

江苏省耕地多功能利用权衡/协同关系研究

殷如梦^{1,2}, 李 欣^{1,2}, 曹锦秀^{1,2}, 方 斌^{1,2,3,4}

(1. 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210023)

(2. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 江苏 南京 210023)

(3. 南京师范大学乡村振兴研究院, 江苏 南京 210023)

(4. 南京师范大学新型城镇化与土地问题研究中心, 江苏 南京 210023)

[摘要] 为揭示江苏省县域耕地生产、社会、生态功能的竞争力空间格局、空间关联特征及权衡/协同关系, 构建多组态指标体系定量识别耕地多功能, 探析江苏省县域耕地多功能空间竞合优劣状态, 借助空间自相关和关系系数法定量测算江苏省 55 个县域耕地多功能的权衡/协同关系。结果表明: (1) 生产功能空间上呈“中间高两头低”斑块状特征, 社会功能苏南-苏中-苏北高低相间分布, 生态功能空间上有依山傍水之势, 集中于环洪泽湖、沿江北岸、沿海等地区; (2) 江苏省耕地生产、社会、生态 3 种功能具有正相关类型(HH、LL) 数量多, 呈“组团”式特征; 负相关类型(HL、LH) 数量少, 呈“散布”状分布规律; (3) 生产功能与生态功能呈现了权衡态势, 权衡关系表现较强烈, 社会功能与生态功能变化趋势类似于生产功能与生态功能, 权衡关系没有生产功能与生态功能强烈。研究认为, 未来应控制耕地的生产功能与社会功能对耕地生态功能的影响, 保护生态环境并以提升生产质量为导向协调优化发展路径。

[关键词] 耕地多功能, 空间格局, 权衡与协同, 江苏省

[中图分类号] F301.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2020)01-0069-07

Study on the Trade-off/Synergy of Multifunctional Cultivated Land in Jiangsu Province

Yin Rumeng^{1,2}, Li Xin^{1,2}, Cao Jinxiu^{1,2}, Fang Bin^{1,2,3,4}

(1. School of Geography, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

(2. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023, China)

(3. Rural Revitalization Research Institute, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

(4. Research Center of New Urbanization and Land Problem, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: In order to reveal the competitive spatial pattern, spatial correlation characteristics and trade-off/synergy of county cultivated land production-social-ecological function in Jiangsu Province, a multi-configuration index system was constructed to quantitatively identify the multifunctional cultivated land, and then to explore pros and cons state of space competition. The spatial autocorrelation and correlation coefficient methods were used to quantitatively measure the trade-off/synergy relationship in 55 counties. The results showed that: (1) The production function space was characterized by a plaque pattern in the middle and high, and the social function of Sunan-Suzhong-Subei was high and low, and the ecological function space had the potential of mountain and water. It was concentrated in the area around Hongze Lake, along the north bank of the river, along the coast; (2) The three functions of cultivated land production, social and ecological in Jiangsu Province had obvious positive correlation types(HH, LL), “group” distribution; negative correlation type(HL, LH) had low agglomeration and was a “scattered” pattern; (3) There was a more intense trade-off situation between production function and ecological function, the same as change trend of social function and ecological function, but was not as strong as production function and ecological function. Research suggests that in the future, the influence of the production and social functions on the ecological function should be controlled, so protecting ecological environment is essential, and the development path should be coordinated and optimized with the aim of improving production quality.

Key words: multifunctional cultivated land, spatial pattern, trade-off and synergy, Jiangsu Province

收稿日期: 2019-06-13.

基金项目: 国家自然科学基金项目(41271189、41671174)、江苏高校优势学科建设工程资助项目(164320H116)、江苏省国土资源厅科技项目(2017013).

通讯作者: 方斌, 博士, 教授, 博士生导师, 研究方向: 土地资源管理. E-mail: wenyanfang731@163.com

耕地是人类持续健康发展的重要保障,具有重要的物质生产资料价值,同时也具有重要的社会价值,体现在影响全社会粮食安全,进而影响农民的生存发展,此外耕地还发挥着重要的生态服务功能^[1-2]。耕地多功能的属性满足了人类生存与发展所需产品和服务的各项需求^[3],但同时由于不同功能空间存在竞争和冲突^[4],城镇空间扩张,农业空间、生态空间受挤压胁迫,致使“城市病”和“乡村病”共存^[5],严重制约区域发展质量。耕地多功能优化立足于人地协调发展理念,以实现耕地利用空间功能结构调整优化为准则,是解决这一问题的关键^[6],而明晰耕地多功能的相互作用关系和博弈过程,有助于协调多元利益主体和缓解资源配置矛盾及实现耕地多功能融合协调发展,亦可进一步丰富土地可持续利用理论。

