

长江中下游城市群人居环境拟态系统耦合协调的时空演变特征

封琳琳

辽宁师范大学地理科学学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2025年9月8日; 录用日期: 2025年10月20日; 发布日期: 2025年10月29日

摘 要

信息时代,新一轮信息技术革命深刻改变了人类原有的生产生活方式,由数字、信息等构建的拟态人居环境在人居环境体系中的重要性日益凸显,成为全球人居环境高质量发展的有力支撑。在此背景下,厘清拟态人居环境耦合协调时空异质性及驱动机制对人居环境高质量发展以及合理解释当今时代人地关系具有显著意义。本文以长江经济带中下游城市群为研究对象,基于人居环境拟态系统理论框架,集成耦合协调度模型、标准差椭圆,系统解析2014~2024年研究区人居环境系统的时空演变规律。研究发现:(1) 时序上,研究区拟态人居环境耦合度长期保持高位,但2019年后呈波动下降趋势;协调度总体处于中度失调状态,且呈持续下降态势,系统协调发展面临明显阻力。(2) 空间上,耦合协调度呈现“东高西低”的显著分异,形成以上海-苏南-浙北为核心的高值集聚区和皖西-鄂中-湘中连片的低值凹陷区,整体表现为“核心-边缘”结构,且高值区辐射带动能力有限。(3) 空间演化上,标准差椭圆呈东北-西南走向,重心持续向西南迁移,椭圆面积收缩,表明区域整体差异有所收敛,西南地区发展速度相对加快,但低水平地区仍长期陷入失调陷阱。本研究可为推动长江经济带拟态-现实人居环境协同优化、促进区域数字融合与高质量协调提供理论依据和决策参考。

关键词

人居环境, 耦合协调, 长江中下游城市群, 标准差椭圆

Spatio-Temporal Evolution Characteristics of Coupled Coordination in the Human Settlements Mimetic System of Urban Agglomerations in the Middle and Lower Reaches of the Yangtze River

Linlin Feng

College of Geographical Sciences, Liaoning Normal University, Dalian Liaoning

文章引用: 封琳琳. 长江中下游城市群人居环境拟态系统耦合协调的时空演变特征[J]. 地理科学研究, 2025, 14(5): 1206-1217. DOI: 10.12677/gser.2025.145114

Abstract

In the information age, the new wave of information technology revolution has profoundly transformed humanity's traditional modes of production and living. The importance of the cyber-physical human habitat environment—constructed from digital elements and information—is increasingly evident within the human habitat system, serving as a powerful pillar for the high-quality development of global human habitats. Against this backdrop, clarifying the spatio-temporal heterogeneity and driving mechanisms of the cyber-physical human habitat environment's coupling and coordination holds significant implications for advancing the high-quality development of human habitats and rationally interpreting contemporary human-land relationships. This study examines the urban agglomerations in the middle and lower reaches of the Yangtze River Economic Belt. Based on the mimetic system theory framework for human settlements, it integrates the coupling coordination degree model and standard deviation ellipse to systematically analyze the spatiotemporal evolution patterns of the human settlement system in the study area from 2014 to 2024. The findings reveal: (1) Temporally, the coupling degree of the mimetic human environment in the study area remained high over the long term but showed a fluctuating downward trend after 2019. The coordination degree generally remained moderately imbalanced and exhibited a persistent decline, indicating significant obstacles to the coordinated development of the system. (2) Spatially, coupling coordination exhibits pronounced east-west divergence, forming a high-value cluster centered on Shanghai-Southern Jiangsu-Northern Zhejiang and a contiguous low-value depression spanning Western Anhui-Central Hubei-Central Hunan. This overall “core-periphery” structure reveals limited radiating influence from high-value zones. (3) Spatially, the standard deviation ellipse exhibits a northeast-southwest orientation with its center of gravity continuously shifting southwestward and its area contracting. This indicates overall regional divergence is converging, with accelerated development in the southwest, yet low-level areas remain trapped in prolonged imbalance. This study provides theoretical foundations and decision-making references for advancing the synergistic optimization of mimetic-real human settlements along the Yangtze River Economic Belt, promoting regional digital integration, and achieving high-quality coordinated development.

Keywords

Human Settlements, Coupling Coordination, Yangtze River Middle and Lower Reaches Urban Agglomerations, Standard Deviation Ellipse

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

二十一世纪以来，互联网、大数据、云计算、人工智能、区块链、5G 等技术加速创新，日益融入世界社会经济领域的各领域与全过程，欧洲数字化战略、数字德国建设、时空大数据建设、网络空间命运共同体等项目已逐渐发展实施[1]。近年来，大数据已上升为国家战略并深度融入社会生活。构建良好的拟态人居环境成为高质量发展的重要内容。长江经济带虽发展迅速，但其拟态人居环境建设仍较薄弱，现有研究模式存在不足。因此，完善该领域研究体系、推动其城市群拟态人居发展，是落实国家战略、顺应数字化潮流的必要举措。

