

中国省域新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调关系

田云, 卢奕亨

(中南财经政法大学工商管理学院/乡村振兴研究中心, 湖北武汉 430073)



摘要 在厘清30个省份新型城镇化水平与农业碳排放效率的基础上, 利用耦合协调模型、空间自相关模型和空间马尔科夫链等方法探究二者的耦合协调水平并分析其时空分异与趋势演变特征。结果表明: (1) 2020年新型城镇化水平以北京居首广西最末, 相比2005年所有省份都得到了不同程度提升且以贵州增幅最大; 2020年农业碳排放效率以天津居首山西最末, 相比2005年除上海外的余下29个省份效率值都得到了不同程度提升且以青海增幅最大。(2) 2020年新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度以北京最高新疆最末; 相比2005年, 除上海外的29个省份耦合协调度都有显著提升, 且其中27个省份实现了层级跨越。总体看, 截至2020年, 绝大多数省份的耦合协调等级达到了中级及以上水平。(3) 在整个考察期内, 中国省域新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调度表现出了明显的空间集聚特征, 即高值省份通常与一个或多个高值省份相邻, 而低值省份周边一般伴有一个或多个低值省份。同时, 当前全国仍以低-低集聚为主, 中西部省份的耦合协调度明显处于落后态势。(4) 各省份新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调度在短时期内较难实现层级跨越; 而在引入空间地理因素后, 耦合协调等级的稳定性已有动摇趋势, 且极易导致“强者恒强, 弱者恒弱”的马太效应出现。

关键词 新型城镇化; 农业碳排放效率; 耦合协调; 空间自相关; 空间马尔科夫链

中图分类号: F323.2 **文献标识码**: A **文章编号**: 1008-3456(2023)04-0033-14

DOI编码: 10.13300/j.cnki.hnwkxb.2023.04.005

当前, 全球气候变化已对人类生存和经济社会发展产生了较大影响, 而人类对碳循环过程的影响是造成气候危机产生的主要原因。作为温室气体排放的重要源头, 农业生产部门所导致的碳排放量不容小觑, 已占到了全球人为碳排放总量的23%^①。在此严峻形势下, “双碳”战略和《农业农村减排固碳实施方案》的相继提出既深度诠释了农业低碳发展的重要性和必要性, 同时也为其指明了实施路径。而要想更快地实现农业碳减排, 关键在于农业碳排放效率的提高, 即缩小理论上可达到的碳排放与实际碳排放量之比^[1]。显然, 农业碳排放效率越高, 其在相同投入条件下的农业产出越高或产生的碳排放量越少, 越有利于农业低碳转型。然而, 现实中城市与乡村之间是相互作用、相互制约、相互影响的联动共生关系^[2], 资金、技术、劳动力、土地、公共服务等要素资源流动推动着城乡融合, 进而可能会影响到农业碳减排进程。从当前来看, 中国城镇化建设与农业资源环境承载力之间的矛盾仍然尖锐, 城镇化与低碳农业的发展势必相互交织, 考虑相关对策时必须二者兼顾。为此, 如何将城镇化与农业节能减排有机结合, 进而构建和谐共生的双赢格局, 不仅是值得探讨的理论问题,

收稿日期: 2022-12-15

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“新发展阶段伟大实践与发展经济学理论创新研究”(21&ZD071); 国家自然科学基金青年项目“巴黎协定下中国农业碳排放权省域分配及协同减排策略研究”(71903197); 中央高校基本科研业务费专项“‘双碳’目标下中国农村能源碳排放峰值预测及减排策略研究”(2722022BY012)。

① 数据来源: 《SPECIALREPORT: SPECIALREPORTONCLIMATECHANGEANDLAND》, <https://www.ipcc.ch/srcl/chapter-2/>.

更是亟待解决的现实问题。

正是基于此,越来越多的学者开始围绕城镇化与农业碳排放的相互关系展开探讨,其成果主要集中在以下两个方面:一是探析城镇化对农业碳排放的作用机理。其中基于减碳视角,陆铭等认为,城镇化通过产业升级、技术溢出形成污染治理规模效应,以此助力反哺农业减碳^[3];程琳琳等研究发现,城镇化通过挤压农业生产空间,吸纳农业劳动力,倒逼农业集约化经营,为优化要素配置、提高农用物资利用效率创造了有利条件^[4]。而基于增碳视角,史常亮等研究认为,城镇化加剧了农村老龄化、妇女化和兼业化程度,使得农户不得不通过加大农用物资和机械投入强度来规避农业减产,由此造成了碳排放增加^[5]。除此之外,还有学者围绕城镇化对农业碳排放影响的空间效应展开研究,发现城镇化加剧了农村劳动力的大规模流动,由此带动了观念、知识和资本等要素在省际间的转移和传播,有效促进了绿色低碳农业科技嵌入农业生产,并对邻域农业碳排放产生了明显的空间溢出效应^[6]。二是分析城镇化对农业碳排放效率的影响。已有研究表明,城镇化是影响农业碳排放效率的重要因素^[7],但由于考察区域选择^[8]、投入产出指标确定^[9]等方面的不同,使得学者们得出的研究结论也存在差异。其中,田云等研究发现,城镇化可以正向影响农业碳排放效率^[10];而程琳琳等的研究则表明,在农业产业高度集聚地区,城镇化对农业碳排放效率的负面效应更为显著^[11]。与此同时,李波等探究了城镇化发展的空间自相关性,发现城镇化会对周边地区农业碳排放效率产生负向的空间溢出效应^[12];而吴昊玥等的研究却持相反观点,认为前者对后者存在正向的空间溢出效应^[13]。

毋庸置疑,已有文献成果为拓展城镇化与农业碳排放关系研究奠定了坚实基础,但同时仍存在一定拓展空间:一是多数研究仅通过实证检验分析城镇化对农业碳排放效率的单向驱动效应,如正反向影响等,而少有学者关注城镇化与农业碳排放效率的双向协同关系,且针对全国省域尺度的系统研究也较少;二是以往研究多基于传统城镇化角度,从土地、人口等“量”的层面进行分析,而对新型城镇化在经济、社会等方面以“质”为核心的发展本质关注不足;三是有关城镇化与农业碳排放效率耦合协调度的研究较为薄弱,同时也缺乏对其空间异质性和区域趋同演变规律的探讨。事实上,新型城镇化作为一个涵盖人口、经济、社会、土地和生态环境等诸多因素在内的动态系统,其对农业劳动力、土地、资金、技术等要素的调控,或直接或间接都会影响到农业碳减排进程与效果。基于此,本文在构建新型城镇化与农业碳排放效率评价指标体系和耦合协调模型的基础上,基于30个省份2005—2020年的省级面板数据,探讨二者耦合协调度的时空特征与动态演变规律。

