

# 北极东北航道、航运距离与东亚出口增长

## ——基于出口三元边际的机制探讨\*

杨来科 姜苗苗\*\*

(华东师范大学 经济与管理学院,上海 200062)

**摘要:** 北极东北航道开通将使东亚与欧洲间的航运距离大幅缩短。研究使用航运距离替代传统引力模型中的地理距离,考察北极东北航道开通对东亚出口贸易总量的影响,并从出口三元边际(出口产品广度、产品数量与产品价格)视角识别北极东北航道开通对东亚出口增长的驱动力。研究发现:北极东北航道开通将成为东亚出口增长的新动力。机制分析显示,航运距离缩短对东亚出口规模的拉动主要以“数量增长为主,广度增长为辅”,价格增长的贡献率相对较小。北极东北航道开通在促进东亚出口产品数量大幅提升的同时,还会在一定程度上刺激东亚出口结构的升级,表现为出口产品多元化。异质性分析表明,无论是在东亚内部不同经济体之间,还是在不同出口目的国之间,北极东北航道开通对拉动东亚出口增长的效应大小和作用渠道都存在较大差异。

**关键词:** 北极东北航道;航运距离;出口增长;引力模型;三元边际

**中图分类号:** F551;F746.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-335X(2026)02-0032-14

**DOI:** 10.16497/j.cnki.1672-335X.202602003

### 一、引言

全球变暖导致北极海冰加速融化,使得北极航道逐步启用。<sup>[1]</sup> 国际运输通道的演变本质上是运输时间与成本的地理再分配。<sup>[2]</sup> 作为连接亚洲、欧洲和北美洲最短的黄金水道,北极航道将明显缩短东亚与其主要贸易伙伴之间的航运距离。研究表明,与传统运河航道相比,北极航道可使东亚与西北欧、北美东岸之间的航程缩短 25%—55%。<sup>[3]</sup> 而北极航道的距离优势将在极大程度上转化为航运时间和成本优势,<sup>[4][5][6][7]</sup> 从而降低其跨接区域间商品贸易的到岸价格,<sup>[8][9][10]</sup> 提高贸易需求,进而影响区域间贸易。<sup>[11][12]</sup> 鉴于东亚是北极东北航道的重要经济腹地,<sup>[13]</sup> 航运距离的缩短必然会对其出口贸易产生深远影响。然而,现有关于北极航道贸易效应的研究多以中国为研究对象,<sup>[14][15][16]</sup> 对东亚地区贸易潜力演变的研究比较有限。作为全球最重要的出口导向型经济体集中区,东亚在国际产业链和价值链中地位突出,且因地处北极东北航道起点而具备显著区位优势,其贸易成本与效率将直接受到航程缩短的影响。同时,东亚国家在北极航运治理与战略布局中的积极参与,使其既是受益者,也是规则制定的重要力量。因此,以东亚为研究对象,有助于全面评估北极航道的贸易效应,并为区域政策制定提供参考。

\* 收稿日期:2025-09-15

基金项目:国家社会科学基金重点项目“碳达峰、碳中和约束下中国的全球价值链地位及贸易结构优化研究”(22AGJ009);上海市哲学社会科学一般项目“碳达峰、碳中和约束下中国的全球价值链地位及贸易结构优化研究”(2021BJG002)

作者简介:杨来科(1968-),男,陕西西安人,华东师范大学经济与管理学院教授,博士生导师,主要从事国际贸易与环境、全球价值链研究。

\*\* 通信作者:姜苗苗(1993-),女,山东烟台人,华东师范大学经济与管理学院博士研究生,专业方向为国际贸易与环境、全球价值链研究。

基于此,本研究旨在分析北极东北航道开通对东亚出口贸易增长的影响。

距离变量的选取对贸易流量的解释至关重要。大量研究表明,距离与贸易流量之间显著负相关。<sup>[17]</sup> 现有文献多采用 CEPII GeoDist 数据库中的地理距离,即两国首都或人口最多的城市间的球面距离。<sup>[18][19]</sup> 然而,球面距离仅反映空间直线远近,无法充分捕捉国际贸易实际运输过程的复杂性。相比之下,航运距离能更好地刻画国家间贸易往来的空间阻力。首先,海运是东亚开展国际贸易的主要货运方式。航运距离依据实际航线,兼顾航道与通航条件,更能反映货物流动的真实路径。其次,航运距离内含港口布局、连通性与中转节点等因素,这些都是东亚海运贸易格局中至关重要的因素。最后,相较于地理距离,航运距离能更准确地反映实际货运成本与货物周转率等关键因素,而这些因素直接影响企业的利润空间与市场响应能力,是决定企业是否进入出口市场及选择出口目的地的重要依据。综上所述,航运距离相较地理距离更能贴合贸易活动的经济实质,在衡量国家间贸易联系时具有更强的解释力。

基于此,少部分文献尝试将航运距离引入贸易引力模型,替代传统的球面距离,从而分析其对贸易流量的影响。研究普遍认为,航运距离对贸易流量具有显著抑制作用。<sup>[14][20]</sup> 然而,这些文献多停留在贸易规模的总体效应层面,较少深入探讨航运距离通过何种机制影响贸易总量。

根据企业异质性贸易模型(Heterogeneous Firm Trade Model),一国贸易增长可分解为集约边际(Intensive Margin)和扩展边际(Extensive Margin)。<sup>[21]</sup> Hummels 和 Klenow 在此基础上,将集约边际进一步分解为价格边际(Price Margin)和数量边际(Quantity Margin),从而形成贸易总量的“三元边际”分解框架。<sup>[22]</sup> 此后,大量文献围绕二元或三元边际展开出口增长的影响因素研究。<sup>[18][23][24][25][26]</sup> 施炳展等基于该框架,<sup>[17]</sup> 对中国向 79 国的出口总量进行结构性分解,系统考察地理距离对贸易的作用机制。研究表明,距离缩短主要通过数量效应和扩展效应促进贸易增长,而价格效应贡献有限。这意味着距离不仅影响贸易规模,也可能通过不同渠道对贸易结构产生差异化影响。基于此,一个值得深入探讨的问题是:航运距离这一更贴近实际运输时间和成本的指标,是否会通过扩展边际、数量边际和价格边际影响出口贸易总量? 更进一步,随着北极东北航道的开通,航运距离显著缩短是否能通过拓展出口产品种类、增加出口数量、增强出口价格竞争力,推动东亚出口增长? 回答这些问题,有助于深化对航运距离与贸易关系的理解,并为评估北极航道的区域贸易效应提供新的分析视角。

