

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

论文题目 数字产业化和产业数字化  
的区域协同水平测度及障碍因子分析

研究生姓名: 马重阳

指导教师姓名、职称: 王娟娟、教授

学科、专业名称: 应用经济学 区域经济学

研究方向: 欠发达地区经济开发

提交日期: 2023年5月30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： 马重阳 签字日期： 2023.5.30

导师签名： 孙永明 签字日期： 2023.5.30

## 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： 马重阳 签字日期： 2023.5.30

导师签名： 孙永明 签字日期： 2023.5.30

# **Measurement of Regional Coordination Level and Analysis of Obstacle Factors for Digital Industrialization and Industrial Digitalization**

**Candidate: Ma Chongyang**

**Supervisor: Wang Juanjuan**

## 摘要

数字经济的规模不断扩大,在宏观经济中的权重逐渐增大,对经济增长的引领作用明显。数字产业化和产业数字化是数字经济发展的的重要组成部分,两者是相互联系、密不可分的。但从发展现实看,产业数字化是数字经济的主要贡献者,数字产业化的贡献显著低于产业数字化。在数字经济时代,数字产业化和产业数字化协同发展是数字经济高质量发展的基石。因此,以数字产业化和产业数字化协同发展为切入点,探究数字经济时代新的区域发展差距和区域新格局的演变是非常必要的。

本文基于数字经济内涵和已有研究成果,从协同视角出发,选取相关指标构建中国数字产业化和产业数字化协同发展指标体系,运用耦合协调度模型测度各省份数字产业化和产业数字化协同发展水平,并运用 Dagum 基尼系数、Kernel 核密度估计等方法进一步对协同发展水平的区域差异和演进态势进行分析,最后借助障碍度模型进行障碍因素判断。研究发现:第一,中国数字产业化和产业数字化协同发展水平逐年递增,但整体仍处于中度耦合阶段。数字产业化显著滞后于产业数字化发展,提升数字产业化发展水平是提高协同水平的关键。第二,数字产业化和产业数字化协同发展水平的区域差异化显著。中国数字产业化和产业数字化协同发展的空间非均衡性显著但逐渐减弱。东部—中部、东部—西部及中部—西部的区域间数字产业化和产业数字化协同发展的差距显著大于东部—东北、中部—东北和西部—东北地区。中国数字产业化和产业数字化协同发展的区域间差异仍旧是东部—中部、东部—西部和中部—西部所拉动,总体差异仍将由区域间差异主导。第三,从障碍度诊断结果看,数字产业化的主要障碍因素集中在互联网行业和软件业,产业数字化的主要障碍因素体现在工业数字化中。但各省份的主要障碍因素存在明显差异。因此,本文认为当前数字经济发展阶段,提升数字产业化水平是促进数字产业化和产业数字化协同发展的关键,同时坚持产业数字化道路,提升数字技术应用率,省份间注重数字经济合作发展。

**关键词:** 数字产业化 产业数字化 协同发展 区域差异

## Abstract

The scale of the digital economy is expanding, and its weight in the macro-economy is gradually increasing, which plays a significant role in guiding economic growth. Digital industrialization and industrial digitalization are important components of the development of digital economy, and they are interrelated and inseparable. However, from the perspective of development reality, industrial digitalization is the main contributor to the digital economy, and the contribution of digital industrialization is significantly lower than that of industrial digitalization. In the era of digital economy, the coordinated development of digital industrialization and industrial digitalization is the cornerstone of high-quality development of digital economy. Therefore, it is very necessary to explore the new regional development gap and the evolution of the new regional pattern in the digital economy era, taking the coordinated development of digital industrialization and industrial digitalization as the starting point.

Based on the connotation of digital economy and existing research results, this paper selects relevant indicators to build an indicator system for the coordinated development of China's digital industrialization and industrial digitalization from the perspective of synergy, uses the coupling coordination model to measure the level of coordinated development of digital industrialization and industrial digitalization in each province, and uses Dagum Gini coefficient, Kernel density estimation, spatial autocorrelation to further analyze the regional differences and evolution trend of the level of coordinated development, and finally the influencing factors are judged with the help of the obstacle degree model. The research finds that: first, the coordinated development level of China's digital

industrialization and industrial digitalization is increasing year by year, but the overall level is still in the middle coupling stage. Digital industrialization lags significantly behind the development of industrial digitalization, and improving the development level of digital industrialization is the key to improving the level of collaboration. Second, the regional differentiation of the coordinated development level of digital industrialization and industrial digitalization is significant. The spatial imbalance of the coordinated development of China's digital industrialization and industrial digitalization is significant but gradually weakened. The gap between the coordinated development of digital industrialization and industry digitization in the eastern central, eastern western and central western regions is significantly greater than that in the eastern northeast, central northeast and western northeast regions. The regional differences in the coordinated development of China's digital industrialization and industrial digitalization are still driven by the eastern central, eastern western and central western regions, and the overall differences will still be dominated by regional differences. Third, from the results of obstacle diagnosis, the main obstacles to digital industrialization are concentrated in the internet industries and software, and the main obstacles to industrial digitization are reflected in industrial digitization. However, there are significant differences in the main obstacle factors among provinces.

Therefore, at the current stage of the development of the digital economy, improving the level of digital industrialization is the key to promoting the collaborative development of digital industrialization and industrial digitization. And we should adhere to the path of industrial digitization, improve the application rate of digital technology, and pay attention to the cooperative development of digital economy among

provinces.

**Keywords:** Digital industrialization; Industrial digitalization;  
Collaborative development; Regional differences

# 目 录

<b>1 绪论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景与研究意义 .....	1
1.1.1 研究背景 .....	1
1.1.2 研究意义 .....	2
1.2 文献综述 .....	3
1.2.1 关于数字经济内涵的研究 .....	3
1.2.2 关于数字经济测算的研究 .....	5
1.2.3 关于数字经济在区域层面的研究 .....	6
1.2.4 关于数字产业化和产业数字化的研究 .....	8
1.2.5 文献述评 .....	10
1.3 研究方法和理论框架 .....	11
1.3.1 研究方法 .....	11
1.3.2 理论框架 .....	11
1.3.3 技术路线图 .....	12
1.3.4 本文的创新点 .....	12
<b>2 相关概念与理论基础</b> .....	<b>14</b>
2.1 相关概念 .....	14
2.1.1 数字经济 .....	14
2.1.2 数字产业化 .....	14
2.1.3 产业数字化 .....	14
2.1.4 区域协调发展 .....	15
2.2 理论基础 .....	15
2.2.1 经济增长理论 .....	15
2.2.2 增长极理论 .....	15
2.2.3 循环累积因果理论 .....	16
2.3.4 中心—外围理论 .....	16

<b>3 数字产业化和产业数字化协同机理</b> .....	<b>18</b>
3.1 数字产业化开启产业数字化进程.....	18
3.2 产业数字化倒逼数字产业化升级.....	19
<b>4 数字产业化和产业数字化发展现状</b> .....	<b>21</b>
4.1 数字经济是经济增长的重要支柱.....	21
4.2 数字产业化内部结构逐渐软化.....	22
4.3 数字化渗透率在三次产业中逆向增加.....	25
<b>5 数字产业化和产业数字化协同水平动态测度</b> .....	<b>26</b>
5.1 研究方法介绍.....	26
5.2 指标选取.....	28
5.2.1 指标选取原则.....	28
5.2.2 相关具体指标.....	28
5.2.3 数据来源.....	30
5.3 协同水平测度结果分析.....	30
5.3.1 数字产业化和产业数字化的综合发展水平.....	30
5.3.2 数字产业化和产业数字化协同水平.....	37
5.4 本章小结.....	40
<b>6 数字产业化和产业数字化协同水平的区域差异及演进</b> .....	<b>41</b>
6.1 研究方法介绍.....	41
6.1.1 变异系数.....	41
6.1.2 Dagum 基尼系数.....	41
6.1.3 Kernel 核密度估计.....	42
6.2 区域差异及演变实证结果分析.....	42
6.2.1 基本特征描述.....	42
6.2.2 地区差异及差异来源.....	43
6.2.3 区域协同水平演进态势.....	46
6.3 本章小结.....	48
<b>7 数字产业化和产业数字化协同发展的障碍因子分析</b> .....	<b>50</b>

---

7.1 研究方法介绍 .....	50
7.2 协同发展障碍因子分析 .....	50
7.2.1 数字产业化发展障碍因子 .....	50
7.2.2 产业数字化发展障碍因子 .....	53
7.3 本章小结 .....	57
<b>8 研究结论和对策建议及展望 .....</b>	<b>58</b>
8.1 研究结论 .....	58
8.2 对策建议 .....	59
8.2.1 提升数字产业化水平是促进协同发展的关键 .....	59
8.2.2 坚持产业数字化道路，提高数字技术应用转化效率 .....	59
8.2.3 注重省际数字经济合作，提升协同发展水平 .....	60
8.2.4 扬长补短，因地制宜推动数字经济高质量发展 .....	60
8.3 研究展望 .....	61
<b>参考文献 .....</b>	<b>62</b>
<b>致谢 .....</b>	<b>69</b>

# 1 绪论

## 1.1 研究背景与研究意义

### 1.1.1 研究背景

数字经济概念自 1995 年提出后, 1998 年提法正式成型, 以信息化为核心的经济得到发展。中国从 1999 年步入互联网时代, 而后逐渐发展。到 2014 年首届世界互联网大会的举行, 2015 年出现在政府报告中的“互联网+”进一步推动互联网的跨界融合, 电子商务等得到快速发展。2016 年世界经济论坛正式定义数字经济为“第四次工业革命”框架中的一部分, 2017 年数字经济正式出现在中国政府报告中, 2020 年数字要素加速激活, 引领产业变革, 推动数字经济高质量发展。2021 年政府工作报告提出要加快数字化发展, 打造数字经济新优势, 协同推进数字产业化和产业数字化转型, 加快数字社会建设步伐, 提高数字政府建设水平, 营造良好数字生态, 建设数字中国<sup>[1]</sup>。继而“十四五”规划和 2035 年远景目标指出要充分发挥海量数据和丰富应用场景优势, 促进数字技术与实体经济深度融合, 赋能传统产业转型升级, 催生新产业新业态新模式, 壮大经济发展新引擎<sup>[2]</sup>。《“十四五”数字经济发展规划》进一步强调数据为关键要素, 数字技术与实体经济深度融合是发展主线, 加强数字基础设施建设, 完善数字经济治理体系, 协同推进数字产业化和产业数字化, 赋能传统产业转型升级, 培育新产业新业态新模式, 不断做强做优做大我国数字经济, 为构建数字中国提供有力支撑<sup>[3]</sup>。可见, 数字经济已经成为宏观经济发展的重要力量。

数字产业化是数字经济的基础和先导产业, 产业数字化是数字经济与实体经济的融合发展, 两者之间相互影响、相互促进。从发展逻辑看, 数字产业化的快速发展促使传统产业开启数字化进程, 并引导全社会探索数字经济体系的组成和机理, 关注数字治理和数字价值等问题, 产业数字化倒逼数字产业化升级迭代, 强调数字产业化的支撑作用, 即数字产业化与产业数字化呈现出相互促进的内在逻辑, 成为数字经济市场价值体现的核心。从发展数据看, 数字产业化的规模增

加与贡献减弱并存，产业数字化的规模增速显著高于数字产业化，成为数字经济的主要贡献力量。从实际发展看，产业数字化倾向于聚焦供给端，但受到核心技术、关键零部件和专业人才等短期刚性约束，产业数字化进入发展的瓶颈期；数字产业化倾向于聚焦需求端，重点在于已有产品的市场价值实现。可见，数字产业化和产业数字化协同发展成为数字经济高质量发展的主要推力，将有利于构建新发展格局。

