

黄河流域山东半岛城市群公路货运与区域经济空间适配性分析

樊丹丹¹, 黄玉娟², 姜勇¹, 冯镛¹

¹山东交通学院交通与物流工程学院, 山东 济南

²山东交通学院理学院, 山东 济南

收稿日期: 2023年3月29日; 录用日期: 2023年5月8日; 发布日期: 2023年5月16日

摘要

为反应黄河流域山东半岛城市群公路货运与区域经济的时空协调分布格局和关联特性, 对公路货运与区域经济进行OLS回归分析, 发现公路货运会间接影响区域经济的发展形式, 通过稳健性回归对2018年和2020年山东省各地市的公路货运与区域经济进行相关性检验, 显示2020年两系统的相关性明显高于2018年, 说明随着时间的变化公路运输的经济联系越来越密切; 运用耦合协调模型对2015年~2020年的两系统进行空间适配性分析, 发现山东省两系统已由最初的极度失调发展到优质协调状态, 并保持稳定; 从市域层面对2018年与2020年山东半岛城市群两系统耦合协调度分析研究, 发现2020年山东省各地市耦合协调度等级差异性更大, 并且若经济有序度增加, 当公路货运有序度增加时, 城市耦合协调度上升, 当公路货运有序度降低时, 城市耦合协调度保持不变; 若经济有序度降低时, 城市耦合协调度下降。

关键词

黄河流域, 城市群, 公路货运, 区域经济, 空间适配性

Analysis of Road Freight and Regional Economic Spatial Adaptability of Urban Agglomeration in Shandong Peninsula in the Yellow River Basin

Dandan Fan¹, Yujuan Huang², Yong Jiang¹, Yong Feng¹

¹School of Traffic and Logistics Engineering, Shandong Jiaotong University, Jinan Shandong

²School of Science, Shandong Jiaotong University, Jinan Shandong

Received: Mar. 29th, 2023; accepted: May 8th, 2023; published: May 16th, 2023

文章引用: 樊丹丹, 黄玉娟, 姜勇, 冯镛. 黄河流域山东半岛城市群公路货运与区域经济空间适配性分析[J]. 交通技术, 2023, 12(3): 175-187. DOI: 10.12677/ojtt.2023.123021

Abstract

In order to reflect the spatiotemporal coordinated distribution pattern and correlation characteristics of road freight and regional economy in the urban agglomeration of Shandong Peninsula in the Yellow River Basin, OLS regression analysis was carried out on road freight and regional economy, and it was found that road freight would indirectly affect the development form of regional economy, and the correlation test between road freight and regional economy in various cities in Shandong Province in 2018 and 2020 was tested through robustness regression, showing that the correlation between the two systems in 2020 was significantly higher than that in 2018. Illustrate the economic links of road transport becoming closer and closer over time; Using the coupled coordination model to analyze the spatial adaptability of the two systems in 2015~2020, it is found that the two systems in Shandong Province have developed from the initial extreme imbalance to the state of high-quality coordination and remain stable. From the municipal level, the analysis and research on the coupling coordination degree of the two systems of the urban agglomeration of Shandong Peninsula in 2018 and 2020 shows that the coupling coordination degree level of various cities in Shandong Province in 2020 is more different, and if the economic orderly degree increases, when the orderly degree of road freight increases, the urban coupling coordination degree increases, and when the orderly degree of road freight decreases, the urban coupling coordination degree remains unchanged. If the economic order decreases, the urban coupling coordination degree decreases.

Keywords

Yellow River Basin, Urban Agglomeration, Road Freight, Regional Economy, Spatial Adaptability

Copyright © 2023 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

黄河发源于青藏高原巴颜喀拉山北麓，是全国政治、经济、文化中心，以中心城市和城市群的基础设施建设为经济增长点和增长模式[1]。2021年10月国务院发布的《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》，提出构建黄河流域“一轴两区五极”的发展动力格局，其中“五极”是指山东半岛城市群、中原城市群、关中平原城市群、黄河“几”字弯都市圈和兰州-西宁城市群等，是区域经济发展增长极和黄河流域人口、生产力布局的主要载体[2]。近几年国家对城市群的发展高度关注[3]，学者们围绕城市群展开了关于高质量发展策略[4]、时空发展格局[5]、及产学研融合[6]以及城市群之间社会经济[7] [8]、生态环境[9]的高质量评估分析等方面的探讨。山东半岛城市群是沿黄7大城市群中唯一处于成熟阶段的城市群[10]，综合交通网络发达、基础产业雄厚、经济发展水平向好，是黄河流域的经济中心和龙头带动区域，主要以济南市、青岛市为经济中心城市，构建合作与共同发展模式、推动区域经济要素流动[11]。基于此，探讨山东半岛城市群在黄河流域“一轴两区五极”的发展格局下区域经济与交通网络的协调模式和内外联动机制，有助于实现黄河流域经济产业要素高效流动，山东半岛城市群的产业集群化发展，增强民生福祉，服务新发展格局，辐射带动黄河流域交通经济高质量发展。

交通运输是国民经济增长的基础性、先导性、服务性产业，是区域信息流、产业流的运输载体，为社会各个阶层的产业生产、分配、交换和消费提供基础的物流保障[12]，客观上，区域发展更多需要交通

