

# 2000—2020年南昌市土地利用时空变化及其生态环境效应

王林燕, 汤江龙, 张晓平

(东华理工大学 测绘工程学院, 江西 南昌 330013)

**摘要:** [目的] 分析南昌市因土地利用变化引起的区域生态环境效应, 定量研究该区域国土资源开发与生态环境的关系, 为区域生态环境保护、生态文明建设和绿色发展提供科学支持。[方法] 运用土地利用转移矩阵和核密度分析模型推算土地利用变化时空变动轨迹, 用生态环境质量指数和生态贡献率推理出土地利用变化对生态系统的影响。[结果] ① 2000—2020年, 南昌市土地利用变化主要以草地、耕地转为建设用地, 林地、水域转为耕地, 耕地转为水域为主; ② 2000—2020年, 南昌市土地利用变化空间集聚演变主要集中在西北方向, 其中耕地转水域是研究区生态环境改善的主要原因, 水域转耕地和耕地转建设用地是区域生态环境退化的主要原因。[结论] 南昌市2000、2010、2020年的生态环境质量指数为0.354、0.351和0.352, 生态环境质量相对稳定, 但区内质量指数呈现下降趋势, 有必要及时严格控制城镇开发边界和落实生态红线保护政策。

**关键词:** 土地利用变化; 生态环境质量; 南昌市

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-288X(2022)04-0286-07

**中图分类号:** F301.24

**文献参数:** 王林燕, 汤江龙, 张晓平. 2000—2020年南昌市土地利用时空变化及其生态环境效应[J]. 水土保持通报, 2022, 42(4): 286-292. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2022.04.036; Wang Linyan, Tang Jianglong, Zhang Xiaoping. Temporal and spatial changes of land use and their eco-environmental effects in Nanchang City from 2000 to 2020 [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2022, 42(4): 286-292.

## Temporal and Spatial Changes of Land Use and Their Eco-environmental Effects in Nanchang City from 2000 to 2020

Wang Linyan, Tang Jianglong, Zhang Xiaoping

(Faculty of Geomatics, East China University of Technology, Nanchang, Jiangxi 330013, China)

**Abstract:** [Objective] The regional ecological environmental effects caused by land use changes in Nanchang City by determining the quantitative relationships between regional land and resource development and ecological environments were analyzed in order to providing support for regional ecological environmental protection, ecological civilization construction, and green development. [Methods] The temporal and spatial change trajectory of land use changes was calculated by using a land use transfer matrix and a nuclear density analysis model. The impact of land use changes on the ecosystem was deduced by an eco-environmental quality index and the ecological contribution rate. [Results] ① From 2000 to 2020, the land use change in Nanchang City was mainly from grassland and cultivated land to construction land, from forest land and water area to cultivated land, and from cultivated land to water area; ② From 2000 to 2020, the spatial agglomeration evolution of land use change in Nanchang City was mainly concentrated in the northwest, and the conversion of cultivated land to water area was the main reason for the improvement of the ecological environment in the study area. The conversion of water area to cultivated land, and cultivated land to construction land were the main reasons for the degradation of the regional ecological environment. [Conclusion] The eco-environmental quality index of Nanchang City in 2000, 2010 and 2020 was 0.354, 0.351, and 0.352. This index was relatively stable, but the eco-environmental quality index in the region showed a downward trend.

收稿日期: 2021-12-03

修回日期: 2022-02-18

资助项目: 国家自然科学基金项目“农村宅基地退出冲突形成机理及缓解研究”(41960132)

第一作者: 王林燕(1994—), 女(汉族), 江西省抚州市人, 硕士研究生, 资产评估师, 研究方向为土地生态经济。Email: 2296382343@qq.com.

通讯作者: 汤江龙(1964—), 男(汉族), 江西省抚州市人, 博士, 教授, 硕士生导师, 主要从事土地利用规划、土地生态经济方面的研究。

Email: 743621397@qq.com.

It will be necessary to strictly control the boundary of urban development and to implement an ecological red-line protection policy in the future.