基于资源禀赋等因素，数字产业化和产业数字化在各省份的发展存在显著差距，主要城市群成为数字经济发展的“高地”。在数字经济时代区域自我发展能力较弱和内生增长需求不强的地区面临被边缘化和被赶超的危险。一方面，以京津冀城市群、长三角城市群和珠三角城市群为主的东部地区是数字经济较为发达的地区，中部和西部地区的省份数字经济发展较为落后，东北地区数字经济活力受产业结构等限制。另一方面，数字产业化和产业数字化在各省份发展差距显著。从绝对值看，2020年广东的产业数字化规模达到3.5万亿元，江苏、山东、浙江等省份产业数字化规模均超过2万亿元；2020年广东和江苏的数字产业化规模均超过1.5万亿元，北京、浙江和山东等12省份数字产业化规模均超过1000亿元。从占比看，上海产业数字化占地区GDP的比重高达45.1%，福建、浙江、天津、北京、山东、湖北、辽宁、重庆、广东、河北等省份均超过30%，其余省份占比基本处于20—30%之间；2020年北京、江苏和广东数字产业化规模在GDP中的比重超过15%，天津和上海超过10%，浙江、重庆、四川、山东、福建、湖北和陕西等省份在5—10%之间，其他省份则相对较低，不足5%<sup>[4]</sup>。总之，中国数字经济发展内部分化严重，使得数字经济进入发展瓶颈期，不同区域数字产业化和产业数字化发展差距严重。如何有效促进数字产业化和产业数字化协同发展，提高数字经济发展质量，进而推动区域协调发展、保障中国供应链和产业链安全稳定发展，正是本文的研究所在。

### 1.1.2 研究意义

数字经济对宏观经济增长的贡献越来越大，有关数字经济的研究成果不断增多。学术界有关数字经济的研究多为数字经济内涵界定与规模测算、数字经济促进产业结构转型升级、数字经济与经济高质量发展、数字经济与区域协调发展等，

即现有研究主要集中在数字经济对实体经济的影响和作用等方面,少有关于数字经济内部结构方面的研究,对数字产业化和产业数字化的协同发展及地区差异关注较少。本文基于协同发展视角研究数字产业化和产业数字化的协同发展情况及协同水平的区域差异、演进态势及障碍因素,基于区域层面研究两者协同发展对区域协调发展的影响,具有一定的理论意义。

后金融危机时代,中国各省份着力于培育新的经济增长点,党和国家适时地提出发展数字经济。然而由于资本、劳动、技术、数据等要素资源禀赋的制约,中国各省份发展数字经济的起点和难点差异较大,数字经济不一定能够成为各省份新的经济增长点。数字产业化是数字经济发展的基础,产业数字化是数字经济与实体经济的融合,数字产业化和产业数字化协同发展共同促进中国数字经济高质量发展。本文综合测度中国各省份数字产业化和产业数字化的发展水平及协同发展程度,探究数字产业化和产业数字化协同发展水平的区域差异、演变态势及障碍因素,具有一定的实践意义。

## 1.2 文献综述

### 1.2.1 关于数字经济内涵的研究

自 Tapscott (1995) 提出“数字经济”一词后,虽然他详细论述数字经济对各国经济增长的影响,但并未进行量化,此后进一步认为电子商务是其核心组成部分,被誉为“数字经济之父”<sup>[5, 6]</sup>。Brent R. Moulton (1999) 和 R Kling & R Lamb (1999) 认为数字经济包括电子商务、信息技术及相应基础设施、IT 行业及由此产生的网上商品销售<sup>[7, 8]</sup>。作为一种独特的经济形态, Kim (2002) 认为数字经济从根本上改变了经济交易方式,基于数字技术进行商品流通<sup>[9]</sup>。Lane (1999) 认为数字经济是计算机技术和通信技术在互联网中融合产生的经济形态<sup>[10]</sup>。Cohen 等 (2000) 指出数字经济就是信息通信技术,特指互联网<sup>[11]</sup>。Brynjolfsson & Kahin (2000) 认为数字经济由信息的数字化和相应的 ICT 基础设施组成<sup>[12]</sup>。Hans-Dieter Zimmerman (2000) 指出数字经济对技术、商业结构和相关流程产生根本性影响,改变创造经济价值的方式<sup>[13]</sup>。Haltiwanger (2000) 从 ICT 基础设施、产业结构、电子商务、价格行为和劳动力等五个方面核算数字经济<sup>[14]</sup>。

Mesenbourg (2001) 概括美国商务分析局的核算框架, 认为数字经济主要包括支撑基础设施、电子商务流程和电子商务交易<sup>[15]</sup>。Bo Carlsson (2004) 强调数字经济包含了新产品和新活动<sup>[16]</sup>。V Turcan 等 (2014) 强调信息作为数字经济的关键性资源, 能够产生新的社会价值<sup>[17]</sup>。数字经济成为经济增长的新引擎, 激发产业变革, 使得人们的生产和生活产生颠覆性变化。

就数字经济内涵而言, 国内学者尚未形成统一的共识, 但有关研究成果随时间不断增加。数字经济的本质是信息化 (孙德林等, 2004)<sup>[18]</sup>, 是一种信息技术推动的经济革命 (李俊江等, 2005)<sup>[19]</sup>。作为以数字技术为基础的一系列经济活动的总和, 康铁祥 (2008) 认为应从数字部分和非数字部分衡量我国数字经济规模<sup>[20]</sup>。逢健等 (2013) 认为数字经济以信息和通信技术为基础, 通过互联网、移动通讯网络、物联网等实现交易、交流、合作的数字化, 推动经济社会的发展与进步, 狭义上只包含信息和通信技术领域, 而广义上还应包含数字化媒体和数字融合产业<sup>[21]</sup>。李长江 (2017) 主张数字经济以数字技术方式进行生产, 将其划分为数字化、网络化和智能化三阶段<sup>[22]</sup>。裴长洪等 (2018) 强调数字经济是数据信息及传送的技术手段渗透到传统经济中, 从而实现经济的“质”和“量”的提升, 具有规模经济、范围经济、长尾效应等特征<sup>[23]</sup>。易宪容等 (2019) 认为数字经济是以新的数据分析技术为基础, 以数据为关键的生产要素, 通过数字化和智能化方式实现用户对新价值的永恒追求而形成的一种新的经济形态<sup>[24]</sup>。金星晔等 (2020) 则认为数字经济是指支持经济活动数字化的基础设施和服务, 以及将数字技术、数字化信息等作为关键要素提升生产和组织效率的产业活动。可以从数字经济基础设施及服务业、电子商务产业、数据化信息产业和数字化生产活动来衡量<sup>[25]</sup>。中国信通院发布的白皮书将数字经济从“数字产业化和产业数字化”扩展到“数字产业化、产业数字化和数字化治理”, 2020 年延伸至“数据价值化、数字产业化、产业数字化和数字化治理”。《数字经济及其核心产业统计分类 (2021)》中界定数字经济是指以数据资源作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动, 主要包含数字产业化和产业数字化<sup>[26]</sup>。综上, 本文认为我国数字经济短期内必然是“两化”进程的共生, 即以数据为核心发展新兴产业开启数字产业化进程和应用数字技术推进传统产业的新旧动能转换工程加速

产业数字化进程,长期内则加入伴随着“两化”进程的共生进而衍生出来的数字化治理和数字价值化。

### 1.2.2 关于数字经济测算的研究

以陈璋等(2017)<sup>[27]</sup>和张美慧(2017)<sup>[28]</sup>为代表的学者梳理国外数字经济发展战略和测算框架等,并对我国数字经济测算体系相应的思考和建议。向书坚等(2018)系统性地梳理 OECD 数字经济核算框架,指出主要从包容性视角和数字交易核算视角界定数字经济内涵和外延,本质特征为标准化、动态化、数据驱动和结构分散等,可通过交易活动是否数字化订购、是否平台化和是否数字化传输对数字经济活动进行识别<sup>[29]</sup>。续继等(2019)总结和梳理数字经济引发的产出水平、物价水平的核算难点及数字经济核算误差与生产率悖论的研究,为我国数字经济核算奠定基础<sup>[30]</sup>。杜雪锋(2020)对比发现我国数字经济存在基础创新能力较弱、发展不平衡、产业数字化程度不强、数字治理薄弱等问题,提出从核心技术创新、建设数字化平台和加快全产业链的数字技术赋能等方面加强建设<sup>[31]</sup>。陈梦根等(2020)认为我国数字经济测算短期内借鉴 BEA 测算框架和方法,中期应修订经济统计分析框架,重新制定统计方案,长期应致力于综合各部门构建全面的数字经济核算体系<sup>[32]</sup>。

一是构建综合指标体系评价我国数字经济发展水平。直接测度我国数字经济规模无法完全捕捉数字化产品及其增加值,提出编制数字经济评价指标体系(徐清源等,2018)<sup>[33]</sup>。张雪玲等(2017)较早从信息通信基础设施、ICT 初级应用和高级应用、企业数字化和信息通信产业构建我国数字经济发展综合评价体系<sup>[34]</sup>。吴翌琳(2019)从数字基础设施、数字资源共享、数字资源使用、数字安全保障、数字经济发展、数字服务民生、数字国际贸易、数字驱动创新、数字服务管理和数字市场环境等方面构建国家数字竞争力指数<sup>[35]</sup>。万晓榆等(2019)基于投入产出视角从数字化投入、数字化治理和数字化产出构建综合指标体系<sup>[36]</sup>。刘军等(2020)从信息化发展、互联网发展和数字交易测度我国数字经济发展水平<sup>[37]</sup>。王娟娟等(2021)从区域发展差异角度构建由数字基础、数字产业和数字环境构成的综合指标评价体系,认为我国数字经济潜在发展关注度较弱,强化数字环境是当前任务<sup>[38]</sup>。葛和平等(2021)从发展环境、数字产业化、产业数字化以及数

数字化治理等维度构建评价体系,测度得出我国数字经济规模不断扩大,数字化转型加快<sup>[39]</sup>。柏培文等(2021)从数字产业、数字创新、数字用户和数字平台等构建综合指标体系<sup>[40]</sup>。

二是尝试构建数字经济卫星账户。向书坚等(2019)将数字经济内涵定义为支撑经济活动数字化的基础设施及服务产业和开展数字化交易的产业活动,并对我国数字经济产品和产业进行分类,设计卫星账户里框架测算 2012—2017 年数字经济主要产业部门增加值<sup>[41]</sup>。杨仲山等(2019)总结对比 OECD 等国际组织及美国、新西兰等国家的 DESA 建设方案,提出我国数字卫星账户建设应构建兼顾数字化赋权基础设施等方面,以数字交易为核心,从广义概念出发进行方案设计<sup>[42]</sup>。

三是结合国民经济行业分类测算数字部门和非数字部门产业增加值并进行加总得出我国数字经济增加值。蔡跃洲(2018)提出从数字部分和数字融合部分遵循“先增量后总量、先贡献度后规模”的思路测度数字经济<sup>[43]</sup>。关会娟等(2020)梳理数字经济概念演进和国际组织等对数字经济相关产业的划分,提出我国数字经济产业包含数字设备制造、数字信息传输、数字技术服务、数字内容与媒体和互联网应用及相关服务等 5 类产业<sup>[44]</sup>。许宪春等(2020)基于国际比较视角将数字经济产品和数字经济产业结合起来,从数字化赋权基础设施、数字化交易和数字化媒体等进行产业分类,测算得出 2008—2017 年我国数字经济规模增加值年均实际增长率达 14.43%,显著高于国内生产总值年均实际增长率 8.27%,数字经济推动经济增长作用明显<sup>[45]</sup>。刘伟等(2021)梳理 OECD 和美国 ESA 的数字经济统计分类演进,认为中美测算统计差异在于分类口径的差异,提出包括数字化赋能、数字内容、电子商务、智能设备制造与维修、数字管理和数字人才教育与培训六类的数字经济行业分类方案,与国家统计局分类标准中的“数字产业化”部分基本一致<sup>[46]</sup>。朱发仓等(2021)基于数字技术生产和数字技术应用两部门提出数字经济规模测算框架,并计算得出浙江省数字经济总量由 2015 年的 15737.3 亿元上升到 2018 年的 23430.4 亿元<sup>[47]</sup>。

### 1.2.3 关于数字经济在区域层面的研究

学者们不仅研究数字经济在区域层面的差异化发展情况,而且从多个角度探

究数字经济对我国区域经济增长的作用在区域层面的差异。

就数字经济在区域层面发展差异而言,王彬燕等(2018)研究发现中国数字经济发展空间分异明显,省域尺度呈现出自东向西梯度递减的特征,但川、渝成为创新发展新极,城市群地区是数字经济发展高地<sup>[48]</sup>。张雪玲等(2019)研究发现省域数字经济综合发展呈现由东向西梯级递减之势,区域分化显著,引致分化的主要因素是省域间在数字化产业变革和数字化基础设施上存在较大的空间差距,落后地区的网络基础和数据基础设施相对薄弱,企业和政府数字化转型缓慢,电子商务、数字产业化和产业数字化融合发展滞后,数字化应用主要局限于生活消费领域,而发达地区已进入数字化深度融合的高级发展阶段<sup>[49]</sup>。吴晓怡等(2020)基于移动网络及人才培养、通信技术承载力、经济技术基础三个维度构建数字经济发展测评体系,得出中国数字经济发展区域差异显著,东部地区显著高于中西部地区,突出的省际差异主要反映在通信技术承载力和经济技术基础两方面<sup>[50]</sup>。韩兆安等(2021)研究发现省际数字经济主要集中在数字经济生产阶段,省际数字经济非均衡性波动上升,东部和中部地区两极分化趋势尤为明显,省际数字经济存在显著地区差异,区域间差异是地区差异的主要来源,中部地区的差异主要来自组内,东部和西部地区的差异则主要来自组间<sup>[51]</sup>。