运输各系统与经济内部构成要素保持协调和默契配合[13]。国外学者在对枢纽经济的测量中发现区域客货运对经济具有重要意义[14]，认为货运密集型经济结构是产业生产联系的主要驱动力[15]，合理巩固各种交通运输系统的货运优势可有效为区域经济增长做贡献[16]，在对货运聚类分析中发现，航空货运聚类系数越高的交通发达地区对经济体的促进越明显[17]，且根据地区产业结构的不同，适当调节公路货运系统与产业经济的分配方式和协调关系可以优化区域经济空间网络格局[18]。国内学者研究发现，各种货运方式之间不仅存在经济上的拉动关系，还有相互竞争关系，且公路货运对经济的影响力和贡献值最明显[19]，切实推进公路货运行业转型升级对交通运输和区域经济协调发展以及深化我国供给侧结构性改革具有现实意义[20]，而现阶段我国国民生产总值和社会消费品零售总额与公路货运量和货运周转量存在时间差，一定程度上不利于公路货运与国民经济的协调发展[21]，认为人均生产总值和公路货运周转量分别是影响公路物流和经济发展的主要因素[22]，其次为社会零售品总额[23]，继而公路与区域经济发展的空间关联机制也是学者们关注的重点[24]。

在黄河流域以城市群为高质量发展格局的前提下，对黄河下游山东半岛城市群的运输经济发展展开系统研究，重点研究公路货运与区域经济的相关性和空间适配性以及二者之间的因果联动关系。通过最小二乘法回归模型证明公路货运与区域经济就的影响关系，通过稳健型检验分析同一年份不同地市公路货运与区域经济的联系机制，同时基于 CRITIC 客观权重系数的耦合协调分析模型，从时间和空间两个维度度量山东省城市群公路货运和经济耦合协调性演变规律，探讨山东省公路货运与经济的关联机制。

2. 研究方法

黄河流域山东段长 628 公里，占黄河总长度的 11.5%，从东明县入境，流经菏泽、济宁、泰安、聊城、济南、德州、滨州、淄博、东营等 9 市，在东营市垦利区注入渤海，为促进区域协调一体化发展[25]，特此将山东省所有地市均纳入研究区域。选取公路货运和区域经济指标数据均源于山东省及其各个地市 2015 年~2020 年统计年鉴，其中公路货运指标选取公路货运量、公路货运周转量，区域经济指标选取地区生产总值、人均地区生产总值、社会零售品总额，考虑到指标权重会影响有序度结果的稳定性，参考 Diakoulaki [26]提出的 CRITIC 客观权重法对指标进行权重赋值，采用最小二乘法和稳健性回归分析公路货运与区域经济在时间和空间的发展相关性程度，采用耦合协调模型探究二者在时间和空间上的适配性模式，并根据所得结果因地制宜提出可持续发展建议。

2.1. 指标权重构建

CRITIC 是一个比熵权法和标准离差法更直接的客观赋权方法[27]。考虑了指数的不确定性与指数间的关联性，通过衡量指数的相对稳定性与指数间的冲突特征，结合衡量的客观价值，充分利用其自身的客观特性作出正确判断，其衡量方式如下所示。

1) 数据处理。对原始数据进行均值化处理：

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (1)$$

$$X_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{x}_j} \quad (2)$$

式中： x_{ij} 为归一化结果； X_{ij} 为指标原始数据； \bar{x}_j 为指标原始数据平均值。

2) 指标变异性。通过标准差方法衡量指标之间的差异性波动情况，标准差越大即数值差异越大，所包含的信息就更多，该指标本身的评价强度也就越强，相应分配到更多的权重。

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2}{n-1}} \quad (3)$$

式中： S_j 为第 j 个指标的标准差。

3) 指标冲突性,用相关系数表示指标间的相关性,该指标与其他指标的相关性越强,冲突性就越小,越能反映出更多的形同信息,所能体现的评价内容就越重复,一定程度上削弱了该指标的评价强度,减少对该指标分配的权重。

$$R_j = \sum_{i=1}^p (1-r_{ij}) \quad (4)$$

式中, r_{ij} 表示评价指标 i 和 j 之间的相关系数。

4) 信息量:

$$C_j = S_j \sum_{i=1}^p (1-r_{ij}) = S_j \times R_j \quad (5)$$

式中, C_j 越大,第 j 个评价指标在整个评价指标体系中的作用越大,就应该给其分配更多的权重。

5) 权重:

$$W_j = \frac{C_j}{\sum_{i=1}^p C_j} \quad (6)$$

2.2. 相关性分析

通过文献梳理,可知公路货运是区域经济的驱动因素,一定程度可以推动区域经济的发展,但未能具体说明公路货运对区域经济发展的作用程度,而且不同地区由于其地理特殊性和区域发展定位不同,公路货运对区域经济的作用机制和影响程度也会因地制宜。为具体分析山东省公路货运与区域经济的相关性程度,运用最小二乘法分析山东省2015年~2020年公路货运与区域经济的线性回归关系,基于时间上的回归结果,运用稳健性回归分析2018年和2020年不同地市的回归关系,进行对比分析公路货运在时间上和空间上的相关性的演变趋势和影响力。

2.2.1. 最小二乘法(OLS)

