

中间品贸易隐含碳排放流向追溯及 多区域投入产出数据库对比

——基于 WIOD、Eora、EXIOBASE 数据的研究*

乔小勇 李泽怡 相楠

内容提要:本研究以国际社会关注的基于中间品贸易隐含碳排放问题为切入点,借鉴 Steen-Olsen 运用的产业部门公共分类系统,尝试对 WIOD、Eora、EXIOBASE 等权威的全球多区域投入产出数据库进行重新编制,通过建立环境扩展的多区域投入产出模型与隐含碳排放的测算,横向对比三个数据库的数据特征、分类特性、适用领域等,刻画全球碳排放的空间格局。庞大的数据量与地区和部门对应关系的处理是重新编制世界投入产出表过程的关键基础工作。研究发现:(1)EXIOBASE 数据测算结果相对准确,WIOD 结果偏低、Eora 偏高;(2)碳排放系数对数据库的整合反应较为敏感,整合部门的多少与整合效应是否显著并非呈正向相关关系;(3)重新编制 IO 表时,合并项中包含的内容越多,合并后的结果与原数据差别越大;(4)数据是否缺失、分类是否细化、统计口径是否一致是三个数据库核算差异的主要来源;(5)发达国家是碳排放大国,但目前国际上“南北碳转移”问题突出,发展中国家生产侧排放大于消费侧,发达国家相反。

关键词:多区域投入产出数据库 中间品贸易 隐含碳排放 全球价值链

作者简介:乔小勇,北京工业大学经济与管理学院副研究员,100124;

李泽怡,北京工业大学经济与管理学院硕士研究生,100124;

相楠,北京工业大学经济与管理学院讲师,100124。

中图分类号:F223,F742 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-8102(2018)01-0084-17

一、引言

以产品内分工为基础的中间投入品贸易已成为全球价值链分工体系的显著特征,其引发了国际经济贸易格局的颠覆式改变。经济学家对全球价值链的认识最早始于 20 世纪 60-70 年代对中间品贸易的理论与经验研究(程大中,2015)。中间品贸易的迅速发展与扩张,一方面强化了各国

* 基金项目:国家自然科学基金面上项目“基于全球价值链的政府贸易救济政策决策过程重构与评估方法研究”(71774008);2017 年市属高校高水平教师队伍支持计划青年拔尖项目“全球价值链背景下政府贸易救济决策过程重构与政策效果仿真模拟研究”(011000543117521);国家自然科学基金青年项目“华北工业城市经济转型与生态环境的耦合机理及优化路径研究”(41701635)。作者感谢匿名审稿人的意见。文责自负。

之间的经济联系,另一方面也使得商品在国际贸易流动中隐含的环境负荷(如碳排放)发生跨境转移。因此,随着全球价值链分工体系的重构与变革,中间品贸易隐含碳排放测算与责任的归属问题已成为近年来国际社会关注的重要环境政策问题。

选择正确的核算方式、追溯各部门间的环境联系是厘清产业间碳排放关系、明确各国碳排放责任、制定有效全球气候政策的重要基础。碳排放责任应归属于发生地还是最终消费地是现阶段国际上对碳责任分配的关注焦点,即责任的划分是应遵从生产者还是消费者原则。生产者原则的优点在于标准明确直接,这也是《美国清洁空气法案》、联合国气候变化框架(UNFCCC)和《京都议定书》等采用的国境内排放责任原则。即随着全球价值链催生的中间品贸易的兴起,最终品消费中隐含的碳排放责任分担问题,促使消费者责任应时而生。消费者原则认为由中间品贸易引发的碳排放对环境造成的压力是为了服务于最终消费产生的,因此生产过程中的碳排放责任应该由消费者承担。消费者原则的提出有助于正视在现有国际通用核算框架下“碳泄漏”的影响,为制定国际气候和碳排放协议提供了更公平合理的参考。

与此同时,随着全球价值链国际分工的兴起,无论是对一国出口增加值来源的测度,还是对全球价值链体系下碳排放责任的重新分配,都离不开对全球多区域投入产出数据的统计分析和量化支持。目前,国际上权威的全球多区域投入产出数据库有 WIOD、Eora、GTAP、EXIOBASE 和 AIIOT 等。数据是经济研究的细胞,其质量好坏直接决定了经验研究的活力(聂辉华等,2012)。选取恰当的研究切入点,对主流、权威全球投入产出数据库的数据特征、分类特性、适用领域进行分析与对比研究,将具有重要的实践意义和政策价值。本研究正是在全球价值链背景下,选取国际社会共同关注的政策聚焦点之一——中间品贸易隐含碳排放问题,对 WIOD、Eora、EXIOBASE 等数据库的特征、标准、覆盖范围与适用领域等进行对比研究,以期对相关专家学者提供研究借鉴,为相关政府部门提供科学的政策工具分析方法,也为隐含碳排放测算与碳排放责任分担提供更加可信的数据支持。

二、文献综述

全球价值链及其衍生的关键知识规律已成为当前研究国际经济与贸易领域科学问题的主流、前沿的分析方法,得到国内外学者的广泛关注和应用(尹伟华,2016)。国内外学者对全球价值链的已有研究多集中在增加值的创造与分配、参与全球价值链分工对国内就业和收入的影响上(Timmer 等,2013),随着对环境问题重视程度的提高,部分学者开始将全球价值链与环境政策结合起来,研究碳排放责任的重新分配等问题(Hoekstra 和 Wiedmann, 2014)。这些研究通常以多区域投入产出(MRIO)模型为基础,测量全球各国各部门的碳排放等情况,并以此为依据来追溯碳排放生命周期的过程,对碳排放责任的分配提出新的见解。

近年来,有关 MRIO 模型政策分析和评估效应的研究大量涌现(Owen 等,2014;Springmann, 2014;Wiedmann 和 Barrett, 2013)。国内学者运用 MRIO 模型,结合 WIOD 数据对世界主要发达国家、发展中国家的一般贸易和加工贸易隐含碳排放、增加值出口碳排放、生产和消费碳排放、碳溢出效应等做出了全面深入的系统分析(陈雯、李强,2014;蒋雪梅、刘轶芳,2013;潘安、魏龙,2015;彭水军等,2015;闫云凤、赵忠秀,2014)。同时,采用 SDA、LMDI 等方法对碳排放进行分解、碳排放责任分担的探索也成为研究的热点之一(彭水军等,2016;王文举、向其凤,2011;肖皓等,2015;徐盈之、郭进,2014)。可以发现,现阶段国内学者对全球投入产出的研究多基于 WIOD 数据。事实

上,目前国际上较权威的全球投入产出数据库有多个,然而由于不同数据库的编制初衷、适用范围及其地区与部门分类差异较大,使得直接对其进行对比是不可行的,因此有必要将各数据库整合到统一的分析框架下进行剖析归纳、横向比较,对提高研究质量和效率具有重要作用。

总体来讲,数据越微观、问题越细致,得出的研究结果越具有现实意义,提出的政策建议将更具针对性。但是越微观的数据,在数据库编制过程中将耗费更多的时间和成本,数据缺失的可能性也较高,运用数据分析时的处理过程也越复杂(Steen-Olsen 等,2014)。整合度较高的数据库不仅可以为编制者带来方便,也会给学者节省时间和精力。更重要的是,对多数研究来说,数据搜集并不是越细越好,一方面因为数据可获得性不高,另一方面在于由此分析得出的模型结果很难具有普适性。而且,对于投入产出表而言,分类越细致,对编制过程中原始数据的精准度要求就越高。例如,企业层面对产品划分的种类是模糊的,若为统计方便而将某些产品根据相似度进行强制性归类,这样反而会影响投入产出表的精准度,违背编制微观产品表的初衷。因此,若整合度较高的投入产出数据能够正确反映整合前数据之间的定性和定量关系,那么使用整合后的数据不失为一种高可行性的选择。