此外,学者们从多个视角研究数字经济对区域经济增长的作用在区域层面的差异。数字经济对于我国经济高质量发展具有明显的促进效应,数字经济能够显著驱动我国东部地区与西部地区经济增长质量提高(张腾等,2021)<sup>[52]</sup>。从对实体经济的影响看,数字经济对东部地区实体经济的影响表现为“挤出效应”,在中西部地区则表现为“促进效应”(姜松等,2020)<sup>[53]</sup>。从要素配置角度,数字经济可有效改善东部地区劳动和资本要素配置扭曲状况,中西部地区制造业质量升级则主要依赖于数字经济对劳动要素配置的优化效应(马中东等,2020)<sup>[54]</sup>。从区域创新看,数字经济发展能够促进创新能力的提升,数字经济发展水平对创新的影响呈非线性关系,数字经济发展水平低的区域推动创新的作用更大即东北地区的数字经济对创新的影响作用最大,东部地区则最弱(温珺等,2019)<sup>[55]</sup>。数字经济发展不仅能够带动本地创新绩效提升,而且对周边城市创新绩效也具有显著正向影响(赵滨元,2021)<sup>[56]</sup>。数字经济还可以通过加速人力资本的积累和研发资本的投入间接提升区域创新绩效,对区域创新绩效的促进作用呈现出显著

的“边际效应”非线性递增特征和存在着明显的区域异质性,东部地区获得了更多的数字经济创新溢出红利(李雪等,2021)<sup>[57]</sup>。就创新类型而言,数字经济发展能有效推动技术创新和产品创新,但对技术创新的作用更为显著(熊励等,2020)<sup>[58]</sup>。从产业结构转型升级看,数字经济显著促进我国产业结构转型升级,数字经济与产业结构转型升级之间存在长期、持续、正向的动态交互作用,但两者之间的相互拉动作用是非对等的(李晓钟等,2020)<sup>[59]</sup>,对产业结构升级具有积极促进作用且在高城镇化地区和高人力资本地区作用更显著,通过促进地区创新最终促进产业结构升级(焦帅涛等,2021)<sup>[60]</sup>。从城市群角度,中国数字经济发展的地区差距呈逐渐下降趋势,城市群间差异主导数字经济发展差异,京津冀城市群等五大城市群呈现明显的两极分化特征,邻近城市数字经济的发展对本城市数字经济发展具有显著的影响(刘传明等,2020)<sup>[61]</sup>。

#### 1.2.4 关于数字产业化和产业数字化的研究

数字产业化和产业数字化是数字经济的核心组成部分。从发展模式看,李永红等(2019)提出我国数字经济发展遵循数字产业化信息增值模式与产业数字化融合驱动模式<sup>[62]</sup>。杜庆昊(2021)认为数字产业化和产业数字化协同发展能够促进产业高质量发展和构建新发展格局<sup>[63]</sup>。因此,新时代数字经济发展的重点和方向在于以数字产业化丰富信息产业发展模式,以产业数字化助推数字经济与实体经济深度融合,以治理数字化改善民生和提升社会管理水平(杨佩卿,2020)<sup>[64]</sup>。从经济贡献看,基于产业数字化和数字产业化角度得出数字经济发展可以提高地区全要素生产率且存在空间溢出效应,对生产率较低的地区提升作用更大(杨慧梅等,2021)<sup>[65]</sup>。从产业结构升级效应看,数字经济已经成为我国产业结构持续升级的动力源泉,数字产业化是促进产业结构升级的基础性和先导性条件,但产业数字化促进产业结构升级的效应更为显著(陈晓东等,2021)<sup>[66]</sup>。从增长角度看,我国数字经济规模增长迅速,主要来源于产业数字化,数字产业化占GDP的比重提升缓慢(彭刚等,2020)<sup>[67]</sup>,数字产业化中制造业和软件业是基础支撑,电子商务和数字媒体是发展重点,应注重ICT与其他产业的融合发展(蔡跃洲等,2021)<sup>[68]</sup>。从区域角度看,韩君等(2022)研究发现数字产业化和产业数字化对区域内经济增长拉动作用呈现主导差异,东部地区受“两化”共同推动,中部和

西部地区由产业数字化驱动<sup>[69]</sup>。

### （1）数字产业化的经济效应

从企业层面，宋旭光等（2022）认为数字产业化显著提高我国工业企业全要素生产率从而推动经济发展，影响效应持续增强<sup>[70]</sup>。陆小莉等（2021）研究发现我国数字化产业竞争力显著提升，但存在东部沿海向西部内部递减的阶梯化分布，技术创新对提升竞争力存在行业和区域差异<sup>[71]</sup>。从产业关联角度，李腾等（2021）研究得出数字产业化通过赋能数字融合产业为产业数字化发展提供动力支撑，数字产业化和产业数字化在具体部门中存在主被动差异，起推动作用的数字产业部门主要有电子元器件、信息技术服务、数字交易领域，数字融合对数字产业的拉动领域集中于 ICT 硬件与软件等产业部门<sup>[72]</sup>。此外，就数字产业化而言，必须克服产业规划设计欠科学、产业结构严重失衡、产业发展主体散而小、资本积聚能力弱、产业发展初心坚守不够、产业经济发展的体制与机制不完善等问题，要充分发挥数字经济产业的主观能动性，建议从规划布局、融合导向、深化改革、抓住重点、创新模式、强力推进体制和机制等多个维度来驱动数字产业发展（陆岷峰，2021）<sup>[73]</sup>。

### （2）产业数字化的经济效应

数字经济促进制造业产业结构优化升级（沈运红等，2020；李春发等，2020）<sup>[74, 75]</sup>。数字经济赋能制造业转型经过价值重塑和价值创造阶段，要坚持数据驱动、创新驱动、需求驱动和供给驱动（焦勇，2020）<sup>[76]</sup>。数字经济通过加速数字技术创新、变革和传统技术的融合，重构产业组织和生态体系，形成新产品、新业态和新模式，延伸产业链，促进制造业转型优化（赵西三，2017）<sup>[77]</sup>。数字经济还可以通过提升产业效率、推动产业跨界融合、重构产业组织竞争模式和赋能产业升级等推动产业数字化转型（肖旭等，2019）<sup>[78]</sup>。因此，传统产业数字化要从企业智能化、行业平台赋能和园区生态构建等路径出发（吕铁，2019）<sup>[79]</sup>。此外，就产业数字化而言，存在产业核心技术缺乏阻碍产业循环、产业模式创新不足限制市场需求、产业创新链条瓶颈制约治理模式创新、数字基础设施缺乏导致基础保障薄弱等问题，提出“推进机制、协同机制、共享机制、保障机制”四大政策机制和“构建自主创新与开放共享结合的数字技术体系、推动产业数字化模式创新与变革、提升产业数字化治理模式水平、加快产业数字基础设施建设”四大措

施来推进我国产业数字化（祝合良等，2021）<sup>[80]</sup>。

### （3）关于数字产业化和产业数字化的协同测度及实证研究

薛洁等（2020）构建综合指标测度中国 2007—2017 年数字产业化和产业数字化协同发展水平，认为产业数字化主导中国数字经济发展，两者协调水平稳步提升<sup>[81]</sup>。刘钊等（2021）测度长江经济带数字产业化和产业数字化协同发展水平区域间差异显著，数字产业化滞后于产业数字化<sup>[82]</sup>。陈岳飞等（2021）进一步构建数字产业化、产业数字化和数字化治理耦合协调度模型，认为“三化”逐渐达到协调阶段<sup>[83]</sup>。陈瑞义等（2022）认为江苏省数字产业化和产业数字化逐步协同发展，两者之间的协同发展效应显著<sup>[84]</sup>。

## 1.2.5 文献述评

通过对有关数字经济的研究文献进行总结梳理，可以得到如下研究结论：

一是学术界有关数字经济的内涵尚未统一。虽然国家统计局发布了《数字经济及其核心产业统计分类（2021）》，但随着经济社会的演迁、产业融创能力的提升，数字经济核心产业体系必将与时俱进，学术界有关数字经济的组成体系探讨仍会与时俱进。二是有关数字经济测度尚未统一。目前学术界关于数字经济的测度存在以下三种方法：基于产业增加值测度、构建数字卫星账户及采用综合指标体系评价数字经济发展。三种方法在测算方面优劣势明显，尚未形成统一的测度方法。三是数字经济显著促进宏观经济增长，学者们从不同角度论述了这一命题。但从区域差异看，数字经济在各个方面的作用存在较大的区域差异，使得数字经济时代区域协调发展存在一定的困难。四是有关数字经济的核心组成部分—数字产业化和产业数字化的研究，目前较为集中为研究两者的发展模式、促进产业结构升级、主导地区增长差异等，对两者的协同发展研究较少，且局限于整体或部分省份（薛洁等，2020；刘钊等，2021；陈岳飞等，2021；陈瑞义等，2022）<sup>[81-84]</sup>。

通过对上述文献的回顾，可以发现有关数字经济内部结构的研究较少，且集中研究我国整体层面或对部分省份的研究，据此提出本文研究的创新和必要性及可行性。数字经济已经成为经济增长的新引擎，数字产业化开启产业数字化进程，产业数字化倒逼数字产业化进步，两者之间相互依存、相互影响，共同促进数字

经济发展。在这一命题下，本文综合测度各省份数字产业化和产业数字化协同发展水平，并对地区差异、演进态势及障碍因素进行研究，探讨对区域协调发展的影响。

## 1.3 研究方法和理论框架

### 1.3.1 研究方法

**文献资料法：**通过已有研究文献的研读、整理和总结，了解学术界有关数字经济、数字产业化、产业数字化及数字经济时代区域新格局的研究现状和研究趋势，明确文章的研究内容以及可能存在的创新点。在对已有研究成果的学习中，逐渐弄懂和掌握本研究所需的实证方法。

**比较分析法：**通过对已有研究文献的总结梳理，找出研究成果的共同点和不同点，以达到正确认识研究对象本质和规律的目的。综合已有研究成果，发现对数字经济的界定、测算和区域新差异的研究文献较多，但对于数字产业化和产业数字化协同发展的研究较少，因此提出本文的研究重点。在此基础上，综合比较各省份数字产业化和产业数字化协同发展阶段，运用计量方法测算两者协同发展的区域差异，判断影响两者协同发展的关键因素。

**定性和定量分析：**定性分析运用于数字产业化和产业数字化的指标选取和体系构建，根据已有研究成果及现实发展明确本文的所选用的指标和计算方法。定量分析是在定性分析的基础上，运用全局熵值法测算中国各省份数字产业化和产业数字化的发展水平，继而借助耦合协调度模型测算各省份两者的协同发展水平，再运用变异系数法、Dagum 基尼系数及其分解法、Kernel 核密度估计等方法定量测算中国数字产业化和产业数字化的区域差异及演进态势等，最后运用障碍度模型对 2020 年数字产业化和产业数字化发展的障碍因子进行诊断。

### 1.3.2 理论框架

本文主要分为八个部分：

第一章，绪论：介绍本文的研究背景与研究意义，梳理学术界关于数字经济

的已有研究并进行文献述评，介绍本文的基本思路、研究方法和研究框架。

第二章，相关概念界定和理论基础：界定数字经济、数字产业化和产业数字化等相关概念，详细地阐述本文所需的理论基础。

第三章，数字产业化和产业数字化协同机理：从理论层面分析数字产业化和产业数字化协同发展的机制，并进行阐述。

第四章，数字产业化和产业数字化协同发展现状：从现实发展情况分析中国数字经济发展情况，描述中国数字产业化和产业数字化发展状况。

第五章，数字产业化和产业数字化协同发展水平动态测度：选取相关的指标，运用耦合协调度模型测度中国各省份数字产业化和产业数字化的发展水平及两者之间的协同发展水平，并判断中国及各省份的协同发展程度。

