

进出口贸易对中国隐含碳排放量的影响: 2000—2009 年

——基于国内消费视角的单区域投入产出模型分析

马述忠 陈 颖

内容提要: 每年大量的“中国制造”不断出口到发达国家, 这些出口产品背后的隐含碳排放问题不容忽视。与已有文献主要利用美国、日本等国的数据间接获得中国碳排放率不同, 本文通过直接计算中国 2002、2005 和 2007 年分产业部门的碳排放率, 再以国内消费活动为标准利用单区域投入产出模型估算中国 2000—2009 年的隐含碳排放量, 分析贸易碳排放净差不断增加的原因。实证结果表明, 中国国内消费的碳排放总量将比国际公布的数据有所减少。中国在 2000—2009 年间保持贸易碳排放顺差, 出口的高增长快速拉动了中国碳排放总量的增加。各国应当共同改善现行的碳排放量测算体制, 同时中国也要鼓励低碳产品和技术贸易。

关键词: 隐含碳排放量 国内消费 单区域投入产出模型 贸易碳排放净差

作者简介: 马述忠, 浙江大学国际商务研究所执行所长、博士、教授、博士生导师, 310027;

陈 颖, 浙江大学经济学院硕士研究生, 310027。

中图分类号: F113.3; F752 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-8102(2010)12-0082-08

一、引言

作为全球经济发展主要推动器之一的中国经历了一个超过 30 年的高速发展期, 然而, 越来越多的数据显示这背后是以生态环境日益恶化为代价的。荷兰环境评估机构在 2007 年 6 月发布的数据认为, 中国在 2006 年已经超过美国成为全球温室气体第一排放大国, 其碳排放量比美国高 8%。然而, 中国碳排放量的高速增长, 除了受自身经济相对较高的碳排放强度影响外, 还与蓬勃发展的进出口贸易和巨额的贸易顺差有关。在 2008 年以 25616.3 亿美元的贸易总额一举超过德国成为世界第二贸易大国后, 中国在 2009 年更是成为了世界第一出口大国。但与此同时, 出口到发达国家的“中国制造”大多属于劳动密集型和能源密集型产品, 这些出口产品背后的隐含碳排放量 (Embodied Carbon Emissions) 对中国碳排放总量的迅猛增加产生了不可忽视的影响。所谓隐含碳排放量, 是指某种产品从原材料采集到组装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碳排放量。在国际贸易视角下, 还包括全球供应链中的其他环节如国际运输、加工制造等间接排放的 CO₂ (Peters 和 Hertwich, 2008)。

伴随全球贸易的深入发展, 一国的碳足迹将超越本国的边界而遍布世界, 首当其冲的是其贸易伙伴国。虽然《京都议定书》为发达国家提供了一种减排温室气体的灵活机制, 但越来越多的学者对其有效性提出了质疑。由于现有对碳排放量的测算主要以一国境内生产的排放量为基础, 发达国家可以通过向国外转移生产或进口替代等途径回避清洁发展机制 (CDM) 和自身的减排义务, 甚至推至发展中国家, 最终导致了碳泄漏现象 (Carbon Leakage)。这种矛盾的存在, 使得寻求一种更

公平的测算体制显得愈加迫切,如今不少学者(Ahmad和Wyckoff, 2003; Peters和Hertwich, 2008; Pan和Philips, 2008)提议以国内消费为基础重新测算现行各国的碳排放量。在以国内生产为基础的测算体制下,一国碳排放量是指一个国家或地区的所有常住单位在一定时期内(通常为一年)生产和提供最终产品和劳务时所排放的碳总量,其生产活动范围的界定借鉴了联合国关于GDP的定义,即:生产=所有常住单位的生产活动。而在以国内消费为基础的测算体制下,一国碳排放量是在国内生产基础上对进出口贸易的碳排放量进行调整(Ahmad和Wyckoff, 2003; Peters和Hertwich, 2008),即:消费=生产-出口+进口。

