

绿色投资、碳排放强度与经济高质量发展

——采用空间计量模型的非线性关系检验

曾 胜¹,张明龙²

(1. 重庆工商大学 长江上游经济研究中心,重庆 400067;2. 深圳大学 经济学院,广东 深圳 518060)

摘 要:绿色投资对经济高质量发展和碳减排的影响,不仅会随着投资规模的增长而发生变化,还会因投资领域和方式的不同而有所差异,从而会存在非线性关系和投资种类的异质性。采用2003—2019年中国省级区域面板数据,运用空间杜宾模型(SDM)和半参数面板空间滞后模型的分析表明:经济高质量发展水平和碳排放强度均具有显著的空间正相关性和空间溢出效应;绿色投资对经济高质量发展具有“U型”或“N型”的非线性影响,对碳排放强度则具有“倒U型”或“倒N型”的非线性影响,目前总体上表现出从抑制经济高质量发展和碳减排向促进经济高质量发展和碳减排转变的趋势;不同种类的绿色投资对经济高质量发展和碳排放强度的影响具有明显异质性,相比环保投资和生产性绿色投资,绿色企业融资的增加更有利于经济高质量发展和碳减排;碳排放强度具有中介效应,即绿色投资可以通过影响碳排放强度作用于经济高质量发展。一方面,要建立和完善区域联动机制,有效利用经济高质量发展和碳减排的空间溢出效应;另一方面,要持续加大绿色投资规模和领域,并对各类绿色投资实施差异化策略以提高投资质量和效益,充分发挥绿色投资促进经济高质量发展和碳减排的作用,实现经济发展与环境改善的共赢。

关键词:绿色投资;经济高质量发展;碳排放强度;非线性关系;半参数面板空间滞后模型

中图分类号:F061.5;F830.59 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-8131(2021)05-0069-16

* 收稿日期:2021-07-16;修回日期:2021-09-02

基金项目:国家社会科学基金青年项目(19CJY022);重庆市社会科学规划项目(2019WT52);重庆市社会科学规划项目(2019WT59)

作者简介:曾胜(1969),男,重庆云阳人;教授,博士,主要从事能源与科技金融、区域经济研究;E-mail:cqzs2002@163.com。

通信作者:张明龙(1988),男,四川成都人;博士研究生,主要从事绿色金融与经济发展研究;E-mail:923954724@qq.com。

一、引言

党的十九大报告指出:“我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段,正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期”。这是对我国经济发展阶段变化和现在所处关口作出的一个重大判断(林兆木,2018)^[1]。在中国的工业化进程中,粗放式经济增长特征明显,能源消耗和环境污染等问题凸显(林伯强等,2018)^[2]。为实现经济向高质量发展的转变,必须提高绿色投资、降低能耗、减少碳排放。作为负责任的大国,中国不仅兑现了在哥本哈根会议上的碳减排承诺,而且习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上更是提出了碳达峰和碳中和的“双碳”目标。在经济转型关键期,如何在经济高质量发展中实现“碳达峰、碳中和”目标,已成为学界和政府部门重点关注的课题。

投资在经济发展中发挥着重要作用,被认为是拉动经济增长的“三驾马车”之一。随着我国经济总量的快速增长,投资规模也日益扩大,但也出现了投资结构性失衡的问题。要实现高质量发展,必须优化投资结构;要实现因此“碳达峰、碳中和”目标,必须加大绿色投资力度。那么,绿色投资的增加能否有效促进经济高质量发展和碳减排,三者在经济实践中具有怎样的关系,是值得深入探讨的议题。

已有文献分别考察了绿色投资对经济高质量发展和碳减排的影响,认为绿色投资已成为促进经济高质量发展的重要举措(张明龙,2020)^[3],也是减少碳排放的至关重要的手段之一(Li et al,2021)^[4]。但相关研究缺乏对三者之间内在联系的深入探讨,经验分析中也未将三者纳入统一的分析框架,且主要采用传统的线性模型进行分析,更少考虑空间因素的影响。有鉴于此,本文在已有研究的基础上进行深化和拓展研究,主要的边际贡献包括:一是在理论上进一步探究绿色投资对经济高质量发展和碳排放强度的非线性影响以及碳排放强度在绿色投资影响经济高质量发展中起到的中介作用;二是基于新发展理念从五个维度构建经济高质量发展水平评价指标体系,并运用熵值法测算各地区的经济高质量发展水平;三是采用固定效应空间杜宾模型和半参数面板空间滞后模型检验绿色投资影响经济高质量发展和碳排放强度的非线性关系,并分析了不同类绿色投资的异质性以及碳排放强度的中介作用。

二、理论分析与研究假设

1. 绿色投资对经济高质量发展的影响

随着中国经济由高速增长向高质量发展转变,为寻求经济转型期间的有效动力源,绿色投资日益受到关注。以可持续发展理论为基础产生和发展起来的绿色投资是一种新型投资模式,相关研究对其与经济的关系进行了初步探索,并肯定了绿色发展的积极作用。比如,张明龙(2020)分析表明,绿色投资可以通过投资乘数效应促进经济增长,还可以通过市场化调节作用促进经济发展^[3];廖显春等(2020)认为,绿色投资的增加也可以提升居民绿色福利^[5]。然而,作为社会总投资重要组成部分的绿色投资,减少和消除环境污染是其主要目的之一,而这种非生产性投资目的可能会使其对生产性投资产生挤出效应,进而不利于经济高质量发展。

随着经济增长带来的资源环境问题日益凸显,为实现可持续发展必须进行污染治理以减少环境污染,而污染治理需要投入大量资金。这种非生产性投资的上升会增加社会和企业的负担,对财富积累及福利增进产生不利影响;但绿色投资的增加也可以为企业改善生产工艺和生产流程的资金支持,有助于提高资源利用效率和提升绿色产品质量。而经济高质量发展是系统性、多维度的,对于不同的维度,绿色投资可能产生负面影响,也可能产生正面影响。因此,绿色投资对经济高质量发展的影响是多种效应交织在一起共同作用的结果,而且这些效应本身也可能因发展阶段、制度环境以及外部条件等的变化而发生作用方向及强度的变化,进而使绿色投资对经济高质量发展的影响在不同的情形下可能表现为促进、抑制或不显著多种关系。

据此,本文提出假说 H1:绿色投资对经济高质量发展的影响存在非线性关系。

2. 绿色投资对碳排放的影响

目前国内文献尚未对绿色投资与碳排放之间的关系展开研究,而国外的相关研究则大多是将碳市场(或碳价格)作为研究绿色投资与可持续发展或低碳经济转型之间的工具或机制变量进行分析。例如,Sachs 等(2019)研究发,现绿色投资可以通过碳市场促进可持续发展^[6];Dikau 和 Volz(2019)认为,在绿色金融促进绿色发展的过程中需要允许金融机构制定碳价格^[7]。也有学者将二者纳入同一框架进行分析,比如:Ren 等(2020)对绿色金融、非化石能源使用与碳排放强度之间的关系进行研究,结果发现绿色金融发展指数的提高以及非化石能源的使用有助于降低碳排放强度^[8];Shen 等(2021)研究发现,绿色投资与二氧化碳排放呈现负相关关系^[9]。

根据约束效应和规模效应,本文认为,绿色投资对碳排放强度的影响可能也是非线性的。一方面,绿色投资作为污染治理的专项资金具有其特殊性,不能投入生产经营。在现有资本、劳动等要素不变的条件下,企业为实现短期利润最大化,可能会加大能源的投入,从而产生能源回弹效应,导致碳排放增长。在初期阶段绿色投资规模较小,对企业生产技术研发和工艺改造的促进不大,导致绿色产业尚不具备规模效应,经济结构转型缓慢。同时,地区经济增长需要更多的能源消耗,导致碳排放快速增长并抵消绿色投资带来的碳减排效果,形成能源回弹效应。另一方面,随着绿色投资规模的扩大,在研发成本得到有效控制下绿色环保企业的生产工艺日趋完善,能源利用效率显著提升,可以有效减少生产过程的碳排放。同时,绿色投资渠道的进一步开拓促使更多企业进入绿色产业,进而可以进一步抑制碳排放的增长。因此,在不同情形下绿色投资对碳排放强度的影响可能是抑制或是促进,也可能不显著。

