

DOI: 10.20103/j.stxb.202304010643

崔家兴, 靳涵, 罗滢渊, 林勇, 童新, 朱媛媛. 县域耕地非农化、非粮化与乡村人口空心化的耦合协调关系——以长江经济带为例. 生态学报, 2024, 44(5): 1822-1836.

Cui J X, Jin H, Luo Y Y, Lin Y, Tong X, Zhu Y Y. Non-agricultural transformation and non-grain production and their coordinated relationships with rural population hollowing: A case study of Yangtze River Economic Belt. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(5): 1822-1836.

县域耕地非农化、非粮化与乡村人口空心化的耦合协调关系

——以长江经济带为例

崔家兴^{1,2,3}, 靳涵¹, 罗滢渊⁴, 林勇⁵, 童新¹, 朱媛媛^{1,2,3,*}

1 华中师范大学城市与环境科学学院, 武汉 430079

2 华中师范大学地理过程分析与模拟湖北省重点实验室, 武汉 430079

3 湖北省发展和改革委员会/华中师范大学武汉城市圈研究院, 武汉 430079

4 湖北省工程咨询股份有限公司区域规划部, 武汉 430071

5 秭归县自然资源和规划局, 秭归 443600

摘要:耕地非农化、非粮化的不断扩大严重影响了我国的粮食安全,亟需研究其演变机制和管控措施。基于 1990、2000、2010 和 2020 年四期土地覆盖数据和农业劳动力数据,利用耦合协调度模型和探索性时空数据分析(ESTDA)方法,分析了长江经济带县域耕地非农化、非粮化和乡村人口空心化的时空演化特征及其耦合协调关系。结果表明:①非农化呈现东高西低的格局,且存在围绕中心城市高值集聚的态势。非粮化则大致呈现出西高东低的倾向,远离大城市的边远县域非粮化程度较高。研究期内非农化和非粮化呈整体加剧趋势,乡村人口空心化程度显著提升。②非农化、非粮化和乡村人口空心化之间呈现较强耦合作用,失调区域逐渐扩大。③非农化、非粮化和乡村人口空心化耦合协调度存在明显的空间集聚现象并逐渐增强。高值集聚区主要分布在上游地区且数量逐渐减少,低值集聚区分布相对分散。④非农化、非粮化和乡村人口空心化耦合协调度具有较强时空动态特征,但县域及其邻域协同变动的比例较高,表明具有较强的局域整合性。

关键词:非农化;非粮化;乡村人口空心化;探索性时空数据分析;长江经济带

Non-agricultural transformation and non-grain production and their coordinated relationships with rural population hollowing: A case study of Yangtze River Economic Belt

CUI Jiaying^{1,2,3}, JIN Han¹, LUO Yingyuan⁴, LIN Yong⁵, TONG Xin¹, ZHU Yuanyuan^{1,2,3,*}

1 College of Urban and Environmental Sciences, Central China Normal University, Wuhan 430079, China

2 Key Laboratory of Geographic Process Analysis & Simulation Hubei Province, Central China Normal University, Wuhan 430079, China

3 Academy of Wuhan Metropolitan Area, Hubei Development and Reform Commission/Central China Normal University, Wuhan 430079, China

4 Regional Planning Department, Hubei Province Engineering Consulting CO., LTD, Wuhan 430071, China

5 Zigui County Bureau of Natural Resources and Planning, Zigui 443600, China

Abstract: The continuous expansion of non-agricultural transformation and non-grain production of arable land has seriously affected China's food security, and its evolution mechanism and control measures have already become an important subject.

基金项目:国家自然科学基金项目(41901201, 42071170)

收稿日期:2023-04-01; **网络出版日期:**2023-12-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhuyy990@126.com

Given more existing researches focusing on the one-side discussion of non-agricultural transformation or non-grain production on a small scale, it is necessary to carry out the quantitative assessment research on the interaction among non-agricultural transformation, non-grain production and rural depopulation on the spatiotemporal perspective. Based on four periods of land use data and agricultural labor data in 1990, 2000, 2010, and 2020, the spatio-temporal evolution characteristics of non-agricultural transformation, non-grain production, and rural population hollowing in county level of the Yangtze River Economic Belt were analyzed. The coupling and coordination degree between non-agricultural transformation, non-grain production and rural population hollowing was calculated using coupling and coordination analysis. Then, the spatio-temporal dynamics of the coupling and coordination degree were analyzed based on exploratory spatio-temporal data analysis (ESTDA). The results showed that: (1) There were significant disparities in the indicators of non-agricultural transformation, non-rain production and rural population hollowing. The non-agricultural transformation presented a pattern of high value in the east and low value in the west, and there was a trend of high value clustering around the central city. Non-grain production generally presented a tendency of west high and east low. The degree of non-grain production was higher in the remote areas far from big cities. During the study period, the trend of non-agricultural and non-grain production was intensified, and the hollowing degree of the rural population increased significantly. (2) There was a strong coupling effect between non-agricultural transformation and rural population hollowing, and the imbalance area was gradually expanding. (3) The coupling coordination degree of non-agricultural, non-grain and rural population hollowing had obviously spatial agglomeration phenomenon and gradually increases. The high-value clusters were mainly distributed in the upstream area and the number was gradually decreasing, while the low-value clusters were relatively dispersed. (4) The local spatial pattern of coupling coordination degree of non-agricultural, non-grain and rural population hollowing had strong spatio-temporal dynamics, and showed an increasing trend from the western region to the eastern region. The changing process of local dependencies was relatively stable which indicates the high development inertia of local dependencies. The proportion of cooperative change between counties and its neighborhood was high, indicating strongly local integration.

Key Words: non-agricultural transformation; non-grain production; rural population hollowing; exploratory spatio-temporal data analysis; Yangtze River Economic Belt

在快速工业化、城镇化背景下,中国乡村面临着人口、土地的快速转型发展。由于种粮比较收益较低、经济作物生产经营利润较高、快速经济发展和城镇化导致建设用地快速蔓延,致使我国耕地出现非农化、非粮化问题^[1]。耕地非农化、非粮化严重威胁我国粮食安全,也导致水土流失^[2]、生物多样性降低^[3-4]、面源污染加剧^[5]、碳排放增加^[6]等生态环境问题。同时,城镇化、工业化的推进吸引大量农业劳动力进城务工,出现乡村人口空心化现象,导致农业劳动投入大幅下降。农业作为典型的劳动密集型产业,农业劳动力的变化直接影响农业劳作和粮食生产,只有保证农业劳动力、耕地规模两方面要素相协调,才能够保证粮食的安全供给。因此,对耕地非农化、非粮化的演化特征及其与乡村人口空心化之间的耦合协调关系开展研究,对我国农业生产、粮食安全和乡村生态可持续发展具有重要的意义。长江经济带是我国重要的粮食生产区,拥有我国九个粮食主产区的其中之一,由于近年来经济快速发展导致耕地和农业从业人数不断减少^[7],耕地非农化、非粮化和乡村人口空心化的问题比较突出。因此,分析长江经济带耕地非农化、非粮化程度,揭示其与乡村人口空心化之间的内在联系,对实现长江经济带农业农村可持续发展、保障粮食安全和保护生态环境有重要意义。

目前已有学者围绕耕地非农化、非粮化问题开展了大量的理论研究和实证分析。在理论研究层面,不少学者对耕地非农化和非粮化的概念^[8]、调控机制^[9-10]、政策建议^[11-12]等方面展开论述;也有研究从农地边际化的角度来对农区土地利用转型作出解释^[13-14];在实证分析层面,国内学者对耕地非农化或非粮化的研究主要集中在时空格局与驱动因素^[15-17]、迁移路径^[18]、与其他要素的相互关系等^[19-20]等。关于乡村人口空心化的研究比较广泛,涉及如农村劳动力转移的模式机制^[21-22]、时空格局^[23]、对农业转型的影响^[24]等多个方面,

其中也有学者进行了农业劳动力与耕地面积^[25]、粮食产量^[26]、农业经济^[27]、耕地撂荒^[28]之间的耦合关系探讨。但是,综合研究耕地非农化、非粮化的成果仍比较欠缺,且以往研究多采用农户的田野调查数据,难以开展大尺度研究;而相关的大尺度研究多基于统计数据,鲜少基于土地覆盖数据开展深入的时空演化特征研究^[29]。同时,耕地非农化、非粮化与乡村人口空心化之间的耦合协调关系需进一步深入探讨。基于此,本文以长江经济带为研究区域,基于1990—2020年土地覆盖数据,探讨县域尺度耕地非农化、非粮化时空演化格局,及其与乡村人口空心化之间的耦合作用机理,以期为应对当下长江经济带耕地非农化、非粮化问题提供指导借鉴,助力粮食安全保障和乡村振兴。

