

长江经济带干线流域旅游产业系统环境 脆弱性演变及障碍因子识别

杨友宝¹ 彭安琪¹ 王荣成²¹

(1. 湖南师范大学 旅游学院, 中国湖南 长沙 410081;

2. 东北师范大学 地理科学学院, 中国吉林 长春 130024)

【摘要】: 以长江经济带干线流域为研究单元, 基于旅游产业系统环境脆弱性概念界定和“敏感性—应对能力”框架构建指标体系, 运用脆弱性和障碍度模型, 探讨了区域旅游产业系统环境脆弱性时空演变特征, 并对障碍因子进行诊断识别, 研究发现: (1) 时间维度, 流域旅游产业系统环境敏感性与应对能力呈“并驾齐驱”式同步增长态势, 整体脆弱性表现为“震荡起伏”式有序下降, 且时序分异特征鲜明。(2) 空间维度, 流域旅游产业系统环境脆弱性具有显著的动态演替性, 下游环境高风险区呈现空间集群特性, 但区段脆弱性程度不断下降, 中游脆弱性呈“先降后升”演变走势, 上游脆弱性具有较强的稳定性, 指数值波动变化幅度相对较小。(3) 长江经济带旅游产业系统环境脆弱性时空变迁是流域多重人为扰动共同作用的结果, 城镇化与工业化、投资与消费激增和大规模旅游开发活动是引致流域旅游产业系统环境敏感性增加的主要因素, 而制约旅游产业系统环境应对能力提升的主要障碍因素则表现为公共交通与生态建设、科技与教育水平及区域经济发展实力等。

【关键词】: 长江经济带 旅游产业系统 环境脆弱性 障碍因子 城镇化 投资与消费 公共交通

【中图分类号】: F592.99 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000-8462 (2022) 02-0212-10

随着长江经济带上升为国家重大经济发展战略, 沿线旅游开发进入了新一轮战略机遇期。旅游作为一项与区域社会、人文、自然等多要素交互作用的复杂开放性经济活动, 目前已成为驱动社会经济发展与生态环境改善的重要战略性新兴产业。然而, 环境依托和资源消耗的产业属性也决定了旅游开发与生态环境之间存在着对立统一的二元矛盾关系^[1], 随着旅游业纵深发展以及与区域快速城镇化、产业规模扩张、人口高度集聚等多重外部力量的相互叠加, 其对生态环境负面影响的广度与深度不断扩展, 并日益成为影响旅游产业系统生存基础与生态基底的重要威胁, 目前已引起政府和学界广泛关注。由此, 探究区域旅游产业系统环境脆弱性并进行障碍因子识别, 已成为旅游可持续发展理论探索与实践发展的迫切需要, 这不仅有利于合理调控区域旅游开发行动导向, 也将对城镇化合理推进、产业转型升级、生态文明建设等提供重要依据, 对于实现旅游开发与生态环境和谐共生、优化旅游生态安全格局、构筑良好的旅游产业发展生境等具有重要战略意义。

脆弱性作为可持续发展的研究主题之一, 起源于自然灾害领域, 目前已成为地理学、生态学、社会学等多学科领域共同关注

作者简介: 杨友宝 (1987—), 男, 山东青岛人, 博士, 讲师, 硕士生导师, 研究方向为旅游经济地理、旅游产业系统。E-mail: qdyb1987@126.com; 王荣成 (1966—), 男, 江苏邳州人, 教授, 博士生导师, 研究方向为区域开发与规划管理、旅游地理。E-mail: wrw@nenu.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (42171258、41771162); 湖南省教育厅科学研究优秀青年项目 (18B034); 湖南省自然科学基金青年项目 (2019JJ50386)

的热点议题。21 世纪初,《科学》杂志发表的“可持续性科学”(sustainability science)一文把“特殊地区的自然—社会系统脆弱性或恢复力”研究列为可持续性科学的 7 个核心问题之一^[2],同时多项国际性科学计划(IHDP、IPCC、IGBP 等)也将脆弱性研究提上日程^[3,4],为新时期开展环境脆弱性学术研究提供了重要契机。综合来看,国内外学者对生态环境系统脆弱性已做了诸多探索,其中全球变化和可持续发展是关注的焦点,研究内容涉及脆弱性概念内涵判识^[5,6]、理论模型构建^[7,8]、实证评估^[9,10,11]、机制与调控^[12,13]等,研究领域包括海洋产业生态系统^[14]、自然地理生态系统^[15]、区域生态—贫困系统^[16]等,研究尺度涵盖国际跨境^[17]、全国^[18]、省域^[19]、市域^[20]等,成果较为丰硕。但总体来看,学术界对旅游开发语境下的环境系统脆弱性研究仍较为薄弱,已有研究多聚焦于乡村旅游地^[21]、海岛旅游地^[22]、山区旅游地^[23]等空间单元,而对于流域型旅游地这一特殊尺度类型尚未引起足够关注,同时现有研究多基于旅游人次、旅游收入等旅游产业发展指标探讨其对区域生态环境的干扰效应,而忽视了城镇化、产业扩张、环境污染、人口集聚、投资消费、科技教育等其他社会经济因子与旅游产业系统环境脆弱性的关系探讨,研究视角与指标维度尚需进一步拓展完善。

