

# PCA 法下乌鲁木齐城市化与土地集约利用耦合关系研究

李 聪, 章迎春, 王承武\*

(新疆农业大学管理学院, 乌鲁木齐 830052)

**摘 要:**采用极值法对原始数据进行标准化处理,在 Bartlett 和 KMO 球度检验确定原始变量之间存在相关关系的前提下,运用 PCA 法将城市化与土地集约利用十五项指标压缩到少数相互独立的主成分中,结合多目标线性加权法分别求得单个主成分得分( $F_i$ )及系统综合得分( $N_i$ );并根据耦合发展度模型中耦合度( $C$ )、耦合发展度( $D$ ),对乌鲁木齐城市化与土地集约利用耦合关系进行分析。结果表明:2006~2016年乌鲁木齐城市化水平与土地集约利用程度综合指数总体趋势向好,但存在部分年份指数较低的现象;两系统耦合发展度经历了拮抗时期的濒临失调、磨合时期的勉强协调、低度协调、中度协调和高水平耦合时期的良好协调、优质协调的三个发展阶段六种发展类型;今后应着力缩减因土地集约利用低度化对城市整体发展产生的制约影响,开创乌鲁木齐城市化发展与土地集约利用共生共长、齐头并进的良好局面。

**关键词:**耦合;主成分;发展度模型;乌鲁木齐

中图分类号:F293.2

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2020)05-0139-06

## Analysis of Coupling Relationship between Urbanization and Intensive Land Use in Urumqi under PCA Method

LI Cong, ZHANG Yingchun, WANG Chengwu\*

(School of management, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

**Abstract:** The extreme value method was used to standardize the original data. On the premise that Bartlett and KMO sphericity test determined the correlation between the original variables, PCA method was used to compress the 15 indexes of urbanization and intensive land use into a few independent principal components. Single principal component score ( $F_i$ ) and system composite score ( $N_i$ ) were obtained by combining multi-objective linear weighting method. According to the coupling degree ( $C$ ) and coupling development degree ( $D$ ) of coupling development degree model, the coupling relationship between urbanization and intensive land use in Urumqi is analyzed. The results show that the overall trend of the comprehensive index of urbanization level and land intensive utilization degree in Urumqi from 2006 to 2016 is good, but the index of some years is low. The coupling development of the two systems has experienced six development types in three stages, namely, near disorder in antagonistic period, reluctant coordination in run-in period, low coordination, moderate coordination and good coordination in high level coupling period, and high quality coordination. In the future, efforts should be made to reduce the restrictive influence of low intensity of land intensive use on the overall development of the city, so as to create a good situation in which the urbanization development and land intensive use go hand in hand.

**Key words:** Coupling; Principal component; Development degree model; Urumqi

土地在城市化过程中,提供了人类生存的承载空间,城市化则能推动土地利用空间得到进一

步地扩展<sup>[1]</sup>。综合众多学者对城市化与土地集约利用进行了研究<sup>[2-11]</sup>,本文从乌鲁木齐城市化与土地集约利用耦合关系出发,在参考大量相关文献的基础上,建立关于乌鲁木齐城市化与土地集约利用指标体系,运用 PCA 法对指标主成分进行提取,借助耦合发展度模型定位乌鲁木齐城市化与土地集约利用耦合发展度阶段及类型,力求为区域发展与相关研究提供部分参考依据。

收稿日期:2018-09-19

基金项目:国家自然科学基金项目(71663052);新疆维吾尔自治区社会科学基金项目(2016BGL102)

作者简介:李 聪(1995-),男,在读硕士,主要研究方向为土地资源管理。

通讯作者:王承武,男,博士,教授,E-mail: wewjgxy@126.com

## 1 研究区概况

乌鲁木齐是新疆维吾尔自治区的首府城市,是新疆的政治、经济和文化中心,是新疆维吾尔自治区唯一特大城市,其地理位置介于东经 $86^{\circ}37'33'' \sim 88^{\circ}58'24''$ ,北纬 $42^{\circ}45'32'' \sim 45^{\circ}00'00''$ ,位于中国西北,新疆中部,天山北麓,深居亚欧大陆腹地,作为沟通中亚各国商贸的重要枢纽,具备显著的中温带大陆性气候特征,夏季平均气温 $25.7^{\circ}\text{C}$ ;冬季平均气温 $-15.2^{\circ}\text{C}$ 。