**Keywords:** land use change; ecological environmental quality; Nanchang City

生态系统服务(ecosystem services)指人类通过生态系统结构、过程和功能直接或间接得到的生命支持产品和服务<sup>[1-2]</sup>,主要包括原材料和食物生产等有形产品的供给,气候调节、水文调节、维持生物多样性及提供美学景观等无形产品的供给<sup>[3]</sup>,生态系统能否有效供给关系全人类生存、健康、福祉<sup>[4]</sup>。土地利用/覆被变化(land use/cover change, LUCC)是人类社会、经济发展与自然共同作用的结果<sup>[5]</sup>,影响生态系统的格局和过程,是改变生态系统产品与服务提供能力的主要驱动力<sup>[6]</sup>。LUCC 驱动下引起的生态环境效应、生态系统服务的变化逐渐成为研究的重要内容和热点内容之一<sup>[7]</sup>。生态系统服务价值(ecosystem services value, ESV)是量化区域生态环境和生态安全的重要指标<sup>[8-9]</sup>,最早由国外学者 Costanza<sup>[10]</sup>提出,运用生态经济学方法奠定 ESV 研究的基础,后经谢高地<sup>[11-12]</sup>等中国学者根据调查和研究构建了符合国内 ESV 测算的当量因子表和单位面积价值当量表。基于此研究国内开展了 LUCC 对 ESV 影响的大量研究,在数量上,丁丽莲等<sup>[13]</sup>研究了 1984—2014 年淀山湖地区 ESV 对 LUCC 的响应;雷军成等<sup>[14]</sup>研究了 1995—2016 年 LUCC 对寻乌县 ESV 的影响;徐胜利<sup>[15]</sup>研究了 2009—2016 年江西省农村 LUCC 及 ESV 研究等;在空间上,李涛等<sup>[16]</sup>研究了 2000—2013 年 LUCC 影响下洞庭湖地区 ESV 的时空演变;程静等<sup>[17]</sup>研究了 2009—2017 年宁夏回族自治区 ESV 时空演变及其驱动力。地类空间变化作为维持生态服务功能的主要驱动力,将给 ESV 带来正面和负面的影响<sup>[3,18]</sup>,因此定量评估 LUCC 对 ESV 的影响对于维持区域生态环境和推动土地的可持续发展具有重要参考意义。基于此,本文利用南昌市 2000, 2010, 2020 年 3 期 LUCC 数据,运用土地利用转移矩阵、核密度分析模型演算出研究区 LUCC 空间集聚演变方向,然后通过相对生态系统服务价值、区域生态质量指数和生态贡献率等指标测算对生态服务价值有正面和负面影响的主要土地利用类型转型,通过合理控制主要转移类型,推进南昌市实现生态优势转化为发展优势,促进生态环境建设的进一步发展。

## 1 研究区概况

南昌市为江西省辖地级市,省会城市,位于江西省中部偏北(115°27′—116°35′E, 28°09′—28°11′N),东接余干、东巷,南临临川、丰城,西连高安、奉新、靖

安,北傍鄱阳湖。本次研究区包括南昌市所辖的 6 区 3 县,分别为新建区、东湖区、西湖区、青山湖区、青云谱区、红谷滩区及南昌县、安义县、进贤县。境内多与平原为主,东南地区平坦,西北地区丘陵起伏。研究区属亚热带季风气候,夏季高温偏多雨,冬季温和偏少雨,年均气温在 17~18℃,降水量充沛,年降水量达到 1 600~1 700 mm。2000—2020 年,南昌市人口由 433.2 万人增长至 625.5 万人,GDP 由 476 亿元增长至 5 745.5 亿元,经济快速增长,城镇建设用地由 372.73 km<sup>2</sup> 增长至 780.24 km<sup>2</sup> 不断扩张,导致生态用地质量不高从而引发许多生态问题,甚至对生态安全造成威胁,急需加快土地利用高质量跨越式发展。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

本文以 2000, 2010 和 2020 年 3 期土地利用/覆被变化(LUCC)数据为主要数据源,该数据来源于全球地表覆盖数据 GlobalLand30 (<http://www.globallandcover.com/>),空间分辨率为 30 m,分类影像主要包括美国 Landsat TM5, ETM<sup>+</sup>, OLI 多光谱影像和中国环境减灾卫星多光谱影像,2020 年数据使用了 16 m 分辨率高分一号多光谱影像。2010 和 2020 年 2 期原始数据根据外业调查和随机抽取动态图斑样本确定总体精度 83.5%, kappa 系数为 0.78, 2020 年数据基于景观形状指数抽样模型进行全套数据布点,根据布设样本得出总体精度为 85.72%, Kappa 系数为 0.82,三期土地利用数据均满足研究精度要求。通过 ArcGIS 掩膜提取等功能进行预处理得到研究区土地利用数据,依据 GlobalLand30 分类系统和区内国土资源现状土地利用情况,将土地划分为耕地、林地、草地、水域、建设用地、未利用土地 6 大类<sup>[19]</sup>。文中涉及的统计数据来源于 2000—2020 年的《南昌市统计年鉴》和《全国农产品成本收益资料汇编》。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 土地利用变化时间和空间分析

(1) 土地利用动态度是表示研究区两个时期某种土地利用类型转型时土地面积和土地利用程度变化的指标<sup>[20]</sup>,其计算公式为:

$$K = \frac{U_{i,t_2} - U_{i,t_1}}{U_{i,t_1}} \times \frac{1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

式中:K 表示在研究期间地区土地利用类型的动态度;  $U_{i,t_2}$  表示研究期末  $t_2$  第  $i$  种土地利用类型的面积

积;  $U_{i,t_1}$  为研究期初  $t_1$  第  $i$  种土地利用类型的面积。

(2) 土地利用转移矩阵是定量描述研究期内不同土地利用类型之间的相互转型和转型方向,同时反映各类用地的转入率和转出率<sup>[21-22]</sup>,数学表达式为:

$$\mathbf{A}_{ij} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \cdots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \cdots & A_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \cdots & A_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中:  $\mathbf{A}_{ij}$  表示研究期初第  $i$  类土地类型转为期末第  $j$  类土地类型的面积;  $n$  表示土地利用类型;其中  $i = (1, 2, \dots, n)$ ,  $j = (1, 2, \dots, n)$ 。

