

# 基于功能分异的都市农业发展模式研究

朱 蕾<sup>1,2</sup>, 王克强<sup>2\*</sup>

(1. 上海市地质调查研究院, 上海 200072; 2. 上海财经大学公共经济与管理学院, 上海 200433)

**摘要:** 为指导特大型城市农业资源合理利用和乡村振兴发展, 该文基于功能空间分异特征开展上海市农业多功能空间分布规律和发展模式研究。研究将上海市农业多种功能确定为农产品供给、社会保障、文化和休闲以及生态调节 4 种, 评价分析结果显示单项功能和综合功能空间分布情况和自然本底、土壤条件、区位交通以及经济社会发展情况密切相关, 但相关性特点有所差别, 利用好这些关系是因地制宜利用农用地的关键。单项指标的聚类分析将上海市各街镇农业多种功能聚类为 5 种发展模式, 分别是生态结构型、传统农业型、农耕文化型、文化休闲型和功能均衡型发展模式, 多功能发展模式呈圈层分布, 依次是文化休闲型、农耕文化型和传统农业型发展模式街镇, 而生态结构型发展模式的街镇穿插在文化休闲型发展模式街镇中。将农业多功能发展模式空间分布图和农业功能区规划图进行对比分析, 街镇农业发展模式 and 规划农业功能区和生态功能区相关性较好。

**关键词:** 农业; 发展模式; 功能空间分异; 系统聚类; 评价指标体系; 空间分布规律

doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2019.10.032

中图分类号: F301.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2019)-10-0252-07

朱 蕾, 王克强. 基于功能分异的都市农业发展模式研究[J]. 农业工程学报, 2019, 35(10): 252—258. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2019.10.032 <http://www.tcsae.org>

Zhu Lei, Wang Keqiang. Urban agricultural development mode based on functional differentiation[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2019, 35(10): 252—258. (in Chinese with English abstract) doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2019.10.032 <http://www.tcsae.org>

## 0 引 言

农业的多功能性日益受到重视, 多功能评价研究是热点之一。国外的研究主要集中在多功能农业经济影响、消费者偏好和农民倾向方面<sup>[1-6]</sup>。有学者采用条件价值评估方法揭示公众对美国农业多功能角色的偏好, 并对美国农业商品和服务经济价值进行整体评估<sup>[2]</sup>, 还有学者通过试验和经验分析方法, 开展塞浦路斯多功能农业的环境和社会功能评价<sup>[5]</sup>, 荷兰学者则利用多功能农业投入产出模型, 来分析荷兰几个地区多功能农业的经济影响<sup>[6]</sup>。近些年, 国外对于农业多功能空间评价方面研究逐渐增多, 但主要是土地利用变化、气候变化对土地多功能的影响研究和少数的多功能活动时空评价<sup>[7-9]</sup>。比如在土地利用变化条件下欧盟景观多功能性评价中, 通过分析分离政策描述 2000—2040 年土地利用变化对土地多功能的影响<sup>[7]</sup>; 在瑞士西部开展的气候变化背景下多功能农业适应选择模拟研究中, 利用模式框架分析确定驱动因素及相互作用, 并定量驱动因素的影响值<sup>[9]</sup>。

国内学者近几年在农业功能评价指标体系构建、定

量化评价方法方面的研究逐渐增多<sup>[10-21]</sup>, 但对于农业多功能空间分布规律研究仍处于起步阶段。有学者采用集对分析方法, 建立了农作物生产系统绩效评价的多功能指标体系, 并以中国大陆为例, 对不同地区进行了比较分析并进行了分组<sup>[10]</sup>。也有学者以西安都市圈为例, 探索了农业多功能视角下城市农业土地利用效率的时空变化<sup>[11]</sup>。这些研究只是把农业观光、民俗旅游收入以及接待人次作为经济或社会功能指标, 未考虑生态和休闲功能指标, 指标选择上更多考虑多功能发展结果, 指标获取上多选择统计资料, 未充分考虑文化与景观维度的指标和区位、交通等对生态休闲功能的影响。

都市农业除具有基本农业生产功能外, 还与市区发展相互作用, 形成具有都市农业特点的多种功能, 从而形成一定的发展模式。上海是典型的超大型城市, 面临着农用地保护、生态用地保护和经济社会发展的多重压力, 必须充分发挥农用地的多种功能, 因地制宜发展生态农业和休闲农业, 才能缓解发展和保护的矛盾和压力。本文以上海市为例, 充分考虑城市居民对农业的多种功能需求和大型城市郊区农业生产和功能复合的现状, 基于农业多功能空间分异特征, 提出农业多功能评价指标体系和评价模型, 分析大型城市农业多功能和综合功能空间分布规律, 并通过系统聚类分析, 开展上海市农业多功能发展模式研究, 指导大型城市农业资源合理利用和乡村振兴发展。

## 1 材料与方 法

### 1.1 研究区域

上海市位于 120°51'~122°12'E, 30°40'~1°53'N,

收稿日期: 2019-01-16 修订日期: 2019-04-26

基金项目: 国家社科基金项目“经济发达地区建设用地系统减量化绩效(PCLSD)的理论、实证和政策建议研究”(17BGL158); 上海科技兴农重点攻关项目: 上海农业地理信息公共服务系统建设与示范应用(沪农科创字(2018)第 2-1 号)

