

我国从 RCEP 成员国进口矿产品的潜力评价

江勇¹, 李莉¹, 谭卫², 朱清^{3, 4}, 雷涯邻¹

(1. 中国地质大学(北京), 北京 100083; 2. 国家金融监督管理总局万州监管分局, 重庆 404000; 3. 中国地质调查局国际矿业研究中心, 北京 100037; 4. 中国矿业报社, 北京 100037)

摘要: 我国作为全球主要的矿产资源消费国, 原油、铁矿石等均具有较高的进口依赖性。为分析我国从区域全面经济伙伴关系协定(RCEP)成员国进口矿产品的贸易潜力, 文章基于2011—2020年的贸易数据, 计算比较优势与贸易互补性指标, 量化分析贸易关系的强度和潜力。运用全局主成分分析法评估了RCEP成员国的贸易便利化程度, 并将其与经济规模、地理距离、国土面积、人口等因素结合, 融入随机前沿引力模型框架进行实证分析。研究发现: 我国的经济规模、人口增长和国土面积对矿产品进口有显著促进作用, 而距离较远及出口国人口多则构成阻碍。提升基础设施、优化海关环境及签署自由贸易协定能有效提升贸易效率, 而复杂的政府规制、高关税及金融和电子商务发展不足则会抑制贸易效率。

关键词: 矿产品; 贸易潜力; 随机前沿引力模型; 贸易非效率模型; RCEP

中图分类号: F426.1; F752.6; F062.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-6995(2023)

DOI: 10.19676/j.cnki.1672-6995.001196

Evaluation of China's Potential for Importing Mineral Products from RCEP Member Countries

JIANG Yong¹, LI Li¹, TAN Wei², ZHU Qing^{3, 4}, LEI Yalin¹

(1. China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083; 2. Wanzhou Branch of China Banking and Insurance Regulatory Commission, Chongqing 404000; 3. International Mining Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037; 4. China Mining News, Beijing 100037)

Abstract: As a major global consumer of mineral resources, China has a high import dependence on crude oil, iron ore, and other commodities. To analyze China's trade potential for importing mineral products from Regional Comprehensive Economic Partnership (RCEP) member countries, this study calculates comparative advantage and trade complementarity indicators based on trade data from 2011–2020, quantifying the intensity and potential of trade relationships. The global principal component analysis is used to evaluate the trade facilitation levels of RCEP member countries, which are then integrated with factors such as economic scale, geographic distance, land area, and population into a stochastic frontier gravity model framework for empirical analysis. The study finds that China's economic scale, population growth, and land area significantly promote mineral imports, while the long geographical distance and the large population in exporting countries pose obstacles. Enhancing infrastructure, optimizing the customs environment, and signing free trade agreements can effectively improve trade efficiency, while complex government regulations, high tariffs, and underdeveloped finance and e-commerce will restrain trade efficiency.

Keywords: mineral products; trade potential; stochastic frontier gravity model; trade inefficiency model; RCEP

收稿日期: 2024-12-24; **修回日期:** 2025-04-02

基金项目: 教育部人文社会科学研究一般项目“深海矿产资源绿色开发科技创新政策研究”(24YJAZH052); 国家社科基金重大专项(24VHQ005)

作者简介: 江勇(1986—), 男, 江苏省南通市人, 中国地质大学(北京)副教授, 管理科学与工程博士, 主要从事矿产资源经济与政策研究。

通讯作者: 雷涯邻(1966—), 女, 湖北省江陵县县人, 中国地质大学(北京)二级教授, 经济学博士, 主要从事资源能源环境经济与政策研究。E-mail: leiyalin@cugb.edu.cn.

0 引言

我国作为矿产资源的主要消费国，面临着资源自给率不足的现状^[1-2]。自2001年至2024年，我国对包括原油、铁矿石、铜精矿、铝资源和天然气在内的多种关键矿产资源的进口依赖程度呈现出了明显的上升趋势。原油依存度攀升至75%以上，铁矿石、铜精矿达到80%以上，铝资源更是高达90%以上。为了有效保障我国矿产资源的稳定供应，特别是面对日益增长的资源需求，拓宽并优化矿产品进口渠道成为当务之急。2012年11月，中国与东盟十国、日本等共同发布了《启动〈区域全面经济伙伴关系协定〉（RCEP）谈判的联合声明》，标志着RCEP成员国的自由贸易区建设正式拉开序幕。RCEP于2020年11月15日正式签署，并于2023年6月2日对所有15个成员国全面生效。RCEP正式生效后，对中国与其他RCEP成员国之间的矿产资源贸易产生了显著的影响。2022—2024年，中国从RCEP成员国（如澳大利亚、印度尼西亚、日本、韩国等国）进口的矿产资源总量逐年增长，尤其是来自澳大利亚和印度尼西亚的矿产品。2022年，中国从澳大利亚进口的铁矿石数量达到了4.8亿吨，2024年进口量达5亿吨。印度尼西亚是铝土矿的主要供应国之一，2022年中国从印度尼西亚进口铝土矿约为2600万吨，2024年达到2800万吨。

关于国际贸易的已有研究，Tinbergen^[3]和Poyhonen^[4]在研究国际贸易问题时，提出了引力模型，其中，地理距离的远近对贸易量具有负向作用，即距离越远，贸易量往往越小；相反，两国的国内生产总值（GDP）则被视为促进贸易增长的正向驱动力，GDP越高，通常意味着潜在的贸易机会与规模也越大。刘青峰等认为，贸易双方的GDP总量、人均GDP、地理距离和制度体系会深刻影响双边贸易规模^[5]。Malik等研究认为，中亚国家拥有非常大的贸易潜力^[6]。孔庆峰等的研究工作有力地证实了贸易便利化措施在促进“一带一路”沿线国家间贸易往来方面所发挥的显著推动作用^[7]。高志刚等则聚焦于中国与巴基斯坦之间的贸易关系，通过深入分析两国贸易现状并预估其未来贸易潜力，为双边贸易合作的发展路径与策略制定提供了宝贵的参考^[8]。周凯锋等^[9]、胡俊芳^[10]、唐玉浩等^[11]深入分析了东南亚国家的矿业投资环境，对中国与东南亚国家的矿业合作提出了建议。王雪等研究发现，中国—东盟的零关税政策推动了矿产品贸易额的增长^[12]。张念分析了老挝矿业投资的法律风险和经济风险，认为中国投资项目应该与老挝本土积极融合^[13]。综合上述研究可知，现有文献从矿产资源形势、关税、自由贸易协定等方面研究了中国与RCEP其他成员国的矿产品贸易，通过对贸易数据的描述性统计或者复杂网络分析来判断贸易格局和贸易形势，但针对RCEP区域的矿产品贸易潜力研究较少。在探讨贸易潜力的研究领域内，引力模型作为核心工具，其重要性不言而喻。而随机前沿引力模型通过引入贸易非效率项，有效吸纳了那些可能阻碍或促进贸易的各类因素，从而使得对贸易效率的测算更加精准且贴近实际。

