

环境规制对全球价值链攀升的影响：促进还是抑制？ ——基于低碳 TFP 的中介效应检验

许冬兰，张 敏

摘 要：在国际分工持续深化和随之引起的环境破坏日趋严重的当下，能否通过环境规制的强化来实现环境治理和价值链地位提升的双赢局面？为此，本文聚焦于环境规制对 GVC 地位影响及其传导机制的研究，采用 2007—2014 年 40 个国家的面板数据，分别利用跨国投入产出模型、EBM-Malmquist 指数、系统 GMM 及中介效应模型进行了测算和回归。研究发现：（1）环境规制对 GVC 地位的影响呈 U 型关系，归因于环境规制的“遵循成本效应”和“创新补偿效应”的共同作用；（2）低碳 TFP 作为中介在两者间起到促进作用，其中，规模效率和技术进步的影响为正，环境改善效率的影响为负，纯技术效率的影响则不显著；（3）资本深化和外商直接投资的影响为正，而专利技术和出口规模的影响为负。研究可知，长期来看，严格的环境规制有利于实现全球价值链的绿色攀升。

关键词：全球价值链；环境规制；低碳全要素生产率；中介效应模型；动态 EBM-Malmquist 指数

中图分类号：F205 **文献标识码：**A **文章编号：**1671-0169(2020)03-0075-15

DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.2020.03.007

一、引 言

随着经济全球化进程的不断加快，全球价值链（Global Value Chain, GVC）分工成为各国参与国际分工的主要方式。处于 GVC 高端环节的国家通过投入技术、知识和资本等高级要素参与到国际分工中，获取高附加值，而处于 GVC 低端环节的国家则以资源、低技术劳动力等要素投入被嵌入到 GVC 中，以牺牲环境和资源为代价获取低附加值。这种价值链分工模式使包括中国在内的发展中国家面临“低端锁定”的困局，不利于经济可持续发展和产业结构优化升级^[1]。因而 GVC 攀升不仅是发达国家值得关注的重要议题，更是发展中国家面临的重要挑战。与此同时，全球气候变暖、雾霾等环境问题日益凸显，环境污染、生态破坏、资源匮乏成为世界各国共同面临的严峻挑战^[2]，各国通过实行不同强度的环境规制以应对挑战，避免生态危机。在国际分工持续深化和环境破坏日趋严重的双重背景下，中共十九大报告明确提出了“促进我国产业迈向全球价值链中高端”的战略目标，同时明确地将“推进绿色发展、着力解决突出环境问题”作为今后经济建设的重要任务。那么，能否通过环境规制的强化来实现环境治理和价值链地位提升的双赢局面呢？毋庸置疑，

基金项目：教育部人文社会科学规划基金项目“全球价值链嵌入对中国低碳全要素生产率的影响机制及提升路径研究”（16YJA790055）

作者简介：许冬兰，经济学博士，中国海洋大学经济学院副教授，xudonglan2007@ouc.edu.cn（山东 青岛 266100）；张敏，中国海洋大学经济学院研究生

环境规制的实施将有利于生态环境治理，但环境规制究竟会促进还是抑制 GVC 攀升？低碳全要素生产率（Total Factor Productivity, TFP）是否是环境规制影响 GVC 地位的中介影响变量？环境规制主要通过哪些途径影响 GVC 地位？内在传导机制是怎样的？这些问题的解决不仅有益于中国制定适当的环境标准，而且对于将来进一步提升中国国际分工地位和促进经济向低碳集约型增长模式转变均具有较大的理论价值和现实指导意义，还可以进一步拓展环境经济理论和全球价值链理论的研究领域，为相关研究提供必要的理论参考。

从文献的角度看，现阶段国内外学界大致从三个方面开展了相关研究：一是环境规制对 GVC 的影响。主要有三种观点：第一种观点是“遵循成本效应”，认为环境规制使企业承担额外的污染治理费用，从而增加了企业的生产成本，抑制 GVC 地位攀升^{[3][4]}；第二种观点是“创新补偿效应”，认为合理的环境规制可以激励企业进行技术创新，提升企业技术进步的能力和产品的附加值，从而促进 GVC 地位攀升^{[5][6][7][8]}；第三种观点是“综合效应”，认为环境规制对 GVC 地位的影响是非线性的，要综合考虑多种因素的情况^{[1][9][10]}。二是环境规制对低碳全要素生产率的影响。Li 等^[11]、何爱平等^[12]发现，环境规制对低碳 TFP 增长具有促进作用；Wang 等^[13]、黄庆华等^[14]、杜龙政等^[15]、杨仁发等^[16]则认为，环境规制对低碳 TFP 的影响是非线性的。剖析其内在影响，陶锋等^[17]发现，环境规制能够推动绿色技术进步，而非推动绿色技术效率改善，进而促进低碳 TFP 增长。最后，原毅军等^[18]、蔡乌赶等^[19]使用中国省际面板数据，检验了不同类型的环境规制对低碳 TFP 的影响，发现不同环境规制对低碳 TFP 的影响体现出异质性。三是 TFP 对国际贸易发展的影响。Cazacu^[20]发现，全要素生产率较高的地区，出口业绩更好，技术和效率的异质性是解释各地区总贸易结果差异的关键；杨连星等^[21]认为，提升行业 TFP 能够显著促进 GVC 升级；文娟等^[22]提出，改善 TFP 是深化企业 GVC 分工的重要途径。

综上所述，目前学界对于环境规制影响 GVC 地位及低碳 TFP 的研究已取得丰硕成果，然而鲜有研究将环境规制、低碳 TFP 和 GVC 攀升三者同时纳入统一的框架来分析，也没有用低碳 TFP 作为中介变量来探究环境规制对于 GVC 攀升的影响机制。鉴于此，本文从以下方面进行了思路创新与研究拓展：（1）在分析环境规制影响 GVC 地位总效应的同时，作为一个全新视角，将考虑环境要素的低碳 TFP 作为中介变量，分析环境规制影响 GVC 地位的中介效应，使环境规制与 GVC 地位关系的研究更加精确和全面；（2）构建动态 EBM-Malmquist 指数，进一步对各国低碳 TFP 进行科学测度与分解，然后基于中介效应模型，探讨环境规制影响 GVC 地位的深层内在传导机制，并提出 GVC 地位可能的提升路径。

本文余下结构如下：第二部分为理论分析与假设提出；第三部分为模型介绍、变量与数据说明；第四部分为实证结果分析与讨论；第五部分为主要结论与对中国的政策启示。

二、理论分析与假设提出

环境规制是为了保护环境而制定的政策与措施，而全球价值链是各国参与国际分工获得附加值的一种新型国际贸易方式。为了探寻两者之间内在的深层关联机制，除了分析两者间的直接影响机制，还有必要分析两者的间接影响机制。为了更好地剖析后者，有必要找到一个同时包含环境和经济的变量来做桥梁和中介，而低碳 TFP 正是衡量环境和经济双赢的最佳指标。低碳 TFP 水平的高低与环境规制高度相关^{[11][13][16]}，并对 GVC 地位有显著影响^{[21][22]}。因此，本文把低碳 TFP 作为中介变量来检验环境规制对 GVC 地位攀升的间接影响，同时探索两者间的内在传导机制。