流域作为区域旅游开发的重要空间载体与尺度单元,具有显著的整体性与差异性、综合性与关联性、结构性与耗散性等特点,同时,流域旅游产业系统依存环境的开放性、旅游线路组织的空间连续性以及流域内“城镇—人口—产业—资源—环境”等要素关系的错综复杂性,使得流域型旅游地产业系统环境脆弱性研究更为必要和典型。长江经济带作为新时期国土空间开发的主战场之一,是国家经济发展的生命线和支撑命脉。长期以来,长江经济带通过城镇化、工业化等战略在推进区域社会经济高速发展的同时,由此引致的环境污染、生态退化、水土流失等关联问题也日益凸显,区域社会经济系统与资源环境系统的矛盾冲突不断加剧,流域生态环境状况受到政府与学界持续高度关注,旅游产业系统生存环境基础面临重大挑战。基于上述背景考虑,本文重点选择开发强度集中、城镇与人口分布密集、产业升级任务迫切、生态环境问题突出的长江经济带干线流域为空间单元,通过融合旅游开发、人口集聚、投资消费、城镇化与工业化、环境污染、科技教育、生态建设等要素因子,刻画分析区域旅游产业系统环境脆弱性时空演变特征,并探析其障碍因子,以期为长江经济带生态环境修复、绿色可持续发展以及优化调控旅游人地关系等提供学理支撑。

1 概念界定与研究区概况

1.1 旅游产业系统环境脆弱性

“脆弱性”在 1970 年代被引入到自然灾害研究领域^[24],其后在气候变化、可持续发展、生态学等众多领域得到广泛应用。目前,随着脆弱性研究领域拓展和学科交叉渗透,脆弱性内涵也日趋丰富完善,综合不同学者对脆弱性内涵理解来看,学界普遍认为脆弱性是“人地关系系统的重要属性,是指系统对内外扰动因素具有较高的敏感性,同时缺乏应对不利扰动的能力从而使系统遭受损害的属性”^[25]。由此,敏感性、应对能力是脆弱性概念的两个基本认知维度,敏感性是指系统应对其内外因素变化的响应程度,应对能力是指根据系统内外变化所做出的战略调整,以降低系统的脆弱性和敏感性,增强系统可持续发展能力,脆弱性反映在系统敏感性和应对能力共同作用下形成的人地系统可持续性状态^[26]。与此同时,脆弱性各个组成部分之间的关系是动态演化的,随时间、地点、干扰强度以及系统属性而不断发生变化^[27]。

综上分析,本文所指旅游产业系统环境脆弱性是以旅游产业与生态环境的相互作用关系为基础,以资源环境承载力为依据,区域生态环境在面临外部环境扰动和压力的情况下,由于自身功能结构的不稳定,由此所受到损害的可能性及其响应、调适与应对能力,进而对旅游产业生存环境以及产业可持续发展能力所产生的影响程度,它是基于对各种人为扰动与生态环境之间物质能量输入与输出关系的度量,所表征出的旅游产业系统环境依存状态,反映了资源环境约束下区域旅游产业的生境条件、成长载体和发展潜力等。其中,旅游产业系统是生态环境的承载对象,对生态环境发展具有正负反馈效应,而生态环境是旅游产业系统的承载载体,为旅游产业发展提供所需的生存空间与物质条件,两者互为条件,互融共生。

1.2 研究区概况

长江经济带横贯我国东、中、西三大经济单元，国土面积约 205 万 km²，涉及上海、浙江、江苏、安徽等 11 省市，人口数量和 GDP 均超过全国 40%，是我国经济发展与生态文明建设的重要战略支撑与先行示范带。长江经济带旅游开发条件得天独厚，区域城镇人口密集，城市群发育程度高，旅游资源丰富多元，既是我国重要的旅游目的地，也孕育着巨大的旅游客源市场。2018 年长江经济带共有 A 级旅游景区 4818 家，实现景区接待人次 29.79 亿人次，景区旅游总收入 3005.15 亿元，分别占全国的 49.45% 与 63.84%^[28]。然而，区域社会经济与旅游产业快速发展背后也隐藏着严重的环境隐患^[29]，并成为制约流域旅游可持续发展的重要因素。目前，长江经济带整体仍未完全摆脱资源和要素依赖的发展路径，传统“高污染、高能耗、高排放”行业仍占据较大比重，加之近年来区域快速城镇化以及人口高度集聚导致沿线资源环境承载能力日趋接近预警，生态环境保护与修复压力空前增强。由此，多重人为扰动因素叠加使长江经济带生态环境安全面临极大挑战，进而对区域旅游产业良性可持续发展构成重大威胁，区域生态环境治理与经济社会转型任务艰巨而迫切。

