

The Impact of Technology Spillovers on Carbon Emissions from New Energy Import Industries along the “One Belt and One Road” Countries

Mingkai Huang

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu
Email: 852616059@QQ.com

Received: Dec. 25th, 2019; accepted: Jan. 13th, 2020; published: Jan. 20th, 2020

Abstract

The sustainable development of global economy and society is increasingly severe. How to effectively play the role of technology emission reduction is an important problem to be solved. The import trade of new energy industry can provide technical support for the host country's carbon emission reduction, and its technology spillover effect affects the host country's carbon emissions. Based on the panel data of some countries along the “one belt and one road” in the past 1998-2018 years, this paper makes an empirical analysis of the impact of the import trade technology spillover effect of the new energy industry on the carbon emissions of the importing countries, and finds that the technology import trade of new energy intermediate goods and capital goods is conducive to carbon emission reduction, and at the same time, it inhibits the increase of carbon emissions caused by the expansion of the economic scale. Therefore, it is suggested that the importing countries should further enhance the degree of opening up, improve the structure of imported new energy products, actively utilize the advantages of the “one belt and one way” initiative to develop trade cooperation, and optimize the industrial structure of the importing countries to promote the technological spillover effect of the import trade of the new energy industry.

Keywords

New Energy, Import Trade, Technology Spillover, Carbon Emission

“一带一路”沿线国家新能源进口贸易的技术溢出对碳排放影响

黄铭锴

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

Email: 852616059@QQ.com

收稿日期: 2019年12月25日; 录用日期: 2020年1月13日; 发布日期: 2020年1月20日

摘要

全球经济社会的可持续发展日益严峻, 如何有效发挥技术减排作用是全球亟待解决的重要问题。而新能源产业的进口贸易能够为东道国的碳减排提供技术支持, 其技术溢出效应影响着东道国的碳排放。本文基于1998~2018年“一带一路”沿线部分国家的面板数据, 将新能源产业的进口贸易技术溢出效应对进口国的碳排放影响进行了实证分析, 发现新能源中间品和资本品的技术进口贸易均有利于碳减排, 同时抑制经济规模扩大带来的碳排放增加。因此本文建议进口国进一步提高对外开放程度, 完善进口新能源产品的结构, 利用“一带一路”倡议优势开展贸易合作, 同时优化进口国的产业结构促进新能源产业进口贸易技术溢出效应的发挥。

关键词

新能源, 进口贸易, 技术溢出, 碳排放

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

近年来, 资源枯竭和环境恶化严重制约全球经济发展, 实现经济社会与资源环境的协调发展已逐渐成为推动全球经济实现可持续发展的关键问题。同时在全球创新的大环境下, 技术进步成为保持经济社会生态可持续发展的重要要素。然而如何有效发挥“技术减排”作用, 加快推进经济社会生态的可持续发展, 仍是全球亟待解决的重要问题。

新能源产业作为战略性新兴产业对于碳减排有着举足轻重的作用, 传统化石能源的大量消耗是碳排放的主要原因, 而新能源则以其清洁且可持续的特性逐渐成为替代传统化石能源并且能够缓解气候变暖的一个极有前景的选择。而新能源产业的进口贸易能够为东道国的碳减排提供技术支持, 其技术溢出效应在一定程度上影响东道国的碳减排技术。因此, 深入探究新能源进口贸易技术溢出效应下技术进步对碳排放的影响, 剖析技术进步对碳排放的作用路径, 具有极大的现实意义。

