

# 滨海城市现实人居环境时空耦合格局研究

陈奕冰\*, 车亮亮

辽宁师范大学地理科学学院, 辽宁 大连

收稿日期: 2026年2月17日; 录用日期: 2026年3月10日; 发布日期: 2026年3月19日

## 摘要

以我国的53个滨海城市为研究对象, 基于2011年、2015年、2020年的中国城市统计年鉴、中国城市建设统计年鉴等多源数据, 借助耦合协调度模型对“人类-居住-社会-支撑-环境”五大系统之间的相互联系及时空演变特征情况进行深入探讨并对我国滨海城市的现实人居环境时空耦合格局进行研究。结论如下: (1) 滨海城市现实人居环境时空耦合度整体比较稳定, 处于磨合阶段或拮抗阶段; (2) 滨海城市现实人居环境耦合协调度整体呈现上升趋势, 从轻度失调转向濒临失调; (3) 滨海城市耦合度与耦合协调度的分布呈现了非均匀性的特点, 区域差异较大, 整体呈现“中间高、两边低”鲜明的区域分异特征, 环渤海(包括辽、津、冀、鲁)、长江三角洲(包括苏、沪、浙)和泛珠江三角洲(包括闽、粤、桂、琼)三大区域呈现出中部地区向两侧递减的“驼峰”式空间结构特征。

## 关键词

滨海城市, 现实人居环境, 耦合协调度, 时空耦合格局, “驼峰”式空间结构

# Research on the Spatio-Temporal Coupling Pattern of Real Human Habitat in Coastal Cities

Yibing Chen\*, Liangliang Che

School of Geographical Sciences, Liaoning Normal University, Dalian Liaoning

Received: February 17, 2026; accepted: March 10, 2026; published: March 19, 2026

## Abstract

Taking 53 coastal cities in China as the research object, based on the data of the Statistical Yearbook of China's Urban Statistics, the Statistical Yearbook of China's Urban Construction and the statistical

\*通讯作者。

文章引用: 陈奕冰, 车亮亮. 滨海城市现实人居环境时空耦合格局研究[J]. 可持续发展, 2026, 16(3): 285-295.

DOI: 10.12677/sd.2026.163116

yearbook of each city in 2011, 2015 and 2020, with the help of the coupling coordination model, the five major “human-residential-social-support-environment”. The interconnection between systems and the characteristics of time-space evolution are discussed in depth, and the space-time coupling pattern of the real human habitat of coastal cities in China is studied. The conclusion is as follows: (1) The overall space-time coupling of the real habitat environment in coastal cities is relatively stable, in the running-in stage or antagonistic stage; (2) The overall coupling and coordination of the real human habitat in coastal cities shows an upward trend, from mild dislocation to near-dislocation; (3) The distribution of coupling degree and coupling coordination in coastal cities It presents the characteristics of non-uniformity, and the regional differences are large. The whole shows the distinct regional differentiation characteristics of “high in the middle and low on both sides”. The three regions around the Bohai Sea (including Liaoning, Tianjin, Hebei and Shandong), the Yangtze River Delta (including Jiangsu, Shanghai and Zhejiang) and the Pan-Pearl River Delta (including Fujian, Guangdong, Gui and Qiong) show the central region. The characteristics of the “hump” spatial structure that decreases to both sides.

## Keywords

Coastal City, Real Human Habitat, Coupling Coordination, Space-Time Coupling Pattern, “Hump” Spatial Structure

Copyright © 2026 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

滨海城市是我国经济与社会发展的重要区域。随着全球气候变化和城市进程的加快,滨海城市的生态环境承载力[1]与人居环境质量发展水平[2]受到了越来越多的关注。如何协调城市发展与环境保护之间的关系已经成为滨海城市急需解决的重要问题[3]。因此研究滨海城市现实人居环境的时空耦合格局,有助于揭示城市发展与生态环境之间的互动关系[4]。

研究滨海城市的现实人居环境时空耦合格局具有重要的理论与实践意义为经济、环境的协调[5]提供了新的视角,有助于丰富城市生态学与可持续发展理论[6]的框架并通过对城市五大系统之间的时空耦合关系进行分析,可以为城市政策的制定提供科学依据,从而推动城市在经济发展与环境保护的平衡,提升城市的可持续性发展[7][8]。

## 2. 文献综述

近年来,国内外学者对于人居环境高质量发展方面的研究成果颇丰,主要是对滨海城市的系统评价[9]、耦合协调度分析[10]及其影响因素的探讨。通过这些研究旨在揭示滨海城市在可持续发展中的关键性问题,并为城市规划与政策制定提供依据[11]。(1)2023年,罗章峰在其研究中探讨了中国城市人居环境的评价方法与实践,通过对上海市江湾镇社区的分析,提出了一系列城市人居环境评估指标[4],这种研究强调了多维度评价系统的重要性,但是目前的指标体系仍存在改进空间,特别是在如何更好地融合环境、经济与社会发展。(2)耦合协调度是滨海城市研究中的重要内容,用于衡量不同子系统之间的协调性及其演变趋势,在2021年田深圳等人通过分析我国滨海城市拟态与现实人居环境的耦合协调发展,发现大多城市仍处于磨合或拮抗阶段,表现出很大的区域差异[12],揭示分析了滨海城市各系统之间复杂的相互作用并指出了各区域之间的不平衡现象。(3)滨海城市的发展受多种因素的影响,例如李福柱等人

