

doi:10.16060/j.cnki.issn2095-8072.2026.04.005

数字服务贸易如何影响贸易隐含碳排放^{*}

樊琦¹ 孙晓慧²

(1. 浙江树人学院经济与管理学院, 杭州 310015; 2. 华东师范大学经济与管理学院, 上海 200062)

摘要: 数字服务贸易为全球经济增长注入新动能, 带来的碳减排效应成为各国实现碳达峰的重要支撑。本文基于 OECD 数据库, 研究分析数字服务贸易对贸易隐含碳排放的影响, 并着重厘清数字服务贸易影响贸易隐含碳排放强度、双边国家行业间的投入产出结构和双边国家贸易增加值的作用渠道。研究发现, 数字服务贸易发展对贸易隐含碳排放存在显著的抑制效应, 双边碳排放强度相对变化、双边技术结构相对变化、双边最终需求相对变化是数字服务贸易影响贸易隐含碳排放的主要路径, 其中, 数字服务贸易的碳排放强度效应最显著, 技术结构效应影响程度最大, 最终需求效应最微弱。进一步, 中国情境下数字服务贸易对贸易隐含碳排放同样具有显著的负向影响, 数字服务贸易发展为贸易全球化与气候全球化治理提供了一致协同路径。基于此, 本文提出要注重探索中国数字服务贸易发展的行业策略, 构建数字服务贸易碳减排“中国模板”, 以应对欧美国家可能利用碳贸易发动新一轮“新贸易冲突”, 助力中国实现“双碳”目标。

关键词: 数字服务贸易; 贸易隐含碳排放; “双碳”目标

中图分类号: F49

文献标识码: A

文章编号: 2095—8072(2026)04—0068—17

一、引言

数字服务贸易能够适应瞬息万变的市场需求, 推动全球贸易结构性变革, 已经成为国际贸易发展的新趋势和全球经济新的增长动力。中国《关于推进贸易高质量发展的指导意见》明确提出, 要加快数字贸易发展, 推进服务贸易数字化进程。党的二十大报告提出要“积极稳妥推进碳达峰碳中和, 解决环境约束问题, 构建人类命运共同体”。中国提出的“双碳”目标明确要求2030年前实现碳达峰, 2060年前实现碳中和。2000年以来, 中国碳排放总量持续攀升, 自2013年后碳排放增速显著放缓。2022年全球碳排放当量增速为0.87%, 而中国碳排放增速为-1.36% (图1), 碳排放绩效已经成为经济高质量发展的重要指标。商务部发布的《“十四五”对外贸易高质量发展规划》提出构建绿色贸易体系的战略目标。依托贸易减排路径降低贸易隐含碳排放, 助力我国实现

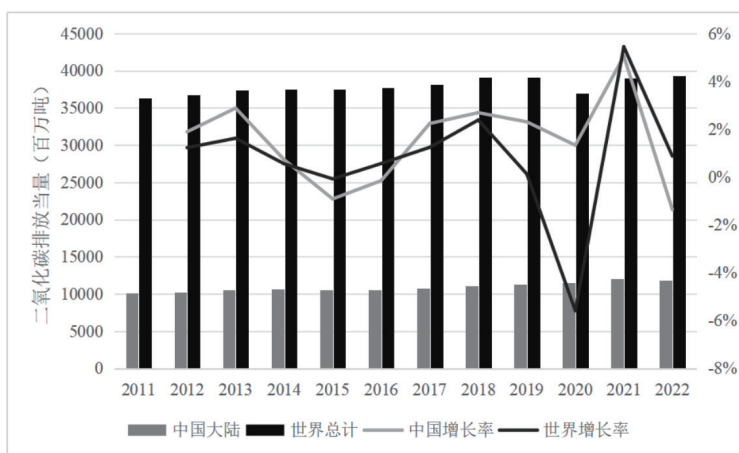


图1 碳排放量与年增长率^①

^{*} 基金项目: 本文受浙江省教育厅课题项目“双碳目标下数字贸易对隐含碳排放的影响与对策研究”(项目编号: Y202456143)、浙江省省属高校专项科研经费项目“数字技术影响劳动力工资差距的理论机理、影响效应与对策研究”(项目编号: 2025XZ021)和2024年度高等学校国内访问学者教师专业发展项目“双碳目标下数字贸易对隐含碳排放的影响与对策研究”(项目编号: FX2024063)的资助。

^① 数据来源于OECD数据库。

“双碳”目标是中国推进高水平对外开放，引领全球贸易新格局的关键。随着数字技术持续创新迭代升级，数字服务贸易发展迎来新契机，中国在优化产业布局、缓解出口隐含碳排放引起的环境问题等方面具备广阔发展空间。基于上述研究背景，数字服务贸易对环境的影响效应已成为学术界研究热点。本文围绕数字服务贸易发展对贸易隐含碳排放的影响效应展开研究，从理论层面阐释数字服务贸易的隐含碳排放效应，结合实证经验事实分析数字服务贸易与隐含碳排放治理的内在关联，并立足新发展格局，探索依托数字服务贸易发展助力“双碳”目标实现的“中国模板”，以此推动世界经济绿色转型发展，完善全球气候治理体系。

梳理现有研究可以发现，学术界关于数字服务贸易与隐含碳排放的相关研究偏少。既有研究大多聚焦国内省市级层面数字服务贸易与碳减排的关系；聚焦全球样本的研究多围绕“一带一路”等区域差异，单一国家数字贸易发展水平展开，鲜有学者从全球双边国家视角开展数字服务贸易与碳排放的实证检验，尤其缺少国家—行业层面的细化研究，且现有研究结论存在分歧和矛盾（韩晶等，2021；Ma et al., 2022；Wang et al., 2022）。在数字服务贸易影响效应研究方面，现有成果多围绕数字服务贸易壁垒、经济增长、全球价值链地位、企业技术创新等方面展开，针对数字服务贸易与贸易隐含碳排放的研究相对不足（王亚飞和刘静，2023）。同时，关于数字服务贸易环境效应的研究结论大多认为数字服务贸易能够抑制碳排放，但相关研究多基于传统贸易理论框架假设开展研究与实证分析，普遍忽视数字贸易异质性与行业层面碳排放分解效应，且样本覆盖范围存在局限，研究结论普适性有待进一步考证。基于此，本文旨在系统探究数字服务贸易对隐含碳排放的影响及其内在作用机理，研究结论对中国建设数字贸易强国、实现高水平对外开放具有重要的理论价值与现实意义。

本文的研究创新主要体现在三个方面：首先，本文从行业层面补充数字服务贸易影响贸易隐含碳排放的经验证据，弥补现有宏观层面数据分析的局限性。在样本选取和异质性分析方面，本文进一步关注数字服务贸易的行业差异，结合UNCTAD分类标准划分数字服务贸易六大类别，探究不同数字服务贸易行业部门对贸易隐含碳排放的影响效应。在贸易隐含碳排放的测度方面，本文测算双边碳排放强度相对变化、双边技术结构相对变化、双边最终需求相对变化三类贸易隐含碳排放变动的驱动因素，从更细致的维度诠释数字服务贸易发展影响碳减排的内在复杂影响机制。其次，本文采用2000~2020年全球国家双边面板数据，全面厘清数字服务贸易影响行业贸易隐含碳排放量的总体效应，区分数字服务贸易行业异质性对贸易隐含碳排放的影响，多维度、多层次完善贸易影响碳排放相关理论机理，并从数字服务贸易政策支持体系构建、低碳技术升级、数字基础设施建设等方面提出针对性政策建议。最后，在全球总体样本研究基础上，针对中国样本进行实证检验，为中国构建更高层次开放型经济新体制提供经验依据与实践路径。结合中国贸易强国建设与“双碳”战略目标，本文对数字服务贸易影响贸易隐含碳排放的效应与驱动因素研究，能够为中国深化高水平对外开放、协同世界各国推进碳减排、参与全球气候治理提供相应的政策参考。

二、文献回顾与理论阐述

（一）贸易隐含碳排放测度与影响因素研究

1. 贸易隐含碳排放测度研究

当前学界有关贸易隐含碳排放研究主要聚焦测度方法、驱动因素、碳泄漏及环境影响等方面，该领域可追溯至1974年国际高级研究机构联合会提出的“隐含流”概念。早期研究侧重分析国际