第六章，数字产业化和产业数字化协同发展水平的区域差异及演变态势：根据第五章节的测度结果，总体分析中国“两化”协同发展的地区差异及来源，刻画区域差异的演进态势。

第七章，数字产业化和产业数字化协同发展的障碍因子分析：选取 2020 年数据运用障碍度模型对中国各省份数字产业化和产业数字化协同发展的障碍因素进行障碍度诊断，并提出相关建议。

第八章，研究结论、建议与展望：梳理本文的主要研究结论，提出具有针对性的对策建议，以及研究展望和不足。

### 1.3.3 技术路线图

本文的技术路线图如图 1.1 所示。

### 1.3.4 本文的创新点

现有研究成果中，关于数字经济的外部作用研究成果颇多，但不同学者的研究角度和研究方法多种多样，且有关数字经济内部结构的研究成果较少。综合已有研究成果，本文的边际贡献在于：一是新视角下研究数字产业化和产业数字化协同发展问题。基于数字产业化和产业数字化协同发展角度探讨中国各省份“两化”的发展水平，进一步运用耦合协调度模型测度中国各省份“两化”协同发展

水平并研判协同发展程度；二是基于省级层面，运用 Dagum 基尼系数对数字产业化和产业数字化协同发展水平的区域差异进行测度，使用 Kernel 核密度估计对“两化”协同发展水平的区域差异进行演进态势刻画；三是试图探究数字产业化和产业数字化协同发展的障碍因子。

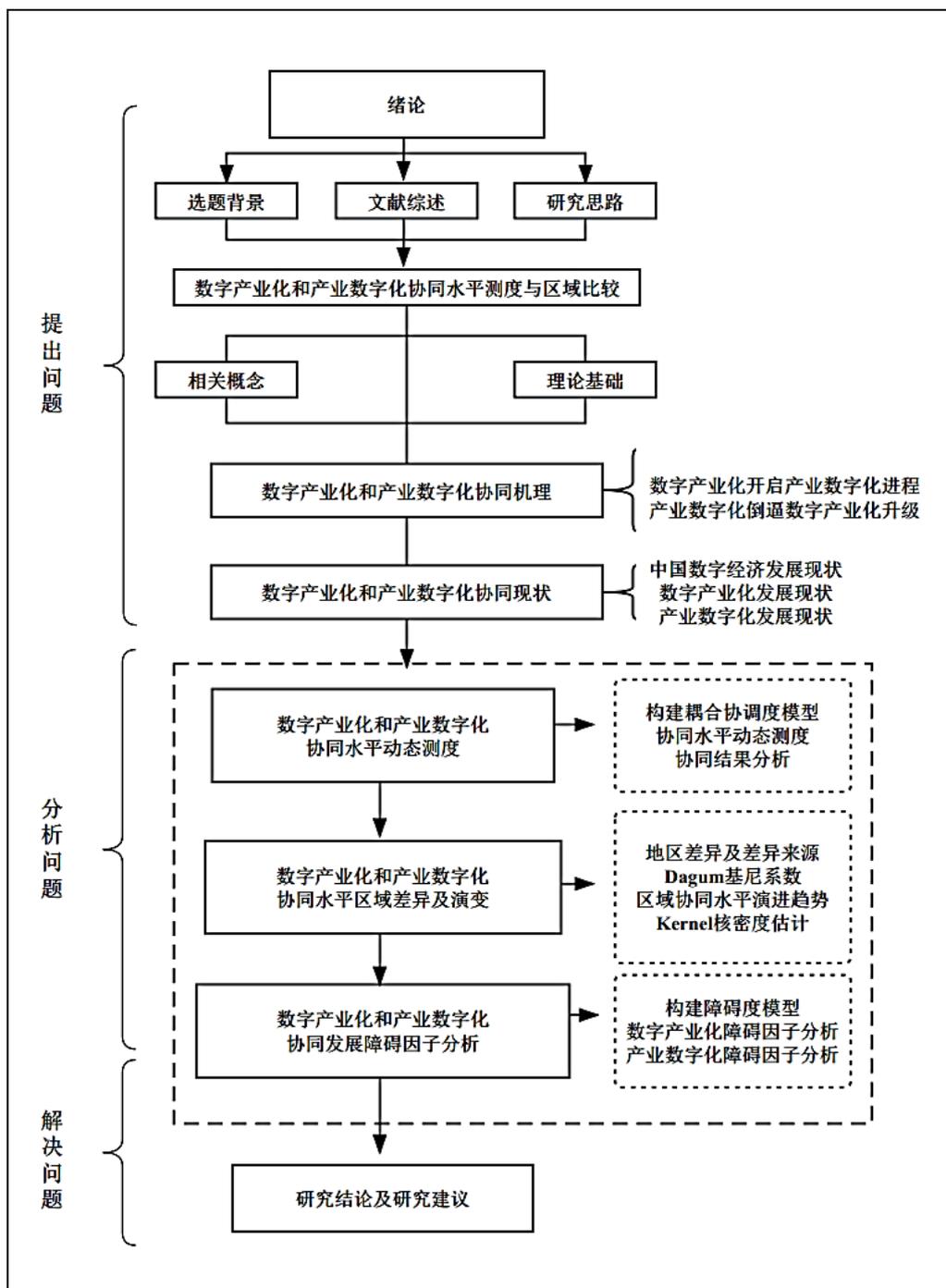


图 1.1 本文的研究框架

## 2 相关概念与理论基础

### 2.1 相关概念

#### 2.1.1 数字经济

《中国数字经济发展白皮书（2021年）》认为数字经济是以数字化的知识和信息作为关键生产要素，以数字技术为核心驱动力量，以现代信息网络为重要载体，通过数字技术与实体经济深度融合，不断提高经济社会的数字化、网络化、智能化水平，加速重构经济发展与治理模式的新型经济形态。其主要包含数字产业化、产业数字化、数字化治理和数据价值化<sup>[4]</sup>。

《数字经济及其核心产业统计分类（2021）》中界定数字经济是指以数据资源作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动，从数字产业化和产业数字化两方面界定数字经济产业<sup>[26]</sup>。

综上，本文认为我国数字经济短期内必然是“两化”进程的共生，即以数据为核心发展新兴产业开启数字产业化进程和应用数字技术推进传统产业的新旧动能转换工程加速产业数字化进程，长期内则加入伴随着“两化”进程的共生进而衍生出来的数字化治理和数字价值化。

#### 2.1.2 数字产业化

数字产业化强调数字技术的产业化，为数据信息的产业化发展，即信息通信产业及其应用，主要包括电子信息业、互联网和相关服务、软件和信息技术服务业等。数字产业化是数字经济发展的基础，开启数字经济发展进程。

#### 2.1.3 产业数字化

产业数字化强调数字技术对传统产业的渗透及应用，指应用数字技术和数据资源为传统产业带来的产出增加和效率提升，是数字技术与实体经济的融合发展，

为一、二、三产业应用数字技术所带来的生产数量增加和生产效率的提高。

#### 2.1.4 区域协调发展

区域协调发展的内涵体现在要素有序自由流动、主体功能约束有效、基本公共服务均等、资源环境可承载等。数字经济能够跨越时空间隔，加速要素自由流动，提供高质量的公共服务，注重资源的高效配置，形成区域间的高质量联动发展。因此数字经济时代下，要更加注重区域协调发展，避免数字鸿沟的加剧，以数字经济发达地区带动数字经济欠发达地区，形成数字经济时代的区域发展新格局。

### 2.2 理论基础

#### 2.2.1 经济增长理论

经济增长是指一个国家（或地区）产品和劳务数量的增长，分为古典经济增长理论、新古典经济增长理论和新经济增长理论。古典经济增长理论充分认识到劳动、资本及社会分工对劳动生产率的推动作用，但并不考虑技术进步的影响，代表人物有亚当·斯密、马尔萨斯、大卫·李嘉图等；新古典经济增长理论引入技术进步，构建经济增长模型来解释宏观经济增长，代表人物有哈罗德-多马、索罗-斯旺；新经济增长理论进一步讨论技术和储蓄率的内生问题，主要有拉姆齐、阿罗、罗默、卢卡斯等。

已有研究表明数字经济对经济增长存在促进作用，数据要素、数字技术等对某地区经济增长存在显著的提升作用，能够提高生产率等。

#### 2.2.2 增长极理论

佩鲁认为具有创新能力的行业或者部门能够在大城市集聚下提升行业间的紧密联系，从而推动经济增长。这些大城市的产业会像“磁极”一样吸引邻近区域的生产要素进而推动本区域发展，同时存在扩散作用促进邻近地区经济发展，即经济增长通常是从一个或数个“增长中心”逐渐向其他部门或地区传导，应选

择特定的地理空间作为增长极，以带动经济发展。随后一些学者将增长极理论引入区域规划并推广至地理空间，用来预测和解释区域经济的布局与结构，例如缪尔达文的循环累积因果理论、赫希曼的不平衡增长理论、弗里德曼的中心-外围理论等。

当某地区的数字经济发展领先时，不仅会带动本地区生产要素的集聚，同时会吸引邻近地区的生产要素，带动本地区和相邻地区共同的经济增长，但本地区的经济增长一般快于相邻地区，从而成为经济增长中心。

### 2.2.3 循环累积因果理论

缪尔达尔提出循环累积因果理论。他认为经济在空间上存在非均衡性，发达地区与欠发达地区并存。某地区因先发优势开始实现经济增长，造成与其他发达地区的发展差距，进而这种因先发优势形成的累积循环发展优势会进一步加强，导致区域间的发展差距逐步扩大，造成发达地区和欠发达地区并存。但发达地区的扩散效应使得生产要素向欠发达地区流动从而带动其经济增长，缩小与发达地区的发展差距，最终导致经济融合发展。

当某地区因先发优势优先发展数字经济，会造成数字经济先发地区和后发地区并存，集聚效应使得数据等生产要素向先发地区聚集，数字经济产生的效应会进一步加强，同时扩散效应使得后发地区减少机会成本，先发地区的引领示范作用带动后发地区的数字经济发展，最后两者之间形成一定的均衡。

### 2.3.4 中心—外围理论

弗里德曼的中心—外围理论强调经济空间中同时存在一个中心区域和外围区域，且中心区域处于支配地位。中心区域通过集聚效应吸收外围区域的生产要素推动本区域经济发展，另一方面通过扩散效应促进外围区域经济增长。两区域间通过集聚效应和扩散效应的相互作用推动区域整体经济发展，最终形成区域间的协调发展。

假设存在数字经济发展中心 A 地区，A 通过集聚效应吸收外围区域 B 等的生产要素，加速本地区经济发展，同时 A 通过扩散效应将经验、技术等传播至 B 地

区，A 与 B 之间通过集聚效应和扩散效应相互作用，促进整体区域的数字经济发展，最终形成以 A 为中心、B 为外围区域的发展格局。

### 3 数字产业化和产业数字化协同机理

数字经济自提出以后,经过系统的理论、技术和实践发展,数字经济在全球经济体系中的贡献度和权重越来越大,得到各国的普遍认可和全面性发展。数字经济的内涵和外延不断丰富,但数字产业化和产业数字化依旧是数字经济发展的两大主攻方向,数字化治理和数据价值化是数字经济的保障,数字经济体系逐步完善。

从发展内涵看,数字产业化是数据信息的产业化,主要指信息通信产业,具体包括电子信息产业、电信业、软件和信息技术服务业、互联网和相关技术服务业;产业数字化是传统产业借助数字技术带来的生产数量增加和生产效率提高,是数字经济与实体经济的融合发展。从发展结果看,数字产业化和产业数字化均可以作为个体被单独核算,数字产业化因自身特性先于产业数字化对经济发展产生贡献,但传统产业应用数字技术带来的规模和产出是数字经济对实体经济产生影响的主要贡献部分,即数字产业化的贡献小于产业数字化。从发展逻辑看,数字产业的快速发展促使传统产业开启数字化进程,并引导全社会探索数字经济体系的组成和机理,关注数字治理和数字价值等问题,数字产业化与产业数字化呈现出相互促进的内在逻辑,成为数字经济市场价值体现的核心。不同于产业数字化聚焦供给端,受到核心技术、关键零部件和专业人才等短期刚性约束,许多产业进入发展的瓶颈期。数字产业化倾向于聚焦需求端,重点在于已有产品的市场价值实现,因此,数字技术的通用性和普及性能够使数字产业化同时拓展发展深度和广度。综上,数字产业化开启产业数字化进程,但产业数字化进程的加快倒逼数字产业化快速发展,数字产业化和产业数字化是相互促进、相互影响的关系(王娟娟,2022)<sup>[85]</sup>。