城市拟态人居环境以现实人居环境为基础,是基于传播媒介选择、加工、报道所构建的信息环境,即人们在网络框架中构建的虚拟化人居环境[2][3]。区别于现实人居环境,拟态人居环境强调居民在数字空间中的意识与行为表达。随着信息化时代发展,人们通过微信、淘宝、百度地图等各类应用获取信息、社交、娱乐与生活服务。这些数字行为共同结构化,形成一个基于个人偏好、涵盖多功能的信息环境,深刻塑造并影响着现代城市生活的方方面面。

“耦合协调”,指的是在多元系统或其子系统间展开的协调与交互的动态过程。该术语“耦合”最初源自物理学领域的研究范畴,随后其应用范围逐渐拓展,被广泛应用于经济学、生态学、旅游学以及地理学等多个学科领域。在人居环境学的研究中,耦合协调度模型的应用主要聚焦于以下几个核心方面:(1)针对人居环境内部各系统间的耦合协调关系进行深入探讨;(2)分析人居环境不同形态之间的耦合协调机制;(3)研究人居环境与外部系统间的相互作用及耦合协调状态。耦合协调模型在人居地理学领域的引入与应用,不仅极大地丰富了该学科的研究手段与方法论体系,同时也为推动人居地理学的持续进步与发展做出了重要贡献。

党的二十大报告强调要以城市群为核心构建协调发展格局。长江经济带作为横贯东西、覆盖 11 省市的国家级战略区域,凭借其雄厚的综合实力,已成为引领全国高质量发展的重要引擎。其在协同发展、生态改善与对外开放方面成效显著,但仍存在内部数字化发展不均、产业转型升级动能不足、绿色发展机制不健全等挑战。因此,深入研究该区域拟态人居环境的优化路径与可持续机制,对推动其高质量协调发展和打造世界级内河经济带具有重大战略意义。

当前拟态人居环境研究虽成果丰硕,但仍存在研究起步晚、内容体系不完善、驱动机制不明晰及区域案例缺乏多样性等问题。针对上述不足,本文以具有典型性的长江中下游城市群为案例,基于百度指数数据构建“Y”型评价体系,综合运用熵权法、耦合协调度模型、核密度估计及灰色关联分析等方法,探究其拟态人居环境质量的时空特征、各子系统协调程度及影响机制。研究成果旨在丰富人地关系理论,推动拟态人居环境学科发展,并为区域“数字-实体”融合协同发展提供科学路径与决策参考。

2. 理论基础

2.1. 理论内涵

城市人居环境的耦合协调是一个非线性的动态演化过程,呈现从要素到系统、再到状态的多层级协调演进路径。该过程涵盖了从简单协调关系到复杂协同结构的演变。

(1) 要素层面的耦合协调。涉及现实要素(如气候、人口、社会福利、住房和基础设施等)、拟态要素(如 Facebook、Twitter、QQ 音乐、腾讯手机管家、百度网盘等)以及意象要素(如高速公路、河流、社区、地铁站和典型建筑等)之间的协同关系。要素耦合协调构成了人居环境各维度协调的基础与核心。

(2) 系统层面的耦合协调。包括现实系统(如居住系统、支持系统、社会系统、环境系统和人类系统等)、拟态系统(如生活系统、娱乐系统、信息系统、社交系统和工具系统等)以及意象系统(如道路系统、边界系统、节点系统和标志系统等)之间的交互与协同。系统耦合协调在整个人居环境协调体系中起到承上启下的作用。

(3) 状态层面的耦合协调。涵盖基于现实人居环境(RHS)、拟态人居环境(PHS)和意象人居环境(IHS)的要素与系统在不同状态间的协同整合。状态耦合协调标志着人居环境协调进入高级发展阶段,代表了各层级协调关系的高质量融合与可持续演进。

2.2. 理论框架

从整体来看,人居环境形成“三态五维”的结构,“三态”由现实人居环境、拟态人居环境和意向人

居环境组成，是人居环境具象化的体现；“五维”是指三态人居环境内部的五大子系统，分别代表着三种形态人居环境内部发展的不同维度，如：现实人居环境的五个维度分别是人类系统、社会系统、居住系统、支撑系统、环境系统，拟态人居环境的五个维度分别是生活系统、娱乐系统、信息系统、社交系统、工具系统。在“三态五维”体系下，各要素、各子系统、各形态交互，共同作用于人居环境。

