

中国对外直接投资与“一带一路”地区碳脱钩

雷亚男

外交学院国际经济学院，北京

收稿日期：2022年8月5日；录用日期：2022年9月19日；发布日期：2022年9月27日

摘要

从《京都议定书》到《巴黎协定》，体现了全球气候治理模式从“自上而下”到“自下而上而上”的变迁。绿色投资是助力“一带一路”沿线国家参与全球气候治理、实现国家自主贡献(INDC)目标的重要途径之一，碳排放与经济增长脱钩对实施预期的国家自主贡献至关重要。本文基于Tapio脱钩指数，测度了6个区域94个“一带一路”沿线国家1980~2020年碳脱钩状态，并结合LMDI因素分解模型探究了中国对外直接投资影响东道国碳脱钩的内在作用机制。结果表明，① 中国OFDI对“一带一路”沿线国家碳脱钩状态的改善具有积极作用。② 基于Tapio指数与LMDI模型结合构建Tapio脱钩分解模型，OFDI技术效应、碳强度效应和能源强度效应对碳脱钩具有正向作用，OFDI规模效应、碳排放因子效应、人口规模效应对碳脱钩有负向影响。③ 中国OFDI对不同区域碳脱钩状态的影响具有异质性，其中对东亚-东南亚-南亚及周边地区和中东-中亚地区碳脱钩促进作用最为显著。据此，本文认为中国OFDI有利于“一带一路”沿线国家实现可持续发展，应鼓励并引导具有绿色竞争力的企业“走出去”，充分利用中国OFDI技术溢出效应，发挥中国OFDI对“一带一路”沿线地区环境改善作用。

关键词

碳脱钩，对外直接投资，Tapio脱钩模型，对数平均迪氏指数法

China's OFDI and Carbon Decoupling in the Belt and Road Region

Yanan Lei

School of International Economics, China Foreign Affairs University, Beijing

Received: Aug. 5th, 2022; accepted: Sep. 19th, 2022; published: Sep. 27th, 2022

Abstract

From the “Kyoto Protocol” to the “Paris Agreement”, it reflects the change of the global climate

governance model from “top-down” to “bottom-up”. Green investment is one of the important ways to help countries along the “Belt and Road” to participate in global climate governance and achieve the goals of Nationally Determined Contributions (INDCs). Based on the Tapio decoupling index, this paper measures the carbon decoupling status of 94 countries along the “Belt and Road” in 6 regions from 1980 to 2020, and combines the LMDI factor decomposition model to explore the internal mechanism of China’s foreign direct investment affecting the host country’s carbon decoupling. The results show that ① China’s OFDI has a positive effect on the improvement of the carbon decoupling status of countries along the “Belt and Road”. ② Construct the Tapio decoupling decomposition model based on the combination of Tapio index and LMDI model. OFDI technology effect, carbon intensity effect and energy intensity effect have positive effects on carbon decoupling, while OFDI scale effect, carbon emission factor effect and population scale effect have negative effects on carbon decoupling to influence. ③ The effect of China’s OFDI on carbon decoupling status in different regions is heterogeneous, and the promotion of carbon decoupling in East Asia-Southeast Asia-South Asia and its surrounding regions and the Middle East-Central Asia region is the most significant. Accordingly, this paper believes that China’s OFDI is conducive to the sustainable development of countries along the “Belt and Road”, and should encourage and guide enterprises with green competitiveness to “go global”, make full use of China’s OFDI technology spillover effect, and give full play to China’s OFDI’s contribution to the “Belt and Road” environmental improvement in the areas along the route.

Keywords

Carbon Decoupling, OFDI, Tapio Decoupling Model, LMDI

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

2013 年中国创造性地提出了“新丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”合作倡议，在近十年的发展过程中，中国与沿线国家的伙伴关系日益紧密，与此同时资源和环境形势也日趋严峻。据美国能源信息署(EIA)统计，在全球碳排放量前十的国家中，“一带一路”沿线国家占半数[1]。

2016 年 11 月 4 日正式实施的《巴黎协定》对全球应对气候变化行动作出了统一安排，成为继《京都议定书》后第二份有法律约束力的气候协议。国家自主贡献是《巴黎协定》的核心制度，缔约方根据可以自主决定未来一个时期的贡献目标和实现方式[2]。治理模式由“自上而下”向“自下而上”的转变给“一带一路”沿线发展中国家带来了新的挑战。如何在不牺牲经济发展的同时积极实现全球气候治理的国家自主贡献，改善碳脱钩状态是其中需要探索的重要问题。据《2020 年度中国对外直接投资统计公报》，2020 年中国对“一带一路”沿线国家实现直接投资 225.4 亿美元；2013~2020 年间中国对沿线国家累计直接投资 1398.5 亿美元[3]。2020 年 9 月 22 日，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上宣布，中国将力争于 2030 年前实现二氧化碳排放达到峰值，2060 年前实现碳中和[4]。