最小二乘法是一种在误差估计、不确定度、系统辨识及预测、预报等数据处理诸多学科领域得到广泛应用的数学工具,是所有回归模型中最基础、最全面的一种,用来确定两个或更多变量之间的关系。OLS回归模型是一种最小二乘法,旨在找出一组回归系数,使的样本观测值的残差平方和最小。回归模型一般考虑 R^2 值检验回归的拟合程度, F 检验是检验回归方程有效性的一种方法,当检验 P 值小于0.05时,认为回归方程有效。

OLS回归模型的基本公式为:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \quad (7)$$

其中, Y 表示被解释变量, X_1, X_2, \dots, X_n 表示影响 Y 变化的自变量, b_0, b_1, \dots, b_n 表示相应的回归系数。

残差指因变量与拟合值的差异,计算公式为:

$$E_i = Y_i - (b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + \dots + b_n X_{ni}) \quad (8)$$

其中, E_i 表示残差, Y_i 表示实际观察到的值, $b_0 + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + \dots + b_n X_{ni}$ 表示拟合出的值。

最小二乘法公式为:

$$SSE = E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2 \quad (9)$$

其中, SSE 表示残差的平方和, E_1, E_2, \dots, E_n 代表残差。

2.2.2. 稳健回归(Robust)

对 2015 年~2020 年的公路货运和区域经济有序度进行最小二乘法回归判定二者的相关性后, 若结果呈现一定的相关性, 则证明公路货运一定程度可以对区域经济的发展产生影响, 进而分析不同年山东省各地市的影响关系, 考虑到不同地市的地理环境差异导致所侧重的运输方式不同, 因而公路货运对区域经济的影响程度有所不同, 公路货运和区域经济的协调发展程度对回归结果的拟合度有一定影响, 故采用稳健回归(Robust)的 M 估计法[28]检验 2018 年和 2020 年各地市公路货运与区域经济之间的影响关系, M 估计稳健回归的基本思想是采用迭代加权最小二乘估计回归系数, 可以对回归数据里的异常值进行甄别和分析, 使回归结果可信度更高。

2.3. 适配性

适配性主要指不同主体间的协调一致性, 反映了不同主体间的适应性与匹配关系, 包括结构规模适配、供需偏好适配以及承载适配等方面, 适配性这一概念源于种群生态学, 用于研究不同生物种群对自然环境的适应与进化[29], 对错综复杂的复合系统关系提供适应、协调以及匹配等特征的客观分析, 依据事物属性及其特征变化提供规律性判定, 多以耦合协调效应为探讨依据[30]。“耦合”主要是为了强调两个或两个以上彼此独立的元素相互作用的程度, “协调”是在耦合的基础上, 凭借元素间的内外联系, 通过科学有效的方法促使内外各种关系正常运转, 以达到实现既定目标的过程。耦合协调发展是一种多元化、全方位的发展理念, 其本质要求是通过优化系统间的要素配置和组织结构, 使各个要素相辅相成, 实现功能效益最优化发展, 本文在验证了公路货运与区域经济的相关性基础上, 以可持续协调发展为出发点, 通过耦合协调模型探究其在时间和空间的适配性状态和发展趋势[31], 为确保公路货运权重 α 和经济权重 β 取值的客观性、真实性, 通过 CIRTIC 权重法对权重进行赋值。耦合协调度模型与计算方法为[32]:

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (10)$$

$$C = 2 \sqrt{\frac{\mu_1 \mu_2}{(\mu_1 + \mu_2)}} \quad (11)$$

$$T = \alpha \mu_1 + \beta \mu_2 \quad (12)$$

$$\mu_m = \sum_{i=1}^n W_i \times x_i \quad (13)$$

式中, D 为耦合协调度; C 为耦合度, T 为综合评价价值; μ_1 、 μ_2 为公路货运和经济有序度, α 、 β 为待定系数; μ_m 为指标 m 有序度。

3. 实证分析

3.1. 相关性分析

3.1.1. 最小二乘法回归(OLS)

对 2015 年~2020 年山东省公路货运与区域经济有序度进行最小二乘法回归分析, 得出的结果如表 1 所示。

Table 1. OLS regression analysis results of road freight and regional economy in various cities in Shandong Province from 2015 to 2020

表 1. 2015 年至 2020 年山东省各地市公路货运与区域经济 OLS 回归分析结果

	回归系数 Coef	标准误 Std. Err	t	p	95% CI
常数	0.018	0.052	0.350	0.726	-0.083~0.120
货运	0.891	0.325	2.741	0.006**	0.254~1.528
R ²			0.488		
调整 R ²			0.360		
F			F(1, 4) = 7.511, p = 0.052		
D-W 值			0.804		

*p < 0.05, **p < 0.01, 自变量: 经济有序度。

从表 1 可知,将货运作为自变量对 2015 到 2020 年的公路货运和经济进行 OLS 回归分析,可以看出,模型 R² 值为 0.488,意味着公路货运可以解释区域经济发展的 48.78%变化原因。对模型进行 F 检验时发现模型并没有通过 F 检验(F = 7.511, p = 0.052 > 0.05),也即说明货运并不会直接对区域经济产生影响关系,摘出 2018 年和 2020 年公路货运和区域经济的有序度结果进行对比分析,对 2018 年和 2020 年山东省各地的公路货运和区域经济进行稳健性回归检验,结果如表 2 所示。

3.1.2. 稳健性回归(Robust)

Table 2. Robust regression analysis of road freight and regional economy in various cities in Shandong Province in 2018 and 2020

