

中国与“一带一路”沿线国家贸易潜力 和贸易效率及其决定因素 ——基于随机前沿引力模型的实证研究

李 萍

摘 要：本文将随机前沿分析引入贸易引力模型，通过构建随机前沿引力模型，分析中国与“一带一路”沿线国家双边贸易流量的决定因素，测算贸易潜力，评估贸易效率；通过构建贸易非效率模型，从关税水平、贸易便利化水平、运输便利化水平、经济自由化程度、是否建立自由贸易区等5个维度进一步探究贸易非效率的构成因素，找出贸易阻力，并提出提升贸易效率、释放贸易潜力的可行策略。

关键词：“一带一路”；贸易潜力；贸易效率；随机前沿引力模型

中图分类号：F742

文献标识码：A

文章编号：1006-1894 (2018) 05-0005-12

关于“一带一路”的文献，主要研究内容大致可划分为4类：侧重论述“一带一路”的提出背景、战略定位、积极影响、经济效应、构筑路径、建设策略、制约因素与潜在风险；重点探讨中国与周边国家、中国与世界经济体在“一带一路”框架下的战略对接问题；深入剖析中国与“一带一路”沿线国家的贸易格局、贸易成本、贸易便利化水平、贸易网络、自由贸易区建设、产业转移、在全球价值链的分工地位；着重探究“一带一路”建设与人民币国际化的关系。从现有文献来看，关于中国与“一带一路”沿线国家贸易效率和贸易潜力的研究较为缺乏。基于此，本文通过分析影响双边贸易流量的关键因素，测算中国与“一带一路”沿线国家的贸易潜力，评估贸易效率，并探讨释放贸易潜力的有效策略，为探索构建“一带一路”沿线更畅通、更全面深入的互联互通格局提供对策建议。

一、理论模型

（一）随机前沿分析的基本模型

关于“潜力”的研究源于对技术进步的分析。生产函数揭示的是“生产潜力”，即给定技术和投入水平下所能达到的最大产出，然而现实中由于存在无效率因素，实际产出与生产潜力之间通常有一定的差距，即存在效率损失。20世纪50年代，生产

作者简介：李萍，博士，清华大学国情研究院助理研究员、公共管理学院博士后，研究方向：国际贸易。
基金项目：本文系国家高端智库建设项目（项目编号：20155010298）的阶段性成果。

效率理论研究的兴起和对生产最优化问题的关注直接促进了随机前沿分析的发展。

为解决样本技术效率随时间变化的问题, Battes 和 Coelli (1992) 提出时变衰减模型, 以估计每个样本单位的时变技术效率。生产前沿模型的基本表达式为:

$$Y_{it} = f(X_{it}; \beta) \exp(V_{it} - U_{it}) \quad (1)$$

$$U_{it} = \eta_{it} U_i = U_i \{\exp[-\eta(t-T)]\}, t \in g(i); i=1, 2, \dots, N \quad (2)$$

$$Y_{it}^* = f(X_{it}; \beta) \exp(V_{it}) \quad (3)$$

其中, Y_{it} 表示样本 i 在 t 时期的实际产出; Y_{it}^* 表示样本 i 在 t 时期的生产前沿; X_{it} 表示样本 i 在 t 时期的要素投入; β 表示待估参数向量; V_{it} 是随机扰动项, 表示生产过程中面临的外界随机冲击, $V_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$; U_{it} 表示各种不可观测的非效率因素, $U_{it} \sim N^+(0, \sigma_u^2)$, 假定 V_{it} 与 U_{it} 独立分布, 且与自变量不相关; η 表示技术效率随时间变化的趋势。若 $\eta > 0$, 则非效率水平随时间 t 的增加而递减; 若 $\eta < 0$, 则非效率水平随时间 t 的增加而递增; 若 $\eta = 0$, 则非效率水平保持不变。

样本 i 在 t 时期的技术效率为:

$$TE_{it} = \frac{Y_{it}}{Y_{it}^*} = \exp(-U_{it}) \quad (4)$$

由式(4)可知, 技术效率是实际产出与生产前沿的比率, 由技术非效率因素决定。

(二) 随机前沿分析引入贸易引力模型

贸易引力模型是国际贸易中常用的基本方程, 较多地应用于测算贸易潜力, 其基本方程表示为:

$$T_{ij} = A \times \frac{Y_i Y_j}{D_{ij}} \quad (5)$$

式(5)中, T_{ij} 表示 i 国和 j 国之间的贸易流量, Y_i 和 Y_j 分别表示 i 国和 j 国的经济规模, D_{ij} 表示 i 国和 j 国之间的地理距离, A 表示引力常数。