基于上述分析,本研究从三元边际视角分析航运距离与东亚出口总量、产品广度、产品数量与产品价格的关系,系统考察北极东北航道开通<sup>①</sup>引致的航运距离缩短对东亚出口增长的影响及作用机制。可能的边际贡献在于:第一,针对传统贸易引力模型普遍忽略航运要素的问题,本研究基于北极东北航道开通所引致的国际运输通道变动,使用航运距离替代地理距离,分析其与贸易总量的关系,以此评估北极东北航道开通对东亚出口总量的影响。相较于地理距离,航运距离更能反映实际运输路径与成本,能更好地刻画贸易中的空间阻力,提升模型对贸易流量变化的解释力。第二,针对现有关于北极东北航道贸易效应研究中普遍缺乏贸易增长渠道分析的不足,本研究从三元边际视角出发,考察航运距离对出口产品广度、数量与价格的影响,以识别北极东北航道对未来东亚地区出口增长的驱动力。

## 二、理论分析与研究假说

Tinbergen 和 Poynohen 最早将引力模型用于贸易潜力分析,<sup>[27][28]</sup> 认为双边贸易流量与两国 GDP 成正比,与距离成反比。此后大量实证研究进一步验证了地理距离对贸易增长的抑制作用。<sup>[29][30][31][32]</sup> Disdier 和 Head 对 103 篇文献的 1467 个回归结果分析发现,<sup>[33]</sup> 地理距离的回归系数平均为 -0.90,且

<sup>①</sup> 北极航道包括三条航道,分别是位于俄罗斯北部沿岸的东北航道(Northeast Passage),位于美国和加拿大北部沿岸的西北航道(Northwest Passage)和穿越北极点的中央航道(Transpolar Route)。鉴于北极西北航道和中央航道目前通航条件不明朗,通航实践较少,本研究只讨论北极东北航道开通对东亚出口贸易的影响。

始终稳健落在(-1.55, -0.28)区间内。距离通常被视为运输成本的代理变量:距离越远,运输费用和时间成本越高,贸易量则越低。空间经济学与区位理论亦指出,运输成本是影响经济活动区位和贸易格局的关键因素,距离增加会加剧空间摩擦从而压缩贸易流量。<sup>[34][35]</sup>因此,航运距离作为能真实反映运输路径与成本的指标,相较于传统球面距离更能揭示运输条件对双边贸易的真实影响,是解释出口贸易总量的关键地理经济因素。基于此,提出以下假说:

H1:两国间的航运距离会对一国的出口贸易总量产生影响。

Melitz的异质性企业贸易理论将一国出口增长分解为扩展边际(又称贸易广度)和集约边际(又称贸易深度)。<sup>[21]</sup>从产品层面看,扩展边际指贸易产品种类的增加,即在更多品类上实现贸易;集约边际则是现有产品贸易价值量的扩张。Hummels和Klenow在此基础上将集约边际进一步分解为数量边际和价格边际,<sup>[22]</sup>即将现有产品的贸易额分解为贸易数量和贸易价格两部分,从而形成由扩展边际、数量边际和价格边际构成的“三元边际”框架,用以解释贸易总量的增长渠道。

异质性企业贸易理论指出,企业的生产率差异决定其出口决策。航运距离增加会延长运输时间,提高燃料、港口和保险等方面的成本,从而显著推升跨境交易的固定成本与边际成本。面对更高的贸易负担,只有生产率足够高、盈利能力较强的企业,才能通过规模经济和成本优势来抵消长距离运输的额外支出,维持其在远距离市场的出口活动。而大量中小企业以及利润空间有限、需求弹性较高的产品,则因难以覆盖这些成本而被迫退出。因此,航运距离的增加会通过减少出口产品种类,即缩小出口产品广度来减少贸易总量。

根据Hummels和Klenow的研究,出口产品广度是推动贸易总量增长的核心来源之一。<sup>[22]</sup>当出口种类减少时,即便部分核心产品的出口规模扩大,也难以弥补多样化产品退出带来的损失。换言之,航运距离增加会通过缩小出口广度削弱贸易的扩展效应,从而降低出口总量。基于异质性企业贸易理论,航运距离增加抬高了进入门槛,迫使中低生产率企业及其产品退出国际市场,导致出口种类收缩,最终表现为出口总量下降。这一机制不仅揭示了航运距离与贸易规模之间的负相关关系,也深化了对于航运距离通过“出口广度效应”影响贸易总量的理解。基于此,提出以下假说:

H2a:航运距离会通过缩小出口产品广度降低出口总量。

异质性企业贸易理论强调,企业在进入国际市场时需要承担固定成本,也需要承担随出口规模变化的边际成本。当航运距离增加时,运输费用,时间成本,以及港口拥堵、天气风险等不确定性成本都会上升,从而提高企业的边际出口成本。高生产率企业虽具备进入远距离市场的能力,但利润空间被压缩,出口数量仍可能受到抑制;而中低生产率企业则更难维持盈利,更易缩减出口规模甚至退出市场。此外,航程拉长带来的高成本会转嫁至产品的到岸价格,削弱产品在进口市场的竞争力。进口国消费者和企业价格上涨时会减少需求,且需求价格弹性越高,数量下降越明显。因此,即便出口产品种类保持不变,单个产品的出口数量也会受到压缩,最终表现为出口总量下降。进一步来看,航运距离不仅增加显性运输费用,还带来隐性的机会成本。运输周期的延长会削弱企业对需求变化的反应速度,加大库存和资金占用,并提高供应链中断风险,使企业在远距离市场中更倾向于减少出口数量以降低经营风险。综上所述,航运距离增加会通过数量效应降低出口总量。基于此,提出如下假说:

H2b:航运距离会通过减少出口产品数量降低出口总量。

Baldwin和Harrigan研究表明,地理距离对贸易价格的影响方向并不确定,这主要取决于出口企业异质性的来源。<sup>[36]</sup>若异质性主要体现为产品品质差异上,则当航运距离延长、运输和贸易成本上升时,低品质、低价格产品因难以覆盖额外成本而率先退出国际市场。存续企业集中于高品质、高价格产品,出口产品的整体品质随之提升,平均出口价格也随之上升,呈现“远距离—高价格”的关系。若企业异质性主要表现为生产效率差异,情况则不同。航运距离增加会放大高成本、低效率企业的劣势,使其在价格竞争中丧失市场份额并最终退出;而高效率、成本低的企业仍然能活跃于国际市场。这种企业结

构的调整提升了出口部门的平均生产率,从而压低出口产品的平均价格,呈现出“远距离—低价格”的关系。因此,航运距离对出口价格的影响并非单一,而取决于企业异质性的结构。当异质性以品质差异为主时,航运距离延长会推高出口均价;而当异质性以效率差异为主时,航程延长则会压低出口均价。无论出口价格上升还是下降,其对出口总量的影响还取决于出口市场需求弹性的大小;若需求对价格高度敏感,则即使出口价格上涨也可能因需求大幅萎缩而抑制出口总量;反之,在需求弹性较小的情况下,价格变动对出口总量的影响相对有限。

综上所述,航运距离对出口价格存在双向作用,同时价格对出口总量的作用又受到市场需求弹性的影响。因此,从理论上讲,航运距离通过出口产品价格对出口总量的影响方向是不确定的,需要依托实证数据对其实际效应进行检验。基于此,提出以下假说:

H2c: 航运距离会通过影响出口产品价格影响出口总量。

### 三、研究设计

#### (一) 基准模型与变量选取

为识别国家间航运距离对东亚出口贸易总量的影响程度,构建如下基准模型:

$$\ln EX_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln DIS_{ij} + \alpha_2 X + u_i + u_j + u_t + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

其中, $i$ 、 $j$ 、 $t$ 分别表示东亚各国/地区(出口国)<sup>②</sup>、68个贸易伙伴国(出口目的国)和年份。被解释变量 $\ln EX_{ijt}$ 为 $t$ 年东亚各国/地区 $i$ 对其贸易伙伴国 $j$ 的出口总量(单位为美元);核心解释变量为 $\ln DIS_{ij}$ ,表示东亚各国/地区 $i$ 与 $j$ 国之间的航运距离(单位为海里); $X$ 为出口国、目的国以及双边层面的控制变量,此外还控制了出口国固定效应( $\mu_i$ )、目的国固定效应( $\mu_j$ )、年份固定效应( $\mu_t$ ); $\varepsilon_{ijt}$ 为扰动项。

需要说明的是,控制变量 $X$ 具体包括:(1)东亚各国/地区的国内生产总值( $\ln GDP_{it}$ ),反映出口国的经济规模;(2)贸易伙伴国的国内生产总值( $\ln GDP_{jt}$ ),反映出口目的国的经济规模;(3)东亚各国/地区的人口总数( $\ln POP_{it}$ ),反映出口国的供给能力和国内市场规模;(4)贸易伙伴国的人口数( $\ln POP_{jt}$ ),反映出口目的国的市场需求;(5)固定贸易成本( $\ln FREE_{ijt}$ ),参考钱学锋和熊平的研究,<sup>[17]</sup>用经济自由指数衡量出口目的国的固定贸易成本,具体使用各出口目的国的得分与东亚各国/地区得分的比值来表示,并取对数进入模型;(6)区域经济一体化( $RTA_{ijt}$ ),若双方签订区域经济一体化协定,则 $RTA_{ijt} = 1$ ,否则 $RTA_{ijt} = 0$ ;(7)共同语言( $COLANG_{ij}$ ),若双方有共同语言,则 $COLANG_{ij} = 1$ ,否则 $COLANG_{ij} = 0$ ;(8)共同法律( $COLEG_{ij}$ ),若双方有共同法律,则 $COLEG_{ij} = 1$ ,否则 $COLEG_{ij} = 0$ 。

#### (二) 数据来源

本研究采用CEPII BACI于2025年发布的HS02版贸易数据库中东亚各国/地区对68个国家HS6位编码的出口贸易数据,数据包含贸易价值量和贸易数量等信息。为更好地识别航运距离对出口贸易量的影响,本研究选取的68个目的国遍布各个大洲,其中亚洲19个、欧洲24个、非洲13个、北美洲5个、南美洲6个、大洋洲1个。航运距离数据来自航运距离测算网站(获取地址为Sea-Distances.org-Distances)。东亚各国/地区与各出口目的国的GDP和人口总数来源于世界银行的世界发展指标数据库(World Development Indicators, WDI)。经济自由指数来源于The Heritage Foundation的出版物Index of Economic Freedom。共同语言、共同法律和区域一体化数据来源于CEPII Gravity数据库。针对少数缺失值,本研究采用移动平均法补齐,形成2004—2023年“出口国—目的国—年份”的三

<sup>②</sup>本研究中的东亚各国/地区包括中国(含具有海运贸易代表性的中国香港特别行政区、中国台湾地区)、日本、韩国。鉴于蒙古和朝鲜在海运贸易体系中的代表性有限,本研究在界定东亚国家/地区时未将其纳入,原因主要有两点。第一,蒙古为典型内陆国家,不具备独立的海港体系,其进出口高度依赖中国港口进行中转,无法直接反映航道变化带来的航运距离和成本调整;第二,朝鲜的海运网络极为有限,难以形成稳定的海运数据,同时因长期受到国际制裁,其对外贸易量小,贸易行为具有特殊性。基于上述原因,将两者排除在研究范围之外,有助于保持样本分析结果的有效性。

维平衡面板数据,样本量为6800个(表1)。

表1 主要变量描述性统计

变量	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
<i>lnEX<sub>ijt</sub></i>	6800	20.760	2.161	14.104	27.057
<i>lnDIS<sub>ij</sub></i>	6800	8.836	0.593	6.254	9.400
<i>lnGDP<sub>it</sub></i>	6800	28.052	1.321	26.049	30.500
<i>lnGDP<sub>jt</sub></i>	6800	25.993	1.654	22.681	30.722
<i>lnPOP<sub>it</sub></i>	6800	18.035	1.771	15.730	21.069
<i>lnPOP<sub>jt</sub></i>	6800	16.709	1.717	12.585	21.060
<i>lnFREE<sub>ijt</sub></i>	6800	0.645	0.112	0.332	1.015
<i>RTA<sub>ijt</sub></i>	6800	0.198	0.398	0	1
<i>COLANG<sub>ij</sub></i>	6800	0.056	0.230	0	1
<i>COLEG<sub>ij</sub></i>	6800	0.135	0.342	0	1

#### 四、实证结果分析

##### (一) 基准结果

为应对双边贸易数据中可能存在的多层次误差相关性,分别采用四种聚类稳健标准误:出口国聚类(Exporter)控制出口国层面的共同冲击;目的国聚类(Destination)控制需求端的共同波动;出口国和目的国聚类(Exp & Dest)同时兼顾两类冲击;出口国一目的国双边层面(Exp-Dest)聚类处理双边关系中的持续相关性。多层次聚类有助于稳健识别航运距离对出口总量的影响,确保结论不依赖于特定聚类方式。

表2的基准回归结果显示,无论采用何种聚类稳健标准误,航运距离的回归系数均显著为负,并位于文献估计范围(-1.55, -0.28)内。考虑到东亚各国/地区在其贸易伙伴的出口贸易中,许多难以观测的双边特质(如历史联系、地理障碍及外交关系)具有跨期持久影响。本研究重点讨论出口国一目的国双边聚类下的估计结果,并在后文实证分析中均采用双边聚类稳健标准误。列(4)显示航运距离系数显著为负,通过1%水平的显著性检验,说明航运距离对东亚出口贸易具有制约作用。这意味着,北极东北航道开通带来航运距离缩短,会显著提高东亚出口规模。另外,航运距离系数估计值为-0.767,表明在其他条件不变的情况下,东亚各国/地区与其目的国间的航运距离每缩短1%,东亚各国/地区对该国的出口总量增加0.767%。这一数量效应凸显了航运距离作为贸易阻力变量的重要性,支持贸易引力模型中距离对贸易流量呈负向作用的理论预期,也表明运输便利性提升可对出口活动产生实质性拉动。以上结论初步验证了H1。

