

多维度高质量城镇化对能源消费碳排放的传导机制研究

李亚丽¹, 杨宗之¹, 黄和平^{1*}, 王智鹏²

(1. 江西财经大学经济学院, 江西南昌 330013; 2. 江西农业大学经济管理学院, 江西南昌 330013)

【摘要】 碳排放研究一直是国际气候变化领域研究的热点, 高质量的城镇化有利于碳排放减少及全球气候变化减缓。本文从人口、土地、经济三个维度构建高质量城镇化评价指标体系, 对2005—2019年中国30个省域的高质量城镇化水平进行评价, 在理论机制分析的基础上利用中介效应模型验证了三个维度高质量城镇化对能源消费碳排放的中介效应。结果表明: 不同维度的高质量城镇化水平对碳排放的影响不同, 当前的人口高质量城镇化具有显著碳减排效果, 经济高质量城镇化也具有一定碳减排作用, 但现阶段土地高质量城镇化增加了碳排放; 不同维度的高质量城镇化与能源消费碳排放之间存在不同的作用机制。具体而言, 劳动力结构转型在人口高质量城镇化与碳排放间不存在中介效应, 土地财政在土地高质量城镇化与碳排放间存在完全中介效应, 经济集聚在经济高质量城镇化与碳排放间存在遮掩效应。

【关键词】 高质量城镇化; 碳排放; 中介效应模型; 遮掩效应

【中图分类号】 X32; F113.3; F120.3

【文献标识码】 A

【文章编号】 1674-6252(2021)06-0081-09

【DOI】 10.16868/j.cnki.1674-6252.2021.06.081

引言

改革开放40多年来, 城镇化的快速推进带动的产业集聚效应和规模经济在很大程度上促进了中国经济的快速发展^[1]。然而伴随着城镇化水平的不断提高也产生了诸多环境问题, 以CO₂为代表的温室气体的排放成为各国学者关注的热点问题^[2,3]。城镇化水平的提高促进了经济发展, 经济增长反过来推动城镇化进程, 提高能源消费需求, 导致碳排放的快速增长, 进而产生了一系列生态、环境、气候问题^[4,5]。城镇化与碳排放是当前普遍关注的两大热点, 城镇化本身是一个长期而复杂的过程, 在不同的发展阶段对碳排放有着不同的影响^[6]。城镇化又可分为人口城镇化、土地城镇化和产业城镇化^[7]。传统的城镇化解了发展“快不快”的问题, 新型城镇化强调“以人为本”高质量的城镇化, 高质量城镇化是实现碳减排、减缓全球气候变化的重要途径。基于此, 本文试图从人口、土地和经济三个维度构建评价指标体系, 对其水平进行评价, 进而研究三个维度的高质量城镇化对能源消费碳排放的中介传导机制, 为进一步制定相关政策提供理论依据。

1 文献综述

随着世界经济的波动和竞争加剧, 尤其是全球气候变化带来的对资源消费的反思, 使得国内外学者对区域发展的研究不断向“质量”聚焦, 研究范畴也由单一的经济高质量发展扩展到社会保障、生态环保等领域^[8]。党的十九大报告将高质量发展描述为更高质量、更有效率、更加公平、更可持续的发展。之后, 高质量发展在多个重要场合被反复提及, 并由此提出了城镇化高质量发展。而众多学者从马克思主义政治学角度对高质量发展进行界定, 认为经济高质量发展虽然从属于高质量发展的内容, 但高质量发展的内涵显然更广阔, 包括经济、人口、生态等方面, 且更加重视发展的质量而不是速度^[9]。为了对高质量发展进行经济学研究, 诸多学者通过构建评价指标体系对其内涵界定和水平评价^[10]。方创琳等从经济城市化发展质量、社会城市化发展质量和空间城市化发展质量三类一级指标及12项具体指标构建中国城市化发展质量的指标评价体系, 并用层次分析法对1980—2008年中国城市化发展质量进行评价, 结果显示, 中国城市化发展质量总体处于中等水平, 并在缓慢提升, 但

资助项目: 贵州省重大专项课题(21GZZB20); 江西省社会科学基金重点项目(21ST01); 江西省教育厅科技计划项目(GJJ200422); 江西省研究生创新项目(YC2020-B108)。

作者简介: 李亚丽(1990—), 女, 博士研究生, 主要研究方向为生态经济, E-mail: 1147823221@qq.com。

*** 责任作者:** 黄和平(1969—), 男, 教授, 主要研究方向为循环经济与产业生态、生态系统管理等, E-mail: hphuang2004@163.com。

提质速度慢于提速速度^[11]。

当前学者对碳排放的研究主要集中在碳排放的测算、碳排放的影响因素研究。国外所使用碳排放数据主要来自世界发展指标数据库^[12]，国内的碳排放数据主要采用四种方法进行核算：能源平衡表法、投入产出模型法、生命周期法和空间数据法。当前没有一种方法是普遍适用的，要根据具体研究对象选取合适的方法，本文所采用的碳排放数据主要来源于中国碳核算数据库（CEADs），其采用能源平衡表进行测算。国外学者多采用计量经济学模型和环境库兹涅茨曲线（EKC）模型，研究碳排放的影响因素，且主要集中于经济增长、能源消耗、金融发展等对碳排放的影响^[13]，也有部分学者研究了能源消费来源对碳排放的影响^[14]。国内外学者对碳排放的影响研究，从影响因素总结为技术因素、结构因素和规模因素3个一级指标，具体包括经济规模（经济发展）、人口规模（城市化水平）、产业结构、能源消费结构、能源强度、碳排放强度等6个二级因素。从研究方法总结，常用的研究方法可划分为5类：指数分解分析法，其中对数平均迪氏指数（Logarithmic Mean Division Index, LMDI）更为常用；结构分解分析法；KAYA等式及其变形，主要有IPAT（Impact Population Affluence Technology）模型和STIRPAT（Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence, and Technology）模型；EKC模型；计量经济学方法。其中，计算经济学方法包括静态面板模型、动态面板模型、空间计量模型、单位根和协整、因果关系分析等，适用性较广。

