

京津冀城市群协同发展机理与空间分异特征研究： 基于 DEA 模型的测算与评价

周 伟¹, 董浩然², 安树伟¹

(1. 首都经济贸易大学城市经济与公共管理学院, 北京 100070;

2. 首都经济贸易大学金融学院, 北京 100070)

摘 要:基于 DEA 方法和空间自相关模型, 测算并分析 2007—2020 年京津冀城市群协同发展度及空间演化特征。研究发现: (1) 京津冀城市群协同发展度均值呈缓慢下降趋势; (2) 京津冀各地区间协同发展度变异系数变动幅度较小, 但协同发展度差距总体表现为平稳上升态势; (3) 从协同发展度空间分布看, 京津冀城市群协同发展度呈现北高南低、由内向外依次递减的特征。并进一步从时空两个维度, 对京津冀城市群协同发展度进行空间分异与自相关分析评估, 横向比对各城市协同发展度状况, 纵向探究协同发展度空间演化规律与特征, 剖析各城市协同度发展变化成因, 旨在深入推进京津冀区域内部协同, 提升京津冀城市群整体协同发展度, 推动京津冀高质量发展, 努力使京津冀成为中国式现代化的先行区和示范区。

关键词:京津冀城市群; 协同发展度; 空间分异; 空间自相关

中图分类号:F061.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-0566(2023)08-0073-13

Mechanism and spatial differentiation characteristics of coordinated development in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration: Calculation and evaluation based on DEA model

ZHOU Wei¹, DONG Haoran², AN Shuwei¹

(1. School of Urban Economics and Public Management, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China; 2. School of Finance, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China)

Abstract: Based on DEA method and spatial autocorrelation model, this paper calculates and analyzes the collaborative development degree and spatial evolution characteristics of Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration from 2007 to 2020. The research found that: (1) the average degree of collaborative development in Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration showed a slow downward trend; (2) The changing degree of variation coefficient of the cooperative development in Beijing-Tianjin-Hebei region is relatively small, but the gap of the degree of cooperative development generally shows a steady rise; (3) From the perspective of spatial distribution, the degree of coordinated development of the Beijing-Tianjin-Hebei city cluster is higher in the north and lower in the south, and decreases from inside to outside. This paper further conducts spatial differentiation and autocorrelation analysis evaluation of the degree of collaborative

收稿日期: 2023-05-07 修回日期: 2023-07-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(71733001); 国家社会科学基金项目(17BJL054)。

作者简介: 周伟(1964—), 男, 北京人, 博士, 首都经济贸易大学城市经济与公共管理学院副教授、研究生导师, 研究方向为区域产业经济、空间计量经济。

development in Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration from both temporal and spatial dimensions, compares the status of the degree of collaborative development of various cities horizontally, and explores the spatial evolution law and characteristics of the degree of collaborative development vertically, Analyze the causes of the development and change of the coordination degree in each city, It aims to further promote coordination within the Beijing-Tianjin-Hebei region, in order to enhance the overall degree of collaborative development in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration and achieve high-quality economic development, and also make efforts to make Beijing-Tianjin-Hebei region a pilot and demonstration zone for Chinese-style modernization.

Key words: Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration; collaborative development degree; spatial differentiation; spatial autocorrelation

在中国特色社会主义进入新时代、我国社会主要矛盾转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分发展之间的矛盾背景下,实施京津冀协同发展等重大国家战略对于培育发展现代化都市圈和城市群、构建区域协调发展新格局,解决区域发展不平衡、地区发展差距大等问题具有重要意义。京津冀协同发展的目标就是要通过深化区域合作,促进区域资源有效整合与产业分工协作,优化资源配置,通过疏解北京非首都功能,调整经济结构和空间结构,形成区域间产业合理分布和上下游联动机制,提高京津冀地区经济综合实力、推动三地协同发展和可持续发展,打造具有重要国际影响力的世界级城市群、区域整体协同发展改革引领区、全国创新驱动经济增长新引擎。虽然京津冀城市群协同创新发展已经取得了显著成效,极大地推动了城市群各城市发展、显著增强了京津冀城市群的国际竞争力,但依然面临着市场分割、城市群内各城市间协同度不高、发展不平衡和不充分等问题。为解决北京“大城市病”等问题、促进京津冀城市群各城市功能互补、协同发展,需要对京津冀城市群协同发展度进行测度与评价,分析京津冀城市群协同发展的现状与特征,提出有针对性和可行性的政策建议,从而推动京津冀协同发展迈向更高水平、实现更高质量发展。

一、文献综述

学界对于区域经济协同发展内涵与特征的研究不断深入,取得了一定成果。Haken^[1]认为系统能否发挥协同效应是由系统内部各子系统或组分的协同作用决定的,序参量的大小代表系统在宏观上的有序度;区域经济协同发展表现出自组织特征与行为机制,各子系统在不断相互促进、彼此

优化合作中实现有机整合^[2]。也有学者将区域协同发展定义为一种过程,即在政府的明确干预下,某一地区内部或不同地区之间的发展过程逐渐实现合理化^[3];区域经济协同发展是地区经济持续发展的前提、基础和手段,能够通过提高资源利用效率实现区域系统的整体性聚合^[4];通过相互合作实现互利共赢的目标^[5]。还有学者通过构建京津冀协调发展指标体系,对京津冀协调发展的变化趋势进行测算分析和评价,研究如何破除京津冀协同发展的体制机制障碍^[6]。

关于区域内子系统之间协同发展度指标体系构建与空间协同研究,郭湖斌等^[7]通过熵权法测算了 2001—2016 年长三角区域物流和区域经济的综合发展水平,基于耦合评价模型研究了区域内和区域间的协同度,发现长三角区域物流和区域经济两系统间存在显著的协同关系。何天祥等^[8]构建了产业、交通、市场、创新 4 个一级指标、产业结构等 8 个二级指标以及人均 GDP 等 16 个三级指标体系,通过空间计量模型研究发现高铁网络对湖南区域经济协同发展水平具有“双刃剑”影响。张铃等^[9]等基于“创新、绿色、协调、共享、开放”五大发展理念构建高质量发展评价指标体系,利用耦合协调度模型测算四川省五大经济区耦合协同发展度,对各子系统的障碍因子进行了诊断识别和分析。韩增林等^[10]以辽宁大连为例,建生态系统生产总值—经济发展耦合协调模型与指标体系,从时空两个维度对大连市生态系统与经济系统的耦合协调关系进行分析并提出对策建议;Liu 等^[11]运用空间分析方法和空间计量经济学模型对城市经济、社会及生态系统的相互作用进行研究,解释其空间波动与空间演化趋势,认为城市

协调发展具有明显的空间异质性和空间依赖性。Ji 等^[12]基于人口、社会、经济、资源、生态和环境 6 个子系统构建相关评价指标体系,通过 AHP 层次分析和熵权法 EW(Entropy Weight)分配每个子系统的权重,引入并计算协调指数(CI)和协调发展指数(CDI),评价京津冀协调度和协调发展度的变化。