基于此,本文将研究国家-部门整合后环境乘数因子的变化对投入产出核算结果的影响,选题的依据主要有以下两点。首先,虽然对投入产出表进行整合的工作已经被研究过,但大多数学者是从理论上进行推导说明的,或者是对小规模投入产出表进行整合,且在现有研究中,多数是对经济现象或是足迹进行探究的(Karaska, 1968; Katz 和 Burford, 1981; Miller 和 Shao, 1990),从计算足迹乘数因子视角予以剖析的研究并不多见。本文将在乘数因子层面展开研究,这样可以从更微观的切入点理解和探究整合过程对多区域投入产出核算结果的影响。第二,单纯从经济角度对投入产出表地区和部门整合的研究发现,乘数因子对投入产出数据的影响并不明显,但对环境扩展账户的研究发现,部门整合对环境足迹类研究具有显著影响。另一方面,虽然在国际投入产出协会相关的研究(Lenzen 等, 2013; Owen 等, 2014; Steen-Olsen 等, 2014)中对计算乘数因子的研究已形成体系,但是由于研究数据更新时间的限制,并没有对各数据库公布的最新数据进行同年份横向对比。综上所述,基于数据的可获得性以及投入产出数据和环境账户的一致性,本研究选取 WIOD、Eora 和 EXIOBASE 三个数据库进行地区和部门的整合,对比整合前后碳排放系数对碳排放量的影响方向及影响程度,并从消费者责任视角运用整合后的数据计算国家部门的碳排放情况。

相对于已有研究,本文的主要贡献有以下三点:第一,目前国内外学者多基于 WIOD 对相关贸易、环境等问题等展开研究,但是,国际权威的全球投入产出数据库有多个,且具备不同的编制背景和数据特征。本文是国内首次将多个全球投入产出数据库进行系统性比较的研究,旨在为相关学者有针对性地使用与自身研究目的匹配度更高的数据库提供参考,同时丰富研究的数据来源。第二,为增强多个数据库横向对比的可行性,作者引入国际主流研究中关于产业部门分类的公共分类系统方法,对 WIOD、Eora 和 EXIOBASE 进行重新编制,并将其地区和部门分类归至统一的标准框架下,进而以碳排放为例,从环境系数、各国碳排放总量、各部门碳排放量等方面对同一数据库整合前后的变化以及不同数据库对同一对象的不同核算结果进行比较分析。第三,将全球主要国家(地区)碳排放的空间分布格局进行可视化处理,从经济学、能源环境学和地理信息科学的跨学科视角分析问题,发现与挖掘其中蕴含的新的理论价值与政策科学问题,为政府决策与评估过程提供可操作的政策工具和技术手段。

三、模型方法

环境扩展的投入产出分析 (EEIOA, Environmentally Extended Input-Output Analysis) 是现行的描述经济体部门间相互依赖关系、大规模评估碳排放消费者责任的重要方法,其基础是 MRIO 分析方法。投入产出分析是利用某一经济体各部门间的交易记录来分析这些部门间相互依赖关系的分析框架 (Steen-Olsen 等, 2014)。多地区投入产出表是一个由 n 个地区、 m 个部门形成的 $m \times n$ 行、 $m \times n$ 列的矩阵,对角线上是国内交易矩阵,非对角线上是国内部门生产过程中与国外贸易伙伴间的交易矩阵 (Peter 等, 2011)。MRIO 模型将投入产出方法扩展到国际贸易领域,将世界看作一个经济系统,分析货物、服务、能源等的全球流向。

(一) 模型构建

1. 多区域投入产出模型。假设世界上只有两个国家,每个国家各有 n 个行业部门,每个行业部门的产品既可以被用来直接消费,也可以被用来作为中间投入,两国均可向对方国家出口中间品和最终品。

r 国生产的所有的总产出都可以被用作国内或国外的中间品或最终品,用公式表示为

$$X_r = A_{rr}X_r + A_{rs}X_s + Y_{rr} + Y_{rs}, r, s = 1, 2 \quad (1)$$

X_r 是 r 国的 $n \times 1$ 总产出向量, Y_{rs} 是 $n \times 1$ 的最终需求向量,表示来自 r 国的 s 国的最终需求,即 r 国出口到 s 国并作为最终需求的产品,包括总资本的形成、私人 and 公共部门的最终消费以及总出口。 A_{rs} 是 $n \times n$ 的投入产出系数矩阵,是在 r 国生产被 s 国用作中间品的直接消耗系数矩阵。两国生产和贸易的系统可用以下分块矩阵的投入产出模型表示:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_{11} + Y_{12} \\ Y_{21} + Y_{22} \end{bmatrix} \quad (2)$$

对上式进行重新排列,可得:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I - A_{11} & -A_{12} \\ -A_{21} & I - A_{22} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_{11} + Y_{12} \\ Y_{21} + Y_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{11} & L_{12} \\ L_{21} & L_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

I 是单位向量, L_{rs} 是 $n \times n$ 的里昂惕夫逆矩阵,反映的是 r 国增加一单位的最终需求需要多少 s 国的总出口。 Y_r 是 $n \times 1$ 的向量,表示全球对 r 国生产的最终产品的需求。

这一系统可被简洁地表示为:

$$X = (I - A)^{-1}Y = LY \quad (4)$$

其中, X 和 Y 均为 $2n \times 1$ 的向量, A 和 L 为 $2n \times 2n$ 的矩阵。

这一分析可以推广到任意数量国家的情形。^①

2. 投入产出碳排放模型。投入产出分析的优点是可将生产和最终消费产品的过程与环境影响联系起来。本研究在 MRIO 模型的基础上引入环境因素,研究全球碳排放情况。设 E_r^i

① 受篇幅限制,三国及多国情形的推导过程从略。如有需要可向作者索取。

为 r 国 i 部门的直接碳排放系数,有 n 个部门,则两国的直接碳排放系数可写成对角矩阵的形式:

$$\widehat{E} = \begin{bmatrix} E_1^1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & E_1^n & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & E_2^1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & E_2^n \end{bmatrix} \tag{5}$$

在 c 个国家,每个国家有 n 个部门的情形下,全球碳排放可表示为若干方阵相乘的形式:

$$\widehat{E}X = \widehat{E}L\widehat{Y} = \begin{bmatrix} \widehat{E}_1 \sum_i^n L_{11}^i \widehat{Y}_1^i & \widehat{E}_1 \sum_i^n L_{12}^i \widehat{Y}_2^i & \cdots & \widehat{E}_1 \sum_i^n L_{1c}^i \widehat{Y}_c^i \\ \widehat{E}_2 \sum_i^n L_{21}^i \widehat{Y}_1^i & \widehat{E}_2 \sum_i^n L_{22}^i \widehat{Y}_2^i & \cdots & \widehat{E}_2 \sum_i^n L_{2c}^i \widehat{Y}_c^i \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \widehat{E}_c \sum_i^n L_{c1}^i \widehat{Y}_1^i & \widehat{E}_c \sum_i^n L_{c2}^i \widehat{Y}_2^i & \cdots & \widehat{E}_c \sum_i^n L_{cc}^i \widehat{Y}_c^i \end{bmatrix} \tag{6}$$

式(6)将各国各部门的碳排放流向清楚地展现出来,可据此分析货物或服务最终需求的改变对整个经济系统二氧化碳排放的影响。二氧化碳的排放从生产部门被重新分配到最终消费活动中,即各部门在生产过程中的碳排放由供给侧重新分配到最终需求侧。

3. 碳排放责任核算指标。本小节将介绍后文研究中将用到的两个碳排放责任核算指标。

(1)最终生产碳排放。最终生产碳排放是一国最终产品(包括国内使用和出口)的生产在国内外引致的碳排放。某一国家 d 的最终生产碳排放核算公式为:

$$P_d^{fp} = \widehat{E}_d L_d \widehat{Y}_{di}^* \tag{7}$$

$\widehat{E}_d$ 是 d 国的碳排放系数对角矩阵, L_d 是 d 国的里昂惕夫逆矩阵, $\widehat{Y}_{di}^*$ 是 d 国 i 部门提供给其他国家各部门的最终产品的对角矩阵。

(2)消费侧碳排放。消费侧碳排放是一国最终需求引致的国内外碳排放。某一国家 d 消费侧碳排放核算公式为:

$$P_d^{con} = \widehat{E}_d L_d \widehat{Y}_{di}^* \tag{8}$$

Y_{di}^* 是 d 国 i 部门接受的、由其他国家各部门提供的最终产品的对角矩阵。

以上两个指标都将碳排放与最终需求联系起来,其中最终生产碳排放是生产侧指标,消费侧碳排放是消费侧指标(彭水军等,2016)。

(二)数据库构建

1. 原始数据库介绍。考虑数据的覆盖范围和可获得性,以及非竞争型投入产出表的编制特点,本文选取 WIOD、Eora 和 EXIOBASE 三个数据库进行比较分析研究。现阶段国际投入产出协会

