

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2023.02.038.

魏伟, 唐林. 三区空间视角下江汉平原农业空间时空演化及驱动机制分析[J]. 水土保持研究, 2023, 30(2): 369-377.

WEI Wei, TANG Lin. Spatial and Temporal Evolution Characteristics and Driving Mechanism of Agriculture in Jianghan Plain from the Perspective of Three Regions[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2023, 30(2): 369-377.

三区空间视角下江汉平原农业空间时空演化及驱动机制分析

魏伟^{1,2}, 唐林¹

(1. 武汉大学 城市设计学院, 武汉 430072; 2. 武汉大学 中国发展战略与规划研究院, 武汉 430072)

摘要:为了科学认知江汉平原农业空间时空演化,并为合理开发利用农业空间、推动农业发展结构调整提供依据,基于 2010 年、2015 年、2020 年 30 m 分辨率土地利用数据,利用土地利用转移矩阵、热点分析等方法,以时空维度研究江汉平原农业空间演化特征,并通过地理探测器模型分析了 2010—2020 年农业空间变化的主要驱动机制。结果表明:(1) 2020 年农业空间占江汉平原的 82.62%,在 2010—2020 年期间面积不断降低,共降低 447.41 km²,其中耕地面积不断下降而农村建设用地面积则快速增长。(2) 农业空间主要转化为城镇空间,共转化 391.68 km²,占农业空间转出面积的 67.23%。(3) 转出空间热点主要在蔡甸、汉川、荆州、沙市等地区,而转入热点主要在京山、当阳、洪湖等地区。(4) 驱动因子在各时期解释能力不同,政策因素、第一产业产值、乡村人口、高程是影响力较强的驱动因子,交互作用探测结果主要为非线性增强。综上,2010—2020 年江汉平原农业空间在多种因素的驱动作用下面积不断降低,且集中在中心城区附近,应适度调整其减少趋势。

关键词:农业空间; 江汉平原; 时空演化; 驱动机制

中图分类号:F301.24

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2023)02-0369-09

Spatial and Temporal Evolution Characteristics and Driving Mechanism of Agriculture in Jianghan Plain from the Perspective of Three Regions

WEI Wei^{1,2}, TANG Lin¹

(1. School of Urban Design, Wuhan University, Wuhan 430072, China;

2. China Institute of Development Strategy and Planning, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: In order to scientifically understand the spatial and temporal evolution of agricultural space in Jianghan Plain, and provide a basis for rational development and utilization of agricultural space and promote the adjustment of agricultural development structure, based on 30 m resolution land use data in 2010, 2015 and 2020, we applied land-use transfer matrix and hotspot analysis to study the evolution characteristics of agricultural space in Jianghan Plain from the spatial-temporal dimension, and then used geographic detector model to analyze main driving mechanism of agricultural space change from 2010 to 2020. The results show that: (1) agricultural space decreased 447.41 km² between 2010 to 2020 in Jianghan Plain, and it accounted for 82.62% of total land in 2020; the area of cultivated land decreased continuously while the area of rural construction land increased rapidly; (2) agricultural space was mainly transformed into urban space (391.68 km² and accounting for the 67.23% of the transferred agricultural space); (3) the transfer-out mainly distributed in Caidian, Hanchuan, Jingzhou, and Shashi, while the transfer-into mainly distributed in Jingshan, Dangyang, Honghu; (4) the explanatory ability of driving factors varied in different periods, but policy factors, output

收稿日期:2022-02-15

修回日期:2022-03-12

资助项目:长江科学院开放研究基金(CKWV2021864/KY);国家发展改革委员会重大委托项目“‘十四五’时期空间战略格局和空间结构优化方向研究”(201708)

第一作者:魏伟(1976—),男,宁夏银川人,博士,教授,主要从事国土空间规划研究。E-mail:weiwei@whu.edu.cn

<http://stbcyj.paperonce.org>

value of primary industry, rural population and elevation were the driving factors with strong explanatory ability, and the interaction detection results were mainly nonlinear enhancement. In conclusion, driven by various factors, the area of agricultural space in Jiangnan Plain had been decreasing from 2010 to 2020, and it concentrated near the central urban area. Therefore, the decreasing trend should be appropriately adjusted.

Keywords: agricultural space; Jiangnan Plain; spatio-temporal evolution; driving mechanism

农业空间主要为农民进行基本活动的区域,是我国经济社会发展的基本载体,农业空间发展演化规律是国土空间人地关系研究中的重要问题。农业空间是指在国土空间结构中用于农业生产及农民生活的空间,包括农田耕地与农村居民点^[1],其内涵为人地三个核心要素组成的复杂动态系统^[2],与乡村的发展息息相关。当前,随着城乡开发建设的快速进行,农业空间发展所面临的瓶颈愈发突出,包括产业系统发展滞后^[3]、农村自然环境恶化^[4]、耕地破碎化^[5]、村庄空心化^[6]等问题。自2018年我国开始逐步实施乡村振兴战略以来就指出要在社会主义现代化建设中不断推动乡村现代化发展,推进乡村产业、生态、文化等全面方面振兴。在当前乡村振兴发展策略的导向下,农村地区发展将面临促进产业发展、保护农业空间、资源统筹使用等多方位的升级要求,尤其是农业空间的利用,在当前城乡空间统一用途管制、农村治理成为构建现代空间治理体系不可或缺的一部分的背景下,需要我们以统筹利用、高效利用的整体性思维加以应对。

随着我国对国土空间规划的不断深入进行,对于农业空间的研究也逐渐向多元化、深入化方向发展。从研究内容上看,国内对农业空间的研究主要从耕地或农村空间两个视角进行切入:(1)以耕地空间为视角进行精细识别^[7]、分布演化特征^[8]、驱动机制^[9]、影响因素及预测^[10]、耕地现状评价等^[11]方面;(2)以农村居民点空间为视角进行演化分析、特征要素识别分析^[12]、乡村空间治理与构建等^[13],目前以第一种视角进行研究较多,以后者进行研究较少。从研究方法上看,对于空间研究多采用图谱分析、空间聚集性、空间相关性、空间评价模型等方法^[14-16],其中以图谱分析、模型评价较多,而对于农业空间分布演化的聚集性和相关性研究还相对较少。从研究尺度上看,已有对农业空间的研究较多城区集群^[17]、省市县村各级行政单元^[18]与地理单元展开^[19],但对后者研究较少,尤其在中部区域如江汉平原等重要农业发展地理单元上研究还相当缺乏。

