

国际最终需求视角下消费碳排放的 测算与分解^①

韩 中¹ 陈耀辉¹ 时 云²

(1. 南京财经大学经济学院; 2. 南京航空航天大学经济与管理学院)

研究目标: 探索国际最终需求视角下消费碳排放的测算与分析。**研究方法:** 利用世界投入产出数据库 (WIOD, World Input-Output Database), 采用 MRIO 模型对世界主要经济体 (地区) 最终需求视角下的消费碳排放进行了测算和分析。**研究发现:** 中国是全球出口隐含碳排放最多的经济体, 欧盟是全球转移碳排放最多的经济体; 欧盟等发达经济体消费碳排放中“境外排放”所占比例较高, 且主要来源于中国等发展中经济体; 相较于发展中经济体, 欧盟等发达经济体的出口隐含碳排放更多地来自服务行业, 而发展中经济体则主要来源于采掘业, 重工业和电力、燃气及水的供应业。从隐含碳排放实现方式来看, 以加工贸易出口为主的中国、印度, 其贸易隐含碳排放主要是由最终产品出口引致的, 而俄罗斯、澳大利亚等以能源、矿产资源出口为主的经济体, 其贸易隐含碳排放主要是由中间产品出口引致的。**研究创新:** 基于“消费者责任”原则, 在生产碳排放的基础上测算了不同经济体的消费碳排放, 并对一国出口隐含碳排放的行业结构和实现方式进行了研究。**研究价值:** 有利于在后京都时代国际气候变化谈判中, 为准确核算一国碳排放的规模并界定其应承担的碳减排义务和责任提供一个新思路。

关键词 最终需求 生产碳排放 消费碳排放 碳泄漏

中图分类号 F740.6 **文献标识码** A

一、问题的提出

气候变暖是一个全球性的问题, 引起了国际社会的广泛关注。《联合国气候变化框架公约》和《京都议定书》确立了以“共同但有区别的责任”为原则的经济体温室气体排放责任和行动框架, 旨在“将大气中温室气体的浓度稳定在防止气候系统受到危险的人为干扰的水平上” (United Nations, 1992)。政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 确立以“生产者责任”原则来核算各经济体的温室气体排放清单, 将一经济体排放清单定义为“在该经济体领土和该经济体拥有司法管辖权的近海海区发生的温室气体排放和消除” (IPCC, 1996)。

但是, 以上碳排放核算框架无法解决国际运输活动引致的碳排放责任分担问题, 全球约有 3% 的碳排放来源于国际运输活动, 而在技术层面上, 国际运输活动并未发生于任何经济

^① 本文获教育部人文社会科学研究青年项目“全球价值链视角下我国总出口的增加值分解研究” (16YJC910004)、教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目“泛 TPP 经贸规则下我国融入国际价值链分工战略研究” (16JZD019)、江苏高校优势学科建设工程资助项目 (PAPD)、江苏高校品牌专业建设工程资助项目和江苏省“青蓝工程”项目的资助。

体领土范围内,从而无法将该部分碳排放归为某一经济体的碳排放责任(Olivier和Peters, 1999; Ziesing, 2005)。对此,Peters和Hertwich(2008a)建议采取与国民经济核算体系相一致的原则,即“经济领土”原则,通过核算一经济体经济领土上所有常住单位生产、生活所引致的温室气体排放(生产碳排放)来编制清单,在此核算框架下,国际运输活动属于某一经济体的经济生产活动,其所造成的碳排放理应记录为该经济体的排放清单(United Nations, 1993; Pedersen和de Haan, 2008)。

同时,随着生产全球化的不断深入和国际贸易的飞速发展,世界贸易隐含碳排放(Embodied Carbon Emission in Trade)和“碳泄漏”(Carbon Leakage)问题成为后京都时代世界气候变化谈判关注的焦点问题,尤其受到中国、印度等发展中经济体的重视。在京都模式下,“生产者责任”原则的理论依据是“污染者付费原则”,即要求污染者赔偿污染损失、支付治理费用,其目的是通过污染成本内部化的方式,达到减少污染的目的。在此背景下,为了达到减排目标,承担碳减排义务的经济体(主要是发达经济体)往往将本经济体排放强度大、能源密集型的行业或生产环节转移至环境标准相对较低、不承担碳减排义务的发展中经济体,或依赖于发展中经济体能源与污染密集型产品的出口以满足其国内最终需求,通过国际贸易隐含碳排放造成“碳泄漏”问题,由于发展中经济体生产技术、工艺相对落后,最终导致全球碳排放量的增加,弱化了减排政策效果,并且对中国等出口大国不公平(Pan等, 2008; Peters和Hertwich, 2008a)。

许多学者对“生产者责任”原则的公平性提出了质疑,指出最终消费需求是引起环境压力的主要驱动因素之一,“生产者责任”原则并没有对引起碳排放的经济体内消费需求和经济体外消费需求进行区分,将中国等发展中经济体为了生产满足美国、欧盟、日本等发达经济体最终消费需求的出口产品而引致的碳排放作为其排放清单进行核算,降低了发展中经济体承担减排义务的积极性,建议以“消费者责任”原则来进行碳排放责任分担,消费者应对产品生产过程中直接或间接引致的所有碳排放负责,无论其发生在经济体内还是经济体外(Ahmad Wyckoff, 2003; Ferng, 2003; Peters和Hertwich, 2006a)。“消费者责任”原则下经济体碳排放(即消费碳排放)责任的核算思路为:“生产者原则”经济体内碳排放(即生产碳排放)减去出口隐含碳排放,再加上进口隐含碳排放(Peters和Hertwich, 2008a)。经验研究表明,在“消费者责任”原则下,各经济体碳排放责任将面临较大调整:美国、欧盟、日本等发达经济体往往是贸易碳排放净进口经济体,其消费碳排放大于其生产碳排放,理应承担更多的碳排放责任,而中国大陆等发展中经济体则是贸易碳排放净出口经济体,消费碳排放小于生产碳排放,其面临的碳减排压力大幅减轻(Bosi和Riey, 2002; Ahmad和Wyckoff, 2003; Peters和Hertwich, 2006b)。可见,“消费者责任”原则有利于厘清发达经济体最终需求对发展中经济体生产碳排放的影响,揭示碳排放责任国际转移的基本事实,同时有助于减少“碳泄漏”,丰富“共同但有区别责任”原则的基本内涵,促进发达经济体和发展中经济体之间的国际合作,如技术转移和清洁发展机制(CDM),引导消费者培养低碳化的消费模式,并最终实现全球范围内碳减排目标的实现(Peters和Hertwich, 2008a)。

