

低碳转型冲击就业吗

——来自低碳城市试点的经验证据

王 锋， 葛 星

摘要 绿色低碳转型是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革，其必然会对经济体系的诸多领域产生影响。其中，中国持续推进的低碳转型在实现节能减排目标的同时是否冲击了就业？本文以低碳城市试点政策的实施作为一项“准自然实验”，在探析该政策对就业影响机制的基础上，基于2007—2019年上市公司的微观数据，运用渐进双重差分模型评估了该政策对就业的影响。研究表明：低碳城市试点政策总体上显著提高了企业的就业水平；相对于非试点城市的企业，该政策的推行使得试点城市的企业就业平均增加约5.11%。低碳城市试点政策通过产出效应和要素替代效应这两种机制促进了企业层面的就业。该政策通过产出效应同时促进了高技能和低技能劳动者的就业；同时，该政策通过要素替代效应增加了高技能劳动者就业，但对低技能劳动者就业的影响不显著。低碳城市试点政策对就业的影响，在不同所有制企业、不同年龄的企业、不同产业以及不同碳强度的行业中存在显著差异。本文为在低碳转型过程中稳定居民就业和促进高质量发展提供了重要的政策启示。

关键词 低碳城市试点； 低碳转型； 就业； 产出效应； 要素替代效应

中图分类号 F420 **文献标识码** A **文章编号** 1006-480X(2022)05-0081-19

DOI:10.19581/j.cnki.ciejournal.2022.05.004

一、引言

在世界各国应对气候变化的努力至今未能有效遏制全球加速变暖的背景下，作为世界第二大经济体和最大碳排放国，中国相继提出碳达峰、碳中和目标，全力推进经济社会绿色低碳转型，这为全球应对气候变化发挥至关重要的作用（Zhang and Cheng, 2009）。为实现碳达峰、碳中和目标，中央层面系统谋划、统筹部署，相继印发《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》。这两个重要文件为中国碳达峰、碳中和做

收稿日期 2021-12-26

基金项目 教育部人文社会科学研究项目“中国‘碳中和’目标的倒逼机制及其经济影响研究”（批准号21XJA790004）；国家自然科学基金面上项目“中国碳排放峰值目标的倒逼机制研究：转型路径、减排绩效及经济影响”（批准号71673217）。

作者简介 王锋，西安交通大学经济与金融学院教授，经济学博士；葛星，西安交通大学经济与金融学院博士研究生。通讯作者：葛星，电子邮箱：gexing@stu.xjtu.edu.cn。感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见，文责自负。

出了顶层设计,绘就了“路线图”和“施工图”。可以预计,“1+N”政策体系^①的贯彻落实必将加速推进中国经济社会的绿色低碳转型。

绿色低碳转型是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革,必然会对投资、生产、流通和消费等诸多领域产生冲击和影响。各行各业在转型过程中,要在转变发展理念、调整经营模式、改变生产方式、创新技术工艺、淘汰落后产能等方面进行选择、切换、适应和突围。在这场系统性变革中,各行各业的就业者不得不面对就业岗位和工作的调整、竞争和淘汰。那么,一个重要且亟待解答的问题是,中国已经持续推进多年的绿色低碳转型在实现节能减排目标的同时是否冲击了就业?根据《中国工业统计年鉴》(2011,2017)数据,通过比较2010年、2016年中国39个工业行业的就业数据发现有18个行业的就业人数有所降低。虽然从统计数据看出这些行业的就业人数减少,但这种就业的变化是多种因素综合影响的结果。那么,经济社会的绿色低碳转型是否也是造成这些行业就业下降的原因之一呢?通过文献梳理发现,要厘清低碳转型与就业之间的复杂关系并非易事(Yamazaki,2017)。有文献认为,经济低碳转型导致高耗能高排放的污染型行业大量裁员,扼杀了就业(Ferris et al., 2014)。而有的文献却表明,经济社会的低碳转型趋势会引导或倒逼企业进行清洁生产,进而创造出绿色就业机会(Fankhauser and Jotzo, 2018)。然而,现有研究并没有充分回答中国的低碳转型是否冲击了就业。

中国城市的直接碳排放量占全国碳排放总量的85%(Shan et al., 2019)。为了有效控制温室气体排放,积极探索低碳发展经验,国家发展和改革委员会(简称“国家发展改革委”)于2010年、2012年和2017年先后开展了三批低碳省区和低碳城市试点工作。该政策旨在通过调整产业结构、增加可再生能源使用和提升能源效率推动城市的低碳化发展(宋弘等, 2019)。低碳城市试点政策是国家改善环境质量、应对气候变化和实现可持续发展的重要举措。该试点政策的推行为评估低碳转型对经济、环境和社会的影响提供了独特的“准自然试验”。目前,有关低碳城市试点政策的研究多集中于评估其经济效应和环境效应,鲜有文献评估该政策的社会效应,更没有文献研究低碳城市试点政策对就业的影响。国内外许多文献研究了环境规制对就业的影响,但并未得出统一的结论。而且,这类研究多关注直接受规制行业的就业,较少考虑不直接受规制行业的就业(Hafstead and Williams, 2018),无法得到环境规制的总体就业效应。

目前,除了在理论上需要回答低碳转型是否会冲击就业外,还有以下问题有待解决:如果低碳转型会影响就业,那么其影响机制是什么?低碳转型对企业就业的影响,在不同所有制企业、不同年龄的企业、不同产业和不同行业中是否存在差异?面对大国博弈加剧、新冠肺炎疫情持续和全球供应链紊乱的冲击,在中国实现碳达峰的关键时期,尤其是在目前经济下行压力进一步加大的情况下,科学回答上述问题,对于深入认识低碳转型对就业的影响、揭示低碳转型的社会效应具有重要的理论价值,同时对于中国防范碳达峰、碳中和进程中的伴生风险、保障居民就业、稳定宏观经济、实现绿色低碳转型与高质量发展具有重要的现实意义。本文在分析低碳城市试点政策对就业影响机制的基础上,将中国低碳城市试点视为“准自然试验”,运用渐进双重差分模型,实证研究了低碳城市试点政策对企业层面就业的影响。研究结果表明,总体上,低碳城市试点政策显著促进了企业层面的就业,同时,该政策对就业的影响在不同所有制、不同年龄的企业、不同产业和不同行业中存在明显差异。

^① 碳达峰、碳中和“1+N”政策体系中的“1”,是指党中央、国务院印发的意见,在政策体系中是顶层设计,发挥统领作用。“N”是指包括能源、工业、交通运输、城乡建设等分领域分行业碳达峰实施方案,以及科技支撑、能源保障、碳汇能力、财政金融价格政策、标准计量体系、督察考核等保障方案。

本文主要有两点边际贡献:一是从就业的视角,深入研究了低碳城市试点政策对企业层面就业的影响。从截至目前能检索到的文献看,本文是首次运用微观数据检验该命题的研究,这有助于发现一些基于宏观数据检验所不能得到的结果,对拓展该领域研究具有一定的理论价值,为全面认识低碳城市试点政策的实施效果及其影响提供了依据。在得出初步的研究结果后,为进一步检验该结果的可靠性,结合低碳城市试点的现实情况,本文做了一系列稳健性检验。二是探析低碳城市试点政策对就业影响的理论机制,并实证检验了产出效应和要素替代效应这两种机制的存在性。为了进一步考察低碳城市试点政策对就业影响的复杂性,本文就该政策对就业的影响在不同所有制企业、不同年龄的企业、不同碳强度的行业等的差异性进行了检验。这些探索和检验有助于在理论上拓展低碳转型对社会经济影响的认识。

余下部分的结构安排如下:第二部分是文献综述;第三部分分析低碳城市试点对就业影响的理论机制;第四部分为研究设计;第五部分为实证结果,包括基准回归、平行趋势检验以及影响机制检验等;第六部分就低碳城市试点政策对就业影响的异质性进行分析;最后为研究结论和政策启示。

二、文献综述

本文的研究涉及经济社会低碳转型对就业的影响,以及中国的低碳城市试点评估。为了梳理近年来这两个方面的研究进展,把与本文研究主题密切相关的文献划分为如下两类进行述评。

1. 环境规制影响就业的研究进展

近年来,为了应对气候变化、治理生态环境,世界各国都采取了形式多样的环境规制措施。这些措施的推行往往会对一个国家或地区的经济社会产生广泛影响。因此,越来越多的文献开始关注环境规制产生的经济和社会影响。其中,有部分文献关注到环境规制对就业的影响,但这些研究并未得出一致的结论。