2023 年研究探讨了我国滨海旅游业的高质量发展及其区域差异, 并指出经济发展水平、产业结构和基础设施建设是影响耦合协调度的重要因素[13]。此外, 王彩虹等人指出黄河流域中心城市的生态、社会、经济符合系统之间的耦合协调发展水平也受到了经济发展与生态环境状况的显著影响[14]。

尽管目前已有大量研究关注滨海城市现实人居环境的时空耦合格局, 但仍存在一些研究空白。(1) 目前的许多研究侧重于单一系统的分析, 而忽视了系统间的相互作用[15]。(2) 现有研究较少关注不同区域之间的差异性, 未能深入探讨不同类型城市在耦合协调度上的时空变化特征。(3) 对于滨海城市人居环境时空耦合格局的动态模拟和预测研究[16][17]也相对不足。本研究尝试突破单一城市或城市群缺陷, 构建“人类-居住-社会-支撑-环境”五大系统的耦合协调度模型[12], 选取我国 53 个滨海城市为研究区域, 以《中国城市统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》及各城市统计年鉴的统计年鉴中的 2011 年、2015 年、2020 年的指标数据为基础, 在前人研究的基础上, 重点探讨滨海城市现实人居环境的时空耦合特征[18][19], 弥补现有研究的不足, 为滨海城市的可持续发展提供理论支撑与实证参考。

### 3. 数据来源与研究方法

#### 3.1. 数据来源与指标体系

本文依据国家自然科学基金项目选取了以我国 53 个滨海城市为研究区域, 主要包括丹东、大连、营口、盘锦、锦州、葫芦岛、秦皇岛、唐山、天津、沧州、滨州、东营、潍坊、威海、烟台、青岛、日照、连云港、盐城、南通、上海、嘉兴、杭州、绍兴、舟山、宁波、台州、温州、宁德、福州、莆田、泉州、厦门、漳州、潮州、汕头、揭阳、汕尾、惠州、深圳、东莞、广州、中山、珠海、江门、阳江、茂名、湛江、北海、钦州、防城港、海口、三亚, 共计 53 个城市。

依据数据选取的科学性、全面性与可靠性, 通过查询 2011 年、2015 年、2020 年《中国城市统计年鉴》, 参考各城市统计年鉴, 选取人均国内生产总值等 37 个代表性指标(其中正向指标 27 个, 负向指标 10 个), 构建现实人居环境人类-居住-社会-支撑-环境五大准则层, 部分缺失数据采用数理方法补[17][18]。

#### 3.2. 数据处理

对数据首先采用极差标准化处理法进行无量纲化处理[20], 并将各要素权重通过熵权法进行客观赋权的确定。

(1) 数据标准化处理:

正向指标处理公式:

$$\tilde{x}_i = \frac{x_i - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

负向指标处理公式:

$$\tilde{x}_j = \frac{x_{\max} - x_j}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (2)$$

其中,  $\tilde{x}_i$ 、 $\tilde{x}_j$  表示正向指标和负向指标进行标准化处理后的结果,  $x_i$ 、 $x_j$  为原始数据,  $x_{\max}$ 、 $x_{\min}$  分别代表着原始数据中的最大值、最小值。

(2) 计算人居环境高质量得分:

计算权重:

$$P_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^n x_{ij} \tag{3}$$

$$E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln P_{ij} \quad (j=1,2,\dots,m) \quad (\text{当 } P_{ij} = 0 \text{ 时, } P_{ij} \ln P_{ij} = 0) \tag{4}$$

$$G_j = 1 - E_j \tag{5}$$

$$W_j = \frac{G_j}{\sum_{j=1}^m G_j} \tag{6}$$

$$C_i = p_{ij} \times W_j \tag{7}$$

其中,  $P_{ij}$  表示各指标的权重,  $E_j$  表示各指标熵值,  $G_j$  表示差异系数,  $W_j$  表示各要素权重,  $C_j$  表示现实人居环境高质量得分。

(3) 计算现实人居环境五大系统的耦合度  $C$  值, 得出现实人居环境五大系统之间的相互依赖、相互制约程度。

将容量耦合系数模型推广到人居环境 5 个子系统中可以得出子系统相互作用的耦合度模型, 其表达式为:

$$C = 5 \times \left( \frac{\prod_{i=1}^5 C_j}{\left(\sum_{i=1}^5 F_j\right)^5} \right)^{\frac{1}{5}} \tag{8}$$

