



## 中国 FDI 与 ODI 对低碳经济发展的影响以及对“一带一路”战略的启示

岳 武 杜 莉

**摘 要:** FDI 与 ODI 可以通过资本流动产生的规模效应、技术效应和结构效应影响碳排放水平,“一带一路”战略下建设绿色丝绸之路、打造亚洲低碳共同体成为沿线国家共识,因此,研究我国沿线省份 FDI 与 ODI 对低碳经济发展的影响,对于“一带一路”政策的实施具有重要的理论和现实意义。研究表明 FDI 整体是不利于低碳经济发展的,尤其是表现在规模效应和结构效应上;而 ODI 虽然促进了低碳经济发展但并未带来明显逆向技术溢出效应。为此,在“一带一路”政策实施过程中,“一带”地区要积极引导 FDI 流向低碳企业,同时注意防范 FDI 对本地企业的挤出效应,“一路”地区则要充分发挥 FDI 的技术溢出效应;此外,应加大技术寻求型 ODI 的比例,推进低碳经济目标的实现。

**关键词:** 低碳经济; FDI; ODI; 碳排放; 一带一路

**中图分类号:** F06;F42 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7320(2017)02-0052-09

### 一、引 言

“低碳经济”一词最早出现在 2003 年英国政府发表的能源白皮书中,它倡导经济发展从传统的高排放、高能耗、高污染粗放式发展模式,转向低排放、低能耗、低污染为特征的“低碳经济”发展模式,已经成为众多国家的必然选择。低碳经济的发展离不开金融的支持,而资本的流动也会显著影响低碳经济发展。外商直接投资(FDI)和对外直接投资(ODI)在促进经济增长的同时,伴随着资源消耗和环境污染,因此,在倡导经济增长和低碳发展的双重背景下,FDI 与 ODI 引发的环境效应值得关注。

“一带一路”建设推动了投资便利化,促进我国与周边国家经济深度融合,并为我国 FDI 和 ODI 带来了新环境和新视角。“一带一路”沿线大多是新兴经济体和发展中国家,普遍面临工业化和全球产业转移带来的环境污染、生态退化等多重挑战,建设绿色丝绸之路、打造亚洲低碳共同体已成为沿线国家共识。通过对政策沿线省份 FDI 与 ODI 的历史特征进行研究分析,积极发挥这些地区 FDI 与 ODI 对低碳经济的正效应,合理引导资本、优化投资结构,对于推动“一带一路”战略的实施具有重要的理论和现实意义。

### 二、理论基础

研究环境污染对经济的影响始于上世纪 90 年代,将库兹涅茨曲线运用于研究经济增长与环境污染的关系,提出污染物的排放量与人均 GDP 之间存在倒“U”型曲线关系,大量学者进行了跟踪研究。近年来,随着低碳经济概念的提出,学者将研究重点转移到碳排放上,将影响碳排放的因素进行分解,普遍认为经济规模、产业结构、技术水平等是影响碳排放的最主要因素。其中,FDI 与 ODI 对碳排放有着直接的影响,可以沿用 Grossman 和

Krueger(1992)提出的规模效应、技术效应和结构效应来衡量。

规模效应是指由于国际资本的流动带来经济发展与经济规模的改变,进而引起碳排放量的变化。Joysri Acharkyya(2009)通过构建碳库兹涅茨曲线模型对印度进行研究,发现 FDI 在促进当地经济增长的同时,显著增加了碳排放量。但是,刘华军、闫庆悦(2011)利用时间序列数据和省际面板数据进行研究,均得到外商直接投资对碳排放具有负的效应,即“污染避难所”的假说在我国并不成立。许可和王瑛(2015)利用省际面板数据发现,对外直接投资会增加国内的碳排放水平,且中西部地区较为明显。聂飞和刘海云(2016)则发现,城镇化水平较高的地区,对外直接投资对碳排放的抑制作用越明显,主要表现在规模效应。

结构效应则指 FDI 与 ODI 可以引导资金流向高新技术产业、低碳产业,从而淘汰高碳产业,实现产业结构的转型和升级,最终实现低碳经济的目标。李子豪、代迪尔(2011)利用 2000—2008 年中国 30 个省级行政单位的面板数据构造联立方程模型,发现 FDI 通过结构效应显著增加了各省的二氧化碳排放量。王英和刘思峰(2008)基于灰关联分析,发现 ODI 促进了我国产业结构的优化升级,尤其是采矿业和制造业。但是,许可和王瑛(2015)对我国 30 个省份构建联立方程组模型发现,我国 ODI 主要流向了租赁和服务业,因此并没有转移国内高能耗产业。

技术效应是指国际资本流动的同时会带来先进的生产技术,通过技术溢出效应或逆向技术溢出效应促进本国低碳经济的发展。Perkins & Neumayer(2012)研究了 1982—2005 年共 77 个经济体,发现 FDI 有助于提升东道国的碳排放技术,从而减少其碳排放量。Kogut & Chang(1991)通过研究日本在美国的对外直接投资,最早提出 ODI 的逆向技术溢出效应。但是,刘明霞和王学军(2009)利用面板数据研究中国对外直接投资对国内技术进步的影响,实证结果表明逆向技术溢出存在较大的地区差异,对全要素生产率的分解发现对外直接投资对国内技术效率影响并不显著。