一、新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调机理分析

耦合协调是两个及以上系统之间相互作用以达到良性循环关系的一种状态^[14]。一般而言,新型城镇化与农业碳排放效率因两系统间生产要素的流动与配置、产业优化升级而产生相应的交互作用。一方面,新型城镇化对农业碳排放效率具有支撑带动作用。首先,人口与产业的非农化转移是城镇化的突出特征^[15],第二、三产业占比的提升带动了农村剩余劳动力的转移就业,农业经营趋于集约化、规模化,为改善农业碳排放效率创造了有利条件;其次,经济城镇化和社会城镇化的推进为低碳农业提供充足的资金、技术和先进的经营管理理念,从而助力传统农业的低碳化转型升级;再次,城镇化还加大了全社会对绿色低碳型农产品数量和质量的需求,进而倒逼农户优化农业管理手段与经营模式,驱动农业碳排放效率改善;同时,土地城镇化迫使农区重新配置土地、劳动力和农用物资等要素,亦会影响到农业生态环境进而改变碳排放效率;最后,政府为保护城镇环境会采取一系列环境规制手段,由于当前城乡联系紧密,其产生的治理效益会外溢至农业部门,通过促进农业技术进步、约束生产行为而带动农业绿色减排,同样有益于效率的提高^[16-17]。另一方面,农业碳排放效率对新型城镇化具有反馈推动作用。从供给端来看,农业碳排放效率的改善意味着绿色低碳型农业技术和管理手段的改良,进而有助于农业劳动生产率和土地利用效率的提高,可以为城镇的生产生活提

供劳动力、优质农副产品和资本积累;从需求端来看,农业低碳发展引致对农业科技、社会化服务等
的内在需求,为城市相关产业的发展提供了广阔市场,有助于其产业结构调整并加快推进城镇化进
程。除此之外,在新型城镇化建设的背景下,农业日益成为践行“双碳”战略的重要阵地,既要履行保
障粮食安全的使命任务,又要回答好助力固碳减排的时代课题。因此,推进农业碳减排亦不可忽视
农业增长与稳粮保供,由于农业发展和粮食安全牵动着国计民生和社会稳定,从而使得农业碳排放效
率在一定程度上也会对新型城镇化发展质量产生影响。

综上,两系统均秉承经济、社会以及生态可持续
发展理念,通过推动彼此系统内的要素资源合理
化配置、产业结构升级而相辅相成、协同迈进,二者
具体的耦合协调机理如图1所示。

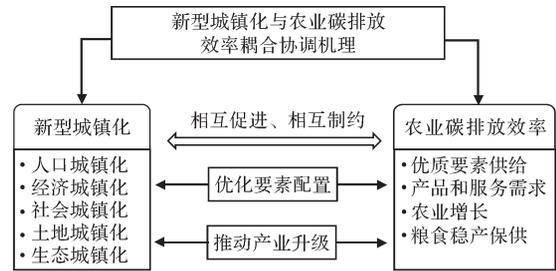


图1 新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调机理

二、研究方法

1. 非期望产出的超效率SBM模型

由于未考虑投入、产出变量的松弛性问题,传统DEA模型无法有效测算存在非期望产出的效率
水平。为此,Tone^[18]在传统DEA模型的基础上,提出了基于非期望产出的SBM模型,将投入或产出
的松弛变量纳入模型中,不过该模型仍无法对评价单元效率都为1的结果进行有效区分,因而较难对
各评价单元的效率差异展开客观评价。相比较而言,超效率SBM模型则克服了这一缺陷。有鉴于
此,本文将利用超效率SBM模型对农业碳排放效率进行有效测度,其模型表达式为:

$$\min \beta = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (\bar{x} / x_{ik})}{\frac{1}{c_1 + c_2} (\sum_{s=1}^{c_1} \bar{y}^d / y_{sk}^d + \sum_{q=1}^{c_2} \bar{y}^u / y_{qk}^u)} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \bar{x} \geq \sum_{j=1, \neq k}^n x_{ij} \lambda_j; \bar{y}^d \leq \sum_{j=1, \neq k}^n y_{sj}^d \lambda_j; \bar{y}^u \geq \sum_{j=1, \neq k}^n y_{sj}^u \lambda_j; \\ \bar{x} \geq x_k; \bar{y}^d \leq y_k^d; \bar{y}^u \geq y_k^u \\ \lambda_j \geq 0, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n, j \neq 0 \\ s = 1, 2, \dots, c_1; q = 1, 2, \dots, c_2; \end{cases} \quad (2)$$

式中, β 为评价单元的效率值,假设有 n 个评价单元,每个单元由投入 m 、期望产出 c_1 和非期望产
出 c_2 组成, x 、 y^d 、 y^u 分别代表相应的投入矩阵、期望产出矩阵和非期望产出矩阵中, λ 为权重向量。

2. 耦合协调模型

耦合协调度是一种用来衡量系统之间的协同效应与协同程度的指标。为科学探究新型城镇化
(η_1)与农业碳排放效率(η_2)在发展过程中的彼此协调程度,本文将构建二者的耦合协调模型,其基本
公式如下:

$$C = \sqrt[2]{\eta_1 \times \eta_2} / (\eta_1 + \eta_2) \quad (3)$$

$$T = \alpha \eta_1 + \beta \eta_2 \quad (4)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (5)$$

式中, $\eta_i (i = 1, 2)$ 分别表示新型城镇化水平和农业碳排放效率; C 代表耦合度; T 代表综合协调
指数; α 、 β 为待定系数,一般均取0.5; D 为耦合协调度,取值范围为 $[0, 1]$ 。为使耦合协调数值具有
参考性,基于徐维祥等^[19]的研究并结合实际测算结果,本文将耦合协调度划分为4个等级如表1
所示。

表1 耦合协调度衡量标准及类型

耦合协调度	$0 < D \leq 0.5$	$0.5 < D \leq 0.6$	$0.6 < D \leq 0.8$	$0.8 < D \leq 1$
耦合协调类型	濒临失调	初级协调	中级协调	高级协调
类型代码	I	II	III	IV

3. 空间自相关模型

(1)全局空间自相关。鉴于新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度可能会在省域空间层面存在集聚状态,故本文参考田云等^[20]的研究,引入全局莫兰指数对全国新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度的空间相关性进行检验,具体公式如下:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{x})(X_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (6)$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2 \quad (7)$$

式中, I 为全局莫兰指数, X_i 和 X_j 代表各省份新型城镇化水平与农业碳排放效率的耦合协调度, \bar{x} 为均值, n 为省份数量, W_{ij} 为空间权重矩阵。鉴于海南与其他省份不存在接壤,本文选用地理距离权重矩阵代入公式,该矩阵的制作方法参考田云等^[21]的研究。全局莫兰指数的取值范围为 $[-1, 1]$,其中正值表示考察期内各省份耦合协调度在整体上存在正相关,反之则为负相关;数值为0即表示其空间分布处于随机状态,无明显相关性。

(2)局部空间自相关。全局莫兰指数主要用于探究区域整体的空间关联度,但却容易忽略区域内部的差异化特征,进而导致研究结果存在同质化^[22]。为此,有必要引入局部莫兰指数对新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度的局部空间自相关进行考察,公式为:

$$I_i = \frac{(X_i - \bar{x})}{S^2} \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_j - \bar{x}) \quad (8)$$

式(8)中, X_i 、 X_j 、 \bar{x} 、 n 、 S^2 、 W_{ij} 与全局莫兰指数中的设定保持一致, $I_i > 0$ 表明某省份耦合协调度与周边省份呈正相关; $I_i < 0$ 则表明呈负相关。局部莫兰指数的空间集聚类型通常分为四种:第一象限为高一高型(即本省及周边省份耦合协调度都高)、第二象限为低—高型(即本省耦合协调度低,周边省份高)、第三象限为低—低型(即本省及周边省份耦合协调度都低)、第四象限为高一低型(即本省耦合协调度高,周边省份低)。