贸易引力模型揭示两国之间的贸易流量与各自的经济规模成正比, 与两国之间的地理距离成反比。在此基础上该模型被不断扩展。贸易引力模型估算出的双边贸易拟合值可视为贸易潜力, 实际贸易流量与贸易潜力的比值可用于衡量贸易效率。

由传统的贸易引力模型可知, 双边贸易流量是贸易伙伴之间经济规模、地理距离、制度状况等变量的函数。在既定条件下, 贸易双方都期望在成本最小的情况下实现最大的贸易流量。这在本质上与生产函数类似, 贸易潜力与生产潜力是内涵一致的经济范畴。因此可将随机前沿分析的基本思想应用于贸易引力模型中, 用以分析双边贸易的最优水平, 即贸易潜力。

贸易引力模型的基本假定是无摩擦贸易和冰山运输成本, 但这一假定过于苛刻。在此假定下, 未识别的贸易摩擦力被归于贸易引力模型的随机扰动项。这导致贸易潜力的估计存在一定的误差, 忽略了不可观测的贸易阻力变量。尽管采用面板数据

可通过剔除不随时间变化的贸易阻力因素而在一定程度上处理贸易摩擦力问题, 但会损失一些重要变量。此外, 贸易引力模型拟合出的“贸易潜力”仅是决定贸易流量的各种因素的平均效应, 实际上只是贴近现实贸易量的一个平均值, 而非最优值。

引入随机前沿分析之后的贸易引力模型可以较好地克服上述不足。根据随机前沿分析的基本模型可写出随机前沿引力模型的基本形式:

$$T_{ijt} = f(X_{ijt}; \beta) \exp(V_{ijt} - U_{ijt}) \quad (6) \quad T_{ijt}^* = f(X_{ijt}; \beta) \exp(V_{ijt}) \quad (7)$$

式(6)和式(7)中, T_{ijt} 表示 t 时期 i 国与 j 国之间的实际贸易流量; T_{ijt}^* 表示 t 时期 i 国与 j 国之间的贸易潜力(贸易是无摩擦的, 非效率因素的影响为零); X_{ijt} 是引力模型中双边贸易流量的核心影响因素; β 表示待估参数向量; V_{ijt} 是随机扰动项, 表示面临的外界随机冲击; U_{ijt} 表示不可观测的贸易非效率因素(设定为非负值, 即假定起阻碍作用的因素占主导), 代表各种贸易阻力。假定 V_{ijt} 服从均值为零的正态分布, U_{ijt} 服从均值为零的半正态分布, V_{ijt} 与 U_{ijt} 独立分布且均与自变量不相关。

贸易效率可表示为:

$$TE_{ijt} = \frac{T_{ijt}}{T_{ijt}^*} = \exp(-U_{ijt}) \quad (8)$$

由式(8)可知, 贸易效率是关于贸易非效率项的指数函数, 可用于判断双边贸易的效率和潜力(见表1)。

表1 双边贸易效率的判断

条件	结论	
	贸易摩擦情况	贸易效率取值
$U_{ijt} > 0$	有贸易摩擦, 存在贸易非效率	$TE_{ijt} \in (0, 1)$, 实际贸易流量 < 贸易潜力
$U_{ijt} = 0$	无贸易摩擦, 不存在贸易非效率	$TE_{ijt} = 1$, 实际贸易流量 = 贸易潜力

为了便于研究和应用, 可将式(6)改写为对数形式:

$$\ln T_{ijt} = \ln f(X_{ijt}; \beta) + V_{ijt} - U_{ijt} \quad (9)$$

(三) 贸易非效率模型

在随机前沿引力模型的基础之上, 还需构建贸易非效率模型, 以进一步分析贸易非效率的影响因素, 找出贸易阻力。根据 Battes 和 Coelli (1995) 的基本思想, 构建贸易非效率模型如下:

$$U_{ijt} = \alpha Z_{ijt} + W_{ijt} \quad (10)$$

式(10)中, U_{ijt} 表示 t 时期 i 国和 j 国之间的贸易非效率值, U_{ijt} 服从均值为 αZ_{ijt} 的半正态分布; α 表示待估参数向量; Z_{ijt} 表示 t 时期影响 i 国和 j 国贸易非效率的外生变量; W_{ijt} 表示随机扰动项, 服从均值为零的半正态分布, 且 $W_{ijt} > -\alpha Z_{ijt}$ 。

将式(10)分别代入式(9)和式(8), 可得式(11)和式(12):

$$\ln T_{ijt} = \ln f(X_{ijt}; \beta) + V_{ijt} - (\alpha Z_{ijt} + W_{ijt}) \quad (11) \quad TE_{ijt} = \exp(-\alpha Z_{ijt} - W_{ijt}) \quad (12)$$