2 研究方法、指标体系与数据来源

2.1 研究方法

2.1.1 熵值法

熵值法主要用以克服指标变量间信息重叠和人为确定权重的主观性，适合对多元指标进行综合评价^[30]。在运用熵值法对旅游产业系统环境脆弱性进行综合测度分析之前，由于各指标数据在量纲、量级、变动程度等方面存在差异，需要对原始数据进行标准化处理，这里采用极差法进行处理：

$$\begin{aligned} \text{正向属性 } X'_{ij} &= \frac{X_{ij} - X_{j\min}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \\ \text{负向属性 } X'_{ij} &= \frac{X_{j\max} - X_{ij}}{X_{j\max} - X_{j\min}} \end{aligned}$$

式中： X_{ij} 、 $X_{j\min}$ 、 $X_{j\max}$ 分别表示指标 j 的原始数据统计值、最小值和最大值。在此基础上，进一步运用熵值法对各个指标进行客观赋权，并分别计算敏感性（ S_i ）和应对能力综合指数（ R_i ），具体计算步骤参见相关文献^[23, 31]。

2.1.2 脆弱性模型

敏感性（ S ）和应对能力（ R ）是影响脆弱性的两个基本变量，二者相互制约、共同作用。脆弱性通过敏感性以及应对能力来体现，是关于两个变量的函数关系，即 $V=f(S, R)$ ^[32]。由此，可构建脆弱性评价模型为：

$$V_i = f(S, R) = S_i / R_i$$

式中： V_i 表示第 i 年份旅游产业系统环境脆弱性指数； S_i 表示敏感性指数； R_i 表示应对能力指数。脆弱性与敏感性成正比，与应对能力成反比，系统面临扰动的敏感性越强、应对能力越弱，则脆弱性越强；系统面临扰动的敏感性越弱、应对能力越强，则脆弱性越弱。

2.1.3 障碍度模型

通过借鉴相关研究^[33]，引入障碍度模型，对各指标因子进行障碍度测算并进行大小排序，以确定各障碍因素的主次关系及其对旅游产业系统环境脆弱性的影响程度，以此为降低脆弱性和提高旅游产业可持续发展能力提供定量依据。计算公式为：

$$F_j = w_j X'_{ij} / \sum_{j=1}^n w_j X'_{ij} \times 100\%$$

式中： F_j 为第 j 项指标对旅游产业系统环境脆弱性的影响程度； w_j 为第 j 项指标权重； X'_{ij} 为第 j 项指标标准化值； n 为指标个数。

2.2 指标体系构建

基于旅游产业系统环境脆弱性内涵，并借鉴相关研究提出的“敏感性—应对能力”脆弱性分析框架^[22, 26, 34]，遵循指标选取的科学性、代表性和可获得性原则，通过综合旅游开发活动、社会与人口压力、投资与消费、城镇化与工业化、工业环境污染、区域经济实力、科技与教育水平、工业污染治理、公共交通与生态建设、生态景观系统保护等相关要素设计指标体系，以期全面反映长江经济带旅游产业系统环境脆弱性特征，并对障碍因子进行诊断识别。

2.3 数据来源

以长江经济带干线流域 31 个城市为基本单元（限于数据获取，不包括迪庆州、大理州、楚雄州、甘孜州、凉山州、恩施州等 6 个自治州区域），并结合相关研究^[35]，将其划分为上游（昭通、丽江、昆明、曲靖、攀枝花、宜宾、泸州、重庆）、中游（九江、岳阳、武汉、黄冈、黄石、鄂州、咸宁、荆州、宜昌）、下游（安庆、铜陵、池州、芜湖、马鞍山、上海、南京、苏州、常州、南通、无锡、扬州、镇江、泰州）三个区段，研究数据来源于 2004—2018 年《中国旅游统计年鉴》《中国城市统计年鉴》、流域沿线各省（市）社会经济统计年鉴以及各省（市）国民经济和社会发展统计公报等，个别缺失数据采用相邻年份插值法进行了补齐处理。

3 旅游产业系统环境脆弱性时空演变特征

3.1 时序演变特征

通过运用熵值法，得到 2003—2017 年流域沿线 31 个城市旅游产业系统环境敏感性与应对能力指数平均值，进而运用脆弱性评价模型，得到旅游产业系统环境脆弱性指数平均值，并绘制 3 个指数的演化趋势曲线（图 1），以此揭示长江经济带旅游产业系统环境脆弱性时间序列演化特征。图 2 显示，2003 年以来流域旅游产业系统环境敏感性与应对能力均呈上升趋势，且增长步调较为一致，呈“并驾齐驱”之势。其中，敏感性指数由 2003 年的 0.0381 增至 2017 年的 0.0792，应对能力指数则由 0.0359 上升至 0.0964，年均增长速率分别为 5.46% 和 7.33%。自 2004 年开始，应对能力指数一直高于敏感性指数，且彼此之间的绝对差距不断拉大，指数差值由 2004 年的 0.0018 上升至 2017 年的 0.0171，以 2016 年长江经济带“共抓大保护，不搞大开发”战略提出以来尤为显著，也说明新时期国家推进长江经济带高质量发展和“生态优先、绿色发展”战略定位已初见成效，国家通过发展生态旅游、推进新型城镇化、聚力绿色转型发展和实施生态修复工程等使长江经济带旅游产业系统环境应对外部风险的能力明显增强。