国内外学者对城市化与碳排放之间的关系进行了大量研究，且大多数学者认为城市化促进了碳排放，也有部分学者认为城市化与碳排放的关系不显著。Al-Mulali等分别运用固定效应模型和动态面板模型（GMM）研究了全球93个国家的城市化率与碳排放的关系，结果表明，城市化率促进了碳排放^[15]；Hossain基于1971—2007年新兴工业化国家的面板数据，利用协整检验和误差修正模型，研究了能源消费总量、经济增长、城市化率、对外开放度对碳排放的影响，结果表明能源消费总量和经济增长促进了碳排放，对外开放水平抑制了碳排放，城市化率对碳排放的影响不显著^[16]。周葵等基于1978—2009年全面层面数据，运用协整分析与格兰杰因果检验，研究了城市化水平与碳排放之间的关系，结果表明，城市化率与碳排放之间长期存在驱动关系，城市化率的提高将引起碳排放量的增加^[17]。孙叶飞等基于2000—

2014年的中国省际面板数据，分析了城镇化与产业结构高级化对CO₂排放的影响机理，结构表明，城镇化与CO₂排放存在正相关关系；城镇化通过产业结构高级化降低了碳排放^[18]。

综上所述，众多学者对碳排放进行了诸多研究，但对高质量城镇化的研究较少，尤其是高质量城镇化与碳排放两者关系研究较为缺乏。以往文献研究主要有以下两个特点：一是多运用城镇常住人口占总人口的比重这一单一指标衡量城镇化水平；二是碳排放的影响因素研究中，多将城镇化水平作为影响因素之一进行分解或回归，单独进行两者关系研究的文献较少；三是城镇化与碳排放两者关系研究中，多假设两者之间存在线性关系或因果关系，对两者传导机制研究较为缺乏。基于此，本文拟从以下两方面进行拓展：①基于人口、土地、经济角度构建高质量城镇化评价指标体系，能够较为客观全面反映当前不同维度的高质量城镇化水平；②引入人口、土地和产业高质量城镇化相应的中介变量，劳动力结构转型、土地财政、经济集聚，运用中介效应模型，在理论分析基础上验证人口、土地和经济高质量城镇化对碳排放的中介传导机制。

2 多维度高质量城镇化指标体系构建

2012年，党的十八大报告强调提高城镇化的发展质量，推动工业化、信息化、城镇化和农业现代化协调发展。2014年，国务院出台了《国家新型城镇化规划（2014—2020年）》（以下简称《规划》）提出了全面提高城镇化发展质量的新要求。新型城镇化的目的是实现城镇化的高质量发展，其核心在于以人为本、可持续发展和协调发展，这是高质量城镇化评价的标准^[19]。基于此，本文认为高质量城镇化与传统城镇化的主要区别在三个层面：一是高质量城镇化是大部分农村人口向城镇迁移，实现农民市民化，通过优化人口结构，提高人口素质，提升人口发展潜力和社会保障，实现人口和谐发展。人口转移是城镇化的外延，其实质是实现以人为本、城乡统筹发展、和谐发展，而人口素质的提升是高质量城镇化发展的关键，人口结构优化、人口发展潜力提升是人口高质量发展的基础，人口保障是人口高质量发展的重要手段。二是高质量城镇化是实现资源集约节约利用、城镇空间布局合理优化、投入产出效率高效、生态环境优美、人地协调发展的土地高质量城镇化，传统的城镇化随着人口增长往往伴随着城市空间扩张，存在土地城镇化快于人口城镇化而导致的土地利用低效和浪费问题^[20]。高质量城镇化重视市政建设、生活设施和生态基础设

施的科学规划，避免土地资源的浪费，重视居民生产、生活环境的改善，解决城市交通拥堵问题和城市污染问题。三是经济高质量城镇化是以“五大发展理念”为指导原则，通过科技创新、对外开放等，实现产业结构优化升级、经济发展和谐稳定，城乡居民共享发展成果。经济发展方式的转型、产业结构优化升级是经济可持续发展的基础，也是城镇高质量建设的基础。传统城镇化主要靠粗放型的工业化推动，高质量城镇化建设应该依靠科技创新，在实现产业结构优化升级的基础上实现经济的稳步、绿色、开放发展。

根据高质量城镇化的内涵与特征，借鉴已有的研究成果^[21]，遵循科学性、代表性、可操作性等原则，本文将高质量城镇化分为人口、土地、经济三个维度，构建高质量城镇化的评价指标体系，具体见表1。并采用改进的熵值法和因子分析法对高质量城镇化指标体系中各指标进行客观赋权，熵值法是通过计算指标的信息熵，根据指标的相对变化程度对系统整体的影响来决定指标的权重，相对变化大的指标具有较大的权重。因子分析法能从选定的指标体系中归纳出大部分信息，是根据数据指标间的相对重要性进行客观