在此背景下，本文基于 6 个区域 94 个选定国家 1980~2020 年历史数据，探讨两个关键问题：1) “一带一路”沿线各个区域历史碳脱钩状态及变化趋势如何？2) 中国 OFDI 及其他因素通过怎样的内在机制影响各个区域碳脱钩？上述问题的解决对探索合理的投资角度和力度、提升中国负责任大国形象和推动“一带一路”倡议可持续发展具有重要理论和现实意义。为客观回答这两个问题，本文基于历史数据计

算 Tapio 脱钩指数, 识别“一带一路”沿线各区域 1980~2020 年碳脱钩状态; 结合 Tapio 脱钩指数和 LMDI 因素分解法构建 Tapio 脱钩分解模型, 厘清中国 OFDI 背景下碳脱钩的内在作用机制和关键驱动因素。

2. 文献综述

2.1. 研究层面

从研究层面来看, 有关碳脱钩的研究主要分为区域层面和部门层面。区域碳脱钩分析中, 一些学者关注单个城市或省份的脱钩过程, 或是多个城市脱钩状态的比较。如 Luo *et al.* (2021) 基于 LMDI 和格兰杰因果关系测试法分析了上海 1995~2017 年的碳排放状况[5]。Wang *et al.* (2022) 采用 Tapio 脱钩指数测度了中国 350 个城市在 2008~2020 年间的脱钩状态[6]。一些学者关注单一国家或一组有交叉点的国家。林伯强等(2009)利用 LMDI 和 STIRPA 两个模型识别了中国人均二氧化碳排放的主要影响因素, 并对中国二氧化碳 EKC 曲线做了对比研究及预测[7]。Ang *et al.* (1998) 利用新加坡、中国和韩国数据将 LMDI 分解法和其他三种方法进行比较, 结果表明 LMDI 更适于应用在能源环境分解研究之中[8]。Papiez *et al.* (2021) 研究了能源政策对欧盟国家 1996~2017 年温室气体排放与经济增长的影响[9]。还有一些学者从全球的角度进行碳脱钩的研究分析, 如 Wu *et al.* (2018) 采用 OECD 脱钩指数、Tapio 脱钩指数以及 IGTX 脱钩模型探究了世界经济增长与碳排放的脱钩趋势, 比较了典型发达国家和发展中国家在 1965~2015 年期间的脱钩演变进程[10]。

部门层面碳脱钩研究同样很丰富, 许多学者研究了工业、运输业、制造业等部门的碳脱钩问题, 如方佳敏和林基(2015)采用 Tapio 指标, 测度了 2000~2011 年中国工业经济增长同碳排放脱钩状态, 指出脱钩效应存在于中国工业行业, 但不同行业间异质性较大[11]。Lu *et al.* (2007) 采用 LMDI 分析了 1990~2002 年间德国、日本、韩国和台湾公路运输中碳排放的五个驱动因素[12]。周银香(2016)基于 Tapio 模型识别了 1990~2013 年中国交通碳排放同行业发展间的脱钩状态和变化趋势, 通过因果链分解法分析了交通碳脱钩的驱动因素和内在机制[13]。中国甲烷排放量最大的行业是农业, 因此一些中国学者关注农业相关的碳脱钩问题。Luo *et al.* (2017) 研究了 1997~2014 年中国 30 个省份的碳排放同农业经济增长间的脱钩关系, 并探讨了中国农业部门碳排放的时空异质性[14]。另外揭俐等(2020)聚焦于中国能源开采业碳脱钩问题, 采用广义迪氏指数分解模型厘清了能源开采业中碳排放的驱动因素, 并构建系统动力学模型解释了能源开采同碳脱钩间的传导机制, 通过情景模拟测试了中国能源开采业碳脱钩的潜力[15]。

2.2. 驱动机理

从驱动机理来看, 部分文献直接探究经济增长和碳排放间的关系, 如 Selden *et al.* (1994) 证明了一氧化碳等四种污染物同人均 GDP 之间存在倒 U 关系[16]。王中英等(2006)分析了中国 GDP 增长与碳排放的关系, 结果表明二者之间存在明显的相关性[17]。在此基础上一些研究者引入了研究对象内部相关因素, 如人口和家庭结构, Weber and Perrels (2000) 构建了一种可量化生活方式、社会文化因素对目前和未来能源需求的方法, 从消费者角度模拟了能源需求并分析了能源消耗和碳排放[18]。如城市化, 林伯强等(2010)引入城市化因素对 Kaya 恒等式进行修正, 研究了影响碳排放的关键因素, 提出了在保障 GDP 增长的前提下利用城市化进行低碳转型的战略[19]。再如碳交易市场制度, 王倩和高翠云聚焦于碳交易体系建设对碳脱钩的作用, 构造了点弹性和弧弹性两种 Tapio 脱钩指数, 并利用倍差法和半参数半差法对 2007~2015 年碳交易对中国碳脱钩的影响进行了实证[20]。还有学者考虑了贸易开放、对外直接投资及新冠疫情等变量。李锴和齐绍洲(2011)采用 1997~2009 年中国 30 个省碳排放等面板数据, 考察了贸易开放驱动下, 经济增长与碳排放之间的关系[21]。Wang and Zhang (2021) 利用 182 个国家 1990~2015 年数据, 探索了贸易开放对经济增长脱钩碳排放的异质性影响[22]。白梓涵等(2022)采用 2004~2019 年中国省级数据, 结合理

