

数字交通赋能经济高质量发展的困境及对策研究

周正祥,戴红梅,查嫣媛

(长沙理工大学区域交通经济研究院,湖南 长沙 410015)

摘要:采用归纳演绎法提出了数字交通六大子系统观点,构建数字交通、经济高质量发展水平的综合评价体系。选取 2015—2020 年中国 30 个省份的面板数据,运用熵权法、耦合协调度模型、探索性空间数据分析等方法进行实证研究。研究发现:我国数字交通发展水平整体上逐年提高,对经济发展呈现显著的空间正相关性;但目前还处于起步发展阶段,缺乏全面系统的顶层设计规划、系统间协调互动低、区域间异质性明显、部分子系统对经济发展的空间效益不理想等问题突出。最后,基于研究结论提出相应的对策建议。

关键词:数字交通;经济高质量发展;耦合协调度;空间计量

中图分类号:F512.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-0566(2023)09-0086-09

Research on the predicaments and optimization strategies of digital transportation empowering high-quality economic development

ZHOU Zhengxiang, DAI Hongmei, ZHA Yanyuan

(Research Institute of Regional Transportation Economics,
Changsha University of Science & Technology, Changsha 410015, China)

Abstract: This paper uses inductive and deductive methods to propose six subsystems of digital transportation, and construct a comprehensive evaluation system of digital transportation and economic and social development level. Then, selecting the panel data of 30 provinces in China from 2015 to 2020, by using entropy weight method, coupling coordination model, exploratory spatial data analysis and other methods to conduct empirical research. The research shows that: The overall development level of digital transportation in China is increasing year by year, and has a significant positive spatial correlation with economic development. But currently, it is still in the initial stage of development, with prominent issues such as the lack of comprehensive and systematic top-level design planning, low coordination and interaction between systems, and significant heterogeneity among regions, as well as unsatisfactory spatial benefits of some subsystems. Finally, based on the research findings, corresponding suggestions are proposed.

Key words: digital transportation; high-quality economic development; combination coordination; space econometric

《中国数字经济发展白皮书(2023 年)》显示,2022 年我国数字经济规模达到 50.2 万亿元,同比名义增长 10.3%,数字经济规模连续多年位居全球第二,数字技术跻身全球第一梯队,我国数字经济蓬勃发展。当前,我国处于新旧动能接续转换和经济转型升级的关键期,中国式现代化建设在

收稿日期:2023-04-01 修回日期:2023-08-09

基金项目:国家社会科学基金重大项目(17ZDA081);湖南省社会科学成果评审委员会重点课题(XSP20ZDI018);湖南省教育厅科学研究项目(21A0221);湖南省研究生科研创新项目(QL20210204)。

作者简介:周正祥(1965—),男,湖南长沙人,长沙理工大学区域交通经济研究院院长,二级教授,博士生导师,研究方向为交通运输经济学与区域交通运输综合规划。

强调经济高质量发展的同时要大力推动共同富裕,而国际形势中不稳定、不确定、不安全因素日益突出,新冠病毒感染疫情全球蔓延严重拖累经济增长,以新型基础设施主导的数字经济被视为各国新一轮经济增长的新动能^[1]。为此,《交通强国建设纲要》《中国共产党第二十次全国代表大会报告》《数字中国建设整体布局规划》均明确提出要推动数字技术与实体经济深度融合,推进工业、交通运输业等重点领域数字化转型,加速新业态新模式发展,全面建成交通强国。数字交通是传统交通运输业数字化、智能化、网络化转型的新形态,是将大数据、云计算、5G 无线通信、AI 算法、数字孪生、物联网等先进数字技术赋能传统交通运输业发展,促进各类交通要素和资源合理配置,实现物理和虚拟空间的深度融合、交互作用的现代交通运输体系^[2]。

党的二十大报告强调,高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务;要建设现代化产业体系,坚持把发展经济的着力点放在实体经济上,加快建设质量强国。毫无疑问,经济高质量发展研究一直是政府、学者的热点话题。高质量发展最重要的是促进政治、经济、社会和生态环境等全方位协调。作为数字经济的重要支撑和先行力量,数字交通不仅是建设交通强国、数字中国的重要支撑,是服务构建新发展格局的重要保障,更是新冠病毒感染疫情下拉动经济高质量增长、推动经济结构调整和转型升级的重要引擎,在未来的社会经济发展中将发挥举足轻重的作用^[3]。

一、数字交通赋能经济高质量发展的理论机制分析

虽然以数字交通为特定研究对象的学术研究较少,但数字交通是交通运输数字化转型新形态,具有数字化、网络化、智能化等特性^[3],已有大量学者进行了宏微观验证研究。本文据此从数字化、网络化、智能化3个方面阐述交通运输业数字化转型对经济社会的影响(见图1)。