加权，且本文绝大部分变量的Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) 值在0.7以上，表明可以运用主成分分析求权重。两者结合使用，可使评价结果更为准确。熵值法和因子分析法确定指标权重的计算步骤分别见参考文献[22]和[23]。两种方法计算的权重加权平均，即得到各项指标的权重，具体结果见表1。人口、土地、经济高质量城镇化水平的综合评价结果受限于篇幅限制，不再展示。

指标数据来源于2006—2020年《中国统计年鉴》、2006—2019年《中国社会统计年鉴》、2006—2020年《中国高技术产业统计年鉴》、2006—2018年《中国固定资产投资统计年鉴》。极少数缺失数据采用插值法或平滑法予以补充。所有涉及价格的指标数据，均以2005年为不变价进行平减指数处理。最后本文运用极差法，对各项指标数据进行了标准化处理。

3 多维度高质量城镇化影响碳排放的实证研究

3.1 多维度高质量城镇化对碳排放直接影响的理论分析与假说提出

人口高质量城镇化发展的

表1 多维度高质量城镇化评价指标体系及权重

一级指标	二级指标	三级指标	指标性质	指标权重
人口高质量城镇化	人口结构	非农人口比重	正向	0.091 8
		男女比例	适中	0.085 7
	人口素质	每十万人受高等教育人口	正向	0.090 8
		平均寿命	正向	0.092 5
	人口发展潜力	人口自然增长率	正向	0.029 0
		老龄化率	负向	0.069 3
	人口和谐度	总抚养比	正向	0.080 5
		社会离婚率	负向	0.104 1
	人口保障	城镇职工基本养老保险覆盖率	正向	0.190 9
城镇职工基本医疗保险覆盖率		正向	0.165 5	
土地高质量城镇化	土地利用结构	建成区面积占市区面积比重	负向	0.104 3
		建成区绿化覆盖率	正向	0.094 0
	土地利用程度	城市人口密度	正向	0.116 2
		人均拥有城市道路面积	正向	0.099 0
	土地投入水平	地均固定资产投资	正向	0.175 0
		地均财政支出	正向	0.104 2
	土地产出水平	地均国内生产总值 (GDP)	正向	0.107 8
地均财政收入		正向	0.199 5	
经济高质量城镇化	产业结构升级	第三产业占GDP比重	正向	0.075 2
		高技术产业产值占工业生产总产值比重	正向	0.065 6
	经济发展稳定	城镇登记失业率	逆向	0.048 0
		经济增长波动率	适中	0.065 2
	经济发展协调	城乡居民可支配收入之比	逆向	0.032 4
		城乡居民消费水平之比	逆向	0.033 5
	经济发展共享	每万人拥有的公共交通工具数	正向	0.095 3
		每万人拥有医疗卫生床位数	正向	0.052 5
		每万人拥有卫生技术人员	正向	0.066 8
	科技创新	研发 (R&D) 经费支出占GDP比重	正向	0.102 6
每万人拥有专利申请授权数		正向	0.149 7	
对外开放	进出口总额占GDP比重	正向	0.113 5	
	利用外商投资总额占GDP比重	正向	0.099 7	

内涵是实现农村人口向城镇转移,使更多农民通过转移就业提高收入,实现农村人口市民化。随着农村人口向城镇转移,人口由第一产业向第二、第三产业转移会加大能源需求,产生更多的碳排放^[24]。一方面,第二、第三产业能源消耗通常高于第一产业;另一方面,农村人口向城镇转移推动农业生产密集化和机械化发展,增加能源消耗。农村人口向市民的转化也伴随着生产生活和消费方式的转变,一般而言,城镇居民消耗的能源高于农村居民,收入水平的提高会进一步刺激消费需求和影响消费结构,导致能源消费和碳排放的提高^[25]。因此,在人口城镇化高质量发展的初期,农村转移城镇的人口较城镇存量人口对能源需求更多,而中国长期的能源消费结构主要以化石能源为主,必然产生较多的碳排放。但随着人口城镇化高质量的进一步提升,城镇人力资本水平提升,增强了公民环保意识,提升了环境集中治理的效果;人力资本积累的可持续增长效应最终会促进城市碳排放的降低^[26]。由此,提出假说1:现阶段人口高质量城镇化显著影响了碳排放,但具体作用方向有待进一步证实。

土地是城镇化的载体,随着城镇化水平的提升,城镇建成区面积快速低效增长^[27],城市建设用地挤占耕地和林地,消耗大量能源,产生较多的碳排放,同时,对城市基础设施的需求提高,增加对能源密集型原材料的需求,进而增加碳排放。快速扩张的城市以“摊大饼”形式蔓延,导致更多私家车出行,降低公共资源共享效率,产生较多的碳排放。但随着城镇化质量的提高,城市人口密度增加,城市空间布局更为紧凑,紧凑式的空间模式不仅可以缩短通勤距离,共享交通、基础设施、公共服务,降低能源消耗^[28],还可以腾出更多空间植树造林,增加碳汇。但也有研究表明,中小城市的人口密度的增加能够降低居民生活能源消费,大城市人口密度的增加会带来“大城市病”等问题反而增加了能源消耗,产生较多碳排放^[29]。而众多文献表明,当前的土地城镇化水平促进了碳排放,但随着土地城镇化质量的进一步提高有利于碳减排^[30]。因此,提出假说2:现阶段土地高质量城镇化水平正向促进了碳排放。

产业城镇化是城镇化发展的主要动力,主要表现为经济总量的提高、经济结构的非农化,产业发展、产业结构、产业创新和产业开放度可以充分表现产业高质量发展水平^[31]。经济增长方式实质上高级生产要素在不同产业及环节间的流动导致要素配置发生改变,外在表现为产业结构的不断调整和优化。碳

