

低碳城市试点、绿色技术创新与生产性服务业发展

李代花*

摘要:低碳城市试点政策的目标之一是促进产业低碳化转型,实现经济高质量发展。而发展低污染低耗能的生产性服务业,对实现国家经济向高质量转变具有重要意义。本文基于中国2005—2019年286个地级市面板数据,采用渐进双重差分法评估低碳城市试点政策对城市生产性服务业发展的影响。研究发现:试点政策能在一定程度上促进试点城市生产性服务业的发展,且经过一系列稳健性检验后结论依然成立;试点政策可以通过提升绿色技术创新水平,进而促进生产性服务业的发展;试点政策能有效促进I型大城市、高人力资本和高金融发展水平以及非资源型城市的生产性服务业。本文的研究发现为低碳政策的效果评估拓宽了思路,为政府进一步完善低碳政策提供了有益启示。

关键词:低碳城市试点;生产性服务业;绿色技术创新;双重差分法

一、引言

“十四五”规划明确要求,推动生产性服务业向专业化和价值链高端延伸,发展和繁荣服务业将成为新常态下优化经济结构的重要突破口。作为现代服务业的核心,生产性服务业属于价值链高端产业,具有低污染、低耗能的产业特征,其不仅会产生正向外溢效应,还能带动产业向高端化升级,推动经济高质量发展(顾乃华,2010)。国家发展改革委于2010年、2012年和2017年实施的三批低碳试点政策,其重点目标是降低碳排放,但降低碳排放仅体现了直接减排的政策效果,而推动产业低碳化转型则是一种间接降低环境污染、实现经济高质量发展的长效机制。生产性服务业作为典型的低碳化产业,能否在低碳试点政策中得到发展,是一个值得探讨的关键问题。

自2010年低碳试点政策实行以来,该政策一度成为学术界的研究热点。既有研究多从政策的环境效应和经济效应进行丰富的讨论,但不同学者基于不同视角、不同方法以及不同

*李代花,兰州交通大学经济管理学院,邮政编码:730070,电子邮箱:3197808546@qq.com。

感谢匿名审稿专家的宝贵修改建议。文责自负。

样本,并未得到完全一致的结论。因此,本文重点从以下两个方面进行文献梳理。

第一,政策的环境效应。在试点政策的碳排放绩效方面,大部分学者基于双重差分法,研究证明实行低碳试点的地区能够显著降低城市碳排放强度(戴嵘、曹建华,2015;周迪等,2019;张华,2020;任亚运等,2020),部分学者研究认为碳排放量在政策实施前后并未存在显著差异(陆贤伟,2017),也有学者认为低碳试点政策对碳减排绩效存在区域异质性(董梅、李存芳,2020)。在试点政策对空气质量影响方面,宋弘等(2019)研究发现低碳试点政策能够降低城市空气污染。陈启斐和王双徐(2021)研究发现将低碳政策与服务业相结合可以有效降低空气污染。

第二,政策的经济效应。从宏观城市层面来看,低碳政策能够为试点城市提供可持续发展的契机,对地方政府形成正向激励,有助于促进城市绿色全要素生产率的提升(Cheng et al., 2019;余硕等,2020;王亚飞、陶文清,2021;赵振智等,2021)。从中观产业视角来看,在“转变经济发展方式,调整产业结构”的背景下,低碳政策会对产业布局与结构产生影响,促进产业结构优化升级(逯进等,2020)。从微观企业角度来看,绿色技术创新是推动产业低碳化发展的中坚力量,而低碳政策能够在一定程度上诱发企业进行绿色技术创新(张海军等,2019;李林红等,2019;徐佳、崔静波,2020;熊广勤等,2020;钟昌标等,2020)。

纵观上述文献,众多学者对低碳试点政策进行了丰富的研究,较为遗憾的是,以往研究中大多仅证实了低碳政策的直接减排效果,且研究对象多以火电业(李晖、尹瑞成,2022)、制造业等高碳型行业为主,缺少对生产性服务业等低碳型行业的研究。在已有的基于城市层面考察低碳政策与生产性服务业关系的研究中,陈启斐和钱非非(2020)采用双重差分法,以2010年首批试点城市作为实验组进行了相关讨论,但仍存在一些空白点。本文则在此基础上进一步完善,可能的创新为:将2010年、2012年以及2017年三批试点城市作为实验组,采用渐进双重差分法完整、准确识别低碳城市影响生产性服务业发展的政策净效应;将绿色技术创新和财政自主权作为潜在机制,为低碳城市建设更好地发挥政策效能提供优化路径;考虑了城市规模、城市特征以及城市类别带来的异质性效果,为政策制定提供差异化实施方案。

二、理论分析与研究假设

(一)低碳城市试点与生产性服务业发展

低碳城市试点是一项综合性环境规制政策,旨在通过鼓励绿色技术创新,完善低碳产业体系,推动城市产业结构优化升级和能源消费结构清洁转型(邵帅、李嘉豪,2022)。依据低碳政策的综合性以及生产性服务业的特殊性,本文考虑从“组成效应”“成本效应”以及“挤出效应”探讨低碳政策对生产性服务业发展的直接影响(陈启斐、钱非非,2020)。

首先,低碳城市试点作为政府着力解决我国当前城市环境污染问题的一项环保政策,大力倡导在城市空间内发展低碳产业,推动制造业的转型升级是其最直接的政策效果(Gu &

Wang, 2018)。胡亚男和余东华(2022)研究发现,低碳试点政策显著推动了制造业技术路径转化的过程,创新主体通过技术路径由引进模仿转向自主研发,实现了绿色发展。而生产性服务业与制造业之间存在相互作用、相互依赖、共同发展的互动关系(顾乃华等,2006),并且Markusen(1989)认为,生产性服务业通过提供专业化服务,能够降低制造业成本,提高效率。因此,依据“组成效应”,低碳试点政策有利于生产性服务业的发展。

其次,低碳政策的执行必然会给地方企业带来成本冲击,面对同样的环境政策冲击,高碳污染型企业需要增加更多污染防治投资或缴纳更多排污税,从而使得生产成本飙升(张红凤、李睿,2022),造成环境成本对生产资源的挤出,最终降低高污染型企业的生产效率(王贞洁、王惠,2022)。相反,生产性服务业所需的环境治理成本较低,在技术状况和供需条件不变的情况下,可以将更多资金用于生产性投资中,最终使得产出和利润率上升,较少受到因成本上升导致利润下降的影响,从而以降低成本的方式使得生产性服务业得到更好的发展。因此,低碳政策通过“成本效应”能够促进生产性服务业的发展。

