

武汉都市圈城镇化与生态文明建设耦合度 及其影响因素研究

李世冉^{1, 2} 邓宏兵^{1, 2} 张康康¹¹

(1. 中国地质大学 (武汉)经济管理学院, 湖北 武汉 430074;

2. 湖北省区域创新能力监测与分析软科学研究基地, 湖北 武汉 430074)

【摘要】: 城镇化与生态文明建设关系密切, 相互促进、相互制约。本文通过剖析都市圈地区城镇化与生态文明建设的耦合机理, 构建都市圈地区城镇化与生态文明建设综合评价指标体系, 以武汉都市圈9市为研究对象, 采用综合评价模型、耦合协调度模型、相对发展模型分析了2007-2017年武汉都市圈城镇化与生态文明建设的交互耦合关系, 并对其影响动力因素进行识别。研究结果表明: (1) 武汉都市圈城镇化、生态文明建设水平均呈逐年递增趋势, 但是生态文明建设滞后于城镇化发展。区域差异程度逐渐减弱, 空间上形成由“西高东低”到“东高西低”的发展格局, 不平衡不充分问题依然突出。(2) 武汉都市圈耦合协调水平总体处于初级协调阶段, 为初级同步发展类型, 但各市耦合协调发展阶段异质性明显, 经济增长率高于耦合协调度的增长率。(3) 内源动力对耦合协调度动力开发不足, 外向动力对耦合协调度具有正向影响, 而政府动力对耦合协调度呈不显著的负向作用。

【关键词】: 城镇化 生态文明 耦合协调 武汉都市圈

【中图分类号】: F127 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1674-8131(2020)03-0078-15

一、引言及文献综述

生态文明建设是人类社会发展史与现实社会系统两个维度下的再认识, 从党的十八大的认识高度提升到党的十九大的新要求、新部署, 已然成为我国今后发展的重要方向与重大任务^[1, 2]。城镇化建设通过专业化分工、提高交易效率、信息交流网络等促进技术创新与产业结构转变, 促进经济的快速发展。但由于其集中了能源消费、工业生产等因素, 同时会产生资源环境污染等问题^[3, 4]。Grossman 和 Krueger 提出环境库兹涅兹曲线 (Environmental Kuznets Curve, EKC) 假设, 研究表明环境污染与经济增长之间存在倒 U 型曲线关系^[5]。生态环境质量随着人均 GDP 的增加, 呈下降状态, 达到一定临界点后会有所改善^[6]。城镇化与生态环境共同构成复杂的非线性耦合系统, 二者需维护良性互动以减少负面效应^[7]。随着《国家新型城镇化规划(2014-2020)》的出台, 生态文明建设内容全面融入到城镇化建设之中, 城镇化的建设过程是生态文明建设的重要载体, 生态文明建设亦是城镇化的内生保障^[8]。

作者简介: 李世冉(1993), 女(满族), 内蒙古赤峰人;博士研究生, 主要从事区域经济研究, E-mail: l2018sr@163.com。邓宏兵(1966), 男(土家族), 湖北五峰人;教授, 博士, 博士生导师, 湖北省区域创新能力监测与分析软科学研究基地负责人, 中国地质大学区域经济与投资环境研究中心主任, 主要从事区域经济研究;E-mail: denghongbing_2005@126.com。张康康(1991), 男, 河南周口人;博士研究生, 主要从事资源与环境经济研究, E-mail: zkk@cug.edu.cn。

基金项目: 中国地质大学(武汉)中央高校基本科研业务费专项资金项目: 长江流域地质过程及资源环境以及计划核心项目群项目(CUGCJ1823)。

城镇化与生态文明建设耦合协调发展是倒逼经济发展方式转变和经济结构优化调整的重要途径。一方面,我国城市化、城镇化的演进逻辑体现在以人为本人^[9],具有人本性、协同性、包容性与可持续性,把增进人民福祉与成果共享作为根本出发点和落脚点,逐步实现从“人口城镇化”到“人的城镇化”的转变,最终要为实现人的全面发展创造条件^[10-12]。新时代习近平生态文明思想,是对人与自然和谐思想的继承和发展,与中国传统生态文化内涵的传承^[13],亦是实施城镇化、新型工业化战略的必然选择^[14]。另一方面,根据城镇化的基本内涵和中国2020年城镇化发展的规划目标,从不同层面对其发展水平、驱动机制、经济增长与收敛等进行研究成为热点^[15,16]。

中国生态文明发展水平存在明显的空间差异与趋同性^[17],较高的生态文明发展协调程度能促进更加健康的生态文明建设^[18]。城镇化需要融入生态文明的实施理念^[19],以生态文明理念引领城镇化建设,才能够有效促进城镇化高质量发展,促进两者同步推进^[20]。从现有相关研究结果看,一方面是对城镇化与生态文明建设耦合推进的直接研究,另一方面研究在间接意义上支持城镇化有利于改善生态文明质量这个命题。城市化发展优于生态文明建设水平^[21],而且能够对生态文明建设呈现显著的正向影响^[22],但是大部分文献发现两者之间呈现显著的非线性关系^[23-28]。由于城镇化和生态文明建设具有显著的空间特征^[29],区域差异性显著,因此通过对区域城镇化和生态文明建设的研究具有建设性指导意义。邓宗兵等(2019)研究了长江经济带生态文明建设和新型城镇化的耦合协调发展关系及其动力因素,结果表明,长江经济带总体处于初级协调阶段,东部处于中级协调阶段,中部和西部处于勉强协调阶段,并且区域间动力开发不充分问题突出^[30]。在间接意义研究新型城镇化有利于改善生态文明建设的命题上,学者更集中于对城市化与生态环境的研究,研究表明二者之间客观上存在着极其复杂的近远程非线性耦合关系^[31,32],研究测度二者的耦合协调度的演变特征及时空格局与其相关驱动因素等^[33,34]。崔木花(2015)以中原城市群9市为例,基于耦合协调度模型,表明城镇化与生态环境耦合总体协调发展水平偏低,并被划分为3种发展类型^[35]。王家庭等(2016)运用主成分分析、VAR模型的脉冲响应函数和方差分解等方法,对武陵山片区的城镇化和生态环境质量进行测算,并进一步探讨了城镇化和生态环境响应的动态计量关系,结果表明该地区表现出良好的耦合态势,城镇化对生态环境的正向作用远大于生态环境对其的反作用^[36]。

