

# 长江经济带城市人居环境空间格局研究<sup>1</sup>

刘海旭<sup>1, 2</sup>, 余斌<sup>1, 2\*</sup>, 张加磊<sup>1, 2</sup>, 周子康<sup>1, 2</sup>

(1. 华中师范大学地理过程分析与模拟湖北省重点实验室, 湖北 武汉 430079;

2. 华中师范大学城市与环境科学学院, 湖北 武汉 430079)

**【摘要】**: 以长江经济带 110 个城市为例, 从居住环境、经济环境、社会环境、生态环境 4 个方面构建综合人居环境评价模型, 运用层次分析法对各城市人居环境进行测度评价, 并借助 GIS 可视化和空间自相关方法揭示和探讨长江经济带城市人居环境空间格局与集聚特征。结果发现: (1) 综合人居环境存在显著空间差异, 长三角地区整体人居环境质量最高, 中部地区次之, 云贵川地区最低; 中心城市明显高于普通城市。(2) 各系统层中, 居住环境、经济环境质量长三角地区和省会城市优于普通城市; 社会环境优质区域具有中心地指向性; 生态环境则是以赣皖城市最优, 中东部城市优于西部城市。(3) 综合人居环境及各环境系统层均呈现明显的空间正相关集聚特征, 即高人居环境区域在空间上毗邻, 反之亦然; 从莫兰指数散点图和 LISA 图中看出, 高-高集聚区以长三角为中心布局, 低-低集聚区则位于云贵川、皖北等地。

**【关键词】**: 人居环境; 长江经济带; 空间格局; 空间自相关

**【中图分类号】**: F127      **【文献标识码】**: A      **【文章编号】**: 1004-8227 (2019) 12-2795-11

DOI: 10. 11870/cjlyzyyhj201912001

城市人居环境是人们赖以居住和生产、生活的基本条件和场所, 是反映地区经济发展水平、人民物质文化生活水平的重要标志之一<sup>[1]</sup>。改革开放以来, 随着工业化、城市化过程的飞速发展, 我国城市人居环境发生了翻天覆地的变化: 一方面城市经济社会的快速发展使得居民居住条件明显改善、生活水平大幅提升、公共服务逐步优化, 另一方面片面追求粗放工业化、快速城镇化也使得城市空间出现住房紧张、环境生态恶化、人口膨胀、交通拥堵等一系列城市问题, 城市人居环境受到严重的挑战<sup>[2]</sup>。因此, 人居环境科学研究成为众多生态、社会、规划、地理学者研究的重点。人居环境科学发源于 1950 年代希腊学者道萨迪亚斯提出的“人类聚居学”理论<sup>[3]</sup>。上世纪 90 年代初, 吴良镛院士将其引入我国并建立人居环境科学体系, 他认为人居环境系统是由自然系统、人类系统、社会系统、居住系统和支撑系统组成<sup>[4]</sup>。纵观国内有关城市人居环境的研究, 地理学者多从空间角度研究人居环境的组织 and 演化<sup>[5]</sup>。研究主题主要集中在城市人居环境质量评价及时空演变<sup>[6]</sup>、城市人居环境与区域要素的耦合关系<sup>[7]</sup>、城市人居环境影响机理分析<sup>[8]</sup>等领域; 在研究尺度上, 多以单个城市<sup>[9]</sup>、城市群<sup>[10]</sup>、省域<sup>[11-12]</sup>、经济区<sup>[13]</sup>为单元, 亦有基于山区、流域等自然地理网格尺度的分析<sup>[14, 15]</sup>; 城市人居环境具有多维特征, 在指标选取上, 已有研究多通过构建以居住条件、生态环境、公共服务与基础设施、经济环境等组成的综合评价系统进行分析<sup>[6, 13, 16]</sup>, 亦有学者从人

<sup>1</sup> 收稿日期: 2019-03-22; 修回日期: 2019-05-06

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41671179)

作者简介: 刘海旭(1993-), 男, 硕士研究生, 研究方向为区域发展与城乡规划. E-mail: lhxhubert@163. com

\* 通讯作者 E-mail: yupeize@126. com

居软环境出发，充分考虑现代居民对生活环境的认同感、归属感，构建了人居文化环境等指标，丰富了人居环境内涵<sup>[17]</sup>；在测度方法上，多采用熵权法、AHP 层次分析法、主成分分析法等统计分析法<sup>[1, 18-20]</sup>以及 GIS 空间插值、空间自相关等空间分析方法<sup>[21, 22]</sup>。综上所述，无论是理论探索还是实践分析，国内学者关于城市人居环境的研究已较为深入，这对于指导新时期城市人居环境建设具有重要意义。

地理尺度的多样化使得影响人居环境的自然基底和人文社会经济因素千差万别<sup>[14]</sup>，区域作为人居环境的重要一层，是人口、经济高度集聚的人居环境，也是改善人居环境的重要空间单元<sup>[23]</sup>。长江经济带作为统筹区域协调发展的跨省区主体形态，是国家推进新型城镇化、统筹城乡建设的示范带，是推进生态文明建设的重要引领区，也是当今和未来一段时期我国人口、经济要素集聚的地区之一。在长期发展过程中，由于各地区在自然基础、地理区位、发展机会等方面存在较大差异，长江经济带东、中、西部地区发展的空间不均衡性凸显，人居环境系统呈现出多样性、复杂性的特征。基于此，本研究通过构建城市人居环境综合评价体系，运用 AHP 层次分析法结合 GIS 空间自相关等技术方法对长江经济带城市人居环境进行测度评价，识别其空间差异格局。一方面，这对于建设和改善长江经济带城市人居环境，提升居民生活质量，增强城市综合竞争力，促进长江经济带跨越式发展具有重大现实意义。另一方面，因循地理学视角以长江经济带为研究对象探讨区域尺度人居环境，极大地丰富了人居环境科学理论，为大尺度区域层级人居环境研究提供了实践意义。

## 1 研究区概况与数据来源

长江经济带东起长江三角洲，西至横断山地，包括上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、贵州、重庆、四川、云南等 9 省 2 市，土地面积约 205 万 km<sup>2</sup>，人口总数 5.9 亿人，分别占全国土地面积和人口的 21.2% 和 42.8%（2016 年）。长江经济带是我国继沿海经济带之后最具潜力的第二大综合经济带，截至 2016 年底，该区域地区生产总值达到 33.3 万亿元，占全国的 43.1%，区域内自东向西包括长江三角洲、长江中游和成渝等 3 个国家级城市群和皖江、黔中、滇中等若干省域城市群，共有 110 个地级（含地级）以上城市（图 1）。人居环境与经济协调发展是实现区域可持续发展的重要基础，研究区内复杂多样的自然环境、较高的人口密度和经济密度对提升其人居环境提出挑战<sup>[24]</sup>。

研究数据主要来源于 2017 年《中国城市统计年鉴》和 2016 年《中国城市建设统计年鉴》，人口数据来源于 2017 年各省市统计年鉴，部分数据来源于各省市统计公报和统计信息网。

