

# 中日对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的测算及影响因素分析

李清如

(中国社会科学院日本研究所, 北京 100007)

**【摘要】**基于 GTAP 9 数据库,构建多区域投入产出模型,测算中国和日本对“一带一路”沿线国家<sup>①</sup>商品和服务贸易中的隐含碳排放。结果表明,中日两国在贸易隐含碳的规模、平衡状态、区域结构和行业流向等方面存在很大差异。中国对“一带一路”沿线国家的出口隐含碳高于进口,属于碳排放的“国内承担、国外消费”模式;而日本的进口隐含碳高于出口,属于“国内消费、国外承担”模式。“一带一路”沿线的大多数国家,是中国国内碳排放的实际消费国和日本国内消费的碳排放实际承担国。贸易体量、隐含碳密集度和贸易结构是造成中国和日本对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳差异的主要影响因素。

**【关键词】**“一带一路”倡议;贸易隐含碳;MRIO 模型;日本;中国

**【中图分类号】**F753.313.8 **【文献标识码】**A **DOI:** 10.16123/j.cnki.issn.1000-355x.2017.04.007

**【文章编号】**1000-355X(2017)04-0069-16

**【收稿日期】**2017-02-24

**【基金项目】**国家社会科学基金青年项目“第二次世界大战结束以来的日本领土问题研究”(16CSS018)

**【作者简介】**李清如,经济学博士,中国社会科学院日本研究所助理研究员。

商品在生产过程中,由于能源消耗和中间品投入而产生直接和间接的碳排放。随着国际贸易的深化发展,商品生产环节和消费环节在地理上相分离的现象变得更加普遍。商品消费国可以通过对外贸易调整国内生产结构和海外生产分布,在满足本国消费需求和减排目标的同时,将温室气体排放造成的环境污染转移至商品生产国和出口国。这种国际贸易中的隐含碳排放问题近年来受到广泛关注。

中国已经成为世界第一大贸易国和温室气体排放国。据 2015 年气候变化巴黎大会公布的统计数据,中国温室气体排放量约占世界排放总量的 20%<sup>[1]</sup>。其中,有相当一部分碳排放是源于生产出口商品。在过去的几十年中,中国参与全球生产网络的程度不断加深,对外贸易额迅速扩大,成为全球制造业的主要供应者之一。但是,我国对外贸易的发展对资源和能源的依存度较高,在国际分工中仍处于价值链的中低端,出口产品主要依赖劳动和资源密集且附加值不高的加工组装环节,进口产品和出口产品的隐含碳排放水平严重不匹配,承接了大量国际贸易中的隐含碳转移。

<sup>①</sup> 关于“一带一路”沿线国家的界定,并没有具体的空间局限。在本文中,我们将重点集中在东南亚地区、南亚地区、东北亚地区、东欧中亚地区以及西亚北非地区的 60 多个国家,具体请参见第二部分中表 1 的列示。

“一带一路”沿线国家在中日两国对外贸易中均占据重要地位。日本作为传统发达国家和世界第三大经济体,在沿线地区有着长期且深远的政治和经济布局,是“一带一路”倡议推进的重要干预变量。特别是近年来,日本在经济层面全面加大对沿线地区的战略投入。一方面,日本利用开发援助和文化输出,积极拉近与沿线国家的关系,营造舆论攻势;另一方面,日本扩大对沿线地区的贸易和投资,推进海外生产基地和出口基地的建设,在控制核心技术和高附加值生产环节的同时,实现高能耗和低附加值产业的转移。基于此,本文拟对中国和日本与“一带一路”沿线国家商品和服务贸易中的隐含碳排放进行测算,并在此基础上,分析两国贸易隐含碳的流向及影响因素,以期对我国“一带一路”倡议的推进提供借鉴。

## 一、贸易隐含碳的相关文献回顾

商品生产过程中各个环节产生的直接和间接碳排放“隐含”在商品流转中,一国或地区出口商品和进口商品之间的隐含碳差异构成了该国或地区对外贸易中的隐含碳平衡。贸易隐含碳及相应的责任划分是国际贸易与环境机制研究中的一个重要方面。早期较为典型的研究,例如 Wyckoff 和 Roop (1994)<sup>[2]</sup>,测算了加拿大、法国、德国、日本、英国和美国等6个OECD国家1984至1986年间制成品进口中的隐含碳规模,结果发现这些国家制成品进口中隐含大量碳排放,约占其总排放量的13%。他们的研究指出,那些以控制本国国内温室气体排放为目标的气候政策可能是无效的,因为可以通过进口高碳产品满足国内消费需求。

Ahmad 和 Wyckoff(2003)<sup>[3]</sup>以及 Lenzen 等(2004)<sup>[4]</sup>测算了不同国家对外贸易中的碳含量,以评估生产和消费的环境后果及对气候政策的影响,其研究方法与分析结论在后续的文献中被广为引用。Ahmad 和 Wyckoff(2003)<sup>[3]</sup>的研究表明,从整体来看OECD国家消费碳排放高于生产碳排放,1995年其隐含碳净进口大约相当于国内碳排放总量的5%,其中,美国、日本、德国和法国等国家是主要的隐含碳净进口国,而中国和俄罗斯是OECD国家净进口隐含碳最大的来源地。Lenzen 等(2004)<sup>[4]</sup>针对丹麦及主要贸易伙伴构建了多区域投入产出模型,结果发现,在考虑多边贸易的情况下,1997年丹麦出口和进口中的碳含量均超过国内碳排放总量的60%。

鉴于中国等新兴经济体在全球贸易和温室气体排放中的重要作用,一些学者对此进行了相应的研究。Shui 和 Harriss(2006)<sup>[5]</sup>分析了中美贸易对碳排放的影响,结果表明,1997—2003年间,中国全部碳排放中约7%~14%是为了向美国出口而生产的产品,而如果这些消费品在美国本土生产,美国的碳排放将会增加3%~6%。Pan 等(2008)<sup>[6]</sup>测算了中国对外贸易中的隐含碳平衡,结果发现,中国出口隐含碳排放大大高于进口隐含碳排放,2002年中国隐含碳净出口接近国内碳排放的1/5,美国和日本是中国出口隐含碳最大的消费国,发达国家国内碳排放的统计可能缺乏可信性,因为生产侧碳排放可以被转移到中国等其他国家。其他的一些研究,如LI 和 QI(2010)、LIN 和 SUN(2010)、LIU 和 MA(2011)、DU-AN 等(2012)以及彭水军等(2015)亦得出类似的结论<sup>[7-11]</sup>。

随着研究方法的扩展,一些学者基于全球贸易分析(Global Trade Analysis Project, GTAP)数据库,构建多区域投入产出(Multi-Regional Input-Output, MRIO)分析框架,对贸易隐含碳进行综合研究。例如, Peters 和 Hertwich(2008)<sup>[12]</sup>与 Davis 和 Caldeira(2010)<sup>[13]</sup>分别使用GTAP 6和GTAP 7数据库,对2001年和2004年国际贸易中的隐含碳排放进行测算<sup>①</sup>。结果发现,主要发达国家的进口隐含碳高于出

① 基于发布年份和数据内容的不同,GTAP存在不同的版本。GTAP 6发布于2005年,涵盖87个国家和地区的57个行业在2001年的数据;GTAP 7发布于2008年,涵盖113个国家和地区的57个行业在2004年的数据;GTAP 8发布于2012年,涵盖129个国家和地区的57个行业在2004年和2007年的数据。最新版本为2015年发布的GTAP 9,该版本数据涵盖140个国家和地区,基准年为2004年、2007年和2011年。

