

杨晴青, 陈佳, 李伯华, 等. 长江中游城市群城市人居环境演变及驱动力研究[J]. 地理科学, 2018, 38(2): 195-205. [Yang Qingqing, Chen Jia, Li Bohua et al. Evolution and Driving Force Detection of Urban Human Settlement Environment at Urban Agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(2): 195-205.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2018.02.005

长江中游城市群城市人居环境演变及驱动力研究

杨晴青¹, 陈佳¹, 李伯华², 朱媛媛³

(1. 西北大学城市与环境学院, 陕西 西安 710127; 2. 衡阳师范学院湖南省人居环境学研究基地, 湖南 衡阳 421002;
3. 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)

摘要:从生态、居住、公共服务、休闲环境等人居环境核心系统出发,综合运用AHP、地理探测器方法,对长江中游城市群城市人居环境时空演变过程、核心驱动力、驱动机理进行了系统研究。研究表明:① 城市人居环境综合质量格局呈现出西北部相对下降,东南部逐渐提升的过程,优质的人居环境逐步向环鄱阳湖地区及京广线沿线集中分布;② 生态环境质量格局逐渐呈现以襄阳-吉安连线为界,东侧质量显著优于西侧的格局。京广线沿线城市的居住、公共服务质量始终优于江西片区浙赣线沿线城市,但休闲环境质量则逐渐劣于江西片区浙赣沿线;③ 城市人居环境演变驱动力作用对象、程度、方向各异。其中经济发展、政府投入为城市人居环境演变的主导动力,社会群体收支为其内部关键动力,而土地供给与建设投资为现阶段次要动力,此外,城市规模通过集聚、催化作用推动城市人居环境的演变。

关键词:城市人居环境;地理探测器;长江中游城市群

中图分类号:F293 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2018)02-0195-11

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,是一个地区经济发展水平、人民物质文化生活水平的重要标志之一^[1]。改革开放以来,快速剧烈的工业化、城镇化过程促使城市空间急剧扩张。在此过程中,城市人居环境的变化表现尤为明显,一方面,生态空间被过度挤占,生态系统恶化,进而对居民生活与健康造成威胁;另一方面,经济的高速增长有力改善了城市居民的居住、基础设施及公共服务等设施条件,城市人居环境建设卓有成效。此背景下,丰富多样化的人居面貌,不同尺度空间的人居演变以及相继涌现的人居问题吸引了城市规划、地理学、经济学、生态和社会等学科的关注。以吴良镛先生为代表的城市规划学者最早对人居环境展开系统研究,开创了人居环境科学研究的新局面^[2]。现阶段地理学凭借其综合集成研究手段、空间分析技术运用等优势逐渐占据人居环境科学领域研究的主导

地位。其中,关于城市单元的研究集中于3方面:其一,基于“指标-评价”模式,对不同尺度的城市人居环境指标体系、建设水平衡量研究取得了较多的研究成果^[3-5]。其二,对城市人居环境子系统建设水平,如自然适宜性^[6]、居民生活质量^[7-10]、城市生态^[11]、公共服务设施与可达性^[12,13]等进行了讨论,并对致使人居环境居民满意度变化的社会问题如隔离与不平等^[14,15]、公共安全^[16]、社会分异^[17,18]等给予了关注;其三,对城市人居环境演变及影响因素日益重视。现有研究主要集中于城市人居环境演变动态指标体系构建、统计分析或空间技术运用、质量评价等内容^[19-21],并探索了城市化、经济发展、能源消费、政府等因素与城市人居环境演变的相关性^[1,20-24]。在“指标-评价”研究中,指标选取及数据统计多为城市全域,未对乡村地域空间进行剥离。对演变过程的刻画也多是对不同时期的空间分异格局进行特征描述,而较少衡量其空间

收稿日期:2017-04-12; **修订日期:**2017-07-12

基金项目:国家自然科学基金项目(41571161)、湖南省自然科学基金项目(2016JJ2010)、国家自然科学基金项目(41501145)资助。

[Foundation: National Natural Science Foundation of China (41571161), Natural Science Foundation of Hunan Province(2016JJ2010), National Natural Sciences Foundation of China (41501145).]

作者简介:杨晴青(1992-),女,湖南益阳人,博士研究生,主要从事人居环境研究。E-mail: yqq@mails.cnu.edu.cn

通讯作者:李伯华,教授。E-mail: libeny_2058@163.com

分异程度的变化。此外,对其演变动力机制的刻画仍处于探索阶段,少量研究对单因素与城市人居环境的相关关系进行了探讨,尚未形成系统的城市人居环境机理分析。基于此,本文选城市聚居特征显著的区域为研究区,将生态、居住、生产环境等纳入一个分析框架,刻画该区域城市人居环境时空演变过程,运用地理探测器对经济规模与产业结构、政府投入、社会群体收支、城市规模、土地供给、建设投资等驱动力进行探测,识别核心驱动因子及其作用方向,并进一步梳理探析了长江中游城市群城市人居环境演变动力机理,以期为该区域城市人居环境建设提供政策支持,也为其他地区提供治理借鉴。

1 研究区域与数据来源

长江中游城市群(简称“中三角”)为长江经济带的重要组成部分,是以武汉城市圈、长株潭城市群、环鄱阳湖城市群为主体形成的特大型城市群。在近30 a来城镇化的进程中,城市人居环境变化剧烈,在不同的自然条件、历史基础、经济发展模式的共同作用下,长江中游城市群区域初步形成了一批各具特色的大、中、小城市和小城镇。此背景下,选长江中游城市群为案例区,具有较强的代表性和现实意义。2015年4月,《长江中游城市群发展规划》已经由国务院批复实施,文章将探讨此规划批复前15 a年间的城市人居环境建设情况及动力机理,为现阶段长江中游城市群人居环境建设提供借鉴。本研究的时间断面以5 a为间隔,即选择1999、

2004、2009、2014年为代表年份。鉴于乡村人居环境与城市人居环境存在较大差异,本研究仅选择城市聚居特征明显的市辖区及省直管市,即《规划》范围内的28个地级市辖区以及仙桃、潜江、天门3个省直管市,国土面积约 $5.1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

研究中,公共服务、经济发展类指标数据来源2000~2015年《中国城市统计年鉴》^[25]、生态、居住、休闲类指标数据来源1999~2014年《中国城市建设统计年鉴》^[26],少数指标数据来源于各个省、市统计年鉴或环境状况公报。

