http://www.resourcesindustries.net.cn zycy@cugb.edu.cn

# 环渤海港城协同发展对城市经济高质量增长的影响效应研究

邓 雪[1]，冯欣宇[1]，周宝刚[1,2]

（1. 渤海大学 管理学院，辽宁 锦州 121007；2. 渤海大学 海洋研究院，辽宁 锦州 121013）

**摘 要**：为探究港城协同发展对城市经济高质量增长的空间作用效果与非线性特征，论文基于 2013—2022 年环渤海主要港口城市的面板数据，采用空间计量模型和门槛模型分析了环渤海港城协同发展对城市经济高质量增长的空间溢出及门槛效应，并揭示了港城协同发展与城市经济高质量增长的时空演变规律。研究结果表明：1）津冀和山东地区港城协同水平、整个环渤海地区经济高质量发展水平均呈稳步上升趋势；2）整体上看，环渤海地区港城协同发展对所在城市及周边城市经济高质量增长均发挥促进作用；3）分区来看，港城协同发展对城市经济高质量增长的影响存在异质性，在津冀和山东地区表现为明显推动作用，而在辽宁地区则未产生积极影响；4）港城协同发展对城市经济高质量增长的影响存在门槛效应且呈边际效应递增特征。根据研究结论提出：应坚持系统观念，有序推进港城资源整合；应统筹发展港城布局，实现区域一体化发展；应利用好空间溢出效应，增强国家枢纽海港带头作用；应提升港城协同水平，推动城市高质量均衡发展。

**关键词**：环渤海地区；港城协同；空间溢出效应；门槛效应

**中图分类号**：F201；F127 **文献标识码**：A **文章编号**：1673－2464（2026）04－0017－13

# Impacts of Port-City Synergy in Bohai Rim Port Cities on High-quality Urban Economic Growth

DENG Xue[1], FENG Xinyu[1], ZHOU Baogang[1,2]

(1. *School of Management*, *Bohai University*, *Jinzhou* 121007, *China*;
2. *Institute of Oceanography*, *Bohai University*, *Jinzhou* 121013, *China*)

**Abstract**: To examine the spatial effects and non-linear characteristics of port-city synergy on high-quality urban economic growth, this paper uses panel data for major port cities in the Bohai Rim from 2013 to 2022. Spatial econometric and threshold models are applied to analyze the spatial spillover and threshold effects of port-city synergy on high-quality economic growth, and to reveal the spatiotemporal evolution patterns of port-city synergy and high-quality economic growth. The results show that: 1) the level of port-city synergy in the Tianjin-Hebei and Shandong regions, as well as the level of high-quality economic development across all regions, exhibits a steady upward trend;

**收稿日期**：2025－07－13；**修订日期**：2025－10－18；**责任编辑**：任宝琴。

**网络出版地址**：https://link.cnki.net/urlid/11.5426.TD.20260429.1444.006 **DOI**：10.13776/j.cnki.resourcesindustries.20260429.003

**基金项目**：渤海大学 2025 年海洋研究院开放课题项目（BDHYYZY2025017）；辽宁省教育厅基本科研项目（LJ112510167018）。

**第一作者简介**：邓雪，博士、教授，主要从事港口物流研究。E-mail：dengxue71@163.com

**通信作者简介**：周宝刚，博士、教授，主要从事港口物流与供应链管理研究。E-mail：bosteel@163.com

*引用格式*：邓雪，冯欣宇，周宝刚，2026. 环渤海港城协同发展对城市经济高质量增长的影响效应研究[J]. 资源与产业，28(4)：17－29.

*DENG Xue*, *FENG Xinyu*, *ZHOU Baogang*, 2026. *Impacts of port-city synergy in Bohai Rim port cities on high-quality urban economic growth*[J]. *Resources & Industries*, 28(4): 17－29.

2) overall, port-city synergy in the Bohai Rim promotes high-quality economic growth in both the host city and surrounding cities; 3) by sub-region, the effect is heterogeneous—port-city synergy significantly promotes high-quality growth in the Tianjin-Hebei and Shandong regions, but does not generate a positive effect in Liaoning; and 4) the impact of port-city synergy on high-quality economic growth shows a threshold effect with increasing marginal returns. Based on these findings, the following recommendations are proposed: 1) adhere to a systems perspective and advance the orderly integration of port and city resources; 2) coordinate port-city spatial layout to achieve integrated regional development; 3) strengthen the leading role of national hub seaports and fully leverage spatial spillovers; and 4) enhance the level of port-city coordination to promote balanced, high-quality urban development.

**Key words**: Bohai Rim; port-city synergy; spatial spillover effect; threshold effect

## 0 引言

在当前构建“以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局”时代背景下，港口作为连接国内与国外两个市场的关键节点，不仅是沿海经济带繁荣发展的重要引擎，还是国家陆海统筹发展的前沿。“以港兴城，港为城用，港城相长，衰荣共济”理念深刻揭示了港城相互依存的特点及其发展演变的内在规律（杨山等，2011）。《关于建设世界一流港口的指导意见》中明确指出在促进港城协调发展的同时，要以高质量发展为主题，促进绿色、智慧、安全发展。因此在贯彻新发展理念下港城系统的深度协同发展必然要坚持发展过程的高质量。环渤海地区自然资源丰富、地理位置优越，是东北、华北的经济核心区之所在，更是提升中国经济发展的重要支撑点（郭建科等，2020）。当前，中国港口经济已由高速增长进入高质量增长时代，且环渤海地区经济增长动力结构失衡、港口间竞争关系复杂，只有秉持并深化新发展理念，聚焦高质量发展的核心主题，构建具有全球竞争力的港口体系，才能更好地服务于经济强国建设（沈立新等，2022）。因此，识别环渤海地区港城协同发展对城市经济高质量增长的影响，对统筹规划港城发展布局，保证环渤海地区经济高质量增长具有重要意义。

截至目前，国内外学者关于港城关系的研究主要集中在港城交互作用、港口对城市经济的作用以及港城协同对城市经济的作用 3 方面。1）关于港城交互作用的研究。Huang et al.（2022）、Mou et al.（2021）对港口与腹地城市之间的相互影响进行了深入研究。比较具有代表性的港城关系的测度方法包括相对集中度指数（王选飞等，2020）、协调度（刘恩梅等，2021；刘宏等，2023）、灰色关联分析（梁双波等，2007）、系统动力学模型（陈艳等，2019）、数据包括分析（高涛等，2017）等。毕森等（2020）研究发现港城关系呈现明显的地域性特征。殷翔宇等（2023）、Guo et al.(2020)、周宝刚等（2024）研究发现根据港口城市的发展驱动力可将港口城市划分为港口驱动、城市驱动和港城互动 3 种类型，其中城市驱动型城市数量逐渐增加。根据港城协调关系发展的阶段性特征（徐士伟等，2017），李南等（2022）将港城关系分为平衡、接近平衡、趋向平衡和远离平衡 4 种类型。2）关于港口对城市经济的作用。Santos et al.(2018）发现港口对本地城市经济增长影响显著。孟魁等(2023)、Hong（2020）研究发现产业结构升级、港口物流与城市经济发展存在紧密关联。刘琳等(2020)、Hou et al.（2024）研究发现港口对相邻地区城市产生间接影响，港口发展对城市经济增长具有正向空间溢出效应，但从分区视角来看具有异质性（于少强等，2024）。对于海上丝绸之路沿线国家来说，相较于对本国经济的直接影响，港口对邻国经济增长产生的间接溢出效应更为显著（沈立新等，2022）。对我国而言，港口货物吞吐能力对城市经济的长期正向空间溢出效应大于短期（叶善椿等，2021）。3）关于港城协同对城市经济增长的作用。范厚明等（2015）采用面板数据模型综合分析港城协同对城市经济增长的影响，为港城关系的探究提供新视角。殷翔宇等（2022）采用协同度模型与生产函数进一步研究港城协同的发展规律及其与经济增长的关系。华欣等（2023）则考虑高质量发展因素，采用 VAR（vector autoregressive model）模型探究港城共生政策环境对经济的促进作用。