式中,  $C$  为耦合度, 范围为[0,1]。当  $C=0$  时说明 5 个子系统之间或其内部要素处于无关状态, 人居环境将向无序方向发展。当  $C=1$  时表明各个子系统之间达到良性耦合并趋向于新的有序结构。根据中值分段法对耦合度类型进行划分(表 1)。

**Table 1.** Coupling coordination degree system standard

**表 1.** 耦合协调度体系标准

耦合度	耦合度发展阶段
0.00~0.30	低水平耦合阶段
0.30~0.50	拮抗阶段
0.50~0.80	磨合阶段
0.80~1.00	高水平耦合阶段

(4) 计算五大系统的耦合协调度  $D$  值。

$$D = \sqrt{C \times T} \tag{9}$$

$$T = \sum_{i=1}^n \alpha_i \times U_i, \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \tag{10}$$

式中,  $C$  为耦合度,  $D$  代表耦合协调度;  $T$  代表综合协调指数,  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\delta$ 、 $\lambda$ 、 $\mu$  为待定数, 本文认为 5 个子系统同样重要, 均取 0.2。采用中值分段法得出耦合协调类型划分标准(表 2)。

**Table 2.** Criteria for classifying coupling coordination degree types  
**表 2.** 耦合协调度类型划分标准

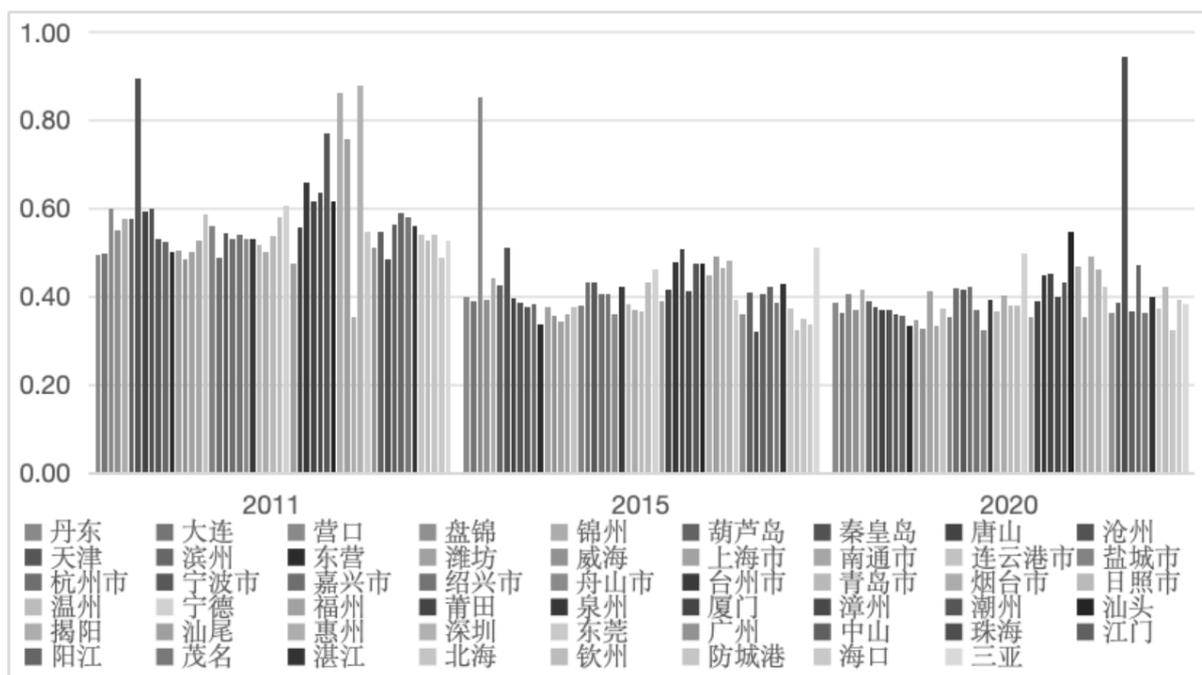
耦合协调度	耦合协调度等级	耦合协调度	耦合协调度等级
0.00~0.09	极度失调	0.50~0.59	勉强耦合协调
0.10~0.19	严重失调	0.60~0.69	初级耦合协调
0.20~0.29	中度失调	0.70~0.79	中级耦合协调
0.30~0.39	轻度失调	0.80~0.89	良好耦合协调
0.40~0.49	濒临失调	0.90~1.00	优质耦合协调

