

文章编号: 1000-5862(2021)01-0094-09

# 2001—2018 年鄱阳湖区土地利用及 景观格局时空演变

钟业喜 邵海雁 徐晨璐 朱治州

(江西师范大学地理与环境学院, 江西 南昌 330022)

**摘要:** 基于 2001 年、2006 年、2011 年、2016 年、2018 年 5 期鄱阳湖区土地利用数据, 采用土地利用转移矩阵、景观格局指数和移动窗口法, 定量分析了鄱阳湖区的土地利用变化及景观格局演变。结果表明: (i) 鄱阳湖区的土地利用类型呈环状分布, 以鄱阳湖为核心向外围过渡为耕地、林地等主要地类; 人类活动及生态退化的双向递推导致城市空间面状扩张和林地流失严重; (ii) 在土地利用动态转移方面, 这 18 年间鄱阳湖区约 17.63% 的土地发生了转移, 林地转化为耕地、耕地转化为林地、林地转化为草地成为主要转化类型; (iii) 从斑块类型水平看, 林地和耕地是鄱阳湖区的优势景观类型, 二者置换趋势明显; 从景观水平看, 鄱阳湖区的景观破碎化程度加剧; (iv) 鄱阳湖区南部的景观分离度高于北部, 水陆交错带的景观分离度较高, 形成了环鄱阳湖水域的景观分离圈。

**关键词:** 土地利用变化; 景观格局指数; 移动窗口法; 鄱阳湖区

**中图分类号:** F 301.2; X 24 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2021.01.14

## 0 引言

随着国家新型城镇化和工业化的快速推进, 在高强度的经济社会活动外部驱动和低承载的自然生态环境内部侵蚀的双重作用下, 区域土地利用结构转型渐趋多变复杂, 进而对区域景观生态格局产生显著影响<sup>[1-4]</sup>。土地作为各生态系统的空间载体, 其利用方式变化是生态环境与人类经济活动交互作用的结果; 而土地利用变化又作用于景观格局<sup>[5-6]</sup>。在国家加快生态文明体制改革以推动高质量绿色发展、统筹山水林田湖草生命共同体以实现人与自然和谐发展的时代背景下<sup>[7-8]</sup>, 土地利用及景观格局在时间序列及空间格局上的演变成为地理学和景观生态学领域的前沿和研究热点<sup>[9-10]</sup>。水陆交错带是水生生态系统与陆地生态系统的交汇带, 具有保护、连接、缓冲等生态功能; 同时水陆交错带的保护、开发和利用是国土空间整治的有机组成部分<sup>[11-12]</sup>。鄱阳湖区作为鄱阳湖水陆相生态系统, 对自然环境变化和人为干扰响应较为敏感, 土地利用变化和景观

格局演变较为活跃<sup>[13]</sup>; 2009 年, 鄱阳湖生态经济区上升为国家战略, 而鄱阳湖区是鄱阳湖生态经济区的核心部分, 在加快中部地区崛起、构建长江中游城市群发展新支点等方面具有重要意义。因此, 本文以鄱阳湖区为研究对象进行土地利用及景观格局演变分析, 有利于探索水陆交错带人地系统协调及国土开发格局优化。

目前, 诸多学者对土地利用变化及景观格局进行探究, 研究成果颇丰。现有土地利用研究侧重于 3 个方面: (i) 用地效率<sup>[14]</sup>、环境影响<sup>[15]</sup>、生态敏感<sup>[16]</sup>、生态风险<sup>[17]</sup>的评价; (ii) 城市化下的土地利用变化驱动力及影响机制分析<sup>[18-19]</sup>; (iii) 基于景观生态视角下的生态服务价值<sup>[20]</sup>、生态安全格局<sup>[21]</sup>、生境质量<sup>[22]</sup>的研究。其研究方法趋于多样, 从以层次分析法、主成分分析为主扩展至运用 CA-Markov、CLUE-S 模型、土地转移矩阵、地理探测器等方法进行定性定量分析, 但大多数以单一视角分析土地利用效率与转移结构特征, 缺乏多种方法综合集成研究<sup>[23-25]</sup>。在景观格局研究方面, 主要有景观格局指数、最小累积阻力模型、移动窗口等方法; 研究也较

收稿日期: 2020-11-07

基金项目: 国家自然科学基金(41961043)资助项目。

通信作者: 钟业喜(1973-) 男, 江西赣州人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事经济地理与空间规划研究。E-mail: zhongyexi@

126.com

多聚焦于土地利用、生态用地、空间格局、景观结构等方面;城市、湿地、农业、森林景观是主要研究对象。土地利用及景观格局时空演变注重空间尺度效应和空间异质性研究<sup>[26]</sup>,一方面,研究尺度呈现出从国家宏观尺度向省域、城市群、流域及地理片区等中观尺度和以县域、乡镇为单元的微观尺度转变;另一方面,研究地域集中于干旱区、荒漠化地区、丘陵区、沼泽湿地、流域等生态脆弱地区,对于人地互动较为活跃的水陆交错带的关注不足。

上述研究工作的开展丰富了土地利用及景观格局方面的研究内容、研究方法和研究尺度等,但是研究的综合性及导向性不足。当前,国家经济建设向中西部转移,国土空间开发保护新格局亟待形成,而鄱阳湖区作为中部承接东部经济的接力区及长江经济带“共抓大保护,不搞大开发”的蓄力区,如何实现鄱阳湖区水陆交错带的生态红利以催生社会经济发展成效显得尤为重要。因此,本文基于2001年、2006年、2011年、2016年、2018年5期土地利用数据,借助ArcGIS 10.2、Frostats 4.2、RStudio软件平台,综合运用土地利用转移矩阵、景观格局指数、移动窗口法,从短时间序列回溯鄱阳湖区的土地利用及景观格局的时空演变,从而为推动鄱阳湖区的高质量绿色发展、生态经济协同发展提供有益探索。