伴随着社会经济转型发展,耕地利用趋于多元化发展,国内外学者基于功能性视角已开展了众多卓有成效的探索,目前国外对于耕地多功能的研究包括内涵与分类^[7]、耕地多功能管理^[8]、耕地价值的影响因素及量化^[9-10],国内开展的研究主要包括内涵解析及功能分类^[11-12]、功能演变^[13-14]、耕地多功能评价^[15-16],国外学者更关注耕地的管理政策研究而国内学者则更多地对典型区域的耕地功能进行评价从而提出优化路径。随着研究逐步深入,耕地多功能相互作用关系研究兴起,学者们意识到耕地功能之间存在协同/权衡关系^[17-19],协同是指在关键因素支配下互相协作共同增益,耕地多功能有序发展;权衡是指两种功能互相竞争有损总体效益,致使耕地多功能陷入零和博弈状态。为此,学者们针对热点地区(北上广等国际大都市^[17]、典型地貌区^[15]、生态脆弱区^[19])进行了众多实证分析,但定性分析偏多,定量研究尚处于起步阶段,相关性分析、耦合协调分析、脱钩分析等方法较常见。上述研究对剖析耕地多功能具有重要的推动作用,但梳理发现细节上仍有改进之处:①侧重于耕地多功能总量上的研究,忽视耕地多功能的结构性,综合总量和结构性研究稍显不足;②耕地多种功能之间相互作用关系研究中,更为关注数量关系,而相对忽视了空间格局变化,基于地理学视角的空间相关作用关系还有待深入挖掘。

江苏省地处中国东部沿海,是中国最为发达的省份之一,其间的太湖平原、江淮地区亦是我国重要的商品粮生产基地,然而区域内人多地少,面临着耕地细碎化及不均衡发展的现实,迫切需提高耕地利用质量。鉴于此,本文在测算2015年江苏省55个区县单元的耕地多功能指数并进行空间对比的基础上,借助相关分析揭示其数量上协同权衡关系,采用双变量空间自相关探讨空间分异特征,以“综合竞争力分析-交互过程分析-规律性探讨”为逻辑主线,以期为区域可持续发展与乡村振兴战略的布局提供理论指导和科学依据。

1 耕地多功能指标体系构建

1.1 指标体系构建与数据来源

耕地是一个多重功能交错的复杂空间系统,伴随其内部的物质能量流动过程产生各项服务^[11],由于其功能的主次强弱存在异质性,耕地利用功能始终处于非均衡不平稳状态,按照经济-社会-环境的综合研究框架,将其按主导功能划分为生产、社会、生态功能^[20]。其中,生产功能是指依赖于土地直接或间接取得各种产品与服务的功能^[21],生产功能作为发展关键,决定社会功能和生态功能的状态;社会功能是农民基本生存保障的体现,关系着农民的就业、养老和发展问题,是生产功能得以有效发挥的保障;生态功能是指耕地作为绿色环境的重要组成部分,担负着生态供给和维持的功能,但化肥利用率低和农药流失会给生态功能带来负面效果,因此生态功能是生产功能、社会功能的前提并作为约束条件控制生产功能和社会功能的发展方向^[22]。

梳理现有文献的相关评价指标,根据耕地功能内涵^[7,11-12],以指标对生产、生态和社会三维功能的作用力为考量,依据系统-要素-功能理论,构建“生产、生态、社会”三维指标体系。从土地利用的社会生产、基本物质生活保障、生态保育等方面,考虑指标的科学性、完整性和可操作性,再经咨询多位专家及采用相关性分析去除冗余指标后,选取了7项关键指标组成江苏省耕地多功能评价指标体系(表1)。

耕地的基本目的是经济发展,故从农业生产、经济发展等功能选取粮食单产、土地垦殖率指标,粮食单产关系粮食稳产增产,事关农业可持续发展^[23];土地垦殖率体现一个地区的耕地发展水平和耕地集中程度,可以有效地测度耕地利用发展趋势。社会空间的宜居适度是耕地功能的目标,涉及空间承载、就业支撑、社会保障等子功能,以人均耕地面积代表社会功能的时空承载能力^[24];而我国农业人口是耕地解决村民就业的重要指标,以农村从业人员数量代表就业支撑功能;耕地系统提供的基本社会保障功能是维持村民生活需要的基础,本文选取恩格尔系数表达了村民的消费水平,用以表征社会保障功能。生态功能是自然条件及其效用的集中体现,其作为耕地多功能实现的必要前提,涉及生态压力、生态供给及生态维持等,

顾及地区特性,选取化肥投入强度、生态服务价值总量指标.