江汉平原区域是湖北地区最重要的农业生产基地,也是全国范围内重要的农业发展基石。目前江汉平原区域农业空间的发展存在现实的问题,包括农业空间面积不断降低^[20],乡村人口不断下降等^[21]。作

为湖北省重要的农业生产基地,江汉平原区域农业空间的发展对我国农业的发展都具有重要的影响,因此实现江汉平原区域的乡村振兴发展至关重要。但目前,对于江汉平原区域农业空间研究大多以耕地空间为视角,主要关注于乡村聚落形态^[22]、耕地空间格局^[23]、农田生态系统等^[24]方面,暂时还没有从国土空间规划中农业空间的视角整体分析其格局演化及目前发展所面临的瓶颈,在当前乡村振兴的背景下,目前的成果还较难支撑乡村振兴中农业空间发展与保护理念的落实,因此深入进行江汉平原农业空间发展演化研究格外紧迫。本文以农村建设用地和耕地界定农业空间范围,承接目前已有关于江汉平原农业空间演化相关研究,以当前研究较缺乏的2010—2020年为时间尺度,分析农业空间耕地与农村建设用地整体分布格局及其时空演化态势,以数学模型分析江汉平原农业空间演化的典型特征与规律,以期为研究区及其他农产业发展区乡村农业空间振兴发展提供科学指导和理论支撑。

1 研究区概况

江汉平原位于湖北省中南部、两湖盆地中西部,西至大巴山余脉,东至长江武汉段,北至大洪山,南接洞庭湖平原,位于北纬 $29^{\circ}26'$ — $31^{\circ}37'$,东经 $111^{\circ}14'$ — $114^{\circ}36'$,包含蔡甸区、荆州区、沙市区等在内18个地区,区域内地势低平,农业资源丰富,是湖北省重要的粮食生产基地。2019年江汉平原区域生产粮食作物达 9.2194×10^6 t、生产棉花作物 7.68×10^4 t、生产油料作物 1.9016×10^6 t,分别占到了湖北省总产量的34.10%,53.47%,60.57%(数据来源于2020年湖北省及江汉平原内各地区统计年鉴,经统计整理),是我国重要的粮食产区之一。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文经济社会数据来源于湖北省及江汉平原各地区统计年鉴、湖北省农村统计年鉴(2011年、2016年、2020年)。土地利用/覆盖数据来源于中国科学院空天信息创新研究院研究员刘良云团队发布的全球30 m地表覆盖精细分类产品(<http://www.cas.>

cn/), 利用 ArcGIS 将其重分类为旱作农田、灌溉农田、灌木地、林地、湿地、草地、水体、建设用地、裸土地, 其中对于建设用地以江汉平原主要区域范围内的 322 处乡镇、街道行政区划所有行政设施为基准, 将距离城镇行政设施 2.5 km 以外的建设用地细分为农村建设用地、距城镇行政设施 2.5 km 以内的建设用地细分为城镇建设用地, 以此方法定量描述农村建设用地在研究期间的发展变化。再按照国土空间规划中的“三区三线”视角划开展农业空间时空演化比较分析, 判断农业空间的规模增减及空间转化情况, 分析其分布及演化规律。由已有研究可知农业空间的演化受社会经济(人口、GDP)、政策、自然(气候、地形等)等因素影响^[25-26], 本文主要从农村人口发展、农村产业现状、农村发展现状、政策因素、自然地形等方面选取乡村人口数(X_1)、外出从业人员占乡村从业人员比(X_2)、第一产业产值(X_3)、农村用电量(X_4)、政策因素(X_5)、高程(X_6)、坡度(X_7) 7 个驱动因子, 探测这些驱动因子变化对江汉平原农业空间时空演化的影响机制, 其中政策因素按湖北省主体功能区划分并结合各地农业的保护与开发政策分别赋值 1, 2, 3, 探测变量除政策因素、高程、坡度外均以变化率进行探测。

2.2 研究方法

在 2010 年、2015 年、2020 年江汉平原农业用地分布的基础上, 识别提取出农业用地的分布特征, 通过土地利用转移矩阵开展农业空间演变的量化比较分析, 再从聚集性进行农业空间结构演化特征研究, 并进一步用地理探测器分析演化驱动因子, 进而揭示江汉平原地区农业空间演变的基本模式、驱动机制及变化规律。主要方法包括: (1) 农业用地与农业空间分布与演化特征分析。分析江汉平原地区研究期间演化特征, 并通过标准差椭圆及空间中心对农业空间分布及演化格局进行分析。(2) 农业空间演化定量分析。建立 2010—2020 年农业空间转移矩阵, 分析农业空间转化的方向与各地区转化强弱特征。(3) 空间聚类热点。对农业空间演化空间结构进行热点分析, 识别出演化热点与冷点地区。(4) 驱动因子探测。通过地理探测器分析社会经济、政策、自然等因素对农业空间演化的驱动性。

2.2.1 土地利用转移矩阵 土地利用转移矩阵常用于刻画土地利用空间结构和演化特征, 其方法是土地利用类型面积作为转移矩阵中的向量用以描述一定时间间隔内区域土地利用类型的格局特征和时空演变过程^[25], 本研究用以描述农业空间的用地转换, 其公式为:

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} S_{11} & \cdots & S_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ S_{n1} & \cdots & S_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中: S 为土地面积; n 为土地利用类型数目; i, j 分别为研究初期与研究末期的土地利用类型; S_{ij} 为 i 土地利用类型在研究期间内转化为 j 土地利用类型的面积。

2.2.2 热点分析 热点分析工具常用于探索地理要素的融合程度和空间聚集规律。其分析热点与冷点区域分别代表在统计意义上具有显著性的高值和低值空间聚集, 即可反映高值或低值要素在空间上发生聚类的位置^[25], 本研究中用以描述农业空间的演化特征格局, 计算公式如下:

$$G_i^* = \frac{\sum_{i=1}^n w_{ij} - \sum_{j=1}^n w_{ij}}{\sqrt{\frac{n \sum_{j=1}^n w_{ij}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{ij})^2}{n-1}}} \quad (2)$$