## 1 数据来源与研究方法

### 1.1 研究区域与数据来源

鄱阳湖区位于江西省北部、长江中下游南岸(115°20'E~117°10'E,28°15'N~29°55'N),是由中国最大的淡水湖鄱阳湖及其滨湖区域共同组成的水陆交错带,在行政区范围内包括九江市、湖口县、德安县、庐山市、都昌县、永修县、鄱阳县、余干县、南昌市区、南昌县、进贤县共11个区域,是鄱阳湖生态经济区的核心组成部分<sup>[27-28]</sup>,占地面积共20 247.46 km<sup>2</sup>,2018年实现地区生产总值达7 119.29亿元,2018年末统计的常住人口为987.94万人,这3项分别约占江西省的12.13%、32.38%、21.26%。鄱阳湖区气候类型属于亚热带湿润季风型气候,夏季高温多雨,冬季寒冷干燥;地形以平原、丘陵为主,是江西省的主要粮食生产基地;修水、赣江、抚河、信江、饶河分别自西部、南部、东部汇入鄱阳湖,且鄱阳湖区北接长江,在统筹推进流域山水林田湖草一体化生态保护格局中具有重要区位优势。

MODIS数据以其回访周期短、覆盖范围广等优

点被广泛应用于生态研究<sup>[29]</sup>。本研究使用的土地利用数据来自美国国家航空航天局(NASA)提供的搭载在Terra和Aqua卫星上的中分辨率成像光谱仪观测反演得到的MODIS土地覆盖类型产品(MCD12Q1v006),数据时间跨度为2001—2018年,空间分辨率为500 m。选取2001年、2006年、2011年、2016年、2018年5期土地利用数据作为原始数据,由于MCD12Q1v006采用国际地圈生物圈(IGBP)17类全球植被分类方案,根据鄱阳湖区的实际地理环境,利用ArcGIS重新分类为水体、林地、耕地、草地、草甸湿地、建设用地、未利用地7种用地类型(见图1),并将数据转换成90 m×90 m分辨率的栅格数据。

### 1.2 研究方法

1.2.1 土地利用转移矩阵 土地利用是一个时空变化的概念,其变化包括时序尺度上的数量变化和空间尺度上的位置变化2个方面。而土地利用转移矩阵是刻画区域内不同土地利用类型相互转化的数量和方向定量研究的主要方法,不仅包含研究期内初期和末期的用地类型面积信息,而且还可呈现区域土地利用变化的空间结构特征和演变方向,即土地利用转移矩阵能够清晰地反映研究区域内各土地利用类型的具体流向及转出面积、转入面积等,进而有利于深入分析土地利用的动态变化特征<sup>[30]</sup>。其数学模型可表示为

$$S = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ S_{n1} & S_{n2} & \cdots & S_{nn} \end{pmatrix},$$

其中 $S_{ij}$ 为研究期初与研究期末的土地利用面积, $i,j$ 分别为研究期初和期末的土地利用类型( $i=1,2,\cdots,n,j=1,2,\cdots,n$ ), $n$ 为土地利用类型数。矩阵中每一行表示研究期初地类 $i$ 向期末各地类转移的面积信息,每一列表示研究期末地类 $j$ 从期初各地类获得的面积信息。

1.2.2 景观格局指数 景观格局指数是能够高度浓缩景观格局信息和反映其结构组成和空间配置等方面特征的简单定量指标<sup>[31]</sup>。使用Fragstats 4.2软件计算鄱阳湖区景观格局指数,在斑块类型水平指数中选取斑块数量( $N_p$ )、斑块密度( $P_d$ )、斑块所占景观面积比例( $P_{LAND}$ )、最大斑块指数( $L_{PI}$ )、景观形状指数( $L_{SI}$ )、聚集度指数( $A_I$ )6个指标;在景观水平指数中选取斑块数量( $N_p$ )、斑块密度( $P_d$ )、最大

斑块指数( $L_{PI}$ )、景观形状指数( $L_{SI}$ )、蔓延度指数( $S_{HEI}$ )、聚集度指数( $A_I$ ) 8 个指标. 各景观格局指数计算公式及生态意义参见文献[32].