从局部来看，本文研究拟态人居环境的协调发展，拟态人居环境的实质是建立在现实人居环境基础上，经过受众主动选择后产生的环境，是依赖于现实人居环境，又对现实人居环境具有能动反作用的复杂巨系统其外源驱动力既包括传播者与受众、现实环境等现实要素，又涉及人的心理环境这一意象要素。生活系统、娱乐系统、信息系统、社交系统、工具系统是作用于现实人居环境的五个维度，也是拟态人居环境系统的五个子系统。综合生活系统、娱乐系统、信息系统、社交系统、工具系统对拟态人居环境协调发展进行评价，进而形成“五维一体”的理论指导框架。5个子系统是依赖于移动通信技术构建的拟态空间，其中，生活系统是服务于居民居住、出行、消费等行为活动的拟态空间，是拟态人居环境建设的重要场域；娱乐系统是为人们提供视频、音频、游戏等休闲娱乐服务的拟态空间，是居民碎片化娱乐的主要载体[4]；信息系统是居民实时获取信息的新型媒介，主要由新闻软件、搜索引擎等构成；社交系统是互联网时代下人们进行异地交流的虚拟空间，由于通讯技术和通讯设备发展逐渐成熟，社交软件日趋多样化，网络社交正影响着人们的生活方式，表现为由“在生活中社交”转为“在社交中生活”；工具系统是为人们提供工作学习、金融理财、美颜拍照、文件存储等服务迭置而成的拟态空间聚合体，是拟态人居环境建设的重要基底。5个子系统协调发展，共同构成高质量有序的拟态人居环境系统。

3. 研究区域与数据来源

3.1. 研究区域

长江经济带横贯东中西部，覆盖 11 省市，是我国综合实力最强、战略支撑作用最突出的区域之一。2025 年上半年外贸总值突破 10 万亿元，占全国 46.3%，高新技术产品出口占比 47.7%。该区域以黄金水道为纽带，构建三大功能区，推动协同发展，生态保护成效显著，“新沿海”地位日益凸显。本文选取长江中下游 57 个城市作为案例区，探讨其拟态人居环境的时空发展特征。

3.2. 数据来源

本研究基于“三态”人居环境理论框架，以 2014~2024 年为研究时段，选取长江中下游 57 个城市为案例区，实证分析城市拟态人居环境耦合协调的时空演化规律。通过构建包含社交、信息、娱乐等 5 个子系统和 58 个具体指标的拟态评价体系如表 1，定量探索其影响因子与驱动机制。

Table 1. Pseudo-human settlement environment index system
表 1. 拟态人居环境指标体系

准则层	要素层	指标层(权重)
生活系统	网络购物	大众点评(0.0934)
		当当(0.0371)
		国美(0.0349)
		京东(0.0773)
		淘宝(0.0756)
		唯品会(0.0513)

续表

	旅游出行	百度地图(0.0756)
		高德地图(0.0485)
		携程旅行(0.0325)
		铁路 12306 (0.0216)
	生活服务	安居客(0.0589)
		链家(0.0923)
		搜房网(0.0773)
		购房网(0.0780)
		58 同城(0.0662)
		美团(0.0416)
娱乐系统	音乐	饿了么(0.0407)
		QQ 音乐(0.0963)
		酷狗音乐(0.0844)
		酷我音乐(0.0459)
	视频	网易云音乐(0.0821)
		爱奇艺(0.1206)
		腾讯视频(0.1176)
	阅读	优酷(0.1309)
		QQ 阅读(0.0470)
	游戏	起点读书(0.0922)
开心消消乐(0.0775)		
信息系统	新闻浏览	英雄联盟(0.1054)
		新浪新闻(0.0816)
		搜狐新闻(0.0930)
		腾讯新闻(0.1084)
	天气预报	网易新闻(0.0814)
		墨迹天气(0.0735)
		2345 天气王(0.0822)
	信息搜索	UC (0.1149)
		夸克(0.1668)
		百度(0.1982)
社交系统	网络社交	微博(0.1409)
		知乎(0.1892)
		快手(0.0571)
		哔哩哔哩(0.1354)

续表

工具系统	即时通讯	QQ (0.1038)
		微信(0.1199)
		中国联通(0.0865)
		中国移动(0.1116)
	工作学习	电信营业厅(0.0623)
		Office (0.0623)
		有道词典(0.0875)
	金融理财	WPS (0.0988)
		中国建设银行(0.0645)
	网络安全	中国农业银行(0.0719)

3.3. 研究方法

3.3.1. 耦合协调度

采用耦合协调度模型[5] [6]对拟态人居环境 5 个子系统之间的相互作用程度和协调发展水平进行评估，具体公式如下：

$$C = 5 \left\{ \left[\frac{L \times E \times I \times S \times T}{(L + E + I + S + T)^5} \right] \right\}^{1/5}$$
 (1)

$$T = \alpha L + \beta E + \delta I + \lambda S + \mu T$$
 (2)

$$D = \sqrt{C \times T}$$
 (3)

Table 2. The grade standard of the coupling degree and coordination degree
表 2. 耦合度和协调度等级标准

耦合度	C	协调度	D	耦合度	C	协调度	D
高水平耦合	0.8 < C ≤ 1	优质协调	0.90 < D ≤ 1.00	拮抗阶段	0.3 < C ≤ 0.5	濒临失调	0.40 < D ≤ 0.50
		良好协调	0.80 < D ≤ 0.90			轻度失调	0.30 < D ≤ 0.40
磨合阶段	0.5 < C ≤ 0.8	中级协调	0.70 < D ≤ 0.80	低水平耦合	0 < C ≤ 0.3	中度失调	0.20 < D ≤ 0.30
		初级协调	0.60 < D ≤ 0.70			严重失调	0.10 < D ≤ 0.20
		勉强协调	0.50 < D ≤ 0.60			极度失调	0.00 < D ≤ 0.10

