

广东省与日本机电产品贸易效率研究—基于随机前沿模型的实证分析

谭芬

东莞城市学院, 中国·广东 东莞 523000

摘要: 在全球制造业分工调整、区域产业链重构的背景下, 提升贸易效率是深化区域经贸合作的关键。本文以 2015—2024 年广东对日本机电产品贸易数据为样本, 借助随机前沿模型测算并分析双方机电产品贸易效率及动态特征。研究发现, 粤日机电产品贸易整体效率较高但存在效率损失, 出口效率对市场准入和技术标准更敏感, 进口效率易受产业链调整、外部冲击影响, 进出口合计效率的稳定性掩盖了二者结构性差异。据此, 本文提出加强技术标准协调、深化产业链合作、优化区域开放政策的提升路径, 研究也为从效率视角评估区域经贸合作提供了经验证据。

关键词: 广东省; 日本; 机电产品; 贸易效率; 随机前沿模型

Research on the Efficiency of Trade in Mechanical and Electrical Products between Guangdong Province and Japan: Empirical Analysis Based on Random Frontier Model

Tan Fen

Dongguan City University, China Guangdong Dongguan 523000

Abstract: Against the backdrop of global manufacturing division of labor adjustments and regional industrial chain restructuring, enhancing trade efficiency is pivotal to deepening regional economic and trade cooperation. Using data on Guangdong's mechanical and electrical product trade with Japan from 2015 to 2024 as a sample, this study employs a stochastic frontier model to measure and analyze the trade efficiency and dynamic characteristics of mechanical and electrical products between the two regions. The findings reveal that while the overall trade efficiency in mechanical and electrical products between Guangdong and Japan is relatively high, efficiency losses exist. Export efficiency is more sensitive to market access and technical standards, whereas import efficiency is susceptible to industrial chain adjustments and external shocks. The stability of combined import-export efficiency masks the structural differences between the two. Based on these findings, the study proposes pathways for improvement, including strengthening technical standard coordination, deepening industrial chain collaboration, and optimizing regional openness policies. Additionally, the research provides empirical evidence for evaluating regional economic and trade cooperation from an efficiency perspective.

Keywords: Guangdong province; Japan; Electromechanical products; Trade efficiency; Stochastic frontier model

0 引言

在全球制造业分工体系调整和区域产业链重构背景下, 中日经贸合作正由规模扩张型向质量效率型转变。作为中国对外贸易最为活跃的地区之一, 广东省在机电产品领域长期保持较强出口能力; 而日本在高端制造和关键零部件方面具有显著优势。机电产品贸易不仅是粤日经贸关系的重要组成部分, 也是衡量区域制造业竞争力和贸易质量的重要指标。

现有研究多从贸易规模或结构角度分析中日机电产品贸易, 但在存在技术标准差异、制度摩擦和非关税措施的情况下, 仅以贸易额变动衡量贸易绩效, 难以反映贸易是

否充分实现其潜在水平。因此, 从贸易效率视角出发, 对广东省与日本机电产品贸易进行系统分析, 具有重要现实意义。

基于此, 本文引入随机前沿模型方法, 对 2015—2024 年广东省对日本机电产品出口、进口及进出口合计的贸易效率进行测算, 分析其变化特征及潜在提升空间, 为优化区域经贸合作提供经验依据。

1 广东省与日本机电产品贸易发展现状

1.1 广东省与日本机电产品贸易规模变化

根据 2015—2024 年广东省对日本机电产品贸易数据测算, 样本期内广东省与日本机电产品贸易规模整体保持

在较高水平，呈现出波动中调整的发展特征。

从贸易总额来看，广东省与日本机电产品贸易规模在 2015—2017 年相对平稳，年均贸易额维持在约 340 亿美元左右；2018 年贸易规模出现明显上升，随后在 2020 年受到全球经济环境变化影响有所回落；2021—2022 年贸易规模再度上升并达到样本期内的相对高位；2023 年出现阶段性回落，2024 年则呈现一定程度的恢复性增长趋势。