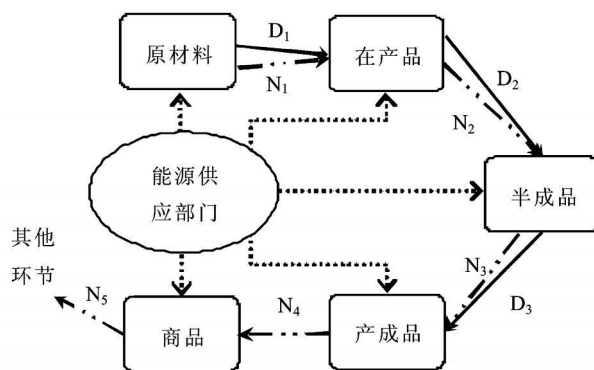


图1 隐含碳排放的归属

图1简单地列示了产品隐含碳排放在各生产环节的构成,其中D和N分别表示直接和间接碳排放。由于国际贸易的存在,产品的生产与消费会发生分离。假设Q国负责生产半成品,P国通过进口半成品加工成为商品后供国内消费。在现行测算体制下,Q国和P国的碳排放分别为 $(D_1 + D_2 + N_1 + N_2)$ 和 $(D_3 + D_4 + N_3 + N_4 + N_5)$,但如果换成国内消费标准,P国应当负责所消费产品的全部碳排放 $(D + N)$ 。从理论上讲,后者的优势首先在于,可以突破地理范围的限制,解决碳捕获和存储(Carbon Capture and Storage)以及国际运输活动所产生的CO₂的归属国等问题。其次,更能克服碳泄漏现象,减轻广大发展中国家对减排承诺的负担,同时能够鼓励各国培育和发挥环境比较优势。

如果采用以国内消费为基础的碳排放量测算体制,那就意味着一国出口产品供别国消费时,该产品所隐含的碳排放量应纳入进口国,而不是现行体制规定的出口国,这对外贸依存度较高的发展中国家而言尤为重要,比如中国。关于国际贸易中隐含碳排放量的研究,目前尚不存在一套精确且权威的测算公式,再加上数据缺乏的限制,大部分的实证分析停留在估算的层面,并且不同文献得到的结果也存在差异。最常用的分析模型是投入产出模型(Input-Output Model),该模型从涉及区域范围的广度分为单区域投入产出模型(Single-Region Input-Output Model, SRIO Model)和多区域投入产出模型(Multi-Region Input-Output Model, MRIO Model)。与SRIO模型相比,MRIO模型需要全球各国或多国的综合投入产出分析表而非一国的投入产出分析表,实际操作比较困难。不少学者因其研究的目的在于评估贸易和环境政策对一国碳排放量的影响,因而多为选择SRIO模型。

Sánchez-Chóli和Duarte(2004)最早采用SRIO模型和进口与国内排放相似假设(Emissions Avoided by Imported, EAI)^①比较系统地分析了西班牙贸易中包括再出口产品在内的隐含碳排放问题。Chen(2008)结合中国2002年投入产出表计算净出口产品的隐含能源,再根据不同能源的单位碳强度获得相应的碳排放量。Pan和Philips(2008)则在计算的基础上分析了形成中国2001-2006年贸易碳排放净差(Balance of Embodied Emissions in Trade, BEET)的原因,数据的估算同样基于2002年投入产出表的数据。Weber和Peters(2008)研究的焦点集中在出口产品中大量的隐含碳排放对中国出口目的国的影响,数据采集于GTAP数据库。Lin和Sun(2010)则具体到

① EAI假设意味着在计算进出口产品的隐含碳排放量时,进口产品的碳排放率与国内生产的产品(包括出口产品)的碳排放率相同,进而以后者替代前者,简化了SRIO模型的计算,尽管实际上两者并不相同。

各产业部门, 计算了 2005 年中国进出口产品的隐含碳排放量, 并讨论电力、水泥的生产以及焦炭的使用等因素的影响。根据 Yan 和 Yang(2010) 的实证结果, 如果按照美国的碳排放率水平, 1997–2007 年间中国累计 BEET 为 11.32 亿吨 CO₂, 其中出口产品的碳排放量占国内生产的 10.03% ~ 26.54%。

除了立足于一国经济活动外, 还有不少学者使用 SRIO 模型研究两国贸易与碳排放量的关系。Shui 和 Harriss(2006) 发现中国对美出口的隐含碳排放量占国内总量的 7% ~ 14%, 有关中国的碳排放率是利用美国卡耐基—梅隆大学的 EIO-LCA 软件根据两国汇率、CPI 指数的差异调整美国的数据间接获得的。Liu 和 Ishikawa(2010) 在日本产业排放数据的基础上讨论中日贸易对两国的碳排放总量的影响。他们的实证结果表明, 与“无贸易”假设环境相比, 双边贸易有利于减少两国碳排放量, 但是同时存在日本通过贸易向中国转移部分碳排放的现象。

