

# 中国与东盟十国农产品贸易效率及潜力研究

李晓钟, 庞菁菲

杭州电子科技大学经济学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2022年9月23日; 录用日期: 2022年10月14日; 发布日期: 2022年10月24日

## 摘要

本文基于随机前沿引力模型和贸易非效率模型, 估算2008~2019年中国与东盟十国农产品贸易效率和潜力, 并分析双方贸易效率影响因素。研究发现, 中国与东盟十国农产品贸易效率整体呈上升态势, 除GDP、人口等自然因素外, 政治稳定性、互联网普及率、是否签订自由贸易协定、商业自由度、投资自由度均会对农产品贸易效率产生影响。据此, 本文为中国-东盟农产品贸易效率进一步提升提供思路和建议。

## 关键词

农产品, 东盟, 随机前沿引力模型, 贸易效率, 贸易潜力

# Study on the Trade Efficiency and Potential of Agricultural Products between China and the Ten ASEAN Countries

Xiaozhong Li, Jingfei Pang

School of Economics, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou Zhejiang

Received: Sep. 23<sup>rd</sup>, 2022; accepted: Oct. 14<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 24<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Based on the stochastic frontier gravity model and the trade non-efficiency model, this paper estimates the trade efficiency and potential of agricultural products between China and the ten ASEAN countries from 2008 to 2019 and analyzes the influencing factors of trade efficiency between the two sides. The study suggests that the overall efficiency of agricultural trade between China and ASEAN is on the rise. In addition to GDP, population and other natural factors, political stability, Internet penetration, whether to sign free trade agreements, commercial freedom and investment freedom will also have an impact on agricultural trade efficiency. Therefore, this paper

provides ideas and suggestions for further improving the efficiency of China-ASEAN agricultural trade.

## Keywords

Agricultural Products, ASEAN, Stochastic Frontier Gravity Model, Trade Efficiency, Trade Potential

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

作为世界上主要的农产品贸易国,中国自加入 WTO 以来,逐步开放农产品市场,推动农业贸易国际化。东盟同样拥有丰富的自然资源,农产品贸易也在其对外贸易中占据重要位置。中国-东盟自贸区的启动为双方农产品贸易发展带来了新的生机,贸易规模已由 2008 年的 134.1 亿美元增长至 2019 年的 389.2 亿美元<sup>1</sup>。在疫情冲击全球经济体系、中美贸易摩擦频发的背景下,2020 年东盟却超越欧盟成为中国第一大货物贸易伙伴。据中国海关总署数据,2020 年中国-东盟进出口额达 4.74 万亿人民币,增长率达 7%,双方经贸关系呈现出强大韧性。在此背景下,探讨中国与东盟农产品贸易效率和拓展空间,进一步利用国际市场推动双方贸易多元化发展具有重要意义。

## 2. 文献综述

目前国内外学者针对贸易效率测度做了很多研究,且大多采用引力模型。如谭晶荣等(2015)基于传统引力模型测算 2000~2013 年农产品贸易效率,发现中国对丝绸之路经济带沿线国家农产品出口仍有较高的拓展空间和发展潜力[1]。Stack 等(2018)基于贸易效率仅随年份变化的假设,用随机前沿引力模型测算了新欧盟成员的贸易效率[2]。Muganyi 和 Chen (2016)利用贸易引力模型测算中国农产品出口贸易流向,并对美国、巴西等国的贸易效率与潜力进行了分类研究,最后提出要稳定人民币国际市场地位等对策[3]。李晓钟和沈栋芳(2021)为测度中国机电产品出口贸易效率,以中国对 58 个“一带一路”国家面板数据为样本,建立时变随机前沿引力模型进行分析[4]。此外,学者们多在引力模型中引入非效率项来分析贸易效率影响因素,如 Jiang 等(2021)用“一步法”做了“一带一路”倡议下中国产业层面的贸易可持续性和效率的随机前沿分析,并从自贸区基础设施建设和投资合作等贸易效率影响因素方面提出建议[5]。齐玮等(2021)为克服引力模型研究贸易影响因素的缺陷,在模型中引入非效率项研究基础设施建设、规制环境等贸易便利化因素对贸易效率的影响[6]。曹安等(2018)将清关程序效率、贸易相关基础设施质量指数、政治稳定性等变量作为贸易非效率项,运用时变随机前沿引力模型来分析其对中国农产品出口“一带一路”国家贸易效率的影响[7]。李月娥和张吉国(2021)选取中国与 15 个主要贸易对象国的农产品贸易面板数据,从制度视角分析了中国与样本国家农产品贸易非效率影响因素[8]。

