



价格月刊
Prices Monthly
ISSN 1006-2025,CN 36-1006/F

《价格月刊》网络首发论文

题目：国际碳排放权交易能否促进中国绿色产品出口？
作者：王文治，任嵩凯
收稿日期：2024-03-08
网络首发日期：2024-06-04
引用格式：王文治，任嵩凯. 国际碳排放权交易能否促进中国绿色产品出口？[J/OL]. 价格月刊. <https://link.cnki.net/urlid/36.1006.F.20240604.0916.002>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

国际碳排放权交易能否促进中国绿色产品出口？*

王文治 任嵩凯

（天津师范大学 经济学院，天津 300387）

【摘要】国际碳排放权交易作为主要的抑制温室气体排放的政策工具，涵盖了全球约 23%的温室气体排放，并影响着全球贸易发展格局。从产品层面通过建立拓展的贸易引力模型，分析了国际碳排放权交易市场的建立对中国产品出口及其绿色转型的影响。经过交叠双重差分法等一系列内生性处理和稳健性检验后发现，各国（地区）碳排放权交易市场的建立会显著抑制中国企业产品总出口和高污染产品出口，同时显著促进了中国企业绿色产品出口，进而驱动了中国企业产品出口的绿色化转型；异质性检验结果发现，相对发展中国家（地区）而言，发达国家（地区）碳排放权交易市场的建立对中国高污染产品出口的抑制作用和绿色产品出口的驱动作用更强；国际碳排放权交易市场的建立对中国电力产品出口的抑制作用最强，而对清洁技术产品出口的促进作用最显著。

【关键词】碳排放权交易 绿色产品出口 引力模型 交叠DID模型

【中图分类号】F752 **【文献标志码】**A

一、引言

面对温室气体排放日益增加，各国采用多样化的环境政策工具来遏制环境质量恶化的趋势和抑制全球气候变暖，其中，政策工具主要包括命令-控制模式（Command-Control）、碳税（Carbon Tax）和碳排放权交易（Carbon Emissions Trading System, ETS）。鉴于全球碳减排合作能有效降低减排成本进而成为推进全球气候治理的有效途径（Stern, 2007）^[1]，且碳排放权交易更适合国际碳减排合作，多数政策制定者和学者均认为碳排放权交易是最具成本效益的减排模式（Keohane, 2009; Bushnell et al., 2013; Schmalensee & Stavins, 2017）。^[2-4]截至 2021 年，全球 34 个国家（地区）已启动碳排放权交易进行减排，26 个国家（地区）启动碳税政策进行减排，其中 17 个国家（地区）同时实行了碳税和碳排放权交易，碳排放权交易已涵盖了全球约 23%的温室气体排放量，是目前全球温室气体治理的主要手段。

ETS 作为一种有效的环境政策工具在抑制全球碳排放增加的同时，对全球贸易结构变化也产生了显著影响。首先，碳排放权交易能促进国内企业的绿色创新和低碳转型（王怀明等，2022；徐军委等，2022；田超和肖黎明，2023），进而促进其绿色产品出口；其次，碳排放权交易会增加国内企业高污染产品的生产成本，进而降低其出口竞争力；最后，当碳排放权交易与碳关税配套使用时，ETS 作为一种新型绿色贸易壁垒必将对全球贸易结构产生深远影响。^[5-7]如欧盟 ETS 改革时引入了配套措施，即欧盟碳边境调节机制（Carbon Border Regulation Mechanism, CBAM），该政策缩减了欧盟本土产品和进口产品的碳成本，提升了欧盟企业的产品竞争力。全球各国陆续实施的 ETS 及 ETS 与碳关税相结合的碳排放控制措施，无疑将对中国对外贸易总量和贸易结构

【收稿日期】2024-03-08

【基金项目】国家社会科学基金一般项目“碳排放责任共担核算体系与中国区域碳减排合作路径研究”（编号：19BJY084）；天津市哲学社会科学规划课题“京津冀协同发展视阈下的收入分配和共享发展”（编号：TJLJ18-006）；天津市研究生科研创新项目“数字化转型对中国企业出口隐含碳强度的影响机制研究”（编号：2022KY273）。

【作者简介】王文治，天津师范大学经济学院教授，硕士生导师，主要研究方向为贸易与环境政策；任嵩凯，天津师范大学经济学院硕士研究生，主要研究方向为贸易与环境政策。

产生显著影响。鉴于此，深入研究国际碳排放权交易市场的建立能否推动中国对外贸易绿色转型，对实现中国贸易绿色高质量发展具有重要意义。

全文的边际贡献在于：一是在研究视角上，多数研究集中在国内 ETS 的实施对企业出口的影响，但中国企业出口受国际市场需求的影响更为直接和显著，笔者以国际 ETS 为视角，分析了各国 ETS 市场的建立对中国产品出口的影响效果，从需求方面对现有相关研究进行有益补充。二是在研究方法上，构建了拓展的引力模型，将全球各国碳排放权交易市场的建立作为核心解释变量，重点分析其对绿色产品出口和高污染产品出口的影响。进一步采用交叠双重差分模型处理研究存在的内生性问题，保证研究结果的准确性。三是在研究数据上，构建了绿色产品和高污染品清单，从微观产品层面（样本总量达到 441 万）分析了各国碳排放权交易市场的建立对中国绿色产品和高污染产品出口的影响。

二、政策背景与研究假设

（一）政策背景

碳排放权交易源自美国经济学家约翰·戴尔斯的污染交易权理论，现实中首次将碳排放权交易体系运用到实践中的是美国“酸雨计划”。自此开始，在总量控制的基础上实施碳交易受到各国政策制定者的青睐。根据《京都议定书》规定，温室气体排放权交易包括如下类型：一是清洁发展机制（CDM），即发达国家（地区）通过资金支持或技术援助等形式，与发展中国家（地区）开展减少温室气体排放的项目开发与合作，以获取相应减排量，这些减排量被核实认证后，成为核证减排量（CERs），可用于发达国家（地区）履约。二是联合履约机制（JI），发达国家（地区）之间通过项目合作所实现的项目减排单位（简称 ERUs），可以转让给另一发达国家（地区）缔约方。三是国际排放贸易机制（IET），该机制采用总量控制和排放交易的模式，即受管辖的企业将从环境管理者那里分配一定数量的配额单位（AAU）。承诺期内，如企业的温室气体排放量低于配额数量，剩余的 AAU 可通过国际市场交易有偿转让给实际排放量高于其配额数量的国家（地区）企业。《京都议定书》下的 3 种碳交易机制均是在成本有效性基础上的异域减排的国际合作形式，通过该机制可以将发展中国家（地区）纳入温室气体减排行动。

