

DOI:10.19322/j.cnki.issn.1006-4710.2021.02.003

山东省土地开发度与利用效益的时空耦合协调研究

刘雨¹, 朱晓伟², 刘凯¹, 张宝雷¹

(1. 山东师范大学 地理与环境学院, 山东 济南 250358; 2. 山东省土地储备中心, 山东 济南 250014)

摘要: 为研判土地开发与利用效益的协调关系及其是否合理有序, 本文在明晰土地开发度与利用效益耦合协调机理的基础上, 建立土地开发度与利用效益测度指标体系, 并运用耦合协调模型, 系统剖析 1997—2017 年山东省 17 地市的土地开发度与利用效益的耦合协调程度及其时空演变。结果表明: ①从时序演变特征来看, 1997—2017 年山东省土地开发度、土地利用效益及其耦合协调度均呈上升态势, 开发度超前于土地利用效益, 生态效益的逐步下降阻碍了土地利用综合效益的提升; ②从空间分布格局来看, 土地开发度高值区主要分布在济南都市圈、山东半岛蓝色经济区; 土地利用效益呈现东北—西南的梯度化差异, 高值集聚区分布在东部沿海地区; ③协调发展程度呈现“东部 > 中部 > 西部”的发展格局, 表现出集群化和梯度化特征, 协调发展速度整体上均有所提高。本文根据土地开发度、土地利用效益及耦合协调类型, 将山东省 17 地市划分为 5 种类型, 并提出优化耦合协调度的差异化对策和建议。结合土地开发度与利用效益协调机理, 探究土地开发与效益的耦合协调关系, 以期在科学管理土地开发的同时, 为实现土地集约高效利用提供理论支撑及实践应用。

关键词: 土地开发度; 土地利用效益; 耦合机理; 耦合协调度; 山东省

中图分类号: K902

文献标志码: A

文章编号: 1006-4710(2021)02-0165-11

Spatiotemporal coupling and coordination research on land development degree and land use benefit in Shandong Province

LIU Yu¹, ZHU Xiaowei², LIU Kai¹, ZHANG Baolei¹

(1. College of Geography and Environment, Shandong Normal University, Jinan 250358, China;

2. Provincial Land Reserve Center of Shandong Province, Jinan 250014, China)

Abstract: To verify the coordination relationship between land development and land use benefit and whether it is reasonable and orderly, the index system for land development degree and land use benefit was established based on the mechanism for coupling coordination between land development degree and land use benefit, the coupling coordination model was employed to analyse the coupling coordination degree and spatiotemporal performance of land development degree and land use benefit in 17 cities of Shandong Province from 1997 to 2017. What the results showed are in the three aspects. ①In terms of temporal evolution, land development degree, land use benefit and coupling coordination degree showed an increasing trend from 1997 to 2017, land development degree was higher than land use benefit, the gradual decline of ecological benefits hindered the improvement of land use benefits. ②From the perspective of spatial distribution pattern, the land development degree high-value areas were mainly distributed in Jinan metropolitan area and Shandong peninsula blue economic zone. There was a gradient difference between northeast and southwest in land use benefit, with its high-value areas distributed in the eastern coastal region. ③The coupling coordination degree presented the gradient of “eastern > central > western”;

收稿日期: 2020-09-02; 网络出版日期: 2021-02-01

网络出版地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1294.N.20210201.1612.002.html>

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(18BJY086)

第一作者: 刘雨, 女, 硕士生, 研究方向为土地利用的生态环境效应。E-mail: sdnliuyu@163.com

通信作者: 张宝雷, 男, 博士, 副教授, 博导, 研究方向为土地利用的生态环境效应。E-mail: blzhangsd@163.com

with the characteristics of clustering and gradient, the coordinated development speed had been improved on the whole. According to land development degree, land use benefit and coupling coordination type, the cities were divided into 5 types with differentiated countermeasures and suggestions for optimizing coupling coordination degree. This study combined the coordination mechanism for land development degree and land use benefit, thus exploring the coupling and coordination relationship between land development and land use benefit; it is expected to provide theoretical support and practical application for the realization of intensive and efficient land use in scientifically managing land development.

Key words: land development degree; land use benefit; coupling mechanism; coupling coordination degree; Shandong Province

随着我国工业化与城镇化的快速发展,建设用地盲目扩张,耕地占用、土地资源破坏等一系列土地开发问题愈发严重^[1-2]。在人多地少的基本国情下,形成合理的土地利用结构、提升土地利用效益成为促进区域可持续发展和国家生态文明建设的内在要求^[3-4]。我国国土资源“十三五规划”和国土空间规划编制工作明确提出“强化建设用地总量和强度双控”原则^[5],明确区域国土开发度与利用效益的协调匹配关系,是在国土空间规划下优化建设用地配置和合理布局土地利用结构的前提,也是当前学界和政府决策部门关注的重点和热点。

当前,关于土地开发度和土地利用效益的理论和实证分析均取得了丰硕成果。在土地开发度评价方面,国内外学者分别从土地开发度的概念界定^[6]、指标测度^[7-8]、强度预测^[9-10]、生态环境效应^[11-12]等不同角度进行了积极探索,研究尺度涵盖全国^[2]、经济带和经济区^[3,5]、单个省份^[6,8]、地市及县区^[9]等。例如,周炳中等^[13]指出,土地开发度是一个多层次结构、多元要素的复杂概念,包括开发条件与技术、开发强度、开发效益、资源反馈效应、生态环境治理力度等方面;而 Estoque 等^[14]从城市空间格局入手,将土地开发度定义为城市区域内,土地由非建成区转变为建成区的土地使用/覆盖的景观变化过程。土地开发度指标体系较为多样,但均以建设用地为主要研究对象^[15]。段佩利等^[12]应用耦合协调度、地理加权回归模型,厘清了中国沿海城市开发强度与资源环境承载力的耦合协调关系,并分析其影响因素的空间异质性特征。土地利用效益研究始于20世纪60年代,以经济效益评价^[16-18]最为瞩目,现已扩展到社会效益^[19,20]、生态效益^[21,22]、综合效益^[23,24]等方面。随着土地开发度和利用效益研究的深入,学者们对相关研究进行拓展深化,研究对象逐步扩展到土地开发度与资源耦合、土地利用结构与土地效益、土地利用效益与城市化的耦合协调关系^[25-27]等方面。胡毅等^[28]在阐述土地利用效益内