据此,本文提出假说 H2:绿色投资对碳排放强度的影响存在非线性关系。

3. 绿色投资、碳排放强度与经济高质量发展

温室气体排放的不断增加导致全球气候变暖,而二氧化碳是温室气体的主要成分。在人类社会发 展过程中,绝大部分的二氧化碳排放来自工业和汽车领域对能源的消耗,这与经济发展有着密不可分的关系。Stokey(1998)认为当用于环境保护的投资无法弥补在经济发展过程带来的环境污染时,环境质量会抑制经济发展^[10]。Ariga(2002)和 Soretz(2003)基于波特假说认为,环境质量改善或者环境规制变化,可以通过环保投入和生产技术更新等方式对经济发展起到导向性作用^[11-12]。刘梦和胡汉辉(2020)将高质量发展分为经济的充分发展、平衡发展以绿色发展三种指数,实证分析发现,碳排放有助于经济充分发展,但对经济平衡发展无明显作用,而对经济绿色发展具有明显的抑制作用^[13]。可见,碳排放对经济发展具有显著影响,进而绿色投资可能通过影响碳排放强度来对经济高质量发展产生间接作用。

据此,本文提出假说 H3:碳排放强度在绿色投资与经济高质量发展之间具有中介效应。

三、模型设定与数据说明

1. 模型构建

空间计量模型分为空间自回归模型(SAR)、空间误差模型(SEM)和空间杜宾模型(SDM)。SDM 考虑了解释变量的空间效应是否依赖于本地区与邻近地区的解释变量,具有比 SAR 和 SEM 更一般形式,能有效地估计地区之间的溢出效应。为分析“绿色投资”对“经济高质量发展水平”和“碳排放强度”的影响及其非线性关系,本文借鉴徐斌等(2019)、林伯强和徐斌(2020)的研究^[14-15],并引入空间权重矩阵,构建如下空间计量模型(1)~(4):

$$\ln EQD_{it} = \rho W \ln EQD_{it} + \beta_1 \ln GI_{it} + \beta_2 \ln CON_{it} + \theta_1 W \ln GI_{it} + \theta_2 W \ln CON_{it} + \delta_i + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\ln EQD_{it} = \rho W \ln EQD_{it} + \beta_1 \ln GI_{it} + \beta_2 \ln^2 GI_{it} + \beta_3 \ln CON_{it} + \theta_1 W \ln GI_{it} + \theta_2 W \ln^2 GI_{it} + \theta_3 W \ln CON_{it} + \delta_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$\ln CI_{it} = \rho W \ln CI_{it} + \beta_1 \ln GI_{it} + \beta_2 \ln CON_{it} + \theta_1 W \ln GI_{it} + \theta_2 W \ln CON_{it} + \delta_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$\ln CI_{it} = \rho W \ln CI_{it} + \beta_1 \ln GI_{it} + \beta_2 \ln^2 GI_{it} + \beta_3 \ln CON_{it} + \theta_1 W \ln GI_{it} + \theta_2 W \ln^2 GI_{it} + \theta_3 W \ln CON_{it} + \delta_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, i 和 t 分别表示地区和时间, \ln 表示对变量取自然对数, EQD 为“经济高质量发展水平”, CI 为“碳排放强度”, GI 为“绿色投资”, CON 为控制变量, ρ 为空间回归系数(反映空间溢出效应), δ_i 为个体固定效应, μ_t 为时间固定效应, ε 为随机误差项。 $\theta_i (i=1, 2, \dots)$ 是空间滞后变量系数, 表示邻接地区解释变量对本地区被解释变量的作用方向: 当 $\theta_i > 0$ 时, 邻接地区解释变量对本地区被解释变量存在显著的正向外溢效应; 当 $\theta_i < 0$ 时, 邻接地区解释变量对本地区被解释变量存在显著的负向外溢效应。 W 为空间权重矩阵, 由于 0—1 邻接矩阵未考虑地区内部的距离和经济发展的不均衡性, 而地区距离矩阵不能反映区域间的经济相互关系, 故本文采用距离与经济相结合的形式构建空间权重矩阵^①。

模型(2)和模型(4)分别在模型(1)和模型(3)的基础上引入解释变量的二次项, 分别用以检验“绿色投资”与“经济高质量发展水平”和“碳排放强度”的非线性关系。当 $\beta_1 > 0, \beta_2 = 0$ 时, 表明“绿色投资”与“经济高质量发展水平(碳排放强度)”存在递增的线性关系; 当 $\beta_1 < 0, \beta_2 = 0$ 时, 表明绿“绿色投资”与“经济高质量发展水平(碳排放强度)”存在递减的线性关系; 当 $\beta_1 > 0, \beta_2 < 0$ 时, 表明“绿色投资”与“经济高质量发展水平(碳排放强度)”存在“倒 U 型”的非线性关系; 当 $\beta_1 < 0, \beta_2 > 0$ 时, 表明“绿色投资”与“经济高质量发展水平(碳排放强度)”存在“U 型”的非线性关系。

半参数面板空间滞后模型不仅分析了空间因素的影响, 还能够检验变量间的空间非线性关系。为分析绿色投资对经济高质量发展和碳排放强度的空间非线性影响, 本文借鉴叶阿忠等(2020)的研究^[16], 进一步构建半参数面板空间滞后模型(5)和(6):

$$\ln EQD_{it} = \alpha_i + \rho W \ln EQD_{it} + \beta_1 \ln CON_{it} + \theta_1 W \ln CON_{it} + G(\ln GI_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$\ln CI_{it} = \alpha_i + \rho W \ln CI_{it} + \beta_1 \ln CON_{it} + \theta_1 W \ln CON_{it} + G(\ln GI_{it}) + u_{it} \quad (6)$$

其中, $G(\ln GI_{it})$ 为未知函数的非参数部分, α_i 为个体效应, ε_{it} 和 μ_{it} 为随机扰动项。

为了检验绿色投资是否通过碳排放强度对经济高质量发展产生影响作用, 借鉴温忠麟等(2014)的研究构建中介效应模型(7)~(9)^[17]:

$$\ln EQD_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln GI_{it} + \sum_{j=2}^n \alpha_j \ln CON_{it} + \eta_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$\ln CI_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GI_{it} + \sum_{j=2}^n \beta_j \ln CON_{it} + \eta_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

$$\ln EQD_{it} = \delta_0 + \delta_1 \ln GI_{it} + \delta_2 \ln CI_{it} + \sum_{j=3}^n \delta_j \ln CON_{it} + \eta_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

其中, η_i 为个体固定效应, γ_t 为时间固定效应。

2. 变量说明

(1) “经济高质量发展水平”的测算

关于经济高质量发展的内涵, 目前尚未形成统一的认识(杨文举等, 2018; 马茹等, 2019; 高培勇,

① $W = w_{ij} * \text{diag}\left(\frac{\bar{E}_1}{\bar{E}}, \frac{\bar{E}_2}{\bar{E}}, \dots, \frac{\bar{E}_n}{\bar{E}}\right)$, $w_{ij} = \begin{cases} 1/d_{ij}^2, d_{ij} \leq \bar{d} \\ 0, \text{其他} \end{cases}$ 。其中, W 为地理距离矩阵与实际 GDP 相结合的空间权重矩阵, $\bar{E}_i =$