排放受到经济增长、产业结构变动、技术创新和对外开放等影响。根据环境库茨涅茨曲线,经济增长与碳排放存在倒U形结构,该结论已经被诸多学者证实^[32]。产业结构对碳排放有着根本性的影响,因为各产业对能源需求量不同,当工业占比较大时,需要消耗较多能源,产生较多碳排放;但随着经济城镇化质量的提升,第三产业占比逐渐增加,能源消耗有所下降,但在经济城镇化高质量发展初期,第三产业发展增加了对各种办公建筑、家用轿车和公共交通的能源消耗^[33]。众多研究表明,技术进步有助于碳减排,一方面,低碳技术的创新有利于新能源的开发利用,助推碳减排;另一方面,内生增长理论认为,技术进步是经济增长的主要动力,能够促进产业结构优化升级,提高能源利用效率,实现碳减排^[34]。当前经济对外开放对我国碳排放具有双重影响,一方面,对外开放可以通过促进经济增长产生正外部性,并有利于促进专业化分工,形成规模经济,进而有利于知识传播和人力资本增加,东道国可以借鉴发达国家先进的技术和管理经验,提高技术水平,同时按照国际环境标准,强化环境管理措施,并在激烈的市场竞争中提升创新能力,从而降低碳排放;另一方面,发达国家主要将本国污染密集型工业转移到发展中国家,而东道国则成为“污染避难所”;各国为了在世界贸易中抢占市场份额,降低环境标准,出现“向底线赛跑”,盲目扩大生产,忽视能源和资源利用效率,从而产生较多的碳排放。因此,经济城镇化高质量发展对碳排放的影响是经济发展、产业结构、技术进步和对外开放共同作用结果,当前作用方向尚不明确,有待进一步证实。据此,提出假说3:现阶段的经济城镇化高质量发展影响了碳排放,但具体作用方向是正负博弈结果。

3.2 多维度高质量城镇化对碳排放的中介机制理论分析与假说提出

2014年《规划》指出“推进农民工融入企业,企业要落实农民工与城镇职工同工同酬制度”。人口高质量城镇化建设的关键是实现农民到市民的转变。要实现这一目标,农民就业城镇化转型是必须解决的前提条件^[35]。农民就业结构转型不仅增加了进入城镇的农民收入,也会间接带动农村剩余人口的收入,缩小城乡居民的收入差距和消费差距,推动城乡消费水平的提升,对碳排放产生正负两个方面的影响^[36]。大量农村剩余劳动力向城镇转移,就业人口从第一产业向第二、第三产业转移,其所从事经济活动的模式逐

渐发生转变，其能耗方式向着更加集约方向转变^[37]。城镇化带来的人口集聚和消费结构升级将带动生活性和生产性服务业的发展，为非技术劳动力提供更多的就业机会，且城镇化的高质量发展促使生产愈加专业化，分工精细化，增加对技能劳动力的需求，产业结构向高级化发展，从而降低了碳排放^[38]。由此得到假说 4：人口高质量城镇化通过劳动力结构转型升级影响了碳排放。

自财政分权以来，地方政府财政压力日益大增，不得不寻求其他财政收入来源，土地财政成为地方政府重要的收入来源，土地财政其构成主要分为土地出让收入和土地税费两部分，而其中土地出让收入越来越占据土地财政的主体^[39]。随着新型城镇化的建设，地方政府通过土地财政模式进行产业结构调整、资源分配等影响碳排放。农村人口向城镇转移，需要大量土地，在当前土地出让市场机制日益完善的情况下，城市边缘的土地主要用来进行第二、第三产业的开发和经营，极少用于第一产业，与此配套的基础设施建设也需要完善，因此，需要消费大量化石能源，产生较多碳排放^[39]。在“晋升锦标赛”的情景下，政府将土地财政收入主要用于经济性公共物品（包括交通、能源、通信等方面），因为这是政府的基本职能所在，而非经济性公共物品（包括环保设施、文化教育等）则投入较少，由此产生较多碳排放^[40]。但随着土地城镇化的高质量发展，土地财政也有可能促进碳减排。地方政府可以通过将土地财政资金用于治理环境、建设环保设施、吸引高水平企业落地投资等，促进第三产业发展，优化产业结构，减少碳排放；还可以通过土地财政管控国有建设用地上进行的新项目建设，对土地出让对象进行资格审查与质量监管，择优选择，提高建设用地上环境管制力度，则有利于碳减排。因此，土地财政对碳排放具有双重影响，具体作用方向由政府行为决定。但当前较多文献表明，土地财政会显著增加碳排放。据此，提出假说 5：现阶段的土地高质量城镇化水平通过土地财政增加了碳排放。

城镇化水平吸引着产业集聚，是推动产业集聚的主要动力，产业集聚又是经济增长的重要因素，对碳排放有重要影响。《规划》中明确提出“优化提升东部地区城市群，培育发展中西部地区城市群，建立城市群发展协调机制，促进各类城市协调发展”。新型城镇化战略的实质是预期通过发展经济集聚所具有的各种正外部性促进经济高质量发展，进而促进节能减排^[41]。随着经济城镇化的发展，城市之间表现出显著的经济集聚特征，经济集聚对碳排放具有双重影响。

