

DOI: 10.5846/stxb202012093136

刘丹丹, 黄安民, 杨德伟, 林剑艺, 崔一付. 浙江省城市生态位尺度效应. 生态学报, 2022, 42(2): 528-538.

Liu D D, Huang A M, Yang D W, Lin J Y, Cui Y F. Scale effect of urban niche in Zhejiang Province. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(2): 528-538.

浙江省城市生态位尺度效应

刘丹丹^{1,2}, 黄安民^{1,2,*}, 杨德伟³, 林剑艺⁴, 崔一付^{1,2}

1 浙大城市学院商学院, 杭州 310015

2 华侨大学旅游学院, 泉州 362021

3 西南大学地理科学学院, 重庆 400715

4 中国科学院城市环境研究所, 城市环境与健康重点实验室, 厦门 361021

摘要: 作为社会复合生态系统的重要理论, 城市生态位一直是研究重点, 但缺少尺度效应的深入观察。以浙江省为例, 首次将地-市-区县-乡镇三个尺度进行横向对比, 构建了多个尺度适用的城市生态位评价模型。研究通过生态位宽度、生态位重叠度、生态位分异指数和引力模型方法, 对 825 个乡镇, 71 个区县和 11 个地市的 3 个尺度的生态位进行了探讨。研究表明: 从生态位宽度来看, 浙江省的生态位发展不均衡, 地-市尺度呈现反“C”结构, 衢州市和丽水市生态位宽度最小, 杭州市、湖州市和宁波市生态位宽度最大。且研究尺度越大, 生态位宽度越大, 则尺度效应作用越大。从生态位分异程度来看, 随着尺度的缩小, 分异程度逐渐增大, 其中社会生态位分异程度最大。表明尺度效应在发展越不平衡的生态位维度中作用力越大。从生态位重叠度和引力模型来看, 生态位宽度小的区域往往面临竞争难以摆脱困境, 而生态位宽度大的区域更容易将竞争转化为合作。出现强者越强, 弱者越弱的两极分化现象, 丽水市和衢州市竞争最激烈而杭州市和宁波市合作更为便利。浙江省各地市可以通过资源再造、协同发展和借力帮扶策略优化区域发展。

关键词: 尺度效应; 生态位; 竞合分析; 浙江省

Scale effect of urban niche in Zhejiang Province

LIU Dandan^{1,2}, HUANG Anmin^{1,2,*}, YANG Dewei³, LIN Jianyi⁴, CUI Yifu^{1,2}

1 Business School, Zhejiang University City College, Hangzhou 310015, China

2 College of Tourism, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China

3 School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China

4 Key Laboratory of Urban Environment and Health, Institute of Urban Environment, Chinese Academy of Sciences, Xiamen 361021, China

Abstract: As an important theory of social complex ecosystem, urban niche has always been the focus of research, but there is a lack of in-depth observation of scale effect at present. Taking Zhejiang Province as an example, this paper made a horizontal comparison of three scales of city-district-town for the first time, and constructed an urban niche evaluation model applicable to multiple scales. In this study, niche width, niche overlap, niche differentiation index and gravity model were used to investigate the niche of 825 townships, 71 districts, and 11 cities at three scales. The results indicate that: from the perspective of niche breadth, the niche development of Zhejiang Province is unbalanced, and the city scale presents an anti “C” structure. Quzhou city and Lishui city have the smallest niche breadth, while Hangzhou city, Huzhou city and Ningbo city have the largest niche breadth. The larger the research scale and niche width, the greater the scale effect. From the perspective of niche differentiation, the degree of niche differentiation gradually increases with the decrease of scale, and the degree of social niche differentiation is the largest. It shows that the more unbalanced the development is, the greater the

基金项目: 国家自然科学基金 (41371535)

收稿日期: 2020-12-09; 网络出版日期: 2021-09-13

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

scale effect is. Furthermore, from the niche overlap degree and gravity model, the study found that the regions with small niche width often faced greater competition and were difficult to get out of troubles, while the regions with large niche width were more likely to transform competition into cooperation. As a result, there is a polarization phenomenon that the stronger the stronger and the weaker the weaker. The competition between Lishui city and Quzhou city is the fiercest, while the cooperation between Hangzhou city and Ningbo city is more convenient. Therefore, cities in Zhejiang Province can optimize regional development through resource reengineering, synergistic development and supporting strategies.

Key Words: scale effect; niche; co-opetition; Zhejiang Province

2020年10月29日刚刚结束的中国共产党第十九届五中全会指出中国已转向高质量发展阶段,但发展不平衡不充分问题仍然突出,城乡收入差距明显,生态环保任重道远,民生保障存在短板,社会治理还有弱项^[1]。这些复杂的综合问题需要通过多因素分析方法进行综合研究。早期的社会生态系统评价方法主要采用层次分析法和德尔菲法^[2]。在后期,学者们主要关注模型和理论的应用,如DPSIR模型^[3]、全排列多边形综合指标法^[4]、支持向量机^[5]、数据包络分析^[6]、TOPSIS模型^[7-8]和生态位等。生态位植根于生态学和地理学领域,被认为是人类寻求解决当代社会问题的科学理论之一^[9],是指生物群落中物种的空间和作用^[10],它反映了某一物种与外界环境的相互作用关系。同样的,城市研究中的多因素方法也受益于生态位理论^[11-12]。城市生态位是指城市在区域中的地位、功能和作用,涵盖城市边界内外的自然、经济和社会等方面^[9,13]。城市生态位作为一种新兴的跨学科视角,使我们能够理解人类主导系统中的社会生态过程,帮助社会实现可持续发展目标。