口隐含碳,是隐含碳净进口国;而原料出口型国家,如俄罗斯、加拿大和澳大利亚等,情况正相反;中国和印度等新兴经济体出口中隐含大量碳排放,发达国家是主要的消费者。Rutherford(2010)<sup>[14]</sup>通过构建MRIO模型检验了世界范围内商品生产的碳足迹,Böhringer等(2013)<sup>[15]</sup>进一步使用GTAP 8数据库,测算了不同国家进出口贸易中的隐含碳排放,并对环境政策的效果进行了评估。在已有文献的基础上,本文将研究扩展至“一带一路”沿线60多个国家,基于GTAP 9数据库和多区域投入产出分析方法,对中国和日本与“一带一路”沿线国家进出口贸易中的隐含碳排放进行测算与分析。

## 二、研究方法 with 数据来源

### (一) 研究方法

从产出角度来看,产品可以用于出口或者最终消费,也可以作为中间投入品投入生产。从投入角度来看,总投入包括国内生产的中间产品投入,进口的中间产品投入,生产要素投入(包括熟练劳动力、非熟练劳动力、资本、土地和其他资源)以及税收。对于某一行业来说,总产出应与总投入相平衡。基于此,一国某一产品中的全部隐含碳排放可以分解为3个部分:第一,由于使用石油、煤炭和天然气等化石能源而直接产生的二氧化碳排放;第二,由于使用国内中间投入品而间接产生的二氧化碳排放;第三,由于使用进口中间投入品而间接产生的二氧化碳排放。

以 $r$ 和 $s$ 表示国家或地区, $g$ 和 $i$ 表示产品或行业; $x_{gr}^y$ 表示国家 $r$ (或地区 $r$ ,以下表述相同)生产产品 $g$ 的隐含碳密集度; $x_{gr}^m$ 表示国家 $r$ 进口产品 $g$ 的隐含碳密集度; $x_j^t$ 表示国际运输服务 $j$ 中的隐含碳密集度; $vom_{gr}$ 表示 $r$ 国 $g$ 产品的总产出; $CO_2e_{gr}$ 表示 $r$ 国 $g$ 产品的直接碳排放; $pdfm_{igr}$ 表示 $r$ 国 $g$ 产品的国内中间投入品 $i$ ; $vifm_{igr}$ 表示 $r$ 国 $g$ 产品的进口中间投入品 $i$ ; $vim_{ir}$ 表示 $r$ 国 $i$ 产品的总进口; $vxmd_{isr}$ 表示 $s$ 国对 $r$ 国 $i$ 产品的出口(即 $r$ 国对 $s$ 国的进口); $vtwr_{jisr}$ 表示 $s$ 国对 $r$ 国 $i$ 产品出口过程中产生的运输部门 $j$ 的进口运输成本; $vtw_j$ 表示运输部门 $j$ 的总运输成本; $vst_{jr}$ 表示 $r$ 国 $j$ 部门提供的国际运输服务。根据Rutherford(2010)<sup>[14]</sup>和Böhringer等(2013)<sup>[15]</sup>的分析方法,基于GTAP 9数据库,本文构建的隐含碳排放的投入产出关系如下:

$$\underbrace{x_{gr}^y vom_{gr}}_{\text{隐含碳排放}} = \underbrace{CO_2e_{gr}}_{\text{直接排放}} + \underbrace{\sum_i x_{ir}^y pdfm_{igr}}_{\text{间接排放(国内中间品)}} + \underbrace{\sum_i x_{ir}^m vifm_{igr}}_{\text{间接排放(进口中间品)}} \quad (1)$$

进口的产品可以作为中间投入品,也可以作为最终消费品。从产出角度来看,总进口可以分解为中间投入需求和最终消费需求。从投入角度来看,总进口包括进口产品成本、运输成本和进口关税。基于此,总进口中的隐含碳排放可以分解为产品中的隐含碳排放和运输中的隐含碳排放,即:

$$\underbrace{x_{ir}^m vim_{ir}}_{\text{进口隐含碳}} = \underbrace{\sum_s (x_{is}^y vxmd_{isr} + \sum_j x_j^t vtwr_{jisr})}_{\text{进口产品和运输中的隐含碳}} \quad (2)$$

对于运输部门 $j$ ,运输中的隐含碳排放,应与各国为提供国际运输服务所产生的投入中的隐含碳排放相平衡,即:

$$\underbrace{x_j^t vtw_j}_{\text{运输中隐含碳}} = \underbrace{\sum_r x_{jr}^y vst_{jr}}_{\text{投入中隐含碳}} \quad (3)$$

基于以上各式,一国出口贸易中的隐含碳排放 $C_r^X$ 可以表示为:

$$\underbrace{C_r^X}_{\text{出口隐含碳}} = \underbrace{\sum_{i,s} (x_{ir}^y vxmd_{isr})}_{\text{产品中的隐含碳}} + \underbrace{\sum_j x_j^t vtwr_{jisr}}_{\text{运输中的隐含碳}} \quad (4)$$

相应的,一国进口贸易中的隐含碳排放  $C_r^M$  可以表示为:

$$C_r^M = \underbrace{\sum_{i,s} x_{is}^y v x m d_{isr}}_{\text{进口隐含碳}} + \underbrace{\sum_j x_j^t v t w r_{jisr}}_{\text{运输中的隐含碳}} \quad (5)$$

最后,隐含碳净出口,即贸易隐含碳平衡可以表示为:  $C_r^N = C_r^X - C_r^M$ 。

### (二) 数据来源

本文所使用的数据来自 GTAP 9 数据库。GTAP 创建于 1992 年,旨在为经济学研究界提供一个量化分析国际经济及相关问题的国际性综合数据库,最新版本为 2015 年发布的 GTAP 9。在以往版本的基础上,GTAP 9 更新了数据年份和区域范围,以 2004 年、2007 年和 2011 年作为基准年,将世界细分为 140 个国家和地区,提供了宏观经济、双边贸易、关税以及能源等多区域投入产出分析所需的数据。相对于其他国际性投入产出数据库主要关注于 OECD 国家和有限的非 OECD 重点国家,GTAP 9 覆盖的区域更全面,能源和环境数据年份距离现在更近,与本文“一带一路”的研究视角相契合。

为了表述更加清晰,在以下的研究中,我们将 GTAP 9 数据库包含的 57 个行业归集为 20 个行业进行列报,分别为:农林牧渔、能源、其他资源、食品加工及饮料烟草制品(以下简称“食品加工”)、纺织服装、皮革制品、木制品、造纸印刷、煤炭和石油制品、化学、橡胶和塑料制品(以下简称“化学工业”)、非金属矿物制品、钢铁和有色金属、金属制品、运输设备、电子设备及其他机械设备(以下简称“机械设备”),其他制造业、水电燃气生产及供应(以下简称“水电燃气”)、建筑业、交通运输业、其他服务业<sup>①</sup>。