作者简介: 朱 蕾, 高级工程师, 博士, 主要研究方向土地利用评价和规划。Email: 458628447@qq.com。

\*通信作者: 王克强, 教授, 博士生导师, 主要研究方向土地管理和土地经济学。Email: wkqzy@163.com

陆域面积约 6 833km<sup>2</sup>，有 16 个区（中心城区有 7 个区，郊区有 9 个区）（图 1）。改革开放 40 年来，上海的快速发展不断蚕食城市生态空间，生态的短板已经成为制约上海建设全球城市的主要瓶颈。占上海市陆域面积 45% 的农用地资源，是上海市基本生态空间的重要组成部分，也是上海市生态空间的基本单元，如何发挥农用地的多种功能，对农用地生态功能等多重效用予以正确认识和特殊保护，是未来上海市农用地保护和利用的重要方向。

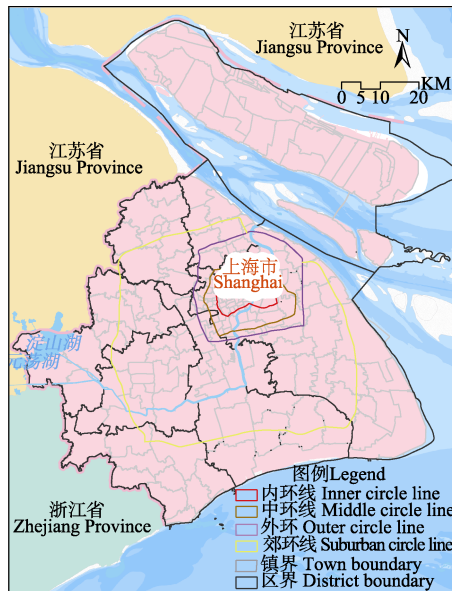


图 1 研究区域范围图  
Fig.1 Study area scope map

## 1.2 研究方法

### 1.2.1 指标体系构建

结合上海城市农用地利用实际，将农业多种功能确定为农产品供给、社会保障、文化和休闲以及生态调节四大功能。农产品供给功能是农业最基本最重要的功能，农用地分等定级是综合了土地自然质量、利用水平、生产力水平、收益水平等诸多因素对农用地进行的综合评定和等级划分，可以衡量农产品供给功能。农用地等别又分为自然等、利用等和经济等，一般情况下土地利用等和经济等成正相关关系，因此本文选取土地自然等和经济等评价指标衡量农用地产出水平。社会保障功能主要体现在农业容纳劳动力、为农民提供基本生活保障上。鉴于难以搜集到最近几年分镇农业产值的数据，本文选取农业劳动力占农村总劳动力比重、农村居民人均可支配收入作为评价指标。其中，农村居民人均可支配收入和农业社会保障能力成反比，因为上海市近郊和远郊街镇农村面貌和农民收入差异比较大，近郊农村居民人均可支配收入高，而统计年鉴显示近郊街镇第一产业从业人员百分比均为个位数<sup>[22-24]</sup>，说明近郊农村居民收入主要来源于非农业，因此近郊农业的社会保障能力低，而远郊则刚好相反。文化和休闲功能在指标选取上将交通、休闲旅游、农业文化以及特色农产品等作为主要考虑因素，选择到主干道路、到轨道交通站点的距离和到景点的距离以及典型农业文化与景观区个数 4 个指标进行分

析，其中离景点距离、典型农业文化和农业景观区个数充分考虑了各镇的特点，并根据相关职能部门的推荐，选择有一定影响力或有一定规模的文化旅游景点、农业文化和农业景观区。生态调节功能是指农业的生态环境和生态进程所提供且保障的人类生活所需的环境条件与效能，本文选取区域 5 种主要的生态服务价值作为农业生态调节功能评价指标。

结合以上分析，考虑数据可获取性，共选取 13 个农业功能评价指标，13 个指标不仅包括自然质量属性、经济社会属性，还考虑文化与景观因素和区位、交通等对生态休闲功能的影响。具体的指标含义如表 1。

表 1 农业功能评价指标体系  
Table 1 Evaluation indexes system of agriculture function

类型 Type	指标 Index	指标含义 Index meaning	权重 Weight
农产品供给功能 Agricultural products supply function	单位面积农用地利用等指数	区域总利用等指数除以区域农用地面积	0.081
	单位面积农用地经济等指数	区域总经济等指数除以区域农用地面积	0.082
社会保障功能 Social security function	农业劳动力占农村总劳动力比重	农业劳动力占农村总劳动力比重	0.045
	农村居民人均可支配收入	农村居民获得的可来自自由支配的收入人均数值	0.055
文化和休闲功能 Culture and leisure function	离主干道路距离	区域中心点到主干道路距离	0.080
	离轨道交通站点距离	区域中心点轨道交通站点距离	0.083
	离景点距离	区域中心点到历史人文景观和自然景观的距离	0.086
	典型农业文化与农业景观区个数	区域内特色农产品、特殊农业风貌和农耕文化区个数	0.085
生态调节功能 Ecological regulation function	单位面积气体调节价值	区域总的气体调节价值除以区域面积	0.095
	单位面积气候调节价值	区域总的气候调节价值除以区域面积	0.068
	单位面积水文调节价值	区域总的水文调节价值除以区域面积	0.086
	单位面积保持土壤价值	区域总的保持土壤价值除以区域面积	0.069
	单位面积维持生物多样性价值	区域总的维持生物多样性价值除以区域面积	0.085

