

## 乌昌石地区城镇化与资源环境耦合协调研究

贺忠发<sup>1,2</sup>, 曹月娥<sup>3\*</sup>, 何浩天<sup>1,2</sup>, 姜云璐<sup>1,2</sup>, 赵敏<sup>1,2</sup>

(1. 新疆大学资源与环境科学学院, 新疆乌鲁木齐 830046; 2. 绿洲生态

教育部重点实验室, 新疆乌鲁木齐 830046; 3. 上海师范大学环境与地理科学学院, 上海 200234)

**摘要** [目的]研究乌昌石地区城镇化与资源环境系统之间的耦合协调关系。[方法]借助耦合协调度模型和地理探测器模型,对乌鲁木齐-昌吉-石河子(乌昌石)地区城镇化与资源环境之间的耦合协调程度进行分析。[结果]该区域2008—2018年城镇化与资源环境系统之间的耦合度与协调度在不断增强,但协调度增长较为缓慢,空间分布上总体呈现出自东向西“凸状”、自南向北“凹状”降低的格局;从协调度类型看,大多集中于0.20~0.39,处于中度失调或轻度失调,只有乌鲁木齐市达到勉强耦合协调状态;城镇人口总数、社会消费品零售总额、地区生产总值、城市能源消耗总量、城市生活垃圾清运量五大因子的影响力较大。[结论]该研究结果可为乌昌石地区城镇化与资源环境系统之间的协调有序发展提供参考。

**关键词** 城镇化;资源环境;耦合协调度;时空特征;乌昌石地区

中图分类号 X24 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)01-0086-06

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.01.022



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Research on the Coupling Coordination between Urbanization and Resources and Environment in Wuchangshi Area**

**HE Zhong-fa<sup>1,2</sup>, CAO Yue-e<sup>3</sup>, HE Hao-tian<sup>1,2</sup> et al** (1. College of Resources and Environmental Sciences, Xinjiang University, Urumqi, Xinjiang 830046; 2. Key Laboratory of Oasis Ecology, Ministry of Education, Urumqi, Xinjiang 830046; 3. School of Environmental and Geographical Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234)

**Abstract** [Objective] To study the coupling and coordination relationship between urbanization and resource and environmental systems in Wuchangshi area. [Method] With the aid of coupling coordination degree model and geo-detector model, the degree of coupling coordination between urbanization and resource environment in Urumqi-Changji-Shihezi (Wuchangshi) area was analyzed. [Result] The degree of coupling and coordination between urbanization and resource and environmental systems in the region from 2008 to 2018 had continued to increase, but the degree of coordination had grown relatively slowly, the spatial distribution generally presents a pattern of “convex” from east to west and “concave” from south to north. From the perspective of coordination degree types, most of them were concentrated in 0.20–0.39, and they were in a moderate or mild disorder. Only Urumqi had reached a state of barely coupled coordination. The total urban population, the total retail sales of consumer goods, the regional GDP, the total urban energy consumption, and the amount of municipal solid waste removal and transportation, had a greater influence. [Conclusion] The research results can provide references for the coordinated and orderly development of urbanization and resource and environmental systems in Wuchangshi area.

**Key words** Urbanization; Resource environment; Degree of coupling and coordination; Temporal and spatial characteristics; Wuchangshi area

城镇化是国家现代化的标志之一,是伴随工业发展,农业逐渐非农化、农村人口集聚变为城市人口的自然历史过程,资源环境则是提供给人类最基本资源物质和生存环境的有机载体<sup>[1]</sup>。城镇化是驱动多尺度环境变化的重要因素,从根本上改变了地区生态景观<sup>[2]</sup>,同时也是区域发展的必然趋势,期间伴随着城市空间扩张、人口转型、经济社会发展的复杂过程,并成为一个国家实现工业化和走向现代化的必要过程<sup>[3]</sup>。

城镇化与资源环境内部耦合关系极其紧密,因此在2个系统相互影响与作用的过程中会形成一个较为稳定的系统<sup>[4-5]</sup>,系统内部的协调是城镇化与资源环境保持健康稳定发展的核心。城镇化与生态环境之间也存在着相互作用、交互耦合的关系,并成为影响其健康发展的重要因素<sup>[6]</sup>。国内外关于城镇化与资源环境相互作用关系的研究成果颇丰。在自然环境相对恶劣的区域,学者们也探讨了二者之间的耦合作用关系。例如,乔标等<sup>[7]</sup>分析了干旱区城镇化与生态环境耦合的函数、轨迹、类型和阶段,认为二者的关系呈现交互胁迫的动态过程;张雷<sup>[8]</sup>则认为资源环境对城镇化所产生的作用既包括基础作用也包括约束作用;李双成等<sup>[9]</sup>认为城镇化对资源环境会产生不

