

引用格式:余晓泓,詹夏颜. 基于收益原则的碳排放转移及中国碳排放责任研究[J]. 资源科学, 2018, 40(1):185-194. [Yu X H, Zhan X Y. Analysis of carbon emissions transferred and China's carbon emissions responsibility based on the Income Principle [J]. Resources Science, 2018, 40(1):185-194.] DOI :10.18402/resci.2018.01.17

基于收益原则的碳排放转移及中国碳排放责任研究

余晓泓, 詹夏颜

(北京理工大学管理与经济学院应用经济系, 北京 100081)

摘要:巴黎气候大会再次明确将“共同但有区别”的责任原则、公平原则和各自能力原则作为碳排放责任划分的基本原则。在现行以生产者原则为主流的碳排放责任核算体系具有缺陷的背景下,对中国主张排放权及发展权提出了新的挑战。本文聚焦学者们新提出的碳排放责任划分原则——“收益原则”,构建基于区域投入产出模型的戈什模型,以中国为主要研究对象,核算1995—2011年全球40个国家和地区及其他国家组的收益侧碳排放及收益侧碳排放转移。结果表明在研究期间内中国收益侧碳排放远小于直接碳排放,并且净进口的收益侧碳排放规模逐步扩大。俄罗斯、德国、日本、美国和澳大利亚等国向中国净出口的收益侧碳排放呈现逐年增长的趋势。收益原则能够纠正生产者原则的部分偏差,建立以收益原则为基础的碳排放责任核算体系有利于建立更加公正和有效的碳减排方案,本文的研究为中国主张合理的碳排放责任划分原则和制定有效的碳减排政策提供政策建议。

关键词:生产者原则;收益原则;多区域投入产出模型;戈什模型;碳排放转移

DOI :10.18402/resci.2018.01.17

1 引言

2017年8月美国正式递交退出《巴黎协定》意向书,在动摇全球碳减排决心的同时,加重了其他国家的减排负担,将原有的国家自主贡献的综合减排效果和最终温升目标之间的差距从150亿t二氧化碳当量缺口增加了8.8%至13.5%^[1]。虽然“共同但有区别”的原则已经成为各国的广泛共识,但也应看到,个别国家因担心环境政策会降低本国的产业竞争力而在碳排放责任承担问题上相互推诿,发达国家与发展中国家在碳减排方面的分歧,已经成为达成全球统一碳减排政策的阻碍,全球碳减排面临着两难局面^[2]:一方面包括中国在内的发展中国家,充分利用比较优势进行贸易,在满足世界各国消费需求的同时,提高了民众的生活水平;另一方面,世界生产中心从发达国家转移至发展中国家,导致发展中国家碳排放强度较高,加重了发展中国家更多

的碳排放^[3,4]。

目前国际主流的碳排放责任划分原则——“生产者原则”(Producer Principle)在贸易开放条件下所带来的公平性^[5]及碳泄漏^[6]等问题引起了学者的广泛关注,学者们相继提出了消费者原则(Consumer Principle)、收益原则(Income Principle)和共同承担原则(Shared Responsibility Principle),这些原则分别提出应当由最终需求的消费者、初始投入的要素提供者或者生产链上的各主体承担碳排放责任。碳排放责任划分原则与国家碳排放责任的确定、分配与减排措施的推行密切相关,采用更加公正客观的碳排放责任划分原则对于鼓励各国参与具有关键性作用。因此对中国来说,在目前以生产者原则为主流的碳排放责任核算体系背景下,如何主张排放权和发展权是一项重要的挑战。

支持共担原则的学者认为应当按照某种方式

收稿日期:2017-05-19;修订日期:2017-10-27

基金项目:国家社会科学基金项目(15BGJ054);教育部人文社会科学研究规划基金(13YJAZH122)。

作者简介:余晓泓,女,吉林长春人,博士,副教授,研究方向为能源与环境、产业生态管理等领域的研究。E-mail:13501300662@163.com

将碳排放责任在各主体之间进行分配,因此发展中国家和发达国家应当共同承担碳排放责任,这有利于各国积极参与环境政策,进而推进全球碳减排政策的有效实施^[7-9]。消费者原则的支持者认为,基于消费者原则的碳排放责任划分框架能在一定程度上缓解全球碳泄漏等问题^[10,11],不仅扭曲碳减排政策,还加剧全球碳排放。此外,生产者原则引发关于“公平性”的担忧,认为目前以生产者原则为核心的“京都议定书”(Kyoto Protocol)有利于以美国、欧盟及日本等发达国家为主体的“消费侧”而不利于以发展中国家为主体的“生产侧”^[12]。对于中国来说,中国已成为发达国家向发展中国家转移贸易碳排放的中转站或最终目的地,包括中国在内的发展中国家不公平地为发达国家的高碳排放买单^[13],基于公平的考虑,中国应当呼吁消费者原则^[14,15]。Marques等基于收益原则对全球收益侧碳排放转移进行研究,结果表明2001年全球净出口收益侧碳排放总和为43.6亿t,占全球碳排放的18%,其中亚洲地区的净进口收益侧碳排放规模较大,这可能说明发达国家和能源出口国从亚洲地区的产品生产中得到好处^[16]。

虽然现有的研究较为全面地阐述了生产者原则“碳泄漏”及“公平性”的问题,但也存在三个缺陷:①研究时间较短,不能体现国家碳排放长期的变动情况;②研究范围较小,很多研究仅选取个别国家或个别地区为研究主体,无法从全局性的眼光来研究两国之间碳排放的联系与差异;③研究视角局限在基于生产者原则和消费者原则核算的“生产侧”碳排放(“直接”碳排放)及“消费侧”碳排放,而忽视了基于收益原则核算的“收益侧”碳排放。