总体而言，广东省与日本机电产品贸易规模具有较强韧性，在外部环境波动背景下仍维持在较高水平，为后续贸易效率分析提供了重要的现实基础。

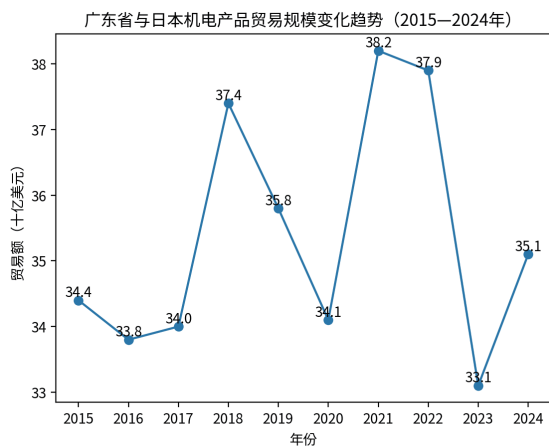


图1 广东省与日本机电产品贸易规模变化趋势 (2015—2024年)

1.2 广东省与日本机电产品贸易产品结构分析

从产品结构看，广东省与日本机电产品贸易主要集中在 HS 编码 84 (机械设备及零部件) 和 HS 编码 85 (电机、电气设备及其零部件) 两大类，其中 HS 编码 85 类产品长期占据主导地位。

具体来看，样本期内 HS 编码 85 类产品在机电产品贸易总额中的占比总体维持在 60%—70% 区间，而 HS 编码 84 类产品占比则相应维持在 30%—40% 区间。2015—2019 年间，HS 编码 85 类产品占比略有下降，HS84 类产品占比相对上升；2020 年以后，HS85 编码类产品比重再次上升，反映出广东省与日本在电气设备、电子元件等领域的贸易联系进一步加强。

产品结构变化表明，广东省对日本机电产品贸易在一定程度上向技术密集度较高的电气和电子产品集中，但机械设备及相关零部件仍保持稳定比重，体现出较为均衡的产品结构特征。

1.3 贸易规模与结构特征

综合贸易规模与产品结构变化可以发现，广东省与日本机电产品贸易在样本期内呈现出以下特征：

第一，贸易规模总体稳定但存在阶段性波动，说明广东省与日本机电产品贸易对外部环境变化具有一定敏感性，但整体抗冲击能力较强。

第二，产品结构相对集中但未出现单一化趋势，HS85 类产品虽占主导地位，但 HS84 类产品保持稳定比重，有助于降低贸易结构风险。

第三，贸易规模和产品结构的变化为后续贸易效率分析提供了重要背景。即便在贸易规模较高或产品结构相对稳定的年份，贸易效率仍可能存在差异，这正是引入随机前沿模型进行效率测算的现实依据。

2 模型设定与研究方法

本文采用随机前沿模型对贸易效率进行测算，基本形式如下：

$$\ln T_t = \beta_0 + \beta_1 t + v_t - u_t$$

其中， T_t 表示广东省对日本机电产品贸易额， t 为时间趋势项， v_t 为随机扰动项， u_t 为非负无效率项。贸易效率定义为：

$$TE_t = \exp(-E[u_t | \varepsilon_t])$$

随机前沿分析方法最初主要用于生产效率和技术效率研究，近年来逐渐被引入国际贸易领域，用于测算贸易效率和贸易潜力。与传统回归模型相比，随机前沿模型能够将随机扰动项与非效率项加以区分，从而在存在外生冲击和统计噪声的情况下，更为准确地识别实际贸易水平相对于潜在前沿的偏离程度。

在贸易效率研究中，随机前沿模型通常以扩展引力模型或时间趋势模型作为前沿函数。鉴于本文研究对象为单一省份与单一贸易伙伴之间的机电产品贸易，且样本期为 2015—2024 年的年度数据，核心解释变量在时间维度上的变化相对有限，本文采用时间趋势形式的随机前沿模型，以刻画广东省对日本机电产品贸易在样本期内的可达前沿水平。

需要说明的是，该模型设定并不旨在解释贸易规模的决定机制，而是侧重于在既定贸易环境下，对贸易效率进行相对测算。因此，该方法适用于分析贸易效率的动态变化及其阶段性特征，能够为后续的比较分析和政策讨论提供基础。