鉴于此，本文采用随机前沿引力模型，分析我国从RCEP成员国进口矿产品的潜力，识别未来我国在RCEP区域内的重要矿产品进口伙伴国，以期通过优化资源配置、强化合作机制等方式，高效提升贸易效率，推动双边及多边贸易关系向更加紧密、高效的方向发展，最

终实现贸易效益的最大化。

1 模型方法与数据来源

1.1 贸易互补性

1.1.1 显示性比较优势指数

显示性比较优势指数为一项评估某国产品国际市场出口竞争力水平的最有力的指标，具体计算公式如下：

$$RCA_i^k = \frac{\frac{EX_i^k}{\sum_{k=1}^n EX_i^k}}{\frac{EX_w^k}{\sum_{k=1}^n EX_w^k}} \quad (1)$$

式中： RCA_i^k 被用来代表*i*国 *k* 商品上的显示性比较优势指数（Revealed Comparative Advantage Index）， EX_i^k 是指 *i* 国 *k* 商品的出口额，而 $\sum_{k=1}^n EX_i^k$ 表示 *i* 国的出口总额， EX_w^k 和 $\sum_{k=1}^n EX_w^k$ 分别表示世界上 *k* 商品出口额和世界上所有商品出口额。显示性比较优势指数（RCA）去除了国际经济变化带来的影响，可以全面体现出某个国家的某个产品出口水平相较于国际平均水平而存在的优势，如 RCA 指数超过 1，代表这一国家的该产品存在较大的比较优势，反之则表明该产品优势较小。

1.1.2 贸易互补性指数

Drysdale 在 1969 年的研究中，以 RCA 指数为基础，进一步提出了贸易互补性指数(Trade Complementarity Index, TCI) 的概念。该指数作为一种量化工具，旨在评估一个国家在某商品上的出口与另一个国家在该商品上的进口之间的互补程度。通过对比两国的贸易结构，TCI 能够揭示潜在的贸易合作机会与互补优势，为国际贸易策略的制定提供重要参考。公式（2）表明贸易互补性指数是出口显示性比较优势指数与进口显示性比较优势指数的乘积，公式（3）和公式（4）分别表示出口显示性比较优势指数和进口显示性比较优势指数。

$$TCI_{ij}^k = RCA_{xi}^k \times RCA_{mj}^k \quad (2)$$

$$RCA_{xi}^k = \frac{\frac{EX_i^k}{\sum_{k=1}^n EX_i^k}}{\frac{EX_w^k}{\sum_{k=1}^n EX_w^k}} \quad (3)$$

$$RCA_{mj}^k = \frac{\frac{IM_j^k}{\sum_{k=1}^n IM_j^k}}{\frac{IM_w^k}{\sum_{k=1}^n IM_w^k}} \quad (4)$$

式中： TCI_{ij}^k 表示 *i*、*j* 两国在商品 *k* 上的贸易互补性指数， RCA_{xi}^k 是用出口衡量的 *i* 国 *k* 商品的显示性比较优势指数， RCA_{mj}^k 是用进口衡量的 *j* 国 *k* 商品的显示性比较劣势指数， IM_j^k 和 IM_w^k 分别为 *j* 国 *k* 商品的进口额和世界 *k* 商品的进口额。TCI 指数的高低直接反映两国在

特定商品上的贸易互补性强弱。具体而言，当TCI指数值较大时，意味着两国在该商品上的贸易互补性显著，即一国的出口结构与另一国的进口需求高度契合，存在较大的贸易合作潜力；相反，若TCI指数值较小，则表明两国在该商品上的贸易互补性较弱，可能受限于多种因素，如市场需求不匹配、贸易壁垒等，导致贸易合作空间有限。

1.2 我国进口RCEP成员国矿产品潜力模型设定与数据说明

1.2.1 贸易便利化指标及数据来源

依据Wilson等学者的研究方法论框架，并紧密依托2011年至2019年发布的《全球竞争力报告》中的权威数据，本文构建了一个多维度的贸易便利化评估体系。该体系涵盖基础设施、海关环境、政府规制、金融与电子商务四大核心一级指标，并细化为15个具体而详尽的二级指标。二级指标依据《贸易便利化协定》内容及数据连续性、度量标准统一性选取。自2018年起，世界经济论坛与时俱进地引入了全新的“全球竞争力指数4.0”（Global Competitiveness Index 4.0），这一更新不仅体现了对全球经济格局变化的深刻洞察，也标志着评价体系在方法论和指标体系上的重要升级。通过“全球竞争力指数4.0”，论坛旨在提供一个更加全面、精准且富有前瞻性的视角，以评估各国在全球经济体系中的竞争力表现，并为政策制定者、企业领袖及社会各界提供参考与指导。因此借鉴许利娜等^[14]的研究，在2018—2019年二级指标中，以“腐败发生率”替代“非常规支付与贿赂”，以“边境清关效率”替代“海关程序的负担”，以“电子参与度”替代“政府决策透明度”。具体指标如表1所示。

表1 贸易便利化指标

一级指标	二级指标（2011—2017年）	二级指标（2018—2019年）	取值范围
基础设施	公路设施质量	公路基础设施质量	A ₁ 1~7
	铁路设施质量	铁路服务效率	A ₂ 1~7
	港口设施质量	港口服务效率	A ₃ 1~7
	航空设施质量	航空服务效率	A ₄ 1~7
海关环境	非常规支付与贿赂	腐败发生率	B ₁ 1~7/0~100
	贸易壁垒	贸易壁垒	B ₂ 1~7/1~5
	海关程序的负担	边境清关效率	B ₃ 1~7
政府规制	知识产权保护	知识产权保护	C ₁ 1~7
	政府管制的负担	政府管制的负担	C ₂ 1~7
	法律解决争端的有效性	法律解决争端的有效性	C ₃ 1~7
	政府决策透明度	电子参与度	C ₄ 1~7/0~1
	犯罪与暴力的商业成本	犯罪与暴力的商业成本	C ₅ 1~7
金融与电子商务	金融服务的可用性	金融服务的可用性	D ₁ 1~7
	银行的稳健性	银行的稳健性	D ₂ 1~7
	互联网使用率	互联网使用率	D ₃ 1~100

注：数据来源为《全球竞争力报告》；取值范围不为1~7的指标均通过公式 $7 - 6 \left(\frac{\text{Max}-x}{\text{Max}-\text{Min}} \right)$ 标准化为1~7；数据取值的大小与贸易便利化水平的高低呈正相关关系。

1.2.2 模型设定

随机前沿分析模型首先由Meeusen等^[15]提出，把残差项分成随机误差项 v 与技术无效率项 u ，其中 v 代表生产中受到的外部冲击， u 代表无法预估的非效率因素，对 u 进行估算就可得到生产效率，如公式（5）所示。公式（6）为其对数形式。

$$T_{ijt} = f(x_{ijt}, \beta) \exp(v_{ijt} - u_{ijt}), u_{ijt} \geq 0$$

(5)

$$\ln T_{ijt} = \ln f(x_{ijt}, \beta) + v_{ijt} - u_{ijt}, u_{ijt} \geq 0 \quad (6)$$