### 1.2.2 评价指标值获取

农产品供给功能评价指标中的农用地利用等和经济等均采取目前最新的上海市农用地分等定级成果（2016 年），考虑到农用地的质量变化比较慢，因此 2016 年的农用地分等定级成果基本可以反映当前农用地的质量情况。社会保障功能评价指标以镇为评价单元，通过查阅 2017 年统计年鉴获取评价单元的农业劳动力、农村总劳动力和农村居民人均可支配收入值，计算得到就业和生产保障功能评价指标数值。文化和休闲功能评价指标以镇为评价单元，借助 ArcGIS 的空间分析功能，计算得到评价单元（镇中心点）离主干道路距离、离轨道交通站点和离景点距离以及典型农业文化与农业景观区个数。

生态调节功能评价指标值获取采取生态系统服务价值计算方法。该方法由 Costanza 等人构建并经谢高地、冉圣宏等一批学者进行了本地化调整<sup>[25-28]</sup>。冉圣宏等<sup>[27]</sup>2006 年以中国各种土地利用类型单元面积的生态价值对 1996 年与 2004 年的土地分类进行了整理，并参考 Costanza 等<sup>[25]</sup>

进行生态价值计算时划分的陆地生态系统类型, 将土地利用类型划分为 10 类, 可以对应目前全国土地分类标准 (试行), 涉及上海的土地利用类型和单位面积生态价值如表 2 所示, 通过单位面积生态服务价值和土地利用现状数据计算得到区域单位面积生态调节功能。

表 2 研究区土地利用/覆盖类型单位面积生态服务价值  
Table 2 Eco-service value per unit area of each land use type in study area

土地利用/覆盖类型 Land use/cover types	Yuan·hm <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup>				
	耕地 Arable land	园地 Garden plot	林地 Wood land	水域 Water areas	建设用地 Construction land
大气调节 Air conditioning	12.39	61.24	82.60	8.26	0
气候调节 Climate conditioning	0	363.85	726.88	8.26	0
水分调节 Water regulation	0	19.64	24.78	44975.70	0
保持土壤 Soil conservation	4.13	130.14	123.90	0	0
生物控制 Biological control	198.24	68.79	33.04	0	0

### 1.2.3 指标值归一化处理 and 权重确定

根据搜集到的资料和各指标计算方法计算得到各指标数值, 然后对各个指标进行归一化处理, 如公式 (1)。

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (1)$$

式中  $x_{ij}$  为某一评价单元第  $i$  项功能第  $j$  项指标归一化后的指标数值,  $x'_{ij}$  为某一评价单元第  $i$  项功能第  $j$  项指标初始指标数值,  $\min(x_{ij})$  为所有评价单元第  $i$  项功能第  $j$  项指标最小值,  $\max(x_{ij})$  为所有评价单元第  $i$  项功能第  $j$  项指标最大值。

离主干道距离、离轨道交通站点距离、离景点距离这三个指标数值越小代表文化和休闲功能越强, 属于负向化指标, 需要进行正向化处理, 本文采取最大值和该数值做差值对指标进行正向化, 计算如公式 (2)。

$$X'_{ij} = 1 - x_{ij} \quad (2)$$

式中  $X'_{ij}$  为某一评价单元第  $i$  项功能第  $j$  项指标正向化后的指标数值,  $x_{ij}$  为某一评价单元第  $i$  项功能第  $j$  项指标归一化后指标数值。

权重计算有专家调查法 (Delphi 法)、层次分析法 (AHP)、组合赋权法、二项系数法等<sup>[29-32]</sup>。本文采用专家调查法, 选取了农业、生态和旅游领域的技术人员、科研工作者等专家 20 人, 进行权重重要性排序和打分, 整理后再反馈给专家调整, 最终得到各个指标的权重, 见表 1。

### 1.2.4 计算模型和等级划分

结合指标权重和归一化后的各功能指标分值, 计算得到每一评价单元四大功能的分值。

计算第  $i$  个评价单元第  $n$  项功能指数评价价值  $P_{in}$ , 如公式 (3)。

$$P_{in} = \sum_{f \leq j \leq g}^m X_{inj} \cdot W'_j \quad (3)$$

式中  $X_{inj}$  表示第  $i$  个评价单元第  $n$  项功能第  $j$  项指标标准值,  $m$  表示第  $n$  项功能评价过程中涉及到的指标数量,  $f$  和  $g$  分别代表涉及指标的起止序号,  $W'_j$  代表该指标对应权重修正值。

在此基础上, 利用公式 (4) 计算综合功能。

$$A = \sum_{i=1}^n P_{in} \cdot W_n \quad (4)$$

式中  $A$  为综合功能的评价分值,  $P_{in}$  为第  $i$  个评价单元第  $n$  项功能评价分值,  $W_n$  为第  $n$  项目功能的权重。

### 1.2.5 农业多功能发展模式聚类研究

应用系统聚类法, 根据影响农业多功能的因素, 对街镇农业多功能进行聚类分析, 得到上海市农业多功能发展模式, 提出各种模式优化农业功能的合理建议。

## 2 评价结果与分析

### 2.1 农业功能空间分布

利用以上评价模型进行农业单项和综合功能评价, 得到上海市各街镇农产品供给、社会保障、文化和休闲以及生态调节四大功能以及综合功能评价价值 (范围区间为 0-1), 可以看出各种功能的分布和自然本底、土壤条件、区位交通以及经济社会发展情况密切。为进一步分析, 将整个上海市划分为外环以内街镇、外环和郊环间街镇、郊环和市界间街镇以及崇明三岛街镇四个区域, 跨区域的街镇按面积比例高低确定属于哪个区域, 计算四个区域内街镇四种功能指标数值的均值。

