长三角发达地区乡村“三生”功能空间分化及调控路径*

黄钰麟[1] 金云峰[1,2,3]

1 同济大学建筑与城市规划学院 上海 200092
2 上海市城市更新及其空间优化技术重点实验室 上海 200092
3 上海同济城市规划设计研究院有限公司 上海 200092

摘要：【目的】揭示长三角发达地区乡村“三生”功能空间分化特征及内在规律，据此构建调控路径以助推乡村高质量发展。【方法】以苏州市汾湖高新区为例，从“三生”维度刻画乡村发展水平，运用 Spearman 相关分析和地理加权回归等方法，解析乡村“三生”功能间相互作用的空间异质性，并通过纵横对比法识别村域功能层次，由此划分乡村功能空间分化类型，从而探索差异化的调控路径。【结果】苏州市汾湖高新区乡村非农生产功能发展水平高于农业生产功能，生活功能呈现显著的空间集聚性，生态功能水平整体较高；乡村“三生”功能间的交互关系在全局与局部尺度存在一致性，同时具有方向与强度的差异性；基于各村域主导及短板功能识别，将研究区划分为单极化发展型、复合协调发展型、滞后发展型 3 种功能空间大类。【结论】各村域“三生”功能发展水平存在显著空间分异，依据功能空间特征、交互关系与发展特色等差异，因地制宜提出调控路径，可为长三角发达地区乡村振兴战略的精准实施提供重要决策参考与实践指引。

关键词：长三角；“三生”空间；空间分化；功能调控；风景园林
DOI：10.12169/zgcsly.2025.04.13.0002

Spatial Differentiation and Regulatory Pathway of Rural “Production-Living-Ecological” Function in Developed Areas of Yangtze River Delta

Huang Yulin[1] Jin Yunfeng[1,2,3]

(1. College of Architecture and Urban Planning, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. Shanghai Key Laboratory of Urban Renewal and Space Optimization Technology, Shanghai 200092, China; 3. Shanghai Tongji Urban Planning & Design Institute Co., Ltd., Shanghai 200092, China)

Abstract：【Objective】This study aims to uncover the spatial differentiation characteristics and inherent patterns of the “production-living-ecological” functions in the rural areas of the developed Yangtze River Delta region for constructing targeted regulatory pathways to high-quality rural development.【Method】Taking the Fenhu High-Tech Zone in Suzhou as a case, we assess rural development levels at the “production-living-ecological” dimensions. Methods including Spearman correlation analysis and geographically weighted regression (GWR) are employed to analyze the spatial heterogeneity of the interactions among the “production-living-ecological” functions. Furthermore, vertical-horizontal

收稿日期：2025-04-13
* 基金项目：国家自然科学基金项目（51978480）
第一作者：黄钰麟（1995-），女，博士生，研究方向为风景园林规划与设计。Email：hylin_ya@163.com
通信作者：金云峰（1961-），男，教授，博士生导师，研究方向为公园城市与景观治理有机更新。Email：jinyf79@163.com

comparison method is used to identify the functional hierarchy of villages, thereby classifying rural function space differentiation types and exploring differentiated regulatory pathways. 【Result】 The non-agricultural production function has a higher level than the agricultural production function in the study area. The living function is spatially clustered, and the ecological function maintains a relatively high level. The interactions among the "production-living-ecological" functions exhibit consistency at the global and local scale, while demonstrating distinct differences in the direction and intensity. Based on the identification of the dominant and short-board functions in each village, the study area is divided into three major categories of functional spaces, namely the unipolarization development type, the composite coordinated development type, and the retardant development type. 【Conclusion】 Significant spatial heterogeneity exists in the development levels of "production-living-ecological" functions across villages. Proposing tailored regulatory pathways in accordance with the specific spatial characteristics, interactive relationships, and developmental features of each type can provide crucial decision-making support and practical guidance for the precise implementation of the rural revitalization strategy in the developed Yangtze River Delta region.