$(\sum_{t_0}^t E_{it}) / (t_1 - t_0 + 1)$ 为地区实际 GDP 的平均值, $\bar{E}_t = (\sum_{i=1}^n \sum_{t_0}^t E_{it}) / [n(t_1 - t_0 + 1)]$ 为研究样本总体实际 GDP 的均值, t 为不同的时期, d_{ij} 为地球表面 i 地区与 j 地区之间的曲面距离(根据经纬度计算), 阈值 \bar{d} 为 1 阶最近邻的距离最大值。

2019)^[18-20],测算方法也有多种。有文献采用单一指标,如人均 GDP 来衡量经济高质量发展水平(陈诗一,2018)^[21],但其难以反映经济高质量发展的多维特征。基于党的十八届五中全会提出的新发展理念以及综合评价指标体系构建应遵循的可获取性、合理性与连续性等原则,参考魏敏和李书昊(2018)、曾胜(2019)、陈景华等(2020)的方法^[22-24],本文从创新发展、协调发展、绿色发展、开放发展和共享发展 5 个维度选取 28 个指标构建经济高质量发展水平的综合评价体系,详细见表 1。

表 1 经济高质量发展水平评价指标体系

目标体系	一级指标	二级指标	指标度量	权重	单位
创新发展		发明专利产出率	专利授权数/R&D 全时当量	0.034	%
		技术市场成交率	技术市场成交额/R&D 经费支出	0.062	%
		科技成果创收率	新产品销售收入/主营业务收入	0.030	%
		全要素生产率	利用 Malmquist 指数测算	0.014	
		商标注册占比	商标注册数/地区企业总数	0.029	%
		高新企业占比	高新企业数/地区企业总数	0.028	%
协调发展		产业结构合理化指数(-)	泰尔指数	0.016	
		产业结构高级化指数	第三产业产值/GDP	0.034	%
		城乡收入差距(-)	城镇人均可支配收入-农村人均纯收入	0.013	元
		能源结构高级化指数	(电力消耗量+天然气消耗量)/煤炭消耗量	0.083	%
		银行存贷比	银行业金融机构各项贷款/各项存款	0.016	%
绿色发展		非国有企业工业产值占比	非国有企业工业产值/规模以上工业企业产值	0.017	%
		单位 GDP 能耗(-)	能源消耗量/实际 GDP	0.009	吨/万元
		单位 GDP 污染物排放(-)	污染排放物/实际 GDP	0.010	吨/万元
		建成区绿化覆盖率		0.017	%
开放发展		人均公园绿地面积	公园绿色地面积/年末人口	0.019	平方米/人
		外商直接投资占比	实际利用外资总额/地区 GDP	0.044	%
		进出口总额占比	进出口总额/地区 GDP	0.086	%
		接待国际游客占比	接待国际游客数/地区游客总数	0.092	%
		高技术进出口产品贸易占比	高技术产品进出口总额/进出口总额	0.056	%
共享发展		外商投资企业占比	外商投资企业数/地区企业总数	0.055	个
		教育支出占比	教育经费支出/地方财政支出	0.019	%
		每万人拥有医师数	医师数/年末人口	0.031	人
		每万人拥有公交车辆		0.034	标台
		失业率(-)		0.024	%
		文体与传媒支出占比	文体与传媒支出/地方财政支出	0.029	
		基本社会保险覆盖率	参加城镇基本养老保险人数/户籍人数	0.056	%
	互联网普及率		0.039	%	

注:括号内的“-”表示该项指标为逆向指标。

基于上述指标体系,借鉴陈景华等(2020)的研究^[24],采用熵值法对指标进行赋权并测算得出经济高质量发展水平的综合评价指数。具体的测算步骤如下:第一,采用极差法对指标进行标准化处理;第

二,采用熵值对各指标进行赋权;第三,依据各指标权重计算各地区的经济高质量发展水平综合指数。

(2)“碳排放强度”的测算

化石能源消费和燃烧是二氧化碳(CO₂)排放的主要来源。对CO₂排放量的测度,一般采用系数法或物料平衡法。本文借鉴田云和陈池波(2019)的方法^[25],运用碳排放系数法计算各地区能源消费的CO₂排放总量: $Q_{CO_2} = \sum_{i=1}^n E_i \times SC_i \times CF_i$ 。其中, Q_{CO_2} 为CO₂排放总量, E_i 为第*i*种能源的能源消费量, SC_i 为标准煤折算系数, CF_i 为第*i*种能源碳排放系数。具体碳源构成及所对应的碳排放系数如表2所示。测算出各地碳排放总量后,根据2003年不变价的GDP计算“碳排放强度”,即单位GDP的CO₂排放量。

表2 碳排放系数与标准煤折算系数

能源种类	煤炭	焦炭	原油	汽油	煤油	柴油	燃料油	天然气
碳排放系数	0.714 3	0.971 4	1.428 6	1.471 4	1.471 4	1.457 1	1.428 6	1.330 0
标准煤折算系数	1.900 3	2.860 4	3.020 2	2.925 1	3.017 9	3.095 9	3.170 5	2.162 2

注:碳排放系数的计量单位是千克标准煤/千克,标准煤折算系数中天然气的计量单位是千克标准煤/立方米,其余能源的计量单位是千克标准煤/千克。

(3)“绿色投资”的测算

目前,对绿色投资的概念还未形成一个统一的界定。比如:Eyraud等(2013)认为绿色投资是企业的一种社会责任投资^[26],而Krushelnyska(2018)认为任何涉及能源效率和可再生能源以及废物处理和回收、水污染治理、工业污染控制、生物多样性保护、气候变化缓解和适应等的投资均是绿色投资^[27]。国内的早期研究大多将绿色投资与环保投资等同,随着经济快速发展带来的环境污染问题日益凸显,绿色投资有了较为宽泛的定义(孟耀,2007)^[28]。比如,廖显春等(2020)认为,“绿色”是指资源利用效率提升与环境质量改善,“投资”是经济发展的重要推动力,因此,绿色投资是在有效提升资源利用效率、改善环境质量的同时提升地区经济效益的重要发展资源^[5]。本文认为,绿色投资是贯彻新发展理念,以环境污染治理为核心,带动经济效益,实现生态平衡、满足社会发展的新型投资。

由于对绿色投资的定义不一,对绿色投资的测算也没有形成统一的口径。在区域层面的经验研究中,大多用环保投资来衡量绿色投资,但环保投资涵盖的范围比较窄,不能全面反映新发展理念下的绿色投资状况。本文借鉴廖显春等(2020)的方法^[5],在环保投资的基础上增加生产性绿色投资(即水利建设投资和营林投资),以反映绿色投资的社会效益;另外,为反映绿色投资的经济效益,也将绿色企业融资纳入绿色投资范畴。鉴于绿色企业融资缺少省级层面的数据,借鉴张莉莉(2018)的方法^[29],从Wind数据库中选取与绿色环保概念相关的板块企业为样本^①,以这些企业的各项融资的规模(即企业长短期借款、IPO募集资金与配股及增发金额、企业应付长短期债券的总和)作为绿色企业融资指标。总之,本文采用三种投资(即环保投资、生产性绿色投资以及绿色企业融资)之和来衡量“绿色投资”变量,并以2003年为基期进行价格平减处理。

(4)控制变量

由于本文的被解释变量为“经济高质量发展水平”和“碳排放强度”,而两者的主要影响因素有所差异,因此需要选择不同的控制变量。参考相关文献(莫龙炯等,2018;张明龙,2020;周琛影等,2021)^{[30][3][31]},模型(1)(2)(5)(7)(9)选取如下控制变量:“资本劳动比”,以2003年为基期采用永续

