

DOI: 10.5846/stxb202105261372

滕雅丽, 谢苗苗, 王回茴, 陈燕, 李峰. 资源型城市土地利用转型及其对生境质量的影响——以乌海市为例. 生态学报, 2022, 42(19): 7941-7951.

Teng Y L, Xie M M, Wang H H, Chen Y, Li F. Land use transition in resource-based cities and its impact on habitat quality: a case of Wuhai City. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(19): 7941-7951. HT]

资源型城市土地利用转型及其对生境质量的影响 ——以乌海市为例

滕雅丽¹, 谢苗苗^{1,2,*}, 王回茴¹, 陈燕¹, 李峰³

1 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083

2 自然资源部土地整治重点实验室, 北京 100035

3 乌海市新星煤炭有限责任公司, 乌海 016099

摘要:资源型城市前期发展导致了生境丧失或退化, 实现高质量转型需要深入理解城市转型与生态环境质量之间的关系, 土地利用转型特征及其对生境质量的影响规律研究为此提供依据与支撑。以资源型城市——乌海市为研究区, 通过地学信息图谱和 InVEST 模型探究 2005—2018 年乌海市土地利用转型特征、生境质量时空变化及土地利用转型对生境质量的影响。结果表明: (1) 2005—2018 年乌海市土地利用变化趋势发生改变, 土地利用转型明显, 土地利用变化图谱单元数量逐渐增加 78.14%, 分布范围逐渐广泛。主要表现为草地与建设用地、采矿用地之间的相互转化, 第一阶段(2005—2015 年)草地大面积减少, 建设用地和采矿用地大面积增加, 第二阶段(2015—2018 年)趋势相反。(2) 乌海市生境质量变化呈现先强退化后弱提升趋势。2005—2015 年乌海市 18.75% 的区域生境质量退化, 提升面积较小; 2015—2018 年生境质量提升面积略大于退化面积。(3) 2005—2015 年草地向采矿用地、建设用地转化是区域生境质量降低的主要原因, 2015—2018 年区域生境质量提升的主导因素是采矿用地和建设用地向草地转化。研究结果揭示了资源型城市土地利用转型过程中生境质量的响应规律, 可为资源型城市土地利用转型决策提供参考。

关键词:土地利用转型; 生境质量; 生态系统服务; 地学信息图谱

Land use transition in resource-based cities and its impact on habitat quality: a case of Wuhai City

TENG Yali¹, XIE Miaomiao^{1,2,*}, WANG Huihui¹, CHEN Yan¹, LI Feng³

1 School of Land Science and Technology, China University of Geoscience, Beijing 100083, China

2 Land Consolidation and Rehabilitation Center, Ministry of Natural Resources, Beijing 100035, China

3 Wuhai Xinxing Coal Co., Ltd. Wuhai 016099, China

Abstract: The early development of resource-based cities leads to habitat loss or degradation. In order to achieve high quality urban transformation, it is necessary to deepen the understanding of the relationship between urban transformation and ecological environment quality, and the study of land use change characteristics and its impact on habitat to provide basis and support. In view of the lack of such research, this paper takes Wuhai, a resource-based city, as the research area, and explores the characteristics of land use transition, the spatial and temporal changes in habitat quality, and the impact of land use transition on habitat quality in Wuhai from 2005 to 2018 by using geo-informatic Tupu and InVEST model. The results indicate the following. (1) The trend of land use changes varied from 2005 to 2018, and the land use transition was obvious in Wuhai City. The number of land use change map units gradually increased by 78.14%, and the

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFC0504401)

收稿日期: 2021-05-26; 网络出版日期: 2022-05-24

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xiemiaomiao@cugb.edu.cn

distribution range was gradually wider. In the first period (2005—2015), a large area of grassland decreased, accounting for 11.61% of the total area, while a larger area of construction land and mining land increased, accounting for 7.45% and 6.63% of the total area, respectively. In the second period (2015—2018), the trend was opposite. The grassland area increased by 1.88%, and the land used for construction and mining decreased by 5.16% and 2.93%, respectively. (2) Habitat quality changes in Wuhai showed a trend of strong degradation followed by weak enhancement. 18.75% of the regional habitat quality in Wuhai was extensively degraded in 2005—2015, while the area of improvement was small, accounting for only 5.43% of the total area. During 2015—2018, the area with improved habitat quality accounted for 10.86% of the total area and the degraded area accounted for 9.82% of the total area in Wuhai. (3) From 2005 to 2015, the conversion of grassland to mining land and construction land was the main reason for the decrease of regional habitat quality, and the contribution of habitat degradation was more than 70%. From 2015 to 2018, the conversion of mining land and construction land to grassland was the dominant factor for the improvement of regional habitat quality, and the contribution rate of habitat quality improvement was 70.5%. The results can provide reference for the decision-making of land use transition in Wuhai City, and have importantly significance for promoting the sustainable development of social economy and environment in resource-based cities.

Key Words: land use transition; habitat quality; ecosystem service; geo-informatic Tupu

资源型城市以本地区矿产等自然资源开采和加工为主导产业,在一段时期内为社会经济发展做出了突出贡献。但在我国 262 个资源型城市中,大部分都面临着资源枯竭、产业单一、经济衰退、后续发展动力不足、生态环境遭到严重破坏等问题^[1],转型发展成为资源型城市可持续发展的必经之路。土地利用转型是城市发展转型最为直观的表征指标^[2-3],明确土地利用形态和土地利用转型特征,以及土地利用转型对生态环境带来的影响,对促进资源型城市向环境友好型城市转型具有重大意义^[4-6]。

