引文格式：詹长根, 文涛. 鄂州市湿地资源景观演变与退化过程分析[J]. 地理空间信息, 2023, 21(5): 29-35. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623. 2023.05.008

鄂州市湿地资源景观演变与退化过程分析

詹长根[1]，文　涛[1]
（1. 武汉大学 资源与环境科学学院，湖北 武汉 430072）

摘　要：以2009年、2015年和2020年鄂州市土地利用数据为基础，分析了湿地景观格局演变过程及其退化程度，探究了整体与局部区域湿地退化的功能特征。结果表明：①2009—2020年鄂州市和梁子湖自然保护区的湿地总面积分别减少66.75 km^2、8.04 km^2；②鄂州市湿地景观向破碎化和类型多样化发展，但湖泊湿地优势度增加，空间分布集中，连通度有所提高；③湿地退化区域主要分布在花马湖流域和长江沿岸，恢复区域主要分布在五四湖流域和梁子湖自然保护区；④湿地生物多样性有所降低，但植被生产力呈增加趋势，梁子湖区域整体湿地保护情况良好，退化程度低于鄂州全市。鄂州市湿地景观受人为活动影响明显，湿地保护政策和生态项目工程的实施有利于湿地资源的恢复与合理利用，对促进区域经济与生态环境协调发展具有重要意义。

关键词：湿地；景观格局；退化过程；鄂州市；梁子湖
中图分类号：P237　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）05-0029-07

Evolution and Degradation Process Analysis of Wetland Resources Landscape in Ezhou City

ZHAN Changgen[1], WEN Tao[1]
(1. College of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: Based on the land-use data of Ezhou City in 2009, 2015 and 2020, we analyzed the evolution process and degradation degree of wetland landscape pattern, and explored the functional characteristics of wetland degradation in the whole and local areas of study area. The results showed that ①from 2009 to 2020, the total wetland area of Ezhou City and Liangzi Lake Nature Reserve decreased by 66.75 km^2 and 8.04 km^2 respectively. ②Ezhou wetland landscape tended to be fragmented and diversified. The dominance of lake wetlands increased, the spatial distribution was concentrated, and the connectivity was improved. ③The wetland degradation areas in Ezhou City were mainly distributed in Huama Lake basin and along the Yangtze River, and the restoration areas were mainly distributed in Wusi Lake basin and Liangzi Lake Nature Reserve. ④The wetland biodiversity in Ezhou City decreased, but the vegetation productivity showed an increasing trend. The overall wetland protection in Liangzi Lake area was relatively good, and the degradation degree was lower than that in Ezhou City. The wetland landscape of Ezhou City is obviously disturbed by human activities, but the implementation of wetland protection policies and ecological projects is conducive to the restoration and rational utilization of wetland resources, and is of great significance to promote the coordinated development of regional economy and ecological environment.

Key words: wetland, landscape pattern, degradation process, Ezhou City, Liangzi Lake

湿地被誉为“地球之肾”，具有涵养水土、净化水质、物质生产、调节气候、保持物种丰富度和休闲文化等功能[1]，是人类赖以生存的资源环境。由于工业化和城市化的快速发展以及人们对湿地保护意识的缺乏和管理不当，使湿地景观结构和功能发生改变，湿地生态平衡遭到破坏。科学认知湿地景观的动态变化过程，深入分析湿地退化特征和原因，对于了解湿地生态演变规律、制定湿地保护对策具有重要意义。大规模围湖造田、围堤养殖、城市扩张等人类活动的加剧使得短期内湿地景观持续退化[2-4]，是造成湿地面积不断萎缩、功能持续退化的重要原因，不利于区域经济的持续健康发展。近年来，湿地动态研究逐渐成为学者们关注的热点话题之一，主要围绕湿地景观格局变化及其驱动因素[5-8]、湿地景观模拟预测[9-11]和湿地退化评估[12-14]等问题展开。在研究区域方面，Dura T[15]等建立岸线稳定状态，分析了智利中南部受大地震影响后湿地海岸的侵蚀状况；Dybiec J M[16]等通过结合多变量统计分析和文献回顾方法建立了生态系统健康

收稿日期：2022-04-21；修回日期：2022-05-25。
项目来源：鄂州水资源、湿地调查资助项目（2021-43）。
第一作者简介：詹长根（1964—），博士，教授，主要从事土地资源管理、现代地籍理论与方法研究，E-mail：2020202050119@whu.edu.cn。