#### 3.1 数字产业化开启产业数字化进程

数字产业化是数据信息的产业化,主要是信息通信产业等,是产业数字化发展的先导产业,能够为产业数字化发展提供基本条件。数字产业化中的基础设施、数字技术和应用的不断发展,开启产业数字化进程,为传统产业的数字化转型提

供了有力条件和技术支持，为数字融合渗透传统产业、孕育新产业、发展新业态提供了发展空间，加速数字产业化进程（陈岳飞等，2021）<sup>[83]</sup>。

此外，数字产业化表现为各种数据资源的聚集，对产业数字化起到基础支撑作用。数据作为关键要素，能对土地、劳动、资本、技术等现有生产要素重新组合配置，催生出更多的新产业、新业态，形成数字产业集群，提高数字技术创新能力的提升。传统产业也可以借助数字技术赋能，加速数字技术应用与产业投入、生产、销售、服务等环节融合，推动产业供应链、价值链数字化、智能化，突破现有经济模式（胡甲滨等，2022）<sup>[86]</sup>。

由此，数字产业化开启产业数字化进程，并对产业数字化发展提供基础支撑，推动产业数字化发展。

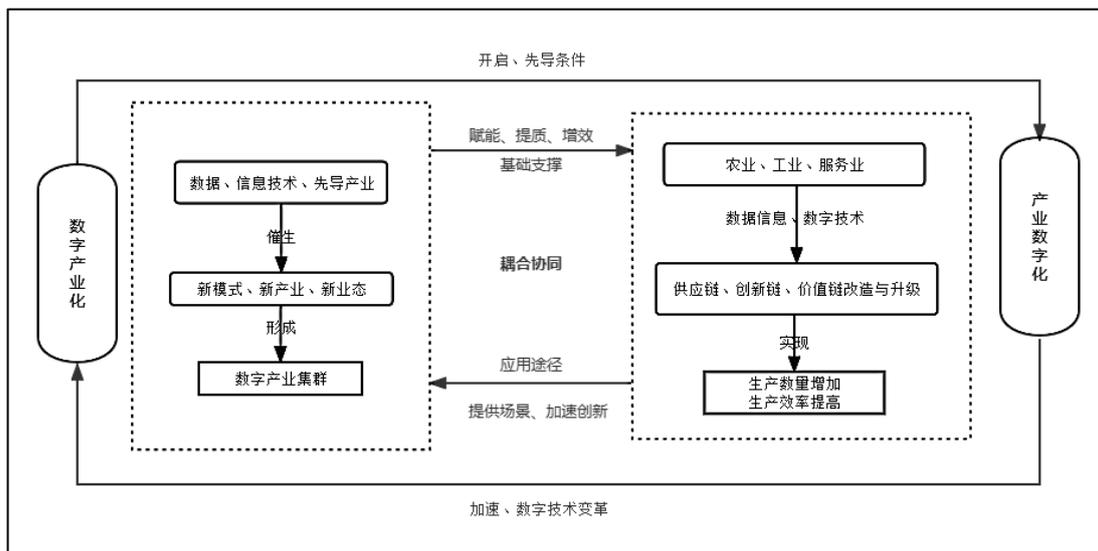


图 3.1 数字产业化和产业数字化协同发展机理

### 3.2 产业数字化倒逼数字产业化升级

产业数字化进程的加快促进数字产业化进程，对传统产业数字化的改造需求日益增加，对产业数字化中的基础设施及软硬件服务等要求和需求逐渐提高，将使得数字产业化按照产业数字化的需求逐步改进（陈岳飞等，2021）<sup>[83]</sup>。

产业数字化表现为数字技术的扩散和应用，为数字产业化的革新提供使用途径。随着数字融合规模的扩大，数字技术的专有性降低与普适性提高共存，促使

数字产业投资风险和投资成本减少，增加数字产业主体。数字技术在产业数字化中的加深应用和生产效益的提升使得企业会不断加大研发投入，知识和技术不断更新，带来数字技术的革新，推动数字产业一体化发展（胡甲滨等，2022）<sup>[86]</sup>。

由此，传统产业数字化转型的需求推动数字产业化进步，数字技术在三次产业中的扩散和应用为数字产业化提供新的应用场景。

综上，数字产业化和产业数字化是相互促进、相互影响的，具有协同发展的良好互动关系，两者之间协同发展具有一定的必要性。

## 4 数字产业化和产业数字化发展现状

### 4.1 数字经济是经济增长的重要支柱

从表 4.1 得知,中国数字经济快速发展,规模持续扩大,数字经济已经成为经济发展的主要贡献力量。2013 年—2020 年中国数字经济增速显著高于同期的名义 GDP 增速,且两者表现出平行趋势,数字经济成为中国经济增长的动力源。2013 年中国数字经济规模为 13.50 万亿元,占同年 GDP 比重为 23.70%,2020 年中国数字经济规模达到 39.20 万亿元,同比名义增长 9.70%,是同期 GDP 名义增速的 3.2 倍多,占 GDP 比重达到 38.60%。2013 年—2020 年中国数字经济规模的年均增速为 16.45%,占 GDP 比重增加了 14.90%,数字经济在宏观经济中的权重不断增大,对国民经济的支撑作用更加明显,是经济增长的重要支柱。

表 4.1 2013 年—2020 年中国数字经济发展情况

年份	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
数字经济规模 (万亿元)	13.50	16.20	18.60	22.60
数字经济占 GDP 比重 (%)	23.70%	26.10%	27.50%	30.30%
数字经济规模增速 (%)	<i>19.47%</i>	21.10%	15.80%	18.90%
数字产业化规模 (万亿元)	3.82	4.20	4.80	5.20
产业数字化规模 (万亿元)	9.68	11.90	13.80	17.40
年份	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
数字经济规模 (万亿元)	27.20	31.30	35.80	39.20
数字经济占 GDP 比重 (%)	32.90%	34.80%	36.20%	38.60%
数字经济规模增速 (%)	20.30%	20.90%	15.60%	9.70%
数字产业化规模 (万亿元)	6.20	6.40	7.10	7.50
产业数字化规模 (万亿元)	21.00	24.90	28.80	31.70

数据来源:来自 2015 年—2021 年中国信息通信研究院发布的《中国信息经济研究报告》、《中国信息经济发展白皮书》、《中国数字经济发展白皮书》、《中国数字经济发展与就业白皮书》。斜体为手动计算补全数据。

从数字经济内部看,中国数字经济发展由产业数字化主导,数字产业化发展速度滞后于产业数字化发展速度。数字产业化规模从 2013 年的 3.82 万亿元增加

到 2020 年的 7.50 万亿元，年均增速为 10.12%；产业数字化规模从 2013 年的 9.68 万亿元增加到 2020 年的 31.70 万亿元，年均增速为 18.47%。2020 年数字产业化和产业数字化规模占数字经济的比重分别为 19.10%、80.90%，数字产业化占比是产业数字化占比的四分之一。数字经济主导地位转变为产业数字化，使得中国产业结构不断优化、生产数量倍增和生产效率变革，促进产业间融合发展，使数字经济在国民经济中的地位不断提升，成为宏观经济发展的“催化剂”。

## 4.2 数字产业化内部结构逐渐软化

中国数字产业化规模不断增加，数字产业化基础牢固，但是内部结构持续软化。软件和信息技术服务业主导数字产业化发展，电信业基础支撑能力不断加强，互联网和相关服务业是数字产业化发展的可持续力量。

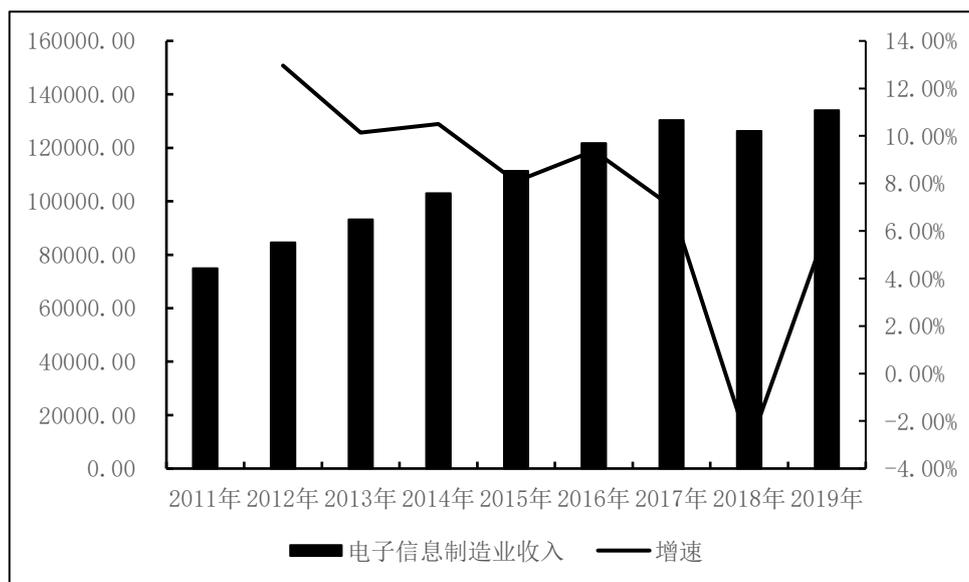


图 4.1 2011 年—2019 年中国电子信息制造业主营业务收入及增速（单位：亿元、%）

数据来源：历年《中国电子信息产业年鉴》

受中美贸易摩擦，除 2018 年中国电子信息制造业主营业务收入略有下降外，2011 年—2019 年中国电子信息制造业主营业务收入整体呈现上升态势，增速呈现先降后升的趋势（图 4.1）。2019 年中国电子信息制造业主营业务收入达 134019.70 亿元，是 2011 年的 1.79 倍，同比增长 6.12%。2019 年电子信息制造

业营业收入排名前十位的是广东（46973.90 亿元）、江苏（21910.40 亿元）、浙江（7432.70 亿元）、上海（5938.80 亿元）、福建（5919.20 亿元）、四川（5708.10 亿元）、重庆（4987.50 亿元）、河南（4497.50 亿元）、江西（4430.20 亿元）、北京（3794.80 亿元），基本分布在东南沿海地区、成渝地区等。

中国软件和信息技术服务业主营业务收入在 2011 年—2020 年呈现出稳定上升态势，其增速呈现下降趋势（图 4.2）。2020 年软件业务收入为 81585.91 亿元，同比增长 13.20%，较之 2011 年增加 3.33 倍，北京（15737.29 亿元）、广东（13630.45 亿元）、江苏（10818.11 亿元）、浙江（7037.65 亿元）和上海（6571.32 亿元）是中国软件业发展较好的省份。

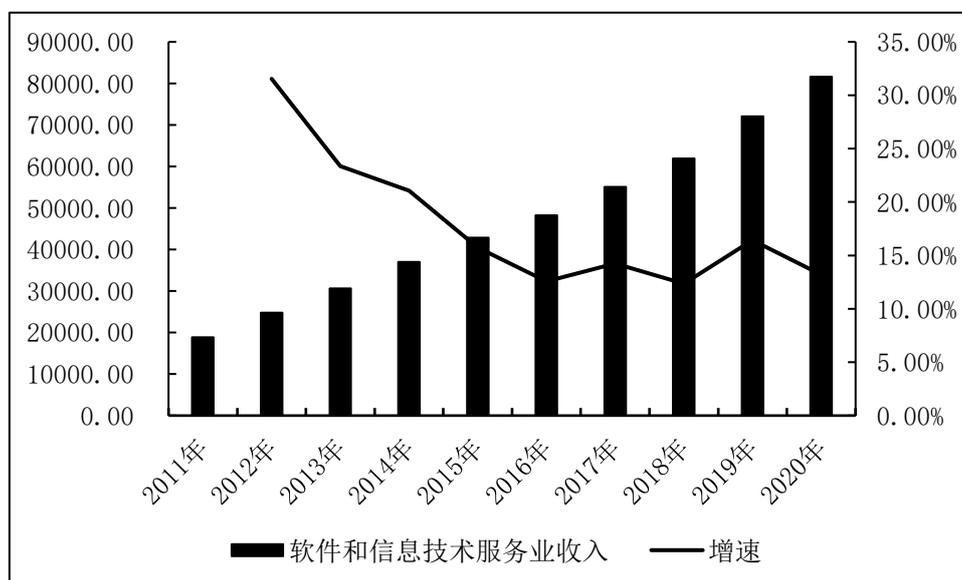


图 4.2 2011 年—2020 年中国软件业务收入及增速（单位：亿元、%）

数据来源：历年《中国电子信息产业年鉴》

电信业基础能力不断夯实，支撑作用大幅提升（图 4.3）。2020 年中国电信业务收入达 1.32 万亿元，同比增加 3.29%，电信业务总量为 136557.39 亿元（按 2015 年不变价计算），同比增速为 28.06%。疫情以来，中国电信业积极支撑疫情防控工作，推进网络强国建设，基本实现所有地级市 5G 网络覆盖，新兴基础设施能力得到稳定提升。未来，中国信息消费的活力将得到进一步的释放，产业互联网时代实体经济对电信业的支撑作用得到进一步强化。