同形式的影响,通过理论分析和定量评价相结合的基础上得出城镇化对资源环境会产生正负两方面的影响;张胜武等<sup>[10]</sup>则认为西北干旱区的城镇化承担着促进经济社会发展和维护边疆安全的双重任务。城镇化与资源环境的关系研究主要集中在区域或城市群的资源环境承载力的研究<sup>[11-12]</sup>、资源环境对城镇化质量影响的研究<sup>[13]</sup>、资源环境约束下的城镇化模式研究<sup>[14]</sup>等。总之,对于区域及城市群内城镇化与资源环境的耦合协调研究已成为现今热点。

城市群是现代文明和现阶段区域一体化发展的总体趋势和主要途径<sup>[15]</sup>。天山北坡城市群位于丝绸之路经济带核心区新疆北疆地区,是国家“十三五”期间推动建设的19个城市群之一,也是重点建设的2个边疆地区城市群和丝绸之路经济带核心区建设的唯一一个城市群<sup>[16]</sup>,乌鲁木齐—昌吉—石河子(乌昌石)地区是天山北坡城市群内经济发展水平较高、自然环境压力较大的区域。从自治区党委九届十一次全会获悉:“十四五”时期,新疆将深入实施新型城镇化战略,乌昌石地区便是乌鲁木齐市都市圈重要的一部分。研究乌昌石地区城镇化与资源环境之间的耦合协调关系,有助于深入理解干旱胁迫环境下自然环境对社会经济发展的响应机制,对于加快乌昌一体化和加速天山北坡城市群的建设有重要意义,城市集群的发展和完善也已成为推进城市化发展的重要途径<sup>[17]</sup>。

**作者简介** 贺忠发(1996—),男,甘肃武威人,硕士研究生,研究方向:干旱区城乡可持续发展。\*通信作者,副教授,博士,硕士生导师,从事国土资源评价和国土空间规划研究。

**收稿日期** 2021-04-12

## 1 资料与方法

**1.1 研究区概况** 乌昌石区域(图 1)位于天山北坡地区,是天山北坡区域性城市群的重要组成部分,是中国—中亚西亚经济走廊、中蒙俄经济走廊和中巴经济走廊辐射带动的交汇地带,也是陆上丝绸之路的重要节点区域,具有联动内外、承东启西、通达南北的特殊战略区位优势。在国家西部大开发和对外开放中发挥着重要的作用。

乌昌石地区是新疆经济发展活力较强、水平较高的区域,该地区行政区域面积 6.38 万  $\text{km}^2$ , 占天山北坡经济带面积的 21.3%, 占全疆总面积的 3.8%, 截至 2018 年, 地区总人口 384.51 万, 是新疆总人口数的 15.46%, 城镇总人口 305.24 万, 城镇化率达到 79.38%。据统计, 2018 年乌昌石地区完成地区生产总值合计 4 710.86 亿元, 比 2017 年增长 12.37%, 占全疆生产总值的 38.61%。

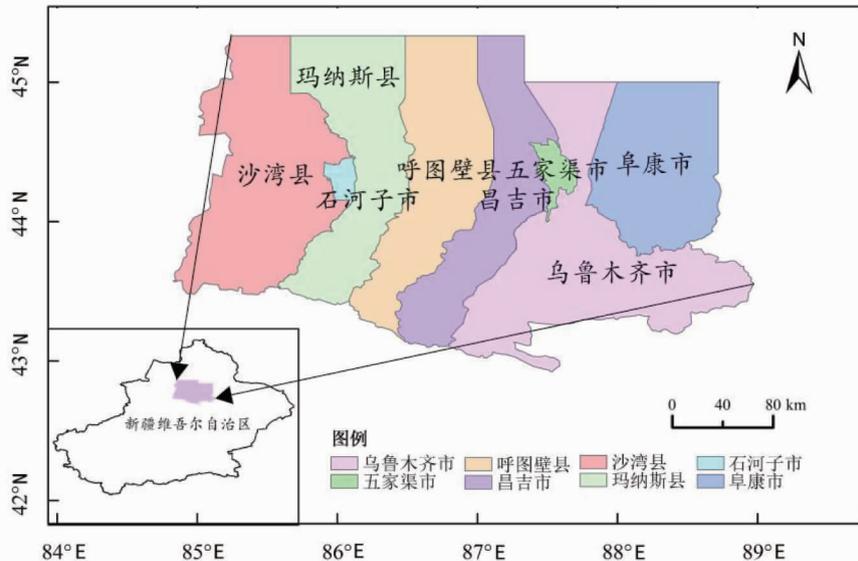


图 1 乌昌石区域概况

Fig. 1 Overview of Wuchangshi area

**1.2 数据来源** 该研究所需数据主要来源于《新疆统计年鉴》《中国县域统计年鉴》《新疆生产建设兵团统计年鉴》、地方统计年鉴、地方统计公报等, 所用新疆县级行政边界数据来自中国科学院与中国资源环境科学数据中心 (<http://www.resdc.cn>)。

