

公路交通与区域经济的耦合协调水平研究

——以山东省为例

张伟华¹, 黄玉娟²

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5月9日; 录用日期: 2023年7月7日; 发布日期: 2023年7月18日

摘要

本文基于山东省16个地级市为例, 构建公路交通与区域经济的耦合协调评价体系。运用主成分分析法、耦合协调度模型与灰色关联度分析法对2011~2020年山东省公路交通与区域经济的耦合协调程度及关联程度进行分析, 结果显示: 1) 从时间序列看, 山东省各地级市公路交通与区域经济的耦合度处于高水平耦合阶段, 整体呈现小幅度波动趋势; 耦合协调度水平整体不高, 处于中度失调向良好协调的过渡阶段; 2) 从空间角度分析, 耦合协调度呈现以省会及沿海发达城市为中心向四周递减的格局, 各地市的耦合协调度总体而言处于勉强协调与中级协调之间; 其中处于中级协调的地市主要分布在东部沿海与鲁中中部地区; 鲁南地区各地市耦合协调度仅次于东部沿海和鲁中; 鲁北地区协调水平处于勉强协调, 具有显著的空间差异性; 3) 公路交通与区域经济的关联程度整体上具有较高的关联性。

关键词

公路交通, 区域经济, 主成分分析, 耦合协调度模型

Research on the Coupling and Coordination Level of Highway Transportation and Regional Economy

—Taking Shandong Province as an Example

Weihua Zhang¹, Yujuan Huang²

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

²School of Science, Shandong Jiaotong University, Jinan Shandong

Received: May 9th, 2023; accepted: Jul. 7th, 2023; published: Jul. 18th, 2023

Abstract

Based on 16 prefecture-level cities in Shandong Province as an example, this paper constructs the coupling coordination evaluation system of highway traffic and regional economy. The coupling coordination degree and correlation degree of highway traffic and regional economy in Shandong Province from 2011 to 2020 are analyzed by principal component analysis, coupling coordination degree model and grey correlation analysis. The results show that: 1) From the perspective of time series, the coupling degree of highway traffic and regional economy in Shandong Province is at a high level of coupling stage, showing a small fluctuation trend as a whole. The overall level of coupling coordination is not high, and it is in the transition stage from moderate imbalance to good coordination. 2) From the perspective of space, the coupling coordination degree shows a pattern of decreasing from the center of provincial capitals and coastal developed cities to the surrounding areas. Among them, the cities in intermediate coordination are mainly distributed in the eastern coastal areas and the central and central regions of Shandong; the coupling coordination degree of cities in southern Shandong is second only to the eastern coast and the middle of Shandong; the coordination level in northern Shandong is barely coordinated, with significant spatial differences; 3) The correlation degree between highway traffic and regional economy is high on the whole.

Keywords

Highway Traffic, Regional Economic, Principal Component Analysis, Coupling Coordination Degree Model

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

交通运输是伴随着人类社会经济发展的趋势而产生的, 是重要的交通基础设施。交通运输在国民经济发展中占据着基础性的地位, 它是推动区域间经济互联互通的基石, 是社会经济发展的基础与保障。公路交通与区域经济的协调发展是现代社会经济可持续发展的重要标志, 两者的协调发展不仅关系到该地区经济社会的可持续发展, 也是影响城市综合实力和竞争力的集中体现。公路交通运输与区域经济是彼此相互影响、相互制约、互相作用的两个复杂系统。因此, 为更好发挥区域经济与交通一体化发展的重要作用, 对山东省公路交通与区域经济协调发展关系进行研究, 为公路交通与区域经济协调发展提供新视角。

国内许多学者基于不同的研究视角及研究方法对交通运输与区域经济发展水平协调性状况进行分析。“一带一路”战略及海上丝绸之路为中国与东盟各国经济发展带来了新机遇, 目前部分东盟国家综合交通基础设施建设水平相对落后, 综合交通基础设施与经济的不协调严重限制了经济发展的增长[1]; 李国栋[2]认为我国七大地区综合交通与旅游经济产业耦合协调度处于未达到优质协调的增长阶段, 且通过提升综合交通运输资源配置、协调分工为旅游产业提供高质量可持续发展的保障; 徐凤[3]认为江苏省交通运输与经济发展呈现良好的耦合性, 但是客运量和货运量的降低是导致 2015 年两者耦合下降的原

因; 栾庆雄[4]从静态视角分析了云南省交通运输与区域经济发展的空间差异特征, 他认为促进滇中环线经济区可持续发展的必要条件是完善交通体系建设、改善运输条件; 孟德友[5]对中原经济区县域视角下交通优势度表现为中心至外围呈环状的空间格局, 且具有明显的空间差异性, 认为实现县域交通与经济快速协调发展需要依托于现有交通优势; 一些学者在研究方法上略有差异, 袁长伟[6]通过多指标综合评价方法构建 DEA (Data Envelopment Analysis)模型对陕西省高速公路与区域社会经济的协调性进行实证分析, 他认为实现公路交通运输与经济社会协调发展的前提是提高人均收入, 促进公路客货运发展; 朱琳[7]强调了交通基础设施是影响区域经济差距的重要因素, 且提出了该影响具有双向性、且在不同阶段具有不同的表现及空间差异效应。杨仲舒[8]发现交通运输现阶段并不能直接带动经济增长, 第三产业结构升级对经济增长起到了抑制的作用, 他认为扩大制造业能够拉动经济增长。杨玉琪[9]将适应性理论应用于综合交通与产业结构适应性评价体系, 他提出在未来应加大基础设施建设以及产业结构的优化调整, 实现互促的经济与交通协调发展; 在促进经济与交通建设, 实现高质量发展的同时, 对生态环境产生的影响不容忽视, 为实现三者的可持续性发展, 还需高效发挥三者的协同效应[10]。于建峰[11]采用对比分析华东与西北地区交通与经济二者间的相互作用关系, 发现西北地区应提高对交通运输产业的投资力度, 缩短西北地区的劣势, 助力西北地区新型城镇化建设; 然而对于指标权重的测算, 一些学者基于不同算法对指标进行赋权[12] [13], 一些学者在模型的选择上略有不同, 采用数据包络分析法[14] [15] [16]、灰色关联度模型[17]、空间杜宾模型[18] [19] [20]等分析研究交通运输对经济增长的影响。