关于 FDI 与低碳经济的研究集中在运用 STIRPAT 模型、LMDI 指数分解法和联立方程组模型等进行分省份、分行业的研究(肖明月、方言龙,2013:59-64;黄菁,2010:80-86;Ang,2005:867-871);关于 ODI 与碳排放效应的研究则较少,大多集中在理论分析层面(罗良文、成晓杰,2013:76-81;张艺影、王士伟,2015:14-18)。随着我国对外直接投资规模的不断扩大,“一带一路”建设背景下投资需求的快速扩张,双向资本流动的规模进一步扩大,FDI 与 ODI 都会对碳排放量产生显著的影响。

### 三、模型构建及指标选取

#### (一) 模型构建

首先建立 FDI、ODI 对碳排放量的影响作用模型。根据 Grossman 和 Krueger(1992)的环境库兹涅茨曲线,可以将 FDI 对碳排放量影响的总效应分为规模效应、结构效应及技术效应,将模型中的变量对数化处理后,总效应方程可表示为:

$$\ln C_{i,t} = \pi_{10} + \pi_{11} \ln Y_{i,t} + \pi_{12} \ln S_{i,t} + \pi_{13} \ln T_{i,t} + \epsilon_{1i,t} \quad (1)$$

其中, $i$  表示省份, $t$  表示年份, $C$  为二氧化碳排放量, $Y$ ,  $S$ ,  $T$  分别表示对碳排放量的规模效应、结构效应及技术效应。下面本文将对三个效应分别进行分析,建立各自的效应方程。

#### 1. 规模效应方程

规模效应是在经济结构和污染系数不变的情况下,因经济规模扩大对环境产生的负影响。本文沿用 Omri(2014)的研究思路,将传统的由资本和劳动决定的 C—D 函数进行扩展,将规模效应方程表示为:

$$\ln Y_{i,t} = \pi_{20} + \pi_{21} \ln FDI_{i,t} + \pi_{22} \ln K_{i,t} + \pi_{23} \ln L_{i,t} + \pi_{24} \ln C_{i,t} + \epsilon_{2i,t} \quad (2)$$

其中, $Y$  为产出水平; $FDI$  为外商直接投资; $K$  为资本; $L$  为劳动力。FDI 与滞后一期产出水平会对资本投入产生影响,且技术的提高会增加资本投资,因此资本决定方程可以表示为:

$$\ln K_{i,t} = \pi_{30} + \pi_{31} \ln FDI_{i,t} + \pi_{32} \ln Y_{i,t-1} + \pi_{33} \ln T_{i,t-1} + \epsilon_{3i,t} \quad (3)$$

其中, $Y_{t-1}$  为上一期产出水平, $T_{t-1}$  为上一期技术水平,用单位工业产值二氧化碳排放量表示。

## 2. 结构效应方程

结构效应是指一国经济发展导致产业结构发生变化,从而对环境产生影响。由于第二产业的碳排放量较大,因此若一国经济以第二产业为主,将加剧环境的污染。结构效应的方程可表示为:

$$\ln S_{i,t} = \pi_{40} + \pi_{41} \ln FDI_{i,t} + \pi_{42} \ln KL_{i,t} + \pi_{43} \ln AY_{i,t} + \epsilon_{4i,t} \quad (4)$$

其中,  $S$  为产业结构,表现为第二产业在总产值中的占比;  $KL$  为资本劳动比;  $AY$  为人均产出。

## 3. 技术效应方程

技术效应是由于生产技术水平的提高,能源利用率显著提高,因此单位工业产值二氧化碳排放量会降低,从而有助于降低总的碳排放水平。技术效应的方程可表示为:

$$\ln T_{i,t} = \pi_{50} + \pi_{51} \ln FDI_{i,t} + \pi_{52} \ln ES_{i,t} + \pi_{53} \ln AY_{i,t} + \epsilon_{5i,t} \quad (5)$$

其中,  $T$  为技术水平,用单位工业产值二氧化碳排放量表示;  $ES$  为能源结构,用煤炭消费量占能源消费总量的比重来表示。

其次,建立外商直接投资的选择方程。

$$\ln FDI_{i,t} = \pi_{60} + \pi_{61} \ln FDI_{i,t-1} + \pi_{62} \ln W_{i,t} + \pi_{63} \ln Y_{i,t-1} + \epsilon_{6i,t} \quad (6)$$

