

能源强度约束、研发投入与出口贸易结构升级

葛 涛^{1,2}, 陈馨蕊¹

(1. 南通大学 商学院, 江苏 南通 226019;

2. 南通大学 江苏长江经济带研究院, 江苏 南通 226019)

摘要: 出口贸易结构升级对提高贸易竞争优势、加快贸易强国建设具有重要意义。基于 2006—2019 年省级面板数据, 本文利用函数系数部分线性面板数据模型实证检验能源强度约束对出口贸易结构升级的影响效应与作用特征。研究结果表明: 能源强度约束对出口贸易结构升级的影响效应因研发投入呈现出非线性特征, 只有研发投入介于 0.77 至 4.05 区间时, 能源强度约束才能显著促进出口贸易结构升级。进一步研究发现, 研发投入高于 2.15 时, 研发强度目标对出口贸易结构升级具有正向促进作用, 可以作为能源强度约束的接力政策以持续提升出口产品质量。

关键词: 出口贸易结构; 能源强度约束; 研发投入; 研发强度目标

[中图分类号] F752.62 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4034(2025)06-0094-20

引 言

近年来, 全球贸易保护主义、单边主义、民粹主义愈演愈烈, 特别是西方个别大国强权霸凌、“脱钩”孤立甚至煽动冷战对峙, 导致全球多边贸易体系面临前所未有的严峻挑战(吴志成和刘培东, 2020)。与此同时, 全球主要经济体增长放缓, 国际市场需求持续疲软, 依靠大量出口中低端制造品拉动增长的粗放型外贸模式难以为继, 中国开放型经济传统竞争优势正在逐步削弱(李荣林和汪泽, 2024)。面对不稳定性、不确定性明显上升的外部形势, 中国对外贸易亟须增添新的发展动

[收稿日期] 2024-01-13

[基金项目] 国家社会科学基金青年项目“基于‘转出地—承接地’互动的区域包容性发展形成机理与实现路径研究”(21CJL016), 国家社会科学基金重大项目“新时代实施区域协调发展战略研究”(22ZDA054), 国家自然科学基金地区项目“环境规制对中国经济平衡发展的影响: 基于地区、产业和城乡视角的研究”(71964032)

[作者简介] 葛涛(1990—), 男, 安徽蒙城人, 南通大学商学院副教授、硕士生导师, 博士, 研究方向: 国际经济与贸易; 陈馨蕊(2003—), 女, 江苏扬州人, 南通大学商学院硕士研究生, 研究方向: 人口、资源与环境经济学

能、寻找新的增长路径、拓展新的增长空间。党的二十大报告提出要“推动货物贸易优化升级”，2024年《政府工作报告》强调要“推动外贸质升量稳”，充分体现了党和国家推动外贸高质量发展的坚定决心和清晰路径。因此，在经济全球化遭遇挫折和贸易保护主义持续加剧的背景下，如何推动出口贸易结构升级、加快贸易强国建设，将成为中国亟待研究与解决的重大议题之一。

与此同时，中国以往依靠低廉要素成本和丰裕资源投入融入全球垂直分工体系（应瑞瑶等，2020），随着劳动力成本持续增加，资源约束日益趋紧，环境承载能力接近上限，中国对外贸易可持续发展面临的威胁加剧（张晓娣，2020）。以节能降耗为导向，加快发展绿色贸易，成为新时期外贸高质量发展、经济绿色转型的必然要求。在此背景下，国务院《“十四五”节能减排综合工作方案》明确要求，“到2025年，全国单位国内生产总值能源消耗比2020年下降13.5%”，并将“基本目标和激励目标双目标管理”作为节能降耗的重要举措。因此，厘清能源强度约束是否优化以及如何优化出口贸易结构便成为激活绿色贸易新动能和培育国际竞争新优势的关键所在。已有研究重点关注出口贸易结构的决定因素和能源强度约束的影响效应，本文将二者纳入统一研究框架以直接考察能源强度约束与出口贸易结构升级的相关关系，并基于研发投入的调节作用探究能源强度约束对出口贸易结构升级的作用特征，对于中国运用能源目标管理寻找出口贸易结构升级路径具有一定的理论意义与现实价值。

相比以往研究，本文可能的边际贡献在于：第一，鉴于能源强度约束与出口贸易结构升级之间可能存在非完全线性关系，本文使用函数系数部分线性面板数据模型开展实证研究，以精准识别能源强度约束的影响效应，并拓展出口贸易结构升级问题的研究边界。第二，本文将研发投入作为调节变量引入模型，以揭示能源强度约束影响出口贸易结构升级的调节机制和作用特征，奠定对出口贸易结构升级问题进行深化研究的基础。第三，考虑到能源强度约束对出口贸易结构升级的促进作用随研发投入的不断增加而逐渐削弱甚至变成负向效应，本文进一步探究以研发强度目标作为接力政策的可行性，旨在形成科学合理、衔接有序的政府目标管理体系，为出口结构优化和贸易强国建设提供理论参考。

一、文献综述

国内外学者从不同视角对出口贸易结构升级的影响因素进行了探讨。在政策因素方面，Zeng等（2023）发现，出口信贷通过增加出口数量促进贸易扩张，同时也会通过降低出口价格和出口种类抑制贸易增长。Cheong（2023）发现，优惠贸易协定对低收入和中等收入国家的化石燃料产品出口没有明显的促进作用，但其通过集约边际对高收入国家的对外贸易产生了积极效应。在经济因素方面，Kacou等（2022）在研究贸易与劳动力生产率之间的反比关系时发现，劳动生产率提高会降低贸易开放度，但却有助于改善出口结构。姚战琪（2021）发现数字贸易、数字经济与区块链技术深度融合能够推动中国出口技术含量提升和出口贸易转型升级。刘

洪愧(2022)认为不确定冲击将倒逼企业调整出口产品结构、拓展出口产品种类以及采取质量竞争策略。在环境因素方面,相晨曦等(2021)发现忽视环境外部性会刺激高能耗产品的生产和出口,阻碍出口结构优化升级。

目前研究实证检验了能源强度约束的环境经济效应,但并未就二者关系达成共识。在环境方面,Pan 等(2022)认为合理的能源强度约束有助于降低二氧化碳排放并提前实现碳达峰。然而,Shao 等(2024)发现能源强度约束虽然使得受管制企业减少能源需求、降低能源价格,但却导致非管制企业的能源消耗增加并加剧污染排放。在经济方面,Yao 等(2019)发现约束性节能减排目标对工业绿色生产绩效具有负向抑制影响,且抑制效应随时间推移逐渐增加。然而,以安徽省 11 909 家工业企业为研究对象,Zhang 等(2018)发现能源强度约束会显著降低企业绩效,并且企业绩效越偏离市场平均水平受到的抑制效应越明显。此外,对于如何从能源角度增强电力供应韧性,Wang 和 Balezentis(2023)认为电力部门不应盲目控制能源消费总量,而应着眼于降低能源强度。然而,Zhang 等(2019)利用夜间灯光数据修正 GDP 增长率并计算各省(自治区、直辖市)能耗强度后发现,由于经济增长速度被夸大,部分省(自治区、直辖市)的能源强度看似有所降低实则依然超标。

