

文章编号: 1000-5862(2021)05-0530-09

生态安全约束下环鄱阳湖生态城市群 空间格局演变研究

钟业喜¹, 吴青青¹, 吴思雨¹, 毛炜圣²

(1. 江西师范大学地理与环境学院/区域发展研究院 江西 南昌 330022; 2. 华东师范大学城市与环境学院 上海 200241)

摘要: 基于改进引力模型和 PSR 模型探究了 2008—2018 年在生态安全约束下环鄱阳湖生态城市群时空演化格局, 通过障碍度模型分析最大障碍因子。结果表明: (i) 环鄱阳湖生态城市群整体生态安全处于风险级, 地域分异特征明显, 形成以鄱阳湖为中心向四周递减的生态安全格局; (ii) 生态安全障碍度总体呈减小态势, 各个城市最大障碍因子多数集中在压力要素层, 且障碍度较高的市辖区的最大障碍因子障碍度普遍偏高, 且稳定性最为明显; (iii) 经济引力不断增强, 但内部差异逐渐增大, 呈“向心性”发展, “廊道效应”明显; 生态引力呈摊饼式“团块状”展开, 小组团逐渐连接向集中连片发展; 2 种引力存在较大的差异, 且不和谐程度问题具有“马太效应”。

关键词: 生态安全约束; 障碍度模型; 改进引力模型; 时空演变特征; 环鄱阳湖生态城市群

中图分类号: F 301.24 文献标志码: A DOI: 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2021.05.12

0 引言

城市群在经济全球化和区域一体化快速发展过程中的重要性日益突出, 是促进区域协调和可持续发展以及营造人与自然和谐共生关系的主要场所^[1]。城市群作为新型城镇化的重要载体^[2], 极大地促进了地区经济与社会的快速发展, 但绿色环境、饮用水与食物、空气质量等生态安全问题日益显现。随着中国区域经济发展与资源环境之间的矛盾日益突出, 党的十九大报告明确指出要以城市群为主体构建大中小城市与小城镇协调发展的城镇格局, 强调了城市群的协调发展, 提出要把生态文明理念全面融入城市发展。在生态文明背景下, 城市群的发展不能再局限于经济的快速发展, 更要看重生态安全与环境保护, 使生态环境与社会经济协调发展。生态安全已成为城市是否可持续发展的核心内容^[3]; 城市生态安全评价是解决城市生态安全问题的关键^[4], 是国家安全体系的重要基石, 它对于城市群空间结构优化、拓展发展空间具有重要意义。

随着城市化的快速发展, 城市群空间结构发生剧烈变化, 大多数研究主要基于实证和应用来分析城市群空间结构演化特征和影响机制, 并提出城市群空间结构优化策略^[5-7]。近年来, 城市化的不断推进使得生态系统面临巨大压力并诱发越来越多的生态问题, 严重威胁经济社会的可持续发展^[8]。如何缓解经济发展与生态保护之间的矛盾, 保障区域生态安全, 成为学术界重点关注的问题。现阶段很多有关生态安全的研究都是从某个方面面向具体问题展开的, 选择相对应的指标建立评价体系, 如湿地^[9]、水土流失^[10]、生物多样性^[11]、面源污染^[12]、土地利用变化^[13]等, 从单一视角出发难以全面准确地揭示区域的生态安全状况, 这不利于提出整体优化策略。针对城市群与生态安全方面的研究, 部分学者重点探讨了京津冀^[14]、长三角^[15]、珠三角^[16]等国家级城市群生态安全格局。随着中西部地区经济快速发展、城市化水平快速提升, 生态问题日益凸显, 但其生态安全问题并未得到相应的重视。现有研究也多侧重于运用生态系统服务价值^[17]、最小累积阻力模型^[18]、生态足迹^[19]、PSR^[20]、MCR^[21]和景观生态格

收稿日期: 2021-05-19

基金项目: 国家自然科学基金(41961043)和江西省高校研究生创新基金(YC2020-S151)资助项目。

作者简介: 钟业喜(1973—), 男, 江西赣州人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事经济地理与空间规划研究。E-mail: zhongyexi@126.com

局^[14]等方法来定量分析生态安全问题,鲜有尝试利用表征人类活动的多源空间数据构建综合指标体系来进行综合分析;同时现有成果以静态研究为主,缺乏长时间序列的动态演化研究,难以深入分析其发展规律,这不利于对区域生态安全演化趋势进行合理的识别。现有对于城市群生态安全格局的研究成果较为丰富,但全面深入地研究生态安全对城市群约束作用具有不可或缺的意义,以生态安全为约束条件审视城市空间结构的研究还有待拓展。因此,在生态安全约束下城市群空间结构的组成具体会是怎样的格局?其结构变化与传统以GDP与人口为核心要素的空间结构分布会有怎样的不同?生态约束对于城市群空间结构演变具有怎样的影响?在生态文明背景下如何优化城市群空间结构?这些问题都是值得进一步探讨的。

鄱阳湖是中国最大的淡水湖,也是具有世界影响的重要湿地。环鄱阳湖生态城市群是加快中部崛起的重要经济板块,是美丽中国江西样板先行区,更是践行国家生态文明示范样板区。生态安全与城市群协调发展的问题亟待解决,在生态安全约束下揭示城市群空间结构演化特征具有重要意义。基于此,本文以环鄱阳湖城市群为例,运用PSR模型,从社会经济发展和土地利用变化2个视角,着重刻画在生态安全约束下的城市群空间结构演化特征,以期对生态文明试验区建设提供一定的理论支撑。