生态位理论起源于生物学领域,最早由Grinnell^[14-15]提出,此后Elton^[16]、Gause^[17]、Hutchinson^[18]、Odum^[19]等对生态位概念都做出了各自的阐述,经历了空间生态位、功能或营养生态位、多维生态位和超体积生态位等发展过程。国内学者王如松从复合生态系统观点出发,将生态位引入到城市研究中,认为城市是自然-经济-社会复合生态系统,把城市生态位定义为城市提供给人们利用的各种生态因子和生态关系的总和^[9,13,20]。此后,城市生态位理论在城市生态学、人类生态学、土地利用、旅游竞争力方面取得了广泛应用^[21-26]。朱春全提出了生态位态势理论与扩充假说,认为自然和社会中的生物单元都具有态和势两个方面的属性^[27]。胡春雷等进一步总结了城市生态位态势理论、生态位适宜度理论、生态位扩充理论和生态位重叠与分离理论在城市研究中的应用^[28]。秦立春等通过生态位理论分析长株潭城市群的发展情况,为长株潭城市群协调发展提供理论借鉴与指导^[29]。申雅楠等以京津冀地区为例探索城市扩展与生态位的空间变化的耦合协调关系^[30]。孙丽文等从生态位理论入手,构建了我国文化创意产业评价指标体系^[31]。在研究方法上,有生态位宽度、生态位重叠度、生态位体积和生态位维度。其中生态位宽度和生态位重叠度是生态位的重要质量指标。生态位宽度有Levins公式^[32]、Schoener公式^[33]、Hurbert公式^[34]、Smith公式^[35]和态势公式^[27]等。生态位重叠度的计算公式有曲线平均法、对称 α 法^[36]、王刚公式^[37]等。目前,生态位理论仍在不断发展,各种测量公式也在不断完善。尤其是生态位宽度的定量计算,每种公式都有其优缺点,选择适合研究内容与数据的公式尤其重要。

从空间尺度的角度来看,城市生态位的研究包括区域尺度^[29,38]、省级尺度^[39]、城市尺度^[21,40]和乡镇尺度^[41]。尺度是生态学和地理学当中的基本概念,也是研究的重点与难点^[42]。对事物选取不同的观测和分析尺度会出现不同的特征和现象,此为尺度效应^[43-44]。尺度效应普遍存在于地理尺度当中,尺度选择过大,研究区域内部信息会被忽略,尺度选择过小,则无法宏观把握研究信息,尺度的不同带来的是千差万别的结果^[45]。现有的城市生态位研究虽然涉及面广,但大多集中在城市尺度,对乡镇尺度的指标构建和测度研究不足,乡镇作为城市体系金字塔的基础和节点,在中国城市的崛起中发挥着独特的作用。中国数千个乡镇通过物质、能源和信息流的供应,培育了梯度城市。将生态位理论引入到乡镇研究中,有助于在更微观的尺度上理解城市的发展潜力。其次,城市生态位在区域的研究当中,极少关注尺度效应的作用,城市生态位在尺度效应的作用下是否会突

出单一维度和功能,在不同尺度下突出的信息是否有区别,研究迫切需要在同一区域下的横向对比。

基于此,本文运用生态位理论,分析乡镇-区县-地市三级尺度的区域发展现状和空间差异,探讨未来空间格局的发展策略,在一定程度上拓展了生态位研究的新视角。其次衡量乡镇-区县-地市三个不同尺度在城市生态位中表现的异同点,了解尺度转换过程中研究区域突出的特征和要素。最后对乡镇-区县-地市生态位空间格局的原因进行了探讨,以便为区域各尺度高质量发展的宏观规划提供依据。

1 指标体系与研究方法

1.1 研究区城市生态位指标体系构建

基于城市生态位,结合适宜的指标体系,将区域生态位划分为三个层次:系统层、要素层和指标层。系统层包括环境、经济和社会生态位,指标层包括相应生态位的单项指标。环境生态位反映了研究区域在自然生态系统的资源条件和保护以及环境污染状况。本研究主要从以下两个方面进行分析:(1)自然生态。生态环境是人与社会可持续发展的基础。水域面积、湿地面积和植被覆盖率都是重要的自然资源,对于气候变化、保持水土、防风防沙、维持生物多样性等发挥着重要作用。(2)环境污染。研究选取了大气污染指数的重要指标细颗粒物(PM_{2.5})代表环境污染状况。2013年,“雾霾”成为中国的年度关键词。此后,空气质量在中国引起极大重视,PM_{2.5}也成为实时监测环境污染情况的硬性指标。PM_{2.5}是一个负面指标,越小越好。经济生态位反映研究区域在经济发展放的优势和劣势,是区域发展的基础指标。本研究从两个方面进行概述:(1)经济规模。包括人均工业总产值和人均财政收入。由于乡镇尺度级别较小,数据收集困难,官方无公开镇域生产总值,而浙江省镇域经济发达,镇域经济是县域经济和城市经济的基础,其中乡镇工业的发展是重要基石。而地方财政收入很大部分是第三产业税收,代表着第三产业的发展状况,因此通过人均工业总产值和人均财政收入两个指标在一定程度上代表了研究区域的第二、三产业发展和经济规模状况。(2)经济结构。这是加快经济发展的主要手段,它代表着产业结构状态,因此用工业企业个数占企业个数比重来反映研究区域第二产业的占比,用第三产业的各类设施数量表明研究区域第三产业的发展规模。社会生态位反映了研究区域在基础设施、公共服务、社会保障方面的优势和劣势,它代表着人类的福祉。本文分析了社会生态位的以下几个方面:(1)基础设施。包括了交通设施、体育场馆、公园等居民的生活设施发展。(2)教育设施。由于乡镇级别基本没有高等教育,并且由于教育资源的聚集和适龄儿童的减少,很多乡镇并没有初、高中,因此只能计算幼儿园、小学个数来反映研究区域的教育设施。(3)医疗卫生。由医疗卫生机构个数来说明。(4)文化娱乐。通过图书馆、文化站、影剧院个数放映当地居民文化娱乐生活,也是人类福祉当中很重要的公共服务,如表1所示。

对数据进行标准化处理,其中, X_i^* 为进行标准化之后的指标数据,取值在[0,1]之间。

$$\text{正向指标: } X_i^* = \frac{(X_i - X_{\min})}{(X_{\max} - X_{\min})} \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } X_i^* = \frac{(X_{\min} - X_i)}{(X_{\max} - X_{\min})} \quad (2)$$