相比于生产碳排放,消费碳排放的核算对于数据和方法的要求更高。现有研究方法主要为单区域投入产出模型(SRIO, Single-Regional Input-Output Model)和多区域投入产出模型(MRIO, Multi-Regional Input-Output Model)。在实际应用中,SRIO模型一般用于研究某个特定经济体的贸易隐含碳排放,由于仅有一经济体的投入产出数据,只能测算出该经济

体产品的完全排放系数,适合于估算其出口隐含碳排放。为了测算其进口隐含碳排放,往往假定进口产品与经济体内产品生产技术相同,具有同样的完全排放系数,但一经济体进口产品往往来自具有不同生产技术的经济体,其产品的完全排放系数差异较大,从而导致 SRIO 模型具有很大的不确定性 (Lenzen 等, 2004)。此外, SRIO 模型在对进口产品往往不作使用用途上的区分 (中间产品和最终产品), 单纯地利用贸易总额数据而忽略了中间产品的影响, 无法准确模拟全球产业链, 也不能反映溢出效应和反馈效应。相比之下, MRIO 模型把多国生产技术模型化, 刻画了各经济体、各部门之间的产业关联和贸易联系, 较好地克服了 SRIO 模型技术同一性假设引起的偏差, 被认为是目前研究贸易隐含碳排放和消费碳排放的有效工具 (Turner 等, 2007; Wiedmann, 2009)。目前, 现有文献主要采用 SRIO 模型对某一特定经济体的贸易隐含碳排放进行研究 (张友国, 2010; 张为付和杜运苏, 2011), 一些学者利用 MRIO 模型测算了消费碳排放 (Peters 和 Hertwich, 2008b; 樊纲等, 2010; 闫云凤和赵忠秀, 2014; 彭水军等, 2015), 鲜有文献在经济体间贸易隐含碳排放基础上测算消费碳排放, 并对贸易隐含碳排放进行行业结构分解。

在已有研究的基础上, 本文采用 MRIO 模型, 利用欧盟资助开发的世界投入产出数据库 (WIOD) 提供的世界投入产出表和环境账户, 对世界主要经济体间贸易隐含碳排放和消费碳排放进行了系统研究。本文的主要工作体现在:

第一, 基于“消费者责任”原则, 测算了经济体间的贸易隐含碳排放, 据此分析了全球范围内“碳泄漏”规模及其流向, 并在各经济体出口隐含碳排放和进口隐含碳排放的基础上测算出其贸易隐含碳排放净值。

第二, 根据生产碳排放和贸易隐含碳排放, 测算出各经济体的消费碳排放。将生产碳排放分解为“内需排放”和“外需排放”, 反映经济体外最终需求对一经济体碳排放的影响, 同时将消费碳排放分解为“境内排放”和“境外排放”, 探析经济体最终需求对经济体外碳排放的影响。

第三, 从细分行业的层面, 对一经济体出口隐含碳排放进行行业结构分解, 并将其分解为由中间产品出口引致的排放和最终产品出口引致的排放。

二、模型设计与数据处理

1. MRIO 模型

假设一个包含 G 个经济体, N 个行业的经济系统。从使用用途来看, 一经济体的总产出要么用作本经济体的中间产品或最终产品, 要么用作经济体外的中间产品或最终产品。于是, 一经济体的总产出可表示为:

$$X_r = \sum_s^G (A_{rs} X_s + Y_{rs}) \quad r, s = 1, 2, \dots, G \quad (1)$$

MRIO 模型可表示为:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1G} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2G} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{G1} & A_{G2} & \dots & A_{GG} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_G \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_{11} + Y_{12} + \dots + Y_{1G} \\ Y_{21} + Y_{22} + \dots + Y_{2G} \\ \dots \\ Y_{G1} + Y_{G2} + \dots + Y_{GG} \end{bmatrix} \quad (2)$$

经过转换, 式 (2) 可转化为:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I - A_{11} & -A_{12} & \dots & -A_{1G} \\ -A_{21} & I - A_{22} & \dots & -A_{2G} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -A_{G1} & -A_{G2} & \dots & I - A_{GG} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum_r^G Y_{1r} \\ \sum_r^G Y_{2r} \\ \dots \\ \sum_r^G Y_{Gr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & \dots & B_{1G} \\ B_{21} & B_{22} & \dots & B_{2G} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_{G1} & B_{G2} & \dots & B_{GG} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_G \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1G} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2G} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{G1} & X_{G2} & \dots & X_{GG} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & \dots & B_{1G} \\ B_{21} & B_{22} & \dots & B_{2G} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ B_{G1} & B_{G2} & \dots & B_{GG} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \dots & Y_{1G} \\ Y_{21} & Y_{22} & \dots & Y_{2G} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Y_{G1} & Y_{G2} & \dots & Y_{GG} \end{bmatrix} \quad (4)$$

其中, 矩阵 A 为 $GN \times GN$ 阶直接消耗系数矩阵, A_{rs} 表示经济体 s 各行业单位总产出对经济体 r 各行业产出的直接消耗量, B 为 $GN \times GN$ 阶列昂惕夫逆阵 (又称完全需求系数矩阵), B_s 表示经济体 s 各行业额外生产一单位最终产品对经济体 r 各行业总产出的完全需求量, X_{rs} 为 $N \times 1$ 阶矩阵, 表示经济体 r 各行业总产出中用于满足经济体 s 最终产品需求的部分, 矩阵 X_r 为 $N \times 1$ 阶矩阵, 表示经济体 r 各行业的总产出, 矩阵 Y_s 为 $N \times 1$ 阶矩阵, 表示经济体 r 各行业向经济体 s 出口的最终产品, Y_r 为 $N \times 1$ 阶矩阵, 表示经济体 s 各行业生产的最终产品总量。

令 E_r 为 CO_2 排放强度行向量, 行向量中每一元素分别表示一经济体各行业单位产出引致的 CO_2 排放量。为了保持与国民经济核算原则的一致性, 本文所定义的生产碳排放是基于“经济空间”的核算原则, 该指标反映了一经济体经济空间上所有常住单位经济生产活动过程中所引致的 CO_2 排放量。

令 F_r^p 为一经济体生产碳排放, 则:

$$F_r^p = E_r X_r = E_r \sum_i^G X_{ri} \quad (5)$$

式 (4) 为总产出分解矩阵, 基于最终需求的原则将一经济体总产出分解成为满足本经济体和其他经济体最终需求而生产的产出。将 E_r 的对角矩阵右乘式 (4), 可得生产碳排放分解矩阵:

$$\begin{bmatrix} F_{11} & F_{12} & \dots & F_{1G} \\ F_{21} & F_{22} & \dots & F_{2G} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_{G1} & F_{G2} & \dots & F_{GG} \end{bmatrix} =$$

$$\begin{aligned}
& \begin{bmatrix} E_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & E_2 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & \cdots & E_G \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1G} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2G} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{G1} & X_{G2} & \cdots & X_{GG} \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} E_1 \sum_r^G B_{1r} Y_{r1} & E_1 \sum_r^G B_{1r} Y_{r2} & \cdots & E_1 \sum_r^G B_{1r} Y_{rG} \\ E_2 \sum_r^G B_{2r} Y_{r1} & E_2 \sum_r^G B_{2r} Y_{r2} & \cdots & E_2 \sum_r^G B_{2r} Y_{rG} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ E_G \sum_r^G B_{Gr} Y_{r1} & E_G \sum_r^G B_{Gr} Y_{r2} & \cdots & E_G \sum_r^G B_{Gr} Y_{rG} \end{bmatrix} \quad (6)
\end{aligned}$$