表2 基准回归结果

变量	(1) <i>lnEX</i>	(2) <i>lnEX</i>	(3) <i>lnEX</i>	(4) <i>lnEX</i>
<i>lnDIS</i>	-0.767** (0.168)	-0.767** (0.300)	-0.767** (0.256)	-0.767*** (0.244)
<i>lnGDP<sub>i</sub></i>	1.457*** (0.255)	1.457*** (0.0670)	1.457*** (0.236)	1.457*** (0.107)
<i>lnGDP<sub>j</sub></i>	1.182*** (0.136)	1.182*** (0.213)	1.182*** (0.229)	1.182*** (0.132)

续表 2

变量	(1) <i>lnEX</i>	(2) <i>lnEX</i>	(3) <i>lnEX</i>	(4) <i>lnEX</i>
<i>lnPOP<sub>i</sub></i>	-0.563 (2.533)	-0.563 (0.872)	-0.563 (2.397)	-0.563 (1.120)
<i>lnPOP<sub>j</sub></i>	-0.108 (0.261)	-0.108 (0.323)	-0.108 (0.378)	-0.108 (0.207)
<i>lnFREE</i>	0.933 (0.831)	0.933** (0.366)	0.933 (0.842)	0.933*** (0.344)
<i>RTA</i>	0.00464 (0.112)	0.00464 (0.0685)	0.00464 (0.129)	0.00464 (0.0667)
<i>COLANG</i>	0.254** (0.0859)	0.254 (0.210)	0.254* (0.115)	0.254 (0.202)
<i>COLEG</i>	-0.0700 (0.106)	-0.0700 (0.138)	-0.0700 (0.120)	-0.0700 (0.131)
<i>Constant</i>	-32.73 (39.34)	-32.73* (16.49)	-32.73 (37.65)	-32.73* (19.10)
Exporter FE	YES	YES	YES	YES
Destination FE	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES
Cluster-Robust Std. Errors	Exporter	Destination	Exp & Dest	Exp-Dest
N	6800	6800	6800	6800
R <sup>2</sup>	0.913	0.913	0.913	0.913

注:括号内数值为聚类到不同层面的稳健标准误;Exporter FE、Destination FE 和 Year FE 分别表示出口国固定效应、目的国固定效应和年份固定效应;\*\*\*、\*\*、\* 分别表示 1%、5%、10% 的显著性水平。

## (二)稳健性检验

### 1. 内生性处理

尽管基准回归控制了出口国、目的国、年份固定效应及一系列控制变量,但基准结果仍可能存在内生性问题。比如,国家可能会因贸易需求投资港口、开辟航线以缩短航程,使航运距离受到出口贸易量的反向影响,从而影响估计的可靠性。为缓解这一问题,本研究分别采用 CEPII GeoDist 数据库提供的四种地理距离作为航运距离的工具变量,并采用两阶段最小二乘法(2SLS)重新估计其对出口总量的影响。地理距离由国家/地区主要城市的经纬度直接或加权计算而得,具有天然的外生性。其优势在于:(1)相关性,即地理距离与航运距离在空间上高度相关,能有效解释实际运输路径长度;(2)外生性,即地理距离受自然地理位置决定,不受双边贸易关系、政策或经济规模的反向影响。基于这两点,地理距离既满足工具变量的相关性要求,也符合外生性假设,为识别航运距离对出口总量的影响提供了合理的工具。表 3 列(1)至列(4)为 IV-2SLS 回归结果。不可识别检验(Kleibergen-Paap rk LM 统计量, KP LM)和弱工具检验(Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量, KP Wald F)结果验证了工具变量与内生变量具有较强的相关性。第二阶段回归表明,无论采取何种地理距离作为工具变量, *lnDIS* 的系数都显著为负,表明在控制内生性后,航运距离与出口总量之间的负相关关系依然稳健。

表3 稳健性检验:内生性处理

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	IV: $\ln DIST$ $\ln EX$	IV: $\ln DISTCAP$ $\ln EX$	IV: $\ln DISTW$ $\ln EX$	IV: $\ln DISTWCES$ $\ln EX$
$\ln DIS$	-1.0543*** (0.320)	-1.0517*** (0.320)	-1.0106*** (0.313)	-0.9520*** (0.308)
KP LM	27.426 [0.000]	27.416 [0.000]	33.597 [0.000]	32.104 [0.000]
KP Wald F	277.869 {16.38}	277.448 {16.38}	262.425 {16.38}	292.976 {16.38}
Control	YES	YES	YES	YES
Exporter FE	YES	YES	YES	YES
Destination FE	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES
N	6800	6800	6800	6800

注:[]内数值为P值,{}内数值为Stock-Yogo检验在10%水平上的临界值,\*\*\*表示1%的显著性水平。

## 2. 更换被解释变量

使用出口份额( $\ln RM_{ij}$ )替代出口总量。出口份额是指一国对其目的国的总出口占世界对该目的国总出口的比例。表4列(1)结果表明,航运距离对东亚各国/地区出口份额同样具有显著的负向作用,与基准结果保持一致。

## 3. 更换核心解释变量

在基准回归中,航运距离通过影响航运成本作用于东亚各国/地区的出口量。然而,在远洋航运过程中,船舶可能因港口或运河拥堵出现等待和延误,使相同航程的航行时间延长,燃油费、港务费、待泊费及管理费等费用随之增加,从而提高航运成本。因此,相较于航运距离,航运时间将远洋航运中的一些实际问题考虑在内,能更好地衡量航运成本。在稳健性检验中,使用航运时间( $\ln TIME_{ij}$ )代替航运距离,重新估计其与东亚出口总量的关系。航运时间( $TIME_{ij}$ )(单位:天)指东亚各国/地区与其目的国之间的单航次航行时间,公式为:

$$TIME_{ij} = TIME_{ij1} + TIME_{ij2} + TIME_{ij3} \quad (2)$$

其中, $TIME_{ij1}$ 表示船舶行驶时间。根据Alphaliner航运数据,东亚各国/地区远洋航运中船舶的平均航速为13.4节(1节等于1海里每小时),故 $TIME_{ij1}$ 的计算公式为:

$$TIME_{ij1} = \frac{DISTANCE}{13.4 \times 24} \quad (3)$$

在式(2)中, $TIME_{ij2}$ 表示船舶在港时间。根据Alphaliner世界港口数据,船舶平均在港时间为每个挂靠港0.69天。船舶从东亚不同国家/地区出发至不同目的国,所选航线不同,中途挂靠港的个数也不同。针对这一问题,参考夏一平和胡麦秀的做法(船舶每航行2148海里,挂靠一个港口),确定不同航线的挂靠港个数。<sup>[37]</sup>故 $TIME_{ij2}$ 的计算公式为:

$$TIME_{ij2} = \frac{DISTANCE}{2148} \times 0.69 \quad (4)$$

在式(2)中, $TIME_{ij3}$ 表示运河等待时间。据实际航行记录,船舶在苏伊士运河和巴拿马运河的平均等待时间假设为2天。因此,对于经过运河的航线(比如从东亚到荷兰),运河等待时间为2天;不经过运河的航线(比如从东亚到智利),运河等待时间为0天。