对全球投入产出数据库横向对比的研究,最新的年份选取均为 2007 年,这一选择主要是受到 EXIOBASE 的制约,该数据库目前仅发布 2000 和 2007 年的投入产出数据。参考国际主流研究,本文选择 2007 年全球投入产出数据作为研究对象。本研究的目的是横向对比分析三个数据库在统计上的差异,选择 2007 年数据并不影响研究的准确度和可信度。同时,笔者会密切关注数据库的最新发布情况以保持研究的连续性,更新研究结果。

为了让读者对三个数据库有一个较为全面的认知,本部分将对三个数据库的基本情况做出说明。WIOD 是由欧盟开发建立的世界投入产出数据库,2013 年发布的数据覆盖 1995 – 2011 年全球 41 个国家(地区)^①的投入产出数据,根据 ISIC Rev. 3 将行业部门分为 35 类,同时发布的还有社会经济账户(SEA)和环境账户(EA);2016 年发布的数据涵盖 2000 – 2014 年全球 44 个国家(地区)^②的投入产出数据,在 2013 年发布的行业分类基础上,进一步将部门细化到 56 个。Eora 是由澳大利亚研究委员会(ARC)开发建立的多区域投入产出数据库,现发布的数据包括 1990 – 2013 年各国国内以及统一部门分类的世界投入产出数据,覆盖全球 187 个国家(地区)和 26 个部门分类。EXIOBASE 是由 EXIOBASE 财团开发建立的全球多区域环境扩展供需投入产出(MR EE SUT/IOT)数据库,现发布 2000 和 2007 年两年的投入产出数据,覆盖全球 48 个国家(地区),将行业分为 163 类。表 1 列出了三个数据库的基本信息。^③

表 1
 WIOD、Eora、EXIOBASE 基本信息比较

数据库	WIOD	Eora	EXIOBASE
年份	1995 – 2011/2000 – 2014	1990 – 2013	2000, 2007
地区数	41/44	187	48
部门数	35/56	26	163
投入产出矩阵维度	1435 × 1435/2464 × 2464	4915 × 4915	7824 × 7824
计价货币	美元	欧元	美元

资料来源:作者根据 WIOD、Eora、EXIOBASE 投入产出数据整理得到。

2. 投入产出表的重新编制。为了增强数据库之间的可比性,有必要将不同数据库的国家(地区)和行业部门划分进行整合,将它们统一到同一分析框架下,以更好地对比分析不同数据库中同一国家的投入产出与碳排放总量,更进一步,分析同一国家的同一行业部门在不同数据库中的投入产出及碳排放数据。国外主流研究通常采用以下两种方法来解决这一问题。一是对所有的行业部门进行重新划分,设立一套新的分类体系,将原有数据进行合并分类。这种方法通常将原始数据部门进行大规模的合并,进而整合成较少的部门,完全模糊掉原始数据库的分类系统以降低研究数据处理的复杂度。例如,将数据库中的行业部门笼统地归为农业、采矿业、制造业和服务业。此种方法虽然给研究者带来较大的便利,但对原始数据的破坏性较大,不能体现各部门的本质特征。第二种方法是公共分类(Common Classification, CC)系统方法(Steen-Olsen 等, 2014)。在公共分类系统中,三个不同的多区域投入产出数据库可以通过最大化公共因子原则直接将各数据库不同的地区和部门分类整合到统一的分析框架下。最终整合分类的每一个部门都能在至少一

① 41 个国家(地区)包括 40 个国家(地区)和 1 个世界其他地区。
 ② 44 个国家(地区)包括 43 个国家(地区)和 1 个世界其他地区。
 ③ 数据库的数据来源、系统结构及构建等详细信息可向作者索取。

个数据库中找到直接相对应的部门,这样可以在不需要分解现有部门的情况下,最大限度地细化公共分类系统中的部门分类。这种方法的好处是能在尽可能保留原有分类部门的前提下,找到各数据库的“共有部门”,并据此对多个数据库进行小规模合并,以确保最小程度的失真。这种处理方法的工作量显然大于第一种方法,但与前者相比,优化了数据结果,为提供高可信度的结论和针对性的建议奠定了良好的基础。因此,本文对所研究的三个数据库中的国家(地区)和部门进行了统一化的处理,形成 41 个国家(地区)和 17 个部门的新分析框架,并根据新的分类对三个全球多区域投入产出数据库的投入产出表进行重新编制。这一处理使三个数据库在国家层面有了统一的比较对象,同时将部门进行了重新划分,使得对三个部门分类迥异的数据库进行横向对比成为可能。表 2 列出了对 WIOD、Eora 和 EXIOBASE 三个数据库公共分类系统的部门划分。

表 2 WIOD、Eora 和 EXIOBASE 在公共分类系统下的统一部门分类					
序号	编码	部门名称	整合部门分类		
			WIOD	Eora	EXIOBASE
1	AGRF	Agriculture, forestry, hunting and fisheries	1	1 ~ 2	1 ~ 19
2	MINQ	Mining and quarrying	2	3	20 ~ 34
3	FOOD	Food products, beverages and tobacco	3	4	35 ~ 46
4	CLTH	Textiles, leather and wearing apparel	4 ~ 5	5	47 ~ 49
5	WOOD	Wood, paper and publishing	6 ~ 7	6	50 ~ 55
6	PETC	Petroleum, chemical and non-mental mineral products	8 ~ 11	7	56 ~ 71
7	METP	Metal and metal products	12	8	72 ~ 85
8	ELMA	Electrical equipment, machinery	13 ~ 14	9	86 ~ 90
9	TREQ	Transport equipment	15	10	91 ~ 92
10	MANF	Manufacturing and recycling	16	11 ~ 12	93 ~ 95
11	ELGW	Electricity, gas, water	17	13	96 ~ 112
12	CNST	Construction	18	14	113
13	TRAD	Trade	19 ~ 22	15 ~ 18	114 ~ 119
14	TRNS	Transport	23 ~ 26	19	120 ~ 126
15	POST	Post and telecommunications	27	20	127
16	BSNS	Financial intermediation, business activities	28 ~ 30	21	128 ~ 135
17	PAEH	Public administration, education, health, recreational and other services	31 ~ 35	22 ~ 26	136 ~ 163

注:第 1 ~ 16 的部门分类都符合上述的最大化公共因子原则,而第 17 个部门分类 PAEH 内容较为复杂,因为该类中各原有小类交叉重叠部门较多,在三个数据库现有的分类中没有能准确概括其所有统计范围的部门,因此予以单列。

资料来源:借鉴 Steen-Olsen 等(2014),笔者综合考虑 EXIOBASE version2 中 163 个部门分类后整理得到。

四、结果分析

本研究计算的碳排放是燃料燃烧碳排放,原因有以下两方面。第一,燃料燃烧碳排放的数据在 WIOD、Eora 和 EXIOBASE 三个数据库中都较为完整,这样可以将数据库间的统计误差降到最小;第二,本研究将投入产出分析核算的全球碳排放量与国际能源署(IEA)公布的数据进行对比,为衡量核算结果的准确性做参考。IEA 每年公布的是燃料燃烧排放,是根据对二氧化碳排放进行源头追踪测算得到的,具有较高的参考价值。

(一)整合前后对比

1. 整合前后碳排放总量比较。由表 3 数据可以发现,整合前后各国(地区)的数据变化并不大,但是世界其他地区的变化比例较大,整合后较整合前减少 23.62%,这可能是由于世界其他地区中合并了较多的国家(地区),模糊了数据的原有特征,导致较大差异。由于列出的 40 个国家(地区)的碳排放量占全球比例超过 75%,因此整合前后全球碳排放量仅减少 5.52%,受到世界其他地区的影响较小。以 WIOD 为例,用公共分类系统重新分类的整合效应对世界主要国家(地区)投入产出及碳排放的影响并不大,因此选择公共分类系统方法把三个数据库划分至同一地区-部门分析框架下,并将数据库进行横向对比是有效的,可以较大程度地还原三个数据库本身的统计特点。^①