综上，现有研究已较为丰富并取得显著进展，协同理论、外部性理论、增长极理论等为港城系统发展研究提供了研究思路。然而，大多数港城关系

的文献还集中于港口对城市经济的影响方面，而有关城市经济高质量增长的研究相对较少，高质量增长是推进中国式现代化进程的本质要求与路径选择，因此从经济高质量增长角度考虑港城深度融合发展具有重要意义。本文的边际贡献在于：首先，在港城关系的研究中基于新发展理念考虑经济高质量增长问题，探究港城协同对经济高质量增长的影响；其次，从空间视角出发，在环渤海港口城市经济高质量增长具有地理集聚特征的基础上，从整体、分区、直接效应、间接效应与总效应多角度全面分析港城协同发展对城市经济高质量增长空间效应的异质性；最后，运用门槛模型分析港城协同发展对城市经济高质量增长的非线性影响特征。为制定区域发展战略提供新的思路与建议。

## 1　作用机理

### 1.1　直接效应

随着全球化的不断发展，港口与城市已融为不可分割的有机整体。港口作为水陆运输的交汇点和区域经济贸易活动的枢纽，可促进产业形态的多样化发展和生产要素的快速集散，而城市的发展也为港口提供支撑和保障，增强港口战略功能、扩大港口服务范围、提高港口地位作用，二者相互支持、形成良性循环，吸引劳动力、生产资料、技术和资本集中，产生集聚与扩散作用。同时，港城关系快速发展，临港产业发展呈现多样化态势，异质企业集聚加速技术传播、促进知识互补、推动绿色技术的应用与创新，激发区域内企业创新行为和产业快速发展（文江雪等，2021）。另外，港口作为供应链的核心环节，与城市的协同发展能够提高货物流通效率、降低流动成本（Munim et al.，2018），增强企业之间的协同效应。对于上游企业来说，可以增强在面对市场波动时的响应能力，提高供应链韧性和效率，对于下游企业来说，可以提供低成本的原材料和产品分销渠道，增强各行业之间的技术经济联系，进而促进城市经济高质量增长。基于此，提出假设 1。

H1：港城协同发展促进城市经济高质量增长。

### 1.2　空间溢出效应

增长极理论指出，经济发展的动力往往由特定的“增长中心”产生并将增长势能向周边地区辐射，进而带动区域经济增长（方惠等，2024）。港口与城市具有紧密的经济贸易交流，二者协同发展可通过加速物流和经济活动的集聚与扩散效应，促进生产要素和商品在不同地区之间的流动，从而可能对区域经济增长产生正面或负面的空间溢出效应（Hou et al.，2024）。一方面，港口与城市的基础设施建设持续完善，港城联动功能日益增强，综合运输网络大幅提高运输效率，强化城市间协作水平与经济关联，因此港城协同对周边城市可能产生正向积极影响。另一方面，如果港城协同产生的扩散效应小于集聚效应，发达地区可能会吸收周边欠发达地区的资源，加剧区域经济发展的不平衡问题，在欠发达地区能够有效提升其吸收和发展能力之前，无法从港城协同所产生的正面溢出效应中受益。此外，港口运转可能会导致城市空气质量下降，城市由于自身发展也可能造成港口水域污染，且港口间重复建设、资源浪费等问题也会对城市经济高质量发展产生负向影响。因此，港城协同能否产生正面溢出效应取决于多种因素的综合作用。基于此，提出假设 2。

H2：港城协同发展对城市经济高质量增长存在空间溢出作用。

### 1.3　门槛效应

根据港城生命周期理论，港口城市的功能演化经历生长期、发展期、成熟期、停滞期 4 个不同阶段（王列辉等，2022），对经济增长也存在阶段性差异。港城协同度水平较低时，可能存在港城各自为政、产业布局分散、流通效率不高、资源利用粗放等问题，资源要素未能有效配置且运输成本较高，对经济赋能作用较弱。随着港城协同程度不断上升，港城连接性提高，实现物流信息和物流基础设施的共享，临港产业快速发展，经济辐射范围日益广阔，乘数效应发挥作用。当港城协同程度超过某一阈值后，产生规模效应，大幅提高生产率，提升区域创新水平，再次发挥乘数效应，带动本市及周边城市发展，并引发城市自增长效应。因此不同的港城协同发展水平对城市经济高质量增长的影响效果可能存在阶段性的差异。基于此，提出假设 3。

H3：港城协同发展对城市经济高质量增长的影响存在门槛效应。

## 2 研究方法和指标选取

### 2.1 研究方法

#### 2.1.1 协同度模型

港口与城市二者在发展过程中相互承接，相互作用，因而可以将港城复合系统看成一个由港口子系统与城市子系统组成的整体。设 $S_a$ 为系统，其中 $a \in [1, 2]$ 分别代表港口系统与城市系统。港口与城市均是由代表指标有序化程度的状态参量——序参量所反映，序参量表示为 $o_{ab} = (o_{a1}, o_{a1,\cdots}, o_{ab})$，其中 $b$ 为单个子系统的指标，$b = 1, 2, \cdots, m$。协同度的计算过程如下。

1）子系统的有序度。即子系统内部各序参量对子系统有序发展的综合贡献程度，其公式为

$$f_a(o_a) = \sum_{b=1}^{m} w_b o'_{ab}, \quad (1)$$

式中：$f_a(o_a)$ 为子系统的有序度；$o'_{ab}$ 为经过极差法处理的标准化指标值；$w_b$ 为各指标权重，通过熵权法计算得到，$w_b \geqslant 0$，且 $\sum_{b=1}^{m} w_b = 1$。

2）港城复合系统的耦合度（$C$）。耦合度反映港口、城市子系统之间信息或参数的相互影响程度，其公式为

$$C = 2\sqrt{\frac{f_1(o_1)f_2(o_2)}{[f_1(o_1)f_2(o_2)]^2}}。 \quad (2)$$

3）港城复合系统的协调度（$F$），其公式为

$$F = \eta f_1(o_1) + \delta f_2(o_2), \quad (3)$$

式中 $\eta$ 和 $\delta$ 分别为子系统相对整体系统的权重，$\eta + \delta = 1$，本文取 $\eta = \delta = 1/2$。

4）港城复合系统的协同度（$D$）。为反映港口与城市子系统对复合系统的整体贡献和协同作用，在公式（2）和公式（3）的基础上构建港城复合系统的协同度，其公式为

$$D = \sqrt{C \times F}。 \quad (4)$$

#### 2.1.2 空间权重矩阵

空间计量模型的构建以构造空间权重矩阵为基础，常用的空间权重矩阵设定包括地理距离、经济距离以及二者嵌套等方式。鉴于所选样本同属环渤海地区，兼顾地理距离相近但不相邻港口之间的相互影响与经济特征相似因素，选用地理距离与经济距离嵌套矩阵作为空间权重矩阵，全面评估环渤海地区港城协同对城市经济高质量增长的影响效应。

首先，构建地级市之间的地理距离空间权重矩阵 $\boldsymbol{W}_1$ 以及经济距离空间权重矩阵 $\boldsymbol{W}_2$；然后，分别对其进行标准化处理，地理距离空间权重矩阵 $\boldsymbol{W}_1 = 1/d_{ij}$，$d_{ij}$ 为地级市之间的经纬度距离，经济距离空间权重矩阵 $\boldsymbol{W}_2 = 1/|\overline{G}_i - \overline{G}_j|$，其中 $\overline{G}_i$ 和 $\overline{G}_j$ 分别表示地级市 $i$ 和 $j$ 在 2013—2022 年的人均 GDP 均值；最后，构建地理与经济距离的嵌套矩阵 $\boldsymbol{W} = \varphi \boldsymbol{W}_1 + (1 - \varphi)\boldsymbol{W}_2$，$\varphi$ 介于 0 到 1 之间，本文取值 0.5。

#### 2.1.3 全局空间自相关

全局莫兰指数是测量空间自相关的统计量，用于检验环渤海城市经济高质量增长是否存在空间集聚特征，据此判断港城协同对城市经济高质量增长是否需要考虑空间因素的影响。全局莫兰指数计算公式为