一方面，当经济城镇化高质量发展处于起步阶段时，与要素和市场相对分散的农村相比，城镇具有集聚经济的性质，可以通过要素共享降低成本，减少交通运输距离，提高生产效率，降低碳排放；当经济城镇化高质量发展到较高水平时，不仅可以通过经济集聚的外部性，还可以通过提高经济集聚水平，提高技术进步、实施严格的环境管制抑制碳排放的增加。另一方面，当经济高质量城镇化处于快速发展阶段时，经济集聚的规模快速扩张导致“拥挤效应”，引致能源需求急剧增加，从而导致碳排放的增加量大于规模经济、技术溢出、知识共享等正外部性所带来的碳排放减少量，且在经济快速发展阶段通常会呈现能源密集型和高污染型重工业为主的产业集聚，同样促进了碳排放。因此，经济高质量城镇化建设通过经济集聚对碳排放的作用方向与经济发展速度有关，而当前中国经济正处于快速发展阶段，由此，提出假说 6：现阶段经济高质量城镇化通过经济集聚增加了碳排放。

3.3 中介效应模型构建

根据前文的理论分析和假设可知，人口、土地、经济高质量城镇化分别借助劳动力结构转型、土地财政、经济集聚等中介变量作用碳排放。基于此，本文采用中介效应分析方法进行高质量城镇化影响碳排放的机制检验。中介效应分析方法主要用来检验处理变量通过一个中介变量影响结果变量的因果机制，是基于“反事实推论”的原理，来推断处理变量、中介变量和结果变量的因果关系，最终得到中介变量的直接效应、间接效应和总效应，且可以通过计算机随机仿真模拟，尽可能消除处理变量本身带来的样本选择偏误所产生的影响^[42]。

为了验证上述假说是否成立，构建中介效应模型进行检验^[43]，具体见方程如下：

$$C_{it} = a_0 + a_1 \text{urb}_{it} + a_2 x_{it} + \varepsilon_{1it} \quad (1)$$

$$Z_{it} = b_0 + b_1 \text{urb}_{it} + b_2 x_{it} + \varepsilon_{2it} \quad (2)$$

$$C_{it} = c_0 + c_1 \text{urb}_{it} + c_2 Z_{it} + c_3 x_{it} + \varepsilon_{3it} \quad (3)$$

式中， C_{it} 为第 t 年第 i 省份的能源消费碳排放； urb_{it} 为自变量，指的是人口高质量城镇化（ urb_1 ）、土地高质量城镇化（ urb_2 ）、经济高质量城镇化（ urb_3 ）。 x_{it} 为控制变量，包括总人口用区域常住人口（ x_1 ）衡量；经济发展水平用人均 GDP（ x_2 ）衡量；环境规制用工业污染治理投资占 GDP 比重（ x_3 ）衡量；产业结构用工业增加值占 GDP 比重（ x_4 ）衡量；市场化程

度用私营及个体就业人口占总就业人口比重 (x_5) 衡量; 能源消费结构用煤炭消费占总能源消费比重 (x_6) 衡量。 Z_{it} 为中介变量, 人口高质量城镇化的中介变量是劳动力就业结构转型, 用第二、三产业就业人数占总人口比例 (Z_1) 衡量; 土地高质量城镇化的中介变量是土地财政, 用土地出让金收入 (Z_2) 衡量; 产业高质量城镇化的中介变量是经济集聚, 用经济密度即第二、三产业产值与建成区面积之比 (Z_3) 衡量。 a_1 、 b_1 、 c_1 为人口、土地、经济高质量城镇化在对应模型中的回归系数; a_2 、 b_2 、 c_3 为控制变量在对应模型中的回归系数; c_2 为中介变量对碳排放的回归系数; a_0 、 b_0 、 c_0 为对应模型中的常数项; ε_{1it} 、 ε_{2it} 、 ε_{3it} 为对应模型中的扰动项。

2000—2018年碳排放来源于中国碳核算数据库 (CEADs), 2019年运用趋势模型计算得到; 其他数据来源于2006—2020年《中国统计年鉴》、2006—2018年《中国国土资源统计年鉴》、2006—2019年《中国教育统计年鉴》。

3.4 回归结果与分析

在模型估计前, 为了防止伪回归对数据进行 Augmented Dickey-Fuller (ADF) 检验, 显示面板数据均通过2阶差分的平稳性; 运用方差膨胀因子进行多重共线性检验, 结果显示方差膨胀因子值均在10之内, 表明各变量间相关性较低, 可进行面板数据回归。利用温忠麟^[43]提出的中介效应检验方法, 检验高质量城镇化对碳排放的中介传导机制, 结果见表2。从表2可以看出, 在验证人口高质量城镇化对碳排放的作用机制中, 模型(1)中人口高质量城镇化对碳排放的总效应 a_1 ^① 显著为负, 模型(3)中人口高质量城镇化对碳排放的直接效应显著为正, 劳动力结构对碳排放也具有较为显著的影响, 但模型(2)中人口高质量城镇化对中介变量劳动力结构转型的作用不显著, 根据温忠麟的检验程序, 需要进行 Sobel 检验, 结果不显著, 说明人口高质量城镇化直接作用碳排放, 并具有显著的减排效果, 这与理论分析部分一致, 但劳动力结构转型在人口高质量城镇化与碳排放的关系中不存在中介效应, 可能原因在于当前阶段的人口城镇化高质量发展虽然促进了劳动力结构转型, 但当前户籍制度决定转移人口处于“半城镇化”状态, 大多数农村转移劳动力仍从事基础建设等低技术含量工作, 且工作不稳定, 随时伴随着失业风险, 并