表 2. 2018 年和 2020 年山东省各地市公路货运与区域经济 Robust 回归分析

	回归系数	标准误	t	p	95% CI	R ²	调整 R ²	F
常数	0.767	0.194	3.946	0.000**	0.386~1.148	0.08	0.015	F(1, 14) = 1.227 p = 0.287
2018	0.192	0.159	1.213	0.225	-0.119~0.504			
常数	0.767	0.194	3.946	0.000**	0.386~1.148	0.081	0.015	F(1, 14) = 1.227 p = 0.287
2020	0.330	0.155	2.126	0.034*	0.026~0.633			

*p < 0.05, **p < 0.01, 自变量: 经济有序度。

从表 2 可知,将 2018 年公路物流有序度作为自变量,而将 2018 年经济有序度作为因变量进行 Robust 回归分析,2018 年公路物流有序度的回归系数数值为 0.192 (t = 1.213, p = 0.225 > 0.05),意味着 2018 年公路物流有序度并不会对经济有序度产生影响关系。将 2020 年公路物流有序度作为自变量,而将 2020 年经济有序度作为因变量进行 Robust 回归分析,2020 年公路物流有序度的回归系数数值为 0.330 (t = 2.126, p = 0.034 < 0.05),意味着 2020 年公路物流有序度会对经济有序度产生显著的正向影响关系。总结分析可知:2020 年公路货运对经济的影响明显高于 2018 年,说明,随着时间的变化,山东省公路运输对山东省经济增长的贡献越来越明显,这与 2018 年亚欧班列和海上丝绸之路的开通有着很大的关系。

3.2. 适配性分析

运用上述研究方法从时间层面衡量山东省 2015 年~2020 年公路货运与经济的耦合协调程度,纵向对比选取耦合协调性最好的年份和最近一年的公路货运和经济指标,从空间层面衡量 2018 年和 2020 年山东省 16 个地市公路货运与经济的耦合协调程度,进一步探讨各个地市公路货运与经济在空间上的关联程度和分布格局的演化脉络。

3.2.1. 时间层面适配性分析

从时间层面对 2015 年~2020 年山东省公路货运与经济耦合协调度进行分析,求得公路货运与区域经济耦合协调度,计算结果如表 3 所示。

Table 3. The coupling and coordination of road freight and economy in Shandong Province from 2015 to 2020
表 3. 2015 年~2020 年山东省公路货运与经济的耦合协调度

年份	公路货运有序度 μ_1	经济有序度量 μ_2	μ_1 与 μ_2 比较	耦合度	协调指数	耦合协调度	协调等级	耦合协调程度
2016	0.931	0.907	$\mu_1 > \mu_2$	0.999	0.239	0.489	5	濒临失调
2017	1.054	0.978	$\mu_1 > \mu_2$	0.98	0.588	0.759	8	中级协调
2018	1.124	1.043	$\mu_1 > \mu_2$	0.986	0.834	0.907	10	优质协调
2019	1.008	1.106	$\mu_1 < \mu_2$	0.965	0.758	0.855	9	良好协调
2020	1.013	1.123	$\mu_1 < \mu_2$	0.961	0.799	0.876	9	良好协调

结合表 3 可知,整体上,山东省经济有序度一直稳步提升,经济发展状况良好,即使面临新冠疫情的影响和国内不稳定因素的压力,经济综合实力也在逐渐增强。

1) 2015 年~2018 年山东省公路货运与经济综合发展水平循序渐进,持续上升,耦合协调程度由严重失调发展为优质协调,二者协调指数大幅度提升,由低水平相互制约转变为高水平相互促进,公路货运水平有突破性进展,发展水平整体高于经济发展水平($\mu_1 > \mu_2$),整体上山东省属于经济滞后型发展模式,主要原因是互联网技术的发展导致电子商务的崛起,致使货运行业蓬勃发展,区域经济在电子商务行业的激发下有效提升,而物流产业和电子商务经济的发展存在时间差,因此经济发展滞后于公路货运发展。

2) 2019 年后山东省公路货运与经济的耦合协调程度降为良好协调,并保持稳定,两者协调度保持在较高水平,经济与公路货运相互促进发展,山东省经济保持稳步提升,公路货运却有所下降,经济综合发展水平整体高于公路货运综合发展水平($\mu_1 < \mu_2$),属于公路货运滞后型发展模式,目前我国运输以公路运输为主,而公路运输比重逐步降低,航空与铁路迅速崛起,不断蚕食公路运输市场,加之 2019 年山东省全面抓好运输结构调整三年攻坚计划,推动大宗货物运输“公转铁”“公转水”,降低公路运输比重,发展多式联运,使公路货运有序度明显降低,但公路运输在运输方式的主要地位无法替代,故 2019 年和 2020 年公路货运有序度在其他货运方式的冲击下仍占据一席之地。

3.2.2. 空间层面适配性分析

从市域层面对公路货运与区域经济耦合协调度最高的年份(2018 年)和 2020 年山东省 16 个地市的公路货运与经济耦合协调度进行分析,由于 2019 年莱芜市划入济南市,因此不对莱芜市单独进行分析,公路货运与区域经济耦合协调度计算结果如表 4 所示。

Table 4. In 2018 and 2020, the coupling and coordination degree of road freight and regional economy in various cities in Shandong Province

