

## 全球价值链分工对中日制造业贸易隐含碳的影响

田建国, 庄贵阳, 陈楠

**摘要:** 基于总贸易核算的方法, 对中日贸易隐含碳进行了重新核算, 发现 2000—2009 年中国生产了中日贸易隐含碳总量的 75.14%, 日本消费了中日贸易隐含碳总量的 69.39%。在此基础上, 利用动态 GMM 模型研究了中国制造业 GVC 地位指数、GVC 参与度同中日贸易隐含碳中的中国生产碳、日本消费碳之间的关系。研究发现: (1) 中国制造业 GVC 地位指数同中国生产碳、日本消费碳呈现倒 U 型关系。(2) 中国大部分中低技术产业已经突破拐点, 处于 GVC 地位指数越高, 中国生产碳、日本消费碳越低的阶段; 高技术水平产业目前尚未突破拐点。(3) 中国制造业 GVC 参与度指数同中国生产碳、日本消费碳呈现负向关系。为减少中日贸易隐含碳, 建议: (1) 今后两国可以首先聚焦于中国中低技术水平制造业的合作; (2) 中日之间应该采取合作措施, 提高中国高技术水平制造业的 GVC 地位指数; (3) 继续深化中国制造业参与 GVC 的程度, 可以有效降低中日贸易隐含碳。

**关键词:** 全球价值链; 总贸易核算; 贸易隐含碳; 制造业; 中日贸易

**中图分类号:** F752.68-05 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2019)02-0071-14

**DOI:**10.16493/j.cnki.42-1627/c.2019.02.007

在当前垂直化分工背景下, 处于全球价值链 (Global Value Chain, 以下简称 GVC) 上游的国家往往将中间产品出口至 GVC 下游国家加工组装, 再通过进口下游国家的最终产品实现整个消费过程。GVC 下游国家的加工组装制造环节往往是附加值低且能源资源消耗大的环节, 如此一来造成下游国家碳排放剧增, 而上游国家却实现了碳排放转移<sup>[1][2][3]</sup>。因此, GVC 位置对贸易隐含碳有着极强的影响。

中国和日本分别是世界第二和第三大经济体, 双边贸易量巨大, 由此产生的碳排放量不容忽视。近年来, 由于特朗普政府相继退出《巴黎协定》、跨太平洋伙伴关系协定 (Trans-Pacific Partnership Agreement, TPP)、奉行“美国优先”战略、主动挑起中美贸易战等, 引发国际社会的不满, 也倒逼日本对华态度转变。2018 年是《中日和平友好条约》签订 40 周年, 日本首相安倍晋三访华, 也是时隔 7 年的首次访华, 开启了中日经贸关系的新起点。党的十九大报告明确提出引导应对气候变化国际合作, 成为全球生态文明坚实的参与者、贡献者、引领者; 而日本则一直以低碳立国, 在技术、理念、政策等方面具有优势, 两国具有合作的契合点。同时, 中日在全球 GVC 中的位置不同, 升级的瓶颈制约也不同。研究 GVC 的位置与碳排放的关系, 对中国来说, 可以制定出兼具绿色循环低碳的经贸政策, 向高质量发展转型; 对日本来说, 可以逐渐摆脱经济低迷现状, 在经济上开拓新的空间, 从而达到双赢的目的。

**基金项目:** 中国博士后科学基金特别资助项目“中日对一带一路沿线国家贸易隐含碳分析”(2018T110179); 中国博士后科学基金面上资助项目“基于增加值贸易核算的贸易隐含碳研究——以中日贸易为例”(2017M611097)

**作者简介:** 田建国, 北京师范大学地理科学学部自然资源学院博士研究生 (北京 100875); 庄贵阳 (通讯作者), 中国社会科学院城市发展与环境研究所研究员、博士生导师 (北京 100028)

在现有研究中，孟渤等<sup>[4]</sup>指出一个国家的碳排放与该国参与 GVC 的程度、方式以及位置有着密切的关系。但目前对贸易隐含碳影响因素的研究，多使用 SDA 或 LMDI 等方法探讨各因素对贸易隐含碳的影响<sup>[5][6][7][8][9][10]</sup>。受制于 SDA 以及 LMDI 分解方式，往往只能局限于技术、规模、结构等因素对贸易隐含碳的影响研究，鲜有对 GVC 位置、程度同贸易隐含碳之间的关系进行研究。潘安<sup>[11]</sup>通过研究 GVC 地位指数的变化趋势以及中国对外贸易隐含碳的变动趋势，分析二者之间的关系，但缺乏计量模型支撑。刘会政等<sup>[3]</sup>认为我国制造业 GVC 地位的提升对减少出口碳排放有积极影响，尤其对高碳制造业作用更加明显，但其研究并没有追溯出口中的价值的来源和去向，也就是说其并非基于总贸易核算。张红霞等<sup>[12]</sup>通过改进的 STIRPAT 模型实证研究了中国制造业碳排放与 GVC 地位的关系。其研究结果显示，GVC 地位的提升可显著降低中国制造业碳排放，但其研究并非是基于贸易隐含碳，而是全行业碳排放，同时其对贸易隐含碳的计算也并非基于总贸易核算。目前，只有潘安等少数学者在总贸易核算框架下研究了双边贸易隐含碳<sup>[13][14]</sup>。

总体来看，现有研究的不足主要有：（1）缺乏中国制造业 GVC 位置、程度同双边贸易隐含碳的研究，鲜有出现的文章也仅基于简单的 GVC 位次与碳排放的对比。事实上，中国 GVC 的位置、参与度并不仅仅影响中国出口贸易隐含碳。鉴于分工在两个贸易国之间的紧密联系，中国 GVC 地位、参与度同样对贸易国的生产碳和消费碳产生一定影响。中国制造业 GVC 位置、程度同中日双边贸易隐含碳的关系如何？其作用机制如何？回答这些问题，对于提升中国制造业 GVC 位置、加深中国制造业 GVC 参与度、降低双边贸易隐含碳等都有重要意义。（2）缺乏基于总贸易核算的贸易隐含碳和 GVC 地位、参与度的深入研究。多数研究并没有追溯出口中的价值来源和追踪价值去向，将出口中不同价值来源中所含的隐含碳混为一谈，对贸易中各国生产碳和消费碳的计算不准确。同时，对于总贸易核算下的贸易隐含碳同 GVC、参与度之间的关系，也尚没有足够深入的探讨。

本文首先使用总贸易核算的方法，追溯中日贸易中各部分隐含碳的产生来源和消费去向，进而计算参与贸易的各国生产碳和消费碳。然后，从中日双边贸易生产碳和消费碳的角度，探讨中国制造业 GVC 的位置和参与度的变化对中日贸易隐含碳的影响。研究方法上，同现有多数基于 SDA 和 LMDI 的研究不同，由于惯性存在，碳排放会受到过去的影响，模型中应该包含被解释变量的滞后项，因此利用动态面板数据模型来探讨中国制造业 GVC 地位、参与度同中日总贸易核算隐含碳的关系。

## 一、理论假设

GVC 位置、程度对双边贸易隐含碳的作用机制以及具体作用方向目前还不清楚，相关研究比较薄弱。本文提出以下理论假设，试图论证 GVC 位置、程度对双边贸易隐含碳的作用机制。

