

分类号 _____
U D C _____

密级 _____
编号 10741

兰州财经大学

LANZHOU UNIVERSITY OF FINANCE AND ECONOMICS

硕士学位论文

(专业学位)

论文题目 河南省数字经济发展水平测度及影响因素研究

研究生姓名: 周鹏超

指导教师姓名、职称: 王永瑜 教授

学科、专业名称: 应用统计

研究方向: 经济统计

提交日期: _____

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： 周鹏超 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 张永琦 签字日期： 2024.6.3

导师(校外)签名： _____ 签字日期： _____

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： 周鹏超 签字日期： 2024.6.3

导师签名： 张永琦 签字日期： 2024.6.3

导师(校外)签名： _____ 签字日期： _____

Study on measurement and influencing factors of digital economy development level in Henan Province

Candidate :

Supervisor:

摘 要

数字化技术的迅猛发展正在重塑全球经济结构,并在全球竞争中起到关键性作用。这一进程不仅推动了技术革新和产业结构的转型,还加速了经济的持续增长。推动数字经济的快速发展被明确为构建新发展格局建设和现代化经济体系的有效途径和着力点。河南作为典型的内陆省份,深入实施数字化转型战略,推动数字经济深度发展已经成为河南发展的迫切需求。基于此,为了全面评估河南省在数字经济领域的进展情况,本文构建了一套科学的指标体系,通过实证分析,深入分析了河南省数字经济的发展状况,并探讨了影响其进步的关键因素。

本文依据河南省数字经济发展政策,建立了一个包含数字化治理、数字产业化、技术创新能力、产业数字化以及数字基础设施五大方面的评价指标体系。通过应用熵权 TOPSIS 法,对 2017 至 2021 年间河南省及其 17 个地级市(济源示范区除外)的数字经济发展状况进行了全面评价。在此基础上,利用 Dagum 基尼系数分析了河南省四大经济区域在数字经济方面发展的差异性,并探究了其发展的时间与空间变化。最后,利用过去五年内 17 个地市的的面板数据,本研究采用固定效应模型深入分析了促进河南省数字经济进步的关键影响因素。

通过对河南省的数字经济发展分析以及影响因素的实证研究,本文得出以下结论:第一,河南省数字经济的综合发展水平呈上升趋势,五个维度相较于 2017 年的综合评价值均有大幅增长,其中技术创新能力的综合评价值增幅最大;第二,相较于 2017 年,2021 年的河南省各地市数字经济发展水平综合评价值均呈上升趋势,但仍有部分城市在部分年间存在下降趋势,不同地市之间发展差距较大,大部分地市存在偏维度发展现象;第三,河南省各经济区差异性呈现先升高再降低的趋势,且数字经济发展水平不均衡的主要原因是经济区之间的发展不均衡;第四,河南省数字经济单一区间集中度不断增加,呈现出较为明显的空间差异和分散特征;第五,促进经济发展水平的提高、推进产业结构优化、提高对外开放水平以及地区规模的扩大,均有利于提升数字经济发展水平。最后,基于以上研究结果,提出可行建议,以期促进河南省数字经济的整体发展。

关键词: 数字经济 测度 影响因素 熵权 TOPSIS 模型 Dagum 基尼系数

Abstract

With the development of technologies, the digital is becoming the key to restructuring the global economy and transforming the global competitive in recent years. The rapid digital economy inspires the global economic society in technological change, the dynamics of the technological industrial structure, accelerate development. Promoting the development of digital economy is clearly seen as an effective means and a focal point to build and modernize the economic system in the new development configuration. As a typical henan inland province, it has become an urgent need for henan's development to implement its strategy of deep digital transformation and promote its deep digital economy.

On this basis, it is necessary to carry out a comprehensive and accurate assessment of the level of development of the digital economy in henan province, summarize the current state and explore the development law. This article examines in depth the level of development of the digital economy in henan province and the factors that influence its development by establishing a system of scientific indicators and empirical modeling. Based on the policy related to the development of the digital economy of henan province, this article builds a system of indicators to evaluate the level of the digital economy of henan province from aspects: digital industrialization, technological innovation capacity, industrial digitization

and digital infrastructure, the entropy power TOPSIS model was also used to globally assess the level of development of the digital economy of henan province as a whole as well as the 17 provincial municipalities (except jiyuan demonstration district) for the period 2017-2021. On this basis, differences in development of economy in the four economic zones of henan province were assessed using the Dagum gini coefficient and their spatial and temporal evolution was studied. Finally, a fixed-effect model was selected to analyze the factors influencing the development of the economy in henan province using panel data from 17 municipalities over the past five years.

Based on the digital economy in henan province and the empirical study of the factors that influence it, this article draws the following conclusions: first, the level of integrated development of the digital economy in henan province has an upward trend, and the value of the overall assessment of five dimensions has increased significantly compared to 2017. The value of the overall assessment of technological innovation capacity has the largest increase; Second, compared to 2017, the overall assessment of the level of development of the digital economy in all cities of henan province in 2021 shows an upward trend, but some cities still have a downward trend in some years. The development gap between the different municipalities is significant and most of them have a two-dimensional development phenomenon; Third, the differences

between the economic zones of henan province show a tendency to increase before decreasing, and the main reason for the uneven level of development of the digital economy is the uneven development between the economic zones; Fourth, the single-interval concentration of the digital economy in henan province is increasing, with more obvious spatial differences and dispersal characteristics; Fifthly, promoting the raising of the level of economic development, promoting the optimization of the industrial structure, increasing the level of openness to the outside world and expanding the regional size are beneficial to raising the level of development of the digital economy. Finally, based on the above research results, we formulate viable proposals to promote development of the digital economy in henan province.

Keywords: digital economy measure; influencing factors; entropy weight; TOPSIS model; Dagum Gini Coefficient

目 录

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1 绪论 | 9 |
| 1.1 研究背景及意义 | 9 |
| 1.1.1 研究背景 | 9 |
| 1.1.2 研究意义 | 10 |
| 1.2 国内外相关文献综述 | 11 |
| 1.2.1 数字经济内涵相关研究 | 11 |
| 1.2.2 数字经济评价指标体系相关研究 | 12 |
| 1.2.3 数字经济测度方法相关研究 | 14 |
| 1.2.4 数字经济影响因素相关研究 | 15 |
| 1.2.5 文献述评 | 16 |
| 1.3 研究内容及方法 | 17 |
| 1.3.1 研究内容 | 17 |
| 1.3.2 研究方法 | 18 |
| 1.3.3 技术路线图 | 19 |
| 1.4 创新之处 | 20 |
| 2 河南省数字经济发展水平评价指标体系的构建 | 21 |
| 2.1 数字经济概念界定 | 21 |
| 2.2 评价指标体系的构建 | 21 |
| 2.2.1 评价指标体系构建的理论依据 | 21 |
| 2.2.2 评价指标体系的构建原则 | 23 |
| 2.2.3 评价指标的选取与解释 | 24 |
| 2.2.4 河南省数字经济发展水平评价指标体系 | 27 |
| 3 河南省数字经济发展水平综合评价 | 30 |
| 3.1 评价方法与数据来源 | 30 |
| 3.1.1 评价方法的基本原理 | 30 |
| 3.1.2 数据来源 | 33 |
| 3.2 河南省数字经济发展水平综合评价及分析 | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.1 数字经济总体发展水平分析 | 34 |
| 3.2.2 分维度数字经济发展水平分析 | 37 |
| 3.3 河南省地级市数字经济发展水平评价及分析 | 39 |
| 3.3.1 各地级市总体数字经济发展水平分析 | 39 |
| 3.3.2 各地级市分维度数字经济发展水平分析 | 43 |
| 4 河南省数字经济发展水平的地区差异性及时空演进分析 | 52 |
| 4.1 河南省数字经济发展水平地区差异性分析 | 52 |
| 4.1.1 测度地区差异性分析的方法 | 52 |
| 4.1.2 数字经济发展水平地区差异性分析 | 53 |
| 4.2 河南省数字经济发展的时空演进分析 | 58 |
| 4.2.1 数字经济发展水平时间演进过程分析 | 58 |
| 4.2.2 数字经济发展水平空间演进过程分析 | 59 |
| 5 河南省数字经济发展水平的影响因素分析 | 62 |
| 5.1 影响因素的选取依据与变量选择 | 62 |
| 5.1.1 影响因素的选取依据 | 62 |
| 5.1.2 变量选择 | 64 |
| 5.1.3 数据来源 | 65 |
| 5.2 模型设定与结果分析 | 66 |
| 5.2.1 模型设定 | 66 |
| 5.2.2 结果分析 | 68 |
| 6 研究结论及政策建议 | 71 |
| 6.1 研究结论 | 71 |
| 6.2 政策建议 | 72 |
| 6.3 研究不足与展望 | 73 |
| 参考文献 | 74 |
| 致 谢 | 79 |

1 绪论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

推动数字经济快速发展是塑造新发展格局以及构建现代化经济体系的有效途径和着力点。推进数字化转型，加快实体经济与数字经济融合可为国民经济发展增添活力，是抓住新机遇的战略选择。在 2016 年，G20 峰会推出的《G20 数字经济合作与发展倡议》，对数字经济的概念给出了清晰界定。根据该倡议，数字经济被描述为一种经济模式，它主要依赖于数字化的知识和信息作为生产的关键要素。这种经济的显著特点是现代信息网络的广泛应用，作为信息传递的主要手段，同时，高效的信息通信技术应用是其发展的驱动力，这使得社会交流变得更加灵活、迅速和智能化。

在 2020 年 10 月召开的中国共产党第十九届中央委员会第五次全体会议上，提出了发展数字经济的关键使命。这包括推动数字产业的发展和现有产业的数字化转型，以及促进数字经济与实体经济体系的紧密结合。2023 年 4 月，根据中国信息通信研究院公布的数据显示，2022 年中国的数字经济总量达到了五十万亿元，年增长率为 10.3%，这一增长率连续第十一年超越了名义 GDP 的增长速度。数字经济在国内生产总值中所占的比例为 41.5%，对中国经济的高质量发展起到了关键性的作用。

河南省位于中国中部，是连接华北、华东、西北和西南的交通枢纽，绝佳的地理位置使得河南成为国家交通运输的要冲，有助于促进区域间的经济合作和交流。数字经济在经济发展中扮演着举足轻重的角色，成为各地区经济增长的新引擎。《河南省数字经济发展报告（2022）》指出，自 2021 年起，河南省大力实施数字化转型战略，建立健全数字经济发展政策体系，努力创造有利于数字经济发展的生态环境。2021 年，河南省数字经济发展呈现强劲韧性和活力，为“十四五”数字经济发展奠定了良好基础。相对于东部地区省份，河南省虽在科技创新方面存在一定差距，但其数字经济具有巨大发展潜力。《2023 年河南省数字经济发展工作方案》明确了加快构建新发展格局战略机遇的目标，加速实现数字强省

的战略目标。该方案明确了六大发展方向，包括实施新型基础设施提升工程、发展壮大数字经济核心产业、加快推动产业数字化转型、深入推进数字化治理、实施数据价值化行动以及优化数字经济发展环境。

随着数字经济在我国国民经济中的地位越来越重要，数字经济的发展也被时代赋予了新命题，而河南作为典型的内陆省份，深入实施数字化转型战略，推动数字经济深度发展已成为河南发展的迫切需求。基于上述背景，本文旨在对河南省数字经济发展水平进行研究。全面评估河南省及其各市的数字经济增长状况，深入探讨地区间的差异及其背后的影响要素，目的是为了给予河南省数字经济进步的数据支持和政策制定的参考。

1.1.2 研究意义

《2023年河南省数字经济发展工作方案》强调全面贯彻党的二十大精神，并充分贯彻新发展理念，紧密关注加快构建新发展格局战略机遇，深入实施数字化转型战略。因此，以河南省为研究对象对数字经济发展水平展开研究，具有一定的理论和实践意义。

(1) 理论意义

本研究有助于扩展区域视角数字经济发展评价研究。目前，从省际层面开展对河南省数字经济发展的研究十分有限。通过对政府文件和学者研究报告的系统梳理，本文选择了技术创新能力、数字产业化、产业数字化、数字化治理、数字基础设施这五个维度构建指标体系。这一研究内容有助于对河南省数字经济发展评价体系的深入研究，为现有研究提供了有效的补充。

目前，数字经济研究主要集中在某些行业的数字化水平，而且大多数研究着眼于宏观总体层面，对于特定地区的数字经济发展评价较为有限。本文采用熵权TOPSIS模型、Dagum基尼系数等方法对河南省数字经济发展水平及其演变趋势进行了分析，为今后对其他地区展开研究提供崭新的研究思路。

(2) 实践意义

本研究通过定量研究方法对河南省及其地级市的数字经济增长情况进行了分析，这有助于深入把握河南省及其下属各市在数字经济领域的当前状况和未来发展趋势，其次，能够有效的使各个地级市补齐短板并发挥其优势，最终，根据

河南省数字经济的实际情况,提出具有实施价值的建议,这对促进河南省数字经济的进步至关重要。

为推动区域内数字经济均衡发展提供有效决策依据,为其他地区的研究提供有效参考。本文结合了河南省以及省内 17 个地级市(除济源示范区以外)2017—2021 年的面板数据,在测度河南省数字经济发展水平的基础上,深入分析了河南省数字经济发展的地区差异、时空演进过程以及影响因素,为探究省域内数字经济均衡发展提供了科学决策依据。同时河南省作为内陆省份,其数字经济发展特征具有一定代表性,可以为其他省份提供经验借鉴。

1.2 国内外相关文献综述

1.2.1 数字经济内涵相关研究

首次提及“数字经济”这一概念是在 1996 年,由美国学者 Don Tapscott 所阐述, Tapscott 将数字化的信息和知识视作数字经济的核心要素,并把电子商务视为该经济形态发展中的一个新阶段。尽管如此,他并没有为数字经济提供一个明确的定义。此后,数字经济逐渐成为众多学者研究的焦点。Beomsoo Kim(1999)提出数字经济由信息通信技术和电子商务两大部分组成。Brent Moulton (2002)将数字经济描述为通过数字方式进行商务交易的经济活动。Georgiadis (2013)视数字经济为传统行业与数字技术融合后的转型结果。BEA (2018)将数字经济分为基础设施、电子商务活动和数字媒介三个部分。在沙特 G20 峰会(2020)上,与会者达成共识,认为所有通过数字技术实现的经济产出均属于数字经济的领域。

虽然国内在数字经济研究方面开始较晚,但目前已取得了相对丰富的成果。在 2016 年的 G20 杭州峰会上,与会各国通过了《G20 数字经济发展与合作倡议》,其中将数字经济描述为依托现代信息网络作为核心渠道,以数字化知识和信息作为核心生产资源,并以信息通信技术的有效运用作为提高效率和改善经济结构的主要驱动力的一系列经济活动。

在学术界,对数字经济的内涵讨论主要围绕着数字经济的推动力和特征、发展方向以及技术支持这三个方面展开。

何泉吟(2013)将数字经济定义为传统产业通过新型数字化技术实现的升级,包括积极的产品创新、产业重组与业务融合,形成了通讯网络、媒体及文化艺术的新型产业模式。李长江(2017)认为经济形态中数字经济的概念源自信息技术和信息化进程。张翱和孙久文(2020)指出,数字经济的内涵是指数字技术将实体环境与虚拟环境相互转化的过程。崔保国等(2020)指出,数字经济主要由媒体和互联网领域产生的实体商品与非物质服务组成。陈剑(2021)认为数字经济是一种经济活动,其核心生产要素是数据,同时数字信息技术在其中扮演着关键的推动角色。杨文溥(2021)指出数字经济通过信息与通讯技术推动工业经济向信息经济转变,推动经济高质量发展。张千等(2022)的观点表明,数字经济展现出数据驱动、数字转型、智能创新、资源共享以及普及利益等关键属性。刘亭(2022)认为数字经济领域的应用普及在信息科技领域,不仅代表了该技术进步的终极目标,同时也是传统实体行业向更高层次转型的关键标志。赵国喜(2023)通过数字技术创新的推动力、数据作为生产要素的角色,以及实体经济与数字经济的相互融合与共同成长这三个关键方面,对当前数字经济的本质特点进行更深层次的解读。姚树洁(2024)认为,数字经济为了达到质量、动力与效率的变革,以新型的业态与模式来促进智能化升级改造。沈坤荣(2024)认为数据元素的嵌入特性以及数字技术赋予的能力广泛,共同促成了数字经济的深度渗透、高度整合以及丰富创新等属性。

1.2.2 数字经济评价指标体系相关研究

国外对于数字经济指标体系的研究始于1996年,当时联合国国际电信联盟(ITU)首次提出了信息化发展指数(IDI)。在2017年,ITU对IDI进行了修改和补充。该指数包括十一个要素,涵盖了发展环境与效果以及信息化基础设施等方面。世界经济论坛于2002年提出了网络就绪指数(NRI),该指数分为四大类:环境、就绪程度、使用情况和影响力。OECD提出一套认可度较高的数字化水平评价指标体系,具体提出了三十八个指标。欧盟(2014)提出了欧盟数字经济和社会指数(DESI),并在2018年进行了完善。DESI主要涵盖技术集成、数字化服务以及数字应用等五个方面,目的是为了衡量欧盟数字经济发展水平。

在数字经济发展水平指标体系的研究中,国内外学者持有各自独特的观点,

目前尚无统一标准。2017年，中国信息通信研究院发布了数字经济指数（DEI）用于测度数字经济的发展水平。同年，上海社会科学院发布了全球数字经济竞争力指数，并在2018年进行了改进，该指数包括数字设施、数字产业以及数字创新等四个竞争力维度。腾讯研究院在2017年发布了“互联网+”数字经济指数，涵盖四个分维度，覆盖了14个一级指标和135个二级指标。在2017年，新华三集团首次推出了城市数字经济指数（DEI），并在2022年对该指数进行了更新，目的是为了衡量中国不同城市在数字经济方面的发展程度。阿里研究所于2018年发布了全球数字经济发展指数，涵盖五个维度：数字消费者、数字研究、数字公用事业、数字产业生态和数字基础设施，以展示数字经济的水平、结构和发展道路。

此外，许多学者也从不同的角度构建了数字经济评价指标体系，大多研究者基于经济效益、社会进步视角、城市高质量发展视角和ICT卫星账户框架研究视角构建数字经济评价指标体系。

张雪玲和陈芳（2018）建立了中国数字经济评价指标体系，该体系基于产业结构优化、经济效率提高以及社会进步等方面。杨仲山和张美慧（2019）基于国际ICT卫星账户构建了中国数字经济卫星账户框架，包括使用表、投资矩阵表以及生产信息补充表等四个方面。赵涛（2020）深入探讨了数字经济如何赋能城市高质量发展的问题，从互联网发展和数字金融普惠两方面进行研究。李鹏勇（2021）通过考量基础资源、融合发展及网络安全等五个维度，对江苏省内各地级市的数字经济增长状况进行了评估。旷冬红（2022）针对江西省的数字经济发展质量，建立了一个评价指标体系，该体系包括四个关键领域，分别为数字治理、数字创新、数字基础设施和数字产业。吕东阳（2022）将数字经济分为四个维度，分别是数字政务发展、产业创新协调、数字基建以及数字化融合，用于测度上海市数字经济发展水平。刘庆（2023）建立了一套评估数字乡村发展水平的指标体系，该体系涵盖了信息基础设施、经济新兴模式和数字生产四个主要方面。另外，聂昀秋等（2023）从效益与规模和技术创新能力等方面构建了我国数字经济发展水平的测度体系。白茹等（2024）遵循科学、操作便捷、比较性和动态变化的原则，建立了评估体系，涵盖核心数字产业、产业融合以及数字发展的潜在能力四大方面。何其（2024）通过层次分析法建立数字经济实力的评价指标，并进行实