式中，C 为耦合度；T 为综合协调指数；D 为耦合协调度；L、E、I、S、T 分别为生活、娱乐、信息、社交与工具系统的综合评价指数。C 值越大，说明 5 个系统间的相互作用程度越强；D 值越大，说明 5 个

系统耦合协调水平越强。 α 、 β 、 δ 、 λ 、 μ 为待定参数,考虑到 5 个子系统在拟态人居环境发展中具有同等重要的作用,故均取值 0.2。根据耦合协调度 D 及城市化指数 U 和生态环境指数 E 的大小,同时借鉴已有的研究成果[7],耦合程度与耦合协调发展阶段划分标准如表 2 耦合程度与耦合协调发展阶段划分标准所示。

3.3.2. 重心及标准差椭圆模型

重心及标准差椭圆是由美国社会学家 Welty Lefever 等提出的用于揭示社会经济、自然环境等要素空间格局特征的空间统计方法[8]。该方法可通过定量刻画长江中下游城市群拟态人居环境子系统耦合协调度标准差椭圆的面积、重心、长短轴标准差、转角等基本参数,描绘长江中下游城市群拟态人居环境子系统耦合协调度在空间层面的演变特征[9] [10]。

(1)重心模型。用来刻画东部城市群拟态人居环境子系统耦合协调度的重心迁移方向及距离。具体计算公式如下:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \bar{X}_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \bar{Y}_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (4)$$

$$\theta_{i-j} = n\pi/2 + \arctan\left[\frac{(y_i - y_j)}{(x_i - x_j)}\right] \quad (5)$$

$$D_{i-j} = C \cdot \sqrt{(y_i - y_j)^2 + (x_i - x_j)^2} \quad (6)$$

式中, X 、 Y 分别为长江中下游城市群拟态人居环境子系统耦合协调度的重心, $\bar{X}_i$ 、 $\bar{Y}_i$ 为该区域第 i 个市域的地理坐标, P_i 为该市域拟态人居环境耦合协调度的值, θ 为重心移动角度, (x_i, y_i) , (x_j, y_j) 为 i , j 年份长江中下游城市群拟态人居环境子系统耦合协调度的重心坐标, $\theta = 0$ 时,重心移向正东; D_{i-j} 为重心移动距离, C 为地理坐标计算为投影坐标的转换率,一般采用 111.111 km。

(2) 标准差椭圆。主要包括转角 θ , 沿主轴和辅轴标准差。其中,椭圆面积表示地理要素在空间上的分布范围,转角 θ 表示分布的主要方向,主轴表示要素在主要方向上的分散情况。

4. 结果分析

4.1. 拟态人居环境耦合协调度时间演变

(1) 长江中下游地区 2014 年至 2024 年间的系统耦合度分析结果表明(图 1),该区域拟态人居环境耦合度处于高水平耦合状态。耦合度数值均高于 0.94,其平均值为 0.953,整体属于高水平耦合类型。从时序演变来看,耦合度变化呈现出明显的阶段性特征:2014~2016 年为缓慢上升期,数值从 0.942 增长至 0.947;2017~2019 年达到峰值阶段,数值维持在 0.965~0.969 的高位区间;2020 年以后耦合度出现小幅回落,数值在 0.943~0.954 之间波动,其中 2024 年数值为 0.942,为研究时段内的最低值。总体而言,研究区系统耦合状态总体保持高位运行,但近期呈现波动下行趋势,2024 年数值较 2019 年峰值下降约 2.8%。

对 2014~2024 年长江中下游城市群拟态人居环境协调度的时序分析显示,其发展轨迹呈现出显著的波动性下行特征(图 1)。纵观整个研究期,协调度均值仅为 0.269,所有数值均被约束在“中度失调”等级区间内,表明低水平协调是该区域的长期常态。从变化趋势来看,序列起点(2014 年,0.270)与终点(2024 年,0.245)相比,整体下降了 9.3%,清晰勾勒出一个负向发展的总体方向。具体而言,该趋势可划分为两个主要阶段:2014~2017 年,协调度在 0.27 至 0.295 之间高位震荡,并于 2015 年达到周期峰值;然而,自 2018 年起,数据有效跌破前期的波动下界,进入一个更低的运行平台,并自 2021 年起呈现出连续四年的单调递减态势,最终于 2024 年跌落至序列最低点。这一持续性的下滑趋势表明,长江中下游城市群拟态人居环境的系统协调性并未得到改善,其内部失调矛盾正在进一步深化与固化。