式中： T_{ijt} 为 t 期 i 国对 j 国的实际贸易水平；在引力模型中 x_{ijt} 是影响双边贸易量的核心变量； β 是待估参数； u_{ijt} 作为非负随机变量，代表了那些未能在引力模型中明确考虑，但仍对贸易产生影响的阻力或助力因素，在服从正态分布或截断正态分布或指数分布时， u_{ijt} 的条件分布 u_{ijt}/ε 服从截断正态分布；使用随机前沿模型的前提是无效率项 u_{ijt} 存在，这一假设能够借助于检验“ $H_0: \sigma^2=0$ or $H_1: \sigma^2>0$ ”来判断是否成立。可采用单边的广义似然比的方法来检验。 v_{ijt} 为观测误差或其他随机因素，服从期望为 0 的正态分布。

贸易潜力如公式 (7) 所示：

$$T_{ijt}^* = f(x_{ijt}, \beta) \exp(v_{ijt}) \quad (7)$$

式中： T_{ijt}^* 代表了在 t 年 i 国与 j 国之间，贸易非效率因素完全消除、贸易处于无摩擦状态时，可能实现的贸易最大值，即前沿水平的贸易量。此时的贸易潜力 T_{ijt}^* 是一个最优值。在贸易潜力的基础上引入贸易效率的概念，具体如公式 (8) 所示：

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

式中： TE_{ijt} (贸易效率) 是实际贸易量与贸易潜力之间的比率，同时也是贸易非效率项的指数函数变换结果。该指标提供了一个评估样本国贸易发展现状及潜力的视角。具体来说，当 $u_{ijt}=0$ 时，则 $TE_{ijt}=1$ ，此时贸易量最大，样本国之间不存在贸易非效率，实际贸易量等于贸易潜力；当 $u_{ijt}>0$ 时，则 $0 < TE_{ijt} < 1$ ，此时贸易量未达到最大，存在贸易非效率，即实际贸易量小于贸易潜力。

为了深入探讨贸易非效率背后的因素，构建贸易非效率模型显得尤为重要。Battese 等^[16]的研究提供了宝贵的参考，他们提出了一个时变衰减模型，该模型的具体形式如公式 (9) 所示：

$$u_{ijt} = \{ \exp[-\eta(t-T)] \} u_{ijt} \quad (9)$$

式中： $\exp[-\eta(t-T)] \geq 0$ ， u_{ijt} 遵循截尾正态分布， η 为待估计参数。当 $\eta=0$ 时，贸易非效率不随时间的改变而改变；当 $\eta>0$ 时，贸易非效率随时间变化递减，表示贸易阻力减少；当 $\eta<0$ ，贸易非效率随时间变化递增，即贸易阻力增加。这在一定程度上降低了技术效率的难度，并且又进一步维持了对技术效率变化趋势的预估。

贸易非效率项 u_{ijt} 可设定为公式 (10)：

$$u_{ijt} = a z_{ijt} + \varepsilon_{ijt} \quad (10)$$

式中： α 为待估计参数， z_{ijt} 为影响贸易非效率的外生变量， ε_{ijt} 是随机扰动项。

一步法就是将公式(9)和公式(10)直接带入公式(6)，时变随机前沿引力模型为公式(11)：

$$\ln T_{ijt} = \ln f(x_{ijt}, \beta) + v_{ijt} - \{ \exp[-\eta(t-T)] \} (\alpha z_{ijt} + \varepsilon_{ijt}) \quad (11)$$

首先，利用时变随机前沿引力模型分析我国从RCEP成员国进口矿产品的主要影响因素及贸易非效率的时间变化。随后，通过一步法构建贸易非效率模型，探讨影响贸易效率的具体因素。最后，基于模型估计的贸易效率，评估我国进口RCEP成员国矿产品的潜力。

1.2.2.1 随机前沿引力模型设定

将模型变量分为两类：一类为短期稳定、少受人为干扰的变量，纳入随机前沿模型^[17-20]；另一类变量短期易受人为影响而变化，因此纳入到贸易非效率模型中^[21-22]。随机前沿引力模型核心变量包括经济规模（GDP）、国家间距离、出口国国土面积、人口数量。

在初始阶段，未将贸易非效率项纳入考量范围，构建的随机前沿引力模型如公式(12)所示：

$$\ln T_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 \ln DIS_{ijt} + \beta_4 \ln AREA_{jt} + \beta_5 \ln POP_{it} + \beta_6 \ln POP_{jt} + v_{ijt} - u_{ijt} \quad (12)$$

在构建模型中，设定了一系列变量以分析中国*i*与RCEP其他成员国*j*之间的矿产品贸易关系。具体地，被解释变量 T_{ijt} 代表中国在*t*年从*j*国进口的矿产品贸易额。解释变量方面， GDP_{it} 与 GDP_{jt} 分别反映了中国在*t*年与RCEP其他成员国*j*在*t*年的国内生产总值，用以衡量各自的经济规模对贸易额的影响。此外， DIS_{ijt} 表示中国首都与RCEP成员国*j*首都之间的地理距离，作为贸易成本的一个代理变量。同时，我们还引入了 $AREA_{jt}$ ，即RCEP成员国*j*的国土面积，这一变量可能通过影响资源禀赋或运输成本等因素间接作用于矿产品贸易。

1.2.2.2 贸易非效率模型设定

构建的贸易非效率模型如公式(13)所示：

$$u_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 POE_{jt} + \alpha_2 CUE_{jt} + \alpha_3 GOR_{jt} + \alpha_4 FEC_{jt} + \alpha_5 TAX_{jt} + \alpha_6 OECD_{jt} + \alpha_7 FTA_{ijt} + \varepsilon_{ijt} \quad (13)$$

式中： u_{ijt} 为贸易双方之间的贸易非效率项； POE_{jt} 表示*j*国在*t*时期的基础设施； CUE_{jt} 表示*j*国在*t*时期的海关环境； GOR_{jt} 表示*j*国在*t*时期的政府规制水平； FEC_{jt} 表示*j*国在*t*时期的金融与电子商务水平； TAX_{jt} 表示*j*国在*t*时期的关税水平； $OECD_{jt}$ 表示*j*国在*t*时期是否加入经济合作与发展组织，若加入则赋值为1，若没有加入则赋值为0； FTA_{ijt} 表示*i*国和*j*国在*t*时期是否签订贸易协定，若签订则赋值为1，若没有签订则赋值为0。

