

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

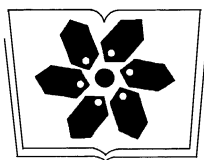
中国生态学会2011年学术年会专辑



第31卷 第19期 Vol.31 No.19 **2011**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 19 期 2011 年 10 月 (半月刊)

目 次

卷首语	本刊编辑部 (I)
我国生态学研究及其对社会发展的贡献	李文华 (5421)
生态学的现任务——要在混乱和创新中前进	蒋有绪 (5429)
发展的生态观:弹性思维	彭少麟 (5433)
中国森林土壤碳储量与土壤碳过程研究进展	刘世荣,王 晖,栾军伟 (5437)
区域尺度陆地生态系统碳收支及其循环过程研究进展	于贵瑞,方华军,伏玉玲,等 (5449)
流域尺度上的景观格局与河流水质关系研究进展	刘丽娟,李小玉,何兴元 (5460)
中国珍稀濒危孑遗植物珙桐种群的保护	陈 艳,苏智先 (5466)
水资源投入产出方法研究进展	肖 强,胡 聃,郭 振,等 (5475)
我国害鼠不育控制研究进展	刘汉武,王荣欣,张凤琴,等 (5484)
基于 NDVI 的三江源地区植被生长对气候变化和人类活动的响应研究	李辉霞,刘国华,傅伯杰 (5495)
毛乌素沙地克隆植物对风蚀坑的修复	叶学华,董 鸣 (5505)
近 50 年黄土高原地区降水时空变化特征	王麒麟,范晓辉,王孟本 (5512)
森林资源可持续状况评价方法	崔国发,邢韶华,姬文元,等 (5524)
黄土丘陵区景观格局对水土流失过程的影响——景观水平与多尺度比较	王计平,杨 磊,卫 伟,等 (5531)
未来 10 年黄土高原气候变化对农业和生态环境的影响	俄有浩,施 茜,马玉平,等 (5542)
山东近海生态资本价值评估——近海生物资源现存量价值	杜国英,陈 尚,夏 涛,等 (5553)
山东近海生态资本价值评估——供给服务价值	王 敏,陈 尚,夏 涛,等 (5561)
特大冰冻灾害后大明山常绿阔叶林结构及物种多样性动态	朱宏光,李燕群,温远光,等 (5571)
低磷和干旱胁迫对大豆植株干物质积累及磷效率的影响	乔振江,蔡昆争,骆世明 (5578)
中国环保模范城市生态效率评价	尹 科,王如松,姚 亮,等 (5588)
污染足迹及其在区域水污染压力评估中的应用——以太湖流域上游湖州市为例	焦雯珺,闵庆文,成升魁,等 (5599)
近二十年来上海不同城市空间尺度绿地的生态效益	凌焕然,王 伟,樊正球,等 (5607)
城市社区尺度的生态交通评价指标	戴 欣,周传斌,王如松,等 (5616)
城市生态用地的空间结构及其生态系统服务动态演变——以常州市为例	李 锋,叶亚平,宋博文,等 (5623)
中国居民消费隐含的碳排放量变化的驱动因素	姚 亮,刘晶茹,王如松 (5632)
煤矿固废资源化利用的生态效率与碳减排——以淮北市为例	张海涛,王如松,胡 聃,等 (5638)
城市遮阴环境变化对大叶黄杨光合过程的影响	于盈盈,胡 聃,郭二辉,等 (5646)
广东永汉传统农村的聚落生态观	姜雪婷,严力蛟,后德仟 (5654)
长江三峡库区昆虫丰富度的海拔梯度格局——气候、土地覆盖及采样效应的影响	刘 晔,沈泽昊 (5663)
东南太平洋智利竹筴鱼资源和渔场的时空变化	化成君,张 衡,樊 伟 (5676)
豚草入侵对中小型土壤动物群落结构特征的影响	谢俊芳,全国明,章家恩,等 (5682)