表 3 整合前后全球主要国家(地区)碳排放总量比较				单位: Mt			
国家(地区)	整合前	整合后	变化百分比	国家(地区)	整合前	整合后	变化百分比
全球	26737.53	25261.66	- 5.52	爱尔兰	32.26	32.26	0.00
澳大利亚	366.03	336.03	0.00	意大利	388.40	388.40	0.00
奥地利	53.35	53.35	0.00	日本	1080.28	1080.28	0.00
比利时	95.85	95.85	0.00	韩国	509.52	509.52	0.00
保加利亚	51.83	51.83	0.00	立陶宛	14.14	14.14	0.00
巴西	256.18	256.18	0.00	卢森堡	3.22	3.22	0.00
加拿大	476.01	476.01	0.00	拉脱维亚	8.41	8.41	0.00
中国	5521.96	5522.11	0.00	墨西哥	364.12	364.12	0.00
塞浦路斯	6.79	6.80	0.05	马耳他	2.35	2.35	0.00
捷克	110.46	110.46	0.00	荷兰	167.10	167.10	0.00
德国	703.17	703.17	0.00	波兰	293.78	293.78	0.00
丹麦	97.11	97.11	0.00	葡萄牙	55.60	55.60	0.00
西班牙	287.62	287.62	0.00	罗马尼亚	97.55	97.57	0.02
爱沙尼亚	17.52	17.52	0.00	俄罗斯	1524.86	1524.86	0.00
芬兰	64.60	64.60	0.00	斯洛伐克	35.95	35.99	0.13
法国	278.54	278.54	0.00	斯洛文尼亚	13.75	13.75	0.00
英国	460.45	460.45	0.00	瑞典	51.24	51.24	0.00
希腊	97.54	97.54	0.00	土耳其	249.21	249.21	0.00
匈牙利	46.75	46.75	0.00	中国台湾	308.62	308.62	0.00
印度尼西亚	331.19	329.21	- 0.60	美国	4693.58	4693.58	0.00
印度	1281.06	1281.06	0.00	世界其他地区	6239.60	4765.50	- 23.62

资料来源:作者根据 WIOT 计算得到。

2. 整合前后碳排放系数比较。图 1 ~ 图 3 是整合前各数据库原有部门的碳排放系数(M0)与整合后统一部门的碳排放系数(M1)的比较结果(仅对经过整合的部门进行比较)。为了更好地进行对比结果展示,本研究对图中碳排放系数进行对数化处理,同时对整合至同一部门的各原有部门的碳排放系数取中位数作为整合前水平(Steen-Olsen 等, 2014)。横坐标是国家(地区)顺序同表 3,纵坐标是碳排放系数的对数值;折线反映整合后的碳排放系数,散点代表整合前的碳排放系数。

① 关于 Eora 和 EXIOBASE 整合前后的对比结果,读者若有需要,可联系作者索取。

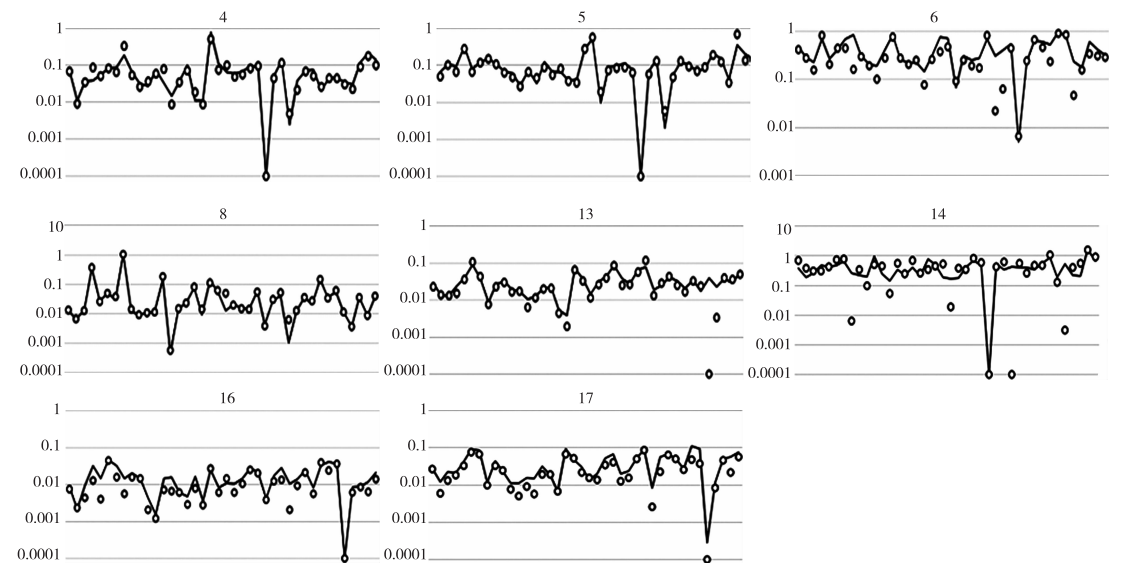


图 1 WIOD 数据库整合前后部门排放系数比较

通过观察可以发现,在 EXIOBASE 数据整合的过程中,由于其原有部门分类最细最全,因此整合前后各部门碳排放系数的变化最为明显,图中的折线和散点重合最少,EXIOBASE 整合效应显著高于 WIOD 和 Eora。由此可说明,总体来说,原有部门分类越细,整合后部门的碳排放系数差别越大,整合效应越明显。这与我们的一般认知是相符合的。进行整合的部门越多,整合后与整合前相比,部门特征越模糊。将小类归为大类后,原有碳排放占比小的部门被占比较大的部门同化,原有部门特征被抹去。但是,并不是整合的部门越多,整合效应就一定越明显。例如,对 Eora 来说,整合后的部门 1 和部门 10 均是由两个原有部门得到,而部门 13 则由 4 个部门整合得到,但是从图中可以看出,部门 13 碳排放系数的变化明显小于部门 1 和部门 10。这说明整合效应是否显著不仅取决于整合部门的多少,还取决于整合部门间的相似度与紧密关系。若整合部门间的相似度较高,碳排放水平相近,那么整合对于个别部门数据特征的同化效应就不会太大,将在一定程度上保持原有部门特征。