### （一）GVC 地位对中日贸易隐含碳的中国生产碳作用机理

制造业 GVC 地位代表国家或者行业参与 GVC 的地位，反映了该国或者行业在 GVC 的位置。GVC 地位越高，说明该国或者行业处在 GVC 的上游，从事研发、设计等生产环节。GVC 地位较低，则说明该国或者行业处于加工、组装、生产制造等生产环节。潘安<sup>[11]</sup>研究认为，中国整体 GVC 地位有所改善，但较低的分工地位会使中国产生较高的贸易隐含碳排放水平，且随着参与 GVC 地位逐渐深入，贸易隐含碳排放规模也会随之扩大。刘会政等<sup>[3]</sup>认为从 GVC 地位来看，发达国家依靠资源和技术优势占据 GVC 的上游位置，主要负责产品的研发设计、品牌运作等。一方面，由于不涉及生产、运输等活动，这些国家使用的能源、资源量相对较少；另一方面，其能源利用率较高，从而产生的碳排放量较少。处于 GVC 相对下游位置的国家则主要承接加工组装等技术含量低、资源能源消耗量大的环节，由此造成大量的碳排放。因此，中国制造业 GVC 地位的提升对减少碳排放有积极影响。造成这种理论与实证分歧的主要原因应该还是没有完整地考虑中国 GVC 地位的发展和改善过程。

从增加值贸易的角度来看, 正如潘安<sup>[11]</sup>研究指出, 在中国处于 GVC 中游位置时, GVC 地位的改善将会带来贸易隐含碳排放规模的扩大。因为, 此时 GVC 地位的改善将会提升中国出口产品的增加值, 增加值的提高意味着出口产品里面含有中国的碳排放增多。但另外一方面, 当中国 GVC 地位上升到一定程度, 在生产环节上过渡到 GVC 上游或者下游时, 由于上游或下游环节对资源的消耗相对较少, 则中国生产的碳排放将随之下降。因此, GVC 地位同中国生产碳很可能存在非线性关系。

### (二) GVC 参与度对中日贸易隐含碳中国生产碳的作用机理

GVC 参与度代表国家或者行业参与 GVC 的深度, 反映了 GVC 对本国生产活动的影响程度。GVC 参与度越大, 代表该国或者行业同 GVC 上下游的其他国家和行业联系越紧密。GVC 参与模式分为前向分工和后向分工。刘会政等<sup>[3]</sup>从生产环节和生产转移的角度论证了前向分工会将附加值低且能源消耗大的产品加工、组装和制造生产环节转移至其他国家尤其是发展中国家。后向分工利用进口的中间品和本国的生产要素进行进一步加工和处理, 并向其贸易伙伴国出口最终产品供其消费, 而将大量的碳排放留在了国内。最终, 前向关联模式嵌入 GVC 有助于减少碳排放量, 后向关联模式嵌入 GVC 会造成碳排放的增加。中国制造业 GVC 参与度对贸易碳的影响取决于是哪一种分工模式在起主要作用。如果是后向分工推动参与度上升, 中国将继续被锁定在低端生产环节, 中国出口的生产碳将增多; 如果是前向分工推动参与度上升, 中国将逐步跳出低端生产环节, 中国出口的生产碳将有可能降低。因此在此阶段, 中国制造业参与度的提高对贸易隐含碳的影响取决于这两种机制的作用大小, 具体作用方向应在实证中予以验证。

### (三) GVC 地位、GVC 参与度对中日贸易隐含碳的日本消费碳作用机理

在中日贸易中, 中国生产最终产品为日本消费。这在一定程度上说明中国生产碳和日本消费碳是一个硬币的两面, 意味着 GVC 地位、GVC 参与度对日本消费碳的作用机理类似于对中国生产碳。但本文从总贸易核算的角度对中日贸易隐含碳进行核算, 也就是说中国生产碳也会对其他国家的消费碳产生影响, 这导致日本没有完全消费中国的生产碳。因此, 中国 GVC 地位、参与度对日本消费碳的作用方向、大小还需要通过实证来检验。

## 二、基于总贸易核算的中日贸易隐含碳

### (一) 总贸易核算框架下的双边贸易隐含碳计算模型

目前, 以增加值贸易为基础的 GVC 研究成为热点。2014 年, 库普曼提出了一国总出口的分解法, 根据出口品价值最终去向, 将其细分为 9 个部分<sup>[15]</sup>。但库普曼的方法只能分解一国总出口, 王直等扩展了此方法, 提出了对多个层面的总贸易流量的分解法, 得到了不同层面贸易品的价值来源与最终吸收地<sup>[16]</sup>。目前多数文章都是基于库普曼的分解办法来测算贸易隐含碳, 但这种方法对于碳排放的测算是 inaccurate 和不完整的。基于王直等<sup>[16]</sup>的总贸易核算来测算贸易隐含碳的文章相对较少, 同时尚未有文献从生产碳和消费碳的角度使用该方法计算贸易隐含碳。本文尝试基于王直等的总贸易核算框架, 从生产碳和消费碳的角度, 计算中日贸易隐含碳中的碳排放来源和去向。计算模型如下:

$s$  代表中国,  $r$  代表日本,  $t$  代表其他国家 (WIOD 世界投入产出表中日两国以外的国家)。根据王直等<sup>[16]</sup>的研究, 建立中国、日本、其他国家的三国投入产出模型。

$$\begin{bmatrix} A^{ss} & A^{sr} & A^{st} \\ A^{rs} & A^{rr} & A^{rt} \\ A^{ts} & A^{tr} & A^{tt} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X^s \\ X^r \\ X^t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y^{ss} + Y^{sr} + Y^{st} \\ Y^{rs} + Y^{rr} + Y^{rt} \\ Y^{ts} + Y^{tr} + Y^{tt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X^s \\ X^r \\ X^t \end{bmatrix} \quad (1)$$

最终, 利用该研究的分解办法, 将中国到日本的总出口分解为 16 个部分:

$$E^s = A^s X^r + Y^s = (V^s B^{ss})' \# Y^s + (V^r B^{rs})' \# Y^s + (V^t B^{ts})' \# Y^s + (V^s B^{ss})' \# (A^s X^r) + (V^r B^{rs})' \# (A^s X^r) + (V^t B^{ts})' \# (A^s X^r) = (V^s B^{ss})' \# Y^s + (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rr} Y^{rr}) + (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rt} Y^{rt}) + (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rr} Y^{rr}) + (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rt} Y^{rt}) + (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rs} Y^{rs}) + (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rt} Y^{rs}) + (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rs} Y^{ss}) + (V^s L^{ss})' \# [A^s B^{rs} (Y^s + Y^s)] + (V^s B^{ss} - V^s L^{ss})' \# (A^s X^r) + (V^r B^{rs})' \# Y^s + (V^r B^{rs})' \# (A^s L^{rr} Y^{rr}) + (V^r B^{rs})' \# (A^s L^{rr} E^r) + (V^t B^{ts})' \# Y^s + (V^t B^{ts})' \# (A^s L^{rr} Y^{rr}) + (V^t B^{ts})' \# (A^s L^{rr} E^r) \quad (2)$$