为履行《京都议定书》中的减排承诺，各个国家（地区）陆续开始尝试构建本区域内 ETS。2001 年英国政府开始试行 ETS 来减少温室气体排放，2005 年欧盟正式启动了欧盟碳排放交易机制（EUETS），之后韩国、日本、澳大利亚、新西兰、美国国内的州层面和区域层面均陆续试行构建本土碳交易市场。中国碳排放交易体系发展大致分为三个阶段。第一阶段（2002—2012 年），企业通过《京都议定书》的 CDM 项目产生的核证减排量（CERs）参与国际交易。第二阶段（2013—2020 年），2011 年 10 月在北京、天津、上海、重庆、广东、湖北、深圳 7 省市启动了碳排放权交易地方试点工作，为全国碳市场建设探索制度和积累经验。第三阶段（2021 年至今），以电力行业为对象的全国统一碳市场于 2021 年 7 月正式开始，未来除发电行业外，将逐步扩大行业覆盖范围，如钢铁、石化、化工、航空等重点行业，随着时间的推移，中国碳市场将成为全球最大的碳交易市场。

（二）研究假设

碳排放权交易是否能够有效抑制温室气体增加仍存在争议。部分研究表明 ETS 在减少碳排放方面存在缺陷。Kill et al.（2010）认为，由于低排放企业将其碳排放许可证出售给出价最高的企业，相当于 ETS 重新分配了碳排放配额，但并没有减少全球总碳排放量。^[8]Betz & Sato（2006）研究表明，在欧盟排放权交易体系的第一阶段，给予免费配额会导致各个行业部门造成低效的激励。^[9]Bartram et al.（2022）、Itzhak

et al. (2021) 研究发现区域化的碳交易体系, 由于区域监管程度的增加, 企业套利行为将导致碳排放泄漏到监管不足的地区。^[10, 11]相反, 部分研究认为 ETS 是抑制碳排放增加的有效方式。Bai & Ru (2024) 以已参与碳排放交易的发达国家(地区)企业为研究对象, 认为参与 ETS 能激励企业实施低碳技术创新, 进而降低企业碳排放强度。^[12]自 2013 年中国 7 省市启动碳排放权交易地方试点工作后, 国内学者研究显示 ETS 能够有效抑制碳排放增加。田超和肖黎明(2023)运用三重差分法考察中国试点 ETS 对企业低碳转型的影响机制及作用路径, 研究结果显示试点 ETS 显著促进了中国企业的低碳发展, 且对企业低碳转型的促进作用存在滞后性。王怀明等(2022)采用多期双重差分法分析了碳市场对企业绿色创新的影响, 研究发现碳市场促进了企业的绿色创新活动。张海军和段茂盛(2021)研究发现试点 ETS 在启动后不仅促进了处理组工业子行业碳排放绝对量的下降, 还促进了其碳排放强度的下降, 说明试点 ETS 具有明显的碳减排效果。^[13]

碳排放权交易对中国对外贸易的影响研究分为两个视角: 一是国内 ETS 实施对中国对外贸易的影响。胡剑波等(2022)以碳排放权交易试点为准自然试验的研究对象, 认为碳交易政策显著提高了中国试点省市的低碳贸易竞争力水平, ETS 通过成本优化驱动、收益补偿激励和风险波动规避, 推动低碳技术创新和能源结构改进, 促进低碳贸易竞争力的提升。^[14]二是国际 ETS 实施对中国商品贸易的影响。齐绍洲等(2017)通过构建局部均衡模型, 分析了碳交易政策对中国铁矿石贸易的影响, 认为在合理的碳排放权价格区间内, 国际海运碳交易政策能够实现较为显著的减排, 并小幅减少中国铁矿石进口量。^[15]

综上, 针对国际 ETS 对中国绿色出口影响的研究较少。理论上, 国际 ETS 的实施对中国外贸出口即存在积极作用, 也存在消极作用。其中, 消极影响主要体现在以下方面: 第一, 增加中国出口产品的环境成本, 降低出口产品价格优势。随着碳排放交易体系的不断深化, 发达国家(地区)对绿色产品进口需求大幅度增加, 国内出口企业需要增加在生产环节和货物运输等方面的节能减排投入, 增加产品的出口价格, 使企业出口产品竞争力下降。第二, 抑制中国出口贸易规模和增速。ETS 的实施涉及相关产品的认证环节、认证时间和认证费用, 会显著延迟中国出口产品的清关速度(陈可, 2023)。^[16]此外, 当发达国家(地区)将 ETS 与碳关税相结合, 如欧盟的 CBAM, 美国的《清洁竞争法案》(Clean Competition Act, CCA)等, 会形成新的绿色贸易壁垒, 进而对中国出口贸易增长产生巨大影响。

假设 1: 国际 ETS 实施会抑制中国产品的出口规模。

除消极因素外, 国际 ETS 实施对中国出口贸易也存在积极效应, 主要体现在以下方面: 第一, 促进国内企业增强绿色研发能力, 提升出口产品质量。随着发达国家(地区)ETS 的广泛实施, 其对进口产品的环保要求和质量提出更高需求, 而面对国际市场不断升级的绿色需求, 中国企业要么选择退出国际市场, 要么提升产品绿色水平, 这会倒逼国内企业增加绿色研发投入, 通过产品绿色转型不断提升出口产品质量, 推动中国出口产品的绿色转型。第二, 有利于促进中国出口产品碳足迹核算体系的完善。欧盟 ETS 要求其境内企业记录碳排放足迹, 进而充分了解企业产品的消耗和排放情况, 有针对性地实施减排措施(孙芳等, 2023)。^[17]未来在欧盟 CBAM 政策下, 中国出口企业需要提供详细的产品碳足迹信息, 进而避免对欧盟进行申报的过程中因碳排放足迹无法被核实而导致碳关税被高估的可能性。因此, 国际 ETS 的实施将有利于推动中国建立和完善碳足迹核算体系, 增强绿色产品的出口竞争力。第三, 抑制污染密集型产品的出口规模。各国 ETS 覆盖的行业主要包括电力、交通运输业、建筑和工业等污染

