引文格式：吴浩, 王艳慧, 张宇昂, 等. 三生视角下的土地利用转型及其生态环境效应[J]. 地理空间信息, 2023, 21(3): 80-85. doi:10. 3969/j. issn. 1672-4623.2023.03.017

三生视角下的土地利用转型及其生态环境效应

吴　浩[1,2]，王艳慧[1,2*]，张宇昂[1]，银朵朵[1,2]，时　东[1,2]
（1. 首都师范大学 资源环境与旅游学院，北京 100048；2. 首都师范大学 三维信息获取与应用教育部重点实验室，北京 100048）

摘　要：以北京市顺义区为例，通过建立“三生空间”视角下的土地利用转移矩阵、重心转移模型、生态贡献率等方法，推演顺义区近20年“三生空间”土地利用功能转型的时空演变模式及其生态环境效应。结果表明：①研究期间，研究区生活空间面积先增后减，增幅达到50.97%；生态空间面积持续大幅下降，降幅达到50.39%；生产空间面积处于波动状态，总体增幅达到44.44%；草地生态用地转出面积最多，城镇、农村生活用地转入面积最多。②研究区生产空间重心转移距离最大，其次是生态空间重心，生活空间重心转移距离最小。③研究区生态环境质量指数呈波动趋势，整体质量有所下降，大量草地、林地等生态用地被生态价值相对较低的农业生产用地占用是恶化的主要原因。④研究期间，研究区生态环境呈恶化趋势，但2006年以后恶化趋势有所放缓，表明研究区的生态保护环境政策初显成效。提高土地利用效率，减少生态用地占用是持续改善研究区生态环境质量的首要任务。

关键词：“三生空间”；土地利用功能转型；重心转移模型；生态环境质量；顺义区
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）03-0080-06

Land-use Transition and It's Eco-environmental Effects from the Perspective of "Production-Ecological-Living Space"

WU Hao[1,2], WANG Yanhui[1,2], ZHANG Yu'ang[1], YIN Duoduo[1,2], SHI Dong[1,2]
(1. College of Resources Environment and Tourism, Capital Normal University, Beijing 100048, China;
2. Key Laboratory of 3D Information Acquisition and Application, Ministry of Education, Capital Normal University, Beijing 100048, China)

Abstract: Taking Shunyi District of Beijing for example, through establishing land-use transfer matrix, gravity center transfer model, ecological contribution rate and other methods from the perspective of "Production-Ecological-Living Space", we deduced the spatio-temporal evolution pattern and eco-environmental effect of "Production-Ecological-Living Space" land-use function transition in Shunyi District in the past 20 years. The results showed that ①within the period of this study, the area of living land in the study area increased firstly and then decreased, with an increase of 50.97%. The area of ecological land continued to decline sharply, with a decrease of 50.39%. The area of production land fluctuated, with an overall increase of 44.44%. The transferred out area of grassland ecological land was the largest, and the transferred area of urban and rural living land were the largest. ②The transfer distance of gravity center in the production space was the largest, followed by the gravity center in the ecological space, and the gravity center in the living space was the smallest. ③The ecological quality index of study area showed a fluctuating trend, and the overall quality had decreased. The occupation of forest and grassland ecological land with high relative ecological value index by agricultural production land was the main factor affecting the severe ecological environment quality of the study area. ④During the study period, the trend of ecological deterioration in the study area was significantly greater than the trend of ecological improvement, but the deterioration trend slowed down after 2006, indicating that the ecological protection and environmental policies in the study area are beginning to show results. Improving land-use efficiency and reducing the occupation of ecological land is the primary task to continuously improve the ecological quality of the study area.