4. 空间马尔科夫链

由于区位条件、资源禀赋以及经济发展水平等多个方面存在差异,中国省域新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调度在地理意义上可能存在区域相关性和依赖性。为此,本文拟通过引入空间马尔科夫链尝试对该问题进行探讨。相比传统马尔科夫链,空间马尔科夫链加入了空间滞后因素,能有效弥补前者无法对地区间相互作用进行分析这一缺陷。换言之,空间马尔科夫链可以探究不同空间地理背景下,某一指标向上或向下转移的概率,进而更有效地刻画该指标在动态演进过程中与邻域的空间关联性^[23]。具体而言,可将耦合协调度的传统马尔科夫矩阵分解为 k 个 $N \times N$ 阶的概率转移矩阵。在第 k 个矩阵中, $m_{ij}(k)$ 代表某一省份 α 在 t 时刻的空间滞后类型 k 的条件下,于 $t+1$ 时刻由 i 类型转变为 j 类型的概率,而省份 α 的空间滞后项表示某省份邻近省份属性值的空间加权平均值,其具体计算公式如下:

$$Lag_{\alpha} = \sum p_b W_{ab} \quad (9)$$

式(9)中, Lag_{α} 为省份 α 的空间滞后值,表示省份 α 的邻域状态; b 为邻域; p_b 为省份 b 的原始属性; W_{ab} 为空间权重矩阵,在此本文继续将地理距离权重矩阵代入公式。

三、指标体系构建及数据处理

1. 新型城镇化评价指标体系构建

不同于传统城镇化仅聚焦于人口、就业、土地等少数几个方面,新型城镇化更强调以人为本,重视城乡居民的福祉提升,并将物质基础建设与人民对美好生活向往的需求相结合,是协同推进区域人口、经济、社会、空间和生态环境的有机统一体。具体而言,在“以人为本”的理念下,人口城镇化既关注城镇人口数量,更关注其素质;经济城镇化不仅仅需要反映区域经济规模、结构和效益,还应体现出发展成果应由人民共享;社会城镇化同民生保障联系紧密,涉及就业、文娱、医疗、交通、教育等市政设施和公共服务^①;空间城镇化要求土地资源利用高效集约,着力构建和谐的人地关系;生态城镇化则强调城市空间的绿色生态宜居与可持续发展,追求人与自然和谐共生^[24]。为此,本文基于《国家新型城镇化规划(2014—2020年)》^②中的相关论述,并在借鉴邵海琴等^[25]、戴一鑫等^[26]研究成果的基础上,遵循科学性、合理性与数据可得性原则,从人口、经济、社会、空间和生态等5个维度出发,选取21个细化指标对各省份新型城镇化发展水平进行衡量。实践中,为了减少主观因素的影响,确保指标权重赋予的客观性,本文将指标分为正向和负向两类,并采用熵值法^[27]对其进行赋值。据此,得到新型城镇化评价指标体系及其对应权重如表2所示。

表2 新型城镇化评价指标体系及其对应权重

目标层	准则层	指标层	指标属性	权重
新型城镇化	人口城镇化	城镇人口占比/%	正向	0.040
		城镇人口密度/(万人/平方千米)	正向	0.038
		第二、三产业就业人口比重/%	正向	0.027
	经济城镇化	人均GDP/万元	正向	0.073
		第二、三产业占GDP的比重/%	正向	0.011
		人均地区财政收入/元	正向	0.122
		人均社会消费品零售总额/元	正向	0.082
		城镇居民人均可支配收入/元	正向	0.082
		单位GDP能耗/(吨/元)	负向	0.013
		城镇登记失业率/%	负向	0.015
	社会城镇化	人均公共图书拥有量/册	正向	0.109
		千人拥有卫生技术人员数	正向	0.050
		每万人拥有公共交通工具数	正向	0.035
		每十万人高校在校生人数	正向	0.051
	空间城镇化	建成区面积占比/%	正向	0.055
		人均拥有建成区面积/平方米	正向	0.049
		经济密度/(万元/平方米)	正向	0.056
	生态城镇化	人均公园绿地面积/平方米	正向	0.040
		建成区绿化覆盖率/%	正向	0.017
		城市污水处理率/%	正向	0.016
		生活垃圾处理率/%	正向	0.019

2. 农业碳排放效率测算指标体系构建

本文将参考田云等^[20]的研究,构建农业碳排放效率测算投入产出指标体系(见表3)。具体而言,选择农业固定资本存量、农作物播种面积、第一产业从业人员、化肥施用量、农药使用量、农膜使

① 资料来源:《【迎接十九大】以人为核心保障民生推进新型城镇化》,http://news.china.com.cn/txt/2017-10/17/content_41743448.htm.

② 资料来源:http://www.gov.cn/gongbao/content/2014/content_2644805.htm.

用量以及农机投入等7类因子作为投入指标;确定农林牧渔总产值为期望产出,农业碳排放量为非期望产出。其中,农业固定资本存量参考李谷成等^[28]所提供的方法测算得来。农业碳排放量测算则主要从以下4个方面确定排放源:一是农用物资投入所带来的碳排放,涉及化肥、农药与农膜的使用;二是水稻种植所引发的碳排放;三是畜禽养殖所导致的碳排放,包括牛、马、羊、生猪、家禽等主要畜禽品种;四是农业能源利用所产生的碳排放,具体涵盖到原煤、洗精煤、汽油、柴油、电力等12种能源。农业碳排放的计算方法与排放系数等参考闵继胜等^[29]、蒋金荷^[30]、田云等^[21]的方法。

3. 数据来源及处理

考虑数据的连贯性与可获取性,本文以2005—2020年中国30个省份为研究对象,不包括西藏以及港澳台地区,所采用的研究数据主要来自2006—2021年《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》。其中,历年农林牧渔总产值数据以2005年为基期进行了不变价处理,个别指标少数年份的缺失数据采用均值插补、线性插补等方法补齐。此外,由于选取的新型城镇化各指标数据的量纲、量级具有较大差异,为保证数据的可比性,采用极差标准化法对数据进行处理,其具体公式如下:

$$Y_{ij} = \begin{cases} (x_{ij} - \min x_j) / (\max x_j - \min x_j) + 0.01, x_{ij} \text{ 为正向指标} \\ (\max x_j - x_{ij}) / (\max x_j - \min x_j) + 0.01, x_{ij} \text{ 为负向指标} \end{cases} \quad (10)$$

式(10)中, Y_{ij} 为标准化后的指标值, x_{ij} 为第*i*年第*j*项指标值; $\max x_j$ 、 $\min x_j$ 分别为第*j*项指标的最大值和最小值。