总的来看, 上述研究有一定的局限性, 主要表现在中国碳排放率的采集过多依赖美国、日本等技术先进国家的数据, 以 2002 年的投入产出表估算年份相隔较远的碳排放量, 只有为数不多的学者对 BEET 进行较为具体的分析。本文通过直接计算中国 2002、2005 和 2007 共 3 年 15 个产业部门的碳排放率, 再按照以国内消费为基础的测算标准采用 SRIO 模型估算中国 2000–2009 年的隐含碳排放量, 以进一步分析 BEET 不断增加的原因。全球减排将进入“后《京都议定书》时代”, 低碳经济和低碳生活已成为拯救地球的必由之路。了解中国对外贸易的隐含碳排放情况, 对于中国优化进出口产品以及国内产业结构, 发展低碳经济, 应对未来国际气候谈判和争取更多碳排放权都具有重要的现实意义。

二、模型与数据说明

(一) 单区域投入产出模型

投入产出模型由美国经济学家里昂惕夫(Wassily Leontief)于 1936 年创建, 该模型假设在无贸易环境下一国国内包含 n 个产业, 投入产出的关系可以表示为

$$X = AX + Y \quad (1)$$

其中, X 、 AX 和 Y 分别表示总的产出、中间使用和最终使用。 A 是一个反映技术水平的投入产出系数矩阵, 它的元素表示每生产 1 单位 j 产业部门的总产出 X_j 所直接需要的 i 产业部门的投入量。那么 X 可以表示为 $(I - A)^{-1}Y$, 其中 $(I - A)^{-1}$ 被称为里昂惕夫逆矩阵。在计算碳排放量时需要引入一个包括各产业部门直接碳排放率的行向量 D , 那么一国国内各生产部门的隐含碳排放总量(Embodied Emissions from Domestic Production, EDP)可以表示为 DX 或 $D(I - A)^{-1}Y$ 。用行向量 F 替代 $D(I - A)^{-1}$, 其元素 F_j 表示每生产 1 单位 j 产业部门的最终使用 Y_j 的隐含碳排放率。

传统的投入产出模型并没有考虑贸易的影响, 因而需要调整。在改进模型的过程中, 与已有文献相比, 本文在加入进出口贸易的影响因素时, 逐步调整投入产出模型的变量, 更加注重分析模型扩展的经济学含义和突出贸易隐含碳排放量的计算方法。

首先, 在只考虑出口因素时, 国内最终使用 Y 将一部分用于出口 E^x , 国内消费剩余产品 Y^d , 那么 EDP 可以分解为国内消费隐含碳排放量(Embodied Emissions from Domestic Consumption, EDC)和出口隐含碳排放量(Embodied Emissions within Export Products, EEX):

$$EDP = D(I - A)^{-1}(Y^d + E^x) = FY^d + FE^x = EDC + EEX \quad (2)$$

其次, 一国也需要从其他国家进口供国内生产和消费, 用于表示一国国内市场的总供给修正为 $X + I^m - E^x$ 。在计算进口隐含碳排放量(Emissions Embodied within Import Products, EIM)时应采用其他国家的碳排放率, 但由于不同国家的碳排放率数据较难获得, 且 SRIO 模型采用了 EAI

假设,因而本文换用国内生产的隐含碳排放率 F ,那么 EIM 可以表示为 FI^m 。

再次,根据投入产出模型原理,作为投入部分的进口品 I^m 在进入国内生产环节前可以分解为中间使用品 $A^m X$ 和最终使用品 Y^m ,其中 A^m 是进口的投入产出系数矩阵。为简化计算,投入产出模型假设构成最终使用 Y 的各个部门使用相同比例的进口产品(Weber 和 Peters, 2008; Lin 和 Sun, 2010)。

最后,进口的中间使用品加工成为最终使用品的部分,除用于国内消费 $A^m(I-A)^{-1}Y^d$ 外,剩余部分 $A^m(I-A)^{-1}E^x$ 则再出口,后者作为一种加工贸易的形式广泛存在于发展中国家。对于再出口品部分,其隐含碳排放量(Emissions Embodied within Re-export Products, EER)表示为 $FA^m(I-A)^{-1}E^x$ 。用行向量 F^m 替代 $FA^m(I-A)^{-1}$,其元素 F_j^m 表示每生产 1 单位的 j 产业部门最终使用 Y_j 需要的进口中间品所产生的隐含碳排放量。那么 EEX 和 EDC 的最终形式为

$$EEX = EEX' + EER = FE^x + FA^m(I-A)^{-1}E^x = FE^x + F^m E^x \quad (3)$$

$$EDC = EDP - EEX + EIM = FY^d - F^m E^x + F^m \quad (4)$$

(二) 贸易碳排放净差(BEET)的分解

一国出口与进口的贸易额及其所产生的隐含碳排放量通常是不一致的,其结果是形成了贸易碳排放净差(BEET),这也是 EDP 与 EDC 之间存在着差异的重要原因。BEET 的正或负,意味着一国出口的隐含碳排放量比进口的多或少,或者是国内消费的隐含碳排放量比国内生产的少或多。考虑到只有为数不多的学者对 BEET 进行较为具体的分析,且估算的数据基础相对薄弱,本文借助因素分解法和三年的投入产出表,更直观地计算不同因素对 BEET 差异的贡献程度。这里,

$$EEX_j = (F_j + F_j^m) E_j^x = F_j^z E_j^x = F^z \cdot \frac{F_j^z}{F^z} \cdot \frac{E_j^x}{E^x} = F^z \cdot \frac{F_j^z E_j^x}{F^z E^x} \cdot E^x = F^z \cdot C_j^e \cdot S^e \quad (5)$$