截至2016年年末,乌鲁木齐全市总人口267.87万人,其中非农业人口218.46万人,地区生产总值2458.98亿元,其中二三产业产值占总产值的98.86%;国土总面积 $13\,783.102\,3\text{ km}^2$ ,全市下辖七区一县,即高新区(新市区)、达坂城区、天山区、水磨沟区、沙依巴克区、米东区、经济技术开发区(头屯河区)、乌鲁木齐县,作为丝绸之路核心区,中国与欧洲的中心区域和中亚的中心地带,中国通往欧洲、中亚、俄罗斯、巴基斯坦港口最便利的路上通道,经济战略地位尤为突出。

## 2 数据来源及研究方法

### 2.1 数据来源及标准化

#### 2.1.1 数据来源

本研究采用的数据按来源分两部分:一部分数据来自于《2017乌鲁木齐统计年鉴》,主要包括:固定资产投资额、财政收入、第三产业总产值、地区生产总值、建成区绿化覆盖率、人均公共绿地面积、人均城市道路、互联网用户数、城市用水普及率、城市人口密度、财政支出,另外由于每年统计年鉴仅提供报告年人口数据,研究中2006~2016年乌鲁木齐人口数据为历年乌鲁木齐统计年鉴的汇总所得;另一部分国土数据来自于乌鲁木齐2006~2016年土地利用现状变更数据的汇总,主要包括:2006~2016年乌鲁木齐总面积以及建设用地面积。

#### 2.1.2 数据标准化

由于在对乌鲁木齐城市化与土地集约利用两大指标体系的测算当中涉及准则层指标八项、指标层指标十五项,各项指标计量单位不一而足,为了达到数据之间的可比性需要对以上原始数据进行标准化处理,进而消除由于不同指标计量单位不同而带来的运算不便的问题。本研究选取“Min-max 标准化”对原始指标数据予以无量纲化运算处理,公式如下:

对于正向指标:

$$X = \frac{(X_{ij} - x_{j(\min)})}{(X_{j(\max)} - x_{j(\min)})}$$

对于负向指标:

$$X = \frac{(x_{j(\max)} - X_{ij})}{(X_{j(\max)} - x_{j(\min)})}$$

式中: $X$ 为*i*年当中第*j*项指标标准化后的归一值; $X_{ij}$ 为*i*年当中第*j*项指标的实际值; $X_{j(\max)}$ 为*i*年当中第*j*项指标的最大值; $x_{j(\min)}$ 为*i*年当中第*j*项指标的最小值。

### 2.2 评价指标体系与构建

为了建立一个科学完善的指标体系保证研究成果的真实性和准确性,本研究参照学者吴瑶在对国内外相关文献整理得出的各个指标的频次分布情况<sup>[8]</sup>,选取适合本研究的指标加以借鉴,并结合乌鲁木齐的实际情况和指标数据的易获得性,建立了城市化与土地集约利用综合评价指标体系(表1),其中城市土地集约利用准则层包括土地投入程度、土地利用强度、土地产出效益、可持续程度,指标层包括地均固定资产投资额、地均财政支出、城市人口密度、人均建设用地面积、人均城市道路面积、单位面积地区生产总值、地均财政收入、建成区绿化覆盖率;城市化水平准则层包括人口城市化、经济城市化、生态城市化、社会城市化,指标层包括非农业人口占总人口比重、非农业人口、人均GDP、人均第三产业总产值、人