密集型行业。面对发达国家（地区）日趋严格的环境管制要求，企业会逐渐降低污染密集型产品的出口规模，转而增加绿色产品的出口数量，进而实现出口的绿色转型。

假设 2: 国际 ETS 实施会抑制中国污染密集型产品的出口，而促进绿色产品的出口，驱动出口绿色转型。

三、研究设计与数据处理

（一）计量模型的构建

通过构造贸易引力模型，分析国际碳排放权交易市场的建立对中国产品出口及其绿色转型的影响。参考韩剑（2022）研究^[18]，在传统贸易引力模型基础上进一步引入绿色产品虚拟变量与核心解释变量交互项、高污染产品虚拟变量与核心解释变量交互项，旨在分析国际碳排放权交易市场的建立对中国绿色产品和高污染产品出口的影响，基准回归模型如下：

$$\ln(E_{ijt}) = \alpha + \beta \times ETS_{jt} + \delta \times control_{ijt} + \phi_i + \phi_j + \phi_t + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

$$\ln(E_{ijt}) = \alpha + \beta \times ETS_{jt} \times Green_i + \gamma \times ETS_{jt} + \delta \times control_{ijt} + \phi_i + \phi_j + \phi_t + \varepsilon_{ijt} \quad (2)$$

$$\ln(E_{ijt}) = \alpha + \beta \times ETS_{jt} \times Pollution_i + \gamma \times ETS_{jt} + \delta \times control_{ijt} + \phi_i + \phi_j + \phi_t + \varepsilon_{ijt} \quad (3)$$

式（1）（2）（3）中， i 、 j 和 t 分别代表产品、出口目的国（地区）和年份。因变量 E_{ijt} 为中国在 t 年度向 j 国（地区）出口 i 产品的贸易额。核心解释变量 ETS_{jt} 为出口目的国（地区） j 在 t 年度是否实施了碳排放权交易市场，如实施为 1，否则为 0。 $Green_i$ 代表 i 产品是否属于绿色产品， $Pollution_i$ 代表 i 产品是否属于高污染产品。 $control_{ijt}$ 为出口目的国（地区）的系列控制变量。计量模型中的 ETS_{jt} 、 $ETS_{jt} \times Green_i$ 和 $ETS_{jt} \times Pollution_i$ 的系数为笔者关注的核心系数，分别表示国际碳排放权交易市场实施对中国产品总出口、绿色产品出口和高污染产品出口对中国产品贸易的影响。 ϕ_i 、 ϕ_j 和 ϕ_t 分别代表产品固定效应，出口目的国（地区）固定效应和年份固定效应，分别控制 HS8 分位产品层面不随时间变化因素、出口目的国（地区）层面不随时间变化的因素和全球范围内系统性因素对中国产品出口的影响。 ε_{ijt} 表示随机干扰项，采用聚类标准误来缓解异方差对实证结果的影响。

（二）变量解释

1. 绿色产品分类

目前，主要的绿色产品清单包括：APEC 绿色产品清单、OECD 绿色产品清单和 WTO 绿色产品清单。APEC 绿色产品清单是全球第一个实质性用于推动环境产品贸易自由化的清单，其定义了 54 种产品作为绿色产品，包括环境有益产品，气体、液体和固体废弃物处理设备，可再生能源设备和环境监测分析设备。OECD 绿色产品清单则将绿色产品划分为污染管理产品、清洁产品以及资源管理产品，进一步可细分为 161 种产品。WTO 绿色产品清单包括 408 种绿色产品，主要包括空气污染控制，可再生能源，废物管理和废水处理及补救，环境技术和其他 5 大类。

鉴于 OECD 绿色产品清单对各类绿色产品进行了明确的划分，更易于分析国际碳排放权交易对中国不同绿色产品出口的影响，笔者参考 Brandi et al.（2020）、王梦颖和张诚（2023）的研究^[19, 20]，以 OECD 绿色产品清单为基础，将 APEC 绿色产品分别匹配到 OECD 绿色产品的三个分类中，最终合并为所研究的绿色产品清单。

进一步地，由于 OECD 绿色产品清单基于 HS1996 版本的产品分类，而 APEC 绿色产品清单包括 HS2002、HS2007 和 HS2012 版本的产品分类，笔者先将 OECD 绿色产品清单转换为 HS2002 版本编码（转换后为 114 种绿色产品），再将 APEC 绿色产品清单和 OECD 绿色产品清单进行合并，同时剔除重复产品编码，进而得到包含 132 种绿色产品的清

单。为了保证估计结果的稳健性，使用 WTO 绿色产品清单作为稳健性检验。

2. 高污染产品分类

关于高污染产品的界定，学界常采用生产者负担的污染成本大小来构造高污染产品清单。Busse（2004）根据 Low（1992）测算的美国各行业的相对污染治理成本结果^[21, 22]，将“污染治理和控制支出在总成本中所占比重”高于 1.8% 的行业确定为污染密集型行业，包括：工业化学品行业、纸和纸浆行业、非金属矿产业、钢铁行业和非铁金属行业 5 个行业；细分产品包括：有机化学、无机化学、工业肥料、其他化学原料、纸浆和废纸、纸和硬纸板、切割纸和纸板、非金属矿产品、钢和铁、银和铂、铜、镍、铅、锌、锡和其他非铁金属。进一步参考联合国提供的数据，将污染贸易品 SITC 编码与 HS 编码进行匹配，即可得到 Busse 污染产品 HS 编码清单。2023 年 5 月 17 日，欧盟碳边境调节机制正式生效，其覆盖钢铁、铝、水泥、化肥、化工和电力等 6 大门类产品，其中涉及产品与各国碳排放权交易市场所关注的电力、交通运输业、建筑和工业等污染密集型行业密切相关，故笔者以欧盟碳边境调节机制覆盖产品为高污染产品清单，并同时使用 Busse 高污染产品清单作为稳健性检验。

