

DOI: 10.5846/stxb201904100710

于婧, 陈艳红, 彭婕, 李冀云, 聂艳. 基于 GIS 和 Fragstats 的土地生态质量综合评价——以湖北省仙桃市为例. 生态学报, 2020, 40(9): 2932-2943.
Yu J, Chen Y H, Peng J, Li J Y, Nie Y. Comprehensive evaluation on land ecological quality based on GIS and Fragstats: a case study in Xiantao City, Hubei Province. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(9): 2932-2943.

基于 GIS 和 Fragstats 的土地生态质量综合评价 ——以湖北省仙桃市为例

于 婧¹, 陈艳红¹, 彭 婕¹, 李冀云², 聂 艳^{2,*}

1 湖北大学资源环境学院, 区域开发与环境响应湖北省重点实验室, 武汉 430062

2 华中师范大学城市与环境科学学院, 武汉 430079

摘要: 借助 GIS 和 Fragstats 的分析技术, 结合土地利用类型数据, 从土地生态系统的景观特征、生境质量的抗干扰能力和社会经济效益 3 个方面构建土地生态质量综合评价研究模型, 采用改进熵权法确定其指标权重。以湖北仙桃为例, 探究其三者的空间演变关系, 并在此基础上对其土地生态质量进行综合评价。结果表明: (1) 仙桃市土地生态质量整体水平偏低, 且呈现出中间高, 两侧低, 且西翼高于东翼的空间分异特征。其中危险、临界安全、较安全和安全各等级, 分别占总面积的 21.52%、43.48%、27.10% 和 7.90%。(2) 安全区主要分布在经济、政策优势最凸出及景观格局整体规划较好的中北部中心城区。在此区域景观特征、生境质量的抗干扰能力和社会经济效益之间呈现相互增益的协同发展态势。(3) 较安全和临界安全区则主要集中分布在土地景观格局较好, 开发程度较低的西翼地区。危险区则主要分布在生境质量抗干扰能力水平低的东翼地区。在东西两翼内景观特征、生境质量的抗干扰能力和社会经济效益之间的协同性较差, 且两两之间的发展矛盾凸出。研究结果可为仙桃市全域土地综合整治项目的实施提供理论支持和其他类似地区提供案例参考。

关键词: GIS; Fragstats; 综合评价; 土地生态质量; 仙桃市

Comprehensive evaluation on land ecological quality based on GIS and Fragstats: a case study in Xiantao City, Hubei Province

YU Jing¹, CHEN Yanhong¹, PENG Jie¹, LI Jiyun², NIE Yan^{2,*}

1 Faculty of Resources and Environmental Science, Hubei University, Hubei Province Key Laboratory of Regional Development and Environmental Response, Wuhan 430062, China

2 College of Urban and Environment Science, Central China Normal University, Wuhan 430079, China

Abstract: By using GIS and Fragstats as analytical technology, this research intends to construct a comprehensive evaluation model of the ecological quality of land. Three factors were chosen in Xiantao case, including landscape pattern properties of land ecosystem, the anti-interference ability of habitat quality, and socioeconomic benefits, for further exploration of the spatial relation changes among the three factors. Besides, the improved entropy was used as an indicator for weight. It concluded that: (1) the level of overall land ecological security quality in Xiantao City was low and its interior showed a higher altitude than the other two sides, with the east wing descending to the west. The four safety grades, from the dangerous, the critical safety, and the sub-safe to the safe accounted for 21.52%, 43.48%, 27.10%, and 7.90% of the total area, respectively. (2) The safe zone was mainly distributed in the central urban areas of the central north where there was a synergistic development among landscape properties, the anti-interference ability of the habitat quality and

基金项目: 国家自然科学基金项目(41471227); 华中师范大学中央高校基本科研业务费(CCNU18TS002)

收稿日期: 2019-04-10; **修订日期:** 2019-09-25

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: nieyan@mail.ccnu.edu.cn

socioeconomic. A prominent advantage in economy and policy in this area accounted for such a trend. (3) The comparatively safe and the critical point to the safe was mainly located in the west wing with better land landscape pattern and lower development level, and in the east wing was located the dangerous zones with a lower level of the anti-interference ability of habitat quality. It was reported that the east and the west showed a poor co-development in landscape properties, the anti-interference ability of the habitat quality and socioeconomic benefits. More depressingly still, a sharp contradiction did exist between the development of each two. Generally the above-mentioned results could provide a theoretical support for comprehensive land management in Xiantao City and could serve for other similar areas as well.

Key Words: GIS; Fragstats; comprehensive evaluation model; land ecological quality; Xiantao City

土地生态质量作为自然与人类生产、生活活动交叉过程中是否协调的直接表现,是衡量土地生态环境优劣程度的重要尺度。但是随着工业化和城市化进程的不断加快,土地利用强度的不断加强,景观特征功能复杂程度的不断增加,生境质量抗干扰能力水平的日渐衰弱,土地生态质量问题已成为 21 世纪人类社会可持续利用和发展土地资源过程中的主要“瓶颈”^[1]。

土地生态质量评价研究是在生态风险评价^[2]、生态系统健康评价^[3]等生态环境评价研究的基础上演变而来的,可追溯到 20 世纪 40 年代^[4]。随着 1976 年联合国粮农组织(FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations)先后颁布了关于土地质量变化检测评估和适宜程度评价的一系列纲要文件后^[3,5],土地生态质量评价研究开始得到广泛关注。在此基础上,部分研究者从不同角度与影响重要性等方面对土地生态质量评价进行了开拓性的研究,实现了土地生态质量评价从单一环境污染监测评价到人口、经济和资源环境可持续发展的多元化指标评价的提升^[6-7];技术手段和研究视角不断更新与多元化,则促进了土地生态质量评价和地理信息技术^[8]、统计学^[9]以及景观生态学^[10-11]等多学科의 交叉融合,不断贴合了实际发展的需要。国外土地生态质量研究主要侧重于概念和内涵的界定^[12-13]、评价模型的构建及评价方法的探索^[14-16]等方面。国内的研究则主要涉及土地生态环境敏感性^[17]、生态响应^[18]、动态监测和预警分析^[19-20]等方面。综上,尽管国内外学者从不同的视角和实践,围绕土地生态质量评价进行了大量的研究,为后期土地生态质量的评价研究打下了良好的的基础,但在以下几个方面仍有可突破的空间:一是土地生态质量评价指标体系过多的依赖社会统计资料,对于影响土地生态质量情况的地理空间数据重视不够,使得研究成果多受到行政边界的束缚,难以反映研究区域内部土地生态质量情况的局部差异;二是对土地生态质量的评价角度多从生态承载力、生态环境敏感性、生态服务价值、生态响应等方面入手,在结合研究区域特点的基础上将土地的景观属性、生态属性和经济属性同时纳入评价的研究还可进一步探索和完善;三是在顺应国家新一轮国土空间改造的背景下,以试点区为研究对象,从国土资源管理和强化国土资源土地生态调控的实例研究较少。