从脆弱性整体演化趋势来看，2003—2017 年长江经济带旅游产业系统环境脆弱性呈“震荡起伏”式下降态势，指数值由 2003 年的 1.445 降至 2017 年的 1.166，期间伴有“反弹—回落”现象，表明在敏感性和应对能力综合作用下，流域旅游产业系统环境脆弱性走势稳健性欠佳。具体来看：①2003—2009 年，脆弱性指数呈持续下降态势，其中，2003—2004 年出现“断崖式”下

跌，此后下降走势有所放缓，表明进入新世纪随着“可持续发展”理念增强和对传统经济发展模式的反思，区域生态安全问题日渐引起重视，党和国家在“十一五”期间和“十七大”报告中提出了“转变经济发展方式”、贯彻落实“科学发展观”等战略理念，长江经济带生态环境保护进入了重要的历史机遇期。②2010—2014 年，流域旅游产业系统环境脆弱性呈现“小幅上涨—迅速回落—反弹回升”的“U”型演化走势。其中，2012 年是脆弱性指数低谷，该年党的十八大确立了“推进生态文明建设，建设美丽中国”的战略部署，为新时期长江经济带科学有序发展建构了新的战略行动纲领，流域生态环境治理与经济社会转型发展逐渐提上日程。③2015—2017 年，流域旅游产业系统环境脆弱性呈“先降后升”演变走势，但变化幅度不大。该时期习近平总书记对长江经济带生态保护以及高质量发展等多次做出重要指示，党的十九大将“生态文明”治国理念上升至新高度，国家先后发布《长江经济带发展规划纲要》（2016）、《关于加强长江经济带工业绿色发展的指导意见》（2017）、《长江经济带生态环境保护规划》（2017）等战略性文件，大力推进长江国际黄金旅游带建设和构建现代绿色产业体系，把修复长江生态环境放在首要位置，坚守长江生态环保底线，有效扭转了流域生态环境进一步恶化和区域社会经济与资源环境矛盾冲突不断加剧的严峻形势，生态环境治理成效较为显著。

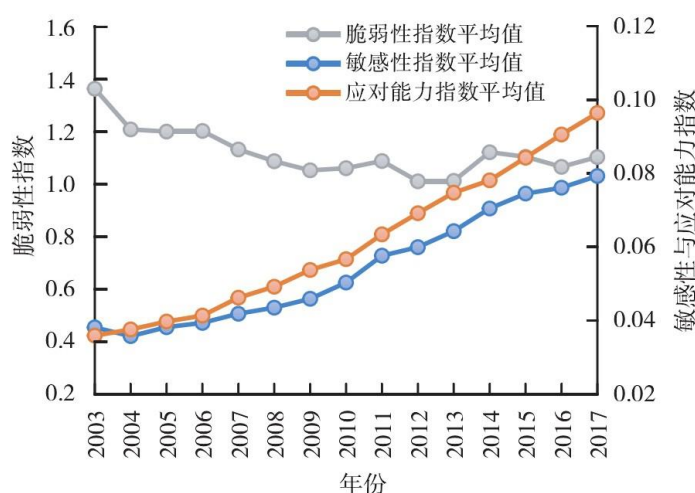


图 1 长江经济带干线流域旅游产业系统环境敏感性、应对能力与脆弱性指数演变趋势 (2003—2017)

3.2 空间演变特征

在时序演变特征分析的基础上，进一步运用 ArcGIS 软件平台，采用自然断裂法将脆弱性指数划分为低脆弱性、较低脆弱性、中等脆弱性、较高脆弱性和极度脆弱性 5 个等级，并选取 2003、2008、2013、2017 年为时间断面，刻画流域旅游产业系统环境脆弱性空间演变态势，具体来看：

2003—2007 年，流域旅游产业系统环境高脆弱区域主要分布在下游区段，脆弱性指数平均值为 1.766，扬州、镇江、南通、无锡、苏州、马鞍山、铜陵、芜湖等脆弱性指数均高于平均值，较高及以上等级脆弱性城市数量占下游城市总量的 35.71%，形成长江下游地带旅游产业系统环境高脆弱性集群分布区。这主要源于 21 世纪初期下游地区的快速城镇化、大规模工业化等区域发展战略，一定程度提升了区域生态环境敏感程度，致使旅游产业发展的环境安全风险普遍较高。中游地区脆弱性指数平均值为 1.565，稍低于下游地区，武汉、鄂州、黄石、岳阳等脆弱性相对较高，上述城市为长江中游重要的经济重心、重化工城市或资源型城市，国土空间开发强度较大，偏重型产业结构突出，对长江中游生态环境产生明显压力。上游地区脆弱性等级普遍多为低级或较低等级，指数平均值仅为 0.748，该区段位于我国西部经济地带，经济基础较为薄弱，人口密度较低，城镇化、工业化进程相对缓慢，与中游和下游地区相比，由于国土空间开发而产生的生态环境扰动相对较小，为区域生态景观保护提供了相对有利的外部环境，区域旅游开发生态禀赋优势较为突出。

