

DOI: 10.5846/stxb202012153188

黄甜,郭青海,邹凯,李达维,易海军.乡村复合生态系统中村庄的社会经济生态位研究.生态学报,2022,42(1):105-115.

Huang T, Guo Q H, Zou K, Li D W, Yi H J. Research on the socio-economic niche of villages in rural complex ecosystem. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(1):105-115.

乡村复合生态系统中村庄的社会经济生态位研究

黄 甜^{1,2}, 郭青海^{3,*}, 邹 凯⁴, 李达维⁵, 易海军⁶

1 中国科学院城市环境研究所, 厦门 361021

2 中国科学院大学, 北京 100049

3 浙江理工大学建筑工程学院, 杭州 310018

4 江西农业大学林学院, 南昌 330045

5 中山大学地理科学与规划学院, 广州 510275

6 宁波市镇海规划勘测设计研究院, 宁波 315202

摘要:为研究村庄社会经济子系统在乡村社会生态网络中的地位等级与未来发展潜力,提出社会经济生态位的概念,并以生态位的“态”“势”理论为基础,利用主成分分析法、引力模型结构与社会网络分析方法对厦门岛外 260 个行政村的社会经济生态位进行计算。研究发现:(1)村庄社会经济生态位的“态”值分布具有不均衡性,厦门岛外村庄“态”值得分较高的村庄多聚集于厦门岛外南部与同安工业区。(2)村庄社会经济生态位的“势”值高低受地理空间与资源禀赋共同作用,厦门岛外“势”值得分较高的村庄集中在自身发展条件优越且地理位置处于区域核心位置的同安工业区与靠近厦门岛的集美大学城区。(3)相比自然子系统,乡村社会经济子系统更强调村庄之间的互动性,社会经济生态位得分中 4 个行政村村庄平均得分由高到低依次为集美区>同安区=翔安区>海沧区。研究为乡村复合生态系统的生态位研究提供了新的研究视角与方法,与传统生态位的计算方法相比更加强调村庄在实际发展中的互动性与带动作用,可以为村庄发展规划与居民福祉研究提供科学基础与理论依据。

关键词:社会经济生态位;乡村复合生态系统;社会网络分析;引力模型;村庄

Research on the socio-economic niche of villages in rural complex ecosystem

HUANG Tian^{1,2}, GUO Qinghai^{3,*}, ZOU Kai⁴, LI Dawei⁵, YI Haijun⁶

1 Institute of Urban Environment, Chinese Academy of Sciences, Xiamen 361021, China

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 School of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China

4 Forestry College of Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

5 School of Geography and planning, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China

6 Zhenhai Urban Planning and Survey Research Institute of Ningbo, Ningbo 315202, China

Abstract: As the second-largest human habitat after cities, village's niche directly affects the living standards of residents. To measure the village's current development level and the status in the rural social-ecological network and future development potential, a new socio-economic niche was proposed in this article and analyzed by basic ecological concepts. The specific research method is based on the 'state' and 'potential' theory of niche and using principal component analysis, gravity model structure, and social network analysis method to calculate the socio-economic niche of 260 administrative villages outside Xiamen Island. The research results show that: (1) The distribution of the 'state' value of

基金项目:国家自然科学基金项目(31872688);国家重点研发计划项目(2017YFC0505803);广东省自然科学基金面上项目(2020A1515011223);高校基本科研业务费中山大学青年教师培育项目(19LGPY51)

收稿日期:2020-01-21; **网络出版日期:**2021-08-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: qhguo@zstu.edu.cn

the village's socio-economic niche is uneven and the high level are mostly clustered in the southern area and the Tong'an Industrial area. Clusters are mostly affected by the radiation on the island and also their own development conditions. On the scale of each district, different villages' development levels are quite different because of the development level of the same species in the same birth is not only affected by outside environment but also limited by the biological conditions. (2) The 'potential' value of the village's socio-economic niche is affected by the combination of geographic space and resource endowments. Villages outside Xiamen Island with higher 'potential' are concentrated in Tong'an and the Jimei University City, which has superior development condition and geographical location at the core of the region. The villages in the northern mountainous area of Xiamen are mostly connected in a single line and has the weakest influence. (3) Compared with the natural subsystem, the social and economic niche of the villages of Xiamen Island studied by the social network analysis method aims to focus on the interaction between the surrounding villages. Jimei District's north zone near the island area performs best; Tong'an District, which is located in the study area's center, it is strongly driven by the industrial zone, and Xiang'an District, which has limited development but has more regionally-central villages, are the second-best; next, it is Haicang district that has well-developed but located at the edge of the study area; in the end, it's the mountainous area in northern Xiamen which has the weakest overall performance. This paper Introduces the gravity model and social network analysis method to analyze the social and economic niche in the rural composite ecosystem, which can provide a new research perspective and also a scientific basis for the study of village development planning and residents' welfare.

Key Words: socio-economic niche; rural composite ecosystem; social network analysis; gravity model; village

生态学是研究生物与环境之间相互关系的科学,最初应用于自然界中各生物种群、群落与生态系统的研究^[1]。随着人类社会的不断发展,城市群落与乡村聚落在自然界基质中嵌入的斑块数量不断增加,以城市与乡村为代表的人工、半人工生态系统成为继自然生态系统之后生态学研究的主要对象,城市生态学与乡村生态学应运而生,并逐渐成为生态学研究领域的一大热点^[2-4]。1999年8月昆明全国城市生态学术讨论会提出城市复合生态系统研究框架,建议城市生态研究对象上要从以物与事为中心转向以人中心^[5],人类福祉成为城市与乡村复合生态系统研究的首要目标^[6-8]。