综上所述,学者们对贸易效率的研究成果丰硕,为我们研究奠定了良好的基础。本文拟聚焦中国-东盟农产品贸易,建立引入贸易非效率项的随机前沿引力模型对农产品贸易效率及其影响因素进行分析,探寻双方农产品贸易的拓展空间和市场潜力,为进一步推进中国-东盟农产品贸易发展提供有益思路。

<sup>1</sup> 根据 UN Comtrade (联合国商品贸易)数据库计算得出。

### 3. 研究设计

#### 3.1. 模型构建与变量选取

关于效率研究, Meeusen 和 van den Broeck (1977)与 Aigned 等(1977)最先在截面数据中建立随机前沿分析(SFA), 随后 Pitt 和 Lee (1981)首次将 SFA 应用到面板数据[9] [10] [11]。之后 Battese and Coelli (1992) 提出一个适用于面板数据的随机前沿生产函数模型以完善 SFA 分析, 该模型被称为时变无效率性随机生产前沿模型[12]。其基本形式如下:

$$T_{ijt} = f(x_{ijt}, \beta) \exp(v_{ijt}) \exp(-\mu_{ijt}) \quad (1)$$

$$\ln T_{ijt} = \ln f(x_{ijt}, \beta) + v_{ijt} - \mu_{ijt} \quad (2)$$

$$T_{ijt}^* = f(x_{ijt}, \beta) \exp(v_{ijt}) \quad (3)$$

$$TE_{ijt} = T_{ijt} / T_{ijt}^* = \exp(-\mu_{ijt}) \quad (4)$$

上式中,  $T_{ijt}$  表示第  $t$  期  $i$  国与  $j$  国的实际贸易量,  $T_{ijt}^*$  表示第  $t$  期  $i$  国与  $j$  国在既定的自然资源禀赋下能够产生的最大贸易量, 即贸易潜力;  $x_{ijt}$  表示影响两国间贸易量的自然因素, 如 GDP、人口、距离等,  $\beta$  表示相应变量的待估参数;  $TE_{ijt}$  表示贸易效率;  $v_{ijt}$  表示随机扰动项, 反映了不可抗因素造成的模型偏差,  $\mu_{ijt}$  表示贸易非效率项, 包括影响两国间贸易量的人为因素, 且  $\mu_{ijt} \geq 0$ 。其中, (2)式是(1)式的对数形式。随后提出时变模型:

$$\mu_{ijt} = \{ \exp[-\eta(t-T)] \} \mu_{ij} \quad (5)$$

$\eta = 0$  时, 贸易非效率不变;  $\eta \neq 0$  时, 贸易非效率随时间递增或递减。Battese 和 Coelli 还在面板数据中首次建立“一步法”模型, 引入贸易非效率项以规避因忽略效率影响因素导致参数估计结果出现偏差。贸易非效率项  $\mu$  设定为:

$$\mu_{ijt} = \alpha z_{ijt} + \varepsilon_{ijt} \quad (6)$$

其中,  $z_{ijt}$  表示影响贸易非效率的人为因素,  $\alpha$  为待估参数,  $\varepsilon_{ijt}$  是随机扰动项。

将(6)式代入(2)式

$$\ln T_{ijt} = \ln f(x_{ijt}, \beta) + v_{ijt} - (\alpha z_{ijt} + \varepsilon_{ijt}) \quad (7)$$

参考上式, 本文构建随机前沿引力模型:

$$\ln Y_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln PGDP_{it} + \beta_2 \ln PGDP_{jt} + \beta_3 \ln POP_{it} + \beta_4 \ln POP_{jt} + \beta_5 \ln DIS_{ij} + v_{ijt} - \mu_{ijt} \quad (8)$$