表 1 耕地多功能评价指标体系
Table 1 Evaluation index system of multifunctional cultivated land

| 目标层 | 准则层 | 指标层 | 指标说明或计算方法 | 功效性 | 单位 | 权重 |
|-------|------|----------|--------------------|-----|--------------------|---------|
| 耕地多功能 | 生产功能 | 粮食单产 | 粮食产量/耕地面积 | + | t/hm ² | 0.213 8 |
| | | 土地垦殖率 | 耕地面积/区域土地总面积 | + | % | 0.121 2 |
| | 生态功能 | 生态服务价值 | 区域生态服务价值总量的大小 | + | 亿元 | 0.219 5 |
| | | 化肥农药投入量 | 农用化肥施用量/耕地面积 | - | kg/hm ² | 0.041 5 |
| | 社会功能 | 恩格尔系数 | 食品支出总额占个人消费支出总额的比重 | - | % | 0.109 7 |
| | | 人均耕地面积 | 耕地面积/常住总人口 | + | hm ² /人 | 0.103 6 |
| | | 农村从业人员数量 | 来源于统计年鉴 | + | 万人 | 0.190 8 |
| | | | | | | |

注:“+”表示正向作用的指标,“-”表示负向作用的指标.生态服务价值总量计算方法使用的是 Costanza 等提出的方法.层次分析法 CR 值为 0.000 1,通过一致性检验.

1.2 数据来源及处理

数据主要来源于:《江苏省统计年鉴》(2016 年)、《中国县域统计年鉴》(2016 年)、《中国城市统计年鉴》(2016 年);研究单元土地利用类型与面积数据来源于江苏省国土厅 2015 年度土地变更调查二级(一级)分类面积汇总表,一级分类为 8 类,二级分类为 46 类;土地利用矢量数据来源于“国家地球系统科学数据共享平台——长江三角洲科学数据中心”.基于研究需要,保持研究数据连贯性,对一些“撤县设区”和“镇改市”单元,按 2015 年行政区划调整,故将各地市市辖区统一合并处理,重组县、县级市和市辖区后,共计 55 个县域单元.

为消除变量的量纲影响,采用极值标准化对多功能评价涉及的粮食单产、GDP、农用化肥投入量、生态服务价值总量、乡村总人口等 7 项指标进行处理,具体分析见文献[25].

2 研究方法

首先,采用加权综合评价法识别各单项功能及多功能的强弱;其次,基于空间探索性分析技术诊断地区间多功能的空间关联性;最后,通过相关性分析、双变量空间自相关方法解析地区多功能数量和空间上权衡关系特征.

2.1 综合评价模型

多功能指数是衡量功能水平的重要指标,数值与功能强弱呈正相关关系^[26-27].目标加权平均法结合指标权重评价即可综合观察某个指标或多个指标变动时对功能水平的影响程度和方向,各县多功能指数参考刘彦随等人的计算方法^[25],公式为:

$$F_i = \sum W_j * Z_j,$$
 (1)

式中, F_i 表示评价单元 i 的“三生”功能值; Z_j 表示各指标数值; W 为权重,采用层次分析法获得.借助 ArcGIS10.2 将耕地多功能指数使用自然断裂法^[27]划分为高、较高、中等、较低、低水平 5 个等级.

2.2 空间相关性

探索性空间数据分析(exploratory spatial data analysis,ESDA)以空间关联测度为核心,通过对事物或现象空间分布格局的描述和可视化,诊断空间的集聚或扩散现象,用以分析研究对象的空间关系^[28].借助全局空间自相关测度生产功能、生态功能、社会功能的 Moran’s I 指数^[29],取值为[-1,1]之间,测度值与 1 越相近说明正向空间自相关越强,越接近-1 则表明负向空间自相关越强,即相邻区域的“三生”功能越趋于集聚,空间权重选择一阶 Rook 邻接矩阵,结果以 Z 值判断.为了进一步判断空间单元的集聚位置或区域,采用局部空间自相关中的 Local Moran’s I 研究同一区域内发生集聚状态的具体位置.Local Moran’s I 同 Moran 散点图一致,将值分解为相同生态位水平的集聚区域(HH、LL),呈空间协同关系;异质性集聚的区域(LH、HL),呈空间权衡关系.空间关联特征采取双变量局部空间自相关分析,可较好地诊断两个要素之间的相互作用关系.