根据式(6),可将一经济体生产碳排放分解为“内需排放”和“外需排放”。内需排放是指一经济体生产碳排放中用于满足本经济体最终消费的部分,而外需排放则反映一经济体生产碳排放中用于满足其他经济体最终消费的部分。外需排放主要通过贸易出口的方式来实现,依据出口产品使用去向的不同,可将外需排放进一步分解为“中间产品出口引致的排放”和“最终产品出口引致的排放”。至此,一经济体生产碳排放可表示为:

$$\begin{aligned}
F_r^P &= E_r X_r + E_r \sum_{i \neq r}^G X_{ri} \\
&= E_r X_r + (E_r \sum_{i \neq r}^G B_{ri} Y_{ri} + E_r \sum_{s \neq r}^G \sum_{i \neq r}^G B_{is} Y_{si}) \quad (7)
\end{aligned}$$

式(7)中, $E_r X_r$ 表示一经济体生产碳排放中的内需排放, $(E_r \sum_{i \neq r}^G B_{ri} Y_{ri} + E_r \sum_{s \neq r}^G \sum_{i \neq r}^G B_{is} Y_{si})$ 则表示外需排放,其中 $E_r \sum_{i \neq r}^G B_{ri} Y_{ri}$ 表示由最终产品出口引致的排放, $E_r \sum_{s \neq r}^G \sum_{i \neq r}^G B_{is} Y_{si}$ 表示由中间产品出口引致的排放。

由式(6)可得一经济体贸易出口隐含碳排放(Emission Embodied in Export, EEE)、贸易进口隐含碳排放(Emission Embodied in Import, EEI),进而可测算出其贸易隐含碳排放净值(Balance of Emission Embodied in Trade, BEET)。令 F_r^{EEE} 、 F_r^{EEI} 和 F_r^{BEET} 分别为一经济体贸易出口隐含碳排放、贸易进口隐含碳排放和贸易隐含碳排放净值,则:

$$\begin{aligned}
F_r^{EEE} &= E_r \sum_{i \neq r}^G \sum_s^G B_{is} Y_{si} \\
F_r^{EEI} &= \sum_{s \neq r}^G \sum_i^G E_s B_{si} Y_{ir} \\
F_r^{BEET} &= F_r^{EEE} - F_r^{EEI} \quad (8)
\end{aligned}$$

不同于生产碳排放,消费碳排放是基于最终需求的“消费者责任”来分配各经济体的碳排放责任,其将一经济体最终需求所引致的所有碳排放(不管发生在经济体内还是经济体外)均视为该经济体的碳排放责任。根据 Peters 和 Hertwich (2008a),一经济体消费碳排放等于该经济体生产碳排放减去贸易出口隐含碳排放,再加上贸易进口隐含碳排放。令一经济体消费碳排放为 F_r^C , 则:

$$F_r^C = F_r^P - F_r^{EEE} + F_r^{EEI} = F_r^P - F_r^{BEET} \quad (9)$$

2. 数据来源与处理

本文数据来源于由欧盟资助、多个组织联合开发的涵盖了世界 40 个主要经济体、35 个细分行业的 WIOD 数据库，这些经济体的经济总量占世界比重达到 85%。为了保证数据完整性，WIOD 数据库将其他所有经济体统一命为 ROW (Rest of the World)。

WIOD 数据库所涵盖的 40 个经济体包括：奥地利、比利时、保加利亚、塞浦路斯、捷克、德国、丹麦、西班牙、爱沙尼亚、芬兰、法国、英国、希腊、匈牙利、爱尔兰、意大利、立陶宛、卢森堡、拉脱维亚、马耳他、荷兰、波兰、葡萄牙、罗马尼亚、斯洛伐克、斯洛文尼亚、瑞典、美国、加拿大、墨西哥、中国大陆、日本、韩国、中国台湾、巴西、俄罗斯、印度尼西亚、印度、澳大利亚和土耳其。

35 个细分行业分别为：第一产业（农业、狩猎业、林业及渔业）。第二产业（采掘业；食品、饮料、烟草制造业；纺织业；皮革及鞋类制造业；木材、软木及其制品；造纸、印刷和出版业；焦炭、精炼石油及核燃料加工业；化学原料及化学制品业；橡胶及塑料制品业；其他非金属矿物制品制造业；基本金属及金属制品业；通用设备制造业；电气、光学设备制造业；交通运输设备制造业；其他制造业、废物回收业；电力、燃气及水的供应业；建筑业）。第三产业（汽车、摩托车销售和维修，燃料销售；除汽车、摩托车外的商品批发，代理销售业；除汽车、摩托车外的商品零售业，家庭用品修理业；酒店餐饮业；陆地运输业；水路运输业；航空运输业；其他辅助性运输活动，旅行社的活动；邮政通信业；金融业；房地产业；设备租赁及其他商业活动；公共管理、国防及社会保障业；教育；医疗卫生和社会工作；其他团体、社会及个人服务活动；雇人的私人住户）。

WIOD 数据库不仅提供了历年的世界投入产出表，同时提供了经济社会卫星账户和环境卫星账户，其中环境卫星账户依据国民经济核算体系中经济领土常住单位核算原则，测算出各国不同行业的生产碳排放数据。WIOD 数据库中的世界投入产出表和环境卫星账户为本文从最终需求的视角测算一经济体的消费碳排放，定量研究经济体间贸易隐含碳排放以及“碳泄漏”问题提供了数据支撑。为了便于研究，本文将欧盟地区 27 个经济体作为一个整体来进行分析。

三、测算结果与分析

1. 经济体间贸易隐含碳排放

如表 1 所示，从全世界范围来看，2009 年世界贸易隐含碳排放总量高达 5558.05 兆吨，占当年全世界碳排放总量的 22.35%，约有 1/4 的全球碳排放来源于世界贸易。中国是全世界贸易出口隐含碳排放最多的经济体，即被转移碳排放责任最多的经济体。2009 年，中国通过国际贸易被转移的碳排放总量为 1477.70 兆吨，占全球贸易隐含碳排放总量的 26.59%，中国出口隐含碳排放总量高于世界许多经济体的生产碳排放总量，其次是其他经济体（22.82%）、欧盟（10.61%）、美国（7.45%）。从流向来看，中国贸易出口隐含碳排放主要用于满足美国、欧盟和日本这三个主要发达经济体的最终消费，2009 年美国、欧盟和日本分别消费了中国出口隐含碳排放的 23.82%、22.13% 和 8.82%。