目前,对区域协同发展度的测度方法并不统一,主要有扩展的 DEA 法、复合系统协同度模型、距离协同模型、哈肯模型、灰色关联分析等。李琳等^[13]利用扩展 DEA 方法对我国区域经济协同发展特征和变动态势进行了实证研究,认为我国东部、中部和西部的区域协同发展水平具有显著异质性。有学者基于复合系统协同度模型和计量经济模型对京津冀经济协同发展度进行测算与评价,继而提出政策建议^[14-15];李健等^[16]运用距离协同模型对京津冀地区 1995—2014 年的协同发展水平进行了分阶段测度分析,认为不同时段的发展度和协同度有不同特点,2010 年以后京津冀协同度水平处于上升态势,京津冀一体化发展的成效逐步显现,但任重道远。欧阳慧等^[17]使用哈肯模型从协同比例、规模、质量、强度和密度 5 个方面对中国区域协同发展度的特征进行了识别;骆琪等^[18]基于 Vague 集距离和灰色关联分析法,建立高技术产业供需协同发展模型,提出了京津冀高技术产业供需协同发展路径。

综上所述,目前关于协同发展的研究局限于对某地域相关子系统或特定行业协同发展水平的分析,缺少对不同区域间协同发展水平的动态评估。本文的边际贡献在于对京津冀协同发展的作用机理、影响因素与表现特征进行了理论分析,使用 DEA(Data Envelopment Analysis)方法和 Deap 2.1 软件,对 2007—2020 年京津冀城市群各城市协同发展度进行了测算评价;通过 GEODA 软件计算 Moran's I 指数,结合分位图和 Moran 散点图对京津冀城市群 13 个主要城市的协同发展度进行空间分异与自相关分析,揭示京津冀城市群各城市协同发展度的空间演变过程及动态特征,在研究方法和时间维度上丰富了区域经济协同发展度的理论,具有较强的实践应用性和学术价值,所

得结论和政策启示对京津冀协同发展战略的贯彻实施具有重要决策参考价值。

二、研究方法与指标体系构建

(一)研究方法

本文采用 DEA 方法测算得出 2007—2020 年京津冀城市群的协同发展度并进行动态比较分析。DEA 是一种广泛使用的效率评价方法,可以衡量各个决策单元的相对效率并寻找最优决策组合。作为 DEA 方法的基础模型,CCR 模型基于线性规划思想,将各个决策单元的输入和输出数据作为约束条件,以各个决策单元的权重值为目标函数,通过寻找最优权重值来计算各个决策单元的效率。

假设有 n 个决策单元(decision making unit, DMU),每个 DMU 都有 m 种输入和 s 种输出,CCR 模型如下:

$$\begin{array}{l} v_1 \quad 1 \rightarrow \\ v_2 \quad 2 \rightarrow \\ \vdots \quad \vdots \\ v_m \quad m \rightarrow \end{array} \left(\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & \cdots & j & \cdots & n \\ x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{array} \right)$$

$$\left(\begin{array}{cccccc} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1j} & \cdots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2j} & \cdots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ y_{s1} & y_{s2} & \cdots & y_{sj} & \cdots & y_{sn} \end{array} \right) \rightarrow \begin{array}{cc} 1 & u_1 \\ 2 & u_2 \\ \vdots & \vdots \\ s & u_s \end{array}$$

其中, x_{ij} 表示第 j 个 DMU 对第 i 种输入量, $x_{ij} > 0$; y_{rj} 表示第 j 个 DMU 对第 r 种输出量, $y_{rj} > 0$; v_i 表示对第 i 种输入的权重; u_r 表示对第 r 种输出的权重; $i = 1, 2, \cdots, m$; $j = 1, 2, \cdots, n$; $r = 1, 2, \cdots, s$ 。

$$x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \cdots, x_{mj})^T, j = 1, 2, \cdots, n$$

$$y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \cdots, y_{sj})^T, j = 1, 2, \cdots, n$$

$$v = (v_1, v_2, \cdots, v_m)^T$$

$$u = (u_1, u_2, \cdots, u_s)^T$$

x_j 和 y_j 分别为第 j 个 DMU 的输入、输出向量, $j = 1, 2, \cdots, n$ 为已知数据。

对于权重系数 v 和 u , DMU_j 的效率评价指数为:

$$h_j = \frac{u^T y_j}{v^T x_j} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

DEA 模型包括“技术有效”和“规模有效”,二者相乘为“综合有效”。当投入、产出达到最优配比时,系统实现“技术有效”,系统较为协同,因此定义“技术有效”为协同有效度,“规模有效”为发展有效度,“综合有效”为协同发展有效度(协同发展度)。

A 系统(输入)对 B 系统(输出)的协同有效度公式为:

$$\begin{aligned} \text{Max } h_e(A/B) &= \frac{U^T Y_B}{V^T X_A} \\ \text{s. t. } \frac{U^T Y_B}{V^T X_A} &\leq 1 \\ v &\geq 0; u \geq 0 \end{aligned}$$

A 系统对 B 系统的发展有效度为:

$$f_e(A/B) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \lambda_{A/B_j}}$$

$h_e(A/B)$ 越接近于 1, A、B 系统协同效果越好。若 $h_e(A/B) = 0$, 表明 A、B 系统之间是完全不协调的, A 系统的投入对系统 B 的产出是无关的;若 $h_e(A/B) = 1$, 表明系统 A 的输入对系统 B 输出的效率最优,协同发展效果最好。

A 系统对 B 系统协同发展度计算:

若 $h_e(A/B)$ 表示子系统 A 对子系统 B 的协同有效程度, $f_e(A/B)$ 表示子系统 A 对子系统 B 的发展有效程度,则 A 对 B 的协同发展度 $zh_e(A/B)$ 的计算公式为:

$$zh_e(A/B) = h_e(A/B) \times f_e(A/B)$$

(二)京津冀协同发展作用机理与指标体系构建

1. 作用机理与指标测算方法

区域经济协同发展是两个或两个以上的区域之间相互协作与合作,持续推进整体区域经济实现由无序向有序、从低效向高效转化的过程,即实现耗散结构的过程。根据耗散结构理论,区域经济系统形成耗散结构的标准是系统开放性、达到非平衡态、存在非线性相互作用、“涨落”有序和突变等。在本文选择的影响因素中,地方保护水平衡量区域经济协同发展的开放程度;区域比较优势衡量远离平衡的程度,即是否处于非平衡态;要素自由流动水平衡量

非线性作用的强度。在上述条件的基础上,通过放大“涨落”现象及突变使表现特征发生变化。

区域经济协同发展有 3 个表现特征:①子系统的共生性。区域经济系统的共生性表现为子系统相互竞争与合作,使区域内的资源得到优化配置,子系统存在共生性的前提是区域间开放,系统的开放性是形成耗散结构的必要条件。②全系统的高效性。区域经济协同发展不是以牺牲某个区域的发展为代价来获取另一区域的发展,而是强调整体利益大于局部利益。③过程的动态性。在区域经济协同发展过程中,系统内的各个要素经过不断地流动,在长期发展变化中,逐渐由无序、低效向有序、高效转化,对区域经济协同发展进行动态评价可以体现过程的动态性。

区域经济协同发展的作用机理可以归纳为区域经济系统在地方保护水平、区域比较优势和要素自由流动水平等影响因素的作用下,通过消除区域贸易壁垒、提高资源分配效率和减少资源交换成本,促进子系统相互之间的竞争与合作,加强联系,从而对区域经济联系水平、区域经济总体水平和区域经济总体效率产生影响,进而使表现特征的共生性、高效性(量、质)发生变化,逐步形成协同发展新格局,如图 1 所示。