1 方法与数据

1.1 研究区域与数据来源

根据《环鄱阳湖生态城市群规划(2015—2030)》中涉及的南昌、九江、景德镇、上饶、鹰潭、宜春、新余、萍乡等市全部行政辖区和抚州市辖区、东乡区、金溪县、崇仁县以及吉安市的新干县、峡江县为研究区域,区域面积约为9.23万km²。由于在研究年份内江西省的行政区划有所变动,所以为了对环鄱阳湖生态城市群未来发展提出更有力的参考,本文以江西省最新的行政区划为准。

社会经济数据来源于2009年、2014年与2019年的《中国县域统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国区域经济统计年鉴》《江西省统计年鉴》及各市、县统计公报。由于共青城市为2010年建市,所以它的缺失数据通过相邻年份及其曾所属的德安县推算得到,相关土地利用数据采用遥感影像进行补充。将

在《江西及周边省区公路里程》(中国地图出版社2019年1月出版)中环鄱阳湖生态城市群道路交通图进行配准、矢量化补充和完善到1:25万基础地理数据中,形成环鄱阳湖生态城市群道路网络图,对历史数据相应年份的交通地图册与道路开通时间进行修正提取交通网络、城市节点等数据。

1.2 研究方法

1.2.1 指标选取 环鄱阳湖城市群致力于打造成国家绿色城镇化先行示范区,在环鄱阳湖城市群土地利用过程中要注重社会经济与生态环境协调发展^[22]。全面了解环鄱阳湖城市群的生态质量状况及其时空变化特征,能为下一阶段环鄱阳湖城市群的生态质量研究提供参考,推进环鄱阳湖城市群高质量发展。PSR模型以社会经济与环境有机统一为目标,在一定程度上能够反映人与自然在生态系统中各因素间的因果关系,为生态安全指标构造提供了一种逻辑基础^[23]。 P 代表生态压力,即人类生产、生活等对环境所造成的压力; S 代表生态环境所处状态,反映现今的环境容量水平; R 代表人类在面对压力时所采取的手段和措施,以提升环境容量水平^[24-25]。参照已有的研究^[26-28],结合科学性、适用性、简洁性与数据可获取性等原则构建环鄱阳湖生态城市群生态安全指标体系(见表1)。

1.2.2 变异系数——TOPSIS法 变异系数是一种简便的求取客观权重的方法。TOPSIS是一种逼近于理想解的多目标决策分析方法,是由C. L. Kwang等^[29]于1981年提出的;该方法通过比较系统现实状态和理想状态之间的差距来评估研究对象的发展水平。本文通过变异系数——TOPSIS法构建生态安全模型来反映环鄱阳湖生态城市群不同县域生态现实状态与理想状态的相近程度。

(i) 建立加权决策矩阵 U :

$$U = YW = (u_{ij})_{m \times n}$$

其中 W 为各指标权重, Y 为标准化矩阵。

(ii) 确定正理想解 U_i^+ 和负理想解 U_i^- :

$$U_i^+ = \{ \max_j U_{ij} (i=1, 2, \dots, m) \} = \{ U_1^+, U_2^+, \dots, U_m^+ \}, \\ U_i^- = \{ \min_j U_{ij} (i=1, 2, \dots, m) \} = \{ U_1^-, U_2^-, \dots, U_m^- \}.$$

(iii) 求取各年份评价指标到正、负理想解的距离 D_j^+ 、 D_j^- :

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^m (U_{ij} - U_i^+)^2} \quad D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^m (U_{ij} - U_i^-)^2}.$$

(iv) 计算各年份评价对象与理想解的最优贴近度 C_k :

$$C_k = D_k^- / (D_k^+ + D_k^-),$$

其中 $C_k \in [0, 1]$, C_k 越接近 1 表明其生态安全度越接近最优生态安全度, C_k 越接近 0 表明其生态安全度越接近最劣生态安全度。

(v) 生态安全等级划分. 根据测算结果, 参照相关研究^[30-31], 按照表 2 的分级标准, 对环鄱阳湖生态城市群各城市的生态安全水平进行分级。

表 1 环鄱阳湖生态城市群生态安全指标体系

目标层	要素层	指标层	属性	意义	权重	编号
城市群生态安全	P	人口密度 / (人 · km ⁻²)	-	表征人口承载压力	0.040 5	P ₁
		第 2 产业在 GDP 中的比例 / %	-	表征经济结构压力	0.044 8	P ₂
		碳排放量 / × 10 ⁶ t	-	表征环境安全压力	0.045 5	P ₃
		耕地面积比例 / %	-	表征土地安全压力	0.050 5	P ₄
		建设用地面积比例 / %	-	表征城市发展压力	0.045 9	P ₅
	S	人均 GDP / 元	+	表征经济发展状态	0.072 6	S ₁
		林地面积比例 / %	+	表征林地生态状态	0.046 4	S ₂
		水域面积比例 / %	+	表征湿地水域状态	0.096 5	S ₃
		草地面积比例 / %	+	表征草地生态状态	0.088 8	S ₄
		未利用地面积比例 / %	+	表征土地储备状态	0.121 6	S ₅
	R	第 3 产业在 GDP 中的比例 / %	+	表征产业结构响应	0.050 8	R ₁
		万人拥有医疗床位数 / 张	+	表征社会医疗响应	0.069 5	R ₂
		人均城乡居民储蓄存款余额 / 元	+	表征社会经济响应	0.067 2	R ₃
		人均公共预算支出 / 元	+	表征社会政府响应	0.054 3	R ₄
		地均 GDP / (万元 · hm ⁻²)	+	表征经济效率响应	0.105 1	R ₅