2 研究方法

2.1 指标选择与数据处理

宜人的居住环境,优美的自然生态环境,舒适和谐的休闲交往空间,完善的公共服务保障系统均为城市空间内稳定、和谐、健康的人居环境内容。为探索研究区城市人居环境综合及子系统质量演变特征,作者参考国内指标体系^[1-5,19]构建,遵循以人为本、科学性、动态性、层次性、可比性等原则,构建一个反映城市人居环境建设状态、并在较长的一段时期内具备普适性的城市人居环境动态评估体系。其子系统包括生态环境、居住环境、公共服务、休闲环境,每一子系统又分别选择若干具体指标。同时,采用AHP法确定指标体系的权重问题(表1),其过程为:①明确决策问题;②建立层次结构模型;③构造成对比较阵;④计算权向量;⑤进行一致性检验。考虑指标正负向性,选用均值标准化方法,消除因指标量纲不同对计算结果的影响。

表1 城市人居环境动态综合评估指标体系

Table 1 Dynamic comprehensive evaluation index system of urban human settlements

目标层(Y)	子系统层(B)	指标层(C)
城市人居环境建设质量	B_1 生态环境[0.2685]	C_1 城市污水处理率(%)[0.1250]; C_2 建成区绿化覆盖率(%)[0.2543]; C_3 建成区绿地率(%)[0.1069]; C_4 PM ₁₀ 浓度(mg/m ³)[0.2174]; C_5 SO ₂ 质量浓度(mg/m ³)[0.1711]; C_6 酸雨频率(%)[0.0749]; C_7 区域环境噪声(dB)[0.0504]
	B_2 居住环境[0.3431]	C_8 用水普及率(%)[0.2238]; C_9 人均生活用电量(kW·h)[0.0333]; C_{10} 燃气普及率(%)[0.1919]; C_{11} 人均道路长度(km)[0.0492]; C_{12} 每万人拥有公共汽车数(辆)[0.1554]; C_{13} 万人拥有出租车数(辆)[0.1375]; C_{14} 建成区排水管道密度(m/m ²)[0.0817]; C_{15} 生活垃圾无害化处理率(%)[0.0723]; C_{16} 道路清扫保洁面积比重(%)[0.0549]
	B_3 公共服务[0.2040]	C_{17} 万人医院、卫生院床位数(张)[0.1604]; C_{18} 万人医生数(人)[0.2915]; C_{19} 普通中学师生比(%)[0.2724]; C_{20} 每万人拥有普通中学数(个)[0.1190]; C_{21} 每百人公共图书馆藏书(册)[0.1011]; C_{22} 年末城镇登记失业率(%)[0.0556]
	B_4 休闲环境[0.1844]	C_{23} 百万人拥有公园数(个)[0.3093]; C_{24} 人均公园绿地面积(m ²)[0.2811]; C_{25} 万人拥有公厕座数(座)[0.1655]; C_{26} 每公里道路路灯数(盏)[0.0536]; C_{27} 百万人拥有剧场、影剧院数(个)[0.1094]; C_{28} 人行道面积占道道路面积比(%)[0.0811]

注: []内数字为所赋予的权重。

在驱动因子探测研究中,基于对城市人居环境演变动力主要来源的考量^[1,20-24],选择经济规模与产业结构、政府投入、社会群体收支、城市规模、土地供给、投资与建设等领域对应的13个指标作为驱动因子(表2),以探测其对长江中游城市群城市人居环境综合及子系统演变的驱动程度及驱动方向。

表2 驱动因子探测指标体系

Table 2 Index system of driving factor detection

探测领域	探测因子	指标
经济规模与产业结构	X_1 经济规模	人均GDP(元)
	X_2 第二产业发展	第二产业占比(%)
	X_3 第三产业发展	第三产业占比(%)
政府投入	X_4 政府投入程度	人均财政支出(元)
社会群体收支	X_5 消费水平	人均社会消费品零售额(元)
	X_6 可支配收入水平	城镇居民人均可支配收入(元)
	X_7 工资性收入水平	在岗职工平均工资(元)
城市规模	X_8 城市人口规模	城区常住人口数(人)
	X_9 建成区规模	建成区面积(km ²)
土地供给	X_{10} 居住用地供给	人均居住面积(m ²)
	X_{11} 建设用地供给	人均建设用地面积(m ²)
建设投资	X_{12} 房地产投资	地均房地产投资(元)
	X_{13} 市政建设投资	地均市政设施建设投资(元)

2.2 地理探测器

地理探测器是探测空间分异性,以及揭示其背后驱动因子的一种新的统计学方法,包含因子探测、风险探测、生态探测、交互作用探测4个探测器模块。地理探测器擅长分析类型量,而对于顺序量等,只要进行适当的离散化即可适应^[27,28]。文中城市人口规模因子是依据《关于调整城市规划分标准的通知》中新的城市规划分标准进行分类,其他驱动因子数值运用自然断点法进行离散化分层,从低值至高值依次分为1~4层。

因子探测器认为,若某环境因素和地理事物的变化在空间上具有显著的一致性,则说明这种环境因素对地理事物的发生和发展具有决定意义。运用因子探测器模块探测城市人居环境质量 Y 的空间分异性;以及探测某驱动因子 X 多大程度上解释了属性 Y 的空间分异。运用因子探测模块对长江中游城市群不同时期的城市人居环境空间分异性以及对驱动因子的动力值进行探测,用 q 值度量,公式如下:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} = 1 - \frac{SSW}{SST}$$

式中, $h=1, \dots, L$ 为变量 Y 或因子 X 的分层; N_h 和 N 分别为分层和全区的样本数; σ_h^2 和 σ^2 分别是层 h 和全区的 Y 值的方差。 SSW 和 SST 分别为层内方差之和和全区总方差。 q 的值域为 $[0,1]$ 。如果分层是由驱动因子 X 生成的,则 q 值越大表示驱动因子 X 对属性 Y 的解释力越强,反之则越弱;如果分层是由属性 Y 本身生成的,则 q 值越大说明 Y 的空间分异性越明显。

风险探测是用于判断驱动因子的不同空间类别分区间的属性均值是否有显著的差别,用 t 统计量来检验。均值显著大的分层,其风险高,即城市人居环境质量高,反之则相反。鉴于因子探测模块无法展示驱动力方向性,因此借用风险探测器模块,基于结合1~4层驱动因子数值递增的分层标准,据此探索驱动因子对属性 Y 作用的方向性。根据风险区探测结果,将1~4层风险均值逐层逐渐递增定义为驱动因子具有正向力,逐层递减定义为负向力,若曲折变化则视为无方向或方向不明确,即驱动因子对属性状态的推动或抑制作用均存在一个适度区间,但寻找这个适度区间需要更多的样本,本文不予讨论。

3 结果分析

3.1 城市人居环境演变特征

为了直观反映城市人居环境质量的演变规律,依托 ArcGIS10.1 软件平台,基于指标体系构成,AHP 综合评价结果,采用自然断点法对1999~2014年研究区域内城市人居环境及子系统质量进行分级,其中质量等级由低至高依次划分为恶劣、较差、中等、良好、优异5个级别。运用因子探测模块,以此5个级别作为探测1999~2014年区域城市人居环境空间分异性的分层,其探测 q 值见图1。此外,城市人居环境综合及子系统质量的时空格局分别见图2、3。