为了弥补这些缺陷,更好地从全球视角观察各国特别是中国的收益侧碳排放变动情况,本文根据世界投入产出数据库(World Input Output Database, WIOD)中的全球型投入产出数据库(Input-output Tables)和环境数据库(Environmental Accounts)中相关数据,运用多区域投入产出模型(Multi-regional Input-output Model)和戈什模型(Ghosh Model)对全球41个国家和地区的收益侧碳排放情况进行实证分析,从全球视角观察各国特别是中国的收益侧碳排放变动情况,为建立更加公正和有效的碳减排

方案提供理论基础,并对中国如何主张合理的碳排放责任划分原则和实行有效的碳减排政策提供政策建议。

2 核算模型与数据来源

2.1 核算模型

消费者原则认为最终需求推动了产品生产,最终消费者应当承担产品生产过程中产生的所有直接或间接的碳排放责任,产品流动方向与责任的流动方向相同,因此基于消费者原则的碳排放转移可归纳为由“下游”最终消费所推动的消费侧碳排放转移^[7]。同理,在收益原则视角下,国家应当承担要素出口所引致的碳排放责任,而不承担由要素进口所引致的碳排放责任,要素流动方向与责任的流动方向相反,由此碳排放转移可归纳为由“上游”的初始投入所引致。或者说,在收益原则视角下,国家应当承担的碳排放责任为该国初始投入所“支撑”的本国和其他国家的产出所生产的碳排放责任,也即是该国初始投入所引致的所有碳排放责任,简称收益侧碳排放(Income Principle based carbon emissions, ICE)。基于收益原则对碳排放转移进行研究能够反映各国收益侧碳排放的进出口情况,也能较好地反映出国家之间收益侧碳排放进出口的关系。

戈什模型为本文核算国家收益侧碳排放及收益侧碳排放转移的核心模型。该模型依据投入产出表中“总投入=初始投入+中间投入”的列平衡关系,将投入端与生产端相联系,刻画投入端的初始投入(自然资源、劳动和资本投入等)如何推动生产端的最终产出,因此也被称为供给推动模型(Supply Driven Input-output Model)。假设全球国家和地区有 N 个,每个国家有 S 个部门,戈什模型的核心公式为:

$$X^T = V^T(I - B)^{-1} \quad (1)$$

式中列向量 $V^T(NS \times 1)$ 代表初始投入,包括家庭、政府和资本投入等,家庭初始投入的主要形式为劳动力投入,政府投入包括政府服务投入等; X^T 表示总产出; I 为单位矩阵; B 被称为直接分配系数矩阵或分配系数矩阵,该矩阵中的每个元素为两个部门间的直接分配系数,直接分配系数描绘了部门之间产出和投入之间的投入产出联系, b_{ij} 表示 i 部门的总产出中投入给 j 部门的产品数量,或者 i 部门生产单

2018年1月

位产品对 j 部门产品的投入比例($i, j=1, 2, \dots, s$), 用方程的形式可以表示为:

$$b_{ij} = x_{ij}/x_i \quad (2)$$

全球收益侧碳排放用公式可表达为:

$$ICE^w = E^w \wedge V^T \wedge G^w \quad (3)$$

式中 ICE^w 表示全球收益侧碳排放, E^w 表示全球的碳排放强度矩阵($NS \times 1$), $E^w = (E_1, E_2, \dots, E_r, \dots, E_n)$, 每个元素表示国家(地区)各部门的碳排放强度列向量($S \times 1$), 其中 r 国的排放强度列向量为 E_r , $E_r =$ 部门总碳排放(TC)/部门总产出(TP), 式中 $E^w \wedge$ 和 $V^T \wedge$ 分别表示由各国碳排放强度和各国初始投入组成的对角矩阵, G^w 表示全球的戈什逆矩阵。基于式(3)可得出各国收益侧碳排放用矩阵($NS \times NS$)表示如下:

$$\begin{pmatrix} ICE_{ij}^{11} & \dots & ICE_{ij}^{1k} & \dots & ICE_{ij}^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ ICE_{ij}^{k1} & \dots & ICE_{ij}^{kk} & \dots & ICE_{ij}^{kn} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ ICE_{ij}^{n1} & \dots & ICE_{ij}^{nk} & \dots & ICE_{ij}^{nn} \end{pmatrix} \quad (4)$$

式中每个子矩阵($S \times S$)表示各国收益侧碳排放情况, 矩阵横向表示该国向其他国家出口的收益侧碳排放, 纵向表示该国从其他国家进口的收益侧碳排放。如 ICE_{ij}^{k1} 表示 k 国各部门向国家1各部门出口的收益侧碳排放, ICE_{ij}^{1k} 则表示国家1各部门向 k 国各部门出口的收益侧碳排放, 由此易知 $\sum_{m \neq k}^n ICE_{ij}^{km}$ 表示 k 国向其他国家出口的收益侧碳排放, $\sum_{m \neq k}^n ICE_{ij}^{mk}$ 表示 k 国从其他国家进口的收益侧碳排放, k 国的净出口收益侧碳排放(Net Exports of ICE, NEICE)可表示为:

$$NEICE^k = \sum_{m \neq k}^n ICE_{ij}^{km} - \sum_{m \neq k}^n ICE_{ij}^{mk} \quad (5)$$

若国家向其他国家出口的收益侧碳排放高于从其他国家进口的收益侧碳排放, 该国家是收益侧碳排放的净出口国。同理, 当国家净出口收益侧碳排放为负时, 该国出口的收益侧碳排放低于进口的收益侧碳排放, 该国部分地承担了从其他国家净进口的收益侧碳排放。当国家收益侧碳排放达到平衡状态时, 该国收益侧碳排放进出口量大致相等, 这类国家一般具有较大的贸易进出口量, 受到个别因素波动的影响较小。