“十三五”时期, 我国综合交通运输发展水平与经济社会发展相比仍有一定的差距。公路交通建设还面临着不均衡、不充分等双重挑战。因此, 在积极推进我国交通运输业快速发展进入现代化建设新阶段, 加快现代化综合交通运输体系发展的背景下, 考察山东省公路交通与区域经济两者间的耦合协调性。相关研究多基于交通运输与经济社会发展两者间的协调关系角度进行研究, 而缺少对两者间关联程度的分析。本文就山东省公路交通与区域经济间时空耦合协调关系与关联程度进行研究, 选用主成分分析法确定公路交通与区域经济的指标权重, 在此基础上利用灰色关联法探究关联程度, 通过构建耦合协调度模型分析山东省公路交通与区域经济两者间有着如何的耦合协调关系, 探究公路交通与区域经济存在怎样的时空差异性。

2. 建立指标体系

公路交通与经济社会协调发展指标体系是用来衡量某一区域在一定时间内的综合水平状况。本文对于指标的选取上, 遵从数据可获取性, 有效性和目的性等原则, 参考近几年学者研究此类问题的大量文献中选取具有代表性、使用频率高的指标, 从发展规模、发展水平、发展潜力、经济规模、经济效益等角度, 选取了尽可能能够准确展现公路交通与区域经济综合实力的指标。其中, 公路交通指标体系选用能够反映公路建设发展规模的公路里程、高速公路里程和等级公路里程等 3 个指标; 公路密度是描绘公路网络与区域社会经济环境间相对关系, 是呈现交通运输业发展水平的重要指标, 也是衡量公路作为区域社会经济发展中的主要基础设施; 公路客(货)运周转量是分析劳动生产率与运输承办的主要依据, 是反映一定时期内公路运输量的指标; 高速公路里程同比增长率是衡量高速公路里程过去到现在指标变动情况。区域经济指标体系以 GDP 指标通常用来反映地区经济发展规模, 衡量经济总体实力与经济发展快慢程度的依据; 人均 GDP 是了解经济发展状况衡量人民生活水平高低的重要指标, 也体现出地区经济水平和发展程度以及社会稳定情况; 社会消费品零售额指标在一定程度上用来衡量消费品市场总体规模状况、变化趋势及对经济运行的影响程度; 交通运输财政支出通过拉动全社会投资为交通运输重点领域基础设施建设和服务能力高效提升提供了有力支撑。以山东省为例研究公路交通及区域经济的指标选取如表 1 所示。

Table 1. Highway traffic and regional economic index system
表 1. 公路交通与区域经济指标体系

指标体系	指标	指标属性(±)
公路交通	公路里程	+
	公路密度	+
	高速公路里程	+
	等级公路里程	+
	公路客运周转量	+
	公路货运周转量	+
	高速公路里程同比增长率	+
区域经济	GDP	+
	人均 GDP	+
	农业总产值	+
	工业总产值	+
	第三产业总产值	+
	社会消费品零售额	+
	交通运输财政支出	+

3. 指标权重及模型的构建

3.1. 主成分分析法

衡量系统间综合发展水平最常用的方法主要有主观赋权法与客观赋权法。主观赋权法是以一种主观判定指标重要程度为依据的方法，通常通过专家评定来决定权重，该方法的美中不足是因个人的主观认知差异因素影响评价结果的准确度；而客观赋权法是通过理论对原始指标值进行客观定量地分析，是一种有高实用性的评价方法。以往我们使用的确定权重的方法主要有熵权 TOPSIS [12]、熵值法[13]、AHP [21] 等。本文则采用客观赋权法即主成分分析计算权重。主成分分析[22] (Principal Component Analysis, 又 PCA)是一种通过利用降维的思维简化指标数据体系结构的方法。它能将复杂的指标转化为少数既相互独立又可以反应原来大部分具有复杂信息的综合指标。借用 SPSS26.0 统计分析软件，利用分析功能中的描述分析对样本数据进行标准化处理，并对数据进行 KMO 和巴特利检验[23]，当 $KMO > 0.5$ 且 $Sig < 0.05$ 时，则可以进行主成分分析。PCA 分析流程如下：

1) 各评价指标量纲预处理计算公式如下：

$$U_{ij} = \frac{x_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(x_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}\right)^2}{n-1}}} \quad (1)$$

为消除各指标数据量纲大小、单位的差异影响，则需要对原始数据进行标准化处理。式中 x_{ij} 为第 i 个地级市第 j 个指标的原始数据样本值； U_{ij} 为第 i 个地级市第 j 个指标标准化值， $i=1,2,3,\dots,n$ ， $j=1,2,3,\dots,n$ 。