(1)交通领域新型基础设施(简称“新基建”)对经济高质量发展作用效果研究。有学者认可交通“新基建”通过直接投资驱动、间接空间溢出等

途经对区域经济产生非常重要的促进作用^[4-5]。孙伟增等^[6]、刘秉镰等^[7]从区域发展角度提出交通基础设施升级改造有力推动资金、信息、人力资源等全社会各类资源要素流动,形成扩散效益、资源再配置效益、分工效益和趋同效益,有助于提升基层智慧治理、优化产业布局、缓解交通拥挤、实现节能减排、建设智慧城市^[8]。近年来,从企业发展角度论证二者关系的研究成果逐渐增多。文雁兵等^[9]、马光荣等^[10]从微观视角验证了交通基础设施转型升级能提高企业信息化水平、降低库存,实现企业战略目标。还能有效破解出行“最后一公里”难题,提高出行安全性、便捷性和高效性^[11]。但交通基础设施建设对区域经济、企业发展的拉动作用具有异质性、阶段性、滞后性特点,甚至出现“倒U”现象。交通基础设施对发达国家、特大城市、中心城市有显著的促进作用,由于“虹吸效益”会在前期抑制发展中国家经济和外围小城市经济发展,形成更大的地区经济差距^[12]。

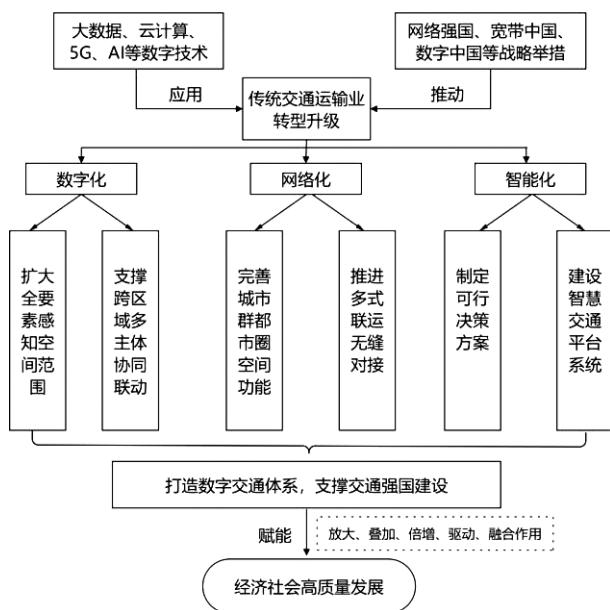


图1 数字交通赋能经济社会高质量发展的作用机制

(2)综合交通运输体系优化对区域经济协调发展的影响研究。城市网络通达性与综合交通运输体系的完善密切相关,是区域经济学研究的重要内容^[13]。现有的关于英国伦敦城市群、美国东北部大西洋沿岸城市群、日本太平洋沿岸城

市群、上海大都市圈等世界级城市群、大都市圈建设研究文献,普遍体现了将交通基础设施网络作为重点内容完善大都市圈空间与功能组织模式的重要特点^[6]。创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念已深入人心,不同交通运输方式的综合协调和可持续发展成为可行和必然^[9]。与单一的交通运输方式相比,综合交通网络产生的递增效益、时空压缩效益、溢出效益等空间效益能显著提高运输经济效益,是新型城镇化建设的关键^[7,14]。由于都市圈内出行需求的时空分布及其演变趋势具有跨行政区域、多尺度、多模式、高度随机性和动态性等特点,乘车时间、等待时间、步行时间、进出时间、票价、舒适度、可靠性和安全性等越来越多因素影响出行者的交通感知成本。学者采用 TS-PSW 模型、引力模型、VAR 模型等不同工具验证了多中心、网络化、放射型的城市综合交通运输体系对区域经济协调发展、高质量的作用更加显著^[14]。“出行即服务”理念正在引领交通运输业朝网络化、个性化、数字化升级。

(3) 数字技术在智慧交通系统的创新运用研究。数字技术被称为一种新通用技术,通过交通运输业融合发展,对经济发展产生放大、叠加、倍增、驱动等作用^[7-8]。我国不断强化北斗高精度定位、工业互联网等交通运输前沿数字技术自主创新应用,有效破解国外“卡脖子”技术封锁,决策平台开发、交通流预测、货物动态跟踪、车路协同、自动驾驶等交通新业态新模式层出不穷,在技术溢出、知识转移、人力资本积累等作用下不断推动经济高质量发展、增加社会福利、提升人民群众获得感^[15]。特别是在交通安全领域,研究成果颇丰,学者在基于云端计算、边缘计算及云和边缘结合等计算方法下分别提出各种降低道路安全风险解决方案,不断创新车路协同应用场景,以期实现快速、高效、廉价的智能道路损伤检测和预警应用;基于路边微云、5G 无线通信基站等多源数据融合,采用 CatBoost 算法、阈值签名方法、Fisher 判别分析方法等多种静态和动态方法开发决策支撑平台,帮助交通运输部门有效判断交通事故黑点^[16]。“交通大脑”是数字交通和智慧交通建设的核心内

容,采用迭代优化智能算法、创新交通治理模型、精准刻画交通供需状态、数字孪生可视化等多种关键技术创新,彻底颠覆了传统单一“储存大脑”、单一“应用大脑”模式,为交通运输监管、企业发展运营、公众出行服务提供全域数字交通服务,显著提升智慧城市治理现代化能力^[17]。