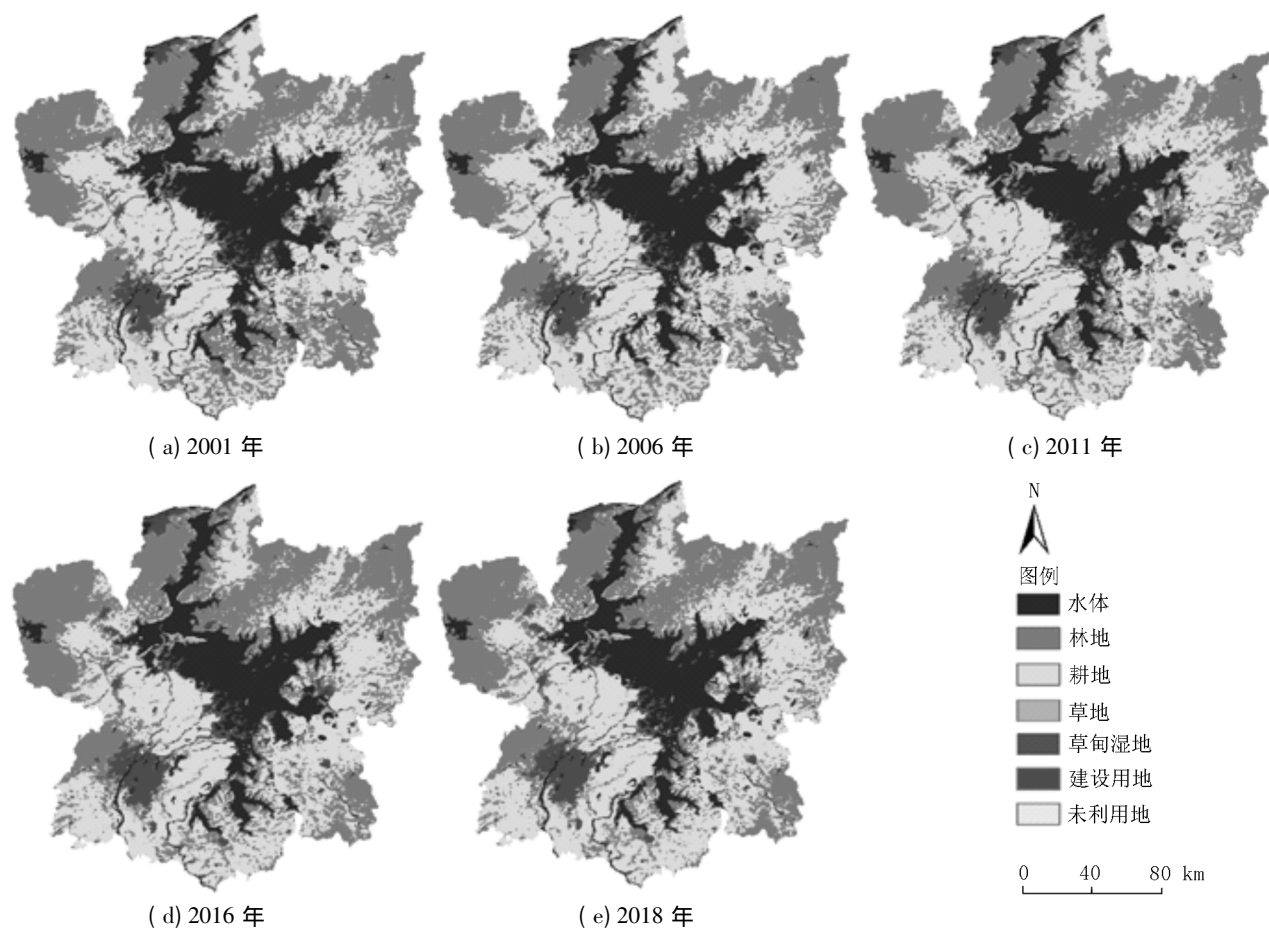


图1 研究区土地利用类型

1.2.3 移动窗口法 移动窗口法是研究景观格局指数空间分布状况的有效手段<sup>[33]</sup>. 借助 Fragstats 4.2 软件平台, 先考虑在景观水平下, 选取与人为干扰密切相关的分离度指数( $D_{IVISION}$ ), 再采用移动窗口法计算研究区的景观分离度. 参照已有研究成果<sup>[34]</sup>, 窗口大小设置为  $1\ 200\text{ m} \times 1\ 200\text{ m}$ , 对鄱阳湖区 2001 年、2006 年、2011 年、2016 年、2018 年 5 期土地利用类型数据( $90\text{ m} \times 90\text{ m}$  分辨率)进行移动窗口分析.

## 2 结果与分析

### 2.1 土地利用变化分析

2.1.1 土地利用结构变化特征 在时空尺度下的土地利用结构变化可以反映在区域发展进程中各地类空间扩张或收缩方向, 同时其数量的增减是探寻土地利用对人类活动响应机制的基础. 在空间格局上, 鄱阳湖各地类大致呈环状分布, 以鄱阳湖为核心向外围依次是耕地、林地等地类; 草甸湿地主要分布

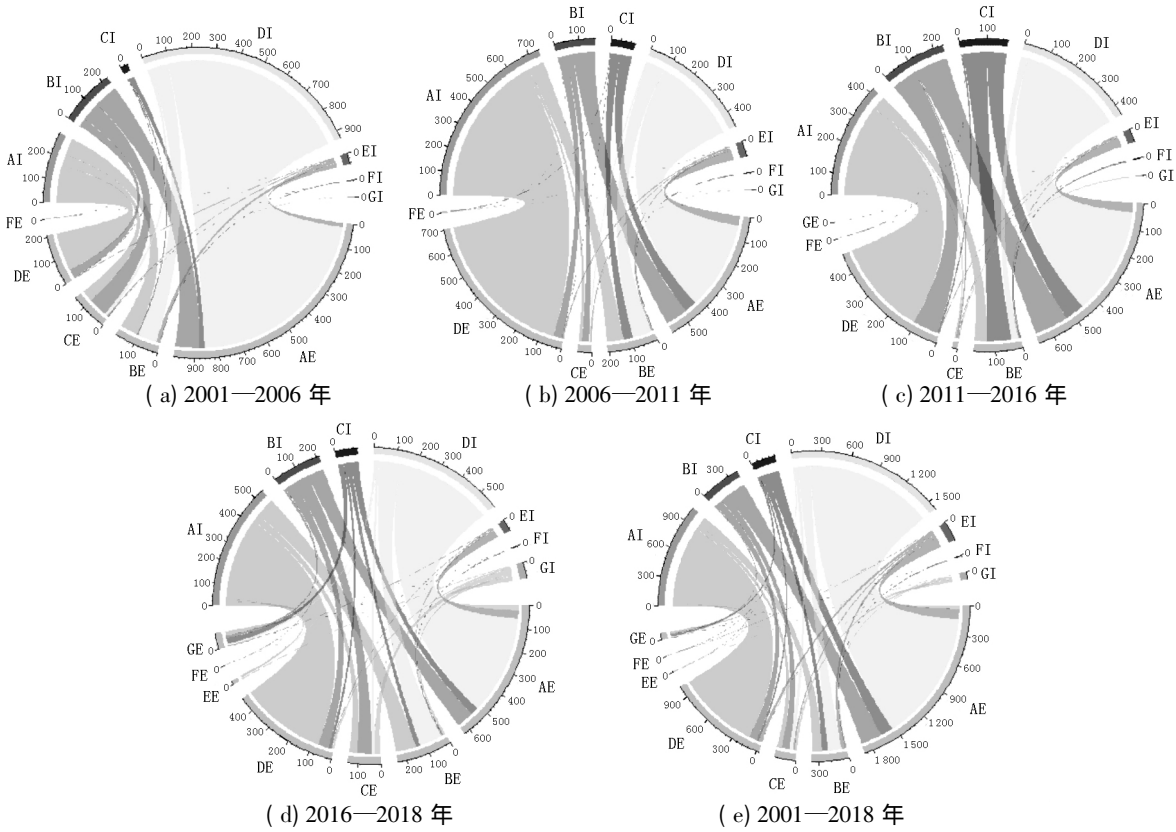
在赣江三角洲前缘地带, 受时相影响, 其水陆交替特征明显; 建设用地主要集中于南昌市区、九江市, 其他建设用地在鄱阳湖平原中呈零星集聚分布特征. 在时间尺度上, 鄱阳湖区的土地利用结构始终以林地、耕地为主, 草地、草甸湿地、建设用地、未利用地均有增加但增幅较小. 2001—2018 年各地类的变化程度从大到小依次为林地、耕地、建设用地、草地、草甸湿地、未利用地、水体. 2001 年林地面积为  $8\ 306.32\text{ km}^2$ , 占鄱阳湖区总面积的  $41.02\%$ , 随着林地开发强度的扩大与林地生境质量的退化, 2018 年其面积减少至  $7\ 459.40\text{ km}^2$ , 整体下降  $4.17\%$ . 建设用地近十几年呈现不断增长态势, 2001—2011 年期间增长速度不断加快, 随着国家经济建设由速度型向质量型的转变, 2011—2018 年期间城市用地扩张速度放缓, 南昌市区建设用地呈现出连片化发展趋势, 以赣江为界, 赣江以北受限于地形因素影响以纵向发展为主, 赣江以南城市建设用地以纵向发展为主和以横向扩张为辅. 土地利用空间分布及数量变化如图 1 和表 1 所示.

