

引用格式:丁学谦,吴群,刘向南,等.土地利用、经济高质量发展与碳排放耦合协调度及影响因素:来自中国282个地级市的经验研究[J].资源科学,2022,44(11):2233-2246.[Ding X Q, Wu Q, Liu X N, et al. Coupling and coordination degree of land use, high-quality economic development, and carbon emissions and influencing factors in China: An empirical study of 282 prefecture-level cities[J]. Resources Science, 2022, 44(11): 2233-2246.] DOI: 10.18402/resci.2022.11.06

# 土地利用、经济高质量发展与碳排放耦合协调度及影响因素

## ——来自中国282个地级市的经验研究

丁学谦<sup>1</sup>, 吴群<sup>1,2</sup>, 刘向南<sup>1</sup>, 谈林沂<sup>1</sup>, 王健<sup>1</sup>

(1. 南京农业大学公共管理学院, 南京 210095;

2. 南京农业大学中国资源环境与发展研究院, 南京 210095)

**摘要:**统筹协调土地利用、经济高质量发展和碳排放的关系,对贯彻生态文明建设理念、助推实现碳达峰、碳中和目标以及提升国家治理体系和治理能力现代化建设具有重要意义。本文在构建“土地利用-经济高质量发展-碳排放”耦合协调评价指标体系的基础上,运用熵值法和耦合协调度模型,测度2006—2019年中国282个地级市3个系统综合发展指数及耦合协调情况,并结合面板Tobit模型探究3个系统耦合协调度的影响因素。研究发现:①2006—2019年中国“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统呈现“低发展水平、高耦合度、低协调度”的特点,3个系统综合发展指数均呈现先下降再上升的趋势,耦合度呈现曲折上升趋势,耦合协调度总体上由失调衰退阶段向协调阶段转变。②3个系统耦合度和耦合协调度均存在显著的区域差异,经济发达地区耦合度和耦合协调度相对更高,绝大多数城市的耦合度处于高水平耦合等级,但耦合协调度没有达到协调发展阶段。③经济实力、外部制度环境和金融规模对3个系统耦合协调发展具有显著的促进作用,而消费能力、环境规制、政府能力及金融效率则不利于3个系统的协调发展。研究丰富了“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统协调发展的理论内涵,对助推3个系统的协同发展演进具有重要的理论意义。

**关键词:**土地利用;经济高质量发展;碳排放;耦合协调;影响因素;Tobit模型;中国

DOI:10.18402/resci.2022.11.06

## 1 引言

改革开放以来,尽管中国经济总量从1978年的3645.2亿元增加至2021年的1143670亿元,年均增长率达到11.43%。但由于长期粗放型的经济增长和资源利用模式,导致了土地利用结构不合理、土地利用效率低下等问题;此外,煤、石油等高碳能源的大量利用使中国已成为碳排放量最大的国家,生态环境形势十分严峻。基于此,中国宣布二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和,这是党和国家为促进经济高质量发

展、建设生态文明所作出的重要部署。2021年10月发布的《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》要求:“碳达峰、碳中和纳入经济社会发展全局,构建绿色低碳循环发展经济体系,推动城乡建设用地盘活利用,加强节约集约用地评价,推广节地技术和节地模式”。可见在实现经济高质量发展和“双碳”目标过程中,作为基本的生产要素和一切生产活动的载体,土地在统筹兼顾、改善生态环境等方面具有无可替代的作用。因此,研究土地利用、经济高质量发展与碳排放系统

收稿日期:2022-09-21 修订日期:2022-10-27

基金项目:国家自然科学基金项目(42071247);教育部人文社会科学研究项目(22YJC630132);江苏省自然科学基金青年项目(BK20221026)。

作者简介:丁学谦,男,湖南怀化人,硕士研究生,主要研究方向为土地经济与政策。E-mail: dxqjian@163.com

通讯作者:刘向南,男,山东单县人,博士,副教授,硕士生导师,主要研究方向为土地制度与政策。E-mail: lxn@njau.edu.cn

的耦合协调发展水平及其影响因素,对提升“双碳”背景下国家治理体系与治理能力现代化建设,促进区域协调可持续发展具有重大意义。

既有文献对土地利用、经济高质量发展及碳排放系统间的互动关系已开展了大量研究。在土地利用与经济高质量发展方面,土地要素投入、土地制度安排以及土地资本化水平均影响经济高质量发展。研究表明在中国工业化发展过程中,土地投入对经济增长具有显著的贡献率<sup>[1]</sup>,土地的固有属性使土地回报超过经济增长率<sup>[2]</sup>。土地出让市场化政策通过融资效应和资源配置效应影响经济增长<sup>[3]</sup>,土地出让规模、收入和竞争都对经济增长有显著正向影响。此外,土地资本化帮助中国形成巨大的资本积累,促进实体经济规模扩张,还能通过推动技术创新促进经济转型升级,实现经济高质量发展<sup>[4]</sup>。但是在经济高质量发展的要求下,需要避免土地无序扩张与低效利用<sup>[5]</sup>,提高土地利用效率、促进土地利用方式转变和质量提升<sup>[6]</sup>。在经济高质量发展与碳排放方面,经济高质量发展能够提高煤炭等资源的利用效率,降低碳排放<sup>[7]</sup>。经济高质量发展可以引导新产业、新行业的形成以促进产业结构升级<sup>[8]</sup>;还能通过影响能源消费结构的变动<sup>[9]</sup>,促进清洁能源的使用,降低整体能源消费强度<sup>[10]</sup>,从而促进碳排放的减少。企业在经济高质量发展政策引导下,也会减少或停止高污染高能耗行业的投资,转而扩大绿色产业的投资<sup>[11]</sup>。与此同时,碳交易和碳税等政策的推行能够降低环境污染和碳排放,有效推进经济高质量发展<sup>[12]</sup>。在土地利用与碳排放方面,土地利用类型的转变会影响土壤碳库的变化,从而影响碳增汇或增排<sup>[13]</sup>;此外,与土地利用相关的经济活动也会影响碳排放,城市化加速了土地的开发利用、工业部门的扩张以及能源消费量的上升,进而导致碳排放快速增长<sup>[14]</sup>。土地出让政策会引导产业用地结构调整,进而促进产业升级,影响碳排放<sup>[15]</sup>。同时,土地利用碳排放作为提高土地集约利用水平的“成本”,具有负外部性<sup>[16]</sup>,能引导土地利用向低碳化方向转变,是促进土地可持续利用的重要内容<sup>[17]</sup>。

综上所述,土地利用、经济高质量发展与碳排放系统之间存在着十分密切的关系,但现有的研究多聚焦于两两关系的定性和定量分析,鲜有文献将

三者纳入统一框架进行协同发展研究。在研究尺度方面,已有研究多侧重于省级行政区或流域,这类尺度偏大或局限于单一地区的研究均可能导致结论的片面性,从更小的空间尺度进行更大样本的时空分析则有助于增强研究的可靠性。鉴于此,本文以2006—2019年中国282个地级市为研究对象,在分析三者耦合机理的基础上,构建“土地利用-经济高质量发展-碳排放”耦合协调评价指标体系,运用熵值法、耦合协调度模型研究3个系统综合发展水平与耦合协调度时空分异特征,进而运用面板Tobit模型分析三者耦合协调度的影响因素,以期从全国和地级市层面定量揭示中国土地利用、经济高质量发展与碳排放系统的发展特征和趋势,为探求合理的土地利用方式、促进经济高质量发展进而推动“双碳”目标的实现提供可能的参考。

## 2 土地利用、经济高质量发展、碳排放系统耦合协调机理分析

“土地利用-经济高质量发展-碳排放”是一个结构复杂、内容广泛的开放性系统,构成该系统的诸要素相互依存、相互作用。故分析三者间相互作用机理对土地资源配置效率、经济运行质量及“双碳”目标的如期实现具有重要意义。