其中, F^z 可反映一国出口部门的技术水平, C_j^e 代表的是 j 产业部门出口占总出口的比重,反映了一国 j 产业部门出口品的碳强度高, S^e 代表的是一国出口的规模。分解的结果表明 EEX 的变化 (ΔEEX) 可以看作是技术、结构和规模三因素变化的总和。同样地, EIM 也可以进行上述分解。

作为 EEX 与 EIM 的差额, BEET 的正负由以下 3 个效应的差异所决定: (1) 技术效应: 不同国家通过提升技术水平以降低自身碳排放率的能力有所差异。BEET 的上升体现了一国产品的进口国在减排方面比该国进步更大。(2) 结构效应: 如果一国出口产品的生产向碳排放强度高的产业部门转移,而进口产品保持相对稳定的碳排放强度,那么 BEET 会增加。伴随着贸易活动的进行,这种差异越来越明显。同时,相对优势理论也说明一国经济有可能继续向这些高碳产业集中,当一国技术水平比进口国低且保持贸易顺差时,正的 BEET 将会继续扩大。(3) 规模效应: 如果一国出口比进口增长更快且总量不断增加, BEET 也会上升,反映了 BEET 与一国贸易总量以及顺差规模有关。虽然贸易顺差与 BEET 出现正的情况并不总是一致,但是大量的贸易顺差更有可能导致正的 BEET。

(三) 碳排放率的计算

与已有文献主要利用美国、日本等国的数据间接获得中国碳排放率不同,本文结合中国投入产出表和能源统计数据,直接计算中国 2002、2005 和 2007 共 3 年 15 个产业部门的直接碳排放率和隐含碳排放率。为了统一产业部门类别,且本文的研究主要集中在总量层面,故按照统计年鉴的标准汇总为表 1 的 15 个产业部门。根据《中国能源统计年鉴 2008》和中国温室气体排放清单编制方法采用的每吨标准煤排放 2 277 吨 CO_2 等数据,本文得到 2002、2005 和 2007 年的分产业直接碳排放量,其与产出 X 的比值可以作为各产业的直接碳排放率 D ,进而算出隐含碳排放率 F 。

由于数据可得性的限制,不少学者需要估算年份相隔较远的碳排放量。为了加强实证的说服力,本文根据 3 年的投入产出表估算近十年的隐含碳排放量。在相邻年份技术水平不变的假设下,

由于受经济总量、物价水平、贸易总量等变化的影响,不同年份的碳排放量会有所差异,本文以2002、2005和2007为基准,利用GDP、CPI指数以及进出口的变化率调整算得其他相邻年份的隐含碳排放量。

表 12002、2005、2007 年的碳排放率单位: kg/ 元

年 份 产业部门	2002		2005		2007	
	D	F	D	F	D	F
农业	0 0527	0 1765	0 0462	0 1495	0 0384	0 1256
采掘业	0 2391	0 4182	0 1526	0 3440	0 1097	0 2748
食品制造业	0 0568	0 2230	0 0381	0 1835	0 0265	0 1533
纺织、缝纫及皮革产品制造业	0 0535	0 2812	0 0474	0 2526	0 0382	0 2226
其他制造业	0 0718	0 2998	0 0614	0 2834	0 0386	0 2216
炼焦、煤气及石油加工业	0 2888	0 6351	0 2131	0 5076	0 1416	0 3742
化学工业	0 2009	0 5367	0 1576	0 4449	0 1207	0 3891
建筑材料及其他非金属矿物制品业	0 4262	0 7298	0 2819	0 5657	0 2032	0 4492
金属产品制造业	0 2734	0 6735	0 2517	0 6153	0 1771	0 4783
机械设备制造业	0 0282	0 3441	0 0204	0 3193	0 0160	0 2752
电力、热力及水的生产和供应业	0 3318	0 5306	0 1937	0 3090	0 1344	0 3580
建筑业	0 0206	0 3705	0 0182	0 7054	0 0146	0 3010
运输邮电业	0 1741	0 3857	0 1080	0 3036	0 1449	0 3018
批发零售贸易、住宿和餐饮业	0 0330	0 1767	0 0336	0 1695	0 0311	0 1301
金融保险业、房地产业、租赁和 商务服务业、其他服务业	0 0981	0 2432	0 0923	0 2532	0 0715	0 1812