二、模型设定及说明

（一）随机前沿引力模型的具体设定

贸易引力模型中的解释变量可分为3类：（1）代表出口国对外供给潜力的因素，其中国内产出水平是影响供给的决定性因素；（2）代表进口国对外需求潜力的因素，其中收入水平是影响需求的直接因素；（3）代表两国之间贸易阻力的因素。贸易阻力可划分为自然的贸易阻力和人为的贸易阻力，其中，短期内保持不变的因素归入自然的贸易阻力，短期内容易改变的因素则归入人为的贸易阻力，人为的贸易阻力纳入贸易非效率项中进行考察。

本文在估计贸易潜力时，重点关注双边贸易流量最基本、最核心的决定因素，仅考虑自然的贸易阻力，故初步选定经济规模、地理距离、收入水平、是否有共同边界等变量作为随机前沿引力模型的解释变量。

（1）经济规模

经济规模用国内生产总值（GDP）来衡量，经济规模越大则出口潜力越大、进口需求能力越强，双边贸易流量可能越大。

（2）地理距离

作为运输成本的代理变量，距离涵盖绝对距离和相对距离。绝对距离仅关注贸易双方之间的距离，而相对距离则还需要考虑贸易双方与其他贸易伙伴之间的距离。鉴于相对距离的衡量多与经济因素挂钩，且不少研究成果显示相对距离回归系数的显著性程度低于绝对距离回归系数的显著性程度（盛斌和廖明中，2004），本文选用贸易双方的绝对距离，以贸易双方首都之间的距离作为地理距离的度量依据。

（3）收入水平

在模型中纳入收入水平变量主要是基于林德假说。Linder（1961）指出收入水平作为影响一国需求结构的主要因素对国际贸易有重要影响。本文用贸易双方人均GDP衡量收入水平，双方人均GDP越大，则双边贸易流量可能越大。

（4）是否有共同边界

贸易双方相互接壤，有共同边界，能为双边贸易创造有利的天然地缘优势。

从双边贸易层面构建随机前沿引力模型，模型设定见式（13）。

$$\ln T_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 \ln Dist_{ij} + \beta_4 \ln PGDP_{it} + \beta_5 \ln PGDP_{jt} + \beta_6 Border_{ij} + V_{ijt} - U_{ijt} \quad (13)$$

式（13）中， β_0 表示常数项， β_1 、 β_2 、 β_3 、 β_4 、 β_5 、 β_6 表示待估参数； GDP_{it} 、 GDP_{jt} 分别表示 t 时期 i 国的GDP、 j 国的GDP； $Dist_{ij}$ 表示 i 国与 j 国之间的地理距离； $PGDP_{it}$ 、 $PGDP_{jt}$ 分别表示 t 时期 i 国的人均GDP、 j 国的人均GDP； $Border_{ij}$ 为虚拟变量，表示 i 国与 j 国是否有共同边界，若有共同边界则取值为1，若无共同边界则取值为0。

（二）贸易非效率模型的具体设定

贸易非效率项主要考察人为的贸易阻力。经过综合权衡，选取关税水平、贸易便利化水平、运输便利化水平、经济自由化程度、是否属于同一自由贸易区作为贸易非效率模型的解释变量。

（1）关税水平

关税会增加进出口商品的成本，高关税会形成贸易壁垒，对双边贸易流动具有阻碍甚至是限制作用。本文采用所有产品加权平均适用税率指标衡量一国的关税水平，其数值越大则关税水平越高，贸易阻力越大。

（2）贸易便利化水平

贸易便利化是指通过简化和协调国际贸易程序、完善和统一国际贸易制度等加快商品和要素的跨境流通。贸易便利化水平低对进出口贸易产生阻碍作用。本文使用进出口平均周转时间指标衡量贸易便利化水平，时间越长则贸易便利化水平越低，贸易阻力越大。

（3）运输便利化水平

运输时间长、运输效率低会阻碍进出口贸易。本文以物流绩效综合指数指标衡量运输便利化水平，其数值越小则运输便利化水平越低，贸易阻力越大。

（4）经济自由化程度

经济自由化程度对国际贸易具有重要影响，经济自由化程度低会对进出口贸易产生阻力。本文采用贸易自由度、货币自由度、投资自由度和金融自由度指标衡量一国的经济自由化程度，其数值越小则贸易阻力相对越大。

（5）是否属于同一自由贸易区

建立自由贸易区有助于减少贸易阻力，促进进出口贸易。贸易双方当年若属于同一个自由贸易区则赋值为1，反之则赋值为0。

贸易非效率模型的具体设定见式（14）。

$$U_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 Tariff_{jt} + \alpha_2 Time_{jt} + \alpha_3 Logistics_{jt} + \alpha_4 TF_{jt} + \alpha_5 MF_{jt} + \alpha_6 INF_{jt} + \alpha_7 FF_{jt} + \alpha_8 FTA_{ijt} + W_{ijt} \quad (14)$$