分析结果显示, 农产品供给功能高的区域主要分布在外环以外区域, 外环内各街镇农产品供给功能均值仅为 0.23, 外环和郊环间的各街镇农产品供给功能均值为 0.40, 郊环和市界间的各街镇农产品供给功能均值为 0.46。原因是外环外这些街镇农用地质量高, 土壤条件好而且农业生产投入充足, 另外外环内级差地租比较高, 适合发展高经济产出的第二第三产业。文化和休闲功能各街镇均值则由内环内向外到崇明三岛依次减少, 依次是 0.86、0.85、0.76 和 0.51, 主要是因为近郊旅游景点比较多, 交通比较发达, 适合发展休闲农业, 同时近郊的级差地租比较高, 适宜种植经济作物或特色农产品, 发展文化和体验农业。社会保障功能各街镇均值则由内环内向外到崇明三岛依次增加, 依次是 0.08、0.20、0.21 和 0.33, 这说明近郊农民不再以农业作为主要收入来源, 而远郊则农业生产占收入来源的比重相对较高。生态调节功能各街镇均值则由内环内向外到崇明三岛呈增加趋势, 依次是 0.26、0.31、0.30、0.35, 主要是因为具有生态调节功能的耕地、园地、林地和水域等土地利用和覆盖类型的比例由外环内向外逐渐提高。崇明三岛的各街镇 4 种农业功能比较均衡, 其中生态调节功能和社会保障功能各街镇均值在 4 个区域中都是最高的, 分别是 0.35 和 0.33, 但因为特殊的土壤条件造成农用地质量不高, 农产品供给功能不强, 仅为 0.29; 同时, 因为与上海市市区有长江入海口阻隔和交通不便的约束, 其文化和休

闲功能演化呈现隔断特点，从市区的 0.86 左右下降到 0.51，文化和休闲功能有待进一步挖掘和提高。4 个区域各街镇综合功能均值则差异不明显，但外环以内区域和崇明三岛的各街镇综合功能均值相对较低，均小于等于 0.4。具体见图 2。

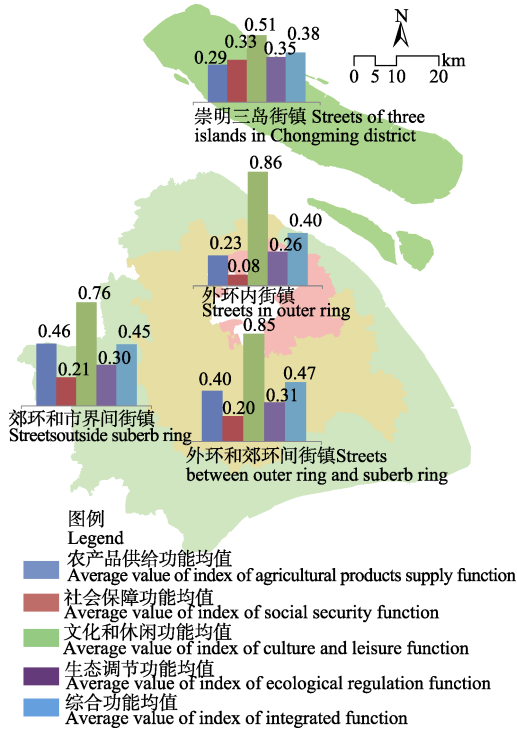


图 2 上海市农业功能在环线区域的归一化指标值柱状图  
Fig.2 Normalized value histogram map of agriculture in different loop lines of Shanghai

### 2.2 农业多功能发展模式

本文通过 ArcGIS 空间统计分析中的空间聚类对各街镇的农业多功能发展模式进行聚类分析。聚类的指标是归一化或标准化后的 13 个评价指标数值，聚类算法采用 K-means 算法进行聚类，使用 K means++ 算法选择初始种子。通过聚类运算分析，得到 5 种农业发展模式类型，并结合每种类型农产品供给、社会保障、文化和休闲、生态调节功能的组合特征对 5 种发展模式进行命名，分别是生态结构型、传统农业型、农耕文化型、文化休闲型和功能均衡型农业多功能发展模式，各发展模式的街镇数目和空间分布情况如表 3 和图 3 所示。

从图 3 可以看出，除崇明三岛以外，多功能发展模式级别呈圈层分布，首先分布的是文化休闲型发展模式街镇，再是农耕文化型发展模式街镇和传统农业型发展模式的街镇，体现了农用地越靠近市区，文化休闲功能越高的特点。生态结构型发展模式的街镇呈现穿插特点，主要原因可能是上海近些年在集中城市化地区规划建设了生态空间，这些绿地、林带或公园发挥了城市生态间隔带的重要作用。将农业多功能发展模式空间分布图和农业功能区规划图进行对比分析，上海市的粮食、蔬菜和特色农产品功能区有 64% 位于农耕文化型和传统农业型街镇，23% 位于功能均衡型街镇。将农业多功能发展模

式空间分布图和上海市生态网络规划布局图进行对比，规划生态绿带绿环和生态间隔带有 75% 位于生态结构型和文化休闲型街镇，规划生态走廊则有 62% 位于农耕文化型和文化休闲型街镇。因此，街镇农业发展模式 and 规划农业功能区和生态功能区相关性较好。

表 3 5 种农业多功能发展模式街镇数目和比例

Table 3 Streets number and proportion of five agriculture multi-functional development patterns

