

分类号 C93/93
U D C 0006289

密级 公开
编号 10741



硕士学位论文

论文题目 西部陆海新通道物流效率空间关联影响因素研究

研究生姓名: 孙宏进

指导教师姓名、职称: 曹晓军 教授

学科、专业名称: 管理科学与工程

研究方向: 物流与供应链管理

提交日期: 2024年5月31号

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名：孙宏进 签字日期：2024.5.31

导师签名：曹晓宁 签字日期：2024.5.31

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定，同意（选择“同意”/“不同意”）以下事项：

- 1.学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；
- 2.学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名：孙宏进 签字日期：2024.5.31

导师签名：曹晓宁 签字日期：2024.5.31

Research on the spatial correlation factors of logistics efficiency of the new western land-sea corridor

Candidate : Sun HongJin

Supervisor: Cao XiaoJun

摘要

西部陆海新通道是位于我国西部地区的一条物流运输新通道,对“一带一路”的发展有着重要的作用,为西部地区的经济发展带来了重大的机遇。物流业是经济增长的关键因素,其效率的提升对于经济发展至关重要。加之国家政策和现实问题的双重引导,研究通道内的物流效率成为一项既必要又紧迫的任务。该研究将有助于挖掘物流效率提升的潜力,提出有效的优化措施,从而推动物流业乃至整个经济的健康发展。

本文以西部陆海新通道地区内十四个省份为研究对象。第一步,构建科学严谨的评价指标体系,运用数据包络模型对 2012-2021 年通道内十四个省份的物流效率进行静态与动态的分析;第二步,基于修正的引力模型构建了通道物流效率空间关联网络,然后运用社会网络分析法对其整体结构、个体结构进行分析;第三步,使用 QAP 模型对影响物流效率空间关联网络的因素研究,提出可供参考的对策建议提升通道内的物流效率。主要结论如下:

(1) 2012-2021 年间西部陆海新通道的物流效率整体是上升的趋势,但部分省(市)存在投入与产出不匹配的情况,影响了该地区的整体的综合效率;研究期内西部陆海新通道整体物流 TFP 大于 1 为正增长;但分各省市来说,正增长的省份只有 6 个,仍具有发展空间。

(2) 西部陆海新通道省份节点在空间上呈现不均衡的特征,但随着时间的变化,区域之间的差异逐渐变小。区域内广东、广西、陕西以及四川在物流网络结构中占据核心地位,均对周边城市存在一定程度的吸引力,新疆、西藏、宁夏在物流网络中的地位比较低。

(3) 通过影响因素的分析,发现地理空间距离、产业结构、交通发展水平、对外开放水平、物流信息化水平和物流投资这六个因素对通道物流效率空间关联网络结构的形成和演化具有推动的作用,最后根据影响因素的分析,提出提高西部陆海新通道物流效率的对策建议。

关键词: 西部陆海新通道 物流效率 数据包络分析 社会网络分析 QAP 模型

Abstracts

The new western land-sea corridor is a new logistics and transportation channel located in the western region of China, which plays an important role in the development of the "Belt and Road" and brings major opportunities for the economic development of the western region. The logistics industry is a key factor in economic growth, and its efficiency improvement is essential for economic development. Coupled with the dual guidance of national policies and practical problems, it has become a necessary and urgent task to study the logistics efficiency in the channel. The study will help tap the potential of logistics efficiency improvement and propose effective optimization measures to promote the healthy development of the logistics industry and the economy as a whole.

In this paper, 14 provinces in the Western New Land-Sea Corridor region are taken as the research objects. The first step is to construct a scientific and rigorous evaluation index system, and use the data envelopment model to analyze the logistics efficiency of 14 provinces in the channel from 2012 to 2021. In the second step, the spatial correlation network of channel logistics efficiency was constructed based on the modified gravity model, and then the overall structure and individual structure of the channel logistics were analyzed by using the social network analysis method. In the third step, the QAP model is used to

study the factors affecting the spatial correlation network of logistics efficiency, and put forward countermeasures and suggestions for reference to improve the logistics efficiency in the channel. The main conclusions are as follows:

(1) From 2012 to 2021, the logistics efficiency of the new western land-sea corridor was on the rise, but there was a mismatch between input and output in some provinces (cities), which affected the overall comprehensive efficiency of the region. During the study period, the overall logistics TFP of the Western Land-Sea New Corridor was greater than 1, which was a positive growth. However, in terms of provinces and cities, there are only 6 provinces with positive growth, and there is still room for development.

(2) The nodes of the provinces of the new western land-sea corridor are spatially uneven, but the differences between regions gradually become smaller with the change of time. Guangdong, Guangxi, Shaanxi and Sichuan occupy the core position in the logistics network structure, all of which have a certain degree of attraction to the surrounding cities, while Xinjiang, Tibet and Ningxia have a relatively low status in the logistics network.

(3) Through the analysis of influencing factors, it is found that the six factors of geospatial distance, industrial structure, transportation development level, opening up level, logistics informatization level and

logistics investment have a promoting effect on the formation and evolution of the spatial correlation network structure of the corridor logistics efficiency.

Key words: The new land-sea corridor in the west; Logistical efficiency; Data envelopment analysis; Social network analysis; QAP model

目 录

1 引言	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究意义	2
1.2.1 理论意义	2
1.2.2 现实意义	2
1.3 文献综述	3
1.3.1 物流效率研究	3
1.3.2 物流效率空间关联研究	6
1.3.3 物流效率空间关联网络影响因素	7
1.3.4 文献述评	7
1.4 研究内容与研究方法	8
1.4.1 研究内容	8
1.4.2 研究方法	8
1.4.3 论文结构	10
1.5 创新点	11
1.6 本章小结	11
2 相关概念及理论基础	13
2.1 相关概念	13
2.1.1 区域物流	13
2.1.2 物流效率	13

2.2 理论基础	14
2.2.1 空间关联理论	14
2.2.2 社会网络理论	15
2.2.3 QAP 回归分析	16
2.3 本章小结	16
3 西部陆海新通道物流效率测算与评价	17
3.1 评价指标体系构建与评价模型构建	17
3.1.1 评价指标体系构建	17
3.1.2 物流效率静态评价模型	19
3.1.3 物流效率动态评价模型	20
3.1.4 数据说明	21
3.2 西部陆海新通道物流效率测度与分析	22
3.2.1 西部陆海新通道物流效率静态分析	22
3.2.2 西部陆海新通道物流效率动态分析	30
3.3 本章小结	33
4 西部陆海新通道物流效率空间关联研究	35
4.1 物流效率空间关联网络模型构建	35
4.1.1 修正的引力模型	35
4.1.2 社会网络分析模型	36
4.2 物流效率空间关联网络整体结构	37
4.3 个体网络特征分析	39
4.3.1 度数中心度	40

4.3.2 接近中心度	41
4.3.3 中介中心度	42
4.4 本章小结	44
5 西部陆海新通道物流效率空间关联影响因素	45
5.1 研究方法	45
5.2 影响因素假设	45
5.2.1 空间地理因素	46
5.2.2 经济发展因素	46
5.2.3 物流业发展条件因素	47
5.3 实证结果分析	48
5.3.1 QAP 相关性分析	48
5.3.2 QAP 回归分析	49
5.4 本章小结	51
6 研究结论与对策建议	52
6.1 研究结论	52
6.2 对策建议	53
6.2.1 西部陆海新通道主通道建议	53
6.2.2 西部陆海新通道重要枢纽建议	54
6.2.3 西部陆海新通道核心覆盖区建议	54
6.2.4 西部陆海新通道辐射延展带建议	54
6.3 研究不足与展望	55
参考文献	57

攻读硕士学位期间发表论文及科研情况.....63

致谢.....64

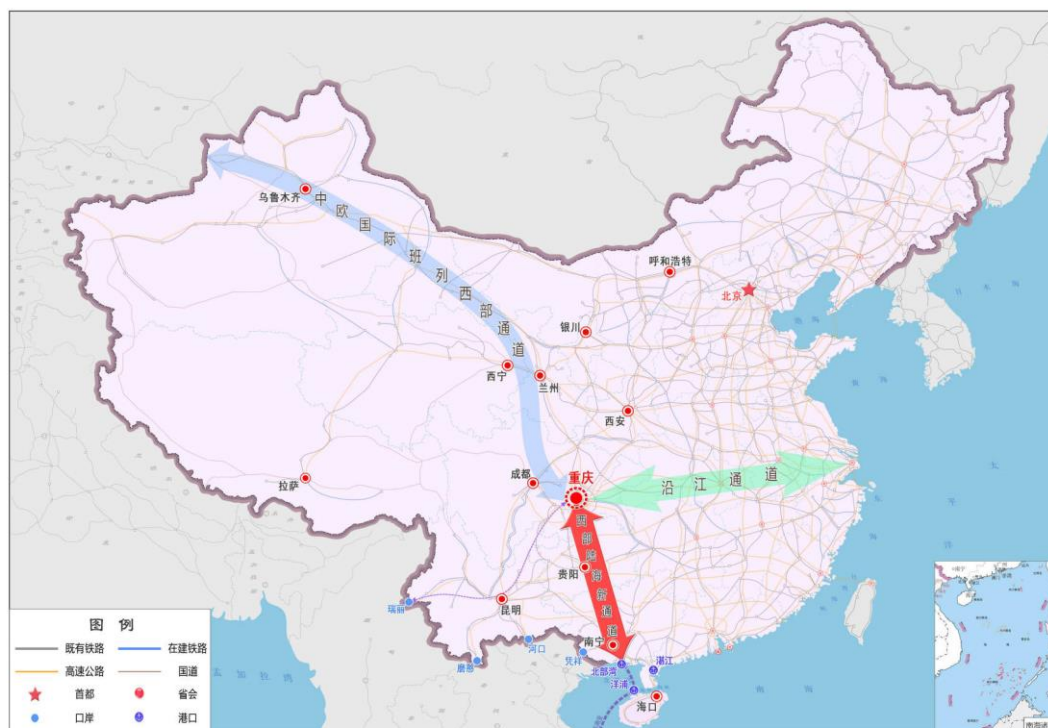
1 引言

1.1 研究背景

信息技术和电子商务的进步使物流业快速扩张,使其成为国民经济发展不可或缺的核心部分。作为经济大动脉的物流业,是支撑经济发展的关键力量。因此,提升地区物流效率对于加快经济发展尤为重要,物流效率成为了衡量一个地区经济发展水平的关键指标。

近年来,我国注重区域经济的发展,特别是对珠三角、京津冀和长江经济带等区域经济圈的大力推进,突显了区域经济发展作为国家重点的战略方向。在此背景下,物流业的发展显得尤为关键,它对区域经济的推进起到了不可替代的作用。在2019年8月15日,国家发改委推出了《西部陆海新通道总体规划》^[1](图1.1),标志着我国西部陆海新通道的战略意义被显著提升。该规划所构建的通道体系犹如纽带,对区域均衡发展有深远影响。《规划》通过强化西部陆海新通道及其相关物流基础设施建设,以提升物流效率和质量为核心目标,要求各地根据整体规划制定具体的实施方案,确保通道建设取得实效。随着政策的逐步落实,沿线省市需立足各自地域特点,设计出针对性的实施策略来推动西部陆海新通道的发展进程。到了2019年10月份,包括重庆、广西、贵州、甘肃、青海、新疆、陕西、四川、云南、宁夏、内蒙古和西藏十二省市以及海南、广东省湛江市共同签署合作协议框架,携手共进,致力于推进这一重要通道的建设和优化。

在推动西部陆海新通道整体建设和提升运营效能方面,沿线省市之间的物流协同效应发挥至关重要。本研究致力于构建满足该区域的物流效率评价指标体系,然后深入分析通道内各省市的物流效率及其空间关联网。西部陆海新通道的建设不仅强化了与东南亚、东盟、中亚等地区的经济合作,促进了国内外双循环经济发展策略,也为沿途省市的物流产业发展带来了前所未有的机遇。通过提升物流活动的需求量及服务品质和效率,这一新通道显著推动了区域经济增长和社会文化交流。通过构建高效的运输网络、关键的物流节点以及智能化的信息平台等措施,不仅优化了物流产业结构,还提高了物流发展水平。因此,本文通过对西部陆海新通道区域内各省市物流效率及其空间关联的深度分析和评估,旨在提出具体且针对性强的优化建议,以促进沿线各省市物流效率的进一步提升。



西部陆海新通道地理位置示意图（全国）

图 1.1 西部陆海新通道总体规划

1.2 研究意义

1.2.1 理论意义

丰富了物流效率的研究成果，为西部陆海新通道物流效率的研究提供参考。使用现实的数据分析西部陆海新通道物流效率，然后构建西部陆海新通道的空间关联关系，研究各节点在网络中的特征，充实了西部陆海新通道地区物流效率的研究成果。通过研究物流效率空间关联的影响因素，为全国范围内物流效率的优化提供理论依据。

1.2.2 现实意义

为西部陆海新通道物流效率的优化提供了可行的参考。分析研究影响物流效

率空间网络的影响因素，对于制定西部陆海新通道物流相关政策以及促进其物流效率至关重要，这些因素可以作为通道内各省份发展物流效率、增强物流竞争力的政策抓手。

1.3 文献综述

该研究拟分析西部陆海新通道的物流效率，然后进一步研究物流效率的空间关联，最后分析影响物流效率的主要影响因素，并根据影响因素提出针对性对策。因此以下从物流效率、物流效率空间关联、物流效率影响因素这三个方面对已有文献进行归纳。除此之外，在文献整理的基础上，本节将对现有的文献进行述评。

1.3.1 物流效率研究

关于物流效率，国内外的研究对其没有给出专门的定义。一般来说，物流效率的定义往往是从效率这一概念衍生而来。简而言之，物流效率可以理解为物流成本投入与产出的比率，反映了物流资源的利用和配置的情况。这一指标为我们提供了衡量物流运作效能的重要依据。

(1) 物流效率测度方法

本文将物流业的投入和产出作为衡量物流效率的指标。由于物流业存在诸多复杂因素，我们需要采用科学严谨的方法来确保研究结果的准确性。

从测度方法上来看，通过大量文献的阅读可以发现，随机生产函数（SFA）和数据包络模型（DEA）是当前测度物流效率最常用的两种方法。除此之外，层次分析法、指数分析法等也被用于测算物流效率，但是这些方法运用的频率较低。

随机前沿生产函数模型的优势是在物流效率的测算中考虑到环境因素和随机误差的影响，对数据误差有一定的包容性，但是只能对单一变量或者对进行多输入和单输出进行测算。汪旭晖等^[2]以我国 23 个省市的农产品为研究对象，运用 SFA 模型对 2003-2011 年农产品的物流效率进行了测度，发现研究期内，我国中部地区物流效率最高，接着是东部，最低的是西部；物流资本投资不足是阻碍农产品物流的主要障碍，最后提出了培养物流人才、降低成本、发展物流技术等建议。余泳泽等^[3]选择了适用于我国物流业的 SFA 函数对物流效率进行了测度，发现我国物流业整体效率不高，区域间物流效率存在差异，但是整体物流效

率在一个稳定上升的状态,针对当前的情况,提出了要构建全方位并且统一的物流市场、提高物流资源利用率等建议。玉丽静等^[4]运用 SFA 模型对山东省物流进行了测算,并对其影响因素进行了分析。

DEA 模型适用于多投入多产出的分析,且不需要对数据进行标准化处理、也不需要进行权重的假设,所以在很多领域得到了广泛的应用。汪文生等^[4]以环渤海地区的十四个城市为研究对象,运用三阶段 DEA 模型对其物流效率进行了测算,发现城市之间的物流效率差距大,经济水平与物流效率呈现正相关。田强等^[5]以环渤海的九个省份为研究对象,使用 DEA-BBC 和 Malmquist 模型对其物流效率进行了静态和动态分析,最后提出了要以京津冀和山东四省市作为物流业发展的领头地区。Rita 和 Zoltán^[7]以北美物流供应商为研究对象,运用数据包络分析法对其物流效率进行了研究。Chris 等^[8]运用 DEA 方法,对物流行业的经济安全效率进行了分析研究。隆双双等^[9]运用三阶段 DEA,以长江经济带邮政速递物流为研究对象,测算了其物流效率,发现规模技术效率是导致其物流效率偏低的原因。

综上所述,在物流效率测度的方法中,SFA 只能对单一变量或者对进行多输入和单输出进行测算,具有局限性。DEA 方法用于多投入多产出的分析,且不需要对数据进行标准化处理、也不需要进行权重的假设,所以在很多领域得到了广泛的应用。