土地利用转型是土地利用形态对社会经济发展阶段变化的响应过程^[7],这一概念最早由外国专家 Grainger 提出^[8],国内专家龙花楼将这一研究方向引入后^[9],我国学者根据我国实际情况开展了土地利用转型理论、机制、特征和效应等方面的研究^[10-11]。目前,大部分土地利用转型特征研究主要沿用土地利用变化的方法对土地利用转型的显性特征进行分析^[12-14],如采用地学信息图谱法体现转型的空间特征^[15-17]。土地利用转型生态效应研究目前主要采用生态环境质量指数和生态系统服务价值当量等方法,获得生态环境质量的时空变化^[18-20],能较好体现与土地利用变化直接关联的效应。然而土地利用转型不仅是土地利用覆被变化,也会影响不同土地利用之间的关联,从而影响到生境内的物质和能量流动、循环过程,进而对生物的生存和繁衍造成影响^[21-22]。生境质量指的是环境能够提供给个体和种群适宜生存和繁衍条件的潜力,是一种重要的生态系统服务,是决定生物多样性的基础条件^[23-24]。评估区域生境质量可为区域生物多样性保护和区域生态保护发展提供科学依据,探究土地利用转型对生境质量变化的影响规律是十分必要的^[25-27]。InVEST 模型可以根据生境威胁源的分布和不同土地利用类型对生境威胁源的敏感程度,计算得到生境质量评价结果,有助于开展土地利用转型对生境质量影响的研究^[28]。

大部分资源型城市发展初期,建设用地和采矿用地大量无序扩张,土地利用问题突出,区域生境严重退化或丧失。在国家推进生态文明建设和城市可持续发展的背景下,资源型城市积极开展城市发展转型及生态文明建设,土地利用形态发生了显著改变。因此,本文以典型的资源型城市——乌海市作为研究区,运用地学信息图谱方法和 InVEST 模型对乌海市 2005—2018 年土地利用转型特征和生境质量时空变化进行研究,并使用生境贡献度指数探究土地利用转型对生境质量的影响,结果可为乌海市生态环境保护 and 土地利用转型决策提供参考,促进资源型城市高质量转型。

1 研究区概况

乌海市位于内蒙古自治区西南部,下辖三区,总面积约 1674 km²。乌海地处内陆深处,气候是典型大陆

性气候,基本地貌特征为“三山两谷一条河”。乌海市被乌兰布和沙漠、库布齐沙漠、毛乌素沙漠三大沙漠所环绕,植被稀疏,生态环境较为脆弱。乌海市矿产资源丰富,集中分布在西部和中东部地区。经济以第二产业为主,经多年的转型发展,乌海市经济结构发生变化,第二产业生产总值占比从最高 73.4% 下降并稳定在 60% 左右。

乌海市 1976 年才依托煤炭资源正式建立,是内蒙古西部重要的煤焦化工产业基地,生态本底条件差,资源开采、产业发展与环境保护矛盾突出。从 2010 年起乌海市逐步推进城市和经济转型,推动乌海市从工矿服务型城市向功能完善的宜产宜居宜游区域中心城市发展^[29-31]。乌海市在转型的过程中注重生态环境保护修复,积极开展水污染治理、大气环境改善、矿山修复等的生态保护和修复工作,并取得了一定的效果。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文研究使用的 2005、2010、2015、2018 年的乌海市 30 m 栅格土地利用数据,来源于中国科学院资源环境与科学数据中心(<http://www.resdc.cn>)。乌海市作为一个资源型城市,采矿用地的时空变化是土地利用转型的重要组成部分。为体现研究区土地利用转型特征,在参考土地利用现状分类国家标准(GB/T 21010—2007)的基础上,将土地利用类型分为林地、草地、耕地、水域、建设用地、采矿用地、未利用地。利用 Google earth 高分辨率影像对分类结果进行精度验证,精度为 87%,满足后续研究需求。为方便构建图谱模型和空间数据的代数运算,对土地利用数据进行重新编码,使用 1、2、3、4、5、6、7 分别代表林地、草地、水域、耕地、建设用地、采矿用地和未利用地。使用 InVEST 模型评估区域生境质量时,为获得更准确的评估结果,将 7 种土地利用类型进行了更精确的划分,增加了灌木、湿地两种土地利用类型。

2.2 研究方法

2.2.1 土地利用转型分析

土地利用转型是一个土地利用形态长期性和趋势性变化的过程^[32-33]。土地利用形态的变化会减弱在社会经济变革下不同土地利用类型代表的不同部门之间的利益冲突^[34]。随着生态文明建设和资源型城市可持续发展对生态环境质量的需求不断增加,资源型城市中代表生产和生态功能的用地类型面积变化会表现出土地利用转型的明显特征。本文定义资源型城市土地利用转型为区域生产和生态功能用地类型面积变化趋势发生改变的过程。可比较两个阶段生产功能用地和生态功能用地的变化趋势,如发生下列公式所示情况,表明发生了土地利用转型。

$$\text{阶段一:} \quad \frac{AC_i - AC_{i-1}}{AS_i - AS_{i-1}} < 0, \quad AC_i - AC_{i-1} > 0 \quad (1)$$

$$\text{阶段二:} \quad \frac{AC_{i+1} - AC_i}{AS_{i+1} - AS_i} < 0, \quad AC_{i+1} - AC_i < 0 \quad (2)$$

式中,AC 为区域主要生产功能用地类型面积,AS 为区域主要生态功能用地类型面积,*i* 为主要生产功能用地类型面积变化趋势转折时间点,*i*-1 为起始时间点,*i*+1 为结束时间点。

本文利用地学信息图谱法研究乌海市 2005—2010、2010—2015、2015—2018 年土地利用转型,将土地利用变化中的空间单元特征与时间变化特征更好的联系在一起,图谱单元生成是运用 ArcGIS 软件空间分析模块中地图代数下的栅格计算器工具实现^[35-37],图谱单元类型名称简写为:AB,A 为某一时期开始时土地利用类型编码值;B 为某一时期结束时土地利用类型编码值,表示这一时期内土地利用类型从 A 变为 B。

