

分类号 _____
U D C _____

密级 _____
编号 _____

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

论文题目 基于空间计量视角下交通基础设施对产业结构
转型升级的影响研究

研究生姓名: 海茹欣

指导教师姓名、职称: 万永坤 教授

学科、专业名称: 应用经济学 产业经济学

研究方向: 流通创新与贸易经济发展

提交日期: 2022年6月6日

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： 海茹欣 签字日期： 2022.6.6

导师签名： 孙 签字日期： 2022.6.6

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： 海茹欣 签字日期： 2022.6.6

导师签名： 孙 签字日期： 2022.6.6

Research on the Impact of Transportation Infrastructure on Industrial Structure Transformation and Upgrading from the Perspective of Spatial Metrology

Candidate : Hai Ruxin

Supervisor: Wan Yongkun

摘要

交通基础设施是一种为保证社会生产和居民生活正常运行的公共服务系统，不仅在提供基础服务过程中承担着人力物力互联互通的重要作用，而且与区域产业结构的转型升级形成良性互动。自改革开放以来，我国交通基础设施建设发展迅速，成果显著。但不同地区之间覆盖率差异明显，尤其是东部与中西部地区之间相差巨大。因而一直以来，交通基础设施对区域产业结构转型升级的影响是社会各界持续关注的热点问题。

本文依据上述背景并通过研究相关文献，概括出交通基础设施对产业结构转型升级的影响效果和空间特征。实证部分利用 2000—2019 年的省级面板数据，探究交通基础设施对产业结构转型升级的影响，并得出如下结论：

第一，交通基础设施建设加快了各种产品和生产要素的空间转移和流动速度，加剧产业集聚和专业化分工，对产业结构转型升级具有明显的促进作用，但邻近地区交通基础设施建设对本地区产业结构转型升级的促进作用不显著。同时交通基础设施对产业结构合理化的促进作用大于其对产业结构高级化的促进作用。

第二，交通基础设施对我国不同地区产业结构转型升级的影响存在显著差异，具有区域异质性特征。总体来看，东部地区交通基础设施建设对产业结构合理化与产业结构高级化的影响作用相较于中西部地区而言更显著，同时其促进作用也明显高于中西部地区。

第三，将交通可达度进行等级划分，发现交通可达度较高的地区，交通基础设施对其产业结构合理化和高级化总效应的影响最大。交通可达度适中的地区，交通基础设施对产业结构合理化总效应的影响不显著，对产业结构高级化总效应的影响显著为负。交通可达度较低的地区，交通基础设施对其产业结构合理化产生影响的总效应显著为负，对产业结构高级化总效应的影响显著为正。

最后，本文针对现阶段我国交通基础设施建设存在的问题，提出促进产业结构转型升级的对策建议。

关键词：交通基础设施 产业结构 空间相关性 区域异质性

Abstract

Transportation infrastructure is a public service system to ensure the normal operation of social production and residents' life. It not only plays an important role in the interconnection of human and material resources in the process of providing basic services, but also forms a benign interaction with the transformation and upgrading of regional industrial structure. Since the reform and opening up, China's transportation infrastructure construction has developed rapidly and achieved remarkable results. However, there are significant differences in coverage rates among different regions, especially between the eastern and central and western regions. Therefore, the impact of transportation infrastructure on the transformation and upgrading of regional industrial structure has been a hot issue of continuous concern from all walks of life.

Based on the above background and through the study of relevant literature, this paper summarizes the effect and spatial characteristics of transportation infrastructure on the transformation and upgrading of industrial structure. The empirical part uses provincial panel data from 2000 to 2019 to explore the impact of transportation infrastructure on industrial structure transformation and upgrading, and draws the following conclusions:

First, the construction of transportation infrastructure accelerates the spatial transfer and flow of various products and production factors,

intensifies industrial agglomeration and specialized division of labor, and plays an obvious role in promoting the transformation and upgrading of industrial structure. However, the construction of transportation infrastructure in neighboring areas does not significantly promote the transformation and upgrading of industrial structure in this region. At the same time, the promoting effect of transportation infrastructure on the rationalization of industrial structure is greater than its promoting effect on the upgrading of industrial structure.

Secondly, there are significant differences in the impact of transportation infrastructure on industrial structure transformation and upgrading in different regions of China, with regional heterogeneity. In general, the impact of transportation infrastructure construction on the rationalization and upgrading of industrial structure in eastern China is more significant than that in central and western China, and its promoting effect is also significantly higher than that in central and western China.

Thirdly, the paper classifies the traffic accessibility and finds that the transport infrastructure has the greatest influence on the overall effect of industrial structure rationalization and upgrading in the regions with higher traffic accessibility. In the region with moderate transportation accessibility, the impact of transportation infrastructure on the overall effect of industrial structure rationalization is not significant, but the impact on the overall effect of industrial structure upgrading is

significantly negative. The overall effect of transportation infrastructure on the rationalization of industrial structure is significantly negative and the overall effect on the upgrading of industrial structure is significantly positive in the areas with low transportation accessibility.

Finally, in view of the problems existing in China's transportation infrastructure construction at the present stage, this paper puts forward countermeasures and suggestions to promote the transformation and upgrading of industrial structure.

Keywords: Transportation infrastructure; Industrial structure; Spatial correlation; Regional heterogeneity

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究意义	1
1.2.1 理论意义	1
1.2.2 现实意义	2
1.3 国内外在该方向的研究现状及发展趋势	2
1.3.1 关于产业结构转型升级的相关作用研究	2
1.3.2 关于交通基础设施与产业结构转型升级的关系研究	4
1.3.3 文献述评	5
1.4 研究的主要内容	6
1.4.1 研究思路	6
1.4.2 研究方法	6
1.4.3 研究框架	7
2 交通基础设施对产业结构转型升级的影响	7
2.1 相关基础概念	8
2.1.1 交通基础设施的内涵	8
2.1.2 交通基础设施的特点	8
2.1.3 产业结构转型升级的一般规律	10
2.1.4 产业结构合理化及高级化	10
2.2 交通基础设施对产业结构转型升级的影响	11
2.2.1 短期影响	11
2.2.2 长期影响	12
3 我国交通基础设施建设与产业结构转型升级的现状	13
3.1 交通基础设施的发展现状	13
3.1.1 交通基础设施的现状	13
3.1.2 交通运输能力的发展	15
3.1.3 交通基础设施的地区分布差异	17

3.2 产业结构的发展现状	18
3.2.1 三次产业结构变动的总体趋势	18
3.2.2 产业结构转型升级的测度指标	21
4 交通基础设施影响产业结构转型升级的实证分析	23
4.1 数据来源、变量设定与样本选择	23
4.1.1 数据来源与变量设定	23
4.1.2 样本选择	25
4.2 空间相关性检验	26
4.2.1 空间权重矩阵设定	26
4.2.2 交通基础设施与产业结构的空间相关性检验	27
4.2.3 交通基础设施的空间格局和空间自相关性分析	29
4.2.4 产业结构的空间格局与空间自相关性分析	30
4.3 空间面板模型设定形式的检验及模型选择	32
4.3.1 空间面板模型的设定	32
4.3.2 空间面板模型设定形式的检验及模型选择	33
4.4 空间杜宾模型的估计及效应分解	34
4.4.1 总效应	36
4.4.2 直接效应	36
4.4.3 间接效应	37
4.4.4 内生性分析	38
4.4.5 稳健性检验	39
5 交通基础设施影响产业结构转型升级的异质性分析	40
5.1 区域异质性分析	40
5.2 交通可达度等级异质性分析	44
6 结论与对策建议	49
6.1 主要结论	49
6.2 对策建议	49
6.3 研究不足与展望	51

参考文献	52
致谢	56

1 绪论

1.1 研究背景

2020年5月,习近平总书记首次提出以内循环为主的双循环发展战略,其中交通基础设施的完善和发展是加快各类经济要素内外循环流动的的必要载体和有力保障。到2019年底,我国铁路里程达到13.99万公里,公路里程达到501.25万公里,内河航运里程达12.73万公里,民用机场数量238座,交通网络初步形成。但由于我国各地区之间经济水平与要素禀赋的差异,不同地区的交通基础设施建设差距较大,且总体上呈现出不均衡的分布特征。自改革开放以来,我国持续推行产业转型政策,极大促进了生产要素的流动,提高了劳动生产率,推动了经济发展。但近年来因供给侧调整滞后,“供给不足”、“产能过剩”等结构性问题逐渐凸显。因此,实行新一轮产业结构转型升级对构建现代产业发展体系,实现经济高质量发展十分必要。2021年2月,政府颁布了《国家综合立体交通网规划纲要》,为优化综合交通网络结构,增强互联互通和网络韧性,构建安全智慧绿色交通运输体系提供了科学指导。构建现阶段国家高质量综合立体交通网,有助于促进产业结构转型升级,推进各区域经济协调发展。

自进入新时代以来,一方面我国交通运输和产业结构分布存在区域不均衡的现状,不利于空间范围内各生产要素的相互作用;另一方面为迎合新形势下经济的高质量发展要求,新一轮产业结构转型升级也成为了必然趋势。在此基础上,深入探讨如何克服交通基础设施区域差异,有效促进各生产要素间的流动,提高资源的转移配置效率,进而推动新一轮产业结构的转型升级就变得十分重要。因此,本文在研究现存文献的基础上,分析了交通基础设施对产业结构转型升级的影响,并进一步揭示交通基础设施对产业结构转型升级影响的空间特征。

1.2 研究意义

1.2.1 理论意义

当前现有文献大多集中于研究交通基础设施与区域经济之间的相互关系或具体影响,但关于交通基础设施影响产业结构转型升级的相关研究较少。同时现有研究大多使用时间序列数据对产业结构转型升级的影响因素展开分析,而忽略了产业结构本身存在的空间自相关性。因此,本文将从空间视角展开研究,揭示

交通基础设施对产业结构转型升级的影响,并将常见的各类交通基础设施合并为综合指标——交通可达度,进而分别探讨交通基础设施对产业结构合理化和产业结构高级化的影响,并考察它们之间的相互作用关系,一定程度上丰富了产业结构转型升级理论的研究成果。

1.2.2 现实意义

在当今经济高质量发展的新形势和“双循环”发展战略的大背景下,交通基础设施建设能够积极促进有限要素的大规模流动,实现各区域产业结构布局均衡,从而以内循环推进外循环助推经济高质量发展。交通作为产品、生产要素等流动与联系的纽带,能够有效缩短区域间的经济距离,克服空间阻碍,引导各类要素在区域间的自由流转,从而改变产业的空间分布,并有效促进产业结构的转型升级。

通过检验交通基础设施对产业结构转型升级的空间溢出效应,描绘出具体的空间格局特征,以此来全面考察交通基础设施对产业结构转型升级的影响,既可以为今后类似的研究提供相应的理论基础,又可以在处理有关产业结构转型升级的相关问题上,确保各级地方政府制订政策指导和布局规划的合理性及科学性,并为相关政府政策提供理论支持。

1.3 国内外在该方向的研究现状及发展趋势

1.3.1 关于产业结构转型升级的相关作用研究

产业结构是提高经济效益、实现经济稳定持续发展的核心因素。现存文献主要从产业结构转型升级的概念测度以及产业结构转型升级的影响因素两个方面对产业结构转型升级进行研究。

(1) 产业结构转型升级的概念测度。William Petty(1972)和 Colin Clark(1957)共同提出了著名的“配第-克拉克定理”。他们先后探索出劳动力的分布特点以及转移效率,进而发现,劳动力会随着社会生产力的不断提升,逐渐从第一、二产业向第三产业转移^[1]。Kuznets(1985)在“配第-克拉克定理”提出的基础上,进一步拓展了产业演进规律。经研究发现,人均产值的增加对非农业部门的产业发展具有显著的促进作用,但在趋于某一阈值的过程中,人均产值对非农业部门产业发展的促进作用会逐渐减弱,直至停滞^[2]。陈晓涛(2007)撰

文指出,产业发展的动力逐渐由劳动因素驱动转化为资本技术因素驱动,在产业链中大部分简单加工的初级产品逐步转化为高附加值产品,这些都是产业结构向高级化演进的结果^[3]。金碚(2011)认为,产业结构转型升级不仅体现在产业的演进规律中,更体现在第二产业和第三产业相关企业的战略选择与创新发展中^[4]。干春晖等(2011)在其研究中第一次证明了泰尔指数作为测度产业结构合理化的可行性,并研究了产业结构升级与区域经济增长间的相互作用关系^[5]。刘永萍、王学渊(2014)的研究界定了产业结构转型升级所涉及到的转型与升级两个属性,同时提出转型与升级这两个属性是促进产业内部资源优化配置的关键^[6]。

(2) 产业结构转型升级的影响因素。Chandler(1980)研究指出创新会驱动生产要素从水平较低的低生产率部门流转到高层次且生产率较高的部门,而要素资源的重新配置将最终导致产业结构的变化^[7]。杨云龙(1990)从就业与产业结构转变关系的角度论证了产业产值的变化。进一步拓宽了产业结构转型升级的研究^[8]。Rostow(1998)和 Metcalf(2011)指出创新和技术进步会推动新兴产业的出现,新兴产业的发展以及技术进步将对原有旧产业进行改造升级,以此整体上推动产业结构的优化转型^[9-10]。在关于产业结构优化发展的影响因素分析方面,Kongsamut 等(2001)综合考虑劳动力从第一产业向二三产业转移的影响,指出了劳动力因素推动产业结构转型升级的作用路径^[11]。Chihiro Watanabe 和 Masakazu Katsumoto(2003)的研究证明了消费与产业结构转型升级之间存在的相关关系,并提出通过增加居民收入刺激消费需求,从而推动区域内产业结构的转型升级^[12]。Foellmi 和 Zweimuller(2008)等人在研究过程中,理论上证实了消费是产业部门变迁的重要驱动因素之一^[13]。冯伟(2013)的研究指出,劳动力成本的上升会提高国际竞争力,由此倒逼企业产业结构的转型升级^[14]。Ramos&Lander(2013)和 Tick(2014)分析了劳动力流动和知识溢出之间的关系,研究指出由于知识溢出效应的存在,劳动力特别是科研人员的流动将会对技术进步和创新产生正向影响,从而推动产业结构升级^[15-16]。Issoa 等(2015)表明政府财政政策支持 and 民间投资这两种途径均对产业结构转型升级和区域经济增长产生显著的促进作用^[17]。Ansar 等(2016)提出相较于政府投资,民间投资对产业结构转型升级和区域经济增长的影响效果更显著^[18]。张阳和姜学民(2016)探究了人力资本水平对产业结构转型升级的影响,结果证实了人力资本分别通过

产业结构合理化和产业结构高级化两条路径共同促进产业结构转型升级^[19]。张旭路等（2020）研究了我国教育人力资本结构与产业结构之间的相互作用关系，并针对因较低的人力资本存量以及受限制的高层次人力资本流动而引发的产业结构转型升级动能不足问题，从教育人力资本视角出发，研究出了解决产业结构转型升级的合理方案^[20]。苏任刚等（2020）运用中国 2003—2016 年的城市面板数据，研究了互联网发展对中国产业结构转型升级的作用机理，经作者研究发现，互联网发展显著促进了中国产业结构的转型升级^[21]。耿峥嵘（2020）采用面板数据模型实证研究了我国产业结构升级的影响因素，研究结果显示，居民消费、国内投资、外商投资、劳动力供给、技术创新和政府干预政策等因素对我国产业结构转型升级的区域差异影响显著^[22]。

1.3.2 关于交通基础设施与产业结构转型升级的关系研究

交通作为生产要素、产品货物等流通与联系的纽带，对产业结构的转型升级具有重要影响。考虑到交通基础设施与产业结构转型升级之间的相互关系，目前现有文献大多集中在研究交通基础设施促进生产要素流转以及交通基础设施影响产业结构转型升级两个方面。

（1）交通基础设施促进生产要素流转。Cantos 等学者（2005），通过利用欧洲各国的数据，研究并验证了交通基础设施能够有效提高资源的流动和转移速率，并促进其产业产值的增长^[23]。Chen 等（2012）分析了高铁的重要作用，经研究可知，高铁对欧洲工业经济转型升级具有重要意义^[24]。邓涛涛等（2017）着重探讨了交通运输会随着产业结构的变化而影响制造业的区位选择，其中，运输成本在选择中具有决定作用。其研究发现，本地区完善的交通基础设施对其制造业产业集聚有显著的影响，但这种影响存在明显的行业差异；外地完善的交通基础设施建设对本地区制造业产业集聚产生负向的间接效应，但影响程度会随产业的不同而变化^[25]。刘霞（2021）的研究指出，一个完善的交通运输系统，将会直接促进人、物、信息三者之间的互联互通，从而推动区域经济增长^[26]。郑淦文等（2021）通过多种研究方法探究出交通基础设施建设对新形势下经济高质量发展的影响。其研究表明，交通基础设施建设极大提高了劳动要素和资本要素合理流转效率，进而推动了经济高质量发展^[27]。

（2）交通基础设施影响产业结构转型升级。胡佛（Hoover，1948）在经济

区位理论中指出,交通基础设施的区位布局对区域产业集聚具有重要作用。随后,美国经济地理学家塔弗(Taaffe, 1963)等的研究证明了交通基础设施与产业发展之间存在的相关关系^[28]。Krugman(1991)在已有理论的基础上,实证了交通运输成本的降低会促进产业集聚的形成,但当交通基础设施建设达到一定规模时,交通运输成本的降低,将不再对产业集聚的形成产生明显的作用^[29]。张翼、何有良(2010)的研究证明交通基础设施建设程度和发展水平是解决产业变迁和要素重置问题的重要因素^[30]。林毅夫(2012)指出,基础设施应伴随产业分工的变化而相应做出改变,这样才能有效的促进产业结构转型升级^[31]。张景波(2018)的研究指出,交通基础设施显著影响了我国产业结构高级化,并且该影响存在显著的地区差异^[32]。李天籽和王伟(2018)的研究指出交通设施建设会造成邻近地区间的竞争,进而对落后地区产生负溢出效应^[33]。彭定赟(2019)的研究显示出我国交通基础设施发展对于加快区域产业结构调整升级具有积极的促进作用。同时研究还发现,我国交通基础设施的完善会通过促进技术创新和提高人力资本水平这两种途径共同影响产业结构的转型升级^[34]。张桂兰(2021)通过实证发现我国交通基础设施对产业结构转型升级存在明显的空间溢出效应,同时文章还分别探讨了航空运输、高铁运输以及公路运输对不同产业集聚程度的影响^[35]。万相昱(2021)的研究从城市层面的数据出发,探讨了高铁对城市产业结构合理化和城市产业结构高级化的不同影响^[36]。

