

# 土地利用水平与景观生态风险的空间耦合

## ——以十堰市为例

陈艳红<sup>1</sup>, 于婧<sup>1</sup>, 聂艳<sup>2</sup>, 汤昇<sup>1</sup>, 刘唱唱<sup>3</sup>

(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; 3.湖南师范大学 资源与环境科学学院,长沙 410081)

**摘要:**借助 GIS 和 GeoDA 的技术平台,基于 POI 数据的加权核密度值探究十堰市 2019 年土地利用水平的空间分布格局;基于 DEM,NDVI 和土地利用类型数据构建自然与景观互补的景观生态风险评价模型;在此基础上借助双变量全局自相关模型,定量分析了其土地利用水平与景观生态风险的空间耦合关系。结果表明:(1) 十堰市土地利用评价水平整体偏低,其中高、较高、较低和低等土地利用水平分别占总面积的 2.5%,15.44%,58.92%和 23.14%。呈现出以十堰市主城区为核心向周围递减,并在各县城心出现次高峰的空间分异规律,评价结果基本吻合其“东拓,西进、中优”的发展规划。(2) 景观生态风险整体水平较低,其中高生态风险区主要分布在主城区以及移民重镇均县,占总面积的 2.44%;较高生态风险区则主要分布在主城区的城郊地带、各县域城区以及竹溪、竹山和房县南部的中低山林牧区,占 17.22%;较低和低生态风险区的分布范围广,共占 80.34%。(3) 十堰市土地利用水平和景观生态风险存在正向的空间关联性,高值集聚区主要分布在城镇密集发展区;低值集聚区主要分布在郧西中部人与自然低水平和谐的区域;高低值集聚区主要分布在生态旅游发展区;低高值的集聚区主要分布在十堰市南部经济落后,人地矛盾突出的中低山林牧区。研究结果可为十堰市土地利用水平的提高与景观生态的协调可持续发展提供理论支持。

**关键词:**土地利用水平;景观生态风险;双变量自相关;十堰市

**中图分类号:**F301.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2021)01-0285-07

## Spatial Coupling Between Land Use Level and Landscape Ecological Risk

### —Taking Shiyan City as an Example

CHEN Yanhong<sup>1</sup>, YU Jing<sup>1</sup>, NIE Yan<sup>2</sup>, TANG Bian<sup>1</sup>, LIU Changchang<sup>3</sup>

(1.Faculty of Resources and Environmental Science, Hubei University, Wuhan 430062, China;

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

China; 3.College of Resources and Environment Sciences, Hunan Normal University, Changsha 410081, China)

**Abstract:** With the help of GIS and GeoDA technology platforms, based on the weighted kernel density values of POI data, we explored the spatial distribution pattern of land use levels in Shiyan City in 2019, and built a landscape ecological risk assessment model that complements nature and landscape based on DEM, NDVI and land use type data. Based on this, the spatial coupling relationship between the land use level and the ecological risk of the landscape was quantitatively analyzed with the help of a bivariate global autocorrelation model. The results show that: (1) the overall level of land use evaluation in Shiyan City was low, with high, higher, lower, and lower land use levels accounting for 2.5%, 15.44%, 58.92%, and 23.14% of the total area, respectively; it presented a spatial differentiation rule that took the main urban area of Shiyan City as the core and decreases to the surroundings, and there were sub-peaks in the center of each county; the evaluation results basically agreed with its development plan of ‘East Extension, Westward Advance, and Mid-Excellent’; (2) the overall level of landscape ecological risks was relatively low; the high ecological risk areas mainly distributed in the main urban area and the resettlement towns and counties, which accounted for

收稿日期:2020-02-21

修回日期:2020-03-20

资助项目:教育部社科基金“基于多准则决策的城乡国土空间冲突识别及调控机制研究”(20YJC630207)

第一作者:陈艳红(1995—),女,湖南安化人,硕士研究生,研究方向为土地评价与土地规划。E-mail:2213759444@qq.com

通信作者:于婧(1982—),女,内蒙古乌兰浩特市人,教授,硕士生导师,主要从事土地评价与土地规划研究。E-mail:yijing@hubu.edu.cn

2.44% of the total area; the higher ecological risk areas mainly distributed in the suburban areas of the main urban area, various county-level urban areas, and Zhuxi, Zhushan and Fangxian in the middle and low mountain forest and pastoral areas, accounting for 17.22%; lower and low ecological risk areas widely distributed, accounting for 80.34%; (3) there was a positive spatial correlation between land use levels and landscape ecological risks in Shiyan City; the high-value clusters mainly distributed in urban dense development areas; the low-value clusters mainly distributed in areas with low levels of harmony between humans and nature in central Luxi; high and low value agglomeration areas mainly distributed in eco-tourism development areas; low and high value agglomeration areas were mainly located in the middle and low mountain forest and pastoral areas in the south of Shiyan City, where the economy was backward and human-land conflicts were prominent. These research results can provide theoretical support for the improvement of land use level and the coordinated and sustainable development of landscape ecology in Shiyan City.