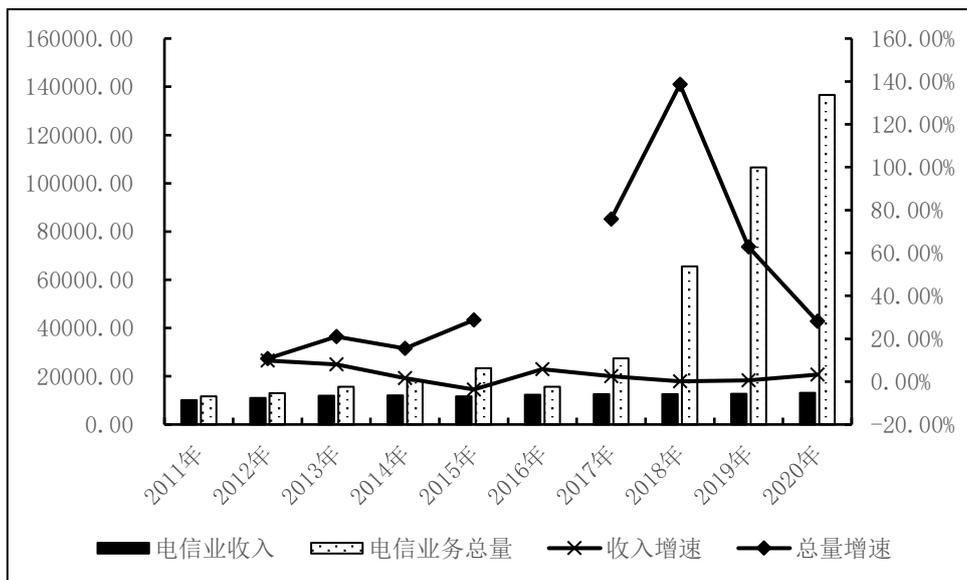


图 4.3 2011 年—2020 年中国电信业务收入和电信业务总量及增速（单位：亿元、%）

数据来源：国家统计局网站

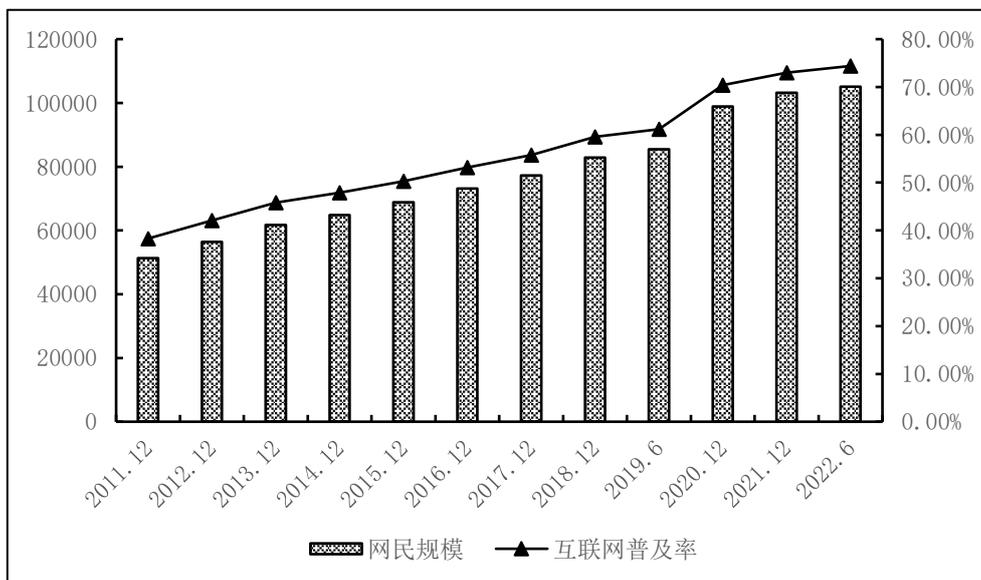


图 4.4 2011 年—2022 年中国互联网普及率及网民规模（单位：%、万人）

数据来源：中国互联网络信息中心发布的《中国互联网络发展状况统计报告》

互联网普及率连续增加，网民规模成倍增加（图 4.4）。中国互联网普及率在 2015 年已超 50%，在 2022 年 6 月达到 74.40%，相较于 2011 年 12 月增加了 36.10%，增加将近 1.94 倍。网民规模在 2022 年 6 月达到 105114 万人，较之 2011

年（51310 万人）增加了 53804 万人，是 2011 年人数的 2.05 倍。据工业和信息化部统计数据表明，2022 年全国互联网和相关服务业收入达 15970.00 亿元，企业数达 62183 个，东部地区占据主导地位（收入 14388.78 亿元、企业数 43686 个），中西部地区（收入分别为 736.75 亿元、753.80 亿元；企业数分别为 8242 个、7635 个）追赶发展，东北地区（收入为 90.68 亿元、企业数为 2620 个）发展较为缓慢。北京、湖南、四川和辽宁是各自区域互联网企业发展的主要省份。

### 4.3 数字化渗透率在三次产业中逆向增加

产业数字化是数字技术与传统产业的融合发展，即传统产业运用数字技术带来的生产数量的增加和生产效率的提高，但由于产业特性不同，数字技术在各产业中的渗透率存在明显差距。2016 年—2020 年中国数字技术在农业、工业和服务业中的渗透率均处于增长趋势，但是增长速度不同（表 4.2）。较之 2016 年，2020 年农业数字化渗透率增加了 7.70%，工业数字化渗透率增加了 4.2%，服务业数字化渗透率增加了 21.60%。数字技术在工业中的渗透率将直接决定产业数字化的质量和进程，因此中国应注重技术更新迭代、加速数字技术与传统制造业的融合发展，提升数字技术在工业中的渗透率。

表 4.2 中国产业数字化渗透率 单位：%

指标	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
农业	6.20	6.50	7.30	8.20	8.90
工业	16.80	17.20	18.30	19.50	21.00
服务业	19.10	32.60	35.90	37.80	40.70

数据来源：来自 2015 年—2022 年中国信息通信研究院发布的《中国信息经济研究报告》、《中国信息经济发展白皮书》、《中国数字经济发展白皮书》、《中国数字经济发展与就业白皮书》。

## 5 数字产业化和产业数字化协同水平动态测度

### 5.1 研究方法介绍

耦合协调度模型被广泛运用于测量两个及以上系统的协同发展水平。其中，发展强调各系统自身的发展过程，协调强调系统之间或各要素之间的相互促进、相互协调的过程。本文采用耦合协调度模型来测度中国数字产业化和产业数字化两系统之间的相互作用关系。借鉴张友国等（2020）<sup>[87]</sup>和孙磊等（2021）<sup>[88]</sup>所用方法求得各子系统的综合发展水平，再计算数字产业化和产业数字化协同发展水平。此外借鉴赖一飞等（2022）<sup>[89]</sup>的相对发展模型来确定数字产业化和产业数字化的相对发展程度。

计算子系统的发展水平：假设  $sc$  代表数字产业化系统， $cs$  代表产业数字化系统， $sc_{ij}$  代表数字产业化系统第  $i$  个省份第  $j$  个指标的数值， $cs_{ij}$  为产业数字化系统第  $i$  个省份第  $j$  个指标的数值。（ $n$  代表省份个数， $T$  代表研究期数， $p$  代表各子系统的指标个数）采用极差法进行数据标准化：

$$\text{正向指标: } sc'_{ij} = \frac{sc_{ij} - \min_t sc_{ij}}{\max_t sc_{ij} - \min_t sc_{ij}} \quad (1 \leq i \leq nT, 1 \leq j \leq p) \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } sc'_{ij} = \frac{\max_t sc_{ij} - sc_{ij}}{\max_t sc_{ij} - \min_t sc_{ij}} \quad (1 \leq i \leq nT, 1 \leq j \leq p) \quad (2)$$

计算第  $j$  个指标下第  $i$  个地区在该指标中的权重及信息熵：

$$f_{ij} = sc'_{ij} / \sum_{i=1}^{nT} sc'_{ij} \quad (1 \leq i \leq nT, 1 \leq j \leq p) \quad (3)$$

为防止出现  $\ln 0$ ，令  $f'_{ij} = f_{ij} + 0.00001$ 。

$$e_j = -k \sum_{i=1}^{nT} f'_{ij} \ln f'_{ij} \quad (1 \leq i \leq nT, 1 \leq j \leq p) \quad (4)$$

其中  $k = 1/\ln nT$

计算差异系数及各指标权重：

$$\text{差异系数: } g_j = 1 - e_j \quad (5)$$

$$\text{指标权重: } w_j = g_j / \sum_{j=1}^p g_j \quad (6)$$

$$\text{计算子系统综合评价价值: } F_i = \sum_{j=1}^p w_j s c_{ij} \quad (7)$$

产业数字化系统发展水平计算同上, 不再赘述。

耦合协调度模型计算过程: 本文为两系统耦合协调度模型, 计算详细过程如下。

数字产业化和产业数字化的耦合度模型为:

$$C^t = 2\sqrt{sc^t \cdot cs^t} / (sc^t + cs^t) \quad (8)$$

$sc^t$ 、 $cs^t$ 、 $C^t$ 分别代表第  $t$  年数字产业化和产业数字化的发展水平及两者耦合度。

数字产业化和产业数字化的耦合协调度模型为:

$$D^t = \sqrt{C^t \cdot T^t}, T = asc^t + bcs^t \quad (9)$$

$D^t$ 代表第  $t$  年两者的耦合协调度,  $C^t$ 意义同上,  $T^t$ 代表数字产业化和产业数字化的综合发展水平,  $a$ 、 $b$ 为待定系数。

参考葛鹏飞等(2020)<sup>[90]</sup>划分标准, 判定耦合协调发展阶段: 若  $0 \leq D < 0.3$ , 判定协调类型为低度协调; 若  $0.3 \leq D < 0.5$ , 判定协调类型为中度协调; 若  $0.5 \leq D < 0.8$ , 判定协调类型为高度协调; 若  $0.8 \leq D < 1.0$ , 判定协调类型为极度协调。

相对发展模型: 耦合协调度模型反映两系统之间的协调发展关系, 但难以衡量两系统之间的相对发展程度。本文采用相对发展模型测算两系统之间的相对发展程度, 计算公式如下:

$$\theta_i^t = sc_i^t / cs_i^t \quad (10)$$

参考葛鹏飞等(2020)<sup>[90]</sup>和赖一飞等(2022)<sup>[89]</sup>划分相对发展程度: 若  $0 < \theta_i^t \leq 0.9$ , 则数字产业化滞后于产业数字化; 若  $0.9 < \theta_i^t \leq 1.1$ , 则数字产业化同步于产业数字化; 若  $1.1 < \theta_i^t$ , 则数字产业化超前于产业数字化。

## 5.2 指标选取

### 5.2.1 指标选取原则

在构建中国数字产业化和产业数字化协同发展的评价体系时，主要遵循以下原则：一是全面且科学。构建数字产业化和产业数字化协同发展综合评价指标体系时，应立足数字经济内涵，结合数字经济产业分类和已有学者研究，科学且全面地选取指标，涵盖数字经济投入与产出、数字产业和数字环境等。二是系统且层次清晰。数字产业化和产业数字化协同发展综合评价指标体系是多种要素有机地结合起来，要兼顾整体性和层次性，能够全面衡量数字产业化和产业数字化协同发展程度。三是可比且可操作。具体的操作指标不仅要在纵向上具有可比性，也要在横向上具有可比性。此外，指标数据的来源要尽量统一，以定量数据为准，客观真实地反映数字产业化和产业数字化发展水平。在数据的可获得性上，要考虑研究时段的整体性和省份间的差异性，保证指标尽可能获得。