四、结果与分析

1. 新型城镇化水平与农业碳排放效率的现状分析

基于前文所构建的指标体系分别测度30个省份的新型城镇化水平和农业碳排放效率如表4所示。其中,2020年新型城镇化水平以北京居首,其评分达到了0.745;上海紧随其后排在第二位,其评分也达到了0.701,二地远领先于全国其他省份;强大的经济实力和人才、技术、资本等资源优势是两地评分居高的关键动因;天津、江苏、浙江、福建、广东、山东、江西、重庆则依次位列3~10位,各地新型城镇化水平评分均在0.400以上。与此对应,广西新型城镇化水平最低,其评分仅为0.318,甚至不及京、沪二地50%的水平;贵州、新疆、云南、吉林顺次排在倒数2~5位,各自评分介于0.330~0.360之间。相比2005年,贵州新型城镇化水平提升幅度最大,高达356.52%;安徽、重庆、四川、湖南、内蒙古、宁夏、云南、广西等省份增幅同样较高,均在200%以上,究其原因,可能得益于西部大开发战略和中部崛起战略的有效扶持;相比较而言,新疆增幅最小,仅为34.93%,可能受到自身省域面积庞大、人口分布稀疏、沙漠戈壁分布较广等因素的制约。总体而言,2005年以来30个省份新型城镇化水平均得到了不同程度提升,可见随着经济发展水平的稳步提升以及《国家新型城镇化规划(2014—2020年)》等政策规划的扶持,我国城镇化建设呈现出良好发展态势,但同时西部11省份仍相对落后于东、中部省份,可见区域发展不平衡现象依旧存在。

2020年农业碳排放效率以天津居首,达到了1.120;北京、福建、广东等7省份的效率值也均大于1,与天津一道处于有效状态的最佳前沿面;河北、安徽随其后排在9~10位,其效率值分别为0.586和0.577,与前八相比已存在明显差距。与此对应,山西农业碳排放效率值最低,仅为0.272,甚至不及榜首天津的四分之一;内蒙古、新疆、甘肃、宁夏则顺次排在倒数2~5位,四地中仅宁夏效率值略微超过0.300,与最佳前沿面差距较大,存在高达70%及以上的碳减排空间。究其原因,可能与其产业结构

表3 农业碳排放效率测算投入产出指标体系

一级指标	二级指标	单位
投入指标	农业固定资本存量	万元
	农作物播种面积	千公顷
	第一产业从业人员	万
	化肥施用量	万吨
	农药使用量	万吨
	农膜使用量	万吨
产出指标	农机投入	万千瓦时
	农林牧渔总产值(期望产出)	亿元
	农业碳排放量(非期望产出)	万吨

以第一、二产业为主、农业资源消耗量大、环境规制力度不够以及技术水平较低等因素有关。相比2005年,青海农业碳排放效率值提升幅度最大,高达259.64%;浙江以微弱劣势紧随其后,也达到了258.16%;与此同时,福建、河北、山东、天津、河南等省份增幅也均超过了100%;余下23个效率值提升的省份除吉林、海南、内蒙古增幅较小外,其他增幅都在30%以上。可能的原因是,随着农业经济的持续发展和《乡村振兴战略规划(2018—2022年)》等各项政策的陆续实施,各省份积极应用农业低碳生产技术,加快推进农业产业结构调整,不断开展农业绿色发展和农村人居环境整治等专项行动,使得农业投入产出水平得到显著提高。与此对应,全国仅上海一地农业碳排放效率降低,且降幅高达43.28%,这可能与其对农业的功能定位不同有关。

表4 中国30省份新型城镇化与农业碳排放效率评价结果

地区	新型城镇化水平		农业碳排放效率		变化率 I / %	变化率 II / %
	2005年	2020年	2005年	2020年		
北京	0.414	0.701	0.588	1.066	69.15	81.30
天津	0.308	0.551	0.544	1.120	78.78	106.04
河北	0.144	0.357	0.238	0.586	148.28	146.16
山西	0.130	0.378	0.162	0.272	189.88	68.30
内蒙古	0.124	0.396	0.246	0.273	219.37	11.00
辽宁	0.199	0.393	0.379	0.567	97.67	49.69
吉林	0.150	0.355	1.014	1.021	137.05	0.66
黑龙江	0.163	0.387	0.256	0.340	137.52	32.74
上海	0.429	0.745	0.741	0.420	73.69	-43.28
江苏	0.220	0.536	0.350	0.541	143.34	54.76
浙江	0.234	0.524	0.286	1.026	124.30	258.16
安徽	0.101	0.391	0.344	0.577	287.50	67.61
福建	0.183	0.502	0.376	1.041	174.15	176.77
江西	0.159	0.414	0.225	0.423	159.98	87.74
山东	0.173	0.415	0.195	0.441	139.57	126.51
河南	0.160	0.390	0.221	0.455	143.44	105.81
湖北	0.141	0.402	0.209	0.388	185.70	85.33
湖南	0.123	0.397	0.250	0.382	221.88	52.95
广东	0.212	0.502	0.526	1.040	136.73	97.57
广西	0.103	0.318	0.309	0.495	207.24	60.27
海南	0.172	0.358	1.004	1.033	108.84	2.90
重庆	0.116	0.411	0.262	0.432	252.68	65.05
四川	0.106	0.369	0.328	0.489	249.67	48.98
贵州	0.073	0.332	0.240	0.449	356.52	87.17
云南	0.108	0.338	0.250	0.449	214.53	79.47
陕西	0.131	0.376	0.256	0.455	186.89	77.83
甘肃	0.153	0.362	0.193	0.297	135.95	54.07
青海	0.177	0.387	0.286	1.029	118.80	259.64
宁夏	0.126	0.400	0.186	0.306	218.51	64.58
新疆	0.250	0.337	0.209	0.283	34.93	35.65

注:受限于篇幅,仅列出2005年、2020年的测度结果;变化率 I 表示2020年新型城镇化水平相比于2005年的增减变动;变化率 II 表示2020年农业碳排放效率相比于2005年的增减变动。

2. 新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度现状分析

根据公式(3)~(5)完成对2005—2020年中国30个省份新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度的测算,并明确各自所对应的等级;限于篇幅,仅列出2005年和2020年的相关结果,具体如表5所示。从中不难发现,2020年北京耦合协调度最高为0.930,说明其新型城镇化建设与农业碳排放效率