式（14）中， U_{ijt} 表示*i*国与*j*国在*t*时期的贸易非效率值； $Tariff_{jt}$ 表示*j*国在*t*时期的所有产品加权平均适用税率； $Time_{jt}$ 表示*j*国在*t*时期的进出口平均周转时间； $Logistics_{jt}$ 表示*j*国在*t*时期的物流绩效综合指数； TF_{jt} 、 MF_{jt} 、 INF_{jt} 、 FF_{jt} 分别表示*j*国在*t*时期的贸易自由度、货币自由度、投资自由度、金融自由度； FTA_{ijt} 为虚拟变量，表示*t*时期*i*国与*j*国是否属于同一自由贸易区。

（三）基本假定

根据相关理论，实证研究的基本假定如下：（1）贸易双方经济规模的大小反映其供给潜力和需求潜力的大小，经济规模越大，则双边贸易流量越大，故经济规模变量的系数预期为正；（2）地理距离会增加运输成本和信息成本，该变量的系数预

期为负；（3）人均收入越高，则消费能力越强、消费结构的多样化越明显，双边贸易流量可能越大，故收入水平变量的系数预期为正；（4）贸易双方拥有共同边界对双边贸易流量具有较大的正向作用，“是否有共同边界”变量的系数预期为正；（5）关税水平越高，则贸易阻力越大，故关税水平变量的系数预期为正；（6）贸易便利化水平越高，则贸易阻力越小，故贸易便利化水平变量的系数预期为正；（7）运输便利化水平越高，则贸易阻力越小，故运输便利化水平变量的系数预期为负；（8）经济自由化程度越高，则贸易阻力越小，故贸易自由度、货币自由度、投资自由度、金融自由度等变量的系数预期均为负；（9）贸易双方属于同一自由贸易区有助于减少贸易阻力，“是否属于同一自由贸易区”变量的系数预期为负。

（四）样本选取与数据说明

1. 样本选取

选定 1995~2015 年中国与韩国、日本等“一带一路”沿线 68 个国家作为样本。

2. 数据说明

随机前沿引力模型中，双边贸易额数据来自 UN Comtrade 数据库，各年度贸易额均是以美元计价的当年现值；GDP 和人均 GDP 数据来自 WDI 数据库，各年度数据按现价美元计；贸易双方的距离设定为两国首都之间的球面距离，通过距离计算工具测算获得，单位为千米；是否有共同边界通过查看世界地图进行确认。贸易非效率模型中，所有产品加权平均适用税率从世界银行 WDI 数据库获取，单位为百分比（%）；进出口的平均周转时间从世界银行 WDI 数据库获得，取进口周转时间和出口周转时间的平均值，单位为天；物流绩效综合指数从世界银行 WDI 数据库获取，评分范围为 1~5，分数越高表明物流绩效越高；贸易自由度、货币自由度、投资自由度和金融自由度从美国传统基金会和《华尔街日报》公布的经济自由度指数年度报告中获取，评分范围为 0~100，分数越高则自由化程度越高；是否属于同一自由贸易区通过查询中国自由贸易区服务网公布的信息获取。

对于部分缺失的数据，运用时间序列的移动平均法进行填补。在实证研究中，对贸易额、GDP、人均 GDP 和地理距离数据取自然对数。

三、实证检验

对于面板数据，随机前沿模型的参数估计应用极大似然估计方法最为普遍，本文采用此种方法进行参数估计。

（一）随机前沿引力模型的假设检验与估计结果

1. 随机前沿引力模型设定的假设检验

在对随机前沿引力模型进行估计之前，对模型的设定和变量的选取进行假设检验。

（1）检验 1：贸易非效率项的存在性检验

Battese 和 Corra(1977) 关于方差参数的设定见式 (15)。

$$\gamma = \frac{\sigma_U^2}{\sigma_S^2} = \frac{\sigma_U^2}{\sigma_V^2 + \sigma_U^2} \quad (15)$$

γ 等于 0, 说明实际贸易流量与贸易潜力的偏差完全来自不可预测或无法避免的随机因素, 贸易非效率不存在; γ 趋近于 0, 说明实际贸易流量与贸易潜力的偏差主要来自不可预测或无法避免的随机因素; γ 等于 1, 说明实际贸易流量与贸易潜力的偏差完全源自贸易非效率因素, 贸易非效率存在; γ 趋近于 1, 说明实际贸易流量与贸易潜力的偏差主要源自贸易非效率因素。

贸易非效率存在性的似然比检验, 原假设为“不存在贸易非效率项”, 备择假设为“存在贸易非效率项”, 即 $H_0: \gamma=0$, $H_1: \gamma \neq 0$ 。