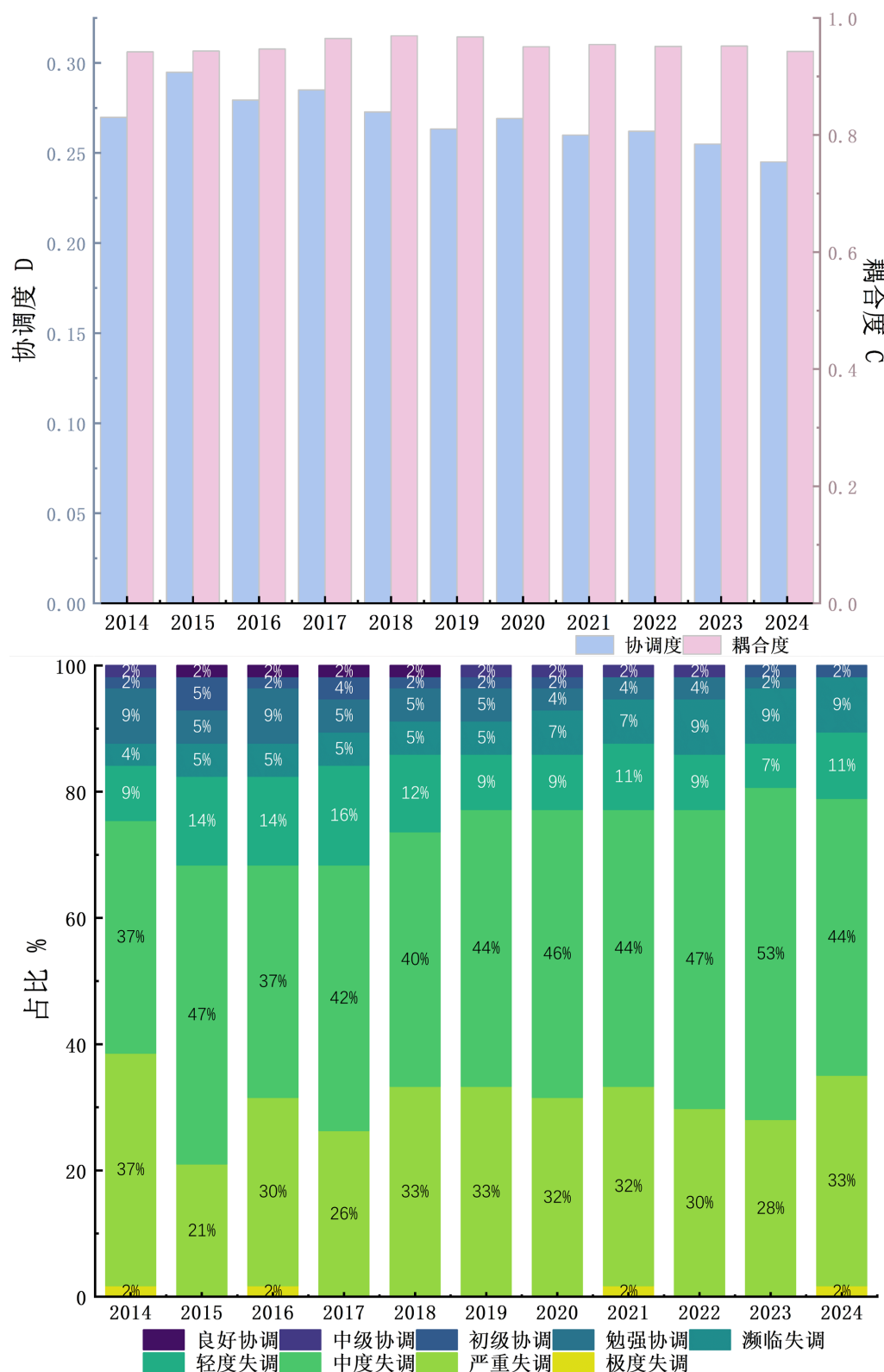


Figure 1. Time series chart and proportion chart of morphological coupling coordination in the middle and lower Yangtze River urban agglomerations, 2013~2024

图 1. 2013~2024 年长江中下游城市群拟态耦合协调度时间序列图和类型占比图

4.2. 拟态人居环境耦合协调度空间格局

2014 年至 2024 年间，长江中下游城市群 57 个城市的耦合协调度呈现出显著且稳定的“东高西低”空间分异格局，并伴随着复杂的时序演变特征(图 2)。整体空间结构表现为以上海、苏南及浙北地区为核心的高值集聚区，与皖西、鄂中及湘中等连片的低值凹陷区并存的“核心 - 边缘”模式。历时性上，区域协调度演变可划分为四个阶段：初期(2014 年)格局初定，发展期(2018 年)核心区极化增强，调整期(2021 年)出现分化迹象，近期(2024 年)则显示出整体回调的态势，反映出区域人地系统相互关系经历了集聚、极化和扩散等一系列动态过程。