**Keywords:** land use level; landscape ecological risk; two-variable autocorrelation; Shiyan City

土地是具有生产、生活、生态等多功能的复合体,人类社会发展史也可以认为是土地开发建设与改造的过程。由最初小规模、低程度的轻度改造,到现在大范围、高强度的综合利用。人类在不断汲取土地红利的时候也使得人地矛盾日益突出。人类社会对于土地不同强度、方式的开发建设活动与景观生态风险是密切相关的,且具有区域性与累积性的特征<sup>[1-2]</sup>。因此,如何实现人类社会在土地开发建设的过程中既降低景观生态风险,保障“山水林田湖草”生态系统的良性循环,又能够解决土地开发建设过程中不平衡、不充分发展的矛盾,提高土地利用水平,是 21 世纪人类社会可持续利用与发展土地资源,解决人地关系矛盾的关键<sup>[3]</sup>。

景观生态风险评价是指人与自然因素影响下,景观格局和景观生态相互作用间不良生态影响产生的可能性与损失<sup>[4-6]</sup>,是当今区域生态风险管理的有效手段,为生态风险与人类对土地开发建设活动相互间耦合关系的空间定量评估提供了新思路<sup>[7]</sup>。景观生态风险评价可追溯到 20 世纪末,国外学者通过结合景观生态学和传统的生态风险评价形成了景观生态风险研究这一新的研究方向,并主要集中于景观生态风险评价模型、框架<sup>[8]</sup>,生态风险与景观生态学、地理学、计量学等多学科的融合等方面的研究<sup>[9]</sup>,逐渐实现了 GIS 技术在景观生态风险的空间表征以及多元风险源的耦合叠加分析中的运用<sup>[10-11]</sup>。国内对于景观生态风险的研究相对较晚,主要基于土地利用方式、结构和景观类型的改变<sup>[12-13]</sup>,借助 RS、GIS 的空间分析方法和景观格局指数来探讨景观生态风险在流域、省域、市域或格网尺下的时空分布特征和强度<sup>[14-16]</sup>。

综上所述,在评价现有土地利用水平的基础上,探究其与景观生态风险的耦合关系,既有社会需求又有研究基础。但是,从已有研究来看对于土地利用水

平与景观生态风险的评价,多是基于统计数据和土地利用类型数据进行的,统计数据更新的滞后性以及景观生态风险指数数据依托的单一性,易降低评价结果的时效性和科学性;另一方面是对于土地利用水平与景观生态风险的相关性进行研究时,多以现状的描述和特征的分析为主,对其空间耦合特征及其原因缺乏进一步的探索与分析。因此研究借助 GIS 和 GeoDA 的技术平台,基于各类型 POI(Point of interest,兴趣点)数据的加权核密度值,来探究十堰市 2019 年土地利用水平的空间分布格局;基于 DEM、NDVI 和土地利用类型数据构建自然与景观互补的景观生态风险评价模型;在此基础上借助双变量全局自相关模型,定量分析其土地利用水平与景观生态风险的空间耦合关系。以此探究十堰市土地利用开发水平与景观生态风险的空间关联性,并在此基础上提出相应的解决措施,以期对现行大数据潮流下更全面有效地为土地利用与景观生态的协调可持续发展提供新的视角与案例参考。

## 1 研究区概况

十堰市是湖北省辖地级市,下辖茅箭区、张湾区、郧阳区、丹江口市、郧西、竹溪、竹山和房县 8 个县区,设 13 个街道办、72 个镇、34 个乡。地理位置为 109°29′—111°16′E,31°30′—33°16′N,位于湖北省西北部,秦巴山区东部,汉江中上游地区,鄂西生态文化旅游圈内;西部和北部与渝、陕、豫三省交界,东部和南部与湖北襄阳市、神农架接壤,见图 1。全市国土总面积 2.37 万 km<sup>2</sup>,其中耕地占总面积的 9%,人均耕地面积仅为 615.33 m<sup>2</sup>;建设用地占 3.5%,两者主要分布在地形相对平坦的丹江口市、郧西、房县以及主城区,空间分布的相似性使得耕地保护与保障发展陷入两难的局面;十堰市地处亚热带季风气候区,境