由于 k 国的收益侧碳排放等于该国境内收益侧碳排放和净出口收益侧碳排放之和, 因此该国收益侧碳排放(ICE^k)可表示为:

$$ICE^k = ICE_{ij}^{kk} + NEICE^k \quad (6)$$

前文所提到的生产者原则, 消费者原则及共担责任原则都试图解答碳排放责任如何划分的问题。从影响方式上看, 消费者原则及收益原则视角下的碳排放核算都考虑了国家之间生产贸易关系所带来的间接影响, 而生产者原则仅考虑核算主体的主权范围内的碳排放责任。在排放形式上, 消费者原则考虑上游贸易隐含碳, 而收益原则考虑投入所转移的碳排放责任(下游贸易隐含碳)。消费者原则将生产链上游的碳排放责任部分分配至最终消费者, 收益原则将生产链下游的碳排放责任分配至上游的要素供给者。在计量方式上, 生产者原则运用IPCC提供的核算方法进行核算, 而消费者原则及收益原则分别是用里昂惕夫模型及戈什模型进行核算(表1)。

表1 生产者原则、消费者原则和收益原则的比较

Table 1 Comparison of the three principles

责任划分原则	生产者原则	消费者原则	收益原则
影响方式	直接影响	间接影响	间接影响
排放形式	直接	隐含	引致
责任方向	—	上游	下游
承担主体	生产者	最终消费者	要素供给者
计量方式	IPCC核算方法	里昂惕夫模型	戈什模型

注: 根据文献[16]整理。为了与消费者原则碳排放的形式“隐含”(Embodied)作区分, 本文将收益原则视角下碳排放的形式归纳为“引致”(Enabled)排放责任。

由于全球的碳排放总量不变, 无论采用何种碳排放责任划分原则, 全球碳排放总量相等, 也即是: 全球碳排放总量(CCE^w), 直接碳排放总量(PCE^w)与收益侧碳排放总量(ICE^w)三者相等。

$$CCE^w = PCE^w = ICE^w \quad (7)$$

2.2 数据来源

本文数据来源为WIOD数据库(2013年版本)^[18], 该数据库由欧盟委员会发展, 依据各国统计局官方数据编制, 具有权威性。在该数据库中, 本文采用了: ① 全球型投入产出表。该数据库涵盖了40个国家和地区及其他国家组的非竞争性投入产出表,

这些国家和地区的 GDP 总量几乎占全球 GDP 的 80% 以上,因此 WIOD 数据库具有一定的区域代表性。在行业划分方面,该数据库基于国际标准产业分类第三版进行行业分类,提供了各国和地区 35 个行业的投入产出数据,行业划分较为统一。②环境数据库。该数据库则提供了从 1995—2009 年各国各行业的碳排放数据。由于基于行业划分的碳排放数据仅至更新 2009 年,而 2013 版本的全球投入产出表也仅更新至 2011 年,因此本文基于 2007—2009 年行业碳排放强度平均值及当年的投入产出表估计出 2010—2011 年各国收益侧碳排放。中国正处于工业化及城市化的高速发展阶段,能源的刚性需求不断刺激中国收益侧碳排放净进口量的增长,而愈加强劲的国内消费需求也逐渐成为中国消费侧碳排放增长的主要因素。虽然近年来中国行业碳排放强度的下降在一定程度上抑制了中国净进口收益侧碳排放及消费侧碳排放的增长,但中国相

对高碳的生产技术使得这种抑制作用影响有限^[19]。

基于前述模型及数据,本文以中国为主要研究对象,对全球 40 个国家和地区及其他国家组进行收益侧碳排放的核算,并对各国净出口收益侧碳排放、具有代表性的国家和地区的收益侧碳排放的变动趋势及中国收益侧碳排放的国家构成进行分析,根据分析结果给出政策建议。

3 实证结果分析

3.1 各国净出口收益侧碳排放

依据前文构建的基于多区域投入产出的戈什模型,核算出 1995—2011 年全球 40 个国家和地区及其他国家组的净出口收益侧碳排放。表 2 基于 2009 年及 2011 年各国净出口收益侧碳排放的核算结果,对这些国家和地区进行分类。

表中“收益侧碳排放出口 > 收益侧碳排放进口”一行归纳了收益侧碳排放净出口国家和地区。2009 年及 2011 年俄罗斯的净出口收益侧碳排放分

表 2 2009 年及 2011 年 40 个国家和地区及其他国家组的净出口收益侧碳排放

Table 2 40 countries or regions and rest of the world's NEICE in 2009 and 2011

(万 t)