3. 控制变量

参考施炳展（2016）、郭继文和马述忠（2022）研究^[23, 24]，选取系列控制变量包括：（1）是否有共同语言（Language），中国与出口目的国（地区）是否拥有共同的官方语言或者共同的种族语言；（2）是否接壤（Tig），如中国与出口目的国（地区）接壤则取 1，否则取 0；（3）地理距离（Distance），用北京到出口目的国（地区）首都的距离的对数值衡量，理论上中国距离出口目的国（地区）的地理距离越远，中国对该国（地区）的出口规模越小；（4）是否为内陆国家（地区）（Landlock），如果出口目的国（地区）是内陆国家（地区）则取 1，否则取 0；（5）经济规模（Lngdp），用出口目的国（地区）GDP 对数值衡量，通常贸易伙伴经济规模越大，中国对其出口的规模越大。

（三）数据处理

被解释变量的数据来源于中国海关数据库，时间跨度为 2000—2016 年，完全覆盖了表 1 各国建立碳排放权交易市场的时间。控制变量中地理距离、是否为内陆国家（地区）、是否接壤来自 CEPII 的 GeoDist 数据库，是否拥有共同语言、经济规模来自 CEPII 的 Gravity 数据库。

数据处理与匹配过程如下：第一，清洗中国海关数据库的不良数据，将出口目的国（地区）代码和产品 HS 编码不存在或异常的样本进行剔除；第二，中国海关数据库所包含的数据为中国企业进出口产品数据，笔者将不同企业出口到相同出口目的国（地区）的相同商品金额进行合并，形成出口目的国（地区）-产品-年份的三维面板数据；第三，参考 Bai & Ru（2024）的做法，选取 2020 年 GDP 排名前 100 的国家（地区）为研究样本，可覆盖除中国以外实施碳排放权交易市场的 33 个国家（地区）；第四，根据上述绿色产品和污染产品的定义，对产品层面数据进行识别，并与控制变量进行合并。相关变量的统计描述如表 1 所示。

表 1 相关变量描述性统计

变量	变量名称	Obs	Mean	Std	Min	Max
<i>lnE</i>	对各国（地区）的产品出口规模	4410234	11.557	2.924	0.000	25.002
<i>Language</i>	是否共同语言	4410234	0.041	0.199	0.000	1.000
<i>Tig</i>	是否接壤	4410234	0.083	0.277	0.000	1.000
<i>Distance</i>	地理距离	4410234	8.871	0.600	6.863	9.868
<i>Landlock</i>	是否内陆国家（地区）	4410234	0.093	0.291	0.000	1.000
<i>Lngdp</i>	经济规模	4410234	11.557	2.924	0.000	25.002

四、实证结果分析

(一) 基准回归结果

根据式(1)(2)和(3),各国(地区)碳排放权交易市场建立对中国产品总出口、绿色产品出口和高污染产品出口影响的回归结果如表2所示。表2中列(1)、列(3)和列(5)均引入了所有控制变量,进一步控制产品固定效应和时间固定效应后,核心解释变量 ETS_{it} 的系数在1%的水平上显著为负, $ETS_{it} \times Green_i$ 的系数在1%的水平上显著为正, $ETS_{it} \times Pollution_i$ 的系数在1%的水平上显著为负。表明各国(地区)碳排放权交易市场建立抑制了中国高污染产品的出口,促进了绿色产品的出口,且对高污染产品出口的抑制作用显著高于对绿色产品出口的促进作用,进而导致国际碳排放权交易市场建立对中国产品总出口呈现显著的抑制作用。控制变量的回归结果显示:是否有共同语言系数显著为正,表明文化接近的国家(地区)间的贸易量相对较高;是否接壤系数显著为正,表明地理位置接壤的国家(地区)间的贸易量更高;地理距离系数显著为负,表明两国(地区)的地理距离越远则贸易量越小;内陆显著为负,表明出口目的国(地区)的贸易便利化程度越低,则中国对该国(地区)的出口量越少;经济规模显著为正,表明出口目的国(地区)的经济规模越大则中国对该国(地区)的出口量越高。系列控制变量的回归结果与多数学者的引力模型回归结果高度一致。进一步地列(2)、列(4)和列(6)纳入国家(地区)固定效应,进而使是否有共同语言、是否接壤等国家(地区)层面不随时间变化的变量均被吸收,结果表明 ETS_{jt} 、 $ETS_{jt} \times Green_i$ 和 $ETS_{jt} \times Pollution_i$ 的系数和显著性水平并未发生较大变化。总体上,基准回归结果表明,各国(地区)碳排放权交易市场的建立会显著抑制中国企业产品总出口和高污染产品出口,但显著促进了中国企业绿色产品出口,进而能有效驱动中国企业产品出口的绿色化转型。鉴于此,回归结果验证了假设1和假设2成立。