证研究。该研究从技术应用、产业发展、价值创造以及宏观经济指标等五个方面，对我国数字经济的竞争力进行评估。

1.2.3 数字经济测度方法相关研究

国际货币基金组织在 2018 年的《数字经济测算》报告中界定了数字经济，包括数字化活动、信息通信技术（ICT）产品与服务、在线平台及其相关活动，通过生产方法估算 ICT 的附加值，并使用回归分析来补充未被计入的部分。美国经济分析局（U. S. Bureau of Economic Analysis）在同一年发布报告指出，数字经济由数字基础设施、数字媒体和电子商务三个核心组成。而根据 Murthy K. V. Bhanu 在 2021 年的研究，他通过分析 GDP 等发展指标和数字化变量的增长趋势，将数字经济视为信息通信技术进步的体现，涵盖了通信服务代表、固定电话用户数、移动电话用户数和固定宽带用户数这四个衡量指标，并通过增长模型探讨了过去 15 年中发展中国家、发达国家及全球经济体间的相互关系和格兰杰因果关系。

国内现有文献有关数字经济测度的方法主要可以分为构建指标体系法和直接估算法两类。

直接估算法通过明确界定数字经济的边界来执行计算，目的是确定数字经济的整体规模。彭刚等（2020）遵循“先考虑贡献度、再分析增量、最后计算总量”的逻辑顺序，应用增长核算框架对中国数字经济的总规模进行了评估。陈亮（2021）采用投入产出分析法，并根据中国数字经济的实际运作情况与国家经济行业的分类体系，对 2017 年中国数字经济的体量进行了评估。李征等（2023）对福建省的数字经济及其产业间的相互影响进行了数值研究，依据 2017 年该省的投入产出表，开发了一个数字经济的投入产出模型，并应用产业相互作用的分析技术，分别对数字产业的形成、产业的数字化程度以及它们对中间投入、最终需求和原始投入的相关系数进行了计算。

通过建立一套综合性的指标系统，指标体系推算法全面地分析了数字经济的发展质量。在中国，众多研究机构例如中国信息通信研究院、腾讯研究院和上海社会科学院等，都基于各自的视角开发了衡量数字经济发展的指数，并进行了相应的计算工作。陈芳（2019）使用熵值法对中国数字经济发展质量进行了全面评

估，从四个维度建立了指标体系：经济效率、社会进步、结构优化以及资源和环境改善。蓝国姣（2020）创建了一套评估中国中部地区数字经济发展程度的指标体系，并应用熵权法来评价中部六省的数字经济进展。刘传辉等（2021）对六个主要城市群数字经济水平进行了量化分析，并通过可视化手段呈现了这些城市群的数字经济发展状况及其在地理空间上的分布特性。

1.2.4 数字经济影响因素相关研究

国外学者 Lane（1999）介绍了美国联邦政府如何应对数字经济对社会和经济的长期影响。他认为，电子商务的发展与信息技术的互相联通密不可分，数字经济在国家社会经济发展中扮演着重要的角色。Vu 等人（2007）基于对多个国家及全球经济机构的现实情况研究后指出，在工业化国家中，信息技术对经济增长起到了推动作用。而 Huang（2019）的研究中强调，信息传输主要通过改变交易的频率和用户规模，对数字经济的扩张带来了积极影响。

国内现有文献主要关注数字经济对各行业的影响，对数字经济发展影响因素的研究多集中在信息基础设施、政府科技投入和经济对外程度以及政府政策支持等方面。

在现有的数字经济发展影响因素研究中，王彬燕（2018）的研究发现信息基础设施水平、政府科技投入以及经济对外程度都对数字经济产生积极影响。陈芳（2019）的研究指出高技术产业的发展、光缆长度和互联网普及率等因素在提高数字经济水平方面起到关键作用。钟业喜（2020）的研究发现，数字经济发展水平受到城市等级、产业结构和信息化水平的显著影响。宋洋（2020）指出，为了推动数字经济的增长，必须在核心产业、创新体系、商业氛围、市场监管和数据商业化等关键领域实施深化改革。曾燕等（2022）的研究发现，数据资源和数字技术促进了消费金融模式的持续创新，为经济增长注入了新动力。刘丽等（2023）分析了技术创新、环境政策、金融发展、对外开放程度和地方政府财政支出等因素对数字经济进步的影响。孔雯（2023）指出，为了促进新企业的数字化转型并提升数字经济的发展水平，应当着手提升人力资本质量、增强政策扶持的强度，并根据地区的具体情况制定相应的策略。马德稷等（2023）提出，新的供需关系、基础设施建设、经济基础、数字化程度、产业模式和人才资源等因素对数字经济

的扩张起到了显著作用。曹建飞（2024）认为数字经济对高质量增长的推动作用会显著加强，建议通过提高服务业中数字经济的融入程度以及推动该领域数字技术的创新，以促进数字经济的整体发展水平。

1.2.5 文献述评

经过对现有文献的概括，我们可以发现，全球范围内对数字经济的研究正变得越来越详尽。随着研究工作的持续深化，数字经济的内涵也在逐渐扩展和丰富。但已有研究对数字经济的定义较为宽泛，因此对于数字经济的定义仍需进一步探讨与界定。

目前对于数字经济综合评价指标体系方面的研究暂时没有形成统一标准，多数研究侧重于具体行业主体的数字化评价，少数研究以省域或市域角度进行数字经济发展水平评价，对于构建多维度评价体系的研究更少一些，因此对于多维度指标体系构建的研究还需不断完善。

在研究方法方面，关于数字经济发展水平测度的研究方法越来越多样性，直接估算法和构建指标体系推算法是目前应用较多的方法。直接估算法是在对数字经济的范围进行界定的基础上进行计算，因为数字经济的定义及范围还未形成统一的结论，因此对于直接估算法的使用还有待深入探讨。构建指标体系推算法目前相对而言比较主流，不少研究机构对数字经济发展构建了指标体系，但是研究视角主要基于国家层面，基于河南省的研究则相对匮乏。

关于数字经济发展影响因素的研究，在内容上主要集中于信息基础设施、政府科技投入和经济对外程度及政府的支持力度等方面且在视角上主要是基于国家层面，而针对河南省的数字经济发展影响因素研究则十分匮乏。因为每个省的经济发展都有其特殊性，影响因素不能一概而论，因此根据河南省现实情况所展开的数字经济发展影响因素研究还需不断完善。

综上所述，关于河南省数字经济发展水平的研究还有待完善，本研究综合考虑河南省数字经济发展现状，以经济增长理论和技术-经济范式理论为指导，结合《2023年河南省数字经济发展工作方案》和国家统计局于2021年颁布的数字经济统计分类以及前人研究成果，构建出一套可行的河南省数字经济发展评价指标体系，对河南省数字经济发展水平的地区差异性、时空演进及影响因素进行分

析，为提高河南省数字经济发展水平并减少区域间的发展差距，同时提供了理论和数据上的支持。明确了河南省数字经济发展的长处与待改进之处，并给出了有针对性的措施和建议，旨在推动河南省数字经济发展水平的提高。

1.3 研究内容及方法

1.3.1 研究内容

本文共六个部分，各部分内容具体如下：

第一章：绪论。本章首先介绍本文的研究背景和研究意义，对国内外学者关于数字经济发展的相关文献进行归纳梳理，总结已有文献的研究成果，最后介绍本文的主要研究思路、研究内容以及创新点。

第二章：河南省数字经济发展评价指标体系的构建。本章首先介绍了近年来河南省数字经济发展的相关政策；然后以经济增长理论为理论指导原则，结合《2023年河南省数字经济发展工作方案》和国家统计局（2021）颁布的统计分类以及前人研究成果，选择合适的指标来建立一个具有代表性且适用的河南省数字经济发展评估指标系统，并阐述每个指标的具体意义及其数据获取的途径。

第三章：河南省数字经济发展水平综合评价。利用河南省及其下属地市的相关指标数据，应用熵权 TOPSIS 方法计算 2017 至 2021 年河南省数字经济发展的综合评价得分，探讨各指标的权重分配及其随时间的变化趋势，并对该省不同方面的数字经济增长进行统计性分析；接着，计算出 17 个地级市的数字经济发展综合评价得分，并进行横向比较分析，以评估各地市的数字经济发展状况。

第四章：河南省数字经济发展水平的地区差异性发展及时空演进分析。首先，介绍分析地区差异性的方法 Dagum 基尼系数的计算原理，再分析出河南省 17 个地级市分为中原城市群、豫北、豫西豫西南以及黄淮四大经济区的区域内差异以及区域间差异，并针对差异性进行进一步的趋势分析。然后采用核密度估计对河南省各地市数字经济发展水平随时间变化格局进行分析，最后使用 Arcgis 自然断点法制成地图分析其空间分布特征。

第五章：河南省数字经济发展的影响因素分析。对河南省数字经济可能受到的影响因素进行定性探讨，挑选出相应的解释性变量，并运用固定效应的面板数

据模型开展实证分析，随后依据模型的估计结果，深入剖析各个影响因素的作用方向和影响力度。

第六章，研究结论与政策建议。初始步骤是依据分析成果归纳出文章的研究结论；接着，依照这些结论，制定出相应的策略性建议，旨在为后续关于地区数字经济水平的研究工作提供指导和参考。

1.3.2 研究方法

(1) **文献分析法**。本研究聚焦于“数字经济进步”这一核心议题，通过广泛审阅国内外数字经济领域的学术文献，从数字基础设施建设、数字产业的发展、传统产业的数字化转型、技术创新能力提升以及数字化管理等五个维度进行整合分析；通过持续的归纳和对照，揭示了当前研究的短板与潜在的改进路径，旨在为未来在该领域的研究工作提供借鉴和参考。

(2) **综合评价分析法**。本研究选取了与数字基础设施、数字产业成长、产业的数字化转型、技术创新实力和数字化管理相关的适宜指标，建立了一套适用于评估河南省数字经济发展的实用指标体系；接着，利用熵权 TOPSIS 评价方法对河南省及其各地市的数字经济发展状况进行了综合性的评估分析。

(3) **比较分析法**。在综合评估河南省及其各地市的数字经济发展水平时，本文不仅对比了河南省及各地市在不同时间点的数字经济发展状态，还分析了河南省内部各城市之间的数字经济发展差异；同时，利用 Dagum 基尼系数对河南省各地市在不同年份的数字经济发展差异进行了深入比较。

(4) **面板回归模型法**。本文在研究影响河南省数字经济发展的因素时，依据来自 17 个地市的面板数据，运用固定效应模型对关键影响因素进行了实证分析。

1.3.3 技术路线图

本文技术路线图由图 1.1 所示：

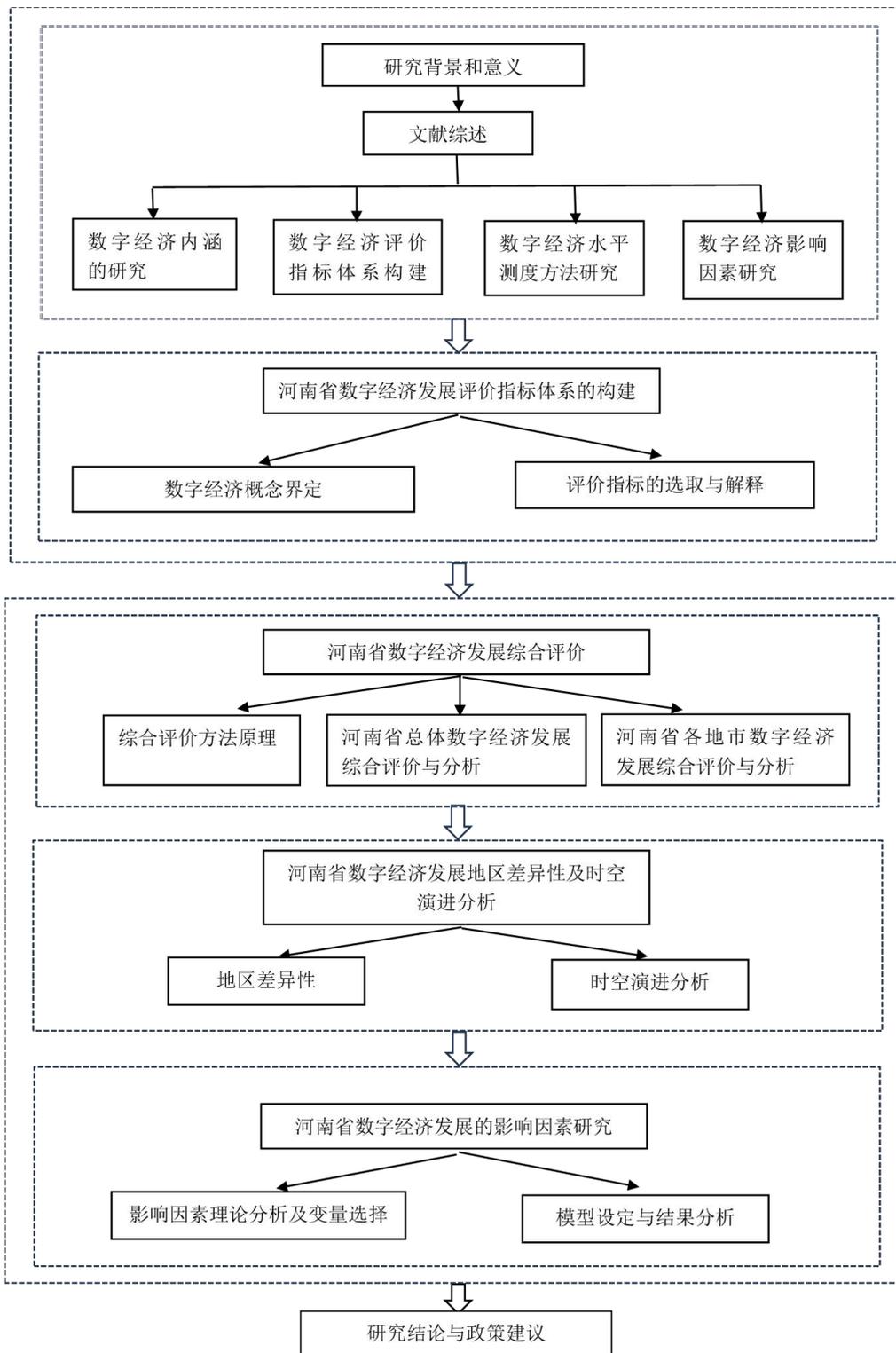


图 1.1 技术路线图

1.4 创新之处

(1) 从研究内容上看, 本研究所建立的河南省数字经济发展评估指标体系, 旨在更准确和全面地映射河南省数字经济的实际发展状况。目前, 数字经济发展评估的研究多聚焦于特定行业的数字化评价, 或是从全国层面出发的数字经济探讨, 而针对省市级数字经济发展水平的评估研究相对较少。本文在以解释数字经济内涵为根本, 结合河南省数字经济发展的实际, 从五个维度选取指标构建评价指标体系, 该指标体系不仅能够全方位地、科学地衡量河南省数字经济的发展程度, 同时也是对数字经济评估研究领域的一项探索性贡献和创新实践。

(2) 从研究角度来看, 目前定量分析数字经济发展的研究主要集中在国家层面, 而对于特定地区数字经济的定量分析较为有限, 尤其是对河南省及其地市的定量研究更是稀缺。本文针对河南省的数字经济发展进行了深入的、系统的定量分析, 不仅为深入了解河南省数字经济的现状、特性和发展趋势提供了实证数据, 也为区域性数字经济的定量研究贡献了新的参考案例。

2 河南省数字经济发展水平评价指标体系的构建

2.1 数字经济概念界定

在 1996 年, Don Tapscott 首次引入了“数字经济”这一术语, 他认为随着互联网时代的到来, 数字经济逐渐兴起, 并将电子商务视为其核心要素。Nicholas Negroponte 将数字经济描述为现实世界与虚拟世界通过数字网络实现互动的经济形态。到了 1999 年, 美国商务部扩展了对数字经济的理解, 将其定义为不仅包含互联网, 还涵盖信息技术的进步。

在 2016 年的 G20 峰会上, 数字经济被定义为一种经济形态, 其核心在于利用数字化的知识和信息作为生产的关键要素, 依托现代信息网络作为主要的传播渠道, 并通过有效运用信息通信技术来推动效率的提高和经济结构的优化。中国信息通信研究院对数字经济的定义强调了数字化知识和信息的关键作用, 数字技术创新的推动力量, 以及现代信息网络的重要地位。数字经济通过与实体经济的深度整合, 持续提升传统产业的数字化和智能化程度, 促进了经济和政府治理方式的创新转型。逢健等人在 2013 年提出, 数字通信技术构成了数字经济发展的基础载体。

本文基于国际和国内的理论研究以及我国数字经济近期的发展趋势, 提出观点认为数字经济主要依赖数字化资源作为关键生产要素, 以新型媒体网络为核心传播渠道, 并通过信息通信技术 (ICT) 的高效运用, 涵盖了生产、交易、管理、消费以及社会管理等各个方面的经济活动。

2.2 评价指标体系的构建

2.2.1 评价指标体系构建的理论依据

(1) 经济增长理论

经济学领域中, 经济增长问题占据着中心地位。学者们运用平衡分析手段和多样的经济模型来探究一定时期内经济增长的演变趋势, 这展现了一个国家或地

区在该时段内生产产品与服务的能力及其人均福利的提升程度。在探讨经济增长的理论时，专家们特别关注诸如资本、劳动力、体制、技术等促进经济增长的关键因素。随着时代的变迁，经济学家关注的重点也有所不同，部分人专注于一个或多个生产要素的研究，从而形成了多种经济增长的理论观点。

古典经济学派首次将增长理念与经济理论相融合，开创了新古典增长理论的先河。这一理论主要探讨了劳动力与资本作为推动经济增长的主要生产要素，并指出经济增长具有潜在的持续性。概括古典经济学家的贡献，我们可以认为经济增长主要依赖于生产要素的投入，尽管这一过程受到边际效益递减原则的约束。这一发现为新古典经济学的进一步发展提供了理论支撑。

当代经济增长理论拓展了视野，不再只关注单一的生产要素，而是涵盖了更广泛的要素范围。该理论的演进可分为三个主要时期：初期，经济学家专注于资本积累，认为这是促进健康且稳定经济增长的关键因素；中期，部分学者开始探讨资本、劳动力和技术等多种生产要素，认为它们是索洛模型所体现的经济增长的核心动力；后期，经济学家进一步将知识、技术等新要素纳入考量，形成了内生增长理论，这是经济增长理论的新篇章。

依据经济学领域内的增长理论，数字经济的兴起成为经济增长的新源泉和推动力。一方面，数字技术作为关键生产要素的革新与进步，不仅促进了数字通信行业的兴起，也为传统行业的数字化转型提供了新的机遇。在此基础上，通过选取恰当的指标，构建了衡量数字产业化的评估体系。另一方面，企业利用数字技术优化了生产和管理模式，提升了运营效率与经济效益。因此，同样选取了合适的指标，建立了评估产业数字化的体系。本研究分析了多个生产要素，并依据经济增长理论探讨了河南省数字经济的发展水平及其影响要素。

（2）数字经济技术-经济范式理论

经济学家 Carlota Perez 在 1983 年提出了技术-经济范式的概念，详细描述了技术革新如何触发经济转型的全过程，这一过程分为理论的提出、框架的建立和理论的进一步发展三个主要阶段。Friedman 与 Lusson 将技术-经济范式定义为一种社会经济生产活动，其中创新技术被应用于改变经济结构、社会运作方式和经济体制。在数字经济的背景下，互联网、大数据、云计算和人工智能等数字技术及其基础设施在推动经济发展中展现出深远的渗透力和扩展力，这正是技术-

经济范式核心思想的体现。

数字经济的兴盛标志着技术-经济范式转换的新纪元。依据技术-经济范式演进的理论，该范式的整体架构通常包含三个关键层面：新技术的研发与应用、主导经济领域的形成、以及新经济模式的整合与普及。在数字经济的背景下，技术-经济范式结构主要聚焦于以数字技术为基石的数字基础设施体系（例如信息技术、大数据、云服务），以及以数字化产业和产业数字化为关键的产业体系。