通过分析已有文献发现,现有研究的假设多采用单一指标变量,且主要聚焦城镇化与生态环境质量,忽略了宏观因子遗漏问题。另外,现有研究多以耦合协调水平或动力因素单方面研究,没有综合研究耦合协调水平的动力因素。陈晓红等(2013)认为城镇化与生态环境协调与否是5种机制共同作用的结果,包括自然条件与环境、人口素质与城市文明、产业升级与技术进步、制度创新与管理科学、系统自身的恢复力^[37]。基于此,本文从以下几个方面进行完善:第一,从研究视角方面,本文针对城镇化与生态文明建设交互胁迫问题较为突出的都市圈地区展开研究,分析都市圈地区城镇化与生态文明建设耦合机制及交互效应,定量分析武汉都市圈协同发展程度与影响因素。第二,从研究假设方面,本文根据都市圈地区城镇化与生态文明建设高质量发展的内在要求,采用综合指标评价指标体系测度城镇化与生态文明建设水平,将创新和全球化要素等纳入城镇化的评价体系,将国土空间优化等纳入生态文明建设体系。并根据高质量发展的内在要求,借鉴已有研究^[27,38],构建都市圈地区城镇化和生态文明建设的评价体系。运用耦合协调度模型和相对发展模型,探究都市圈地区城镇化与生态文明建设的交互耦合效应,并且运用面板回归模型,精准识别了二者的耦合协调发展动力因素。

二、研究方法 with 数据

1. 综合评价模型

采用综合评价模型测度武汉都市圈的新城镇化水平和生态文明建设水平,如式(1)-(3)。

$$E(x) = \sum_{i=1}^b \alpha_i X_i \quad (1)$$

$$S(x) = \sum_{i=1}^b \beta_i Y_i \quad (2)$$

$$Z(x) = \frac{[E(x) + S(x)]}{2} \quad (3)$$

式(1)、(2)中， $E(x)$ 、 $S(x)$ 分别表示城镇化、生态文明建设的综合指数； α_i 、 β_i 分别两系统中各指标权重； X_i 、 Y_i 分别为两系统中各指标评价值。本文采用式(3)算数平均值计算综合发展指数，其中 $Z(x)$ 为综合发展指数。具体应用时，首先采用 min-max 法对各指标评价值进行无量纲化、同向化处理，然后采用客观赋权法(熵值法)确定指标权重^[39]。

2. 耦合度模型

“耦合”是一个物理概念，指两个或两个以上的系统通过相互作用影响彼此的现象。结合邓宗兵等(2019)学者的研究^[30]，本文建立了城镇化与生态文明建设的耦合度模型，如式(4)所示。

$$C=\left\{\left[\frac{E(x)+S(x)}{2}\right]^2\right\}^2 \tag{4}$$

式(4)中， C 为生态文明建设与城镇化的耦合度，取值区间为 $[0, 1]$, C 越大，说明生态文明建设与城镇化相互作用越强；其中， C 为耦合度，当 $C=1$ 时，耦合处于最佳状态；当 $C=0$ 时，两系统处于无关状态。

3. 耦合协调度模型

运用式(5)测度两个系统之间的协调状况，即城镇化与生态文明建设协调发展水平。其中 C 为耦合度， Z 为综合发展指数， D 为耦合协调态度，且 $D \in (0, 1)$ 。

表 1 耦合协调阶段划分

D 的取值范围	耦合协调阶段	耦合协调区间
0.000-0.099	极度失调	
0.100-0.199	严重失调	轻度失调
0.200-0.299	中度失调	
0.300-0.399	轻度失调	
0.400-0.499	濒临失调	勉强接受
0.500-0.599	勉强协调	
0.600-0.699	初级协调	
0.700-0.799	中级协调	可接受
0.800-0.899	良好协调	
0.900-1.000	优质协调	

$$D=\sqrt{C \times Z} \tag{5}$$

依据研究目的，本文将城镇化与生态文明建设耦合协调度划分为 3 个区间和 10 个阶段(表 1)。

4. 相对发展度模型

为了有效识别城镇化与生态文明建设这一复合系统中的内部制约因素，本文引入了相对发展模型，如式(6)所示。

$$R=\frac{E(x)}{S(x)} \tag{6}$$

在式(6)中，R为相对发展度；E(x)、S(x)分别为城镇化、生态文明建设的综合指数。同时，对其类型进行划分^[40]，当0<R<0.97时，生态文明建设滞后于城镇化；当0.97≤R≤1.07时，生态文明建设与城镇化同步发展；R>1.07时，城镇化滞后于生态文明建设。

5. 数据与变量

参考相关学者的研究^[21,30,41]，城镇化系统包含人口、经济、社会、信息、基础设施等子系统，而城市群、都市圈地区作为一个开放的复杂系统，是中国城镇化的主体和核心，在全球化与信息化双重加速的过程中，城市群、都市圈以其足够的产业集聚和经济规模，深度参与全球性的分工、竞争、交流与合作，正在成为国家参与全球竞争与国际分工的全新地域单元。

因此，本文构建了包含人口要素、经济要素、社会要素、创新要素和全球化要素5个维度23个指标的武汉都市圈城镇化系统评价指标体系(表2)。

表2 武汉都市圈城镇化系统

一级指标	二级指标	三级指标	单位	性质
城镇化系统	人口要素	常住人口城镇化率	%	+
		二、三产业就业人员占总就业人员比重	%	+
		城镇登记失业率	%	-
	经济要素	人均GDP	元	-
		人均固定资产投资额	元	+
		贸易总额	亿元	+
		人均社会消费品零售额	元	+
		第三产业增加值比重	%	+
		互联网用户数	万户	+
	社会要素	人均城市道路面积	平方米	+
		教育支出占财政支出比重	%	+
		医疗和卫生支出占财政支出比重	%	+
		社会保障和就业支出占财政支出比重	%	+
		每百人公共图书馆藏书	册	+
		每千人口医疗卫生机构床位数	张/人	+
		社会保险覆盖率	%	+
		每万人拥有公共交通工具	标台	+
		用水普及率	%	+
		高新技术产业增加值	亿元	+

创新要素	发明专利授权数	项	+
	科学技术支出占财政支出比重	%	+
	R&D 经费研发投入占 GDP 比重	%	+
全球化要素	实际利用外资额	亿元	+

依据《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》(2015)，并借鉴相关文献的研究成果^[21,42]，本文构建了包含国土空间优化、资源节约利用、生态环境保护、制度健全保障 4 个维度 18 项指标的武汉都市圈生态文明建设评价指标体系(表 3)。

表 3 武汉都市圈生态文明建设评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	单位	性质
生态文明建设水平	国土空间优化	森林覆盖率	%	+
		常用耕地面积占土地面积比重	%	+
		人均耕地面积	亩/人	+
		单位土地生产总值	亿元/平方公里	+
		人均建成区面积	平方米	+
	资源节约利用	单位 GDP 能耗	吨标准煤/万元	-
		人均全社会用电量	千瓦时/年	-
		人均日生活用水量	升/日	+
	生态环境保护	单位 GDP 工业废气排放量	平方米/万元	-
		城市生态用地比率	%	+
		工业废水治理设施处理能力	万吨/日	+
		生活垃圾无害化处理能力	万吨/日	+
		建成区绿化覆盖率	%	+
		人均公园绿地面积	平方米	+
		空气可吸入颗粒物 PM10 年均浓度	$\mu\text{g} / \text{m}^3$	-
	制度健全保障	园林绿化投资占财政支出比重	%	+
		污水处理投资占财政支出比重	%	+
		城市维护建设资金支出占财政支出比重	%	+