我国烟粉虱早春发生与秋季消退·····	陈春丽, 鄧军锐, 戈 峰, 等 (5691)
变叶海棠及其伴生植物峨眉小檗的水分利用策略 ·····	徐 庆, 王海英, 刘世荣 (5702)
杉木人工林不同深度土壤 CO ₂ 通量·····	王 超, 黄群斌, 杨智杰, 等 (5711)
不同浓度下四种除草剂对福寿螺和坑螺的生态毒理效应·····	赵 兰, 骆世明, 黎华寿, 等 (5720)
短期寒潮天气对福州市绿地土壤呼吸及组分的影响·····	李熙波, 曾文静, 李金全, 等 (5728)
黄土丘陵沟壑区景观格局对流域侵蚀产沙过程的影响——斑块类型水平·····	王计平, 杨 磊, 卫 伟, 等 (5739)
气候变化对物种分布影响模拟中的不确定性组分分割与制图——以油松为例·····	张 雷, 刘世荣, 孙鹏森, 等 (5749)
北亚热带马尾松年轮宽度与 NDVI 的关系 ·····	王瑞丽, 程瑞梅, 肖文发, 等 (5762)
物种组成对高寒草甸植被冠层降雨截留容量的影响·····	余开亮, 陈 宁, 余四胜, 等 (5771)
若尔盖湿地退化过程中土壤水源涵养功能 ·····	熊远清, 吴鹏飞, 张洪芝, 等 (5780)
桂西北喀斯特峰丛洼地不同植被演替阶段的土壤脲酶活性·····	刘淑娟, 张 伟, 王克林, 等 (5789)
利用混合模型分析地域对国内马尾松生物量的影响 ·····	符利勇, 曾伟生, 唐守正 (5797)
火烧对黔中喀斯特山地马尾松林土壤理化性质的影响·····	张 喜, 朱 军, 崔迎春, 等 (5809)
不同培育时间侧柏种基盘苗根系生长和分布·····	杨喜田, 董娜琳, 闫东锋, 等 (5818)
Cd ²⁺ 与 CTAB 复合污染对枫香幼苗生长与生理生化特征的影响 ·····	章 芹, 薛建辉, 刘成刚 (5824)
3 种入侵植物叶片挥发物对早稻幼苗根的影响 ·····	张凤娟, 徐兴友, 郭艾英, 等 (5832)
米槠-木荷林优势种群的年龄结构及其更新策略 ·····	宋 坤, 孙 文, 达良俊 (5839)
褐菖鲉肝 CYP 1A 作为生物标志物监测厦门海域石油污染状况 ·····	张玉生, 郑榕辉, 陈清福 (5851)
基于输入-输出流分析的生态网络 φ 模式能流 ρ 模式能流测度方法 ·····	李中才, 席旭东, 高 勤, 等 (5860)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 444 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 50 * 2011-10	



封面图说: 胡杨是我国西北干旱沙漠地区原生的极其难得的高大乔木, 树高 15—30 米, 能忍受荒漠中的干旱环境, 对盐碱有极强的忍耐力。为适应干旱气候一树多态叶, 因此胡杨又称“异叶杨”。它对于稳定荒漠河流地带的生态平衡, 防风固沙, 调节绿洲气候和形成肥沃的森林土壤具有十分重要的作用。秋天的胡杨林一片金光灿烂。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

姚亮, 刘晶茹, 王如松. 中国居民消费隐含的碳排放量变化的驱动因素. 生态学报, 2011, 31(19): 5632-5637.

Yao L, Liu J R, Wang R S. The change of the carbon emissions embodied in Chinese household consumption by the driving factors. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(19): 5632-5637.

中国居民消费隐含的碳排放量变化的驱动因素

姚 亮, 刘晶茹*, 王如松

(城市与区域生态国家重点实验室, 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

摘要:应用基于投入产出技术的生命周期评价(EIO-LCA)核算了1997、2000、2002、2005和2007年5a的中国居民消费隐含的二氧化碳排放量,发现其呈现增加趋势。2007年达到18.53亿t,相当于1997年的1.61倍,年平均增长4.89%。其次采用结构分解分析(SDA)分析了碳排放效率变化、经济内在结构变迁、消费结构转变、人均消费水平变化、城市化进程和人口总量变化等六项因素对碳排放总量变化的驱动作用。研究发现碳排放效率因素和人均消费水平变化是驱动碳排放变化的两大主要力量,并且作用相反。碳排放效率的持续提高,很大程度上缓解了居民消费的隐含碳排放急剧增加的趋势,是减缓碳排放量的主要因素;而人均消费水平的迅速提高成为推动碳排放增加的主要力量,是推动碳排放增加的主要因素。

关键词:基于投入产出技术的生命周期评价(EIO-LCA);结构分解分析;可持续消费;二氧化碳排放

The carbon emissions embodied in Chinese household consumption by the driving factors

YAO Liang, LIU Jingru*, WANG Rusong

Research Center for Eco-Environment Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

Abstract: Promoting transition to the low-carbon consumption is one of the main tasks of building low-carbon society. Using scientific methods for consumption-related carbon emissions accounting is the basis and prerequisite for low-carbon consumption research to account the consumption-related carbon emissions with a scientific methods. Life cycle assessment (LCA), which can calculate the total environmental impact of the whole production process with a new system perspective, is considered as a suitable method on environmental impact evaluation of household consumption. But the traditional process-oriented LCA requires a clear definition of system boundary, and focuses on the environmental impact within the system boundary. However, many LCA case studies showed that the environmental impact occurred outside the system boundaries can not be always ignored. Subsequently the EIO-LCA approach is proposed (Economic Input-Output Life Cycle Assessment), which is a combination of input-output analysis and LCA concept. The new EIO-LCA method overcame the natural defects of the traditional LCA.

This paper studied carbon dioxide emissions which were embodied in Chinese household consumption in the years of 1997, 2000, 2002, 2005, 2007, and found out that it increased quickly over time. The result shows that the carbon emissions in 2007 reached 1.85 billion tons, equivalent to 1.61 times in 1997. This upward trend in emissions is driven by a variety of factors. It is assumed that there were six factors, including carbon emission intensity, internal structure of the economy, consumption structure, consumption level per capita, urbanization and population in this study. Then the impact strength of these six factors is evaluated with the Structural Decomposition Analysis (SDA) method. SDA is a special index decomposition analysis with an input-output method. SDA is often used to analyze the contribution of economic growth,

基金项目:国家自然科学基金项目(71033005,70873122)

收稿日期:2011-06-20; 修订日期:2011-07-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liujingru@rcees.ac.cn

economic structural change and technological progress and other factors to changes in economic or environmental indicators. The result indicated that the factors of emission intensity and consumption level per capita were two main contrary forces. The emission intensity was the main force that slowed down the increase of carbon emissions, while the consumption level per capita was the main force to radically promote the increase of carbon emissions. Changes in consumption structure, urbanization and population growth have continued to promote the increasing of carbon emissions.