表 2 生态安全综合指数分级标准

安全指数	[0, 0.25]	(0.25, 0.35]	(0.35, 0.45]	(0.45, 0.55]	(0.55, 0.65]	(0.65, 0.75]	(0.75, 1]
安全等级	I	II	III	IV	V	VI	VII
安全状态	恶化级	风险级	敏感级	临界安全级	一般安全级	比较安全级	非常安全级

1.2.3 改进引力模型 引力模型是根据城市规模与距离推测城市关系, 基于城市规模对可能发生的城市关系潜力进行估算的模型; 它能够反映未来可能发生的结构变化趋势, 其空间结构意义远大于空间流意义^[32]. 因此, 本文对城市质量与城市间距离进行改进, 与传统的几何距离相比, 时间成本距离能够更好地说明城市间的可达性. 其计算公式为

$$F_{ij} = G \sqrt{M_i M_j} / d_{ij}^b,$$

其中 F_{ij} 为城市 i 、 j 之间的联系强度; M_i 、 M_j 为城市 i 和 j 的城市质量; d_{ij} 表示 2 个城市间的时间成本距离; G 为修正引力系数, $G = M_i / (M_i + M_j)$; b 为距离摩擦系数, 取经验值为 2.

1.2.4 障碍度模型 由于贴适度反映的是研究区域整体的生态安全状况, 对于影响各个县区的主要因子无法直观表达, 因此, 引入障碍度模型, 对环鄱阳湖生态城市群各个县区生态安全发展状况进行评估分析; 该模型能够表现出研究对象的主要障碍因素, 以便有针对性地提出调控建议^[33]. 其计算公式为

$$E_i = W_i P_k / I_{ij} = 1 - Y_{ij},$$

$$O_{ij} = (E_i I_{ij} / \sum_{i=1}^j (E_i I_{ij})) \times 100\%,$$

其中 W_i 为各项指标的权重, P_k ($k = 1, 2, 3$) 为各项指标所属准则层权重; E_i 为单项指标对总目标贡献的大小; I_{ij} 为各项指标与最优目标值之差; O_{ij} 为各个城市的各项指标的阻碍程度。

2 结果分析

2.1 环鄱阳湖生态城市群生态安全格局演变

2008—2018 年环鄱阳湖生态城市群总体生态安全所属等级主要为风险级、敏感级、临界安全级与一般安全级, 年际变化较小, 生态安全较为稳定, 整体生态安全等级处于风险级(见图 1). 在空间上, 形成以鄱阳湖为中心向四周递减的生态安全格局. 南昌市作为江西省的省会、中国首批低碳试点城市、环鄱阳湖生态城市群的先行地、大南昌都市圈的核心, 其市辖区在产业结构、基础设施建设等方面都处于领跑地位, 是研究期间生态安全状况最好的城市; 九

江市地处长江、京九铁路两大经济开发带交叉点,作为中国首批5个沿江对外开放城市之一,是江西省的中心港口城市,也是昌九一体化双核城市的核心之一,社会经济发展良好,在较好的自然环境本底条件下其市辖区城市生态安全较好,与在《环鄱阳湖生态城市群规划(2015—2030)》中将其定位为环鄱阳湖城市群副中心城市较为吻合;景德镇市作为“世界瓷都”,是国务院首批公布的历史文化名城之一和国家甲类对外开放地区,陶瓷业历史悠久、产业链较为完整,社会基础设施完善,生态环境良好,总体生态安全表现较好;庐山市因庐山而闻名,其第3产业特别是旅游业的悠久与繁盛既进一步促使环境优化,又使得其产业结构较为合理,因此,其是唯一一个在研究期内生态安全值一直处于临界安全级的县级市;江西省第一个百强县南昌县是著名的商品粮基地、渔业重点县,2018年其生态安全等级从敏

感性跃升为临界安全级,主要得益于产业结构的进一步优化以及对生态环境重视的加强。等级降低的区域主要有新余市辖区、铜鼓县、进贤县、鄱阳县与共青城市。新余市辖区、铜鼓县、进贤县与鄱阳县主要是因为随着各城市的发展,社会、经济、生态水平都有了相应的提高,而这4个城市的经济社会发展较为缓慢,生态环境的相对优势弱化;共青城市则主要由于第2产业占比较高,工业污染导致环境压力大,而其增长的人口削弱了其人均响应量。起伏变化最为明显是高安市,高安市社会经济发展条件本底较好,但2013年是唯一降为恶化级的县级市,这主要原因是其人口压力削弱了其社会人均量,同时也给予了其一定的生态环境压力,到2018年,积极响应生态文明号召,产业结构进一步优化,经济社会进一步发展,生态安全压力得到缓解,响应能力也得到增强,从而提升了生态安全等级。

