

中国对外贸易中隐含碳的度量及影响因素研究

朱晴柳, 张倩, 张云子

(湖南大学 经济与贸易学院, 湖南 长沙 410082)

[摘要] 国内外学者对我国对外贸易中隐含碳的度量及影响因素进行了深入探讨并取得了诸多成果, 研究表明, 不管是整体对外贸易还是双边贸易角度, 我国基本上都是碳排放的净出口方, 出口贸易是我国碳排放量迅速上升的重要因素, 但能源消费结构等因素的影响也不可忽视; 中国应在全球气候变化中承担相应的责任, 采取有效措施, 努力减少经济增长过程中碳排放量。同时, 学界应从拓展研究视角、更新研究方法等方面进一步深化与拓展现有研究。

[关键词] 对外贸易; 碳排放; 隐含碳; 隐含碳的度量; 驱动因素

[中图分类号] F206

[文献标识码] A

[文章编号] 1674-117X(2012)02-0007-06

Research on the Measurement and Influencing Factors for Embodied Carbon in China's Foreign Trade

ZHU Qingliu, ZHANG Qian, ZHANG Yunzi

(School of Economics and Trade, Hunan University, Changsha, 410082, China)

Abstract: Domestic and international scholars have researched thoroughly on the measurement and influencing factors for embodied carbon in our country's foreign trade with many achievements. Researches show that China is a net exporter of carbon emission regardless of taking the foreign trade as a whole or considering the bilateral foreign trade basically. Export trade is an important factor that resulting in the soaring of our country's carbon emission while factors such as the energy consumption structure should not be overlooked as well. China should take effective measures to reduce the carbon emission in the process of economic growth to shoulder its responsibility in coping with the global climate change. At the same time, it is suggested to broaden the research perspective and adopt new research methods to deepen as well as widen current studies.

Key words: foreign trade; carbon emission; embodied carbon; measurement of the embodied carbon; driving factors

由于对化石能源的需求量急剧增长导致了CO₂排放量的急剧上升, 根据国际能源机构(IEA)测算, 2000年我国碳排放量为2 966MT, 占世界总排放量的12.35%; 而到2007年我国碳排放量已达5 788MT, 排世界第一位, 约占世界排放总量的19.9%,^[1]短短七年内在全球总排放量中的占比就上升了7.55个百分点。我国碳排放量这种高速增长的趋势, 使我国站在了全球节能减排的风口浪尖上。

因而, 发达国家不断施压, 要求包括我国在内的发展中国家积极承担碳排放责任, 尽早参与CO₂的减排行动。2009年6月22日, 美国众议院更是通过了《清洁能源安全法案》, 规定从2020年起对来自不实施碳减排限额国家(包括中国)的进口产品征收碳关税。

目前, 我国成为碳排放大国已是不争的事实, 这也是发达国家施压我国的主要依据。但这种(主

收稿日期: 2011-12-10

作者简介: 朱晴柳(1990-)女, 湖南株洲人, 湖南大学学生, 主要从事跨国投资、对外贸易与经济增长研究。

要以一国境内生产的排放量为基础的测算)方式的有效性存在的问题,依据测算结果仅从总量上来对待我国碳排放问题也有失偏颇。

长期以来,我国在气候变化国际谈判中一直坚持三个论点:不仅看排放总量,还要看人均排放量;不仅看当前排放量,还要看历史累积排放量;不仅看排放数量,还要看国家发展阶段。2007年6月在《中国应对气候变化国家方案》的新闻发布会上产生了第四个论点:不仅看本土排放,还要看转移排放。由于我国经济增长呈明显的外向型模式,国际能源机构估计,我国约有1/3的碳排放量来自为国外生产产品的过程。可见,生产、出口高耗能及高排放产品的国家,承担了本应由这些产品出口目的国负责的碳排放量,这些产品的出口目的国通过贸易存在的方式将有关环境污染转移到了其他国家,回避了清洁发展机制(CDM)和自身减排义务。因而,许多学者尤其是国内学者,在准确定义隐含碳内涵的基础上测算被转移的这部分碳排放量,以衡量中国在全球气候变化中应当承担的相关责任,并深入研究中国对外贸易过程隐含碳的影响因素,以期努力减少经济增长过程中碳排放量实现国内外双赢。