### (三) 研究范围

表 1 “一带一路”沿线国家研究范围

地区	主要国家
东南亚	文莱、柬埔寨、印度尼西亚、老挝、马来西亚、菲律宾、新加坡、泰国、越南、缅甸、东帝汶
南亚	孟加拉国、印度、尼泊尔、巴基斯坦、斯里兰卡、阿富汗、不丹、马尔代夫
东北亚	韩国、蒙古、俄罗斯
东欧中亚	阿尔巴尼亚、爱沙尼亚、白俄罗斯、保加利亚、波兰、捷克、克罗地亚、拉脱维亚、立陶宛、罗马尼亚、摩尔多瓦、斯洛伐克、斯洛文尼亚、乌克兰、匈牙利、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、土库曼斯坦、乌兹别克斯坦
西亚北非	巴林、伊朗、以色列、约旦、科威特、阿曼、卡塔尔、沙特阿拉伯、土耳其、阿拉伯联合酋长国、伊拉克、黎巴嫩、巴勒斯坦、叙利亚、也门、亚美尼亚、阿塞拜疆、格鲁吉亚、埃及

“一带一路”为开放型区域合作倡议,因此,在界定“一带一路”沿线国家时,并没有具体的空间局限。基于 GTAP 9 数据库的数据结构以及沿线国家与中国和日本的经济联系,本文将研究重点集中在东南亚地区、南亚地区、东北亚地区、东欧中亚地区以及西亚北非地区,涉及的主要国家参见表 1。

## 三、中日对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的测算及结构分析

### (一) 中日对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的总体规模

基于上述模型和数据,首先对中国和日本与“一带一路”沿线国家进出口贸易中的隐含碳排放总体规模进行衡量。如表 2 所示,中日两国的贸易隐含碳存在很大差异。2004 年至 2011 年间,中国对“一

<sup>①</sup> 其中,能源主要包括煤炭、石油和天然气的开采和提取,其他资源主要包括金属矿、铀矿以及其他资源的开采和提取,煤炭和石油制品主要包括煤炭制品、石油制品以及核燃料加工。

“一带一路”沿线国家出口贸易和进口贸易中的隐含碳排放均大幅上升。2011年,中国生产并向“一带一路”沿线国家出口的商品中隐含碳排放达到621.95MT(百万吨),约是2004年的两倍;而由“一带一路”沿线国家生产并由中国进口的商品中隐含碳排放达到321.66MT(百万吨),是2004年的1.6倍<sup>①</sup>。期间,出口隐含碳在2004年至2007年间迅速增长,2007年后增长速度放缓,但依然保持较大的增长幅度,进口隐含碳则在2007年至2011年间增长幅度扩大。

与此不同,日本出口隐含碳在2004年至2007年间有所上升,幅度并不大,且这之后便不再出现上升趋势,进口隐含碳则一直维持在150MT左右的程度。2011年,中国向“一带一路”沿线国家出口中的隐含碳排放达到日本的6.5倍。这一部分贸易隐含碳排放由中国国内承担,商品和服务则由“一带一路”沿线国家消费。

在隐含碳平衡方面,中国对“一带一路”沿线国家是隐含碳净出口国。2004年至2011年间,中国隐含碳净出口规模不断扩大,这说明出口隐含碳的增长速度超过了进口。由于出口的商品由中国本国国内生产并承担相应的碳排放,进口商品则由来源国国内生产并承担相应的碳排放,这意味着,中国在与“一带一路”沿线国家进行贸易时,国内生产碳排放大于消费碳排放,属于隐含碳的“国内承担、国外消费”模式。与此相反,日本则一直是隐含碳净进口国,意味着日本在与“一带一路”沿线国家进行贸易时,国内生产碳排放小于消费碳排放,属于隐含碳的“国内消费、国外承担”模式。

表2 中日对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的总体规模(MT)

年份	中 国			日 本		
	出口隐含碳	进口隐含碳	隐含碳净出口	出口隐含碳	进口隐含碳	隐含碳净出口
2004	316.32	195.85	120.47	77.87	150.90	-73.03
2007	526.87	230.95	295.92	98.91	145.43	-46.52
2011	621.95	321.66	300.29	95.68	152.71	-57.02

注:由于保留两位小数点,隐含碳净出口可能与出口隐含碳和进口隐含碳之差存在细微差别,以下各表相同。

## (二) 中日对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的区域结构

表3列示了中国和日本对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的区域结构,如前所述,本文将研究重点集中在东南亚地区、南亚地区、东北亚地区、东欧中亚地区以及西亚北非地区。GTAP 9数据库以2004年、2007年和2011年为基准年,为了使分析更加清晰和准确,在行业 and 区域结构研究时,采用距离现在最近的基准年2011年的数据。

如表3所示,中国在上述五大区域均为隐含碳净出口国。东南亚在中国出口隐含碳和进口隐含碳中均占据较高比重,同时也是中国在“一带一路”沿线地区最大的隐含碳净出口对象,其中,越南、印度尼西亚、新加坡和泰国吸收了中国大量的隐含碳净出口<sup>②</sup>。西亚北非是中国在“一带一路”沿线地区仅次于东南亚的隐含碳净出口对象,阿联酋、土耳其和沙特阿拉伯是其中主要的吸收国。南亚的整体规模虽然不高,但中国对印度出口商品中的隐含碳规模十分可观,印度更是中国在“一带一路”沿线国家中隐含碳净出口排名第一位的国家。此外,东北亚涵盖了中国重要的贸易对象,中国对韩国和俄罗斯出口

① 这里的“商品”为泛指,实际包括商品贸易和服务贸易,下同。

② 鉴于篇幅有限,表3中仅列报了区域层面的数据。

和进口商品中的碳含量均保持在较高的水平。

表3 中日对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的区域结构(MT)

地区	中国			日本		
	出口隐含碳	进口隐含碳	隐含碳净出口	出口隐含碳	进口隐含碳	隐含碳净出口
东南亚	181.21 (29.14%)	80.65 (25.07%)	100.56	42.80 (44.73%)	61.21 (40.09%)	-18.41
南亚	92.40 (14.86%)	36.15 (11.24%)	56.24	5.94 (6.21%)	7.83 (5.13%)	-1.89
东北亚	148.94 (23.95%)	113.51 (35.29%)	35.43	31.78 (33.22%)	36.39 (23.83%)	-4.61
东欧中亚	74.00 (11.90%)	42.42 (13.19%)	31.58	3.66 (3.82%)	8.03 (5.26%)	-4.37
西亚北非	125.41 (20.16%)	48.93 (15.21%)	76.48	11.50 (12.02%)	39.24 (25.70%)	-27.74

注: 括号中为各区域贸易隐含碳的比重。由于保留两位小数点, 各区域加总的数值可能与表2中的总体规模存在细微差别。

与此相对应, 如表3所示, 日本在五大区域均为隐含碳净进口国。日本出口隐含碳的区域结构相比中国更加集中, 主要流向东南亚和东北亚, 这两大区域占比3/4以上, 而南亚和东欧中亚占比非常小。进口隐含碳则主要集中在东南亚、东北亚和西亚北非地区。西亚北非是日本净进口隐含碳主要的来源地, 其次是东南亚地区。

从国别来看, 西亚北非地区的卡塔尔、阿联酋和沙特阿拉伯, 东南亚的印度尼西亚、越南、马来西亚和泰国以及东北亚地区的俄罗斯, 是日本隐含碳净进口的主要来源国。值得注意的是, 上述国家除了卡塔尔, 均为中国隐含碳净出口对象。这一现象存在于大多数沿线国家中, 这说明大部分“一带一路”沿线国家, 进口中国商品中的碳含量超过出口中国商品中的碳含量, 是中国碳排放的实际消费国; 而与日本的关系则恰恰相反, 出口日本商品中的碳含量超过进口商品中的碳含量, 是日本国内消费的碳排放承担国。