合理的土地利用不仅能促进经济高质量发展,而且能影响碳排放变化。一方面,土地是经济高质量发展的重要载体。土地利用状态实质上是各种要素集聚与配置的空间表现<sup>[18]</sup>,土地投入水平的提升为生产要素集聚提供机会,促进土地的开发利用以及各类资源的有效配置,从而可以提高土地利用效率,优化产业的结构和布局。具体来看,为实现土地的有效供给和效益最大化,政府会优先支持效益高与创新先进型产业的用地需求,并不断淘汰单位土地效益低的落后产业,为优势项目和优质企业腾出发展空间。这一举措加速了人才、先进技术等创新要素的集聚和发展;而为重点项目和产业合理配置土地能够促进各产业之间协调发展,使得经济建设与社会发展能够协调并进;通过有效盘活土地吸引先进、环保企业入驻,从而得以淘汰落后、高耗能产业,降低环境污染程度,促进绿色发展;优惠的土地政策吸引更多外部企业投资,提升了对外开放水平;产业的引进和升级同时会带动基础设施的完

2022年11月

善,增加公共服务供给、促进就业创业,实现发展成果由人民共享。另一方面,政府对土地的投入与开发会保障基本的绿色空间和产业发展战略的实施、促进绿色可循环土地利用体系的建立和碳排放政策的完善,从而提高土地利用效益、碳排放效率和碳生产力并降低碳排放量<sup>[19]</sup>。

经济高质量发展能够推动“双碳”目标的实现,同时也会倒逼土地的合理利用。一方面,经济高质量发展能够有效提升碳排放效率。具体来看,中国逐步推动经济向创新驱动转型,支持服务业、高科技部门和绿色金融发展,降低了经济增长的能源需求和碳排放密度。通过政策的引导将资金等要素配置到绿色产业,推广清洁能源和低碳技术,推动绿色金融体系建设;而限制高污染、高能耗行业的投资发展,能够加速绿色产业的整合,促进产业的协调发展,从而减少碳排放<sup>[20]</sup>;再者,产业的整合和绿色发展的要求为不同企业和地区提供了开放交流的机会,促进减污降碳目标能够纳入到经济社会发展和生态文明建设整体布局中。另一方面,经济高质量发展对土地利用提出了新的要求。具体来看,在经济高质量发展要求下,土地的投入与开发更有针对性,会优先保障国家重点项目的用地需求,同时发挥政府宏观调控和市场调节的作用,进一步引导先进生产力的流动,促进土地要素市场化改革;再者,经济高质量发展能够促进绿色标准作为土地利用的硬性约束,提高生态环境的治理效能;最后,经济高质量发展会深化对外合作,建立与国际投资和贸易发展趋势相适应的土地利用方式,确保各经济主体能公平地分配土地要素,实现土地利用效益最大化,推动社会发展水平的提升<sup>[21]</sup>。

碳排放目标与政策则会倒逼土地利用和经济增长向高质量发展方式的转型。一方面,碳排放会倒逼土地利用方式转型升级。在“双碳”目标要求下,对高能耗产业的土地投入会更为慎重,并通过产业升级和土地整治加大绿色人才、创新要素的投入,实现土地集约化和绿色利用;还会倒逼城市均衡布局建设用地,集中布局工业用地,调整生产生活用地布局,营造宜人宜居环境,实现土地利用综合效益的提升<sup>[19]</sup>。另一方面,“双碳”目标能够推动

经济高质量发展。具体来看,“双碳”目标的实现需要科学技术的支持,碳减排的要求会促使低碳科技战略的发展,促进低碳领域产品、技术、能源以及碳排放控制领域开展科技创新;还会针对各行业的特点制定碳排放约束标准和控制要求,实现产业链和供应链低碳化<sup>[22]</sup>,实现各产业之间的协调发展;此外,碳减排需要国家统筹安排,低碳城市试点等政策的实施为各地应对“双碳”行动提供了交流和合作的契机,促进了产业结构、能源结构、交通与建筑结构的调整,有助于实现低碳环保引领经济高质量发展。最后,“双碳”目标的实现是生态文明建设的重要组成部分,其最终的目标是实现人与自然和谐共生,满足人民群众对优美生态环境的需要,使得治理成果由人民共享。

“土地利用-经济高质量发展-碳排放”三大系统的发展相辅相成,形成一个良性循环发展系统。高耦合协调发展系统需要土地的高效利用、经济高质量发展和碳减排同步进行,避免低水平的发展耦合,从而实现整体耦合协调效应最大化,以推动国家治理体系和治理能力现代化发展。

### 3 指标选取、数据来源与研究方法

#### 3.1 指标选取

建立科学、合理的评价指标体系是准确把握“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合协调水平的前提,基于上述对3个系统耦合协调作用机理的分析,遵循可操作性、真实性、层次性等原则,构建了“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合协调发展评价指标体系(表1)。本文认为基于土地利用效益最大化目标,当土地投入和开发达到一定水平后,才能推动经济高质量和碳排放系统的发展,故从土地投入水平、土地开发强度、土地利用效益3个方面对土地利用综合水平进行评价<sup>[23-25]</sup>;再者,鉴于城市土地利用与经济发展是影响碳排放问题的关键<sup>[14]</sup>,而农村土地利用与碳排放的作用机制和城市土地又存在很大差异,所以本文将集中关注城市土地利用与经济高质量发展和碳排放系统的耦合协调问题。党的十九大以来“创新、协调、绿色、开放、共享”五大新发展理念描绘了经济高质量发展的特征,是界定经济高质量发展最基本的参照



表1 “土地利用-经济高质量发展-碳排放”耦合协调发展评价指标体系

Table 1 Evaluation indicator system of land use-high-quality economic development-carbon emission coupling and coordinated development

系统层	一级指标	二级指标	单位	系统层	一级指标	二级指标	单位
土地利用 $U_1$	土地投入水平	地均二、三产业从业人员	万人/km <sup>2</sup>	经济高质量发展 $U_2$	创新发展	区域创新创业指数	—
		地均固定资产投资额	万元/km <sup>2</sup>			每万人在校大学生数	人
	土地开发强度	人均建设用地面积	m <sup>2</sup> /人		协调发展	科教经费产出效应	—
		人均道路面积	m <sup>2</sup> /人			产业结构高级化	—
		城市工业用地比重*	%			产业结构合理化*	—
		建成区占辖区面积比重	%			生产性服务业占比	%
		人口密度*	人/km <sup>2</sup>	绿色发展		城乡储蓄余额占GDP比重	%
	土地利用效益	地均二、三产业增加值	万元/km <sup>2</sup>			城镇化率	%
		地均财政收入	万元/km <sup>2</sup>		开放发展	环境污染指数*	—
		人均绿地面积	m <sup>2</sup> /人			PM2.5浓度*	μg/m <sup>3</sup>
		建成区绿化覆盖率	%	共享发展		贸易依存度	—
碳排放 $U_3$	碳排放效率	技术效率	%			外贸依赖度*	—
		纯技术效率	%		人均公路里程		km/人
		规模效率	%			人均医院床位数	张/万人
	碳排放现状	人均碳排放量*	t/人			每万人医生数	人
		碳排放密度*	10 <sup>4</sup> t/km <sup>2</sup>			人均公共图书馆图书藏量	千册(件)/万人
		碳排放强度*	t/万元			职工平均工资	元
		碳生产力	元/t				

注: \*表示负向指标,其他均为正向指标。

标准<sup>[26]</sup>,故从这5个方面选取相应指标对经济高质量发展水平进行评价<sup>[26-28]</sup>。对于碳排放系统,实现“双碳”目标不仅需要控制碳排放量,更要提高碳排放效率,因此从碳排放效率和碳排放现状两个方面对其进行评价<sup>[29]</sup>。