未实现真正意义上的劳动力结构转移^[44], 所以当前的人口高质量城镇化对农村劳动力结构转型作用不显著。

模型(4)、模型(5)、模型(6)为土地高质量城镇化对碳排放的内在机制的检验。在模型(4)中土地高质量城镇化对碳排放具有显著的正向促进作用, 与假说2的理论分析一致; 在模型(5)中土地高质量城镇化对中介变量土地财政具有显著正向作用, 初步判断可能存在中介效应; 在模型(6)中中介变量对碳排放作用系数显著, 但土地高质量城镇化对碳排放作用系数不显著, 说明土地高质量城镇化完全通过土地财政路径作用碳排放, 且现阶段的土地高质量城镇化通过土地财政收入增加了碳排放, 验证了假说5的成立。

模型(7)、模型(8)、模型(9)为经济高质量城镇化对碳排放传导机制的检验。在模型(7)中, 经济高质量城镇化具有显著的碳减排作用, 说明经济高质量发展带动的碳减排效果大于增加的碳排放, 符合 EKC 曲线; 在模型(8)中, 经济高质量城镇化对中介变量经济集聚具有显著的正向促进作用, 说明经济城镇化高质量发展促进了经济集聚, 同现阶段新型城镇化规划内容趋于一致; 在模型(9)中, 中介变量对碳排放具有显著正向促进作用, 经济高质量城镇化对碳排放具有显著负向影响, 即经济高质量城镇化对碳排放的直接和间接影响方向相反, 说明经济集聚遮掩了经济高质量发展的碳减排效果, 证明了假说3和假说6的正确性。

4 结论与建议

本文构建了人口、土地、经济三个维度的高质量城镇化评价指标体系, 运用熵值法和因子分析法对三个维度的高质量城镇化水平进行评价; 然后引入相应的中介变量——劳动力结构转型、土地财政、经济集聚, 利用中介效应模型研究人口、土地和经济高质量城镇化对碳排放的传导机制。得到以下结论: ①不同维度的高质量城镇化水平对碳排放的影响不同, 当前的人口高质量城镇化具有显著碳减排效果, 经济高质量城镇化也具有一定碳减排作用, 但现阶段土地高质量城镇化增加了碳排放。②不同维度的高质量城镇化与能源消费碳排放之间存在不同的作用机制。具体而言, 劳动力结构转型在人口高质量城镇化与碳排放间不存在中介效应, 土地财政在土地高质量城镇化与碳

① a_1 、 b_1 、 c_1 是 urb 的回归系数, 在表中用 urb 指代。

表2 影响机制检验结果

变量	人口高质量城镇化			土地高质量城镇化			经济高质量城镇化		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Z	—	—	0.27* 1.86	—	—	0.28*** 12.38	—	—	0.33*** 5.64
urb	-0.54*** -2.96	0.05 0.83	-0.56*** -3.04	0.16*** 2.69	0.52*** 4.79	0.02 0.29	-0.16*** -4.47	0.51*** 5.02	-0.33*** -5.79
x ₁	0.49*** 18.69	-0.03*** -3.13	0.50*** 18.81	0.50*** 18.99	0.78*** 16.71	0.27*** 9.53	0.49*** 18.66	0.13*** 6.07	0.45*** 16.98
x ₂	0.71*** 9.35	0.36*** 14.54	0.62*** 6.65	0.64*** 8.98	1.08*** 8.41	0.34*** 5.06	0.66*** 6.84	0.08 1.04	0.64*** 6.79
x ₃	-0.12*** -4.63	-0.03*** -3.91	-0.11*** -4.22	-0.09*** -3.67	-0.43*** -9.38	0.03 1.15	-0.11*** -4.14	-0.09*** -4.30	-0.08*** -3.07
x ₄	0.04 0.36	0.21*** 5.66	-0.02 -0.14	0.06 0.51	0.01 0.05	0.06 0.57	0.07 0.58	0.04 0.44	0.05 0.48
x ₅	0.11* 1.67	0.02 1.01	0.10 1.59	0.10 1.51	0.45*** 3.81	-0.03 -0.49	0.14* 1.89	0.07 1.17	0.12 1.64
x ₆	1.04*** 20.56	-0.07*** -3.97	1.05*** 20.61	1.06*** 20.89	0.52*** 5.79	0.91*** 20.07	1.04*** 20.21	0.07 1.64	1.02*** 20.40
C	-8.47** -10.63	0.18 0.71	-8.52*** -10.72	-10.34*** -15.46	-14.96*** -12.48	-6.10*** -9.09	-9.94*** -14.86	-1.65*** -3.12	-9.40*** -14.37
R ²	0.72	0.71	0.72	0.72	0.70	0.79	0.71	0.50	0.73
Sobel 检验	0.01 0.76	—	—	—	—	—	—	—	—

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5% 和 1% 水平上显著

排放间存在完全中介效应，经济集聚在经济高质量城镇化与碳排放间存在遮掩效应。

根据上述结论，在城镇化高质量建设过程中减少碳排放，实现碳中和，需要从以下几个方面努力：
 ①优化人口结构，提升人口素质和发展潜力，加大人口保障力度。人口高质量城镇化具有显著的碳减排效果，因此，提高人口高质量城镇化水平有利于降低碳排放。在大力推行新型城镇化建设过程中，出台相关配套政策，推动农村剩余劳动力向城镇转移，实现农村居民市民化，提高人口发展潜力。同时，重视教育，积极建设高质量高校、研究机构，提高居民的教育水平，引导居民绿色出行、绿色消费。
 ②优化空间利用结构，适当把控土地利用程度，提高土地利用效率，合理分配土地财政收入。在本文研究中，现阶段的土地高质量城镇化虽然增加了碳排放，但土地高质量城镇化的进一步发展有利于碳减排。城镇碳减排应从两方面入手，一方面增加碳汇，另一方面减少碳源。因此，可通过空间合理规划增加建成区绿化面积，将土地财政用于配套设施建设、产业发展等，鼓励人口向中小城市集聚，建设紧凑式的空间模式；同