Keywords: Yangtze River Delta; "production-living-ecological" space; spatial differentiation; functional regulation; landscape architecture

伴随城镇化和工业化的快速推进，城乡之间的社会经济要素流动日益频繁，交互重组作用显著增强[1]，乡村空间格局也因此经历剧烈重构。相较城区，乡村新的土地利用方式、功能产业集聚等发展规则尚未发育成熟，空间发展表现出复杂性和不稳定性[2]，尤其经济发达地区乡村面临更高的多功能需求[3]，导致空间与功能的错位与失衡[4]，也割裂了乡村可持续发展的原动力[5]。为推动乡村全面振兴提供空间保障，2024 年自然资源部一号文件发布，提出应立足乡村发展基础，统筹"三生"（生产、生活、生态）功能空间[6]。村域是乡村振兴多体系统的最小单元[2]，如何有效识别与解析其"三生"功能空间分化特征及规律，进而对"三生"功能空间的优化配置做出有序调整[7]，是解决乡村全面振兴的重要问题。

乡村地域的可持续发展主要取决于"三生"功能之间的和谐互动[8]，探析"三生"功能协同共生关系有益于实现乡村多元发展目标[9]。现有研究主要围绕"三生"空间的功能质量评价[10]、耦合协调[11]、时空演变特征[12]等领域，评价空间单元多为市县域及以上的中、宏观尺度[13]，对微观村域尺度"三生"功能间的交互作用，以及其作用程度的空间异质性揭示不足，有待进一步拓展并深化其理论框架研究。

长三角地区作为我国城镇化速度最快的区域之一，其乡村"三生"功能受社会、经济及自然条件的影响较其他地区更为强烈，空间功能分异特征显著[14]，具有研究的典型性。本研究选取位于长三角一体化示范区先行启动区的汾湖高新区为研究区，揭示长三角发达地区乡村"三生"功能空间分化特征及内在规律，据此构建调控路径以助推乡村高质量发展及多功能协调共生[15]。

1 研究区概况

汾湖高新区（黎里镇）位于苏州市吴江区东部，下辖 43 个行政村，自然环境禀赋独特，湖荡纵横，工业基础雄厚，是苏南乡镇经济的发源地之一。工业化时代以来，在经济发展与快速城镇化的驱动下，汾湖高新区乡村经历了工业生产扩张与人口爆发式的增长，进而导致"三生"功能失衡。2019 年长三角生态绿色一体化发展示范区正式揭牌，汾湖高新区被列入示范区先行启动区，迎来了高质量发展的重要战略时期，乡村作为落实国土空间规划体系中的"最后一公里"，统筹其"三生"功能空间布局，提高"三生"资源配置精准性不仅是乡村振兴的重要抓手，也是推进区域高质量发展的关键一环，选取汾湖高新区作为研究对象具有典型性。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文以汾湖高新区下辖 43 个行政村为研究对

象。土地利用数据源自第三次全国国土调查（来源于苏州市吴江区自然资源和规划局）；2022 年 POI 数据由高德地图 API 接口查询、下载；社会经济统计数据来源于 2023 年汾湖高新区年鉴；人口栅格数据来源于 Worldpop（2020 年），基于 2023 年鉴人口统计数据进行修正；夜间灯光数据来源于珞珈一号卫星影像；2022 年归一化植被指数（NDVI）来源于国家生态科学数据中心[16]；高程数据来源于地理空间数据云平台；地形坡度基于高程数据计算获得。

2.2　研究方法

2.2.1　“三生”功能指标体系构建

借鉴既有研究[17]并结合研究区域特征，构建乡村“三生”功能指数测度指标体系（表 1）。

表 1　乡村“三生”功能指数测度指标体系

乡村“三生”功能		指标层	效应	权重	指标解释与计算方法
生产功能	农业生产功能	人均耕地面积/（km^2/人）	+	0.111	耕地面积/乡村人口数量
		农用地面积比例/%	+	0.013	农用地面积/村域面积
		村域第一产业增加值/万元	+	0.035	基于各类用地面积的镇域产值分割[21]
	非农生产功能	人均第二、第三产业产值/（元/人）	+	0.050	二三产业产值之和/乡村人口数量[18]
		夜间灯光密度/（DN/km^2）	+	0.091	夜间灯光灰度值（SUM）/区域面积
		公司企业分布密度/（个/km^2）	+	0.096	公司企业 POI 数量/村域面积
生活功能		居民点用地面积比例/%	+	0.031	（城镇用地面积+农村居民点面积）/村域面积
		区位条件/km	−	0.039	距离区政府的距离
		交通用地面积比例/%	+	0.037	交通用地面积/村域面积
		公共服务设施分布密度/（个/km^2）	+	0.144	高德地图 POI 大类为生活服务、餐饮服务、购物服务、医疗保健、科教文化、体育休闲、政府机构数量之和/村域面积
生态功能		植被覆盖度	+	0.029	NDVI 指数
		生态脆弱性/%	−	0.019	地形坡度
		生物丰度指数	+	0.017	区域内生物多样性丰贫程度[19]，计算方法依照《生态环境状况评价技术规范》（HJ192−2015）
		人均绿地与开敞空间面积/（km^2/人）	+	0.269	绿地与开敞空间面积/乡村人口数量
		水域和湿地面积占比/%	+	0.019	水域与湿地面积之和/村域面积