表1中,经济高质量发展系统中区域创新创业指数从新建企业数量、吸引外来投资、吸引风险投资、专利授权数量和商标注册数量5个维度,以反映中国各地区的创新创业活力与绩效<sup>[27]</sup>;科研经费产出效应应用地区生产总值与科教经费支出之比衡量;产业结构高级化采用付凌晖<sup>[30]</sup>改进的结构相似系数法测算而得;产业结构合理化运用三次产业从业人数和产值比重构建的泰尔指数进行测算<sup>[28]</sup>;生产性服务业占比借鉴赵涛等<sup>[28]</sup>的方法测算而得;环境污染指数利用工业废水排放量、工业烟尘排放量以及工业SO<sub>2</sub>排放量综合测算而得<sup>[31]</sup>;贸易依存度用进出口总额与地区生产总值之比衡量;外资依赖度用外商投资实际使用金额与地区生产总值之比衡量;碳排放系统中碳排放效率基于投入产出视角,通过MATLAB利用非期望产出的超效率SBM模型测算

得到<sup>[32]</sup>,其中投入指标包括资本要素、劳动要素和能源消耗,期望产出指标为GDP(以2006年为基期指数平减),非期望产出为CO<sub>2</sub>排放量<sup>[32-34]</sup>。其他的指标均通过统计年鉴直接获取或简单计算得到。

### 3.2 数据来源

本文所需原始数据来源于《中国城市统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》《中国能源统计年鉴》(2007—2020年)以及各地级市统计年鉴,区域创新创业指数来源于北京大学企业大数据研究中心,外商投资实际使用金额来源于Wind数据库,PM2.5浓度来源于达尔豪斯大学成分分析组数据,个别缺失数据通过邻近年份数值插补。

### 3.3 研究方法

#### 3.3.1 熵值法

考虑到熵值法能够对数据进行客观赋权,避免专家赋权的主观性,较为客观地反映各指标的实际情况和重要性,本文采用熵值法测度土地利用( $U_1$ )、经济高质量发展( $U_2$ )和碳排放( $U_3$ )3个系统的综合发展指数。其具体计算过程为:

第一步,为消除数据间的屏蔽效应和量纲差

2022年11月

异,进行标准化处理:

$$\text{正向指标 } Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad (1)$$

$$\text{负向指标 } Z_{ij} = \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad (2)$$

式中:  $Z_{ij}$  为标准值,若  $Z_{ij}$  为 0,则以 0.00001 代替; $X_{ij}$  表示  $i$  系统  $j$  指标的值;  $\max X_{ij}$  和  $\min X_{ij}$  分别表示指标  $X_{ij}$  中的最大值和最小值。

第二步,计算各项指标权重:

$$p_{kj} = \frac{Z_{ij}}{\sum_{i=1}^n Z_{ij}} \quad (3)$$

$$e_j = -\frac{1}{\ln(n)} \cdot \sum_{i=1}^n p_{kj} \ln(p_{kj}) \quad (4)$$

$$w_j = \frac{1 - e_j}{n - \sum_{j=1}^n e_j} \quad (5)$$

式中:  $p_{kj}$  为  $k$  城市  $j$  指标比重;  $n$  为城市数量;  $e_j$  为  $j$  指标熵值;  $w_j$  为  $j$  指标权重。

第三步,计算各系统综合发展指数:

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_j Z_{ij} \quad (6)$$

式中:  $U_i$  为各系统综合发展指数,能够反映各系统的综合效益情况。

### 3.3.2 耦合协调度模型

耦合关系指各系统之间相互关联、相互影响,本文将  $U_1$ 、 $U_2$ 、 $U_3$  三大系统之间相互关联程度定义为耦合度,3个系统协调发展程度定义为耦合协调度,以防止各系统低水平状态造成的“虚假”高耦合结果的干扰。在参考已有研究基础上,引入物理学中的耦合模型,来分析土地利用、经济高质量发展与碳排放系统的耦合协调度,为避免出现耦合度低

估问题,采用的计算公式如下<sup>[35]</sup>:

$$C = \frac{3 \cdot \sqrt[3]{U_1 \times U_2 \times U_3}}{U_1 + U_2 + U_3} \quad (7)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (8)$$

$$T = \alpha U_1 + \delta U_2 + \gamma U_3 \quad (9)$$

式中:  $C$  为耦合度;  $D$  为耦合协调度;  $T$  为3个系统综合度;  $\alpha$ 、 $\delta$ 、 $\gamma$  代表3个系统的权重。考虑到土地利用、经济高质量发展和碳排放系统的重要程度一致,将  $\alpha$ 、 $\delta$ 、 $\gamma$  均赋值为 1/3,并将耦合度和耦合协调度进行等级划分(表2)。

### 3.3.3 Tobit 模型

由于耦合协调度值介于 0~1 之间,属于受限因变量,为避免 OLS 估计带来的偏误,通常使用 Tobit 模型来进行估计,选择面板 Tobit 随机效应模型来分析“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合协调度的影响因素,以避免固定效应和面板 Tobit 模型的冲突<sup>[36]</sup>。

“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合协调发展受到多种因素影响。总体上看,随着经济社会发展和公众生活水平的提升,公众对生态环境和消费产品质量的要求不断提高,间接引致土地利用和经济发展方式转型,并对碳排放产生内在的抑制需求;这就需要政府通过制度的转变引导和保障三大系统间的协调发展;同时,政策目标的实现需要要素投入结构和投入方式的保障,而现代金融体系的发展是其中的关键。基于这一基本的逻辑,参考已有研究<sup>[37,38]</sup>,选取消费能力、经济实力、环境规制、外部制度环境、政府能力、金融效率和金融规模等7个方面的因素构建影响因素指标体系(表3)。其中,消费能力和经济实力用于反映公众的需

表2 耦合度与耦合协调度等级划分标准

Table 2 Classification standards of coupling degree and coupling and coordination degree

耦合度等级划分		耦合协调度等级划分					
耦合度	耦合等级	耦合协调度	协调等级	协调阶段	耦合协调度	协调等级	协调阶段
0.0	无耦合关系	[0.0, 0.1]	极度失调	失调衰退类	(0.6, 0.7]	初级协调	协调发展类
(0.0, 0.3]	低水平耦合	[0.1, 0.2)	严重失调		(0.7, 0.8]	中级协调	
(0.3, 0.5]	拮抗阶段	[0.2, 0.3)	中度失调		(0.8, 0.9]	良好协调	
(0.5, 0.8]	磨合阶段	[0.3, 0.4)	轻度失调		(0.9, 1.0]	优质协调	
(0.8, 1.0)	高水平耦合	[0.4, 0.5)	濒临失调	过渡发展类	—	—	—
1.0	良性共振耦合	[0.5, 0.6)	勉强协调				

表3 耦合协调度影响因素

Table 3 Influencing factors of coupling and coordination degree

	变量名称	变量符号	变量说明	单位
被解释变量	耦合协调度	$D$	耦合协调度模型计算结果	—
	消费能力	$consu$	人均社会消费品零售总额	元/人
	经济实力	$pgdp$	人均GDP	元/人
	环境规制	$envir$	环境规制指数	—
解释变量	外部制度环境	$mar$	市场化指数	—
	政府能力	$gov$	人均财政支出	元/人
	金融效率	$fineff$	年末金融机构贷款余额/年末金融机构存款余额	—
	金融规模	$fins$	人均贷款余额	元/人

求特征;环境规制和外部制度环境反映特定阶段的政策安排,政府能力则用于体现政策实施的可行性;金融效率和金融规模则用于反映促进政策目标实现和3个系统高水平协调发展的关键经济工具。

其中,环境规制指数利用生活垃圾无害化处理率、生活污水处理率和工业固体废物利用率进行综合衡量<sup>[39]</sup>。市场化指数由政府与市场的关系、非国有经济的发展、产品市场的发育程度、要素市场的发育程度、市场中介组织发育和法律制度环境5个分项得分构成<sup>[37]</sup>。同时,为避免异方差和多重共线性,在对变量相关性特征初步检验的基础上,对消费能力、经济实力、政府能力和金融规模4个变量取对数处理,具体模型构建如下:

$$D_{kt} = \beta_0 + \beta_1 \ln consu_{kt} + \beta_2 \ln pgdp_{kt} + \beta_3 envir_{kt} + \beta_4 mar_{kt} + \beta_5 \ln gov_{kt} + \beta_6 fineff_{kt} + \beta_7 \ln fins_{kt} + \varepsilon_{kt} \quad (10)$$