综上可知,我国正处于交通强国建设的关键时期,数字化、系统化、智能化发展是交通运输业高质量发展的重要特征和趋势方向。数字交通是交通运输业数字化建设与应用特定发展阶段,具有强大的乘数效应、融合效应与驱动效能^[9]。但交通运输业在数字化转型过程中存在异质性、滞后性和“倒 U”现象。经文献梳理发现,研究存在以下不足:①缺乏理论基础的研究,数字交通的主体框架构成研究成果少,理论对实践的指导意义有待提高。②缺少以数字交通为特定研究对象对我国实际情况的检验,无法准确判断出数字交通与经济高质量发展之间的协调程度及时空演变历程,不利于数字交通建设的客观评价。

二、数字交通赋能经济高质量发展的现状分析

事实上,数字交通的数字存储、虚拟技术、“3S”技术、集成技术等大量核心技术均来源于“数字地球”。1999 年 11 月,中国科学院主办了第一届数字地球国际会议之后,我国政府开始积极推动全球的数字地球学科发展,数字经济、数字政府、数字普惠金融等新的研究领域不断丰富,数字交通就是其中重要组成。2019 年 7 月,交通运输部印发《数字交通发展规划纲要》,首次明确提出要推动信息化技术与交通运输业深度融合,大力发展智慧交通。2021 年 12 月,交通运输部印发《数字交通“十四五”发展规划》,系统性提出“十四五”时期要着力构建“一脑、五网、两体系”发展格局,为数字交通建设提供了指引^[3]。目前,我国数字交通已初具规模,交通基础设施数字化程度不断提升,互联网出行服务系统不断完善,“互联网+”高效物流服务模式不断创新,行业政务服务事项网办率高达 100%、基本实现“一网通办”,网络安全技术体系基本建立,信息技术创新与应用

进一步被重视,现代化高质量的国家综合立体交通网加快形成。本文综合《交通强国建设纲要》、《数字交通“十四五”发展规划》等规划精神,采用归纳演绎理论分析法,将数字交通系统建设内容分为六大子系统,并分别简述各子系统赋能经济高质量发展的现状。

(1)交通信息基础设施系统。党的“十八大”以来,我国交通基础设施以“互联网+”、“物联网+”为推动力,运用5G无线通信、人工智能等现代信息技术,基础设施的运力和效能不断提高。据《交通运输行业发展统计公报》数据,截止到2022年年底,我国高速公路总里程超17万km,高铁运营里程超4万km,万吨级及以上泊位超过2700个,光缆线路总长度超过5958万公里,5G无线通信基站231.2万个,稳居世界第一;交通运输基础设施建设已实现跨越式发展。交通信息基础设施系统主要通过推动北斗、5G无线通信等新技术与交通基础设施融合发展,促使传统交通基础设施数字转型、智能升级,提升基础设施安全保障能力和运行效率。

(2)互联网出行服务系统。2006年,国内首家专业租车网站出世以来,中国的互联网出行服务行业逐渐由“线下重资产+线上服务”向“互联网+共享经济/轻资产重服务”转变,实现了从PC端向移动端使用场景的转型升级。根据交通运输部统计,2022年网约车完成订单量69.6亿个。截至2022年末,我国已有53个城市开通运营城市轨道交通,运营线路已达到308条;城市公共汽电车已有70.94万辆。互联网出行服务系统以“全国123出行交通圈”为目标引领,通过“互联网+交通”模式提供全链条、多方式、一站式出行服务,推动旅客联程运输发展和全程服务数字化,不断提升出行舒适度、便利度。

(3)线上物流系统。据中国物流与采购联合会统计,2022年全年社会物流总额347.6万亿元,物流需求再创新高。随着铁路货运、公路货运、水路货运、航空、邮政、快递、仓储、配送等加速与移动互联网、物联网、AI、数字孪生、元宇宙等数字技术深度融合,物流企业逐步朝自动化、精细化、专

业化转型升级。全球新冠病毒感染疫情暴发后,虽线上物流系统呈现较强韧性,但物流成本普遍上涨、部分线路中断、工作人员数量骤减、全球供应链断裂、精细化需求得不到满足等不利因素使线上物流系统受到巨大冲击。

(4)交通网络安全与技术支撑系统。2021年,马来西亚航空公司近10年常旅客计划Enrich成员个人信息数据泄露事件;2016年,打车软件公司Uber全球5000万名Uber乘客、700万名Uber司机数据泄露案件,海量交通数据泄露已经不止是损害公司利益、公民个人隐私安全,还严重威胁到国家安全,交通数据安全问题已经成为了数字交通发展的“头号威胁”。《2022年网络安全年中报告》显示,全球交通行业在2022年遭遇网络攻击平均每周比2021年增加52%。这个系统旨在利用遥感技术、数据处理技术等现代化信息技术,围绕交通运输全链条、全要素、全周期,构建包含事前防范、监测预警、应急处置三位一体的网络安全防护体系。

(5)交通信息创新发展系统。创新是引领发展的第一要义,交通运输部在2022年全国交通运输工作会议强调,2021年已有19.61亿元社会资金投入交通运输科技研发,未来将加快发展智慧交通。随着交通信息创新发展系统的不断完善,数据通信技术、无线传感技术、数字孪生技术、自动控制技术等被运用到交通系统的各个节点,企业创新活力不断激发,交通数据的深层价值被进一步挖掘和开发,有效帮助政府和企业快速做出科学决策。交通信息创新发展系统以推动新一代数字技术广泛应用为发展目标,推进技术创新、服务创新、应用创新。