（一）环境规制直接影响 GVC 地位的总效应理论分析

环境规制对 GVC 地位的影响可以从两个方面展开：一是从“遵循成本效应”层面，政府引入

环境规制会导致企业承担额外的污染税,增加污染治理费用^[23]。在假定企业保持原有的技术水平、拥有的资源数量不变、消费者需求既定的前提下,企业已达到最优生产规模,如果实行环境规制就会提高生产成本,从而削弱企业竞争力,抑制 GVC 攀升。二是从“创新补偿效应”层面,实行恰当的环境规制可以促进企业改进生产过程、使用清洁生产设备、研发绿色生产技术,从而改善企业生产效益、扩大生产规模、促进技术进步,有利于经济可持续发展。“创新补偿”能够弥补“遵循成本”,进而提高企业的综合实力,促进 GVC 攀升。可见,环境规制对 GVC 地位的影响,取决于环境规制“遵循成本效应”与“创新补偿效应”两者间的力量较量。

当环境规制水平较低时,可能会增加企业的治污成本,企业还面临污染税、排污许可等费用,但增加的环境成本仍处于企业可承受的范围内,企业便会选择安于现状,况且只有长期的研发投入才能促进技术进步,故企业缺乏研发动力。环境规制有可能打破企业原来的均衡,挤占企业计划用于研发的资金,“遵循成本效应”大于“创新补偿效应”,抑制 GVC 攀升。随着环境规制强度提高,环境成本占比逐渐加大,企业为了获得长期利润,可能引进污染处理设备进行绿色生产,增加绿色研发投入,改进生产过程和工艺,通过产品创新和技术创新抵消环境规制导致的成本上升,“创新补偿效应”弥补甚至超过“遵循成本效应”,促进 GVC 攀升。

据此,提出假设 1:环境规制与 GVC 地位间可能存在 U 型关系。

(二) 环境规制间接影响 GVC 地位的理论分析:以低碳 TFP 为中介变量

环境规制对低碳 TFP 的影响大致可分为两方面:一是从碳排放角度,企业为达到环境规制的治理标准,会减少生产过程中污染物的排放,同时环境规制引致的技术进步偏于“绿色”,可以提高能源利用率,实现节能减排的目标^[24],进而促进低碳 TFP 的提高。二是从生产率角度,环境规制成本会挤占其他生产要素。在生产之前,企业要决定生产部门的选址以及节能减排设备的采购,会增加企业固定成本;在生产过程中,企业要选择能耗更低、排放更少的原材料,购买排污权、缴纳环境税等,从而影响企业的可变成本。同时,环境规制也会降低企业的产出水平,阻碍低碳 TFP 的增长^[17]。可见,环境规制对低碳 TFP 的影响,取决于环境规制“碳减排效应”与“生产率效应”两者间的大小对比。

当环境规制水平较低时,企业通过减少部分污染物排放以达到政府排污要求,在一定程度上有利于“碳减排效应”发挥积极作用,同时,企业也面临额外的环境税、排污权等费用,从而大幅提高企业的治污成本,而且企业改进生产方式和绿色研发的动力不足,不利于提高生产率,“碳减排效应”对低碳 TFP 的促进作用小于“生产率效应”对其的抑制作用,故低碳 TFP 有下降趋势;当环境规制水平加强时,较高的环境标准使企业的技术进步“绿色偏向”,企业可能会大幅增加绿色研发投入,引入清洁技术,促进企业生产创新和技术进步,在提高生产率的同时,大幅提高节能减排效率,从两方面共同提高低碳 TFP。

当企业投入的生产要素(资本、劳动及能源等)不变时,一国低碳 TFP 水平提高,则可能带来以下变化:(1)生产和销售更多产品,占有更大的市场份额,规模经济带来产品成本的下降,从而提高产品附加值,带动 GVC 攀升;(2)绿色技术更成熟,降低治污成本和能耗,利润获取能力越强,产品也更符合国际市场的绿色标准,会提高出口产品的质量、促进国际贸易转型升级,进而促进 GVC 攀升;(3)有更大的动机和能力进行技术改造和创新来适应环境规制的要求,从而提高产品的技术含量,更多地参与中间品生产等高端环节,进而提升 GVC 地位。由此可知,低碳 TFP 越高,企业越有意愿和能力融入国际市场,生产高技术含量和高附加值的中间品,促进 GVC 攀升。

据此,提出假设 2:环境规制与低碳 TFP 间可能存在 U 型关系,且低碳 TFP 在环境规制与 GVC 地位间可能起到部分中介作用。

(三) 环境规制影响 GVC 地位的传导机制的理论分析: 以低碳 TFP 分解项为中介变量

本文将低碳 TFP 分解成四个效应: 规模效率、技术进步、环境改善效率及纯技术效率效应, 并将其作为中介变量来剖析环境规制影响 GVC 地位的内在传导机制。

1. 规模效率效应。政府实行环境规制, 一方面会增加企业的治污支出, 企业会面临购买排污设备、重新选址等问题。成本上升、优势削弱等会导致企业缩小其生产规模, 甚至淘汰高污染、高能耗环节或位于排污税较高区域的厂址, 不利于规模效率的提高; 另一方面, 为了符合环境标准, 企业会改进生产工艺和流程, 研发新型产品和绿色技术。流程革新和技术升级会降低企业的单位生产成本, 进而降低产品的价格, 消费者需求扩大, 企业扩大其生产规模, 形成规模经济^[25], 提高规模效率。当环境规制水平较低时, 企业通过关闭部分高能耗企业、缩小生产规模即可达到环境标准, 故规模效率下降; 但当环境规制加强时, 企业缩小规模不足以弥补环境成本的上升, 会激励企业技术升级、扩大生产规模, 提高规模效率。生产规模扩大, 有利于降低产品生产成本, 占有更大的市场份额, 形成规模经济, 获得更高的利润, 提高企业的生产效益, 从而提高 GVC 地位。

据此, 提出假设 3a: 环境规制与规模效率间可能存在 U 型关系, 且规模效率在环境规制与 GVC 地位间可能起到部分中介作用。

2. 技术进步效应。为了达到环境标准, 企业通常会采取以下两种措施: 一是通过增加治污支出减少污染排放。企业将有限的资金投入治污领域, 治污成本会挤占研发资金, 削弱技术进步的积极作用, 即抵消效应。二是通过技术创新促进绿色清洁生产, 提高企业的治污能力和生产率水平。企业为了获得长期的利润, 会加大研发投入, 促进技术升级, 提高企业绿色生产的能力, 进而形成新的竞争力, 即补偿效应^[25]。环境规制通过抵消效应和补偿效应的相互作用来影响技术进步。当环境规制水平较低时, 企业将部分资金投入治污领域即可达到排污标准, 研发动力不足, 同时, 环境成本会对研发投入产生挤出效应, “抵消效应”大于“补偿效应”, 不利于技术进步; 当环境规制趋紧, 会倒逼企业生产技术升级和产品工艺创新, 大幅促进“补偿效应”的积极作用, 促进企业实现技术进步。而技术进步有利于生产从低端转向研发、设计等高端环节, 提高中间品附加值, 从而促进 GVC 攀升。