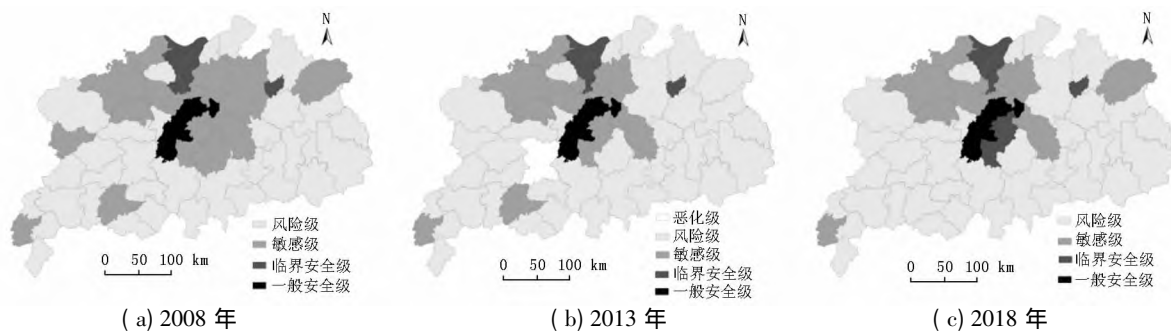


图1 环鄱阳湖生态城市群生态安全格局

2.2 经济约束城市与生态约束城市空间结构演变分析

交通基础设施是城市内外交流的直接关键性因素,将交通这一要素融入城市发展的测度,这在一定程度上能够测算城市的吸引力与发展潜力,因此,通过引力模型来进一步探究环鄱阳湖生态城市群的发

展方向,这有利于为环鄱阳湖生态城市更好地发展与合作提供一定的参考。传统的引力模型主要是以城市的经济总量与人口作为城市质量,较少考虑生态环境因素,为直观表达传统研究与考虑生态因素的差异,本文将在传统意义上的城市质量与在生态安全约束下的城市质量融合对比,以期更好地展现2者的差异(见图2)。

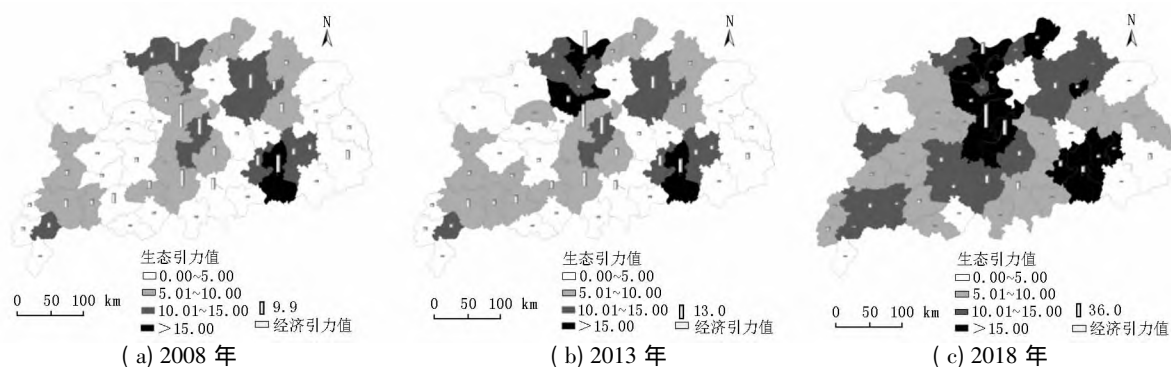


图2 环鄱阳湖生态城市群城市经济引力与在生态安全约束下引力演变

在经济约束下,2008—2018 年环鄱阳湖生态城市群各县、市、区的经济引力不断增强,但内部差异逐渐增大,呈“向心性”发展,以南昌市辖区为核心、南昌县与九江市辖区为两翼的经济格局日趋明显;整体经济引力空间分布不均,“廊道效应”明显,且具有一定的稳定性,经济引力值较大的区县主要沿沪昆线、京九线分布,市辖区经济表现普遍较为良好,东北部山区经济凹陷较明显。在生态约束下,2008—2018 年环鄱阳湖生态城市群区县的生态引力呈摊饼式“团块状”展开。随着各区县生态安全的提升与交通基础设施的完善,小组团逐渐连接向集中连片发展。2008 年,由于大部分市辖区产业结构与经济发展给予环境的压力较大,且社会基础设施不够完善,除九江市辖区与景德镇市辖区情况较好以外,市辖区生态引力值总体较低,而大多数县以其自身的生态环境优势使之生态引力相对较大,分别以贵溪市、景德镇市辖区、庐山市、芦溪县、南昌县为核心形成东、西、南、北、中 5 个小组团,且整体生态安全引力重心位于东南方;2013 年,随着市辖区产业结构的调整以及社会基础设施的不断完善,新余市辖区、南昌市辖区的发展连接了各个组团;到 2018 年,市辖区发展逐渐向好趋近,核心带动能力明显增强,南昌市辖区表现尤其明显,从 2008 年较低等级跃升到 2018 年较高等级,这说明南昌市辖区的发展不断得到优化。特别是在 2013—2018 年生态引力值增长快速;而九江市辖区与景德镇市辖区的生态安全引力则一直较大,这说明 2 个城市的发展较为稳定,且社会经济的发展与自然环境的和谐程度较好。城市群北部也呈现出生态引力“廊道效应”,随着昌九一体化的深入开展,沿线城市生态引力值不断扩大,彭泽县、德安县、永修县、庐山市都上升了 2 个等级,2018 年昌九沿线城市生态引力呈现出高值集聚;共青城市相对而言成了沿线的凹地,主要原因是由其产业结构不尽合理及其城市化与人口的扩张带来较大的生态压力。