研究样本时间范围为 2007—2017 年，数据来源于 2008—2018 年《城乡建设统计年鉴》、《中国城市统计年鉴》以及武汉都市圈 9 个城市统计年鉴和统计公报，部分指标的缺失数据采取线性模拟处理。为了消除各分年价格因素对分析结果造成的影响，本文以 2007 年为基期，利用人均国内生产总值指数对名义人均 GDP 进行平减处理。为了避免数据的异方差性问题，本文对所有变量都进行对数化处理，通过检验发现，对数化后的各变量都平稳。

三、城镇化与生态文明建设的综合水平分析

首先，从整体出发，以时间和空间的双重视角，分析样本期内武汉都市圈城镇化发展水平与生态文明建设水平。

1. 城镇化与生态文明建设的时序变化特征

依据式(1)计算得出武汉都市圈城镇化与生态文明建设的综合指数及各子系统指数(表4)。武汉都市圈城镇化水平呈起步缓慢并快速上升发展态势,城镇化水平有显著提升。由表4可知,城镇化水平从2007年的0.207上升到2017年的0.718,提高了近3倍,年均增长率为13.24%,增长速度较快。2007年和2017年城镇化发展水平的标准差分别为0.0393、0.1238,变异系数分别为0.1712和0.1550,表明武汉都市圈9市间城镇化水平绝对差距有所扩大,相对差距的小幅缩减,使得区域城镇化的空间极化现象有所缓解。研究样本期内城镇化系统综合指数均值仅为0.413,也突出了城镇化发展过程中的不平衡不充分问题。其中2007—2008年期间,城镇化系统综合指数由0.207上升至0.229,社会要素的改善为主要贡献力量;2009—2012年期间,城镇化水平稳步提升,主要原因可能在于湖北省在2010年出台了《湖北省人民政府关于加强环境保护促进武汉都市圈“两型”社会建设的意见》,进而促进了都市圈城镇化水平的整体的改善;2013—2015年期间,湖北省在卫生、医药管理、劳动就业、社会保障等公共服务方面出台一系列实施意见及改革规划,有效提升了社会要素水平,促进了城镇化水平从0.441上升至0.599。2015—2017年期间,2015年初,湖北就出台了《省人民政府办公厅关于印发湖北省环境保护大检查工作方案的通知》、《省人民政府关于进一步加快发展节能环保产业的实施意见》等多条重大举措,2015年7月出台了《武汉都市圈科技金融改革创新专项方案》,武汉都市圈成为国内首个科技金融改革创新试验区。自2015年至2017年关于推进城镇化中资源环境建设方面共计出台了31条专门举措,以及公共服务水平的持续优化,使得此阶段城镇化水平实现跨越式发展。

武汉都市圈生态文明建设水平整体呈现出波动并缓慢上升趋势,由2007年的0.228上升到2017年的0.595,均值为0.415,生态文明建设水平提高了1.61倍,年均增长率为10.06%,增长速度较快。2007年和2017年生态文明建设水平的标准差分别为0.0771和0.0754,变异系数分别为0.3045和0.1141,生态文明建设水平提升的同时,9市间绝对差距与相对差距均呈现缩小态势,表明武汉都市圈生态文明建设的空间差异在不断缩小,但是依然存在较为突出的生态文明建设不充分问题。2007—2011年期间,生态文明建设水平呈波动上升态势,从0.228上升至0.367,此阶段生态文明制度保障体系不健全,以及生态环境保护实施力度不足,直接导致了生态文明建设水平有所下降;2011—2017年期间,随着《湖北省人民政府关于加强环境保护促进武汉都市圈“两型”社会建设的意见》、《湖北省人民政府关于实行最严格节约集约用地制度的通知》、《湖北省人民政府关于加强环境监管能力建设的意见》等政策的相继出台,国土空间不断优化,资源节约集约利用及生态环境保护不断完善,有效推进生态文明建设水平稳步提升。

表4 武汉都市圈城镇化和生态文明建设的综合指数及各子系统指数

城市	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	均值
城镇化系统	0.207	0.229	0.235	0.250	0.303	0.387	0.441	0.516	0.599	0.660	0.718	0.413
人口要素	0.054	0.039	0.030	0.037	0.033	0.052	0.061	0.077	0.089	0.100	0.108	0.062
经济要素	0.040	0.050	0.049	0.052	0.064	0.072	0.096	0.114	0.150	0.156	0.183	0.093
社会要素	0.086	0.105	0.122	0.121	0.141	0.179	0.190	0.223	0.243	0.272	0.283	0.179
创新要素	0.008	0.019	0.017	0.025	0.054	0.069	0.077	0.086	0.104	0.116	0.130	0.064
全球化要素	0.018	0.016	0.017	0.015	0.011	0.016	0.017	0.017	0.014	0.017	0.013	0.016
生态文明建设	0.228	0.322	0.348	0.339	0.367	0.453	0.434	0.445	0.483	0.551	0.595	0.415
国土空间优化	0.027	0.043	0.051	0.068	0.087	0.100	0.110	0.123	0.168	0.165	0.202	0.104
资源节约利用	0.110	0.105	0.101	0.074	0.059	0.081	0.069	0.071	0.066	0.065	0.054	0.078
生态环境保护	0.076	0.148	0.157	0.158	0.185	0.207	0.190	0.186	0.193	0.241	0.252	0.181
制度健全保障	0.082	0.158	0.172	0.172	0.194	0.222	0.212	0.212	0.220	0.278	0.282	0.200

2. 城镇化与生态文明建设的空间分异特征

为进一步分析武汉都市圈城镇化与生态文明建设水平的空间演变特征,采用自然间断点分级法对 2007 年、2017 年 9 市城镇化和生态文明建设水平进行等级划分,分为 4 个等级,即低水平地区、中等水平地区、较高水平地区和高水平地区,并借助 ArcGIS10.2 将结果空间可视化,结果如图 1 和图 2 所示。