1.3.3 文献述评

当前,现有研究普遍指出,消费、技术创新、城镇化率水平以及人力资本水平等诸多因素均能成为促使产业结构转型升级的驱动因素,同时也肯定了交通基础设施对资源配置效率的优化作用。但是,现阶段关于交通基础设施影响产业结构转型升级的大部分研究忽视了我国各地区之间的差异性,从而影响研究结论的可靠性。因此,文章从空间角度探讨交通基础设施对产业结构转型升级的影响,分析其区域差异,并将交通基础设施根据交通可达度划分等级,分别研究其对产业结构转型升级的不同影响,可使研究具有较完善的理论意义和现实价值。鉴于此,本文以交通基础设施对产业结构转型升级的空间影响特征为研究重点,探究不同交通设施对不同区域产业结构转型升级的影响效果,揭示其内存规律并为制订产业政策提供更合理的决策依据。

1.4 研究的主要内容

1.4.1 研究思路

在梳理并总结归纳现今有关交通基础设施与产业结构转型升级相关文献的基础上，构建指标体系测算出我国产业结构合理化水平和产业结构高级化水平。通过拉格朗日乘子法检验（LM）、豪斯曼检验（hausman）以及似然比检验（LR）确立模型。随后运用双固定效应下的空间杜宾模型（SDM）测算空间相关性及溢出效应，并进行内生性分析和稳健性检验。同时深入分析交通基础设施对产业结构转型升级的区域异质性影响和交通可达度的等级异质性影响，并根据研究结论提出相应的对策建议。

1.4.2 研究方法

（1）文献分析法

利用各类权威统计年鉴与学术资源数据库，梳理关于交通基础设施和产业结构转型升级的相关研究文献，明晰当前主流研究方向及研究不足等。借鉴和参考当前学界相关的研究思路，确立文章的研究目标、研究方法和研究重点，以此构建本文的理论框架。

（2）实证分析法

根据研究的目标和重点，通过收集各类统计年鉴、统计公报中的原始数据，经整理测算作为现状描述和实证检验的基础。测算泰尔指数和产业结构层次指数，以此分别作为度量产业结构合理化和产业结构高级化的指标，并通过双固定效应下的空间杜宾模型，来考察交通基础设施对产业结构转型升级的影响。同时利用双固定效应下的空间杜宾模型分地区考察交通基础设施对不同区域和不同交通可达度划分的区域产业结构转型升级的异质性影响。

（3）对比分析法

根据常用的区域划分方式，将我国划分为东部地区、中部地区、西部地区三大经济区域。结合历年数据和检验结果对交通基础设施布局规划和产业结构发展现状进行深入的比较分析，探究其区域差异。构建反映交通运输发展情况的综合指标——交通可达度，通过交通可达度的等级差异对比分析交通基础设施建设对不同可达度地区产业结构升级的影响差异，并据此提出相应的改进措施和对策建

议。

1.4.3 研究框架

第一部分，绪论。主要介绍本文的研究背景和意义，国内外在该方向的研究现状及发展趋势，本文的研究思路和方法等。通过分析归纳有关交通基础设施与产业结构升级的研究成果，并确定本文的研究目标、研究重点、研究思路以及研究方法。

第二部分，交通基础设施对产业结构转型升级的影响。一方面，对交通基础设施和产业结构转型升级的相关概念作出界定和阐释；另一方面，根据现有文献和相关研究成果，分别从短期影响和长期影响两个层面归纳总结交通基础设施对产业结构转型升级产生的促进作用。

第三部分，交通基础设施和产业结构转型升级的发展现状描述。分析近年来我国主要交通基础设施的规划布局特征和区域建设差异，并对我国三次产业结构的指标变动情况进行分析。通过测算泰尔指数和产业结构层次指数，探究产业结构合理化和产业结构高级化的变动趋势，并分析其变动原因。

第四部分，交通基础设施影响产业结构转型升级的实证研究。构建变量体系并进行描述性统计分析，通过构建空间权重矩阵、利用莫兰指数和莫兰散点图验证变量之间存在的相互关系。采用双固定效应下的空间杜宾模型分析交通基础设施对产业结构转型升级产生的影响，并对结果进行内生性分析和稳健性检验。同时，利用三大经济区域和由交通可达度等级差异划分的区域，分别探究交通基础设施对产业结构转型升级影响的异质性。

第五部分，研究结论与对策建议。依据交通基础设施对产业结构转型升级的影响效果和实证检验结果，针对交通基础设施建设和产业结构转型升级提出相关对策建议。

2 交通基础设施对产业结构转型升级的影响

本章主要分为两个部分。第一部分阐释了交通基础设施的概念、特点以及产业结构转型升级的相关理论基础和概念界定。第二部分将交通基础设施对产业结构转型升级产生的影响分别从短期和长期两个层面进行分析。其中短期影响主要从改变消费结构、影响城镇化率和增加资本流入展开分析；长期影响主要从促进劳动力流动、促进技术设备和人力资本的流转以及优化资源配置效率展开分析。

2.1 相关基础概念

2.1.1 交通基础设施的内涵

基础设施是物质生产和劳动力再生产的重要条件,是一种为保证社会生产和居民日常生活稳定运行的物质载体。基础设施主要包括交通设施、仓储和邮政以及水电供应设施等^[37]。交通基础设施是基础设施的重要组成部分之一,是一种能够为生产和生活提供正常运行条件的公共服务系统。Rietveld 和 Nijkamp(1993)的研究定义了交通基础设施的概念,即交通基础设施是一种可以变更各类社会资源位置、缩短个人活动距离的物质载体^[38]。杨立波、刘小明(2006)认为交通基础设施不仅是社会正常运行的基本保障,也是货物自由运输和旅客便利出行的承载方式^[39]。结合本文研究目标和现存研究观点,本文将交通基础设施定义为能够为各地区生产要素流动和居民日常出行提供共同基础服务的公共物质条件,常见的如铁路、公路、航空等公共设施。

本文在度量解释变量时采用交通可达度作为交通基础设施的代理指标。交通可达度的概念最早由 Hansen(1959)提出,表示在交通网络中各个交点相互作用的机会大小^[40]。简单定义交通可达度即为一个地方到另一个地方的容易程度,它表达了基于空间范围内各生产要素相互作用的难易程度,具体则表现为人口、商品、服务、资本、技术、信息等穿越的经济距离或所需克服的空间障碍,是导致经济发展存在空间异质的重要原因^[41]。交通可达度的改善能够有效促进各类生产要素在区域范围内的流动,从而改变整个地区的空间分布状况(Fontes、Parka, 2014)^[42]。

2.1.2 交通基础设施的特点

现阶段,在交通运输方式的选择上,无论是选择公路运输、铁路运输、水路运输还是航空运输,其交通运输设施均具有基础先行性、整体性、网络性、外部性以及收益倍增性等特征,对于区域产业结构转型升级和地区经济发展都发挥着举足轻重的作用。

(1) 基础先行性

交通基础设施可以为各个行业提供基础便利的服务,同时,交通基础设施在提供基础服务过程中承担着人力物力互联互通的重要作用,与区域产业结构的调

整升级形成良性互动。伴随着社会劳动分工专业化,各分工部门逐渐精细,各生产环节也越来越密集。针对这一现象,交通基础设施的先行指导作用更加显著。一般情况下,交通基础设施的规划、建设和发展将会助力产业结构转型升级,而产业结构的转型升级,又会影响区域交通基础设施的规划、建设和发展。因此,交通基础设施的发展与区域经济的发展联系紧密,二者构成了相互促进相辅相成的关系。

(2) 整体性

交通基础设施的整体性特征主要从三个层面进行诠释。首先从建设特点分析,在日常生活和社会生产中,无论采用何种运输方式,其建设都具有一个普遍的共性,即运输方式的建设周期长,资金投入力度大。由此,决定了交通基础设施的整体性特征。其次从交通设施提供的服务来看,无论公路、铁路、航空、水运还是管道运输,其所提供的服务都是在建设达到一定规模下才得以展现,同时其所提供的服务在未来很长一段时间内都很难发生实质性地改变,这在一定程度上也证实了交通基础设施的整体性特征。最后再从贸易性的角度进行分析,绝大部分的交通基础设施都难以通过贸易进口,因此交通基础设施只能在国内生产,这也从贸易的角度佐证了交通基础设施所具有的整体性特征。

(3) 网络性

在日常生产生活中,完善的交通基础设施将各地区由分散的个体联结为一个有机的整体,使得生产要素和产品货物等资源顺利在交通运输网络系统中自由流转。交通基础设施的网络化具体表现为相互交织的运输通道,这些交错在一起的交通网络使得各区域的生产要素和产品货物等资源实现空间集聚和扩散,推动了区域经济发展。交通基础设施的网络化特征对促进区域产业结构转型升级具有重要意义。

(4) 外部性

马歇尔认为,外部性是经济主体在从事经济活动的过程中,对旁观者福利产生的正向或负向影响。这种影响不需要经济主体自身获取或承担,是一种“非市场性”的潜在影响。交通基础设施的外部性特征,决定了其存在本地溢出效应或跨区域溢出效应。当生产要素和产品货物等资源向落后地区扩散时,交通基础设施建设对落后区域可能通过“涓滴效应”呈现正向的空间溢出,表现出正外部性。

而当生产要素和产品货物等资源向发达地区聚集时,交通基础设施建设对落后区域可能通过“虹吸效应”呈现负向的空间溢出,表现出负外部性。

(5) 收益倍增性

交通基础设施建设因建设周期长,资金投入力度大等特点,各类交通运输方式都是只有在达到一定规模后才能发挥其实际作用。但是交通基础设施具有显著的“乘数效应”,即当建设达到一定规模时,交通基础设施能够产生多于投资额数倍的社会总需求和国民收入。因此,一国或地区经济长期持续稳定发展的重要基础很大程度上取决于交通基础设施完善程度。

2.1.3 产业结构转型升级的一般规律

关于产业结构转型升级的规律,威廉·佩蒂(William Petty, 1623—1687)的研究指出,区域经济的发展速度在很大程度上会受到产业结构发展水平的影响。他提出不同产业劳动者的工资水平有着明显的差别,服务业劳动者工资水平高于工业劳动者工资水平,而工业劳动者的工资水平又高于农业劳动者的工资水平。在此研究的基础上,经济学家克拉克(Colin Clark, 1905—1989)揭示了劳动力由第一产业向第二、三产业逐渐流动的演进规律。威廉佩蒂与克拉克关于产业结构的研究理论共同组成著名的“配第-克拉克定理”。众多研究表明,产业结构转型升级本质上是产业结构合理化和产业结构高级化的有机统一。前者是后者的演进基础,后者是前者的必然结果,二者相互促进、相辅相成^[43]。因此,产业结构转型升级,就是产业结构向合理化、高级化动态演进的过程。

2.1.4 产业结构合理化及高级化

(1) 产业结构的合理化

产业结构合理化是指对当前生产力水平下发展结构不合理、发展不协调的产业进行调整,优化资源配置效率,进而解决区域内产业的聚合问题。具体而言,产业结构合理化考察的是在产业发展过程中资源配置利用的合理程度、各部门之间的管理成效,以及产业发展的可持续性,能够实现产业间各种关系的协调发展。一般而言,一个区域内各产业间的产业聚合质量越高,转换能力越强,说明其产业结构越合理。相反,各产业间的产业聚合质量越低,说明区域内产业结构的发展存在一定的问题。因此,依据产业结构的偏离程度,决策者可以有效判断当前产业结构状态,并制定相应措施,以提高资源的转移配置效率。

（2）产业结构的高级化

产业结构高级化,实质就是经济学家克拉克所提出的关于劳动力在产业间流转的一般规律,反映了由低层次向高层次的演进过程。具体包括三种内涵,第一,区域内支柱性产业的转变。由第一产业所占比重最大逐渐向第二三产业所占比重变大的转变;第二,产业发展驱动力的转变。由依靠劳动密集型产业驱动转变为依靠资本、技术密集型产业驱动,由依赖低附加值产业发展转变为依赖高附加值产业发展;第三,生产产品性质的转变。企业在生产产品时,逐渐由生产简单加工的初级产品转向生产复杂加工的中间产品以及最终产品。产业结构高级化提高了社会劳动生产率,提升了产业的生产运作能力、科技研发能力和技术创新能力,实现了产品的高附加值化,产业整体的高技术化与高集聚化,对区域内整体经济发展和产业升级产生了持续的推动作用。

2.2 交通基础设施对产业结构转型升级的影响

2.2.1 短期影响

（1）改变消费结构

交通基础设施在建设初期以及建设过程中会吸引大量劳动力,短期内可以提供就业机会,缓解失业压力并促进居民收入的增长,增加居民收入可以有效刺激居民消费需求。随着居民收入水平的提高,不仅提高了居民的消费能力,其消费结构也会随之发生改变,由此促进了产业结构的转型升级。

（2）影响城镇化率

在交通基础设施建设的初期,政府部门会在经济效益和社会效益综合考量的前提下,选择在经济基础较好的地区优先开展交通设施的布局规划和建设。交通基础设施建设会推动相关产业的快速发展,如餐饮住宿等,并吸引欠发达地区大量农民工不断进入相关产业就业,从而提升当地的城镇化率水平。在这个流动的过程中,第一产业劳动力不断流入第二、三产业,因此改变了原有产业结构。

（3）增加资本流入

交通基础设施不断完善会加快各地区之间的贸易往来,由此会促进各地区之间分工的不断深化,使得各地区在竞争发展过程中,不断寻找各自的比较优势,并发展各自的优势产业,进而会改变资本的流向和流量,以此推动产业结构转型升级。

2.2.2 长期影响

(1) 促进劳动力流动

完善的交通基础设施建设能够降低劳动力在区域间流动的交通成本,有效解决了空间阻碍问题。从长期阶段来看,我国综合交通网络结构将会逐渐优化,完善的综合立体交通网会促进大量外出务工人员跨地区自由流动,产业结构也将随着劳动力在产业间的自由流转发生一定程度的改变。具体来看,在产业结构由第一产业向第二产业转型的阶段,劳动力的流转对劳动力密集型产业转型升级的影响较大,而在第二产业向第三产业转型升级的过程中,该途径对劳动力密集型企业占主导的产业转型影响依然较大,但对知识密集型产业或资本密集型产业,其作用和效果相对较弱。

(2) 促进技术设备和人力资本的流转

交通基础设施建设、新技术设备以及人力资本三者之间是相互促进,相辅相成的。一方面,交通基础设施的建设需要技术设备以及人力资本的支撑;另一方面,高新技术设备和人才需要利用交通网络高效且快速的流转 to 各个产业中。因此,高新技术设备和人才的流动必然会加速区域技术的创新与进步,为产业转型升级提供动能。技术创新是驱动产业结构转型升级的关键因素,如第一产业虽受自然环境的影响较大,但完善的交通基础设施能加快新的农耕设备、农作物品种以及配套设施不断推广和应用,从而提高农业的生产效率,促进农业的转型升级。综上所述,从长期来看,交通基础设施所带来的知识技术的扩散和人力资本的流转在很大程度上能够显著促进产业结构转型升级。

(3) 优化资源配置效率

交通基础设施加快了区域内部和各区域之间生产要素的自由流转,降低了企业的运输成本以及交易成本,影响了企业的区位选择,进而对产业结构的转型升级产生较大的影响。一方面,随着交通基础设施的完善,会促进区域内部和各区域之间的专业化分工,加速产业集聚并发挥规模效应,而产业聚集形成的规模效应不仅能有效降低要素流动成本,也能带动相邻地区产业结构的转型升级;另一方面,生产要素市场化配置通过完善的交通基础设施,在空间布局上不断优化,使得各地区依据比较优势调整自身的产业分工。当优势产业部门的收益明显超过劣势产业时,就会引起劳动力、资本技术等生产要素的转移,进而提高优势产业

部门生产效率，促进产业结构的转型升级。

3 我国交通基础设施建设与产业结构转型升级的现状

3.1 交通基础设施的发展现状

交通基础设施建设是实现地区之间互联互通的基本方式，对促进我国经济增长和产业结构转型升级都具有重要作用。由图 3.1 可知，近二十年来，全国交通基础设施建设固定资产投资量整体上呈现出逐年上升的趋势。在 2010 年时，交通基础设施建设固定资产投资量高达 2 亿元，之后两年投资量虽有小幅下降，但自 2013 年起，交通基础设施建设固定资产投资量便持续保持稳固提升的趋势。在 2017 年时，投资量首次突破 3 亿元。随着我国交通基础设施建设固定资产投资量的不断增加，高效便捷多元的交通运输方式展现出我国交通基础设施建设的卓越成效。