2.2.2 生境质量评估

本文利用 InVEST 模型生境质量模块^[38],对土地利用覆被和生境威胁因子信息进行分析,形成生境质量地图来模拟评估生境质量。生境质量的计算公式为:

$$Q_{xj} = H_j \left\{ 1 - \frac{D_{xj}^2}{D_{xj}^2 - K^2} \right\} \quad (3)$$

$$D_{xj} = \sum_{r=1}^R \sum_{y=1}^{Y_R} \frac{W_r}{\sum_{r=1}^R W_r} r_y i_{rxy} \beta_x S_{jr} \quad (4)$$

式中, Q_{xj} 为土地利用/覆盖(LULC)类型 j 中栅格 x 的生境质量, 生境质量值为 0—1, 值越大表示生境质量越好, 越适宜物种生存; H_j 为 LULC 类型 j 的生境适宜度, K 为半饱和参数; D_{xj} 为 LULC 类型 j 或生境类型 j 中栅格 x 的总威胁水平, r 为生境威胁源, y 为 r 威胁源的所有栅格, y_r 为 r 威胁的一组栅格, d_{rmax} 为每种威胁对生境的 最大影响距离, W_r 为每种威胁源的权重, β_x 为法律保护程度, 本文不考虑法律保护程度因子, 因此将 β_x 设为 1, S_{jr} 为生境类型对威胁源的敏感性; i_{rxy} 为威胁 r 在栅格 x 的生境对栅格 y 的影响。

在使用 InVEST 模型进行生境质量评估过程中通过 11 位生态和矿业开发等领域专家打分, 依据专家专业特长不同赋以权重对打分结果进行加权平均的方式确定模型影响距离(表 1)、生境适宜性和威胁源敏感度(表 2)。运行生境质量模型后得到 2005、2010、2015、2018 年乌海市生境质量分布图, 为能更好的展示乌海市生境质量时空变化, 运用自然断点法将 2005 年生境质量分为低、中、高 3 个等级, 并使用 2005 年的断点阈值对其他三期结果进行分级。最终, 对不同等级生境质量的变化情况进行统计分析, 依据生境质量变化方向和程度分为低退化、低提升和高退化、高提升四个类型。

表 1 生境威胁源及相关参数

Table 1 Habitat threat sources and related parameters

威胁因子 Threat factor	最大影响距离/km Max impact distance	权重 Weight	距离衰减函数 Decay type
耕地 Cultivated land	2.6	0.26	指数衰减
建设用地 Construction land	5.8	0.73	线性衰减
采矿用地 Mining land	7.2	0.8	线性衰减
未利用地 Unused land	2	0.25	指数衰减

表 2 土地利用类型生境适宜性及对不同威胁源的敏感度

Table 2 Habitat suitability of land use types and sensitivity to different threat sources

土地利用类型 Land use type	生境适宜度 Habitat quality score	耕地 Cultivated land	建设用地 Construction land	采矿用地 Mining land	未利用地 Unused land
林地 Forest	0.91	0.56	0.84	0.92	0.3
灌木 Shrub land	0.78	0.5	0.81	0.87	0.23
草地 Grassland	0.7	0.46	0.8	0.84	0.15
湿地 Wetland	0.93	0.63	0.86	0.94	0.33
水域 Water area	0.75	0.58	0.85	0.92	0.28

2.2.3 土地利用转型对生境质量的影响分析

本文运用生境贡献率公式探究研究区土地利用转型过程中影响生境质量变化的主导因素。生境贡献率公式依据生态贡献率公式改进得到^[10]。其表达式为:

$$C_{it} = \frac{\text{HQC}_{it} LA_{it}/TA}{\sum_{i=1}^n \text{HQC}_{it} LA_{it}/TA} \times 100\% \quad (5)$$

式中, C_{it} 为 t 时间段内 i 种土地利用变化类型生境贡献率; HQC_{it} 为 t 时间段内 i 种土地利用变化类型区内生境质量变化平均值; LA_{it} 为 t 时间段内 i 种变化类型面积; TA 为区域总面积; n 为土地利用变化类型数量。

3 结果分析

3.1 乌海市土地利用转型分析

3.1.1 土地利用数量结构变化

乌海市最主要土地利用类型是草地, 研究期内草地面积占比最低为 45.84%, 最高达 57.45%(表 3)。其次为

未利用地,乌海市地处西北内陆,气候干旱少雨,周围沙漠环绕,未利用地的面积占比也相对较高,四年平均达 16.51%。作为一座资源型城市采矿用地面积占比也较高,每期总面积占比都在 5%以上,2015 年最高达 12.10%。

随着乌海市推进转型发展的进程,社会经济的变化及革新使土地利用变化趋势改变,2005—2018 年土地利用转型呈现典型的阶段性。第一个阶段为 2005—2015 年,乌海市草地面积大量持续减少,建设用地与采矿用地面积持续增加。在 2005—2010 年和 2010—2015 年两个时期内,草地均为面积减少最多的地类,两个时期减少面积分别占研究区总面积的 8.29%和 3.94%,减少趋势变缓。2005—2010 年,建设用地的增加面积最多,占总面积的 5.63%;而 2010—2015 年,面积增加最多的是采矿用地,增加面积占总面积的 3.94%。2015 年是明显的转折点,2015—2018 年为第二个阶段,土地利用面积变化趋势开始改变,草地面积开始增加,增加面积占乌海市总面积的 1.88%,面积减少最多的是建设用地,占总面积的 5.16%,乌海市土地利用变化趋势明显发生改变。