时，约束土地使用，保障耕地红线，鼓励开发城市中未利用地，提高环境监管和治理力度。
 ③立足创新，优化产业结构和路径，促进国际国内“双循环”，实现协调、稳定发展。从回归结果看，现阶段的经济高质量城镇化有利于碳减排，EKC 曲线表明促进经济高质量发展可进一步降低碳排放。但经济的高质量发展应立足创新，采用科技驱动、技术溢出、知识共享等路径，实现产业清洁生产，促进产业结构升级。在国际贸易面临着更多不确定因素和新冠肺炎大规模爆发重创全球经济的情况下，促进国内居民消费成为经济发展的重要增长极，因此，严控房产价格，提高居民收入，鼓励居民绿色消费，发展经济的同时降低碳排放。

参考文献

[1] 徐丽杰. 中国城市化对碳排放的影响关系研究[J]. 宏观经济研究, 2014(6): 63-70, 79-79.
 [2] LIN B Q, RAZA M Y. Analysis of energy related CO₂ emissions in Pakistan[J]. Journal of cleaner production, 2019, 219: 981-993.
 [3] GONZÁLEZ R M, MARRERO G A, RODRÍGUEZ-LÓPEZ J, et

- al. Analyzing CO₂ emissions from passenger cars in Europe: a dynamic panel data approach[J]. *Energy policy*, 2019, 129: 1271-1281.
- [4] RAHMAN M M, VU X B. The nexus between renewable energy, economic growth, trade, urbanisation and environmental quality: a comparative study for Australia and Canada[J]. *Renewable energy*, 2020, 155: 617-627.
- [5] BAKIRTAS T, AKPOLAT A G. The relationship between energy consumption, urbanization, and economic growth in new emerging-market countries[J]. *Energy*, 2018, 147: 110-121.
- [6] ABDALLH A A, ABUGAMOS H. A semi-parametric panel data analysis on the urbanisation-carbon emissions nexus for the MENA countries[J]. *Renewable and sustainable energy reviews*, 2017, 78: 1350-1356.
- [7] 黄泰岩, 石腾超. 规避城市化厄运的关键与途径[J]. *当代经济研究*, 2013(10): 1-11.
- [8] DUMITRU C G, SANDRU A M. Sustainable strategic directions of regional development in Romania in the context of European integration[J]. *CES working papers*, 2015, 7(2a): 452-463.
- [9] 赵华林. 高质量发展的关键: 创新驱动、绿色发展和民生福祉[J]. *中国环境管理*, 2018, 10(4): 5-9.
- [10] SILVA R, FERREIRA-LOPES A. A regional development index for Portugal[J]. *Social indicators research*, 2014, 118(3): 1055-1085.
- [11] 方创琳, 王德利. 中国城市化发展质量的综合测度与提升路径[J]. *地理研究*, 2011, 30(11): 1931-1946.
- [12] OZCAN B. The nexus between carbon emissions, energy consumption and economic growth in middle East countries: a panel data analysis[J]. *Energy policy*, 2013, 62: 1138-1147.
- [13] ALAM M J, BEGUM I A, BUYSSE J, et al. Energy consumption, carbon emissions and economic growth nexus in Bangladesh: cointegration and dynamic causality analysis[J]. *Energy policy*, 2012, 45: 217-225.
- [14] SHAHZAD S J H, ZAKARIA M, REHMAN M U, et al. Relationship between FDI, terrorism and economic growth in Pakistan: Pre and Post 9/11 analysis[J]. *Social indicators research*, 2016, 127(1): 179-194.
- [15] AI-MULALI U, OZTURK I, LEAN H H. The influence of economic growth, urbanization, trade openness, financial development, and renewable energy on pollution in Europe[J]. *Natural hazards*, 2015, 79(1): 621-644.
- [16] HOSSAIN M S. Panel estimation for CO₂ emissions, energy consumption, economic growth, trade openness and urbanization of newly industrialized countries[J]. *Energy policy*, 2011, 39(11): 6991-6999.
- [17] 周葵, 戴小文. 中国城市化进程与碳排放量关系的实证研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2013, 23(4): 41-48.
- [18] 孙叶飞, 周敏. 中国城镇化、产业结构高级化对 CO₂ 排放的影响——基于独立效应和联动效应双重视角[J]. *资源科学*, 2016, 38(10): 1846-1860.
- [19] 蓝庆新, 刘昭洁, 彭一然. 中国新型城镇化质量评价指标体系构建及评价方法——基于 2003—2014 年 31 个省市的空间差异研究[J]. *南方经济*, 2017(1): 111-126.
- [20] 苏红键. 城镇化质量评价与高质量城镇化的推进方略[J]. *改革*, 2021(1): 134-145.
- [21] 方创琳. 中国新型城镇化高质量发展的规律性与重点方向[J]. *地理研究*, 2019, 38(1): 13-22.
- [22] 熊湘辉, 徐璋勇. 中国新型城镇化水平及动力因素测度研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2018, 35(2): 44-63.
- [23] 宋祺佼, 吕斌. 城市低碳发展与新型城镇化耦合协调研究——以中国低碳试点城市为例[J]. *北京理工大学学报(社会科学版)*, 2017, 19(2): 20-27.
- [24] 毕晓航. 城市化对碳排放的影响机制研究[J]. *上海经济研究*, 2015(10): 97-106.
- [25] 郭文, 孙涛. 城镇化对中国区域能源消费及居民生活能源消费的影响[J]. *中国环境科学*, 2015, 35(10): 3166-3176.
- [26] 张腾飞, 杨俊, 盛鹏飞. 城镇化对中国碳排放的影响及作用渠道[J]. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(2): 47-57.
- [27] 李建豹, 黄贤金, 孙树臣, 等. 长三角地区城市土地与能源消费 CO₂ 排放的时空耦合分析[J]. *地理研究*, 2019, 38(9): 2188-2201.
- [28] CHEN H Y, JIA B S, LAU S S Y. Sustainable urban form for Chinese compact cities: challenges of a rapid urbanized economy[J]. *Habitat international*, 2008, 32(1): 28-40.
- [29] SUN C W, OUYANG X L, CAI H B, et al. Household pathway selection of energy consumption during urbanization process in China[J]. *Energy conversion and management*, 2014, 84: 295-304.
- [30] 董锋, 余博林. 土地城镇化视角下的碳排放及其减排机制[J]. *管理现代化*, 2018, 38(2): 88-91.
- [31] 曹文莉, 张小林, 潘义勇, 等. 发达地区人口、土地与经济城镇化协调发展度研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2012, 22(2): 141-146.
- [32] 郝宇, 刘一鸣. 对外经济贸易对中国碳排放的影响: 基于省级面板数据的实证分析[J]. *中国环境管理*, 2015, 7(4): 85-93.
- [33] 韩坚, 盛培宏. 产业结构、技术创新与碳排放实证研究——基于我国东部 15 个省(市)面板数据[J]. *上海经济研究*, 2014(8): 67-74.
- [34] 王钊, 王良虎. R&D 投入、产业结构升级与碳排放关系研究[J]. *工业技术经济*, 2019, 38(5): 62-70.
- [35] 郭晨, 张卫东. 产业结构升级背景下新型城镇化建设对区域经济发展质量的影响——基于 PSM-DID 经验证据[J]. *产业经济研究*, 2018(5): 78-88.
- [36] 邸勃, 袁晓玲, 王书蓓. 城镇化影响环境质量的典型机制与差异化研究[J]. *当代经济科学*, 2021, 43(3): 94-106.
- [37] 王世进. 新型城镇化对我国碳排放的影响机理与区域差异研究[J]. *现代经济探讨*, 2017(7): 103-109.
- [38] 吕荣杰, 刘畅. 基于定性比较分析的劳动力结构优化驱动机制分析[J]. *经济问题探索*, 2020(11): 86-94.
- [39] 石益路, 纪月清. 土地财政对城市环境质量的影响——基于 164 个地级市截面数据的研究[J]. *山西师大学报(社会科学版)*, 2021, 48(2): 89-96.
- [40] 傅勇. 财政分权、政府治理与非经济性公共物品供给[J]. *经济研究*, 2010, 45(8): 4-15, 65-65.