1 理论框架

人口、土地和产业是影响乡村社会经济发展的关键要素^[30]。耕地作为农业生产活动不可或缺的承载基础,有着保障国家粮食安全、改善农民生活水平的重要作用。耕地非农化和非粮化现象的产生与经济、政策、自然环境等方面因素存在联系,农村人口作为农业生产的主体,与耕地非农化和非粮化之间存在相互作用、相互影响的互馈机制。

乡村人口空心化与耕地非农化呈现循环促进、螺旋上升的相互作用。政策导向的土地利用调整和经济驱动的建设用地扩张共同促使耕地向非农用地转变^[31],失去耕地的农民向非农产业流转,农业劳动力的不断流失、农村人地分离的加剧导致耕地非农化现象愈演愈烈。已有研究表明,农村人口流失越快的地方,农地边际化的情况往往越严重^[32—33]。在人多地少的国情下,早些年我国农业生产存在“过密化”现象,农民通过精耕细作实现较高单产水平。而随着工业化发展,农村地区剩余劳动力有了农业生产以外的就业选择,纷纷通过非农就业和兼业化获取更高的收入,体现为农业劳动力的减少。由于非农产业的蓬勃发展,各地产业园区、开发园区等产业用地大面积侵占耕地,城镇空间也不断蔓延,耕地的非农化趋势愈演愈烈。工业化开展越早、城镇化水平越高的地区耕地非农化程度越深^[34],经济发达的沿海地区耕地非农化速度和程度远高于内陆地区。事实上,中国的城镇化经历了快速增长,现在已出现增速放缓的趋势,城镇扩张带来的侵占耕地现象会逐渐减少,然而乡村人口的非农就业和外流始终存在,比较严重的后果就是农地边际化或土地撂荒。与此同时,由于中国农业转移人口市民化程度不高,以个人进城谋生为主,家庭化迁移比例低,不仅导致一系列社会问题,而且导致农村宅基地的持续扩张,面积难以缩减,从而一定程度上占用了部分耕地。但由于区域内部存在着发展差异,不同地区自然环境和经济社会发展条件不同,非农化程度存在较大差异。

乡村人口空心化与耕地非粮化之间的相互作用更加复杂,同时存在促进和抑制的作用机制。从农民收益的角度,种粮经济效益的低下,同时促使了农业劳动力的非农就业与非粮化现象的产生。这种现象同时还受到耕作条件和农民自身行为的影响。一般来说,平原地形适宜大规模、机械化的粮食种植,而山地、丘陵地形种植经济作物更有优势^[35];地理位置靠近大城市的农村进行非粮化种植的可能性更高^[36];耕地细碎化程度越高的地区非粮化程度越高^[37]。随着农业现代化的快速推进,农业产业化和专业化生产可能会加剧非粮化趋势,集约化的粮食种植需要大量的资金和农业基础设施投入,农地大规模流转后形成的集中化经营模式可能“趋粮化”^[38],而无法负担这些经营成本的家庭农场可能会转向非粮作物的种植^[39]。与之相反,乡村人口空心化也在一定程度上对非粮化存在抑制作用。随着农业人口的外流,势必导致缺少劳动力的家庭逐渐放弃农业生产,从而促进了耕地的流转,农业大户和家庭农场等规模农户数量增多。相比于需要大量劳动力精耕细作的经济作物,更加适合机械化耕种的粮食作物种植比例上升,从而抑制了耕地非粮化程度。有研究发现农村劳动力转移导致对农业投入减少,实际上减少了经济作物的种植比例^[40]。有观点认为以追求利润为目的的大规模农地流转更容易促进经营者种植经济作物增加收益,而小规模、发生在熟人之间的农地流转非粮化的可能性很低^[41];但也有观点认为在农业劳动力充足的条件下,小规模农地流转中的转入户在满足生计后更容易产生“非粮化”行为^[42]。另一方面,国家有计划地生态退耕、农村空心化导致的耕地撂荒均对耕地非粮化面积的扩大产生影响;而耕地非粮化的演进反过来会加速土地流转,带动更多有地的农民参与专业化

生产。总之,非粮化现象的产生受到多重因素的影响,不同的区域农户非粮化行为有着复杂性和差异性,在农业劳动力大量向非农就业转移的背景下,农户是否会选择改变种植结构,其中的影响效应与非粮化的产生存在密切联系。

综上,在乡村发展过程中,耕地非农化、非粮化和乡村人口空心化之间的关系是随着政策调整、经济发展、利益驱使、环境变化等条件不断演进的动态系统,在动态变化的过程中,农业劳动力加速流失促进耕地非农化、非粮化程度加剧,反过来耕地非农化、非粮化的显著变化会对乡村人口空心化的发展造成影响(图 1)。县域是推进城乡融合发展的重要纽带,当县域耕地适度非农化、非粮化,与乡村人口空心化之间处于相互适应、协调演化的状态,更有利于乡村可持续发展。

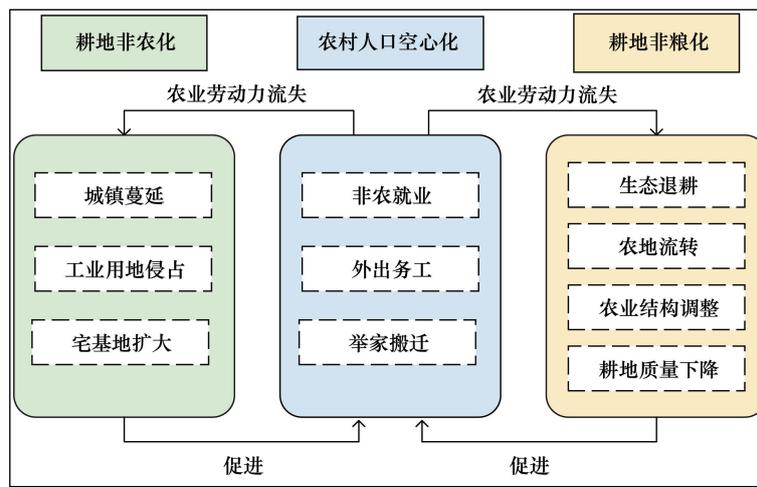


图 1 耕地非农化、非粮化与乡村人口空心化之间的相互作用机制

Fig.1 Interaction mechanism among arable land non-agriculturization, non-grain production and rural population hollowing

2 研究区域与研究方法

2.1 研究区概况

长江经济带从西向东横跨中国经济发展的三大区域,覆盖长江上、中、下游的大部分地区,包括上海、浙江、江苏、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、贵州、四川、云南 11 个省市(图 2),面积约 205 万 km^2 ,具有丰富的天然资源和雄厚的工业基础。2021 年长江经济带国内生产总值(GDP)总值达 47 万亿元,占全国的 46.6%,巨大的经济发展潜力使其成为中国国土开发和经济布局的宏观战略重要组成部分,在我国区域发展格局中具有极其重要的地位和作用。截至 2020 年底,长江经济带耕地面积约 4500 万 hm^2 ,占全国耕地总面积的 33.4%,第一产业从业人员 7693 万人,占全国 43.4%。但近年来,长江经济带耕地和农村人口均呈现下降趋势,如何实现农业农村高质量发展成为亟待关注的重大问题。

2.2 数据来源与处理

1990、2000、2010 年分县农业劳动力数据来自《中国县(市)社会经济统计年鉴》,2020 年分县农业劳动力数量从第七次人口普查分县资料获取,部分缺失或异常值根据各省市统计年鉴修正。1990、2000、2010 和 2020 年四期土地利用栅格数据来源于中国科学院资源环境数据中心,空间分辨率为 30m(<https://www.resdc.cn/>)。省、市、县三级行政区划边界空间数据提取于自然资源部国家地理信息平台标准地图服务。以最新的行政区划为标准,将发生调整与变更的行政区与最新的行政区划相衔接,并对历史数据进行相应的调整转换。根据研究内容,选取县级行政区作为研究单元,并去除中心城区,最终选取 815 个县域单元作为研究对象。