贸易非效率模型聚焦短期内受人为调控变化的变量，分别是基础设施、海关环境、政府规制、金融与电子商务、关税水平、是否加入经济合作与发展组织、是否与中国签署自由贸

易协定。构建引入贸易非效率项的随机前沿引力模型如公式（14）所示：

$$\begin{aligned} \ln T_{ijt} = & \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 \ln DIS_{ijt} + \ln AREA_{jt} \\ & + \ln POP_{it} + \ln POP_{jt} + v_{ijt} - (\alpha_0 + \alpha_1 POE_{jt} + \alpha_2 CUE_{jt} + \alpha_3 GOR_{jt} \\ & + \alpha_4 FEC_{jt} + \alpha_5 TAX_{jt} + \alpha_6 OECD_{jt} + \alpha_7 FTA_{ijt} + \varepsilon_{ijt}) \end{aligned} \quad (14)$$

1.2.3 样本数据说明

我国自 RCEP 成员国进口矿产品的贸易额数据，主要依据海关总署及联合国商品贸易统计数据库（UN Comtrade）的权威资料。从世界银行数据库获取了各成员国的 GDP 总量、人口规模及关税政策信息。关于地理距离的考量，采用法国经济预测与政策研究中心（CEPII）的数据库的相关数据，该数据库提供了中国与 RCEP 各成员国首都之间的精确距离数据。此外，RCEP 成员国的国土面积数据则源自联合国统计司的官方资料，确保了数据的权威性和准确性。为了评估各成员国的综合竞争力，本文参考了世界经济论坛发布的《全球竞争力报告》，该报告涵盖了基础设施质量、海关效率、政府监管环境、金融服务和电子商务发展等多个关键指标。至于成员国是否加入经济合作与发展组织（OECD）的信息，直接从 OECD 的官方网站获取。最后，关于各成员国是否已与中国签订自由贸易协定的数据，我们则从中国自由贸易区服务网这一权威渠道获取，为分析贸易政策对贸易流量的影响提供了坚实的基础。

2 结果与讨论

2.1 我国与 RCEP 成员国矿产品贸易互补性分析

2.1.1 显示性比较优势指数

表 2 展示了 2011 年至 2020 年 RCEP 各成员国在出口领域的显示性比较优势指数(RCA)。分析 2019 年的数据发现，中国矿产品出口显示性比较优势指数在 0 至 0.2 之间，说明中国矿产品出口没有竞争优势；澳大利亚、老挝、文莱等国矿产品显示性比较优势指数在 1 以上，说明澳大利亚、老挝、文莱等国矿产品在国际市场上存在竞争优势。从显示性比较优势指数看，中国与澳大利亚、文莱、老挝、印度尼西亚、缅甸等国在矿产品贸易上具有互补性。2019 年的数据显示，中国矿产品的 RCA 为 0.17，表现出中国在矿产品领域的国际竞争力较弱。尽管中国是全球矿产资源的大规模进口国，但其矿产品出口在国际市场上的份额相对较小，这主要与中国矿产资源的较低附加值和加工深度较浅相关。澳大利亚、文莱、老挝、印度尼西亚、缅甸等国的 RCA 值普遍较高，表明它们在矿产资源领域具有较强的国际竞争力。

表 2 2011—2020 年 RCEP 成员国矿产品出口显示性比较优势指数

国家	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
新加坡	1.01	0.98	0.92	0.98	1.02	1.06	1.08	0.98	0.98	0.82
日本	0.11	0.10	0.13	0.14	0.16	0.15	0.15	0.14	0.17	0.13
新西兰	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15		0.15	0.12	
澳大利亚	3.04	3.05	3.13	3.38	4.26	4.93	3.90	3.43	3.82	5.07
马来西亚	0.94	1.12	1.22	1.33	1.45	1.42	1.37	1.21	1.22	1.21
韩国	0.50	0.57	0.53	0.55	0.54	0.54	0.54	0.60	0.63	0.52
文莱	4.95	5.14	5.19	5.46	7.77	8.36	7.54	6.78	7.26	8.21
泰国	0.31	0.37	0.36	0.34	0.37	0.32	0.33	0.35	0.33	0.31
印度尼西亚	1.95	1.94	1.89	1.78	2.12	2.08	2.04	1.97	1.79	1.80
菲律宾	0.27	0.25	0.43	0.45	0.35	0.34	0.27	0.26	0.28	0.39
老挝	1.23	0.81	1.30	1.31	1.87	2.35	3.70	2.88	2.86	2.99

国家	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
柬埔寨	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
缅甸	1.87	1.32	1.83	2.40	3.55	2.70	2.26	1.63	2.00	2.08
中国	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.14	0.15	0.15	0.17	0.14

注：根据UN Comtrade 数据库整理计算得出；越南和新西兰部分贸易数据缺失。

2.1.2 贸易互补性指数

在2011年至2020年的十年间，有7个国家——新加坡、澳大利亚、马来西亚、文莱、印度尼西亚、老挝和缅甸，与中国的矿产品贸易中展现出了显著的互补性特征，具体表现为它们与中国的矿产品贸易互补性指数均超过了1的基准线（表3）。这表明中国与这些国家在矿产品领域存在着较强的贸易互补关系，在该领域的合作具有广阔的空间和潜力。具体来看，2011—2020年，澳大利亚与中国的矿产品贸易互补性指数（TCI）持续上升，特别是2020年，澳大利亚的TCI值达到了10.09，远高于其他国家，表明澳大利亚的矿产品在中国市场中占据重要地位，尤其是铁矿石、煤炭等资源的供应具有巨大的市场需求。澳大利亚与中国之间的贸易互补性强，双方在矿产品领域的合作潜力非常大。新加坡、马来西亚、韩国等国与中国的矿产品贸易互补性相对较低，尤其是韩国的TCI值较为平稳，表明其矿产品在中国市场上的需求量有限。这些国家的矿产品多为低附加值的基础矿产，主要满足国内和区域市场的需求。

表3 2011—2020年中国与RCEP成员国矿产品TCI指数（以中国进口）

国家	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
新加坡	1.26	1.19	1.14	1.26	1.40	1.66	1.72	1.52	1.68	1.62
日本	0.14	0.12	0.16	0.18	0.23	0.24	0.24	0.22	0.29	0.26
新西兰	0.04	0.03	0.02	0.03	0.02	0.24		0.23	0.21	
澳大利亚	3.79	3.73	3.88	4.36	5.85	7.73	6.20	5.31	6.57	10.09
马来西亚	1.17	1.36	1.52	1.72	1.99	2.22	2.17	1.88	2.10	2.40
韩国	0.63	0.70	0.65	0.71	0.74	0.84	0.86	0.93	1.09	1.03
文莱	6.17	6.28	6.44	7.04	10.67	13.11	11.99	10.50	12.48	16.34
泰国	0.39	0.46	0.45	0.44	0.51	0.51	0.52	0.54	0.57	0.62
印度尼西亚	2.43	2.37	2.35	2.30	2.91	3.26	3.24	3.05	3.07	3.58
菲律宾	0.34	0.31	0.53	0.58	0.48	0.54	0.44	0.41	0.48	0.78
老挝	1.53	0.98	1.62	1.69	2.57	3.68	5.88	4.46	4.92	5.95
柬埔寨	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
缅甸	2.33	1.62	2.27	3.09	4.88	4.24	3.60	2.53	3.44	4.13