对于时变衰减模型, 对数似然函数见式 (16)。

$$\begin{aligned} \ln L = & -\frac{N}{2} \ln\left(\frac{\pi}{2}\right) - \frac{N}{2} \ln(\sigma_V^2 + \sigma_U^2) + \sum_{i=1}^N \ln(1 - \Phi(Z_i)) \\ & - \frac{1}{2}(\sigma_V^2 + \sigma_U^2) \sum_{i=1}^N \ln \varepsilon_{it}^2 \end{aligned} \quad (16)$$

式 (16) 中, $\Phi(\cdot)$ 是标准正态分布的累积分布函数, $\varepsilon_{it} = \ln Y_{it} - X_{it}\beta$,

$$Z_i = \left[\frac{\varepsilon_{it}}{(\sigma_V^2 + \sigma_U^2)^{1/2}} \right] \left(\frac{\gamma}{1 - \gamma} \right)^{1/2}。$$

估计出有约束的对数似然值为 -1,515.1911, 无约束的对数似然值为 -1,412.9632, 似然比检验的统计量 (204.4558) 大于 1% 的显著水平下卡方分布的临界值 ($\chi^2(1)=6.63$), 故拒绝原假设, 贸易非效率项存在。这说明随机前沿引力模型是合理的、适用的, 且对于研究贸易非效率具有重要意义。

(2) 检验 2: 是否包含经济规模变量的检验

原假设为“不包含经济规模变量” (即 $H_0: \beta_1=\beta_2=0$), 备择假设为“包含经济规模变量” (即 $H_1: \beta_1 \neq 0$ 且 $\beta_2 \neq 0$)。估计出有约束的对数似然值为 -1,477.2816, 无约束的对数似然值为 -1,412.9632, 似然比检验的统计量 (128.6368) 大于 1% 的显著水平下卡方分布的临界值 ($\chi^2(2)=9.21$), 故拒绝原假设, 模型中应包含经济规模变量。

(3) 检验 3: 是否包含收入水平变量的检验

原假设为“不包含收入水平变量” (即 $H_0: \beta_4=\beta_5=0$), 备择假设为“包含收入水平变量” (即 $H_1: \beta_4 \neq 0$ 且 $\beta_5 \neq 0$)。估计出有约束的对数似然值为 -1,592.4803, 无约束的对数似然值为 -1,412.9632, 似然比检验的统计量 (359.0342) 大于 1% 的显著水平下卡方分布的临界值 ($\chi^2(2)=9.21$), 故拒绝原假设, 模型中应包含收入水平变量。

(4) 检验 4: 是否引入地理距离变量的检验

原假设为“不引入地理距离变量”（即 $H_0: \beta_3=0$ ），备择假设为“引入地理距离变量”（即 $H_1: \beta_3 \neq 0$ ）。估计出有约束的对数似然值为 -1,526.2881，无约束的对数似然值为 -1,412.9632，似然比检验的统计量（226.6498）大于 1% 的显著水平下卡方分布的临界值（ $\chi^2(1)=6.63$ ），故拒绝原假设，模型中应引入地理距离变量。

（5）检验 5：是否引入共同边界变量的检验

原假设为“不引入共同边界变量”（即 $H_0: \beta_6=0$ ），备择假设为“引入共同边界变量”（即 $H_1: \beta_6 \neq 0$ ）。估计出有约束的对数似然值为 -1,391.5536，无约束的对数似然值为 -1,412.9632，似然比检验的统计量（-42.8192）小于 1% 的显著水平下卡方分布的临界值（ $\chi^2(1)=6.63$ ），故不能拒绝原假设，模型中不应引入共同边界变量。这可能由于中国与部分“一带一路”沿线国家虽然拥有共同边界，但这些国家多位于中国的西南部，地形复杂，山地较多，加之陆上交通不够便捷，陆运网络不够健全，导致陆地接壤对跨境贸易的天然优势尚未发挥出来。

经检验，随机前沿引力模型修改为：

$$\ln T_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 \ln Dist_{ij} + \beta_4 \ln PGDP_{it} + \beta_5 \ln PGDP_{jt} + V_{ijt} - U_{ijt} \quad (17)$$

2. 随机前沿引力模型的估计结果

运用 Stata 软件对中国与“一带一路”沿线国家双边贸易的随机前沿引力模型进行估计（表 2）。从回归结果看，除 $\ln PGDP_{it}$ 外，各解释变量的系数符号均与预期一致且高度显著。