据此, 提出假设 3b: 环境规制与技术进步间可能存在 U 型关系, 且技术进步在环境规制与 GVC 地位间可能起到部分中介作用。

3. 环境改善效率效应。环境规制实施后, 一方面, 为达到排污标准, 迫使国内企业选择节能减排的生产流程, 购买绿色生产设备, 在生产过程中使用更加清洁的原材料。抑或为了满足环境规制的要求, 不得不改进现有生产技术水平、研发绿色生产技术, 因而实现污染排放的减少, 有利于环境保护。另一方面, 根据“污染避难所假说”, 加强环境规制提高了外商直接投资 (Foreign Direct Investment, FDI) 进入的绿色贸易壁垒, 减少高污染外商的进入, 增加清洁型企业的进入, 在直接降低排污的同时, 实现绿色技术溢出效应, 间接带动国内企业的节能减排, 从而改善生态环境。所以, 不论内外资企业, 环境改善效率的提高都有助于降低治污成本和能源消耗, 使得产品更符合国际市场的绿色标准, 从而提高产品的国际竞争力, 最终提升 GVC 地位。

据此, 提出假设 3c: 环境规制对环境改善效率可能有正向影响, 且环境改善效率在环境规制与 GVC 地位间可能起到部分中介作用。

4. 纯技术效率效应。当政府实行较低水平的环境规制时, 企业倾向于通过淘汰技术效率较低部门等简单的内部措施来弥补治污成本, 也会适当加强技术指导与管理培训, 便于管理经验的累积和熟练技能的形成, 从而促进生产技术和生产流程改进, 提高纯技术效率; 当环境规制不断加强时, 严格的环境规制会促使企业引进高端的管理人才和设备, 但是由于短期内实现对其的合理配置有一定的难度, 使得一定程度上无法充分发挥管理者的才能和高端设备的效能, 从而阻碍纯技术效

率的提升。此外, 纯技术效率的提升可以提高制度质量和管理水平, 减少企业的交易成本, 提升生产要素质量和层次, 促进资源配置效率的提升, 引导要素流向高端生产环节, 进而促进 GVC 攀升。

据此, 提出假设 3d: 环境规制与纯技术效率间可能存在倒 U 型关系, 且纯技术效率在环境规制与 GVC 地位间可能起到部分中介作用。

三、模型介绍、变量与数据说明

(一) 模型介绍

1. GVC 地位指数。基于 Wang 等^[26]的 GVC 分解结果和 Koopman 等^[27]的 GVC 地位指数定义, 本文构建出相应的国际分工地位指数:

$$GVC_{it} = \ln(1 + \frac{IV_{it}}{E_{it}}) - \ln(1 + \frac{FV_{it}}{E_{it}}) \quad (1)$$

其中, E_{it} 为 i 国 t 年的总出口, IV_{it} 为 i 国 t 年的间接国内增加值, FV_{it} 为 i 国 t 年的国外增加值。如果一国参与国际分工的主要方式是出口中间品给其他国家, 则该国应位于 GVC 相对高端环节, 其 IV 占比要高于 FV 占比; 如果一国参与国际分工的主要方式是进口其他国家中间品, 则该国应位于相对低端环节, 其 IV 占比要低于 FV 占比^[28]。

2. 动态 EBM-Malmquist 指数。本文参考雷明等^[29]的做法, 使用动态 EBM-Malmquist 指数计算并分解低碳 TFP 指数。分解指数关系如图 1 所示:

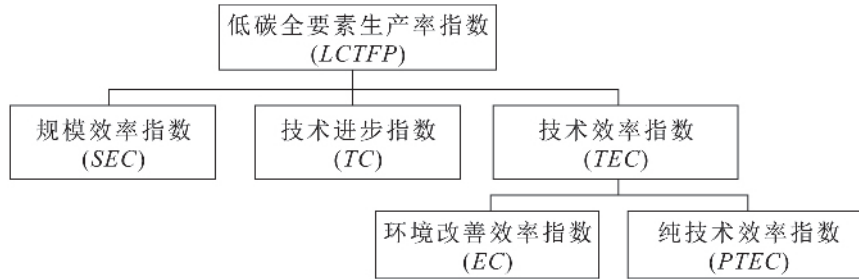


图 1 环境能源约束下动态 EBM-Malmquist 指数关系

具体分解表达式如下:

$$M(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1}, x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t) = \frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^t(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \times \left[\frac{D_v^t(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})} \right. \\ \left. \times \frac{D_v^t(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)}{D_v^{t+1}(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \times \left[\frac{D_c^t(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_c^t(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \times \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \\ \times \left[\frac{D_v^t(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^t(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \times \frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

$$TEC = \frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^t(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \times \left[\frac{D_v^t(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^{t+1}, z^t, y^{t+1}, y_b^{t+1}, z^{t+1})} \right. \\ \left. \times \frac{D_v^t(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)}{D_v^{t+1}(x^t, z^{t-1}, y^t, y_b^t, z^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

其中, x 为投入要素, y 为产出要素, y_b 为环境负产出要素, z 为动态要素。下标 c 和 v 分别代表规模报酬不变和可变。

3. 计量模型。考虑到模型可能存在内生性以及遗漏变量所导致的估计偏误^[16], 以及经济惯性可能产生的作用, 即前一期结果可能对后一期有一定影响, 本文借鉴戴翔等^[30]的方法将滞后一期 GVC 地位指数、低碳 TFP 作为解释变量引入到回归方程中来, 加入动态模型滞后项。同时根据上述理论分析, 加入环境规制的二次项以验证各假设中的非线性关系是否成立。为消除一次项和其平方项的高相关性引发的多重共线性问题, 借鉴于晓宇等^[31]的研究, 对环境规制及其二次项进行均值中心化。结果显示, 方差膨胀因子小于 10, 即无需担心存在多重共线性问题。

结合前述的理论分析, 采用中介效应模型和系统 GMM 展开以下三个步骤来检验各理论假设。

首先, 设定如下环境规制直接影响 GVC 地位的总效应模型 (4), 对假设 1 进行检验:

$$GVC_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GVC_{i,t-1} + \alpha_2 EPI_{it} + \alpha_3 EPI_{it}^2 + \gamma Z_c + \epsilon_{it} \quad (4)$$

其次, 借鉴余东华等^[2]、许和连等^[32]的方法, 设定如下以低碳 TFP 为中介变量的环境规制间接影响 GVC 地位的计量方程, 对假设 2 进行检验, 模型 (4) — (6) 构成中介效应模型。借鉴温忠麟等^[33]的中介效应检验程序: 第一步检验模型 (4) 中环境规制的回归系数是否显著, 若不显著, 表明环境规制和 GVC 地位之间无稳定关系, 中介效应也就无从谈起^[2]; 若系数显著, 则进行第二步检验, 即依次检验模型 (5) 中环境规制的回归系数和模型 (6) 中低碳 TFP 的回归系数是否显著, 若至少有一个不显著, 则使用 Sobel 检验, 通过则中介效应存在, 反之亦然; 若二者的系数都显著, 则进行第三步检验, 即检验模型 (6) 中环境规制的回归系数是否显著, 若显著, 则为部分中介效应, 若不显著, 则为完全中介效应。

$$LCTFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 LCTFP_{i,t-1} + \beta_2 EPI_{it} + \beta_3 EPI_{it}^2 + \gamma Z_c + \epsilon_{it} \quad (5)$$

$$GVC_{it} = \tau_0 + \tau_1 GVC_{i,t-1} + \tau_2 EPI_{it} + \tau_3 EPI_{it}^2 + \tau_4 LCTFP_{it} + \gamma Z_c + \epsilon_{it} \quad (6)$$