2) 计算系数矩阵

$$V = \frac{DD^T}{n-1} \quad (2)$$

3) KMO 与 Barlett 球形检验

通过 SPSS26.0 软件对样本指标数据进行变量相关性检测(KMO 与 Barlett 检验), 其值越大则变量关联度更高[24]。

4) 计算各个主成分得分

$$Y_i = H_{i1}R_i + H_{i2}R_i + H_{i3}R_i + \dots + H_{in}R_i \quad (3)$$

$$H_{in} = \frac{\theta_i}{\sqrt{\tau_i}} \quad (4)$$

式中 Y_i 表示第 i 个主成分得分, R_i 为第 i 个成分的成分矩阵, H_{in} 表示第 i 个主成分与所对应的主成分特征值平方根的比值, θ_i 表示第 i 个成分矩阵, τ_i 为第 i 个主成分对应特征值, $i=1,2,3,\dots,n$ 。

5) 计算权重

$$\omega^* = \frac{Q_i}{\sum Q_i} \quad (5)$$

$$Q_i = \frac{\sum H_{in}P_i}{\sum P_i} \quad (6)$$

其中 ω^* 表示指标权重, P_i 为第 i 个主成分方差百分比, $i=1,2,3,\dots, j=1,2,3,\dots,n$ 。

3.2. 灰色关联度分析

灰色关联度是一种定量描述系统发展变化趋势的方法, 其灰色分析基本思想是通过对比分析参考列与对比序列的几何形状的发展趋势是否契合或存在差异性来判断其紧密联系程度。灰色关联法[25] [26] [27]分析流程如下:

1) 确定母序列与对比序列

灰色关联法分析是通过母序列与比较序列, 即设母序列 $V_0 = \{V_0(1), V_0(2), V_0(3), \dots, V_0(n)\}$, 比较序列 $V_i = \{V_i(1), V_i(2), V_i(3), \dots, V_i(n)\}$, $i=1,2,3,\dots,n$ 。

2) 量纲问题处理

在对原始数据进行处理之前考虑到所采集的数据指标间存在单位大小与衡量方式的不同, 为了消除量纲等因素影响, 本文运用均值化进行量纲问题的处理, 即:

$$\overline{V_i(k)} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V_i(k) \quad (7)$$

3) 关联系数的测算

$$\theta_i(k) = \frac{\min \min | \overline{V_0(k)} - \overline{V_i(k)} | + \beta \max \max | \overline{V_0(k)} - \overline{V_i(k)} |}{| \overline{V_0(k)} - \overline{V_i(k)} | + \beta \max \max | \overline{V_0(k)} - \overline{V_i(k)} |} \quad (8)$$

其中, $\theta_i(k)$ 为关联系数, k 为对应年份, β 的取值范围介于 (0,1) 之间, 通常情况下取值为 0.5。

4) 关联度的测算

$$\overline{V} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \theta_i(k) \quad (9)$$

\bar{V} 表示关联度, 通过对各对比序列的关联度大小进行排序, 进而分析对比序列与母序列的影响程度, 当 $0 \leq \bar{V} \leq 0.2$, 则关联程度较低; $0.2 \leq \bar{V} \leq 0.4$, 则关联程度低; $0.4 \leq \bar{V} \leq 0.6$, 则关联程度中等; $0.6 \leq \bar{V} \leq 0.8$, 则关联程度较高; $0.8 \leq \bar{V} \leq 1.0$, 则关联程度高。

3.3. 构建耦合协调度模型

3.3.1. 综合发展水平评价指数

综合发展水平评价指数是反映系统内所选指标对系统发展贡献度的度量, 其中综合发展水平评价指数是测算耦合协调度的前提。本文采用主成分分析确定各指标权重, 根据标准化后数据与权重计算结果求解综合评价水平[28], 综合发展水平评价模型如下:

$$t_{ij} = \frac{x_{ij} - m_j^*}{M_j^* - m_j^*} \quad (10)$$

$$F(t, x) = \sum_{i=1}^n \omega^* t_{ij} \quad (11)$$

$$F(t, y) = \sum_{i=1}^n \omega^* t_{ij} \quad (12)$$

通过上述公式(10)~(12)可以得到所求公路交通与区域经济发展的综合评价水平, 式中 $F(t, x)$ 表示公路交通的综合评价水平, $F(t, y)$ 表示区域经济发展的综合评价水平, M_j^* 为第 j 个指标对应的最大值, m_j^* 表示第 j 个指标的最小值, 其中 t_{ij} 取值范围在 $[0, 1]$ 。

3.3.2. 耦合度的测算

“耦合”的概念来源于物理学领域, 现多用来体现 2 个或 2 个及以上系统间通过作用力或作用方式展现出相互关联、交互影响的现象[29], 在物理学上通常表现为相互依赖对方的一个量度。耦合度是指系统间相互影响程度、用来衡量要素间相互作用程度的度量。定义公路交通与区域经济的耦合度模型为:

$$C(t) = 2 \left\{ \frac{F(t, x)F(t, y)}{[F(t, x) + F(t, y)]^2} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (13)$$

$C(t)$ 为在 t 时间节点内公路交通与区域经济的耦合度, 且 $0 \leq C(t) \leq 1$, 通常是度量系统间(或内部)从无序化到有序化的过程中要素在发展变化过程中彼此的协调程度, 是衡量协调程度好坏的定量指标。当 $C(t) = 0$ 时, 此时耦合度值最小, 其反映出两系统的整体协调程度愈差; 反之当 $C(t) = 1$ 时, 此时耦合度达到最大, 表明两系统的总体处于最佳状态, 即协调程度愈优越, 关联强度更加牢固。但是耦合度并不能判断系统间相互作用的质量高低, 此时还需要引入耦合协调度的测算。