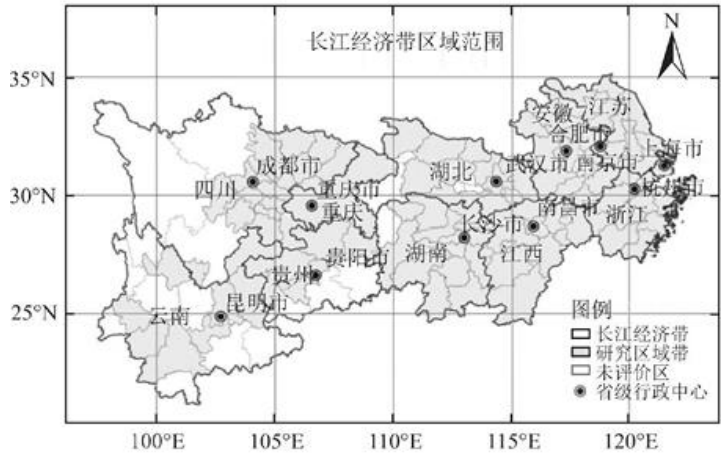


图 1 长江经济带区域范围

## 2 指标体系与研究方法

## 2.1 指标体系构建及权重的确定

良好的人居环境系统是一个综合的、多样的系统，能够充分反映居民所拥有的优越的居住条件、富裕活跃的经济环境、完善优质的社会公共服务、健康绿色的生态环境等<sup>[16]</sup>。因此，为探讨长江经济带城市人居环境的差异性，从人居环境的科学内涵出发，遵循指标选取的科学性、系统性、合理性、可采集性等原则，参照住建部《中国人居环境奖评价指标体系（2016）》和已有研究成果<sup>[6,9,11,22]</sup>并结合长江经济带实际情况，本研究构建了包含居住环境、经济环境、社会环境和生态环境4个系统层，34个具体指标在内的城市人居环境综合评价体系。

AHP层次分析法作为一种定性与定量相结合的决策分析法，具有系统性、实用性、简洁性的特点，常适用于多目标、多准则、多层次的复杂决策问题，成为确定人居环境指标权重较为流行的方法之一<sup>[2,6,18]</sup>。其确定权重的步骤为：（1）明确决策问题；（2）建立人居环境系统层次结构模型：目标层（A）、系统层（B）、指标层（C）；（3）构造判断矩阵：采用一致矩阵法，对矩阵要素进行两两比较，提高结果的准确度；（4）一致性检验；（5）计算权重，得出结果（见表1）。

## 2.2 指标数据标准化处理

由于指标层评价指标具有不同的量纲，采用极差标准化法对各项原始指标进行标准化处理，其中 $C_1 \sim C_{32}$ 为正向指标， $C_{33}$ 、 $C_{34}$ 为负向指标。计算公式为：

表1 城市人居环境评价指标体系及权重

目标层（A）	系统层（B）	指标层（C）
A 城市人居环境	B <sub>1</sub> 居住系统 [0.217 3]	C <sub>1</sub> 人均居住面积（m <sup>2</sup> ） [0.034 7]； C <sub>2</sub> 人均生活用水量（l） [0.027 1]； C <sub>3</sub> 人均生活用电量（kw·h） [0.027 3]； C <sub>4</sub> 燃气覆盖率（%） [0.026 3]； C <sub>5</sub> 每万人固定电话数（部） [0.017 2]； C <sub>6</sub> 每万人移动电话数（部） [0.031 1]； C <sub>7</sub> 百人互联网户数（户） [0.037 2]； C <sub>8</sub> 电视节目普及率（%） [0.016 4]
		C <sub>9</sub> 人均GDP（元） [0.036 7]； C <sub>10</sub> 人均财政收入（元） [0.034 6]； C <sub>11</sub> 人均固定资产投资额（元） [0.032 6]； C <sub>12</sub> 人均社会消费品零售总额（元） [0.033 7]； C <sub>13</sub> 三次产业比重（%） [0.023 2]； C <sub>14</sub> 居民人均储蓄余额（元） [0.034 7]； C <sub>15</sub> 在岗职工平均工资（元） [0.033 8]； C <sub>16</sub> 科技支出占财政支出比重（%） [0.032 0]； C <sub>17</sub> 教育支出占财政支出比重（%） [0.025 0]
	B <sub>2</sub> 经济系统 [0.286 5]	C <sub>18</sub> 每万人拥有公共汽车数（辆） [0.037 7]； C <sub>19</sub> 每万人拥有出租车数（辆） [0.028 3]； C <sub>20</sub> 人均城市道路面积（m <sup>2</sup> ） [0.024 7]； C <sub>21</sub> 建成区排水管道密度（km/km <sup>2</sup> ） [0.021 7]； C <sub>22</sub> 万人拥有医院床位数（张） [0.036 0]； C <sub>23</sub> 万人医生数（人） [0.035 7]； C <sub>24</sub> 每百人公共图书馆藏书（册） [0.030 6]； C <sub>25</sub> 每万人拥有高校专任教师数（人） [0.033 4]； C <sub>26</sub> 每万人拥有中小学专任教师数（人） [0.038 4]
	B <sub>3</sub> 社会系统 [0.286 5]	C <sub>27</sub> 人均公园绿地面积（m <sup>2</sup> ） [0.033 5]； C <sub>28</sub> 人均绿化面积（m <sup>2</sup> ） [0.031 1]； C <sub>29</sub> 建成区绿化覆盖率（%） [0.031 2]； C <sub>30</sub> 城市生活污水处理率（%） [0.024 4]； C <sub>31</sub> 生活垃圾无害化处理率（%） [0.024 1]； C <sub>32</sub> 工业固体废物综合利用率（%） [0.023 4]； C <sub>33</sub> 人均工业烟尘排放量（t） [0.021 5]； C <sub>34</sub> 人均工业废水排放量（t） [0.020 6]
	B <sub>4</sub> 生态系统 [0.209 8]	

$$\text{正向指标: } X_{ij} = \frac{(x_{ij} - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } X_{ij} = \frac{(x_{\max} - x_{ij})}{(x_{\max} - x_{\min})} \quad (2)$$

式中： $x_{ij}$ 为  $i$  系统层  $j$  指标的原始数值； $X_{ij}$ 为  $x_{ij}$ 标准化之后的数值； $(3)x_{\max}$ 和  $x_{\min}$ 分别分别为各系统层 指标矩阵中的最大值和最小值。

### 2.3 人居环境指数

结合各评价指标权重以及标准化后的得分， 测算长江经济带各城市人居环境指数  $H_{ij}$ ， 其计算 公式如下：

$$H_{ij} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n W_{ij} X_{ij} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3)$$