表1 乌鲁木齐城市化与土地集约利用指标体系

目标层	准则层	指标层
(A1) 城市土地集约利用	(B1)土地投入程度	(Z1)地均固定资产投资额(万元/hm <sup>2</sup> )
		(Z2)地均财政支出(万元/hm <sup>2</sup> )
	(B2)土地利用强度	(Z3)城市人口密度(人/hm <sup>2</sup> )
		(Z4)人均建设用地面积(m <sup>2</sup> /人)
		(Z5)人均城市道路面积(m <sup>2</sup> /人)
	(B3)土地产出效益	(Z6)单位面积GDP(万元/hm <sup>2</sup> )
		(Z7)地均财政收入(万元/hm <sup>2</sup> )
		(Z8)建成区绿化覆盖率(%)
(B4)可持续程度	(P1)非农业人口占总人口比重(%)	
(B5)人口城市化	(P2)非农业人口(万人)	
(A2) 城市化水平	(B6)经济城市化	(P3)人均GDP(元)
		(P4)人均第三产业总产值(万元)
	(B7)生态城市化	(P5)人均公共绿地面积(m <sup>2</sup> )
		(P6)互联网用户数(户)
	(B8)社会城市化	(P7)城市用水普及率(%)

均公共绿地面积、互联网用户数、城市用水普及率。

### 2.3 评价方法

#### 2.3.1 城市化与土地集约利用综合评价

采用PCA法对乌鲁木齐城市化水平和土地集约利用进行测算,PCA法是将原来相关性指标进行线性组合,提取出新的个数少于原始指标数量的主成分,实现把众多指标中所蕴含的信息压缩到少数相互独立的主成分当中的目的,然后求出各个主成分得分,再分别算出各个评价单位的综合得分<sup>[12]</sup>。具体测算过程如下:

(1)PCA法的应用前提为原始变量之间存在相关关系,利用Bartlett和KMO球度检验,确定PCA法是否适用于本研究基础数据分析。

(2)在符合PCA法的应用条件下,采用多目标线性加权法计算城市化水平和土地集约利用单个主成分得分,公式如下:

$$F_{(in)} = \sum_{j=1}^n (x_{ij} \times k_{jn})$$

其中: $K_{jn}$ 为第j指标第n主成分指标系数,即成分矩阵中除以主成分相对应的特征值开平方根, $x_{ij}$ 为标准化后的值。

(3)利用每个主成分得分与其对应的权重值乘积得每一年的综合得分,公式如下:

$$N_i = \sum_{n=1}^n (F_{(in)} \times W_n)$$

其中: $W_n$ 为各主成分归一化后的权重,即主成分特征值占总分值的比重。

#### 2.3.2 耦合发展度模型

(1)构建城市化水平与土地集约利用两系统之间相互影响和相互作用的耦合度模型,测算二者的耦合度,公式如下:

$$C = \left[ \frac{N_{城} \times N_{土}}{\left[ \frac{N_{城} + N_{土}}{2} \right]^2} \right]^k$$

式中: $N_{城}$ 为城市化综合指数, $N_{城}$ 值越大,城市化水平越高; $N_{土}$ 为城市土地集约利用综合指数, $N_{土}$ 值越大,城市土地集约利用度越高; $k$ 一般取值在[2,5],这里取 $k=4$ ;耦合度 $c$ 值范围为[0,1], $C$ 值越大,耦合度越高,反之亦然。

(2)虽然耦合度能够在一定程度上反映出两系统之间的交互耦合关系,但是并不能完全反映出耦合水平的高低,耦合度高的可能是低水平的发展,也可能是高水平的发展,因此,利用耦合发展度计算模型<sup>[13-14]</sup>,可将耦合度和发展水平联系起来,采用耦合发展度 $D$ 来衡量两者之间的耦合发展程度,公式如下:

$$D = \sqrt{C \times T}, T = \gamma N_{城} + \beta N_{土}$$

式中: $T$ 用来衡量城市土地集约利用和城市化的整体效益, $\beta$ 和 $\gamma$ 待定系数,结合城市土地集约利用与城市化之间的相互协调关系,设定 $\gamma=0.4, \beta=0.6$ ,耦合发展度 $D$ 值越高,城市化与城市土地集约利用发展协调性越好(表2)。

表2 耦合发展度划分阶段及类型

阶段划分	0 < C ≤ 0.3	0.3 < C ≤ 0.5	0.5 < C < 0.8	0.8 < C ≤ 1			
	低水平耦合时期	拮抗时期	磨合时期	高水平耦合时期			
类型划分	0 ≤ D < 0.4	0.4 ≤ D < 0.5	0.5 ≤ D < 0.6	0.6 ≤ D < 0.7	0.7 ≤ D < 0.8	0.8 ≤ D < 0.9	0.9 ≤ D ≤ 1
	失调衰退阶段	濒临失调阶段	勉强协调阶段	低度协调阶段	中度协调阶段	良好协调阶段	优质协调阶段