资料来源:《中国地区投入产出表 2002》、《2005 年投入产出基本流量表》、《中国投入产出表 2007》和《中国能源统计年鉴 2008》。

$$BEET_t = EEX_t - EIM_t = EEX_{t_0} \cdot \frac{EX_t}{EX_{t_0}} \cdot \frac{CPI_{t_0}}{CPI_t} - EIM_{t_0} \times \frac{IM_t}{IM_{t_0}} \cdot \frac{CPI_{t_0}}{CPI_t} \tag{6}$$

$$EDC_t = EDP_t - EEX_t + EIM_t = EDP_{t_0} \cdot \frac{GDP_t}{GDP_{t_0}} \cdot \frac{CPI_{t_0}}{CPI_t} - BEET_t \tag{7}$$

(t₀ = 2002, 2005, 2007; t = 2000, 2001, 2003, 2004, 2006, 2008, 2009)

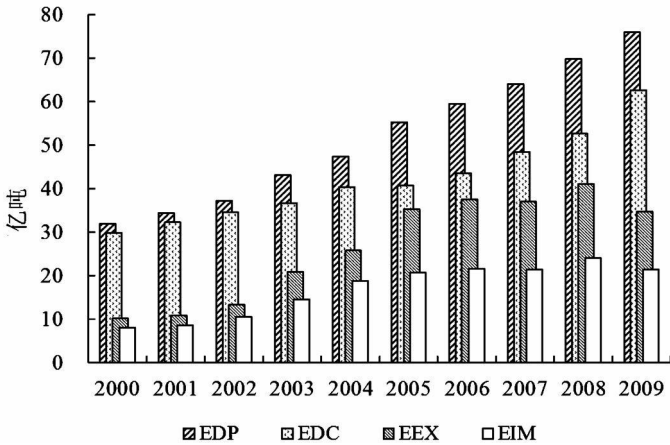


图 2 中国 2000- 2009 年国内生产、消费与贸易的隐含碳排放量

三、实证结果及分析

(一) 贸易碳排放顺差与中国碳排放责任被夸大

测算结果(图 2)表明,各年 EEX 均比 EIM 多,其中 2000- 2002 年超过的比例平均在 20% 左右,2005- 2008 年则高达 40% 以上。2008 年中国的 BEET 达到最高值 17.18 亿吨,2009 年受全球贸易形势严峻的影响, BEET 有所下滑。正的 BEET 表明中国在 2000- 2009 年间保持贸易碳排放顺差,中国的生产者在中国境内为进口国承担了不少的碳排放。事实上,中国能源消耗和碳排放的快速增长,

不仅是国内投资和消费需求膨胀的结果,也是发达国家对发展中国家生产的廉价商品的强烈需求所引起的出口迅速增加所致。如果没有这种需求,中国经济可能不会如此快速发展,其排放量增长也会相对缓慢,“碳出口”逐渐增加这个问题应该引起中国的高度重视。

表 2
 三种不同来源的中国 EDP 比较

与此同时,中国 EDP 和 EDC 均呈直线上升,其中 2009 年 75.94 亿吨的碳排放总量是 2000 年的 2 倍多。由表 2 可以看出,与能源统计年鉴和 IEA 的数据相比,模型对中国 2002、2005 和 2007 年 EDP 的估计值相当,表明估算方法有一定的合理性。而如果以国内消费活动为标准,中国的碳排放量(EDC)降幅分别为 7.35%、26.33%和 24.45%。也就是说,在以国内消费为基础的测算体制下,中国的隐含碳排放量会比国际公布的数据有所减少,现行的测算体制夸大了中国的碳排放责任,EDP 与 EDC 的差额正是由于中国进出口贸易的碳排放顺差所引起。虽然中国是全球温室气体第一排放大国,但中国不是惟一的受益者,每年大量的“中国制造”出口为国外消费者所使用,间接地使国外避免了部分碳排放,中国出口产品消费者对 中国境内碳排放的高增长负有部分责任。

年份 EDP	2002	2005	2007
模型估计	37.23	55.22	64.09
统计年鉴测算	34.56	51.16	60.47
IEA	37.25	56.23	60.78