3.1.1 城市人居环境综合质量时空过程

时间维度上(图1~3),1999~2014年“中三角”城市人居环境综合质量空间分异度(q 值)呈现略升-极降-陡升的趋势。2004年优异、恶劣级别的城市数量最多,2009年则均缩减至3市,处于中等水平的城市居多,空间分异度(q 值)最低。可归因

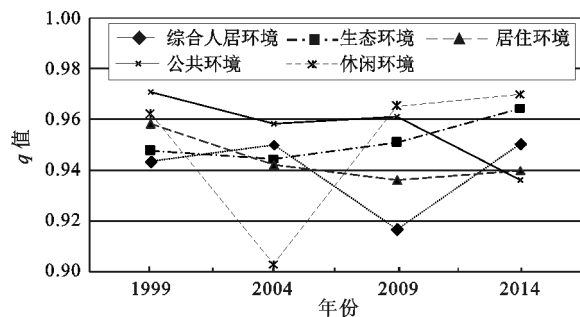


图1 中三角城市人居环境综合及子系统质量
空间分异轨迹

Fig.1 Space diversity trajectory of comprehensive and subsystem
quality of urban human settlement in study area

于:一是武汉、孝感、长沙等城市公共服务的发展滞后于城市人口增长、空间扩张过程,致使人居环境综合质量降级;其中,武汉市5 a间城区人口增

加182万人,长沙市城区人口增加了50万人;二是,荆州、吉安、抚州等城市生态及休闲环境等质量改善,促使其综合质量升级。

空间维度上,城市人居环境综合质量呈现出西北部相对下降,东南部逐渐提升的空间演变过程。一方面,优质的人居环境逐步集中于环鄱阳湖地区以及京广线沿线,其中始终处于中等以上级别的城市多为省会城市、副中心城市。可归因于该类城市经济条件优异,城市建设起步早,公共服务及设施相对完善。另一方面,人居环境呈劣质级别的区域分布变化较小,以地处丘陵之间、经济薄弱、以传统种养农业为主的中小城市居多,如咸宁、抚州、仙桃等。此外,就区内三省而言,优质人居环境的区域分布不均且波动较大。湖北片区表现最为突出,2004年中等以上质量级别城市占比达61.5%,至2014年逐步发展呈现“一城独优”

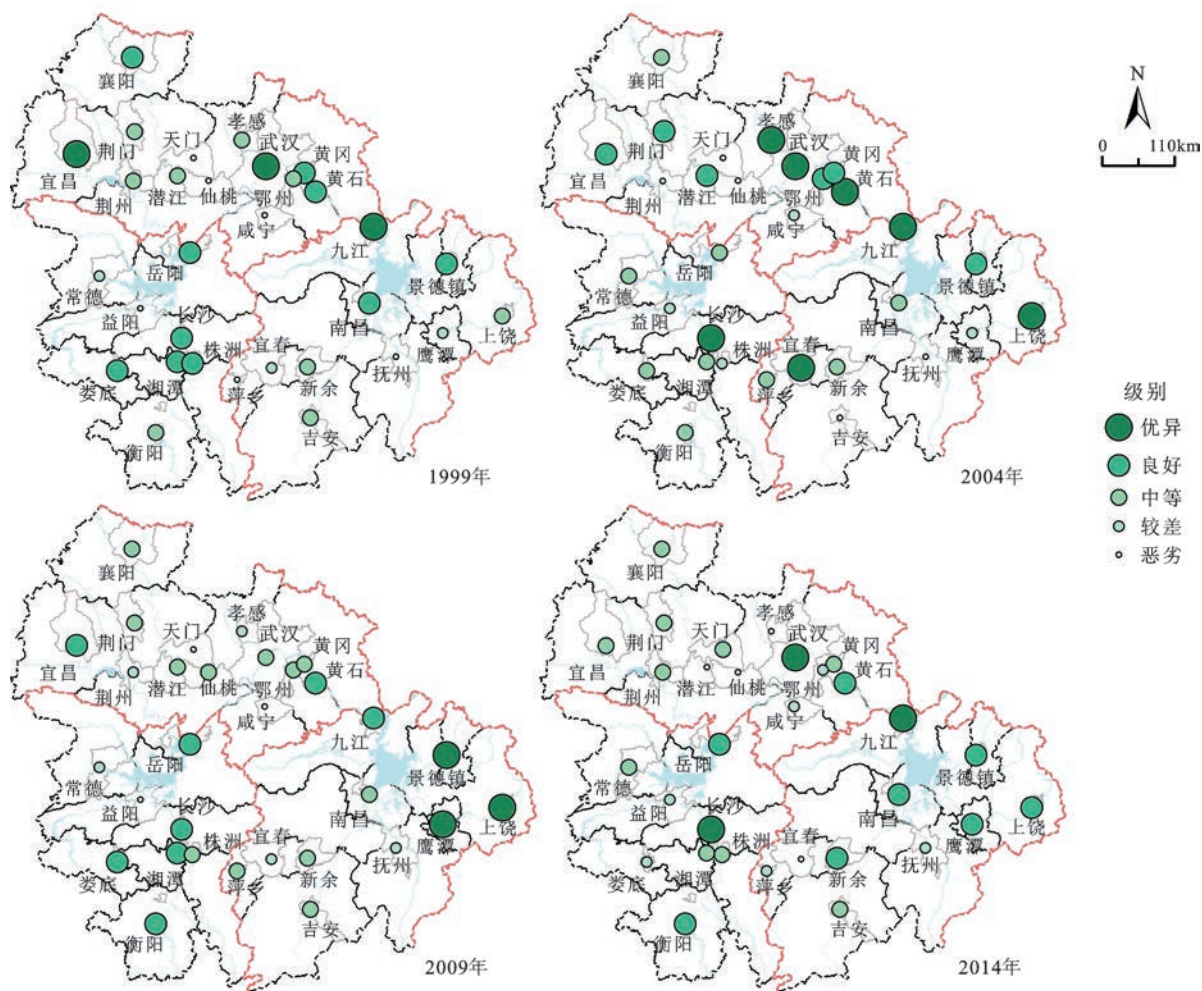


图2 1999~2014年中三角城市人居环境综合质量时空格局

Fig.2 The spatial and temporal pattern of comprehensive quality of urban human settlement in study area in 1999-2014