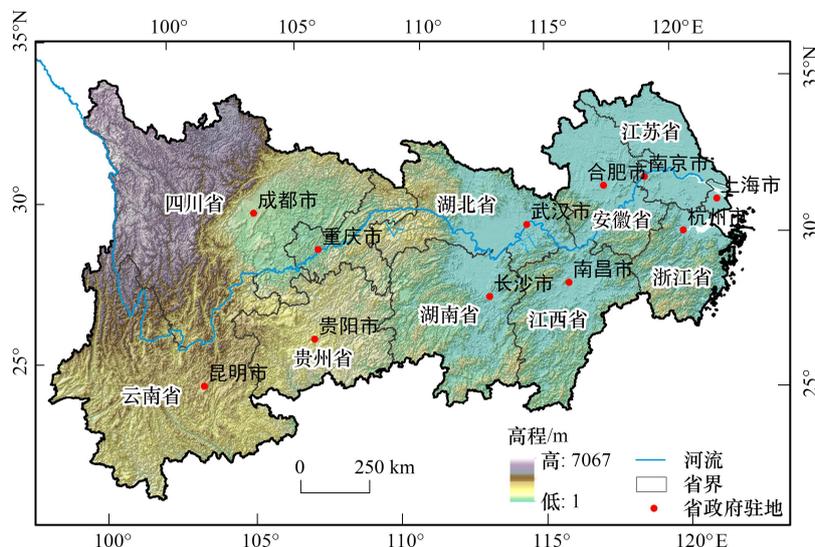


图2 研究区示意图

Fig.2 Location of the Yangtze River Economic Belt

2.3 研究方法

2.3.1 非农化、非粮化与乡村人口空心化测度方法

耕地非农化指耕地被用于农业生产以外的生产经营活动。此处的农业概念范围较大,包括粮食种植、林业种植、果蔬种植、水产养殖和禽畜养殖及一些杂粮种植等。耕地非农化主要表现为占用耕地从事非农建设,包括城市发展导致的占用耕地进行各类开发建设,能源、交通、水利、军事设施等区域性、独立性项目建设占用耕地等。因此本文基于土地利用数据,将耕地转为建设用地的部分作为耕地非农化范围,并计算非农化面积占耕地面积比重,公式如下:

$$NA_i = S_{iNA} / S_i$$

式中, NA_i 表示 i 县的非农化率; S_{iNA} 表示 i 县的一定时段的非农化面积; S_i 表示 i 县在时段初期的耕地面积总量。

耕地非粮化,顾名思义,即将耕地用于粮食生产以外的用途的行为。根据国务院办公厅印发的《关于防止耕地“非粮化”稳定粮食生产的意见》,永久基本农田重点用于发展粮食生产,特别是保障稻谷、小麦、玉米三大谷物的种植面积,一般耕地应主要用于粮食和棉、油、糖、蔬菜等农产品及饲草饲料生产。根据部分学者的实际调查情况发现,耕地非粮化主要表现为将耕地用于种植柑橘、茶树、橡胶、苹果等经济作物,或种植杨树、景观林、草坪等,甚至出现部分撂荒行为^[43-44]。耕地非粮化行为映射在土地利用转化中,主要表现为耕地转换为林地、草地和未利用地,其中柑橘、橡胶等经济作物,在规划管理中划分为园地,但在基于遥感影响解译的土地利用成果中,一般归类为林地,因此也体现在耕地到林地的地类转移中。结合客观实际以及数据可得性,基于土地利用数据,提取耕地转变为林地、草地、未利用地的部分,表征耕地非粮化范围,并计算非粮化面积占耕地面积比重,公式如下:

$$NG_i = S_{iNG} / S_i$$

式中, NG_i 表示 i 县的非粮化率; S_{iNG} 表示 i 县一定时段的非粮化面积。

乡村人口空心化是指农村人口因为外出务工等大量流入城市,导致农村人口下降和农村青壮年人口比例下降的现象。为了全面反映人口外流和少儿老年人口比重上升的问题,本文选取农业劳动力变动率表征乡村人口空心化程度。公式如下:

$$DP_i = P_{iDP} / P_i$$

式中, DP_i 表示 i 县的乡村人口空心化程度; P_{dp} 表示 i 县的一定时段的农业劳动人口的减少量; P_i 表示 i 县在时段初期的农业劳动人口总量。

采用极差标准化对非农化率、非粮化率以及乡村人口空心化程度进行无量纲化处理。

2.3.2 耦合协调度模型

耦合协调度衡量的是两个或两个以上系统之间在发展演化过程中彼此协调作用的程度,它能够测度系统之间的相互影响作用^[45]。非农化、非粮化和乡村人口空心化三者涉及影响乡村地域系统的人口流动、土地资源等主导因素,其内部存在一定的相互作用。为了探究非农化、非粮化与农业劳动力变化两两之间的作用关系,引入耦合协调度模型,公式如下:

$$C_i = 2 \times \left[\frac{U_i \times R_i}{(U_i + R_i)^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$T_i = \alpha U_i + \beta R_i$$

$$D_i = \sqrt{C_i \times T_i}$$

式中, C_i 为 i 县的非农化(非粮化)与乡村人口空心化之间的耦合度; U_i 分别表示标准化后的非农化率(非粮化率); R_i 表示标准化后的乡村人口空心化程度; T_i 为综合发展度; D_i 为耦合协调度;由于耕地“非农化”“非粮化”和乡村人口空心化均能对乡村发展产生重要影响,基于二者作用的机理,取 α 和 β 同为 0.5。

2.3.3 探索性时空数据分析

运用探索性时空数据分析(ESTDA)能够在探索性空间数据分析(ESDA)基础上系统分析时序行为,弥补探索性空间数据分析的不足。本文引入 ESTDA 方法揭示非农化/非粮化与乡村人口空心化耦合协调度的时空关系、格局和变迁,进而刻画时空演变过程中的空间交互特征及时间尺度上的演变规律。

(1)探索性空间数据分析。选取 Moran 指数测度长江经济带耕地非农化、非粮化与乡村人口空心化耦合协调度的整体集聚—分散情况。其公式为:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n w_{ij}}$$

式中, I 为 Moran 指数, $S^2 = \frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^2$; $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$; n 表示区域空间单元总数; x_i 和 x_j 表示随机变量 x 在地理单元 i 和 j 上的属性值; w_{ij} 表示空间权重值。

局部 Moran 指数 I_i 是探测事物在局部 C 地区集聚—分散情况的常用方法。局部 Moran 指数的公式为:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum_j w_{ij} (x_j - \bar{x})$$

(2)空间关联的局部指标(LISA)时间路径。将时间维度增加到 LISA 分析中,揭示非农化(非粮化)与乡村人口空心化在局部空间中随时间的动态轨迹,局域空间动态轨迹的几何特征主要包括相对长度和弯曲程度两方面,具体表达式^[46]分别为:

$$\Gamma_i = \frac{n \sum_{t=1}^{T-1} d(L_{i,t}, L_{i,t+1})}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{T-1} d(L_{i,t}, L_{i,t+1})}$$

$$D_i = \frac{\sum_{t=1}^{T-1} d(L_{i,t}, L_{i,t+1})}{d(L_{i,1}, L_{i,T})}$$

式中, Γ_i 是相对长度; D_i 是弯曲程度; $d(L_{i,t}, L_{i,t+1})$ 表示 i 县域在 t 和 $t+1$ 年间的移动距离; $L_{i,t+1}$ 是 t 年 i 县域在 Moran 散点图中的位置; Γ_i 越大表明县域 i 耦合协调度的时间路径长度越长, 即局部空间结构的动态性越强, Γ_i 越小说明局部空间结构相对稳定; $\Gamma_i > 1$ 表明 i 县域的移动距离超过全国平均距离, 否则相反。 D_i 值越大表明 i 县域耦合协调指数的动态路径越弯曲, 表现出更加动态的局部空间依赖过程, D_i 值越小则表示更加稳定的局部空间依赖方向; $D_i > 1$ 表明 i 县域的动态轨迹比全国均值曲折, 否则相反。

(3) LISA 时空跃迁。LISA 时空跃迁用来描述 Moran's I 散点图中县域与相邻县域所具有的空间关系随时间变化的规律, 并划分为 I 型(本县与相邻县域均保持稳定)、II 型(本县跃迁但相邻县域保持稳定)、III 型(本县与相邻县域均发生跃迁)、IV 型(本县保持稳定但相邻县域发生跃迁)。其中, III 型又可以进一步细分为 III_a 型(县域自身与邻域的跃迁方向相同)与 III_b 型(县域自身与邻域的跃迁方向相反)^[47]。在次基础上, 可进一步计算研究对象的时空流动(SF)和时空凝聚(SC)特征^[48]。