### (三) 中日对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的行业结构

表4列示了中国和日本对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的行业结构。如表4所示, 在农业和能源资源领域, 中国和日本均为隐含碳净进口国; 中国在全行业制造行业和大部分服务行业为隐含碳净出口国; 日本在大部分制造行业和全部服务行业为隐含碳净进口国。

如表4所示, 中国出口隐含碳主要流向纺织服装、化学工业、钢铁和有色金属、机械设备等制造业, 其中, 机械设备制造业约占中国全部出口隐含碳的1/3; 进口隐含碳主要源自能源、其他资源、化学工业、机械设备等行业, 其中, 能源及其他资源合计和化学工业各占进口隐含碳总量的1/4左右; 隐含碳净出口则集中在纺织服装和机械设备等行业。与中国的情况有所不同, 日本出口隐含碳主要流向化学工业、钢铁和有色金属、机械设备、运输设备等行业, 其中, 钢铁和有色金属、机械设备占比较高; 进口隐

含碳分布相对分散,主要源自能源、煤炭和石油制品、钢铁和有色金属、机械设备等行业;隐含碳净进口则集中在能源、煤炭和石油制品等行业。

表4 中日对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的行业结构(MT)

行 业	中 国			日 本		
	出口隐含碳	进口隐含碳	隐含碳净出口	出口隐含碳	进口隐含碳	隐含碳净出口
农林牧渔	4.91 (0.79%)	7.64 (2.37%)	-2.73	0.14 (0.14%)	1.78 (1.17%)	-1.64
能 源	1.09 (0.17%)	36.50 (11.35%)	-35.41	0.00 (0.00%)	26.41 (17.30%)	-26.41
其他资源	2.02 (0.33%)	43.12 (13.40%)	-41.09	0.17 (0.18%)	3.10 (2.03%)	-2.93
食品加工	8.51 (1.37%)	7.23 (2.25%)	1.28	0.36 (0.37%)	7.79 (5.10%)	-7.44
纺织服装	72.88 (11.72%)	5.86 (1.82%)	67.02	1.17 (1.23%)	4.59 (3.01%)	-3.42
皮革制品	11.92 (1.92%)	0.87 (0.27%)	11.05	0.02 (0.02%)	0.66 (0.43%)	-0.64
木制品	9.68 (1.56%)	2.84 (0.88%)	6.84	0.11 (0.11%)	2.79 (1.82%)	-2.68
造纸印刷	6.45 (1.04%)	3.22 (1.00%)	3.23	0.75 (0.78%)	1.09 (0.71%)	-0.34
煤炭和 石油制品	23.45 (3.77%)	14.83 (4.61%)	8.62	1.27 (1.33%)	19.82 (12.98%)	-18.55
化学工业	83.86 (13.48%)	75.62 (23.51%)	8.24	16.94 (17.70%)	14.46 (9.47%)	2.48
非金属 矿物制品	30.82 (4.95%)	2.09 (0.65%)	28.73	3.12 (3.26%)	3.00 (1.96%)	0.12
钢铁和 有色金属	73.89 (11.88%)	33.61 (10.45%)	40.29	21.45 (22.41%)	18.91 (12.38%)	2.53
金属制品	34.49 (5.55%)	1.87 (0.58%)	32.62	2.37 (2.48%)	2.95 (1.94%)	-0.58
运输设备	25.07 (4.03%)	5.34 (1.66%)	19.73	12.22 (12.77%)	2.36 (1.55%)	9.85
机械设备	200.18 (32.19%)	61.59 (19.15%)	138.59	28.57 (29.86%)	22.25 (14.57%)	6.32
其他 制造业	8.57 (1.38%)	1.24 (0.38%)	7.33	0.57 (0.60%)	1.47 (0.96%)	-0.90
水电燃气	4.95 (0.80%)	1.05 (0.33%)	3.90	0.00 (0.00%)	0.26 (0.17%)	-0.26
建筑业	2.85 (0.46%)	0.75 (0.23%)	2.11	0.92 (0.97%)	2.10 (1.38%)	-1.18
交通 运输业	7.35 (1.18%)	10.12 (3.15%)	-2.77	3.46 (3.61%)	11.86 (7.77%)	-8.40
其他 服务业	9.00 (1.45%)	6.29 (1.95%)	2.72	2.09 (2.18%)	5.03 (3.29%)	-2.94

注: 括号中为各行业贸易隐含碳的比重。由于保留两位小数点,各行业加总的数值可能与表2中的总体规模存在细微差别。

如果对制造业各行业进一步归类,将食品加工、纺织服装、皮革制品、木制品和造纸印刷归类为劳动密集型产业,化学工业、非金属矿物制品、钢铁和有色金属、金属制品、运输设备、机械设备归类为资本密集型产业,可以更加清晰地看出中日两国贸易隐含碳的不同特点。相对于日本来说,劳动密集型制造业在中国出口隐含碳中占比较高,特别是纺织服装业,成为中国隐含碳净出口的主要行业之一。而劳动密集型制造业在日本出口隐含碳中占比非常低,日本在劳动密集型制造业各行业上均为隐含碳的净进口国。整体来看,中国和日本在资本密集型制造业方面均为隐含碳净出口国,但是中国的隐含碳净出口规模要比日本大得多。其中,机械设备制造业在中日两国出口和进口隐含碳总量中均占据很高比重,反映了这一行业国际生产网络的扩展;运输设备制造业是日本出口隐含碳的主要行业,但在中国并不显著。此外,煤炭和石油制品业是日本隐含碳净进口的主要来源之一,中国则与日本的情况相反,为隐含碳的净出口国。

#### 四、中日对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的影响因素

在上一部分中,我们对中国和日本与“一带一路”沿线国家进出口贸易中的隐含碳排放进行了测算,可以发现,中日两国在贸易隐含碳的规模、平衡状态以及区域和行业流向等各方面均存在很大差异。那么,是什么因素造成了这些差异,在接下来的这一部分中,我们将对中日与“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的影响因素进行分解和量化研究。

##### (一) 贸易规模

首先,贸易规模是其中的一个重要因素。这是因为,出口和进口规模大的国家,其贸易商品中的碳含量可能会高,而出口顺差的国家,在贸易隐含碳平衡中可能也会是顺差,反之亦然,这是非常直观的考虑。根据这一考虑,我们将中国和日本在观测期间内对“一带一路”沿线地区商品和服务贸易的变化情况列示在图1中。

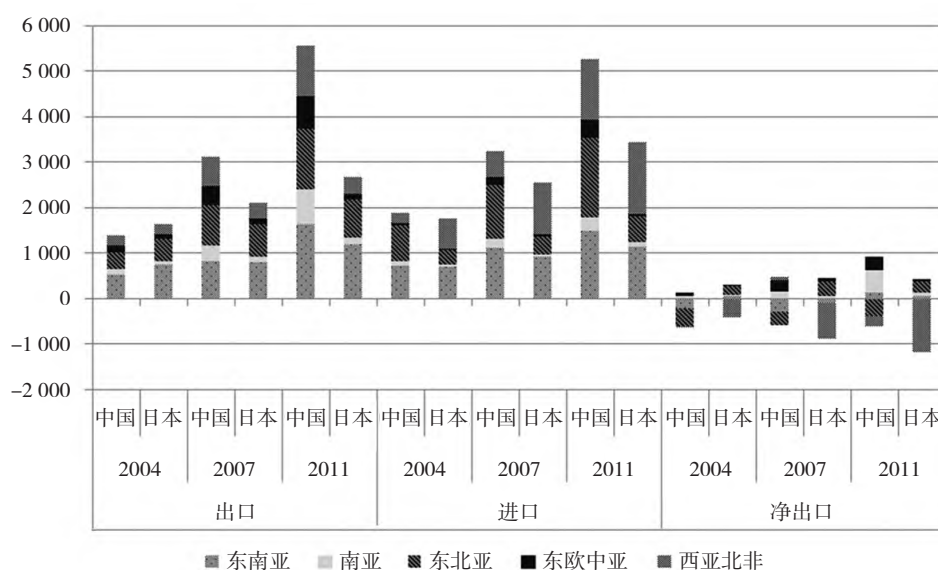


图1 中国和日本对“一带一路”沿线国家的贸易规模(亿美元)