式中： $W_{ij}$ 指由 AHP 层次分析法所确定的各 指标权重； $X_{ij}$ 为各指标标准化之后的数值。

### 2.4 空间自相关分析

空间自相关分析用于测度城市人居环境质量 的空间集聚特征<sup>[26]</sup>。其中，全局空间自相关用来 描述研究单元属性值在整个区域的空间集聚特 征，能很好地表达长江经济带各城市人居环境是 否具有明显的集聚特征，全局自相关 Moran's I 指数  $I(d)$  的计算公式为：

$$I(d) = \frac{[\sum w_{ij} (x_i - x) (x_j - x)]}{s^2 \sum \sum w_{ij}} \quad (4)$$

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - x)^2}{n}, \quad x = \sum \frac{x_i}{n} \quad (5)$$

式中： $x_i$ 和  $x_j$ 分别为区域  $i$  和区域  $j$  的观测 值； $x$ 为观测值的平均值； $W_{ij}$ 为空间权重矩阵， 区域  $i$  和区域  $j$  空间相邻为 1, 不相邻为 0。Moran's I 取值范围为 $[-1, 1]$ ，当  $I$  取值为正值时，表示存在空间正相关，城市人居环境较高（或较 低）的区域在空间上显著集聚；当  $I$  为负值时，表示存在空间负相关，城市之间人居环境差异显著，在空间上趋于分散布局；当  $I$  值为 0 时，表示观测值相互独立，空间上随机分布。

局部空间自相关可进一步测量研究单元与其 周边单元之间的空间差异程度及其显著性特征， 用来描述局部城市人居环境质量相似地区的分布 特征，识别地理要素空间集聚的具体位置或局部 集聚现象<sup>[26]</sup>，局部莫兰指数（Local Moran's I）计 算公式如下：

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j \quad (6)$$

式中： $I_i$ 是  $i$  地区的局部莫兰指数； $W_{ij}$ 是空间权重， $\sum_j w_{ij} = 1$ ； $z_i$ 和  $z_j$ 分别代表  $i$  地区和邻近地区  $j$  标准化后的评价价值。若  $I_i > 0, Z_i > 0$ , 则区域  $i$  位于 H-H 象限；若  $I_i > 0, Z_i < 0$ , 则区域  $i$  位于 L-L 象限；若  $I_i < 0, Z_i > 0$ , 则区域  $i$  位于 H-L 象限；若  $I_i < 0, Z_i < 0$ , 则区域  $i$  位于 L-H 象限。

### 3 结果分析

#### 3.1 长江经济带城市人居环境空间格局特征

##### 3.1.1 综合人居环境特征

根据表 1 中建立的指标体系及权重，分别计算长江经济带各城市人居环境指数  $H$  (结果见表 2)，利用 ArcGIS10.2 自然断裂点分类功能，以  $H$  值 0.309、0.395、0.489 为中断点，将城市人居环境分为低水平、较低水平、较高水平、高水平 4 个等级并进行符号化显示，结果见图 2。

表 2 长江经济带城市人居环境得分 (部分)

城市	居住环境		经济环境		社会环境		生态环境		人居环境	
	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名
杭州	0.150	1	0.192	2	0.151	3	0.146	40	0.639	1
长沙	0.148	3	0.156	9	0.173	1	0.155	16	0.632	2
南京	0.141	5	0.184	3	0.143	6	0.150	29	0.618	3
苏州	0.141	4	0.174	4	0.122	12	0.153	23	0.590	4
武汉	0.129	9	0.157	8	0.146	5	0.157	15	0.589	5
合肥	0.125	11	0.139	13	0.143	7	0.166	8	0.572	6
上海	0.121	14	0.203	1	0.108	19	0.139	53	0.571	7
无锡	0.132	7	0.173	5	0.118	15	0.145	41	0.569	8
成都	0.148	2	0.126	16	0.141	8	0.150	28	0.565	9
昆明	0.125	12	0.117	21	0.169	2	0.153	22	0.564	10
宿州	0.035	105	0.046	97	0.043	108	0.127	81	0.252	101
普洱	0.040	101	0.039	105	0.055	101	0.118	96	0.252	102
巴中	0.043	97	0.039	106	0.058	99	0.111	101	0.251	103
宜春	0.037	103	0.057	69	0.046	106	0.110	104	0.250	104
六安	0.027	106	0.049	90	0.050	105	0.114	98	0.240	105
亳州	0.026	107	0.039	108	0.045	107	0.130	77	0.239	106
达州	0.046	94	0.042	103	0.039	110	0.112	100	0.238	107
毕节	0.017	110	0.053	82	0.055	102	0.097	107	0.222	108
保山	0.024	108	0.042	101	0.071	77	0.083	109	0.221	109
昭通	0.021	109	0.034	110	0.062	90	0.075	110	0.192	110
平均	0.082	-	0.081	-	0.087	-	0.137	-	0.388	-

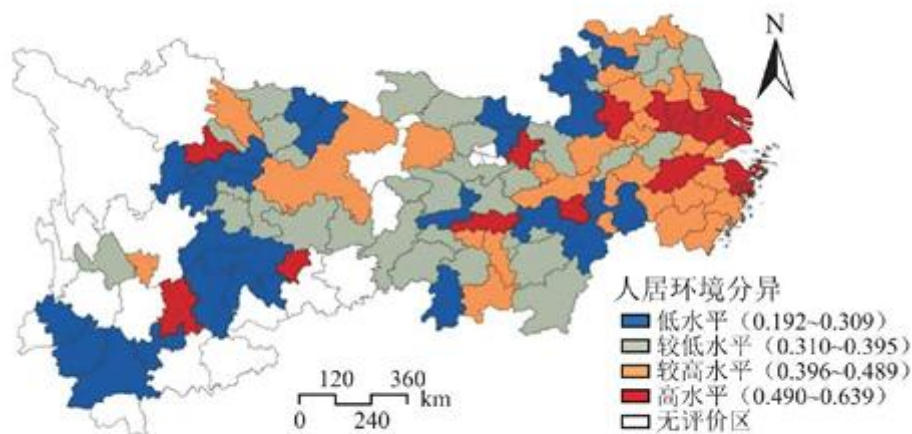


图2 长江经济带城市人居环境空间分异格局

总体来看，长江经济带城市人居环境格局具有如下特征：

(1)长江经济带各城市人居环境平均得分为 0.388,极大值为杭州市得分 0.639,极小值为昭通市得分 0.192,标准差为 0.102,基本呈“东高西低”的多中心格局特征。

(2)长三角地区成为人居环境高水平城市的集聚区，其中杭州、南京、苏州、合肥、上海、无锡等 6 个城市处于人居环境前 10 位。苏南、浙江全省、皖中地区的 28 个城市的人居环境处于较高水平等级以上，占比 59.6%。

(3)中西部地区人居环境优势城市在空间分布上具有省会指向性特征，其中长沙、武汉、成都、昆明、贵阳、南昌等省会城市人居环境属于高水平，重庆及部分省域内次一级城市人居环境属于较高水平，如：江西的九江、景德镇、鹰潭，湖北的宜昌、黄石，湖南的株洲、湘潭、郴州和四川的攀枝花、绵阳。