2.2.2　功能指数测度模型

首先，归一化处理表 1 中各项功能指标，采用熵权法确定各指标的权重，将各指标的标准化值与其权重相乘，而后加总求和，以此测度各村域的“三生”功能指数。然后，采用全局 Moran's I 测度研究区 43 个村域单元生产功能、生活功能和生态功能的空间相关性，进而确定“三生”功能指数的总体空间特征。

2.2.3　功能间交互作用测度模型

1）Spearman 相关分析。研究区域乡村“三生”功能指数值不符合正态分布，因此可使用 Spearman 相关系数分析“三生”功能间的交互作用关系[20]。相关系数小于 0 时说明功能间负相关，呈冲突状态；相关系数大于 0 时说明功能间正相关，呈协同状态。

2）地理加权回归模型。分别将农业生产、非农生产、生活、生态功能的秩（依照功能指数越大则秩越大的原则，获取各功能和参考变量的秩）当作因变量，以其余 3 个功能的秩当作自变量构建地理加权回归模型[2]，揭示研究区域内各村域“三生”功能间的交互作用关系。

2.2.4　乡村功能空间类型识别

1）主导功能与短板功能识别。利用纵横对比法[21]将某村域某项功能指数值与所有村域该项功能指数的均值和标准差之和进行对比，识别各村域主导功能、非主导功能及短板功能，计算公式如下：

$$\frac{Z_p}{M_p+S_p}\geqslant 0.75$$　第 p 项功能为该村域主导功能；

$$0.5\leqslant\frac{Z_p}{M_p+S_p}<0.75$$　第 p 项功能为该村域非主导功能；

$$\frac{Z_p}{M_p+S_p}<0.5$$　第 p 项功能为该村域短板功能。　（1）

式（1）中：Z_p 为该村域第 p 项的功能指数值；M_p 为所有村域第 p 项功能指数的均值；S_p 为所有村域第 p 项功能指数的标准差。

2）乡村功能空间类型识别。参考前人[19]研究，在本研究基础上进行适度修正，确定各乡村功能空间类型（表 2）。

表 2 村域功能空间类型划分准则

是否存在主导功能	是否存在短板功能	主导或非主导功能项数/项	功能空间大类	功能空间小类
是	否	$0<N\leqslant 4$	主导发展型	按主导功能类型划分
	是	$N=1$	单极化发展型	主导功能-短板功能
		$2\leqslant N<4$	复合协调发展型	按主导功能类型划分
否	是	$1\leqslant n<4$	滞后发展型	按短板功能类型划分
否	否	$n=4$	综合发展型	不再细分

注：N 为主导功能项数；n 为非主导功能项数。

3 结果与分析

3.1 乡村“三生”功能空间格局

从全局 Moran's I 来看，乡村“三生”功能的空间自相关强度由大到小依次为生活功能（0.293）>农业生产功能（0.244）>非农生产功能（0.160）>生态功能（-0.106），除生态功能值在空间上呈离散分布外（P 值 0.202，Z 值 -0.862），其余功能在空间上均存在显著的集聚分布特征（P 值均小于 0.05，Z 值大于临界值）。