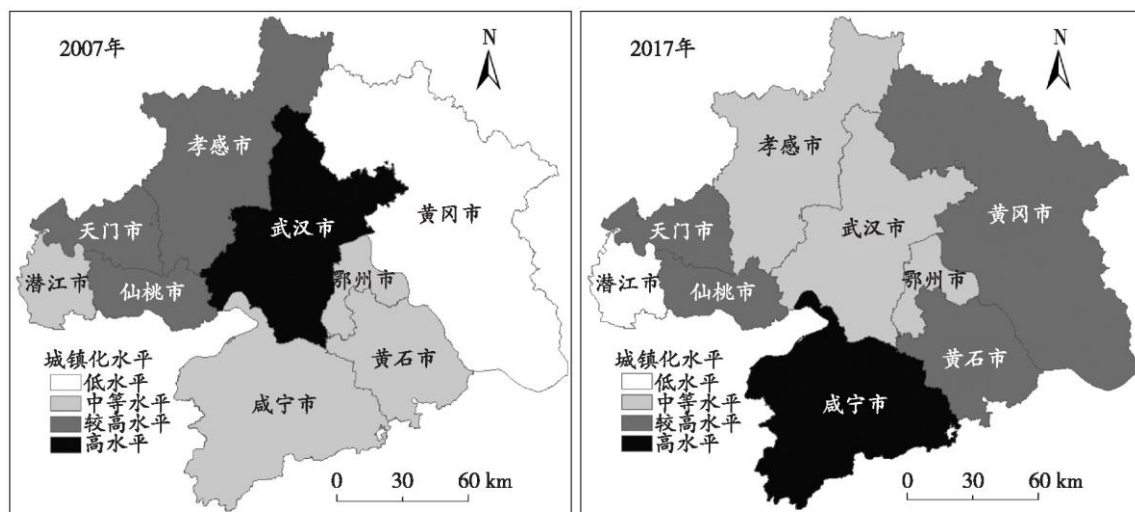


图 1 2007 年和 2017 年城镇化的空间格局

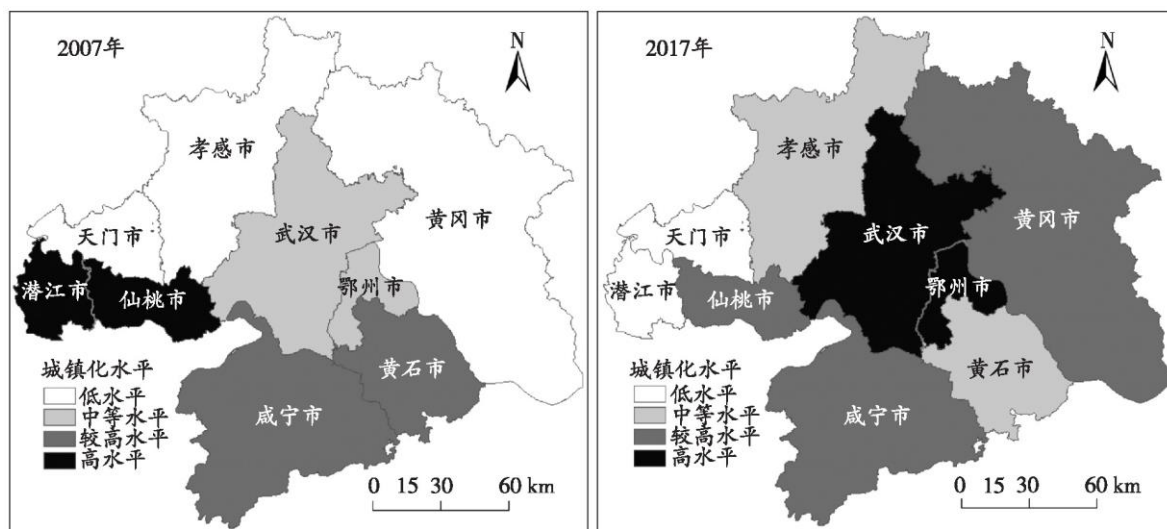


图 2 2007 年和 2017 年生态文明建设的空间格局

武汉都市圈城镇化发展形成了由“西高东低”到“东高西低”的格局演变。2007 年武汉市为城镇化高水平地区,孝感市、天门市、仙桃市为较高水平地区,这些城市集中在武汉都市圈的中部及西部。其中黄冈市为唯一处于城镇化低水平地区的城市,位于都市圈东部。到 2017 年城镇化高水平城市没有变化,仅为咸宁市,低水平城市为潜江市。但是城镇化建设整体水平提升显著,且中等及以上水平城市在空间上呈现出较为明显区域块状集聚特征,形成了由咸宁市、黄石市、黄冈市、天门市、仙桃市

组成的较高值族群，由武汉市、孝感市、鄂州市组成的中值族群，城镇化指数和空间分布上均呈现明显的变化。武汉都市圈生态文明建设整体形成了与城镇化发展类似的由“西高东低”到“东高西低”的格局演变。2007 年生态文明建设水平高值区为潜江市、仙桃市，位于都市圈北部、北偏西以及东部的孝感市、天门市、黄冈市生态文明建设水平较低，但是孝感市、黄冈市在 2017 年生态文明建设发展水平提升较快，分别跻身于较高水平与高水平发展地区。2017 年生态文明建设的整体空间格局发生了较大改变，虽然处于高水平的城市数量明显减少，但是，生态文明建设整体水平有明显提升，都市圈内各城市生态文明建设之间的差异在缩小。空间上区块集聚特征有所凸显，处于中等水平及以上的城市形成了集中连片区。

四、城镇化与生态文明建设的耦合协调发展分析

城镇化发展和生态文明建设的交互耦合关系是一个涉及社会、经济、自然的开放巨型系统，蕴含着复杂的耦合机制与对立统一规律，而“耦合”作为一个物理概念，产生的基本前提是各个因子之间需要有一定的相互关系，进而因子的特性会进行缩放的变动。城市群地区肩负着国家参与全球竞争与国际分工的重大使命，是全新的地域单元，而都市圈是城市群内部具有较大发展潜力的城镇化空间形态，是城市群发展的核心区，同时都市圈也是一系列生态文明建设问题相对集中的高度敏感区，在都市圈的选择和培育过程中也存在着一系列亟待解决的“都市圈病”。都市圈城镇化的建设是推进国家城镇化发展的重要手段之一，不仅有利于优化经济空间结构和人口结构，而且有利于激活内生发展活力。随着我国居民收入水平的不断提升，生态文明建设的关注度也随之增加。都市圈地区城镇化与生态文明建设彼此之间相互带动、相互影响，通过产生交互效应，进而产生耦合协调机制。一方面，都市圈地区城镇化发展对生态文明建设的胁迫效应。都市圈地区城镇化发展必须以新时代生态文明建设理念为遵循，实践成为生态文明建设的物质载体，传统城镇化的推进必然导致城市人口扩张、区域交通堵塞、资源高消耗等生态环境质量问题，对生态文明建设具有一定的胁迫效应。因此诊断传统城镇化高密度集聚、高速度扩张、高强度污染、高风险威胁等发展模式的弊病，融合绿色、低碳、循环、可持续的发展方式，进而实现“三生”空间的优化成为新时代城镇化发展的必经之路。另一方面，都市圈地区生态文明建设对城镇化发展的约束效应，同时生态文明建设亦是城镇化发展的重要保障。从可持续发展角度出发，城镇化发展伴随承载力约束问题，因此城镇化建设以生态为首位，以实现自然与人的和谐共生为根本，在充分考虑区域生态文明建设承载力的基础上，通过倡导绿色发展理念，融合产业转型升级，创新激发内在发展活力，以绿色发展、低碳可持续的发展理念增强可持续发展能力，加强资源环境保障程度、提高发育程度、高效集约利用、提升投入产出效率，为都市圈地区城镇化发展与生态文明建设的协同发展提供重要保障。