2. 文献综述

全球生态环境恶化形势的日益严峻, 如何实现经济增长与减少碳排放的平衡已成为学术界的热点问题。在全球经济社会下, 发展中国家的进口贸易能通过进口发达国家高技术产品, 从而吸收进口贸易中产生技术的溢出, 以提高发展中国家的技术创新能力和经济发展水平。因此进口贸易对一国会产生技术溢出效应, 提高东道国的技术创新能力。“一带一路”沿线各国低碳发展效率普遍较低[1], 碳排放问题严峻, 绝大多数的国家低碳经济发展水平十分落后。因此, “一带一路”沿线国家需要通过提升规模效率促进贸易技术进步推进其低碳经济发展进程。而目前众多学者[2][3]的研究皆证实技术进步能够有效促进碳排放的减少, 降低能源消耗强度从而减少经济增长过程中的碳排放。同时新能源作为低排放、低污染、高效率的绿色能源也是影响碳排放的因素之一。

国内外学术界在进口贸易对东道国技术水平的影响方面进行了大量的实证研究, Seck [4]通过对 55 个发展中国家国际技术扩散对技术水平的影响, 证实了进口贸易对这些发展中国家的技术水平促进效果明显。Coe 和 Helpman [5]认为一国对外开放程度越高, 则该国进口贸易产生的技术溢出效应对该国技术进步的促进作用越显著。周荣军[6]利用我国 30 个省份 2002~2016 年的面板数据, 分析表明现阶段进口贸易技术溢出能够显著提升我国创新水平。焦健玲等[7]基于 2000~2013 年我国 30 个省市面板数据, 实证表明进口贸易技术溢出能够显著降低我国碳排放强度。郭庆宾、柳剑平[8]根据我国大陆地区各省市自治区的面板数据, 实证分析表明进口贸易的技术溢出效应对我国碳排放产生了显著的抑制效应。齐绍洲等[9]利用 SBM 模型测算了“一带一路”沿线国家的绿色全要素生产率, 以衡量沿线国家的绿色技术进步, 发现进口贸易更易于促进沿线国家的绿色技术进步, 减少碳排放。

综上所述, 现有文献大部分证实了一国进口贸易产生的国际技术溢出效应促进该国技术进步, 对于该国的碳排放一定的抑制作用, 那么新能源产业作为低碳绿色能源, 其进口贸易产生的技术溢出效应对于一国的碳排放影响, 尚不可知, 目前国内外学者争对这一问题研究很少, 本文旨在研究新能源进口贸易产生技术溢出效应对碳排放关系。

3. 模型设计与数据说明

3.1. 模型设计

目前大部分学者采用的 Grossman 和 Krueger [10]提出的理论分析框架, 经济发展主要通过规模效应、结构效应和技术效应三个途径对环境产生影响。以进口贸易技术溢出作为自变量, 将规模效应、结构效应、国内技术进步效应的变量作为控制变量。而其中技术效应主要来自国内研发投入和进口贸易产生的技术溢出。其中进口贸易技术溢出来自中间品和资本品的技术溢出。从而得到对数实证模型可表示为:

$$\ln CP = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_i + \alpha_2 \ln S_i + \alpha_3 \ln RD_i + \alpha_4 \ln ZB_i + \alpha_5 \ln ZJ_i + \varphi_i$$

新能源产业进口贸易技术溢出存量的测算

关于新能源产业进口贸易技术溢出存量的测算 $IMPS_{it}$, 本文采用了 Lichtenberg 和 Pottelsberghe 提出的方法进行测度, 具体公式如下:

$$IMPS_{it} = \sum \frac{M_{ij}}{Y_{jt}} SD_{jt}$$

M_{ij} 代表 i 国在第 t 年来自其他国家 j 的新能源进口贸易额, 各国的新能源产业进口额数据根据表 1 新能源产业对应的 HS 海关编码[11]在 UN COMTRADE 网站中获得。 Y_{jt} 代表出口国 j 在第 t 年的产出水平, 一般采用国内生产总值, 数据来源世界银行数据库, SD_{jt} 代表出口国 j 的第 t 年的国内研发存量。本文实证分析主要选取美国、日本、韩国和德国共四个国家为样本, 来考察从四个国家的进口所产生的技术溢出, 数据来源于世界银行各国各年的 R&D 投入占 GDP 的比重乘以各国生产总值获得。研发存量数据采取永续盘存法 $[SD_t = (1 - \eta)SD_{t-1} + RD_t]$ 来计算, 其中 SD_t 、 SD_{t-1} 各表示一国第 t 年和第 $t-1$ 年的国内研发存量, RD_t 为一国第 t 年的研发支出。 η 表示资本的折旧程度, 本文采用 Coe 和 Helpman [5]所采用的 5% 计算。

