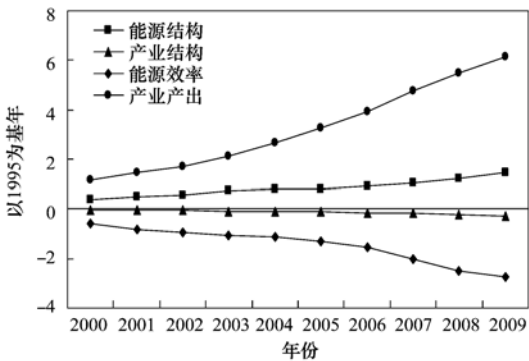


图 1 2000 ~ 2009 年四因素对第三产业碳排放变化贡献值趋势

Fig. 1 Decomposition of carbon emissions difference in tertiary industry, 2000-2009

产业碳排放具有贡献.从图 1、表 2 可以看出,产业结构对于降低第三产业碳排放的贡献值在不断增加,但其数值总体偏小且贡献率没有明显上升,即当前的产业结构调整对于降低第三产业碳排放的作用有限;能源效率对于降低第三产业碳排放的贡献值在 2000 ~ 2005 年间小幅增涨,2005 年以后增速迅速上升.能源效率的贡献率呈现逐年上升的趋势,即能源效率是抑制第三产业碳排放的最主要因素.

为了进一步探讨各因素对第三产业能源碳排放

的贡献率,本研究将四因素分成拉动因素(产业产出、能源结构)与抑制因素(能源效率、产业结构),为了便于各因素的比较,此处将能源效率、产业结构对第三产业碳排放的贡献率取倒数,作为降低第三产业碳排放的贡献率,进而比较拉动因素对拉动第三产业碳排放的贡献率与抑制因素对抑制第三产业碳排放的贡献率的变化趋势(见图2)。

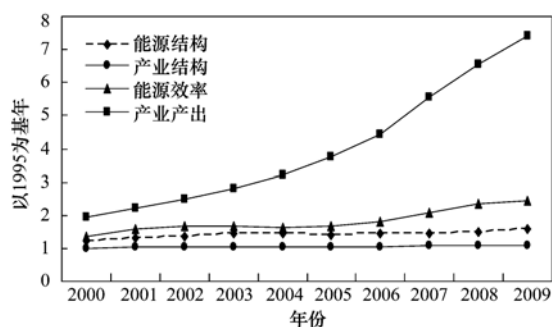


图2 2000~2009年四因素对第三产业碳排放变化贡献率趋势

Fig. 2 Decomposition of carbon emissions ratio in tertiary industry, 2000-2009

从图2可知,拉动因素中产业产出因素对拉动第三产业碳排放贡献率呈指数上涨,且在各年份的贡献率均大于抑制因素对抑制第三产业碳排放的贡献率,这也是导致第三产业碳排放增加的最主要原因;能源结构对于拉动第三产业碳排放贡献率呈现波动上升趋势,2000~2003年贡献率持续上升,2003~2007年稍有回落,随之反向攀升。抑制因素中,产业结构的抑制贡献率相对稳定,能源效率因素的抑制贡献率则明显大于产业结构,呈现波动上升趋势,但与产业产出的拉动作用比较起来,依然相差甚远,这是2000~2009年间第三产业碳排放持续增加的重要原因。

综上所述,2000~2009年第三产业能源碳排放持续上升主要是由于第三产业的产业增加值迅速上升而引起的。能源效率的提升难以抑制第三产业的碳排放总量上升趋势,第三产业内部的产业结构调整需要进一步深化,进而抑制第三产业的能源碳排放总量的上升趋势。

3 结论

(1)2000~2009年间第三产业的能源碳排放量呈现迅速上升趋势,且上升速度稳定。第三产业的经济增长是第三产业能源碳排放增加的主要推动因素,这说明第三产业虽然具有低碳排放的特点,但经济总量的提升依然会推动碳排放量的急剧增加。政府在发展第三产业规模的同时,应考虑引入碳强度