最后, 为了深入剖析环境规制影响 GVC 地位的内在传导机制, 设定如下计量方程对假设 3a、3b、3c、3d 进行检验, 模型 (4)、(7)、(8) 构成中介效应模型。

$$M_{it} = \varphi_0 + \varphi_1 M_{i,t-1} + \varphi_2 EPI_{it} + \varphi_3 EPI_{it}^2 + \gamma Z_c + \epsilon_{it} \quad (7)$$

$$GVC_{it} = \omega_0 + \omega_1 GVC_{i,t-1} + \omega_2 EPI_{it} + \omega_3 EPI_{it}^2 + \omega_4 M_{it} + \gamma Z_c + \epsilon_{it} \quad (8)$$

其中, i 代表国家, t 代表年份, EPI 代表环境规制, Z_c 代表控制变量, M_{it} 代表低碳 TFP 分解项。

(二) 变量与数据说明

1. 环境规制指数 (EPI)。 EPI 体现了一国的环境规制强度。 EPI 越大, 代表该国的环保政策规则、环境管理措施越完善。本文参考谢波等^[10]、Chakraborty 等^[34]的方法, 使用 CIEsIN 发布的环境绩效指数作为环境规制指数的替代变量。

2. 全球价值链 (GVC) 地位指数。Koopman 等^[27]认为, 使用一国出口的中间品和进口的中间品可以衡量该国 GVC 地位。本文从增加值视角, 以 Koopman 定义的 GVC 地位指数作为衡量各国 GVC 地位的指标。所用数据根据 WIOD 数据库及 RIGVC UIBE 2016 UIBE GVC Index 整理计算所得。鉴于 CIEsIN 不同年份发布的环境绩效指数标准不同以及最新发布的 2016 年版 WIOD 数据仅更新到 2014 年, 故本文使用 2007—2014 年的数据。

3. 低碳全要素生产率 ($LCTFP$)。本文界定广义低碳 TFP 为包括工业“三废”和其他多种环境污染物情况下的 TFP。鉴于国际数据可得性, 本文中的低碳 TFP 是仅考虑 CO_2 排放下的 TFP。参考许冬兰等^[35]的做法, 将碳排放与能源消耗纳入 TFP 核算体系, 计算 40 个国家的狭义低碳 TFP。

(1) 投入指标: 劳动投入采用各国全部从业人员年工作总时间 (百万小时); 能源投入采用各国能源消费总量 (万吨石油当量)。

(2) 产出指标：期望产出采用各国 GDP（亿美元），并将其调整为美元不变价；非期望产出采用 CO₂ 排放量（万吨）。

(3) 动态要素：选取固定资产投资（亿美元）作为动态要素。参考 Tone 等^[36]的处理方法，投入采用上年的固定资产投资，产出采用本年的固定资产投资。

上述各指标所涉及数据来源于 World Bank、GGDC 数据库。此外，本文旨在研究低碳 TFP 是环境规制影响 GVC 地位可能的中介变量，需要的是低碳 TFP 的绝对值。由于动态 EBM-Malmquist 指数及其分解项均为环比增长指数，参考邱斌等^[37]的方法，通过指数累乘得到低碳 TFP 及其分解项指数的绝对值。

4. 控制变量。(1) 资本深化程度 (KL)：借鉴余姍等^[1]、王毅等^[38]，采用一国资本存量与劳动力年平均人数的比值衡量资本深化程度。此指标越高，研发创新水平和劳动力素质越高，越有利于 GVC 攀升。(2) 专利技术 (PAT)：借鉴蔡乌赶等^[19]，采用专利申请量与人口总数的比值表示专利技术。专利数量能在一定程度上反映技术创新对产品附加值的影响。技术含量越高，GVC 地位越高。(3) 外资渗透率 (FDI)：借致谢波等^[10]，采用 FDI 净流入占 GDP 的比重表示外资渗透率。FDI 通过示范效应、技术溢出效应等方式发挥其对 GVC 攀升的积极影响。(4) 出口规模 (EXP)：借鉴余东华等^[2]、陶锋等^[17]，采用一国出口增加值占 GDP 的比重表示出口规模。出口规模通过影响中间品与最终品的出口额进而影响 GVC 地位。所用数据由 World Bank、GGDC 数据库整理计算所得。

5. 变量的描述性统计。本文选用 2007—2014 年 40 个国家的面板数据进行分析，各变量的描述性统计如表 1 所示。可以看出，环境规制的标准差为 7.903 3，说明不同国家的环境规制强度有较大差异；GVC 地位指数的均值为 -0.033 9，初步表明处在 GVC 中低端环节的国家多于处在高端环节的国家。

表 1 变量的描述性统计

	变量	均值	标准差	最小值	最大值
解释变量	环境规制	80.892 1	7.903 3	53.740 0	90.860 0
被解释变量	GVC 地位	-0.033 9	0.102 8	-0.317 9	0.283 1
中介变量	低碳 TFP	1.013 6	0.139 3	0.648 6	1.676 6
	规模效率	1.002 9	0.086 5	0.708 5	1.674 1
	技术进步	1.000 1	0.059 1	0.773 8	1.200 2
	环境改善效率	1.002 1	0.031 0	0.826 4	1.192 8
	纯技术效率	1.009 7	0.095 2	0.676 3	1.581 5
控制变量	资本深化程度	0.292 0	0.127 1	0.029 5	0.534 1
	专利技术	0.041 3	0.074 1	0.000 3	0.414 4
	外资渗透率	6.420 5	20.901 1	-58.322 9	252.308 1
	出口规模	0.427 2	0.274 2	0.054 1	1.375 8

四、实证结果分析与讨论

本文以 2007—2014 年 40 个国家的动态面板数据为样本进行计量检验。鉴于各国具体情况不同，为了避免内生性问题，采用系统 GMM 模型进行回归估计。

(一) 环境规制直接影响 GVC 地位的总效应回归分析

表 2 是环境规制影响 GVC 地位的总效应回归结果。为了增加结果的稳健性，基于模型 (4) 依次引入控制变量。可以看出，环境规制一次项系数显著为负，二次项系数显著为正，意味着在样本