笔者在国内外学者的研究基础上,提出了应将工业半成品生产过程中排放的二氧化碳以及产品生产过程中能源消耗部分的碳排放量计入到最终产品的隐含碳量中去,从而规避发达国家对发展中国家刻意进行的碳转移和碳泄露,并以国内已有的碳排放量测算体系为基础,以投入产出法为主要方法和手段,对产品生产过程中能源消耗所排放的隐含碳和直接排放的二氧化碳进行比较,结合我国贸易结构现状,对影响我国隐含碳排放的各种因子进行分解和度量。

一 隐含碳的提出及度量

(一)隐含碳的内涵

隐含碳实际是碳的转移排放,是国际贸易过程中没有考虑到的碳消耗。对于物质流计算中的物质隐藏流或隐含流的考查,最早是在能源研究中提出的。1974年的国际高级研究机构联合会(IFIAS)能源工作组会议最早指出,为了衡量某种产品或服务生产过程中直接和间接消耗的某种资源的总量,可以使用“embodied”(隐含)这一概念。^[2]在“embodied”后面加上资源及污染排放物的名称,便可分析产品生产过程中的污染排放及资源消耗,如

Odum等人提出的“embodied energy”(隐含能)、Tony Ally提出的“虚拟水”(virtual water)等概念。“隐含碳”同样是“隐含”概念的衍生,由于任何一种产品的生产都会直接或间接地产生碳排放,因此,某产品从原材料采集到组装成成品并最终对外销售等整个供应链中消耗的能源所产生的CO₂排放量就被称之为隐含碳。^[3]

(二)隐含碳的度量

由于国际贸易使产品的生产与消费发生了分离,因此按测算角度不同可将一个地区碳排放量的计算分为两类:一类是从生产角度计算,即为国内和国外生产商品所排放的碳量;另一类是从消费角度计算,即消费商品由国内和国外提供所排放的碳量。以国内生产为基础的测算体系借鉴了联合国关于GDP的定义,认为碳排放=生产碳排放=所有常住单位的生产活动碳排放。而全球贸易已使一国碳足迹超越本国边界而存在,碳排放净进口国(进口贸易的隐含碳排放量大于出口贸易的隐含碳排放量)仅承担较少的减排义务,导致碳泄漏(Carbon Leakage)现象的发生。而以国内消费为基础的测算体系,则认为碳排放=消费碳排放=生产碳排放-出口碳排放+进口碳排放。例如:Q国负责生产半成品,且全部出口到P国,P国则通过进口Q国半成品加工成成品后全部供国内消费。若D₁、N₁代表半成品的直接和间接碳排放,D₂、N₂表示将半成品加工成成品所产生的直接和间接碳排放。在按生产标准的测算体系下,Q、P国应当负责的全部碳排放分别为(D₁+N₁)和(D₁+N₁),若换成按消费标准的测算体系,则Q国应负责的全部碳排放为零,而P国应当负责的全部碳排放变为(D₁+N₁+D₂+N₂)。马述忠、陈颖(2010)^[4]基于消费视角,发现中国在2000~2009年间保持贸易碳排放顺差,国外消费者消耗了大量来自中国的隐含碳排放,庞大的出口量使中国承受了巨大的减排压力。

基于消费角度的碳排放测量考虑了国际贸易中的碳转移排放,其实质就是国际贸易中的隐含碳测量。具体而言,隐含碳的排放主要包括两个部分:一是产品生产过程中的能源消耗产生的CO₂排放;二是产品生产过程中直接产生的CO₂排放。其测算方法主要以操作性较强的投入产出法(Input-Output Model)为主。张为付、杜运苏(2011)^[5]在该方法基础上运用2000~2009年连续时间序列数据研究了中国对外贸易中隐含碳排放的失衡度问题;You和Hewit(2008)^[6]运用该方法分析了中国对英