与自然生态系统不同,城市与乡村复合生态系统以人类活动为主导^[9],包含自然子系统、社会子系统与经济子系统,各子系统之间彼此依托、相辅相成^[10],因其内部结构的庞大与复杂性,有学者逐渐提出以景观生态学方法研究社会-经济-自然复合生态系统从而探讨可持续城市与人类福祉的实践途径^[11-12]。在城市与乡村复合生态系统的结构-服务-生态位研究体系中(图1),自然子系统为社会子系统提供二次加工的基础物质条件,经过加工的产品通过经济子系统生产、消费、流通等环节进行调控分配并生成经济效益,所得经济效益通过进一步调控社会资源、改善自然环境向社会子系统与自然子系统进行逐级正向反馈,以此不断循环改善居民环境、提升居民生活质量和生活水平,最终实现人类福祉的目标。以人类活动为主导的社会子系统与经济子系统为合理高效利用自然资源,提高城乡居民生活水平起着关键作用,为与自然环境子系统区分,本文统称为社会经济子系统,与之对应的生态位称为社会经济生态位。

生态位一词最初由 Johnson 在 1910 年提出,认为“同一地区的不同物种可以占据环境中的不同生态位”^[13],此后诸多学者对生态位进行了概念阐述与定义^[14-16]。1988 年,王如松先生将生态位理念应用于城市生态学,提出“一个城市或任何一种人类栖境给人类活动所提供的生态位为城市生态位,是指它所提供给人们的或可被人们所利用的各种生态因子(如水、食物、建筑……等)和生态关系(如生产力水平、生活质量……等)的集合”^[17]。在此基础上,本文将城乡社会经济生态位定义为城乡复合生态系统中社会经济子系统所能提供的或可被人们利用的社会服务与经济条件水平及城市乡村物种间相互作用关系与所处地位。社会经济生态位代表着城市与乡村社会经济子系统的发展条件与发展现状,更高社会经济生态位的城市与乡村能

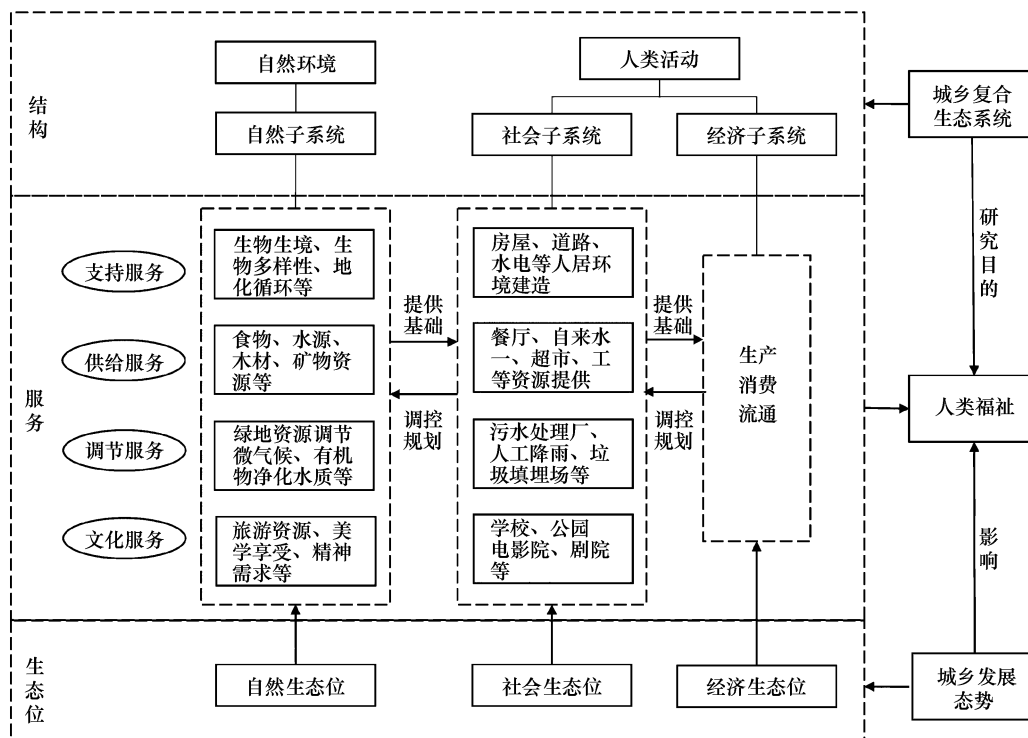


图 1 城乡复合生态系统结构-服务-生态位分析图

Fig.1 Structure-service-niche analysis diagram of urban-rural complex ecosystem

为居民提供更好的生活环境,研究社会经济生态位有利于更合理高效的调控分配自然资源、改善城乡居民水平,促进城乡聚落发展,为实现可持续发展与人类福祉打下坚实可靠的科学基础。

生态位态势理论^[18]认为生物单元的生态位应包含“态”和“势”两个方面,两者综合体现了特定生物单元在生态系统中的相对地位与作用^[19]。近年来,态势理论被越来越多的应用到城乡复合生态系统的生态位研究领域^[20-22],以城市或乡村“态”和“势”两方面的属性来综合表征城市或乡村现状发展水平及其与其他城市与乡村区域相比所具有的地位等级^[23]。在城乡复合生态系统“态”值的计算中,常从社会-经济-生态三个维度选取指标进行指标体系建立与计算^[24]。在城乡复合生态系统“势”值的计算中,主要依据各城市或乡村历年来多个指标的增長量与增長率以代表其发展潜力^[25],并依此与“态”值结合,利用数学模型对城乡复合生态系统生态位进行计算。但“势”值计算方法更多关注城乡区域的未来发展潜力,忽视了城乡区域在城乡生态网络中的地位与作用大小,因此其计算的生态位结果较为偏颇。

本研究从厦门市岛外乡村复合生态系统展开。厦门地域范围小,乡村与城市区域连接紧密,空间分离不明显,与传统村落相比发展模式差别较大,受城市化进程影响极大,此类乡村具有一定城市特征,具体表现为:(1)第一产业占比低,不以农业为刺激经济增长的主要动力;(2)人口流动大,外出务工人口与进村务工人员相当,并因此衍生出较多餐饮与住宿服务等第三服务业;(3)规范化的管理制度,乡村文明度与创新度较高。由于这类乡村的特征与城市的特征具有某些相似之处,可称为城市化乡村^[26],研究厦门岛外乡村复合生态系统可为处于高速城市化进程影响下的乡村聚落发展的未来模式提供指引。本文在社会经济生态位的计算中从社会-经济-人口三个维度进行指标选取,引入社会网络分析方法与引力模型,相比传统村庄生态位的计算更注重各村庄点在整体村庄生态网络中所处的地位与作用,科学评估村庄各自所具有的社会经济生态位等级。本文为研究村庄社会经济生态位提供了新的研究视角与研究方法,可以为村庄发展规划与居民福祉提供科学基础与理论依据。