- [41] 邵帅, 张可, 豆建民. 经济集聚的节能减排效应: 理论与中国经验 [J]. 管理世界, 2019, 35(1): 36-60.
- [42] 朱旭峰, 赵慧. 政府间关系视角下的社会政策扩散——以城市低保制度为例 (1993—1999)[J]. 中国社会科学, 2016(8): 95-116.
- [43] 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(5): 731-745.
- [44] 郑耀群, 崔笑容. 城镇化高质量发展的测度与区域差距——基于新发展理念视角 [J]. 华东经济管理, 2021, 35(6): 79-87.

The Transmission Mechanism of Multidimensional High Quality Urbanization on Carbon Emissions of Energy Consumption

LI Yali¹, YANG Zongzhi¹, HUANG Heping^{1*}, WANG Zhipeng²

(1. School of Economics, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China; 2. School of Economics and Management, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Carbon emission has always been a hot spot in the field of international climate change. High quality urbanization is conducive to carbon emission reduction and global climate change mitigation. The evaluation index system of high-quality urbanization in three dimensions of population, land and economy was constructed to evaluate the high-quality urbanization level of 30 provinces in China from 2005 to 2019. The intermediary effect model was used to verify the intermediary effect of three dimensions of high-quality urbanization on carbon emission of energy consumption based on the theoretical mechanism analysis. The results showed that three dimensions of high-quality urbanization had different effects on carbon emissions. The current population high-quality urbanization had a significant reduction effect on carbon emission, and the economic high-quality urbanization also had a certain carbon emission reduction effect, but the land high-quality urbanization increased carbon emissions at this stage. There were different mechanisms between high-quality urbanization and energy consumption carbon emissions in different dimensions. Specifically, the transformation of labor structure had no intermediary effect between high-quality urbanization and carbon emission, land finance had a complete intermediary effect between high-quality urbanization and carbon emission, and economic agglomeration had a masking effect between high-quality urbanization and carbon emission.

Keywords: high quality urbanization; carbon emission; mediating effect model; masking effect

本刊更正声明

本刊 2021 年第 3 期文章《中国与欧美非道路移动季节排放标准对比分析》，作者顺序刊登有误，由“刘鹏，汤静妍，胡明伟，翟素云”更改为“胡明伟，汤静妍，刘鹏，翟素云”，特此更正告知。