表5 中国30省份新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度及综合评价结果

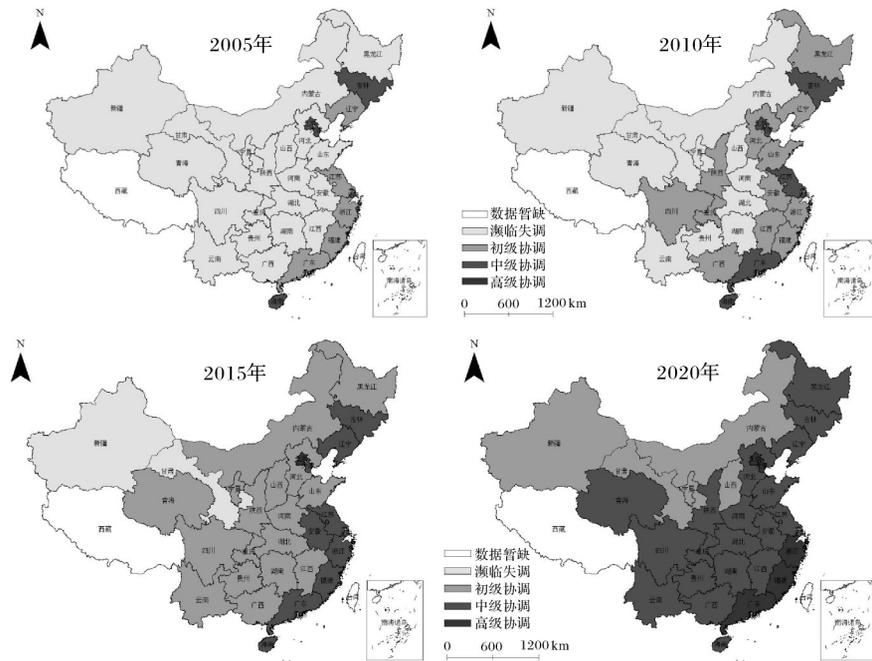
地区	2005年			2020年			变化率/%
	数值	排名	类型	数值	排名	类型	
北京	0.703	2	Ⅲ	0.930	1	Ⅳ	32.33
天津	0.640	4	Ⅲ	0.886	2	Ⅳ	38.54
河北	0.430	18	I	0.676	13	Ⅲ	57.23
山西	0.381	29	I	0.566	29	Ⅱ	48.62
内蒙古	0.418	23	I	0.573	27	Ⅱ	37.22
辽宁	0.524	8	Ⅱ	0.687	12	Ⅲ	31.16
吉林	0.624	5	Ⅲ	0.776	8	Ⅲ	24.29
黑龙江	0.452	13	I	0.602	25	Ⅲ	33.25
上海	0.751	1	Ⅲ	0.748	9	Ⅲ	-0.37
江苏	0.527	7	Ⅱ	0.734	10	Ⅲ	39.31
浙江	0.509	10	Ⅱ	0.856	3	Ⅳ	68.36
安徽	0.432	16	I	0.689	11	Ⅲ	59.64
福建	0.512	9	Ⅱ	0.850	4	Ⅳ	65.97
江西	0.435	14	I	0.647	18	Ⅲ	48.64
山东	0.429	19	I	0.654	14	Ⅲ	52.63
河南	0.434	15	I	0.649	17	Ⅲ	49.61
湖北	0.414	26	I	0.628	21	Ⅲ	51.69
湖南	0.419	22	I	0.624	23	Ⅲ	48.96
广东	0.578	6	Ⅱ	0.850	5	Ⅳ	47.06
广西	0.423	21	I	0.630	20	Ⅲ	48.96
海南	0.644	3	Ⅲ	0.780	7	Ⅲ	21.08
重庆	0.418	24	I	0.649	16	Ⅲ	55.33
四川	0.431	17	I	0.652	15	Ⅲ	51.08
贵州	0.363	30	I	0.621	24	Ⅲ	70.97
云南	0.405	27	I	0.624	22	Ⅲ	54.14
陕西	0.428	20	I	0.643	19	Ⅲ	50.29
甘肃	0.415	25	I	0.573	28	Ⅱ	38.08
青海	0.474	12	I	0.794	6	Ⅲ	67.49
宁夏	0.391	28	I	0.592	26	Ⅱ	51.31
新疆	0.478	11	I	0.556	30	Ⅱ	16.31

注：I、II、III、IV分别表示濒临失调、初级协调、中级协调和高级协调等级，下同。

的协调效应持续向好，二者较好地实现了同步的高质量发展；天津、浙江、福建和广东紧跟其后分列2~5位，其耦合协调度均超过了0.800。与此对应，新疆耦合协调度最低，仅为0.556；山西、甘肃、内蒙古和宁夏则顺次排在倒数2~5位，其耦合协调度均未达到0.600。相较于基期2005年，除上海外，余下29个省份耦合协调度都得到了明显提升。其中，以贵州增幅最大，其耦合协调度较基期增加了70.97%；浙江、青海紧跟其后，增幅分别达到了68.36%和67.49%；而新疆的增幅最小，仅为16.31%；海南、吉林和辽宁的增幅则处于倒数2~4位，分别只有21.08%、24.29%和31.16%。从层级跨越来看，除上海、海南、吉林外，其余27省份都实现了不同程度的层级跨越，其中北京、天津、山西、内蒙古、辽宁、江苏、甘肃、宁夏和新疆实现了一级跃迁，而余下省份则实现了二级跨越。结合各省份2020年的耦合协调类型可知，北京、天津、浙江、福建和广东等5省份达到了高级协调水平；青海、海南、吉林等20个省份处于中级协调水平；而余下5省份则处于初级协调水平。综合来看，2005年全国有20个省份处于濒临失调阶段；而到了2020年所考察的30个省份都已处于初级协调及以上阶段，整体形势远胜于基期。

接下来，为了更直观地呈现30个省份新型城镇化水平与农业碳排放效率耦合协调发展的空间差

异特征,基于2005、2010、2015以及2020年各省的耦合协调度结果,利用ArcGis10.8软件对其进行空间可视化处理,相关结果如图2所示。



注:审图号为GS(2019)1825,底图无修改。

图2 2005—2020年中国新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调类型的空间分布特征

由图2可知,30个省份新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调度总体呈现“东南部高、西北部低”以及“由沿海向内陆阶梯式递减”的空间分布和演变格局,且该特点在2020年表现得最为明显,这一定程度上与我国各省份的经济发展水平呈现出正相关性。其中,2005年,全国无一省份耦合协调度达到高级协调状态,北京、天津、吉林、上海、海南等5省份处于中级协调状态,辽宁、江苏、浙江、福建和广东则处于初级协调状态,而以西部11地为代表的余下20个省份均处于濒临失调状态。2010年,各省份耦合协调度整体有了明显提升,此时虽然仍无耦合协调度达到高级状态的省份,但处于濒临失调状态的省份大幅减少,由2005年的20个降至11个,同时处于中级协调和初级协调状态的省份分别增至7个和12个。2015年,北京率先实现突破,成为了全国唯一耦合协调度达到高级状态的地区;同时处于中级协调和初级协调的省份进一步增加,分别达到了11个和17个;此时仅甘肃、新疆二地仍处于濒临失调状态。到了2020年,耦合协调度达到高级状态的省份进一步增至5个;同时大量原先处于初级协调状态的省份实现层级跨越,进而使得达到中级协调的省份增至20个;此时甘肃、新疆二地也实现了层级跨越,使得最终处于初级协调状态的省份停留在5个。总体而言,虽然目前绝大多数省份新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调度达到了中级协调甚至高级协调水平,但新疆、山西、内蒙古、宁夏、甘肃等地却长期在低位徘徊,亟需警惕这些省份成为阻碍城乡低碳经济发展的“短板”。

3. 新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度的空间关联特征分析

(1)全局空间自相关分析。运用stata17.0软件计算2005—2020年各省份新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度的全局莫兰指数,相关结果如表6所示。从中不难发现,在整个考察期内,新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度的全局莫兰指数虽表现出了一定起伏但总体处于上升态势,且各年均通过了1%水平上的显著性检验。由此表明,中国省域新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调度在空间上具有显著的自相关性,呈现出了明显的空间集聚分布特征,即高值省份通常与一个或多个高值省份相邻,而低值省份周边一般伴有一个或者多个低值省份。

(2)局部空间自相关分析。前文的全局自相关分析从整体上验证了耦合协调度的空间分布存在

表6 2005—2020年耦合协调度的全局Moran's I指数

年份	Moran's I	Z值	P值	年份	Moran's I	Z值	P值
2005	0.369	3.335	0.000	2013	0.414	3.719	0.000
2006	0.333	3.098	0.001	2014	0.412	3.751	0.000
2007	0.322	3.023	0.001	2015	0.429	3.823	0.000
2008	0.317	2.994	0.001	2016	0.455	4.046	0.000
2009	0.343	3.195	0.001	2017	0.465	4.154	0.000
2010	0.420	3.729	0.000	2018	0.503	4.424	0.000
2011	0.423	3.738	0.000	2019	0.490	4.331	0.000
2012	0.407	3.624	0.000	2020	0.395	3.480	0.000