#### 2.3.3 实证计算

(1)利用SPSS 22分别对两系统标准化数据进行KMO检验,KMO值为0.76、0.66,大于0.6,表明所选指标可以进行主成分分析,根据特征值>1和累积贡献率>0.85对数据进行主成分提取,分别可以提取两个主成分,第一主成分对应特征值分别为5.918、4.910,第一个主成分解释原始变量信息的73.969%、70.141%;第二主成分对应的特征值分别为1.440、1.555,第二个主成分解释原始指标变量信息的18.006%、22.208%。前两个主成分集中了原始指标信息的91.975%、92.349%,说明所

提取主成分可以提供原始指标的足够信息(表3)。

(2)计算主成分表达式系数,将成分矩阵中的数据(表4)除以主成分相对应的特征值开平方得到每个主成分中每个指标所对应的系数:

$$F_1 = -0.403Z_1 - 0.408Z_2 + 0.0004Z_3 + 0.331Z_4 + 0.296Z_5 + 0.401Z_6 + 0.401Z_7 + 0.391Z_8$$

$$F_2 = 0.129Z_1 + 0.038Z_2 + 0.756Z_3 - 0.323Z_4 + 0.503Z_5 + 0.101Z_6 + 0.123Z_7 - 0.166Z_8$$

$$F_3 = 0.264P_1 + 0.417P_2 + 0.422P_3 + 0.443P_4 + 0.427P_5 + 0.435P_6 + 0.100P_7$$

表3 两系统总方差解释

组件	土地集约利用						城市化水平					
	初始特征值			提取载荷平方和			初始特征值			提取载荷平方和		
	总计	方差百分比(%)	累积(%)	总计	方差百分比(%)	累积(%)	总计	方差百分比(%)	累积(%)	总计	方差百分比(%)	累积(%)
1	5.918	73.969	73.969	5.918	73.969	73.969	4.910	70.141	70.141	4.910	70.141	70.141
2	1.440	18.006	91.975	1.440	18.006	91.975	1.555	22.208	92.349	1.555	22.208	92.349
3	.500	6.255	98.230				.482	6.886	99.235			
4	.122	1.520	99.750				.030	.423	99.659			
5	.010	.123	99.873				.019	.267	99.925			
6	.005	.067	99.940				.003	.041	99.966			
7	.003	.036	99.976				.002	.034	100.000			
8	.002	.024	100.000									

$$F_2=0.579P_1+0.217P_2-0.266P_3-0.131P_4-0.232P_5-0.099P_6+0.682P_7$$

(3)根据每个主成分特征值占总分值的比重分别计算主成分的权重值和综合得分:

$$W_1=5.918/(5.918+1.44)=0.804; W_2=1.44/(5.918+1.44)=0.196; N_{\pm}=F_1 \times 0.804 + F_2 \times 0.196$$

$$W_1=4.910/(4.910+1.555)=0.759; W_2=1.555/(4.910+1.555)=0.241; N_{\text{城}}=F_1 \times 0.759 + F_2 \times 0.241$$

### 3 结果与分析

#### 3.1 城市化与土地集约利用综合指数分析

在对乌鲁木齐城市化主成分分析中发现(表4):乌鲁木齐人均第三产业总产值(0.981)、互联网用户数(0.964)、人均公共绿地面积(0.946)、人均GDP(0.936)、非农业人口(0.924),在第一主成分上载荷值均大于0.9,说明在城市化发展过程中人口数量特别是城镇人口数量对城市化进程起基础性作用,与此同时,经济发展状况对城市化高度起决定性作用;在第二主成分中,载荷值最高的为城市用水普及率(0.851),可见,乌鲁木齐作

为绿洲城市,在高速发展的同时,水资源的宝贵作用日益凸显。同样,在对乌鲁木齐土地集约利用主成分分析中发现(表4):乌鲁木齐单位面积GDP(0.975)、地均财政收入(0.976)、建成区绿化覆盖率(0.950),在第一主成分上载荷值均不小于0.95,说明在关注单位面积上土地产出水平的同时,土地的生态效用同样不可忽视,在第二主成分则更加侧重土地投入系统中城市人口密度(0.907)的变动。