表 3 2005—2018 年乌海市土地利用类型面积占比变化/%

Table 3 Changes of land use type area proportion in Wuhai City from 2005 to 2018

土地利用类型 Land use type	2005 年	2010 年	2015 年	2018 年	2005—2010 年	2010—2015 年	2015—2018 年
林地 Forest	1.01	0.94	1.38	0.62	-0.07	0.44	-0.77
草地 Grassland	57.45	49.16	45.84	47.72	-8.29	-3.32	1.88
耕地 Farmland	5.85	5.21	6.59	9.04	-0.64	1.39	2.44
水域 Water area	5.88	6.90	5.85	6.56	1.02	-1.05	0.71
建设用地 Construction land	6.95	12.59	14.40	9.24	5.63	1.82	-5.16
采矿用地 Mining land	5.44	8.13	12.07	9.14	2.69	3.94	-2.93
未利用地 Unused land	17.42	17.08	13.87	17.68	-0.33	-3.21	3.82

3.1.2 土地利用变化图谱分析

结合各个时期的土地利用变化流向图(图 1)、土地利用变化图谱(图 2)及图谱单元数量最多的前 10 名土地利用变化图谱单元排序表(表 4)对乌海市土地利用转型进行分析。2005—2018 年乌海市土地利用变化面积增加,土地利用转化速率加快,分布区域扩大。2005—2010 年乌海市共有 230678 个转型图谱单元,每个图谱单元 900 m²,共 207.61 km²,主要分布于乌海市中部和北部行政边界周围;2010—2015 年图谱单元数比 2005—2010 年增加 40.78%,年均增加 8.01%,主要分布于中南部、中西部和北部;2015—2018 年图谱单元数又比 2010—2015 增加 24.37%,年均增加 8.12%,分布于全市范围。

研究期内主要变化图谱单元数量占比减小,主要变化类型改变。2005—2010 年图谱单元数前 10 名之和占图谱单元总量 91.8%,草地-建设用地(编码 25)和草地-采矿用地(编码 26)图谱单元数量最多,分别占图谱单元总量的 35.26%、21.27%。2010—2015 年图谱单元数前 10 名之和仅占图谱单元总量的 69.9%,仍是草地-采矿用地(编码 26)和草地-建设用地(编码 25)图谱单元数量最多,但是图谱单元数和占图谱单元总数的比例都有减小,分别占图谱单元总量的 14.04%、10.5%。2015—2018 年图谱单元数前 10 名之和占图谱单元总量 77.04%,建设用地-草地(编码 52)、草地-未利用地(编码 72)的图谱单元数量最多,占图谱单元总量的 17.11%、13.19%,采矿用地转型数量也占图谱单元总量的 9.61%,土地利用变化主要类型改变,土地利用变化与前两个时期逆向。

3.2 生境质量时空变化

乌海市整体生境质量明显退化。2005—2018 年乌海市高等生境面积减少 8.84%,低等级生境面积增加 8.83%(图 3)。研究期内乌海市生境质量变化趋势呈先强退化,退化强度逐渐减弱,后转为提升趋势。乌海市生境高退化面积占比持续减少,从 5.64%减少至 3.35%;低退化、低提升、高提升面积占比逐年增加,分别增加 2.48%、5.91%、4.17%。在 2005—2015 年间的两个时期内退化面积一直都大于提升面积,2015—2018 年提升面积大于退化面积,低提升面积比低退化面积少,高提升面积大于高退化面积,整体生境质量稍有提升。

表 4 乌海市 2005—2018 年土地利用变化图谱单元排序表
Table 4 Ranking table of land use change Tupu units in Wuhai City, 2005—2018

年份 Year	2005—2010				2010—2015				2015—2018			
	排序 Rank	编码 Encode	类型 Type	图谱单元数 Number	比例 Proportion/%	编码 Encode	类型 Type	图谱单元数 Number	比例 Proportion/%	编码 Encode	类型 Type	图谱单元数 Number
1	25	草地-建设用地	81346	35.26	26	草地-采矿用地	45582	14.04	52	建设用地-草地	70316	17.11
2	26	草地-采矿用地	49055	21.27	25	草地-建设用地	34087	10.50	27	草地-未利用地	54183	13.19
3	27	草地-未利用地	17527	7.60	56	建设用地-采矿用地	24632	7.58	24	草地-耕地	39600	9.64
4	76	未利用地-采矿用地	14539	6.30	76	未利用地-采矿用地	21531	6.63	62	采矿用地-草地	39497	9.61
5	24	草地-耕地	13824	5.99	43	耕地-水域	20890	6.43	54	建设用地-耕地	28195	6.86
6	65	采矿用地-建设用地	11507	4.99	75	未利用地-采矿用地	18612	5.73	65	采矿用地-建设用地	18763	4.57
7	75	未利用地-建设用地	11128	4.82	42	耕地-草地	17147	5.28	67	采矿用地-未利用地	17949	4.37
8	34	水域-耕地	5718	2.48	65	采矿用地-建设用地	16560	5.10	56	建设用地-采矿用地	17772	4.32
9	62	采矿用地-草地	3716	1.61	32	水域-草地	16418	5.06	72	未利用地-草地	17352	4.22
10	37	水域-未利用地	3416	1.48	23	草地-水域	11543	3.55	37	水域-未利用地	12969	3.16
合计 Total			211776	91.80			227002	69.90			316596	77.04