式中: $D_{kt}$ 表示第 $k$ 个地区第 $t$ 年3个系统的耦合协调度; $consu_{kt}$ 表示消费能力; $pgdp_{kt}$ 表示经济实力; $envir_{kt}$ 表示环境规制; $mar_{kt}$ 表示外部制度环境; $gov_{kt}$ 表示政府能力; $fineff_{kt}$ 表示金融效率; $fins_{kt}$ 表示金融规模; $\beta_0$ 为常数项; $\beta_1 - \beta_7$ 均为待估系数; $\varepsilon_{kt}$ 为随机扰动项。

4 结果与分析

4.1 土地利用、经济高质量发展与碳排放系统耦合协调时序分析

运用熵值法,分别测算出2006—2019年“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统的综合发展指数,再运用耦合协调度模型,测算出3个系统的耦合度(图1a),进而测算出2006—2019年“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统的耦合协调度,并分别

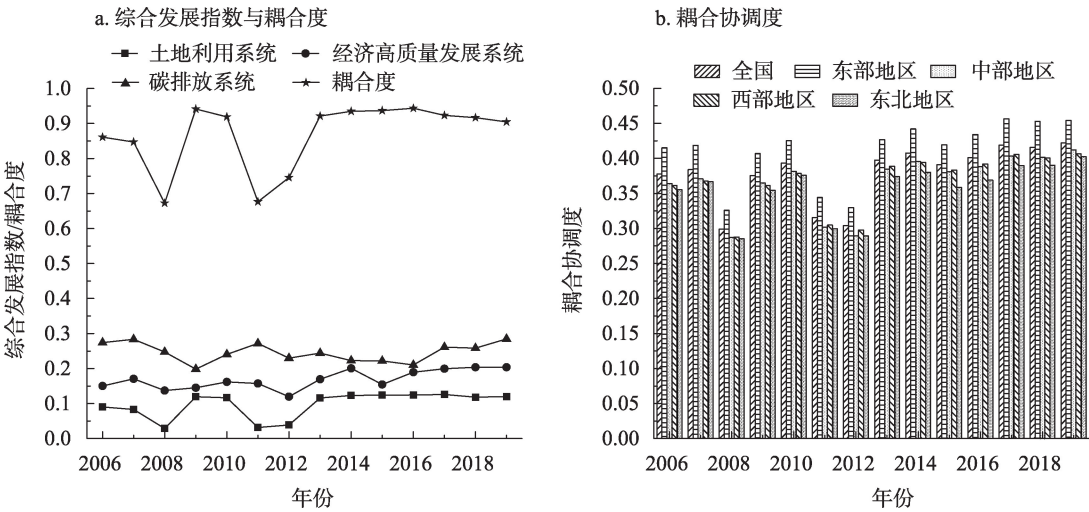


图1 “土地利用-经济高质量发展-碳排放”耦合协调时序变化

Figure 1 Land use-high-quality economic development-carbon emission system coupling and coordination time series change



2022年11月

对四大经济区域3个系统耦合协调度对比分析(图1b)。

由图1a知,2006—2019年,土地利用、经济高质量发展和碳排放系统的综合发展指数呈现先下降再上升的趋势,且碳排放>经济高质量发展>土地利用,说明碳排放系统优于其他两个系统,在2012年之后三者的差距逐渐缩小。具体来看,土地利用系统综合发展指数在2006—2008年和2010—2012年阶段均有明显下降的趋势,在2012年后显著上升并保持平稳发展。2008年颁布的《关于促进节约集约用地的通知》有效提升了土地利用效率,促进土地的合理利用,为土地利用综合发展水平的提升提供了政策保障。经济高质量发展系统综合发展指数整体呈现稳定上升的趋势,尤其在2015年下降之后呈现平稳上升趋势,说明党中央坚持以供给侧结构性改革作为经济工作主线,完整准确全面贯彻新发展理念,扎实推动了经济高质量发展。碳排放系统综合发展指数在2006—2009年由0.274下降到0.198,而在2016年之后显著上升,之后保持稳定上升趋势,说明早期粗放型经济发展模式使得碳排放无法得到有效抑制,但后期生态文明理念的提出和绿色技术的发展使得碳排放治理水平较早期相比有明显改善。从3个系统耦合度来看,3个系统的耦合水平总体较高,呈现曲折上升的趋势,且全部处于磨合阶段和高水平耦合阶段,说明土地利用、经济高质量发展以及碳排放三者之间的关系密不可分。但需要关注的是,3个系统的耦合状况一定程度上是由3个系统综合发展指数总体偏低而导致的“虚假”的高水平耦合,并不能反映出3个系统实际发展的质量和整体协调水平。

由图1b知,“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合协调度整体上偏低,呈现出先下降后急速上升再趋于稳定的态势。从全国层面看,“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合协调度先后经历了轻度失调、中度失调和濒临失调3个阶段,仍未形成良好的协调发展局面,存在较大的提升空间。分区域来看,各区域“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合协调度水平差异明显,呈现出“东部>中部>西部>东北”的分布格局。各区域3个系统耦合协调度总体态势上在向协调发展

转变。

#### 4.2 土地利用、经济高质量发展与碳排放系统耦合协调空间分异

为探讨中国“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统的耦合协调空间分异特征,根据计算结果和等级划分标准,分别绘制2006年和2019年耦合度与耦合协调度空间分布图(图2)。

由图2a可知,2006年中国“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合水平整体较高,228个城市耦合等级为高水平耦合。从空间分布上看,处于磨合阶段的城市大部分位于西部地区且呈聚集状,中部地区和东北地区有少数城市耦合度为磨合阶段,东部地区基本为高水平耦合。由图2b可知,2019年中国“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合水平整体上有较大的提升,256个城市3个系统耦合度提升到高水平耦合。从空间分布上看,西部地区的耦合水平依然相对较低,且耦合度为磨合阶段的城市主要位于西部地区,东部等经济发达地区保持着高水平耦合等级。

由图2c可知,2006年中国“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合协调度整体为失调衰退类,207个城市处于轻度失调,63个城市处于濒临失调。从空间分布上看,东部沿海地区3个系统的耦合协调度更佳,其中深圳市已达到中度协调等级,东莞市和上海市达到初级协调等级,珠海市、金华市、广州市、苏州市、北京市达到勉强协调等级;而中、西部地区及东北地区除部分经济较为发达的城市耦合协调度处于濒临失调等级,大多数城市耦合协调度为轻度失调等级;广元市、白银市、阜新市和西宁市则处于中度失调等级。由图2d可知,2019年中国“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合协调度整体有一定的提升,处于过渡发展类,其中111个城市为轻度失调等级,148个城市为濒临失调等级。从空间分布上看,东部地区3个系统耦合协调度依然高于其他地区,深圳市的耦合协调度依然位于全国首位,处于中度协调等级,其次为东莞市、广州市、上海市,均处于初级协调等级,耦合协调度达到勉强协调等级的城市数量则增加到19个;中、西部地区 and 东北地区大多数城市3个系统耦合