发展模式 (Development pattern)	街道/镇 (Street/town)	乡镇个数 (Number of towns)	面积比 (Area ratio)
生态结构型 (Eco-structured development pattern)	江川路街道、岳阳街道、香花桥街道、虹桥镇、陆家嘴街道、周家渡街道、南码头街道、潍坊路街道等。	41	10%
传统农业型 (Traditional agriculture development pattern)	绿华镇、新村乡、庙镇镇、亭林镇等。	14	9%
农耕文化型 (Farming culture development pattern)	庄行镇、朱家角镇、金泽镇、徐行镇、华亭镇、九亭镇、叶榭镇、万祥镇、枫泾镇、吕巷镇、月浦镇、罗泾镇等。	44	45%
文化休闲型 (Cultural and leisure development pattern)	赵巷镇、佘山镇、顾村镇、三林镇、马桥镇、江桥镇、安亭镇、徐泾镇、马陆镇等。	30	24%
功能均衡型 (Balanced development pattern)	港西镇、向化镇、新河镇、三星镇、竖新镇、中兴镇、陈家镇、城桥镇等。	13	12%

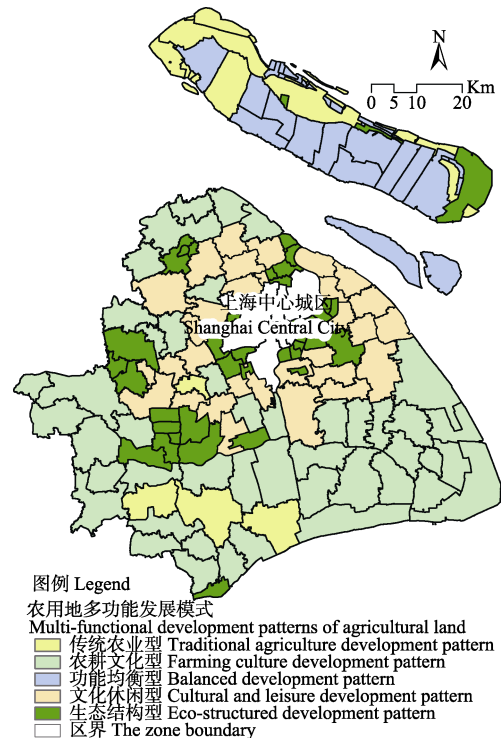


图 3 上海市各街镇农业发展模式图  
Fig.3 Agricultural development pattern map of Shanghai city

### 2.3 农业发展模式特点和发展方向

对 5 种发展模式所有街镇的农产品供给、社会保障、文化和休闲、生态调节功能数值进行雷达图分析，可以明显看出 5 种发展模式 4 种功能的聚类趋势。为更加直观反映聚类趋势，分别计算 5 种发展模式所有街镇 4 种农业功能的平均值，再进行雷达图分析，结果如图 4 所示。

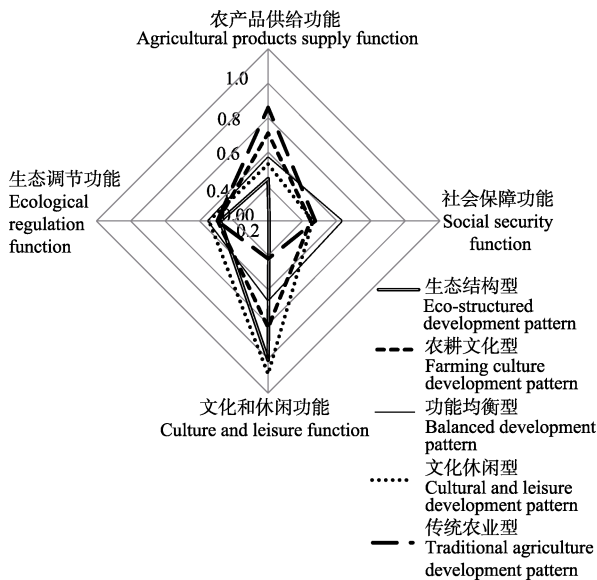


图4 5种农业多功能发展模式的各街镇四种农业多功能评价平均值雷达分析图

Fig.4 Radar analysis map of four agricultural multifunctional average evaluation values for towns of five agricultural multifunctional development patterns

雷达分析图显示生态结构型发展模式街镇的农业社会保障功能很弱，所有街镇农产品社会保障功能评价价值均值为0.01。这些街镇以街道居多，主要位于近郊，行政辖区内农用地面积很低，统计数据显示行政辖区内几乎没有从事农业的户籍人口，因此农业有农产品供给功能，但农业收入所占比重很低，社会保障功能几乎为0。因为区位和交通位置较好，文化和休闲功能较高，应大力发展文化和休闲功能，加强对城市的生态调节或生态间隔作用。

传统农业型发展模式街镇的农产品供给功能较高，这些街镇农产品供给功能评价价值均值为0.66。这些街镇的农用地中耕地面积比例高，质量等级均相对较高，但因为区位和交通条件一般，农业文化和特色农产品均不太突出，生态调节、文化和休闲功能评价价值均值均低于0.3，适合发展传统农业，提高农业规模化水平、农业生产效率和农产品品质。

农耕文化型发展模式街镇的农产品供给功能评价价值均值为0.51，文化和休闲功能评价价值均值为0.62，但生态调节功能和社会保障功能评价价值均值均小于0.3。这些街镇辖区内农用地面积比例高，多数街镇农用地面积比例在60%以上，农业的农产品供给功能高，区位和交通条件较好，农业耕作文化和农事体验可以吸引城市居民，适合规模化农业生产和小型农业作坊相结合，在以农业生产为核心的基础上，因地制宜发展农事体验、农业教育和观光。