有些文献认为环境规制会对高耗能高污染行业产生负面冲击,进而造成这些行业所谓的“棕色失业”(余东华和孙婷,2017)。Liu et al. (2017) 基于企业层面数据,运用双重差分模型,研究了江苏省实施工业水污染排放标准对太湖地区纺织印染厂的影响,发现该标准的实施对就业具有显著的负面影响。Curtis (2018) 对美国的氮氧化物交易计划进行研究,发现该计划的执行显著降低了受监管企业的就业。Yip (2018) 基于居民个人层面的数据评估了英国碳税政策对劳动力市场的影响,发现该政策的实施导致该国总体就业下降1.30%。Sheriff et al. (2019) 研究了美国《1990 清洁空气法修正案》对化石燃料发电厂就业的影响,发现该政策对发电厂就业产生了负面影响,但对发电量没有显著影响。Raff and Earnhart (2019) 基于1999—2001年化学品生产设施调查数据,探讨了环境执法对受美国清洁水法监管的设施所雇用的劳动力数量的影响,研究结果表明该法规的实施显著降低了就业。Liu et al. (2021) 使用1998—2007年公司层面数据,分析了中国实施《大气污染防治重点城市划定方案》对企业环境污染和就业的影响,发现该政策降低了制造业企业的就业。

还有一些文献得出环境规制具有促进就业的作用。Yamazaki (2017) 研究发现,2008年加拿大不列颠哥伦比亚省实施碳税政策总体上促进了就业,但对不同行业的影响程度存在差异。张彩云等 (2017) 以生产过程绿色化为切入点,运用双重差分法探讨了中国推行清洁生产标准对就业的影响,发现该标准促进了企业层面的就业。余东华和孙婷 (2017) 基于中国制造业中28个行业的面板数据,研究了环境规制对技能溢价的影响,结果表明,相比于非技能型劳动力,环境规制对技能型劳动力需求的促进作用更强。Ren et al. (2020) 评估了中国二氧化硫排放权交易对就业的影响机制,

发现该交易通过扩大企业生产规模促进了就业。

另外一些文献认为环境规制并不会对就业产生显著影响。陆旸(2011)基于向量自回归模型模拟了征收碳税对中国产出和就业的影响,发现征收10元/吨的碳税对未来五年内中国的产出增长率和就业增长率的影响非常有限。Martin et al.(2014)评估了2011年英国碳税政策对制造业的影响,发现该政策虽然降低了能源强度和电力消费,但不影响就业和企业收入。Ferris et al.(2014)基于美国化石燃料发电厂的面板数据研究发现,该国二氧化硫交易对化石燃料发电厂就业的影响并不显著。Hafstead and Williams(2018)运用一般均衡两部门搜索模型,研究了美国的环境规制对就业的影响,发现征收污染税不影响该国的总体就业。崔广慧和姜英兵(2019)基于2006—2015年中国上市公司的数据研究发现,总体而言,环保产业政策不影响企业层面的就业。

此外,还有文献探讨了环境规制对就业的影响机制。根据已有文献的研究结论,环境规制会带来就业创造(Berman and Bui, 2001; Morgenstern et al., 2002)和就业损失。如果就业创造大于就业损失,那么环境规制对就业有正向影响;反之,如果就业创造小于就业损失,环境规制则对就业有负向影响。Berman and Bui(2001)在研究洛杉矶盆地实施的空气质量法规对就业的影响时,较早提出了环境规制通过产出效应和要素替代效应影响就业的理论机制。Morgenstern et al.(2002)将环境规制对就业的影响分解为成本效应、需求效应和要素替代效应。近些年,学者们多沿用Berman and Bui(2001)的理论模型,认为环境规制通过产出效应和要素替代效应影响就业。Yip(2018)认为环境政策通过产出效应和要素替代效应影响就业。崔广慧和姜英兵(2019)认为环保产业政策主要通过产量扩大效应和要素替代效应影响就业水平。王勇等(2019)认为排污费修订主要通过产出效应和成本效应影响企业就业。在理论分析方面,这些文献都无法确定产出效应和要素替代效应的方向。在实证分析方面,由于研究内容不同,这些文献的实证结果大相径庭。还有学者认为环境政策通过技术影响就业。Sheriff et al.(2019)认为环境规制通过影响技术对就业产生影响。Liu et al.(2021)分析了大气污染防治重点城市政策对就业的影响,发现该政策通过技术升级降低了就业。

2. 低碳城市试点政策评估的研究进展

自2010年第一批低碳城市试点推行以来,学者们对该政策所产生的影响展开了深入研究,但研究内容多集中于评估该政策的环境效应和经济效应。在评估低碳城市试点政策的环境效应时,一些文献分析了该政策对污染物减排的作用。例如,宋弘等(2019)基于中国城市层面的数据,运用双重差分模型评估了低碳城市试点政策对空气质量的影响及其作用机制,结果表明,该政策主要通过企业排污减少和产业结构升级两条路径降低了城市污染物排放。张华(2020)基于中国285个城市的面板数据,使用双重差分模型评估低碳城市试点政策对碳排放的影响,结果表明,该政策总体上降低了碳排放,但其减排效应因城市和时间而异,低碳城市试点政策主要通过缩减电力消费量和提升技术创新两条途径降低碳排放。

还有一些文献研究了低碳城市试点对生态效率(Song et al., 2020)、碳排放效率(Yu and Zhang, 2021)和能源效率(张兵兵等, 2021)的影响。Song et al.(2020)基于中国286个城市的面板数据,运用双重差分法评估了低碳城市试点政策对生态效率的影响及其作用机制,发现该政策通过技术创新提高了城市生态效率。Yu and Zhang(2021)基于中国251个城市的数据,运用双重差分模型评估了该政策对碳排放效率的影响,研究表明,低碳城市试点政策不仅提高了试点城市本地的碳排放效率,而且对周边城市的碳排放效率具有正向溢出效应。张兵兵等(2021)同样基于城市面板数据进行评估,得出低碳城市试点政策显著提升了城市全要素能源效率的结论。

在评估低碳城市试点政策的经济效应时,有学者从城市层面和企业层面研究了该政策对全要

素生产率(Qiu et al., 2021; Chen et al., 2021; 王亚飞和陶文清, 2021; 赵振智等, 2021)的影响。其中, Qiu et al.(2021)的研究结论表明, 低碳城市试点政策促进了试点城市的绿色全要素生产率提升, 而且该促进作用在大城市、非资源型城市和东部城市更大。王亚飞和陶文清(2021)基于2005—2018年中国221个城市的面板数据, 运用双重差分法研究发现, 低碳城市试点政策总体上促进了城市层面的绿色全要素生产率提升, 但该促进作用在不同地区具有差异性。另外, 还有文献使用企业层面的数据也得出相似的结论。Chen et al.(2021)基于2005—2015年沪深A股上市公司的数据研究发现, 低碳城市试点政策主要通过提高技术创新和优化资源配置效率这两条路径促进了企业的全要素生产率提升。赵振智等(2021)基于2008—2019年沪深A股上市公司的数据进行评估, 进一步证实了Chen et al.(2021)的研究结论。

同时, 还有学者从不同角度探讨了低碳城市试点政策对技术创新的影响。徐佳和崔静波(2020)基于中国企业层面的数据研究发现, 低碳城市试点政策促进了企业的绿色技术创新。Huang et al.(2021)检验了低碳城市试点政策对企业创新的影响, 发现该政策促进了企业的研发投入。此外, 还有学者分析该政策对试点城市产业结构升级的影响。Zheng et al.(2021)利用2006—2015年中国285个城市的数据, 研究了低碳城市试点政策对产业结构升级的影响及其作用机制, 结果表明, 该政策主要通过技术创新和降低高碳产业比重两条途径促进了产业结构升级。

通过梳理文献, 目前有关环境规制影响就业的成果较为丰富, 为本文的进一步研究奠定了基础。但考虑到研究视角和研究内容的差异, 这些学者并未得出一致的结论。在有关低碳城市试点政策影响评估的文献中, 学者们较多探讨了该政策对污染物排放、能源效率、全要素生产率、创新等方面的影响。但综合看, 这些文献的研究还存在一定的改进空间。例如, 在研究内容上, 现有研究多集中在评估低碳城市试点政策的环境效应和经济效应, 缺少评估该政策的社会效应, 更没有探讨该政策对就业的影响, 但这一影响对中国的经济社会稳定和高质量、可持续发展至关重要。因此, 本文利用企业层面的微观数据, 重点考察低碳城市试点政策对就业的冲击。此外, 在对政策影响的差异性分析方面, 现有文献大多从区域、企业所有制等方面进行分析。而本文将从不同年龄的企业、不同产业和不同碳排放强度的行业等方面, 细致考察低碳城市试点政策对就业影响的差异性。

三、理论机制

本文借鉴Berman and Bui(2001)的研究框架, 分析低碳城市试点政策对就业影响的理论机制。Berman and Bui(2001)遵循局部静态平衡模型的假设, 认为企业在生产中会投入一些类似于满足环境规制的减排投资等“准固定”要素, 这些“准固定”要素的投入不仅由成本最小化原则决定, 还取决于企业的外部约束。本文将企业为遵守低碳城市试点政策所产生的环境治理投资等成本视为“准固定”要素, 将资本、劳动和原材料等视为生产中投入的可变要素。