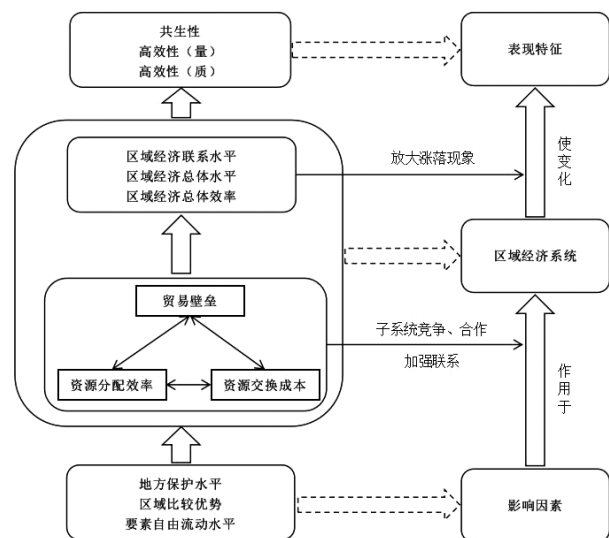


图 1 区域经济协同发展的作用机理

由此将区域经济系统的影响因素与表现特征归纳为表 1。

表1 区域经济协同发展影响因素及表现特征指标解释

类别	衡量因素	衡量变量	衡量指标	相关性	关系解释
影响因素	地方保护水平	市场分割程度	市场分割指数	负相关	地方保护水平由市场分割程度(市场分割指数)体现,与区域经济协同发展呈负相关关系,即地方保护水平越低,行政边界程度和贸易壁垒越低,区域开放性程度越高,则越有利于区域之间资源、信息等交换,协同发展度越高
	区域比较优势	区域比较优势度	区域比较劳动生产率	正相关	区域所拥有的人才、科技、资本等自身比较优势可以用区域比较优势度衡量,与协同发展呈正相关关系,说明区域按照各自比较优势,分配资源的效率和程度越高,则协同发展度越高
	要素自由流动水平	省市间贸易依存度	省际贸易依存度	正相关	要素自由流动水平与协同发展度呈正相关性;流动水平越高,资源、商品等交换成本越低,效率越高,进而促进区域间的竞争与合作,使非线性作用越强,协同发展度越高
表现特征	共生性	区域经济联系水平	区域经济联系度	正相关	协同发展度越高,区域合作程度越高,区域经济联系水平越高,共生性越强,呈正相关关系
	高效性(量)	区域经济总体水平	人均GDP	正相关	协同发展度越高,越容易与其他区域相互合作;通常人均GDP越高,区域经济总体水平越高,高效性(量)越明显
	高效性(质)	区域经济总体效率	社会劳动生产率	正相关	协同发展度越高,与高效率的区域更容易发生联系;区域经济总体效率高,有利于协同发展以及劳动生产率的提高,能够体现出高效性(质)

综合借鉴相关学者的研究^[19-23],根据区域经济协同发展的影响因素、表现特征以及科学性、系统性、客观性、可比性和可行性原则,构建区域经济协同发展度评价指标体系(见表2)。

表2 区域经济协同发展度评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
区域经济协同发展度	影响因素(投入)	X_1 市场分割指数
		X_2 区域比较劳动生产率
		X_3 省际贸易依存度
	表现特征(产出)	X_4 区域经济联系度
		X_5 人均GDP
		X_6 社会劳动生产率

(1)市场分割指数(Market Segmentation Index, MSI)

$$\Delta M_{ijt}^k = \ln(PI_{it}^k) - \ln(PI_{jt}^k) \quad (1)$$

$$Var(M_{ijt}^k) = Var(|\Delta M_{ijt}^k| - |\overline{\Delta M_t^k}|) \quad (2)$$

式(1)、式(2)中, PI 表示商品价格指数, i,j 表示不同地区, k 表示第 k 种商品, ΔM_{ijt}^k 表示 i,j 地区之间在 t 年内商品价格指数的对数之差, $\overline{\Delta M_t^k}$ 表示所有地区第 t 年内商品的价格指数的均值;对 ΔM_{ijt}^k 与 $\overline{\Delta M_t^k}$ 绝对值之差求方差, $Var(M_{ijt}^k)$ 表示在 t 年内, i 与 j 地区之间的市场分割程度。市场分割程度数值越小,说明 i,j 地区之间市场一体化程度越高,进而说明区域间协同发展度也越高。

(2)区域比较劳动生产率(Regional Comparison of Labor Productivity, RCLP)

$$RCLP_i = \frac{GDP_i / GDP}{Labor_i / Labor} \quad (3)$$

式(3)中, GDP_i 表示地区 i 的生产总值, GDP 为各地区生产总值之和; $Labor_i$ 表示地区 i 的就业人数, $Labor$ 表示各地区城镇非私营在岗就业人员人数之和。

(3)省(市)间贸易依存度(Inter-Provincial Trade Dependence, IPTD)

$$IPTD = \frac{T_r}{GDP} = \frac{N - T_i}{GDP} \quad (4)$$

式(4)中, T_r 表示省(市)间贸易, N 表示货物和劳务净出口, T_i 表示国际贸易差额。省(市)间贸易依存度指标数值越大,表明区域间合作水平越高。

(4)区域经济联系度(Degree of Regional Economic Connection, DREC)

$$DREC_{ij} = \frac{\sqrt{H_i \times GDP_i} \times \sqrt{H_j \times GDP_j}}{D_{ij}^2} \quad (5)$$

式(5)中, $DREC_{ij}$ 为 i,j 城市的经济联系强度; H_i, H_j 为 i,j 城市的人口数量; GDP_i, GDP_j 分别为 i, j 城市的生产总值; D_{ij} 为 i,j 两城市最短路径的距离。

(5)人均地区生产总值(GDP Per Capita, GDPPC)

$$GDPPC_i = \frac{GDP_i}{Capita_i} \quad (6)$$

人均地区生产总值是衡量区域经济发展的重要指标之一,用地区生产总值 GDP 与常住人口数量之比表示。其中, GDP_i 表示 i 地区生产总值, $Capita_i$ 为 i 地区总人口。

(6) 社会劳动生产率(Social Labor Productivity, SLP)

$$SLP_i = \frac{GDP_i}{Labor_i} \quad (7)$$

社会劳动生产率用地区生产总值 GDP 与地区城镇非私营在岗就业人员人数之比表示。其中, $Labor_i$ 表示 i 地区城镇非私营在岗就业人员人数; SLP_i 为 i 地区社会劳动生产率,其数值越大,区域经济发展程度越高。

2. 数据来源与指标确定

本文使用 Deap2.1 软件进行 DEA 数据包络分析,数据来源于 2007—2020 年《北京统计年鉴》《天津统计年鉴》与《河北经济年鉴》。为保证数据有效性,在构建模型时设定决策单元 DMU 的数量必须大于等于投入与产出变量数量之和的 3 倍,而本文研究关注的是京津冀城市群 13 个城市的协

同发展度,因此 DMU 的数量为 13 个,投入和产出变量的数量之和不能超过 4 个。最终依据前文所选指标进行调整,实际投入指标更改为市场分割指数和区域比较劳动生产率 2 个;产出指标更改为区域经济联系度和人均 GDP 2 个。

三、京津冀城市群协同发展度测算与评价

(一) 京津冀城市群协同发展度评价

1. 京津冀城市群各城市协同发展度排名

使用 DEA 方法对京津冀城市群 13 个城市在 2007—2020 年间的经济协同发展度进行测算,并对其动态发展趋势进行评价。计算结果显示(见表 3):京津冀城市群平均协同发展度为 0.414,尚未到达 DEA 有效水平(协同发展度为 1 则达到 DEA 有效),仍有较大提升空间。将协同发展度均值排名前四位的城市列属于第一梯队,后四位的城市归属于第三梯队,中间城市则为第二梯队。按照 2007—2020 年协同发展度均值排名,第一梯队的城市为北京、天津、唐山和廊坊;第二梯队的城市为石家庄、承德、秦皇岛、沧州和张家口;第三梯队的城市为邯郸、保定、衡水和邢台。