1 研究对象及数据来源

1.1 研究对象

厦门市位于福建省东南部,与漳州、泉州相连,地处闽南金三角中部,是东南沿海重要的中心城市。亚热带海洋性季风气候,温和多雨,年平均气温 21°C 左右,地形以滨海平原、台地和丘陵为主。厦门市陆地面积 1699.39km^2 ,海域面积 390km^2 左右,本文的研究范围为岛外的集美区、海沧区、同安区与翔安区四区,共计 260 个村庄,总占地面积为 1541.63km^2 ,如图 2 所示。受城市化进程的影响,2015—2019 年间,岛外四区全年地区生产总值增长 172%、人口数量增长 127%;增长量分别占全市增长量的 46%与 60%,社会公共服务设施投入不断增加,乡村复合生态系统呈正向演替态势。

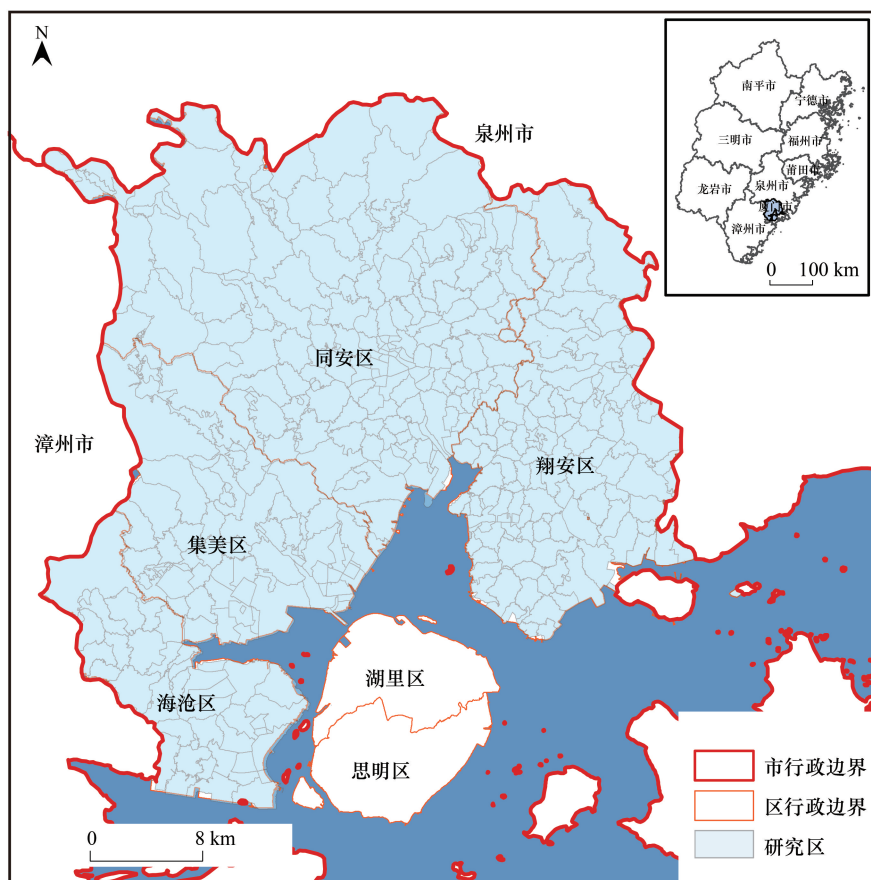


图 2 厦门市岛外四区地理位置图

Fig.2 Location map of the study area

1.2 数据来源

文中采用的数据分析指标主要包括 3 大类 16 小项:

(1) 社会经济数据:2017 年厦门市农经统计站农村经济收益分配统计表中总人口、非农产业人口占比、外出务工人口占比、劳动力人口占比、农村经济总收入、村集体经营收入、农民人均收入、非农产业产值占比、村总支出、耕地面积 10 项指标,表征各行政村经济收入、人口聚集与产业发展状况。

(2) 公共服务设施 POI 数据:2017 年厦门市岛外村庄教育资源类、医疗保健类、出行服务类、风景名胜类、生活服务类 5 类与居民生活质量息息相关的公共服务设施分布数量,表征村庄公服设施分布水平与社会经济发展状况。

(3) 村庄距离数据:经爬取从百度地图获得厦门市岛外各行政村两两之间驾车行驶公里数,表征行政村

之间的距离。

2 研究方法

2.1 主成分分析

由于初步选取指标较多,本文利用主成分分析法对较为主要且相互独立的指标进行筛选并进行权重配比。主成分分析法在社会经济统计分析中应用非常广泛,其目的是使在高维空间中的研究样本通过降维得到简化,并尽量保留原变量的信息量^[27]。主成分分析权重确定的步骤如下^[28]:

(1)利用极值法对指标标准化。设 m 个指标 n 个村庄对象的原始数据矩阵为 $A = (a_{ij})_{m \times n}$,对其归一化后得到 $R = (r_{ij})_{m \times n}$ 。

(2)计算相关系数矩阵 R 。

(3)计算相关系数矩阵的特征值和特征向量。

(4)计算贡献率及累计贡献率 W_i 。

(5)计算组成成分载荷 l_{ij} 。

(6)计算权重 W_2 。

用 Spss 25.0 软件对数据进行主成分分析的过程中,经过步骤 4 可以确定出指标体系中第二层的权重值;通过步骤 5 的因子载荷图分析,可以确定出第一层指标的权重,由此指标体系权重得以确定。