3 结果与讨论

3.1 江苏省耕地多功能空间格局特征

生产功能:生产功能空间上呈“中间高两头低”斑块状格局特征,区域梯度差异明显.以淮安市、宝应

县、兴化市等中部地带为中心高值区,北部的徐宿淮连地区及南部的苏锡常、南京市等地相对较低,这与地区的产业结构调整有关,南部地区社会经济发达,土地利用转型过程中以隐性转移为主,二三产业占比较高,而北部地区则侧重于传统的煤矿开采业、重型工业发展,同时人口外流较多,存在乡村空心化,导致农业生产功能受到影响,见图 1(a).

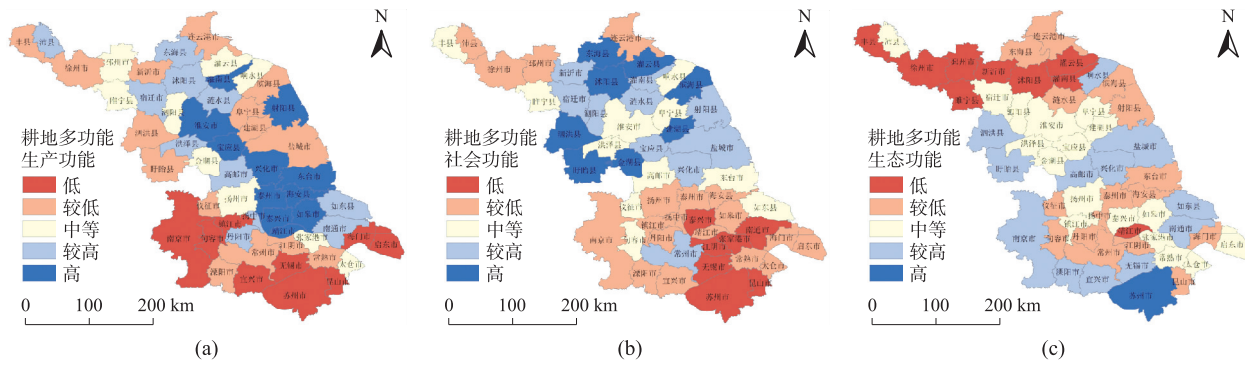


图 1 2015 年江苏省耕地多功能示意图

Fig. 1 Diagram of multifunctional cultivated land in Jiangsu Province in 2015

社会功能:社会功能高低相间分布,由小至大依序为苏南-苏中-苏北,功能指数介于 0.037 8~0.200 3 之间,苏中、苏南大部分单元普遍偏低,低值区集中分布于苏锡常都市区,环洪泽湖一带(如:洪泽县、盱眙县、金湖县)及北部沿海(东海县、滨海县、沭阳县)较高. 总体来看,具有以市辖区为中心向外圈层式逐渐扩大的环状特征,市辖区所属单元耕地社会功能偏小. 城市性与乡村性是相互对立的两个方面,因此乡村的耕地利用社会功能主要围绕着区域的农村居民点聚集,而与城市关联性不大. 见图 1(b).

生态功能:生态功能空间上有依山傍水之势,高值区多位于环洪泽湖、沿江北岸、沿海等地区聚集,主要为泗洪县、洪泽县、金湖县等,这类地区水网密集、湿地多;低值区主要集中在西北县域,如丰县、沛县、沭阳县、睢宁县等,由于这一地区复垦矿区多,环境污染较大,故而生态功能较小. 由于逐渐意识到生态环境的空间协同作用,通过退耕还林、绿色生态走廊的约束,以及“生态文明建设”、“一带一路”战略的带动,以射阳县、盐城市等地为代表的淮海地区耕地生态功能也在不断改善. 见图 1(c).

对区域耕地多功能综合测定可进一步量化生产功能、社会功能、生态功能三大维度与综合功能的时空关联性^[30]. 耕地综合功能空间上由南到北呈低-高-中有序分布,功能指数较大的区域主要集中在泗洪县、宝应县、东台市、如东县等,该地区自然条件优越、地理位置南北贯通,社会经济发展相对滞后;低值区交错分布,呈多集聚斑块状,主要位于苏南的苏锡常、南京市等地,这类地区城乡联动密切,交通便利、人口密度较大、城乡基础设施较好. 见图 2.