观察期内,环境规制与 GVC 地位之间存在显著 U 型关系。这一结果验证了假设 1,即随着环境规制强度的增加,对 GVC 地位产生先抑制后促进的影响作用。环境规制对 GVC 地位的影响存在一个拐点。在拐点左侧,环境规制水平较低,一般也是政府引入环境规制的初期,虽然可能会增加企业污染治理成本,面临额外的污染税和行政费用,但增加的环境成本仍处于企业可承受的范围内,企业可能会选择安于现状,况且只有长期的研发投入才能促进技术进步,故企业缺乏研发动力。短期内企业的技术水平和资源数量以及消费者需求无法获得及时调整,环境规制有可能打破企业原来的均衡,挤占企业计划用于研发的资金,“遵循成本效应”对 GVC 地位产生抑制效应。随着环境规制强度超过拐点,即企业的收益达不到预期或无法承担高强度环境规制导致的额外环境成本时,企业为了获得长期利润,可能引进污染处理设备进行绿色生产,改进生产过程和生产工艺,增加绿色研发投入,研发绿色生产技术,通过产品创新和技术创新抵消环境规制导致的成本上升,“创新补偿效应”有利于形成企业新的竞争优势,促进 GVC 攀升。

表 2 环境规制影响 GVC 地位的总效应回归结果

变量	GVC			
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>L. GVC</i>	0.893 0*** (11.110 3)	0.903 8*** (11.700 6)	0.903 9*** (55.595 2)	0.940 3*** (57.909 0)
<i>EPI</i>	-0.035 2*** (-5.590 4)	-0.041 1*** (-6.095 6)	-0.029 8*** (-5.311 0)	-0.037 3*** (-17.038 7)
<i>EPI²</i>	0.008 6** (2.056 9)	0.009 3** (2.079 1)	0.009 4*** (7.398 4)	0.004 3** (2.234 5)
<i>EXP</i>	-0.050 2*** (-3.688 0)	-0.061 1*** (-4.176 1)	-0.103 3*** (-17.340 5)	-0.055 6*** (-16.106 8)
<i>lnKL</i>		0.027 0* (1.823 3)	0.055 5*** (8.098 0)	0.040 3*** (13.917 0)
<i>PAT</i>			-0.041 1*** (-3.785 0)	-0.082 0*** (-4.254 0)
<i>FDI</i>				0.000 0*** (2.934 4)
常数项	0.014 9** (2.518 1)	0.054 8** (2.291 7)	0.113 3*** (11.820 7)	0.079 7*** (21.862 2)
AR (1)	0.005 0	0.002 9	0.002 2	0.008 1
AR (2)	0.180 0	0.226 2	0.530 6	0.146 2
Sargan	0.156 3	0.153 3	0.501 6	0.987 3

注: (1)*、**及*** 分别表示变量系数通过 10%、5%和 1%的显著性检验; (2) 括号内数值为 z 统计量(系统 GMM 模型); (3) AR (1)、AR (2) 和 Sargan 为检验统计量对应的 P 值; (4) L 表示滞后一期被解释变量; (5) 为保持报告结果有效位数的一致性,调整了环境规制变量的单位量纲,这不影响结果的统计显著性和经济意义。下表同。

表 2 控制变量的回归结果显示,专利技术(PAT)对 GVC 地位有抑制作用,与理论预期不符。其可能的原因是:一方面,有些国家、企业专利制度不完善或者政府实施专利资助政策,扭曲了企业专利申请的动机,使其过于重视追求专利数量,导致产生大量低质量专利^[39]。此外,即便质量过关的专利也有可能未转化为有效产出,产品转化率低,故而没能产生专利的技术进步带动效应,也无法实现专利技术对 GVC 地位的促进作用。另一方面,外商投资及跨国公司在东道国的专利申请虽然不断增加,但主要是为应对东道国同行业的竞争,是针对竞争对手的未雨绸缪,存在一定的技术封锁效应^[40],从而导致专利数量的增加并不能带来东道国的技术进步效应,进而不利于

GVC 攀升。资本深化 (KL) 对 GVC 地位有显著的促进作用,即对于一国而言,资本深化程度越深,对 GVC 攀升的促进作用越大。近年来,随着经济社会发展,各国人均资本不断提高,有利于促进企业研发创新水平和劳动力素质的提升,最终实现国际竞争力的提高。出口规模 (EXP) 对 GVC 地位的回归系数显著为负,说明出口规模的扩大并不能促进 GVC 攀升。这与目前发展中国家往往通过加工贸易参与 GVC 分工有关。单纯依靠扩大出口规模未必能够实现发展中国家国际分工地位的提升,反而可能会使其面临“低端锁定”的风险。FDI 对 GVC 地位总体表现为促进作用,主要通过示范效应、技术溢出效应、国际竞争效应等方式发挥其积极影响。外资企业能够为一国带来较为先进的生产和管理技术,国内企业能够通过模仿和改进实现技术升级和产品创新,从而提高中间品的出口附加值,促进一国 GVC 攀升。

(二) 环境规制间接影响 GVC 地位的中介效应回归分析

表 2 表明环境规制与 GVC 地位之间存在显著关系,故可进一步检验中介效应是否存在。表 3 报告了以低碳 TFP 为中介变量的回归结果,其中列 (1) 给出的是模型 (5) 的结果,可知环境规制二次项的影响系数显著为正,表明环境规制与低碳 TFP 之间是 U 型关系。一国实施环境规制后,虽然可能促使企业在一定程度上减少污染物排放以达到政府排污要求,但企业也将面临额外的环境税等费用,大幅提高企业的污染治理成本,不利于提高生产率。由于环境规制在拐点左侧时,仍处于较低水平,企业改进生产方式和绿色研发的动力不足,“碳减排效应”对低碳 TFP 的促进作用小于“生产率效应”下降对低碳 TFP 的抑制作用,故低碳 TFP 有下降趋势。当环境规制水平不断加强并跨过拐点,即环境成本的增加导致企业收益达不到预期时,较高的环境标准会使企业的技术进步“绿色偏向”,企业可能会大幅度增加绿色研发投入,引入清洁技术,促进企业生产创新和技术进步,在提高生产率的同时,大幅度提高节能减排效率,从两方面共同提高低碳 TFP。

表 3 列 (2) 为模型 (6) 的回归结果,可以看出低碳 TFP 的回归系数为正,表明低碳 TFP 的提升可以促进 GVC 攀升,但该促进作用的内在传导机制还不能确定,有待后文对低碳 TFP 分解项进一步检验。环境规制的一次项及其二次项的影响系数仍显著,说明低碳 TFP 在环境规制与 GVC 地位间起部分中介效应,假设 2 成立。环境规制对 GVC 地位仍有直接影响,可能的原因是环境规制本身通过遵循成本效应和创新补偿效应对 GVC 地位产生 U 型影响,同时还可能通过其他渠道,如技能溢价、人力资本等影响 GVC 攀升。

(三) 稳健性检验

为进一步检验结论的稳健性,除了表 2 依次加入控制变量的方式外,本文首先借鉴郑玉等^[41]的方法,考虑到大国^①可能有能力影响第三国的贸易政策,剔除大国样本进一步回归;然后使用差分 GMM 进行回归检验。表 4 的结果显示,环境规制二次项的系数和低碳 TFP 的系数仍然显著,即表 2、表 3 回归结果比较稳健,环境规制对 GVC 地位的影响呈 U 型,低碳 TFP 作为中介变量在两者间起到促进作用。