Key words: "Production-Ecological-Living Space", land-use function transition, gravity center transfer model, eco-environmental quality, Shunyi District

土地利用转型是指一段历史时期内，土地利用资源数量分布结构和空间结构的不断变化与国民经济和政治社会的持续发展实现阶段性的转型相互对应的一个过程[1]。近年来诸多学者围绕土地利用转型的理论与

收稿日期：2021-10-18；修回日期：2021-12-21。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（41771157）；国家重点研发计划资助项目（2018YFB0505400）；北京市长城学者资助项目（CIT&TCD20190328）。
第一作者简介：吴浩（1995—），硕士研究生，主要研究方向为环境科学与资源利用技术研究和地理信息系统应用，E-mail：wohoyeah@163.com。
通信作者：王艳慧（1977—），教授，博士生导师，主要研究方向为GIS方法与应用、多尺度空间数据库系统及其更新、LBS位置服务系统，E-mail：huiwangyan@sohu.com。

假说[2]、时空特征[3]、模式[4]、框架[5]等方面展开了大量研究。土地利用可分为生产、生活、生态（“三生空间”）三大主导功能，三者之间的相互转换是土地利用转型的主要表现形式之一[6]。基于“三生空间”的土地利用主导功能体系既强调了土地利用的功能特性，又兼顾了土地利用的生态作用。以土地的主体功能为出发点，兼顾其他功能，分析土地利用功能与土地利用类型的辨证关系[7]，建立“三生空间”用地分类体系，可为研究土地利用功能转型及其生态环境效应提供新视角[8]。因此，探索“三生空间”土地利用功能转型及其引发的生态环境变化，对于优化“三生空间”布局，统筹把握“三生空间”发展，制定土地利用优化配置政策，稳步推动生态文明建设，具有重要理论和现实意义[9-10]。

顺义区是首都北京的国门空港城区，不仅是居民休憩娱乐之地，也是国事外交活动的优选之地，需要具备更优美的环境和更高的文化品位[11]。在《北京城市总体规划（2016—2035）》中，顺义区不仅是北京未来发展中疏解城区人口密度的重要区县，还是未来北京成为蓝绿交织、水城共融的生态城市的重要一环。因此，研究顺义区“三生空间”的土地利用功能变化及生态环境效应具有重要价值。本文从“三生空间”角度切入，以顺义区4期遥感影像数据为基础，通过建立土地利用转移矩阵、重心转移模型、生态贡献率等方法，分析了顺义区近20年“三生空间”视角下土地利用功能转型的时空演变模式及其生态环境效应，以期为顺义区国土资源开发与生态环境保护的协调发展提供借鉴思路。

1　研究区概况与研究方法

1.1　研究区概况

顺义区坐落于北京市东北方向，总面积为1 021 km^2，地理范围为40°00′~40°18′N、116°28′~116°58′E。境内多平原，面积占比为95.70%，包含大小河道20余条；地势北高南低，东北边界屏障燕山最高海拔为637 m，境内最低海拔为24 m。顺义区在商品粮基地、生态功能区和工业发展区等方面均扮演重要角色。

1.2　数据与预处理

1.2.1　基础地理数据与预处理

本文选取顺义区1998年、2006年、2012年和2018年的Landsat5和Landsat8卫星遥感影像（30 m分辨率）来监测研究区土地利用变化。为避免季节因素带来的干扰，特选取夏季晴朗无云且相近的日期，该数据从地理空间数据云（http://www.gscloud.cn/）下载获得。在对其进行系列预处理后，本文基于ENVI5.1软件采用监督分类与目视解译相结合的方法对遥感影像进行解译，分类标准参照国际IGBP的LUCC分类系统并结合研究区的实际情况，共分为6个一级分类和21个二级类。随机选取100个点，通过计算Kappa系数与野外实地核查进行精度验证，解译精度均在85%以上，满足研究要求。

1.2.2　“三生空间”土地利用分类

科学划分“三生空间”是研究的重要一环[12]，参考张红旗[13]等、高星[10]等、秦泗刚[14]的相关研究，本文将二级土地利用类型与“三生空间”一一对应，以土地利用的主导功能为依据，确定“三生空间”的分类体系，基于专家评分建立土地利用类型与区域生态环境质量的关联关系，衡量研究区各二级地类的相对生态价值（表1）。