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \boldsymbol{W}_{ij}(Y_i - \overline{Y})(Y_j - \overline{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} \boldsymbol{W}_{ij}}, \quad (5)$$

$$S^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \overline{Y})^2, \quad (6)$$

$$\overline{Y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Y_i。 \quad (7)$$

式中：$I$ 为莫兰指数；$n$ 为港口城市总数，$n = 12$；$Y_i$ 为城市 $i$ 的被解释变量；$\boldsymbol{W}_{ij}$ 为空间权重矩阵；$\overline{Y}$ 为被解释变量的平均值；$S^2$ 为样本方差。

#### 2.1.4 空间计量模型

空间滞后模型（SLM）、空间误差模型（SEM）和空间杜宾模型（SDM）是常用的空间计量模型（Wang et al., 2020）。SLM 考虑被解释变量的空间影响，其公式为

$$Y_{i\theta} = \beta_0 + \beta D + \rho \boldsymbol{W} Y_{i\theta} + \varepsilon_{i\theta}, \quad (8)$$

式中：$Y_{i\theta}$ 为城市 $i$ 第 $\theta$ 年的被解释变量；$\beta_0$ 为常数项；$\beta$ 为解释变量的系数；$D$ 为解释变量；$\rho$ 为空间自回归系数；$\boldsymbol{W}$ 为空间权重矩阵；$\varepsilon_{i\theta}$ 为误差项。

SEM 考虑误差项存在空间相关性，其公式为

$$Y_{i\theta} = \beta_0 + \beta D + \mu_{i\theta}, \quad (9)$$

$$\mu_{i\theta} = \lambda \boldsymbol{W} \mu_{i\theta} + \varepsilon_{i\theta}, \quad (10)$$

式中：$\mu_{i\theta}$ 为随机误差向量；$\lambda$ 为空间扰动项的自回归系数。

SDM 同时考虑上述两种空间模型的特点，其公

式为

$$Y_{i\theta} = \beta_0 + \beta D + \varphi WD + \rho WY_{i\theta} + \varepsilon_{i\theta}, \quad (11)$$

式中 $\varphi$ 为交互项系数。

2.1.5　门槛面板回归模型

门槛效应描述的是某一经济指标达到临界值后，引起经济结果发生显著变化的现象。选定港城协同度作为门槛变量，构建多重门槛回归模型。

$$Y_{i\theta} = \beta_0 + \beta_1 DI(D \leqslant \gamma_1) + \beta_2 DI(\gamma_1 < D \leqslant \gamma_2) + \cdots + \beta_m DI(\gamma_{m-1} < D \leqslant \gamma_m) + \beta_{m+1} DI(D > \gamma_m) + \mathrm{Contr} + \varepsilon_{i\theta}, \quad (12)$$

式中：$D$ 为门槛变量；$\gamma$ 为门槛值；$m$ 为门槛个数；Contr 为控制变量；$I(*)$ 为指标函数，取值为 1 或 0。

## 2.2　指标选取

2.2.1　被解释变量

以城市经济高质量增长水平（$Y$）作为被解释变量，基于新发展理念构建城市经济高质量增长评价指标体系（表 1）。参考现有研究并采用熵权 TOPSIS 法计算得到 2013—2022 年 12 个港口城市的经济高质量增长水平综合指数（陈小龙等，2023；梁育民等，2023；张忠杰等，2023）。

**表 1　城市经济高质量增长评价指标体系**

Table 1　Index system of high-quality development level of urban economg

| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 | 权重 | 属性 |
|---|---|---|---|---|
| 创新 | 创新投入 | 科学技术支出占一般财政预算支出比重/% | 0.056 | + |
| | 创新产出 | 专利授权数/件 | 0.082 | + |
| | 创新潜力 | 每万人普通高校在校学生数/人 | 0.077 | + |
| 协调 | 产业结构高级化 | 第三产业产值占 GDP 比重/% | 0.087 | + |
| | 产业结构合理化 | 泰尔指数/% | 0.082 | + |
| 绿色 | 污染排放 | 单位 GDP 二氧化硫排放量/% | 0.090 | − |
| | | 单位 GDP 烟（粉）尘排放量/% | 0.091 | − |
| | | 单位 GDP 工业废水排放量/% | 0.091 | − |
| | 环境治理 | 生活垃圾无害化处理率/% | 0.090 | + |
| 开放 | 外贸开放度 | 进出口总额占 GDP 比重/% | 0.077 | + |
| | 外贸依存度 | 实际使用外商投资额占 GDP 比重/% | 0.084 | + |
| 共享 | 精神方面 | 每万人公共图书馆藏书量/（册/万人） | 0.085 | + |
| | 物质方面 | 人均可支配收入/元 | 0.007 | + |

2.2.2　解释变量

以港城协同度（$D$）作为解释变量。受制于港口系统指标数据的可获取性，现有研究关于港口系统主要聚焦于港口货物吞吐量指标，但港口系统功能复杂，结合港口实际发展，本文在货物吞吐量的基础上选取集装箱吞吐量、万 $t$ 级泊位数、码头岸线总长度和外贸货物吞吐量指标作为补充，共同构成港口系统评价指标体系。城市系统指标构建以港城联动、相互支持为核心逻辑，选取 GDP、固定资产投资、城市货运量、消费品零售总额、地方财政收入指标，分别从城市经济规模、基础建设、城市需求、港城物流水平及收入水平 5 个方面构建城市系统评价指标体系。在考虑指标代表性和可获取性的基础上，构建港口和城市协同发展水平的评价指标体系，使用协同度模型测算得到港城协同度（范厚明等，2015；殷翔宇等，2022），具体指标说明见表 2。

2.2.3　控制变量

政府干预（$G$）代表政府对城市建设的投入力度，对社会经济总体起到调节与控制作用，用地方一般公共预算支出占 GDP 比重衡量（胡文涛等，2024）；劳动力投入（$L$）是最为活跃的生产要素也是城市发展的基础，用年末社会从业人员人数占总人口比重衡量（胡文涛等，2024）；物质资本积累量对经济增长率有关键影响，用固定资产投资的对数来衡量资本投入（$K$）（胡文涛等，2024）；教育水平（$E$）反映城市人力资源状况对技术创新和生产效率产生的影响，用教育支出占一般财政预算支出的比重衡量（徐晓慧，2022）。

表 2 港城协同评价指标体系

Table 2 Index system of port-city system

| 子系统 | 指标 | 权重 |
|---|---|---|
| 港口系统 | 货物吞吐量 | 0.123 |
| | 集装箱吞吐量 | 0.329 |
| | 万吨级泊位数 | 0.140 |
| | 码头岸线总长度 | 0.142 |
| | 外贸货物吞吐量 | 0.267 |
| 城市系统 | GDP | 0.204 |
| | 固定资产投资 | 0.201 |
| | 城市货运量 | 0.134 |
| | 消费品零售总额 | 0.181 |
| | 地方财政收入 | 0.281 |

2.2.4 数据来源

综合考量港口功能、规模与地域分布特征，选取环渤海地区 12 个主要港口（丹东港、大连港、营口港、锦州港、天津港、秦皇岛港、唐山港、黄骅港、青岛港、威海港、日照港、烟台港）及其所在城市为研究对象，数据主要来源于 2013—2022 年《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《中国港口年鉴》，以及环渤海各地方发展统计公报，缺失数据采用插值法补充。

## 3 港城协同与城市经济高质量增长的实证分析

### 3.1 港城协同与城市经济高质量增长的时空演变

《十四五物流业发展规划》指出要加强港口与内陆物流枢纽联动，扩大港口腹地辐射范围，促进要素资源集聚，推动高质量发展。本文选取 2013—2022 年部分时间节点，分析环渤海地区港城协同与城市经济高质量增长水平的时空演变情况，进而揭示其发展规律。