由图1可知,乌鲁木齐城市化综合指数在0.2~1.95之间变动,存在上升趋势,2009年经历显著下降之后,城市化综合指数持续上升,平均每年提高1.54(2009年为0.2311、2010年为0.3786、2011年为0.6449、2012年为0.8194、2013年为0.9766、2014年为1.1832、2015年为1.9241),表明近十年乌鲁木齐城市化正处于快速发展当中,其中2016年城市化综合指数为下降年份,究其原因因为乌鲁木齐当年城镇人口由2015年的245.35万人下降至218.46万人,下降率高达12.31%,由此直接导致2016年乌鲁木齐城市化综合指数下降15.99%,在乌鲁木齐城市化发展当中,非农人口比重由2006

表4 两系统主成分因子载荷值

	土地集约利用成分			城市化水平成分	
	1	2		1	2
Z1	-.980	.155	P <sub>1</sub>	.586	.722
Z2	-.992	.046	P <sub>2</sub>	.924	.271
Z3	.001	.907	P <sub>3</sub>	.936	-.332
Z4	.806	-.388	P <sub>4</sub>	.981	-.163
Z5	.721	.604	P <sub>5</sub>	.946	-.289
Z6	.975	.121	P <sub>6</sub>	.964	-.123
Z7	.976	.147	P <sub>7</sub>	.222	.851
Z8	.950	-.199			

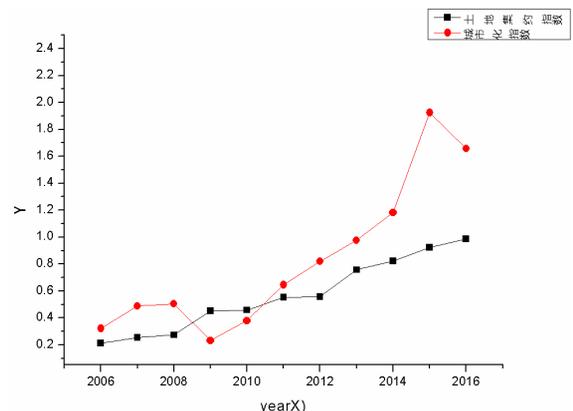


图1 两系统综合指数变化

年的75.28%增长至2015年的最高值91.95%,非农人口增长78.29万人,2016年城市人均GDP为91797.39元,较2006年增长了2.99倍,第三产业得到显著提高,占比日益扩大,在城市用水普及率常年维持在99%以上的情况下,互联网用户的与日俱增加快了城市化的步伐,不可否认,虽然乌鲁木齐人均公共绿地面积在逐年提高,但是2016年人均公共绿地面积仅11.35 m<sup>2</sup>,距离生态文明下城市化目标仍任重道远。

与此同时,乌鲁木齐土地集约综合指数由2006年0.213 2上升到2016年的0.924 4,平均每年提高0.065,变动区间介于0.20~0.99,土地集约

利用综合指数显著提高年份主要集中在2012年以后(2013年提高1.992、2014年提高0.064 2、2015年提高0.103 1、2016年提高0.062 5),其中2013年综合指数提升35.71%,提升幅度为历年之最,从时序上看乌鲁木齐土地集约利用水平一直呈上升趋势,且上升程度较为平缓。

### 3.2 城市化与土地集约利用耦合类型及耦合阶段分析

2006~2016年乌鲁木齐城市化水平与土地集约利用水平耦合发展度介于0.460~0.990之间(表5),平均值为0.706,两子系统之间的耦合发展度总体呈现不断增强趋势,乌鲁木齐城市化水