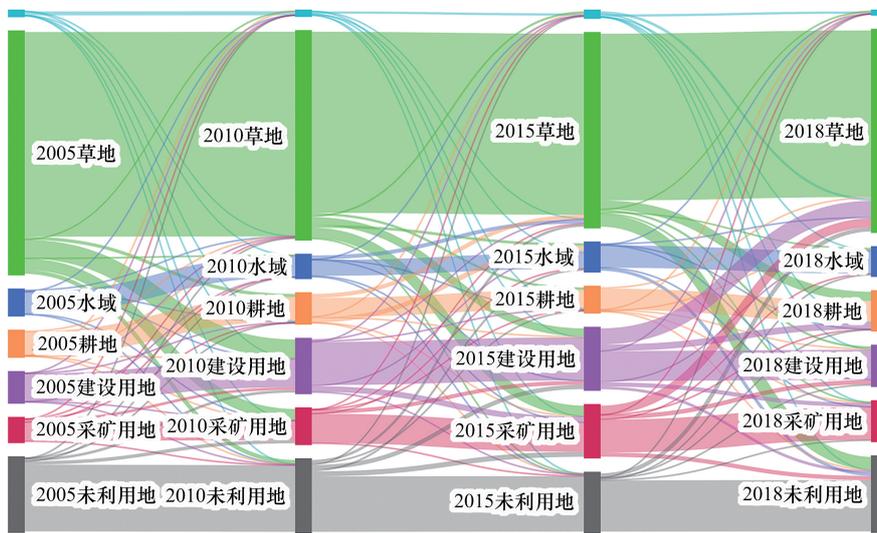


图 1 乌海市 2005—2018 年土地利用变化流向图

Fig.1 The flow chart of land use change in Wuhai City from 2005 to 2018

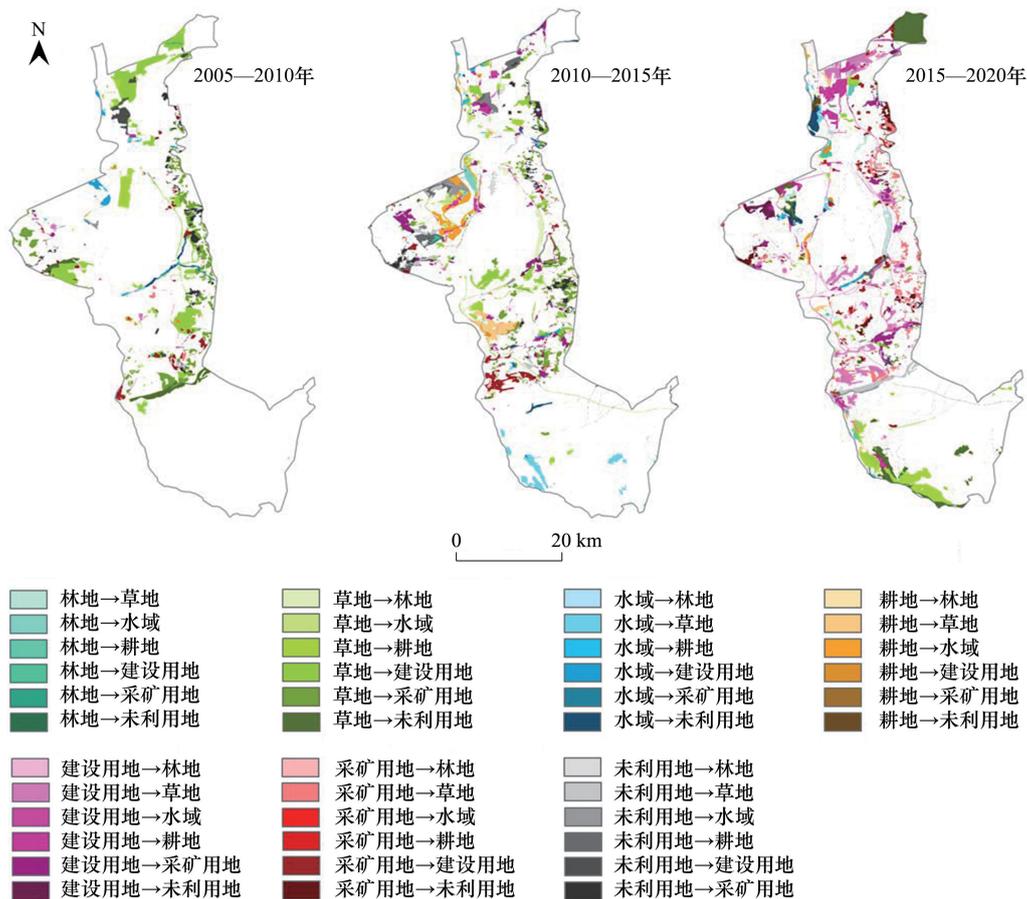


图 2 乌海市 2005—2018 年土地利用变化图谱

Fig.2 Land use change mapping in Wuhai City from 2005 to 2018

乌海市生境质量变化空间分异明显。2005—2015 年,生境质量降低区域主要分布在中部和北部;2015—2018 年,北部和中东部生境质量有提升,退化区域主要集中在南部(图 4)。2005—2015 年北部、中东部大面

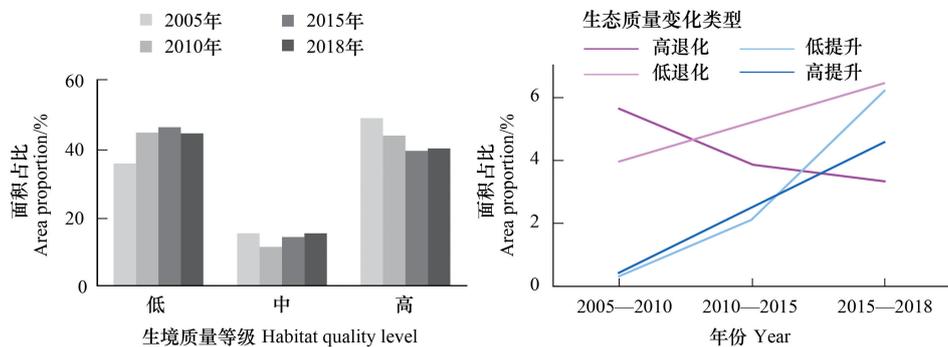


图3 乌海市 2005—2018 年生境质量各等级及各变化类型面积占比

Fig.3 Habitat quality grades and area portions of each change type in Wuhai City from 2005 to 2018