涵及其耦合关系的基础上,分析了江苏省土地利用的经济、社会、生态及综合效益的耦合协调程度;杨清可等^[29]探讨了江苏省土地开发度与利用效益的空间特征、耦合格局及其协调发展程度;唐永超等^[30]基于精明发展理论,探讨了济南市城市扩张与土地利用效益的耦合效应。然而,当前学者仅注重对二者耦合的宏观计量分析,鲜见土地开发度与利用效益耦合协调机理的深入探究,缺乏在区域特殊性基础上对典型省份的深入研究。本文在明晰土地开发度与利用效益耦合协调机理的基础上,对土地开发度与利用效益进行测度,从复合多维探讨山东省土地开发度与利用效益的时空演变特征、耦合协调程度,以期为山东省国土空间规划编制的“建设用地总量和强度双控,节约集约用地”提供借鉴,促进山东省“节地水平—产出效益”双提升的土地利用目标的实现。

山东省作为我国的人口、经济大省,工业化与城镇化水平明显高于全国平均水平(2017年,山东省工业化率与城镇化率分别为39.52%、61.18%,高于全国平均水平33.06%、59.58%),但与东部沿海省份相比,山东省土地集约利用水平仍然偏低^[31]。尤其是近二十年,山东省工业化和经济发展速度显著加快,工业年均递增和同期地区生产总值增加速度明显高于全国和东部沿海地区平均增长速度,且伴随着人口激增(由1997年的8810万人增长到2017年的10047万人),土地开发粗放、土地开发度与土地利用效益不协调等问题日益凸显,所以深入分析山东省土地开发度与利用效益耦合协调问题,对促进土地高效益、高质量可持续发展意义深远。

1 土地开发度与利用效益耦合协调机理

土地开发度(land development degree, LDD)是反映区域土地利用程度和累积承载密度的综合指标,用来衡量和反映区域建设用地规模^[29]。研究认为,“度”有两层含义:一是对土地开发数量及变化程

度的度量,是土地开发的“广度”层面;二是土地开发保持在自身质变阈值范围内的数量,主要从土地开发产出强度和人口承载等方面度量,称之为土地开发的“强度”层面。本文从以上两个层面对土地开发度进行评价。土地利用效益(land use benefit, LUB),即土地、资金、人力等投入与其在社会经济及生态领域的产出之间进行比较的有效收益,主要

包括经济效益、社会效益、生态效益^[32]。

“耦合”的概念最早出现在机械工程领域,物理学上将其定义为两个或者两个以上的系统之间相互关联、相互影响的现象^[31]。土地开发度与利用效益之间存在双向反馈并趋向协调统一的耦合效应,主要表现为土地开发度对土地利用效益的约束作用、土地利用效益对土地开发度的调节作用(见图1)。

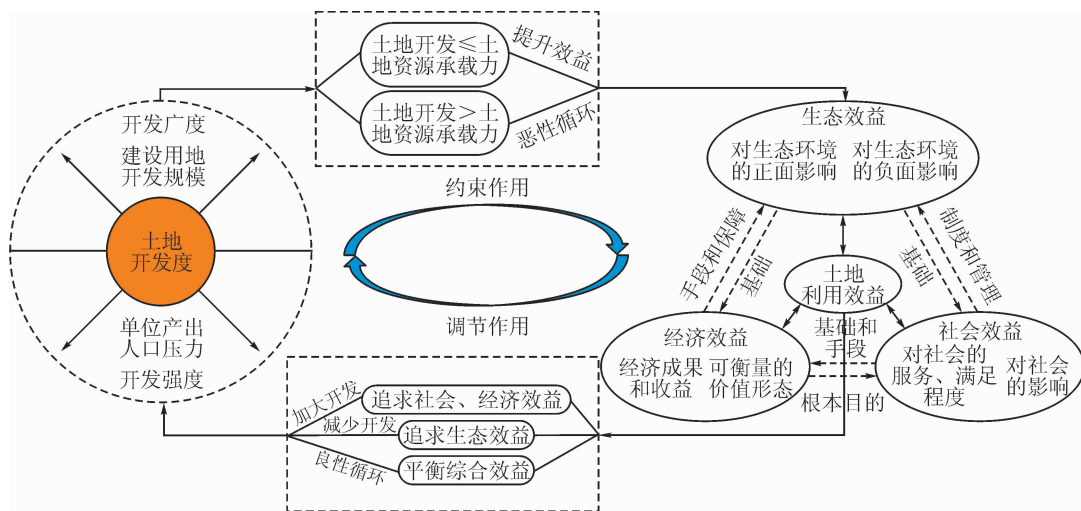


图1 土地开发度与利用效益耦合机理

Fig. 1 Mechanism for LDD and LUB

1.1 土地开发度对土地利用效益的约束作用

土地资源具有位置不变性、稀缺性、不可再生性等自然属性,因此,土地的开发不能超过它的约束阈值,阈值即土地资源的承载力。一方面,如果土地资源的开发利用在其资源环境承载力阈值范围内,土地开发“广度”拓宽及“强度”增大可直接推动利用效益提升,且集约化的开发模式能在保持高效产出的同时注重生态保护,实现良性循环;另一方面,人类社会经济活动从不同侧面反映了开发“强度”,传统依靠要素投入的粗放型开发模式仅适用于“广度”充足的开发初期,一旦土地开发度与土地利用结构匹配失调超过阈值,则表现为利用效益停滞甚至倒退,具体表现为边际效益小于等于零,陷入生态环境危机,制约土地利用的生态效益,而生态环境质量的下降及生态资源承载能力的降低,会争夺用于经济发展的有限资金,反过来阻碍土地利用经济效益的增长,形成恶性循环,限制提高社会效益的根本目的。

1.2 土地利用效益对土地开发度的调节作用

土地利用效益是土地开发的综合反映,其中生态效益是基础,经济效益是保障和手段,社会效益是根本目的,三者耦合形成综合效益。不同的经济发展阶段,人类对经济、生态、社会效益的偏好不同,土地利用效益对土地开发度的调节作用也不同。人类

对土地利用效益的追求偏向社会经济效益时,为追求经济利益最大化,必然会加大土地的开发“广度”和“强度”。随着人类认知及价值观的升级,人类对生态效益的偏好度提升,开始注重综合效益。在综合效益最大化及可持续发展理念的指导下,人们开始注重土地开发的未来收益和可持续性,并据此调节土地开发的“广度”和“强度”,以最大化土地利用效益。

2 研究方法与数据处理

2.1 研究方法

2.1.1 土地开发度与利用效益测度

本文从土地开发度、土地利用效益两个方面选取相关评价指标。结合土地开发度与土地利用效益的定义,通过分析和借鉴已有研究成果^[23,26,33],并充分考虑山东省17地市的土地资源本底、土地开发利用结构及特征,主要从开发广度、开发强度两个方面测算土地开发度。不同于以往研究仅侧重于经济效益,本文融入创新思维,较全面地从经济效益、社会效益和生态效益三个方面选取17个指标测算土地利用效益,并将前人较少使用的生态服务价值指标纳入生态效益评价^[34],且大多数总量指标被人均和地均指标所代替,使得结果更加贴近实际,所构建的山东省17地市土地