假设企业以成本最小化作为要素投入决策的原则, 其生产要素包括 M 个可变要素和 N 个“准固定”要素。企业可变成本函数可表示为:

$$C = f(O, V_1, \dots, V_M, Q_1, \dots, Q_N) \quad (1)$$

其中, C 表示企业可变成本; O 是企业产出; V_m ($m=1, 2, \dots, M$)为第 m 种可变要素的价格; Q_n ($n=1, 2, \dots, N$)是第 n 种“准固定”要素投入量。根据谢泼德引理, 可变要素劳动 E 的需求可表示为企业产出、可变要素价格和“准固定”要素投入量的函数。本文用线性方程将可变要素劳动 E 近似表示为:

$$E(O, V_1, \dots, V_M, Q_1, \dots, Q_N) = \alpha + \rho_o O + \sum_{m=1}^M \gamma_m V_m + \sum_{n=1}^N \beta_n Q_n \quad (2)$$

其中, α 、 ρ 、 γ 和 β 为参数。 β 的符号取决于低碳城市试点政策引致的环境治理投资与劳动力之间是替代还是互补关系。如果用 P 表示低碳城市试点政策, ψ 表示该政策对就业的边际影响, σ 代表除该政策外其他因素的影响, 那么, 就业与该政策之间的关系可简化为:

$$E(O, V_1, \dots, V_M, Q_1, \dots, Q_N) = \sigma + \psi P \quad (3)$$

对式(3)两边求解关于 P 的全导数, 则低碳城市试点政策 P 对就业的影响可表示为:

$$\frac{dE}{dP} = \psi = \rho_o \frac{dO}{dP} + \sum_{m=1}^M \gamma_m \frac{dV_m}{dP} + \sum_{n=1}^N \beta_n \frac{dQ_n}{dP} \quad (4)$$

假设投入要素市场是完全竞争的, 则低碳城市试点政策将不会影响可变要素价格, 式(4)右侧的第二项为 0。式(4)可变为:

$$\frac{dE}{dP} = \underbrace{\rho_o \frac{dO}{dP}}_{\text{产出效应}} + \underbrace{\sum_{n=1}^N \beta_n \frac{dQ_n}{dP}}_{\text{要素替代效应}} \quad (5)$$

式(5)中, 第一项可认为是产出效应, 表示低碳城市试点政策通过影响产出进而对就业产生影响。第二项则能代表要素替代效应, 指低碳城市试点政策通过影响环境治理投资进而影响就业。

上述理论推导表明, 低碳城市试点政策通过产出效应和要素替代效应这两个机制影响就业。根据推导结果, 本文首先绘出低碳城市试点政策对就业的影响机制(见图1), 然后详细解析这两种效应对就业的影响机制。

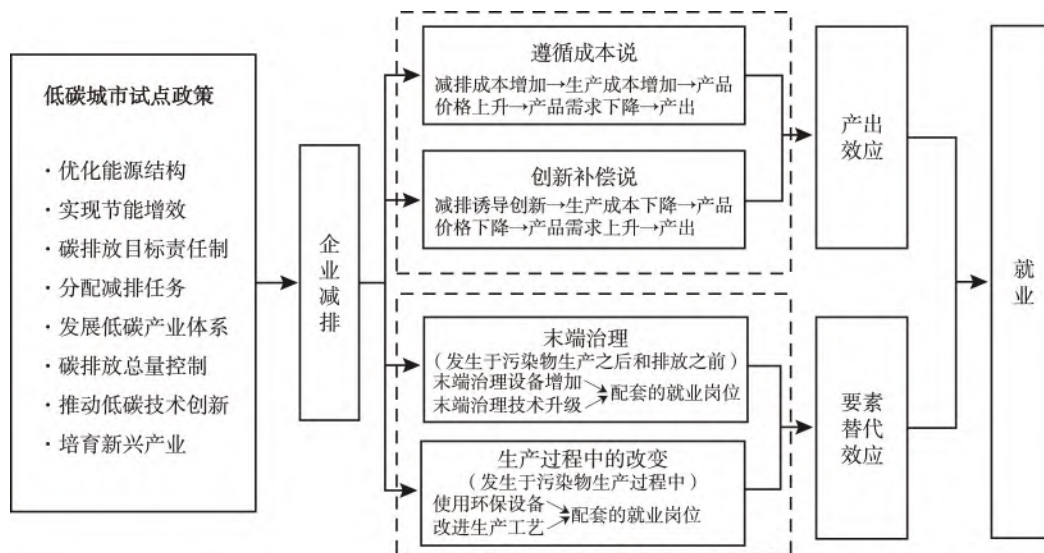


图1 低碳城市试点政策对就业的影响机制

产出效应是指低碳城市试点政策通过影响企业产出进而影响就业。企业作为城市的重要组成部分和主要的碳排放源, 承担着较大的“降碳”和“减碳”的责任。根据波特假说, 试点城市所实施的一系列环境规制政策在推动企业减排的过程中, 可能会通过遵循成本说和创新补偿说两个方面影响产出, 进而影响就业。从遵循成本说的视角看, 环境规制会增加企业的生产成本, 提高产品价格, 降低消费者对产品的需求, 进而减少企业产出, 最终可能会导致就业下降。在低碳城市试点等环境规制政策实施后, 企业面临更加严格的排放标准。根据外部性理论, 这些政策使企业部分外部

成本内部化,成本上升会导致企业产出下降,进而减少工作岗位需求,最终降低就业水平。降低产量虽然是企业减排的最简便途径,但这不利于企业的长期发展。从创新补偿说的视角看,企业在低碳城市试点政策的减排约束下进行创新,如果创新能降低生产的边际成本,则产品价格下降,进而增加产品需求和产出,最终可能会导致就业水平上升。合理的环境规制有助于企业创新,可在一定程度上抵消成本增加带来的负面影响(涂正革和谌仁俊,2015)。低碳城市试点政策实施后,企业面临更严格的排放要求。为同时实现发展和节能减排,企业有动力进行多方面创新(Ferris et al., 2014; Gray et al., 2014)。邵文波和盛丹(2017)发现创新有助于企业的生产可能性边界向外移动,增加企业产量,进而促进就业。同时,企业在创新中会研发出新产品,新产品的生产必然创造就业机会(Harrison et al., 2014)。因此,无论是从遵循成本说还是创新补偿说的视角看,低碳城市试点政策都会通过影响企业产出进而影响就业。

要素替代效应是指低碳城市试点政策通过影响企业环境治理投资进而影响就业。该影响机制取决于两个方面:一是低碳城市试点政策对企业环境治理投资等“准固定”要素的影响(dQ/dP);二是“准固定”要素对就业的影响(β)。从第一个方面看,低碳城市试点政策必然会加强对企业污染物排放的约束,进而会增加其为遵守环境政策而产生的环境治理投资等“准固定”要素,一般认为 $dQ/dP > 0$ 。从第二个方面看,“准固定”要素对就业影响的正负是不确定的,取决于“准固定”要素与劳动力是替代($\beta < 0$)还是互补($\beta > 0$)关系。企业的环境治理投资包括末端治理和生产过程治理。末端治理发生在企业污染物生产后和排放之前,通过处理已经生产出的污染物来减少排放。末端治理中的设备安装、操作和维护会延伸企业的生产链,进而增加就业机会。生产过程治理是指通过改进生产工艺和使用更环保的设备等来减少污染物排放。这一过程有助于优化企业生产流程,可能会降低就业。

综上,低碳城市试点政策可能通过产出效应和要素替代效应两种机制对就业产生影响。产出效应一般直接导致就业人数的绝对变化,而要素替代效应表现为不同就业岗位的替代。低碳城市试点政策对就业的最终影响取决于产出效应和要素替代效应共同作用下的净影响。接下来,本文通过实证分析对这一影响进行充分检验。

四、研究设计

1. 模型构建

根据《国家发展改革委关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知》《国家发展改革委关于开展第二批低碳省区和低碳城市试点工作的通知》《国家发展改革委关于开展第三批国家低碳城市试点工作的通知》文件,自2010年起,国家发展改革委已陆续启动三批低碳城市试点^①。第一批试点启动于2010年7月19日,包括5个省份和8个城市。第二批试点确定于2012年11月26日,包括1个省份和28个城市。第三批试点开始于2017年1月7日,包括41个城市和4个区县。由于国家发展改革委下发三批次低碳城市试点工作通知时,中国所处的经济社会发展阶段不同,面临的发展任务不同,因此,三次通知所确定的低碳城市试点工作的具体目标有一定差异。但是,三批试点工作的主要目标基本一致,即控制温室气体排放、探索绿色低碳发展模式、引领和示范全国低碳发展。如果中国的低碳城市试点实现了预期的主要目标,那么说明该政策对试点城市优化能源结