3.3.3. 耦合协调度的测算

耦合协调度用来衡量一定时期内系统间通过相互作用是否达到彼此耦合协调发展程度, 也是对系统间作用强弱程度的度量。在现已有研究成果的基础上[30] [31] [32], 采用加权加法评分法计算综合发展指数, 用 $D(t)$ 来表示系统的耦合协调度, 通常取 $D(t) \in (0, 1)$, 其计算公式如下:

$$D(t) = \sqrt{C(t)F(t)} \quad (14)$$

$$F(t) = \mu_1 F(t, x) + \mu_2 F(t, y) \quad (15)$$

其中 $F(t)$ 为综合发展指数, 又称作综合协调指数, 用来反映公路交通与区域经济对耦合协调度的贡献程

度, μ_1 , μ_2 为待定系数, 且 $\mu_1 + \mu_2 = 1$ 。考虑到交通与经济彼此影响相互作用, 在现实意义中具有一致重要的地位, 故取 $\mu_1 = \mu_2 = 0.5$ 。

用耦合协调度模型来分析公路交通与区域经济二者的协调发展水平, 通过两者彼此间的相互作用影响, 来实现协调发展的动态关联关系, 进而反映彼此间的相互支撑情况与相互束缚的程度。通过对系统间耦合协调度相互作用关系的大小程度, 来反映系统间协调状况的好坏程度。

3.3.4. 评价标准

由上述公路交通与经济综合发展的综合评价水平进行分析, 若 $F(t,x) > F(t,y)$, 则通过交通与经济的综合评价水平大小可以得到交通的发展相对超前于区域经济; 反之若 $F(t,x) < F(t,y)$, 则表现为交通的发展滞后于经济, 表现为发展滞后型; 若 $F(t,x) = F(t,y)$, 此时表现为交通与经济彼此间的发展统一协调、相辅相成。按照公路交通与区域经济耦合协调度数值的大小及协调类型将耦合协调度划分为 10 个等级, 评价标准[33]见表 2。

Table 2. Coupling coordination degree type and grade division

表 2. 耦合协调度类型及等级划分

D 值区间	耦合协调度类型	等级	D 值区间	耦合协调度类型	等级
(0.0,0.1]	极度失调	1	(0.5,0.6]	勉强协调	6
(0.1,0.2]	严重失调	2	(0.6,0.7]	初级协调	7
(0.2,0.3]	中度失调	3	(0.7,0.8]	中级协调	8
(0.3,0.4]	轻度失调	4	(0.8,0.9]	良好协调	9
(0.4,0.5]	濒临失调	5	(0.9,1.0]	优质协调	10

4. 案例分析

4.1. 数据来源

本文针对山东省公路交通与区域经济的协调性进行评价。选择 2011~2020 年以三年时间间隔段为研究时间序列, 数据来源于山东省统计局网站《山东省统计年鉴》(2012~2021 年)所整理的公开年度数据。在此特别说明, 由于 2019 年 1 月实施山东省行政区划的调整, 将莱芜市并入济南市, 则 2019 年之前将莱芜市各指标数据统计值叠加在济南市, 并在此基础上进行数据处理。

4.2. 指标权重测算结果

利用上述公式(1)~(6)计算各指标权重, 求出山东省各地级市公路交通与经济发展指标权重计算结果(表 3)。

Table 3. Highway traffic and economic development index weight evaluation system

表 3. 公路交通与经济发展指标权重评价体系

维度	指标	权重			
		2011 年	2014 年	2017 年	2020 年
公路交通	公路里程	0.043	0.179	0.132	0.228
	高速公路里程	0.260	0.000	0.199	0.131
	等级公路里程	0.043	0.188	0.133	0.228

Continued

	公路密度	0.098	0.153	0.074	0.160
	公路客运周转量	0.250	0.150	0.201	0.055
	公路货运周转量	0.219	0.178	0.103	0.159
	高速公路里程同比增长率	0.087	0.153	0.157	0.040
	GDP	0.174	0.179	0.167	0.166
	人均 GDP	0.003	0.000	0.136	0.030
	社会消费品零售总额	0.187	0.188	0.151	0.173
区域经济	农业总产值	0.152	0.153	0.108	0.154
	工业总产值	0.146	0.150	0.164	0.149
	第三产业总产值	0.172	0.178	0.163	0.164
	交通运输财政支出	0.166	0.153	0.111	0.163

4.3. 灰色关联度分析结果

通过上述灰色关联度模型,为了更好的了解公路交通与经济适应情况,母序列则以 GDP 指标为准,以公路交通 7 个指标为比较序列,通过借助 spssau 工具进行计算,即公式(7)~(9)得到 2011 年与 2020 年的结果对比分析近十年间各市公路交通与经济关联状况,关联系数与关联度计算结果如表 4、表 5 所示。

Table 4. Correlation coefficient of highway traffic and economic index GDP in 2011 and 2020