Leontief inverse matrix, representing the internal structure of the national economy, has a more complex role, and shows different roles at different times. These six factors played different roles in each sector. Industry of production and supply of electric power, steam and hot water, chemical industry, non-metallic mineral products industry, metal smelting and rolling processing industry and food manufacturing and tobacco processing were the five major departments that these factors relatively had strong impact on. In the next few decades, energy efficiency improvement, energy structure optimization will be the primary means to achieve low-carbon economy. At the same time, industrial restructuring should be speed up and the consumption structure should be optimized to provide an efficient way for construction of China's low-carbon economy. The five main sectors, which the six factors relatively had strong impact on, should be the main targets of technological innovation and policy control.

Key Words: economic input-output life cycle assessment (EIO-LCA); structural decomposition analysis (SDA); sustainable consumption; carbon dioxide emissions

近年来伴随着中国经济的快速发展,居民消费也发生着变化^[1]。过去 30a 里,我国人均消费水平不断提高,人口总量也在持续增加,这些都推动着居民消费总量呈现快速激增趋势。城市化进程将农村居民转变为城镇居民,必将促进居民消费总量的进一步增加^[2]。这些因素都对中国居民消费隐含的二氧化碳排放量造成巨大的增长压力。消费结构的不断变迁对碳排放变化的作用带有一定的不确定性,使得居民消费的碳排放研究更加复杂。而生产技术的进步尤其是低碳技术的发展被认为是减少碳排放的主要手段之一。这些因素共同驱动着中国居民消费的碳排放量变化趋势。利用定量方法研究这些因素的具体作用机制,辨识其中的关键因素,对可持续的居民消费的理论发展和实践都具有一定意义^[3]。在本研究中,技术水平的发展、经济内在结构的变迁、消费结构的转变、消费水平的变化、人口城乡结构的转变和人口总量的变化被认为是驱动居民消费隐含的二氧化碳排放量变化的六项主要驱动因素。在本研究中,用碳排放效率(强度倒数)表示生产技术的发展水平,用投入产出表中的列昂惕夫逆矩阵测度经济内在结构的变迁。

可持续消费与可持续生产,构成可持续发展研究的主要内容^[1]。自 20 世纪 90 年代联合国首次正式提出可持续消费概念以来,社会各界进行了广泛的探讨。十几年来,学术界对可持续消费进行了深入的研究,特别是围绕评估居民消费的生态影响,发展出了一系列比较成熟的方法。其中,基于投入产出技术的生命周期评价(Economic Input-output Life Cycle Assessment, EIO-LCA)发展比较成熟,被认为是一种系统评价居民消费生态影响的合适方法^[4]。另一方面,结构分解分析(Structural Decomposition Analysis, SDA)经常被用来定量分析目标总量变化背后的驱动因素作用,并与 EIO-LCA 同样基于投入产出理论^[5-7]。本文以气候变化密切相关的二氧化碳排放指标为例^[8],结合 EIO-LCA 和结构分解分析方法,定量研究中国居民消费隐含的碳排放量变化影响因素的驱动作用^[9]。

1 研究方法和数据来源

1.1 基于投入产出技术的生命周期评价

联合国在首次提出可持续消费概念的同时,就指出了“生命周期思想”在可持续消费研究中的意义。经过 10a 的发展,2002 年约翰内斯堡世界可持续发展峰会对可持续消费的理论 and 实践工作进行了总结,再一次强调了生命周期思想在可持续消费研究中的重要性^[10]。但是传统的面向过程的生命周期评价并不能很好的直接用于可持续消费的研究。传统的生命周期评价首先需要明确划定系统边界,集中研究边界内的环境影

响。众多研究案例表明,发生在系统边界外的环境影响往往是不容忽视的^[11]。随后,学术界提出了结合投入产出分析和生命周期评价的 EIO-LCA 方法,以期克服传统生命周期分析的天然缺陷。EIO-LCA 分析方法将整个国民经济系统作为系统边界,并将系统划分为多个产品部门,以投入产出表表示部门之间的联系,进而分析所关心的产品或服务在整个经济系统内直接和间接产生的生态影响^[12]:

$$Q = Fx = F(I - A)^{-1}y \quad (1)$$

式中, F 是投入产出表中 n 个部门的碳排放强度向量,单位为 $\text{kg}/\text{万元}$, $(I - A)^{-1}$ 是列昂惕夫逆矩阵, y 为居民终端消费量,包括城市居民消费和农村居民消费,单位为万元, Q 为居民消费隐含的碳排放总量,单位为 kg 。