开发度与利用效益评价指标体系如表 1 所示。为了消除指标量纲和属性的影响,使用极差法对数据进

行标准化,采用熵值法获取权重,通过加权求和分别测算出土地开发度与利用效益指数。

表 1 土地开发度和利用效益评价指标体系及权重
Tab.1 Evaluation index and weight of LDD and LUB

目标层	准则层	指标层	指标计算方法	权重	属性
开 发 度	开发广度	建设用地密度(Y_1)	建设用地面积/区域土地面积	0.226	+
		用地产出强度(Y_2)	二三产业产值/区域土地面积	0.325	+
	开发强度	人口承载强度(Y_3)	常住人口数量/城乡建设用地	0.449	+
经济 效益		地均二三产业产值(X_1)	二三产业产值/区域土地面积	0.054	+
		地均财政收入(X_2)	公共财政收入/区域土地面积	0.079	+
		地均进出口总额(X_3)	进出口总额/区域土地面积	0.146	+
		城镇收入水平(X_4)	城镇居民可支配收入	0.038	+
		第三产业贡献率(X_5)	第三产业增加值/地区生产总值	0.026	+
		居民人均消费(X_6)	社会消费零售额/常住人口	0.058	+
		城市化水平(X_7)	城镇人口/常住人口	0.043	+
利 用 效 益	社会 效益	医疗设施水平(X_8)	地区医院床位总数/常住人口	0.050	+
		文化建设水平(X_9)	文化事业费用/地区生产总值	0.080	+
		科研投资水平(X_{10})	R&D 总经费/地区生产总值	0.052	+
		交通缓压能力(X_{11})	公交车标准运营车总量/常住人口	0.084	+
		道路交通通达度(X_{12})	公路里程/区域土地面积	0.036	+
生态 效益		地区绿化覆盖率(X_{13})	地区绿化面积/区域土地面积	0.089	+
		地均废水排放量(X_{14})	工业废水排放总量/区域土地面积	0.024	-
		地均污水排放量(X_{15})	生活废水排放总量/区域土地面积	0.027	-
		地均 SO ₂ 排放量(X_{16})	SO ₂ 排放量/区域土地面积	0.021	-
		地均生态服务价值(X_{17})	生态服务价值总量/区域土地面积	0.093	+

注:表中“+”代表正指标,“-”代表负指标。

2.1.2 耦合协调测算模型

采用耦合协调度模型和相对发展度模型来评价土地开发度与土地利用效益之间的耦合关系。

1) 耦合协调度模型。为增加测度的科学性和准确性,引入耦合协调发展度模型来评价土地开发度与利用效益的耦合协调程度,其定义如下^[35,36]:

$$C = \left\{ \frac{D(m) \times B(n)}{[\alpha D(m) + \beta B(n)]^2} \right\}^k \quad (1)$$

$$T = \gamma D(m) + \delta B(n) \quad (2)$$

$$Q = (C \times T)^\mu \quad (3)$$

式中: C 为耦合度; T 为发展度; Q 为耦合协调发展度, $0 \leq Q \leq 1$, $Q=1$ 表示 LDD 与 LUB 达到良性共振耦合, $Q=0$ 表示二者无相互关系; $D(m)$ 、 $B(n)$ 分别表示 LDD 与 LUB 的水平值; k 为调节系数,取值

范围为 2~8,为提高区分度,选定调节系数 $k=4$; α 、 β 、 γ 、 δ 、 μ 为待定参数,一般取 $\mu=0.5$ 、 $\alpha+\beta=1$ 、 $\gamma+\delta=1$;在土地开发利用过程中,土地开发度和利用效益二者相互关联,互惠互利,故赋予 $\alpha=\beta=\gamma=\delta=0.5$ 。

2) 相对发展度模型。为更加全面地分析山东省 17 地市土地开发度与利用效益的耦合协调程度,引入相对发展度模型测度土地开发度与利用效益的相对发展系数 E ^[37,38]:

$$E = \frac{D(m)}{B(n)} \quad (4)$$

为便于比较,参考文献[39]的等级划分成果,对土地开发度与利用效益的耦合协调发展阶段及其类型进行划分,如表 2 所示。

表2 土地开发度与利用效益的协调发展类型及其标准

Tab.2 Coordinated development types and their evaluation standards of LDD and LUB

耦合协调度	相对发展度	类型	耦合协调发展类型特征	发展阶段
$0 \leq Q < 0.4$	$0 < E \leq 0.8$	I	土地开发度滞后于利用效益,系统趋于退化	拮抗阶段
	$0.8 < E \leq 1.2$	II	土地开发度同步于利用效益,系统趋于优化	
	$E > 1.2$	III	土地开发度超前于利用效益,系统趋于退化	
$0.4 \leq Q < 0.6$	$0 < E \leq 0.8$	IV	土地开发度滞后于利用效益,系统趋于退化	磨合阶段
	$0.8 < E \leq 1.2$	V	土地开发度同步于利用效益,系统趋于优化	
	$E > 1.2$	VI	土地开发度超前于利用效益,系统趋于退化	
$0.6 \leq Q < 1$	$0 < E \leq 0.8$	VII	土地开发度滞后于利用效益,系统趋于退化	协调阶段
	$0.8 < E \leq 1.2$	VIII	土地开发度同步于利用效益,系统趋于优化	
	$E > 1.2$	IX	土地开发度超前于利用效益,系统趋于退化	

2.2 数据来源与处理

以山东省(莱芜市并入济南市之前)17地市为研究单元,数据主要来源于1998—2018年《山东省统计年鉴》、《山东省国民经济和社会发展统计公报》^[40]及各地市统计年鉴。部分缺失的数据采用指数平滑法或前后期年份的均值来补充,涉及的产值均使用不变价计算。

3 土地开发度与利用效益的时空耦合协调分析

3.1 时序演变特征

山东省土地开发度、土地利用效益及其耦合协调程度整体上呈稳步增长态势(见图2(a)),土地开发度均值和土地利用效益均值分别由1997年的0.304、0.164稳步增长到2017年的0.56、0.40,增幅分别为84%、143%;耦合协调水平呈“平稳—缓慢上升—平稳”的演进态势,1997—2017年间,耦合协调水平由0.37稳步上升到0.57,增幅为54.05%。