该架构不仅展现了数字经济的关键要素和构建部分，还阐明了其发展的驱动力和变化逻辑。数字经济通过数字技术的大范围运用和数字产业的构建，重塑了社会经济的运作方式，并催生了全新的经济增长原则、体制和方式。本文基于数字经济技术-经济范式理论建立了数字基础设施、技术创新能力和数字化治理三个维度的指标体系。

2.2.2 评价指标体系的构建原则

（1）科学性原则

构建评价标准系统应依托恰当的理论与现实情境。挑选标准时，应坚守科学准则，保证选定的标准既与理论相契合，又与现实相适应。唯有在科学原则的支撑下，所构建的评价体系才能展现出更高的逻辑性与精确度，其得出的结论也将更贴近实际真相。

（2）全面性原则

选择指标时需确保其能全方位、高效且精确地映射研究主题的实际状态，防止出现遗漏或重复评估的问题。确保指标覆盖的广泛性是关键，这样才能对河南省数字经济的进展进行一个全面而系统的评定。

（3）可获得性原则

指标的选取需确保其与实际情况相符，并便于搜集与获取。科学与全面是构建评价体系的基础，而指标的可获取性则保障了该体系的顺畅与有效运用。在此过程中，我们不仅需保证数据的易获取性，还须确保数据的真实可靠性。

（4）系统性原则

综合考虑指标体系的构建对于确保研究的科学性和精确度至关重要，这有助于形成一个全面的评估体系。为了真实捕捉河南省各城市数字经济的关键特性，

所选指标应形成一个既有内在联系又保持独立性的有机整体。

2.2.3 评价指标的选取与解释

根据前文研究内容，本文以经济增长理论和数字经济技术-经济范式理论为指导，结合《2023年河南省数字经济发展工作方案》和国家统计局颁布的《数字经济及其核心产业统计分类（2021）》，以现有区域化数字经济发展水平评价指标体系为参考，构建了涵盖数字基础设施、数字产业化、产业数字化、数字化治理和技术创新能力5个一级指标、11个二级指标以及33个三级指标的河南省数字经济发展水平评价指标体系。

（1）数字基础设施

数字基础设施对于数字经济发展具有重要意义，完备的数字基础设施为数字经济发展提供保障，其完备程度对地区的经济发展具有积极的促进作用。

本文将数字基础设施分为新型数字基础设施和传统数字基础设施两个维度，本文最终采取国际互联网用户数和每百人互联网用户数2个指标来反映新型数字基础设施维度内容，国际互联网用户数和每百人互联网用户数反映数字基础设施的普及程度，即人们在全球范围内使用互联网的广泛程度。更多的用户意味着更大的数字基础设施使用群体，表明该地区数字经济的覆盖面和参与度。

本文用移动电话用户数、每百家企业拥有网站数和宽带接入端口代表传统基础设施维度，移动通信网络和宽带网络的建设需要大量的基础设施投资。因此，用户数和接入端口数的增长也反映了国家或地区对于传统数字基础设施的投资和建设水平。

（2）数字产业化

近些年，5G等新兴信息技术的快速兴起，使得中国数字经济产业的演变被视为评估数字经济发展的关键指标。面对当前直接衡量数字化产业指标的不足，采纳了与信息技术领域相关的数字化指标，以此映射中国数字经济产业的成长态势。这些指标主要衡量数字经济的扩展规模和企业数量，尤其聚焦于数字产业的规模和企业数量等关键维度。

本文将数字产业化分为产业规模和产业种类两个二级指标。选取电信业务总量、技术市场成交额和邮政业务总量代表产业规模维度，这三个指标的成交额反

映了数字技术的广泛应用和市场需求。数字产业化依赖于先进的技术和创新，数字化产业规模的扩大通常伴随着电信业务的增长、技术市场的繁荣以及邮政业务的拓展。因此，这些指标提供了评估数字产业化产业规模的实用手段。

本文选取信息传输、软件和信息技术服务业单位数、交通运输、仓储及邮政业企业单位数和科学研究和技术服务业企业单位数代表产业种类维度，这些单位数的变化可以反映数字产业化中不同领域的发展趋势。通过监测这些数字，可以了解数字经济在不同行业中的扩张情况，从而更好地评估数字产业化的整体发展状况。这些产业种类的单位数是数字经济和产业发展的重要衡量指标，因为它们直接关联到数字化技术在经济各个方面的应用。

（3）产业数字化

随着数字经济的快速扩张，数字技术与各传统领域的紧密结合已经改变了众多行业的传统发展路径。制造业通过最大化网络和数据潜力，实现了精确度和产出效率的大幅进步。同时，新的商业模式和形态不断涌现，为数字经济的进一步扩展带来了更广阔的发展空间。

本文将产业数字化分为农业数字化、工业数字化和服务业数字化三类。选取机耕面积、农村用电量、农业机械总动力和农林牧渔业总产值代表农业数字化，农业数字化往往涉及到现代农业技术和机械的运用，而机耕面积的增加通常意味着农业生产中机械化和自动化程度的提高。农村用电量的增加可以反映农业生产中数字化技术的广泛应用，包括用于农业机械、智能灌溉系统、温室大棚等设备的电力消耗。农林牧渔业总产值是农业综合生产水平的综合体现，数字化技术的应用通常能够提高农业生产效益、降低成本，从而对农业总产值产生积极影响。

本文选取规模以上工业单位数和工业总资产贡献率来代表工业数字化，数字化发展通常伴随着自动化、智能化的生产方式，因此规模以上的工业单位通常更容易引入数字技术，提高生产效率。工业总资产贡献率是指规模以上工业单位的总资产对整个工业总资产的贡献比例。数字化发展通常需要大量的投资，而工业总资产贡献率的提高表明规模以上的工业单位在工业总体中的资本占比较高，这意味着更多的投资用于引入数字技术、信息技术和先进制造技术，从而推动工业数字化水平的提升。

本文选取信息传输、软件和信息技术服务业企业营业收入、科学研究和技术

服务业企业营业收入和交通运输、仓储及邮政业企业营业收入代表服务业数字化。它们的营业收入能够反映数字技术在服务业中的广泛应用和市场需求，表征着服务业数字化发展的水平。这些行业的企业营业收入在很大程度上反映了数字技术的采用程度和服务业的数字化水平。数字化技术的应用往往与企业的生产力、效率和创新密切相关，因此，这些指标成为评估服务业数字化发展水平的有力指标。

（4）数字化治理

数字化治理的两个主要方面是数字政府和发展环境。这个方面着重考察数字化进程如何积极地影响民生改善和人民福利的增加，同时也关注通过服务供给促进更广泛的人群参与政府公共事务，从而增强社会的整体满意度。

本文选取政府网站信息发布数、政府网站访问量、政府在线办理率和政府信息公开申请数来代表数字政府。政府网站信息发布数的增加表示政府在向公众提供更多相关信息方面取得了进展，有助于提高政府的透明度。较高的访问量意味着更多的公众在关注政府的活动，说明政府网站在向公众传递信息和建立互动渠道方面的效果较好。在线办理率反映了政府在线服务的效能，高在线办理率表示政府提供的在线服务得到了广泛应用，公众更愿意通过数字平台完成相关事务，提高了行政效率。政府信息公开申请数反映了公众对政府信息透明度的关切程度。较高的信息公开申请数表示公众对政府决策过程和信息了解的需求增加，政府的信息公开工作受到了关注。这些指标不仅反映了数字政府在信息公开、互动与参与、服务效能等方面的表现，还可以为政府评估自身的数字化发展水平提供重要依据。

本文选取数字普惠金融使用深度和数字普惠金融覆盖广度来代表数字发展环境。深度指标通常涉及数字普惠金融服务的质量和效能。如果数字普惠金融的深度提高，意味着更多的人能够享受到高质量、创新的金融服务。广度是指数字普惠金融服务覆盖的人群范围，覆盖面越广，越多的人能够融入数字金融体系。

（5）技术创新能力

本文将数字创新能力分为技术资源和人才资源两个维度。本文选取 R&D 经费投入、R&D 占地区 GDP 比重、科学技术支出和专利授权数代表技术资源。投入更多的 R&D 经费可以促使科研机构、企业和其他组织进行更深入、更广泛的研究，推动技术创新的不断发展。R&D 占地区 GDP 的比重是衡量一个地区在总

产值中用于研发的相对比例。较高的比重通常表示该地区更加重视技术创新，愿意投入更多资源用于研究和开发，有助于提高技术资源的开发程度。科学技术支出是反映一个地区对科技的投入的指标，这包括科研机构、高校、企业等单位在科技方面的开支，直接关系到技术资源的积累和发展。专利授权数的增加表明一个地区创造了更多的新技术，并得到了法律上的保护。专利数量的增长反映了技术资源的积累和创新能力的提升。这些指标可以更全面地了解该地区技术资源的发展程度，为政府和企业制定科技创新战略提供参考和指导。

本文选取 R&D 人员数、信息传输、计算机服务和软件业从业人员占比和信息传输、软件和信息技术服务业法人单位数代表人才资源。研发人员是科技创新的核心力量，其数量和素质直接关系到技术创新的水平。较多的 R&D 人员通常意味着更强大的创新团队，更高的创新活力，有助于推动技术的不断进步。信息传输、计算机服务和软件业从业人员的高占比通常代表该地区或行业在信息技术和软件方面拥有较强的人才储备，对于技术创新和数字化转型至关重要。较多的法人单位数通常意味着一个更为繁荣的技术创新生态系统，包括企业、创业公司等，从而促进人才的培养和集聚。通过这些指标可以更全面地了解一个地区或行业在技术创新方面的人才储备和发展程度，为科技创新提供基础支持。

2.2.4 河南省数字经济发展水平评价指标体系

基于上述研究，本文从数字基础设施、数字产业化、产业数字化、数字化治理和技术创新能力 5 个一级指标、11 个二级指标以及 33 个三级指标来构建河南省数字经济发展水平评价指标体系。如表 2.1 所示：

表 2.1 河南省数字经济发展水平评价指标体系

| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 | 单位 | 属性 |
|--------|--------|------------|----|----|
| 数字基础设施 | 新型基础设施 | 国际互联网用户数 | 户 | 正向 |
| | | 每百人互联网用户数 | 户 | 正向 |
| | 传统基础设施 | 移动电话用户数 | 万户 | 正向 |
| | | 每百家企业拥有网站数 | 个 | 正向 |
| | | 宽带接入端口 | 万个 | 正向 |

续表 2.1 河南省数字经济发展水平评价指标体系

| | | | | |
|--------|------------------|---------------------------|------------------------|----|
| | | 电信业务总量 | 亿元 | 正向 |
| | 产业规模 | 技术市场成交额 | 亿元 | 正向 |
| | | 邮政业务总量 | 亿元 | 正向 |
| 数字产业化 | | 产业种类 | 信息传输、软件和信息技术服务业单 位数 | 个 |
| | 交通运输、仓储及邮政业企业单位数 | | 个 | 正向 |
| | 科学研究和技术服务业企业单位数 | | 个 | 正向 |
| | | | | |
| | 农业数字化 | 机耕面积 | 千公顷 | 正向 |
| | | 农业用电量 | 亿千瓦 | 正向 |
| | | 农业机械总动力 | 万千瓦 | 正向 |
| | | 农林牧渔业总产值 | 亿元 | 正向 |
| 产业数字化 | 工业数字化 | 规模以上工业单位数 | 个 | 正向 |
| | | 工业总资产贡献率 | % | 正向 |
| | | | | |
| | 服务业数字化 | 信息传输、软件和信息技术服务业企 业营业收入 | 亿元 | 正向 |
| | | 科学研究和技术服务业企业营业收入 | 亿元 | 正向 |
| | | 信息传输、软件和信息技术服务业企 业营业收入 | 亿元 | 正向 |
| 数字化治理 | 数字政府 | 政府网站信息发布数 | 条 | 正向 |
| | | 政府网站访问量 | 次 | 正向 |
| | | 政务在线办理率 | % | 正向 |
| | | 政府信息公开申请数 | 条 | 负向 |
| | 数字发展环境 | 数字普惠金融使用深度 | - | 正向 |
| | | 数字普惠金融覆盖广度 | - | 正向 |
| 技术创新能力 | 技术资源 | R&D 经费投入 | 亿元 | 正向 |
| | | 科学技术支出 | 亿元 | 正向 |
| | | R&D 经费占地区 GDP 比重 | % | 正向 |
| | | 专利授权数 | 项 | 正向 |

续表 2.1 河南省数字经济发展水平评价指标体系

| | | | |
|------|------------------|---|----|
| | R&D 人员数 | 人 | 正向 |
| 人才资源 | 信息传输、计算机服务和软件业从业 | | |
| | 人员占比 | % | 正向 |
| | 信息传输、软件和信息技术服务业法 | | |
| | 人单位数 | 个 | 正向 |

3 河南省数字经济发展水平综合评价

3.1 评价方法与数据来源

3.1.1 评价方法的基本原理

目前,综合评价领域内常用的研究方法包括熵值法、主成分分析、德尔菲法以及 TOPSIS 法等。

熵值法依据各指标的变化幅度来判定权重,变化幅度越大的指标,其携带的信息量越丰富,对评价结果的作用也越显著,因此其权重相对较高。主成分分析法作为一种客观的权重分配手段,依赖于数据的正态分布特性,但其提取的主成分往往缺乏明确的解释性。德尔菲法则依赖专家评分来反映指标的重要性,这种方法容易受到主观判断的影响。而 TOPSIS 法则通过加权标准化数据,识别出最优和最劣方案,根据各方案与这两个极值的距离来进行排序,从而确定各个方案的优劣。

因此本文采用熵权法和 TOPSIS 法相结合的评价方法,计算得出权重之后,加权计算各地区的综合指数得分,根据综合指数的得分情况分析地区经济的发展情况。本文首先对 2017-2021 年河南省数字经济的发展水平进行纵向综合评价,其次对河南省内各城市数字经济水平进行相互比较和评估,目的是为了识别河南省在数字经济成长过程中的薄弱环节,并探究其数字经济的发展模式。

(1) 熵权法

为了确保跨年份和不同研究对象之间的比较有效性,本研究运用了全局熵权方法来分配指标权重,这涉及到将时间因素和地区因素整合到一起,并基于面板数据来计算这些权重。全局熵权法的实施步骤包括以下环节。

1. 评价指标值归一化处理

设目标数据样本共有 l 个年份, m 个样本评价对象, n 个评价指标, x_{aij} 为第 a 年第 i 个对象的第 j 个指标值,其中 a 表示年份($a=1,2,\dots,l$), i 表示评价对象($i=1,2,\dots,m$), j 表示评价指标($j=1,2,\dots,n$)。为了消除样本数据不同量级的影响,采用如下公式进行归一化处理:

若为正向指标:

$$x'_{aj} = \frac{x_{aj} - x_{j\min}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad (3-1)$$

若为负向指标:

$$x'_{aj} = \frac{x_{j\max} - x_{aj}}{x_{j\max} - x_{j\min}} \quad (3-2)$$

式中, x'_{aj} 为归一化后的指标数值, $x_{j\max}$ 为第 j 个指标在所有年份的所有对象中的最大值, $x_{j\min}$ 为第 j 个指标在所有年份的所有对象中的最小值。为了使后续取对数计算有意义, 在这里进行非负平移处理, 平移的单位为 0.0001, 非负平移后的结果还是用 x'_{aj} 表示。

2. 指标同度量化

计算第 j 个指标下第 i 个样本值的比重 θ_{aj} :

$$\theta_{aj} = \frac{x'_{aj}}{\sum_{\alpha=1}^l \sum_{i=1}^m x'_{aj}} \quad (3-3)$$

3. 计算第 j 个指标的信息熵值 e_j

$$e_j = -\frac{1}{\ln ml} \sum_{\alpha=1}^l \sum_{i=1}^m \theta_{aj} \ln \theta_{aj} \quad (3-4)$$

4. 计算第 j 个指标的冗余度 (效用度) d_j

$$d_j = 1 - e_j \quad (3-5)$$

5. 计算第 j 项指标权重 ω_j

$$\omega_j = \frac{d_j}{\sum_j d_j} \quad (3-6)$$

(2) TOPSIS (接近理想解排序法)

本研究采用 TOPSIS 方法, 该方法首先设定一个理想状态, 其中河南省数字经济评价指标体系的所有指标均达到最佳水平的正理想解决方案, 以及所有指标均处于最差水平的负理想解决方案。接着, 计算河南省各个年度和地区的评估向量与这两个理想解之间的欧几里得距离。最终, 根据这些距离, 确定每个评估向

量与正理想解的接近程度,同时与负理想解的远离程度,以此计算出相对接近度,该接近度作为评估的综合得分。具体操作步骤如下。

1. 构建决策矩阵

设决策问题的方案集有 m 个可行解, $M = (M_1, M_2, \dots, M_m)$; 目标集有 n 个指标, $N = (N_1, N_2, \dots, N_n)$, 则决策矩阵 D 为:

$$D = \begin{pmatrix} D_{11} & D_{12} & \cdots & D_{1n} \\ D_{21} & D_{22} & \cdots & D_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ D_{m1} & D_{m2} & \cdots & D_{mn} \end{pmatrix} \quad (3-7)$$

2. 决策矩阵的归一化

正向指标:

$$d_{ij} = \frac{D_{ij} - \min(D_j)}{\max(D_j) - \min(D_j)} \quad (3-8)$$

负向指标:

$$d_{ij} = \frac{\max(D_j) - D_{ij}}{\max(D_j) - \min(D_j)} \quad (3-9)$$

式中, d_{ij} 为归一化的值, $\max(D_j)$ 、 $\min(D_j)$ 分别为第 j 个指标的最大值和最小值。

3. 构建加权决策矩阵

$$x = (x_{ij})_{m \times n} \quad (3-10)$$

$$x_{ij} = \omega_j \times d_{ij} (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (3-11)$$

式中, ω_j 为各指标权重值。

4. 计算正负理想解

正向指标:

$$\begin{cases} S_j^+ = \{S_1^+, S_2^+, \dots, S_n^+\} \\ \quad = \{\max(x_{i1}), \max(x_{i2}), \dots, \max(x_{in})\} \\ S_j^- = \{S_1^-, S_2^-, \dots, S_n^-\} \\ \quad = \{\min(x_{i1}), \min(x_{i2}), \dots, \min(x_{in})\} \end{cases} \quad (3-12)$$

负向指标:

$$\begin{cases} S_j^+ = \{S_1^+, S_2^+, \dots, S_n^+\} \\ \quad = \{\min(x_{i1}), \min(x_{i2}), \dots, \min(x_{in})\} \\ S_j^- = \{S_1^-, S_2^-, \dots, S_n^-\} \\ \quad = \{\max(x_{i1}), \max(x_{i2}), \dots, \max(x_{in})\} \end{cases} \quad (3-13)$$

5. 计算各可行解与正负理想解间的欧式距离

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (S_j^+ - x_{ij})^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (3-14)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - S_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad (3-15)$$

6. 计算各可行解与最优解的相对贴进度（综合得分）

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}, i = 1, 2, \dots, m \quad (3-16)$$

式中， $C_i \in [0, 1]$ ， C_i 越大代表与正理想解距离越近，与负理想解距离越远，即代表方案结果越好。

(3) 熵权 TOPSIS 模型

本研究运用了结合熵权法的 TOPSIS 模型来进行评估。依托于第二章所建立的数字经济评价指标框架，通过熵权法确定的权重与标准化决策矩阵相乘得到加权决策矩阵，并依据 TOPSIS 方法对河南省及其各城市在 2017 至 2021 年期间的数字经济发展状况进行了综合评价。