最后,低碳政策采取主要领导负责制,试点城市的地方政府根据地区实际情况制定具体的碳排放目标和低碳工作实施方案,将碳排放目标分解至重点企业,并将工作实施方案上报国家发展改革委(逯进等,2020)。严格的环境规制会使得污染密集型行业承担高昂的“环境遵循成本”,导致企业产量减少、利润降低,从而使得该类企业将从环境规制更为严厉的地区转移出去(沈坤荣等,2017)。而生产性服务业的发展有助于减少工业生产对能源的刚性依赖,控制能源消费的快速增长,提高经济规模效益(杨校美等,2021),使得以生产性服务业为代表的清洁型产业会承担更多的生产任务,占据更大的比重。此外,面对环境目标约束,地方政府会产生“环境壁垒效应”,通过对新进入的企业进行筛选,禁止高污染的产业进入(余泳泽等,2020)。不同于其他服务业,生产性服务业不仅具有低资源消耗和低环境污染的特征,还能够扩大资本和知识密集型生产,提高劳动与其他生产要素的生产率(吕政等,2006),以及推动我国经济高质量增长(李平等,2017)。基于生产性服务业低污染、低耗能、高效率、高产出的自有优势,政府更加鼓励该类产业的发展。低碳试点政策通过产生一种“挤出效应”提高生产性服务业的比重,进而促进其发展。

综合上述原因,提出假设1:低碳城市试点政策能够推动生产性服务业的发展。

(二)绿色技术创新的影响机制

低碳试点城市的建设路径中明确强调,“发展低碳城市是城市可持续发展的出路所在,低碳城市的发展依赖于产业结构、能源结构及消费习惯的调整,需要政策法规的支持,更需要技术创新的支撑”,绿色技术创新是发挥作用的关键。因此,本文考虑将绿色技术创新作为推动生产性服务业发展的可能渠道。

在环境规制与技术创新两者关系中,学术界持有“遵循成本说”和“创新补偿说”两种对立观点。基于“遵循成本说”的新古典经济学理论认为,环境规制会对企业技术创新产生负面影

响。由于环境规制将增加污染排放企业的单位排放成本,企业不得不将技术创新的资金转入环境治理项目(Kemp & Pontoglio, 2011),通过占用企业财务资源而挤压企业技术创新活动的资金,进而对企业创新活动产生抑制效应(刘金科、肖翊阳, 2022)。Porter(1991)基于“创新补偿说”则认为,适当的环境规制将促进企业进行更多的创新活动,这些创新将提高企业生产力,抵消由环境规制所带来的成本,并且提高企业在市场上的竞争力。为聚焦本文研究主题,绿色技术创新对低碳政策与生产性服务业发展的影响作用,将从以下两方面予以论述。

低碳试点政策作为中央和地方政府相互配合的一种综合型环境规制手段,国家会给获批为试点城市的地方政府提供财税激励和专项资金。一方面,地方政府的财税激励倾向于提供给清洁型企业,从而为该类企业的绿色创新提供资金来源,也激励创新主体开展绿色技术研发与应用活动,提升能源使用效率并减少生产过程的污染排放。在此激励下,低碳政策对企业创新活动产生的“补偿效应”大于“成本效应”,为创新活动孕育了可持续的环境,由此实现“波特假说”(龚星宇等, 2022)。除此之外,地方政府为了获得长久利益,其专项资金倾向于对清洁型企业投资,减少对污染型企业投资,鼓励金融、信息、科技等高技术清洁型企业的发展,从而试点城市会吸引更多清洁型产业的外商投资,使得本地企业转向绿色技术创新以进行清洁生产(Jiang et al., 2020)。另一方面,绿色技术创新能有效通过促进能源集约利用以及减少污染排放等方式降低污染密集型行业在产业结构中的比重、加快清洁化产业的发展;利于推进污染密集型行业向清洁型行业转型升级(原毅军、陈喆, 2019),由传统的高度依赖资本及劳动力等要素投入为代表的粗放型发展模式转向以知识、技术密集型投入为代表的集约型发展模式(孙林、周科选, 2020; 关宇航等, 2021)。生产性服务业的发展是一个资本深化的过程,要素投入不仅仅停留于物质资本阶段,技术、知识以及人力资本才是其发展所依赖的要素(刘志彪, 2005),绿色技术创新的外溢效应能够吸引人才集聚、吸引优质资源进入,从而优化要素市场配置,进而推进生产性服务业的发展。

由此,本文提出假设2:低碳城市试点政策能够通过提高绿色技术创新水平,进而促进生产性服务业发展。低碳城市试点对生产性服务业的作用路径见图1。

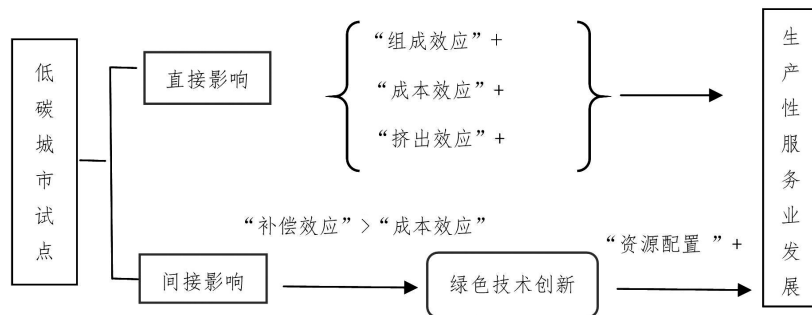


图1 低碳城市试点影响生产性服务业的作用路径

三、研究设计

(一)模型设定

本文旨在评估低碳城市试点对生产性服务业发展的影响,由于每一批试点的城市和时间都不相同,仅靠传统双重差分法无法识别出政策净效应,因此本文借鉴国内外学者采用的渐进双重差分模型(Beck et al., 2010),评估低碳城市试点对生产性服务业的影响,具体模型设定如下:

$$\ln ser_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DID_{it} + \rho X_{it} + \mu_i + \gamma_{pt} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