其中,  $W$  为工资水平。

最后,将上述公式联立得 FDI 碳排放效应方程组如下:

$$\begin{aligned} \ln C_{i,t} &= \pi_{10} + \pi_{11} \ln Y_{i,t} + \pi_{12} \ln S_{i,t} + \pi_{13} \ln T_{i,t} + \epsilon_{1i,t} \\ \ln Y_{i,t} &= \pi_{20} + \pi_{21} \ln FDI_{i,t} + \pi_{22} \ln K_{i,t} + \pi_{23} \ln L_{i,t} + \pi_{24} \ln C_{i,t} + \epsilon_{2i,t} \\ \ln K_{i,t} &= \pi_{30} + \pi_{31} \ln FDI_{i,t} + \pi_{32} \ln Y_{i,t-1} + \pi_{33} \ln T_{i,t-1} + \epsilon_{3i,t} \\ \ln S_{i,t} &= \pi_{40} + \pi_{41} \ln FDI_{i,t} + \pi_{42} \ln KL_{i,t} + \pi_{43} \ln AY_{i,t} + \epsilon_{4i,t} \\ \ln T_{i,t} &= \pi_{50} + \pi_{51} \ln FDI_{i,t} + \pi_{52} \ln ES_{i,t} + \pi_{53} \ln AY_{i,t} + \epsilon_{5i,t} \\ \ln FDI_{i,t} &= \pi_{60} + \pi_{61} \ln FDI_{i,t-1} + \pi_{62} \ln W_{i,t} + \pi_{63} \ln Y_{i,t-1} + \epsilon_{6i,t} \end{aligned} \quad (7)$$

类似的,建立 ODI 碳排放效应方程组如下:

$$\begin{aligned} \ln C_{i,t} &= \pi'_{10} + \pi'_{11} \ln Y_{i,t} + \pi'_{12} \ln S_{i,t} + \pi'_{13} \ln T_{i,t} + \epsilon'_{1i,t} \\ \ln Y_{i,t} &= \pi'_{20} + \pi'_{21} \ln ODI_{i,t} + \pi'_{22} \ln K_{i,t} + \pi'_{23} \ln L_{i,t} + \pi'_{24} \ln C_{i,t} + \epsilon'_{2i,t} \\ \ln K_{i,t} &= \pi'_{30} + \pi'_{31} \ln ODI_{i,t} + \pi'_{32} \ln Y_{i,t-1} + \pi'_{33} \ln T_{i,t-1} + \epsilon'_{3i,t} \\ \ln S_{i,t} &= \pi'_{40} + \pi'_{41} \ln ODI_{i,t} + \pi'_{42} \ln KL_{i,t} + \pi'_{43} \ln AY_{i,t} + \epsilon'_{4i,t} \\ \ln T_{i,t} &= \pi'_{50} + \pi'_{51} \ln ODI_{i,t} + \pi'_{52} \ln AY_{i,t} + \epsilon'_{5i,t} \end{aligned} \quad (8)$$

以上联立方程估计,可以得到 FDI、ODI 通过三个效应直接影响二氧化碳排放量,分别由  $\pi_{21}$ 、 $\pi_{41}$ 、 $\pi_{51}$  和  $\pi'_{21}$ 、 $\pi'_{41}$ 、 $\pi'_{51}$  来刻画,但是 FDI、ODI 还会通过其他变量间接导致二氧化碳排放量的变动,因此我们通过分别对 FDI 和 ODI 求偏导来计算这种综合效应:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln C_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} &= \pi_{11} \frac{\partial \ln Y_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} + \pi_{12} \frac{\partial \ln S_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} + \pi_{13} \frac{\partial \ln T_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} \\ \frac{\partial \ln Y_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} &= \pi_{21} + \pi_{22} \frac{\partial \ln K_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} + \pi_{24} \frac{\partial \ln C_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} \\ \frac{\partial \ln S_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} &= \pi_{41} + \pi_{42} \frac{\partial \ln KL_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} + \pi_{43} \frac{\partial \ln AY_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} \\ \frac{\partial \ln T_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} &= \pi_{51} + \pi_{53} \frac{\partial \ln AY_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} \\ \frac{\partial \ln K_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} &= \pi_{31} \end{aligned} \quad (9)$$

其中,  $\frac{\partial \ln KL_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} = \frac{\partial \ln K_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} \cdot \frac{\partial \ln AY_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} = \frac{\partial \ln Y_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}}$

可以解得：

$$\begin{aligned}\frac{\partial \ln C_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} &= \frac{\pi_{24}(\pi_{41} + \pi_{42} \pi_{31}) \pi_{12} + \pi_{51} \pi_{13}}{1 - \pi_{24}(\pi_{11} + \pi_{12} \pi_{43} + \pi_{11} \pi_{53})} \\ \frac{\partial \ln Y_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} &= \frac{[\pi_{24}(\pi_{41} + \pi_{42} \pi_{31}) \pi_{12} + \pi_{51} \pi_{13}] \pi_{24} + \pi_{21} + \pi_{22} \pi_{31}}{1 - \pi_{24}(\pi_{11} + \pi_{12} \pi_{43} + \pi_{11} \pi_{53})} \\ \frac{\partial \ln S_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} &= \frac{(\pi_{41} + \pi_{42} \pi_{31}) [1 - \pi_{24}(\pi_{11} + \pi_{13} \pi_{53})] + \pi_{43}(\pi_{53} \pi_{24} \pi_{13} + \pi_{21} + \pi_{22} \pi_{31})}{1 - \pi_{24}(\pi_{11} + \pi_{12} \pi_{43} + \pi_{11} \pi_{53})} \\ \frac{\partial \ln T_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}} &= \frac{\pi_{24} \pi_{12} (\pi_{41} + \pi_{42} \pi_{31}) + (\pi_{21} + \pi_{22} \pi_{31}) \pi_{53} + \pi_{51} [1 - \pi_{24}(\pi_{11} + \pi_{12} \pi_{43})]}{1 - \pi_{24}(\pi_{11} + \pi_{12} \pi_{43} + \pi_{11} \pi_{53})}\end{aligned}\quad (10)$$

