

doi:10.3969/j.issn.2097-0013.2023.04.009

基于多源时空数据的湖北省景观格局 动态变化及驱动因素研究

王思翔¹, 边虹霓¹, 王宁涛^{1,2*}, 谢尚儒¹, 王清², 周丹坤²

WANG Si-Xiang¹, BIAN Hong-Ni¹, WANG Ning-Tao^{1,2*}, XIE Shang-Ru¹,
WANG Qing², ZHOU Dan-Kun²

1. 中国地质大学(武汉)地质调查研究院, 湖北 武汉 430074;

2. 中国地质调查局武汉地质调查中心(中南地质科技创新中心), 湖北 武汉 430205

1. Institute of Geological Survey, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China;

2. Wuhan Center, China Geological survey(Geosciences Innovation Center of Central South China), Wuhan 430205, Hubei, China

摘要:为探究湖北省景观格局变化特征及其驱动因素,本文选取湖北省2000~2018年5期土地利用/土地覆被变化(LUCC)数据进行分析,并利用主成分分析法对其驱动因素进行探讨。结果表明:2000~2018年,湖北省耕地、林地、草地和未利用土地等景观类型面积不同程度减少,其中耕地减少的面积最多,为4322 km²,建设用地和水域面积呈增加趋势。在景观水平上,2000~2018年湖北省的景观破碎化程度升高,香农多样性指数(SHDI)和香农均匀度指数(SHEI)都呈上升趋势,这说明不同景观类型的多样性逐步增加,景观异质性增强。研究区景观格局变化受到自然因素和人文因素的共同影响,人口和经济因素是湖北省2000~2018年景观格局变化的主要驱动因素。

关键词:景观格局;景观指数;驱动因素;湖北省

中图分类号:P407.8

文献标识码:A

文章编号:2097-0013(2023)04-0686-08

Wang S X, Bian H N, Wang N T, Xie S R, Wang Q and Zhou D K. 2023. Research on Dynamic Changes and Driving Factors of Landscape Pattern in Hubei Province Based on Multi-source Spatiotemporal Data. *South China Geology*, 39(4):686–693.

Abstract: In order to explore the characteristics and driving factors of landscape pattern change in Hubei Province, this paper selects five periods of the land use and cover change(LUCC) data from Hubei Province from 2000 to 2018 for analysis, and discusses its driving factors by principal component analysis. The results show that from 2000 to 2018, the area of cultivated land, forest land, grassland, and unutilized land in Hubei Province decreased to varying degrees, with the most significant change occurring in cultivated land, which is 4322 km², and the construction land and water area showed an increasing trend. At the landscape level, the degree of landscape fragmentation in Hubei Province increased from 2000 to 2018, and the Shannon Diversity Index (SHDI) and Shannon Uniformity Index (SHEI) both showed an upward trend, indicating that the diversity of different landscape types gradually increased and the landscape heterogeneity increased. The land-

收稿日期:2022-11-2;修回日期:2022-11-26

基金项目:中国地质调查局项目(DD20221777)

第一作者:王思翔(1999—),男,硕士研究生,研究方向为生态遥感,E-mail: doubest_wsx@163.com

通讯作者:王宁涛(1982—),男,高级工程师,主要从事水工环地质调查与研究,E-mail: wnt113@126.com

landscape pattern change in the study area was jointly affected by natural and human factors, and demographic and economic factors were the main driving factors for the landscape pattern change in Hubei Province from 2000 to 2018.

Key words: landscape pattern; landscape index; driving factors; Hubei Province

土地利用作为地球表层系统最为明显的景观特征,其变化是自然过程和人类活动对景观格局影响最直观的映射,它的实质是人类以自身生存和发展为前提,对土地利用方式和景观格局进行改造,从而满足经济发展、社会进步和生态环境保护等(Cheshire and Sheppard, 2002; Vogiatzis, 2012; 刘纪远等, 2014; 龙花楼和陈坤秋, 2021)。景观格局是指景观的空间结构特征,包括景观组成单元的类型、数量以及空间分布和配置(邬建国, 2007)。景观格局作为景观要素的重要组成,其演变早已成为生态学、地理科学等相关学科关注的重点(陈利顶等, 2014; 彭建等, 2017; 范雅双等, 2021)。景观格局指数能够对景观变化进行定量描述,通过掌握其变化的过程和规律,能够为促进生态环境的可持续发展提供科学基础(阳文锐, 2015; 陈影等, 2016; 张敏等, 2016)。