其中， $A^s$  为中国投入到日本的投入系数， $Y^s$  为中国为日本提供的最终产品。 $B^{rs}$  为根据世界投入产出表计算的里昂惕夫逆矩阵日本投入到中国对应的分块矩阵， $L^{ss}$ 、 $L^{rr}$ 、 $L^{tt}$  分别为中国、日本、其他国家国内里昂惕夫矩阵。 $V^s$ 、 $V^r$ 、 $V^t$  为中国、日本、其他国家的增加值系数。 $\#$  表示矩阵点乘。其他变量中的字母代表的含义类似于以上解释。分解的 16 个部分的经济含义可以参考王直<sup>[16]</sup> 等的文章，不再做详细解读。

不同增加值部分由于生产者不同，因此其碳排放系数并不相同。传统的计算贸易隐含碳的方式将各部分价值的碳排放系数视作相同，会造成碳排放量估算的不准确。增加值贸易隐含碳的最大优势是通过追踪增加值产生的来源和吸收地，可以方便地追溯碳排放的产生地和消费地。具体来看，中国出口到日本的贸易隐含碳公式可以写成：

$$C^s = f^s L^{ss} (V^s B^{ss})' \# Y^s + f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rr} Y^{rr}) + f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rt} Y^{rt}) + f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rr} Y^{rr}) + f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rt} Y^{rt}) + f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rs} Y^{rs}) + f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rt} Y^{rs}) + f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rs} Y^{ss}) + f^r L^{rr} (V^r B^{rs})' \# Y^s + f^r L^{rr} (V^r B^{rs})' \# (A^s L^{rr} Y^{rr}) + f^t L^{tt} (V^t B^{ts})' \# Y^s + f^t L^{tt} (V^t B^{ts})' \# (A^s L^{rr} Y^{rr}) \quad (3)$$

其中， $f^s$ 、 $f^r$ 、 $f^t$  分别为中国、日本、其他国家制造业直接碳排放系数的对角矩阵。其中， $f^s L^{ss} (V^s B^{ss})' \# Y^s$  为最终出口日本的国内增加值产生碳排放，对应表 (1) 中的  $f^s L^{ss} \times DVA\_FIN_s$ 。 $f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rr} Y^{rr})$  为直接被日本吸收的中间产品所产生的碳排放，对应  $f^s L^{ss} \times DVA\_INT_s$ 。 $f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rt} Y^{rt}) + f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rr} Y^{rr}) + f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rt} Y^{rt})$  为被日本生产向其他国家出口所吸收的中间产品所产生的碳排放，对应  $f^s L^{ss} \times DVA\_INTRE_s$ 。 $f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rs} Y^{rs}) + f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rt} Y^{rs}) + f^s L^{ss} (V^s L^{ss})' \# (A^s B^{rs} Y^{ss})$  为返回被本国吸收的国内增加值所产生的碳排放，对应  $f^s L^{ss} \times RDV_s$ 。 $f^r L^{rr} (V^r B^{rs})' \# Y^s + f^r L^{rr} (V^r B^{rs})' \# (A^s L^{rr} Y^{rr})$  为出口隐含的日本的增加值所产生的碳排放，对应  $f^r L^{rr} \times MVA_s$ 。 $f^t L^{tt} (V^t B^{ts})' \# Y^s + f^t L^{tt} (V^t B^{ts})' \# (A^s L^{rr} Y^{rr})$  为出口隐含的其他国家的增加值所产生的碳排放，对应  $f^t L^{tt} \times OVA_s$ 。

表 1 给出了总贸易核算框架下，中国对日本出口隐含碳的具体分解，并追溯了隐含碳的来源国和去向国。相类似的，总贸易核算框架下，日本对中国的出口隐含碳也可以分解为 16 个部分，并追溯隐含碳的来源国和去向国。将两国贸易隐含碳分解合并起来，就可以得出中日两国贸易隐含碳中的中国生产碳和日本消费碳。其公式为：

$$cs = f^s L^{ss} \times (DVA_s + RDV_s) + f^s L^{ss} \times MVA_{rs} \quad (4)$$

$$cr = f^s L^{ss} \times (DVA\_FIN_s + DVA\_INT_s) + f^r L^{rr} \times MVA_s + f^t L^{tt} \times OVA_s + f^r L^{rr} \times RDV_{rs} \quad (5)$$

其中， $cs$  为中国生产碳， $MVA_{rs}$  为日本使用的来自中国的中间产品。 $cr$  为日本消费碳， $MVA_s$  为中国使用的来自日本的中间产品。 $OVA_s$  为中国出口日本隐含的其他国家增加值。

总贸易核算部分计算使用的投入产出表为 WIOD 在 2013 年发布的世界投入产出表 (2000 年—2009 年)<sup>①</sup>。两国的直接碳排放系数所需数据来源为 WIOD (2013 版) 环境账户中各行业碳排放数

① 参见 <http://www.wiod.org/database/wiots13>。

据<sup>①</sup>。其他国家的直接碳排放系数取中日两国直接碳排放系数的均值。

表 1 总贸易核算框架下中国对日本出口隐含碳分解

中国对日本总出口	增加值具体分解	隐含碳计算公式	隐含碳生产国	隐含碳消费国
被国外吸收的国内增加值 $DVA_{sr}$	最终出口的国内增加值 $DVA\_FIN_{sr}$	$f^s L^s \times DVA\_FIN_{sr}$	中国	日本
	被直接进口国吸收的中间出口 $DVA\_INT_{sr}$	$f^s L^s \times DVA\_INT_{sr}$	中国	日本
	被直接进口国生产向其他国家出口所吸收的中间出口 $DVA\_INTRE_{sr}$	$f^s L^s \times DVA\_INTRE_{sr}$	中国	其他国家
返回并被本国吸收的国内增加值 $RDV_{sr}$		$f^s L^s \times RDV_{sr}$	中国	中国
国外增加值 $FVA_{sr}$	出口隐含的的进口国增加值 $MVA_{sr}$	$f^r L^r \times MVA_{sr}$	日本	日本
	出口隐含的的第三国增加值 $OVA_{sr}$	$f^u L^u \times OVA_{sr}$	其他国家	日本
纯重复计算部分 $PDC_{sr}$	来自于国内账户的纯重复计算 $DDC_{sr}$	0	—	—
	来自于国外账户的纯重复计算 $FDC_{sr}$	0	—	—

## (二) 中日双边贸易隐含碳结果分析

1. 中日双边贸易隐含碳的生产碳、消费碳规模。表 2、3 分别是生产者、消费者角度, 计算得到的各国在中日贸易隐含碳中的生产量和消费量。2000—2009 年, 中日之间双边贸易共产生贸易隐含碳总量为 1 363. 01 Mt。其中, 中国生产碳总量为 1 024. 13 Mt, 占比 75. 14%; 日本生产碳总量为 211. 16 Mt, 占比 15. 49%; 其他国家生产碳为 127. 72 Mt, 占比 9. 37%。从表 2 可以看出, 历年来, 中国占三方生产碳的比例维持在接近 75%, 日本维持在 15%, 说明在中日贸易隐含碳排放中, 中国生产了绝大多数的碳排放。2000—2009 年中日双边贸易隐含碳中, 日本消费总量 945. 63 Mt, 占比 69. 39%; 中国消费总量为 239. 99 Mt, 占比 17. 61%; 其他国家消费 177. 23 Mt, 占比 13. 00%。从表 3 可以看出, 历年来, 中国占三方消费碳的比例维持在 20% 不到, 日本占三方消费碳的 70%, 说明绝大多数的中日双边贸易隐含碳都是日本消费的, 且每年都相对稳定。