对比表 1 和图 1 的结果可以看出，欧盟是全世界通过世界贸易转移碳排放责任（即贸易进口隐含碳排放）最多的地区，2009 年进口隐含碳排放达 1287.06 兆吨，占全世界国际贸易隐含碳排放总量的 23.16%。同年，美国进口隐含碳排放为 1058.43 兆吨，占全世界国际贸易隐含碳排放总量的 19.04%，可见，约有一半的国际贸易隐含碳排放是由欧盟和美国的最终消费引起的，且主要来源于中国大陆、印度等发展中经济体，美国、欧盟分别将其约

表 1	世界主要经济体间贸易隐含碳排放														(单位:兆吨)		
	经济体	澳大利 亚	巴西	加拿大	中国 大陆	欧盟	印度尼 西亚	印度	日本	韩国	墨西哥	俄罗斯	土耳其	中国 台湾	美国	其他	总出口
	澳大利 亚	—	0.56	1.98	15.88	11.94	2.00	4.57	10.27	3.35	0.48	0.65	0.28	1.41	10.52	20.82	84.73
	巴西	0.37	—	1.09	6.09	10.93	0.35	0.70	1.64	0.70	0.76	0.71	0.31	0.27	6.76	14.76	45.44
	加拿大	1.64	2.40	—	8.51	24.24	0.60	2.55	5.15	1.46	3.04	0.74	0.43	0.64	79.76	19.55	150.72
	中国 大陆	49.25	22.18	47.36	—	327.02	22.28	52.44	130.35	47.32	22.90	32.67	18.45	15.21	352.04	338.21	1477.70
	欧盟	15.15	12.77	16.24	45.16	—	4.51	11.86	20.37	9.21	8.20	26.06	17.53	4.16	101.14	297.42	589.77
	印度尼 西亚	2.61	0.86	1.23	8.85	15.30	—	2.57	11.09	3.40	0.59	1.20	1.80	1.77	10.99	23.30	85.55
	印度	5.20	2.94	12.26	16.39	60.46	4.76	—	7.72	2.70	1.93	3.64	4.82	1.68	51.52	65.86	241.90
	日本	3.73	2.01	3.59	32.28	27.87	3.81	2.64	—	9.85	2.49	2.76	1.03	5.69	28.92	80.20	206.88
	韩国	3.78	2.62	3.55	41.07	33.85	3.57	3.92	14.40	—	3.02	3.86	2.34	2.37	28.11	74.95	221.40
	墨西哥	0.41	0.91	3.46	1.94	8.21	0.13	0.46	1.21	0.36	—	0.25	0.17	0.14	46.45	8.42	72.51
	俄罗斯	4.43	5.71	5.07	39.85	194.20	3.41	7.70	17.94	8.27	3.19	—	7.54	3.34	43.25	136.04	479.94
	土耳其	0.48	0.40	0.66	1.65	26.18	0.25	0.75	0.67	0.32	0.23	1.91	—	0.14	3.97	20.68	58.30
	中国台湾	2.46	1.74	2.78	30.67	24.92	1.82	2.01	24.42	2.94	1.84	1.36	1.08	—	26.47	36.11	160.64
	美国	8.50	8.37	51.86	34.35	98.36	2.68	7.60	25.19	8.78	32.27	3.90	2.44	4.67	—	125.06	414.03
	其他	34.78	29.72	25.39	150.57	423.58	22.98	94.33	104.98	37.40	15.41	25.67	18.97	16.27	268.52	—	1268.56
	总进口	132.81	93.18	176.53	433.25	1287.06	73.17	194.11	375.40	136.06	96.37	105.37	77.18	57.76	1058.43	1261.39	5558.05

资料来源:世界投入产出数据库(WIOD),作者计算整理。

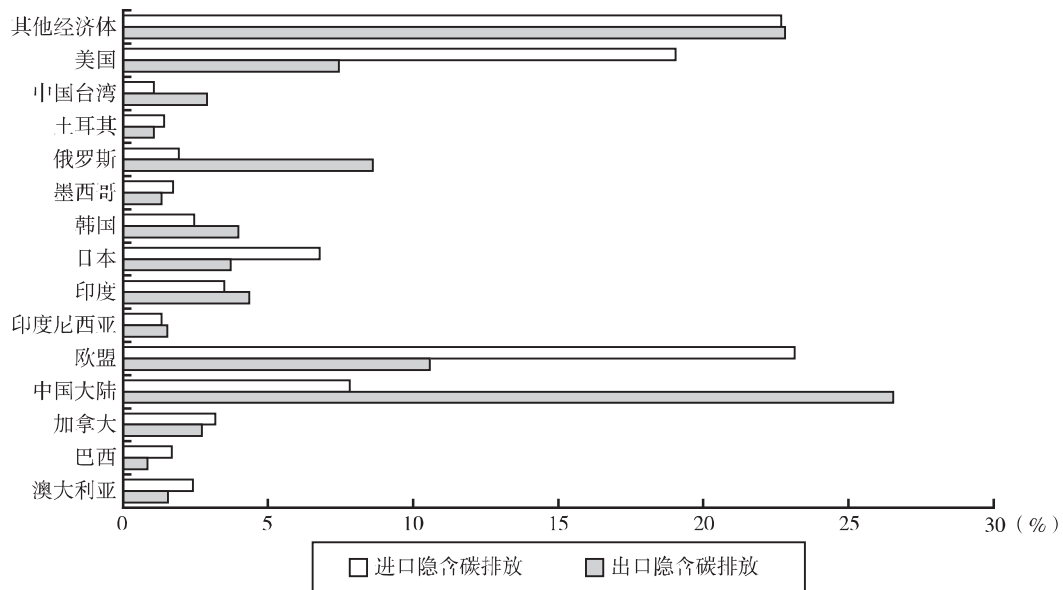


图1 世界贸易隐含碳排放的经济体间结构

资料来源：世界投入产出数据库（WIOD），作者计算整理。

1/3、1/4 的碳排放责任通过全球贸易转移至中国大陆。

为了衡量一经济体全球贸易隐含碳排放的净值规模，将一经济体贸易出口隐含碳排放减去其贸易进口隐含碳排放，若差异为正值，表明该经济体为碳排放净出口经济体，反之，则为碳排放净进口经济体。如图2所示，中国大陆是最大的碳排放净出口经济体（1044.44兆吨），其次分别为俄罗斯（374.57兆吨）、中国台湾（102.88兆吨）、韩国（85.34兆吨）、印度（47.79兆吨）和印度尼西亚（12.37兆吨）；相比之下，欧盟是最大的碳排放净进口经济体（-697.28兆吨），美国次之（-644.39兆吨），日本、澳大利亚、巴西和加拿大的碳排放净进口规模分别为-168.53兆吨、-48.08兆吨、-47.74兆吨和-25.81兆吨。可见，欧盟、美国、日本等发达经济体通常是碳排放净出口经济体，而发展中经济体则是碳排放进口经济体，发达经济体通过全球贸易向发展中经济体转移碳排放责任，来满足其最终消费需求。