3.1.1 生产功能

研究区农业生产功能与非农生产功能的平均值依次为 0.039、0.056，说明研究区非农生产功能水平高于农业生产功能。

1）农业生产功能。高值区主要分布于研究区西部（图 1），该区域水土资源丰富，耕地基础地力较高。低值区集聚在城镇社区周边，用地类型多为建设用地，农业生产能力弱。

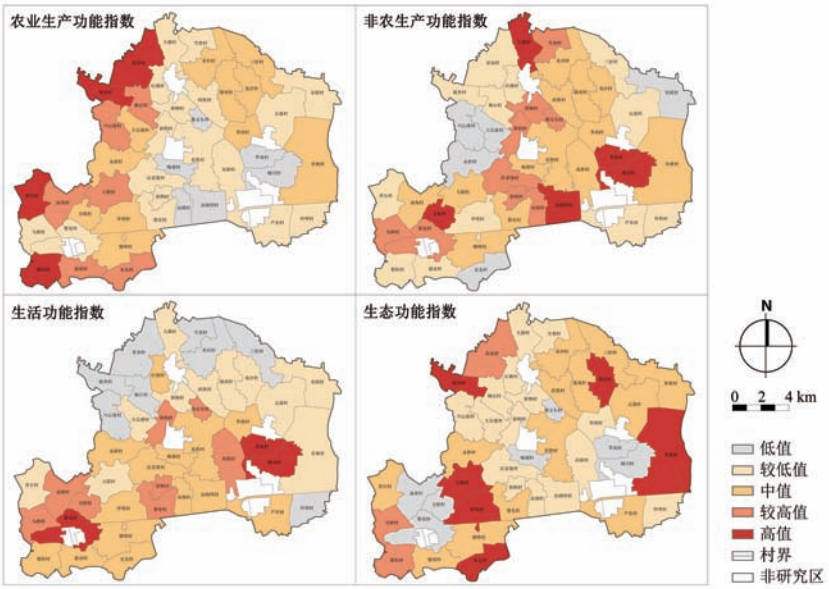


图 1 乡村“三生”功能空间格局

2）非农生产功能。中等及偏上水平区域约占 60.47%，经济密度及工业生产能力总体较高。整体来看，非农生产功能显著依托研究区域内土地开发强度高的城镇社区，形成向外辐射的产业带动效应（图 1）。

3.1.2 生活功能

由图 1 可知，研究区各村域生活功能水平具较大分异，中值、较低值及低值区占比达 44.18%，集中在以第一产业或中低端制造业为主的区域，公共服务设施供给不足。高值区集中分布在新兴产业用地占比高村庄及其毗邻区域，具空间集聚性。

3.1.3 生态功能

生态功能指数中值、较高值及高值区主要分布于西南部与东部（图 1），西南部植被覆盖率较高，水网密度高，以第一产业为主。东部生境质量高，非建设用地占比高。低值区乡村早期通过“就地工业化”推进乡镇企业及个体私营企业在乡村的发展，但生产扩张也导致生态破坏，生态功能降低。

3.2 乡村“三生”功能间的交互作用

3.2.1 乡村“三生”功能间的总体关系

由表 3 可知，农业生产与生态功能、非农生产与生活功能间均呈显著正相关（$P<0.01$），农

业生产与非农生产功能、农业生产与生活功能均为负向显著相关。这是因为乡村土地属有限资源，具有低排它性和高竞有性两种特征，即一项功能的增强可能会削弱另一项功能的发展[22]，研究区非农生产在发展初期产业用地不断扩张，农用地受到挤压，农业生产功能减弱；而生活功能如基础设施配置的提升会对农用地肌理格局造成破坏，因而均呈负向关联。

表 3　乡村“三生”功能间的相关性

功能类型	相关系数			
	农业生产功能	非农生产功能	生活功能	生态功能
农业生产功能	1.000	−0.498 ** (0.001)	−0.405 ** (0.007)	0.405 ** (0.007)
非农生产功能	−0.498 ** (0.001)	1.000	0.628 ** (0.001)	−0.289 (0.060)
生活功能	−0.405 ** (0.007)	0.628 ** (0.001)	1.000	−0.276 (0.074)
生态功能	0.405 ** (0.007)	−0.289 (0.060)	−0.276 (0.074)	1.000

注：** 指通过 0.01 的显著性水平检验；括号内数据为 Sig.（双侧）。

3.2.2　乡村“三生”功能间的局部关系

如图 2 所示，农业生产与非农生产功能（图 2a、图 2d）、农业生产与生活功能（图 2b、图 2g）、非农生产与生态功能（图 2f、图 2k）、生活功能与生态功能（图 2i、图 2l）均呈负向作用。而农业生产与生态功能、非农生产与生活功能在局部上呈现作用方向与强度上的差异。由图 2c、图 2j 可知，生态对农业生产功能呈负向影响的地域集中分布在西南部，呈正向影响最大的区域主要分布于东南部。农业生产对生态功能总体呈正向影响，由西向东逐渐增强。由图 2e、图 2h 可知，生活功能对非农生产功能总体呈正向作用，并由西北部向东南部递增影响。非农生产对生活功能呈负向影响的区域分布在西北部及中部，呈正向影响的区域主要分布在西南部与东南部。