论分析和逻辑推导建立中介效应模型，厘清了中国对外直接投资对母国的减污降碳效应和内在机制[23]。张友国(2021)构建经济 - 能源 - 环境动态 CGE 模型，评估了疫情对中国碳脱钩进程的影响，并通过 CGE 模型模拟了不同疫情冲击情景下的碳强度演变[24]。

综上，历经多年发展，碳脱钩理论相关的关键指标和分析方法已经日益成熟，国内外丰富的研究从多种角度进行了广泛的探讨。本文试图将中国对外直接投资因素引入 LMDI 因素分解模型中，并结合 Tapio 脱钩指数，构建包含 OFDI 技术效应、OFDI 规模效应、碳强度效应、碳排放因子效应、能源强度效应、经济规模效应和人口规模效应七个因子的脱钩分解模型，以探究中国对外直接投资影响“一带一路”沿线国家碳脱钩进程的内在机制。

3. 研究方法

3.1. Tapio 脱钩模型

在常被用于脱钩研究的指数中，基于研究背景和各種脱钩指数的适用性，本文选取由 Tapio 在 2005 年构造的 Tapio 脱钩指数[25]，该指数克服了对基准年的高度敏感性，计算结果稳定可靠，并将弹性概念引入到脱钩研究中，避免了对脱钩指数的过度解释，这些优势让其成为探究脱钩关系的常用模型。Tapio 脱钩指数方程如下：

$$T = \frac{\%C}{\%GDP} = \frac{\Delta C / C^0}{\Delta GDP / GDP^0} = \frac{\frac{C^t - C^0}{C^0}}{\frac{GDP^t - GDP^0}{GDP^0}} \quad (1)$$

T 即为碳排放同经济增长脱钩的弹性系数， C_t 和 C_0 分别表示目标年和基准年的碳排放量， GDP_t 和 GDP_0 分别表示目标年和基准年的国内生产总值； ΔC 和 ΔGDP 则代表从基准年到目标年碳排放量和 GDP 的变化； $\%C$ 和 $\%GDP$ 表示碳排放和 GDP 的增长率。Tapio 脱钩状态分类如表 1 所示。

Table 1. Division of Tapio carbon decoupling status

表 1. Tapio 碳脱钩状态划分

脱钩状态		$\%C$	$\%GDP$	T
脱钩	强脱钩	<0	>0	$T < 0$
	弱脱钩	>0	>0	$0 < T < 0.8$
	衰退脱钩	<0	<0	$T > 1.2$
连接	扩张连接	>0	>0	$0.8 < T < 1.2$
	衰退连接	<0	<0	$0.8 < T < 1.2$
负脱钩	强负脱钩	>0	<0	$T < 0$
	弱负脱钩	<0	<0	$0 < T < 0.8$
	扩张负脱钩	>0	>0	$T > 1.2$

3.2. LMDI 因素分解模型

分解模型被广泛应用于经济与资源领域，以探究变化的内在驱动机制。指数分解法因具有消除残差影响、实现完全分解和避免分母为零等优势拥有更广泛的应用范围。根据 LMDI 模型，碳排放分解如下：

$$C = \frac{C}{OFDI} \times \frac{OFDI}{GDP} \times \frac{GDP}{C} \times \frac{C}{E} \times \frac{E}{GDP} \times \frac{GDP}{P} \times P \quad (2)$$

$$= CO \times OG \times GC \times CE \times EG \times GP \times P \quad (3)$$

其中指标 CO 表示单位对外直接投资的碳排放量, OG 测度对外直接投资较东道国 GDP 的规模, GC 为碳强度的倒数碳生产率, CE 代表单位能耗的碳排放量, 间接反映能源转换的影响, EG 表示单位 GDP 的能耗, GP 为人均 GDP, P 为人口规模。根据 LMDI 可加性分解模型, 从基准年到目标年的碳排放变化可进一步由下式表示:

$$\Delta C = C^t - C^0 = \Delta C_{CO} + \Delta C_{OG} + \Delta C_{GC} + \Delta C_{CE} + \Delta C_{EG} + \Delta C_{GP} + \Delta C_P \quad (4)$$

在上述方程中, ΔC_{CO} 、 ΔC_{OG} 、 ΔC_{GC} 、 ΔC_{CE} 、 ΔC_{EG} 、 ΔC_{GP} 和 ΔC_P 分别表示 OFDI 技术效应、OFDI 规模效应、碳强度效应、碳排放因子效应、能源强度效应、经济规模效应和人口规模效应。这 OFDI 技术效应的计算公式分别如式(5)所示, 其他六种效应计算方法与其相似:

$$\Delta C_{CO} = \Sigma L(C^t, C^0) \times \ln \frac{CO^t}{CO^0} \quad (5)$$

$$L(C^t, C^0) = \begin{cases} \frac{C^t - C^0}{\ln C^t - \ln C^0} & C^t C^0 \neq 0 \\ \frac{C^t}{C^0} & C^t = C^0 \\ 0 & C^t C^0 = 0 \end{cases} \quad (6)$$