3.1.1 港城协同发展的时空演变

本文利用协同度模型测算了环渤海地区主要港口城市的港城协同水平，图 1 为港城协同发展的时空演变趋势。首先，从整体上看，津冀、山东地区港城协同水平较高，辽宁地区较低，形成了津冀－山东双核引领、辽宁相对滞后的空间格局。其次，2013—2022 年津冀、山东地区港城协同水平提升明显，而辽宁地区有所下降。2013 年港城协同高值区主要集中在青岛、天津、大连等核心港口城市，唐山、烟台等周边港口城市协同水平处于中等区间。2018 年唐山、烟台港城协同水平同步提升，大连协同水平出现下滑。2022 年津冀地区的天津、唐山、沧州和山东地区的青岛、烟台、日照形成连片高值区，而辽宁地区均处于中低值区，与津冀、山东的发展差距扩大。最后，天津港城协同水平在环渤海主要港口城市中始终居于首位，青岛港城协同水平随时间推移逐步提升并跻身领先行列，成为山东地区港城协同的核心。

3.1.2 城市经济高质量增长的时空演变

本文利用熵权 TOPSIS 法测算了环渤海地区主要港口城市经济高质量增长水平，图 2 为港口城市经济高质量增长的时空演变趋势。首先，从整体上看，山东地区经济高质量增长水平最高，辽宁次之，津冀最低，形成了山东全域引领、津冀与辽宁双核驱动的空间格局。其次，2013—2022 年全部城市的经济高质量增长水平均稳步提升，其中山东地区变化最为显著。2013 年青岛、天津、大连为经济高质量增长高值城市，其余城市处于中低值区间。

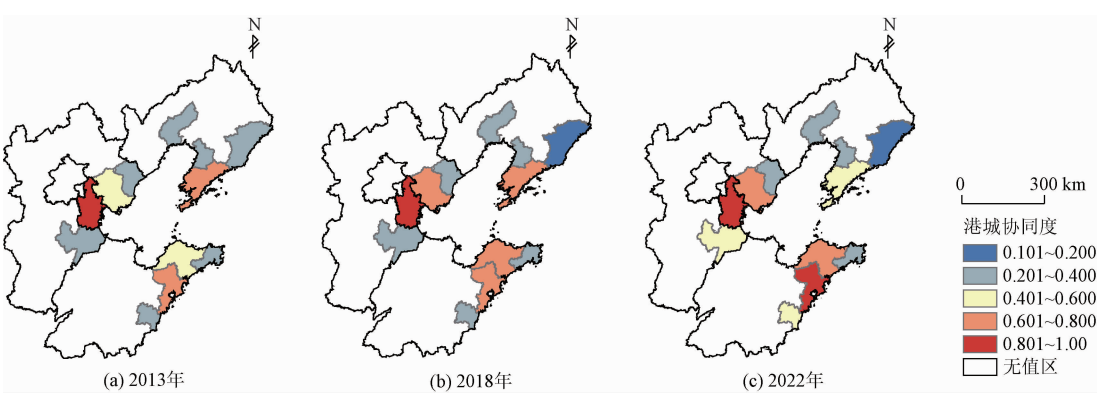



图 1 环渤海地区港城协同发展的时空变化趋势

Fig. 1 Spatial and temporal trends of synergy degree of port-city system in Bohai Rim

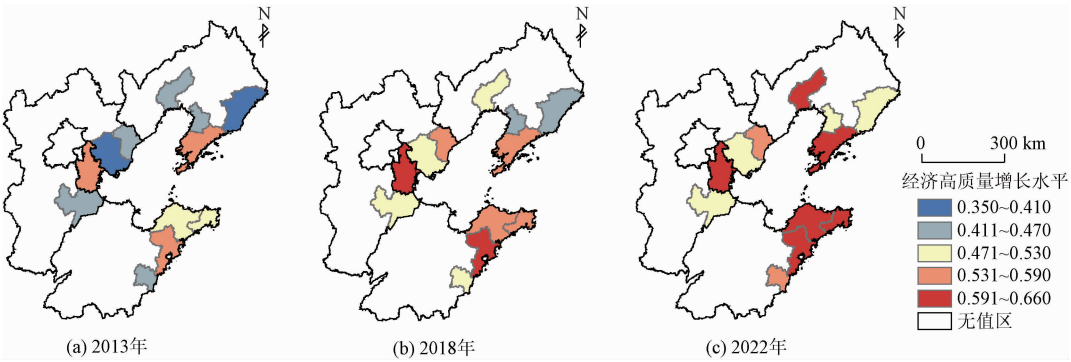



图 2　环渤海地区港口城市经济高质量增长水平的时空变化趋势

Fig. 2　Spatial and temporal trends of the high-quality development level of urban economy in Bohai Rim

2018 年山东地区青岛、烟台、威海形成高值带，津冀地区以天津、秦皇岛为引领快速发展，辽宁地区锦州进入中值区间，其余城市也均有提升。2022 年山东成为环渤海经济高质量增长的第一梯队，津冀地区以天津、秦皇岛为核心，辽宁地区以大连、锦州为核心形成集聚发展格局。最后，大连、锦州、天津、青岛、烟台、威海地区经济高质量增长速度高于其他城市，至 2022 年均处于区域领先地位。

## 3.2　空间溢出效应

### 3.2.1　空间相关性检验

通过 Stata 计算观测期内环渤海城市经济高质量增长水平的莫兰指数（表 3）。结果表明，观测期内莫兰指数均显著为正，说明经济高质量增长水平高的城市倾向于向其他较高的城市在空间上集聚，较低的城市倾向于向其他较低的城市集聚，即存在空间集聚特征，因此，引入空间计量模型进一步分析溢出效应。

**表 3　全局莫兰指数变化**

Table 3　Global Moran's *I* index change

| 年份 | Moran's *I* | *Z* 值 | 年份 | Moran's *I* | *Z* 值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2013 | 0. 483 | 3. 938 | 2018 | 0. 296 | 2. 633 |
| 2014 | 0. 483 | 3. 943 | 2019 | 0. 217 | 2. 121 |
| 2015 | 0. 498 | 4. 119 | 2020 | 0. 225 | 2. 180 |
| 2016 | 0. 322 | 2. 851 | 2021 | 0. 259 | 2. 414 |
| 2017 | 0. 282 | 2. 540 | 2022 | 0. 183 | 1. 891 |

### 3.2.2　空间计量模型选择

首先，对空间计量模型进行检验以确保模型的最优性。LM 检验结果中检验值均通过显著性检验（表 4），说明相较于 SLM 和 SEM 模型，SDM 模型更合适。Wald 检验和 LR 检验的统计量均显著拒绝原假设，说明 SDM 不会退化，验证了模型的稳健性。其次，样本针对环渤海地区港口城市，并直接通过统计分析得出结论，而非是基于大规模总体样本随机抽取部分来推断总体效应，且相较于随机效应，固定效应模型更为稳健（邱一君等，2024）。最后，考虑到港口与城市发展在空间层面的异质性，综合计算结果及样本特征（于少强等，2024），且经检验模型不存在严重的共线性问题（VIF 均值为 3. 92 < 10），因此构建个体固定效应的空间计量模型（表 5）。

根据表 5 列（3），SDM 模型的 $R^2$ 与 Log likelihood 最大，进一步说明 SDM 模型在港城协同对城市经济高质量增长的空间溢出效应估计上具有更优的解释效果和适用性。港城协同发展系数（$D$）显著为 0. 188，港城协同发展的空间滞后项系数（$\boldsymbol{W}\times D$）显著为 0. 290，表明环渤海地区港城

**表 4　空间计量模型检验结果**

Table 4　Test results of spatial econometric model

| 检验方法 | 检验名称 | *Z* 统计量 | *p* 值 |
|---|---|---|---|
| LM 检验 | LM-lag | 21. 696 | 0. 000*** |
| | Robust LM-lag | 15. 647 | 0. 000*** |
| | LM-error | 22. 079 | 0. 000*** |
| | Robust LM-error | 16. 030 | 0. 000*** |
| Wald 检验 | Wald spatial lag | 38. 740 | 0. 000*** |
| | Wald spatial error | 47. 840 | 0. 000*** |
| LR 检验 | LR spatial lag | 24. 810 | 0. 000*** |
| | LR spatial error | 9. 700 | 0. 084* |