国内外许多学者针对不同地区的景观格局变化及其驱动因素进行了研究,例如宫兆宁等(2011)运用遥感和GIS技术对北京市湿地景观的演变特征和驱动机制进行了分析;李月辉等(2006)基于遥感数据对大兴安岭呼中林业局土地利用和景观格局演变进行了研究;刘吉平等(2014)以遥感信息为主要信息源,利用地理信息系统技术和数理统计方法对三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动因素进行了分析;Dadashpoor et al. (2019)分析了Tabriz城市群土地利用变化、城市化和景观格局变化之间的关系;何楠(2020)基于土地利用变化对湖北省生态系统服务价值进行了评估研究;陶荣等(2019)从省、县和地块3个尺度分析了湖北省耕地变化的数量和景观格局特征。学者们运用3S技术,对景观格局演变的研究从最初的中低分辨率遥感影像发展到高分辨率影像,从最开始的单一年份研究发展到对不同年份的对比,在评价指标的选取上,从单一景观指标向多元指标发展(Gautam et al., 2003; 李传哲等, 2009; 朱君君等, 2011; Hu R S and Dong S

C, 2013; Chen M X et al., 2014; 张月等, 2017; Sarkar, 2019; 董梁蕴等, 2021),而基于景观格局指数的湖北省景观格局变化的系统研究相对薄弱。本文拟运用景观生态学和地理学等相关理论方法,在景观类型分类的基础之上分析湖北省景观格局的变化和驱动机制,为湖北省生态文明建设提供参考。

1 研究区概况

湖北省位于中国中部地区,与河南、安徽、重庆、陕西、江西和湖南接壤,地跨29°01'53"~33°06'47"N、108°21'42"~116°07'50"E,东西长约740 km,南北宽约470 km,总面积约18.59万km²。湖北省地势大致为东、西、北三面环山,中间低平,略呈向南敞开的不完整盆地,在全省范围内,山地约占56%,丘陵约占24%,平原湖区约占20%,长江贯穿全省(魏凤娟, 2015)。湖北省地处亚热带,全省除高山地区属高山气候外,大部分地区属亚热带季风性湿润气候。

2 研究方法

2.1 景观格局分析法

景观格局指数是指高度浓缩的景观格局信息,同时也是反映景观结构组成、空间配置特征的简单化指标(苏常红和傅伯杰, 2012)。景观格局指数包括了大小、形状和连通度等多方面的景观生态学意义,其种类繁多,包括有景观多样性指数、景观分维度指数、景观干扰与自然度指数等。

当前主要利用Fragstats软件做景观格局方面的分析,该软件可以进行包括斑块、斑块类型和景观级别三种方向的计算。基于湖北省土地利用划分的特征和本文的研究目的,在景观斑块类型层面选取斑块数(NP)、斑块类型面积(CA)、景观类型占比(PLAND)、聚集度(AI)、面积加权的平均斑块分维指数(FRAC_AM)、斑块密度(PD)共6个指

数,用于反映景观中不同斑块类型的结构特征;从景观水平层面选取景观面积(TA)、最大斑块占比(LPI)、蔓延度指数(CONTAG)、香农多样性指数(SHDI)和香农均匀度指数(SHEI)共5个指标,用于反映景观整体结构特征。

2.2 驱动力分析法

景观格局动态变化的驱动因子主要包括自然因素和人文因素(张莹莹等, 2019; 吴健生等, 2020)。其变化是一个复杂且长期的动态过程,受多种因素影响。自然因素作为基本要素,在长期效应上影响着景观格局变化,人类活动在短时间内是驱动区域景观格局变化的主要因素(吴琛璐等, 2018)。

结合湖北省的具体情况,本文拟从上述两个方面选取合适的指标作为驱动因子来研究目标区域景观格局产生变化的原因。自然因素方面,本文选取湖北省多年来平均降水量和年均温度作为影响

湖北省景观格局演化的驱动因子;人文因素方面,本文选取研究区2000~2018年的GDP、居民可支配收入、人均GDP、常住居民数量和人口增长率等7个指标。利用SPSS软件,采用主成分分析方法,筛选出影响研究区景观格局变化的主要因子。