(6)交通运输行业信息管理服务系统。交通运输行业信息管理服务系统以建设国家综合交通运输信息平台为核心,优化“互联网+政务服务”,统筹推动交通运输政务管理和和服务联网一体化运行。推动政务信息系统整合,既是建设综合交通运输“数字大脑”的基本要求,也是深化“放管服”改革优化营商环境的内在要求。截至2022年年底,政务服务事项网办率已达到100%,政务服务事项已实现一网通办、全程网办、“省内通办”;监

管对象、监管行为、执法人员、“双随机一公开”监管工作、投诉举报等基础政务数据大量汇聚国家一体化在线政务服务平台,交通运输业政务信息系统整合成效显著^[18]。

三、模型构建与实证结果分析

(一)数字交通与经济社会系统耦合协调度分析

1. 数字交通与经济社会系统耦合协调度模型构建

本文采用耦合协调度模型,对 2015—2020 年中国 30 个省(不含西藏、港澳台)数字交通与经济高质量发展两者的交互作用进行动态分析,以分析数字交通与经济高质量发展协调适应性。本文所构建的数字交通—经济高质量发展耦合系统耦合协调度模型可表示为:

$$D = \sqrt{C \times T}$$
$$C = 2\sqrt{f(x) \cdot g(y) / [f(x) + g(y)]}$$
$$T = \alpha f(x) + \beta g(y)$$

式中, D 为耦合协调度,取值为 $0 \sim 1$; C 为耦合度,表示系统耦合作用程度, C 值越大,耦合作用越紧密; T 为综合协调指数,表示二者的整体发展水平对协调度的贡献; α 和 β 为待定系数,两个子系统均取 0.5 。

定义数字交通—经济高质量发展复合系统 $C = (f, g)$, 其中 $f(x)$ 表示数字交通系统, $g(y)$ 表示经济高质量发展系统。为消除分母为零导致的有序度为零的干扰,文中对最值乘以一个系数,系数的取值为 $1 + \gamma$ 和 $1 - \gamma$; γ 取值较小为 0.1 。结合上文中《数字交通“十四五”发展规划》等重要政策文件和邬彩霞^[19]研究成果进行推敲遴选,最后遴选出包含数字交通、经济高质量发展两个系统 9 个要素层 35 个指标层的数字交通—经济高质量发展耦合系统指标体系。指标层权重计算方法采用熵权法,要素层权重由指标层合成而来(见表 1)。

表 1 数字交通与经济高质量发展综合评价系统

系统	要素层(权重)	指标层(单位,属性,权重)
数字交通(f)	交通基础设施系统(f_1)	铁路运输网密度 f_{11} (公里/平台千米,+);公路运输网密度 f_{12} (公里/平台千米,+);交通运输业固定资产投资额占比 f_{13} (%,+)
	互联网出行服务系统(f_2)	城市轨道交通运营总里程 f_{21} (公里,+);公共汽车运营线路总长度 f_{22} (公里,+);旅客周转量 f_{23} (亿人公里,+);旅客运输量 f_{24} (万人,+)
	线上物流系统(f_3)	货物周转量 f_{31} (亿吨公里,+);货运量 f_{32} (万吨,+);物流业增加值占第三产业增加值的比重 f_{33} (%,+)
	交通网络安全与技术支持系统(f_4)	互联网普及率 f_{41} (%,+);移动电话交换机容量 f_{42} (万户,+);光缆密度 f_{43} (公里/平方千米,+);数字金融指数 f_{44} (**,+)
	交通信息创新发展系统(f_5)	科研和开发机构研究与试验发展(R&D)资金经费支出 f_{51} (亿元,+);交通运输、仓储和邮政业电子商务销售额 f_{52} (亿元,+);软件业务收入 f_{53} (万元,+);专利数量 f_{54} (个,+)
	交通运输行业信息管理服务系统(f_6)	交通运输部主动公开政务信息数 f_{61} (条,+);交通运输部政府网站政策解读数量 f_{62} (条,+);按时处理依申请公开事项数 f_{63} (条,+)
经济高质量发展(g)	经济发展子系统(g_1)	GDP 增长速度 g_{11} (%,+);第一产业对 GDP 的贡献率 g_{12} (%,-);第二产业对 GDP 的贡献率 g_{13} (%,+);第三产业对 GDP 的贡献率 g_{14} (%,+);城市化率 g_{15} (%,+);城镇人均可支配收入 g_{16} (元,+);农村人均可支配收入 g_{17} (元,+)
	社会发展子系统(g_2)	每万人医疗机构床位数 g_{21} (张,+);第一产业就业人员占比 g_{22} (%,-);第二产业就业人员占比 g_{23} (%,+);第三产业就业人员占比 g_{24} (%,+)
	生态发展子系统(g_3)	PM2.5 年度均值 g_{31} (毫克/立方米,-);二氧化硫排放量 g_{32} (万吨,-);氮氧化物排放量 g_{33} (万吨,-)