① 共选取了绿色节能照明、尾气治理、废物回收利用、污水处理、环保概念、美丽中国、大气治理等53个概念板块,包括相关上市公司和新三板挂牌企业共计864家。

盘存法测量资本存量,然后除以就业人数;“非国有经济占比”,采用非国有固定资产投资额除以地区全社会固定资产投资额来衡量;“市场化指数”,采用王小鲁(2019)编制的各地区市场化指数来衡量^[32];城镇化率,采用城镇人口占年末总人口的比重来衡量。借鉴林伯强和徐斌(2020)以及赵桂梅等(2020)的研究^{[15][33]},模型(3)(4)(6)(8)选取如下控制变量:“年末总人口数”“人均国内生产总值”“R&D经费占比”“第二产业在占比”。

3. 数据来源

本文以2003—2019年中国30个省区市(不包括西藏自治区和港澳台地区)为研究样本,各变量的原始数据来源于《中国统计年鉴》《中国环境年鉴》《中国水利年鉴》《中国林业年鉴》《中国科技统计年鉴》以及国家统计局数据库和各省区市的统计年鉴。为剔除价格因素的影响,所有价值变量均以2003年为基期进行平减处理;同时,为降低数据的异方差性,对所有变量均取自然对数。主要变量的描述性统计见表3。

表3 主要变量的描述性统计(样本量为510,所有变量均取自然对数)

变量	变量名称	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	经济高质量发展水平	3.257	0.387	2.515	4.240
	碳排放强度	1.067	0.623	-0.714	2.576
解释变量	绿色投资	6.137	1.190	2.502	9.660
控制变量	资本劳动比	2.042	0.564	0.936	3.534
	非国有经济占比	4.228	0.177	3.667	4.523
	市场化指数	1.805	0.302	0.845	2.391
	城镇化率	3.930	0.270	3.210	4.495
	人均国内生产总值	10.037	0.671	8.218	11.663
	年末总人口	8.174	0.749	6.280	9.352
	R&D经费占比	0.181	0.652	-1.773	1.841
	第二产业占比	3.742	0.221	2.772	4.126

四、实证结果分析

1. 空间自相关性检验与空间计量模型选择

使用空间计量模型的前提是研究对象具有空间相关性,一般采用莫兰指数(Moran's I)进行检验;当Moran's I>0时,表示相邻地区的水平值存在空间正相关性;Moran's I<0时,表示相邻地区的水平值存在空间负相关性;Moran's I指数的绝对值越大则空间相关程度越高。利用空间权重矩阵W可以得到“经济高质量发展水平”和“碳排放强度”的全局Moran's I,如表4所示。所有Moran's I均为正,且均通过了显著性检验,表明样本期间的“经济高质量发展水平”和“碳排放强度”在样本全域范围内都具有显著的空间自相关性,即各地区自身的经济高质量发展和碳排放强度对周边地区具有显著的空间溢出效应,因而有必要采用空间计量模型来进行实证检验。

在Moran's I检验的基础上,需要对空间效应计量模型进行选择。根据LM检验结果(见表5),实证分析可以选择空间计量模型;进一步的Wald检验和LR似然比检验结果拒绝了原假设,说明空间杜宾模

型(SDM)没有退化为空间滞后模型(SLM)和空间误差模型(SEM);Hausman 检验结果则表明使用固定效应模型优于随机效应模型。因此,本文选择固定效应的空间杜宾模型进行后文的模型分析。

表4 “经济高质量发展水平”和“碳排放强度”的全局莫兰指数检验结果

年份	经济高质量发展水平	碳排放强度	年份	经济高质量发展水平	碳排放强度
2003	0.248*** (2.900)	0.237*** (2.809)	2012	0.185** (2.274)	0.255*** (2.998)
2004	0.257*** (3.002)	0.255*** (2.977)	2013	0.163** (2.045)	0.245*** (2.902)
2005	0.266*** (3.094)	0.274*** (3.167)	2014	0.159** (2.013)	0.248*** (2.936)
2006	0.250*** (2.936)	0.278*** (3.208)	2015	0.147* (1.901)	0.219*** (2.633)
2007	0.237*** (2.797)	0.254*** (2.954)	2016	0.135* (1.791)	0.234*** (2.788)
2008	0.201** (2.429)	0.290*** (3.329)	2017	0.148* (1.953)	0.220*** (2.656)
2009	0.199** (2.417)	0.277*** (3.196)	2018	0.178** (2.237)	0.217*** (2.622)
2010	0.174** (2.151)	0.256*** (2.990)	2019	0.197*** (2.576)	0.213*** (2.586)
2011	0.177** (2.181)	0.248*** (2.921)			

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著性水平上显著(下表同),括号内为z值。

表5 空间计量模型的LM检验

统计量	模型(1)		模型(2)		模型(3)		模型(4)	
	统计值	P值	统计值	P值	统计值	P值	统计值	P值
Moran's I	7.195***	0.000	10.087***	0.000	5.957***	0.000	6.023***	0.000
LM(error)	47.730***	0.000	95.284***	0.000	32.849***	0.000	33.669***	0.000
R-LM(error)	40.387***	0.000	105.120***	0.000	6.702***	0.010	6.665***	0.010
LM(lag)	13.344***	0.000	13.756***	0.000	31.634***	0.000	32.741***	0.000
R-LM(lag)	6.001**	0.014	23.592***	0.000	5.487**	0.019	5.737**	0.017
Wald_lag	32.49***	0.000	37.60***	0.000	139.68***	0.000	115.69***	0.000
LR_lag	31.12***	0.000	35.75***	0.000	126.39***	0.000	106.44***	0.000
Wald_error	21.37***	0.001	29.69***	0.000	153.02***	0.000	127.29***	0.000
LR_error	20.97***	0.001	28.64***	0.000	133.76***	0.000	112.90***	0.000
Hausman	56.31***	0.000	174.66***	0.000	78.88***	0.000	84.16***	0.000

注:***、**分别表示在1%和5%的显著性水平上统计显著。

2. 空间计量模型估计结果

本文采用LLC、ADF-Fisher和PP-Fisher三种检验方法对模型(1)~(4)的各个变量进行单位根检验,结果表明各个变量均是一阶单整序列;Pedroni和Kao的面板协整检验结果拒绝原假设,说明各个变量之间存在协整关系,数据满足平稳性,可以采用空间面板模型进行实证检验。依据模型选择结果,采用固定效应的SDM进行分析,检验结果如表6和表7所示。空间滞后回归系数 ρ 均通过了10%显著性水平检验且为正值,说明经济高质量发展和碳排放强度均存在显著的空间溢出效应,这与Moran's I检验结果一致。另外,引入绿色投资二次项后,模型(2)和模型(4)的极大似然估计(Log-L)、赤池信息准则(AIC)和贝叶斯信息准则(BIC)均分别优于模型(1)和模型(3)。

在模型(1)和(3)中,“绿色投资”对“经济高质量发展水平”和“碳排放强度”影响的检验不显著,说

明从总体上看,绿色投资对经济高质量发展和碳排放强度没有显著影响。但引入“绿色投资”的二次项后:在模型(2)中,“绿色投资”的一次项系数为负,二次项系数为正,且均通过了1%的显著性水平检验,说明绿色投资与经济高质量发展之间存在“U型”非线性关系;在模型(4)中,“绿色投资”的一次项系数为正,二次项系数为负,且均通过了1%的显著性水平检验,说明绿色投资与碳排放强度之间存在“倒U型”的非线性关系。可见,随着绿色投资规模的不断加大,其对经济高质量发展的影响从抑制转变为促进,而对碳排放强度的影响从促进转为抑制。也就是说,低水平的绿色投资并不利于经济高质量发展和碳减排,只有高水平的绿色投资才能有效促进经济高质量发展和碳减排。

表6 固定效应空间杜宾模型检验结果:“绿色投资”与“经济高质量发展水平”