指标，评估了五大湖湿地生态功能；吴晶晶[17]等利用景观连接度量测指数分析了黄河三角洲湿地景观的时空变化和主要驱动因素；张莹莹[18]等分析了40年来洪湖湿地自然保护区景观格局，探究了人类开发强度与湿地景观格局的关系；郑忠明[19]运用遥感技术和GIS平台，通过研究湿地景观格局演变分析了武汉市不同湿地类型的退化机制以及湿地资源的保护与恢复途径。这些研究成果对认识湿地演变规律、保护湿地资源具有重要意义。目前相关研究重在分析湿地景观时空变化，对于湿地退化程度及其功能特征的研究尚有不足。由于湿地资源具有特殊生态功能，仅关注面积变化难以揭示其退化带来的损失。此外，研究区域主要集中在洪湖、洞庭湖、鄱阳湖、沉湖等[20]，对江汉湖群湿地景观格局的研究较少，亟需其他典型湖泊湿地的补充研究。

鉴于此，本文基于2009年、2015年和2020年的鄂州市土地利用数据，利用土地利用动态度、景观指数等方法分析了鄂州市湿地的动态变化情况；并以梁子湖湿地自然保护区为典型区域，分析了湿地景观类型演变过程，揭示了湿地退化类型及其退化的功能特征，以期为保护与修复地区湿地资源，促进可持续发展提供参考依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

鄂州市地处湖北省东南部、长江中游南岸，与武汉市、黄石市、黄冈市接壤。全市地域总面积为1 596 km^2，属亚热带季风气候过渡区，年均降水量为1 282 mm，年均气温为17 ℃；境内河港纵横、江湖相通，湿地资源丰富，湿地总面积约占地域总面积的48.07%。目前全市共有湖泊133个，其中48个纳入全省两批保护名录。梁子湖省级湿地自然保护区涉及武汉、黄石、鄂州、咸宁四市，素有鄂州南大门之称，以鄂州市境内东梁子湖为主体，包括东梁子湖（102 km^2）及其周边湿地，占鄂州市湿地总面积的6.39%，是江汉湖群湿地的典型代表。梁子湖拥有丰富的湿地资源和生物多样性，是湖北省第二大淡水湖[21]。作为武汉城市圈生态功能区、鄂东战略备用水源地，梁子湖保护区具有独特的生态价值。

1.2 数据来源与处理

本文采用的湿地景观数据来源于鄂州市自然资源局提供的2009年第二次全国土地调查数据、2015年土地利用变更数据和2020年第三次全国土地调查数据。根据鄂州市行政边界和梁子湖自然保护区边界提取研究区2009年、2015年和2020年的土地利用矢量数据集，用于分析2009—2020年的湿地景观格局变化。NPP数据来自于美国航空航天局（https://lpdaac.usgs.gov/product/search）提供的MOD17A3产品，空间分辨率为500 m，时间分辨率为1 a，选择2009年和2020年的数据产品。生物多样性数据从《湖北省湿地资源调查》《梁子湖综合科考报告》等资料获取。

参照《湿地公约》的湿地分类系统以及我国目前湿地调查和监测所采用的湿地分类系统，结合鄂州市实际情况确定湿地资源分类体系。本文将湿地景观类型分为自然湿地、人工湿地和非湿地3大类，其中自然湿地包括河流、湖泊、内陆滩涂；人工湿地包括水田、坑塘、水库、沟渠。

1.3 研究方法

1.3.1 湿地景观指数分析

景观格局是指景观类型的空间分布结构特征，景观格局指数能反映景观结构组成、景观空间配置等信息，是景观格局信息高度浓缩的表征[20]。根据研究区湿地景观特征，选取斑块数量、斑块占景观面积比例、平均斑块面积、周长面积分维数、破碎度指数、分离度指数、蔓延度指数、香农多样性指数、香农均匀度指数等景观格局指数，其中破碎度指数、分离度指数通过计算研究区景观总面积、各景观类型面积与距离指数得到，其余指标借助Fragstats4.2软件计算完成。

1.3.2 湿地退化类型识别

不同湿地景观类型具有不同的生态系统功能。河流、湖泊、内陆滩涂属于自然湿地，具有净化水质、维持生物多样性等功能，可提供生态系统服务价值；水库属于人工湿地，研究区内分布的若干大型水库主要用于抵御旱涝等自然灾害，具有涵养水源、防洪抗旱等生态功能；坑塘、水田、沟渠属于人工湿地，是农用地的主要组成部分，其生态系统功能远低于自然湿地和水库[2]。因此，自然湿地和水库的生态功能价值最高，坑塘、水田和沟渠次之，非湿地的功能价值最低。鉴于此，本文将河流、湖泊、内陆滩涂、水库归为生态湿地，将坑塘、水田和沟渠归为农用湿地。根据生态湿地、农用湿地和非湿地之间的转换情况识别湿地退化的5种类型，如表1所示。