指标权重,具体公式如下,其中, V_i 是第 i 项指标的变异系数, σ_i 为 i 项指标的标准差, \bar{x}_i 为 i 项指标的平均值。各指标权重为:

$$V_i = \frac{\sigma_i}{\bar{x}_i} \quad (3)$$

$$W_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (4)$$

1.2 研究方法

(1)生态位宽度

生态位宽度又称生态位大小,各个生态学者对其定义各有不同,一般是物种对环境和资源利用程度的总

和。生态位宽度越大,生存适应性越强^[34]。研究采用自然突变点分类法将生态位宽度划分为五个等级。数值越大,生态位宽度越大,其城市发展水平越好。本文采用改进的 Shannon-Wiener 公式来测算生态位宽度,计算公式为:

$$B_i = - \sum_{j=1}^s P_{ij} \log P_{ij} \quad (5)$$

其中, B_i 为乡镇 i 的生态位宽度, P_{ij} 为乡镇 i 利用 j 资源的比例,即为乡镇 i 对 j 资源的利用程度, S 为指标个数^[46-47]。

表 1 研究区城市生态位指标体系

Table 1 Urban niche index system in the study area

系统层 System layer	要素层 Element layer	指标层 Indicator layer	指标权重 Index weight
环境生态位 Environmental niche	自然生态	水域面积/ m^2	0.0695
		湿地面积/ m^2	0.1746
		植被覆盖/ m^2	0.0354
经济生态位 Economic niche	环境污染	大气污染指数 $\text{PM}_{2.5}/(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	0.0113
	经济规模	人均工业总产值/(万元/人)	0.0484
		人均财政收入/(万元/人)	0.0537
	经济结构	工业企业个数占企业个数比重/%	0.0429
		餐饮/住宿/购物/娱乐设施个数/个	0.0852
社会生态位 Social niche	基础设施	交通设施个数/个	0.1072
		体育场馆个数/个	0.1439
		公园及休闲健身广场个数/个	0.0731
	教育设施	幼儿园(托儿所)、小学个数/个	0.0535
	医疗卫生	医疗卫生机构个数/个	0.0390
	文化娱乐	图书馆、文化站、剧场、影剧院个数/个	0.0550

(2) 生态位分异指数

为了比较研究区域内各子系统的生态位差异,构建了生态位分异指数,以了解区域内生态位子系统的结构变化^[38]。计算公式如下

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^n [(B_i/\bar{B}) - 1]^2/n} \quad (6)$$

其中, \bar{B} 是生态位宽度的平均值, n 是乡镇、区县或地市的数量。

(3) 生态位重叠度

生态位重叠度是指两个不同物种对同一资源的利用程度。生态位重叠度越大,说明区域之间对同种资源的竞争程度越大,有限的资源会加剧区域之间的竞争和冲突。因此,生态位重叠度越高,说明两个研究区域的资源竞争越激烈。本文采用 Pianka 模型对区域生态位重叠度进行测算^[48]:

$$O_{ij} = \sum_i P_{ij} \times P_{ik} / \sqrt{\sum_i P_{ij}^2 \sum_i P_{ik}^2} \quad (7)$$

其中 P_{ij} 和 P_{ik} 表示第 j 种和第 k 种使用第 i 种资源的比例。

(4) 引力模型

引力模型能够比较城市间经济联系的密切程度和合作机会,因此本研究基于生态位宽度,对引力模型公式进行了改进,来探讨距离影响下各城市之间合作特征,如下所示:

$$G_{ij} = \frac{B_i \times B_j}{D_{ij}^2} \quad (8)$$

其中, G_{ij} 代表两个研究区域之间的合作机会, D_{ij} 是两个区域之间的重心距离。

2 研究对象与数据来源

2.1 研究对象

浙江省位于中国东南沿海,长江三角洲南翼。面积 10.55 万 km^2 ,下辖 11 市,截止 2019 年末全省常住人口 5850 万人。2019 年浙江省生产总值为 62352 亿元,人均生产总值为 107624 元,2019 年 10 月,入选国家数字经济创新发展试验区。研究选取浙江省主要城市的乡镇作为研究对象之一,剔除了街道这一行政级别,考虑到建制镇数据可得性和可比性,主要关注 825 个建制乡镇,71 个区县和 11 个地市,研究区基本情况如表 2 所示。

表 2 研究区基本情况
Table 2 Basic information of the study area

城市 City	常住人口/ $\times 100$ 万 Resident population	面积/ km^2 Area	地区生产总值/亿元 Gross regional product	区县数量 Number of districts	乡镇数量 Number of towns
杭州市	10.36	16853.57	1537.31	8	90
宁波市	8.54	9816.00	1198.51	6	84
温州市	9.30	11612.94	660.61	9	63
湖州市	3.06	5820.13	312.24	4	39
绍兴市	5.04	8274.79	578.07	5	88
嘉兴市	4.73	4275.05	537.03	6	40
金华市	5.62	10941.42	455.99	8	106
衢州市	2.58	8844.79	157.35	5	76
舟山市	1.17	22200.00	137.16	4	22
丽水市	2.71	17275.00	147.66	9	135
台州市	6.14	10050.43	513.41	7	82

2.2 数据来源

(1) 年鉴数据

研究所采用的指标数据(表 1:人均工业总产值、人均财政收入、工业企业个数占企业个数比重、体育场馆、公园及休闲健身广场、幼儿园(托儿所)、小学数、医疗卫生机构、图书馆、文化站、剧场、影剧院)来源于中国县域统计年鉴 2017(乡镇卷)、浙江省第三次全国农业普查分乡镇数据以及杭州市统计年鉴(2017 年)等 11 个相关城市统计年鉴。

(2) POI 数据

POI 数据(Point of Interest)是具有空间坐标的地理数据,包括学校、医院、银行、餐饮、娱乐等等。它可以反应研究地的公共设施分布情况及供给情况。研究采取的原始数据主要爬取于谷歌地图,为浙江省 2017 年 POI 数据,经过去重、筛选,挑选出 825 个乡镇的餐饮/住宿/购物/娱乐设施数量和交通设施数量共 192470 条。