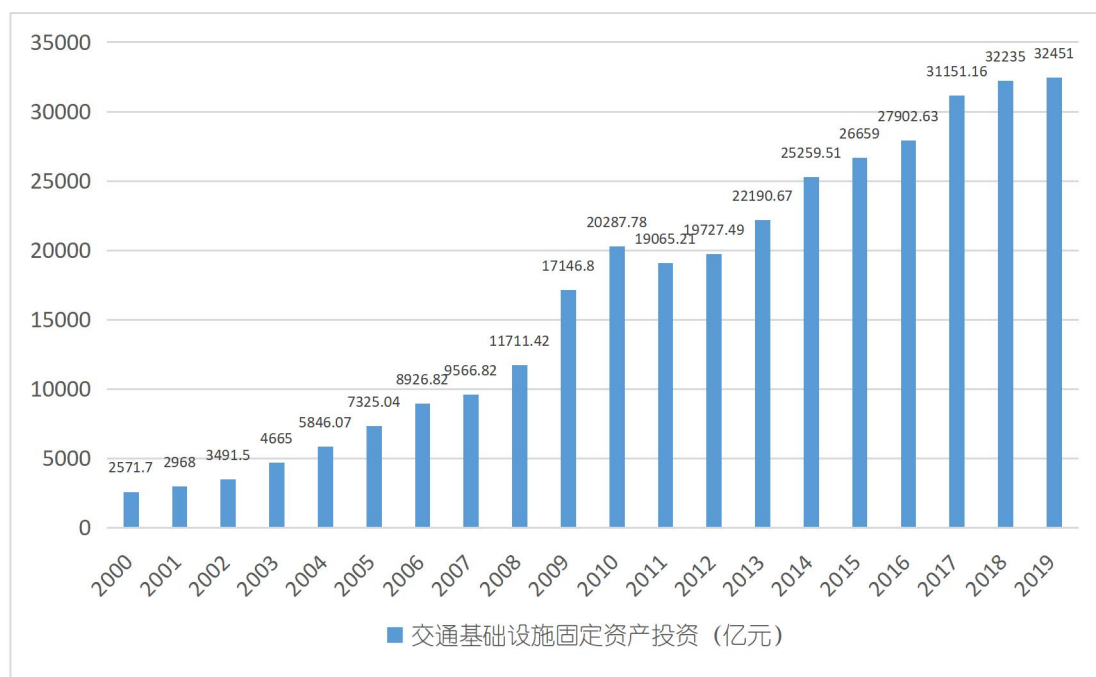


图 3.1 2000-2019 年交通基础设施固定资产投资量

数据来源：2000-2019 年《交通运输行业发展统计公报》

3.1.1 交通基础设施的现状

近年来，我国交通运输业投资力度不断加大，交通基础设施建设的数量和建设的质量都取得了极大进步。在我国交通网络布局中，公路仍占据主导地位，其他运输方式的营运里程也在稳步提升。与此同时，为强有力的支撑起现代化交通

运输体系，我国相关部门不仅为交通基础设施建设提供资金支持，同时还将建设经验，技术手段以及科学管理的方法传达到交通基础设施建设的各个层面。这在发展交通运输业的同时，也为促进我国产业结构转型升级提供了有效保障。

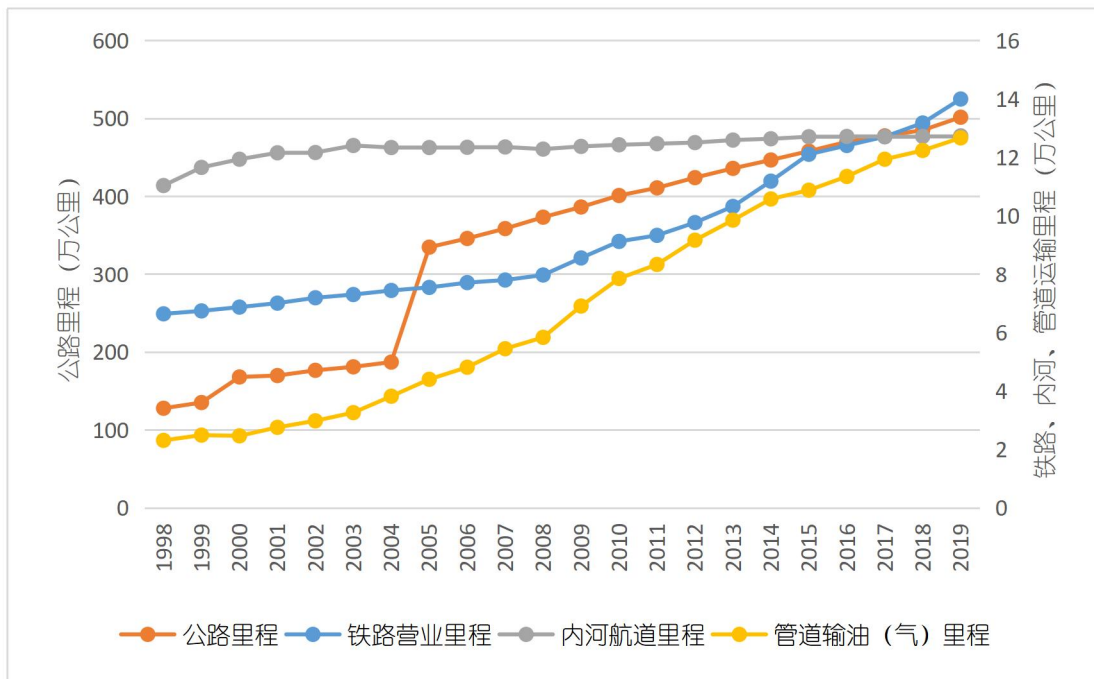


图 3.2 1998—2019 年公路、铁路、内河航道及管道运输里程

数据来源：《中国统计年鉴》

由图 3.2 可知，总体来看，公路运输、铁路运输、内河运输以及管道运输这四种交通运输方式，每一种运输方式的营运里程在过去的二十多年间都呈现出逐年上升的发展趋势。其中，公路运输的营运里程数最大。1998 年至 2019 年这短短二十多年里，我国公路建设总里程从 1998 年的 135 万公里增加到 2019 年的 500 多万公里，增长了约三倍左右，由此可见我国对于公路建设的投入力度之大。公路运输相较于其他运输方式，建设周期相对较短，且公路是居民出行最便捷最常用的交通方式，应最大范围覆盖各个区域。因此，公路的营运里程数份额最重。在 2019 年，我国铁路营运里程达到 13.99 万公里，内河航道营运里程达到 12.73 万公里，管道输油（气）运输里程达到 12.66 万公里。近年来，随着政府发布的铁路建设文件来看，国家十分重视对于铁路的建设，由此使得铁路里程增长较快。内河航道里程的建设受制于自然条件，因此我国内河航道里程保持着从 1998 年的 11.03 万公里到 2019 年的 12.73 万公里的小幅增长，其运输方式的增幅最为缓慢。管道运输一直是四种主要运输方式中里程数最低的一种运输方式，受限原

因主要是因为其运输对象会受到限制，灵活性较差。但是相比与铁路运输或内河航道运输，管道运输是近二十多年来增幅较大的一种运输方式。管道运输不需要水路运输或陆地运输的中转流程，因而缩短了运输时间，提高了运输效率。未来管道运输将会持续扩大建设模型，充分发挥其运量大、占地少、安全可靠、连续性强等优势，为我国经济发展和产业结构转型升级提供强有力的保障。

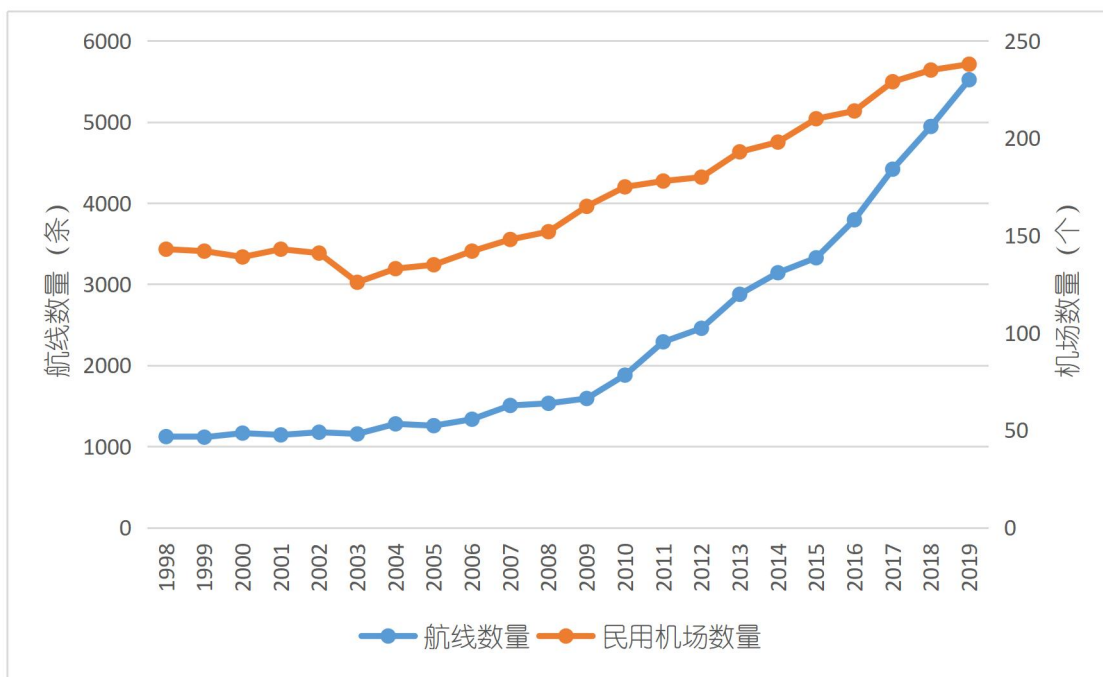


图 3.3 1998—2019 年全国民航线路与机场数量

数据来源：《中国交通统计年鉴》

由图 3.3 可以明显的发现，无论是航线数量还是民用机场数量都呈现出逐年稳步增长的趋势。在 2019 年时，我国民用机场数量达到 238 个，由此测算出我国城市的机场覆盖率大约在 81%左右。与此同时，我国国内航线数量的增幅显著，由 1998 年的 1122 条增长至 2019 的 5521 条，增长了近 5 倍，由此彰显出我国民用航空建设的显著成效。现阶段，我国航空网络已初步形成，远距离通达时间将显著缩短。

3.1.2 交通运输能力的发展

如图 3.4 所示，各类运输方式总体上呈现出逐年递增的趋势，其运输能力也得到了稳步提升。从图 3.4 可知，对比四种交通运输方式，其中水路货物周转量占比份额最大且水路货物周转量的增速最快、增幅最大。在 2019 年全国水路运输货物周转量高达每公里 103963.04 亿吨，相比于 1998 年的水路运输货物周转

量净增长了 84557.24 亿吨。虽然内河航道里程的建设受制于自然条件，水路运输的货运速度也较为缓慢，但是水路运输的货物承载能力强、运输里程长且运输成本相对较低。尤其是在近年来国家注重生态环境保护的背景下，水路运输成为了一种环保的重要运输方式，因此水路运输才会承担着我国绝大部分的货物运输。同时，水路运输强大的货运能力也在一定程度上显示出我国在航运规划和港口建设等方面所取得的卓越成效。由图 3.4 发现，公路运输货物周转量也达到了每公里 59636.39 亿吨，在 2008 年时，公路货物周转量首次超过铁路货物周转量成为我国第二大货物运输方式。在铁路运输方面，近年来为缓解公路运输压力，政府实行大物件“公转铁”政策，促使铁路运输实现稳步发展。民航运输是现阶段货运周转量最低的一种运输方式，但根据数据显示，民航货物周转量从 1998 年的每公里 33.45 亿吨，增长到 2019 年的每公里 263.2 亿吨，增幅显著。由此预期，未来民航的货物运输能力将有望持续保持大幅提升。综上所述，虽然各种货运方式各有利弊和差异，但其承载的货物周转量，不仅促进了区域内部和各区域之间生产要素、原材料以及产品货物的流动，而且强有力的推动了我国的经济增长和产业结构转型升级。

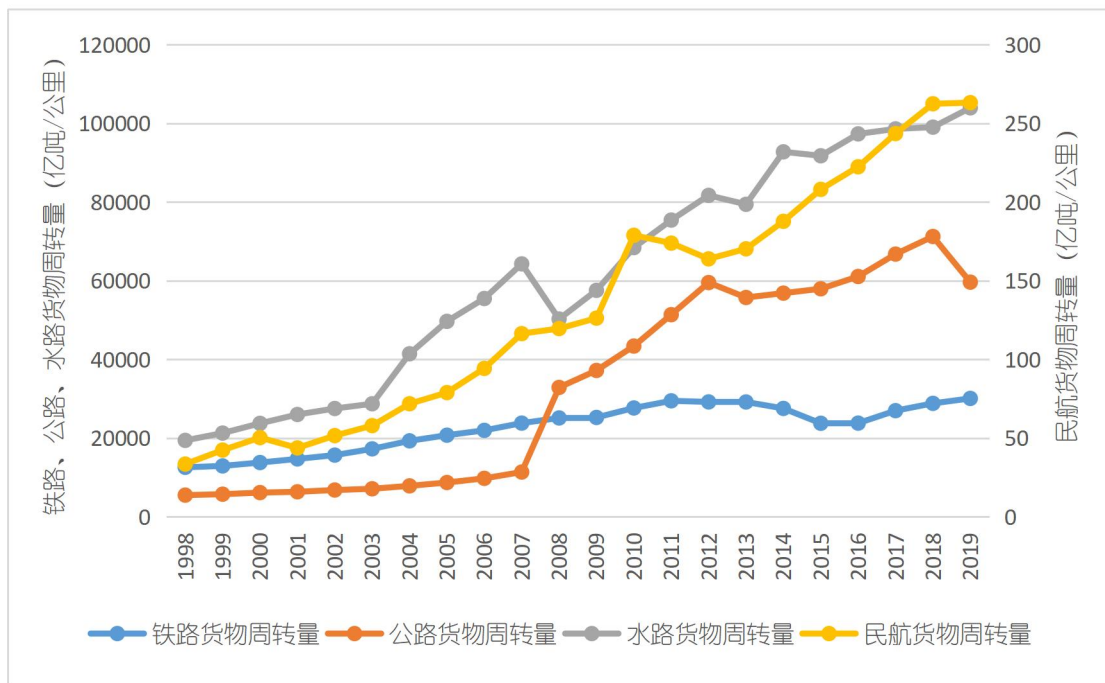


图 3.4 1998—2019 年四种主要运输方式货物周转量

数据来源：《中国交通统计年鉴》

如图 3.5 所示，总体上看，铁路旅客周转量以及民航旅客周转量在过去的近

二十年间具有持续上升的趋势。公路旅客周转量虽然在 2012 年之前保持持续增长的趋势,但在 2012 年之后,公路旅客周转量持续下降。水路旅客周转量在 1998 年-2003 年持续下降,自 2003 年至今,保持着浮动中下降的趋势。具体来看,在 2012 年之前,公路承载了我国绝大部分的旅客运输,是居民出行的常用方式。但自 2013 年开始,铁路客运占比逐渐提高,并首次超过公路客运成为旅客运输周转量的主要交通方式。铁路旅客周转量从 1998 年的每公里 3773.42 亿人增长至 2019 年的每公里 14706.64 亿人,成为增幅最大的客运方式。民航旅客周转量从 1998 年的每公里 800.24 亿人增长至 2019 年的每公里 11705.3 亿人,成为增幅第二大的客运方式,同时,民航旅客周转量近年的增幅趋势与铁路旅客周转量的增幅趋势大致相同。水路旅客周转量呈逐年下降的趋势,由 3.1.2 的研究可知,水路运输的货物周转量能力强,且在货运方面取得了显著的成效,但是由于水路运输时间长,且地域限制较明显,因此水路旅客周转量的增幅小且客运量逐年下降,可见水路运输在客运方面具有一定的劣势。

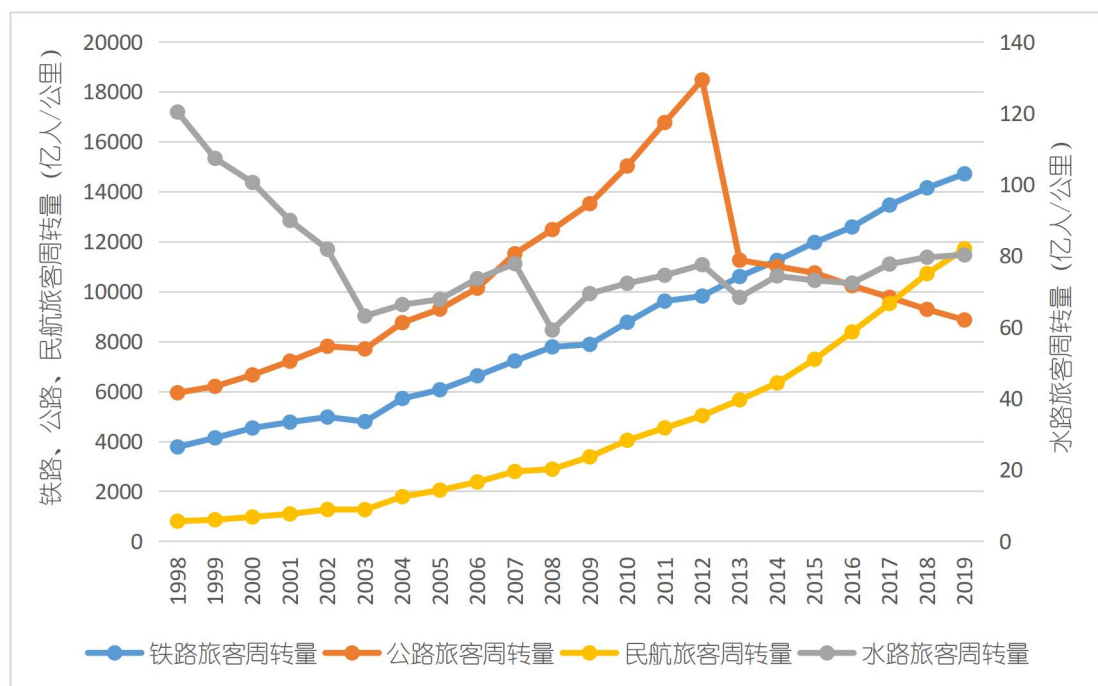


图 3.5 1998—2019 年四种主要运输方式旅客周转量

数据来源:《中国交通统计年鉴》

3.1.3 交通基础设施的地区分布差异

由图 3.6 可以直观地发现,我国六大区域的交通可达度在过去的二十年间总体上呈现出明显的上升趋势,由此可以表明我国各地区内部及各地区之间交通网

络的连通性和可达性均有所提高。其中华东地区的交通可达度在近二十年间一直保持着较高的水平，且华东地区的交通可达度增幅最大，相较之下西北地区的交通可达度较低且增幅较小。在 2006 年时，中南地区首次赶超华北地区成为我国拥有第二大交通可达度的地区，并且一直保持着上升趋势。同时，我国各地区之间的交通可达度差距仍然较大，并且很明显的呈现出发展不均衡的特点。尤其是西北地区在交通可达度和增速上明显落后于华东地区及中南地区，交通可达度和增速上的落后，对西北地区的产业结构转型升级具有明显的制约和阻碍作用。因此，未来我国交通基础设施建设重点应适度向西北地区倾斜，以此来促进西北地区产业结构转型升级，缩小区域间的发展差异，促进我国整体经济的均衡发展。