3.2 江苏省耕地多功能空间关联格局

分析表明,江苏省耕地生产功能、社会功能、生态功能指数在局部区域具有高低聚类特征,为此,需要进一步判别其空间集聚性. 生产功能、社会功能、生态功能、综合功能全局空间自相关系数 Moran's I 分别为 0.337 4、0.567 8、0.077 8、0.384 5,表明“三者”在空间分布上具有一定的集聚性,即相邻的县域单元相互作用关系显著. 具体而言,社会功能集聚特征较显著,而生产、生态功能相对微弱.

在 3 种功能均存在全局空间自相关 Moran's I 的基础上,采用 LISA 图进行局部空间自相关分析,进一步探讨局部区域的空间异质性(图 3). 结果表明江苏省耕地生产、社会、生态 3 种功能空间分异特征明显. 具体而言,①生产功能:高高及低低区域数量较为均衡,低低区(6 个)主要分布在南京市及苏锡常核心区等,高高区(5 个)区域延展性较大,集中位于盐城市、兴化市、东台市、海安县,低高区地处盐城市;②社会功能:高高-低低区南北分化特征突出,但高高区域(4 个)散布于泗洪县、盱眙县、建湖县、沭阳县等,低低区数量较多(8 个),空间分布也更为集中,主要位于苏锡常都市区;③生态功能:低低区位于邳州市,而低高区则为昆山市,这是由于昆山位于太湖周边,环湖区域经济发达,近年来太湖治理工程颇见成效,生态功能有所改善.

综上,江苏省耕地生产、社会、生态 3 种功能具有正相关类型(HH、LL)数量较多,呈“组团”式集聚特征;负相关类型(HL、LH)数量偏少,呈“散布”状分布规律.

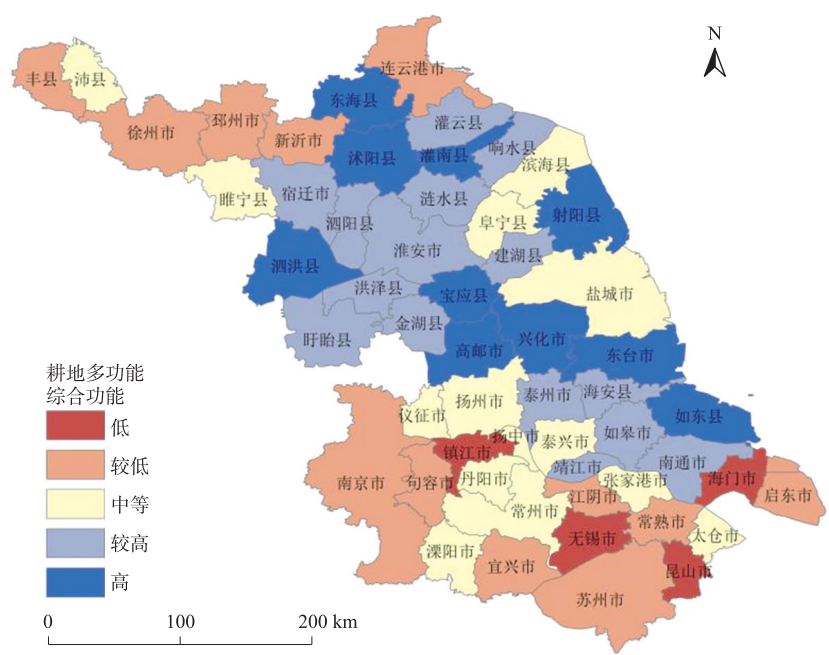


图2 江苏省耕地多功能变迁图
Fig. 2 Change map of multifunctional cultivated land in Jiangsu Province

