

王 英,高敏华,张晓娟. 基于熵值法的克拉玛依市土地利用效益与城市化耦合协调度研究[J]. 湖北农业科学, 2022, 61(17): 98-103.

基于熵值法的克拉玛依市土地利用效益与城市化耦合协调度研究

王 英,高敏华,张晓娟

(新疆大学资源与环境科学学院/绿洲生态教育部重点实验室, 乌鲁木齐 830046)

摘要:以新疆克拉玛依市为研究对象,通过建立土地利用效益与城市化的评价指标体系,计算二者的综合评价指数、相对发展度以及耦合协调度,研究二者的耦合协调发展关系。结果表明,2006—2018年克拉玛依市土地利用效益各指数增长,城市化水平各指数发展呈先波动、再增长、后平稳的趋势,土地利用效益和城市化水平综合指数明显增长,相对发展度为土地利用效益滞后、超前、滞后型;土地利用效益与城市化耦合度由2006—2015年的低水平耦合阶段发展为2016—2018的顿顿阶段,耦合状况逐渐向磨合的方向发展;土地利用效益与城市化耦合协调度依次经历了3个阶段,分别为失调衰退、过渡协调、中度协调,其耦合协调类型由高度不协调转变为中级协调。

关键词:土地利用效益;城市化;熵值法;耦合协调;克拉玛依市

中图分类号:F299.27

文献标识码:A

文章编号:0439-8114(2022)17-0098-006

DOI:10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2022.17.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on the coupling coordination degree between land use benefit and urbanization in Karamay City based on entropy method

WANG Ying, GAO Min-hua, ZHANG Xiao-juan

(College of Resource and Environment Sciences, Xinjiang University/Key Laboratory of Oasis Ecology, Ministry of Education, Urumqi 830046, China)

Abstract: Taking Karamay City of Xinjiang as the research object, the comprehensive evaluation index, relative development degree and coupling coordination degree of land use benefit and urbanization were calculated by establishing the evaluation index system of land use benefit and urbanization, and the coupling coordination development relationship between them was studied. The results showed that, from 2006 to 2018, the land use benefit indices of Karamay City increased year by year, and the urbanization indices showed a change trend of “fluctuating increasing and stabilizing”. The comprehensive index of land use benefit and the comprehensive level of urbanization increased significantly, and the relative development degree was “lagging, leading, lagging” type of land use benefit; the coupling degree had changed from the low-level coupling stage in 2006—2015 to the antagonistic stage in 2016—2018, and the land use benefit and urbanization coupling condition had gradually developed in the direction of run-in; the degree of coupling coordination increased year by year and went through three stages: dissonance recession, transition coordination and moderate coordination. The type of coupling coordination changed from high incoordination to intermediate coordination.

Key words: land use efficiency; urbanization; entropy value method; coupling coordination; Karamay City

环境、资源和人口问题一直是大众关注的焦点。中国正处于快速城市化发展阶段,城市土地的粗放利用使人地矛盾日益尖锐,导致土地供给与建设需

求呈失衡状态。土地利用效益是指单位土地在利用过程中直接产生的经济、社会、生态和环境效益,实质是单位面积内土地投入与消耗在区域发展的经

收稿日期:2022-03-04

作者简介:王 英(1995-),女,河南商丘人,在读硕士研究生,研究方向为城镇化与土地资源评价研究,(电话)13659914225(电子信箱)2455152125@qq.com;通信作者,高敏华,男,副教授,硕士生导师,主要从事土地资源评价及土地利用规划研究,(电子信箱)mh_gao@163.com。