1.3.3 湿地退化特征信息提取方法

湿地退化是湿地生态系统逆向演替或异常演替过程，其本质是湿地生态系统结构紊乱、功能减弱和自然景观退化[22]。本文从生物多样性、湿地植被生产力

表1　湿地退化类型及其定义

湿地退化类型	定义
轻微退化	生态湿地转为农用湿地，农用湿地转为非湿地
严重退化	生态湿地转为非湿地
保持不变	生态湿地属性保持不变，农用湿地属性保持不变
轻微恢复	非湿地转为农用湿地，农用湿地转为生态湿地
明显恢复	非湿地转为生态湿地

两个方面来探究研究区湿地退化特征。

1）生物多样性。本文选取物种变化程度和栖息地破碎化两个指标来考察研究区生物多样性功能的退化程度。通过资料收集确定物种变化程度，以破碎度指数确定湿地生境的破碎情况，以香农多样性指数确定湿地景观多样性程度。

2）湿地植被生产力。植被净初级生产力（NPP）是指植物在单位时间、单位面积上的有机物质净创造量，即由光合作用产生的有机物质总量扣除呼吸作用消耗的有机物质后的剩余部分[23]。比较2009年、2020年的植被NPP变化情况，以分析研究区植被NPP的时空变化趋势。借助ArcGIS平台，以植被NPP变化值为输入栅格，以研究区湿地图斑为输入要素，输出分区统计表格，并将其与湿地图斑建立链接，分析植被NPP的空间分布情况。利用重分类功能，基于自然断点法[24-25]将植被NPP的变化程度分为明显增加、轻微增加、无明显变化、轻微减少、明显减少5级。

2　研究结果与分析

2.1　湿地景观动态分析

由2009—2020年鄂州市湿地景观格局（图1）可知，鄂州市湿地分布表现出明显的空间分异性，湿地总面积较大，其中人工湿地为478.59 km^2，占湿地总面积的62.45%，自然湿地为287.761 km^2；水田、湖泊、坑塘占绝对比重，而内陆滩涂、沟渠、水库面积很小且分布零散；水田作为鄂州市面积最大的湿地类型，主要分布在地势平坦的地区，2009—2015年水田面积占湿地总面积的34%以上，但2020年下降至29.49%；坑塘面积较大，且近年来有增加趋势，分布呈现小而密的特点，主要分布在湖泊周边；在自然湿地中，湖泊为主要类型，集中分布在梁子湖区，占湿地总面积的25%以上，2009—2020年面积占比增加了3%，河流面积也有小幅增加，主要来源于长江及其支流区域。

湿地动态度是一种表征不同湿地景观类型面积在时间序列上动态变化的分析方法。利用动态度模型[26]对各湿地类型的数量结构进行定量分析，结果表明（表2），鄂州市湿地面积和数量减少，且减少速度有增大趋势，2009—2015年湿地总面积减少了28.21 km^2，动态度为0.56%；2015—2020年湿地总面积减少了38.54 km^2，动态度增至0.96%；与2009年相比，2020年湿地总面积减少了66.75 km^2，动态度为0.73%。在自然湿地景观中，2009—2020年河流面积有小幅增加；内陆滩涂以6.61%的速度减少；2009—2015年湖泊以0.12%的速度减少，而2015—2020年以0.51%的速度增加。在人工湿地景观中，2009—2020年沟渠动态度最高，以3.14%的速度增加，水田则以2.04%的速度减少，坑塘和水库的动态度较小，面积变化相对稳定。

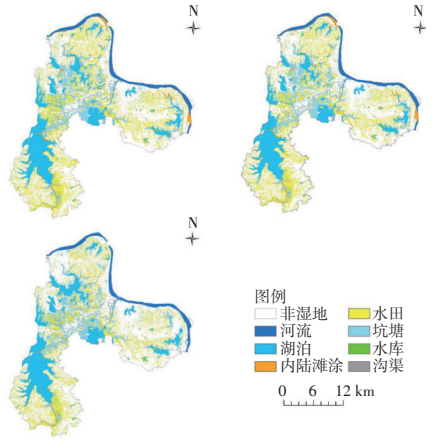


图1　不同时期鄂州市各湿地类型空间分布图

水田、坑塘和湖泊的变化是引起鄂州市湿地格局变化的主要因素。在城市发展过程中存在建设用地占用耕地的现象，因此部分水田转移为建设用地等非湿地，受退垸（湖、田）还湖措施等影响，水田转移为湖泊的面积也较大。坑塘面积呈先减后增趋势，面积减少的原因在于其主要分布于水田、湖泊等湿地类型附近，且有部分坑塘是由人为围湖形成的，在政策因素影响下其面积有所变化；此外，随着水产品需求量的增大，水产养殖发展迅速，且养殖业经济效益更高，因此水田被开挖成养殖坑塘。湖泊和河流面积整体呈增加态势，与鄂州市编制的生态修复规划、河湖警长制和“一湖一策”等措施的实施有关。