积生境退化,提升面积较小。2005—2015 年随着乌海市社会经济的发展,建设用地、采矿用地快速扩张,侵占草地等生态用地,造成城市周围和东部矿区生境质量退化。2010—2015 年乌海市中部生境质量有明显提升,主要是由于乌海湖的建设,水域面积增加。2015—2018 年北部和中东部部分区域生境质量有提升,分布较为分散,主要是由于该区域有矿区环境综合治理初见成效。南部大面积生境质量高退化主要是由于乌海市开展邻近黄河盐碱地治理工程,较大面积草地转化耕地。

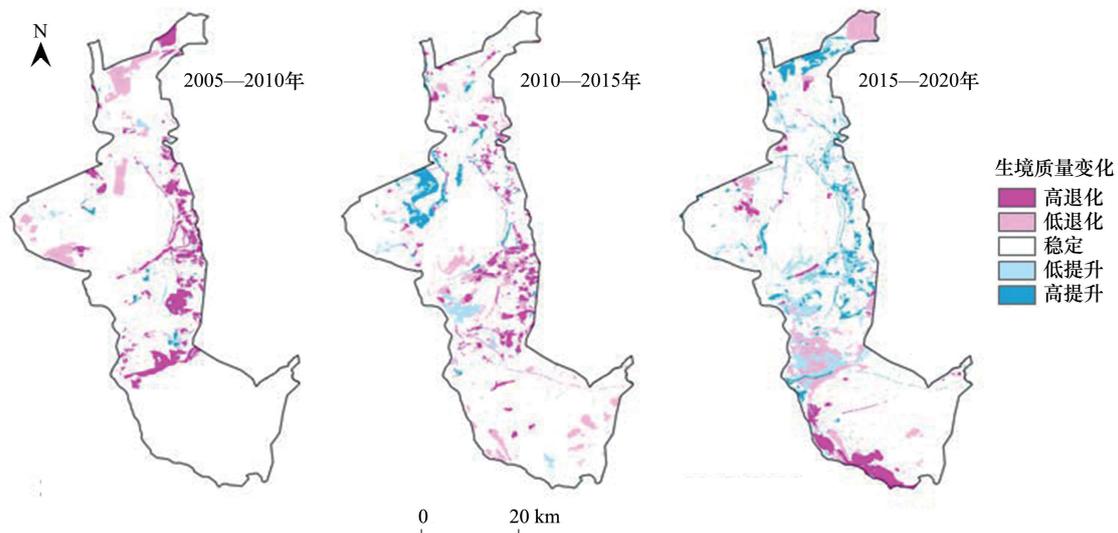


图4 生境质量变化空间分布图

Fig.4 Spatial distribution of habitat quality changes in Wuhai City from 2005 to 2018

3.3 土地利用转型对生境质量的影响分析

研究期内乌海市生境质量有退化也有提升,土地利用转型过程中土地利用变化带来了生境质量不同面积、不同程度的退化和提升使得整体生境质量发生改变。表 5 给出了研究期内导致乌海市生境质量变化的主要土地利用变化类型及贡献率。2005—2015 年生境质量持续退化时期,草地向建设用地、采矿用地变化是生境质量退化的主要原因,这两种变化在两个时期内对生境质量的降低贡献比重平均占 72.81%,生境质量提升主要是由于多种地类大面积向草地、水域转变,2010—2015 年生境质量提升主要是由于耕地、未利用地和建设用地向水域变化,对生境质量提升的贡献率达 44.02%。2015—2018 年生境质量提升时期,建设用地和采矿用地向草地转变是生境质量提升的主要原因,这 2 种变化对生态质量的改善贡献比重占 70.52%,生境质量降

低的主要原因是草地转化为未利用地和草地转化为耕地,贡献率分别为 41.06%、33.08%,后续生态环境保护应该注意草地的退化和向其他用途的转变。草地与建设用地采矿用地相互转换是研究期内乌海市生境质量提升或降低的主要原因。

表 5 影响生境质量的主要变化类型及贡献率

Table 5 Major types of transformations affecting habitat quality and their contribution

类型 Type	2005—2010 年		2010—2015 年		2015—2018 年	
	变化类型 Change type	贡献率/% Rate of contribution	变化类型 Change type	贡献率/% Rate of contribution	变化类型 Change type	贡献率/% Rate of contribution
生境质量提升 Enhance habitat quality	采矿用地-草地	35.88	耕地-水域	22.96	建设用地-草地	45.25
	建设用地-草地	24.93	耕地-草地	20.89	采矿用地-草地	25.27
	未利用地-草地	17.47	未利用地-草地	14.61	未利用地-草地	10.84
	未利用地-水域	14.39	未利用地-水域	14.08	未利用地-水域	4.24
	耕地-水域	3.47	建设用地-水域	6.98	建和用地-水域	3.70
	合计	96.14	合计	79.52	合计	89.30
生境质量退化 Reduce habitat quality	草地-采矿用地	36.38	草地-采矿用地	48.54	草地-未利用地	41.06
	草地-建设用地	33.77	草地-建设用地	26.93	草地-耕地	33.08
	草地-未利用地	13.12	草地-耕地	5.40	草地-建设用地	7.39
	草地-耕地	7.33	水域-未利用地	5.12	水域-未利用地	4.92
	水域-耕地	2.68	草地-未利用地	3.22	草地-采矿用地	3.35
	合计	93.28	合计	89.21	合计	89.79

4 结论与讨论

4.1 结论

本文从资源型城市转型的角度,探究资源型城市土地利用转型特征及其对生境质量变化的影响,得到以下主要结论:

(1) 2005—2018 年土地利用变化趋势发生改变,乌海市土地利用转型明显。第一阶段(2005—2015 年)草地大面积减少,建设用地和采矿用地大面积增加;第二阶段(2015—2018 年)草地面积增加,建设用地和采矿用地面积减少。