表 1 2001—2018 年 5 个时期鄱阳湖区各地类面积及占比数量分布

用地类型	2001 年		2006 年		2011 年		2016 年		2018 年	
	面积/km <sup>2</sup>	百分比/%	面积/km <sup>2</sup>	百分比/%	面积/km <sup>2</sup>	百分比/%	面积/km <sup>2</sup>	百分比/%	面积/km <sup>2</sup>	百分比/%
林地	8 306.32	41.02	7 611.53	37.59	7 783.11	38.44	7 542.90	37.25	7 459.40	36.84
草地	600.16	2.96	644.97	3.19	605.37	2.99	663.54	3.28	636.74	3.15
草甸湿地	581.13	2.87	457.96	2.26	500.52	2.47	659.40	3.26	617.31	3.05
耕地	6 833.13	33.75	7 558.84	37.33	7 322.25	36.16	7 289.30	36.00	7 406.72	36.58
建设用地	562.29	2.78	606.79	3.00	669.28	3.31	718.38	3.55	753.92	3.72
未利用地	10.35	0.05	12.29	0.06	10.14	0.05	14.11	0.07	15.48	0.08
水体	3 354.09	16.57	3 355.08	16.57	3 356.79	16.58	3 359.83	16.59	3 357.89	16.58
合计	20 247.46	100.00	20 247.46	100.00	20 247.46	100.00	20 247.46	100.00	20 247.46	100.00

2.1.2 土地利用动态转移特征 为进一步研究鄱阳湖区各地类之间的转移流向,利用 ArcGIS 计算 2001—2018 年的土地利用转移矩阵,并借助 RStudio 进行可视化,得到 2001—2006 年、2006—2011 年、2011—2016 年、2016—2018 年、2001—2018 年 5 个

时间段的鄱阳湖区土地利用转移和弦图(见图 2)。在图 2 的各个子图中上半部分表示 7 种地类的转入情况,下半部分表示 7 种地类的转出情况;具体的转入、转出面积可以通过最外围标尺识别,转入、转出占比通过流向粗细进行研判。



注: AI、BI、CI、DI、EI、FI、GI 分别表示林地(转入)、草地(转入)、草甸湿地(转入)、耕地(转入)、建设用地(转入)、未利用地(转入)、水体(转入); AE、BE、CE、DE、EE、FE、GE 分别表示林地(转出)、草地(转出)、草甸湿地(转出)、耕地(转出)、建设用地(转出)、未利用地(转出)、水体(转出)。

图 2 鄱阳湖区土地利用转移和弦图

从各时期来看,2001—2006 年、2006—2011 年、2011—2016 年、2016—2018 年鄱阳湖区发生土地变化的面积分别为 1 526.66、1 544.25、1 333.56、1 567.68 km<sup>2</sup>,分别约占土地总面积的 7.54%、

7.63%、6.59%、7.74%。2001—2006 年,林地转出面积为 983.37 km<sup>2</sup>,占土地变化面积的 64.41%,其主要转变为耕地、草地、草甸湿地、建设用地;耕地转出面积(207.11 km<sup>2</sup>)仅次于林地,主要贡献于林

地、草地面积的增加;草地的转出面积占土地变化面积的11.89%,其主要转化为耕地、林地、建设用地;建设用地和水面无转出。2006—2011年,以耕地、林地转出为主,耕地转出类型由大到小依次为林地、草地、建设用地、草甸湿地;林地主要转出为耕地、草地、草甸湿地和建设用地。2011—2016年,鄱阳湖区土地利用动态变化趋向多元化、完整性,各地类均有转入转出,土地变化活跃度高于2006—2011年,林地主要转出为耕地和草地,同时林地转入主要来源于耕地;这一时期的草甸湿地转入达到5个时期的最大值,陆相居于主导,部分草地、林地、耕地、未利用地和水面转出为草甸湿地。2016—2018年,建设用地处于较快速增长时期,其面积的扩张主要依靠林地、草地、耕地的转入;在生态文明建设及山水林田湖草生命共同体统筹背景下,部分建设用地转变为林地、水面、耕地,以促进鄱阳湖区的人地系统协调与生态文明发展。鄱阳湖区土地利用转入、转出方式存在“林地主导转入型”“林地主导转出型”“耕地主导转入型”和“耕地主导转出型”;2001—2006年、2011—2016年、2016—2018年这3个时期以耕地转入、林地转出为主要类型;2006—2011年以林地转入、耕地转出为主要类型。

从整体而言,在2001—2018年间,鄱阳湖区发生变化的土地面积达3570.42 km<sup>2</sup>,占土地总面积的17.63%;林地流失最为严重,主要流向耕地、草地、草甸湿地和建设用地,这表明作为江西省主要粮食生产基地的鄱阳湖区注重耕地建设、农业增收等因素导致部分林地被开拓成耕地,使得农业用地面积在波动中增加;草地、草甸湿地、耕地、未利用地、水面也在不同程度上转化为其他地类,转化面积较大的有草地转出为耕地、草甸湿地转出为草地、耕地转出为林地、建设用地转出为林地、未利用地转出为建设用地、水面转出为草甸湿地等。