2.2 引力模型

引力模型广泛应用于城市群与乡村聚落空间作用关系等领域^[29-30],用以计算不同质量与发展水平的物质之间其相互作用力及作用关系,在乡村聚落中可有效地反映出行政村聚落中各个行政村所具有的发展潜力及其地位与作用,因此本文选用其计算结果作为指标来度量社会经济生态位中的“势”值。文中的引力模型计算公式为:

$$F_{ij} = \frac{K_i K_j}{r_{ij}^2}$$

其中, F 为各行政村之间的相互作用力; i, j 为第 i 和第 j 个行政村; K 为各行政村的乡村发展水平得分; r 为行政村之间的驾车行驶距离。

2.3 社会网络分析

社会网络分析(SNA)研究方法被广泛应用于各种社会网络组织结构分析^[31],近年来,已有部分学者将其引入城市群空间组织结构分析,考察城市群的整体网络密度特征、密度与结构^[32]。本文应用社会网络分析方法中的核心边缘分析分析厦门市岛外各行政村社会经济生态位的“态”值与“势”值,最终对 260 个行政村进行生态位等级分级。

“核心-边缘”模型能区分出网络结构的核心区与边缘区,核心区行动者之间联系紧密,构成凝聚子群^[33],在网络结构中处于优势地位;边缘区行动者相互之间存在较少的关系或不存在关系,在网络结构中处于不利地位^[34]。本文依据“核心-边缘”模型对村庄相互作用强度矩阵进行核心度计算,以此识别村庄所具有的社会经济生态位大小,并进行分级。

3 分析结果

3.1 社会经济生态位“态”值

利用 Spss 25.0 软件的主成分分析法对数据指标进行筛选及权重计算,最终提取 8 项指标建立乡村发展水平指标体系(表 1),为厦门岛外村庄社会经济生态位“态”值的计算提供基础。指标体系的建立依据为:总方差解释率为 84.64%,KMO 取样适切性量数为 0.728,巴特利特球形度检验显著性为 0,表明可对该指标体系进行主成分分析进行权重确定,结果具有可信度。最后利用主成分分析法分析结果中的方差贡献率、主成分

矩阵与主要特征根进行指标权重计算。

表 1 指标权重表
Table 1 Index weight table

| 项目 Project | 指标大类 Mainclass | 指标子类 Subclass | 指标权重 Weight |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 乡村发展水平(y) Rural development level | 人口 | 总人口(x_1) | 0.101509 |
| | | 非农产业人口占比(x_2) | 0.049327 |
| | | 劳动力人口占比(x_3) | 0.097648 |
| | 经济 | 农村经济总收入(x_4) | 0.130655 |
| | | 非农产业产值占比(x_5) | 0.150724 |
| | | 医疗保健(x_6) | 0.159386 |
| | 社会 | 交通出行(x_7) | 0.146655 |
| | | 科教文化(x_8) | 0.164095 |

依据指标权重(表 1)对厦门岛外乡村发展水平进行得分评价,绘制岛外乡村社会经济生态位“态”等级分布图(图 3)。从岛外四区村庄群落演替角度来看,集美区村庄演替已到达较为成熟的阶段,聚集度极高,区内村庄整体划分为界限明显的 IV、III、II 级村庄;其次为海沧区与同安区,区内村庄发展开始表现出一定的聚集性,同安中部与同安、集美南部 IV 级村庄组团正在形成;翔安区村庄群落生态演替处于初级演替阶段,发展水平各异,且优势村庄无聚集。从岛外村庄发展水平分布情况来看,厦门岛外乡村社会经济生态位“态”值高低受地理位置条件影响较大,在海沧、集美、同安三区,村庄“态”值分布等级由南向北整体上表现出由 IV 级向 I 级逐级降低的趋势。

3.2 社会经济生态位“势”值

将乡村发展水平得分与各行政村之间距离数据代入引力模型,可计算出行政村两两之间相互作用强度,将结果在 Arcgis 10.5 软件中进行空间分析,得到厦门岛外村庄社会经济生态位“势”值分布图(图 4)。从村点出发的连线越多,线条越粗,代表该村在整体村庄社会经济生态网络中影响作用越大,地位越高,村庄发展潜力越大,“势”越良好。如图 4 所示,厦门岛外乡村社会生态网络层级分布,IV 级联系强度村庄在集美南部与同安中部成聚集态势,其分布结果与同安工业区(图 4A 点)、集美区大学城区(图 4B 点)地理位置一致,依据其作为人口密集区能流量大的特点成为衔接厦门岛与岛外其他村庄的枢纽;III、II 级联系强度村庄在除厦门北部山区外的区域分散分布,承担起吸引局部流量,促进组团发展的作用;厦门北部地区村庄连接线稀疏,基本为 I 级联系强度,势值较低。

3.3 社会经济生态位等级性与分布

将厦门岛外村庄相互作用强度矩阵代入 Ucinet 软件进行核心度计算得到乡村社会经济生态位,利用自然断裂法分为 4 个等级,等级越高表明生态位所处级别越高,如图 5 所示。厦门岛外乡村社会经济生态位等级受地理位置条件影响强烈,表现优越的 IV 级村庄共 5 个,集中于同安区;III 级村庄有 57 个,围绕厦门岛环形分布,呈现中心向两翼延伸的格局;II 级村庄有 97 个,在 IV、III 级村庄外围蔓延分布;最外围村庄等级最低,

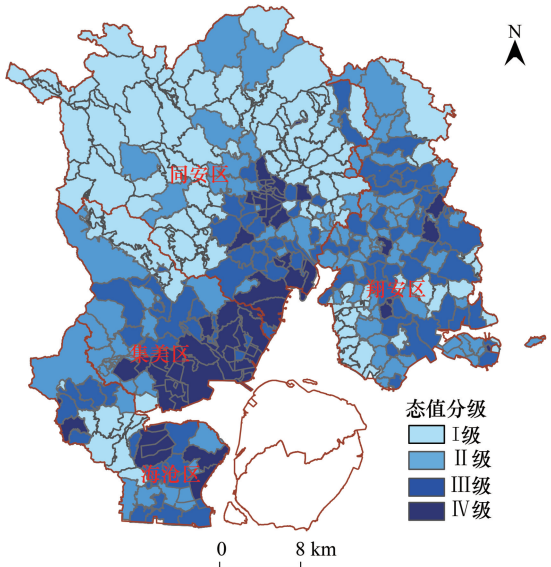


图 3 厦门岛外四区村庄社会经济生态位“态”等级分布图
Fig.3 Distribution map of social-economic niche ‘state’ levels of study area