济、社会、生态和环境等方面所实现的物质产出或有效成果^[1]。它能反映资源优化配置的程度,表明自然资源、劳动价值以及资金等投入的实现程度,是衡量土地利用可持续性的重要标准^[2,3]。城市化是指农村人口不断向城市转移、生活方式发生转变、二三产业不断向城市聚集的过程。城市化作为驱动经济发展、推动社会进步和区域协调发展的主要动力,是现代化的必经之路和必然结果,其速度和质量对城市化产业发展具有重要影响,而城市化水平是一个国家发达程度的重要标志之一^[4,5]。探究土地利用效益与城市化的耦合协调发展,对实现城市土地的高效管理和利用以及城市的可持续发展具有重要意义^[6,7]。国外学者对土地利用与城市化水平的研究集中于利用主成分分析法、熵值法等探究由城市化引起的土地利用和景观格局的时空演变过程^[8];通过大尺度范围探索土地城市化质量时空特征及其影响因素^[9],利用归一化植被指数以及城市热场变异指数对地表温度进行估算,表明土地利用的变化和城市会对气候产生影响^[10]。国内学者以特定地区为对象,从国家、省域和市域等空间尺度对土地利用效益与城市化发展水平的耦合协调性进行评价。研究表明,中国城市土地利用效益呈东部高、中西部低的空间分布格局^[11],城市化水平也由沿海向内陆呈梯度递减趋势^[12],因此中西部地区的土地利用效益与城市化水平有较大提升空间。《中国城市发展报告 2014—2015(城市蓝皮书)》指出,城市发展建设中土地供给短缺问题突出,人地矛盾尖锐,土地对经济发展和城市建设的制约十分明显,实现土地利用效益与城市化发展的协调耦合极为迫切。基于此,对克拉玛依市土地利用效益与城市化的耦合协调研究具有重要意义。

1 研究区概况

克拉玛依市位于新疆维吾尔自治区西北部,地处准格尔盆地西缘,西北傍扎依尔山,南依天山北麓,东临古尔班通古特沙漠。主城区位于 84°49′—84°57′E, 45°31′—45°39′N^[13]。克拉玛依市是国家重要的石油石化产业基地、中国石油实施“西部快发展”战略的现实接替区、自治区重点建设的新型工业化城市,具有得天独厚的发展优势和广阔的发展空间。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

研究数据来源于《中国城市统计年鉴》(1995—2017年)、《新疆统计年鉴》(2006—2019年)。研究对统计年鉴中 2006—2018 年的数据进行筛选,直接使用部分数据作为指标数据,另外对相关数据进行计算处理,获得所需部分指标。

2.2 研究方法

2.2.1 指标体系构建 本研究从土地利用效益和城市化水平两方面选取相应的评价指标。土地利用效益和城市化是 2 个多维复杂的系统,影响因素较多,需要从科学性、协调性、有效性等角度出发全面考虑指标的选取。结合文献资料^[14,15]和研究目标,将土地利用效益划分为经济效益、社会效益和生态效益 3 个层面 13 项指标(表 1),将城市化水平划分为人口城市化、经济城市化、社会城市化 3 个层面 13 项指标(表 2),以准确测度克拉玛依市土地利用效益与城市化水平。

2.2.2 评价模型构建

1) 确定指标权重。采用熵值法确定各类指标权

表 1 土地利用效益指标体系及权重

目标层	准则层	指标层	单位	指标属性	指标层权重
土地利用效益	经济效益	地均 GDP	万元/km ²	正向指标	0.072 5
		地均工业总产值	万元/km ²	正向指标	0.113 6
		地均农业总产值	万元/km ²	正向指标	0.076 4
		地均固定资产投资	万元/km ²	正向指标	0.080 2
		地均社会消费品零售总额	万元/km ²	正向指标	0.075 0
	社会效益	人口密度	人/km ²	正向指标	0.056 3
		人均建成区面积	m ²	正向指标	0.111 1
		城市建设用地占市区面积比重	%	正向指标	0.086 8
	生态效益	人均铺装道路面积	m ²	正向指标	0.097 5
		绿地面积	km ²	正向指标	0.081 3
		人均公园绿地面积	m ²	正向指标	0.071 9
		建成区绿化覆盖率	%	正向指标	0.048 5
		生活垃圾无害化处理率	%	正向指标	0.028 9