经济约束与生态约束的差异,一方面是在各自空间分布格局上形态的不同,另一方面则是环鄱阳湖生态城市群各城市的 2 种引力存在较大的差异;对其差异的观察能够在一定程度上看出城市经济社会发展与环境的和谐程度情况,以期进一步指示相关城市向可持续发展做出努力。2008—2018 年,鄱阳湖生态城市群的生态安全等级有所提升、经济发展情况也呈现出向好态势,但在经济约束下的引力

与在生态约束下的引力差异程度却在扩大,且不和谐程度问题具有“马太效应”,生态安全滞后问题的区域主要集中在市辖区,南昌市辖区生态安全问题最突出,而经济滞后问题的区域则主要有横峰县、庐山市、永修县等。

3 环鄱阳湖生态城市群生态安全格局影响因素及建议

3.1 环鄱阳湖生态城市群生态安全格局影响因素分析

为进一步探讨各项指标对环鄱阳湖生态城市群各个城市的影响程度,根据障碍度模型测算各项指标对各个城市的影响大小(见表 3)。这有利于更好地观察环鄱阳湖生态城市群各城市的主要约束因素,以便提出更有针对性的建议,从而更好地改善环鄱阳湖生态城市群的生态安全状况。

2008—2018 年环鄱阳湖生态城市群生态安全障碍度总体呈缩小态势,各个城市的最大障碍因子年际变化小,整体比较稳定。从要素层面来看,环鄱阳湖生态城市群的最大障碍因子主要集中在压力要素层,且障碍度较高;状态要素层与响应要素层的障碍度普遍较小,受影响的城市也相对较少,受状态要素层影响大的城市主要在土地利用方面需要进一步优化;受响应要素层影响大的城市主要是因为社会经济发展相对较差而导致其响应能力不足。从各个指标与城市来看,市辖区的最大影响因子障碍度普遍偏高,发展制约方向清晰;碳排放量所限制的城市数量最多,且障碍度最高,其中南昌市辖区最为明显,2018 年的障碍度高达 16%;随着社会经济的快速发展,环境保护的压力越来越大,因而,受碳排放量限制明显的城市大多集中于社会经济发展较好的城市,大部分是市辖区;2008—2018 年经济结构成为大多数城市生态安全的最强限制性因素,尤其是德安县、贵溪市、横峰县,德安县的障碍度提升明显,未来要优化产业结构,降低第 2 产业所占比例来减小生态安全的压力,贵溪市与横峰县的障碍度虽然总体呈减小态势,但第 2 产业对其生态安全的影响力也不容忽视;人口规模的大小主要对生态产生资源有效配置与环境保护的压力,人口密度越大,生态环境保护承受的压力相应越大,景德镇市辖区在人口密度障碍上表现最明显,2018 年其障碍度仍保持在 7%。