(2) 物流效率研究对象

在企业物流效率的研究中,Selim 等^[10]以印度尼西亚的五家当地公司和五家跨国公司为研究对象,把行动和工作绩效理论作为研究的重点,使用层次分析法测度优先的权重和能力的优先级,最终确定其绩效。Lien^[11]以八个第三方物流公司 3PL 为研究对象,运用 DEA 模型计算了其物流效率。Loske&Klump^[12]选取了德国零售行业中的人工智能物流应用案例进行深入分析,研究过程中,结合使用了模糊型数据包络分析(DEA)等多种模型,以评估这些技术在核心物流管理活动中的应用效果。Rashidi&Cullinane^[13]选取了 OECD 成员国的物流配送领域作为研究对象,并利用 DEA 方法对其业绩进行了测量与评估。进一步地,结合国际货运的可持续性绩效指标(LPI),对样本国家在实现可持续物流配送业绩(SOLP)方面的表现进行了详细的分析与评级。Han&Trimi^[14]针对全球社交商

务领域的三家领先物流企业，运用了 TOPSIS 法与 FLINTSTONES 评估工具，共同构建了一个评分模型，以此来综合评价这些企业逆向物流的发展态势和整体表现。Eydi&Rastgar^[15]考虑到医院废物收集与处置中涉及的双重角色数据及模糊性，基于数据包络分析（DEA）的改进方法，该方法在评估过程中，为确定最合适的第三方物流服务供应商提供了重要的决策支持。

在区域物流效率的研究对象中，Long 等^[16]学者通过对 2004 至 2016 年期间 11 个省级区域物流行业的考察，采用包括 super-SBM 模型在内的多种研究方法，对所研究对象的物流生态效率进行了系统的评价分析。Ying 等^[17]采用了一种更新的 DEA-pc（两两比较）以及标准的 DEA 模型，分别对欧洲联盟的 29 个国家的物流服务质量进行了独立评估，并随后对这两种模型得出的评估结果进行了对照分析。刘易明^[18]以国内的物流园区为研究对象，选择了合适的指标体系，把 DEA 模型与 BP 神经网络进行了结合，对物流效率进行了分析研究，最后提出了提升物流园区物流效率的对策建议。张磊等^[19]以山东寿光农产品物流园中的一级批发商户为研究对象，运用随机前沿生产函数测度了其技术效率，分析并找到了其影响因素，最后，提出了积累蔬菜批发经验等有益于提升技术效率。郑琰等^[20]以江苏连云港为研究对象，构建指标体系，运用 DEA 模型研究其 2008-2017 年的物流效率，最后，为港口物流效率的优化提出了对策建议。刘宏伟等^[21]选取了我国 60 个物流枢纽城市，用超效率 DEA 模型测度了其物流效率，然后对不同枢纽城市的物流效率进行了收敛性分析。秦雯^[22]以珠江西岸为研究对象，首先构建物流业投入产出指标，运用三阶段 DEA 模型对其 2011-2020 年物流效率进行测算，结果显示，珠江西岸的总体物流效率不高，规模效率低是影响其总体物流效率低的主要原因，在最后提出了市场为主，政府为辅并且提高区域整体协调发展的对策建议。邹靖^[23]选取了我国 30 个省份为研究对象，构建了计量模型，并选择 BCC-DEA 模型的计算结果作为被解释变量，选择合适的解释变量，探究了碳排放约束与物流效率的关系。结果表明，在碳排放约束的政策中，市场激励性政策相对于命令控制型政策更有利于物流效率的提升，并且，对东中西部的影响不一样，所以要因地制宜的确定对应的碳排放约束政策。

基于以上分析，我们发现关于物流效率的研究对象主要集中在东部或者中部的发达地区，如长三角、粤港澳地区等，涉及西部陆海新通道省份物流效率的研

究还是较为缺乏。

1.3.2 物流效率空间关联研究

研究物流效率的空间关联及其演变趋势对于针对性地促进整体区域物流效率提升和区域协调发展具有重要指导意义。

在物流效率空间关联研究方面, ABAGHAN G^[24]以加拿大银行网点作为研究对象。WANG Z F^[25]以中国省际旅游业为研究对象,用 SNA 等方法探索其 2011-2016 年间的效率空间网络结构的演变特征。刘华军等^[26]以中国 29 个省份为研究对象,使用引力模型确立能源消费的空间关系并使用社会网络分析法对其整体结构和个体结构进行分析,并提出了相应的节能对策建议。吉雪强等^[27]通过选取长江经济带的 11 个省市作为研究样本,从关系数据和网络分析的视角出发,运用社会网络分析技术探讨这些省市在种植业碳排放效率方面的空间联系网络架构及其发展变迁。此外,通过采用 QAP 方法对影响该网络结构的动态因素进行深入分析,旨在深入揭示长江经济带种植业碳排放效率空间网络形成的机理和动因,为推动该区域种植业的协同减排工作提供理论依据和数据支持。曹允春等^[28]以 23 个国家物流枢纽承载城市为研究对象,首先建立指标体系,然后运用熵权-TOPSIS 法计算其物流竞争力,之后基于引力模型与社会网络分析法建立其空间关联网络,并对网络关联程度与空间结构特征进行了分析,发现了承载城市显示出了“东密西疏,东强西弱”的特点,并且空间结构不太稳定。最后通过分析,得出经济发展水平、空间临近性和交通通达性等对关联网络影响较大。黄超然等^[29]以我国三十个省份为研究对象,运用 Super-SBM 模型测算了 2005-2019 年的能源效率,运用测算的能源效率结合社会网络分析方法建立了三十个省份之间的空间关联关系,然后分析其练习强度,最后提出了协同配合、辐射带动和转变经济增长方式等提高能源的利用率。程慧等^[30]在测度了我国内地 31 个省份的旅游效率的基础上,首先模型建立了旅游效率空间网路,然后利用社会网络分析法分析了网络的整体和个体结构特征、影响因素。王纪凯等^[31]在测度黄河流域 77 个地级市的工业绿色水资源效率的基础上,模型构建其空间关联网络,然后结合社会网络分析法对网络度数中心度、接近中心度等进行了分析,并提出了对策建议。

综上所述,运用社会网络分析法可以对整体和个体网络进行深度的分析,可以清晰的理清各节点的关系,进一步分析了节点之间的关系,有助于区域内协同发展的研究。所以,使用社会网络分析方法对物流效率空间关联网络研究是可行的。

1.3.3 物流效率空间关联网络影响因素

目前关于物流效率的相关研究中,较多的研究了物流效率的影响因素。

Emmanouel 和 Konstantinos^[32]对物流效率的影响因素进行了分析,最后得出结论,包括对外开放水平和政府投资力度等。CullinaneK 等^[33]以客户角度为研究对象,分析了影响企业发展的因素,最后发现客户对企业满意度提升、企业信誉良好等因素都对企业效率有正向的作用。NdhaiefN^[34]通过研究发现,供应链稳定程度、服务水平、基础设施水平等为影响物流效率发展的因素。Jitsuzumi 和 Nakamura^[35]以日本的铁路运行为研究对象,运用 DEA 方法测度了其效率,最后发现其效率低的原因分为两部分,分别是内部和外部影响因素,另外研究表明,影响其运行效率中,运输密度是不可控因素。Wanke^[36]以巴西港口为研究对象,从物流基础设施效率和货运整合效率这两个方面,使用两阶段 DEA 模型测度了物流效率,然后对效率的影响因素进行研究。Serebrisky 等^[37]运用随机前沿模型挖掘所有权、腐败程度与人均收入对拉美地区与加勒比海港口运输效率的影响,研究表明港口效率的提升的关键在于所有权因素。Barros 等^[38]同样使用随机前沿模型探讨经营水平是否会对尼日利亚机场效率产生影响,实证结果可以得出对于规模较小的机场,只注重经营规模而忽视管理能力并不一定能带来效率的提升,反而可能导致资源浪费和效率下降。可以看出,多数文献只对物流效率影响因素进行了研究,关于物流效率空间关联影响因素的研究相对较少。因此,本文从物流效率空间关联的角度去分析影响因素,以期在更广泛的视角和更深入的层次上展开研究,从而弥补这一领域的不足,并推动物流效率研究的进一步发展。

1.3.4 文献述评

前文从物流效率、空间关联和影响因素这三个维度进行了文献的综述,但是还需对以下研究内容进行深入挖掘。

(1) 现有文献中对于物流效率的研究中，主要的研究对象集中在长三角、京津冀地区，对于西部陆海新通道物流效率的研究较少，所以，本文选取西部陆海新通道为研究对象，从静态和动态角度对物流效率进行测度分析。

(2) 目前，对于物流效率的空间关联研究，最常用的方法为探索性空间数据分析方法，鲜少见以往学者选择社会网络分析法对区域物流效率构建模型进行空间关联效应研究。所以，本文从社会网络的角度去研究。

(3) 目前，多数文献只对物流效率影响因素进行了研究，关于物流效率空间关联影响因素的研究相对较少，因此，本文从物流效率空间关联的角度去分析影响因素，并且融合行业特点，从更广泛的视角和更深入的层次上展开研究，以便对物流效率的提升提出更加针对性建议。

1.4 研究内容与研究方法

1.4.1 研究内容

本研究以西部陆海新通道地区十四个省份为研究对象，引入可持续发展理论、空间关联理论、社会网络分析理论等与之相关的理论对其进行研究。

本文的主要研究内容为以下三个方面：

第一：首先是构建西部陆海新通道物流效率评价指标体系，其次，运用数据包络方法对西部陆海新通道省份 2012-2021 年的物流效率进行静态和动态的测度。

第二：在第一部分研究的基础上，为了深入研究物流效率，首先模型构建西部陆海新通道物流效率空间关联联系；然后，采用社会网络分析法，对西部陆海新通道物流效率空间关联的整体和个体网络结构特征进行分析，以明晰各省份在其空间关系网络结构中的地位及所扮演的角色与作用。

第三：在物流效率空间关联网络的研究基础上，首先，选取相关影响因素进行相关性检验，接着运用 QAP 模型，进一步分析哪些因素对物流效率空间关联网络产生影响，以便为提高地区间的物流效率提出对策建议。

1.4.2 研究方法

(1) 文献研究法。本研究在写作过程中阅读了大量国内外有关区域物流的研究文献，了解目前在物流效率、物流效率空间关联、物流效率空间关联影响因素这三个相关方面的研究现状，并对这些文献研究成果进行了详细的梳理。除此之外，还阅读了西部陆海新通道各省的统计年鉴，为该研究提供数据支撑。

(2) 对比分析法。当涉及到对多个研究对象的探讨时，采用对比分析法能够识别出这些对象之间的共性与差异，并对它们之间的相互关系和规律性进行归纳。本文在考察西部陆海新通道沿线省份的物流效率时，起初进行了水平的比较分析，以剖析物流效率的不同及其背后的因素。接着，本文还进行了横向对比，即对历年物流效率的演变进行了分析，以观察其时间序列上的变化。

(3) 实证研究方法。首先运用 DEA 方法来测度西部陆海新通道物流效率，其次运用社会网络分析法分析西部陆海新通道各省份整体与个体网络特征，最后运用 QAP 进行影响因素的研究。

1.4.3 论文结构

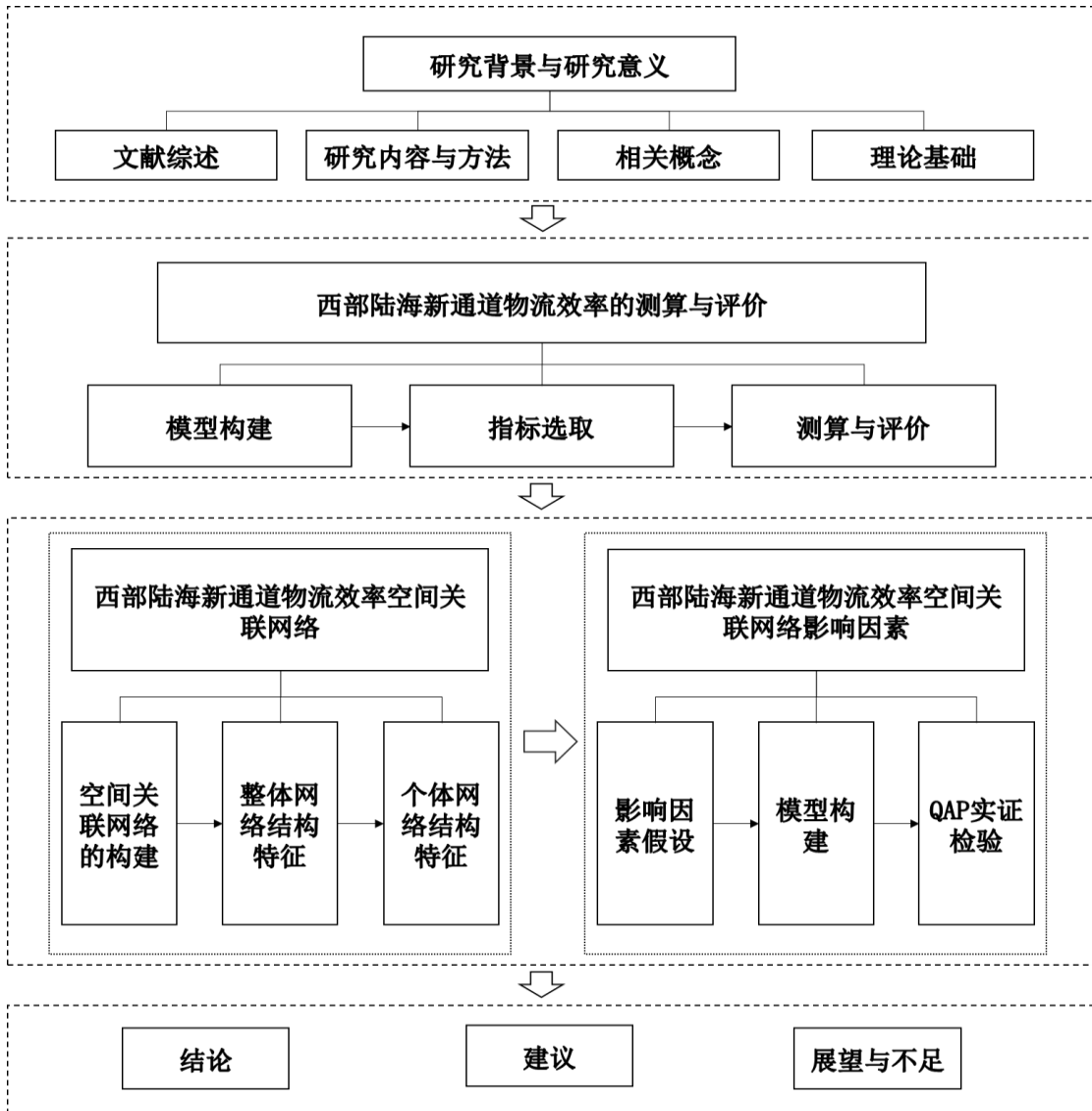


图 1.2 论文框架图

本文共有六个章节，研究结构如图 1.2，每一章的研究内容如下：

第一章：引言。首先考虑西部陆海新通道物流效率研究的实际背景，思考其研究意义；文献综述则对国内外物流效率、物流效率空间关联以及物流效率空间关联影响因素三个方面的研究成果进行了归纳与总结；接着，对研究内容以及技术路线进行归纳；最后提炼出本研究的创新点。

第二章： 相关概念及理论基础。主要对西部陆海新通道、区域物流、物流效率等相关概念进行了说明。理论基础则对社会网络理论和空间关联理论进行了

一定的说明与解释。

第三章：西部陆海新通道物流效率测算与评价。首先是构建西部陆海新通道物流效率评价指标体系，其次，运用数据包络方法对西部陆海新通道省份 2012-2021 年的物流效率进行测度。测度分为两个部分：第一部分是运用 DEA 方法对西部陆海新通道省份物流效率进行静态分析，第二部分是运用 DEA-Malmquist 方法动态分析西部陆海新通道省份的物流效率。最后运用 ArcGIS 对西部陆海新通道物流效率进行可视化分析。

第四章：西部陆海新通道物流效率空间关联研究。首先运用修正的引力模型构建西部陆海新通道物流效率空间关联关系，然后，采用社会网络分析法，对其整体网络结构特征和中心性网络结构特征进行实证分析，以明晰各省份在西部陆海新通道物流效率空间关系网络结构中的地位及所扮演的角色与作用。