2. 生产碳排放和消费碳排放

生产碳排放和消费碳排放分别基于“生产者责任”和“消费者责任”原则，生产碳排放反映了一经济体空间范围内上所有常住单位经济生产活动所引起的碳排放，而消费碳排放则是从最终消费的角度反映了一经济体的最终消费在全球范围内直接或间接引致的碳排放。从全球范围来看，生产碳排放总量和消费碳排放总量在数值上是相等的，2009年，全球生产碳排放和消费碳排放总量均为24869.98兆吨。随着全球化生产的不断深入和国际贸易（尤其是中间产品贸易）的快速发展，产品的生产和消费出现了地域上的分离，发达经济体通过全球贸易向发展中经济体转移碳排放责任以满足其经济体内的最终需求，从而导致一经济体生产碳排放与消费碳排放不相等，甚至差异较大。

如表2所示，欧盟、美国、日本等发达经济体的消费碳排放通常高于其生产碳排放，

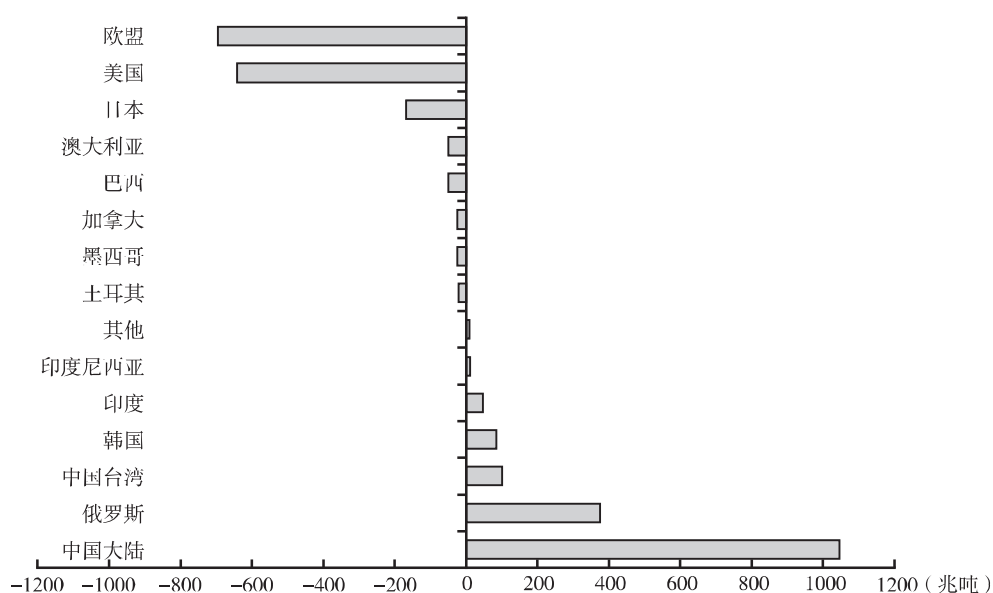


图2 国际贸易隐含碳排放净值

资料来源：世界投入产出数据库（WIOD），作者计算整理。

而中国、俄罗斯等欠发达经济体的消费碳排放往往低于其生产碳排放，相比于生产碳排放，欧盟、美国、日本、巴西的消费碳排放分别增加了22.05%、15.39%、17.67%、19%，而中国台湾、俄罗斯、中国大陆、韩国的消费碳排放分别减少了35.43%、26.56%、16.81%、16.02%，可见，欧盟、美国等发达经济体往往是贸易隐含碳排放净进口经济体，为了满足经济体内的消费需求，通过全球贸易向其他经济体转移了很大比例的碳排放责任，如果按照最终产品消费来分担各经济体碳排放责任的话，欧盟、美国等发达经济体承担的碳排放责任会出现较大幅度的提高，而中国大陆等发展中经济体的碳排放责任则降低很多。

表2

生产碳排放、消费碳排放和贸易隐含碳排放

(单位：兆吨)

经济体	生产碳排放	消费碳排放	出口隐含碳排放		进口隐含碳排放		贸易隐含碳排放净值	
			绝对数	相对数 ^①	绝对数	相对数 ^②	绝对数	相对数 ^③
澳大利亚	364.32	412.41	84.73	23.26	132.81	32.20	-48.08	-13.20
巴西	251.29	299.03	45.44	18.08	93.18	31.16	-47.74	-19.00
加拿大	439.07	464.87	150.72	34.33	176.53	37.97	-25.81	-5.88
中国大陆	6213.38	5168.94	1477.70	23.78	433.25	8.38	1044.44	16.81
欧盟	3161.86	3859.14	589.77	18.65	1287.06	33.35	-697.28	-22.05
印度尼西亚	331.19	318.82	85.55	25.83	73.17	22.95	12.37	3.74

(续)

经济体	生产碳排放	消费碳排放	出口隐含碳排放		进口隐含碳排放		贸易隐含碳排放净值	
			绝对数	相对数 ^①	绝对数	相对数 ^②	绝对数	相对数 ^③
印度	1501.81	1451.02	241.90	16.11	194.11	13.35	47.79	3.18
日本	953.74	1122.26	206.88	21.69	375.40	33.45	-168.53	-17.67
韩国	532.88	447.54	221.40	41.55	136.06	30.40	85.34	16.02
墨西哥	351.28	375.14	72.51	20.64	96.37	25.69	-23.86	-6.79
俄罗斯	1410.49	1035.92	479.94	34.03	105.37	10.17	374.57	26.56
土耳其	239.61	258.49	58.30	24.33	77.18	29.86	-18.88	-7.88
中国台湾	290.36	187.18	160.64	55.32	57.76	30.81	102.88	35.43
美国	4187.71	4832.11	414.03	9.89	1058.43	21.90	-644.39	-15.39
其他经济体	4640.99	4633.82	1268.56	27.33	1261.39	27.22	7.17	0.15
合计	24869.98	24869.98	5558.05	22.35	5558.05	22.35	0.00	0.00

注：①相对数指各经济体出口隐含碳排放占其生产碳排放的比重（%），反映一经济体生产碳排放中“外需排放”的比重；②相对数指各经济体进口隐含碳排放占其消费碳排放的比重（%），反映一经济体消费碳排放中“境外排放”的比重；③相对数表示各经济体贸易隐含碳排放净值与其生产碳排放的比值（%），反映一经济体消费碳排放与其生产碳排放的差异幅度。