2008—2012 年,流域旅游产业系统生存环境整体状况出现明显改观,脆弱性指数值由前一时段的 1.445 降至 1.150。其中,下游地区脆弱性指数降至 1.516,上海、铜陵两地脆弱性等级呈下降态势,而常州、泰州、马鞍山等脆弱性等级进一步提升,表明在长三角快速城镇化和一体化战略背景下,区域面临社会经济高质量发展与生态环境治理保护的双重任务,出现了部分城市因片面追求经济高速发展而使生态安全风险明显加强的迹象;中游地区脆弱性指数进一步降至 0.944,武汉、岳阳分别由中等脆弱性降至较低与低级脆弱性,两市为长江中游重要的中心城市,重化工、冶金业等较为发达,该时期在国家“转变经济发展方式”“推进主体功能区划”“建设长江黄金旅游带”等战略指引下,加速了“高污染、高能耗、高排放”等传统“三高型”产业的转型升级步伐,生态环境高脆弱性严峻形势得到明显缓解,为区段旅游产业系统环境整体改善发挥了重要作用;上游地区脆弱性水平呈微弱下降趋势,指数平均值为 0.740,重庆、泸州、宜宾、曲靖等由较低等级降为低等级,成为上游地区社会经济发展与生态环境协同保护的重要典范,丽江市脆弱性指数则呈逆向增长态势,脆弱性等级由较低升至中等级别,该时期丽江市旅游业呈加速发展之势,大规模建设景区、饭店、公路等旅游基础设施,其对生态环境的负面干扰效应也日趋增强,旅游产业系统生存环境安全风险得到相应提高。

2013—2017 年,流域旅游产业系统环境脆弱性指数进一步降至 1.069,区域生态环境状况持续改善。下游地区脆弱性指数降至 1.281,常州、马鞍山由极度脆弱性降至较高等级,苏州由中等脆弱性降至较低等级,上述转变主要得益于该时期经济社会转型发展理念与工业污染治理能力的增强,区域生态环境应对外部风险的能力不断提升。泰州、无锡、铜陵由中等脆弱性升级为较高脆弱性,上述城市为近年来长三角快速城镇化或资源型城市转型发展地区,城镇建设、社会投资、人口集聚等规模空前,区域在获得社会经济发展正向溢出效应的同时,生态环境风险也明显增加。中游地区脆弱性指数出现小幅反弹,由前一时段的 0.944 升至 0.978,生态环境高风险地区主要位于鄂州、黄石、岳阳等,说明传统资源型城市与重化工城市仍是长江中游旅游产业系统环境高脆弱性分布的重点地区,流域生态环境修复、产业创新升级以及绿色转型发展之路仍漫长而艰巨。上游地区脆弱性水平出现上升势头,指数值由前一时段的 0.740 升至 0.802,昆明、攀枝花由较低等级分别升至中等与较高等级。昆明作为滇中城市群中心城市,近年来随着城镇建设与人口集聚规模提升,国土空间开发强度不断加大,城市环境安全风险明显增强;攀枝花作为长江上游重要的冶金工业城市,产业结构重型化特征突出,对当地水环境、大气环境等产生较大风险挑战,区域面临构建现代产业体系和工业绿色发展的迫切任务;丽江由中等脆弱性降至较低脆弱性,近年来当地通过合理控制旅游环境容量,有效减缓了游客接待规模增长速率,旅游产业系统环境敏感性不断下降,同时在“旅游强市”战略驱动下,城市社会经济发展水平及生态景观建设保护力度不断加强,生态环境应对外部风险能力明显提升,旅游产业系统环境脆弱性得到明显改善。

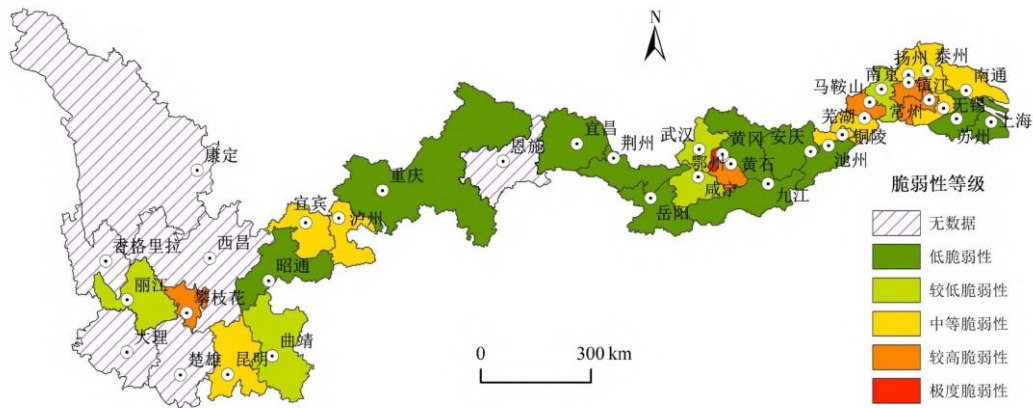


图 2 旅游产业系统环境脆弱性空间分异格局 (2017)