式中: x_i 为要素 j 的属性值; w_{ij} 为要素 i 和 j 之间的空间权重; n 为要素总数。

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad (3)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{X})^2} \quad (4)$$

2.2.3 地理探测器模型 地理探测器模型是一种常用于分析地理要素空间分异性特征及其驱动因素的统计学方法, 由于没有过多的假设条件并能有效克服传统统计方法处理类别变量的局限性, 目前应用广泛^[26]。本研究主要利用地理探测器分析江汉平原地区农业空间时空变化的驱动因素以及各因素间的交互作用, 具体模型如下:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} = 1 - \frac{SSW}{SST} \quad (5)$$

$$SSW = \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2, \quad SST = N \sigma^2 \quad (6)$$

式中: SSW 层内方差和, SST 全区总方差; L 为变量 Y 或因子 X 的分类; N_h 为层 h 单元数; N 为全区的单元数; σ 为层 h 的值方差; σ^2 为全区的 Y 值方差。 q 范围是 $[0, 1]$, q 数值越大说明农业空间演化 Y 的空间分异性就越明显。如果分类是由因子 X 造成的, 则 q 越大表示因子 X 对农业空间演化属性 Y 的解释力就越强, 反之则越弱。

3 结果与分析

3.1 农业空间时空分布特征

根据上述分类获取的各类土地利用分布(图 1), 其中区域内灌木地、林地、湿地、草地、水体、裸土地主

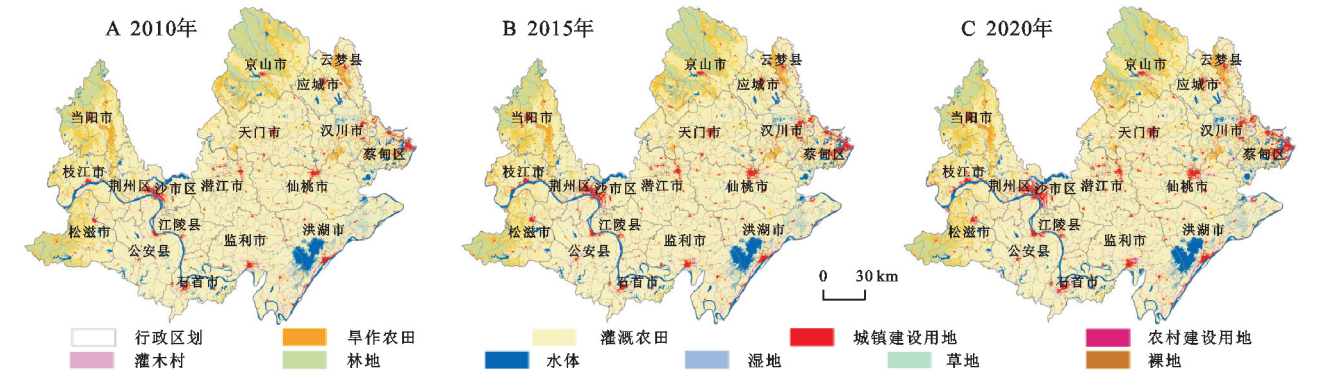
要为生态用途,城镇建设用地为建设用途,旱作农田、灌溉农田即耕地与农村建设用地为农业用途,进一步分析农业空间具体分布情况与演化特征(图 2)。

3.1.1 农业用地分布特征 整体上农业用地分布最广,在研究期间内减少面积最大。其具体土地利用分布情况见表 1,图 1。其具体分布为:(1) 旱作农田主要分布在江汉平原当阳、松滋、京山、云梦等边际区域,呈连片分布,在研究期间内用地面积不断下降,共减少 38.14 km²,降低幅度达 1.49%。(2) 灌溉农田

分布于区域中部主体,包括潜江、仙桃、天门、江陵、沙市、荆州、监利、公安等地区,呈连片分布,在研究期间内用地面积不断下降,共降低 595.06 km²,降低幅度达 2.43%。(3) 农村建设用地呈现点状在江汉平原各地区均有分布,呈散乱分布,在研究期间用地面积不断增长,共增长 185.83 km²,增长幅度达 40.58%。总体而言,研究期间农业用地总体大面积降低,其中耕地大面积减少而农村建设用地面积大幅度增加,其总体降低幅度在研究区域内最大。

表 1 2010 年、2015 年、2020 年江汉平原地区农业用地分类面积变化

用地类型	2010 年		2015 年		2020 年		2010—2020 年	2010—2020 年
	用地面积/ km ²	占总用地 面积比重/%	用地面积/ km ²	占总用地 面积比重/%	用地面积/ km ²	占总用地 面积比重/%	用地总量 变化值/km ²	用地总量 变化幅度/%
耕地	旱作农田	2567.75 7.84	2545.54 7.78	2529.61 7.73	—38.14	—1.49		
	灌溉农田	24463.50 74.74	24153.73 73.79	23868.44 72.92	—595.06	—2.43		
	合计	27031.25 82.58	26699.27 81.57	26398.05 80.65	—633.20	—2.34		
农村建设用地		457.95 1.40	550.58 1.68	643.78 1.97	+185.83	+40.58		
共计	27489.20	83.98	27249.85	83.25	27041.83	82.62	—447.37	—1.63



注:基于标准地图服务系统下载的审图号 GS(2019)1822 号的标准地图制作,底图未做修改,下同

图 1 2010 年、2015 年、2020 年江汉平原土地利用变化

3.1.2 农业空间分布特征 根据上述对于农业用地的分析,进一步识别农业空间,并以农业空间标准差椭圆和平均中心描述其演化特征,其结果见表 2、图 2。其具体演化特征为:(1) 农业空间呈现不断减少的趋势,其中沙市、荆州、监利、枝江、仙桃、潜江、天门、汉川、蔡甸农业空间减少面积较多,以蔡甸与沙市区农业空间变化面积最剧烈,且以地区内中心城区附近城镇最为突出,如沙市区关沮镇、立新乡、荆州经济开发区联合街道与蔡甸区军山街道、沌口街道等,研究区内十年间农业空间共减少 447.37 km²,从整体上看,由于区域内快速城镇化的进行,农业空间有明显向城镇空间与生态空间转化的趋势,且以转化为城镇空间为主。(2) 农业空间的中心位于潜江市北部,并逐步往西侧偏移,由潜江王场镇逐步转移至高石碑镇;农村空间中心位于潜江市南部,并逐步往西北部偏移,由潜江龙湾镇逐步转移至熊口管理区;耕地空间中心位于潜江北侧中心上,并逐步往西北部