表 3 低碳 TFP 中介效应回归结果

变量	LCTFP	GVC
	(1)	(2)
L	0.178 7*** (10.629 3)	0.977 6*** (99.592 0)
EPI	0.109 8*** (5.520 4)	-0.015 5** (-2.203 7)
EPI^2	0.051 1*** (8.781 0)	0.007 3*** (5.159 4)
$LCTFP$		0.153 7*** (4.972 4)
常数项	是	是
控制变量	是	是
AR (1)	0.002 0	0.000 1
AR (2)	0.487 3	0.126 2
Sargan	0.998 8	0.402 5

① 大国包括中国、法国、德国、日本、美国与英国。

表 4 稳健性检验回归结果

变量	剔除大国样本			差分 GMM		
	GVC	GTFP	GVC	GVC	GTFP	GVC
L	0.974 4*** (23.309 7)	0.170 7*** (4.946 1)	0.978 7*** (51.565 3)	0.274 2*** (26.124 1)	0.248 5*** (21.474 1)	0.269 5*** (13.039 9)
EPI	-0.023 9*** (-3.604 8)	0.189 2*** (5.708 5)	-0.001 4 (-0.161 5)	-0.019 4*** (-13.869 0)	0.226 2*** (13.750 8)	-0.009 1 (-1.522 4)
EPI^2	0.004 3* (1.849 4)	0.056 9*** (3.232 5)	0.007 4*** (2.823 2)	0.003 5** (2.192 7)	0.013 3* (1.713 0)	0.004 1** (2.228 5)
$GTFP$			0.207 0*** (3.670 3)			0.081 9* (1.925 4)
常数项	是	是	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是	是	是

(四) 传导机制检验

表 5、表 6 报告了以规模效率、技术进步、环境改善效率、纯技术效率作为中介变量的回归结果，进一步剖析了环境规制影响 GVC 地位的内在传导机制。

表 5 规模效率、技术进步中介效应回归结果

变量	SEC	GVC	TC	GVC
	(1)	(2)	(3)	(4)
L	0.411 9*** (43.364 0)	0.787 4*** (54.008 1)	0.129 3*** (11.238 8)	0.978 3*** (65.169 8)
EPI	-0.052 7*** (-6.463 6)	-0.002 4 (-0.339 4)	0.254 2*** (12.221 8)	0.017 8 (1.104 8)
EPI^2	0.020 7*** (3.621 1)	0.003 2** (2.123 5)	0.077 0*** (8.071 7)	0.008 4*** (3.950 0)
SEC		0.122 1*** (2.721 2)		
TC				0.269 3*** (2.937 9)
常数项	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是
AR (1)	0.024 0	0.000 2	0.000 3	0.000 3
AR (2)	0.561 6	0.266 7	0.487 7	0.107 3
Sargan	0.250 7	0.439 0	0.224 0	0.460 5

首先，表 5 列 (1) 中，环境规制一次项系数显著为负，二次项系数显著为正，表明随着环境规制加强，规模效率呈 U 型趋势。其可能的原因是，实施环境规制，企业需要负担额外的治污成本，可能面临重新选址、购买排污设备等问题，成本上升、优势削弱导致企业缩小生产规模，甚至淘汰高污染、高能耗的环节或位于排污税较高区域的厂址，不利于形成规模经济。然而当环境规制

超过拐点, 即企业缩小规模不足以弥补环境成本的上升时, 企业不得不改进生产工艺和流程, 通过研发新型产品和绿色清洁技术, 降低单位生产成本, 生产绿色产品, 消费者的绿色偏好使产品需求增加, 有助于企业扩大生产规模, 形成规模经济, 从而提高规模效率。此外, 表 5 列 (2) 环境规制二次项系数显著, 规模效率的系数显著为正, 表明规模效率的提升促进了 GVC 攀升, 与假设 3a 相符, 规模效率在环境规制与 GVC 地位间起部分中介效应。

表 6 环境改善效率、纯技术效率中介效应回归结果

变量	EC	GVC	PTEC	GVC
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>L</i>	0.360 2*** (86.259 4)	0.864 0*** (60.388 8)	0.418 8*** (30.929 0)	0.864 7*** (66.689 8)
<i>EPI</i>	0.004 4*** (4.530 1)	-0.081 2*** (-7.718 5)	0.015 4* (1.776 7)	-0.027 7*** (-2.913 8)
<i>EPI</i> ²		0.005 5*** (3.562 2)	-0.048 4*** (-10.129 8)	0.006 1*** (2.767 6)
<i>EC</i>		-0.379 7*** (-4.468 1)		
<i>PTEC</i>				0.031 3 (0.584 5)
常数项	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是
AR (1)	0.021 5	0.000 2	0.015 7	0.000 2
AR (2)	0.395 3	0.115 7	0.425 7	0.145 4
Sargan	0.462 4	0.273 9	0.338 1	0.288 8

其次, 表 5 列 (3) 中, 环境规制一次项和二次项回归系数显著为正, 说明随着环境规制加强, 技术进步呈 U 型趋势。这意味着环境规制使企业污染治理成本提高, 企业将有限的资金投入到治污领域, 对研发投入的资金产生挤出效应, 不利于技术进步提升。当政府实施较为严格的环境政策时, 企业为了获得长期利润, 改进生产流程和引进先进生产设备, 将更多的资金投入到人力资本和研发创新中, 培养高技能人才, 促进了生产技术升级和产品工艺创新, 有助于企业实现技术进步。此外, 表 5 列 (4) 环境规制二次项系数显著, 技术进步的系数显著为正, 表明技术进步促进 GVC 攀升, 与假设 3b 相符, 技术进步在环境规制与 GVC 地位间起部分中介效应。技术进步有利于企业更多地参与中间品生产, 提高中间品附加值, 因而环境规制通过技术进步的促进效应对 GVC 地位产生影响。

再次, 表 6 列 (1) 中, 环境规制一次项回归系数显著为正, 未加入平方项, 说明环境规制的加强可以提高环境改善效率。随着环境规制的提高, 一方面, 国内企业为达到环境规制的排污标准, 会购买绿色生产设备, 使用清洁的原材料, 研发绿色产品和绿色生产技术, 环境改善效率提高; 另一方面, 提高了 FDI 进入的绿色贸易壁垒, 减少高污染企业的进入, 增加绿色行业的进入, 带来绿色技术溢出效应, 从而促进环境改善。此外, 表 6 列 (2) 环境规制二次项系数显著, 环境改善效率的系数显著为负, 表明环境规制通过环境改善效率效应影响 GVC 地位, 与假设 3c 相符。但环境改善效率的提升抑制了 GVC 攀升, 可能的原因是, 环境改善以污染治理成本以及研发投入

