

长江经济带市域土地资源承载力

时空分异与影响因素探析

张荣天¹ 张小林² 尹鹏³¹

(1. 扬州大学 乡村振兴战略研究院, 中国江苏 扬州 225009;

2. 南京师范大学 地理科学学院, 中国江苏 南京 210046;

3. 鲁东大学 商学院, 中国山东 烟台 264039)

【摘要】: 土地资源承载力时空分异及其影响因素探讨可为制定差异化的国土空间优化策略提供一定依据。文章以长江经济带作为典型研究案例, 以市域作为研究尺度, 从土地资源经济承载力、社会承载力及生态承载力维度构建评价指标体系, 运用熵权 TOPSIS 法测算 2000—2018 年长江经济带市域土地资源承载力水平; 综合空间自相关模型、地理探测器模型等方法探讨长江经济带市域土地资源承载力时空分异特征与影响因素。结果表明: ①2000 年以来长江经济带市域土地资源承载力表现为一定的提升态势, 且土地资源承载力水平区域差异表现为下游>中游>上游。②全局上, 研究期间长江经济带市域土地资源承载力呈现出正的空间相关性特征; 局部上表现为“小集聚大分散”空间分异格局, H-H 型主要集聚在上海及苏南地区, 并不断向杭绍甬空间演化, 而 L-L 型主要集聚在川西高原区及滇西南地区。③交互探测结果显示, 人均 GDP、城市化率及二三产产值比重是影响长江经济带市域土地资源承载力空间分异的主导因子, 且与其他因子交互驱动力强于单因子作用, 交互作用类型以双因子增强为主。

【关键词】: 土地资源承载力 地理探测器 长江经济带 经济发展水平 自然地理因素

【中图分类号】: F291 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000-8462 (2022) 05-0185 - 08

土地资源是人类最基本的生存要素。随着城市人口增长、经济发展和城市化进程不断加快, 城市土地资源日趋紧缺, 而城市发展对土地资源需求却日益增加, 城市土地资源短缺以及土地资源低效利用成为影响城市高质量发展的制约性因素^[1]。人—地关系矛盾日益加剧, 很大程度上限制了城市土地资源承载能力。区域土地资源承载力评价作为科学编制实施国土空间规划的基础, 是优化配置城市土地资源和指引城市土地开发整治的重要依据^[2]。因此, 如何最大限度提高城市土地资源综合承载力, 实现城市土地资源节约集约利用, 已成为当前我国新型城市化建设关注的重要现实命题。

承载力最早属于物理学领域的研究范畴, 之后在人口学、经济学及生态学学科等相关领域得到了持续发展^[3]。1940 年代末

基金项目: 国家自然科学基金项目 (42101201); 教育部人文社会科学基金项目 (20YJCZH230); 全国农业教指委研究课题 (2021-NYYB-07); 江苏省软科学研究项目 (BR2021028); 扬州市科技计划项目 (YZ2021186); 扬州大学“青蓝工程”优秀青年骨干教师资助项目

作者简介: 张荣天 (1987—), 男, 江苏溧水人, 博士后, 助理研究员, 硕士生导师, 研究方向为城乡发展与区域规划。E-mail: nnuzrr@163.com

以土地资源承载力研究为标志的资源承载力研究开始；直到 1970 年代初，伴随世界工业化发展和人口急剧增长双重压力，土地等一些不可再生资源的承载力面临着上限胁迫，以协调人—地关系为中心的承载力研究逐渐兴起^[4]；到 1980 年代中期，联合国教科文组织和世界粮农组织开始关注到区域土地承载力研究，随后土地承载力研究在区域领域得到较广泛应用^[5-8]。1980 年代后期，我国土地资源承载力研究迅速兴起并得到蓬勃发展^[9-10]，综合国内相关研究成果，从研究内容、研究方法及研究尺度三个方面进行综述：①研究内容上，关于土地资源承载力研究主要集中在内涵特征解读^[11]、指标体系构建^[12-13]、区域差异分析^[14-15]、影响因素研究^[16-17]、模拟预测判断^[18]及优化提升策略^[19]等方面，研究内容从简单化、单因素逐步转向与人口、资源与环境相结合的综合性研究。②研究方法上，主要采用因子分析法^[20]、系统动力学模型^[21]、改进生态足迹模型^[22]及可拓物元模型^[23]等定量方法，同时“3S”技术也开始应用到土地资源承载力时空分异格局研究中^[24-25]，研究方法日渐多元化和综合化。③研究尺度上，研究主要涉及大中尺度的城市群（长三角^[26]、京津冀^[27]）、省域^[28]及单个城市^[29]，土地资源承载力研究呈现出多尺度演化态势。通过综述可知，当前研究对土地资源承载力的内涵未达成一致共识，研究理论体系不够系统，评价指标体系尚不统一；更多研究侧重在土地资源承载力区域差异特征描述，对不同典型区域土地资源承载力时空分异内在机制探讨较薄弱。