1. 耦合协调阶段及相对发展类型分析

依据公式(2)、(3)、(4)分别测算了武汉都市圈城镇化与生态文明建设的耦合协调度、相对发展类型，参照表 1 耦合协调阶段的划分，对武汉都市圈耦合协调水平进行总体评析，结果如表 5 和表 6 所示。

武汉都市圈城镇化与生态文明建设整体上已经进入了耦合协调发展的初级协调阶段。总体来看，武汉都市圈耦合协调发展区间变化从勉强接受(2007-2010 年)到可接受(2011-2017 年)，耦合协调发展阶段大致经历了濒临失调(2007 年)—勉强协调(2008—2010 年)—初级协调(2011 年)—中级协调(2012-2014 年)—良好协调(2015-2017 年)的演变过程。从“两型社会”到“两圈两带”，再到“两圈两带一群”，武汉都市圈都是不可被忽视的核心经济区，也是湖北经济发展的核心增长极。

耦合协调发展阶段逐渐趋向于良好协调。2017 年除了天门市和潜江市耦合协调阶段为中级协调以外，其他 6 市均为良好协调阶段，但是各市耦合协调的阶段各异。在 2011 年省政府工作报告中，湖北省省委副书记曾经强调了湖北省以武汉为中心的总体发展格局，武汉市作为“8+1”城市圈的中心城市，经过了 2008-2011 年勉强协调到初级协调的过渡期，2015 年跻身于良好协调阶段，耦合协调度为 0.83，实现城镇化与生态文明同步发展；黄石市作为武汉都市圈副中心城市、资源枯竭型城市与沿江开放城市，在加快转型过程中成效显著，耦合协调阶段变化同武汉市相似，但 2007—2017 年耦合协调度均值却低于武汉市，相对发展类型为城镇化滞后型，相对发展度为 1.114，说明黄石市在提高对资源能源的集约利用、加强生态环境保护力度的同时，应注重推进城镇化与生态文明建设同步发展；鄂州市耦合协调发展呈现两阶段变化特征，第一阶段为 2007-2011 年微弱变动，从濒临

失调缓慢变动至勉强协调，第二阶段为 2012-2017 年稳定增长，耦合协调度从 0.66 到 0.88，主要原因是 2012 年鄂州是被确立为全省地级市综合改革的示范区，但总体呈生态文明建设滞后类型，还应更加全面地推进改革，促进生态文明建设与城镇化同步推进；孝感市 2007-2010 年耦合协调度波动较大，2011 年后趋于稳定，相对发展类型虽为同步发展，但是相对发展度却为 1.065，说明在全面推进生态文明建设的同时，应同步推进城镇化建设；黄冈市 2007 年耦合协调度为 9 市最低 0.44，阶段为濒临协调，2011-2017 年耦合协调发展较快，2017 年耦合协调度为 9 市最高 0.87，但是相对发展类型为生态文明滞后，说明二者协同推进过程中，城镇化建设力度优于生态文明建设，还应强化资源节约集约利用度、健全制度体系以促进二者迈向高水平同步发展；咸宁市 2007-2017 年耦合协调水平一直呈上升趋势，2007—2011 年期间发展速度较缓，整体处于生态文明建设滞后类型；仙桃市和天门市耦合协调演变规律相似，2007-2011 年一直处于耦合协调发展初级阶段，2014-2017 年呈跨越式发展，趋于耦合发展的良好协调阶段，且两市相对发展类型均为城镇化滞后，其中天门市耦合协调度均值仅为 0.642，结果说明两市应追求均衡发展，并加快城镇化与生态文明建设同步发展的速度。潜江市 2007—2012 年呈变动上升态势，发展速度缓慢，相对发展类型为生态文明滞后，耦合协调度仅为 0.551，还处于勉强协调向初级协调的过渡阶段。仙桃、天门、潜江三市应各自发力，补齐短板，加快速度，均衡发展。

表 5 2007-2017 年武汉都市圈城镇化与生态文明建设的耦合协调度

城市	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
武汉	0.491	0.514	0.558	0.561	0.644	0.701	0.702	0.776	0.826	0.866	0.868
黄石	0.519	0.531	0.573	0.554	0.645	0.726	0.692	0.691	0.743	0.851	0.855
鄂州	0.449	0.529	0.555	0.567	0.576	0.656	0.678	0.692	0.740	0.776	0.875
孝感	0.439	0.507	0.444	0.580	0.595	0.693	0.723	0.684	0.765	0.867	0.851
黄冈	0.437	0.552	0.531	0.527	0.564	0.665	0.667	0.791	0.842	0.844	0.873
咸宁	0.461	0.468	0.563	0.599	0.631	0.734	0.736	0.730	0.788	0.825	0.879
仙桃	0.543	0.597	0.612	0.586	0.629	0.637	0.665	0.723	0.727	0.768	0.868
天门	0.462	0.570	0.503	0.491	0.561	0.668	0.718	0.745	0.756	0.789	0.794
潜江	0.438	0.490	0.503	0.376	0.510	0.486	0.595	0.608	0.654	0.698	0.698
总体	0.471	0.529	0.538	0.538	0.595	0.663	0.686	0.716	0.760	0.809	0.840

表 6 2007-2017 年武汉都市圈城镇化与生态文明建设的相对发展类型

城市	相对发展度	城镇化综合指数	生态文明建设综合指数	耦合协调度	耦合协调阶段	相对发展类型
武汉	1.067	0.554	0.519	0.682	初级协调	同步发展
黄石	1.114	0.565	0.507	0.671	初级协调	城镇化滞后
鄂州	0.929	0.469	0.505	0.645	初级协调	生态文明滞后
孝感	1.065	0.527	0.495	0.650	初级协调	同步发展
黄冈	0.943	0.51	0.541	0.663	初级协调	生态文明滞后
咸宁	0.955	0.535	0.56	0.674	初级协调	生态文明滞后
仙桃	1.103	0.546	0.495	0.669	初级协调	城镇化滞后
天门	1.087	0.525	0.483	0.642	初级协调	城镇化滞后
潜江	0.685	0.315	0.46	0.551	勉强协调	生态文明滞后

总体	0.994	0.554	0.519	0.650	初级协调	同步发展
----	-------	-------	-------	-------	------	------

注:表中数据为各市 2007-2017 年评价值的均值。

2. 耦合协调发展与经济增长率的比较

城镇化与生态文明建设的交互耦合关系与经济增长密不可分，相辅相成。为有效提高武汉都市圈经济发展质量，要进一步探究武汉都市圈城镇化与生态文明建设的耦合协调度与经济增长率的关系。