尽管没有文献直接探究能源强度约束对出口贸易结构的影响效应,但将出口贸易作为环保政策主要影响对象的相关研究对分析二者关系同样具有借鉴意义。例如,Li 等(2012)研究低碳能源发展潜力及减排实现路径时发现:若想在发展低碳能源的同时保持经济稳定增长,必须投资绿色低碳研发生产示范项目,推动能源清洁低碳、安全高效;这有助于实现产业结构绿色转型,进而促进出口结构优化升级。Shi 等(2022)发现:在以目标管理为基础的绩效评估体系下,地方官员有动机采取强制性和不合理措施实现节能目标;这将对企业生产率和能源效率产生负面影响,从而抑制外贸企业转型升级。Zhao 等(2016)发现,虽然引进先进技术、更新生产设备以及提高生产能力有助于提升经济效益和节能绩效,但在全球经济持续低迷和国内需求增长缓慢的情形下将加剧能源密集型行业产能过剩。

综上所述,既有文献在能源强度约束与出口贸易结构升级方面取得一定进展,但仍存在一些拓展空间:首先,尽管学者围绕出口贸易结构的决定因素和能源强度约束的影响效应展开了深入讨论,但鲜有文献将二者纳入统一研究框架以直接分析能源强度约束对出口贸易结构升级的影响效应。其次,以往文献通常采用虚拟变量衡量能源强度约束,容易忽略它的非线性影响及异质性特征,因而本文创造性地使用年度能耗强度下降目标这一连续变量,并借助函数系数部分线性面板数据模型进行实证检验,以准确把握能源强度约束对出口贸易结构升级的作用特征。最后,虽然既有文献发现能源强度约束并不一定产生积极作用,但未对其背后的原因进行详细解释,因而揭开能源强度约束影响出口贸易结构升级的“黑匣子”并寻找出适合的接力政策是十分必要的。因此,本文选取 2006—2019 年省级数据,运用函数系数部分线性面板数据模型,探讨能源强度约束对出口贸易结构升级的影响效应以及研发投入在其中的调节作用。

二、理论分析和研究假说

资源约束理论认为,一个地区的经济发展会受到物质资源、人力资源以及市场环境等因素的制约,必须将有限资源合理分配和高效利用以实现预期目标。根据该理论,在能源强度约束设定后,地方政府不仅会支持能源资源从能源密集型产业向节能环保产业倾斜,而且会鼓励资本和劳动投入从化石燃料生产部门向非化石燃料生产部门转移,从而导致传统产业的“收缩效应”和新兴产业的“扩张效应”(Wang和Liu, 2018),推动产业结构优化升级。产业结构优化升级可以推动出口产品从低附加值、低技术含量的初级产品向高附加值、高技术含量的高端产品转型,并且可以通过推动产业链上下游协同发展形成完整的产业生态体系,从而实现出口贸易提质增效。然而,中央政府自上而下分解能源强度约束和地方政府层层加码能源强度约束时必须综合考虑外部环境和自身因素。一个典型特征是,经济欠发达地区往往被赋予更宽松的能源强度约束以加快经济增长和缩小区域差距,而经济发达地区通常被要求设定更严格的能源强度约束以承担更多的节能降耗重任(Li等, 2014)。显然,差异化的目标分配模式虽然能推动欠发达地区经济快速增长,但会导致其对传统化石能源形成路径依赖,抑制出口贸易结构升级。

更重要的是,经济发展水平不同的地区往往在研发投入上存在明显差异,而研发投入在能源强度约束与出口贸易结构升级的关系中具有重要作用。当研发投入较低时,政府对企业研发投入资金支持不足,企业自身资金规模有限且外部融资成本较高,技术创新将面临多重风险,此时能源强度约束的合规成本小于清洁技术创新的补偿效应,企业更倾向于实施设备更新换代策略而非加大技术创新资金支持,从而难以促进地区产业结构优化和出口贸易结构升级(Kiman和Jongmin, 2022)。同时,企业投入更多的资金用于能源管理和设备改造,将导致生产成本上升,削弱出口产品的价格竞争力。当研发投入处在适度范围时,政府通过财政补贴与税收减免等外部性支持能够缓解企业资金压力并降低企业研发风险,从而提升企业创新动力和创新绩效,使得能源强度约束的合规成本小于清洁技术创新的补偿效应。这将加快高能耗、低效益的传统产业向绿色、高效、低碳的新兴产业转型,并推动低附加值、低技术含量的外贸商品向高附加值、高技术含量的出口模式转变,从而实现出口产品质量提升和出口贸易结构升级。随着研发投入持续增加,政府研发支出可能会超过适度激励范围,滋生惰性依赖,反而降低企业自主研发投入并对清洁技术创新产生“挤出效应”(陈晓斌和冯雅萱, 2023)。同时,低成本甚至无成本的资金来源也会削弱企业创新投入压力和降低企业创新产出绩效,最终对技术创新形成“吞噬效应”。然而,政府主导的研发活动往往侧重于战略性、基础性研究,缺乏对市场需求的敏锐反应,容易导致科技成果与市场需求相脱节,难以有效促进出口贸易结构升级。基于此,本文提出:

假说1 当研发投入处于特定范围时,能源强度约束对出口贸易结构升级具有促进效应。

根据内生增长理论,技术进步是经济持续增长的决定因素,而研发投入可以为技术进步提供智力支持和资本保障。在高质量发展成为新时代经济的主旋律背景下,越来越多的地方政府将研发投入纳入目标管理体系,试图推动技术创新并助力经济高质量发展。更重要的是,地方政府在设定研发强度目标后通常会出台一系列激励措施,如对研发强度较大的企业给予奖励扶持、对小微企业和高新技术企业所得税给予减免等。这些措施在促进研发投入增加的同时也会对出口贸易结构产生积极影响。一方面,研发投入有助于通过产品创新促进产品种类增多和产品质量提高,进而直接推动出口贸易结构升级(曲如晓和王陆舰,2023)。另一方面,研发投入能够通过促进技术进步和优化资源配置等方式提高能源利用效率、降低单位产出能耗,并通过增加清洁能源占比和优化能源消费结构等途径提高产品质量、改善产品结构,从而间接推动出口贸易结构升级。

然而,研发强度目标发挥作用可能存在研发投入最低阈值。一方面,研发投入活动具有持续时间长、回报不确定等特征,决定了研发投入需要具备一定的规模才能发挥作用。从最初的创意产生到创意孵化成新技术,以及最后的创新成果投入到市场是一项长期工程,研发投入资金必须保持稳定以维持创新项目的持续性。同时,研发活动的新产品进行“市场化”能否产生收益,以及收益能否抵过研发投入成本也具有不确定性(Lim, 2015)。另一方面,随着研发成功的创新产品和高新技术不断积累,研发投资收益会超过研发投入成本,并且在研发投入的滞后累积作用下,其规模效应和溢出效应会逐渐显现,从而显著促进技术创新并推动产品质量提升。此外,研发投入活动具有明显的阶段性特征。例如,研发前期所需资金数量较大且基础性特征较强,创新研发难以转化成出口商品。随着研发投入不断增加,创新水平较高且难以模仿时,新的竞争者不愿进入,现有企业可以获得垄断利润,促进企业成长,继而提升出口产品质量和优化出口贸易结构(蔡建湖等,2023)。基于此,本文提出:

假设 2 当研发投入达到一定水平后,研发强度目标能够持续促进出口贸易结构升级。

三、研究设计

(一) 模型设定

本文首先假设能源强度约束与出口贸易结构升级之间存在线性关系,并构建如下模型:

$$ETS_{it} = \beta_1 EIC_{it} + \gamma' X_{it} + f(t) + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)中,下标 i 和 t 分别表示省份和年份; ETS_{it} 表示出口贸易结构; EIC_{it} 为能源强度约束; X_{it} 代表一系列控制变量,包括经济发展、对外开放、政府规模和环境规制; $f(t)$ 为年份固定效应; α_i 为省份固定效应; ε_{it} 为随机误差项。