在计算各指标熵值前,为消除选取评价指标间存在的类型不一致和量纲不一致带来的差异影响,本文将先对指标进行极差标准化处理。

本文将数字交通与经济高质量发展的系统耦合水平划分为 5 个阶段。

表 2 数字交通与经济高质量发展系统耦合协调度划分标准

序号	耦合协调度 T 值范围	发展阶段
1	$(0.00 - 0.4]$	失调阶段
2	$(0.4 - 0.6]$	过度发展阶段
3	$(0.6 - 0.7]$	初级耦合协调阶段
4	$(0.7 - 0.8]$	中级耦合协调阶段
5	$(0.8 - 0.1]$	高级耦合协调阶段

2. 数字交通与经济高质量发展耦合协调度分析

由表3可知,2015—2020年期间,我国数字交通建设水平虽不断提高,但综合评价整体偏低,平均值为0.42,在2020年测算值为0.717,达到最大值,整体上数字交通系统处于快速发展阶段,数字交通系统初具雏形。受外部环境和新冠疫情影响,数字交通在2020年发展速度整体放缓,互联网出行服务系统、线上物流系统及交通信息创新发展系统整体呈现出先升后降的“倒U”特征,说明这些子系统本身发展的不稳定性。在数字交通六大子系统中,交通网络安全与技术支撑子系统发展最好,在2020年达到0.801,线上物流、交通基础设施系统发展较为落后,峰值处也只有0.432和0.645,处于发展完善阶段。总体来看,各子系统的建设水平差距大,系统间的融合叠加效应不足,建设水平有待提高。

表3 2015—2022年我国数字交通各系统发展水平

年份	f	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6
2015	0.165	0.267	0.182	0.423	0.132	0.124	0.130
2016	0.217	0.329	0.229	0.451	0.218	0.163	0.175
2017	0.326	0.412	0.300	0.551	0.414	0.200	0.324
2018	0.416	0.461	0.372	0.623	0.563	0.386	0.330
2019	0.680	0.564	0.743	0.490	0.694	0.528	0.776
2020	0.717	0.645	0.692	0.432	0.801	0.741	0.740

表4展示了中国六大区域观测期内系统耦合协调的基本特征。各区域间系统耦合协调水平存在明显的异质性,长期存在发展不充分不平衡现象。华东地区长期处于高级耦合协调阶段,且遥遥领先于其他地区,稳居区域层面的第一阶梯水平。华北和中南地区数字交通与经济高质量发展的系统耦合协调性属于区域层面的第二阶梯水平,但中南地区在2019年开始,逐渐实现良好耦合。东北、西南和西北地区数字耦合协调性属于区域层面的第三阶梯水平。其中,东北、西北地区

表4 2015—2022年我国六大区域耦合协调度

年份	华北地区	东北地区	华东地区	中南地区	西南地区	西北地区
2015	0.818	0.235	0.995	0.735	0.462	0.176
2016	0.844	0.549	0.995	0.455	0.487	0.100
2017	0.795	0.422	0.995	0.286	0.474	0.148
2018	0.763	0.694	0.871	0.287	0.483	0.180
2019	0.876	0.223	0.995	0.736	0.487	0.176
2020	0.822	0.316	0.995	0.674	0.252	0.204

均缓慢上升,而西南地区耦合协调度在2020年降为失调阶段。

省域间数字交通与经济高质量发展的系统耦合度整体上数字交通发展指数普遍都比经济高质量发展指数小,但二者的差距在逐渐缩小,观测期内已出现个别年份、个别省份数字交通发展指数大于经济高质量发展指数的现象,如广东省、山东省等。省域间耦合协调度差距较大,西南、西北地区大部分地区在观测期间均处于失调状态,出现“高者恒高、低者恒低”的锁定效应。随着数字鸿沟的逐渐形成,将加剧社会的不平等,不利于区域协调发展。

(二)数字交通与经济高质量发展空间溢出效应分析

构建空间计量模型,深入研究数字交通对经济高质量发展的空间效应。采用Moran's I指数法计算地理距离矩阵下各年度的空间效益,两系统的全局莫兰指数均为正值,并都通过1%水平上显著性检验(见表5)。

表5 2015—2020年数字交通与经济高质量发展全局自相关检验

年份	Digl		ESDS	
	Moran' I	Z 值	Moran' I	Z 值
2015	0.131 ***	5.022	0.100 ***	4.279
2016	0.099 ***	4.056	0.077 ***	3.472
2017	0.126 ***	4.874	0.103 ***	4.517
2018	0.103 ***	4.181	0.083 ***	3.708
2019	0.141 ***	5.307	0.112 ***	4.559
2020	0.131 ***	5.022	0.120 ***	4.808

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%有统计学意义。

1. 数字交通对经济高质量发展的时空效应模型构建

借鉴Anselin(2001)^[20]对SAR和SEM两个模型的推导,构建数字交通与经济高质量发展空间自回归模型SAR和空间误差模型SEM。被解释变量为经济高质量发展指数,核心解释变量6个,选取数字交通6个子系统中权重值相对最大的指标为各子系统代表。先对6大变量数据进行标准化处理,然后采用F、Hausman、Wald、LM、LR检验等计量检验,对空间滞后模型(SLM)、空间误差模型(SEM)和空间自回归模型(SAR)的拟合效果进行分析判断。通过替换变量、改变计量方法进行稳