其中,  $Y_{ijt}$  表示  $t$  年  $i$  国与  $j$  国农产品贸易额,  $PGDP_{it}$  和  $PGDP_{jt}$  分别表示  $t$  年  $i$  国和  $j$  国人均 GDP, 反映两国经济规模;  $POP_{it}$  和  $POP_{jt}$  分别表示第  $t$  年  $i$  国和  $j$  国的人口数量, 反映两国的消费需求水平;  $DIS_{ij}$  表示两国间距离, 反映两国间的运输成本高低。

贸易非效率模型:

$$\mu_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 INT_{jt} + \alpha_2 FTA_{ijt} + \alpha_3 PS_{jt} + \alpha_4 BUS_{jt} + \alpha_5 IFD_{jt} \quad (9)$$

其中,  $\mu_{ijt}$  表示贸易非效率;  $INT_{jt}$  表示互联网普及率, 代表了第  $t$  年  $j$  国的信息基础设施水平;  $FTA_{ijt}$  为虚拟变量, 表示  $i$  国是否与  $j$  国签署了自由贸易协定, 若已签署, 就取 1, 否则取 0;  $PS_{jt}$  表示第  $t$  年  $j$  国的政治稳定性;  $BUS_{jt}$  表示第  $t$  年  $j$  国的商业自由度;  $IFD_{jt}$  表示第  $t$  年  $j$  国的投资自由度;  $i$  国代表中国,  $j$  国代表东盟国家。

### 3.2. 数据来源

中国与东盟农产品贸易额  $Y$  数据来自于 UN Comtrade, 时间跨度为十二年(2008~2019)。本文参考我国农产品贸易统计口径, 并借鉴谢逢洁等(2021)对农产品的分类, 采用 HS 编码[13], 包括: 第一类 01~05 章、第二类 06~14 章、第三类的 15 章、第四类的 16~24 章, 共 24 项。

PGDP 和人口数据来自 WB WDI, 距离数据来自 CEPII 数据库。互联网普及率数据来源于 WB WDI; 自由贸易协定数据来源于中国自由贸易区服务网站; 政治稳定性数据来源于 WB WGI; 商业自由度和投资自由度数据来源于美国传统基金会官网。

## 4. 农产品随机前沿引力模型选择与实证结果

### 4.1. 模型检验

论文运用似然比检验对随机前沿引力模型适用性和时变性进行检验以确定模型最终形式。结果见表 1。如表 1 所示, 贸易非效率不存在和贸易非效率非时变的假设均被拒绝, 证实随机前沿引力模型适用, 且时变模型更为适合。

Table 1. Test results of model hypothesis

表 1. 模型假设检验结果

| 原假设      | 约束模型       | 非约束模型      | LR 检验      | 1%临界值  | 结论 |
|----------|------------|------------|------------|--------|----|
| 贸易非效率不存在 | -108.27333 | -30.808143 | 154.930374 | 11.345 | 拒绝 |
| 贸易非效率非时变 | -40.624933 | -30.808143 | 19.63358   | 9.210  | 拒绝 |

### 4.2. 随机前沿引力模型回归结果

本文同时用 OLS 模型、时变模型与非时变模型进行回归, 以检验结果稳健性, 见表 2。 $\gamma$  值接近 1 且均在 1%的水平上显著, 进一步证实中国东盟农产品贸易中存在贸易非效率;  $\eta$  在 1%水平上也显著, 再次说明时变模型比非时变模型更适合。

Table 2. Regression results of stochastic frontier gravity model

表 2. 随机前沿引力模型回归结果

| 变量          | OLS 模型               | 随机前沿引力模型(SFA)         |                       |
|-------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|             |                      | 时变模型                  | 非时变模型                 |
| 常数          | 788.319<br>(727.302) | 788.853***<br>(0.999) | 789.000***<br>(1.024) |
| $PGDP_{it}$ | 3.693<br>(2.539)     | 4.653***<br>(0.209)   | 3.574***<br>(0.179)   |
| $PGDP_{jt}$ | 1.133***<br>(0.066)  | 1.654***<br>(0.166)   | 1.330***<br>(0.205)   |
| $POP_{it}$  | -38.943<br>(35.622)  | -40.537***<br>(0.383) | -39.007***<br>(0.454) |
| $POP_{jt}$  | 1.394***<br>(0.040)  | 1.903***<br>(0.111)   | 1.479***<br>(0.125)   |
| $DIS_{ij}$  | -1.715***<br>(0.315) | -0.021<br>(0.889)     | -1.769<br>(1.176)     |