鉴于此,本文以湖北省全域国土综合整治的试点区仙桃市作为研究对象,从土地生态系统的景观特征、生境质量抗干扰能力和社会经济效益 3 个方面构建综合评价研究模型。运用改进熵权法从定性和定量相结合的角度确定指标权重。再结合 GIS 和 Fragstats 等软件对仙桃市的土地生态质量进行综合评价与探讨,并在此基础上针对评价结果进行分析和提出对应的解决措施,以期为仙桃市全域土地综合整治项目的实施提供理论支持和其他类似地区提供案例参考。

1 研究区概况

仙桃市是湖北省辖县级市,全市国土总面积 2538 km²,下辖 3 个街道、15 个镇。地理位置为 112°55′—113°49′E、30°04′—30°32′N,位于湖北省中部,江汉平原腹地,长江城镇聚集发展轴上,武汉经济圈内,毗邻武汉、天门、潜江和荆州,如图 1。仙桃市地处亚热带季风气候区,境内四季分明,降雨充沛,河湖密布。地形以平原为主,地势平坦,整体呈现出西北高东南低的地势特征。截至 2017 年底,仙桃市人口总量达到 154.45 万

人,人口密度为 609 人/km²,常住人口城镇化率为 57.6%;地区 GDP 达 718.66 亿元,人均地区 GDP 为 46530 元;建城区面积 94.09 km²,仅占总面积的 4%,常用耕地面积 903.46 km²,占总面积的 35.60%。由此可见,仙桃市既拥有国家编制长江经济带国土空间规划的机遇和建设人与自然和谐共生的美丽生态国土的需求,也面临着平衡生态保护与区域经济可持续发展的挑战。

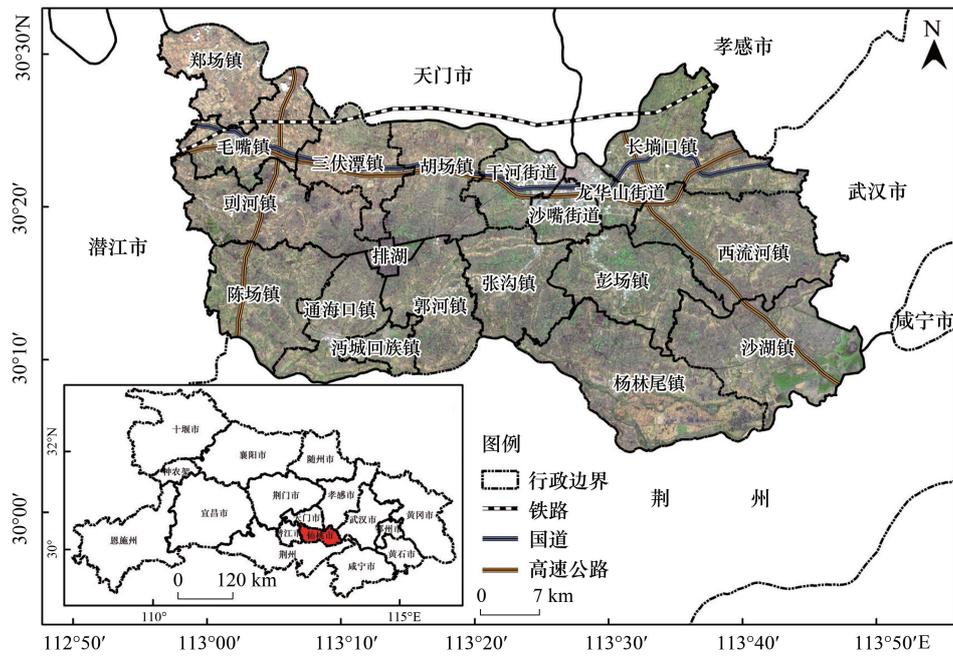


图 1 仙桃市地理区位

Fig.1 Location of Xiantao City

2 研究方法与数据处理

2.1 指标体系构建

土地生态质量水平的优劣是自然、社会和经济等共同作用的结果,因此多维度、科学的创建评价指标体系是评价得以进行的前提与基础。生境质量的抗干扰能力作为土地生态安全的基础,是土地生态系统功能正常运行的保障;土地景观格局特征中所包含的景观多样性和景观破碎度等,则是土地生态系统结构特征协调与否的反映;社会经济效益则是土地生态可持续发展的动力和支撑^[21]。因此本文基于景观生态学的理论基础,从土地的景观属性、生态属性和社会经济属性等 3 个维度出发构建评价指标体系。

在景观特征指标的选取方面,主要参考景观生态学理论选取香农多样性指数 (SHDI, Shannon's diversity index) 来表征仙桃市景观的丰富度,选取最大斑块指数 (LPI, Largest patch index) 来反映景观的优势度,用景观形状指数 (LSI, Landscape shape index) 来反映景观受人类活动干扰的程度,用景观蔓延度 (CONTAG, Contagion index) 来反映景观之间在空间上的邻近关系^[21-23]。在生境质量抗干扰能力评价指标的选取方面,主要是参照已有的研究成果^[24-28],并针对仙桃市的实际情况,从自然生态基础[坡度、归一化植被指数 (NDVI, Normalized difference vegetation index)、水域]和人为干预因素(生态保护区、道路、土地利用结构)两大方面选取 6 个指标;在土地利用的社会经济效益方面则用人均收入水平、经济密度来反映人们对于土地生态质量治理与规划的需求和可能投入的力度,用人均粮食生产量来反映土地生产的自给能力,用人口密度来表征土地所承受的压力。