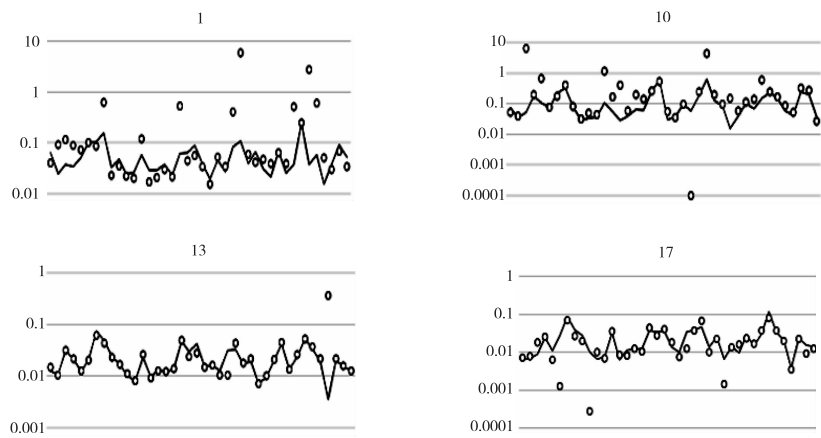


图 2 Eora 数据库整合前后部门排放系数比较

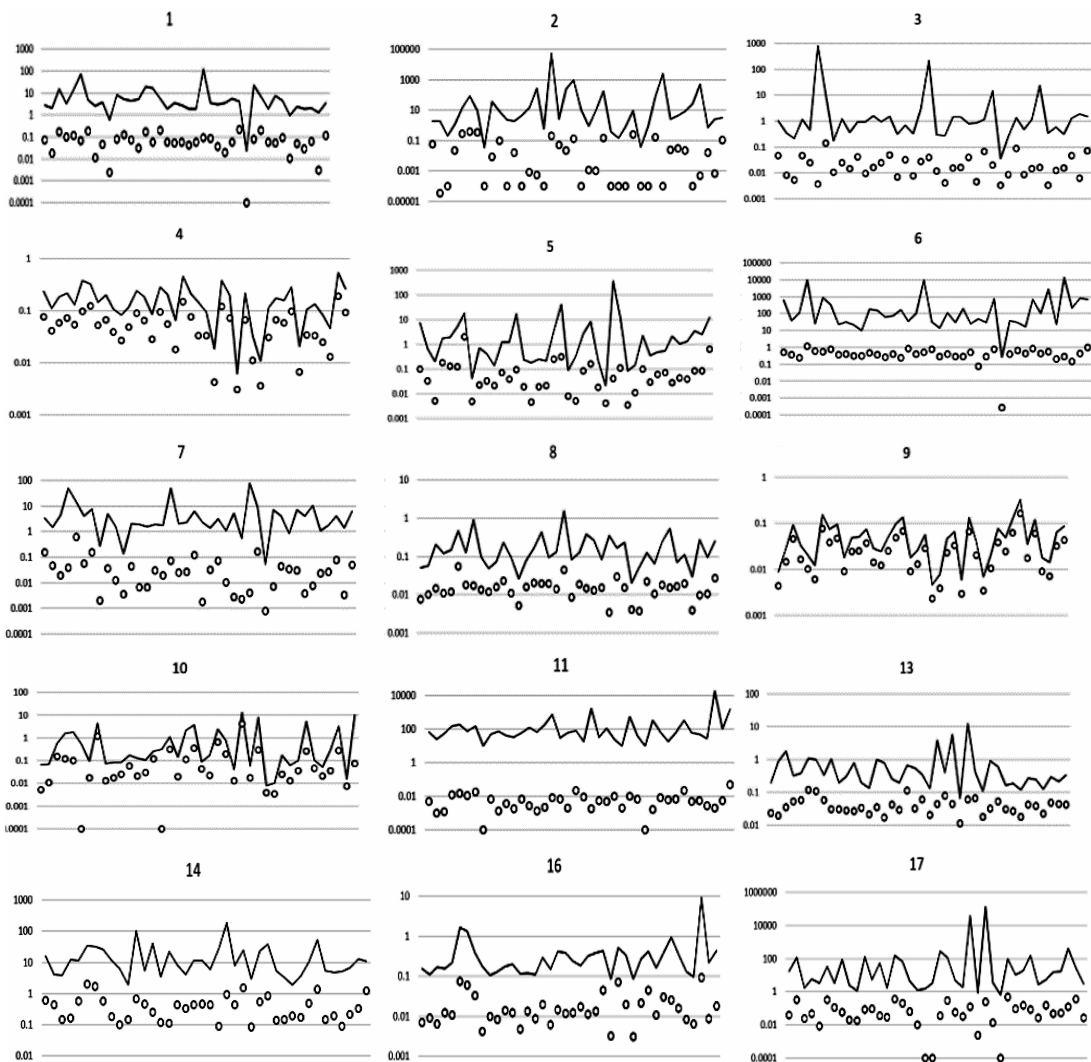


图 3 EXIOBASE 数据库整合前后部门排放系数比较

由于篇幅限制,本文列出 WIOD 整合前后部分世界主要国家(地区)碳排放系数变化百分比,见表 4。结合图 1~图 3 可以发现,总体来说,整合后的碳排放系数较整合前将被高估,体现在 EXIOBASE 中尤为明显。但是整合后系数的变化方向关键取决于整合部门中占主导地位部门的碳排放量以及该部门技术进步效应对碳排放量的影响,抑或是各部门共同作用的结果。

国家 (地区)	WIOD 整合前后部分世界主要国家(地区)碳排放系数变化百分比								单位: %
	4	5	6	8	13	14	16	17	
澳大利亚	2. 69	32. 02	14. 65	- 4. 65	30. 88	- 45. 34	20. 41	3. 07	
巴西	12. 28	23. 60	32. 26	0. 77	11. 17	- 0. 92	267. 21	30. 24	
加拿大	2. 50	0. 60	- 5. 55	0. 50	- 16. 28	- 35. 77	1. 34	16. 19	

续表 4

国家 (地区)	WIOD							
	4	5	6	8	13	14	16	17
中国	31. 61	7. 03	59. 37	- 22. 41	- 8. 42	- 18. 19	97. 21	28. 78
德国	23. 84	26. 70	7. 37	0. 40	7. 67	100. 11	1. 41	- 2. 61
西班牙	24. 47	12. 68	51. 12	- 2. 85	2. 90	- 44. 87	26. 69	120. 79
法国	6. 44	18. 02	7. 15	- 0. 57	4. 96	- 12. 35	- 1. 63	69. 22
英国	36. 60	- 19. 35	- 9. 19	- 0. 46	5. 30	- 44. 55	63. 31	- 1. 72
印度	41. 86	- 8. 48	52. 91	- 0. 62	17. 10	- 63. 93	33. 97	36. 36
意大利	22. 66	20. 61	24. 96	2. 94	19. 13	- 52. 22	73. 53	44. 68
日本	20. 75	16. 90	31. 67	2. 39	8. 11	17. 82	38. 19	53. 78
韩国	15. 48	27. 49	58. 48	- 2. 22	4. 27	- 12. 02	8. 08	62. 44
墨西哥	17. 60	11. 16	21. 13	- 23. 78	- 31. 12	- 44. 83	112. 09	3. 11
荷兰	81. 68	14. 06	- 2. 36	- 0. 99	- 13. 53	- 28. 77	51. 78	153. 45
葡萄牙	47. 34	6. 46	29. 27	- 26. 64	31. 12	- 27. 94	44. 58	2. 60
俄罗斯	6. 54	- 8. 54	4. 82	2. 96	4. 73	- 19. 71	76. 74	124. 81
美国	41. 57	6. 08	11. 71	- 8. 77	14. 24	- 27. 12	48. 62	34. 03

资料来源:作者根据 WIOD 计算得到。

(二)数据库间的对比

1. 总量对比。表 5 是核算的全球碳排放量以及 IEA 公布的二氧化碳燃烧排放对比结果。可以发现,若以 IEA 公布的数据为标准,2007 年全球碳排放核算结果的准确度为 EXIOBASE > Eora > WIOD。显然,我们不能简单依据这一排序结果对三个数据库的准确性下定论,但以上结果可以说明对于二氧化碳的测算来说,EXIOBASE 的结果更接近实际值。

表 5 基于 MRIO 模型核算的 WIOD、Eora、EXIOBASE 的碳排放量及 IEA 碳排放量 单位: Mt

	WIOD	Eora	EXIOBASE	IEA
全球燃料燃烧碳排放	25261. 657	31725. 895	28096. 832	28989. 746

资料来源:作者根据 WIOD、Eora、EXIOBASE 计算得到。

2. 各国碳排放对比。表 6 是由三个数据库核算的各国最终生产碳排放和消费侧碳排放情况,括号中是该国碳排在 40 个国家(地区)中的排名(仅列出前 10)。

由表 6 数据计算结果可知,根据三个数据库核算的碳排放总量前十的国家基本一致。在最终生产碳排放上,排名前 6 的国家三个数据库核算结果一致,依次是中国、美国、俄罗斯、印度、日本和德国,这些国家总体为工业大国。排名第 6 ~ 10 的国家各数据库虽有不同,但是基本锁定在韩国、加拿大、英国等发达国家。在消费侧碳排放方面,美国和中国仍居前两位,EXIOBASE 核算结果显示中国居世界首位,其他两个数据库结果显示美国居世界首位,印度、日本、俄罗斯和德国分别处在第 3 ~ 第 6 的位置,碳排放第 7 ~ 第 10 位的国家锁定在英国、韩国、意大利和加拿大四国。根据各国的碳排放水平和排名可以发现,中国、印度、俄罗斯等发展中大国虽然碳排放量居世界前十,但是现阶段世界上主要的碳排放大国仍集中在发达国家。