利用 Arcgis 软件。通过构建模型来综合分析不同指标之间的相互作用[21], 评估各城市人居环境的协调发展程度[22]。

## 4. 实证分析

### 4.1. 耦合度总体时间格局特征

从总体上来看, 我国滨海城市现实人居环境系统自 2011 年至 2020 年的耦合度与耦合协调度差异不大, 但是随着时间的推移, 各个城市之间耦合度与耦合协调度的差异性逐渐缩小, 五个子系统之间的差异性在逐渐缩小, 耦合度类型大体目前依旧处在濒临失调阶段(如图 1)。



**Figure 1.** High-quality scores of the actual human settlement environment system in coastal cities in 2011, 2015, and 2020  
**图 1.** 滨海城市 2011、2015、2020 年现实人居环境系统高质量得分

城市间耦合协调差异最大出现在 2011 年, 秦皇岛(最高)与防城港(最低)相差 24%, 差距最小出现在了 2020 年, 天津(最高)与中山(最低)相差 11.7%。各城市依据指标数值变化可分为较高水平耦合区与较低水平耦合区, 其中耦合协调度接近勉强耦合程度的城市为较高水平耦合, 这些城市逐年变化较小, 发展

水平较高; 而较低水平耦合的城市随着时间的推移, 耦合协调度有了明显的提升, 城市发展进程逐步加快, 逐步提高各子系统间的耦合协调关系, 是未来高质量发展的潜力股。53 个滨海城市中, 以盘锦、天津、青岛等多个城市的得分呈逐渐上升状态, 其中以深圳增长最快, 其次为烟台、天津等城市; 从整体上来看, 环渤海地区的增长率最低, 越往南方走, 增长率逐渐升高, 并以泛珠江三角洲地区为最。自 2011 至 2022 年间, 滨海城市的现实人居环境整体得分逐渐升高, 于 2011~2015 年间增长速度最快为高速发展阶段, 2015 年后发展放缓, 区间差异程度降低。

## 4.2. 滨海城市现实人居环境耦合协调时间演变

基于我国 53 个城市的 2011、2015、2020 这三个年份的现实人居环境指标数据, 以表 2 为划分依据, 计算出我国 53 个城市这三年的现实人居环境耦合度与耦合协调度发展水平。结果表明, 我国滨海城市现实人居环境耦合度大多处于拮抗阶段或磨合阶段, 以 2015 年为节点, 整体呈现先上升后下降的趋势, 二耦合协调度等级由轻度失调向濒临失调转变, 呈现波动下降的趋势。

以耦合协调度作为依据, 将 2011 年、2015 年、2020 年我国滨海城市的现实人居环境耦合协调类型呈现三种状态: (1) 轻度失调阶段为主(2011 年), 该时期的耦合度处在拮抗阶段的城市多于处在磨合阶段的城市, 耦合协调度以轻度失调为主部分甚至出现重度失调阶段; (2) 轻度失调阶段与磨合阶段共存(2015 年), 该时期耦合度与耦合协调度均呈现小幅上升趋势, 耦合度处于磨合阶段的城市数量增加, 耦合协调度全部处于轻度失调阶段或濒临失调阶段; (3) 濒临失调阶段为主(2020 年), 该时期耦合度出现下降, 但耦合协调度依旧处于上升趋势, 大多处于濒临失调等级。

### (1) 耦合度发展时间演变分析

从整体上来看, 滨海城市的耦合度在 2011 至 2020 年间变化并不大。2011、2015、2020 年的耦合度的平均值分别为 0.50615、0.50778、0.50350, 趋势为先上升后降低, 主要的耦合度从拮抗阶段变成磨合阶段再变回拮抗阶段, 其中, 2011 年至 2015 年的耦合度上升并不明显, 而 2015 年至 2020 年的耦合度变化较大。

在耦合度类型上按照表 2 划分, 可分为低水平耦合(0~0.30)、拮抗(0.30~0.50)、磨合(0.50~0.80)和高水平耦合(0.80~1)。如图 2 所示, 2011 年有 27 个城市处于磨合阶段, 26 个城市处于拮抗阶段; 2015 年有 32 个城市处于磨合阶段, 21 个城市处于拮抗阶段; 2020 年有 30 个城市处于磨合阶段, 22 个城市处于拮抗阶段。

中国的 53 个滨海城市中, 耦合度水平高的城市变化较大。2011 年耦合度最高的城市是泉州、厦门、漳州、秦皇岛、温州, 均值为 0.64, 其中耦合度最高的是泉州, 耦合度为 0.68, 最低的是温州, 耦合度为 0.60。2015 年, 中国滨海城市中耦合度最高五个城市为汕头、威海、温州、东营、莆田, 均值为 0.60, 其中耦合度最高的是汕头, 耦合度达到 0.61, 最低的是莆田, 耦合度为 0.59。2020 年排在前五的城市依次为汕头、东营、盘锦、潮州、威海, 均值为 0.59, 耦合协调度依次为 0.61、0.59、0.58、0.58、0.58。通过以上数据变化可知, 自 2011 至 2020 年间, 耦合度水平较高的城市依旧保持高水平耦合, 但是各城市间竞争较大, 耦合度变化和滨海城市整体耦合度变化具有相似性, 均是先上升后下降。