### 1.3 研究方法

**1.3.1 指标体系的构建。** 城镇化具有多维内涵, 其内部的人口、经济、土地、社会系统之间相互关联、互相作用, 而资源环境系统内则主要涉及城市系统对于资源的消耗量和因生

产生活而对环境造成的污染量。Wang 等<sup>[18]</sup>认为城镇化与生态环境耦合系统由城镇化子系统(人口、空间、经济、社会)和生态系统(水平、禀赋、压力)构成; 张荣天等<sup>[19]</sup>将城镇化系统分为人口、空间、经济、社会 4 个方面, 并将生态系统分成环境污染和环境治理 2 个方面。通过文献梳理, 结合乌昌石地区的实际情况以及数据的可获得性, 该研究构建了如表 1 示的指标体系。为了能够量化评价维度, 将准则层细分至具体指标<sup>[20]</sup>, 最终结合研究实际选择了城镇化系统的 8 个指标和资源环境系统的 4 个指标(表 1)。

表 1 城镇化与资源环境系统评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of urbanization and resource environment system

目标层 Target layer	准则层 Criterion layer	指标层 Index layer	指标属性 Index attribute	单位 Unit	熵值权重 Entropy weight
城镇化系统 Urbanization system	人口城镇化	城镇人口总数	+	万人	0.122 7
		城镇人口密度	+	人/ $\text{km}^2$	0.009 8
	经济城镇化	地区生产总值	+	万元	0.123 3
		二、三产业生产总值	+	万元	0.141 8
	社会城镇化	社会消费品零售总额	+	万元	0.157 0
		固定资产投资总额	+	亿元	0.108 2
	空间城镇化	城镇建设用地总面积	+	$\text{km}^2$	0.001 0
		人均城市道路面积	+	$\text{m}^2$	0.012 5
资源环境系统 Resources and environment system	资源消耗	水资源消耗总量	-	亿 $\text{m}^3$	0.075 0
		能源消耗总量(标准煤)	-	万 t	0.114 0
	环境污染	工业废水排放总量	-	万 t	0.051 0
		城市生活垃圾清运量	-	万 t	0.083 7

**1.3.2 指标标准化。** 由于城镇化系统与资源环境系统下的各项指标数据存在量纲差异, 且指标内部有正向与负向 2 种作用, 不能直接进行比较, 为增强指标数据的可比性, 需要对

所有数据进行数据的标准化处理, 使得处理后的数据归一于  $[0, 1]$ <sup>[21]</sup>。该研究采用标准化方法为极差标准化法, 具体处理方式如下:

$$\text{正向指标标准化: } z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j\min}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad (1)$$

$$\text{负向指标标准化: } z_{ij} = \frac{x_{j\max} - x_{ij}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad (2)$$

式中,  $z_{ij}$  为指标  $j$  的标准化值,  $x_{ij}$  为指标  $j$  的原始指标值,  $x_{j\max}$  为指标  $j$  的最大值,  $x_{j\min}$  为指标  $j$  的最小值。

**1.3.3 熵值法赋权。**熵值法的基本思想是从指标的离散程度,即通过指标熵的角度来反映指标对评价对象的区分程度<sup>[22]</sup>。因为耦合不考虑变量间的因果关系,故权重可通过熵值法这种客观赋权方法确定。

第一步,计算第  $j$  项指标的熵值 ( $E_j$ ):

$$E_j = -\frac{\sum_{i=1}^n (p_{ij} \times \ln p_{ij})}{\ln n} \quad (3)$$

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad (j=1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

第二步,确定各指标的权重 ( $w_i$ ):

$$w_i = \frac{1 - E_j}{\sum_{i=1}^n (1 - E_j)} \quad (5)$$

利用加权求和公式分别求得区域城镇化综合评价指数与资源环境综合评价指数。公式如下:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n (a_i x_i) \quad (6)$$

$$g(y) = \sum_{j=1}^m (b_j y_j) \quad (7)$$

式中,  $f(x)$  表示城镇化综合指数;  $g(y)$  表示资源环境综合指数;  $x_i, y_j$  表示 2 个子系统各要素标准化后的值;  $a_i, b_j$  表示 2 个子系统各要素的权重;  $m, n$  表示 2 个子系统要素个数。

**1.3.4 计算耦合度。**两大系统耦合度计算公式如下:

$$C = 2 \sqrt{\frac{f(x) \times g(y)}{[f(x) + g(y)]^2}} \quad (8)$$

式中,  $C$  为耦合度, 范围为  $[0, 1]$ 。当  $C=0$  时, 说明 2 个子系统之间或其内部要素处于无关状态, 整体系统环境将向无序状态发展; 当  $C=1$  时, 说明 2 个子系统之间达到良性耦合并趋向于新的有序结构。