表2 城市化水平指标体系及权重

目标层	准则层	指标层	单位	指标属性	指标层权重
城市化水平	人口城市化	非农人口数量	万人	正向指标	0.055 4
		城镇人口比重	%	正向指标	0.087 5
		第三产业从业人员	万人	正向指标	0.072 3
		第三产业从业人口比重	%	正向指标	0.095 9
	经济城市化	人均GDP	元	正向指标	0.050 1
		人均工业总产值	万元	正向指标	0.054 5
		人均社会固定资产投资	万元	正向指标	0.057 6
		人均社会消费品零售总额	万元	正向指标	0.079 9
	社会城市化	建成区面积	km ²	正向指标	0.070 0
		人均城市建设用地面积	m ²	正向指标	0.102 9
		万人中学生数	人	正向指标	0.142 6
		万人拥有医院床位数	张	正向指标	0.090 7
		万人拥有公共汽车数	台	正向指标	0.040 6

重,计算步骤如下。

第一,数据标准化。

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \min\{x_{ij}\}}{\max\{x_{ij}\} - \min\{x_{ij}\}} \quad (1)$$

式中, x_{ij} 为第*i*个样本的第*j*个指标的数值($i=1, \dots, n; j=1, \dots, m$); x_{ij} 为标准化后的数值; $\min x_{ij}$ 、 $\max x_{ij}$ 分别为第*i*年第*j*个指标的最大、最小值。

第二,计算第*j*个指标下第*i*个样本数据占该指标的比重(p_{ij})。

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (2)$$

第三,计算第*j*项指标的熵值(e_j)。

$$e_j = -k \sum_{j=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (3)$$

式中, $k=1/\ln(n)>0$,满足 $e_j \geq 0$ 。

第四,计算信息熵冗余度(d_j)。

$$d_j = 1 - e_j \quad (4)$$

第五,计算第*j*项指标的权重(w_j)。

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (5)$$

2)评价指数计算。运用标准化后的指标数值与计算出的权重分别计算出第*i*个样本的土地利用效益综合指数与城市化水平综合指数,计算公式如下。

$$U_i = \sum_{j=1}^m x_{ij} \cdot w_j \quad (6)$$

式中, U_i 为土地利用效益或城市化水平综合指数; x_{ij} 为指标标准化后的值; w_j 为第*j*个指标的权重。

3)相对发展度计算。相对发展度用来反映土地利用效益与城市化水平之间相对于对方的发展水平。

$$E = \frac{U_1}{U_2} \quad (7)$$

式中, U_1 为土地利用效益综合指数; U_2 为城市化水平综合指数。本研究采用相对发展度表示土地利用效益与城市化的相对发展程度,其中, $E>1$,土地利用效益发展超前于城市化发展; $E=1$,土地利用效益同步于城市化发展; $E<1$,土地利用效益发展滞后于城市化发展^[16]。

4)耦合协调度计算。采用耦合协调度模型对土地利用效益与城市化的耦合协调度进行计算,计算公式如下。

$$C = \frac{(U_1 \times U_2)^{\frac{1}{2}}}{[(U_1 + U_2)^2]^{\frac{1}{2}}} \quad (8)$$

$$T = \alpha_1 \times U_1 + \alpha_2 \times U_2 \quad (9)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (10)$$

式中, C 为耦合度,参考文献[17,18],根据土地利用效益与城市化相互作用的强度,可以把耦合过程划分为4个阶段: $0<C \leq 0.3$ 为低水平耦合阶段, $0.3 < C \leq 0.5$ 为颀颀阶段, $0.5 < C \leq 0.8$ 为磨合阶段, $0.8 < C \leq 1.0$ 为高水平耦合阶段; T 为综合协调指数, $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$,为待定系数,这里取 $\alpha_1 = \alpha_2 = 0.5$,即认为土地利用效益与城市化重要程度相当; D 为土地利用效益与城市化的耦合协调度,取值范围 $[0,1]$ 。为了更好地说明土地利用效益与城市化的耦合协调度,将所得的耦合协调度进行等级划分,见表3。

表 3 耦合协调度等级划分

阶段	D	类型
失调衰退阶段	0~0.09	高度不协调类
	0.10~0.19	中度不协调类
过渡协调阶段	0.20~0.29	轻度不协调类
	0.30~0.39	调和协调类
	0.40~0.49	初级协调类
	0.50~0.59	中级协调类
中度协调阶段	0.60~0.69	良好协调类
	0.70~0.79	优质协调类
	0.80~0.89	高级协调类
高度协调阶段	0.90~1.00	极度协调类