2.1.3 影响因素分析

各国矿产品的显示性比较优势指数和贸易互补性指数的差异，首先与国家的资源禀赋密切相关。例如，澳大利亚和印度尼西亚丰富的矿产资源，使其在国际市场上具有强大的出口竞争力。中国作为世界上最大的矿产品进口国，尽管需求量大，但在矿产品出口上的竞争力较弱，这与中国矿产品资源较为有限、开采深度较浅有关。同时，各国的产业政策导向也对显示性比较优势指数和贸易互补性指数产生了深远影响。例如，文莱和老挝等国的政府积极推动能源资源的开采和出口政策，保障了矿产品的出口竞争力。中国的矿产资源政策主要集中在进口和加工利用上，而对国内矿产的开采和出口关注较少，因此中国矿产品的国际竞争力较弱。另外，经济结构与市场需求对矿产品贸易互补性指数的变化也有重要作用。中国的工业化和城镇化进程推动了对矿产资源的需求，尤其是在建筑、能源、电子等行业，导致了与澳大利亚、印度尼西亚等国矿产品的贸易互补性较强。而如新加坡、韩国等国，虽然有一

定的矿产资源，但其经济结构更多依赖于高技术产业，对矿产品的需求相对较少，从而在与中国的矿产品贸易中互补性较弱。

2.2 贸易便利化水平

2.2.1 指标之间的相关性判定

为精准评估 RCEP 成员国的贸易便利化水平，本文选用了全局主成分分析法作为核心分析工具。该方法的适用性检验指标主要有 KMO 抽样充分性检验和巴特利特球形度检验。2011—2019 年巴特利特球形度检验的显著性水平始终保持在极低的 0.001 以下，KMO 统计量达到了 0.879 的高值，表明指标间的偏相关性较强，所包含的信息交叉性较高，应该采取全局主成分分析的方法加以降维（表 4）。

表 4 KMO 和巴特利特检验

KMO 抽样适切性量数	0.879	
巴特利特球形度检验	近似卡方	2720.226
	自由度	105
	显著性	0.000

2.2.2 主成分的确定

对数据进行全局主成分分析，得到因子载荷图。表 5 中前两个主成分的特征值均显著超过 1 的阈值，这两个主成分的累积贡献率高达 81.008%，可以认为此两个主成分包含了全部测量指标所具有的主要信息，进而可得成分矩阵。

表 5 总方差解释

成分	初始特征值			提取载荷平方和			旋转载荷平方和		
	总计	方差百分比	累积/%	总计	方差百分比	累积/%	总计	方差百分比	累积/%
1	10.634	70.894	70.894	10.634	70.894	70.894	6.257	41.714	41.714
2	1.517	10.113	81.008	1.517	10.113	81.008	5.894	39.294	81.008

2.2.3 综合评价指标的测算

经过计算，推导出两个主成分的表达式(15)和(16)：

$$\begin{aligned}
 comp_1 = & 0.262A_1 + 0.218A_2 + 0.285A_3 + 0.281A_4 + 0.285B_1 + 0.241B_2 + 0.292B_3 \\
 & + 0.285C_1 + 0.202C_2 + 0.294C_3 + 0.233C_4 + 0.274C_5 + 0.229D_1 \\
 & + 0.227D_2 + 0.238D_3
 \end{aligned}
 \tag{15}$$

$$\begin{aligned}
 comp_2 = & -0.305A_1 - 0.509A_2 - 0.175A_3 - 0.112A_4 + 0.004B_1 + 0.384B_2 - 0.006B_3 \\
 & + 0.007C_1 + 0.171C_2 + 0.122C_3 + 0.079C_4 - 0.079C_5 + 0.369D_1 \\
 & + 0.425D_2 - 0.290D_3
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

分别用每个主成分各指标对应的系数乘以该主成分的贡献率再除以两个主成分的累积贡献率，最后相加求和^[17]，得到贸易便利化指标体系的综合评价模型(17)：

$$\begin{aligned}
 comp_1 = & 0.191A_1 + 0.128A_2 + 0.228A_3 + 0.232A_4 + 0.250B_1 + 0.259B_2 + 0.251B_3 \\
 & + 0.251C_1 + 0.198C_2 + 0.272C_3 + 0.214C_4 + 0.230C_5 + 0.247D_1 \\
 & + 0.252D_2 + 0.172D_3
 \end{aligned}
 \tag{17}$$

为了进一步提升综合评价模型的实用性和可比性，我们对其进行了归一化处理。这一步骤使得各二级指标能够在统一的尺度下进行比较，从而明确了它们在整个评价体系中的相对重要性。一级指标的权重则是通过将其下所有二级指标的权重相加来确定的。基于这一方法，我们计算出了基础设施（A）、海关环境（B）、政府规制（C）和金融与电子商务（D）四个一级指标的权重分别为：0.237、0.223、0.343、0.197。贸易便利化体系的综合评价指标（TWTFI）可以表示为公式(18)：

$$TWTFI=0.057A_1+0.038A_2+0.067A_3+0.069A_4+0.074B_1+0.077B_2+0.075B_3+0.074C_1+0.059C_2+0.081C_3+0.063C_4+0.068C_5+0.073D_1+0.074D_2+0.051D_3 \quad (18)$$

表6显示新加坡的贸易便利化水平在RCEP成员国区域内最高，一直以来均为第一名，且第二名与其差距较大；新西兰的总体水平仅次于新加坡；日本、澳大利亚、马来西亚紧随其后，贸易便利化水平长期保持在0.6以上的稳定区间；中国的贸易便利化水平在该区域稳定处于中游位置；菲律宾、越南的贸易便利化水平相对较低。

表6 RCEP 成员国贸易便利化水平得分

国家	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年
新加坡	0.93	0.93	0.91	0.90	0.91	0.92	0.92	0.89	0.90
日本	0.60	0.60	0.63	0.66	0.68	0.69	0.68	0.73	0.73
新西兰	0.79	0.82	0.80	0.79	0.76	0.75	0.76	0.72	0.70
澳大利亚	0.69	0.69	0.62	0.62	0.66	0.63	0.63	0.65	0.65
马来西亚	0.64	0.63	0.62	0.67	0.68	0.63	0.63	0.63	0.61
韩国	0.43	0.46	0.43	0.39	0.42	0.45	0.46	0.54	0.57
中国	0.44	0.42	0.42	0.43	0.42	0.44	0.45	0.44	0.44
泰国	0.40	0.39	0.40	0.37	0.37	0.36	0.39	0.39	0.40
印度尼西亚	0.29	0.30	0.35	0.36	0.32	0.34	0.40	0.38	0.38
菲律宾	0.19	0.24	0.29	0.31	0.28	0.23	0.21	0.31	0.32
越南	0.20	0.20	0.21	0.21	0.25	0.25	0.24	0.24	0.28
柬埔寨	0.26	0.29	0.25	0.16	0.16	0.19	0.17	0.16	0.18