(二) 贸易规模的扩大导致中国 BEET 的增加

根据模型的估计,2005–2008 年中国保持了 14.53 亿~17.18 亿吨的 BEET(图 3),约占当年 EDP 的 1/4(图 4)。本文利用因素分解法分别对 2002 与 2005 年、2005 与 2007 年的 BEET 进行了比较(见表 3)。由于 EAI 假设下并不涉及进口国的碳排放率,有关技术效应的分解结果显示的是中国在降低自身碳排放率的能力变化。如果按照 2005 年的技术水平折算,2002 年的贸易碳排放情况并没有得到明显改善。而 2005 与 2007 年的比较结果则显示,中国 2007 年的总体碳排放强度有所下降,原因在于换用 2007 年的碳排放率后,2005 年 EEX 的降幅比 EIM 更大,进而形成负的 BEET。这间接说明了发展低碳经济并不是要彻底淘汰传统的高碳产业部门,而是要通过技术创新减少碳排放量促进这些产业的升级换代。此外,从结构效应的角度来看,EEX、EIM 和 BEET 的差异并不大,反映了中国进出口产品在各产业部门的分布比例变化不大,没有明显向碳排放强度高或低的产业部门转移。因素分解法的结果还显示,进出口规模的变化对正的 BEET 形成产生最显著的影响。以 2002 与 2005 年比较结果为例,中国 2005 年进出口总额是 2002 年的 2 倍多,贸易顺差也从 304 亿美元增长至 1020 亿美元,由规模效应引起的 BEET 高达 8 亿吨,占总差异的 67.8%。进出口贸易总量和顺差规模的扩大是推动中国 BEET 不断增加的最主要原因。

表 3
 2002 与 2005 年、2005 与 2007 年中国进出口贸易隐含碳排放比较结果

单位:亿吨、%

	EEX	EIM	BEET	占总 差异比		EEX	EIM	BEET	占总 差异比
2002 年	13.33	10.59	2.74		2005 年	35.25	20.71	14.54	
F ₂₀₀₅ 基准	15.44	9.50	5.93		F ₂₀₀₇ 基准	25.96	17.34	8.63	
C ₂₀₀₅ 基准	15.92	9.39	6.53		C ₂₀₀₇ 基准	26.58	17.18	9.40	
S ₂₀₀₅ 基准	35.25	20.71	14.54		S ₂₀₀₇ 基准	37.08	21.41	15.67	
ΔT	2.11	-1.09	3.20	27.10	ΔT	-9.29	-3.37	-5.91	-523.01
ΔC	0.49	-0.11	0.60	5.08	ΔC	0.62	-0.15	0.77	68.14
ΔS	19.32	11.32	8.01	67.82	ΔS	10.50	4.23	6.27	554.87
总差异	21.92	10.12	11.80	100.00	总差异	1.83	0.70	1.13	100.00

注:利用因素分解法计算得出。

事实上,随着进出口总量和顺差规模的不断扩大,2000–2008 年 BEET 均呈上升趋势,其中

2005 年的升幅最大,后 3 年保持在高位运行。但进入 2009 年受全球金融危机的影响,中国的贸易形势恶化,伴随着 2009 年的进出口规模回落至 2007 年水平,且贸易顺差缩窄,BEET 也有所下降。虽然 2000- 2009 年中国贸易顺差与正的 BEET 走势并不总是一致(图 3),但是大量的贸易顺差更有可能导致正的 BEET,这反映了 BEET 的变化与一国的进出口规模,尤其是与贸易顺差相关。中国的贸易顺差之所以导致大量的碳排放是因为其出口产品基本属高能耗、高污染、高碳的资源型产品。