变 量	模型(1)		模型(2)	
	β	θ	β	θ
绿色投资	-0.022(-1.075)	0.001(0.018)	-0.172***(-3.701)	0.161(1.547)
绿色投资 ²			0.013***(-3.603)	-0.012(-1.469)
资本劳动比	0.250***(-4.674)	0.278**(2.236)	0.242***(-4.527)	0.366***(-2.716)
非国有经济占比	0.232***(-3.604)	0.145(0.785)	0.299***(-4.563)	0.163(0.891)
市场化指数	0.421***(-6.279)	0.327*(1.814)	0.450***(-6.762)	0.290(1.502)
城镇化率	0.220***(-3.178)	0.738***(-4.814)	0.294***(-4.174)	0.606***(-3.795)
ρ		0.314***(-3.798)		0.262***(-3.147)
N		510		510
R ²		0.495		0.520
Log-L		511.719		520.057
AIC		-979.439		-988.114
BIC		-886.282		-878.019

注:***、**、*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平上统计显著,括号内为t值(下表同)。

表7 固定效应空间杜宾模型检验结果:“绿色投资”与“碳排放强度”

变 量	模型(3)		模型(4)	
	β	θ	β	θ
绿色投资	0.040(1.551)	0.274***(-4.299)	0.506***(-8.344)	0.986***(-5.063)
绿色投资 ²			-0.039***(-8.353)	-0.065***(-4.266)
人均GDP	-0.555***(-5.115)	-2.145***(-8.224)	-0.538***(-4.799)	-1.971***(-7.084)
年末总人口数	-0.715***(-3.731)	-0.094(-0.206)	-0.639***(-3.560)	0.864*(1.950)
R&D经费占比	0.093**(-2.555)	-0.037(-0.521)	0.153***(-4.372)	0.139*(1.874)
第二产业占比	0.672***(-7.050)	2.208***(-10.437)	0.471***(-4.973)	1.558***(-7.231)
ρ		0.151*(1.775)		0.146*(1.781)
N		510		510
R ²		0.366		0.264
Log-L		381.103		415.143
AIC		-718.207		-778.285
BIC		-625.050		-668.191

3. 半参数空间滞后模型估计结果

为进一步探究绿色投资与经济高质量发展、碳排放之间的非线性关系,将绿色投资纳入非参数部分,采用半参数空间滞后模型进行检验,并与基准模型的回归结果进行比较,具体结果如表 8 所示^①。半参数空间滞后模型与基准模型相比,估计结果差别不大,说明研究结果可信;而半参数空间滞后模型的 Log-L、AIC 和 BIC 均优于基础模型,说明半参数空间计量模型可以更好地解释绿色投资对经济高质量发展和碳排放强度的影响。通过画出模型中 $G(\ln GI)$ 的偏导图,可直观地反映绿色投资与经济高质量发展和碳排放强度的非线性关系,如图 1 和图 2 所示,其横坐标为“绿色投资”,纵坐标分别为“绿色投资”对“经济高质量发展水平”和“碳排放强度”的边际效应 $(\partial \hat{G}(\cdot) / \partial \ln GI)$ 。

表 8 半参数空间滞后模型回归结果

变 量	基准模型 1	模型(5)		变 量	基准模型 2	模型(6)	
		β	θ			β	θ
绿色投资	-0.030 (-1.320)			绿色投资	0.064** (2.041)		
资本劳动比	0.247*** (4.616)	0.140** (2.117)	0.208 (1.353)	人均 GDP	-0.565*** (-4.519)	-0.263 (-1.431)	-0.368 (-0.861)
非国有经济占比	0.167** (2.415)	0.017 (0.230)	-0.042 (-0.233)	年末总人口数	-0.650*** (-3.550)	-0.768** (-2.350)	1.709** (2.220)
市场化指数	0.440*** (6.285)	0.131* (1.839)	0.180 (1.116)	R&D 经费占比	0.187*** (4.576)	-0.032 (-0.922)	0.013 (0.176)
城镇化率	0.324*** (4.860)	0.018 (0.169)	-0.085 (-0.310)	第二产业占比	0.478*** (4.448)	0.330*** (2.904)	1.007*** (3.688)
ρ			0.703*** (11.762)	ρ			0.316*** (3.380)
N	510		510	N	510		510
R ²	0.292		0.375	R ²	0.791		0.473
Log-L	493.034		611.474	Log-L	313.663		647.315
AIC	-974.068		-1 172.948	AIC	-583.325		-1 244.630
BIC	-948.662		-1 068.603	BIC	-490.168		-1 140.286

从图 1 可以看出,绿色投资对经济高质量发展水平产生了“N 型”的非线性影响。“绿色投资”的系数可划分为四个区间: $\ln GI < 4.55$ (区间 1)、 $4.55 \leq \ln GI < 6.79$ (区间 2)、 $6.79 \leq \ln GI < 8.50$ (区间 3)、 $\ln GI \geq 8.50$ (区间 4)。在区间 2 和区间 4,“绿色投资”对“经济高质量发展水平”的边际效应大于 0,绿色投资促进了经济高质量发展,且区间 4 的促进作用更明显。在区间 1 和区间 3,“绿色投资”对“经济高质量发展水平”的边际效应小于 0,绿色投资对经济高质量发展具有抑制作用,且区间 1 的抑制作用更为明显。这与前文得出的“U 型”非线性关系的结论有所不同,而“U 型”关系很可能是“N 型”关系的一部分。

① 基准模型为不可考虑空间因素的传统回归模型,表 8 中的基准模型 1 和基准模型 2 的具体形式分别如下: $\ln EQD_{it} = \beta_1 \ln GI_{it} + \beta_2 \ln CON_{it} + \varepsilon_{it}$, $\ln CI_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GI_{it} + \beta_2 \ln CON_{it} + \varepsilon_{it}$

总之,绿色投资与经济高质量发展之间存在非线性关系,假说 H1 得到验证。

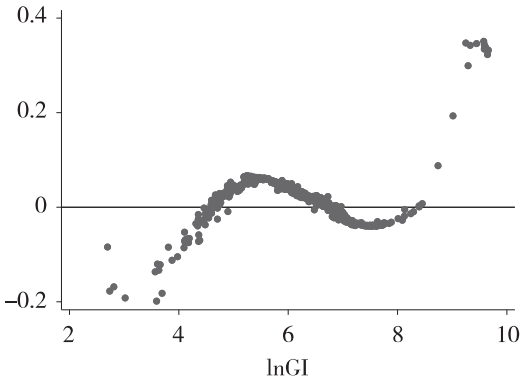


图1 “绿色投资”对“经济高质量发展水平”的偏导数

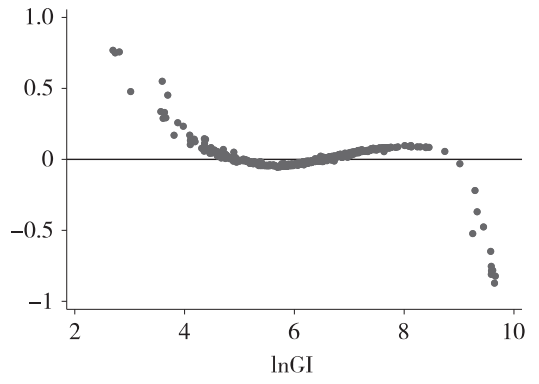


图2 “绿色投资”对“碳排放强度”的偏导数

从图2可以看出,绿色投资对碳排放强度产生了“倒N型”的非线性影响。“绿色投资”的系数可划分为三个区间: $\ln GI < 5.0$ (区间1)、 $5.0 \leq \ln GI < 8.7$ (区间2)、 $\ln GI \geq 8.7$ (区间3)。在区间1,“绿色投资”对“碳排放强度”的边际效应大于0,绿色投资不利于碳减排;在区间2,“绿色投资”对“碳排放强度”的边际效应在0上下震荡,绿色投资对碳排放强度没有显著影响;在区间3,“绿色投资”对“碳排放强度”的边际效应小于0,绿色投资显著促进了碳减排。同样,与前文得出的“倒U型”非线性关系的结论也有所不同,而“倒U型”关系很可能也是“倒N型”关系的一部分。总体而言,绿色投资与碳排放强度之间也存在非线性关系,假说 H2 也得到验证。