内降水充沛,自然资源丰富,其中林地和草地占总面积的 53.8%,水域面积占 3.2%,是武当山,丹江口水库的所在地。地形以山地、丘陵为主,整体呈现出南北高,中间低的地势特征。近年来随着十堰旅游和汽车制造业的快速发展,截至 2018 年年末全市人口总量达到 346.6 万人,人口密度为 146 人/km<sup>2</sup>,常住人口城镇化率为 55.91%;地区 GDP 为 1 747.8 亿元,人均可支配收入为 20 533 元。由此可知十堰市作为南水北调中线工程的核心水源区,即肩负着一江清水送北京的政治任务,生态环境保护的责任重大,同时也面临着人民日益增长的美好生活需要与不平衡、不充分发展之间的矛盾。

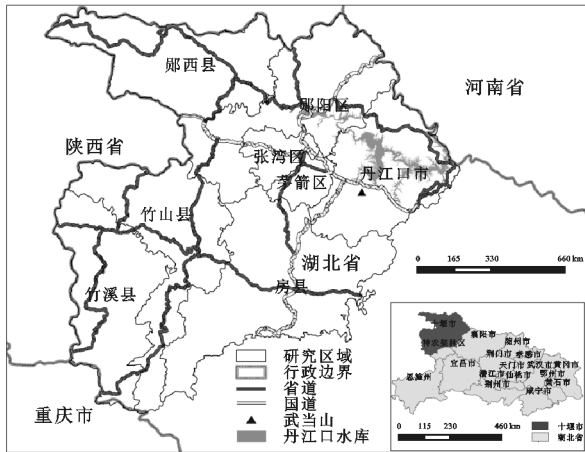


图 1 十堰市区位示意图

## 2 数据与方法

### 2.1 研究数据来源与预处理

**2.1.1 POI 数据** POI 数据是地理信息系统学中用于代指地理对象的学科术语,主要是指与人类社会经济活动密切相关的地理实体,如医院、学校、商场等,且每个 POI 点包含了对应地理实体的空间位置信息<sup>[17]</sup>。因此不同类型的 POI 点以及各类型 POI 点在空间上的密集程度在一定程度上能够体现人类社会对于土地空间的开发利用水平。为了更合理的体现人类经济社会活动对于土地空间开发利用水平的实际利用情况,在基于前人研究成果的基础上<sup>[18-19]</sup>,研究选取交通设施、购物设施、餐饮设施、住宿设施、科教文化设施、医疗保健设施、金融保险、工业企业 8 大类 POI 数据,基本能够体现人类开发建设土地空间的各个方面。借助 Geosharp1.0 软件,以 2019 年 9 月为节点,在高德地图上对这 8 类 POI 数据进行采集,在进行空间匹配和去重等数据清洗工作后,有效 POI 数据为 22 328 条。

**2.1.2 土地利用数据** 本文以十堰市 2019 年 2 m 分辨率的高分二号遥感影像为数据源,在 eCogni-

tion 和 ArcGIS 10.5 软件平台的支持下,通过人机交互的解译方式将研究区划分为耕地、园地、林地、草地、建设用地、水域及其他用地等 7 种景观类型作为风险受体,来探索十堰市景观生态风险的空间分布情况,并对每个区县选取总图斑数的 10% 进行抽样复核,解译精度在 90% 以上。

**2.1.3 数字高程模型数据和遥感影像数据** 用于获取坡度的数字高程模型数据来源于中国科学院地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn/>),空间分辨率为 30 m。用于获取植被归一化指数 30 m 分辨率的 Landsat8 遥感影像来源于美国地质勘探局官方平台(<https://glovis.usgs.gov/>),成像时间集中在植被覆盖度较好的 5—11 月份,影像平均含云量低于 5%。

### 2.2 研究方法

**2.2.1 土地利用水平综合评价模型构建** 土地利用水平是衡量人类活动对于土地开发利用程度的重要尺度,传统的土地利用水平主要基于统计年鉴或专家调查统计评判而得出,存在周期长、工作量大以及主观性较强等问题<sup>[20]</sup>。借助 POI 数据能够识别人类活动密集的热点地区的特征,本研究用 POI 数据的加权核密度值,来表征十堰市全域的土地利用水平,在较大程度上能增强对特定位置上土地开发利用开发程度的空间描述,同时解决信息滞后以及乡镇数据难以获取的束缚。

**核密度分析法:**能够计算不同类型 POI 数据在其周围领域内的密度,通过对密度的布局进行连续化的模拟,从而通过图像内各栅格的核密度值表征空间要素的分布特征<sup>[18-19]</sup>。核密度公式定义为:

$$F(x) = \sum_{\alpha=1}^n \frac{1}{h^2} K\left(\frac{D_{\alpha x}}{h}\right)$$

式中: $F(x)$  是  $x$  处的核密度估计值; $h$  是带宽,即距离衰减阈值; $n$  是样本总数; $K$  为空间权重函数; $D_{\alpha x}$  为 POI 点  $\alpha$  和  $x$  之间的距离。