2.2 数据来源与处理

景观特征层中的基础数据,主要是参照仙桃市现行的土地利用类型数据,并在综合其景观特征的基础上,

划分成交通用地、水域及水利设施用地、城市建设用地、农村建设用地、耕地、湿地、林地、其他用地 8 种景观类型,并为其逐一建立标识字段,再利用 ArcGIS 10.5 的空间分析工具,将矢量数据转换为 Grid 格式,最后将导出的 GeoTiff 数据输入 Fragstats 软件平台进行分析;生境质量抗干扰能力层中,用于计算坡度的 DEM 数据及求取 NDVI 值的 Landsat 影像,均来自地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn/>),土地利用结构多样性指数则主要是通过分析仙桃市土地利用类型数据获得,水系和道路的数据则主要是利用 ArcGIS 10.5 在土地利用类型数据中提取,并根据谷歌地图进行修正,再利用 ArcGIS 10.5 的重分类、缓冲区分析及加权叠加分析等功能,计算出各指标值的空间分布情况;土地利用的社会经济效益指标数据,来源于仙桃市 2017 年的统计年鉴和统计公报(<http://tjj.xiantao.gov.cn/>),再根据表 1 中的公式计算得出。

表 1 仙桃市土地生态质量综合评价指标体系

Table1 Comprehensive evaluation index system of land ecological quality in Xiantao City

目标层 Target layer	准则层 (权重) Criteria layer (Weights)	指标层 (权重) Indicator layer (Weights)	指标计算 Indicator calculation	指标性质 Index properties	
仙桃市土地生态质量综合评价 Comprehensive evaluation of land ecological quality in Xiantao City	景观特征(0.33)	SHDI(0.25)	$SHDI = - \sum_{i=1}^m (P_i \ln P_i)$ P_i 表示斑块类型 i 占景观总面积的比例 ^[23]	+	
		LPI(0.25)	$LPI = \text{Max}(a_1, a_2, \dots, a_n) / A \times 100\%$ a_i 为斑块 i 的面积; A 为景观总面积 ^[23]	+	
		LSI(0.25)	$LSI = \frac{0.25L}{\sqrt{A}}$ L 为斑块周长; A 为斑块面积 ^[23-24]	-	
	生境质量的抗干扰能力(0.411)	CONTAG (0.25)		$CONTAG = \left\{ 1 + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \left[P_i \left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right] \left[\ln P_i \left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right] \right\} / 2 \ln m$ $\times 100\%$ P_i 表示 i 类型景观在整个景观中所占的比例; g_{ik} 表示 i 和 k 类型中相邻的板块数; m 为总的景观类似数量 ^[22-23]	+
				数字高程模型 (DEM, Digital elevation model) 数据生成 ^[24]	-
		NDVI(0.125)	$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$; NIR (Near infrared) 是近红外亮度值, R 是红可见光亮度值 ^[25]	+	
		离水域距离(0.109)	根据不同水域类型,利用 ArcGIS 做水域缓冲区分析生成 ^[26]	+	
	土地利用的社会经济效益 (0.259)	离生态保护区距离(0.197)	利用 ArcGIS 做矢量化生成 ^[24]	+	
		离道路距离(0.133)	根据不同道路等级,利用 ArcGIS 做道路缓冲区分析生成 ^[22]	-	
		土地利用结构多样性指数(0.260)	$C = - \sum_{i=1}^n C_i \ln(C_i)$ C 为土地利用多样性指数, C_i 为第 i 种土地利用类型面积 ^[28]	+	
人均收入水平(0.277)		各乡镇生产总值/人口数量	+		
经济密度(0.328)		地区生产总值/土地总面积	+		
	人均粮食产量(0.153)	粮食总产量/总人口	+		
	人口密度(0.242)	人口数量/土地总面积	-		

2.3 确定指标权重

熵权法是一种根据信息量大小,来计算指标权重的客观权重法^[29]。在计算过程中主要依据各指标的变异程度来求取各指标的熵值,各指标的变异程度和权重与信息熵成反比,以此计算出各指标的权重值。但是当信息熵 (E_j) 接近 1 时,即使指标之间差别微小也可能造成熵权值发生较大的变化,为了避免这一情况,本文在采用熵权法得出各指标权重的基础上,再用层次分析法 (AHP, Analytic hierarchy process) 所得权重对熵权

进行修正,以此解决各指标只能反映竞争层面上的相对激烈程度,无法反映指标重要系数的缺陷,使权重值更好的贴近实际情况。

(1) 客观权重的计算:第一步,指标的标准化处理,通过极值法使得各指标数据值介于 0—1 之间^[29]。

$$R_{ij} = \frac{X_{ij} - \text{Min}|X_{ij}|}{\text{Max}|X_{ij}| - \text{Min}|X_{ij}|} \quad (1)$$

$$R_{ij} = \frac{\text{Max}|X_{ij}| - X_{ij}}{\text{Max}|X_{ij}| - \text{Min}|X_{ij}|} \quad (2)$$

式中, E_j 代表准则层 i 中的第 j 项指标, $\text{Min}|X_{ij}|$, $\text{Max}|X_{ij}|$ 代表准则层 i 中第 j 项指标内的最小值和最大值,其中公式(1)用于正向指标的处理,公式(2)用于负向指标的处理。

第二步,计算信息熵 E_j :

$$E_j = -K \cdot \sum_{j=1}^n (M_{ij} \ln M_{ij}) \quad (3)$$

式中, E_j 为第 j 个指标对应的熵值, $K = \frac{1}{\ln n}$, n 代表评价指标的总数,为了避免 $\ln M_{ij}$ 无意义,规定 $M_{ij} =$

$$\frac{M_{ij} + R_{ij}}{\sum_{j=1}^n (R_{ij} + 1)}。$$

第三步,计算指标权重 W_{ij} :

$$W_{ij} = \frac{1 - E_j}{n - \sum_{j=1}^n E_j} \quad (4)$$

(2) 主观权重的计算:基于 YAAHP 软件平台,生成调查问卷。然后在充分运用生态学、人文地理学、自然地理学和城市规划学等专业的 12 位专家深厚的专业知识与丰富的实践经验的基础上完成调查问卷。再基于各专家填写的问卷信息,计算各评价指标的权重。最后一致性检验值 $CR = 0.0516$, 小于 0.1, 即认为所得到的权重 W_{2j} 较合理^[30]。

(3) 组合权重计算:利用拉格朗日公式优化指标权重得到组合权重值 $W_j^{[31]}$, 结果见表 1。

$$W_j = \frac{\sqrt{W_{1j} W_{2j}}}{\sum_{j=1}^n \sqrt{W_{1j} W_{2j}}} \quad (5)$$