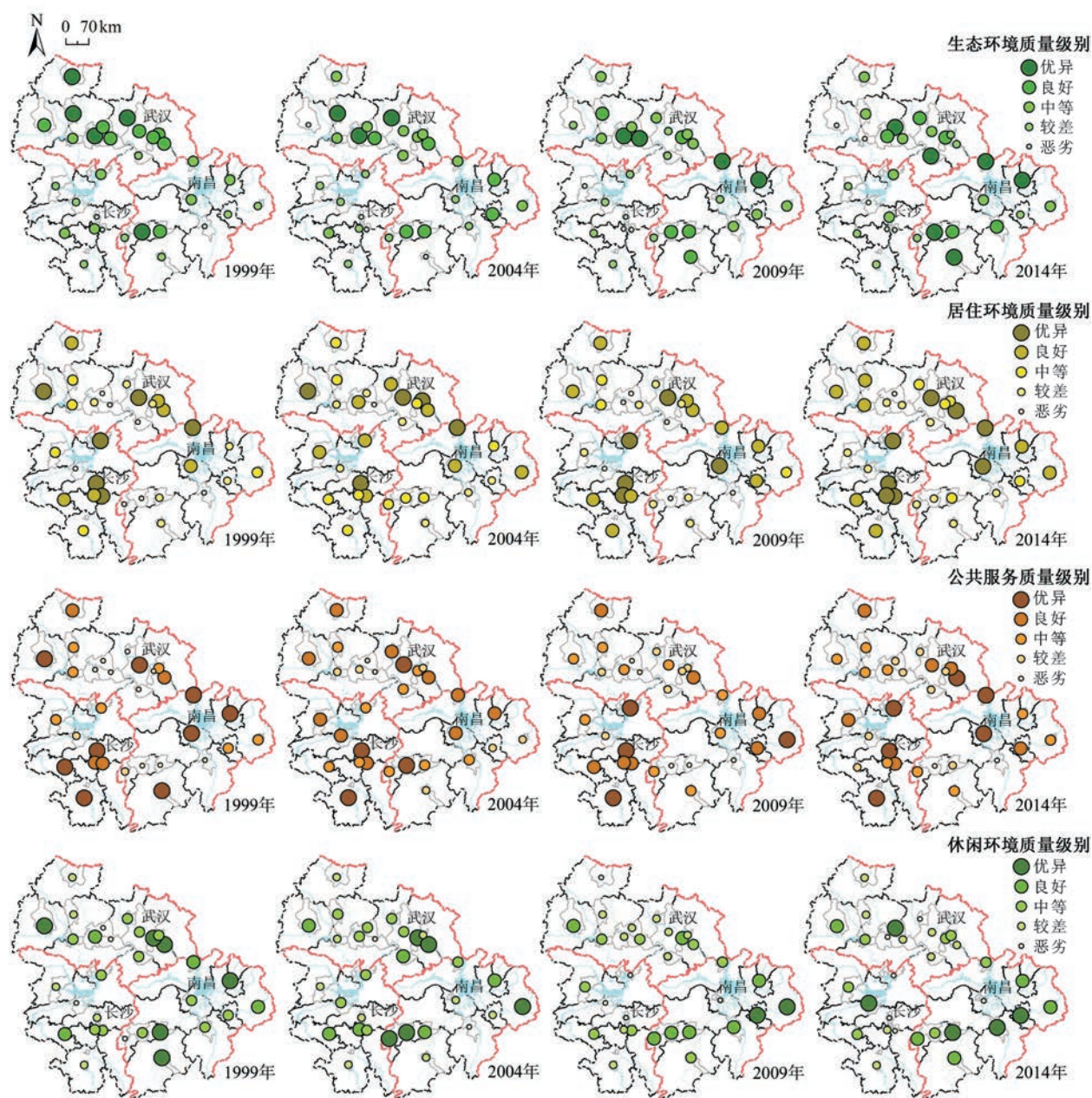


图3 1999~2014年中三角人居环境子系统质量时空格局

Fig.3 The spatial and temporal pattern of subsystem quality of urban human settlement in study area in 1999-2014

的局面,即仅武汉为优异、黄石为优良级别。湖南片区内京广线沿线城市始终为优良级别,老工业基地城市娄底逐渐由最优降至较差级别;江西片区内城市人居环境建设成效显著,仅抚州、宜春、萍乡的城市人居环境质量较差。

3.1.2 城市人居环境子系统质量时空过程

由图1、3可知,中三角生态环境质量的空间分异度(q 值)变化较为平缓,呈逐渐上升的态势,但其空间格局发生了较大变化。襄阳-吉安连线成

为优劣分割线,连线东侧城市多拥有优良的生态环境,西侧则反之。演变特征主要有:一是优良生态环境城市已由集聚于湖北片区转为分散分布于武汉城市圈、环鄱阳湖经济圈。二是,经济实力、工业基础较佳的城市生态环境质量呈下降趋势,如湖北“一主(武汉)两副(宜昌、襄阳)”中心城市、长株潭地区以及黄石、衡阳、娄底等老工业基地城市;三是长株潭“3+5”城市群生态环境质量始终处于劣势,江西片区绝大多数城市生态环境质量呈现

相对上升趋势,临山型城市新余、宜春两地始终为优良级别。

居住环境质量时空格局均较为稳定, q 值变化呈逐渐下降-略微上升的轨迹,其空间分异较1999年明显缩小。第一,京广线沿线城市始终拥有相对较佳的居住环境;第二,除上饶外,江西片区浙赣线沿线城市始终为劣势;第三,江汉平原或丘陵地带的中小城市均处于中等以下级别,如仙桃、咸宁、常德、宜春等地。主要归因于以传统种养农业为主,发展落后、住房及设施老旧;第四,省域中心、副中心(黄石、九江、岳阳)等经济基础较佳城市均处于优异级别,且多分布于中三角中心地带,呈现出三角形地理格局。纵观居住环境质量级别的演变特征,表明经济基础、产业结构、城市规模等对城市居住环境质量有一定的影响。

15 a间,中三角地区城市公共服务空间格局相似于居住环境质量。一是,京广线沿线城市公共服务始终为优良级别,江西片区浙赣线沿线城市多为较差等级;二是,经济实力强、城市规模大或是城市建设较早的老工业基地城市相对完善。但不同于居住环境质量时空过程相对稳定的状态。公共服务质量处于优异及恶劣两类级别的城市显著减少,处于中间级别的城市增多,其中,娄底、吉安、景德镇等中三角边缘城市相对质量级别降低最为显著。因而其空间分异度(q 值)呈曲折下降轨迹,2014年 q 值最低且低于其他子系统。

休闲环境质量时空变化剧烈,主要特征有:一是,空间分异度(q 值)呈急剧降低-急剧上升的变化轨迹,中三角休闲环境质量空间分异略有扩大。2004年,中三角休闲环境空间分异度最小,且呈高位均衡,归因于天门、益阳、萍乡等地的休闲环境质量显著上升,恶劣级别城市显著减少。二是,除南昌市外,江西片区休闲环境质量几乎均为优良级别,萍乡、抚州、鹰潭改善最为明显;三是,湖南、湖北片区内仅天门、益阳两市因以建设国家森林城市、园林城市为发展重心而逐渐成为优异级别,而京广线沿线城市休闲环境质量逐渐降为较差、恶劣两类别。