第五章：西部陆海新通道物流效率空间关联影响因素。对西部陆海新通道物流效率空间关联网络的影响因素进行分析，以便为提高地区间的物流联系，提出对策建议。首先，选取相关影响因素，然后进行相关性检验，接着利用 QAP 回归方法，在相关性检验的基础上，进一步借助回归分析检验哪些因素对物流效率空间关联网络的结构产生影响。

第六章：研究结论与对策建议。依据西部陆海新通道物流效率空间关联影响因素的分析，提出有助于西部陆海新通道物流效率提升的针对性对策建议。在本研究的结尾，指出本研究有待完善的部分，并对今后的研究进行展望。

1.5 创新点

第一，构建了西部陆海新通道物流效率评价指标体系。本文指标体系针对西部陆海新通道这一特定区域进行选择，使评价结果更具有科学性和可信度。

第二，构造了物流效率空间关联网络。已有文献运用探索性空间数据分析对物流效率研究，本文运用修改的引力模型构建物流效率空间关联网络对物流效率进行研究。

1.6 本章小结

本章首先讨论了西部陆海新通道、物流效率、空间关联和影响因素的研究现

状，之后归纳总结了主要研究进展。在此基础上，提出了当前阶段需要解决的一些研究问题，如：当前研究的主要对象集中在东部等发达地区，缺少对西部地区物流效率的研究等，说明了对西部陆海新通道物流效率及其空间关联研究的必要性。最后对论文的主要研究内容、技术路线图和创新点进行了详细的描述。

2 相关概念及理论基础

2.1 相关概念

2.1.1 区域物流

美国《Logistics Manual》中，关于区域物流的定义是：在特定地域范围内，各类物流活动所形成的综合体系，这些活动涵盖了物品运输、装卸作业、信息传递等多个关键环节，以确保物品在流通中的顺畅进行，满足该区域多元化的需求。作为一个系统化的物流框架，区域物流通过精心规划的空间布局和服务体系，实现高效的组织与管理，旨在满足区域在经济、政治、自然、军事等多方面的需求，并推动其可持续发展。相较于国际物流，区域物流独具特色，在特定区域内，物流活动受到统一政策、文化和社会环境的深刻影响，同时技术水平也相对一致，这些因素共同塑造了区域物流独特的发展轨迹与特色。不少学者指出，区域物流是区域经济的重要组成部分，并且对区域经济的发展起着决定性的作用。例如，对辽宁省区域物流与经济发展关系的研究^[39]，以及对环渤海地区物流产业集聚的研究，都证实了区域物流对区域经济发展的重要作用。

尽管关于区域物流的研究已取得一定的成果，但仍处在起步阶段，对西部地区的研究较少，还需进一步的完善。特别是在区域物流中每个个体之间的协调发展方面，现有研究相对不足，这将是未来研究的一个重要方向。

2.1.2 物流效率

物流效率，即物流投入与产出的比值，具体量化了物流成本投入与产出之间的关系，深刻揭示了资源利用与配置的状态。在物流配送中，运输资源作为关键的投入要素，其有效利用的情况直接关系到物流业的生产总值、货运量及货运周转量等核心产出指标。具体而言，物流效率可细分为如下三种情况：首先，总体效率，它直观地反映了城市的整体实力与竞争力水平；其次，X-效率，主要衡量城市之间物流业的组织与管理效能；最后，生产效率，并且生产效率等于规模效率和技术效率的乘积。规模效率聚焦于物流业的经营规模，包括是否需扩大投资

规模；技术效率则侧重于分析评估物流业在技术层面的生产效益，如物流业的规范程度，智能化设备的使用情况。

本文的研究内容是从生产的角度对西部陆海新通道物流效率进行研究，所以采用生产效率对其进行测度。

2.2 理论基础

2.2.1 空间关联理论

在 Isard 的多部著作中，包括《区位与空间经济》，提出了“空间系统”的理论框架，强调区域间的互动是形成并推动空间结构发展的关键因素^[40]。

在研究空间相互作用的领域中，Ullman 作为最早期的一批学者之一，他最大的贡献之一在于阐述了一个为大家所熟知的理论——空间相互作用。根据这一理论，地区之间依靠劳动力、资本等要素的空间迁移与交流，建立起彼此的互动和网络化联系^{[41]- [43]}。塑造和演化地区间关系的最重要因素是所处地区空间之间的相互作用，不仅能加深地区之间的各方面联系，推动物流资源在配置的高效，而且地区经济的发展潜力在一定程度上被增强了；此外，地区之间在要素与权益的竞争中，以及面对发展不均衡的挑战时，容易遭遇资源外流的问题，这可能会对区域发展带来不利后果。因此，地区间的互动是否能够顺利展开，在很大程度上取决于三个基本条件的有效落实：互补性、中介机会和可达性。

互补性对地区间关系的形成起到了重要的支持作用。Ullman 的理论强调了区域间贸易联系的密切性，即互补性。这种互补性源于不同地区发展水平的差异性，造成了供需的变动，并因此促进了资源要素的迁移以及贸易联系的生成。伴随着经济社会的不断发展，互补性的内涵被赋予了更为扩展的新定义，涵盖了劳动力、产品等多个方面，并不再只受限于单一的贸易领域。区域间的互补性使得空间相互作用显得尤为显著，且这种互补性的增强会直接提升相互作用的力量，进而导致各地区之间建立起更为紧密的联结。

中介机会是指通过第三方地区作为媒介来建立联系，而非直接产生空间相互作用。它促进了资源要素的流通，优化了原有空间相互作用的布局 and 路径。在区

域物流中，中介机会的存在提高了物流效率，优化了物流网络。当两地之间的直接物流通道受阻时，中介地区还具备桥梁的作用，确保资源的顺畅流通。

可达性是空间相互作用发生的前提。可达性决定了物流活动的便捷程度，对物流效率和成本具有重要影响。一个地区的可达性越高，与其他地区的物流联系就越紧密，物流活动也就越顺畅。与此同时可达性也受诸多因素的影响，譬如空间距离、文化障碍和资源要素的可运输性等。这些因素共同确定资源要素在不同地区间流通的难易程度。

综上所述，中介机会和可达性在区域物流和空间相互作用中起着关键的作用。中介机会通过第三方地区的媒介作用，促进了资源要素的流通，优化了空间相互作用的布局 and 路径。可达性则决定了物流活动的便捷程度，影响物流效率和成本。因此，在规划和优化区域物流系统时，为了实现提高物流效率、降低成本，并促进地区间的经济交流和合作的目的就必须充分考虑中介机会和可达性这两种因素。

2.2.2 社会网络理论

起源于 20 世纪 30 年代的社会网络理论，该理论早期主要在人类学和心理学的研究中得到推广，用以探究人际交往的各种模式。该理论认为，社会网络是由社会个体间建立起的稳定关系所组成的系统性结构^[44]。在社交网络领域，参与者可以是个人、社会团体乃至国家实体。这些参与者之间错综复杂的关系特性共同构建了社会网络的架构。在进行社会网络分析时，在研究中，通常首先从独立个体出发，深入探讨它们之间的相互作用以及这些作用在网络整体结构中的体现。作为揭示网络成员联系本质的关键因素，关系属性可以通过考察这些联系形成的网络密度、大小、紧密程度及对称性等方面进行深入解析。另一方面，结构属性表现网络成员间连接的具体模式与动态变化过程，尤其侧重于成员在网络中的位置、结构特性以及它们随时间发展的变化趋势。社会网络结构理论的核心要素涵盖了关系的强弱性、嵌入度、社会资本和结构空洞等多个方面。在该理论中，强弱关系论点提出，网络中的人际联系存在明显的强度差异，通常情况下，通过强关系渠道获取的资源较为重复，而弱关系则往往能提供非冗余资源。换言之，这一理论强调了网络联系强度与资源特性之间的反向关联。由此可见，紧密的联系

往往建立在成员间高度相似的基础上,导致他们获取的资源与信息存在较大的同质性。然而,这类强联系因其稳定性,使得资源的获取变得相对便捷,并且能够有效地传递更为高级和复杂的信息及资源要素。相对而言,弱联系则扮演着获取多样化信息和资源的关键角色。

社会网络结构理论指导下,社会网络分析成为社会学中一个重要的定量研究工具,用于探究个体在社会环境中的互动模式。该方法通过深入分析网络中的关联性,通过对网络成员间的互动及其在整个网络中的结构特性进行明确阐述,量化网络中的关系与结构成为社会网络分析研究的根本基石。个体互动研究中,社会网络分析技术发挥着关键作用,它包括了对中心性、网络密度、凝聚子群体以及核心边缘结构的探讨。此技术有助于探究个体间的互动程度及其空间上的交互模式。

2.2.3 QAP 回归分析

QAP(二次配对分析)技术能够评估两个矩阵之间的相互关系,基本思路是将两个矩阵中的信息转换为一种新型数值表示,随后运用非参数的统计手段对所得到的数值对之间的相关性进行检测。QAP方法基于非参数统计,通过重复随机抽样,把原始数字集合转换成独立的标准检验集。通过比较这些检验集与原始数字的差异,该方法评估其相互之间的相似度。QAP方法的应用涵盖了相关性分析与回归分析。在相关性分析环节,它尤其有助于揭示自变量与因变量之间的内在联系,并对这些变量间的相关性进行评估。进一步地,利用QAP进行相关性检验后,回归分析能够深入揭示不同解释变量对被解释变量的影响力度。依据这些分析成果,可以为研究对象提供精确的指导建议。

2.3 本章小结

本章首先阐释了“区域物流”与“物流效率”的概念及其内涵,随后对采用的理论方法进行了初步概述,简述了社会网络分析、QAP回归分析等研究方法的应用,并对这些方法在区域物流网络分析中的应用提出了独到见解。

3 西部陆海新通道物流效率测算与评价

3.1 评价指标体系构建与评价模型构建

3.1.1 评价指标体系构建

物流效率作为衡量物流业在资源配置、规模扩张以及技术应用等方面所取得成效的关键指标，对于评估本地区经济和物流业的发展水平具有极其重要的意义。在本文中，我们深入参考了现有的文献资料，并遵循系统性、全面性、科学性和精简性的原则，精心构建了一套针对西部陆海新通道的物流效率评价指标体系。这一体系不仅全面覆盖了与效率计算密切相关的投入与产出两大方面，而且注重指标的科学性和合理性，旨在准确反映西部陆海新通道物流业的实际发展水平。通过构建这样一套全面、科学的物流效率评价指标体系，我们希望能够为西部陆海新通道物流业的发展提供有力的数据支持和决策参考，推动物流业实现更加高效、可持续的发展。通过相关文献的阅读^{[45]-[54]}，投入产出指标的选取如下

投入指标：在投入指标的选择中，物流业投入指标最核心的是劳动力投入和资本投入。目前，我国的物流业发展迅速，但是还是劳动密集型行业，所以，劳动力投入选择物流业从业人员。资本投入方面，物流业的运行受到固定资产投资的影响，所以选择固定资产投资。除了劳动力和资本投入之外，基础设施的投入也是物流业发展中重要的一部分，其中运输路线的长度是基础设施投入必不可少的，基础设施的投入选择公路里程、铁路里程和内河航道。另外车辆的拥有数也是反应物流业投入的指标。因此本文的投入指标有劳动力、资本、民用汽车拥有量和基础设施投入。

产出指标：物流业作为服务型的产业，它的产出主要从两方面考虑，分别是物流业的价值和规模，两者分别代表了物流业的发展，结合相关文献的阅读，物流业 GDP 和生产总值作为物流业价值指标的选择。规模指标选择货运量、货运周转量。

通过上面关于物流过程的分析，结合相关文献和数据的可获得性，本文构建的西部陆海新通道物流效率评价指标体系如表 3.1

表 3.1 西部陆海新通道各省市物流资源投入产出指标体系初选

指标类型	指标名称	单位	代码
投入指标	物流从业人员	人	X1
	物流业固定资产投资额	亿元	X2
	公路、铁路与内河航道里程长度	公里	X3
	民用汽车拥有量	辆	X4
产出指标	货运量	亿吨	Y1
	货运周转量	亿吨/公里	Y2
	生产总值	亿元	Y3
	物流业 GDP	亿元	Y4

初步选取的西部陆海新通道物流效率评价指标体系中,有些指标可能存在着相关性比较大的情况,为了保证指标选择的科学性与准确性,可以根据实际情况采用相关系数分析的方法优化指标的选取。

本文以 0.9 为界限,将大于 0.9 的指标进行比较筛选,根据表 3.2, X4 与 X1、X2、Y1、Y2、Y3 和 Y4 均超过 0.9,故剔除 X4 民用汽车拥有量,同理剔除 Y3 生产总值。

表 3.2 西部陆海新通道各省市物流业投入产出指标相关系数矩阵

	X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3	Y4
X1	1	0.801	0.824	0.948	0.831	0.877	0.942	0.863
X2	0.801	1	0.715	0.936	0.757	0.765	0.918	0.762
X3	0.824	0.715	1	0.745	0.715	0.552	0.687	0.821
X4	0.948	0.936	0.745	1	0.908	0.902	0.977	0.984
Y1	0.831	0.757	0.715	0.908	1	0.619	0.911	0.878
Y2	0.877	0.765	0.552	0.902	0.619	1	0.948	0.834
Y3	0.942	0.918	0.687	0.977	0.911	0.948	1	0.952
Y4	0.863	0.762	0.821	0.984	0.878	0.834	0.952	1

通过以上分析，剔除第四行 X4 民用汽车拥有量和第七行 Y4 生产总值，最终得到的物流效率评价指标体系如表 3.3。

表 3.3 西部陆海新通道各省市物流资源投入产出指标体系

类型	名称	解释	单位
投入指标	物流从业人员	劳动力投入	人
	物流业固定资产投资额	资本投入	亿元
	公路、铁路与内河航道里程长度	基础设施投入	公里
产出指标	货运量	物流业运输能力	亿吨
	货运周转量	物流业发展规模	亿吨/公里
	物流业 GDP	物流业产生的最终成果	亿元

3.1.2 物流效率静态评价模型

已有的效率评价方法有层次分析法、数据包络分析法（Data Envelopment Analysis, DEA）。DEA 模型最早由著名的运筹学家 A.Charnes^[54]提出。基本思路是保持输入或者产出不变，确保生产前沿面的相对有效。DEA 模型是一种适用于多投入多产出的方法，该方法无需对数据进行量纲化处理，也不需要任何权重假设，对于决策单元的效率评价来说比较公平，所以被大量应用于效率的评价中。本文考察西部陆海新通道物流业投入产出效率的计算中，包含多个投入和产出变量，根据投入产出指标模型计算物流业效率。

DEA 模型主要分为两种模型 BBC 和 CCR，分别用于研究“规模报酬不变”和“规模报酬可变”前提下的决策单元有效性问题。其中，BBC 模型测算物流效率又将综合技术效率分为纯技术效率与规模效率，可以进一步分析物流效率结果产生的原因。所以，本文选择了基于规模报酬不变的投入导向的 BBC 模型，

从静态角度研究西部陆海新通道的物流效率。DEA-BBC 模型测算西部陆海新通道的物流效率的模型如下公式 (3.1)。

$$\begin{aligned} \min \theta - \varepsilon(e^T S^- + e^T S^+) \\ \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_0 \\ \lambda_j \geq 0, S^-, S^+ \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (3.1)$$

其中, $j=1,2,\dots,n$ 表示决策单元, X, Y 分别表示投入、产出向量, θ 代表物流效率的值, S^-, S^+ 代表松弛变量, λ 为对偶变量。若 $\theta=1, S^- = S^+ = 0$ 则表示决策单元有效; 若 $\theta=1, S^- \neq 0$, 或 $S^+ \neq 0$, 则表示决策单元弱有效; 若 $\theta < 1$ 则表示决策单元无效。

3.1.3 物流效率动态评价模型

鉴于 DEA-BBC 模型只能对每一年的截面数据进行静态分析, 无法对时间维度进行动态分析, Fare 等^[56]建立的 DEA-Malmquist 模型公式 (3.2) 可以对面板数据进行处理, 可以分析效率和上一年相比的变化, 不仅弥补了 DEA-BBC 只能静态分析的这一缺陷, 还可以通过 Malmquist 指数的分解进一步分析物流效率随时间变化的主要原因。