表5 乌鲁木齐城市化与土地集约利用耦合测度

年份	N <sub>土</sub>	N <sub>城</sub>	D耦合发展度	C耦合度	耦合发展度阶段	耦合发展度类型
2006	0.213 2	0.321 3	0.465 8	0.846 1	拮抗时期	濒临失调阶段
2007	0.255 2	0.488 6	0.479 8	0.660 4	拮抗时期	濒临失调阶段
2008	0.273 1	0.504 3	0.502 4	0.690 3	磨合阶段	勉强协调阶段
2009	0.451 2	0.231 1	0.483 7	0.644 3	拮抗时期	濒临失调阶段
2010	0.458 1	0.378 6	0.641 2	0.964 4	磨合阶段	低度协调阶段
2011	0.553 4	0.644 9	0.759 2	0.976 9	磨合阶段	中度协调阶段
2012	0.557 9	0.819 4	0.756 3	0.863 4	磨合阶段	中度协调阶段
2013	0.757 1	0.976 6	0.890 0	0.937 4	高水平耦合	良好协调阶段
2014	0.821 3	1.183 2	0.919 9	0.875 9	高水平耦合	优质协调阶段
2015	0.924 4	1.924 1	0.884 7	0.591 1	高水平耦合	良好协调阶段
2016	0.986 9	1.658 9	0.980 7	0.765 9	高水平耦合	优质协调阶段

平高于土地集约利用程度的年份占总年份的81.82%,土地集约利用滞后现象明显,2009年以前,土地利用粗放较为普遍,之后,随着城市化水平的不断提高,乌鲁木齐城市发展中用地空间的不断缩减,对土地的集约利用需求日益提升,政府采取必要措施对土地利用的前期规划、中期监察、后期跟踪进行规范,有效地发挥了土地集约利用对城市化发展的促进作用,相应地保证了后期两系统耦合发展度的显著提升。

此时期两系统关系主要经历了三个发展阶段的六种发展类型:拮抗时期主要处于濒临失调状态,磨合时期主要处于勉强协调状态、低度协调状态、中度协调状态,高水平耦合时期主要处于良好协调和优质协调状态。结果显示:第一阶段拮抗时期2006年、2007年、2009年两系统耦合发展度均处于濒临失调的状态,其中,2006年、2007年乌鲁木齐城市化水平高于土地集约利用程度,属于土地集约利用滞后型,2009年土地集约程度高于城市化水平,属于城市化滞后型,说明两系统相互牵制、彼此影响制约,城市化水平与土地

集约利用水平耦合关系仍不稳定,协调状态较差,有待提高。第二阶段磨合时期2008年处于勉强协调、2010年处于低度协调、2011~2012年处于中度协调状态,其中,2008年、2011~2012年乌鲁木齐城市化水平高于土地集约利用程度,属于土地集约利用滞后型,2010年土地集约利用程度高于城市化水平,属于城市化滞后型,说明两系统之间相互依托、互动互利,耦合关系较为稳定,协调状态逐步优化。第三阶段高水平耦合时期2013、2015年处于良好协调,2014、2016年处于优质协调状态,其中,2013~2016年乌鲁木齐城市化水平平均高于土地集约利用程度,属土地集约利用滞后型,说明此时期两系统关系非常稳定,协调状态在调整中达到了较高水平。

## 4 结论与讨论

乌鲁木齐城市化与土地集约利用耦合关系受众多因素影响,基于PCA法、耦合发展度模型对乌鲁木齐2006~2016年的十五个指标数据进行研究,结果显示:2006~2016年乌鲁木齐城市化

水平与土地集约利用程度综合指数虽有较小波动但总体均呈现不断提高趋势;两系统耦合发展经历了拮抗时期的濒临失调、磨合时期的勉强协调、低度协调、中度协调和高水平耦合时期的良好协调、优质协调的三个发展阶段六种发展类型;可以看出,缺乏土地集约利用的城市发展是粗放的发展,没有未来的发展;没有城市发展的土地集约利用更是无源之水,一纸空谈。