根据理论分析,研发投入可能对能源强度约束与出口贸易结构的关系产生调节作用。为了识别研发投入的潜在影响,本文根据地理位置划分各省份研发投入水平并在式(1)基础上引入能源强度约束与区域虚拟变量的交互项,从而构建模型如下:

$$ETS_{it} = \beta_1 EIC_{it} + \beta_2 (EIC_{it} \times D_i) + \gamma' X_{it} + f(t) + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式(2)中, D_i 为区域虚拟变量,如果 i 省(区、市)处于东部地区,则赋值为“1”,否则赋值为“0”。 $EIC_{it} \times D_i$ 表示能源强度约束 EIC_{it} 与区域虚拟变量 D_i 的交互项。根据式(2),东部和中西部地区能源强度约束对出口贸易结构的影响系数分别为 $\beta_1 + \beta_2$ 和 β_1 。若 $\beta_1 > 0$ 且 $\beta_2 > 0$,表明东部地区能源强度约束对出口贸易结构升级的促进效应更明显;若 $\beta_1 > 0$ 且 $\beta_2 < 0$,表明中西部地区能源强度约束对出口贸易结构升级的推动作用更显著。

根据地理位置区分研发投入水平存在一定的主观性,可能导致估计有偏。为此,本文进一步构建能源强度约束与研发投入的交互项,并代入式(1):

$$ETS_{it} = \beta_1 EIC_{it} + \beta_3 (EIC_{it} \times RD_{it}) + \gamma' X_{it} + f(t) + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式(3)中, RD_{it} 表示 i 省份 t 年的研发投入。 $EIC_{it} \times RD_{it}$ 是能源强度约束 EIC_{it} 与研发投入 RD_{it} 的交互项。根据式(3),能源强度约束对出口贸易结构的影响系数为 $\beta_1 + \beta_3 RD_{it}$ 。若 $\beta_1 > 0$ 且 $\beta_3 > 0$,表明研发投入越高,能源强度约束对出口贸易结构升级的促进效应越显著;若 $\beta_1 > 0$ 且 $\beta_3 < 0$,表明研发投入越低,能源强度约束对出口贸易结构升级的推动作用越明显。

由于能源强度约束对出口贸易结构升级的影响效应可能取决于地理位置和研发投入,因而本文将式(2)与式(3)结合,构建模型如下:

$$ETS_{it} = \beta_1 EIC_{it} + \beta_2 (EIC_{it} \times D_i) + \beta_3 (EIC_{it} \times RD_{it}) + \beta_4 (EIC_{it} \times D_i \times RD_{it}) + \gamma' X_{it} + f(t) + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式(4)中, $EIC_{it} \times D_i \times RD_{it}$ 是能源强度约束、区域虚拟变量与研发投入的交互项。东部地区和中西部地区能源强度约束对出口贸易结构的影响效应分别是 $\beta_1 + \beta_2 + (\beta_3 + \beta_4) RD_{it}$ 和 $\beta_1 + \beta_3 RD_{it}$ 。若 $\beta_1 + \beta_2 + (\beta_3 + \beta_4) RD_{it} > 0$ 且 $\beta_1 + \beta_3 RD_{it} > 0$,表明东部地区和中西部地区能源强度约束有利于出口贸易结构升级,否则表明东部地区和中西部地区能源强度约束不利于出口贸易结构升级。

鉴于能源强度约束对出口贸易结构升级的影响效应可能因地理位置和研发投入而有所不同。为了避免出现伪回归,本文参考 Du 等(2020)、Yan 等(2020)的做法,构建函数系数部分线性面板数据模型如下:

$$ETS_{it} = g(RD_{it}) EIC_{it} + \gamma' X_{it} + f(t) + \alpha_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

式(5)中, $g(RD_{it})$ 是变量 EIC_{it} 的系数,捕获了能源强度约束的非线性效应; $\gamma' X_{it}$ 控制了出口贸易结构升级影响因素的线性部分。

(二) 变量选择

1. 被解释变量

被解释变量是出口贸易结构(ETS)。参考朱孟楠和金朝辉(2022)的做法,本文将出口贸易产品细分为劳动密集型产品、技术密集型产品、资本密集型产品以及资

源密集型产品四大类,并利用非资源密集型产品占比作为出口贸易结构的代理变量。

2. 解释变量

解释变量是能源强度约束(*EIC*)。中国省级政府从 2006 年开始在其工作报告中设定单位 GDP 能耗降低目标。因此,本文通过手动搜集政府工作报告中单位 GDP 能耗降低数值的百分比形式来衡量能源强度约束(Ge 等, 2023)。

3. 调节变量

调节变量是研发投入(*RD*)。研发投入是推动技术创新的动力源泉,对出口产品质量升级具有重要促进作用(黎元生和陈华, 2024)。借鉴郝寿义和曹清峰(2019)的做法,本文采用全社会研发经费支出占地区 GDP 的比重衡量研发投入。

4. 控制变量

控制变量包括经济发展(*ED*)、对外开放(*EO*)、政府规模(*GS*)和环境规制(*ER*)。经济发展(*ED*):出口贸易结构与经济增长之间关联密切(董翔宇和赵守国, 2017),因而本文控制经济发展指标并采用人均 GDP 衡量。对外开放(*EO*):外资进入可以提高当地企业参与出口活动可能性(包群等, 2012),因而本文采用外国直接投资占地区 GDP 的比值表示对外开放。政府规模(*GS*):政府规模是出口绩效的重要催化剂(Onjewu 等, 2023),本文采用政府预算收支比衡量。环境规制(*ER*):环境规制有助于促进绿色技术和清洁能源发展(Wang 等, 2022),因而被纳入控制变量并采用环境规制综合指数衡量。

(三) 数据来源

本文选择 2006—2019 年中国 30 个省份的面板数据进行实证研究^①。能源强度约束通过手动收集各省(区、市)政府工作报告中的预设目标获取,并采用插值法填补缺失值;其他变量的原始数据来源于《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》以及各省(区、市)统计年鉴。最后,采用描述性统计呈现主要变量的具体特征^②。

四、实证结果分析

(一) 基准回归结果

表 1 报告了基准回归结果。列(1)仅控制了核心解释变量及省份与年份固定效应,结果显示 *EIC* 的系数为-1.311 且在 1% 的置信水平上显著,表明能源强度约束会抑制非资源密集型产品出口,阻碍出口贸易结构升级。为了消除其他因素干扰,列(2)至列(5)在列(1)的基础上逐步加入经济发展、对外开放、政府规模和环境规制等控制变量,结果显示 *EIC* 的系数依然显著为负,表明能源强度约束会抑制出

^①由于西藏自治区、香港和澳门特别行政区、台湾省数据不可得,为了方便研究,本文未列在其中。

^②篇幅所限,详细表格备索。凡备索资料均可登录对外经济贸易大学学术刊物编辑部网站“刊文补充数据查阅”栏目查询、下载。

口贸易结构升级。这显然不符合预期。例如，Sun 等(2023)发现清洁生产标准能够提高中国企业出口国内增加值，推动出口贸易高质量发展。造成上述结果的原因可能是，基准回归模型未考虑区域差异而导致估计有偏。