基于西部陆海新通道物流效率动态评价的问题, 假设时期 $t=1,2,3,\dots,T$, 决策单元有 m 个 ($n=1,2,\dots,m$), 第 n 个决策单元在第 t 个时期的第 i 项投入为 x_{in}^t ($i=1,2,3$), 第 m 个决策单元在第 t 个时期的第 j 个产出是 y_{in}^t ($j=1,2,3$)。在公式 (3.2) 的基础上, 求解 Malmquist 指数的距离函数 $D^t(x_n^t, y_n^t)$:

$$\begin{aligned} \min \theta = [D^t(x_n^t, y_n^t)]^{-1} \\ \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{n=1}^s x_{in}^t \lambda_r + s_i^- = \theta x_{in_0}^t, i=1,2,3 \\ \sum_{n=1}^s y_{in}^t \lambda_r - s_i^+ = y_{in_0}^t, j=1,2,3 \\ \lambda_n \geq 0, s_i^-, s_i^+ \geq 0, n=1,2,3,\dots,m \end{cases} \end{aligned} \quad (3.2)$$

把公式 (2) 中的 t 换成 $t+1$, 可以求解 $D^t(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})$, $D^{t+1}(x_n^t, y_n^t)$ 和 $D^{t+1}(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})$ 。将测算的结果代入公式 (3.3), 进而就可以求解每个决策单元的第 t 个时期到第 $t+1$ 个时期的 Malmquist 指数:

$$M(x_n^{t+1}, y_n^{t+1}, x_n^t, y_n^t) = \frac{D^t(x_n^t, y_n^t)}{D^{t+1}(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})} \times \left[\frac{D^{t+1}(x_n^t, y_n^t)}{D^t(x_n^t, y_n^t)} \times \frac{D^{t+1}(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})}{D^t(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.3)$$

M 大于 1 时, 则说明物流的总体效率比上一年增长上升, M 等于 1 时, 则说明物流的总体效率和上一年相比不变, M 小于 1 时, 物流总体效率相对上一年下降。

Malmquist 指数 = 技术效率指数 \times 技术进步指数 ($M(x_n^{t+1}, y_n^{t+1}, x_n^t, y_n^t) = effch \times techch$), 技术效率指数代表物流管理的决策和水平变化, 技术进步指数代表物流技术创新及应用的程度。技术效率指数为:

$$effch = \frac{D^t(x_n^t, y_n^t)}{D^{t+1}(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})} \quad (3.4)$$

技术进步指数为:

$$techch = \left[\frac{D^{t+1}(x_n^t, y_n^t)}{D^t(x_n^t, y_n^t)} \times \frac{D^{t+1}(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})}{D^t(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.5)$$

其中技术效率指数 = 纯技术效率指数 (pech) \times 规模效率指数 (sech)。

所以纯技术效率指数:

$$pech = \frac{D^t(x_n^t, y_n^t)_{VRS}}{D^{t+1}(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})_{VRS}} \quad (3.6)$$

规模效率指数:

$$sech = \frac{D^t(x_n^t, y_n^t)_{CRS} / D^t(x_n^t, y_n^t)_{VRS}}{D^{t+1}(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})_{CRS} / D^{t+1}(x_n^{t+1}, y_n^{t+1})_{VRS}} \quad (3.7)$$

3.1.4 数据说明

本文选择了 2012-2021 年西部陆海新通道包括重庆、广西、内蒙古、西藏、海南、贵州、甘肃、青海、新疆、云南、宁夏、陕西、四川以及广东十四个省市

为研究对象，以省市为单位。数据来源于《中国统计年鉴》、各省市的统计年鉴和统计公报，满足 DEA 模型和 Malmquist 模型对样本数量的要求。物流业是一个综合多环节的产业，涉及运输、配送等核心要素，近年来发展迅速，规模不断扩大。然而，在数据搜集过程中，我们发现物流业固定资产投资额与物流业 GDP 在统计年鉴中难以直接获取，这无疑增加了分析的难度。但值得注意的是，交通运输、仓储与邮政作为物流业的主要构成部分，占据了物流业的主要份额。因此，我们选择这一部分数据代替物流业投资额的数据，能够间接反映物流业的发展状况与趋势，为后续的深入研究提供有力支撑。所以本文使用“交通运输、仓储和邮政”的相关统计数据代替物流业相关数据的收集具有合理性。

3.2 西部陆海新通道物流效率测度与分析

3.2.1 西部陆海新通道物流效率静态分析

(1) 综合技术效率分析

综合效率值为 1，说明 DEA 是有效的；低于 1，说明综合效率没有达到最优，投入产出效益有待提高。由图 3.1 可以看出：西部陆海新通道的综合效率在 2012-2021 年整体态势呈现波浪式变化（波峰在 2018 年，波谷在 2016 年）。在十四个省份中广西和广东的综合技术效率值在十年间一直保持有效，说明广西和广东的物流资源投入产出达到了相对最优。其余的十二个省份中，内蒙古、宁夏、新疆、四川、云南、贵州和海南的综合技术效率有上升的趋势，陕西、甘肃、青海、西藏和重庆的综合技术效率有所下降。进一步剖析，我们发现青海、西藏、新疆和四川这几个地区的综合技术效率均值均低于 0.75，这意味着这些地区在物流资源的配置和利用上存在一定的不足。在过去的十年里，这些地区的综合技术效率很少或几乎没有达到过最优状态，这表明在物流管理和技术创新方面存在较大的提升空间。因此，我们必须深入探究导致这些地区综合技术效率不高的根本原因，可能是技术水平相对落后、资源配置不够合理、管理水平有待提升等多种因素的综合影响。与此同时，我们也注意到内蒙古、宁夏、海南等地区的效率值在过去十年间存在一定的波动，有些年份达到了最优值，而有些年份则未达到。这种波动可能受到多种因素的影响，包括市场需求的变化、政策调整、自然灾害等不可

预测因素。2012 年西部陆海新通道地区综合技术效率达到有效值 1 的省份有 5 个，所占比重为 35.7%，2021 年有 6 个省份综合技术效率达到有效值 1，所占比重为 42.8%。总体来说，西部陆海新通道地区的综合技术效率的差异较大，说明西部陆海新通道地区的综合技术效率投入的资源没有得到充分的利用，投入产出的比例没有达到最优。

表 3.4 西部陆海新通道各省市物流效率静态分析结果

省份	效率类型	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
内蒙古	TE	1.000	0.953	0.951	0.951	0.970	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
内蒙古	PTE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
内蒙古	SE	1.000	0.953	0.951	0.951	0.970	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
陕西	TE	0.865	0.664	0.757	0.845	0.708	0.791	0.824	0.872	0.841	0.837
陕西	PTE	0.865	0.954	1.000	1.000	0.782	0.798	0.836	0.879	0.845	0.849
陕西	SE	0.999	0.695	0.757	0.845	0.906	0.992	0.985	0.992	0.995	0.849
宁夏	TE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.898	1.000	1.000	1.000
宁夏	PTE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
宁夏	SE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.898	1.000	1.000	1.000
甘肃	TE	0.944	1.000	1.000	0.818	0.671	0.645	0.591	0.746	0.653	0.576
甘肃	PTE	1.000	1.000	1.000	0.863	0.674	0.670	0.680	0.824	0.653	0.601
甘肃	SE	0.944	1.000	1.000	0.948	0.995	0.963	0.870	0.905	0.999	0.601
青海	TE	0.607	0.440	0.547	0.486	0.495	0.495	0.473	0.424	0.388	0.428
青海	PTE	1.000	0.611	0.658	0.642	0.679	0.681	0.788	0.773	0.939	0.858
青海	SE	0.607	0.720	0.831	0.757	0.729	0.728	0.601	0.548	0.414	0.858

续表 3.4

新疆	TE	0.561	0.533	0.613	0.618	0.583	0.715	0.808	0.796	0.593	0.625
新疆	PTE	0.565	0.650	0.677	0.637	0.621	0.828	0.826	0.814	0.609	0.648
新疆	SE	0.993	0.821	0.907	0.970	0.940	0.864	0.978	0.978	0.973	0.648
西藏	TE	0.219	1.000	0.861	0.867	0.857	0.929	0.777	0.318	0.351	0.283
西藏	PTE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
西藏	SE	0.219	1.000	0.861	0.867	0.857	0.929	0.777	0.318	0.351	0.283
四川	TE	0.660	0.461	0.494	0.526	0.586	0.634	0.725	0.806	0.676	0.674
四川	PTE	0.669	0.600	0.523	0.546	0.658	0.634	0.759	0.886	0.738	0.680
四川	SE	0.988	0.769	0.943	0.964	0.891	1.000	0.955	0.910	0.916	0.680
重庆	TE	0.884	0.706	0.703	0.688	0.687	0.679	0.862	0.930	0.864	0.862
重庆	PTE	0.933	0.718	0.709	0.694	0.704	0.681	0.879	0.943	0.874	0.876
重庆	SE	0.948	0.983	0.992	0.992	0.975	0.997	0.981	0.986	0.988	0.876
云南	TE	0.693	0.694	0.742	0.784	0.838	0.977	1.000	1.000	1.000	1.000
云南	PTE	0.752	0.806	0.800	0.837	0.985	0.977	1.000	1.000	1.000	1.000
云南	SE	0.920	0.861	0.927	0.936	0.850	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000
贵州	TE	0.759	0.745	0.817	0.806	0.823	0.930	0.929	0.880	0.871	0.874

续表 3.4

贵州	PTE	0.883	0.814	0.869	0.852	0.944	0.933	0.949	0.903	0.887	0.906
贵州	SE	0.859	0.915	0.940	0.946	0.871	0.997	0.980	0.975	0.982	0.906
广西	TE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
广西	PTE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
广西	SE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
广东	TE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
广东	PTE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
广东	SE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
海南	TE	1.000	0.715	1.000	0.946	0.683	0.783	0.895	0.737	1.000	1.000
海南	PTE	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
海南	SE	1.000	0.715	1.000	0.946	0.683	0.783	0.895	0.737	1.000	1.000

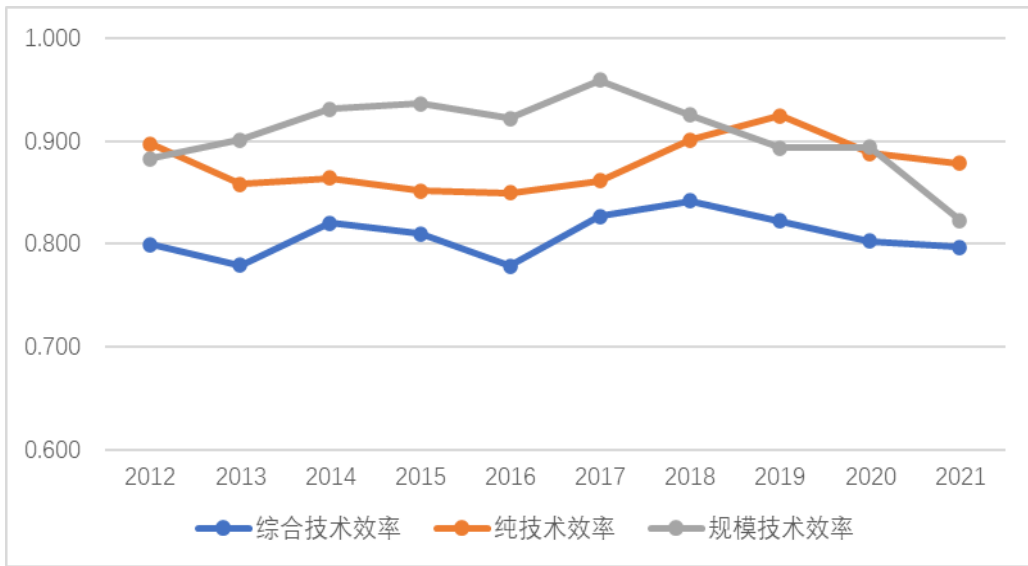
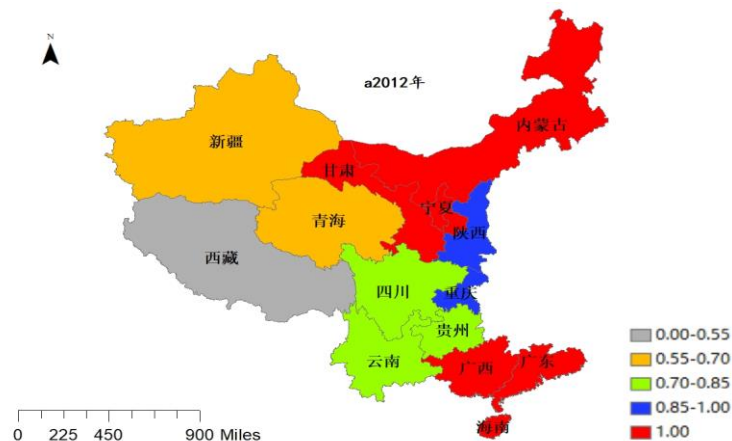


图 3.1 2012-2021 年西部陆海新通道综合技术、纯技术、规模效率变化趋势

为了在空间角度更加形象的展示综合技术效率的测算结果，本文选用 2012 年和 2021 年两个年份作为代表，使用 ArcGIS 软件分析通道内各省市综合技术效率在空间上的分布特征如图 3.2。由上表 1 的数据分布范围，将综合技术效率选择 0.15 为间隔，将划分[0.00-0.55][0.55-0.7][0.7-0.85][0.85-1]和 1 五个区间段，第一个选择[0.00-0.55]是因为在这个区间段的数值就一个，最后取值为 1 是因为效率的有效值为 1，五个区间对应的综合技术效率的值在图中由深入浅显示。

由图 3.2 结果显示，通道内各省市的综合技术效率差距比较大，且呈现一定的空间集聚效应，总体来说综合技术效率水平较低。此外，2012-2021 年间云南、贵州、甘肃和新疆的综合技术效率有着显著提升。



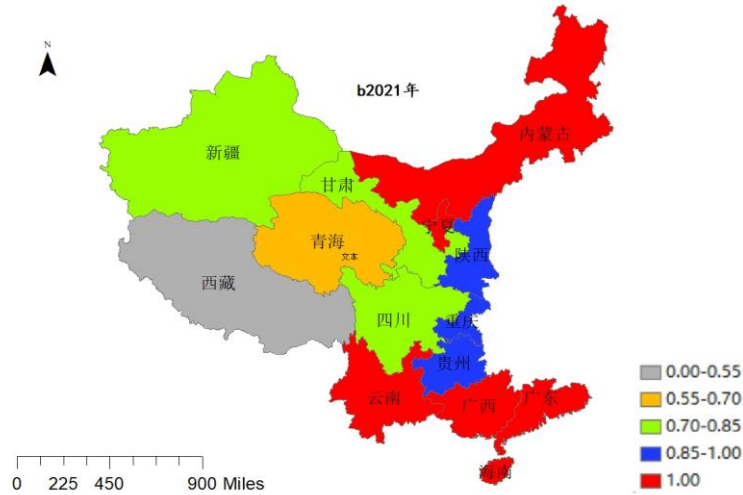


图 3.2 西路陆海新通道 2012、2021 年综合技术效率空间分布比较

(2) 纯技术效率

由表 3.4 可以看出：2012-2021 年西部陆海新通道地区各省市的纯技术效率呈现“波浪式前进”，纯技术效率在 2016 年最低，在 2018 年最高，十年间存在波动，但是浮动的幅度较小。由表 3.1 可知，十年间整体的纯技术效率由 0.897 降到了 0.878，在 2020 年之前整体是一个上升的趋势，20 年疫情的来临对物流业产生了冲击。内蒙古、宁夏、西藏、广西、广东和海南的纯技术效率一直是 1，说明内蒙古、宁夏、西藏、广西、广东和海南物流业的管理水平达到了一个相对最优的状态，陕西、重庆、陕西、新疆、四川、云南的纯技术效率有所提升或者保持不变。甘肃、青海的纯技术效率有所下降。其中，青海、四川、甘肃的纯技术效率值小于 0.8，说明纯技术效率值是影响物流效率的主要原因。具体来看，2012 年有 8 个省份的纯技术效率为有效值 1，所占比例为 57.1%，2021 年纯技术效率达到有效值的省份有 7 个，所占比例为 50%。

(3) 规模技术效率

由图 3.1 可以看出：在 2012-2021 年通道内的规模效率呈现“波浪式前进”状态。由表 3.4 可知，规模效率有效的有广东、广西、宁夏，说明这三个省份的物流业规模是最优的（表明物流规模达到了相对最优）。内蒙古、陕西、宁夏、甘肃、新疆、四川、重庆、云南、贵州、广西和广东的规模技术效率均大于 0.9，这些地区有些年份的规模效率值还达到了 1，表明这 11 省份在物流规模设施的投入与产出取得了较好的效果，若进行一定的调整可以达到最优。青海、西藏的