表 6
 WIOD、Eora、EXIOBASE 测算 2007 年碳排放前 10 名国家(地区)情况
 单位: Mt

国家 (地区)	最终生产碳排放			消费侧碳排放		
	WIOD	Eora	EXIOBASE	WIOD	Eora	EXIOBASE
巴西	256.2	426.4	405.6(10)	278.0	444.4	422.7
加拿大	476.0(8)	573.4(7)	513.0(8)	441.3(10)	578.4(9)	541.0(10)
中国	5522.1(1)	7443.7(1)	7495.9(1)	4874.4(2)	6349.8(2)	6944.9(1)
德国	703.2(6)	809.6(6)	744.1(6)	799.1(6)	1019.8(6)	910.0(6)
英国	460.4(9)	534.0(9)	436.6(9)	539.6(7)	694.1(7)	587.3(8)
印度	1281.1(4)	1573.6(4)	1361.8(4)	1264.0(3)	1470.9(4)	1412.0(4)
意大利	388.4(10)	470.3	357.1	505.4(9)	605.1(8)	581.4(9)
日本	1080.3(5)	1295.5(5)	1297.6(5)	1205.0(4)	1495.4(3)	1426.7(3)
韩国	509.5(7)	536.9(8)	514.5(7)	519.0(8)	575.9(10)	676.1(7)
墨西哥	364.1	474.1(10)	368.9	412.7	510.1	460.9
俄罗斯	1524.9(3)	1738.3(3)	1434.0(3)	1069.8(5)	1275.6(5)	1158.9(5)
美国	4693.6(2)	6017.7(2)	5024.3(2)	5078.9(1)	6493.5(1)	5494.7(2)
世界其他地区	4765.5	6078.2	4975.6	4786.7	5924.5	3515.1
合计	25261.7	31725.9	28096.8	25261.7	31725.9	28096.8

资料来源:作者根据 WIOD、Eora、EXIOBASE 计算得到。

将各国的最终生产碳排放和消费侧碳排放进行对比,发现中国、印度和俄罗斯等发展中国家的最终生产碳排放明显高于各自的消费侧碳排放,而美国、英国、日本、德国、韩国等发达国家情况相反。这反映出发达国家由于国内对碳排放的高要求而将高污染的产业部门转移至国外,将自身消费引起的碳排放以国际贸易的形式转移到发展中国家。虽然发达国家国内的环境压力以进口的形式得到缓解,但这仅是价值链上国际分工的改变,这些转移的环境负荷将重新由发展中国家予以承担,“南北碳转移”问题日益恶化。

图 4 和图 5 分别是 2007 年世界主要国家(欧盟作为一个整体)碳排放总量情况,可以发现,不同数据库核算的数据虽然没有完全吻合,但是最终生产碳排放和消费侧碳排放变化趋势是一致的。

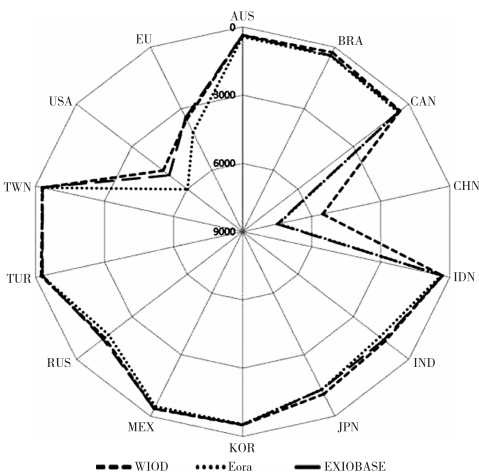


图 4
 2007 年世界主要国家(地区)
 最终生产碳排放(单位: Mt)

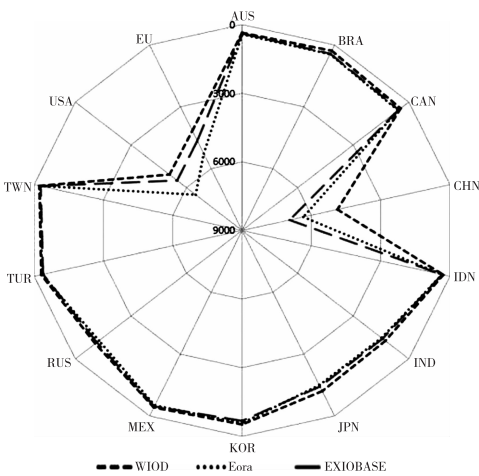


图 5
 2007 年世界主要国家(地区)
 消费侧碳排放(单位: Mt)

(三)数据库内部各部门间的对比

本研究的主要目的是对三个全球投入产出数据库进行横向比较,而非对碳排放责任进行分析讨论,因此以下部分的分析内容将基于最终生产碳排放的数据结果予以展开。根据重新编制的全球多区域投入产出表,选出总产出和碳排放“双高”的5个部门,将三个数据库核算的结果进行比较分析,见图6~图10,横坐标为国家(地区),顺序与表3一致。

从图6~图10可以看出,通过WIOD、Eora和EXIOBASE三个数据库对各国各行业碳排放核算的整体趋势基本一致。在石油、化学以及非金属矿产品部门,三个数据库核算结果重合度很高,但是EXIOBASE核算的中国和印度的碳排放量明显高于其他两个数据库;其次,Eora核算的俄罗斯碳排放量显著高于其他两个数据库。在金属及金属制品部门,EXIOBASE核算的中国碳排放值是WIOD的3倍、Eora的近5倍;该部门的另一个异常值出现在对俄罗斯的碳排放核算上,Eora核算的结果是WIOD的1/4、EXIOBASE的1/3左右。由于中国该部门的碳排放量较俄罗斯大很多,因此对于该部门来说,EXIOBASE对中国核算结果偏高的影响将明显大于对俄罗斯核算偏低的影响,导致EXIOBASE对该部门的核算结果高于其他两个数据库。在电力、汽油和水力部门,三个数据库核算的结果近乎一致。在交通运输部门,Eora核算的碳排放结果在多个国家(地区)显著高于其他两个数据库,较为明显的国家有加拿大、中国、日本、俄罗斯和美国。可以发现,折线图在美国的位置陡然上升,这是因为Eora核算美国该部门的碳排放量为2149Mt, WIOD为527Mt, EXIOBASE为455Mt, Eora的核算结果显著高于其他两个数据库。这一现象对于Eora核算全球碳排放总量上高于其他两个数据库影响较大。在金融中介和商业活动部门,除美国外其他国家(地区)的碳排放量由三个数据库核算的结果基本拟合,而EXIOBASE对美国该部门的核算结果是WIOD的近2倍、Eora的3倍。

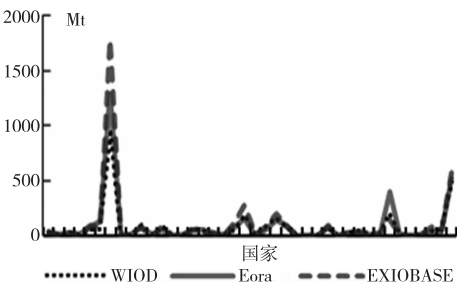


图6 石油、化学及非金属矿产品碳排放

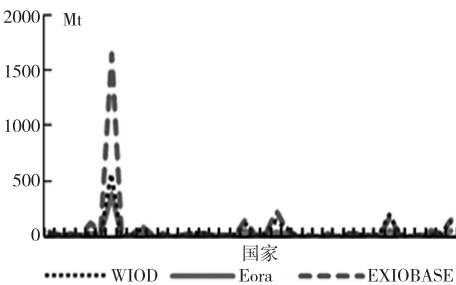


图7 金属及金属制品碳排放

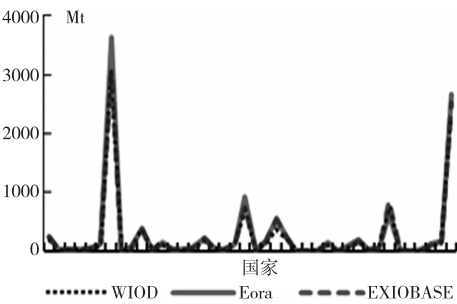


图8 电力、汽油和水力碳排放

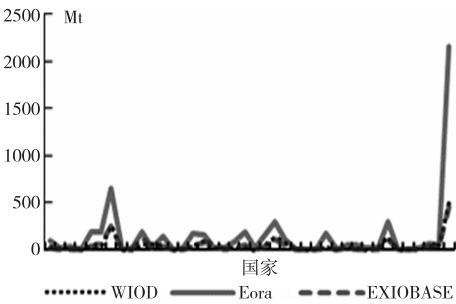


图9 交通运输部门碳排放

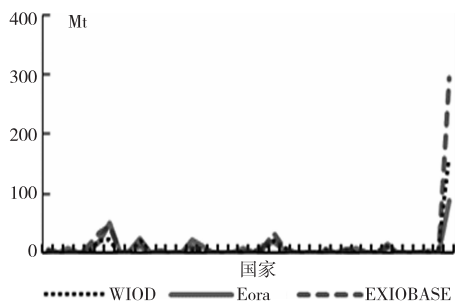


图 10 金融中介和商业活动部门碳排放

观察折线图中明显凸起部分对应的国家(地区)可以发现,这些部门中高碳排放的国家(地区)也正是上文中全球碳排放的主要来源国。石油化学及非金属矿产品部门、金属及金属制品部门、电力汽油和水力部门以及交通运输部门都是高耗能、高碳排放的部门,同时也是拉动经济增长、工业中高速发展的主力部门。现阶段,各国的经济发展离不开这些高耗能产业部门的支撑,但是随着科技革命与产业革命的不断演变与发展,这些部门的碳排放量有逐年降低的趋势;另一方面,产业结构的优化也将逐步改善目前各国的部门碳排放量,