(4)人居环境处于劣势的城市广泛分布于中西部地区，其中川东南、鄂北、赣中、皖北等地区人居环境属于低水平，云贵地区除昆明、贵阳外人居环境均属于较低、低水平。人居环境质量优势区域普遍具有经济发达、居住条件优越、公共服务优质、生态环境优良的特征。劣势区域受地理区位不优、资源要素边缘化、中心城市辐射较弱等影响，城市社会经济发展缓慢、环境建设滞后，无法形成良好的人居环境竞争力。

### 3.1.2 人居环境系统层特征

为进一步揭示长江经济带城市人居环境空间格局特征，采用 ArcGIS 自然断裂点法将人居环境系统层，即居住环境、经济环境、社会环境、生态环境分别划分为高水平、较高水平、较低水平、低水平 4 个等级，各系统得分排名见表 2,空间分异格局见图 3。

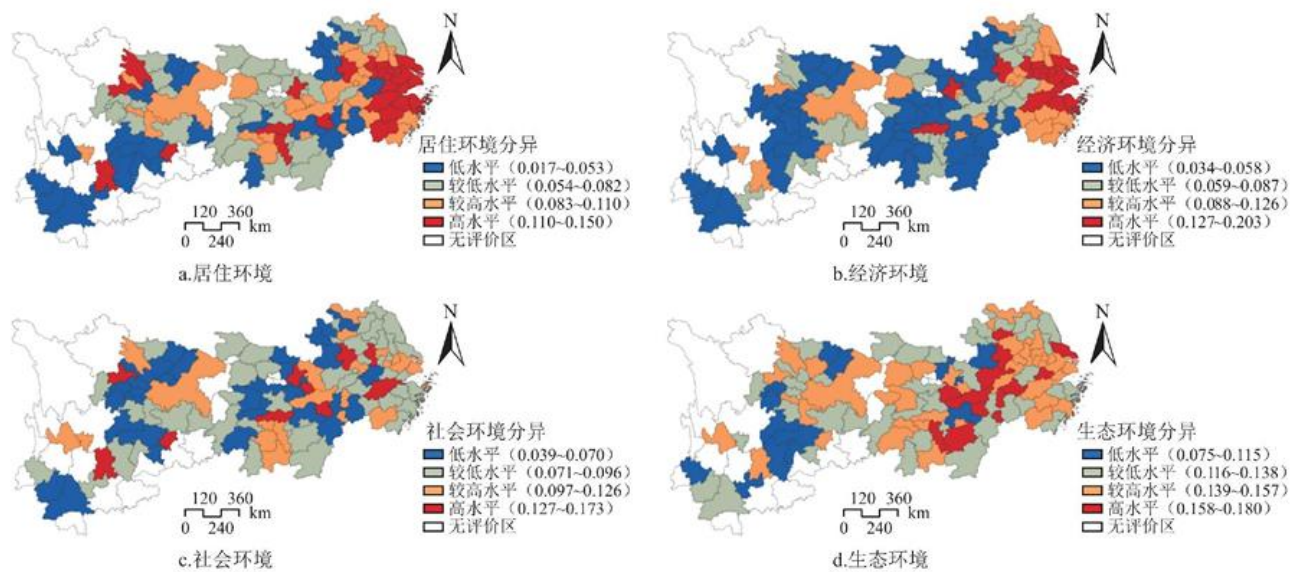


图3 长江经济带城市人居环境各系统层空间分异格局

(1) 居住环境与人居环境在空间分布上具有较高的一致性。居住环境排在前十位的城市分别是杭州、成都、长沙、苏州、南京、宁波、无锡、金华、武汉和湖州，得分在 0.111 以上属于居住环境高水平的城市除株洲、绵阳外，均位于长三角和中西部省会城市。这些城市经济发展较好，近年来致力于居住条件的改善，水、电、气等基本生活条件得到充分保障，现代通信设施普及率较高。中西部城市居住环境得分较低，云贵地区平均得分仅为 0.052，不足长三角的 1/2，其中保山、昭通、毕节排名后三位。这类城市经济发展条件较差、自然因素制约较多、地理区位弱化，无论是水、电、气指标，还是现代通讯设施普及情况得分都较低。

(2) 经济环境具有明显的空间差异性。经济环境得分标准差为 0.040，在 4 个系统层中最大，其中上海得分最高为 0.203，昭通得分最低为 0.034，极差为 5.97。经济环境高水平区域集中在长三角地区，沪、杭、宁、苏、锡、常位居经济环境排名前 6 位。长三角地区地理区位优势，区域内部城市经济联系密切，科技、人才、信息等资源要素交互频繁，是我国开发开放的前沿阵地，整体经济发展水平高。中西部地区经济环境具有“省会独优”效应，省会城市经济环境较好，边远城市发展区位弱化，经济水平落后。例如，以武汉、长沙为中心的长江中游城市群和以成都、重庆为中心的成渝经济区依托便利的水运交通、良好的产业基础，加之受国家发展战略支持，成为长江经济带重要的经济增长极、内陆开发合作高地，但中心城市对经济发展要素的“极化”作用明显，导致其区域内部两极分化严重，外围城市经济发展落后。

(3) 社会环境呈明显的分散布局特征。社会环境得分在 0.127 以上属于高水平的城市为长沙、昆明、杭州、贵阳、武汉、南京、合肥、成都、南昌和黄石，以省会为高值区域、东中西分散布局。省会作为最高等级的中心地，具有明显的极化效应，往往成为全省乃至区域的教育、医疗、文化服务高地，如：长沙、合肥在公共交通，昆明、成都在医疗服务，南昌、武汉在高等教育，杭州、南京在文化服务等领域具有明显的优势。总体来看，长江经济带城市社会环境得分不高，社会环境处于劣势的城市有 79 个，占比 71.8%，广泛分布于整个区域。具体来看，中西部城市经济发展落后，科教文卫等优质公共资源投入不足，尤其是四川、云南、贵州等地在高等教育、城市公共交通、图书文化资源等领域布局不足。江苏、浙江等地经济发达，城市人口规模较大，使其在中小学教育、公共医疗、城市公共交通等领域存在供需矛盾，社会环境有待提高。

(4) 生态环境在 4 个系统层中平均得分最高为 0.137，标准差最小为 0.019，生态环境总体较好。从空间分异来看，东、

中部城市生态环境 优于西部城市。近年来，中东部地区积极贯彻 “不搞大开发、共抓大保护”的发展理念，转变经 济发展方式，加快流域生态文明建设，城市生态 明显提升。其中新余、十堰、滁州、嘉兴、泰 州、连云港、湘潭、铜陵、景德镇、泸州等城市 位列生态环境前 10 名，这些城市致力于城市绿 化环境的改善，且工业结构不断优化升级，工业 废水、废气总排放量小，污染物处理率高。而长 三角及中西部中心城市生态环境得分略低，属于 较高水平，与其经济发达，环境改善资金投入 大，但工业化程度高，污染物排放总量大有关。云贵川等西部地区经济发展落后，城市化、工业 化水平低，在城市化过程中生态 环境建设不足， 工业化过程中环境保护意识薄弱，使其生态环境 水平落后。