**CRITIC 赋权法:**由于不同的 POI 类型所能够代表的人类对于土地利用开发水平等级不同,因此研究采用孙宗耀等<sup>[21]</sup>改进后的 CRITIC 客观赋权法计算不同 POI 类型的权重。其计算公式如下:

$$W_j = \frac{N_j \sum_{i=1}^i C_{ij}}{\sum_{j=1}^j [N_j \sum_{i=1}^i C_{ij}]}$$

式中: $C_{ij}$  代表第  $i$  和第  $j$  个特征的相关系数; $N_j$  代表第  $j$  类 POI 的平均像元值; $i$  代表特征总数。得到交通设施、购物设施、餐饮设施、住宿设施、科教文化设施、医疗保健设施、金融保险、工业企业的权重值分别为:0.161,0.17,0.089,0.09,0.092,0.086,0.111,0.201。



利用 ArcGIS 的分区统计工具,以乡镇单元为研究尺度计算出各乡镇内核密度的平均值,再运用加权叠加工具,测算乡镇尺度内土地利用水平的综合评价价值,其计算公式如下:

$$P_r = \sum_{j=1}^m F_{jr} \times W_j$$

式中: $P_r$ 代表第  $r$  个乡镇内土地利用水平的综合评价价值; $F_{jr}$ 代表第  $r$  个乡镇内第  $j$  类 POI 的核密度平均水平; $W_j$  表示第  $j$  类 POI 的权重。利用自然断点法能够将各个类之间差异性最大化,更清晰的展示各评价值在

空间上的分异特征的优势,将综合评价值划分成 4 个等级:低等水平[0.097,0.194)、较低水平[0.194,0.312)、较高水平[0.312,0.457)、高等水平[0.457,0.697]。

2.2.2 景观生态风险评价模型构建 针对十堰市生态环境现状,在借鉴前人研究成果的基础上<sup>[22-25]</sup>,从自然基础和生态景观两个层面,综合选取指标作为十堰市景观生态风险的评价因子,建立自然与景观互补的二维综合评价模型(表 1),在一定程度上能够提升以往单一景观生态风险指数评估的精度。

表 1 十堰市景观生态风险评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标计算	指标性质
十堰市景观生态风险评价	自然基础	NDVI	NDVI=(NIR-R)/(NIR+R) NIR 是近红外亮度值;R 是红可见光亮度值 <sup>[22]</sup>	负向
		坡度	由数字高程模型(DEM)数据生成 <sup>[23]</sup>	正向
	景观生态	景观生态	$ERI_e = \sum_{r=1}^m \frac{A_{re}}{A_r} \times LL_e$	正向
		风险指数	ERK <sub>r</sub> 是第 $r$ 个乡镇的景观生态风险指数; $A_{re}$ 是乡镇内第 $e$ 类景观面积; $A_r$ 是乡镇内景观总面积; $LL_e$ 是第 $e$ 类景观损失度指数 <sup>[16]</sup>	

采用等权重线性加权求法<sup>[26]</sup>,测算景观生态风险的综合评价值,其计算公式如下:

$$\beta(y_r) = \frac{1}{z} \sum_{d=1}^z y_{rd}$$

式中: $\beta(y_r)$  是  $r$  个乡镇内景观生态风险水平的评价值; $y_{rd}$  是  $r$  个乡镇内  $d$  项评价因子的分值; $z$  是因子个数。利用自然断点法将测算结果划分成:低生态风险区[0.079,0.254)、较低生态风险区[0.254,0.331)、较高生态风险区[0.331,0.419)、高生态风险区[0.419,0.723]4 个等级。

2.2.3 土地利用水平与景观生态风险耦合模型构建 空间自相关是用来检验研究区域内地理空间要素与其相邻空间要素之间潜在的相互依赖性的一种空间统计学方法<sup>[27]</sup>。为了探究土地利用程度与景观生态风险的空间耦合特征,研究借助 Anselin 提出的双变量空间分析模型,通过全局空间自相关指数(Global Moran's  $I$ )来反映整体空间关联与差异情况,其计算公式如下<sup>[28]</sup>:

$$I_{P\beta} = \frac{v \sum_{a=1}^v \sum_{b=1}^v w_{ab} (\frac{\theta_{a,P} - \overline{\theta_P}}{S_P}) (\frac{\theta_{a,\beta} - \overline{\theta_\beta}}{S_\beta})}{(n-1) \sum_{a=1}^v \sum_{b=1}^v w_{ab}}$$