长江经济带横贯我国东中西三大区域，覆盖上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、云南、贵州等 11 个省市，国土面积约 205 万 km²，约占全国国土面积 21%。长江经济带是我国综合实力最强、战略支持力度最大的区域，伴随城市化和工业化进程持续加快，长江经济带区域土地资源面临着巨大胁迫，土地资源承载能力问题成为影响长江经济带区域可持续发展的瓶颈。鉴于此，针对当前研究不足之处，在界定土地资源承载力内涵的基础上，本文克服以人口作为单一评价指标的不足，构建复合经济—社会—生态多维度多指标的评价体系；选择我国长江经济带作为典型实证区域，以 127 个市域作为研究对象，综合熵权 TOPSIS 法、空间自相关模型等方法，从地理学“时—空”分析视角研究 2000 年以来长江经济带市域土地资源承载力时空格局分异特征，并运用地理探测器模型揭示长江经济带市域土地资源承载力时空分异的主导因子及驱动机制，以期为新时期长江经济带土地资源承载力提升及国土空间优化提供实践参考。

1 指标体系、数据来源及研究方法

1.1 指标体系及数据来源

1.1.1 指标体系

土地资源承载力是一个综合概念，纵观前人的相关研究成果^[11, 20, 30]，可发现土地资源承载力的研究对象具有多重属性，涉及城市自然、经济社会及生态等多重因素之间的相互影响与协调发展，它不仅是对土地资源自然属性反映，同时也受制于区域经济社会发展水平和科技条件，以及土地利用对生态环境的改善状况。因此，本文认为土地资源承载力内涵是指在一定时期内，一定的经济、社会及生态环境条件下，土地资源所能承载的人们各种活动的规模和强度的阈值。目前，国内外对土地资源承载力的承载主体及要素进行较多研究，但关于土地资源承载力评价指标体系仍未形成统一标准^[8, 12-13, 15]。本文结合土地资源承载力内涵解读及相关指标体系研究成果，考虑到长江经济带土地资源特点、土地利用现状和经济社会发展差异，复合“经济—社会—生态”三大维度构建土地资源承载力评价指标体系，力求综合判断长江经济带市域尺度土地资源承载力的客观水平。具体指标选取：①土地资源经济承载力方面，选取地均 GDP、地均财政收入、地均固定资产投资、经济密度等指标来反映。②土地资源社会承载力上，选取人口密度、非农人口比例、人口自然增长率、地均就业人口等指标来反映。③土地资源生态承载力方面，选取人均公园绿地面积、地均工业废水排放达标量、地均工业固体废弃物排放量、单位 GDP 能耗等指标来反映。

1.1.2 数据来源

主要涉及指标数据和空间数据两个方面：①指标数据，主要来源于长江经济带 11 个省（市）2001—2019 年统计年鉴，以及 11 个省（市）国民经济和社会发展统计公报。②空间数据，市域空间边界主要取自于《上海市地图集》《江苏省地图集》《浙江省地图集》《安徽省地图集》《江西省地图集》《湖北省地图集》《湖南省地图集》《重庆市地图集》《四川省地图集》《贵州省地图

集》《云南省地图集》的行政区划图，经扫描进行高精度配准后跟踪矢量化，对行政区划调整的区域进行相应合并处理；另外，本文中的地形地貌数据来源于 DEM 数据（分辨率 30m），具体获取途径是从 CGIAR-CSI (<https://cgiarcsi.community/author/cgiargeo/>) 网站下载，并基于 ArcGIS 软件平台，通过 spatial analyst-surface analysis-contour 工具对 DEM 数据进行配准。

1.2 研究方法

1.2.1 熵权 TOPSIS 法

熵权 TOPSIS 为逼近于理想值的排序方法，最早是在 1981 年由 Hwang 和 K.Yoon 两位学者提出的。熵权 TOPSIS 基于传统 TOPSIS 法，有效克服了评价主观因素，能较客观全面地反映评价指标的动态变化，适用于多指标的综合评价^[31]。本文所构建的土地资源承载力评价体系是一个复合经济—社会—生态多维度指标体系，运用熵权 TOPSIS 开展区域土地资源承载力多指标综合评价具有一定优势，其评价结果更合理、客观。鉴于此，本文采用熵权 TOPSIS 法对研究期间长江经济带市域土地资源承载力进行定量评价。理论步骤如下：