3 数据来源

本研究采用中国科学院地理科学与资源研究所地理监测云平台(<http://www.dsac.cn/>)提供的湖北省土地利用/土地覆被变化(LUCC)数据,空间分辨率为30 m,包括2000年、2005年、2010年、2015年、2018年5期遥感影像。通过对数据的重分类处理将研究区划分为耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用土地6种土地利用/覆被类型(图1)。气象数据来源于湖北省气象局(<http://hb.cma.gov>。

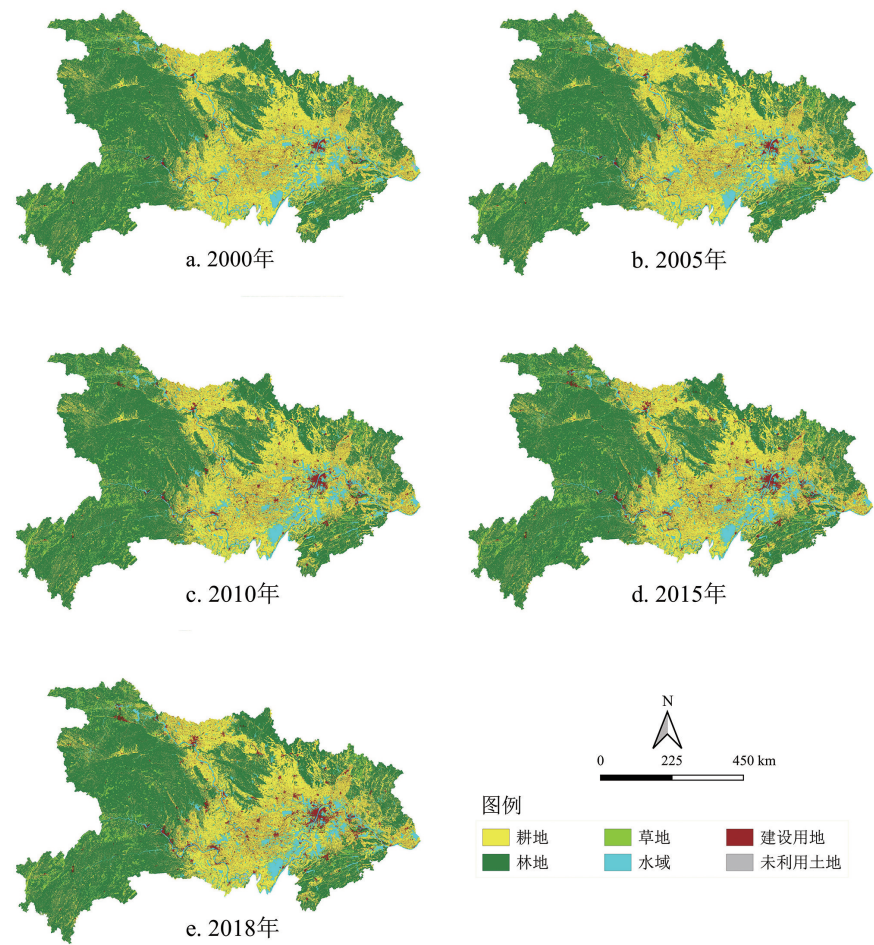


图1 湖北省2000~2018年景观类型变化情况

Fig. 1 Changes of landscape types in Hubei Province from 2000 to 2018

cn/),包括年均降水和年均气温。经济和人口数据来源于中国国家统计局(<http://www.stats.gov.cn/>),包括GDP、人均GDP、恩格尔系数、各产业生产值和人口增长率等。

4 结果与分析

4.1 景观类型分布及其变化分析

湖北省各类土地类型面积分布不均,且差异明显(表1、表2)。2000年以来,湖北省景观类型以林地景观为主,占研究区总面积的49%以上,其面积有减少趋势,至2018年减少了608 km²;同样呈减少趋势的还有耕地、草地和未利用土地,其中耕地减少面积最多,为4322 km²;草地景观净减少183 km²,所占面积比由2000年的3.81%降低到2018年的3.71%;未利用土地逐渐被开发利用,2018年仅有

374 km²的未利用土地存在;水域和建设用地面积在研究期内呈增加趋势,水域在2000~2018年占比由5.82%上升至6.67%,净增加1605 km²;建设用地的所占比重较少,但持续增加,且提升的幅度较大,由2000年的2.74%增至2018年的4.63%。