3.1.2 数据来源

数据获取上，数据主要分为年鉴数据、网站公开数据以及测算评估数据三类。年鉴数据来源于河南省统计年鉴、中国城市统计年鉴、EPS 数据库；网站公开数据主要来源于河南省通信管理局、河南省以及 17 个地市的年度工作报告、政府网站公开数据以及各地市相关新闻报导数据；评估数据主要源自历年省级政府在线政务服务效能的调查与评估报告。关于数字普惠金融的指标，则在获得授权后参考了北京大学郭峰等研究者在 2020 年的学术成果。对于部分时段缺失的数据，通过平均值填补和趋势预测的方法进行了完整化处理。

3.2 河南省数字经济发展水平综合评价及分析

3.2.1 数字经济总体发展水平分析

本文选取河南省 2017-2021 年数字经济发展的相关数据,分析河南省数字经济现状,采用熵权法计算出各指标权重及属性,如表 3.1 所示。

表 3.1 河南省数字经济发展水平评价指标权重及属性

| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 | 权重 | 属性 |
|--------|------------|--------------------|--------|----|
| 数字基础设施 | 新型基础 设施 | 国际互联网用户数 | 0.0197 | 正向 |
| | | 每百人互联网用户数 | 0.0212 | 正向 |
| | 传统基础 设施 | 移动电话用户数 | 0.0308 | 正向 |
| | | 每百家企业拥有网站数 | 0.0205 | 正向 |
| 数字产业化 | 产业规模 | 宽带接入端口 | 0.0227 | 正向 |
| | | 电信业务总量 | 0.0350 | 正向 |
| | | 技术市场成交额 | 0.0330 | 正向 |
| | 产业种类 | 邮政业务总量 | 0.0274 | 正向 |
| | | 信息传输、软件和信息技术服务业单位数 | 0.0415 | 正向 |
| | | 交通运输、仓储及邮政业企业单位数 | 0.0218 | 正向 |
| 产业数字化 | 农业数字 化 | 科学研究和技术服务业企业单位数 | 0.0389 | 正向 |
| | | 机耕面积 | 0.0418 | 正向 |
| | | 农业用电量 | 0.0403 | 正向 |
| | | 农业机械总动力 | 0.0239 | 正向 |
| | | 农林牧渔业总产值 | 0.0371 | 正向 |

续表 3.1 河南省数字经济发展水平评价指标权重及属性

| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 | 权重 | 属性 | |
|-------|--------|-----------------------|----------------------|--------|----|
| 工业数字化 | 工业数字 | 规模以上工业单位数 | 0.030 | 正向 | |
| | | 工业总资产贡献率 | 0.0286 | 正向 | |
| | 服务业数字化 | 信息传输、软件和信息技术服务业企业营业收入 | 0.0263 | 正向 | |
| | | 科学研究和技术服务业企业营业收入 | 0.0271 | 正向 | |
| 数字化治理 | 数字政府 | 交通运输、仓储及邮政业企业营业收入 | 0.0315 | 正向 | |
| | | 政府网站信息发布数 | 0.0209 | 正向 | |
| | | 政府网站访问量 | 0.0426 | 正向 | |
| | | 政务在线办理率 | 0.0302 | 正向 | |
| | 数字发展环境 | 政府信息公开申请数 | 0.0366 | 负向 | |
| | | 数字普惠金融使用深度 | 0.0403 | 正向 | |
| | 技术创新能力 | 技术资源 | 数字普惠金融覆盖广度 | 0.0232 | 正向 |
| | | | R&D 经费投入 | 0.0265 | 正向 |
| | | 人才资源 | 科学技术支出 | 0.0337 | 正向 |
| | | | R&D 经费占地区 GDP 比重 | 0.0327 | 正向 |
| 专利授权数 | | | 0.0354 | 正向 | |
| 人才资源 | 人才资源 | R&D 人员数 | 0.0317 | 正向 | |
| | | 信息传输、计算机服务和软件业从业人员占比 | 0.0276 | 正向 | |
| | | | 信息传输、软件和信息技术服务业法人单位数 | 0.0192 | 正向 |

由表 3.1 的计算结果可知，多数指标的权重值差距不大。其中，信息传输、软件和信息技术服务业单位数、机耕面积、农业用电量、政府网站访问量和数字普惠金融使用深度指标权重超过了 0.04，相对于其他指标权重略大。国际互联

网用户数、信息传输、软件和信息技术服务业法人单位数指标权重均小于 0.02，相对于其他指标权重略小。

利用表 3.1 计算得到的权重指标，并结合标准化处理后的各指标数值，通过熵权 TOPSIS 模型对河南省 2017 至 2021 年间的数字经济进展状况进行了整体评估。评价结果如表 3.2 和图 3.1 所示：

表 3.2 河南省 2017-2021 年数字经济发展水平综合评价结果

| 年份 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 综合得分 | 0.281 | 0.274 | 0.439 | 0.573 | 0.695 |
| 增长率 | - | -2.49% | 60.22% | 30.52% | 21.29% |

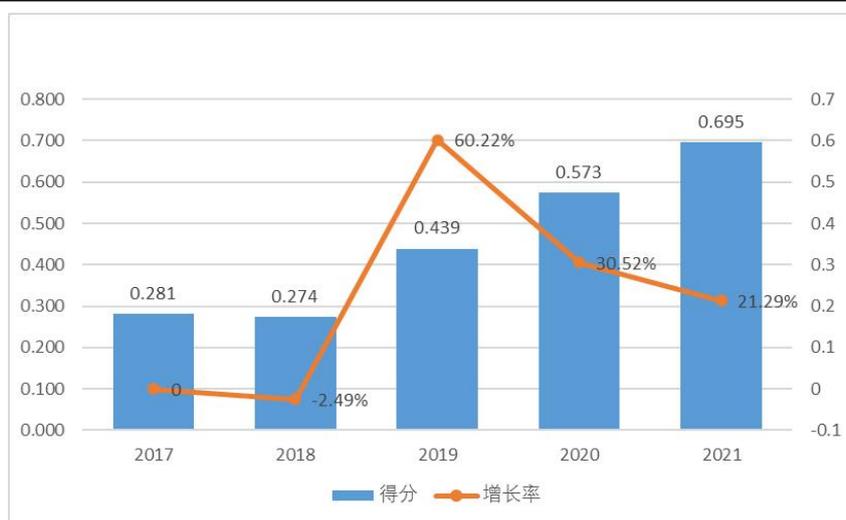


图 3.1 河南省 2017-2021 年数字经济发展水平综合评价结果

结合表 3.2 和图 3.1 可知，2017-2021 年间河南省数字经济发展水平提高迅速，从 2017 年的 0.281 到 2021 年的 0.695，综合得分提高了 0.414，年均增长率达到 19.85%。总得分除了 2018 年为负增长外，其余各年都在增长，2019 年的增长率更是达到了 60.22%，将较于其他年份较为突出，直接表明河南省数字经济发展总体水平呈良好的发展态势。

2015 年，河南省颁布了《河南省“互联网+”行动实施方案》，取得了显著成效。同一年，本省还出台了“数字经济”发展规划，为这一行业的发展奠定了坚实的基础。近年来，河南省委陆续推出了包括数字工程在内的多项重要战略，这些措施有效地推动了数字经济的稳定和持续发展。

3.2.2 分维度数字经济发展水平分析

根据熵权法所得出的各个指标权重值，结合数字经济发展水平各维度相关数据，计算所得 2017-2021 年河南省数字经济各维度发展水平综合结果，如表 3.3 和图 3.2 所示：

表 3.3 河南省数字经济发展各维度评价结果

| 时间 | 数字基础设施 | 数字产业化 | 产业数字化 | 数字化治理 | 技术创新能力 |
|------|--------|-------|-------|-------|--------|
| 2017 | 0.280 | 0.396 | 0.320 | 0.061 | 0.044 |
| 2018 | 0.470 | 0.247 | 0.297 | 0.235 | 0.168 |
| 2019 | 0.467 | 0.384 | 0.394 | 0.542 | 0.426 |
| 2020 | 0.574 | 0.558 | 0.542 | 0.544 | 0.708 |
| 2021 | 0.691 | 0.543 | 0.761 | 0.666 | 1.000 |

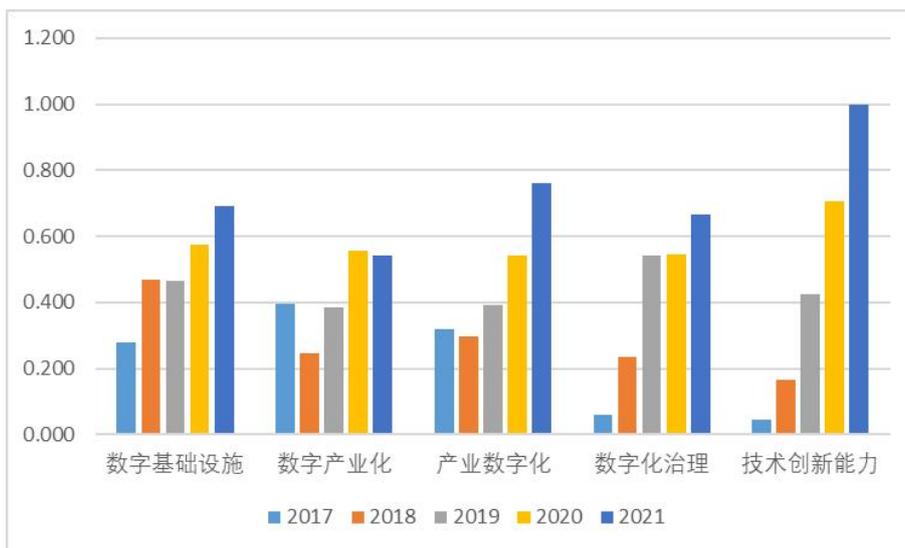


图 3.2 河南省数字经济发展各维度评价结果

由表 3.3 和图 3.2 可知，河南省数字经济各维度发展水平均有所提高。

(1) 数字基础设施

对于数字基础设施而言，该维度评价结果由 2017 年的 0.280 增长到 2021 年的 0.691，增幅为 0.411。本文将数字基础设施分为传统数字基础设施和新型数字基础设施两个二级指标以及五个三级指标，其中国际互联网用户数和移动电话用户数两项指标均有大幅增长，分别从 2017 年的 9670.82 和 8553.36 增长到

2021 年的 12642.4 和 10352.62，可能是推动该维度评价结果提升的重要因素。

（2）数字产业化

数字产业化综合评价结果在 2017-2018 年有大幅降低，由 2017 年的 0.396 降低到 2018 年的 0.247，降幅达到 37.6%，这可能是造成河南省 2017-2018 年数字经济发展水平综合评价结果负增长的重要影响因素。根据数字产业化综合评价结果分析，2017-2021 年间发展较为曲折，除 2017-2018 年以外，2020-2021 年数字产业化综合评价结果也有小幅降低。在数字产业化包含的六个三级指标中，电信业务总量、交通运输、仓储及邮政业企业单位数和科学研究和技术服务业企业单位数三个指标均有所降低。电信业务总量从 2017 年的 1483.32 降低到 994.71，降幅为 32.94%。交通运输、仓储及邮政业企业单位数从 2017 年的 2333 降低到 2021 年的 2269，降幅为 2.74%。科学研究和技术服务业企业单位数从 2017 年的 1211 降低到 2021 年的 1051，降幅为 13.21%。

（3）产业数字化

本文将产业数字化分为农业数字化、工业数字化和服务业数字化三个二级指标。随着数字经济的快速扩张和不断刷新的更新周期，各行各业如传统制造业、农业、服务业以及新兴的数字化产业正加速融合。我国已成功构建了一个纵横交错、上下贯通的数字经济战略框架，并且数字经济的整体规模持续呈现增长态势。河南省作为传统农业大省，农业数字化综合评价结果增长显著，农林牧渔业总产值从 2017 年的 7562.52 增长到 2021 年的 10501.2，年均增长率达到 6.79%。产业数字化综合评价结果从 2017 年的 0.320 增长到 2021 年的 0.761，增幅达到 1.37。

（4）数字化治理

数字化治理分为数字政府和数字发展环境两个二级指标，该维度的综合评价结果从 2017 年的 0.061 增长到了 2021 年的 0.666，年均增长率达到 61.29%。根据测算结果可知 2017 年数字化治理水平较低，六个三级指标均为五年间最低值，并在五年间均有大幅增长，数字化治理水平显著提升。

（5）技术创新能力

在五个一级指标中，技术创新能力的增幅最大，从 2017 年的 0.044 增长到 2021 年的 1.000。其中，2021 年的相对贴进度为 1.000，代表其本身就是最优解。

综上，在河南省数字经济发展水平评价的五个维度中，五个维度相较于 2017

年的综合评价值均有大幅增长,其中技术创新能力的综合评价值增幅最大。后续应注重持续加强数字基础设施建设;在数字产业化方面,应加大科技投入,持续吸引交通运输、仓储及邮政业企业和科学研究和技术服务业企业入驻河南;产业数字化和技术创新能力发展呈破竹之势,应持续完善发展空间。

3.3 河南省地级市数字经济发展水平评价及分析

3.3.1 各地级市总体数字经济发展水平分析

上一节对河南省总体以及分维度的数字经济发展水平及其发展演变趋势进行了统计分析,本节则针对各地级市的数字经济发展水平进行评价及比较分析。由于数据可获得性,本文在研究中排除了济源示范区,保留了省内除济源示范区外 17 个地市资料。

本文基于河南省 17 个地级市 2017-2021 年的面板数据,利用熵权法测算出各指标的权重及属性,如表 3.4 所示:

表 3.4 河南省各地市数字经济发展水平评价指标权重及属性

| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 | 权重 | 属性 |
|--------|--------|--------------------|--------|----|
| 数字基础设施 | 新型基础设施 | 国际互联网用户数 | 0.0514 | 正向 |
| | | 每百人互联网用户数 | 0.0120 | 正向 |
| | 传统基础设施 | 移动电话用户数 | 0.0130 | 正向 |
| | | 每百家企业拥有网站数 | 0.0715 | 正向 |
| 数字产业化 | 产业规模 | 宽带接入端口 | 0.0139 | 正向 |
| | | 电信业务总量 | 0.0671 | 正向 |
| | | 技术市场成交额 | 0.0721 | 正向 |
| | 产业种类 | 邮政业务总量 | 0.0830 | 正向 |
| | | 信息传输、软件和信息技术服务业单位数 | 0.0591 | 正向 |
| | | 交通运输、仓储及邮政业企业单位数 | 0.0121 | 正向 |
| | | 科学研究和技术服务业企业单位数 | 0.0386 | 正向 |

续表 3.4 河南省各地市数字经济发展水平评价指标权重及属性

| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 | 权重 | 属性 |
|------|------|------|----|----|
|------|------|------|----|----|

| | | | | |
|-----------|--------|-----------------------|-----------|--------|
| 产业数字化 | 农业数字化 | 机耕面积 | 0.0134 | 正向 |
| | | 农业用电量 | 0.0168 | 正向 |
| | | 农业机械总动力 | 0.0149 | 正向 |
| | | 农林牧渔业总产值 | 0.0135 | 正向 |
| | 工业数字化 | 规模以上工业单位数 | 0.0118 | 正向 |
| | | 工业总资产贡献率 | 0.0057 | 正向 |
| | 服务业数字化 | 信息传输、软件和信息技术服务业企业营业收入 | 0.0422 | 正向 |
| | | 科学研究和技术服务业企业营业收入 | 0.0682 | 正向 |
| | | 交通运输、仓储及邮政业企业营业收入 | 0.0603 | 正向 |
| | 数字化治理 | 数字政府 | 政府网站信息发布数 | 0.0084 |
| 政府网站访问量 | | | 0.0249 | 正向 |
| 政务在线办理率 | | | 0.0093 | 正向 |
| 政府信息公开申请数 | | | 0.0017 | 负向 |
| 数字发展环境 | | 数字普惠金融使用深度 | 0.0076 | 正向 |
| | | 数字普惠金融覆盖广度 | 0.0082 | 正向 |
| 技术创新能力 | 技术资源 | R&D 经费投入 | 0.0310 | 正向 |
| | | 科学技术支出 | 0.0153 | 正向 |
| | | R&D 经费占地区 GDP 比重 | 0.0117 | 正向 |
| | | 专利授权数 | 0.0406 | 正向 |
| | 人才资源 | R&D 人员数 | 0.0389 | 正向 |
| | | 信息传输、计算机服务和软件业从业人员占比 | 0.0106 | 正向 |
| | | 信息传输、软件和信息技术服务业法人单位数 | 0.0513 | 正向 |

根据测算结果可以看出，各指标之间权重差距较大。其中，每百家企业拥有

网站数、邮政业务总量和技术市场成交额三项指标权重较大，均超过 0.07，邮政业务总量指标权重更是达到了 0.0830，说明这些指标提供信息量相对较大。而工业总资产贡献率、政府网站信息发布数和数字普惠金融覆盖广度则权重相对较小，权重值均小于 0.01，说明这些指标变异程度较小，所提供的信息量相对也较小。

根据熵权法计算的权重结果，结合 2017-2021 年河南省各地级市归一化后的数据，利用熵权 TOPSIS 模型测算各地市数字经济发展水平并进行排序。排序结果如表 3.5 和图 3.3 所示：

表 3.5 河南省各地级市数字经济发展水平排序

| 位次 | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | |
|----|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 地区 | 得分 |
| 1 | 郑州 | 0.352 | 郑州 | 0.509 | 郑州 | 0.544 | 郑州 | 0.616 | 郑州 | 0.648 |
| 2 | 洛阳 | 0.137 | 洛阳 | 0.156 | 洛阳 | 0.174 | 洛阳 | 0.218 | 开封 | 0.317 |
| 3 | 南阳 | 0.114 | 南阳 | 0.132 | 南阳 | 0.158 | 开封 | 0.193 | 洛阳 | 0.285 |
| 4 | 新乡 | 0.110 | 新乡 | 0.116 | 新乡 | 0.128 | 商丘 | 0.176 | 商丘 | 0.278 |
| 5 | 商丘 | 0.106 | 商丘 | 0.104 | 商丘 | 0.113 | 南阳 | 0.152 | 平顶山 | 0.187 |
| 6 | 周口 | 0.103 | 周口 | 0.102 | 周口 | 0.107 | 新乡 | 0.133 | 漯河 | 0.174 |
| 7 | 信阳 | 0.100 | 驻马店 | 0.102 | 驻马店 | 0.103 | 驻马店 | 0.123 | 南阳 | 0.170 |
| 8 | 驻马店 | 0.100 | 许昌 | 0.091 | 信阳 | 0.093 | 信阳 | 0.116 | 信阳 | 0.149 |
| 9 | 许昌 | 0.089 | 信阳 | 0.089 | 许昌 | 0.085 | 周口 | 0.116 | 新乡 | 0.145 |
| 10 | 焦作 | 0.079 | 安阳 | 0.081 | 焦作 | 0.082 | 平顶山 | 0.115 | 周口 | 0.133 |
| 11 | 三门峡 | 0.077 | 开封 | 0.076 | 安阳 | 0.081 | 许昌 | 0.108 | 驻马店 | 0.131 |
| 12 | 平顶山 | 0.076 | 焦作 | 0.071 | 开封 | 0.076 | 漯河 | 0.108 | 许昌 | 0.130 |
| 13 | 开封 | 0.075 | 鹤壁 | 0.064 | 平顶山 | 0.072 | 焦作 | 0.087 | 安阳 | 0.100 |
| 14 | 濮阳 | 0.071 | 平顶山 | 0.063 | 鹤壁 | 0.061 | 安阳 | 0.085 | 焦作 | 0.093 |
| 15 | 安阳 | 0.068 | 三门峡 | 0.061 | 三门峡 | 0.057 | 三门峡 | 0.070 | 三门峡 | 0.085 |
| 16 | 鹤壁 | 0.061 | 濮阳 | 0.052 | 漯河 | 0.054 | 濮阳 | 0.068 | 濮阳 | 0.074 |
| 17 | 漯河 | 0.053 | 漯河 | 0.045 | 濮阳 | 0.050 | 鹤壁 | 0.064 | 鹤壁 | 0.071 |
| 均值 | - | 0.104 | - | 0.113 | - | 0.120 | - | 0.150 | - | 0.187 |