①构建评价指标体系矩阵 X

$$X = (x_{ij})_{m \times n} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n);$$

②采用极差法对指标矩阵标准化：

$$x'_{ij} = x_{ij} / x_{\max}$$

③计算评价指标熵值 H_i

$$H_i = -\frac{1}{\ln m} \left(\sum_{j=1}^m f_{ij} \ln f_{ij} \right);$$

④确定评价指标熵权 W

$$W = (w_i)_{1 \times n}, \text{其中 } w_i = \frac{1 - H_i}{n - \sum_{i=1}^n H_i};$$

⑤确定最优解 S^+_j 和最劣解 S^-_j

$$S^+_j = \max(r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{nj}), S^-_j = \min(r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{nj});$$

⑥计算最优解和最劣解的欧式距离

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (s_j^+ - r_{ij})^2}, D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (s_j^- - r_{ij})^2};$$

⑦测算土地资源承载力水平值

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}, \text{其中 } C_i \in [0, 1]。$$

1.2.2 空间自相关模型

本文运用空间自相关模型来分析 2000 年以来长江经济带市域土地资源承载力时空格局分异特征，其中全局 Moran' sI 指数是用来分析城市土地资源承载全局空间关联特征，局部 Gi*指数是用来描述市域土地资源承载力局部空间异质特征^[32-33]，理论公式如下：

①全局 Moran' sI 指数

$$I(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}}$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / n$$

式中：Xi、Xj 分别为 i、j 的观测值；Wij 为空间权重矩阵，空间相邻为 1，不相邻为 0。I(d) > 0 时为空间正相关，表示土地资源承载力较高（低）空间显著集聚。

②局部 Gi*指数

$$G_i^*(d) = \sum_{j=1}^n W_{ij}(d) X_j / \sum_{j=1}^n X_j$$

式中：若 Gi* 为正且显著，表明 i 周围市域土地资源承载力高值空间集聚；反之，若 Gi* 为负且显著，则表明位置 i 周围市域土地资源承载力低值空间集聚。

1.2.3 地理探测器模型

地理探测器是 Wang 等通过提出因子力度量指标，结合 GIS 空间叠加技术和集合论，识别多因子之间交互作用的模型^[34]，其基本原理是认为不同空间位置地理事物，制约发展变化的因素具有差异性，若两者在空间上变化表现显著一致性，即该因素对地理空间分布具有更为显著的贡献^[35]。本文运用该模型来探测长江经济带市域土地资源承载力时空分异的驱动因素，理论模型如

下：

$$P_{D,H} = 1 - \frac{1}{N' \sigma_H^2} \sum_{w=1}^m n_{D,w} \sigma_{H,D,w}^2$$

式中：PD,H 为影响因子 D 对市域土地资源承载力水平 H 影响力； σ^2_{2H} 表示市域土地资源承载力水平方差； $\sigma^2_{2HD,W}$ 为市域 w 土地资源承载力水平方差；N' 为样本数。PD,H 取值范围为 [0, 1]，PD,H 值越大，表明该因素对市域土地资源承载力影响越大。同时，地理探测器模型中交互作用探测可以分析不同影响因子间的相互作用，评估相互作用是否会增强或减弱对地理要素空间分异的影响程度。交互关系主要有 5 种基本类型：非线性减弱、单因子非线性减弱、双因子增强、相互独立、非线性增强。

2 结果与分析

2.1 总体特征分析

运用熵权 TOPSIS 理论模型，测算出 2000—2018 年长江经济带市域土地资源承载力水平（图 1）。通过图 1 可知：①总体特征。2000 年以来长江经济带市域土地资源承载力水平呈现出一定的上升态势，从 2000 年 0.4522 提升到 2018 年 0.6518，近 18 年间市域尺度上长江经济带土地资源承载力水平提升 41.14%，但年均增幅仅为 2.29%，提升速率还相对缓慢。另外，测算出 2000—2018 年长江经济带市域土地资源承载力水平变差系数 CV 值（变差系数是应用于空间差异测度的研究方法，优点是消除单位与平均数不同对结果造成的影响，其理论公式参见文献 [36]），结果表明研究期间变差系数 CV 值从 0.4452 上升 0.5221，CV 值持续提升说明 2000 年以来长江经济带市域土地资源承载力区域差异仍显著。