3.2 城市人居环境核心驱动因子探测

城市人居环境及子系统质量的时空演变过程显示,城市人居环境质量一定程度上受经济实力、产业结构、城市规模等因素的影响,且不同阶段、不同子系统所受影响可能存在显著差异。基于

此,本文运用地理探测器对不同时期长江中游城市群城市人居环境质量的驱动力,及其作用方向与强度进行探测。

1) 从时序上看(表3),不同时期城市人居环境建设受城市经济发展、建设投资等外部驱动力作用强度及方向具有一定的差异。主导1999年城市人居环境综合质量的核心驱动因子是经济规模、政府投入、居民消费与可支配收入水平、建成区规模;2004年,政府投入、工资性收入水平、经济规模、市政设施建设投资及建成区规模是驱动城市人居环境建设的核心因子;2009年核心驱动因子依次为经济规模、居民消费水平、居住面积、政府投入、可支配收入水平;2014年,表明核心驱动因子有居民消费水平、经济规模、第三产业发展、政府投入、工资性收入水平。此外,综合考虑4期数据的核心驱动因子,比较其最大与最小 q 值,可知1999~2014年核心因子的探测 q 值呈现先降低后逐渐增强的趋势,表明城市人居环境质量受城市经济发展、建设投资等外部动力作用日趋增大。

表3 1999~2014年研究区城市人居环境综合质量驱动因子探测结果

Table 3 Driving factor detection results of comprehensive quality of urban human settlements in study area in 1999-2014

驱动因子	1999年	2004年	2009年	2014年
X_1	<u>0.5760+</u>	<u>0.2300 N</u>	<u>0.5229 N</u>	<u>0.5093+</u>
X_2	0.2191 +	0.1608 +	0.0789 N	0.1580 N
X_3	0.2188 +	0.0105 N	0.1555 +	<u>0.5076+</u>
X_4	<u>0.6400+</u>	<u>0.3770 N</u>	<u>0.2972+</u>	<u>0.4592+</u>
X_5	<u>0.4329+</u>	0.1732 +	<u>0.3575+</u>	<u>0.5601+</u>
X_6	<u>0.3537+</u>	0.1779 N	<u>0.1982+</u>	0.3053 +
X_7	0.3259 +	<u>0.2475+</u>	0.0235 +	<u>0.3787+</u>
X_8	0.1845 +	0.0792 N	0.1153 N	0.3237+
X_9	<u>0.3282 N</u>	<u>0.1823 N</u>	0.0855 N	0.3557 +
X_{10}	0.0788-	0.1061 N	<u>0.3358+</u>	0.0246 N
X_{11}	0.1209 N	0.1043 N	0.1233 N	0.1552-
X_{12}	0.1506 +	0.1049 N	0.0652 N	0.1668 +
X_{13}	0.2415 +	<u>0.2132+</u>	0.0795 N	0.0431 N

注:综合层 q 值排序前5位即为核心驱动因子,用下划线标识;“+”表示因子为正向动力,“-”表示因子为负向动力,“N”表示因子作用方向不明确,驱动因子对属性状态的推动或抑制作用均存在1个适度区间。

2) 分系统看(表4),①生态环境子系统,在不同时期受到建设用地供给、居民消费与收入、城市

表4 研究区1999~2014年城市人居环境子系统质量核心驱动因子探测结果

	1999年			2004年			2009年			2014年		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
生态环境	$X_{11}:N$ 0.3230	$X_5:N$ 0.2190	$X_9:N$ 0.1756	$X_{12}:-$ 0.3021	$X_4:N$ 0.2914	$X_6:N$ 0.2719	$X_{12}:-$ 0.4207	$X_7:N$ 0.3956	$X_8:-$ 0.3649	$X_4:N$ 0.2885	$X_{12}:-$ 0.2705	$X_8:-$ 0.2377
居住环境	$X_4:+$ 0.6976	$X_1:+$ 0.6335	$X_5:+$ 0.6149	$X_1:+$ 0.4938	$X_5:+$ 0.3445	$X_8:+$ 0.2781	$X_5:+$ 0.6667	$X_4:+$ 0.5832	$X_1:+$ 0.5438	$X_5:+$ 0.7469	$X_1:+$ 0.7044	$X_8:+$ 0.5949
公共服务	$X_4:+$ 0.7995	$X_1:+$ 0.5966	$X_5:+$ 0.5330	$X_4:+$ 0.5367	$X_7:+$ 0.3143	$X_{12}:+$ 0.2912	$X_1:+$ 0.4400	$X_5:+$ 0.3846	$X_{10}:N$ 0.3569	$X_5:+$ 0.6618	$X_1:+$ 0.6014	$X_4:+$ 0.3989
休闲环境	$X_4:+$ 0.1827	$X_2:+$ 0.1140	$X_{11}:N$ 0.0723	$X_{11}:+$ 0.2585	$X_8:-$ 0.2277	$X_7:N$ 0.1761	$X_8:-$ 0.3946	$X_{11}:+$ 0.2607	$X_1:N$ 0.2225	$X_{12}:N$ 0.3617	$X_8:-$ 0.3402	$X_5:-$ 0.2166

注:系统层 q 值排序前3位为核心驱动因子;“+”表示因子为正向动力,“-”表示因子为负向动力,“N”表示因子作用方向不明确,驱动因子对属性状态的推动或抑制作用均存在一个适度区间。

规模、政府投入、房地产投资等驱动因子的影响,现阶段主要受到后3种因子的驱动力。除房地产投资以及城市人口规模对生态环境表现出明显的负向力外,其余驱动因子的作用方向不明确,仅在一个适度的区间有助于生态环境改善;②居住环境子系统的核心驱动力始终为政府投入、经济规模、人口规模、居民消费水平,探测 q 值较大,且均为正向促进作用;③公共服务子系统的动力来源相似于居住环境子系统,主要受政府投入、经济规模、居民消费水平的正向促进作用;④休闲环境子系统,主要受到建设用地供给、政府投入因子的正向动力,但现阶段主要受到城市人口规模、居民消费水平的负向动力,而房地产投资、经济规模因子动力方向性不确定,根据风险区探测结果可知优质休闲环境对应于适度的房地产投资及经济规模。

3) 从驱动因子角度看,各因子在不同时期对人居环境建设的动力发现出特定的一致性与差异性。经济规模、政府投入驱动程度与方向表现一致,在四期数据中始终为城市人居环境建设的核心驱动力,且在初期、末期均为正向促进力。表明,经济规模与政府投入是推动人居环境建设的主导力量,但其动力方向不稳定。居民消费、可支配收入及工资性收入在多期数据中显示对城市人居环境建设具有正向核心作用,且驱动力逐渐增强,是为影响城市人居环境质量的内在重要动力因子。第二产业动力值逐渐降低,而第三产业发展动力值显著增强,表明人居环境建设的动力来源逐渐由第二产业转向第三产业,产业结构调整