资料来源: GTAP 9 Data Base ( <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/v9/default.asp> )。

如图1所示,中国和日本对“一带一路”沿线地区的出口贸易和进口贸易在2004年到2011年间均



呈现出上升趋势,但是,相对来说,中国的增长速度更为显著。2004年,中国对“一带一路”沿线地区出口总额为1389.78亿美元,低于日本的1623.26亿美元;进口总额1876.42亿美元,略高于日本的1745.28亿美元<sup>①</sup>。至2011年,中国出口额大幅增长至5549.32亿美元,约是2004年的4倍,超过同年日本出口额(2666.55亿美元)的1倍左右;进口额增长至5250.86亿美元,约是同年日本进口额(3435.41亿美元)的1.5倍。2011年,中国对“一带一路”沿线地区的贸易顺差达到298.46亿美元,日本则为贸易逆差768.87亿美元。与此相对应,中国出口贸易和进口贸易中的隐含碳排放也在迅速增长,而在隐含碳平衡方面,中国是隐含碳净出口国,日本则是隐含碳净进口国。因此,从这一角度来说,进出口规模的确是影响贸易隐含碳的因素。

但是,也应注意,贸易规模并不能全部解释中国和日本对外贸易隐含碳的差异。第一,从总体来看,中日两国对“一带一路”沿线地区的出口和进口贸易规模均呈上升趋势,但是,中国的贸易隐含碳随之大幅增加,日本却并没有显现出明显的增加状态,甚至,出口隐含碳还有所下降。第二,从区域细分来看,日本对“一带一路”沿线地区的贸易逆差主要来自于西亚北非地区,在其他4个区域基本都是贸易顺差;而中国除了在西亚北非地区是贸易逆差以外,在其他区域有顺差也有逆差。但是,在前文对贸易隐含碳的区域结构分析中可以看出,中国在五大区域均表现为隐含碳净出口,日本则均为隐含碳净进口国,隐含碳平衡状态与贸易顺差或逆差状态并不相符。因此,很显然,贸易规模并不是唯一的影响因素。

## (二) 隐含碳密集度

隐含碳密集度,即单位贸易中的碳含量是另一个重要因素。如果单位出口中的碳含量高,那么在相同的出口规模下,隐含碳总量就有可能高;如果单位出口中的碳含量超过单位进口中的碳含量,那么在出口和进口规模相同的条件下,就可能表现出隐含碳的净出口状态,反之亦然。根据以上考虑,表5列示了中国和日本对“一带一路”沿线国家单位出口中的隐含碳量(以下简称“出口隐含碳系数”)以及单位出口和单位进口中的隐含碳之比(以下简称“隐含碳相对系数”)。如前所述,为了使分析更加清晰和准确,采用GTAP 9数据库中距离现在最近的基准年2011年的数据进行测算,以下部分同此。

出口隐含碳系数( $t$ )反映了一国为生产一单位出口产品所产生的碳排放, $t$ 值越高,说明出口隐含碳密集度越高。如表5所示,几乎在所有行业,中国单位出口中的碳含量都高于日本。在密集使用能源的制造业中,如造纸印刷、化学工业、金属制品、钢铁和有色金属、非金属矿物制品等行业,这一差距更加明显。日本上述行业的出口隐含碳密集系数约在0.3至0.7之间,而中国则约在1.3至2.3之间。其中,在造纸印刷、化学工业、钢铁和有色金属、非金属矿物制品等行业,中国单位出口中的碳含量是日本的3倍以上,而在金属制品行业则达到了4倍以上。这说明越是密集使用能源的行业,中日的差距越大。整体来看,中国出口隐含碳密集度是日本的3倍以上,这意味着在生产同等规模产品并向“一带一路”沿线国家出口的条件下,中国国内产生的碳排放大约是日本国内产生碳排放的3倍。

隐含碳相对系数( $r$ )反映了在同一行业出口国生产单位产品所产生的碳排放与其进口来源国生产单位产品所产生的碳排放之比。如果 $r$ 高于1,说明出口国的隐含碳密集度高于其进口来源国的隐含碳密集度;与之相反,如果 $r$ 低于1,说明出口国的隐含碳密集度低于其进口来源国的隐含碳密集度。如表5所示,除农林牧渔和交通运输业之外,中国在其他行业的贸易隐含碳相对系数均高于1,说明中国对“一带一路”沿线国家的出口隐含碳密集度高于“一带一路”沿线国家对中国的出口隐含碳密集度。在

<sup>①</sup> 贸易数据来自GTAP 9数据库,下同。

制造业各行业中,运输设备制造业的相对系数最高(接近2.3),此外,化学工业、机械设备、金属制品、煤炭和石油制品等行业的相对系数也在1.6至2.2之间。

表5 出口隐含碳系数与隐含碳相对系数(千克/美元)

行业	出口隐含碳系数( <i>t</i> )		隐含碳相对系数( <i>r</i> )	
	中国	日本	中国	日本
农林牧渔	0.57	0.46	0.75	0.89
能源	2.15	n/a	8.12	n/a
其他资源	1.27	0.63	1.05	0.53
食品加工	0.76	0.30	1.53	0.51
纺织服装	1.04	0.38	1.38	0.55
皮革制品	0.72	0.24	1.46	0.47
木制品	0.94	0.25	1.29	0.44
造纸印刷	1.34	0.42	1.29	0.53
煤炭和石油制品	1.16	0.33	2.14	0.57
化学工业	1.45	0.44	1.60	0.63
非金属矿物制品	2.32	0.71	1.12	0.30
钢铁和有色金属	2.08	0.68	1.38	0.54
金属制品	1.55	0.38	2.11	0.48
运输设备	1.00	0.26	2.27	0.51
机械设备	0.93	0.29	1.95	0.55
其他制造业	0.70	0.27	1.17	0.37
水电燃气	13.27	0.14	3.03	0.13
建筑业	1.09	0.20	2.04	0.42
交通运输业	1.06	0.53	0.88	0.41
其他服务业	0.45	0.12	1.44	0.42
全行业	1.12	0.36	1.83	0.81

注:由于日本不存在能源出口,因此无法计算出口隐含碳系数,标注为“n/a”;相应的,隐含碳相对系数也无法计算。

与此相反,日本全部行业的贸易隐含碳相对系数均低于1,说明日本对“一带一路”沿线国家的出口隐含碳密集度低于“一带一路”沿线国家对日本的出口隐含碳密集度。在制造业各行业中,纺织服装、机械设备、煤炭和石油制品、化学工业等行业相对系数较高,但也未超过0.7。整体来看,中国对“一带一路”沿线国家单位出口中碳含量是单位进口中碳含量的1.83倍,意味着在出口和进口同等规模的条件下,中国国内碳排放是“一带一路”沿线国家碳排放的1.83倍。而日本对“一带一路”沿线国家隐含碳相对系数为0.81,意味着在出口和进口同等规模的条件下,日本国内碳排放仅为“一带一路”沿线国家碳排放的81%。