在本研究中,居民消费隐含的碳排放量是指为提供居民消费的所有商品而引起的所有生产活动的碳排放量总和。EIO-LCA 方法的实质就是利用投入产出表计算出为提供居民消费品而引起的所有生产活动量,再乘以碳排放系数即得到居民消费隐含的碳排放量。另外,居民消费的物品或服务有可能来源于产品的进口,本研究假设进口产品的生产技术等同于国内的生产技术,对进口产品不做区分核算。

1.2 结构分解分析

为了定量分析经济、环境和社会指标的历史变化,研究者一般需要研究这种变化背后的驱动因素或决定因素。结构分解分析是常用的方法之一。它常被用来分析经济增长、经济结构转变和技术进步等因素对经济或环境指标变化的影响^[6, 13]。结构分解分析采用投入产出分析方法和数据对总量指标的变化进行因素分解^[14]。本研究中,我们采用这种分解分析方法对中国居民消费隐含的碳排放总量变化进行分析,假定其总量变化是由碳排放效率变化、经济内在结构的变迁、消费结构的转变、居民消费水平的变化、城市化进程和人口总量变化这六项因素驱动的:

$$Q = FBSLRP \quad (2)$$

式中, Q 表示居民消费所引起的碳排放总量; F 代表碳排放强度,其倒数即为碳排放效率因素,是 1×28 向量,其中的元素 f_i 表示部门 i 的碳排放强度; B 代表国民经济内在结构因素,是一个 28×28 列昂惕夫逆矩阵; S 代表居民消费结构因素,是 28×2 的城镇和居民消费结构矩阵,元素 s_{i1} (s_{i2}) 表示部门 i 的城镇(农村)居民消费占总量的比例; L 代表居民消费水平因素,是 2×2 的对角化矩阵,元素 l_{11} (l_{22}) 表示城镇(农村)的人均消费水平; R 代表城市化进程因素,是 2×1 的向量,表示城镇和农村的人口数量比例结构; P 代表人口变化因素,为总人口数量。

本研究假设总量 Q 在某时段 $t_0 - t_1$ 历史变化被 6 项驱动因素的变化所驱动:

$$\begin{aligned} Q_1 - Q_0 &= F_1 B_1 S_1 L_1 R_1 P_1 - F_0 B_0 S_0 L_0 R_0 P_0 \\ &= (F_0 + \Delta F)(B_0 + \Delta B)(S_0 + \Delta S)(L_0 + \Delta L)(R_0 + \Delta R)(P_0 + \Delta P) - F_0 B_0 S_0 L_0 R_0 P_0 \\ &= \dots + \Delta F B_0 S_0 \Delta L \Delta R P_0 + \dots + \Delta F \Delta B \Delta S \Delta L \Delta R \Delta P \end{aligned} \quad (3)$$

Q_0 和 Q_1 分别表示 t_0 和 t_1 时间的总量值,而 $F_0 B_0 S_0 L_0 R_0 P_0$ 和 $F_1 B_1 S_1 L_1 R_1 P_1$ 分别表示 t_0 和 t_1 时间的 6 项驱动因素; ΔF 、 ΔB 、 ΔS 、 ΔL 、 ΔR 、 ΔP 表示 $t_0 - t_1$ 时期内的六项驱动因素的变化值。

以下计算各驱动因素对居民消费隐含碳排放总量变化的贡献作用:

$$\Delta Q = Q_1 - Q_0 = \Delta Q_F + \Delta Q_B + \Delta Q_S + \Delta Q_L + \Delta Q_R + \Delta Q_P \quad (4)$$

式中, ΔQ 表示总量的变化值; ΔQ_F 、 ΔQ_B 、 ΔQ_S 、 ΔQ_L 、 ΔQ_R 、 ΔQ_P 分别表示 F 、 B 、 S 、 L 、 R 、 P 六项驱动因素对 ΔQ 变化的贡献值。本研究中采用完全平均分解方法^[5]。该方法是在 Laspeyres 分解的基础上,将残差项按照均等分配原则在相关因素之间进行分配。例如残差项 $\Delta F B_0 S_0 \Delta L \Delta R P_0$ 可以认为由 F 、 L 、 R 三项因素的变化所驱动,因此将该残差项分解为三等分(即 $\frac{1}{3} \Delta F B_0 S_0 \Delta L \Delta R P_0$) 分别累加到 ΔQ_F 、 ΔQ_L 、 ΔQ_R 。例如,

$$\Delta Q_F = \Delta F B_0 S_0 L_0 R_0 P_0 + \dots + \frac{1}{3} \Delta F B_0 S_0 \Delta L \Delta R P_0 + \dots + \frac{1}{6} \Delta F \Delta B \Delta S \Delta L \Delta R \Delta P \quad (5)$$

1.3 数据来源及处理

本研究采用国家统计局经济核算司编制的 1997、2000、2002、2005 和 2007 年度《中国投入产出表》作为投入产出表数据。居民消费隐含的二氧化碳排放量主要计算与经济生产活动中化石能源利用相关的碳排放,数据采用中国统计出版社发行的《中国能源统计年鉴 2009》中的历年终端能源消费数据。化石能源碳排放系数采用 IPCC 组织数据。其他统计数据均来自历年《中国统计年鉴》,并且所有经济数据均以 1997 年为基年,采用生产者价格指数进行修正。