表 2 从生产者的角度看中日贸易隐含碳各国生产量

年份	日本		中国		其他国家	
	生产量 (Mt)	比例 (%)	生产量 (Mt)	比例 (%)	生产量 (Mt)	比例 (%)
2000	10. 81	12. 21	71. 38	80. 61	6. 36	7. 18
2001	12. 70	13. 81	72. 76	79. 09	6. 53	7. 10
2002	16. 40	16. 46	75. 76	76. 04	7. 47	7. 50
2003	20. 29	15. 96	96. 09	75. 58	10. 75	8. 46
2004	23. 17	14. 95	117. 40	75. 77	14. 38	9. 28
2005	22. 79	13. 45	130. 58	77. 07	16. 05	9. 47
2006	25. 58	15. 07	127. 24	74. 97	16. 89	9. 95
2007	28. 21	17. 00	120. 36	72. 52	17. 40	10. 48
2008	25. 30	15. 82	115. 79	72. 39	18. 86	11. 79
2009	25. 91	19. 09	96. 77	71. 30	13. 03	9. 60
合计	211. 16	15. 49	1 024. 13	75. 14	127. 72	9. 37

注: Mt 为百万吨。

<sup>①</sup> 参见 <http://www.wiod.org/database/eas13>。

表 3 从消费者角度看中日贸易隐含碳各国消费量

年份	日本		中国		其他国家	
	消费量 (Mt)	比例 (%)	消费量 (Mt)	比例 (%)	消费量 (Mt)	比例 (%)
2000	67.30	76.01	11.92	13.46	9.33	10.53
2001	68.65	74.64	13.88	15.09	9.45	10.28
2002	71.15	71.43	17.40	17.47	11.06	11.10
2003	90.74	71.38	21.59	16.99	14.78	11.63
2004	109.77	70.85	25.41	16.40	19.75	12.75
2005	121.29	71.60	25.92	15.30	22.20	13.10
2006	115.99	68.35	29.15	17.18	24.56	14.47
2007	108.75	65.53	31.39	18.92	25.81	15.55
2008	102.63	64.17	32.87	20.55	24.42	15.27
2009	89.36	65.85	30.46	22.45	15.87	11.70
合计	945.63	69.39	239.99	17.61	177.23	13.00

注: Mt 为百万吨。

从以上两表分析得出,中日贸易隐含碳中存在一个基本事实,即中国生产了绝大多数的碳排放,但是中国生产的碳基本都是日本消费的。中日之间贸易隐含碳主要的碳转移链条是中国生产,日本消费。因此,研究中国生产碳的影响因素,就是抓住了中日贸易隐含碳的关键,这比单纯地将中日两国所有的生产碳作为整体研究对象要更加的明确。据此,本文以中国生产碳和日本消费碳作为中日贸易隐含碳的因变量,探讨中国制造业 GVC 地位、中国制造业 GVC 参与度对中日贸易隐含碳的影响。

2. 中日双边贸易隐含碳分行业生产碳、消费碳。从制造业结构来看,本文选择的制造业共 17 个部门(如表 4 所示)。所有部门选自 WIOD (2013 年版)世界投入产出表 56 部门中的制造业部门,其中,生产医药基础产品和医药制剂、机械设备的修理和安装数据不足,予以删除。行业的技术水平分类参考尹伟华<sup>[17]</sup>。其中,高技术产业有生产医药基础产品和医药制剂,生产计算机、电子、光学产品,电气设备制造,机械设备制造,汽车、挂车、半挂车的制造,制造其他运输设备;其他部门为中低技术部门。表 5 分别给出了 2000—2009 年偶数年份中日贸易碳里的中国生产碳、日本消费碳。从行业来看,中国生产碳和日本消费碳呈现行业集中、逐年增加的特点。具体来看,(1)中国生产碳、日本消费碳主要集中在 7、9、10、11 部门;(2)2000—2009 年,几乎所有行业的中国生产碳和日本消费碳都是增长的;(3)从产业类型来看,中国生产碳、日本消费碳主要表现为中低技术产业。

表 4 行业代码及行业技术类型分类

行业代码	行业名称	技术类型	行业代码	行业名称	技术类型
C1	食品、饮料和烟草制品的制造	中低技术	C10	基本金属的制造	中低技术
C2	纺织品、成衣和皮革制品的制造	中低技术	C11	制造金属制品,机械设备除外	中低技术
C3	制造木材及木制及软木制品(家具除外)	中低技术	C12	生产计算机、电子、光学产品	高技术
C4	制造纸张和纸制品	中低技术	C13	电气设备制造	高技术
C5	印刷和复制记录媒体	中低技术	C14	机械设备制造	高技术
C6	生产焦炭和成品油	中低技术	C15	汽车、挂车、半挂车的制造	高技术
C7	生产化学品和化工产品	中低技术	C16	制造其他运输设备	高技术
C8	橡胶和塑料制品的制造	中低技术	C17	制造的家具;其他制造业	中低技术
C9	生产其他非金属矿产品	中低技术			

表 5 2000—2009 年偶数年中日贸易隐含碳中国生产碳、日本消费碳 单位: Mt

行业	中国生产碳					日本消费碳				
	2000	2002	2004	2006	2008	2000	2002	2004	2006	2008
C1	2.85	2.79	3.68	3.42	2.53	2.90	2.85	3.77	3.49	2.51
C2	0.22	0.2	0.27	0.23	0.21	0.25	0.22	0.30	0.25	0.22
C3	0.06	0.07	0.17	0.14	0.15	0.06	0.07	0.17	0.13	0.14
C4	0.44	0.43	0.68	0.66	0.73	0.44	0.43	0.68	0.65	0.69
C5	0.24	0.20	0.22	0.21	0.20	0.24	0.20	0.22	0.21	0.19
C6	1.79	1.67	2.60	2.38	2.04	1.67	1.53	2.38	2.13	1.75
C7	6.62	6.03	7.00	8.45	8.81	6.35	5.77	6.82	7.84	7.67
C8	0.61	0.56	0.89	0.82	0.83	0.58	0.53	0.85	0.76	0.73
C9	6.00	6.26	8.95	7.76	7.52	5.62	5.93	8.56	7.26	6.76
C10	6.58	6.44	11.78	11.63	10.53	5.70	5.55	10.04	9.72	8.64
C11	2.58	2.62	3.66	3.73	3.58	2.55	2.62	3.75	3.69	3.41
C12	0.44	0.50	0.57	0.60	0.60	0.48	0.58	0.76	0.79	0.75
C13	1.21	1.31	1.45	1.34	1.31	1.15	1.24	1.38	1.22	1.17
C14	0.14	0.14	0.24	0.26	0.27	0.13	0.13	0.22	0.23	0.23
C15	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.05	0.05	0.07	0.08	0.08
C16	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06
C17	0.11	0.10	0.16	0.18	0.17	0.11	0.11	0.18	0.19	0.18

注: Mt 为百万吨。

### 三、制造业 GVC 地位指数、参与度指数

#### (一) 制造业 GVC 地位指数

GVC 地位指数的计算公式有部分学者考虑了 PDC, 也就是贸易重复统计的部分, 将其视作分子的一部分<sup>[18]</sup>, 部分学者则不考虑贸易重复统计<sup>[19][20]</sup>。库普曼等并没有将重复统计的部分从总出口中剔除, 本文将对此进行改进, 建立一个新的 GVC 地位指数公式。公式如下:

$$\text{GVC 地位指数} = \log(1 + (DVA\_INT + DVA\_INTRE + RDV)\Phi(E - PDC)) - \log(1 + FVA\Phi(E - PDC)) \quad (6)$$