表 4. 2011 年与 2020 年各地市公路交通与经济指标 GDP 的关联系数

地级市	高速公路里程		公路旅客 周转量		公路密度		等级公路历程		公路里程		高速公路里程 同比增长率		公路货物 周转量	
	2011	2020	2011	2020	2011	2020	2011	2020	2011	2020	2011	2020	2011	2020
济南市	0.987	0.691	0.942	0.740	0.953	0.533	0.849	0.541	0.849	0.541	0.688	0.478	0.749	0.587
青岛市	0.908	0.618	0.860	0.858	0.735	0.421	0.764	0.434	0.763	0.434	0.825	0.347	0.560	0.525
淄博市	0.909	0.800	0.864	0.863	0.993	0.854	0.895	0.895	0.901	0.894	0.770	0.640	0.973	0.901
枣庄市	0.971	0.873	0.982	0.868	0.900	0.657	0.983	0.911	0.984	0.910	0.875	0.408	0.967	0.998
东营市	0.935	0.908	0.901	0.798	0.927	0.961	0.915	0.916	0.914	0.916	0.804	0.686	0.842	0.831
烟台市	0.978	0.837	0.983	0.906	0.788	0.609	0.849	0.702	0.848	0.701	0.547	0.547	0.954	0.640
潍坊市	0.983	0.967	0.978	0.851	0.945	0.831	0.903	0.807	0.905	0.808	0.756	0.548	0.978	0.949
济宁市	0.955	0.971	0.947	0.869	0.979	0.965	0.974	0.880	0.972	0.880	0.791	0.648	0.954	0.744
泰安市	0.985	0.777	0.937	0.974	0.924	0.713	0.964	0.814	0.961	0.814	0.826	0.334	0.865	0.864
威海市	0.914	0.901	0.955	0.816	0.999	0.980	0.935	0.850	0.934	0.850	0.838	0.483	0.916	0.847
日照市	0.964	0.976	0.988	0.868	0.913	0.703	0.990	0.917	0.991	0.917	0.333	0.846	0.979	1.000
临沂市	0.937	0.773	0.928	0.749	0.967	0.955	0.864	0.680	0.865	0.681	0.798	0.682	0.920	0.407
德州市	0.956	0.790	0.980	0.910	0.866	0.743	0.833	0.719	0.835	0.720	0.849	0.740	0.949	0.987
聊城市	0.958	0.738	0.985	0.943	0.902	0.636	0.914	0.681	0.914	0.681	0.851	0.745	0.970	0.644
滨州市	1.000	0.858	0.964	0.864	0.913	0.745	0.908	0.779	0.906	0.775	0.858	0.813	0.956	0.823
菏泽市	0.901	0.800	0.932	0.762	0.884	0.747	0.816	0.643	0.818	0.643	0.882	0.930	0.882	0.995

Table 5. Calculation results of correlation degree between highway traffic and regional economic GDP in 2011 and 2020
表 5. 2011 与 2020 年公路交通与区域经济 GDP 关联度计算结果

指标	关联度			排名	
	2011	2020	平均值	2011	2020
公路里程	0.897	0.760	0.826	5	5
等级公路里程	0.897	0.761	0.829	6	4
公路旅客周转量	0.945	0.852	0.899	2	1
公路货物周转量	0.901	0.796	0.849	4	3
高速公路里程同比增长率	0.768	0.617	0.693	7	7
公路密度	0.912	0.753	0.833	3	6
高速公路里程	0.953	0.830	0.892	1	2
平均值	0.896	0.767	0.832	/	/

4.4. 耦合度与耦合协调度结果

由公式(10)~(15)计算得到 2011 年至 2020 年公路交通与区域经济的耦合度与耦合协调度测算结果(见表 6)。

Table 6. The results of coordination index between highway traffic and regional economy in Shandong Province
表 6. 山东省公路交通与区域经济协调性指标结果

地级市	C(t)				D(t)			
	2021 年	2014 年	2017 年	2020 年	2011 年	2014 年	2017 年	2020 年
济南市	0.995	1.000	1.000	0.983	0.791	0.805	0.782	0.769
青岛市	0.997	0.920	0.967	0.932	0.923	0.780	0.853	0.800
淄博市	0.998	0.969	0.923	0.997	0.576	0.474	0.452	0.452
枣庄市	0.996	0.998	0.996	0.797	0.294	0.290	0.251	0.320
东营市	0.899	0.768	0.710	0.873	0.317	0.276	0.332	0.277
烟台市	0.991	0.974	0.998	0.990	0.748	0.673	0.736	0.718
潍坊市	0.995	0.999	0.948	0.984	0.669	0.718	0.698	0.752
济宁市	0.942	0.999	0.996	0.991	0.549	0.617	0.536	0.665
泰安市	0.991	1.000	0.996	0.899	0.419	0.456	0.418	0.509
威海市	0.965	0.895	0.857	0.962	0.361	0.296	0.348	0.309
日照市	0.682	0.496	0.927	0.803	0.229	0.144	0.265	0.295
临沂市	1.000	0.955	0.908	0.928	0.619	0.697	0.621	0.757
德州市	0.996	0.900	0.879	0.903	0.472	0.573	0.458	0.558
聊城市	0.977	0.980	0.913	0.837	0.418	0.510	0.423	0.547
滨州市	0.995	0.931	0.909	0.849	0.374	0.411	0.361	0.447
菏泽市	0.982	0.894	0.794	0.901	0.474	0.521	0.469	0.644

5. 案例结果分析

通过上述耦合协调度模型与灰色关联度分析法计算得到山东省各地市公路交通与区域经济发展的耦合协调度值及关联度大小。

1) 由图1与表6可以清晰看出,2011年至2020年十年期间公路交通与区域经济发展协调程度相对稳定,各地市十年间耦合协调度有一定程度的起伏。就2020年耦合协调度计算结果来分析,济南市、青岛市、烟台市、潍坊市、临沂市等协调程度介于0.7~0.8之间,属于中级协调;济宁市、菏泽市次之,属于初级协调;聊城市、德州市、泰安市介于0.5~0.6,属于勉强协调;就空间视角分析,协调程度较强的地区主要分布在以青岛为首的山东东部半岛地区与以济南为首的鲁中中部地区。协调程度次之的地区主要分布在鲁南经济圈。勉强协调的地区主要分布于鲁北地区。由此可见,东部中部发展相对优越于鲁南鲁北欠发达地区。