贸易影响碳排放的渠道 (Grossman & Krueger, 1995)。而近年学界普遍采用投入产出法开展核算, 该方法主要包括单区域投入产出模型 (Single Region Input Output, SRIO) 与多区域投入产出模型 (Multi Region Input Output, MRIO)。单区域投入产出模型将国家视为整体, 不区分进口中间产品来源并假设国内外生产技术相同 (韦韬和彭水军, 2017)。由于计算相对简便, 学者早期研究多使用该方法。Sánchez-Chóliz和Duarte (2004) 使用单区域投入产出模型分析了西班牙进出口贸易的隐含碳排放, 发现西班牙为隐含碳净出口国。张友国 (2010) 同样使用单区域投入产出模型估算1987~2007年中国贸易含碳量并通过结构分解分析发现, 中国从2005年起开始成为碳净输出国。然而SRIO模型依赖“进口同质性”假设, 即假定进出口国家技术水平相同, 在实际各国技术水平和能源结构存在显著差异的情况下, 会导致测算结果出现较大误差。

随着国际投入产出数据库不断开发和完善, 贸易隐含碳排放研究方法逐渐从单区域投入产出模型 (SRIO) 向多区域投入产出模型 (MRIO) 转变 (Wiedmann et al., 2008)。MRIO模型能够刻画不同国家、行业间的产业关联与贸易异质性, 从而弥补SRIO模型的不足。后续研究大多借助MRIO模型构建里昂惕夫逆矩阵测算贸易隐含碳排放。彭水军等 (2015) 基于WIOD数据库采用MRIO模型研究发现, 中国生产侧的碳排放主要来自发达经济体的最终需求。

MRIO模型考虑了国家间技术和经济结构的差异, 并区分进口产品的不同流向 (韦韬和彭水军, 2017), 因此更能反映全球价值链中的碳排放转移。陈林和万攀兵 (2019) 运用MRIO模型和WIOD数据系统比较了主要发达国家与发展中国家在一般贸易和加工贸易中的隐含碳排放、增加值出口碳排放及碳溢出效应。

当前世界各国关于碳排放的研究结论表明发展中国家的生产侧碳排放高于消费侧, 而发达国家的消费侧碳排放高于生产侧。Kander和Lindmark (2006) 使用MRIO模型对瑞典的研究发现, 能源技术效率提升、消费模式转变与能源系统转型对碳减排具有重要作用。Shui和Harriss (2006) 使用MRIO模型测算1997~2003年美国从中国进口的隐含碳排放, 研究发现中国7%~14%的碳排放是在生产满足美国消费者需求的产品过程中产生的。

基于MRIO模型分析中国出口隐含碳排放的研究主要考虑贸易伙伴的技术水平和能源结构差异, 采用消费侧责任的核算体系。彭水军等 (2015) 使用MRIO模型和WIOD投入产出数据库, 估算了1995~2009年中国生产侧和消费侧碳排放量, 并采用SDA法进行结构分解, 发现中国生产侧碳排放显著高于消费侧, 且大量的生产碳排放主要是满足发达经济体消费者的最终需求。韦韬和彭水军 (2017) 使用MRIO模型测算国际贸易隐含碳排放, 研究发现中国生产侧碳排放增速远高于消费侧, 而发达经济体多为隐含碳净进口国家。李真和陈天明 (2020) 使用MRIO模型与贸易增加值分解发现, 中美工业品贸易中存在碳福利分配不均现象, 中国呈现贸易顺差、碳福利逆差, 而美国碳福利则为顺差。

2. 贸易隐含碳排放的影响因素研究

国际贸易对碳排放的影响主要体现在“出口促进”与“碳泄漏”两个维度。在影响因素方面, 贸易规模、技术进步、效率提升与产业结构是驱动碳减排的核心要素。“污染避难所”假说与“竞次理论”指出, 发达国家可能通过贸易与投资, 将高碳产业转移至环境标准相对宽松的发展中国家。Copeland和Taylor (2005) 分析发现, 碳泄漏是否发生取决于贸易条件、收入效应等因素。各国不同碳排放政策的差异可能导致碳泄漏, 即宽松的碳减排政策可能导致相关国家的碳排放增加。

技术进步与效率提升是碳减排的主要动力。Okushima和Tamura（2010）运用MCDA法发现，技术进步和效率提升在日本石油危机期间的碳减排中发挥了关键性作用。王文举和向其凤（2011）基于投入产出法测算了2005年世界主要碳排放大国的贸易隐含碳排放，研究发现规模效应可以促进贸易隐含碳排放增加，而技术进步可以有效降低碳排放水平。同时，汇率低估也是导致碳排放增加的主要原因之一。蒋雪梅和刘轶芳（2013）基于WIOD数据分析发现1995~2008年发展中国家单位增加值出口的隐含碳排放量远高于发达国家。

当前学术界研究发现，国际贸易导致碳排放责任发生跨境转移：发达国家通常为隐含碳排放的净进口国，而发展中国家则为净出口国。以中国为代表的发展中国家受国际碳源转移影响尤为显著，且该转移趋势正持续加剧（Weber et al., 2008）。Yan和Yang（2009）研究发现1997~2007年中国的出口隐含碳排放增加了449%，其中规模效应为450%，结构效应为47%，技术效应为-48%。Zhao等（2016）测算分析了1995~2009年中日贸易隐含碳排放量，并使用SDA法进行结构分解发现规模效应促进了中国对日本出口的隐含碳排放增加，技术效应抑制了中国对日本出口的隐含碳排放，但促进了中国对日本进口的隐含碳排放，而结构效应的影响相对较小。黄凌云等（2017）使用MRIO模型研究发现中国制造业的自主研发、模仿创新与中间品进口技术引进，有助于提升中国制造业在全球价值链中的分工地位，从而降低出口隐含碳排放强度。傅智宏（2018）进一步指出，绿色生产技术效率变化是增加值出口中碳排放强度下降的主要原因。吕延方等（2019）基于MRIO模型测算了中国贸易隐含碳排放，使用平滑转换模型研究发现全球价值链参与度与贸易隐含碳排放之间存在非线性关系，在不同转换机制下全球价值链参与度对出口隐含碳、进口隐含碳、贸易碳平衡与污染贸易条件具有非线性的影响关系。

（二）数字服务贸易影响效应研究

数字服务贸易是数字贸易的重要组成部分，指借助数字化载体交付传统服务，涵盖数字金融、在线教育、远程医疗、云外包和平台分包等新兴业态。学术界既有研究主要集中于数字服务贸易规则制定（Meltzer, 2016; Burri, 2017）、影响因素（Freund & Weinhold, 2004; Meltzer, 2016）、理论政策与数据安全等方面，关于数字服务贸易影响效应的研究，多聚焦在贸易壁垒、全球价值链、经济发展与企业创新等方面，而有关数字服务贸易与隐含碳排放关系的研究相对不足。有关数字服务贸易壁垒的研究，在国家层面分析发现数字服务贸易限制措施会显著阻碍双边数字服务出口。在行业层面分析发现数字服务贸易壁垒对服务业和制造业服务化进程具有显著的抑制效应（Ma et al., 2022; Wang et al., 2022）。关于全球价值链的研究，学者发现数字服务贸易可通过研发效应和产业结构升级效应推动国家向全球价值链高端攀升（刘洪愧，2020）。关于经济发展效应的研究，周彦霞等（2023）发现数字服务贸易自由化能够推动数字经济发展，并通过改变生活方式、促进制造业转型升级、优化产业结构与激活数据生产要素等路径发挥影响效应（谢谦等，2020）。关于企业创新层面的研究，学者发现数字服务贸易网络嵌入能够通过贸易规模、成本节约与技术吸收能力三种效应提升企业创新水平，降低企业创新终止风险。

尽管传统贸易的环境影响理论已形成“贸易有益论”“贸易有害论”和“贸易中性论”三大观点（臧新和唐琦，2019），但关于数字服务贸易的环境影响，特别是对碳排放的影响研究相对缺乏，且现有探讨多集中于机制分析。Wang等（2022）从技术水平角度分析发现，数字技术创新与技术溢出有助于降低国内碳排放强度。王亚飞和刘静（2023）从消费结构角度分析发现，数字贸易通过消费端促进消费结构升级，从而推动碳减排。