Continued

|            |          |                      |                     |
|------------|----------|----------------------|---------------------|
| $\sigma^2$ | 0.375    | 1.420***<br>(0.143)  | 0.545<br>(0.565)    |
| $\gamma$   | —        | 0.957***<br>(0.008)  | 0.845***<br>(0.159) |
| $\mu$      | —        | 2.331***<br>(0.657)  | 0.811<br>(0.846)    |
| $\eta$     | —        | -0.039***<br>(0.007) | —                   |
| 对数似然值      | -108.273 | -30.808              | -40.625             |
| LR 检验      | —        | 154.930              | 135.297             |

注：\*、\*\*和\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%水平上显著，括号内为标准误。

从表 2 可知，中国与东盟国家的人均 GDP 均与农产品贸易呈正比，说明两国经济规模越大，越能拉动双方农产品贸易，并且通过比较系数发现，中国的经济规模对双方农产品贸易的影响更大。东盟国家的人口系数在 1% 的显著性水平上为正，说明东盟人口增加能够促进双方农产品贸易，中国的人口系数在 1% 的显著性水平上为负，其原因可能是，相比于东盟国家，中国具有显著人口优势，人口增加会刺激国内市场消费需求扩大，同时会带来劳动力资源和人力资本增加，进而减少贸易需求(郭连成和左云，2021) [14]。两国间距离对双方农产品贸易存在阻碍作用。

### 4.3. 贸易非效率模型回归结果

用 Frontier4.1 软件对式(9)进行回归，结果见表 3。 $\gamma$  值在 1%水平上显著，且接近于 1，说明短期可变的人为因素对贸易效率损失的影响很大。互联网普及率的系数为负，且通过了显著性检验，说明东盟国家的信息基础设施水平的提高会减少中国与其农产品贸易阻碍；是否签署自贸协定的系数-0.498 在 1% 的水平上显著，说明中国与东盟国家签订自由贸易协定很大程度上降低了双方间农产品贸易非效率；政治稳定性系数-0.413 在 1%水平上显著，说明东盟国家的内部政治越稳定，越有利于提升中国与其农产品贸易效率；商业自由度的系数在 10%的水平上显著为负，说明东盟国家的商业开放有利于减少贸易阻碍，降低与中国的农产品贸易非效率；投资自由度的系数 0.013 在 5%的水平上显著，说明投资开放程度的提高，会降低双方农产品贸易效率，其原因可能是，投资与贸易具有相互替代性，东盟政府对投资的开放有利于吸引中国对其投资而非贸易。

Table 3. Regression results of trade non-efficiency model

表 3. 贸易非效率模型回归结果

| 变量          | 系数                |
|-------------|-------------------|
| 常数          | 3.021*** (0.411)  |
| $INT_{jt}$  | -3.136*** (0.608) |
| $FTA_{ijt}$ | -0.498*** (0.072) |
| $PS_{jt}$   | -0.413*** (0.105) |
| $BUS_{jt}$  | -0.014* (0.008)   |
| $IFD_{jt}$  | 0.013** (0.006)   |
| $\sigma^2$  | 0.288*** (0.061)  |

Continued

|          |                  |
|----------|------------------|
| $\gamma$ | 0.999*** (0.000) |
| 对数似然值    | -57.529          |
| LR 检验    | 101.488          |

注：\*、\*\*和\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%水平上显著，括号内为标准误。

### 5. 中国 - 东盟农产品贸易效率及潜力分析

贸易效率是指在既定资源禀赋下，实际贸易量与贸易潜力之比，是一个相对的概念。用 Frontier4.1 软件通过“一步法”计算得到 2008~2019 年中国与东盟农产品贸易效率。具体见表 4 和图 1。