^① 低碳城市试点政策名单详见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

构、发展低碳产业体系、调整产业结构、推动制度和技术创新、形成绿色低碳的生活方式等方面可能产生一定的推动作用。试点城市在这种全方位的经济社会绿色低碳转型中,其劳动力市场的就业可能就会受到影响。因此,在研究设计中,为了使得研究更加严谨,本文以试点城市是否实现了碳减排作为其推行试点政策的最基本目标,首先检验该政策是否显著实现了碳减排,然后再进一步验证该政策是否在实现碳减排的同时冲击了就业。

在评估政策实施效果的方法中,双重差分法是近年来被广泛运用的一种计量经济学方法。该方法的基本思想是将制度变迁和新政策实施视为一次外生于经济系统的“自然实验”或“准实验”(陈林和伍海军,2015;胡日东和林明裕,2018)。中国低碳城市试点政策的推行,一方面可能使得同一试点城市的碳排放量和就业在政策实施前后产生差异;另一方面也可能使得在同一时点上以上两个指标在试点城市与非试点城市之间产生差异,基于该双重差异进行的模型回归估计,可有效控制其他共时性政策的影响及试点城市与非试点城市的事前差异,进而识别出政策冲击对城市的碳排放量和就业所带来的净影响。因此,中国的低碳城市试点政策可被视作“准自然实验”,并可运用双重差分法进行政策效应的评估。考虑到低碳城市试点政策是分三批启动,本文使用渐进双重差分模型进行评估。

(1) 低碳城市试点政策的减排效果评估模型。根据上文的论述,本文首先从城市层面评估低碳城市试点政策的实施对试点城市碳排放量减少的有效性,用于评估的双重差分模型设定为:

$$co2_{ct} = \alpha_1 + \theta_1 citylccpost_{ct} + \lambda_1 Z_{ct}^1 + \eta_c + \mu_t + \varepsilon_{ct}^1 \quad (6)$$

其中,被解释变量 $co2_{ct}$ 是指城市 c 在 t 年的碳排放量;核心解释变量 $citylccpost_{ct}$ 为反映城市 c 在 t 年是否实施了低碳城市试点的虚拟变量,城市 c 在 t 年若实施了该政策,则取值为 1,反之则为 0; η_c 和 μ_t 分别表示城市固定效应和年份固定效应; ε_{ct}^1 是影响城市碳排放量的随机扰动项; θ_1 为双重差分估计量,衡量了低碳城市试点对城市碳排放量的影响效果; Z_{ct}^1 代表 t 年影响城市 c 碳排放量的一系列控制变量。借鉴王锋等(2010)、鲁万波等(2013)的研究,本文选取经济发展水平、人口规模、工业化水平、城镇化水平和能源结构作为影响城市碳排放量的控制变量。

(2) 低碳城市试点政策对城市层面就业影响的评估模型。在评估低碳城市试点政策减排效果的基础上,本文从城市层面评估该政策对就业的影响,得出该政策在城市层面的总体就业效应,具体模型设定为:

$$citylabor_{ct} = \alpha_2 + \theta_2 citylccpost_{ct} + \lambda_2 Z_{ct}^2 + \eta_c + \mu_t + \varepsilon_{ct}^2 \quad (7)$$

其中,被解释变量 $citylabor_{ct}$ 代表城市 c 在 t 年的就业,用城市在岗职工平均人数的对数表示; ε_{ct}^2 是影响城市就业的随机扰动项; θ_2 为双重差分估计量,衡量了低碳城市试点对城市就业的影响效果; Z_{ct}^2 代表 t 年影响城市 c 就业的一系列控制变量;其他变量的含义同上。参考李磊等(2021)、孙伟增和郭冬梅(2021)的研究,本文选取人口规模、城市工资水平、经济发展水平和消费水平作为影响城市就业的控制变量。

(3) 低碳城市试点政策对企业层面就业影响的评估模型。如前文所述,如果低碳城市试点有效降低了城市的碳排放量,那么在一定程度上说明该政策推动了试点城市的低碳转型,其劳动力市场的就业可能会受到影响。为了验证该假说,本文进一步从企业层面检验低碳城市试点对就业的影响,具体设定:

$$labor_{it} = \alpha_3 + \theta_3 lccpost_{it} + \lambda_3 X_{it} + \varphi_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

其中,被解释变量 $labor_{it}$ 代表企业 i 在 t 年的员工就业人数,用企业员工总数的对数表示;核心解释变量 $lccpost_{it}$ 用于表示 t 年企业 i 所在城市是否实施了低碳城市试点政策,若企业 i 所在城市在

t 年实施了该试点政策,则取值为 1,否则为 0; φ_i 表示企业固定效应; ε_{it} 是影响企业层面就业的随机扰动项; θ_3 为双重差分估计量,从企业层面衡量了低碳城市试点对就业的影响,是本文重点关注的估计量; X_{it} 代表 t 年影响企业 i 员工就业的一系列控制变量。借鉴王跃堂等(2012)、李汇东等(2017)、崔广慧和姜英兵(2019)、Ren et al.(2020) 的研究,本文选择企业工资水平、企业规模、资产负债率、销售费用率、所得税费用、成长能力和总资产净利润率作为企业层面的控制变量^①。

2. 样本选择与数据来源

为了基于式(6)、式(7)从城市层面评估低碳城市试点政策对碳排放量及就业的影响,本文选择 2007—2019 年为研究区间,选取中国 287 个城市为研究样本。其中有 121 个城市为试点城市,166 个城市为非试点城市。在式(6)中,被解释变量为城市碳排放量,用城市二氧化碳排放量的对数表示,记作 $co2$,数据来源于 China Emission Accounts & Datasets(CEADs)。在式(7)中,被解释变量为城市就业水平,用城市在岗职工平均人数的对数表示,记作 $citylabor$ 。该数据和城市层面控制变量的数据均来源于《中国城市统计年鉴》(2008—2020)。

为了基于式(8)从企业层面评估低碳城市试点政策对就业的影响,本文选择 2007—2019 年中国沪深两市 A 股上市公司为研究样本。为避免异常样本的影响,本文按照以下四个步骤对原始数据进行处理:①剔除股票简称中带有“ST”和“*ST”的上市企业;②剔除上市状态为“ST”“*ST”“暂停上市”和“终止上市”的上市企业;③剔除严重缺失数据的上市企业;④运用线性插值法补齐个别上市企业的部分缺失数据。经过上述处理,最终得到包括 3084 家上市企业、共计 23119 个观测值的非平衡面板数据。式(8)中的被解释变量为企业就业,借鉴 Gray et al.(2014)、Liu et al.(2017) 的研究,本文用企业员工总数的对数衡量企业就业,记作 $labor$ 。式(8)中所有变量的数据均来源于国泰安数据库。中国的低碳城市试点分别启动于 2010 年 7 月、2012 年 11 月和 2017 年 1 月。综合考虑该试点政策的实施时间和滞后性,以及本研究的可操作性,本文将三批低碳城市试点政策的起始时间分别确定为 2010 年、2013 年和 2017 年。同时,借鉴宋弘等(2019),将低碳试点省份的所有城市都视为低碳试点城市。按照该样本处理策略,如果一个城市有多个政策实施时间,则按照最早时间进行界定。^②

五、实证结果分析

1. 基准回归结果

(1) 低碳城市试点政策对城市碳排放量影响的检验结果。表 1 第(1)列报告了低碳城市试点政策对城市碳排放量的影响,代表该政策的虚拟变量 $citylccpost$ 的系数估计值为 -0.0295 ,且在 10% 的水平上通过了显著性检验。这说明低碳城市试点政策显著降低了试点城市的碳排放量,在充分考虑其他因素的情况下,该政策使得试点城市的碳排放量相比非试点城市平均降低约 2.95%。宋弘等(2019)发现中国的低碳城市试点降低了试点城市的 PM_{10} 和 API 污染指数,该研究结论在一定程度上佐证了本文的研究结果。这为下文进一步检验低碳城市试点政策对就业的影响奠定了基础。

(2) 低碳城市试点政策对城市就业影响的检验结果。表 1 第(2)列展示了低碳城市试点政策对城市就业的影响, $citylccpost$ 的系数估计值为 0.0756 ,且在 1% 的水平上通过了显著性检验。这说

① 具体控制变量的选取依据参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>) 附件。

② 变量的描述性统计详见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>) 附件。

明低碳城市试点政策显著促进了试点城市的就业,且在充分考虑其他因素的情况下,该政策使得试点城市的就业相比非试点城市平均增加约 7.56%。该结果表明,低碳城市试点政策引起部分就业岗位减少的同时,也创造了新的就业,且新创造的就业大于损失的就业,总体就业效应为正。

表 1 低碳城市试点政策对城市碳排放量和就业的影响		
变量	<i>co2</i>	<i>citylabor</i>
	(1)	(2)
<i>citylccpost</i>	- 0. 0295 [*] (0. 0153)	0. 0756 ^{***} (0. 0222)
控制变量	是	是
城市、年份固定效应	是	是
观测值	3705	3705
调整后的 R ²	0. 986	0. 966