耦合度靠后的城市前期变化不大, 后期发生明显变化。2011 年耦合度发展水平排名靠后五个城市分别为防城港市、钦州市、海口市、江门市、广州市, 均值为 0.41, 其中防城港市的耦合度最低, 仅仅为 0.39, 江门与广州并列为 0.42。2015 年耦合度水平最低的城市均值为 0.42, 其中耦合度最低的城市为防城港市仅为 0.39, 海口与广州均为 0.42。2020 年耦合度水平最低的城市分别为广州、江门、杭州、深圳、福州, 均值为 0.42, 耦合度最低的城市为福州, 仅有 0.40, 广州、江门、杭州均为 0.43。其中, 江门市三次均存于耦合度排名靠后的城市之中, 2011 年与 2015 年后五名城市变化不大, 2015 年后, 之前

排名靠后的城市耦合度提高, 离开了后五名的行列。

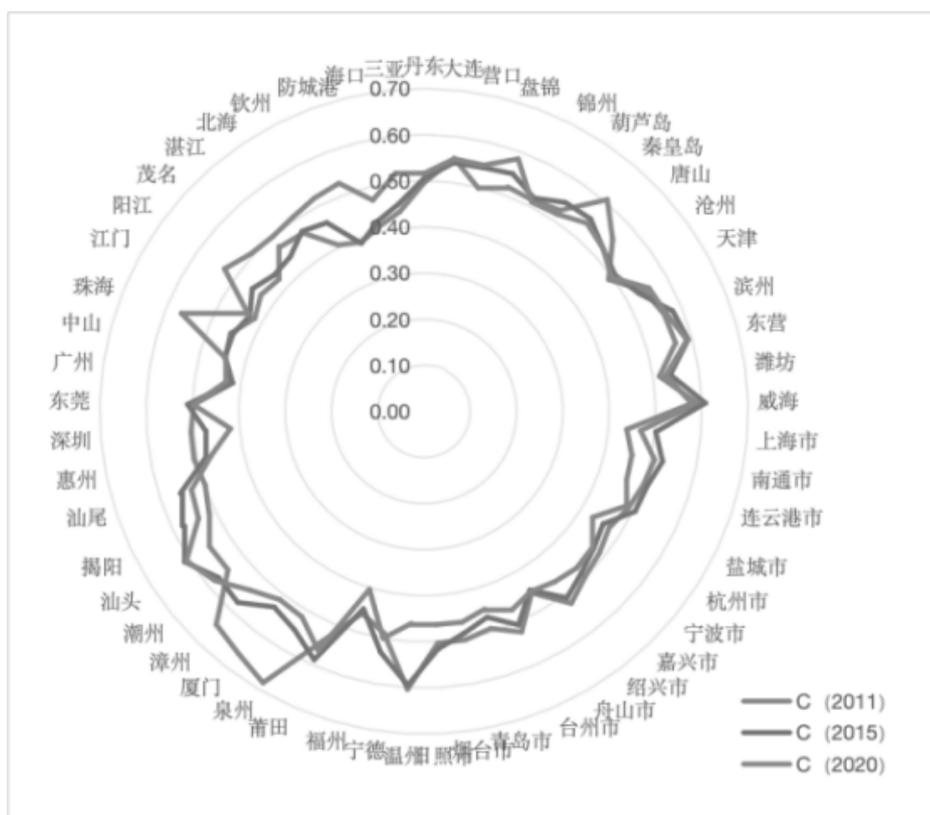


Figure 2. Coupling degree of coastal cities in 2011, 2015, and 2020

图 2. 2011 年、2015 年、2020 年滨海城市耦合度

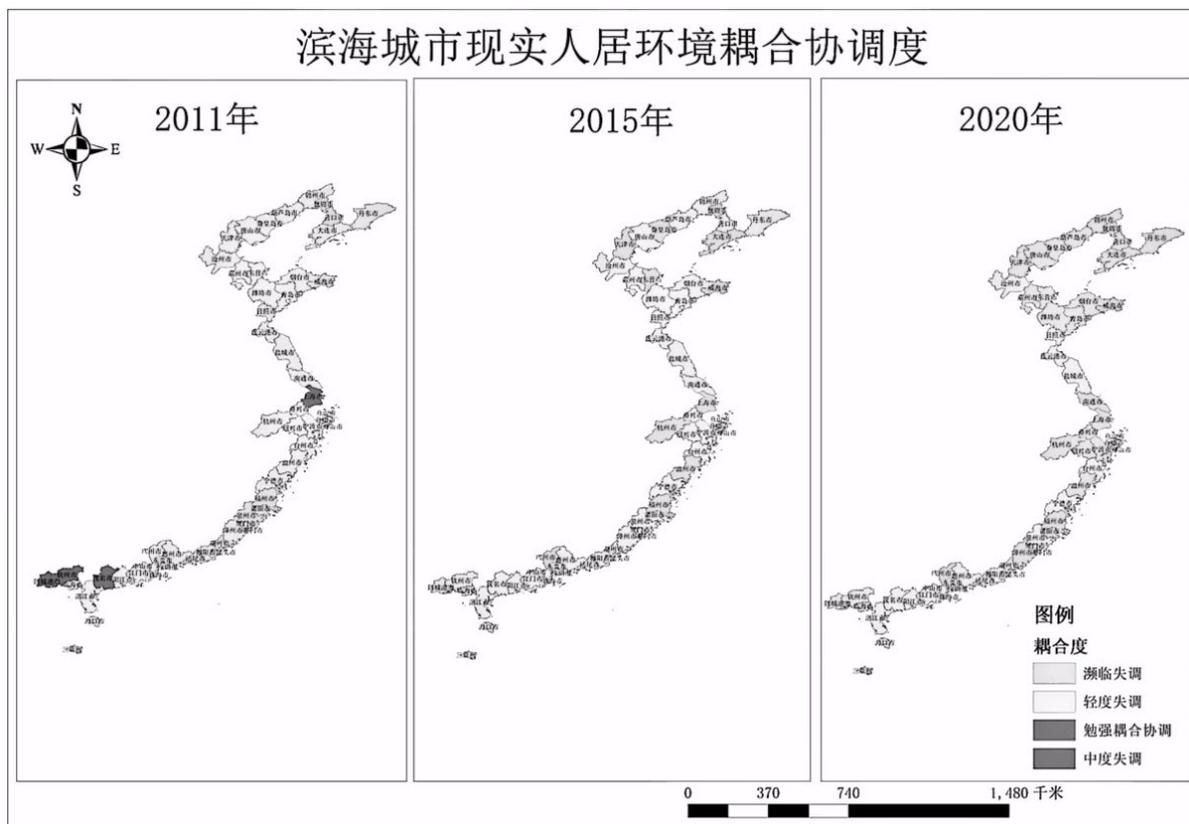
## (2) 耦合协调度发展时间演变分析

从耦合协调度的类型来看, 2011 年各城市发展水平各异, 53 个城市中有一个城市达到了勉强耦合水平, 5 个城市处于濒临失调水平, 有 44 个城市处于轻度失调状况, 甚至有 3 个城市达到中度失调。2015 年, 不再有中度失调的城市, 12 个城市处于濒临失调, 其余的 31 个城市均处于轻度失调水平。2020 年, 轻度失调的城市进一步减少, 其余的 31 个城市均处于濒临失调水平。虽然失调程度减轻, 但仍无耦合协调情况出现, 目前情况仍旧不容乐观(如图 3)。