(3) 核密度估计模型(kemel density estimation, KED)是通过分析特定区域点状或线状等地理要素来反映地理现象空间扩散的距离衰减规律<sup>[23]</sup>,用来探测数据分布及反映空间集聚效应的非参数可视化的方法之一<sup>[24-25]</sup>。具体表达式为:

$$F(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (3)$$

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)$$

式中:  $K(x)$  为权重函数;  $n$  为数据个数;  $h$  为阈值;  $(x-x_i)$  为样本点间的距离。

2.2.2 生态系统服务价值 运用谢高地等<sup>[11-26]</sup>学者提出的适合评估中国 ESV 的当量因子表和确定的 1 个陆地 ESV 当量因子的经济价值 3 406.50 元/hm<sup>2</sup>。再结合研究区实际情况进行地区修正,其中耕地、林地、草地、未利用地价值当量分别对应当量因子表中的农田、森林、草地、荒漠,水域对应水体和湿地的均值。本文选取近 20 a 间研究区粮食单产和同期全国粮食单产的平均价格比值(1.031)对经济价值进行修正,得到南昌市单位面积当量因子的经济价值为 3 512.10 元/hm<sup>2</sup>,以此构建南昌市不同地类单位面积 ESV 表(表 1),其中建设用地提供的 ESV 很低,不参与计算<sup>[27]</sup>,研究区各项 ESV 计算公式为:

$$ESV = \sum_{i=1}^n VC_i \cdot A_i \quad (4)$$

式中:ESV 表示区域生态系统服务价值;  $A_i$  表示第  $i$  种土地利用类型的面积;  $VC_i$  表示第  $i$  种土地利用类型的单位面积生态系统服务价值;  $n$  表示土地利用类型的数量。

表 1 南昌市各地类单位面积 ESV

元/(hm<sup>2</sup> · a)

一级类型	二级类型	林地	草地	耕地	水域	未利用地	建设用地
供给服务	食物生产	1 158.99	1 510.20	3 512.10	1 562.88	70.24	0.00
	原材料生产	10 466.06	1 264.36	1 369.72	1 036.07	140.48	0.00
调节服务	气体调节	15 172.27	5 268.15	2 528.71	5 127.67	210.73	0.00
	气候调节	14 294.25	5 478.88	3 406.74	27 411.94	456.57	0.00
	水文调节	14 364.49	5 338.39	2 704.32	56 562.37	245.85	0.00
支持服务	废物处理	6 040.81	4 635.97	4 881.82	51 364.46	913.15	0.00
	保持土壤	14 118.64	7 867.10	5 162.79	4 214.52	597.06	0.00
	维持生物多样性	15 839.57	6 567.63	3 582.34	12 503.08	1 404.84	0.00
文化服务	提供美学景观	7 305.17	3 055.53	597.06	16 032.74	842.90	0.00

2.2.3 生态环境指标构建 LUCC 是引起生态环境变化的驱动力之一,为量化 LUCC 对生态环境的影响,引入相对生态系统服务价值、区域生态质量指数和生态贡献率等指标<sup>[28]</sup>。具体表达式为:

$$R_{i \rightarrow j} = (LE_j - LE_i) \times A_{i \rightarrow j} / \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n | (LE_j - LE_i) \times A_{i \rightarrow j} |$$

$$E_n = \sum_{i=1}^n (LE_i \times A_i) \quad (6)$$

式中:  $R_{i \rightarrow j}$  为土地利用类型  $i$  转为  $j$  的生态贡献率;  $E_n$  为生态环境质量指数;  $LE_i$ ,  $LE_j$  为第  $i$  类和第  $j$  类土地利用类型的相对生态服务价值(本文中水域生态服务价值最高,赋值 1,建设用地服务价值最低,赋值 0,其他地类的相对生态服务价值通过对应的生态

服务价值系数和水域生态服务价值系数的比例关系确定,则草地为 0.233,耕地为 0.158,林地为 0.562,未利用地为 0.028);  $A_{i \rightarrow j}$  为类型  $j$  转为  $i$  的面积占研究区总面积的比值;  $A_i$  为第  $i$  类土地利用面积占研究区总面积的比值;  $n$  为土地利用类型数量。

## 3 结果与分析

### 3.1 南昌市土地利用变化时间分析

根据土地利用现状分析数据(表 2),2000—2020 年研究期间,南昌市主要的土地利用类型(耕地、林地、水域)空间格局相对稳定,3 个研究时期的主要地类面积之和占南昌市总面积的 88.93%,87.63%和 84.56%,其中耕地占总面积的 50%以上。20 a 间,

耕地、草地、林地、未利用地均减少,其中耕地减少面积最大,净减少量为 347.69 km<sup>2</sup>,减幅为 17.03%,草地减少面积为 64.26 km<sup>2</sup>,减幅为 8.31%,林地减少面积为 53.98 km<sup>2</sup>,减幅为 5.64%,未利用土地减少 29.69 km<sup>2</sup>,减幅为 64.49%,建设用地和水域面积均增加,其中建设用地净增加量最大,为 407.51 km<sup>2</sup>,增幅为 109.33%,水域增加面积为 88.16 km<sup>2</sup>,增幅为 7.04%。2000—2010 年建设用地面积增幅较大,为 27.08%,由于城镇扩张导致大量耕地转为建设用地,耕地和林地面积减幅最大,分别为 2.19%和 2.61%;2010—2020 年建设用地面积增幅最大,为 64.73%,未利用地减幅最大,为 63.54%。从动态度分析得知,2010—2020 年变动幅度大于 2000—2010 年,表明南昌市在该时段 LUCC 发生剧烈变化。