注: *、**和*** 分别表示显著性水平为 10%、5%和 1%,以下各表同。括号中的数值为城市层面的聚类稳健标准误。

(3) 低碳城市试点政策对企业就业影响的检验结果。下面在前文得出低碳城市试点政策对降低碳排放量和促进城市就业有效性的基础上评估该政策对企业就业的影响,结果如表 2 所示。其中,第(1) 列为不考虑控制变量时的估计结果,该列中虚拟变量 *lccpost* 的系数估计值为 0. 0602,且在 1% 的水平上通过了显著性检验。第(2) 列为考虑控制变量时的估计结果,该列 *lccpost* 的系数估计值为 0. 0511,且在 1% 的水平上通过了显著性检验。第(2) 列的系数略小于第(1) 列,这表明控制变量中存在影响企业就业的因素。理论上,考虑企业一年份固定效应和控制变量后,能够更准确地估计出低碳城市试点政策对企业就业的净效应。第(2) 列的估计结果表明,相比于不在低碳试点城市的企业,位于低碳试点城市的企业就业平均上升约 5. 11% 。

表 2 低碳城市试点政策对企业就业的影响		
变量	<i>labor</i>	<i>labor</i>
	(1)	(2)
<i>lccpost</i>	0. 0602 ^{***} (0. 0221)	0. 0511 ^{***} (0. 0170)
控制变量	否	是
企业、年份固定效应	是	是
观测值	22903	22903
调整后的 R ²	0. 892	0. 934

注: 括号中的数值为企业层面的聚类稳健标准误。考虑了企业固定效应、年份固定效应和控制变量。以下各表同。

2. 平行趋势检验

渐进双重差分模型的关键前提是平行趋势假设,即在政策实施前,试点城市和非试点城市的企业就业变化趋势应该是平行的。由此,本文使用 Jacobson et al.(1993) 提出的事件研究法进行平行趋势检验,该方法可表示为:

$$labor_{it} = \alpha_3 + \sum_{i=-3}^6 \delta_i D_{it} + \lambda_3 X_{it} + \varphi_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

其中, D_{it} 是一组虚拟变量, 若企业 i 所在的城市在第 t 年实施了低碳城市试点政策, 则取值为 1, 反之取 0。其余各变量的符号含义与式 (8) 中的符号相同。本文在该式中重点关注系数 δ_i , 其反映了低碳城市试点政策实施的第 t 年, 试点城市和非试点城市企业的就业差异。

考虑到政策实施前 4 年和后 6 年的数据较少, 本文将政策实施前 4 年的数据汇总到第 -4 期, 将政策实施后 6 年的数据汇总到第 6 期。另外, 本文以低碳城市试点政策实施前的第 4 期为基期。图 2 所示的平行趋势检验结果表明, 低碳城市试点政策实施前各期的系数估计值均不显著。这说明, 试点和非试点城市企业在政策实施前并无显著差异, 研究样本通过了平行趋势检验。

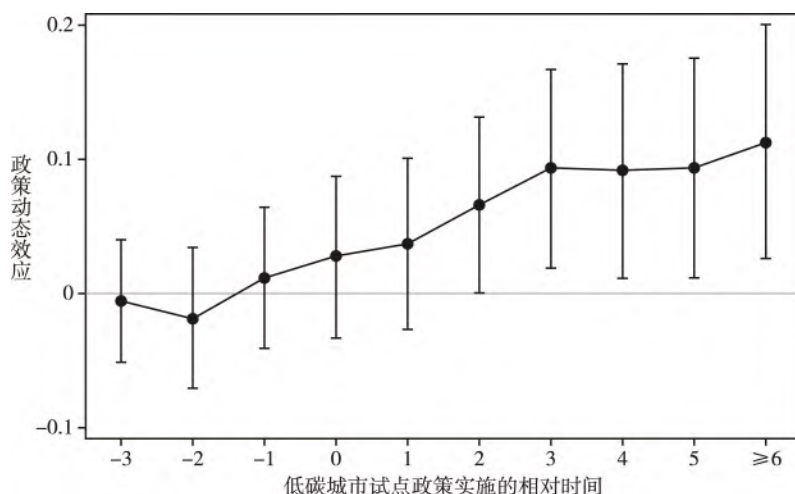


图 2 平行趋势检验

注: 实心点表示式 (9) 的估计系数 δ_i , 短竖线为聚类到企业层面稳健标准误对应的 95% 上下置信区间。

3. 安慰剂检验

(1) 时间安慰剂检验。为避免处理组企业和对照组企业的就业差异是由时间变化导致的。根据平行趋势检验结果, 本文将低碳城市试点政策的实施时间分别提前 2 年、3 年、4 年和 5 年, 构建虚假的政策时间, 分别以 $lccpost^{-false1}$ 、 $lccpost^{-false2}$ 、 $lccpost^{-false3}$ 和 $lccpost^{-false4}$ 表示, 并对式 (8) 进行回归。结果显示^①, $lccpost^{-false1}$ 、 $lccpost^{-false2}$ 、 $lccpost^{-false3}$ 和 $lccpost^{-false4}$ 的系数估计值在 10% 的水平上均未通过显著性检验。这表明处理组企业和对照组企业的时间趋势没有系统性差异, 也再次证明低碳城市试点政策促进了企业就业。

(2) 城市安慰剂检验。为避免基准回归结果受到不可观测的遗漏变量的影响, 借鉴 Cai et al. (2016) 的做法, 通过替换处理组城市进行安慰剂检验。本文在样本城市中随机抽取 121 个城市作为虚假的处理组城市^②, 其余城市作为虚假的对照组城市, 可以得到实施城市安慰剂的低碳城市试点政策对企业就业影响的系数估计值。将上述过程重复 500 次, 得到 500 个回归系数及其对应的 p 值。通过绘制这 500 个系数估计值的核密度分布和 p 值可以看出^③, 回归系数落在 0 值附近且服从正

① 具体时间安慰剂检验结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>) 附件。

② 由于三批低碳城市试点政策包括 121 个试点城市, 为保持数量一致, 安慰剂检验中也抽取 121 个城市。

③ 具体城市安慰剂检验结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>) 附件。

态分布,绝大多数回归结果不显著。基准回归中系数估计值位于虚假回归系数分布的高尾位置,其在城市安慰剂检验中属于小概率事件。据此,可以排除本文的基准估计结果是由不可观测因素导致的。

4. 稳健性检验

基准回归结果表明,低碳城市试点政策提高了企业就业。但为了排除混淆因素对研究结论的干扰,仍需进行一系列稳健性检验^①。本文从样本数据筛选、加入基准变量缓解选择的影响、排除研究样本期间其他政策的干扰和倾向得分匹配模型等多个维度进行分析,以确保估计结果的稳健性。

(1) 样本数据筛选。为避免极端值对基准回归结果的影响,根据变量 *labor* 对研究样本分别截尾 1% 和 5% 后,重新对式(8)进行回归。估计结果表明,剔除极端值后, *lccpost* 的系数估计值都在 1% 的水平上通过了显著性检验,该结论与基准估计结果相似。

(2) 加入基准变量缓解选择的影响。使用渐进双重差分模型的理想情况是试点城市和非试点城市是随机选择的。若低碳城市试点名单与城市的经济发展水平、历史使命和地理位置等因素有关,那么这些因素的差异随时间的演进可能会对企业就业产生不同的影响,造成估计偏差。为避免低碳城市试点政策选择非随机性的影响,借鉴宋弘等(2019),在式(8)中加入城市基准因素与时间线性趋势的交互项,得到:

$$labor_{it} = \alpha_3 + \theta_3 lccpost_{it} + \lambda_3 X_{it} + \xi Q_c \times trend_t + \varphi_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

其中, *Q* 表示一组城市基准因素的虚拟变量,包括城市是否属于“两控区”、是否为省会、是否为经济特区和是否位于胡焕庸线东侧等。 *trend* 为时间趋势项。加入城市基准变量与时间线性趋势的交互项后, *lccpost* 的系数估计值都在 1% 的水平上通过了显著性检验。这说明,无论是逐一还是全部加入城市基准因素与时间趋势的交互项,低碳城市试点政策都显著促进了企业就业,与基准结果一致。事实上,低碳试点城市位于不同的地理位置,具有差异化的经济发展水平,在一定程度上具有选择随机性。

(3) 排除其他政策干扰。为避免在样本期间其他政策会影响企业就业,造成基准估计结果的偏差,本研究通过搜集和梳理文件,发现两个可能影响样本期间企业就业的试点政策。分别是《国家发展改革委关于推进国家创新型城市试点工作的通知》《关于执行大气污染物特别排放限值的公告》。为避免低碳城市试点政策实施期间其他试点政策的干扰,在基准回归中加入这些政策的虚拟变量。其中, *Innocitypost* 表示企业所在的城市当年是否属于国家创新型城市试点,如果是取 1,反之取 0。 *KCApost* 表示企业所在的城市当年是否属于大气污染物特别排放限额重点控制区,属于取 1,不属于则取 0。排除这两个政策干扰后的估计结果与基准回归结果相似。