### 3.2 长江经济带城市人居环境空间集聚特征

#### 3.2.1 全局空间自相关

通过 Geoda 软件，分别计算长江经济带城市 人居环境和各环境系统层得分的 Moran’s I 指数， 并进行 Z 值和 P 值统计量 检验，结果见表 3。

表 3 长江经济带城市人居环境 Moran’s I 指数

名称	居住环境	经济环境	社会环境	生态环境	人居环境
Moran’s I	0.34	0.59	0.05	0.21	0.34
Z	4.84	8.83	1.53	3.75	5.25
P	0.01	0.01	0.09	0.01	0.01

在 5% ( $P \leq 0.05$ ) 显著水平下，居住环境、经 济环境、生态环境、人居环境 Z 值均大于 1.96，即通过显著性检验，呈现明 显的空间自相关性。 人居环境及各系统层 Moran’s I 指数值均为正值， 即存在明显的空间正相关性，这说明人居环境水 平相似的城市在空间上具有一定的集聚性，人居 环境优越的城市在空间上邻近，人居环境较差的 城市在空间上邻近。其中，经济 环境 Moran’s I 指数为 0.59，在系统层中值最高，说明长江经济 带城市经济环境的空间集聚性最为突出。社会环境 Moran’s I 指数值为 0.05，Z 值为 1.53，P 值 为 0.09，仅通过 10% ( $P \leq 0.1$ ) 显著性检验，表明长江经济带城市社会环境之间虽然存在 一定的空间关联性，但与其他系统层相比空间集聚性稍弱。

#### 3.2.2 局部空间自相关

由于全局 Moran’s I 指数仅能够表征整个研 究区域城市人居环境在空间上的集聚程度，而无 法表述具体地区的空间集 聚程度及局部空间异质 性特征，更不能辨别各城市人居环境的集聚类 型。因此，可以通过局部空间自相关 LISA 指数 来检验 局部地区是否存在相似或相异的集聚特 征，并进一步确定各城市的人居环境的集聚类 型。借助 Geoda 软件可以得到城市人居 环境 Moran 指数散点图（见图 4）和 LISA 图（见图 5）。

莫兰指数散点图横坐标代表城市人居环境（或各分环境系统）的观测值，纵轴代表空间滞后 向量的观测值，空间滞后向 量的观测值就是与该 城市相邻的城市观测值的加权平均值。据此可以 将散点图分为四个象限，分别表示人居环境不同 的空间 差异类型：第一象限代表人居环境高的城 市其相邻城市人居环境也高，第二象限代表人居 环境高的城市其相邻城市人居环境 低，第三象限 代表人居环境低的城市其相邻城市人居环境低，第四象限代表人居环境低的城市其相邻城市人居 环境反而高。

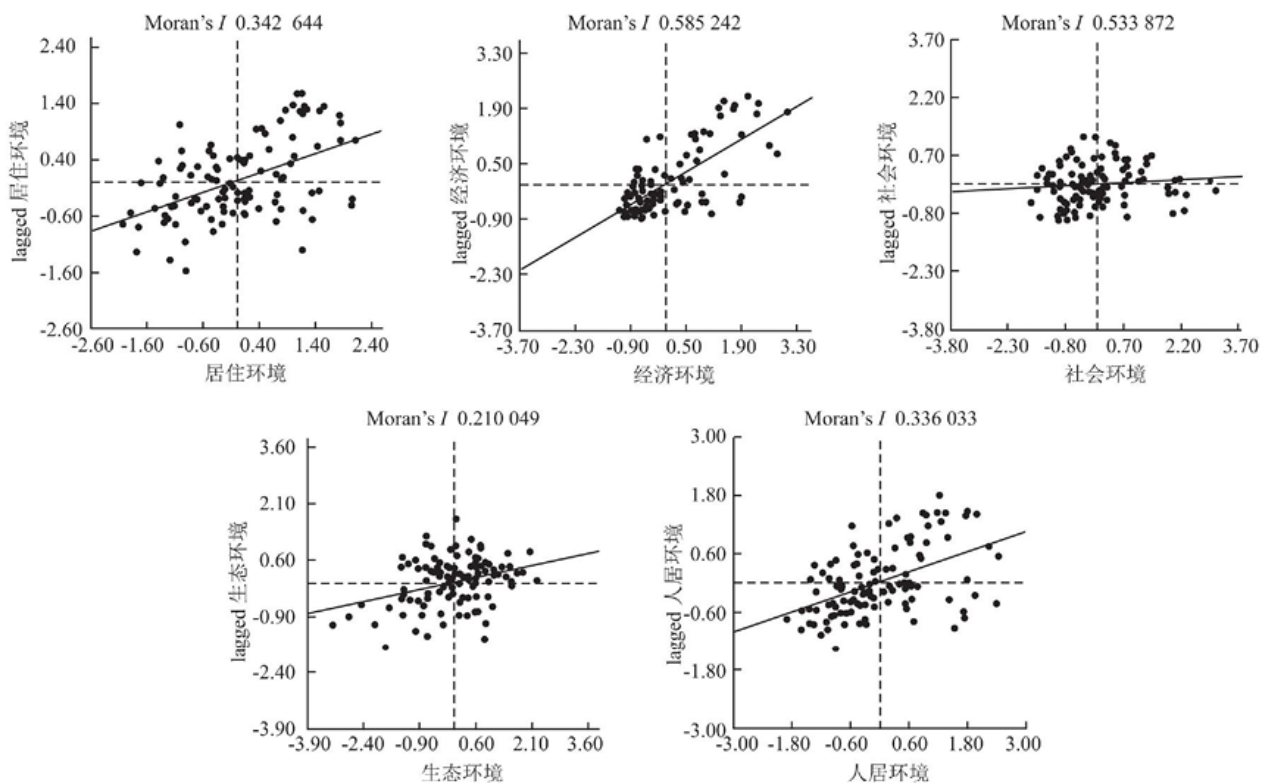
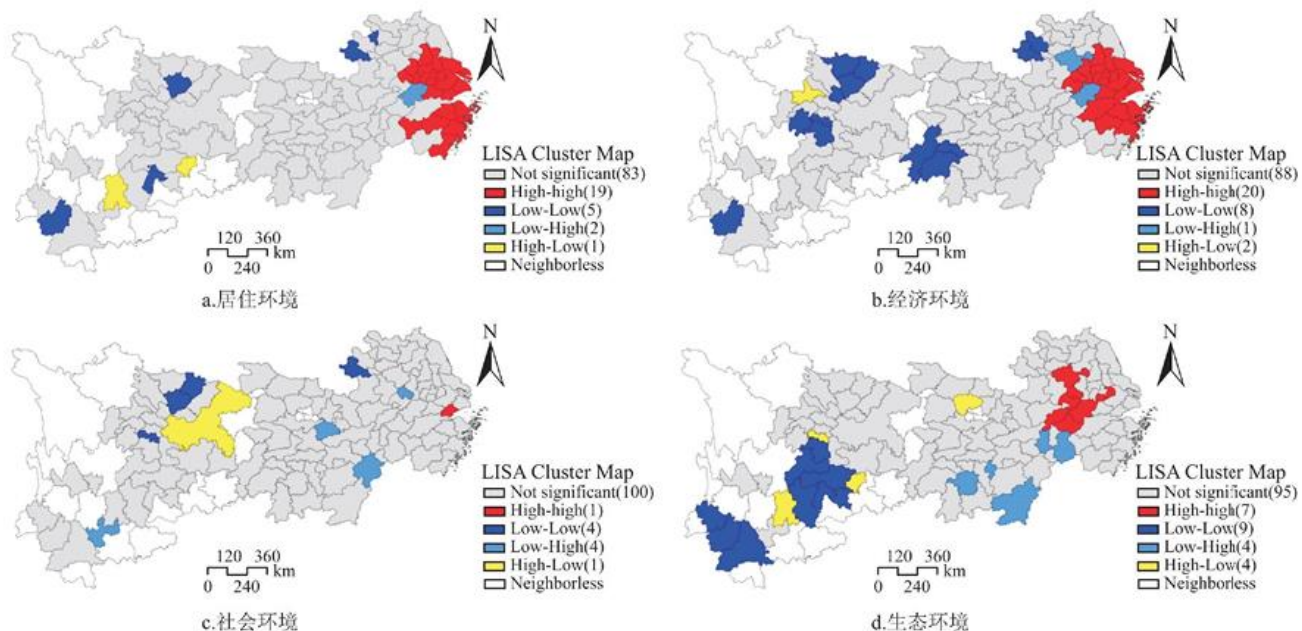