规模技术效率值在 0.8 以下，是无效的。具体来看，2012 年规模技术效率达到有效值的省份有 5 个，所占比例为 35.7%，2021 年规模技术效率达到有效值的省份有 6 个所占比例为 42.8%。

为了进一步展现通道内物流效率的具体状况，我们利用纯技术效率（PTE）和规模效率（SE）两个维度构建了散点图。在图中，我们根据物流效率的分布情况，以 0.9 作为基准线，将物流效率划分为四种类型。图 3.3 清晰地展示了通道内各省市的物流效率值分布情况。首先，位于第一象限的省市，其 PTE 和 SE 均大于 0.9，我们称之为“双高型”。这些地区包括云南、广东、内蒙古、宁夏和广西，它们不仅在物流技术水平上表现出色，同时在资源配置上也达到了较高的效率。特别值得一提的是，广东和广西两省更是实现了物流效率的有效状态，为其他地区树立了榜样。其次，第二象限的省市表现为 PTE 高于 0.9 但 SE 低于 0.9，我们称之为“高低型”。这些地区包括重庆、陕西、甘肃、贵州、新疆和四川。虽然这些地区的物流技术水平较高，但在资源配置方面仍有待优化，需要合理调整以提升整体效率。再者，第三象限的省市则呈现出 PTE 和 SE 均低于 0.9 的特点，我们称之为“双低型”。在这一象限中，仅有青海一省。这意味着青海在物流技术水平和资源配置水平上都存在较大的提升空间，需要全面加强物流体系的建设。最后，第四象限的省市表现为 PTE 低于 0.9 但 SE 高于 0.9，我们称之为“低高型”。这些地区包括海南和西藏。虽然这些地区在资源配置上表现较好，但物流技术水平却成为制约其进一步发展的瓶颈，因此提高物流技术是这些地区未来的重点发展方向。

通过上述分析，我们可以清晰地看到通道内各省市在物流效率上存在的差异和不足，这为后续制定针对性的提升策略提供了重要依据。

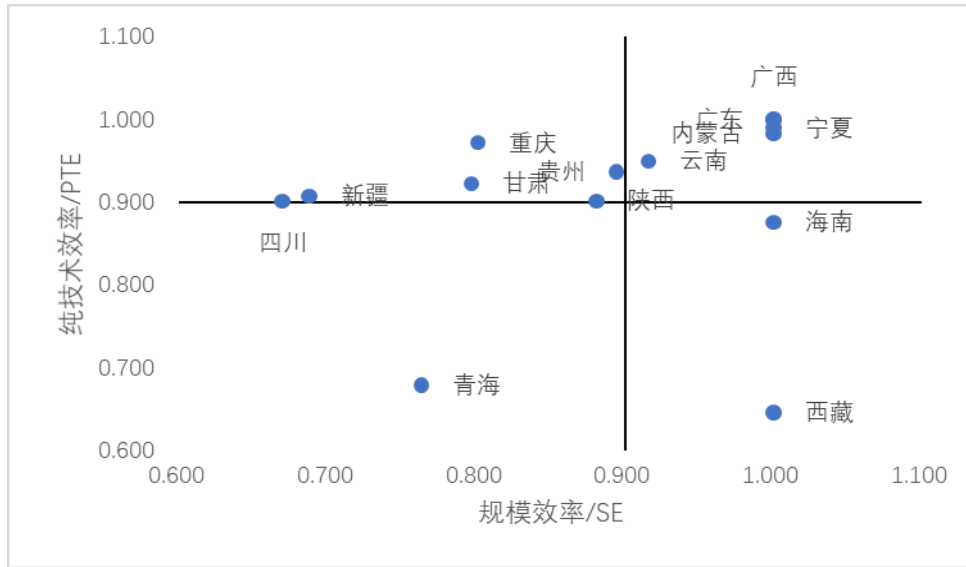


图 3.3 西部陆海新通道物流效率值分布情况

3.2.2 西部陆海新通道物流效率动态分析

在上一节西部陆海新通道地区静态物流效率分析的基础上,为了进一步分析西部陆海新通道地区各省市物流效率的变化趋势,使用 Malmquist 模型对其进行动态分析。

(1) 省市效率变化

表 3.5 结果,显示了西部陆海新通道地区每个省(市)物流业的 Malmquist 指数及分解结果。内蒙古、西藏、四川、云南、贵州和海南的全要素生产率 (TFP) 出现了正向的增长,在 2012-2021 年的增长率分别为 1.4%、7.7%、1.6%、9.2%、5.5%、3.9%,重庆的 TFP 保持不变,西部陆海新通道地区其余 8 个省市的 TFP 均小于等于 1。整体来说,西部陆海新通道地区十四个省(市)的 TFP 为正增长的状态,增长率为 0.8%。技术效率指数大于等于 1 的省市有 5 个,技术进步指数大于等于 1 的有 9 个,说明西部陆海新通道地区物流业效率的提升主要依靠技术进步指数。

具体到每一个省(市),2012-2021 年,TFP 变化指数下降的省(市)中,陕西、宁夏、甘肃、青海、新疆、广西、广东分别下降了 2.9%、3%、5.2%、1.3%、0.6%、1.6%、2.5%。其中,陕西对应的 TFP 指数每一项分解指数的值都是低于 1 的,这说明陕西不仅存在着物流资源投入的冗余,在技术进步、物流产值的转化方面都落后于其他地区,在各项因素的共同作用下导致了物流业

的投入产出效率较低；内蒙古的技术效率指数和技术进步指数分别是 1 和 1.014，表明技术进步指数是促进广西物流业投入的全要素生产率指数上升的原因；宁夏、广东和广西的技术效率指数在 2012-2021 年间保持 1 不变，但是技术进步指数分别分 0.974、0.984 和 0.975，所以技术进步指数抑制了三个省份物流业投入的 TFP。纯技术效率指数和规模效率指数分别为 0.945 和 1.002 的是甘肃，这表明纯技术效率指数是导致技术效率指数下降的主要原因；青海的技术进步指数为 1.026，在 2012-2021 年间出现小幅度的上升，但是由于它的技术效率指数值低于 1，仅为 0.962，导致了其物流业投入的 TFP 出现了下降；新疆的技术效率指数分别为 1.012，重庆的技术进步指数为 1.003，技术效率指数低于 1，说明技术效率低是导致 TFP 低的原因；而在通道内全要素增长的地区有中，西藏的 TFP 为 7.7%，其中技术效率指数增长了 2.9%，技术进步指数增长了 4.6%，说明技术效率变是带动西藏物流业效率提升的主要因素；四川的纯技术效率指数为 1.002，规模效率指数为 1.000，说明规模效率是四川 TFP 提高的原因；云南的技术效率增长了 4.2%，技术进步指数增长了 4.8%；贵州的技术效率指数增长了 1.6%，技术进步指数增长了 4.8%。说明技术进步指数是贵州全要素生产率变化的主要原因；海南的纯技术效率和规模效率指数都为 1，技术进步指数为 3.9%，说明技术进步指数是带动海南物流业效率提升的主要原因。

表 3.5 2012—2021 年西部陆海新通道各省份物流业 DEA-Malmquist 指数及分解指数

省份	effch	techch	pech	sech	tfpch
内蒙古	1.000	1.014	1.000	1.000	1.014
陕西	0.996	0.974	0.998	0.998	0.971
宁夏	1.000	0.970	1.000	1.000	0.970
甘肃	0.947	1.002	0.945	1.002	0.948
青海	0.962	1.026	0.983	0.979	0.987
新疆	1.012	0.982	1.015	0.997	0.994
西藏	1.029	1.046	1.000	1.029	1.077
四川	1.002	1.013	1.002	1.000	1.016

续表 3.5

重庆	0.997	1.003	0.993	1.004	1.000
云南	1.042	1.048	1.032	1.009	1.092
贵州	1.016	1.038	1.003	1.013	1.055
广西	1.000	0.984	1.000	1.000	0.984
广东	1.000	0.975	1.000	1.000	0.975
海南	1.000	1.039	1.000	1.000	1.039
平均	1.000	1.008	0.998	1.002	1.008

注: effch 表示技术效率指数, techch 表示技术进步指数, pech 表示纯技术效率指数, sech 表示规模效率变化指数, tfpch 表示 TFP 变化指数 (Malmquist 指数)

(2) 总体效率变化

由表 3.6 可知, 整体上, 西部陆海新通道地区物流效率的 TFP 呈现出上升的趋势, 年均的上升比率达到 0.8%, 这表明西部陆海新通道地区的物流业效率存在上升的态势。从分解指数来看, 技术效率指数十年间保持了不变, 技术进步指数年均上升了 0.8%, 表明通道内 TFP 上升主要受技术进步指数的影响, 两者存在一个正相关的关系。

具体到每一个年份。2012-2013 年, 技术进步指数和技术效率指数的下降导致了 TFP 的下降。2013-2014 年, 得益于技术效率指数一直增长的原因, TFP 处于上升的状态。2014-2017 年间 (除了 2014-2015 年) 技术进步指数的增长促进了 TFP 的上升, 2017-2019 年技术进步指数和技术效率指数的下降分别是 TFP 下降的原因。2019-2021 年 TFP 保持了不变或增长。从纯技术效率和规模效率指数来看, 两者在这十年间既有上升也有下降。对比来看, 规模效率指数对技术效率指数存在促进的作用, 纯技术效率指数存在抑制的作用, 说明技术效率的进步主要得益于规模效率指数的进步。

表 3.6 2012-2021 年西部陆海新通道地区物流业 DEA-Malmquist 指数的分解结果

年份	Effch	techch	pech	sech	tfpch
2012-2013	0.997	0.922	0.955	1.043	0.919
2013-2014	1.066	0.980	1.005	1.061	1.045

续表 3.6

2014-2015	0.988	0.951	0.987	1.001	0.939
2015-2016	0.963	1.058	1.000	0.962	1.019
2016-2017	1.064	1.023	1.015	1.048	1.089
2017-2018	1.020	0.958	1.050	0.971	0.977
2018-2019	0.952	1.029	1.028	0.926	0.980
2019-2020	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2010-2021	0.958	1.168	0.944	1.015	1.119
均值	1.000	1.008	0.998	1.002	1.008

3.3 本章小结

本章运用 DEA 模型和 DEA-Malmquist 模型,对西部陆海新通道地区各省份进行了物流效率的分析。科学的测算了 2012-2021 年西部陆海新通道的静态和动态的物流效率的大小和差异,并更进一步探索了西部陆海新通道各省份物流效率空间演化的格局。本章得出的结论如下:

(1) 通过测算 2012-2021 年西部陆海新通道各省份的物流综合效率值,得出西部陆海新通道各省份的物流效率存在显著差异,物流业的发展存在不平衡性的特点,甘肃、青海、四川、新疆和西藏的物流效率较低,大多数省份需要进一步改善物流业的发展。为了真实反映物流投入资源的利用情况,通过测算得到纯技术效率,2012-2021 年,西部陆海新通道各省份物流业的纯技术效率均值为 0.878,说明物西部陆海新通道各省份物流业投入资源的利用情况有待改善。测算 2012-2021 年西部陆海新通道各省份物流规模效率值,分析得出广东、广西、内蒙古、宁夏和云南这五个省份物流投入资源得到有效利用,物流配置能力较高,西藏和新疆这两个省份规模水平急需提高。

(2) 西部陆海新通道各省份的 DEA-Malmquist 指数在 2012-2021 年期间多数年份大于 1,这表明西部陆海新通道各省份 TFP 总体是呈上升的变化趋势;技术进步变化指数超过半数年份大于 1,这表明西部陆海新通道各省份总体的技术水平是保持上升态势的。技术效率指数为 1,说明西部陆海新通道各省份物流

业的各项资源要素之间相对达到稳定的状态。

4 西部陆海新通道物流效率空间关联研究

为了明晰各省份在西部陆海新通道空间关系网络结构中的地位与作用,本章基于前文测度的区域物流效率水平,构建修正的引力模型构建西部陆海新通道物流效率空间联系网络,然后采用社会网络分析法,对整体网络结构特征和个体网络结构特征进行分析,深入分析各省份物流效率,进而理清各省份的关联关系,为下一步提出提高通道物流效率的对策建议做准备。

4.1 物流效率空间关联网络模型构建

4.1.1 修正的引力模型

进行空间关联关系的确定是社会网络分析的基础,在已有的文献中,空间关联关系的确定主要方法有 VAR 检测方法和引力模型以及修正的引力模型等空间关联关系确定模型。陆杉等^[57]运用改进的引力模型对长江中游城市群的工业碳排放进行了空间关联关系的确定。代亚强等^[58]模型对河南省的 104 个县的城乡融合发展状况进行了空间关联关系的构建。崔大树等^[59]首先总结了以往空间关联关系确立的主要方法为引力模型和 VAR 检测方法,但两种主要方法却存在一定的缺陷,引力模型主要聚焦距离为主要因素具有一定的局限性,VAR 检测方法的使用则降低了网路机构特征的精确性。侯贺平等^[60]以荆门市的乡镇为研究对象,运用改进的修正的引力模型对其人口流动进行了空间关联网络的构建,通过进一步的分析对其城镇规划提供了对策建议。李秋萍等^[61]在研究湖南省各城市之间货运物流的运输轨迹的时候,修正的引力模型和重力模型对其结果进行对比,最后发现修正的引力模型的结果更精确。为此本文构建修正的引力模型进行研究,计算公式如下:

$$T_{i \rightarrow j} = \frac{G_i}{G_i + G_j} \cdot \frac{F_i F_j}{M_{ij} / (g_i - g_j)^2} \quad (4.1)$$

$$T_{j \rightarrow i} = \frac{G_j}{G_i + G_j} \cdot \frac{F_i F_j}{M_{ij}^2 / (g_j - g_i)^2} \quad (4.2)$$

其中, G 代表地区 GDP, g 代表人均 GDP, F 代表物流效率, M_{ij} 为第 i, j 省份间

的地理距离。

将上文 DEAP2.1 软件测算的物流效率值代入修正的引力模型,选取 2012 年、2015 年、2018 年、2021 年的数值进行分析。同时为消除极值影响,选择均值为断点值,利用 UCINET 软件将有向多值空间关联矩阵转为有向二值空间矩阵,以此分析西部陆海新通道物流效率空间关联网络结构特征。

4.1.2 社会网络分析模型

(一) 整体网络特征

(1) 网络密度

网络密度是测度关联网络中各节点之间关系疏密程度的指标。网络密度的值越大,说明网络空间关联越紧密,各节点之间会有越紧密的联系。其具体公式如下:

$$D = \frac{L}{V \times (V - 1)} \quad (4.3)$$

其中, V 表示节点数, L 表示实际关联数量。

其中, C 表示网路关联度, K 表示不可达节点的数量, V 表示节点个数。

(2) 网络等级度

网络等级度是反映节点在网络中的支配地位,数值越大说明节点在网络中的支配地位越高。其计算公式为:

$$H = 1 - \frac{B}{\text{MAX}(B)} \quad (4.4)$$

其中, H 表示网络等级度, B 表示实际对称可达的节点对数。

(3) 网络效率

网络效率反映网络中成员连通水平,网络效率越高,资源要素在网络中流通效率越高,更有利于网络成员之间交流协作。公式如下:

$$E = 1 - \frac{T}{\text{max}(T)} \quad (4.5)$$

其中, E 表示网络效率, T 表示效率网络中实际多余的联系。

(二) 个体网络特征

(1) 度数中心性

度数中心度是一种基本的中心性指标，用于衡量节点在网络中的重要性程度。它表示一个节点在网络中与其他节点直接相连的数量。度数中心度是一种基本的中心性指标，用于衡量节点在网络中的重要性程度。它表示一个节点在网络中与其他节点直接相连的数量。度数中心度的计算公式为：

$$DC = C_{di}^{\alpha} S_{di}^{1-\alpha} \quad (4.6)$$

其中， α 为赋值参数，一般取 0.5，反映加权网络中节点的强度。

(2) 接近中心度：

用来分析省份之间的流动能力，若某节点距离其他节点省份越近，则其接近中心性越大，与其他省份的联系紧密度越强，反之，则越弱。其计算公式为：

$$JC(i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n d_{ij}} \quad (4.7)$$