## 2.2 景观格局变化特征

2.2.1 景观格局指数数量变化 定量分析景观格局变化可以为区域土地利用结构调整改进及土地资源优化配置提供参考。利用Fragstats 4.2软件,计算得到5个时期各地类的景观格局指数(见表2)及各时期景观水平指数(见表3)。斑块数量和斑块密度指数在一定程度上可以反映区域景观的破碎化程度。2001—2018年,林地的斑块数量先增后减再增,斑块密度在增加后保持不变,这表明随着城镇化进程的不断推进,林地的破碎化程度总体呈增长态势;

草地的斑块数量先增后减,在一定程度上反映了区域绿地建设向面状发展;草甸湿地的斑块数量变化较为复杂,经历了减少—增加—增加—减少的过程,这是由于草甸湿地位于水陆交错带,季相变化使其斑块数量往复增减;耕地的斑块数量整体减少,这说明鄱阳湖区的耕地破碎化程度降低,耕地的连续性较好;建设用地的斑块数量增幅不大且斑块密度稳定,鄱阳湖区的建设用地呈团聚状分布,主要集中分布于南昌市区和九江市,其他建设用地分散于鄱阳湖平原,连片化特征显著;未利用地的斑块数量最少,且密度趋于0;水面以鄱阳湖为核心并包含外围的湖泊河流,其斑块数量及斑块密度基本不变,它反映了鄱阳湖水生生态系统的稳定性,其受人类干扰小。指数 $P_{LAND}$ 即斑块所占景观面积的比例,用于度量景观的组分及确定景观中优势景观元素,林地和耕地是鄱阳湖区的优势景观类型,但林地的占比波动减少,耕地的占比总体上升,2种优势景观的置换趋势明显。林地、草地、未利用地的最大斑块指数呈下降趋势,草甸湿地、耕地、建设用地、水面的最大斑块指数呈上升趋势,这说明林地、草地、未利用地向小型化发展,建设用地、耕地等连片集中发展。景观形状指数反映景观斑块形状的规则程度,在这18年间,林地、耕地、未利用地等景观的形状指数有所下降,这表明人们对于林地利用、农业布局更为合理有序;而草地、草甸湿地、建设用地、水面景观形状指数的增加说明在自然及人类活动双向递推作用下的景观演化更为复杂。

从景观水平分析,2001—2018年鄱阳湖区的斑块数量增加466个,斑块密度增加0.12个·km<sup>-2</sup>,这说明在整体上景观破碎化程度有所增加。最大斑块指数增加3.69,景观形状指数减少0.48,这表明鄱阳湖区的景观类型朝着连片化、大型化、简单化方向转变。蔓延度指数可以反映景观中斑块的团聚程度及延展趋势,由表3可知鄱阳湖区景观蔓延指数经历了先增后减再增的过程。2001—2006年由于人类活动强度较小,景观斑块连接良好,近几年城市化进程的快速推进,多种景观要素呈分散格局,景观连接性降低,与景观破碎化程度具有同步性。香农多样性指数、香农均匀度指数逐渐增加,这说明2001—2018年间鄱阳湖区景观类型分布更加均匀的同时,景观多样性也得到了提升。景观聚集度指数先增后减,这表明21世纪初的鄱阳湖区景观格局受人类活动干扰较大,景观斑块间的连通性降低,景观愈趋离散。

表 2 5 个时期鄱阳湖区各地类的景观格局指数

用地类型	年份	$N_p$	$P_D$	$P_{LANG}$	$L_{PI}$	$L_{SI}$	$A_I$
林地	2001	864	0.04	41.02	10.32	50.94	95.06
	2006	1 030	0.05	37.59	6.76	50.73	94.86
	2011	993	0.05	38.44	7.01	48.81	95.12
	2016	1 059	0.05	37.25	7.17	49.70	94.95
	2018	1 067	0.05	36.85	7.41	49.59	94.93
草地	2001	812	0.04	2.96	0.13	47.75	82.74
	2006	859	0.04	3.19	0.16	49.09	82.88
	2011	875	0.04	2.99	0.15	49.60	82.15
	2016	1 105	0.05	3.28	0.08	55.04	81.03
	2018	1 064	0.05	3.15	0.08	54.54	80.83
草甸湿地	2001	607	0.03	2.87	0.33	41.38	84.86
	2006	530	0.03	2.26	0.24	39.02	83.93
	2011	550	0.03	2.47	0.48	39.44	84.45
	2016	647	0.03	3.26	0.60	43.61	85.00
	2018	626	0.03	3.03	0.52	43.31	85.54
耕地	2001	605	0.03	33.75	9.37	46.71	95.02
	2006	486	0.02	37.33	11.62	43.27	95.62
	2011	572	0.03	36.16	11.75	43.32	95.54
	2016	575	0.03	36.00	12.05	44.37	95.42
	2018	595	0.03	36.59	17.03	43.26	95.58
建设用地	2001	117	0.01	2.78	1.11	15.39	94.52
	2006	115	0.01	3.00	1.73	15.30	94.75
	2011	109	0.01	3.31	1.91	15.09	95.08
	2016	117	0.01	3.55	2.04	15.60	95.08
	2018	121	0.01	3.72	2.15	15.73	95.15
未利用地	2001	31	0.00	0.05	1.11	15.39	94.52
	2006	29	0.00	0.06	0.01	8.60	79.94
	2011	25	0.00	0.05	0.01	7.72	80.39
	2016	29	0.00	0.07	0.01	8.80	80.74
	2018	31	0.00	0.08	0.01	8.92	81.33
水体	2001	387	0.02	16.57	13.34	25.92	96.12
	2006	387	0.02	16.57	13.35	25.88	96.13
	2011	387	0.02	16.58	13.35	25.86	96.13
	2016	387	0.02	16.59	13.37	25.81	96.14
	2018	385	0.02	16.59	13.36	25.93	96.12