3 结果与分析

3.1 土地利用效益与城市化评价

3.1.1 土地利用效益评价 由图 1 可知, 2006—2018 年克拉玛依市土地利用效益综合指数增长了 10.10 倍, 其中在 2006—2014 年增长速度较快且较为稳定, 而在 2015 年有所下降, 之后保持平稳。经济效益指数在 2006—2018 年增长了 19.44 倍, 增长幅度较大, 2006—2008 年、2009—2014 年、2016—2017 年呈逐年增加的趋势, 2010—2014 年增长速度较快, 而后则有所下降; 社会效益指数在 2006—2018 年增长了 19.04 倍, 其中 2006—2009 年呈增长趋势, 2010 年有所下降, 之后至 2016 年持续增长, 2016—2018 年有所下降; 生态效益指数在 2006—2018 年增长了 5.13 倍, 指数总体较小, 其增长符合较快增长—平稳发展的趋势。

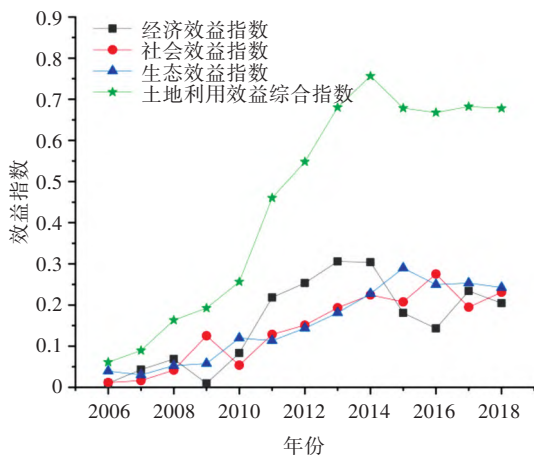


图 1 2006—2018 年克拉玛依市土地利用效益指数

土地利用效益综合指数 3 个子系统在 2011—2014 年表现出生态效益指数 < 社会效益指数 < 经济效益指数, 且经济效益指数占据了主导地位, 这在—

一定程度上说明经济效益对土地利用效益具有重大贡献。克拉玛依市以西部大开发为发展契机, 经济发展规模进一步扩大, 实现了平稳增长, 土地利用结构与区域布局更加合理。克拉玛依市立足于石油产业, 利用地缘优势的同时抓住“引额济克”的机遇, 土地的开发利用紧密围绕大石油、大化工、大农业、大市场战略进行优化配置, 区域经济开发带就此建立, 提高了土地利用的综合效益。

3.1.2 城市化水平评价 由图 2 可知, 2006—2018 年克拉玛依市城市化水平综合指数整体上呈增长趋势, 2018 年较 2006 年增长了 2.61 倍。2008—2009 年城市化水平综合指数增长速度明显增加, 而在 2010—2015 年则有所放缓。经济城市化指数在 2006—2018 年增长了 4.82 倍, 2006—2013 年其增长速度较为平稳, 2014—2015 年有所下降, 2016—2017 年发展速度减缓; 社会城市化指数在 2006—2018 年增长了 2.66 倍, 除 2006—2008 年和 2009—2010 年下降外, 其余年份均呈逐年递增的趋势, 2008—2009 年以及 2015—2016 年增长速度较快; 人口城市化指数在 2006—2018 年增长了 1.72 倍, 总体呈波动增长趋势, 2013—2016 年持续增长, 2017—2018 年趋于平稳。

城市化 3 个子系统中, 社会城市化指数在城市化水平综合指数中占比最大, 在 2006—2007 年、2009 年以及 2016—2018 年社会城市化占据主导地位; 在 2010—2014 年经济城市化成为对城市化水平综合指数影响最大的子系统; 而人口城市化指数所占比重相对较小, 对城市化水平综合指数影响较小。十二五规划期间, 克拉玛依市加快经济发展方式转变, 促进经济结构调整, 围绕打造世界石油城战略目标, 加快建设六大基地, 突出发展三大产业, 全力搭建两大平台, 促进克拉玛依市由单一资源型城市向综合型城市迈进, 是经济城市化水平综合指数上升的重要原因。