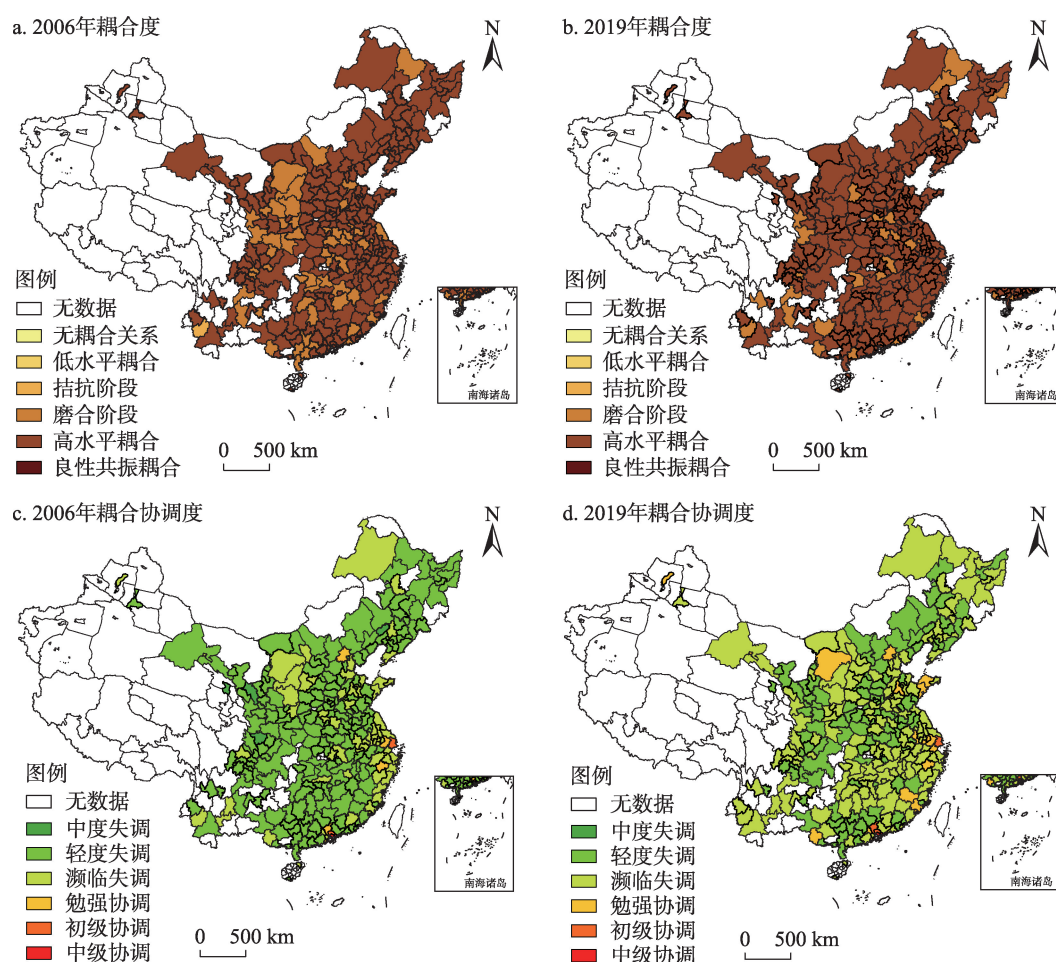


图2 “土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统耦合度与耦合协调度空间演变趋势

Figure 2 Spatial evolution trend of coupling degree and coupling and coordination degree of land use-high-quality economic development-carbon emission system

注:基于自然资源部标准地图服务网站GS(2020)4630号标准地图制作,底图边界无修改。

协调度由轻度失调转变为勉强协调,进入过渡发展阶段,并且所有城市均达到濒临失调以上等级,说明经济结构升级调整与生态文明理念的落实有效促进了中国“土地利用-经济高质量发展-碳排放”三大系统耦合协调度的提升。但是,处于协调发展水平的城市仍然屈指可数,3个系统的耦合协调仍有很大的提升空间以及亟待完善之处。

综上所述,中国“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统的协同程度表现出“高耦合度、低协调度”的特点,总体的发展质量不高。这进一步说明,合理的土地利用能显著促进经济高质量发展,缓解碳排放压力;同理经济高质量发展和碳排放系统自身的发展也能促进其他两个系统的发展,实现三者和谐共促。但是目前的协调度水平同时也证明了

大部分城市的土地利用仍没有达到理想水平,经济发展没有完全摆脱粗放型发展模式,并且碳排放压力依然较大,各系统要素发展水平不仅不能完全满足自身的发展,也暂时无法推动其他系统的发展,所以仍需继续深化要素市场化配置改革。

#### 4.3 土地利用、经济高质量发展与碳排放系统耦合协调度影响因素分析

##### 4.3.1 回归结果分析

由前文分析可知,中国四大区域“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统的耦合协调度存在明显差异,为考察地区异质性,同时分别对四大区域进行面板 Tobit 回归分析,具体结果见表4基准回归。

从全国来看,各变量均通过1%水平的显著性



2022年11月

表4 回归结果和稳健性检验

Table 4 Regression results and robustness test

回归类型	地区	<i>consu</i>	<i>pgdp</i>	<i>envir</i>	<i>mar</i>	<i>gov</i>	<i>fineff</i>	<i>fins</i>
基准回归	全国	-0.0101*** (-3.53)	0.0116*** (3.19)	-0.0724*** (-5.14)	0.0181*** (15.81)	-0.0260*** (-7.86)	-0.0226*** (-5.98)	0.0522*** (14.92)
	东部地区	-0.0108 (-1.31)	0.0347*** (4.41)	-0.0624* (-1.89)	0.0239*** (8.82)	-0.0544*** (-6.12)	-0.0051 (-0.72)	0.0641*** (8.09)
	中部地区	-0.0135* (-1.82)	0.0012 (0.13)	-0.0453* (-1.88)	0.0407*** (13.77)	-0.0503*** (-7.12)	-0.0367*** (-5.74)	0.0612*** (8.32)
	西部地区	-0.0053 (-1.46)	0.0125** (2.33)	-0.0400* (-1.69)	0.0135*** (8.04)	-0.0294*** (-4.99)	-0.0239*** (-3.13)	0.0517*** (8.06)
	东北地区	0.0094 (1.05)	-0.0011 (-0.11)	-0.1530*** (-3.94)	0.0170*** (4.09)	-0.0205** (-2.54)	-0.0397** (-2.00)	0.0450*** (4.90)
稳健性检验	全国	-0.0115*** (-4.29)	0.0098*** (2.95)	-0.0623*** (-4.64)	0.0146*** (14.44)	-0.0141*** (-4.91)	-0.0219*** (-6.08)	0.0477*** (15.46)
	东部地区	-0.0192** (-2.35)	0.0285*** (3.62)	-0.0660* (-1.95)	0.0145*** (5.69)	-0.0279*** (-3.38)	-0.0158** (-2.16)	0.0609*** (8.37)
	中部地区	-0.0103 (-1.46)	0.0013 (0.15)	-0.0414* (-1.75)	0.0302*** (10.47)	-0.0361*** (-5.42)	-0.0376*** (-6.21)	0.0585*** (9.09)
	西部地区	-0.0080** (-2.52)	0.0105** (2.29)	-0.0316 (-1.53)	0.0143*** (9.88)	-0.0178*** (-3.54)	-0.0140** (-2.23)	0.0443*** (8.14)
	东北地区	0.0119 (1.46)	0.0042 (0.44)	-0.1050*** (-2.85)	0.0170*** (4.24)	-0.0228*** (-3.10)	-0.0230 (-1.24)	0.0323*** (3.86)

注:括号内为Z值,\*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%水平下显著。

检验。具体来看,消费能力(*consu*)的回归系数显著小于0,说明消费能力的提高不利于3个系统耦合协调发展,主要是三大系统发展处于不同的发展层次,其对应的消费市场经济景气状况不同,对整体的协调发展是抑制的。经济实力(*pgdp*)的回归系数显著大于0,说明经济实力的提升能促进3个系统协调发展,表明就全国而言人均GDP的提高能够为3个系统的协调发展提供更好的物质支持,促进土地利用效益和碳排放效率的提高,同时为经济高质量发展提供活力。环境规制(*envir*)的回归系数显著小于0,说明环境规制水平的提升不利于3个系统耦合协调发展,主要是环境规制在总体发展水平较低的情况下会抑制经济增长,进而减弱在技术创新中的投入能力,从而在短期对土地资源的有效利用、经济高质量发展以及低碳目标的推进形成阶段性抑制。外部制度环境(*mar*)的回归系数显著大于0,说明市场化水平提升能够有效促进土地资源配置和供应效率,改善地区经济发展环境,促进经济高质量发展,提高碳排放效率,降低碳排放量,从而促进3个系统协调发展。政府能力(*gov*)的回归系