3 数据处理方法与描述性特征

本文选取 2015—2024 年广东省对日本机电产品贸易数据，涵盖出口额、进口额及进出口总额，产品范围主要包括 HS84 和 HS85 类商品。为降低异方差影响，模型中对

贸易额变量取自然对数。

为保证实证结果的稳健性和可比性，本文在数据处理过程中对原始贸易数据进行了必要的整理和转换。首先，鉴于贸易额数据在时间序列中可能存在异方差问题，本文对广东省对日本机电产品出口额、进口额及进出口总额均取自然对数形式，以降低极端值对模型估计结果的影响。

从描述性特征来看，样本期内广东省与日本机电产品贸易规模整体呈现出波动中增长的态势，出口与进口规模在不同年份存在一定差异。这种差异既反映了外部市场需求变化，也与产业结构调整 and 供应链重构等因素密切相关。

需要指出的是，机电产品作为技术密集型和资本密集型产品，其贸易规模和贸易效率往往对制度环境、技术标准以及产业链协同程度高度敏感。因此，在样本期内，即便贸易规模保持相对稳定，贸易效率仍可能出现阶段性波动。本文通过随机前沿模型测算贸易效率，正是为了在规模变化之外，更准确地刻画广东省与日本机电产品贸易绩效的动态特征。

此外，考虑到样本期长度和数据可得性限制，本文未进一步区分更细分的产品类别。相关结论主要反映广东省与日本机电产品贸易的整体效率特征，后续研究可在更长时间序列或更细分产品层面加以拓展。

4 实证结果与分析

4.1 出口贸易效率

本文首先将机电产品进出口合计额构造为 $T_t^{total} = X_t + M_t$ ，并对其取对数后建立时间趋势型随机前沿模型 $\ln T_t^{total} = \beta_0 + \beta_1 t + v_t - u_t$ 。在半正态无效率项假设下，采用极大似然法估计模型参数，并依据条件期望 $E(u_t|\varepsilon_t)$ 的 Jondrow 分解计算年度无效率项，最终得到贸易效率 $TE_t^{total} = \exp(-E(u_t|\varepsilon_t))$ 。

测算结果显示，2015—2024 年广东对日本机电产品出口贸易效率整体处于较高水平，效率值介于 0.887—1.000 之间，平均效率约为 0.95，如表 1 所示。部分年份出口效率出现阶段性下降，表明在这些时期出口贸易尚未完全达到潜在前沿水平，存在一定效率损失。

出口效率在样本中期出现明显波动，可能与外部需求变化、供应链调整以及日本市场技术标准和认证要求有关。随后几年出口效率有所回升，反映出企业对日本市场规则的适应能力逐步增强。

4.2 进口贸易效率

进口贸易效率波动幅度相对更大，最低值出现在样本后期。进口效率下降可能与关键零部件采购结构调整、汇

率波动以及产业链重构有关。相较出口端，进口端对外部冲击和产业调整更为敏感。

4.3 进出口合计贸易效率

从进出口合计来看，贸易效率在样本期内整体接近贸易前沿，表现出较强稳定性。但这一结果并不意味着贸易摩擦完全消失，而更可能是出口与进口效率变化在总量层面相互抵消的结果。因此，从政策分析角度看，分项贸易效率更具解释力。

表1 广东省与日本机电产品贸易效率测算结果
(2015—2024)

年份	出口效率	进口效率	进出口合计效率
2015	0.970	0.891	0.999178
2016	0.949	0.886	0.999164
2017	0.959	0.876	0.999165
2018	0.974	1.000	0.999232
2019	0.909	0.996	0.999196
2020	0.887	0.941	0.999159
2021	0.984	1.000	0.999239
2022	1.000	0.933	0.999231
2023	0.947	0.809	0.999129
2024	0.935	0.905	0.999170