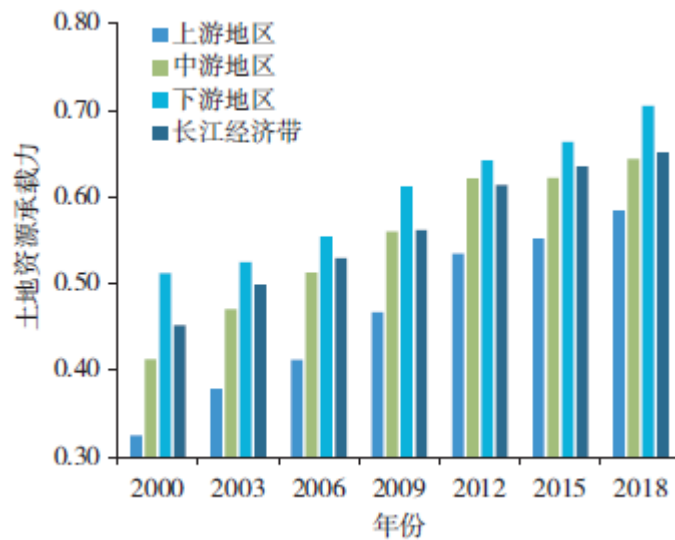


图 1 长江经济带市域土地资源承载力水平及区域差异(2000—2018 年)

②区域差异。将长江经济带这一地域划分为上游地区（重庆、四川、贵州、云南）、中游地区（安徽、江西、湖南、湖北）、下游地区（上海、江苏、浙江），从上游、中游及下游三大地区剖析长江经济带市域土地资源承载力区域差异特征。其中，2000—2018 年上游地区市域土地资源承载力水平在 [0.3251, 0.5842] 区间变化，中游地区市域土地资源承载力水平在 [0.4126, 0.6438] 范围波动，而下游地区市域土地资源承载力在 [0.5121, 0.7055] 区间波动，可见研究期间长江经济带市域土地资源承载力区域

差异总体表现为下游>中游>上游。

2.2 空间格局分异

根据全局 Moran' sI 指数公式, 测算出 2000—2018 年长江经济带市域土地资源承载力全局 Moran' sI 估算值可知, 在 0.1% 的检验水平上, 长江经济带市域土地资源承载力水平全局 Moran' sI 估算值均为正, 表明 2000—2018 年市域尺度上长江经济带土地资源承载力具有正向的自相关性特征; 全局 Moran' sI 估算值从 2000 年的 0.3506 持续提升到 2018 年的 0.4541, 这表明 2000 年以来长江经济带市域土地资源承载力空间集聚特征日益增强。

全局 Moran' sI 值仅从总体分析土地资源承载力空间关联程度, 为更清楚地了解市域土地资源承载力局部空间集聚特征及演化规律, 选用局域 Gi*指数, 基于 GeoDa095 软件绘制出 2000—2018 年长江经济带市域土地资源承载力 LISA 空间集聚图(图 2)。通过图 2 可知: ①H-H 型(市域自身和相邻市域土地资源承载力均高)。2000 年 H-H 型主要集聚在上海、苏南地区, 到 2009 年后浙江的杭州、绍兴及宁波等城市开始演化为 H-H 型, 研究期间城市土地资源承载力 H-H 型主要分布在下游地区上海、苏锡常及杭甬地区, 21 世纪以来这一类型城市土地利用结构持续优化, 对区域土地资源承载力提升起到积极促进效应。②H-L 型(市域自身土地资源承载力高而相邻市域低)。这一类型空间分布格局比较稳定, 主要分布在长江经济带中游地区的武汉城市圈、长株潭城市群以及成渝城市群, 这一类型城市土地利用技术水平不断提升, 城市土地利用效率也得到持续改善, 城市土地资源承载力也得一定程度优化。③L-H 型(市域自身土地资源承载力低而相邻市域高)。2000 年 L-H 型主要分布在安徽的阜阳、淮南、淮北等城市, 以及贵州的六盘水、安顺等城市, 到 2009 年仅铜仁等城市发生演化, 再到 2018 年仅安顺发生置换。可见整个研究期间长江经济带市域土地资源承载力 L-H 型主要分布在安徽皖北、黔西南地区。④L-L 型(市域自身和相邻市域土地资源承载力均低)。研究期间长江经济带市域土地资源承载力 L-L 型主要集中在上游地区川西高原的甘孜、阿坝、攀枝花等城市, 以及滇西南的保山、普洱等城市, 这一类型城市生态环境较脆弱, 土地资源匮乏且土地利用方式相对粗放, 城市土地资源集约利用水平程度较低, 导致区域土地资源承载力处在低水平状态。总体来看, 2000—2018 年长江经济带市域土地资源承载力局部 LISA 形态表现出“小集聚大分散”空间分异特征。