移动,由潜江王场镇逐步向西北侧转移至天门多宝镇。(3) 在研究期间内农业空间标准差椭圆长轴、短轴不断变短,扁率下降,其长轴沿北偏东 81°方向轻微转至北偏东 80°;农村空间标准差椭圆长轴、短轴不断变长,扁率下降,其长轴沿北偏东 79°方向轻微转至北偏东 81°;耕地空间标准差椭圆短轴不断变短,扁率增加,其长轴沿北偏东 81°方向轻移至北偏东 79°。研究期间内,江汉平原内农业空间面积整体不断下降,但区域东部城市受武汉辐射作用更强,各街区建设活动更强,如蔡甸区工业示范园及生态宜居新城等地高强度开发建设,致使区域东部农业空间降低幅度更大,耕地与农村建设用地减少更剧烈,而南部也由于对洪湖等地区对于重要生态资源的保护与恢复使得耕地减少幅度更大,因此出现了农业空间中心不断向西北转移、标准化椭圆对称轴不断变短且长轴沿逆时针方向转动的变化。

表2 2010年、2015年、2020年江汉平原地区农业空间面积变化

地区	2010年		2015年		2020年		2010—2020年 变化值/km ²	2010—2020年 变化幅度/%
	农业空间 面积/km ²	占地区 面积比/%	农业空间 面积/km ²	占地区 面积比/%	农业空间 面积/km ²	占地区 面积比/%		
沙市区	415.61	80.18	395.44	76.29	385.95	74.46	−29.66	−7.14
荆州区	931.56	89.48	918.06	88.18	906.66	87.08	−24.89	−2.67
公安县	2062.05	91.36	2054.05	91.01	2046.09	90.66	−15.96	−0.77
监利市	2856.38	91.11	2846.90	90.81	2829.35	90.25	−27.03	−0.95
江陵县	980.80	94.54	976.88	94.16	973.39	93.82	−7.41	−0.76
石首市	1189.57	83.42	1183.70	83.01	1174.82	82.38	−14.75	−1.24
洪湖市	1918.37	76.85	1900.74	76.14	1887.20	75.60	−31.17	−1.63
松滋市	1630.53	74.72	1621.15	74.29	1612.71	73.91	−17.81	−1.09
当阳市	1499.92	69.90	1490.89	69.48	1488.88	69.39	−11.04	−0.74
枝江市	1204.88	87.51	1192.29	86.60	1183.22	85.94	−21.66	−1.80
仙桃市	2386.34	94.71	2365.20	93.88	2352.91	93.39	−33.44	−1.40
潜江市	1910.00	95.24	1892.81	94.39	1880.88	93.79	−29.12	−1.52
天门市	2506.70	95.87	2488.59	95.18	2473.57	94.60	−33.13	−1.32
京山市	2079.78	59.18	2081.47	59.23	2072.23	58.97	−7.54	−0.36
应城市	1012.15	92.28	1007.38	91.85	1000.86	91.25	−11.29	−1.11
云梦市	571.93	94.07	564.84	92.90	559.58	92.04	−12.35	−2.16
汉川市	1479.66	89.84	1456.73	88.45	1429.52	86.80	−50.14	−3.39
蔡甸区	852.98	76.83	812.76	73.20	784.00	70.61	−68.98	−8.09
合计	27489.20		27249.85		27041.83		−447.37	−1.63

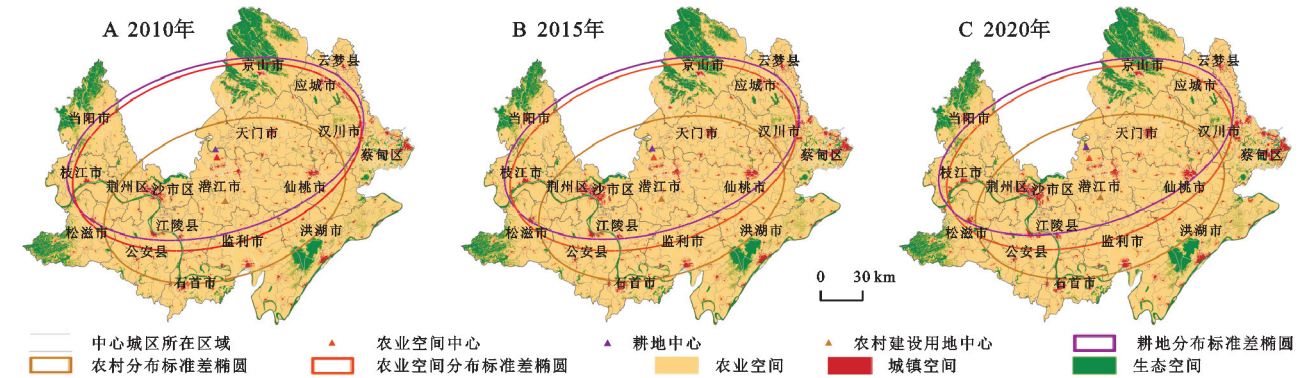


图2 2010年、2015年、2020年江汉平原农业空间分布

3.2 农业空间时空转化特征

进一步将上述数据利用 ArcGIS 对土地使用性质进行空间叠加以对研究区内农业空间的时空转化特征进行量化分析(表3,图3)。同时,以乡镇街道为基本单元,通过热点分析对农业空间的转化进行可视化分析(图4)。

3.2.1 农业空间转化特征 由表3、图3可知,农业空间大幅转出且转为城镇空间为主,农业空间内有大量耕地转为农村建设用地,具体特征为:(1)转出为农业空间转化的主要特征,且以向城镇空间转化为主要方向,占农业空间转出面积的66.92%,主要发生在各地城镇区域附近,且平原内南部与北部城市转化面积相对较少,研究期间内城镇建设用地扩张侵占是农