健性检验,证明基准回归结果的稳健性。

空间误差模型 SEM:

$$ESDS_{it} = \beta_0 + \beta_1 TRM_{it} + \beta_2 PTR_{it} + \beta_3 FRT_{it} + \beta_4 TCL_{it} + \beta_5 IPN_{it} + \beta_6 PIT_{it} + \rho \sum_j w_{ij} ESDS_{it} + \varepsilon_{it}$$

ESDS 是上文计算所得的经济高质量发展指数; *TRM* 是交通基础设施系统(F_1)中的铁路网密度; *FRT* 是互联网出行服务系统(F_2)中的旅客周转量; *FRT* 是线上物流系统(F_3)中的货运量; *TCL* 是交通网络安全与技术支撑系统(F_4)中的光缆密度; *IPN* 是交通信息创新发展系统(F_5)中的专利数量; *PIT* 是交通运输行业信息管理服务系统(F_6)中的交通运输厅(交委会)政府网站政策解读数量; i 为年份; t 为省份; w_{it} 为地理距离矩阵的元素,采用欧氏距离计算; ε 为扰动项。

表 6 中模型(1)~模型(3)分别是带有时间固定、空间固定、时间空间双固定的空间误差面板数据模型;模型(4)是将电缆密度指标替换为熵值与之相近的数字金融指数;模型(5)是基于时间固定的空间杜宾模型,可以看出基于时间固定的空间误差模型为最优模型(模型 1)。

表 6 模型估计结果

解释变量	ESDS				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>trm</i>	0.123 8 *** (5.147 6)	-0.018 7 (-0.596 0)	-0.020 0 (-0.664 8)	0.175 2 *** (7.211 1)	0.195 3 *** (5.844 0)
<i>ptr</i>	-0.117 9 *** (-3.793 9)	0.140 9 (1.601 5)	0.083 5 (0.938 9)	-0.141 6 *** (-4.237 2)	-0.139 0 *** (-4.229 3)
<i>frt</i>	-0.058 0 ** (-2.064 3)	0.212 7 ** (2.252 9)	0.261 5 *** (2.822 4)	-0.037 9 (-1.252 3)	0.009 9 (0.308 8)
<i>tcl</i>	0.274 6 *** (8.599 7)	0.609 1 *** (2.840 2)	0.673 5 *** (2.909 7)	-	0.276 8 *** (7.935 7)
<i>dft</i>	-	-	-	0.251 4 *** (5.902 9)	-
<i>ipn</i>	0.253 9 *** (9.770 0)	-0.066 5 (-0.923 8)	-0.033 0 (-0.481 9)	0.227 7 *** (7.168 4)	0.240 5 *** (6.370 8)
<i>pit</i>	0.021 9 (1.167 5)	-0.012 0 (-0.866 3)	-0.018 2 (-1.273 9)	-0.016 3 (-0.779 4)	0.022 1 (1.202 9)
<i>rho</i>	-0.606 9 *** (-2.823 3)	0.670 2 *** (8.060 0)	-0.639 1 * (-1.906 9)	-0.605 7 *** (-2.629 0)	-0.614 7 * (-1.665 3)
<i>sigma2_e</i>	0.002 7 *** (9.385 0)	0.001 1 *** (9.412 1)	0.000 9 *** (9.386 0)	0.003 2 *** (9.477 8)	0.002 3 *** (9.378 8)
年份固定	YES	NO	YES	YES	YES
省份固定	NO	YES	YES	NO	NO
样本量	180	180	180	180	180
R^2	0.723	0.253	0.341	0.687	0.722

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 有统计学意义;圆括号内的数值为标准误。

2. 数字交通对经济高质量发展的时空效应分析

SEM 模型中各变量前的回归系数除交通运输厅政府网站政策发布数量(*PIT*)显著性不强、货运量(*FRT*)只达到 5% 显著性水平外,其他变量前的回归系数都达到 1% 的显著性水平,但各变量的贡献度和作用不同。

(1) 电缆密度(*TCL*)的回归系数最大,为 0.274 6,表明电缆密度每提高 1%,对经济高质量发展的贡献度为 0.274 6%,电缆密度是交通网络安全与技术支撑系统的一个代表性指标,强大的交通运输网络安全与技术支撑对经济高质量发展具有最直接的关键性作用,对各类耦合协调水平发展的驱动效应更大。事实上,交通网络安全工作对国家安全、国计民生和公共利益都有重要影响,而且随着交通运输领域数字化进行的加快,其支撑保障力度作用也将持续增强^[19]。

(2) 专利数量(*IPN*)、铁路网密度(*TRM*)两项的回归系数是 0.253 9、0.123 8,两指标对经济高质量发展的作用也较大。专利数量是交通信息创新发展系统的一个代表性指标,它对经济高质量发展的贡献度几乎接近电缆密度变量,科技创新已成为国际战略博弈的主要战场,加快建设交通强国,必须把科技创新放在更加突出的核心地位^[16,20]。铁路网密度是交通基础设施系统的一个代表性指标,交通运输基础设施系统对数字交通发展起到基础支撑作用,通过不断推进交通基础设施智能化升级,实现“人享其行,物畅其流”,助推经济社会高质量发展。