2.2　湿地景观格局演变分析

2.2.1　类型尺度上的格局演变

通过提取3期土地利用数据的湿地图斑得到不同湿地类型的景观指数（图2），整体来看，2009—2020年鄂州市湿地的斑块数量增加，斑块平均面积减少，且各类景观斑块的破碎度指数均有一定程度增加，说明小型斑块占比增加，大型斑块面积逐渐减少，湿地景观格局向破碎化方向发展。从斑块类型来看，水田和

表2 不同时期鄂州市湿地景观类型变化情况

湿地类型	景观类型	面积/km²			动态度/%		
		2009年	2015年	2020年	2009—2015年	2015—2020年	2009—2020年
自然湿地	河流	58.65	58.65	65.72	0.00	2.41	1.10
	湖泊	211.21	209.66	215.04	−0.12	0.51	0.16
	内陆滩涂	25.63	23.96	7.00	−1.09	−14.16	−6.61
人工湿地	水田	291.25	278.80	226.04	−0.71	−3.78	−2.04
	坑塘	223.30	210.96	223.11	−0.92	1.15	−0.01
	水库	4.81	4.76	4.89	−0.17	0.55	0.15
	沟渠	18.25	18.10	24.55	−0.14	7.13	3.14
总计		833.10	804.89	766.35	−0.56	−0.96	−0.73

坑塘的破碎度指数较高，分离度逐渐增加，但斑块分维数有所降低，表明这两类湿地景观在鄂州市域内分散分布，受人为干扰破碎程度高，趋向于空间分布不连续和空间形状规则化；水库、内陆滩涂和沟渠的平均斑块面积减少明显，存在破碎化趋势，其中沟渠斑块分维数明显高于其他湿地景观，主要是由于沟渠受人为干扰较大，且与其他斑块相互联系，边界易被其他景观类型切割，水库湿地分离度减小，说明斑块间的聚集度增加，分布逐渐集中，内陆滩涂的分维数减小而分离度增加，说明区域内内陆滩涂斑块形状趋于简单，斑块间散落分布；河流、湖泊的破碎度指数较小，说明河流和湖泊的同质性较高，存在连片的湿地类型景观，是鄂州市湿地的优势景观类型，河流的分离度小，说明河流斑块的分布比其他湿地类型集中，空间连接性较强，由于河流岸线较复杂，受干扰较小，因此其分维数较大，湖泊斑块分维数和分离度最小，说明湖泊水面的形状相对简单，空间分布相对集中，2020年湖泊的分离度比2015年有所下降，说明湖泊斑块由原来的分离度较大的散片斑块逐渐聚集融合形成连片的不规则斑块。