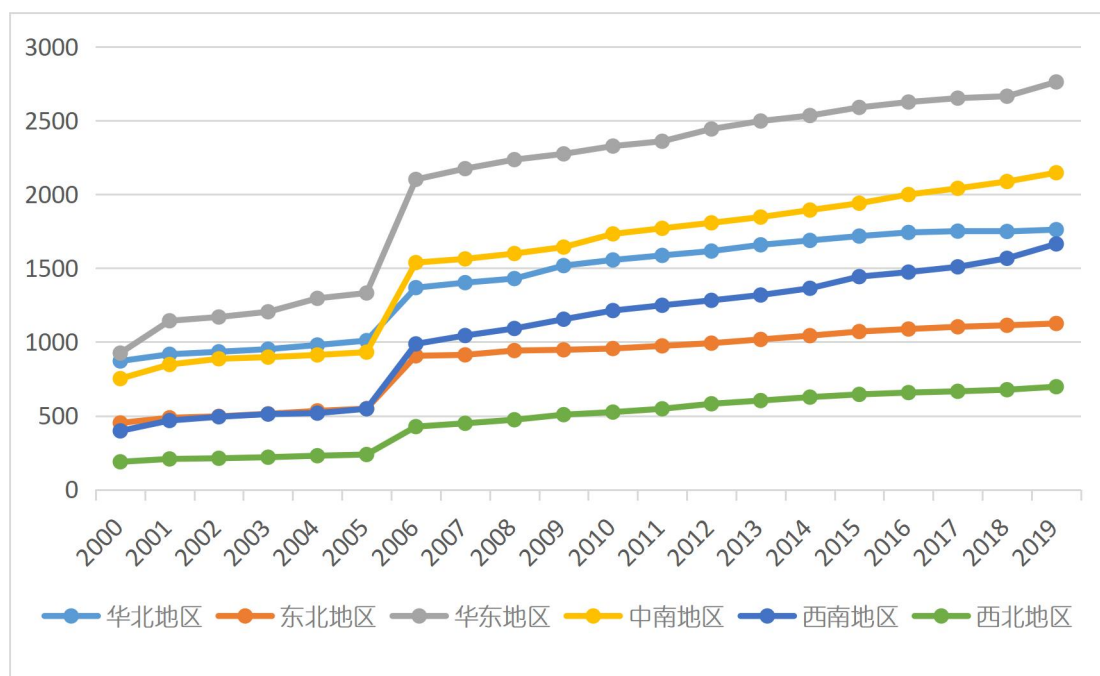


图 3.6 2000—2019 年我国不同地区交通可达度变化情况

数据来源：作者整理

3.2 产业结构的发展现状

3.2.1 三次产业结构变动的总体趋势

通过观察图 3.7 发现，我国第一产业就业人员比重持续下降，从 1998 年的 49.5% 下降至 2019 年的 25.1%。第二、三产业就业人员比重持续上升。其中，第二产业就业人员占比从 1998 年的 23.5% 增长至 2019 年 27.5%，第三产业就业人员占比从 1998 年的 26.7% 增长至 2019 年 47.4%。经观察得知，第三产业就业人员的增长幅度要显著大于第二产业就业人员的增长幅度。大量劳动力随着工业化

和城市化的发展从第一产业流转第二、三产业。由图 3.7 可知，在 2011 年，我国第三产业就业人员比重首次超过第一产业就业人员比重成为就业人数占比最大的产业，并在之后的几年中劳动力流入持续增长，吸纳了我国大多数劳动力。在 2014 年时，我国第一产业与第二产业的就业人数保持基本一致。

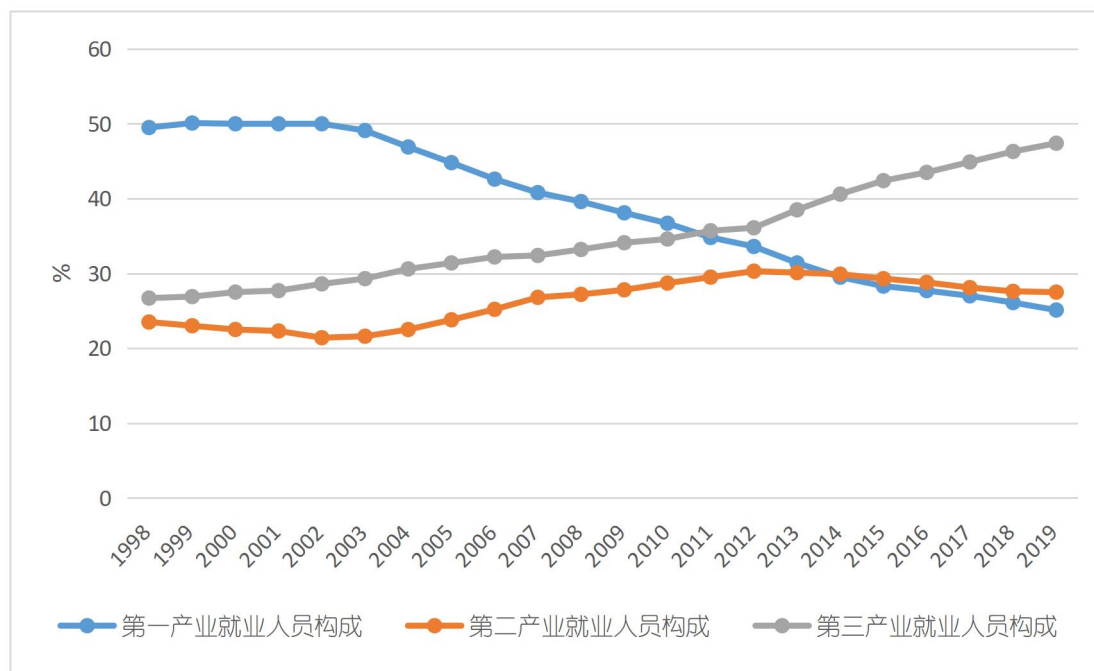


图 3.7 1998—2019 年我国三次产业就业人员占比

数据来源：《中国统计年鉴》

从图 3.8 的报告中可以发现，自 1998 年至今我国第一产业增加值占 GDP 比重始终保持较低的水平，且有逐年下降的趋势。第二产业增加值占 GDP 比重逐年下降。第三产业增加值占 GDP 比重逐年上升。具体来看，第一产业增加值占 GDP 比重由 1998 年的 17.2% 下降至 2019 年的 7.1%。伴随着工业化和城市化的发展，大量农村劳动力从第一产业流转第二、三产业，劳动力大幅减少，生产效率下降。第二产业增加值占 GDP 比重在过去二十年间始终保持在 45% 左右，近两年下降到 40% 以下。工业是我国的支柱型产业，对经济增长具有十分重要的意义。工业依靠科学技术的提升和政府政策的扶持，生产效率大大提高，但近几年一大批传统工业部门即将因生态环境保护政策而面临被淘汰的风险，因此第二产业增加值占 GDP 比重有所下降。第三产业增加值占 GDP 比重在近二十年来始终保持着稳步提升的状态。在 2012 年，第三产业 GDP 占比首次超过第二产业。由此可知，第三产业为国民经济发展提供了驱动力和新动能。到 2019 年时，我国第二、三

产业产值占 GDP 比重总和已高达 93%，由此标志着我国产业结构转型升级取得了优异的成效。

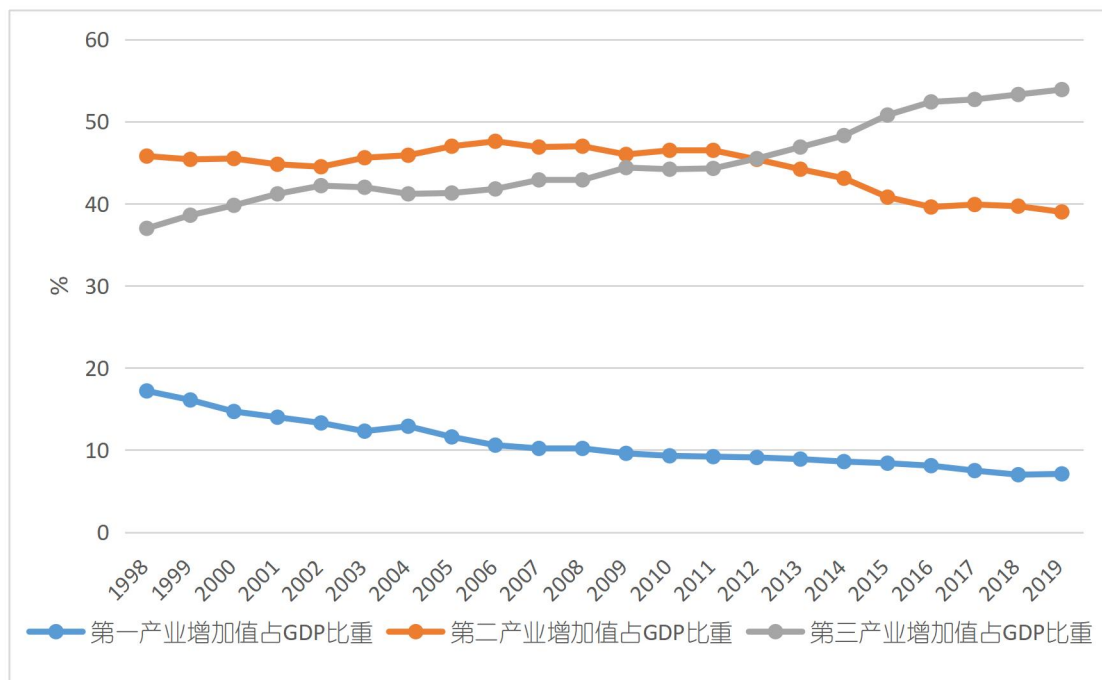


图 3.8 1998—2019 年我国三次产业增加值 GDP 占比

数据来源：《中国统计年鉴》

从图 3.9 中发现，第一产业 GDP 贡献率整体水平较低，由 1998 年的 7.2% 下降到 2019 年的 3.8%。第二产业 GDP 贡献率呈波动中大幅下降的趋势，由 1998 年的 59.7% 下降到 2019 年的 36.8%。第三产业 GDP 贡献率呈波动中大幅上升的趋势，由 1998 年的 33% 上升到 2019 年的 59.4%。通过对三次产业 GDP 贡献率的变动情况也进一步证实了前文阐释的产业结构变化趋势，由此进一步说明我国产业结构逐渐从低水平的第一产业向更高层次的二、三产业转型，符合产业结构高级化的演进规律，促进了我国产业结构的转型升级。

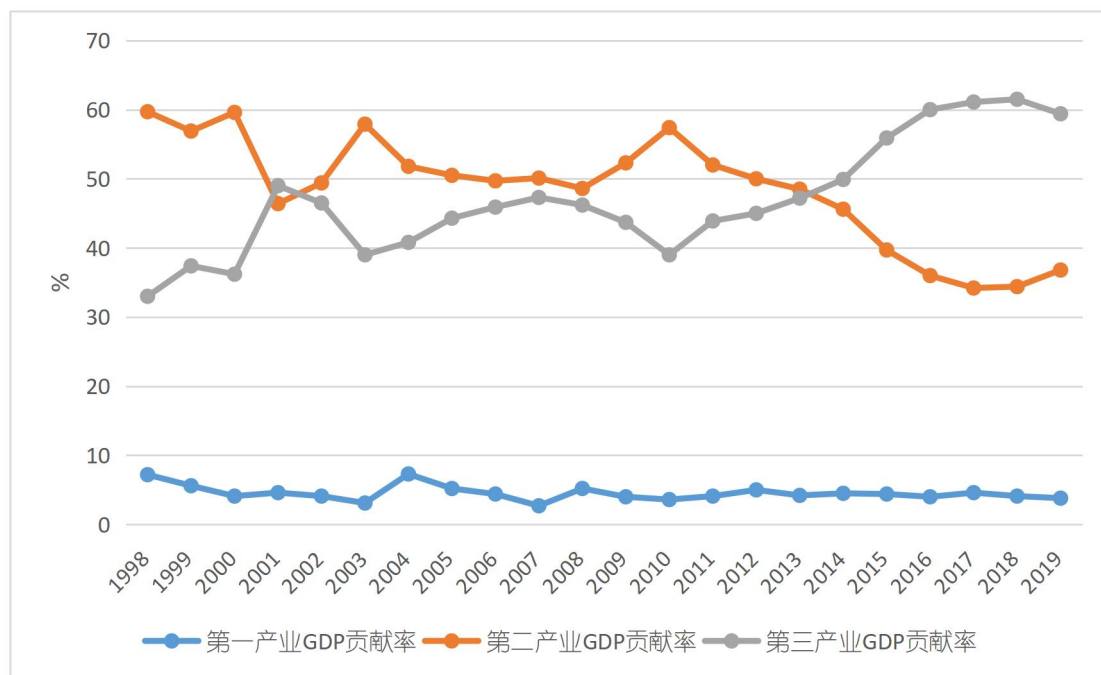


图 3.9 1998—2019 年我国三次产业 GDP 贡献率

数据来源：《中国统计年鉴》

3.2.2 产业结构转型升级的测度指标

结合现有研究，本文主要通过产业结构合理化和产业结构高级化两个层面共同测度产业结构转型升级^[44]。

(1) 产业结构合理化

产业结构合理化程度主要考察的是三次产业之间发展的协调程度，主要解决的是区域内各产业发展结构不合理、不协调的问题。现有研究中常用结构偏离度、泰尔指数等指标进行度量。本文使用于春晖、郑若谷等（2011）^[45]提出的泰尔指数作为衡量产业结构合理化的代理指标。计算公式如 3.1 式所示：

$$TL = \sum_{j=1}^3 \left(\frac{Y_{ij,t}}{Y_i} \right) \ln \left(\frac{\frac{Y_{ij,t}}{L_{ij,t}}}{\frac{Y_{it}}{L_{it}}} \right) \quad (3.1 \text{ 式})$$

其中，i 表示各地区，j 分别表示第一产业、第二产业和第三产业，t 表示时期，Y 为生产总值，L 为就业人数。通常情况下，TL 指数越小表示产业结构越合理。

(2) 产业结构高级化

产业结构高级化是指产业结构由低水平向高层次发展的演进过程,体现了劳动力在各产业间的流转向。依据三次产业的主导地位,能有效识别出区域内产业发展导向和发展阶段。本文采纳徐敏、姜勇(2015)^[46]在其研究中使用的产业结构层次指数作为衡量产业结构高级化的代理指标。计算公式如 3.2 式所示:

$$G = \sum_{i=1}^3 I_i \times i = I_1 \times 1 + I_2 \times 2 + I_3 \times 3 \quad (3.2 \text{ 式})$$

其中, i 分别表示三次产业, I_i 表示第 i 产业产值占总产值的比重。一般情况下, G 越大表示产业结构升级水平越高。

(3) 总体趋势分析

泰尔指数和产业结构层次指数分别是评价产业结构合理化和产业结构高级化的重要指标之一。图 3.10 所示的结果分别是全国泰尔指数和全国产业结构层次指数近二十年的总体变动情况。

由前文论述可知,我国二三产业产值占国内生产总值比重较大,但二三产业对应的就业人数占比却相对不足,因而可能会降低资源配置合理利用的程度,不利于产业结构合理化。由图 3.10 可知,2000-2003 年泰尔指数持续上升,产业发展不协调的问题越发明显,同时也存在在产业发展过程中资源配置利用不合理的现象。产业产值比重与产业就业人员占比之间不匹配,在一定程度上会造成失业问题,阻碍资源合理配置,从而降低产业结构合理化程度。自 2004 年起,产业结构不合理的问题逐渐得到干预和管理,协调了产业间劳动力、知识技术等生产要素的关系,提高了区域内各产业间的聚合质量,泰尔指数逐年下降,并持续保持在 0.12 左右,产业结构合理化程度持续转好。

产业结构高级化反映了产业由低层次向高层次的演进过程,由图 3.10 的产业结构层次指数可知,近二十年来我国产业结构逐渐由低层次水平向高层次水平发展,增幅显著。自 2004 年起,产业结构不合理的问题得到关注和调整,合理化持续保持着稳中有进的发展态势。合理化是高级化的基础,高级化是合理化的结果,二者相互联系,相互促进,相辅相成。因此,我国产业结构也逐渐发展为由第一产业占 GDP 的比重最大转变为以二、三产业为区域支柱型产业,由劳动力密集型产业为主导产业转变为以资本、技术密集型产业作为产业发展的驱动力。因此,劳动效率和研发技术的提升,实现了我国产业高附加化、高技术化以及高集聚化,促进了我国向产业结构高级化的转变。