为充分了解土地转型的双向性与空间性,通过

ArcGIS 对 2000,2010 和 2020 年的南昌市土地利用数据进行融合、相交等空间分析得到 2000—2020 年的土地利用转移矩阵(表 3),基于此,分析南昌市 LUCC 方向。根据表 3 分析土地利用类型转出情况,2000—2020 年,耕地面积逐年减少且耕地转出面积占总转出面积比重最大,为 50.12%,其次为林地,转出比率为 18.38%,建设用地及未利用地转出比率最低,仅为 2.62%和 2.72%。从土地利用类型转入情况分析得出,建设用地转入面积逐年增加且转入面积占总转入面积的比重最大,为 35.73%,其次为耕地,转入比率为 21.87%,其他土地转入未利用地比例最低,仅为 0.31%。从表 2 得出耕地的转出面积高于转入面积,总体表现为耕地转为建设用地,建设用地的转入面积明显高于转出面积,主要原因在于近 20 a 间南昌市人口持续增长和城镇化的速度加快。

表 2 南昌市 2000—2020 年土地利用结构变化

项目	草地		耕地		建设用地		林地		水域		未利用土地	
	面积/km <sup>2</sup>	比例/%	面积/km <sup>2</sup>	比例/%	面积/km <sup>2</sup>	比例/%	面积/km <sup>2</sup>	比例/%	面积/km <sup>2</sup>	比例/%	面积/km <sup>2</sup>	比例/%
2000 年	377.23	5.25	4 181.67	58.18	372.73	5.19	957.4	13.32	1 252.53	17.43	46.04	0.64
2010 年	370.48	5.15	4 090.19	56.91	473.65	6.59	953.58	13.27	1 254.78	17.46	44.84	0.62
2020 年	312.97	4.35	3 833.98	53.34	780.24	10.86	903.42	12.57	1 340.69	18.65	16.35	0.23
2000—2010 年变化量	-6.75	3.27	-91.48	44.32	100.92	48.89	-3.82	1.85	2.25	1.09	-1.2	0.58
动态度	0.18		0.22		2.71		0.04		0.02		0.26	
2010—2020 年变化量	-57.51	7.33	-256.21	32.64	306.59	39.06	-50.16	6.39	85.91	10.95	-28.49	3.63
动态度	1.55		0.63		6.47		0.53		0.68		6.35	
2000—2020 年变化量	-64.26	6.48	-347.69	35.07	407.51	41.11	-53.98	5.45	88.16	8.89	-29.69	3.00
动态度	1.03		0.45		2.61		0.3		0.33		9.08	

表 3 南昌市 2000—2020 年土地利用转移矩阵

项目	2020 年						km <sup>2</sup>
	草地	耕地	建设用地	林地	水域	未利用土地	
2000 年	草地	175.91	66.59	40.19	72.48	21.45	0.34
	耕地	58.94	3 563.54	339.73	89.89	126.71	1.58
	建设用地	1.21	24.70	340.48	1.45	4.81	0.04
	林地	71.73	96.59	30.92	730.40	27.00	0.01
	水域	4.43	77.36	28.77	8.40	1 130.12	1.84
	未利用土地	0.54	3.88	0.08	0.08	28.91	12.51

### 3.2 南昌市土地利用变化空间集聚演变

为更加直观反映区内 LUCC 的空间分布状况,通过对比采用 1 km 的渔网网格计算每个网格转移面积比重,并对每个网格转型比重进行核函数(公式 3)计算,得到 LUCC 空间集聚演变分布(图 1)。采用 ArcGIS 自然断点法将转型密度区划分为 5 个级别,分别为低密度区、中低密度区、中密度区、中高密度区、高密度区。结果显示 2000—2020 年南昌市 LUCC 集聚高密度区主要集中在南昌市主城区(红谷

滩新区、西湖区),部分分布在南昌县西北方向、安义县、新建区、进贤县的中心城区,新建区、青山湖区主要集中在中高密度区,北部方向新建区鄱阳湖附近水域仅南矶乡发生土地利用类型转变,其他地类转移较少;2000—2010 年 LUCC 高密度区主要集中在西湖区、青山湖区;2010—2020 年 LUCC 高密度区主要集中在红谷滩新区、安义县中心城区;总体而言,城镇化发展较快地区转型密度均较高,发展较缓的地区,土地转型密度较低。