然而,关于数字服务贸易对贸易隐含碳排放的影响效应与作用机制的相关研究仍不够充分,研究结论也不一致。韩晶等(2021)发现在互联网发展水平的影响下,数字服务贸易可通过规模、结构和技术效应显著促进碳减排,且该效应在发展中经济体中更显著,同时在不同的产业部门影响效应具有显著的异质性,但该研究样本量较小且未充分考虑双边贸易异质性和贸易隐含碳排放,结论的普遍性有待进一步考证。Ma等(2022)从投资视角探讨了数字化与研发融合对碳排放的长期影响。

(三) 数字服务贸易影响贸易隐含碳排放的理论机理

当前数字服务贸易对环境影响的定量研究相对较少,尤其缺乏关于其能否通过规模效应、结构效应和技术效应影响碳排放的系统性探讨。以下从总体影响与具体机理两个方面展开论述,并提出相应的研究假说。

1. 数字服务贸易的总体影响

数字服务贸易以数字虚拟产品、服务和数字化知识信息为主要标的物(盛斌和高疆,2020),其发展依托于数字技术赋能,呈现出虚拟化、平台化、集约化、个性化、普惠化和生态化等特征属性(马述忠等,2018)。数字产业化和产业数字化提升了企业对能源资源的配置和利用效率。相较于传统贸易,数字服务贸易能够降低交易环节的能耗与碳排放,提高能源效率和碳排放效率(Hui et al., 2018; 张夏恒和李豆豆,2020),进而提升国家整体低碳技术水平,推动绿色产业扩张及碳排放强度下降。值得关注的是,在数字服务贸易发展初期,数字基础设施建设与贸易量增长可能产生一定的“碳增排效应”,但随着数字服务贸易发展成熟,其长期碳减排潜力将逐步释放。

从服务业特征属性分析,数字服务贸易平台的构建降低了信息搜索与市场营销成本(Chaney, 2014),从而减少贸易过程中的碳排放。其具体影响路径包括:数字服务贸易促进生产要素投入与生产阶段的集约化,实现信息资源共享与高效率资源配置,有助于降低全流程能源消耗。数字服务贸易的集约化特征推动优势生产要素向第二、第三产业流动,促进产业结构合理化。在此过程中,高污染、低附加值企业或被逐步淘汰,或借助数字技术实现绿色转型,从而降低整体行业碳排放水平。伴随消费者需求和贸易结构优化,清洁型数字服务产品的出口占比逐步提升(刘洪愧,2020)。

与依赖实体交付的数字产品贸易相比,数字服务贸易的标的物以虚拟产品与服务为主,其交易通过数据与技术传输实现,具有以下碳减排优势:生产过程趋向清洁化且减少了实体运输环节,有助于降低贸易的可变成本与环境污染。数字服务因虚拟特征而具备更低的边际成本与更快的技术响应速度。掌握核心数字技术的企业在市场竞争中占据优势,这种竞争激励企业持续加大研发投入,向知识密集型转型升级,从而产生更强的技术溢出效应并加速行业整体的绿色革新。

2. 数字服务贸易对贸易隐含碳排放的影响机理及假说

基于上述数字服务贸易特征分析,本文从双边视角研究数字服务贸易影响贸易隐含碳排放的核心路径,研究机理示意图见图2。

(1) 双边碳排放强度效应

数字服务贸易能够显著降低贸易成本、克服地理距离限制,并依托大数据、云计算等数字技术提高资源配置效率、缓解信息不对称问题,这有助于降低单位产出的资源消耗与环境污染,推动高附加值、低能耗的生态型产业发展。数字服务贸易自身具备低碳属性,其所带动的低碳产业结构扩张将进一步优化一国能源结构,从而降低双边碳排放强度,抑制贸易隐含碳排放。由此提出研究假说1:

假说1：数字服务贸易能够通过降低双边碳排放强度，进而减少贸易隐含碳排放。

（2）双边技术结构效应

数字服务贸易与数字产业化、产业数字化深度融合，可强化产业间的技术与数据要素共享，为技术创新与新业态发展提供动力。一方面，信息化发展与信息不对称的缓解，使企业间分工协作更高效，有助于提升生产率与能源利用效率，推动高耗能企业革新生产模式、实现绿色转型。另一方面，技术体系升级催生数字型低碳技术、能源技术与环保技术，从源头减排或通过要素替代直接降低废弃物产出，从而减少贸易隐含碳排放。同时，技术结构的升级还能降低企业碳排放强度，并激发低碳企业活力，增加低碳贸易需求。由此提出研究假说2：

假说2：数字服务贸易能够通过优化双边技术结构，促进技术共享与应用，加速高能耗产业升级与低碳技术创新，从而显著降低贸易隐含碳排放。

（3）双边最终需求效应

数字服务贸易的增长促进了双边国家生产规模与经济规模的扩大。随着数字技术与互联网基础设施的完善，远程办公、在线教育等新业态不断涌现，推动更高层次、更低能耗的服务贸易需求增长。数字服务贸易的发展既创造了新的低碳需求，也扩大了原有低碳需求规模，其在国际贸易中的比重提升有助于减少碳排放。但数字服务贸易发展前期相关设备与基础设施可能消耗大量能源；同时，数字金融服务也可能客观上为高耗能产业提供低成本融资，助推其扩大生产规模（严成樑等，

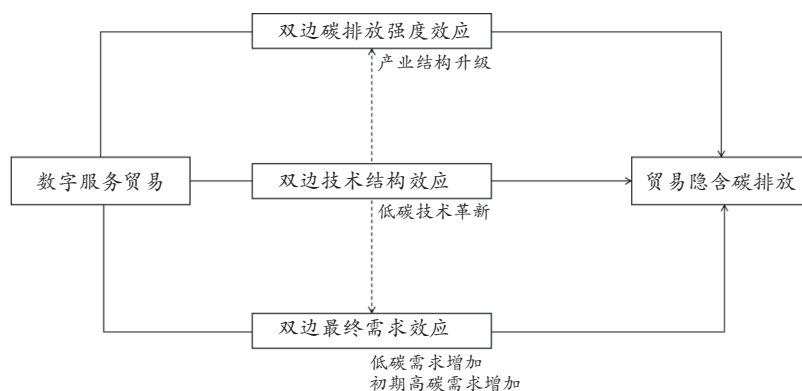


图2 研究机理示意图

2016），进而引致高能耗工业品出口需求增加，提高贸易隐含碳排放。由此提出研究假说3：

假说3：数字服务贸易通过双边最终需求效应增大贸易规模，但其对贸易隐含碳排放的降低作用可能不强，因其中同时存在低碳服务需求促进与高耗能产业扩张抑制的双向影响。

三、数据、指标与基本事实

（一）数字服务贸易指标的设定

本文以2005~2020年全球双边数字服务贸易出口数据为研究样本，数据来自UNCTAD数据库，样本包括223个国家，筛选数字贸易产业分类6类，包括保险和养老服务、金融服务、使用知识产权的费用、通信计算机和电子服务、其他商务服务、个人文化和娱乐服务，共795664个样本数据（ $223 \times 223 \times 16$ ）。由于数据库单独统计了欧盟、东盟等国际组织成员国的数字服务贸易产业分类出口数据，故本文对欧盟、东盟等国际组织成员国进行剔除。由此，本文构建了出口国-进口国-年份维度的数字服务贸易出口指标。参照马述忠等（2018）基于USITC与BEA的研究，本文采用两个维度对两国间的数字服务贸易规模进行衡量：一是 ST_all_{mni} ，表示 t 年 m 国对 n 国的数字服务贸易总出口值，单位是百万美元；二是 ST_ins_{mni} 、 ST_fin_{mni} 、 ST_other_{mni} 、 ST_per_{mni} 、 ST_com_{mni} 、 ST_int_{mni} 分别表示 t 年 i 国对 j 国的保险和养老服务、金融服务、其他商务服务、个人文化和娱乐服务、通信计算机