模型(1)中, $\ln ser_{it}$ 为生产性服务业发展衡量指标,下标 i 和 t 分别表示城市和年份, $\ln ser_{it}$ 代表 t 年 i 城市的生产性服务业发展水平。 DID_{it} 为虚拟变量,若城市 i 在 t 年属于低碳城市则 $DID_{it}=1$,反之则为0。 X_{it} 为一系列影响生产性服务业的控制变量; μ_i 为城市固定效应,用以控制城市层面不随时间改变的不可观测因素对生产性服务业发展的影响; γ_{pt} 为省份固定效应与年份固定效应的交互项(郭峰、熊瑞祥,2018),用来控制省份层面随时间变化的不可观测因素对生产性服务业发展的影响; ε_{it} 为随机扰动项。本文关注的核心系数为 α_1 ,若 $\alpha_1 > 0$ 说明低碳城市试点政策能够促进生产性服务业的发展。此外,为了使得估计系数更可信,本文在城市、年份层面进行二维聚类调整(李青原、章尹赛楠,2021)。

(二)数据说明

1. 数据来源

本文以2005—2019年中国286个地级市作为样本。其中,低碳试点城市数据来源于国家发展改革委官方网站;专利数据来源于《中国知识产权数据库》;其他数据来源于《中国城市统计年鉴》以及CSMAR数据库。本文对数据做了以下处理:为消除异方差的影响和量纲问题,将数据中的绝对数均取对数处理;所有名义变量均采用对应价格指数统一折算为以2005年为基期的固定价格;将数据缺失严重的部分地级市剔除,最终得到中国2005年至2019年286个地级市15年的平衡面板数据。

2. 变量选择

(1)被解释变量。本文用生产性服务业就业人员数占第三产业就业人员总数的比重与生产性服务业就业人数绝对数这两个指标来衡量生产性服务业的发展水平(陈启斐、钱非非,2020)。对于生产性服务业的分类,主要参考国家统计局印发的《生产性服务业统计分类(2019)》的分类标准并参照大多学者的做法,将14类细分服务业中的6类归为生产性服务业,包括交通运输、仓储和邮政业,信息传输、软件和信息技术服务业,批发和零售业,金融业,租赁和商业服务业,科学研究、技术服务和地质勘查业。

(2)核心解释变量。本文将 t 年实施低碳政策的城市 i 作为低碳试点城市。其中第一批试点启动于2010年7月19日,包括广东、辽宁等五省和天津、重庆等八市;第二批开始于2012年11月26日,包括海南省和北京、上海等28市;第三批实施于2017年1月7日,包括内蒙古自治区乌海市等45个城市。此外需要说明的是,由于数据缺失的影响,实际作为实验组的第一批试点城市共计43个,第二批共计30个,第三批共计45个。另外由于第二批试点实施时间接近年末,考虑到政策滞后效应,因此本文将启动时间定义为2013年(龚星宇等,2022)。

(3)控制变量。基于已有文献,本文选取了如下几个控制变量:经济发展水平,采用实际人均GDP的对数衡量(李平等,2017);城市化水平(余泳泽、潘妍,2019),用城镇人口与地级市总人口的比重衡量;人力资本水平,用普通高校在校人数与地区年末总人数的比值衡量;城市规模,用地级市年末总人口衡量(逯进等,2020);政府干预度(逯进等,2020),用地方财政一般预算内支出与GDP的比值衡量;科教支出(余泳泽、潘妍,2019),用科学支出与教育支出占财政总支出的比重衡量;产业政策,以2014年国务院印发的《关于加快发展生产性服务业促进产业结构调整升级的指导意见》为主,2014年以后,政策变量取为1,否则为0(朱相宇、彭培慧,2019)。

(4)中介变量。考虑绿色技术创新水平的影响,因绿色专利能直观反映企业绿色技术创新活动的产出(徐佳、崔静波,2020),本文用绿色发明专利申请量和绿色实用新型专利申请量予以衡量。

文中变量的描述性统计见表1。

表1 描述性统计

指标名称	变量符号	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
生产性服务业比重	<i>lnser1</i>	4279	0.303	0.111	0	3.235
生产性服务业就业总人数	<i>lnser2</i>	4286	1.849	0.846	0	6.057
人均生产总值	<i>pgdp</i>	4267	10.361	0.775	4.595	15.675
城市化水平	<i>urban</i>	3115	46.572	19.266	7.667	100
人力资本水平	<i>human</i>	4279	0.016	0.022	0	0.131
城市规模	<i>scale</i>	4289	5.859	0.725	0	8.137
政府干预度	<i>deg_gov</i>	4278	0.192	0.227	0	6.041
科技教育支出	<i>sci_edu</i>	4279	19.38	4.616	1.581	49.74
产业政策	<i>policy</i>	4290	0.4	0.490	0	1
绿色发明专利	<i>invent</i>	4289	3.557	1.918	0	10.182
绿色实用新型专利	<i>utility</i>	4289	3.824	1.827	0	9.433

四、实证结果分析

(一) 基准回归分析

1. 平行趋势检验

应用DID方法的前提条件是满足平行趋势假设,考虑到低碳试点政策是分批次进行,城市组别会随政策的实施批次发生变化,因此本文借鉴相关学者的做法(Beck et al., 2010; 孙天阳等, 2020),通过“事件分析法”进行平行趋势检验。采用如下估计式:

$$\ln ser_{it} = \alpha + \sum_{k=-3}^3 \beta_k \times D_{i, t_0+k} + \mu_i + \gamma_{pt} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, D_{i, t_0+k} 是一系列的虚拟变量,表示低碳城市试点开始实施的第 k 年。本文选择政策实施前三年和实施后三年进行检验,结果如图2(a)、2(b)所示,图2(a)为生产性服务业就业人数占比的平行趋势检验,图2(b)为生产性服务业就业人数绝对值的平行趋势检验。结果显示,在低碳试点政策实施之前样本处理组与控制组不存在显著差异,在政策实施后均正向显著,证明平行趋势检验通过。