表 3 2007—2020 年京津冀城市群协同发展度及排名

城市	年份															
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	均值	排名
北京	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1
天津	0.719	0.977	0.607	0.529	0.743	0.651	0.658	0.795	0.618	0.597	0.548	0.773	0.926	0.616	0.697	2
石家庄	0.376	0.443	0.300	0.313	0.460	0.510	0.427	0.456	0.311	0.276	0.245	0.461	0.480	0.457	0.394	5
承德	0.259	0.526	0.265	0.311	0.346	0.353	0.315	0.404	0.255	0.251	0.216	0.370	0.294	0.401	0.326	7
张家口	0.331	0.292	0.276	0.271	0.268	0.277	0.275	0.286	0.256	0.250	0.208	0.271	0.272	0.372	0.279	9
秦皇岛	0.344	0.508	0.380	0.378	0.389	0.356	0.354	0.335	0.321	0.314	0.273	0.452	0.389	0.349	0.367	6
唐山	0.670	0.729	0.607	0.598	0.827	0.760	0.732	0.563	0.367	0.335	0.357	0.729	0.657	0.567	0.607	3
廊坊	0.613	1.000	0.336	0.507	0.523	0.375	0.430	0.647	0.392	0.346	0.374	0.529	0.630	0.732	0.531	4
保定	0.296	0.270	0.224	0.210	0.205	0.273	0.277	0.279	0.273	0.271	0.208	0.217	0.209	0.219	0.245	11
沧州	0.326	0.617	0.190	0.313	0.454	0.280	0.309	0.265	0.212	0.207	0.167	0.196	0.197	0.205	0.281	8
衡水	0.233	0.271	0.169	0.171	0.189	0.203	0.203	0.202	0.200	0.192	0.152	0.186	0.154	0.182	0.193	13
邢台	0.227	0.374	0.165	0.175	0.236	0.191	0.191	0.192	0.185	0.183	0.138	0.155	0.187	0.179	0.198	12
邯郸	0.324	0.414	0.224	0.215	0.330	0.332	0.268	0.260	0.246	0.240	0.184	0.230	0.202	0.190	0.261	10
均值	0.440	0.571	0.365	0.384	0.459	0.428	0.418	0.437	0.357	0.343	0.313	0.428	0.431	0.421	0.414	—

2. 京津冀城市群协同发展度阶段性变化

京津冀城市群 13 个城市在 2007—2020 年间的平均协同发展度变化轨迹呈现不同阶段性特征:在 2007—2008 年间显著上升,随后急剧下降,2009—2011 年有所上升,自 2011 年开始

逐年下降,其中 2014 年小幅反弹,然后持续下降,2017 年降到最低点;2017—2018 年大幅上升,随后基本保持平稳。图 2 显示京津冀城市群协同发展度变化轨迹呈现波浪形变动趋势。

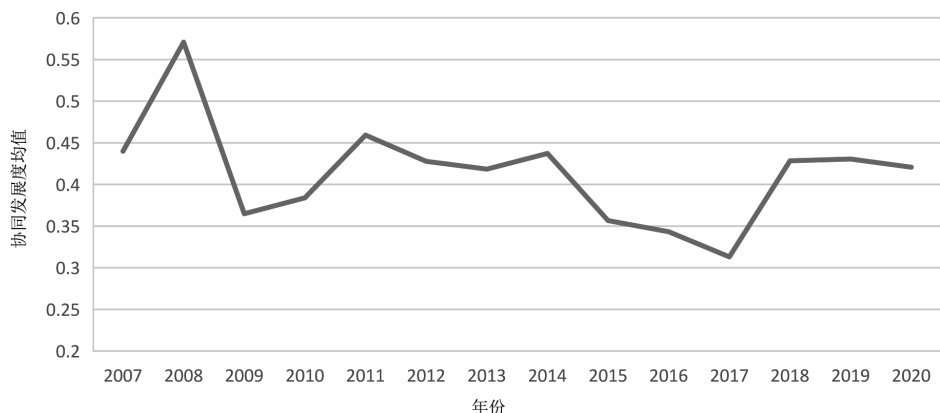


图2 2007—2020年京津冀城市群协同发展度均值

在2007—2020年间,京津冀城市群协同发展度在合理的区间内波动。从不同阶段协同度出现波动的过程及原因看:2006年底至2007年初,京津冀区域合作发展开始受到学界关注,相关研究主要围绕区域经济合作和区域协调发展等问题展开。2006年10月,吴良镛院士主持完成《京津冀地区城乡空间发展规划研究(二期报告)》,提出了“一轴三带”发展构架以及推进京津冀地区空间协调发展的建议;京冀两地政府签署了《北京市人民政府、河北省人民政府关于加强经济与社会发展合作备忘录》,设计了多个合作项目,京冀合作意愿增强;与此同时,天津滨海新区开发开放提上日程,京津冀城市群协同发展处于上升态势^[24]。2008年出现的国际金融危机使全国乃至全球经济都遭受严重冲击,京津冀金融市场亦受到了严重影响,工业生产与经济增长速度迅速下滑,就业形势恶化,严重阻碍了京津冀区域经济协同发展,表现为2008—2009年的协同发展度水平下降;在接下来的几年中,京津冀地区经济逐步复苏,协同发展度逐渐回到平稳水平。2014年京津冀协同发展上升为国家战略,同年《北京市政府工作报告》也提出要加强京津冀地区经济合作,积极贯彻落实国家区域协调发展重大战略。2015年中央政治局审议通过《京津冀协同发展规划纲要》,以创新驱动和产业协同发展为切入点,以有序疏解北京非首都功能为核心,推动京津冀协同发展。2016年京津冀三地政府相继出台相

关政策规划,大批项目签约落地,由于协同发展策略的实施有一定滞后期,政策效果的显现也需要时间沉淀,而且经济下行压力较大,因此2014年后协同发展度虽有所下降,但仍然在合理区间范围内。2017年开始,京津冀协同发展战略的政策效果开始显现出来,协同发展度处于上升态势。

3. 京津冀城市群协同发展度比较分析

2007—2020年间,协同发展度均值最高的是北京(1.000),最低的是衡水(0.193),它们之间的相对差距是5.181(比值),绝对差距是0.807(差值)。2020年最高值北京(1.000)与最低值邢台(0.179)之间的相对差距(5.587),较2007年最高值北京(1.000)与最低值邢台(0.227)之间的相对差距(4.405)总体上升了1.182;2020年最高值与最低值之间的绝对差距(0.821)较2007年绝对差数值(0.773)总体上升了6.21%,说明京津冀城市群协同发展度最高与最低城市之间的差距有所扩大。2017年京津冀城市群协同发展度的最高值和最低值之间的差距最大,协同发展度最高的城市为北京(1.000),最低的城市为邢台(0.138),最高值和最低值城市之间,相对差距为7.246,绝对差距为0.862。

京津冀城市群各城市协同发展度水平不同,变异系数(coefficient of variation)是原始数据标准差与数据平均值之比,可以体现整体数据的离散程度。图3显示2007—2020年京津冀城市群协同