表1 湖北省2000~2018年景观类型面积(单位:万km²)

Table 2 Area of landscape type in Hubei Province from 2000 to 2018

景观类型	2000年	2005年	2010年	2015年	2018年
耕地	6.9695	6.8844	6.6746	6.5885	6.5373
林地	9.2852	9.2720	9.2730	9.2440	9.2244
草地	0.7077	0.7047	0.6943	0.6905	0.6894
水域	1.0788	1.1493	1.2332	1.2354	1.2393
建设用地	0.5091	0.5418	0.6813	0.7981	0.8607
未利用土地	0.0442	0.0434	0.0385	0.0382	0.0374
合计	18.5945	18.5956	18.5949	18.5947	18.5885

表2 湖北省2000~2018年景观类型面积变化量(单位:km²)

Table 2 Area variation of landscape type in Hubei Province from 2000 to 2018

景观类型	2000~2005年	2006~2010年	2011~2015年	2016~2018年	2000~2018年
耕地	-851	-2098	-861	-512	-4322
林地	-132	10	-290	-196	-608
草地	-30	-104	-38	-11	-183
水域	705	839	22	39	1605
建设用地	327	1395	1168	626	3516
未利用土地	-8	-49	-3	-8	-68

4.2 景观格局指数变化分析

4.2.1 斑块水平上的景观格局指数分析

湖北省在斑块水平上各时期景观指数的变化情况如图2所示。景观类型占比(PLAND)即描述各种类型地类占总面积的比例,面积最大的为主要景观,它能够反映出目标区域景观的基本组成;斑块类型面积(CA)常用来描述某一斑块类型中所有斑块的面积之和。2000~2018年,湖北省耕地景观和林地景观的斑块类型面积与景观类型占比均有所减少(图2a、2b),其面积分别由2000年的6.9695万km²和9.2852万km²下降至2018年的6.5373万km²和9.2244万km²,但二者仍是研究区的主要景观;水域和建设用地呈上升趋势,其面积

分别增加了约1605 km²和约3516 km²。

斑块数(NP)用于描述整体景观的非均匀性,其数值与景观破碎度成正比。斑块密度(PD)能够反映景观的完整性和破碎化情况,它是斑块破碎化程度最直观的体现。聚集度(AI)能够反映出景观中不同斑块的聚集情况。2000~2018年,湖北省林地和建设用地的斑块数增多,斑块密度逐年上升(图2c、2d),说明二者的景观破碎程度增加,有向外扩散的趋势。同时建设用地的斑块聚集度(图2e)上升,说明该景观类型受人类干预增强,不同景观类型之间表现出分块的特征,相同景观类型之间表现出聚集的特征。