图 3.3 2017 及 2021 年各地市数字经济发展评价变化趋势图

根据计算结果可知，相较于 2017 年，2021 年的河南省各地市数字经济发展水平综合评价值均呈上升趋势，但仍有部分城市在部分年间存在下降趋势。2017-2018 年，平顶山市、濮阳市、焦作市、漯河市、三门峡市、商丘市、信阳市和周口市数字经济发展水平下降，可能是造成 2017-2018 年河南省总体数字经济发展水平降低的影响因素。2017 年各地市数字经济发展水平平均值为 0.104，处在均值之上的只有郑州、洛阳、南阳、新乡、商丘 5 个地市，说明 2017 年各地市的数字经济发展水平较低，各地市数字经济发展水平存在两极分化现象。到了 2021 年，各地市数字经济发展水平平均值为 0.187，处在均值之上的仍只有 5 个地市，分别是郑州、开封、洛阳、商丘、平顶山。其中 2021 年郑州市数字经济发展水平评价值为 0.648，于第二名开封存在 0.331 的差距。说明河南省各地市数字经济发展水平之间存在数字鸿沟，河南省数字经济发展是被少数几个地市带动起来的，而不是整体协同高水平的发展。

在调查期内，郑州市数字经济发展水平始终处于领先地位，洛阳市位列第二，但在 2021 年开封市反超洛阳市，数字经济发展水平位居全省第二；濮阳市、鹤壁市、三门峡市则增长速度相对较为缓慢，2021 年的数字经济发展水平还没达到 0.100。总体来说，河南省的数字经济发展不平衡，郑州市相较于其他地市之间还存在较大的差距。

根据年均增长率可以看出，开封市、漯河市和商丘市均保持了较快的增长速

度，三个地市的年均增长率均超过了 20%，处于全省领先地位；而濮阳市和三门峡市则是最低的地市，濮阳市的年均增长率仅为 0.83%。从动态角度来看，相较于 2017 年，开封市、商丘市、平顶山市、漯河市和安阳市排名有所上升，保持了强劲的发展劲头。开封市作为省内年均增长率最高的城市（33.41%），从 2017 年排名第 13 上升到 2021 年排名第 2，数字经济发展水平超越了 11 个地市，提升效果显著。

3.3.2 各地级市分维度数字经济发展水平分析

上文从综合评价的角度描述了河南省各地市数字经济发展水平的现状以及发展演变趋势。接下来将进一步根据五个维度进行对比分析。

(1) 数字基础设施

依据各指标权重，结合各地市数字基础设施指标数据，采用熵权 TOPSIS 模型计算该维度下各地市综合评价值，结果如表 3.6 所示：

表 3.6 各地级市数字基础设施评价结果

| 地区 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 均值 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 郑州 | 0.160 | 0.181 | 0.195 | 0.247 | 0.357 | 0.228 |
| 开封 | 0.048 | 0.057 | 0.056 | 0.488 | 0.838 | 0.297 |
| 洛阳 | 0.080 | 0.095 | 0.120 | 0.300 | 0.561 | 0.231 |
| 平顶山 | 0.027 | 0.030 | 0.026 | 0.224 | 0.430 | 0.147 |
| 安阳 | 0.087 | 0.099 | 0.088 | 0.107 | 0.152 | 0.107 |
| 濮阳 | 0.092 | 0.085 | 0.074 | 0.073 | 0.076 | 0.008 |
| 新乡 | 0.103 | 0.112 | 0.114 | 0.107 | 0.117 | 0.110 |
| 焦作 | 0.089 | 0.063 | 0.069 | 0.072 | 0.084 | 0.075 |
| 鹤壁 | 0.088 | 0.092 | 0.083 | 0.078 | 0.078 | 0.084 |

续表 3.6 各地级市数字基础设施评价结果

| 地区 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 均值 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 许昌 | 0.041 | 0.049 | 0.050 | 0.116 | 0.203 | 0.092 |
| 漯河 | 0.055 | 0.061 | 0.044 | 0.213 | 0.356 | 0.146 |
| 三门峡 | 0.136 | 0.056 | 0.058 | 0.071 | 0.108 | 0.086 |
| 南阳 | 0.058 | 0.066 | 0.070 | 0.127 | 0.205 | 0.105 |
| 商丘 | 0.056 | 0.065 | 0.065 | 0.360 | 0.677 | 0.244 |
| 信阳 | 0.051 | 0.046 | 0.045 | 0.146 | 0.268 | 0.111 |
| 周口 | 0.036 | 0.045 | 0.053 | 0.105 | 0.170 | 0.082 |
| 驻马店 | 0.036 | 0.043 | 0.066 | 0.083 | 0.112 | 0.068 |
| 均值 | 0.073 | 0.073 | 0.075 | 0.172 | 0.282 | - |

在数字基础设施方面，2017年排名前三的分别是郑州市、三门峡市和新乡市，最后三名分别是平顶山市、周口市和驻马店市，第一名与最后一名相差0.133；2021年排名前三的是开封市、商丘市和洛阳市，最后三名分别是濮阳市、焦作市和鹤壁市，第一名与最后一名相差0.762，说明在此维度下差距进一步拉大，呈现两极分化现象。

从动态角度来看，开封市年均增长率最高，为77.17%，2020年在此维度下评价结果已经超越郑州市，成为全省第一。且大多数地市相较于2017年有了较大增长，洛阳市、商丘市和漯河市年均增长率也分别达到了47.62%、63.47%和45.28%。多数地市数字基础设施建设已形成相对规模，但部分地市还有长足发展空间，例如濮阳市、焦作市和鹤壁市。

(2) 数字产业化

依据各指标权重，结合各地市数字产业化指标数据，采用熵权TOPSIS模型计算该维度下各地市综合评价值，结果如表3.7所示：

表 3.7 各地级市数字产业化评价结果

| 地区 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 均值 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 郑州 | 0.256 | 0.535 | 0.558 | 0.663 | 0.622 | 0.527 |
| 开封 | 0.040 | 0.033 | 0.026 | 0.021 | 0.027 | 0.029 |
| 洛阳 | 0.072 | 0.077 | 0.092 | 0.116 | 0.140 | 0.099 |
| 平顶山 | 0.064 | 0.038 | 0.037 | 0.029 | 0.033 | 0.040 |
| 安阳 | 0.018 | 0.017 | 0.017 | 0.017 | 0.024 | 0.019 |
| 濮阳 | 0.038 | 0.022 | 0.018 | 0.013 | 0.023 | 0.023 |
| 新乡 | 0.027 | 0.029 | 0.039 | 0.051 | 0.062 | 0.042 |
| 焦作 | 0.035 | 0.044 | 0.045 | 0.054 | 0.054 | 0.046 |
| 鹤壁 | 0.006 | 0.008 | 0.006 | 0.006 | 0.008 | 0.007 |
| 许昌 | 0.066 | 0.054 | 0.058 | 0.046 | 0.042 | 0.053 |
| 漯河 | 0.011 | 0.014 | 0.011 | 0.012 | 0.019 | 0.013 |
| 三门峡 | 0.011 | 0.009 | 0.045 | 0.024 | 0.012 | 0.020 |
| 南阳 | 0.057 | 0.117 | 0.156 | 0.098 | 0.089 | 0.103 |
| 商丘 | 0.062 | 0.062 | 0.066 | 0.063 | 0.058 | 0.062 |
| 信阳 | 0.070 | 0.062 | 0.044 | 0.037 | 0.044 | 0.051 |
| 周口 | 0.065 | 0.053 | 0.061 | 0.055 | 0.053 | 0.058 |
| 驻马店 | 0.053 | 0.054 | 0.043 | 0.049 | 0.047 | 0.049 |
| 均值 | 0.056 | 0.072 | 0.078 | 0.080 | 0.081 | - |

在数字产业化方面，郑州市发展领跑全省，其数字产业化评价结果五年均值为 0.527，是第二名南阳市均值的将近五倍，在省内处于断层领先地位。郑州作为河南省省会和重要的中部城市，积极发展信息化基础设施，包括高速互联网、数据中心、物联网等，以支持数字经济的发展。郑州以后，洛阳市和南阳市位列第二第三，综合评价价值分别为 0.140 和 0.089，与郑州市的差距较大。根据 2017 年与 2021 年的对比结果可知，开封市、平顶山市、濮阳市、许昌市等六个城市呈下降趋势。2017 年，各地市数字产业化平均发展水平为 0.056，高于均值的有 8 个地市；到了 2021 年，各地市平均发展水平为 0.081，高于均值的仅有 3 个地市，说明各地市的平均发展水平被个别地市的数值所提升，并非各地市均衡发展

的结果。

(3) 产业数字化

依据各指标权重，结合各地市产业数字化指标数据，采用熵权 TOPSIS 模型计算该维度下各地市综合评价值，结果如表 3.8 所示：

表 3.8 各地级市产业数字化评价结果

| 地区 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 均值 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 郑州 | 0.590 | 0.654 | 0.754 | 0.783 | 0.836 | 0.724 |
| 开封 | 0.103 | 0.107 | 0.099 | 0.105 | 0.110 | 0.105 |
| 洛阳 | 0.185 | 0.218 | 0.246 | 0.249 | 0.260 | 0.231 |
| 平顶山 | 0.066 | 0.062 | 0.064 | 0.067 | 0.074 | 0.066 |
| 安阳 | 0.102 | 0.098 | 0.094 | 0.099 | 0.100 | 0.099 |
| 濮阳 | 0.065 | 0.056 | 0.057 | 0.060 | 0.063 | 0.060 |
| 新乡 | 0.164 | 0.169 | 0.170 | 0.173 | 0.176 | 0.170 |
| 焦作 | 0.077 | 0.070 | 0.067 | 0.062 | 0.063 | 0.068 |
| 鹤壁 | 0.031 | 0.034 | 0.030 | 0.025 | 0.023 | 0.028 |
| 许昌 | 0.099 | 0.097 | 0.102 | 0.092 | 0.097 | 0.097 |
| 漯河 | 0.066 | 0.043 | 0.044 | 0.045 | 0.054 | 0.050 |
| 三门峡 | 0.036 | 0.037 | 0.029 | 0.028 | 0.030 | 0.032 |
| 南阳 | 0.181 | 0.183 | 0.187 | 0.194 | 0.206 | 0.190 |
| 商丘 | 0.157 | 0.160 | 0.167 | 0.173 | 0.184 | 0.168 |
| 信阳 | 0.150 | 0.146 | 0.146 | 0.156 | 0.163 | 0.152 |
| 周口 | 0.174 | 0.173 | 0.183 | 0.186 | 0.191 | 0.182 |
| 驻马店 | 0.175 | 0.179 | 0.186 | 0.186 | 0.191 | 0.182 |
| 均值 | 0.142 | 0.146 | 0.154 | 0.158 | 0.166 | - |

在产业数字化方面，根据 2021 年测算结果，排名第二洛阳市评价结果距排名第一的郑州市还差 0.576，这个差值接近于排名最后的三门峡市的评价值的 19 倍，说明了在产业数字化上各地市间发展存在极大的不平衡不均衡。从各地级市

均值来看,除了安阳市、漯河市和鹤壁市以外,各地市均有缓慢增长。除此之外,根据各年份均值来看,处于均值之下的地市从2017到2021年均超过半数,反映了各地市产业数字化水平较低,且发展速度缓慢。

郑州市和洛阳市的年均增长率位列省内前二,分别为7.21%和7.04%,其他地市年均增长率均在3%以内。各地市还需深入推进产业数字化转型,实施智能制造引领工程;加速服务业数字化转型,构建完善多式联运服务体系,持续推进国家级、省级多式联运示范工程建设;加速农业数字化转型,推进农业数字化转型。

(4) 数字化治理

依据各指标权重,结合各地市产业数字化指标数据,采用熵权TOPSIS模型计算该维度下各地市综合评价值,结果如表3.9所示:

表 3.9 各地级市数字化治理评价结果

| 地区 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 均值 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 郑州 | 0.216 | 0.222 | 0.336 | 0.323 | 0.441 | 0.308 |
| 开封 | 0.257 | 0.265 | 0.278 | 0.299 | 0.325 | 0.285 |
| 洛阳 | 0.320 | 0.321 | 0.300 | 0.327 | 0.362 | 0.326 |
| 平顶山 | 0.295 | 0.239 | 0.319 | 0.361 | 0.566 | 0.356 |
| 安阳 | 0.148 | 0.306 | 0.304 | 0.296 | 0.317 | 0.274 |
| 濮阳 | 0.260 | 0.115 | 0.119 | 0.281 | 0.305 | 0.216 |
| 新乡 | 0.101 | 0.113 | 0.278 | 0.291 | 0.329 | 0.222 |
| 焦作 | 0.275 | 0.143 | 0.292 | 0.306 | 0.348 | 0.273 |
| 鹤壁 | 0.297 | 0.296 | 0.287 | 0.300 | 0.342 | 0.305 |
| 许昌 | 0.238 | 0.310 | 0.230 | 0.344 | 0.431 | 0.311 |

续表 3.9 各地级市数字化治理评价结果

| 地区 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 均值 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 漯河 | 0.231 | 0.175 | 0.284 | 0.325 | 0.343 | 0.272 |
| 三门峡 | 0.260 | 0.298 | 0.178 | 0.301 | 0.378 | 0.283 |
| 南阳 | 0.251 | 0.186 | 0.330 | 0.373 | 0.347 | 0.298 |
| 商丘 | 0.323 | 0.241 | 0.307 | 0.287 | 0.303 | 0.292 |
| 信阳 | 0.286 | 0.148 | 0.280 | 0.305 | 0.341 | 0.272 |
| 周口 | 0.228 | 0.255 | 0.242 | 0.244 | 0.301 | 0.254 |
| 驻马店 | 0.160 | 0.161 | 0.151 | 0.143 | 0.201 | 0.163 |
| 均值 | 0.244 | 0.223 | 0.266 | 0.300 | 0.375 | - |

在数字化治理方面，全省除了商丘市外，综合评价值均较 2017 年有所增长。排名前三的平顶山市、郑州市和许昌市分别较 2017 年增长 0.271、0.225 和 0.193，增长效果显著，说明各地市数字化治理能力有显著提升。平顶山市从 2017 年排名第 4 上升至 2021 年排名 1，可能是被政府网站访问量大幅度增加以及政府信息公开申请数的减少所影响，说明了政府政务服务能力的增强。

河南省各地级市在此维度下的发展提升较为明显，增幅最大达到 0.918，增幅最小也有 0.22。从动态角度分析，2017 年排名前三的地市分别是洛阳市、鹤壁市和商丘市，而 2021 年排名前三的地市分别是平顶山市、郑州市和许昌市，说明这三个地市在 5 年间数字化治理建设成果丰硕，其他各地市也需加强数字政府建设，全面建设新型智慧城市和数字乡村，提高数字化公共服务效能。

（5）技术创新能力

依据各指标权重，结合各地市产业数字化指标数据，采用熵权 TOPSIS 模型计算该维度下各地市综合评价值，结果如表 3.10 所示：

表 3.10 各地级市技术创新能力评价结果

| 地区 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 均值 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 郑州 | 0.457 | 0.674 | 0.731 | 0.862 | 0.974 | 0.740 |
| 开封 | 0.057 | 0.058 | 0.075 | 0.085 | 0.091 | 0.073 |
| 洛阳 | 0.194 | 0.232 | 0.250 | 0.283 | 0.307 | 0.253 |
| 平顶山 | 0.081 | 0.085 | 0.097 | 0.109 | 0.120 | 0.098 |
| 安阳 | 0.051 | 0.064 | 0.079 | 0.085 | 0.100 | 0.076 |
| 濮阳 | 0.049 | 0.045 | 0.051 | 0.079 | 0.082 | 0.061 |
| 新乡 | 0.148 | 0.163 | 0.183 | 0.198 | 0.226 | 0.184 |
| 焦作 | 0.101 | 0.119 | 0.120 | 0.130 | 0.130 | 0.120 |
| 鹤壁 | 0.018 | 0.032 | 0.049 | 0.075 | 0.088 | 0.053 |
| 许昌 | 0.123 | 0.129 | 0.120 | 0.167 | 0.156 | 0.139 |
| 漯河 | 0.033 | 0.046 | 0.053 | 0.072 | 0.091 | 0.059 |
| 三门峡 | 0.060 | 0.073 | 0.083 | 0.100 | 0.116 | 0.087 |
| 南阳 | 0.108 | 0.120 | 0.149 | 0.175 | 0.205 | 0.152 |
| 商丘 | 0.071 | 0.087 | 0.106 | 0.123 | 0.148 | 0.107 |
| 信阳 | 0.055 | 0.065 | 0.071 | 0.107 | 0.117 | 0.083 |
| 周口 | 0.046 | 0.050 | 0.048 | 0.080 | 0.084 | 0.062 |
| 驻马店 | 0.055 | 0.060 | 0.072 | 0.159 | 0.171 | 0.103 |
| 均值 | 0.100 | 0.124 | 0.137 | 0.170 | 0.189 | - |

技术创新能力方面，虽然各地市 5 年间均有缓慢发展，但图 3.8 可以直观看出，郑州市较其他 16 个地市间存在巨大差距，2021 年排名第二的洛阳市综合评价值仅为郑州市的 0.315，技术创新能力领域的数字鸿沟进一步被拉大。郑州市在技术创新能力这一维度相关指标中，无论是 R&D 人员数、科学技术支出还是专利授权数等方面都较其他地级市有较大的领先差距，充分发挥了省会城市的人才储备和技术等优势。

除了郑州市外，增幅最大分别是洛阳市、南阳市和驻马店市，分别增长了 0.113、0.097 和 0.116。各地市应学习郑州市的发展经验，推动数字经济重大项目建，积极推进数字工匠人才培养基地建设，启动实施数字技术工程师培育项目，培育数字技能人才。

(6) 各维度综合分析

为了分析各地市分维度数字经济发展水平，本文依照 2021 年综合评价结果将各地市五个维度的综合评价值进行汇总排序，见表 3.11：

表 3.11 河南省各地市分维度评价结果排序

| 地区 | 数字基础设施 | 数字产业化 | 产业数字化 | 数字化治理 | 技术创新能力 | 总排名 |
|-----|--------|-------|-------|-------|--------|-----|
| 郑州 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 开封 | 1 | 12 | 9 | 12 | 13 | 2 |
| 洛阳 | 3 | 2 | 2 | 5 | 2 | 3 |
| 平顶山 | 4 | 11 | 12 | 1 | 9 | 5 |
| 安阳 | 11 | 13 | 10 | 13 | 12 | 13 |
| 濮阳 | 17 | 14 | 13 | 14 | 17 | 16 |
| 新乡 | 12 | 4 | 7 | 11 | 3 | 9 |
| 焦作 | 15 | 6 | 13 | 6 | 8 | 14 |
| 鹤壁 | 16 | 17 | 17 | 9 | 15 | 17 |
| 许昌 | 9 | 10 | 11 | 3 | 6 | 12 |
| 漯河 | 6 | 15 | 15 | 8 | 13 | 6 |
| 三门峡 | 14 | 16 | 16 | 4 | 11 | 15 |
| 南阳 | 8 | 3 | 3 | 7 | 4 | 7 |
| 商丘 | 2 | 5 | 6 | 15 | 7 | 4 |
| 信阳 | 7 | 9 | 8 | 10 | 10 | 8 |
| 周口 | 10 | 7 | 4 | 16 | 16 | 10 |
| 驻马店 | 13 | 8 | 4 | 17 | 5 | 11 |