针对乌鲁木齐当前两系统耦合关系中土地集约利用程度滞后于城市化发展的现状发现,单靠城市化发展促进土地集约利用的被动土地利用方式是不能够满足可持续发展需要的,因此,应将合理协调城市化与土地集约利用关系的任务做在前面且主动去做,首先,应改变当前城市土地利用粗放化行为,摊大饼式的土地利用方式是对宝贵土地资源的严重浪费,重视城市土地利用规划的指导作用,做到规划编制过程因地制宜、科学有效,规划实施依规而行,重点强化土地用途管制。其次,应着力化解用地瓶颈,提高土地资源利用率,乌鲁木齐三面环山,城市用地空间受地形制约,结合“绿水青山就是金山银山”的发展思路,可探索生态资源科学整合,将制约因素转化为发展优势,进而实现保护生态环境下,土地集约利用与城市发展的契合。再者,应严格限制土地资源的浪费现象,加强土地动态巡查,对于闲置用地给予登记,核实闲置原因,及时督促并有效查处存在问题的闲置用地,鼓励城市空间的立体开发,增强资源有效利用率,进而开创乌鲁木齐城市化发展与土地集约利用共生共长、齐头并进的良好局面。

#### 参考文献:

- [1] 蒋南平,曾伟.土地资源与城市化发展:理论分析与中国实证研究[J].经济学家,2012,2(4):52-62.
- [2] 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.
- [3] 徐婷婷.四川省城市土地集约利用与城市化耦合协调发展评价[D].成都:西南交通大学,2016.
- [4] 郑华伟,丑建立,刘友兆.江苏省城市土地集约利用与城市化关系的计量分析[J].长江流域资源与环境,2013,22(8):1019-1026.
- [5] 刘冰.城市开发与土地经济[J].城市规划学刊,2017(3):120-122.
- [6] 刘善开,韦素琼,高月华,等.基于耦合模型的城市土地集约利用与城市化协调发展研究—以福建省9个设区市为例[J].福建师范大学学报,2015,31(2):96-105.
- [7] 王秀,姚玲玲,李阳,等.新型城镇化与土地集约利用耦合协调性及其时空分异—以黑龙江省12个地级市为例[J].经济地理,2017,37(5):174-180.
- [8] 吴瑶.城市土地集约利用与城镇化耦合协调发展评价研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2017.
- [9] 王芳萍,师燕,姚步青,等.西宁市土地利用效益与新型城镇化耦合协调度研究[J].水土保持研究,2016,23(6):253-259.
- [10] 樊鹏飞,郭椿阳,刘志丹,等.城市化与城市土地集约利用耦合协调度评价及空间格局分析—以河南省为例[J].河南大学学报,2016,46(3):351-359,369.
- [11] 范胜龙,张莉,曾在森,等.不同经济发展水平地区开发区土地集约利用的影响因素研究—以福建省为例[J].中国土地科学,2017,31(6):51-57.
- [12] 余莉,张时龙,李清照.主成分分析在芸豆品种筛选中的应用[J].东北农业科学,2016,41(1):91-96.
- [13] 陈虹.南充市城市化水平与建设用地集约利用耦合关系研究[D].南充:西华师范大学,2016.
- [14] 王怡睿,石培基,潘竟虎,等.甘肃省城市化与土地集约利用耦合协调发展[J].中国沙漠,2015,35(4):1081-1088.

(责任编辑:王昱)

(上接第64页)

- [8] Rodríguez-Calvo R, Girona J, Rodríguez M, et al. Fatty acid binding protein 4 (FABP4) as a potential biomarker reflecting myocardial lipid storage in type 2 diabetes[J]. Metabolism, 2019, 96:12-21.
- [9] 孙艳琳.猪卵泡囊肿的发病机理研究[D].长春:吉林大学,2011.
- [10] Asemota O, Thornton K, Merhi Z, et al. Monocyte chemotactic protein-1 plays a role in ovarian dysfunction related to high-fat diet-induced obesity[J]. Syst Biol Reprod Med, 2020,66(4):236-243.
- [11] Hu W H, Qiao J. Expression and regulation of adipocyte fatty acid binding protein in granulosa cells and its relation with clinical characteristics of polycystic ovary syndrome[J]. Endocrine, 2011, 40(2):196-202.
- [12] Bakhtiarzadeh M R, Alamouti A A. RNA-Seq based genetic variant discovery provides new insights into controlling fat deposition in the tail of sheep[J]. Scientific Reports 2020, 10(1):13525.
- [13] Bradley J, Swann K. Mitochondria and lipid metabolism in mammalian oocytes and early embryos[J]. International Journal of Developmental Biology, 2019, 63(3-4-5):93-103.

(责任编辑:刘洪霞)