因此根据 LMDI 分解法的计算, 碳排放总量的变化可以进一步表示为:

$$\begin{aligned} \Delta C &= \Sigma L(C^t, C^0) \times \ln \frac{CO^t}{CO^0} + \Sigma L(C^t, C^0) \times \ln \frac{OG^t}{OG^0} + \Sigma L(C^t, C^0) \times \ln \frac{GC^t}{GC^0} + \Sigma L(C^t, C^0) \times \ln \frac{CE^t}{CE^0} \\ &\quad + \Sigma L(C^t, C^0) \times \ln \frac{EG^t}{EG^0} + \Sigma L(C^t, C^0) \times \ln \frac{GP^t}{GP^0} + \Sigma L(C^t, C^0) \times \ln \frac{P^t}{P^0} \\ &= \Sigma L(C^t, C^0) \times \left(\ln \frac{CO^t}{CO^0} + \ln \frac{OG^t}{OG^0} + \ln \frac{GC^t}{GC^0} + \ln \frac{CE^t}{CE^0} + \ln \frac{EG^t}{EG^0} + \ln \frac{GP^t}{GP^0} + \ln \frac{P^t}{P^0} \right) \end{aligned} \quad (7)$$

3.3. Tapio 和 IMDI 的结合

Tapio 脱钩模型仅适合探索中国对外直接投资背景下“一带一路”沿线国家碳排放与经济增长之间宏观的脱钩状态, LMDI 模型仅适于识别中国 OFDI 等因素对碳排放的内在驱动机制。将二者综合起来可以更深入地分析中国 OFDI 等因素对碳脱钩状态的影响。即将式(1)同式(4)结合如下式:

$$\begin{aligned} T &= \frac{\Delta C / C^0}{\Delta GDP / GDP^0} \\ &= \frac{\Delta C_{CO} + \Delta C_{OG} + \Delta C_{GC} + \Delta C_{CE} + \Delta C_{EG} + \Delta C_{GP} + \Delta C_P}{\Delta GDP / GDP^0} \\ &= \frac{\Delta C_{CO} / C^0}{\Delta GDP / GDP^0} + \frac{C_{OG} / C^0}{\Delta GDP / GDP^0} + \frac{\Delta C_{GC} / C^0}{\Delta GDP / GDP^0} + \frac{\Delta C_{CE} / C^0}{\Delta GDP / GDP^0} \\ &\quad + \frac{\Delta C_{EG} / C^0}{\Delta GDP / GDP^0} + \frac{\Delta C_{GP} / C^0}{\Delta GDP / GDP^0} + \frac{\Delta C_P / C^0}{\Delta GDP / GDP^0} \\ &= T_{CO} + T_{OG} + T_{GC} + T_{CE} + T_{EG} + T_{GP} + T_P \end{aligned} \quad (8)$$

在式(8)中, T_{CO} 、 T_{OG} 、 T_{GC} 、 T_{CE} 、 T_{EG} 、 T_{GP} 和 T_P 分别表示 OFDI 技术效应、OFDI 规模效应、碳强度效应、碳排放因子效应、能源强度效应、经济规模效应和人口规模效应的脱钩弹性系数。

4. 数据来源及区域划分

4.1. 数据来源

本文数据含经济数据和排放数据两部分, 见表 2。经济数据为“一带一路”沿线 94 个国家 GDP、三次产业产值、中国历年对外直接投资额和人口。排放数据为 1980~2018 年的碳排放量和碳强度, 2003~2014 年的能源使用强度及能源强度, 其中各区域碳强度为所包含国家碳强度的加权平均, 权重为 GDP 占比。

Table 2. Data sources

表 2. 数据来源

数据类型	时间范围	变量	单位	来源
		中国对外直接投资额		中国对外直接投资统计公报
		GDP		
经济数据	1980~2020 年	第一产业产值	2010 年不变价美元	世界银行
		第二产业产值		
		第三产业产值		
		人口	人	
排放数据	1980~2018 年	二氧化碳排放量	千吨	世界银行
		碳强度	千克/美元	
	2003~2014 年	能源使用碳强度	千克/石油当量能源使用千 克数	
		能源强度	MJ/美元	

4.2. 区域划分

截至 2022 年 2 月 6 日, 中国已经同 148 个国家和 32 个国际组织签署 200 余份共建“一带一路”合作文件。考虑到数据的可获得性和连续性, 本文从 148 个国家中选定 94 个国家, 根据其经济体量、碳排放量和地理位置等因素, 划分为 6 个区域, 各区域涵盖国家及 GDP 和碳排放量占比信息见表 3。

Table 3. Division of “the Belt and the Road” region

表 3. “一带一路”区域划分

分区名称	涵盖国家	CO ₂ 排放量占比/%	GDP 总量占比/%
俄罗斯及印度	俄罗斯、印度	36.930%	20.918%
东亚 - 东南亚 - 南亚及周边地区	巴基斯坦、大韩民国、菲律宾、斐济、柬埔寨、马来西亚、蒙古、孟加拉国、尼泊尔、斯里兰卡、汤加、瓦努阿图、文莱达鲁萨兰国、新西兰、印度尼西亚、越南	20.581%	24.472%
中东 - 中亚	阿拉伯埃及共和国、阿塞拜疆、哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、黎巴嫩、摩洛哥、塞浦路斯、沙特阿拉伯、苏丹、塔吉克斯坦、土耳其、乌兹别克斯坦、也门共和国、伊拉克、伊朗伊斯兰共和国	22.889%	17.604%