在演变趋势上,土地利用效益与土地开发度的演变趋势较为一致,但土地利用效益始终低于土地开发度,具有显著的滞后性。随着社会经济的发展,各地市不断加大土地资源的开发与利用(建成区面积由1997年的966.06 km²增长到2017年的4971.50 km²),但都未能有效地提高土地利用效益。

从子系统来看,1997年“经济—社会—生态”三个子系统的得分分别为0.01、0.06、0.09,生态效益>

社会效益>经济效益,但在随后的20年内,经济效益增速远高于生态效益和社会效益(年均增速分别为12.54%、4.38%、0.18%),至2017年三者得分分别为0.18、0.13、0.09,经济效益>社会效益>生态效益。

随着山东省工业化与城镇化的快速推进,土地资源开发利用粗放导致土地开发度未能与土地利用效益相协调,而政策及制度设计的经济效益追求偏好及资本逐利性使得土地利用过于偏重经济效益,而对土地生态效益和社会效益有所忽略,致使在“经济—社会—生态”的复合评价系统中,土地开发度过度超前于土地利用效益。根据年均增速(见图2(b)),将山东省土地开发度划分为缓慢增长时期(1997—2003年)、快速增长时期(2004—2010年)和平稳增长时期(2011—2017年)。山东省土地利用效益呈现“缓慢增长(1997—2003年)—波动上升(2004—2013年)—平稳增长(2014—2017年)”态势,就三个子系统来看,土地利用经济效益和社会效益呈现稳步增长趋势,而土地利用生态效益却呈现持续下降趋势,表明山东省土地利用效益的增长由“生态依赖”逐渐转变为“经济社会依赖”,生态效益的逐步下降阻碍了土地利用综合效益的提升。

耦合协调度增速与LDD、LUB增速呈现出一定的吻合趋势(相关系数分别为0.38、0.94),其中与LUB增速吻合度极高,表明耦合协调度增速与LUB增速密切相关,这也说明山东省土地利用耦合协调主要受LUB制约。

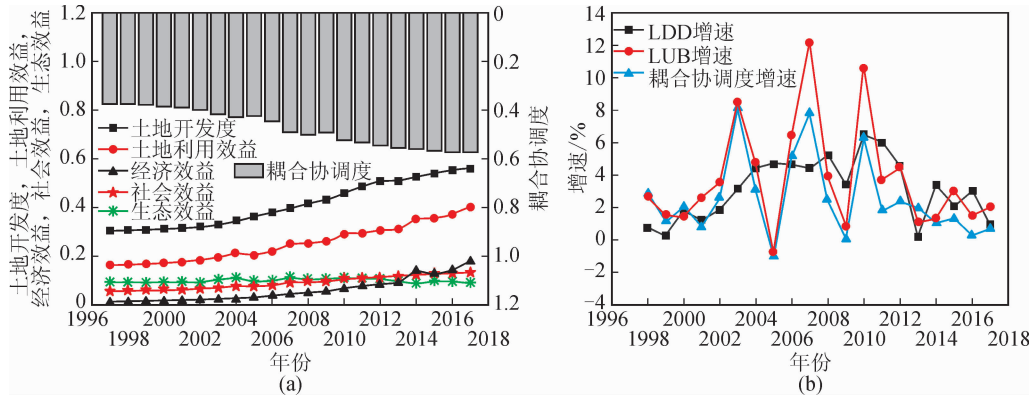


图2 1997—2017年山东省土地开发度与利用效益及其耦合协调度时序变化

Fig. 2 Changes of LDD, LUB and coupling coordination degree in Shandong Province from 1997 to 2017

3.2 空间分布格局

从空间格局上看,1997—2017年间,山东省土地开发度变动较为剧烈,各地市土地开发度普遍呈不断上升趋势(见图3)。1997年山东省土地开发度分值普遍偏低,其中枣庄市得分最高(0.42),滨州和东营最低(分别为0.19、0.10),其他地市介于0.25~0.40之间,呈现出组团状分布格局,鲁西南及山东半岛蓝色经济区形成开发度较高的组团;至2009年,以济南、青岛、淄博等地市为代表的土地开发度提升幅度较大,明显高于其他地市,位居全省前列,其他地市略有提升,济南都市圈(济南、泰安、淄博)、山东半岛蓝色经济区(青岛、烟台、威海)土地开发度高值带凸显,形成了两个较明显的增长核心,但整体

空间格局较1997年相对散乱;至2017年,山东省土地开发度普遍较高,济南市、青岛市土地开发度分别达到了0.84、0.83,其他地市开发度亦得到明显提升(高于0.40),其空间格局与2009年较为相似,但总体空间格局更加清晰,济南都市圈、山东半岛蓝色经济区高值带更加凸显。济南都市圈、山东半岛蓝色经济区工业化、城镇化进程较快(2017年二、三产业贡献率均高于95%,青岛、济南、淄博地均城镇人口位居全省前三),土地资源需求量大,人口迁入量大,成为土地开发度的高值区,鲁西北、鲁南地区工业化基础薄弱(2017年二、三产业贡献率均低于90%),地理位置欠佳,发展较慢,成为土地开发度的低值区。

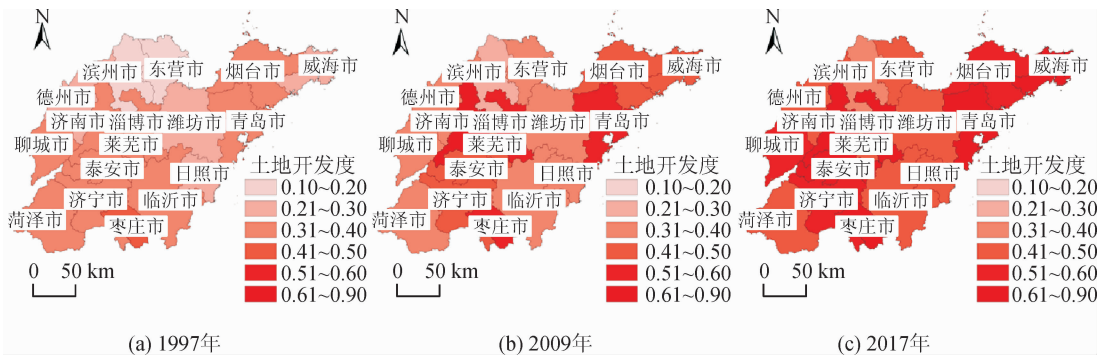


图3 山东省土地开发度时空分布格局

Fig. 3 Spatiotemporal pattern of LDD in Shandong Province

山东省不同地市土地利用效益非均衡特征逐渐凸显(见图4),大致呈现东北—西南的梯度化差异。总体来看,山东省土地利用效益的高值集聚区分布在东部沿海地区,如东营、青岛、威海、烟台年均利用效益得分高于0.30;低利用效益单元集中分布在鲁南、鲁西地区(德州、聊城、菏泽、临沂),年均利用效益得分普遍低于0.20,主要原因是土地利用经济效益相对较低(经济效益对综合利用效益贡献率均低于23%)。济南市土地利用效益不突出,其原因在