国出口贸易中隐含碳排放的情况等。

隐含碳排放的投入产出法是指:在计算相应商品或行业的碳排放系数时要基于投入产出表进行。该方法依据涉及区域的多少可分为:单区域投入产出模型(Single-Region, SRIO)和多区域投入产出模型(Multi-Region, MRIO)。而在实际操作中由于获取多个国家的综合投入产出表比较困难,单区域投入产出模型就成为众多学者的选择。

用投入产出法计算出口隐含碳排放的主要步骤如下:

1. 计算基于能源消耗的隐含碳排放,包括直接碳排放系数和间接碳排放系数在内的完全碳排放系数,其中直接碳排放是产品生产过程中因为直接消耗化石能源而导致的碳排放,间接碳排放则是产品在生产中因为中间投入品而间接消耗能源所产生的碳排放。直接碳排放系数和间接碳排放系数之和就是完全碳排放系数,即:

$$ce_j^E = f_j \cdot e_j + f_j \cdot \left(\sum_{i=1}^n e_i \cdot b_{ij} \right) = f_j \left(\sum_{i=1}^n e_i \cdot c_{ij} \right) \quad (1)$$

其中 $e_j = \frac{E_j}{X_j}$ 表示 j 部门的单位产值能源消耗(万吨标准煤/万元); E_j 代表 j 部门的能源消耗(万吨标准煤); X_j 是该部门的总产出(万元); f_j 为 j 部门的能源碳排放系数; b_{ij} 是指投入产出表中 j 部门对 i 部门产品的完全消耗系数; e_i 则表示提供 j 部门单位产品对第 i 部门产品的完全消耗量; $\sum_{i=1}^n e_i \cdot b_{ij}$ 代表生产 j 部门单位产品而消耗 n 种中间产品所导致的间接能源总消耗; c_{ij} 为能源消耗的完全碳排放系数,且 $c_{ij} = \begin{cases} b_{ij}, i \neq j; \\ 1 + b_{ij}, i = j; \end{cases}$

2. 计算工业生产过程中的隐含碳排放。

$$\text{如果 } i \neq j, ce_j^p = f^p \cdot b_{ij} \quad (2)$$

$$i = j, ce_j^p = f^p + f^p \cdot b_{ij} \quad (3)$$

其中 f^p 表示的是 i 行业产品的工业生产过程的直接碳排放系数。结合(2)和(3)两式有 $ce_j^p = f^p \cdot c_{ij}$, 这就是工业生产过程中的隐含碳的完全碳排放系数。最后将能源消耗碳排放量和工业生产的碳排放量相加即为各部门的综合隐含碳排放。

3. 出口行业隐含碳排放计算。先算出综合碳排放系数,即:

$$ce_j = ce_j^E + ce_j^p = f_j \left(\sum_{i=1}^n e_i \cdot c_{ij} \right) + f^p \cdot c_{ij} \quad (4)$$

进而计算出所有行业的出口隐含碳排放量为:

$$CE = \sum_{j=1}^n CE_j = \sum_{j=1}^n ce_j \cdot Y_j \quad (5)$$

其中 Y_j 为 j 行业的出口额。

二 我国隐含碳排放的测算

20 世纪 90 年代以来,我国对外贸易发展迅速,对发达国家的出口贸易也大量增加,这虽然为我国赢得了大量贸易顺差,也导致大量污染和碳排放留在国内,出口了大量的隐含能源和隐含碳排放。为此,国内外学者在我国对外贸易隐含碳的测算问题上进行了广泛研究,且主要集中于 2006 年以后。现有研究内容主要包含两个方面:一是测算我国对外贸易过程中总的隐含碳排放,另一个则是选择特定贸易伙伴考查我国双边贸易过程中的隐含碳排放。