表 1 基准回归结果

项目	ETS				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>EIC</i>	-1.311 *** (0.446)	-0.883 ** (0.404)	-0.792 ** (0.336)	-0.840 ** (0.368)	-0.760 ** (0.303)
<i>ED</i>	—	0.495 ** (0.239)	0.838 *** (0.218)	0.787 *** (0.219)	0.504 * (0.252)
<i>EO</i>	—	—	1.404 *** (0.445)	1.500 *** (0.443)	1.451 *** (0.467)
<i>GS</i>	—	—	—	-6.736 (8.456)	-0.601 (7.799)
<i>ER</i>	—	—	—	—	2.897 (2.319)
<i>_cons</i>	57.356 *** (1.588)	53.634 *** (1.986)	48.700 *** (1.942)	52.316 *** (5.405)	48.929 *** (5.231)
省份固定效应	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是
观测值	420	420	420	420	420
R ²	0.074	0.104	0.171	0.173	0.187

注：*、**和***分别表示估计系数在10%、5%和1%的水平上显著，()内为se值。下表同。

(二)交互效应结果

表2汇报了带有交互项的估计结果。列(1)显示，*EIC*的系数显著为负，*EIC*×*D*的系数显著为正，表明能源强度约束对出口贸易结构升级的抑制效应在东部地区会被削弱。列(2)中*EIC*的系数为负，*EIC*×*RD*的系数为正，并且都至少在10%的水平上显著，表明研发投入有助于缓解能源强度约束对出口贸易结构升级的抑制效应。与中西部地区相比，东部地区研发投入金额更大，且拥有更为丰富的稀缺资源以及技术、人才、知识等高级要素，依托这些要素生产的高新技术企业可以形成聚集效应。同时，要素集聚整合会促使企业雇佣更多熟练工人、技术人员以及企业家，从而使得东部地区更有能力实现出口规模扩张和出口结构升级(李昭华和万晶，2023)。列(3)展示了三个变量的交互效应。结果显示，东部地区能源强度约束对出口贸易结构升级的促进作用随研发投入增加而增加，而中西部地区能源强度约束对出口贸易结构的影响效应在研发投入达到一定水平后将从正向促进转为负向抑制。具体来看，当能源强度约束每提高1个单位，东部地区的出口贸易结构将提升5.535个单位，中西部地区的出口贸易结构将下降1.479个单位。综上，本文初步验证了假说1。

(三)部分线性结果

1. 国家层面

根据上述发现，当加入不同交互项时，能源强度约束对出口贸易结构升级的影响作用呈现出明显差异，意味着简单的线性函数模型可能无法准确捕捉二者之间的真实关系(Du 等，2020)。为此，本文使用函数系数部分线性面板数据模型解决模型设计中的偏误问题，结果见表 2 列(4)和图 1。表 2 列(4)显示，*ED* 和 *ER* 的系数符号与基准回归结果有所不同，其余变量的系数符号虽然一致但不显著；图 1 显示，*EIC* 的系数符号与基准回归结果明显不同，因而本文使用非完全线性模型重新评估能源强度约束与出口贸易结构之间的关系是必要的。

表 2 交互效应结果

项目	ETS			
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>EIC</i>	-1.028 *** (0.270)	-2.016 ** (0.835)	-2.145 ** (0.818)	—
<i>EIC</i> × <i>D</i>	0.467 ** (0.220)	—	2.611 ** (0.949)	—
<i>EIC</i> × <i>RD</i>	—	2.966 * (1.636)	5.535 *** (1.565)	—
<i>EIC</i> × <i>D</i> × <i>RD</i>	—	—	-7.014 *** (2.356)	—
<i>ED</i>	0.397 * (0.215)	-0.503 (0.606)	0.757 (0.966)	-0.073 (0.487)
<i>EO</i>	1.449 *** (0.450)	1.408 *** (0.424)	1.235 ** (0.458)	0.121 (0.691)
<i>GS</i>	-8.077 (7.664)	-7.225 (7.739)	-11.603 * (6.771)	-4.585 (11.862)
<i>ER</i>	1.401 (2.501)	2.270 (2.203)	-1.713 (2.521)	-0.584 (3.182)
— <i>cons</i>	52.668 *** (5.411)	54.862 *** (6.177)	57.310 *** (4.902)	—
省份固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
观测值	420	420	420	390
调整后的 R ²	0.200	0.199	0.265	0.028

具体来看，研发投入对能源强度约束与出口贸易结构升级之间关系的调节效应可分为三个阶段：

第一阶段为研发投入处于 0.41 至 0.77 之间，此时能源强度约束对出口贸易结构升级的边际效应显著为负，说明能源强度约束会抑制出口贸易结构升级，但抑制作用随着研发投入增加先升后降。可能的原因是，政府实施能源强度约束政策会导

致该区域投入额外环保成本节能减排,削弱当地低端制造业的生产效率及盈利潜力,对传统贸易结构带来较大冲击,出口产品国际竞争力也面临较大下行压力(李昭华和万晶,2023)。同时,提高研发投入会进一步增加企业成本,并且研发投入正向激励效应的滞后性会导致能源强度约束对出口贸易结构升级的抑制作用被强化(安然和陈艺毛,2023),因此边际曲线呈现出先下降后上升的U型走势。

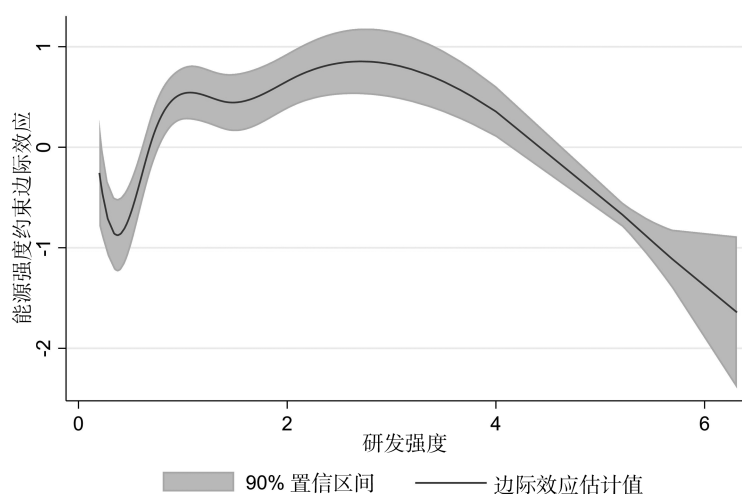


图1 能源强度约束的函数系数结果(PLFC模型)

第二阶段是研发投入处于0.77至4.05区间,能源强度约束对出口贸易结构升级的边际效应显著为正,表明能源强度约束有助于促进出口贸易结构升级。一方面,能源强度约束驱动的技术创新红利逐渐显现,促进企业出口绩效提升。另一方面,在具备一定经济实力支撑后,地方政府以清洁技术研发为补贴对象、以绿色技术水平提升为主要目的,在能源强度约束下鼓励和支持企业开展研发活动,进而促进出口产品种类多样化(曲丽娜和刘钧霆,2021)。

第三阶段是研发投入高于4.51,能源强度约束对出口贸易结构的边际效应显著为负,表明能源强度约束不利于出口贸易结构升级,且抑制效应随着研发投入增加而增强。这与牛华等(2020)的研究相一致,高研发投入经济体之间很难进行高技术产品贸易。原因在于,为了维持自身在全球高技术产业的领先地位,高研发投入经济体更倾向实施高技术产品出口管制政策,如2019年日本政府宣布对韩国高技术产品出口进行个案审查(牛华等,2020)。综上所述,假说1得到验证。

2. 省级层面

为了进一步分析能源强度约束对出口贸易结构升级的区域异质性,本文对各省(区、市)历年边际效应进行计算并在表3汇报了代表性年份的估计结果。整体上看,考察期内能源强度约束对出口贸易结构升级具有促进作用的省份随研发投入增加呈现出数量逐渐增多且边际效应持续增强的态势。具体来看,2006年,北京、天津、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东等9个东部省(区、市)的能