类型特征	国家净出口收益侧碳排放					
收益侧碳排放出口 > 收益侧碳排放进口	俄罗斯 19 876.15 (31 834.42)	德国 15 715.39 (22 905.52)	澳大利亚 11 188.76 (20 260.78)	日本 9 585.95 (3 615.5)	其他国家组 8 431.35 (55 659.18)	加拿大 7 176.15 (10 157.70)
	法国 6 322.73 (6 655.79)	英国 6 016.35 (7 472.72)	印尼 5 776.40 (10 524.58)	巴西 4 598.06 (7 043.11)	瑞典 2 985.08 (4 497.08)	爱尔兰 2 188.78 (3 007.42)
	奥地利 2 088.13 (2 512.30)	比利时 1 835.49 (2 109.93)	荷兰 1 649.13 (2 228.93)	墨西哥 1 435.72 (4 061.47)	卢森堡 1 040.89 (1 375.12)	芬兰 828.25 (760.71)
	希腊 431.21 (311.17)	拉脱维亚 132.21 (141.98)	立陶宛 128.24 (83.14)	斯洛文尼亚 83.45 (126.61)	土耳其 831.62 (661.03)	
收益侧碳排放出口 < 收益侧碳排放进口	中国 -69 452.38 (-143 466.26)	印度 -16 727.85 (-22 449.75)	韩国 -8 886.94 (-11 666.21)	中国台湾 -6 617.91 (-8 560.75)	波兰 -3 274.11 (-4 933.80)	意大利 -1 309.92 (-1 037.73)
	丹麦 -1 018.56 (-893.33)	罗马尼亚 -983.18 (-1 207.28)	保加利亚 -853.40 (-1 180.84)	西班牙 -614.87 (-1 416.98)	葡萄牙 -367.42 (-265.38)	捷克 -305.79 (-261.31)
	斯洛伐克 -362.14 (-313.83)	匈牙利 -254.18 (-195.15)	爱沙尼亚 -156.05 (-211.16)	塞浦路斯 -138.48 (-156.67)	马耳他 -9.52 (1.08)	
收益侧碳排放进出口 基本持平	美国 987.60 (209.13)					

注:“其他国家组”指的是 WIOD 数据库中的 ROW 行,表示除 40 国家和地区之外的其他国家。无括号数值表示该国家和地区 2009 年净出口收益侧碳排放,括号内数值表示 2011 年的估计值。

2018年1月

别为1.99亿t及3.18亿t,位于首位,德国分别以2009年1.57亿t及2011年2.29亿t位居其次。澳大利亚和日本也为重要的收益侧碳排放净出口国,2009年其净出口的收益侧碳排放分别为1.12亿t和0.96亿t。2011年澳大利亚收益侧碳排放净出口量增长至2.03亿t,而日本则下降至0.36亿t。总体而言,收益侧碳排放保持净出口的国家 and 地区多为工业体系较成熟的富裕国家和地区,或者是拥有丰富能源资源的能源出口国。以德国和日本为代表的发达工业国家技术及资金实力雄厚,在对外经济活动中技术及资金输出特点较为显著。1995—2011年德国收益侧碳排放净出口年均增长率为3.79%,并集中在如交通运输设备制造业、机械设备制造业和塑料制品业等制造行业。日本则是世界上主要的投资来源国和债权国家,虽然在近年来其收益侧碳排放净出口呈现逐年下降的趋势,但规模仍不可忽视。俄罗斯因丰富的油气资源和较强的能源出口能力成为油气资源出口的主要国家之一,也是目前世界上最大的收益侧碳排放净出口国。1995—2011年俄罗斯收益侧碳排放净出口年均增长率达16.22%,并集中在高耗能行业,比如电力、燃气和水的生产和供应业、炼焦、石油加工、化学工业和内陆运输业等行业。在当前以生产者原则为核心的碳排放责任划分框架下,碳排放责任的划分忽略了国家之间收益侧碳排放转移的事实,这将导致两方面的后果:一方面,收益侧碳排放净出口国在出口要素以汲取经济利益的同时减轻了自身应当承担的碳排放责任;另一方面,收益侧碳排放净进口国承担了部分来自收益侧碳排放净出口国的减排压力。

收益侧碳排放净进口国的主要国家和地区包括:中国、印度、韩国、中国台湾、波兰、意大利及丹麦等。中国和印度是以出口贸易为主要经济发展驱动力的新兴经济体。韩国、中国台湾及丹麦等经济体的规模较小,容易受到外部经济波动的影响,这些国家和地区在生产需要的驱动下,进口生产要素而“引致”生产大量的收益侧碳排放。以中国为例,1995—2011年,中国净进口的收益侧碳排放年均增长率达11.92%,2009年中国净进口的收益侧碳排放达6.95亿t,2011年该值进一步增长至14.35亿t。这表明中国已经成为收益侧碳排放主要净进口

国。中国在出口产品以满足其他国家的消费需求的过程中,进口了大量的生产要素来满足自身的生产需求,进口的生产要素所引致的碳排放加重了中国的碳排放责任负担。生产者原则将中国生产过程中产生的所有碳排放纳入碳排放责任承担范围内,而不考虑大部分生产是否由其他国家的最终需求或生产要素出口所驱动,这种碳排放责任划分方式不合理地让中国承担了部分本应由其他国家承担的碳排放责任。实行收益原则能惠及收益侧碳排放净进口国家和地区,这是由于收益原则能够考虑投入端的驱动对国家碳排放造成的扭曲,从而能够较为公正客观而准确地反映责任承担主体的碳排放责任。

需要注意的是,收益侧碳排放转移容易受到经济规模和贸易总量的影响。因此在分析时不能仅从绝对值考虑,还应考虑到国家的经济规模。虽然美国2009年净出口的收益侧碳排放为988万t,但考虑到其经济规模,可以认为其收益侧碳排放转移为平衡状态。达到收益侧碳排放转移平衡状态的国家和地区的收益侧碳排放的进出口基本持平,无论采用何种碳排放责任划分原则,这些国家和地区所承担的碳排放责任基本不变。

若采用收益原则作为碳排放责任划分框架的核心,将会对进出口贸易量较小及以出口为导向的经济体较为有利;而对于在对外贸易中能源、技术或资金输出特点较为显著的国家来说,采用收益原则会加重这些国家的碳减排压力。对于进出口贸易量较大,经济结构较为合理的国家来说,无论采用何种碳排放责任划分原则,国家所承担的碳排放责任基本不变。