其中,  $\Phi$  表示矩阵点除,  $E$  为出口总额。图 1 给出了 2000—2009 年中日两国的 GVC 地位指数。日本制造业的 GVC 地位指数大多较中国高, 说明日本在制造业领域相对于中国处于上游且具有较大的领先优势。这种领先并非仅仅在高技术产业, 在中低技术行业, 日本的 GVC 地位指数也高于中国。中日差距最大的行业为计算机、电子和光学产品以及纺织品、成衣和皮革制品产业。中国在焦炭和成品油生产领域的 GVC 地位高于日本, 并且有一定优势。从时间来看, 中国制造业 GVC 地位指数有一定幅度的上升; 日本虽然有绝对优势, 但是显示出一定程度的下降。

#### (二) 制造业 GVC 参与度指数

制造业 GVC 参与度指数代表国家或者行业参与 GVC 的深度, 反映了 GVC 对本国生产活动的影响程度, 取值在 0 至 1 之间。制造业 GVC 参与度指数越大, 代表该国或者该行业同 GVC 上下游的其他国家和行业联系越紧密。经过剔除重复统计贸易额, 其计算公式如下:

$$\text{GVC 参与度指数} = (DVA\_INT + DVA\_INTRE + RDV)\Phi(E - PDC) + FVA\Phi(E - PDC) \quad (7)$$