同理可得：

$$\begin{aligned}\frac{\partial \ln C_{i,t}}{\partial \ln ODI_{i,t}} &= \frac{\pi_{24}'(\pi_{41}' + \pi_{42}' \pi_{31}') \pi_{12}' + \pi_{51}' \pi_{13}'}{1 - \pi_{24}'(\pi_{11}' + \pi_{12}' \pi_{43}' + \pi_{11}' \pi_{53}')} \\ \frac{\partial \ln Y_{i,t}}{\partial \ln ODI_{i,t}} &= \frac{[\pi_{24}'(\pi_{41}' + \pi_{42}' \pi_{31}') \pi_{12}' + \pi_{51}' \pi_{13}'] \pi_{24}' + \pi_{21}' + \pi_{22}' \pi_{31}'}{1 - \pi_{24}'(\pi_{11}' + \pi_{12}' \pi_{43}' + \pi_{11}' \pi_{53}')} \\ \frac{\partial \ln S_{i,t}}{\partial \ln ODI_{i,t}} &= \frac{(\pi_{41}' + \pi_{42}' \pi_{31}') [1 - \pi_{24}'(\pi_{11}' + \pi_{13}' \pi_{53}')] + \pi_{43}'(\pi_{53}' \pi_{24}' \pi_{13}' + \pi_{21}' + \pi_{22}' \pi_{31}')}{1 - \pi_{24}'(\pi_{11}' + \pi_{12}' \pi_{43}' + \pi_{11}' \pi_{53}')} \\ \frac{\partial \ln T_{i,t}}{\partial \ln ODI_{i,t}} &= \frac{\pi_{24}' \pi_{12}' (\pi_{41}' + \pi_{42}' \pi_{31}') + (\pi_{21}' + \pi_{22}' \pi_{31}') \pi_{53}' + \pi_{51}' [1 - \pi_{24}'(\pi_{11}' + \pi_{12}' \pi_{43}')] }{1 - \pi_{24}'(\pi_{11}' + \pi_{12}' \pi_{43}' + \pi_{11}' \pi_{53}')}\\ \end{aligned}\quad (11)$$

其中， $\frac{\partial \ln C_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}}$  和  $\frac{\partial \ln C_{i,t}}{\partial \ln ODI_{i,t}}$  分别表示 FDI、ODI 对碳排放的总效应； $\frac{\partial \ln Y_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}}$  和  $\frac{\partial \ln Y_{i,t}}{\partial \ln ODI_{i,t}}$

分别表示 FDI、ODI 对碳排放的规模效应； $\frac{\partial \ln S_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}}$  和  $\frac{\partial \ln S_{i,t}}{\partial \ln ODI_{i,t}}$  分别表示 FDI、ODI 对碳排放的结

构效应； $\frac{\partial \ln T_{i,t}}{\partial \ln FDI_{i,t}}$  和  $\frac{\partial \ln T_{i,t}}{\partial \ln ODI_{i,t}}$  分别表示 FDI、ODI 对碳排放的技术效应。

## (二) 指标选取、数据来源及处理

### 1. 二氧化碳排放量计算

本文根据 1992 年发布的联合国气候变化框架公约 (UNFCCC) 和 1992 年签订的《京都议定书》对碳排放量进行估算，将碳排放量定义为煤炭、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油和天然气等八种主要能源碳排放量的总和，计算公式如下：

$$C = \sum_{i=1}^n CO_{2,i} = \sum_{i=1}^n E_i \times NCV_i \times CEF_i \times COF_i \times \frac{44}{12} \quad (12)$$

其中， $C$  代表能源消费二氧化碳排放总量，单位为万吨； $E_i$  为各种能源消费量，单位为万吨或亿立方米； $NCV_i$  为平均低位发热量，单位为千焦/千克或千焦/立方米； $CEF_i$  为碳排放因子，即单位热值含碳量，单位为吨碳/TJ； $COF_i$  为碳氧化因子，即能源燃烧时的碳氧化率；44/12 为二氧化碳对碳的分子量比。以上变量中， $E_i$  取自 2004—2015 年《中国能源统计年鉴》， $NCV_i$  取自 2015 年《中国能源统计年鉴》附录， $CEF_i$  和  $COF_i$  取自《省级温室气体清单编制指南》。