数显著小于0,说明政府调控不利于3个系统协调发展,主要是土地集约节约利用、经济高质量发展和“双碳”目标提出的时间具有先后性,政府在不同时期对三者的政策干预具有差异性,宏观调控还不到位,导致3个系统的发展阶段和取得的成效并不同步,故对其耦合协调度起到抑制作用。金融效率(*fineff*)的回归系数显著小于0,说明金融效率的提高会阻碍3个系统耦合协调发展,主要是大部分城市金融发展水平依然较低,且经济政策较为紧缩,土地资源配置与利用效率有待加强,无法为经济高质量发展提供有利环境,从而无法有效控制碳排放、支持低碳技术的发展。金融规模(*fins*)的回归系数显著大于0,说明金融规模的扩大能够促进3个系统耦合协调发展,究其原因是因为金融规模的扩大能够为3个系统耦合协调发展提供更多的资金支持,通过促进基础设施完善、生态环境质量提升和产业的转型升级,助推土地高效利用和低碳产业的发展。综上可知,经济实力的提升、外部制度环境的完善及金融规模的扩大能够促进3个系统耦合协调发展,而消费能力的提高、环境规制的加强、政府

能力的提升及金融效率的提高则会抑制3个系统耦合协调发展。

从四大区域的回归结果来看,消费能力(*consu*)在中部地区的回归系数显著小于0,在其他地区不显著。主要是中部地区经济发展处于深入转型发展阶段,对于绿色环保的消费观念更强烈。经济实力(*pgdp*)在东部地区和西部地区的回归系数显著大于0,但对中部地区和东北地区作用不显著,原因在于东部地区经济转型发展较快,更加注重经济增长的质量和生态环境的保护;而西部地区生态脆弱且经济相对落后,出于对经济的发展以及生态环境的保护,对3个系统的耦合协调关注和投入不断增加,使得经济实力能有效促进东部地区和西部地区的3个系统的协调发展。环境规制(*envir*)在各地区的回归系数均显著小于0,说明环境规制对各地区3个系统耦合协调发展均为负向影响,而东北地区以重工业为主的产业结构,环境规制力度的加大对经济增长的抑制作用更加显著,导致对3个系统耦合协调度的抑制也更明显。外部制度环境(*mar*)在各地区的回归系数均大于0,均在1%水平下显著,说明外部制度环境对各地区3个系统耦合协调发展具有正向促进作用,与全国估计结果一致,表明各地区市场经济在稳定发展的同时都能够有效促进3个系统耦合协调发展。政府能力(*gov*)在各地区的回归系数均显著小于0,说明政府能力对各地区3个系统的耦合协调发展均是抑制作用,并且对东部地区和中部地区的影响更大,主要是因为东部地区和中部地区经济实力更强,与西部地区、东北地区相比差距较大,经济波动性大,对耦合协调度抑制更明显。金融效率(*finff*)在中部地区、西部地区和东北地区的回归系数均显著小于0,在东部地区不显著,说明金融效率的提高会抑制中部地区、西部地区和东北地区的3个系统耦合协调发展;而东部地区经济发展水平比其他3个地区更发达,经济增长活力更强,金融效率对其3个系统耦合协调度的影响作用有限。金融规模(*fins*)在各地区的回归系数均大于0,且在1%水平下显著,说明金融规模的扩大对各地区3个系统耦合协调发展均呈现正向促进作用,主要是各地区金融作用的发挥仍在规模效应阶段,具有较大的规模扩张空间,通过充足的资本供

应保障3个系统协调发展。

#### 4.3.2 稳健性检验

部分学者考虑到传统的耦合协调度模型可能存在耦合结果波动性和无可比性的信度问题,进一步提出了耦合度的修正模型<sup>[40]</sup>。为进一步检验结果的稳健性,选择耦合度修正模型计算的耦合协调度替换原有被解释变量进行稳健性检验,具体的回归结果见表4稳健性检验。

从全国来看,消费能力、经济实力、环境规制、外部制度环境、政府能力、金融效率和金融规模均在1%水平下显著,并且各回归系数方向未发生变动,回归系数大小变动较平稳,与主回归结果一致。从四大区域来看,各地区分变量回归系数方向基本没有发生变化,东部地区和西部地区部分变量显著性发生变化,但得出的结果与前文基本一致,中部地区和东北地区显著性几乎未发生变动。综合来看,主回归具有较好的稳健性。

## 5 结论与政策建议

### 5.1 结论

本文基于土地利用、经济高质量发展和碳排放的丰富内涵,通过构建“土地利用-经济高质量发展-碳排放”三大系统耦合协调发展评价指标体系,运用熵值法对评价指标体系进行测算,再利用耦合协调度模型,测算中国282个地级市2006—2019年三大系统耦合协调时空格局,最后运用面板Tobit模型分析中国三大系统耦合协调度的影响因素。主要结论如下:

(1)从时序变化上看,中国土地利用系统、经济高质量发展系统和碳排放系统综合发展指数均呈现出先下降再上升的趋势,且碳排放>经济高质量发展>土地利用,但3个系统综合发展指数均较低;3个系统的耦合度水平总体较高,呈现曲折上升的趋势,均处于磨合阶段和高水平耦合阶段。3个系统的耦合协调度整体较低,呈现出先下降后急速上升再趋于稳定的态势,总体上由失调衰退阶段向协调阶段转变。分区域看,各区域耦合协调度的变化趋势同全国一致,且呈现“东部>中部>西部>东北”的发展格局。

(2)从空间分布上看,大部分城市3个系统耦合度为高水平耦合,经济发达地区耦合度相对更高,

2022年11月

大多数城市耦合度保持上升发展的趋势;3个系统耦合协调度存在显著的区域差异,东部经济发达地区相对更高,大多数城市耦合协调度由濒临失调转变为勉强协调,仅有深圳市、东莞市、广州市、上海市的3个系统处于协调发展阶段,绝大部分城市仍有较大的优化提升空间。

(3)从影响因素上看,经济实力、外部制度环境和金融规模对3个系统耦合协调发展有显著的正向促进作用,而消费能力、环境规制、政府能力及金融效率则不利于3个系统的协调发展。从区域异质性来看,消费能力、经济实力和金融效率只对部分地区3个系统耦合协调发展具有显著影响,而环境规制、外部制度环境、政府能力和金融规模对四大地区3个系统耦合协调均有显著影响。消费能力的抑制作用主要体现在中部地区;经济实力的促进作用在东部地区和西部地区尤为显著;金融效率对东部地区3个系统耦合协调度的影响有限,对其他地区则会起抑制作用;环境规制、政府能力会抑制各地区3个系统耦合协调发展;外部制度环境、金融规模则能够促进各地区3个系统耦合协调发展。

## 5.2 政策建议

研究发现,中国“土地利用-经济高质量发展-碳排放”系统的协同程度表现出“低发展水平、高耦合度、低协调度”的特点;在近年经济转型升级和生态文明建设持续推进背景下,3个系统逐渐朝着优质协同方向转变,但是绝大部分城市3个系统的耦合协调还没有达到协调水平。鉴于此,本文提出如下建议:

(1)优化3个系统各类要素配置,进一步提高3个系统各自的综合发展水平。深化土地要素市场化改革,盘活存量用地,完善土地供应、土地规划、土地税收等机制,大力促进科技创新型产业发展,推动高能耗、高污染产业的转型升级和退出,减少土地利用碳排放,实现土地的高效绿色利用;继续深入贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念,促进产业结构转型升级,完善城市基础设施建设和创新激励政策,提高经济增长质量;在土地利用、经济活动中逐步提升环境管制标准,加强公众环保意识,针对全国、各行业、各地区碳达峰、碳中和制定行动计划,保障“双碳”目标的实现。

(2)各地区结合实际对3个系统协调发展进行差别化地精准施策。东部地区需利用科技优势和经济基础,引进技术密集型企业,发展低碳低耗能产业,进一步提高土地利用效率和效益,从而产生辐射作用,带动其他地区3个系统转向协调发展。中部地区、东北地区和西部地区则应该大力优化要素空间布局,向东部地区学习先进的技术和管理经验,把握住产业转移的机会,进行优化调整、补齐短板从而深入推进3个系统的协调发展。