资料来源：世界投入产出数据库（WIOD），作者计算整理。

中国大陆是全世界生产碳排放最多的经济体（6213.38兆吨），其次是美国（4187.71兆吨）、欧盟（3161.86兆吨）、印度（1501.81兆吨）。从生产碳排放的结构分解来看，中国台湾“外需排放”所占比例最高，高达55.32%，表明中国台湾生产碳排放中超过一半以上的比例是由于经济体外最终消费需求所引致的；相比之下，中国大陆生产碳排放主要是为了满足经济体内的消费需求，“外需排放”仅占23.78%。美国，其生产碳排放中“外需排放”比例仅为9.89%，不足1/10；从消费碳排放来看，发达经济体的消费碳排放中境外排放的比例较高，而发展中经济体消费碳排放中境内排放的比例较高，主要是通过经济体内生生产、经济体内存排放来满足本经济体的消费需求，欧盟、美国、日本消费碳排放中境外排放的比例为33.35%、21.90%、33.45%，而中国、印度、俄罗斯境外排放的比例仅为8.38%、13.35%、10.17%，表明发达经济体通过全球贸易向发展中经济体转移了大量的碳排放责任，世界范围内的“碳泄漏”问题比较突出。

3. 贸易出口隐含碳排放的行业结构分解和实现路径

从全球范围来看，全球贸易隐含碳排放主要来源于能源消耗大、排放强度高的采掘业，重工业和电力、燃气及水的供应业，其中电力、燃气及水的供应业为最大的贸易隐含碳排放行业（35.55%），其次分别为基本金属及金属制品业（11.46%），化学原料及化学制品业（7.89%），采掘业（7.69%）和焦炭、精炼石油及核燃料加工业（5.37%），服务行业中的水路运输业、陆地运输业和航空运输业贸易隐含碳排放较高，占全球贸易隐含碳排放总量的

比重分别为5%、3.79%和3.72%。

从各经济体贸易出口隐含碳排放的行业结构分解结果来看（见表3），欧盟、美国、日本等发达经济体贸易隐含碳排放来源于第三产业产品出口的比例明显高于发展中经济体，日本这一比例最高，超过1/3的隐含碳排放来自第三产业，欧盟和美国分别为29.37%和28.3%，而中国、印度和俄罗斯第三产业产品出口引致的隐含碳排放仅占8.64%、5.14%和14.19%，差距如此之大，主要是因为美国等经济体服务业比较发达，出口产品结构中服务业所占比例显著高于中国大陆、印度等发展中经济体。相比之下，中国等发展中经济体出口隐含碳排放更多地来自于第二产业，中国、印度和俄罗斯出口隐含碳排放中第二产业所占比重分别为90.11%、93.33%和85.42%，尤其是电力、燃气及水的供应业，中国大陆有超过一半的隐含碳排放来源于该行业，印度和俄罗斯出口隐含碳排放中该行业所占比例分别为47.6%和40.06%；作为世界重要的矿产资源、能源出口大国，加拿大等经济体采掘业出口所引致的隐含碳排放所占比例较高，其中加拿大隐含碳排放中采掘业所占比例最高（33.42%），超过1/3的隐含碳排放来源于该行业，其次分别为澳大利亚（19.63%）、巴西（18.1%）、俄罗斯（15.06%）和印度（13.56%）；运输业是第三产业隐含碳排放的主要来源，澳大利亚隐含碳排放中有13.1%来源于航空运输业，日本、韩国水路运输业引起的隐含碳排放所占比例高达25.25%、12.75%，俄罗斯隐含碳排放中有11.34%源自陆地运输业。

表3 贸易出口隐含碳排放的行业结构分解 (单位: %)

部门	澳大利亚	巴西	加拿大	中国大陆	欧盟	印度	日本	韩国	俄罗斯	美国
第一产业	2.48	15.37	2.48	1.25	2.87	1.53	0.29	0.63	0.39	2.40
第二产业	75.62	68.32	79.46	90.11	67.76	93.33	65.59	72.94	85.42	69.30
采掘业	19.63	18.10	33.42	3.43	2.63	13.56	3.21	2.80	15.06	3.54
制造业	27.28	46.63	32.10	32.83	39.97	32.06	45.10	39.65	30.28	37.49
电力、燃气及水的供应业	28.55	3.48	13.83	53.82	24.89	47.60	17.09	30.46	40.06	28.17
第三产业	21.90	16.30	18.05	8.64	29.37	5.14	34.11	26.43	14.19	28.30
陆地运输业	2.62	7.86	3.92	1.40	5.52	1.55	2.03	3.47	11.34	7.57
水路运输业	2.93	1.63	1.60	2.81	9.14	0.24	25.25	12.75	0.26	2.82
航空运输业	13.10	0.79	4.18	2.67	9.58	0.13	2.55	6.10	1.17	8.60

资料来源：同表1。

一经济体贸易出口隐含碳排放根据实现方式可分解为中间产品出口引致的排放和最终产品出口引致的排放。表4显示，相比于其他经济体，中国大陆和印度贸易出口隐含碳排放更多地是由于最终产品出口引致的，其出口隐含碳排放中最终产品出口引致的比例分别为46.55%和42.33%，远远高于其他经济体，究其原因，主要是因为新型国际生产分工体系下，中国和印度利用自身人力成本的优势，主要从事能耗高、排放大且附加值低的加工出

口贸易,通过对进口的零配件、原材料进行简单的加工组装生产最终产品并出口以满足其他经济体的最终需求;而对于以矿产资源、能源和零配件作为主要出口产品的经济体,中间产品引致的碳排放所占比例较高,其中,俄罗斯贸易出口隐含碳排放中中间产品出口引致的比例高达 92.35%,其次是澳大利亚(83.85%)、印度尼西亚(80.4%)、巴西(80.29%)、中国台湾(80%)和加拿大(77.9%)。

表 4 贸易出口隐含碳排放的实现方式 (单位:兆吨)

经济体	中间产品出口引致		最终产品出口引致	
	绝对数	相对数(%)	绝对数	相对数(%)
澳大利亚	71.04	83.85	13.68	16.15
巴西	36.48	80.29	8.96	19.71
加拿大	117.41	77.90	33.31	22.10
中国大陆	789.76	53.45	687.94	46.55
欧盟	423.33	71.78	166.45	28.22
印度尼西亚	68.78	80.40	16.76	19.60
印度	139.50	57.67	102.39	42.33
日本	154.06	74.47	52.82	25.53
韩国	161.39	72.90	60.01	27.10
墨西哥	49.19	67.84	23.32	32.16
俄罗斯	443.20	92.35	36.74	7.65
土耳其	40.21	68.98	18.09	31.02
中国台湾	128.50	80.00	32.13	20.00
美国	278.68	67.31	135.35	32.69
其他经济体	912.05	71.90	356.51	28.10