为验证随机前沿模型在本文研究中的适用性和估计结果的可靠性，本文对模型进行了必要的有效性检验，重点考察无效率项的显著性及模型设定的合理性。

首先，通过对随机前沿模型中无效率项方差占比参数 γ (gamma) 进行检验，判断贸易无效率是否在样本期内显著存在。 γ 参数反映无效率项方差在总误差方差中的比重，其取值范围为 0—1。当 γ 显著大于 0 时，说明实际贸易水平与潜在前沿之间的偏离主要来源于无效率因素，而非纯随机扰动。本文估计结果显示， γ 参数显著大于 0，表明广东省与日本机电产品贸易中存在显著的无效率成分，采用随机前沿模型具有合理性。

其次，本文采用半正态分布假设刻画无效率项。该假设在贸易效率研究中被广泛采用，能够反映无效率项非负且集中于低值区间的特征。从估计结果来看，无效率项分布形态与样本数据特征基本一致，未出现明显异常，说明分布设定具有合理性。

此外，为检验模型结果的稳健性，本文分别对出口、进口及进出口合计口径进行随机前沿估计。结果显示，各口径下贸易效率的时间演变趋势总体一致，未因贸易口径变化而出现方向性差异，表明模型估计结果具有较好的稳健性。

综上所述，随机前沿模型能够较好地刻画广东省与日本

机电产品贸易效率特征,其估计结果在统计意义上是可靠的,可为后续比较分析和政策讨论提供有效支撑。

5 广东省与日本机电产品贸易效率的比较分析

为更加客观地评价广东省与日本机电产品贸易效率水平,有必要将其置于国际比较框架下,与其他主要经济体或地区在机电产品贸易效率方面的表现进行对照分析。

从测算结果来看,2015—2024年广东省与日本机电产品贸易效率整体保持在较高区间,但出口与进口端呈现出不同的演变特征。出口贸易效率总体波动幅度相对有限,多数年份维持在0.95左右,表明广东省对日本机电产品出口在整体上较为接近潜在贸易前沿。相比之下,进口贸易效率波动幅度明显更大,尤其在样本后期出现阶段性下滑,反映出进口端对产业链调整和外部环境变化更为敏感。与部分发达经济体相比,该效率水平明显高于部分新兴经济体对发达国家机电产品出口的平均效率区间。相关研究表明,部分东南亚国家在对发达经济体机电产品出口中,其贸易效率通常处于0.85—0.92之间,主要受制于产业配套能力不足和技术标准适配程度有限等因素。

与此相比,广东省在制造业基础、产业配套完整性以及规模化生产能力方面具备明显优势,使其在对日本机电产品出口中能够维持相对较高的效率水平。这一结果在一定程度上反映出广东省在全球制造业分工体系中已具备较强的中高端制造能力。

然而,与部分制造业高度发达的经济体相比,广东省对日本机电产品出口效率仍存在差距。以德国、日本国内区域或韩国为例,相关文献中基于随机前沿方法测算的高端机电产品贸易效率往往稳定在0.97以上,且波动幅度较小。这表明在技术标准一致性、品牌溢价以及长期稳定供应关系方面,广东省企业仍有进一步提升空间。

在进口贸易效率方面,广东省自日本进口机电产品的效率波动相对较大,最低值降至0.809,明显低于同期部分发达经济体之间的双边机电产品贸易效率水平。这一现象在一定程度上反映出广东省在关键零部件和高端设备进口过程中,仍受到产业链调整、采购替代以及外部环境变化的影响。

总体来看,广东省与日本机电产品贸易效率在国际比较中处于“中上水平”,在制造业基础和规模优势方面表现突出,但在稳定性和高端环节协同方面仍存在不足。

6 结论与政策启示

本文基于随机前沿模型,对2015—2024年广东省与日本机电产品贸易效率进行了实证分析,并在此基础上引

入国际与区域比较视角,得出以下主要结论。

第一,广东省与日本机电产品贸易整体效率处于较高水平,在国际比较中表现为“中上区间”,反映出广东省在制造业规模和产业配套方面的显著优势。

第二,出口贸易效率总体高于进口贸易效率,但波动幅度更大,表明出口端对外部市场环境和技术标准变化更为敏感;进口贸易效率在部分年份明显偏低,反映出产业链调整和关键零部件依赖所带来的阶段性影响。