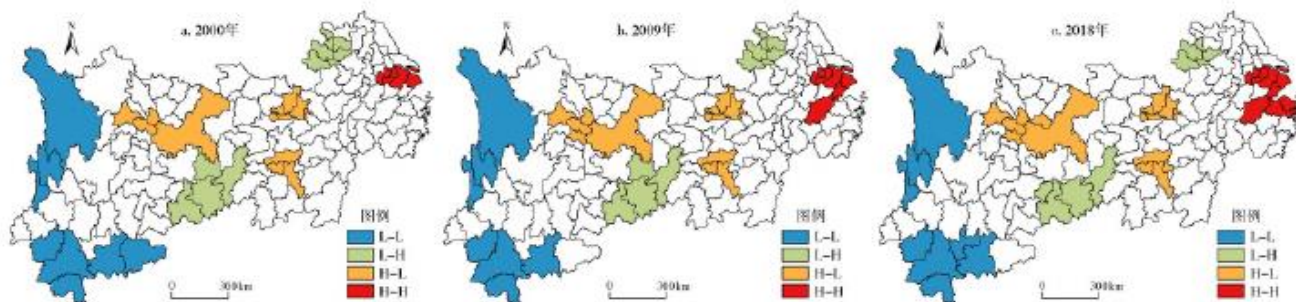


图 2 长江经济带市域土地资源承载力 LISA 演化(2000—2018 年)

2.3 影响因素分析

理论上, 区域土地资源承载力时空分异是多重因素的作用结果, 这些因素对土地资源承载力影响的贡献大小存在一定差别, 且不同时期不同地域土地资源承载力的主导因素也表现出一定异质性。吴月良较早从理论上阐述了人口数量及发展速度、营养水平、土地资源生产潜力、自然环境、国民经济发展水平及政策等因子是影响区域土地资源承载力的主要因素^[37]; 杨庆媛等构建障碍度理论模型, 通过障碍因素实证分析重庆市江津区土地资源承载力的短板要素^[20]; 李新刚等通过 GWR 模型得到人口因素、资源环境因素、经济社会因素这三大因素对环渤海地区城市群城市土地资源综合承载力影响程度空间分异规律^[27]。参考国内外相关研究成果, 可以发现自然条件、资源禀赋及经济发展等是影响区域土地资源承载力时空格局分异及演化的重要因素。

基于此,本文重点围绕自然地理因素、资源禀赋因素及经济发展因素 3 个方面开展土地资源承载力时空分异的影响机制探析:①自然地理因素。一般而言,自然地理条件是影响区域土地资源承载力时空分异的基础性因素,选取坡度 $>15^{\circ}$ 面积比重(X1)、平切海拔(X2)指标来具体反映。②资源禀赋因素。一般而言,一个区域或城市土地资源自身禀赋条件越好,其承土地资源能力也就相应的越好,选取人均耕地面积(X3)指标来具体反映。③经济社会因素。一般而言,伴随着区域经济社会发展水平持续提高,促进土地资源开发、利用方式不断转型,有助于区域土地资源承载能力得到提升,经济社会快速发展也需要区域更大的土地资源承载力来响应人类生产、生活及其他各种人类活动,选取人均 GDP(X4)、二三产产值比重(X5)、城市化率(X6)、城乡收入比(X7)等指标来具体反映。本文在七大影响因素指标变量选取的基础上,通过地理探测器模型方法定量识别影响 2000—2018 年长江经济带市域尺度土地资源承载力时空分异的主导因子,剖析各主导因子之间的交互作用关系,并在此基础上揭示主导因子的内在影响机制。

2.3.1 因子探测

运用地理探测器模型中因子探测 2000—2018 年各影响因素对长江经济带市域土地资源承载力空间分异的 q 值大小,若 q 值越大则说明该因素对市域土地资源承载力空间分异的影响贡献率越大。采用自然断裂法将每个影响因子划分为 5 个等级进行离散化处理,然后以此为阈值对 2000—2018 年 3 个研究时间断面的各影响因素分析指标进行因子探测分析。同时,将因子探测的 q 值从大到小进行排序,用来比较各影响因子在不同时期对长江经济带市域土地资源承载力影响程度大小及变化特征。2000、2009、2018 年三个时间断面对长江经济带市域土地资源承载力空间分异影响较大的因子($q>0.4$)为:人均 GDP $>$ 城市化率 $>$ 二三产产值比重。