IEA 对中国出口隐含碳的评估认为:2004 年中国与能源相关的隐含碳排放出口占国内生产排放总量的 34%,若考虑扣除进口的隐含碳排放,中国对外贸易引起的二氧化碳净出口可能为国内排放总量的 17% 左右。^[7] Wang 和 Waton (2009)^[8] 对我国 2004 年出口碳排放问题的研究也得到相似结论,中国在商品和服务的出口过程中,净出口的碳排放约占碳排放总量的 23%,相当于同年日本的碳排放总量,超过了美国碳排放总量的 2 倍。他指出,全球化的国际贸易意味着一个国家的碳排放也应该是全球化的,中国的碳出口问题或许应该引起国际社会的重新思考。Weber et al (2008)^[9] 则将视角投向寻找中国在国际贸易中隐含碳排放不断增长的原因。他发现,在 1987 ~ 2002 年间中国出口中的隐含碳排放量占总排放量的比例由 12% 上升到 21%,仅增加了 9 个点。但在接下来的 2002 ~ 2005 年短短 3 年内,该比例却上升为 33.3% 左右,增加了十多个点。他认为,发达国家的消费需求很有可能是这一增长趋势的主要驱动因素。Yan 和 Yang (2010)^[10] 的研究结论也支持这一观点,他们运用投入产出法对 1997 ~ 2007 年中国对外贸易中隐含碳排放的估算结果发现,中国每年有 10.03% ~ 26.54% 的隐含碳排放是为了满足国外消费者对制成品的需要。他以 2007 年为例深入研究了这种隐含碳排放现象对发达国家和全球隐含碳排放的影响,认为发达国家通过从中国进口制成品,而减少了这类产品在国内的生产,从而避免了在国内产生 5 903 Mt 的 CO₂ 排放。而中国由于生产技术落后,单位能源消耗大,使世界总体增加了

约4 894 M_t的CO₂排放。

国内学者积极运用各种方法与数据来测算中国对外贸易中的碳转移,以期在世界气候谈判中为中国应负的真实责任提供依据。姚愉芳等(2008)^[11]对中国2005年非竞争型投入产出表进行分析,发现出口贸易的能源消耗量大于进口贸易的能源节约量,其差为2.97亿吨标煤;2005年中国出口贸易转移二氧化碳排放14.6亿吨,占由能源排放二氧化碳总量的29%;对外贸易中的二氧化碳净排放量为6.64亿吨,占由能源排放二氧化碳总量的13%。陈迎等(2008)^[12]从内涵能源的概念出发,应用基于投入产出表的能源分析方法,对2002~2006年我国外贸进出口中内涵能源与内涵排放进行了定量研究,得出中国是内涵能源和内涵排放净出口国的基本结论。尽管测算方法仍不完善,测算结果可能存在一定误差,但上述基础判断并不会受到影响。齐晔等(2008)也采取投入产出法估算了1997~2006年中国进出口贸易中的隐含碳。保守估计的结果认为:中国通过产品的形式为国外排放了大量的碳,2006年隐含碳净出口占当年碳排放总量的10%。若按日本的碳耗效率对进口产品进行调整,该比例上升为29.28%。该研究进一步支持了下述观点:中国事实上替国外排放了显著数量的二氧化碳等温室气体。除中国应对全球气候变化负责外,其出口国也是碳排放的实施者,国外消费者尤其发达国家的消费者,也应该为中国日益增长的温室气体排放负责。

另外一些学者则从中国双边贸易角度入手,针对特定的贸易伙伴国来研究隐含碳问题,且中美双边贸易成为热点研究领域。Shui和Harriss(2006)^[13]是较早涉及中国双边贸易中隐含碳问题的学者之一,他对中美双边贸易的研究发现,1997~2003年中国出口到美国的贸易品中隐含碳排放的增长率高于中国每年碳排放的增长率。而中国约有7%~14%的碳排放是由出口到美国的商品所导致的。并指出中美的贸易有利于美国减少能量消耗,而中国工业部门中煤炭的大量使用和低效率的制造技术,使中美两国贸易增加了全球CO₂的排放。国内学者尹显萍和程茗(2010)^[14]、石红莲和张子杰(2011)^[15]等也同样对中美双边贸易中的隐含碳问题展开了研究,并得到相似结论。其余如中英、中日双边贸易中的隐含碳问题也进入学者们的研究视角。Li和Hewitt(2008)^[16]借鉴Shui和Harriss的方法分析了2004年中国对英国出口贸易中