表3 城市最大障碍因子

最大障碍因子	城市(障碍度)		
	2008年	2013年	2018年
P_1	景德镇市辖区(7.6%);乐平市(2.7%);萍乡市辖区(5.4%)	景德镇市辖区(7.7%);乐平市(2.8%);萍乡市辖区(5.4%)	景德镇市辖区(7.0%);乐平市(2.7%);萍乡市辖区(5.2%);上栗县(4.4%)
P_2	德安县(2.9%);德兴市(2.8%);分宜县(2.7%);贵溪市(4.1%);横峰县(3.8%);芦溪县(3.1%)	德安县(3.6%);贵溪市(4.0%);横峰县(3.2%);湖口县(4.1%);瑞昌市(3.5%);万载县(2.7%);永修县(3.2%);共青城市(4.6%)	德安县(4.1%);贵溪市(3.7%);横峰县(3.3%);湖口县(4.5%);瑞昌市(4.1%);万年县(3.1%);永修县(3.6%)
P_3	丰城市(4.2%);抚州市辖区(4.3%);九江市辖区(6.9%);南昌市辖区(17.0%);南昌县(8.0%);上饶市辖区(6.2%);新余市辖区(5.6%)	丰城市(4.1%);抚州市辖区(4.4%);九江市辖区(7.7%);南昌市辖区(16.0%);南昌县(7.6%);上饶市辖区(6.3%);新余市辖区(5.2%);宜春市辖区(3.3%)	抚州市辖区(4.8%);九江市辖区(7.8%);南昌市辖区(16.0%);南昌县(8.3%);上饶市辖区(6.8%);新余市辖区(4.8%);宜春市辖区(3.0%)
P_4	安义县(3.9%);高安市(4.1%);金溪县(2.7%);新干县(2.7%);樟树市(4.9%)	安义县(3.8%);高安市(4.1%);金溪县(2.7%);上高县(2.4%);新干县(2.8%);樟树市(4.9%)	安义县(3.7%);丰城市(3.8%);高安市(4.2%);金溪县(2.7%);上高县(2.5%);新干县(2.8%);樟树市(4.8%)
P_5	上栗县(4.6%);万年县(2.9%);鹰潭市辖区(4.3%)	上栗县(4.7%);万年县(2.6%);鹰潭市辖区(4.5%)	鹰潭市辖区(4.5%);共青城市(4.2%)
S_1	修水县(2.7%)		
S_2	都昌县(3.8%);湖口县(4.1%);进贤县(4.3%);鄱阳县(3.2%);庐山市(2.6%);余干县(4.0%);共青城市(4.1%)	都昌县(3.7%);进贤县(4.3%);鄱阳县(3.1%);庐山市(2.5%);余干县(4.0%)	都昌县(3.7%);进贤县(4.3%);鄱阳县(3.1%);庐山市(2.5%);余干县(4.0%)
S_3	靖安县(2.5%);莲花县(2.5%);铜鼓县(2.5%);万载县(2.4%);婺源县(2.4%);峡江县(2.3%)	浮梁县(2.5%);靖安县(2.4%);铜鼓县(2.5%)	分宜县(2.3%);奉新县(2.4%);靖安县(2.4%);铜鼓县(2.5%);婺源县(2.4%);宜丰县(2.3%)
S_4	德兴市(2.4%);彭泽县(2.7%);上高县(2.5%);弋阳县(2.4%)	德兴市(2.4%);分宜县(2.4%);玉山县(2.5%)	德兴市(2.5%);铅山县(2.4%);玉山县(2.6%)
S_5	无	无	无
R_1	崇仁县(2.7%);奉新县(3.3%);浮梁县(3.1%);瑞昌市(3.0%);武宁县(2.7%);宜春市辖区(6.0%);宜丰县(2.4%);永修县(3.2%)	崇仁县(2.7%);奉新县(3.1%);彭泽县(3.3%);峡江县(2.4%);宜丰县(2.6%)	浮梁县(2.8%);彭泽县(3.0%)
R_2			万载县(2.7%);修水县(2.8%);弋阳县(2.5%)
R_3		芦溪县(2.5%)	芦溪县(2.5%)
R_4	铅山县(2.5%);玉山县(2.7%)	铅山县(2.5%)	崇仁县(2.2%);莲花县(3.1%);武宁县(2.9%)
R_5		莲花县(2.2%);武宁县(2.3%);婺源县(2.3%);修水县(2.3%);弋阳县(2.3%)	峡江县(2.3%)

从时间尺度来看,各个城市最大障碍因子大部分较为稳定,少数有所变动,市辖区的稳定性最为明显,且障碍度普遍较高,未来努力的方向相对更为明晰;分宜县、莲花县、万载县、武宁县、峡江县、修水县、弋阳县、共青城市等的最大障碍因子变化波动性最大,3个年份的最大障碍因子均有不同的表现,整体障碍度都不高,但在可控范围以内,相较而言,共青城市的障碍度较大,但呈现减小态势;对于具体指标的变化而言,变化较大的多集中于响应层面,其中第3产业在GDP中的比例最为明显,随着产业结构的优化调整,2008—2018年受第3产业在GDP中的比例约束最强的城市越来越少,从2008年的7个下降到2018年的2个。

3.2 改善环鄱阳湖生态城市群生态安全的建议

在生态文明时代,城市发展要更多地考虑可持续性,不仅要注重社会经济所带来的直接福利,更要注重生态环境所带来的潜在发展能力。为促进环鄱阳湖生态城市群加强协作,共同致力于高质量发展,根据以上分析结果,从4个方面提出建议:

1) 落实规划,完善机制。建立城镇发展建设的绿色化机制,推动“三生空间”的统筹,构筑“山水林田湖城村”融合发展格局。通过建成一批智慧城区、低碳社区和生态型小城镇,构建起生态田园城镇带。紧抓昌九一体化发展“脊”,加快推进绿色城镇化;推动东部的信江河谷城镇群、西部的新宜萍城镇群“两翼”门户建设,推进跨区域合作;发挥赣东北以景德镇为核心的景婺鄱城镇协调发展地区区域文化、旅游与生态资源的优势,共同建设景德镇国际陶瓷文化与生态景观游憩地。

2) 加强生态环境保护,推动土地资源高效率利用。一方面,城市化的快速发展使生态环境保护的压力增大,在未来的发展中要健全土地激励补偿机制,盘活建设用地存量,通过提高新增建设用地的经济门槛、适度提高征地补偿标准来提升土地利用质量,促进土地的集约利用和用地结构、布局优化;另一方面,要健全生态环境保护补偿机制,加大生态用地的补贴力度,逐步提高对重点生态功能区转移支付资金使用效率,完善生态保护成效与资金分配挂钩的激励约束机制,积极探索多种形式的激励性补偿政策,形成有利于保护森林、水域、草地等生态价值高的用地类型的激励机制。