源强度约束对出口贸易结构升级具有正向促进作用,但平均边际效应仅为 8.627。到 2019 年,能源强度约束对出口贸易结构优化升级具有积极作用的省(区、市)已经增加到 10 个且平均边际效应高达 15.331,因而应当进一步优化能源管理体系以充分发挥能源强度约束的激励作用。显然,这与上文结论一致,再次验证了假说 1。

表 3 省份边际效应

序号	省份	2006	2009	2012	2013	2016	2019
1	北京	27.378 *	28.307 *	30.774 *	30.981 *	29.867 *	32.787 *
2	天津	9.667 *	10.988 *	13.330 *	14.262 *	14.484 *	28.245 *
3	河北	1.555	2.185 *	2.974 *	3.340 *	4.473 *	7.705 *
4	山西	-0.636	-1.159 *	-1.150 *	-1.344 *	-1.037 *	-1.414 *
5	内蒙古	-0.027 *	-0.325 *	-0.479	-0.559	-0.705 *	-0.688 *
6	辽宁	5.933 *	6.310 *	6.562 *	6.925 *	7.128 *	8.326 *
7	吉林	-0.950 *	-1.187 *	-0.894 *	-0.891 *	-0.932 *	-1.338 *
8	黑龙江	-0.892 *	-1.414 *	-1.111 *	-1.220 *	-1.000 *	-1.306 *
9	上海	11.406 *	13.429 *	16.490 *	17.561 *	18.466 *	19.003 *
10	江苏	6.665 *	9.131 *	11.041 *	11.633 *	12.352 *	13.038 *
11	浙江	5.744 *	7.457 *	9.393 *	9.836 *	11.099 *	12.214 *
12	安徽	-0.970 *	-1.532 *	-1.955 *	-2.242 *	-2.413 *	-2.749 *
13	福建	2.777 *	3.979 *	5.468 *	5.804 *	6.672 *	6.909 *
14	江西	-0.693 *	-1.000 *	-0.832 *	-0.925 *	-1.191 *	-1.698 *
15	山东	3.772 *	6.339 *	9.147 *	9.639 *	10.598 *	11.797 *
16	河南	-0.489	-0.861 *	-1.087 *	-1.167 *	-1.340 *	-1.581 *
17	湖北	-1.367 *	-1.970 *	-2.090 *	-2.196 *	-2.251 *	-2.400 *
18	湖南	-0.565	-1.272 *	-1.455 *	-1.498 *	-1.732 *	-2.430 *
19	广东	4.372 *	7.009 *	9.844 *	10.643 *	11.787 *	13.370 *
20	广西	-0.102 *	-0.434	-0.636	-0.636	-0.485	-0.490 *
21	海南	0.174	-0.051 *	-0.245 *	-0.225 *	-0.326 *	-0.389 *
22	重庆	-0.931 *	-1.334 *	-1.605 *	-1.576 *	-2.053 *	-3.116 *
23	四川	-1.369 *	-1.775 *	-1.708 *	-1.775 *	-2.055 *	-2.065 *
24	贵州	-0.452	-0.532	-0.435	-0.397 *	-0.456	-0.844 *
25	云南	-0.310 *	-0.426 *	-0.520	-0.532	-0.862 *	-0.380 *
26	陕西	-2.694 *	-2.965 *	-2.473 *	-2.662 *	-2.733 *	-3.009 *
27	甘肃	-1.090 *	-1.161 *	-1.117 *	-1.097 *	-1.321 *	-1.324 *
28	青海	-0.296 *	-0.573	-0.559	-0.493	-0.339 *	-1.121
29	宁夏	-0.548	-0.675	-0.686 *	-0.733 *	-0.931 *	-1.740 *
30	新疆	0.054 *	-0.288 *	-0.317 *	-0.330 *	-0.402 *	-0.394 *

注: * 表示在 10%水平上显著。

为了进一步识别各省份出口贸易结构升级路径,本文根据研发投入和能源强度约束绘制散点图^①。其中,横坐标表示研发投入,并根据第二阶段的下限(0.77)和上限(4.05)划分成三个区间;纵坐标表示能源强度约束,并根据能源强度下降率均值(3.04)划分。结果表明:第Ⅰ部分包括新疆(0.47)、海南(0.56)和青海(0.69)^②,表明上述省份能源强度约束和研发投入水平双低,应致力于推进产业结构升级、吸引更多清洁型外资流入以及加大财政支持力度。第Ⅳ部分仅包括北京(6.31),由于其能源强度约束不再有效,应积极探索贸易结构升级新路径,完善激励升级新机制,推动贸易高质量发展。第Ⅱ部分包括山西(1.12)、天津(1.13)、江西(1.55)、河北(1.61)、福建(1.78)、四川(1.88)、重庆(1.99)、湖北(2.09)、山东(2.1)、浙江(2.68)、江苏(2.82)、广东(2.88)和上海(4.00),表明能源强度约束较高但研发投入水平偏低,应完善政府激励政策,鼓励企业加大研发投入,以运用绿色清洁技术推进出口贸易高质量发展。其中,上海(4.00)研发投入水平和能源强度约束“双高”,已经接近第Ⅱ部分上限。作为金融中心和经济发达地区,上海拥有独特的政策优势、资源禀赋和创新生态,目标管理能够吸引更多清洁型外资并对出口贸易产生积极作用,因而应充分发挥政府目标管理的积极作用。其余省份位于第Ⅲ部分,表明应正确把握政策导向,加速优化能源布局,大力发展高技术含量和高附加值产业,提高出口产品竞争力。

(四)内生性检验

尽管能源强度约束能够通过技术革新促进出口贸易结构升级,但出口贸易结构升级也可能提升出口产品绿色技术含量,降低能耗强度和预设目标,从而导致反向因果问题。因此,本文进一步使用工具变量法进行回归分析。在中国现行的政治体制下,地方官员的选拔任用与绩效考核相挂钩,并且由于晋升职位有限,地级市数量越多的省份内部竞争往往越激烈(余泳泽等,2020)。同时,各省地级市数量都是根据国家政策以及中央政府的决定而设定的,并不受能源强度约束的影响。因此,本文选取各省份的地级市数量(CV)作为工具变量。

表4报告了内生性检验的估计结果。列(1)显示CV的系数在1%水平上显著为正,表明地级市数量与能源强度约束具有正相关关系,因而工具变量满足相关性。列(2)中EIC的系数在10%水平上显著为负,并且KP rk Wald F统计量大于Stock-Yogo检验10%水平的临界值,表明不存在弱工具变量问题。列(3)报告了使用工具变量法时PLFC模型的线性部分。结果显示,CV的系数不显著,表明工具变量满足外生性要求。列(4)和图2分别汇报了IV-PLFC模型的线性部分与非参数部分的估计结果。可以发现,研发投入低于4.59时,能源强度约束对出口贸易结构升级具有正向促进作用;研发投入高于4.94时,能源强度约束会抑制出口贸易结构升级。这表明,能源强度约束对出口贸易结构升级的非线性效应取决于研发投入水平。