注：缅甸、文莱、老挝数据严重缺失，故无法计算。

2.3 我国进口 RCEP 成员国矿产品潜力评价

2.3.1 变量的描述性统计

表7详尽地展示了从2011年至2019年，针对样本数据中包含的国家和地区的一系列相关统计数据，可以清晰地观察到，尽管同属于RCEP框架之下，这11个国家在经济规模、国土面积、关税政策、基础设施建设和海关环境等多个维度上均展现出不同程度的差异性多样性。

7 2011—2019年中国的11个矿产品贸易国家数据变量的描述性统计

变量名	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
T_{ijt}	99	6.226736	1.340836	0.8036619	7.97655
GDP_{ijt}	99	13.03249	0.0872799	12.87803	13.15473
GDP_{jt}	99	11.63439	0.6087802	10.10821	12.79262
DIS_{ijt}	99	3.561123	0.2827212	2.980299	4.04301
$AREA_{jt}$	99	5.411727	0.9471639	2.86	6.886
POP_{ijt}	99	9.137111	0.005595	9.128	9.145
POP_{jt}	99	7.589892	0.5357981	6.64187	8.432369
POE_{ijt}	99	0.5156621	0.252357	0.0427358	0.9612762
CUE_{ijt}	99	0.4543216	0.2562466	0.0982511	0.9567275
GOR_{ijt}	99	0.4798628	0.2393322	0.0918992	0.9792987
FEC_{ijt}	99	0.5790566	0.235096	0.1560907	0.937991
TAX_{ijt}	99	3.177901	2.48587	0.06	9.77
$OECD_{jt}$	99	0.3636364	0.4834938	0	1
FTA_{ijt}	99	0.8282828	0.3790537	0	1

2.3.2 随机前沿引力模型检验及结果

2.3.2.1 适用性检验

为了验证所构建的随机前沿引力模型的适用性和有效性，本文针对两个关键假设进行了似然比检验：一是关于模型中不存在贸易非效率项的假设，二是关于贸易非效率项不随时间变化的假设。从检验结果（表8）可以发现：①检验结果拒绝了不存在贸易非效率项的原假设，直接证明了在本研究背景下，考虑贸易非效率因素是必要的，且随机前沿引力模型的选择是合理且恰当的，并且适合进一步使用贸易非效率模型。②检验结果拒绝了贸易非效率不变化的原假设，可以看出贸易效率在时间的改变过程中还会产生变化，所以应该采用随时间变化的时变模型结果。经过全面的验证与评估，确认之前所设定的随机前沿引力模型在逻辑上严谨、在现实中适用，能够准确反映实际情况。因此，决定采用该模型作为后续分析的基础框架，以确保研究结果的准确性和可靠性。

表8 随机前沿引力模型假设检验结果

原假设	约束模型对数似然值	非约束模型对数似然值	LR统计量	检验结论
不存在贸易非效率项	-123.5492	-43.623	159.853	拒绝
贸易非效率不变化	-67.864	-43.623	48.483	拒绝

2.3.2.2 稳健性分析结果

从表8发现，两种分析主要解释变量的显著性基本没有变化，说明结果稳健可靠。随机前沿引力模型结果如表9所示。

表9 随机前沿引力模型实证结果

估计方法	线性回归模型		时不变模型		时变模型	
	系数	t值	系数	t值	系数	t值
常数	-396.0543	-0.44	-395.2188***	-387.40	-394.0685***	-375.29
$\ln GDP_{it}$	2.6807	0.38	3.1073***	6.02	4.9327***	9.21
$\ln GDP_{jt}$	1.6629***	10.23	2.5747***	4.36	0.2540	0.86
$\ln DIS_{ijt}$	1.3849***	3.07	2.5686	0.91	-0.0452	-0.11
$\ln AREA_{jt}$	-0.2461*	-1.80	-0.4449	-0.99	0.3169***	3.10
$\ln POP_{it}$	44.9199	0.41	43.1487***	24.60	50.8138***	51.80
$\ln POP_{jt}$	0.5050*	1.80	1.5821	1.10	-0.4302**	-2.34
σ^2			8.2044**	2.15	3.5509**	2.04
γ			0.9809***	96.75	0.9752***	70.27
μ			-5.6738***	-2.72	-3.7217**	-2.17
η					0.0945***	7.91

估计方法	线性回归模型		时不变模型		时变模型	
	系数	t 值	系数	t 值	系数	t 值
对数似然值	-123.5492		-67.8640		-43.6227	
LR 检验值			111.3704		159.8529	

注：***、**、*分别表示系数统计值通过1%、5%、10%的显著性水平检验。

2.3.3 贸易非效率模型结果

鉴于已通过严格的模型适用性检验，确认不存在贸易非效率项的原假设已被拒绝，我们采取了一步法贸易非效率模型进行分析，将贸易非效率项整合至随机前沿引力模型之中，得到了表10的分析结果。值得注意的是，模型中的 γ 值高达1.0，且在1%的显著性水平下通过了检验，这进一步验证了模型设置的合理性与科学性，确保了分析结果的准确性和可靠性。

表10 贸易非效率模型实证结果

变量	随机前沿函数		变量	非效率模型	
	系数	t值		系数	t值
常数	-394.5577***	-396.80	常数	-5.2483***	-5.16
lnGDP _{it}	-3.4706***	-14.11	POE _{it}	-17.4497***	-8.60
lnGDP _{jt}	0.8981***	13.60	CUE _{it}	2.0852**	2.08
lnDIS _{i,jt}	0.5508***	9.50	GOR _{it}	16.7534***	8.34
lnAREA _{it}	0.3234***	8.28	FEC _{it}	2.2369**	2.32
lnPOP _{it}	47.8874***	126.09	TAX _{it}	1.0939***	9.57
lnPOP _{jt}	-0.6306***	-7.47	OECD _{it}	1.9386***	2.72
			FTA _{i,jt}	-2.0682***	-3.52
	系数		t值		
σ^2	1.4802***		6.4339		
γ	1.0000***		760779.6000		
对数似然值			-50.8759		
LR检验值			145.3466		

注：***、**、*分别表示系数统计值通过1%、5%、10%的显著性水平检验。

从表10可以看出：①基础设施。国家的基础设施建设水平对贸易非效率因素具有显著影响，该影响在统计上达到了1%的显著性水平，且表现为负向关系。这意味着，随着国家基础设施建设的不断完善，贸易过程中的非效率问题会得到缓解，进而促进贸易效率的提升。②海关环境。结果表明以非常规支付与贿赂、贸易壁垒、海关程序负担三个指标衡量的海关环境对贸易非效率项的影响在5%的水平上显著，且为正向影响。③政府规制。国家政府的管理效能与法治环境的完善程度，在1%的显著性水平下对贸易非效率因素展现出显著的影响。④金融与电子商务。国家内部的金融服务及互联网开放水平对贸易非效率项的影响在5%的水平上显著，但其影响系数为正。⑤关税水平。国家的关税水平对贸易非效率项的影响在1%的显著性水平上显著，且其影响符号为正向，说明较高的关税水平会加剧贸易过程中的非效率状况，从而增加了贸易的复杂性和成本。换言之，关税作为贸易壁垒的一种形式，其水平的提升会直接提高贸易的非效率性，对贸易的顺畅进行构成阻碍。⑥参与经济合作与发展组织的成员身份，在统计上于1%的显著性水平下对贸易非效率因素产生了显著的正向影响。⑦是否与中国签署自由贸易协定。其他国家与中国之间签署自由贸易协定的行为，在统计上于1%的显著性水平下对降低贸易非效率因素展现出显著效果，其影响符号为负。这一发现表明，自由贸易协定的签订有助于消除或降低双方之间的贸易壁垒，减少贸易过程中的非效率环节，从而促进贸易流程的顺畅和高效。特别是在矿产品贸易领域，这种正面效应