集聚特征,但无法展现各省份耦合协调度的空间关联特征。为此,绘制30个省份2005年和2020年耦合协调度的局部莫兰散点图(见图3)。由图3可知,2020年绝大多数省份都落在第一或第三象限内,相比2005年仅略有变化,可见绝大多数省份表现出了高一高集聚或者低—低集聚特征,即同向集聚效应始终处于主导地位。由此揭示,中国省域新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调度形成了稳定的“分层固化”特征。进一步结合图3统计各类集聚区所包含的具体省份情况,相关结果如表7所示。

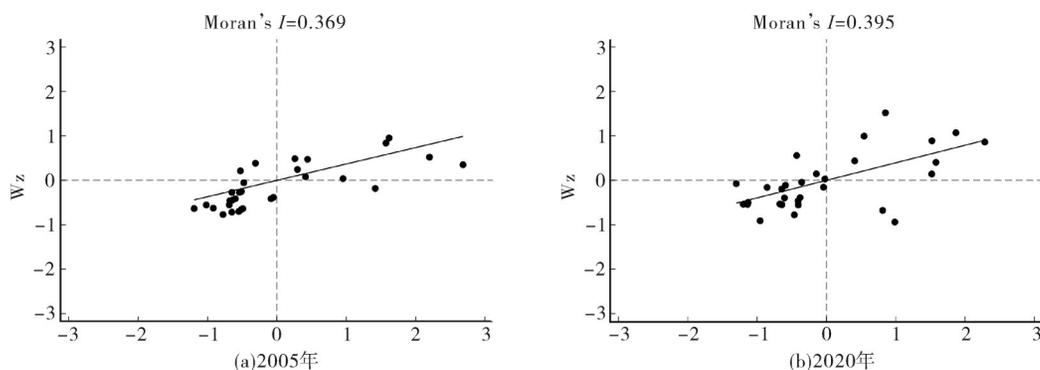


图3 2005年、2020年中国30省份耦合协调度的Moran's I散点图

由表7可知,高一高集聚区在2005年包含了北京、天津、辽宁等6省3市,2020年相比2005年仅辽宁转为低—低集聚而余下8省份均维持原有状态。从区域分布来看,集中位于东部地区。这些省份无论自身经济基础还是农业现代化进程皆居于全国前列,在推进新型城镇化建设以及农业生产低碳转型方面均成效显著,省份之间也逐步形成了“互邻互促”的联动关系。低—高集聚区所含省份数量由2个增加至3个,其中河北始终处于此列,而黑龙江在后期则被安徽、江西所取代,相比于周边的京津、江浙沪等地区,冀、皖、赣三省耦合协调水平要明显偏低一些,可能源于周边的发达省份对三地产生了较强的虹吸作用,自身的人力、资本等要素表现出了外流趋势,从而此消彼长,呈现出两极分化态势。低—低集聚区在2005年包含了山西、内蒙古、安徽、山东等13省1市4区,占到了全国考察省份总数的6成;2020年相比2005年所含省份数量减少至17个且具体构成略有差异,其中安徽、江西转变为低—高集聚,青海转变为高一—低集聚,而黑龙江、辽宁分别由低—高集聚和高—高集聚转变而来。从地域分布来看,除个别省份外均位于我国中西部特别是西南、西北地区。由此表明,当前全国仍以低—低集聚为主,中西部省份的耦合协调度明显处于落后态势,且距离优质状态仍存在不小差距,可能与这些省份多深居内陆,地理区位相对恶劣,新型城镇化和农业现代化水平整体偏弱相关。高一—低集聚区所包含的省份一直极少,初期仅含吉林一地,后续青海加入此列,二者新型城镇化和与农业碳排放效率水平平均处于较优状态,具备协调发展的基本前提,但周边省份的耦合协调水平却整体较低,这在一定程度上反映了上述二省未能形成带动周边省份耦合协调度提升的回流效应和涓滴效应^[31],反而呈现出了极化效应。

表7 2005年、2020年中国30省份耦合协调度局部空间聚类情况

类型	2005年	2020年
高一高集聚区	北京、天津、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、广东、海南	北京、天津、上海、江苏、浙江、福建、广东、海南
低一高集聚区	河北、黑龙江	河北、安徽、江西
低一低集聚区	山西、内蒙古、安徽、山东、河南、重庆、陕西、贵州、江西、湖南、湖北、广西、四川、云南、青海、宁夏、新疆、甘肃	山西、内蒙古、黑龙江、山东、辽宁、河南、重庆、陕西、贵州、湖南、湖北、广西、四川、云南、宁夏、新疆、甘肃
高一低集聚区	吉林	吉林、青海

4. 新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度的空间演进概率分析

明晰中国省域新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度的时空演化趋势后,接下来将围绕其动态发展规律^[32]展开探讨。具体而言,基于前文对耦合协调度的等级划分,参照刘雨靖等^[33]的研究,引入滞后一期的传统马尔科夫概率转移矩阵探究耦合协调度的演变特征,其相关结果如表8所示。

表8 2005—2020年中国30省份耦合协调度的马尔科夫转移概率矩阵

类别	I	II	III	IV	观测值
I	0.8346	0.1654	0.0000	0.0000	127
II	0.0060	0.8675	0.1265	0.0000	166
III	0.0000	0.0071	0.9500	0.0429	140
IV	0.0000	0.0000	0.0588	0.9412	17

注:对角线上的数值表示耦合协调等级保持不变的概率,而非对角线上的数值则表示耦合协调等级发生转移的概率,下同。

结合表8可知:①从观测值来看,2005—2020年处于濒临失调、初级协调、中级协调和高级协调等级的省份累计频次分别为127、166、140、17,表明各省份在多数情形下的耦合协调等级居于中下水平,仍存在一定的提升空间。②对角线上的概率值均远大于非对角线上的概率,其中最小值为濒临失调等级的0.8346,这一方面说明耦合协调等级不发生变化的概率至少为83.46%,存在转移惰性或等级固化^[34],其发展格局具有较强的韧性和稳定性而不易被打破;另一方面则表明四类耦合协调等级存在不同程度的“俱乐部趋同”特征,且中、高两级耦合协调类型的趋同特征更为明显,如此意味着耦合协调等级较高省份具有很强的比较优势,一定程度上存在“高水平垄断”现象。③初期处于高级协调等级的省份逆向转变的概率为5.88%,高于其他等级逆向转变的概率,表明此类等级类型存在轻微的断崖式跌落风险。与此同时,相比中级协调,处于濒临失调、初级协调等级的省份具有更高的概率发生等级跳跃。④表中非对角线上大于0的概率值都紧挨对角线两侧,表明耦合协调度的演进仅发生在相邻等级之间,由此揭示,耦合协调等级的转变是一个循序渐进的长期过程,几乎无法实现跨越式发展(比如由濒临失调跃迁至中级协调)。