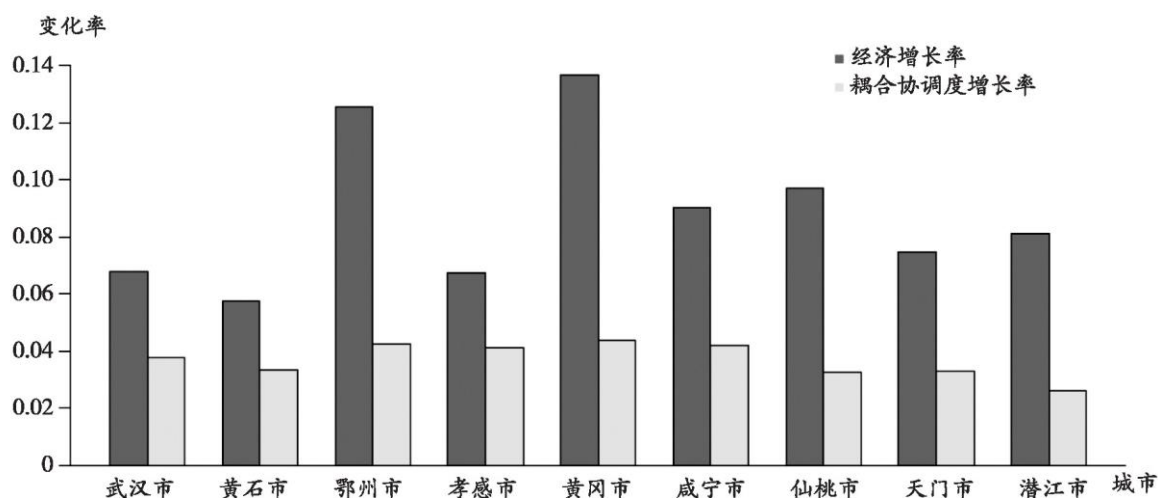


图 3 人均 GDP 变化率与耦合协调度关系

经济增长率高于城镇化和生态文明建设耦合协调度的增长率。如图 3 所示，武汉都市圈的各城市的经济增长率均高于生态文明建设耦合协调度的增长率，其中鄂州市和黄冈市的差异较大，黄石市和孝感市的差值最小，而作为武汉都市圈中心城市的武汉市，其经济增长率与耦合协调度增长率的差值较大。经济增长水平提升了生产技术水平进而促进技术创新能力，而随着技术创新能力的提升，有利于低能耗、低污染型企业研发绿色技术进步，发展绿色经济，但是根据技术进步的偏向不同，从全要素角度考虑，技术创新的投入偏好可能在很大程度上决定了技术进步偏离于生态环境质量的方向。

根据内生增长理论，技术进步对资源利用效率有显著的提升作用，并能降低资源消耗程度，以改善环境质量，优化生态环境整体水平。因此，技术进步对生态环境的影响与很多外部综合因素相关。综合而言，经济增长率的提升意味着经济发展方式的转变，继而提高了现实生活中人们生活的幸福指数，引导人们追求质量更高的绿色生活方式，对生态环境起到有效的促进作用。根据武汉都市圈 9 个城市的经济增长率与城镇化和生态文明建设耦合协调度的增长率的关系发现，武汉都市圈的耦合协调水平明显滞后于经济发展，经济发展质量的提高对经济发展发展方式的转变没有对生态文明建设起到明显的积极效果，对降低自然资源能耗、优化环境等方面没有达到显著的作用。

五、城镇化与生态文明建设耦合协调发展的动力因素识别

城镇化与生态文明建设是一个复合系统的耦合协调，协调过程既需要政府的宏观调控作用，也需要企业、公众的积极参与，同时还需充分结合对外开放带来的红利。借鉴相关研究成果^[30, 43]，本文选取耦合协调度为被解释变量，经济发展要素、产业结构

要素、技术创新要素、政府行为要素、对外开放要素、全球化要素为解释变量，对耦合协调度的动力因素进行分析。同时将经济发展要素、产业结构要素、技术创新要素归类为内源动力，政府行为要素归类为政府动力，对外开放要素归类为外向动力(表 7)。

基于 2007-2017 年 9 市面板数据结构，建立耦合协调发展的动力因素计量模型，如式 (7) 所示。

$$CC_{it} = \alpha_i + \alpha_t + \alpha_1 Eco_{it} + \alpha_2 Upgrade_{it} + \alpha_3 lnInn_{it} + \alpha_4 Gov_{it} + \alpha_5 Open_{it} + \alpha_6 Glo_{it} + \varepsilon_{it}$$

(7)

表 7 耦合协调度动力因素变量设定表

	动力类型	变量名称	变量符号	变量说明
被解释变量		耦合协调度	CC	耦合协调度
解释变量	内源动力	经济发展要素	Eco	人均 GDP
		产业结构要素	Upgrade	产业结构层次系数
		技术创新要素	Inn	R&D 与 GDP 之比
	政府动力	政府行为要素	Gov	财政支出与 GDP 之比
	外向动力	对外开放要素	Open	进出口总额与 GDP 之比

注:数据来源于 2008—2018 年《中国城市统计年鉴》以及武汉都市圈 9 个城市统计年鉴和统计公报。产业结构层次系数计算公式: $Upgrade = \sum_{i=1}^3 q_i \times i$, 其中 qi 为第 i 产业产值的比重。

式 (7) 中, i 表示地区, t 表示时间(年); α_i 表示个体效应, α_t 表示时间效应, ε_{it} 为随机扰动项, CC 为耦合协调度, Eco 为经济发展水平, Upgrade 为产业结构升级, Inn 为技术创新水平, Gov 为政府能力, Open 为对外开放程度。

面板回归模型结果如表 8 所示。

表 8 耦合协调度动力因素计量回归结果

动力类型	变量	系数
内源动力	Eco	-2.132***(-3.698)
	Upgrade	-0.123*(-1.285)
	Inn	0.072*** (4.328)
政府动力	Gov	0.012 (0.009)
外向动力	Open	0.062*** (3.701)
	地区固定效应	是
	时间固定效应	否
	Adjusted R-squared	0.372

注:*表示在 10%水平上显著;**表示在 5%水平上显著;***表示在 1%水平上显著。

内源动力对耦合协调度的动力开发不足。经济增长水平的回归系数在 1%水平上负向显著,表明经济稳定增长抑制了耦合协调度的提升。根据库兹涅茨曲线(EKC 曲线),当经济发展达到一定水平后,也就是说,到达某个临界点或称“拐点”以后,随着人均收入的进一步增加,环境污染又由高趋低,其环境污染的程度逐渐减缓,环境质量逐渐得到改善^[5],说明武汉都市圈城镇化与生态文明建设的耦合协调度与经济增长之间处于“倒 U”型曲线拐点左侧,即耦合协调度随着经济增长水平提升呈先上升,达到拐点值后呈下降趋势。产业结构升级的回归系数为-0.123,并在 10%的水平上对耦合协调度呈显著的抑制效应。当前粗放式的工业化发展模式和以工业为主的产业结构,成为生态文明建设进程中的重要抑制因素,产业结构优化升级与有效绿色产业扶持政策的实施,加快了我国“后工业化”时代的到来,武汉都市圈应该强化产业结构的“绿色”转型升级,以促进城镇化与生态文明建设协调发展。技术创新能力对耦合协调度呈正向影响,且在 1%水平上显著。技术进步是提升技术创新能力的关键充分条件,而技术创新的投入偏好在很大程度上决定了技术进步对环境质量的影响方向。实际生产过程中,技术进步可被分为生产性技术和减排性技术,而生产性技术对应于要素生产率,后者对应于污染强度^[44]。因此结果表明,武汉都市圈的研发投入应该进一步更多地用于促进生产性技术进步,进而在提高要素生产率的同时促进城镇化与生态文明建设协调发展。因此,应该继续加大对绿色化技术进步的研发投入。