4. 不同绿色投资的异质性影响

由于本文的“绿色投资”包括“环保投资(EI)”“生产性绿色投资(PGI)”和“绿色企业融资(GF)”3个部分,而这3种投资对宏观经济和企业行为的影响具有不同的机制,因而其对经济高质量发展和碳排放强度的影响可能具有异质性表现。为此,本文进一步利用半参数面板空间滞后模型分别考察这三类绿色投资对经济高质量发展和碳排放强度的影响。图3和图4分别给出了不同的绿色投资对经济高质量发展和碳排放强度的非线性影响,虽然其表现出明显的异质性,但在总体上看,绿色投资的增加具有从抑制经济高质量发展和碳减排向促进经济高质量发展和碳减排转变的趋势。

(1) 环保投资对经济高质量发展水平具有“倒U型”的非线性影响。当 $\ln EI < 3.4$ 时,“环保投资”对“经济高质量发展水平”的边际效应小于0,环保投资增加会抑制经济高质量发展。当 $3.4 \leq \ln EI < 5.7$ 时,“环保投资”对“经济高质量发展水平”的边际效应大于0,环保投资增加会促进经济高质量发展。当 $\ln EI \geq 5.7$ 时,“环保投资”对“经济高质量发展水平”的边际效应由正转负,环保投资增加会抑制经济高质量发展。其原因可能在于,转变企业生产方式以及调整地区经济结构会付出巨大的经济代价,环保投资作为治理环境的专项资金,在初期的规模较小,无法弥补因经济转型发展带来的损失;随着环保投资规模逐渐扩大,企业在生产技术得到改善的同时也在一定程度上带动了就业量增加,促使地区经济发展质量提高。需要注意的是,环保投资很大程度上属于政府对于环境治理的消耗型投资,当达到一定规模时可以通过改善生态环境以提升经济发展质量,但超过一定规模后其经济效益和社会效益的不足可能逐渐显现,导致继续扩大环保投资可能不利于经济高质量发展。

(2) 生产性绿色投资对经济高质量发展水平具有近似“N型”的非线性影响。当 $\ln PGI < 3.5$ 时,“生产性绿色投资”对“经济高质量发展水平”的边际效应小于0,生产性绿色投资的增加会抑制经济高质量发展。当 $3.5 \leq \ln PGI < 5.5$ 时,“生产性绿色投资”对“经济高质量发展水平”的边际效应大于0,生产性

绿色投资的增加会促进经济高质量发展。当 $5.5 \leq \ln PGI < 6.5$ 时,“生产性绿色投资”对“经济高质量发展水平”的边际效应由正转负,生产性绿色投资的增加会抑制经济高质量发展,其原因可能在于:一是由于生产性绿色投资赋能的绿色产业尚未形成产业规模,如水利建设和生态林业在 GDP 中的占比仍然较小,产业尚不具备规模优势难以发挥经济效益;二是由于缺乏长期稳定的经济效益,无法吸引更多的社会资源流入绿色产业,进而无法带动就业和居民收入增长,进而对经济发展质量产生负面影响。当 $\ln PGI \geq 6.5$ 时,“生产性绿色投资”对“经济高质量发展水平”的边际效应大于 0,但作用点稀少,生产性绿色投资的增加能够促进经济高质量发展但作用不显著。以水利建设和生态林业为主的生产性绿色投资往往会受限于地区的自然禀赋,加上投资收益的周期较长,因而对经济发展质量的促进作用有限。

(3)绿色企业融资对经济高质量发展水平具有“N 型”的非线性影响。当 $\ln GF < 2.9$ 时,“绿色企业融资”对“经济高质量发展水平”的边际效应小于 0,且作用点较为分散,绿色企业融资的增加在一定程度上抑制了经济高质量发展。其原因可能在于,作为新生的投融资模式,绿色企业融资的规模较小,对宏观经济发展的影响不大。当 $2.9 \leq \ln GF < 5.5$ 时,绿色企业融资”对“经济高质量发展水平”的边际效应略微大于 0,绿色企业融资的增加对经济高质量发展产生了一定促进作用。当 $5.5 \leq \ln GF < 8.4$ 时,绿色企业融资”对“经济高质量发展水平”的边际效应小于 0,绿色企业融资的增加不利于经济高质量发展。当 $\ln GF \geq 8.4$ 时,“绿色企业融资”对“经济高质量发展水平”的边际效应大于 0,绿色企业融资的增加对会促进经济高质量发展。绿色产业在绿色企业融资支持下逐渐形成规模效应,企业也通过产能升级和优胜劣汰等方式从污染行业退出转向绿色环保行业,进一步促进绿色产业发展,进而带动整体经济转型和高质量发展。

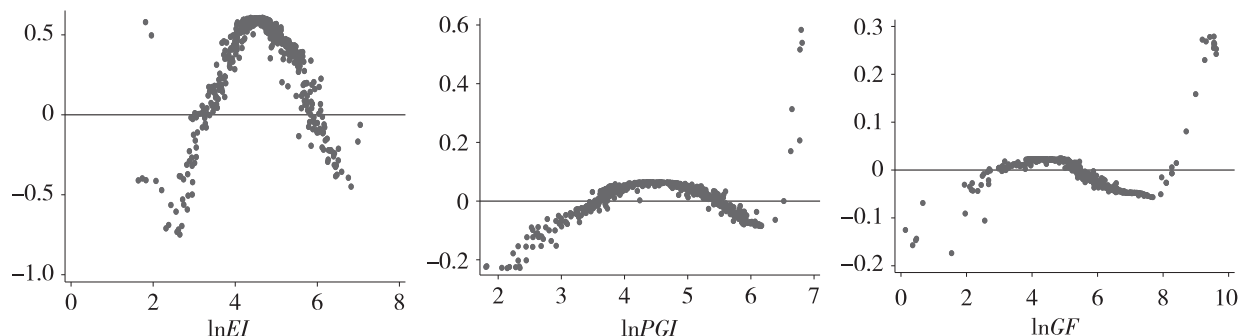


图3 不同绿色投资对“经济高质量发展水平”的偏导数

(4)环保投资对碳排放强度具有近似“W 型”的非线性影响。当 $\ln EI < 3.9$ 时,“环保投资”对“碳排放强度”的边际效应大于 0,环保投资增加不利于碳减排。当 $3.9 \leq \ln EI < 6.0$ 时,“环保投资”对“碳排放强度”的边际效应在 0 处震荡,环保投资增加对碳排放的影响不明显。当 $\ln EI \geq 6.0$ 时,“环保投资”对“碳排放强度”的边际效应大于 0,环保投资增加不利于碳减排。其原因可能在于:在初期大多数企业因治理污染成本较高不愿意改变现有的生产经营方式,且环保投资规模较小,持续采用传统生产方式实现经济增长势必会加大二氧化碳排放;随着环保投资力度的加大,虽然对碳排放治理起到一定作用,但由于“能源回弹效应”的存在,导致通过环保投资而获得的碳减排效果可能小于预期,而且经济快速增长对于能源的消耗也不断增加,这可能会部分甚至完全抵消环保投资带来的碳减排效应,进而导致碳排放强度的提升。

(5)生产性绿色投资对碳排放强度具有“U 型”的非线性影响。当 $\ln PGI < 3.2$ 时,“生产性绿色投资”对“碳排放强度”的边际效应大于 0,生产性绿色投资增加不利于碳减排。当 $3.2 \leq \ln PGI < 5.4$ 时,“生产性绿色投资”对“碳排放强度”的边际效应小于 0,生产性绿色投资的增加有利于碳减排。生产性绿色投资的增加促进了水利建设和生态林业等绿色产业的发展,在产生经济效益的同时可以降低 CO_2 排放。当 $\ln PGI \geq 5.4$ 时,“生产性绿色投资”对“碳排放强度”的边际效应由负转正,生产性绿色投资增加不