2017 年以来,流域旅游产业系统环境脆弱性出现小幅反弹迹象,指数值由 2013 年的 1.069 升至 1.166,说明区域生态环境整体状况仍不容乐观,生态环境治理与经济社会转型发展任务仍较为艰巨。下游地区脆弱性指数持续降低,由前一时段的 1.281 降至 1.277,上海、苏州、池州环境安全风险均降至低等级,南京由中等降至较低级别,泰州、南通、无锡、铜陵、芜湖由较高

降至中等级别，反映了新时期长江下游地区经济社会转型发展与生态环境保护双赢成效显著，特别是近年来长三角都市圈通过合理控制城镇开发规模与人口集聚程度，合力推进区域一体化高质量发展战略，为降低区域生态环境安全风险发挥了重要战略支撑作用；中游地区脆弱性指数由 2013 年的 0.978 升至 1.060，除岳阳由中等脆弱性降至低等级外，其他城市均未发生等级更替，说明区段生态环境整体状况变化不大，沿线旅游产业系统环境安全风险扩大态势得到一定控制；上游地区脆弱性程度明显增强，指数值由 2013 年的 0.802 升至 1.093，表明上游地区是新时期长江经济带生态环境脆弱性薄弱地带，泸州、宜宾均由较低等级升至中等级别，两市均为长江上游地区重要的食品加工、能源化工与制造业基地，工业基础雄厚，近年来在“临港工业区开发、老工业基地改造”等战略指引下，国土空间开发强度进一步提升，加剧了社会经济发展与资源环境的矛盾冲突，导致区域旅游产业系统环境安全风险呈扩大之势，其他城市脆弱性等级未发生明显变化。

4 旅游产业系统环境脆弱性障碍因子识别

为进一步诊断长江经济带干线流域旅游产业系统环境脆弱性的影响因素，识别不同障碍因子对于沿线旅游产业系统生存环境优化改善的阻滞程度，运用障碍度模型，从敏感性和应对能力两个维度，计算每个指标因子的障碍度并进行大小排序，筛选出前三位的显著性障碍因子，以探寻制约长江经济带旅游产业系统环境脆弱性降低的障碍源头，为流域生态环境治理修复及科学制定发展决策等提供参考依据。

4.1 敏感性障碍因子识别

从长江经济带整体来看，影响流域旅游产业系统环境敏感性的主要障碍因子分别为建成区占辖区土地面积比重、城镇居民人均可支配收入和旅游总收入年增长率，三大因子的障碍度分别为 16.26%、13.20%、12.55%，表明长江经济带旅游产业系统环境敏感性是区域城镇化推进、居民消费能力提升和旅游产业规模扩张等多重干扰综合作用的结果，三者障碍度之和达到 42.01%。因此，合理控制城镇建设规模、引导居民合理消费、科学调控旅游产业增长速率，应成为未来长江经济带旅游产业系统环境优化的重要方向。从流域区段分异来看，上游、中游地区障碍因子与长江经济带整体完全吻合，影响下游地区敏感性的主要障碍因子则为建成区占辖区土地面积比重、城镇居民人均可支配收入和工业废水排放量，由此，未来下游地区除重点关注城镇空间规模扩张和居民消费需求增长等因素外，需进一步加强工业水污染治理力度，工业绿色发展步伐亟需加快推进。从流域沿线城市之间的对比来看，不同城市之间旅游产业系统环境敏感性障碍因子及其影响程度存在较大差异。总体来看，在敏感性各障碍因子中，出现频率较高的分别为城镇居民人均可支配收入（24 次）、旅游总收入年增长率（18 次）、建成区占辖区土地面积比重（15 次），这与长江经济带整体旅游产业系统环境敏感性障碍因子的分析结论保持一致。

4.2 应对能力障碍因子识别

从长江经济带整体来看，制约流域旅游产业系统环境应对能力提升的障碍因素主要为建成区绿化覆盖率、科学技术支出规模和地方财政一般预算内收入，三大因子的障碍度分别为 3.05%、3.19%、4.02%，换言之，三大因子对流域旅游产业系统环境应对能力提升的总体贡献率偏低，合计仅为 10.26%，因此，加强城市生态环境美化与景观建设、提升科技创新能力和增加政府财政支持等，应成为未来提升长江经济带旅游产业系统环境应对能力的重要着力点。从流域区段分异来看，上游、中游地区旅游产业系统环境应对能力障碍因子与长江经济带整体保持一致，下游地区障碍因子则变为建成区绿化覆盖率、科学技术支出规模和污水处理厂集中处理率，说明下游地区旅游产业系统环境应对能力除受城市生态景观建设和科学技术投入水平等因素制约外，区域水环境修复治理设施建设以及水污染处理能力也是影响旅游产业系统生存环境优化的薄弱环节，流域水污染风险防控能力需进一步提升。从流域城市对比来看，影响沿线旅游产业系统环境应对能力的障碍因子主要为科学技术支出规模、国家级自然保护区数量和建成区绿化覆盖率，三大因子出现的频数分别为 20、14 和 13 次，其中，国家级自然保护区数量成为制约多数城市旅游产业系统环境应对能力提升的第一障碍因子，说明未来长江经济带旅游产业系统环境优化改善除要加强科技投入、推进技术创新和提高城市生态景观建设水平外，要着力加强国家级自然保护区建设，为提高流域旅游产业系统环境应对能力构建生态安全屏障，筑牢旅游产业可持续发展的自然“本底”。