从耦合协调度数值上来看, 耦合协调度的均值要小于耦合度, 从 2011 年至 2020 年, 耦合协调度是逐年上升的, 均值分别为 0.358974、0.379848、0.405621, 大多数城市的耦合协调度位于 [0.3, 0.5] 区间内, 并且, 天津、威海、大连三个城市始终位于耦合协调度前五名内, 湛江与茂名始终位于后五名范围内。处于轻度失调的城市数量逐渐减少, 虽然耦合协调度水平依旧不高, 但是一直处于增长的态势中。

排名靠前的城市增长稳定, 发展态势良好。在 2011 年, 排名前五的城市均值为 0.44, 其中秦皇岛的耦合协调度达到了 0.53, 达到勉强耦合协调阶段, 天津与大连的耦合协调度值均为 0.42。2015 年排名靠前的五个城市均值为 0.44, 其中温州、威海、大连的耦合协调水平均为 0.44。在 2020 年, 位于前五名的城市分别为均值为 0.46, 福州与东营均为 0.45, 威海与大连均为 0.46。耦合协调度较高水平城市的耦合度随时间变化保持增长态势, 发展良好, 耦合协调度均值由 0.42 上升为 0.46, 发展态势较好, 前五名城市变化不大, 一直处于领跑地位。





注：该图基于自然资源部标准底图服务网站下载的审图号为GS(2020)4619号的标准地图制作，底图无修改。

**Figure 4.** Distribution of coupling and coordination degree of the actual human settlement environment in coastal cities of China