注：*** 表示 $p<0.01$；** 表示 $p<0.05$；* 表示 $p<0.10$

**表 5 空间计量模型回归结果**

Table 5 Regression results of spatial econometric model

| 变量 | (1) SLM | (2) SEM | (3) SDM |
|---|---|---|---|
| $D$ | 0.248*** | 0.141* | 0.188*** |
| | (0.062) | (0.073) | (0.070) |
| $G$ | 0.235*** | 0.126 | 0.122 |
| | (0.076) | (0.103) | (0.100) |
| $L$ | 0.387*** | 0.461*** | 0.364** |
| | (0.096) | (0.136) | (0.153) |
| $K$ | −0.007 | 0.001 | −0.002 |
| | (0.007) | (0.007) | (0.007) |
| $E$ | 0.215 | 0.149 | 0.204 |
| | (0.147) | (0.146) | (0.150) |
| $W\times D$ | | | 0.290** |
| | | | (0.132) |
| $W\times G$ | | | 0.262* |
| | | | (0.138) |
| $W\times L$ | | | 0.210 |
| | | | (0.283) |
| $W\times K$ | | | −0.022 |
| | | | (0.014) |
| $W\times E$ | | | 0.365 |
| | | | (0.302) |
| $\rho$ | 0.696*** | — | 0.544*** |
| | (0.052) | | (0.082) |
| $\lambda$ | — | 0.825*** | — |
| | | (0.039) | |
| $R^2$ | 0.791 | 0.431 | 0.806 |
| Log likelihood | 316.242 | 306.694 | 322.763 |
| $N$ | 120 | 120 | 120 |

注：（）内数字为标准误。下同

协同发展对本地及周边的经济高质量增长具有显著的正向促进作用。为确保模型的稳健性、减弱内生性问题，将解释变量分别滞后一期、两期作为工具变量使用两阶段最小二乘法，更换回归方法为普通面板固定效应重新进行回归后结论不变，进一步证明结果稳健。

控制变量中劳动力水平的回归系数为正且通过了 5% 水平的显著性检验，这表明劳动力水平对本地经济高质量增长发挥着重要作用并产生了积极影响。政府干预水平的空间滞后项系数通过显著性检验且为正，表明政府干预程度的提高会对周边城市经济高质量增长产生正向影响，对本地作用效果并不显著，这可能是因为政策制定和资源配置存在外部性，周边地区的企业获得了本地的技术溢出、人才流动带来的好处，从而促进自身发展，而本地经济则在竞争和虹吸效应的双重影响下未体现出积极变化。

### 3.2.3 分区 SDM 模型回归分析

本文将环渤海地区整体划分为津冀、辽宁和山东 3 个区域，以进一步明确港城协同对城市经济高质量增长影响的空间异质性（表 6）。

**表 6 分区 SDM 模型回归结果**

Table 6 Regression results of partition SDM model

| 变量 | 津冀 | 辽宁 | 山东 |
|---|---|---|---|
| $D$ | 0.518*** | −0.314** | 0.150** |
| | (0.198) | (0.156) | (0.074) |
| $G$ | 0.125 | 0.358** | 0.217 |
| | (0.156) | (0.167) | (0.436) |
| $L$ | 4.956*** | 0.622 | 0.063 |
| | (1.054) | (0.468) | (0.295) |
| $K$ | 0.017 | 0.022 | −0.024 |
| | (0.038) | (0.015) | (0.031) |
| $E$ | 0.444** | −0.069 | 0.395** |
| | (0.199) | (0.183) | (0.180) |
| $W\times D$ | 1.326*** | −0.530*** | 0.364*** |
| | (0.302) | (0.188) | (0.110) |
| $W\times G$ | 0.458** | −0.326* | 0.416 |
| | (0.182) | (0.191) | (0.481) |
| $W\times L$ | 1.619 | −1.896** | −0.988** |
| | (1.880) | (0.827) | (0.438) |
| $W\times K$ | −0.090* | −0.032* | −0.016 |
| | (0.050) | (0.017) | (0.038) |
| $W\times E$ | −0.649* | −0.770** | 0.621** |
| | (0.383) | (0.319) | (0.269) |
| $N$ | 40 | 40 | 40 |

津冀与山东地区的港城协同发展系数（$D$）与港城协同发展的空间滞后项系数（$W\times D$）均显著为正，表明津冀与山东地区的港城协同促进本地及周边地区经济高质量增长，而辽宁地区的港城协同发展系数（$D$）及其空间滞后项系数（$W\times D$）均显著为负，即辽宁地区港城协同对本地及周边地区经济高质量增长未产生促进作用。

### 3.2.4 空间溢出效应分解

为更全面评估港城协同的空间溢出效应，基于

偏微分方法将空间溢出效应分解，从整体与分区视角，对环渤海地区及其包含的津冀、辽宁和山东地区，从直接、间接与总效应 3 个方面细化探究。

直接效应用于测量环渤海地区港城协同水平对本地经济高质量增长水平产生的综合影响，反映港城协同对本地发展的实际驱动效果，直接效应如表 7 所示。

**表 7　SDM 模型效应分解（直接效应）**

Table 7　SDM effect decomposition（direct effects）

| 变量 | 环渤海地区 | 津冀 | 辽宁 | 山东 |
|---|---|---|---|---|
| *D* | 0.259*** | 0.406** | −0.520*** | 0.223*** |
| | (0.069) | (0.204) | (0.196) | (0.068) |
| *G* | 0.175* | 0.077 | 0.308* | 0.283 |
| | (0.093) | (0.158) | (0.160) | (0.392) |
| *L* | 0.448*** | 4.995*** | 0.188 | −0.072 |
| | (0.128) | (1.099) | (0.610) | (0.295) |
| *K* | −0.006 | 0.025 | 0.015 | −0.030 |
| | (0.008) | (0.041) | (0.013) | (0.028) |
| *E* | 0.292* | 0.518** | −0.298 | 0.531*** |
| | (0.165) | (0.220) | (0.250) | (0.201) |
| *N* | 120 | 40 | 40 | 40 |

表 7 中，环渤海地区港城协同发展系数在 1% 的置信水平下为 0.259，即港城协同对本市经济高质量增长具有正向影响，其中津冀的港城协同发展系数在 5% 的置信水平下为 0.406，山东、辽宁在 1% 置信水平下为 0.223 和 −0.520，即津冀、山东港城协同促进本市经济高质量增长，而辽宁未产生积极影响。分析其主要原因，从整体层面而言，港口的多功能性、临港产业的多样性促进生产要素集聚、技术知识传播和产业转型升级，吸引创新型科技人才的汇聚集中，同时港城协同发展凭借其中转运输的高效优势，节约资源、优化供应链效率，带动上下游产业空间集聚，从整体上验证了港城协同推动城市经济高质量增长的理论预期。从分区层面而言，津冀港口整合较早，资源丰富且发展环境优良，港城互相支持作用较强；山东注重系统谋划、港城联动，山东港口贸易集团打造的贸易生态圈促进港城协同发展，并在规模、价格竞争、信息与快速高效方面取得优势；辽宁临港产业经济增长仍偏重原材料、能源及传统重工业，新兴产业尚未成为推动城市经济发展的主导力量，制约了产业转型升级和创新能力的提升，此外，辽宁港口群港口腹地交叉，存在资源开发不当、业务同质化现象，港城协同水平较低，未促进城市经济高质量增长。为判断港城协同水平对城市经济高质量增长是否存在区域辐射作用，特衡量了其对周边其他地区产生的影响，间接效应如表 8 所示。