可能进一步推动贸易规模的扩大，增强两国在该领域的经济联系与合作。

2.3.4 贸易效率与贸易潜力

2.3.4.1 贸易效率

基于 2011—2019 年中国与 11 个 RCEP 成员国的贸易数据，我们运用了一个时变随机前沿引力模型，并结合参考一步法构建的贸易非效率模型，来估算和分析中国与这 11 个 RCEP 成员国之间在矿产品贸易领域的效率值。这一研究旨在量化评估双方在该关键资源领域的贸易效率与潜在改进空间。其中也采取了随机前沿方法来对贸易效率展开计算，如果贸易非效率存在，则取值范围应该是 $(0, 1)$ ，当贸易效率的值增大时，这直接反映了贸易活动的顺畅程度提升，即贸易效率变得更高；相反，如果贸易效率的值较低，这往往暗示着贸易潜力尚未被充分挖掘，即存在较大的提升空间或机会去增强贸易往来，从而释放更多的贸易潜力。表 11 展示了 2011—2019 年中国从 RCEP 成员国进口矿产品贸易效率值。不难看出，中国与新加坡、澳大利亚、印度尼西亚、韩国、马来西亚的矿产品进口贸易效率较高，这表明这些国家矿产品贸易渠道畅通，贸易阻力较小。同时，与日本、新西兰、泰国、柬埔寨的矿产品进口贸易效率较低，这一方面与其中一些国家的矿产资源禀赋有关（比如日本、新西兰），另一方面也受部分国家较差的贸易环境影响。

根据测算的 2011—2019 年中国与 RCEP 成员国整体贸易效率数据，整体呈上升趋势，从 0.48 上升至 0.65，这一积极趋势与前期研究中关于贸易非效率项随时间逐渐减弱的观察结果相吻合。2008 年中国与新西兰自由贸易协定正式签署并生效，这一举措为两国间的贸易往来奠定了坚实基础。随后，在 2010 年，中国—东盟自由贸易区（CAFTA）的全面启动，更是极大地促进了中国与东盟国家间的经济合作与一体化进程。进入 2015 年，中国与韩国及澳大利亚的自贸协定也相继获得正式签署并生效，进一步拓宽了中国与这些国家在贸易与投资领域的合作空间。上述自贸协定使得中国与 RCEP 区域内绝大多数国家的经贸活动更加畅通，使得该阶段的贸易效率呈现上升趋势。

表 11 2011—2019 年中国进口 RCEP 成员国矿产品贸易效率

国家	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
新加坡	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.91	0.92	0.93
日本	0.25	0.29	0.32	0.36	0.39	0.43	0.46	0.49	0.53
新西兰	0.05	0.07	0.08	0.11	0.13	0.16	0.18	0.21	0.25
澳大利亚	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94
马来西亚	0.60	0.63	0.65	0.68	0.70	0.72	0.75	0.77	0.78
韩国	0.76	0.78	0.80	0.82	0.83	0.84	0.86	0.87	0.88
泰国	0.26	0.29	0.32	0.36	0.39	0.43	0.46	0.49	0.53
印度尼西亚	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.91	0.92
菲律宾	0.44	0.47	0.50	0.53	0.56	0.59	0.62	0.65	0.67
越南	0.40	0.43	0.46	0.50	0.53	0.56	0.59	0.62	0.65
柬埔寨	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06

2.3.4.2 贸易潜力

根据贸易潜力测算公式（8），可以测算出中国从 RCEP 成员国进口矿产品的潜力，为了评估中国从 RCEP 成员国进口矿产品的潜在增长空间，我们引入了“未开发贸易潜力”这一概念，它代表了贸易潜力与实际贸易额之间的差额，直观反映了当前贸易水平下可提升的空

间。进一步地，计算了“拓展空间”，即未开发贸易潜力与实际贸易值的比率，这一指标为我们提供了在现有贸易基础上可实现的增长倍数的量化视角。表 12 揭示了 2019 年中国自 RCEP 成员国进口矿产品的潜在市场格局。在进口潜力方面，澳大利亚、马来西亚、印度尼西亚和韩国位列前四，显示出这些国家在中国矿产品进口市场中占据重要地位。同时，从未开发贸易潜力的视角观察，澳大利亚、马来西亚、日本与韩国同样跻身前四，意味着中国与这些国家在现有贸易基础上，仍蕴藏着巨大的合作空间与增长潜力，有待进一步挖掘与拓展。

表 12 2019 年中国从 RCEP 成员国进口矿产品潜力及拓展空间

国家	实际贸易额/亿美元	贸易效率	贸易潜力/亿美元	未开发贸易潜力/亿美元	拓展空间
新加坡	36.28	0.93	39.10	2.81	0.08
日本	18.19	0.53	34.64	16.45	0.90
新西兰	1.38	0.25	5.60	4.22	3.07
澳大利亚	947.44	0.94	1012.81	65.38	0.07
马来西亚	144.16	0.78	183.90	39.74	0.28
韩国	101.94	0.88	115.86	13.91	0.14
泰国	11.79	0.53	22.44	10.64	0.90
印度尼西亚	133.62	0.92	145.10	11.48	0.09
菲律宾	23.24	0.67	34.43	11.19	0.48
越南	18.19	0.65	28.17	9.98	0.55
柬埔寨	0.26	0.06	4.48	4.21	16.13

3 结论与建议

3.1 结论

本文得出以下结论：

(1) 中国与 RCEP 成员国之间的贸易规模，在总体上呈现稳健增长态势。2015 年与 2016 年，双方的贸易规模出现了暂时性的回调。尽管如此，中国与包括新加坡、澳大利亚、马来西亚、文莱、印度尼西亚、老挝、缅甸在内的多个 RCEP 成员国在矿业领域展现出了尤为突出的贸易互补优势，这为实现更深层次的经济合作与资源共享奠定了坚实基础。

(2) 贸易成本作为影响国际贸易的重要因素之一，往往会对贸易双方的交易行为构成一定制约，进而可能抑制两国间的贸易额增长。地理距离作为贸易成本中的一个关键维度，其远近直接关系到运输成本、信息获取难度及文化交流障碍等多个方面，从而对两国间的贸易活动产生直接或间接的抑制作用。出口国的国土面积对中国的矿产品进口额具有显著的正向影响，出口国的人口规模对中国的矿产品进口额具有负向作用。