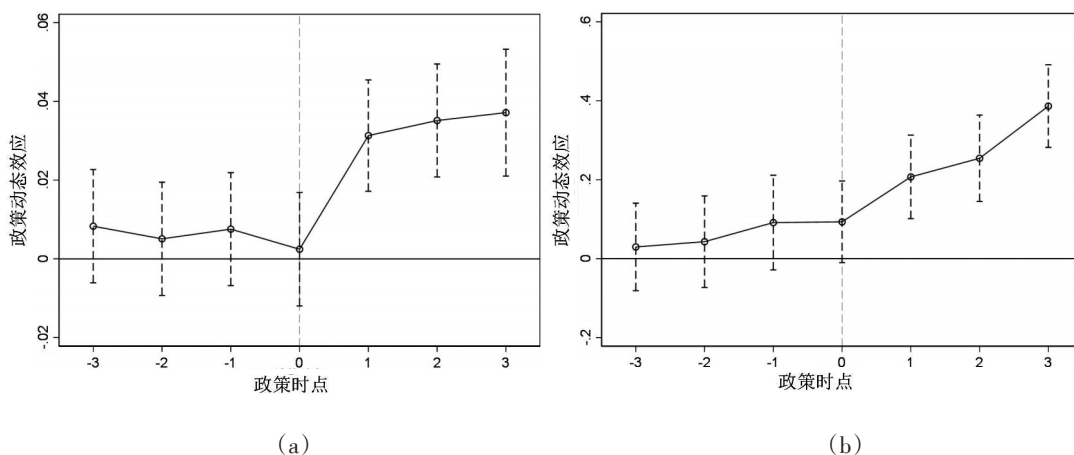


图2 平行趋势检验

2. 低碳城市试点对生产性服务业发展的影响

表2为基准回归结果,(1)(2)列是以生产性服务业就业人数占比作为被解释变量的回归结果,(3)(4)列是以生产性服务业就业人数绝对值作为被解释变量的回归结果。其中(1)(3)列是未加控制变量的回归结果,(2)(4)列是加入控制变量后的结果。由(2)(4)列可以看到回归系数均在5%的水平上显著,说明低碳城市试点政策能够显著提升生产性服务业的发展,假说1得以验证。

表 2 基准回归结果

	生产性服务业占比		生产性服务业就业人数绝对值	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>DID</i>	0.020*** (0.01)	0.016** (0.01)	0.104*** (0.03)	0.098** (0.04)
<i>pgdp</i>		0.003 (0.01)		0.031 (0.03)
<i>urban</i>		0.005 (0.00)		0.007 (0.00)
<i>human</i>		0.196* (0.12)		0.533 (0.5)
<i>scale</i>		-0.10 (0.02)		0.261 (0.19)
<i>deg_gove</i>		-0.013** (0.00)		-0.065 (0.02)
<i>sci_edu</i>		0.001 (0.00)		0.005* (0.00)
<i>policy</i>		0.017 (0.015)		0.258*** (0.076)
常数项	0.299*** (0.00)	0.31** (0.14)	1.827*** (0.01)	-0.14 (1.13)
城市固定	是	是	是	是
省份-时间固定	是	是	是	是
样本量	4279	3092	4286	3093
R ²	0.644	0.762	0.938	0.946

注:括号内为标准差,*、**和***分别为在10%、5%和1%的水平上显著,下表同。

(二)稳健性检验

1. PSM-DID 检验

低碳试点是由各省(市)自主申请,再由国家发展改革委统筹考虑(张红凤、李睿,2022),国家对试点城市的选择并非完全随机。鉴于此,本文采用倾向得分匹配法(PSM)以消除样本选择偏差问题(Heckman,2001)。运用PSM-DID方法时,将控制变量作为协变量,通过是否为低碳城市的虚拟变量对控制变量进行Logit回归,得到倾向得分值,将得分最接近的城市作为对照组。在进行倾向得分匹配之前,需要进行平衡性检验以验证数据是否适合做PSM分析,本文采用人均GDP、城市化水平、人力资本水平、城市规模、政府干预度和科技教育支出6个

可观测变量对实验组和对照组城市进行匹配,各协变量的检验结果如表3所示。可以看到,匹配前实验组与对照组分别在1%、5%和10%水平下存在显著差异的变量,经匹配后均不存在显著差异,因此可以证明本文采取PSM-DID方法是合理的。本文分别采用一对二近邻匹配、半径匹配和核匹配法进行估计,PSM-DID的结果如表4所示,DID的系数均在5%的水平下显著,与基准回归结果一致。在考虑样本选择偏差的情况下,低碳试点政策仍能显著提高城市的生产性服务业水平,可初步证明本文结论的稳健性。

表3 PSM-DID平衡性检验

变量	匹配前后	实验组均值	控制组均值	t值	P值
<i>pgdp</i>	匹配前	10.397	10.202	6.76	0.000
	匹配后	10.394	10.358	1.16	0.246
<i>urban</i>	匹配前	51.101	43.435	13.17	0.000
	匹配后	51.95	51.329	0.83	0.407
<i>human</i>	匹配前	0.022	0.107	14.9	0.000
	匹配后	0.022	0.023	-0.63	0.530
<i>scale</i>	匹配前	5.940	5.890	1.85	0.064
	匹配后	5.938	5.914	0.98	5.938
<i>deg_gove</i>	匹配前	0.164	0.184	-2.75	0.006
	匹配后	0.165	0.164	0.05	0.957
<i>sci_edu</i>	匹配前	19.887	19.533	2.03	0.043
	匹配后	19.890	19.83	0.36	0.720

表4 PSM-DID检验结果

	近邻匹配		半径匹配		核匹配	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>DID</i>	0.018** (0.01)	0.101** (0.03)	0.016** (0.01)	0.094** (0.03)	0.017** (0.03)	0.100** (0.05)
控制变量	是	是	是	是	是	是
城市固定	是	是	是	是	是	是
省份-时间固定	是	是	是	是	是	是
样本量	3081	3082	3056	3057	3081	3082
R ²	0.761	0.946	0.755	0.943	0.735	0.940

2. 排除相关环境政策

在估计低碳城市试点对生产性服务业发展影响的过程中,不可避免地会受到其他政策影响的干扰,使得低碳城市政策的估计效应产生高估或者低估的情况。为解决这一问题,本文

考虑了自 2010 年起基于城市层面的大型环境政策,包括 2010 年起实施的新能源汽车补贴试点政策、2012 年起实施的官方 PM_{2.5} 监测政策以及 2013 年起实施的大气污染物特别排放限值政策(宋弘等,2019),在回归方程中加入了这三项政策的虚拟变量与时间线性趋势的交叉项,从而控制相关政策对估计结果的影响。结果如表 5 第(1)(2)列所示, DID 系数较基准回归有所降低,说明基于地区的环境政策会有影响,但结果依然显著,不影响本文结论的可靠性。