利于碳减排。其原因可能在于,随着经济进一步发展,企业成长和居民生活对能源的消费量快速增加,能源消费总量快速增长带来的规模效应超过生产性绿色投资带来的减排效应,从而表现为碳排放强度的提高。

(6)绿色企业融资对碳排放强度具有近似“M型”的非线性影响。当 $\ln GF < 3.1$ 时,“绿色企业融资”对“碳排放强度”的边际效应较为分散,绿色企业融资增加对碳减排没有显著影响。绿色融资主要是针对绿色环保企业进行融资,而在经济转型初期,由于绿色产业规模较小,绿色企业获得的绿色融资也较少,不能起到有效减少碳排放的作用。当 $3.1 \leq \ln GF < 8.8$ 时,绿色企业融资规模逐渐增大,但对碳排放的影响总体上还是不大。当 $\ln GF \geq 8.8$ 时,“绿色企业融资”对“碳排放强度”的边际效应小于0,绿色企业融资增加有利于碳减排。这主要是由于绿色企业获得更多融资,激励了其对于低碳生产技术的研发和利用,提高了能源利用效率,减少了二氧化碳排放,有效抑制了碳排放。

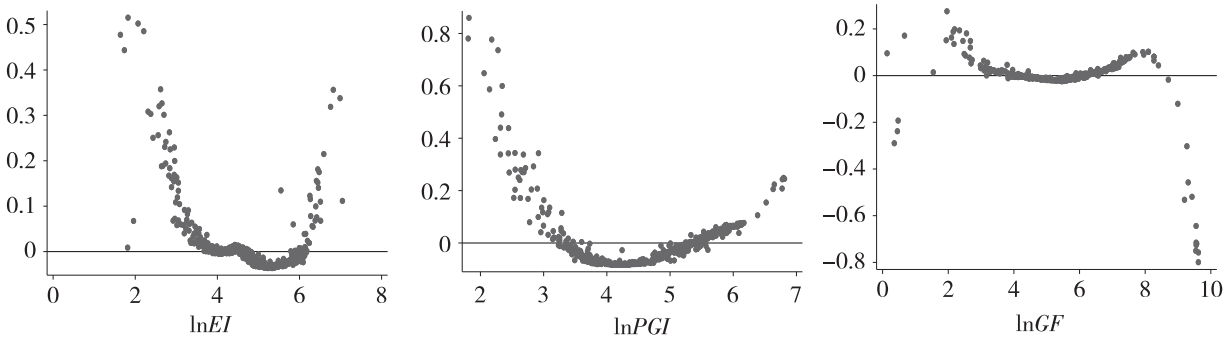


图4 不同绿色投资对“碳排放强度”的偏导数

5. 中介效应检验

为了考察碳排放强度在绿色投资影响经济高质量发展中是否具有中介作用,本文应用中介效应模型进行检验,并使用 Bootstrap 统计值进行二次检验,以验证中介效应检验结果的稳健性,结果如表9所示。“绿色投资”对“经济高质量发展水平”的总体效应为负但不显著,对“碳排放强度”有显著的正向影响,与前文分析结果基本一致;而中介变量“碳排放强度”对“经济高质量发展水平”有显著的负向影响,说明碳排放强度在绿色投资影响经济高质量发展的过程中存在中介效应。进一步检验的 Bootstrap 统计量为-0.019,通过了5%水平下的显著性检验,表明存在中介效应的检验结果是稳健的,假说 H3 得到验证。

表9 中介效应检验结果

变 量	模型(7)	模型(8)	模型(9)
绿色投资	-0.020(-0.844)	0.073**(2.256)	-0.002(-0.074)
碳排放强度			-0.254***(-7.849)
常数项	3.382*** (22.877)	0.617*** (3.094)	3.539*** (25.198)
Bootstrap 检验(间接效应)		-0.019**(z=-2.33, p=0.020)	
Bootstrap 检验(直接效应)		-0.002(z=0.07, p=0.947)	
控制变量	控制	控制	控制
个体固定效应	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制
N	510	510	510
Adj_R ²	0.923	0.946	0.932
F	0.712	5.090	31.207

五、研究结论与对策建议

本文采用2003—2019年中国30个省区市的面板数据,运用空间杜宾模型和半参数面板空间滞后模型分析绿色投资对经济高质量发展和碳排放强度的影响,研究结果表明:中国各地区的经济高质量发展水平和碳排放强度均具有显著的空间正相关性和空间溢出效应;绿色投资对经济高质量发展的影响存在“U型”或“N型”非线性关系,对碳排放强度存在“倒U型”或“倒N型”非线性关系,目前总体上表现出从抑制经济高质量发展和碳减排向促进经济高质量发展和碳减排转变的趋势;不同种类的绿色投资对经济高质量发展和碳排放强度的影响具有显著的异质性,随着投资规模不断增加,相比环保投资和生产性绿色投资,绿色企业融资更有利于经济高质量发展和碳减排;绿色投资可以通过影响碳排放强度作用于经济高质量发展,即碳排放强度在绿色投资与经济高质量发展之间具有中介效应。可见,绿色投资要有效发挥其促进经济高质量发展和碳减排的作用,不但要扩大投资规模,而且要通过领域拓展和模式创新等提高投资质量。尤其是环保投资和生产性绿色投资,当其规模扩大到一定程度后要警惕其可能带来的负面影响。基于以上结论,提出如下对策建议:

第一,建立和完善区域联动机制,有效利用空间溢出效应,共同促进经济高质量发展和碳减排。分析表明,无论是经济高质量发展,还是碳排放强度,都具有显著的空间正相关性和空间溢出效应。因此,各地区不但要努力推进自身的经济高质量发展和碳减排,还要充分利用空间溢出效应,通过区域联动来相互促进。经济发展水平较高地区在提升本地区发展质量的同时,应积极利用自身的区位优势、资源优势、技术优势等,增强高质量发展的空间溢出效应,起到以点带面的作用,逐步形成区域协作发展态势,带动整体经济高质量发展。而碳排放较高的地区也会带动邻接地区碳排放的增长,碳减排不是靠一方努力就能解决问题的,需要加强区域联防联控,共同制定碳排放减排措施,并建立和完善区域间利益协调机制,形成碳减排共同体。

第二,持续加大绿色投资规模和领域,并对各类绿色投资实施差异化策略以提高投资质量和效益,助推经济高质量发展和碳减排目标的实现。对于环保投资,当达到一定规模时,应注意提高其经济效益和社会效益;环保投资通常更注重环境效益,但也应积极探索新的投资方式和领域,力求在实现环境效益的同时也兼顾经济效益和社会效益,进而促进经济高质量发展。对于生产性绿色投资,需要缩短产生经济效益的周期,并加快实现碳减排的速度;同时,应加强地区之间的合作,增强绿色产业发展的规模效应,促进整体经济的提质增效和跨区域碳减排。对于绿色企业融资,各地区应不断完善市场机制,扩大绿色资金规模,丰富绿色融资产品,满足绿色产业发展对资金的需求,为不同绿色环保企业提供个性化多样化的融资渠道和服务,助力绿色产业链升级和发展,进而更有效地促进经济高质量发展和碳减排。

本文虽然采用半参数空间计量模型着重探讨了绿色投资与经济高质量发展以及绿色投资与碳排放强度之间的非线性关系,也探索了碳排放强度在绿色投资与经济高质量发展之间的中介效应,得到了一些有益的结论。但未进一步探索碳排放强度对经济高质量发展的影响,在中介效应分析中未将空间因素纳入研究范畴,有待后续运用更加复杂的空间计量模型进一步揭示绿色投资、经济高质量发展与碳排放强度三者之间的内在关系和作用机制。

参考文献:

- [1] 林兆木. 关于我国经济高质量发展的几点认识[N]. 人民日报,2018-01-17(007).
- [2] 林伯强,吴微. 中国现阶段经济发展中的煤炭需求[J]. 中国社会科学,2018(2):141-161+207-208.
- [3] 张明龙. 市场化进程中绿色投资对经济高质量发展的空间效应研究——基于空间杜宾模型的实证分析[J]. 贵州财经大学学报,2020(4):89-100.