表 4. 2018 年和 2020 年山东省各地市公路货运与区域经济耦合协调度

城市	年份	公路货运有序度 μ_1	变化幅度 (%)	经济有序度 μ_2	变化幅度 (%)	协调度	耦合协调度	协调等级	协调程度
济南	2018	1.263		1.701		0.518	0.697	7	初级协调
	2020	1.277	1.1	2.037	19.8	0.593	0.746	8	中级协调
青岛	2018	1.39		2.104		0.644	0.766	8	中级协调
	2020	1.474	6.0	2.38	13.2	0.722	0.823	9	良好协调
淄博	2018	1.058		1.167		0.342	0.579	6	勉强协调
	2020	0.985	-6.9	0.828	-29.1	0.229	0.475	5	濒临失调
枣庄	2018	0.381		0.595		0.05	0.213	3	中度失调
	2020	0.445	16.8	0.505	-15.1	0.028	0.163	2	严重失调
东营	2018	0.36		1.324		0.223	0.302	4	轻度失调
	2020	0.383	6.5	0.981	-25.9	0.131	0.222	3	中度失调
烟台	2018	1.078		1.49		0.425	0.63	7	初级协调
	2020	0.968	-10.2	1.562	4.8	0.407	0.615	7	初级协调
潍坊	2018	1.51		1.116		0.431	0.655	7	初级协调
	2020	1.422	-5.8	1.131	1.4	0.402	0.631	7	初级协调
济宁	2018	1.645		0.947		0.42	0.636	7	初级协调
	2020	1.547	-6.0	0.956	1.0	0.387	0.604	7	初级协调
泰安	2018	0.422		0.789		0.107	0.29	3	中度失调
	2020	0.401	-5.0	0.616	-21.8	0.046	0.188	2	严重失调
威海	2018	0.438		1.086		0.183	0.347	4	轻度失调
	2020	0.385	-12.0	0.927	-14.6	0.119	0.22	3	中度失调
日照市	2018	0.481		0.624		0.08	0.281	3	中度失调
	2020	0.441	-8.4	0.57	-8.7	0.043	0.196	2	严重失调
临沂	2018	2.931		0.897		0.696	0.752	8	中级协调
	2020	2.664	-9.1	1.007	12.2	0.651	0.734	8	中级协调
德州	2018	0.776		0.73		0.172	0.414	5	濒临失调
	2020	0.729	-6.0	0.674	-7.7	0.134	0.362	4	轻度失调
聊城	2018	1.221		0.654		0.253	0.468	5	濒临失调
	2020	1.239	1.4	0.488	-25.3	0.203	0.253	3	中度失调

Continued

滨州	2018	0.868		0.646		0.172	0.404	5	濒临失调
	2020	0.833	-4.1	0.607	-6.0	0.141	0.351	4	轻度失调
菏泽	2018	0.854		0.649		0.17	0.402	5	濒临失调
	2020	0.808	-5.4	0.729	12.3	0.165	0.403	5	濒临失调

结合表 4, 对比 2018 年和 2020 年各地市耦合协调度, 如图 1, 图 2 所示, 整体上, 2020 年山东省 16 个地市耦合协调度区域差异性更明显, 济南市、青岛市、临沂市、烟台市、潍坊市和济宁市作为山东省 GDP 主要支撑地市, 占山东省 GDP 总数半数以上, 耦合协调度均达到初极协调以上, 二者协调度达到 0.6 以上, 处于高水平相互促进, 说明城市经济水平越高, 对公路货运的带动作用愈加强烈, 公路货运对经济的促进效果更显著。

1) 济南市和青岛市公路货运与经济的耦合协调度均上升一个等级, 其公路货运与经济的有序度均有不同程度的增长, 经济有序度增幅均超过 10%。其中, 济南市公路货运与经济的耦合协调度由初级协调提升为中级协调, 由于莱芜市并入济南市成为莱芜区与钢城区, 进一步夯实了其经济实力, 经济有序度增长近 20%, 而公路货运有序度却只增长 1%, 二者协调度为 0.75 左右; 青岛市公路货运与经济的耦合协调度由中级协调提升为良好协调, 经济有序度增长约 13%, 而公路货运有序度增长 6%, 两者协调度达到 0.82, 为全省最高, 可见青岛市公路货运与经济的相互作用优于济南市, 区域公路货运与经济耦合协调度越高, 经济对货运带动作用越强, 货运对经济的促进作用越明显。

2) 烟台市、潍坊市、济宁市、临沂市和菏泽市 5 个地市公路货运与经济的耦合协调度保持不变, 各地市经济有序度均有不同程度提升, 而货运有序度均降低, 其中临沂市与菏泽市作为山东省重要的交通枢纽和货运集散中心, 其经济有序度增长均超 10%, 而公路货运却降低 9.1%和 5.4%, 烟台市公路货运有序度降低超 10%, 经济有序度仅增长 4.8%; 说明城市经济的发展是多种因素共同作用的结果, 公路货运作为带动经济发展的一种途径, 并不能制约城市经济的发展, 而区域经济的稳步发展会对公路货运发展起到了良好的反哺作用。