3.2 中国及其他具有代表性的国家和地区收益侧碳排放转移变动情况

图1表示中国、澳大利亚、德国、日本、美国、俄罗斯、印度和巴西1995—2011年收益侧碳排放净出口(进口)、收益侧碳排放及直接碳排放的变动情况。

从国家层面看,1995—2011年印度与中国净进口的收益侧碳排放增长率均在10%左右,表明这两个国家从其他国家净进口的收益侧碳排放规模不断扩大。1995—2009年,印度收益侧碳排放均小于直接碳排放,但收益侧碳排放净进口仍在加重印度

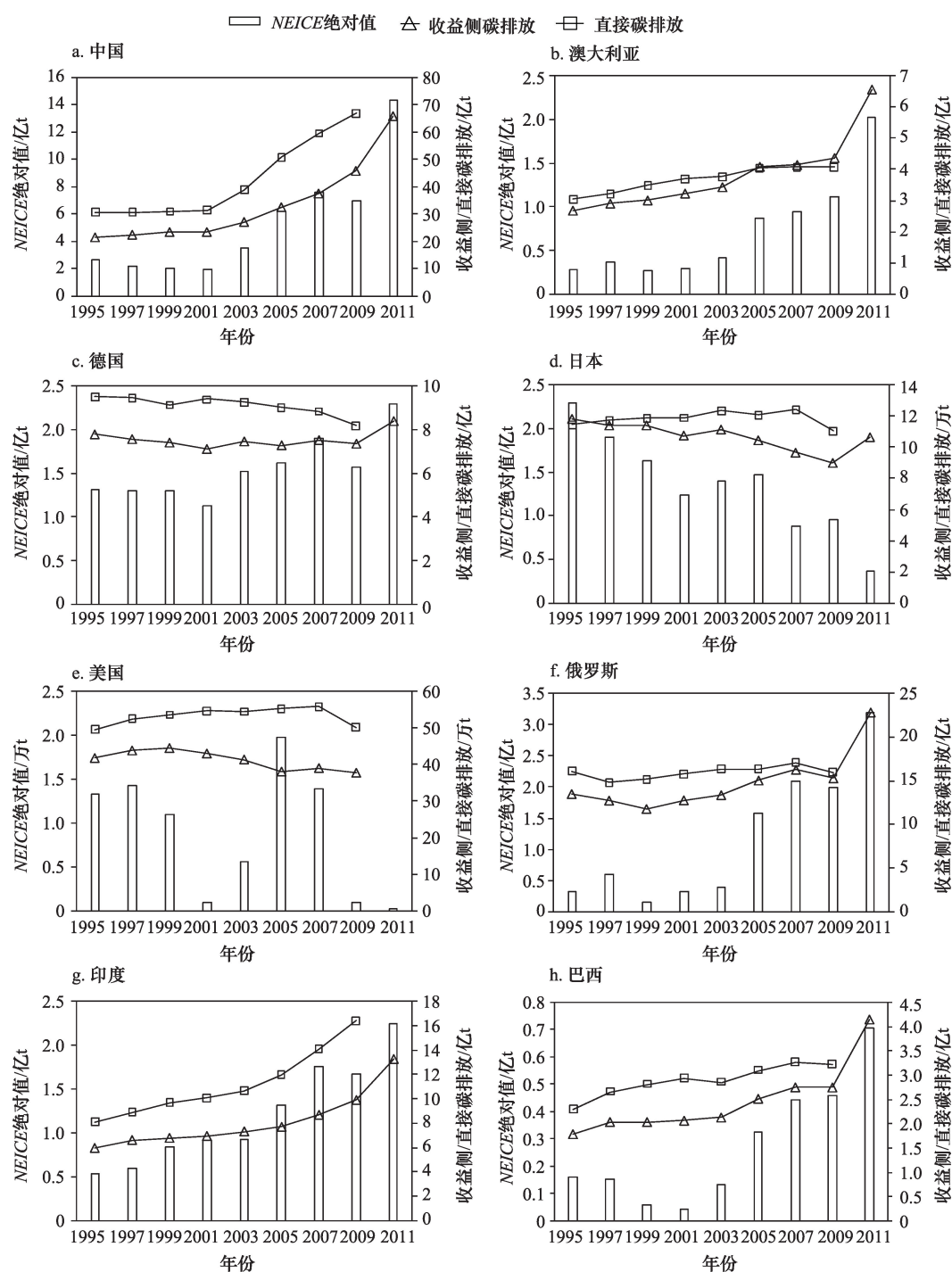


图1 1995—2011年中国及其他具有代表性的国家和地区收益侧碳排放净出口(进口)、收益侧碳排放和直接碳排放

Figure 1 China and other typical countries or regions' net exports (imports) of ICE, ICE and direct carbon emissions from 1995 to 2011

注:直接碳排放数据来源于WIOD数据库^[18],仅更新至2009年;2010年及2011年收益侧碳排放和收益侧碳排放净出口为作者基于2007—2009年碳排放强度的平均值及当年的投入产出表估算所得。

的碳减排负担。从2005年开始,印度直接碳排放和收益侧碳排放之间的差距不断扩大。到2009年,印度净进口收益侧碳排放为1.67亿t,为收益侧碳排放

净进口国家。中国净进口的收益侧碳排放呈现出先平稳后快速增加的趋势。1995—2011年中国净进口的收益侧碳排放的年均增长率为11.92%,特别

2018年1月

在2001年中国加入世贸组织后,中国净进口的收益侧碳排放、收益侧碳排放及直接碳排放均呈现爆炸式的增长。在此期间,中国直接碳排放均高于收益侧碳排放,并且两者的差距不断扩大,表明中国正在承担来自于其他国家的收益侧碳排放的减排压力,若采用收益原则,将能减轻中国的碳减排压力。俄罗斯、澳大利亚、日本、德国和巴西在1995—2011年的净出口收益侧碳排放均保持在较高水平。2009年这五国净出口的收益侧碳排放分别占当年这些国家收益侧碳排放的13.02%、25.66%、10.69%、21.45%和16.75%。至2011年,该占比分别达13.91%、30.92%、3.4%、27.37%和17.03%,除日本外,均有不同程度的上升。