为了考虑样本期间的产业政策对企业就业的影响,本文在基准模型中加入国家发展规划对行业的态度作为一个控制变量。当企业所在的行业当年受到国家发展规划鼓励,该控制变量取 1,否则取 0。控制政府态度后的估计结果显示, *lccpost* 的系数估计值在 1% 的水平上通过了显著性检验。这说明,控制政府态度后,低碳城市试点政策仍显著地促进了企业就业。为避免就业政策造成基准回归结果的偏差,本文在基准回归中进一步控制了就业政策。在样本期间中国政府出台了诸多促进就业的政策,这些政策会对就业产生叠加影响。虽然很难识别出其中某一项政策对就业的净效应,但可以尝试结合样本期间中国经济发展的现实背景为就业政策选取合适的替代变量。近年来,中国掀起“大众创业、万众创新”(“双创”)的新浪潮,积极的就业政策是“双创”的新引擎。考虑到创新创业程度能够在一定程度上反映就业政策的实施效果,本文分别选择城市层面的创新创业指

^① 具体稳健性检验的回归结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

数、人均创新创业指数和单位面积创新创业指数作为就业政策的替代变量。该数据来源于北京大学开放研究数据平台。排除就业政策干扰的估计结果与基准回归结果相似。另外,同时控制上述政策后, $lccpost$ 的系数估计值也与基准回归结果相似。

(4) 倾向得分匹配双重差分模型。下面论述反向因果和样本选择偏误等原因造成的内生性问题。由于企业就业作为被解释变量很难影响核心解释变量低碳城市试点政策,在很大程度上缓解了反向因果造成的内生性偏误。另外,本文使用倾向得分匹配双重差分模型缓解样本选择偏误造成的内生性问题,并进行稳健性检验。分别使用最邻近匹配法、核匹配法和半径匹配法后, $lccpost$ 的系数估计值都在 1% 的水平上通过了显著性检验。这进一步说明低碳城市试点政策的确促进了企业就业。

5. 影响机制检验

(1) 产出效应检验。根据前文的理论分析,低碳城市试点政策可能会通过产出效应影响就业。为验证这一机制,此处用与企业产出直接相关的营业收入代表企业产出,用于验证低碳城市试点政策通过产出效应对就业的影响。表 3 第(1)列展示了低碳城市试点政策对企业产出影响的估计结果。结果显示, $lccpost$ 的系数估计值为 0.8632,且在 10% 的水平上通过了显著性检验。这说明,在遵循成本说和诱导创新说的共同作用下,低碳城市试点政策提高了企业产出。本文进而检验企业产出对就业的影响(见表 3 第(2)列),结果表明,企业产出的系数估计值为 0.0025,且在 1% 的水平上通过了显著性检验。这说明低碳城市试点政策通过产出效应促进了企业就业。

本文还检验了企业产出对高技能和低技能劳动者就业的影响。参考铁瑛和刘啟仁(2018)的做法,本文用本科及以上学历员工人数的对数衡量高技能劳动者的就业,采用本科以下学历员工人数的对数衡量低技能劳动者的就业。表 3 第(3)、(4)列展示了企业产出对高技能劳动者和低技能劳动者就业影响的估计结果。结果显示,企业产出的系数估计值分别为 0.0024 和 0.0021,且分别在 1% 和 5% 的水平上通过了显著性检验。这说明产出效应同时促进了企业高技能和低技能劳动者的就业。

表 3 低碳城市试点政策通过产出效应对就业的影响

变量	企业产出	$labor$	高技能	低技能
	(1)	(2)	(3)	(4)
$lccpost$	0.8632* (0.4581)			
企业产出		0.0025 *** (0.0007)	0.0024 *** (0.0009)	0.0021 ** (0.0009)
观测值	22903	22903	12666	12656
调整后的 R^2	0.891	0.934	0.969	0.954

(2) 要素替代效应检验。要素替代效应表现为低碳城市试点政策通过影响企业环境治理投资进而影响就业。该效应主要取决于环境治理投资等“准固定”要素与劳动力是替代还是互补关系。为了检验要素替代效应的潜在机制,本文评估低碳城市试点政策是否通过环境治理投资影响了就业。环境治理投资可以表现为企业购买固定资产、无形资产和其他长期资产。低碳城市试点政策提高了企业的碳排放标准,企业为达到这一碳排放标准,可能会进行环境治理投资,例如,购买先进的生产设备和末端治理设备等固定资产,购买专利技术等无形资产等。考虑到企业层面环境治理投资数据的可得性,本文用企业购建固定资产、无形资产和其他长期资产支付的现金与资产总计的比值作为企业环境治理投资的替代变量。

表 4 第(1)列报告了低碳城市试点政策对环境治理投资影响的估计结果。 $lccpost$ 的系数估计值为 0.0032,且在 5% 的水平上通过显著性检验。这说明低碳城市试点政策显著地促进了环境治理投资。本文还进一步估计了环境治理投资对就业的影响。表 4 第(2)列展示了环境治理投资对就业影响的估计结果。环境治理投资的系数估计值为 0.2807,且在 5% 的水平上通过了显著性检验。这说明低碳城市试点政策通过促进环境治理投资拉动了就业。在此基础上,本文还分别估计了环境治理投资对不同技能劳动者就业的影响。估计结果说明,低碳城市试点政策通过环境治理投资促进了就业,且主要促进了高技能劳动者的就业。

表 4 低碳城市试点政策通过要素替代效应对就业的影响				
变量	环境治理投资	$labor$	高技能	低技能
	(1)	(2)	(3)	(4)
$lccpost$	0.0032 ** (0.0015)			
环境治理投资		0.2807 ** (0.1159)	0.3182 *** (0.1183)	0.0664 (0.2004)
观测值	22901	22901	12664	12654
调整后的 R^2	0.446	0.934	0.969	0.954

六、异质性分析

1. 试点政策对不同所有制企业就业影响的差异性

根据企业的所有制类型,本文基于式(8)分别对国有企业、民营企业和外资企业的样本数据进行回归。表 5 第(1) — (3) 列分别展示了低碳城市试点政策对不同所有制企业就业影响的估计结果。在国有企业组中, $lccpost$ 的系数估计值为 0.0656,在 5% 的水平上通过显著性检验;在民营企业组中, $lccpost$ 的系数估计值为 0.0444,且在 5% 的水平上通过显著性检验;在外资企业组中, $lccpost$ 的系数估计值为 0.0193,但在 10% 的水平上并未通过显著性检验。这说明低碳城市试点政策对不同所有制企业就业的影响存在差异。低碳城市试点政策能够显著地促进国有企业和民营企业的就业,但不能促进外资企业的就业。这一结果可能的原因是,一般而言,国有企业的资源获取具有优势,更有能力吸收有关环境政策的额外成本,进而对就业产生促进作用。而民营企业不具有这些优势,在面对更严格的环境约束时,会迅速做出反应,采取更大的减排措施,因而对就业影响较大。外资企业的设备先进且经营环境较好(Liu et al.,2017),受该政策的影响较小。

表 5 低碳城市试点政策对不同所有制、不同年龄企业就业的影响					
变量	$labor$	$labor$	$labor$	$labor$	$labor$
	国有企业	民营企业	外资企业	旧企业	新企业
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$lccpost$	0.0656 ** (0.0254)	0.0444 ** (0.0221)	0.0193 (0.0628)	-0.0009 (0.0257)	0.0529 *** (0.0197)
观测值	8906	12071	718	11290	11198
调整后的 R^2	0.938	0.927	0.970	0.953	0.954

2. 试点政策对不同年龄企业就业影响的差异性

为了考察低碳城市试点政策对企业就业的影响在旧企业和新企业之间是否存在差异,本文以样本企业年龄的中位数为分界线,将全样本划分为旧企业和新企业两组后分别进行回归。表 5 第 (4)、(5) 列分别展示了低碳城市试点政策对旧企业和新企业就业影响的估计结果。在旧企业组中, $lccpost$ 的系数估计值为 -0.0009 ,但未通过 10% 的显著性检验;在新企业组中, $lccpost$ 的系数估计值为 0.0529 ,且在 1% 的水平上通过了显著性检验。这说明,低碳城市试点政策对新、旧企业就业的影响存在差异,即低碳城市试点政策促进了新企业的就业,而不影响旧企业的就业。导致该结果可能的原因是,“船大抗风浪,船小好掉头”。旧企业通过多年的积累具有较强的抗冲击能力,但面对更严格的排放标准,其调整能力不如年轻企业灵活。另外,在企业较为“年轻”时,基于企业扩张的需要,对劳动力的需求也会比较明显。