### 2. 联立方程模型指标选取与处理

其中，FDI、ODI、GDP、人均 GDP、第二产业占比、资本、劳动力和工资来源于各省份历年统计年鉴；能源结构来源于《中国能源统计年鉴》。

“一带一路”沿线省份包括“丝绸之路经济带”涉及的新疆、重庆、陕西、甘肃、宁夏、青海、内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、广西、云南、西藏 13 个省，以及“21 世纪海上丝绸之路”涉及的上海、福建、广东、浙江、海南 5 个省，其中，西藏由于数据缺失，因此对该省份进行了剔除，本文最终选取 2003—2014 年<sup>①</sup>沿线

① 由于 2014 年的数据来源于 2015 年《中国能源统计年鉴》，因此本文时间选取为 2003—2014 年。

17个省(市、自治区)的面板数据进行研究。

表1 指标说明

符号	变量名称	计算说明	数据处理
C	二氧化碳排放量	公式(12)	
Y	GDP		CPI 消除价格因素
S	第二产业占比	第二产业 GDP/GDP	
T	单位工业产值 二氧化碳排放量	二氧化碳排放量/工业 GDP	CPI 消除价格因素
FDI	外商直接投资	外商直接投资总额	按当年汇率折算成人民币, CPI 消除价格因素
ODI	对外直接投资	非金融类对外投资存量	按当年汇率折算成人民币, CPI 消除价格因素
K	资本	全社会固定资产投资完成额	固定资产投资价格指数消除价格因素, 资本存量使用永续盘存法计算, 折旧率取固定值 9.6%(张军等, 2014)
L	劳动力	全社会各行业从业人员	
AY	人均 GDP		CPI 消除价格因素
ES	能源结构	煤炭消费量/能源消费总量	
W	工资	职工平均工资	CPI 消除价格因素

#### 四、实证分析

由于联立方程的内生变量出现在方程的右边, 解释变量和随机误差项存在相关性, 最小二乘估计有偏且不一致。单方程估计法将存在随机误差项跨方程相关的问题, 因此本文选取系统估计法中的广义矩估计(GMM)。GMM 估计法相比其他估计法更加具有稳健性, 而且其允许随机误差项存在序列相关性和异方差性。本文选取滞后变量作为工具变量, 对 FDI 及 ODI 的联立方程模型进行回归, Eviews 8.0 回归结果如表 2。

表2 “一带一路”地区 FDI 效应方程回归结果

变量	“一带”地区省份						“一路”地区省份					
	lnC	lnY	lnK	lnS	lnT	lnFDI	lnC	lnY	lnK	lnS	lnT	lnFDI
Cons	-5.539*** (0.130)	-1.623*** (0.183)	-4.472*** (0.522)	1.759*** (0.144)	1.714*** (0.456)	5.741*** (1.341)	-3.924*** (0.185)	-5.604*** (0.347)	1.824*** (0.081)	-0.233 (0.166)	8.826*** (0.525)	0.098 (0.283)
lnC		0.558*** (0.035)						0.630*** (0.043)				
lnY	1.026*** (0.005)						1.036*** (0.005)					
lnS	1.177*** (0.041)						0.810*** (0.033)					
lnT	0.947*** (0.013)						0.774*** (0.020)					
lnFDI		0.026*** (0.006)	0.076*** (0.016)	-0.009*** (0.003)	-0.046*** (0.020)			0.373*** (0.184)	-0.078*** (0.006)	0.221*** (0.006)	-0.543*** (0.019)	
lnK		0.066*** (0.033)						0.944*** (0.177)				
lnL		0.678*** (0.030)						0.018 (0.015)				
lnKL				-0.060*** (0.010)						0.146*** (0.011)		
lnT <sub>t-1</sub>			0.799*** (0.083)						0.079*** (0.010)			
lnY <sub>t-1</sub>			0.362*** (0.032)			-0.020 (0.025)			0.217*** (0.005)			0.040*** (0.017)
lnAY				0.253*** (0.018)	-0.059 (0.078)					0.040* (0.016)	0.245*** (0.037)	
lnES					0.513*** (0.105)						-0.310*** (0.051)	
lnFDI <sub>t-1</sub>						1.002*** (0.017)						0.942*** (0.026)
lnW						-0.572*** (0.135)						0.0226 (0.033)

$R^2$	0.9963	0.920	0.7761	0.4307	0.2972	0.9655	0.9976	0.9812	0.9488	0.8271	0.8178	0.9774
-------	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