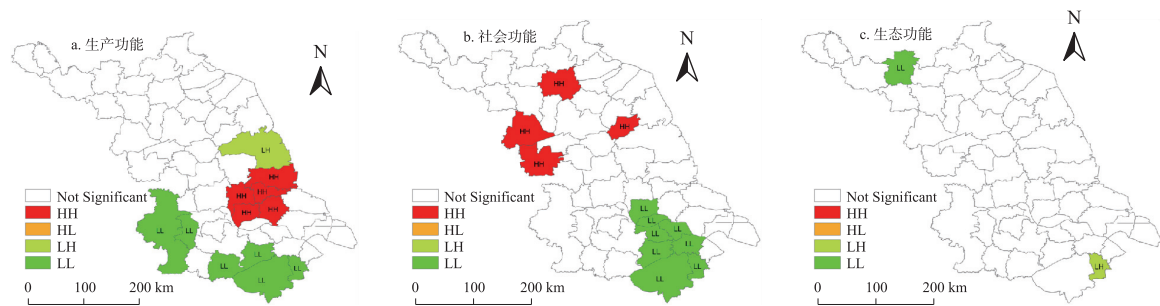


图3 江苏省耕地生产、社会、生态功能局部 LISA 图
Fig. 3 Local LISA map of cultivated land production-social-ecological function in Jiangsu Province

3.3 江苏省耕地“生产-社会-生态”功能相互权衡/协同态势

由上述研究结果可知,江苏省耕地生产、社会、生态 3 种功能的空间异质性明显,且生产、社会、生态功能的高低值区域存在空间错位,为了定量分析三者之间的空间异质性和关联性,需进一步从数量和空间上诊断三者之间权衡/协同关系.

3.3.1 权衡/协同数量关系

参考前人研究成果^[31-34],为实现时空序列的空间表达,借助 ArcGIS10.2 空间相关分析功能,采用波段集方法^[19],测算 3 种功能的相关性(表 2).

依据相关系数的取值差异判断生产、社会、生态功能间的协同或权衡关系,正相关表现为相互增益的协同关系,负相关表现为此消彼长的权衡关系;其绝对值大小表示相关性程度,即协同或权衡关系的强弱. 具体而言,生产与社会功能具有明显的正相关性,表现为空间协同关系,生产功能可为社会功能实现提供物质和经济基础,社会福利增强,由此带来更多的人口集聚和产业集群化,进而可为生产功能实现提供人力和技术保障,增强“规模效应”后二者相辅相成,因此在制定区域发展政策时需注意二者协同发展. 生产与生态功能呈现了权衡态势,权衡关系表现较强烈(相关系数为-0.573 5). 社会功能与生态功能变化趋势类似于生产与生态功能,权衡关系没有生产与生态功能强烈(相关系数为-0.398 1),主要是由于在不同的社会发展状态下,生产、社会、生态功能的地位、相互关系存在差异^[19],归结于研究区正处于快速城镇化、工业化后期,建成区以块状模式迅速扩张,生

表 2 生产、社会、生态功能相关系数

Table 2 Production-social-ecological function correlation coefficient

| | 生产功能 | 社会功能 | 生态功能 |
|------|---------|------------|-------------|
| 生产功能 | 1.000 0 | 0.378 1 ** | -0.573 5 ** |
| 社会功能 | | 1.000 0 | -0.398 1 ** |
| 生态功能 | | | 1.000 0 |

注: ** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关.

态空间萎缩,生态功能持续衰退.生态功能是耕地多功能的承载基础,生产、社会功能与之较强的权衡关系需在未来发展规划时加以注意.

3.3.2 权衡/协同空间关系

为深入探析生产、社会、生态功能在空间上的权衡/协同关系,以 55 个县域为基础单元,测算耕地多功能 2015 年的双变量 LISA 值,在 Z 检验的基础上($P=0.05$)绘制 LISA 分布图,揭示区域某项功能与其邻域另一项功能的空间相互关系.

生产、社会、生态功能两两之间的权衡/协同关系具有空间异质性,具体表现在(图 4):①生产与社会功能,权衡/协同区域数量均衡,但空间分布较为离散,协同关系主要集中在 HH(宁镇扬丘陵地带内的句容市、溧阳市等)、LL(宿迁市、淮安市、盐城市等),权衡关系主要集中于苏锡常地区、盱眙县、宝应县等地.②生产与生态功能,权衡关系数量占优,以高低单元为主,多分布在邳州市、东海市、新沂市、沭阳县、泰兴、靖江市、江阴市,协同区域零散分布于 HH(盱眙县、宝应县)、LL(张家港市、沛县).③社会与生态功能,权衡/协同区域数量平衡,协同区域集聚,主要为 LL(沛县、邳州市、新沂市等),权衡单元分为 LH(金湖县、盱眙县、洪泽县)及 HL(靖江市、张家港市、江阴市)两大类.由此可见,2015 年江苏省生产-社会权衡协同关系在空间上表现出较为明显的集聚-分化特征,而生产-生态及社会-生态相较而言较弱,耕地的生产与社会功能相互作用效果更为突出,生态作为耕地的辅助功能也会影响整体功能的发挥,在耕地精细化管理管控过程中,应注意将生产、社会、生态功能三者协同整治.