有助于人居环境改善。城市规模凭借其集聚效应对人居环境建设的力逐渐增强,未来可成为核心驱动力。此外,据综合人居环境质量风险探测结果,常驻人口在100万以上的大城市始终对应于最高等级的人居环境质量。居住用地供给仅2009年对人居环境建设具有正向驱动作用,市政建设投资仅在1999、2004年中驱动力值较大,表明现阶段城市人居环境质量对土地供应及建设投资的依赖已明显降低。

3.3 城市人居环境演变驱动机理

经济规模与结构、政府投入、社会群体收支、土地与投资以及城市规模均为影响城市人居环境建设的关键因子,他们从不同角度对人居环境子系统产生不同程度、不同方向的影响(图4)。

1) 经济发展与政府投入是人居环境演变的主导动力。经济总量增长对人居环境建设具有双向作用,而第三产业发展则具有显著正向驱动作用。现阶段经济发展对生态、休闲环境改善帮助较小,但可显著促进居住、公共服务改善。如以武汉、长沙、南昌、黄石、岳阳、九江等经济发展水平较高的省会城市、省域副中心城市,多拥有较完善的居住、公共服务设施环境,但其生态、休闲环境多处于劣势。政府投入动力对居住设施及公共服务建设为正向促进作用,水、电、气等设施建设,教育、社会保障经费的投入均与政府投入密不可分。另一方面,据风险探测结果,政府投入对生态环境系统的动力方向不明确,较佳的生态环境对应于适度的政府投入额。主要归因于政府过度投

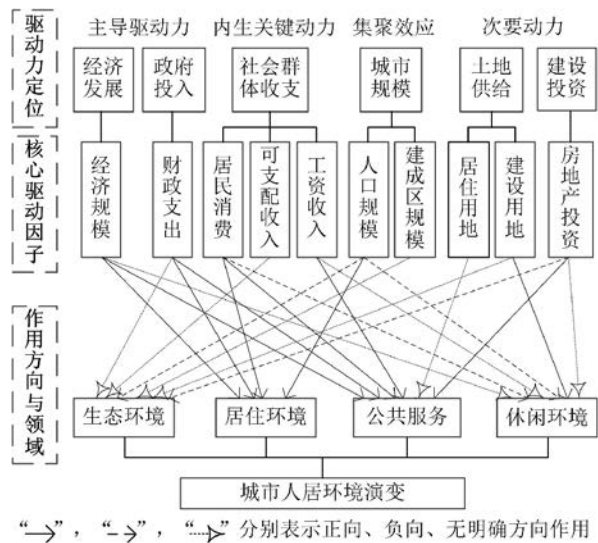


图4 长江中游城市群城市人居环境演变的驱动机理

Fig. 4 The dynamic mechanism of urban human settlements evolution at the middle reaches of the Yangtze River

入于建设活动,对生态治理与修复投入份额较少,则会对生态系统造成扰动,使其恶化。因此,在运用政府投入驱动力时,应强调对不同领域投入额度的调控。

2) 社会群体收支因子是城市人居环境建设的内在关键动力,驱动力值逐渐增强且多为正向力。居民收支增长必然会对城市人居环境提出更高的要求,将逐渐由满足生理物质需求向自我实现层级逐级递升。这一内在动力将从改善居民个体居住条件逐渐扩展至促进居住小区、交往场所设施环境的完善,最终促使城市更新。因而,以城市居民群体为主体的驱动力是为最持久、稳定且日趋显著人居环境建设内在动力。但类似于经济发展动力,居民群体收支水平同样对生态、休闲领域表现出负向或不明确方向的驱动。现阶段城市居民已基本满足了温饱需求,但仍停留在较低层级,主要表现在闲暇时间不足、生活节奏快城市生活特征,倾向于“快餐式”消费享乐、室内空间娱乐等休闲行为,导致公共开敞、半封闭空间建设被弱化,自此形成恶性循环。

3) 城市规模主要以集聚与催化作用推动人居环境演变,尤其在城市建设初期及现阶段作用力显著。集聚作用表现为通过对经济、政策、人力资源等的集聚对人居环境演变产生作用。如城市规模越大,集聚公共服务领域所需的人力资源以

及居住建设的资金投入更为容易,促进设施及服务改善。但又可因人口规模过大导致城市交通拥挤、休憩场所不足、空气污染等“城市病”突出,生态、休闲环境系统呈现为劣势。催化作用是指集聚作用过程中,城市规模类似于催化媒介。城市规模越大,集聚资源、经济发展速度越快,建设更新更为频繁,通过对经济发展、政府投入、社会群体收支、土地供给及投资等动力的催化,使其强则愈强,弱则更弱,经济、政府投入驱动力的“双刃剑”效果也被放大,如驱动生态、休闲环境恶化,居住设施、公共服务改善更为显著。

4) 土地供给、建设投资为推动城市人居环境演变的次要动力,其动力方向不稳定、不明确。土地为城市建设的基础资源,土地利用方式的变化既作为人居环境演变过程的表征,又加剧了人居环境演变过程。如林地、草地、水域等土地利用景观可为山水秀丽的生态环境表征,而建设用地扩张、地面硬化等土地利用行为挤占生态空间,造成景观格局、生态网络破碎。此外,生态用地转为建设用地多为不可逆的过程。如城市地面过度硬化及大规模非渗透地表的建设致使城市逢雨必涝、雨后即旱、“热岛”效应等的出现。得益于城市中高层住宅建设、宜居紧凑的生活空间布局导向,城市区域的住房与居住水平已逐渐摆脱了对土地资源的依赖。而作为休闲场所表征的广场、公园用地类型对土地资源具有一定的依赖,因此建设用地规模成为休闲交往环境的重要驱动力。2004年以前,房地产投资及市政公用设施投资有力的推动了人居环境建设过程,主要表现为对居住、公共服务设施改善。此后,投资驱动力显著降低,既非综合人居环境演变的核心动力,也无法驱动子系统显著改善。2009年,房地产投资开始大度涌入中大城市,强大的投资动力仍未成为显著促使城市人居环境演变,而超负荷的房产开发建设致使其成为扰动生态子系统的核心因子。

4 结论与讨论

4.1 结论

本文以长江中游城市群城市为典型案例区,基于AHP法构建了包括生态环境、居住环境、公共服务、休闲环境四大方面城市人居环境动态评估指标体系,依托ArcGIS平台刻画了城市人居环境时空演变过程,运用地理探测器对人居环境演变

的驱动力进行探测,主要结论:

1) 人居综合质量处于优质级别的城市减少,劣质级别的城市增多。空间维度上,呈现西北部相对下降,东南部逐渐提升的变化过程。优质的人居环境逐步集中于环鄱阳湖区域以及京广线沿线,较劣质的人居环境始终集中于丘陵地区、经济薄弱的中小城市。