3 结果分析

3.1 县域耕地非农化、非粮化的时空演化特征

分析结果显示, 1990—2020 年长江经济带县域耕地呈现不断减少的趋势, 30 年间长江经济带耕地约减少 381.62 万公顷, 与 1990 年相比, 2020 年仅有 12.12% 的县域耕地面积有所增加, 三个时段的非农化率平均值分别为 0.71%、2.79% 和 3.44%, 呈现不断加剧的态势, 但增加态势在减缓。非农化率最大值为 34.65%, 出现在江苏省昆山市。三个时段的非粮化率平均值分别为 0.95%、3.14% 和 6.77%, 呈现不断增加的趋势, 且增长速度在不断扩大。非粮化率最大值为 84.9%, 出现在四川省的色达县。

非农化和非粮化现象也出现了显著的区域差异。长江经济带县域耕地非农化呈现总体加剧趋势, 空间格局上呈现显著的空间非均衡性, 东部最高, 中部次之, 西部最低(图 3)。1990—2000 年间, 非农化高值区主要集中于长三角地区, 伴随快速城镇化发展, 大量耕地被建设用地侵占。2000—2010 年间, 随着城镇化范围的扩大, 非农化高值区扩展至江苏和浙江大部, 次高值区延展至长江中游地区。2010—2020 年间, 沿海部分地区城镇化进程趋缓, 而内陆地区承接沿海地区的产业转移, 经济发展较快, 因此非农化高值区范围在沿海地区有所收缩, 内陆地区重点城市周边呈现高值集聚态势。但非农化次高值区范围迅速扩大, 延伸至整个长江经济带上中下游地区。

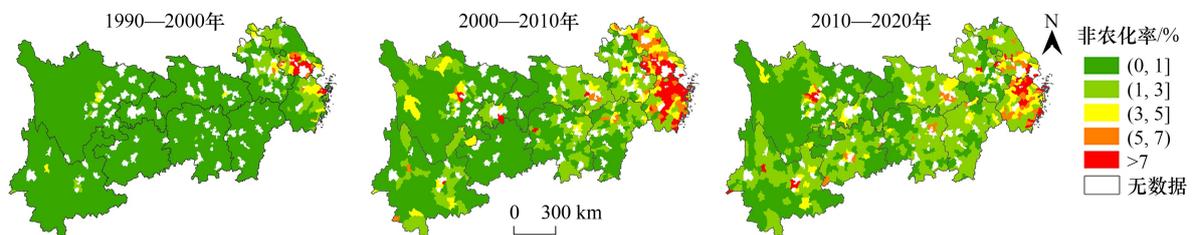


图 3 1990—2020 年长江经济带县域耕地非农化的空间格局

Fig.3 Spatial distribution pattern of arable land non-agriculturization in the Yangtze River Economic Belt during 1990 and 2020

长江经济带县域耕地非粮化现象同样呈现总体加剧趋势, 但空间格局呈现出了西高东低的分布趋势(图 4)。1990—2000 年间, 非粮化高值区主要分布在浙江省和云南省, 源于当地农村经济作物的广泛种植, 如茶叶、花卉等。2000—2010 年, 非粮化高值区集中于长江中上游地区, 尤其在云南省、四川省北部、湖北省西部最为突出, 而长江下游地区非粮化现象并不显著。这是由于西部区域耕地地形条件较差, 耕地破碎化程度较高, 耕地种植的比较收益较低, 更倾向于种植单位产出更高的经济作物, 从而引致严重的非粮化现象。2010—2020 年, 长江经济带县域非粮化率整体出现了明显的上升, 四川山地区、云贵高原, 以及长江中游的湖南省、江西省和湖北省西部均出现了大面积的非粮化中高值区; 此外, 成都平原和江汉平原地区, 非粮化程度总体较低。

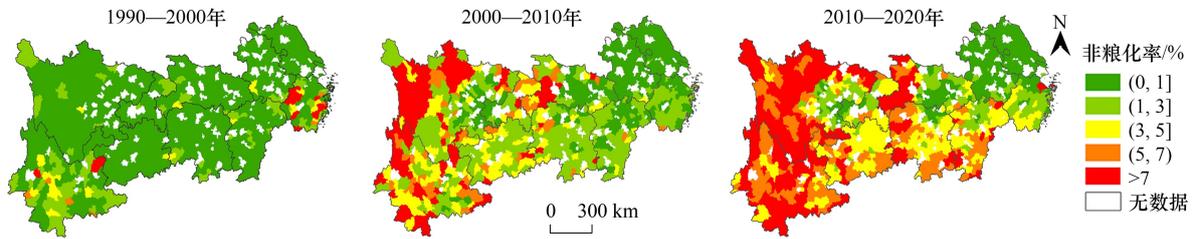


图 4 1990—2020 年长江经济带县域耕地非粮化的空间格局

Fig.4 Spatial distribution pattern of arable land non-grain production in the Yangtze River Economic Belt during 1990 and 2020

3.2 县域乡村人口空心化特征

研究期内,农业劳动力数量先缓慢下降,后急剧减少的态势,整体乡村人口空心化呈东高西低格局(图 5)。1990—2000 年间,农业劳动力数量从 14721 万人,下降至 13161 万人,减少 10.6%。农业劳动力减少高值区主要集中于江苏、浙江、江西、湖北、四川东部等地区,而云南、贵州、四川东部等区域尚存在农业劳动力增加现象。2000—2010 年间,农业劳动力数量下降至 10506 万人,减少 20.2%,农业劳动力减少中高值区范围大幅扩大。2010—2020 年间,农业劳动力数量下降至 5686 万人,减少 45.9%,全域绝大部分县域均呈大幅减少态势,只有四川、云南、湖北等少数县域,有农业劳动力数量增加的现象。

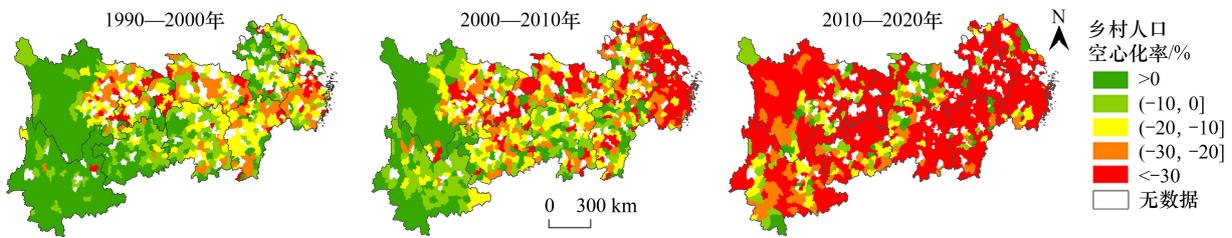


图 5 1990—2020 年长江经济带乡村人口空心化的空间格局

Fig.5 Spatial distribution pattern of rural population hollowing in the Yangtze River Economic Belt during 1990 and 2020

3.3 县域耕地非农化、非粮化与乡村人口空心化的耦合特征

3.3.1 耕地非农化、非粮化与乡村人口空心化耦合协调度的时空演化特征

由图 6 所示,长江经济带县域耕地非农化和乡村人口空心化耦合协调发展水平呈不断下降趋势,空间格局上呈西高东低态势。1990—2000 年,除个别县域外,整体呈协调趋势,耕地非农化尚未大规模扩展,乡村人口也大部分尚未转移至非农生产。2000—2010 年,少数县域处于失调阶段,城市蔓延大量侵占耕地,乡村人口大规模从事非农业生产,但大部分农村地区农村劳动力较为充沛,人口空心化程度不高,从而稳定了农村的

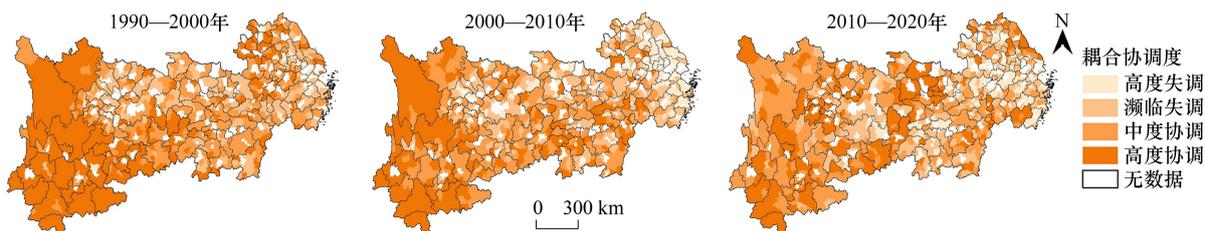


图 6 1990—2020 年长江经济带非农化与乡村人口空心化耦合协调度的空间格局

Fig.6 Spatial distribution pattern of the coupling coordination degree between cultivated land non-agriculturization and depopulation in the Yangtze River Economic Belt during 1990 and 2020