(2) 研究期内土地利用转型图谱单元数量逐渐增加,主要分布于城市周边及东西部矿区,分布范围逐渐广泛。土地利用转型图谱单元类型以草地与建设用地、采矿用地之间的相互转化为主。2005—2015 年草地持续大面积向建设用地和采矿用地转化,占总面积 10.78%;2015—2018 年较大面积建设用地和采矿用地向草地转化,占总面积 5.63%。

(3) 乌海市生境质量变化呈现先强退化后弱提升趋势。2005—2015 年乌海市 18.75% 的区域生境质量发生退化,提升面积较小,生境质量退化严重;2015—2018 年生境质量提升面积略大于退化面积,生境质量稍有提升。

(4) 草地与采矿用地、建设用地的相互转化是区域生境质量降低或提升的主要原因。2005—2015 年生境质量退化时期,草地向采矿用地、建设用地转化是区域生境质量降低的主要原因;2015—2018 年生境质量提升时期,采矿用地和建设用地向草地转化是区域生境质量提升的主导因素,草地转化为未利用地是生境退化的主要原因,应注意草地退化问题。

4.2 讨论

土地利用转型是一个协调土地利用类型代表的各部门利益冲突的过程。在生态文明建设的大背景下,协调生态环境保护与社会经济发展是土地利用转型的重要目标。生境质量是生物多样性的支持条件,是区域生态安全的基础,深入了解生境质量变化的原因及驱动因素,对推动区域生物多样性保护和生态环境质量提升

具有较大帮助。因此,有必要结合研究结果进一步探讨影响乌海市生境质量变化的主要土地利用变化类型的驱动因素。已有研究表明自然、社会经济和政策因素是土地利用转型的主要驱动力^[39-41]。自然驱动因素是土地利用转型的基础,自然条件决定了区域土地利用覆被。乌海市地处西北干旱区,地表覆盖主要以草地为主,因此乌海市大部分土地利用转化都是其他土地利用类型与草地的相互转化。政策因素和社会经济因素能够直接或间接地影响土地利用转型。2005—2015年乌海市尚未转型发展和转型发展初期,依靠能源发展的状况还未有较大的改变,所以采矿用地和建设用地面积不断扩大,侵占了大面积草地,使得区域生境质量严重退化。随着城市发展转型的推进,产业升级转型政策引导经济结构改变,经济发展减少对能源开采的依赖,改变土地利用需求;同时通过产业进园区、绿色矿山建设、矿区生态环境保护、旅游资源开发等政策直接改变土地利用类型,使得2015—2018年生态用地减少、生产用地增加的土地利用变化趋势发生改变,较大面积建设用地、采矿用地转化为草地,提高了区域生境质量。由此可以看出,政策因素不仅可以通过土地管理政策等直接作用于土地利用转型,还可以通过影响经济的发展变化间接影响土地利用转型,政策因素是土地利用转型的核心驱动力。因此,资源型城市在转型过程中应注重科学合理的政策制定。通过政策引导土地利用转型时,推进关键区域内低生境适宜度用地类型向高生境适宜度用地类型转换,提升区域生境质量,促进生物多样性保护,持续改善生态环境质量,助力资源型城市可持续发展。

本研究采用 InVEST 模型生境质量评估方法探究土地利用转型对生态环境的影响,与其他研究方法相比,InVEST 模型评估区域生境质量广泛运用于土地利用相关研究,可为资源型城市土地利用转型及生态文明建设提供参考。但需注意的是,自然生态系统为人类和其他生物提供多种生态系统服务,本研究只对生境质量这一种重要的生态系统服务进行评估,在今后的研究中可进一步探讨土地利用转型对其他生态系统服务的影响,进一步了解土地利用转型对生态系统服务的影响规律,科学协调城市发展与生态环境保护间的关系。

参考文献(References):

- [1] 邹建新. 生态文明战略下资源型城市转型过程中的困境与策略. 四川理工学院学报: 社会科学版, 2017, 32(4): 81-100.
- [2] 瞿诗进, 胡守庚, 李全峰. 中国城市建设用地转型阶段及其空间格局. 地理学报, 2020, 75(7): 1539-1553.
- [3] Lambin E F, Meyfroidt P. Land use transitions: socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy*, 2010, 27(2): 108-118.
- [4] Asabere S B, Acheampong R A, Ashiagbor G, Beckers S C, Keck M, Erasmi S, Schanze J, Sauer D. Urbanization, land use transformation and spatio-environmental impacts: analyses of trends and implications in major metropolitan regions of Ghana. *Land Use Policy*, 2020, 96: 104707.
- [5] Long H L, Liu Y Q, Hou X G, Li T T, Li Y R. Effects of land use transitions due to rapid urbanization on ecosystem services: implications for urban planning in the new developing area of China. *Habitat International*, 2014, 44: 536-544.
- [6] Long H L, Qu Y, Tu S S, Zhang Y N, Jiang Y F. Development of land use transitions research in China. *Journal of Geographical Sciences*, 2020, 30(7): 1195-1214.
- [7] 龙花楼. 土地利用转型——土地利用/覆被变化综合研究的新途径. 地理与地理信息科学, 2003, 19(1): 87-90.
- [8] Grainger A. National land use morphology: patterns and possibilities. *Geography*, 1995, 80(3): 235-245.
- [9] 龙花楼, 李秀彬. 区域土地利用转型分析——以长江沿线样带为例. 自然资源学报, 2002, 17(2): 144-149.
- [10] 杨清可, 段学军, 王磊, 金志丰. 基于“三生空间”的土地利用转型与生态环境效应——以长江三角洲核心区为例. 地理科学, 2018, 38(1): 97-106.
- [11] Xie W H, Jin W F, Chen K R, Wu J L, Zhou C S. Land use transition and its influencing factors in poverty-stricken mountainous areas of Sangzhi county, China. *Sustainability*, 2019, 11(18): 4915.
- [12] 苑韶峰, 唐奕铨, 申屠楚宁. 土地利用转型时空演变及其生态环境效应——基于长江经济带 127 个地级市的实证研究. 经济地理, 2019, 39(9): 174-181.
- [13] 何青泽, 谢德体, 王三, 阎建忠, 陈林. 重庆市北碚区土地利用转型及生态环境效应. 水土保持研究, 2019, 26(2): 290-296.
- [14] 陈龙, 周生路, 周兵兵, 吕立刚, 昌亭. 基于主导功能的江苏省土地利用转型特征与驱动力. 经济地理, 2015, 35(2): 155-162.
- [15] Chen W X, Zhao H B, Li J F, Zhu L J, Wang Z Y, Zeng J. Land use transitions and the associated impacts on ecosystem services in the middle reaches of the Yangtze River Economic Belt in China based on the geo-informatic tupe method. *Science of the Total Environment*, 2020, 701: 134690.