投入产出表和能源统计年鉴对经济系统的行业分类不尽相同,而且投入产出表也因年份的不同行业分类产生了变化。在具体分析过程中按照最细化部门分类的原则进行,以保证计算的精确度。比如,能源统计对第三产业的划分相对较粗,就需要将投入产出表的第三产业进行相应合并以使其与能源统计对应。具体的部门划分详情见表 1。

表 1 计算中各时段的部门划分方法
Table 1 Division method of the sector in each period

年份 Year	部门划分数目 Number of sector	三大产业比例 Proportion of three industries	主要依据及原因 Main reason
1997—2000	15	1:11:3	2000 年投入产出表部门划分较粗,仅 17 部门
2000—2002	15	1:11:3	2000 年投入产出表部门划分较粗,仅 17 部门
2002—2005	29	1:25:3	能源统计第三产业行业分类较粗
2005—2007	29	1:25:3	能源统计第三产业行业分类较粗
1997—2007	28	1:24:3	能源统计第三产业行业分类较粗

2 结果分析

2.1 中国居民消费隐含的碳排放总量

从表 2 可以看出,中国居民消费隐含的碳排放量呈现快速增长趋势,到 2007 年已经增长到 18.53 亿吨,相当于 1997 年的 1.61 倍,年平均增速为 4.89%。

表 2 中国居民消费隐含的二氧化碳排放量
Table 2 The carbon dioxide emissions embodied in Chinese household consumption

年份 Year	1997	2000	2002	2005	2007
碳排放总量 Carbon emissions/ 10^8 t	11.50	12.77	13.07	17.21	18.53

1.5 6 项驱动因素对碳排放总量变化的驱动作用

表 3 和表 4 描述了 6 项驱动因素对居民消费隐含碳排放量变化的驱动作用大小。碳排放效率因素和人均消费水平因素是驱动碳排放变化的两大主要力量,并且作用相反。碳排放效率的不断提高,即碳排放强度持续降低,很大程度上缓解了居民消费隐含碳排放量急剧增加的趋势;而人均消费水平的迅速提高成为推动碳排放增加的主要力量。消费结构的变迁、城市化进程和人口的增长都持续推动了居民消费隐含碳排放增加趋势。用来表示国民经济内在结构的列昂惕夫逆矩阵的驱动作用比较复杂,在各时期呈现不同的作用。

表 3 驱动因素对中国居民消费隐含的碳排放量变化的绝对贡献值

Table 3 The absolute contribution of driving factors to the carbon emissions embodied in Chinese household consumption

年份 Year	驱动因素 Driving factors						合计 Total / 10^8 t
	$F/10^8$ t	$B/10^8$ t	$S/10^8$ t	$L/10^8$ t	$R/10^8$ t	$P/10^8$ t	
1997—2000	-4.74	2.64	0.49	1.93	0.54	0.31	1.18
2000—2002	-0.80	-2.48	-0.20	2.85	0.57	0.17	0.10
2002—2005	-5.73	4.99	0.13	3.66	0.82	0.27	4.14
2005—2007	-4.82	0.62	-0.01	4.88	0.46	0.19	1.32
1997—2007	-19.37	7.36	1.53	13.53	2.81	1.16	7.03

表 4 6 项因素对中国居民消费隐含的碳排放量变化的相对贡献率

Table 4 The relative contribution of driving factors to the carbon emissions embodied in Chinese household consumption

年份 Year	驱动因素 Driving factors						合计 Total /%
	F/%	B/%	S/%	L/%	R/%	P/%	
1997—2000	-403.54	224.58	41.92	164.62	45.91	26.51	100
2000—2002	-840.39	-2604.01	-204.49	2982.96	592.73	173.20	100
2002—2005	-138.40	120.50	3.17	88.36	19.76	6.62	100
2005—2007	-364.66	47.12	-0.62	369.22	34.66	14.28	100
1997—2007	-275.58	104.73	21.75	192.51	40.04	16.55	100

2.3 分部门驱动因素对碳排放变化的驱动作用

图 1 表示了 1997—2007 时期的 6 项驱动因素对 28 行业的居民消费隐含的碳排放变化的驱动作用。驱动因素对各行业的作用程度是不同的。电力、热力的生产和供应业(22)、化学工业(12)、非金属矿物制品业(13)、金属冶炼及压延加工业(14)和食品制造及烟草加工业(6)是这些驱动因素作用比较强烈的五大主要行业。在这些主要行业中,碳排放强度因素和人均消费水平仍是驱动碳排放变化的两大主要力量。碳排放强度的持续降低,很大程度上缓解了行业内的消费隐含碳排放急剧增加的趋势;而人均消费水平的迅速提高成为推动行业碳排放增加的主要力量。城市化进程和人口的持续增加促进了各行业的消费隐含的碳排放的增加趋势。