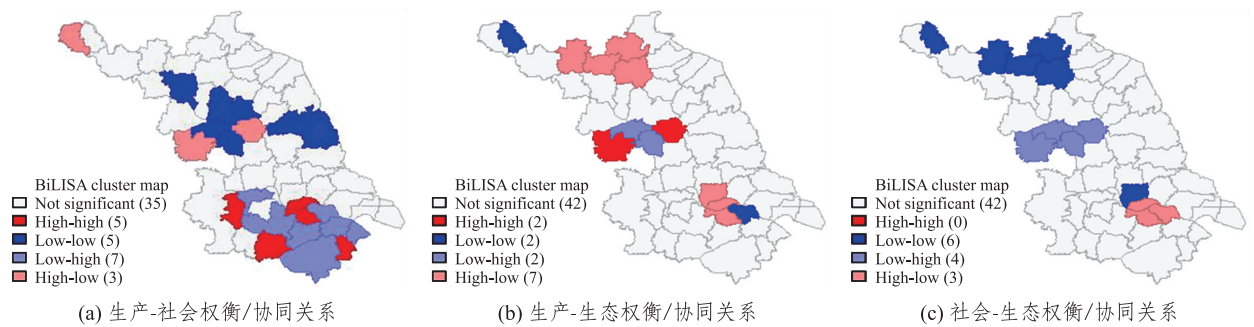


图 4 江苏省生产、社会、生态功能双变量局部 LISA 图

Fig. 4 Bivariate partial LISA map of production-social-ecological function in Jiangsu Province

4 结论

本文对江苏省县域单元的耕地多功能进行量化与评价,探究其生产功能、社会功能、生态功能空间关联特征和发展模式,得到以下结论:

(1)江苏省县域间的耕地多功能存在显著的空间差异,生产功能空间上呈“中间高两头低”斑块状格局特征,社会功能苏南-苏中-苏北高低相间分布,生态功能空间上有依山傍水之势,集中于环洪泽湖、沿江北岸、沿海等地区.

(2)江苏省耕地生产、社会、生态 3 种功能具有正相关类型(HH、LL)集聚明显,“组团”式分布;负相关类型(HL、LH)数量偏少,呈“散布”状分布规律.

(3)生产功能与社会功能具有明显的空间协同关系,生产功能与生态功能(相关系数-0.573 5)则呈现了权衡态势,权衡关系表现较强烈,社会功能与生态功能(相关系数-0.398 1)变化趋势类似于生产功能与生态功能,权衡关系没有生产功能与生态功能强烈.

(4)耕地生产功能、社会功能、生态功能,相互促进、相互作用协同共生,未来在精细化管理耕地时,以共同促进耕地多功能协同利用、提升耕地多功能总体效益为总体目标,注重提高耕地本底质量,科学划定耕地保护区,同时引导农业劳动力进一步向规模农业和休闲农业发展,达到农业转型要求.严格限制生产功能过速扩张而压缩社会功能、生态功能,保护生态环境并以提升生产质量为导向协调优化发展路径.

[参考文献]

[1] 蔡运龙. 中国农村转型与耕地保护机制[J]. 地理科学, 2001, 21(1): 1-6.