面积加权的分维指数(FRAC_AM)能够反映出景观的稳定性和复杂性,同时能够反映人类活动

对景观格局的影响,主要运用于人为景观方面的变化,其结果与人类活动的干扰呈反比。耕地和未利

用土地的FRAC_AM指数有降低的趋势(图2f),这说明二者的变化受人类活动影响变大。

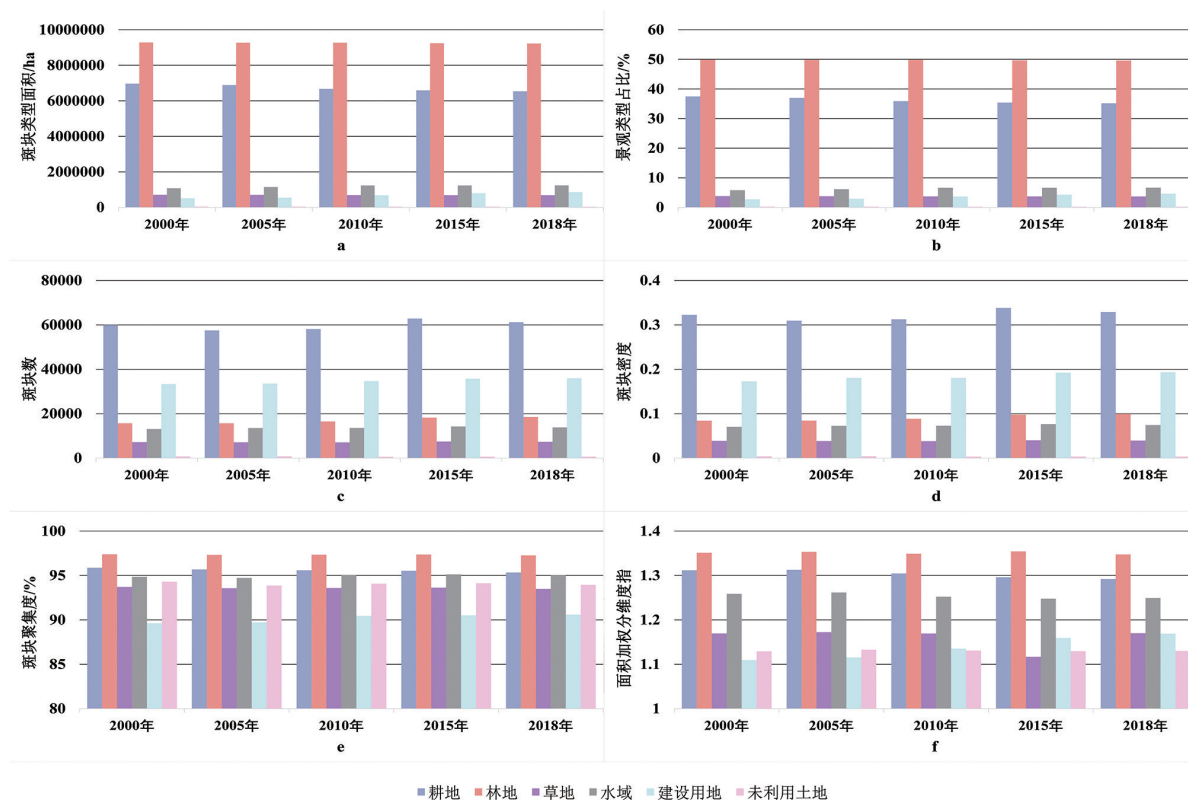


图2 湖北省2000~2018年在斑块水平上各时期景观指数的变化

Fig. 2 Changes in landscape index over time at the patch level in Hubei Province during different periods from 2000 to 2018

4.2.2 景观水平上的景观格局指数分析

本研究利用湖北省景观类型分布数据,对选取的景观水平上的景观指数进行计算,得到湖北省2000~2018年景观水平上的景观格局指数变化情况(表3)。景观面积指数(TA)决定了景观的范围、研究和分析的最大尺度,为其他指数的计算奠定了基础;最大斑块占比(LPI)有助于确定景观的优势类型,反映了最大斑块所占景观面积,该指数呈稳定下降趋势,由2000年的16.9528%下降至2018年的16.4894%,这表明景观类型最大的斑块在整体空间中的比重在减少,间接地反映出其受人类活动的干扰程度增加。

蔓延度指数(CONTAG)呈现出下降的趋势,由2000年的63.6769%下降至2018年的61.6788%。该指数描述景观中不同斑块类型的延展趋势或团聚程度,当其变小时说明该区域景观是具有多种要素

的密集格局,景观的破碎化程度较高。

景观多样性指标(SHDI和SHEI)主要用来反映目标区域内不同景观类型在空间上的多样化程度,是度量景观丰度和均匀度的指标,该指标与目标区域内的景观类型数量和斑块面积差异有关。湖北省2000~2018年景观水平上的香农多样性指数(SHDI)和香农均匀度指数(SHEI)呈现出较慢的增长趋势(表3),这表明了不同景观类型多样性程度逐步增加,景观要素的多样性和异质性加强。

5 景观格局变化驱动因素分析

5.1 自然因素

以年均降水量、年均温度为特征的气候变化,在一定程度上会改变区域水系统和水环境,最终影响区域景观的空间分布格局(赵锐锋等, 2009)。本

表 3 湖北省 2000~2018 年景观水平上的景观指数

Table 3 Landscape index at the landscape level in Hubei Province from 2000 to 2018

景观格局指数	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年	2018 年
景观面积 (ha)	18594447.57	18594603.81	18594811.98	18594597.87	18588538.17
最大斑块占比 (%)	16.9528	16.9050	16.8871	16.5321	16.4894
蔓延度指数 (%)	63.6769	63.2085	62.4989	62.0398	61.6788
香农多样性指数	1.1170	1.1280	1.1514	1.1653	1.1727
香农均匀度指数	0.6234	0.6296	0.6426	0.6504	0.6545