文化休闲型发展模式街镇和农耕文化型发展模式街镇比较接近，但文化休闲型发展模式街镇的文化和休闲功能评价价值均值为0.89，明显高于农耕文化型发展模式街镇的文化和休闲功能评价价值均值，但生态调节功能、社会保障功能和农产品供给功能均属于中等水平，其评价价值均值都在0.35以下，农产品供给功能评价价值均值为0.33，明显低于农耕文化型街镇的农产品供给功能评价价值均值。文化休闲型发展模式街镇的交通方便，到高速公路和轨道交通站点的距离在1~3 km之间，到景点的平均距离不超过4 km，交通和区位条件都比较好，因此农业的

文化和休闲功能非常高。而农用地中园林地面积比例高，农用地的质量等级一般，农产品供给功能、社会保障功能和生态调节功能不突出，这些区域需要结合当地优势农产品、当地历史或文化发展文化和休闲型农业，提高农民收入，进而不断提高农业的社会保障功能。

功能均衡型发展模式街镇农产品供给功能、社会保障功能、生态调节功能和文化休闲功能比较均衡，4种功能评价价值均值在0.2~0.5之间，均属于中等水平。这些街镇主要分布在上海市崇明区，行政辖区内农用地和农业人口均有一定比例，可以进一步结合每一个街镇特点和实际情况，确定更加合理的农业发展模式。

### 3 结论与启示

#### 3.1 结论

本文以上海市郊区为例研究大都市农业单项和综合功能的分布规律，较为准确的反映了大都市农业的多功能特点和空间分布情况，分析显示农业多功能空间分布情况和自然本底、土壤条件、区位交通以及经济社会发展情况密切相关，但不同农业功能和这些因素关系特点有所差别，利用好这些关系是因地制宜利用农用地的关键。运用聚类分析法研究得出农业多功能发展的5种模式，分别是生态结构型、传统农业型、农耕文化型、文化休闲型和均衡发展型发展模式；除崇明三岛以外，多功能发展模式级别呈圈层分布，首先分布的是文化休闲型发展模式街镇，再是农耕文化型发展模式街镇和传统农业型发展模式的街镇，体现了农用地越靠近市区文化休闲功能越高的特点，而生态结构型发展模式的街镇呈现穿插特点，穿插在文化休闲型发展模式街镇中。将农业多功能发展模式空间分布图和农业功能区规划图进行对比分析，街镇农业发展模式和规划农业功能区和生态功能区相关性较好。

#### 3.2 启示

政府应结合农业多功能空间分布规律和不同农业发展模式科学合理划定农业功能分区和国土空间用途分区并进行差异化引导。首先，农产品供给功能评价可以为农业布局规划提供参考。其次，对于不同农业发展模式的乡镇采取差异化的引导政策和措施。对于具有农业产业特色并区位较好的地区，如农耕文化型和功能均衡型街镇，应树立农业产业或农业旅游品牌效应，促进农用地文化休闲功能的发挥，进而提高其社会保障功能。对于生态调节功能较高、有特色农产品或特殊农业文化的远郊区域，如生态结构型和文化休闲型街镇，应加强交通和文化设施安排，提高农用地文化和休闲功能。对于传统农业型，要加大政府政策扶持和补贴，鼓励传统农业种植，提高农业生产者的积极性。最后，政府需借助财政转移支付、生态补偿、粮食补贴等政策手段引导地域农业功能与社会经济需求、地域资源禀赋相适应，促进农业不同功能区建设和区域协调发展。

#### [参考文献]

- [1] Mathews Leah Greden. From the ground up: Assessing consumer preferences for multifunctional agriculture[J]. Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development, 2012,2:51-69.
- [2] Mario V Balzan, Julio Caruana, Annrica Zammit. Assessing the capacity and flow of ecosystem services in