**图 4.** 中国滨海城市现实人居环境耦合协调度分布图

## (2) “驼峰”式空间结构特征

环渤海(包括辽、津、冀、鲁)、长江三角洲(包括苏、沪、浙)和泛珠江三角洲(包括闽、粤、桂、琼)三大区域的现实人居环境协调发展分别呈现出“驼峰”式空间结构特征，即由中部地区向两侧递减。如图4所示，环渤海地区的17个滨海城市中，大连、盘锦、青岛与烟台得分显著高于两侧其他城市得分，其中大连于2011年、2015年和2020年得分最高分别达到0.41、0.45、0.46，另一个峰值出现在2020年秦皇岛市得分为0.5361；长江三角洲地区11个滨海城市现实人居环境协调呈现“多峰”式空间结构特征，得分最高是2020年杭州为0.47，此外还有上海、温州等城市得分较高；泛珠江三角洲地区25个滨海城市总体呈现“双峰”式空间结构特征，福州与珠海得分远高于其他城市，分别为0.55、0.44、0.48。其他城市得分平均值相差较小，总体来看，“驼峰”式空间格局显著。

## 5. 结论与讨论

### 5.1. 结论

本文以现实人居环境指标体系及指标数据为依据，基于ArcGIS空间分析技术，建立耦合协调模型展开趋势面分析，对我国的53个滨海城市现实人居环境耦合度与耦合协调度进行研究，并得到以下结论：

(1) 时间特点：从2011年至2020年，我国滨海城市的现实人居环境耦合度整体变化不大，但是呈现出先上升后下降的趋势。耦合协调度的时间演变表现为逐步提升，尤其在2015年达到一个相对较高的水

平, 之后增长速度有所放缓。但仍有较多城市处于濒临失调状态。

(2) 空间特点: 滨海城市的现实人居环境耦合协调度呈现出显著的区域差异。从整体上看, 以华东沿海地区包括上海、杭州等城市以及包括大连的渤海海峡地区的城市现实人居环境高质量发展水平较高, 其次是环渤海地区, 最后是泛珠江三角洲地区。整体呈现“中间高、两边低”鲜明的区域分异性特征。在较小尺度上, 环渤海地区、长江三角洲和泛珠江三角洲的耦合协调度呈现“驼峰式”空间结构, 即中部城市如大连、天津、上海、广州等表现相对较好, 越靠近两侧的城市如防城港、汕尾、揭阳等耦合协调度较低。

(3) 类型特点: 从耦合度和耦合协调度的分类来看, 中国 53 个滨海城市的耦合度主要处于磨合阶段或拮抗阶段, 耦合协调度处于轻度失调阶段或濒临失调阶段。虽然大部分城市的发展水平逐年提升, 但耦合协调水平仍未达到理想状态, 表现出较大的区域分异和发展不平衡。

## 5.2. 讨论

在我国的城市化进程中, 滨海城市现实人居环境耦合协调度在整体上仍处于失调状态, 呈现明显的空间不均匀性, 尤其是环渤海、长江三角洲以及泛珠江三角洲三大区域的耦合度差异显著, 且大多数城市处于磨合或拮抗阶段。部分城市如青岛、天津、深圳等耦合度相对较高但仍旧面临放缓的困境。对此, 国家应加强对区域开发的政策引导, 尤其是对于那些发展水平较低的城市提供更多的资源和政策支持, 帮助其在基础设施建设、环境保护和社会服务等方面提高水平, 缩小区域间的差异。

数据显示, 在 2011 年至 2020 年间, 各城市的耦合协调度虽有提升但是很多城市仍处于濒临失调阶段, 目前现实人居环境的协调发展上仍处于瓶颈期。城市应从“五大系统”入手, 加强对社会保障、公共设施及环境治理的投入。尤其是在人类系统和支撑系统的提升上, 通过增加就业、提升城市的整体协调水平。同时应借助大数据等技术手段实现五大系统之间的高效协同。

南方滨海城市如广州、深圳、厦门等地区耦合度较高, 且城市发展比较稳定; 而北方的部分城市如大连、秦皇岛等发展速度较慢, 协调水平也比较低。因此, 各城市应结合自身资源条件与经济基础, 制定符合各地发展的个性化战略。南方的城市应继续推进产业升级与科技创新, 而北方城市应注重基础设施建设与生态环境的修复, 逐步缩小南北差距, 实现均衡发展。

滨海城市随时面临着气候变化与自然灾害的问题, 因此滨海城市人居环境在可持续发展上也面临着巨大的挑战。因此, 滨海城市要注重增强城市的适应能力, 特别是在应对海平面上升、台风等自然灾害, 加大对绿色城市建设的投入, 并通过完善城市规划与生态修复措施, 确保未来的可持续发展。

本文通过研究我国 53 个滨海城市的现实人居环境的时空耦合格局, 为城市未来发展提供了新思路, 但仍存在一些不足之处: 首先, 本研究数据选取的时间节点为 2011 年、2015 年和 2020 年, 时间跨度较短并且数据具有时效性, 可能会影响到研究结果的现实指导性; 其次, 本研究构建了人类、居住、社会、支撑和环境五大系统的综合指标体系, 但仍存在未完全涵盖现实人居环境的复杂性问题; 最后, 本研究以城市为基本单元, 分析了滨海城市的整体耦合协调格局, 然而城市内部的区域差异较大, 不同区域的环境质量与发展水平差异可能会被忽略。故接下来的研究会利用更长的时间跨度与更多时间节点数据进行更加动态的时空演变分析; 考虑引入更多维度的指标进一步完善现实人居环境的综合评价体系; 注重对城市内部的分区研究, 揭示更精细的空间变化模式; 由于人居环境问题是一个跨学科的研究领域, 未来的研究可以加强与社会学、环境科学、经济学等学科的交叉融合, 探讨人居环境系统内部各要素之间的复杂关系, 并解释不同系统之间的作用机制。

## 参考文献

- [1] 李春丽. 可持续发展与生态理念[J]. 居舍, 2020(22): 11-12.