101 个 I 级村庄围绕研究区域边界片状分布,多集中于厦门同安北部山区地带。与“态”值分布结果不同,社会网络分析方法所计算的社会经济生态位更注重村庄在社会经济网络中的等级性与其对周边村庄的带动性,处于研究区域中心位置的村庄拥有更大的辐射范围与影响频度,因此所识别的翔安片区 III、II 级社会经济生态位村庄比海沧更多,区级尺度整体表现更好,从地理位置所影响的厦门岛外村庄社会经济生态位分布结果而言,南部优于北部,中心优于外围。

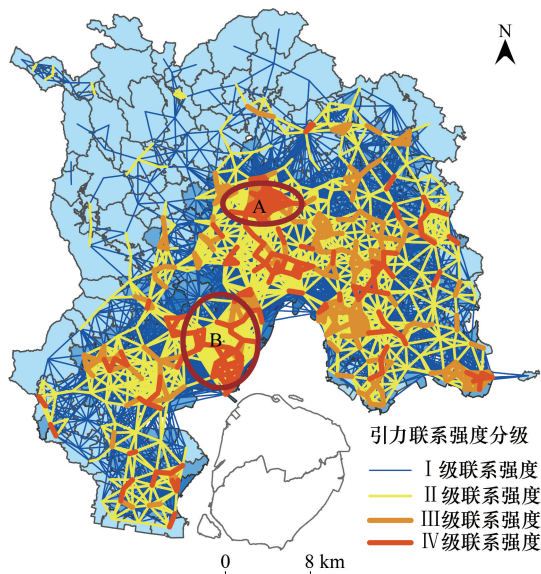


图 4 厦门岛外 4 区村庄社会经济生态位“势”值分布图

Fig.4 Distribution map of social-economic niche 'potential' levels of study area

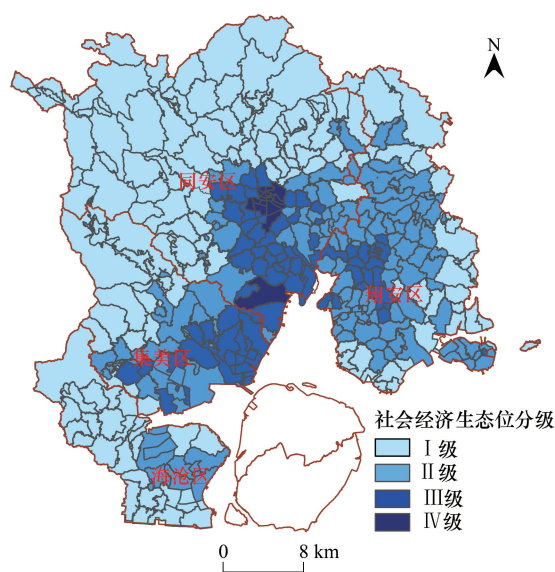


图 5 社会经济生态位等级分布图

Fig.5 Distribution map of socio-economic niche hierarchy

从研究区域整体村庄分布等级及其之间的相互关系而言(图 6),因资源的有限性、人口产业的流动性与信息的交互性,不同等级社会经济生态位的村庄间带动关系(高对低)与促进关系(低对高)同时存在,同等级的村庄中竞争关系与合作关系也同时存在。图 7 显示了村庄社会经济生态位在态值和势值变化时所处的分布状态,社会经济生态位等级越高的村庄,其所占有的人口、经济、产业与地理位置等社会资源得分也更优异。尤其是同安区朝元村、碧岳村、阳翟村、潘涂村、祥桥村这 5 个 IV 级村庄占据了最多的优质资源并且快速发展,以信息流动与产业效应对周边的村庄形成带动作用。低等级的村庄通过与高等级村庄的资源置换促进其

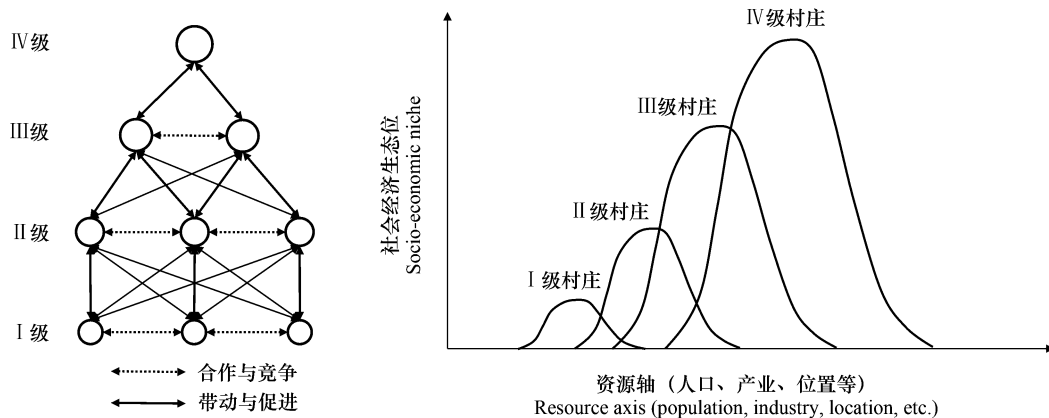


图 6 村庄社会经济生态位等级关系图

Fig.6 Village social-economic niche hierarchy and relationship

发展;同等级的村庄在同种类的资源争夺效应中会产生竞争关系,在各自拥有的不同资源类型时会形成合作关系共生发展;距离越近,村庄间的相关关系越强,反之越弱。最终通过村庄的生态演替与动态效应,形成等级梯度明显,联系紧密的村庄网络组团。