于生态效益偏低(生态效益均值排名14/17,贡献率29%)。从空间格局演变来看,山东省土地利用效益呈增长趋势,1997年东营、烟台、威海三地市得分较高(0.33、0.26、0.24),主要因为社会效益及生态效益较高(二者贡献率均高于40%),德州、聊城效益较低(0.12、0.10),主要因为经济效益和生态效益较低(贡献率均低于20%);2009年,以“青烟威”和东营得分较高(均高于0.38),德州、聊城、菏泽得分较低(均低于0.20)。至2017年,山东省土地利用效

益得分整体有所提升,其中济南、青岛、莱芜提升较快(增长率分别为 59%、60%、55%),这主要得益于其经济、社会效益的提升(增速均高于 50%),且省

会城市、沿海城市基础条件本身较为优越,节约集约程度高,所以土地利用效益增速快。

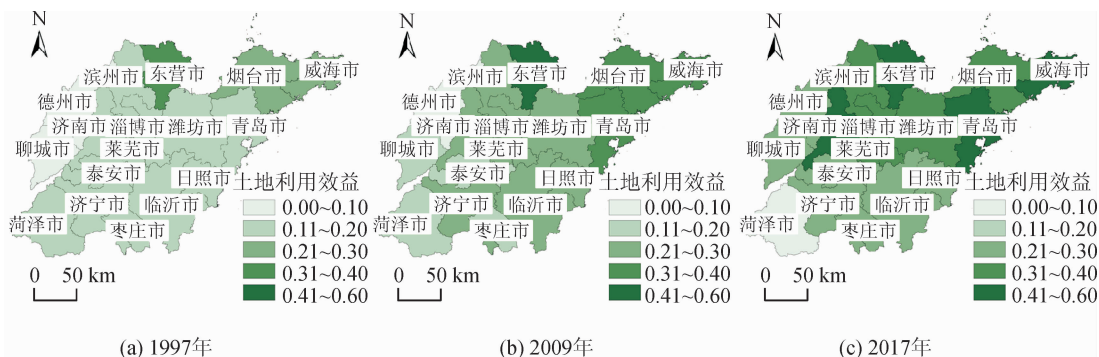


图 4 山东省土地利用效益时空分布格局

Fig. 4 Spatiotemporal pattern of LUB in Shandong Province

总体来看,1997—2017年,山东省 17 地市土地开度与利用效益的协同程度和发展速度均呈上升态势,且时序变化显著。山东省 17 地市在 1997 年、2009 年、2017 年三个时间节点的耦合协调度标准差分别为 0.07、0.10、0.11,变异系数为 0.20、0.18、0.17,说明山东省各地市土地开度与利用效益的协调发展水平的绝对差距不断加大,而相对差距不断减小,这使得协调程度的空间极化现象有所缓解,整体朝着均衡方向发展。从协调发展类型(见图 5)来看,1997 年,耦合协调发展类型有 I、III、V、VI 四类,处于 V、VI 类的地市有滨州、青岛、烟台、威海,处于 I 类的仅有东营市,其余 12 个地市均处于 III 类;2009 年,耦合协调发展类型有 III、V、VI、VIII、IX 五类,处于 III 类的地市由 1997 年的 12 个变为 4 个(德州、聊城、菏泽、枣庄),处于 VI 类的地市由 1997 年的 2 个变为 9 个(潍坊、烟台等),处于 IX、V、VIII 类的地市分别是青岛、滨州和东营、威海,升级多、降级少;2017 年,耦合协调发展类型中 VI、VIII、IX 三类并存,处于 IX 类的地市由 2009 年的 1 个增加到 6 个(济南、青岛、淄博等),处于 VI 类的地市由 2009 年的 9

个增加到 10 个(滨州、潍坊等),威海处于 VIII 类,说明 2017 年 17 地市均步入磨合、协调阶段,其中 7 个地市迈入协调阶段,10 个地市步入磨合阶段。

从发展程度来看,青岛、威海、烟台等胶东半岛,黄河三角洲沿海地区和济南、淄博等胶济铁路沿线城市属于高协调等级地区,协调水平低值区主要集中在鲁西、鲁西南地区,呈现“东部>中部>西部”的发展格局,表现出集群化和梯度化特征,与山东省从东向西经济发展水平逐步下降的空间格局相吻合。济南都市圈与山东半岛蓝色经济区虽土地开度相对较高,但其投入产出效率高,土地利用的经济效益、社会效益较高,从而能够保证对生态环境的投入,提升生态效益。这说明优越的发展基础和良好的自然条件有利于促进土地开度与利用效益的和谐。

1997—2017 年,山东省 17 地市的协调发展水平自东向西逐步推进,且均有所提升,同时,各地市提升幅度存在差异,其中,东营提升 7 个等级、济南与淄博提升 6 个等级、莱芜提升 5 个等级、威海提升 4 个等级,其余地市(除滨州仅提升了 1 个等级外)全部提升了 3 个等级。