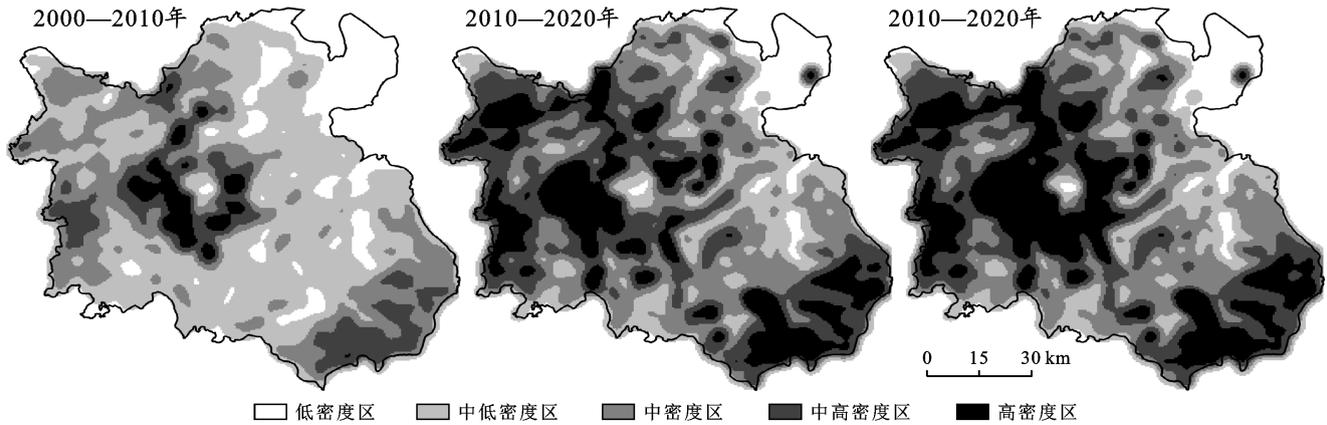


图 1 研究区土地利用变化的空间集聚演变

### 3.3 土地利用类型转型对生态环境影响分析

根据公式(4)得到不同地类 ESV(表 4),通过分析,2000—2020 年不同地类的 ESV 排序为:水域>耕地>林地>草地>未利用土地>建设用地,总生态

价值呈现先降低再增加的趋势,主要原因是 2000—2010 年城镇水域的生态服务价值增长幅度大于其他类型生态价值减少的幅度且 2016—2020 年研究区实行的生态保护“十三五”规划带来的生态环境改善。

表 4 南昌市不同土地利用类型生态服务价值(ESV)

亿元

类型	年份	林地	草地	耕地	水域	未利用土地	建设用地	合计
生态服务价值	2000	94.55	15.47	116.03	220.22	0.22	0.00	446.49
	2010	94.18	15.18	113.48	220.61	0.22	0.00	443.67
	2020	89.24	12.83	106.38	235.70	0.06	0.00	444.21
生态服务价值变化量	2000—2010	-0.37	-0.29	-2.55	0.39	0.00	0.00	-2.82
	2010—2020	-4.94	-2.35	-7.10	15.09	-0.16	0.00	0.54
	2000—2020	-5.31	-2.64	-9.65	15.48	-0.16	0.00	-2.28

3.3.1 区域生态环境质量效应分析 根据公式(5)得到生态环境质量指数(表 5),研究区各年生态环境质量指数为 0.354,0.351,0.352,生态环境质量指数和生态服务价值均呈现先降低再增加的趋势,但总体呈现下降趋势,说明生态环境质量处于退化状态,南昌市 2021—2035 年国土空间规划必须严格控制“三区三线”的划定。但整体变动较小,说明南昌市土地利用结构布局较合理,且 LUCC 对生态环境的影响处于可控范围。生态环境近 10 a 有所改善,主要是源于南昌市严格实施“十三五”时期生态保护政策(如 2015 年成立南矶湿地保护区等政策),水域、林地面积大幅增加,生态环境质量有所改善。

表 5 2000—2020 年南昌市生态环境质量指数表

地类	相对生态系统服务价值	生态环境质量指数		
		2000 年	2010 年	2020 年
草地	0.233	0.012	0.012	0.010
耕地	0.158	0.092	0.090	0.084
建设用地	0.000	0.000	0.000	0.000
林地	0.562	0.075	0.075	0.071
水域	1.000	0.174	0.175	0.187
未利用土地	0.028	0.000	0.000	0.000
合计		0.354	0.351	0.352

3.3.2 生态环境质量的空间演变 本文使用各年份生态环境质量指数来表达区内生态环境空间分异演变,以 1 km 的渔网网格为研究单元,对每个网格的几何中心进行土地利用类型生态环境指数赋值,运用普通克里金插值法得到研究区生态环境质量分布(图 2),采用 ArcGIS 自然断点法将生态环境区划分为 5 个级别,分别为低质量区、较低质量区、中质量区、较高质量区、高质量区<sup>[29]</sup>。

研究区生态环境南北差异较大,高质量和较高质量区大部分集中在北部鄱阳湖和东南部军山湖;低质量区和较低质量区主要集中在各区的区中心、人口集聚区、经济发展较快区;中质量区主要集中在西北部的林地。2000—2020 年生态环境质量指数下降且生态环境随 LUCC 而变化,具体分析某类 LUCC 对研究区生态环境贡献率,根据公式(6)得到土地利用类型贡献率(表 6,图 3),其中导致生态环境退化主要的 LUCC 排序为:水域转耕地>耕地转建设用地>林地转耕地>水域转建设用地>林地转草地>林地转建设用地,这 6 项占生态环境退化贡献率的 90.64%,占总贡献率的 46.51%;引起生态环境改善的主要 LUCC 排序为:耕地转水域>耕地转林地>

未利用土地转水域>草地转林地>草地转水域>林地转水域,这 6 项占生态环境改善贡献率的 93.75%, 占总贡献率的 45.62%。LUCC 引起的区域生态环境质量维持稳定,主要原因是其引起的改善、不变、退化生态环境的效果能相互抵消,引起环境改善的占 48.7%,退化的占 51.3%,可见水域和林地的增加对