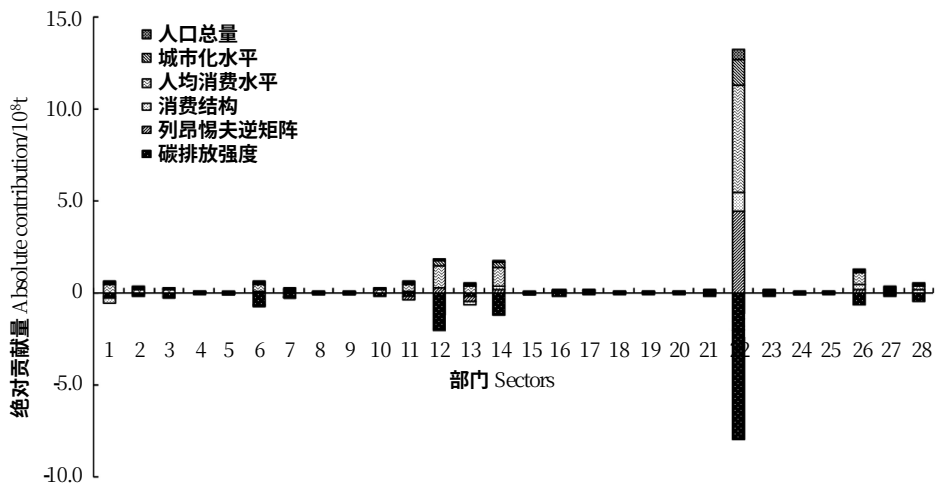


图 1 六项驱动因素对分部门消费隐含的碳排放变化的绝对贡献值(1997—2007 年)

Fig. 1 The absolute contribution of driving factors to the carbon emissions embodied in Chinese household consumption by sector (1997—2007)

28 个部门包括:1 农业 2 煤炭开采和洗选业 3 石油和天然气开采业 4 金属矿采选业 5 非金属矿采选业 6 食品制造及烟草加工业 7 纺织业 8 服装皮革羽绒及其制品业 9 木材加工及家具制造业 10 造纸印刷及文教用品制造业 11 石油加工、炼焦及核燃料加工业 12 化学工业 13 非金属矿物制品业 14 金属冶炼及压延加工业 15 金属制品业 16 通用、专用设备制造业 17 交通运输设备制造业 18 电气、机械及器材制造业 19 通信设备、计算机及其他电子设备制造业 20 仪器仪表及文化办公用机械制造业 21 其他制造业 22 电力、热力的生产和供应业 23 燃气生产和供应业 24 水的生产和供应业 25 建筑业 26 交通运输、仓储及邮电通信业 27 批发和零售贸易餐饮业 28 其他服务业

3 结语

从以上分析结果看出,现阶段中国居民消费隐含的碳排放呈现快速增加的趋势。这对我国政府提出的“2020 年单位 GDP 二氧化碳排放比 2005 年下降 40%—45%”的“碳减排”目标提出了严峻挑战。但是另一方面,中国政府将进一步刺激消费,提高消费对 GDP 的贡献率作为一项长久的经济政策。在可预见的未来,中国居民消费水平还将持续提高,进一步加剧中国未来的“碳减排”压力。

中国居民消费隐含的碳排放的增长趋势由人均消费水平、消费结构、城市化进程以及人口总量变化等因素主导。而碳排放效率的持续提高成为“延缓”碳排放增加的主要力量,同时也成为中国政府实现“碳减排”目标的主要途径和抓手。在未来一段时期,提高能源利用效率、优化能源利用结构,成为实现低碳经济的主要手段之一。但同时更应该加快产业结构转型,优化消费结构,为中国经济的低碳化提供更高效率的途径^[15]。

在对 28 个行业的比较分析中,各行业的作用程度不尽相同。电力、热力的生产和供应业(22)、化学工业(12)、非金属矿物制品业(13)、金属冶炼及压延加工业(14)和食品制造及烟草加工业(6)是驱动因素作用比较强烈的五大主要行业,应该作为技术改造和政策调控的主要对象。

References:

- [1] Liu J R, Wang R S, Yang J X. Importance of sustainable household consumption research in China. *China Population Resources and Environment*, 2003, 13(1): 6-8.
- [2] Min Q W, Yu W D, Cheng S K, Wang X Z. Ecological footprint-based comparison of consumption differences of Xianju's urban-rural residents. *Urban Environment and Urban Ecology*, 2003, 16(4): 86-88.
- [3] Liu J R, Wang R S, Yang J X, Shi Y. The relationship between consumption and production system and its implications for sustainable development of China. *Ecological Complexity*, 2010, 7(2): 212-216.
- [4] Liu J R, Glen P P, Wang R S, Yang J X. Hybrid life-cycle analysis and its applications in sustainable consumption researches. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(12): 5331-5336.
- [5] Hoekstra R, van den Bergh J C J M. Comparing structural decomposition analysis and index. *Energy Economics*, 2003, 25(1): 39-64.
- [6] Zhang Y G. Structural decomposition analysis of sources of decarbonizing economic development in China; 1992—2006. *Ecological Economics*, 2009, 68(8/9): 2399-2405.
- [7] Liu H T, Xi Y M, Guo J E, Li X. Energy embodied in the international trade of China: an energy input-output analysis. *Energy Policy*, 2010, 38(8): 3957-3964.
- [8] Michaelis L. Sustainable consumption and greenhouse gas mitigation. *Climate Policy*, 2003, 3(Supplement 1): S135-S146.
- [9] Peters G P, Weber C L, Guan D B, Hubacek K. China's Growing CO₂ emissions — a race between increasing consumption and efficiency gains. *Environmental Science and Technology*, 2007, 41(17): 5939-5944.
- [10] Michaelis L. The role of business in sustainable consumption. *Journal of Cleaner Production*, 2003, 11(8): 915-921.
- [11] Suh S, Lenzen M, Treloar G J, Hondo H, Horvath A, Huppes G, Joliet O, Klann U, Krewitt W, Moriguchi Y, Munksgaard J, Norris G. System boundary selection in life-cycle inventories using hybrid approaches. *Environmental Science and Technology*, 2003, 38(3): 657-664.
- [12] Krishnan N, Boyd S, Somani A, Raoux S, Clark D, Dornfeld D. A hybrid life cycle inventory of nano-scale semiconductor manufacturing. *Environmental Science and Technology*, 2008, 42(8): 3069-3075.
- [13] Zhang M, Mu H L, Ning Y D, Song Y C. Decomposition of energy-related CO₂ emission over 1991—2006 in China. *Ecological Economics*, 2009, 68(7): 2122-2128.
- [14] Rubinstein M F, Rosen R. Structural analysis by matrix decomposition. *Journal of the Franklin Institute*, 1968, 286(4): 331-345.
- [15] Xu M, Zhang T Z, Allenby B. How much will China weigh? Perspectives from consumption structure and technology development. *Environmental Science and Technology*, 2008, 42(11): 4022-4028.