表4列(2)结果表明,航运时间对东亚出口总量具有显著的负向作用,表示航运时间缩短会增加东亚的出口规模。这与基准结论保持一致。

#### 4. 剔除国际金融危机的影响

2008年国际金融危机导致全球需求萎缩和出口环境恶化,可能对东亚的出口表现产生干扰。为控制这一影响,剔除2008—2009年样本后重新回归。表4列(3)结果显示,核心结论依然稳健。

#### 5. 剔除异常值的影响

考虑到异常值会对研究结果产生影响,对基准数据进行双边1%缩尾。表4列(4)显示基准结果不受异常值的干扰。

经过上述一系列内生性处理与稳健性检验后,结果依然表明,航运距离延长会显著抑制东亚出口贸易的增长,说明这一基准结论具有较强的稳健性。该发现进一步表明,随着北极东北航道的开通,航运距离的缩短会增强东亚的贸易竞争力并促进其出口扩张。由此,H1得到验证。

表4 稳健性检验:更换变量、剔除外生冲击和异常值

变量	(1) Y:RM <i>lnRM</i>	(2) X:TIME <i>lnEX</i>	(3) 剔除金融危机 <i>lnEX</i>	(4) 剔除异常值 <i>lnEX</i>
<i>lnDIS</i>	-1.2310*** (0.295)		-0.7582*** (0.245)	-0.9196*** (0.286)
<i>lnTIME</i>		-0.8748*** (0.269)		
Control	YES	YES	YES	YES
Exporter FE	YES	YES	YES	YES
Destination FE	YES	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES	YES
N	6800	6800	6120	6800
R <sup>2</sup>	0.841	0.913	0.913	0.913

注:\*\*\*表示1%的显著性水平。

## 五、机制检验

前文分析了航运距离对东亚出口贸易总量的影响,并通过多种稳健性检验验证核心结论,即航运距离缩短显著提升出口规模。那么,进一步的问题是:航运距离通过哪些机制促进出口增长?对此展开研究有助于识别北极东北航道开通对东亚出口的内在驱动力。为此,本研究沿用施炳展等的思路,<sup>[17]</sup>基于出口总量的三元边际分解,考察航运距离对出口总量的影响机制。利用HS6位编码商品的贸易数据,从产品层面定义出口三元边际:出口产品广度代表出口产品的种类;出口产品深度代表出口产品的价值量,进一步分解为产品价格和数量。将产品广度、价格和数量作为被解释变量进行回归分析,探究航运距离对东亚出口贸易总量的影响路径。

### (一) 出口总量的三元边际分解框架

Hummels和Klenow基于Feenstra测度产品种类的方法,提出三元分解机制。<sup>[38]</sup>沿用类似思路,对东亚各国/地区向其目的国(用*j*表示, $j=1,2,\dots,68$ )的出口总量进行三元分解。

首先,定义*t*年东亚各国/地区(用*i*表示)对*j*国的出口份额 $RM_{ijt}$ 为:

$$RM_{ijt} = \frac{\sum_{n \in N_{ijt}} P_{ijn} \times X_{ijn}}{\sum_{n \in N_{rjt}} P_{rjn} \times X_{rjn}} \quad (5)$$

其中,  $n$ 、 $P$ 、 $X$  分别表示商品种类及其价格和数量,  $r$  表示世界,  $N_{ijt}$  表示  $t$  年东亚各国/地区对出口目的国  $j$  的出口商品种类集合,  $N_{rjt}$  表示  $t$  年世界对出口目的国  $j$  的出口商品种类集合,  $N_{ijt} \in N_{rjt}$ 。

通过对式(5)分解, 可得到  $t$  年东亚各国/地区对  $j$  国的出口扩展边际  $EM_{ijt}$  和集约边际  $IM_{ijt}$ , 分别以式(6)和式(7)表示:

$$EM_{ijt} = \frac{\sum_{n \in N_{ijt}} P_{rjtn} \times X_{rjtn}}{\sum_{n \in N_{rjt}} P_{rjtn} \times X_{rjtn}} \quad (6)$$

其中, 分子表示在  $t$  年东亚各国/地区对  $j$  国出口的商品种类集合下, 世界对  $j$  国的出口价值量, 分母表示在  $t$  年世界对  $j$  国出口的商品种类集合下, 世界对  $j$  国的出口价值量。因此,  $EM_{ijt}$  表示  $t$  年世界与东亚各国/地区出口到  $j$  国重叠商品的贸易量占世界出口到  $j$  国的总贸易量的比重。这一比重越大, 说明商品种类的重叠程度越高, 即东亚在更多的商品上实现出口, 从而贸易广度越大。

$$IM_{ijt} = \frac{\sum_{n \in N_{ijt}} P_{ijtn} \times X_{ijtn}}{\sum_{n \in N_{rjt}} P_{rjtn} \times X_{rjtn}} \quad (7)$$

其中, 分子代表在  $t$  年东亚各国/地区对  $j$  国出口的商品种类集合下, 东亚各国/地区对  $j$  国的出口价值量, 分母代表在  $t$  年东亚对  $j$  国出口的商品种类集合下, 世界对  $j$  国的出口价值量。因此,  $IM_{ijt}$  表示在  $t$  年重叠商品中, 东亚各国/地区对  $j$  国的出口价值量占世界对  $j$  国出口价值量的比重。这一指标越大, 说明在相同商品种类上东亚实现了更多的出口, 从而贸易深度越深。

由此, 出口份额就等于扩展边际与集约边际相乘, 即:

$$RM_{ijt} = EM_{ijt} \times IM_{ijt} \quad (8)$$

从式(8)可以看出, 一国出口商品的种类多和一国在给定商品上的出口价值量大, 都能带来较高的市场份额。进一步将集约边际分解为价格边际和数量边际的乘积:

$$IM_{ijt} = P_{ijt} \times Q_{ijt} \quad (9)$$

其中,  $P_{ijt}$  和  $Q_{ijt}$  分别代表产品价格指数和数量指数, 分别由式(10)和式(11)表示:

$$P_{ijt} = \prod_{n \in N_{ijt}} \left( \frac{P_{ijtn}}{P_{rjtn}} \right)^{\omega_{ijtn}} \quad (10)$$

$$Q_{ijt} = \prod_{n \in N_{ijt}} \left( \frac{X_{ijtn}}{X_{rjtn}} \right)^{\omega_{ijtn}} \quad (11)$$

其中, 权重  $\omega_{ijtn}$  由下式计算得到:

$$\omega_{ijtn} = \frac{\frac{s_{ijtn} - s_{rjtn}}{\ln s_{ijtn} - \ln s_{rjtn}}}{\sum_{n \in N_{ijt}} \frac{s_{ijtn} - s_{rjtn}}{\ln s_{ijtn} - \ln s_{rjtn}}} \quad (12)$$