表2 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lnE	lnE	lnE	lnE	lnE	lnE
ETS	-0.37264*** (-32.75)	-0.10601*** (-11.74)	-0.37932*** (-32.09)	-0.11288*** (-12.10)	-0.35057*** (-29.89)	-0.08344*** (-8.95)
ETS_Green			0.13695** (2.37)	0.15226*** (2.61)		
$ETS_Pollution$					-0.47929*** (-7.70)	-0.49934*** (-7.83)
$Language$	1.42065*** (74.91)		1.42042*** (74.91)		1.42085*** (74.91)	
Tig	0.18390*** (20.56)		0.18393*** (20.57)		0.18383*** (20.56)	
$Distance$	-0.47806*** (-71.04)		-0.47800*** (-71.06)		-0.47794*** (-70.99)	
$Landlock$	-0.83516*** (-78.08)		-0.83515*** (-78.08)		-0.83605*** (-78.26)	
$Lngdp$	0.74075*** (173.65)	0.69268*** (53.57)	0.74076*** (173.66)	0.69304*** (53.60)	0.74095*** (173.72)	0.69095*** (53.45)
Constant	1.66226*** (15.43)	-1.72471*** (-6.96)	1.66168*** (15.43)	-1.73169*** (-6.99)	1.65727*** (15.39)	-1.69158*** (-6.83)
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
产品固定效应	是	是	是	是	是	是
出口目的国(地区)固定效应	否	是	否	是	否	是
N	4410075	4410075	4410075	4410075	4410075	4410075
R ²	0.466	0.493	0.466	0.493	0.466	0.493

注:括号内数值为t检验统计量;***、**和*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著。

（二）系列内生性处理

1. 遗漏变量问题

内生性问题产生的原因之一是遗漏重要解释变量。在基准回归的基础上，加入国家（地区）和年份的交叉固定效应，进一步控制目的国（地区）层面的时变特征。回归结果如表 3 所示，其中 $ETS_{jt} \times Green_i$ 的系数仍然在 1%的水平上显著为正， $ETS_{jt} \times Pollution_i$ 的系数仍然在 1%的水平上显著为负，同样各国（地区）碳排放权交易市场的建立对高污染产品出口的抑制作用仍显著高于对绿色产品出口的促进作用。与基准回归结果一致。

表 3 遗漏变量问题处理结果

	(1)	(2)
	<i>lnE</i>	<i>lnE</i>
<i>ETS_Green</i>	0.15965*** (2.74)	
<i>ETS_Pollution</i>		-0.49634*** (-7.79)
Constant	11.55499*** (16758.18)	11.56229*** (16666.23)
控制变量	是	是
时间固定效应	是	是
产品固定效应	是	是
出口目的国（地区）固定效应	是	是
出口目的国（地区）-时间固定效应	是	是
N	4410074	4410074
R ²	0.499	0.499

注：括号内数值为 t 检验统计量；***、**和*分别表示在 1%、5%、10%的水平上显著。

2. 反向因果问题

产生内生性问题的另一个主要原因是反向因果。研究中反向因果关系表现为中国国内企业选择绿色产品出口和高污染产品出口会影响出口目的国（地区）实施碳排放权交易市场的建立。出于稳健性考虑，鉴于双重差分模型能够很好地缓解模型因反向因果和遗漏变量所产生的内生性问题，将外国实施碳排放权交易视为外生冲击，根据绿色产品清单和高污染产品清单将出口国（地区）-产品-年份三维面板数据合并为包含中国向出口国（地区）的产品总出口规模、绿色产品出口规模和高污染产品出口规模的出口国（地区）-年份二维面板数据，构建如下交叠双重差分模型以对基准回归结果进行进一步的检验。

$$\ln(E_{jt}) = \alpha + \beta \times DETS_{jt} + \delta \times control_{jt} + \phi_j + \phi_t + \varepsilon_{jt} \quad (4)$$

$$S\varpi are_{jt}^G = \alpha + \beta \times DETS_{jt} + \delta \times control_{jt} + \phi_j + \phi_t + \varepsilon_{jt} \quad (5)$$

$$S\varpi are_{jt}^P = \alpha + \beta \times DETS_{jt} + \delta \times control_{jt} + \phi_j + \phi_t + \varepsilon_{jt} \quad (6)$$

式（4）（5）（6）中， j 和 t 分别代表出口目的国（地区）和年份。由于不同产品的出口占比能够更好的反应中国对各国（地区）的出口结构，使用绿色产品出口占比（ $S\varpi are_{jt}^G$ ）和高污染产品出口占比（ $S\varpi are_{jt}^P$ ）作为交叠双重差分模型的被解释变量。核心解释变量 $DETS_{jt}$ 为 $Treat_{jt}$ 和 $Post_{jt}$ 的交乘项，其系数反映出口目的国（地区）实施碳排放权交易市场的直接效应。除中国外，截至 2021 年全球共 33 国家（地区）陆

续建立了碳排放权交易市场，则该 33 个国家（地区）渐进设为交叠 DID 的实验组（ $Treat_{jt}=1$ ），其他 66 个国家（地区）为从未建立碳排放权交易市场的对照组（ $Treat_{jt}=0$ ）。 $Post_{jt}$ 为时间虚拟变量，如果出口目的国（地区）当年实施了碳排放权交易市场，则当年及之后的年份 $Post_{jt}$ 赋值为 1，反之则为 0。回归结果如表 4 所示，第（1）（2）（3）列分别展示了出口目的国（地区）实施碳排放权交易市场对中国总出口规模、中国绿色产品出口占比和中国高污染产品出口占比的直接影响效应，结果说明出口目的国（地区）实施碳排放权交易市场显著促进了中国绿色产品的出口占比和抑制了中国高污染产品的出口占比，促进了中国出口产品的绿色化转型，但总体上抑制了中国产品总出口规模，进一步说明了基准回归结果的稳健性。

表 4 交叠双重差分法回归结果

	(1)	(2)	(3)
	lnE	$Share^G$	$Share^P$
ETS	-0.14911* (-1.67)	0.00975*** (4.74)	-0.02396*** (-4.21)
Constant	7.47870*** (4.13)	-0.08271 (-1.44)	-0.33317** (-2.26)
控制变量	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
出口目的国（地区） 固定效应	是	是	是
N	1518	1518	1518
R^2	0.954	0.396	0.539

注：括号内数值为 t 检验统计量；***、**和*分别表示在 1%、5%、10%的水平上显著。

在此基础上，采用事件分析法对实验组和对照组的趋势进行检验来保证上述双重差分模型结论的可靠性，具体模型设定如下：

$$\ln(E_{jt}) = \alpha + \beta \times \sum_{p=-3}^{p=3} ETS_{jt} + \delta \times control_{jt} + \phi_j + \phi_t + \varepsilon_{jt} \quad (7)$$

$$Share_{jt}^G = \alpha + \beta \times \sum_{p=-3}^{p=3} ETS_{jt} + \delta \times control_{jt} + \phi_j + \phi_t + \varepsilon_{jt} \quad (8)$$

$$Share_{jt}^P = \alpha + \beta \times \sum_{p=-3}^{p=3} ETS_{jt} + \delta \times control_{jt} + \phi_j + \phi_t + \varepsilon_{jt} \quad (9)$$