生活方式和生产方式。2010—2020年,发展失调的县域数量大幅增长,并集中于长江沿岸地区,大面积的耕地被建设用地侵占,大量乡村人口离开耕地,乡村人口空心化和耕地非农化呈现相互促进、协同增长的态势,乡村经济、社会和土地利用均发生深刻转型。

长江经济带县域耕地非粮化和乡村人口空心化耦合协调发展水平呈下降趋势,空间格局同样呈西高东低态势(图7)。1990—2000年,大部分县域处于协调发展阶段,到2000—2010年,少量县域处于中度协调阶段,到2010—2020年,发展失调的县域范围大幅度增加,并集中于长江中、下游地区。耦合协调发展水平较低的区域,其乡村人口空心化程度均较高,可见人地失调的重点在于乡村农业人口的流失,因此这些地区应该加强人才振兴建设,吸引新乡贤回村就业、创业,提高乡村人气。

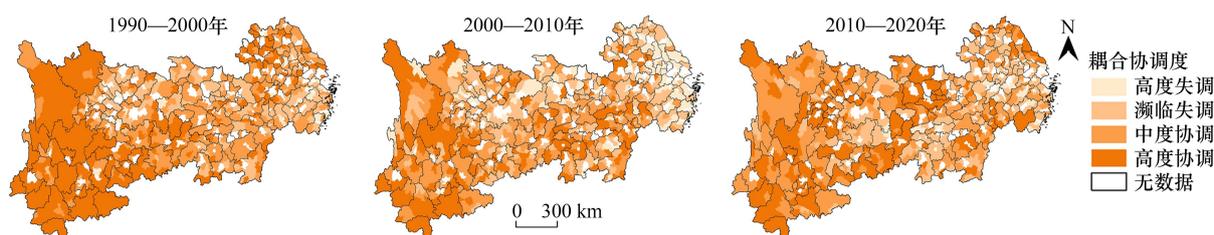


图7 1990—2020年长江经济带非粮化与乡村人口空心化耦合协调度的空间格局

Fig.7 Spatial distribution pattern of the coupling coordination degree between cultivated land non-grain production and depopulation in the Yangtze River Economic Belt during 1990 and 2020

3.3.2 耦合协调度的空间相关性分析

对1990—2020年非农化、非粮化指数和乡村人口空心化的耦合协调度进行空间自相关分析,结果表明,通过 Z 检验值($P < 0.001$)的Moran's I 指数均大于0且逐渐增加,表明1990—2020年非农化、非粮化和乡村人口空心化耦合协调度在研究区域内存在明显的空间集聚现象。

通过LISA集聚图进一步来反映局部空间是否存在集中或离散分布的状态(图8)。分析发现1990—2020年非农化和乡村人口空心化耦合协调度在局部区域出现了明显的聚类分布现象,高-高集聚区在长江经济带西部区域分布比较广泛,表明该区域许多县域及其邻近县域非农化和农业劳动力之间良性互动的能力较强;随时间变化,高-高集聚区数量逐渐减少,尤其在四川、贵州、湖南、江西高-高集聚区的减少最为显著,由240个县域单元减少到190个,分布区域整体更加零散,但在局部区域有集中分布的倾向;而低-低集聚区有所增加,由87个县域单元增加到104个;低-高集聚区整体变化不大,高-低集聚区在长江中下游的分布相对较多。

1990—2020年长江经济带大部分县域非粮化和乡村人口空心化耦合协调度在空间上集聚特征同样显著(图9)。在西部和长江以南区域出现了较多的高-高集聚区,随着时间推移,高高集聚区数量减少,低低集聚区数量增多。这说明非粮化和乡村人口空心化耦合协调度的空间分布原来越离散,区域之间的关联性变弱。

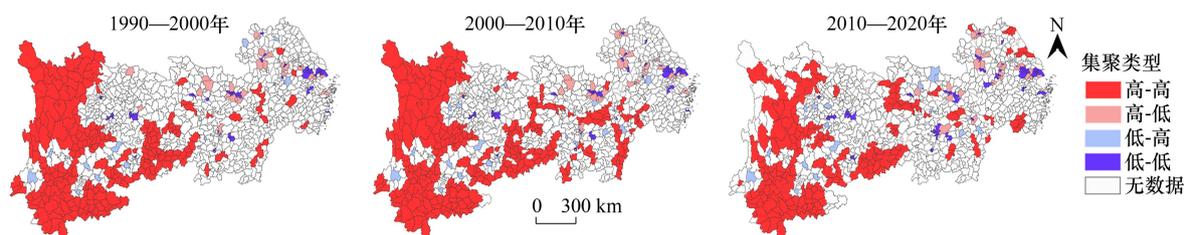


图8 1990—2020年长江经济带非粮化与乡村人口空心化耦合协调度空间集聚分类

Fig.8 Local indicators of spatial association maps for the coupling coordination degree between cultivated land non-agriculturization and depopulation in the Yangtze River Economic Belt during 1990 and 2020

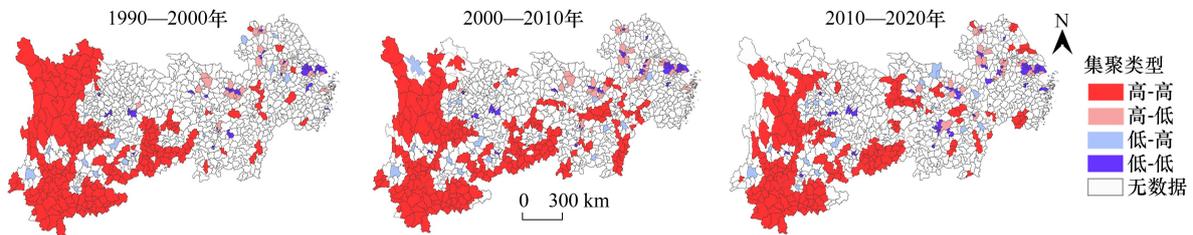


图 9 1990—2020 年长江经济带非粮化与乡村人口空心化耦合协调度空间集聚分类

Fig.9 Local indicators of spatial association maps for the coupling coordination degree between cultivated land non-grain production and depopulation in the Yangtze River Economic Belt during 1990 and 2020

3.3.3 耦合协调度的 LISA 时间路径分析

LISA 时间路径的相对长度体现了各县域非农化(非粮化)与乡村人口空心化耦合协调度局部空间结构的动态性特征。研究期内耕地非农化与乡村人口空心化耦合协调度的 LISA 时间路径的相对长度在平均值以上的县域占 39.5%,表明区域内空间结构具有较高动态性(图 10)。长江中下游地区县域 LISA 时间路径的相对长度较高,这些区域城镇化进程存在先后差异且研究时段内存在较大转折,因此其耦合协调度的动态变化明显。西部县域 LISA 时间路径相对长度较低,表明这些区域的空间结构较稳定,相对发展程度变化较小。耕地非农化与乡村人口空心化耦合协调度的 LISA 时间路径空间分布相比非农化与乡村人口空心化耦合协调度 LISA 时间路径格局相似(图 11),同样呈东高西低态势,其相对长度在平均值以上的县域占 39.1%,表明区域内空间结构动态性也较高。非粮化、乡村人口空心化的发展存在较大的时序差异,区域异质性变化较为剧烈。耕地非农化、非粮化与乡村人口空心化耦合协调度的 LISA 时间路径的弯曲度相对较低,表明局部空间依赖变化过程较稳定。高弯曲度县域零星分布于距中心城市较远的县域,这些县域在空间依赖方向上具有较强波动性,表明乡村发展的影响因素较为复杂,具有较大的不可预见性。LISA 时间路径的迁移方向可以体现各个城市城镇化耦合协调局部空间格局演变的整合性特征,0°—90°表示目标县域与其相邻县域发生正向协同增长,180°—270°表示目标县域与其相邻县域发生负向协同增长;90°—180°和 270°—360°分别表示目标县域与其临近县域发生跃迁的方向相反。1990 年以来,长江经济带县域耕地非农化与乡村人口空心化耦合协调的 LISA 时间路径迁移方向呈现出协同增长的县域占 70.6%,耕地非粮化与乡村人口空心化耦合协调的 LISA 时间路径迁移方向呈现出协同变化的城市占 71.5%,表明长江经济带乡村人地关系耦合协调度的空间演变具有