和电子服务、使用知识产权的费用的出口值，单位是百万美元。本文对数字服务贸易出口指标进行对数化处理。

（二）贸易隐含碳排放指标的设定

基于OECD数据库的测算方法，^①本文从贸易隐含碳排放的影响因素着手，着重厘清贸易隐含碳排放强度、双边国家行业间的投入产出结构、双边国家贸易增加值对贸易隐含碳排放的作用方向与程度。进一步，在时间维度上，本文测算包括双边碳排放强度相对变化、双边技术结构相对变化、双边最终需求相对变化等三大贸易隐含碳排放变动的驱动因素。因变量样本选取1996~2018年OECD数据库双边国内增加值出口隐含碳排放量数据，OECD数据库关于各国各行业之间的投入产出关系所进行的行业划分方式包括45个行业。^②控制变量数据来自世界银行WDI数据库、CEPII数据库等，据此构建2005~2018年国家及行业特征变量数据集。

OECD数据库包含 m 国的碳排放强度数据 e^m 以及双边国家不同行业之间的投入产出结构 B^{mn} 。其中， B^{mn} 为双边国家间投入产出结构的里昂惕夫逆矩阵，假设双边国家之间的投入产出情况为 A^{mn} ，则 $B^{mn}=(1-A^{mn})^{-1}$ ，进而根据 $C^{mn}=e^m B^{mn} T^{mn}$ 推算出双边国家之间的贸易增加值 T^{mn} ，在此基础上对双边国家间的贸易隐含碳排放进行分解。

采取极平均值分解法对碳排放驱动因素进行分解，根据贸易隐含碳排放数据 C^{mn} ，本文可以得到贸易隐含碳排放分解公式如下：

$$\begin{aligned}\Delta C^{mn} &= C_1^{mn} - C_0^{mn} = e_1^m B_1^{mn} T_1^{mn} - e_0^m B_0^{mn} T_0^{mn} \\ &= \frac{1}{2}(\Delta e^m)(B_1^{mn} T_1^{mn} + B_0^{mn} T_0^{mn}) + \frac{1}{2}[e_1^m(\Delta B^{mn})T_1^{mn} + e_0^m(\Delta B^{mn})T_0^{mn}] \\ &\quad + \frac{1}{2}(e_1^m B_1^{mn} + e_0^m B_0^{mn})(\Delta T^{mn})\end{aligned}$$

由上式可知， m 国对 n 国的贸易隐含碳排放变动涵盖三大驱动因素，分别表示：由 m 国碳排放强度变化导致的碳排放强度效应 $f(\Delta e^m)$ 、由 m 国与 n 国各行业之间的投入产出结构变化导致的双边技术结构效应 $f(\Delta B^{mn})$ 以及由 m 国与 n 国出口贸易增加值变化导致的最终需求效应 $f(\Delta T^{mn})$ 。由此，可以得到贸易隐含碳排放变动的三大驱动因素： $f(\Delta e)$ 为双边碳排放强度相对变化、 $f(\Delta B)$ 为双边技术结构相对变化、 $f(\Delta T)$ 为双边最终需求相对变化。

综上，数字服务贸易数据在行业层面整理为表1所示，贸易隐含碳排放数据整理为表2所示。其中，双边贸易隐含碳排放强度 ES 表示两国碳排放强度之和。

表 1 数字服务贸易指标变量说明及描述

变量	变量含义及说明	样本量	标准差
$ST-all_{mnt}$	t 年 m 国 i 行业对 n 国 i 行业的数字服务出口值对数	2679750	7.3060
$trade_{mni}$	货物贸易总额值对数	2042730	7.0250
$ST-ins_{mni}$	t 年 m 国对 n 国保险和养老金服务出口值对数	2679750	4.1460
$ST-fin_{mni}$	t 年 m 国对 n 国金融服务出口值对数	2679750	4.3717
$ST-other_{mni}$	t 年 m 国对 n 国其他商务服务出口值对数	2679750	6.9457
$ST-per_{mni}$	t 年 m 国对 n 国个人文化和娱乐服务出口值对数	2679750	4.9126
$ST-com_{mni}$	t 年 m 国对 n 国电信计算机和信息服务出口值对数	2679750	4.9475
$ST-int_{mni}$	t 年 m 国对 n 国知识产权使用费服务出口值对数	2679750	4.3332

① 贸易隐含碳排放的测算细节见OECD网站：https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=IOTS14_2018，《Carbon Dioxide Emissions Embodied in International Trade (2021 ed.)》中的《TeCO2 Methodology and Results》文件。

② 具体行业代码以及划分方式备索。

表2 贸易隐含碳排放指标变量说明及描述

变量	变量含义及说明	对应分解效应	均值
<i>CO</i>	双边贸易隐含碳排放（吨）	-	30438.4613
<i>VT</i>	双边贸易增加值（美元）	-	1771.7520
<i>DES</i>	双边碳排放强度效应（取绝对值，吨）	$f(\Delta e^m)$	7029.5615
<i>DB</i>	双边技术结构效应（取绝对值，吨）	$f(\Delta B^m)$	166.6407
<i>DT</i>	双边最终需求效应（取绝对值，吨）	$f(\Delta T^m)$	12401.7502

四、模型设计及实证估计

（一）计量模型设计与变量说明

参考Markusen和Trofimenko（2009）文献研究方法，本文构建数字服务贸易对贸易隐含碳排放影响的计量模型：

$$E_{mnit} = \delta_1 ST_{mnit} + \delta_1 Trade_{mnit} + \theta_{mni} + \theta_{mit} + \theta_{nit} + \varepsilon_{mnit} \quad (1)$$

被解释变量 E_{mnit} 是国家对行业层面碳排放指标，表示 t 年 m 国 i 行业出口至 n 国 i 行业的碳排放变量，以贸易隐含碳排放 CO 表示，在影响机理分析中，本文进一步采用碳排放强度效应 DES 、技术结构效应 DB 、最终需求效应 DT 等指标进行估计，均进行对数标准化处理。模型（1）中的 m 、 n 、 i 、 t 分别代表贸易出口国、进口国、行业以及年份。解释变量 ST_{mnit} 为国家对行业层面数字服务贸易指标，表示 m 国 i 行业出口至 n 国 i 行业的数字服务贸易总额的标准化。由于原始数值偏大、波动幅度较高，将总出口额加一取对数作为标准化值，一是削弱数据波动、缓解异方差问题；二是加1取对数可保留原始零值特征。

$Trade$ 表示两国双边贸易流量指标，双边贸易流量是影响贸易隐含碳排放量的重要因素（Peters & Hertwich, 2008），双边贸易流量规模越大的经济体通常贸易隐含碳排放量也越大。 θ 表示固定效应，本文分别控制了国家对联合固定效应（ θ_{mni} ）、出口国—行业一年份联合固定效应（ θ_{mit} ）和进口国—行业一年份联合固定效应（ θ_{nit} ）。国家对联合固定效应可以有效吸收可观测的地理距离、文化距离等国家间固有特性，以及不可观测的国家间历史联系等。国家—行业一年份联合固定效应可以有效控制贸易隐含碳排放出口国和进口国以及所在行业各类可观测与不可观测因素冲击，包括GDP增长率、实际汇率变动、关税壁垒，以及行业的工业总产出、员工人数、资本补贴等。

（二）基准估计

本文对数字服务贸易对贸易隐含碳排放量的影响效应进行估计，具体结果如表3所示。总体来看，核心解释变量数字服务出口值的估计系数在1%统计水平上显著为负，即数字服务贸易对贸易隐含碳排放存在显著的抑制效应。估计结果表明，数字服务贸易可以支持科技创新、促进信息化发展、降低信息不对称程度，从而促进产业结构升级，使国际分工合作更为简单迅速，提高整体效率、降低交易成本进而实现减排。货物贸易系数显著为正，说明货物贸易总额的增加会造成贸易隐含碳排放增加，这是由于贸易是碳排放的载体，贸易规模越大则隐含的碳排放越多。

进一步从碳排放驱动因素分解估计结果来看，双边碳排放强度效应（ DES ）、双边技术结构效应（ DB ）、双边最终需求效应（ DT ）的估计系数均为负，但双边碳排放强度效应系数的显著性明显高于另两者，双边技术结构效应系数的绝对值高于另两者。这说明在需求变化、技术更新的前提下，在产业端实现生产结构升级，才能更有效地抑制贸易碳排放，因而双边碳排放强度效应对贸易隐含碳排放的解释更有说服力。而数字服务贸易本身就与数字技术、数据互联等密切相关，因而对双边技术结构效应的解释效果更强。