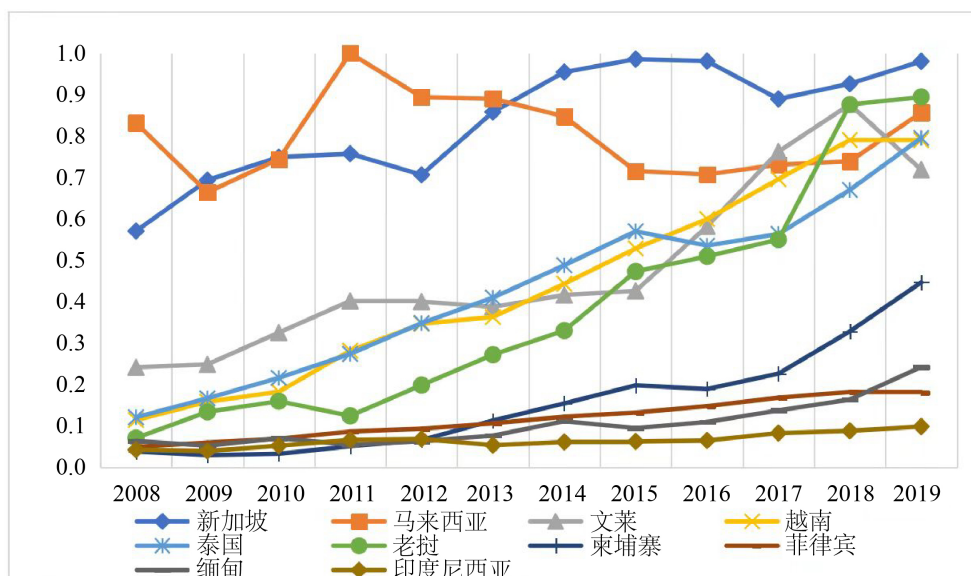


Figure 1. Trade efficiency and change trend of agricultural products between China and ASEAN countries from 2008 to 2019

图 1. 2008~2019 年中国与东盟农产品贸易效率及变动趋势

从图 1 中可以看出，贸易效率整体呈上升态势，中国与新加坡、马来西亚的贸易效率一直保持较高水平，这有赖于新加坡和马来西亚较高的信息基础设施水平、国内的政治稳定以及较为开放的商业往来，与文莱、越南、泰国、老挝的贸易效率增长速度很快，而与柬埔寨、菲律宾、缅甸、印度尼西亚的贸易效率较低且增长速度有待提升。

由表 4 可知，2008~2019 年农产品贸易效率均值为 0.3818，贸易效率取值范围为[0, 1]，说明中国与东盟农产品贸易效率还处于较低水平。借鉴赵金鑫和田志宏(2019)方法[15]，本文将市场类型分为冰山型[0, 0.3)、发展型[0.3, 0.6)、扩张型[0.6, 0.9)和饱和型[0.9, 1]。可以看到，中国与新加坡农产品贸易已由 2008 年的发展型转变为 2019 年的饱和型，市场逐步趋于成熟；结合图 1 来看，与马来西亚的农产品贸易市场一直处于扩张型，但存在一些波动，仍需通过优化产品结构和匹配市场需求，在原有贸易规模上实现一定程度增长；与文莱、越南、泰国、老挝、柬埔寨的农产品贸易也实现了市场类型的跨越，贸易效率有不同程度提升；相比之下，与菲律宾、缅甸、印尼国家的农产品贸易仍处于冰山型，更大的市场空间有待开发。

**Table 4.** Trade efficiency of agricultural products between China and ASEAN from 2008 to 2019  
**表 4.** 2008~2019 年中国与东盟农产品贸易效率