### (三) 贸易结构

除了贸易规模和隐含碳密集度以外,贸易结构也是影响隐含碳平衡的重要因素。这是由于,即使贸易总额和行业的碳排放密集度相同,各行业在进出口贸易中所占的比重不同,也可能导致贸易隐含碳出

现不同的状态。表6列示了中国和日本对“一带一路”沿线国家的出口和进口结构,我们将据此进行分析。

表6 中国和日本对“一带一路”沿线国家的贸易结构(亿美元,%)

行 业	中 国				日 本			
	出口额	比重	进口额	比重	出口额	比重	进口额	比重
农林牧渔	85.83	1.55	100.09	1.91	3.01	0.11	34.36	1.00
能 源	5.07	0.09	1 380.29	26.29	0.00	0.00	1 550.99	45.15
其他资源	15.97	0.29	357.89	6.82	2.74	0.10	26.06	0.76
食品加工	112.52	2.03	146.14	2.78	11.95	0.45	133.37	3.88
纺织服装	701.54	12.64	77.79	1.48	31.26	1.17	66.85	1.95
皮革制品	165.38	2.98	17.58	0.33	0.84	0.03	12.96	0.38
木制品	103.20	1.86	38.98	0.74	4.20	0.16	49.15	1.43
造纸印刷	47.98	0.86	30.79	0.59	18.02	0.68	13.99	0.41
煤炭和石油制品	203.00	3.66	274.54	5.23	38.79	1.45	343.80	10.01
化学工业	578.10	10.42	836.07	15.92	381.72	14.32	204.08	5.94
非金属矿物制品	132.76	2.39	10.04	0.19	43.66	1.64	12.58	0.37
钢铁和有色金属	355.63	6.41	223.88	4.26	313.41	11.75	149.14	4.34
金属制品	222.81	4.02	25.47	0.49	61.73	2.31	37.24	1.08
运输设备	249.83	4.50	120.71	2.30	464.80	17.43	46.23	1.35
机械设备	2 148.64	38.72	1 289.19	24.55	986.52	37.00	424.54	12.36
其他制造业	122.53	2.21	20.76	0.40	20.85	0.78	19.65	0.57
水电燃气	3.73	0.07	2.41	0.05	0.12	0.00	2.40	0.07
建筑业	26.10	0.47	13.93	0.27	46.33	1.74	44.17	1.29
交通运输业	69.50	1.25	83.82	1.60	64.85	2.43	91.42	2.66
其他服务业	199.20	3.59	200.49	3.82	171.73	6.44	172.43	5.02
合 计	5 549.32	100.00	5 250.86	100.00	2 666.55	100.00	3 435.41	100.00

如表6所示,农林牧渔、能源和其他资源在中国对“一带一路”沿线国家出口总额中占比并不高,在日本出口总额中更是占比极低。服务业在日本总出口中的比重超过中国。但总体来说,两国对“一带一路”沿线国家的出口仍然主要集中在制造业。能源在两国进口中均占据较高比重,并且与中国相比,日本更依赖于从“一带一路”沿线国家进口能源和能源制品,这两项超过日本进口总额的55%。

在制造业各行业中,中日两国的进出口结构存在一定差异。中国的出口主要集中在纺织服装、化学工业和机械设备等行业。相比之下,日本劳动密集型制造业出口份额低于中国,资本密集型制造业出口份额高于中国。具体来说,纺织服装等劳动密集型制造业在日本出口中占比非常低,日本的出口主要集中在化学工业、钢铁和有色金属、机械设备、运输设备等资本密集型制造业。其中,机械设备制造业是中国和日本对“一带一路”沿线国家最主要的出口行业,在两国出口总额中占比均接近40%,同时在进口

总额中也占据较高比重。可以看出,中国对“一带一路”沿线国家机械设备制造业的进口份额超过了日本,这说明中国与沿线国家的贸易联系更加紧密,参与跨国生产网络的程度在加深;另一方面也说明了在整个生产网络中,日本占据着增加值更高的生产环节。此外,运输设备制造业是日本对“一带一路”沿线国家出口的主要行业之一,但在中国出口总额中占比并不高。

(四) 贸易隐含碳的因素分解

根据以上的分析,贸易规模、结构和隐含碳密集度是影响贸易隐含碳的重要因素。那么,这些因素在多大程度上造成了中国和日本对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳的差异,在定性分析的基础上,我们将进行定量研究。对此,我们采取对数平均迪氏指数(Logarithmic Mean Divisia Index, LMDI)分析方法<sup>[16-17]</sup>。LMDI分析常用于能源和环境等相关问题的动因分解,本文将其应用在贸易隐含碳的因素分析中。由于出口隐含碳表示一国为生产出口产品所产生的碳排放,反映了在对外贸易中由出口国国内承担的隐含碳,因此在这一部分中,我们重点关注中日对“一带一路”沿线国家出口贸易中的隐含碳差异。

以  $i$  表示行业,  $C$  表示中国,  $J$  表示日本,中国对“一带一路”沿线国家在  $i$  行业的出口隐含碳表示为  $c_i^C$ ,日本在  $i$  行业的出口隐含碳表示为  $c_i^J$ ,中国和日本  $i$  行业出口隐含碳的差异表示为  $\Delta c_i$ ,  $\Delta c_i = c_i^C - c_i^J$ 。

以  $v_i^C$  和  $v_i^J$  分别表示中国和日本  $i$  行业的出口额,  $V^C$  和  $V^J$  分别表示中国和日本对“一带一路”沿线国家的出口总额,  $V^C = \sum_i v_i^C$ ,  $V^J = \sum_i v_i^J$ 。以  $s_i^C$  和  $s_i^J$  分别表示中国和日本  $i$  行业出口额占其出口总额的比重,  $s_i^C = v_i^C / V^C$ ,  $s_i^J = v_i^J / V^J$ 。以  $t_i^C$  和  $t_i^J$  分别表示中国和日本  $i$  行业的出口隐含碳密集度,即单位出口中的碳含量,  $t_i^C = c_i^C / v_i^C$ ,  $t_i^J = c_i^J / v_i^J$ 。

在此基础上,将中国和日本对“一带一路”沿线国家各行业出口隐含碳的差异,分解为贸易规模的影响、隐含碳密集度的影响和贸易结构的影响,即:

$$\begin{aligned} \Delta c_i &= c_i^C - c_i^J = \frac{c_i^C - c_i^J}{\ln c_i^C - \ln c_i^J} \times \ln\left(\frac{c_i^C}{c_i^J}\right) \\ &= \frac{c_i^C - c_i^J}{\ln c_i^C - \ln c_i^J} \times \ln\left(\frac{V^C t_i^C s_i^C}{V^J t_i^J s_i^J}\right) \\ &= \frac{c_i^C - c_i^J}{\ln c_i^C - \ln c_i^J} \times \ln\left(\frac{V^C}{V^J}\right) + \frac{c_i^C - c_i^J}{\ln c_i^C - \ln c_i^J} \times \ln\left(\frac{t_i^C}{t_i^J}\right) + \frac{c_i^C - c_i^J}{\ln c_i^C - \ln c_i^J} \times \ln\left(\frac{s_i^C}{s_i^J}\right) \\ &= \Delta c_{iv} + \Delta c_{it} + \Delta c_{is} \end{aligned} \tag{6}$$