业空间不断减少的主要原因,该阶段城镇社会经济发展所进行的开发与农业空间保护存在着明显矛盾。而农业空间向生态空间的转化主要以向水体、和林地方向为主,且向水体方向转化是主要的,以洪湖区域附近较为集中,如滨湖街道、螺山镇、新堤街道、桥市镇、棋盘乡等。10年来,洪湖附近随着种养殖业发展有大量小型坑塘面积不断扩张,同时桥市镇、新堤街道、滨湖街道均有较大面积的退耕还湖现象发生。(2)农业空间转入仅有生态空间转入,且以转化为耕地为主要方向,转化为农村建设用地为次要方向,转化中以林地和水体向耕地的转化为主,且主要发生在各地城镇区域附近,以京山市新市镇、当阳市庙前镇、洪湖市滨湖街道等地最为突出,这主要是由

于将生态空间开垦为耕地所引起的。(3)除空间的相互转化外,农业空间内有大量的耕地转化为农村建设用地的现象,转化面积达 182.40 km²,以荆州、沙市、仙桃、汉川等区域中心城镇外乡镇最为显著,农村建设用地的快速增长主要也是大量侵占耕地所产生的结果。

表 3 2010—2020 年江汉平原农业空间面积转化

类型	空间转化类型	用地转化	转化面积/km ²	占比/%	合计/km ²
农业空间转出	农业空间→城镇空间	耕地→城镇建设用地	391.680	66.92	585.26
		耕地→林地	39.450	6.74	
		耕地→水体	150.820	25.77	
	农业空间→生态空间	耕地→草地	2.690	0.46	137.91
		耕地→湿地	0.490	0.08	
		耕地→裸地	0.080	0.01	
		耕地→灌木地	0.050	0.01	
		林地→耕地	60.650	43.98	
		水体→耕地	73.830	53.53	
农业空间转入	生态空间→农业空间	草地→耕地	0.020	0.01	
		林地→农村建设用地	1.760	1.28	
		水体→农村建设用地	1.650	1.20	
		草地→农村建设用地	0.003	0.00	
内部转化	农业空间→农业空间	耕地→农村建设用地	182.400	100.00	182.40

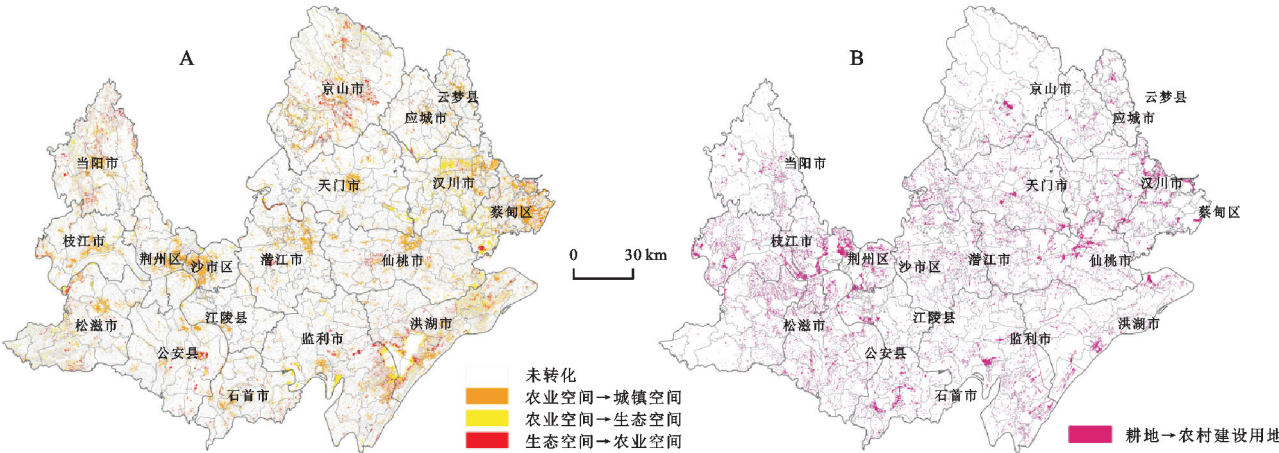


图 3 2010—2020 年江汉平原农业空间转换

3.2.2 空间转化热点分析 通过 ArcGIS 空间统计分析中的热点工具,以转入与转出空间的要素值为对象,采用 Z-Score 值和自然断裂点法,从乡镇街道尺度对研究期间农业空间转化结构的集聚性进行分析以探究农业空间演变格局,分析结果见图 4。其具体结果为:(1)极冷点和极热点为农业空间转化的结构性聚集区,转出极热点主要由蔡甸、荆州、沙市区等城区拓展,研究期间内不同时段热点略有扩大但地区变化不大,以蔡甸区右侧沌口、蔡甸等街镇最为突出,研究期间内随着工业园、生态城等产业不断发展,国家重点开发区域城镇空间不断集聚扩张;而转入极热点主要由当阳庙前镇、京山新市镇、洪湖滨湖街道向外拓展,体现江汉平原内山林、水体等重要生态空间仍存在被侵占的严峻问题。总体上看,集聚热点空间集聚性强,集聚效应明显。(2)极冷点区域变化强烈且集聚性高,转出极

冷点集聚分布于京山东北部、应城、汉川西部、洪湖北部、监利、江陵东部、公安、松滋南部、当阳北部等非中心城街地区,转入极冷点集聚分布在荆州、沙市、江陵、监利北部、潜江南部、天门、汉川、应城、云梦等中部区域,分布范围逐步扩大。(3)不显著区域时空动态变化剧烈,区域分布范围都在逐步减少,呈分散式分布,枝江、当阳、松滋、潜江、监利、洪湖、仙桃等各地区均有分布。当前研究区内演化冷热点区域与不显著区域都在不断缩减,表明目前在国土空间规划三线体系的导向下,区域内农业空间结构逐步清晰。

3.3 地理探测器结果与分析

3.3.1 分异因子探测结果 以自然断裂点法对驱动因子进行类别划分,通过运用地理探测器模型因子探测计算 q 值即获得研究期间农业空间演化各驱动因子的影响能力,其结果见表 4。