2) 自然生态环境基本形成以“襄阳-吉安”连线作为区域优劣格局分界线,东西两侧分别处于优、劣势的格局。另外拥有较佳生态质量的城市已由集聚于湖北片区演变为分散分布于武汉城市圈、环鄱阳湖经济圈内部;居住环境、公共服务质量的演变相似,江西浙赣线沿线城市多为较恶劣级别,而京广沿线城市多处于优良级别;休闲环境质量时空变化剧烈,江西片区内城市多上升为优良级别,而京广线沿线城市则逐渐恶化。

3) 经济发展、政府投入、社会群体收支、城市规模等多种动力共同促使城市人居环境演变,且其作用阶段、程度与方向存在显著差异。① 经济发展、政府投入均为推动城市人居环境演变的外部主导动力,均具有“双刃剑”属性,对居住、公共服务系统具有正相力,对生态或休闲系统具有负向力;② 社会群体收支动力内在关键驱动力,驱动力值逐渐增强且多为正向力;③ 城市规模以其集聚及催化作用推动城市人居环境演变过程,具有双向作用;④ 现阶段城市人居环境建设对土地资源及建设投资依赖较小,为次要动力,且应提防过度投资、土地扩张对生态、休闲等领域产生的负向扰动。

4.2 讨论

在当今中国新型城镇化背景和科学发展观的视野下,城市人居环境优化问题受到了来自不同学科以及中央及地方政府的共同关注。人居环境学的丰富内涵也使从不同视角切入,关注典型区域人居环境演变的影响因素、过程机理,进行不同尺度的综合集成研究,应为现阶段人居环境科学的关注重点^[29,30]。目前,已有研究成果中人居环境多是基于“指标-评价”模式研究,对人居环境演变过程及驱动机理解析涉及较少。本文遵循“评估体系构建-演变过程刻画-核心动力探测-驱动机理解析”的逻辑路线,在选择人居环境质量衡量指标时力求“以人为本”,贴近居民基本需求,重点刻画了长江中游城市群城市人居环境“时空”维过

程,并利用地理探测器构建人居环境演变驱动机理。人居环境是一个开放的复杂巨系统,系统求解方法多样,本文仅针对尺度宏观、时序跨度大的时空分异问题提供了其中一种思路,尚缺少对具体人居环境问题或城市居民心理需求及行为特征的把握。鉴于此,从人居环境问题切入,涉及社会文化、自然状况、个体心理行为等多学科交叉的人居环境研究值得关注。

4.3 政策启示

契合长江经济带生态优先的导向,立足于新型城镇化进程中城市人居环境建设的基本诉求,针对现阶段长江中游城市群不同地区存在的生态恶化、居住与公共服务设施老旧、休憩开敞空间不足等人居环境问题,基于核心驱动力的领域特征,提出优化人居环境的3点政策建议:①“襄阳-吉安”连线以西城市多处于自然生态环境劣势。建议该片区城市以绿地、县郊自然山体为基础构建城市森林生态网络;调控房地产投资,谨防建设用地挤占生态空间,造成生态通道或网络断裂;政府财政应增加对生态修复与治理领域的投入份额。② 江西浙赣线沿线城市的居住环境及公共服务水平始终处于劣势。建议培育第三产业正向动力;加大对居住及公共服务设施建设的政府财政投入。对于经济较落后、地方财政薄弱的山区城市,如抚州、宜春、吉安,建议通过增加中央财政转移支付,支撑其设施更新与建设;激发该地区社会群体的内生动力,助力居住条件、公共服务提升。如重点扶持大学生、农民、科研人员、城镇失业人员创业,逐步提高居民群体的收入水平及消费水平。③ 改善京广沿线城市休闲交往环境。增加对公共绿地和广场等开敞空间的用地支持,利用山、水、岸等自然条件,建设滨河、道路游憩绿廊,营造充满自然要素、休憩设施健全的公共开敞空间;依据人口规模调控建成区规模与建设用地,缓解旧城区设施压力;通过消费引导,培养促进身心健康的消费风气及消费情趣,促进文化休闲产业的发展。

参考文献(References):

- [1] 李雪铭,李婉娜.1990年代以来大连城市人居环境与经济协调发展定量分析[J].经济地理,2005,25(3):383-390.[Li Xueming, Li Wanna. Quantitative analysis about coordinating development of environment of urban human settlements and economy in Dalian since the 1990s. Economic Geography, 2005,25(3): 383-390.]