区域生态环境改善有很大作用,严格实施研究区鄱阳湖、军山湖、风景名胜区内湖泊以及自然保护区内湖泊保护政策及退耕还林是改善区域生态环境质量的有效手段,但环境退化程度大于环境改善程度,今后还需继续加大生态保护政策和控制城镇开发边界的无序扩张。

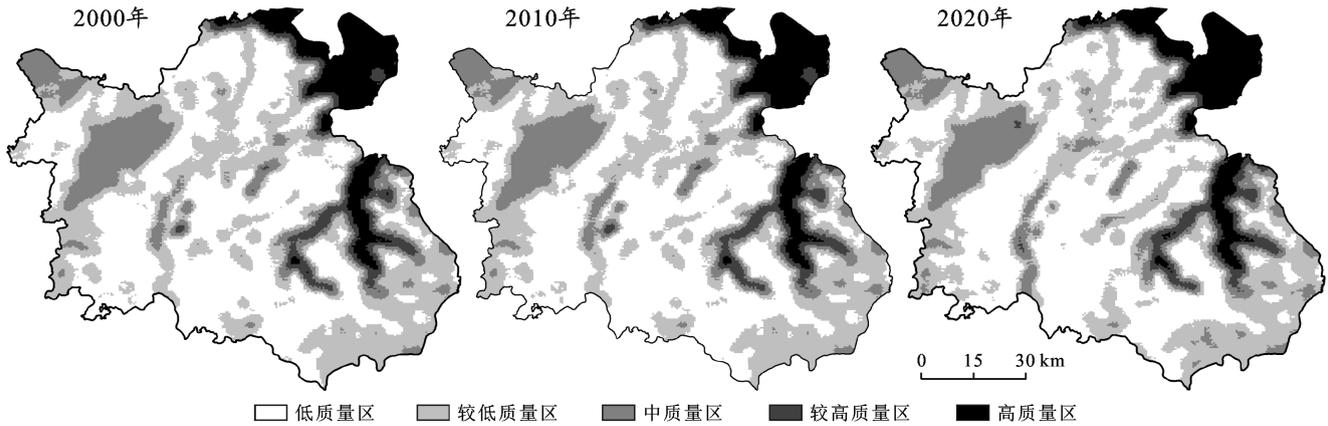


图 2 研究区 2000—2020 年生态环境质量指数分布

表 6 研究区 2000—2020 年土地利用变化引起的生态环境效应

生态环境退化			生态环境改善		
类型	生态环境指数变化	贡献率	类型	生态环境指数变化	贡献率
水域转耕地	-0.009	-0.133	耕地转水域	+0.015	+0.218
耕地转建设用地	-0.007	-0.110	耕地转林地	+0.005	+0.074
林地转耕地	-0.005	-0.080	未利用土地转水域	+0.004	+0.057
水域转建设用地	-0.004	-0.059	草地转林地	+0.003	+0.049
林地转草地	-0.003	-0.048	草地转水域	+0.002	+0.034
林地转建设用地	-0.002	-0.036	林地转水域	+0.002	+0.024
其他土地转移类型	-0.003	-0.048	其他土地转移类型	+0.002	+0.03
合计	-0.035	-0.513		+0.033	+0.487

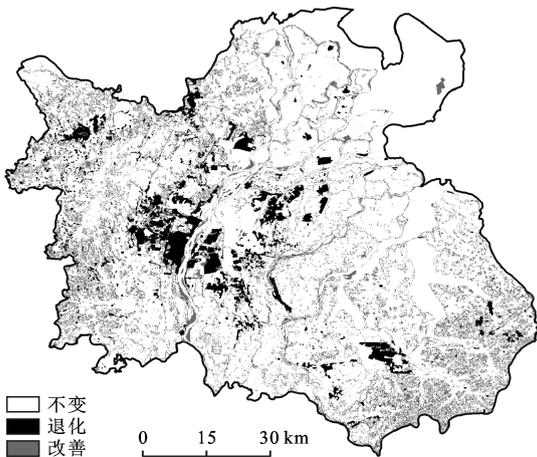


图 3 研究区 2000—2020 年生态环境指数变化空间分布

## 4 讨论与结论

### 4.1 讨论

LUCC 对生态环境效应的定量评估是指导区域

自然、社会、经济高质量发展的重要研究课题,南昌市作为江西省省会城市,由于经济发展的需求,土地开发愈来愈频繁,引发了土地利用布局不合理、生态环境退化等一系列问题,定量分析研究区引发环境退化和改善的主要土地转移类型,为政府科学规划提供理论参考,合理布局建设用地的增量和流量。

本文研究重点在于定量分析研究区近 20 a 间 LUCC 变化规律和引起的生态环境效应,市域尺度介于省及县域之间,优化市域空间布局可有效推动各城市协调发展和提高各城市的国土资源承载力。在 ESV 评估结果中,与前人研究结果类似<sup>[19]</sup>,LUCC 对 ESV 影响显著,研究区存在部分质量较好耕地、林地转为建设用地,导致 ESV 呈现下降趋势,林地和水域作为构成 ESV 的重要组成部分及对维持生态系统稳定具有重要作用,它们的面积变化将引起 ESV 和生态系统的变化,因此生态保护红线划定因重点关注水