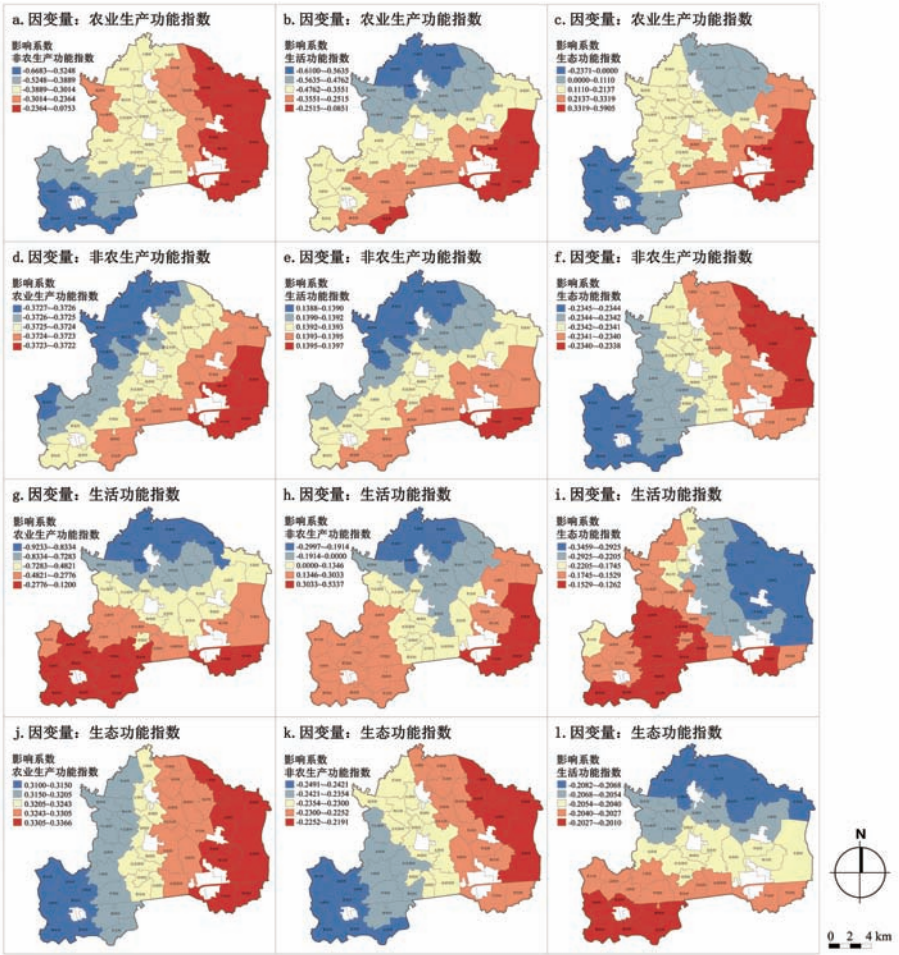


图 2　乡村“三生”功能间相互作用关系的空间差异

3.3 乡村“三生”功能空间分化类型及调控路径

3.3.1 乡村“三生”功能空间分化类型

由图 3 可知，研究区乡村划分出单极化发展型、复合协调发展型、滞后发展型 3 种功能空间大类，共包含 14 种功能空间小类。单极化发展型乡村数量占比最大（39.50%），分布重心在研究区外围乡村；滞后发展型乡村主要分布在中部及东南部；复合协调发展型乡村数量占比 23.20%。

3.3.2 基于乡村“三生”功能空间分化类型的差异化调控路径

本研究依据上位规划《长三角生态绿色一体化发展示范区先行启动区国土空间总体规划（2021—2035 年）》与研究区乡村空间分化类型（图 3），确定发展导向（图 4），并结合功能间交互关系、资源禀赋、产业基础等，提出差异化调控路径。