(三) 出口推动中国碳排放总量增加,进口使中国受益

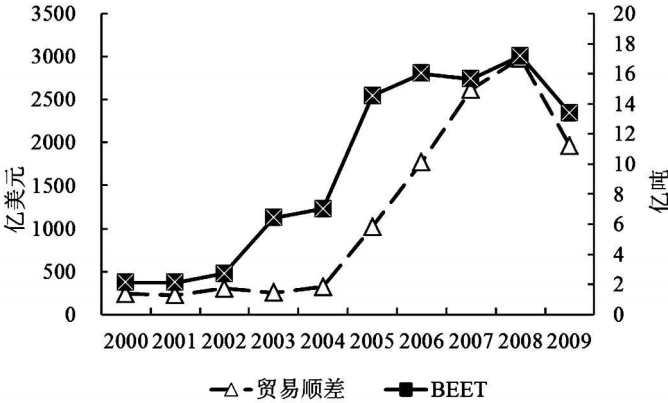


图 3 中国 2000- 2009 年贸易顺差与 BEET 走势

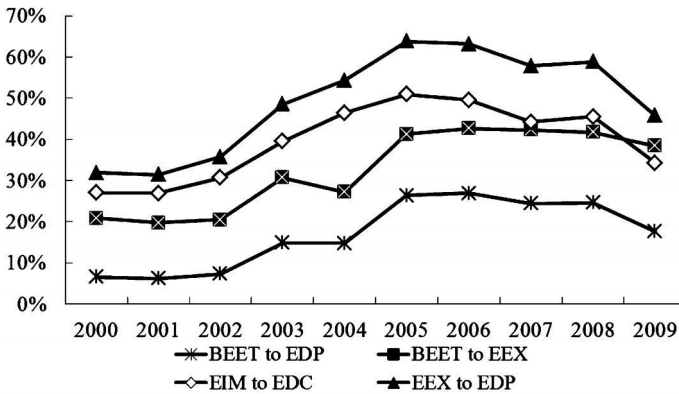


图 4 中国贸易活动的碳排放量占国内总量的比重

认,中国每年通过进口大量的中间使用品和最终使用品,一方面满足了生产经营活动的需要,另一方面也避免了在国内生产这些进口产品所排放的 CO₂ 量,一定程度上使中国受益。但如果比较中国 EEX 在 EDP 的占比与 EIM 在 EDC 的占比(图 4),前者要比后者高得多,这表明相对于通过进口受益而言,庞大的出口量反而使中国承受更大的减排压力。

四、结论及政策建议

实证分析的结果表明,2000- 2009 年间中国 EEX 均比 EIM 多,从而导致了 BEET 均为正数,其中通过因素分解法可以看到, BEET 的变化受一国的进出口总量和贸易顺差规模的影响最大。

中国 EEX 占 EDP 的比例达 30% ~ 60% (图 4), 其中 2005 年最高, 为 63.83%。长期以来, 重化工业、制造业等部门是中国主要的出口产品生产部门, 这些部门碳排放强度较高(表 1), 随着大量“中国制造”走向世界, 这些产品生产和加工的碳排放总量中占有很大份额, 从而一定程度拉动了中国碳排放总量的增加。中国出口总量不断攀升且比进口增长得更快, 一方面推动着中国国内生产活动的继续扩张, 由国际机构公布的国内生产碳排放总量呈直线上升的趋势, 另一方面 EEX 与 EIM 的差距不断扩大, 使得国内消费所产生的 CO₂ 少于实际公布的量。如何适当调整贸易结构, 控制高排放强度的产品出口, 同时有效增加低排放强度部门的出口量, 成为中国在低碳经济时代实现节能减排、进一步发展对外贸易面临的最迫切任务之一。

从进口的角度看, 如果按中国的碳排放水平, 2002、2005 和 2007 年中国的 EIM 约占中国 EDC 的 30.71%、50.91% 和 44.22%。EAI 假设下 EIM 在 EDC 中较高的占比, 与目前中国的贸易方式以加工贸易为主有关。不可否

正的 BEET 反映了中国在 2000–2009 年间保持贸易碳排放顺差, 随着中国净出口的增加, 国外消费者消耗了大量来自中国的隐含碳排放, 出口的快速增长对中国碳排放总量的增加产生了重要影响。并且, 相对于通过进口受益而言, 庞大的出口量反而使中国承受更大的减排压力。

如果以国内消费为基础测算, 中国的隐含碳排放量会比公布的数据有所减少, 表明现行的测算体制有所夸大中国的碳排放责任。如果每个国家都将排放关注的焦点仅限于国家边界以内, 结论难免是片面的。虽然中国是全球温室气体第一排放大国, 但许多产品的最终消费并不在国内, 而在出口产品的各个消费国。现行的碳排放测算体制以国内生产为基础, 对广大发展中国家而言存在一定的不合理性。随着全球气候变暖问题日益严峻, 各个国家尤其是发达国家应对其消费的产品生产所排放的温室气体负责。各国应当加强合作, 共同改善现行的碳排放量测算体制, 为后京都议定书时代建立国际排放新秩序, 避免碳泄漏现象, 以在发达国家和发展中国家之间更公平合理地分配温室气体排放的责任。

此外, 为应对进出口产品的隐含碳排放的影响, 中国要适当调整贸易结构, 鼓励低碳产品贸易、低碳技术贸易, 反对以减少温室气体排放为由而设置的各种“绿色壁垒”。中国经济由“高碳”向“低碳”转变的最大制约, 是整体科技水平落后、技术研发能力有限。无论是从国家还是企业的层面, 都必须加强以“低碳”为先导进行技术创新, 同时利用有效的机制, 引进发达国家“清洁”的生产技术和管理经验, 降低部门碳排放强度, 来实现工业部门的减排潜力。