文从湖北省气象局提供的数据中选择了 2000~2018 年湖北省的年均降水量和年均温度数据,分析其研究时间内的变化趋势。2000~2018 年,研究区的温度呈先降低再升高的过程,降水量呈先降低再升高再降低的过程,研究区年均温度、降水量变化趋势较为平缓,变化不大(表 4),而研究区此时时间段的景观面积指数(TA)、最大斑块占比(LPI)和蔓延度指数(CONTAG)指数持续变小(表 3),表明自然因素对研究区的景观格局变化影响较小。

表 4 湖北省 2000~2018 年年均温度和年均降水量变化情况

Table 4 Changes of annual average temperature and average annual precipitation in Hubei Province from 2000 to 2018

年份	年均温度 (℃)	年均降水量 (mm)
2000	17.1	1199.1
2005	16.8	1089.2
2010	16.3	1279.3
2015	16.9	1177.0
2018	17.1	1119.0

5.2 人文因素

在人文因素驱动力分析中,本文选取了研究区 2000~2018 年的 GDP、恩格尔系数、人口增长率、人均 GDP、第一产业产值等七个指标,运用 SPSS 软件,对选取的七个指标进行主成分分析后,提取出了 1 个主成分,计算得到了累计方差贡献率和各个指标的成分值(表 5),累计方差贡献率为 90.8%,超过 85%,表示这些指标具有代表性。GDP、第一产业产值、第二产业产值、第三产业产值、人均 GDP 是与经济发展相关性强的指标,人口增长率与人口因素相关性较为显著,这 6 个指标的成分值为正

值,表明这些指标之间关联程度较高。通过归纳,从人文因素中的人口因子和经济因子对研究区景观格局变化的驱动因素进行探讨。

表 5 湖北省 2000~2018 年人文因素综合驱动力指标主成分分析结果

Table 5 Principal component analysis results of comprehensive driving force indicators for human factors in Hubei Province from 2000 to 2018

指标	成分值
GDP	0.998
恩格尔系数	-0.834
人口增长率	0.994
人均 GDP	0.987
第一产业产值	0.995
第二产业产值	0.995
第三产业产值	0.852

人口因素方面,从 2000 年到 2018 年,研究区的总人口呈增长趋势,由 2000 年的 5646 万人增长到 2018 年的 5917 万人,非农业人口也不断增长,其数量已经超过农村人口数量(图 3)。因此,非农业人口的增长和总人口的增長导致了居民对住房的需求,尤其是在城市化进程中,大量的人口向城市聚集,而可供使用的土地却十分有限,这造成了土地的紧张。为缓解人口增加带来的居住压力,部分农田、草地等被用作建筑用地,造成景观格局的改变。经济因素方面,从 2000 年到 2018 年,湖北省经济发展迅速,GDP 在 2018 年增长到了 39366.55 亿元,各产业发展较快,特别是第二产业和第三产业的发展速度最快(图 4)。这两种产业的蓬勃发展,刺激了大量农村人口流向城市,增长了对建设用地的需

求,城市规模不断扩大并不断向外扩张,使得未利用土地和其他类型土地向建设用地转化的强度增大,导致建设用地面积的快速增长。

斑块水平和景观水平上的景观格局指数的变化情况与上述分析相符。如景观类型占比指数(PLAND)和斑块类型面积指数(CA)反映出2000~2018年湖北省耕地、林地等的减少和和建设用地的增加,蔓延度指数(CONTAG)持续下降表明景观中不同斑块的聚集程度降低,香农多样性指数(SHDI)和香农均匀度指数(SHEI)的增长趋势表明景观类型的多样性程度增加,异质性加强。这些变化主要是由于近年来湖北省处于快速发展阶段,城市化和人口集中,使得修建的道路和房屋建筑等向四周扩散延伸化的发展改变了原有的生态环境结构,使得地区的破碎化程度升高,连通性降低。