由于进口贸易的技术溢出主要是通过中间品、资本品的进口实现的, 于是将上式中 M_{it} 拆分成 $Inter_{ij}$ 、 $Capital_{ij}$ 来表示新能源产业进口中间品、资本品的贸易额, 从而得到进口贸易技术溢出存量 ZB、ZJ。本文采用 BEC 分类法界定资本品和中间品, 根据 UN COMTRADE 网站中提供的 6 位 HS 编码, 转换成 BEC 编码后, 分别将代码 41 所表示的资本货物和 521 所表示的运输设备选取为资本品。代码分别是 111、121、

21、22、31、32、42、53 选取为中间货物。所以，以此为依据对新能源产业进口产品中间品和资本品进行分类，分别得到新能源产业资本品和中间品的进口贸易技术溢出存量。

Table 1. New energy industry and corresponding HS four digit code customs goods [12]
表 1. 新能源产业与对应的 HS 四位码海关商品[12]

新能源产业	HS 四位编码
核电产业	8401, 8402, 8403, 8404
风能产业	8412
太阳能产业	8541
生物质能等其他新能源产业	8412, 8401, 8405, 8419
智能电网产业	8504, 8535, 8536, 8537, 8538, 8540

3.2. 变量说明

本文选取了一带一路沿线部分国家 1998~2018 年的新能源产业进口额、碳排放量以及国内生产总值等指标，利用面板数据来分析技术溢出对一带一路沿线部分国家碳排放的影响程度，基本模型即可变为：

$$\ln CP = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_{it} + \alpha_2 \ln S_{it} + \alpha_3 \ln RD_{it} + \alpha_4 \ln ZB_{it} + \alpha_5 \ln ZJ_{it} + \varphi_{it}$$

1. 选取“一带一路”沿线国家为本文研究国家。本文根据国家发展程度，新能源产业发展情况[1]，以及数据便利程度，综合选取了“一带一路”沿线 16 国作为本文的研究对象，分别为亚美尼亚、阿塞拜疆、白俄罗斯、文莱达鲁萨兰国、中国、格鲁吉亚、印度尼西亚、印度、哈萨克斯坦、缅甸、巴基斯坦、菲律宾、新加坡、泰国、土耳其、乌克兰。

2. 选取人均 GDP 作为规模效应。“一带一路”沿线大多数发展中国的经济活动发展对环境影响的负面效应远大于其规模经济带来的积极效应。鉴于此本文将人均 GDP 作为代表规模效应的解释变量。模型中 Y_{it} 代表 i 国在第 t 年的人均 GDP。数据来源于世界银行数据库。

3. 选取第二产业比重作为结构效应。一国经济结构的变化对本国的碳排放量也会产生影响，因此本文将第二产业比重作为代表结构效应的解释变量。模型中 S_{it} 代表 i 国在第 t 年的第二产业占比。数据来源于世界银行数据库的数据。

4. 选取进口国国内研发投入存量作为国内技术进步效应。国内技术进步也会提高生产效率，从而降低碳排放量。本文将各年研发投入采用 R&D 经费作为国内技术效应的解释变量，模型中 RD_{it} 代表 i 国在第 t 年的研发投入存量，数据来源于世界银行数据库研发支出占 GDP 比重乘以各国 GDP。

4. 面板数据检验

影响一国碳排放量的因素不仅仅有进口贸易的技术溢出，还存在一些其他重要变量，如经济规模、结构等。因此，为避免直接采用 OSL 或传统面板估计方法对模型进行估计产生因遗漏重要变量导致模型伪回归问题，以及将所有重要变量都加上可能产生多重共线性问题。故本文采用近几年较成熟的基于面板数据的单位根检验和协整检验对模型进行检验。