(3)优化顶层制度设计,加强政策的统筹联动,统筹3个系统的协同发展关系。继续加强经济实力提升和高水平社会主义市场经济体制的建设,使得土地、经济、环境政策相协调,以消除环境规制、政府能力的负向影响;同时,持续深化要素市场化配置改革,以市场化方式引导3个系统协调发展所需要的投融资支持,为3个系统协调发展提供制度环境保障;此外,还要以现代绿色金融为引导,优化要素投入结构和投入方式,严格控制“双碳”目标下可能产生的行业收益下降所带来的不确定性风险,并引导社会资本和企业等加大对低碳应用领域的投资,推动低碳技术创新,为3个系统协调发展提供更有力的物质保障。

## 参考文献(References):

- [1] 杨喜, 卢新海, 沈纬辰. 土地要素投入对城市经济增长空间溢出效应[J]. 经济地理, 2020, 40(10): 83-90. [Yang X, Lu X H, Shen W C. Spatial spillover effect of land element input on urban economic growth in China[J]. Economic Geography, 2020, 40(10): 83-90.]
- [2] Homburg S. Interest and growth in an economy with land[J]. The Canadian Journal of Economics, 1991, 24(2): 450-459.
- [3] 徐升艳, 陈杰, 赵刚. 土地出让市场化如何促进经济增长[J]. 中国工业经济, 2018, (3): 44-61. [Xu S Y, Chen J, Zhao G. How does the land leasing marketization affect the economic growth[J]. China Industrial Economics, 2018, (3): 44-61.]
- [4] 程建, 朱道林, 赵江萌, 等. 中国土地资本化问题研究综述[J]. 资源科学, 2022, 44(2): 221-231. [Cheng J, Zhu D L, Zhao J M, et al. Research review of land capitalization in China[J]. Resources Science, 2022, 44(2): 221-231.]
- [5] 罗遥, 吴群. 城市低效工业用地研究进展: 基于供给侧结构性改革的思考[J]. 资源科学, 2018, 40(6): 1119-1129. [Luo Y, Wu Q. Research progress on inefficient urban industrial land based on



- supply side structural reform[J]. *Resources Science*, 2018, 40(6): 1119–1129.]
- [6] Gao J L, Chen W. Spatial restructuring and the logic of industrial land redevelopment in urban China: III. A case study of the redevelopment of a central state-owned enterprise in Nanjing[J]. *Cities*, 2018, 96: 372–380.
- [7] Salazar J. *Environmental Finance: Linking Two World[R]*. Slovakia: Financial Innovations for Biodiversity Bratislava, 1998.
- [8] Hu Y Q, Jiang H Y, Zhong Z Q. Impact of green credit on industrial structure in China: Theoretical mechanism and empirical analysis[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2020, 27: 10506–10519.
- [9] 刘华珂, 何春. 基于中介效应模型的绿色金融支持经济高质量发展实证研究[J]. *新金融*, 2021, (10): 21–27. [Liu H K, He C. Empirical study on green finance supporting high-quality economic development based on intermediary effect model[J]. *New Finance*, 2021, (10): 21–27.]
- [10] 穆献中, 孔丽, 余漱石. 城市清洁能源消费、能源强度与金融信贷关系研究: 基于北京市的经验数据[J]. *生态经济*, 2019, 35(8): 146–152. [Mu X Z, Kong L, Yu S S. Study on the relationship between urban clean energy consumption, energy intensity and financial credit: Based on the empirical data of Beijing[J]. *Ecological Economy*, 2019, 35(8): 146–152.]
- [11] Liu J Y, Xia Y, Fan Y, et al. Assessment of a green credit policy aimed at energy-intensive industries in China based on a financial CGE model[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 163: 293–302.
- [12] 王博, 徐飘洋. 碳定价、双重金融摩擦与“双支柱”调控[J]. *金融研究*, 2021, (12): 57–74. [Wang B, Xu P Y. Carbon pricing, dual financial friction and dual pillar regulation[J]. *Journal of Financial Research*, 2021, (12): 57–74.]
- [13] 解天琪, 李龙, 陈鑫, 等. 基于土地利用的淮海经济区碳储量估算与预测[J]. *中国农业大学学报*, 2021, 26(1): 131–142. [Xie T Q, Li L, Chen X, et al. Estimation and prediction of carbon storage based on land use in the Huaihai Economic Zone[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2021, 26(1): 131–142.]
- [14] Zhang C, Tian H Q, Chen G S, et al. Impacts of urbanization on carbon balance in terrestrial ecosystems of the Southern United States[J]. *Environmental Pollution*, 2012, 164: 89–101.
- [15] 王博, 吴天航, 冯淑怡. 地方政府土地出让干预对区域工业碳排放影响的对比分析: 以中国8大经济区为例[J]. *地理科学进展*, 2020, 39(9): 1436–1446. [Wang B, Wu T H, Feng S Y. Comparative study of the impact of local government land transfer intervention on regional industrial carbon emissions: An example of eight economic zones[J]. *Progress in Geography*, 2020, 39(9): 1436–1446.]
- [16] 张苗, 甘臣林, 陈银蓉. 基于SBM模型的土地集约利用碳排放效率分析与低碳优化[J]. *中国土地科学*, 2016, 30(3): 37–45. [Zhang M, Gan C L, Chen Y R. Carbon emission efficiency analysis and low carbon optimization for urban land intensive use based on SBM model[J]. *China Land Science*, 2016, 30(3): 37–45.]
- [17] 柯楠, 卢新海, 匡兵. 中国城市土地绿色低碳利用时空演化及影响因素: 基于碳中和目标的实证研究[J]. *城市问题*, 2021, (7): 33–40. [Ke N, Lu X H, Kuang B. Spatio-temporal evolution and influencing factors of urban land green and low-carbon utilization under the goal of carbon neutrality in China[J]. *Urban Problems*, 2021, (7): 33–40.]
- [18] 刘莉君, 刘友金. 产业转移与土地利用的耦合作用机理及协调度评价: 以环长株潭城市群为例[J]. *财经理论与实践*, 2019, 40(4): 137–144. [Liu L J, Liu Y J. Coupling mechanism and coordination degree evaluation between industrial transfer and land use: Studying the Changsha–Zhuzhou–Xiangtan urban agglomeration as an example[J]. *The Theory and Practice of Finance and Economics*, 2019, 40(4): 137–144.]
- [19] 卢为民. *土地利用与城市高质量发展[M]*. 北京: 知识产权出版社, 2019. [Lu W M. *Land Use and Urban High-Quality Development[M]*. Beijing: Intellectual Property Publishing House, 2019.]
- [20] 李光勤. *绿色金融、经济的绿色化与高质量发展研究[M]*. 北京: 经济科学出版社, 2021. [Li G Q. *Research on Green Finance, Green Economy and High-Quality Development[M]*. Beijing: Economic Science Press, 2021.]
- [21] 崔占峰, 辛德嵩. 深化土地要素市场化改革 推动经济高质量发展[J]. *经济问题*, 2021, (11): 1–9. [Cui Z F, Xin D S. Deepening the market-oriented reform of land production factors and promoting high-quality economic development[J]. *On Economic Problems*, 2021, (11): 1–9.]
- [22] 杨涛, 杜晓宇. 绿色金融: 助力碳达峰、碳中和[M]. 北京: 人民日报出版社, 2021. [Yang T, Du X Y. *Green Finance: Help Carbon Peak and Carbon Neutralization[M]*. Beijing: People's Daily Press, 2021.]
- [23] 朱高立, 王春杰, 周佳宁, 等. 产业发展、土地集约利用与城市土地扩张[J]. *长江流域资源与环境*, 2020, 29(7): 1473–1485. [Zhu G L, Wang C J, Zhou J N, et al. Industrial development, intensive land use and urban expansion[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2020, 29(7): 1473–1485.]
- [24] 卢新海, 陈丹玲, 匡兵. 产业一体化与城市土地利用效率的时空耦合效应: 以长江中游城市群为例[J]. *中国土地科学*, 2018, 32(9): 66–73. [Lu X H, Chen D L, Kuang B. Coupling effect of industrial integration and urban land use efficiency: Taking the urban agglomeration of the middle reaches of Yangtze River as a case[J]. *China Land Science*, 2018, 32(9): 66–73.]
- [25] 杨清可, 段学军, 王磊, 等. 长三角区域一体化与城市土地利用效率的协同测度及交互响应[J]. *资源科学*, 2021, 43(10): 2093–