- [2] 龙花楼,张英男,屠爽爽. 论土地整治与乡村振兴[J]. 地理学报,2018,73(10):1837-1849.
- [3] 宋小青,欧阳竹. 耕地多功能内涵及其对耕地保护的启示[J]. 地理科学进展,2012,31(7):859-868.
- [4] 周国华,彭佳捷. 空间冲突的演变特征及影响效应:以长株潭城市群为例[J]. 地理科学进展,2012,31(6):717-723.
- [5] 刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴[J]. 地理学报,2018,73(4):637-650.
- [6] 黄金川,林浩曦,漆潇潇. 面向国土空间优化的三生空间研究进展[J]. 地理科学进展,2017,36(3):378-391.
- [7] GROOT R S D, WILSON M A, BOUMANS R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem function, goods and services[J]. Ecological economics, 2002, 41(3):393-408.
- [8] JONGENEEL R A, POLMAN N B P, SLANGEN L H G. Why are Dutch farmers going multifunctional? [J]. Land use policy, 2008, 25(1):81-94.
- [9] BASTIAN C, MCLEOD D, GERMINO M, et al. Environmental amenities and agricultural land values: a hedonic model using geographic information systems data[J]. Ecological economics, 2002, 40(3):337-349.
- [10] DORFMAN J H, BARNETT B J, BERGSTROM J C, et al. Searching for farmland preservation markets: evidence from the southeastern U. S. [J]. Land use policy, 2009, 26(1):121-129.
- [11] 姜广辉,张凤荣,孔祥斌,等. 耕地多功能的层次性及其多功能保护[J]. 中国土地科学,2011,25(8):42-47.
- [12] 宋小青. 论土地利用转型的研究框架[J]. 地理学报,2017,72(3):471-487.
- [13] 宋小青,吴志峰,欧阳竹. 1949年以来中国耕地功能变化[J]. 地理学报,2014,69(4):435-447.
- [14] 封志明,刘宝勤,杨艳昭. 中国耕地资源数量变化的趋势分析与数据重建:1949—2003[J]. 自然资源学报,2005,20(1):35-43.
- [15] 范业婷,金晓斌,项晓敏,等. 苏南地区耕地多功能评价与空间特征分析[J]. 资源科学,2018,40(5):980-992.
- [16] 马才学,金莹,柯新利,等. 基于全排列多边形图示法的湖北省耕地多功能强度与协调度典型模式探究[J]. 中国土地科学,2018,32(4):51-58.
- [17] 董鹏宇,赵华甫. 耕地多功能权衡与协同关系研究:以上海市青浦区为例[J]. 长江流域资源与环境,2019,28(2):368-375.
- [18] 庆莹,胡伟艳,赵志尚. 耕地多功能权衡与协同时空格局的动态分析:以湖北省为例[J]. 经济地理,2018,38(7):143-153.
- [19] 王成,彭清,唐宁,等. 2005—2015年耕地多功能时空演变及其协同与权衡研究:以重庆市沙坪坝区为例[J]. 地理科学,2018,38(4):590-599.
- [20] 方创琳,马海涛,李广东,等. 城市群地区国土空间利用质量提升理论与技术方法[M]. 北京:科学出版社,2017.
- [21] 王枫,董玉祥. 基于灰色关联投影法的土地利用多功能动态评价及障碍因子诊断:以广州市为例[J]. 自然资源学报,2015,30(10):1698-1713.
- [22] 陈婧,史培军. 土地利用功能分类探讨[J]. 北京师范大学学报(自然科学版),2005,41(5):536-540.
- [23] 周亮,徐建刚,张明斗,等. 粮食增产背景下淮河流域农业生产效率时空变化分析[J]. 地理科学,2013,33(12):1476-1483.
- [24] 高军波,喻超,戈大专,等. 不同地理环境下农户致贫机理的多尺度比较:以河南省为例[J]. 资源科学,2019,41(9):1690-1702.
- [25] 刘玉,刘彦随. 乡村地域多功能的研究进展与展望[J]. 中国人口·资源与环境,2012,22(10):164-169.
- [26] 张晓平,朱道林,许祖学. 西藏土地利用多功能性评价[J]. 农业工程学报,2014,30(6):185-194.
- [27] 杜国明,孙晓兵,王介勇. 东北地区土地利用多功能性演化的时空格局[J]. 地理科学进展,2016,35(2):232-244.
- [28] ANSELIN L. Local indicators of spatial association—LISA[J]. Geographical analysis, 1995, 27(2):93-115.
- [29] MORAN P A. Notes on continuous stochastic phenomena[J]. Biometrika, 1950, 37(1/2):17-23.
- [30] 辛芸娜,孔祥斌,鄢文聚. 北京大都市边缘区耕地多功能评价指标体系构建:以大兴区为例[J]. 中国土地科学,2017,31(8):77-87.
- [31] 钱彩云,巩杰,张金茜,等. 甘肃白龙江流域生态系统服务变化及权衡与协同关系[J]. 地理学报,2018,73(5):868-879.
- [32] RAUDSEPPHEARNE C, PETERSON G D, BENNETT E M. Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. [J]. Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America, 2010, 107(11):5242-5247.
- [33] FELIPELUCIA M R, COMÍN F A, BENNETT E M. Interactions among ecosystem services across land uses in a floodplain agroecosystem[J]. Ecology & society, 2014, 19(1):360-375.
- [34] 王成,唐宁. 重庆市乡村三生空间功能耦合协调的时空特征与格局演化[J]. 地理研究,2018,37(6):1100-1114.