进而减少各国总的碳排放量。

(四)全球碳排放流向的可视化

从上文对核算结果的比较可知,EXIOBASE 核算的结果更接近国际能源署公布数据,因此本部分将 EXIOBASE 核算的碳排放结果中全球部分主要国家(地区)的碳排放总量以及上文中五个“双高”部门的最终生产碳排放进行可视化处理。

1. 全球部分主要国家(地区)碳排放总量。2007 年中国的最终生产碳排放居全球首位,美国次之。由于中国是世界出口大国,其境内生产的大量产品用于出口以满足其他国家(地区)的最终消费需求,因此考虑进出口因素后,2007 年中国的碳排放下降至世界第二,美国上升至第一。欧盟碳排放总量仅次于中美两大经济体,加拿大、日本、俄罗斯和印度等国家(地区)组成碳排放的下一梯队,墨西哥、巴西等国家(地区)的最终生产碳排放在所选 40 个国家(地区)中较低,且这些国家(地区)的消费侧碳排放高于最终生产碳排放,说明其国内最终需求相当一部分来源于进口。

2. 世界部分主要国家(地区)部门碳排放情况。^①与上文呼应,本部分选择总产出和碳排放量“双高”的五个部门进行分析。在石油、化学及非金属矿产品部门碳排放的全球分布情况中,中国碳排放居世界首位,达 1781Mt,是美国的 3 倍、欧盟的 3 倍、印度的 6.5 倍左右;其他国家(地区)的排放水平多在 200Mt 以下,澳大利亚最少,仅 31Mt。在金属及金属制品部门,中国的碳排放量达 1650Mt,是欧盟的 5 倍、日本的 7 倍左右,除了中国、欧盟和日本外,其他国家(地区)该部门的碳排放量均在 200Mt 以下,澳大利亚该部门的碳排放量不足 5Mt。在电力、汽油和水力部门,中国的碳排放量居世界首位,达 3000Mt,是欧盟的 2 倍,美国 2500Mt 次之;其他国家(地区)均在 1000Mt 以下,巴西最低,仅 33Mt。在交通运输部门,欧盟的碳排放量为 530Mt,居世界首位,美国 455Mt 次之,中国 245Mt 第三;其他国家(地区)多数在 100Mt 以下,墨西哥最少,仅 26Mt。在金融中介和商业活动部门,美国的碳排放为 294Mt,显著高于其他国家(地区),是欧盟的 4.5 倍、中国的 6 倍多;除加拿大和日本外,其他国家(地区)该部门的碳排放量基本在 10Mt 以下,印度尼西亚最少,不足 1Mt。

可以发现,在“双高”部门,美国、中国、欧盟三大经济体的碳排放量几乎占据了所有的前三位。中国在主要工业部门(如石油、化学及非金属矿产品部门、金属及金属制品部门、电力、汽油和水力部门)的碳排放量均居全球首位,这一方面说明中国工业规模位居世界前列,另一方面反映出目前中国工业部分行业高能耗、高碳排放,缺乏高新技术支持的现状。因此,推进中国由“工业大国”向“工业强国”的转变势在必行。交通运输方面,欧盟和美国等发达经济体由于工业化程度推进较深,交通网络系

① 由于篇幅限制,碳排放分布图此处不展示,读者若有需要,可联系作者索取。

统发达,碳排放量也大大领先于世界其他国家(地区)。美国第三产业(如金融中介和商业活动部门)的碳排放量远高于世界其他国家(地区),虽然现阶段该部门的碳排放量在碳排放总量中占比并不多,但是随着第三产业的迅猛发展及其在经济总产值中份额的不断提升,对该部门碳排放的控制也不容忽视。

3. 中国对世界其他国家(地区)碳排放情况。以中国为碳排放的来源国,可以发现,2007年中国的最终生产碳排放(7492Mt)多数用于国内的最终需求(6441Mt),占比86%。欧盟是中国碳排放流向的第一大区域(430Mt, 5.7%),美国次之(197Mt, 2.6%),韩国(104Mt, 1.4%)和日本(84Mt, 1.1%)紧随其后,其他国家(地区)均在50Mt以下。

国家间碳排放的流动主要依靠国际贸易实现。欧盟作为中国的第一大贸易伙伴和第一大出口市场,2007年中欧双边贸易额达3561.5亿美元,占中国全球贸易额的16.4%,其中出口额2451.9亿美元,占中国出口总额的20.1%。美国是中国的第二大贸易伙伴,2007年中美双边贸易额达3020.8亿美元,占中国全球贸易额的13.9%,其中出口额2327亿美元,占中国出口总额的19.1%。可见,中欧与中美贸易中超过三分之二是中国出口,解释了欧盟和美国是中国碳排放的主要去向国。2007年中国对日本和韩国的出口分别占出口总额的8.4%和4.6%,对应的碳排放分别为84Mt和104Mt,反映出中国向日本和韩国出口产品种类不同,说明碳排放量并不一定与贸易额成正比,贸易产品的种类也是影响碳排放量的重要因素。

五、结 论

本研究利用公共分类系统,对WIOD、Eora和EXIOBASE三个全球投入产出数据库进行国家(地区)和部门的统一整合,首先比较了整合前后环境乘数因子的变化情况;其次,依托三个数据库对全球及各国各部门的碳排放量进行测度;最后,利用EXIOBASE核算最终生产碳排放结果,借助地理信息科学的手段对碳排放流向进行可视化。本研究在重新编制全球投入产出表的过程中,数据量庞大,对部门和地区对应关系的处理繁琐耗时,但笔者认为该项基础工作具有较高的理论与实践意义,旨在为其他学者更好地理解全球投入产出数据库提供借鉴。

(一)数据库核算差异来源分析

借助WIOD、Eora和EXIOBASE三个数据库对碳排放进行核算的结果存在一定差异,这些差异可能来自于以下三个方面。(1)WIOD和Eora的原始数据存在个别国家(地区)和部门统计数据的缺失。缺失数据的国家(地区)和部门的总产出及碳排放量在总体中所占比重各异,因此对最终核算结果的影响也不同。由于数据存在的客观性,这一误差来源是本研究数据采集环节所不能避免的。(2)在进行碳排放测算时,乘数因子对细节数据的变化较为敏感(Steen-Olsen等, 2014)。本研究为了更好地对三个数据库进行横向对比,根据公共分类体系将所有国家(地区)和行业分类统一为41个国家(地区)和17个部门。在合并分类的过程中,虽然缺失值将减少,但原始数据也将在一定程度上失真,损失了细节性数据,掩盖了原有部门分类的数据特征。本研究的实证结果也表明整合后的碳排放系数整体上较整合前偏大,体现在EXIOBASE中尤为明显,且变化的方向和大小是被整合部门共同作用的结果。这一数据处理过程是本研究进行的前提条件,因此这一误差也是不可避免的。(3)各数据库中的碳排放数据和投入产出数据取自不同的数据源,因此将数据库内这两项数据进行匹配时,会有来自统计口径的误差。事实上,各国际组织不可能对所有领域的所有数据都进行收集整理,且重复已有权威结果的测算是没有必要的。因此这一误差来源在数据库编制过程中客观存在,也是本研究不可避免的。

综合分析以上三条误差来源,第一和第二条是可以被改进的。研究者可以根据国情相似国家(地区)的情况或已有年份的数据进行估算,改进第一种误差。若研究不需要对数据库进行横向对比,则无需对地区和部门进行合并,可以保持数据的原始性,以改进第二种误差。