表 3 数字服务贸易与碳排放估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	$\ln(CO)$	$\ln(CO)$	$\ln(CO)$	$\ln(CO)$
$ST-all_{mnt}$	-0.0276*** (0.0032)	-0.0049*** (0.0008)	-0.0048*** (0.0007)	-0.0023*** (0.0008)
$Trade$	0.9109*** (0.0212)	0.1909*** (0.0203)	0.0525*** (0.0160)	0.0249** (0.0109)
常数项	-22.6461*** (0.4505)	-5.5508*** (0.4827)	-1.5844*** (0.3772)	-0.5328** (0.2518)
θ_{mn}	No	Yes	Yes	Yes
θ_{mit}	No	No	Yes	Yes
θ_{nit}	No	No	No	Yes
N	2285010	2218320	2112123	1916854

注：（1）下标 m 表示出口国， n 表示进口国， t 表示年份，下表同；（2）括号内为聚类至国家对层面的稳健标准误，*** $p < 0.01$ ，** $p < 0.05$ ，* $p < 0.1$ ，下表同；（3）如无特殊说明，固定效应均控制出口国—行业—年份、进口国—行业—年份和出口国—进口国。

细分来看，从碳排放强度考虑，一方面，数字服务贸易的部门本身碳排放量较小，相较于传统服务部门具有低碳属性；另一方面，数字服务贸易能够带动产业结构调整优化，低污染、低能耗的产业规模不断扩大，进而降低贸易碳排放强度。

双边技术结构效应的估计系数绝对值最大（0.0122），这可能是因为新技术应用后的效果是即时可见的。数字服务贸易的发展能够推动数据、技术等要素互联共享，信息化发展使企业间的分工合作更为高效便捷，减少不必要的成本支出；同时，它也对技术创新提出了新要求，继而催生新的低碳技术实现生产革新，甚至技术的发展能够联动新能源的发展，从源头达成减排效果。

双边最终需求效应的估计系数在显著性与绝对值上均处于最低水平，表明最终需求层面存在双向影响机制。一方面，数字服务贸易通过拓展原有需求与创造新兴需求，形成低碳减排效应。原有需求的拓展主要体现在个人文化和娱乐活动、咨询及公共关系等低能耗服务领域，这些服务因数字化而变得可跨境交易；新兴需求的创造则表现为居家办公、在线教育等新业态的兴起。上述两类需求共同推动了低碳消费结构升级，有助于减少贸易隐含碳排放。另一方面，数字服务贸易的发展也带动了对相关数字设备和基础设施的持续需求，基础设施建设工程消耗大量能源，从而推高了贸易隐含碳排放，贸易规模扩张带来的增排效应亦不可忽视。本文实证结果表明，低碳需求所带来的减排效果略高于高碳融资所引发的增排效应。在数字服务贸易发展初期，各国数字基础设施建设需求旺盛，高碳融资规模迅速扩张；然而，随着数字服务贸易规模不断扩大，高碳建设需求逐步趋于饱和，加之建设流程标准化带来的效率提升，增排效应逐渐减弱，而低碳需求对产业结构优化的促进作用愈加显著。可以预见，伴随数字服务产业的逐步成熟，双边最终需求所引发的碳抑制效应将逐步占据主导地位。

表 4 碳排放驱动因素分解估计结果

变量	(1)	(2)	(3)
	$\ln FE(DES)$	$\ln FB(DB)$	$\ln FT(DT)$
$ST-all_{mnt}$	-0.0030*** (0.0010)	-0.0122** (0.0059)	-0.0028* (0.0016)
$Trade$	0.0161 (0.0149)	0.2754*** (0.0644)	0.0317** (0.0156)
常数项	-2.5426*** (0.3278)	-10.9921*** (1.4284)	-4.0771*** (0.3417)
固定效应	控制	控制	控制
N	2005592	2059110	2211390

（三）稳健性检验

为确保本文的模型选择和处理方法稳健，本文通过扩充控制变量、删减极值样本、样本分区回

归、工具变量法等证明上述基准回归的稳健性。

1. 加入更多控制变量

在基准回归的基础上，本文考虑了影响贸易隐含碳排放的相关控制变量进行估计。为剔除某国价格波动对数字服务贸易出口量的影响，本文加入更多控制变量以体现实际出口量的影响效果，包括人均GDP差距（*gdpegap*）、关税水平差距（*tariffgap*）、人均GDP之比（*gdpep*），且因数字服务贸易与贸易隐含碳排放的关联可能受一国政策环境、数字设施水平等影响，本文进一步加入环境风险差距（*envriskgap*）、高科技产品差距（*hightechgap*）。表5中核心解释变量的系数与基准回归结果基本一致，表明数字服务贸易对双边贸易隐含碳排放具有显著的抑制效应。

表5 加入更多控制变量的估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>ln(CO)</i>	<i>ln(CO)</i>	<i>ln(CO)</i>	<i>ln(CO)</i>	<i>ln(CO)</i>
<i>ST-all_{mt}</i>	-0.0023** (0.0010)	-0.0019* (0.0011)	-0.0019* (0.0011)	-0.0023** (0.0010)	-0.0017* (0.0009)
<i>Trade</i>	0.0233 (0.0153)	0.0383** (0.0165)	0.0383** (0.0165)	0.0180 (0.0139)	0.0355** (0.0149)
<i>gdpegap</i>	0.0036 (0.0034)	0.0005 (0.0038)	0.0007 (0.0038)	0.0025 (0.0038)	0.0004 (0.0033)
<i>tariffgap</i>		0.0039 (0.0054)	0.0039 (0.0054)	0.0040 (0.0053)	0.0048 (0.0044)
<i>gdpep</i>			-0.0001 (0.0002)	-0.0001 (0.0002)	-0.0002 (0.0002)
<i>envriskgap</i>				0.0017 (0.0072)	0.0012 (0.0084)
<i>hightechgap</i>					-0.0040*** (0.0015)
常数项	-0.5290 (0.3505)	-0.8782** (0.3795)	-0.8796** (0.3793)	-0.4363 (0.3225)	-0.7402** (0.3476)
固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
N	1863058	1636096	1636096	1579424	1204992

2. 内生性问题处理

数字服务贸易出口额对贸易隐含碳排放的回归方程可能存在内生性问题。一方面，碳排放的影响因素繁杂，环保理念与政策处于动态调整进程，而数字服务贸易又关联着一国的经济结构、发展布局等，误差项中难免存在同时影响关键解释变量和被解释变量的遗漏因素，从而造成系数估计偏差；另一方面，本文解释变量选择多样性不足，虽然通过两国双边贸易流量变量基本对多元回归进行了纠偏操作，但仍难以完全满足零条件均值假设。因此，本文采取工具变量的方法，解决内生性问题。

首先，本文使用数字贸易条款数量作为工具变量，代替数字服务贸易出口值进行回归，*fcover*表示数字贸易条款数量，*ftype*表示数字贸易条款类别数量，回归结果与前述基准估计一致。显然，数字贸易条款数量体现对数字服务贸易发展的规范，直接影响其贸易量且无法通过其他途径对碳排放造成影响。因此，数字贸易条款指标对降低贸易隐含碳排放具有统计显著效果，从而印证了基准回归结果的可靠性。

其次，本文通过构建数字服务贸易的Bartik工具变量，缓解内生性问题对基准结果的干扰。该工具变量的构造逻辑是通过研究对象初始份额与其总体增长率的交乘项模拟出研究对象每一年的数

值。相关工具变量的构建如下：

$$Bartik-iv_{mnt} = LST-all_{mnt} \times \Delta ST-all_{mnt} \quad (2)$$

对滞后一阶的数字服务贸易与数字服务贸易的一阶差分进行交乘，所得到的交乘项即为Bartik工具变量。Bartik工具变量与数字服务贸易直接相关，但不会通过其他渠道直接影响碳排放。这意味着，Bartik工具变量可以解决数字服务贸易与贸易隐含碳排放之间存在的内生性问题。不可识别检验显示，Kleibergen-Paap rk LM统计量P值均在1%统计水平上显著，因此强烈拒绝不可识别的原假设。第一阶段Kleibergen-Paap rk Wald F值大于工具变量一阶段经验值10，因而拒绝弱工具变量的假设。表6的估计结果表明，在考虑了内生性问题后，工具变量的回归系数仍显著为负，数字服务贸易仍能显著抑制贸易隐含碳排放，证实了以上回归结论基本稳健。