式中: $I_{P\beta}$  是研究尺度内土地利用水平  $P$  和景观生态风险值  $\beta$  的双变量全局自相关指标值; $W_{ab}$  为要素  $a$ ,  $b$  之间的空间权重矩阵,当区域  $a$ ,  $b$  相邻时; $W_{ab}=1$ ,否则  $W_{ab}=0$ ; $\theta_{aP}$  与  $\theta_{a\beta}$  是第  $a$  个评价单元内的土地利用水平与生态风险等级值; $S_P$  和  $S_\beta$  是方差; $I_{P\beta} \in [-1,1]$ ,指数小于 0 表示空间负相关,值越小,空间

的差异性越显著;指数大于 0 表示空间正相关,值越大,空间相关性越大;指数等于 0,不相关,表示空间分布为随机性。

为了全面具体的反映土地利用水平与景观生态风险之间集聚或异常的空间关联性,利用局部空间自相关指标(LISA),依据其空间分布关系划分为 4 个集聚类型区:高高集聚(HH)和低低集聚(LL),表征该区域周围相似值(高值或低值)在空间上的集聚;高低集聚(HL)和低高集聚(LH),表示非相似值在空间上的集聚。

3 结果与分析

3.1 十堰市土地利用水平的空间特征分析

从图 2 可知,十堰市土地利用水平整体呈现出以十堰市主城区为核心向周围递减,并在各县城心出现次高峰的空间分异规律,研究结果基本吻合十堰市“东拓,西进,中优”的发展规划。其中高等水平区占总面积的 2.5%,主要集中分布在张湾和茅箭的中心城区,小部分分布在郧阳区的茶店镇和丹江口市的均州路街道,这些区域作为十堰市的城镇密集发展地带,经济发展程度较高,是十堰市经济、商贸、工业和文化教育活动设施集中分布的地区;较高水平区占总面积的 15.44%,主要分布在十堰市主城区的城郊地带以及各县的中心城区,近年来随着十堰市城市化的扩张,在十堰市主城区的辐射带动下,城郊地带的各类基础设施和工业企业的建设日益完善,大幅度提升这些区域的土地利用水平,而城乡统筹、城乡一体化的发展战略,则为十堰市的县域经济的发展提供了较

好的契机;较低水平区占 23.14%,主要镶嵌分布在县域中心城区的周围地带,这些区域的基础设施和各类工商业发展水平落后;低等水平区占总面积的 58.92%,主要分布鄖西县的中西部山区、鄖阳区的西北部山区、丹江口市北部的水源涵养和水土流失治理区。以及竹溪、竹山和房县南部以中低山林牧区与高山区。这些地区以山地地形为主,基础设施建设薄弱,经济发展水平较弱,土地开发利用水平较低。

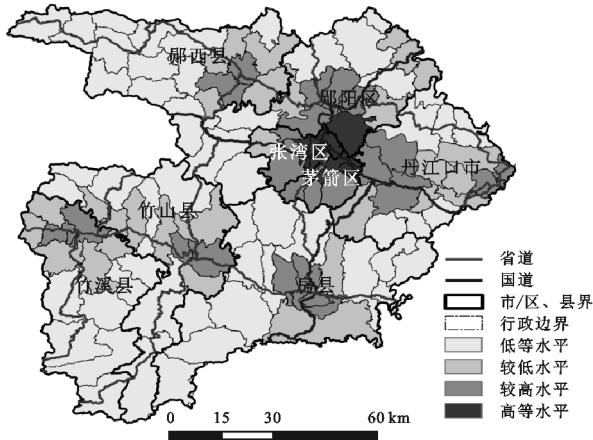


图 2 十堰市土地利用水平空间分布

### 3.2 景观生态风险的空间特征分析

景观生态风险评价能够反映限制区域生态可持续发展的主要因素和过程,是现阶段区域资源管理、景观生态环境修复等相关工作和诸多决策制定的重要依据。从附图 4 可知,十堰市高生态风险区分布范围小,仅占总面积的 2.44%。主要分布在张湾区、茅箭区以及丹江口市的中心城区,这些区域人类对于景观的干预程度大,景观破碎程度高。加之承载着以汽车制造业为主的一系列重工业的发展,加剧了当地的生态环境压力;小部分分布在丹江口水库生态移民大镇的均县镇,该区域分布着南水北调中线源头的丹江口水库,主要以脆弱度较高的水域景观为主,景观类型单一,加上大量水库移民的迁入和湖泊对于外界风险较为敏感,受人为干扰作用强的特性,使得该地景观生态风险水平高;较高生态风险区占总面积的 17.22%,主要分布在竹溪、竹山和房县南部的中低山林牧区,这些区域位于大巴山地,地形起伏大,存在地质灾害隐患。落后的经济发展水平和较低的教育发展水平,使得当地居民缺乏可持续发展的意识,过度放牧与开垦加剧了当地的生态环境恶化;部分分布在城郊地带、县域的中心城区,在这些区域人类的开发建设活动使得大量原有植被与耕地被占领,耕地和草地的破碎度增加,造成了干扰度和景观生态风险的提高;十堰市较低生态风险区和低生态风险区分布范围广泛,分别占总面积的 55.63%和 24.71%。主要包括