从增长特点上看,澳大利亚、俄罗斯和巴西等国以能源产品等生产要素驱动的收益侧碳排放净出口呈现高增长趋势,而以资金及技术要素驱动收益侧碳排放净出口大多数的日本及德国则保持较为平稳的增长。1995—2011年澳大利亚、俄罗斯及巴西的增长率均超过10%,澳大利亚、巴西和德国的增长率分别为14.16%、10.26%及3.79%,日本则出现了负增长。2009年,受到金融危机的影响,澳大利亚、俄罗斯、巴西、德国、日本及美国等国的生产活动进入低谷,影响了这些国家的要素出口,这些国家的收益侧碳排放,收益侧碳排放净出口及直接碳排放的增长速率均表现为不同程度的下降。在研究期间内,大多数国家的收益侧碳排放净出口、收益侧碳排放及直接碳排放均呈现增长趋势,表明国家和地区无论是投入端还是生产端都面临更大的减排压力。

3.3 其他国家对中国收益侧碳排放转移情况

1995—2011年,中国净进口的收益侧碳排放占中国收益侧碳排放比例均在10%至20%之间波动,2006年达21.02%,2011年上升至21.75%。该占比不断增加表明中国所面临的来自投入端的减排压力日益增强,中国部分地承担了来自其他国家的收益侧碳排放责任。在当前国际贸易不断扩大的背景下,收益侧碳排放的全球流动愈加严重地扭曲了中国应当承担的碳排放责任,并且随着全球贸易开放度不断提升而日益严峻。

由于1995—2011年美国、日本、德国、俄罗斯、

澳大利亚和巴西对中国的收益侧碳排放净出口总和占中国净进口的收益侧碳排放的比例均在40%左右,具有代表性,可以相对准确地反映中国收益侧碳排放的情况,因此选取这6个有代表性的国家和地区对中国转移的收益侧碳排放情况进行具体分析,见表3。从纵向来看,这6个具有代表性的国家和地区向中国净出口的收益侧碳排放呈现出增加的趋势,自2001年开始,涨幅显著增大。向中国净出口的收益侧碳排放对这些国家收益侧碳排放的占比不断增加表明中国已经成为这些国家收益侧碳排放净出口的重要目的地,这些国家通过将收益侧碳排放出口到中国,实质上减轻了自身的碳排放责任。从横向上看,在这6个具有代表性的国家和地区中,对中国收益侧碳排放净出口总量较大的分别是美国、日本、澳大利亚及德国,均为资金技术等生产要素较为丰富的发达国家。2011年,这4个国家分别向中国净出口了1.22亿t、1.08亿t、1.26亿t和0.75亿t的收益侧碳排放。仅2009年,澳大利亚向中国净出口的收益侧碳排放就达到0.58亿t,占当年澳大利亚收益侧碳排放总量的13.38%,该占比从1995—2011年不断上升,表明对中国的收益侧碳排放净出口较大程度地减轻了澳大利亚应当承担的碳排放责任。

俄罗斯对中国的收益侧碳排放净出口在总量上不断攀升。1995—2009年,其向中国净出口的收益侧碳排放由483.63万t增长至2891.36万t,增加了约五倍,增长速率达14.75%。俄罗斯长期以来,依靠其充足的油气资源,大力开展能源外交,在通过出口能源换取经济利益的同时,谋求能源大国的政治地位。对中国净出口的大规模收益侧碳排放不仅显示出俄罗斯与中国能源领域上的密切合作,还表明当前的碳排放责任划分原则低估了俄罗斯应当承担的碳排放责任。1995—2011年巴西对中国的收益侧碳排放净出口增长率达18.61%,由1995年的224.23万t增长至2011年的3572.71万t。巴西是世界上重要的能源出口国家,近年来在与中国的能源合作愈加紧密的同时,也向中国出口了大规模的收益侧碳排放,并保持较高的增长率。

这部分出口至中国的收益侧碳排放一方面减轻了出口国的碳排放责任,加重了中国碳减排负

表3 1995—2011年部分国家对中国收益侧碳排放净出口情况

Table 3 Income Principle based carbon emissions transferred to China from 1995 to 2011 classified by countries

(万t)

年份	俄罗斯	德国	日本	美国	澳大利亚	巴西
1995	483.63 0.36% (1.83%)	1 315.16 1.70% (4.97%)	5 965.91 5.05% (22.53%)	2 990.36 0.72% (11.29%)	1 052.96 3.94% (3.98%)	224.23 1.25% (0.85%)
1997	605.43 0.48% (2.72%)	1 311.04 1.74% (5.90%)	5 218.20 4.58% (23.48%)	2 737.32 0.63% (12.32%)	1 202.61 4.15% (5.41%)	206.85 1.01% (0.93%)
1999	137.44 0.12% (0.68%)	1 119.56 1.52% (5.52%)	4 516.87 3.96% (22.28%)	2 069.66 0.47% (10.21%)	928.66 3.10% (4.58%)	149.97 0.74% (0.74%)
2001	456.75 0.36% (2.31%)	1 380.33 1.95% (6.99%)	4 116.06 3.83% (20.85%)	1 936.80 0.45% (9.81%)	814.55 2.53% (4.13%)	222.31 1.08% (1.13%)
2003	950.25 0.71% (2.70%)	2 919.97 3.93% (8.31%)	6 647.39 5.97% (18.92%)	3 297.79 0.80% (9.39%)	1 294.57 3.78% (3.68%)	522.53 2.45% (1.49%)
2005	3 283.41 2.19% (5.30%)	4 100.12 5.65% (6.62%)	9 465.14 9.07% (15.28%)	5 070.47 1.34% (8.18%)	3 153.87 7.73% (5.09%)	1 142.04 4.54% (1.84%)
2007	3 762.70 2.32% (4.94%)	5 397.46 7.20% (7.08%)	9 708.29 10.08% (12.74%)	7 160.88 1.84% (9.40%)	3 852.28 9.31% (5.06%)	1 630.72 5.94% (2.14%)
2009	2 891.36 1.89% (4.16%)	4 351.43 5.94% (6.27%)	7 061.15 7.88% (10.17%)	6 850.70 1.82% (9.86%)	5 832.68 13.38% (8.40%)	2 061.06 7.51% (2.97%)
2011	8 763.20 3.84% (6.11%)	7 457.03 8.91% (5.20%)	10 848.96 10.21% (7.56%)	12 150.72 3.32% (8.47%)	12 592.37 19.21% (8.78%)	3 572.71 8.64% (2.49%)