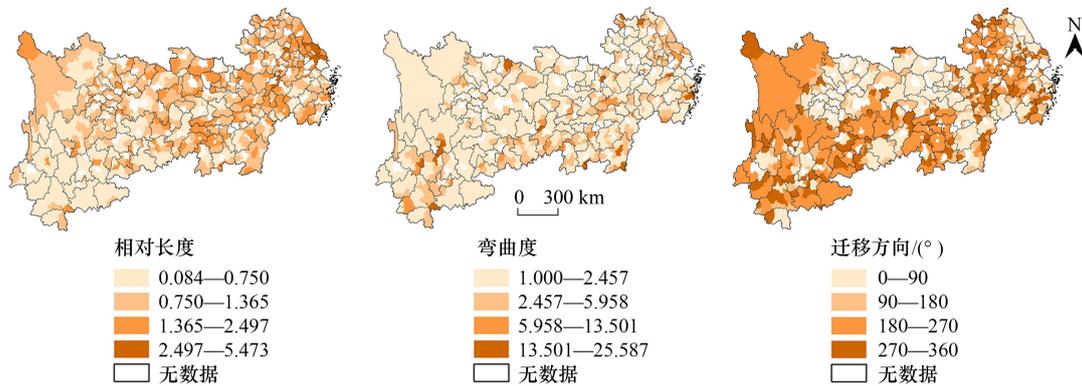


图 10 1990—2020 年长江经济带非粮化与乡村人口空心化耦合协调度 LISA 时间路径

Fig.10 LISA time path of the coupling coordination degree between cultivated land non-agriculturization and depopulation in the Yangtze River Economic Belt during 1990 and 2020

LISA: 空间关联的局部指标 Local Indicators of Spatial Association

较强的整合性。研究区内江苏东部、浙江东部、湖北大部、成都平原、湖南西部等区域均表现出与邻近县域正向协同增长的跃迁方式,安徽、湖南中部、浙江西部、四川西部、贵州等地均表现出与相邻城市发生负向协同增长的跃迁方向,其他地区都与其临近城市的跃迁方向相反。

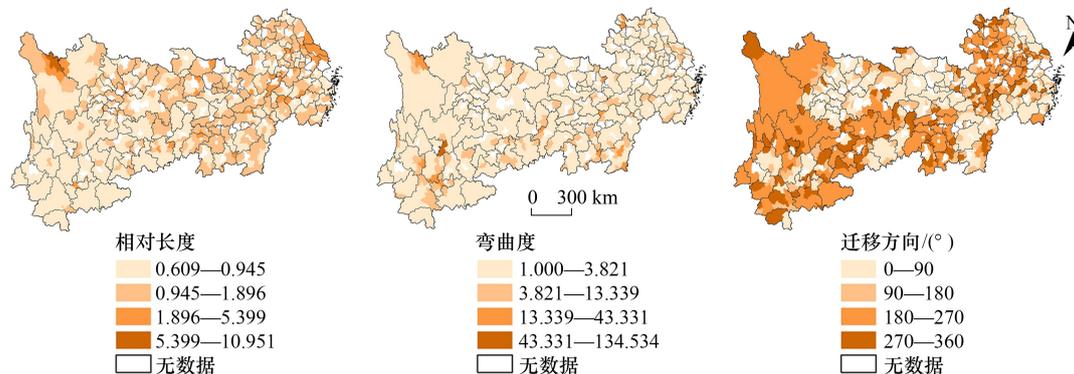


图 11 1990—2020 年长江经济带非粮化与乡村人口空心化耦合协调度 LISA 时间路径

Fig.11 LISA time path of the coupling coordination degree between cultivated land non-grain production and depopulation in the Yangtze River Economic Belt during 1990 and 2020

3.3.4 耦合协调度的 LISA 时空跃迁分析

LISA 时间路径能够分析 Moran's I 散点图中散点变化趋势,但对散点局部空间关联类型转移变化反映不足。根据 Moran's I 散点图,以时期为时间单位得到长江经济带非农化(非粮化)与乡村人口空心化耦合协调度自 1990 至 2020 年时空流动、时空凝聚和演化过程,如表 1 所示。观察期内非农化与乡村人口空心化耦合协调度时空跃迁在各类型分布有较大差异,时空凝聚概率 62.6%,高于时空流动概率 34.3%,表明长江经济带非农化与乡村人口空心化耦合协调度虽然发生时空变动,但区域协同变动效应较强。非粮化与乡村人口空心化耦合协调度时空凝聚概率 59.1%,高于时空流动概率 36.8%,表明长江经济带非粮化与乡村人口空心化耦合协调度区域协同变动效应也较强,区域相互关联程度较高。

表 1 非农化、非粮化与乡村人口空心化耦合协调度局部 Moran's I 指数时空跃迁矩阵

Table 1 Spatio-temporal transition probability matrix of Moran scatter plots

要素 Factors	$t/t+1$	HH	LL	LH	HL	类型 Types	比例 Proportion	SF	SC
非农化与乡村人口空心化 non-agriculturization and depopulation	HH	0.64	0.13	0.16	0.07	I 型	0.49	34.3%	62.6%
	LL	0.23	0.53	0.09	0.15	II 型	0.21		
	LH	0.47	0.29	0.10	0.14	III 型	0.17		
	HL	0.32	0.35	0.17	0.16	IV 型	0.13		
非粮化与乡村人口空心化 non-grain production and depopulation	HH	0.59	0.15	0.16	0.10	I 型	0.43	36.8%	59.1%
	LL	0.26	0.49	0.11	0.15	II 型	0.22		
	LH	0.45	0.30	0.09	0.16	III 型	0.19		
	HL	0.35	0.36	0.17	0.12	IV 型	0.16		

HH:高高 High-High; LH:低高 Low-High; LL:低低 Low-Low; HL:高低 High-Low; t :空间转移矩阵的时间单元; $t/t+1$:空间转移矩阵行与列之间的单位时间推移;SF:时空流动度 Spatio-temporal fluidity ;SC:时凝聚度 Spatio-temporal cohesion

4 结论

本文基于 1990、2000、2010 和 2020 年四期土地利用数据,研究长江经济带耕地非农化和非粮化时空演变格局,并对耕地非农化、非粮化与乡村人口空心化的耦合协调关系进行时空格局分析,结果表明:

①长江经济带非农化、非粮化速度均呈加剧态势,对乡村振兴发展和粮食安全产生严重威胁。其中,非农化速度呈现出东高西低的空间格局,并在后期呈收敛态势,东西差距减小,即东部高值区非农化发展速度减缓,而中西部地区非农化增长速度加快,体现出东部发达地区优化城镇发展模式、向高质量发展转型的成果。而县域非粮化呈现西高东低的空间格局,且高值区迅速扩大,表明非粮化态势非常严峻,亟需采取综合措施缓解非粮化问题。

②县域乡村人口空心化速率全面加剧。前期乡村人口空心化速率呈现明显的东高西低态势,且西部地区农业劳动力数量还有所增加。后期绝大部分县域均呈现较高的乡村人口空心化速率,仅有成都平原、江汉平原和湘西部分县域农业劳动力有所增加。这表明在城镇化和工业化过程中,由于农村比较收益较差、城镇集聚作用增强,大量农村人口向城镇转移,从而使乡村人口空心化全面加剧。如不能采取有效措施缓解其加剧态势,将诱发乡村的凋敝、衰败,增大城乡发展不平衡的态势,对乡村振兴发展产生较大的不利影响。

③耕地非农化、非粮化和乡村人口空心化是一个耦合交互的系统,耦合协调度是衡量该系统协调发展水平的重要参考。长江经济带县域耕地非农化、非粮化和乡村人口空心化耦合协调发展程度整体变差,失调区域迅速扩大,且与乡村人口空心化分布格局较为相似。表明该阶段县域乡村人口空心化一定程度上诱发了耕地非农化和非粮化现象,在提高粮食安全过程中,一方面需要增加耕地保护力度,另一方面应该协同抑制乡村人口空心化的速度。

④长江经济带非农化、非粮化和乡村人口空心化耦合协调度存在明显的空间集聚现象并逐渐增强。高值集聚区主要分布在上游地区且数量逐渐减少,低值集聚区分布相对分散。表明长江上游地区由于城镇发展较慢,对农村地区的耕地保护较好,且乡村人口空心化程度不高,一定程度上保证了农村可持续发展和粮食安全。但该区域在承担粮食安全保障责任中较少享受经济发展的红利,乡村振兴发展滞后,农民生活亟待改善,因此需要加强对这些区域的对口帮扶和转移支付,提高这些区域的乡村发展水平。