鄖西、鄖阳和丹江口市大部分地区、张湾西北部和茅箭区东南部地区,以及竹溪、竹山和房县的北部地区。鄖阳区的东南部丹江口市的大部分地区,以低山丘陵为主,坡度较小,加之是丹江口水库上游的重要生态涵养区,退耕还林的成效显著,环境效益大幅提升;其他区域景观类型则以林地和耕地为主,林地占比大,植被覆盖度高。而且研究区域内的林地种类丰富,以林、灌、疏林地为主,生态系统结构稳定,脆弱度低。加之这些区域以山地地形为主,人类活动干扰较少,生态环境相对稳定。

### 3.3 土地利用水平与景观生态风险的空间耦合分析

从人和自然耦合关联的视角出发,科学分析人类对于土地的各类开发建设活动对于特定区域的景观生态系统所造成的压力和胁迫,是有效规避、主动适应和综合管理景观生态风险的有效途径。因此研究基于 GeoDA 软件平台,利用双变量空间自相关模型,来分析十堰市土地利用水平和景观生态风险的空间耦合特征。计算得出十堰市全局 Moran's  $I$  指数为 0.322 ( $p=0.01$ ,  $Z=8.0603$ , 大于 2.58, 通过了显著水平检验<sup>[27]</sup>),表明研究区域内土地利用水平与景观生态风险之间存在正向的空间关联性。为了进一步揭示土地利用水平与景观生态风险等级高值与低值的空间集聚情况,明晰局部的空间差异性,借助 LISA 对土地利用水平和景观生态风险进行局部空间自相关分析,结果见图 3。

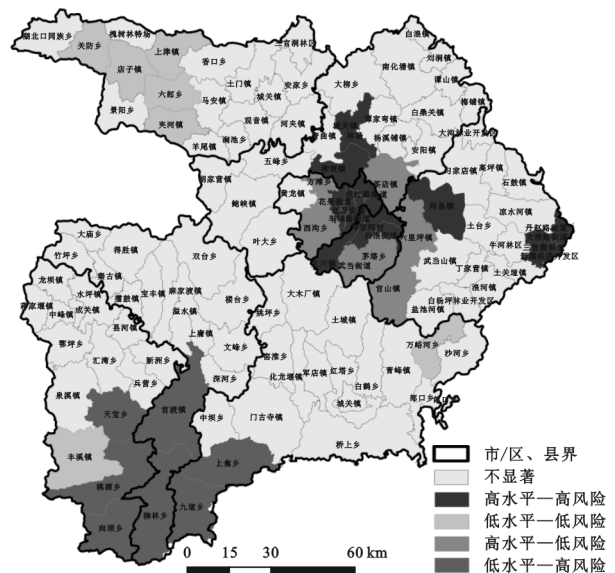


图 3 十堰市土地利用水平与生态风险等级空间自相关

高水平—高风险区:是指土地利用水平高,同时景观生态风险等级高的地区。主要分布在茅箭、张湾鄖阳和丹江口市的中心城区及城郊地区,占总面积的 5.43%。这些区域的交通和经济区位条件好,316 国道和福银高速在这一带通过,交通便利,产业基础雄

厚,是十堰市工业化和城市化发展的重点区域。但同时也面临着建设用地扩张,耕地和草地景观被占,植被覆盖度降低,景观破碎度增大,生态风险等级高的困境。小部分则分布在丹江口市的均县,作为生态和库区移民重点区域,均县的发展获得了较高的政策和资金支持,现有基础设施建设和各类工业企业发展水平仅次于中心城区,但是大量的人口迁入,以及区域内较为单一的景观类型对于当地的自然生态环境带来较大的压力。

**低水平—低风险:**是指土地利用水平和景观生态风险等级都低的区域,主要分布在郧西县的西部地区、房县的万峪河乡以及竹溪县的丰溪镇,占总面积的7.2%。这些区域主要以林地景观类型为主,自然生态系统结构较为稳定,加之落后的基础设施建设使得该地各类工商业发展较慢。

**高水平—低风险:**是指土地利用水平较高,但景观生态风险较低的区域。主要分布在张湾区的方滩乡、西沟乡,茅箭区的武当街道、茅塔乡,丹江口的六里坪镇、官山镇以及郧阳区的茶店镇,占总面积的11.51%。是十堰市作为鄂西生态旅游文化圈,重点打造的生态旅游发展基地,加之邻近主城区的优势地理区位使得这些区域的基础设施建设以及土地的开发利用水平都相对较高,而且作为生态文化旅游的服务基地使得这些区域的生态环境保护较好。