(3) 旅客周转量(*PTR*)、货运量(*FRT*)的回归系数是 -0.117 8、-0.058 0,旅客周转量、货运量分别是互联网出行服务系统、线上物流系统的代表性指标。两项指标对经济高质量发展的作用为抑制作用,可能因为我国区域间系统发展不平衡不充分导致。“转型期”内整体上我国交通运输业内生动力不足,产业结构升级转型成效不显著,高端运输市场需求有待培育,定制化、个性化、多样化的服务产品供给能力有待提高。

(4) 交通运输厅政府网站政策解读数量(*PIT*)对经济高质量发展的具有促进作用,回归系数为

0.021 9,政府治理体系和治理能力的现代化对于经济社会高质量发展是非常重要的。但其系数不显著,可能是目前各省交通运输厅虽根据本地区实际情况对政策法规文件进行差异化解读,但数据的采集、融合、共享与交换不能有效衔接、“互联网+政务服务”系统还不完善,政务服务跨域治理整体效能不佳,从而导致该变量暂未产生明显集聚效应。

四、数字交通赋能经济高质量发展存在的问题及原因分析

(1)缺乏全面系统的数字交通建设顶层设计规划,数字交通系统发展不平衡不充分。“十四五”时期是加快实现交通运输行业数字化转型的关键时期,规划文件对各地区数字交通建设有着重要的引领指导作用。据统计,截至到2022年年底,全国只有6个省份(浙江省、广东省、江西省、贵州省、云南省和河南省)出台数字交通“十四五”规划专项文件,大部分地区还处于起步阶段,政策制定存在“滞后”性。同时,部分数字交通“十四五”规划存在全链条一站式多元服务体系设计难落地、行业间的融合发展模式待开发、城乡融合数字资源共享途经较少等问题。

(2)政务服务标准化程度低,交通运输行业信息管理服务系统集约效应不足。加强数字政府建设是营造数字交通生态系统、加快数字化发展的必然要求。虽然交通运输部已大力推进政务数据标准化、制度化、规范化,但目前政务服务一体化平台系统运行常出现卡顿闪退、数据有时意外丢失安全性不足、系统设计过于复杂、数据采集过程中存在大量“二次录入”、多源数据重复录入现象等问题严重制约前端数据采集。要素标准不统一、数据共享应用机制不健全、一体化的数据库体系不完善、数据质量考核标准较低等因素影响政务数据标准化程度。

(3)市场化运营机制不健全,互联网出行服务系统、线上物流系统溢出效应不显著。数据要素市场培育尚处前期探索阶段,产业结构转型升级成效不显著,市场定制化、个性化、多样化的服务产品供给能力有待提高,部分企业还停留在传统的“等客上门”、简单单一、薄利走量运营模式,市

场竞争意识和能力不足,对客户需求的挖掘深度不够,互联网出行服务系统、线上物流系统对经济社会的乘数效益、技术溢出效益没有发挥出来。且运输服务旅客周转量、货运量对华东、中南等地区产生极化效应,对西北、东北等地区产生扩散效应。

(4)建设泛在感知设施全覆盖难度大,交通运输基础设施系统网络效应不明显。西南、西北和东北地区地区人口外流严重,已建设的铁路网络利用率普遍偏低,出现财政亏损问题,对经济拉动效应减弱。数字交通要求实现交通基础设施全要素、全周期数字化,需求量巨大;但实际上我国自动驾驶、数字孪生等先进信息技术与交通运输的融合深度、广度仍显不足,国产设备在“新基建”应用中稳定性不强,释放的数字红利低于预期。另外,农村信息化水平低,设备标准化推广与应用困难,泛在连接、泛在感知、泛在智能的网络信息系统还处于发展完善阶段^[17]。

五、数字交通赋能经济高质量发展的对策建议

(1)加大各省份数字经济专项资金中数字交通所占比例,推动完善差异化投融资政策。组织清扫社会资本投资乡村数字技术设施的隐性障碍,积极营造市场化、法治化、国际化的营商环境。坚持政府主导,鼓励支持引导社会资本参与,创新合作模式,破解地方财政压力过大和责任不明确等难题。

(2)全面梳理数字交通标准化建设需求,有序推进交通基础设施全要素、全周期数字化建设。深入研究编制交通信息基础设施系统、互联网出行服务系统、线上物流系统、交通网络安全与技术支持系统、交通信息创新应用系统、交通运输行业信息管理服务系统六大系统标准体系建设指南。加快制定修订交通运输行业产业交叉融合发展等应用标准。

(3)创新“数字交通+”服务模式,打造数字化交通生态体系。提升“数字大脑”数据收集处理、共享应用和科学决策能力,提高数据资源开发利用水平。推进数字交通产品、服务、技术在乡村振兴、智慧城市、数字政府、智慧交通、车路协同、自动驾驶、设备生产销售、技术咨询服务等领域的新商业模式创新,推动交通运输业由依靠传统要素

驱动向更加注重创新驱动转变。

(4) 推进政务数据共享互认, 发展高效协同的数字政务。以政务服务一体化平台为依托, 推进高频道路运输政务服务事项“一件事一次办”。健全跨部门业务协同长效机制, 解决“数据壁垒”和“信息孤岛”难题。强抓政务新媒体建设管理工作, 定期发布政务动态、政策解读、回应关切类政务信息, 牢筑政企、政民沟通桥梁。