其中,  $s_{ijtn}$  和  $s_{rjtn}$  分别表示在东亚各国/地区和世界向  $j$  国的出口中, 第  $n$  种产品出口所占的比重, 表达式分别如下:

$$s_{ijtn} = \frac{P_{ijtn} \times X_{ijtn}}{\sum_{n \in N_{ijt}} P_{ijtn} \times X_{ijtn}} \quad (13)$$

$$s_{rjtn} = \frac{P_{rjtn} \times X_{rjtn}}{\sum_{n \in N_{rjt}} P_{rjtn} \times X_{rjtn}} \quad (14)$$

至此, 将  $t$  年东亚各国/地区对  $j$  国的出口份额分解为产品广度、产品价格和产品数量, 即:

$$RM_{ijt} = EM_{ijt} \times P_{ijt} \times Q_{ijt} \quad (15)$$

## (二) 机制检验及结果

参考江艇等的方法,<sup>[39]</sup> 基于模型(16)考察航运距离对东亚出口贸易规模的影响路径, 公式为:

$$M_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln DIS_{ij} + \beta_2 X + u_i + u_j + u_t + \epsilon_{ijt} \quad (16)$$

其中,  $M_{ijt}$  为中介变量, 包括出口产品广度 ( $\ln EM_{ijt}$ )、出口产品价格 ( $\ln P_{ijt}$ ) 和出口产品数量 ( $\ln Q_{ijt}$ )。

表5列(1)和列(3)显示航运距离系数均显著为负, 表明北极东北航道开通带来的航运距离缩短, 不仅有助于增加企业出口数量, 还能扩大出口产品种类, 使出口产品组合更加多样化, 从而推动东亚整体出口规模增长。列(2)显示航运距离对出口产品价格的影响极小且不显著, 说明航程变化并不会通过价格渠道驱动出口扩张。换言之, 北极东北航道开通引起的航运距离缩短主要通过增加出口产品种类和出口产品数量刺激东亚出口规模扩张。上述结论验证了假说 H2a 和假说 H2b。

表5 机制检验

变量	(1)出口产品广度 $\ln EM$	(2)出口产品价格 $\ln P$	(3)出口产品数量 $\ln Q$
$\ln DIS$	-0.1663*** (0.047)	0.0198 (0.072)	-1.0844*** (0.287)
Control	YES	YES	YES
Exporter FE	YES	YES	YES
Destination FE	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES
N	6800	6800	6800
R2	0.748	0.570	0.818

注: \*\*\*表示1%的显著性水平。

为进一步识别不同影响路径的重要性, 参考施炳展等的做法,<sup>[17]</sup> 基于上述估计系数计算产品广度、数量和价格的贡献率。结果显示, 航运距离每缩短1%, 东亚出口份额提高约1.23%。其中, 广度、数量和价格的贡献率分别为13.51%、88.09%和-1.61%, 即航运距离缩短对出口总量的拉动作用有13.51%源于出口产品种类的增加, 88.09%源于出口产品数量的扩张, 而价格因素贡献可忽略不计。这一结论与施炳展等的研究结果一致。<sup>[17]</sup> 因此, 航运距离缩短推动东亚出口规模增长的主要渠道是出口产品广度和出口产品数量。

## 六、异质性分析

航运距离对出口规模的影响可能会因目的国和出口国的个体特征而存在差异。因此, 本研究从东亚不同出口目的国、东亚内部不同国家/地区两个方面, 考虑航运距离对出口总量的异质性影响。

### (一) 基于出口目的国的异质性

根据东亚与出口目的国间的航运距离差值(经北极东北航道的航运距离减去经传统航道的航运距离), 将出口目的国划分为北极东北航道临近国<sup>③</sup>与非临近国, 进行异质性检验。表6显示, 航运距离缩短均显著刺激东亚对北极东北航道临近国和非临近国的出口增长, 但是拉动作用在东亚对临近国的出口中表现更明显。

究其原因, 北极东北航道临近目的国多为欧洲发达国家, 非临近目的国多为亚洲、非洲和南美洲的发展中国家, 东亚对二者的出口结构差异明显。东亚对发展中国家主要出口附加值较低的最终产品, 而对欧美等发达国家除消费品外, 还大量出口附加值较高的中间品。Djankov等按产品对时间的敏感度将其区分为时间敏感型和时间不敏感型, 一般而言, 高附加值产品对时间更敏感。<sup>[40]</sup> 对于依赖准时交付和高周转的产业(如电子、机械零部件), 时间价值高。航运距离缩短意味着更快的交付, 能减少供应链

<sup>③</sup>临近目的国是指东亚与该目的国间的航运距离差值为负, 即与传统航道相比, 东亚与该目的国经北极东北航道的航运距离更短; 非临近目的国是指东亚与该目的国之间的航运距离差值为正。

不确定性,从而大大促进这类产品的贸易,拉动东亚对发达国家的出口增长。

从影响路径来看,无论航道临近国还是非临近国,航运距离缩短都主要通过增加出口产品种类( $\ln EM$ )和数量( $\ln Q$ )推动东亚出口增长,并呈“数量为主,广度为辅”特征。比较发现,航运距离缩短后,东亚对航道临近国的出口产品种类和数量的增长幅度均远高于对非临近国。这说明航运距离缩短的贸易促进作用并不均衡,而是对地理更接近、运输便捷性提升更明显的国家影响更大。这反映出航道开通不仅优化运输,还可能重塑区域贸易格局,加深东亚与航道临近国家的经贸联系,获得“临近国优先”的出口增长红利。

## (二)基于东亚不同国家/地区的异质性

本研究将东亚不同国家/地区分别与各国的进行配对分析,以单独考察航运距离对东亚各国家/地区出口贸易规模的异质性影响。需要注意的是,东亚各国/地区与目的国间的航运距离由地理位置决定,且不随时间变化,属于仅具截面维度的非时变变量。在考察航运距离对东亚各国/地区出口规模的异质性影响时,若采用固定效应模型,航运距离会因与个体效应完全共线而被吸收,无法估计其系数。为解决这一问题,采用 Hausman 和 Taylor 的工具变量法(简称“HT 估计”)进行异质性分析。<sup>[41]</sup> HT 估计适用于模型中包含随时间变化的外生解释变量的情形。其核心思路是利用模型中外生的时间变动信息,作为潜在内生变量的工具变量,在控制个体效应的同时缓解内生性并实现参数的有效估计。

表 7 显示,从贸易总量来看,航运距离对东亚各国家/地区出口总量的影响均显著为负,但影响程度不同。其中,航运距离对日本出口总量的影响最大,对韩国的影响次之,对中国的影响最小。这意味着不同国家/地区的出口贸易对航运距离的敏感性存在显著差异,远距离造成的高运输成本对出口总量的抑制作用在日本最为明显,因此航运距离缩短的边际效应最大。这或许与地理区位、航运网络布局、出口产品结构差异、内需市场规模以及供应链格局等因素有关。