Continued

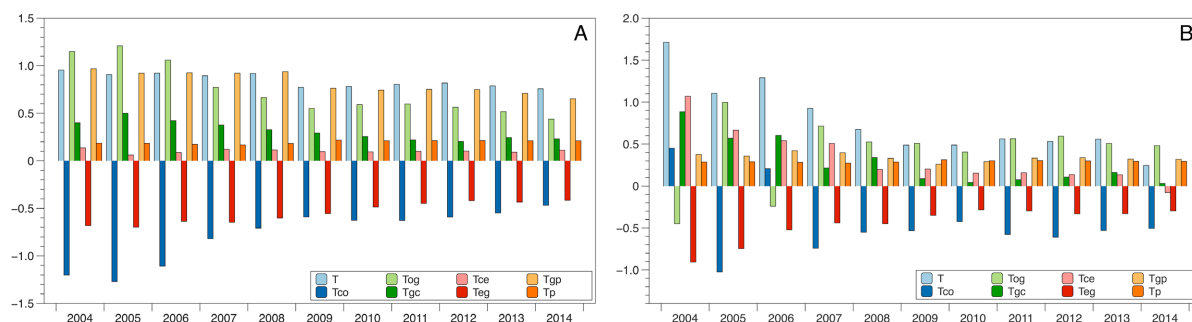
除北非外非洲	埃塞俄比亚、贝宁、博茨瓦纳、布隆迪、多哥、佛得角、刚果(布)、刚果(金)、几内亚、津巴布韦、喀麦隆、科摩罗、肯尼亚、索莱托、卢旺达、马里、毛里塔尼亚、莫桑比克、纳米比亚、南非、尼日尔、尼日利亚、塞拉利昂、塞内加尔、塞舌尔、坦桑尼亚、乌干达、赞比亚	2.582%	7.586%
欧洲	奥地利、拜尔罗斯、保加利亚、波兰、捷克共和国、克罗地亚、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡、罗马尼亚、葡萄牙、乌克兰、希腊、匈牙利、意大利	12.522%	21.553%
美洲	阿根廷、巴拿马、玻利维亚、多米尼加共和国、多米尼克、厄瓜多尔、哥斯达黎加、格林纳达、古巴、圭亚那、秘鲁、尼加拉瓜、苏里南、特立尼达和多巴哥、乌拉圭、牙买加、智利	4.496%	7.867%

5. 实证结果

5.1. 碳脱钩驱动因素分解结果

根据 Tapio 脱钩指数与 LMDI 因素分解模型的结合, 本文对 2003~2014 年 6 个区域的碳脱钩驱动因素进行计算分析, 结果如图 1 所示。其中 A~F 依次为俄罗斯及印度、东亚 - 东南亚 - 南亚及周边地区、中东 - 中亚、除北非外非洲、欧洲和美洲的驱动因素分解结果。总体上看, 2003~2014 年对区域碳脱钩起正向驱动作用的有: 中国 OFDI 技术效应、碳强度效应和能源强度效应。除个别区域的极少数年份外, OFDI 技术效应都对碳脱钩状态的改善起到了显著的积极作用。同时我们发现中国 OFDI 通过规模效应对碳脱钩有负向驱动影响, 而碳排放因子效应、经济规模效应和人口规模效应在整体上也对碳脱钩有消极作用。

从各区域的分解结果分析, 可以发现: 对于俄罗斯及印度、中东 - 中亚地区, 中国 OFDI 技术效应和规模效应的正负作用力显著, 虽有逐年下降的趋势, 但对于前者仍保持在 $[-0.5, 0.5]$ 区间内, 而对中东 - 中亚则约有 $[-1, 1]$; 除此之外碳强度效应和能源强度效应的贡献率明显且稳定; 碳排放因子效应和人口规模效应的影响稳定在较小范围内, 平均分别为 0.1 和 0.2 左右。从 T 值的大幅下降可以看出东亚 - 东南亚 - 南亚及周边地区、除北非外非洲地区的碳脱钩状态在此期间持续改善, 除 2003~2004 年中国 OFDI 技术效应对前者为负向驱动外, 其他年份都对碳脱钩起到了积极影响, 在 2013~2014 年两个区域碳排放因子效应都首次出现了正向促进作用。6 个区域中, 欧洲在分解样本年期间基本保持了强脱钩状态, 另外不同于其他区域的是, 欧洲的碳排放因子效应和人口规模效应整体上起到了促进脱钩的正面作用。除北非外非洲和美洲碳强度效应的驱动力有别于其他区域, 在这两个区域碳强度效应对碳脱钩有负面影响, 说明生产技术在节能减排方面的表现不如人意。