隐含碳的排放情况。他们发现,英国通过进口中国商品使他们国家的碳排放量降低了11%。而由于中国相对较高的碳排放强度与较低的生产效率,在中国生产英国居民消费的产品导致全球增加了117万吨的CO₂排放,这分别相当于英国和全球该年碳排放总量的19%和0.4%。该研究认为,国际贸易将环境污染问题从一个国家转移到了另一个国家,增加了人类活动产生的全球温室气体排放。Liu et al(2010)^[17]用投入产出法与情景分析法比较分析了1990~2000年中日双边贸易中的隐含碳问题,同样发现中国的碳排放净输出效应存在于该阶段的中日本双边贸易中,日本碳排放量的减少一定程度受益于中国的出口贸易。

综上所述,中国作为全球最大碳排放国的事实已不容置疑,不管是从中国的整体对外贸易角度,还是从中美、中英等双边贸易角度来考察,中国基本上都是碳排放的净出口方,中国在全球减排进程中承担了许多不应承接的责任。

三 我国隐含碳排放影响因素的分解

我国这种明显存在的隐含碳净排放到底缘于何故,如何才能在不损害我国对外贸易的过程中减少我国因国际贸易而负担的国外碳排放量,已不是一个单纯的科学议题,还牵涉到我国在国际政治经济中的关系,牵涉到我国作出的减排承诺是否能够实现。为此,深入考察影响我国对外贸易中隐含碳排放的具体因素就非常必要。

Shrestha和Timilsina(1996)^[18]对包括中国在内的亚洲12国电力行业CO₂强度变化的影响因素分析,可能是研究中国CO₂排放驱动因素最早的文献,但并未针对中国展开深入研究。Guan et al(2009)^[19]则运用将投入产出理论与结构分解技术相结合的I-O SDA(Input-Output Structural Decomposition Analysis)模型,结合2002年、2005年我国42个部门的投入产出表,考察了2002~2005年间人口规模、居民消费模式、能源效率改善、生产结构转变、人均消费量对我国隐含碳排放的影响,认为:能源使用效率的改善尽管有助于我国隐含碳排放量的减少,但减少的总量完全无法弥补由于出口、基础建设以及国内消费需求上升带来的碳排放增加。其中,出口(尤其是制成品出口)是驱动隐含碳排放上升的最主要因素,发达国家应该承担约一半的碳排放责任。因而加快低碳技术国际合作并大规模使用相关技术、转变出口贸易结构、在城市

化进程中提高能源使用效率,都将有利于我国在出口导向型政策指引下减少隐含碳净排放的同时获取更多出口附加值。Yan et al (2010)^[20]的研究也有相似结论,他用 SDA 模型中可以进一步分解最终需求结构、中间投入技术等因素的对数平均 D 氏指数法(LMDI),分解了我国 1990~2000 年间影响碳排放量变化的相关因素,指出我国出口贸易是驱动碳排放量上升的主要因素。当然,能源结构和产业结构的改进在减排方面的效果也不可忽视。

国内学者王媛等(2011)^[21]在 2005 年我国 42 个行业的投入产出表基础上,从生产和消费两个角度测算了中国的碳排放量,发现中国出口商品和服务的隐含碳占碳排放总量的 33%,消费国外商品和服务隐含碳的比例为 14%,中国因国际贸易负担了国外的碳排放量。进一步运用 SDA 模型中的对数平均 D 氏指数法(LMDI)从进出口规模、行业结构和碳排放强度三个层面对国外净转移到中国的隐含碳的影响因素进行分析,结果显示:中国相比国外的高碳排放强度是造成目前碳转移额外增加的主要因素,贸易顺差和加工贸易也加剧了碳转移的效果;进出口结构效应则为负贡献,若只存在结构效应时,中国出口的隐含碳甚至可能会低于进口。