①篇幅所限,详细图表备案。

②括号内为研发投入水平。

表 4 内生性检验

项目	ETS			
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Linear regression		PLFC	IV-PLFC
	1st-stage	2nd-stage	—	—
<i>EIC</i>	—	-2.077 * (1.112)	—	—
<i>CV</i>	0.302 *** (0.078)	—	-0.130 (0.377)	—
<i>ED</i>	-0.083 *** (0.027)	0.327 (0.304)	-0.033 (0.520)	0.449 (0.635)
<i>EO</i>	0.023 (0.044)	1.342 *** (0.424)	0.437 (0.556)	-0.110 (0.677)
<i>GS</i>	-2.559 ** (1.142)	-11.813 (9.252)	-14.151 (8.817)	2.026 (12.075)
<i>ER</i>	-0.835 *** (0.206)	1.237 (2.701)	-1.581 (3.907)	-0.855 (3.304)
省份固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
KP rk Wald	—	25.062>16.38	—	—
观测值	420	420	390	390
R ²	0.459	0.353	0.208	0.169

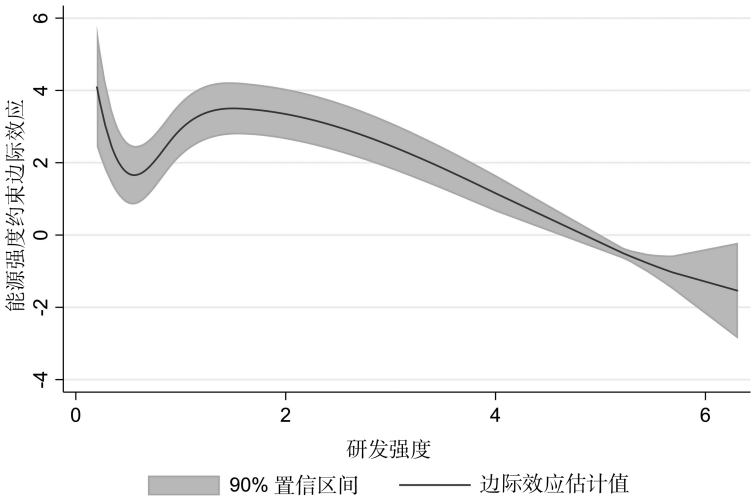


图 2 能源强度约束的函数系数结果(IV-PLFC 模型)

(五) 稳健性检验

1. 替换解释变量

为了检验结果稳健性,本文使用能源强度约束虚拟变量作为自变量进行回归^①。结果表明,PLFC模型的线性部分与表2列(4)一致,线性结果是稳健的。当研发投入小于5.85时,能源强度约束对出口贸易结构升级具有促进作用,但促进作用在研发投入超过4后逐渐减弱直至消失。当研发投入大于6.71时,能源强度约束会抑制出口贸易结构升级,且抑制作用随研发投入增加而增大。显然,除研发投入的临界值有所变化外,上述结果与图1基本吻合。因此,本文认为基准结果是稳健的。

2. 增加遗漏变量

基础设施建设可以提升信息化程度、全要素生产率和创新水平,并由此产生信息成本、资源配置和技术创新三大效应,推动出口规模增长和出口转型升级(周记顺和宋颜希,2022)。因此,本文利用人均邮电业务额衡量基础设施(PI)并加入控制变量进行回归^②,以缓解遗漏变量造成的偏差(Jiang等,2021)。结果显示, PI 的系数在10%水平上显著为负,表明基础设施会抑制出口贸易结构升级。可能的原因是,数字基础设施的改善会促使出口国的经济模式由工业依赖型向服务业依赖型转变,导致出口商品种类减少(施震凯和张能静,2022)。同时,当且仅当研发投入处于特定范围时,能源强度约束对出口贸易结构具有正向促进作用,故而可以认为基准结果比较稳健。

(六) 进一步讨论

通过上文理论分析,当研发投入达到一定水平后,能源强度约束不再产生积极作用,而研发强度目标能有效促进出口贸易结构升级。同时,郑世林等(2023)发现研发强度目标是企业创新水平提升的关键因素,对产品出口结构升级具有积极作用。因此,本文接下来探讨研发强度目标(RIT)对出口贸易结构升级的影响效应,回归结果如表5所示。

表5列(1)表明,研发强度目标能够促进出口贸易结构升级,显然符合预期。例如,Ferraro等(2023)发现以研发和创新为目标的产业政策不仅对生产力和就业具有积极作用,而且能够显著提高出口产品升级潜力(Ding等,2024)。原因在于,研发强度目标能够通过政府补贴、税收优惠、信贷支持以及人才政策等途径提升企业创新能力,进而改善企业产品结构并推动出口贸易转型(胡俊峰和季爱佳,2024;郑世林等,2023)。表5列(2)和图3呈现了函数系数部分线性面板数据模型的估计结果。可以发现,当研发投入低于2.15时,研发强度目标对出口贸易结构升级作用不显著。在这一时期,地方经济发展偏弱、财政能力有限,地方政府更

①篇幅所限,详细图表备案。

②篇幅所限,详细图表备案。

倾向于将有限资源投入到房地产、基础设施、生产性服务业等行业，即使设定研发强度目标也较少提供财政资金支持，难以刺激全社会加大研发投入力度。当研发投入高于 2.15 时，研发强度目标能够显著促进出口贸易结构升级。在这一时期，地方政府通常具备了一定的经济实力，为了在市场竞争中获得优势地位，必然会加大对研发投入和技术创新的支持力度，鼓励企业进行绿色转型升级，淘汰“三高一低”企业，促使地区产业结构从能源密集型向知识和技术密集型行业升级(沈小燕等，2023)，进而推动出口贸易结构升级。综上所述，假说 2 被验证。

表 5 线性回归结果

项目	ETS	
	(1)	(2)
<i>RIT</i>	0.752 *** (0.165)	—
<i>ED</i>	0.645 ** (0.258)	-0.005 (0.444)
<i>EO</i>	1.445 *** (0.482)	0.127 (0.626)
<i>GS</i>	-3.129 (7.695)	-6.684 (11.253)
<i>ER</i>	3.449 (2.494)	-0.334 (3.321)
省份固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
观测值	420	390
R ²	0.468	0.203

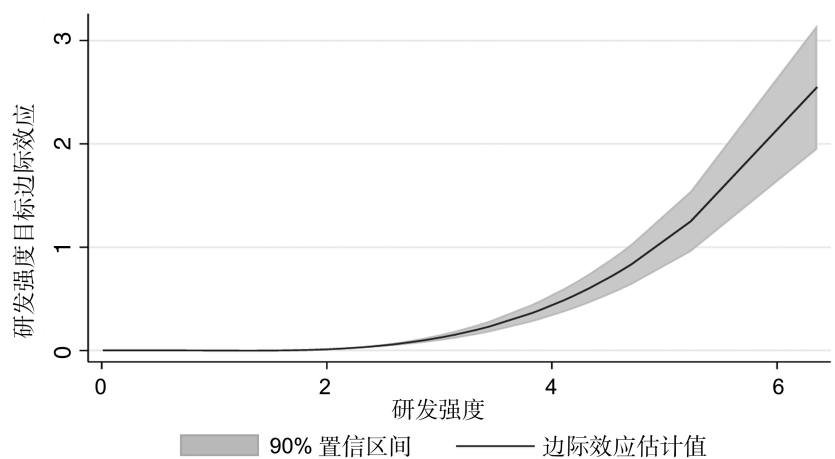


图 3 研发强度目标的函数系数结果(PLFC 模型)

值得一提的是,对比能源强度约束与研发强度目标的影响效应可以发现,尽管二者对出口贸易结构的影响作用因研发投入表现出异质性,但影响范围存在明显区别。具体来看,能源强度约束只有研发投入介于0.77至4.05之间时才能推动出口贸易结构升级,而对于研发强度目标只要研发投入高于2.05即对出口贸易结构升级具有积极作用。这表明,研发强度目标能够作为能源强度约束的接力政策持续推动出口产品质量提升和出口贸易结构升级。