4.1. 面板单位根检验

为了提高实证结果的可靠性以及检验数据的稳健性，本文对数据的平稳性首先进行检验，本文采用常用的 LLC、IPS、ADF-Fisher 和 PP-Fisher 四种面板单位根检验方法对 $\ln CP_{it}$ 、 $\ln Y_{it}$ 、 $\ln S_{it}$ 、 $\ln RD_{it}$ 、

$LnZB_{it}$ 和 $LnZJ_{it}$ 进行检验。根据表 2 中检验结果表明, 六组变量是非平稳的, 而这六组变量的一阶差分 $\Delta LnCP_{it}$ 、 ΔLnY_{it} 、 ΔLnS_{it} 、 $\Delta LnRD_{it}$ 、 $\Delta LnZB_{it}$ 、 $\Delta LnZJ_{it}$ 均拒绝原假设, 因此可以认为六组变量的一阶差分均是平稳的, 为一阶单整序列。

Table 2. Panel data unit root inspection

表 2. 面板数据单位根检验

变量	LLC	IPS	ADF-Fisher	PP-Fisher
$LnCP_{it}$	1.14599 (0.8741)	4.78212 (1.0000)	12.8283 (0.9999)	4.33990 (1.0000)
$\Delta LnCP_{it}$	-13.2237 (0.0000)	-9.06873 (0.0000)	139.022 (0.0000)	178.612 (0.0000)
LnY_{it}	2.96120 (0.9985)	3.72317 (0.9999)	10.7676 (0.9998)	17.0233 (0.9860)
ΔLnY_{it}	-6.78361 (0.0000)	-5.10975 (0.0000)	77.8479 (0.0000)	96.8551 (0.0000)
LnS_{it}	-2.99321 (0.0523)	0.06037 (0.5241)	31.8713 (0.4731)	40.6820 (0.1396)
ΔLnS_{it}	-11.8313 (0.0000)	-10.7856 (0.0000)	150.668 (0.0000)	196.793 (0.0000)
$LnRD_{it}$	0.47922 (0.6841)	0.30440 (0.6196)	59.7382 (0.0021)	129.154 (0.0000)
$\Delta LnRD_{it}$	-12.3084 (0.0000)	-14.4917 (0.0000)	169.354 (0.0000)	234.019 (0.0000)
$LnZB_{it}$	12.9882 (1.0000)	10.4533 (1.0000)	23.8764 (0.8489)	26.1624 (0.7564)
$\Delta LnZB_{it}$	11.6103 (0.0000)	3.80869 (0.0000)	49.0383 (0.0000)	95.0624 (0.0000)
$LnZJ_{it}$	13.5322 (1.0000)	9.25967 (1.0000)	12.7110 (0.9991)	13.5211 (0.9983)
$\Delta LnZJ_{it}$	4.43154 (0.0000)	0.20584 (0.0000)	64.6375 (0.0000)	63.0114 (0.0000)

注: 括号内为 P 值。

4.2. 面板协整检验

由上述面板单位根检验结果可知, 六组变量符合面板协整检验的要求, 因此本文采用 Pedroni [12] 统计量和 Kao [13] 的方法进行面板协整检验, 结果如表 3 所示。

协整检验中 Panel ADF 和 Group ADF 两个统计量检验时间跨度较短的样本数据更可靠[9]。所以本文的协整检验结果主要参考这两个统计量, 根据表 3 的面板协整检验结果中 Panel ADF 和 Group ADF 这两个统计量对应的 P 值都小于 0.01, 因此这表明六组变量之间存在着协整关系。