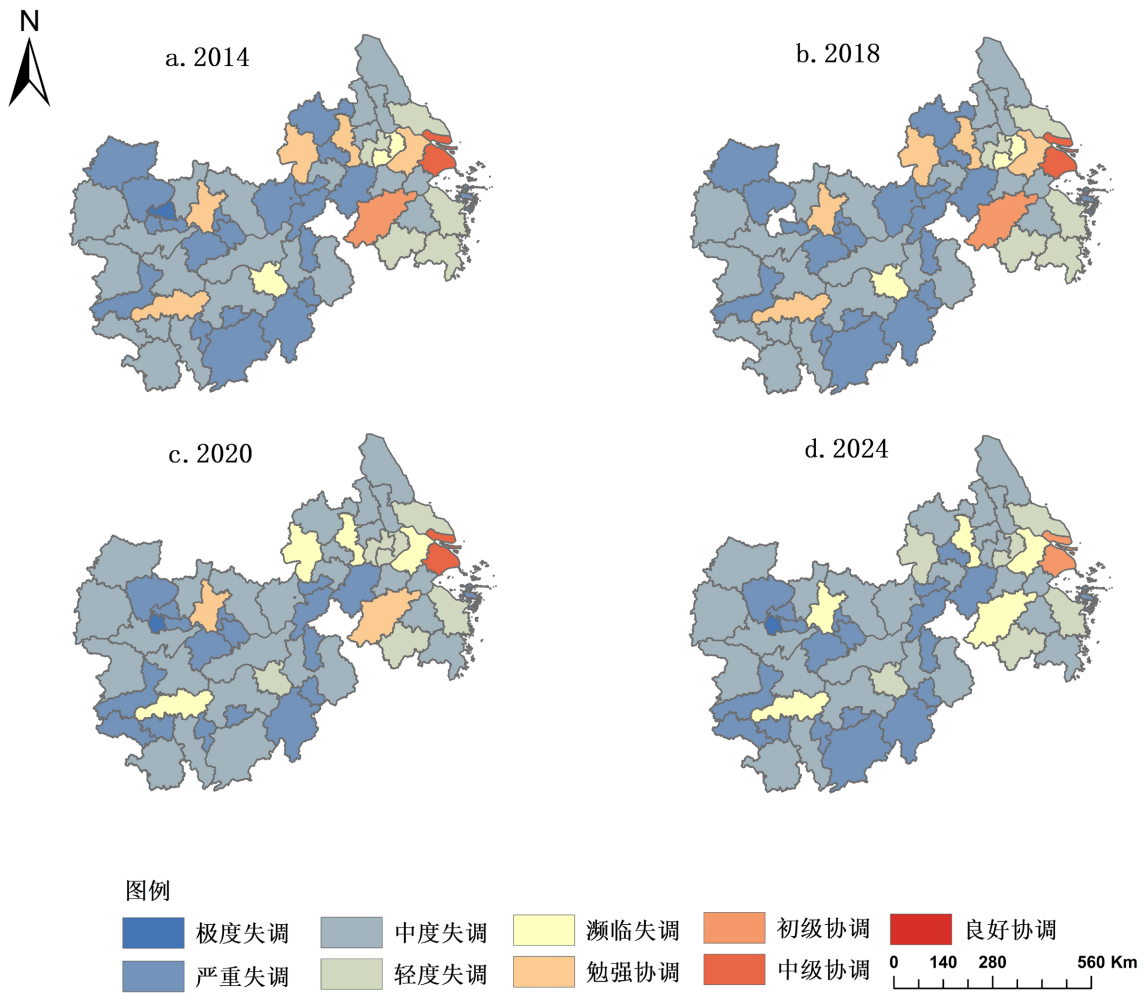


Figure 2. Spatial pattern of morphological coupling coordination in the middle and lower Yangtze River urban agglomerations, 2013~2024
图 2. 2013~2024 年长江中下游城市群拟态耦合协调度空间格局图

2014 年，区域协调度的空间梯度已然明朗。长三角地区形成显著高值极核，上海(0.762)、苏州(0.565)、南京(0.544)、杭州(0.646)及宁波(0.399)等城市耦合协调度领先全境。武汉(0.581)、长沙(0.528)、南昌(0.451)等省会城市作为次级增长极初步显现，但其协调度水平与辐射范围有限，与周边城市形成鲜明落差。区域协调发展面临的主要矛盾表现为东西部之间的巨大差距，以及高值城市“点”状突出而未能与周边区域形成连片发展的困境。

至 2018 年,区域空间格局在延续既有特征的基础上进一步演化。高值核心区表现出强烈的极化效应,上海协调度攀升至 0.816,长三角主要核心城市数值均有提升,显示出强大的资源集聚能力。与此同时,核心区的辐射效应开始初步显现,邻近的南通、泰州、扬州等苏中城市及嘉兴、绍兴等浙北城市协调度出现积极增长,高值区呈现连片化、板块化发展趋势。中西部地区的武汉、长沙等核心城市保持相对稳定,但广大低值区改善仍不显著,区域绝对差距仍在拉大。

2021 年成为格局演变的重要转折点。长三角核心区协调度出现见顶回落迹象,上海(0.738)、杭州(0.584)、苏州(0.488)等城市数值均由峰值下滑,预示着高值区的发展模式可能面临瓶颈。中西部地区的武汉(0.522)、长沙(0.480)、南昌(0.364)等核心城市协调度也同步出现回落,其作为区域次级增长极的稳定性与带动力面临考验。区域整体协调水平进入平台调整期,东西部之间的等级性差异格局未发生根本改变,但全域增长动能明显减弱。