参考文献:

- [1] 刘晶茹,王如松,杨建新. 可持续发展研究新方向:家庭可持续消费研究. *中国人口资源与环境*, 2003, 13(1): 6-8.
- [2] 闵庆文,余卫东,成升魁,王秀珍. 仙居县城乡居民消费差异的生态足迹分析. *城市环境与城市生态*, 2003, 16(4): 86-88.
- [4] 刘晶茹, Glen P P, 王如松, 杨建新. 综合生命周期分析在可持续消费研究中的应用. *生态学报*, 2007, 27(12): 5331-5336.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 19 October, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Ecology research and its effects on social development in China	LI Wenhua (5421)
The current mission of ecology-advancing under the situation of chaos and innovation	JIANG Youxu (5429)
Resilience thinking: development of ecological concept	PENG Shaolin (5433)
A review of research progress and future prospective of forest soil carbon stock and soil carbon process in China	LIU Shirong, WANG Hui, LUAN Junwei (5437)
Research on carbon budget and carbon cycle of terrestrial ecosystems in regional scale: a review	YU Guirui, FANG Huajun, FU Yuling, et al (5449)
Advances in the studying of the relationship between landscape pattern and river water quality at the watershed scale	LIU Lijuan, LI Xiaoyu, HE Xingyuan (5460)
Research on the protection of <i>Davidia involucrata</i> populations, a rare and endangered plant endemic to China	CHEN Yan, SU Zhixian (5466)
Progress on water resources input-output analysis	XIAO Qiang, HU Dan, GUO Zhen, et al (5475)
Research advances of contraception control of rodent pest in China ...	LIU Hanwu, WANG Rongxin, ZHANG Fengqin, et al (5484)
Response of vegetation to climate change and human activity based on NDVI in the Three-River Headwaters region	LI Huixia, LIU Guohua, FU Bojie (5495)
Remediation of blowout pits by clonal plants in Mu Us Sandland	YE Xuehua, DONG Ming (5505)
Precipitation trends during 1961—2010 in the Loess Plateau region of China	WANG Qixiang, FAN Xiaohui, WANG Mengben (5512)
An evaluation method for forest resources sustainability	CUI Guofa, XING Shaohua, JI Wenyuan, et al (5524)
Effects of landscape patterns on soil and water loss in the hilly area of loess plateau in China: landscape-level and comparison at multiscale	WANG Jiping, YANG Lei, WEI Wei, et al (5531)
The impacts of future climatic change on agricultures and eco-environment of Loess Plateau in next decade	E Youhao, SHI Qian, MA Yuping, et al (5542)
Valuation of ecological capital in Shandong coastal waters: standing stock value of biological resources	DU Guoying, CHEN Shang, XIA Tao, et al (5553)
Valuation of ecological capital in Shandong coastal waters: provisioning service value	WANG Min, CHEN Shang, XIA Tao, et al (5561)
The dynamics of the structure and plant species diversity of evergreen broadleaved forests in Damingshan National Nature Reserve after a severe ice storm damage in 2008, China	ZHU Hongguang, LI Yanqun, WEN Yuanguang, et al (5571)
Interactive effects of low phosphorus and drought stress on dry matter accumulation and phosphorus efficiency of soybean plants	QIAO Zhenjiang, CAI Kunzheng, LUO Shiming (5578)
The eco-efficiency evaluation of the model city for environmental protection in China	YIN Ke, WANG Rusong, YAO Liang, et al (5588)
Pollution footprint and its application in regional water pollution pressure assessment: a case study of Huzhou City in the upstream of Taihu Lake Watershed	JIAO Wenjun, MIN Qingwen, CHENG Shengkui, et al (5599)
Ecological effect of green space of Shanghai in different spatial scales in past 20 years	LING Huanran, WANG Wei, FAN Zhengqiu, et al (5607)
Assessing indicators of eco-mobility in the scale of urban communities ...	DAI Xin, ZHOU Chuanbin, WANG Rusong, et al (5616)
Spatial structure of urban ecological land and its dynamic development of ecosystem services: a case study in Changzhou City, China	LI Feng, YE Yaping, SONG Bowen, et al (5623)
The carbon emissions embodied in Chinese household consumption by the driving factors	YAO Liang, LIU Jingru, WANG Rusong (5632)
The research on eco-efficiency and carbon reduction of recycling coal mining solid wastes: a case study of Huabei City, China	ZHANG Haitao, WANG Rusong, HU Dan, et al (5638)
Effects of urban shading on photosynthesis of <i>Euonymus japonicas</i>	YU Yingying, HU Dan, GUO Erhui, et al (5646)