式（7）（8）（9）中， p 代表出口目的国（地区）实施碳排放权交易市场的相对期数，其中 $p \geq 0$ 表示出口目的国（地区）实施碳排放权交易市场当年及之后年份；反之为出口目的国（地区）实施碳排放权交易市场之前的年份，而为了避免模型出现多重共线的问题，剔除了实施碳排放权的前一期的样本作为基准期（ $p=-1$ ）。

（三）稳健性分析

1. 替换产品清单

使用WTO绿色产品清单和Busse污染产品清单对绿色产品和高污染产品进行重新认定，对基准回归中绿色产品和高污染产品认定进行稳健性检验。回归结果如表5所示， ETS_{jt} 、 $ETS_{jt} \times Green_i$ 和 $ETS_{jt} \times Pollution_i$ 的系数分别显著为负、显著为正和显著为负，且对高污染产品出口的影响系数显著高于对绿色产品出口的影响系数，进一步证明基准回归结果的稳健性。

表5 替换产品清单后的检验结果

	(1)	(2)
	lnE	lnE

<i>ETS</i>	-0.11441*** (-11.48)	-0.05103*** (-4.86)
<i>ETS_Green</i>	0.07392* (1.68)	
<i>ETS_Pollution</i>		-0.33301*** (-10.42)
Constant	-1.72606*** (-6.97)	-1.71603*** (-6.94)
控制变量	是	是
时间固定效应	是	是
产品固定效应	是	是
出口目的国(地区)固定效应	是	是
N	4410075	4410075
R ²	0.493	0.493

注：括号内数值为t检验统计量；***、**和*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著。

2. 改变计量方法

为解决传统贸易引力模型中对数线性化方程存在的异方差问题，对变量采用原始值而非对数值，同时采用泊松伪最大似然估计（PPML）解决异方差问题。回归结果如表 6 所示，其中 ETS_{jt} 的系数符号、 $ETS_{jt} \times Green_i$ 的系数符号和 $ETS_{jt} \times Pollution_i$ 的系数符号仍然与基准回归结果保持一致。

表6 PPML估计结果

	(1) <i>lnE</i>	(2) <i>lnE</i>	(3) <i>lnE</i>
<i>ETS</i>	-0.17606*** (-4.91)	-0.18755*** (-4.96)	-0.15166*** (-4.02)
<i>ETS_Green</i>		0.25804* (1.88)	
<i>ETS_Pollution</i>			-0.56469*** (-5.27)
Constant	18.04929*** (362.75)	18.04883*** (362.05)	18.04691*** (363.66)
控制变量	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
产品固定效应	是	是	是
出口目的国(地区)固定效应	是	是	是
N	4410075	4410075	4410075

注：括号内数值为 t 检验统计量；***、**和*分别表示在 1%、5%、10%的水平上显著。

（四）异质性分析

1. 发达国家（地区）和发展中国家（地区）

笔者根据联合国对发达国家（地区）和发展中国家（地区）的划分，分别探讨不同出口目的国（地区）建立碳排放权交易市场对中国产品总出口、绿色产品出口和污染产品出口的影响。变量 $Developed_i$ 为 1，表明出口目的国（地区）是发达国家（地区），

反之为0。回归结果如表7所示,其中 $ETS_{jt} \times Developed_i$ 、 $ETS_{jt} \times Green_i \times Developed_i$ 和 $ETS_{jt} \times Pollution_i \times Developed_i$ 的系数分别显著为负、显著为正和显著为负,说明相较于发展中国家(地区),发达国家(地区)建立碳排放权交易市场对中国的总出口规模抑制作用更强,并会使得中国向其出口更多的绿色产品,而出口更少的高污染产品。其可能的原因在于:相较于发展中国家(地区),发达国家(地区)建立的碳排放权交易覆盖行业范围更加广泛,对中国出口产品的影响范围更广,进而导致发达国家(地区)建立碳排放权交易市场对中国的出口贸易状况影响更大。

表7 发达国家(地区)和发展中国家(地区)的异质性检验结果

	(1)	(2)	(3)
	<i>lnE</i>	<i>lnE</i>	<i>lnE</i>
<i>ETS</i>	-0.07083*** (-3.52)	-0.11282*** (-12.10)	-0.08352*** (-8.96)
<i>ETS_Developed</i>	-0.03885* (-1.82)		
<i>ETS_Green</i>		0.04205 (0.65)	
<i>ETS_Green_Developed</i>		0.12252* (1.94)	
<i>ETS_Pollution</i>			-0.18437** (-2.39)
<i>ETS_Pollution_Developed</i>			-0.34391*** (-4.39)
Constant	-1.70049*** (-6.97)	-1.73598*** (-7.01)	-1.68174*** (-6.79)
控制变量	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
产品固定效应	是	是	是
出口目的国(地区)固定效应	是	是	是
N	4410075	4410075	4410075
R ²	0.493	0.493	0.493

注:括号内数值为t检验统计量;***、**和*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著。

2. 污染产品分类

根据CBAM所关注的不同污染产品,分别探讨国际碳排放权交易市场对中国不同高污染产品的出口的影响。回归结果如表8所示,国际碳排放权交易市场对水泥、电力、化肥、钢铁和化工产品均具有显著的负向影响,其中对电力产品的影响作用最大。而对铝产品虽然呈现负向作用,但并不显著。其可能的原因在于,众多国家(地区)碳排放权交易市场主要覆盖领域为电力行业,而使用大量铝产品的航空行业绝大多数国家(地区)碳排放权交易市场较少关注,进而导致国际碳排放权交易对电力产品的影响作用最大。