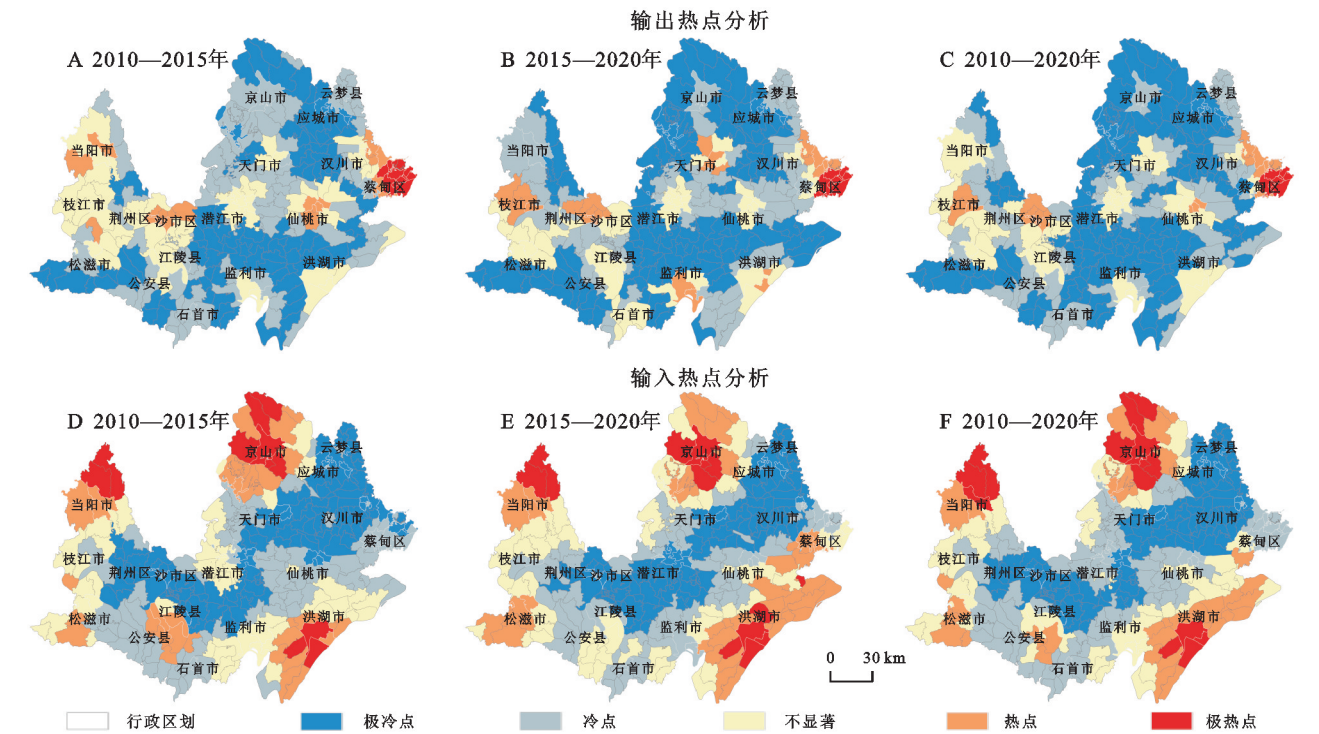


图 4 江汉平原各区域农业空间转化热点分析

表 4 2010—2020 年驱动因子作用强度 q 变化趋势

年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
2010—2020	0.1924	0.003	0.2100	0.0290	0.3959	0.1389	0.1617
2010—2015	0.0098	0.1304	0.2783	0.1143	0.4149	0.1043	0.1153
2015—2020	0.1954	0.0451	0.1035	0.1219	0.3379	0.2004	0.1797

2010—2020 年农业空间演化驱动因子大小排序为: $q(X_5)$, $q(X_3)$, $q(X_1)$, $q(X_7)$, $q(X_6)$, $q(X_4)$, $q(X_2)$,其中政策因素引导对于农业空间变化的影响最大。应城市、蔡甸区、汉川市、枝江市、仙桃市、天门市、潜江市定位为国家层面重点开发区,由于政策因素对于城镇开发建设的支持,在研究期内随着相关重点产业在区域内的发展有大规模的农业空间向城镇空间转化,因此农业空间减少率在江汉平原区域内也较高;而云梦县、京山市、当阳市、石首市、松滋市、公安县、洪湖市、江陵县、监利市除中心城镇外则作为国家层面农产品主产区对农业空间管控更为严格,基本农田分布占比较多,农业空间减少率在江汉平原区域内较低。影响力其次为产值变化,10 年来区域内总体产量在增长,产值也在不断增高,但第一产业产值比重却在不断下降,且 2015—2020 年较为突出,农业经济地位在区域内不断降低,尤其以蔡甸区、沙市区等地区影响最为显著,其中蔡甸区、沙市区在江汉平原内第一产业产值增长率低、增长速度慢,相比于其他产业产值收益更低,促使了农业空间更易向产值效益更高的发展方向积极转化,而当阳市在江汉平原区域内第一产业产值增长率高、增长速度快,农业经济地位下降

较慢,农业空间减少率也相应较低。再其次为人口变化所带来的影响,研究期间内区域内总人口不断增加,但乡村人口却逐年减少,尤其以 2015—2020 年较为突出,由于务农收入远低于务工而农村生活必要支出又不断增加,致使外出务工人员不断增多,农业空间也随之荒废减少,以沙市区崇文、中山、胜利街道及蔡甸区沌口街道、大集街道、君山街道等右侧街道最为显著,在研究期间乡村人口减少率较高,农业空间减少率也相应较高。地形对于农业空间的影响上,坡度陡、高程高的当阳庙前镇及涪溪镇、松滋卸家坪及刘家场镇、京山新市镇及绿林镇等地区农业空间减少率低,而坡度小、高程低的平坦地区更易于变化。而作为农村发展现状的农村用电量、乡村外出从业人员占比变化这两个因子对农业空间减少的解释能力则较弱。

3.3.2 交互作用探测结果 江汉平原农业空间时空演化是各驱动因子间交互作用所产生的结果,通过交互作用探测器获取研究期间各个驱动因子对耕地时空变化的交互作用,其结果如下(表 5,图 5)。