图 4 长江经济带城市人居环境莫兰指数散点图



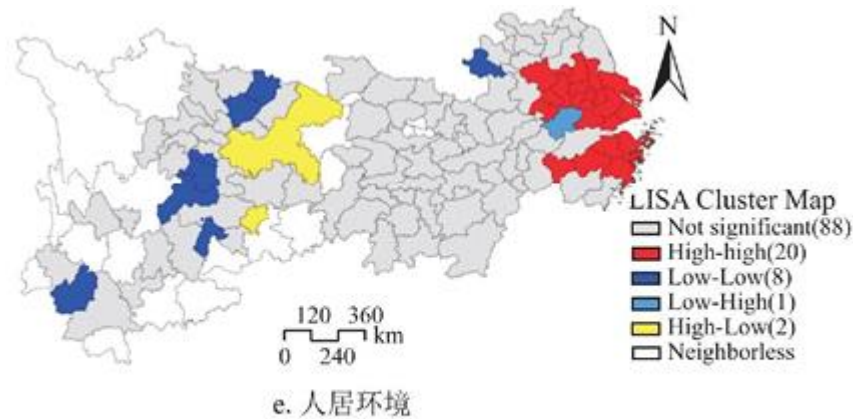


图5 长江经济带城市人居环境莫兰指数 LISA 图

通过绘制 LISA 地图，可以更直观地观察长江经济带城市人居环境的空间集聚特征。具体来看：

(1) 高-高集聚区 (H-H)。城市人居环境高-高集聚区主要分布在长三角地区，包含从上海经苏州、南京至安徽芜湖、马鞍山的沪苏皖区域和以宁波、温州为中心的浙江中北部区域，共计 20 个城市。在系统层中，居住环境和经济环境高-高集聚区与人居环境高-高集聚区具有较高的空间一致性，缘于长三角地区良好的经济区位使得区域经济发展迅速，居民生活水平明显提高。由于社会环境优质区域空间分布具有明显的分散性和省会指向性，所以社会环境高-高集聚区仅有浙江嘉兴一个空间单元，这与嘉兴毗邻上海、杭州、苏州等社会公共服务优质的区域有关。相比之下，生态环境高-高集聚区在空间上有向长三角西部移动的趋势，主要分布于安徽中南部，涉及黄山、宣城等 7 个城市。总体而言，无论是人居环境还是各环境系统层，高-高集聚区都以长三角地区为中心，这说明该区域城市人居环境明显高于中西部地区，是长江经济带居住环境改善、经济发达、社会公共服务质优、生态环境良好的区域，并且呈良好的空间连续性和空间集聚特征。

(2) 高-低集聚区 (H-L)。城市人居环境高-低集聚区即区域自身具有较高的人居环境水平，但是极化作用明显，导致周边城市人居环境水平较低，落入该区域的城市为重庆和贵阳。各环境系统层高-低集聚区与人居环境高-低集聚区分布情况类似，主要集中在西部地区的成都、重庆、昆明、贵阳等省会城市，其中：居住环境为昆明、贵阳，经济环境为成都，社会环境为重庆，生态环境为昆明、贵阳、内江和荆门。总体来看，长江经济带西部省份，经济基础薄弱，公共服务设施供给不足，居民居住条件改善和城市生态环境建设不够，而省会城市对这些优质要素的极化作用明显，同时没能形成良好的辐射带动作用，因此导致形成以省会为核心的人居环境高-低集聚区。

(3) 低-高集聚区 (L-H)。通常情况看，人居环境低-高集聚区位于人居环境水平较高区域向水平较低区域的过渡地带，在空间上主要毗邻人居环境高水平区域。从 LISA 图中可以看出，位于人居环境和居住环境低-高集聚区的城市仅有安徽宣城一个，经济环境低-高集聚区有安徽宣城、滁州两个城市，其依附的高水平区均为长三角地区。社会环境低-高集聚区分布较为分散、零散，有安徽马鞍山、湖北咸宁、江西抚州、云南玉溪 4 个城市，这类城市依附的高水平区均为省会城市。由于城市生态环境的高水平区域以赣皖地区为中心集中分布，因此依附于生态环境高水平区的低水平城市分别为湖南的衡阳，江西的上饶、鹰潭、宜春和萍乡。总体来看，低-高集聚区城市人居环境建设滞后，在空间上多处于长江经济带中东部地区，虽与高人居环境城市空间毗邻，却没能很好的受其辐射带动，这类城市未来人居环境提升潜力巨大。

(4) 低-低集聚区 (L-L)。该类区域属于人居环境水平较低，且为集中连片分布的区域，与高-高集聚区在空间上一般不存在毗邻关系，因此，低-低集聚区多数城市位于西部地区，少数位于中部地区。具体来看：人居环境低-低集聚区位于四川的南充、巴中、宜宾、自贡，云南的昭通、临沧，贵州六盘水和安徽阜阳等 8 个城市；位于居住环境、社会环境低-低集聚区的城市分别有 4 个和 5 个，布局零散且相对独立，主要分布在云贵川和安徽；经济环境低-低集聚区主要分布在川东北、川东