更低、更符合未来社会经济方向的行业。

(2)第三产业能源碳排放的主要抑制作用是能源效率,说明能源效率的提升对于削减第三产业能源碳排放总量具有明显作用。产业结构的调整未对第三产业的能源碳排放起到明显抑制作用,但同时也说明产业结构调整还有很多发展空间。

(3)能源效率与产业结构对于能源碳排放的抑制作用难以抵消产业快速增长拉动的第三产业能源碳排放增长,未来一段时间内,这一特点难以得到根本改变。

参考文献:

- [1] 赵敏,张卫国,俞立中.上海市能源消费碳排放分析[J].环境科学研究,2009,22(8):984-989.
- [2] 刘世锦,张永生.全球温室气体减排:理论框架和解决方案[J].经济研究,2009,(3):4-13.
- [3] 厉以宁.现在正是推进经济转型最佳时机[J].党政干部参考,2010,(6):16-16.
- [4] 潘家华,陈迎.碳预算方案:一个公平、可持续的国际气候制度框架[J].中国社会科学,2009,(5):83-98.
- [5] 樊纲,苏铭,曹静.最终消费与碳减排责任的经济学分析[J].经济研究,2010,(1):4-14.
- [6] Bing J, Sun Z Q, Liu M Q. China's energy development strategy under the low-carbon economy [J]. Energy, 2010, 35(11): 4257-4264.
- [7] Zhang Z X. China in the transition to a low-carbon economy[J]. Energy Policy, 2010, 38(11): 6638-6653.
- [8] 李猛.能源结构约束下的技术创新与中国低碳经济困境[J].江苏社会科学,2011,(2):95-99.
- [9] 陈诗一.能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J].经济研究,2009,(4):41-55.
- [10] 陈诗一.节能减排与中国工业的双赢发展:2009-2049[J].经济研究,2010,(3):129-143.
- [11] 孙宁,李廉水.基于SVAR模型的气温变化对南京市工业经济的影响研究[J].气象,2009,35(10):90-96.
- [12] 刘竹,耿涌,薛冰,等.中国低碳试点省份经济增长与碳排放关系研究[J].资源科学,2011,33(4):620-625.
- [13] Ang J B. CO₂ emissions, research and technology transfer in China[J]. Ecological Economics, 2009, 68(10): 2658-2665.
- [14] 林伯强,蒋竺均.中国二氧化碳的环境库兹涅茨曲线预测及影响因素分析[J].管理世界,2009,(4):27-36.
- [15] 王群伟,周鹏,周德群.我国二氧化碳排放绩效的动态变化、区域差异及影响因素[J].中国工业经济,2010,(1):45-54.
- [16] 李小平,卢现祥.国际贸易、污染产业转移和中国工业CO₂排放[J].经济研究,2010,(1):15-26.
- [17] 杜立民.我国二氧化碳排放的影响因素:基于省级面板数据的研究[J].南方经济,2010,(11):20-33.
- [18] 徐国泉,刘则渊,姜照华.中国碳排放的因素分解模型及实证分析:1995-2004[J].中国人口·资源与环境,2006,16(6):158-161.

- [19] 查建平, 唐方方, 傅浩. 产业视角下的中国工业能源碳排放 Divisia 指数分解及实证分析[J]. 当代经济科学, 2010, **32** (5): 88-94.
- [20] Zhang M, Mu H L, Ning Y D, *et al.* Decomposition of energy-related CO₂ emission over 1991-2006 in China[J]. Ecological Economics, 2009, **68**(7): 2122-2128.
- [21] Ang B W, Pandiyan G. Decomposition of energy-induced CO₂ emissions in manufacturing[J]. Energy Economics, 1997, **19** (3): 363-374.
- [22] 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.
- [23] Ang B W. Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method[J]. Energy Policy, 2004, **32** (9): 1131-1139.
- [24] IPCC. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories volume[EB/OL]. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>.