发展度变异系数的变化趋势呈现不同阶段性特征:2007—2011 年间变异系数波动比较明显,2008 年变异系数达到最低值,说明此时京津冀地区 13 个城市之间的协同发展度差距最小;随后几年,协同发展度变异系数的变化呈缓慢上升趋势,至 2017 年变异系数达到最高值,表明此时京津冀地区 13 个城市之间的区域经济协同发展度差距达到

最大。2018 年变异系数出现明显下降,而后又保持相对平稳,表明自 2018 年以来京津冀的区域经济协同发展度差距有一定程度缩小,又保持了较低差距的平稳水平。总体而言,京津冀地区各城市协同发展度差距比较平稳,协同发展度变异系数的变化幅度较小,但整体上协同发展度差距有上升态势。

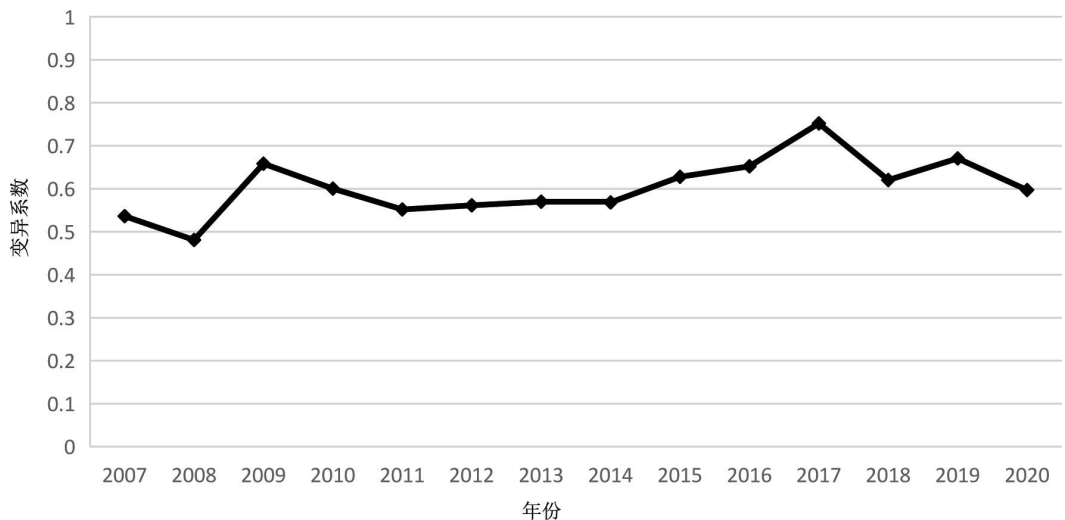


图3 2007—2020 年京津冀城市群协同发展度变异系数

(二) 京津冀城市群协同发展度空间分异特征

为探究京津冀城市群协同发展度演化过程,使用 Geoda 软件进行全局 Moran's I 指数量化分析,同时采用分位图、Moran 散点图以及聚类图等方法定性分析协同发展度空间分异状况。

1. 京津冀城市群协同发展度梯度划分

采用自然断点法将协同发展度分为不同梯队,并在分位图中以不同颜色表示,颜色深浅代表协同发展度高低,由深到浅依次为第一梯队至第三梯队,梯队排名越靠前,表示该城市的协同发展度越高(见图4、图5)。协同发展度排名前四位的城市为第一梯队,后四位为第三梯队,排名中间的城市为第二梯队。从 2007 年与 2020 年各城市协同发展度排名变动情况来看,北京、天津、唐山和廊坊始终位于第一梯队;石家庄、秦皇岛、张家口一直处于第二梯队;承德、保定由第三梯队(2007 年)上升至第二梯队(2020 年);衡水和邢台始终为第三梯队,邯郸、沧州由第二梯队(2007 年)下降

至第三梯队(2020 年)。

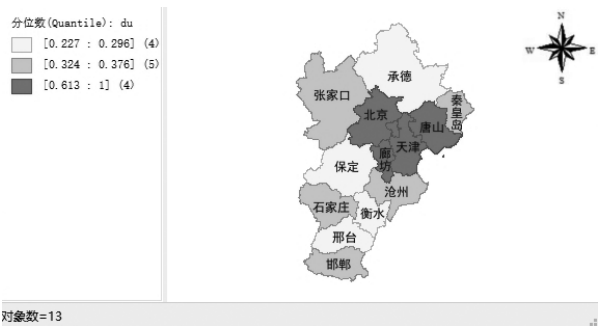


图4 2007 年京津冀城市群协同发展度分位图

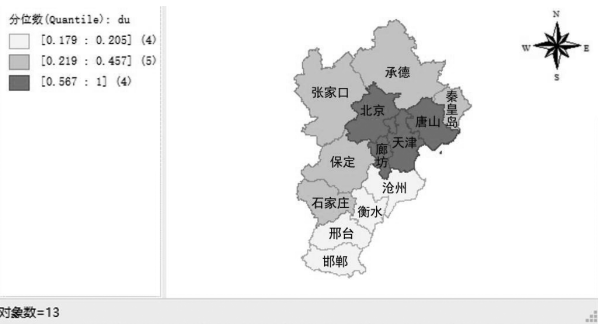


图5 2020 年京津冀城市群协同发展度分位图

表4 2007—2020年京津冀城市群协同发展度梯队

年份	城市												
	北京	天津	石家庄	承德	张家口	秦皇岛	唐山	廊坊	保定	沧州	衡水	邢台	邯郸
2007	1	1	2	3	2	2	1	1	3	2	3	3	2
2008	1	1	2	2	3	2	1	1	3	2	3	3	2
2009	1	1	2	2	2	1	1	2	2	3	3	3	2
2010	1	1	2	2	2	2	1	1	3	2	3	3	3
2011	1	1	2	2	3	2	1	1	3	2	3	3	2
2012	1	1	1	2	3	2	1	2	3	2	3	3	2
2013	1	1	2	2	3	2	1	1	2	2	3	3	3
2014	1	1	2	2	2	2	1	1	2	3	3	3	3
2015	1	1	2	2	2	2	1	1	2	3	3	3	3
2016	1	1	2	2	2	2	1	1	2	3	3	3	3
2017	1	1	2	2	2	2	1	1	2	3	3	3	3
2018	1	1	2	2	2	2	1	1	3	3	3	3	2
2019	1	1	2	2	2	2	1	1	2	3	3	3	3
2020	1	1	2	2	2	2	1	1	2	3	3	3	3

对京津冀城市群各城市所属梯队的划分,依据2007—2020历年各城市处于多数梯队的原则进行归类。由表4可以看到:北京、天津、唐山在2007—2020年的14年间都稳定排在第一梯队;廊坊除在2009年和2012年仅两年为第二梯队外,其它12年都处于第一梯队,因此将北京、天津、唐山和廊坊划为第一梯队。石家庄除在2012年为第一梯队,其它13年均处于第二梯队;秦皇岛仅在2009年为第一梯队,其它年份都为第二梯队;承德仅在2007年为第三梯队,其它年份都为第二梯队;张家口除在2008年、2011—2013年为第三梯队外,其它十年期间都处于第二梯队。保定除在2007—2008年、2010—2012年以及2018年为第三梯队外,其它八年时间都处于第二梯队。因此将石家庄、秦皇岛、承德、张家口和保定划归第二梯队。