其中， $JC(i)$ 表示节点 i 的接近中心度， d_{ij} 表示两节点的距离。

(3) 中介中心度：

中介中心性是测量一个节点在多大程度上对位于网络中的其他“点对”的“中间”，表示一个节点作为媒介者的能力，即占据在其他两个节点之间的快捷方式上的重要性。中介中心度越高，表示其作为媒介者对其他省份的调控能力越强，在网络的中的重要性越高，反之，则处于网络的边缘。其计算公式为：

$$ZC(i) = \sum_{j=1}^n \sum_{g=1}^n \frac{k_{jg}(i)}{k_{jg}} \quad (4.8)$$

其中， $ZC(i)$ 表示中介中心度， $k_{jg}(i)$ 与 k_{jg} 分别表示节点 j 与经过节点 i 的捷径数、 j 与 g 之间存在的捷径数。

4.2 物流效率空间关联网络整体结构

通过对以上公式的应用，我们获得了西部陆海新通道物流效率空间关联网络的整体结构特征指标。通过表 4.1，我们注意到网络空间的等级度在这十年间呈现出明显的下降趋势。特别是在 2012 年至 2018 年期间，等级度围绕 0.6 波动，这表明各省份之间的物流效率存在着明显的等级差异。然而，自 2019 年起，等

级度显著下降至 0.3 附近, 显示出各省份间逐渐打破原有的等级对立, 物流效率网络结构趋向均衡化。这一变化趋势预示着各省份在物流效率方面的协同发展和合作将进一步加强。此外, 图 4.2 展示了西部陆海新通道物流效率空间关联网络的网络密度变化情况。从图中可以看出, 网络密度在 2012 年至 2021 年期间呈现出螺旋上升的趋势, 从最初的 0.148 逐渐增长至 0.269。这一增长趋势表明该通道物流效率的空间关联网络正在不断加强。尽管网络密度的最大值仅为 0.269, 显示出整体网络的紧密程度仍有待提升, 但也预示着各省份在物流发展方面的交流与合作具有巨大的潜力。网络效率作为揭示网络冗余状况的指标, 在 2012 年至 2021 年期间呈现出下降趋势, 从 0.872 降低至 0.654。这一变化表明随着物流业的持续发展和基础设施的不断完善, 各省份之间的溢出效应逐渐增强, 物流业的空间关联与协作日益频繁, 省际间的边界壁垒逐渐被打破。

综上所述, 西部陆海新通道物流效率空间关联网络的整体结构在过去十年间呈现出稳定性高、传递性与可达性好、等级度下降、网络密度螺旋上升以及网络效率下降等特征。这些特征共同反映了该通道物流效率网络结构的均衡化发展趋势以及各省份在物流发展方面加强交流与合作的潜力。同时, 也揭示了随着物流业的发展和基础设施的完善, 各省份之间的空间关联与协作日益频繁, 为未来的协同发展奠定了坚实基础。

表 4.1 西部陆海新通道物流效率空间关联网络结构整体特征

年份	网络密度	网络等级度	网络效率
2012	0.148	0.693	0.872
2013	0.216	0.650	0.846
2014	0.205	0.554	0.667
2015	0.214	0.584	0.730
2016	0.198	0.576	0.653
2017	0.221	0.552	0.667
2018	0.263	0.574	0.628
2019	0.265	0.350	0.667
2020	0.253	0.343	0.679
2021	0.269	0.354	0.654



图 4.1 2012-2021 年西部陆海新通道物流效率网络等级度

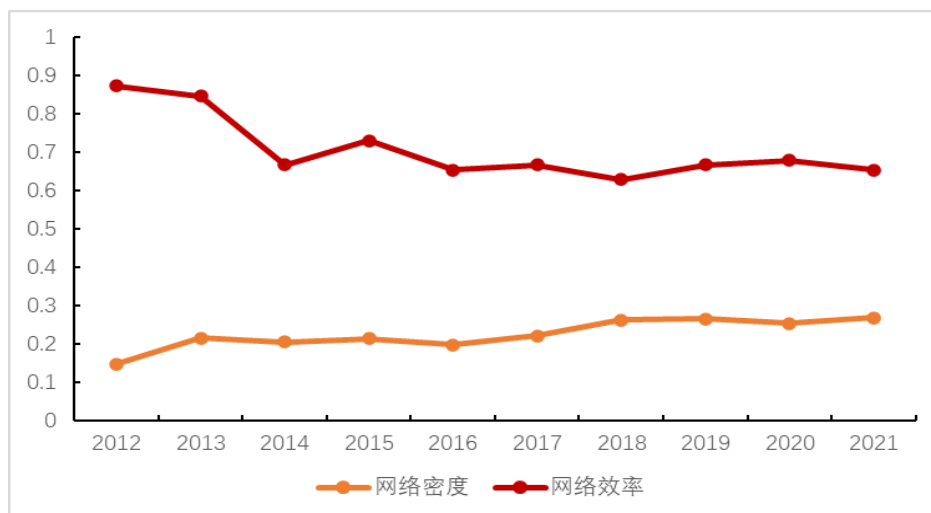


图 4.2 2012-2021 年西部陆海新通道物流效率网络密度及网络效率

4.3 个体网络特征分析

在对西部陆海新通道物流效率整体网络结构特征进行分析的基础上,本研究将进一步借助中心度的相关指标对西部陆海新通道各省份在物流业效率空间网络结构的中心地位以及相互关系进行研究,选取 2012 年、2015 年、2018 年、2021 年的数值进行分析。具体的指标有度数中心度、中介中心度、接近中心度。

4.3.1 度数中心度

本文使用 UCINET 软件计算出西部陆海新通道各省市的度数中心度, 计算结果如表 4.2 所示。2012 年度数中心度的均值 23.08, 高于均值的省份有 4 个。这一年区域内整体度数中心度的水平相对较低, 仅广东、贵州、云南和重庆表现出比较明显的主导地位, 处在关联网中的核心地位。2015 年度数中心度的均值为 35.17, 高于均值的省份有 8 个。随着时间的变化, 整体的度数中心度有所提升, 尤其以四川、广西的节点作用明显增强。2018 年的度数中心度的均值为 46.15, 高于均值的有 10 个, 关联网进一步优化, 西部陆海新通道物流效率稳步提升。陕西、重庆成为新的网络中心。2021 年的度数中心度的均值为 43.96, 对比 2018 年有所下降, 部分疫情的原因导致物流业受到一定的影响。整体的空间网络显著增强。

通过以上分析可以发现, 整体网络结构稳定性逐渐增强, 核心省份地位凸显。广东、广西等经济发达省份在网络中占据主导地位, 而西藏、新疆、青海等通道内省份由于自然地理环境恶劣和经济发展水平落后, 度数中心性较低, 处于从属地位。

表 4.2 西部陆海新通道物流效率空间关联网度数中心度变化趋势

	2012		2015		2018		2021
广东	38.46	广东	53.85	陕西	76.92	广东	61.54
贵州	30.77	广西	46.15	重庆	69.23	陕西	61.54
云南	30.77	四川	46.15	甘肃	53.85	四川	61.54
重庆	30.77	甘肃	38.46	广东	53.85	重庆	61.54
甘肃	23.08	内蒙古	38.46	四川	53.85	贵州	46.15
广西	23.08	陕西	38.46	广西	46.15	海南	46.15
宁夏	23.08	云南	38.46	海南	46.15	宁夏	46.15
陕西	23.08	重庆	38.46	内蒙古	46.15	云南	46.15
四川	23.08	贵州	30.77	青海	46.15	内蒙古	38.46
海南	15.39	海南	30.77	新疆	46.15	西藏	38.46

续表 4.2

内蒙古	15.39	青海	30.77	贵州	38.46	甘肃	30.77
青海	15.39	西藏	23.08	云南	30.77	新疆	30.77
西藏	15.39	新疆	23.08	西藏	23.08	广西	23.08
新疆	15.39	宁夏	15.39	宁夏	15.39	青海	23.08
平均值	23.08	平均值	35.17	平均值	46.15	平均值	43.96

4.3.2 接近中心度

根据表 4.2 可知接近中心度空间分布不均衡性显著，2012 年西藏、青海、内蒙古为接近中心度低的地区，表明该地区省份在物流效率关联网络中处于边缘的地位，与其他省份产生关联的可能性比较小。除此之外其他省份接近中心度的差异相对来说也不大。2015 年随着西部陆海新通道地区经济发展水平的提升，整体的接近中心性有了显著提升，广东、四川成为空间上接近中心度较高的省份。2018 年接近中心性的整体网络空间分布进一步的优化，西部陆海新通道地区接近中心度数值有所提升，处在核心位置的省份进一步增加。2021 年整体的接近中心度均值为 63.44 较 2018 年有较小的降低，说明随着经济的快速发展，西部陆海新通道的经济发展来到了一个瓶颈期，需要进一步优化物流相关产业。对中心度的空间形态变化进行综合分析可以发现，其演进历程依次展现了“整体低值”、“个别突出”至“整体高值”这三个阶段。这一变化过程深刻反映了西部陆海新通道的持续进步。在整个过程中，具有显著独立控制与发展优势的省份逐渐崭露头角，它们不仅各自突出，而且开始形成片状、抱团式的发展趋势。但是，我们也不得不注意到，仍有少数省份在网络中处于相对孤立的边缘状态。接近中心度的空间演化格局进一步揭示了中心省份在经济发达程度上的优越性。这些中心省份不仅中心地位显著，而且与其他省份的联系能力也极为强大，从而在整个空间关联网络中占据了主导地位。相对而言，那些经济发展相对滞后的省份，由于受到经济发展和地理环境位置等多重因素的制约，在空间关联网络中往往处于边缘位置。这样的空间演化格局不仅揭示了不同省份在经济发展中的差异，也为

我们理解区域发展的不平衡性提供了重要视角。在未来的发展中，我们应更加注重区域协调发展，努力推动边缘省份融入网络中心，实现整个区域的共同繁荣。

通过以上分析可以发现，西部陆海新通道各省份接近中心度空间分布不均，随时间变化显著。经济发达省份中心地位突出，落后省份逐渐边缘化。需优化物流产业以突破发展瓶颈。

表 4.2 西部陆海新通道物流效率空间关联网络接近中心度变化趋势

2012		2015		2018		2021	
广东	54.17	广东	68.42	陕西	81.25	广东	72.22
云南	52.00	四川	65.00	重庆	76.47	陕西	72.22
宁夏	50.00	广西	61.91	甘肃	68.42	四川	72.22
贵州	48.15	内蒙古	61.91	广东	68.42	重庆	72.22
重庆	48.15	陕西	61.91	广西	65.00	贵州	65.00
陕西	46.43	重庆	61.91	青海	65.00	宁夏	65.00
甘肃	44.83	甘肃	59.09	四川	65.00	云南	65.00
广西	44.83	云南	59.09	新疆	65.00	海南	61.91
海南	43.33	青海	56.52	海南	61.91	广西	61.91
四川	41.94	贵州	54.17	内蒙古	61.91	内蒙古	59.09
新疆	41.94	海南	52.00	贵州	59.09	甘肃	56.52
内蒙古	38.24	新疆	52.00	西藏	54.17	新疆	56.52
青海	37.14	西藏	48.15	云南	54.17	西藏	54.17
西藏	36.11	宁夏	44.83	宁夏	44.83	青海	54.17
平均值	44.80	平均值	57.63	平均值	63.62	平均值	63.44

4.3.3 中介中心度

西部陆海新通道的中介中心性如表 4.3, 在研究年份中出现了下降的一个趋势。2012 年呈现出一核多强的空间布局。其中广东的中介中心性最高，是物流效率空间关联网络中资源的核心控制城市，云南，陕西等紧随其后成为区域的

核心省份，整体网络两级分化效应明显，整体中介中心性极不均衡。2015 年四川的核心作用增强，究其原因处于西部陆海新通道的核心位置，且经济发展水平持续增速。但整体的中介中心度明显下降，说明随着西部大开发和一带一路的发展，西部陆海新通道各省份的经济都有一定的提高。2018 年高于均值的省份有陕西、重庆、青海、四川、广东和新疆，这说明这 6 个省份在西部陆海新通道地区物流效率网络关联中发挥着重要的桥梁和枢纽的作用，处于网络中的核心位置，影响着其他节点物流业的资源、信息流通。2021 年西部陆海新通道地区中介中心性进一步降低，重庆、四川和广东占据核心的地位，甘肃、广西、青海和新疆的中介中心性低于 1，排名相对较低，物流业的发展受到周边省份的遮蔽效应的影响，无法接受其他省区要素的溢出，与其他省份产生关联关系的程度比较低，未来应该着重加强与其他地区的交流与协作。

通过以上分析可以发现，西部陆海新通道中介中心性呈下降趋势，核心省份随时间变化。广东、四川、重庆等地发挥桥梁作用，但部分省份物流业发展受限，需加强地区间协作。

表 4.3 西部陆海新通道物流效率空间关联网络中介中心度变化趋势

	2012		2015		2018		2021
广东	29.79	广东	12.21	陕西	16.21	重庆	13.32
云南	19.57	陕西	11.78	重庆	14.22	四川	11.71
陕西	16.71	四川	10.76	青海	10.10	广东	11.65
重庆	12.01	甘肃	10.26	四川	6.75	陕西	7.43
甘肃	11.45	云南	9.94	广东	6.62	宁夏	5.27
新疆	11.11	内蒙古	9.54	新疆	5.32	贵州	4.63
宁夏	10.77	广西	6.56	甘肃	3.35	云南	4.58
贵州	9.44	青海	4.23	广西	2.32	海南	4.32
四川	7.14	重庆	3.85	内蒙古	2.15	西藏	1.94
青海	6.84	贵州	2.81	海南	1.44	内蒙古	1.62
西藏	5.13	西藏	2.35	贵州	1.35	甘肃	0.80
内蒙古	4.06	新疆	2.22	云南	0.53	广西	0.71
广西	1.71	海南	1.39	西藏	0.16	青海	0.71

续表 4.3

海南	1.71	宁夏	0.57	宁夏	0.00	新疆	0.53
平均值	10.53	平均值	6.32	平均值	5.04	平均值	4.95

4.4 本章小结

在本章的研究中，我们首先运用经过修正的引力模型，构建了西部陆海新通道物流效率的空间关联网络。之后，借助社会网络分析法，我们分析了该网络的整体与个体结构特征。

(1) 从整体结构来看，网络效率较高，扩散式发展的特征显著；网络密度先升后降，呈现波浪式发展，整体是呈现增长的趋势，但整体的网络密度仍处于较低水平，显示出省份间的空间联系需要进一步加强。与此同时，网络等级度呈现逐渐降低的趋势，反映出网络结构往扁平化的方向发展，等级差异不再显著。

(2) 就个体结构特征而言，通道内地区的物流效率空间关联网络核心区域持续发展，突破了地域的局限，并出现集中化的发展态势。随着时间的变化，核心区域省份间的空间关联强度不断提高，有助于整体网络结构的优化。然而，边缘省份的联系相对比较弱，这在一定程度上阻碍了空间网络的进一步发展。

5 西部陆海新通道物流效率空间关联影响因素

通过对西部陆海新通道物流效率空间关联网络的深入分析,上一章已揭示出该网络结构在考察期间内保持了相对的稳定性,未出现显著变动。那么,哪些因素能够影响省域间物流效率空间关联网络的构建与发展?为了解答这一问题,我们选定最具代表性的 2021 年作为研究焦点,精心挑选可能对西部陆海新通道物流效率空间关联网络产生影响的因素。随后,我们针对这些影响因素如何作用于物流效率空间关联网络提出合理的假设。最后,运用 QAP 分析方法,我们检验了这些影响因素对物流效率空间关联网络的实际作用,以期揭示其内在的逻辑关系。