(5) 健全数字交通网络安全监测与保护机制, 严守数字交通“底线红线”。筑牢可信可控的数据安全屏障, 是数字交通高质量发展的重要前提^[1,8]。健全数字交通的网络安全保护规范和协作机制, 推进公共数据、企业数据、个人数据分类分级建设标准和使用规范, 共同构建“三位一体”的全局性数字交通主动防御安全体系。

(6) 探索“政产学研用”协同合作机制, 为数字交通建设提供智力支撑。数字交通还处于起步发展阶段, 属于萨伊型行业^[9]。鼓励各主体单位积极打造“政产学研用”协同平台, 共同筹划数字交通、智慧交通实验室和研究基地建设, 引导多方共同根据本地市场需求开展 MaaS 系统、数字孪生场景等开发应用工作, 积极推出各类创新服务项目。

(7) 推动城乡数字交通共建共享, 激活乡村振兴新动能。以“城市交通大脑”建设为契机, 加快乡村信息基础设施建设, 积极发展智慧交通, 推进城乡间要素的自由流动^[13]。践行“出行及服务理念”, 优化多式联运“无缝衔接”。挖掘农村电商直播商机, 探索“交通+农业”新模式。推动基础设施领域的“感知提质”, 破解农村公路“重建轻养”难题。

参考文献:

- [1] 陈晓红, 李杨扬, 宋丽洁, 等. 数字经济理论体系与研究展望[J]. 管理世界, 2022, 38(2): 13-16, 208-224.
- [2] 中华人民共和国交通运输部. 数字交通“十四五”发展规划[EB/OL]. (2021-10-25) [2023-08-08]. https://xx-gk.mot.gov.cn/2020/jigou/zhghs/202112/t20211222_3632469.html.
- [3] 田秀娟, 李睿. 数字技术赋能实体经济转型发展: 基于熊彼特内生增长理论的分析框架[J]. 管理世界, 2022, 38(5): 56-74.
- [4] 周正祥, 戴红梅. 交通强国铁路先行促进中西部综合交通运输体系优化研究[J]. 长安大学学报(社会科学

版), 2021, 23(5): 41-51.

- [5] 孙久文, 张静, 李承璋, 等. 我国集中连片特困地区的战略判断与发展建议[J]. 管理世界, 2019, 35(10): 150-159, 185.
- [6] 孙伟增, 郭冬梅. 信息基础设施建设对企业劳动力需求的影响: 需求规模、结构变化及影响路径[J]. 中国工业经济, 2021(11): 78-96.
- [7] 刘秉镰, 武鹏, 刘玉海. 交通基础设施与中国全要素生产率增长: 基于省域数据的空间面板计量分析[J]. 中国工业经济, 2010(3): 54-64.
- [8] XU W A, ZHOU J, YANG L, et al. The implications of high-speed rail for Chinese cities: connectivity and accessibility [J]. Transportation research part A: policy and practice, 2018(116): 308-326.
- [9] 文雁兵, 张梦婷, 俞峰. 中国交通基础设施的资源再配置效应[J]. 经济研究, 2022, 57(1): 155-171.
- [10] 马光荣, 程小萌, 杨恩艳. 交通基础设施如何促进资本流动: 基于高铁开通和上市公司异地投资的研究[J]. 中国工业经济, 2020(6): 5-23.
- [11] 刘洋, 董久钰, 魏江. 数字创新管理: 理论框架与未来研究[J]. 管理世界, 2020, 36(7): 198-217, 219.
- [12] 柳卸林, 王宁, 吉晓慧, 等. 中心城市的虹吸效应与区域协调发展[J]. 中国软科学, 2022(4): 76-86.
- [13] 周正祥, 杨钰卓. 乡村振兴背景下推进湖南省“四好农村路”高质量发展的战略思考[J]. 长沙理工大学学报(社会科学版), 2023, 38(3): 102-109.
- [14] FENG Y Z, ZHAO J D, SUN H J, et al. Choices of intercity multimodal passenger travel modes [J]. Physica A: statistical mechanics and its applications, 2022(600): 127500.
- [15] YANG B L, SUN S L, LI J Y, et al. Traffic flow prediction using LSTM with feature enhancement [J]. Neurocomputing, 2019(332): 320-327.
- [16] 龚维进, 徐春华, 王宇琼. 交通基础设施促进中国区域经济增长长期增长的作用及机制分析[J]. 长沙理工大学学报(社会科学版), 2020, 35(3): 76-88.
- [17] 李文钊. 数字界面视角下超大城市治理数字化转型原理: 以城市大脑为例[J]. 电子政务, 2021(3): 2-16.
- [18] 唐天伟, 刘文宇, 江晓婧. 数字经济发展对我国地方政府公共服务效率提升的影响[J]. 中国软科学, 2022(12): 176-186.
- [19] 邹彰霞. 中国低碳经济发展的协同效应研究[J]. 管理世界, 2021, 37(8): 105-117.
- [20] ANSELIN L. spatial effects in econometric practice in environmental and resource economics [J]. American journal of agricultural economics, 2001(83): 705-710.

(本文责编: 润 泽)