(3) 遥感数据

研究所需要的遥感数据,水域面积、湿地面积、植被覆盖是由全球土地利用覆盖数据提取出来的,来源于 <http://data.ess.tsinghua.edu.cn/fromglc2017v1.html>、大气污染指数 PM2.5 来源于 <http://www.nmic.cn/>,通过计算浙江省乡镇 2017 的平均值得出。

3 结果分析

3.1 生态位宽度分析

利用生态位宽度公式(5)计算浙江省地市、区县和乡镇综合生态位宽度,综合生态位是环境-经济-社会三

个子系统相互作用的结果,是评价研究区域发展的重要指标。从图 1 可以看出,浙江省的综合生态位宽度并不均衡。从地市尺度来看,大体呈现一个反“C”结构,衢州市和丽水市生态位宽度最小,杭州市、湖州市和宁波市生态位宽度最大,但从区县尺度来看,地市尺度上生态位宽度大的杭州市除了市辖区以外其他县市生态位宽度仅中等水平,而在地市尺度上生态位宽度小的金华市和温州市却在区县尺度上生态位宽度大。进一步从乡镇尺度来看,各个地市的乡镇综合生态位宽度都处于零星分布状态的。地市尺度生态位宽度最大的杭州市、湖州市和宁波市在乡镇尺度上表现极不平衡,生态位宽度从小到大均有分布。而地市尺度生态位宽度最小的衢州市和丽水市,在乡镇尺度上反而比较均衡。说明尺度效应在城市生态位研究中表现有两点:一是研究尺度越大,研究区域整体生态位宽度差异越小越均衡;二是生态位宽度越大的区域,随着研究尺度的缩小其内部差异越大越不均衡。

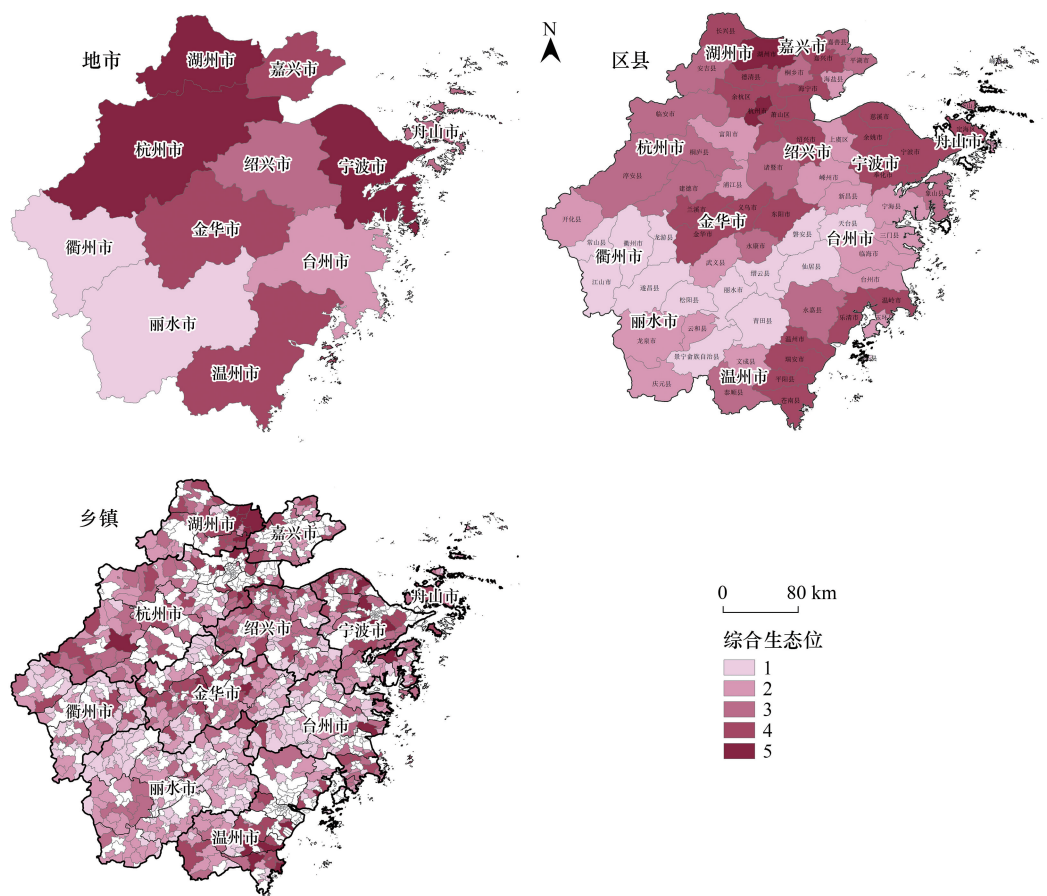


图 1 浙江省地市-区县-乡镇综合生态位宽度

Fig.1 Comprehensive niche breadth of cities-districts- towns in Zhejiang Province

3.2 生态位的分异程度分析

生态位分异指数是指浙江省环境-经济-社会单个子系统分异程度,它表明研究区域的子系统发展均衡程度。根据公式(6)得到浙江省各区域生态位分异指数如图 2 所示,结果表明尺度越大,各子系统的分异程度越低,说明子系统发展越均衡,随着尺度的缩小,分异程度逐渐增大。对比地市尺度,乡镇尺度的分异程度几乎呈倍数增长。进一步证实了研究尺度越小,区域发展越不平衡。其次也反映了尺度效应在环境生态位的作用力较小,而在社会生态位和经济生态位作用力较大。究其原因,浙江省的生态环境差距较小,而社会经济发展差距较大,说明尺度效应在发展越不平衡生态位维度中作用力越大。