注：括号内为估计系数的 t 统计值，\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 水平下显著。

表 3 “一带一路”地区 ODI 效应方程回归结果

变量	“一带”地区省份					“一路”地区省份				
	lnC	lnY	lnK	lnS	lnT	lnC	lnY	lnK	lnS	lnT
Cons	-5.607*** (0.155)	-1.777*** (0.254)	-5.693*** (0.048)	2.215*** (0.162)	6.026*** (1.007)	-3.309*** (0.362)	-3.105*** (0.443)	1.612*** (0.228)	-1.075 (0.682)	14.73*** (0.601)
lnC		0.665*** (0.041)			1.343*** (0.026)					
lnY	1.045*** (0.006)			1.310*** (0.052)						
lnS	1.090*** (0.051)			0.737*** (0.053)						
lnT	1.037*** (0.022)			0.718*** (0.043)						
lnODI		-0.006 (0.021)	0.492*** (0.085)	-0.021*** (0.004)	0.062* (0.029)		-0.126*** (0.023)	0.025*** (0.010)	0.002 (0.015)	0.205*** (0.024)
lnK		0.008 (0.025)			-0.136 (0.243)					
lnL		0.593*** (0.048)			0.138*** (0.029)					
lnKL			0.014 (0.014)			0.239*** (0.043)				
lnT <sub>t-1</sub>		1.548*** (0.279)			0.012 (0.041)					
lnY <sub>t-1</sub>		0.564*** (0.077)			0.092*** (0.029)					
lnAY			0.195*** (0.020)	-0.088*** (0.089)			0.430*** (0.073)	-0.945*** (0.056)		
R <sup>2</sup>	0.996	0.897	0.487	0.396	0.242	0.997	0.970	0.896	0.273	0.867

注：括号内为估计系数的 t 统计值，\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 水平下显著。

规模效应方面，“一带”地区和“一路”地区的 FDI 与产出均呈现正相关关系，FDI 增加 1%，两地区产出分别增加了 0.026% 和 0.373%，碳排放量相应增加 0.027% 和 0.386%。“一路”地区的 ODI 与产出呈显著负相关关系，ODI 增加 1%，产出下降 0.126%，相对应碳排放量下降 0.165%。此外，资本决定的间接方程显示，“一路”地区的 FDI 阻碍了资本的积累，FDI 增加 1%，资本减少 0.078%，说明该地区的 FDI 替代了国内投资，对国内资本产生了“挤出效应”。

结构效应方面，“一带”地区的 FDI 与本地区产业结构显著负相关，FDI 增加 1%，该地区第二产业的比重下降 0.009%，从而碳排放量下降 0.011%；而“一路”地区的 FDI 与本地区产业结构显著正相关，FDI 增加 1%，该地区第二产业的比重上升 0.221%，相应的碳排放增加 0.179%，

“一带”地区的 ODI 与本地区产业结构显著负相关，ODI 提高 1% 会导致第二产业比重降低 0.021%。而“一路”地区的 ODI 并未对本地区带来明显的产业结构调整。

技术效应方面，“一带”地区与“一路”地区的 FDI 与单位工业产值 CO<sub>2</sub> 排放量均呈负相关关系，即 FDI 增加 1%，单位工业产值 CO<sub>2</sub> 排放量分别下降 0.046% 和 0.543%。

“一带”地区和“一路”地区的 ODI 与单位工业产值 CO<sub>2</sub> 排放量均为显著正相关，ODI 增加 1%，两地区的单位工业产值 CO<sub>2</sub> 排放量分别上升 0.062% 和 0.205%，综合考虑 FDI、ODI 对碳排放的总效应得到表 4、表 5。

由表 4 可看出，“一带”地区 FDI 的总效应为正，三大效应的碳排放量也均为正数，说明 FDI 引入“一带”地区使得产出增加、产业结构恶化，而且并没有带来清洁技术，从而使得碳排放量增加。说明引入 FDI 显著提高了当地的产出水平，但是由于初期进入我国的 FDI 大多为效率寻求型，多为加工制造业，增加了这些地区的碳排放压力。

“一路”地区的 FDI 对碳排放量的总效应为负，FDI 的引入减少了该地区的碳排放量。三大效应中，规模总效应和结构总效应为正，技术总效应为负。在“一路”地区引入 FDI 虽会使得该地区的总产

值提高,但也会恶化该地区的产业结构。在该地区,FDI 仍然会对技术产生积极的效应,并且技术效应大于规模效应和结构效应,从而在总体上表现出对低碳经济良性的促进作用。

表4 FDI对碳排放总效应表

	总效应	规模总效应	结构总效应	技术总效应
“一带”地区	0.3482	0.2253	0.0434	0.0696
“一路”地区	-0.1005	0.2961	0.2215	-0.6348

表5 ODI对碳排放总效应表

	总效应	规模总效应	结构总效应	技术总效应
“一带”地区	-0.1200	—	-0.0459	0.0971
“一路”地区	0.1105	-0.0559	—	0.2559

从5表可以看出,ODI对“一带”地区的总效应为负,总体来说有利于低碳经济的发展。具体来说,ODI主要通过改善“一带”地区产业结构,从而降低碳排放水平,但是ODI并没有显著的逆向技术溢出效应,没有学习先进的技术来降低本地区单位工业产值二氧化碳排放量,所以表现在技术效应为正。