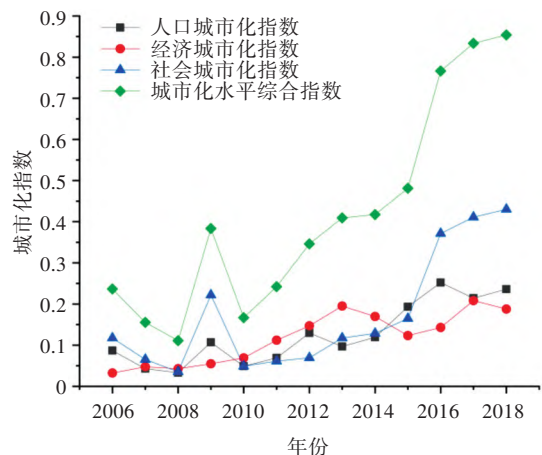


图 2 2006—2018 年克拉玛依市城市化水平指数

3.1.3 综合评价 由图3可知,2006—2018年土地利用效益和城市化水平综合指数总体呈递增趋势,表明近13年克拉玛依市土地利用所带来的效益影响较为明显,城市化发展势头良好,二者的综合发展水平逐年上升,呈相互促进的发展态势。2006—2018年土地利用效益与城市化综合指数年均增长率分别为22.21%和11.29%。

2006—2018年克拉玛依市土地利用效益和城市化水平的相对发展度总体趋势为土地利用效益滞后、超前、滞后型。2006—2009年土地利用效益滞后于城市化发展,2010—2015年土地利用效益超前于城市化发展,2016—2018年土地利用效益滞后于城市化发展(图3)。这是因为2006—2018年克拉玛依市城市建设用地面积以每年4.02%的增幅逐年增加,城市空间不断扩大。

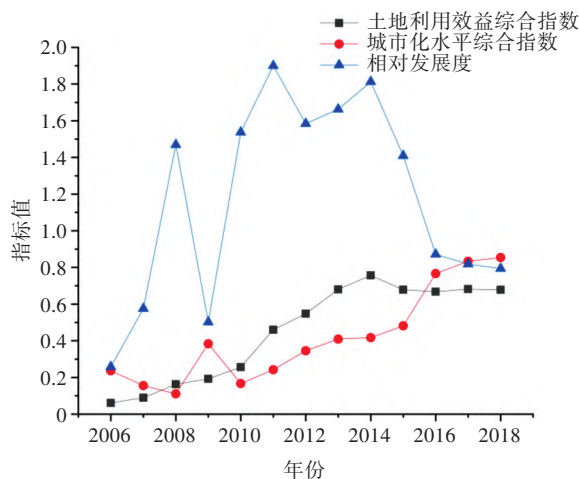


图3 克拉玛依市土地利用效益与城市化水平相对发展度

3.2 土地利用效益与城市化耦合协调度结果分析

根据各年份的土地利用效益综合指数与城市化水平综合指数计算得出土地利用效益与城市化的耦合度和耦合协调度,利用Origin直观展示土地利用效益与城市化耦合协调度发展趋势(图4)。

3.2.1 耦合度分析 通过耦合度模型计算出克拉玛依市土地利用效益和城市化的耦合度,从图4可以看出,2006—2015年克拉玛依市土地利用效益与城市化的耦合度介于0~0.3,表明10年间土地利用效益较差,城市化水平较低,土地利用效益与城市化总体耦合演变过程体现为低水平耦合阶段;2016—2018年耦合度介于0.3~0.5,其耦合协调演变过程均体现为协调阶段,耦合度差异不明显,处于相对平稳状态,表明土地利用效益与城市化的耦合程度是中等水平。总体表现出克拉玛依市土地利用效益和城市化的耦合状况向磨合的方向发展。