Table 3. Panel data co integration test

表 3. 面板数据协整检验

检验方法	统计量	
Pedroni	Panelv	-2.035554
	Panel rho	1.618378
	Panel PP	-12.58363*
	Panel ADF	-8.218047*
	Group rho	-3.685401
	Group pp	-15.54886*
	Group ADF	-7.55099*
Kao	ADF	-9.417795*

注: *表示在 1%的水平上显著, **表示在 5%的水平上显著。

基于上文协整检验结果的分析,可以表明六组变量之间存在着长期协整关系,因此可以利用 Hausman 检验得到的 F 统计量和 Hausman 检验值来判断建立何种模型,检验结果见表 4。

Table 4. Hausman test results
表 4. Hausman 检验结果

	Hausman 检验值	P 值
检验统计值	56.71	0.0000

由上述统计量可知,选择固定效应模型进行估计。同时考虑到一国的规模效应、结构效应与进口贸易技术溢出效应的对碳排放量可能存在交叉影响,本文将进口贸易技术溢出与人均 GDP、第二产业占比的交互项进行建模,其模型的估计结果见下表 5。

Table 5. Analysis of factors affecting carbon emission
表 5. 碳排放影响因素分析

变量	模型一	模型二	模型三
LnY_{it}	0.2271455 (0.51)	0.4558077 (2.69)*	0.4494149 (0.94)
LnS_{it}	0.311105 (0.63)	0.2193644 (1.18)	-0.3818736 (-0.48)
$LnRD_{it}$	-1.433556 (-6.57)*	-0.7039356 (-8.50)*	-1.491243 (-6.69)*
$LnZB_{it}$	-0.1252948 (-0.39)	-0.565992 (-4.29)*	0.3277112 (0.30)
$LnZJ_{it}$	0.3923018 (1.25)	-0.808406 (-1.71)**	-0.2163949 (-0.21)
$LnZJ_{it} * LnY_{it}$		-0.0594397 (-8.13)*	
$LnZB_{it} * LnY_{it}$		-0.0448959 (-44.27)*	
$LnZJ_{it} * LnS_{it}$			-0.1420835 (0.645)
$LnZJ_{it} * LnS_{it}$			0.1883498 (0.63)
Adjusted R ²	0.3130	0.9107	0.3167
F-statistic	27.24	432.72	19.66

注: 括号内为 t 值*表示在 1%的水平上显著, **表示在 5%的水平上显著。

从回归的结果看,仅有模型二的 R² 值更接近于 1, 效果更为显著, 说明模型二的各变量能够更好的解释碳排放量的变化, 故本文接下来选择模型二进行分析。

4.3. 长期均衡分析

1. 新能源中间品和资本品的技术进口贸易均有利于碳减排。

从参数的估计结果可以发现, 进口贸易技术溢出存量的回归系数为负, 通过进口贸易渠道技术溢出对东道国的碳排放具有一定的抑制效应。新能源产业中间品和资本品的进口贸易技术溢出存量每变动 1%, 东道国碳排放量相应地就减少 0.5659%和 0.808%, 其中中间品的对碳减排作用更大。由此可知, 在新能

源产业的进口贸易过程中获得的先进的资本品和中间产品有助于提高东道国生产活动的技术含量，从而减少了碳排放。

2. 进口国国内研发投入也成为碳减排重要手段。

根据上表，我们发现 $LnRD_{it}$ 的系数为负，由此我们可以认为，随着进口国国内研发投入的增加，没有加剧国内碳排放量，反而对碳减排存在积极作用。因此，表明研发投入在碳减排中同样发挥着重要的作用。

3. 进口贸易技术溢出抑制经济规模扩大带来的碳排放增加。

随着国内研发投入的增加和新能源进口贸易的技术溢出，导致国内规模效应的扩大的同时，在一定程度上抑制碳排放，同时我们发现交差项 $LnZJ_{it} * LnY_{it}$ 、 $LnZB_{it} * LnY_{it}$ 系数为负，表明进口贸易技术溢出减少经济规模扩大带来的碳排放增加量，虽然进口贸易技术溢出会一定程度上加剧了规模经济扩大，导致碳排放量增加，同时却降低了碳排放量的增长速度。