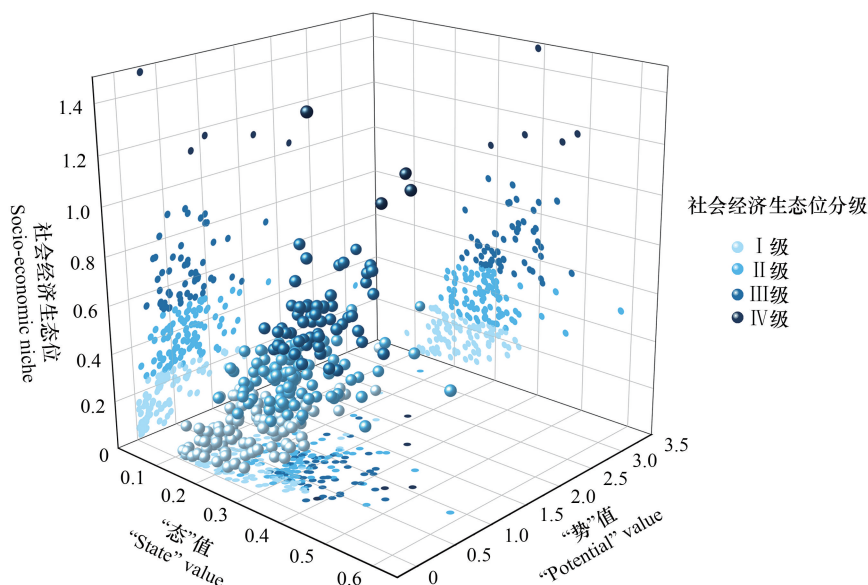


图7 村庄社会经济生态位分布状态

Fig. 7 Socio-economic niche scatter plot

3.4 统计指标分析

对岛外四区村庄“态”值、“势”值和社会经济生态位的平均值、最大值、最小值与标准差四项指标以及各指标得分排名前十的村庄进行统计,由表2、表3可知,“态”值得分中4个行政区村庄平均得分由高到低依次为集美区(0.32)>海沧区(0.28)>翔安区(0.27)>同安区(0.23),排名前十的村庄分别为三秀山村、潘涂村、锦园村、石塘村、阳翟村、前场村、凤林美村、上头亭村、铁山村、西亭村,集美、同安与海沧分别占比60%、30%与10%,集美区村庄整体表现最佳,同安区村庄得分离散度为0.1,差异性最大因此整体得分最低。“势”值得分中4个行政区村庄平均得分由高到低依次为集美区(0.79)>翔安区(0.61)>同安区(0.56)>海沧区(0.32),排名前十村庄为新厝村、西山村、朝元村、双岭村、下溪头村、古庄村、碧岳村、洪塘村、锄山村、杏林村,同安、集美与翔安分别占比为70%、20%与10%,集美区村庄表现最优,同安区由于工业聚集区村庄与北部山区村庄得分差异较大因此排名靠后,翔安区因地理位置优于海沧区,因此排名较为靠前,海沧区村庄整体得分最低。社会经济生态位指标中4个行政区村庄平均得分由高到低依次为集美区(0.42)>同安区(0.36)=翔安区(0.36)>海沧区(0.18),排名前10的村庄分别是祥桥村、潘涂村、阳翟村、碧岳村、朝元村、杜桥村、凤岗村、凤林美村、浒井村、叶厝村,同安区与集美区各占比70%与30%,集美区虽整体发展水平最优但最大值村庄分值0.87低于同安区1.91,同安区中部村庄表现优异但北部村庄发展水平较低(图6)离散性最大,因此与翔安区村庄整体发展水平并列第二,海沧区村庄整体得分最低。

4 讨论

4.1 乡村“态”值分布的不均衡性

同一区域不同物种发展水平由生物种自身生长能力与地理条件影响在长时间序列中积累形成,并随着区域的群落演替形成物种自身的种群动态变化,因此生态位“态”值的不均衡性是长期伴随物种进化过程的,它代表着同一群落中不同物种的发展现状^[35]。在基于生态位的河西走廊县域城市竞合关系研究中,由于各城

市的资源占有程度不同,其生态位“态”值大小也有所不同^[19],与其结果相似,在厦门岛外乡村社会经济生态系统中,不同村庄“态”值分布也具有不均衡性(图3)。厦门岛外村庄“态”值在岛外整体尺度上表现为发展水平较高的村庄多聚集于厦门岛外南部与同安工业区,其聚集较多受岛内辐射带动与自身发展条件影响。在各区尺度上表现为同一区内不同村庄发展水平差异较大,由于同一生境内同一物种发展水平不仅受外在环境的影响,也受生物自身条件的限制,村庄发展不能只依靠政府与外在环境激发,善于利用自身资源并且在周围环境中占据优良发展态势对村庄发展水平高低更为关键。

表 2 分析结果统计表
Table 2 Analysis result statistics table

| 区名 District | 指标 Index | 态值得分 “State” value | 势值得分 “Potential” value | 社会经济生态位 Socio-economic niche | 区名 District | 指标 Index | 态值得分 “State” value | 势值得分 “Potential” value | 社会经济生态位 Socio-economic niche |
|----------------|-------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 海沧区 | Average | 0.28 | 0.32 | 0.18 | 同安区 | Average | 0.23 | 0.56 | 0.36 |
| | Max | 0.46 | 0.68 | 0.32 | | Max | 0.58 | 3.16 | 1.91 |
| | Min | 0.14 | 0.13 | 0.08 | | Min | 0.08 | 0.03 | 0.02 |
| | Std dev | 0.07 | 0.13 | 0.06 | | Std dev | 0.10 | 0.51 | 0.33 |
| 集美区 | Average | 0.32 | 0.79 | 0.42 | 翔安区 | Average | 0.27 | 0.61 | 0.36 |
| | Max | 0.47 | 1.93 | 0.87 | | Max | 0.40 | 1.47 | 0.73 |
| | Min | 0.18 | 0.19 | 0.06 | | Min | 0.15 | 0.10 | 0.06 |
| | Std dev | 0.06 | 0.38 | 0.21 | | Std dev | 0.05 | 0.28 | 0.14 |