1.3　研究方法

1.3.1　土地利用转移矩阵

土地利用转移矩阵主要源自马尔科夫模型中关于体系的状态和状态转移关系的一个定量性描写[15]。其表达式为：

表1　“三生空间”土地利用功能划分及其生态环境质量指数

“三生空间”土地利用功能分类		土地利用分类系统的二级分类	相对生态价值指数
一级地类	二级地类		
生产用地	农业生产用地	旱地、水田	0.30
生态用地	林地生态用地	灌木林地、有林地、疏林地、其他林地	0.85
	草地生态用地	高覆盖度草地、中覆盖度草地、低覆盖度草地	0.77
	水域生态用地	河渠、湖泊、滩涂、滩地、水库坑塘	0.58
	其他生态用地	沙地、盐碱地、沼泽地、裸土地、裸岩石质地	0.03
生活用地	城镇生活用地	城镇用地	0.20
	农村生活用地	农村居民点	0.20

$$S_{ij}=\begin{vmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1x} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2x} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{n1} & S_{x2} & \cdots & S_{nn} \end{vmatrix} \tag{1}$$

式中，S 为面积；i、j 分别为早期和晚期卫星遥感图像；n 为土地利用类型的数量。

1.3.2 土地利用功能重心转移模型

将人口分布重心原理应用于土地利用，构建土地利用功能重心转移模型[16]。其表达式为：

$$X_t=\frac{\sum_{i=1}^{n}(S_{ki}\times X_k)}{\sum_{i=1}^{n}S_{ki}} \quad Y_t=\frac{\sum_{i=1}^{n}(S_{ki}\times Y_k)}{\sum_{i=1}^{n}S_{ki}} \tag{2}$$

式中，X_t、Y_t 分别为某一“三生空间”类型重心坐标（经纬度）；n 为该“三生空间”类型的土地利用类型数量；X_k、Y_k 分别为第 k 个评价单元的新坐标（经纬度）；S_{ki} 为第 k 个评价单元第 i 类土地利用类型的面积。

设第 t、$t+1$ 年的重心分别为 $Q_t(X,Y)$ 和 $Q_{t+1}(X_{t+1},Y_{t+1})$，则相邻年份的重心转移距离为：

$$L=\sqrt{(X_{t+1}-X_t)^2+(Y_{t+1}-Y_t)^2} \tag{3}$$

1.3.3 生态环境效应

生态环境效应有正有负，分别表征各种影响因素对改善生态环境质量的促进或抑制作用。本文借鉴黄天能[9]等的方法，通过生态环境质量指数与生态贡献率来探究土地利用功能转化对生态环境变化的影响水平。

1）生态环境质量指数是定量表示研究区生态环境质量情况的综合指数。其表达式为：

$$EV_t=\sum_{i=1}^{n}\frac{S_i}{TA}V_i \tag{4}$$

式中，EV_t 为第 t 年的区域生态环境质量指数；n 为研究区内土地利用类型的总数量；S_i 和 TA 为研究区内第 t 年第 i 种土地利用类型的面积和区域总面积；V_i 为第 i 种土地利用类型的相对生态价值指数。

2）生态贡献率用以表征某一土地利用类型改变对生态环境质量所产生的影响，负值代表环境恶化，正值代表环境改善。其表达式为：

$$\mathrm{LEI}=\frac{(LE_{t+1}-LE_t)\Delta S}{TA} \tag{5}$$

式中，LE_{t+1}、LE_t 分别为某一土地利用类型在 $t+1$ 和 t 时期的生态环境质量指数；ΔS 为该土地利用变化类型的面积；TA 为区域总面积。

2 评价结果与分析

2.1 顺义区“三生空间”土地利用面积变化情况

分类结果如图1和表2所示，可以看出，顺义区20年间“三生空间”分布发生了显著变化，具体特点为：

1）20年间生态空间面积持续减少，由491.27 km²减至243.71 km²，降幅达到50.39%。其中，1998—2006年面积减少幅度较大，面积减少了将近1/3；2006—2018年减少幅度有所放缓，由此可推断顺义区已开始着手治理生态环境。

2）1998—2018年生产空间面积起伏不定，但总体呈增加趋势，共增加了108.76 km²，增幅达到44.44%。其中，1998—2006年生产空间面积有所增加，2006—2012年面积呈下降趋势，2012—2018年面积大幅增加了127.58 km²。该结果与近年来顺义区大力建设城市型农业绿色发展格局密切相关，累计建成高标准农田24万亩，扩大了生产用地面积。