2024 年的空间格局揭示出区域协调发展面临新的挑战。高值区回调趋势进一步加剧,上海协调度降至 0.643,杭州降至 0.500,南京、苏州、无锡等传统强核城市均显著下滑,标志着长三角核心区的引领作用有所弱化。中西部主要中心城市如武汉(0.465)、长沙(0.403)、合肥(0.376)等未能扭转下行趋势,与核心区的相对差距虽未急剧扩大,但绝对数值的普遍降低反映出区域整体协调性承压。尤为值得注意的是,天门、潜江、荆门、娄底等低值区城市长期陷入“严重失调”区间,形成了难以打破的低水平均衡陷阱,成为区域协调可持续发展的最大短板。

4.3. 拟态人居环境协调度的时空演变

4.3.1. 重心迁移分析

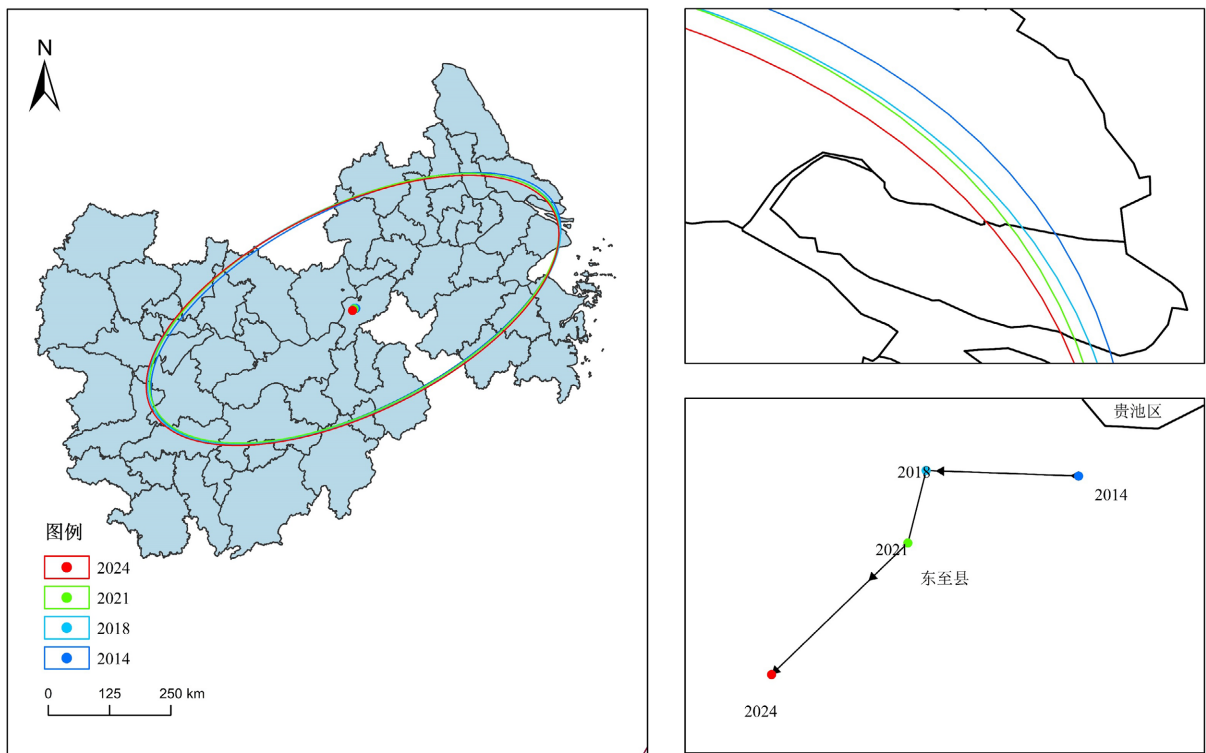


Figure 3. Spatial evolution of mimetic coupling coordination in the middle and lower Yangtze River urban agglomerations, 2013~2024

图 3. 2013~2024 年长江中下游城市群拟态耦合协调度空间演变图

运用 ArcGIS 空间统计模块, 基于标准差椭圆模型分析 2014~2024 年长江中下游城市群拟态人居环境耦合协调度的空间演变特征(图 3)。

从空间方向来看, 标准差椭圆呈东北 - 西南走向, 表明区域内耦合协调度较高的城市主要沿该方向分布。椭圆重心位于东至县, 并整体向西南方向迁移, 说明在此期间西南部地区城市拟态人居环境协调度的提升速度高于东北部地区。

4.3.2. 标准差椭圆分析

从空间覆盖范围来看, 标准差椭圆面积由 2014 年的约 301817.29 平方公里减少至 2024 年的约 295453.46 平方公里, 椭圆覆盖范围明显收缩。这一变化表明长江中下游城市群拟态人居环境耦合协调度的空间分布呈现出更显著的集聚态势, 区域内部差异逐步缩小。这可能得益于研究期内中西部城市在数字化基础设施、信息服务应用等方面加快发展, 与东部地区的发展差距有所收窄。