进一步来看,在地市尺度上,经济生态位分异指数最大,但区县尺度上社会生态位分异指数稍微领先经济

生态位,而在乡镇尺度上,社会生态位分异程度逐渐扩大。说明浙江省乡镇的社会服务体系差别很大。乡镇提供的社会服务功能,如医疗、卫生、教育、交通等方面,极大地满足了人们的物质需求,提高人们的幸福度。乡镇社会生态位结构差异大,对人类福祉有一定影响。从经济生态位的分异指数来看,经济发展不够均衡,经济的支撑是让人们拥有更多选择心仪物质和满足精神追求的权利,进而提高自己的幸福度。地区之间的经济发展不平衡,会驱使人们向经济较发达的地区聚集,而经济相对较差的地区则会出现城市中心空洞化,劳动力短缺等一系列不利影响,这些都不利于人类对生活的满意度。环境生态位分异指数最小,说明浙江省整体的环境差异较小,表明各个区域在发展建设中,都比较注重环境问题。随着社会经济的发展,人们越来越认识到环境的重要性,党的十九届五中全会指出推动绿色发展,实现生产生活方式的绿色转型。人与自然是生命共同体,人类要尊重自然,顺应自然,保护自然。在保证经济水平不断提高的同时,最大限度的保护生态环境,即提升了人们的经济水平,提高了人们对物质的支配能力,又为人们提供清洁卫生的生活环境,改善人民生活品质^[49]。只有环境—社会—经济三者协调发展,才是区域的可持续发展和高质量发展。

3.3 生态位的竞争与合作分析

区域发展以其资源为基础,这样在发展过程中,就会出现两个或者多个区域共同占有同一种资源的现象,即生态位重叠,因此计算生态位重叠度,可以分析两个区域间的竞争程度。研究根据公式(7),对 825 个小镇进行生态位重叠度计算得到 339900 个结果,其中重叠度大于等于 0.9 以上的有 10958 个,占比 3.22%,对 71 个区县进行计算,得到 2486 个结果,其中重叠度大于等于 0.9 以上的有 156 个,占比 6.28%,对 11 个地市进行计算,得到 55 个结果,其中重叠度大于等于 0.9 以上的有 3 个,占比 5.45%,详见图 3。可以看到随着尺度的增大,生态位重叠度越来越高,在地市尺度,生态位重叠度在 0.5 以上的达到了 90.9%,而在乡镇尺度,这一比例仅为 69.9%。

进一步来看各个地市之间的生态位重叠度,如表 3 所示,可以发现衢州市和丽水市生态位重叠度最大,达到 0.9708,其次是杭州市与宁波市,达到 0.9178,排名第三的是绍兴市和金华市,生态位重叠度为 0.9044。说明这些城市之间的资源重叠度高,竞争关系大,但是杭州市和宁波市的生态位宽度大,城市发展水平高,而丽水市和衢州市发展相对较差。研究进一步通过引力模型分析其中缘由,根据公式(8)浙江省各个区县和地市的引力,如图 4 所示。杭州市和宁波市的引力较强,而衢州市和丽水市对各地的引力较弱。城市间相互引力越强,也就说明了其更有利于组团式发展。杭州市、宁波市、湖州市和嘉兴市几个城市联系较为密切,更加具备协同发展的能力,能够实现城市的一体化发展^[50]。而丽水市和衢州市,发展过程中产业结构较为相似,产业缺少特点,出现“通用化”现象。这主要是因为海拔较高,区域发展大多是以自然资源为依托,产业结构之间具有相似性,彼此之间竞争激烈。这种激烈的竞争对于区域的发展会有很大的影响,这也是丽水市和衢州市

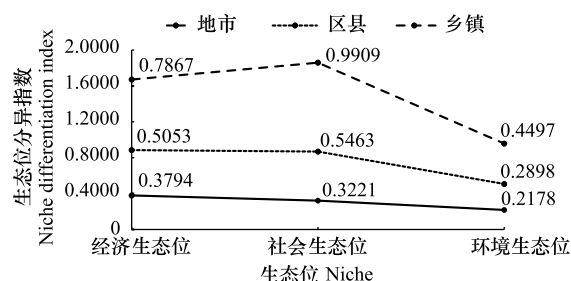


图 2 浙江省地市-区县-乡镇生态位分异指数

Fig.2 Niche differentiation index of cities-districts-towns in Zhejiang Province

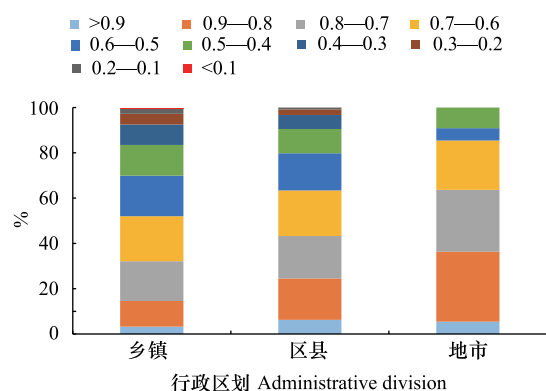


图 3 浙江省地市-区县-乡镇生态位重叠度占比

Fig.3 Proportion of niche overlap among cities-districts-towns in Zhejiang Province

整体发展势头不佳的原因之一。同样是生态位重叠度高,竞争激烈,杭州市和宁波市可以通过与周边地市协同合作,发展更好,而丽水市和衢州市却面临同质化发展,陷入发展漩涡,生态位宽度越大的地市更容易将竞争转化为合作,求取共赢,而生态位宽度小的地市面临竞争更加水深火热,如何破除两极分化是个难题。