3）1998—2018年生活空间面积先增后减，总体增加了138.83 km²，增幅达到50.97%。其中，1998—2012年生活空间面积大幅增加，共增加了192.81 km²；2012—2018年面积稍有回落，减少了53.98 km²。由于工业化、城镇化的快速推进，顺义区生活用地需求增加，生态用地不断转化为生活用地，土地供需矛盾加剧。

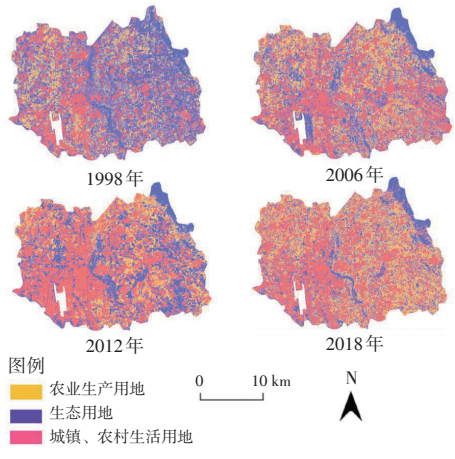


图1 1998—2018年顺义区“三生空间”土地利用现状图

表2 1998—2018年顺义区“三生空间”各用地类型面积/km²

用地类型	1998年	2006年	2012年	2018年
生产用地	244.72	306.87	225.90	353.48
生活用地	272.38	368.12	465.19	411.21
生态用地	491.27	333.38	317.27	243.71

2.2 土地利用功能结构转型

本文分别构建了研究区20年间4个时段的土地利

用转移矩阵，以期进一步揭示研究区“三生空间”视角下的土地利用功能演变过程和演变特征。结果如表3、4所示，可以看出，1998—2006年草地转出面积最大，共计336.08 km²，占生态空间转出总面积的75.77%，在草地转入为其他用地的面积中，农业生产用地占比最大（37.86%）；2006—2012年农业生产用地转出面积最大，其中92.73 km²转移为城镇、农村生活用地，69.36 km²转移为林地生态用地；2012—2018年城镇、农村生活用地面积有98.46 km²转移为农业生产用地，林地生态用地面积有88.77 km²转移为农业生产用地。1998—2006年草地的大量流失是导致生态空间面积急剧下降的最重要因素，由于农业生产用地和生活用地对生态用地的侵占，导致研究区生态系统遭到破坏，生态承载问题日显突出。

表3　1998—2018年顺义区“三生空间”土地利用转移矩阵/km²

	1998—2006年						2006—2012年						2012—2018年					
	农业生产用地	林地生态用地	草地生态用地	水域生态用地	其他生态用地	城镇、农村生活用地	农业生产用地	林地生态用地	草地生态用地	水域生态用地	其他生态用地	城镇、农村生活用地	农业生产用地	林地生态用地	草地生态用地	水域生态用地	其他生态用地	城镇、农村生活用地
农业生产用地	102.02	25.87	8.84	28.68	24.78	54.53	103.37	69.36	39.50	1.34	0.56	92.73	121.02	21.92	30.13	0.04	8.83	43.97
林地生态用地	28.87	7.99	3.17	10.07	9.48	20.44	24.51	21.44	10.60	0.59	0.32	25.64	88.77	22.83	27.43	0.03	9.30	38.99
草地生态用地	127.25	33.03	13.09	38.92	36.56	100.32	7.46	6.53	5.43	1.93	0.43	15.30	44.37	10.78	16.11	0.30	4.34	15.97
水域生态用地	4.13	2.06	2.34	5.03	1.86	13.38	27.51	20.25	10.80	2.29	0.16	45.92	0.20	0.20	2.12	4.68	0.02	2.40
其他生态用地	4.60	1.72	0.63	2.06	21.62	2.67	23.11	24.87	8.35	0.70	21.37	22.93	0.62	0.28	0.85	0.00	25.66	1.04
城镇、农村生活用地	40.00	12.44	9.02	22.17	11.97	176.78	39.93	44.89	17.20	2.78	0.68	262.65	98.46	20.27	34.26	0.24	3.11	308.83