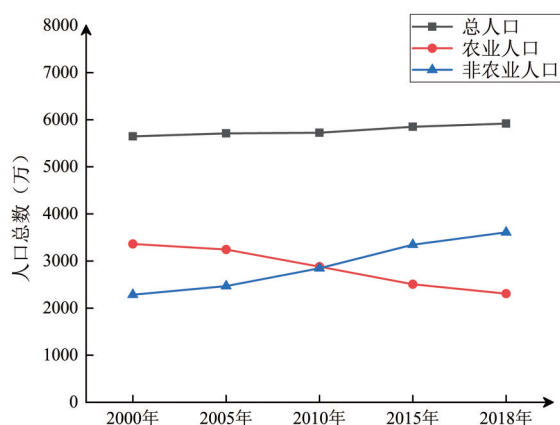


图3 湖北省2000~2018年人口变化情况

Fig. 3 Population changes in Hubei Province from 2000 to 2018

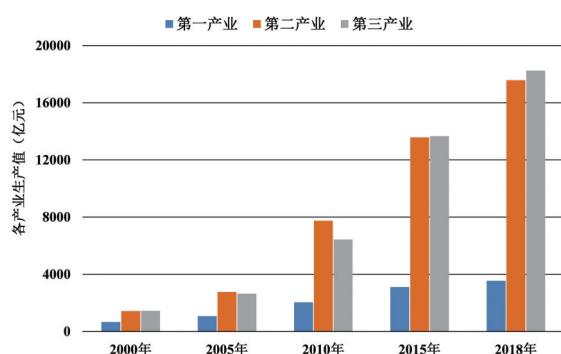


图4 湖北省2000~2018年各产业GDP变化情况

Fig. 4 Changes in industrial value in Hubei Province from 2000 to 2018

6 结论

(1)湖北省2000~2018年耕地、林地、草地和未利用土地面积不同程度减少。其中,耕地面积减少了4322 km²,林地次之,减少了608 km²,草地和未利用土地面积分别减少了183 km²和68 km²。水域和建设用地的面积增加较快,其面积分别增加了1605 km²和3516 km²。

(2)湖北省2000~2018年林地和建设用地的斑块数增多,斑块密度也逐年上升,二者景观破碎程度增加,有向外扩散的趋势;建设用地的斑块聚集度上升,该景观类型受人类干预增强,其规划表现出聚集的趋势。在景观水平上,湖北省2000~2018年的景观破碎化程度升高,香农多样性指数(SHDI)和香农均匀度指数(SHEI)呈上升趋势,不同景观类型的多样性逐步增加,景观异质性增强。

(3)研究区景观格局变化受自然因素和人文因素的共同影响,景观格局变化主要受到人口和经济等因素驱动,同时也不能忽视自然因素的影响。

参考文献:

- 陈利顶,李秀珍,傅伯杰,肖笃宁,赵文武. 2014. 中国景观生态学发展历程与未来研究重点[J]. 生态学报, 34(12): 3129-3141.
- 陈影,哈凯,贺文龙,王志涛,冯菲,门明新,丁庆龙. 2016. 冀西北间山盆地地区景观格局变化及优化研究——以河北省怀来县为例[J]. 自然资源学报, 31(4): 556-569.
- 董梁蕴,董好刚,牛瑞卿,李程秀. 2021. 基于遥感的郑州市近十年土地利用时空变化及驱动力分析[J]. 华南地质, 37(4): 398-405.
- 范雅双,于婉晴,张婧,李雪,李小玉. 2021. 太湖上游水源区河流水质对景观格局变化的响应关系——以东苕溪上游为例[J]. 湖泊科学, 33(5): 1478-1489.
- 宫兆宁,张翼然,宫辉力,赵文吉. 2011. 北京湿地景观格局演变特征与驱动机制分析[J]. 地理学报, 66(1): 77-88.
- 何楠. 2020. 基于土地利用变化的湖北省生态系统服务价值评估研究[D]. 武汉: 华中师范大学硕士学位论文.
- 李传哲,于福亮,刘佳. 2009. 分水后黑河干流中游地区景观动态变化及驱动力[J]. 生态学报, 29(11): 5832-5842.