表8 不同污染产品的异质性检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	水泥	电力	化肥	钢铁	铝	化工
<i>ETS_Pollution</i>	-1.24569*** (-2.63)	-6.07426*** (-264.52)	-1.22883*** (-8.82)	-0.53738*** (-7.60)	-0.15486 (-1.01)	-2.25909*** (-105.46)

<i>ETS</i>	-0.10542*** (-11.67)	-0.10599*** (-11.74)	-0.10431*** (-11.54)	-0.08748*** (-9.45)	-0.10473*** (-11.56)	-0.10601*** (-11.74)
Constant	-1.72353*** (-6.96)	-1.72510*** (-6.96)	-1.72438*** (-6.96)	-1.69628*** (-6.84)	-1.72246*** (-6.95)	-1.72488*** (-6.96)
控制变量	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
产品固定效应	是	是	是	是	是	是
出口目的国（地区）固定效应	是	是	是	是	是	是
N	4410075	4410075	4410075	4410075	4410075	4410075
R ²	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493	0.493

注：括号内数值为 t 检验统计量；***、**和*分别表示在 1%、5%、10%的水平上显著。

3. 绿色产品分类

按照 OECD 对绿色产品的划分，分别探讨国际碳排放权交易对国内不同绿色产品的出口贸易的影响。回归结果如表 9 所示，国际碳排放交易权市场对污染管理产品、清洁产品及资源管理产品均具有显著的正向影响，其中对清洁技术和产品的影响作用最大。污染管理产品主要包括气体、液体和固体的废物处理和环境检测设备；清洁产品主要包括清洁材料，如水性涂料等；资源管理产品主要包括可再生能源、热节能和回收处理设备。其可能的原因在于：除了电力行业，工业和建筑业也是各国（地区）碳排放权交易市场主要关注领域，相较于污染管理产品和资源管理产品，工业和建筑业较多使用水性涂料这类清洁环保材料，进而使国际碳排放权交易市场的建立对中国向各国（地区）出口更多的清洁产品。

表9 不同绿色产品的异质性检验结果

	(1) 污染管理产品	(2) 清洁技术和产品	(3) 资源管理产品
<i>ETS_Green</i>	0.13156** (2.27)	0.50466*** (3.82)	0.34369** (2.18)
<i>ETS</i>	-0.11167*** (-12.00)	-0.10889*** (-12.00)	-0.10835*** (-11.95)
Constant	-1.73043*** (-6.98)	-1.72796*** (-6.97)	-1.72935*** (-6.98)
控制变量	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
产品固定效应	是	是	是
出口目的国（地区）固定效应	是	是	是
N	4410075	4410075	4410075
R ²	0.493	0.493	0.493

注：括号内数值为 t 检验统计量；***、**和*分别表示在 1%、5%、10%的水平上显著。

五、结论和对策建议

笔者以OECD绿色产品清单为基础，将APEC绿色产品与OECD绿色产品分类实施匹配，构建了包含 132 种绿色产品的清单，并参考欧盟CBAM覆盖产品形成高污染产品清单。基于中国海关数据库，通过构建拓展的贸易引力模型，分析了国际碳排放权交易市场建立对中国产品出口及其绿色转型的影响。经过交叠双重差分法等一系列内生性处理和稳健性检验后发现，各国（地区）碳排放权交易市场的建立会显著抑制中国企业产品总出口和高污染产品出口，同时显著促进了中国企业绿色产品出口，驱动了中国企

业产品出口的绿色化转型。异质性检验结果发现相对发展中国家（地区），发达国家（地区）碳排放权交易市场建立对中国高污染产品出口的抑制作用和绿色产品出口的驱动作用更强；国际碳排放权交易市场的建立对中国电力产品出口的抑制作用最强，而对清洁产品出口的促进作用最显著。基于笔者的研究结果提出如下对策建议：

第一，完善国内碳排放权交易市场，促进高污染产品的减污降碳。

笔者研究结果表明国际碳排放权交易市场的建立总体上抑制了中国产品出口规模，尤其对高污染产品出口（如电力、石油化工、水泥和化肥产品出口）的抑制效果最强。2026年1月欧盟CBAM将结束过渡期正式实施，该项碳关税政策与欧盟ETS相结合会形成新的绿色壁垒，必将严重影响中国高污染产品的出口。2021年欧盟ETS平均碳价格为64.77美元/吨，中国自2021年7月16日全国碳排放权交易市场正式启动上线交易后，截至当年12月，平均碳价格约7.83美元/吨，巨大差价将导致未来企业高污染产品出口欧盟面临高额的碳关税。鉴于此，一是借鉴国际成熟建设经验，完善国内碳排放权交易市场建设。目前中国的碳交易市场仅覆盖电力行业，未来应对标欧盟CBAM将钢铁、水泥、化肥和铝等高污染行业纳入全国碳交易市场。二是通过完善碳交易规则促进国内高污染行业低碳转型，鼓励国内高排放企业的降碳行动。三是建立高效的碳监测体系。完善的碳监测体系是国内碳市场稳定运行的基础，也是碳价被国际市场承认的前提（杨超等，2022）。^[25]目前企业层面的碳排放清查与核算已经展开，但针对“间接排放”核算问题，还需拓展产品层面的碳排放检测技术，形成从原料到产品、覆盖全产品生命周期的碳排放监测体系。

第二，“内驱外促”扩大中国绿色产品出口，加速绿色贸易转型。

虽然国际碳排放权交易市场的建立抑制了产品出口总规模和高污染产品出口，但显著促进了中国绿色产品的出口，异质性研究表明对清洁产品、污染管理产品和资源管理产品均具有显著的促进作用。碳排放权交易市场的建立会扩大企业对绿色产品的需求规模，进而产生绿色贸易创造效应。全球日益增长的绿色需求已成为促进中国出口绿色转型的重要外部驱动力。随着国内碳排放权交易市场的不断完善，通过“内驱外促”的影响途径，碳排放权交易能够扩大中国企业绿色产品的出口规模，提升企业绿色全要素生产率，进而促进中国对外贸易的绿色化转型。建议构建中国绿色贸易发展试验区，推动中国与国际社会在绿色低碳贸易发展相关领域的政策沟通、项目合作和技术交流等，加强绿色标准的国际合作，探索建立高标准的绿色贸易评价体系，进而打造高水平、高标准、高层次的国际绿色低碳规则。在示范区内通过财政、税收和贸易便利化等相关措施促进中国绿色产品出口贸易的发展。

【参考文献】

[1]Stern N.H. The economics of climate change: The stern review[J]. American Economic Review, 2007(2):1-37.