表4　1998年、2018年顺义区“三生空间”土地利用转移矩阵/km²

		2018年						
		农业生产用地	林地生态用地	草地生态用地	水域生态用地	其他生态用地	城镇、农村生活用地	合计
1998年	农业生产用地	107.15	22.54	29.99	0.19	9.82	75.04	244.73
	林地生态用地	33.04	7.40	9.83	0.16	4.22	25.37	80.02
	草地生态用地	146.75	29.26	44.07	0.89	12.58	115.61	349.16
	水域生态用地	6.03	2.14	3.20	3.43	0.56	13.44	28.80
	其他生态用地	6.02	1.17	2.29	0.01	20.54	3.27	33.30
	城镇、农村生活用地	54.46	13.77	21.50	0.60	3.56	178.79	272.68
	合计	353.45	76.28	110.88	5.28	51.28	411.52	1 008.69

2.3　土地利用功能重心转移

以顺义区乡（镇）级行政区为基本单元，以行政区几何中心为评价单元中心，根据式（2）计算得到不同年份各功能用地的重心，进而绘制1998年以来各功能用地的重心动态演化图（图2），并根据式（3）计算重心转移距离。

研究期间顺义区生产空间重心均落在几何重心北方，20年间向东北方向偏移了3.23 km，偏移距离最大；生态空间重心均落在几何重心东北方，20年间向西北方向偏移了1.70 km；生活空间重心均落在几何重心西南方，20年间向东北方向偏移了0.38 km，偏移距离最小，距区政府最近。结合上述结果，可以推测顺义区主要粮食生产区域位于北方，且为了保证粮食产量，北部和东部的农业生产用地面积还在增加，大量草地林地转移为农业生产用地，使得生产空间重心东移，生态空间重心西移；而顺义区西南片区由于市中心辐射以及首都机场的兴建，已面临无地可用的局面，且随着近年政策对新农村建设的重视，顺义区东部和北部的新城镇化进程加快，使得生活空间重心逐渐向东北方向偏移。

2.4　土地利用功能转型的生态环境效应

本文利用式（4）计算得到顺义区1998年、2006年、2012年、2018年的生态环境质量指数分别为0.478、0.327、0.394、0.340，1998年达到顶点，2006年达到最低点。该指数呈现上下波动趋势，说明研究区内部环境系统的结构和功能发生了许多变化，带来的影响有正有负。本文根据式（5）计算得到生态贡献率，进一步探究各土地利用类型转化对顺义区生态环境带来的影响（表5）。通过对比分析可知，顺义区大面积