3. 考虑城市基准变量

运用双重差分最理想的情况是试点城市与非试点城市的选择是随机的,但由于不同城市的地理位置、经济发展水平和资源禀赋等基准因素存在较大的差异性,这些原本存在于城市之间的差异会随着时间趋势对城市的生产性服务业发展产生不同的影响,从而造成估计结果的偏差。为了控制这些因素的影响,本文采用交互效应的做法(Cheng, 2018),将是否为经济特区城市、是否为省会城市以及是否为“两控区”城市这三个基准因素与时间线性趋势的交叉项加入基准回归,从线性角度控制了城市之间本身存在固有特征差异对于生产性服务业的影响。结果如表 5 第(3)(4)列所示, DID 估计系数仍显著为正,与基准回归结果一致,说明在考虑城市基准因素后,结果依然稳健。

表 5 其他影响因素的检验结果

	三个政策影响		城市基准变量影响	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>DID</i>	0.013*	0.064**	0.014*	0.065*
	(0.01)	(0.03)	(0.01)	(0.03)
控制变量	是	是	是	是
城市固定	是	是	是	是
省份-时间固定	是	是	是	是
样本量	3092	3093	3092	3093
R ²	0.764	0.948	0.764	0.948

4. 安慰剂检验

本文进一步利用随机模拟的方法进行安慰剂检验(Liu & Lu, 2015),对实验组样本和政策实施的时间均进行随机选择。具体来说,首先在所有城市中随机抽取 43、30、45 个分别作为第一批、第二批和第三批的虚拟试点城市^①;其次从 2005—2019 年随机抽取三年作为虚拟的低碳政策实施时间。重复此过程 500 次,从而分别得到以生产性服务业占比和生产性服务

^①三批随机选择的虚拟试点城市是根据实际的三批低碳试点城市数量决定。

业就业人数绝对值为因变量的估计系数。检验结果如图3(a)、3(b)所示,其分布均在0附近,近似于正态分布,并且安慰剂检验的系数显著异于基本回归的系数,因此可以排除其他不可观察特征的影响。通过以上一系列稳健性检验,证明本文估计结果十分稳健。

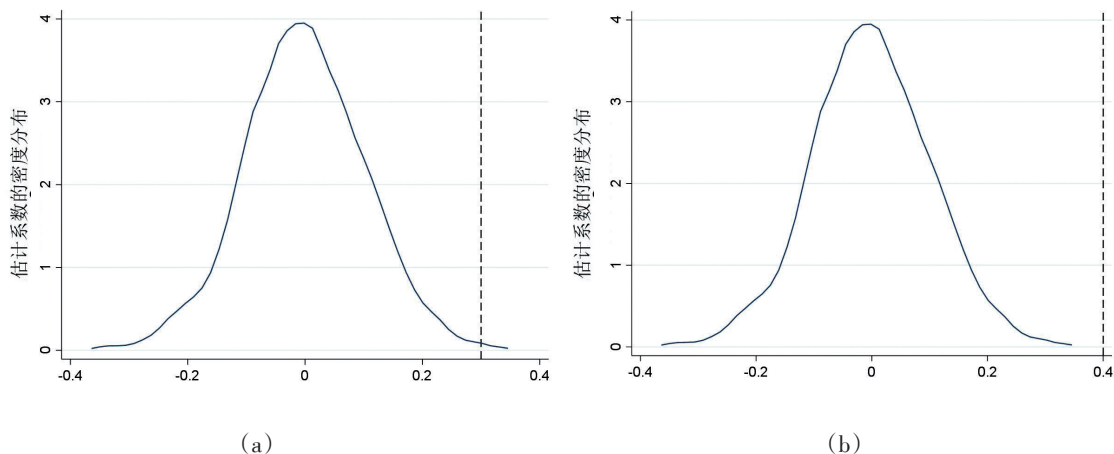


图3 安慰剂检验核密度分布

五、进一步分析

(一)机制检验

从前述的基准回归和稳健性检验来看,低碳城市试点政策能够显著推动生产性服务业的发展,那么具体的作用机制是什么?为了验证前文的假设,本文从绿色技术创新的角度,实证检验低碳试点政策对生产性服务业影响的作用机制。参照温忠麟和叶宝娟(2014)的中介效应检验模型,本文模型设定如下:

$$Inser_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DID_{it} + \rho X_{it} + \mu_i + \gamma_{pt} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 DID_{it} + \rho X_{it} + \mu_i + \gamma_{pt} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$Inser_{it} = \delta_0 + \delta_1 DID_{it} + \delta_2 M_{it} + \rho X_{it} + \mu_i + \gamma_{pt} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

其中 M_{it} 代表中介变量,模型(3)反映了低碳试点城市与生产性服务业之间的关系;模型(4)反映了低碳试点城市与中介变量之间的关系;模型(5)反映了低碳试点城市、中介变量与生产性服务业三者间的关系。如果中介效应存在,那么待估系数 α_1 、 β_1 和 δ_2 均应显著,并且如果 $\beta_1\delta_2$ 与模型(3)中 α_1 的符号一致,则表明中介效应为两系数的乘积 $\beta_1\delta_2$;若 $\beta_1\delta_2$ 与 α_1 的符号相反,说明可能的间接作用会在一定程度上掩盖低碳试点政策对生产性服务业的实际影响,遮掩效应也为两系数的乘积 $\beta_1\delta_2$ 。进一步地,为了检验中介效应是否完全,在系数 α_1 和 β_1 以及 δ_2 均显著的情况下,若 δ_1 系数值下降或显著性降低,说明存在部分中介效应;若 δ_1 系数不

显著,说明存在完全中介效应。

本文的中介效应实证结果如下表6所示,Panel A和Panel B分别展示了以生产性服务业就业人数占比和生产性服务业就业人数绝对值为指标的结果。由列(1)可知,*DID*系数显著为正,说明低碳政策能够促进生产性服务业的发展,与基准回归结果一致。列(2)和列(4)分别是以绿色发明专利申请量和绿色实用新型专利申请量代表绿色技术创新的回归结果,*DID*系数显著为正,说明低碳政策有利于技术创新水平的提高。列(3)和列(5)中*DID*系数均低于列(1)系数,且均显著,说明低碳政策能够通过提高技术创新水平进而促进生产性服务业的发展,可验证假说2成立。