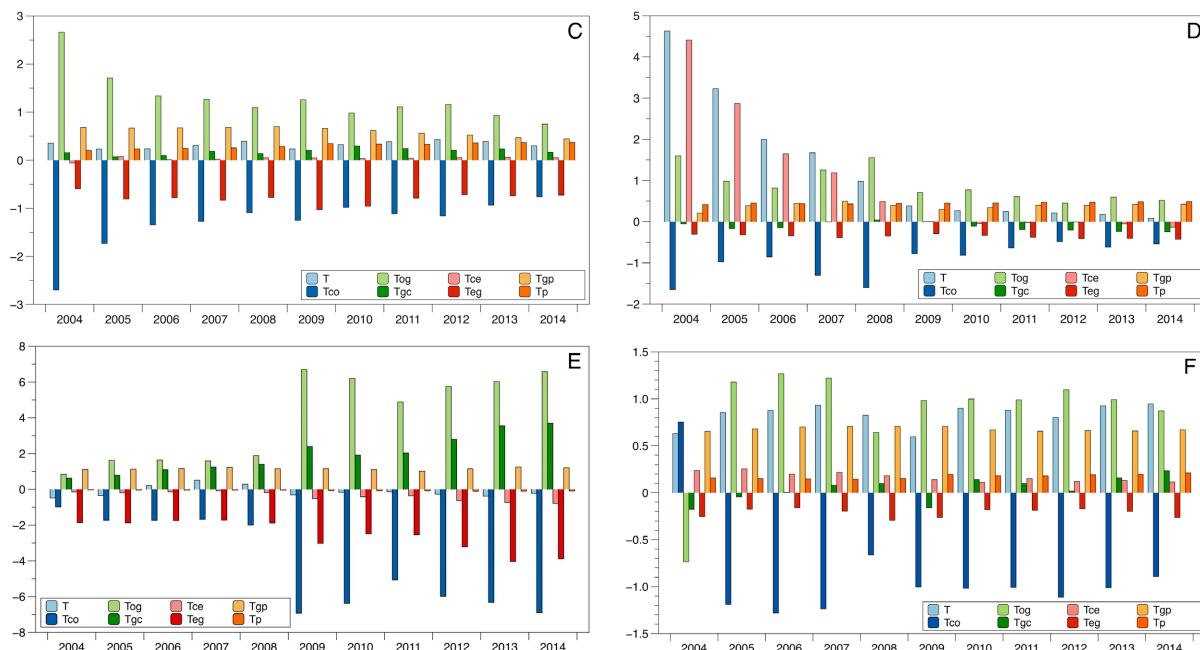
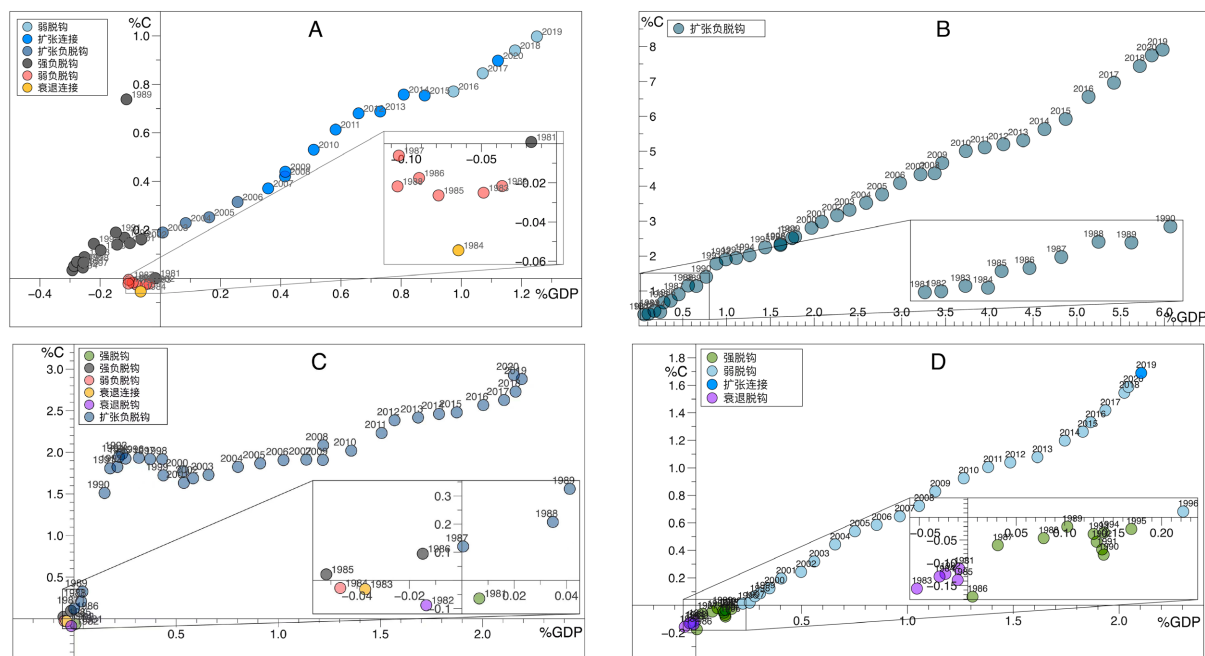