2010—2020 年驱动因子的交互作用均为双因子增强与非线性增强,没有单独起作用的因子,其中具有较强的解释力的因子对是乡村人口-政策因素、外出从业人员-政策因素、第一产业产值-政策因素、政策因素-高程、政策因素-坡度等。以变化最显著的蔡甸区为典型分析,在研究期间,作为国家重点开发区,政策上大力支持城镇开发建设,在效益优先的市场作

用导向下,乡村外出务工人员不断增多,乡村人口不断向城镇转移,第一产业经济地位也不断在下降,并且蔡甸区处于江汉平原内平坦地区,易于空间功能转化,这些因素在与政策因素的交互作用下就较强的驱动下,就促使了农业空间的不断降低,在此过程最为突出的是主体功能区发展政策引导与乡村人口不断减少两者产生的综合影响力,其中在 2015—2020 年期间第一产业产值与政策因子产生的驱动作用较为突出,而 2015—2020 年外出从业人员与坡度及政策因素与高程产生的综合驱动力较强。

表 5 2010—2020 年驱动因子交互探测结果			
驱动因子	2010—2015 年	2015—2020 年	2010—2020 年
乡村人口-外出从业人员	非线性增强	非线性增强	非线性增强
乡村人口-第一产业产值	非线性增强	非线性增强	非线性增强
乡村人口-农村用电量	非线性增强	非线性增强	非线性增强
乡村人口-政策因素	非线性增强	双因子增强	双因子增强
乡村人口-高程	非线性增强	非线性增强	非线性增强
乡村人口-坡度	非线性增强	双因子增强	双因子增强
外出从业人员-第一产业产值	非线性增强	非线性增强	非线性增强
外出从业人员-农村用电量	非线性增强	非线性增强	非线性增强
外出从业人员-政策因素	双因子增强	非线性增强	非线性增强
外出从业人员-高程	非线性增强	非线性增强	非线性增强
外出从业人员-坡度	非线性增强	非线性增强	非线性增强
第一产业产值-农村用电量	非线性增强	非线性增强	非线性增强
第一产业产值-政策因素	双因子增强	非线性增强	双因子增强
第一产业产值-高程	双因子增强	非线性增强	非线性增强
第一产业产值-坡度	非线性增强	非线性增强	非线性增强
农村用电量-政策因素	非线性增强	双因子增强	非线性增强
农村用电量-高程	双因子增强	非线性增强	非线性增强
农村用电量-坡度	非线性增强	非线性增强	非线性增强
政策因素-高程	非线性增强	非线性增强	非线性增强
政策因素-坡度	非线性增强	双因子增强	非线性增强
高程-坡度	双因子增强	双因子增强	双因子增强

4 结论

(1) 2010—2020 年,研究区内农业空间大面积降低,共减少 447.37 km²,减少幅度达 1.63%,其中旱田减少 38.14 km²,水田减少 595.06 km²,而农村建设用地净增 185.83 km²,研究期间以水田的减少最为剧烈,而被侵占的农业空间以转化为城镇空间为主。作为我国重要的农业生产基地,江汉平原农业空间大面积减少尤其是耕地的退化对我国粮食安全有较大威胁,需要在落实国土空间规划的基础上进一步加强对于农业空间尤其是耕地的保护。

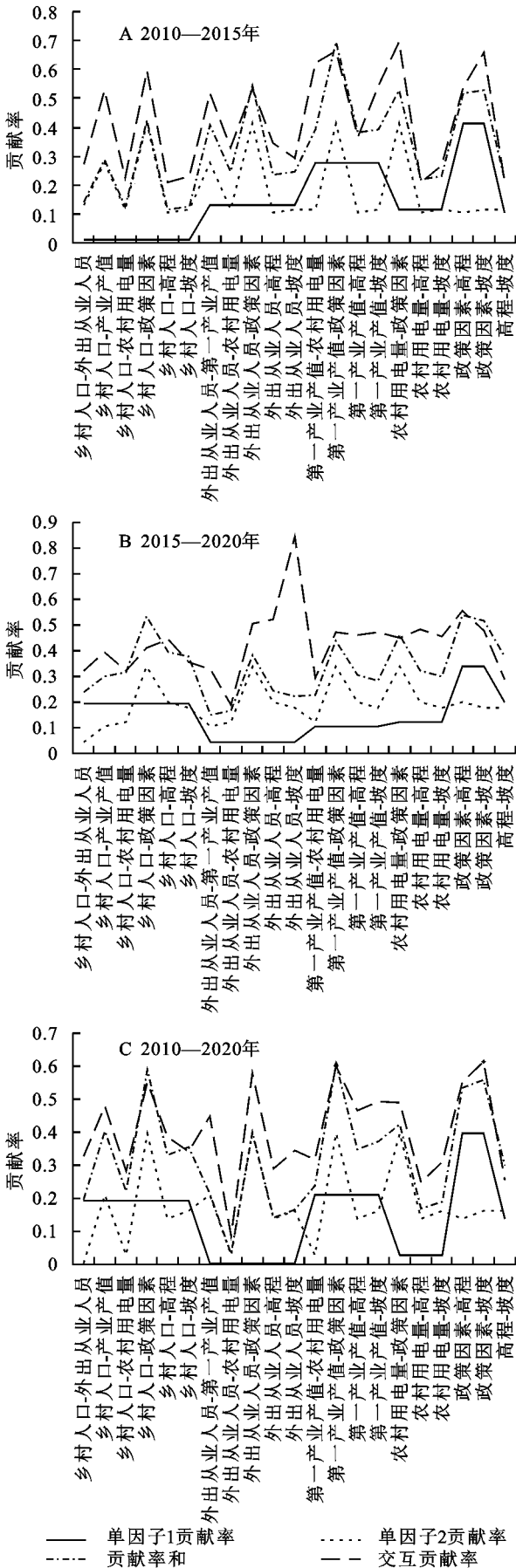


图 5 江汉平原 2010—2020 年因子交互贡献率

(2) 研究区农业空间变化的热点在研究期间各

阶段内空间分布变化不大且逐步缩小。转出热点区域斑块面积不大且分散,主要分布在蔡甸、荆州、枝江等地重点开发区中心城镇地区;而转入热点主要分布在京山、洪湖、当阳等地非中心城镇地区,空间演化区域特征十分清晰。