5 结论与讨论

通过界定旅游产业系统环境脆弱性概念内涵和基于“敏感性—应对能力”分析框架构建指标体系,运用熵值法、脆弱性模型、障碍度模型等定量分析方法,探究了长江经济带干线流域旅游产业系统环境脆弱性时空演变特征及障碍因素,结论如下:

①时间维度上,2003年以来长江经济带旅游产业系统环境敏感性与应对能力均呈上升趋势,两者增长步调较为一致,呈“并驾齐驱”之势,自2004年以来,应对能力指数一直高于敏感性指数,彼此之间的绝对差距不断拉大。2003—2017年长江经济带旅游产业系统环境脆弱性整体呈“震荡起伏”式下降态势,2003—2009年,脆弱性指数持续下降;2010—2014年,脆弱性呈“小幅上涨—迅速回落—反弹回升”的“U”型演化走势;2015—2017年,脆弱性指数呈现“先降后升”演变趋势,但变化幅度不大。

②空间维度上,2003年以来长江经济带旅游产业系统环境脆弱性呈现显著的空间演替性,下游地区环境高风险区域分布具有较强的空间集群性,但区段脆弱性指数呈持续下降态势,高风险区域城市数量及等级逐渐降低,常州、镇江、马鞍山是下游地区旅游产业系统环境高脆弱性的重要分布区;中游地区旅游产业系统环境脆弱性具有“先降后升”演变特征,环境脆弱性高风险区域主要集中于鄂州、黄石两市;上游地区旅游产业系统环境脆弱性具有较强的稳定性,指数值一直在0.7~1.1之间徘徊,泸州、攀枝花、宜宾、昆明是区域典型的旅游产业系统环境脆弱性高风险区。

③影响长江经济带整体旅游产业系统环境敏感性的障碍因子主要为建成区占辖区土地面积比重、城镇居民人均可支配收入和旅游总收入年增长率,流域不同区段与整体长江经济带旅游产业系统环境敏感性的障碍因子较为吻合,城镇居民人均可支配收入、旅游总收入年增长率、建成区占辖区土地面积比重是影响不同城市之间旅游产业系统环境敏感性的高频次障碍因子。

④制约长江经济带整体旅游产业系统环境应对能力提升的障碍因子主要为建成区绿化覆盖率、科学技术支出规模和地方财政一般预算内收入,上、中、下游地区旅游产业系统环境应对能力障碍因子与整个长江经济带基本一致,影响不同城市之间旅游产业系统环境应对能力的高频次障碍因子为科学技术支出规模、国家级自然保护区数量和建成区绿化覆盖率,国家级自然保护区数量是制约众多城市旅游产业系统环境应对能力提升的首要障碍因子。

本文通过探讨长江经济带旅游产业系统环境脆弱性问题,为旅游产业系统与生态环境关系研究以及流域型旅游地可持续发展提供了新的视角,突破了以往研究侧重于旅游开发的生态环境效应分析、旅游地社会—生态系统脆弱性分析等内容体系,对旅游人地关系研究、旅游可持续发展研究等进行了有益补充。然而,流域旅游产业系统环境脆弱性研究尚处于起步阶段,本文对相关概念内涵、脆弱性分析框架以及指标体系设计等仅做了初步尝试性探索,较为遗憾的是,限于统计数据制约,本文主要基于旅游开发、社会人口、投资消费、城镇化与工业化、环境污染及治理、科技教育、公共交通等社会经济要素进行了指标体系构建,而关于自然生态要素的涉及相对偏少,且“流域型”旅游地的地理特性在指标体系中未给予充分体现,因而在后续研究中还需对相关指标予以进一步拓展完善。此外,本文主要对长江经济带旅游产业系统环境脆弱性的时空演变特征及障碍因子进行了刻画分析,对于各障碍因子对旅游产业系统生存环境干扰的作用路径、强度差异以及脆弱性演变内在机理研究将是未来探索的重点方向。

参考文献:

- [1]周彬,钟林生,陈田,等.浙江省旅游生态安全的时空格局及障碍因子[J].地理科学,2015,35(5):599-607.
- [2]Kates R W,Clark W C,Corell R,et al.Environment and development:Sustainability science[J].Science,2001,292(5517):641-642.
- [3]Parry M L.Climate Change 2007:Impacts,Adaptation and Vulnerability:Contribution of Working Group II to

the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[M].Cambridge:Cambridge University Press, 2007.

[4]Buchman N, Canadell J, Graumlich L. Global Land Project: Science Plan and Implementation Strategy[R]. Stockholm: IGBP Secretariat, 2005.

[5]Mörtberg U M, Balfors B, Knol W C. Landscape ecological assessment: A tool for integrating biodiversity issues in strategic environmental assessment and planning[J]. Journal of Environmental Management, 2007, 82(4): 457-470.