- multifunctional landscapes: Evidence of a rural-urban gradient in a Mediterranean small island state[J]. *Land Use Policy*, 2018,75: 711—725.
- [3] Manson S M, Jordan N R, Nelson K C, et al. Modeling the effect of social networks on adoption of multifunctional[J]. *Environmental Modelling & Software*, 2016,75: 388—401.
- [4] Soroush Marzban, Mohammad Sadeq Allahyari, Christos A Damalas. Exploring farmers' orientation towards multifunctional agriculture: Insights from northern Iran[J]. *Land Use Policy*, 2016,59: 121—129.
- [5] Athanasios Ragkos, Alexandros Theodoridis. Valuation of environmental and social functions of the multifunctional Cypriot agriculture[J]. *Land Use Policy*, 2016,54: 593—601.
- [6] Heringa P W, van der Heide C M, Heijman W J M. The economic impact of multifunctional agriculture in Dutch regions: An input-output model[J]. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 2013,64-65: 59—66.
- [7] Stürck Julia, Verburg Peter H. Multifunctionality at what scale? A landscape multifunctionality assessment for the European Union under conditions of land use change[J]. *Landscape Ecology*, 2017,32: 481—500.
- [8] Jiří Hrabák, Ondřej Konečný. Multifunctional agriculture as an integral part of rural development: Spatial concentration and distribution in Czechia. *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography*[DB/OL], 2018-10-3[2018-12-25] <https://doi.org/10.1080/00291951.2018.1532967>.
- [9] Tommy Klein, Annelie Holzkämper, Pierluigi Calanca, et al. Adaptation options under climate change for multifunctional agriculture: a simulation study for western Switzerland[J]. *Regional Environmental Change*, 2014,14: 167—184.
- [10] Jin Tao, Meichen Fu, Jingjing Sun, et al Multifunctional assessment and zoning of crop production system based on set pair analysis-A comparative study of 31 provincial regions in mainland China[J]. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 2014,19: 1400—1416.
- [11] Zhou Zhongxue, Li Mengtao. Spatial-temporal change in urban agricultural land use efficiency from the perspective of agricultural multi-functionality: A case study of the Xi'an metropolitan zone[J]. *Journal of Geography Science*, 2017, 27 (12): 1499—1520.
- [12] 孙新章. 新中国 60 年来农业多功能性演变的研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2010, 20(1): 71—75.  
Sun Xinzhang. Evolution of agricultural multifunctionality since 1949[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2010, 20(1): 71—75. (in Chinese with English abstract)
- [13] 罗其友, 陶陶, 高明杰, 等. 农业功能区划理论问题思考[J]. *中国农业资源与区划*, 2010, 31 (2): 75—80.  
Luo Qiyu, Tao Tao, Gao Mingjie, et al. Discussion on the theoretical issues of agricultural function zoning[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2010, 31(2): 75—80. (in Chinese with English abstract)
- [14] 彭建, 刘志聪, 刘焱序. 农业多功能性评价研究进展[J]. *中国农业资源与区划*, 2014, 35 (6): 1—8.  
Peng Jian, Liu Zhicong, Liu Yanxu. Research progress on assessing multi-functionality of agriculture[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2014, 35(6): 1—8. (in Chinese with English abstract)
- [15] 刘玉, 冯健. 城乡结合部农业地域功能实现程度及变化趋势-以北京为例[J]. *地理研究*, 2017, 36 (4): 673—683.  
Liu Yu, Feng Jian. Analysis on execution and change of regional function of agriculture in rural-urban fringe: A case study of Beijing [J]. *Geographical Research*, 2017, 36(4): 673—683. (in Chinese with English abstract)
- [16] 彭建, 赵士权, 田璐, 等. 北京都市农业多功能性动态[J]. *中国农业资源与区划*, 2016, 37 (5): 152—158.  
Peng Jian, Zhao Shiquan, Tian Lu, et al. The dynamics of multi-functionality of urban agriculture: A case study of Beijing city[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2016, 37(5): 152—158. (in Chinese with English abstract)
- [17] 鲁莎莎, 刘彦随, 关兴良. 农业地域功能的时空格局与演进特征—以 106 国道沿线典型样带区为例[J]. *中国土地科学*, 2014, 28 (3): 67—75.  
Lu Shasha, Liu Yansui, Guan Xingliang. Agricultural region multi-function and its Spatio-temporal evolution characteristics: A case study of sampling belt along G106 in China [J]. *China Land Sciences*, 2014, 28 (3): 67—75. (in Chinese with English abstract)
- [18] 江燕玲, 潘卓, 潘美含. 农用地多功能视角下乡村旅游运营模式引导决策研究-基于重庆城郊 25 个行政村的调查分析[J]. *人文地理*, 2017 (5): 147—153.  
Jiang Yanling, Pan Zhuo, Pan Meihan. Research on guide decision of operation mode of rural tourism from the perspective of multi-function of agricultural land: Based on an investigation analysis of 25 administrative villages in the suburb of Chongqing[J]. *Human Geography*, 2017(5): 147—153. (in Chinese with English abstract)
- [19] 辛芸娜, 孔祥斌, 郟文聚. 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.  
Xin Yunna, Kong Xiangbin, Yun Wenju. Design and application of multi-functional evaluation index system for cultivated land in metropolitan fringe of Beijing: A case study in Daxing district [J]. *China Land Sciences*, 2017, 31(8): 77—87. (in Chinese with English abstract)
- [20] 钟源, 刘黎明, 刘星, 等. 农业多功能评价与功能分区研究-以湖南省为例[J]. *中国农业资源与区划*, 2017, 38 (3): 93—100.  
Zhong Yuan, Liu Liming, Liu Xing, et al. Multi-function evaluation and functional zoning of agriculture: A case study of Hunan province[J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2017, 38(3): 93—100. (in Chinese with English abstract)
- [21] 李梦桃, 周忠学. 基于多维评价模型的都市农业多功能发展模式探究[J]. *中国生态农业学报*, 2016, 24 (9): 1275—1284.  
Li Mengtao, Zhou Zhongxue. Evaluation of urban agriculture multi-functionality development models based on multi-dimension evaluation[J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2016, 24(9): 1275—1284. (in Chinese with English abstract)
- [22] 国家统计局上海调查总队, 上海市统计局, 上海市农业委员会. *上海农村统计年鉴*[R]. 上海, 2014: 126—142.
- [23] 国家统计局上海调查总队, 上海市统计局, 上海市农业委员会. *上海农村统计年鉴*[R]. 上海, 2015: 118—134.
- [24] 国家统计局上海调查总队, 上海市统计局, 上海市农业委员会. *上海农村统计年鉴*[R]. 上海, 2016: 118—134.
- [25] Costanza R. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387(15):253—260.
- [26] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J]. *资源学报*, 2008, 23(5): 911—919.  
Xie Gaodi, Zhen Lin, Lu Chunxia, et al. Expert knowledge based valuation method of ecosystem services in China [J]. *Journal of Natural Resources*, 2008, 23(5): 911—919. (in Chinese with English abstract)
- [27] 冉圣宏, 李秀彬, 吕昌河. 土地覆被及生态服务价值变化的多时间尺度模拟——以四川省渔子溪流域为例[J]. *地理学报*, 2006, 61(10): 1113—1120.  
Ran Shenghong, Li Xiubin, Lü Changhe. Multi-scale modeling of land-cover change and ecosystem service values: A case of the Yuzixi catchment in Sichuan [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(10): 1113—1120. (in Chinese with English abstract)