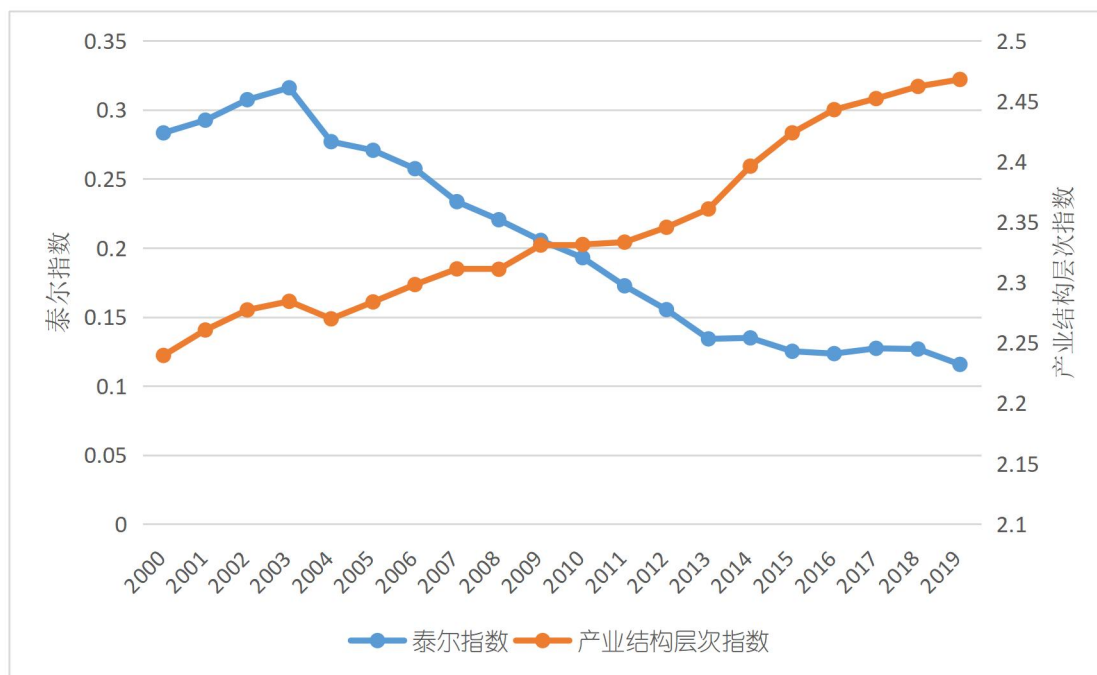


图 3.10 2000—2019 年产业结构合理化及产业结构高级化变动趋势

数据来源：作者整理

4 交通基础设施影响产业结构转型升级的实证分析

本章将针对交通基础设施对产业结构转型升级的影响展开实证分析。首先对实证的变量进行选取和列出描述性分析的结果；其次进行空间相关性检验，并且通过对空间面板模型设定形式的检验及模型选择，选取个体和时间双固定效应下的空间杜宾模型作为本章的实证回归模型；最后，对回归结果的总效应、直接效应和间接效应分别展开分析，同时进行了内生性分析和稳健性检验来验证结论的稳健性及可靠性。

4.1 数据来源、变量设定与样本选择

4.1.1 数据来源与变量设定

本文中涉及的被解释变量、解释变量和控制变量的数据选取均源于权威统计年鉴，其中被解释变量—产业结构合理化和产业结构高级化的基础数据通过《中国统计年鉴》获得。解释变量—交通基础设施的统计数据来源于历年《中国统计年鉴》、中国研究数据服务平台(CNRDS)并经 Arcgis10.8 测算后得出。控制变量的统计数据主要来源于《中国统计年鉴》以及各省份统计年鉴。其中，个别缺失数据利用线性插补法补齐。

为准确探究交通基础设施对产业结构转型升级的影响机制，本文选择以下变

量作为研究的主要变量。

（一）被解释变量

产业结构转型升级。本文通过产业结构合理化和产业结构高级化两个层面共同测度产业结构转型升级，具体算法详见 3.2.2 产业结构转型升级的测度指标。

（二）解释变量

本文借助交通可达度（TA）作为衡量交通基础设施的代理变量。交通可达度的具体测算方法参考李红昌等^[47]的研究方法：TA 表示交通可达度，由路网密度和交通便捷程度指数两个指标加权平均得到。其中，路网密度，由公路路网密度、铁路路网密度及内河航道密度三个指标加权平均得到。便捷程度指数，由各省会城市中心离公路距离、离铁路距离、离其他城市中心距离、离机场距离和离港口距离五个指标加权平均得到。

在实证分析所需建立的回归模型中，除了选取本文研究的核心变量—交通基础设施外，为确保实证检验结果更加准确且更具说服力，本文还为实证回归模型选取以下控制变量：

（1）技术创新（RD）。现有研究表明，推动我国产业结构转型升级的主要动力之一便为技术创新。技术创新不仅能提高产业的劳动生产率，同时也能创造出新的产业部门，推动产业结构转型升级。计算方法为 R&D 经费投入与地区 GDP 的比值。

（2）对外开放度（OPEN）。现有研究表明，地区对外开放程度越高，越有利于促进产业投资和技术进步。对外开放度的具体测算方法用实际利用外商直接投资额占 GDP 总值的比重代替。

（3）城镇化率水平（URBAN）。城镇化会催生大量人口转移，人口的流动为第二产业和第三产业注入大量劳动力，第一产业就业人数下降，实现由农业向二三产业的过渡，促进产业结构转型升级。一般计算方法为地区城镇人口与总人口之比。

（4）人力资本水平（HUMAN）。人力资本水平的提高，会加速人口向更高层次的二、三产业转移，为技术创新提供驱动力，促使我国主导产业由劳动力密集型向资本、技术密集型转移，进而推动产业结构的转型升级。具体测算方法为城市普通高等学校在校生人数与总人口的比值。

(5) 财政支出水平 (GOV)。政府的财政支出水平可以直观体现出地方政府对本地区经济活动的参与程度。本文使用政府财政支出额占 GDP 比重作为财政支出水平的衡量方法。

(6) 经济发展水平 (PGDP)。经济发展水平是产业结构升级的基础, 良好的经济发展可以带动居民收入水平的增长, 刺激消费需求, 促使各部门调整生产, 优化资源配置, 进而促进产业结构转型升级。本文采用国内生产总值与国家常住人口的比值来衡量, 为剔除物价变动的影响, 以 2000 年为基期, 对人均国内生产总值进行平减处理后得到人均实际国内生产总值。

表 4.1 主要变量的描述和说明

变量名称	变量符号	变量构建方法
产业结构合理化	TL	泰尔指数
产业结构高级化	G	产业结构层次指数
交通可达度	TA	$1/2 \times (\text{路网密度} + \text{交通便捷程度指数})$
技术创新 (%)	RD	R&D 经费投入占地区 GDP 的比重
对外开放度 (%)	OPEN	实际利用外商直接投资额占 GDP 总值的比重
城镇化率水平 (%)	URBAN	城市城镇人口占常住人口的比重
人力资本水平 (%)	HUMAN	城市普通高等学校在校生人数占总人口的比重
财政支出水平 (%)	GOV	政府财政支出额占国内生产总值的比重
经济发展水平 (元)	PGDP	国内生产总值占国家常住人口的比重

4.1.2 样本选择

本文实证检验所用软件为 ArcGis10.8 和 StataMP 14, 并选取 2000-2019 年我国 31 个省、直辖市、自治区数据作为研究样本。表 4.2 是各样本的描述性统计结果。

表 4.2 样本数据的描述性统计

变量	观测个数	均值	标准差	最大值	最小值
LnTL	620	1.5931	0.7535	4.0807	0.1312
LnTA	620	-0.7746	0.2460	-0.1193	-1.3982
LnRD	620	-4.5912	0.7374	-2.6025	-6.5770
LnOPEN	620	-4.1513	1.0551	-1.7027	-9.1803
LnURBAN	620	-0.7537	0.3220	-0.1098	-1.6435
LnHUMAN	620	-4.3239	0.5904	-2.4531	-6.1707
LnGOV	620	-1.6313	0.5168	0.3215	-3.0414
G	620	2.3050	0.1348	2.8320	1.9667
TA	620	0.4752	0.1206	0.8875	0.2471
RD	620	0.0133	0.0113	0.0741	0.0014
OPEN	620	0.0249	0.0238	0.1822	0.0001
URBAN	620	0.4950	0.1574	0.8960	0.1933
HUMAN	620	0.0154	0.0080	0.0860	0.0021
GOV	620	0.2303	0.1801	1.3792	0.0478
LnPGDP	620	9.7392	0.6842	12.2373	9.9226

4.2 空间相关性检验

4.2.1 空间权重矩阵设定

空间权重矩阵是根据各区域与其他区域是否相邻而构造的矩阵，它由各区域所处的地理位置构成。由于我国领土面积广阔，运用空间权重矩阵可以更直观的量化出邻近省份间的相互联系、相互依赖关系。依据本文的研究目标和研究重点，本节选取基于 queen 邻近的空间权重矩阵 W 作为空间计量实证的研究基础。

具体表达形式如公式 4.1 所示:

$$W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \cdots & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & \cdots & W_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ W_{n1} & W_{n2} & \cdots & W_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.1 \text{ 式})$$

依据矩阵设定原则, 本文空间权重矩阵 W_{ij} ($i, j=1, 2, \dots, 31$) 的表达形式如公式 4.2 所示:

$$W_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{当区域}i\text{与区域}j\text{不相邻或}i=j \\ 1, & \text{当区域}i\text{与区域}j\text{相邻} \end{cases} \quad (4.2 \text{ 式})$$

4.2.2 交通基础设施与产业结构的空间相关性检验

Moran' s I 指数是测量变量之间是否存在空间依赖性和空间相关性的重要指标 (Anselin, 1988) ^[48]。通常情况下, Moran' s I 指数分为全局 Moran' s I 指数和局部 Moran' s I 指数。全局莫兰指数主要判断观测区间内是否存在相关, 而局部莫兰指数主要识别观测区间内相关点的具体位置。本节分别通过对我国近二十年的交通可达度、产业结构泰尔指数以及产业结构层次指数进行全局 Moran' s I 指数的测算, 以此来考察交通基础设施、产业结构合理化以及产业结构高级化之间存在的空间依赖性并检验是否存在空间自相关, 同时为后文的实证回归结果提供计量理论依据。具体表达式见公式 4.3:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (4.3 \text{ 式})$$

其中, $S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$ 为样本平方, $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}$ 为所有空间权重矩

阵的和。Moran' s I 指数的取值范围划定在-1 到 1 之间。若 Moran' s I 指数大于 0, 此时表示变量之间存在正向空间相关性, 其模型回归结果越大, 正向的相互依赖性越明显。若 Moran' s I 指数小于 0, 此时表示变量之间存在负向空间相关性, 其模型回归结果越小, 负向的相互差异性越明显。若 Moran' s I 指数等于 0, 此时表示变量之间既不存在正向空间相关性, 也不存在负向空间相关性, 即空间呈现出随机性特征。

现依据 2000-2019 年我国 31 个省、直辖市、自治区交通基础设施、产业结构合理化以及产业结构高级化的有关测算数据,借助 4.3 式所示的计算公式以及空间计量软件来探究变量间潜在的相互依赖关系。具体回归结果详见表 4.3:

表 4.3 2000-2019 年相关变量的 Moran's I 指数及检验

年份	交通基础设施		产业结构合理化		产业结构高级化	
	Moran's I	z 值	Moran's I	z 值	Moran's I	z 值
2000	0.466	4.366***	0.323	3.486***	0.232	2.349**
2001	0.480	4.510***	0.357	3.887***	0.219	2.256**
2002	0.480	4.503***	0.323	3.773***	0.219	2.254**
2003	0.479	4.515***	0.296	3.712***	0.205	2.138**
2004	0.471	4.495***	0.369	4.046***	0.202	2.110**
2005	0.475	4.534***	0.318	3.830***	0.091	1.164
2006	0.564	5.199***	0.308	3.691***	0.086	1.130
2007	0.562	5.203***	0.291	3.296***	0.104	1.305
2008	0.569	5.270***	0.269	3.224***	0.105	1.315
2009	0.577	5.315***	0.305	3.620***	0.135	1.587
2010	0.577	5.308***	0.246	3.666***	0.167	1.873*
2011	0.579	5.328***	0.285	3.784***	0.175	1.950*
2012	0.581	5.347***	0.406	4.346***	0.173	1.925*
2013	0.590	5.418***	0.397	4.342***	0.181	1.989**
2014	0.589	5.405***	0.324	3.761***	0.168	1.880*
2015	0.590	5.400***	0.386	4.111***	0.161	1.815*
2016	0.590	5.393***	0.446	4.516***	0.182	1.988**
2017	0.594	5.421***	0.358	3.940***	0.184	2.033**
2018	0.597	5.430***	0.370	4.055***	0.228	2.443**
2019	0.602	5.446***	0.375	3.716***	0.264	2.811***
E(I)	-0.033					

注: **、*表示通过 1%、5%、10%水平下的显著性检验。

依据表 4.3 的检验结果可知,我国交通基础设施与产业结构合理化的全局莫

兰指数均在 1% 显著水平下通过检验。由此说明我国交通基础设施与产业结构合理化表现出显著的空间正相关性并存在明显的空间集聚性特征。在过去近二十年中, 交通基础设施的全局莫兰指数基本维持在 0.55 左右的高度自相关水平, 产业结构合理化及产业结构高级化的全局莫兰指数均具有在浮动中递增的趋势, 同时其显著性也在逐年增强。综上所述, 我国交通基础设施、产业结构合理化以及产业结构高级化均表现出显著的正向空间自相关关系, 即现阶段我国交通基础设施完善且产业结构转型升级较快的地区趋于与交通基础设施完善且产业结构转型升级较快的地区相靠近。因此, 我国各省份之间交通基础设施与产业结构转型升级存在显著的空间相关性和明显的空间集聚特征。

4.2.3 交通基础设施的空间格局和空间自相关性分析

本节通过莫兰散点图来探索交通基础设施的空间格局和空间自相关性, 图中的斜线为各散点回归的结果。从图 4.1 的莫兰散点图可知, 斜线及散点主要分布于第一象限和第三象限, 由此说明我国交通基础设施整体表现出正向的空间相关性。具体来看, 87.10% (27 个) 的省份交通基础设施分布存在集聚性特征。其中, 45.16% (14 个) 的省份在第一象限 (北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、安徽、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、重庆), 呈现出本身交通基础设施建设水平较高, 同时又被邻近较高水平交通基础设施包围的空间分布特征。41.94% (13 个) 的省份在第三象限 (山西、四川、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆), 呈现出本身交通基础设施建设水平较低, 同时又被邻近较低水平交通基础设施包围的空间分布特征。通过莫兰散点图还发现, 我国 12.90% (4 个) 的省份直观的显示出空间负相关性, 全部在第二象限, 地区为福建、广西、海南及贵州。在这些处于第二象限的地区, 呈现出本身交通基础设施建设水平较低, 同时又被邻近较高水平交通基础设施包围的空间分布特征。因此验证了我国交通基础设施建设的分布状况存在明显的集聚性和显著的空间正相关性。

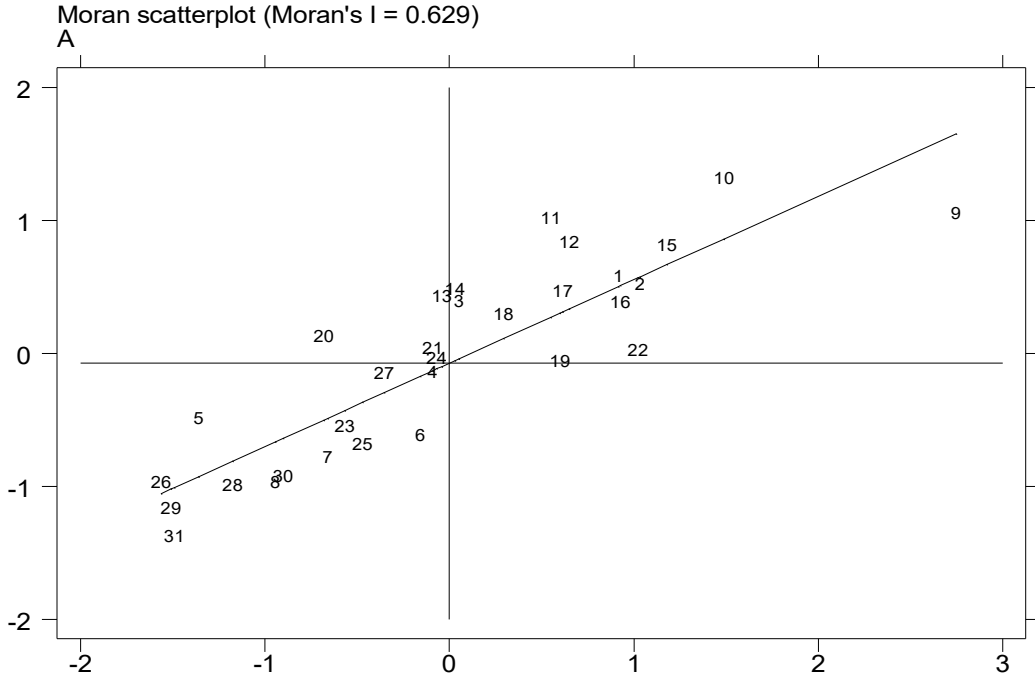


图 4.1 交通基础设施 2000-2019 年均值的 Moran 散点图

4.2.4 产业结构的空间格局与空间自相关性分析

本节通过莫兰散点图来探索产业结构合理化以及产业结构高级化的空间格局和空间自相关性。

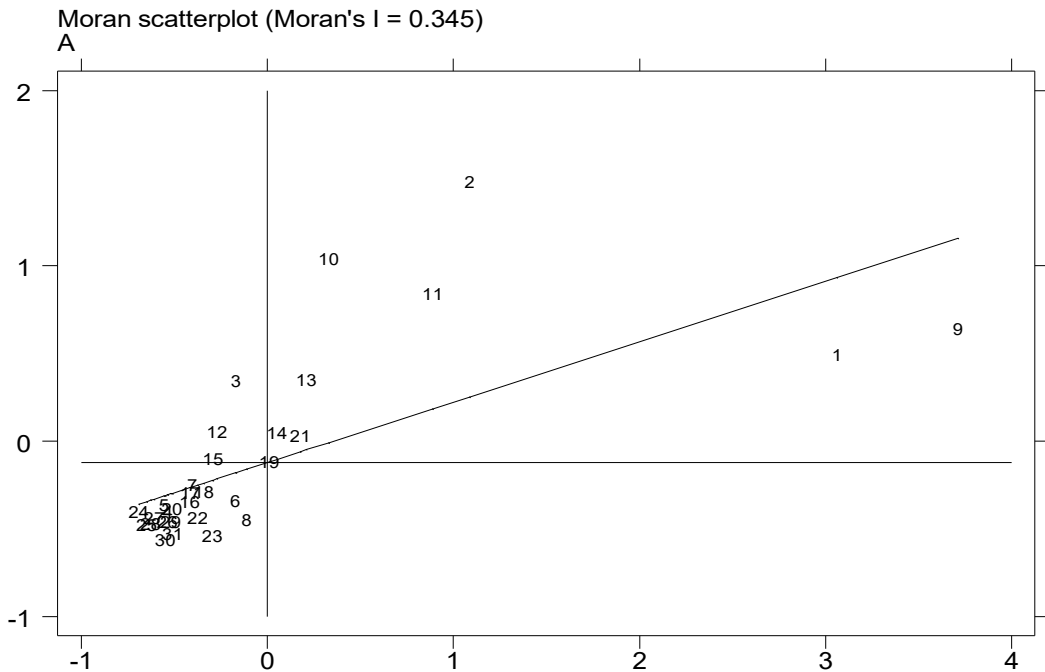


图 4.2 产业结构合理化 2000-2019 年均值的 Moran 散点图

由图 4.2 的莫兰散点图可知，斜线及散点主要分布于第一象限和第三象限，

由此说明我国产业结构合理化整体表现出正向的空间相关性。具体来看，90.32%（28个）的省份产业结构合理化分布存在集聚性特征。其中，29.03%（9个）的省份在第一象限（北京、天津、上海、江苏、浙江、福建、江西、广东、海南），呈现出本身产业结构合理化程度较高，同时又被邻近产业结构合理化程度较高的地区包围的空间分布特征。51.61%（19个）的省份在第三象限（广西、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、河南、湖北、湖南、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆），呈现出本身产业结构合理化程度较低，同时又被邻近产业结构合理化程度较低的地区包围的空间分布特征。通过莫兰散点图还发现，9.68%（3个）的省份直观的显示出空间负相关性，全部在第二象限，地区分别为河北、安徽及山东。在这些处于第二象限的地区，呈现出本身产业结构合理化程度较低，同时又被邻近产业结构合理化程度较高的地区包围的空间分布特征。上述图示结果表明我国产业结构合理化的分布状况存在明显的集聚性和显著的空间正相关性。