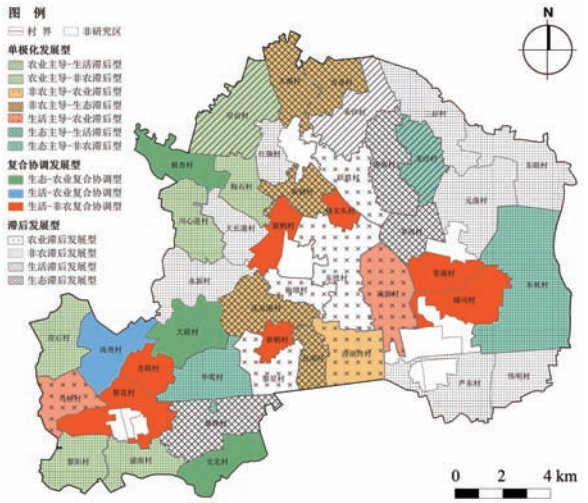


图 3 乡村功能空间分化类型

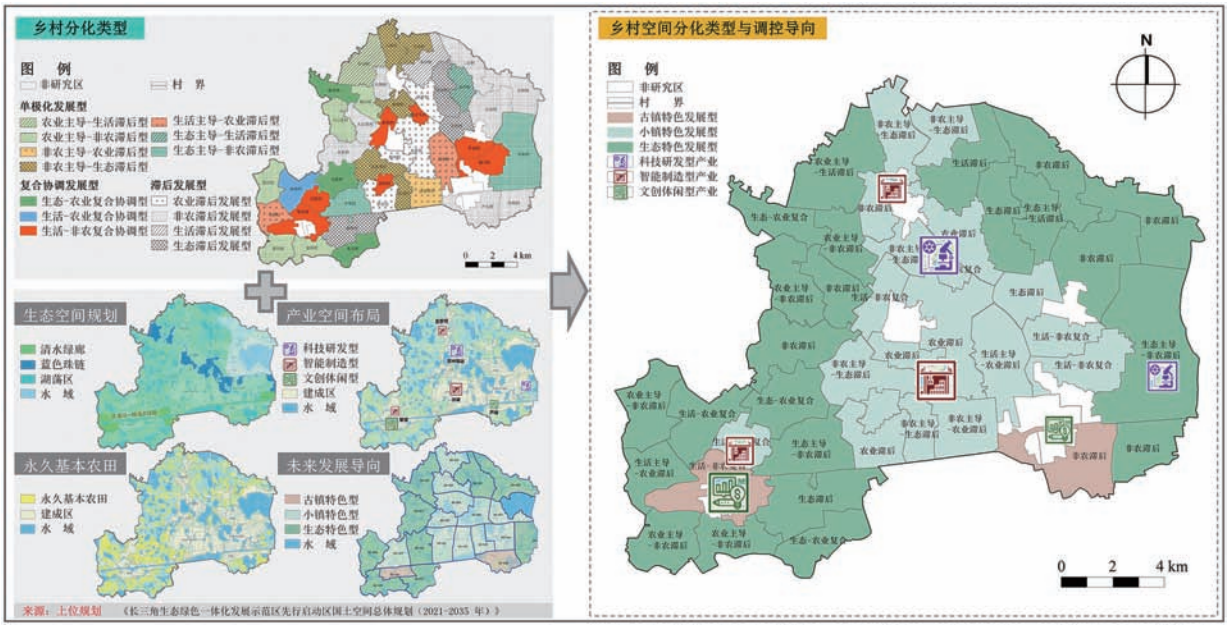


图 4 乡村空间分化类型与调控导向

1）单极化发展型乡村：短板补齐，结构升级。单极化发展型乡村指村域存在某一类主导功能，同时存在一个或多个短板功能。此类乡村应补齐短板，发挥主导功能优势，推进产业结构转型升级。对于农业主导型，发展导向为生态特色型。此类乡村耕地资源优良，永久基本农田面积占比高。未来应建设高标准基本农田，严格保护耕地；部分乡村基础服务设施建设存在短板，可适度开发生态休闲服务业，为产业发展提供硬件设施保障的同时，可提升居民生活水平。对于非农主导型，发展导向为小镇特色型，产业导向为科技研发型与智能制造型。此类乡村土地开发强度大，用地类型以工业用地为主，农业和生态功能弱。未来应提高环保准入门槛，推进低端制造业绿色创新发展与产业升级。对于生活主导型，发展导向为生态特色型和小镇特色型。此类乡村经济发展水平较高，以非农产业为主，农用地粗放利用和闲置现象并存。未来可整合存量用地资源，联动周边乡村，实现优势功能的协同互补。对于生态主导型，发展导向为生态特色型，部分

村域产业导向为科技研发型。此类乡村生态稳定性强，但产业结构单薄，公共服务基础设施配备不完善。未来可争取生态补偿等政策支持；整合文化和生态休闲资源，推动非物质文化遗产传承与活化；完善公共服务设施，营造“工作+生活”的理想之乡。