根据中值分段法<sup>[23]</sup>对耦合度类型进行划分: 耦合度在  $0 \sim 0.30$  为低水平耦合阶段;  $>0.30 \sim 0.50$  为拮抗阶段;  $>0.50 \sim 0.80$  为磨合阶段;  $>0.80 \sim 1.00$  为高水平耦合阶段。

**1.3.5 计算耦合协调度。**耦合协调度计算公式如下:

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (9)$$

$$T = \alpha f(x) + \beta g(y) \quad (10)$$

式中,  $C$  为耦合度,  $D$  为耦合协调度;  $T$  为综合协调指数;  $\alpha, \beta$  为待定系数, 由于该研究中城镇化系统与资源环境系统同等重要, 则  $\alpha = \beta = 0.5$ 。采用中值分段法<sup>[24]</sup>可以得出耦合协调类型划分标准(表 2)。

**1.3.6 地理探测器。**地理探测器以“如果某个自变量对某个因变量产生影响, 则其在空间分布上应具有相似性”为基本假设, 常用于探测数据的空间分异性及其驱动因子。其中, 因子探测器探测哪些因素对风险造成影响, 使用因子解

释力  $q$  定量评价不同因子的解释力。为此引入地理探测器对影响城镇化发展因子的影响力进行探究。

表 2 耦合协调度类型划分标准

Table 2 Classification standards of coupling coordination degree types

耦合协调度(D) Coupling coordination degree	耦合协调度等级 Coupling coordination degree level	耦合协调度(D) Coupling coordination degree	耦合协调度等级 Coupling coordination degree level
0.00~0.09	极度失调	0.50~0.59	勉强耦合协调
0.10~0.19	严重失调	0.60~0.69	初级耦合协调
0.20~0.29	中度失调	0.70~0.79	中级耦合协调
0.30~0.39	轻度失调	0.80~0.89	良好耦合协调
0.40~0.49	濒临失调	0.90~1.00	优质耦合协调

$$q = 1 - \frac{1}{N \times \sigma^2} \sum_{h=1}^L (N_h \times \sigma_h^2) = 1 - \frac{SSW}{SST} \quad (11)$$

$$SSW = \sum_{h=1}^L (N_h \times \sigma_h^2) \quad (12)$$

$$SST = N \times \sigma^2 \quad (13)$$

式中,  $q$  为探测因子  $X$  的影响力值;  $h=1, 2, \dots, L$  为因子  $X$  的分层;  $N, N_h$  分别为整个区域与探测区的样本数;  $\sigma^2, \sigma_h^2$  分别为整个区域与探测区域的  $Y$  值方差。  $q$  的取值区间为  $[0, 1]$ ,  $q$  值越大, 说明因子  $X$  对属性  $Y$  的影响度越高。

## 2 结果与分析

### 2.1 耦合度和耦合协调度时序变化

**2.1.1 区域整体发展差异。**从图 2 可以看出, 2008—2018 年乌昌石地区城镇化系统与资源环境系统之间的耦合度与耦合协调度逐年上升。耦合度从 2008 年的 0.478 3 上升至 2018 年的 0.757 9, 两大系统之间的相互作用程度在不断增强, 耦合度发展阶段从拮抗阶段发展到磨合阶段; 耦合协调度从 2008 年的 0.267 8 上升至 2018 年的 0.362 9, 耦合协调等级也从最初的中度失调发展为轻度失调。总体来看, 二者在 2008—2018 年的耦合关系可以分为 2 个阶段, 第 1 阶段为 2008—2010 年的中度失调阶段, 期间城镇化指数不高, 资源消耗、环境污染指数的负向效果较小; 第 2 阶段为 2011—2018 年的轻度失调阶段, 期间经济城镇化和人口城镇化指数增加, 资源消耗和环境污染的负向效果增强。

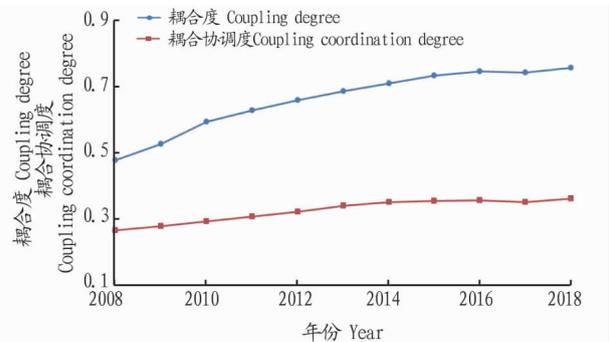


图 2 2008—2018 年乌昌石地区城镇化与资源环境系统耦合度和耦合协调度

Fig. 2 Coupling degree and coupling coordination degree of urbanization and resource environment system in Wuchangshi area from 2008 to 2018