衡水和邢台2007—2020年稳定居于第三梯队;邯郸除在2007—2009年、2011—2012年以及2018年为第二梯队外,其它八年时间都为第三梯队。沧州除在2007—2008年、2010—2013年为第二梯队,其余八年时间都为第三梯队。因此将衡水、邢台、邯郸和沧州列为第三梯队。这种分类结果与根据图4、图5进行的梯度分类一致。

从空间演变过程看,2007—2020年北京、天津、唐山和廊坊这些协同发展度较高的城市基本没有变化,总体稳定在第一梯队;秦皇岛、承德、石家庄稳定在第二梯队;张家口和保定从第三梯队上升至第二梯队,协同发展度上升。邯郸和沧州

的协同发展度下降,从第二梯队下降到第三梯队;而衡水和邢台则一直稳定在第三梯队。

是什么原因导致有些城市协同发展度上升而有些却在降低,有些上升快而有些却慢?有的城市协同发展度一直较高、城市梯度地位保持不变?其背后的原因比较复杂,有偶然性、也有必然性,总体而言与国家实施的京津冀协同发展战略有关,也与各城市的功能定位、资源禀赋、历史沿革与文化传统相关。

在2014年京津冀协同发展上升为国家战略后,2015年中央政治局又审议通过了《京津冀协同发展规划纲要》,明确提出了京津冀的整体功能定位和三省市各自功能定位。北京依托“四个中心”功能定位,持续疏解北京非首都功能,充分发挥全国科技创新中心的引领作用,不断提升创新驱动能力,因而其协同发展度始终居于首位;天津围绕“一基地三区”的功能定位,构建天津滨海—中关村科技园,打造先进制造研发基地,努力提升区域整体发展效能和核心竞争力,使其协同发展度也一直居于高位。唐山作为承担京津城市功能拓展和产业转移的重要支点城市,坚持战略性新兴产业扩容增量,培育发展未来产业,京唐联手共同打造曹妃甸协同发展示范区,拓展“京津孵化、唐山产业化”创新模式,使唐山具有较高的协同发展度。廊坊地处京津冀协同发展的最前沿和核心区,在大兴国际机场临空经济区重点发展航空物流产业,其独特的区位优势和政策优势使廊坊的协同发展度较高;同时廊坊、保定和石家庄不断完善现有商贸物流产业基础并注重发挥交通优势,承接北京区域性批发市场转移,以此驱动京津唐与廊坊保持高协同发展度,并带动提升了保定的协同发展水平。目前京津冀地区只有北京和天津两个超大城市,缺乏由超大城市向地级中心城市过度的特大城市;石家庄、保定、邯郸等区域性中心城市由于规模结构不够合理,在承接京津产业转移和承担人口疏散等功能的过程中显得能力偏弱,协同发展度处于中低水平;规模较小的沧州、衡水和邢台等区域性节点城市亦缺乏配套的产业基础和人才吸引能力,不足以实现区域间的

产业合作,导致其协同发展水平一直未能有效提升。唐山、廊坊、石家庄作为河北协同发展度较高的城市,由于自身能级有限,对周边城市辐射带动能力不足;河北南部城市衡水、邢台、邯郸对京津转移的产业和技术吸纳能力较差,也限制了协同发展度提升。张家口以冬奥冰雪旅游为契机,实现跨越式发展,通过吸收来自北京的技术和人才等资源,建设京张体育文化旅游带,使其协同发展水平从第三梯队稳步提升至第二梯队。承德、秦皇岛分别作为历史文化名城和京津冀辐射东北的节点城市,筑牢绿色发展理念,通过发展旅游、生态观光产业和健康产业集群,实现保护生态环境和拉动区域经济发展重要引擎的目标,因而其协同发展度处于第二梯队的较高水平^[25-26]。

从 2007—2020 年,京津冀城市群协同发展表现出较为明显的空间集聚特征,总体呈现出由北向南、由内向外的梯度递减趋势。协同发展度最高的地区主要集中在中东部,主要城市包括北京、天津、廊坊和唐山;京津冀西北部城市大多为第二梯队,而南部城市主要为第三梯队,经济发展相对滞后,缺乏较大的市场规模和产业基础,难以形成规模效应,一定程度上限制了经济增长的动力和潜力,协同发展度较低。总体而言,随着时间的推移,京津冀中东部城市协同发展度的集聚趋势越来越明显,而南部城市的协同发展度相对较低,但个别城市仍有突破既定格局的可能。

2. 京津冀城市群协同发展度空间自相关聚类分析

根据 2007—2020 年京津冀城市群协同发展度,使用 Geoda 软件测算得出 Moran's I 值。自相关分析是衡量区域空间自相关性的重要方法之一,而 Moran 散点图则是自相关分析的重要工具。Moran 散点图将地理空间上的观测值绘制成散点图,根据空间自相关程度将散点分布在四个象限中,这四个象限分别代表着空间自相关的不同类聚,其中第一象限(HH)表示高协同发展度地区被高协同发展度的其他地区所包围;第二象限(LH)则表示低协同发展度地区被高协同发展度的其他地区所包围;第三象限(LL)表示低协同发展度地

区被低协同发展度的其他地区所包围;第四象限(HL)则表示高协同发展度地区被低协同发展度的其他地区所包围。第一、第三象限为正自相关,而第二、第四象限为负自相关。若观测值均匀分布在四个象限中,则表明区域之间不存在空间自相关性。计算结果表明(见表 5),京津冀城市群 2007—2020 年协同发展度的 Moran's I 均值为 0.158,大于 0,说明京津冀 13 个城市的空间分布具有明显的正相关性,即区域间的协同发展度高低存在空间上的集聚性,协同发展度高的城市与协同度较高的城市邻近,而协同发展度较低的城市与协同度较低的城市邻近。

表 5 2007—2020 年京津冀城市群 Moran's I 值

年份	Moran's I 值
2007	0.158
2008	0.337
2009	0.128
2010	0.171
2011	0.118
2012	0.032
2013	0.101
2014	0.239
2015	0.094
2016	0.080
2017	0.108
2018	0.207
2019	0.202
2020	0.238
均值	0.158

Moran's I 表明京津冀地区 13 个城市存在空间集聚现象,图 6、图 7 分别为 2007 年和 2020 年京津冀城市群协同发展度 Moran 散点图,用于分析空

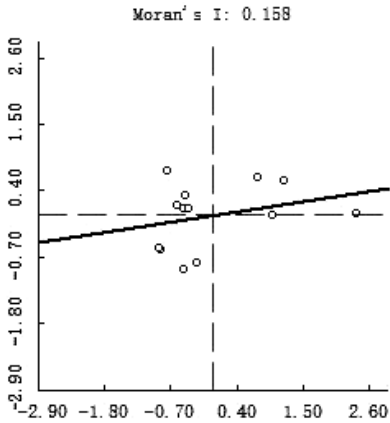


图 6 2007 年京津冀城市群协同发展度 Moran 散点图

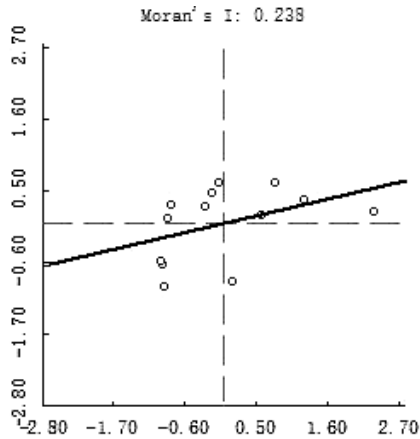


图7 2020年京津冀城市群协同发展度 Moran 散点图

间自相关性。由图7知2020年京津冀地区13个城市协同发展度的 Moran's $I = 0.238$, 表明京津冀地区13个城市整体协同发展具有正的空间相关性。