表 2 随机前沿引力模型的回归结果

变量	系数	标准差	t 统计量
$\ln GDP_{it}$	9.6584***	2.3403	4.1271
$\ln GDP_{jt}$	0.8048***	0.0415	19.3735
$\ln Dist_{ij}$	-0.6773***	0.1381	-4.9048
$\ln PGDP_{it}$	-9.6305***	2.3928	-4.0248
$\ln PGDP_{jt}$	0.1220**	0.0583	2.0927
常数项	2,023.3830***	324.9411	6.2269
σ^2	0.8071***	0.0946	8.5295
γ	0.6383***	0.0762	8.3822
μ	1.1397***	0.2045	5.5743
η	0.0426***	0.0021	20.1468
对数似然值	-1,391.5536		
LR 统计量	726.51		

注：上标 ***、** 分别表示系数统计值在 1%、5% 的水平上通过显著性检验。

（1）经济规模

$\ln GDP_{it}$ 和 $\ln GDP_{jt}$ 的系数均通过 1% 水平上的显著性检验，表明贸易双方的经济规模对双边贸易流量有重要影响。 $\ln GDP_{it}$ 和 $\ln GDP_{jt}$ 的系数均为正，中国的经济规模对双边贸易的弹性系数估计值为 9.6584，其他“一带一路”沿线国家的经济规模对双边贸易的弹性系数估计值为 0.8048，前者远高于后者。这表明中国经济规模的变化更容易对中国与

“一带一路”沿线国家的双边贸易流量产生影响，中国经济规模的增长将有力促进中国与“一带一路”沿线国家双边贸易的发展。

（2）地理距离

$\ln Dist_{ij}$ 的系数为负，且通过 1% 水平上的显著性检验。地理距离对双边贸易的弹性系数估计值为 -0.6773，反映出地理距离对中国与“一带一路”沿线国家的双边

贸易流量具有显著的负效应，是阻碍双边贸易发展的重要因素。

(3) 收入水平

$\ln PGDP_{it}$ 的系数为负，与预期不符。中国人均 GDP 对双边贸易的弹性系数估计值为 -9.6305，表明中国人均 GDP 的增加对中国与“一带一路”沿线国家的双边贸易流量具有显著的负效应。这可能是由于中国人均收入水平的提高有助于刺激内需，而旺盛的国内需求和扩大的国内市场需求规模会对出口产生一定的抑制作用。 $\ln PGDP_{jt}$ 的系数为正，与预期一致，其估计值为 0.1220，表明其他“一带一路”沿线国家人均 GDP 的增长对其与中国的双边贸易规模具有一定的正效应。其他“一带一路”沿线国家人均收入水平的提高可能会产生更大的进口需求以满足国内市场的扩大化和多样化需求，从而有助于促进双边贸易流量的增加。

(4) 贸易非效率项所占比重

γ 代表导致实际贸易流量与贸易潜力出现偏差的因素中贸易非效率项所占的比重，其估计值为 0.6383，且通过 1% 水平上的显著性检验。这反映出中国与“一带一路”沿线国家之间存在的贸易非效率是造成实际贸易流量未达到贸易潜力的主要原因。

(5) 贸易效率随时间变化的趋势

η 表示贸易效率随时间变化的趋势，其估计值为 0.0426，且通过 1% 水平上的显著性检验。 η 的符号为正，表明中国与“一带一路”沿线国家双边贸易的非效率水平随着时间的增加而减小，贸易效率呈现提升趋势。

3. 随机前沿引力模型的稳健性检验

为了检验结果的稳健性，给出时间不变 (time-invariant, TI) 模型的回归结果，并与时变衰减 (time-varying decay, TVD) 模型的回归结果进行比较 (见表 3)。

TVD 和 TI 方法估计出的 $\ln GDP_{it}$ 、 $\ln GDP_{jt}$ 、 $\ln Dist_{ij}$ 、 $\ln PGDP_{it}$ 、 $\ln PGDP_{jt}$ 系数符号一致，显示回归结果具有较强的稳健性。TVD 和 TI 方法估计出的 γ 值分别为 0.6383、0.7169，

表 3 随机前沿引力模型的 TVD 与 TI 回归结果对比

估计方法	TVD		TI	
变量	系数	标准差	系数	标准差
$\ln GDP_{it}$	9.6584*** (4.1271)	2.3403	22.0102*** (12.7625)	1.7246
$\ln GDP_{jt}$	0.8048*** (19.3735)	0.0415	0.8983*** (11.342796)	0.0792
$\ln Dist_{ij}$	-0.6773*** (-4.9048)	0.1381	-1.8082*** (-6.4694)	0.2795
$\ln PGDP_{it}$	-9.6305*** (-4.0248)	2.3928	-22.0976*** (-12.2882)	1.7983
$\ln PGDP_{jt}$	0.1220** (2.0927)	0.0583	0.3103** (3.5219)	0.0881
常数项	2,023.3830*** (6.2269)	324.9411	-447.1991*** (-12.5209)	35.7163
σ^2	0.8071*** (8.5295)	0.0946	1.4356*** (5.8185)	0.2467
γ	0.6383*** (8.3822)	0.0761	0.7169*** (14.3923)	0.0498
μ	1.1397*** (5.5743)	0.2045	2.2986*** (6.6271)	0.3468
η	0.0426*** (20.1468)	0.0021	-	-
对数似然值	-1,391.5536		-1,516.2507	
LR 统计量	726.51		7,392.04	