五、结论与启示

高耗能、高污染和资源性产品出口在促进中国外贸规模快速增长的同时也制约了出口贸易转型升级,并引发了一系列能源、环境和生态问题,促使学界认真审视能源强度约束与出口贸易结构之间的深层关系。基于2006—2019年中国省级面板数据,本文采用函数系数部分线性面板数据模型,剖析能源强度约束对出口贸易结构升级的影响效应和作用特征。

本文主要结论如下:能源强度约束对出口贸易结构升级的影响效应因研发投入呈现出非线性特征。具体而言,当研发投入介于0.44至0.77之间时,能源强度约束会抑制出口贸易结构升级;当研发投入处于0.77至4.05区间时,能源强度约束能显著促进出口贸易结构升级,但促进效应随研发投入持续增加而不断下降;当研发投入高于4.51时,能源强度约束反而会抑制出口贸易结构升级。进一步研究发现,当研发投入高于2.05时,研发强度目标对出口贸易结构升级具有持续促进作用且边际效应随研发投入增加而增大,因而研发强度目标可以作为能源强度约束的接力政策持续推动出口贸易结构升级。根据上述结论,本文得出以下政策启示:

第一,因地制宜设定能源强度约束,发挥目标管理工具的激励效应。一方面,中国东部地区和中西部地区经济发展水平和特色优势产业差异明显,自然资源禀赋与环境污染程度也大不相同,政府可以因地制宜加强能源强度指标管理,合理制定各地区降低能耗强度的目标。另一方面,政府可以提高能源消费灵活水平,将可再生能源不纳入能源消费总量和强度控制,促进清洁能源消纳;同时,进一步优化基本目标和激励目标的双目标管理,增强能源强度管理弹性,强化政府目标管理的激励约束机制。

第二,坚持科技创新是第一动力,充分发挥研发投入的调节效应。由于研发投入水平对能源强度约束与出口贸易结构升级二者之间的关系具有重要作用,政府可以持续完善研发投入机制,加大财政科技投入力度,并充分利用财政科技资金的杠杆作用,鼓励各类社会资本参与技术研发。与此同时,政府可以通过成立全社会研发投入提升行动工作专班、提高地区研发投入信息化管理水平、跟踪服务规模以上企业研发投入情况等方式强化激励服务水平,以逐渐提高研发资金使用效率。此外,强化企业在创新创造中的主体作用。例如,政府可以对企业研发投入活动给予相应资金支持、税收减免政策以及提供良好的市场环境,降低企业税务压力和市场交易活动造成的资金约束。

第三,科学制定研发强度目标,实现不同目标管理工具之间的有效衔接。随着研发投入水平的不断提高,部分省份的能源强度约束已经难以发挥作用。然而,这些省份尚未设定研发强度目标,一定程度上削弱了目标管理工具对出口贸易结构升级的激励作用。因此,地方政府需及时实行研发强度目标管理以实现能源强度约束与研发强度目标之间的有效衔接。同时,中央政府可以将研发强度目标纳入政府工作报告,推动各级地方政府在研发策略上的良性互动,形成一套自上而下的目标管理体系,充分发挥研发强度目标的积极作用。此外,中央政府可以将研发强度目标的数值大小和完成情况纳入地方政府绩效考核,督促地方政府切实采取行动,持续推动出口贸易结构升级。

尽管本文拓展了能源强度约束与出口贸易结构升级的相关研究,但仍然存在局限性。首先,本文利用的是省级面板数据进行实证检验,今后可以从市级或县级层面开展研究以提高主要发现的适用性和推广性。其次,本文重点考察了研发投入如何影响能源强度约束与出口贸易结构之间的关系,今后可以考虑经济发展、要素禀赋等其他因素的调节效应,以进一步揭示能源强度约束影响出口贸易结构升级的机理。最后,虽然本文证实了研发强度目标可以作为能源强度约束的接替政策持续促进进出口贸易结构升级,但探讨其他目标管理工具的影响效应以及不同目标管理工具的相互作用对贸易强国建设也具有重要的现实意义。

[参考文献]

- [1]安然,陈艺毛.企业 ESG 表现、研发投入与出口绩效提升[J].经济纵横,2023(8):98-106.
- [2]包群,邵敏,SONG L.地理集聚、行业集中与中国企业出口模式的差异性[J].管理世界,2012(9):61-75.
- [3]蔡建湖,贾利爽,寿涌毅.研发强度有助于获得贸易信贷吗?财务冗余与企业可见性的调节作用[J].南开管理评论,2023(6):1-29.
- [4]陈晓斌,冯雅萱.政府研发支出是否有利于撬动中小企业创新绩效——基于工业行业企业面板数据的非线性门槛效应检验[J].统计研究,2023,40(10):57-68.
- [5]董翔宇,赵守国.出口贸易结构与经济增长的规律与启示[J].软科学,2017,31(3):21-24.
- [6]郝寿义,曹清峰.后工业化初级阶段与新时代中国经济转型[J].经济学动态,2019(9):26-38.
- [7]胡俊峰,季爱佳.研发强度目标导向对绿色发展的影响研究——基于合成控制法的实证研究[J].湖南科技大学学报(社会科学版),2024,27(1):149-158.
- [8]李荣林,汪泽.国际外部需求变化与企业贸易升级——基于出口技术复杂度视角[J].国际商务——对外经济贸易大学学报,2024(1):41-57.
- [9]黎元生,陈华.绿色技术创新促进了我国城市出口产品质量升级吗[J].山东社会科学,2024(3):127-134.
- [10]李昭华,万晶.环境信息披露、智慧城市建设与地区出口贸易——基于中国城市数据的影响机制分析[J].国际经贸探索,2023,39(3):4-18.
- [11]刘洪愧.不确定冲击下中国企业出口能力研究[J].经济研究,2022,57(10):103-120.
- [12]牛华,崔茂生,曾燕萍.网络视角下研发投入、贸易自由化与高技术产品出口——兼论高技术产品贸易网络的动态特征[J].统计与信息论坛,2020,35(7):66-76.