2.3.2 交互探测

土地资源承载力时空分异不仅受到单一因素影响作用,更是多种影响因素交互作用的结果。鉴于此,为了深入挖掘市域土地资源承载力双驱动因素间交互关系,采用地理探测器模型中交互探测来分析影响因素交互作用对长江经济带市域土地资源承载力空间分异影响程度。①总体上,两两因素之间交互作用对市域土地资源承载力空间分异的影响均表现增强关系,表明了两两影响因素之间交互作用会增强对长江经济带市域土地资源承载力时空分异的解释力度。由此可见,长江经济带市域土地资源承载力时空分异并不是单一影响因素造成的,而是多影响因素交互耦合作用结果。②交互影响差异上,人均 GDP、城市化率及二三产产值比重与其他因子的交互作用 q 值均超过了 0.5,进一步验证了人均 GDP、城市化率及二三产产值比重是影响长江经济带市域土地资源承载力分异的主导因子。

2.3.3 主导因子的影响机制

在定量探测长江经济带市域土地资源承载力空间分异主导因子及交互作用基础上,可以发现研究期间自然因素对长江经济带市域土地资源承载力时空分异的影响相对较小,而经济社会因子对研究期间市域土地资源承载力时空分异表现出主导性作用。由此可见,“自然因素基础作用+经济社会因素主导作用”是 2000—2018 年长江经济带市域土地资源承载力时空分异的内在驱动机制,下面就主导因子的影响机制展开初步阐释。

①人均 GDP。探测结果显示,2000—2018 年人均 GDP 的 q 值均排在第一,这充分反映了经济发展水平对市域土地资源承载力空间分异影响最为显著。经济发展水平及效率越高,可以通过增加资金等要素支撑,促进土地资源开发及利用技术不断进步,将有助于挖掘土地资源承载的潜力,起到“放大”效应,推动城市土地资源综合承载力和可持续发展水平得到提高。长江经济带下游上海、苏南及杭绍甬是我国经济最发达区域之一,伴随地区经济快速发展,其土地资源开发强度也在不断加大,促使城市土地资源利用方式不断向集约化方向转变,其土地资源综合承载力呈现出提升的良好态势。因此,经济发展水平差异是影响研究期间长江经济带市域土地承载力时空分异的主导因子。

②城市化率。探测结果显示, 2000—2018 年城市化率的 q 值均排在第二, 这说明城市化发展与土地资源承载力具有较显著的响应关系。城市化发展在一定程度导致土地资源承载压力增大的同时, 在有限土地资源约束下也会更为注重提升土地资源利用的效率, 缓解土地资源压力和促进土地资源承载力提升。总体上看, 长江经济带下游地区城市化发展水平及质量较高, 快速城市化进程中更为注重土地资源节约集约化利用模式, 有助于城市土地资源承载能力得到持续改善; 相比而言, 中、上游地区城市化发展水平及质量相对较低, 城市土地利用方式相对较粗放, 不利于城市土地资源承载力优化提升。因此, 城市化发展差异是影响研究期间长江经济带市域土地承载力时空分异的主导因素。

③二三产产值比重。探测结果显示, 二三产产值比重也是长江经济带市域土地资源承载力时空分异的重要主导因子, 2000—2018 年其 q 值均排在第三, 这反映了城市产业结构状况对土地资源承载力分异也具有显著的影响作用。一般而言, 区域产业结构相对越合理, 有助于优化土地利用结构, 其区域土地资源承载力和可持续发展能力就相对越强。2000 年以来长江经济带下游地区上海、宁杭及苏锡常等地产业结构不断转型升级, 随着城市产业结构不断优化, 对土地资源环境承载能力提升起到积极正向效应; 相比而言, 长江经济带上、中游地区城市的产业结构相对落后, 不太合理的产业结构会对土地资源承载造成一定的负向压力, 不利于区域城市土地资源综合承载能力提升。因此, 产业结构状况差异也是影响研究期间长江经济带市域土地承载力时空分异的主导因子。

3 结论与讨论

在构建土地资源承载力评价指标体系的基础上, 通过熵权 TOPSIS 模型测度了 2000 年以来长江经济带城市土地资源承载力水平, 使用空间自相关模型考察了市域尺度土地资源承载力时空格局分异特征, 最后运用地理探测器模型识别了市域土地资源承载力时空分异的影响因素。主要结论如下:

①长江经济带市域土地资源承载力从 2000 年 0.4522 提升到 2018 年 0.6518, 近 18 年土地资源承载力水平提升 41.14%, 长江经济带市域土地资源承载力表现出一定的提升演化态势; 同时, 研究期间长江经济带市域土地资源承载力水平也呈现出区域差异, 总体表现为下游 > 中游 > 上游。②2000—2018 年长江经济带市域土地资源承载力全局上表现为正向自相关特性; 局部上, H-H 型主要分布在上海及苏南地区, 不断向杭绍甬空间集聚, 从“一”字形向“Z”字形演变, 而 L-L 型主要集聚在川西高原区及滇西南, 形成了“小集聚大分散”空间分异格局。③人均 GDP、城市化率及二三产产值比重是影响长江经济带市域土地资源承载力时空分异的主导因子, 且与其他影响因子间交互作用对研究期间长江经济带市域土地资源承载力分异具有更强的驱动影响。