2022年11月

2104. [Yang Q K, Duan X J, Wang L, et al. Collaborative measurement and interactive response between regional integration and urban land use efficiency in the Yangtze River Delta[J]. Resources Science, 2021, 43(10): 2093-2104.]
- [26] 孙豪, 桂河清, 杨冬. 中国省域经济高质量发展的测度与评价[J]. 浙江社会科学, 2020, (8): 4-14. [Sun H, Gui H Q, Yang D. Measurement and evaluation of the high-quality of China's provincial economic development[J]. Zhejiang Social Sciences, 2020, (8): 4-14.]
- [27] 张庆君, 黄玲. 数字普惠金融、产业结构与经济高质量发展[J]. 江汉论坛, 2021, (10): 41-51. [Zhang Q J, Huang L. On the digital financial inclusion, productive structure and economic high-quality development[J]. Jiangnan Tribune, 2021, (10): 41-51.]
- [28] 赵涛, 张智, 梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展: 来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界, 2020, 36(10): 65-76. [Zhao T, Zhang Z, Liang S K. Digital economy, entrepreneurship, and high-quality economic development: Empirical evidence from urban China[J]. Journal of Management World, 2020, 36(10): 65-76.]
- [29] 盖美, 张福祥. 辽宁省区域碳排放-经济发展-环境保护耦合协调分析[J]. 地理科学, 2018, 38(5): 764-772. [Gai M, Zhang F X. Regional carbon emissions, economic development and environmental protection coupling in Liaoning Province[J]. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(5): 764-772.]
- [30] 付凌晖. 我国产业结构高级化与经济增长关系的实证研究[J]. 统计研究, 2010, 27(8): 79-81. [Fu L H. An empirical research on industry structure and economic growth[J]. Statistical Research, 2010, 27(8): 79-81.]
- [31] 郭付友, 陈才, 刘志刚. 城市绿色发展效率的空间分异及影响因素: 基于山东省17地市面板数据[J]. 世界地理研究, 2020, 29(5): 1040-1048. [Guo F Y, Chen C, Liu Z G. Evaluation and influence factors of green development efficiency: Based on panel data of 17 cities in Shandong Province[J]. World Regional Studies, 2020, 29(5): 1040-1048.]
- [32] 徐英启, 程钰, 王晶晶, 等. 中国低碳试点城市碳排放效率时空演变与影响因素[J]. 自然资源学报, 2022, 37(5): 1261-1276. [Xu Y Q, Cheng Y, Wang J J, et al. Spatio-temporal evolution and influencing factors of carbon emission efficiency in low carbon city of China[J]. Journal of Natural Resources, 2022, 37(5): 1261-1276.]
- [33] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952-2000[J]. 经济研究, 2004, (10): 35-44. [Zhang J, Wu G Y, Zhang J P. The estimation of China's provincial capital stock: 1952-2000[J]. Economic Research Journal, 2004, (10): 35-44.]
- [34] 吴建新, 郭智勇. 基于连续性动态分布方法的中国碳排放收敛分析[J]. 统计研究, 2016, 33(1): 54-60. [Wu J X, Guo Z Y. Research on the convergence of carbon dioxide emissions in China: A continuous dynamic distribution approach[J]. Statistical Research, 2016, 33(1): 54-60.]
- [35] 赵宁宁, 郭炎, 李志刚, 等. 中部地区乡村生产要素协同转型的时空格局及影响因素: 以湖南岳阳为例[J]. 自然资源学报, 2021, 36(12): 3170-3185. [Zhao N N, Guo Y, Li Z G, et al. Spatio-temporal patterns and influencing factors of the collaborative transformation of rural production factors in Central China: A case study of Yueyang, Hunan Province[J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(12): 3170-3185.]
- [36] 赵建吉, 刘岩, 朱亚坤, 等. 黄河流域新型城镇化与生态环境耦合的时空格局及影响因素[J]. 资源科学, 2020, 42(1): 159-171. [Zhao J J, Liu Y, Zhu Y K, et al. Spatiotemporal differentiation and influencing factors of the coupling and coordinated development of new urbanization and ecological environment in the Yellow River basin[J]. Resources Science, 2020, 42(1): 159-171.]
- [37] 高志远, 程柳, 张小红. 黄河流域经济发展-生态环境-水资源耦合协调水平评价[J]. 统计与决策, 2022, 38(9): 123-127. [Gao Z Y, Cheng L, Zhang X H. Evaluation on the coupling coordination level of economic development, ecological environment and water resources in the Yellow River Basin[J]. Statistics & Decision, 2022, 38(9): 123-127.]
- [38] 文先明, 王策, 熊鹰, 等. 湖南省新型城镇化与金融支持的耦合协调发展[J]. 经济地理, 2019, 39(7): 96-105. [Wen X M, Wang C, Xiong Y, et al. Coupling coordination development between new urbanization and financial support in Hunan Province[J]. Economic Geography, 2019, 39(7): 96-105.]
- [39] 何雄浪, 史世姣. 人口流动、环境规制与城市经济高质量发展[J]. 财经科学, 2021, (12): 78-91. [He X L, Shi S J. Population mobility, environmental regulation and high quality development of urban economy in China[J]. Finance & Economics, 2021, (12): 78-91.]
- [40] 王淑佳, 孔伟, 任亮, 等. 国内耦合协调度模型的误区及修正[J]. 自然资源学报, 2021, 36(3): 793-810. [Wang S J, Kong W, Ren L, et al. Research on misuses and modification of coupling coordination degree model in China[J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(3): 793-810.]

# Coupling and coordination degree of land use, high-quality economic development, and carbon emissions and influencing factors in China:

## An empirical study of 282 prefecture-level cities

DING Xueqian<sup>1</sup>, WU Qun<sup>1,2</sup>, LIU Xiangnan<sup>1</sup>, TAN Linyi<sup>1</sup>, WANG Jian<sup>1</sup>

(1. College of Public Administration, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. China Academy of Resources, Environment and Development, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** It is critical to coordinate land use, high-quality economic development, and carbon emission management in order to achieve the carbon peak and carbon neutrality goals, which has a profound impact on the modernization of national governance. Using the entropy value method and the coupling and coordination degree model, this study constructed a coupling and coordination evaluation indicator system based on land use, high-quality economic development, and carbon emissions, and measured the comprehensive development index and coupling and coordination of the three systems in 282 prefecture-level cities across China from 2006 to 2019. In addition, the study examined factors that affect the coupling and coordination of the three systems using the panel Tobit model. According to the results of the study: (1) The characteristics of the land use-high-quality economic development-carbon emission system from 2006 to 2019 presented a low comprehensive development, high coupling degree, and low coordination degree pattern. The comprehensive development index of the three systems showed a decreasing and then increasing trend. The coupling degree showed a fluctuating upward trend, and the overall level of coupling and coordination between the three systems was generally changing from a dysfunctional decline phase to a coordination phase. (2) The coupling degree and coupling and coordination degree between the three systems differ significantly by regional location, and the coupling degree and coupling and coordination degree are higher in economically developed areas. Most cities have a high coupling degree, but the coupling and coordination degree has not reached the coordinated development stage. (3) Economic strength, external institutional environment, and financial scale significantly contribute to the coordinated development of the three systems, whereas consumption capacity, environmental regulation, government capacity, and financial efficiency are not conducive to the coordinated development of the three systems. This study enriches the theoretical connotation of coordinated development of the land use-high-quality economic development-carbon emission system, which is of great importance for the synergistic development of the three systems.

**Key words:** land use; high-quality economic development; carbon emissions; coupling and coordination; influencing factors; Tobit model; China