3) 优化产业结构,培育产业集群。一方面,优化产业结构要淘汰落后的“三高”企业,大力发展第3

产业,特别是乡村旅游、休闲农业、健康养老等产业。围绕南昌市、宜春市、九江市、景德镇市、婺源县等重要旅游目的地,建设四大旅游经济圈,大力发展旅游业;以景德镇市、南昌市、抚州市、共青城市为主建设文化创意产业基地,重点发展陶瓷文化艺术、文化休闲娱乐、文化旅游等产业,培育形成赣鄱文化创意产业集群;在周围环境条件较好的旅游小城镇(如抚州市辖区、共青城市、鄱阳县等)率先开展试点,通过优惠政策的加持,积极培育健康、养身、医疗等休闲产业。另一方面,地方政府要着眼于环鄱阳湖生态城市群整个区域的经济发展形势,积极外引内联,与在城市群内的城市开展合作,优化当前产业集群构成,通过跨区融合错位经营来优化产业集群结构,积极调整战略部署,主动实施错位经营,尽量降低可能导致的产业集群同质化风险。

4) 进一步完善区域公共交通体系。交通基础设施是城市内外部联系最基本也是最重要的途径,也是测度城市吸引力的重要一环,环鄱阳湖生态城市群在未来的发展中要注重完善交通设施。公路交通以高速公路为引领,完善西北部高速凹陷区;要进一步完善铁路(特别是高速铁路)的建设;最重要的是完善交通网络,完善各类交通方式之间的转换与连接,从而构建便捷、高效、现代化的公共交通体系。以由轨道网络、高速公路和城际快速通道组成的交通走廊为骨架构筑昌九城镇密集发展的内走廊。

4 结论与讨论

本文以环鄱阳湖城市群为例,运用PSR模型,从社会经济发展和土地利用变化2个视角,着重刻画在生态安全约束下的城市群空间结构演化特征,得出结论如下:

1) 2008—2018年环鄱阳湖生态城市群总体生态安全所属等级主要为风险级、敏感级、临界安全级与一般安全级,变化较小,稳定性较好,整体生态安全等级处于风险级,生态安全有待进一步提升。从空间分布格局来看,安全程度不均,整体以南昌市辖区为中心,呈现以鄱阳湖为中心向四周递减的生态安全格局。

2) 从生态安全障碍因子分析来看,2008—2018年环鄱阳湖生态城市群生态安全障碍度总体呈减小态势,各个城市的最大障碍因子大多数较为稳定,仅少数有所变动,最大障碍因子大多数集中在压力要

素层,且障碍度较高的市辖区的最大障碍因子障碍度普遍偏高,且稳定性最为明显,未来努力的方向相对更为明晰。

3) 在经济约束下,2008—2018年环鄱阳湖生态城市群城市的经济引力不断增强,但内部差异逐渐增大,呈“向心性”发展,以南昌市辖区为核心、南昌县与九江市辖区为两翼的经济格局日趋明显;整体经济引力的“廊道效应”明显。在生态约束下,2008—2018年环鄱阳湖生态城市群各城市的生态引力呈摊饼式“团块状”展开,随着各城市生态安全的提升与交通基础设施的完善,小组团逐渐连接向集中连片发展。2种引力存在较大的差异,且不和谐程度问题具有“马太效应”,生态安全滞后问题的区域主要集中在市辖区,最为显著的是南昌市辖区,而经济滞后问题的区域则主要有横峰县、庐山市、永修县等。

本文着重探讨在生态安全约束下城市群空间结构演化特征,以期为生态文明试验区的建设提供一定的参考,但由于县域数据获取的难度较大,所以数据新颖度有待提升,指标体系也应当做出进一步优化。同时,未来可以更多地考虑用生态学方法、社会学方法与数理方法相结合,使研究更具有科学性。