表6 影响机制检验

Panel A: 生产性服务业就业人数占比					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>lnser1</i>	<i>invent</i>	<i>lnser1</i>	<i>utility</i>	<i>lnser1</i>
<i>DID</i>	0.006* (0.004)	0.105** (0.042)	0.005* (0.002)	0.137*** (0.037)	0.004* (0.004)
<i>invent</i>			0.014*** (0.002)		
<i>utility</i>					0.015*** (0.002)
城市固定	是	是	是	是	是
省份-时间固定	是	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是	是
样本量	3093	3093	3093	3093	3093
R ²	0.459	0.819	0.472	0.844	0.471
Panel B: 生产性服务业就业人数绝对值					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>lnser2</i>	<i>invent</i>	<i>lnser2</i>	<i>utility</i>	<i>lnser2</i>
<i>DID</i>	0.082*** (0.021)	0.104** (0.042)	0.071*** (0.02)	0.137*** (0.037)	0.069*** (0.021)
<i>invent</i>			0.110*** (0.009)		
<i>utility</i>					0.098*** (0.01)
城市固定	是	是	是	是	是
省份-时间固定	是	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是	是
样本量	3094	3094	3094	3094	3094
R ²	0.764	0.82	0.776	0.845	0.771

(二)异质性分析

1. 城市规模异质性^①

由于不同规模的城市在人口数量、基建水平以及经济发展等方面存在巨大差异,这可能会影响政策的实行效果。规模较大的城市具有经济集聚效应,资源配置和利用效率相对较高(石大千等,2018),更有利于发展科技含量高、技术水平高的绿色低碳产业;而规模较小的城市资源利用效率较低,更多以高耗能高污染型产业为主;规模过大的城市可能会引发所谓的“大城市病”,容易产生拥挤效应,从而加剧环境污染,也不利于发展绿色低碳产业。基于此,本文考虑低碳政策对生产性服务业的影响是否因城市规模而存在异质性,首先检验试点城市和非试点城市的城市规模是否存在均值差异,城市规模差异通过了t值检验^②。接下来对不同城市规模结果进行分析,结果如表7所示,低碳政策仅对I型大城市的生产性服务业发展存在显著影响,对II型大城市、特大及超大城市影响为正但不显著。说明I型大城市更适合该政策的实施,而规模过大或者过小的城市都不利于政策效果的发挥。

表7 城市规模异质性

	II型大城市	I型大城市	特大城市	超大城市
<i>DID</i>	0.016 (0.01)	0.018* (0.01)	0.013 (0.01)	0.018 (0.03)
城市固定	是	是	是	是
省份-时间固定	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是
样本量	926	902	1022	124
R ²	0.732	0.863	0.656	0.945

2. 城市特征异质性

生产性服务业具有人力资本水平高、知识资本密集和科学技术含量高等特点,不同城市在人力资本水平及金融发展水平等方面存在较大差异,这些特征在一定程度上会影响生产性服务业的发展,本文则从这方面城市特征出发,对其异质性经t值检验发现人力资本水平、金融发展水平均存在显著差异(见附表),因此可以进行异质性检验。其中人力资本水平用普通高校大学生在校人数与地区年末总人数之比衡量,金融发展水平用金融机构存款余额占GDP比重衡量。将以上指标三等分:一等分定义为低水平,二、三等分定义为高水平。

①具体城市规模的划分,依据2014年国务院发布的《关于调整城市规模划分标准的通知》中的最新标准划定,城区常住人口100万以上500万以下的城市为大城市,其中300万以上500万以下的城市为I型大城市,100万以上300万以下的城市为II型大城市;城区常住人口500万以上1000万以下的城市为特大城市;城区常住人口1000万以上的城市为超大城市。另外由于样本所限,中小规模城市过少,本文不报告中等及以下规模城市的结果。

②异质性t值检验结果见附表。

本文实证检验结果如表8所示,(1)(2)列回归结果显示,高人力资本城市显著,而低人力资本城市不显著,这表明低碳城市试点政策更能有效促进高人力资本城市的生产性服务业发展。一方面,人力资本越高的城市,拥有更高的技术水平,能够为绿色低碳产业的发展提供内生动能。另一方面,人力资本高的城市居民受教育水平较高,整体环保意识强烈,易于形成绿色消费模式,间接促进产业向低碳化转型,从而更有利于推动生产性服务业的发展。结果符合理论预期。(3)(4)列结果显示,低碳政策对高金融发展水平城市生产性服务业发展的促进作用显著,而对低金融发展水平城市不显著。此结果可能的原因在于金融系统发展程度越高的城市,地方政府可以为低碳城市建设提供强大的财力支持,不会因治理环境而产生资金短缺的困境,从而激励当地企业开展更多技术创新活动,促进产业向绿色低碳化发展。此结果也符合理论预期。

表8 城市特征和类型异质性

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	低人力资本	高人力资本	低金融发展	高金融发展	资源型	非资源型
<i>DiD</i>	0.013 (0.01)	0.018** (0.01)	-0.002 (0.02)	0.019** (0.01)	0.003 (0.01)	0.016* (0.01)
城市固定	是	是	是	是	是	是
省份-时间	是	是	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是	是	是
样本量	984	2075	979	2051	1168	1924
R ²	0.477	0.750	0.677	0.747	0.697	0.739

3. 城市类型异质性

一个地区或城市自然资源禀赋的多少决定了该地经济结构的差异,不同的经济结构会影响低碳政策的实行效果。因此本文依据国务院2013年正式发布的《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020年)》,界定出资源型城市和非资源型城市,探讨低碳试点政策在资源型和非资源型城市中存在的不同政策效应。表8第(5)(6)列为非资源型城市和资源型城市在低碳城市试点影响下的政策效应。结果显示,低碳城市试点能够显著提升非资源型城市中生产性服务业的发展,对资源型城市的影响不显著。可能的原因解释有:第一,资源型城市国有企业占比较多,国有企业因其自身的政治势力可以降低规制带来的压力,在面临环境规制约束时,产品向清洁方向转换的积极性更弱,因此低碳政策对生产性服务业的促进作用不强(韩超、桑瑞聪,2018)。第二,相较于资源型城市,非资源型城市以第三产业为主,低碳政策的实施能放大现代服务业的绿色发展优势,尤其会大力发展具有低污染低耗能且高技术高产出的生产性服务业,并且利于吸引更多民营经济参与,降低国有企业占比(陈平、罗艳,2021),从而对生产性服务业发展能起到更好的促进作用。

六、结论与建议

本文基于2005—2019年中国286个地级市面板数据,利用渐进双重差分法实证检验了低碳城市试点对生产性服务业发展的影响,得到以下结论:

首先,低碳试点政策对生产性服务业发展产生显著的正向影响,在经过PSM-DID检验、排除其他政策影响、考虑城市基准因素以及进行安慰剂检验后,该结论依然稳健。其次,机制检验结果表明,低碳政策可以通过提高绿色技术创新水平,进而促进生产性服务业的发展。最后,异质性结果表明,低碳政策的实施效果受城市规模、城市特征以及城市类别的影响。其中,低碳政策对生产性服务业发展的影响在Ⅰ型大城市、高人力资本水平、高金融水平以及非资源型城市中的促进作用明显。

据此,本文提出以下政策建议:

第一,重视低碳城市试点政策对生产性服务业的提升作用。生产性服务业既符合发展低碳化产业的要求,也符合实现经济高质量发展的目标导向,因此国家应加强低碳政策实施程度、扩大政策试点范围,充分发挥低碳政策对生产性服务业的推动作用。

第二,激发企业进行绿色技术创新活动。绿色技术创新是实现产业向低碳化转型、经济高质量发展的重要渠道。因此,国家应加大对清洁型产业技术创新的支持力度,多给予该类企业财政补贴及税收优惠,激发企业的创新动力,引导企业向绿色低碳型生产,将更多财政资金用于发展低污染高产出的生产性服务业。

第三,根据城市规模、城市特征以及城市类别制定差异化的实施方案。一方面,对不同规模的城市灵活调节政策力度,不仅在Ⅰ型大城市大力实施低碳政策,在Ⅱ型大城市及以下小城市要重视人力资本的培养,创造良好的金融市场环境,加大在科技教育方面的投资,在特大及超大城市应制定合理的低碳政策监督机制,鼓励公众绿色消费,促使城市绿色发展,最终形成一条绿色低碳的良性产业循环路径。另一方面,对于资源型城市,应大力发展绿色低碳产业,从根源上摆脱粗放式增长的路径依赖,实现向低碳清洁型产业发展。

参考文献:

- [1] 陈平,罗艳. 环境规制、经济结构与资源型城市就业——基于资源型城市与非资源型城市的对比分析[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2021, 27(03): 191-202.
- [2] 陈启斐,钱非非. 环境保护能否提高中国生产性服务业比重——基于低碳城市试点策略研究[J]. 经济评论, 2020, (05): 109-123.
- [3] 陈启斐,王双徐. 发展服务业能否改善空气质量?来自低碳试点城市的证据[J]. 经济学报, 2021, 8(01): 189-215.
- [4] 戴嵘,曹建华. 中国首次“低碳试点”政策的减碳效果评价——基于五省八市的DID估计[J]. 科技管理

研究,2015,35(12):56-61.

- [5]董梅,李存芳. 低碳省区试点政策的净碳减排效应[J]. 中国人口·资源与环境,2020,30(11):63-74.
- [6]龚星宇,姜凌,余进韬. 不止于减碳:低碳城市建设与绿色经济增长[J]. 财经科学,2022,(05):90-104.
- [7]顾乃华,毕斗斗,任旺兵. 生产性服务业与制造业互动发展:文献综述[J]. 经济学家,2006,(06):35-41.
- [8]顾乃华. 生产性服务业对工业获利能力的影响和渠道——基于城市面板数据和SFA模型的实证研究[J]. 中国工业经济,2010,(05):48-58.
- [9]关宇航,师一帅,李莉. 低碳城市政策提升企业全要素生产率了吗?——基于高质量发展要求的审视[J]. 海南大学学报(人文社会科学版),2021,39(06):149-158.
- [10]郭峰,熊瑞祥. 地方金融机构与地区经济增长——来自城商行设立的准自然实验[J]. 经济学(季刊),2018,17(01):221-246.
- [11]韩超,桑瑞聪. 环境规制约束下的企业产品转换与产品质量提升[J]. 中国工业经济,2018,(02):43-62.
- [12]胡亚男,余东华. 低碳城市试点政策与中国制造业技术路径选择[J]. 财经科学,2022,(02):102-115.
- [13]李晖,尹瑞成. 低碳城市试点政策对火电上市企业绿色全要素生产率的影响及机制分析[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2022,16(02):36-46.
- [14]李林红,王娟,徐彦峰. 低碳试点城市政策对企业技术创新的影响——基于DID双重差分模型的实证研究[J]. 生态经济,2019,35(11):48-54.
- [15]李平,付一夫,张艳芳. 生产性服务业能成为中国经济高质量增长新动能吗[J]. 中国工业经济,2017,(12):5-21.
- [16]李青原,章尹赛楠. 金融开放与资源配置效率——来自外资银行进入中国的证据[J]. 中国工业经济,2021,398(05):95-113.
- [17]刘金科,肖翊阳. 中国环境保护税与绿色创新:杠杆效应还是挤出效应?[J]. 经济研究,2022,57(01):72-88.
- [18]刘志彪. 现代服务业的发展:决定因素与政策[J]. 江苏社会科学,2005,(06):207-212.
- [19]陆贤伟. 低碳试点政策实施效果研究——基于合成控制法的证据[J]. 软科学,2017,31(11):98-101+109.
- [20]逯进,王晓飞,刘璐. 低碳城市政策的产业结构升级效应——基于低碳城市试点的准自然实验[J]. 西安交通大学学报(社会科学版),2020,40(02):104-115.
- [21]吕政,刘勇,王钦. 中国生产性服务业发展的战略选择——基于产业互动的研究视角[J]. 中国工业经济,2006,(08):5-12.
- [22]任亚运,程芳芳,傅京燕. 中国低碳试点政策实施效果评估[J]. 环境经济研究,2020,5(01):21-35.
- [23]邵帅,李嘉豪. “低碳城市”试点政策能否促进绿色技术进步?——基于渐进双重差分模型的考察[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),2022,24(04):151-162.
- [24]余硕,王巧,张阿城. 技术创新、产业结构与城市绿色全要素生产率——基于国家低碳城市试点的影响渠道检验[J]. 经济与管理研究,2020,41(08):44-61.
- [25]沈坤荣,金刚,方娴. 环境规制引起了污染就近转移吗?[J]. 经济研究,2017,52(05):44-59.
- [26]石大千,丁海,卫平,刘建江. 智慧城市建设能否降低环境污染[J]. 中国工业经济,2018,(06):117-135.
- [27]宋弘,孙雅洁,陈登科. 政府空气污染治理效应评估——来自中国“低碳城市”建设的经验研究[J]. 管理世界,2019,35(06):95-108+195.
- [28]孙林,周科选. 中国低碳试点政策对外商直接投资质量影响研究——来自“低碳城市”建设的准自然实验证据[J]. 东南学术,2020,(04):136-146.