3) 其余地市公路货运与经济的耦合协调度均降低一至两个等级, 二者协调度低于 0.5, 处于低水平相互制约型发展, 其中淄博市、聊城市和东营市经济有序度降低程度超过 25%, 而货运有序度波动不大, 仅有聊城市耦合协调度降低两个等级, 说明在公路货运与经济的耦合协调度中, 经济变化对耦合协调度的影响更明显, 单纯提升公路货运效率无法有效改善公路货运与经济的耦合协调程度, 公路货运对区域经济发展的影响波动弱于经济对公路货运的影响, 经济发展状况才是直接体现城市综合实力的关键。

4) 从地理发展角度分析, 山东省整体呈现出济南市、青岛市和临沂市三足鼎立的空间分布格局。相较于 2018 年(图 3), 2020 (图 4)年公路货运与区域经济耦合协调度分布格局没有很大变化, 沿海城市的耦合协调度比内陆城市更加稳定, 位于山东省边界的城市其公路货运有序度大多高于经济有序度, 公路运输在其城市货运运输结构中占主要地位。沿海城市的公路货运有序度低于内陆城市, 经济有序度整体高于内陆城市, 其中烟台市、威海市的公路货运有序度降低超 10%, 沿海城市拥有大型港口导致公路货运量降低更加明显, 侧面证明山东省推行运输结构转变, 开展多式联运取得显著的成效; 东营市、淄博市、聊城市、泰安市经济有序度降低超 20%, 公路货运有序度降低程度不大, 表明新冠疫情对经济的冲击效果更加显著, 对中小型城市经济的影响明显大于大型城市, 大型城市应对各类突发情况的适用能力、抵抗能力更强, 城市经济发展更有韧性。

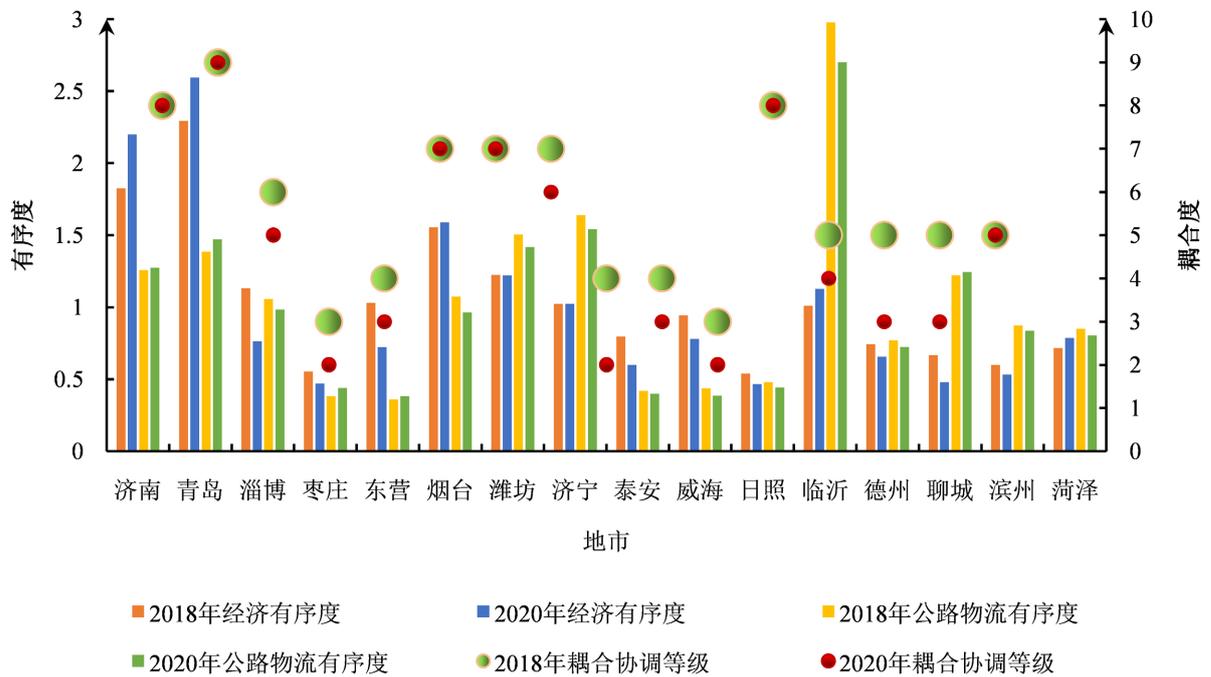


Figure 1. In 2018 and 2020, the orderly degree and coupling coordination degree of road freight and regional economy in various cities in Shandong Province