政府动力对耦合协调度呈不显著的负向作用。这说明政府一方面要进行宏观调控,优化要素配置绿色效率,另一方面要以优化区域产业结构的绿色调整以保证经济持续良好发展,推进城镇与生态文明建设迈向更高协调发展水平。

外向动力对耦合协调度呈显著的正向促进作用。对外开放要素有利于耦合协调度的提高,其回归系数在 1%水平上显著。现有研究显示,外商直接投资和对外贸易通过空间溢出效应正向促进区域城市化^[45],FDI 通过收入效应、“污染晕轮效应”、技术外溢效应三种机制改善生态环境质量^[46]。因此,加大对 FDI 的“绿色”甄别,充分发挥对外开放的技术优势与外溢效应,促进其在城镇化与生态文明建设协调发展方面发挥出更加积极作用。

六、结论与启示

1. 结论

本文首先运用耦合协调度模型与相对发展度模型,分析了武汉都市圈城镇化与生态文明建设的交互耦合水平,再通过面板回归模型研究了二者协调发展的动力机制,得出以下结论:

(1)城镇化水平呈起步缓慢并快速上升发展态势,城镇化水平有显著提升。城市间的城镇化水平绝对差距有所扩大,相对差距的小幅缩减,缓解了空间极化现象;城市间的生态文明建设水平绝对差距与相对差距均呈现缩小态势,空间差异逐渐缩小,且生态文明建设处于中等水平及以上的城市形成了集中连片区。二者呈现出较为明显的区域块状集聚特征,初步形成了“东高西低”化格局,但是二者的综合平均指数仅分别为 0.413 和 0.415,两者协调发展的不平衡不充分问题依然突出。

(2)耦合协调发展仍处于初级良好阶段,相对发展类型为初级同步发展。武汉都市圈耦合协调发展经历了从勉强协调到良好协调的演变过程,但二者耦合协调发展仍处于初级良好阶段,相对发展类型为初级同步发展。各城市耦合协调发展阶段处于中级协调以上,但各市耦合协调发展阶段异质性明显。武汉市、孝感市为同步发展类型,黄石市、仙桃市、天门市为城镇化滞后型,鄂州市、黄冈市、咸宁市、潜江市为生态文明建设滞后型。其次,武汉都市圈的经济增长率高于耦合协调度的增长率,经济发展质量的提高并没有对经济发展方式的转变起到明显促进作用,对降低自然资源能耗、优化环境等方面作用不显著。

(3)武汉都市圈内源动力对耦合协调度的动力开发不足,外向动力对耦合协调度具有显著的正向影响,而政府动力对耦合协调度呈不显著的负向作用。耦合协调度随经济增长水平提高还有较大上升空间,产业结构的优化强度的提升抑制耦合协调水平

提高,消除技术进步偏向,加大技术创新强度并发挥出应有的提升效果,对外开放在促进城镇化与生态文明建设耦合协调发展方面发挥出了更加积极作用。

2. 政策建议

通过以上分析和结论,提出以下政策建议:

(1)实行科学的顶层设计,开拓区域协调发展平台。要实现武汉都市圈城镇化与生态文明建设的高水平协调发展,就要建立相应的长效机制与有效的区域联防联控机制。一方面,制定和完善生态文明建设协同发展机制,实现都市圈内信息共享与深度合作;另一方面,从公共服务、基础设施均等化、资源要素共享等多方面推动城市间互联互通,进而提高城镇化发展水平。

(2)根据耦合协调发展水平的区域差异进行全局规划,实行因市施策,梯度推进,促进协调发展。根据耦合协调发展阶段与相对发展类型,实施有所侧重的区域协调策略。第一类为处于低水平同步发展类型的武汉市、孝感市,可视为带动武汉都市圈城镇化与生态文明建设高水平耦合协调发展的先行区,应加快产业优化布局并提高资源绿色集约利用效率,同时,应加快实施武汉中心城市带动战略,进一步强化武汉市的核心城市地位;第二类为城镇化发展相对滞后的黄石市、仙桃市、天门市,这一区域具有成为同步协调发展“俱乐部”成员的趋势,应在保障生态文明建设的同时,提供基本公共服务与基础设施均等化与全面化;第三类为生态文明建设滞后型的鄂州市、黄冈市、咸宁市、潜江市,这类区域应重视生态文明建设,在强化城镇化建设的同时,优化国土空间格局,严控生态红线,提供生态用地,提升资源集约整体水平。根据这三类区域的经济发展和耦合协调发展水平的差异,应该实行因地制宜的区域协调方案,要聚焦绿色集约高效发展,释放各地区发展潜力。

(3)有效发挥促增因素,形成耦合协调发展的区域合力。第一,内源动力持续释放活力。转变经济发展方式,通过市场性手段促使产业结构与技术创新等的绿色升级优化。第二,政府发挥积极促增动力。武汉都市圈的地方政府间对区域整体利益达成共识,践行以人为本的城镇化与绿色发展理念,运用组织和制度资源形成区域的联动发展,实行区域环境信息共享机制,提升整体耦合协调水平。第三,加大外向动力的良性驱动。通过更大更深层次的开放格局,促进武汉都市圈整体实现更高协调发展水平,推进区域信息、资源等的合作共享。

参考文献:

- [1]谷树忠,胡咏君,周洪.生态文明建设的科学内涵与基本路径[J].资源科学,2013,35(1):2-13.
- [2]黄勤,曾元,江琴.中国推进生态文明建设的研究进展[J].中国人口·资源与环境,2015,25(2):111-120.
- [3]Wang, S. J., G. D. Li, and C. L. Fang, 2018, “Urbanization, Economic Growth, Energy Consumption, and CO₂ Emissions: Empirical Evidence from Countries with Different Income Levels”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, 2144-2159.
- [4]程开明.城市化、技术创新与经济增长——基于创新中介效应的实证研究[J].统计研究,2009,26(5):40-46.
- [5]Grossman G M, Krueger A B. Economic Growth and the Environment[J]. NBER Working Papers, 1994, 110(2):353-377.
- [6]Galeotti M, Lanza A, Pauli F. Reassessing the environmental Kuznets curve for CO₂ emissions: A robustness exercise[J]. Ecological Economics, 2006, 57(1):152-163.