5. 结论与建议

新能源进口贸易技术溢出是推动低碳经济发展的重要着力点，在开放经济环境下，一国通过进口贸易吸收由出口国大量研发投入产生的高新技术成果以提升进口国的技术水平，进而影响进口国碳排放。本文基于 1998~2018 年“一带一路”沿线部分国家的面板数据，实证分析新能源产业的进口贸易技术溢出效应对进口国的碳排放影响，发现进口贸易的技术溢出效应对进口国的碳排放产生了显著的抑制效应，这说明进口国新能源产业通过进口贸易获得的出口国的先进的资本品和中间品有助于提高东道国生产中的能源利用的技术水平，从而减少进口国的碳排放量。通过上述分析，本文从以下方面探索以提高新能源产业进口贸易的技术溢出效应对我国碳排放的抑制效果。第一，进口国进一步提高对外开放程度，利用“一带一路”倡议优势开展贸易合作，鼓励新能源产业增加进口贸易额，发挥进口贸易的技术溢出效应。第二，完善进口新能源产品的结构，增加高技术含量新能源的中间品资本品的进口额，能够更有利于新能源产业进口贸易技术溢出效应的发挥。第三，优化进口国的产业结构，通过上文分析，第二产业的占比越大碳排放越严重，因此进口国积极推进产业转型升级，注重培养碳减排意识，政府制定相应鼓励碳减排产业转型升级的激励措施，同时通过进口贸易开拓以新能源产业为主的战略性新兴产业，利用这种技术溢出效应来实现进口国的碳减排。

基金项目

本文受到江苏大学大学生实践创新训练计划项目资助，项目编号：201910299742X。

参考文献

- [1] 高赢, 冯宗宪. “一带一路”沿线国家低碳发展效率测评及影响因素探究[J]. 科技进步与对策, 2018, 35(21): 39-47.
- [2] 查奇芬, 成鑫. 技术进步对中国区域碳排放的影响研究[J]. 资源与产业, 2017, 19(6): 71-77.
- [3] 张兵兵, 朱晶, 全晓云. 技术进步与二氧化碳排放强度: 理论与实证分析[J]. 科研管理, 2017, 38(12): 41-48.
- [4] Seck, A. (2012) International Technology Diffusion and Economic Growth: Explaining the Spillover Benefits to Developing Countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23, 437-451.
<https://doi.org/10.1016/j.strueco.2011.01.003>
- [5] Coe, D.T. and Helpman, E. (1995) International R&D Spillovers. *European Economic Review*, 39, 859-887.
[https://doi.org/10.1016/0014-2921\(94\)00100-E](https://doi.org/10.1016/0014-2921(94)00100-E)
- [6] 周荣军. 知识产权保护、进口贸易技术溢出对创新的影响[J]. 统计与决策, 2019, 35(14): 90-94.
- [7] 焦建玲, 卫欢, 白羽. 进口贸易技术溢出对区域碳排放强度的影响[J]. 地理与地理信息科学, 2017, 33(3): 72-77.
- [8] 郭庆宾, 柳剑平. 进口贸易、技术溢出与中国碳排放[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(3): 105-109.

-
- [9] 齐绍洲, 徐佳. 贸易开放对“一带一路”沿线国家绿色全要素生产率的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(4): 134-144.
- [10] Grossman, G.M. and Krueger, A.B. (2002) Economic Growth and the Environment. *Macroeconomics and the Environment*, **110**, 105-129.
- [11] 傅喻. 中国新能源产业出口竞争力研究——基于 1998~2010 年海关数据[J]. 调研世界, 2013(6): 48-52.
- [12] Pedroni, P. (1999) Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, **61**, 653-670. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.61.s1.14>
- [13] Kao, C. (1999) Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data. *Journal of Econometrics*, **90**, 1-44. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2)