注:①表中数值表示各国对中国收益侧碳排放的净出口量;②“%”表示这些国家对中国收益侧碳排放的净出口占该国收益侧碳排放总量的比例,值越大表示该国因向中国出口要素而减轻的碳排放责任越大;③“(%)”表示对中国净出口收益侧碳排放占当年中国收益侧碳排放总量的比例,比例越高表示该国净出口的收益侧碳排放对中国承担的收益侧碳排放责任的扭曲越大。

担;另一方面,由于这部分碳排放由国外要素投入所引致,超出了中国的主权管辖范围,中国无法进行管制,最终造成气候政策的失效。当前仅基于生产者原则的碳排放责任划分已经不能满足客观准确划分各国碳排放责任的要求。这是由于要素出口国可以通过要素流动,在获得经济利益的同时,将生产转移至其他国家,减少本国碳排放责任,这无疑粉饰了本国碳减排成果。倘若要素进口国没有碳减排约束,则会导致“碳泄漏”,降低碳减排行动的实际效果,从而带来全球碳排放实际上升的风险。

4 结论及政策建议

本文的结论及政策启示如下:

(1)收益侧碳排放净出口国家以工业体系较成熟的发达国家及能源出口国为主,这些国家的收益

侧碳排放出口大于收益侧碳排放进口,均是收益侧碳排放净出口国家。德国及日本是典型的资金技术型收益侧碳排放的净出口国。而俄罗斯、澳大利亚及巴西等国则是依靠能源输出而出口收益侧碳排放的重要国家。

(2)俄罗斯、澳大利亚、日本、德国和巴西均保持较高水平的收益侧碳排放净出口。资金技术型国家收益侧碳排放净出口增长较为平稳。能源技术型国家的收益侧碳排放净出口则呈现高速增长的发展态势。澳大利亚、俄罗斯及巴西的增长率均实现两位数的增长率。与此同时,中国及印度从其他国家净进口的收益侧碳排放规模不断扩大,并且均小于直接碳排放,收益侧碳排放的进口扭曲了中国应承担的碳排放责任。

(3)研究期间内中国是收益侧碳排放净进口国,所净进口的收益侧碳排放由1995年的2.65亿t增长至2009年的6.95亿t,2011年估计已达14.35亿t。中国已经成为以日本、美国、德国为代表的资金技术要素出口国和以俄罗斯、澳大利亚和巴西为代表的能源产品出口国的收益侧碳排放重要出口目的地。2009年这些国家对中国净出口的收益侧碳排放分别占这些国家当年收益侧碳排放的7.88%、1.82%、5.94%、1.89%、13.38%和7.51%。仅日本、美国及澳大利亚三国对中国净出口的收益侧碳排放就占当年中国净进口收益侧碳排放的30%左右。

(4)中国应当依据双边贸易中的经贸特点,制定有针对性的政策方案,比如与德国和日本等具有较高工业技术水平的国家进行合作时应当考虑如何引入先进的生产技术和管理经验,积极寻求开展能源合作,提高能源利用效率。与俄罗斯和澳大利亚等重要能源出口国开展经贸合作时应当在保证中国能源安全的基础上,积极主张互惠互利的合作关系。无论在何种碳排放责任划分原则下,中国都应毫不懈怠地承担碳减排的责任,重点应考虑从提升技术水平和调整能源结构方面作出努力,降低国内生产部门的各类能源强度,有效抑制中国能耗的增长^[20,21]。中国还应当以保护自身合理的发展权为前提,积极主张“共同但有区别”的责任原则、公平原则和各自能力原则,呼吁更能体现发展中国家发展诉求的收益原则,这有利于激励国外投资者和出口商将资金及要素投入对环境影响较小的部门或者提高能源利用率,从投入端减少碳排放,引导要素投入模式的低碳化。

参考文献(References):