- [2] 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 Liangyong. Introduction to Science of Human Settlements. Beijing: China Architectural Building Press, 2001: 38-95.]
- [3] 谷永泉, 杨俊, 冯晓琳, 等. 中国典型旅游城市人居环境适宜度空间分异研究[J]. 地理科学, 2015, 35(4): 410-418. [Gu Yongquan, Yang Jun, Feng Xiaolin et al. Spatial differentiation of human settlement environment suitability in Chinese typical tourist cities. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(4): 410-418.]
- [4] 丛艳国, 夏斌, 魏立华. 广州社区人居环境满意度人群及空间差异特征[J]. 人文地理, 2013, 27(4): 53-57. [Cong Yanguo, Xia Bin, Wei Lihua. Research of polarization and human settlements satisfactory of communities in Guangzhou. Human Geography, 2013, 27(4): 53-57.]
- [5] 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 Xueming, Tian Shenzhen. The geographic scale of human settlements in China. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(12): 1495-1501.]
- [6] 闵婕, 刘春霞, 李月臣. 基于 GIS 技术的万州区人居环境自然适宜性[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(8): 1006-1012. [Min Jie, Liu Chunxia, Li Yuechen. Nature suitability for human settlement based on GIS technology. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2012, 21(8): 1006-1012.]
- [7] Lee Y J. Subjective quality of life measurement in Taipei[J]. Building & Environment, 2008, 43(7): 1205-1215.
- [8] Cummins R A. Fluency disorders and life quality: Subjective well-being vs. health-related quality of life[J]. Journal of Fluency Disorders, 2010, 35(3): 161-172.
- [9] Chiang C L, Liang J J. An evaluation approach for livable urban environments[J]. Environmental Science and Pollution Research International, 2013, 20(8): 5229-5242.
- [10] Neto A C. Sustainability and the process of planning in Curitiba[J]. World Environment, 2007(1): 30-32.
- [11] 隋玉正, 史军, 崔林丽, 等. 上海城市人居生态质量综合评价研究[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(8): 965. [Sui Yuzheng, Shi Jun, Cui Linli et al. Integrated assessment of ecological quality for human settlements in Shanghai. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2013, 22(8): 965.]
- [12] 刘惠敏. 大型基础设施对地缘区人居环境的影响研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(11): 139-145. [Liu Huimin. Effect degree modeling of large-scale infrastructure to geo-regional human settlements. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(11): 139-145.]
- [13] Witten K, Exeter D, Field A. The quality of urban environments: Mapping variation in access to community resources[J]. Urban Studies, 2003, 40(1): 161-177.
- [14] Carvalho M, George R V, Anthony K H. Residential satisfaction in condominiums exclusives (gate-guarded neighborhoods) in Brazil[J]. Environment and Behavior, 1997, 29(6): 734-768.
- [15] Kleinhans R. Social implications of housing diversification in urban renewal: A review of recent literature[J]. Journal of Housing and the Built Environment, 2004, 19(4): 367-390.
- [16] 李业锦, 朱红. 北京社会治安公共安全空间结构及其影响机制——以城市 110 警情为例[J]. 地理研究, 2013, 32(5): 870-880. [Li Yejin, Zhu Hong. Spatial distribution and influencing mechanism of social and public security: An urban security spatial analysis based on from city crime alarm data. Geographical Research, 2013, 32(5): 870-880.]
- [17] Randall J E, Morton P H. Quality of life in Saskatoon 1991 and 1996: A geographical perspective[J]. Urban Geography, 2003, 24(8): 691-722.
- [18] 宋伟轩, 吴启焰, 朱喜钢. 新时期南京居住空间分异研究[J]. 地理学报, 2010, 25(6): 685-694. [Song Weixuan, Wu Qiyan, Zhu Xigang. Residential differentiation of Nanjing in the new period. Acta Geographica Sinica, 2010, 25(6): 685-694.]
- [19] 李雪铭, 晋培育. 中国城市人居环境质量特征与时空差异分析[J]. 地理科学, 2012, 31(5): 521-529. [Li Xueming, Jin Peiyu. Characteristics and spatial-temporal differences of urban human settlement environment in China. Scientia Geographica Sinica, 2012, 31(5): 521-529.]
- [20] 曾菊新, 杨晴青, 刘亚晶, 等. 国家重点生态功能区乡村人居环境演变及影响机制——以湖北省利川市为例[J]. 人文地理, 2016, 31(1): 81-88. [Zeng Juxin, Yang Qingqing, Liu Yajing et al. Research on evolution and influential mechanism for rural human settlement in national key ecological function areas: A case of Lichuan. Human Geography, 2016, 31(1): 81-88.]
- [21] 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 Yingjia, Li Xueming, Xia Chunguang. Spatial pattern of coupling development between real estate development and housing condition at prefectural level in China. Progress in Geography, 2014, 33(2): 232-240.]
- [22] 湛东升, 张文忠, 党云晓, 等. 中国城市化发展的人居环境支撑条件分析[J]. 人文地理, 2015, 30(1): 98-104. [Zhan Dongsheng, Zhang Wenzhong, Dang Yunxiao et al. An analysis of supporting conditions of living environment for urbanization development in China. Human Geography, 2015, 30(1): 98-104.]
- [23] 陆歆弘. 我国城市人居环境改善与能源消费关系研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(4): 23-28. [Lu Xinhong. Study on the relationship between improvement of urban human habitats and energy consumption in China. China Population, Resources and Environment, 2010, 20(4): 23-28.]
- [24] 张淑平, 韩立建, 周伟奇, 等. 城市规模对大气污染物 NO_2 和 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度的影响[J]. 生态学报, 2016, 36(16): 5049-5057. [Zhang Shuping, Han Lijian, Zhou Weiqi et al. Impact of urban population on concentrations of nitrogen dioxide (NO_2) and fine particles ($\text{PM}_{2.5}$) in China. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(16): 5049-5057.]
- [25] 国家统计局. 中国城市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2000-2015. [National Bureau of Statistics of China. China City Statistical Yearbook. Beijing: China Statistics Press, 2000-2015.]

- [26] 国家统计局.中国城市建设统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,1999-2014.[National Bureau of Statistics of China. China Urban Construction statistics Yearbook.Beijing: China Statistics Press, 1999-2014.]
- [27] Wang J F, Li X H, Christakos G et al. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun region, China[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2010,24(1): 107-127.
- [28] Wang J F, Zhang T L, Fu B J. A measure of spatial stratified heterogeneity[J]. Ecological Indicators, 2016,67:250-256.
- [29] 张文忠, 谌丽, 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 Wenzhong, Chen Li, Yang Yizhao. Research progress on human settlement evolution. Progress in Geography, 2013,32(5):710-721.]
- [30] 马仁锋, 张文忠, 余建辉, 等. 中国地理学界人居环境研究回顾与展望[J]. 地理科学, 2014,34(12):1470-1479.[Ma Renfeng, Zhang Wenzhong, Yu Jianhui et al. Overview and prospect of research on human settlement of Chinese geographers. Scientia Geographica Sinica, 2014,34(12):1470-1479.]

Evolution and Driving Force Detection of Urban Human Settlement Environment at Urban Agglomeration in the Middle Reaches of the Yangtze River

Yang Qingqing¹, Chen Jia¹, Li Bohua², Zhu Yuanyuan³

(1. College of Urban and Environmental Sciences, Northwest University, Xi'an 710127, Shaanxi, China; 2. Research Establishment for Hunan Settlement, Hengyang Normal University, Hengyang 421002, Hunan, China; 3. Key Laboratory for Geographical Process Analysis & Simulation, Central China Normal University, Wuhan 430079, Hubei, China)

Abstract: This article follows the main line of "setting up evaluation framework→describing the evolution process→detection of core dynamics→analytical driving mechanism". In the view of the core areas about urban human settlement, such as ecological, residential, public services, leisure, this article has made a systematic study on the evolution of urban human settlements at the urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River, such as the spatial and temporal evolution process, the key factors and the driving mechanism, by using the methods about AHP, comprehensive fuzzy evaluation, Pearson correlation analysis. Research shows that: 1) urban human settlement comprehensive quality pattern shows a process that the quality of the northwest area has been relatively reduced and the quality of the southeast region has been gradually improved. High quality of urban human settlement gradually are concentrated in the Poyang Lake urban circle and the areas along the Beijing-Guangzhou line. 2) The pattern of ecological environment quality gradually is divided by Xiangyang-Ji'an line, and the quality of the eastern side of the dividing line is significantly better than that of the west side. The spatial and temporal patterns of living and public service environment are similar, and the leisure environment is opposite to that of the two. The main feature is residential quality and public service quality of the cities along the Beijing-Guangzhou railway line is always better than that of along the Zhejiang-Jiangxi railway line in Jiangxi, but the quality of leisure environment gradually has been inferior to the cities along the Zhejiang-Jiangxi in Jiangxi. 3) The evolution of urban human settlement is the result of multiple factors, and the object, degree and direction of each driving force are different. Among them, economic development, government investment is the dominant power of the urban human settlement evolution, the social group's revenue and expenditure is the key motive force, and the land supply and construction investment are the subordination driving forces of the present stage. In addition, the scale of the city promotes the evolution of the urban human settlement through the agglomeration and the catalysis.

Key words: urban human settlement; geographic detector; urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River