| 国家    | 2008 年农产品<br>贸易效率 | 市场类型 | 2019 年农产品<br>贸易效率 | 市场类型 | 2008~2019<br>平均贸易效率 |
|-------|-------------------|------|-------------------|------|---------------------|
| 新加坡   | 0.5707            | 发展型  | 0.9801            | 饱和型  | 0.8375              |
| 马来西亚  | 0.8314            | 扩张型  | 0.8564            | 扩张型  | 0.8016              |
| 文莱    | 0.2418            | 冰山型  | 0.7186            | 扩张型  | 0.4823              |
| 越南    | 0.1145            | 冰山型  | 0.7900            | 扩张型  | 0.4413              |
| 泰国    | 0.1213            | 冰山型  | 0.7953            | 扩张型  | 0.4300              |
| 老挝    | 0.0714            | 冰山型  | 0.8941            | 扩张型  | 0.3830              |
| 柬埔寨   | 0.0389            | 冰山型  | 0.4468            | 发展型  | 0.1565              |
| 菲律宾   | 0.0497            | 冰山型  | 0.1807            | 冰山型  | 0.1169              |
| 缅甸    | 0.0642            | 冰山型  | 0.2427            | 冰山型  | 0.1038              |
| 印度尼西亚 | 0.0428            | 冰山型  | 0.0991            | 冰山型  | 0.0655              |
| 均值    | 0.2147            |      | 0.6004            |      | 0.3818              |

本文对 2019 年中国与东盟的农产品贸易潜力及拓展空间进行了具体测算, 具体见表 5。2019 年中国 - 东盟可拓展农产品贸易总额约为 1000 亿美元, 具体到国家, 与新加坡、马来西亚、老挝等国家的贸易效率水平较高, 因此贸易拓展空间并不大; 而贸易效率较低的几个国家如菲律宾、缅甸、印度尼西亚, 贸易拓展空间比较大, 其中印度尼西亚约有 755 亿美元的可拓展空间, 占比高达 75.52%。中国与印尼的农产品贸易额相对较高, 但贸易效率却很低, 说明中国与其开展贸易合作仍存在较大阻力, 双方应强化合作机制以减少贸易阻碍。

**Table 5.** The agricultural trade potential between China and ASEAN in 2019  
**表 5.** 2019 年中国与东盟农产品贸易潜力

| 国家    | 贸易效率   | 实际贸易额<br>(亿美元) | 贸易潜力<br>(亿美元) | 贸易拓展空间<br>绝对值(亿美元) | 贸易拓展空间<br>相对值 |
|-------|--------|----------------|---------------|--------------------|---------------|
| 新加坡   | 0.9801 | 12.06          | 12.30         | 0.24               | 1.99%         |
| 马来西亚  | 0.8564 | 55.57          | 64.89         | 9.32               | 16.77%        |
| 文莱    | 0.7186 | 0.17           | 0.24          | 0.07               | 41.18%        |
| 越南    | 0.7900 | 85.91          | 108.75        | 22.84              | 26.59%        |
| 泰国    | 0.7953 | 104.43         | 131.31        | 26.88              | 25.74%        |
| 老挝    | 0.8941 | 2.48           | 2.77          | 0.29               | 11.69%        |
| 柬埔寨   | 0.4468 | 3.51           | 7.86          | 4.35               | 123.93%       |
| 菲律宾   | 0.1807 | 30.66          | 169.67        | 139.01             | 453.39%       |
| 缅甸    | 0.2427 | 11.42          | 47.05         | 35.63              | 312.00%       |
| 印度尼西亚 | 0.0991 | 83.02          | 837.74        | 754.72             | 909.08%       |
| 整体    | 0.6004 | 389.23         | 1382.58       | 993.35             | 192.24%       |

注: 贸易拓展空间相对值 = 贸易拓展空间绝对值/实际贸易额。

## 6. 结论与建议

本文测算出 2008~2019 年中国与东盟农产品贸易效率为 0.3818, 整体水平偏低, 农产品贸易尚有很大拓展空间, 2019 年中国与东盟可拓展农产品贸易总额接近 1000 亿美元。从国别视角来看, 中国与新加坡、马来西亚的贸易效率较高, 与文莱、越南、泰国、老挝的贸易效率处于中等水平, 与柬埔寨、菲律宾、缅甸、印度尼西亚的贸易效率有待提升。除了 GDP、人口、距离这些自然因素对贸易有影响, 更高的互联网普及率、双方签署自贸协定、更高的政治稳定性和商业自由度均对贸易效率有正向影响, 而由于投资与贸易存在相互替代性, 更高的投资自由度则会阻碍贸易。