针对长江经济带市域土地资源承载力时空格局分异与影响因素探讨, 尝试从经济—社会—生态维度提出未来长江经济带市域土地资源承载力提升的初步对策建议。①推动产业结构升级, 提升市域土地资源经济承载力。研究发现经济发展是影响研究期间长江经济带市域土地资源承载力分异的主导因素, 未来需要进一步优化长江经济带沿线各城市经济结构, 尤其要推动区域土地资源承载力 L-H 型、L-L 型城市产业持续转型与升级; 做大做强长江经济带沿线各城市的主导性产业, 积极培育具有发展潜力的城市新兴产业, 逐步实现从粗放的速度增长向效益和速度协调发展的集约型增长方式转型。②完善社会保障体系, 提升市域土地资源社会承载力。社会承载力是提升区域土地资源综合承载力的重要内容, 通过社会保障等政策制度引导, 优化长江经济带上游、中游及下游各城市人口空间分布, 尤其降低 H-H 型、H-L 型城市中心城区土地资源对人口和产业的承载压力, 增强郊区土地资源对人口和产业的承载能力; 不断推进城乡公共服务能力均等化, 优化城乡文化、医疗及教育等资源配置格局, 来进一步增强长江经济带各城市郊区及农村的社会承载能力。③加强土地生态保护, 提升市域土地资源生态承载力。执行最严格的产业准入制度, 尤其避免长江经济带沿线的长三角城市群、皖江城市群、武汉城市圈及成渝城市群等重点区域高污染、高能耗的产业落地, 大力发展绿色型、生态型的产业; 加大长江经济带沿线各市域城乡生活、生产污染源的治理力度, 积极推进市域生态功能区划, 完善市域生态网络建设, 不断提高市域土地生态环境容量, 从而持续提升长江经济带市域土地资源生态承载能力。

本文以市域单元作为研究尺度, 以 2000—2018 年作为研究时段, 以时空分异来呈现长江经济带市域土地资源承载力格局变化过程, 并以此探寻市域土地资源承载力时空分异的影响机制, 研究结果尝试为促进长江经济带市域土地资源可持续利用提供

一定的参考。但需要指出的是,本文还存在一定的不足:首先本文仅选取了3个时间断面分析市域尺度上长江经济带土地资源承载力时空分异特征,更长时间尺度和更小空间尺度上的城市土地资源承载力时空分异规律有待进一步揭示。另外,探索未来不同发展情景之下的长江经济带市域土地资源承载力演化趋势与优化路径,将是下一步值得深入思考的方向。

参考文献:

- [1]封志明,杨艳昭,闫慧敏,等.百年来的资源环境承载力研究:从理论到实践[J].资源科学,2017,39(3):379-395.
- [2]石忆邵,尹昌应,王贺封,等.城市综合承载力的研究进展及展望[J].地理研究,2013,32(1):133-145.
- [3]Malthus T R. An Essay on the Principle of Population[M]. London:J. Johnson, 2001.
- [4]Australian UNESCO Seminar, Australian UNESCO Committee for Man and the Biosphere. Energy and How We Live: Flinders University of South Australia, 16-18 May 1973[R]. Canberra: Australian-UNESCO Committee, 1973.
- [5]UNESCO & FAO. Carrying capacity assessment with a pilot study of Kenya: A resource accounting methodology for exploring national options for sustainable development[R]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985.
- [6]FAO. Potential population supporting capacities of lands in developing world[R]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1982.
- [7]Muyun Sun, Jigan Wang, Kaiyuan He. Analysis on the urban land resources carrying capacity during urbanization: A case study of Chinese YRD[J]. Applied Geography, 2020, 116(3):1-10.
- [8]Enriquez Sierra, Hernan Dario, Maria Armenta-Vergara. Methodological approach to the quantitative evaluation of the carrying capacity of urban land: Bogota (Colombia 2015)[J]. Cuadernos De Economia-Spain, 2020, 123(43):291-304.
- [9]岳文泽,代子伟,高佳斌,等.面向省级国土空间规划的资源环境承载力评价思考[J].中国土地科学,2018,32(12):66-73.
- [10]李旭东.贵州乌蒙山区资源相对承载力的时空动态变化[J].地理研究,2013,32(2):233-244.
- [11]张霞,石宁卓,王树东,等.土地资源承载力研究方法与发展趋势[J].桂林理工大学学报,2015,35(2):280-287.
- [12]戴雄祖.村镇建设的土地资源承载能力评价方法及应用研究——以永丰县为例[D].南昌:江西师范大学,2020.
- [13]鲁春阳,文枫.基于均方差法的郑州土地综合承载力评价[J].中国农业资源与区划,2019,40(11):20-25.
- [14]王恒伟,严金明,陈萌.快速城市化地区土地资源承载力空间分异研究——以广东东莞市为例[J].西南大学学报:自然科学版,2016,38(11):141-148.
- [15]孙钰,李新刚.基于空间回归分析的城市土地综合承载力研究——以环渤海地区城市群为例[J].地域研究与开发,2017,