**2.1.2 城市个体发展差异。**乌昌石地区的城市行政区划涉及地级市、县级市和县 3 类,尽管行政区域等级不一,但从整体的发展协调度可以看出其区域一体化的进程。另一方面,从城市个体出发,又可以分析其发展的相对程度。从图 3 可以看出,随着时间的推移,各城市城镇化系统与资源环境系统之间的耦合协调度虽有波动,但整体表现为上升趋势,意味着各城市个体内部两大系统之间的关系趋于良好。此外,对比各城市之间的城镇化系统与资源环境系统的耦合协调度发现,2008 年城市个体间耦合协调度差距最大,极大值和极小值分别出现在乌鲁木齐市和五家渠市;2012 年差距最小,极大值出现在乌鲁木齐市,极小值出现在呼图壁县和玛纳斯县。

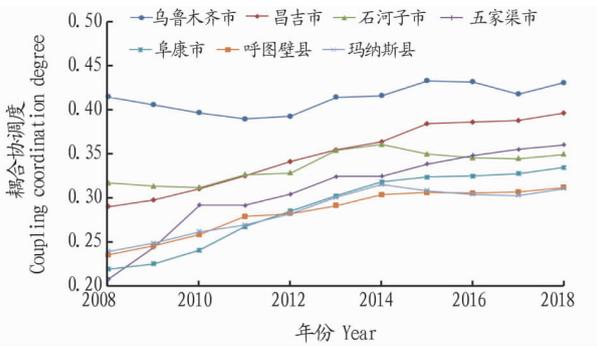


图 3 2008—2018 年乌昌石地区 7 县市城镇化与资源环境系统耦合协调度

Fig. 3 The degree of coupling and coordination between urbanization and resource and environmental systems in 7 counties and cities in Wuchangshi area from 2008 to 2018

**2.2 耦合协调度的空间分异特征** 通过选取 2008、2011、2015、2018 年的耦合协调度数据绘制出城镇化与资源环境系统耦合协调度空间分布图(图 4)以及空间变化趋势(图 5),发现乌昌石地区城镇化系统与资源环境系统之间的耦合协调关系具有以下特征:

(1)空间分布呈不平衡分布状态。整个区域能够达到勉强耦合协调的只有乌鲁木齐市和后期的昌吉市,其余县市均处于失调状态。此外,阜康市、五家渠市、呼图壁县、玛纳斯县均从中度失调转向轻度失调,昌吉市也接近勉强耦合协调状态,但是对于区域整体发展来说,耦合协调度依然较差。

(2)呈现自东向西“凸状”、自南向北“凹状”降低的格局。通过趋势面分析(图 5)可以看出,选取的 4 个节点中的区域耦合协调度都呈现自东向西“凸状”、自南向北“凹状”降低的趋势,至 2011 年时南北方向差距在减小、东西方向差距在变大,主要原因是乌鲁木齐市的发展趋于良好。由于乌鲁木齐市的社会经济发展状况良好,内部城镇化与资源环境系统的耦合协调性较好,加之昌吉市的相对较好协调发展,使得区域整体协调性发展东部好于西部,南北之间主要因乌鲁木齐市的发展而使得区域间南北差异较大。

(3)单核结构。从整个时间段来看,乌鲁木齐市作为区域内耦合协调度最高的城市,起到了对乌昌石地区周围县市地域的带动作用。位于研究区西部的石河子市相对于周边的县市也存在优势。呼图壁县、玛纳斯县、阜康市因为自身发展条件受限,发展的协调度不够理想,内部城镇化系统与资源环境系统发展失调,总体而言,区域内形成了以乌鲁木齐市为单独核心的结构。