其中,

$$\Delta c_{iv} = L(c_i^C, c_i^J) \ln\left(\frac{V^C}{V^J}\right) \tag{7}$$

$$\Delta c_{it} = L(c_i^C, c_i^J) \ln\left(\frac{t_i^C}{t_i^J}\right) \tag{8}$$

$$\Delta c_{is} = L(c_i^C, c_i^J) \ln\left(\frac{s_i^C}{s_i^J}\right) \tag{9}$$

$$L(c_i^C, c_i^J) = \frac{c_i^C - c_i^J}{\ln c_i^C - \ln c_i^J} \tag{10}$$

上述各式将中国和日本对“一带一路”沿线国家在行业  $i$  的出口隐含碳差异  $\Delta c_i$ , 分解为贸易规模因

素  $\Delta c_{iv}$ 、隐含碳密集度因素  $\Delta c_{it}$  和贸易结构因素  $\Delta c_{is}$ ，分解结果列示在表 7 中<sup>[18]</sup>。如果  $\Delta c_i$  为正，说明中国出口隐含碳高于日本，反之则意味着中日出口隐含碳差距为负。相应的，如果  $\Delta c_{iv}$ 、 $\Delta c_{it}$  和  $\Delta c_{is}$  大于零，说明这些因素对中日出口隐含碳的差距起到正向扩大作用，反之则意味着这些因素为负向影响。

表 7 中国和日本对“一带一路”沿线国家出口隐含碳差异的因素分解(MT)

行 业	$\Delta c_i$	$\Delta c_{iv}$	$\Delta c_{it}$	$\Delta c_{is}$
农林牧渔	4.77	0.98	0.29	3.50
能 源	1.09	0.00	0.00	1.08
其他资源	1.85	0.55	0.53	0.77
食品加工	8.15	1.88	2.38	3.88
纺织服装	71.71	12.73	17.69	41.29
皮革制品	11.90	1.37	2.04	8.49
木制品	9.57	1.55	2.79	5.23
造纸印刷	5.70	1.94	3.10	0.65
煤炭和石油制品	22.18	5.57	9.60	7.01
化学工业	66.92	30.66	49.55	-13.30
非金属矿物制品	27.70	8.86	14.26	4.58
钢铁和有色金属	52.45	31.07	47.09	-25.71
金属制品	32.12	8.79	16.72	6.61
运输设备	12.85	13.11	23.96	-24.21
机械设备	171.61	64.60	103.00	4.01
其他制造业	8.00	2.16	2.77	3.06
水电燃气	4.95	0.46	2.84	1.66
建筑业	1.93	1.25	2.91	-2.24
交通运输业	3.90	3.78	3.54	-3.43
其他服务业	6.92	3.47	6.21	-2.77
全行业	526.27	194.79	311.29	20.19
		(37.01%)	(59.15%)	(3.84%)

注：括号中为在全行业的条件下各影响因素所占的比重。

如表 7 所示，在全行业范围内，中国对“一带一路”沿线国家出口商品中的隐含碳排放大大超过了日本，表现为一个正向的差额（526.27 MT），并且，贸易规模、隐含碳密集度和贸易结构的影响均为正。这说明，由于中国对“一带一路”沿线国家出口规模大于日本，单位出口中的碳含量高于日本，出口结构异于日本，在这些因素的综合作用下，中国出口贸易中的隐含碳排放超过了日本出口贸易中的隐含碳排放。其中，隐含碳密集度是造成中国和日本对“一带一路”沿线国家出口隐含碳差异的首要因素，占比约 60%，其次是出口规模，出口结构起作用相对较小。

在各行业中，纺织服装、化学工业、钢铁和有色金属、机械设备等行业出口隐含碳的差异最为明显。中国纺织服装业出口隐含碳超过日本的主要原因在于贸易结构，这是因为这一行业在中国出口总额中占比较高，而在日本出口总额中占比并不显著。化学工业、钢铁和有色金属在日本出口总额中的比重高

于中国,因此对中日出口隐含碳的差距起到缩小作用,但是由于中国在这些行业单位出口中的碳含量较高,加之贸易额较大,最终导致出口隐含碳大幅高于日本。机械设备制造业在中国和日本出口总额中的比重大致相当,但是这一行业仍然成为两国出口隐含碳差距最大的行业,主要归因于中国机械设备出口的隐含碳密集度过高。

## 五、结论与启示

国际贸易将跨国生产和消费连接起来,商品消费国可以通过调整生产环节的地理分布,将与生产相关的碳排放与实际消费相分离,从而缓解本国的环境压力,这就产生了国际贸易中的隐含碳排放问题。本文基于GTAP 9数据库,构建多区域投入产出模型,测算了中国和日本对“一带一路”沿线国家商品和服务贸易中的隐含碳排放,并对两国贸易隐含碳的区域和行业流向进行分析。

结果表明,中国对“一带一路”沿线国家出口贸易和进口贸易中的隐含碳排放均远高于日本。总体来看,中国对“一带一路”沿线地区的出口隐含碳超过进口隐含碳,属于碳排放的“国内承担、国外消费”模式;相反,日本的进口隐含碳高于出口隐含碳,属于碳排放的“国内消费、国外承担”模式。从区域构成来看,中国在东南亚、南亚、东北亚、东欧中亚和西亚北非五大区域均表现为隐含碳净出口,而日本在上述区域则均表现为隐含碳净进口。其中大多数国家,特别是中国和日本在沿线地区主要的贸易对象,均为中国国内碳排放的实际消费国和日本国内消费的碳排放实际承担国。从行业流向来看,中国在全行业制造业和大部分服务业为隐含碳净出口国,而日本在大部分制造业和全部服务业为隐含碳净进口国。贸易体量、隐含碳密集度和贸易结构是造成中国和日本对“一带一路”沿线国家贸易隐含碳差异的主要影响因素。在出口隐含碳差异的动因分解中,隐含碳密集度因素的影响占比约为60%。

基于地缘政治与经济联系,“一带一路”沿线一直是日本战略布局的重点地区。特别是近年来,出于竞争性战略心理,日本以安全合作、贸易投资、开发援助等多种方式,在政治、安保、经济和文化软实力等方面加大战略投入,与中国形成竞争态势<sup>[19]</sup>。日本在国际社会上一直以“先进国家”和“环保楷模”等形象自居,环保理念和减排技术也成为日本拉拢“一带一路”国家时重点强调的内容之一。依靠技术和资金的优势,利用环境援助和文化输出等手段,日本积极强化与沿线国家的政治经济联系,培养沿线国家的好感,渗透地区影响力。同时,将贸易、投资和政府开发援助更紧密地结合起来,不断拓展日本在东南亚和南亚等沿线地区的装配制造基地和出口基地,控制增加值高、碳排放低的核心环节,将高碳生产环节移到其他国家,或以进口的形式满足国内消费需求。在沿线地区,特别是东盟各国、印度、俄罗斯等主要贸易对象,都是日本净进口隐含碳的来源地。基于此,日本一方面宣扬了低碳环保的国家形象,另一方面减轻了本国的环境压力。