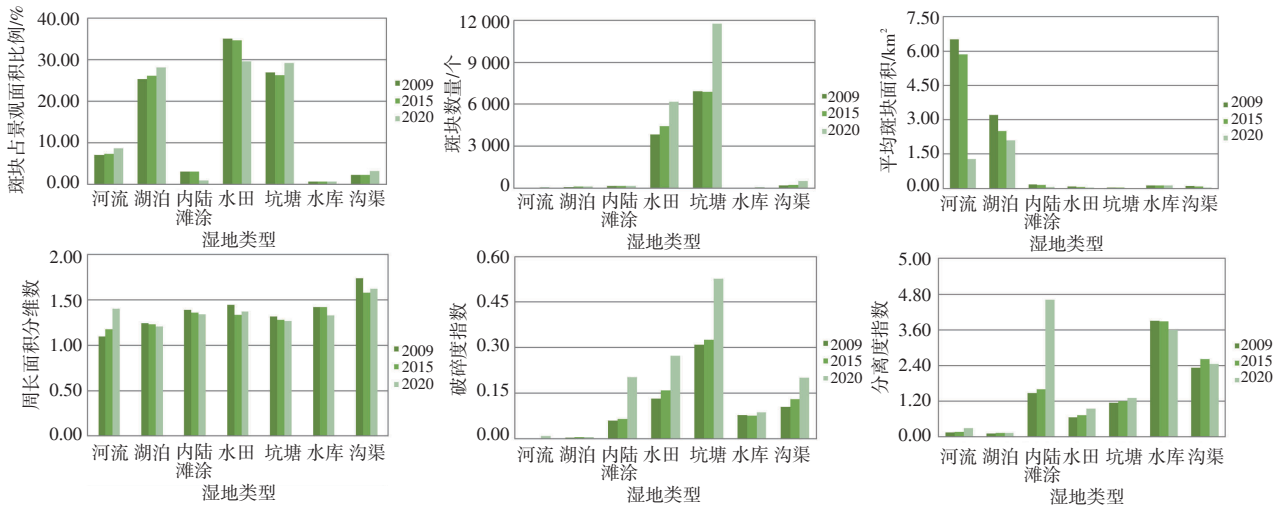


图2 3个时期鄂州市湿地景观类型主要特征指数

2.2.2 景观尺度上的格局演变

不同时期鄂州市湿地景观尺度上的景观指数如表3所示，2009—2020年蔓延度指数呈先增后减的趋势，表明2009—2015年湿地景观中零散斑块数量减少，湿地类型连接性增强，2015—2020年景观中原来连成片的大面积自然湿地被分割开，优势斑块类型的连通性减弱，景观格局破碎化程度增加，小斑块比例增加，景观格局表现为分散趋势；香农多样性指数与香农均匀度指数的走势基本保持一致，均为先减后增，说明2015年前人类活动对湿地景观的干扰强度较大，之后由于注重生态效益，干扰强度降低，其景观多样性和均匀性有所增加。结果表明，在整个研究期内，各景观类型趋于多样化，景观丰富度有所增加，景观内异质化程度降低，各种景观类型的分布趋于均匀。

表3 3个时期鄂州市湿地景观格局

时期	蔓延度指数	香农多样性指数	香农均匀度指数
2009年	78.262 1	0.848 3	0.407 9
2015年	78.749 1	0.828 6	0.398 5
2020年	77.107 1	0.955 8	0.459 6

2.3 湿地演变过程分析

2.3.1 湿地退化类型识别

分析2009—2020年湿地退化类型的空间分布和类

型转换（图3）发现，鄂州市湿地在空间上的变化较明显，尤其是近5年内的变化，轻微退化为主要变化类型，严重退化和轻微恢复的湿地面积较小。湿地轻微退化的主要原因是水田和坑塘等农用湿地退化为非湿地，水田被非湿地侵占了64.609 1 km^2，坑塘被侵占面积为30.636 7 km^2，建设用地的扩张使得农用湿地面积萎缩。此外，生态湿地向农用湿地的转移幅度较大，主要体现在湖泊向坑塘退化（6.127 5 km^2），内陆滩涂向坑塘退化（3.537 9 km^2）。严重退化区域面积较小，主要分布在花马湖流域和长江沿岸，湿地严重退化主要表现为内陆滩涂被非湿地侵占（8.990 3km^2）和湖泊被非湿地侵占（5.279 2 km^2）。轻微恢复湿地主要分布在五四湖流域和梁子湖流域，呈零星分布，主要是非湿地转移为农用湿地，分别有21.836 km^2、18.097 9 km^2的非湿地转移为水田和坑塘。明显恢复湿地面积较小，主要是非湿地转移为湖泊，集中分布在五四湖流域。

统计2009—2020年鄂州市5种湿地退化程度面积（表4）发现，总体来看，鄂州市湿地资源呈退化趋势，湿地退化总面积为67.21 km^2；2009—2020年保持不变的湿地类型面积最大，占2020年湿地总面积的78.41%，其次是轻微退化，占比为15.86%，轻微恢复湿地类型仅占湿地总面积的6.99%，严重退化和明显恢复湿地类型面积最少；退化湿地类型总面积明显超过恢复湿地类型。2009—2015年湿地呈退化趋势，恢复湿地类型面积较少，湿地退化总面积为