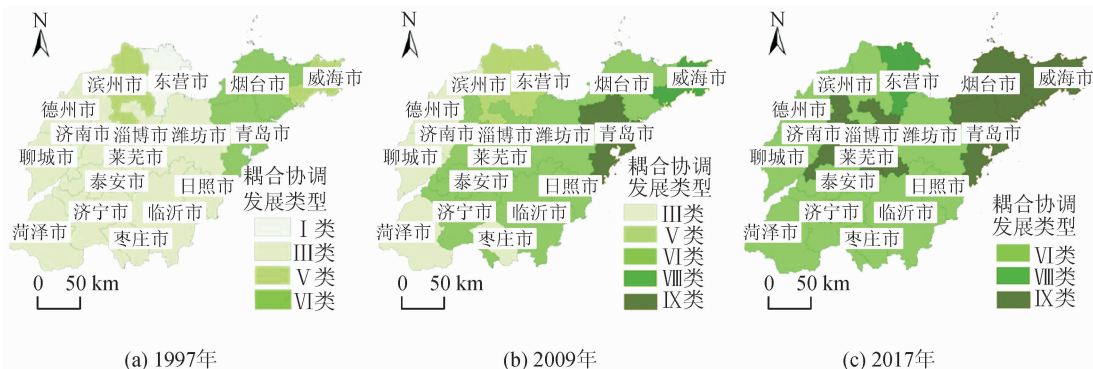


图 5 土地开度与利用效益耦合协调发展类型空间分布

Fig. 5 Spatial distribution of coupling development types between LDD and LUB

4 结论、建议与讨论

4.1 结论

基于1997—2017年山东省17地市面板数据,剖析山东省17地市土地开发度与利用效益的耦合协调程度的时空演变、空间集聚模式。

1) 从时序演变特征来看,1997—2017年,山东省土地开发度、土地利用效益及其耦合协调水平均呈明显上升趋势,且土地开发度超前于土地利用效益;山东省土地开发度经历了“缓慢增长—快速增长—平稳增长”三个时期,从0.304增长到了0.56,增幅为84%;山东省土地利用效益呈现“缓慢增长—波动上升—平稳增长”态势,由0.164上升至0.40,增长了143%;山东省土地开发度与利用效益的耦合协调度从0.37增长到0.57,增长了54.05%,与土地利用效益增长趋势吻合(相关系数为0.94)。就土地利用效益三个子系统而言,山东省土地利用效益的增长由“生态依赖”逐渐转变为“经济社会依赖”,生态效益的逐步下降阻碍了土地利用综合效益的提升。

2) 从空间分布格局来看,山东省17地市的土地开发度呈组团状分布,高值区主要分布在济南都市圈、山东半岛蓝色经济区;山东省17地市的土地利用效益呈现东北—西南的梯度化差异,高值集聚区分布在东部沿海地区,低利用效益单元集中分布在鲁南、鲁西地区,该结果与王筱明等^[41]的研究结果一致。

3) 在土地开发度与利用效益的耦合协调度方面,各地市协调水平绝对差距扩大,相对差距缩小,整体朝着均衡方向发展;从空间维度分析,山东省17地市的协调发展速度均有所提高,发展程度呈现出梯度化(“东部>中部>西部”)的发展格局,并表现出集群化特征。

4.2 建议

从山东省整体情况来看,土地利用效益明显滞后于土地开发度,其原因是生态效益明显滞后于经济效益和社会效益,今后须注重三个维度协同发展,在维持经济和社会发展的同时,兼顾生态效益的提升,加强环境整治力度,将发展与生态环境保护有机结合起来。

分区域类型来看,根据2017年山东省17地市土地开发度、土地利用效益分指标结果及耦合协调类型的分析结果,可将17地市划分为5种发展类型:IX-社会效益领先型、IX-经济效益领先型、VI-社会效益领先型、VIII-生态效益领先型、VI-经济效

益领先型。

1) IX-社会效益领先型。该类型耦合协调度较高,处于协调阶段,但其土地开发度超前于土地利用效益,社会效益对土地利用综合效益的贡献率最高,生态效益对其综合效益的制约最为显著,该类型地市主要包括济南、淄博、莱芜。对于该类地市,应充分考虑城市未来的发展空间,适度减弱土地开发力度,摒弃“重利用、轻节约、轻效率”的思想,实施“建设用地增减挂钩”、“挖潜盘活存量”等政策,严格控制用地总量;同时,把重心放在提高生态效益和经济效益上,重点发展现代服务业、文化产业、高新技术产业、生态旅游业等,在生态环境承载力范围内发展经济,同时发展清洁环保技术,增加环保经济投入,缓解土地资源过度开发带来的生态压力,使土地开发度与利用效益逐步走向和谐。

2) IX-经济效益领先型。该类型耦合协调度较高,处于协调阶段,但其土地开发度超前于土地利用效益,经济效益对土地利用综合效益的贡献率最高,该类型地市包括青岛、烟台、威海。该类地市在土地利用过程中,首先应严格控制用地规模和强度,在土地资源承载力范围内进行土地开发,同时,充分挖掘闲置建设用地和低效建设用地的潜力,推进节约集约用地;其次,要提高人口和社会承载力,优化城市基础设施建设,提升医疗条件、教育水平,建立健全公共服务体系,保障就业;再次,保护生态环境,发展绿色循环海洋产业,加大环境整治力度,减少“三废”排放及对大气、水源的污染,增大城市绿化和湿地覆盖面积,提升土地利用的生态效益。

3) VI-社会效益领先型。该类型耦合协调度相对较低,处于磨合阶段,土地开发度超前于土地利用效益,节约集约用地水平相对较低,社会效益对土地利用综合效益的贡献率最高,该类型地市包括枣庄、潍坊、济宁、泰安、临沂、德州、聊城、滨州、菏泽。其发展的关键在于避免低效用地、无序用地,转变“粗放型”土地开发模式,如进行产业结构转型,由高投入、占地面积大的产业向高效率、占地面积小的产业转变,提高土地利用的经济效益,打造高质量发展的强劲引擎;同时,注重生态效益的提升,重视生态用地保护,开展重点流域污染治理,扩大城市绿地面积。

4) VIII-生态效益领先型。该类型耦合协调度较高,处于协调阶段,且土地开发度同步于土地利用效益,系统趋于优化,生态效益对土地利用综合效益的贡献率最高,该类型地市为东营市,在保持目前良好状态的情况下,应适度开发土地资源,控制城镇规

模,深度挖掘土地潜力;同时,考虑到东营市2018年末利用地面积居全省首位(252 636.95 hm²),应充分高效利用未利用地,将未利用地资源优势逐步转换为现代农业优势、工业产业优势、旅游资源优势,重视对油区的生态集约化管理,考虑建设油区走廊,增加油区管道两侧绿化面积,降低油区生产给当地生态带来的负面影响。

5) VI-经济效益领先型。该类型耦合协调度相对较低,处于磨合阶段,土地开发度超前于土地利用效益,经济效益对土地利用综合效益的贡献率最高,该类型地市为日照市。日照市土地利用相对粗放,应降低建设用地扩张速度,用质的提高去弥补量的扩张,寻找土地高效利用新模式,充分发挥其地理位置优势,大力发展生态旅游、港口运输等颇具特色的地方产业,加强公园绿地、城市绿化等基础设施建设,加强对污水排放、工业污染的监管力度。

4.3 讨论

本文通过构建土地开发度与利用效益的评价体系、耦合协调模型,探讨了山东省土地开发度与利用效益耦合协调发展的时空特征,并对其时序特征与空间演变进行了刻画,有利于全面、深入地了解山东省在土地开发利用中存在的问题。但囿于数据的可获取性,县域、镇域尺度上的土地开发度与利用效益的耦合协调状态研究暂时无法开展。此外,未来可进一步加强耦合协调格局形成机制、土地开发与利用效益失调如何导致发展问题以及如何破解土地开发与利用效益失调等方面的研究。