从影响路径来看,航运距离对东亚国家/地区出口量的影响主要通过两条渠道实现:一是出口产品种类拓展(广度效应),二是出口产品数量增加(数量效应),且整体呈现“数量扩张为主,广度提升为辅”特征。这表明北极东北航道开通带来的航运距离缩短,不仅推动东亚国家/地区扩大出口数量,还在一定程度上促进出口产品多样化,从而共同提升整体出口规模。值得注意的是,对于日本、韩国等较为发达的国家而言,航运距离变化还会带来其出口价格的调整,说明价格机制更容易在发达国家/地区中发挥作用。究其原因,发达经济体出口产品附加值较高、市场定价能力较强,因而价格渠道更易成为航运距离影响贸易总量的重要机制。

表 6 异质性检验:基于出口目的国的异质性

变量	(1)	(2)
	临近目的国	非临近目的国
<i>lnEX</i>		
<i>lnDIS</i>	-8.9906***	-0.9273***
	(2.038)	(0.247)
Control	YES	YES
N	1800	5000
R <sup>2</sup>	0.941	0.911
<i>lnEM</i>		
<i>lnDIS</i>	-2.3770***	-0.1645***
	(0.340)	(0.055)
Control	YES	YES
N	1800	5000
R <sup>2</sup>	0.848	0.744
<i>lnP</i>		
<i>lnDIS</i>	0.5482	0.0666
	(1.212)	(0.076)
Control	YES	YES
N	1800	5000
R <sup>2</sup>	0.721	0.511
<i>lnQ</i>		
<i>lnDIS</i>	-8.6663***	-1.2528***
	(2.466)	(0.292)
Control	YES	YES
N	1800	5000
R <sup>2</sup>	0.872	0.790

注:上述结果控制了出口国/地区、目的国和年份固定效应,\*\*\*表示1%的显著性水平。

表7 异质性检验:基于东亚不同国家/地区的异质性

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>lnEX</i>					
<i>lnDIS</i>	-0.5892** (0.259)	-1.7448*** (0.343)	-1.3188*** (0.290)	-0.7197*** (0.204)	-1.0933*** (0.197)
<i>lnEM</i>					
<i>lnDIS</i>	-0.0937** (0.038)	-0.3575*** (0.087)	-0.3093*** (0.080)	-0.2897*** (0.069)	-0.2917*** (0.067)
<i>lnP</i>					
<i>lnDIS</i>	0.0353 (0.053)	0.2464* (0.147)	0.2171* (0.113)	0.1233 (0.080)	0.1388** (0.058)
<i>lnQ</i>					
<i>lnDIS</i>	-0.1806* (0.099)	-1.2912*** (0.397)	-0.9374*** (0.213)	-0.7891*** (0.167)	-0.7305*** (0.128)
Control	YES	YES	YES	YES	YES
N	1360	1360	1360	1360	1360

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示1%、5%、10%的显著性水平。

## 七、研究结论与政策建议

### (一)研究结论

本研究使用航运距离替代传统引力模型中的球面距离,分析航运距离与贸易总量间的关系,以此考察北极东北航道开通对东亚出口贸易总量的影响,并从三元边际视角,进一步分析了航运距离对出口产品广度、产品数量和产品价格的影响,以此识别北极东北航道开通对未来东亚出口增长的驱动力。主要研究结论如下:

第一,航运距离缩短会显著增加东亚的出口规模。这意味着,北极东北航道开通后,东亚与其主要贸易伙伴间航运距离的缩短将成为东亚出口增长的重要驱动力。

第二,航运距离缩短主要通过增加出口产品广度和产品数量等途径提升出口规模,并呈“数量增长为主,广度增长为辅”的特征。这表明北极东北航道开通将刺激东亚出口产品数量的大幅提升,同时在一定程度上推动东亚出口多元化发展。

第三,航运距离对东亚出口增长的影响在不同国家/地区和不同目的国之间存在显著差异。(1)在不同出口目的国之间,航运距离缩短均显著刺激东亚对北极东北航道临近国和非临近国的出口增长,但对东亚向临近国出口的拉动作用更强。从影响渠道上看,无论航道临近国还是非临近国,航运距离缩短后,出口产品种类和数量增加是东亚对其出口增长的主要驱动力,并呈“数量增长为主,广度增长为辅”的特征。比较影响程度发现,航运距离缩短后,东亚对航道临近国的出口产品种类和数量的增长幅度均远高于东亚对非临近国。(2)在东亚不同国家/地区之间,航运距离对日本出口总量的影响效应最大,韩国次之,表明北极东北航道开通对日本出口增长的拉动效应最大。从影响渠道上看,北极东北航道开通带来的航运距离缩短对东亚不同国家/地区出口增长的驱动主要依靠广度和数量增长,此外,航运距离缩短后,日本、韩国等还会对出口产品价格进行调整。

### (二)政策建议

针对以上结论,提出以下政策建议。

第一,积极推进北极东北航道的利用与基础设施建设。航运距离缩短显著促进东亚出口增长,各国

应抓住航道开通机遇,加快与航道沿线国家在港口、物流及航运服务方面的合作,提升航道的通行能力与运输效率,将航运距离优势转化为出口竞争优势。

第二,优化出口结构,推动数量扩张与产品多样化并重。航运距离缩短主要通过扩大出口数量和增加出口产品种类推动贸易增长,东亚各国/地区应重点支持出口规模型产业提升产能与效率,同时鼓励企业利用运输成本下降的契机拓展差异化和高附加值产品出口,增强贸易韧性。

第三,制定差异化市场战略。由于航运距离缩短对不同目的国和不同东亚国家/地区的影响不一,政策制定不宜“一刀切”。在目的国层面,应优先加强与航道临近国的经贸合作,同时借助航道缩短优势拓展对非临近国的市场布局,实现市场结构优化。在东亚国家/地区层面,应考虑日本、韩国等在受益程度上的差异,鼓励其根据自身优势制定更具针对性的出口策略。