3.2.2 耦合协调度分析 根据各年份的土地利用效

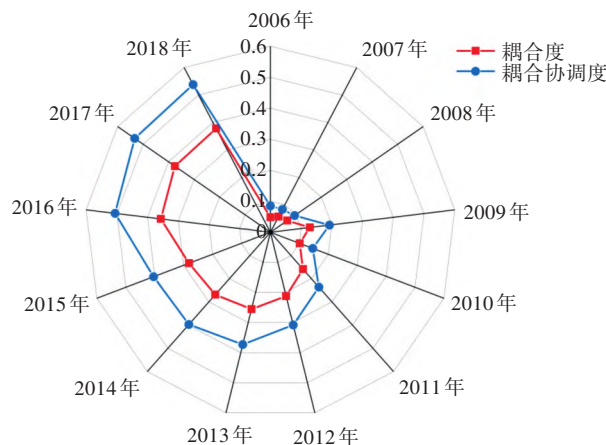


图4 克拉玛依市土地利用效益与城市化耦合度与耦合协调度变化趋势

益综合指数与城市化水平综合指数,运用协调度模型计算出克拉玛依市土地利用效益和城市化的耦合协调度。由图4可知,与耦合度相比,克拉玛依市土地利用效益与城市化的耦合协调度均有明显的上升。2006—2018年克拉玛依市土地利用效益与城市化的耦合协调度逐年递增,由2006年的0.0850增长为2018年的0.5380,其耦合协调类型由高度不协调转为中级协调。2006—2018年克拉玛依市土地利用效益与城市化的耦合协调演变过程可划分为3个阶段:失调衰退阶段(2006—2010年)、过渡协调阶段(2011—2015年)、中度协调阶段(2016—2018年)。

1) 失调衰退阶段。2006—2010年克拉玛依市土地利用效益与城市化的耦合协调度分别为0.0850、0.0834、0.0952、0.1922、0.1463,耦合协调类型由高度不协调(2006—2008年)转变为中度不协调(2009—2010年),且耦合协调度增长较为缓慢。此阶段中,因为克拉玛依市实际的建设发展状态与迫切的发展增速需求之间存在着一定的差距,且克拉玛依市自然条件恶劣,生态环境脆弱,生态建设和环境保护的难度大、成本高,土地利用效益和城市化处于较低的发展水平,使得二者的耦合协调发展仍然处于较低的水平,并且未形成紧密的协调关系。但是由于十一五时期克拉玛依市整体发展状况良好,综合经济实力稳步增强,民生状况得到改善,城市发展水平不断提高,具有良好的发展基础和建设前景,土地利用效益与城市化的协调状况有所改善。

2) 过渡协调阶段。2011—2015年,克拉玛依市土地利用效益与城市化水平耦合协调度由0.2361增加至0.4040,耦合协调类型由轻度不协调(2011年)转变为调和协调(2012—2014年),最终达到初级协调(2015年)。克拉玛依市土地利用效益和城

市化水平均有所提高,政府更加重视二者的协调发展。西部大开发进入后 10 年新阶段,国家继续加大对西部地区的支持力度,为克拉玛依市进一步改善生态环境和基础设施、发展壮大优势产业创造了良好的政策环境。在人口、经济、社会城市化多角度发展的前提下,克拉玛依市的城市化进程有所加快。土地利用效益与城市化水平彼此影响,彼此促进,很大程度上实现了二者的协调发展。

3) 中度协调阶段。2016—2018 年克拉玛依市土地利用效益与城市化的耦合协调度分别为 0.505 9、0.533 2、0.538 0,耦合协调类型为中级协调,且耦合协调增长速度较快。在这一阶段中,克拉玛依市土地利用效益与城市化处于相对较高的发展水平,土地利用结构与资源利用方式有了较为明显的改进,城市化发展速度明显提高。十三五时期,以优化资源配置,坚持创新驱动,持续改善民生,科学管理城市,坚持绿色发展,推进生态文明建设为发展思路,将土地利用效益与城市化发展相结合,使二者的协调发展关系更加紧密。

4 结论

研究通过建立指标体系,运用熵值法确定权重,计算了克拉玛依市 2006—2018 年土地利用效益和城市化水平的综合指数以及二者的相对发展度和耦合协调度,结果如下。

1) 2006—2018 年克拉玛依市土地利用效益综合指数呈增长趋势,经济效益在土地利用效益中占主导地位;城市化水平综合指数也呈增长趋势,其中社会城市化和经济城市化对城市化发展的影响较大;土地利用效益综合指数和城市化水平综合指数呈相辅相成的发展局势,13 年间相对发展度为土地利用效益滞后、超前、滞后型。