### 5.2.2 相关具体指标

数字产业化是信息产业的延伸，主要包括电子信息制造业、电信业、软件和信息技术服务业、互联网和相关服务等；产业信息化是应用数字技术带来的生产数量的增加和生产效率的提高，主要从农业数字化、工业数字化和服务业数字化等方面来衡量。参考学者杨慧梅等(2021)<sup>[65]</sup>、薛洁等(2020)<sup>[81]</sup>、陈岳飞等(2021)<sup>[83]</sup>、刘钊等(2021)<sup>[82]</sup>、陈瑞义等(2022)<sup>[84]</sup>、聂昌腾等(2022)<sup>[91]</sup>、王军等(2021)<sup>[92]</sup>的研究，结合《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》产业界定，基于区域层面构建如下数字产业化和产业数字化协同发展综合指标评价体系(均为正向指标)。

数字产业化指标从电子信息制造业、电信业、软件和信息技术服务业、互联网和相关服务等行业入手，基于投入和产出角度选取对应指标；产业数字化指标从农业数字化、工业数字化、服务业数字化角度选取对应指标。根据上述相应指标的构建，本文所使用的数字产业化和产业数字化协同指标体系如下表 5.1 所示：(括号内为各指标权重，根据全局熵值法结果整理)

表 5.1 中国数字产业化和产业数字化协同发展指标体系

子系统	一级指标	二级指标	单位
数字产业化 (数字经济核心产业)	电子信息制造业 (0.1614)	电子信息制造业收入 (0.0819)	亿元
		电子信息制造业企业数 (0.0795)	个
	电信业 (0.1066)	电信业务总量 (0.0470)	万件
		电信业务收入 (0.0240)	亿元
		移动电话年末用户数 (0.0205)	万户
	软件和信息技术服务业 (0.2432)	长途光缆线路长度 (0.0152)	万公里
		软件业务收入 (0.0740)	万元
		信息传输、计算机服务和软件业城镇人员从业人数 (0.0463)	万人
		信息传输、计算机服务和软件业法人单位数 (0.0457)	个
	互联网和相关服务 (0.4888)	技术市场成交额 (0.0772)	亿元
		快递业务总量 (0.0875)	万件
		快递业务收入 (0.0788)	万元
		互联网接入用户数 (0.0250)	万户
		互联网接入端口数 (0.0230)	万个
		IPv4 地址数 (0.0568)	万个
网页数 (0.0927)		万个	
	域名数 (0.0525)	万个	
	移动互联网接入流量 (0.0725)	万 GB	
产业数字化 15	农业数字化 (0.1461)	农林牧渔业增加值 (0.0401)	亿元
		农村用电量 (0.1060)	亿千瓦时
	工业数字化 (0.5569)	工业增加值 (0.0560)	亿元
		规模以上工业 R&D 经费支出 (0.0896)	万元
		规模以上工业 R&D 人员全时当量 (0.0976)	人年
		规模以上工业企业新产品研发经费 (0.1035)	万元
		规模以上工业企业新产品销售收入 (0.0980)	万元
		规模以上工业企业技术改造经费支出 (0.0588)	万元
	第三产业数字化 (0.2970)	工业污染治理投资 (0.0534)	万元
		第三产业增加值 (0.0500)	亿元
		电子商务销售额 (0.0959)	亿元
		有电子商务交易企业数 (0.0736)	个
		有电子商务交易活动企业比重 (0.0203)	%
		每百家企业使用计算机台数 (0.0051)	台
		每百家企业拥有网站数 (0.0330)	个
	数字普惠金融指数 (0.0191)	—	

### 5.2.3 数据来源

以上所用数据来源于《中国统计年鉴》、《中国第三产业统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、国家统计局官方网站和 EPS 数据库。极少部分缺失数据采用均值法或前后年份增长率求得。如电子信息制造业收入和电子信息制造业企业数 2020 年数据缺失,采用上年增长率测算;因数值异常,2013 年天津电信业务收入采用前后年份均值代替;各省份 IPV4 地址数为中国互联网络信息中心历年发布的《中国互联网络发展状况统计报告》中中国大陆总数乘以省份比例测算。在数据处理上,为消除量纲的影响,采用极差法进行标准化处理。

此外,由于数据可得性,本文测算结果不包括中国西藏及港澳台地区。

## 5.3 协同水平测度结果分析

根据上述构建的数字产业化和产业数字化协同发展指标体系,采用全局熵值法计算 2013 年—2020 年中国 30 省份数字产业化和产业数字化综合发展水平,并运用两系统耦合协调度模型测度“两化”协同发展水平。

### 5.3.1 数字产业化和产业数字化的综合发展水平

#### (1) 中国各省份数字产业化发展水平测度

从全国 30 省份各年数字产业化发展水平环均值看,数字产业化发展水平呈平稳上升态势,即数字产业化保持良好的发展态势。2020 年整体数字产业化发展水平是 2013 年发展水平的 2.89 倍。以 2020 年数据为例,东部地区(广东、北京、浙江和江苏)存在比较优势,且广东以绝对优势领跑中国数字产业化发展。此外,年均增长最快的省份是宁夏(32.42%),其次是贵州(26.72%)、海南(24.48%)、河南(21.88%)、广西(21.43%)等,较慢的省份是天津(12.69%)、山东(12.69%)、江苏(11.53%)、黑龙江(10.21%)和辽宁(9.36%)。就区域层面看,东部地区是中国数字产业化发展较高的地区,中西部地区呈现出追赶态势,东北地区相对发展缓慢。2020 年东部地区、中部地区、西部地区和东北地区的数字产业化综合发展水平分别是 2013 年的 2.68 倍、3.48 倍、3.61 倍、2.04 倍。这说明中国数

字产业化存在明显的区域非均衡性，数字经济发展存在“数字鸿沟”。

表 5.2 中国 30 省份 2013 年—2020 年数字产业化发展水平

地区	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
北京	0.1732	0.2569	0.2526	0.2750	0.3575	0.3993	0.4352	0.4676
天津	0.0326	0.0369	0.0365	0.0419	0.0470	0.0550	0.0653	0.0753
河北	0.0530	0.0588	0.0614	0.0752	0.0953	0.1205	0.1496	0.1731
上海	0.0980	0.1145	0.1250	0.1512	0.1727	0.1931	0.2200	0.2406
江苏	0.1951	0.2178	0.2425	0.2682	0.3035	0.3313	0.3837	0.4188
浙江	0.1246	0.1491	0.1814	0.2172	0.2566	0.2894	0.3537	0.4191
福建	0.0625	0.0650	0.0835	0.1110	0.1497	0.1602	0.1770	0.1728
山东	0.1198	0.1317	0.1325	0.1482	0.1702	0.2011	0.2370	0.2764
广东	0.2879	0.3251	0.3553	0.4110	0.4744	0.5994	0.7158	0.8179
海南	0.0052	0.0066	0.0076	0.0080	0.0117	0.0159	0.0220	0.0237
<b>东部均值</b>	<b>0.1152</b>	<b>0.1362</b>	<b>0.1478</b>	<b>0.1707</b>	<b>0.2039</b>	<b>0.2365</b>	<b>0.2759</b>	<b>0.3085</b>
辽宁	0.0614	0.0680	0.0666	0.0662	0.0789	0.0881	0.1026	0.1148
吉林	0.0213	0.0235	0.0230	0.0279	0.0356	0.0449	0.0523	0.0561
黑龙江	0.0312	0.0333	0.0330	0.0354	0.0429	0.0483	0.0570	0.0617
<b>东北均值</b>	<b>0.0380</b>	<b>0.0416</b>	<b>0.0409</b>	<b>0.0432</b>	<b>0.0525</b>	<b>0.0605</b>	<b>0.0706</b>	<b>0.0775</b>
内蒙古	0.0221	0.0235	0.0240	0.0265	0.0321	0.0400	0.0482	0.0535
广西	0.0278	0.0320	0.0350	0.0409	0.0500	0.0675	0.0904	0.1082
重庆	0.0279	0.0342	0.0392	0.0484	0.0555	0.0697	0.0830	0.0949
四川	0.0692	0.0794	0.0949	0.1062	0.1270	0.1695	0.2095	0.2436
贵州	0.0165	0.0181	0.0218	0.0257	0.0357	0.0518	0.0737	0.0866
云南	0.0273	0.0291	0.0325	0.0379	0.0476	0.0626	0.0829	0.1021
陕西	0.0386	0.0452	0.0514	0.0598	0.0705	0.0923	0.1168	0.1341
甘肃	0.0135	0.0145	0.0176	0.0194	0.0242	0.0331	0.0422	0.0502
青海	0.0047	0.0057	0.0066	0.0076	0.0093	0.0117	0.0130	0.0156
宁夏	0.0021	0.0026	0.0034	0.0043	0.0062	0.0093	0.0121	0.0148
新疆	0.0159	0.0169	0.0193	0.0213	0.0246	0.0309	0.0430	0.0543
<b>西部均值</b>	<b>0.0241</b>	<b>0.0274</b>	<b>0.0314</b>	<b>0.0362</b>	<b>0.0439</b>	<b>0.0580</b>	<b>0.0741</b>	<b>0.0871</b>
山西	0.0289	0.0298	0.0299	0.0347	0.0429	0.0560	0.0671	0.0779
安徽	0.0391	0.0457	0.0573	0.0675	0.0820	0.1028	0.1296	0.1515
江西	0.0341	0.0355	0.0432	0.0480	0.0574	0.0724	0.0946	0.1107
河南	0.0556	0.0672	0.0813	0.0950	0.1163	0.1565	0.1895	0.2222
湖北	0.0512	0.0611	0.0780	0.0871	0.0998	0.1197	0.1510	0.1660
湖南	0.0450	0.0496	0.0579	0.0690	0.0793	0.0984	0.1302	0.1547
<b>中部均值</b>	<b>0.0423</b>	<b>0.0481</b>	<b>0.0579</b>	<b>0.0669</b>	<b>0.0796</b>	<b>0.1010</b>	<b>0.1270</b>	<b>0.1472</b>
<b>全国均值</b>	<b>0.0595</b>	<b>0.0692</b>	<b>0.0765</b>	<b>0.0879</b>	<b>0.1052</b>	<b>0.1264</b>	<b>0.1516</b>	<b>0.1720</b>

数据来源：作者根据计算结果整理所得

从数字产业化的二级指标看,东部地区的数字产业化主要得益于数据信息的产业化发展,中西部地区主要得益于数字基础设施的完善(表 5.3)。2020 年数字产业化的核心产业增长源于软件业和互联网行业,区域发展能力和经济基础对数字产业化发展的影响关系密切。

表 5.3 中国 30 省份数字产业化核心产业发展水平(2013 年、2020 年)