南、湘西、皖北和云南 临沧等地区和城市；生态环境低-低集聚区分布 较为连续，主要分布在云贵川地区，共有 9 个城 市。总体来看，位于低-低集聚区的城市经济发 展水平低，社会公共服务设施落后，生态环境建 设不足，整体人居环境与东部地区 差距较大，且 该类地区一般位于省域边缘地带，构成人居环境 的各种要素资源均处于劣势。

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

本研究以长江经济带为研究对象，深入区域 尺度剖析城市人居环境发展格局，通过构建综合 人居环境评价模型，对 110 个城市的人居环境进 行测度评价，并借助 ArcGIS 空间分析方法揭示了 人居环境空间格局和空间集聚特征，以期为推动 长江经济带城市人居环境建设提供借鉴。结论如下：

(1)揭示了长江经济带城市人居环境空间格 局特征。①人居环境及各环境系统层总体呈“东 部城市高西部城市低，省会城 市高边远城市低” 的格局特征。②经济环境、居住环境与人居环境 分异格局基本相同，这说明良好的区域经济发展 水平对改善居住环境和提升城市人居环境的作用 突出。③社会环境空间分异较为复杂，省会等高 级中心城市对于教育、文化、医疗、 交通等公 共服务资源的极化作用突出，而长三角地区社会 环境质量下降与“公共服务供给不足同强大的人 口集聚”这一矛盾 有关。④生态环境格局赣皖城 市最优说明经济发展水平对于生态环境的改善具 有双重作用。

(2)探讨了长江经济带城市人居环境空间集 聚特征。①人居环境及各环境系统层均成明显的 空间正相关关系，即人居环境 水平接近的城市在 空间上近邻。②经济环境、居住环境和人居环境 全局莫兰指数最高，生态环境、社会环境全局莫 兰指数略 低，空间集聚性稍弱。③从局部空间自 相关 LISA 图中可以看出，高-高集聚区主要集中 在东部的长三角地区，低-高集聚区近 邻三角 地区，低-低集聚区主要集中在西部的云贵川地 区，高-低集聚区多数为西部省会城市。

### 4.2 建议

契合“不搞大开发，共抓大保护”的政策导 向，立足于新型城镇化进程中城市人居环境建设 的基本诉求，对现阶段长江 经济带不同地区存在 的居住环境有待改善、经济环境滞后、公共服务 不足、生态环境恶化、区域人居环境差异较大等 问题， 提出优化人居环境的 4 点建议：

(1)统筹区域协调发展是建设人居环境的必 然要求。长江经济带东部与中西部城市、中西部 省份内部城市之间人居环境均 存在明显的差异。 因此要提升区域统筹能力，中西部城市着力增强 人居环境建设意识，抓住发展机遇，补足人居环 境建设的 短板，因地制宜增强综合人居环境水 平。同时要加强区域互动，增强中心城市辐射带 动作用，发挥城市群集群效应，努力缩 小东中 西部城市人居环境差距，整体提升长江经济带城市 综合竞争力。

(2)全面提升经济水平是改善人居环境的物 质保障。经济发展水平是制约人居环境建设的重 要方面。云贵川、皖北、湘西、 赣南、鄂东北等 中西部贫困地区经济环境处于明显劣势，这直接 导致了居民生活水平处于落后的状态。因此中西 部地区首要 任务是加快经济环境建设，把握好政 策机遇，激发经济发展潜力，加快对内对外开放 水平，积极融入“一带一路”、“长江经 济带”建 设，提升城市综合经济实力，以此改善居民经济 环境，同时为优化居住环境、社会环境、生态环 境，提升综合人居 环境提供物质保障。

(3)着力优化公共服务是提升人居环境的重 要环节。亳州、昭通、毕节等中西部城市基础设 施供给不足，公共服务落后， 因此要加大财政资 金在居民出行交通、文化教育、医疗卫生等领域 的投入，同时加强与中心城市优质资源共享，改 善城市社 会环境。长三角地区社会环境建设明显 滞后于经济环境建设，这与其过快的人口集聚与 公共服务资源增长不足有关，因此要

---

合理控制城市人口规模,优化布局公共资源,特别是在发展城市公共交通、优化教育资源、完善医疗卫生体系等领域加快满足居民需求的增长。

(4)加强生态环境建设是优化人居环境的共同追求。生态环境建设要坚持“建减治”结合,深入贯彻绿色发展理念。苏州、上海、杭州、武汉、成都等长三角及中西部省会城市经济发达、工业化处于中后期阶段,生活、生产“三废”排放量大,严重制约城市生态环境的改善。因此要加快产业结构的提档升级,加大环境治理力度,严格控制工业烟尘、废水、固体废弃物的排放。普洱、巴中、内江等中西部经济落后城市生态建设资金投入不足,生态环保意识薄弱,要加大力度进行城市公园、绿地建设,同时提升“三废”污染的处理能力。

#### 参考文献:

[1] 晋培育,李雪铭,冯凯. 辽宁城市人居环境竞争力的时空演变与综合评价[J]-经济地理,2011, 31(10): 1638-1644. JIN P Y, LI X M, FENG K. The spatial-temporal and evaluation evolvement of the urban settlement environment competitiveness of Liaoning Province [ J ] . Economic Geography, 2011, 31 (10) : 1638-1644.

[2] 陈呈奕,张文忠,湛东升,等. 环渤海地区城市人居环境质量评估及影响因素[J]-地理科学进展,2017, 36(12): 1562-1570. CHEN C Y, ZHANG W Z, CHEN D S, et al. Quantitative evaluation of human settlement environment and influencing factors in the Bohai Rim area [ J ] . Progress in Geography, 2017, 36(12) : 1562-1570.

[3] DOXIADIS C A. Action for human settlements [ M ]. Athens: Athens Publishing Center, 1975: 5-10.

[4] 吴良镛. 人居环境科学导论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社,2001: 38-95. WU L Y. Introduction to sciences of human settlements [ M ]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2001.

[5] 张文忠,谟丽,杨翌朝. 人居环境演变研究进展[J]. 地理科学进展,2013, 32(5): 710-721. ZHANG W Z, CHEN L, YANG Y Z. Research progress on human settlement evolution [J]. Progress in Geography, 2013, 32(5): 710-721.

[6] 董锁成,张佩佩,李飞,等. 山东半岛城市群人居环境质量综合评价[J]. 中国人口-资源与环境,2017, 27(3): 155-162. DONG S C, ZHANG P P, LI F, et al. Comprehensive evaluation of living environment in Shandong Peninsula agglomeration [J]. China Population, Resources and Environment, 2017, 27(3): 155-162.