-
- [7] Li Yuan, Wen Feng Gong, Yong Feng Dang, Ze Xu Long. Study on Ecological Risk of Land Use in Urbanization Watershed Based on RS and GIS: A Case Study of Songhua River Watershed in Harbin Section[J]. Asian Agricultural Research, 2013, 5 (3):61-65.
- [8]熊勇清, 杨评防, 白云. 生态文明视阈新型城镇化建设的分析评价[J]. 中国科技论坛, 2015(12):108-114.
- [9]刘家强, 刘昌宇, 唐代盛. 新中国 70 年城市化演进逻辑、基本经验与改革路径[J]. 经济学家, 2020(1):33-43.
- [10]陈明星, 叶超, 陆大道, 隋昱文, 郭莎莎. 中国特色新型城镇化理论内涵的认知与建构[J]. 地理学报, 2019, 74(4):633-647.
- [11]魏后凯. 坚持以人为核心推进新型城镇化[J]. 中国农村经济, 2016(10):11-14.
- [12]肖金成. 人的城镇化:新型城镇化的本质[J]. 探索与争鸣, 2013(11):16-19.
- [13]李全喜. 习近平生态文明建设思想的内涵体系、理论创新与实践履[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2015, 17(3):9-13+89.
- [14]孙新章, 王兰英, 姜艺, 等. 以全球视野推进生态文明建设[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(7):9-12.
- [15]赵磊, 方成. 中国省际新型城镇化发展水平地区差异及驱动机制[J]. 数量经济技术经济研究, 2019, 36(5):44-64.
- [16]张莅黎, 赵果庆, 吴雪萍. 中国城镇化的经济增长与收敛双重效应——基于 2000 与 2010 年中国 1968 个县份空间数据检验[J]. 中国软科学, 2019(1):98-116.
- [17]成金华, 李悦, 陈军. 中国生态文明发展水平的空间差异与趋同性[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(5):1-9.
- [18]柴琪宸, 郭亚军, 宫诚举, 李伟伟. 中国省域生态文明建设协调发展程度的综合评价[J]. 中国管理科学, 2017, 25(7):184-190.
- [19]刘国斌, 杜云昊. 基于生态文明视角的新型城镇化与新农村建设研究[J]. 山东社会科学, 2015(7):182-187.
- [20]沈清基. 论基于生态文明的新型城镇化[J]. 城市规划学刊, 2013(1):29-36.
- [21]毕国华, 杨庆媛, 刘苏. 中国省域生态文明建设与城市化的耦合协调发展[J]. 经济地理, 2017, 37(1):50-58.
- [22]彭冲, 陈乐一, 韩峰. 新型城镇化与土地集约利用的时空演变及关系[J]. 地理研究, 2014, 33(11):2005-2020.
- [23]Friedl B, Getzner M, 2003. Determinants of CO₂ emissions in a small open economy. Ecological Economics, 45 (1):133-148.
- [24]Ren W W, Zhong Y, Meligrana J et al. , 2003. Urbanization, land use, and water quality in Shanghai 1947-1996. Environment International, 29(5):649-659.

-
- [25] Hull V, Tuanmu M N, Liu J, 2015. Synthesis of human-nature feedbacks. *Ecology and Society*, 20(3):17.
- [26] Yao L, Li X, Li Q, et al. Temporal and Spatial Changes in Coupling and Coordinating Degree of New Urbanization and Ecological-Environmental Stress in China[J]. *Sustainability*, 2019, 11(4):1-16.
- [27] 黄金川, 方创琳. 城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析[J]. *地理研究*, 2003, 22(2):211-220.
- [28] 王镐, 唐茂钢. 土地城市化如何影响生态环境质量?——基于动态最优化和空间自适应半参数模型的分析[J]. *经济研究*, 2019, 54(3):72-85.
- [29] 刘耀彬, 李仁东, 宋学锋. 中国区域城市化与生态环境耦合的关联分析. *地理学报*, 2005, 60(2):237-247.
- [30] 邓宗兵, 宗树伟, 苏聪文, 陈钲. 长江经济带生态文明建设与新型城镇化耦合协调发展及动力因素研究[J/OL]. *经济地理*:1-15[2019-06-04]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1126.K.20190410.0856.002.html>.
- [31] 郭莎莎, 陈明星, 刘慧. 城镇化与资源环境的耦合过程与解耦分析——以北京为例[J]. *地理研究*, 2018(8):1599-1608.
- [32] 方创琳, 崔学刚, 梁龙武. 城镇化与生态环境耦合圈理论及耦合器调控[J]. *地理学报*, 2019, 74(12):2529-2546.
- [33] 吕有金, 孔令池, 李言. 中国城镇化与生态环境耦合协调度测度[J]. *城市问题*, 2019(12):13-22.
- [34] 赵建吉, 刘岩, 朱亚坤, 秦胜利, 王艳华, 苗长虹. 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.
- [35] 崔木花. 中原城市群9市城镇化与生态环境耦合协调关系[J]. *经济地理*, 2015, 35(7):72-78.
- [36] 王家庭, 毛文峰. 武陵山片区城镇化与生态环境响应的计量分析——以湘西自治州为例[J]. *经济地理*, 2016, 36(6):148-154.
- [37] 陈晓红, 万鲁河. 城市化与生态环境耦合的脆弱性与协调性作用机制研究[J]. *地理科学*, 2013, 33(12):1450-1457.
- [38] 刘海猛, 方创琳, 李咏红. 城镇化与生态环境“耦合魔方”的基本概念及框架[J/OL]. *地理学报*:1-19[2019-05-14]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1856.P.20190315.1727.004.html>.
- [39] 周成, 冯学钢, 唐睿. 区域经济-生态环境-旅游产业耦合协调发展分析与预测——以长江经济带沿线各省市为例[J]. *经济地理*, 2016, 36(3):186-193.
- [40] 刘浩, 张毅, 郑文升. 城市土地集约利用与区域城市化的时空耦合协调发展评价——以环渤海地区城市为例[J]. *地理研究*, 2011, 30(10):1805-1817.
- [41] 方创琳, 周成虎, 顾朝林. 特大城市群地区城镇化与生态环境交互耦合效应解析的理论框架及技术路径[J]. *地理学报*, 2016, 71(4):531-550.

[42] 宓泽锋, 曾刚, 尚勇敏, 陈思雨, 朱菲菲. 中国省域生态文明建设评价方法及空间格局演变[J]. 经济地理, 2016, 36(4):15-21.

[43] 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.

[44] 李斌, 赵新华. 经济结构、技术进步与环境污染——基于中国工业行业数据的分析[J]. 财经研究, 2011, 37(4):112-122.

[45] 陈辉民. 对外贸易、外商直接投资与城市化——基于空间面板杜宾方法的分析[J]. 国际贸易问题, 2018(10):147-161.

[46] 许和连, 邓玉萍. 外商直接投资导致了中国的环境污染吗?——基于中国省际面板数据的空间计量研究[J]. 管理世界, 2012(2):30-43.