2007—2020年, Moran 散点图的四个象限证实了京津冀区域经济协同发展度呈现出明显的空间集聚特征, 京津冀城市群13个城市之间的观测值并没有均匀地分布在四个象限上, 而是集中在第一、第二和第三象限上, 这意味着该地区存在正的空间自相关性和一定程度的负空间自相关性。京津冀城市群2007—2020年空间自相关聚类关系见表6。

表6 2007—2020年京津冀城市群空间自相关聚类关系

年份	第一象限 HH	第二象限 LH	第三象限 LL	第四象限 HL
2007	北京、廊坊、唐山、天津	保定、沧州、承德、秦皇岛、张家口	邯郸、衡水、石家庄、邢台	
2008	北京、沧州、廊坊、唐山、天津	保定、承德、秦皇岛、张家口	邯郸、衡水、石家庄、邢台	
2009	秦皇岛、唐山、天津	保定、承德、廊坊、张家口	邯郸、衡水、石家庄、邢台、沧州	北京
2010	廊坊、唐山、天津	保定、承德、秦皇岛、张家口	沧州、邯郸、衡水、石家庄、邢台	北京
2011	廊坊、唐山、天津	保定、承德、秦皇岛、张家口	沧州、邯郸、衡水、邢台	北京、石家庄
2012	唐山、天津	保定、承德、廊坊、秦皇岛、张家口	沧州、邯郸、衡水、邢台	北京、石家庄
2013	廊坊、唐山、天津	保定、承德、秦皇岛、张家口	沧州、邯郸、衡水、邢台	北京、石家庄
2014	北京、廊坊、唐山、天津	保定、沧州、承德、秦皇岛、张家口	邯郸、衡水、邢台	石家庄
2015	北京、廊坊、唐山、天津	保定、沧州、承德、张家口	邯郸、衡水、秦皇岛、张家口、邢台	
2016	廊坊、天津	唐山、保定、沧州、承德、张家口	邯郸、衡水、秦皇岛、石家庄、邢台	北京
2017	廊坊、唐山、天津	保定、沧州、承德、张家口	邯郸、衡水、秦皇岛、石家庄、邢台	北京
2018	廊坊、秦皇岛、唐山、天津	保定、沧州、承德、张家口	邯郸、衡水、邢台	北京、石家庄
2019	北京、廊坊、唐山、天津	保定、沧州、承德、秦皇岛、张家口	邯郸、衡水、邢台	石家庄
2020	北京、廊坊、唐山、天津	保定、沧州、承德、秦皇岛、张家口	邯郸、衡水、邢台	石家庄

注:表中数据为根据 Moran 散点图整理得出。

由表6归纳出京津冀城市群2007—2020年 Moran 散点图各象限分布情况(见表7)。

表7 京津冀城市群各象限分布情况

年份	北京	天津	石家庄	承德	张家口	秦皇岛	唐山	廊坊	保定	沧州	衡水	邢台	邯郸
2007	1	1	3	2	2	2	1	1	2	2	3	3	3
2008	1	1	3	2	2	2	1	1	2	1	3	3	3
2009	4	1	3	2	2	1	1	2	2	3	3	3	3
2010	4	1	3	2	2	2	1	1	2	3	3	3	3
2011	4	1	4	2	2	2	1	1	2	3	3	3	3
2012	4	1	4	2	2	2	1	2	2	3	3	3	3
2013	4	1	4	2	2	2	1	1	2	3	3	3	3
2014	1	1	4	2	2	2	1	1	2	2	3	3	3
2015	1	1	3	2	2	3	1	1	2	2	3	3	3
2016	4	1	3	2	2	3	2	1	2	2	3	3	3
2017	4	1	3	2	2	3	1	1	2	2	3	3	3
2018	4	1	4	2	2	1	1	1	2	2	3	3	3
2019	1	1	4	2	2	2	1	1	2	2	3	3	3
2020	1	1	4	2	2	2	1	1	2	2	3	3	3

注:表中数据根据表6得出。

通过2007—2020年京津冀城市群各象限分布可以清楚地看到,京津冀城市群13个城市之间表现为空间正自相关性和一定程度的空间负自相

关。具体而言,天津、唐山、廊坊在2007—2020年的十四年间基本都在第一象限 HH,表明这3座城市协同发展水平相对高且周边城市协同发展度水平同样高。承德、张家口、保定十四年间均在在第二象限 LH,说明这3座城市协同发展水平相对较低,而周边城市的协同发展度水平相对较高。衡水、邢台、邯郸均在在第三象限 LL,说明这3座城市协同发展水平相对较低且周边城市协同发展水平同样低。北京2009—2013年、2016—2018年在第四象限 HL,其余年份为第一象限 HH,说明北京的协同发展水平一直较高,而周边城市的协同发展水平出现了高低波动变化。石家庄2011—2014、2018—2020年在第四象限 HL,其余年在第三象限 LL,说明石家庄与周边城市相比较,其协同发展度水平高低呈现出三至四年的周期性变化。秦皇岛总体以第二象限 LH 为主,但2015—2017

年为第三象限 LL,说明秦皇岛相对周边城市而言,协同发展度水平较低,周边城市协同度水平从高变低再升高,出现起伏变化。沧州在 2009—2013 年为第三象限 LL,2014—2020 年均为第二象限 LH,表明沧州的协同发展度水平较低,而周边城市的协同发展度水平从低变高。

四、结论与政策建议

(一)主要结论

京津冀城市群协同发展度从 2007—2020 年呈波浪形轨迹变化,协同发展度均值表现为缓慢下降趋势;变异系数变动幅度较小,但整体呈上升态势,表明各城市间协同发展度差距有扩大趋势。从近年京津冀城市群协同发展度空间分布看,呈现北高南低、由内向外依次递减的特征。北京、天津、廊坊和唐山等城市的协同发展度较高,为第一梯队,主要集中在中东部地区;秦皇岛、承德、石家庄、张家口和保定等城市归属于第二梯队,主要位于西北部地区和部分东部地区,协同发展度处于中等水平;衡水、邢台、邯郸和沧州等城市则为第三梯队,主要位于南部地区,协同发展度水平较低。京津冀城市群各城市协同发展度总体上表现为空间正相关性,且正自相关聚类关系有所加强。

(二)政策建议

一是提高协同发展度。从区域经济协同发展度的影响因素和表现特征来看,应通过降低市场分割度、提高区域比较劳动生产率与省际贸易依存度;增强区域经济联系度、人均 GDP 和区域经济总体效率等路径提升京津冀城市群协同发展度。京津冀城市群各城市要把自身发展放到京津冀协同发展的大格局中,树立“一盘棋”的思想,实现错位发展、有机融合,形成整体合力。加强京津冀城市群各城市间的交通和通讯信息网络体系建设,完善公路及铁路运输网,消除地方保护主义,破除贸易壁垒障碍,促进各类优质资源自由流动。各城市间要加强互联互通,建立各地方政府间公平合理的对话协商会议机制。促进京津冀城市群创新链、产业链、资金链和人才链的深度融合与精准对接,畅通创新要素高效流动,围绕产业链部署创新链,形成“梯次联动、优势互补”的产业创新链,优化区域产