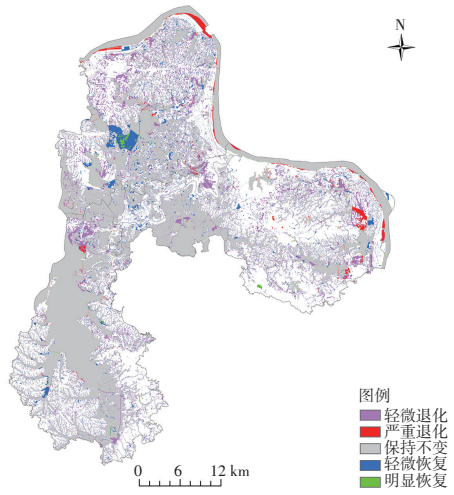


图3　2009—2020年鄂州市湿地退化类型空间分布

29.98 km^2；2015—2020年湿地类型在空间上变化较大，湿地退化与恢复幅度明显增加，湿地退化总面积为36.81 km^2。进一步分析梁子湖自然保护区内湿地资源的退化与恢复状况，借助ArcGIS的掩膜裁剪和空间统计工具，得到2009—2020年梁子湖自然保护区的湿地变化情况，2009—2020年梁子湖地区轻微退化湿地类型面积最大，轻微恢复、明显恢复和严重退化湿地类型面积依次减少，湿地退化面积占全市湿地退化面积的6.21%，恢复湿地面积占全市湿地恢复面积的11.16%；2009—2015年湿地类型变化幅度较小，2015—2020年湿地退化与恢复速度明显增加；总体来看，梁子湖地区的湿地恢复面积略小于退化面积，呈轻微退化趋势，湿地面积共减少1.132 4 km^2。

表4　鄂州市湿地退化类型面积统计/km^2

退化类型	鄂州市			梁子湖自然保护区		
	2009—2020年	2009—2015年	2015—2020年	2009—2020年	2009—2015年	2015—2020年
轻微退化	113.35	28.75	91.25	7.53	0.23	7.44
严重退化	15.48	1.53	14.49	0.48	0.12	0.40
保持不变	691.69	803.20	686.54	169.26	179.21	169.10
轻微恢复	57.34	0.30	64.52	6.21	0.00	6.39
明显恢复	4.28	0.00	4.40	0.67	0.00	0.69

2.3.2　湿地退化特征的信息提取

1）湿地生物多样性。从研究区的栖息地破碎度指数（表5）来看，2009—2020年湿地景观整体的破碎度指数增大，各湿地类型的破碎度指数也有所上升，表明各类型湿地景观间的联系被分割，阻隔了湿地生态系统间物质与物种流通，导致生态功能的减弱。与2009年相比，2020年鄂州市湖泊破碎度指数有所增加，主要是由人为的建堤围湖、分隔湖汊等活动引起的。此外，梁子湖区域整体破碎水平比鄂州全市低，说明梁子湖区域湿地景观中优势湿地类型连通性良好，土地利用方式和利用现状得到较好保持。梁子湖区域的湖泊破碎度指数最低且呈下降趋势，说明在人为因素作用下，梁子湖湖泊斑块分布越来越集中，由原来分离度较大的散片斑块逐渐聚集融合成连片的不规则斑块。研究区的湿地景观多样性结果表明，鄂州市湿地面积占全市行政区面积的比例较大，2009年占比为52.18%，2020年降至48%，其中梁子湖区域湿地面积占比共减少0.5%。2009—2020年湿地

面积减少而斑块数量大幅增加，验证了整体湿地景观破碎程度增加的结论。2009年、2020年鄂州市湿地景观多样性指数分别为0.848 3、0.955 8，与景观最大可能的多样性指数（最大均匀条件下的多样性指数为1.791 8）相差较大，此外，与梁子湖保护区相比，鄂州市的景观多样性指数较低，说明梁子湖区域内湖泊湿地景观类型优势明显，各湿地景观类型比例差异较大，鄂州市的湿地景观较单一、匀质。总体来看，2009—2020年鄂州市和梁子湖保护区的景观多样性指数均呈下降趋势，说明各类湿地景观组分面积比例差别逐渐增大，少数景观类型占优势，湿地景观多样性呈逐渐减少趋势。

2）湿地植被生产力。分析植被NPP变化趋势类型发现（图4），研究区内全年大部分河流、湖泊等水

表5 湿地景观与生物多样性总体变化情况

指标		鄂州市		梁子湖自然保护区	
		2009年	2020年	2009年	2020年
破碎度指数	河流	0.001 5	0.007 8	0.032 2	0.113 8
	湖泊	0.003 1	0.004 8	0.001 1	0.001
	内陆滩涂	0.058 9	0.202 7	0.109 9	0.133 2
	水田	0.131 8	0.272 5	0.104 6	0.232 3
	坑塘	0.309 7	0.527 5	0.361	0.585 6
	水库	0.076 9	0.085 9	–	–
	沟渠	0.103 6	0.200 7	0.128 1	0.362
	景观总体	0.134 5	0.244 8	0.071 6	0.126 9
斑块数目/个		11 214	18 761	1 381	2 344
景观面积/km^2		833.1	766.35	192.76	184.72
景观比率/%		52.18	48	12.07	11.57
景观多样性指数		0.848 3	0.955 8	1.086 9	1.068