(二)关于数据库使用的建议

结合三个数据库的基本特征和碳排放测算结果,本文对各数据库的使用提出以下建议:(1)WIOD发布的数据年份最新(2014年),数据内容包括全球投入产出表、社会经济账户和环境账户。若研究需要最新的数据、时间跨度较长(17年以内),建议首选WIOD。(2)Eora的数据包含数据年份跨度最长(1990-2013年),数据地理范围包括全球187个国家(地区),覆盖范围最广;数据内容包括全球投入产出表和环境账户,同时Eora也提供各国国内的投入产出数据。若研究需要的数据时间跨度长(24年以内)、研究国家(地区)较多,尤其是当研究对象多为欧盟及世界主要经济体以外时,建议首选Eora。(3)EXIOBASE的统计数据最为准确,数据完整度高、没有数据缺失,部门划分最为详细(163个部门)。若研究对结果精确度和部门细分要求较高,且研究年份为某一年(2000和2007年)时,建议首选EXIOBASE。EXIOBASE是唯一不存在数据缺失的数据库,但正如在数据库基本信息介绍时提到的,该数据库的数据更新慢且频率低。WIOD和EXIOBASE统计数据的地理范围以欧盟为主体,同时还包括欧盟的主要贸易伙伴、全球主要经济体,如中国、美国、日本、俄罗斯等,这也体现出数据库建立的目的是以服务欧盟为导向的。

(三)碳排放可视化启示

根据EXIOBASE测算结果对全球碳排放进行可视化处理,本研究得出的启示如下:(1)从最终生产、消费侧碳排放的结果对比看,发展中国家整体上最终生产碳排放大于消费侧碳排放,而发达国家的情况正好相反,反映出现阶段“南北碳转移”的问题突出,发达国家最终消费引致的碳排放由发展中国家来予以承担。(2)中国、美国和欧盟三大经济体同样也是全球碳排放的三大主要来源地,由于这三大经济体比较优势的差异,其碳排放的主要来源部门也有所区别,并且,由中国碳排放的世界流向图可以发现,国际贸易和碳排放之间存在明显的正向相关关系。(3)在全球价值链不断变革的新形势下,研究中间品贸易碳排放追溯问题,不仅有利于国际社会构建具有政策共识基础的全球碳排放治理政策体系与框架,还有利于各国把握碳排放政策的最新动向、发现新的经济增长点、实现经济增长引擎的转换。(4)多区域投入产出数据库的对比研究,不仅为相关专家、学者提供了学术研究借鉴,而且为政府制定相关经济安排、产业与环境政策提供了新的思路与理念,有利于政府优化国际贸易与碳排放政策决策与评估过程,为相关政策方案的优化选择提供科学的、可行的技术手段或政策工具。

参考文献:

1. 陈雯、李强:《全球价值链分工下我国出口规模的透视分析——基于增加值贸易核算方法》,《财贸经济》2014年第7期。
2. 程大中:《中国参与全球价值链分工的程度及演变趋势——基于跨国投入-产出分析》,《经济研究》2015年第9期。
3. 蒋雪梅、刘铁芳:《全球贸易隐含碳排放格局的变动及其影响因素》,《统计研究》2013年第9期。
4. 聂辉华、江艇、杨汝岱:《中国工业企业数据库的使用现状和潜在问题》,《世界经济》2012年第5期。
5. 潘安、魏龙:《中国与其他金砖国家贸易隐含碳研究》,《数量经济技术经济研究》2015年第4期。
6. 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》,《经济研究》2015年第1期。
7. 彭水军、张文城、卫瑞:《碳排放的国家责任核算方案》,《经济研究》2016年第3期。
8. 王文举、向其凤:《国际贸易中的隐含碳排放核算及责任分配》,《中国工业经济》2011年第10期。
9. 肖皓、杨佳衡、乔晗:《需求侧全球碳排放强度的度量及分解》,《系统工程理论与实践》2015年第7期。
10. 徐盈之、郭进:《开放经济条件下国家碳排放责任比较研究》,《中国人口·资源与环境》2014年第1期。
11. 闫云凤、赵忠秀:《消费碳排放与碳溢出效应:G7、BRIC和其他国家的比较》,《国际贸易问题》2014年第1期。

12. 尹伟华:《中国制造业产品全球价值链的分解分析——基于世界投入产出表视角》,《世界经济研究》2016年第1期。
13. Hoekstra A. Y. , & Wiedmann T. O. , Humanity's Unsustainable Environmental Footprint. *Science*, Vol. 344, No. 6188, 2014, pp. 1114 – 1117.
14. Karaska, G. J. , Variation of Input-Output Coefficients for Different Levels of Aggregation. *Journal of Regional Science*, No. 8, 1968, pp. 215 – 227.
15. Katz, J. L. & Burford, R. L. , The Effect of Aggregation on the Output Multipliers in Input-Output Models. *The Annals of Regional Science*, Vol. 15, 1981, pp. 46 – 54.
16. Lenzen, M. , Moran, D. , Kanemoto, K. & Geschke, A. , Building Eora: A Global Multi-Region Input-Output Database at High Country and Sector Resolution. *Economic Systems Research*, Vol. 25, No. 1, 2013, pp. 20 – 49.
17. Miller, R. E. & Shao, G. , Spatial and Sectoral Aggregation in the Commodity-Industry Multiregional Input-output Model. *Environment and Planning A*, Vol. 22, 1990, pp. 1637 – 1656.
18. Owen, A. , Steen-Olsen, K. , Barrett, J. , Wiedmann, T. & Lenzen, M. , A Structural Decomposition Approach to Comparing MRIO Databases. *Economic Systems Research*, Vol. 26, No. 3, 2014, pp. 262 – 283.
19. Peters, G. P. , Minx, J. C. , Weber, C. L. & Edenhofer, O. , Growth in Emission Transfers via International Trade from 1990 to 2008. *Proceeding of the National Academy of Science of the United States of America*, Vol. 108, 2011, pp. 8903 – 8908.
20. Springmann, M. , Integrating Emissions Transfers into Policy-Making. *Nature Climate Change*, No. 4, 2014, pp. 177 – 181.
21. Steen-Olsen, K. , Owen, A. , Hertwich, E. G. & Lenzen, M. , Effects of Sector Aggregation on CO₂ Multipliers in Multiregional Input-Output Analyses. *Economic Systems Research*, Vol. 26, No. 3, 2014, pp. 284 – 302.
22. Timmer, M. P. , Los, B. , Stehrer, R. & de Vries G. J. , Fragmentation, Incomes and Jobs: An Analysis of European Competitiveness. *Economic Policy*, Vol. 28, No. 76, 2013, pp. 613 – 661.
23. Wiedmann, T. & Barrett, J. , Policy-Relevant Applications of Environmentally Extended MRIO Databases-Experiences from the UK. *Economic Systems Research*, Vol. 25, 2013, pp. 143 – 156.

Tracing the Embodied Carbon in Intermediate Goods Trade and A Parallel Comparison among Multi-Regional Databases

QIAO Xiaoyong, LI Zeyi & XIANG Nan

(Beijing University of Technology, 100124)

Abstract: This study starts with a highly-concerned topic-the embodied carbon issue, referring to the sector Common Classification once applied by Steen-Olsen, and try to re-compile the multi-regional input-output tables from WIOD, Eora, EXIOBASE, to make a parallel comparison of data characteristics, category and scope of application among the above three databases to trace the spatial pattern of global carbon emissions. In the process of re-compiling, the most major fundamental parts lie in the processing of the huge amount of original data and finding the correspondence between regions and sectors. The findings are as follows. (1) EXIOBASE gets the most accurate results, WIOD gets a lower one and Eora gets a higher one. (2) The carbon emission coefficient is much sensitive to the integration. (3) The more content integrated in one item, the more differences there will be in the results. (4) The completeness, detailed information and the consistent sources are the three major sources of discrepancies. (5) The South-North Carbon Transfer problem is protruding, since in developing countries, production-based emissions are higher than consumption-based emissions, while the developed countries are opposite.

Keywords: Multi-Regional Input-Output Databases, Intermediate Goods Trade, Embodied Carbon, Global Value Chains

JEL: F223, F742

责任编辑:原 宏