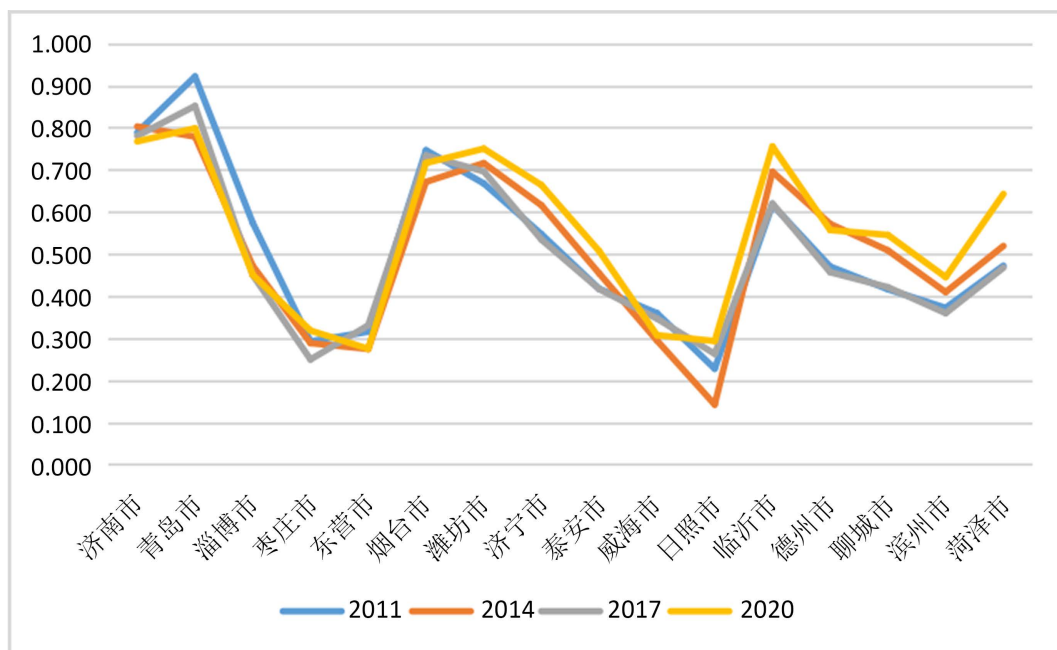


Figure 1. Coupling coordination degree of highway traffic and regional economy in different cities
图1. 各地市公路交通与区域经济耦合协调度

2) 通过图2与图3得出2011年与2020年十年间公路交通与区域经济的综合评价水平变化趋势的增长情况。各地域发展速度有一定的地区差异,综合评价水平呈现不同程度的增长状况。由图2整体可以看出,山东省经济综合水平排名前三的分别为青岛、济南、烟台;其中2020年与2017年经济相比增长较大的城市为菏泽市、临沂市、济宁市和潍坊市;相比较来看日照市与枣庄市经济综合水平较低。从交通综合水平变化趋势角度(图3)来看,泰安市、临沂市、聊城市、菏泽市2020年交通综合水平增长较快,大部分地市2020年相对比前9年处于稳定增长,但东营市与威海市交通综合水平相对较低。

3) 通过对2011年与2020年时间节点内的公路交通与经济发展关联状况的研究,利用灰色关联度模型计算得到各地市公路交通与区域经济的关联系数(表4)及关联度结果(表5)。按照灰色关联度划分标准,从各指标的灰色关联度视角出发,关联度水平依次为公路旅客周转量关联度最高(0.899),其次为高速公路里程(0.892),公路货物周转量(0.849),公路密度(0.833),等级公路里程(0.829),公路里程(0.826),达到高水平关联程度;高速公路里程同比增长率(0.693),属于较高关联程度。从时间序列上来看,关联度水平略有下降趋势。2011年与2020年公路交通与经济的关联度整体处于较高及以上程度,其中2011年处于高水平的关

联度等级, 2020 年处于较高水平的关联度等级; 说明公路交通与区域经济间存在较高的关联程度, 公路交通运输与区域经济社会发展间相互关联相互影响, 交通运输在区域经济社会发展中发挥着至关重要的作用。

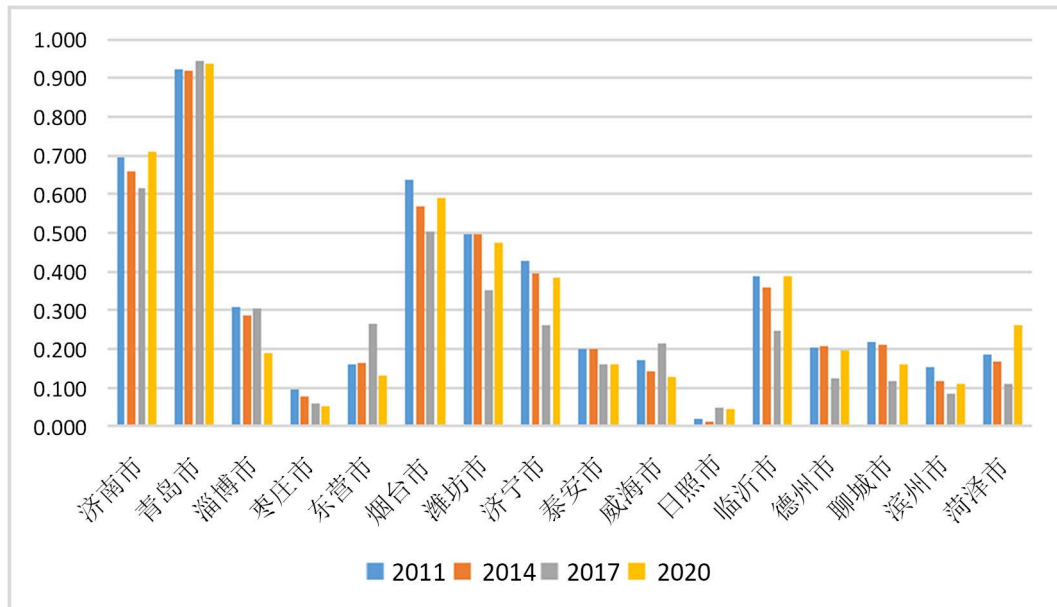


Figure 2. The change trend of the comprehensive level of regional economy in ten years
图 2. 各地市十年间区域经济综合水平变化趋势