- 李月辉, 胡远满, 常禹, 徐崇刚, 李秀珍, 布仁仓, 贺红土. 2006. 大兴安岭呼中林业局森林景观格局变化及其驱动力[J]. 生态学报, 26(10): 3347-3357.
- 刘吉平, 赵丹丹, 田学智, 赵亮, 刘家福. 2014. 1954-2010年三江平原土地利用景观格局动态变化及驱动力[J]. 生态学报, 34(12): 3234-3244.
- 刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 徐新良, 秦元伟, 宁佳, 周万村, 张树文, 李仁东, 颜长珍, 吴世新, 史学正, 江南, 于东升, 潘贤章, 迟文峰. 2014. 20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报, 69(1): 3-14.
- 龙花楼, 陈坤秋. 2021. 基于土地系统科学的土地利用转型与城乡融合发展[J]. 地理学报, 76(2): 295-309.
- 彭建, 杜悦悦, 刘焱序, 吴健生, 王仰麟. 2017. 从自然区划、土地变化到景观服务: 发展中的中国综合自然地理学[J]. 地理研究, 36(10): 1819-1833.
- 苏常红, 傅伯杰. 2012. 景观格局与生态过程的关系及其对生态系统服务的影响[J]. 自然杂志, 34(5): 277-283.
- 陶荣, 孔雪松, 陈翠芳, 刘茜, 张俊. 2019. “二调”以来湖北省耕地变化的时空特征及其驱动因子识别[J]. 水土保持研究, 26(6): 290-295.
- 魏凤娟. 2015. 湖北省土地综合承载力空间分异及土地开发空间优化研究[D]. 武汉: 中国地质大学博士学位论文.
- 郭建国. 2007. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级[M]. 北京: 高等教育出版社.
- 吴琛璐, 王强, 董政, 陈文惠. 2018. 福建省海岸带土地利用/覆盖变化及其驱动力[J]. 水土保持通报, 38(3): 318-323.
- 吴健生, 罗可雨, 赵宇豪. 2020. 深圳市近20年城市景观格局演变及其驱动因素[J]. 地理研究, 39(8): 1725-1738.
- 阳文锐. 2015. 北京城市景观格局时空变化及驱动力[J]. 生态学报, 35(13): 4357-4366.
- 张敏, 宫兆宁, 赵文吉, 阿多. 2016. 近30年来白洋淀湿地景观格局变化及其驱动机制[J]. 生态学报, 36(15): 4780-4791.
- 张莹莹, 蔡晓斌, 杨超, 宋辛辛, 李仁东, 厉恩华, 王学雷. 2019. 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, 31(1): 171-182.
- 张月, 张飞, 王娟, 任岩, Ghulam A, Kung H, 陈芸. 2017. 近40年艾比湖湿地自然保护区生态干扰度时空动态及景观格局变化[J]. 生态学报, 37(21): 7082-7097.
- 赵锐锋, 陈亚宁, 李卫红, 张丽华, 吴世新, 黄青. 2009. 塔里木河干流区土地覆被变化与景观格局分析[J]. 地理学报, 64(1): 95-106.
- 朱君君, 胡远满, 刘森, 姚欣, 郝凤明, 陈宏伟. 2011. 浑河太子河流域景观变化及其驱动力[J]. 生态学杂志, 30(1): 112-118.
- Chen M X, Huang Y B, Tang Z P, Lu D D, Liu H, Ma L. 2014. The provincial pattern of the relationship between urbanization and economic development in China[J]. Journal of Geographical Sciences, 24(1): 33-45.
- Cheshire P, Sheppard S. 2002. The welfare economics of land use planning[J]. Journal of Urban Economics, 52(2): 242-269.
- Dadashpoor H, Azizi P, Moghadasi M. 2019. Land use change, urbanization, and change in landscape pattern in a metropolitan area[J]. Science of the Total Environment, 655: 707-719.
- Gautam A P, Webb E L, Shivakoti G P, Zoebish M A. 2003. Land use dynamics and landscape change pattern in a mountain watershed in Nepal[J]. Agriculture Ecosystems & Environment, 99(1-3): 83-96.
- Hu R S, Dong S C. 2013. Land use dynamics and landscape patterns in Shanghai, Jiangsu and Zhejiang[J]. Journal of Resources and Ecology, 4(2): 141-148.
- Sarkar A. 2019. Land use dynamics and landscape patterns assessment using geoinformatics techniques in Raniganj Coalfield, India[J]. Research Journal of Science and Technology, 11(1): 27-31.
- Vogiatzis K. 2012. Airport environmental noise mapping and land use management as an environmental protection action policy tool. The case of the Larnaka International Airport (Cyprus) [J]. Science of the Total Environment, 424: 162-173.