主要参考文献:

- 1 Boqiang Lin, and Chuanwang Sun, Evaluating Carbon Dioxide Emissions in International Trade of China *Energy Policy*, Vol. 38, No. 1, January 2010, pp. 613–621.
- 2 C. L. Webber, and G. P. Peters, The Contribution of Chinese Exports to Climate Change *Energy Policy*, Vol. 36, No. 9, September 2008, pp. 3572–3577.
- 3 G. P. Peters, and E. G. Hertwich, Post-Kyoto Greenhouse Gas Inventories: Production versus Consumption. *Climate Change*, Vol. 86, No. 1–2, January 2008, pp. 51–66.
- 4 Jiahua Pan, and Jonathan Philips, China's Balance of Emissions Embodied in Trade: Approaches to Measurement and Allocating International Responsibility. *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 24, No. 2, February 2008, pp. 354–376.
- 5 Nadim Ahmad, and Andrew Wyckoff, Carbon Dioxide Emissions Embodied in International Trade of Goods. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, Vol. 15, 2003.
- 6 Xianbin Liu, and Masanobu Ishikawa, Analyses of CO₂ Emissions Embodied in Japan–China Trade *Energy Policy*, Vol. 38, No. 3, March 2010, pp. 1510–1518.
- 7 Ying Chen, Energy Embodied in Goods of International Trade in China: Calculation and Policy Implications. *Economic Research Journal*, Vol. 12, No. 7, July 2008, pp. 11–25.
- 8 Yunfeng Yan, and Laike Yang, China's Foreign Trade and Climate Change: A Case Study of CO₂ Emissions. *Energy Policy*, Vol. 38, No. 1, January 2010, pp. 350–356.

责任编辑: 原 宏

Analysis on Trade Frictions China Encountered in International Financial Crisis

Project Team (Institute of Finance and Trade Economic, CASS, 100836)

This paper analyzes trade frictions and trade remedies China encountered in International Financial Crisis as well as the causes from different angles. Then the paper investigates such trends of trade frictions as anti-dumping, technical barrier of trade, green barrier, carbon tax policy, RMB appreciation, intellectual property barrier and social responsibility barrier. Finally, the paper puts forward several countermeasures for China to cope with trade frictions.

Keywords: Trade Friction, Trade Remedy, International Financial Crisis, Carbon Tax

The Influence of International Trade to China's Embodied Carbon Emissions During 2000– 2009: Based on Consumption and SRIIO Model

MA Shuzhong, CHEN Ying (Zhejiang University, 310027)

The problem of CO₂ embodied in international trade has attracted increasing attention in China. In order to analyze the reasons, this paper first calculates emission factors directly, which covers 15 industries in 2002, 2005 and 2007. Then we adopt consumption-based system and SRIIO model to estimate China's embodied emissions during 2000– 2009. Our results show that China's emissions should be less than announced amounts if consumption-based system is adopted. The sharply growing exports play a leading role in the increase of total amounts of carbon emissions of China. Countries should strengthen their cooperation to improve current emissions estimating system. China also needs to encourage the trade of low-carbon products and technology.

Keywords: Embodied Carbon Emissions, Balance of Embodied Emissions in Trade, Single-Region Input-Output Model, Domestic Consumption

Capital Deepening, Productivity Promotion and CO₂ Emission in China

CHEN Shiyi, YAN Fashan & WU Ruochen (Fudan University, 200433)

Based on three-dimensions Decomposition (i. e. industries, provinces and energy types) of CO₂ emission in China from 1995 to 2007, this paper finds that it's necessary to transform from the capital-driven growth model, promote energy and capital productivity and adjust energy and industrial structures in order to reduce CO₂ emission.

Keywords: CO₂ Emission, Capital Deepening, Energy Productivity, Structural Adjustment

Independent Innovation Promotes the Growth of Service Industry: Mechanism, Effect and Implementation Path

LI Wenxiu, XIA Jiechang (Institute of Finance and Trade Economic, CASS, 100836)

Independent innovation can promote the growth of service industry. Based on analysis of internal mechanism, effect and realization path of that effect, this paper finds that independent innovation helps to promote service industry quantitatively by reducing operation costs of individual enterprise or even overall industry and realizing increasing returns by scale. On the other hand, it improves the quality of service industry directly by changes of the structure of three sectors and internal structure of service industry, or indirectly by the increase of relative returns of production factors and adjustment of demand and its structure. The paper finally puts forward the implementation path to promote service industry.

Keywords: Independent Innovation, Growth of Service, Internal Mechanism, Implementation Path