2.4 综合评价

利用 ArcGIS 的加权叠加工具,测算景观特值、生境质量抗干扰能力、土地利用的社会经济效益与土地生态质量的综合评价值。并利用自然断点法^[32]能够将各个类之间的差异最大化,更清晰的展示各评价值在空间上演变特征的优势,将各评价值划分成对应的等级,最终得到对应的空间分布图。其计算公式^[33-34]如下:

$$P = \sum_{j=1}^n W_j \times \chi_j \quad (6)$$

式中, P 表示评价对象的复合评价值; n 为评价因子的个数; W_j 为评价因子 j 所占的权重值; χ_j 代表第 j 个评价因子的得分值。

3 土地生态质量的空间分析

3.1 景观特征值分析

景观特征值是土地生态系统结构特征协调与否的反映,通过关键因子识别与分析,能够为土地景观格局的优化奠定基础。如图 2 所示,景观特征值呈现出高等水平的乡镇主要是郑场镇、三伏潭镇、排湖风景区和沔城回族镇,占总面积的 11.36%。排湖、沔城回族镇和郑场是以单一的旅游业或农业作为经济发展的地区,

土地利用类型的多样化水平低,景观集聚程度高,优势类景观明显。且由于这些地区的水域、林地和耕地景观连接成片,随土地利用景观的不断向外蔓延,景观之间的空间邻近关系紧密。详见图 2。景观特征值水平较高的乡镇则主要分布在北部地区和东南角的沙湖镇,占总面积的 47.83%,所占比例最大。北部地区是仙桃市的中心城区所在地和经济发展水平相对较高的区域,土地利用类型的多样化,使得该地的景观类型丰富度水平高,详见图 2。中、低等水平区分别占总面积的 35.15%和 5.67%,主要分布在西流河、彭场、杨林尾、郭河、通海口和张沟镇。这些地区都是仙桃市重要的工业和商贸型城镇,经济发展水平相对较高,人类对于土地的开发程度大,在人类活动的剧烈干扰下,容易导致同类型的景观斑块离散分布,景观破碎程度高,形状的规整度低。且由于受到人为阻隔的影响,导致景观之间的连接度较差,降低土地生态质量水平,详见图 2。

3.2 生境质量抗干扰能力分析

生境质量抗干扰能力是土地生态安全的基础,是土地生态系统功能正常运行的保障。生境质量抗干扰能力越强,该地区可供开发利用的潜力就越高。生境质量抗干扰能力越低,该地区的生态敏感性程度越高,应引导性的发展生态经济。从图 3 可知,拥有高等生境质量抗干扰能力水平的地区,主要集中在分布在沿 G318 国道和 G50 高速公路分布的中北部地区,占总面积的 25.47%。主要是因为中北部地区是仙桃市的主城区所在地,土地土地利用结构多样性水平高,所以该地区的土地生态系统的较其他地区更稳定,且仙桃市的交通布局主要呈 π 字型,北部地区的交通通达度远高于南部地区详见图 3。较高抗干扰能力水平的地区紧沿高等质量水平地区分布,分布范围最广,占总面积的 36.51%。由此可知仙桃市生境质量抗干扰能力的整体水平较高,主要是因为仙桃市地处江汉腹地,地势平坦,坡度起伏小,且处于亚热带季风气候区,水热条件适宜,植被覆盖度高,详见图 3。地形条件和水热条件都适宜于人类土地利用开发的需求。中等抗干扰能力水平的地区则主要镶嵌分布在到河镇、陈场镇、通海口镇等南部乡镇地区,占总面积的 32.61%。主要是因为这些地区河网密布且以农业发展为主,土地利用结构单一,详见图 3。低等抗干扰能力水平分布地区范围最小,仅占总面积的 5.47%。主要分布在沙湖和杨林尾等镇区。主要是由于这些区域内分布的沙湖国家湿地公园、五湖黄鳝国家级水产种质资源保护区、赵西垸森林公园等地,都是仙桃市重要的生态保护和涵养区,生态敏感性强,详见图 3。

3.3 土地利用的社会经济效益分析

社会经济效益则是土地生态可持续发展的动力和支撑,直接体现了地区土地空间对于开发建设活动的总体需求与支撑能力,是土地利用效益和质量水平高低的直接体现与保障。从图 4 可知,经济效益水平呈现出从中心向两翼衰减的空间分异规律。中部中心城区和彭场镇是高等效益水平的集中分布区,占总面积的 13.16%。主要是因为中心城区经济发展程度高,人均收入水平高,而彭场镇作为全国重要的无纺布生产基地,工业化水平较高,经济效益水平好,详见图 4。胡场镇、三伏潭镇、张沟镇、杨林尾镇、沙湖镇和西流河镇为较高效益分布区,占总面积的 44.80%,所占面积最广。其中胡场和三伏潭凭借其交通优势主要以发展商贸物流为主,而张沟镇是仙桃南部重要的工业商贸型城镇,杨林尾镇、沙湖镇和西流河镇是仙桃市重要的水产养殖与稻米生产基地以及生态旅游发展规划区,所以这些地区的人均收入水平和人均粮食产量相对较高,详见图 4。中等效益地区则主要集中分布在西部地区,占总面积的 33.70%,西部地区是仙桃市典型的农业生产区,富硒土壤资源丰富,但是由于境内青壮年人口流失严重,生产力水平落后,所以当地的资源优势未能很好的转换成经济优势,详见图 4。低等效益水平地区主要分布在长埠口镇,仅占总面积的 8.34%,主要是由于该地人口密度过高和土地的集约化利用水平太低,详见图 4。

3.4 土地生态质量综合分析

综合分析和整体掌握仙桃市全域土地生态质量的空间分布规律,能够为当前全域土地综合整治项目的实施提供科学依据和决策参考。如图 5 所示,仙桃市的土地生态质量水平呈中间高,两侧低;且西翼高于东翼的空间分布特征。经统计,其中危险、临界安全、较安全和安全区面积依次为 546.18、1103.52、687.80、200.50 km^2 ,分别占总面积的 21.52%、43.48%、27.10%和 7.90%。