表 3 浙江省各地市生态位重叠度
Table 3 Niche overlap of cities in Zhejiang Province

	杭州市	宁波市	温州市	湖州市	绍兴市	嘉兴市	金华市	衢州市	舟山市	丽水市
宁波市	0.9178									
温州市	0.8005	0.8212								
湖州市	0.5759	0.6553	0.4801							
绍兴市	0.6984	0.8302	0.7270	0.7663						
嘉兴市	0.7054	0.7752	0.6777	0.7993	0.8658					
金华市	0.8018	0.8489	0.8350	0.6436	0.9044	0.7519				
衢州市	0.6325	0.7201	0.8264	0.4667	0.7943	0.4966	0.8281			
舟山市	0.6111	0.8298	0.6708	0.6358	0.8431	0.6781	0.7152	0.7846		
丽水市	0.5620	0.6743	0.7538	0.4100	0.7519	0.4277	0.7725	0.9708	0.8070	
台州市	0.6394	0.7957	0.8707	0.5466	0.8154	0.6521	0.7743	0.8757	0.8211	0.8347

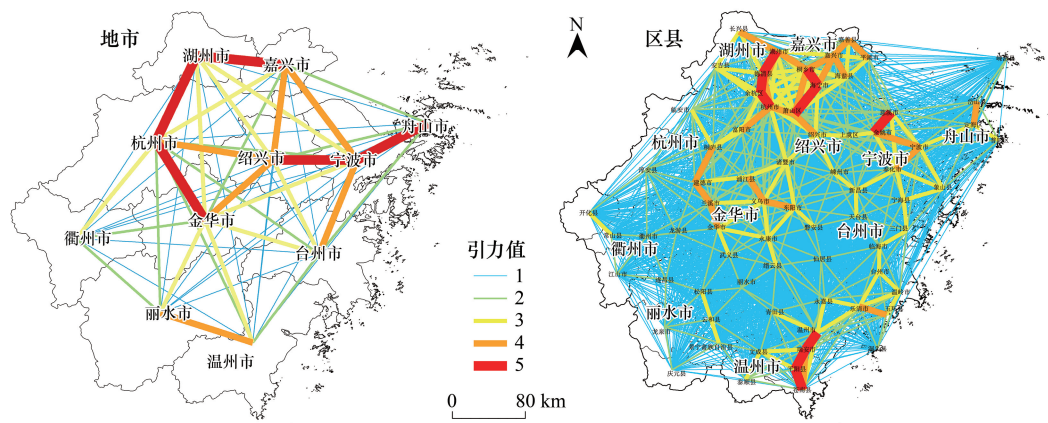


图 4 浙江省地市和区县的引力作用
Fig.4 The gravitation of cities and districts in Zhejiang Province

4 讨论与建议

4.1 尺度效应现象

从地市-区县-乡镇三个尺度的综合生态位宽度和环境-经济-社会单个子系统分异程度来看,尺度效应在城市生态位的研究中发挥着独特的作用。(1)研究尺度越大,尺度效应作用越大。例如浙江省生态位子系统的分异程度随着尺度的扩大,分异程度逐渐降低,表现越均衡,但其内部发展极不平衡信息则被忽略。这个发现与赵雪雁等人^[51]的研究结果相似,其在不同尺度医疗资源地区差异的研究中也发现尺度越大,区域差异越小;尺度越小,其内部影响因子的关联越复杂。(2)生态位宽度越大,尺度效应作用越大。如丽水市和衢州市的生态位宽度虽然小,但在各个尺度上并没有出现明显的落差,生态位宽度较为均衡,但生态位宽度最大的杭州市、湖州市和宁波市在乡镇尺度上差异最大。(3)维度差异越大,尺度效应作用越大。如浙江省社会经济发展差距较大,在各尺度上差距显著。而生态环境较为均衡,在各尺度上差距不显著。张中波和李付娥^[52]在中原城市群的生态位研究中同样发现环境生态位差别不大,经济生态位差距较大,但没有体现出尺度效应在

维度上的强化作用。以往的城市生态位研究大多聚焦于城市群或省域尺度,由于数据获取问题研究者极少关注区县或者乡镇等小尺度。本研究首次将地市-区县-乡镇三个尺度进行横向对比,发现生态位的宽度和维度等在尺度效应作用下的新特征,总结出尺度效应在城市生态位中的现象应当引起重视。

4.2 两极分化现象

城市的发展过程伴随着对资源的占有与利用,不管是自然资源、人力资源还是科技资源。当一个区域资源比较紧张,城市和城市之间的关系一定是竞争大于合作。前文的浙江省地市—区域—乡镇生态位重叠度和引力模型表明无论是哪个尺度,均存在着资源竞争和合作的关系。不同的是杭州市和宁波市陷入资源竞争,其生态位宽度大,发展势头强劲,更容易将竞争转化为合作。在彭莹和严力蛟^[26]的研究中也证实了杭州和宁波两个城市的旅游生态位重叠度较大,但可以通过周边城市的旅游线路联动来实现区域效益的优化。而衢州市和丽水市陷入竞争,其生态位宽度小,容易陷入低潮旋涡,这就是著名的强者越强、弱者越弱的两极分化现象。在城市竞合关系的研究中,有的学者则提出了核心城市和节点城市的作用,希望通过这类城市能够形成区域合作态势^[25]。有的学者认为需要避免竞争,塑造城市的独特形象^[53]。从上文可以发现,浙江省地市的发展呈现出非常鲜明的“梯队型”。头部城市由杭州市和宁波市构成,成为区域人口流入、技术创新和产业升级的领头者。尾部城市是两座人口相对较少、自然环境突出的衢州市和丽水市构成。而中间的,则是7座无论经济体量还是增长速度表现都可圈可点的温州市、绍兴市、嘉兴市、台州市、金华市、湖州市和舟山市等城市。从目前中国绝大多数省份的内部地市经济梯队来看,其中绝大多数均为金字塔形。这种特征下的地市梯队,整体来看未来发展过程中会出现非常典型的前后梯队城市脱节情况,即头部城市发展愈强,尾部城市发展就愈弱。最终在头部城市进入城市发展成熟期时,尾部城市无法进入快速发展期,出现城市梯队断档情况,陷入两极分化发展难题。