“一路”地区ODI对碳排放量的总效应为正数,可见该地区ODI不仅没有减少,反而导致了更多的碳排放量。由三大效应可看出,ODI将导致该地区总产值下降、单位工业产值二氧化碳排放量增加,但对该地区的产业结构的影响不显著。由于ODI属于资本流出,增加的是国民收入,短期对国内生产总值的影响为负,而经济规模对碳排放的影响主要是短期效应,所以ODI的经济影响是有利于低碳经济发展的。同样,逆向技术溢出效应也并未体现出来。

## 五、结论与启示

本文选取2003—2014年“一带一路”沿线17个省份的面板数据,构建联产方程组,分析了FDI和ODI对“一带一路”地区低碳经济发展的影响,得出以下结论与启示:

第一,基于地区层面,“一带”地区的FDI阻碍了低碳经济发展,而ODI促进了碳排放水平的降低;“一路”地区刚好与之相反。

第二,整体来看,FDI所带来的规模效应和结构效应的负面影响是不容忽视的,而ODI总体是有利于低碳经济发展的。

综合以上结论,在“一带一路”战略在实施过程中可以得出如下启示:

一方面,从地区角度,丝绸之路经济带与海上丝绸之路沿线省份地区在经济结构、资源禀赋、科技水平等方面存在一定差异,因此FDI的流入会产生不同的效果。对于“一带”地区,FDI主要流向高碳排放的制造业,因此政府需要对FDI的流入加以合理的引导,对于高碳企业、产能过剩企业要限制外资的进入,合理引导FDI向有利于产业升级、技术升级的低碳化结构发展。此外,由于FDI的挤出效应,应在积极引入FDI的同时,降低由于FDI进入对本地区企业的冲击;对于“一路”地区,针对FDI显著的技术溢出效应,在“一带一路”战略中基础设施投融资需求的快速扩张背景下,应充分利用FDI带来的先进技术,提高能源使用效率,从而真正实现低碳经济发展模式的可持续。

另一方面,随着我国ODI规模的扩大,ODI并未解决国内的碳排放问题,反而阻碍了低碳经济的发展。在“一带一路”战略背景下,我国对外直接投资将主要集中于亚太地区的基础设施建设,对于高新技术、新型能源等技术密集型产业领域涉及比重较小,因此难以获得先进的技术水平。为此,我国应加大技术寻求型ODI的比例,一方面通过逆向技术溢出效应可以提升本国技术水平,另一方面通过产业内关联和产业间转移效应可以促进本国产业结构的升级和优化,充分发挥ODI的技术效应与结构效应,推动低碳经济目标的实现。

参考文献:

- [1] 黄 菁(2010).外商直接投资与环境污染——基于联立方程的实证检验.世界经济研究,2.
- [2] 李子豪、代迪尔(2011).外商直接投资与中国二氧化碳排放——基于省际经验的实证研究.经济问题探索,9.
- [3] 刘华军、闫庆悦(2011).贸易开放、FDI 与中国 CO<sub>2</sub> 排放.数量经济技术经济研究,3.
- [4] 刘明霞、王学军(2009).中国对外直接投资的逆向技术溢出效应研究.世界经济研究,9.
- [5] 罗良文、成晓杰(2013).中国 OFDI 推动低碳经济的路径构建.技术经济,7.
- [6] 聂 飞、刘海云(2016).基于城镇化门槛模型的中国 ofdi 的碳排放效应研究.中国人口·资源与环境,9.
- [7] 王 英、刘思峰(2008).OFDI 对我国产业结构的影响:基于灰关联的分析.世界经济研究,4.
- [8] 肖明月、方言龙(2013).FDI 对中国东部地区碳排放的影响——基于 STIRPAT 模型的实证分析.中央财经大学学报,7.
- [9] 许 可、王 瑛(2015).中国对外直接投资的母国碳排放效应研究——基于 2003~2011 年省级面板数据.生态经济,31.
- [10] 张 军、吴桂英、张吉鹏(2014).中国省际物质资本存量估算:1952—2000.经济研究,10.
- [11] 张艺影、王士伟(2015).双向 FDI 对中国低碳经济发展影响及对策研究.现代商贸工业,21.
- [12] Omri, A., Nguyen, D. K., & Rault, C. (2014). Causal Interactions Between CO<sub>2</sub>, Emissions, Fdi, and Economic Growth: Evidence from Dynamic Simultaneous-Equation Models. *Economic Modelling*, 42.
- [13] Kogut, B., & Chang, S. J. (1991). Technological Capabilities and Japanese Foreign Direct Investment in the United States. *Review of Economics & Statistics*, 73(3).
- [14] Acharyya, J. (2009). Fdi, Growth and the Environment: Evidence from India on CO<sub>2</sub> Emission During the Last Two Decades. *Journal of Economic Development*, 34(1).
- [15] Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1992). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *Social Science Electronic Publishing*, 8(2).
- [16] Perkins, R., & Neumayer, E. (2012). Do Recipient Country Characteristics Affect International Spillovers of CO<sub>2</sub>-Efficiency Via Trade and Foreign Direct Investment? *Climatic Change*, 112(2).
- [17] Ang, B. W. (2005). The LMDI Approach to Decomposition Analysis: A Practical Guide. *Energy Policy*, 33(7).