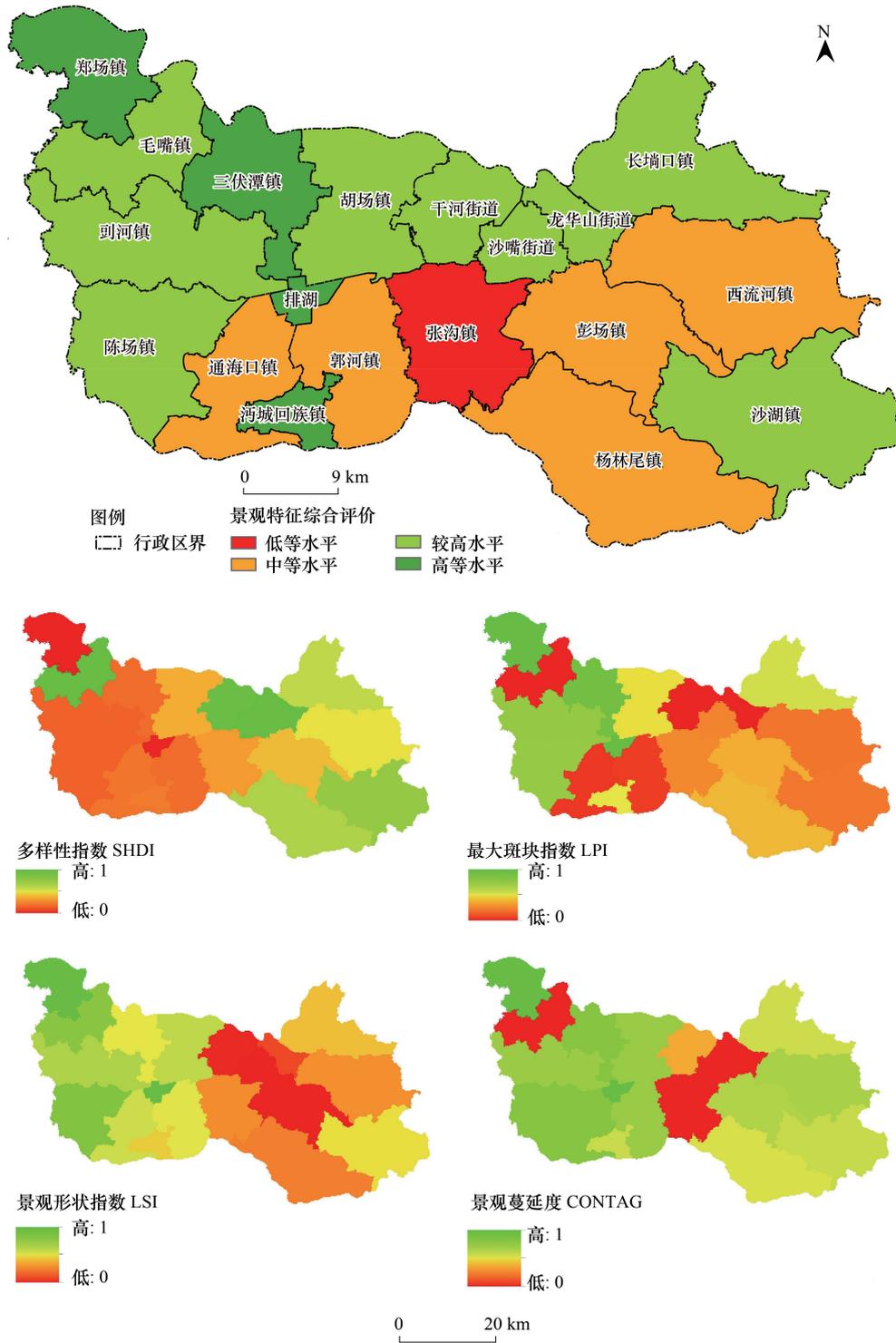


图 2 仙桃市景观特征综合评价空间分布

Fig.2 Spatial distribution of comprehensive evaluation of landscape features in Xiantao City

如图 5 所示,土地生态质量水平处于安全状态的区域,主要集中分布在中心城区,作为仙桃市经济优势、政策优势最凸出以及景观格局整体规划较好的区域。该地区在其良好的生境质量抗干扰能力的基础上,通过市政府的整体规划布局,与当地较高生产效益的支持下,实现了当地景观特征值、生境质量的抗干扰能力及土地利用的经济发展水平之间彼此增益的协同发展态势。极少部分则分布在了彭场镇,从经济发展效益来看,