- [13] 曲丽娜, 刘钧霆. 贸易政策不确定性下政府研发补贴对高技术产品出口的影响[J]. 经济经纬, 2021, 38(6): 63-72.
- [14] 曲如晓, 王陆舰. 国际创新合作提升了中国企业的出口产品质量吗[J]. 国际商务——对外经济贸易大学学报, 2023(1): 1-18.
- [15] 沈小燕, 庞国庆, 葛涛. 能耗强度目标是否促进了节能降耗[J]. 社会科学, 2023(3): 121-133.
- [16] 施震凯, 张能静. 数字基础设施对出口三元边际的影响: 来自微观层面的证据[J]. 国际商务研究, 2022, 43(5): 86-97.
- [17] 吴志成, 刘培东. 促进多边主义与全球治理的中国视角[J]. 世界经济与政治, 2020(9): 23-44+156-157.
- [18] 相晨曦, 陈占明, 郑新业. 环境外部性对出口结构和贸易政策选择的影响——基于中国高耗能产业的证据[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(6): 45-56.
- [19] 姚战琪. 数字贸易、产业结构升级与出口技术复杂度——基于结构方程模型的多重中介效应[J]. 改革, 2021(1): 50-64.
- [20] 应瑞瑶, 田聪聪, 张兵兵. “节能减排”政策、出口产品范围调整与企业加成率[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2020, 22(4): 47-59+156-157.
- [21] 余泳泽, 孙鹏博, 宣烨. 地方政府环境目标约束是否影响了产业转型升级[J]. 经济研究, 2020, 55(8): 57-72.
- [22] 张晓娣. 建设高质量开放经济体系[J]. 上海经济研究, 2020(4): 24-30.
- [23] 郑世林, 崔欣, 姚守宇, 等. 目标驱动创新: 来自地方政府工作报告的微观证据[J]. 世界经济, 2023, 46(8): 55-79.
- [24] 周记顺, 宋颜希. 新型基础设施建设对地区出口的影响——来自国家智慧城市试点的证据[J]. 产业经济研究, 2022(5): 115-128.
- [25] 朱孟楠, 金朝辉. 人民币汇率变化对出口贸易结构转型的影响研究[J]. 世界经济研究, 2022(1): 47-61+135.
- [26] CHEONG J. Do Preferential Trade Agreements Stimulate High-tech Exports for Low-income Countries[J]. Economic Modelling, 2023, 127: 106465.
- [27] DING Y, ZHUANG Y, ZHANG L, et al. Industrial Policy and Potential for Export Upgrading: Evidence from Government-approved Projects in China[J]. Economic Modelling, 2024, 133: 106668.
- [28] DU K, ZHANG Y, ZHOU Q. Fitting Partially Linear Functional-coefficient Panel-data Models with Stata[J]. Stata Journal, 2020, 20(4): 976-998.
- [29] FERRARO S, MÄNNASOO K, TASANE H. How the EU Cohesion Policy Targeted at R&D and Innovation Impacts the Productivity, Employment and Exports of SMEs in Estonia[J]. Evaluation and Program Planning, 2023, 97: 102221.
- [30] GE T, DING Z, LU X, et al. Spillover Effect of Energy Intensity Targets on Renewable Energy Consumption in China: A Spatial Econometric Approach[J]. Renewable Energy, 2023, 217: 119174.
- [31] JIANG H, JIANG P, WANG D, et al. Can Smart City Construction Facilitate Green Total Factor Productivity? A Quasi-natural Experiment Based on China's Pilot Smart City[J]. Sustainable Cities and Society, 2021, 69: 102809.
- [32] KACOU K Y T, KASSOURI Y, EVRARD T H, et al. Trade Openness, Export Structure, and Labor Productivity in Developing Countries: Evidence from Panel VAR Approach[J]. Structural Change and Economic Dynamics, 2022, 60: 194-205.

- [33] KIMAN K., JONGMIN Y U. Linear or Nonlinear? Investigation an Affect of Public Subsidies on SMES R&D Investment [J]. *Journal of the Knowledge Economy*, 2022, 13: 2519–2546.
- [34] LI H, WANG L, SHEN L, et al. Study of the Potential of Low Carbon Energy Development and Its Contribution to Realize the Reduction Target of Carbon Intensity in China[J]. *Energy Policy*, 2012, 41: 393–401.
- [35] LI H, WU T, ZHAO X, et al. Regional Disparities and Carbon “Outsourcing”: The Political Economy of China’s Energy Policy[J]. *Energy*, 2014, 66: 950–958.
- [36] LIM E N K. The Role of Reference Point in CEO Restricted Stock and Its Impact on R&D Intensity in High-technology Firms[J]. *Strategic Management Journal*, 2015, 36(6): 872–889.
- [37] ONJEWU A K E, OLAN F, PAUL S, et al. The Effect of Government Support on Bureaucracy, COVID–19 Resilience and Export Intensity: Evidence from North Africa [J]. *Journal of Business Research*, 2023, 156: 113468.
- [38] PAN X, XU H, FENG S. The Economic and Environment Impacts of Energy Intensity Target Constraint: Evidence from Low Carbon Pilot Cities in China[J]. *Energy*, 2022, 261: 125250.
- [39] SHAO S, XU L, YANG L, et al. How do Energy-saving Policies Improve Environmental Quality: Evidence from China’s Top 10,000 Energy-consuming Enterprises Program[J]. *World Development*, 2024, 175: 106466.
- [40] SHI D, YANG Z, JI H. Energy Target-based Responsibility System and Corporate Energy Efficiency: Evidence from the Eleventh Five Year Plan in China[J]. *Energy Policy*, 2022, 169: 113214.
- [41] SUN C, ZHAN Y, GAO X. Does Environmental Regulation Increase Domestic Value-added in Exports? An Empirical Study of Cleaner Production Standards in China[J]. *World Development*, 2023, 163: 106154.
- [42] WANG F, LIU X. Assessment of the Economic Impacts of Continuous Energy Intensity Target Constraint in China: Based on an Analytical General Equilibrium Model[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 189: 197–210.
- [43] WANG Y, BALEZENTIS T. How to Improve the Resilience of Power Generation from Energy Intensity Perspective? Evidence from the Generalized Divisia Index Approach [J]. *Environmental Impact Assessment Review*, 2023, 103: 107257.
- [44] WANG Z, YEN-KU K, LI Z, et al. The Transition of Renewable Energy and Ecological Sustainability through Environmental Policy Stringency: Estimations from Advance Panel Estimators [J]. *Renewable Energy*, 2022, 188: 70–80.
- [45] YAN Z, ZOU B, DU K, et al. Do Renewable Energy Technology Innovations Promote China’s Green Productivity Growth? Fresh Evidence from Partially Linear Functional-coefficient Models [J]. *Energy Economics*, 2020, 90: 104842.
- [46] YAO Y, JIAO J, HAN X, et al. Can Constraint Targets Facilitate Industrial Green Production Performance in China? Energy-saving Target vs Emission-reduction Target[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 209: 862–875.
- [47] ZENG S, LUO C, ZHAO L. Destination Trade Credit and Exports: Evidence from Cross-country Panel Data[J]. *Journal of International Money and Finance*, 2023, 137: 102900.
- [48] ZHANG L, LONG R, CHEN H, et al. Performance Changes Analysis of Industrial Enterprises under Energy Constraints[J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, 136: 248–256.
- [49] ZHANG P, SHI X P, SUN Y P, et al. Have China’s Provinces Achieved their Targets of Energy Intensity Reduction? Reassessment Based on Nighttime Lighting Data[J]. *Energy Policy*, 2019, 128: 276–283.
- [50] ZHAO X, LI H, WU L, et al. Enterprise-level Amount of Energy Saved Targets in China: Weaknesses and A Way Forward[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2016, 129: 75–87.

Energy Intensity Target, R&D Investment and Export Trade Structure Upgrading

GE Tao^{1,2}, CHEN Xinrui¹

(1. School of Business, Nantong University, Nantong, Jiangsu, 226019;

2. Jiangsu Yangtze River Economic Belt Research Institute, Nantong University, Nantong, Jiangsu, 226019)

Abstract: The upgrading of export trade structure is of great significance for enhancing trade competitiveness and accelerating the construction of a strong trading nation. Based on provincial panel data from 2006 to 2019, this paper empirically tested the effect and characteristics of energy intensity constraints on export trade structure upgrading by using a partial linear function coefficient model. The results indicate that the impact of energy intensity constraints on export trade structure upgrading exhibits nonlinear characteristics due to R&D investment. Only when R&D investment is between 0.77 and 4.05, can energy intensity constraints significantly promote export trade structure upgrading. Further research finds that when R&D investment exceeds 2.15, R&D intensity targets have a positive promoting effect on export trade structure upgrading and can serve as an alternative policy for energy intensity constraints to continuously improve export product quality.

Keywords: Export Trade Structure; Energy Intensity Constraints; R&D Investment; R&D Intensity Targets

(责任编辑 祝子白 白光)