5.1 研究方法

在常规统计分析方法中,如多元回归分析,自变量间的独立性是该方法使用的一个重要前提。若自变量之间存在相互依赖的关系,即“共线性”,可能出现一系列的问题,比如,在完全共线性下无法获得估计值。共线性不仅增加了参数估计值的方差和标准差,而且使变量显著性检验失去意义,还削弱了模型的预测能力。而“关系”数据恰恰违背了这一独立性假设,因为这类数据本身之间就是相互关联的,这与避免“共线性”的原则相悖。因此,传统的方法是不可行的。QAP 作为一种非参数法,不需要假设自变量间的独立性,并且能够有效的处理“多重共线性”问题,因此相比传统的方法更为稳健。该方法在社会网络科学研究中得到了广泛应用,尤其适用于以“关系”数据为研究对象的情况。鉴于此,本文主要采用 QAP 回归分析方法,对西部陆海新通道物流效率空间关联网络的影响因素进行深入探讨。公式如下

$$Q = F(X, Y, Z, \dots) \quad (5.1)$$

其中 Q 代表被解释变量; X, Y, Z 等代表解释变量(影响因素)。

5.2 影响因素假设

目前,我国各区域物流发展存在着明显的不平衡性,因此,加强区域之间的协作是促进区域物流一体化发展的关键。西部陆海新通道沿线各省物流资源要素

间的互动关系，构成了区域物流效率的空间关联网络。为了进一步解析该现象并贡献于区域物流合作的发展，本文将从社会网络分析的角度深入探讨影响西部陆海新通道物流效率的空间网络联系的关键因素。作为反映物流业进步的核心指标，物流效率的形成受到众多资源因素的共同作用。这些因素在区域内的流动加强了各地之间的联系，并促成了物流效率的空间关联网络。与此相似，物流效率空间关联网络的生成及其发展变化，同样依赖于各种资源要素的相互作用。通过相关文献的阅读^{[62]-[68]}，得出这些变量主要可分为三大类：首先是空间地理距离相关因素，其次是宏观经济状况的影响，最后是物流行业发展相关的条件。这种分类方法不但使我们能够更明确地把握物流效率与空间关联网络之间的形成原理，同时也为未来的研究工作奠定了坚实的理论基础。所以，借鉴前人研究成果下面本文将从这三个方面出发选取合适的物流效率空间关联网络的影响因素，并进行合理的假设，具体如下三个方面。

5.2.1 空间地理因素

空间地理距离。地理学的一条基本法则表明，随着距离的增长，事物之间的关联性趋于减弱。地理位置相近的区域，在经济发展水平和政府政策等方面往往表现出较高的相似性，这增加了它们之间产生联系的可能性。因此，空间地理距离是影响物流效率空间关联网络的一个重要因素。在本文中，采用省份间的地理距离作为衡量空间地理距离的指标。

5.2.2 经济发展因素

经济发展水平。它是评价一个省区综合发展水平的重要经济指标，也是评价该省区物流发展水平的重要依据。不同省区的经济发展水平存在着明显的虹吸效应，有利于区域间的交往和合作。已有的研究表明，经济是影响物流网络结构特性的重要因素。基于此，本文选择了人均 GDP 这一主要指标来度量经济要素对我国的影响。

产业结构。物流业与产业结构变量之间存在紧密的关联性，后者不仅在某种程度上映射出经济社会生产技术的水平，同时还能从经济高质量发展的视角，揭示宏观经济发展状态如何作用于物流效率的空间关联网络及其演变过程。本研究

采用第三产业在 GDP 中的占比作为衡量产业结构影响的一个指标。

5.2.3 物流业发展条件因素

对外开放水平。通常，那些对外开放程度较高的区域能够有效吸引海外的物流技术和人才等关键资源，进而促进本地物流效率的提高。此外，这种高开放度的区域往往会对周边开放度较低的地区产生正向溢出效应，体现在交通基础设施和信息技术等方面的进步，最终助力那些对外开放程度较低地区提高其物流效率。那些对外开放程度不高的地区，为了促进自身的发展，同样会积极寻求与开放程度较高地区的交流与合作。这种互动有助于推动物流效率在空间关联网络结构中的形成与演变。在本文中，采用进出口总值作为衡量对外开放水平影响的一个指标。

交通发展水平。省份的物流发展水平，其基础在于交通基础设施的完善程度。交通的畅通性直接关系到省份间的贸易交流，这一点同样成为衡量物流发展水平的关键指标。另外，不同省份在交通基础设施方面的不同表现，实则反映了它们相互之间联系的密切程度。据此，本研究选取各省份的公路里程、铁路里程、内河航道里程作为评估其交通建设进展的核心指标。

物流信息化水平。各省区的信息化水平是省际间贸易往来的重要依据，同时也是促进省际间贸易发展的重要途径。同时，信息化还可以实现各省之间的资源整合，而移动通信则可以为各省的物流信息化提供支持。以 R&D 经费支出来衡量各市科技投入，从而体现了各省的物流信息化程度。

物流投资。物流投资可以直接反应对物流业的支持力度。本文选取交通运输、仓储和邮政业基础设施投资占地区 GDP 的比重来反映省份的物流投资。

综上所述，选取以上七个影响因素作为解释变量，如表 5.1。数据来源中，其中空间地理距离来自 Arcgis 地图数据，其他数据来自 2012-2021 年《中国统计年鉴》以及《统计公报》。

表 5.1 西部陆海新通道物流效率空间关联解释变量

指标	指标解释	代码	单位
空间地理距离	地区间的地理距离	SG	公里

续表 5.1

产业结构	第三产业占 GDP 的比重	IS	百分比
经济发展水平	人均 gdp	ED	万元
交通发展水平	公路里程、铁路里程、内河航道里程	UO	公里
对外开放水平	进出口总值	EO	亿元
物流信息化水平	R&D 经费支出	LL	亿元
物流投资	交通运输、仓储和邮政业基础设施投资占地区 GDP 的比重	LI	百分比

5.3 实证结果分析

5.3.1 QAP 相关性分析

将因变量和自变量矩阵导入 Ucinet 进行 QAP 相关性分析,通过横向比较矩阵各行各列数值的相似性,基于矩阵置换进行非参数检验。由表 5.2 第四行可知,经济发展水平未通过显著性检验,该指标对于西部陆海新通道物流效率空间关联不存在显著影响。表 5.2 第五行表明交通发展水平的回归系数在 5%水平上正向显著,同时通过分析其他变量的实证结果,可以得出空间地理距离、产业结构、对外开放程度、物流信息化水平和物流投资对西部陆海新通道物流效率空间关联存在 1%水平上的正向显著影响。因此,本文选取空间地理距离、交通发展水平、产业结构、对外开放程度、物流信息化水平和物流投资六个影响因素进行 QAP 回归分析,分析每一个解释变量与西部陆海新通道物流效率空间关联网络之间的回归关系。

表 5.2 西部陆海新通道物流效率空间网络影响因素相关性分析结果

影响因素	相关系数	显著性水平	相关系数均值	标准差	Prop>=O	Prop<=O
SG	0.351	0.000	0.003	0.003	0.012	0.988
IS	0.209	0.006	0.001	0.076	0.009	0.991
ED	0.311	0.137	0.040	0.079	0.000	1.000
UO	0.151	0.031	0.003	0.079	0.000	1.000
EO	0.235	0.000	0.004	0.081	0.000	1.000
LL	0.404	0.001	0.005	0.081	0.913	0.087
LI	0.415	0.001	0.002	0.078	0.915	0.085

5.3.2 QAP 回归分析

本文利用 Ucinet 对物流效率空间关联网络的影响因素进行 QAP 回归分析；将西部陆海新通道物流效率空间关联网络结构矩阵输入因变量中，将其余 6 个影响因素矩阵输入自变量中，将矩阵随机置换次数设置为 5000 次，对置换后矩阵进行二次回归；最后，进行参数估计和检验，得到回归结果如表 5.3。

表 5.3 西部陆海新通道物流效率空间关联影响因素回归结果

变量名称	非标准化回归系数	标准化回归系数	P 值
常数项	0.457	0.000	—
空间地理距离	0.237	0.313	0.019
产业结构	0.045	0.033	0.034
交通发展水平	0.036	0.013	0.003
对外开放水平	0.027	0.016	0.011
物流信息化水平	0.035	0.048	0.016
物流投资额	0.075	0.069	0.028

通过表 5.3 可知，6 个影响因素都通过了显著性检验，依次分析每一个影响因素对西部陆海新通道物流效率空间网络结构的影响：

(1) 地理空间距离关联因素对西部陆海新通道物流效率空间网络结构具有显著正向影响。省份间地理空间距离越近，物流网络的结构水平越高。省份距离相邻，它们之间的货物运输时间和成本会相对较低，物流通道和设施也更加便利和高效。这样的相邻性有助于加强省份之间的经济合作和贸易往来，促进物流资源的共享和优化配置，对省份间物流网络结构的构建具有积极作用。

(2) 产业结构因素与西部陆海新通道物流效率空间网络结构之间呈现出显著的正相关关系。在供给侧结构性改革和大力发展新质生产力的时代背景下，为优化产业结构、提升综合竞争力，产业结构相对滞后的省份会在技术创新、人才引进、政策保障等方面进行优化改进，向产业结构更为合理的省份进行交流学习。这种学习的动力会随着省份间产业结构的差异增大而不断增强。现代物流是产业结构调整与升级的重要一环，产业结构的差异为省份间在物流技术创新和人才交流合作等方面提供契机，有助于强化省份间的物流联动与协作，提升物流效率的空间关联，推动物流效率空间关联网络的形成与发展。

(3) 交通发展水平对西部陆海新通道物流效率空间网络结构具有显著正向性影响。可能的原因是随着交通基础设施的不断完善,高速公路、铁路、航空交通网络的扩展和优化,物流网络的运输效率得到了显著提升,提高物流资源的利用效率,有益于物流网络范围拓展。同时,不同省份交通发展水平差异对物流效率空间关联网络的形成与演化具有显著推动作用。在交通基础设施建设完善初期,省份之间的差值会推动交通发展水平较低下省份积极与交通发展水平较高省份开展合作,使整体物流空间网络不断优化发展。

(4) 对外开放水平与西部陆海新通道物流空间网络结构呈现正相关关系,表明高水平对外开放推动物流效率空间关联网络的搭建,且差异化的对外开放加速统一物流效率空间关联网络的形成。可能的原因为随着对外开放水平的提高,西部陆海新通道与国内国际统一大市场建立起更加紧密的联系,促进西部陆海新通道产业升级和结构调整,物流需求大幅增加,物流效率亟待提升,从而推动西部陆海新通道物流空间网络结构的优化和发展。差异化的对外开放水平使得高开放地区对其他地区技术溢出、人才溢出、资源溢出,提升不同地区间的物流效率,对整体物流空间网络的完善大有裨益。

(5) 物流信息化成熟度与西部陆海新通道物流空间网络结构之间存在正向显著影响,且差异化的物流信息化成熟度对省份间物流效率的提升、西部物流网络的优化有举足轻重的影响。可能的原因是差异化物流信息化水平有助于地区间合理的优化资源配置,由于不同地区在信息化水平上存在差异,物流资源在不同节点之间的配置和调度将更加灵活高效。地区间差异化的信息化水平,使得不同地区的物流企业能够根据自身特点和市场需求,开发出更具针对性的物流服务产品,提升物流服务的附加值和市场竞争力。由此得出,地区间物流信息化成熟度的不同有助于西部陆海新通道物流空间网络结构的均衡发展和整体效率的提升。

(6) 物流投资额与西部陆海新通道物流空间网络结构呈现正相关关系,说明省份之间的物流投资额差异越大,越有利于形成省份间物流效率联系。物流投资额高的地区必定对周围省份产生辐射作用,由此加强省份间的物流效率联系。

总的来看,本文选取的地理空间距离、产业结构、交通发展水平、对外开放水平、物流信息化水平和物流投资这6个影响因素在一定程度上都能够对西部陆海通道物流效率空间网络结构的发展和变化进行解释。

5.4 本章小结

在深入分析第四章关于物流效率空间关联网络结构特征的基础上,本章进一步聚焦于影响西部陆海新通道物流效率空间关联网络形成与演化的关键因素。我们根据已有文献,筛选出地理空间距离、产业结构、交通发展水平、对外开放程度、物流信息化程度以及物流投资这六大要素。为了实证检验这些因素的影响,我们采用了 QAP 相关分析和 QAP 回归分析。经过上述分析,本章得出以下主要结论:

(1) QAP 实证结果显示,地理空间距离、产业结构差异、交通发展水平差异、对外开放水平差异、物流信息化水平差异和物流投资差异对西部陆海新通道物流效率空间关联网络形成与演化具有推动作用。

(2) 多种因素共同对西部陆海新通道物流效率空间关联网络的形成起到了推动的作用。由于各省份在资源要素禀赋上存在显著差异,导致了西部陆海新通道的物流效率呈现出明显的空间异质性。这种异质性又进一步导致了地区间的“势能差异”或互补性。最终,这些要素流动与整合共同构建起了西部陆海新通道物流效率的空间关联网络,展现出了复杂的区域互动与协同发展的格局。

6 研究结论与对策建议

在前五章对物流效率及其空间关联研究的基础上,本章节首先对前文研究进行总结,接着基于相关研究结论提出一些对策建议,以期为提高我国物流业效率高效协调发展提供参考。

6.1 研究结论

本文利用 2012-2021 年西部陆海新通道地区十四个省份的面板数据,构建了西部陆海新通道物流效率测算模型,构建修正的引力模型,构建西部陆海新通道物流效率空间关联网络,其次借助社会网络分析方法对西部陆海新通道物流效率空间关联网络的整体与个体结构特征进行分析,深度的分析当前通道内各省份物流发展现状。最后,利用 QAP 方法,对西部陆海新通道物流效率空间关联网络的影响因素进行探究,进而为通道内各省份物流效率的高效协同发展提供对策建议。

本文的研究结论如下:

第一,研究期内,物流效率的静态与动态效率两者是一个上升的状态,但 2020 年新冠疫情等因素导致整体的物流效率降低。西部陆海新通道地区从西向东的静态物流效率是一个上升的状态,整体效率还是没有达到最佳,空间上临近的省份物流效率比较接近,但整体而言各省份物流效率发展水平相差比较大。观察物流效率的动态演变特征可以发现,西部陆海新通道地区物流效率整体上升了 0.8%,整体的上升幅度比较小,技术进步指数是物流效率上升的主要因素,而技术效率指数保持平稳的发展。

第二,从西部陆海新通道物流效率整体网络结构特征分析,2012-2021 年,西部陆海新通道物流效率网络密度呈现波动上升的趋势,网络密度由 2012 年的 0.148 增长到了 2021 年的 0.269,网络等级度和网络效率也呈现出波动下降的态势,网络等级度由 2012 年的 0.693 下降到了 2021 年的 0.354,网络效率由 2012 年的 0.872 下降到了 2021 年的 0.654。以上数据表明西部陆海新通道网络结构趋于比较稳定的状态,网络结构愈发完善与优化,总结来说,西部陆海新通道物流效率网络结构在近年来取得了显著进展,展现出更加稳定和完善的趋势,但仍需持续优化与拓展,以适应日益增长的物流需求。

第三，从西部陆海新通道物流效率个体网络结构特征分析，广东、广西等发达省份在度数中心度、接近中心度、中介中心度始终稳居前列而陕西、四川等后来者居上，说明这些地区在物流效率空间关联网络中居于中心的位置，对周围省份的吸引力和辐射力都很高，其网络中心的地位突出，新疆、西藏等省份的排名相对滞后。

第四，对西部陆海新通道物流效率空间关联网络进行 QAP 分析可以发现，地理空间距离、产业结构、交通发展水平、对外开放水平、物流信息化水平和物流投资对西部陆海新通道物流效率空间关联网络结构的形成和演化具有显著促进作用。

6.2 提高西部陆海新通道物流效率的对策建议

通过第三、四、五章对西部陆海新通道物流效率及其空间关联影响因素的分析结合通道的物流发展现状，针对西部陆海新通道物流效率的提升，基于《西部陆海新通道总体规划》中的区域划分是从主通道（重庆、贵州、广西、四川、云南）、重要枢纽（贵州、广西、云南）、核心覆盖区（重庆、四川、贵州、云南、广西）和辐射延展带（甘肃、青海、新疆、陕西、宁夏）四个部分从地理空间距离、产业结构、交通发展水平、对外开放水平、物流信息化水平和物流投资额六个方面提出对策建议，具体对策建议如下：