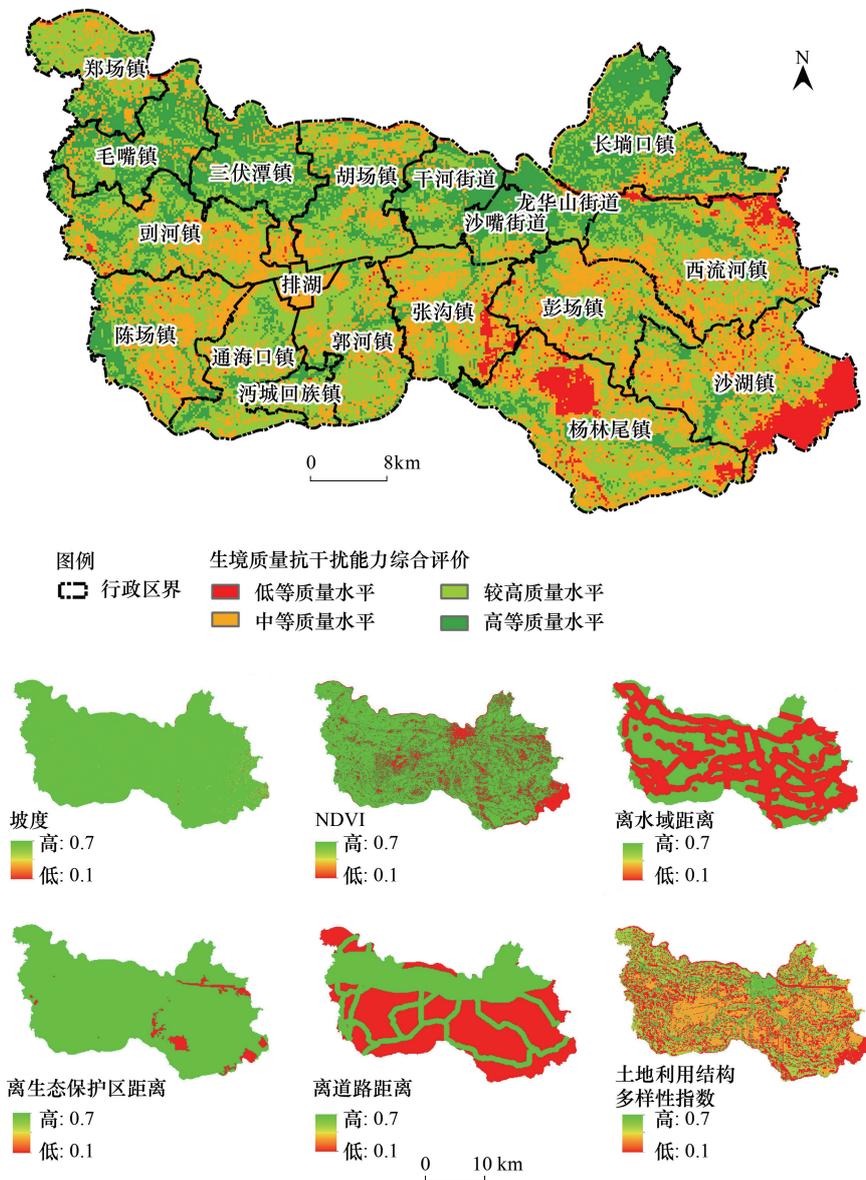


图 3 仙桃市生境质量抗干扰能力综合评价空间分布

Fig.3 Spatial distribution of comprehensive evaluation of habitat quality anti-interference ability in Xiantao City

作为重要工业生产基地的彭场镇有着高等效益收入水平,但是该地在注重工业生产,发展经济的同时对其土地景观格局的保护和改造不足,而拉低了该地整体的土地生态质量水平。土地生态质量水平处于较安全状态的地区则主要集中分布在西北部地区,西北部地区富硒土壤资源丰富,是仙桃市重要的农业生产重镇,土地景观格局较好,但是由于该地生产水平相对落后,人口流失严重等原因,使资源优势未能很好的转化成经济效益。土地生态质量水平处于临界安全的面积最广,高达 1103.44 km²,也主要分布在西部地区即镶嵌分布在较安全地区的周围地带。而处于危险状态地区的空间分布和生境质量的空间分布呈现出较强的一致性,主要是分布在生境质量抗干扰能力水平低的生态保护和涵养区。

4 结论与展望

4.1 结论与建议

本文以湖北省仙桃市作为研究区,从土地生态系统的景观格局特征、生境质量的抗干扰能力和社会经济

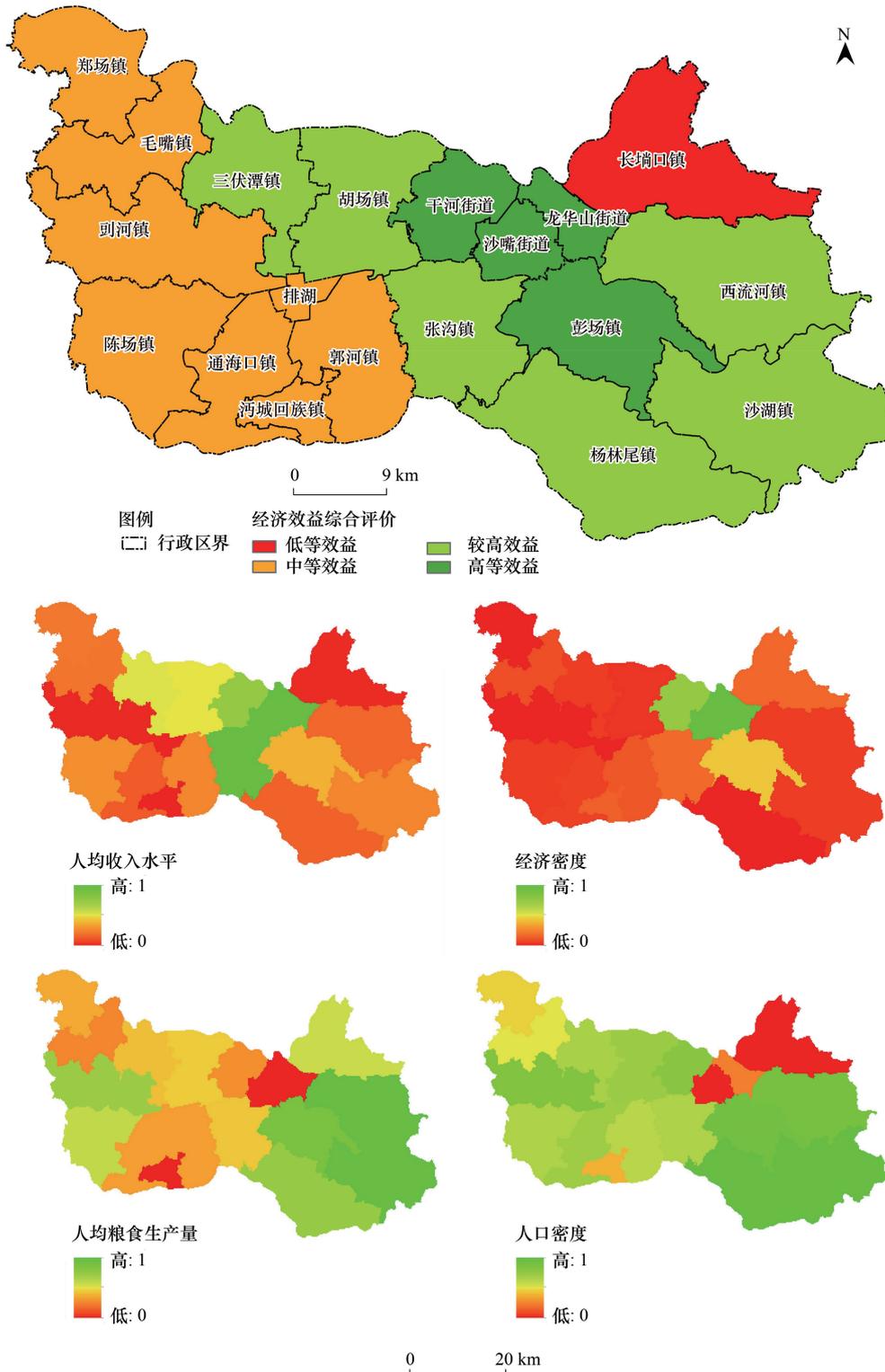


图 4 仙桃市社会经济效益综合评价空间分布

Fig.4 Spatial distribution of comprehensive evaluation of social and economic benefits in Xiantao City