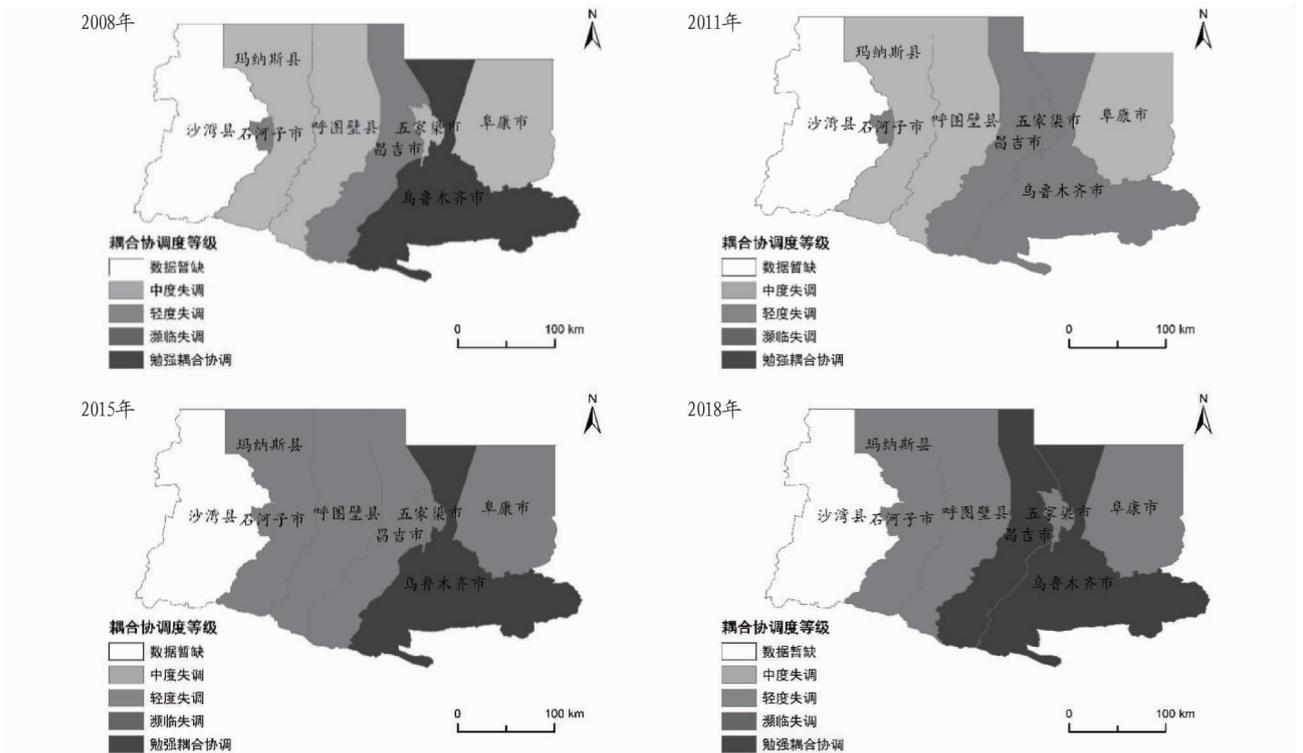


图 4 乌昌石地区城镇化与资源环境系统耦合协调度空间分布

Fig. 4 The spatial distribution of the coupling and coordination degree between urbanization and resource and environmental systems in Wuchangshi area

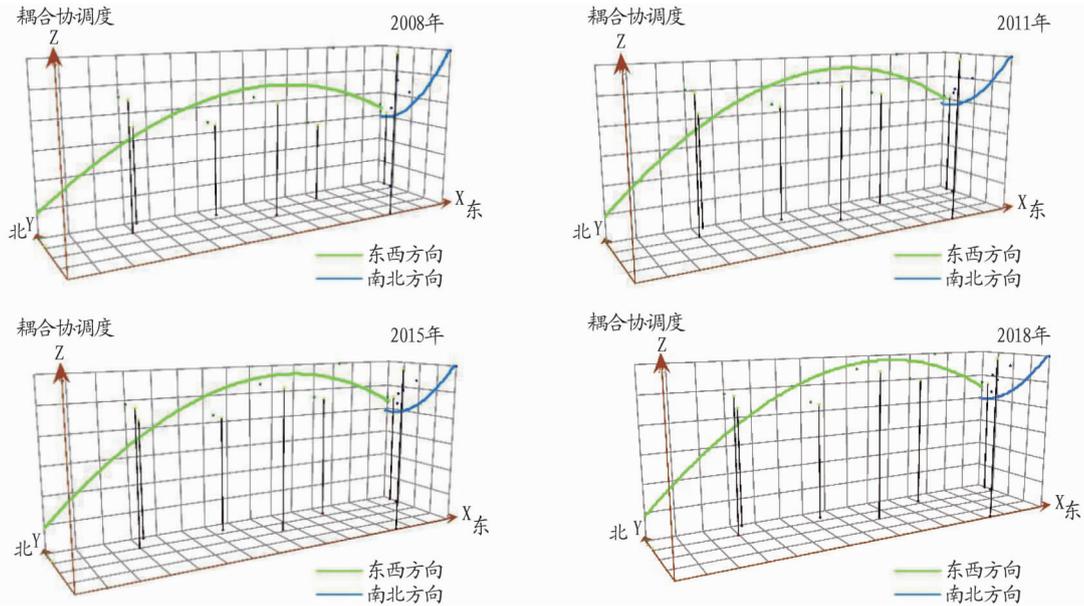


图5 乌昌石地区城镇化与资源环境耦合协调度空间变化趋势

Fig. 5 The spatial change trend of the coupling coordination degree between urbanization and resources and environment in Wuchangshi area

## 2.3 城镇化指数与资源环境指数分析

**2.3.1 城镇化特征。**在2008—2018年,将乌昌石地区4市2县作为研究横向单元对比发现,城镇化水平呈逐年上升的趋势,由2008年的0.0527提高到2018年的0.1371(表3)。在2008年,处于城镇化综合指数平均值以上的只有乌鲁木齐市,其余市县皆处于平均值以下。