- [1] 柴麒敏,傅莎,徐华清,等. 特朗普政府宣布退出《巴黎协定》的分析及对策建议[J]. 中国发展观察, 2017, (12): 5-10. [Chai Q M, Fu S, Xu H Q, et al. A review on trump administration's withdrawal from the Paris agreement [J]. *China Development Observation*, 2017, (12): 5-10.]
- [2] Liu Z, Davis S J, Feng K, et al. Targeted opportunities to address the climate-trade dilemma in China[J]. *Nature Climate Change*, 2015, DOI: 10.1038/nclimate2800.
- [3] 谢来辉,陈迎. 碳泄漏问题评析[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(4): 214-219. [Xie L H, Chen Y. A review and analysis on carbon leakage[J]. *Advances in Climate Change Research*, 2007, 3(4): 214-219.]
- [4] Pan J, Philip J, Chen Y. China balance of emissions embodied in trade: approaches to measurement and allocating international responsibility[J]. *Oxford Review of Economic Policy*, 2008, 24(2): 354-376.
- [5] Tamiotti L, Olhoff A, Robert T, et al. Trade and Climate Change: A report by the United Nations Environment Programme and the World Trade Organization [R]. Geneva: Trade and Climate Change, 2009.
- [6] Peters G P, Hertwich E G. CO₂ embodied in international trade with implications for global climate policy[J]. *Environmental Science & Technology*, 2008, 42(5): 1401-1407.
- [7] Peters G P. Reassessing Carbon Leakage[C]. Helsinki: Future of Global Economy, 2008.
- [8] 齐晔,李惠民,徐明. 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, 18(3): 8-13. [Qi Y, Li H, Xu M. Accounting embodied carbon in import and export in China[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2008, 18(3): 8-13.]
- [9] 徐盈之,郭进. 开放经济条件下国家碳排放责任比较研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(1): 55-63. [Xu Y Z, Guo J. A comparative study of countries' carbon responsibilities for carbon emission in open economy[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2014, 24(1): 55-63.]
- [10] 余群芝,贾净雪. 中国对外贸易隐含碳排放核算及责任分配研究-基于“消费者和生产者共同负责”原则[J]. 中南民族大学学报人文社会科学版, 2014, 34(6): 132-137. [She Q Z, Jia J X. Analysis of China's embodied carbon emission and division of responsibility-based on shared-responsibility principle[J]. *Journal of South-Central University for Nationalities (humanities and social sciences edition)*, 2014, 34(6): 132-137.]
- [11] Hubler M. Can carbon based import tariffs effectively reduce carbon emissions?[J]. *Kiel Working Papers*, 2009, 50(11): 315-327.
- [12] 彭水军,张文城,卫瑞. 碳排放的国家责任核算方案[J]. 经济研究, 2016, (3): 137-150. [Peng S J, Zhang W C, Wei R. National carbon emission responsibility[J]. *Economic Research Journal*, 2016, (3): 137-150.]
- [13] 王媛,王文琴,方修琦,等. 基于国际分工角度的中国贸易碳转移估算[J]. 资源科学, 2011, 33(7): 1331-1337. [Wang Y, Wang W Q, Fang X Q, et al. Assessment of carbon transfer embodied within the trade between China and other regions based on international specialization[J]. *Resource Science*, 2011, 33(7): 1331-1337.]
- [14] Davis S J, Caldeira K. Consumption-based accounting of CO₂ emissions[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2010, 107(12): 5687-5692.
- [15] Yan Y, Yang L. China's foreign trade and climate change: a case study of CO₂ emissions[J]. *Energy Policy*, 2010, 38(1): 350-356.
- [16] Marques A, Rodrigues J, Lenzen M, et al. Income-based environmental responsibility[J]. *Ecological Economics*, 2012, 84(2): 57-65.
- [17] Marques A, Rodrigues J, Domingos T. Downstream Emissions and

- the Carbon Trade Balance between World Regions[C]. Alexandria: 19th International Input-Output Conference of the International Input-Output Association, 2011.
- [18] WIOD Project of European Commission. World Input-Output Database[EB/OL]. (2016-01-30)[2016-05-01]. <http://www.wiod.org/home>.
- [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影响因素研究[J]. 经济研究, 2015, 50(1): 168-182. [Peng S J, Zhang W C, Sun C W. China's production-based and consumption-based carbon emissions and their determinants[J]. *Economic Research Journal*, 2015, 50(1): 168-182.]
- [20] 彭水军, 韦韬, 曹毅. 全球生产链视角下外需对中国能源消耗的影响-基于MRIO模型的实证研究[J]. 吉林大学社会科学学报, 2016, (6): 51-61. [Peng S J, Wei T, Cao Y. Effects of foreign demand on energy of china from a global production chain perspective: an empirical analysis based on the MRIO model[J]. *Jilin University Journal Social Science Edition*, 2016, (6): 51-61.]
- [21] 王锋, 吴丽华, 杨超. 中国经济发展中碳排放增长的驱动因素研究[J]. 经济研究, 2010, (2): 123-136. [Wang F, Wu L H, Yang C. Driving factors for growth of carbon dioxide emission during economic development in China[J]. *Economic Research Journal*, 2010, (2): 123-136.]

Analysis of carbon emissions transferred and China's carbon emissions responsibility based on the Income Principle

YU Xiaohong, ZHAN Xiayan

(School of Management and Economics, Department of Applied Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: The Paris World Climate Conference re-emphasized the establishment of the carbon emission responsibility principle based on common but differentiated responsibility, equality and respective capability principles. The current flawed carbon emission accounting inventory is based on Producer Principles and presents a challenge for China in claiming its rights to emit and develop. Taking China as the main research object and focusing on the newly-proposed Income Principle, we estimated 41 countries and regions' Income Principle based carbon emissions and carbon emissions transferred using multi-regional input-output and Ghosh models. We found that China's estimated responsibility of Income Principle based carbon emissions was lower than what China is supposed to take on direct carbon emissions; net imports of Income Principle based carbon emissions increased from 1995 to 2011. China is the largest net importer on Income Principle based carbon emissions. Countries such as Japan, USA, Germany, Russia, Australia and Brazil increasingly export Income Principle based carbon emissions to China. China has become one of the important destinations for Income Principle based carbon emissions exports from these countries. Constructing a carbon emissions accounting inventory using the Income Principle will facilitate the establishment of a more effective and fairer carbon reduction framework, and aid China's proposition of rational carbon emissions principles and effective carbon emission reduction policies.

Key words: producer principle; Income Principle; Multi-regional Input-output Model; Ghosh Model; emissions transfer