**低水平—高风险:**是指土地利用水平较低,但景观生态风险较高的区域。主要分布在竹溪、竹山和房县南部的中低山林牧区,占总面积的5.42%。在农业的发展过程中,大量的林地被开垦成耕地,加之农村居民点松散式的建设布局,会随着人口的增长而呈现出外延式的无序增长侵占了原本自然生态下的自然化土地。低效的土地开发建设活动既没有带来土地利用经济效益的提升,反而加剧了生态环境问题的紧迫性。

**不显著区:**区域内土地利用水平和景观生态风险等级集聚关系不显著的地区。占总面积的70.44%,主要分布在县域中心及周围地区,主要景观类型为林地和跟耕地,土地利用水平与景观生态风险等级相对均匀,没有明显的高值和低值中心。

## 4 结论

(1) 十堰市土地利用评价水平整体偏低,其中高、较高、较低和低等土地利用水平分别占总面积的2.5%,15.44%,58.92%和23.14%。呈现出以十堰市主城区为核心向周围递减,并在各县城心出现次高峰的空间分异规律,评价结果基本吻合其“东拓,西进、中优”的发展规划。

(2) 十堰市地处鄂西北山地,生态环境优越,景观生态风险整体水平较低,其中高生态风险区主要分布在主城区以及移民重镇均县,占总面积的2.44%;较高生态风险区则主要分布在主城区的城郊地带、各县域城区以及竹溪、竹山和房县南部的中低山林牧区,占17.22%;较低和低生态风险区的分布范围广,共占80.34%。

(3) 在研究区域内土地利用水平与景观生态风险等级具有一定的正向空间关联性,其中高值集聚区、低值集聚区、高低值集聚区、低高值的集聚区和不显著区分别占总面积的5.43%,7.2%,11.51%,5.42%和70.44%。其空间分异规律为高值集聚区主要分布在城镇密集发展区;低值集聚区主要分布在郧西中部人与自然低水平和谐的区域;高低值集聚区主要分布在生态旅游发展区;低高值的集聚区主要分布在十堰市南部经济落后,人地矛盾突出的中低山林牧区。

对于高值集聚区可以通过调整产业结构,发展生态工业园区,限制城市开发建设对于城镇内部山体与绿地的蚕食与分割,加强城市生态保留地与大型自然斑块以及城市保留地内部之间的生态联系,以提升市域生态系统的抗干扰能力降低生态风险;低值集聚区则可以借助《鄂西生态旅游圈总体规划》将十堰市纳入鄂西生态旅游圈内的契机,可以充分发挥生态资源优势,打造生态旅游品牌,建立以山林特色为基础的生态农业产业体系,积极探索生态经济发展的模式,在保护绿水青山的基础上,提升土地利用水平;高低值集聚区,属于土地利用发展水平和自然生态环境和谐发展的地区发展模式,是其他区域借鉴学习的典型;对于低高值的集聚区,政府部门应该通过意识形态的教育提升当地居民对于生态风险问题治理的紧迫性,同时应该借助湖北省全域土地综合整治的契机,积极开展“山水林田湖草村”的综合整治工作,优化农村居民点的布局。并辅助实施山地退耕还林和天然林保护等生态工程建设的方式加强生态保育,同时通过完善基础设施建设、技术扶持和信息引导的方式提升当地土地利用水平。

### 参考文献:

- [1] 傅丽华,谢炳庚,张晔,等.长株潭城市群核心区土地利用生态风险评价[J].自然灾害学报,2011,20(2):96-101.
- [2] 李月月,黄义雄,杨阳,等.福建省长汀县土地利用变化及其对生态风险的影响[J].生态科学,2018,37(6):52-59.
- [3] 马世五,谢德体,张孝成,等.三峡库区重庆段土地生态状况时空格局演变特征[J].生态学报,2018,38(23):8512-8525.
- [4] 曹玉红,陈晨,张大鹏,等.皖江城市带土地利用变化的



生态风险格局演化研究[J].生态学报,2019,39(13):4773-4781.

[5] 刘焱序,王仰麟,彭建,等.基于生态适应性循环三维框架的城市景观生态风险评价[J].地理学报,2015,70(7):1052-1067.

[6] 赵越,罗志军,李雅婷,等.赣江上游流域景观生态风险的时空分异:从生产—生活—生态空间的视角[J].生态学报,2019,39(13):4676-4686.

[7] 常小燕,李新举,李西灿,等.矿区土地利用生态风险的时空异质性[J].生态学报,2019,39(9):3075-3088.