Albrecht et al (2002)^[22]指出:LMDI 方法无法解决分解结果与真实值存在较大偏差的问题,因此提出用考虑所有可能次序并求期望值的夏普瑞分解法来消除残差项和偏差。黄敏、刘剑锋(2011)^[23]从总效应、中间投入效应、单位产值碳排放效应三个角度,采用该方法对 2002~2005 年、2005~2008 年两个阶段的外贸隐含碳排放变化的驱动因素进行分解(其中总效应又分解为规模效应与结构效应,单位产值碳排放效应分解为单位产值能耗效应与单位能源 CO₂ 排放效应),进一步佐证了大多数学者的研究结论,即:中国大规模的外贸顺差以日益严重的污染排放及资源消耗为代价。

综上所述,国内外学者尽管运用不同方法不同数据对我国 CO₂ 排放量的深层驱动因素进行了分解,且各种因素的作用程度存在差异,但在以下观点方面已经基本形成共识,即:我国出口贸易是碳排放量迅速上升的重要因素,进口的碳排放量低于出口的碳排放量;我国以煤炭为主的能源消费结构,以及以制造业为主的出口贸易结构对碳排放量的影响不可忽视。在改革开放不断深入、国内城市化进程加快的背景下,广泛运用低碳生产技术,改变目前高耗能的单一能源消费与生产结构,优化出

口贸易结构,是减少隐含碳净排放量及缓解在国际上的减排压力的必由之路,也是获取经济可持续发展的保障。

四 结论及启示

从目前国内外有关隐含碳排放问题的研究文献中可以发现,尽管 2006 年以来才出现对该问题的密集探讨,但研究领域不断深入,从隐含碳的概念、国际贸易中碳泄漏问题的存在性,拓展到深层次剖析与分解隐含碳排放的影响因素。研究方法也不断丰富与完善,LMDI 模型已成为主流,最新研究还对该方法的估计过程中可能存在的残差项与偏差问题进行了纠正,使估计结果更准确可靠。研究对象也日趋具体化,由最初全球性隐含碳排放问题的存在性,逐步聚集于中国等发展中国家,由中国对全球的贸易逐步转向双边贸易,使国际贸易中的隐含碳排放问题更具客观性。

综观国内外研究,虽在某些问题上还存在争议,但已形成众多有价值的结论,如:明确了隐含碳的概念、验证了国际贸易中巨大的碳泄漏问题等。中国对外贸易中的隐含碳问题也已基本形成共识,中国作为一个出口大国,长期的贸易顺差是以环境污染为代价的,各国尤其是发达国家在要求我国采取减少二氧化碳排放的措施并作出减排承诺的同时,也应意识到中国正在为他们的消费与增长买单,各国而不仅仅只是中国是全球温室气体排放的责任承担者。对中国隐含碳排放影响因素的分解则在正确界定中国实际的二氧化碳排放量的基础上,提供了更准确的责任分担依据。以上研究结果,研究方法和研究思路对今后隐含碳排放问题的研究具有重要借鉴作用,也为中国制定具体减排措施提供了较详细的理论与事实支撑。

然而,该领域的研究仍存在很大拓展空间。首先,对碳排放影响因素的研究尚不全面,国内产业结构调整、资源禀赋条件、政府政策、碳关税等因素的影响还需进一步深入,并得到进一步地验证。其次,针对特定行业隐含碳排放的问题尚待深入。不同行业能源消耗不同,世界消费偏好不同,其行业隐含碳排放量大小及影响因素必然存在差异,而对处于经济结构调整期的我国来说,针对具体行业的研究更具有指导与实践价值。另外,现有研究基本将视角集聚于中国等贸易出口大国上,产品出口量虽少但能源消耗较多的国家也应成为关注点,因此,按贸易结构对全球所有国家进行分类研究或许

能发现一些有意义的结论。最后,在方法运用尤其是进口不同国家中间产品的能源消耗系数确定问题上仍需要进一步完善。

参考文献:

- [1] 魏一鸣,刘兰翠,范英,吴刚. 中国能源报告:碳排放研究[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [2] 齐晔,李惠民,徐民. 中国进出口贸易中的隐含碳估算[J]. 中国人口·资源与环境,2008,8(3): 8-13.
- [3] Peters G P, Hertwich E G. Pollution Embodied in Trade: The Norwegian Case [J]. Global Environmental Change, 2006, 16: 379-38.
- [4] 马述忠,陈颖. 进出口贸易对中国隐含碳排放量的影响—基于国内消费视角的单区域投入产出模型分析[J]. 财贸经济,2010(12):82-89.
- [5] 张为付,杜运苏. 中国对外贸易中隐含碳排放失衡度研究[J]. 中国工业经济,2011(4):138-147.
- [6] LI You, Hewitt C N. The effect of trade between China and the UK on national and global carbon dioxide emissions[J]. Energy Policy, 2008(6):1907-1914.
- [7] International Energy Agency. World Energy Outlook 2007: China and India - Insights [M/OL]. Paris: IEA, 2007, <http://www.worldenergyoutlook.org/>, 2009.
- [8] Wang Tao, Watson Jim. Who Owns China's Carbon Emissions [J/OL]. Norwich: Tyndal, Centre 2007. http://www.tyndall.ac.uk/publications/briefing_notes_bn23.pdf, 2009.
- [9] Weber Christopher L, Glen P Peters, Da B Guan. The contribution of Chinese exports to climate change[J]. Energy Policy, 2008, 36(9):3572-3577.
- [10] Yan Yunfeng, Yang Laike. China's foreign trade and climate change: A case study of CO2 emissions[J]. Energy Policy, 2010 (38):50-3567.
- [11] 姚愉芳,齐舒畅,刘琪. 中国进出口贸易与经济、就业、能源关系及对策研究[J]. 数量经济技术经济研究,2008(10):56-65.
- [12] 陈迎,潘家华,谢来辉. 中国外贸进出口商品中的内涵能源及其政策含义[J]. 经济研究,2008(7):11-25.
- [13] Shui Bin, Harriss Robert C. The role of CO2 embodiment in US - China trade[J]. Energy Policy, 2006, 34(18): 4063-4068.
- [14] 尹显萍,程茗. 中美商品贸易中的内涵碳分析及其政策含义[J]. 中国工业经济, 2010(8):45-55.
- [15] 石红莲,张子杰. 中国对美国出口产品隐含碳排放的实证分析[J]. 国际贸易问题,2011(4):56-64.
- [16] Li Y, Hewitt C N. The effect of trade between China and the UK on national and global carbon dioxide emissions [J]. Energy Policy, 2008(36): 1907-1914.
- [17] Liu, X, M. Ishikawa, C. Wang, Y. Dong, and W. Liu. Analyses of CO2 Emissions Embodied in Japan - China Trade[J]. Energy Policy, 2010, 38(1).
- [18] Shrestha R, Timilsina G R. Factors Affecting CO2 Intensities of Power Sector in Asia: A Divisia Decomposition Analysis [J]. Energy Economics, 1996, 18(4):283-293.
- [19] Guan, D, Peters, G. P, Weber, C. L, Hubacek, K. Journey to world top emitter: an analysis of the driving forces of China's recent CO2 emissions surge [J]. Geophysical Research Letters, 2009, 36.
- [20] Yan li Dong, Xian bin Liu, Can Wang. An analysis of the driving forces of CO2 emissions embodied in Japan China trade[J]. Energy Policy 2010 (38):6784-6792.
- [21] 王媛,魏本勇,方修琦,夏冰,杨会民. 基于LMDI方法的中国国际贸易隐含碳分解[J]. 中国人口·资源与环境,2011(2):141-146.
- [22] Albrecht J, Francois D, Schoors K. 2002. A Shapley decomposition of carbon emission without residuals[J]. Energy Policy 30, 727-736.
- [23] 黄敏,刘剑锋. 外贸隐含碳排放变化的驱动因素研究—基于I-O SDA模型的分析,国际贸易问题[J]. 2011(4):94-103.

责任编辑:徐蓓