业结构,提高资源配置效率,加大区域间分工协作与沟通力度,以利益共享等方式提升各地区间合作意愿,树立区域整体意识与长远发展的系统观念,通过增加创新投入与培育当地特色产业等措施提高区域经济发展水平,提高全要素生产率和区域协调效应,以产业创新驱动京津冀高质量协同发展。

二是缩小协同发展度差距。保持京津冀城市群中东部地区的区域经济协同发展态势,谋求南部城市协同发展水平的整体提升,是缩小京津冀城市群协同发展度差距面临的现实挑战,应致力于提升京津冀地区南部城市的协同发展度,努力缩小京津冀地区内部经济发展差距,将发展落差的势能变成协同发展的动能。京津冀城市群中东部地区的北京、天津、廊坊和唐山等城市协同发展度较高,应在保持现有发展态势的同时,积极发挥自身科技、人才、资本、创新和区位等优势,带动周边城市发展。京津冀南部协同发展度低的保定、衡水和邢台等城市,要注重发挥自身资源禀赋优势,优化投资和营商环境,完善产业与交通等基础设施建设,推动公共服务水平提高;做好大城市优势产业转移承接工作,不断提高区域经济综合发展能力和产业承接能力;重视培育本地创新发展能力,对拥有不同区位、人才与资金优势的城市设立差异化目标策略,合理加大创新项目资金投入力度,激活京津冀高质量发展新引擎。京津等超大城市应主动与周边城市沟通合作,通过向周边地区转移优质企业、设立分公司以及技术转移等方式,逐步缩小京津冀城市群各城市间协同发展度差距。

三是构建协同发展新格局。当前京津冀协同发展已进入滚石上山、爬坡过坎的关键阶段,产业协同与深度融合对推动区域经济高质量发展、支撑京津冀世界级城市群建设等方面的作用日益凸显,要紧紧抓住北京非首都功能疏解“牛鼻子”,完善疏解政策激励约束体系;充分发挥市场在资源配置中的决定性作用和政府的产业政策引导作用,通过市场化和法治化手段增强非首都功能向外疏解的内生动力。坚持严控增量与疏解存量相结合、内部功能重组与向外疏解转移同时发力;推动雄安新区北京非首都功能集中承载地和通州北

京城市副中心“新两翼”建设取得更大突破,提高京津冀地区产业转移升级的效率与效益、建立健全京津冀跨区域科技成果转化体制机制,以产业转移对接为切入点促进京津冀地区产业空间再布局;以京津冀城市群、都市圈为依托,构建大中小城市协调发展格局,进一步发挥北京全国科技创新中心功能作用,提高技术溢出效应;加强京津冀科研成果转化和技术转让等方面的合作,实现京津冀地区优势产业资源深度融合互补,着力打造数字经济、集成电路、区块链、生物医药、电力装备等战略性新兴产业核心技术的世界级先进制造业产业集群,努力建设基于创新资源共享、产业优势发挥和面向实际需求的京津冀协同创新共同体。京津要持续深化对河北的帮扶,河北也要利用环绕京津的区位优势,积极承接京津产业转移,提升对外开放度。打造具有高端化、智能化、绿色化、融合化特征的现代化产业体系,构建“协调发展、合作共赢、良性循环”的区域协同发展新格局。

参考文献:

- [1] HAKEN H. Synergetics: an introduction [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1977: 186-194.
- [2] 刘英基. 中国区域经济协同发展的机理、问题及对策分析: 基于复杂系统理论的视角[J]. 理论月刊, 2012(3): 126-129.
- [3] 张可云, 蔡之兵. 京津冀协同发展历程、制约因素及未来方向[J]. 河北学刊, 2014, 34(6): 101-105.
- [4] 李海东, 王帅, 刘阳. 基于灰色关联理论和距离协同模型的区域协同发展评价方法及实证[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(7): 1749-1755.
- [5] 程皓, 阳国亮. 区域一体化与区域协同发展的互动关系研究: 基于粤港澳大湾区及其腹地的 PVAR 模型和中介效应分析[J]. 经济问题探索, 2019(10): 65-81.
- [6] 刘洁, 姜丰, 钱春丽. 京津冀协调发展的系统研究[J]. 中国软科学, 2020(4): 142-153.
- [7] 郭湖斌, 齐源. 长三角区域物流与区域经济协同发展水平及空间协同特征研究[J]. 经济问题探索, 2018(11): 77-85.
- [8] 何天祥, 黄琳雅. 高铁网络对湖南区域经济协同发展影响[J]. 地理科学, 2020, 40(9): 1439-1449.
- [9] 张铃, 王纪入, 李志刚等. 区域经济高质量协同发展测度及影响因素识别: 以四川省为例[J]. 统计与决策, 2021, 37(22): 111-115.
- [10] 韩增林, 赵玉青, 闫晓露, 等. 生态系统生产总值与区域经济耦合协调机制及协同发展: 以大连市为例[J]. 经济地理, 2020, 40(10): 1-10.
- [11] LIU H, MA L. Spatial pattern and effects of urban coordinated development in China's urbanization [J]. Sustainability, 2020, 12(6): 2389.
- [12] JI J, WANG S, ZHOU Y, et al. Spatiotemporal change and coordinated development analysis of "population-society-economy-resource-ecology-environment" in the Jing-Jin-Ji urban agglomeration from 2000 to 2015 [J]. Sustainability, 2021, 13(7): 4075.
- [13] 李琳, 吴珊. 基于 DEA 的我国区域经济协同发展水平动态评价与比较[J]. 华东经济管理, 2014, 28(1): 65-68, 91.
- [14] 马骁. 基于复合系统协同度模型的京津冀区域协同度评价[J]. 工业技术经济, 2019, 38(5): 121-126.
- [15] 高晓燕. 京津冀经济协同发展的金融支持研究[J]. 山西大学学报(哲学社会科学版), 2020, 43(4): 78-88.
- [16] 李健, 范晨光, 苑清敏. 基于距离协同模型的京津冀协同发展水平测度[J]. 科技管理研究, 2017, 37(18): 45-50.
- [17] 欧阳慧, 阳国亮. 基于 Haken 模型的区域协同发展测度方法[J]. 统计与决策, 2019, 35(12): 9-13.
- [18] 骆琪, 何喜军. 基于 Vague 集距离与灰色关联的区域产业技术供需协同发展评价研究[J]. 运筹与管理, 2021, 30(5): 193-199.
- [19] 李琳. 区域经济协同发展: 动态评估、驱动机制及模式选择[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2016: 56-66.
- [20] 栾江, 马瑞. 京津冀地区经济协同发展程度的统计测度[J]. 统计与决策, 2020, 36(16): 50-54.
- [21] 戴宏伟. 京津冀协同与首都城市群发展研究[M]. 北京: 经济科学出版社, 2021: 34-37.
- [22] 李国平. 产业转移与中国区域空间结构优化[M]. 北京: 科学出版社, 2016: 201-225.
- [23] 孙久文, 易淑昶. 中国区域经济结构调整与国土开发空间格局优化[M]. 北京: 人民出版社, 2023: 328-336.
- [24] 周伟, 赵艳, 宁煊. 京津冀城市群制造业结构变迁与空间集聚影响因素分析[J]. 地理科学, 2020, 40(11): 1921-1928.
- [25] 周伟. 京津冀产业转移升级与空间分布[M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2022: 177-204.
- [26] 阎东彬. 京津冀城市群功能空间分布: 动态测评与相对平衡[M]. 北京: 人民出版社, 2021: 143-165.

(本文责编: 润泽)