[8] Heggem D T, Edmonds C M, Neale A C, et al. A landscape ecology assessment of the Tensas river basin[J]. Environmental Monitoring & Assessment, 2000, 64(1):41-54.

[9] Kapustka L A, Galbraith H, Luxon B M, et al. Using landscape ecology to focus ecological risk assessment and guide risk management decision-making[J]. Toxicology and Industrial Health, 2001,17(5/10):236-246.

[10] Hayes E H, Landis W G. Regional ecological risk assessment of a near shore marine environment:Cherry point, WA[J]. Human & Ecological Risk Assessment An International Journal, 2004,10(2):299-325.

[11] Rosa D L, Martinico F. Assessment of hazards and risks for landscape protection planning in Sicily[J]. Journal of Environmental Management, 2013, 127(suppl.):S155-S167.

[12] 韦仕川,吴次芳,杨杨,等.基于 RS 和 GIS 的黄河三角洲土地利用变化及生态安全研究:以东营市为例[J].水土保持学报,2008,22(1):185-189.

[13] 苏浩,吴次芳.基于景观结构的农林交错带土地利用生态风险时空分异研究[J].经济地理,2017,37(5):158-165.

[14] 潘竟虎,刘晓.疏勒河流域景观生态风险评价与生态安全格局优化构建[J].生态学杂志,2016,35(3):791-799.

[15] 徐露.四川省农业景观生态风险评价研究[J].中国农业资源与区划,2019,40(1):48-52.

[16] 王飞,叶长盛,华吉庆,等.南昌市城镇空间扩展与景观生态风险的耦合关系[J].生态学报,2019,39(4):1248-1262.

[17] 薛冰,肖骁,李京忠,等.基于 POI 大数据的老工业区房价影响因素空间分异与实证[J].人文地理,2019,34(4):106-114.

[18] 王俊珏,叶亚琴,方芳.基于核密度与融合数据的城市功能分区研究[J].地理与地理信息科学,2019,35(3):66-71.

[19] 张景奇,陈小冬,修春亮.基于 POI 数据的城市蔓延测度研究:以沈阳市为例[J].中国土地科学,2019,33(4):93-102.

[20] 浩飞龙,王士君,冯章献,等.基于 POI 数据的长春市商业空间格局及行业分布[J].地理研究,2018,37(2):366-378.

[21] 孙宗耀,翟秀娟,孙希华,等.基于 POI 数据的生活设施空间分布及配套情况研究:以济南市内五区为例[J].地理信息世界,2017,24(1):65-70.

[22] 李双成,高伟明,周巧富,等.基于小波变换的 NDVI 与地形因子多尺度空间相关分析[J].生态学报,2006,26(12):4198-4203.

[23] 史娜娜,全占军,韩煜,等.基于生态敏感性评价的乌海市土地资源承载力分析[J].水土保持研究,2017,24(1):239-243.

[24] 甘琳,陈颖彪,吴志峰,等.近 20 年粤港澳大湾区生态敏感性变化[J].生态学杂志,2018,37(8):2453-2462.

[25] 王鹏,王亚娟,刘小鹏,等.基于景观结构的生态移民安置区生态风险评价:以宁夏红寺堡区为例[J].生态学报,2018,38(8):2672-2682.

[26] 纪学朋,黄贤金,陈逸,等.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[J].自然资源学报,2019,34(3):451-463.

[27] 邢璐平,方斌,向梦杰.基于 GWR 模型的江苏省耕地集约利用水平时空变化特征及影响因素[J].长江流域资源与环境,2019,28(2):376-386.

[28] 李俊翰,高明秀.滨州市生态系统服务价值与生态风险时空演变及其关联性[J].生态学报,2018,39(21):26-39.



(上接第 284 页)

[15] 于淑会,周向莉,卿冀川,等.河北滨海盐碱土地生态安全评价[J].中国生态农业学报,2017,25(5):778-786.

[16] 南颖,吉喆,冯恒栋,等.基于遥感和地理信息系统的图们江地区生态安全评价[J].生态学报,2013,33(15):4790-4798.

[17] 周汝佳,张永战,何华春.基于土地利用变化的盐城海岸带生态风险评价[J].地理研究,2016,35(6):1017-1028.

[18] 孙才志,闫晓露,钟敬秋.下辽河平原景观格局脆弱性及空间关联格局[J].生态学报,2014,34(2):247-257.

[19] 潘竟虎,刘晓.疏勒河流域景观生态风险评价与生态安全格局优化构建[J].生态学杂志,2016,35(3):791-799.

[20] 赵越,罗志军,李雅婷,等.“三生空间”视角下的赣江上游流域景观生态风险时空分异研究[J].生态学报,2018,39(13):1-10.