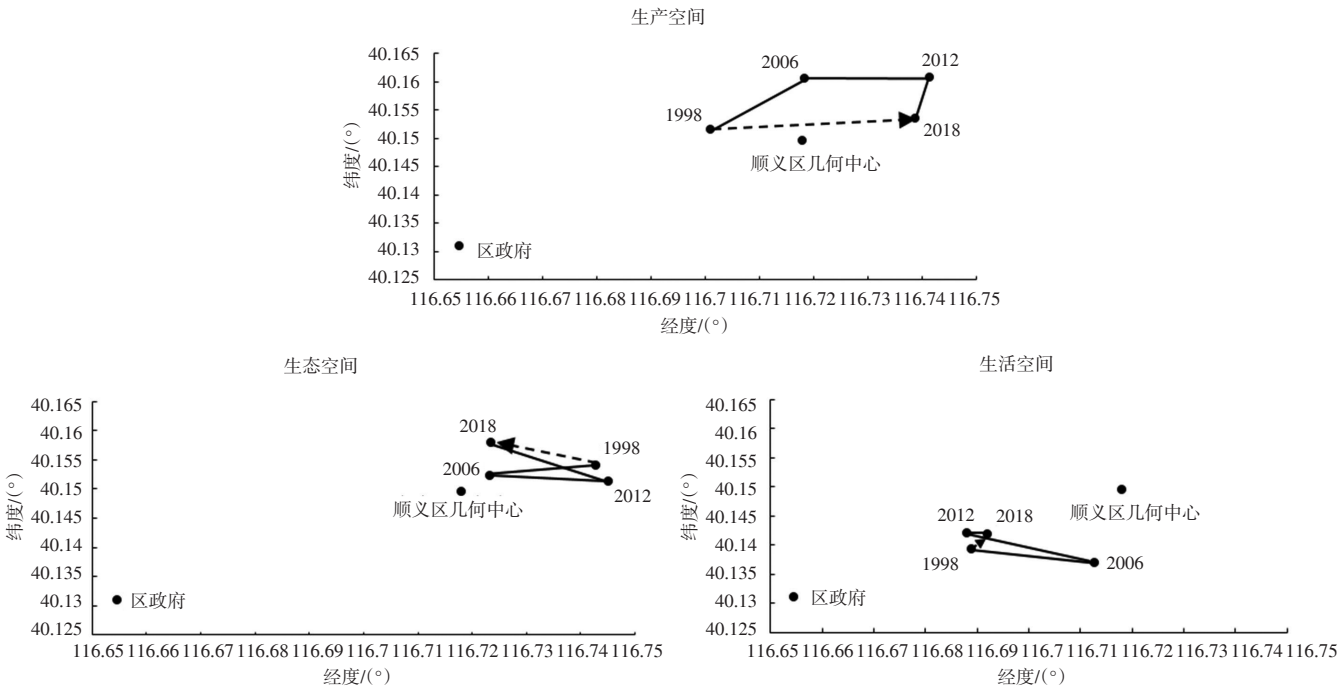


图2 1998—2018年顺义区各功能用地重心演化图

表5 1998—2018年顺义区“三生空间”主要功能地类转移类型及其贡献率

生态环境效应	主要土地利用变化类型	转移面积/km²	LEI	占贡献率的百分比/%
生态环境正效应	其他生态用地–农业生产用地	6.02	0.001 59	2.79
	其他生态用地–林地生态用地	1.17	0.000 94	1.65
	其他生态用地–草地生态用地	2.29	0.001 66	2.91
	其他生态用地–城镇、农村生活用地	3.27	0.000 54	0.95
	农业生产用地–林地生态用地	22.54	0.012 14	21.28
	农业生产用地–草地生态用地	29.99	0.013 80	24.19
	农业生产用地–水域生态用地	0.19	0.000 05	0.09
	城镇、农村生活用地–林地生态用地	13.77	0.008 77	15.38
	城镇、农村生活用地–草地生态用地	21.50	0.012 00	21.04
	城镇、农村生活用地–水域生态用地	0.60	0.000 22	0.39
	城镇、农村生活用地–农业生产用地	54.46	0.005 33	9.34
	小计	–	0.057 04	100
生态环境负效应	水域生态用地–农业生产用地	6.03	0.001 65	0.82
	水域生态用地–其他生态用地	12.58	0.006 78	3.36
	水域生态用地–城镇、农村生活用地	13.44	0.005 00	2.48
	农业生产用地–城镇、农村生活用地	75.04	0.007 35	3.65
	农业生活用地–其他生态用地	9.82	0.002 60	1.29
	林地生态用地–农业生产用地	33.04	0.017 80	8.83
	林地生态用地–城镇、农村生活用地	23.57	0.015 01	7.45
	林地生态用地–草地生态用地	9.83	0.000 77	0.38
	林地生态用地–其他生态用地	4.22	0.003 39	1.68
	草地生态用地–农业生产用地	146.75	0.067 55	33.51
	草地生态用地–其他生态用地	12.58	0.009 12	4.52
	草地生态用地–城镇、农村生活	115.61	0.064 54	32.02
	小计	–	0.201 56	100

的土地功能转型主要集中在3类：①草地、林地生态用地转移为农业生产用地；②草地、林地生态用地转移为城镇、农村生活用地；③城镇、农村生活用地与农业生产用地的相互转化。通过正负值抵消发现，生态环境负效应转移的面积比正效应转移的面积多，因此顺义区的生态环境质量指数必然降低。大量草地和林地生态用地被生态价值较低的农业生产用地、城镇和农村生活用地占用是恶化的主要原因，二者共占生态环境负效应的4/5；同时由于农业生产用地转入城镇、农村生活用地20.58 km^2，使得顺义区的生态环境质量更加严峻。因此，应综合考虑一、二、三产业的布局与其贡献的经济收入份额，对生态用地、生活用地和生产用地进行合理规划，在及时调整土地利用结构、确保经济平稳发展的同时，保护生态、提高生态环境质量。