3. 样本调整

为考察国家间差异化带来的影响，本文针对2018年贸易隐含碳排放量前、后15位的重点国进行了估计分析，并进一步剔除了贸易隐含碳排放量前、后15位国家样本，具体估计结果如表7所示。估计结果与基准估计结论一致，均在1%的显著性水平上为负，由此验证了发展数字服务贸易能够减少贸易隐含碳排放结论的稳健性。

上述估计效应在剔除排放量前15位的国家样本中、排放量后15位的国家样本中，估计系数绝对值更大，说明数字服务贸易促进节能减碳的力度在碳排放量更少的国家更强，这可能是由于低碳排放国家经济发展水平高、减碳技术完善，数字服务贸易培育与落地速度更快，因而数字服务贸易发展对贸易隐含碳排放的抑制作用更明显。低碳国家产

表 6 工具变量估计结果

被解释变量 $\ln(CO)$	(1) $fcover$	(2) $ftype$
$ST-all_{mnt}$	-0.0016*** (0.0005)	-0.0052*** (0.0009)
$Trade$	0.0104*** (0.0005)	0.0106*** (0.0005)
常数项	-0.1594*** (0.0082)	-0.1598*** (0.0083)
固定效应	控制	控制
R^2	0.008	0.008
样本量	2305800	2305800
Bartik工具变量	(3) First-stage	(4) IV estimation
$ST-all_{mnt}$	0.3028*** (0.0001)	-0.0006* (0.0003)
$Trade$	-0.2663*** (0.0003)	0.0003** (0.0001)
Kleibergen-Paap rk LM statistic	45.00	45.00
p值	0.000	0.000
Kleibergen-Paap rk Wald F statistic	4.3e+06	4.3e+06
固定效应	控制	控制
R^2	0.0001	-0.0000
N	978095	978095

业结构偏向低碳服务业，发展数字服务贸易具备先天优势，难以精准识别高低碳产业联动的减排贡献，但不影响本文数字服务贸易存在减排效应的核心结论。

表 7 调整样本后的估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	前15	剔除前15	后15	剔除后15
$ST-allmnt$	-0.0085*** (0.0026)	-0.0116*** (0.0025)	-0.0131*** (0.0031)	-0.0024*** (0.0005)
$Trade$	0.4867*** (0.0145)	0.5841*** (0.0117)	0.0426 (0.0270)	0.1037*** (0.0116)
常数项	-10.8694*** (0.3262)	-13.0120*** (0.2480)	-2.3297*** (0.5120)	-2.2423*** (0.2518)
固定效应	控制	控制	控制	控制
N	450990	1834020	530595	1719810

为考察发展水平对国家间碳减排效果的差异，本文将研究样本划分为“发达国家—发达国家”“发达国家—发展中国家”“发展中国家—发展中国家”三类，具体结果见表8。各组核心解释变量系数均在1%的统计水平上显著为负，与基准回归结论保持一致；其中“发展中国家—发展中国家”组别系数绝对值最大，该实证发现与韩晶等（2021）的研究结论相符。不难发现，发展中国家数字基础设施虽存在短板，但数字服务贸易减排效果更强。一方面，发展中国家碳排放总量高，减排潜力巨大，数字服务贸易可推动高碳行业更新低碳技术；另一方面，当前数字服务贸易领域的全球竞争格局尚未定型，发展中国家发展该产业的内生动力更强。基于此，发展中国家应依托数字服务贸易释放减排红利，抢占绿色发展优势。

表8 区分国家发展水平的估计结果

变量	(1)	(2)	(3)
	发达—发达	发达—发展中	发展中—发展中
$ST-all_{mt}$	-0.0006*** (0.0001)	-0.0013*** (0.0001)	-0.0088*** (0.0003)
$Trade$	0.1026*** (0.0025)	0.0289*** (0.0022)	0.0701*** (0.0030)
常数项	-2.4289*** (0.0543)	-0.6055*** (0.0478)	-1.3334*** (0.0631)
固定效应	控制	控制	控制
N	700740	1124865	424800

（四）数字服务贸易异质性分析

根据UNCTAD的定义，本文区分保险和养老金服务、金融服务、其他商业服务、个人文化和娱乐服务、电信计算机和信息服务和知识产权使用费六大类别进行估计检验，结果如表9列（1）~（6）所示。

表9 数字服务贸易领域异质性估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	ST_{ins}	ST_{fin}	ST_{other}	ST_{per}	ST_{com}	ST_{int}
ST	-0.0002*** (0.0001)	-0.0021*** (0.0001)	-0.0011*** (0.0000)	-0.0018*** (0.0000)	-0.0022*** (0.0001)	-0.0032*** (0.0001)
$Trade$	-0.0007*** (0.0001)	0.0023*** (0.0001)	0.0023*** (0.0001)	0.0023*** (0.0001)	0.0023*** (0.0001)	0.0022*** (0.0001)
常数项	0.3452*** (0.0013)	0.2671*** (0.0014)	0.2810*** (0.0012)	0.2710*** (0.0013)	0.2688*** (0.0013)	0.2571*** (0.0014)
R^2	0.984	0.978	0.978	0.978	0.978	0.978
样本量	2285010	2285010	2285010	2285010	2285010	2285010

表9中估计结果与基准结论基本一致，六类数字服务贸易领域的估计系数均在1%水平上显著为负，即数字服务贸易额提升能够显著降低贸易碳排放。分领域对比可见，知识产权使用费、电信计算机和信息服务、金融服务的碳减排效应更为突出；保险和养老服务的碳减排作用则相对最弱。

上述差异化估计结果解读比较直观，前三者本身皆为低污染低能耗服务类别。绿色低碳技术使用费的增加有利于促进低碳技术的开发、保护、转让和使用，绿色技术创新和知识产权保护带来的垄断利润可以激励创新主体增加研发支出，提高绿色技术水平，促进企业碳减排。适当的知识产权使用费可以促进低碳技术的发展和 innovation，这种壁垒也能够保护企业创新活力，避免同质性僵局。同样，电信计算机和信息服务有助于数字经济发展，数字经济具有精细化和集约化发展特点，有利于

提高生产效率和能源使用率，促进低碳经济发展（许宪春等，2019）。此外，金融服务的发展能够促进能源部门的技术进步，也能为急需融资的新兴产业提供解决路径，进而推动产业结构转型升级。而保险和养老金服务的回归系数仅为-0.0002，这是由于保险和养老金服务领域涉及公民及政务数据，监管规则更为严格；保险业的数字化水平本身也较高，发展增速较慢，因此对贸易减排的影响程度不及其他类别。

由于知识产权使用费带来的碳排放水平下降既可能源于绿色低碳技术扩散，也可能源于该交易自身的低碳属性。为明确专利数量代表的技术扩散会影响一国碳排放水平，本文对两国专利数之和取对数后构建交乘项 $ST*Patent$ 进行回归，回归结果如表10所示。控制固定效应的估计系数均在1%水平上显著为负，证明绿色低碳技术的扩散有利于促进企业碳减排。

表 10 知识产权使用费—专利数量估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	$\ln(CO)$	$\ln(CO)$	$\ln(CO)$	$\ln(CO)$
$ST*Patent$	-0.0021*** (0.0003)	-0.0003*** (0.0001)	-0.0004*** (0.0001)	-0.0004*** (0.0001)
$Trade$	0.9160*** (0.0227)	0.1880*** (0.0221)	0.0498*** (0.0174)	0.0513*** (0.0144)
常数项	-22.7651*** (0.4820)	-5.4299*** (0.5277)	-1.4498*** (0.4107)	-1.0757*** (0.3351)
θ_{mn}	No	Yes	Yes	Yes
θ_{mit}	No	No	Yes	Yes
θ_{nit}	No	No	No	Yes
N	1870920	1828530	1753409	1664646

五、数字服务贸易对隐含碳排放的影响：中国证据

在全样本基准回归的基础上，本文进一步针对中国样本进行估计，具体结果见表11。在全样本回归中，数字服务出口值的估计系数在1%水平上显著为负，与基准回归结果一致，表明中国发展数字服务贸易可以显著降低贸易隐含碳排放水平。回归系数绝对值0.0469大于基准回归中的0.0023，可认为中国发展数字服务贸易对碳排放的抑制强度远超世界平均水平，由此表明发展数字服务贸易为中国带来的收益具有相对优势。进一步将总体样本区分出口国和进口国来看，相比进口，数字服务贸易出口对强化中国贸易强国战略、实现减碳减排具有更重要的意义。