2）复合协调发展型乡村：村域联动，功能协同。复合协调发展型乡村指具备两种及以上主导功能的村域。此类乡村应注重与周边村域的协同发展，辐射带动短板功能转型提升。对于生态–农业复合协调型，发展导向为生态特色型。该类村域生态景观优良，农业生产条件较好。未来可在“生态优先”理念下，构建一二三产相融的大农业体系[3]；加强公共服务与产业配套设施建设，将生产与生活功能的冲突效应转变为协同发展优势。对于生活–非农复合协调型，发展导向为古镇特色型和小镇特色型。古镇特色型村域应深入解码乡村文化基因，优化公共文化服务体系建设；小镇特色型村域可建设文创休闲、智能制造及科技研发型产业社区，基于不同群体出行及设施使用特征，建立多元化生活圈。对于生活–农业复合协调型，发展导向为生态特色型。该类村域公共服务设施条件较好，以农业为主导产业。未来应优化农业生产空间布局，发挥生活功能、农业生产与景观资源优势，赋能相邻村域的产业社区发展。

3）滞后发展型乡村：资源统筹，布局优化。滞后发展型乡村指无明显主导功能，且具有至少一项短板功能的村域。此类乡村需立足资源禀赋，从产业、文化、生态等多方位进行谋篇布局。对于农业滞后发展型，发展导向为小镇特色型。该类村域具有工业发展基础，但技术水平较低，创新动力不足。未来应建立低效工业用地减量退出相关机制，“腾笼换鸟”以推进产业升级。对于非农滞后发展型，发展导向包括生态特色型、古镇特色型和小镇特色型。该类村域具有江南水乡特色，但多数乡村公共服务设施配备不完善，产业结构单一。生态特色型与古镇特色型村域可将休闲、传统农渔业与现代产业要素交叉重组，打造江南水乡生态休闲 IP；小镇特色型村域可借力长三角一体化公共服务资源布局政策，补充并推进公共服务设施与文化、休闲、康养等非农产业深度结合。对于生活滞后发展型，以生态特色型为发展导向。此类村域江南水乡风貌突出，具有塘浦圩田的特殊肌理，但基础设施建设薄弱。未来应补齐乡村基础设施短板，关注周边村域对文化、休闲等生活服务的多元化需求，建设功能复合的服务设施。对于生态滞后发展型，发展导向包括生态特色型和小镇特色型。该类村域生态基底良好，具备一定产业基础，但未形成优势主导产业，且在产业发展过程中对生态环境形成干扰，削弱了生态功能。未来应完善生态补偿机制，推进乡村土地综合整治，严守资源安全底线，强化生态保护修复。

4　讨论

本研究立足村域尺度，以苏州市汾湖高新区为例，探析长三角发达地区乡村“三生”功能空间分化特征、规律及类型。研究发现，研究区非农生产水平高于农业生产功能，印证了吴可人等[23]提出的长三角地区乡村经济结构经历从“一二三”向“二三一”根本性转变的观点。生活功能高值区集中分布于距城镇较近，交通区位条件优越的乡村，这与张振龙等[7]的研究结果一致。生态功能水平整体较高，2020 年汾湖实施启动了太浦河“沪湖蓝带”计划，意在打造长三角示范区生态治理样板工程，将生态价值转换为经济发展优势，由此提升了汾湖高新区内太浦河沿线村庄的生态功能水平[24]。“三生”功能间的交互作用在全局层面呈现与既有研究基本一致的规律[25]，局域层面受乡村资源禀赋、土地开发强度、经济发展水平等要素的影响形成空间异质。

目前研究仍存在不足，乡村“三生”功能协同发展水平在不同尺度下呈现差异性响应特征，未来还需对不同尺度展开研究，探析不同尺度间的内在影响机制。

5　结论

1）研究区各村域“三生”功能发展水平存在显著空间分异。非农生产功能发展水平整体高于农业生产功能；非农生产功能显著依托土地开发强度高的城镇社区形成向外辐射的产业带动效应；

生活功能具有显著的空间集聚性；生态功能水平整体较高。

2）乡村“三生”功能间的交互关系在全局与局部尺度存在一致性，同时具有方向与强度的差异性。农业生产与生态功能、非农生产与生活功能在全局关系上均呈显著正相关，但在局部关系上其功能间的关系既存在正向影响，也存在负向影响，协同效应与冲突效应并存。

3）研究区乡村划分为单极化发展型、复合协调发展型、滞后发展型 3 种功能空间大类，共包含 14 种功能空间小类。依据功能空间特征、交互关系与发展特色上的差异，因地制宜提出调控路径，可为长三角发达地区乡村振兴战略的精准实施提供重要决策参考与实践指引。

参考文献

[1]任国平,刘黎明,孙锦,等.基于“胞-链-形”分析的都市郊区村域空间发展模式识别与划分[J].地理学报,2017,72(12):2147-2165.