2) 通过分析克拉玛依市土地利用效益和城市化的耦合度发现,克拉玛依市土地利用效益与城市化水平耦合度由 2006—2015 年的低水平耦合阶段发展为 2016—2018 年的颀颀阶段,说明克拉玛依市土地利用效益与城市化耦合状况向逐渐磨合的方向发展。

3) 通过对克拉玛依市 2006—2018 年土地利用效益与城市化的耦合协调度的分析可知,二者耦合协调度逐年递增,经历了 3 个阶段,即失调衰退、过渡协调、中度协调,其耦合协调类型由高度不协调转变为中级协调,具有不断向好的态势。

克拉玛依市作为丝绸之路核心区石油中心,要根据新的发展形势和目标要求,充分发挥社会民生及经济发展等领域的优势,抢抓国家“一带一路”、中

巴经济走廊建设及第二次中央新疆工作座谈会的重大战略机遇,通过创新驱动,深化改革、转型升级,进一步拓展城市发展领域和发展空间,提升土地利用效益,加快推进城市化建设,不断开创科学发展的新局面。

参考文献:

- [1] 彭建,蒋依依,李正国,等.快速城市化地区土地利用效益评价——以南京市江宁区为例[J].长江流域资源与环境,2005,14(3):304-309.
- [2] 朱文娟,孙华.江苏省土地利用效益系统耦合相对发展演变研究[J].土壤通报,2019,50(3):520-528.
- [3] 杨清可,段学军,李平星,等.江苏省土地开发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.
- [4] 周亮,车磊,孙东琪.中国城镇化与经济增长的耦合协调发展及影响因素[J].经济地理,2019,39(6):97-107.
- [5] 黄敏,杨飞,郑士伟.中国城镇化进程对生态系统服务价值的影响[J].水土保持研究,2019,26(1):352-359.
- [6] 张明斗,莫冬燕.城市土地利用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.
- [7] 武京涛,涂建军,阎晓,等.中国城市土地利用效益与城市化耦合机制研究[J].城市发展研究,2011,18(8):42-45.
- [8] DENG J S, WANG K, HONG Y, et al. Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization [J]. Landscape and urban planning, 2009, 92(3/4):187-198.
- [9] ZHANG W, WANG M Y. Spatial-temporal characteristics and determinants of land urbanization quality in China: Evidence from 285 prefecture-level cities [J]. Sustainable cities and society, 2018, 38:70-79.
- [10] SINGH P, KIKON N, VERMA P. Impact of land use change and urbanization on urban heat island in Lucknow City, Central India: A remote sensing based estimate [J]. Sustainable cities and society, 2017, 32:100-114.
- [11] 吴得文,毛汉英,张小雷,等.中国城市土地利用效率评价[J].地理学报,2011,66(8):1111-1121.
- [12] 刘艳君,李诚固,孙迪.区域中心城市城市化综合水平评价研究——以 15 个副省级城市为例[J].经济地理,2006,26(2):225-229.
- [13] 阿迪莱·伊斯马伊力,麦麦提吐尔逊·艾则孜,阿力木江·卡斯木,等.克拉玛依市地表灰尘重金属空间分布特征与来源解析[J].地球与环境,2020,48(5):544-549.
- [14] 仇振宇,朱记伟,解建仓,等.西安市土地利用效益与城镇化耦合协调关系[J].水土保持研究,2020,27(4):308-316.
- [15] 史坤博,杨永春,张伟芳,等.城市土地利用效益与城市化耦合协调发展研究——以武威市凉州区为例[J].干旱区研究,2016,33(3):656-663.
- [16] 薛建春,郑海潮,王雅荣.基于熵值法的呼包鄂区域土地利用效益与城市化水平耦合协调研究[J].水土保持通报,2019,39(3):256-262.
- [17] 武京涛,涂建军.中国城市土地利用效益与城市化耦合机制研究[J].城市发展研究,2011,18(8):42-45,63.
- [18] 刘耀彬,李仁东,张守忠.城市化与生态环境协调标准及其评价模型研究[J].中国软科学,2005(5):140-148.