(3) 在探讨影响贸易双方短期内贸易额的因素时，基础设施、海关环境、政府规制、金融与电子商务、关税水平、是否参加经济合作与发展组织（OECD），以及是否与中国签署自贸协定等方面显得尤为重要。在探讨贸易效率的提升路径时，增强基础设施建设和优化海关环境被视为关键驱动力，加之与中国达成的自由贸易协定，这些因素共同构成了提升贸易效率的积极因素。另外，尽管政府规制、金融与电子商务的发达程度及关税水平在某种程度上与贸易的非效率项存在正相关关系，即它们可能在一定程度上成为贸易效率的制约因素，但这也反映了这些因素在贸易体系中的复杂作用及其对效率产生的双向影响。

(4) 中国从 RCEP 成员国进口矿产品的贸易效率在 2011—2019 年呈上升趋势，这一积极态势主要归因于中国与区域内众多国家成功缔结了自由贸易协定，这些协定深刻加强了双

边及多边贸易伙伴间的联系，为矿产品贸易的顺畅流通与效率提升铺设了坚实的基石。中国与 RCEP 的大部分国家具有良好的合作基础和发展空间，部分国家较低的进口贸易效率意味着巨大的进口贸易潜力。

3.2 建议

基于以上结论，本文提出如下建议：

(1) 营造良好的规制环境。各国应完善矿产资源贸易相关法律法规，确保其符合国际贸易规则，尤其在环境保护、资源开采和跨境贸易方面。通过定期政府间会议或平台（如 RCEP 区域贸易协调机制），加强信息交流，推动矿产品贸易政策协调与合作。在 RCEP 框架下，各国应推动矿产品技术标准与认证体系的互认，减少标准差异引起的贸易壁垒，促进跨境交易。

(2) 优化海关环境。加强跨国反腐败合作，特别是在海关和税务领域，减少腐败现象并提高行政透明度。建立信息共享平台，实时追踪海关与贸易流程中的异常情况。根据 RCEP 协议，深化成员国之间的税收减免措施，特别是矿产品进口税，推动关税逐步降低，力争实现零关税。加强原产地规则的灵活性，推动 RCEP 框架下的区域累计原产地规则应用，促进成员国之间更紧密的贸易合作。

(3) 加强基础设施建设。我国可通过“一带一路”倡议，加强与 RCEP 成员国的基础设施合作，特别是港口、物流网络和铁路建设，优化区域运输网络，提升矿产资源运输效率。加快建设数字化、智能化物流和仓储系统，利用 5G、物联网等技术提高物流管理效率，确保矿产品运输的可追溯性与安全性。同时，支持相关国家在矿产资源集散中心建设多功能枢纽港口，提升矿产资源接卸能力，降低运输成本。

(4) 推进金融与电子商务协同发展。利用 RCEP 框架下的金融开放政策，加速金融服务的跨境流动，推动金融市场开放，减少金融监管壁垒，促进跨境支付、融资和保险服务的顺畅流动。加强电子支付系统建设，特别是在矿产贸易中推广电子支付应用。通过 RCEP 电商合作，推动跨境电商平台与支付系统互通，提升矿产资源交易的便捷性和安全性。依托 RCEP 电信互联互通规定，推动智能合约技术应用，确保交易透明度和合同履行自动化，大幅提升矿产品贸易效率，减少纠纷。

参考文献

[1]梁靓,代涛,王高尚.基于供需视角的中国矿产资源国际贸易格局分析[J].中国矿业,2017,26(9):53-60.

[2]朱清,郝敏,王婉君,等.基于物质流的矿产资源安全思考[J].中国国土资源经济,2019,32(9):14-20.

[3]TINBERGEN J. Shaping the world economy:suggestions for an international economic policy[M].New York:The Twentieth Century Fund,1962.

[4]Pöyhönen P.A tentative model for the volume of trade between

- countries[J]. Weltwirtschaftliches archiv, 1963:93-100.
- [5] 刘青峰, 姜书竹. 从贸易引力模型看中国双边贸易安排[J]. 浙江社会科学, 2002(6):16-19.
- [6] MALIK I A, MIR M. India's trade potential with central Asia: an application of gravity model analysis[J]. International Journal on World Peace, 2014, 31(3):53.
- [7] 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):158-168.
- [8] 高志刚, 张燕. 中巴经济走廊建设中双边贸易潜力及效率研究:基于随机前沿引力模型分析[J]. 财经科学, 2015(11):101-110.
- [9] 周凯锋, 秦德先, 蒋素梅, 等. 云南周边四国矿业投资环境的可拓综合评价[J]. 中国矿业, 2008, 17(12):30-35.
- [10] 胡俊芳. 中国矿业企业海外投资环境分析[J]. 对外经贸, 2012(4):31-33.
- [11] 唐玉浩, 崔彬. 菲律宾矿业及相关产业投资前景分析[J]. 中国矿业, 2018, 27(8):56-61, 87.
- [12] 王雪, 李键. 中国—东盟矿业投资合作的困境研究[J]. 改革与战略, 2012, 28(3):143-146.
- [13] 张念. 老挝矿产资源概况及中老矿业合作开发前景[J]. 铜业工程, 2015(4):85-93.
- [14] 许利娜, 滕静涛, 刘红. “一带一路”沿线国家贸易便利化水平测度分析[J]. 中国商论, 2021(4):1-4.
- [15] MEEUSEN W, BROECK J D. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error[J]. International Economic Review, 1977:435-444.
- [16] 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):153-169
- [17] 李豫新, 郭颖慧. 边境贸易便利化水平对中国新疆维吾尔自治区边境贸易流量的影响:基于贸易引力模型的实证分析[J]. 国际贸易问题, 2013(10):120-128.
- [18] 王苑, 刘举胜, 邱志萍, 等. “一带一路”背景下中白贸易关系、贸易效率及潜力研究:基于社会网络与随机前沿引力模型的实证研究[J]. 世界地理研究, 2024:1-16[2025-04-10]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/31.1626.9.20241015.0952.004.html>.
- [19] 赵春晖. 中国与欧亚经济联盟国家双边贸易研究:基于随机前沿引力模型[J]. 商业经济研究, 2024(12):129-133.
- [20] 崔昊, 吴婷, 霍强. 粮食安全视域下中国自东盟农产品进口贸易潜力研究:基于随机前沿引力模型的测度[J]. 国际经济合作, 2024, 40(3):13-24, 91.
- [21] 潘紫燕. 中国对 RCEP 伙伴国数字服务贸易出口效率与潜力:基于随机前沿引力模型[J]. 中国流通经济, 2024, 38(2):105-116.
- [22] 张希颖, 刘敏. 中国向 RCEP 成员国数字服务贸易出口效率与潜力研究:基于随机前沿引力模型[J]. 价格月刊, 2023(12):78-86.