参考文献:

- [1] 乌日罕,吴全,布仁,等. 土地利用程度与效益耦合协调方法研究——以阿鲁科尔沁旗为例[J]. 环境工程技术学报,2019,9(3):286-293.
WU Rihan, WU Quan, BU Ren, et al. Study on coupling and coordination method of land use degree and benefits: a case study of Ar Khorqin Banner[J]. Journal of Environmental Engineering Technology, 2019, 9(3): 286-293.
- [2] 毕国华,杨庆媛. 中国土地利用效益的时空特征研究[J]. 地域研究与开发,2016,35(6):97-103.
BI Guohua, YANG Qingyuan. Analysis on spatial-temporal characteristics of land use efficiency in China [J]. Areal Research and Development, 2016, 35(6): 97-103.
- [3] 金贵,邓祥征,赵晓东,等. 2005-2014年长江经济带城市土地利用效率时空格局特征[J]. 地理学报,2018,73(7):1242-1252.
JIN Gui, DENG Xiangzheng, ZHAO Xiaodong, et al. Spatio-temporal patterns of urban land use efficiency in the Yangtze River Economic Zone during 2005-2014[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(7): 1242-1252.
- [4] KUEMMERLE T, ERB K, MEYFROIDT P. Challenges and opportunities in mapping land use intensity globally [J]. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2013, 5(5): 484-493.
- [5] 卫思夷,居祥,荀文会. 区域国土开发强度与资源环境承载力时空耦合关系研究——以沈阳经济区为例[J]. 中国土地科学,2018,32(7):58-65.
WEI Siyi, JU Xiang, XUN Wenhui. Spatial-temporal coupling relationship between land development intensity and carrying capacity of regional resources and environment: a case study in Shenyang economic region[J]. China Land Science, 2018, 32(7): 58-65.
- [6] 刘冬荣,彭佳捷,吕焕哲,等. 区域建设用地开发强度时空格局分析——以湖南省为例[J]. 中国国土资源经济,2016,29(7):53-59.
LIU Dongrong, PENG Jiajie, LÜ Huanzhe, et al. Analysis of spatio-temporal layout with regard to development intensity of regional land for construction purposes: taking Hunan as an example[J]. Study on Technical Economy, 2016, 29(7): 53-59.
- [7] NICO B, CARSTEN F, DORMAN N, et al. A quantitative index of land-use intensity in grasslands: integrating mowing, grazing and fertilization [J]. Basic and Applied Ecology, 2012, 13(3): 207-220.
- [8] 尧德明,陈玉福,张富刚,等. 海南省土地开发强度评价研究[J]. 河北农业科学,2008,12(1):86-87,90.
RAO Deming, CHEN Yufu, ZHANG Fugang, et al. Research of the land developing intensity evaluation of Hainan province[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2008, 12(1): 86-87, 90.
- [9] 周敏,匡兵,陶雪飞. 空间收敛视角下中国城市土地开发强度演变特征 [J]. 经济地理,2018,38(11):98-103,122.
ZHOU Min, KUANG Bing, TAO Xuefei. Evolution characteristics of urban land development intensity in China from the perspective of spatial convergence[J]. Economic Geography, 2018, 38(11): 98-103,122.
- [10] 王利,韩增林,李博. 基于VM-MapInfo的区域开发强度测算研究——以大连市为例[J]. 地理科学,2008,28(6):736-741.
WANG Li, HAN Zenglin, LI Bo. Based on VM-MapInfo methods about regional development intensity measurement—take an example of Dalian city [J]. Scientia Geographica Sinica, 2008, 28(6): 736-741.
- [11] DORMANN C F, SCHWEIGER O, AUGENSTEIN I, et al. Effects of landscape structure and land-use in-

- tensity on similarity of plant and animal communities [J]. *Global Ecology & Biogeography*, 2007, 16(6): 774-787.
- [12] 段佩利,刘曙光,尹鹏,等. 中国沿海城市开发强度与资源环境承载力时空耦合协调关系[J]. *经济地理*, 2018,38(5):60-67.
DUAN Peili, LIU Shuguang, YIN Peng, et al. Spatial-temporal coupling coordination relationship between development strength and resource environmental bearing capacity of coastal cities in China[J]. *Economic Geography*, 2018, 38(5):60-67.
- [13] 周炳中,包浩生,彭补拙. 长江三角洲地区土地资源开发强度评价研究[J]. *地理科学*,2000(3):218-223.
ZHOU Bingzhong, BAO Haosheng, PENG Buzhuo. Evaluation on exploitative intensity of land resources in the Yangtze River Delta region[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2000(3): 218-223.
- [14] ESTOQUE R C, MURAYAMA Y. Intensity and spatial pattern of urban land changes in the megacities of southeast Asia [J]. *Land Use Policy*, 2015, 48: 213-222.
- [15] 杨清可,段学军,金志丰,等. 长三角地区城市土地开发强度时空分异与影响机理[J]. *资源科学*,2020,42(4):723-734.
YANG Qingke, DUAN Xuejun, JIN Zhifeng, et al. Spatiotemporal differentiation and influencing mechanism of urban land development intensity in the Yangtze River Delta[J]. *Resources Science*, 2020, 42(4): 723-734.
- [16] WANG Kun, TANG Yingkai, CHEN Yaoshi, et al. The coupling and coordinated development from urban land using benefits and urbanization level: case study from Fujian Province (China) [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(16): 5647.
- [17] BEARDMORE L, HEAGNEY E, SULLIVAN C A. Complementary land use in the Richmond River catchment: evaluating economic and environmental benefits [J]. *Land Use Policy*, 2019, 87: 104070.
- [18] 杨丽霞,夏浩,苑韶峰. 基于耦合协调度的土地利用经济效益空间差异分析——以浙江省为例[J]. *中国土地科学*,2015,29(11):83-88.
YANG Lixia, XIA Hao, YUAN Shaofeng. Spatial analysis on economic benefit of land utilization based on coupling coordination degree: a case study of Zhejiang Province [J]. *China Land Sciences*, 2015, 29(11):83-88.
- [19] 吴冠岑,刘友兆,付光辉. 基于熵权可拓物元模型的土地整理项目社会效益评价[J]. *中国土地科学*,2008,22(5):40-46.
WU Guancen, LIU Youzhao, FU Guanghui. Social benefit evaluation of land reconsolidation projects based on entropy-weighted extentic matter - element model [J]. *China Land Sciences*, 2008, 22(5): 40-46.
- [20] 王静,郝晋珉,段瑞娟. 农地利用社会效益评价的指标体系与方法研究[J]. *资源·产业*, 2005,7(1):68-71.
WANG Jing, HAO Jinmin, DUAN Ruijuan. Study on the index system and methods of social benefit evaluation of farmland utilization [J]. *Resources & Industries*, 2005, 7(1): 68-71.
- [21] 金贵,吴锋,李兆华,等. 快速城镇化地区土地利用及生态效率测算与分析[J]. *生态学报*,2017,37(23):8048-8057.
JIN Gui, WU Feng, LI Zhaohua, et al. Estimation and analysis of land use and ecological efficiency in rapid urbanization area [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(23):8048-8057.
- [22] 董雯,杨宇,周艳时. 干旱区绿洲城市土地利用效益研究——以乌鲁木齐为例[J]. *干旱区地理*,2011,34(4):679-685.
DONG Wen, YANG Yu, ZHOU Yanshi. Land use changes and evaluation of land use efficiency in an arid oasis city: a case of Urumqi, China[J]. *Arid Land Geography*, 2011, 34(4): 679-685.
- [23] 史进,黄志基,贺灿飞,等. 中国城市群土地利用效益综合评价研究[J]. *经济地理*,2013,33(2):76-81.
SHI Jin, HUANG Zhiji, HE Canfei. A comprehensive measurement of the utility of land use of 16 city-regions in China[J]. *Economic Geography*, 2013, 33(2):76-81.
- [24] 张明斗,莫冬燕. 城市土地利用效益与城市化的耦合协调性分析——以东北三省34个地级市为例[J]. *资源科学*,2014,36(1):8-16.
ZHANG Mingdou, MO Dongyan. Coupling coordination degree of urban land use benefit and urbanization [J]. *Resources Science*, 2014, 36(1): 8-16.
- [25] 匡兵,周敏,陈丹玲. 岳阳市土地利用结构变化与土地利用绩效的关联度分析[J]. *地域研究与开发*,2017,36(1):137-142.
KUANG Bing, ZHOU Min, CHEN Danling. Evolution of land use structure and its correlation degree with land use performance in Yueyang City[J]. *Areal Research and Development*, 2017, 36(1), 137-142.
- [26] YUAN Junfang, BIAN Zhengfu, YAN Qingwu, et al. Spatio-temporal distributions of the land use efficiency coupling coordination degree in mining cities of western China[J]. *Sustainability*, 2019, 11(19): 5288.
- [27] 田俊峰,王彬燕,王士君. 东北三省城市土地利用效益