传统马尔科夫链建立在各样本彼此独立、互不影响的前提下,但显然30个省份在地理空间上并不孤立,新型城镇化与农业碳排放效率耦合协调度的发展不仅依赖于自身内部要素,也与周边省份联系紧密,存在明显的空间交互效应。有鉴于此,本文在传统马尔科夫链的基础上进一步引入空间因素,并以各省份初始年份(2005年)的空间滞后值作为分类依据,构建2005—2020年耦合协调度的空间马尔科夫概率转移矩阵如表9所示。

通过比较表8、表9结果不难发现:①不同空间滞后类型下四个概率转移矩阵均不相同,且与传统马尔科夫概率转移矩阵不一致,表明空间地理因素在区域耦合协调度的动态演进过程中发挥了重要作用。②在考虑空间地理因素条件下,三个矩阵对角线上的数值也依然大于或等于非对角线上的数值,说明耦合协调度虽在一定程度上维持了原有状态的稳定性,但初级协调与中级协调等级的稳定性已出现明显动摇,中低耦合协调水平省份有望突破发展阻碍。③各省份耦合协调度整体表现出“空间溢出”效应,相邻省份的耦合协调度相互影响,“以邻为善”和“以邻为壑”现象并存^[35],即某省份与较高耦合协调等级省份相邻,会抬高自身耦合协调等级,而与较低耦合协调等级省份相邻,则会拉低自身耦合协调等级。比如,处于濒临失调等级的省份若处在同类型、初级协调、中级协调状态的邻域环境下,其向上转移的概率会由4.17%分别提升至17.71%和50.00%;处于初级协调等级的省份若处在同类型、中级协调状态的邻域环境下,其向上转移的概率可由8.05%升至20.90%;与此对

表9 2005—2020年中国30省份耦合协调度的空间马尔科夫转移概率矩阵

空间滞后	类别	I	II	III	IV	观测值
I	I	0.9583	0.0417	0.0000	0.0000	24
	II	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	13
	III	0.0000	0.0833	0.8333	0.0833	12
	IV	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1
II	I	0.8229	0.1771	0.0000	0.0000	96
	II	0.0115	0.9080	0.0805	0.0000	87
	III	0.0000	0.0000	0.9672	0.0328	61
	IV	0.0000	0.0000	0.1667	0.8333	6
III	I	0.5000	0.5000	0.0000	0.0000	6
	II	0.0000	0.7910	0.2090	0.0000	67
	III	0.0000	0.0000	0.9552	0.0448	67
	IV	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	10
IV	I	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0
	II	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0
	III	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0
	IV	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0

应,处于高级协调等级的省份若处在初级协调的邻域环境下,其向下转移的概率会由传统马尔科夫链时的5.88%提升至16.67%。由此可见,省域间新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调水平在一定程度上存在“强者恒强,弱者恒弱”的马太效应。

五、结论与启示

本文以中国30个省份为研究对象,在厘清新型城镇化水平和农业碳排放效率的基础上,利用耦合协调模型、空间自相关模型和空间马尔科夫链等方法探究二者的耦合协调水平并分析了其时空异与趋势演变特征,得到以下主要研究结论:

(1)新型城镇化水平与农业碳排放效率均存在明显省际差异但演进趋势基本趋同。具体而言,2020年新型城镇化水平以北京居首广西最末,后者不及前者50%的水平;相比2005年所有省份都得到了不同程度提升,且以贵州增幅最大,新疆增幅最小。2020年农业碳排放效率以天津居首山西最末,后者甚至不及前者的四分之一水平;相比2005年,除上海外的余下20个省份效率值也得到了不同程度提升,其中以青海增幅最大。

(2)新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调度省际差异明显但绝大多数省份实现了层级跨越。2020年北京耦合协调度最高为0.930,已达到了高级协调水平;与此对应,新疆耦合协调度最低,仅为0.556,仍处于初级协调水平。相比2005年,除上海外的29个省份耦合协调度都有显著提升,且其中27个省份实现了层级跨越。总体来看,截至2020年,北京、天津等5省份达到了高级协调水平;青海、海南、吉林等20个省份处于中级协调水平;而余下5省份则处于初级协调水平。

(3)新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调度表现出了明显的空间依赖性与空间异质性。在整个考察期内,中国省域新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调度表现出了明显的空间集聚特征,即高值省份通常与一个或多个高值省份相邻,而低值省份周边一般伴有一个或多个低值省份。同时,局部莫兰指数结果显示,当前全国仍以低—低集聚为主,中西部省份的耦合协调度明显处于落后态势,距离优质状态仍存在不小差距。

(4)新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调等级在短期内具有一定稳定性但并非不可动摇。各省份新型城镇化与农业碳排放效率的耦合协调度在短时期内较难实现层级跨越,并存在一定程度的“俱乐部趋同”现象与“高水平垄断”现象。而在引入空间地理因素后,各省份耦合协调等级的稳定性已有动摇趋势,且高耦合协调度省份能对邻省释放显著的正向溢出,反之则带来负向溢出效应,极

易导致“强者恒强,弱者恒弱”马太效应的出现。

基于以上发现,本文得到如下政策启示:一是加强顶层设计,建立健全新型城镇化建设与农业碳减排协同发展的政策体系。各省份应汇集专家智库,对两大任务展开系统性的布局谋划,明确行动方略和实施路径,强化配套政策支持力度,完善相关的监测评价机制和政府绩效考核机制。同时,推进过程要避免“唯速度论”,探寻城乡共建和低碳发展的最优均衡点。二是秉承“工农互促、城乡互补、协调发展、共同繁荣”的新型工农城乡关系,实现新型城镇化建设与农业碳减排的协同共进。一方面引导城镇合理有序扩张,积极发挥其辐射带动作用,弱化其对农业生态系统的负面影响,营造农业碳减排有利环境;另一方面,推动人才、资金、技术等要素在城乡间平等交换、双向流动,助力城乡传统工农产业的低碳化转型升级和战略性新兴产业的培育,将低碳发展目标纳入到城乡规划中,明确碳减排指标与责任。三是借助城镇化发展红利健全现代化农业技术创新体系。加快应用种植业固碳增汇、畜牧业减污降碳等高效低碳型农业科技,通过政策补贴、环境规制、金融支撑、技术培训等手段激励推广减排提质、安全绿色的农业管理模式,引进低碳种植养殖产业,优化能源利用结构与效率,发掘农业碳减排潜力,不断扩大农业碳排放效率对新型城镇化的正向反馈作用。四是重视空间集聚效应和带动效应,搭建区域合作平台,完善区域联动共治机制。各省份应充分发挥比较优势,做好利益共享与补偿,寻找合作基点,加强区域间城镇化建设和农业减碳增汇经验交流与借鉴。其中,东部发达地区尤其要打造示范样板区,不断加强对低耦合协调度省份的帮扶力度;中、西部落后地区应向发达地区学习先进的城乡低碳发展理念,不断完善城乡减污降碳协同治理机制,构建城乡绿色低碳发展新格局。