面少有植被覆盖，其植被NPP的特征值不存在，属于非植被生长类型湿地，约占全市湿地面积的42.2%；除非植被覆盖类型区域外，鄂州市植被NPP整体以保持不变为主，其中植被NPP轻微增加区域面积约占鄂州市湿地面积的19.08%，明显减少区域面积约占10.5%，说明鄂州市整体植被生长状况保持良好；仍有部分区域植被NPP减少趋势明显，水田和坑塘的植被NPP变化明显，由于这两类湿地的发展主要由人类活动决定，导致其植被NPP变化波动较大。鄂州市植被NPP保持不变的区域集中在湖泊周边，约占鄂州湿地总面积的21.43%；明显减少的区域分散分布在花马湖流域和梁子湖流域；增加区域主要集中在鄂城区的

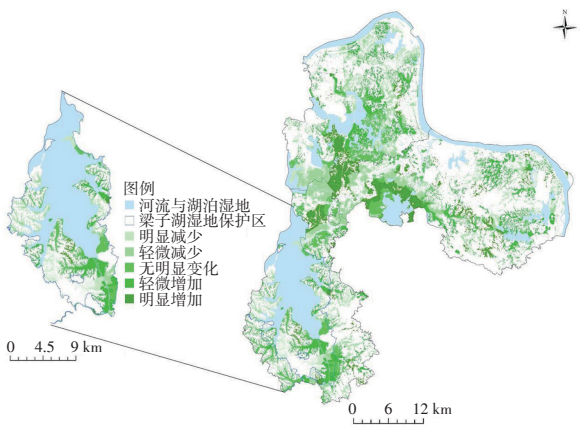


图4 研究区植被NPP变化趋势分级空间分布

三山湖、华容区的五四湖周边以及梁子湖保护区内。梁子湖的湖湾区和沿岸的浅水湖区、高桥河河流浅水区的植物NPP明显增加，说明梁子湖保护区的植被生长状态良好；但在长江沿岸和梁子湖湖泊岸线附近出现了植被NPP明显减少情况，表明由于人类开发利用活动，岸线侵占、局部水域水环境恶化的现象越来越突出。

3 结 语

1）鄂州市人工湿地类型以水田为主，自然湿地类型以湖泊为主。2009—2020年湿地面积和数量递减，面积退化速度呈增加趋势，至2020年湿地面积共减少66.75 km^2，其中梁子湖保护区减少了8.04 km^2。

2）鄂州市总体湿地景观向破碎化方向发展，湿地景观类型趋于多样化。河流和湖泊景观优势度增加，空间分布更聚集，连通度有所提高。水田和坑塘向破碎化、空间分布不连续和空间形状规则化发展。

3）2009—2020年鄂州市湿地退化类型保持不变的湿地面积最大，轻微退化、严重退化、轻微恢复和明显恢复的湿地面积依次减少。湿地退化区域主要分布在梁子湖流域、花马湖流域和长江沿岸，主要由非湿地侵占湿地、生态湿地向农用湿地转移引起；恢复区域主要分布在五四湖流域和梁子湖流域，主要表现为非湿地向农用湿地转移。

4）鄂州市湿地功能特征存在退化现象，表征生物栖息地破碎化、景观多样性减少，但其植被生产力保持状况良好。梁子湖区域湿地保护状况良好，破碎水平比鄂州全市低，湖泊湿地景观类型优势明显，植被生产力呈增加趋势。

鄂州市和梁子湖湿地景观退化过程是汉江平原湖泊退化的典型案例。由于社会经济的迅速发展，生存与环境的矛盾不断加剧，经济发展与湿地保护的正面冲突尤其明显。随着湿地需求和功能定位的改变，保护湿地相关资源及其生态环境，保障湿地的生态服务等功能越来越受重视。研究结果表明，由于政府对湿地保护与恢复力度的不断加强，鄂州市湿地退化速度减缓，湿地景观格局有所恢复。因此，在湿地管理过程中，应当建立保护与发展之间的良性共处模式，以实现湿地生态效益与社会经济效益的和谐发展。在下一步研究中，可基于多种发展情景，分别考虑湿地保护需求、粮食安全需求与建设用地扩张博弈的情景，对未来城市湿地景观格局进行模拟预测。

参考文献

[1] NA X, ZANG S, ZHANG N, et al. Impact of Land Use and Land Cover Dynamics on Zhalong Wetland Reserve Ecosystem, Heilongjiang Province, China[J]. International Journal of Environmental Science and Technology, 2015, 12(2):445-454