32(5):128-132.

[16]罗雁文,魏晓,王良健,等.湖南省各市(州)土地资源承载力评价[J].经济地理,2009,29(2):284-289.

[17]李洁.长江经济带土地综合承载力时空分异评价与障碍因子诊断[J].华东经济管理,2019,33(8):67-75.

[18]滕宇思.基于系统动力学的西安市土地综合承载力评价与预测研究[D].西安:西北工业大学,2016.

[19]曹飞,郑庆玲.中国省域城市承载力测度及提升对策[J].技术经济,2016,35(9):99-105.

[20]程小于,杨庆媛,毕国华.重庆市江津区土地资源承载力时空差异研究[J].长江流域资源与环境,2019,28(10):2319-2330.

[21]祝秀芝,李宪文,贾克敬,等.上海市土地综合承载力的系统动力学研究[J].中国土地科学,2014,28(2):90-96.

[22]张红,陈嘉伟,周鹏.基于改进生态足迹模型的海岛城市土地承载力评价——以舟山市为例[J].经济地理,2016,36(6):155-167.

[23]朱丽芳,王珍琴,刘洋.基于可拓物元模型的城市土地综合承载力评价[J].国土资源科技管理,2019,36(3):89-105.

[24]庞博,李颜颜,张鹏岩,等.多尺度、多视角下的中原经济区土地资源承载力时空变化分析[J].河南大学学报:自然科学版,2017,47(6):661-670.

[25]陈珏,雷国平,王元辉.黑龙江省土地综合承载力空间差异研究[J].中国人口·资源与环境,2011,21(3):267-270.

[26]Xue Qirui,Yang Xiaohua,Wu Feifei.A three-stage hybrid model for the regional assessment,spatial pattern analysis and source apportionment of the land resources comprehensive supporting capacity in the Yangtze River Delta urban agglomeration[J].The Science of the Total Environment,2020(4):1-18.

[27]李新刚,王双进,孙钰.基于PVAR模型的城市土地综合承载力动态冲击效应——以京津冀城市群为例[J].城市发展研究,2019,26(1):26-32.

[28]靳亚亚,靳相木,李陈.基于承压施压耦合曲线的城市土地承载力评价——以浙江省32个城市为例[J].地理研究,2018,37(6):1087-1099.

[29]张红,张毅,张洋,等.基于修正层次分析法模型的海岛城市土地综合承载力水平评价:以舟山市为例[J].中国软科学,2017(1):150-160.

[30]Sun Tong,Feng Zhiming,Yang Yanzhao.Research on land resource carrying capacity:Progress and prospects[J].Journal of Resources and Ecology,2018,9(4):331-340.

[31]Luo Jing,Chen Siyun.Analysis of city centrality based on entropy weight TOPSIS and population mobility[J].Journal of Geographical Sciences,2020,30(4):515-534.

-
- [32]高岩辉, 杨晴青, 梁璐, 等. 基于 POI 数据的西安市零售业空间格局及影响因素研究[J]. 地理科学, 2020, 40(5):710-719.
- [33]Mohammad Z, Asima P. Spatial autocorrelation analysis on two-dimensional images of Mueller matrix for diagnosis and differentiation of cervical precancer[J]. Journal of Biophotonics, 2020, 13(7):1-14.
- [34]王劲峰, 徐成东. 地理探测器:原理与展望[J]. 地理学报, 2017, 72(1):116-134.
- [35]赵丹丹, 金声甜, 鲍丙飞, 等. 基于地理探测器的中国中部城市土地绿色利用效率时空演变及影响因素研究[J]. 地球信息科学学报, 2020, 22(12):2358-2370.
- [36]张潇, 陆林, 任以胜, 等. 中国城市蔓延的时空演变格局及其影响因素[J]. 经济地理, 2021, 41(3):77-85.
- [37]吴月良. 土地资源承载力及影响因素理论初探[J]. 农业技术经济, 1991, 18(2):55-61.