参 考 文 献

- [1] ZHOU P. Total factor carbon emission performance: a malmquist index analysis [J]. *Energy economics*, 2010, 32(1):194-201.
- [2] 刘春芳,张志英.从城乡一体化到城乡融合:新型城乡关系的思考[J]. *地理科学*, 2018, 38(10):1624-1633.
- [3] 陆铭,冯皓.集聚与减排:城市规模差距影响工业污染强度的经验研究[J]. *世界经济*, 2014, 37(7):86-114.
- [4] 程琳琳,张俊飏,何可.空间视角下城镇化对农业碳生产率的直接作用与间接溢出效应研究[J]. *中国农业资源与区划*, 2019, 40(11):48-56.
- [5] 史常亮,李赞,朱俊峰.劳动力转移、化肥过度使用与面源污染[J]. *中国农业大学学报*, 2016, 21(5):169-180.
- [6] 陈哲,李晓静,夏显力,等.城镇化发展对农业绿色生产效率的影响[J]. *统计与决策*, 2021, 37(12):99-102.
- [7] 李博,张文忠,余建辉.碳排放约束下的中国农业生产效率地区差异分解与影响因素[J]. *经济地理*, 2016, 36(9):150-157.
- [8] 武春桃.城镇化对中国农业碳排放的影响——省际数据的实证研究[J]. *经济经纬*, 2015, 32(1):12-18.
- [9] 武宵旭,葛鹏飞,徐璋勇.城镇化与农业全要素生产率提升:异质性与空间效应[J]. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(5):149-156.
- [10] 田云,王梦晨.湖北省农业碳排放效率时空差异及影响因素[J]. *中国农业科学*, 2020, 53(24):5063-5072.
- [11] 程琳琳,张俊飏,何可.农业产业集聚对碳效率的影响研究:机理、空间效应与分群差异[J]. *中国农业大学学报*, 2018, 23(9):218-230.
- [12] 李波,王春好,张俊飏.中国农业净碳汇效率动态演进与空间溢出效应[J]. *中国人口·资源与环境*, 2019, 29(12):68-76.
- [13] 吴昊玥,黄瀚蛟,何宇,等.中国农业碳排放效率测度、空间溢出与影响因素[J]. *中国生态农业学报(中英文)*, 2021, 29(10):1762-1773.
- [14] 姜旭,卢新海.长江中游城市群城镇化与人居环境耦合协调的时空特征研究[J]. *中国土地科学*, 2020, 34(1):25-33.
- [15] 罗必良,洪炜杰.城镇化路径选择:福利维度的考察[J]. *农业经济问题*, 2021(9):5-17.
- [16] 陶群山,胡浩.环境规制和农业科技进步的关系分析——基于波特假说的研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(12):52-57.
- [17] 黄伟华,祁春节,方国柱,等.农业环境规制促进了小麦绿色全要素生产率的提升吗?[J]. *长江流域资源与环境*, 2021, 30(2):459-471.
- [18] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. *European journal of operational research*, 2001, 130(3):498-509.
- [19] 徐维祥,李露,周建平,等.乡村振兴与新型城镇化耦合协调的动态演进及其驱动机制[J]. *自然资源学报*, 2020, 35(9):2044-2062.
- [20] 田云,林子娟.中国省域农业碳排放效率与经济增长的耦合协调[J]. *中国人口·资源与环境*, 2022, 32(4):13-22.
- [21] 田云,尹恣昊.中国农业碳排放再测算:基本现状、动态演进及空间溢出效应[J]. *中国农村经济*, 2022(3):104-127.
- [22] ANSELIN L. Local indicators of spatial association——LISA [J]. *Geographical analysis*, 1995, 27(2):93-115.
- [23] 徐维祥,郑金辉,李续双.中国农业环境效率时空演变及其驱动因素[J]. *生态学报*, 2021, 41(21):8364-8374.

- [24] 陈明星,周园,汤青,等.新型城镇化、居民福祉与国土空间规划应对[J].自然资源学报,2020,35(6):1273-1287.
- [25] 邵海琴,吴卫,王兆峰.长江经济带旅游资源绿色利用效率与新型城镇化的时空耦合协调[J].经济地理,2021,41(8):204-213.
- [26] 戴一鑫,吕有金,卢泓宇.长江经济带服务业集聚对新型城镇化的影响研究——空间溢出效应的视角[J].长江流域资源与环境,2022,31(7):1413-1425.
- [27] 刘云菲,李红梅,马宏阳.中国农垦农业现代化水平评价研究——基于熵值法与TOPSIS方法[J].农业经济问题,2021(2):107-116.
- [28] 李谷成,范丽霞,冯中朝.资本积累、制度变迁与农业增长——对1978—2011年中国农业增长与资本存量的实证估计[J].管理世界,2014(5):67-79,92.
- [29] 闵继胜,胡浩.中国农业生产温室气体排放量的测算[J].中国人口·资源与环境,2012,22(7):21-27.
- [30] 蒋金荷.中国城镇住宅碳排放强度分析和用能政策反思[J].数量经济技术经济研究,2015,32(6):90-104.
- [31] 汪增洋,张学良.后工业化时期中国小城镇高质量发展的路径选择[J].中国工业经济,2019(1):62-80.
- [32] 佟孟华,褚翠翠,李洋.中国经济高质量发展的分布动态、地区差异与收敛性研究[J].数量经济技术经济研究,2022,39(6):3-22.
- [33] 刘雨婧,唐健雄.中国旅游业绿色发展效率时空演变特征及影响机理[J].自然资源学报,2022,37(3):681-700.
- [34] 高新才,韩雪.黄河流域碳排放的空间分异及影响因素研究[J].经济经纬,2022,39(1):13-23.
- [35] 郭海红,刘新民.中国农业绿色全要素生产率时空演变[J].中国管理科学,2020,28(9):66-75.

Coupling Coordination Between New-type Urbanization and Agricultural Carbon Emission Efficiency in China's Provinces

TIAN Yun, LU Yiheng

Abstract Based on clarifying the new-type urbanization level and agricultural carbon emissions efficiency of 30 provinces in China, this paper explores their coupling coordination level and analyzes its spatio-temporal differentiation and trend evolution characteristics by using coordinated development degree model, spatial autocorrelation model and spatial Markov chain. The results show that in 2020, the level of new-type urbanization ranked highest in Beijing and lowest in Guangxi, and all provinces have achieved varying degrees of improvement compared to 2005, with the largest increase in Guizhou. In terms of agricultural carbon emission efficiency in 2020, Tianjin ranked highest and Shanxi ranked lowest. Except for Shanghai, the efficiency values of the other 29 provinces have improved to varying degrees, with the largest increase in Qinghai. The coupling coordination degree between new-type urbanization and agricultural carbon emission efficiency in 2020 was the highest in Beijing and the lowest in Xinjiang; Compared with 2005, the coupling coordination degree has significantly improved in 29 provinces except for Shanghai, and 27 of them had achieved hierarchical leap. Overall, by 2020, the coupling coordination level of the majority of provinces has reached an intermediate or higher level. Throughout the study period, the coupling coordination degree of China's provinces exhibited obvious spatial clustering characteristics, with high values usually being adjacent to one or more high-value provinces and low values adjacent to one or more high-value provinces. Meanwhile, the overall pattern in China is still dominated by low-low agglomeration at present, and the coupling coordination degree of central and western provinces is significantly lagging behind. It is difficult for the coupling coordination degree between new-type urbanization and agricultural carbon emission efficiency of each province to achieve hierarchical leaps in the short term. However, after introducing spatial geographical factors, the stability of the coupling coordination degree has shown a trend of instability and is prone to the occurrence of the Matthew effect where the strong become stronger and the weak become weaker.

Key words new-type urbanization; agricultural carbon emission efficiency; coupling coordination; spatial autocorrelation; spatial Markov chain

(责任编辑:金会平)