⑤非农化、非粮化和乡村人口空心化耦合协调度 LISA 时空路径的相对长度大于平均值的县域比例较高,表明其具有较强时空动态特征。LISA 时间路径的弯曲度普遍较低,且高值区零星分布于远离中心城市的边远县域,表明空间依赖程度较高,局域内具有较大发展变动的时空间惯性。但县域及其邻域协同变动的比例较高,表明具有较强的局域整合性。

5 讨论

研究结果表明,1990—2020 年长江经济带整体呈现出耕地非农化、非粮化和乡村人口空心化相互促进的趋势,对乡村发展、粮食安全、生态环境等都产生深刻的影响。因此,应该厘清非农化、非粮化与乡村人口空心化的发展机制,综合评估其影响效应,并基于自然资源本底和社会经济状况有针对性地采取措施缓解农业劳动力流失现状、减轻耕地非农化、非粮化对粮食安全的不利影响,从而促进耕地资源集约利用和农业人口协调发展(图 12)。

第一,应该厘清耕地非农化、非粮化和乡村人口空心化的发展机制。耕地非农化、非粮化同时受种植条件、农业发展、交通区位等复合影响。首先,种植条件包括土壤肥力、地形地貌、耕地细碎化程度等。对于土壤肥力较差、地形坡度陡峭、耕地细碎化的区域,耕地单位产量难以提高,容易导致耕地边际化,进而撂荒。而种植条件较好的区域,即使农业劳动力非农就业,仍然便于通过耕地流转,由农业合作社、农业大户、家庭农场等承包经营,降低了耕地非农化的概率。而种植条件本身将导致粮食、经济、果蔬等不同作物类型种植效益出现较大差异,如在山坡地农民倾向于种植水果、茶叶等经济作物,从而促进了非粮化发展。其次,农业发展包括产业发展水平、机械化水平和科技发展水平等,对耕地和农业劳动力变化都将产生巨大影响。再者,交通区位,包括交通可达性、聚中心城市距离等,也是重要影响因素。

第二,应该综合评估耕地非农化、非粮化和乡村人口空心化的影响效应。首先,在粮食安全方面,粮食生产需要资本、土地、劳动力等要素的共同投入才能保障产出效率,虽然三种要素可以一定程度上相互替代,但

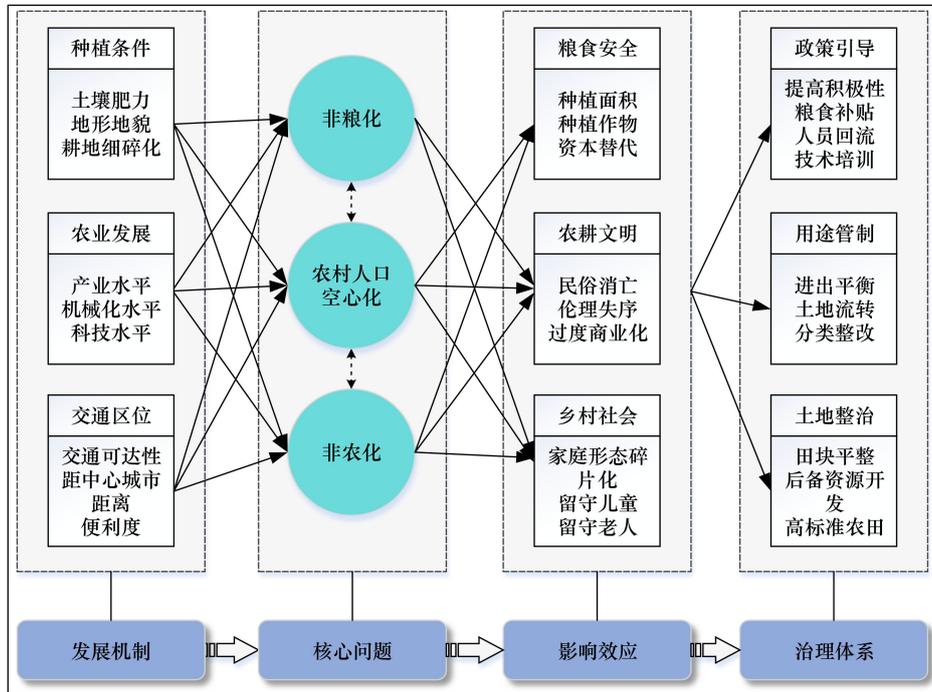


图 12 非农化、非粮化和乡村人口空心化治理概念框架

Fig.12 Conceptual framework of arable land non-agriculturalization, non-grain production and rural population hollowing governance

是在一定阈值下会出现边际效率降低的问题,因此非农化、非粮化和乡村人口空心化对粮食安全产生较大威胁;其次,在农耕文明方面,我国是传统农业大国,孕育出灿烂的农耕文明,“耕读传家久,诗书继世长”的优秀传统和乡土文化伦理深深浸入民族血液中。但随着非农化、非粮化以及乡村人口空心化的发展,一些传统的乡土文化逐渐衰落凋零,依托于传统农耕文化而衍生出的乡村传统美食、手工艺品及休闲农业等,在发展过程中出现了过度商业化等一系列问题,因此需要采取措施赓续农耕文明。再者,在乡村社会方面,由家庭中青壮年劳动力外出务工所形成的以代际分工为基础的半工半耕结构,造成家庭形态的碎片化以及留守儿童、留守老人问题,同时由于有一定文化素质的青壮劳动力大量外流,导致基层治理群体的老弱化,社会治理能力较低,公共事务难以开展。同时,相关研究也表明,耕地非农化、非粮化导致对土地的过度集约利用,产生水土流失、面源污染、碳排放增加等生态环境问题^[49-50]。

第三,应该全面构建耕地非农化、非粮化和乡村人口空心化的治理体系。首先,应加强政策引导,提高农民农业生产和粮食种植的积极性。加强职业农民和新型农业经营主体的培育,鼓励耕地流转,发展适度规模经营。逐步扩大农业社会化服务,降低农机边际使用成本和中小粮农约束,协助种粮主体推进耕作模式创新,并通过兼业活动提高居民收入。其次,合理调控农业生产结构,加强对粮食主产区耕地面积的监管,落实耕地“进出平衡”,提高粮食主产区的农业机械化水平,保障粮食生产效率。最后,应进一步促进粮农增收,深挖科技潜力和产业升级,创新育种技术,探索土壤改良和耕地地力提升技术,大力实施土地整治和高标准农田建设,从田、土、水、路、林、电、技、管等方面全面提升耕地生产水平。

在合理调控的过程中,针对不同类型的区域需要因地制宜协调好耕地与建设用地的关系、粮食种植和非粮种植之间的关系。实证结果表明耕地非农化、非粮化与乡村人口空心化之间存在着不同类型的耦合协调关系,文中采用土地利用遥感监测数据来测算长江经济带县域非农化和非粮化面积,由于非农化、非粮化内涵的复杂性,其现象的产生受到自然因素、社会条件以及农户自身行为的影响,识别和测定的方法需要进一步完善,未来的研究应基于非农化、非粮化与多重因素相互作用的程度明确区分不同的类型,并提出针对性的应对策略。

参考文献 (References):