第三,与制造业高度发达经济体相比,广东省在高端机电产品贸易稳定性、技术标准深度协同以及长期供应关系方面仍存在提升空间。

基于上述结论,本文结合广东省机电产品对日本贸易的实际情况,提出以下针对性政策启示,助力产业提质增效、稳固贸易合作。

一是通过加强技术标准对接与认证互认,降低企业进入日本市场的制度性成本。日本市场技术标准严苛、认证体系繁杂,企业往往因适配标准投入高额成本。需由政府牵头搭建双边标准对接平台,推动粤日机电领域核心技术的协商互通,简化认证流程,探索“一次认证、双边互认”机制,减少企业重复检测、重复认证的支出,同时组建专业服务团队为企业提供标准解读和认证指导,破解技术壁垒难题。

二是深化产业链层面的长期合作机制,提升关键零部件和高端设备贸易的稳定性。当前全球供应链波动加剧,广东省机电企业对日本关键零部件、高端设备的依存度较高。应推动粤日企业建立长期战略合作伙伴关系,鼓励双方在研发、生产、供应等环节深度绑定,支持省内龙头企业与日本核心厂商联合组建研发中心,共同攻克零部件国产化替代技术,同时搭建供应链应急保障体系,防范断供风险,筑牢贸易合作的产业链根基。

三是从贸易效率和结构优化角度出发,推动广东省机电产品贸易由“规模优势”向“效率与质量并重”转型升级。目前广东机电产品对日出口虽规模较大,但高端产品占比偏低、附加值不高。需加大对高端机电产品研发的政策扶持,引导企业聚焦智能装备、新能源汽车、高端电子器件等领域突破核心技术,提升产品质量与附加值;同时优化贸易流程,依托粤港澳大湾区物流枢纽优势,推进跨境物流数字化、智能化升级,提高通关效率,实现贸易规模与质量、效率的协同提升。

参考文献:

[1] AIGNER D, LOVELL C A K, SCHMIDT P.

Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. *Journal of Econometrics*, 1977, 6(1): 21-37.

[2] JONDROW J, LOVELL C A K, MATEROV I S, et al. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model[J]. *Journal of Econometrics*, 1982, 19(2-3): 233-238.

[3] BATTESE G E, COELLI T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data[J]. *Empirical Economics*, 1995, 20(2): 325-332.

[4] RAVISHANKAR G, STACK M M. The gravity model and trade efficiency: A stochastic frontier analysis of Eastern European countries' potential trade[J]. *The World Economy*, 2014, 37(5): 690-704.

[5] 鲁晓东, 赵奇伟. 中国的出口潜力及其影响因素——基于随机前沿引力模型的估计[J]. *数量经济技术经济研究*, 2010, 27(10): 21-35.

[6] 施炳展, 李坤望. 中国出口贸易增长的可持续性研究——基于贸易随机前沿模型的分析[J]. *数量经济技术经济研究*, 2009(6): 64-74.

[7] 宗慧隽, 王明益. 中国与“一带一路”沿线国家的贸易潜力和贸易效率——基于夜间灯光数据的实证考察[J]. *中南财经政法大学学报*, 2018(6):125-133.

[8] 凌杰. 泛珠三角地区与东盟机电产品生产网络构建研究——基于 RCEP 协定实施[J]. *对外经贸*, 2022(3): 31-33.

[9] 陈扬. 中国机电产品在 RCEP 其他成员国之间的竞争性与互补性分析[J]. *对外经贸*, 2022, (03):27-30.

[10] 施锦芳, 赵雪婷. RCEP 关税减让对中日韩经贸关系的影响研究[J]. *财经问题研究*, 2022, (01):120-129.

[11] 罗琳. 广东省对 RCEP 国家机电产品出口竞争力研究[J]. *中国商论*, 2023,(14):73-76.

[12] 孔祥蓉, 陈家榆. RCEP 背景下中日机电产品贸易现状及潜力研究[J]. *全国流通经济*, 2024, (09):46-49.

基金项目: 广东省哲学社会科学规划 2023 年度青年项目《广东与 RCEP 成员国机电产品贸易效率及影响研究》, 批准号: GD23YYJ02。

作者简介: 谭芬, 江西抚州人, 副教授, 硕士研究生, 研究方向: 国际贸易政策、区域经济合作。