- 评价及耦合协调关系研究[J]. 地理科学, 2019, 39(2): 305-315.
- TIAN Junfeng, WANG Binyan, WANG Shijun. Urban land use efficiency and its coupling relationship in the three provinces of northeast China[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(2): 305-315.
- [28] 胡毅, 乔伟峰, 万懿, 等. 江苏省县域土地利用效益综合评价及其分异特征[J]. 经济地理, 2020, 40(11): 1-10.
- HU Yi, QIAO Weifeng, WAN Yi, et al. Comprehensive evaluation and spatial distinction of land use efficiency in county area of Jiangsu Province[J]. *Economic Geography*, 2020, 40(11): 1-10.
- [29] 杨清可, 段学军, 李平星, 等. 江苏省土地开发强度与利用效益的空间特征及协调分析[J]. 地理科学, 2017, 37(11): 1696-1704.
- YANG Qingke, DUAN Xuejun, LI Pingxing, et al. The spatial pattern and coordination analysis between degree of land development and use benefit in Jiangsu [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(11): 1696-1704.
- [30] 唐永超, 王成新, 王瑞莉, 等. 基于精明发展的城市扩张与土地利用效益的耦合研究——以济南市主城区为例[J]. 人文地理, 2020, 35(4): 91-98.
- TANG Yongchao, WANG Chengxin, WANG Ruili, et al. Coupling research on urban expansion and land use efficiency based on smart development: a case of Jinan's core area [J]. *Human Geography*, 2020, 35(4): 91-98.
- [31] 刘耀彬. 城镇化与城市生态安全耦合机制及调控研究[M]. 北京: 经济科学出版社, 2007.
- [32] LIU Shuchang, XIAO Wu, LI Linlin, et al. Urban land use efficiency and improvement potential in China: a stochastic frontier analysis[J]. *Land Use Policy*, 2020, 99: 105046.
- [33] JI Xuanming, WANG Kun, JI Tao, et al. Coupling analysis of urban land use benefits: a case study of Xiamen City[J]. *Land*, 2020, 9(5): 155.
- [34] CONSTANZA R. The value of the world's ecosystem services and nature capital[J]. *Nature*, 1997, 387(IS): 257-260.
- [35] 刘艳军, 于会胜, 刘德刚, 等. 东北地区建设用地开发强度格局演变的空间分异机制[J]. 地理学报, 2018, 73(5): 818-831.
- LIU Yanjun, YU Huisheng, LIU Degang, et al. Spatial differentiation mechanisms of the pattern evolution of construction land development intensity in Northeast China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2018, 73(5): 818-831.
- [36] LIU Jing, JIN Xiaobin, XU Weiwei, et al. A new framework of land use efficiency for the coordination among food, economy and ecology in regional development[J]. *Science of the Total Environment*, 2020, 710: 135670.
- [37] 仇娟东, 赵景峰, 吴建树. 基于耦合关系的中国区域土地利用效益水平测度[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(1): 103-110.
- QIU Juandong, ZHAO Jingfeng, WU Jianshu. Measurement on the benefits of regional land use in China based on coupling relationship[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2012, 22(1): 103-110.
- [38] 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.
- LIU Hao, ZHANG Yi, ZHENG Wensheng. Evaluation on spatio-temporal development and interaction of intensive urban land use and urbanization: case studies of the cities in the Bohai Rim Region[J]. *Geographical Research*, 2011, 30(10): 1805-1817.
- [39] 闫广华, 张云. 东北城市人口流动倾向强度与吸引力度耦合协调研究——基于网络关注数据[J]. 地理科学, 2020, 40(11): 1848-1858.
- YAN Guanghua, ZHANG Yun. Coupling coordination degree of the urban population flow tendency strength and urban gravity in Northeast China based on network attention data[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(11): 1848-1858.
- [40] 山东省统计局. 山东统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1998-2018.
- [41] 王筱明, 陈柏成, 周景红. 基于时序多指标动态评价的山东省城市土地利用效益比较研究[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2020, 43(4): 1-8.
- WANG Xiaoming, CHEN Bocheng, ZHOU Jinghong. Comparative study of urban land use efficiency in Shandong Province based on multiple index dynamic evaluation with time series [J]. *Journal of Natural Science of Hunan Normal University*, 2020, 43(3): 1-8.

(责任编辑 周 蓓)