基于以上结论, 本文提出建议: 一是继续强化与农产品贸易效率较高国家的合作, 开拓农产品贸易合作新方式, 挖掘新的贸易增长潜力, 在此基础上, 对于农产品贸易效率较低的国家, 找准双方合作契合点, 结合当地自然地理环境和资源优势, 达成因地制宜的农业贸易合作方式。在推进“一带一路”农业国际合作的过程中, 打造中国-东盟农业合作新格局。二是推动实施中国-东盟自贸区提升战略, 借助 RCEP 协议达成的契机, 加大开放中国东盟商业贸易往来, 完善交通基础设施建设, 优化营商环境, 提升贸易便利化水平, 降低技术壁垒, 推动国际投资与贸易齐头并进, 最大化区域经济效应, 进一步深化中国与东盟农产品贸易合作。三是加强中国和东盟就农产品方面贸易政策的有效对接, 积极与东盟各国政府、企业磋商, 共享各国营商环境、产业发展等信息。加大开放创新与国际合作力度, 加强双方信息基础设施建设与共享, 实现贸易网络的互联互通, 保障经济合作, 提升双边农产品贸易效率。

## 参考文献

- [1] 谭晶荣, 蔡燕林, 高颖, 王瑞, 李书彦. 中国对丝绸之路经济带沿线国家农产品出口贸易决定因素分析[J]. 农业经济问题, 2015, 36(11): 9-15+110.
- [2] Stack, M.M., Pentecost, E.J. and Ravishankar, G. (2018) A Stochastic Frontier Analysis of Trade Efficiency for the New EU Member States: Implications of Brexit. *Economic Issues*, **23**, 35-53.
- [3] Muganyi, T. and Chen, H. (2016) Strategic Economic Partnerships, Exchange Rate Policy and Agricultural Trade: A Gravity Model Analysis of China's Agricultural Trade Flows. *Open Journal of Social Sciences*, **4**, 48-55. <https://doi.org/10.4236/jss.2016.45008>
- [4] 李晓钟, 沈栋芳. 中国对“一带一路”沿线国家机电产品出口效率与出口增长效应研究[J]. 国际经济合作, 2021(1): 90-96.
- [5] Jiang, W., Zhang, H. and Lin, Y. (2021) Trade Sustainability and Efficiency under the Belt and Road Initiative: A Stochastic Frontier Analysis of China's Trade Potential at Industry Level. *Emerging Markets Finance and Trade*, **58**, 1740-1752.
- [6] 齐玮, 彭晓亚, 熊含瑜. “一带一路”沿线国家贸易便利化水平对进出口贸易的影响[J]. 统计与决策, 2021, 37(8): 144-147.
- [7] 曹安, 汪晶晶, 黄如梦. 中国与“一带一路”沿线国家农产品出口贸易效率及潜力测算[J]. 统计与决策, 2018, 34(10): 113-117.
- [8] 李月娥, 张吉国. 中国农产品贸易效率及潜力研究[J]. 统计与决策, 2021, 37(11): 112-116.
- [9] Meeusen, W. and Van den Broeck, J. (1977) Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *International Economic Review*, **18**, 435-444. <https://doi.org/10.2307/2525757>
- [10] Aigner, D., Lovell, C.A.K. and Schmidt, P. (1977) Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, **6**, 21-37. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(77\)90052-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(77)90052-5)
- [11] Pitt, M.M. and Lee, L.F. (1981) The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry. *Journal of Development Economics*, **9**, 43-64. [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(81\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0304-3878(81)90004-3)
- [12] Battese, G.E. and Coelli, T.J. (1992) Frontier Production Function, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, **3**, 153-169. <https://doi.org/10.1007/BF00158774>
- [13] 谢逢洁, 刘馨懋, 孙剑, 崔文田. “一带一路”沿线国家分类农产品贸易竞争与互补关系分析[J]. 统计与决策, 2021, 37(12): 112-116.



- [14] 郭连成, 左云. 中国与欧亚经济联盟国家的贸易效率及潜力研究——基于随机前沿引力模型的分析[J]. 经济问题探索, 2021(3): 100-110.
- [15] 赵金鑫, 田志宏. 中国对“一带一路”国家的农产品出口效率[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2019, 19(1): 111-117+127.