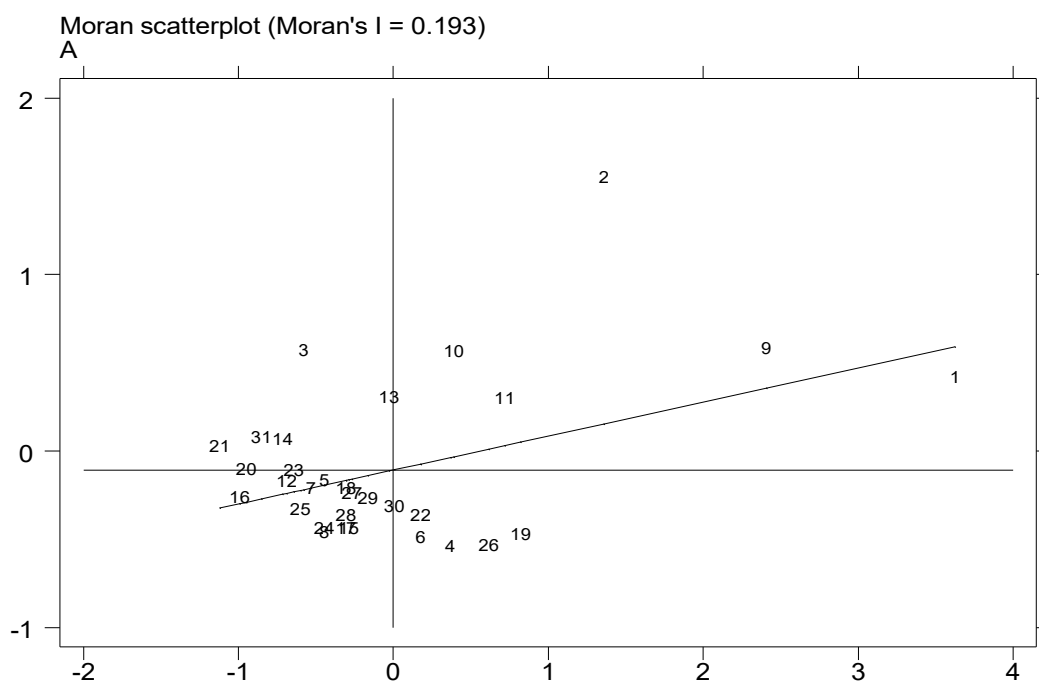


图 4.3 产业结构高级化 2000-2019 年均值的 Moran 散点图

结合图 4.3 的莫兰散点图发现，斜线及散点主要分布于第一象限和第三象限，由此说明我国产业结构高级化整体表现出正向的空间相关性。具体来看，67.74%（21个）的省份产业结构高级化分布存在集聚性特征。其中，16.13%（5个）的省份在第一象限（北京、天津、上海、江苏、浙江），呈现出本身产业结

构高级化程度较高,同时又被邻近产业结构高级化程度较高的地区包围的空间分布特征。51.61% (16个)在第三象限(陕西、甘肃、广西、吉林、黑龙江、内蒙古、安徽、青海、宁夏、四川、贵州、云南、山东、河南、湖北、湖南),呈现出本身产业结构高级化程度较低,同时又被邻近产业结构高级化程度较低的地区包围的空间分布特征。通过莫兰散点图还发现,有32.26% (10个)的省份直观的显示出空间负相关性,其中16.13% (5个)的省份在第二象限(河北、福建、江西、海南、新疆),呈现出本身产业结构高级化程度较低,同时又被邻近产业结构高级化程度较高的地区包围的空间分布特征。其余5个省份则分部在第四象限,地区为重庆、辽宁、西藏、广东以及山西,这些处于第四象限的地区,呈现出本身产业结构高级化程度较高,同时又被邻近产业结构高级化程度较低的地区包围的空间分布特征。上述结果表明,我国产业结构高级化的分布状况存在明显的集聚性和显著的空间正相关性。

4.3 空间面板模型设定形式的检验及模型选择

4.3.1 空间面板模型的设定

空间面板模型是现代常用的空间计量方法之一,它的一大优势在于将空间因素对研究系统的影响考虑到实证模型中。三种常用的空间面板模型基本形式如下:

(一) 空间滞后面板模型

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \gamma WY_{it} + X_{it}\beta_{it} + \mu_{it} \quad (4.4 \text{ 式})$$

其中, γ 是被解释变量空间滞后项的回归系数。

(二) 空间误差面板模型

$$Y_{it} = \alpha_{it} + X_{it}\beta_{it} + \mu_{it}$$

$$\mu_{it} = \theta W\mu_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.5 \text{ 式})$$

其中, θ 是所有样本数据空间误差项的估计系数,用来衡量变量的随机误差项是否存在空间自相关。

(三) 空间杜宾面板模型

$$Y_{it} = \lambda \sum_{j=1}^n W_{ij} Y_{jt} + \alpha X_{it} + \rho \sum_{j=1}^n W_{ij} X_{jt} + u_i + v_t + \mu_{it} \quad (4.6 \text{ 式})$$

其中， λ 为被解释变量空间滞后项的回归系数， ρ 为解释变量空间滞后项的估计系数， u_i 表示个体固定效应， v_t 表示时间固定效应， μ_{it} 为随机误差项。

4.3.2 空间面板模型设定形式的检验及模型选择

在对主要变量间的空间相关性得以验证之后，为了实证模型的合理使用，必须对空间计量模型进行检验和筛选，以确保本文数据采用最适合的模型。空间计量模型检验最常用的检验方法是拉格朗日乘子检验法(LM)。根据LM检验的结果可知，当模型存在空间滞后效应时，选用空间滞后模型(SAR)；当模型存在空间误差效应时，选用空间误差模型(SEM)。

表 4.4 LM 检验结果

lnTL	统计量	P 值
LM-Error	540.664	0.000
Robust LM-Error	226.171	0.000
LM-Lag	334.007	0.000
Robust LM-Lag	19.514	0.000

本节依据 J. Paul Elhorst 的研究结论可知，当 LM-Error、LM-Lag、稳健的 LM-Error 以及稳健的 LM-Lag 同时显著时，此时应拒绝原假设，使用空间杜宾模型(SDM)^[49]。同时，为了更加严谨的选择模型，本节将继续进行似然比检验(LR)以及豪斯曼检验(hausman)，以便确保实证结论的有效性和可靠性。具体检验结果见表 4.5。

表 4.5 模型检验统计

统计量	SDM	SEM	SAR
Hausman	104.79***	21.70***	20.27***
LR-SAR	49.58***	---	---
LR-SEM	55.12***	---	---
LR both ind	43.49***	72.77***	57.58***
LR both time	717.13***	835.02***	778.41***
AIC	-228.8389	-187.7239	-193.26
BIC	-157.9634	-147.8564	-153.3925
Log-likelihood	130.4195	102.8619	105.6300
R-sq	0.4279	0.0098	0.0151

注：***、**、*表示通过 1%、5%、10%水平下的显著性检验。

根据豪斯曼检验 (hausman) 的结果显示, 三种模型的统计量均大于 0 且通过 1% 统计水平下的显著性检验, 因此拒绝原假设, 使用固定效应模型。同时根据检验结果可知, 三种模型的时间固定效应和个体固定效应均通过 1% 统计水平下的显著性检验, 因此本文适用于双固定效应模型。SDM 模型的 LR 检验通过了 1% 统计水平下的显著性检验, 其对应参数分别为 49.58、55.12, 因此验证了空间杜宾模型适合于本文面板数据分析。同时, SDM 模型的 AIC 及 BIC 较小, Log-likelihood 和 R 方较大。综上所述, 以上检验结果均表明, 本文实证分析模型应选择个体时间双固定效应下的空间杜宾模型。

4.4 空间杜宾模型的估计及效应分解

本节分别以泰尔指数 (TL) 和产业结构层次指数 (G) 作为被解释变量, 以交通可达度 (TA) 作为解释变量, 利用 2000—2019 年的省级面板数据, 运用双固定效应下的空间杜宾模型进行回归。空间杜宾模型对应的每一个省份截面个体 i ($i=1, 2, \dots, 31$) 与每一个时间区间 t ($t=2000, \dots, 2019$) 所构成的函数模型分别为:

$$\begin{aligned} LnTL_{it} = & \lambda W_{ij} \sum_{j=1}^n LnTL_{jt} + \alpha_0 + \alpha_1 LnTA_{it} + \rho_1 W_{ij} \sum_{j=1}^n LnTA_{ijt} + \alpha_2 control_{it} + year_{it} \\ & + \varepsilon_{it} + \mu_{it} \end{aligned}$$

$$\text{其中, } \mu_{it} \sim (0, \sigma^2 I) \quad (4.7\text{式})$$

$$G_{it} = \lambda W_{ij} \sum_{j=1}^n G_{jt} + \alpha_0 + \alpha_1 TA_{it} + \rho_1 W_{ij} \sum_{j=1}^n TA_{ijt} + \alpha_2 control_{it} + year_{it} + \varepsilon_{it} + \mu_{it}$$

$$\text{其中, } \mu_{it} \sim (0, \sigma^2 I) \quad (4.8\text{式})$$

(4.7) 式和 (4.8) 式中, $year_t$ 表示时间固定效应, ε_i 表示个体固定效应, μ_{it} 为随机误差项, 具体检验结果如下表所示:

表 4.6 空间杜宾模型回归结果

变量	LnTL			变量	G		
	直接效应	间接效应	总效应		直接效应	间接效应	总效应
LnTA	0.8776*** (3.41)	0.6354 (1.21)	1.5131*** (3.50)	TA	0.1878** (2.00)	0.0412 (0.29)	0.2290** (2.45)
LnRD	0.1018** (2.21)	0.3586*** (3.17)	0.4604*** (3.60)	RD	-2.6831*** (-4.73)	0.4690 (0.54)	-2.2142*** (-2.67)
LnOPEN	-0.0831*** (-5.19)	-0.1944*** (-4.67)	-0.2775*** (-5.71)	OPEN	0.0432 (0.48)	0.1857 (1.13)	0.2289 (1.40)
LnURBAN	-0.6042*** (-3.84)	-1.1369*** (-3.13)	-1.7410*** (-4.49)	URBAN	-0.1351** (-2.32)	0.0861 (0.97)	-0.0490 (-0.54)
LnHUMAN	0.0587 (1.04)	0.1344 (0.97)	0.1931 (1.31)	HUMAN	-0.5648 (-1.52)	-0.5147 (-0.76)	-1.0795 (-1.64)
LnGOV	0.2507*** (2.85)	0.0392 (0.26)	0.2899 (1.58)	GOV	0.0287 (0.91)	-0.1132*** (-2.93)	-0.0845** (-2.32)
LnPGDP	0.1796* (2.56)	-0.2404 (-1.52)	-0.0608 (-0.33)	LnPGDP	0.0097 (0.86)	0.0462*** (2.88)	0.0559*** (3.61)
rho		0.1442** (2.39)				0.3484*** (5.20)	
sigma2_e		0.0383*** (17.56)				0.0010*** (17.47)	
R-squared		0.4279				0.5756	

注：括号内数字为相应的 z 统计量，***、**、*表示通过 1%、5%、10%水平下的显著性检验。

一个有效的交通基础设施对产业结构转型升级的影响由直接效应和间接效应两部分构成，两者共同组成总效应。在本文的研究中，直接效应是指本地区交通基础设施对本地区产业结构转型升级的影响以及本地区交通基础设施影响邻近地区产业结构转型升级之后又反馈回本地区，此时对本地区所产生的影响。间接效应又称为溢出效应，是指相邻地区交通基础设施对本地区产业结构转型升级所产生的溢出效应。

4.4.1 总效应

由表 4.6 的回归结果可知,交通可达度对产业结构合理化和产业结构高级化的总效应均显著为正,结果分别为 1.5131 和 0.2290,由此说明交通基础设施对产业结构转型升级具有积极的促进作用。即 2000-2019 年我国交通基础设施投资每增加 1 个百分点,将带动产业结构合理化指数提升 1.51%。回归结果也为本文第二章交通基础设施对产业结构转型升级的影响效果提供了实证依据。

控制变量方面,根据产业结构合理化的检验结果可知,技术创新(LnRD)对产业结构合理化的影响显著为正,由此表明技术创新对产业结构合理化产生了积极的促进作用。对外开放度(LnOPEN)以及城镇化率水平(LnURBAN)对产业结构合理化的影响显著为负,可能表明当前我国在对外开放过程中,并未注重资源的合理配置,使得国内部分产业间的聚合质量下降。同样,过度的城镇化可能会导致区域资源配置不合理,降低了知识技术、劳动力等生产要素之间的协调程度,跨地区流动存在一定限制,由此城镇化对产业结构转型升级产生了阻碍作用。依据产业结构高级化的检验结果可知,经济发展水平(LnPGDP)对产业结构高级化的影响显著为正,说明经济发展水平是产业结构转型升级的重要因素和物质保障,对促进产业结构转型升级具有积极意义^[50]。技术创新(RD)以及财政支出水平(GOV)对产业结构高级化的影响均显著为负,可能产生负向影响的原因如下,由于技术进步的转化周期长,资金投入力度大,因此在这个过程中有可能会阻碍产业结构的转型升级。同时,各地方政府支出水平和规模不同,因此财政支出在一定程度上也有可能对产业结构高级化产生消极的阻碍作用。

4.4.2 直接效应

首先,以产业结构合理化指数为被解释变量展开讨论。交通基础设施(LnTA)对产业结构合理化的回归系数大于 0 且通过了 1%水平下的显著性检验,由此表明我国各地区交通基础设施对本地区的产业结构转型升级具有显著的正向促进作用。与此同时,各地区交通基础设施也显著促进邻近地区的产业结构转型升级,邻近地区产业升级的积极影响又将有效推动本地区的产业结构转型升级。交通基础设施作为各地区产业转型升级的重要条件,直接效应越显著,交通基础设施对所在区域产业转型的积极推动作用便越显著。我国各地区交通基础设施建设条件的完善将提高产业聚合质量,促使区域产业结构转型升级。控制变量中,技术创

新 (LnRD)、财政支出水平 (LnGOV) 以及经济发展水平 (LnPGDP) 对当地产业结构合理化均能起到显著的促进作用, 其影响系数分别为 0.1018、0.2507、0.1796, 由此说明技术水平、政府支出以及经济增长仍是改善本地产业结构的关键, 是促进本地产业结构转型升级的重要因素。

其次, 以产业结构高级化指数作为被解释变量展开分析。交通基础设施 (TA) 对产业结构高级化的回归系数为 0.1878 且通过了 5% 水平下的显著性检验, 以此表明我国各地区交通基础设施对本地区产业结构转型升级具有显著的正向促进作用。根据回归结果可知, 交通基础设施对本地区产业结构高级化的影响弱于交通基础设施对本地区产业结构合理化的影响。完善的交通基础设施加强了各地区生产要素的流动, 扩大了产业规模, 协调了各产业之间的关系, 因此交通基础设施对产业结构合理化的促进作用较强。但是, 在产业由低级阶段向高级阶段转型升级的过程中, 短期内产业转型效果很难显现, 只有中长期才能逐渐发挥产业转型的效果, 因此交通基础设施对产业结构高级化的促进作用要弱于交通基础设施对产业结构合理化的促进作用。

4.4.3 间接效应

由表 4.6 空间杜宾模型回归结果显示, 当前我国无论是产业结构合理化还是产业结构高级化, 交通基础设施对其影响所产生的间接溢出效应均不显著。我国交通基础设施建设和产业结构转型升级存在显著的空间相关性, 但其间接效应不显著, 由此说明我国相邻地区交通基础设施对本地区产业结构转型升级所产生的溢出效应还有很大的提升空间。控制变量中, 技术创新 (LnRD) 对产业结构合理化表现出显著的正向溢出效应。经济发展水平 (LnPGDP) 对产业结构高级化表现出显著的正向溢出效应, 在产业由低层次向高水平演进过程中, 第三产业需要占用大量的劳动力和消费市场, 由此说明邻近地区的技术和经济增长对本地区产业结构转型升级均产生正向影响。同时对外开放度 (LnOPEN) 以及城镇化率水平 (LnURBAN) 对产业结构合理化的表现为显著的负向溢出效应, 原因可能由于随着邻近地区对外开放程度和城镇化率水平的提高, 吸引了本地区大量的生产要素, 降低了本地区的生产效率, 进而使得交通基础设施对本地区产业结构转型升级产生阻碍作用。