4.3 区域发展建议

浙江省生态位发展的不平衡,不利于区域可持续发展。为了走出这一困境,在未来的发展中应考虑以下策略。第一,资源再造策略。特别是丽水市和衢州市,两市之间存在一定的资源重叠和竞争。只有各自挖掘区别与对方的特色资源,采取生态位分离,才能够减少竞争带来的恶性循环。或者引进新资源,找寻新的经济增长点,扩充生态位才能扩大生态位宽度^[26],取得良好发展。第二,协同发展策略。区域的协同发展一方面是在内部,另一方面是在外部。陈绍愿等人^[54]认为我国大部分城市还没真正认识到与周围其它城市互惠共生的重要性。秦立春和傅晓华^[29]提出要对内加强城市之间的分工与协助,对外注重互动与对接。从生态位重叠度来看,浙江省几个城市具备协同发展的条件。如杭州市、湖州市和嘉兴市或者金华市、宁波市和绍兴市都形成了各自的引力团,这些城市需要政府在战略层面进行紧密合作统筹规划,发挥城市的辐射作用^[55]。第三,借力帮扶策略。借力长三角区域一体化发展,发挥杭州市和宁波市的龙头带动作用^[53],丽水市与温州市形成联动,衢州市向杭州市和金华市借力,推动城市组团式发展^[54],重视区县和乡镇发展。同时要给予丽水市、衢州市等更多的资金与政策支持,通过人才流入缓解人口密度差异所导致的现状^[56]。

5 结论与展望

复杂城市生态系统理论的出现促进了生态学理论与社会学和城市规划的跨学科交流。本文将生态位理论引入到尺度效应的研究中,对825个乡镇,71个区县和11个地市的3个尺度的生态位进行了探讨。结果表明:(1)从生态位的空间特征来看,生态位的分布呈现出明显的南北差异和梯级分布特征。研究尺度越大、生态位宽度越大、生态位维度差异越大、则尺度效应作用越显著。(2)区域发展不平衡,同样是生态位重叠度高的两个城市,生态位宽度小的城市往往面临竞争难以摆脱困境,而生态位宽度大的城市更容易将竞争转化为合作,出现强者越强,弱者越弱的两极分化现象。(3)针对以上现象提出了资源再造策略、协同发展策略和借力帮扶策略。

本文基于遥感数据、大数据和统计数据建立的生态位指标体系,将有助于丰富乡镇尺度的生态位研究。

其次,通过三个尺度的对比研究,发现生态位在不同尺度的作用,以及在尺度效应作用下生态位表现出的不同特征,能够明确今后生态位应用在各种尺度上时需要注意的问题。最后,研究将生态位重叠度与引力模型相结合发现的城市两极分化现象加深了城市发展的认识,与以往只研究生态位重叠度相比,可以更确切把握城市的竞合策略和未来趋势。虽然从这项探索性研究中收集到一些见解,但仍有一些局限性。多尺度生态指标体系基本是以乡镇数据为主,由于尺度小,数据有限,有些指标难以全面反应现实状态,后期可以尝试多套指标,对比结果有何不同,其次可以增加时间尺度的对比。简言之,环境与社会经济协调可持续发展的理念已为人们所接受。复杂生态系统的生态位能更好地反映一个地区对各种人类活动的适宜性,以及一个资源、环境、社会和经济的优劣,为区域的可持续发展提供更有利的建议。

参考文献 (References):

- [1] 王静, 吕腾龙. 中共十九届五中全会在京举行. 人民日报, 2020-10-30(01) [2020-11-24]. <http://cpc.people.com.cn/n1/2020/1030/c64094-31911721.html>.
- [2] Geng Y, Zhang L M, Chen X D, Xue B, Fujita T, Dong H J. Urban ecological footprint analysis: a comparative study between Shenyang in China and Kawasaki in Japan. *Journal of Cleaner Production*, 2014, 75: 130-142.
- [3] 张旭, 魏福丽, 袁旭梅. 中国省域高质量绿色发展水平评价与演化. *经济地理*, 2020, 40(2): 108-116.
- [4] Jiang Y T, Sun S K, Wang Y N, Zheng S N. Niche evolution of China's provincial social-economic-natural complex ecosystems, 2005-2015. *Sustainability*, 2018, 10(8): 2824.
- [5] Guo S Z, Jiang Y, Long W. Urban tourism competitiveness evaluation system and its application: comparison and analysis of regression and classification methods. *Procedia Computer Science*, 2019, 162: 429-437.
- [6] Ruan W Q, Li Y Q, Zhang S N, Liu C H. Evaluation and drive mechanism of tourism ecological security based on the DPSIR-DEA model. *Tourism Management*, 2019, 75: 609-625.
- [7] Jia J S, Fan Y, Guo X D. The low carbon development (LCD) levels' evaluation of the world's 47 countries (areas) by combining the FAHP with the TOPSIS method. *Expert Systems with Applications*, 2012, 39(7): 6628-6640.
- [8] 罗文斌, 汪友结, 吴一洲, 吴泽斌. 基于 TOPSIS 法的城市旅游与城市发展协调性评价研究——以杭州市为例. *旅游学刊*, 2008, 23(12): 13-17.
- [9] 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.
- [10] Finke D L, Snyder W E. Niche partitioning increases resource exploitation by diverse communities. *Science*, 2008, 321(5895): 1488-1490.
- [11] Salvati L. The 'niche' city: a multifactor spatial approach to identify local-scale dimensions of urban complexity. *Ecological Indicators*, 2018, 94: 62-73.
- [12] Salvati L, Serra P. Estimating rapidity of change in complex urban systems: a multidimensional, local-scale approach. *Geographical Analysis*, 2016, 48(2): 132-156.
- [13] 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.
- [14] Grinnell J. The niche-relationships of the California thrasher. *The Auk*, 1917, 34(4): 427-433.
- [15] Grinnell J. Barriers to distribution as regards birds and mammals. *The American Naturalist*, 1914, 48(568): 248-254.
- [16] Elton C S. *Animal Ecology*. London: Sidgwick and Jackson, 1927.
- [17] Gause G F. Experimental analysis of Vito Volterra's mathematical theory of the struggle for existence. *Science*, 1934, 79(2036): 16-17.
- [18] Hutchinson G E. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 1957, 22: 415-427.
- [19] Odum E P. *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia: Saunders, 1959.
- [20] 王如松, 李锋, 韩宝龙, 黄和平, 尹科. 城市复合生态及生态空间管理. *生态学报*, 2014, 34(1): 1-11.
- [21] 丁圣彦, 李志恒. 开封市的城市生态位变化分析. *地理学报*, 2006, 61(7): 752-762.
- [22] 白晓航, 张金屯. 小五台山森林群落优势种的生态位分析. *应用生态学报*, 2017, 28(12): 3815-3826.
- [23] 张琳琳, 蒋日进, 印瑞, 徐开达, 方芳, 徐义平, 柯爱英. 乐清湾主要游泳动物空间生态位及其分化. *应用生态学报*, 2019, 30(11): 3911-3920.
- [24] Hardesty D L. The niche concept: suggestions for its use in human ecology. *Human Ecology*, 1975, 3(2): 71-85.
- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] 朱春全. 生态位态势理论与扩充假说. *生态学报*, 1997, 17(3): 324-332.