效益 3 个角度出发,在明确各角度内涵的基础上,构建相应的评价指标体系和模型,探究其三者的空间演变关系,并在此基础上对其土地生态质量进行综合评价。结果表明中心城区土地生态质量水平明显高于周边地区,且景观格局特征、生境质量的抗干扰能力和社会经济效益之间表现出相互增益的协同发展态势;而东西两

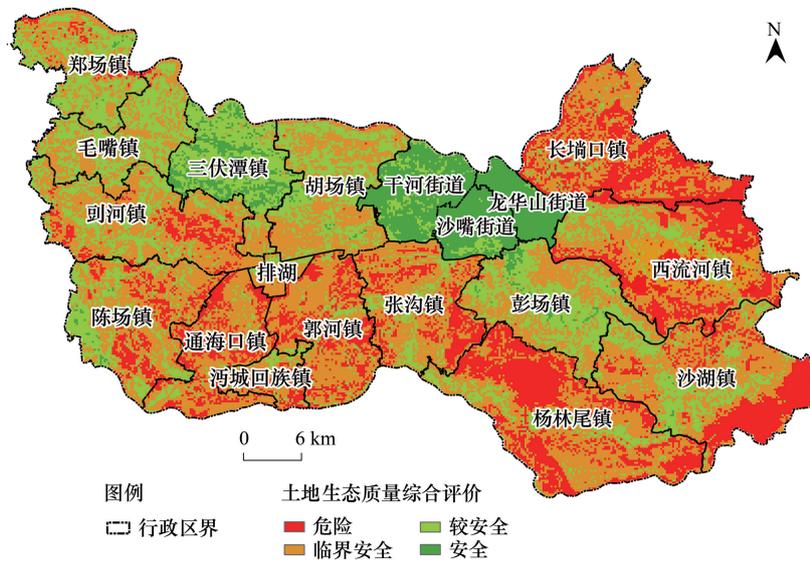


图 5 仙桃市土地生态质量综合评价空间分布

Fig.5 Spatial distribution of comprehensive evaluation of land ecological quality in Xiantao City

翼地区的土地生态质量水平较低,且西翼相对高于东翼。在此区域景观特征、生境质量的抗干扰能力和社会经济效益之间的协同性较差,且两两之间的发展矛盾凸出。通过上述分析可知,造成这种空间分布模式的背后驱动机制,可归结于区域内资源条件禀赋的差异以及人为开发强度和政策发展导向的不同,为此提出以下建议:

中心城区是仙桃市经济和政策优势的倾斜区,因此该地区应在最大限度的利用这一优势的基础上,做好城市用地布局规划,尤其是城市的绿地规划,可通过将城区绿地与建成区周边生态绿地、农地相联系,构成一个完整的绿地系统以提升景观之间的空间邻近关系。并通过严格控制各主体功能区的建筑密度和容积率来有效的控制各主体功能区的土地利用强度。以此达到景观、生态和经济效益的最大协同发展效益。

西翼地区是仙桃市富硒土壤资源以及土地景观格局水平较高的区域,且基质斑块多以农业用地为主。因此,西翼地区可以利用其景观特征的优势,积极响应湖北省政府的三乡工程建设(“市民下乡、能人回乡、企业兴乡”),通过发展特色农业的方式来拉动当地的经济。如毛嘴镇、郑场镇等地区可以通过发展富硒农产品来打造具有地区特色的农业生产品牌,并利用其交通便利的优势打通周边市场,加大农产品销售的市场占有份额。而剅河镇、陈场镇等西南部地区各镇则可以通过延长农产品的生产链,引进外资企业来增加就业岗位。并且通过利用其优美的自然风光来发展乡村旅游,通过构建田园综合体来发展农业与旅游度假区、创意生态农业观光体验区等方式来提高土地的经济效益,以此促进一二三产业的融合发展。

东翼地区是仙桃市生态保护的聚集区,承担着仙桃市生态保护和涵养的重要使命。同时东南部地区的彭场镇、杨林尾镇也是仙桃市重要的工业生产基地。而近年来,这些地区过于注重经济发展导致人为活动对该地的自然景观干扰较为严重,且缺乏长远的规划设计导致其土地景观格局紊乱。所以东南部地区应该在追求经济发展的同时,牢固树立绿水青山就是金山银山的发展理念,在“山水林田湖草”是一个生命共同体的系统论的指导下,进行有选择性的招商引资和生产规划布局。而对于已经造成的生态环境问题,则应该努力抓住仙桃市作为全域土地综合整治试点的契机,努力、务实的配合本底调查工作的进行,为后期生态问题修复的工作夯实基础。以求促进景观格局特征、生境质量的抗干扰能力和社会经济效益三者的协同发展。

4.2 研究展望

本研究是在仙桃市全域土地生态整治项目实施的背景下所进行的,对于仙桃市以及其他类似的全域土地整治的试点区具有一定的参考和实用价值,也对于当前受到高度关注的国土综合整治与生态修复问题的认知

和解决提供案例参考。但是本文对于土地生态质量在时间和空间复合维度上的权衡与协同的空间演变关系,尚未展开深入研究;另外指标权重的确定方面,在以客观数据为基础情况下,针对仙桃市的实际情况融入了主观因素,可能使得指标权重的普适性不足。且由于土地生态质量评价对象的广泛性、研究尺度的多样性以及区域内部的差异性,使得该问题成为了一个长期复杂的学术课题,仍有待进一步的探索与研究。

致谢:感谢仙桃市自然资源和规划局给予数据资料收集支持。

参考文献 (References):