欢迎订阅 2012 年《环境科学》

《环境科学》创刊于 1976 年,由中国科学院主管,中国科学院生态环境研究中心主办,是我国环境科学学科中最早创刊的学术性期刊。

《环境科学》自创刊以来,始终坚持“防治污染,改善生态,促进发展,造福人民”的宗旨,报道我国环境科学领域内具有创新性高水平,有重要意义的基础研究和应用研究成果,以及反映控制污染,清洁生产和生态环境建设等可持续发展的战略思想、理论和实用技术等。

《环境科学》在国内外公开发行,并在国内外科技界有较大影响,被国内外一些重要检索系统收录,如美国医学索引 MEDLINE;美国化学文摘 CA;俄罗斯文摘杂志 AJ;美国生物学文摘预评 BP;美国医学索引 IM;日本科学技术情报中心数据库 JICST;英国动物学记录 ZR;剑桥科学文摘(CSA):Environmental Sciences;剑桥科学文摘(CSA):Pollution Abstracts;剑桥科学文摘(CAS):Life Sciences Abstracts 等;国内的检索系统有中国科技论文统计与引文数据库(CSTPCD);中文科技期刊数据库(维普);中国期刊全文数据库(CNKI);数字化期刊全文数据库(万方);中国科学引文数据库(CSCD);中国生物学文摘等。