6.2.1 西部陆海新通道主通道建议

(1) 加强基础设施建设

加大投资力度。政府应持续加大对主通道沿线交通基础设施的投资，包括铁路、公路、水路和航空等，以确保物流运输的顺畅和高效。

引入先进技术。积极引入先进的物流技术，如智能物流系统、物联网、大数据等，提升物流信息化、智能化水平，降低物流成本，提高效率。

(2) 优化物流运输组织

完善运输网络。优化主通道的运输网络布局，减少运输环节，缩短运输时间，降低运输成本。

推广多式联运。鼓励企业采用多式联运模式，将铁路、公路、水路等多种运

输方式有机结合，实现无缝衔接，提高物流运输的灵活性和便捷性。

6.2.2 西部陆海新通道重要枢纽建议

(1) 提升枢纽功能

加强物流设施建设。在重要枢纽城市，加强仓储、配送中心、货运站等物流设施的建设，提升物流集散能力。

引入先进管理技术。引入国际先进的物流管理理念和技术，如精益物流、绿色物流等，提高枢纽城市的物流运营效率。

(2) 加强区域合作

建立合作机制。与周边地区建立紧密的物流合作机制，推动物流资源的共享和优化配置，形成区域物流一体化发展的新格局。

拓展国际视野。加强与国际物流枢纽城市的合作与交流，引进国际先进的物流技术和管理经验，提升国际物流服务能力。

6.2.3 西部陆海新通道核心覆盖区建议

(1) 发展特色产业

挖掘地方优势。结合核心覆盖区的资源禀赋和产业优势，发展具有地方特色的物流产业，如农产品物流、冷链物流等。

鼓励创新。鼓励物流企业加强技术创新和模式创新，提升物流服务的专业化和个性化水平，满足市场需求。

(2) 加强产业协同

建立协同机制。推动物流产业与其他产业的深度融合和协同发展，形成产业链上下游的紧密合作和联动发展。

促进区域联动。加强与周边地区的产业合作，推动区域经济的共同发展，形成物流产业与区域经济协同发展的新格局。

6.2.4 西部陆海新通道辐射延展带建议

(1) 扩大物流网络覆盖

完善基础设施。加强辐射延展带地区的交通基础设施建设，包括公路、铁路等，提高物流网络的覆盖范围。

引入先进技术。积极引入先进的物流技术和管理经验，提升物流服务的覆盖率和质量，满足地区经济发展的需求。

(2) 培育物流市场

鼓励企业发展鼓励和支持物流企业在辐射延展带地区设立分支机构或合作网点，培育物流市场，推动物流产业的快速发展。

加强主通道连接。加强与主通道和重要枢纽的物流联系，形成高效、便捷的物流网络，为地区经济发展提供有力支持。

此外，为了保障以上对策的顺利实施，还需要加强政策引导和支持，完善物流法律法规体系，为物流产业的发展提供有力保障，以推动西部陆海新通道物流效率的整体提升和物流产业的高质量发展。

6.3 研究不足与展望

本文在借鉴已有的参考文献的基础上，运用数据包络模型、社会网络分析与QAP回归对西部陆海新通道地区的物流效率进行了研究，并针对研究结果提出提高通道物流效率的对策建议，对以后相关学者的研究有借鉴的作用。但是本文研究还存在不足之处，有些内容有待进一步深入的分析研究。

(1) 研究对象的可以进一步扩大。为深入的研究区域的物流效率的空间关联关系，最终提出对策建议，本文选取的研究对象为西部陆海新通道十四个省市，在空间关联上未能研究通道内省份与国内其他省份的联系。

(2) 物流效率数据收集需要进一步完善。目前我国统计局在关于物流指标的数据不全，如本文中物流业投资额使用了交通运输、仓储和邮政业的数据替代物流业相关的数据。因此，本文对于物流效率的测度结果会有一定的偏差。在未来研究中，若能获取到精确的物流产业数据，相信能够进一步完善物流效率评价，从而更准确地研究西部陆海新通道物流效率。

(3) 评价结果具有相对性。物流效率有效的省份不代表物流业已经发展到了最完美的状态，并且我们选取了六个主要影响因素进行研究，未来研究可以考虑纳入更多其他潜在的影响因素，以更全面地揭示物流效率及其空间关联性的影

响因素。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会《西部陆海新通道总体规划》[EB/O
(2019-08-15)].http://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/201908/t20190815_962256.html.
- [2] 汪旭晖,文静怡.我国农产品物流效率及其区域差异——基于省际面板数据的SFA分析[J].当代经济管理,2015,37(01):26-32.
- [3] 余泳泽,武鹏.我国物流产业效率及其影响因素的实证研究——基于中国省际数据的随机前沿生产函数分析[J].产业经济研究,2010,(01):65-71
- [4] 于丽静,王海峰,姜永强.基于 SFA 的山东省区域物流效率及影响因素分析[J].物流工程与管理,2017,39(02):16-18+4.
- [5] 汪文生,考晓璇.高质量发展视角下环渤海地区物流效率测度研究——基于三阶段 DEA 模型[J].商业研究,2021,(04):75-84.
- [6] 田强,刘岩,李娜等.基于 DEA 的泛环渤海经济圈物流产业效率评价研究[J].公路交通科技,2020,37(01):149-158.
- [7] Rita Markovits-Somogyi, Zoltán Bokor. Assessing the logistics efficiency of European countries by using the DEA-PC methodology[J].Transport,2014(2):12-21.
- [8] Chris Stewart, Roman Matousek, Thao Ngoc Nguyen. Efficiency in the Vietnamese banking system: A DEA double bootstrap approach[J].Research in International Business and Finance,2016(4):103-112,124.
- [9] 隆双双,王向前.低碳约束下长江经济带邮政速递物流效率评价[J].哈尔滨商业大学学报(自然科学版),2022,38(04):477-483.
- [10] Selim N I I B, Zailani S, Aziz A A, et al. Halal logistic services, trust and satisfaction amongst Malaysian 3PL service providers[J]. Journal of Islamic Marketing, 2022, 13(1): 81-99.
- [11] Lien N T K, Day J D. Estimating the efficiency of third party Logistics over the world [C]. International Conference on System Science and Engineering (ICSSE). IEEE, 2017: 621-624.
- [12] Loske D, Klumpp M. Human-AI collaboration in route planning: An empir

- ical efficiency-based analysis in retail logistics[J]. *International Journal of Production Economics*, 2021, 241: 108236
- [13] Rashidi K, Cullinane K. Evaluating the sustainability of national logistics performance using Data Envelopment Analysis[J]. *Transport Policy*, 2019, 74: 35-46.
- [14] Han H, Trimi S. A fuzzy TOPSIS method for performance evaluation of reverse logistics in social commerce platforms[J]. *Expert Systems with Applications*, 2018, 103: 133-145.
- [15] Eydi A, Rastgar S. A DEA model with dual-role factors and fuzzy data for selecting third-party reverse logistics provider, case study: Hospital waste collection[J]. *Ain Shams Engineering Journal*, 2022, 13(2): 101561.
- [16] Long R, Ouyang H, Guo H. Super-slack-based measuring data envelopment analysis on the spatial-temporal patterns of logistics ecological efficiency using global Malmquist Index model[J]. *Environmental Technology & Innovation*, 2020, 18: 100770.
- [17] Ying F, Tookey J, Roberti J. Addressing effective construction logistics through the lens of vehicle movements[J]. *Engineering, construction and architectural management*, 2014, 21(3): 261-275.
- [18] 刘易明. 基于 DEA 和 BP 神经网络的物流园区评价[J]. *中国管理信息化*, 2015, 18(14): 90-91.
- [19] 张磊, 王娜, 张桂梅. 蔬菜一级批发商技术效率研究——基于寿光农产品物流园蔬菜批发商户的调查[J]. *商业研究*, 2018, (01): 19-27+86.
- [20] 郑琰, 许美贤. 基于 DEA 模型的港口物流效率评价研究[J]. *重庆理工大学学报(自然科学)*, 2020, 34(10): 266-272. 刘宏伟, 杨荣璐, 石红娟. 物流枢纽城市物流业效率时空差异及其收敛性[J]. *北京交通大学学报(社会科学版)*, 2022, 21(02): 122-133.
- [21] 刘宏伟, 杨荣璐, 石红娟. 物流枢纽城市物流业效率时空差异及其收敛性[J]. *北京交通大学学报(社会科学版)*, 2022, 21(02): 122-133.
- [22] 秦雯, 倪容. 科技创新对珠江西岸物流产业效率的影响——基于超效率三阶

- 段数据包络分析模型[J]. 科技管理研究, 2022, 42(20):89-95.
- [23] 邹靖. 碳排放约束对物流效率的影响分析——基于省域面板数据[J]. 商业经济研究, 2023(09):81-84.
- [24] ABAGHAN G, DIEGO P. A learning ladder toward efficiency: Proposing network-based stepwise benchmark selection [J]. *Omega*, 2016, 63:83-93.
- [25] WANG Z F, LIU Q F, XU J H, et al. Evolution characteristics of the spatial network structure of tourism efficiency in China: A province-level analysis[J]. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2020.100509>, 2020-12-01
- [26] 刘华军, 刘传明, 孙亚男. 中国能源消费的空间关联网络结构特征及其效应研究[J]. 中国工业经济, 2015, (05):83-95.
- [27] 吉雪强, 张跃松. 长江经济带种植业碳排放效率空间关联网络结构及动因[J]. 自然资源学报, 2023, 38(3):675-693.
- [28] 曹允春, 罗雨. 空港型国家物流枢纽承载城市航空物流关联程度及其网络结构研究[J]. 技术经济, 2020, 39(08):174-182+190.
- [29] 黄超然, 周国华. 碳约束下省域物流能源效率空间关联效应及其影响因素[J]. 科技管理研究, 2022, 42(24):184-191.
- [30] 程慧, 徐琼, 郭尧琦. 中国物流效率的空间关联网络结构及其解释[J]. 地理与地理信息科学, 2020, 36(06):104-112.
- [31] 王纪凯, 张峰, 油建盛, 陈嘉伟. 黄河流域工业绿色水资源效率空间网络关联特征[J]. 地理科学, 2023, 43(06):1032-1042.
- [32] Emmanouela.Konstantinos..A learning ladder to ward efficiency:Proposing network based step wise bench mark selection[J].*Omega*,2016,63:83-93
- [33] Cullinane K, Ji P, Wang T. The relationship between privatization and DEA estimates of efficiency in the container port industry[J]. *Journal of economics and business*, 2005, 57(5): 433-462.
- [34] Ndhaief N, Bistorin O, Rezg N. A modelling approach for city locating logistic platforms based on combined forward and reverse flows[J]. *IFAC-PapersOnLine*, 2017, 50(1): 11701-11706.
- [35] Jitsuzumi T, Nakamura A. Causes of inefficiency in Japanese railways: Application of DEA for managers and policymakers[J]. *Socio-Economic Planning*

- ng Sciences, 2010, 44(3): 161-173.
- [36] Wanke P F. Physical infrastructure and shipment consolidation efficiency drivers in Brazilian ports: A two-stage network-DEA approach[J]. Transport Policy, 2013, 29: 145- 153.
- [37] Serebrisky T, Sarriera J M, Suárez-Alemán A, et al. Exploring the drivers of port efficiency in Latin America and the Caribbean[J]. Transport Policy, 2016, 45: 31-45.
- [38] Barros C P, Wanke P, Nwaogbe O R, et al. Efficiency in Nigerian airports [J]. Case Studies on Transport Policy, 2017, 5(4): 573-579. 16
- [39] 田强, 刘岩, 李娜, 吴琼, 刘敏. 基于 DEA 的泛环渤海经济圈物流产业效率评价研究[J]. 公路交通科技, 2020, 37(01):149-158.
- [40] 吴小影. 长三角地区城镇化空间关联结构演化及其驱动机制研究[D]. 南京师范大学, 2021.
- [41] 王梦晗. 武陵山片区旅游扶贫效率空间网络结构演化及其驱动因素研究[D]. 湖南师范大学, 2021.
- [42] 戚禹林. 长江经济带城市生态效率的空间关联网络与形成机制[D]. 西部陆海新通道大学, 2022.
- [43] 陈清怡, 千庆兰, 姚作林. 广东省城市创新发展水平及其网络结构演化[J]. 经济地理, 2021, 41(04):38-47.
- [44] 吴姗姗, 王录仓, 刘海洋. 黄河流域旅游流网络结构特征研究[J]. 经济地理, 2020, 40(10):202-212.
- [45] 周锐波, 邱奕锋, 胡耀宗. 中国城市创新网络演化特征及多维邻近性机制[J]. 经济地理, 2021, 41(05):1-10.
- [46] 王刘坤, 祁春节, 汤路昀, 向锶. 统一大市场背景下农产品流通效率评价与时空分析——基于现代流通理论“三维”视角[J]. 农业经济问题, 2023, (08):127-143.
- [47] 苏永伟, 刘泽鑫. 物流效率、技术创新与现代服务业发展的门槛效应研究——来自省级面板数据的分析[J]. 宏观经济研究, 2022, (07):149-162.
- [48] 施雯. 互联网时代城市物流安全技术发展及应用——评《区块链技术下冷链

- 物流安全性研究》[J]. 中国安全生产科学技术, 2021, 17(11):194.
- [49] 王海峰, 田强, 李金华, 李晓丽. “一带一路”沿线省份物流效率及其影响因素的随机前沿分析[J]. 公路交通科技, 2020, 37(10):151-158.
- [50] 李娟, 王琴梅. 我国通道内物流业发展质量及其影响因素研究——基于物流业效率视角[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2020, 20(02):82-93.
- [51] 龚雪, 荆林波. 基于 DEA-Malmquist 模型的中国省域物流效率研究——来自省际面板数据的实证分析[J]. 河北经贸大学学报, 2019, 40(05):60-69.
- [52] 李娟, 王琴梅. 丝绸之路经济带核心区物流业效率及其收敛性分析[J]. 统计与信息论坛, 2018, 33(10):121-128.
- [53] 丁海宁, 胡小建, 杨海洪. 供给侧改革背景下宁夏物流效率提升路径研究[J]. 北方民族大学学报(哲学社会科学版), 2016, (05):138-140.
- [54] 袁丹, 雷宏振. 丝绸之路经济带物流业效率及其影响因素[J]. 中国流通经济, 2015, 29(02):14-20.
- [55] Charnes A , Cooper W W ,Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research,1978,2(6):429-444.
- [56] Fare, Rolf, et al. "Productivity Changes in Swedish Pharmacies 1980-1989: A Non-Parametric DEA-Malmquist Approach." Journal of Productivity Analysis 3.1 (1992): 85-101
- [57] 陆杉, 李雯. 长江中游城市群工业碳排放空间关联及其影响因素[J]. 环境科学与技术:1-14.
- [58] 代亚强, 张玥, 柯新利, 陈媛媛. 乡村地域多功能的空间关联网络结构特征及其对城乡融合发展的影响——以河南省为例[J]. 自然资源学报, 2023, 38(08):2059-2075.
- [59] 崔大树, 张晓亚. 长江三角洲城市群空间效率测度研究[J]. 地理科学, 2016, 36(03):393-400.
- [60] 侯贺平, 刘艳芳, 李纪伟, 孔雪松. 基于改进修正的引力模型的乡镇人口流动网络研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(08):107-115.
- [61] 李秋萍, 贾靖楠, 张云菲, 栾学晨, 马若飞. 基于货运轨迹数据的城市间货物

- 流动特征分析[J]. 测绘地理信息, 2022, 47(05):84-88.
- [62] 张亚梅. 西北地区农产品物流效率及影响因素研究[D]. 青海大学, 2022.
- [63] 毛跃宇. 黄河流域九省区物流效率及其影响因素分析[D]. 郑州大学, 2022.
- [64] 陈姝含. 基于超效率DEA-Malmquist-Tobit模型的省域物流效率评价及影响因素分析[D]. 郑州大学, 2022.
- [65] 唐琦. 京津冀区域物流效率评价及影响因素分析[D]. 北京交通大学, 2021.
- [66] 王玉雪. 我国中部六大城市群物流效率及其影响因素研究[D]. 南昌大学, 2021.
- [67] 向思雨. 低碳视角下粤港澳大湾区物流业效率评价及影响因素研究[D]. 湖南大学, 2021.
- [68] 姚博鸿. 长三角地区港口物流效率评价及影响因素研究[D]. 上海海洋大学, 2021.

攻读硕士学位期间发表论文及科研情况

- [1] 参与撰写《中国智慧物流》，出版时间，2022.3，出版社：中国财政经济出版社.
- [2] 孙宏进，李士伟. 通道内物流效率测度及分析[J]. 物流科技，2024，47（05）

致谢

行文至此，落笔为终。始于 2021 年初秋，终于 2024 年盛夏，研究生三年生涯即将落幕，回忆三年时光，有喜悦、满足、遗憾，但更多的是说不尽的感激之情。

首先，感谢实验室所有老师对我学习与工作的帮助！

感谢实验室的小伙伴们！

感谢学院所有任课老师！

感谢父母！