- [2] 田深圳, 马帅, 李雪铭, 等. 滨海城市人居环境高质量发展的时空特征与影响因素研究[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2021, 44(3): 386-395.
- [3] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统[J]. 生态学报, 1984(1): 1-9.
- [4] 甄峰, 席广亮, 张姗姗, 等. 智慧城市人地系统理论框架与科学问题[J]. 自然资源学报, 2023, 38(9): 2187-2200.
- [5] 黄金川, 方创琳. 城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析[J]. 地理研究, 2003(2): 211-220.
- [6] 刘章力. 城市拟态人居环境时空分异及与现实人居环境的耦合协调性研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 辽宁师范大学, 2023.
- [7] 李淑娟, 王彤, 高宁. 我国滨海城市旅游发展质量演化特征研究[J]. 经济与管理评论, 2019, 35(3): 147-160.
- [8] 曲亚函, 马潇璇. 振兴东北视阈下辽宁沿海经济带高质量发展的进路[J]. 海洋开发与管理, 2023, 40(10): 83-88.
- [9] 李雪铭, 李建宏. 地理学开展人居环境研究的现状及展望[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2010, 33(1): 112-117.
- [10] 李雪铭, 郭玉洁, 田深圳, 等. 辽宁省城市人居环境系统耦合协调度时空格局演变及驱动力研究[J]. 地理科学, 2019, 39(8): 1208-1218.
- [11] 李淑娟, 周珊. 滨海城市旅游发展效率时空分异与驱动因素研究——以山东半岛蓝色经济区为例[J]. 中国海洋大学学报(社会科学版), 2015(4): 8-15.
- [12] 田深圳, 李守伟, 王一泽, 等. 滨海城市拟态与现实人居环境耦合协调时空规律研究——中国 53 城市案例[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 2021, 44(4): 540-548.
- [13] 李福柱, 钟磊. 我国滨海旅游业高质量发展水平及区域差异研究[J]. 海洋开发与管理, 2023, 40(10): 21-31.
- [14] 王彩虹, 孙淑燕, 豆倩倩. 黄河流域中心城市生态-社会-经济复合系统耦合协调评价及障碍因素分析[J]. 环渤海经济瞭望, 2024(1): 8-10.
- [15] 韩晓琬, 何柯, 何妍亭, 等. 基于多变量分析的滨海城市空间形态与中尺度风环境的耦合机制研究初探之研究现状[J]. 建筑与文化, 2017(9): 203-204.
- [16] 夏雪, 韩增林, 赵林, 等. 环渤海滨海旅游与城市发展耦合协调的时空演变分析[J]. 海洋开发与管理, 2014, 31(7): 60-66.
- [17] Long, T., Bai, Z. and Zheng, B. (2024) Spatiotemporal Dynamics and Driving Forces of Ecological Environment Quality in Coastal Cities: A Remote Sensing and Land Use Perspective in Changle District, Fuzhou. *Land*, **13**, Article No. 1393. <https://doi.org/10.3390/land13091393>
- [18] 田深圳, 李雪铭, 杨俊, 等. 东北三省城市拟态与现实人居环境时空耦合协调特征与机制[J]. 地理学报, 2021, 76(4): 781-798.
- [19] Yin, Y., Yang, R., Song, Z., Lu, Y., Zhang, Y., Zhang, L., et al. (2024) Simulation of Wetland Carbon Storage in Coastal Cities under the Coupled Framework of Socio-Economic and Ecological Sustainability: A Case Study of Dongying City. *Sustainable Cities and Society*, **108**, Article ID: 105481. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105481>
- [20] 卢瑜, 向平安. 城镇化和生态环境的协同耦合研究——以长株潭城市群为例[J]. 城市发展研究, 2020, 27(1): 1-6.
- [21] Rui, C., Can, Y., Yan, Y., et al. (2022) Spatial-Temporal Evolution and Drivers of Ecosystem Service Value in the Dongting Lake Eco-Economic Zone, China. *The Journal of Applied Ecology*, **33**, 169-179.
- [22] 刘法威, 许恒周, 王姝. 人口-土地-经济城镇化的时空耦合协调性分析——基于中国省际面板数据的实证研究[J]. 城市发展研究, 2014, 21(8): 7-11.