## The Effects of FDI and ODI on the Development of Low Carbon Economy and the Inspiration for B&R Strategy

Yue Wu (Jilin University & Changchun University of Science and Technology)

Du Li (Jilin University)

**Abstract:** “Low-carbon economy” development model has become the inevitable choice of many countries. Low carbon economy cannot develop without the financial support and the flow of capital will significantly affect the low carbon economy development. Foreign Direct Investment (FDI) and Outward Foreign Direct Investment (ODI) promote economic growth and at the same time, they bring the resource consumption and environmental pollution. Therefore, in the context of promoting economic growth and low carbon development, we should pay attention to the environmental impact caused by FDI and ODI. Under the background of “the Belt and Road Initiatives” (B&R), it has been a common sense that alliance countries should build green silk road and set up low carbon community. So, it’s important for the B&R strategy to analyze FDI and ODI effects on low carbon economic development in the region in both theory and reality.

FDI and ODI will influence the level of carbon emission significantly through scale effect, structure effect and technical effect. Scale effect is the development of economy and the change of the economic scale due to the flow of international capital, which results in the change of carbon emissions. Structure effect is the channel that FDI and ODI can guide the direction of capital to the high and new technology industry, as well as low carbon industry, thus the high carbon industry will die out. This evolution can realize the transformation and upgrading of industrial structure and finally achieve the goal of low carbon economy. Technical effect refers to the channel that the international capital flow will bring advanced production technology. Through the technical spillover effect or reverse technology, it can promote the country’s low carbon economy development.



This paper selected panel data of 17 provinces along the B&R between 2003—2014 and constructed FDI and ODI carbon emission simultaneous equation model based on B&R panel date regression of related provinces, according to environmental kuznets curve proposed by Grossman and Krueger in 1992. The main conclusions of this paper are as follows:

FDI as a whole is not favorable for the development of low carbon economy, especially on the scale effect and structure effect. Specifically, the total effect of FDI in the area of “the Belt” is positive while the three major effects of carbon emissions are all positive, which suggests that FDI in the area of “the Belt” increases the output, deteriorates the industrial structure and does not bring clean technology. All above add to the carbon emissions. In addition, the total effect of FDI in the area of “the Road” is negative. The scale effect and structure effect is positive while technical effect is negative, which explains that the technical effect of FDI is greater than the others and promotes low carbon economy consequently.

However, although ODI promotes the development of low carbon economy, it fails to bring reverse spillover effect. Specifically, the total effect of ODI in the area of “the Belt” is positive negative mainly by improving industrial structure in this area. However, the ODI does not bring significant reverse technical effect. Besides, the total effect of ODI in the area of “the Road” is positive. We can draw the conclusion from the three major effect that ODI will result in a decline of output in this region and unit of industrial output of carbon emissions increasing. But the structure effect in this region is not significant and the reverse technical effect is not shown as well.

In general, firstly, FDI in “the Belt” hinders the development of low carbon economy while ODI promotes the level of carbon emissions down from regional perspective. The FDI and ODI in “the Road” are just in the opposite. Secondly, the negative impact of scale effect and structure effect brought by FDI cannot be ignored and ODI can be beneficial to the development of low carbon economy. Accordingly, on the one hand, in the process of “the Belt and Road Initiatives” implementation, the provinces along the Silk Road Economic Belt are different from the provinces along the 21st Century Maritime Silk Road in many aspects, such as economic structure, resources endowment, and science and technology level, etc. Therefore, FDI will produce different effects in different region. We should actively guide the FDI flow to the low carbon enterprise in “the Belt” region which lead to the development of structure of low carbon by industrial and technology upgrading. At the same time, we should also pay attention to minimizing the squeezing effect of FDI to local enterprises. Furthermore, “the Road” region should give full use of the technical spillover effect of FDI to improve the efficiency of energy utilization and achieve the sustained economic development of low carbon economy. On the other hand, with the expansion of ODI in China, it does not solve the problem of domestic carbon emissions and hinders the development of low carbon economy instead. Therefore, we should encourage the proportion of ODI in type of technology seeking. We can enhance our technology level through reverse technology effect and promote our industrial structure upgrading and optimization through the industry associations and industry transfer. That is to say, this gives full play to the ODI technical effect and structure effect, which can promote achieving the goal of low carbon economy.

**Key words:** local carbon economy; FDI; ODI; carbon emission; B&R

■ 收稿日期: 2016-09-29

■ 作者地址: 岳 武, 吉林大学经济学院、长春理工大学; 吉林 长春 130012。Email: 234590620@qq.com。

杜 莉, 吉林大学经济学院; 吉林 长春 130012。Email: dulio711@126.com。

■ 基金项目: 国家社会科学基金重大招标项目(12&ZD059); 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(10JZD0018); 教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-10-0646)

■ 责任编辑: 刘金波