**表 8　SDM 模型效应分解（间接效应）**

Table 8　SDM effect decomposition（indirect effects）

| 变量 | 环渤海地区 | 津冀 | 辽宁 | 山东 |
|---|---|---|---|---|
| $W\times D$ | 0.792*** | 1.191*** | −1.114*** | 0.572*** |
| | (0.179) | (0.279) | (0.372) | (0.104) |
| $W\times G$ | 0.665*** | 0.415** | −0.234 | 0.680 |
| | (0.216) | (0.182) | (0.281) | (0.519) |
| $W\times L$ | 0.789* | 0.573 | −2.588* | −1.347*** |
| | (0.412) | (1.710) | (1.509) | (0.518) |
| $W\times K$ | −0.045 | −0.090* | −0.032 | −0.031 |
| | (0.029) | (0.048) | (0.021) | (0.043) |
| $W\times E$ | 0.994* | −0.698* | −1.293** | 1.060** |
| | (0.598) | (0.382) | (0.577) | (0.424) |
| *N* | 120 | 40 | 40 | 40 |

表 8 中，环渤海地区港城协同溢出效应系数在 1% 的置信水平下为 0.792，即港城协同对周边城市经济高质量增长具有促进作用，津冀、山东、辽宁的港城协同溢出效应系数在 1% 的置信水平下分别为 1.191、0.572 和 −1.114，表明津冀、山东港城协同促进周边城市经济高质量增长，辽宁地区起负向作用。分析其主要原因，从整体层面而言，环渤海地区岸线资源丰富，通过港口建立起区域内以城市为集会点的运输网络，港口城市的横向联合得以发展，区域形成港城协同优势，作为“增长极”通过集聚效应和扩散效应带动周边城市经济高质量增长。从分区层面而言，天津港、青岛港、烟台港、日照港现代化与专业化能力较强，区位优势及开放性能拉动城市发展且能借助城市提升对外开放层次水平；津冀地区“一核双城三轴四区多节点”战略布局成效显著、山东交通网络发达，各市相互合作具有广度和深度，产生较强的辐射带动能力；辽宁大连港与营口港整合具有复杂性，地方政府对发展港口的投入降低，带动作用不强，锦州港和丹东港规模较小，节点和场所价值较低，受其他城市虹吸效应影响，且生态环境保护指标尚不健全，因此产生负向溢出效应。

为反映港城协同对整个环渤海区域经济高质量增长的综合影响，特测量港城协同在环渤海范围内

的整体驱动作用，即总效应（表 9）。

**表 9 SDM 模型效应分解（总效应）**

Table 9 SDM effect decomposition (total effects)

| 变量 | 环渤海地区 | 津冀 | 辽宁 | 山东 |
|---|---|---|---|---|
| *D* | 1.051*** | 1.597*** | −1.634*** | 0.795*** |
| | (0.193) | (0.289) | (0.545) | (0.123) |
| *G* | 0.841*** | 0.492*** | 0.074 | 0.963* |
| | (0.229) | (0.156) | (0.334) | (0.522) |
| *L* | 1.237*** | 5.568*** | −2.400 | −1.419** |
| | (0.380) | (1.454) | (2.009) | (0.654) |
| *K* | −0.051 | −0.064 | −0.017 | −0.061 |
| | (0.034) | (0.048) | (0.022) | (0.043) |
| *E* | 1.286* | −0.180 | −1.591** | 1.591*** |
| | (0.689) | (0.324) | (0.790) | (0.578) |
| *N* | 120 | 40 | 40 | 40 |

表 9 中，环渤海地区港城协同对城市经济高质量增长的系数在 1% 水平上显著为 1.051，表明环渤海地区港城协同发展可以有效推动整体经济的高质量增长，且通过对比直接效应与间接效应，发现港城协同水平提升 1% 时本市及周边城市的经济高质量增长水平分别提升 0.259% 和 0.792%，即港城协同对周边城市的间接带动作用大于对本市的直接带动作用。分析其原因，一方面，周边城市可能较少参与初始阶段中心港口城市建设的大规模投资，而将资源重点投入于物流网络等基础设施以及服务领域，承接中心港口城市所产生的溢出效应，以实现降低成本、提高效率；另一方面，本市港口建设产生集聚效应，吸引企业和人才聚集，但随着集聚程度提高，拥挤效应逐渐显现，城市内部竞争压力增大，于是部分企业可能选择迁移至成本更低、竞争压力较小的周边城市，缓解了中心城市拥挤问题的同时还促进周边城市发展，且中心城市作为重要的贸易枢纽增加了周边城市商品和服务的贸易机会，形成新的经济增长极，因此，港城协同对周边城市经济高质量增长产生更强的促进作用。津冀、山东和辽宁的港城协同发展系数分别在 1% 置信水平下显著为 1.579、0.795 和 −1.634，表明津冀、山东的港城协同对城市经济高质量增长产生积极影响，辽宁未产生推动作用。

港城协同对环渤海地区三省一市的经济高质量增长具有重要作用，因此要实现港城协同发展必须遵循港城演变规律并把握好发展关系，且体现鲜明的国情特色，做到区域间协同发展。此外，在今后的发展中还需进一步完善港城资源布局，促使港城协同的直接与间接拉动作用形成合力，促进经济高质量增长任务圆满完成。

### 3.3 门槛效应

为进一步探究不同港城协同水平对城市经济高质量增长的影响是否一样，选取核心解释变量港城协同度作为门槛变量，建立港城协同对城市经济高质量增长影响的面板门槛回归模型。

#### 3.3.1 门槛值检验

运用 Bootstrap 法迭代 500 次检验港城协同对城市经济高质量增长是否存在门槛效应，以及存在的门槛个数，如表 10 所示。

**表 10 门槛个数检验结果**

Table 10 Test results of the number of thresholds

| 门槛个数 | 门槛值 | *F* 值 | *p* 值 | 10% 临界值 | 5% 临界值 | 1% 临界值 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 单一门槛 | 0.257 | 29.580 | 0.010 | 17.387 | 20.695 | 28.263 |
| 双重门槛 | 0.359 | 10.790 | 0.394 | 18.855 | 23.388 | 27.658 |

表 10 中，第一门槛 *p* 值为 0.01，通过了 1% 的显著性检验，而第二门槛未通过。因此港城协同对城市经济高质量增长的影响存在单门槛效应，门槛值为 0.257。

#### 3.3.2 真实值检验

绘制港城协同的门槛值及似然比函数以进一步确认门槛值的真实性，如图 3 所示。

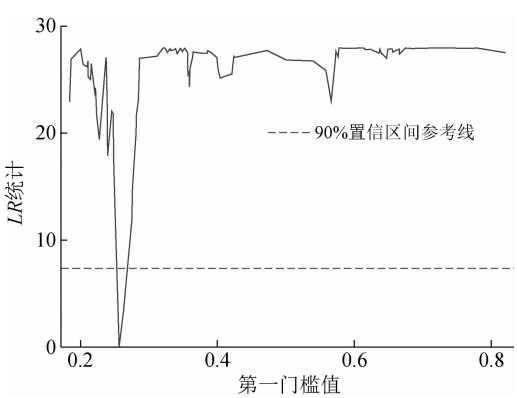



图 3 门槛值及似然比函数

Fig. 3 Threshold value and likelihood ratio function

图 3 中，单一门槛值 0.257 落在 95% 置信区间内侧（虚线以下部分），因此，可认为所得门槛值真实准确。基于此，将港城协同水平划分为“$D \leqslant 0.257$”和“$D > 0.257$”两个区间，处于不同区间

的港城协同水平对城市经济高质量增长的影响不同。依据以上分析，假设 3 得到验证。

3.3.3　门槛效应检验结果分析

港城协同对城市经济高质量增长的门槛效应回归结果如表 11 所示。

**表 11　门槛回归分析结果**

Table 11　Results of threshold regression analysis

| 变量 | 回归系数 | 变量 | 回归系数 |
|---|---|---|---|
| $DI\ (D\leqslant\gamma)$ | 0.347*** | $K$ | −0.034*** |
| | (0.112) | | (0.010) |
| $DI\ (D>\gamma)$ | 0.534*** | $E$ | 0.206 |
| | (0.083) | | (0.223) |
| $G$ | 0.702*** | 常数项 | 0.390*** |
| | (0.122) | | (0.086) |
| $L$ | 0.882*** | $R^2$ | 0.615 |
| | (0.218) | | |