表 3 优势村庄统计表
Table 3 Statistical table of advantageous villages

| 序号 ID | 区划 District | 村名 Village | “态”值得分 “State” score | 区划 District | 村名 Village | “势”值得分 “Potential” score | 区划 District | 村名 Village | 社会经济生态位 Socio-economic Niche |
|----------|----------------|---------------|-------------------------|----------------|---------------|--------------------------------|----------------|---------------|---------------------------------|
| 1 | 同安区 | 三秀山村 | 0.577 | 同安区 | 新厝村 | 3.156 | 同安区 | 祥桥村 | 1.478 |
| 2 | 同安区 | 潘涂村 | 0.474 | 同安区 | 西山村 | 2.439 | 同安区 | 潘涂村 | 1.167 |
| 3 | 集美区 | 锦园村 | 0.470 | 同安区 | 朝元村 | 2.207 | 同安区 | 阳翟村 | 1.121 |
| 4 | 海沧区 | 石塘村 | 0.460 | 集美区 | 双岭村 | 1.927 | 同安区 | 碧岳村 | 1.116 |
| 5 | 同安区 | 阳翟村 | 0.443 | 同安区 | 下溪头村 | 1.850 | 同安区 | 朝元村 | 1.039 |
| 6 | 集美区 | 前场村 | 0.436 | 同安区 | 古庄村 | 1.841 | 同安区 | 杜桥村 | 0.894 |
| 7 | 集美区 | 凤林美村 | 0.434 | 同安区 | 碧岳村 | 1.714 | 同安区 | 凤岗村 | 0.893 |
| 8 | 集美区 | 上头亭村 | 0.406 | 同安区 | 洪塘村 | 1.476 | 集美区 | 凤林美村 | 0.872 |
| 9 | 集美区 | 铁山村 | 0.403 | 翔安区 | 锄山村 | 1.473 | 集美区 | 浒井村 | 0.847 |
| 10 | 集美区 | 西亭村 | 0.401 | 集美区 | 杏林村 | 1.439 | 集美区 | 叶厝村 | 0.836 |

4.2 乡村“势”值受地理空间与资源禀赋共同作用

生态位“势”值代表生物种在未来一段时间内的发展潜力与在群落中的地位与作用,具有高“势”值的物种在群落中地位更高,拥有更丰厚的资源与发展条件,村庄“势”值高低除受自身自然资源所影响的发展潜力外,也受地理条件的强烈影响。城乡复合生态系统内,地理位置越处于区域中心位置且自身条件优越的城市与乡村聚落,拥有更良好的与周边城镇的互动力与影响力,辐射能力越强,在未來越具有更好的发展潜力。与环渤海经济圈城市生态位评价中政治地位高、地理条件优越的城市拥有更高的生态位相似^[36],厦门岛外发展潜力最高的村庄也集中在自身发展条件优越(图4),且地理位置处于岛外区域核心的同安工业区,其次为靠近厦门岛的集美大学城区,在厦门北部山区则多成单线联系,村庄影响力最弱。

4.3 乡村社会经济子系统强调村庄之间的互动性

在自然生态系统中,高生态位生物种更重视物种的生存能力与竞争力^[37—38]。以人工生态系统为主的乡

村社会生态系统,则更重视高生态位村庄的带动力与合作力。高生态位的城市与乡村复合生态系统拥有更完善的生活服务,提高区域村庄整体发展水平,改善人居环境,是进行乡村复合生态系统生态位研究最终的目的与意义。厦门岛外村庄社会经济生态位共分为四级,表现优越的 IV 级村庄均集中于同安区;III、II 级村庄围绕厦门岛环形分布,I 级村庄多集中于厦门同安北部山区地带,等级最低(图 5)。以社会网络分析方法所研究的厦门岛外乡村社会经济生态位更注重村庄与周边村庄的互动(表 2),拥有良好发展条件靠近厦门岛区域的集美区表现最优,位于中心位置且受工业区带动性强的同安区与自身发展受限但拥有较多区域偏中心位置村庄的翔安区次之,最后为发展良好但位置较偏的海沧区,厦门北部山区整体表现最弱。

5 结论

本文利用主成分分析法筛选乡村发展评价指标对厦门岛外乡村发展水平即社会经济生态位的“态”进行得分评价,引入村庄距离数据与引力模型对村庄未来发展潜力与其在村庄社会生态网络中的地位与作用即社会经济生态位的“势”进行分析,最后应用社会网络分析方法对厦门岛外区域村庄的社会经济生态位进行分级。研究结果发现地理空间是影响村庄社会经济生态位的首要条件,它影响着村庄自身发展机遇及其与周边村庄的相互作用频度;资源禀赋是影响村庄社会经济生态位的次要条件,它决定同一地区内不同村庄的生长能力、发展潜力及其与周围村庄的相互作用强弱;社会网络分析方法所计算的社会经济生态位更注重村庄在社会经济网络中的等级性与其对周边村庄的带动性,处于研究区域中心位置的村庄拥有更大的辐射范围与影响频度,各行政区村庄平均得分由高到低依次为集美区>同安区>翔安区>海沧区。引入引力模型与社会网络分析方法对厦门岛外乡村复合生态系统中的社会经济生态位进行研究与分析,通过社会经济生态位-“态”值-“势”值的三维关系图可直观展现村庄社会经济生态位在乡村复合生态系统中的分布状态。厦门岛内城市化快速发展和产业结构调整所驱动的产业转移与人口流动使得岛外村庄具有从第一产业向第二产业快速转型的特性,本研究中指标选取主要考虑的是乡村产业转变过程中的衡量指标,将乡村复合生态系统中的社会经济子系统对应的生态位定义为社会经济生态位,并开展相关分析,为今后城乡生态位的研究提供了更为多样化的研究思路,但在未来研究中需要开展社会经济子系统和自然子系统结合的整体性分析。

参考文献(References):