- [16] 张文慧, 吕晓, 史洋洋, 孙丕苓, 张宇硕. 黄河流域土地利用转型图谱特征. 中国土地科学, 2020, 34(8): 80-88.
- [17] 史洋洋, 吕晓, 黄黄金, 于森. 江苏沿海地区耕地利用转型及其生态系统服务价值变化响应. 自然资源学报, 2017, 32(6): 961-976.
- [18] 路昌, 张傲. 东北地区土地利用转型及其生态环境效应. 中国农业大学学报, 2020, 25(4): 123-133.
- [19] 高星, 刘泽伟, 李晨曦, 查理思, 宋昭颖, 张学儒. 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. 生态学报, 2020, 40(20): 7113-7122.
- [20] Shiferaw H, Alamirew T, Kassawmar T, Zeleke G. Evaluating ecosystems services values due to land use transformation in the Gojeb watershed, Southwest Ethiopia. Environmental Systems Research, 2021, 10: 22.
- [21] 刘世梁, 尹艺洁, 杨珏婕, 安南南, 王聪, 董世魁. 漫湾库区景观破碎化对区域生境质量的影响. 生态学报, 2017, 37(2): 619-627.
- [22] Nelson E, Mendoza G, Regetz J, Polasky S, Tallis H, Cameron D, Chan K M, Daily G C, Goldstein J, Kareiva P M, Lonsdorf E, Naidoo R, Ricketts T H, Shaw M. Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. Frontiers in Ecology and the Environment, 2009, 7(1): 4-11.
- [23] 包玉斌, 刘康, 李婷, 胡胜. 基于 InVEST 模型的土地利用变化对生境的影响——以陕西省黄河湿地自然保护区为例. 干旱区研究, 2015, 32(3): 622-629.
- [24] 陈妍, 乔飞, 江磊. 基于 InVEST 模型的土地利用格局变化对区域尺度生境质量的评估研究——以北京为例. 北京大学学报: 自然科学版, 2016, 52(3): 553-562.
- [25] Peng J, Pan Y J, Liu Y X, Zhao H J, Wang Y L. Linking ecological degradation risk to identify ecological security patterns in a rapidly urbanizing landscape. Habitat International, 2018, 71: 110-124.
- [26] 张学儒, 周杰, 李梦梅. 基于土地利用格局重建的区域生境质量时空变化分析. 地理学报, 2020, 75(1): 160-178.
- [27] 刘春芳, 王川. 基于土地利用变化的黄土丘陵区生境质量时空演变特征——以榆中县为例. 生态学报, 2018, 38(20): 7300-7311.
- [28] Chen M J, Bai Z K, Wang Q R, Shi Z Y. Habitat quality effect and driving mechanism of land use transitions; a case study of Henan Water Source Area of the middle route of the South-to-North Water Transfer Project. Land, 2021, 10(8): 796.
- [29] 赵云平, 司咏梅. 定位、路径、机制多方入手, 推动乌海及周边地区转型发展. 北方经济, 2020, (8): 18-21.
- [30] 中央党校国际战略研究中心课题组. 资源型城市转型发展的乌海经验. 环境经济, 2012, (10): 59-62.
- [31] 来书香. 乌海: 资源型城市转型再出发. 内蒙古人大, 2018, (3): 25-26.
- [32] Long H L, Qu Y. Land use transitions and land management: a mutual feedback perspective. Land Use Policy, 2018, 74: 111-120.
- [33] 宋小青. 论土地利用转型的研究框架. 地理学报, 2017, 72(3): 471-487.
- [34] 龙花楼. 论土地利用转型与土地资源管理. 地理研究, 2015, 34(9): 1607-1618.
- [35] 马海超, 刘吉平. 吉林省西部土地利用格局变化图谱与驱动力分析. 水土保持研究, 2015, 22(2): 193-199, 346.
- [36] 王启名, 杨昆, 许泉立, 李鸣蝉, 肖茜. 滇池流域土地利用变化图谱的地形梯度效应. 水土保持研究, 2018, 25(3): 237-244.
- [37] 于元赫, 李子君, 林锦阔, 刘金玉, 王硕. 沂河流域土地利用时空变化图谱特征分析. 自然资源学报, 2019, 34(5): 975-988.
- [38] Tallis H, Ricketts T, Guerry A, Wood S, Sharp R, Chaplin-Kramer R. InVEST 3.3.0 User's guide: Integrated valuation of environmental services and tradeoffs. (2019-04-08). http://data.naturalcapitalproject.org/invest-releases/documentation/3_0_0/.
- [39] 刘纪远, 张增祥, 徐新良, 匡文慧, 周万村, 张树文, 李仁东, 颜长珍, 于东升, 吴世新, 江南. 21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析. 地理学报, 2009, 64(12): 1411-1420.
- [40] 张成扬, 赵智杰. 近 10 年黄河三角洲土地利用/覆盖时空变化特征与驱动因素定量分析. 北京大学学报: 自然科学版, 2015, 51(1): 151-158.
- [41] 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. 经济地理, 2020, 40(9): 184-195.