表 11 中，当港城协同水平低于或等于门槛值 0.257 时，回归系数在 1% 水平上显著为 0.347，而当港城协同水平大于 0.257 时，回归系数在 1% 的显著性水平上为 0.534，表明当港城协同水平提高后，其对城市经济高质量增长的促进作用也在相应的提升，表现出边际效应递增的非线性特征。

## 4　结论与建议

本文以环渤海地区 12 个港口城市为例，基于 2013—2022 年港口及城市发展的面板数据，构建港城协同与城市经济高质量增长指标体系，探究港城协同发展与城市经济高质量增长的时空演变情况，并通过空间计量模型和门槛模型进行实证研究。

1）2013—2022 年，津冀和山东港城协同水平有所提升，环渤海全部城市经济高质量增长水平稳步提高。津冀和山东港城协同水平较高，辽宁水平较低，天津的港城协同水平始终位居首位。山东经济高质量增长水平最高，辽宁次之，津冀最低。大连、锦州、天津、青岛、烟台、威海经济高质量增长领先。

2）基于全局视角，港城协同对环渤海城市经济高质量增长有显著的积极影响。港城协同水平的提升促进本地经济高质量增长的同时也促进周边城市经济高质量增长，且对周边城市的间接带动作用大于对本地的直接带动作用。劳动力投入对本市经济高质量增长发挥积极作用，政府干预程度的提高对周边城市经济高质量增长产生正向影响。

3）基于分区视角，津冀、辽宁和山东的港城协同对城市经济高质量增长均表现出明显的空间溢出效应，但各地情况存在差异性。津冀、山东港城协同的直接效应和间接效应均对城市经济高质量增长产生正向影响，即港城协同显著促进港口所在城市及周边城市的经济高质量增长，而辽宁港城协同的直接效应和间接效应作用方向一致且均为负向影响，即港城协同对城市经济高质量增长具有抑制作用。

4）港城协同对城市经济高质量增长的促进作用存在门槛效应且呈边际效应递增特征。将港城协同水平划分为“$D\leqslant0.257$”和“$D>0.257$”两个阶段，不同阶段的港城协同均对城市经济高质量增长均产生显著正向影响，但当港城协同度超过门槛值 0.257 时，影响作用大幅提升，即港城协同水平上升对城市经济高质量增长的提升作用增大。

基于上述研究结论，为充分发挥港城协同对城市经济高质量增长的推动作用，提出以下建议。

1）坚持系统观念，有序推进港城资源整合。港口行政管理部门要加强合作，统筹规划港口建设与口岸管理重要问题。加快促进环渤海地区港口整合，明确各港口功能定位，环渤海港口间形成良性竞合机制，避免整合过程中资源浪费与利益分配不均问题。沿海港口要因地制宜，结合所在城市功能推动转型升级，拓展服务功能，注意港口的建设与城市经济规模相适，同时，城市临港产业的发展结合自身资源禀赋，建立与港口经济相配套的产业体系，以适应全球经济贸易的发展趋势。

2）统筹发展港城布局，实现区域一体化发展。推进港口建设供给侧结构性改革，平衡好消费与投资关系，提高政府投资效益。优化环渤海经济圈整体规划，减少行政壁垒，为商贸企业跨市、跨省服务提供便利条件。拓展物流网络、建立信息共享平台，优化集疏运体系，确保地区间交通、信息通道顺畅。增强区域联动，完善城市间合作机制，保障资源要素的高效流通与共享，将环渤海地区打造为带动区域高质量发展的重要增长极。

3）增强国家枢纽海港带头作用，利用好空间溢出效应。深化大连、天津和青岛等核心城市的发展地位，突出沿海城市的特殊发展优势，构建具有区域特色的现代化产业体系，聚焦绿色低碳和数字

化智能化发展方向，鼓励其进行创新与知识外溢，功能上以强带弱，发挥作用。加快推动国际航运中心的建设，强化腹地经济支撑，港城间形成协同发展的良性发展格局，协同水平高与低的地区差异化发展，优势互补，协同共生。

4）提升港城协同水平，推动城市高质量均衡发展。依托港口发展临港产业和现代服务业等，推动临港产业零散布局向链式发展转型，形成产业集聚效应。完善城市基础设施，提高城市综合承载能力，支持港口竞争力提升。鼓励和支持传统产业数字化、智能化、绿色化发展。积极发展海洋经济，形成更安全、更包容、更高效的多元化经济结构。坚持生态优先、绿色共享，持续深化港城资源共享、产业联动，加速推动港城深度融合发展，运用好港城协同的边际效应递增规律，实现以城育港、以城聚人，构建绿色低碳循环发展经济体系。

## 参考文献


毕森，张丽，谷雨，等，2020. 21 世纪海上丝绸之路沿线港口及港城关系变化分析[J]. 中国科学院大学学报，37(1)：74-82.〔Bi Sen，Zhang Li，Gu Yu，et al.，2020. Analysis of the changes of ports and port-city relationships along the 21st-Century Maritime Silk Road [J]. Journal of University of Chinese Academy of Sciences，37(1)：74-82.〕

陈小龙，狄乾斌，2023. 区域高质量发展的空间联系及辐射效应研究：以辽宁沿海经济带为例[J]. 地理科学进展，42(11)：2126-2142.〔Chen Xiaolong，Di Qianbin，2023. Spatial connection and radiation effect of regional high-quality development：A case study of the Liaoning coastal economic belt [J]. Progress in Geography，42(11)：2126-2142.〕

陈艳，吕云翔，谢亚雯，2019. 基于系统动力学的港城耦合系统可持续发展研究：以青岛港为例[J]. 中国储运(4)：113-120.

范厚明，马梦知，温文华，等，2015. 港城协同度与城市经济增长关系研究[J]. 中国软科学(9)：96-105.〔Fan Houming，Ma Mengzhi，Wen Wenhua，et al.，2015. Research on the relationship between the synergy degree of port-city system and urban economic growth [J]. China Soft Science(9)：96-105.

方惠，常志朋，2024. 长三角港城协调水平对城市经济增长影响的空间效应研究[J]. 安徽工业大学学报(自然科学版)，41(1)：109-117.〔Fang Hui，Chang Zhipeng，2024. A study of spatial effect of port-city coordination level on urban economic growth in Yangtze River Delta [J]. Journal of Anhui University of Technology (Natural Science)，41(1)：109-117.〕

高涛，高金敏，曲林迟，2017. 基于 DEA 和偏相关分析的港城发展关联效应[J]. 中国航海，40(2)：129-134.〔Gao Tao，Gao Jinmin，Qu Linchi，2017. Correlation effect of port-city development investigation with DEA and partial correlation analysis [J]. Navigation of China，40(2)：129-134.〕

郭建科，吴陆陆，李博，等，2020. 多功能视角的沿海港口城市体系位序规模结构及耦合类型[J]. 地理科学，40(7)：1050-1061.〔Guo Jianke，Wu Lulu，Li Bo，et al.，2020. Rank-size structure and coupling type of coastal port city system based on multifunctional perspective [J]. Scientia Geographica Sinica，40(7)：1050-1061.〕

胡文涛，戴淑庚，2024. 金融开放与经济高质量发展：来自中国城市的实证证据[J]. 经济问题探索(4)：51-70.〔Hu Wentao，Dai Shugeng，2024. Financial opening-up and high-quality economic development：Empirical evidence from urban China [J]. Inquiry into Economic Issues (4)：51-70.〕

华欣，吕成双，王彤，2023. 港城共生政策环境对经济高质量发展的促进：来自天津市的证据[J]. 现代城市研究(11)：42-50.〔Hua Xin，Lv Chengshuang，Wang Tong，2023. The promotion of the policy environment of port-city symbiosis to high-quality economic development：Evidence from Tianjin [J]. Modern Urban Research (11)：42-50.〕

李南，杨翼，张立华，2022. 基于复合系统模型的环渤海地区港口与城市共生性评价[J]. 地理与地理信息科学，38(4)：68-73.〔Li Nan，Yang Yi，Zhang Lihua，2022. Evaluation on symbiosis between ports and cities in Bohai Rim based on composite system model [J]. Geography and Geo-Information Science，38(4)：68-73.〕

梁双波，曹有挥，吴威，等，2007. 全球化背景下的南京港城关联发展效应分析[J]. 地理研究，26(3)：599-608.〔Liang Shuangbo，Cao Youhui，Wu Wei，et al.，2007. The effect analysis of Nanjing city-port interactive development under the background of globalization [J]. Geographical Research，26(3)：599-608.〕

梁育民，田思苗，2023. 物流高质量发展对区域经济的影响：基于广东省地级以上城市的实证分析[J]. 商业经济研究(4)：89-93.