表 11 中国样本估计结果

变量	(1)	(2)	(3)
	全样本	出口国	进口国
$ST-all_{mnt}$	-0.0469*** (0.0096)	-0.0025*** (0.0004)	0.0435*** (0.0116)
$Trade$	0.4492*** (0.0438)	0.5177*** (0.0021)	0.5188*** (0.0403)
常数项	-8.5963*** (0.9485)	-10.4567*** (0.0481)	-8.2606*** (0.8995)
固定效应	控制	控制	控制
R^2	0.454	0.630	0.719
N	75600	37800	37800

本文进一步研究数字服务贸易领域的差异对中国样本的影响,从表12中Panel A估计结果来看,列(1)~(5)中数字服务贸易领域变量估计系数均在1%水平上显著为负,表明数字服务贸易可以通过支持技术创新、实现成本节约、推动线上服务、优化国家产业结构等方式降低贸易碳排放水平。

表12 Panel B和Panel C是从出口国和进口国视角分析结果。从出口国视角看,Panel B的回归系数显著为负。其他商业服务的抑制作用最强,其中涵盖废料处理、去污技术和咨询相关服务对抑制碳排放直接相关;同时,出口国通过提供此类服务获得经济报酬,将进一步激励其开展减碳技术的创新研发。金融、保险和养老金服务本身具有低排放、高技术属性。对出口国而言,跨境金融服务能够拓宽投资渠道,缓解高耗能企业的融资压力;同时,它降低了跨国投保的难度,有助于在全球范围内分散保险风险。特别是绿色债券、环境污染责任保险等金融产品,能够有效引导企业进行绿色生产,从而降低单位GDP的能源消耗,助力碳减排。此外,电信计算机和信息服务的发展为出口国探索能源新模式与新业态奠定了技术基础,进而有助于降低贸易隐含碳排放。从进口国视角看,Panel C的估计系数显著为正,表明中国进口数字服务产品反而增加了贸易隐含碳排放。这一结果可能的原因在于:电信计算机和信息服务的发展提升了化石能源在开采、运输与消费等环节的运作效率;而金融服务的进口则降低了企业融资成本,便利了高耗能企业的资金获取,从而间接推动了碳排放上升。

表 12 中国样本数字服务贸易领域估计结果

变量	<i>ST_ins</i>	<i>ST_fin</i>	<i>ST_other</i>	<i>ST_per</i>	<i>ST_com</i>
Panel A: 全体样本	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>ST-all_{mnt}</i>	-0.0533*** (0.0010)	-0.0569*** (0.0010)	-0.0488*** (0.0005)	-0.0358*** (0.0009)	-0.0599*** (0.0008)
<i>Trade</i>	0.4425*** (0.0019)	0.4374*** (0.0019)	0.4492*** (0.0018)	0.4333*** (0.0019)	0.4506*** (0.0019)
常数项	-8.6293*** (0.0471)	-8.5656*** (0.0460)	-8.6262*** (0.0417)	-8.2194*** (0.0465)	-8.8549*** (0.0456)
固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
N	75600	75600	75600	75600	75600
Panel B: 作为出口国	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>ST-all_{mnt}</i>	-0.0032*** (0.0008)	-0.0017** (0.0008)	-0.0034*** (0.0004)	0.0076*** (0.0006)	-0.0024*** (0.0007)
<i>Trade</i>	0.5188*** (0.0022)	0.5170*** (0.0021)	0.5187*** (0.0021)	0.5078*** (0.0022)	0.5181*** (0.0022)
常数项	-10.4997*** (0.0524)	-10.4416*** (0.0505)	-10.4844*** (0.0483)	-10.1392*** (0.0522)	-10.4710*** (0.0513)
固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
样本量	37800	37800	37800	37800	37800
Panel C: 作为进口国	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>ST-all_{mnt}</i>	0.0543*** (0.0143)	0.0672*** (0.0178)	0.0365** (0.0145)	0.0424** (0.0173)	0.0559*** (0.0149)
<i>Trade</i>	0.5187*** (0.0402)	0.5184*** (0.0401)	0.5236*** (0.0413)	0.5237*** (0.0413)	0.5185*** (0.0402)
常数项	-8.1105*** (0.9189)	-7.9269*** (0.9416)	-8.4534*** (0.9510)	-8.3737*** (0.9716)	-8.0848*** (0.9206)
固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
N	37800	37800	37800	37800	37800

六、主要结论与政策建议

在我国经济迈向高质量发展、建设数字贸易强国的战略背景下,本文围绕数字服务贸易发展与“双碳”目标实现两大核心问题展开研究。基于OECD数据库,本文测算了双边碳排放强度相对变化、双边技术结构相对变化、双边最终需求相对变化三类贸易隐含碳排放驱动因素,分析数字服务贸易对贸易隐含碳排放的影响效应,并厘清贸易隐含碳排放强度、国家行业间投入产出结构、贸易增加值等因素对贸易隐含碳排放的作用机制。研究结果表明:数字服务贸易能够显著抑制贸易隐含碳排放,对碳减排发挥积极作用。机制检验结果发现,双边碳排放强度效应系数显著性最高。数字服务贸易发展所产生的规模效应、结构效应与技术效应有利于促进碳减排。数字技术、数据要素交易与互联网发展水平均与数字服务贸易密切相关,产业层面技术结构升级能够实现碳排放的根本性变化,因此技术结构效应的碳减排作用更显著。基于经济发展水平和国家制度环境的异质性分析发现,发展中国家具备较大的碳减排潜力,可依托数字服务贸易把握发展机遇,提升碳减排的国际地位;碳排放基数较低的国家,数字服务贸易的碳减排效应更显著,高质量的制度环境与基础设施能够为数字服务贸易发展提供稳定的市场环境 with 法律保障,进而对碳减排产生积极影响。数字服务贸易行业的异质性结果显示知识产权使用费、电信计算机和信息服务、金融服务对碳减排具有显著的影响效应,而保险和养老金服务的碳减排作用则相对较弱。基于上述研究结论,本文提出如下政策建议:

第一,构建完善的数字服务贸易政策支持体系,充分释放数字服务贸易的碳减排效应。数字服务贸易有助于中国深度融入以数字服务为核心的新一轮全球产业分工,把握数字信息技术发展机遇。中国应制定契合高水平对外开放战略的相关政策,聚焦数字服务贸易创新发展,积极主动参与数字服务贸易规则制定,把握发展数字服务贸易的主动权。

第二,紧抓数字服务贸易发展契机,依托数字服务贸易优化产业结构,升级低碳技术,充分发挥数字服务贸易碳减排效应,培育绿色低碳经济新动能,赋能经济高质量发展,助力“双碳”目标落地实现。发展中国家要积极引入先进数字服务与数字技术,推动本国数字产业化和产业数字化进程,培育绿色低碳经济增长新动能,依托数字服务贸易创新发展,实现经济高质量发展与碳减排的双赢目标。

第三,完善数字基础设施,重视数字技术创新。人工智能、5G和现代通信等数字基础设施建设,能够推动数字服务贸易高质量发展。同时需注意数字基础设施的配套过程中引进的先进设备可能会新增碳排放,特别要关注电信、计算机与通讯服务发展促使传统化石能源消费的增加。应加强重点领域数字技术自主创新,对标国际高水平数字服务行业标准,推动产业数字化转型升级。针对不同数字服务贸易部门碳减排效应的异质性特征,鼓励数字服务细分领域的技术创新,提升数字服务科技成果转化,充分发挥不同数字服务部门对碳减排差异化的影响。

第四,健全数字服务贸易人才培养体系与相关法律制度。数字服务贸易发展需要高级复合型人才,应完善相关人才培养机制,健全数据安全、知识产权保护的相关法律法规,发挥知识产权保护制度对数字服务贸易发展的激励作用,营造良好的数字产业生态,积极参与国际数字服务贸易竞争,持续释放数字服务贸易对隐含碳排放的积极效应。

参考文献

- [1] 陈林,万攀兵.《京都议定书》及其清洁发展机制的减排效应——基于中国参与全球环境治理微观项目数据的分析[J]. 经济研究,2019(3):55-71.