从公式可以看出, 公式前半部分为前向分工指数, 后半部分为后向分工指数。图 2 给出了中日

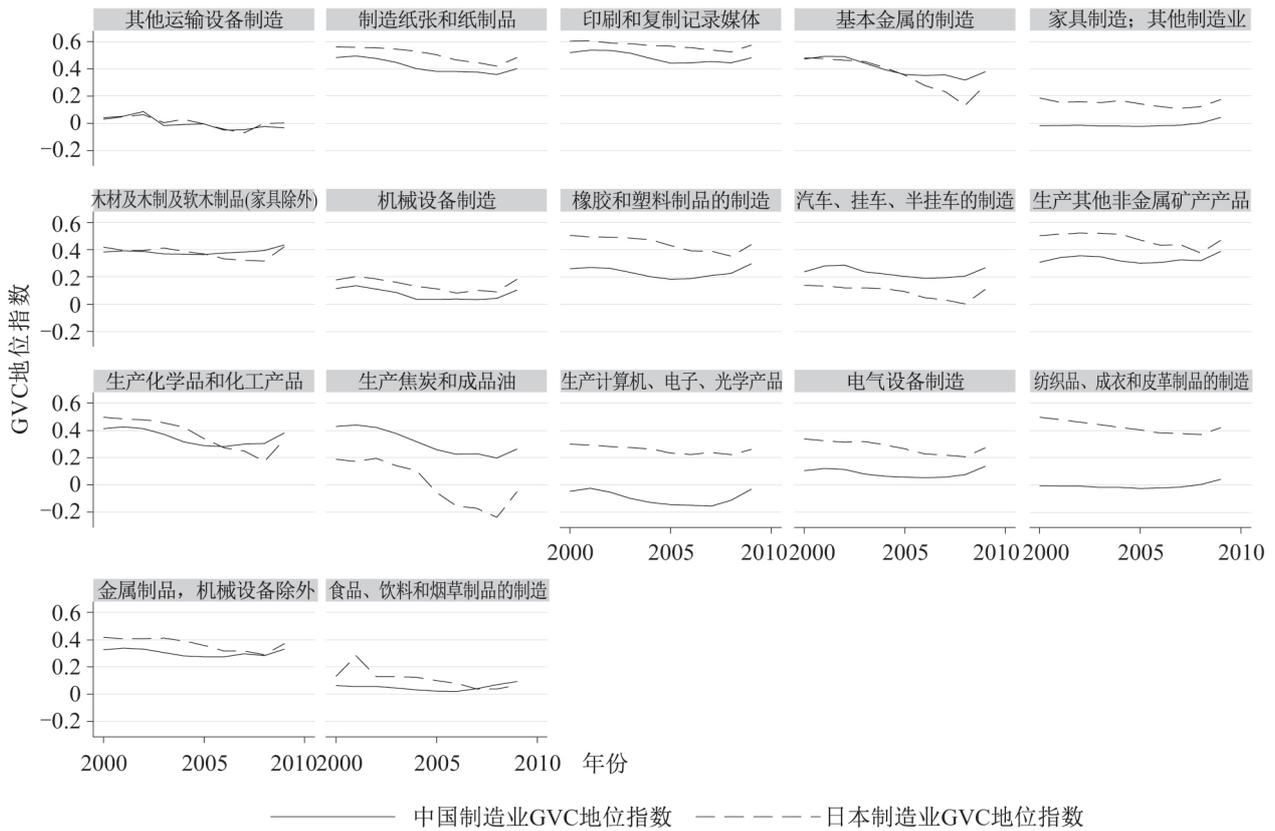


图 1 2000—2009 年中日两国制造业 GVC 地位指数

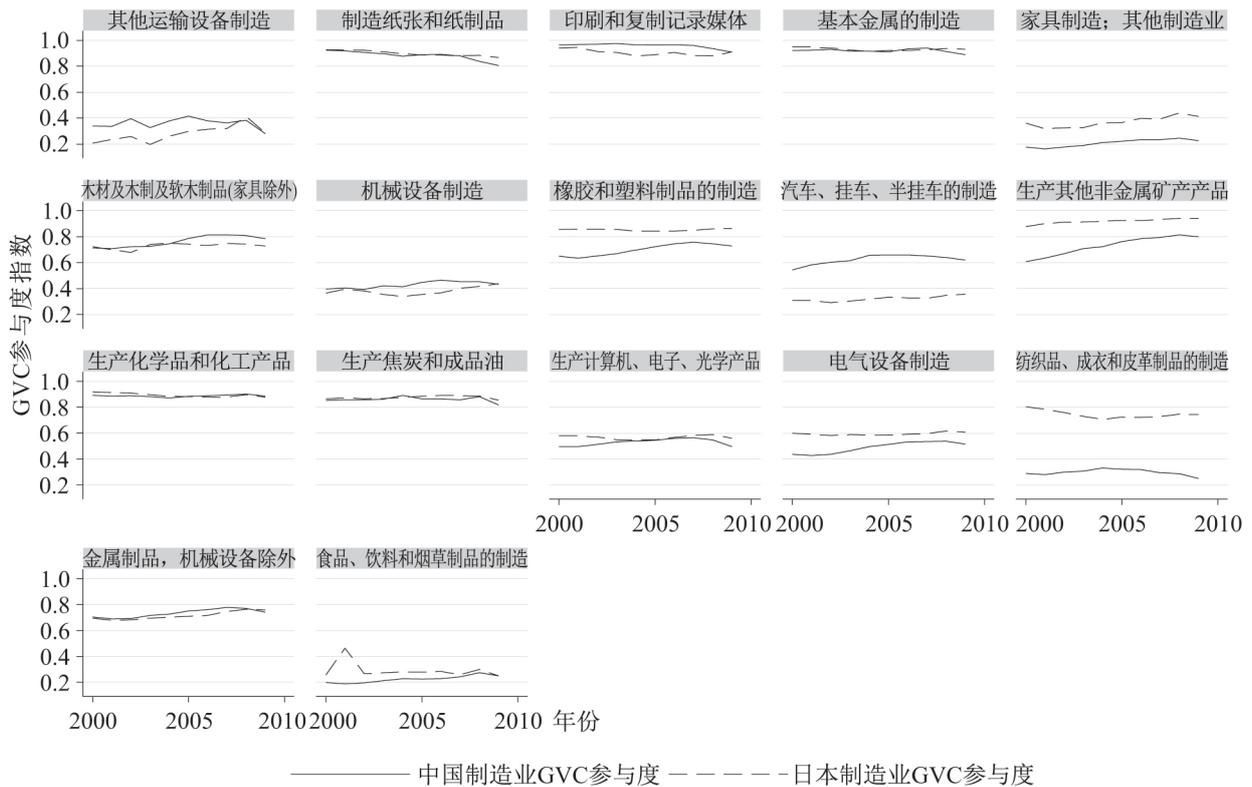


图 2 2000—2009 年中日两国制造业 GVC 参与度指数

两国的制造业 GVC 参与度指数, 从中可以看出, 中日两国的制造业 GVC 参与度都普遍较高, 反映了中日两国都是深度参与 GVC 活动的国家。但不同的是, 中日两国参与 GVC 的方式有所不同。日本采用的是前向分工模式, 中国更多的是使用后向分工模式。比如, 中日两国在计算机、电子和光学产品中的参与度相差无几, 但是日本主要是前向分工指数高, 中国是后向分工指数高。

#### 四、计量模型、变量和数据说明

##### (一) 计量模型设定

为了考察中国制造业 GVC 地位和参与度对中日贸易隐含碳中国生产碳和日本消费碳的影响, 将实证模型设计如下:

$$cx_{it} = \alpha + \beta_1 \times cx_{i,t-1} + \beta_2 \times gpo_{it} + \beta_3 \times gpo_{it}^2 + X + u_i + \epsilon_{it} \quad (8)$$

$$cx_{it} = \alpha + \beta_1 \times cx_{i,t-1} + \beta_2 \times gpi_{it} + X + u_i + \epsilon_{it} \quad (9)$$

其中,  $cx_{i,t}$  为当期中国生产碳或日本消费碳,  $cx_{i,t-1}$  代表上一年的中国生产碳或日本消费碳。下标  $i$ 、 $t$  分别代表中国制造业的行业、年份。 $gpo$  为中国制造业 GVC 地位指数,  $gpi$  为中国制造业 GVC 参与度。 $X$  为控制变量。

##### (二) 变量和数据说明

因变量为中日贸易隐含碳日本消费碳、中国生产碳, 核心变量为中国制造业 GVC 地位指数、中国制造业 GVC 参与度指数, 均源自基于 WIOD (2013 版) 世界投入产出表 (2000—2009) 的计算结果 (如表 6 所示)。

表 6 变量描述性统计

变量	变量含义	平均值	标准差	最小值	最大值	样本值
$cs$	中日贸易隐含碳中国生产碳 (百万吨)	2.16	3.37	0.03	13.81	170
$cr$	中日贸易隐含碳日本消费碳 (百万吨)	2.00	2.98	0.03	11.70	170
$gpo$	中国制造业 GVC 地位指数	0.21	0.18	-0.16	0.54	170
$gpi$	中国制造业 GVC 参与度指数	0.62	0.25	0.16	0.98	170
$c$	中国制造业各行业完全碳排放系数 (吨/美元)	2.10	1.29	0.76	7.64	170
$yz$	中国出口日本最终品同中间品的比值	2.62	4.67	0.01	20.81	170
$ex$	中国制造业各行业出口日本的总额 (亿美元)	3.92	5.34	0.02	22.93	170

在诸多关于贸易隐含碳排放的影响因素的研究中, 都无法绕过规模效应、结构效应和技术效应。为保证回归质量, 在充分使用现有研究结果的基础上, 引入规模效应、结构效应和技术效应作为回归模型中的控制变量。

1. 规模效应。使用中国对日本总出口额表示规模效应。出口越多, 中国生产的产品越多, 中国的生产碳也就越多, 日本消费碳也就越多。数据来源为 WIOD (2013 年版) 的 2000—2009 年世界投入产出表<sup>①</sup>。该部分数据需要计算获取, 利用世界投入产出表中国对日本的出口数据合并而得。

2. 结构效应。使用中国对日本出口的最终品同中间品的比例表示结构效应。结构效应通过对最终品和中间品的比例不同来衡量每个行业的出口结构。数据为 WIOD (2013 年版) 中 2000—2009 年世界投入产出表中的中国对日本出口的最终品和中间品整理计算得到。

3. 技术效应。使用中国制造业各行业的完全碳排放系数代表技术效应。对于某一行业来说,

<sup>①</sup> 参见 <http://www.wiod.org/database/wiots13>。

技术水平越高,行业完全碳排放水平越低。中国完全碳排放系数所需数据来源为 WIOD (2013 年版) 环境账户中的中国各行业碳排放数据<sup>①</sup>。先利用 WIOD (2013 年版) 环境账户各行业碳排放数据计算出直接碳排放系数,再利用 WIOD (2013 年版) 世界投入产出表中的中国国内里昂惕夫逆矩阵计算出完全碳排放系数。

## 五、计量结果分析及稳健性检验

### (一) 计量结果分析

动态面板数据模型回归方程的估计方法有差分 GMM、水平 GMM,以及将两者结合起来的系统 GMM。使用系统 GMM 和水平 GMM 需要两个前提,尤其需要格外重视第二个前提。第二个前提的要求是,在样本期间,因变量应该分布在因变量的均衡点附近,这意味着因变量需要在稳态附近。发达国家的经济体很可能在稳态附近,但转型经济体或发展中国家可能离稳态较远。因此,本文排除了系统 GMM、水平 GMM,使用差分 GMM。选用 Hansen J 统计量检验差分 GMM 方法工具变量的可靠性,选用 Arellano-Bond 统计量检验模型是否存在序列相关。为排除异方差的影响,在稳健型标准差回归下进行估计。从表 7 回归结果 (1) — (4) 中的滞后期可以看出,各方程的滞后期都在 1% 显著性水平显著,说明建立动态面板回归方程在形式上是正确的。同时,从 AR(2)

表 7 回归结果

变量	以中国生产碳为因变量		以日本消费碳为因变量	
	以 $gpo$ 为核心自变量 (1)	以 $gpi$ 为核心自变量 (2)	以 $gpo$ 为核心自变量 (3)	以 $gpi$ 为核心自变量 (4)
$L_{cr}$	0.456*** (0.112)	1.087*** (0.290)		
$L_{cs}$			0.393** (0.154)	1.127*** (0.313)
$gpo$	14.94** (7.346)		9.173* (5.160)	
$gpo^2$	-32.71*** (12.27)		-21.72** (9.707)	
$gpi$		-5.073* (2.958)		-2.634** (1.172)
$lnc$	1.770*** (0.634)	1.733** (0.763)	1.614*** (0.562)	1.029** (0.420)
$lnex$	0.850*** (0.281)	0.604* (0.344)	0.791*** (0.282)	0.294 (0.276)
$lnyz$	0.00108 (0.327)	-0.411 (0.495)	0.133 (0.307)	-0.0614 (0.228)
AR (2)	-0.23 (0.818)	-0.57 (0.569)	-0.26 (0.798)	-0.55 (0.581)
Hansen test	9.18 (0.420)	8.17 (0.147)	9.51 (0.301)	12.88 (0.230)
样本值	136	136	136	136