Figure 1. Decomposition results of drivers of carbon decoupling by region from 2003 to 2014

图 1. 2003~2014 年各区域碳脱钩驱动因素分解结果

5.2. “一带一路”地区碳脱钩进程

基于 Tapio 脱钩指数和 1980~2020 年历史数据对各区域碳脱钩状态进行计算, 结果如图 2 所示, 其中 A~F 依次为俄罗斯及印度、东亚 - 东南亚 - 南亚及周边地区、中东 - 中亚、除北非外非洲、欧洲和美洲的历史碳脱钩状态。随时间推移, 各区域的碳脱钩状态整体上有所改善, 但由于经济、技术、资源基础和发展水平不同, 各区域间差异较大。从脱钩进程来看, 俄罗斯及印度和中东 - 中亚两个地区各经历了六种不同的脱钩状态, 通过对比这两个区域可以发现, 前者脱钩状态从强负脱钩向弱脱钩不断改善,



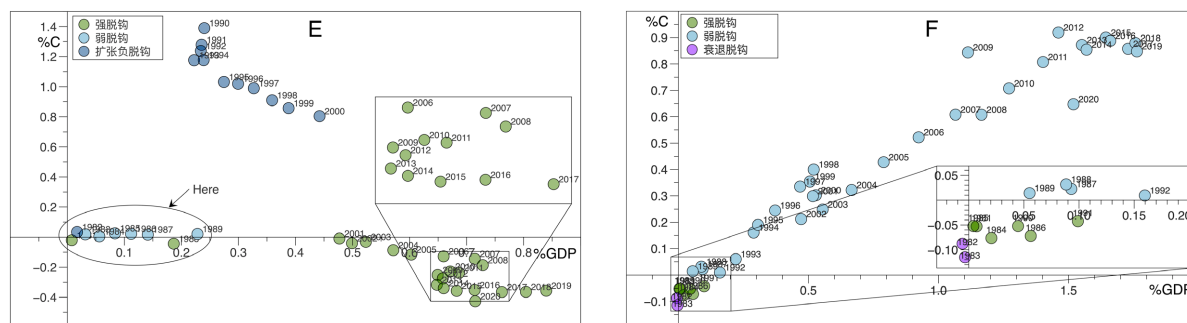


Figure 2. Historical carbon decoupling status by region from 1980 to 2020

图 2. 各区域 1980~2020 年历史碳脱钩状态

而后者在 1987 年后进入了扩张负脱钩阶段并停滞于此状态，1980~1986 七年间则迅速经历了五种状态。东亚 - 东南亚 - 南亚及周边地区在 41 年间一直保持在扩张负脱钩这一较不理想的阶段。除北非外非洲和美洲情形较为相似，二者在 2000 年前都有实现强脱钩，也经历了很糟糕的衰退脱钩状态，考虑到历史原因在其中有重要影响，2000 年后基本保持在弱脱钩阶段。其中碳脱钩表现最好的为欧洲，由于经济的率先发展和生产技术的先进成熟，并且较早提出了绿色发展的概念和相关政策，该区域在 2000 年后实现并保持了强脱钩。

6. 结论

本文通过将中国对外直接投资引入到 Tapio 脱钩指数和 LMDI 因素分解模型中，构建包含七因子的 Tapio 脱钩因素分解模型，基于 2003~2014 年数据对各区域碳脱钩驱动因素及作用机制进行识别。分析发现中国对外直接投资通过技术效应和规模效应影响“一带一路”沿线国家碳脱钩状态，其中技术效应为正驱动力，规模效应为负向作用力。从大部分区域分解结果来看技术效应绝对值大于规模效应，说明中国 OFDI 对“一带一路”沿线国家碳脱钩状态改善具有积极作用。除中国 OFDI 技术效应外，碳强度效应、能源强度效应在大部分区域的碳脱钩进程中也发挥了正向作用，对于欧洲地区而言碳排放因子效应的正向驱动力越来越显著。可见生产技术的低碳转型对于地区碳脱钩改善有重要意义，绿色投资是低碳技术变革的强大助力。

让绿色成为“一带一路”建设的底色，在全球气候治理的背景下，中国除了提出并推进本国碳达峰碳中和目标外，同时也在积极参与“绿色一带一路”的建设。扩大绿色投资在中国对外直接投资中的占比，既可以降低境外投资的气候风险、财务风险和法律风险，又能树立中国企业绿色投资者的良好形象，有利于推动“一带一路”投资项目的可持续发展。中国 OFDI 有利于“一带一路”沿线国家实现可持续发展，应鼓励并引导具有绿色竞争力的企业“走出去”，充分利用中国 OFDI 技术溢出效应，发挥中国 OFDI 对“一带一路”沿线地区环境改善作用。

基金项目

本文为国家社科基金一般项目《“一带一路”能源合作推动全球能源治理的影响效应与转型路径研究》(No.20BGJ033)阶段性成果之一，也多谢闫世刚教授的指导！

参考文献

- [1] EIA (2021) National Carbon Dioxide Emission Ranking. <https://www.eia.gov/international/rankings/world.aspx>
- [2] 高翔, 樊星. 《巴黎协定》国家自主贡献信息、核算规则及评估[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(5): 10-16.