[6]赵珂, 饶懿, 王丽丽, 等. 西南地区生态脆弱性评价研究——以云南, 贵州为例[J]. 地质灾害与环境保护, 2004, 15(2): 38-42.

[7]Turner B L, Kasperson R E, Matson P A, et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2003, 100(14): 8074-8079.

[8]Chambers R. Vulnerability, coping and policy (Editorial Introduction) [J]. IDS Bulletin, 2006, 37(4): 33-40.

[9]何彦龙, 袁一鸣, 王腾, 等. 基于 GIS 的长江口海域生态系统脆弱性综合评价[J]. 生态学报, 2019, 39(11): 3918-3925.

[10]郭兵, 孔维华, 姜琳. 西北干旱荒漠生态区脆弱性动态监测及驱动因子定量分析[J]. 自然资源学报, 2018, 33(3): 412-424.

[11]杨俊, 关莹莹, 李雪铭, 等. 城市边缘区生态脆弱性时空演变——以大连市甘井子区为例[J]. 生态学报, 2018, 38(3): 778-787.

[12]Holling C S. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems[J]. Ecosystems, 2001, 4(5): 390-405.

[13]Adger W N. Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam[J]. World Development, 1999, 27(2): 249-269.

[14]李博, 金校名, 杨俊, 等. 中国海洋渔业产业生态系统脆弱性时空演化及影响因素[J]. 生态学报, 2019, 39(12): 4273-4283.

[15]高江波, 侯文娟, 赵东升, 等. 基于遥感数据的青藏高原自然生态系统脆弱性评估[J]. 地理科学, 2016, 36(4): 580-587.

[16]李响, 齐文平, 谭畅, 等. 生态环境脆弱性与多维贫困的耦合关系——基于广西河池市 1586 个贫困村的实证分析[J]. 应用生态学报, 2019, 30(12): 4303-4312.

[17]陈桃, 包安明, 郭浩, 等. 中亚跨境流域生态脆弱性评价及其时空特征分析——以阿姆河流域为例[J]. 自然资源学报, 2019, 34(12): 2643-2657.

-
- [18]冷疏影,刘燕华.中国脆弱生态区可持续发展指标体系框架设计[J].中国人口·资源与环境,1999(2):42-47.
- [19]李洁,赵锐锋,谢作轮.甘肃省区域社会—生态系统脆弱性综合评价[J].经济地理,2015,35(12):168-175.
- [20]温晓金,杨新军,王子侨.多适应目标下的山地城市社会—生态系统脆弱性评价[J].地理研究,2016,35(2):299-312.
- [21]陈佳,杨新军,王子侨,等.乡村旅游社会—生态系统脆弱性及影响机理——基于秦岭景区农户调查数据的分析[J].旅游学刊,2015,30(3):64-75.
- [22]尹鹏,刘曙光,段佩利.海岛型旅游目的地脆弱性及其障碍因子分析——以舟山市为例[J].经济地理,2017,37(10):234-240.
- [23]王群,银马华,杨兴柱,等.大别山贫困区旅游地社会—生态系统脆弱性时空演变与影响机理[J].地理学报,2019,74(8):1663-1679.
- [24]Schneiderbauer S,Ehrlich D.Risk,Hazard and People's Vulnerability to Natural Hazards:A Review of Definitions,Concepts and Data[M].Brussels:European Commission-Joint Research Centre(EC-JRC),2004.
- [25]李鹤,张平宇.东北地区矿业城市经济系统脆弱性分析[J].煤炭学报,2008,33(1):116-120.
- [26]程钰,任建兰,徐成龙.资源衰退型城市人地系统脆弱性评估——以山东枣庄市为例[J].经济地理,2015,35(3):87-93.
- [27]郭付友,佟连军,魏强,等.吉林省松花江流域产业系统环境适应性时空分异与影响因素[J].地理学报,2016,71(3):459-470.
- [28]中华人民共和国文化和旅游部.中国文化和旅游统计年鉴(2019)[M].北京:国家图书馆出版社,2019.
- [29]周成,冯学钢,唐睿.区域经济—生态环境—旅游产业耦合协调发展分析与预测——以长江经济带沿线各省市为例[J].经济地理,2016,36(3):186-193.
- [30]欧向军,甄峰,秦永东,等.区域城市化水平综合测度及其理想动力分析——以江苏省为例[J].地理研究,2008(5):993-1002.
- [31]陈明星,陆大道,张华.中国城市化水平的综合测度及其驱动因子分析[J].地理学报,2009,64(4):387-398.
- [32]高超,金凤君,雷军,等.干旱区绿洲城市经济系统脆弱性评价研究[J].经济地理,2012,32(8):43-49.
- [33]彭飞,韩增林,杨俊,等.基于BP神经网络的中国沿海地区海洋经济系统脆弱性时空分异研究[J].资源科学,2015,37(12):2441-2450.
- [34]Gilberto C.Gallopin.Linkages between vulnerability,resilience,and adaptive capacity[J].Global Environmental Change,2006,16(3):293-303.

[35]金贵, 邓祥征, 赵晓东, 等. 2005—2014 年长江经济带城市土地利用效率时空格局特征[J]. 地理学报, 2018, 73(7):1242-1252.