注：括号内的值为 t 统计量，上标 ***、** 分别表示系数估计值在 1%、5% 的水平上通过显著性检验。

均说明贸易非效率是造成中国与“一带一路”沿线国家之间实际贸易流量未达到贸易潜力的主要原因。TVD 方法估计出的 η 值显著不为 0，证实选用时变随机前沿引力模型更为合适。

（二）贸易非效率模型的假设检验与估计结果

选用“两步法”建立贸易非效率模型：首先通过随机前沿引力模型的回归结果获得贸易非效率项的估计值，然后以贸易非效率项的估计值为被解释变量进行回归，获得贸易非效率项影响因素的系数。由于该模型中包含不随时间变化的虚拟变量（ FTA_{ijt} ），不适宜采用面板数据下的固定效应回归。借鉴鲁晓东和赵奇伟（2010）等的处理方式，使用混合最小二乘法进行估计（表 4）。

从回归结果看：（1） $Tariff_{jt}$ 的系数为正，与预期一致，且通过 5% 水平上的显著性检验，这说明关税是双边贸易的阻力因素；（2） $Time_{jt}$ 的系数为负，与预期不符；（3） $Logistics_{jt}$ 的系数为负，与预期一致，且通过 1% 水平上的显著性检验，这反映出运输不便不是双边贸易的阻力因素；（4） TF_{jt} 和 MF_{jt} 的系数为负，与预期一致，且通过 1% 水平上的显著性检验，这说明“一带一路”沿线国家的贸易自由化程度和货币自由化程度不高是双边贸易的阻力因素；（5） INF_{jt} 和 FF_{jt} 的系数为正，与预期不符；（6） FTA_{ijt} 的系数为负，与预期一致，且通过 1% 水平上的显著性检验，这说明建立自由贸易区有助于减少贸易阻力、提升贸易效率。

由此可知，关税水平、运输便利化水平、贸易自由度和货币自由度是中国与“一带一路”沿线国家贸易非效率的主要构成因素，是制约中国与“一带一路”沿线国家双边贸易发展的重要阻力。

四、中国与“一带一路”沿线国家的贸易潜力和贸易效率分析

基于随机前沿引力模型的回归结果可获得中国与“一带一路”沿线国家的贸易潜力，根据式（8），可计算出贸易效率。

（一）中国与“一带一路”沿线国家贸易潜力和贸易效率的整体分析

整体来看，中国与“一带一路”沿线国家的贸易效率呈上升趋势，从 1995 年的 0.3973 逐步增长至 2015 年的 0.6509，而贸易效率的增长率趋于下降，从 1996 年的

表 4 贸易非效率模型的回归结果

变量	系数	标准差	t 统计量
$Tariff_{jt}$	0.2172*	0.0961	2.2609
$Time_{jt}$	-0.0055*	0.0030	-1.8618
$Logistics_{jt}$	-0.6321**	0.1026	-6.1621
TF_{jt}	-0.4253**	0.0419	-10.1610
MF_{jt}	-0.3177**	0.0322	-9.8763
INF_{jt}	0.0880*	0.0299	2.9412
FF_{jt}	0.1673**	0.0315	5.3089
FTA_{ijt}	-0.0688**	0.0116	-5.9532
常数项	1.2420**	0.0467	26.5815
R^2	0.3058		
$Adj R^2$	0.3019		
obs	1,428		

注：上标 **、* 分别表示系数统计值在 1%、5% 的水平上通过显著性检验。

3.33% 逐步降至 2015 年的 1.04%。

1995~2015 年期间，中国与“一带一路”沿线国家贸易效率的平均值为 0.5297，贸易效率虽稳步提升，但仍处于较低水平，有较大的增长空间。1995~2015 年期间，中国与“一带一路”沿线国家的双边贸易总额从 1,379.43 亿美元增至 18,572.20 亿美元，贸易效率从 0.3973 升至 0.6509。在扩大的双边贸易规模基础上，中国与“一带一路”沿线国家若能进一步提高贸易效率，将释放贸易活力，贸易增长潜力巨大。