全国各地邮局均可订阅,如有漏订的读者可直接与编辑部联系,办理补订手续。

《环境科学》2012 年为大 16 开本,70 元/册,全年 12 期。

国内统一刊号:CN11-1895/X 国际标准刊号:ISSN 0250-3301

国外发行代号:M 205 国内邮发代号:2-821

编辑部地址:北京市海淀区双清路 18 号(2871 信箱) 邮编:100085

电话:010-62941102;传真:010-62849343;E-mail:hjcx@rcees.ac.cn;网址:www.hjcx.ac.cn

CONTENTS

Isotopic Composition and Isotope Tracing of Sulfur in Atmospheric Precipitation at the Head Area of the Three Gorges Reservoir, China	WU Qi-xin, HAN Gui-lin (2145)
Characterization and Reconstruction of Aerosol Light Scattering Coefficient at Chengdu During Biomass Burning and Dust Storm Period in Spring	YUE Jian-hua, TAO Jun, LIN Ze-jian, <i>et al.</i> (2151)
Aerosol Optical Thickness of the Atmospheric Aerosol over Taihu Lake and Its Features; Results of In-site Measurements	RAO Jia-wang, MA Rong-hua, DUAN Hong-tao, <i>et al.</i> (2158)
Seasonal Variations in the Vertical Distribution of Aerosols During Dry Haze Periods in Regions Around Shanghai	XU Ting-ting, QING Yan, GENG Fu-hai, <i>et al.</i> (2165)
Size Distributions and Diurnal Variations in the Concentrations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Winter in Urban and Suburban Nanjing, China	ZHANG Hong-liang, FAN Shu-xian, GU Kai-hua, <i>et al.</i> (2172)
Seasonal Distribution of Water-Soluble Inorganic Ions in the Atmospheric Aerosol in Qingdao	LIU Zhen, QI Jian-hua, WANG Lin, <i>et al.</i> (2180)
Pollution Characteristics of Microbial Aerosols Generated from a Municipal Sewage Treatment Plant	QIU Xiong-hui, LI Yan-peng, NIU Tie-jun, <i>et al.</i> (2191)
Estimation of the Effect Derived from Wind Erosion of Soil and Dust Emission in Tianjin Suburbs on the Central District Based on WEPS Model	CHEN Li, HAN Ting-ting, LI Tao, <i>et al.</i> (2197)
Variation of Nutrient Concentrations at the Inshore Coastal Area of Northern Jiangsu Province and the Occurrence of Green Tide Caused by <i>Enteromorpha prolifera</i>	GAO Song, SHI Xiao-yong, WANG Ting (2204)
Analysis on Characteristics of Red Tide in Fujian Coastal Waters During the Last 10 Years	LI Xue-ding (2210)
Review on HSPF Model for Simulation of Hydrology and Water Quality Processes	LI Zhao-fu, LIU Hong-yu, LI Yan (2217)
Parameter Uncertainty Analysis for Urban Rainfall Runoff Modelling	HUANG Jin-liang, LIN Jie, DU Peng-fei (2224)
Estimation of DOC Concentrations Using CDOM Absorption Coefficients; A Case Study in Taihu Lake	JIANG Guang-jia, MA Rong-hua, DUAN Hong-tao (2235)
Weight Parameters of Water Quality Impact and Risk Grade Determination of Water Environmental Sensitive Spots in Jianshan	XIE Rong-rong, PANG Yong, ZHANG Qian, <i>et al.</i> (2244)
Diurnal Variation and Evaluation of Water Quality in Different Seasons of Panxi River in Chongqing	ZHANG Qian-qian, WANG Xiao-ke, HAO Li-ling, <i>et al.</i> (2251)
Responses of Wetland Water Quality to Influence the Strengthness of Urbanization in Nanjing, China	HAO Jing-feng, LIU Hong-yu, HU He-bing, <i>et al.</i> (2259)
Studies on Relationship of Phytoplankton and Water Environmental Factors in Shahu Lake	QIU Xiao-cong, ZHAO Hong-xue, SUN Xiao-xue (2265)
Influence on the Spatial Distribution of Fish in Taizi River Basin by Environmental Factors at Multiple Scales	DING Sen, ZHANG Yuan, QU Xiao-dong, <i>et al.</i> (2272)
Comparison and Application of Biological Indices of Macroinvertebrates in River Health Assessment	GENG Shi-wei, QU Xiao-dong, ZHANG Yuan, <i>et al.</i> (2281)
Spatial and Temporal Distribution of Total Mercury (T-Hg) in Different Water Bodies of Nam Co, Tibetan Plateau	WANG Kang, KANG Shi-chang, GUO Jun-ming, <i>et al.</i> (2288)
Temporal and Spatial Variations of Major Ions in Nam Co Lake Water, Tibetan Plateau	GUO Jun-ming, KANG Shi-chang, ZHANG Qiang-gong, <i>et al.</i> (2295)
Eutrophication Control in Local Area by Physic-ecological Engineering	LI Qiu-hua, XIA Pin-hua, WU Hong, <i>et al.</i> (2303)
Nitrogenous Fluxes and Its Self-Purification Capacity in Lake Taihu	CHEN Xiao-feng, CHUAI Xiao-ming, ZENG Jin, <i>et al.</i> (2309)
Response of Phosphorus Components in Sediments from Eutrophic Lake to External Sulfate	YUAN Tan, HUA Yu-mei, ZHU Duan-wei, <i>et al.</i> (2315)
Spatial Distribution Character of Phosphorus Fractions in Surface Sediment from Chaohu Lake	WEN Sheng-fang, SHAN Bao-qing, ZHANG Hong (2322)
Long-range Transport Potential of Typical Organic Pollutants in Nanjing	FANG Li-jiang, WU You-fang, DING Zhong-yuan, <i>et al.</i> (2330)
Distribution of Black Carbon in the Surface Sediments of the East China Sea and Their Correlations with Persistent Organic Pollutants	LIN Tian, FANG Yin, CHEN Ying-jun, <i>et al.</i> (2335)