的增加为前提，虽然环境改善效率的提高有利于促进经济可持续发展，但也有可能导致产品生产成本提高进而挤占研发资本，从而抑制 GVC 攀升。

最后，表 6 列（3）中，环境规制一次项系数显著为正，二次项系数显著为负，说明随着环境规制加强，纯技术效率呈倒 U 型趋势。这表明随着环境规制实施，企业为了弥补治污成本，会淘汰技术效率较低的部门，也会加强技术指导与管理培训，便于积累先进管理经验和掌握熟练技能，促进纯技术效率的提高。当环境规制强度提高至拐点右侧，即企业的收益无法负担额外的环境成本时，会促使企业引进高端的管理人才和设备，但由于短期内难以对新引进的各种资源进行迅速而合理地配置，所以无法充分发挥管理者的才能和高端设备的效能，从而阻碍纯技术效率提升。此外，表 6 列（4）纯技术效率的回归系数不显著，Sobel 检验的 P 值为 0.559 5，表明纯技术效率在环境规制与 GVC 地位间并无中介作用，与假设 3d 并不相符。其可能的理由是：第一，纯技术效率通常代表一国制度和管理的完善水平。制度和水平越高，纯技术效率水平也越高。完善的制度既能减少企业的交易成本，也能提升生产要素质量和层次，会引领 GVC 向高端攀升。但制度和管理的改进通常需要付出一定的成本和代价，在短期内可能会抵消制度改进带来的交易成本的降低。同时，部分相关政策实施和监管效果存在滞后性，经济单元对政策的反应也会有滞延的可能，导致制度改进和管理完善的效果并不能及时反映到生产环节中，从而弱化制度改善对生产要素的提升作用。所以，无论从交易成本还是从生产要素角度，都对原本纯技术效率对 GVC 地位的正面影响起了阻碍作用，使得纯技术效率无法对 GVC 地位产生显著影响。第二，这里的纯技术效率也能反映一国内部的要素流动和资源配置效率。纯技术效率提升通常可以提高生产率和资源利用率，减少部分生产成本，然而 GVC 分工属于产品内分工，涉及要素资源等的跨国流动，会导致物流成本的增加，从而在一定程度上挤占了产品附加值的增值部分，最终成本的一减一增带来的影响使得纯技术效率对 GVC 地位的作用不再显著。

五、主要结论与对中国的政策启示

本文在理论分析环境规制对 GVC 地位的影响及其内在传导机制的基础上，采用 2007—2014 年 40 个国家的面板数据进行实证分析，得出以下结论：

1. 环境规制对 GVC 地位的影响呈先抑制后促进的 U 型关系。随着环境规制实施，企业需要承担额外的环境成本，“遵循成本效应”对 GVC 地位产生抑制效应。当环境规制强度超过拐点，即企业收益不足以弥补治污成本的大幅上升时，会激励企业进行技术创新，“创新补偿效应”有利于企业形成新的竞争优势，促进 GVC 攀升。

2. 低碳 TFP 作为中介变量在环境规制影响 GVC 地位时起促进作用。该促进效应主要是规模效率和技术进步的正向影响以及环境改善效率的负向影响共同作用于 GVC 地位的结果，而纯技术效率并未发挥显著作用。此外，环境规制与低碳 TFP 之间是 U 型关系。具体地从分解项来看，环境规制与规模效率和技术进步之间是 U 型关系，与纯技术效率之间是倒 U 型关系，环境规制对环境改善效率有促进作用。

3. 资本深化、FDI 均显著促进了 GVC 攀升。资本深化程度提高，企业将更多的资本投入到研发中，提升产品国际竞争力，促进 GVC 攀升；FDI 通过技术溢出效应等影响分工，提高中间品增加值，促进 GVC 攀升。专利技术和出口规模则起抑制作用。专利制度不完善使专利未能全部转化为有效产出，跨国公司在东道国专利申请存在技术封锁效应，无法实现其对 GVC 地位的促进作用；以加工贸易等方式嵌入 GVC 低端环节的国家，出口规模的扩大并不能促进 GVC 攀升，反而会使面临“低端锁定”的风险。

基于以上国际经验的结论,结合中国国情及所处的发展阶段,得出如下政策启示:

1. 制定适当的环境规制标准,选择适合中国国情的环境规制工具,必要时实施分类规制政策。从短期来看,应该实行适当的环境规制,既要避免企业因承担过多的环境成本给经济发展带来抑制效应,又要兼顾生态环境保护。从长期来看,则有必要实行严格的环境规制。通过加强规制,倒逼企业进行技术创新以形成核心竞争力,推进绿色清洁生产,进而从根本上化解生态环境危机,发挥“创新补偿效应”的积极作用,促进低碳 TFP 提高和 GVC 攀升。

2. 充分发挥规模效率效应对 GVC 攀升的促进作用,克服环境改善效率效应的抑制作用。一方面,为满足国际市场的需求,中国可以通过建立跨国公司、直接并购等方式来提高企业的效益水平,通过产业结构整合和优化来实现规模经济,促进 GVC 攀升;另一方面,强化环境规制,倒逼企业吸收发达国家先进绿色技术,积极开展绿色技术自主研发活动,取得内生性绿色技术进步以提高环境改善效率。同时,应制定科学完善的政绩考核评价体系,保护生态与发展经济并重,将环境因素纳入考核标准中,克服环境改善效率效应对 GVC 地位的抑制作用。

3. 继续借助技术进步效应促进 GVC 攀升,探索通过纯技术效率途径促进 GVC 攀升的方法。一方面,要继续提高自身对发达国家先进技术的借鉴吸收能力,引导和鼓励企业增加研发创新与人力资本的资金投入,培养技术创新型人才。通过人才红利和技术升级,提升技术进步对 GVC 攀升的积极作用,促进中国 GVC 地位向高端设计、研发环节转变。另一方面,企业应当摒弃落后的经营观念,吸收先进管理制度经验;政府要提高制度质量,抑制官僚主义、制度不完善等对 GVC 攀升的抑制作用,形成良好的制度环境,强化行业内部和国家之间的协调配合,促进纯技术效率效应的实现,提高 GVC 地位。

4. 政府部门还可以通过以下措施,促进中国 GVC 攀升:(1) 优化要素禀赋结构,健全教育机制,提高劳动力素质,促进人口红利向人才红利转变,提高技术外溢的吸收能力;(2) 通过制定积极的产业政策,营造良好的投资氛围,充分发挥 FDI 的技术溢出效应,引导国内企业研发生产高附加值中间品,提升 GVC 地位;(3) 完善专利保护相关法律法规,在促进企业积极研发的同时,为专利技术转化为有效产出提供保障,提高产品的技术含量,促进 GVC 攀升;(4) 调整进出口规模,促进贸易结构升级和产业结构优化,充分发挥进口产品的技术外溢效应,带动中国出口产品向高附加值环节转变,促进 GVC 地位向高端攀升。