3. 试点政策对不同产业就业影响的差异性

表 6 第 (1) — (3) 列表示了低碳城市试点政策对第一产业、第二产业和第三产业就业的影响。对于第一产业, $lccpost$ 的系数估计值为 0.1480 ,并未通过 10% 的显著性检验;对于第二产业, $lccpost$ 的系数估计值为 0.0478 ,在 5% 的水平上通过了显著性检验;对于第三产业, $lccpost$ 的系数估计值为 0.0234 ,同样未通过 10% 的显著性检验。这说明,低碳城市试点政策对三次产业中的企业就业影响存在差异,即低碳城市试点政策促进了第二产业的企业就业,但不影响第一产业和第三产业的企业就业。可能的原因是,低碳城市试点政策具有行业针对性,其目标是实现低碳化发展。中国温室气体排放总量的 80% 来自能源相关的活动,尤其是化石燃料的燃烧。相比于第一产业和第三产业,第二产业的碳排放量最多,受该政策的影响也最大。

表 6 低碳城市试点政策对不同产业、不同碳排放强度行业就业的影响

变量	<i>labor</i>	<i>labor</i>	<i>labor</i>	<i>labor</i>	<i>labor</i>
	第一产业	第二产业	第三产业	高碳行业	低碳行业
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$lccpost$	0.1480 (0.1170)	0.0478** (0.0191)	0.0234 (0.0322)	0.0254 (0.0308)	0.0525** (0.0234)
观测值	241	15725	6651	5489	10212
调整后的 R^2	0.958	0.939	0.948	0.952	0.935

4. 试点政策对不同碳排放强度行业就业影响的差异性

前文得出低碳城市试点政策促进了第二产业的企业就业。在此基础上,本文进一步检验该政策对第二产业中企业就业的影响在高碳行业和低碳行业之间是否存在差异。本文以样本企业所在行业的碳排放强度的中位数为分界点,将属于第二产业的样本企业分为高碳行业和低碳行业两组,然后对两组企业分别进行回归检验。估计结果见表 6 第 (4)、(5) 列,对于高碳行业, $lccpost$ 的系数估计值为 0.0254 ,但未通过 10% 的显著性检验;对于低碳行业, $lccpost$ 的系数估计值为 0.0525 ,且在 5% 的水平上通过了显著性检验。这说明,低碳城市试点政策对高碳行业和低碳行业就业的影响存在差异,即低碳城市试点政策造成低碳行业的就业扩张,但对高碳行业的就业影响并不显著。可能的原因是,低碳城市试点政策具有行业针对性的特点,高碳行业中企业面对更大的减排成本。严格的排放标准引起高污染行业收缩,但也为低碳行业提供重要的就业机会 (Fankhauser and Jotzo, 2018)。另外,高碳行业中存在较多资本密集型企业 (Yamazaki, 2017),这也会导致低碳城市试点政

策对高碳行业企业就业的影响低于低碳行业企业。以上表明,如果仅考虑直接受规制行业就业的影响,会得出低碳转型导致失业的片面结论。

七、结论和政策启示

中国的低碳城市试点是推动城市绿色低碳转型的重要举措。本文将低碳城市试点政策的实施视作一项“准自然实验”,首先从理论上探析了该政策对就业的影响机制,然后在检验该政策对试点城市减少碳排放显著有效的基础上,基于 2007—2019 年中国沪深两市 A 股上市公司的数据,运用渐进双重差分模型评估了低碳城市试点政策对企业员工就业的影响,并进行了一系列稳健性检验和异质性检验。

通过上述研究,本文得出如下主要结论:①低碳城市试点政策并未对就业产生负面冲击,而是显著提高了企业员工的就业水平。相对于非试点城市的企业,试点政策的推行使得位于试点城市的企业就业平均增加了约 5.11%。此结论在经过平行趋势检验以及样本数据筛选、加入基准变量、排除其他政策干扰和倾向得分匹配等稳健性检验后依旧成立。②低碳城市试点政策通过产出效应和要素替代效应促进了企业层面的就业水平。该政策通过产出效应不仅促进了高技能劳动者的就业,还提升了低技能劳动者的就业。该政策通过要素替代效应增加了高技能劳动者的就业,但对低技能劳动者就业的影响并不显著。③低碳城市试点政策对企业就业的影响存在显著差异性。在不同所有制企业中,低碳城市试点政策对外资企业就业的促进作用弱于国有企业和民营企业;在不同年龄的企业中,该政策没有对试点城市旧企业的就业产生冲击,而促进了试点城市新企业的就业,使得这类企业的就业平均增加 5.29%;在不同产业中,低碳城市试点政策促使第二产业的企业就业平均增加了 4.78%,但对第一产业和第三产业的企业员工就业没有产生显著影响;在不同碳强度的行业中,低碳城市试点政策对低碳行业的企业就业促进作用更强。基于上述研究结论,本文提出以下政策启示:

(1) 总结和推广低碳城市试点的经验,把城市低碳转型推广到全国。中国之所以进行低碳城市试点,是在经济社会绿色低碳转型上,遵循了改革开放中“先试点后推广”的渐进式改革模式,既有利于规避和控制大规模转型而产生的潜在风险,又能够探索出绿色低碳转型经验。本文的研究结果表明,推动试点城市不仅显著降低了碳排放量,而且没有对就业产生负面冲击,反而有助于提升其就业水平,具有节能减排和促进就业的双重红利。这说明,在稳定就业方面,绿色低碳转型发挥了正向促进作用。因此,在总结和推广低碳城市试点经验的基础上,可不断扩大低碳城市试点的范围,并选择适宜的时机把城市低碳转型推广到全国所有城市。这必将为实现碳达峰、碳中和目标以及高质量发展做出重要贡献。

(2) 在经济绿色低碳转型中以创新稳定和扩大就业。面对百年未有之大变局和新冠肺炎疫情的外部冲击,稳就业是关乎社会民生和经济稳定的重中之重。中国低碳城市试点的经验表明,绿色低碳转型会通过产出效应和要素替代效应对就业产生促进作用。而技术创新和管理创新都会扩大企业产出和推动要素替代,进而强化两种效应对就业的促进作用。因此,有条件的试点城市应积极建立科技创新服务平台,完善创新激励政策,为全社会的技术创新、体制机制创新、管理创新和模式创新营造良好的环境。试点城市在以创新推动绿色低碳转型中,一方面,要以市场机制为创新提供激励,形成以创新推动转型、以转型促进就业的良性循环;另一方面,制定应对潜在风险的预案,提升处理风险的能力,为创新能力不足的企业通过减产应对减排压力进而冲击就业的风险,做好预案。

(3) 分类推进高碳行业的低碳转型和企业员工的分流和再就业。低碳城市试点政策具有行业

针对性的特点,其关注的重点是高碳行业。低碳城市试点经验表明,其促进了低碳行业中企业员工的就业,但对高碳行业中企业员工的就业没有显著影响。这可能是因为,要么高碳行业已经平稳实现了低碳转型,未对就业产生巨大冲击,要么是因为企业对生产技术具有路径依赖,高碳行业并没有实现快速的低碳转型。如果是后一种情况,那么试点城市应制定更有针对性的行业低碳转型政策,做到一个行业一个政策,在鼓励绿色低碳行业充分发展、促进就业的同时,科学合理地按行业制定转型目标,按照转型难度和速度不同,分类推进高碳行业的升级、改造、转型和淘汰,分类推进该行业员工的分流、转岗、培训和再就业。

(参考文献)

- (1) 陈林, 伍海军. 国内双重差分法的研究现状与潜在问题 [J]. 数量经济技术经济研究, 2015, (7): 133-148.
- (2) 崔广慧, 姜英兵. 环保产业政策支持对劳动力需求的影响研究——基于重污染上市公司的经验证据 [J]. 产业经济研究, 2019, (1): 99-112.
- (3) 胡日东, 林明裕. 双重差分方法的研究动态及其在公共政策评估中的应用 [J]. 财经智库, 2018, (3): 84-111.
- (4) 李汇东, 唐跃军, 左晶晶. 政府干预、终极控制权与企业雇佣行为——基于中国民营上市公司的研究 [J]. 财经研究, 2017, (7): 20-31.
- (5) 李磊, 王小霞, 包群. 机器人的就业效应: 机制与中国经验 [J]. 管理世界, 2021, (9): 104-119.
- (6) 鲁万波, 仇婷婷, 杜磊. 中国不同经济增长阶段碳排放影响因素研究 [J]. 经济研究, 2013, (4): 106-118.
- (7) 陆旸. 中国的绿色政策与就业: 存在双重红利吗 [J]. 经济研究, 2011, (7): 42-54.
- (8) 邵文波, 盛丹. 信息化与中国企业就业吸纳下降之谜 [J]. 经济研究, 2017, (6): 120-136.
- (9) 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, (6): 95-108.
- (10) 孙伟增, 郭冬梅. 信息基础设施建设对企业劳动力需求的影响: 需求规模、结构变化及影响路径 [J]. 中国工业经济, 2021, (11): 78-96.
- (11) 铁瑛, 刘启仁. 人民币汇率变动与劳动力技能偏向效应——来自中国微观企业的证据 [J]. 金融研究, 2018, (1): 53-66.
- (12) 涂正革, 谌仁俊. 排污权交易机制在中国能否实现波特效应 [J]. 经济研究, 2015, (7): 160-173.
- (13) 王锋, 吴丽华, 杨超. 中国经济发展中碳排放增长的驱动因素研究 [J]. 经济研究, 2010, (2): 123-136.
- (14) 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, (6): 78-89.
- (15) 王勇, 谢婷婷, 郝翠红. 环境成本上升如何影响企业就业增长? ——基于排污费修订政策的实证研究 [J]. 南开经济研究, 2019, (4): 12-36.
- (16) 王跃堂, 王国俊, 彭洋. 控制权性质影响税收敏感性吗? ——基于企业劳动力需求的检验 [J]. 经济研究, 2012, (4): 52-63.
- (17) 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.
- (18) 余东华, 孙婷. 环境规制、技能溢价与制造业国际竞争力 [J]. 中国工业经济, 2017, (5): 35-53.
- (19) 张兵兵, 周君婷, 闫志俊. 低碳城市试点政策与全要素能源效率提升——来自三批次试点政策实施的准自然实验 [J]. 经济评论, 2021, (5): 32-49.
- (20) 张彩云, 王勇, 李雅楠. 生产过程绿色化能促进就业吗——来自清洁生产标准的证据 [J]. 财贸经济, 2017, (3): 131-146.
- (21) 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, (6): 25-41.
- (22) 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, (6): 101-115.