刘恩梅，李南，2021. 河北省港口经济与城市经济耦合发展关系研究[J]. 产业创新研究(21)：20-23.

刘宏，颜雨晴，周宝刚，2023. 基于绿色 GDP 的港城驱动关系与影响因素研究：以辽宁沿海经济带为例[J]. 河南科学，41(1)：97-107.〔Liu Hong，Yan Yuqing，Zhou Baogang，2023. Driving relationships and influence factors of port-city based on the green GDP：The case of Liaoning coastal economic belt [J]. Henan Science，41(1)：97-107.〕

刘琳，尹凤，2020. 港口对腹地城市经济增长的空间溢出效应研究[J]. 交通运输系统工程与信息，20(3)：144-149.〔Liu Lin，Yin Feng，2020. Spatial spillover effects of ports on economic growth of hinterland cities [J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology，20(3)：144-149.〕

孟魁，李成标，张晨，2023. 港口物流、产业结构与城市经济发展：基于长江经济带的实证[J]. 统计与决策，39(23)：123-127.

邱一君，章强，2024. 基于空间杜宾面板模型的中国港口溢出效应研究[J]. 上海海事大学学报，45(3)：65-74.〔Qiu Yijun，Zhang Qiang，2024. Spillover effect of Chinese ports based on the spatial Durbin panel model [J]. Journal of Shanghai Maritime University，45(3)：65-74.〕

沈立新，徐阳，杨琴，2022. 海上丝绸之路沿线港口发展对经济增长的空间溢出效应[J]. 大连海事大学学报，48(1)：42-51.〔Shen Lixin，Xu Yang，Yang Qin，2022. Spatial spillover effect of port development along the Maritime Silk Road on national economic growth [J]. Journal of Dalian Maritime University，48(1)：42-51.〕

王列辉，苏晗，朱艳，2022. 21 世纪海上丝绸之路沿线港口城市的功能类型与生命周期[J]. 世界地理研究，31(3)：453-465.〔Wang Liehui，Su Han，Zhu Yan，2022. Port-city relationship and life cycle of port cities along the Maritime Silk Road [J]. World Regional Studies，31(3)：453-465.〕

王选飞，林仲豪，梁珊，2020. 粤港澳大湾区港城关系发展评价[J]. 统计与决策，36(24)：184-188.

文江雪，邓宗兵，王定祥，2021. 临港产业集聚对区域经济高质量发展的影响：基于知识溢出的视角[J]. 城市问题(4)：62-73.

徐士伟，许鑫，2017. 基于共生理论的天津港城协调发展研究[J]. 同济大学学报(社会科学版)，28(5)：65-72.〔Xu Shiwei，Xu Xin，2017. Research on the coordinated development relationship between Tianjin port and city：Based on the symbiosis theory [J]. Tongji University Journal Social Science Section，28(5)：65-72.〕

徐晓慧，2022. 数字经济与经济高质量发展：基于产业结构升级视角的实证[J]. 统计与决策(1)：95-99.〔Xu Xiaohui，2022. Digital economy and high-quality economic development：An empirical study based on the upgrading of industrial structure [J]. Statistics & Decision(1)：95-99.〕

杨山，潘婧，2011. 港城耦合发展动态模拟与调控策略：以连云港为例[J]. 地理研究，30(6)：1021-1031.〔Yang Shan，Pan Jing，2011. Dynamic simulation and regulation of port-city coupling development：Taking Lianyungang as a case [J]. Geographical Research，30(6)：1021-1031.〕

叶善椿，欧卫新，2021. 基于空间杜宾模型的广东省港口与城市经济空间效应研究[J]. 上海海事大学学报，42(2)：103-110.〔Ye Shanchun，Ou Weixin，2021. Study on spatial effect between ports and their economy in Guangdong province based on the spatial Durbin model [J]. Journal of Shanghai Maritime University，42(2)：103-110.〕

殷翔宇，祝合良，曲明辉，2022. 中国沿海港口港城关系发展及对城市经济增长作用[J]. 地理科学，42(6)：984-992.〔Yin Xiangyu，Zhu Heliang，Qu Minghui，2022. Development of port-city relationship and its effect on urban economic growth in China's coastal ports. [J]. Scientia Geographica Sinica，42(6)：984-992.〕

殷翔宇，宗会明，曲明辉，等，2023. 我国沿海港口港城关系协同发展与驱动机制研究[J]. 人文地理，38(1)：64-70.〔Yin Xiangyu，Zong Huiming，Qu Minghui，et al.，2023. Research on coordinated development and driving mechanism of port-city relationship of coastal ports in China [J]. Human Geography，38(1)：64-70.〕

于少强，宋夏薇，陈康，2024. 环渤海港口对城市经济的空间溢出效应研究[J]. 中国航海，47(1)：71-80.〔Yu Shaoqiang，Song Xiawei，Chen Kang，2024. Spatial overflow effects of ports on the urban economy in Bohai Rim [J]. Navigation of China，47(1)：71-80.〕

张忠杰，许宏宇，2023. 黄河经济带高质量发展的空间差异及溢出效应分析[J]. 软科学，37(4)：129-135.〔Zhang Zhongjie，Xu Hongyu，2023. Spatial differences and spillover effects of high-quality development in the Yellow River economic belt [J]. Soft Science，37(4)：129-135.〕

周宝刚，邹珊珊，怀青，2024. 基于可持续发展的辽宁沿海经济带港城协调发展研究[J]. 河南科学，42(3)：393-403.〔Zhou Baogang，Zou Shanshan，Huai Qing，2024. Coordinated development between port and city in Liaoning coastal economic belt based on sustainable development [J]. Henan Science，42(3)：393-403.〕

Guo Jianke，Qin Yafeng，Du Xiaofei，et al.，2020. Dynamic measurements and mechanisms of coastal port-city relationships based on the DCI model：Empirical evidence from China [J]. Cities，96：102440.

Hong Yitian，2020. Research on port logistics and coastal economic development [J]. Journal of Coastal Research ,115(S1)：280-282.

Hou Jian，Shi Juming，Chen Liangyu，et al.，2024. Exploring the spatial spillover effects of Yangtze River Delta ports on urban economic growth[J]. Plos One，19(8)：0307770

Huang Zhenyu，Yang Ying，Zhang Fengmei，2022. Configuration analysis of factors influencing port competitiveness of hinterland cities under TOE framework：Evidence from China [J]. Journal of Marine Science and Engineering，10(10)：1558.

Mou Naixia，Wang Chunying，Chen Jinhai，et al.，2021. Spatial pattern of location advantages ofports along the Maritime Silk Road [J]. Journal of Geographical Sciences，31(1)：149-176.〕

Munim Z H，Schramm H J，2018. The impacts of port infrastructure and logistics performance on economic growth：The mediating role of seaborne trade [J]. Journal of Shipping & Trade，3(1)：1-19.

Santos A M P，Salvador R，Dias J C Q，et al.，2018. Assessment of port economic impacts on regional economy with a case study on the port of Lisbon [J]. Maritime Policy & Management，45(5)：684-698.

Wang Chao，Lim M K，Zhang Xinyi，et al.，2020. Railway and road infrastructure in the Belt and Road initiative countries：Estimating the impact of transport infrastructure on economic growth [J]. Transportation Research Part A：Policy and Practice，134：288-307.