- [3] 中华人民共和国商务部, 国家统计局, 国家外汇管理局. 2020 年度中国对外直接投资统计公报[M]. 北京: 中国商务出版社, 2021.
- [4] 刘鹤. 必须实现高质量发展[N]. 人民日报, 2021-11-24(06).
- [5] Luo, Y.L., Zeng, W.L., Hu, X.B., Yang, H. and Shao, L. (2021) Coupling the Driving Forces of Urban CO₂ Emission in Shanghai with Logarithmic Mean Divisia Index Method and Granger Causality Inference. *Journal of Cleaner Production*, **298**, Article ID: 126843. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126843>
- [6] Wang, X.Z., Li, J., Song, R. and Li, J. (2022) 350 Cities of China Exhibited Varying Degrees of Carbon Decoupling and Green Innovation Synergy. *Energy Reports*, **8**, 312-323. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.03.060>
- [7] 林伯强, 蒋竺均. 中国二氧化碳的环境库兹涅茨曲线预测及影响因素分析[J]. 管理世界, 2009(4): 27-36.
- [8] Ang, B.W., Zhang, F.Q. and Choi, K.-H. (1998) Factorizing Changes in Energy and Environmental Indicators through Decomposition. *Energy*, **23**, 489-495. [https://doi.org/10.1016/S0360-5442\(98\)00016-4](https://doi.org/10.1016/S0360-5442(98)00016-4)
- [9] Papież, M., Smiech, S. and Frodyma, K. (2021) The Role of Energy Policy on the Decoupling Processes in the European Union Countries. *Journal of Cleaner Production*, **318**, Article ID: 128484. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128484>
- [10] Wu, Y., Zhu, Q.W. and Zhu, B.Z. (2018) Decoupling Analysis of World Economic Growth and CO₂ Emissions: A Study Comparing Developed and Developing Countries. *Journal of Cleaner Production*, **190**, 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.139>
- [11] 方佳敏, 林基. 中国工业行业经济增长与二氧化碳排放的脱钩效应——基于工业行业数据的经验证据[J]. 科技管理研究, 2015, 35(20): 243-248.
- [12] Lu, I.J., Lin, S.J. and Lewis, C. (2007) Decomposition and Decoupling Effects of Carbon Dioxide Emission from Highway Transportation in Taiwan, Germany, Japan and South Korea. *Energy Policy*, **6**, 3226-3235. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.11.003>
- [13] 周根香. 交通碳排放与行业经济增长脱钩及耦合关系研究——基于 Tapio 脱钩模型和协整理论[J]. 经济问题探索, 2016(6): 41-48.
- [14] Luo, Y.S., Long, X.L., Wu, C. and Zhang, J.J. (2017) Decoupling CO₂ Emissions from Economic Growth in Agricultural Sector across 30 Chinese Provinces from 1997 to 2014. *Journal of Cleaner Production*, **159**, 220-228. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.076>
- [15] 揭俐, 王忠, 余瑞祥. 中国能源开采业碳排放脱钩效应情景模拟[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(7): 47-56.
- [16] Selden, T.M. and Song, D.Q. (1994) Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions. *Journal of Environmental Economics and Management*, **27**, 147-162. <https://doi.org/10.1006/jeeem.1994.1031>
- [17] 王中英, 王礼茂. 中国经济增长对碳排放的影响分析[J]. 安全与环境学报, 2006(5): 88-91.
- [18] Weber, C. and Perrels, A. (2000) Modelling Lifestyle Effects on Energy Demand and Related Emissions. *Energy Policy*, **8**, 549-566. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00040-9](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00040-9)
- [19] 林伯强, 刘希颖. 中国城市化阶段的碳排放: 影响因素和减排策略[J]. 经济研究, 2010, 45(8): 66-78.
- [20] 王倩, 高翠云. 碳交易体系助力中国避免碳陷阱、促进碳脱钩的效应研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(9): 16-23.
- [21] 李锴, 齐绍洲. 贸易开放、经济增长与中国二氧化碳排放[J]. 经济研究, 2011, 46(11): 60-72+102.
- [22] Wang, Q. and Zhang, F.Y. (2021) The Effects of Trade Openness on Decoupling Carbon Emissions from Economic Growth—Evidence from 182 Countries. *Journal of Cleaner Production*, **279**, Article ID: 123838. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123838>
- [23] 白梓函, 吕连宏, 赵明轩, 张楠, 罗宏. 中国对外直接投资的减污降碳效应及其实现机制[J/OL]. 环境科学: 1-16. <https://doi.org/10.13227/j.hjxx.202201283>, 2022-09-22.
- [24] 张友国. 疫情对中国碳脱钩进程的潜在影响——基于动态 CGE 模型的分析[J]. 中国软科学, 2021(8): 19-29.
- [25] Tapio, P. (2005) Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland between 1970 and 2001. *Transport Policy*, **2**, 137-151. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.01.001>