- [1] 孙儒泳,李庆芬,牛翠娟,姜安如. 基础生态学. 北京:高等教育出版社,2002:1-4.
- [2] 杨军. 大数据与城市生态学的未来:从概念到结果. 中国科学:地球科学,2020,50(10):1339-1353.
- [3] Rivkin L R, Santangelo J S, Alberti M, Aronson M F J, de Keyser C W, Diamond S E, Fortin M J, Frazee L J, Gorton A J, Hendry A P, Liu Y, Losos J B, MacIvor J S, Martin R A, McDonnell M J, Miles L S, Munshi-South J, Ness R W, Newman A E M, Stothart M R, Theodorou P, Thompson K A, Verrelli B C, Whitehead A, Winchell K M, Johnson M T J. A roadmap for urban evolutionary ecology. *Evolutionary Applications*, 2019, 12(3):384-398.
- [4] Barot S, Abbadié L, Auclerc A, Barthélémy C, Bérille E, Billet P, Clergeau P, Consales J N, Deschamp-Cottin M, David A, Devigne C, Dham V, Dusza Y, Gaillard A, Gonzalez E, Hédont M, Labarraque D, Le Bastard A M, Morel J L, Petit-Berghem Y, Rémy E, Rochelle-Newall E, Veyrières M. Urban ecology, stakeholders and the future of ecology. *Science of the Total Environment*, 2019, 667:475-484.
- [5] 王如松. 转型期城市生态学前沿研究进展. 生态学报,2000,20(5):830-840.
- [6] 祁文莎,郭青海,洪艳. 基于生态系统服务层级关联性的景观营造实现途径. 生态学报,2020,40(22):8103-8111.
- [7] 田建国,庄贵阳,朱庄瑞. 新时代中国人类福祉的理论框架和测量. 中国人口·资源与环境,2019,29(12):9-18.
- [8] 屠星月,黄甘霖,郭建国. 城市绿地可达性和居民福祉关系研究综述. 生态学报,2019,39(2):421-431.
- [9] 王效科,苏跃波,任玉芬,张红星,孙旭,欧阳志云. 城市生态系统:人与自然复合. 生态学报,2020,40(15):5093-5102.
- [10] 王如松. 高效·和谐:城市生态调控原则与方法. 长沙:湖南教育出版社,1988:48-50.
- [11] 陈希冀,郭青海,黄硕,杨一夫,孙艳伟,肖黎娜. 厦门城市水环境景观格局调整与建设探讨. 生态科学,2018,37(6):97-105.
- [12] Ma X Y, Huang Y S. Construction on industrial ecosystem of marine low carbon city based on composite ecosystem. *Journal of Coastal Research*, 2020, 107(S1):61-64.
- [13] 马世骏. 现代生态学透视. 北京:科学出版社,1990:72-89.

- [14] Leibold M A. The niche concept revisited: mechanistic models and community context. *Ecology*, 1995, 76(5): 1371-1382.
- [15] Valiela I. *Basic ecology*. Eugene P. Odum. The Quarterly Review of Biology, 1984, 59(1): 85-86.
- [16] Cao G X. The definition of the niche by fuzzy set theory. *Ecological Modelling*, 1995, 77(1): 65-71.
- [17] 王如松. 城市生态位势探讨. 城市环境与城市生态, 1988, 1(1): 20-24.
- [18] 朱春全. 生态位势理论与扩充假说. 生态学报, 1997, 17(3): 324-332.
- [19] 聂晓英, 石培基, 吕蕊, 张学斌, 梁变变, 魏伟. 基于生态位理论的河西走廊县域城市竞合关系研究. 生态学报, 2018, 38(3): 841-851.
- [20] 秦立春, 傅晓华. 基于生态位理论的长株潭城市群竞合协调发展研究. 经济地理, 2013, 33(11): 58-62.
- [21] Ding S Y, Li Z H. Urban niche dynamics of Kaifeng city. *Journal of Geographical Sciences*, 2007, 17(2): 221-233.
- [22] 彭莹, 严力蛟. 基于生态位理论的浙江省旅游城市竞争发展策略. 生态学报, 2015, 35(7): 2195-2205.
- [23] 胡春雷, 肖玲. 生态位理论与方法在城市研究中的应用. 地域研究与开发, 2004, 23(2): 13-16.
- [24] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. 生态学报, 1984, 4(1): 1-9.
- [25] 肖杨, 毛显强. 城市生态位理论及其应用. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(5): 41-45.
- [26] 郭青海. 厦门城市化乡村现状与未来发展. 中国科学报, 2019-05-14(006).
- [27] 白雪梅, 赵松山. 对主成分分析综合评价方法若干问题的探讨. 统计研究, 1995, 12(6): 47-51.
- [28] 鲍学英, 李海连, 王起才. 基于灰色关联分析和主成分分析组合权重的确定方法研究. 数学的实践与认识, 2016, 46(9): 129-134.
- [29] Ogden K W. The distribution of truck trips and commodity flow in urban areas: A gravity model analysis. *Transportation Research*, 1978, 12(2): 131-137.
- [30] 李山, 王铮, 钟章奇. 旅游空间相互作用的引力模型及其应用. 地理学报, 2012, 67(4): 526-544.
- [31] Wolfe A W. Social network analysis: methods and applications. *American Ethnologist*, 1997, 24(1): 219-220.
- [32] 彭芳梅. 粤港澳大湾区及周边城市经济空间联系与空间结构——基于改进引力模型与社会网络分析的实证分析. 经济地理, 2017, 37(12): 57-64.
- [33] Malul M, Bar-El R. The gap between free market and social optimum in the location decision of economic activity. *Urban Studies*, 2009, 46(10): 2045-2059.
- [34] 李航飞, 韦素琼, 陈松林. 海峡西岸经济区市域经济网络结构及成因分析. 经济地理, 2017, 37(7): 63-70, 78-78.
- [35] 索贵彬. 环渤海经济圈城市生态位评价研究. 生态经济, 2010(2): 138-140.
- [36] 董冬, 许小天, 周志翔, 何云核, 王存志, 石方可, 高陆陆. 安徽九华山风景区古树群落主要种群生态位的动态变化. 生态学杂志, 2019, 38(5): 1292-1304.
- [37] Da Silva D, Aires A E, Zurano J P, Olalla-Tárrage M A, Martinez P A. Changing only slowly: the role of phylogenetic niche conservatism in Caviidae (Rodentia) speciation. *Journal of Mammalian Evolution*, 2020, 27(4): 713-721.
- [38] Pagel J, Treurnicht M, Bond W J, Kraaij T, Nottebrock H, Schutte-Vlok A, Tonnabel J, Esler K J, Schurr F M. Mismatches between demographic niches and geographic distributions are strongest in poorly dispersed and highly persistent plant species. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2020, 117(7): 3663-3669.