[7] 张英佳,李雪铭,夏春光. 中国地级市房地产开发与人居环境耦合发展空间格局[J]. 地理科学进展,2014, 33(2): 232-240. ZHANG Y J, LI X M, XIA C G. Spatial pattern of coupling development between real estate development and housing condition at prefectural level in China [J]. Progress in Geography, 2014, 33(2): 232-240.

[8] 李航,李雪铭,田深圳,等. 城市人居环境的时空分异特征及其机制研究—以辽宁省为例[J]. 地理研究,2017, 36(7): 1323-1338. LI H, LI X M, TIAN S Z, et al. Temporal and spatial variation characteristics and mechanism of urban human settlements: Case study of Liaoning province [J]. Geographical Research, 2017, 36(7): 1323-1338.

[9] 王淼,李雪铭. 城市人居环境适宜度评价—以大连市 内四区为例[J]. 西部人居环境学刊,2018, (4): 48-53. WANG M, LI X M. Urban human settlement environment suitability assessment: A case study of four districts in Dalian city [J]. Journal of Human Settlements in West China, 2018, (4): 48-53.

- 
- [10]彭璐, 谭波, 齐瑶娣, 等. 海峡西岸城市群人居环境质量评价研究[J]. 台湾农业探索, 2017, (4): 58-65. PENG L, TAN B, QI Y D, et al. Evaluation on the living environment of urban agglomeration in Westside of Taiwan Strait [J]. Taiwan Agricultural Research, 2017, (4): 58-65.
- [11]孙井东, 杨兴柱. 安徽城市人居环境质量时空演变特征[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版), 2016, 39(2): 168-174. SUN J D, YANG X Z. Characteristics of urban human settlement environment quality of Anhui province [J]. Journal of Anhui Normal University (Natural Science), 2016, 39(2): 168-174.
- [12]WANG Y, JIN C, LU M. Assessing the suitability of regional human settlements environment from a different preferences perspective: A case study of Zhejiang Province, China [M]. Habitat International, 2017, 70: 1-12.
- [13]赵林, 韩增林, 马慧强. 东北地区城市人居环境质量时空变化分析[J]. 地域研究与开发, 2013, 32(2): 73-78. ZHAO L, HAN Z L, MA H Q. Analysis on the temporal and spatial variation about living environment of the cities on the Northeast region [J]. Areal Research and Development, 2013, 32(2): 73-78.
- [14]李雪铭, 田深圳. 中国人居环境的地理尺度研究[J]. 地理科学, 2015, 35(12): 1495-1501. LI X M, TIAN S Z. The Geographic scale of human settlements in China [J]. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(12): 1495-1501.
- [15]XIA J, DONG P. Spatial characteristics of physical environments for human settlements in Jinsha River Watershed (Yunnan section), China [M]. Geomatics Natural Hazards & Risk, 2019, 10(1): 544-561.
- [16]杨晴青, 朱媛媛, 陈佳, 等. 长江中游城市群城市人居环境竞争力格局及优化路径[J]. 中国人口-资源与环境, 2017, 27(8): 142-150. YANG Q Q, ZHU Y Y, CHEN J, et al. Competitive landscape and optimized path of urban human settlement at urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River [J]. China Population, Resources and Environment, 2017, 27(8): 142-150.
- [17]朱媛媛, 孙璇, 揭毅, 等. 基于乡村振兴战略的人居文化环境质量测度与优化——以长江中游地区为例[J]. 经济地理, 2018, 38(9): 176-182. ZHU Y Y, SUN X, JIE Y, et al. Study on the measurement and optimization of human cultural environment quality based on rural revitalization strategy: A case of Triangle of Central China [J]. Economic Geography, 2018, 38(9): 176-182.
- [18]李帅, 魏虹, 倪细炉, 等. 基于层次分析法和熵权法的宁夏城市人居环境质量评价[J]. 应用生态学报, 2014, 25(9): 2700-2708. LI S, WEI H, NI X L, et al. Evaluation of urban human settlement quality in Ningxia based on AHP and the entropy method [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2014, 25(9): 2700-2708.
- [19]金星星, 叶士琳, 吴小影, 等. 海岛型城市人居环境质量评价——基于厦门市和平潭综合实验区的对比[J]. 生态学报, 2016, 36(12): 3678-3686. JIN X X, YE S L, WU X Y, et al. A quality evaluation of human settlements in island cities: A comparison between Xiamen and Pingtan [J]. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(12): 3678-3686.
- [20]李雪铭, 张英佳, 高家骥. 城市人居环境类型及空间格局研究——以大连市沙河口区为例[J]. 地理科学, 2014, 34(9): 1033-1040. LI X M, ZHANG Y J, GAO J J. Spatial pattern and classification of human settlement: A case study of Shahekou in Dalian [J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(9): 1033-1040.

---

[21]朱彬, 张小林, 尹旭. 江苏省乡村人居环境质量评价及空间格局分析[J]. 经济地理, 2015, 35(3): 138-144. ZHU B, ZHANG XL, YIN X. Evaluation of rural human settlement quality and its spatial pattern in Jiangsu province [J]. Economic Geography, 2015, 35(3): 138-144.

[22]吴朋, 李玉刚, 管程程, 等. 基于ESDA-GIS的成渝城市群人居环境质量测度与时空格局分异研究[J]. 中国软科学, 2018, (10): 93-108. WU P, LI YG, GUAN CC, et al. Spatial-temporal differentiation of human settlement in Chengdu-Chongqing urban agglomeration based on ESDA-GIS [J]. China Soft Science Magazine, 2018, (10): 93-108.

[23]朱媛媛, 杨晴青, 曾菊新, 等. 长江中游城市群人居环境建设的评价与优化策略[J]-经济地理, 2017, 37(7): 56-62. ZHU YY, YANG QQ, ZENG JX, et al. Constructive optimization from the urban human cultural settlements of the city cluster in the middle reaches of Yangtze River [J]. Economic Geography, 2017, 37(7): 56-62.

[24]武廷海, 张能. 作为人居环境的中国城市群—空间格局与展望[J]. 城市规划, 2015, 39(6): 14-25. WU TH, ZHANG N. Spatial pattern and development of China's urban agglomerations: An interpretation of the sciences of human settlements [J]. Planning Studies, 2015, 39(6): 14-25.

[25]夏钱, 林爱文, 朱弘纪. 长三角地区城市人居环境适宜度空间格局演变[J]. 生态经济, 2017, 33(2): 112-117. XIA Y, LIN AW, ZHU HJ. Evolvement of spatial pattern of urban human settlement environment suitability in Yangtze River Delta [J]. Ecological Economy, 2017, 33(2): 112-117.

[26]顾康康, 刘雪侠. 安徽省江淮地区县域农村人居环境质量评价及空间分异研究[J]. 生态与农村环境学报, 2018, 34(5): 385-392. GU KK, LIU XX. Quality assessment and spatial differentiation of rural human settlement in the counties in Jianghuai Region [J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2018, 34(5): 385-392.