表 3 5 个时期鄱阳湖区景观格局指数

年份	$N_p$	$P_D$	$L_{PI}$	$L_{SI}$	$C_{ONTAG}$	$S_{HDI}$	$S_{HEI}$	$A_I$
2001	3 423	0.17	13.34	45.24	58.84	1.34	0.69	94.54
2006	3 436	0.17	13.35	43.88	59.01	1.34	0.69	94.71
2011	3 511	0.17	13.35	43.36	58.87	1.35	0.69	94.78
2016	3 919	0.19	13.37	45.33	57.70	1.38	0.71	94.53
2018	3 889	0.19	17.03	44.76	57.87	1.38	0.71	94.60

2.2.2 景观分离度空间分布 选取与人为干扰密切相关的景观分离度( $D_{VISION}$ )这一指标进行计算,得到 2001—2018 年鄱阳湖区景观分离度空间分布格局(见图 3)。景观分离度是指某区域中同一景观类型的不同斑块个体空间分布情况,其与人类活动的关系较为复杂。就整体而言,林地、建设用地及鄱阳湖区的景观分离度低,滨湖区域尤其是水陆交错

带的景观分离度指数较高,形成了环鄱阳湖水域的景观分离圈。在空间分布上,南部的景观分离度高于北部,这是由于鄱阳湖区南部集中了大部分人口,经济社会活动强度大,加之南部的地类景观更为丰富,河流、草地、草甸湿地、未利用地、耕地等景观类型镶嵌交汇地带的景观分离度尤为高,这是由自然、半自然景观的复杂性所决定的;北部地类以林地、耕地、

建设用地为主,林地在自然及人为状态下连片发展,耕地、建设用地虽受到较大的人类活动强度影响,但人为合理有序地规划城市发展、农业用地发展使其景观分离度较低。由此可知景观分离度指数与人类活动关系复杂,既存在正向关系,又存在反向关系。以赣江三角洲为例,与人类活动密切相关的耕地景

观受人类活动强度大,分离度小;而在赣江水系、草地、草甸湿地等偏自然属性地带内,分离度大且沿河流延伸,片状拓展。从时间尺度来看,2001—2018年鄱阳湖区景观分离度指数整体呈上升趋势,这说明各景观周围有与其连通度极高的优势斑块,发展潜力较高。

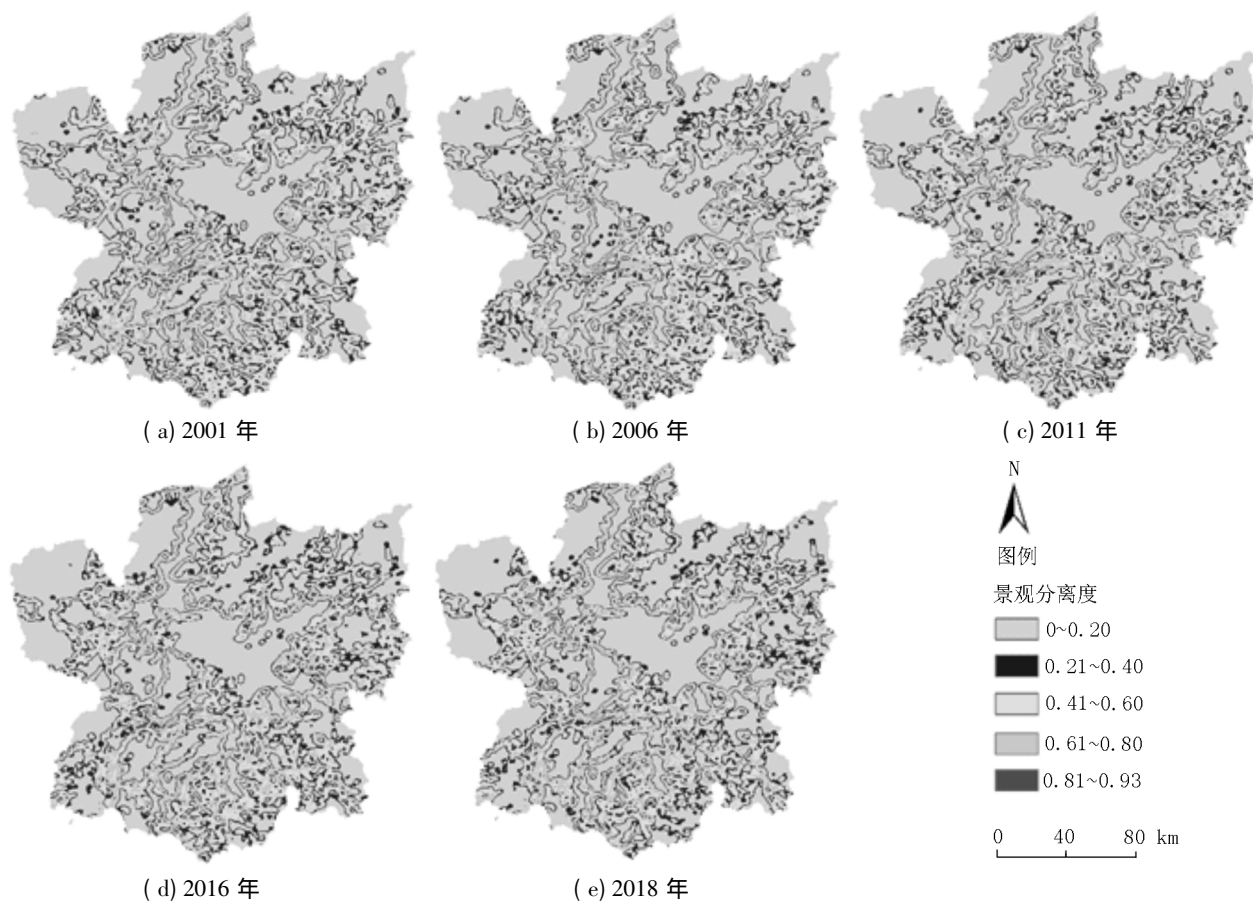


图3 鄱阳湖区景观分离度空间分布

### 3 结论与讨论

#### 3.1 结论

自21世纪以来,人类活动强度显著影响着区域土地利用及景观格局变化,本研究基于MCD12Q1土地利用产品,采用土地利用转移矩阵、景观格局指数、移动窗口方法,从短时间序列定量分析鄱阳湖区的土地利用及景观格局的时空演变,得出如下结论:

1) 鄱阳湖区的土地利用类型呈环状分布,以鄱阳湖为核心向外围过渡为耕地、林地等主要地类;草甸湿地主要分布于赣江三角洲前缘地带,受时相影响,该地类的水陆交替特征显著;建设用地主要集中于南昌市区、九江市区,其他建设用地在鄱阳湖平原中呈零星集聚分布。在时序数量上,2001—2018年鄱阳湖区的土地利用结构始终以林地、耕地为主,人类开发强度的扩大与生态环境的退化导致城市空间

扩张与林地数量减少;建设用地面积整体增加且增速不断加快,南昌市区、九江市区建设用地呈现出连片化发展趋势,但是部分地区受限于地形因素,城市范围难以全方位扩展。

2) 2001—2018年鄱阳湖区发生变化的土地面积达3 570.42 km<sup>2</sup>,占土地总面积的17.63%;林地流失最为明显,主要流向耕地、草地、草甸湿地和建设用地;草地、草甸湿地、耕地、未利用地、水体也在不同程度上转化为其他地类,转化面积较大的有草地转出为耕地、耕地转出为林地、建设用地转出为林地、未利用地转出为建设用地、水体转出为草甸湿地。

3) 从斑块类型水平看,2001—2018年林地的破碎化程度加剧;草地的斑块数量先增后减;草甸湿地由于位于水陆交错带,季相变化使其斑块数量往复增减;耕地破碎化程度降低、连续性较好;建设用地多呈团聚状分布,连片化特征显著;未利用地的斑块数量最少,水体斑块数量、斑块密度基本不变。林地、



耕地是鄱阳湖区的优势景观类型,2种优势景观的置换趋势日益凸显。从景观水平分析,2001—2018年鄱阳湖区的斑块数量增加466个,在整体上景观破碎化程度有所增加。鄱阳湖区的景观类型朝着连片化、大型化、简单化方向转变。2001—2018年间鄱阳湖区景观类型分布趋于均衡化,各景观斑块内部复杂性及变异性增加。

4)在景观分离度方面,林地、建设用地及鄱阳湖区的景观分离度低,滨湖区域尤其是水陆交错带附近的景观分离度指数较高,形成了环鄱阳湖水域的景观分离圈。在空间分布上,鄱阳湖区南部的景观分离度高于北部,河流、草地、草甸湿地、未利用地、耕地等景观类型镶嵌交汇地带的景观分离度较高。在时间尺度上,2001—2018年鄱阳湖区景观分离度指数整体呈增长趋势,这说明各景观类型存在较好的发展潜力。

### 3.2 讨论

本文基于时空尺度对鄱阳湖区的土地利用及景观格局演变特征进行分析,与同类研究相比,研究方法综合集成,研究视角更加广泛,较全面地反映了人地交互作用下鄱阳湖水陆交错带及其周边陆域、水域的土地利用景观格局的变化过程和格局。就研究数据而言,本文采用中分辨率的MODIS土地覆被产品,数据精度有待提升,使用Google Earth Engine等遥感影像处理平台获取更加精细、更长时间序列的数据是今后改进的方向。在研究方法上,以和弦图可视化土地利用矩阵,利于直观展示土地利用流向及转移规模;景观格局指数难以反映景观在空间上的差异,结合移动窗口法,扩展了景观数据的数量属性和空间属性,但在今后研究中应选择多样各异的景观指数进行时空分析。在研究内容上,以定量分析为主,未来应将定量与定性分析相结合,进一步分析其驱动因子与变化机理。此外,着眼“十四五”规划,以生态建设与城市发展为切入点,探讨如何重塑鄱阳湖区经济生态协同发展新格局以实现城市用地更新、推动高质量绿色发展。

鄱阳湖区是鄱阳湖生态经济区的核心区域,作为一个水陆生态系统交互作用的区域,必须以生态与经济协调发展为主线,在鄱阳湖区生态保护与国土空间开发过程中,以鄱阳湖为核心打造生态“蓝肺”,以林地这一优势景观为导向建设生态“绿肺”;同时,由于南昌市区、九江市区的建设用地集中连片扩展,在昌九两地之间的城市建设用地呈零星集聚分布,所以建议以南昌市区为起点,连接起永修县、庐山市、九江市,构建起新型城镇开发带以促进昌九一体化,并以九江市为支点拓展沿江发展轴;依据

景观分离度空间分布格局即滨湖区域尤其是水陆交错带形成的环鄱阳湖水域的景观分离圈,构筑环鄱阳湖的生态廊道和生态经济势力圈。

## 4 参考文献

- [1] 任宇飞,方创琳,李广东,等.城镇化与生态环境近远程耦合关系研究进展[J].地理学报,2020,75(3):589-606.
- [2] 刘纪远,张增祥,徐新良,等.21世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J].地理学报,2009,64(12):1411-1420.
- [3] 吴健生,王政,张理卿,等.景观格局变化驱动力研究进展[J].地理科学进展,2012,31(12):1739-1746.
- [4] Kuang Wenhui. National urban land-use/cover change since the beginning of the 21st century and its policy implication in China [J]. Land Use Policy, 2020, 97: 104747.
- [5] 王晓东,蒙吉军.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.
- [6] 陈利顶,孙然好,刘海莲.城市景观格局演变的生态环境效应研究进展[J].生态学报,2013,33(4):1042-1050.
- [7] 胡学东,邵利林.生态优先导向下长江经济带土地利用景观格局演变及其驱动机制研究:以武汉市为例[J].地域研究与开发,2020,39(3):138-143,149.
- [8] 钟业喜,邵海雁,徐晨璐,等.基于文献计量分析的流域山水林田湖草生命共同体研究进展与展望[J].江西师范大学学报:自然科学版,2020,44(1):95-101.
- [9] 陈万旭,李江风,曾杰,等.中国土地利用变化生态环境效应的空间分异性与形成机理[J].地理研究,2019,38(9):2173-2187.
- [10] 陈利顶,李秀珍,傅伯杰,等.中国景观生态学发展历程与未来研究重点[J].生态科学,2014,34(12):3129-3141.
- [11] 刘军会,高吉喜.北方农牧交错带界线变迁区的土地利用与景观格局变化[J].农业工程学报,2008,24(11):76-82.
- [12] 姜允芳,武雅芝,丁冬琳.崇南水陆交错带景观整体适应性评价与提升[J].长江流域资源与环境,2020,29(2):449-458.
- [13] 徐羽,钟业喜,冯兴华,等.江西省土地利用变化及其对人类活动的响应[J].水土保持研究,2017,24(1):181-186,193.
- [14] 王向东,刘小茜,裴韬,等.基于技术效率测算的京津冀城市土地集约利用潜力评价[J].地理学报,2019,74(9):1853-1865.
- [15] 谢红霞,李锐,任志远,等.区域土地利用变化对生态环境影响定量评估:以铜川市城郊区为例[J].自然资源学报,2008,23(3):458-466.
- [16] 洪惠坤,廖和平,魏朝富,等.基于改进TOPSIS方法的三峡库区生态敏感区土地利用系统健康评价[J].生