- (23) Berman, E., and L. T. Bui. Environmental Regulation and Labor Demand: Evidence from the South Coast Air Basin [J]. *Journal of Public Economics*, 2001, 79(2): 265–295.
- (24) Cai, X., Y. Lu, M. Wu, and L. Yu. Does Environmental Regulation Drive away Inbound Foreign Direct Investment? Evidence from a Quasi-Natural Experiment in China [J]. *Journal of Development Economics*, 2016, 123: 73–85.
- (25) Chen, H., W. Guo, X. Feng, W. Wei, H. Liu, Y. Feng, and W. Gong. The Impact of Low-Carbon City Pilot Policy on the Total Factor Productivity of Listed Enterprises in China [J]. *Resources, Conservation and Recycling*, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105457>, 2021.
- (26) Curtis, E. M. Who Loses under Cap-and-Trade Programs? The Labor Market Effects of the NOx Budget Trading Program [J]. *Review of Economics and Statistics*, 2018, 100(1): 151–166.
- (27) Fankhauser, S., and F. Jotzo. Economic Growth and Development with Low-Carbon Energy [J]. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, <https://doi.org/10.1002/wcc.495>, 2018.
- (28) Ferris, A. E., R. J. Shadbegian, and A. Wolverton. The Effect of Environmental Regulation on Power Sector Employment: Phase I of the Title IV SO₂ Trading Program [J]. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 2014, 1(4): 521–553.
- (29) Gray, W. B., R. J. Shadbegian, C. Wang, and M. Meral. Do EPA Regulations Affect Labor Demand? Evidence from the Pulp and Paper Industry [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2014, 68(1): 188–202.
- (30) Hafstead, M. A. C., and R. C. Williams. Unemployment and Environmental Regulation in General Equilibrium [J]. *Journal of Public Economics*, 2018, 160: 50–65.
- (31) Harrison, R., J. Jaumandreu, J. Mairesse, and B. Peters. Does Innovation Stimulate Employment? A Firm-Level Analysis Using Comparable Micro-Data from Four European Countries [J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2014, 35: 29–43.
- (32) Huang, J., J. Zhao, and J. Cao. Environmental Regulation and Corporate R&D Investment—Evidence from a Quasi-Natural Experiment [J]. *International Review of Economics and Finance*, 2021, 72: 154–174.
- (33) Jacobson, L. S., R. J. LaLonde, and D. G. Sullivan. Earnings Losses of Displaced Workers [J]. *American Economic Review*, 1993, 83(4): 685–709.
- (34) Liu, M., R. Shadbegian, and B. Zhang. Does Environmental Regulation Affect Labor Demand in China? Evidence from the Textile Printing and Dyeing Industry [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2017, 86: 277–294.
- (35) Liu, M., R. Tan, and B. Zhang. The Costs of “Blue Sky”: Environmental Regulation, Technology Upgrading, and Labor Demand in China [J]. *Journal of Development Economics*, <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2020.102610>, 2021.
- (36) Martin, R., L. B. De Preux, and U. J. Wagner. The Impact of a Carbon Tax on Manufacturing: Evidence from Microdata [J]. *Journal of Public Economics*, 2014, 117: 1–14.
- (37) Morgenstern, R. D., W. A. Pizer, J. S. Shih. Jobs Versus the Environment: An Industry-Level Perspective [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2002, 43(3): 412–436.
- (38) Qiu, S., Z. Wang, and S. Liu. The Policy Outcomes of Low-Carbon City Construction on Urban Green Development: Evidence from a Quasi-Natural Experiment Conducted in China [J]. *Sustainable Cities and Society*, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102699>, 2021.
- (39) Raff, Z., and D. Earnhart. The Effects of Clean Water Act Enforcement on Environmental Employment [J]. *Resource and Energy Economics*, 2019, 57: 1–17.
- (40) Ren, S., D. Liu, B. Li, Y. Wang, and X. Chen. Does Emissions Trading Affect Labor Demand? Evidence from the Mining and Manufacturing Industries in China [J]. *Journal of Environmental Management*, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109789>, 2020.
- (41) Shan, Y., J. Liu, Z. Liu, S. Shao, and D. Guan. An Emissions-Socioeconomic Inventory of Chinese Cities [J]. *Scientific Data*, <https://doi.org/10.1038/sdata.2019.27>, 2019.

- (42) Sheriff, G., A. E. Ferris, and R. J. Shadbegian. How Did Air Quality Standards Affect Employment at U. S. Power Plants? The Importance of Timing, Geography, and Stringency [J]. Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 2019, 6(1) : 111–149.
- (43) Song, M., X. Zhao, and Y. Shang. The Impact of Low-Carbon City Construction on Ecological Efficiency: Empirical Evidence from Quasi-Natural Experiments [J]. Resources, Conservation and Recycling, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104777>, 2020.
- (44) Yamazaki, A. Jobs and Climate Policy: Evidence from British Columbia’s Revenue-Neutral Carbon Tax [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2017, 83: 197–216.
- (45) Yip, C. M. On the Labor Market Consequences of Environmental Taxes [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2018, 89: 136–152.
- (46) Yu, Y., and N. Zhang. Low-Carbon City Pilot and Carbon Emission Efficiency: Quasi-Experimental Evidence from China [J]. Energy Economics, <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105125>, 2021.
- (47) Zhang, X. P., and X. M. Cheng. Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China [J]. Ecological Economics, 2009, 68(10) : 2706–2712.
- (48) Zheng, J., X. Shao, W. Liu, J. Kong, and G. Zuo. The Impact of the Pilot Program on Industrial Structure Upgrading in Low-Carbon Cities [J]. Journal of Cleaner Production, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125868>, 2021.

Can Low-carbon Transition Impact Employment ——Empirical Evidence from Low-carbon City Pilot Policy

WANG Feng, GE Xing

(School of Economics and Finance, Xi’an Jiaotong University, Xi’an 710061, China)

Abstract: Green and low-carbon transition is a wide and profound economic and social systemic change, which will inevitably affect many areas of the economic system. Among them, did the low-carbon transition that China has been continuously promoting for many years impact employment while achieving energy conservation and emission reduction targets? Taking the implementation of the low-carbon city pilot policy as a quasi-natural experiment, this paper first analyzes the theoretical mechanism of the policy on employment and then uses the staggered difference-in-difference model to evaluate the impact of the policy on employment based on the microdata of A-share listed companies from 2007 to 2019. The main results show that, on the whole, the low-carbon city pilot policy significantly improves the employment level of enterprises. Compared with the enterprises in the non-pilot cities, the implementation of the policy has increased the employment of enterprises in the pilot cities by about 5.11% on average. The influence mechanism test shows that the low-carbon city pilot policy mainly promotes employment by output effect and factor substitution effect. The policy not only promoted the employment of high-skilled labor but also promoted the employment of low-skilled labor through the output effect. Meanwhile, the policy increases the employment of high-skilled labor through the factor substitution effect but does not affect the employment of low-skilled labor. There are significant differences in the impact of the policy on employment among enterprises of different ownerships, enterprises of different ages, different industries, and industries with different carbon intensity. This paper provides important policy enlightenment for stabilizing employment and promoting high-quality development in the process of low-carbon transition.

Keywords: low-carbon city pilot policy; low-carbon transition; employment; output effect; factor substitution effect

JEL Classification: J21 P28 J38

(责任编辑: 李鹏)