Contamination Characteristics of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Surface Water from Jialing River in Chongqing	CAI Wen-liang, LUO Gu-yuan, XU Xiao-yi, <i>et al.</i> (2341)
Levels, Distribution and Possible Sources of Polychlorinated Biphenyls in River Sediments from an Electronic Waste Recycling Area	WANG Xue-tong, LI Yuan-cheng, MIAO Yi, <i>et al.</i> (2347)
Assessment Model for Heavy Metal Pollution in Sediment Based on Trapezoidal Fuzzy Numbers and Case Study	LI Fei, HUANG Jin-hui, ZENG Guang-ming, <i>et al.</i> (2352)
Impact of Coastal Exploitation on the Heavy Metal Contents in the Sediment of Bohai Bay	QIN Yan-wen, ZHENG Bing-hui, LI Xiao-bao, <i>et al.</i> (2359)
Spatial Distribution and Contamination Evaluation of Heavy Metals in the Intertidal Surface Sediments of Eastern Chongming	LI Ya-juan, YANG Shi-lun, HOU Li-jun, <i>et al.</i> (2368)
Speciation and Vertical Distribution of Heavy Metals in Sediments of Baiyangdian Lake	LI Bi-cai, HE Lian-sheng, YANG Min, <i>et al.</i> (2376)
AVS Concentrations in Xinan Creek and the Influencing Factors	LIU Xiao-bing, WEN Yan-mao, LI Feng, <i>et al.</i> (2384)
Mechanism of NH_4^+ -N Removal in Drinking Water Biofilter	LIU Bing, FAN Hui, YU Guo-zhong, <i>et al.</i> (2394)
Characterization and Thermodynamic Properties of Cu(II) Imprinted Chitosan Crosslinked Membrane	ZHANG Yu-hong, ZHANG Ai-li, ZHOU Ji-ti, <i>et al.</i> (2403)
Studies on the Degradation of Paracetamol in Sono-electrochemical Oxidation	DAI Qi-zhou, MA Wen-jiao, SHEN Hong, <i>et al.</i> (2410)
Study on Treatment of Methylene Blue Wastewater by Fly Ash Adsorption-Fenton and Thermal Regeneration	BAI Yu-jie, ZHANG Ai-li, ZHOU Ji-ti (2419)
Electricity Generation Performance of Two-Chamber Microbial Full Cell in the Treatment of Simulated Wastewater	ZHANG Yong-juan, LI Yong-feng, LIU Chun-yan, <i>et al.</i> (2427)
Preparation and Characterization of Zn/Cr-LDHs and Their Removal Performances of Reactive Brilliant Orange X-GN	WANG Xiao-rong, WU Ping-xiao (2432)
Transport Processes of Low-level Radioactive Liquid Effluent of Nuclear Power Station in Closed Water Body	WU Guo-zheng, XU Zong-xue (2438)
Analysis of Carbon Balance and Study on Mechanism in Anoxic-Oxic-Settling-Anaerobic Sludge Reduction Process	ZHAI Xiao-min, GAO Xu, ZHANG Man-man, <i>et al.</i> (2444)
Effect of Mixed Carbon Sources in the Granulation Process of EBPR System	JIANG Tao, SUN Pei-de, XU Shao-juan (2451)
Biocatalyst of Redox Mediators on the Denitrification by <i>Paracoccus versutus</i> Strain GW1	LI Hai-bo, LIAN Jing, GUO Yan-kai, <i>et al.</i> (2458)
Isolation of a High Hydrogen-producing Mutant TB34 Generated by Transposon Insertion and Analysis of Hydrogen Production	LIU Hong-yan, WANG Guang-ce, SHI Liu-yang, <i>et al.</i> (2464)
Condition Optimization for Degradation of Chlorophenols Using Laccase from <i>Amillariella mellea</i>	QIN Ren-bing, ZHU Xian-feng, WU Ke, <i>et al.</i> (2470)
Characterization of CH_4 , N_2O Emission and Selection of Rice Cultivars in Double Cropping Rice Fields	FU Zhi-qiang, ZHU Hua-wu, CHEN Can, <i>et al.</i> (2475)
Short-term Effects of Exogenous Nitrogen on CH_4 and N_2O Effluxes from <i>Cyperus malaccensis</i> Marsh in the Min River Estuary	MOU Xiao-jie, LIU Xing-tu, TONG Chuan, <i>et al.</i> (2482)
Temporal-spatial Variations of Total Nitrogen in the Degraded Grassland of Three-River Headwaters Region in Qinghai Province	PENG Jing-tao, LI Guo-sheng, FU Wa-li, <i>et al.</i> (2490)
Temporal Variations of Clay Content in Eroded Sediment Under Different Rainfall Condition	WU Feng-zhi, SHI Zhi-hua, FANG Nu-fang, <i>et al.</i> (2497)
Effects of Soil Properties on the Stabilization Process of Cadmium in Cd Alone and Cd-Pb Contaminated Soils	WU Man, XU Ming-gang, ZHANG Wen-ju, <i>et al.</i> (2503)
<i>In-situ</i> Remediation of Polychlorinated Biphenyls Polluted Soil by Ecological Controlling Measures; A Field Trial	PAN Cheng, TENG Ying, LUO Yong-ming, <i>et al.</i> (2510)
Characterization Comparison of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Uptake by Roots of Different Crops	LIANG Xiao, ZHAN Xin-hua, ZHOU Li-xiang (2516)
Characteristics and Mechanism of Sodium Removal by the Synergistic Action of Flue Gas and Waste Solid	YI Yuan-rong, HAN Min-fang (2522)
Decomposition Model of Energy-Related Carbon Emissions in Tertiary Industry for China	LU Yuan-qing, SHI Jun (2528)