由前文分析可见,中国在与“一带一路”沿线国家进行贸易时,国内生产碳排放大于消费碳排放,意味着中国承担了一部分由沿线国家实际消费的碳排放,是贸易隐含碳的承担者,而日本则与此相反,国内消费碳排放大于生产碳排放,是贸易隐含碳的受益者。中国作为温室气体排放第一大国,有相当一部分碳排放源自生产出口商品,这使得中国不仅要承担国内环境污染加剧的后果,还在国际环境保护问题上备受压力,显然有失公平。近年来,中国在推进全球气候治理中积极发挥作用,取得了良好的效果,特别是促进《巴黎协定》的达成和作出相应的减排承诺,展现出中国作为负责任大国的应有姿态。因此,在推进“一带一路”倡议的过程中,我们也应注意与沿线国家积极沟通,搭建官方与民间多种交流平台,主动回应沿线国家的疑虑,加强在生态环保方面的合作,从而消除误解,增进互相信任。同时,也应注意

到,日本在推进环保减排技术方面的确作出了长期努力并且具有很大优势。中国对沿线国家出口商品中的隐含碳排放大大超过日本,单位出口中的隐含碳高是一个主要的原因,其影响程度甚至超过了贸易规模因素。在几乎全部行业中,中国隐含碳密集度都高于日本,越是密集使用能源的行业,差距就越大。从这一角度来说,应借鉴日本低碳产业发展方面的经验,积极探索节能减排技术的发展和 innovation,这不仅有利于缓解我国国内环境压力,还可以在推进“一带一路”倡议的同时,使周边地区受益,实现共赢效果。

#### 参考文献:

- [1] UNFCCC. Report of the Conference of the Parties on Its Twenty – first Session , Held in Paris from 30 November to 13 December 2015 [R/OL]. ( 2016 – 01 – 29) [2016 – 12 – 28]. <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a03.pdf>.
- [2] WYCKOFF A , ROOP J. The Embodiment of Carbon in Imports of Manufactured Products: Implications for International Agreements on Greenhouse Gas Emissions [J]. *Energy Policy* , 1994 , 22( 3) : 187 – 194.
- [3] AHMAD N , WYCKOFF A. Carbon Dioxide Emissions Embodied in International Trade of Goods [R/OL]. ( 2003 – 11 – 03) [2016 – 08 – 12]. [http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/carbon-dioxide-emissions-embodied-in-international-trade-of-goods\\_421482436815](http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/carbon-dioxide-emissions-embodied-in-international-trade-of-goods_421482436815).
- [4] LENZEN M , PADE L , MUNKSGAARD J. CO<sub>2</sub> Multipliers in Multi – region Input – Output Models [J]. *Economic Systems Research* , 2004 , 16( 4) : 391 – 412.
- [5] SHUI B , HARRISS R. The Role of CO<sub>2</sub> Embodiment in US – China Trade [J]. *Energy Policy* , 2006 , 34( 18) : 4063 – 4068.
- [6] PAN J , PHILLIPS J , CHEN Y. China’s Balance of Emissions Embodied in Trade: Approaches to Measurement and Allocating International Responsibility [J]. *Oxford Review of Economic Policy* , 2008 , 24( 2) : 354 – 376.
- [7] LI H , QI Y. Carbon Embodied in International Trade of China and Its Emission Responsibility [J]. *Chinese Journal of Population , Resources and Environment* , 2010 , 8( 2) : 24 – 31.
- [8] LIN B , SUN C. Evaluating Carbon Dioxide Emissions in International Trade of China [J]. *Energy Policy* , 2010 , 38( 1) : 613 – 621.
- [9] LIU L , MA X. CO<sub>2</sub> Embodied in China’s Foreign Trade 2007 with Discussion for Global Climate Policy [J]. *Procedia Environmental Sciences* , 2011( 5) : 105 – 113.
- [10] DUAN Y , YANG C , ZHU K. Impact of Sino – Japan Trade on Energy Use and CO<sub>2</sub> Emission—Application of Sino – Japan International Input – Output Table [R/OL]. ( 2012 – 06 – 24) [2016 – 08 – 12]. [http://iioa.org/conferences/20th/papers/files/916\\_20120427051\\_EmbodiedEnergyandCO2EmissioninChina-JapanTrade-425.pdf](http://iioa.org/conferences/20th/papers/files/916_20120427051_EmbodiedEnergyandCO2EmissioninChina-JapanTrade-425.pdf).
- [11] 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( 1) : 168 – 182.
- [12] PETERS G , HERTWICH E. CO<sub>2</sub> Embodied in International Trade with Implications for Global Climate Policy [J]. *Environmental Science & Technology* , 2008 , 42( 5) : 1401 – 1407.
- [13] DAVIS S , CALDEIRA K. Consumption – Based Accounting of CO<sub>2</sub> Emissions [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences* , 2010 , 107( 12) : 5687 – 5692.
- [14] RUTHERFORD T. Climate – Linked Tariffs: Practical Issues [R/OL]. ( 2010 – 06 – 11) [2016 – 08 – 12]. [https://www.wto.org/english/res\\_e/reser\\_e/climate\\_jun10\\_e/background\\_paper4\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/reser_e/climate_jun10_e/background_paper4_e.pdf).
- [15] BÖHRINGER C , CARBONE J , RUTHERFORD T. Embodied Carbon Tariffs [R/OL]. ( 2013 – 08 – 01)

- [2016-08-12]. <http://econ.ucalgary.ca/sites/econ.ucalgary.ca/manageprofile/files/unitis/publications/1-4661157/CarboneBohringerRutherfordAug13.pdf>.
- [16] ANG B W , LIU F L , CHEW E P. Perfect Decomposition Techniques in Energy and Environmental Analysis [J]. Energy Policy , 2003 , 31( 14) : 1561 - 1566.
- [17] ANG B W. Decomposition Analysis for Policymaking in Energy: Which is the Preferred Method? [J]. Energy Policy , 2004 , 32( 9) : 1131 - 1139.
- [18] ANG B W , LIU N. Handling Zero Values in the Logarithmic Mean Divisia Index Decomposition Approach [J]. Energy Policy , 2007 , 35( 1) : 238 - 246.
- [19] 杨伯江 ,刘 瑞 ,等. “一带一路”推进过程中的日本因素 [M]. 北京: 中国社会科学出版社 ,2016: 2.

责任编辑 张天舒

## The Embodied Carbon in Trade of China and Japan with Countries along the Belt and Road and Their Determinants

LI Qingru

( Institute of Japanese Studies ,Chinese Academy of Social Sciences ,Beijing ,100007 ,China)

**Abstract:** Based on GTAP 9 database and multiregional input - output model , this paper calculates the amount of embodied carbon in trade of China and Japan with countries along the Belt and Road. Results shows that there are great differences between China and Japan in terms of scale , balance , regional and industry structure of embodied carbon in trade. China's embodied carbon in exports higher than imports , which means China's production - based carbon emissions higher than consumption - based carbon emissions. On the contrary , Japan's embodied carbon in imports is higher than exports , which means Japan's consumption - based carbon emissions higher than production - based carbon emissions. Most countries along the Belt and Road are the consumers of carbon emissions which China produces in domestic , and the producers of carbon emissions which Japan consumes in domestic. The trade volume , carbon intensity and trade structure are the main determinants to the embodied carbon in trade of China and Japan with countries along the Belt and Road.

**Key Words:** Belt and Road Initiative , embodied carbon in trade , MRIO model , Japan , China