表3 乌昌石地区准则层指标(正向)动态比较

Table 3 Dynamic comparison of criterion-level indicators (positive) in Wuchangshi area

年份 Year	人口城镇化指数 Population urbanization index	经济城镇化指数 Economic urbanization index	社会城镇化指数 Social urbanization index	空间城镇化指数 Spatial urbanization index	合计 Total
2008	0.022 7	0.014 0	0.012 2	0.003 8	0.052 7
2011	0.025 5	0.026 4	0.021 9	0.005 4	0.079 2
2015	0.024 3	0.044 5	0.042 1	0.007 2	0.118 1
2018	0.026 1	0.053 3	0.050 0	0.007 7	0.137 1

**2.3.2 资源环境特征。**从表4可以看到,资源消耗指标和环境污染指标作为负向指标,二者的指数平均值呈下降趋势,即两项指标对乌昌石地区内部的耦合协调度所起的积极作用越来越小,表明其资源消耗和环境污染的程度已经打破城镇化与资源环境之间的平衡。

表4 乌昌石地区准则层指标(负向)动态比较

Table 4 Dynamic comparison of criterion-level indicators (negative) in Wuchangshi area

年份 Year	资源消耗指数 Resource consumption index	环境污染指数 Environmental pollution index
2008	0.155 1	0.109 1
2011	0.141 7	0.102 7
2015	0.139 8	0.098 9
2018	0.129 6	0.093 8

**2.4 城镇化与资源环境系统协调驱动力分析** 采用变异系数法探测内部因子对整体系统协调发展的影响力,选择变异系数较大的指标,即城镇化系统中的城镇人口总数、社会消费品零售总额、地区生产总值以及资源环境系统中的能源消耗总量和城市生活垃圾清运量。

通过地理探测器模型计算出影响乌昌石地区城镇化与资源环境系统耦合协调度影响因子的影响力 $q$ 值,从表5可以看出,4个时间节点上,城镇人口总数、社会消费品零售总额、地区生产总值、能源消耗总量和城市生活垃圾清运量对于区域和城市内的耦合协调性有重要影响。2008、2011、2015年,城镇人口总数、社会消费品零售总额和城市生活垃圾清运量是影响城镇化系统与资源环境系统之间耦合协调度的主要因子,影响力都超过了0.9;至2018年,地区生产总值的影响力明显提高,城镇人口总数的影响力显著减小。

表5 乌昌石地区城镇化与资源环境系统耦合协调度影响因子影响力 $q$ 值

Table 5 The influence factor  $q$  value of the coupling and coordination degree of urbanization and resource-environment system in Wuchangshi area

年份 Year	城镇人口总数 Total urban population	地区生产总值 GDP	社会消费品零售总额 Total retail sales of social consumer goods	能源消耗总量 Total energy consumption	城市生活垃圾清运量 Municipal solid waste removal and transportation volume
2008	0.986 2	0.820 9	0.981 4	0.797 5	0.986 2
2011	0.970 1	0.870 6	0.941 6	0.820 5	0.970 1
2015	0.915 9	0.937 9	0.937 9	0.840 5	0.943 5
2018	0.591 2	0.964 4	0.897 4	0.689 9	0.877 9

## 3 结论与讨论

**3.1 结论** 该研究在收集2008—2018年乌昌石地区各项数据基础上,通过引入耦合协调度模型对该区域及其内部城市

两大系统的发展协调性进行了研究,分析了耦合协调度的时空演变特征,此外,借助地理探测器计算了影响两大系统耦合协调性的主要驱动因子的影响力,得出以下结论:

(1) 整体来看,乌昌石地区内部耦合度从 2008 年的 0.478 3 上升至 2018 年的 0.757 9,表明乌昌石地区城市及区域内部之间集聚程度在增加,内部的联系在不断增强,乌昌一体化的进程也在加快,区域向着良好方向发展。

(2) 就区域内各城市而言,乌鲁木齐市的发展协调性明显高于其他各个城市,形成了以乌鲁木齐市为核心的单核结构,空间差异性明显。

(3) 整个区域内的耦合协调度呈现出自东向西和自南向北的降低趋势,区域内各城市城镇化与资源环境之间的协调性差异较大,区域发展的不平衡性越来越强。

(4) 在通过变异系数法找到的影响耦合协调性的主要因子后,利用地理探测器计算得到各主要影响因子的影响力( $q$ 值),可以看出,地区生产总值、社会消费品零售总额和城市生活垃圾对区域城镇化系统与资源环境系统之间的协调发展有重要影响。

**3.2 讨论** 城镇化与资源环境之间的协调发展一直是学术界研究的热点问题,特别是对于生态环境脆弱的西北干旱区,探求两者之间复杂的演变过程和内部机理是保证城市健康可持续发展的重点。乌昌石地区作为天山北坡城市群内重要的区域,研究其城镇化与资源环境之间的发展协调性对于未来天山北坡城市群的建设有重要意义。