3　结　语

本文分析了顺义区近20年“三生空间”土地利用转型的时空演变模式及其生态环境效应。

1）20年间顺义区生活空间面积先增后减，生态空间面积持续大幅下降，生产空间面积总体增加。其中，城镇、农村生活用地面积不断增加，林地、草地生态用地面积不断减少，农业生产用地面积在波动中缓慢上升。此外，其他用地类型均有不同程度的相互转移，“三生空间”演变受资源开发、城镇化发展、土地管理政策等因素的共同影响。

2）20年间生产空间重心向东北方向偏移，生活空间重心向东北方向偏移，生态空间重心向西北方向偏移。

3）研究期间顺义区生态环境质量呈波动变化，其内部环境发生局部恶化，大量草地、林地等生态用地被生态价值较低的农业生产用地占用。

4）尽管研究结果显示顺义区研究期间生态环境在恶化，但后期恶化速度有所放缓，说明顺义区环境保护政策初显成效。建议下阶段顺义区可从提高土地利用效率角度入手，大力发展以绿色生态为主题的新主体、新业态、新产业；并加大监察力度，遏制低密度建设用地蔓延现象，减少对生态用地的占用，形成以政府为主导、以企业为主体、社会组织和公众共同参与的有偿环境治理机制。

参考文献

[1] 田俊峰,王彬燕,王士君. 东北地区土地利用转型特征测度与机制探索[J]. 经济地理,2020,40(9):184-195

[2] 胡守庚,童陆亿,龙花楼. 论土地利用转型潜力及其评价的理论框架[J]. 地理研究,2019,38(6):1 367-1 377

[3] 孔冬艳,陈会广. 土地利用转型时空特征及其影响因素研究:基于江苏北中南三县的比较分析[J]. 土壤通报,2020,51(2):300-307

[4] 吴思,胡守庚,熊婷,等. 长江中游经济带主体功能区土地利用转型模式研究[J]. 资源科学,2018,40(11):2 213-2 224

[5] 宋小青. 论土地利用转型的研究框架[J]. 地理学报,2017,72(3):471-487

[6] 陈婧,史培军. 土地利用功能分类探讨[J]. 北京师范大学学报(自然科学版),2005,41(5):536-540

[7] 刘继来,刘彦随,李裕瑞. 中国“三生空间”分类评价与时空格局分析[J]. 地理学报,2017,72(7):1 290-1 304

[8] 黄金川,林浩曦,漆潇潇. 面向国土空间优化的三生空间研究进展[J]. 地理科学进展,2017,36(3):378-391

[9] 黄天能,张云兰. 基于“三生空间”的土地利用功能演变及生态环境响应:以桂西资源富集区为例[J]. 生态学报,2021,41(1):348-359

[10] 高星,刘泽伟,李晨曦,等. 基于“三生空间”的雄安新区土地利用功能转型与生态环境效应研究[J]. 生态学报,2020,40(20):7 113-7 122

[11] 赵萌,张雪琦,张永霖,等. 基于景感生态学的城市生态空间服务提升研究:以北京市顺义区为例[J]. 生态学报,2020,40(22):8 075-8 084

[12] Nelson E, Mendoza G, Regetz J, et al. Modeling Multiple Ecosystem Services, Biodiversity Conservation, Commodity Production, and Tradeoffs at Landscape Scales[J]. Frontiers in Ecology and the Environment,2009,7(1):4-11

[13] 张红旗,许尔琪,朱会义. 中国“三生用地”分类及其空间格局[J]. 资源科学,2015,37(7):1 332-1 338

[14] 秦泗刚. 城市边缘区土地利用变化及其生态环境效应[D]. 西安:西北大学,2005

[15] 刘纯军,周国富,黄启芬,等. 基于土地利用转型的喀斯特山区流域生态环境效应评价[J]. 生态科学,2021,40(3):102-111

[16] 吕立刚,周生路,周兵兵,等. 区域发展过程中土地利用转型及其生态环境响应研究:以江苏省为例[J]. 地理科学,2013,33(12):1 442-1 449