- [1] 马世五, 谢德体, 张孝成, 彭正涛, 朱慧, 洪惠坤, 肖玖金. 三峡库区重庆段土地生态状况时空格局演变特征. *生态学报*, 2018, 38(23): 8512-8525.
- [2] Islam S, Ahmed K, Habibullah-Al-Mamun, Masunaga S. Potential ecological risk of hazardous elements in different land-use urban soils of Bangladesh. *Science of the Total Environment*, 2015, 512-513: 94-102.
- [3] Rapport D J. Ecosystems not optimized; a reply. *Journal of Aquatic Ecosystem Health*, 1993, 2(1): 57-57.
- [4] Eckersley R. Environmental security dilemmas. *Environmental Politics*, 1996, 5(1): 140-146.
- [5] FAO. Land Quality Indicators and Their Use in sustainable Agriculture and Rural Development; Proceedings of the Workshop Organized by the Land and Water Development Division. Rome: FAO, 1997: 2-5.
- [6] 肖笃宁, 陈文波, 郭福良. 论生态安全的基本概念和研究内容. *应用生态学报*, 2002, 13(3): 354-358.
- [7] 张虹波, 刘黎明. 土地资源生态安全研究进展与展望. *地理科学进展*, 2006, 25(5): 77-85.
- [8] Reshmidevi T V, Eldho T I, Jana R. A GIS-integrated fuzzy rule-based inference system for land suitability evaluation in agricultural watersheds. *Agricultural Systems*, 2009, 101(1/2): 101-109.
- [9] 游巍斌, 何东进, 巫丽芸, 洪伟, 詹仕华, 覃德华, 游惠明. 武夷山风景名胜区景观生态安全度时空分异规律. *生态学报*, 2011, 31(21): 6317-6327.
- [10] Paudel S, Yuan F. Assessing landscape changes and dynamics using patch analysis and GIS modeling. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2012, 16: 66-76.
- [11] Caillault S, Mialhe F, Vannier C, Delmotte S, Kedowide C, Amblard F, Etienne M, Becu N, Houet T. Influence of incentive networks on landscape changes; A simple agent-based simulation approach. *Environmental Modelling & Software*, 2013, 45: 64-73.
- [12] Newman E I. *Applied Ecology and Environmental Management*. 2nd ed. Oxford, UK: Blackwell Science, 2000.
- [13] Thomsen M, Faber J H, Sorensen P B. Soil ecosystem health and services-evaluation of ecological indicators susceptible to chemical stressors. *Ecological Indicators*, 2012, 16: 67-75.
- [14] Villa F, McLeod H. Environmental vulnerability indicators for environmental planning and decision-making; guidelines and applications. *Environmental Management*, 2002, 29(3): 335-348.
- [15] Salvati L, Zitti M. Assessing the impact of ecological and economic factors on land degradation vulnerability through multiway analysis. *Ecological Indicators*, 2009, 9(2): 357-363.
- [16] De Lange H J, Sala S, Vighi M, Faber J H. Ecological vulnerability in risk assessment —a review and perspective. *Science of the Total Environment*, 2010, 408(18): 3871-3879.
- [17] 李益敏, 管成文, 郭丽琴, 朱军, 段亚苹, 谢亚亚. 基于生态敏感性分析的江川区土地利用空间格局优化配置. *农业工程学报*, 2018, 34(20): 267-276.
- [18] 卢涛, 王占岐, 魏超, 谭旭, 刘辉. 基于 DPSIR 模型的合肥市土地生态安全物元分析评价. *水土保持研究*, 2015, 22(4): 221-227, 231-231.
- [19] 马世五, 谢德体, 张孝成, 彭正涛, 洪惠坤, 罗卓, 肖玖金. 三峡库区生态敏感区土地生态安全预警测度与时空演变——以重庆市万州区为例. *生态学报*, 2016, 37(24): 8227-8240.
- [20] 刘邵权, 陈国阶, 陈治谏. 农村村落生态环境预警——以万州区茨竹乡茨竹五组为例. *生态学报*, 2001, 21(2): 295-301.
- [21] 徐昌瑜, 陈健, 孟爱农, 周生路. 基于 FRAGSTATS 的区域土地生态质量综合评价研究——以江苏省宜兴市为例. *土壤*, 2013, 45(2): 355-360.
- [22] 王杰, 李鹏, 高海东, 时鹏, 张秦岭, 杨倩楠, 马勇勇. 丹江上游土地利用/景观指数与水质关系初探. *水土保持研究*, 2018, 25(6): 383-389.
- [23] 冉晨, 白晓永, 谭秋, 罗旭玲, 陈欢, 习慧鹏. 典型喀斯特地区石漠化景观格局对土地利用变化的响应. *生态学报*, 2018, 38(24):

8901-8910.

- [24] 甘琳, 陈颖彪, 吴志峰, 千庆兰, 郑子豪. 近 20 年粤港澳大湾区生态敏感性变化. 生态学杂志, 2018, 37(8): 2453-2462.
- [25] 李双成, 高伟明, 周巧富, 刘逢媛. 基于小波变换的 NDVI 与地形因子多尺度空间相关分析. 生态学报, 2006, 26(12): 4198-4203.
- [26] 史娜娜, 全占军, 韩煜, 王琦, 肖能文, 高晓奇. 基于生态敏感性评价的乌海市土地资源承载力分析. 水土保持研究, 2017, 24(1): 239-243.
- [27] 朱东国, 谢炳庚, 陈永林. 基于生态敏感性评价的山地旅游城市旅游用地策略——以张家界市为例. 经济地理, 2015, 35(6): 184-189.
- [28] 汤峰, 张蓬涛, 张贵军, 赵丽, 郑宇, 魏明欢, 简卿. 基于生态敏感性和生态系统服务价值的昌黎县生态廊道构建. 应用生态学报, 2018, 29(8): 2675-2684.
- [29] 张林英, 徐颂军. 基于熵权的珠江三角洲自然保护区综合评价. 生态学报, 2011, 31(18): 5341-5350.
- [30] 庞振凌, 常红军, 李玉英, 张乃群, 杜瑞卿, 胡兰群. 层次分析法对南水北调中线水源区的水质评价. 生态学报, 2008, 28(4): 1810-1819.
- [31] 吴开亚, 金菊良. 区域生态安全评价的熵组合权重属性识别模型. 地理科学, 2008, 28(6): 754-758.
- [32] 纪学朋, 黄贤金, 陈逸, 王丹阳, 宋娅娅. 基于陆海统筹视角的国土空间开发建设适宜性评价——以辽宁省为例. 自然资源学报, 2019, 34(3): 451-463.
- [33] 孙才志, 杨磊, 胡冬玲. 基于 GIS 的下辽河平原地下水生态敏感性评价. 生态学报, 2011, 31(24): 7428-7440.
- [34] 侯志华, 马义娟, 贾宇平. 太原市域生态敏感性综合评价. 生态科学, 2018, 37(4): 204-210.