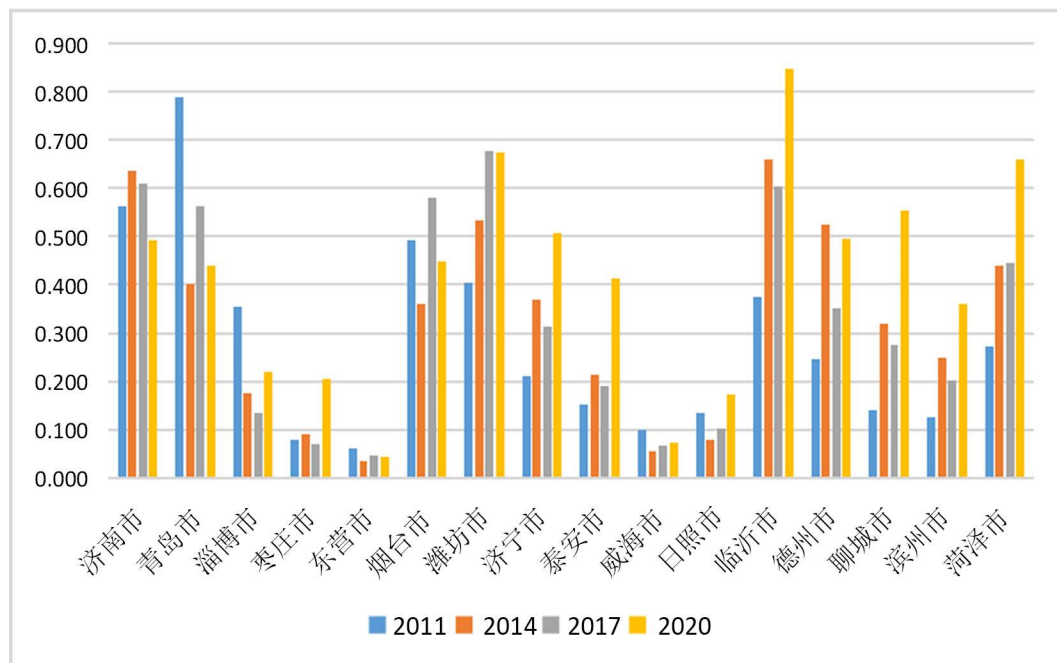


Figure 3. The change trend of the comprehensive level of regional economy in ten years
图 3. 各地市十年间公路交通综合水平变化趋势

6. 结论

本文通过研究山东省公路交通与区域经济发展的协调状况, 运用主成分分析法、灰色关联度分析、

构建耦合协调度模型从时空动态视角展开研究, 结果发现: 1) 从时间序列上看, 2011~2020 年山东省各地市公路交通与区域经济的耦合度处于高水平耦合阶段, 整体呈现小幅度波动趋势; 各地市耦合协调度水平有一定差距, 相对发达地市耦合协调程度远优于相对不发达地市。部分地市耦合协调度水平整体不高, 处于中度失调向良好协调的过渡阶段, 其中, 平均耦合协调度指数由 2011 年的 0.515 提高到 0.551; 2) 从空间视角进行分析, 耦合协调度呈现以省会及沿海发达城市位中心向外围递减的格局, 处于勉强协调与中级协调之间; 整体来看, 结合山东省三大经济圈进行分析, 以青岛为代表的胶东经济圈各地市的平均耦合协调度水平较高, 鲁南经济圈次之, 省会经济圈各地市平均耦合协调度水平排名第三, 然而其主要原因是省会经济圈的七大城市中各地区的发展水平参差不齐。3) 就 2011 年与 2020 年山东省公路交通与区域经济的关联度结果进行分析, 2011 年公路交通与区域经济的关联度为 0.896, 则表明公路交通与区域经济的关联度属于高水平, 且具有基本相同的变化趋势。2020 年关联度与 2011 年相比, 关联度略有降低, 其值为 0.767, 具有较高水平的关联性。