鉴于交通可达度的网络性和便捷性, 相邻地区交通设施的建设应对我国各地

区产生积极的溢出效应,因此区域间开展统筹建设并加强地区之间的互联互通是实现显著溢出效应的重要途径。

4.4.4 内生性分析

实证模型可能因获得数据与真实数据之间存在误差、解释变量选取疏漏或被解释变量与解释变量之间的反向因果关系而产生内生性问题,内生性问题在很大程度上会破坏参数估计的一致性。为确保前文研究所得结论的准确性,本节将对交通可达度这一核心解释变量所可能产生的内生性问题进行识别和控制,依据 Redding and Turner^[51]的研究结论,采取工具变量法对交通可达度的内生性问题进行检验和分析。本文选择滞后一期的交通可达度作为工具变量,同时运用两阶段最小二乘法、以滞后一期的交通可达度为自变量的普通最小二乘法以及滞后一期交通可达度的一阶段回归法这三种方法分别对原模型进行验证,以此避免因内生性问题所导致的估计结果有偏性。具体检验结果如表 4.7 所示。

由表 4.7 的回归结果可知,解释变量交通可达度的估计结果与空间杜宾模型的估计结果基本一致。因此本节通过工具变量法证明了实证部分的回归模型不存在内生性问题。

表 4.7 工具变量法的回归结果

	两阶段回归	以工具变量为自变量回归	工具变量一阶段回归
lnTA	0.8762*** (7.75)		
IV		1.8151*** (7.90)	2.0715*** (83.52)
lnRD	0.0343 (0.78)	0.0235 (0.54)	-0.0123*** (-2.61)
lnOPEN	0.1298*** (5.22)	0.1320*** (5.43)	0.0025 (0.96)
lnURBAN	0.7758*** (5.86)	0.7077*** (5.51)	-0.0777*** (-5.60)
lnHUMAN	-0.2649*** (-4.09)	-0.2379*** (-3.70)	0.0309*** (4.44)

lnGOV	-0.0187 ^ˆ	-0.0442	-0.0291 ^{***}
	(-0.39)	(-0.93)	(-5.70)
lnPGDP	0.3755 ^{***}	0.3775 ^{***}	0.0023
	(5.37)	(5.52)	(0.31)
R-squared	0.6569	0.6744	0.9638
N	620	620	620

注：括号内数字为相应的 t 统计量，***、**、*表示通过 1%、5%、10%水平下的显著性检验。

4.4.5 稳健性检验

为了更加严谨的确保前文研究结论的可靠性，本节将通过替换变量的方式，进行重复回归，以此确保研究结论的准确性和稳健性。

关于被解释变量指标的替换，本节选用更为常用的测量产业结构转型升级的方式，即运用第二产业增加值与第三产业增加值之和占 GDP 总值的比重测算产业结构升级。针对解释变量的指标替换，本节借鉴刘勇政和李岩(2017)^[52]的研究，用客运总量(PC_{i,t})来表示各省历年的交通可达度水平。同时，研究还替换了部分控制变量，本节依次将对外开放度、城镇化率水平、人力资本水平分别替换为外贸依存度、社会消费品零售总额、人口密度。因本节主要关注核心解释变量交通可达度的回归系数及其对应的显著性，因此省略掉部分控制变量的回归结果。

由表 4.8 的检验结果可知，通过解释变量指标替换、解释变量和被解释变量指标同时替换以及部分控制变量指标替换后，检验结果与表 4.6 基本保持一致，由此验证了交通可达度对产业结构转型升级的影响表现为显著的正直接效应，而溢出效应则不显著。由此通过替换指标的方法证明了空间杜宾模型回归结果的稳健性。

表 4.8 稳健性检验结果

	解释变量指标替换	解释变量和被解释 变量指标同时替换	部分控制变量指标替换
lnTA	0.0632** (2.51)	0.0053* (1.90)	0.8626*** (3.07)
WlnTA	0.0076 (1.20)	-0.0052 (-0.87)	-0.7113 (-1.40)
Control	Yes	Yes	Yes
时间效应	控制	控制	控制
个体效应	控制	控制	控制
sigma2_e	0.0390*** (17.52)	0.0005*** (17.45)	0.0389*** (17.52)
R-sq	0.4266	0.6751	0.4742
N	620	620	620

注：括号内数字为相应的 z 统计量，***、**、*表示通过 1%、5%、10%水平下的显著性检验。

5 交通基础设施影响产业结构转型升级的异质性分析

交通基础设施会因经济、政治、社会以及自然环境等诸多因素对产业结构转型升级产生不同影响。本节将通过区域异质性分析和交通可达度等级异质性分析两个角度，相互验证我国交通基础设施对产业结构转型升级影响的显著差异。

5.1 区域异质性分析

空间杜宾模型估计结果显示交通基础设施对我国产业结构转型升级产生了显著的正向影响，但是当以全国不同省份为具体研究样本时，各样本内部存在着显著的地理区位条件等差异。为更加深入直观的探究交通基础设施空间溢出效应的区域异质性，现根据所属地区地理位置的差异将我国 31 个省份划分为东中西三大区域，具体划分情况如下。

表 5.1 中国省市区域划分

研究区域	具体省份	分组数目
全部地区	除港澳台外的中华人民共和国下辖省级行政区	31 个省、直辖市、 自治区
东部地区	北京市、天津市、河北省、辽宁省、上海市、 江苏省、浙江省、福建省、山东省、广东省、海南省	11 个省、直辖市
中部地区	山西省、吉林省、黑龙江省、安徽省、江西省、 河南省、湖北省、湖南省、广西壮族自治区	9 个省、自治区
西部地区	内蒙古自治区、重庆市、四川省、贵州省、 云南省、西藏自治区、陕西省、甘肃省、 青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区	11 个省、直辖市、 自治区

针对本文研究所存在的异质性问题,本节将进一步分析不同区域交通基础设施对产业结构转型升级的影响程度。具体回归结果如下:

表 5.2 产业结构合理化区域异质性检验

变量	LnTL		
	东部地区	中部地区	西部地区
LnTA	0.9996*** (3.33)	0.3408 (0.92)	-0.2749 (-0.75)
LnRD	-0.0577 (-0.73)	-0.0314 (-0.29)	0.0965 (1.31)
LnOPEN	-0.1272*** (-4.49)	0.0956*** (2.61)	-0.0868*** (-4.08)
LnURBAN	-0.4706** (-2.38)	-0.6823* (-1.68)	-0.7903* (-1.92)
LnHUMAN	-0.1116 (-1.49)	0.0252 (0.14)	0.1988** (2.51)
LnGOV	0.0015 (0.01)	1.3335*** (5.29)	0.6469*** (5.71)

LnPGDP	-0.0603 (-0.48)	-0.0867 (-1.17)	0.4859* (1.91)
WLnTA	1.5280*** (4.63)	0.0172 (0.03)	0.0597 (0.05)
总效应	↑	—	—
时间效应	控制	控制	控制
个体效应	控制	控制	控制
sigma2_e	0.0147*** (10.49)	0.0259*** (9.39)	0.0234*** (10.48)
R-squared	0.4768	0.3528	0.1599
N	220	180	220

注：括号内数字为相应的 z 统计量，***、**、*表示通过 1%、5%、10%水平下的显著性检验。

表 5.3 产业结构高级化区域异质性检验

变量	G		
	东部地区	中部地区	西部地区
TA	0.5762*** (4.71)	0.2486** (2.50)	-0.4821*** (-4.08)
RD	-7.4779*** (-10.15)	-3.3708*** (-2.88)	2.4958* (1.65)
OPEN	-0.3679*** (-2.88)	0.0328 (0.23)	0.3891** (1.83)
URBAN	-0.2101** (-2.54)	0.0842 (0.56)	-0.4943** (-2.20)
HUMAN	0.5194 (0.80)	0.6330 (0.42)	-0.3270 (-0.77)
GOV	0.4344** (2.55)	-0.1945 (-1.35)	-0.0041 (-0.09)

LnPGDP	-0.0310 (-1.04)	-0.0125 (-1.32)	0.1361*** (3.30)
WTA	0.0559 (0.25)	0.0700 (0.50)	2.0775*** (5.16)
总效应	↑	↑	↑
时间效应	控制	控制	控制
个体效应	控制	控制	控制
sigma2_e	0.0007*** (10.47)	0.0004*** (9.20)	0.0007*** (10.28)
R-squared	0.5093	0.4212	0.5062
N	220	180	220

注：括号内数字为相应的 z 统计量，***、**、*表示通过 1%、5%、10%水平下的显著性检验。

按照本文对研究区域的划分方法，将样本分为东部地区、中部地区、西部地区三大区域，以此来分析交通基础设施对不同地区产业结构转型升级的影响情况。表 5.2 和表 5.3 的回归结果表明了分样本不同区域的差异性，本节主要关注核心解释变量交通可达度的估计系数与显著性。

(1) 产业结构合理化。针对东部地区而言，LnTA 和 WLnTA 的回归系数分别为 0.9996 和 1.5280，且二者均通过了 1%统计水平下的显著性检验，由此说明交通基础设施在促进东部地区产业结构趋向合理化的同时，其地区内部各相邻区域的交通基础设施所产生的溢出效应也促进了本地区产业结构的均衡发展。由检验结果可知，东部地区的间接溢出效应要强于直接效应。这是由于东部地区地理位置优越，受政策扶持力度较大，区域内各产业间的聚集和合作能力强。通过回归结果发现，东部地区交通基础设施对产业结构合理化影响的总效应显著为正。在控制变量中，除了技术创新 (LnRD) 不显著外其余变量与全国交通基础设施对产业结构合理化影响的总效应基本保持一致。针对中部地区而言，无论是 LnTA 还是 WLnTA 对产业结构合理化指数的促进作用均不显著。由此表明中部地区交通基础设施的跨区域衔接不足，交通基础设施促进区域间产业合作、交流的桥梁作用尚未完全展现。控制变量方面，对外开放度 (LnOPEN) 和财政支出水平 (LnGOV)

对产业结构均衡发展起到了显著的促进作用,由此验证了其作为推动产业结构合理化的重要意义。针对西部地区而言, LnTA 对产业结构合理化指数为负且不显著,同时 WLnTA 对产业结构合理化指数的促进作用也不显著。西部地区大多地势复杂,生态环境脆弱,交通运输建设难度大,路网密度指数较低,交通便捷程度较为落后,可能导致交通可达度对产业结构合理化的促进作用效果不显著,且有可能还会抑制当地产业结构的均衡发展。

(2) 产业结构高级化。针对东部地区和中部地区而言, TA 的回归系数分别为 0.5762 和 0.2486,且均通过了 5%统计水平下的显著性检验,而 WTA 的回归系数虽都为正但均不显著。由此表明交通基础设施建设直接促进了东中部地区产业结构整体向高级化演进,但是各相邻区域的交通基础设施建设并未对本地区产业结构高级化产生显著的间接溢出效应。随着交通可达度的提升,地区内部的劳动生产效率和技术研发水平得以提升,促使地区内部产业结构向高级化发展,使产业更趋向于高附加值化、高技术化以及高集聚化。但是,东中部地区各区域内部之间的互联互通性较弱,导致邻近地区交通设施对本地区产业结构转型升级的溢出效应不显著。针对西部地区而言, TA 的回归系数显著为负, WTA 的回归系数显著为正,由此表明交通基础设施对产业结构高级化的影响表现为较弱的直接抑制效应和较强的正向溢出效应。西部地区由于生态环境脆弱和科学技术落后,交通可达度整体较低,劳动力在产业间流动性不强,由此导致产业结构由低层次向高水平的发展进程较为迟缓,因此交通可达度可能会抑制西部地区产业结构向高级化演进。但西部地区邻近中东部经济发达地区,其邻近区域的交通基础设施将会在很大程度上促进西部地区的产业结构高级化发展。

综上所述,针对产业结构合理化而言,交通基础设施对我国东部地区产业结构合理化的影响最大,具体表现为显著较强的正直接效应和正溢出效应,对中西部地区的影响均不显著。针对产业结构高级化而言,交通基础设施均对我国东中西部地区产业结构高级化总效应产生了显著的正向影响,同时交通基础设施对我国东部地区产业结构高级化的正直接效应影响最大,对西部地区的正溢出效应影响最大,其余影响则不显著。

5.2 交通可达度等级异质性分析

交通可达度的等级差异可能会导致产业结构存在区域异质性,因此本节将交通可达度进行等级划分。具体划分情况如下:将交通可达度大于平均值 0.46 的地区定为可达度较高的地区,将交通可达度低于平均值但高于 0.40 以上的地区归为可达度适中的地区,将交通可达度低于 0.40 以下的地区划为可达度较低的地区,以此来分析交通可达度的等级差异对产业结构转型升级所产生的不同影响。具体划分结果如表 5.4 所示。

表 5.4 交通可达度等级差异划分

研究区域	具体省份	分组数目
交通可达度较高	上海市、北京市、天津市、江苏省、广东省、河南省、安徽省、湖南省、江西省、浙江省、重庆市、贵州省、山东省、福建省	14 个省、直辖市
交通可达度适中	湖北省、山西省、河北省、四川省、陕西省、云南省、海南省、广西壮族自治区、宁夏回族自治区	9 个省、自治区
交通可达度较低	辽宁省、青海省、甘肃省、吉林省、黑龙江省、内蒙古自治区、新疆维吾尔自治区、西藏自治区	8 个省、自治区

(1) 产业结构合理化。由表 5.5 的检验结果可知,针对交通可达度较高的地区,如上海、北京、天津、江苏及广东等地,交通基础设施的完善对产业结构的合理发展无论是直接效应还是溢出效应均显著为正,该区域路网密度指数及交通便捷程度指数都普遍较高,完善的交通运输体系有助于直接提高当地的劳动生产效率,优化资源配置效率,加速产业集聚和产业合作,促进产业结构的均衡发展。同时邻近地区交通基础设施的完善也会进一步促进本地区产业结构的合理化发展。针对可达度适中的地区直接效应和间接效应均不显著,与上节中西部地区的回归结果大致类似,由此说明,交通可达度适中的地区,其交通基础设施的建设对该地区产业结构均衡发展的促进作用不明显,可达度适中地区的衔接桥梁作用尚未得到充分展现。针对可达度较低的地区而言,交通基础设施对产业结构合理化的影响表现为较强的负直接效应和相对较弱的正溢出效应,总效应显著为负。由此表明交通可达度较低的地区,虽然邻近地区交通基础设施促进了要素流动,加快了资源配置效率,提高了产业聚合质量,促进了本地区产业结构的合理均衡发展,但可达度较低的地区,路网密度指数较低,交通便捷程度较为落后,

由此导致交通可达度的直接效应对区域的产业结构合理化产生负向的阻碍作用，最终引致总效应反而抑制了当地产业结构的合理发展。

(2) 产业结构高级化。由表 5.6 的回归结果可知，针对交通可达度较高的地区，TA 和 WTA 的回归结果分别为 0.1723 和 0.3107，且均通过了 10% 统计水平下的显著性检验。可达度较高区域完善的交通基础设施有助于加快劳动力在区域间的流动，提高劳动生产率，促进产业结构由低层次向高层次演进，同时邻近地区完善的交通运输体系也将进一步促进本地区产业结构的高级化发展。针对可达度适中的地区交通基础设施直接效应显著抑制了本地区产业结构的高级化发展，而间接效应则不显著。可达度适中的地区，作为交通便捷地区和交通建设相对落后地区的连接桥梁，具有十分重要的联通作用，但其在联结交通建设的过程中，容易忽视自身的交通建设对本地区产业高级化的影响。同时该地区邻近区域交通设施对产业结构高级化的溢出作用也不显著。针对可达度较低的地区而言，交通基础设施对产业结构高级化的作用表现为较弱的负直接效应和较强的正溢出效应，总效应显著为正。由此表明可达度较低的地区，虽然路网密度指数较低，交通便捷程度较为落后，尚未充分促进劳动力在区域间流动，降低了劳动生产率，导致交通可达度的直接效应对区域的产业结构高级化产生负向的阻碍作用。但其邻近地区的交通基础设施促进了要素流动，加快了产业结构由低水平向高层次的转变，因而带动了本地区产业结构向高级化的转型升级，最终使总效应促进了地区产业结构的转型升级。

综上所述，针对产业结构合理化而言，交通基础设施对交通可达度较高的地区产业结构合理化总效应的影响最大，具体表现为显著较强的正直接效应和正溢出效应。交通基础设施对交通可达度适中的地区产业结构合理化总效应的影响不显著。对交通可达度较低的地区而言，交通基础设施对其产业结构合理化产生影响的总效应显著为负，具体表现为显著较强的负直接效应和相对较弱的正溢出效应。针对产业结构高级化而言，交通基础设施对交通可达度较高的地区产业结构高级化总效应的正向影响最大，对交通可达度适中的地区产业结构高级化总效应显著为负，对交通可达度较低的地区产业结构高级化总效应显著为正，具体表现为显著较弱的负直接效应和相对较强的正溢出效应。

表 5.5 交通可达度的等级异质性检验 I

变量	LnTL		
	可达度较高	可达度适中	可达度较低
LnTA	1.0870*** (3.63)	-0.6956 (-1.37)	-5.9125*** (-8.47)
LnRD	0.0049 (0.07)	0.5339*** (6.43)	-0.3331*** (-4.13)
LnOPEN	-0.1562*** (-5.80)	0.0318 (0.90)	-0.0148 (-0.66)
LnURBAN	-0.2665 (-1.06)	0.2046 (0.49)	-1.4003*** (-4.39)
LnHUMAN	0.1513** (2.42)	-0.4636** (-2.13)	-0.3724 (-1.50)
LnGOV	-0.4224*** (-3.25)	0.1262 (0.95)	0.8945** (5.42)
LnPGDP	-0.4743*** (-3.26)	0.0574 (0.83)	-0.3508 (-1.32)
WLnTA	1.9778*** (3.80)	0.6787 (1.04)	3.0615*** (2.85)
总效应	↑	—	↓
时间效应	控制	控制	控制
个体效应	控制	控制	控制
sigma2_e	0.0232*** (11.80)	0.0230*** (9.58)	0.0170*** (8.94)
R-squared	0.3575	0.2070	0.5350
N	280	180	160