《环境科学》第6届编辑委员会

主 编: 欧阳自远

副主编: 赵景柱 郝吉明 田 刚

编 委: (按姓氏笔画排序)

万国江 王华聪 王凯军 王绪绪 田 刚 田 静 史培军
朱永官 刘志培 汤鸿霄 陈吉宁 孟 伟 周宗灿 林金明
欧阳自远 赵景柱 姜 林 郝郑平 郝吉明 聂永丰 黄 霞
黄 耀 鲍 强 潘 纲 潘 涛 魏复盛

环 境 科 学

(HUANJING KEXUE)

(月刊 1976年8月创刊)

2012年7月15日 33卷 第7期

ENVIRONMENTAL SCIENCE

(Monthly Started in 1976)

Vol. 33 No. 7 Jul. 15, 2012

主 管	中国科学院	Superintended	by	Chinese Academy of Sciences
主 办	中国科学院生态环境研究中心	Sponsored	by	Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences
协 办	(以参加先后为序) 北京市环境保护科学研究院 清华大学环境学院	Co-Sponsored	by	Beijing Municipal Research Institute of Environmental Protection School of Environment, Tsinghua University
主 编	欧阳自远	Editor-in -Chief		OUYANG Zi-yuan
编 辑	《环境科学》编辑委员会 北京市2871信箱(海淀区双清路 18号, 邮政编码:100085) 电话:010-62941102, 010-62849343 传真:010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn	Edited	by	The Editorial Board of Environmental Science (HUANJING KEXUE) P. O. Box 2871, Beijing 100085, China Tel:010-62941102, 010-62849343; Fax:010-62849343 E-mail: hjkx@ rcees. ac. cn http://www. hjkx. ac. cn
出 版	科 学 出 版 社 北京东黄城根北街16号 邮政编码:100717	Published	by	Science Press 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷 装 订	北京北林印刷厂	Printed	by	Beijing Bei Lin Printing House
发 行	科 学 出 版 社 电话:010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com	Distributed	by	Science Press Tel:010-64017032 E-mail: journal@ mail. sciencep. com
订 购 处	全国各地邮电局	Domestic		All Local Post Offices in China
国外总发行	中国国际图书贸易总公司 (北京399信箱)	Foreign		China International Book Trading Corporation (Guoji Shudian), P. O. Box 399, Beijing 100044, China

中国标准刊号: ISSN 0250-3301
CN 11-1895/X

国内邮发代号: 2-821

国内定价: 70.00元

国外发行代号: M 205

国内外公开发行人