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 显著性水平上显著,括号里面为稳健标准误。AR (2)、Hansen test 括号内为  $p$  值。

① 参见 <http://www.wiod.org/database/eas13>。

来看, 回归 (1) (2) (3) (4) 均支持方程的误差项不存在二阶序列相关的假设 ( $p$  值均显著大于 0.1)。从 Hansen test 的值来看, 也无法拒绝工具变量有效性的原假设 ( $p$  值均显著大于 0.1)。以上说明模型设定的合理性和工具变量的有效性。

1. 中国制造业 GVC 地位指数同中国生产碳和日本消费碳的关系。从方程回归系数来看, 方程 (1) 和 (3) 中的  $gpo$  二次项系数为负, 说明中国制造业 GVC 地位指数同中国生产碳、日本消费碳存在倒 U 的关系, 证实了前文的理论假设, 即 GVC 地位同中国生产碳、日本消费碳存在非线性关系。中国 GVC 地位指数的上升会造成中国生产碳和日本消费碳的先上升再下降。对比生产碳和消费碳的拐点可以发现, 中国生产碳的拐点在 0.228, 日本消费碳的拐点在 0.211, 拐点位置接近, 说明中国 GVC 地位指数对中国生产碳和日本消费碳的作用方向以及方向改变的位置具有相似性。从作用力度来看, 分别对  $gpo$  求导得出中国生产碳的偏导和日本消费碳的偏导, 中国生产碳的偏导要大于日本消费碳的偏导, 说明中国制造业 GVC 地位指数的变动对中国生产碳的作用更大。

进一步可以将中国 GVC 地位指数同中日之间贸易隐含碳的关系划分为两个阶段: 当中国制造业 GVC 地位指数小于 0.23 时, 中国生产碳、日本消费碳随着  $gpo$  的上升而上升; 当  $gpo$  大于 0.23 时, 中国生产碳、日本消费碳随着  $gpo$  的上升而下降。从样本来看, 在 170 个样本中有 75 个样本处于第一阶段, 有 95 个样本处于第二阶段。处于第一阶段的主要是 1、2、13、14、15、17、18。处于第二阶段的主要是 3、4、5、6、7、9、10、11、12、16。可以看出, 处于第二阶段的主要是中低技术产业, 处于第一阶段的主要是中高技术产业和部分中低技术产业, 如服装业、饮料业、家具业, 说明大多数中低技术产业基本已经跨越了拐点。随着 GVC 地位指数的上升, 该部分中低技术产业的生产碳会随之下降。中国高技术产业以及部分中低技术产业还没有跨越拐点, 仍处于 GVC 地位指数上升、生产碳会随之上升的阶段。因此, 积极提高中国的高技术产业 GVC 地位指数, 对于减少中国生产碳有重要意义。

2. 中国制造业 GVC 参与度指数同中国生产碳和日本消费碳的关系。回归 (2) (4) 显示, 中国制造业 GVC 参与度指数同中国生产碳、日本消费碳呈负向关系。随着中国制造业 GVC 参与度的上升, 中国生产碳、日本消费碳将会下降。造成这种变化的主要原因是中国参与世界生产的分工模式的变化, 即中国在发展过程中逐渐由后向分工转向前向分工, 由主要使用国外中间品加工生产到主要使用国内中间品进行生产, 造成了中国生产碳的下降。

3. 控制变量同中国生产碳和日本消费碳的关系。 $inc$  完全碳排放系数同中国生产碳、日本消费碳正相关,  $lnex$  同中国生产碳和日本消费碳正相关, 贸易结构  $lnyz$  同中国生产碳和日本消费碳正相关, 但是不显著。

## (二) 稳健性检验

为检验 GVC 地位指数、GVC 参与度同碳排放的非线性关系, 本文使用 Hansen<sup>[21]</sup> 提出的面板门槛效应模型进行稳健性验证。

$$cx_u = \alpha + \beta_1 \times gpx_u (gpx_u \leq q) + \beta_2 \times gpx_u (gpx_u > q) + X + u_i + \varepsilon_u \quad (9)$$

其中,  $q$  为门槛值, 其他变量同上文。面板门槛效应模型的检验结果如表 8 所示。回归 (1) (3) 具有单一门槛, 且在 1% 的显著性水平显著。回归 (2) (4) 单一门槛的显著性水平不足。模型 (1) 中  $gpo$  的  $F$  统计量为 47.86,  $bootstrap-p$  值为 0.01; 模型 (3) 中  $gpo$  的  $F$  统计量为 66.97,  $bootstrap-p$  值为 0.01。因此, 中国制造业 GVC 地位指数对日本消费碳、中国生产碳具有门槛效应, 且为单一门槛。

表 9、10 分别给出了门槛值和门槛回归的结果。方程 (1) 为中国生产碳的回归结果, 在  $gpo$  由小变大的两个区间中,  $gpo$  的系数先正后负, 说明此时具有倒 U 的非线性关系。方程 (3) 为日本消费碳的回归结果, 在  $gpo$  的两个区间内,  $gpo$  的系数先正后负, 说明此时也具有倒 U 的非线

表 8 面板门槛效应模型检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	以中国生产碳为因变量		以日本消费碳为因变量	
门槛变量	$gpo$	$gpi$	$gpo$	$gpi$
单一门槛	66.97*** (0.010 0)	15.67 (0.642 5)	47.86*** (0.010 0)	10.90 (0.740 0)
双重门槛	29.33 (0.140 0)		15.79 (0.297 5)	

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 显著性水平上显著, 括号里面为  $p$  值。

性关系。方程 (1) 中各区间的系数绝对值要大于方程 (3) 中的系数, 印证了上文动态 GMM 回归结果, 即中国制造业 GVC 地位指数对中国生产碳的作用力度要大于日本消费碳。表 10 中方程 (2) (4) 为  $gpi$  对中国生产碳、日本消费碳的门槛区间和系数, 均显著性不足, 说明  $gpi$  不存在门槛效应。对比表 7 与表 10, 发现两种模型给出的拐点分别为 0.23 和 0.36。继续考察在 0.23 到 0.36 之间的样本发现, 主要是 6、7、9、10、12 等中低端技术水平产业, 也就是说拐点的变动并没有对结论产生较大影响。中高技术产业还是没有达到拐点, 部分在动态面板 GMM 模型中突破拐点的中低端企业没有通过门槛模型的检验。从目前两种方法综合来看, 对于  $gpo$  小于 0.23 的产业一定处于第一阶段, 对于大于 0.36 的产业一定处于第二阶段。对于处于 0.23 到 0.36 之间的样本, 还需要进一步考察。

表 9 门槛值估计

模型	门槛变量	门槛值 $r$	
		估计值	置信区间
(1) 以中国生产碳为因变量	$gpo$	0.358 5	[0.357 1, 0.358 7]
(2)	$gpi$	0.890 8	[0.889 6, 0.892 1]
(3) 以日本消费碳为因变量	$gpo$	0.358 5	[0.357 1, 0.358 7]
(4)	$gpi$	0.908 4	[0.897 3, 0.915 8]