- [28] 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.
- [29] 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.
- [30] 申雅楠, 石淑芹, 李贤江, 曹玉青. 京津冀结合部城市扩展与生态位的空间耦合关系变化分析. 地理与地理信息科学, 2020, 36(2): 100-107.
- [31] 孙丽文, 任相伟. 基于生态位理论的我国文化创意产业发展评价研究. 北京交通大学学报: 社会科学版, 2020, 19(1): 64-76.
- [32] 杨效文, 马继盛. 生态位有关术语的定义及计算公式评述. 生态学报, 1992, 11(2): 44-49, 35-35.
- [33] 余世孝, Orlici L. 物种多维生态位宽度测度. 生态学报, 1994, 14(1): 32-39.
- [34] 李契, 朱金兆, 朱清科. 生态位理论及其测度研究进展. 北京林业大学学报, 2003, 2(1): 100-107.
- [35] 周丹, 丛沛桐, 于涛, 刘兴华. 羊草种群生态位的计算方法. 东北林业大学学报, 1999, 27(3): 48-50.
- [36] Thompson K, Gaston K J, Band S R. Range size, dispersal and niche breadth in the herbaceous flora of central England. Journal of Ecology, 1999, 87(1): 150-155.
- [37] 王刚, 赵松岭, 张鹏云, 陈庆诚. 关于生态位定义的探讨及生态位重叠计测公式改进的研究. 生态学报, 1984, 4(2): 119-127.
- [38] 段祖亮, 刘雅轩, 王建锋, 温可. 城市生态位测度研究——以天山北坡城市群为例. 干旱区地理, 2013, 36(6): 1153-1161.
- [39] 汪嘉杨, 宋培争, 张碧, 刘伟, 张菊. 社会-经济-自然复合生态系统生态位评价模型——以四川省为例. 生态学报, 2016, 36(20): 6628-6635.
- [40] Zhang Y, Yang Z F, Yu X Y. Measurement and evaluation of interactions in complex urban ecosystem. Ecological Modelling, 2006, 196(1/2): 77-89.
- [41] 方园, 刘声, 祝立雄, 阮一晨. 多维生态位视角下的乡村养老特色村研究——以浙江西北部为例. 经济地理, 2019, 39(8): 160-167.
- [42] 张宇硕, 吴殿廷, 吕晓. 土地利用/覆盖变化对生态系统服务的影响: 空间尺度视角的研究综述. 自然资源学报, 2020, 35(5): 1172-1189.
- [43] 吕一河, 傅伯杰. 生态学中的尺度及尺度转换方法. 生态学报, 2001, 21(12): 2096-2105.
- [44] 张娜. 生态学中的尺度问题: 内涵与分析方法. 生态学报, 2006, 26(7): 2340-2355.
- [45] 张起鹏, 王倩, 张春花, 王文浩, 苏有文, 吕飞. 论地理学的尺度与尺度效应. 甘肃高师学报, 2020, 25(2): 38-40.
- [46] 辛金国, 宋晓坤, 沙培锋. 我国特色小镇生态位综合评价——以杭州特色小镇为例. 调研世界, 2019, (9): 3-9.
- [47] 董雪, 李永华, 辛智鸣, 姚斌, 包岩峰, 脱登峰, 宸凡, 段瑞兵, 李新乐, 汪静, 孙志成, 王海, 陈旭. 敦煌西湖荒漠-湿地生态系统优势物种生态位研究. 生态学报, 2020, 40(19): 6841-6849.
- [48] Pianka E R. Niche overlap and diffuse competition. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 1974, 71(5): 2141-2145.
- [49] 季冰. 基于人类福祉的辽宁中部城市群生态位测度研究[D]. 大连: 辽宁师范大学, 2018: 51.
- [50] 徐鹏鹏, 陈润东. 基于改进引力模型的成都城市圈引力格局划分研究. 工程管理学报, 2019, 33(6): 93-98.
- [51] 赵雪雁, 王晓琪, 刘江华, 王蓉, 薛冰. 基于不同尺度的中国优质医疗资源区域差异研究. 经济地理, 2020, 40(7): 22-31.
- [52] 张中波, 李付娥. 中原城市群旅游竞争力生态位动态分析. 旅游论坛, 2009, 2(6): 855-859.
- [53] 荀文会, 李晓航, 李玉芳, 谭许伟. 基于生态位理论的江苏省城市可持续发展研究. 小城镇建设, 2007, (8): 65-68.
- [54] 陈绍愿, 林建平, 杨丽娟, 张虹鸥. 基于生态位理论的城市竞争策略研究. 人文地理, 2006, (2): 72-76.
- [55] 刘斌, 马维兢, 杨德伟, 李明峰, 何志超. 厦漳泉新兴都市区经济生态位态势演变研究. 生态科学, 2018, 37(1): 150-157.
- [56] 陈明华, 刘文斐, 王山, 刘玉鑫. 长江经济带城市生态效率的时空分异及其驱动因素. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(9): 121-127.