域和林地的面积变化。在生态环境质量评估结果中,虽然当地政府出台各种生态保护政策,但受政策影响增加的生态用地面积不足以弥补建设用地扩张对生态环境的破坏,导致生态环境质量指数呈现下降趋势,研究区现阶段正处于经济与生态环境协调发展的关键路口,就生态环境高质量区,适当提高建设用地利用强度,优化各种产业用地布局,以期实现区域经济可持续发展;就生态环境低质量区,应该严格控制水域、林地等高 ESV 地类向低 ESV 地类的转出,同时适当加大生态工程修复的投入,以期实现区域生态环境不因经济发展而退化。

对比已有研究<sup>[29-30]</sup>,本文完善了 LUCC 空间变化特征和聚集演变方向,并在空间上量化了因土地利用类型转移引起的生态环境改变,可以为政府部门制定研究区不同地类转换提供决策依据。研究中采用谢高地<sup>[12]</sup>等学者提出的当量因子 ESV 评估方法,与其他方法相比,该方法评估全面,得到许多学者的运用和推广<sup>[13-14]</sup>,但在对当量因子表修正的过程中,如何使当量因子表更符合现经济发展水平有待完善;其次本文缺少对研究区生态环境质量动态监测的探究,应进一步进行探讨,防止国土资源过度开发和滥用。

## 4.2 结论

(1) 2000—2020 年,研究区建设用地转入面积最多,由 372.73 km<sup>2</sup> 增加至 780.24 km<sup>2</sup>,耕地转出面积最多,由 4 181.67 km<sup>2</sup> 下降至 3 833.98 km<sup>2</sup>;红谷滩区、西湖区建设用地和经济发展较快,西北部核密度增加,土地利用类型转型空间集聚增强;研究区主要的土地利用类型(耕地、林地、水域)占南昌市总面积的 88.93%,87.63%和 84.56%,主要土地利用类型格局维持较稳定。

(2) 2000—2020 年,研究区各年生态环境质量指数为 0.354,0.351 和 0.352,生态环境质量指数和生态服务价值均呈现先降低再增加的趋势,但总体维持较稳定,说明南昌市土地利用结构布局较合理,且 LUCC 对生态环境的影响处于可控范围,现有土地利用模式能够兼顾生态环境保护 and 区域经济发展的需求,但生态环境质量指数下降,说明退化趋势强于改善趋势,有必要严格控制城镇开发边界和落实生态红线保护政策。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 王军,顿耀龙.土地利用变化对生态系统服务的影响研究综述[J].长江流域资源与环境,2015,24(5):798-808.
- [2] 张发,玉素甫江·如素力,艾尔肯·图尔逊.基于土地利用的博斯腾湖流域生态系统服务价值时空变化[J].生态学报,2021,41(13):5254-5265.
- [3] 冉玉菊,雷冬梅,刘林,等.滇中城市群 2000—2020 年土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J].水土保持通报,2021,41(4):310-322.
- [4] 涂小松,龙花楼.2000—2010 年鄱阳湖地区生态系统服务价值空间格局及其动态演化[J].资源科学,2015,37(12):2451-2460.
- [5] Meyroift P, Lambin E F, Erb K H, et al. Globalization of land use: Distant drivers of land change and geographic displacement of land use [J]. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2013, 5(5):438-444.
- [6] 傅伯杰,张立伟.土地利用变化与生态系统服务:概念、方法与进展[J].地理科学进展,2014,33(4):441-446.
- [7] 唐秀美,刘玉,刘新卫,等.基于格网尺度的区域生态系统服务价值估算与分析[J].农业机械学报,2017,48(4):149-153,205.
- [8] Costanza R. Valuing natural capital and ecosystem services toward the goals of efficiency, fairness, and sustainability [J]. Ecosystem Services, 2020,43:101096.
- [9] 黄木易,岳文泽,方斌,等.1970—2015 年大别山区生态服务价值尺度响应特征及地理探测机制[J].地理学报,2019,74(9):1904-1920.
- [10] Costanza R, D'ARCE R, DE GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Nature, 1997,387(6630):253-260.
- [11] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J].自然资源学报,2003,18(2):189-196.
- [12] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等.一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J].自然资源学报,2008,23(5):911-919.
- [13] 丁丽莲,王奇,陈欣,等.近 30 年淀山湖地区生态系统服务价值对土地利用变化的响应[J].生态学报,2019,39(8):2973-2985.
- [14] 雷军成,王莎,汪金梅,等.土地利用变化对寻乌县生态系统服务价值的影响[J].生态学报,2019,39(9):74-84.
- [15] 徐胜利.江西省农村土地利用变化及生态系统服务价值研究[J].中国农业资源与区划,2018,39(7):113-120.
- [16] 李涛,甘德欣,杨知建,等.土地利用变化影响下洞庭湖地区生态系统服务价值的时空演变[J].生态学杂志,2016,27(12):3787-3796.
- [17] 程静,黄越.宁夏回族自治区生态系统服务价值时空演变及其驱动力[J].水土保持研究,2021,28(2):382-389.
- [18] 王晓东,蒙古军.土地利用变化的环境生态效应研究进展[J].北京大学学报(自然科学版),2014,50(6):1133-1140.
- [19] 李辉丹,叶长盛,华吉庆.南昌市土地利用变化对生态系统服务价值影响[J].水土保持研究,2020,27(3):277-285,293.
- [20] 吕雅慧,鄢文聚,张超,等.基于 TOPSIS 和 BP 神经网络的高标准农田综合识别[J].农业机械学报,2018,49(3):196-204.