(3) 江汉平原农业空间演变的主要影响因子是政策因素、乡村人口、第一产业产值、地形。其中政策因素对于农业空间减少驱动能力最强,同时在当阳、京山地形作用所带来影响也极为明显,但其中由于第一产业经济地位在区域内较低,乡村人口尤其为青壮年人口不断外流致使农业空间尤其是耕地衰退产生的内在驱动作用也较强,江汉平原内农业空间的发展现状问题也是目前我国农业发展所面临的重大问题,亟需乡村振兴政策对区域内农业空间的发展予以扶持。

目前国家正在大力进行国土空间规划编制工作,其中严守耕地红线是目前我国目前为保障粮食安全与农业发展所坚守的底线战略,为我国农业空间发展提供了重要支撑,在此背景之下江汉平原区域农业空间的保护与发展体系还需要进一步完善。本研究分析江汉平原农业空间 2010—2020 年演化特征及驱动因素,受数据获取等原因限制,分析驱动因素数量有限,同时按 5 a 为一个时间段划分研究的演化时间相对较短,通过长时段的时间尺度更精准的分析农业空间演化与驱动原因是下一步研究方向。

参考文献:

- [1] 唐常春,李亚平,杜也,等.1980—2018 年粤港澳大湾区国土空间结构演变[J].地理研究,2021,40(4):928-944.
- [2] 钱慧,裴新生,秦军,等.系统思维下国土空间规划中的农业空间规划研究[J].城市规划学刊,2021(3):74-81.
- [3] 肖琴,周振亚,罗其友.新时期长江经济带农业高质量发展:问题与对策[J].中国农业资源与区划,2019,40(12):72-80.
- [4] 王永生,施琳娜,刘彦随.乡村地域系统环境污染演化过程及驱动机制研究[J].农业环境科学学报,2020,39(11):2495-2503.
- [5] 任红玉,赵宇鸾,李秀彬,等.基于不同分辨率影像的山区耕地细碎化评价及其尺度效应[J].地理研究,2020,39(6):1283-1294.
- [6] 王良健,吴佳灏.基于农户视角的宅基地空心化影响因素研究[J].地理研究,2019,38(9):2202-2211.
- [7] 李雨凌,马雯秋,姜广辉,等.中国粮食主产区耕地撂荒程度及其对粮食产量的影响[J].自然资源学报,2021,36(6):1439-1454.
- [8] 李丹,周嘉,战大庆.黑龙江省耕地时空变化及驱动因素分析[J].地理科学,2021,41(7):1266-1275.
- [9] 张文斌,张志斌,董建红,等.多尺度视角下耕地利用功能转型及驱动力分析:以甘肃省为例[J].地理科学,2021,41(5):900-910.
- [10] 孙钦珂,周亮,唐相龙,等.干旱区绿洲城镇扩张对耕地空间影响及预测:以河西走廊区域为例[J].自然资源学报,2021,36(4):1008-1020.
- [11] 王兆峰,田俊峰.湖南省耕地资源利用安全综合评价与提升路径研究[J].中国土地科学,2021,35(1):48-58.
- [12] 罗翔,李崇明,万庆,等.贫困的“物以类聚”:中国的农村空间贫困陷阱及其识别[J].自然资源学报,2020,35(10):2460-2472.
- [13] 韩昊英,张小东,罗俊颖.分散式乡村空间格局的规划模式建构与实践探索[J].规划师,2019,35(8):32-37.
- [14] 付慧,刘艳军,孙宏日,等.京津冀地区耕地利用转型时空分异及驱动机制[J].地理科学进展,2020,39(12):1985-1998.
- [15] 刘蒙罢,张安录,文高辉.长江中下游粮食主产区耕地利用生态效率时空格局与演变趋势[J].中国土地科学,2021,35(2):50-60.
- [16] 冀正欣,王秀丽,李玲,等.南阳盆地区耕地利用效率演变及其影响因素[J].自然资源学报,2021,36(3):688-701.
- [17] 牛善栋,方斌,崔翠,等.乡村振兴视角下耕地利用转型的时空格局及路径分析:以淮海经济区为例[J].自然资源学报,2020,35(8):1908-1925.
- [18] 葛玉娟,赵宇鸾,李秀彬.山区耕地细碎化对土地利用集约度影响:以贵州省亚鱼村为例[J].地理科学进展,2020,39(7):1095-1105.
- [19] 霍仁龙,杨煜达,满志敏.1700—1978 年云南山地掌鸠河流域耕地时空演变的网格化重建[J].地理学报,2020,75(9):1966-1982.
- [20] 卓蓉蓉,余斌,曾菊新,等.中国重点农区乡村地域功能演变及其影响机理:以江汉平原为例[J].地理科学进展,2020,39(1):56-68.
- [21] 郭新伟,余斌,卓蓉蓉,等.江汉平原乡村农户就业变迁及其影响因素研究[J].地理科学进展,2020,39(12):2094-2104.
- [22] 黄亚平,郑有旭.江汉平原乡村聚落形态类型及空间体系特征[J].地理科学,2021,41(1):121-128.
- [23] 曹隽隽,周勇,叶青青,等.江汉平原耕地资源空间格局变化分析[J].经济地理,2013,33(11):130-135.
- [24] 黄端,闫慧敏,池泓,等.2000—2015 年江汉平原农田生态系统 NPP 时空变化特征[J].自然资源学报,2020,35(4):845-856.
- [25] 金贵,邓祥征,张倩,等.武汉城市圈国土空间综合功能分区[J].地理研究,2017,36(3):541-552.
- [26] Priyadi D O, Zasada I, Müller K, et al. Multifunctional adaption of farmers as response to urban growth in the Jabodetabek Metropolitan Area, Indonesia [J]. Journal of Rural Studies, 2017,55:100-111.
- [27] 王超,常勇,侯西勇,等.基于土地利用格局变化的胶东半岛生境质量时空演变特征研究[J].地球信息科学学报,2021,23(10):1809-1822.
- [28] 李丹,周嘉,战大庆.黑龙江省耕地时空变化及驱动因素分析[J].地理科学,2021,41(7):1266-1275.