### 参考文献:

- [1] 孙凯,刘腾. 北极航运治理与中国的参与路径研究[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版),2015,(1):1-6.
- [2] 周学仁,张越. 国际运输通道与中国进出口增长——来自中欧班列的证据[J]. 管理世界,2021,37(4):52-63,102,64-67.
- [3] 张侠,屠景芳,郭培清,等. 北极航线的海运经济潜力评估及其对我国经济发展的战略意义[J]. 中国软科学,2009,(S2):86-93.
- [4] 姜苗苗,胡麦秀. 不同航运模式下北极东北航道航运经济性评估[J]. 极地研究,2021,33(4):577-590.
- [5] 胡梦,崔濛,胡麦秀. 中国商船通行北极东北航道现状及其经济效益分析[J]. 海洋开发与管理,2024,41(4):18-30.
- [6] 张爱锋,宋艳平. 基于海冰影响的北极航线经济性研究[J]. 大连海事大学学报,2014,40(2):43-46.
- [7] Pruyn J F J, Van Hassel E. The impact of adding the Northern Sea Route to the belt and road initiative for Europe: a chain cost approach[J]. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 2022,15:100659.
- [8] 张然,孙卓,李一鸣,等. 北极东北航线通航对中欧贸易潜力的影响——基于空间可计算一般均衡模型的模拟分析[J]. 国际经贸探索,2021,37(9):21-34.
- [9] 关晓光,李振福. “冰上丝绸之路”对中国与沿线北极国家的经济效应研究[J]. 大连理工大学学报(社会科学版),2021,42(1):45-57.
- [10] 崔健,李诗悦,齐蕊莉. 基于GTAP模型的北极航线经贸圈国家间经贸效应研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2023,57(1):117-128,151.
- [11] 王丹,赵媛,张浩. 东北航道开通对沿线国家双边贸易量的影响[J]. 大连海事大学学报,2017,43(2):81-88.
- [12] 李晓婧,李鹤. 东三省与北极航道沿线国家的贸易强度及互补性分析[J]. 地域研究与开发,2020,39(3):41-46.
- [13] 李振福,闫倩倩,刘翠莲. 北极航线经济腹地范围和等级划分研究[J]. 世界地理研究,2016,25(5):22-28.
- [14] 贺书锋,平瑛,张伟华. 北极航道对中国贸易潜力的影响——基于随机前沿引力模型的实证研究[J]. 国际贸易问题,2013,(8):3-12.
- [15] 李珍,胡麦秀. “北极航道”开通与中国及其受影响区域的贸易增长潜力分析[J]. 极地研究,2016,27(4):429-438.
- [16] 黄庆波,黄芳,李焱,等. 中国与北极国家贸易格局时空演变及其影响因素分析[J]. 华中师范大学学报(自然科学版),2023,57(1):105-116.
- [17] 施炳展,沈国明,逯建. 地理距离通过何种途径减少了贸易流量[J]. 世界经济,2012,35(7):22-41.
- [18] 钱学锋,熊平. 中国出口增长的二元边际及其因素决定[J]. 经济研究,2010,45(1):65-79.
- [19] 司继春,邓可青,张瑞涵. 互联网促进了国际贸易吗?——来自引力模型与微观企业的证据[J]. 系统工程理论与实践,2024,44(9):2915-2933.
- [20] 谭秀杰,周茂荣. 21世纪“海上丝绸之路”贸易潜力及其影响因素——基于随机前沿引力模型的实证研究[J]. 国际贸易问题,2015,(2):3-12.
- [21] Melitz M. The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity[J]. *Econometrica*, 2003,71(6):1695-1725.
- [22] Hummels D, Klenow P. The variety and quality of a nation's exports[J]. *American Economic Review*,2005,95(3):704-723.
- [23] 施炳展. 中国出口增长的三元边际[J]. 经济学(季刊),2010,9(4):1311-1330.
- [24] 张杰,郑文平. 政府补贴如何影响中国企业出口的三元边际[J]. 世界经济,2015,38(6):22-48.
- [25] 陈雯,孙照吉. 劳动力成本与企业出口二元边际[J]. 数量经济技术经济研究,2016,33(9):22-39.
- [26] 黄晓敏,梁俊伟. 数字经济能否促进省级出口二元边际扩张[J/OL]. 当代财经,1-14[2025-11-28]. <https://doi.org/10.13676/j.cnki.cn36-1030/f.20250723.003>.
- [27] Tinbergen J. *Shaping the world economy: suggestions for an international economic policy*[M]. New York: The Twentieth Century

- Fund, 1962.
- [28] Poynohen P A. Tentative model for the volume of trade between countries[J]. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 1963, 90(1): 93-100.
- [29] Smarzynska B. Does relative location matter for bilateral trade flows? An extension of the gravity model[J]. *Journal of Economic Integration*, 2001, 16(3): 379-398.
- [30] Brun J, Carrere C, Guillaumont P, et al. Has distance died? Evidence from a panel gravity model[J]. *The World Bank Economic Review*, 2005, 19(1): 99-120.
- [31] Berthelon M, Freund C. On the conservation of distance in international trade[J]. *Journal of International Economics*, 2008, 75(2): 310-320.
- [32] 宋一森, 李卓, 杨昊龙. 文化距离、空间距离哪个更重要——文化差异对于中国对外贸易影响的研究[J]. *宏观经济研究*, 2015, (9): 88-97.
- [33] Disdier A, Head K. The puzzling persistence of the distance effect on bilateral trade[J]. *The Review of Economics and Statistics*, 2008, 90(1): 37-48.
- [34] Krugman P. *Geography and trade*[M]. Cambridge: The MIT Press, 1991.
- [35] Fujita M, Krugman P, Venables A J. *The spatial economy: cities, regions and international trade*[M]. Cambridge: The MIT Press, 1999.
- [36] Baldwin R, Harrigan J. Zeros, quality and space: trade theory and trade evidence[J]. *American Economic Journal: Microeconomics*, 2011, 3(2): 60-88.
- [37] 夏一平, 胡麦秀. 北极航线与传统航线地理区位优势的比较分析[J]. *世界地理研究*, 2017, 26(2): 20-32.
- [38] Feenstra R. New product varieties and the measurement of international prices[J]. *American Economic Review*, 1994, 84(1): 157-177.
- [39] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. *中国工业经济*, 2022, (5): 100-120.
- [40] Djankov S, Freund C, Pham C. Trading on time[J]. *The Review of Economics and Statistics*, 2010, 92(1): 166-173.
- [41] Hausman J, Taylor W. Panel data and unobservable individual effect[J]. *Econometrica*, 1981, 49(6): 1377-1398.

## The Arctic Northeast Passage, Shipping Distance, and Export Growth in East Asia: Mechanisms from the Three Margins of Exports

Yang Laike Jiang Miaomiao

(School of Economics and Management, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

**Abstract:** The opening of the Arctic Northeast Passage is expected to substantially shorten shipping distances between East Asia and Europe. Using shipping distance as a substitute for geographic distance in the traditional gravity model, this paper examines the impact of the opening of the Northeast Passage on East Asia's total export volume and identifies the driving forces of export growth from the perspective of the three margins of exports, namely export product breadth, export quantity, and export prices. The results indicate that the opening of the Northeast Passage will serve as a new driver of export growth in East Asia. Mechanism analysis shows that the reduction in shipping distance promotes export expansion primarily through growth in export quantities, supplemented by increases in product breadth, while the contribution of price growth remains relatively limited. Moreover, while significantly boosting the quantity of exported products, the opening of the Northeast Passage also facilitates an upgrading of East Asia's export structure, as reflected in greater product diversification. Heterogeneity analysis further reveals substantial differences in both the magnitude of the effects and the transmission channels through which the opening of the Northeast Passage affects export growth, not only across different economies within East Asia but also across different export destination countries.

**Key words:** Arctic Northeast Passage; shipping distance; export growth; gravity model; three margins of exports

责任编辑:王 晓