- 时空变化特征及其对水热条件的响应[J].长江科学院院报,2019,36(11):7-15.
- [18] 刘斌,孙艳玲,王中良,等.华北地区植被覆盖变化及其影响因子的相对作用分析[J].自然资源学报,2015,30(1):12-23.
- [19] 金凯,王飞,韩剑桥,等.1982—2015年中国气候变化和人类活动对植被NDVI变化的影响[J].地理学报,2020,75(5):961-974.
- [20] Piao Shilong, Yin Guodong, Tan Jianguang, et al. Detection and attribution of vegetation greening trend in China over the last 30 years [J]. *Global Change Biology*, 2014,21(4):1601-1609.
- [21] 金斌松,聂明,李琴,等.鄱阳湖流域基本特征、面临挑战和关键科学问题[J].长江流域资源与环境,2012,21(3):268-275.
- [22] 李文梅,覃志豪,李文娟,等.MODISNDVI与MODISEVI的比较分析[J].遥感信息,2010,25(6):73-78.
- [23] 王正兴,刘闯,陈文波,等.MODIS增强型植被指数EVI与NDVI初步比较[J].武汉大学学报.信息科学版,2006,31(5):407-410.
- [24] 陶帅,邝婷婷,彭文甫,等.2000—2015年长江上游NDVI时空变化及驱动力:以宜宾市为例[J].生态学报,2020,40(14):5029-5043.
- [25] Evans J, Geerken R. Discrimination between climate and human-induced dryland degradation [J]. *Journal of Arid Environments*, 2004,57(4):535-554.
- [26] Liu Xianfeng, Zhu Xiufang, Pan Yaozhong, et al. Vegetation dynamics in Qinling-Daba Mountains in relation to climate factors between 2000 and 2014 [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2016,26(1):45-58.
- [27] 许端阳,康相武,刘志丽,等.气候变化和人类活动在鄂尔多斯地区沙漠化过程中的相对作用研究[J].中国科学(D辑:地球科学),2009,39(4):516-528.
- [28] 于法展,张忠启,陈龙乾,等.江西庐山自然保护区主要森林植被水土保持功能评价[J].长江流域资源与环境,2015,24(4):578-584.
- [29] 唐国华,许闻婷,胡振鹏.森林植被改善对鄱阳湖流域径流和输沙过程的影响[J].水利水电技术,2017,48(2):12-21.
- [30] Sheffield J, Wood E F, Chaney N, et al. A drought monitoring and forecasting system for sub-Saharan African water resources and food security [J]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2014,95(6):861-882.
- [31] Zhao Maosheng, Running S W. Drought-induced reduction in global terrestrial net primary production from 2000 through 2009 [J]. *Science*, 2010,329(5994):940-943.
- [32] Hilker T, Lyapustin A I, Tucker C J, et al. Vegetation dynamics and rainfall sensitivity of the Amazon [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2014,111(45):16041-16046.
- [33] Tan Zhiqiang, Tao Hui, Jiang Jiahu, et al. Influences of climate extremes on NDVI (normalized difference vegetation index) in the Poyang Lake Basin, China [J]. *Wetlands*, 2015,35(6):1033-1042.

(上接第292页)

- [21] 朱会义,李秀彬.关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J].地理学报,2003,58(5):643-650.
- [22] 任斐鹏,江源,熊兴,等.东江流域近20年土地利用变化的时空差异特征分析[J].资源科学,2011,33(1):143-152.
- [23] 陈玉宇,王远东,杨熙来.1990—2015年赣江流域耕地时空特征及景观格局分析[J].赣南师范大学学报,2020,41(6):104-111.
- [24] 陈利,朱喜钢.中国城镇化的地域非均衡及其动态演进:来自基尼系数及核密度估计的经验证据[J].统计与信息论坛,2017,32(5):76-84.
- [25] 孟祥凤,王冬艳,李红,等.东北老工业城市建设占用耕地驱动力分析[J].农业工程学报,2018,34(11):225-233.
- [26] 谢高地,张彩霞,张昌顺,等.中国生态系统服务的价值[J].源科学,2015,37(9):1740-1746.
- [27] 刘凤莲,杨人懿.武汉市土地利用变化及对生态系统服务价值的影响[J].水土保持研究,2021,28(3):177-183.
- [28] 王利平,王成,李晓庆,等.区域生态质量变化对土地利用类型转换的响应:以重庆市沙坪坝区为例[J].西南大学学报(自然科学版),2012,34(7):88-94.
- [29] 罗刚,廖和平,李强,等.基于“三生空间”的土地利用主导功能转型及其生态环境响应:以重庆市巴南区为例[J].西南大学学报(自然科学版),2018,40(4):105-113.
- [30] 黄婧,杨敏,张方辉.“十二五”期间重庆市土地利用变化及生态效应[J].水土保持通报,2018,38(2):154-159.