Ecological view of traditional rural settlements: a case study in Yonghan of Guangdong Province	JIANG Xueting, YAN Lijiao, HOU Deqian (5654)
The altitudinal pattern of insect species richness in the Three Gorge Reservoir Region of the Yangtze River: effects of land cover, climate and sampling effort	LIU Ye, SHEN Zehao (5663)
Spatial-temporal patterns of fishing grounds and resource of Chilean jack mackerel (<i>Trachurus murphyi</i>) in the Southeast Pacific Ocean	HUA Chengjun, ZHANG Heng, FAN Wei (5676)
Impacts of <i>Ambrosia artemisiifolia</i> invasion on community structure of soil meso- and micro- fauna	XIE Junfang, QUAN Guoming, ZHANG Jiaen, et al (5682)
Appearance in spring and disappearance in autumn of <i>Bemisia tabaci</i> in China	CHEN Chunli, ZHI Junrui, GE Feng, et al (5691)
Water use strategies of <i>Malus toringoides</i> and its accompanying plant species <i>Berberis aemulans</i>	XU Qing, WANG Haiying, LIU Shirong (5702)
Analysis of vertical profiles of soil CO ₂ efflux in Chinese fir plantation	WANG Chao, HUANG Qunbin, YANG Zhijie, et al (5711)
Eco-toxicological effects of four herbicides on typical aquatic snail <i>Pomacea canaliculata</i> and <i>Crown conchs</i>	ZHAO Lan, LUO Shiming, LI Huashou, et al (5720)
Effects of short-term cold-air outbreak on soil respiration and its components of subtropical urban green spaces	LI Xibo, ZENG Wenjing, LI Jinqian, et al (5728)
Effects of landscape pattern on watershed soil erosion and sediment delivery in hilly and gully region of the Loess Plateau of China: patch class-level	WANG Jiping, YANG Lei, WEI Wei, et al (5739)
Partitioning and mapping the sources of variations in the ensemble forecasting of species distribution under climate change: a case study of <i>Pinus tabulaeformis</i>	ZHANG Lei, LIU Shirong, SUN Pengsen, et al (5749)
Relationship between masson pine tree-ring width and NDVI in North Subtropical Region	WANG Ruili, CHENG Ruimei, XIAO Wenfa, et al (5762)
Effects of species composition on canopy rainfall storage capacity in an alpine meadow, China	YU Kailiang, CHEN Ning, YU Sisheng, et al (5771)
Dynamics of soil water conservation during the degradation process of the Zoigê Alpine Wetland	XIONG Yuanqing, WU Pengfei, ZHANG Hongzhi, et al (5780)
Soil urease activity during different vegetation successions in karst peak-cluster depression area of northwest Guangxi, China	LIU Shujuan, ZHANG Wei, WANG Kelin, et al (5789)
Analysis the effect of region impacting on the biomass of domestic Masson pine using mixed model	FU Liyong, ZENG Weisheng, TANG Shouzheng (5797)
Influence of fire on a <i>Pinus massoniana</i> soil in a karst mountain area at the center of Guizhou Province, China	ZHANG Xi, ZHU Jun, CUI Yingchun, et al (5809)
The growth and distrubution of <i>Platyclusus orientalis</i> Seed-base seedling root in different culture periods	YANG Xitian, DONG Nalin, YAN Dongfeng, et al (5818)
Effects of complex pollution of CTAB and Cd ²⁺ on the growth of Chinese sweetgum seedlings	ZHANG Qin, XUE Jianhui, LIU Chenggang (5824)
The influence of volatiles of three invasive plants on the roots of upland rice seedlings	ZHANG Fengjuan, XU Xingyou, GUO Aiying, et al (5832)
Age structure and regeneration strategy of the dominant species in a <i>Castanopsis carlesii</i> - <i>Schima superba</i> forest	SONG Kun, SUN Wen, DA Liangjun (5839)
A study on application of hepatic microsomal CYP1A biomarkers from <i>Sebastiscus marmoratus</i> to monitoring oil pollution in Xiamen waters	ZHANG Yusheng, ZHENG Ronghui, CHEN Qingfu (5851)
The method of measuring energy flow φ and p in ecological networks by input-output flow analysis	LI Zhongcai, XI Xudong, GAO Qin, et al (5860)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次,全国排名第 1;影响因子 1.812,全国排名第 14;第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 19 期 (2011 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 19 2011

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元