- [29] 孙天阳,陆毅,成丽红. 资源枯竭型城市扶助政策实施效果、长效机制与产业升级[J]. 中国工业经济, 2020, (07):98-116.
- [30] 王亚飞,陶文清. 低碳城市试点对城市绿色全要素生产率增长的影响及效应[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(06):78-89.
- [31] 王贞洁,王惠. 低碳城市试点政策与企业高质量发展——基于经济效率与社会效益双视角的检验[J]. 经济管理, 2022, 44(06):43-62.
- [32] 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, 22(05):731-745.
- [33] 熊广勤,石大千,李美娜. 低碳城市试点对企业绿色技术创新的影响[J]. 科研管理, 2020, 41(12):93-102.
- [34] 徐佳,崔静波. 低碳城市和企业绿色技术创新[J]. 中国工业经济, 2020, (12):178-196.
- [35] 杨校美,张永进,曾瑞,赵亮. 生产性服务业集聚对环境污染的影响研究——来自长江经济带城市的证据[J]. 南京财经大学学报, 2021, (06):99-108.
- [36] 余泳泽,潘妍. 中国经济高速增长与服务业结构升级滞后并存之谜——基于地方经济增长目标约束视角的解释[J]. 经济研究, 2019, 54(03):150-165.
- [37] 余泳泽,孙鹏博,宣烨. 地方政府环境目标约束是否影响了产业转型升级?[J]. 经济研究, 2020, 55(08):57-72.
- [38] 原毅军,陈喆. 环境规制、绿色技术创新与中国制造业转型升级[J]. 科学学研究, 2019, 37, (10):1902-1911.
- [39] 张海军,段茂盛,李东雅. 中国试点碳排放权交易体系对低碳技术创新的影响——基于试点纳入企业的实证分析[J]. 环境经济研究, 2019, 4(02):10-27.
- [40] 张红凤,李睿. 低碳试点政策与高污染工业企业绩效[J]. 经济评论, 2022, (02):137-153.
- [41] 张华. 低碳城市试点政策能够降低碳排放吗?——来自准自然实验的证据[J]. 经济管理, 2020, 42(06):25-41.
- [42] 赵振智,程振,吕德胜. 国家低碳战略提高了企业全要素生产率吗?——基于低碳城市试点的准自然实验[J]. 产业经济研究, 2021, (06):101-115.
- [43] 钟昌标,胡大猛,黄远浙. 低碳试点政策的绿色创新效应评估——来自中国上市公司数据的实证研究[J]. 科技进步与对策, 2020, 37(19):113-122.
- [44] 周迪,周丰年,王雪芹. 低碳试点政策对城市碳排放绩效的影响评估及机制分析[J]. 资源科学, 2019, 41(03):546-556.
- [45] 朱相宇,彭培慧. 产业政策对科技服务业全要素生产率的影响[J]. 华东经济管理, 2019, 33(10):66-73.
- [46] Beck, T. , R. Levine, and A. Levkov. Big Bad Banks? The Winners and Losers from Bank Deregulation in the United States[J]. The Journal of Finance, 2010, 65(5): 1637-1666.
- [47] Cheng, H. Panel Models with Interactive Effects[J]. Journal of Econometrics, 2018, (10): 645-673.
- [48] Cheng, J. H. , J. H. Yi, and S. Dai. Can Low-Carbon City Construction Facilitate Green Growth? Evidence from China's Pilot Low-Carbon City Initiative[J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 231: 1158-1170.
- [49] Gu, G. X. and Z. Wang. China's Carbon Emissions Abatement under Industrial Restructuring by Investment Restriction[J]. Structural Change and Economic Dynamics, 2018, 47(12): 133-144.
- [50] Heckman, J. Microdata Heterogeneity and Econometric Policy Evaluation[J]. Nobel Memorial Lecture in Economic Sciences Journal of Political Economy, 2001, 109(4): 673-748.
- [51] Jiang, X. , W. Fu, and G. L. Li. Can the Improvement of Living Environment Stimulate Urban Innovation? Analysis of High-Quality Innovative Talents and Foreign Direct Investment Spillover Effect Mechanism[J].

Journal of Cleaner Production, 2020, 255(4): 120212.

[52] Liu, Q. and Y. Lu. Firm Investment and Exporting: Evidence from China's Value-Added Tax Reform[J]. Journal of International Economics, 2015, 97(2): 392-403.

[53] Markusen, J. R. Trade in Producer Services and in Other Specialized Intermediate Inputs[J]. American Economic Review, 1989, 79(1): 85-95.

[54] Porter, M. E. America's Green Strategy[J]. Scientific American, 1991, (4): 168.

[55] Kemp, R. and S. Pontoglio. The Innovation Effects of Environmental Policy Instruments — A Typical Case of the Blind Men and the Elephant?[J]. Ecological Economics, 2011, 72(9): 28-36.

附录:

表 1

异质性 t 检验

变量	对照组	均值	实验组	均值	均值差	t 值
<i>scale</i>	3383	5.845	906	5.911	-0.066	-2.423**
<i>human</i>	3374	0.014	905	0.022	-0.008	-9.747***
<i>finance</i>	3377	1.388	902	1.881	-0.493	-11.199***
<i>resources</i>	3384	0.417	906	0.301	0.114	6.296***

Low-Carbon City Pilot, Green Technological Innovation and the Development of Productive Service Industries

Li Daihua

(School of Economics & Management, Lanzhou Jiaotong University)

Abstract: One of the goals of the low-carbon pilot policy is to promote the low-carbon transformation of the industry and achieve high-quality economic development. As a low-carbon industry, the development of the productive service industry is a bellwether for measuring the overall economic quality of the country. Based on the panel data of 286 prefecture-level cities in China from 2005 to 2019, this paper uses the progressive dual-difference method to assess the impact of low-carbon pilot policies on the development of urban productive service industries. The study found that the pilot policy can promote the development of the productive service industry in the pilot cities to a certain extent, and the conclusion is still valide after a series of robustness tests. Furthermore, the pilot policies can promote the development of productive services by upgrading the level of green technology innovation. And the pilot policy can effectively promote the productive service industry of type I large cities, high human capital and high level of financial development, and non-resource cities. The research findings in this paper broaden the thinking for the evaluation of the effects of low-carbon policies and provide useful enlightenment for the government to further improve low-carbon policies.

Keywords: Low-Carbon City Pilot; Productive Services; Green Technology Innovation; DID

JEL Classification: Q51, Q58

(责任编辑:朱静静)