参考文献

- [1] 余婭,樊秀峰. 环境规制与价值链升级——基于产品内分工视角[J]. 经济问题探索,2015(10).
- [2] 余东华,孙婷. 环境规制、技能溢价与制造业国际竞争力[J]. 中国工业经济,2017(5).
- [3] Levinson, A., M. S. Taylor. Unmasking the pollution haven effect[J]. *International Economic Review*, 2008(1).
- [4] 任力,黄崇杰. 国内外环境规制对中国出口贸易的影响[J]. 世界经济,2015(5).
- [5] Porter, M. E., C. Van der Linde. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship [J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995(4).
- [6] Crespi, F., V. Costantini. Environmental regulation and the export dynamics of energy technologies[J]. *Ecological Economics*, 2008(2).
- [7] 刘岑婕. 环境规制对全球价值链的影响研究[D]. 长沙:湖南大学,2015.
- [8] 王杰,段瑞珍,孙学敏. 环境规制、产品质量与中国企业的全球价值链升级[J]. 产业经济研究,2019(2).
- [9] Lanoie, P., M. Patry, R. Lajeunesse. Environmental regulation and productivity: Testing the porter hypothesis [J]. *Journal of Productivity Analysis*, 2008(2).
- [10] 谢波,贾鲜,易泽华. 环境规制对服务业全球价值链地位的影响——基于 45 个 OECD 国家面板数据的实证

- 研究[J]. 现代经济探讨, 2018(5).
- [11] Li, K., B. Q. Lin. Impact of energy conservation policies on the green productivity in China's manufacturing sector: Evidence from a three-stage DEA model[J]. *Applied Energy*, 2016, 168.
- [12] 何爱平, 安梦天. 地方政府竞争、环境规制与绿色发展效率[J]. 中国人口·资源与环境, 2019(3).
- [13] Wang, Y., N. Shen. Environmental regulation and environmental productivity: The case of China[J]. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 2016, 62.
- [14] 黄庆华, 胡江峰, 陈习定. 环境规制与绿色全要素生产率: 两难还是双赢? [J]. 中国人口·资源与环境, 2018(11).
- [15] 杜龙政, 赵云辉, 陶克涛, 等. 环境规制、治理转型对绿色竞争力提升的复合效应——基于中国工业的经验证据[J]. 经济研究, 2019(10).
- [16] 杨仁发, 李娜娜. 环境规制与中国工业绿色发展: 理论分析与经验证据[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2019(5).
- [17] 陶锋, 王余妃. 环境规制、研发偏向与工业绿色生产率——“波特假说”再检验[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2018(5).
- [18] 原毅军, 谢荣辉. 环境规制与工业绿色生产率增长——对“强波特假说”的再检验[J]. 中国软科学, 2016(7).
- [19] 蔡乌赶, 周小亮. 中国环境规制对绿色全要素生产率的双重效应[J]. 经济学家, 2017(9).
- [20] Cazacu, A. Export performance of central and eastern European countries: Macro and micro fundamentals [J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2015, 195.
- [21] 杨连星, 罗玉辉. 中国对外直接投资与全球价值链升级[J]. 数量经济技术经济研究, 2017(6).
- [22] 文娟, 张叶娟. 企业税、生产率与全球价值链参与度[J]. 国际贸易问题, 2019(12).
- [23] 朱东波, 任力. 环境规制、外商直接投资与中国工业绿色转型[J]. 国际贸易问题, 2017(11).
- [24] 李廉水, 周勇. 技术进步能提高能源效率吗? ——基于中国工业部门的实证检验[J]. 管理世界, 2006(10).
- [25] 朱金生, 李蝶. 技术创新是实现环境保护与就业增长“双重红利”的有效途径吗? ——基于中国 34 个工业细分行业中中介效应模型的实证检验[J]. 中国软科学, 2019(8).
- [26] Wang, Z., S. J. Wei, K. F. Zhu. *Quantifying International Production Sharing at the Bilateral and Sector Levels*[Z]. NBER: Working Paper, No. 19677, 2013.
- [27] Koopman, R., W. Powers, Z. Wang, et al. *Give Credit Where Credit is Due: Tracing Value Added in Global Production Chains*[Z]. NBER: Social Science Research Network, No. 1949669, 2011.
- [28] 马盈盈. 服务贸易自由化与全球价值链: 参与度及分工地位[J]. 国际贸易问题, 2019(7).
- [29] 雷明, 赵欣娜, 张明玺. 基于环境负产出的能效动态 Malmquist 模型研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2012(4).
- [30] 戴翔, 刘梦. 人才何以成为红利——源于价值链攀升的证据[J]. 中国工业经济, 2018(4).
- [31] 于晓宇, 陶向明. 创业失败经验与新产品开发绩效的倒 U 形关系: 创业导向的多重中介作用[J]. 管理科学, 2015(5).
- [32] 许和连, 成丽红, 孙天阳. 制造业投入服务化对企业出口国内增加值的提升效应——基于中国制造业微观企业的经验研究[J]. 中国工业经济, 2017(10).
- [33] 温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 等. 中介效应检验程序及其应用[J]. 心理学报, 2004(5).
- [34] Chakraborty, D., S. Mukherjee. How do trade and investment flows affect environmental sustainability? Evidence from panel data[J]. *Environmental Development*, 2013(6).
- [35] 许冬兰, 于发辉, 张敏. 全球价值链嵌入能否提升中国工业的低碳全要素生产率? [J]. 世界经济研究, 2019(8).
- [36] Tone, K., M. Tsutsui. Dynamic DEA: A slack-based measure approach[J]. *Omega*, 2009(3-4).
- [37] 邱斌, 杨帅, 辛培江. FDI 技术溢出渠道与中国制造业生产率增长研究: 基于面板数据的分析[J]. 世界经济, 2008(8).
- [38] 王毅, 黄先海, 余骁. 环境规制是否降低了中国企业出口国内附加值率[J]. 国际贸易问题, 2019(10).

[39]张杰,郑文平. 创新追赶战略抑制了中国专利质量么?[J]. 经济研究,2018(5).

[40]唐晓云,赵桂芹. 外国在华专利激增:市场占有还是绸缪竞争?[J]. 世界经济研究,2017(3).

[41]郑玉,姜青克. 全球价值链双向参与下的生产率效应——基于 WIOD 数据库的实证研究[J]. 财贸研究, 2019(8).

Impact of Environmental Regulation on the Upgrading of Global Value Chain: Promoting or Inhibiting?

— Mediation Effects Based on Low Carbon TFP

XU Dong-lan, ZHANG Min

Abstract: With the deepening of the international division of labor and the deterioration of environmental damage, is it possible to realize the win-win situation of environmental governance and enhancement of the position of GVC by strengthening environmental regulation? This paper focuses on the impact of environmental regulation on GVC position and its transmission mechanism. Based on the panel data of 40 countries from 2007 to 2014, the paper makes calculations and econometric regressions by using a multi-national input-output model, EBM-Malmquist index, system GMM, and mediation effect model. It is found that there is a U-shaped relationship between the impact of environmental regulation and GVC position, which is attributed to the combined effect of cost-based and innovative compensation caused by environmental regulations. Secondly, low carbon TFP as an intermediary variable plays an active role in the process of environmental regulation affecting GVC position. Specifically, the scale efficiency and the technological progress play positive roles in the upgrading of GVC while the environmental improvement efficiency plays a negative role, and the pure technical efficiency doesn't play a significant role. In addition, capital deepening and foreign direct investment have promoted GVC position, while patent technology and export scale have played negative roles. Therefore, it is known that strict environmental regulations will be conducive to the realization of the green upgrading of GVC in the long term.

Key words: global value chain; environmental regulation; low carbon total factor productivity; mediation effects model; dynamic EBM-Malmquist index

(责任编辑 朱 蓓)