基金项目

山东省交通科技计划“基于高速公路优势资源和客户需求的综合服务体系构建(2020B50)”。

参考文献

- [1] 陈小红, 张协奎, 陈诗淼, 张练. 中国-东盟综合交通优势度与区域经济耦合协调[J]. 交通运输系统工程与信息, 2018, 18(5): 26-31+81. <https://doi.org/10.16097/j.cnki.1009-6744.2018.05.005>
- [2] 李国栋, 蒋航. 我国综合交通与旅游业多层次耦合协调实证分析[J]. 经营与管理, 2021(10): 178-186. <https://doi.org/10.16517/j.cnki.cn12-1034/f.2021.10.004>
- [3] 徐凤, 余霞. 基于熵权法的交通运输与区域经济的耦合性测度——以江苏省为例[J]. 生产力研究, 2017(12): 57-60. <https://doi.org/10.19374/j.cnki.14-1145/f.2017.12.013>
- [4] 栾庆熊, 段莉珍, 赵鑫, 闻若伊, 李佐纳. 公路运输与区域经济建设的耦合协调特征分析——以云南省为例[J]. 综合运输, 2018, 40(2): 94-100.
- [5] 孟德友, 沈惊宏, 陆玉麒. 中原经济区县域交通优势度与区域经济空间耦合[J]. 经济地理, 2012, 32(6): 7-14. <https://doi.org/10.15957/j.cnki.jjdl.2012.06.002>
- [6] 袁长伟, 吴群琪. 高速公路与区域经济发展协调性的 DEA 评价模型[J]. 长安大学学报(社会科学版), 2009, 11(3): 12-14+20.
- [7] 朱琳, 罗宏翔. 交通基础设施建设影响区域经济差距的特征、机理及其实证研究[J]. 云南财经大学学报, 2022, 38(3): 31-45. <https://doi.org/10.16537/j.cnki.jynufe.000772>
- [8] 杨仲舒, 那艺. 交通基础设施、制造业资本规模与区域经济增长[J]. 经济问题探索, 2020(11): 144-156.
- [9] 杨玉琪, 贾元华, 李桦楠, 姬亚鹏. 基于信息熵的综合交通发展与区域产业结构适应性研究[J]. 山东科学, 2015, 28(4): 46-51+64.
- [10] 肖红, 胡宇航, 王孝坤, 龚恒娟. 西部陆海新通道区域经济-交通运输-生态环境耦合协调发展及障碍度研究[J]. 铁道运输与经济, 2022, 44(7): 1-7. <https://doi.org/10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.2022.07.01>
- [11] 于建峰, 曾俊伟, 钱勇生, 广晓平. 区域经济与交通运输体系发展综合评价和适应度比较分析[J]. 铁道运输与经济, 2019, 41(1): 18-22. <https://doi.org/10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.2019.01.04>
- [12] 聂正英, 李萍. 京津冀交通一体化与区域经济耦合: 基于熵权法的协调分析[J]. 综合运输, 2019, 41(4): 37-42.
- [13] 蔡倒录, 王伯礼, 敖茂川, 李婷婷, 谢美珍. 基于耦合模型的核心城市群综合运输与区域经济[J]. 交通科技与经济, 2022, 24(4): 75-80. <https://doi.org/10.19348/j.cnki.issn1008-5696.2022.04.012>
- [14] 赵莹. 京津冀交通基础设施与经济协调发展研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2018.
- [15] 董洪超, 蒋伏心, 路璐. 基于 DEA 模型的江苏经济发展中交通基础设施的效率研究[J]. 经济问题探索, 2017(10): 80-87.
- [16] 王李轩. 基于 DEA 模型的陕西省道路交通运输效率评价与分析[J]. 经济研究导刊, 2019(35): 65-67.
- [17] 叶坤琪. 基于灰色关联法的吉林省物流与经济协同发展研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2018.

- [18] 鲁渤, 周祥军, 宋东平, 汪寿阳. 公路交通通达性与经济增长空间效应研究[J]. 管理评论, 2019, 31(9): 3-17. <https://doi.org/10.14120/j.cnki.cn11-5057/f.2019.09.001>
- [19] 岳俊. 河南省交通运输基础设施对经济发展的影响及其空间溢出效应研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 华北水利水电大学, 2018.
- [20] 艾小青, 张雪薇. 交通基础设施、生产性服务业发展与经济集聚——基于空间杜宾模型的实证研究[J]. 中南财经政法大学学报, 2020(1): 77-85+160. <https://doi.org/10.19639/j.cnki.issn1003-5230.20190815.001>
- [21] 蔡晶晶, 郑长江, 肖忠斌. 公路交通与区域经济协调发展拟合分析[J]. 大连交通大学学报, 2013, 34(1): 35-39. <https://doi.org/10.13291/j.cnki.djdxac.2013.01.007>
- [22] 姚秋君. 广西交通运输与经济协调发展研究[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西大学, 2015.
- [23] 李晓钟, 王欢. 互联网对我国经济发展影响的区域差异比较研究[J]. 中国软科学, 2020(12): 22-32.
- [24] 阮宏芳. 基于主成分分析——Logistic 模型的制造业财务预警研究[D]: [硕士学位论文]. 安庆: 安庆师范大学, 2022. <https://doi.org/10.27761/d.cnki.gaqsf.2022.000018>
- [25] 邓志杰. 区域综合交通运输发展水平与经济协调性的协调性研究[D]: [硕士学位论文]. 深圳: 深圳大学, 2019.
- [26] 聂雪艳. 江苏省交通运输对产业结构的影响分析[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2016.
- [27] 高学贤, 马月丽. 基于灰色关联分析的山东区域物流与经济发展协调性评价[J]. 河南科学, 2014, 32(12): 2618-2623. <https://doi.org/10.13537/j.issn.1004-3918.2014.12.043>
- [28] 戢晓峰, 谢世坤, 陈方. 旅游业-城市化-经济-交通复合系统的耦合协同演化机制——以云南省为例[J]. 旅游研究, 2020, 12(1): 1-18.
- [29] 陈冬颖. A 省都市圈交通运输与经济空间集聚的耦合机理研究[J]. 商业观察, 2021(20): 17-19.
- [30] 王淑佳, 孔伟, 任亮, 治丹丹, 戴彬婷. 国内耦合协调度模型的误区及修正[J]. 自然资源学报, 2021, 36(3): 793-810.
- [31] 贾海发, 邵磊, 罗珊. 基于熵值法与耦合协调度模型的青海省生态文明综合评价[J]. 生态经济, 2020, 36(11): 215-220.
- [32] 吴爱东, 刘东阁. 中国金融发展与产业结构升级的关系——基于耦合协调度模型[J]. 南方金融, 2017(3): 28-36.
- [33] 张力隼, 王余枫, 夏永波, 刘涛, 白云龙. 黄河流域资源-环境-经济耦合协调发展研究[J]. 人民黄河, 2022, 44(3): 11-15.