[2]甄雨,马晓冬,孙昕哲.村域尺度的城郊乡村多功能演化与发展路径:以徐州市铜山区为例[J].地理科学进展,2024,43(3):446-457.

[3]刘祖云,刘传俊.后生产主义乡村:乡村振兴的一个理论视角[J].中国农村观察,2018(5):2-13.

[4]QU Y B,ZHAN L Y,ZHANG Q Q,et al.Unpacking the ‘supply-utilization-demand’ interplay:keys to multifunctional sustainability in rural China[J].Geography and Sustainability,2024,5(3):445-458.

[5]金云峰,俞为妍,汪翼飞.基于规划视角的城乡绿地发展模式研究[J].中国城市林业,2014,12(2):44-47.

[6]自然资源部.深化“多规合一”改革,提高村庄规划编制质量和实效[J].城乡规划,2024(3):1-4.

[7]张振龙,侯琰珍,孙鸿鹄,等.乡镇街道尺度国土“三生”空间功能评价及协调关系[J].自然资源学报,2022,37(11):2898-2914.

[8]MA W Q, JIANG G H, LI W Q, et al. Multifunctionality assessment of the land use system in rural residential areas: confronting land use supply with rural sustainability demand[J]. Journal of Environmental Management,2019,231:73-85.

[9]朱欣怡,高金龙,安丰平.乡村多功能:内涵、进展与展望[J].地理科学进展,2024,43(6):1233-1246.

[10]DUAN Y M,WANG H,HUANG A,et al.Identification and spatial-temporal evolution of rural “production-living-ecological” space from the perspective of villagers’ behavior - a case study of Ertai Town,Zhangjiakou City[J].Land Use Policy,2021,106:105457.

[11]ZHOU H T,WU X D,NIE H X,et al.Coupling coordination analysis and obstacle factors identification of rural living-production-ecological functions in a farming-pastoral ecotone[J].Ecological Indicators,2024,158:111398.

[12]WANG X,LIU Y,SHAO Y,et al.Evolution pattern and mechanism of rural areal functions in Xi’an metropolitan area,China[J].Habitat International,2024,148:103088.

[13]苑韶峰,黄洁雨,朱从谋,等.都市圈“三生”功能空间关联网络特征与形成机制分析:以杭州都市圈为例[J].中国土地科学,2024,38(5):56-67.

[14]程宪波,陶宇,欧维新.江苏省乡村三生功能耦合协调时空变化特征分析[J].长江流域资源与环境,2022,31(1):222-233.

[15]金云峰,李涛,王俊祺,等.基于协同度量化模型的城乡绿地系统布局调适方法[J].中国园林,2019,35(5):59-62.

[16]董金玮,周岩,尤南山,等.2000—2022 年中国 30 米年最大 NDVI 数据集[DS/OL].国家生态科学数据中心,2021.https://doi.org/10.12199/nesdc.ecodb.rs.2021.012.https://cstr.cn/15732.11.nesdc.ecodb.rs.2021.012.

[17]曾凯豪,唐健,杨剩富.土地利用功能权衡协同关系及其驱动因子研究:以武汉市为例[J].中国土地科学,2024,38(6):66-77.

[18]HENDERSON J V,STOREYGARD A,WEIL D N.Measuring economic growth from outer space[J].The American Economic Review,2012,102(2):994-1028.

[19]周侗,王佳琳.中原城市群乡村“三生”功能分区识别及调控路径[J].地理科学,2023,43(7):1227-1238.

[20]刘玉,郜允兵,潘瑜春,等.基于多源数据的乡村功能空间特征及其权衡协同关系度量[J].地理研究,2021,40(7):2036-2050.

[21]张利国,王占岐,魏超,等.基于村域多功能视角的乡村振兴策略:以鄂西郧阳山区为例[J].资源科学,2019,41(9):1703-1713.

[22]房艳刚,刘继生.基于多功能理论的中国乡村发展多元化探讨:超越“现代化”发展范式[J].地理学报,2015,70(2):257-270.

[23]吴可人.长三角地区乡村空间变迁特点、存在的问题及对策建议[J].农业现代化研究,2015,36(4):666-673.

[24]金云峰,杜伊,陈光.生态工程综述:基于“风景园林工程与技术”二级学科的视角[J].中国园林,2015,31(2):89-93.

[25]徐凯,房艳刚,周宇航.基于“三生”视角的镇域乡村功能空间分化研究:以山东省为例[J].地理科学进展,2023,42(4):644-656.