从表 3.11 可以看出，总得分位列全省第一的郑州市在数字产业化、产业数字化和技术创新能力三个维度评价值也位列全省第一，其余两个维度也位列全省前列，较为均衡化发展。可综合得分第二名的开封市存在偏维度发展现象，除了数字基础设施维度排列全省第一以外，数字产业化、产业数字化和技术创新能力均排在全省中下游水平，排名第五和第六的平顶山市和漯河市也存在类似偏维度

发展现状，数字产业化和产业数字化均排在全省中下游。此外，濮阳市和鹤壁市各维度评价价值均处于全省末流水平。

因此，各地市需不断优化基础支撑能力，致力于完善新型基础设施建设，以打造高质量的 5G 精品网络。在政府层面，需要不断提高数字治理服务效能，深化“一件事一次办”和“跨省通办”机制，同时在各地建设智慧县城和数字乡村试点示范项目。

4 河南省数字经济发展水平的地区差异性及时空演进分析

4.1 河南省数字经济发展水平地区差异性分析

4.1.1 测度地区差异性分析的方法

Dagum 基尼系数是衡量一个国家或地区居民收入差距的常用指标。本文利用 Dagum 基尼系数及其分解法对河南省各地市之间数字经济发展水平的区域差异进行探索,以期寻求缩小区域差异的路径。总体基尼系数 (G) 依据子群的分解方式,可分为区域内差异 (G_w)、区域间差异 (G_b)、超变密度 (G_t),即满足 $G = G_w + G_b + G_t$ 。具体计算公式如下:

1. 计算综合指标的基尼系数

$$G = \frac{\sum_{j=1}^5 \sum_{h=1}^5 \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}|}{2n^2 \bar{y}} \quad (4-1)$$

其中, j 、 h 代表具体的某个区域, n_j 、 n_h 分别代表区域 j 、 h 所包括的城市个数, n 为四大区域所包括的城市总个数, y_{ji} (y_{hr}) 代表区域 j (h) 第 i (r) 个城市的综合评价结果, \bar{y} 为河南省各地级市数字经济发展水平综合评价结果的均值。

2. 计算区域内和区域间基尼系数

$$G_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{m=1}^{n_j} |y_{ji} - y_{jm}|}{2n^2 \bar{y}_j} \quad (4-2)$$

$$G_{jh} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}|}{n_j n_h (\bar{y}_j + \bar{y}_h)} \quad (4-3)$$

其中, y_{jm} 代表区域 j 第 m 个城市的数字经济发展水平的综合指标, \bar{y}_j 、 \bar{y}_h 分别代表区域 j 、 h 所包含的城市数字经济发展水平综合评价的均值。

3. 计算区域内差异贡献、区域间净值差异贡献及超变密度贡献

结合公式 (4-1) 至公式 (4-3), 将河南省分区域数字经济发展水平综合指

标的基尼系数 G 分解为区域内差异贡献 G_w 、区域间净值差异贡献 G_b 及超变密度贡献 G_t 三部分：

$$G = G_w + G_b + G_t \tag{4-4}$$

$$G_w = \sum_{j=1}^4 G_{ij} P_j S_j \tag{4-5}$$

$$G_b = \sum_{j=2}^3 \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (P_j S_h + P_h S_j) D_{jh} \tag{4-6}$$

$$G_t = \sum_{j=2}^3 \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (P_j S_h + P_h S_j) (1 - D_{jh}) \tag{4-7}$$

其中， $P_j = \frac{n_j}{n}$, $S_j = \frac{n_j y_j}{n y}$, $D_{jh} = \frac{d_{jh} - P_{jh}}{d_{jh} + P_{jh}}$, d_{jh} 和 p_{jh} 分别为地区 j 和 h 间满足

$y_{ji} - y_{hr} > 0$ 和 $y_{hr} - y_{ji} > 0$ 的所有样本之和的数学期望。

$$d_{jh} = \int_0^{\infty} dF_j(y) \int_0^y (y-x) dF_h(x) \tag{4-8}$$

$$P_{jh} = \int_0^{\infty} dF_h(y) \int_0^y (y-x) dF_j(x) \tag{4-9}$$

4.1.2 数字经济发展水平地区差异性分析

依据《河南省全面建设小康社会规划纲要》将河南省划分为中原城市群（郑州、开封、洛阳、平顶山、新乡、焦作、许昌、漯河、济源）、豫北地区（安阳、鹤壁、濮阳）、豫西豫西南地区（三门峡、南阳）和黄淮地区（驻马店、商丘、周口、信阳）四个经济区，由于数据可获得性，本文排除了济源示范区，一共 17 个地级市。

梳理前面的测度过程和方法，可以得到 2017—2021 年河南省数字经济发展水平的综合得分及平均增速的时间演变趋势，本节将运用 Dagum 基尼系数衡量河南省四大经济区数字经济发展水平的差异，并将差异来源分解为区域内差异、

区域间净值差异及超变密度贡献三部分，如表 4.1 和图 4.1 所示：

表 4.1 2017-2021 年河南省数字经济发展水平基尼系数及其分解

| 年份 | 基尼系数 | | | 贡献率 (%) | | | |
|------|-------|-----------|-----------|-------------|----------|----------|------------|
| | 总体 | 组内基尼系数 Gw | 组间基尼系数 Gb | 超变密度基尼系数 Gt | 组内贡献率 Gw | 组间贡献率 Gb | 超变密度贡献率 Gt |
| 2017 | 0.243 | 0.086 | 0.100 | 0.058 | 35.375% | 40.937% | 23.688% |
| 2018 | 0.335 | 0.124 | 0.138 | 0.073 | 37.037% | 41.438% | 21.853% |
| 2019 | 0.349 | 0.125 | 0.148 | 0.076 | 35.777% | 42.438% | 21.785% |
| 2020 | 0.324 | 0.112 | 0.175 | 0.038 | 34.422% | 53.905% | 11.673% |
| 2021 | 0.334 | 0.109 | 0.185 | 0.040 | 32.491% | 55.444% | 12.064% |

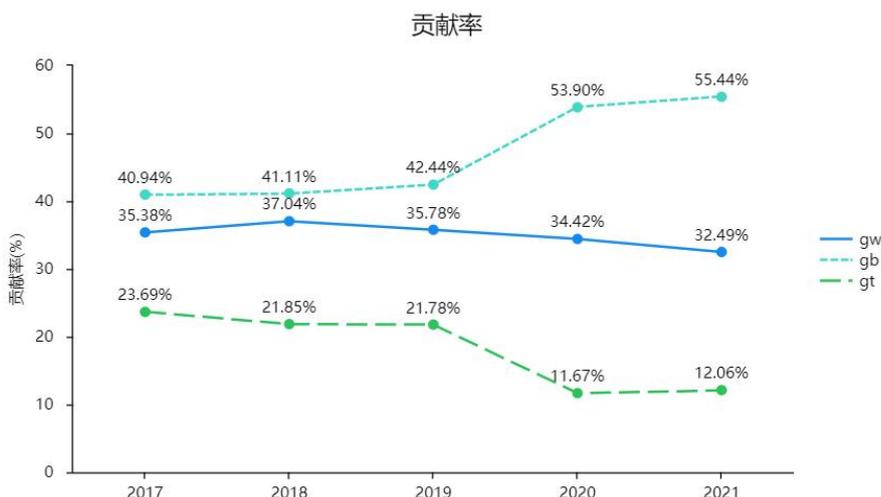


图 4.1 区域内差异、区域间净值差异及超变密度贡献率

2017—2021 年总体基尼系数处于 0.243—0.349 之间，均值为 0.317，最小值在 2017 年取得，最大值在 2019 年取得，观察期内总体基尼系数呈先上升再下降再上升的趋势，观察期末与期初相比有所上升，说明河南省内各经济区的数字经济发展水平差异在扩大，各地区之间数字经济发展不平衡的现象愈演愈烈，这一调查结果与刘庆(2023)调查结果趋于一致。由 2017 年的 0.243 上升到了 2019 年的 0.349，年均增长率 15%；再由 2019 年的 0.349 下降到 2020 年的 0.324，下降率为 7%；2020—2021 年总体系数值再次上升，增长率为 3%。总体来看，2017—2021 年总体基尼系数年均增长率为 6.5%，表明河南省数字经济发展水平总体

差距由大变小，随后又增加，整体保持缓慢增大态势。

从区域内差异、区域间净值差异和超变密度的贡献值来看，2017年区域间差异净值分别是区域内差异和超变密度贡献值的1.16倍和1.72倍，到了2021年区域间差异净值分别是区域内差异和超变密度贡献值的1.69倍和4.62倍，说明各经济区区域之间的差异是最显著的差异，差异化远远高于区域内差异和超变密度。从贡献率来看，由图4.1可知，区域间差异贡献率始终在三个差异贡献率中排名第一，于2017年的40.937%上升至2021年的55.444%，上升了14.507%，最小值与最大值分别于2017年和2021年取得，贡献率呈逐年上升趋势，说明造成河南省各地区之间数字经济发展水平不均衡的主要原因是经济区与经济区之间的发展不均衡，而各经济区内的数字经济发展水平不均衡相对贡献较少。

进一步分析中原城市群、豫北地区、豫西豫西南地区和黄淮地区四个经济区的区域内差异和区域间差异，根据公式(4-1)一(4-3)的计算结果，如表4.2、表4.3和图4.2所示：

表 4.2 河南省各经济区组内基尼系数

| 年份 | 组内基尼系数 | | | |
|------|--------|-------|-------|-------|
| | 中原 | 豫北 | 豫西豫西南 | 黄淮 |
| 2017 | 0.323 | 0.033 | 0.096 | 0.013 |
| 2018 | 0.428 | 0.096 | 0.184 | 0.028 |
| 2019 | 0.422 | 0.107 | 0.233 | 0.037 |
| 2020 | 0.359 | 0.064 | 0.186 | 0.087 |
| 2021 | 0.332 | 0.078 | 0.166 | 0.165 |

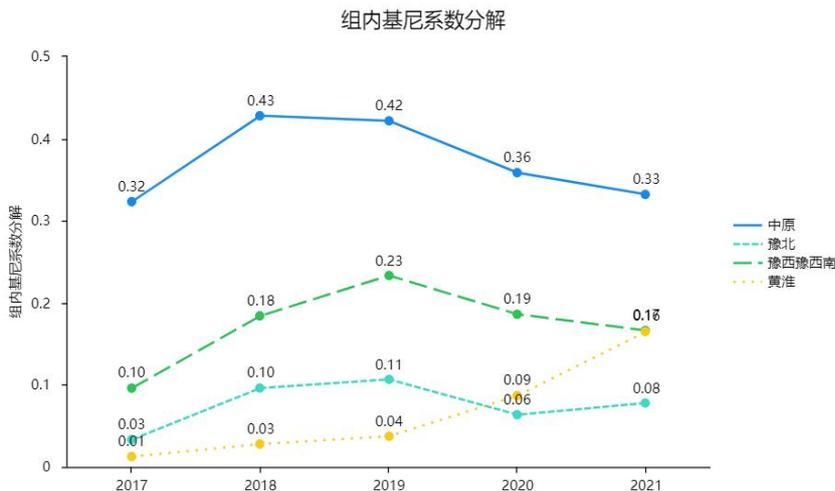


图 4.2 河南省各经济区组内基尼系数

通过表 4.2 和图 4.2 可知，首先，中原城市群、豫北地区、豫西豫西南地区和黄淮地区四个经济区数字经济发展水平的区域内基尼系数均值分别为 0.372、0.075、0.173 和 0.066。由此可以看出中原城市群内数字经济发展水平差异最大，黄淮地区数字经济发展水平差异最小。结合第三章对河南省各地市数字经济发展水平的综合评价可知，造成中原城市群数字经济发展水平差异最大的原因可能是存在像郑州市这样的发展高水平城市，而其他城市的数字经济发展水平较郑州的差距较大，仍然存在如许昌、平顶山等有潜力的城市，未能吸收高水平区域的“溢出效应”，造成中原城市群发展出现一定的断层现象，造成了中原城市群的较大差异。而随着中原城市群内其他城市的崛起，例如开封市、洛阳市等数字经济发展水平的提高，中原城市群区域内的基尼系数从 2018 年起也在呈逐年降低的趋势。而针对豫北地区、豫西豫西南地区和黄淮地区区域内基尼系数相对中原城市群来说较低的现象，可能造成此现象的原因并非区域内数字经济发展趋于平衡，而是本身区域内所含城市的数字经济发展水平就不高，在观察期内并未取得长足的增长且发展水平较为相似。

其次，从各经济区数字经济发展水平发展差异的变化趋势来看，中原城市群以及豫西豫西南城市群都呈现出先升高后降低的趋势，说明这两个经济区内数字经济发展差异呈现降低趋势，区域内发展有趋于平衡的态势；豫北地区展示出先升高再降低然后再升高的态势，呈“N”字形变动；而黄淮地区数字经济发展水平发展差异化程度则呈逐年升高的态势，发展不平衡程度进一步扩大，这可能是

由于黄淮地区内驻马店和商丘市数字经济发展水平年均增速分别达到 6.8%和 21.2%，高于地区内周口和信阳市年均增速，造成了区域内差异化程度升高。

综上所述，无论从 Dagum 基尼系数的数值还是其变化趋势来看，河南省内四大经济区的数字经济发展水平的差异表现明显不同。其中，发展较为均衡的是豫北地区，中原城市群的发展存在显著不平衡，但根据变化趋势判断，中原城市群以及豫西豫西南地区都展示出逐渐趋于平衡的态势。而黄淮地区的差异化发展态势值得引人注意，呈现一定的逐年扩大趋势。因此，在关注各地区数字经济发展水平提高的同时，需注重各地区各地市之间的均衡化发展。

表 4.3 河南省各经济区组间基尼系数

| 年份 | 组间基尼系数 | | | | | |
|------|--------|----------|-------|-------|----------|----------|
| | 中原&豫北 | 中原&豫西豫西南 | 中原&黄淮 | 豫北&黄淮 | 豫北&豫西豫西南 | 豫西豫西南&黄淮 |
| 2017 | 0.308 | 0.251 | 0.241 | 0.209 | 0.178 | 0.093 |
| 2018 | 0.404 | 0.369 | 0.330 | 0.205 | 0.237 | 0.182 |
| 2019 | 0.427 | 0.389 | 0.334 | 0.240 | 0.307 | 0.237 |
| 2020 | 0.463 | 0.365 | 0.289 | 0.294 | 0.239 | 0.193 |
| 2021 | 0.504 | 0.367 | 0.300 | 0.357 | 0.242 | 0.231 |

通过表 4.3 河南省各经济区组间基尼系数可知，中原城市群与其他区域组间基尼系数较大，豫西豫西南地区与其他区域组间基尼系数较小，豫北地区和黄淮地区与其他地区组间基尼系数差别相差不大。此外，中原城市群除了 2019-2020 年与黄淮地区的组间基尼系数有降低以外，与其他各地区各年份的组间基尼系数都呈逐年上升状，进一步说明了中原城市群与其他地区之间的发展不平衡。由第三章测算结果可知，除了郑州市以外，开封市、洛阳市等数字经济发展的快速增长造成了中原城市群整体数字经济发展水平的提高，而其他地区之间的数字经济发展水平落后于中原城市群，造成了中原城市群与其他地区之间差异化进一步提高。除此以外，各区域的组间基尼系数在考察期的变动趋势整体呈现上升态势，说明了各地区之间发展不平衡的态势并没有得到解决。

综上所述，河南省的四大经济区中，总体基尼系数呈逐年上升态势，说明各地区之间的数字经济发展差异化程度还在增长。其中造成差异化的主要贡献来自于经济区与经济区之间的差异，虽然各区域内的差异化程度呈现逐年减少的趋势，但是各经济区之间的差异化程度并没有因此缩小。说明各区域内的地市能够吸收区域内高水平区域的“溢出效应”，而各区域之间未能吸收其他高水平区域的“溢出效应”。

4.2 河南省数字经济发展的时空演进分析

4.2.1 数字经济发展水平时间演进过程分析

在上文中，本文通过 Dagum 基尼系数分析了河南省以及省内各地市数字经济发展水平的相对差异情况，解析数字经济发展水平的差异大小及来源。本文接下来采用 Kernel 核密度估计，进一步分析河南省数字经济发展水平的动态分布及演进情况，考察河南省各地级市数字经济发展水平随时间变化的分布情况。

假设共有 N 个样本观测值， h 为带宽， K 为核密度函数， X 为随机变量，核密度函数的形式为：

$$f(X) = \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{X_i - \bar{X}}{h}\right)}{Nh} \quad (4-10)$$

$$\lim_{N \rightarrow \infty} h(N) = 0 \quad (4-11)$$

$$\lim_{N \rightarrow \infty} Nh(N) = N \rightarrow \infty \quad (4-12)$$

本文使用高斯核函数估计河南省各地市数字经济发展水平的分布趋势，具体表达式为：

$$K(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\left(-\frac{x^2}{2}\right)} \quad (4-13)$$

因此，本文绘制了 2017-2021 年河南省各地市数字经济发展水平的二维和三维图，以此分析其随时间的演变过程，如图 4.3 所示：

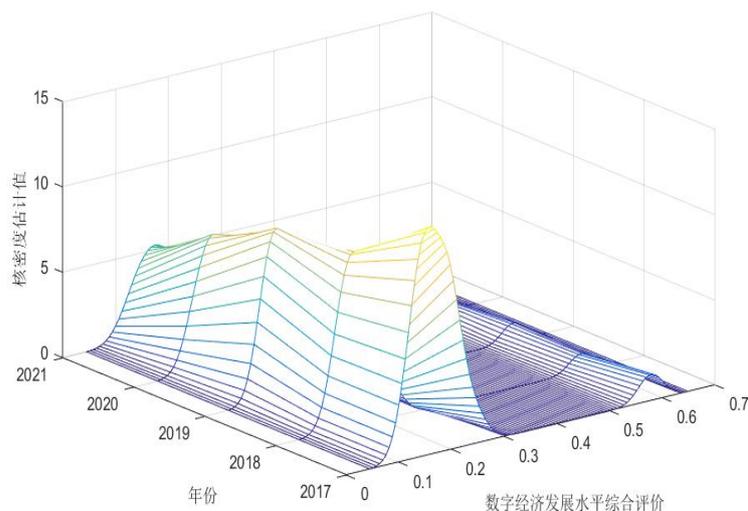


图 4.3 河南省数字经济发展水平三维图

由图 4.3 可以看出，2017-2021 年，河南各地市数字经济曲线波峰数值呈现逐年上涨的趋势，表明河南省数字经济单一区间集中度不断增加；从波峰的个数来看，2017-2021 年呈现波峰数递减的趋势，其中，从分布形态来看，河南省数字经济峰值增加、宽度减少，说明河南省各地市数字经济发展水平呈现出较为明显的空间差异和分散特征，2017-2018 年波峰数由 3 个减少至 2 个，多峰形态明显，说明多极分化现象，3 峰向 2 峰过渡，说明河南省数字经济两极分化现象减弱；从波峰移动趋势来看，河南省数字经济核密度估计曲线图波形呈现先左移（2018-2019），再右移（2019-2021），表明河南省数字经济发展水平呈现增加趋势。

2021 较 2017 年来说，各地区数字经济发展水平集中分布在 $[0.1-0.3]$ 内的集中程度明显减小，且观察期内呈逐年降低趋势。此外，河南省各地市数字经济发展水平核密度图波峰逐渐由平缓到陡峭，宽度逐渐变得更窄。

4.2.2 数字经济发展水平空间演进过程分析

本文利用 ArcGIS 软件，基于 2017-2021 年河南省各地市的数字经济发展水平的综合评价值，采用自然断点分级法制作分级地图。为了直观地展示河南省的数字经济发展水平的空间分布特征，因此分为四个梯度。第一梯度对应高水平地区，第二梯度代表中高水平、第三梯度代表中低水平、第四梯度则代表低水平地