5 参考文献

- [1] 朱政,朱翔,李霜霜.长江中游城市群空间结构演变历程与特征[J].地理学报,2021,76(4):799-817.
- [2] Fang Chuanglin, Yu Danlin. Urban agglomeration: an evolving concept of an emerging phenomenon [J]. Landscape and Urban Planning 2017, 162: 126-136.
- [3] 崔胜辉,洪华生,黄云凤,等.生态安全研究进展[J].生态学报,2005,25(4):861-868.
- [4] 高长波,陈新庚,韦朝海,等.珠江三角洲城市生态安全水平对比研究[J].环境科学与技术,2006,29(5):65-66,74.
- [5] 朱政,朱翔,李霜霜.长江中游城市群空间结构演变历程与特征[J].地理学报,2021,76(4):799-817.
- [6] 魏石梅,潘竟虎,张永年,等.基于DMSP-OLS夜间灯光数据的中原城市群空间演变分析[J].人文地理,2019,34(6):71-81,128.
- [7] 范擎宇,杨山.协调视角下长三角城市群的空间结构演变与优化[J].自然资源学报,2019,34(8):1581-1592.
- [8] Wood S L R, Jones S K, Johnson J A, et al. Distilling the role of ecosystem services in the Sustainable Development Goals [J]. Ecosystem Services 2018, 29: 70-82.
- [9] 廖柳文,秦建新.环长株潭城市群湿地生态安全研究[J].地球信息科学学报,2016,18(9):1217-1226.
- [10] 徐宪立,马克明,傅伯杰,等.植被与水土流失关系研究进展[J].生态学报,2006,26(9):3137-3143.
- [11] 刘香灵,郭晋平.吕梁市域生物多样性保护的生态安全格局[J].森林与环境学报,2021,41(3):290-297.
- [12] 欧阳威,鞠欣妍,高翔,等.考虑面源污染的农业开发流域生态安全评价研究[J].中国环境科学,2018,38(3):1194-1200.
- [13] Li Xuemei, Liu Qian, Han Jie, et al. Analysis of the spatio-temporal evolution of land intensive use and land ecological security in Tianjin from 1980 to 2019 [J]. Journal of Resources and Ecology 2021, 12(3):367-375.
- [14] 杨清可,王磊,李永乐,等.基于景观生态安全格局构建的城镇空间扩展模式研究:以江苏沿海地区为例[J].地理科学,2021,41(5):737-746.
- [15] 王祥荣,樊正球,谢玉静,等.城市群生态安全保障关键技术研究与集成示范:以长三角城市群为例[J].生态学报,2016,36(22):7114-7118.
- [16] 黄国和,安春江,范玉瑞,等.珠江三角洲城市群生态安全保障技术研究[J].生态学报,2016,36(22):7119-7124.
- [17] 车育婧,蒋梅鑫,钟业喜.基于土地利用变化的鄱阳湖生态经济区生态系统服务价值时空变化研究[J].江西师范大学学报:自然科学版,2018,42(1):45-51.
- [18] 杨凯,曹银贵,冯喆,等.基于最小累积阻力模型的生态安全格局构建研究进展[J].生态与农村环境学报,2021,37(5):555-565.
- [19] 李鹏辉,徐丽萍,刘笑,等.基于三维生态足迹模型的天山北麓绿洲生态安全评价[J].干旱区研究,2020,37(5):1337-1345.
- [20] 吕亚玲,李巧云.基于改进PSR模型的洞庭湖区生态安全评价及主要影响因素分析[J].农业现代化研究,2021,42(1):132-141.
- [21] 赵晓峰,王金林,王珊珊,等.基于MCR模型的卡拉麦里地区生态安全格局变化研究[J].干旱区地理,2021,44(5):1396-1406.
- [22] 单录铤,王海军,张彬,等.顾及土地生态安全的环鄱阳湖城市群土地利用情景模拟[J].地球信息科学学报,2020,22(3):543-556.
- [23] 肖笃宁,陈文波,郭福良.论生态安全的基本概念和研究内容[J].应用生态学报,2002,13(3):354-358.
- [24] 吴艳霞,罗恒,梁志康.长江经济带生态安全测度研究[J].生态学报,2020,40(19):6761-6775.
- [25] 官冬杰,周李磊,李秋彦,等.重庆市湿地生态系统服务约

- 束关系 [J]. 中国环境科学 2019 39(4): 1753-1764.
- [26] 王振波, 梁龙武, 方创琳, 等. 京津冀特大城市群生态安全格局时空演变特征及其影响因素 [J]. 生态学报, 2018 38(12): 4132-4144.
- [27] 郑岗, 张志斌, 笪晓军, 等. 嘉峪关市土地生态安全动态评价及影响因素分析 [J]. 干旱区地理 2021 44(1): 289-298.
- [28] 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]. 自然资源学报 2008 23(5): 911-919.
- [29] Kwang C L, Yoon K. Multiple attribute decision making: methods and applications [M]. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1981.
- [30] 任志远, 黄青, 李晶. 陕西省生态安全及空间差异定量分析 [J]. 地理学报 2005 60(4): 597-606.
- [31] 李细归, 吴清, 周勇. 中国省域旅游生态安全时空格局与空间效应 [J]. 经济地理 2017 37(3): 210-217.
- [32] 姚永玲, 邵璇璇. 中国城市人口空间网络结构及其影响因素 [J]. 人口与经济 2020 4(6): 1-16.
- [33] 杨兆青, 陆兆华, 刘丹, 等. 煤炭资源型城市生态安全评价: 以锡林浩特市为例 [J]. 生态学报 2021 41(1): 280-289.

The Spatial Pattern Evolution of the Eco-Urban Agglomeration Around Poyang Lake Under the Constraint of Ecological Security

ZHONG Yexi¹, WU Qingqing¹, WU Siyu¹, MAO Weisheng²

(1. School of Geography and Environment Institute of Regional Development Jiangxi Normal University Nanchang Jiangxi 330022 China;
2. School of Urban and Regional Science East China Normal University Shanghai 200241 China)

Abstract: Based on the improved gravity model and PSR model, the spatial and temporal evolution pattern of ecological urban agglomeration around Poyang Lake under the constraint of ecological security during 2008—2018 is explored, and the biggest obstacle factor is analyzed by the obstacle degree model. The results show that the overall ecological security of the eco-urban agglomeration around Poyang Lake is at the risk level, and the regional differentiation is obvious, forming an ecological security pattern of decreasing from the center to the periphery of Poyang Lake. The degree of ecological security obstacle is generally reduced, and most of the biggest obstacle factors in each district and county are concentrated in the pressure factor layer, and the degree of the biggest influence factors in the city district with higher obstacle degree is generally higher, and the stability is the most obvious. The economic gravity is increasing, but the internal differences are gradually increasing, showing "centripetal" development and obvious "corridor effect". The ecological gravity unfolds in the form of "lumpy", gradually connecting to concentrated contiguous development. There are great differences between the two kinds of gravity, and the degree of disharmony has a "Matthew effect".

Key words: ecological security constraints; the obstacle model; the improved gravity model; the eco-urban agglomeration around Poyang Lake

(责任编辑: 曾剑锋)