注：括号内数字为相应的 z 统计量，***、**、*表示通过 1%、5%、10%水平下的显著性检验。

表 5.6 交通可达度的等级异质性检验 II

变量	G		
	可达度较高	可达度适中	可达度较低
TA	0.1723* (1.68)	-0.3907*** (-3.26)	-1.1866*** (-3.24)
RD	-6.2092*** (-8.05)	1.1982 (1.16)	1.9988 (0.87)
OPEN	-0.0735 (-0.55)	-0.0071 (-0.05)	0.0187 (0.11)
URBAN	-0.0423 (-0.46)	-0.1852 (-1.16)	0.0507 (0.44)
HUMAN	-0.7068* (-1.84)	-2.9978** (-2.00)	11.0226*** (3.32)
GOV	0.1376 (1.14)	0.1910** (2.07)	0.0053 (0.13)
LnPGDP	-0.0803*** (-3.09)	-0.0175** (-2.15)	-0.0859* (-1.89)
WTA	0.3107* (1.71)	0.2664 (1.16)	2.3068*** (2.88)
总效应	↑	↓	↑
时间效应	控制	控制	控制
个体效应	控制	控制	控制
sigma2_e	0.0009*** (11.72)	0.0003*** (9.48)	0.0006*** (8.65)
R-squared	0.4666	0.6002	0.2797
N	280	180	160

注：括号内数字为相应的 z 统计量，***、**、*表示通过 1%、5%、10%水平下的显著性

检验。

6 结论与对策建议

6.1 主要结论

本文在学习相关文献的基础上,对交通基础设施的概念特征、产业结构转型升级的内涵及一般规律等方面分别进行了阐释,并根据短期和长期两个层面总结归纳了交通基础设施对产业结构转型升级的影响效果。与此同时,本文还系统的描述了现阶段我国交通基础设施的建设布局和产业结构的发展现状,并揭示了其内存规律。在实证方面,本文利用 2000—2019 年全国 31 个省份的面板数据,使用双固定效应下的空间杜宾模型,针对交通基础设施对产业结构合理化和产业结构高级化的影响展开研究,通过对实证结论的分析,提出相应的对策建议。本文的研究结论主要有如下几点:

(1) 现阶段我国交通基础设施建设与产业结构转型升级的集聚性强且都具有显著的空间依赖性。

(2) 交通基础设施在短期内通过改变消费结构、影响城镇化率和增加资本流入促进产业结构转型升级;交通基础设施在长期内通过促进劳动力流动、促进技术设备和人力资本流转和优化资源配置效率促进产业结构转型升级。

(3) 交通基础设施建设对本地区产业结构转型升级具有促进作用,但邻近地区交通基础设施建设对本地区产业结构转型升级的促进作用不显著。同时交通基础设施对产业结构合理化的促进作用大于其对产业结构高级化的促进作用。

(4) 交通基础设施对产业结构转型升级影响的地区差异较大。其中,东部地区交通基础设施对产业结构转型升级产生的促进作用明显大于中、西部地区。同时,针对交通可达度的等级差异,交通基础设施对不同交通可达度等级差异的地区产业结构合理化和产业结构高级化的影响也存在显著差异。

6.2 对策建议

依据前文的论述和结论,本文在基于交通基础设施对产业结构转型升级的影响研究上,尝试提出以下几点对策建议:

1. 科学合理推进交通基础设施建设,缩小地区产业发展差距。

根据现有文献和前文的研究结论可知,交通基础设施作为一种公共物品,其

所具备的网络性和外部性等特征可以加速各类生产要素流动、提升产业聚集水平，对产业结构转型升级具有积极的促进作用。因此，应充分发挥交通基础设施的基础先行作用。从实证结果来看，交通可达度的提升将显著促进我国产业结构的转型升级，因此表明交通强国战略具有科学合理性。但落实该战略并不意味着各地方政府要不断加大交通运输设施建设的投入数量。针对东部地区和交通可达度较高的地区，应保持适度建设，要进一步优化交通网络，充分发挥东部地区的跨区域溢出效应，以此带动经济欠发达地区的产业结构转型升级。而对于中部地区以及可达度适中的地区，在大力发展交通基础设施促进自身产业结构转型升级的同时，也要充分发挥其连接东西地区之间的桥梁和纽带作用。而针对西部地区及交通可达度较低的地区，地方政府应先将提高交通路网密度建设放在交通强国战略的第一位，加大对交通基础设施建设的资金投入，提高交通便捷程度，充分发挥交通基础设施的网络性和外部性等特征，推进产业结构的转型升级。

2. 构建多元化立体交通网络，助力产业结构转型升级。

近年来我国交通基础设施建设取得了长足的进步，构建现代化高质量国家综合立体交通网对我国产业结构转型升级具有重大意义。但是，现阶段我国交通基础设施建设也面临着布局不合理、分布不平衡等问题。因此，统筹协调好各种运输方式间、设施与服务间、城市与农村间、传统设施与新型设施间的关系，推动智慧交通、绿色交通以及共享交通等新基建、新业态战略性布局，以此保证我国社会经济的稳步发展。同时还应加大对民航、管道运输以及内河航运等运输方式的建设，构建多元化立体交通网络，为产业结构转型升级提供有力保障。

3. 利用交通基础设施调整产业结构，统筹三次产业协调发展。

从总体上看，现阶段我国产业结构大致呈现出“三二一”的格局特征。针对第一产业而言，要着力优化农业产业布局，通过完善的交通基础设施加快生产要素的转移流动，加快转变农业生产经营方式，助力农业现代化发展。针对第二产业而言，要加速发展现代高端制造业，通过交通基础设施加快劳动力在产业间的流转，以此推动产业转型升级。当前我国东部地区产业结构合理化和产业结构高级化优势明显，交通基础设施在溢出效应的作用下可能会对经济发展相对落后的地区产生收缩效应，从而加剧经济欠发达地区的生产要素流失，抑制其生产效率，降低产业聚合质量，致使欠发达地区向资金、技术密集型产业转移速度迟缓。因

此，应适度向经济落后地区给予政策扶持，通过交通基础设施建设促进资源合理流动，协调区域间的产业结构转型升级。

4. 充分发挥各要素作用，合力推动产业结构转型升级。

依据本文对交通基础设施影响产业结构转型升级的相关概念界定、文献综述分析以及影响效果研究可知，除交通基础设施建设这一要素外，城镇化率水平、人力资本水平、经济发展水平、对外开放度、技术创新等要素同样会对产业结构转型升级起到促进作用。但在实证过程中，各要素的显著性却不高，因此说明现阶段通过各要素助力产业结构转型升级的作用效果还具有较大的提升空间。例如，提高城镇化率水平将有效促进大规模的人口流动，进而有助于加快乡村振兴和城乡一体化建设；通过提高人均国内生产总值，提升经济发展水平；重视对外开放战略，激发市场竞争力；引导企业开展技术研发，转化企业科技创新成果等等。注重发挥各要素的作用，共同助力产业结构的转型升级。

6.3 研究不足与展望

产业结构转型升级涉及的问题范围较广，本文主要基于空间视角，研究了交通基础设施对产业结构转型升级的影响，并从区域异质性和交通可达度的等级异质性两个角度分析出了交通基础设施空间溢出效应的差异。但由于自身学术水平和研究能力的缺乏，本文还存在以下不足：

首先，本文只使用了交通可达度这一综合指标考察交通基础设施对产业结构转型升级的影响，没有对交通基础设施建设具体划分，如分别研究公路，等级公路，铁路，高速铁路等运输方式对产业结构转型升级的影响。其次，本文仅考察了交通基础设施对三次产业结构转型升级的影响，没有进一步研究交通基础设施对三次产业的细分行业转型升级的影响。再次，在总结交通基础设施对产业结构转型升级的影响效果中，没有通过实证模型对其进行检验。最后，本文仅探讨了交通基础设施与产业结构转型升级之间的线性关系，没有考察二者之间存在的非线性特征，使得研究结论不够全面。

以上问题既是本篇文章的研究不足，同时也是今后研究应当继续深入展开分析的要点和方向。

参考文献

- [1] Clark C. The Conditions of Economic Progress[M]. London: Macmillan, 1957:23-56.
- [2] 库兹涅茨. 各国经济增长的数量方面[M]. 北京: 商务印书馆, 1985:19-20.
- [3] 陈晓涛. 产业演进论[D]. 四川大学博士学位论文, 2007.
- [4] 金碚. 中国工业的转型升级[J]. 中国工业经济, 2011(07):5-14.
- [5] 干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011(5):4-16.
- [6] 刘永萍, 王学渊. 城市化与产业结构升级协调发展研究[J]. 齐鲁学刊, 2014(2):101-105.
- [7] Chandler A D. The Growth of the Transnational Industrial Firm in the United States and the United Kingdom: A Comparative Analysis[J]. Economic History Review, 1980, 33(3):396-410.
- [8] 杨云龙. 我国新型宏观管理模式的理论构想[J]. 经济理论与经济管理, 1990(02).
- [9] Rostow W W. The Great Population Spike and After: Reflections on the 21st Century.[J]. New York New York Oxford University Press, 1998, 25(2):355-360.
- [10] Metcalf C J. Persistence of Technological Leadership: Emerging Technologies and Incremental Innovation[J]. Journal of Industrial Economics, 2011, 59(2):199-224.
- [11] Kongsamut, P. Beyond Balanced Growth[J]. Review of Economic Studies, 2001, 68(4).
- [12] Katsumoto B, Masakazu, Watanabe, & Chihiro. External Stimulation Accelerating a Structural Shift to Service Oriented Industry- a Cross Country Comparison[J]. Journal of Services Research, 2003(10).
- [13] Foellmi, R. and J. Zweimuller. Structural change Engels Consumption Cycles and K Aldors Facts of Economic Growth[J]. Journal of Monetary Economics, 2008.

- [14] 冯伟. 工资水平上升对我国制造业国际竞争力的影响研究[D]. 沈阳: 辽宁大学, 2013.
- [15] Ana M. González Ramos, Claudia Malpica Lander. International mobility of Spanish men and women doctorate holders [J]. *Sociología y Tecnociencia*, 2013, 3(3).
- [16] Tick, S L. Labor mobility of scientists and engineers and the pace of innovation[J]. *Journal of American Academy of Business*, 2014, 19(2): 74-79.
- [17] Iossa E and Martimort D. The simple microeconomics of public-private partnerships[J]. *Journal of Public Economic Theory*, 2015, 17(1).
- [18] Ansar A, Flyvbjerg B, Budzier A. Does infrastructure investment lead to economic growth or economic fragility? evidence from China[J]. *Oxford Review of Economic Policy*, 2016, 32(3).
- [19] 张阳, 姜学民. 人力资本对产业结构优化升级的影响—基于空间面板数据模型的研究[J]. *财经问题研究*, 2016, (2): 106-113.
- [20] 张旭路, 金英君, 王义源. 我国教育人力资本结构对产业结构优化升级的研究[J]. *科学决策*, 2020 (02): 24-41.
- [21] 苏任刚, 赵湘莲, 胡香香. 普惠金融能成为促进中国产业结构优化升级的新动能吗? ——基于互联网发展的机制分析[J]. *技术经济*, 2020, 39 (04): 39-52.
- [22] 耿峥嵘. 新常态下我国产业结构优化升级的影响因素研究[D]. 黑龙江大学, 2020.
- [23] PEDRO CANTOS, MERCEDES GUMBAU—ALBERT, JOAQUÍN MAUDOS. Transport infrastructures, spillover effects and regional growth: evidence of the Spanish case[J]. *Transport Reviews*, 2005, 25(1)
- [24] Chia-Lin Chen, Peter Hall. The wider spatial-economic impacts of high-speed trains: a comparative case study of Manchester and Lille sub-regions[J]. *Journal of Transport Geography*, 2012, 24.
- [25] 邓涛涛, 王丹丹, 吴丹. 交通基础设施、空间溢出与制造业地理集聚——基于省级分行业面板数据分析[J]. *区域经济评论*, 2017 (02): 33-40.
- [26] 刘霞. 交通基础设施对区域经济的影响研究[J]. *经济师*, 2021 (01): 138-139.

- [27] 郑淦文, 叶阿忠, 孙湘湘, 周小亮. 交通基础设施、要素错配对经济发展质量的影响研究[J]. 福州大学学报(哲学社会科学版), 2021, 35(06): 26-33.
- [28] Transport Expansion in Underdeveloped Countries: A Comparative Analysis[J]. Geographical Review, 1963, 53(4).
- [29] Paul Krugman. Increasing Returns and Economic Geography[J]. Paul Krugman, 1991, 99(3).
- [30] 张翼, 何有良. 产业结构变迁、要素重置与中国经济增长[J]. 经济经纬, 2010(03): 27-31.
- [31] 林毅夫. 新结构经济学: 反思经济发展与政策的理论框架[M]. 北京: 北京大学出版社, 2012: 98-103.
- [32] 张景波. 交通基础设施建设对产业结构转型的影响研究[J]. 云南财经大学学报, 2018, 34(11): 35-46.
- [33] 李天籽, 王伟. 网络基础设施的空间溢出效应比较研究[J]. 华东经济管理, 2018, 32(12): 5-12.
- [34] 彭定赟, 王云航. 交通基础设施对产业结构变迁的影响研究[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版), 2019, 21(04): 30-41.
- [35] 张桂兰. 交通基础设施对产业结构升级的空间效应——基于空间杜宾模型的中国地级市面板数据的实证[J]. 广东石油化工学院学报, 2021, 31(01): 90-94.
- [36] 万相昱, 唐亮, 张琦. 高铁开通对产业结构的影响及机制研究——来自中国市辖区及县级市的经验证据[J]. 技术经济, 2021, 40(10): 130-138.
- [37] 李琮. 世界经济学大辞典[M]. 北京经济科学出版社, 2000.
- [38] Rietveld P, Nijkamp P. Transport and Regional Development/Pollak J, heertje A. 1993. Europe. An Transport Economics, Paris, ECMT, 130-151.
- [39] 杨立波, 刘小明. 交通基础设施及其效率研究[J]. 道路与安全, 2006(06): 10-13.
- [40] Walter G. Hansen. How Accessibility Shapes Land Use[J]. Journal of the American Planning Association, 1959, 25(2): 73-76.
- [41] 张莉. 可达性与区域空间结构[M]. 北京: 科学出版社, 2013: 124-131.
- [42] Maria João Fontes, Anabela Ribeiro, Jorge Silva. Accessibility and Local

- Development: Interaction between Cross-border Accessibility and Local Development in Portugal and Spain[J]. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2014(111): 927-936.
- [43] 何刚, 衡连伟. 创新型人力资本与产业结构转型升级[M]. 中国科学技术大学出版社, 2016.
- [44] 杨华. 促进湖南省产业结构转型升级的财政支出政策研究[D]. 湖南大学, 2015.
- [45] 干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. *经济研究* 2011(5): 4-16
- [46] 徐敏, 姜勇. 中国产业结构升级能缩小城乡消费差距吗? [J]. *数量经济技术经济研究*, 2015(3): 3-21
- [47] 李红昌, Linda Tjia, 胡顺香. 中国高速铁路对沿线城市经济集聚与均等化的影响[J]. *数量经济技术经济研究*, 2016(11): 127-143.
- [48] Anselin L. *Spatial Econometrics: Methods and Models* [M]. Kluwer Academic Publishers, 1988.
- [49] J. Paul Elhorst. 空间计量经济学 从横截面数据到空间面板[M]. 肖光恩译. 北京: 中国人民大学出版社, 2015: 72-119.
- [50] 张泽义. 我国城市效率测度及影响因素研究[D]. 西南财经大学, 2018.
- [51] Stephen J. Redding, Matthew A. Turner. Chapter 20—Transportation costs and the spatial organization of economic activity[M], The Centre for Economic Performance Publications Unit, 2014: 17-32.
- [52] 刘勇政, 李岩. 中国的高速铁路建设与城市经济增长[J]. *金融研究*, 2017(11): 25-27.

致 谢

时光如梭，转眼间，三年的硕士学习就要接近尾声了。回首往昔，收获颇丰，校园时光将成为我人生中最难忘的时刻。在这段期间，最幸运的事就是遇到了我的恩师——万永坤教授。在我研究生学习期间，老师在学习和生活中给予了我很多指导和意见，这些都是我人生宝贵的财富，必将使我终身受益。这篇文章的顺利完成也要得益于万老师的悉心指导，是他严谨治学的态度和对学问孜孜不倦的追求，深深影响了我对学术研究工作的认识，这不仅使我在硕士研究生学习期间受益匪浅，并且将鼓舞我在日后参加工作时持续秉承这种不断进取的精神。借此机会，谨向恩师献上衷心的感谢和崇高的敬意。

感谢师门的挚友，并且也是我学术路上重要的伙伴赵小靓同学、王晨晨同学，她们在平时的学术研究以及生活的各个方面都给予了我很大的帮助和支持。感谢我的舍友袁佳梦同学和冯红红同学，感谢她们在学习和生活上给予我的鼓励和陪伴，使我三年的研究生学习生活更加精彩。

感谢给予我爱与温暖的家人，在他们无私的关怀、爱护和支持下，我的硕士研究生学业才能得以顺利完成。

在此我也要感谢我学习生活了三年的母校——兰州财经大学，感谢校园为我提供良好的学习和生活环境，给了我一个开阔的学习平台，让我不断提高和充实自己。

感谢所有给予我关心、爱护、帮助和指导的师长们、同学们、家人们和朋友们，因为你们的存在和爱才使我的人生更加美好。