资料来源:同表 1。

四、主要结论及政策启示

1. 主要结论

最终消费需求是引起环境压力的主要驱动因素之一,其所引起的“碳泄漏”问题一直是后京都时代国际气候变化谈判关注的焦点。本文采用 MRIO 模型,利用由欧盟资助开发的 WIOD 所提供的世界投入产出表和环境账户,对世界主要经济体间的贸易隐含碳排放进行了测算,并基于“消费者责任”原则,测算出各经济体的消费碳排放,研究结果显示:

(1) 全球贸易是引起“碳泄漏”的主要渠道,且主要由发达经济体转移至发展中经济体。从全球范围来看,通过国际贸易引致的碳排放高达5558.05兆吨,占全球碳排放总量的22.35%。中国大陆是全球出口隐含碳排放最多的经济体(1477.7兆吨),占全球贸易隐含碳排放总量的26.59%,从使用去向来看,中国出口隐含碳排放中超过一半是为了满足美国、欧盟、日本的最终消费需求;欧盟是全球“碳泄漏”规模最大的经济体(1287.06兆吨),其次是美国(1058.43兆吨),分别占全球贸易隐含碳排放总量的23.16%和19.04%,且约1/3、1/4的“碳泄漏”通过国际贸易转移至中国。从贸易隐含碳排放净值来看,欧盟、美国、日本等发达经济体一般是贸易隐含碳排放净进口经济体,而中国、印度等发展中经济体则为贸易隐含碳排放净出口经济体。

(2) 中国等发展中经济体的外贸隐含碳排放主要是为了满足发达经济体的最终需求。中国是全球生产碳排放最多的经济体(6213.38兆吨),约占全球生产碳排放的1/4。从结构分解结果来看,中国23.78%的生产碳排放为“外需排放”,生产碳排放主要是用于满足经济体内的最终需求;欧盟、美国、日本等发达经济体消费碳排放中,“境外排放”所占比例较高,分别为33.35%、21.90%、33.45%,而中国、印度、俄罗斯等发展中经济体这一比例较低,仅为8.38%、13.35%、10.17%,可见,发达经济体通过国际贸易向发展中经济体转移了大量的碳排放责任,全球范围内的“碳泄漏”问题比较突出。相比于生产碳排放,发达经济体所需承担的消费碳排放责任将大幅增加,而发展中经济体则相应减少很多。

(3) 从行业结构来看,中国等发展中经济体的贸易隐含碳排放主要来源于制造业和能源行业。从贸易隐含碳排放的行业结构分解来看,全球贸易隐含碳排放主要来源于电力、燃气及水的供应业(35.55%),重工业(24.72%),服务业中的运输业(12.51%)和采掘业(7.69%)。从经济体间来看,相比于中国等发展中经济体,欧盟、美国、日本等发达经济体出口隐含碳排放更多地来源于第三产业(主要是运输业),而中国等发展中经济体则主要来源于第二产业,中国大陆、印度和俄罗斯出口隐含碳排放中第二产业所占比重分别为90.11%、93.33%和85.42%,尤其是电力、燃气及水的供应业,中国有超过一半的隐含碳排放来源于该行业(53.82%),印度、俄罗斯出口隐含碳排放中该行业所占比例分别为47.6%、40.06%;加拿大等主要出口矿产资源、能源的经济体,出口隐含碳排放来源于采掘业的比重较高。

(4) 中国的贸易隐含碳排放更多地是由最终产品出口所引致。从出口隐含碳排放实现方式来看,在新型全球生产分工体系下,以加工出口贸易为主的中国和印度出口隐含碳排放中,46.55%、42.33%是由最终产品出口所引致的,而以矿产资源、能源和零配件作为主要出口产品的经济体,中间产品引致的碳排放所占比例较高。

2. 政策启示

(1) 推动加工贸易转型升级、优化出口产品结构。改革开放以来,在经济全球化和国际分工不断深化的背景下,中国依托自身的劳动力、土地等低成本要素承接国际产业转移、融入全球价值链,出口贸易(尤其是加工贸易)发展较快,中国已发展为名副其实的世界贸易大国。然而,中国外贸企业长期以来一直处于全球价值链的低端,生产过程“高能耗、高排放、高污染”的特征比较突出,在满足美国等发达国家最终消费需求的同时实现了较大规模的生产碳排放,面临着巨大的碳减排压力。在资源、环境禀赋约束条件下,传统粗放式的贸易发展模式无以为继,中国应在全球价值链重构的新形势下,通过自主创

新培育以设计、研发、营销、服务为核心竞争力的新优势,努力实现向全球价值链高端的跃升,推动加工贸易转型升级;同时优化出口产品结构,鼓励发展附加值高、能耗低的低碳化产品和服务出口,通过适当的经济、法律或行政手段对碳密集度高的出口产品加以限制,并大力发展金融、保险、物流等现代服务业,培育一批具有自主品牌和国际竞争力的服务出口企业。

(2) 优化能源消费结构、大力发展节能减排技术。从细分行业结构来看,中国出口隐含碳排放主要来源于电力、燃气及水的供应业,基本金属及金属制品业,化学原料及化学制品业和其他非金属矿物制品制造业等能耗高、碳密集度高的行业。与发达经济体相比,中国能源消费结构中化石能源(主要指煤炭)所占比重较高,且能源的利用效率较低。为了实现绿色经济和低碳经济,有效减少贸易隐含碳排放,中国应该积极推进能源低碳转型,优化能源消费结构,合理开发利用水电、核电、风电、太阳能等可再生能源,提高可再生能源在能源消费结构中的比重;同时,应大力发展节能减排技术,提高能源的利用效率以减少碳排放,通过征收碳税和建立碳排放交易机制促使企业节能减排技术的研发与升级,并加强国际技术合作,通过各种渠道引进发达国家先进的低碳技术和碳捕获、封存工艺。

(3) 积极倡导建立公平、有效的全球碳排放责任分配机制。在现行全球气候变化谈判框架下,传统原则的生产碳排放指标忽略了开放经济条件下碳排放全球转移的基本事实,易导致先行承担碳减排义务的发达经济体通过进口替代的方式从未承担减排义务的发展中经济体进口碳密集型的产品以满足其经济体内的最终消费需求,减少经济体内的碳排放以达成碳减排目标。然而,由于中国等发展中经济体生产技术和工艺相对落后,相同产品生产的能耗、碳排放强度远高于美国等发达经济体,从全球范围来看,生产碳排放核算原则会引起全球碳排放的增加,弱化全球碳减排政策的效果;传统生产碳排放核算原则并没有考虑发达经济体最终消费需求所引致的“碳泄漏”问题,认为中国等出口大经济体应该承担该部分碳排放责任并接受相应的量化减排约束。显然,传统的全球碳排放责任分配机制并没有考虑全球贸易碳排放转移问题和消费经济体责任,对中国等发展中经济体极为不公平,降低了其积极参与并承担碳减排义务的意愿。