- [4] LI Z Z, LI R Y M, MALIK M Y, et al. Determinants of carbon emission in China: How good is green investment? [J]. *Sustainable Production and Consumption*, 2021, 27(6): 392-401.
- [5] 廖显春, 李小慧, 施训鹏. 绿色投资对绿色福利的影响机制研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2020(2): 148-157.
- [6] SACHS J D, WOO W T, YOSHINO N, et al. Importance of green finance for achieving sustainable development goals and energy security [C]//2019 Handbook of Green Finance, Energy Security and Sustainable Development. 2019: 1-10
- [7] DIKAU S, VOLZ U. Central banking, climate change, and green finance [C]//2019 Handbook of Green Finance, Energy Security and Sustainable Development. 2019: 1-23.
- [8] REN X D, SHAO Q L, ZHONG R Y. Nexus between green finance, non-fossil energy use, and carbon intensity: Empirical evidence from China based on a vector error correction model [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 277: 1-12.
- [9] SHEN Y J, SU Z W, MALIK M Y, et al. Does green investment, financial development and natural resources rent limit carbon emissions? A provincial panel analysis of China [J]. *Science of the Total Environment*, 2021, 755: 1-12.
- [10] STOKEY N L. Are there limits to growth? [J]. *International Economic Review*, 1998, 39(1): 1-31.
- [11] ARIGA J M. Internalizing environmental quality in a simple endogenous growth model [D]. University of Maryland, 2002: 14-16.
- [12] SORETZ S. Stochastic pollution and environmental care in an endogenous growth model [J]. *The Manchester School*, 2003, 71(4): 448-469.
- [13] 刘梦, 胡汉辉. 如何让绿水青山成为金山银山——基于碳排放对高质量发展作用的经验证据 [J]. *云南财经大学学报*, 2020(4): 19-35.
- [14] 徐斌, 陈宇芳, 沈小波. 清洁能源发展、二氧化碳减排与区域经济增长 [J]. *经济研究*, 2019(7): 188-202.
- [15] 林伯强, 徐斌. 研发投入、碳强度与区域二氧化碳排放 [J]. *厦门大学学报(哲学社会科学版)*, 2020(4): 70-84.
- [16] 叶阿忠, 张锡书, 朱松平, 梁文明, 王宣惠. *应用空间计量经济学: 软件操作和建模实例* [M]. 北京: 清华大学出版社, 2020.
- [17] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展 [J]. *心理科学进展*, 2014(5): 731-745.
- [18] 杨文举, 文欢. 长江经济带高质量发展的理论探索和现实思考——“2018·长江经济带高质量发展研讨会”综述 [J]. *西部论坛*, 2019(1): 116-119+124.
- [19] 马茹, 罗晖, 王宏伟, 王铁成. 中国区域经济高质量发展评价指标体系及测度研究 [J]. *中国软科学*, 2019(7): 60-67.
- [20] 高培勇. 理解、把握和推动经济高质量发展 [J]. *经济学动态*, 2019(8): 3-9.
- [21] 陈诗一, 陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展 [J]. *经济研究*, 2018(2): 20-34.
- [22] 魏敏, 李书昊. 新时代中国经济高质量发展水平的测度研究 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2018, 35(11): 3-20.
- [23] 曾胜. 中国经济高质量发展、能源消费影响因素与总量控制——基于 Copula 函数的实证研究 [J]. *学术论坛*, 2019(2): 11-19.
- [24] 陈景华, 陈姚, 陈敏敏. 中国经济高质量发展水平、区域差异及分布动态演进 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2020(12): 108-126.
- [25] 田云, 陈池波. 中国碳减排成效评估、后进地区识别与路径优化 [J]. *经济管理*, 2019(6): 22-37.
- [26] EYRAUD L, CLEMENTS B, WANE A. Green investment: Trends and determinants [J]. *Energy Policy*, 2013, 60(6): 852-865.
- [27] KRUSHELNYTSKA O. Introduction to green finance [DB/OL]. <http://www.thegef.org/sites/default/files/events/Intro%20to%20Green%20Finance.pdf>, 2018.
- [28] 孟耀. 基于资源环境保护的绿色投资及其发展思路 [J]. *财经问题研究*, 2007(5): 64-69.
- [29] 张莉莉, 肖黎明, 高军峰. 中国绿色金融发展水平与效率的测度及比较——基于 1040 家公众公司的微观数据 [J]. *中国科技论坛*, 2018(9): 100-112+120.
- [30] 莫龙炯, 景维民. 转型时期混合所有制的经济增长效应 [J]. *经济学动态*, 2018(11): 46-58.
- [31] 周琛影, 田发, 周腾. 绿色金融对经济高质量发展的影响效应研究 [J/OL]. *重庆大学学报(社会科学版)*: 1-13 [2021-09-23]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1023.C.20210513.1530.002.html>.

- [32] 王小鲁,樊纲,胡李鹏. 中国分省份市场化指数报告(2018)[M]. 北京:社会科学文献出版社,2019.
- [33] 赵桂梅,耿涌,孙华平,赵桂芹. 中国省际碳排放强度的空间效应及其传导机制研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2020(3):49-55.

Green Investment, Carbon Emission Intensity and High-quality Economic Development: Testing Non-Linear Relationship with Spatial Econometric Model

ZENG Sheng¹, ZHANG Ming-long²

(1. *Research Center for Economy of Upper Reaches of the Yangtse River, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China*; 2. *School of Economics, Shenzhen University, Shenzhen 518060, Guangdong, China*)

Abstract: The impact of green investment on high-quality economic development and carbon emission reduction will not only change with the growth of investment scale, but also vary with different investment fields and methods, resulting in non-linear relationships and heterogeneity in investment types. Based on the provincial panel data of China from 2003 to 2019, this paper empirically tests the non-linear relationship between green investment and high-quality economic development and carbon emission intensity by using the spatial Durbin model (SDM) and semi-parametric panel spatial lag model. The results show that there is a significant positive spatial correlation and spatial spillover effect between high-quality economic development level and carbon emission intensity. Green investment has a U-shaped or N-shaped nonlinear impact on high-quality economic development, and an inverted U-shaped or inverted N-shaped nonlinear impact on carbon emission intensity. At present, it generally shows a trend shifting from restraining high-quality economic development and carbon emission reduction to promoting high-quality economic development and carbon emission reduction. Different types of green investment have obvious heterogeneity in the impact on high-quality economic development and carbon emission intensity. Compared with environmental protection investment and productive green investment, the increase of green enterprise financing is more conducive to high-quality economic development and carbon emission reduction. Carbon emission intensity has a mediating effect, that is, green investment can affect high-quality economic development by affecting carbon emission intensity. On one hand, it is necessary to establish and improve the regional linkage mechanism to effectively use the spatial spillover effects of high-quality economic development and carbon emission reduction; on the other hand, it is necessary to continue to increase the scale and enlarge the scope of green investment, and implement differentiated strategies for all kinds of green investment to improve the quality and efficiency of investment, give full play to the role of green investment in promoting high-quality economic development and carbon emission reduction, and achieve a win-win situation of economic development and environmental improvement.

Key words: green investment; high-quality economic development; carbon emission intensity; nonlinear relationship; semi-parametric panel spatial lag model

CLC number: F061.5; F830.59

Document code: A

Article ID: 1674-8131(2021)05-0069-16

(编辑:刘仁芳)