图 1. 2018 年和 2020 年山东省各地市公路货运与区域经济有序度及耦合协调度

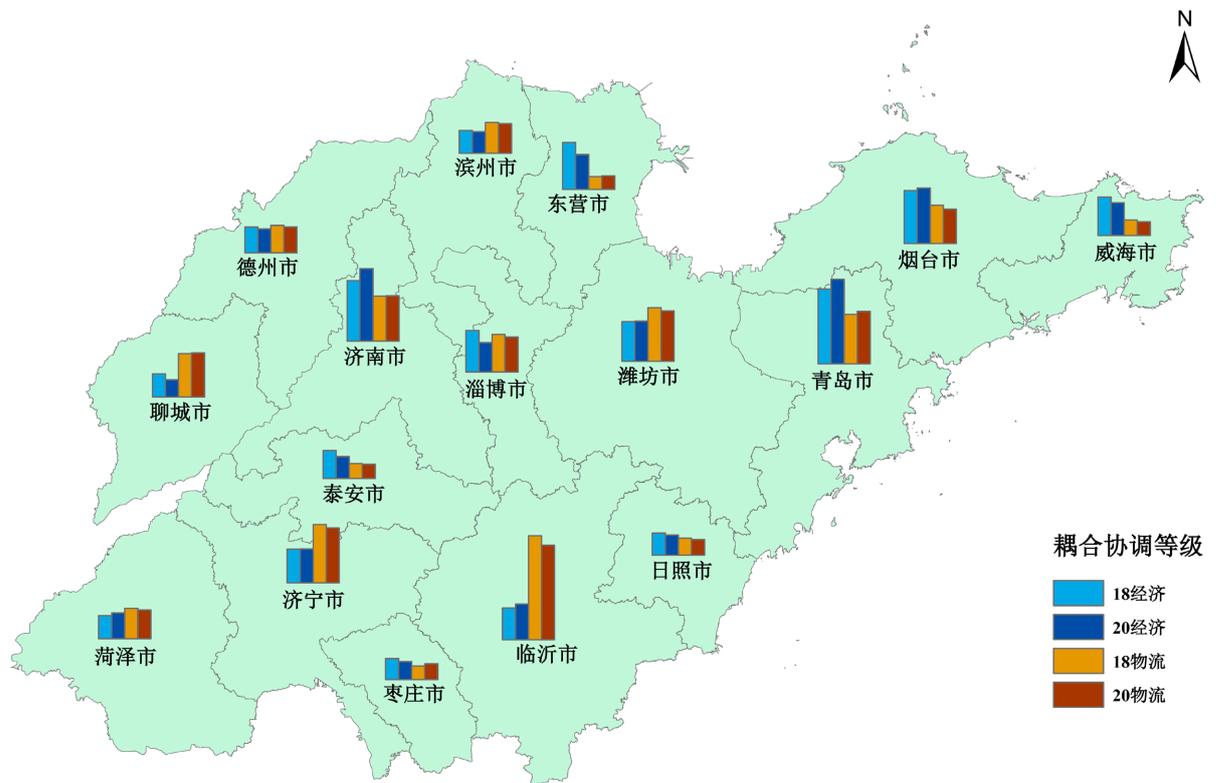


Figure 2. Road freight and regional economic orderliness in various cities in Shandong Province in 2018 and 2020

图 2. 2018 年和 2020 年山东省各地市公路货运与区域经济有序度



注：基于山东省地理信息公共服务平台，审图号为 GS (2021) 3715 号(版权：自然资源部)鲁 SG (2021) 013 号(版权：山东省资源厅)，底图无修改。

Figure 3. In 2018, the coupling and coordination degree of road freight and regional economy in various cities in Shandong Province

图 3. 2018 年山东省各地市公路货运与区域经济耦合协调度



注：基于山东省地理信息公共服务平台，审图号为 GS (2021) 3715 号(版权：自然资源部)鲁 SG (2021) 013 号(版权：山东省资源厅)，底图无修改。

Figure 4. In 2020, the coupling and coordination degree of road freight and regional economy in various cities in Shandong Province

图 4. 2020 年山东省各地市公路货运与区域经济耦合协调度

4. 结论

本文基于黄河流域山东半岛城市群公路货运量及经济数据,运用 CRITIC 权重法、耦合协调度模型、最小二乘法 and 稳健回归模型对公路货运与区域经济的耦合协调发展关系从时间和空间两个维度展开分析,研究发现:

1) 从 2015 年~2018 年山东省公路货运与经济的耦合协调度呈现出极度失调、濒临失调、中级协调、优质协调四个阶段,处于经济滞后型发展模式;2019 年后耦合协调度从优质协调降低为良好协调,从经济滞后型转变为公路货运滞后型,这与山东省从 2019 年开始全面抓好运输结构调整三年攻坚计划,发展多式联运有关。

2) 2018 年与 2020 年山东省各地市公路货运与经济耦合协调度进行对比,2020 年山东省各地市耦合协调度等级差异性更大,2020 年青岛市耦合协调度最高,达到良好协调,仅有聊城市耦合协调度等级下降两个等级,降低为中度失调。

3) 从省域层面看,边缘城市公路货运有序度高于经济有序度,城市公路货运占比高,经济发展能力弱,从各市域层面有序度来看,经济有序度增加,公路货运有序度增加,城市耦合协调度上升,公路货运有序度降低,城市耦合协调度保持不变;经济有序度降低,城市耦合协调度下降。

4) 对公路货运的经济影响分析中,发现公路货运可以解释区域经济发展 48.78% 的变化原因,说明城市经济发展对公路货运发展具有较强的带动作用,而公路货运是区域经济发展的一种途径,对公路货运与经济协调度较高的城市促进经济的发展,反之则制约。进一步对比不同年份的影响关系,发现随着时间的变化,公路货运对区域的相关性愈发明显,说明随着山东省交通运输系统的不断完善和经济体制的创新改革,公路运输起到了关键性的作用。