该研究结果表明,乌昌石地区耦合协调性在时间序列上表现为逐年向好,但空间格局上表现为区域差异较大,主要是由于区域内城市之间及城市内部城镇化发展与资源和环境之间的关系处理不善,城镇的不合理扩张及资源的低效、浪费导致了城市环境压力骤增,也使得内部的协调性上升缓慢。总体而言,这与近年来国家的西部大开发及对口援建政策的深入实施有关,而今后乌昌石地区可能在新一轮的政策支持中面临新的压力和问题。在该研究中,由于缺少沙湾县的数据,使得研究区域不够完整,并且该研究只是对于近年来乌昌石地区的城镇化与资源环境的时空格局、耦合协调关系及驱动因子进行了初步分析,接下来还可以从影响城镇化可持续发展角度来确定其关键因素和阈值,以期完善其相关研究。

## 参考文献

- [1] 曹文亚. 城镇化水平与资源环境压力空间耦合关系研究:以四川省为例[D]. 成都:四川师范大学,2020.
- [2] TRATALOS J, FULLER R A, WARREN P H, et al. Urban form, biodiversity potential and ecosystem services[J]. *Landscape & urban planning*, 2007, 83(4): 308-317.
- [3] 张韦萍, 石培基, 赵武生, 等. 西北区域城镇化与资源环境承载力协调发展的时空特征:以兰西城市群为例[J]. *生态学杂志*, 2020, 39(7): 2337-2347.
- [4] 吴大放, 胡悦, 刘艳艳, 等. 城市开发强度与资源环境承载力协调分析:以珠三角为例[J]. *自然资源学报*, 2020, 35(1): 82-94.
- [5] 杨浩, 吴才武, 周思言, 等. 京津冀地区城镇化与资源环境协调发展研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2020, 34(9): 17-24.
- [6] 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.
- [7] 乔标, 方创琳, 黄金川. 干旱区城市化与生态环境交互耦合的规律性及其验证[J]. *生态学报*, 2006, 26(7): 2183-2190.
- [8] 张雷. 现代城镇化的资源环境基础[J]. *自然资源学报*, 2010, 25(4): 696-704.
- [9] 李双成, 赵志强, 王仰麟. 中国城市化过程及其资源与生态环境效应机制[J]. *地理科学进展*, 2009, 28(1): 63-70.
- [10] 张胜武, 石培基, 金淑婷. 西北干旱内陆河流域城镇化与水资源环境系统耦合机理[J]. *兰州大学学报(社会科学版)*, 2013, 41(3): 110-115.
- [11] 王秦, 李伟. 区域资源环境承载力评价研究进展及展望[J]. *环境科学学报*, 2020, 29(7): 1487-1498.
- [12] 段佩利, 刘曙光, 尹鹏, 等. 城市群开发强度与资源环境承载力耦合协调的实证[J]. *统计与决策*, 2019, 35(8): 49-52.
- [13] 王富喜, 毛爱华, 李赫龙, 等. 基于熵值法的山东省城镇化质量测度及空间差异分析[J]. *地理科学*, 2013, 33(11): 1323-1329.
- [14] 张文婷, 温宗国. 资源环境约束下中国新型城镇化发展模式研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(S1): 385-388.
- [15] 姚士谋, 李青, 武清华, 等. 我国城市群总体发展趋势与方向初探[J]. *地理研究*, 2010, 29(8): 1345-1354.
- [16] 方创琳. 天山北坡城市群可持续发展战略思路与空间布局[J]. *干旱区地理*, 2019, 42(1): 1-11.
- [17] 史贯中. 城市群化对西部城市化发展的影响:以新疆天山北坡城市群为例[N]. *学习时报*, 2013-01-21(011).
- [18] WANG S J, MA H T, ZHAO Y B. Exploring the relationship between urbanization and the eco-environment—A case study of Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. *Ecological indicators*, 2014, 45: 171-183.
- [19] 张荣天, 焦华富. 中国省际城镇化与生态环境的耦合协调与优化探讨[J]. *干旱区资源与环境*, 2015, 29(7): 12-17.
- [20] 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.
- [21] 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度评价:以环渤海地区城市为例[J]. *地理研究*, 2011, 30(10): 1805-1817.
- [22] 张翔, 李金燕, 郭娇. 基于熵权—耦合协调度模型的水源地可持续发展能力评价[J]. *生态经济*, 2020, 36(9): 164-168, 174.
- [23] 马丽, 金凤君, 刘毅. 中国经济与环境污染耦合度格局及工业结构解析[J]. *地理学报*, 2012, 67(10): 1299-1307.
- [24] 李雪铭, 李婉娜. 1990年代以来大连城市人居环境与经济协调发展定量分析[J]. *经济地理*, 2005, 25(3): 383-386, 390.