- [28] 冉圣宏, 吕昌河, 贾克敬, 等. 基于生态服务价值的全国土地利用变化环境影响评价[J]. 环境科学, 2006, 27(10): 2139—2144.  
Ran Shenghong, Lu Changhe, Jia Kejing, et al. Environmental impact assessment of the land use change in china based on ecosystem service value [J]. Environmental Science, 2006, 27(10): 2139—2144. (in Chinese with English abstract)
- [29] 李刚, 李建平, 孙晓蕾, 等. 主客观权重的组合方式及其合理性研究[J]. 管理评论, 2017, 29(12): 17—26.  
Li Gang, Li Jianping, Sun Xiaolei, et al. Research on a combined method of subjective-objective weighing and the its rationality[J]. Management Review, 2017, 29(12): 17—26. (in Chinese with English abstract)
- [30] 闫滨, 钱静宇, 郭超. 基于动态权重的综合指标权重确定及应用[J]. 沈阳农业大学学报, 2014, 45(1): 58—61.  
Yan Bin, Qian Jingyu, Guo Chao. Comprehensive indicator weight determination and application based on dynamic weight[J]. Journal of Shenyang Agricultural University, 2014, 45(1): 58—61. (in Chinese with English abstract)
- [31] 张红涛, 毛罕平. 四种客观权重确定方法在粮虫可拓分类中的应用比较[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 132—136.  
Zhang Hongtao, Mao Hanping. Comparison of four methods for deciding objective weights of features for classifying stored-grain insects based on extension theory[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE). 2009, 25(1): 132—136. (in Chinese with English abstract)
- [32] 郭昱. 权重确定方法综述[J]. 农村经济与科技, 2018, 29(8): 252—253.  
Guo Yi. Overview of weight determination methods [J]. Rural Economy and Science-technology, 2018, 29(8): 252—253. (in Chinese with English abstract)

## Urban agricultural development mode based on functional differentiation

Zhu Lei<sup>1,2</sup>, Wang Keqiang<sup>2\*</sup>

(1. Shanghai Institute of Geological Survey, Shanghai 200072, China; 2. School of Public Economics and Administration, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China)

**Abstract:** To guide the rational utilization of agricultural resources and the revitalization and development of rural areas in mega-cities, this paper studies the spatial distribution rules and development patterns of agricultural multi-functions, Taking Shanghai as an example. The multifunctional agriculture was divided into four functions, namely, agricultural products supply, social security, culture and leisure, and ecological regulation function. By full consideration of cultural landscape, geographic location conditions and traffic factor, evaluation index system and model were built to analyze multifunctional spatial distribution rule and make clustering analysis. The result showed that 1) quantitative evaluation result can accurately reflect multifunctional spatial distribution law of agriculture in Shanghai and the distribution of various functions closely related to the natural condition, geographic location, traffic condition and economic development. 2) Agricultural multifunctional combinations of different streets were divided into five types: eco-structured development pattern, traditional agriculture development pattern, farming culture development pattern, cultural and leisure development pattern, balanced development pattern. Each pattern had corresponding development strategies. Radar analysis map of four agricultural multifunctional average evaluation values for towns of five agricultural multifunctional development patterns were constructed. Towns of eco-structured development pattern had almost no social security function. These patterns mainly located in the suburbs and there were almost no registered population engaged in agriculture. Radar map for towns of traditional agricultural development pattern showed that the agricultural products supply function was very high, and the quality grade of agricultural land in these towns was relatively high, because of the geographic location and traffic conditions, culture and leisure functions were not very high. Towns of traditional agricultural development pattern were suitable for developing traditional agriculture, improving the level of agricultural scale, agricultural production efficiency and agricultural product quality. Radar map for towns of farming cultural development pattern shows that the agricultural products supply function, culture and leisure function were all relatively high, but the ecological regulation function and the social security function were all at the medium level. The agricultural land proportion in these areas and the agricultural products supply function was relatively high. Towns of farming culture development pattern were suitable for developing large-scale agricultural production and small-scale agricultural workshops. Radar map for towns of cultural and leisure development pattern was close to those of agricultural culture development pattern, but its agricultural products supply function was obviously lower than those of farming culture development pattern. Radar map for towns of functional balanced development pattern showed that the supply function of agricultural products, social security, ecological regulation and cultural and leisure function were all at the middle level. These towns of functional balanced development pattern could select different combinations of four functions according to local situation and determine a more reasonable agricultural development pattern. The level of multi-functional development pattern was circular distribution, followed by cultural leisure, farming culture and traditional agricultural development pattern, while the eco-structured development pattern was interspersed in the cultural leisure development pattern. Five development patterns are highly correlated with planned agricultural and ecological functional zones. The spatial distribution law and development pattern of agricultural multi-function are according with actual situation of Shanghai. This study can provide references for guiding rational use and protection of agricultural resource, also for rural development and revitalization in large city.

**Keywords:** agriculture; development mode; function spatial differentiation; system clustering analysis; evaluation index system; spatial distribution law