（二）中国与“一带一路”沿线各国的贸易潜力和贸易效率分析

中国与“一带一路”沿线各国的贸易效率普遍呈上升趋势。1995~2015 年期间，中国与“一带一路”沿线各国贸易效率的平均值排名前 10 位的国家是新加坡、马来西亚、日本、韩国、德国、泰国、俄罗斯、印度尼西亚、荷兰、越南，排名末 10 位的国家是拉脱维亚、阿尔巴尼亚、阿塞拜疆、格鲁吉亚、摩尔多瓦、亚美尼亚、马尔代夫、马其顿、波黑、不丹。

综合考虑中国与“一带一路”沿线各国当前的实际贸易流量和贸易效率水平，对贸易增长潜力进行评估。实际贸易流量越大，而贸易效率越低，则贸易增长空间越大，即贸易增长潜力越大。

五、政策建议

由实证研究结果可知，关税水平、运输便利化水平、贸易自由度和货币自由度是制约中国与“一带一路”沿线国家双边贸易发展的重要阻力。为加速提高贸易效率、充分释放贸易潜力，可采取以下策略：

（一）推进自由贸易区建设，深化开放合作

“一带一路”倡议强调以周边为基础，以沿线国家为重点，并进一步延伸至全球，其有效推进需要以自由贸易区为载体。作为“一带一路”倡议的基础平台和重要开放窗口，自由贸易区建设有助于打通“一带一路”沿线的关键节点，开创以点带线、以线促面、联动发展的对外开放新格局。因此，中国需要加快实施自由贸易区战略，以自由贸易区建设为支点，通过签署自由贸易协定分阶段逐步消除绝大多数商品的关税和非关税壁垒，进而深化中国与“一带一路”沿线国家的开放合作，扎实推进“一带一路”倡议。

（二）加强基础设施建设，提高运输便利化水平

运输便利化水平不高是中国与“一带一路”沿线国家双边贸易发展的重要阻力。“一带一路”沿线国家多为发展中国家，经济增速较快，商品需求较大，但普遍存在基础设施落后、“通而不畅”的问题。作为国际贸易发展的基础性、先导性和服务性行业，交通运输是中国与“一带一路”沿线国家增进经贸合作的基础保障和主要载体。

以交通等基础设施先行推进“一带一路”倡议，破解“一带一路”沿线的交通瓶颈，通过跨境战略合作实现境内和境外基础设施的有效对接，提高运输便利化水平，降低运输成本，为中国与“一带一路”沿线国家贸易流量的增长和贸易效率的提升创造有利条件。

（三）加速人民币国际化步伐，增强人民币使用“粘性”

“一带一路”与人民币国际化战略具有协同发展的内在逻辑，人民币国际化的加速实施将为中国与“一带一路”沿线国家的跨境贸易和金融融通提供重要支撑。在跨国贸易中，计价货币和结算货币的选择对交易成本有较大影响。通过推进人民币国际化，促使“一带一路”沿线的众多国家在国际贸易中选择以人民币计价和结算，不断增强人民币的使用“粘性”。人民币成为“一带一路”辐射区域内的主导货币将降低跨境贸易交易成本和货币转换风险，有助于中国与“一带一路”沿线国家提高贸易效率、扩大贸易规模。

参考文献：

- [1] Battese G. E, Coelli, T. J. Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India[J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, 3(1).
- [2] 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).
- [3] 孔庆峰, 董虹蔚. “一带一路”国家的贸易便利化水平测算与贸易潜力研究 [J]. 国际贸易问题, 2015,(12).
- [4] 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,(10).
- [5] 盛斌, 廖明中. 中国的贸易流量与出口潜力: 引力模型的研究 [J]. 世界经济, 2004,(2).
- [6] 许和连, 孙天阳, 成丽红. “一带一路”高端制造业贸易格局及影响因素研究——基于复杂网络的指数随机图分析 [J]. 财贸经济, 2015,(12).
- [7] 徐梁. 基于中国与“一带一路”国家比较优势的动态分析 [J]. 管理世界, 2016,(2).
- [8] 赵金龙, 王斌. 我国“一带一路”FTA 战略的路径选择研究 [J]. 世界经济研究, 2016,(12).

Trade Potential and Trade Efficiency of China and Countries along the Belt and Road: Based on the Stochastic Frontier Gravity Model

LI Ping

Abstract: This paper conducts an empirical study on trade efficiency and trade potential of China and countries along the Belt and Road by introducing the stochastic frontier analysis into trade gravity model. Based on the stochastic frontier gravity model, determinants of bilateral trade flows are analyzed, trade potential is measured and trade efficiency is evaluated. Component factors of trade non-efficiency are explored through setting up a trade non-efficiency model which taking into account the tariff, trade facilitation, transport facilitation, economic liberalization and FTA factors. According to the empirical research results, strategy of improving trade efficiency and fulfill trade potential are proposed.

Key words: the Belt and Road; trade potential; trade efficiency; stochastic frontier gravity model

（责任编辑：张建华）