[2]Keohane N.O. Cap and trade, rehabilitated: Using tradable permits to control U.S. greenhouse gases[J]. Review of Environmental Economics & Policy, 2009(1):42-62.

[3]Bushnell J.B., Chong H., Mansur E.T. Profiting from regulation: Evidence from the European carbon market[J]. American Economic Journal: Economic Policy, 2013(4):78-106.

[4]Schmalensee R., Stavins R.N. Lessons learned from three decades of experience with cap and trade[J]. Review of Environmental Economics and Policy, 2017(1):59-79.

- [5]王怀明, 陈龙, 魏珈玮. 碳市场促进了企业绿色创新吗: 基于“碳交易试点”政策的准自然实验[J]. 现代管理科学, 2022(4): 33-42.
- [6]徐军委, 刘志华, 王建雄. 碳交易试点是否提升了区域绿色全要素生产率? [J]. 技术经济, 2022(8): 23-33.
- [7]田超, 肖黎明. 碳排放权交易对企业低碳转型的影响: 基于碳交易试点市场的准自然实验[J]. 华东经济管理, 2023(2): 64-74.
- [8]Kill J., Ozinga S., Pavett S., et al. Trading carbon: How it works and why it is controversial[M]. FERN Publications, 2010.
- [9]Betz R., Sato M. Emissions trading: Lessons learnt from the 1st phase of the EU ETS and prospects for the 2nd phase[J]. Climate Policy, 2006(4): 351-359.
- [10]Bartram S.M., Hou K., Kim S. Real effects of climate policy: Financial constraints and spillovers[J]. Journal of Financial Economics, 2022(2): 668-696.
- [11]Itzhak B.D, Yeejin J., Stefanie K., et al. Exporting pollution: Where do multinational firms emit CO₂?[J]. Economic Policy, 2021(107): 377-437.
- [12]Bai J., Ru H. Carbon emissions trading and environmental protection: International evidence[J]. Management Science, 2024: 1-21.
- [13]张海军, 段茂盛. 中国试点ETS的碳减排效果评估: 基于分省高耗能工业子行业数据的分析[J]. 气候变化研究进展, 2021(5): 579-589.
- [14]胡剑波, 张宽元, 蔡雯欣. 碳交易政策提高中国省域低碳贸易竞争力了吗: 基于碳排放权交易试点的准自然试验[J]. 杭州师范大学学报(社会科学版), 2023(1): 108-120.
- [15]齐绍洲, 柯维, 尹磊. 国际海运碳交易政策影响大宗商品国际贸易机制研究: 以中国铁矿石贸易为例[J]. 财贸研究, 2017(5): 22-32.
- [16]陈可. 绿色贸易壁垒对我国出口贸易的影响及对策研究: 评《中国绿色贸易发展报告(2022)》[J]. 生态经济, 2023(4): 230-231.
- [17]孙芳, 荣文钧, 温珺. 碳边境调节机制对中国在欧盟直接投资的影响及对策[J]. 国际经济合作, 2023(2): 60-69, 92.
- [18]韩剑, 王璐, 刘瑞喜. 区域贸易协定的环境保护条款与外贸绿色发展转型[J]. 厦门大学学报(哲学社会科学版), 2022(4): 42-56.
- [19]Brandi C., Schwab J., Berger A., et al. Do environmental provisions in trade agreements make exports from developing countries greener?[J]. World Development, 2020(129): 104899.
- [20]王梦颖, 张诚. 数字基础设施建设与发展中国家绿色产品出口[J]. 世界经济研究, 2023(3): 17-30, 133-134.
- [21]Busse M. Trade, environmental regulations and the world trade organization: New empirical evidence[J]. Journal of World Trade, 2004(2): 285-306.
- [22]Low P. Trade measures and environmental quality: The implications for Mexico's exports[M]. Washington DC: The World Bank, 1992.
- [23]施炳展. 互联网与国际贸易: 基于双边双向网址链接数据的经验分析[J]. 经济研究, 2016(5): 172-187.

[24]郭继文, 马述忠. 目的国进口偏好差异化与中国跨境电子商务出口: 兼论贸易演变的逻辑[J]. 经济研究, 2022 (3): 191-208.

[25]杨超, 王斯一, 程宝栋. 欧盟碳边境调节机制的实施要点、影响与中国应对[J]. 国际贸易, 2022 (6): 28-33.

Can international carbon emissions trading promote China's green product exports?

WANG Wen-zhi , REN Hao-kai

(School of Economics, Tianjin Normal University, Tianjin 300387)

Abstract: As a major policy tool to inhibit greenhouse gas emissions, international carbon emissions trading covers about 23% of global greenhouse gas emissions and affects the development pattern of global trade. This paper analyzes the impact of the establishment of the international carbon emission trading market on China's product exports and its green transformation by establishing an expanded trade gravity model at the product level. After a series of endogenous treatments and robustness tests such as overlapping difference-in-difference method, it was found that the establishment of carbon emission trading markets in various countries (regions) significantly inhibits the total export of Chinese enterprises and the export of high polluting products, and significantly promotes the export of green products of Chinese enterprises, thus driving the green transformation of Chinese enterprise product exports; The results of heterogeneity test show that compared to developing countries (regions), the establishment of carbon emission trading markets in developed countries (regions) has a stronger inhibiting effect on China's high pollution product exports and a stronger driving effect on green product exports; The establishment of the international carbon emission trading market has the strongest inhibiting effect on China's electricity product exports and the most significant promoting effect on the export of clean technology products.

Key words: carbon emission trading; green product export; gravity model; overlapping DID model