表 10 门槛模型回归结果

(1)		(2)		(3)		(4)	
门槛区间	估计系数	门槛区间	估计系数	门槛区间	估计系数	门槛区间	估计系数
$gpo \leq 0.36$	0.871 (1.766)	$gpi \leq 0.89$	0.052 1 (1.871)	$gpo \leq 0.36$	0.095 1 (1.506)	$gpi \leq 0.91$	-0.381 (1.572)
$gpo > 0.36$	-2.649* (1.406)	$gpi > 0.89$	1.224 (1.839)	$gpo > 0.36$	-2.292* (1.199)	$gpi > 0.91$	0.772 (1.535)

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 显著性水平上显著, 括号里面为  $t$  值。

## 六、结 语

本文研究发现: (1) 2000—2009 年, 在中日贸易隐含碳的生产和消费中存在一个明显的链条, 即中国生产了中日贸易隐含碳总碳排放中的 75%, 日本则消费了 70% 左右的碳排放。这说明在中日贸易中, 中国生产了绝大部分的隐含碳, 日本消费了绝大多数隐含碳。(2) 中国制造业 GVC 地

位指数同中国生产碳、日本消费碳呈现倒 U 关系。从产业类型来看,中国大多数产业主要是中低技术产业,处于 GVC 地位指数提升且伴随中国生产碳、日本消费碳双下降的阶段。中国高技术产业还没有跨越拐点,目前正处于 GVC 地位指数提高、中国生产碳和日本消费碳升高的阶段。(3) 中国制造业 GVC 参与度同中国生产碳、日本消费碳呈负向关系。这是由于中国制造业参与 GVC 的分工模式的变化,即由后向分工逐渐过渡到前向分工。

本文的启示有以下三点:第一,由于部分中低技术产业 GVC 地位指数的上升可以推动中国生产碳、日本消费碳的下降,今后两国可以首先聚焦于中国中低技术水平制造业的合作。第二,应该注意提升中国制造业 GVC 地位指数,尤其是要提高高技术水平产业的 GVC 地位指数,使其尽快达到拐点,实现 GVC 地位指数的上升同中国生产碳、日本消费碳的双下降。第三,继续深化中国制造业参与 GVC 的程度。当前,中国逐渐由后向分工模式过渡到前向分工模式,应积极利用“一带一路”等机会,推动中国制造业向前向分工地位过渡。

### 参考文献

- [1] 余丽丽,彭水军. 中国区域嵌入全球价值链的碳排放转移效应研究[J]. 统计研究,2018(4).
- [2] 乔小勇,李泽怡,相楠. 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[J]. 财贸经济,2018(1).
- [3] 刘会政,宗喆,李国正. 嵌入全球价值链对出口贸易碳排放的影响——基于中国制造业行业层面数据的实证研究[J]. 广西社会科学,2018(7).
- [4] 孟渤,格林·皮特斯,王直. 追溯全球价值链里的中国二氧化碳排放[J]. 环境经济研究,2016(1).
- [5] Wu, R., Y. Geng, H. Dong, et al. Changes of CO<sub>2</sub> emissions embodied in China-Japan trade: Drivers and implications[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 112.
- [6] 钱志权,杨来科. 东亚垂直分工对中国对外贸易隐含碳的影响研究——基于 MRIO-SDA 方法跨期比较[J]. 资源科学,2016(9).
- [7] 詹晶,叶静. 中美贸易隐含碳测度及影响因素研究[J]. 广东财经大学学报,2014(4).
- [8] 蒋雪梅,刘轶芳. 全球贸易隐含碳排放格局的变动及其影响因素[J]. 统计研究,2013(9).
- [9] 邱强,李庆庆. 中国进出口贸易隐含碳排放测算及驱动因素研究[J]. 经济管理,2012(11).
- [10] 杜运苏,张为付. 中国出口贸易隐含碳排放增长及其驱动因素研究[J]. 国际贸易问题,2012(3).
- [11] 潘安. 全球价值链分工对中国对外贸易隐含碳排放的影响[J]. 国际经贸探索,2017(3).
- [12] 张红霞,张哲,盛科荣. 全球价值链分工地位对中国制造业碳排放的影响——基于 STIRPAT 模型的实证研究[J]. 生态经济,2018(4).
- [13] 潘安,吴肖丽. 全球价值链分工下的中日贸易隐含碳排放研究[J]. 现代日本经济,2018(2).
- [14] 潘安. 全球价值链视角下的中美贸易隐含碳研究[J]. 统计研究,2018(1).
- [15] Koopman, R., Z. Wang, S. J. Wei. Tracing value-added and double counting in gross exports[J]. *Social Science Electronic Publishing*, 2014(2).
- [16] 王直,魏尚进,祝坤福. 总贸易核算法:官方贸易统计与全球价值链的度量[J]. 中国社会科学,2015(9).
- [17] 尹伟华. 中日制造业参与全球价值链分工模式及地位分析——基于世界投入产出表[J]. 经济理论与经济管理,2016(5).
- [18] 李善同,何建武,刘云中. 全球价值链视角下中国国内价值链分工测算研究[J]. 管理评论,2018(5).
- [19] Koopman, R., W. M. Powers, Z. Wang. Give credit where credit is due: Tracing value added in global production chains[J]. *National Bureau of Economic Research*, 2010.
- [20] 盛斌,陈帅. 全球价值链、出口国内附加值与比较优势:基于跨国样本的研究[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版),2016(6).

[21] Hansen, B. E. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing and inference[J]. *Journal of Econometrics*, 1999(2).

## Influence of Global Value Chain Division on the Implied Carbon of Manufacturing Trade between China and Japan

TIAN Jian-guo, ZHUANG Gui-yang, CHEN Nan

**Abstract:** Based on the total trade accounting, this paper re-calculates the embodied carbon in Sino-Japanese trade. It is found that China produced 75.14% of the total embodied carbon while Japan consumed 69.39% in Sino-Japanese trade between 2000 and 2009. Furthermore, the dynamic GMM model is used to investigate how GVC position index and GVC participation index of China's manufacturing relate to China's production-based carbon emissions (PCE) and Japan's consumption-based carbon emissions (CCE) during their mutual trade. It is concluded that firstly, GVC position index of China's manufacturing has an inverted U-shape relationship with China's PCE and Japan's CCE; secondly, most low- and medium-technology industries have broken through the inflection point. The higher the GVC status index is, the lower the carbon production in China and consumption in Japan will be. High-tech industry has not yet broken through the inflection point; thirdly, the GVC participation index of China's manufacturing industry has a negative relationship with China's carbon production and Japan's carbon consumption. In order to reduce the implied carbon in Sino-Japanese trade, suggestions are presented as follows: (1) in the future, the two countries can firstly focus on the cooperation of China's medium-low technology manufacturing industry; (2) China and Japan should take cooperative measures to improve the GVC status index of China's high-tech manufacturing industry; (3) further deepening the participation of China's manufacturing industry in GVC can effectively reduce the implied carbon in Sino-Japan trade.

**Key words:** global value chain; gross trade accounting; trade embodied carbon; manufacturing industry; Sino-Japan trade

(责任编辑 朱 蓓)