5. 结论

本研究以长江中下游城市群为例, 系统分析了 2014~2024 年长江经济带拟态人居环境系统耦合协调的时空演变特征。研究期内, 系统耦合度虽始终处于高位(均值 0.953), 但自 2019 年后出现波动下行, 至 2024 年降至 0.942; 协调度则长期处于“中度失调”状态(均值 0.269)并持续下降, 2024 年达最低点 0.245。这一现象表明, 系统间协调发展能力未实现有效提升, 结构性矛盾日益突出。其背后原因可能在于, 各子系统(如经济、社会、环境、数字网络等)发展速度与质量不匹配, 2019 年后新冠疫情等外部冲击进一步暴露了系统韧性不足的弱点, 加剧了发展不同步的问题。

在空间格局上, 耦合协调度呈现稳定而显著的“东高西低”分异特征, 以上海、苏南、浙北为核心的高值区与中西部连片低值区形成鲜明的“核心 - 边缘”结构。此时空分异主要源于历史基础、区位优势及要素流动的不平衡: 东部核心区凭借优越的区位条件、雄厚的经济基础和先进产业, 持续吸引人才、资本与技术, 产生显著的“极化效应”; 而中西部地区则因产业转型缓慢、创新能力不足及制度软环境差距, 陷入“低水平发展陷阱”。时序上经历的“极化增强(2014~2018) - 见顶回落(2021) - 整体回调(2024)”过程, 进一步反映出核心区因成本上升和传统动力减弱, 其辐射带动能力有所下降, 但扩散效应未能有效弥补区域绝对差距。

空间统计表明, 耦合协调度总体呈东北 - 西南分布走向, 重心位于东至县并向西南迁移, 同时标准差椭圆面积缩小。这说明西南地区相对发展速度有所提升, 区域内部差异呈现收敛趋势。这一积极变化很大程度上得益于“长江经济带”等区域发展战略的政策引导, 以及中西部数字化基础设施快速发展带来的“数字红利”, 在一定程度上弥合了传统区位优势, 对区域格局演化产生了积极影响。

综上, 长江中下游城市群拟态人居环境系统虽保持高耦合状态, 但协调能力严重不足, 空间非均衡性显著, 其根本原因在于核心区带动力减弱与低值区发展陷阱并存, 系统内部存在明显的制度与资源壁垒。未来亟需通过强化区域协同机制、加快中西部数字融合、突破资源流动障碍, 推动拟态人居环境从“系统耦合”向“高质量协调”转变。

参考文献

- [1] 王资博. 网络强国与数字中国引领下的新时代数字文明论析[J]. 广西社会科学, 2023(1): 136-144.
- [2] Tian, S., Li, X., Yang, J., Wang, H. and Guo, J. (2023) Spatiotemporal Evolution of Pseudo Human Settlements: Case Study of 36 Cities in the Three Provinces of Northeast China from 2011 to 2018. *Environment, Development and Sustainability*, 25, 1742-1772. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02120-0>
- [3] 申悦, 柴彦威, 王冬根. ICT 对居民时空行为影响研究进展[J]. 地理科学进展, 2011, 30(6): 643-651.
- [4] Yeykelis, L., Cummings, J.J. and Reeves, B. (2018) The Fragmentation of Work, Entertainment, E-Mail, and News on

-
- a Personal Computer: Motivational Predictors of Switching between Media Content. *Media Psychology*, **21**, 377-402.
<https://doi.org/10.1080/15213269.2017.1406805>
- [5] 邝嫦娥, 李文意, 黄小丝. 长江中游城市群碳排放强度与经济高质量发展耦合协调的时空演变及驱动因素[J]. 经济地理, 2022, 42(8): 30-40.
 - [6] 翁钢民, 唐亦博, 潘越, 等. 京津冀旅游-生态-城镇化耦合协调的时空演进与空间差异[J]. 经济地理, 2021, 41(12): 196-204.
 - [7] 程朋根, 吴雷云, 张培林. 多源数据支持下的南昌市城市发展与生态耦合关系分析[J]. 测绘地理信息, 2023, 48(2): 107-112.
 - [8] Zhao, Y., Wu, Q., Wei, P., *et al.* (2022) Explore the Mitigation Mechanism of Urban Thermal Environment by Integrating Geographic Detector and Standard Deviation Ellipse (SDE). *Remote Sensing*, **14**, Article 3411.
 - [9] 王泽宇, 王焱熙, 赵莉, 等. 中国制造业全要素生产率时空演变及影响因素[J]. 地理学报, 2021, 76(12): 3061-3075.
 - [10] 李雪铭, 高梦珂, 田深圳, 等. 基于“三生”功能的人居环境耦合协调时空演变分析——以成渝城市群为例[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2024, 47(4): 518-526.