[2] 彭凯锋，蒋卫国，邓越. 武汉城市圈湿地受损程度识别及驱动因素分析[J]. 自然资源学报，2019，34(8):1 694-1 707

[3] 王昌海，崔丽娟，毛旭锋. 湿地退化的人为影响因素分析:基于时间序列数据和截面数据的实证分析[J]. 自然资源学报，2012，27(10):1 677-1 687

[4] 宫宁，牛振国，齐伟，等. 中国湿地变化的驱动力分析[J]. 遥感学报，2016，20(2):172-183

[5] 邢雯，阮宏华，许子乾. 1988—2010年南京城区湿地动态变化分析[J]. 地理空间信息，2018，16(12):79-83

[6] Sica Y V, Quintana R D, Radeloff V C, et al. Wetland Loss Due to Land Use Change in the Lower Paraná River Delta, Argentina[J]. Science of the Total Environment, 2016，15(10):967-978

[7] 张猛，曾永年. 长株潭城市群湿地景观时空动态变化及驱动力分析[J]. 农业工程学报，2018，34(1):241-249

[8] 郁林，党星海，纪婵，等. 珠海市湿地景观格局演变及其驱动力分析[J]. 地理空间信息，2021，19(11):48-53

[9] 李兴钢，梁成华，王延松，等. 基于CA-Markov模型的辽河三角洲湿地景观格局预测[J]. 环境科学与技术，2013，36(5):188-192

[10] SHEN S, YUE P, FAN C. Quantitative Assessment of Land Use Dynamic Variation Using Remote Sensing Data and Landscape Pattern in the Yangtze River Delta, China[J]. Sustainable Computing, 2019, 23(9):111-119

[11] 孙万龙，孙志高，田莉萍，等. 黄河三角洲潮间带不同类型湿地景观格局变化与趋势预测[J]. 生态学报，2017，37(1):215-225

[12] 尼庆伟，王岩，郑丙辉，等. 基于突变理论模型的卧龙湖湿地退化判别研究[J]. 湿地科学，2014，12(1):1-6

[13] Sarkar S, Parihar S M, Dutta A. Fuzzy Risk Assessment Modelling of East Kolkata Wetland Area: A Remote Sensing and GIS Based Approach[J]. Environmental Modelling and Software, 2016(75):105-118

[14] 刘凯，李希来，金立群，等. 黄河源湖泊湿地退化过程土壤和植被的变化特征[J]. 生态科学，2017，36(3):23-30

[15] Dura T, Cisternas M, Horton B P, et al. Coastal Evidence for Holocene Subduction-zone Earthquakes and Tsunamis in Central Chile[J]. Quaternary Science Reviews, 2015(113): 93-111

[16] Dybiec J M, Albert D A, Danz N P, et al. Development of a Preliminary Vegetation-based Indicator of Ecosystem Health for Coastal Wetlands of the Laurentian Great Lakes[J]. Ecological Indicators, 2020(119):106 768

[17] 吴晶晶，栗云召，于良巨，等. 黄河三角洲自然湿地景观连接度动态变化及其驱动因素分析[J]. 生态环境学报，2018，27(1):71-78

[18] 张莹莹，蔡晓斌，杨超，等. 1974—2017年洪湖湿地自然保护区景观格局演变及驱动力分析[J]. 湖泊科学，2019，31(1):171-182

[19] 郑忠明. 武汉市城市湖泊湿地退化与植被恢复研究[D]. 武汉:华中农业大学，2011

[20] 陈钰，雷琨，杜尧，等. 沉湖湿地近50年退化过程识别[J]. 地球科学，2021，46(2):661-670

[21] 孔令阳. 江汉湖群典型湖泊生态系统健康评价:以湖北省梁子湖、网湖、斧头湖、涨渡湖为例[D]. 武汉:湖北大学，2012

[22] 任宪友，杜耘，王学雷. 南洞庭湖湿地生态退化研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版)，2006，40(1):128-131

[23] 李晓荣，高会，韩立朴，等. 太行山区植被NPP时空变化特征及其驱动力分析[J]. 中国生态农业学报，2017，25(4):498-508

[24] 吴英迪，蒙吉军. 中国自然资源生态服务重要性评价与空间格局分析[J]. 自然资源学报，2022，37(1):17-33

[25] 熊小菊，廖春贵，胡宝清，等. 基于MODIS的广西植被NPP时空分异及驱动力分析[J]. 广西师范大学学报(自然科学版)，2019，37(3):187-195

[26] 王亮. 崇明东部景观格局动态分析及土地利用变化模拟[D]. 上海:华东师范大学，2006