- [2] 傅智宏.基于投入产出表的隐含问题计算方法辨析——以中国增加值出口隐含国内碳排放强度计算为例[J].数量经济技术经济研究,2018(6):132-148.
- [3] 韩晶,姜如玥,孙雅雯.数字服务贸易与碳排放——基于50个国家的实证研究[J].国际商务(对外经济贸易大学学报),2021(6):34-49.
- [4] 黄凌云,谢会强,刘冬冬.技术进步路径选择与中国制造业出口隐含碳排放强度[J].中国人口·资源与环境,2017(10):94-102.
- [5] 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):29-36.
- [6] 李真,陈天明.中美双边工业品增加值贸易隐含碳福利核算与分配问题研究[J].财贸经济,2020(5):84-98.
- [7] 刘洪愧.数字贸易发展的经济效应与推进方略[J].改革,2020(3):40-52.
- [8] 吕延方,崔兴华,王冬.全球价值链参与度与贸易隐含碳[J].数量经济技术经济研究,2019(2):45-65.
- [9] 马述忠,房超,梁银锋.数字贸易及其时代价值与研究展望[J].国际贸易问题,2018(10):16-30.
- [10] 彭水军,张文城,孙传旺.中国生产侧和消费侧碳排放量测算及影响因素研究[J].经济研究,2015(1):168-182.
- [11] 盛斌,高疆.超越传统贸易:数字贸易的内涵、特征与影响[J].国外社会科学,2020(4):18-32.
- [12] 王文举,向其凤.国际贸易中的隐含碳排放核算及责任分配[J].中国工业经济,2011(10):56-64.
- [13] 王亚飞,刘静.“双碳”目标下中国区域数字贸易的碳减排效应研究[J].软科学,2023(12):73-79.
- [14] 韦韬,彭水军.基于多区域投入产出模型的国际贸易隐含能源及碳排放转移研究[J].资源科学,2017(1):94-104.
- [15] 谢谦,姚博,刘洪愧.数字贸易政策国际比较、发展趋势及启示[J].技术经济,2020(7):10-17.
- [16] 许宪春,任雪,常子豪.大数据与绿色发展[J].中国工业经济,2019(4):5-22.
- [17] 严成樾,李涛,兰伟.金融发展、创新与二氧化碳排放[J].金融研究,2016(1):14-30.
- [18] 臧新,唐琦.新国际分工背景下贸易对货运业碳排放的影响[J].数量经济技术经济研究,2019(3):79-91.
- [19] 张夏恒,李豆豆.数字经济、跨境电商与数字贸易耦合发展研究——兼论区块链技术在三者中的应用[J].理论探讨,2020(1):115-121.
- [20] 张友国.中国贸易含碳量及其影响因素——基于(进口)非竞争型投入产出表的分析[J].经济学(季刊),2010(4):1287-1310.
- [21] 周彦霞,张志明,周艳平,等.数字服务贸易自由化与数字经济发展:理论与国际经验[J].经济问题探索,2023(2):176-190.
- [22] Burri, M., “New Legal Design for Digital Commerce in Free Trade Agreements”, *Digiworld Economic Journal*, 2017, 28(8): 1-18.
- [23] Chaney, T., “The Network Structure of International Trade”, *The American Economic Review*, 2014, 104(11): 3600-3634.
- [24] Copeland, B. R., and M. S. Taylor, “Free Trade and Global Warming: A Trade Theory View of the Kyoto Protocol”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 2005, 49(2): 205-234.
- [25] Freund, C. L., and D. Weinhold, “The Effect of the Internet on International Trade”, *Journal of International Economics*, 2004, 62(1): 171-189.
- [26] Grossman, G. M., and A. B. Krueger, “Economic Growth and the Environment”, *The Quarterly Journal of Economics*, 1995, 110(2): 353-377.
- [27] Hui, D., C. L. Yu, Q. Deng, et al., “Weak Effects of Biochar and Nitrogen Fertilization on Switchgrass Photosynthesis, Biomass, and Soil Respiration”, *Agriculture*, 2018(8):143.
- [28] Kander, A., and M. Lindmark, “Foreign trade and Declining Pollution in Sweden: A Decomposition Analysis of Long-term Structural and Technological Effects”, *Energy Policy*, 2006, 34(13): 1590-1599.
- [29] Ma, Q., Z. Khan, M. Tariq, et al., “Sustainable Digital Economy and Trade Adjusted Carbon Emissions: Evidence from China’s Provincial Data”, *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 2022, 35(1): 5469-5485.
- [30] Markusen, J. R., and N. Trofimenko, “Teaching Locals New Tricks: Foreign Experts as a Channel of Knowledge Transfers”, *Journal of Development Economics*, 2009, 88(1): 120-131.
- [31] Meltzer, J., “Maximizing the Opportunities of the Internet for International Trade”, *ICTSD and World Economic Forum*, 2016.
- [32] Okushima, S., and M. Tamura, “What Causes the Change in Energy Demand in the Economy? The Role of Technological Change”, *Energy Economics*, 2010, 32: 41-46.
- [33] Peters, G. P., and E. G. Hertwich, “Post-Kyoto Greenhouse Gas Inventories: Production Versus Consumption”, *Climatic Change*, 2008, 86 (1-2): 51-66.
- [34] Sánchez-Chóliz, J., and R. Duarte, “CO₂ Emissions Embodied in International Trade: Evidence for Spain”, *Energy Policy*, 2004, 32(18): 1999-2005.

- [35] Shui, B., and R. C. Harriss, "The Role of CO₂ Embodiment in US-China Trade", *Energy Policy*, 2006, 34(13): 4063-4068.
- [36] Wang, L., L. Chen, and Y. Li, "Digital Economy and Urban Low-carbon Sustainable Development: The Role of Innovation Factor Mobility in China", *Environmental Science and Pollution Research*, 2022(32): 48539-48557.
- [37] Weber, C.L., G. P. Peters, D. Guan, et al., "The Contribution of Chinese Exports to Climate Change", *Energy Policy*, 2008, 36(9): 3572-3577.
- [38] Wiedmann, T., R. Wood, M. Lenzen, et al., *Development of an Embedded Carbon Emissions Indicator*, London, UK, 2008.
- [39] Yan, Y. F., and L. K. Yang, "China's Foreign Trade and Climate Change: A Case Study of CO₂ Emissions", *Energy Policy*, 2009, 38(1): 350-356.
- [40] Zhao, Y. H., S. Wang, J. Q. Yang, et al., "Input-output Analysis of Carbon Emissions Embodied in China-Japan Trade", *Applied Economics*, 2016, 48(16): 1-15.

【作者简介】樊 琦：浙江树人学院经济与管理学院副教授。研究方向：国际贸易理论与政策。

孙晓慧（通信作者）：华东师范大学经济与管理学院硕士研究生。研究方向：数字贸易与创新。

How Does Digital Service Trade Affect the Carbon Emissions Embodied in Trade?

FAN Qi¹ & SUN Xiao-hui²

(1. School of Economics and Management, Zhejiang Shuren University, Hangzhou 310015, China; 2. School of Economics and Management, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: Digital service trade injects new impetus into global economic growth, and its carbon emission reduction effect has become an important support for all countries to achieve carbon peak. Based on the OECD database, this paper investigates the impact of digital service trade on embodied carbon emissions in trade, and clarifies in depth the transmission channel through which digital service trade affects embodied carbon emission intensity, inter-industry input-output structure between bilateral countries, and bilateral trade value added. The study finds that the development of digital service trade exerts a significant inhibitory effect on embodied carbon emissions in trade. The relative changes in bilateral carbon emission intensity, bilateral technological structure, and bilateral final demand constitute the main pathways. Among them, the carbon emission intensity effect of digital service trade is the most significant, the technological structure effect exerts the greatest impact, while the final demand effect is the weakest. Furthermore, digital service trade also produces a significant negative impact on embodied carbon emissions in trade in China's context. The development of digital service trade provides a coordinated path for trade globalization and global climate governance. Accordingly, the paper proposes that China should explore differentiated industrial strategies for digital service trade development and construct a China model for carbon emission reduction in digital service trade. This can help China cope with potential trade conflicts triggered by carbon trade policies of European and American countries, and facilitate the achievement of China's dual carbon goals.

Keywords: digital service trade; carbon emissions of trade; dual carbon goals

（责任编辑：任思雨）