区，四个水平对应的区间分别为 $[0.045—0.116)$ 、 $[0.116—0.217)$ 、 $[0.217—0.351)$ 和 $[0.351—0.648]$ 。这种分级有助于清晰地呈现河南省数字经济发展在空间上的差异，如图 4.4 所示

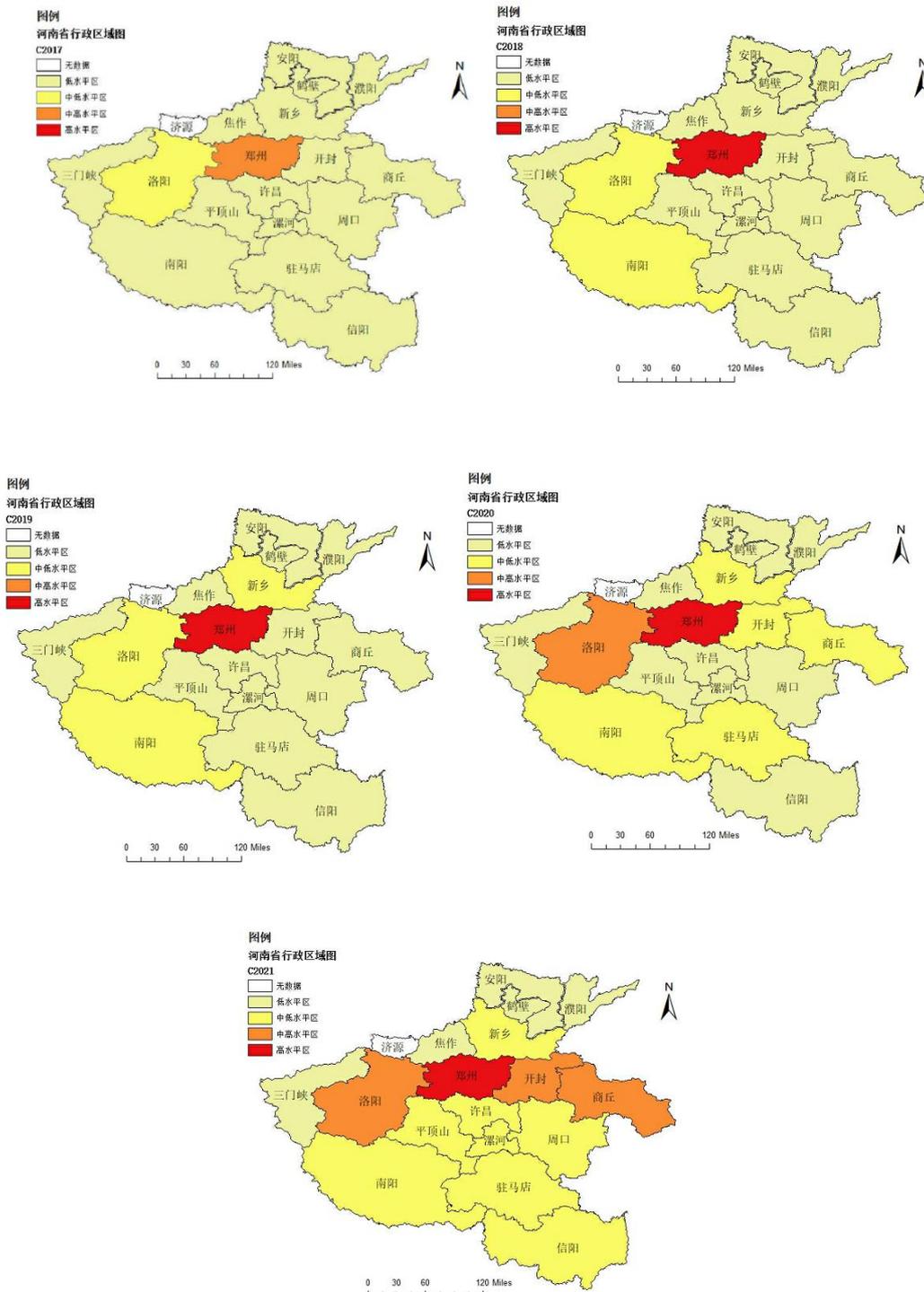


图 4.4 2017-2021 年河南省数字经济发展水平空间分布情况

由图 4.4 可知，从整体分布情况来看，河南省北部（安阳市、鹤壁市、濮阳市

市)和西部(三门峡市)数字经济发展水平较低,不仅在2017年起初处于低水平区,直到2021年也没有进入中低水平区圈层。2017年,河南省并没有处于高水平区的城市,综合评价排名第一的郑州市只进入了中高水平区;处于中低发展水平的也仅有洛阳市,其余15个地级市全部位于低水平区。2018年,郑州升入高水平区,南阳市也紧随其后,与洛阳市成为省内唯二处于中低水平区的城市,其他地市仍旧处于低水平区。2019年,郑州依旧处于高水平区,新乡市也跻身进入中低水平区。2020年,洛阳市进入中高水平区,处于中低水平区的城市分别有南阳市、驻马店市、新乡市、开封市和商丘市。2021年,开封市和商丘市也进入中高水平区,大多城市位于中低水平区,低水平区的地市仅剩三门峡市、焦作市、鹤壁市、濮阳市和安阳市。

从四大经济区的视角来看,对比2017年和2021年结果,发展最好的是黄淮经济区,黄淮地区内四个地市都有较大发展,三个从低水平区进入中低水平区,一个进入了中高水平区;发展最差的是豫北地区,三个地市经过观察期的发展始终没有摆脱低水平区。

由此可见,河南省各地市数字经济发展水平提升成果显著,但各地市间仍存在较大差距。因此,为了使河南省数字经济发展能够更加均衡,需要完善基础设施建设,投资于全面、高效的数字基础设施,确保各地区都能享受到高速互联网、云计算和数据存储等服务,这有助于打破数字鸿沟,使各地区都能充分利用数字技术;鼓励各地区之间的合作,共同解决数字经济发展中的挑战。促进信息共享、技术合作和资源整合,实现优势互补,推动整个地区的数字经济均衡发展。

5 河南省数字经济发展水平的影响因素分析

5.1 影响因素的选取依据与变量选择

5.1.1 影响因素的选取依据

数字经济的发展涉及数字基础设施、数字产业化、产业数字化、技术创新能力以及数字化治理等五个关键方面。这些方面的发展不仅与各地区在社会、经济、政策等方面的变化密切相关，而且在地区之间存在差异。本文结合前文的分析结果，选取了地区规模、科技发展程度、教育重视程度、产业结构优化、对外开放水平以及经济发展水平这六个影响因素，以探究它们对河南省数字经济发展的影响机制。

(1) 经济发展水平

经济发展水平高意味着更大的市场规模和更高的消费能力。这将促使数字经济产业更好地满足日益增长的市场需求，推动数字产品和服务的创新和发展。数字经济发展水平高的地区往往拥有更健全的金融体系和更有利的融资环境，为数字经济项目提供更便捷的融资途径，促进数字经济产业链的升级和扩展。

综合而言，经济发展水平的提高为区域数字经济提供了更为有力的支持和条件，促进了数字经济在该地区的全面发展。

(2) 科技投入

科技发展程度高的地区通常具有更强的创新能力和先进的技术水平。这使得该地区能够更好地推动数字经济的发展，引领行业技术的创新和升级。高科技水平的地区更容易应用先进的数字化技术，如人工智能、大数据分析等，以提升生产效率，从而推动数字经济的发展。高科技水平的地区在国际竞争中更具竞争力，能够更好地融入全球数字经济体系，与国际市场接轨，促进数字产品和服务的国际化发展。

总体而言，科技投入的提高为地区数字经济提供了技术支持和创新动力，使其能够更好地适应数字化时代的发展趋势，从而推动数字经济在该地区的蓬勃发展。

(3) 教育投入

教育投入高的地区通常能够更有效地培养数字经济所需的高素质人才。这包括具备数字化技能和专业知识的工程师、科学家、程序员等，为数字经济提供人力资源支持。教育投入高有助于培养创新文化和创业精神，使人们更容易接受新思维方式和数字化的商业模式，这有利于推动数字经济中的创新和创业活动。教育系统的发展往往与科技研发和产业升级紧密相连。受过良好教育的人才更容易参与到科技创新和产业升级的过程中，推动数字经济发展水平的提高。高度重视教育的地区培养了更强的学习能力和适应能力，使人们更能够迎接数字经济快速变化的挑战。这种灵活性有助于适应新兴技术和市场需求。教育重视程度高有助于建设高水平的科研机构，促使科研成果与产业深度融合。这推动了数字经济的创新和科技成果的商业化应用。

通过提升教育投入，地区能够建设更为健全的人才培养体系，培育更多适应数字化时代需求的专业人才，从而推动数字经济在该地区的可持续发展。

(4) 对外开放水平

对外开放与国际合作能够为地区提供更广阔的市场和合作机会。通过与国际市场的联系，地区能够吸引外国投资、引入先进技术和管理经验，推动数字经济的发展。对外开放有助于促进技术创新和知识流动，与国际接轨的地区更容易获取前沿科技信息、吸引高端人才，从而提升数字经济的技术水平。对外开放也有助于加强人才的国际化培养和文化交流。通过引入外国专业人才和经验，地区能够提升自身数字经济的创新能力和竞争力。

综合来看，对外开放水平的提高可以促进数字经济发展，通过国际合作和资源共享，地区能够更好地适应全球数字经济发展的潮流，实现更为持续和全面的经济增长。

(5) 地区规模

大规模地区拥有更庞大的市场规模和更广阔的需求潜力。这为数字经济产业提供了更广泛的市场空间，鼓励企业投资于数字化技术和服务，从而推动数字经济的发展。大规模地区更容易实现资源的整合和协同效应。不同行业、企业之间的合作与协同将更加便利，有利于形成数字经济的产业链，推动整个地区数字化产业体系的发展。大规模地区能够更容易形成完整的创新生态系统，包括创新团队、研究机构、初创企业等。这有助于数字经济领域的技术创新和知识转化，推

动数字化产业的不断升级。

综合而言,地区规模的增大为数字经济提供了更为广泛的发展平台和更强大的支持条件,有助于推动数字经济在该地区的全面发展。

(6) 产业结构优化

产业结构优化通常涉及向知识密集型、技术先进的产业转型。数字经济作为当代高新技术产业的代表,其发展对于产业结构的优化和升级至关重要。优化产业结构有助于提高经济体系的科技含量。数字经济涉及先进的科技创新,通过优化产业结构,可推动科技研发和创新,提升整体数字经济的竞争力。数字化产业通常能够提高生产效率和降低成本。通过引入数字技术和自动化系统,产业结构的优化有助于提高生产效率,加速产业链的数字化转型。优化产业结构促使新兴数字产业迅速崛起,如云计算、人工智能、物联网等。这些新经济业态在数字经济体系中发挥着关键作用,为地区提供了新的增长点。

通过优化产业结构,地区能够更好地适应数字经济时代的要求,实现经济的可持续发展和更高水平的数字化经济体系建设。

5.1.2 变量选择

依据前文的理论探讨,本研究采用 2017 至 2021 年河南省各市的数字经济发展得分作为解释变量。此外,选取了经济增长水平、科技进展水平、教育投入程度、对外开放程度、区域规模和产业结构调整等六个关键领域作为解释变量,进行实证研究,旨在分析这些变量对数字经济发展的影响。

(1) 经济发展水平

本文选用人均地区生产总值(gdpp)作为衡量经济发展水平的指标。人均地区生产总值高的地区是经济发展水平高的一种表现,此指标值由地区生产总值与地方人口比值所得。

(2) 科技投入

本文以科技支出占公共支出比重(sci)作为衡量地方政府对科学技术的重视程度的指标。科技支出占公共支出比重的增加表明地方政府在科技创新方面的积极性和对科学技术的高度重视,而对科学技术的高度重视会提高数字经济发展水平。

(3) 教育投入

本文使用教育支出占公共支出比重（edu）作为测量地方政府对教育发展的重视程度的指标。该指标较高时，意味着该地区的政府对教育的重视程度较高，而提升教育投入培育更多适应数字化时代需求的专业人才可以推动数字经济在该地区的可持续发展。

(4) 对外开放水平

本文使用实际利用外资额（inv）来代表对外开放水平，这是因为实际利用外资额反映了一个地区引进外资、吸收外部投资的程度，从而能够较为客观地反映该地区的对外开放水平。实际利用外资主要包括外商直接投资，这是一种对该地区产业和经济的实实在在的投入。因此，实际利用外资能够较好地反映地方政府对外商投资的吸引力和对外商的开放程度。

(5) 地区规模

本文选择年末常住人口（sca）来代表地区规模，人口规模通常与地区的社会经济活动密切相关。较大的人口规模可能意味着更广泛的市场需求、更多的劳动力资源，对于数字经济的发展具有积极作用。

(6) 产业结构优化

本文使用第三产业增加值占 GDP 比重（ind）来代表产业结构优化水平，第三产业在经济发展中往往表现为一个产业结构的升级和转型趋势。当第三产业在 GDP 中占比增加时，说明该地区的产业结构正在向更为现代、知识密集的方向发展，较高的第三产业比重通常伴随着更为先进的经济水平，这符合数字经济时代的趋势。

5.1.3 数据来源

以上所选择的六个解释变量数据均来源于《中国城市统计年鉴》、河南省及各个地市的统计年鉴、中国城市数据库以及 EPS 数据库。为了让数据波动更加平稳，模型中对解释变量进行取对数处理，各变量分析结果如下表 5.1 所示：

表 5.1 各解释变量描述性统计

| 变量 | 变量描述 | 平均值 | 标准差 | 最大值 | 最小值 |
|--------|-----------------|---------|--------|---------|---------|
| lngdpp | 人均生产总值 | 10.8400 | 0.3097 | 11.6363 | 10.2391 |
| lnsci | 科技支出占公共支出比重 | 3.7737 | 0.1489 | 4.0782 | 3.3407 |
| lnedu | 教育支出占公共支出比重 | -1.7051 | 0.1302 | -1.4805 | -2.1528 |
| lninv | 实际利用外资额 | 11.3606 | 0.6182 | 13.0946 | 10.5021 |
| lnsca | 年末常住人口 | 6.3664 | 0.5700 | 5.1357 | 7.1380 |
| lnind | 第三产业增加值占 GDP 比重 | 3.7737 | 0.1489 | 3.3407 | 4.0782 |

5.2 模型设定与结果分析

5.2.1 模型设定

本研究基于 2017-2021 年的河南省 17 个地市（除济源示范区外）的面板数据，运用 Stata 软件进行数据分析。通过使用 F 检验和 Hausman 检验，我们采用固定效应模型来研究河南省数字经济发展的影响因素。

在进行建模前，使用方差膨胀系数法对各解释变量之间是否存在多重共线性进行检验。如果方差膨胀因子（VIF）小于 10，则判定变量间不存在多重共线性；而当方差膨胀因子（VIF）超过 10 时，表示变量间存在较强的多重共线性。这表示需要对变量进行删除、替换等处理，以便在开始建模之前解决多重共线性的问题。检验的结果如表 5.2 所示：

表 5.2 多重共线性检验结果

| 变量 | VIF | 1/VIF |
|--------|-------|-------|
| lnind | 1.742 | 0.574 |
| lngdpp | 5.069 | 0.197 |
| lnsca | 2.215 | 0.471 |
| lnsci | 1.735 | 0.576 |

续表 5.2 多重共线性检验结果

| | | |
|-------|-------|-------|
| lnedu | 1.876 | 0.533 |
| lninv | 5.607 | 0.178 |

由表 5.2 可知, 方差膨胀因子处于 1.735-5.607 之间, 则认为变量之间不存在多重共线性干扰, 因此可以利用回归分析河南省各地市数字经济发展水平的影响因素。

本章所研究的数据来自河南省 17 个地市近五年的相关数据, 属于短面板数据类型。在进行影响因素分析之前, 需要选择适当的面板数据模型。面板数据模型主要包括混合回归模型、变系数模型和变截距模型。混合回归模型的特点是截距项和斜率系数相同, 该模型假设解释变量对被解释变量的影响与个体和时间点无关。变系数模型则表现为截距项和系数全部不相同, 与混合回归模型相反, 其特点是解释变量对被解释变量的影响因个体和时间点而异。变截距模型包括固定效应模型和随机效应模型。固定效应模型中, 截距项与解释变量相关, 假设解释变量与不可观测的个体效应存在关联。而在随机效应模型中, 截距项与解释变量无相关性, 假设解释变量与不可观测的个体效应无关。

本章通过 F 检验和 Hausman 检验进行模型确定, 检验结果如表 5.3 和表 5.4 所示:

表 5.3 F 检验结果

| 检验模型 | 统计量 | P 值 |
|------|-------|--------|
| F 检验 | 42.33 | 0.0000 |

表 5.4 Hausman 检验结果

| 检验模型 | 统计量 | P 值 |
|------------|-------|--------|
| Hausman 检验 | 53.56 | 0.0000 |

通过表 5.3 中的 F 检验结果可观察到, F 检验的 p 值为 0.0000, 因此拒绝了原假设, 表明个体间的截距项存在显著差异。这提示我们需要考虑使用固定效

应模型，即变截距模型更适用于本研究。进一步，在表 5.4 的 Hausman 检验中，p 值同样为 0.0000，在 0.01 显著性水平下拒绝了原假设，表明固定效应模型在统计上优于随机效应模型。综合考虑 F 检验和 Hausman 检验的结果，我们得出固定效应模型更适合本研究。

因此，本章影响因素分析采用了固定效应模型，并基于此展开回归分析，本章影响因素分析所设定的计量模型如下：

$$dig_{it} = \beta_0 + \beta_1 gdp_{it} + \beta_2 sci_{it} + \beta_3 edu_{it} + \beta_4 ind_{it} + \beta_5 sca_{it} + \beta_6 inv_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (5-1)$$

式中， dig 为数字经济发展水平， μ_i 为个体效应， ε_{it} 为随机扰动项，其中 i 表示地市， t 表示年份。

5.2.2 结果分析

经过一系列检验后，利用固定效应模型进行回归，回归分析结果由表 5.5 所示：

表 5.5 模型回归结果

| 变量 | 系数 | 标准差 | T 统计量 | P 值 |
|--------|-----------|--------|-------|-------|
| lnind | 0.0158* | 0.0008 | 1.84 | 0.085 |
| lngdpp | 0.1320* | 0.0665 | 2.01 | 0.061 |
| lnsca | 0.0129* | 0.0006 | 2.06 | 0.056 |
| lnsci | 1.1150 | 1.1655 | 0.99 | 0.336 |
| lnedu | 0.2364 | 0.2942 | 0.80 | 0.433 |
| lninv | 0.0187*** | 0.0536 | 3.49 | 0.003 |
| 常数项 | -1.006** | 0.3827 | -2.63 | 0.018 |
| F 值 | 42.33*** | | | 0.000 |
| R^2 | 0.4321 | | | |

从表 5.5 模型估计结果可知，固定效应模型的可决系数为 0.4321，模型 F 值为 42.33，对应的 P 值为 0.0000，说明使用固定效应模型的解释变量联合显著性通过了检验，所以从整体的结果而言，面板回归模型的结果较为显著，模型拟

合度良好。

就单个解释变量的显著性而言,科技发展水平、教育重视程度没有通过显著性检验,其他解释变量均通过了不同显著性水平下的检验。经济发展水平、产业结构优化以及地区规模都在 10%显著性水平下显著,对外开放水平在 1%显著性水平下显著。