- [1] 龙花楼. 论土地利用转型与乡村转型发展. 地理科学进展, 2012, 31(2): 131-138.
- [2] Su Y, Li C L, Wang K, Deng J S, Shahtahmassebi A R, Zhang L P, Ao W J, Guan T, Pan Y, Gan M Y. Quantifying the spatiotemporal dynamics and multi-aspect performance of non-grain production during 2000-2015 at a fine scale. *Ecological Indicators*, 2019, 101: 410-419.
- [3] Ziegler A D, Fox J M, Xu J C. The rubber juggernaut. *Science*, 2009, 324(5930): 1024-1025.
- [4] 武大伟, 胡灿实, 张明明, 粟海军. 贵州草海湿地越冬黑颈鹤觅食地与农耕地的空间关系研究. 生态学报, 2021, 41(8): 3238-3247.
- [5] 邱乐丰, 祝锦霞, 潘艺, 党云晓, 吴绍华. 非粮化利用下耕地土壤重金属分布特征、生态风险和来源解析. 环境科学, 2023, 44(5): 2829-2837.
- [6] Chen Y, Dong S L, Wang F, Gao Q F, Tian X L. Carbon dioxide and methane fluxes from feeding and no-feeding mariculture ponds. *Environmental Pollution*, 2016, 212: 489-497.
- [7] 李裕瑞, 杨乾龙, 曹智. 长江经济带农业发展的现状特征与模式转型. 地理科学进展, 2015, 34(11): 1458-1469.
- [8] 匡远配, 刘洋. 农地流转过程中的“非农化”、“非粮化”辨析. 农村经济, 2018(4): 1-6.
- [9] Kuiper M, Cui H D. Using food loss reduction to reach food security and environmental objectives-A search for promising leverage points. *Food Policy*, 2021, 98: 101915.
- [10] 曲福田, 陈江龙, 陈雯. 农地非农化经济驱动机制的理论分析与实证研究. 自然资源学报, 2005, 20(2): 231-241.
- [11] Wu Y Z, Shan L P, Guo Z, Peng Y. Cultivated land protection policies in China facing 2030: dynamic balance system versus basic farmland zoning. *Habitat International*, 2017, 69: 126-138.
- [12] 孔祥斌. 耕地“非粮化”问题、成因及对策. 中国土地, 2020(11): 17-19.
- [13] Li H, Wu Y Z, Huang X J, Sloan M, Skitmore M. Spatial-temporal evolution and classification of marginalization of cultivated land in the process of urbanization. *Habitat International*, 2017, 61: 1-8.
- [14] 张佰林, 高江波, 高阳, 蔡为民, 张凤荣. 中国山区农村土地利用转型解析. 地理学报, 2018, 73(3): 503-517.
- [15] Su Y, Qian K, Lin L, Wang K, Guan T, Gan M Y. Identifying the driving forces of non-grain production expansion in rural China and its implications for policies on cultivated land protection. *Land Use Policy*, 2020, 92: 104435.
- [16] Zhang D J, Yang W J, Kang D R, Zhang H. Spatial-temporal characteristics and policy implication for non-grain production of cultivated land in Guanzhong Region. *Land Use Policy*, 2023, 125: 106466.
- [17] 程明洋, 刘彦随. 黄淮海平原非农化土地空间格局及其影响因素. 地域研究与开发, 2019, 38(1): 170-176.
- [18] 张孝宇, 谢新朋, 张安录. 武汉市耕地非农化的空间非均衡发展及空间扩散路径分析. 自然资源学报, 2014, 29(10): 1649-1659.
- [19] 杨忍, 刘彦随, 龙花楼. 中国环渤海地区人口—土地—产业非农化转型协同演化特征. 地理研究, 2015, 34(3): 475-486.
- [20] 许恒周, 金晶. 耕地非农化与区域经济增长的因果关系和耦合协调性分析——基于中国省际面板数据的实证研究. 公共管理学报, 2011, 8(3): 64-72, 126.
- [21] Wen Q, Li J, Ding J M, Wang J. Evolutionary process and mechanism of population hollowing out in rural villages in the farming-pastoral ecotone of Northern China: a case study of Yanchi County, Ningxia. *Land Use Policy*, 2023, 125: 106506.
- [22] Wang S X, Yu Benjamin F. Labor mobility barriers and rural-urban migration in transitional China. *China Economic Review*, 2019, 53: 211-224.
- [23] 龙冬平, 李同昇, 苗园园, 刘超, 李晓越, 孟欢欢. 中国农村人口非农化时空演变特征及影响因素. 地理科学进展, 2014, 33(4): 517-530.
- [24] Ge D Z, Long H L, Qiao W F, Wang Z W, Sun D Q, Yang R. Effects of rural-urban migration on agricultural transformation: a case of Yucheng City, China. *Journal of Rural Studies*, 2020, 76: 85-95.
- [25] 刘彦随, 李裕瑞. 中国县域耕地与农业劳动力变化的时空耦合关系. 地理学报, 2010, 65(12): 1602-1612.
- [26] 戈大专, 龙花楼, 张英男, 屠爽爽. 中国县域粮食产量与农业劳动力变化的格局及其耦合关系. 地理学报, 2017, 72(6): 1063-1077.
- [27] 马历, 龙花楼, 张英男, 屠爽爽, 戈大专. 中国县域农业劳动力变化与农业经济发展的时空耦合及其对乡村振兴的启示. 地理学报, 2018, 73(12): 2364-2377.
- [28] 谢花林, 黄莹乾. 非农就业与土地流转对农户耕地撂荒行为的影响——以闽赣湘山区为例. 自然资源学报, 2022, 37(2): 408-423.
- [29] Yang Q, Zhang D J. The influence of agricultural industrial policy on non-grain production of cultivated land: a case study of the “one village, one product” strategy implemented in Guanzhong Plain of China. *Land Use Policy*, 2021, 108: 105579.
- [30] 龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构. 地理学报, 2017, 72(4): 563-576.
- [31] 谭永忠, 吴次芳, 牟永铭. 20世纪90年代浙江省耕地非农化过程分析. 地理科学, 2004, 24(1): 14-19.
- [32] Wang Y H, Li X B, Xin L J, Tan M H. Farmland marginalization and its drivers in mountainous areas of China. *Science of the Total Environment*,

- 2020, 719: 135132.
- [33] Han Z, Song W. Spatiotemporal variations in cropland abandonment in the Guizhou-Guangxi Karst Mountain area, China. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 238: 117888.
- [34] 王磊, 刘逢媛, 李双成, 蔡运龙. 耕地非农化格局的演变及其影响因子分析——以京津冀都市圈为例. *中国土地科学*, 2008, 22(1): 32-38.
- [35] 杨伦, 刘某承, 闵庆文, 田密, 张永勋. 哈尼梯田地区农户粮食作物种植结构及驱动力分析. *自然资源学报*, 2017, 32(1): 26-39.
- [36] 董晓霞, 黄季焜, Scott Rozelle, 王红林. 地理区位、交通基础设施与种植业结构调整研究. *管理世界*, 2006(9): 59-63, 79.
- [37] 谢花林, 欧阳振益, 陈倩茹. 耕地细碎化促进了耕地“非粮化”吗——基于福建丘陵山区农户的微观调查. *中国土地科学*, 2022, 36(1): 47-56.
- [38] 陈菁, 孔祥智. 土地经营规模对粮食生产的影响——基于中国十三个粮食主产区农户调查数据的分析. *河北学刊*, 2016, 36(3): 122-128.
- [39] 张茜, 屈鑫涛, 魏晨. 粮食安全背景下的家庭农场“非粮化”研究——以河南省舞钢市 21 个家庭农场为个案. *东南学术*, 2014(3): 94-100, 247.
- [40] 齐元静, 唐冲. 农村劳动力转移对中国耕地种植结构的影响. *农业工程学报*, 2017, 33(3): 233-240.
- [41] 仇童伟, 罗必良. 流转“差序格局”撕裂与农地“非粮化”: 基于中国 29 省调查的证据. *管理世界*, 2022, 38(9): 96-113.
- [42] 罗必良, 江雪萍, 李尚蒲, 仇童伟. 农地流转会导致种植结构“非粮化”吗. *江海学刊*, 2018(2): 94-101, 238.
- [43] 朱道林. 耕地“非粮化”的经济机制与治理路径. *中国土地*, 2021(7): 9-11.
- [44] 陈美球. 耕地“非粮化”现象剖析与对策建议. *中国土地*, 2021(4): 9-10.
- [45] 徐维祥, 李露, 周建平, 刘程军. 乡村振兴与新型城镇化耦合协调的动态演进及其驱动机制. *自然资源学报*, 2020, 35(9): 2044-2062.
- [46] 金贵, 邓祥征, 董寅, 吴锋. 发展地理学视角下中国多维贫困测度及时空交互特征. *地理学报*, 2020, 75(8): 1633-1646.
- [47] 夏四友, 赵媛, 许昕, 文琦, 宋永永, 崔盼盼. 1997—2016 年中国农业碳排放率的时空动态与驱动因素. *生态学报*, 2019, 39(21): 7854-7865.
- [48] 郝帅, 孙才志, 宋强敏. 基于 ESTDA 模型的中国水生态足迹及水生态压力评价. *生态学报*, 2021, 41(12): 4651-4662.
- [49] 易兴松, 戴全厚, 严友进, 张吟, 何洁, 王勇, 姚一文. 西南喀斯特地区耕地撂荒生态环境效应研究进展. *生态学报*, 2023, 43(3): 925-936.
- [50] 夏春华, 李阳兵, 曾晨岑, 张冰, 郑骆珊, 陈艳, 邵景安. 三峡库区坡耕地利用转型及其社会经济-生态环境影响——以奉节县为例. *生态学报*, 2023, 43(7): 2688-2702.