基金项目

2022YK035 山东交通学院研究生科技创新项目。

参考文献

- [1] 习近平. 在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话[J]. 求是, 2019(20): 4-11.
- [2] 中国经济网. 专家热议编制黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要[EB/OL]. http://www.ce.cn/cysc/stwm/gd/202006/10/t20200610_35091559.shtml, 2020-06-10.
- [3] 徐莹. 城市群成为国家治理新单元的进路探析[J]. 人民论坛, 2020(23): 68-71.
- [4] 王文杰, 胡述聚, 苗长虹, 等. 沿黄三大城市群城市网络结构演化特征与驱动因素[J]. 地理研究, 2023, 42(2): 534-549.
- [5] 马海涛, 徐植钊. 黄河流域城市群高质量发展评估与空间格局分异[J]. 经济地理, 2020(4): 11-18.
- [6] 方创琳. 黄河流域城市群形成发育的空间组织格局与高质量发展[J]. 经济地理, 2020(6): 1-8.
- [7] 邓祥征, 杨开忠, 单菁菁, 等. 黄河流域城市群与产业转型发展[J]. 自然资源学报, 2021(2): 273-289.
- [8] 康艳青, 李春荷, 朱永明. 黄河流域城市群高质量发展评估与空间分异研究[J]. 生态经济, 2023, 39(2): 86-91.
- [9] Chai, D., Zhang, D., Sun, Y.H., et al. (2020) Research on the City Network Structure in the Yellow River Basin in China Based on Two Way Time Distance Gravity Model and Social Network Analysis Method. *Complexity*, 2020, Article ID: 6680954. <https://doi.org/10.1155/2020/6680954>
- [10] 王松茂, 牛金兰. 山东半岛城市群城市生态韧性的动态演化及障碍因子分析[J]. 经济地理, 2022, 42(8): 51-61.
- [11] 孙宁. 山东半岛城市群协同发展研究[J]. 合作经济与科技, 2023(4): 26-29.
- [12] 贾顺平. 交通运输经济学[M]. 第 2 版. 北京: 人民交通出版社, 2015.
- [13] 武旭, 胡思继, 崔艳萍, 马叶江. 交通运输与经济协调发展评价的研究[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2005(2): 10-14.

- [14] Wang, D., Chen, C. and Liu, J.X. (2022) An Empirical Analysis of Driving Factors of Xi'an Hub Economic Development. *MATEC Web of Conferences*, **355**, Article No. 02048. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202235502048>
- [15] Xu, X., Chase, N. and Peng, T.D. (2021) Economic Structural Change and Freight Transport Demand in China. *Energy Policy*, **158**, Article ID: 112567. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112567>
- [16] Sakanga, L.M., Mwanaumo, E. and Thwala, W.D. (2020) Identification of Variables Proposed for Inclusion into a Regional Railway Corridor Transportation Economic Regulatory Framework: A Case of the Southern African Development Community North-South Corridor. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, **14**, a504. <https://doi.org/10.4102/jtscm.v14i0.504>
- [17] Hao, L.L., et al. (2020) The Influence of the Air Cargo Network on the Regional Economy under the Impact of High-Speed Rail in China. *Sustainability*, **12**, Article No. 8120. <https://doi.org/10.3390/su12198120>
- [18] Wang, H., et al. (2020) The Relationship between Freight Transport and Economic Development: A Case Study of China. *Research in Transportation Economics*, **85**, Article ID: 100885. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100885>
- [19] 李红娟, 卢天哲, 祝汉灿. 全国货运量预测与货运结构分析[J]. 统计与决策, 2022, 38(18): 179-183.
- [20] 许理谣. 公路货运与区域经济发展的关系研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2021.
- [21] 肖荣娜, 赵南希, 宿硕, 王馨梓. 公路货运活动与国民经济相关性分析[J]. 公路交通科技, 2020, 37(S1): 70-74+109.
- [22] 陈绮. 我国冷链物流与经济耦合机制及其驱动因素[J]. 商业经济研究, 2022(19): 102-106.
- [23] 伍景琼, 贺海艳, 邓荣莉, 张旭. 城市经济与公路零担货运耦合作用机制研究——以云南省为例[J]. 重庆理工大学学报(社会科学), 2021, 35(12): 127-138.
- [24] 唐永超, 王成新, 王瑞莉, 等. 黄河流域区域交通与经济空间关联研究[J/OL]. 经济地理: 1-14. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1126.k.20201014.1342.002.html>, 2020-10-14.
- [25] 山东省人民政府. 山东省黄河流域生态保护和高质量发展规划[EB/OL]. http://www.shandong.gov.cn/art/2022/2/15/art_107851_117497.html, 2022-12-15.
- [26] Diakoulaki, D., Mavrotas, G. and Papayannakis, L. (1995) Determining Objective Weights in Multiple Criteria Problems: The CRITIC Method. *Computers & Operations Research*, **22**, 763-770. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H)
- [27] 吴希. 三种权重赋权法的比较分析[J]. 中国集体经济, 2016(34): 73-74.
- [28] 胡冠镛. 估计量与回归模型的定量稳健性分析[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广东财经大学, 2021.
- [29] 王宏亮, 吴健生, 高艺宁, 等. 城市公共资源与人口分布的空间适配性分析: 以深圳市为例[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2021, 57(6): 1143-1152.
- [30] 李涛, 崔磊波, 李继园, 等. 黄河流域县域交通供给格局及其空间适配性[J]. 地理科学进展, 2022, 41(11): 2030-2043.
- [31] 贾春光, 程钧谟, 谭晓宇, 蒋兵. 山东省物流业与区域经济耦合协调及时空演化研究[J]. 铁道运输与经济, 2019, 41(11): 14-19.
- [32] 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.