此外,根据影响系数来看,经济发展水平、产业结构优化、对外开放水平以及地区规模均对数字经济发展水平具有显著的正向影响。其中,在通过显著性检验的四个解释变量中,影响系数最高的是经济发展水平,影响系数为 0.1320,说明经济发展水平每提高 1%,会带动数字经济发展水平提高 0.1320。经济发展水平的提高为数字经济提供了有利的环境,促使数字技术在各个领域的广泛应用,推动数字经济的快速发展。经济发展水平提高通常伴随着更多的研发和创新活动。这种创新活动有助于推动数字技术的进步,为数字经济创造新的机会和解决方案。经济的发展可能导致传统产业的升级和数字化转型。数字技术的广泛应用使得传统行业更加高效、智能,促使数字经济的快速发展。

产业结构优化对数字经济发展的影响系数为 0.0158,表明产业结构的优化对数字经济发展也具有正向促进作用。通过优化产业结构,国家可以更加注重发展数字化产业,如信息技术、互联网、人工智能等。这些数字化产业的崛起将推动数字经济的快速发展。优化产业结构常常伴随着劳动力的智能化和生产力的提高。数字技术的广泛应用可以提高企业和产业的劳动生产率,促进数字经济的升级。

地区规模对数字经济发展的影响系数为 0.0129,随着地区规模的扩大,对高技术人才的吸引力有所提升,促进数字经济发展蒸蒸日上。扩大地区规模将提供更广阔的市场,有助于数字经济中的企业扩大其服务范围,吸引更多用户。更大的用户基础通常带来更多的商机和创新潜力。地区规模的扩大可以促进数字化智慧城市建设。数字技术的应用可以提高城市管理效率、优化资源利用,推动数字经济在城市层面的发展。

对外开放水平在 1%显著性水平下显著,表明吸引外国投资、引入先进技术和管理经验,增加与国外企业的合作能够推动数字经济的发展。提高对外开放水平助力跨境电子商务的发展。数字经济中的电商平台可以更便捷地开展国际贸易,

促进全球商品和服务的流通。对外开放可促进数字一带一路的建设。数字技术的应用可以增强沿线国家之间的经济合作，推动数字经济在一带一路区域的发展。

综上所述，经济发展水平的提高、产业结构的优化、对外开放水平的提高以及地区规模的扩大均有助于推动数字经济。对于省内发展处于劣势的地市，从以上方面着手，以提高发展水平，进而推动河南省数字经济发展水平朝着均衡化方向发展。

6 研究结论及政策建议

6.1 研究结论

本文首先详细探讨了数字经济的内涵，然后建构了包含 5 个维度和 33 个指标的河南省数字经济发展水平评价指标体系。运用熵权-TOPSIS 法，对 2017-2021 年河南省整体及 17 个地级市（不包括济源示范区）的数字经济发展水平展开分析。再根据各地市综合评价结果采用 Dagum 基尼系数评估四大经济区之间的差异程度，并运用自然断点分级法和核密度估计进行时空演进分析。最后，基于 17 个地市的面板数据，并通过一系列检验，确定采用固定效应模型来分析影响河南省各地市数字经济发展水平的因素。本文的主要研究结论如下：

第一，基于熵权 TOPSIS 模型对 2017-2021 年河南省总体及 17 个地级市数字经济发展水平进行综合评价的结果显示，河南省数字经济发展水平提高迅速，从 2017 年的 0.281 到 2021 年的 0.695，综合得分提高了 0.414，年均增长率达到 19.85%；五个维度中，数字化治理和技术创新能力发展速度最快。但各地市的数字经济发展水平和增速之间存在较大差距，郑州市数字经济发展综合评价值在观察期内始终保持第一，且始终与第二名保持较大差距；濮阳市、安阳市和鹤壁市虽较观察期初有所增长，但整体发展水平还有待提高。

第二，从河南省规划的四大经济区的整体情况来看，区域间差异是造成地区之间发展不平衡的主要因素，且中原城市群相较于其他经济区组内差异化程度较大，说明河南省各地市数字经济发展水平之间存在数字鸿沟。基于核密度估计和自然断点法调查结果也显示出地区发展不均衡现象，省内大部分地市还处于中低发展水平，只有郑州市达到了高水平发展，洛阳市、开封市和商丘市达到了中高水平。

第三，由研究数字经济发展水平影响因素的固定效应模型估计结果可知，促进经济发展水平的提高、推进产业结构优化、提高对外开放水平以及地区规模的扩大，均有利于提升数字经济发展水平。

6.2 政策建议

基于上述研究结论，本文提出以下政策建议：

第一，由于各地市之间数字经济发展水平存在显著差异，且每个地市在每个维度的发展特征均有其特殊性。如三门峡市、许昌市和漯河市需着重发展数字基础设施建设，数字基础设施包括互联网、通信网络等，它们提供了全球范围内的连接性。高速、可靠的互联网连接和通信网络能够促使信息在不同地区、行业之间快速流通，推动数字经济中的信息共享、合作和创新。鹤壁市和濮阳市需以产业数字化建设为重点，通过数字化技术，企业可以优化生产流程、提高生产效率，减少资源浪费，降低生产成本，从而提高整体经济效益。各地市需针对发展短板查漏补缺，在发展程度落后的维度集中资源进行建设，这样落后地区数字经济发展方能厚积薄发。

第二，要提高地区经济发展水平，促进产业结构优化。根据影响因素结果分析，经济发展水平的提升可以有效推动数字经济的发展，提高人才素质和数字技能是数字经济发展的关键。投资于培训和教育，确保劳动力具备数字时代所需的技术和知识，有助于推动数字经济的创新和发展。政府制定鼓励数字化发展的政策和法规，包括税收激励、创业支持、知识产权保护等方面。这样的政策能够为企业提供更好的发展环境，鼓励它们采用数字技术。促进不同产业间的协同发展，以推动产业结构不断优化，通过数字技术整合资源，提高产业效益。数字经济的发展常常涉及多个领域的合作，协同发展有助于推动数字经济的整体进步。

第三，提高对外开放水平。政府应鼓励外商直接投资，促使外国企业在本国设立业务，外资的引入可以为数字经济企业提供资金支持、技术经验和市场机会。同时企业需加强与其他国家和国际组织的合作，共同推动数字经济的发展，国际合作可以促进技术创新、标准制定和最佳实践的分享，提高数字经济的国际竞争力。政府应积极建设数字贸易平台，促进跨境电子商务和数字服务贸易。这有助于扩大数字经济产业的国际市场份额，提高企业的国际竞争力。

第四，应着力于扩大地区规模。不同地区拥有不同的资源和优势，通过扩大地区规模，可以更好地整合和共享资源。这对数字经济意味着更多的创新和发展机会，例如跨地区合作的数字化项目。政府可以扩大地区规模将数字经济相关产业集中在特定地区，形成集聚效应。产业集聚可以促进信息、技术、人才的交流，

加速创新和技术进步，这有助于优化资源配置，提高生产效率，推动数字经济的可持续发展。同时，扩大地区规模有助于构建更为完善的数字生态系统，包括数字创新中心、孵化器、研发机构等。这样的生态系统有助于培育创新企业，推动数字经济的快速发展。

6.3 研究不足与展望

由于数据可获取性以及研究时间所限，本文还存在几点不足，有待将来进一步研究：

第一，由于某些指标的出现时间相对较晚，无法满足本研究样本的时间需求。因此，我们不得不在指标体系中舍弃这些数据。其次，本文仅考虑了 2017 年至 2021 年的数据，研究时间跨度相对有限。随着时间推移和有利政策的实施，未来指标的选取和数据资料将更加完善。

第二，在对河南省数字经济发展水平进行地区差异性以及时空演进分析中，本文并没有考虑相对的空间相关性分析，在后续研究中将对分析方法作进一步完善。

第三，本文主要对河南省当前数字经济发展水平进行了综合评价研究，着重考察了该省数字经济的纵向发展趋势。然而，研究的视角仅限于省内，未将河南省的数字经济发展水平与其他省份进行横向比较。未来研究中将开展区域间横向对比分析，以更全面地了解河南省在国内数字经济领域的地位，并与其他水平相近的省份进行对比，以发现彼此之间的发展特点和差异。同时通过借鉴其他省份的经验，进行优势互补，以推动河南省数字经济朝着更加健康、均衡的高质量发展方向迈进。

参考文献

- [1] Beck, T., Demirgüç-Kunt, A., & Honohan, P. (2009). Access to Financial Services: Measurement, Impact, and Policies. *The World Bank Research Observer*, 24, 119-145.
- [2] Beomsoo Kim. Virtual Field Experiments for a Digital Economy: A New Research Methodology for Exploring an Information Economy [J]. *Decision Support Systems*, 2002, 32(1): 215-231.
- [3] Cohen S, Zysman J, De long B. Tools for Thought: What is New and Important about the "Economy"? [J]. *UCAIS Berkeley Roundtable on the International Economy*, UC Berkeley, Working Paper Series, 2000. 8(3):1-116.
- [4] Danny Quah. Digital Goods and the New Economy[A]. Derek Jones. *New Economy Handbook*[C]. London, Academic Press, 2003:289-321.
- [5] Gregoriou A, Hunter J, Wu F. An empirical investigation of the relationship between the real economy and stock returns for the United States[J]. *Journal of Policy Modeling*,2008,31(1):133-143.
- [6] International Monetary Fund. Measuring the digital economy[R].2018(2)
- [7] Kapustina L V, Martynova I A. Training employees in the digital economy with the use of video games[M]. *Digital Transformation of the Economy: Challenges Trends and New Opportunities*. Springer, Cham, 2020:444-454.
- [8] Kim B, Barua A, Whinston A B. Virtual field experiments for a digital economy: a new research methodology for exploring an information economy [J]. *Decision Support Systems*, 2002, 32(3): 215- 231.
- [9] Lane N. Advancing the Digital Economy into the 21st Century[J]. *Information Systems Frontiers*, 1999, 1(3):317-320.
- [10] Miller P, Wilsdon J. Digital Future: An Agenda for a Sustainable Digital Economy[J]. *Corporate Environmental Strategy*, 2001, 8(03): 275-280.
- [11] Neal L. Advancing the Digital Economy into the 21st Century[J]. *Information Systems Frontiers*,1(3):317-320.

- [12] Negroponte N.P. Being digital[M]. London, UK: Random House Inc, 1995.
- [13] OECD. OECD Digital Economy Outlook 2017[R].OECD Publishing,Paris,O
ECD Digital Eco nomy Papers,201
- [14] Peterson K.Ozili. Impact of Digital Finance on Financial Inclusion and Sta
bility[J].Borsa Istanbul Review, 2017,18(4): 329-340
- [15] Susan Athey. Beyond prediction: Using big data for policy problems[J]. Sci
ence, 2017, 355(6324).
- [16] Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril In The Age of Netw
orked Intelligence [M]. New York: McGraw Hill,1996.
- [17] Wilson K R, Wallin J S, Reiser C. Social Stratification and the Digital Di
vide[J]. Social Science Computer Review, 2003, 21(2):133-143.
- [18] W. Lingling and G. Sandang, "Study on the coordination degree between f
ictitious and real economy in China based on grey correlation model," Pro
ceedings of 2013 IEEE International Conference on Grey systems and Intel
ligent Services (GSIS), 2013, pp. 67-71.
- [19] Yingkun Yan. Research on the Economic Growth Effect of China's Digital
Inclusive Finance[J]. Frontiers in Economics and Management,2022,3(1).
- [20] Zakaria Yakubu,Nanthakumar Loganathan,Tirta Nugraha Mursitama,Abbas M
ardani,Syed Abdul Rehman Khan,Asan Ali Golam Hassan. Financial Liberal
isation, Political Stability, and Economic Determinants of Real Economic G
rowth in Kenya[J]. Energies,2020,13(13).
- [21] 崔保国,刘金河.论数字经济的定义与测算——兼论数字经济与数字传媒的关系[J].现
代传播(中国传媒大学学报),2020,42(04):120-127.
- [22] 陈剑,黄朔,刘运辉.从赋能到使能——数字化环境下的企业运营管理[J].管理世界,202
0,36(02):117-128+222.
- [23] 陈芳.中国数字经济发展质量及其影响因素研究[D].杭州电子科技大学,2019.
- [24] 陈亮.数字经济规模核算的范围与方法[J].重庆工商大学学报(社会科学版),2022,39(0
3):58-69.
- [25] 方丹.河南省数字经济综合评价及对经济发展影响研究[D].河南财经政法大学,2023.

DOI:10.27113/d.cnki.ghncc.2023.000740.

- [26] 郭峰,王靖一,王芳,孔涛,张勋,程志云. 测度中国数字普惠金融发展:指数编制空间特征[J]. 经济学(季刊),2020,19(04):1401-1418.
- [27] 何泉吟. 数字经济与信息经济、网络经济和知识经济的内涵比较[J]. 时代金融,2011(29):47.
- [28] 华为研究院. 全球联接指数量化数字经济进程(2006)R/OL. 2016.
- [29] 纪雯雯. 数字经济与未来的工作[J]. 中国劳动关系学院学报,2017,31(06):37-47.
- [30] 焦帅涛,孙秋碧. 我国数字经济发展测度及其影响因素研究[J]. 调研世界,2021, No. 334(07):13-23.
- [31] 康铁祥. 中国数字经济规模测算研究[J]. 当代财经,2008(03):118-121.
- [32] 旷冬红. 江西省数字经济发展质量研究[D]. 江西财经大学,2022.
- [33] 刘庆. 数字乡村发展水平测度及时空演变特征研究——以河南省为例[J]. 统计与决策,2023,39(09):85-90.
- [34] 刘丽,任保平,汪浩. 数字经济与产业绿色高质量发展耦合协调度的时空特征、区域差异与影响因素[J]. 统计与决策,2023,39(22):24-29.
- [35] 刘莹. 浙江省数字化发展评价及影响因素研究[D]. 浙江工商大学,2022. DOI:10.27462/d.cnki.ghzhc.2022.001207.
- [36] 李鹏勇. 数字经济发展水平综合评价研究[D]. 南京大学,2020.
- [37] 刘传辉,杨志鹏. 城市群数字经济指数测度及时空差异特征分析——以六大城市群为例[J]. 现代管理科学,2021,327(4):92-111.
- [38] 蓝国姣. 中部地区数字经济发展水平的统计测度研究[D]. 江西财经大学硕士学位论文,2020.
- [39] 吕东阳,张永庆. 数字经济发展水平测度研究——以上海市为例[J]. 中国物价,2022, No. 396(04):20-22.
- [40] 林海,胡亚美,陈金华. 什么决定了区域数字化发展? ——基于“技术-组织-环境”(TOE)框架的联动效应分析[J]. 科技管理研究,2022,42(14):24-32.
- [41] 马德稷,刘茜. 我国省级数字经济发展测度及影响因素研究[J]. 商业经济,2023(03):33-36.
- [42] 聂昀秋,马晓君,褚元田. 我国数字经济发展水平测度与驱动要素分析[J]. 东北财经大学

- 学报, 2023, No. 145 (01) :62-73.
- [43] 彭刚, 赵乐新. 中国数字经济总量测算问题研究——兼论数字经济与我国经济增长动能转换[J]. 统计学报, 2020, 1 (03) :1-13.
- [44] 孙德林, 王晓玲, 蔡晓阳, 贫困地区发展数字经济与缩小数字鸿沟的战略探讨[J]. 价格月刊, 2005 (4) :9-10.
- [45] 孙久文, 张翱. “十四五”时期的国际国内环境与区域经济高质量发展[J]. 中州学刊, 2021 (05) :20-27.
- [46] 上海社科院. 全球数字经济竞争力发展报告 (2017) [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2017.
- [47] 腾讯研究院. 中国“互联网+”数字经济指数 (2017) [EB/OL]. 2017-04.
- [48] 赛迪顾问. 2017 中国数字经济指数 (DEDI) [EB/OL]. 2017-11-13.
- [49] 宋洋. 数字经济、技术创新与经济高质量发展:基于省级面板数据[J]. 贵州社会科学, 2020(12):105-112.
- [50] 唐杰英. 数字化变革下的中国数字经济——基于数字经济边界及测度的视角[J]. 对外经贸, 2018(0 9) :49-55.
- [51] 腾讯研究院. 中国“互联网+”数字经济指数 (2017) [EB/OL]. 2017-04.
- [52] 王瑞, 董明, 侯文皓. 制造型企业数字化成熟度评价模型及方法研究[J]. 科技管理研究, 2019, 39(19) :5 7-64.
- [53] 王硕. 数字经济规模测算方法研究:一个文献综述[J]. 中国经贸导刊(中), 2021(01) :179-181.
- [54] 王彬燕, 田俊峰, 程利莎等. 中国数字经济空间分异及影响因素[J]. 地理科学, 2018, 38(06) :859-868.
- [55] 王军, 朱杰, 罗茜. 中国数字经济发展水平及演变测度[J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(07) :26-42.
- [56] 向书坚, 吴文君. 中国数字经济卫星账户框架设计研究[J]. 统计研究, 2019, 36(10) :3-16.
- [57] 新华社. 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议[EB/OL]. 2020-11-03.
- [58] 杨文溥. 数字经济促进高质量发展:生产效率提升与消费扩容[J]. 上海财经大学学报, 2021, 53(04) :10-17.

- 022, 24(01):48-60.
- [59] 杨仲山, 张美慧. 数字经济卫星账户: 国际经验及中国编制方案的设计[J]. 统计研究, 2019, 36(05):16-30.
- [60] 张雪玲, 陈芳. 中国数字经济发展质量及其影响因素研究[J]. 生产力研究, 2018, No. 311(06):67-71.
- [61] 周青, 王燕灵, 杨伟. 数字化水平对创新绩效影响的实证研究: 基于浙江省 73 个县(区、市)的面板数据[J]. 科研管理, 2020, 41(7):120-129.
- [62] 中国信息通信研究院. 中国数字经济发展白皮书(2021) [R/OL]. 2021-04-23.
- [63] 中国信息通信院. 中国数字经济发展白皮书(2017) [EB/OL]. 2017-07.
- [64] 中华人民共和国互联网信息化办公室. 二十国集团数字经济发展与合作倡议[EB/OL]. 2016-09-20.
- [65] 赵玉鹏, 王志远. 数字经济与数字经济时代浅议[J]. 广西民族学院学报(哲学社会科学版), 2003(S1):113-114.
- [66] 赵威逊. 数字化水平对我国贫富差距的影响[D]. 北京信息科技大学, 2021.
- [67] 赵涛, 张智, 梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界, 2020, 36(10):65-76.
- [68] 曾燕, 任诗婷. 积极探索元宇宙发展之路[J]. 前线, 2022(05):21-24.
- [69] 周宏仁. 做大做强数字经济、拓展经济发展新空间[J]. 时事报告(党委中心组学习), 2017(05):99-114.
- [70] 钟业喜, 毛炜圣. 长江经济带数字经济空间格局及影响因素[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2020, 26(01):19-30.

致 谢

在本论文的研究和撰写过程中，我收到了许多宝贵的帮助和支持，在此我向所有给予我帮助的人表示最深切的感谢。

首先，我要感谢我的导师，王永瑜教授。在研究的每一个阶段，王老师都给予了我耐心的指导和宝贵的建议。他的专业知识和严谨的学术态度对我影响深远，使我在学术研究的道路上不断进步。此外，王老师的鼓励和支持也是我能够坚持完成这篇论文的重要动力。读研三年，从王老师身上我学到的不仅仅是学术知识，更重要的是我学到了很多人生的道理。

我还要感谢师门的全体兄弟姐妹们。他们在我的学术旅程中提供了丰富的资源和建设性的批评，在数据收集和分析方面给予了我巨大的帮助，使我能够更深入地理解研究主题。

对于我的室友杨盛文、周浩乾，我也要表达我的感激之情。在我论文撰写的过程中提供了很多思路与借鉴，给了我很多帮助。此外，我还要感谢我的家人，他们一直是我坚强的后盾。在我遇到困难和挫折时，是他们的理解和支持让我重新获得了前进的动力。

感谢所有在这段旅程中给予我帮助的人，是你们的支持和鼓励让我得以完成这项工作。