中国作为全球生产碳排放规模最大的经济体,一直以来饱受发达国家不公正的指责,面临着巨大的碳减排压力,理应在全球气候变化谈判中积极倡导构建基于“消费者责任”原则的消费碳排放核算机制,并以此来界定一经济体的碳排放责任和碳减排义务。在产品生产和消费出现地域分离的背景下,通过对传统碳核算体系的改革和完善,可以在很大程度上减轻中国等发展中经济体的碳排放责任,提高其参与全球气候变化谈判和承担减排义务的积极性,并有助于减少“碳泄漏”现象和引导形成生产、消费模式的低碳化,切实提升后京都时代全球碳减排政策的效果,真正实现全球碳减排的目标。

参 考 文 献

- [1] Ahmad N., Wyckoff A., 2003, *Carbon Dioxide Emissions Embodied in International Trade of Goods* [R], OECD Science Technology & Industry Working Papers 2003/15.
- [2] Bosi M., Riey B., 2002, *Greenhouse Gas Implications of International Energy Trade* [R], IEA Information Paper; Presented at COP 8, New Delhi, International Energy Agency.

- [3] Ferng J. J. , 2003, *Allocating the Responsibility of CO₂ Over-Emissions from the Perspectives of Benefit Principle and Ecological Deficit* [J], *Ecological Economics*, 46 (1), 121~141.
- [4] IPCC, 1996, *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (3 volumes) [R/OL], <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>.
- [5] Lenzen M. , Pade L. , Munksgaard J. , 2004, *CO₂ Multipliers in Multi-Region Input-Output Models* [J], *Economic Systems Research*, 16 (4), 391~412.
- [6] Olivier J. , Peters J. , 1999, *International Marine and Aviation Bunker Fuel: Trends, Ranking of Countries and Comparison with National CO₂ Emissions* [R], RIVM Report, No. 773301002.
- [7] Pedersen O. G. , de Haan M. , 2008, *The System of Environmental and Economic Accounts-2003 and the Economic Relevance of Physical Flow Accounting* [J], *Journal of Industrial Ecology*, 10 (1~2), 19~42.
- [8] Pan J. , Phillips J. , Chen Y. , 2008, *China's Balance of Emissions Embodied in Trade: Approaches to Measurement and Allocating International Responsibility* [J], *Oxford Review of Economic Policy*, 24 (2), 354~376.
- [9] Peters G. P. , Hertwich E. G. , 2006a, *Pollution Embodied in Trade: the Norwegian Case* [J], *Global Environmental Change*, 16 (4), 379~389.
- [10] Peters G. P. , Hertwich E. G. , 2006b, *Trade and the Environment: Implications for Climate Change Policy* [A], In: Ninth Biennial Conference of the International Society for Ecological Economics on Ecological Sustainability and Human Well-Being [C], New Delhi, India.
- [11] Peters G. P. , Hertwich E. G. , 2008a, *Post-Kyoto Greenhouse Gas Inventories: Production versus Consumption* [J], *Climatic Change*, 86 (1), 51~66.
- [12] Peters G. P. , Hertwich E. G. , 2008b, *CO₂ Embodied in International Trade with Implications for Global Climate Policy* [J], *Environmental Science & Technology*, 42 (5), 1401~1407.
- [13] Turner K. , Lenzen M. , Wiedmann T. , Barrett J. , 2007, *Examining the Global Environmental Impact of Regional Consumption Activities-Part 1: a Technical Note on Combining Input-Output and Ecological Footprint Analysis* [J], *Ecological Economics*, 62 (1), 37~44.
- [14] United Nations, 1992, *United Nations Framework Convention on Climate Change* [M], United Nations.
- [15] United Nations, 1993, *System of National Accounts 1993* [M], United Nations.
- [16] Wiedmann T. , 2009, *A Review of Recent Multi-Region Input-Output Models Used for Consumption-Based Emission and Resource Accounting* [J], *Ecological Economics*, 69 (2), 211~222.
- [17] Ziesing H. , 2005, *Worldwide CO₂ Emissions Reached New Record High* [J], *Weekly Report*, 1 (29), 329~339.
- [18] 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年第1期。
- [19] 彭水军、张文城、孙传旺：《中国生产侧和消费侧碳排放量测算及其影响因素研究》[J]，《经济研究》2015年第1期。
- [20] 闫云凤、赵忠秀：《消费碳排放与碳溢出效应：G7、BRIC和其他经济体的比较》[J]，《国际贸易问题》2014年第1期。
- [21] 张友国：《中国贸易含碳量及其影响因素——基于（进口）非竞争型投入产出表的分析》[J]，《经济学（季刊）》2010年第4期。
- [22] 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年第4期。
- [23] 张为付、李逢春、胡雅蓓：《国际分工背景下CO₂减排责任分解与对策研究》[J]，《国际贸易问题》2013年第11期。

To Measure and Decompose Consumption-Based Carbon Emission from the Perspective of International Final Demand

Han Zhong¹ Chen Yaohui¹ Shi Yun²

(1. School of Economics, Nanjing University of Finance and Economics;

2. School of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics)

Research Objectives: To measure and analyze consumption-based carbon emission from the perspective of international final demand. **Research Methods:** Based on World Input-Output Database (WIOD), this paper uses MRIO model to measure consumption carbon emission of main countries in the world. **Research Findings:** The results show that China is the biggest country in carbon emission embodied in exports and EU transfers the most carbon emission. Developed countries have a higher proportion of consumption-based carbon emission from overseas, which mainly comes from developing countries. Carbon emission embodied in export of developed countries mainly comes from service industry, while that of developing countries is from mining and quarrying, heavy industry and electricity, gas and water supply. As to realization path, carbon emission embodied in trade of China and India which are characterized by export processing trade is mainly caused by export of final product, yet countries such as Russia and Australia which are the main exporter of energy and mineral resources realize their emission embodied in trade mainly by the export of intermediate product. **Research Innovations:** From the angle of consumer responsibility principle, this paper measures consumption-based carbon emission of different countries based on production-based carbon emission, and analyzes the industry structure and realization method of embodied carbon in trade. **Research Value:** This paper contributes to providing a new idea for accurately measuring carbon emission and defining corresponding carbon emission reduction responsibility in international climate change negotiations.

Key Words: Final Demand; Production-based Carbon Emission; Consumption-based Carbon Emission; Carbon Leakage

JEL Classification: C67; F18; Q54

(责任编辑: 王喜峰)