- 态学报 2015 35(24): 8016-8027.
- [17] 白立敏, 修春亮, 冯兴华, 等. 基于土地利用变化的长春市生态风险评价 [J]. 生态科学 2019 38(3): 26-35.
- [18] 张浚茂, 臧传富. 东南诸河流域 1990—2015 年土地利用时空变化特征及驱动机制 [J]. 生态学报, 2019, 39(24): 9339-9350.
- [19] 郑涛, 陈爽, 张童. 城市滨江地区生态用地演变及驱动因素分析: 以长江南京段为例 [J]. 长江流域资源与环境 2019 28(5): 1049-1058.
- [20] 朱治州, 钟业喜. 长江三角洲城市群土地利用及其生态系统服务价值时空演变研究 [J]. 长江流域资源与环境 2019 28(7): 1520-1530.
- [21] 靳诚, 陆玉麒. 县域单元美丽乡村建设类型划分与生态廊道构建: 以浙江省德清县为例 [J]. 长江流域资源与环境 2015 24(11): 1819-1825.
- [22] 朱青, 国佳欣, 郭熙, 等. 鄱阳湖区生态环境质量的空间分异特征及其影响因素 [J]. 应用生态学报, 2019, 30(12): 4108-4116.
- [23] 卞子浩, 马小雪, 龚来存, 等. 不同非空间模拟方法下 CLUE-S 模型土地利用预测: 以秦淮河流域为例 [J]. 地理科学 2017 37(2): 252-258.
- [24] 李龙, 吴大放, 刘艳艳, 等. 基于 CA-Markov 模型的惠州市生态与经济协调度时空演变特征及模拟预测 [J]. 生态与农村环境学报 2020 36(2): 161-170.
- [25] 张金茜, 巩杰, 柳冬青. 地理探测器方法下甘肃白龙江流域景观破碎化与驱动因子分析 [J]. 地理科学, 2018 38(8): 1370-1378.
- [26] 王璐, 袁艳斌, 董恒, 等. 土地利用景观格局空间尺度效应研究: 以武汉市为例 [J]. 世界地理研究, 2020, 29(1): 96-103.
- [27] 钟业喜, 刘影, 熊小英. 鄱阳湖区农业生态环境问题及对策研究 [J]. 国土与自然资源研究 2003(1): 33-34.
- [28] 钟业喜, 陆玉麒. 鄱阳湖生态经济区区域经济差异研究 [J]. 长江流域资源与环境 2010 19(10): 1111-1118.
- [29] 吴宜进, 赵行双, 奚悦, 等. 基于 MODIS 的 2006—2016 年西藏生态质量综合评价及其时空变化 [J]. 地理学报 2019 74(7): 1438-1449.
- [30] 鲁亚楠, 姚顺波. 基于经济和政策双重作用的南方集体林区土地利用时空变化 [J]. 南京林业大学学报: 自然科学版 2018 42(5): 163-171.
- [31] 郭建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级 [M]. 2 版. 北京: 高等教育出版社, 2007: 102-158.
- [32] Zhang Min, Wang Jinman, Li Sijia, et al. Dynamic changes in landscape pattern in a large-scale opencast coal mine area from 1986 to 2015: a complex network approach [J]. Catena 2020 194: 104738.
- [33] 姜坤, 戴文远, 胡秋凤, 等. 基于移动窗口法的海岛型城市景观破碎化及其驱动机制分析: 以福建省平潭岛为例 [J]. 生态科学 2019 38(4): 99-110.
- [34] 翁敏, 李霖, 苏世亮. 空间数据分析案例式实验教程 [M]. 北京: 科学出版社, 2019.

## The Spatial-Temporal Evolution Analysis of Land Utilization and Landscape Pattern in Poyang Lake Area from 2001 to 2018

ZHONG Yexi, SHAO Haiyan, XU Chenlu, ZHU Zhizhou

(School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China)

**Abstract:** Based on the land utilization data in Poyang Lake area in 2001, 2006, 2011, 2016, and 2018 year, the land utilization transfer matrix, landscape pattern index and moving window method are used to quantitatively analyze the land utilization change and landscape pattern evolution of Poyang Lake area. The results show that the land utilization types of Poyang Lake area are distributed in a circle, with Poyang Lake as the core to the periphery as the main land types such as cultivated land and forest land, the bidirectional recursion of human activities and ecological degradation lead to urban spatial expansion and the loss of forest land. In terms of land dynamic use transfer, the land area that has changed in the Poyang Lake area in the past 18 years accounts for 17.63% of the total area. The main conversion types are forest land output as cultivated land, cultivated land output as forest land, and forest land output as grassland. From the perspective of the patch type level, forest land and cultivated land are the dominant landscape types in the Poyang Lake area, and the replacement trend between them is obvious. From the landscape level, the degree of landscape fragmentation in the Poyang Lake area is intensified. The landscape separation degree in the south of the Poyang Lake area is higher than that in the north, and the landscape separation degree in the water-land interlaced zone is high, forming a landscape separation circle around the Poyang Lake.

**Key words:** land utilization change; landscape pattern index; moving window method; Poyang Lake area

(责任编辑: 曾剑锋)