地区	2013 年				2020 年			
	电子信 息	电信业	软件业	互联网 行业	电子信 息	电信业	软件业	互联网 行业
北京	0.0078	0.0128	0.0957	0.0568	0.0099	0.0231	0.2168	0.2179
天津	0.0088	0.0033	0.0100	0.0105	0.0056	0.0081	0.0320	0.0296
河北	0.0032	0.0193	0.0059	0.0246	0.0042	0.0390	0.0249	0.1051
山西	0.0012	0.0116	0.0037	0.0122	0.0024	0.0206	0.0122	0.0427
内蒙古	0.0005	0.0130	0.0036	0.0051	0.0008	0.0218	0.0052	0.0257
辽宁	0.0049	0.0149	0.0233	0.0183	0.0037	0.0232	0.0319	0.0560
吉林	0.0007	0.0077	0.0054	0.0075	0.0005	0.0141	0.0112	0.0303
黑龙江	0.0004	0.0124	0.0056	0.0128	0.0003	0.0192	0.0105	0.0317
上海	0.0156	0.0123	0.0325	0.0376	0.0147	0.0217	0.0795	0.1247
江苏	0.0682	0.0281	0.0512	0.0477	0.0649	0.0593	0.1212	0.1734
浙江	0.0220	0.0244	0.0214	0.0569	0.0378	0.0507	0.0926	0.2380
安徽	0.0067	0.0136	0.0063	0.0125	0.0153	0.0321	0.0276	0.0765
福建	0.0100	0.0148	0.0100	0.0276	0.0181	0.0260	0.0352	0.0934
江西	0.0065	0.0087	0.0041	0.0147	0.0184	0.0233	0.0141	0.0548
山东	0.0187	0.0252	0.0237	0.0521	0.0098	0.0494	0.0874	0.1297
河南	0.0073	0.0212	0.0069	0.0202	0.0112	0.0506	0.0323	0.1280
湖北	0.0060	0.0148	0.0143	0.0161	0.0117	0.0291	0.0535	0.0717
湖南	0.0070	0.0163	0.0068	0.0149	0.0148	0.0365	0.0258	0.0776
广东	0.0826	0.0520	0.0528	0.1005	0.1614	0.0968	0.1868	0.3729
广西	0.0025	0.0124	0.0032	0.0097	0.0042	0.0303	0.0133	0.0604
海南	0.0002	0.0015	0.0005	0.0030	0.0000	0.0053	0.0035	0.0149
重庆	0.0052	0.0062	0.0071	0.0094	0.0134	0.0175	0.0204	0.0437
四川	0.0089	0.0233	0.0180	0.0190	0.0181	0.0582	0.0563	0.1110
贵州	0.0004	0.0101	0.0021	0.0039	0.0033	0.0282	0.0091	0.0460
云南	0.0002	0.0135	0.0045	0.0091	0.0017	0.0349	0.0101	0.0554
陕西	0.0022	0.0123	0.0150	0.0091	0.0058	0.0271	0.0480	0.0533
甘肃	0.0003	0.0077	0.0027	0.0029	0.0004	0.0173	0.0056	0.0269
青海	0.0001	0.0040	0.0004	0.0001	0.0004	0.0079	0.0008	0.0064
宁夏	0.0001	0.0014	0.0001	0.0005	0.0005	0.0044	0.0012	0.0086
新疆	0.0099	0.0143	0.0146	0.0207	0.0004	0.0208	0.0048	0.0284
<b>全国均值</b>	<b>0.0099</b>	<b>0.0143</b>	<b>0.0146</b>	<b>0.0207</b>	<b>0.0151</b>	<b>0.0299</b>	<b>0.0425</b>	<b>0.0845</b>

数据来源:作者根据计算结果整理所得

综合来看,东部地区依旧是中国数字产业化发展较好的区域,中西部地区具有数字产业化发展的后发优势,但距离东部地区仍存在较大差距,中西部地区可以借鉴东部地区的发展模式,学习发展经验,因地制宜提出适合自身数字产业化发展的政策等。

## (2) 中国各省份产业数字化发展水平测度

从全国 30 省份各年产业数字化发展水平环均值看,产业数字化发展水平呈稳定上升态势,即产业数字化保持良好的增长态势。较之 2013 年,2020 年整体产业数字化发展水平是 2013 年的 1.70 倍。以 2020 年为例,依旧是东部省份(广东、江苏、浙江、山东、上海和北京)领跑中国产业数字化发展,新疆、甘肃、青海、海南和宁夏等省份产业数字化发展较为缓慢。从年均增速看,增长最快的省份是青海(20.40%),其次是江西(14.11%)、重庆(13.10%)、贵州(11.57%)、云南(11.33%)等,较慢的省份是内蒙古(4.64%)、山东(4.42%)、天津(2.89%)和辽宁(2.38%)。就区域层面,东部地区是中国产业数字化发展水平整体较好,中部、西部和东北地区呈现出追赶态势。2020 年东部地区、中部地区、西部地区和东北地区的产业数字化综合发展水平分别是 2013 年的 1.65 倍、1.77 倍、1.94 倍、1.34 倍。产业数字化发展水平较高的省份,其增长速度不一定最快,即具有后发优势的省份呈现追赶态势。

表 5.4 中国 30 省份 2013 年—2020 年产业数字化发展水平

地区	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
北京	0.1296	0.1548	0.1711	0.1861	0.2190	0.2237	0.2540	0.2716
天津	0.0873	0.1024	0.1142	0.1081	0.0931	0.0970	0.1008	0.1066
河北	0.1507	0.1788	0.1724	0.1722	0.1858	0.2110	0.2033	0.2117
上海	0.1898	0.2413	0.2548	0.2899	0.2972	0.3021	0.3346	0.3477
江苏	0.5035	0.5392	0.5637	0.5926	0.5997	0.6437	0.6729	0.7391
浙江	0.3270	0.3549	0.3741	0.4017	0.4016	0.4410	0.4836	0.5268
福建	0.1401	0.1576	0.1706	0.1859	0.1946	0.2114	0.2265	0.2475
山东	0.3264	0.3701	0.3711	0.4233	0.4464	0.4383	0.4155	0.4418
广东	0.4436	0.4836	0.5229	0.5814	0.6659	0.7612	0.8392	0.8877
海南	0.0312	0.0418	0.0495	0.0540	0.0553	0.0542	0.0573	0.0603
<b>东部均值</b>	<b>0.2329</b>	<b>0.2625</b>	<b>0.2764</b>	<b>0.2995</b>	<b>0.3159</b>	<b>0.3384</b>	<b>0.3588</b>	<b>0.3841</b>
辽宁	0.1273	0.1429	0.1353	0.1364	0.1438	0.1460	0.1511	0.1501
吉林	0.0412	0.0575	0.0568	0.0624	0.0632	0.0592	0.1009	0.0709
黑龙江	0.0621	0.0670	0.0703	0.0729	0.0743	0.0755	0.0810	0.0891
<b>东北均值</b>	<b>0.0769</b>	<b>0.0891</b>	<b>0.0875</b>	<b>0.0906</b>	<b>0.0938</b>	<b>0.0936</b>	<b>0.1110</b>	<b>0.1034</b>

地区	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
内蒙古	0.0688	0.0816	0.0793	0.0847	0.0876	0.0871	0.0904	0.0945
广西	0.0685	0.0741	0.0838	0.0892	0.0902	0.0948	0.1158	0.1284
重庆	0.0666	0.0812	0.0962	0.1127	0.1213	0.1251	0.1379	0.1568
四川	0.1183	0.1378	0.1440	0.1629	0.1779	0.1940	0.2110	0.2377
贵州	0.0468	0.0575	0.0661	0.0775	0.0791	0.0850	0.0900	0.1007
云南	0.0588	0.0731	0.0838	0.0869	0.0901	0.0977	0.1136	0.1247
陕西	0.0816	0.0901	0.0968	0.1067	0.1136	0.1234	0.1380	0.1433
甘肃	0.0383	0.0451	0.0449	0.0511	0.0478	0.0518	0.0573	0.0617
青海	0.0116	0.0181	0.0280	0.0329	0.0314	0.0359	0.0406	0.0425
宁夏	0.0232	0.0371	0.0365	0.0440	0.0408	0.0445	0.0439	0.0483
新疆	0.0407	0.0535	0.0559	0.0552	0.0580	0.0658	0.0692	0.0702
<b>西部均值</b>	<b>0.0566</b>	<b>0.0681</b>	<b>0.0741</b>	<b>0.0822</b>	<b>0.0853</b>	<b>0.0914</b>	<b>0.1007</b>	<b>0.1099</b>
山西	0.0751	0.0690	0.0687	0.0727	0.0873	0.0923	0.0978	0.1041
安徽	0.1285	0.1436	0.1622	0.1862	0.1952	0.2143	0.2406	0.2621
江西	0.0651	0.0764	0.0920	0.0964	0.1118	0.1317	0.1513	0.1640
河南	0.1612	0.1818	0.1873	0.2148	0.2204	0.2315	0.2439	0.2496
湖北	0.1299	0.1493	0.1611	0.1870	0.1921	0.2103	0.2308	0.2455
湖南	0.1460	0.1481	0.1680	0.1755	0.1859	0.1910	0.2085	0.2269
<b>中部均值</b>	<b>0.1176</b>	<b>0.1281</b>	<b>0.1399</b>	<b>0.1554</b>	<b>0.1654</b>	<b>0.1785</b>	<b>0.1955</b>	<b>0.2087</b>
<b>全国均值</b>	<b>0.1296</b>	<b>0.1470</b>	<b>0.1560</b>	<b>0.1701</b>	<b>0.1790</b>	<b>0.1913</b>	<b>0.2067</b>	<b>0.2204</b>

数据来源：作者根据计算结果整理所得

从产业数字化的二级指标看，工业数字化和第三产业数字化是数字经济渗透传统产业的前沿，虽然第三产业渗透率显著高于一产和二产的数字化渗透率，但产业数字化与实体产业的布局和发展水平的正相关性使得产业数字化向先进制造业所在区域集聚。产业数字化增长主要源于第三产业数字化的贡献，农业数字化和工业数字化贡献率较小，但工业数字化贡献程度大于农业（见表 5.5）。2020 年中国第三产业数字化、工业数字化和农业数字化发展水平（均值）分别是 2013 年的 2.83 倍、1.36 倍和 1.31 倍。

表 5.5 中国 30 省份产业数字化组成部分发展水平（2013 年、2020 年）

地区	2020 年			2013 年		
	农业数字化	工业数字化	第三产业数字化	农业数字化	工业数字化	第三产业数字化
北京	0.0034	0.0496	0.2186	0.0027	0.0413	0.0857
天津	0.0027	0.0400	0.0639	0.0038	0.0547	0.0289
河北	0.0552	0.0869	0.0696	0.0547	0.0744	0.0216

地区	2020 年			2013 年		
	农业数字化	工业数字化	第三产业数字化	农业数字化	工业数字化	第三产业数字化
山西	0.0135	0.0457	0.0449	0.0095	0.0545	0.0111
内蒙古	0.0186	0.0279	0.0480	0.0135	0.0432	0.0121
辽宁	0.0256	0.0615	0.0629	0.0345	0.0722	0.0205
吉林	0.0134	0.0193	0.0383	0.0107	0.0199	0.0107
黑龙江	0.0289	0.0164	0.0439	0.0209	0.0300	0.0112
上海	0.0572	0.1124	0.1780	0.0461	0.0803	0.0634
江苏	0.1398	0.4242	0.1751	0.1199	0.2995	0.0841
浙江	0.0696	0.2953	0.1620	0.0592	0.1808	0.0870
安徽	0.0337	0.1323	0.0962	0.0223	0.0784	0.0278
福建	0.0426	0.1121	0.0928	0.0301	0.0766	0.0333
江西	0.0224	0.0770	0.0645	0.0151	0.0352	0.0147
山东	0.0634	0.2249	0.1534	0.0568	0.2151	0.0544
河南	0.0585	0.1125	0.0786	0.0430	0.0930	0.0252
湖北	0.0399	0.1155	0.0901	0.0269	0.0731	0.0299
湖南	0.0378	0.1071	0.0819	0.0245	0.0956	0.0259
广东	0.1112	0.5123	0.2642	0.0852	0.2517	0.1067
广西	0.0332	0.0405	0.0547	0.0193	0.0331	0.0161
海南	0.0085	0.0012	0.0506	0.0048	0.0034	0.0230
重庆	0.0164	0.0625	0.0778	0.0098	0.0371	0.0197
四川	0.0504	0.0881	0.0992	0.0313	0.0603	0.0267
贵州	0.0242	0.0265	0.0500	0.0096	0.0236	0.0136
云南	0.0317	0.0326	0.0604	0.0169	0.0224	0.0195
陕西	0.0226	0.0524	0.0683	0.0158	0.0480	0.0178
甘肃	0.0112	0.0133	0.0372	0.0066	0.0219	0.0098
青海	0.0018	0.0018	0.0389	0.0007	0.0015	0.0094
宁夏	0.0024	0.0107	0.0353	0.0013	0.0104	0.0114
新疆	0.0206	0.0129	0.0367	0.0132	0.0158	0.0116
<b>全国均值</b>	<b>0.0353</b>	<b>0.0972</b>	<b>0.0879</b>	<b>0.0270</b>	<b>0.0716</b>	<b>0.0311</b>

数据来源：作者根据计算结果整理所得

综合来看，中国 30 省份产业数字化发展水平逐年上升，但省份间差距略小于各省份数字产业化发展水平的差距，东部沿海地区依旧是中国产业数字化发展的高地，中西部地区中具有后发优势的省份产业数字化发展速度显著高于东部沿海地区具有先发优势的省份。

### (3) 中国各省份数字产业化和产业数字化相对发展程度测度

数字产业化和产业数字化发展水平的比值可以被用来衡量两者的发展相对速度。研究期内中国数字产业化和产业数字化相对发展程度呈现上升趋势，但省

份间增长差距显著。2013年—2020年中国30省份数字产业化发展水平与产业数字化发展水平的比值逐渐增加,但数字产业化滞后于产业数字化,两者之间存在非均衡性。以各省份数字产业化和产业数字化相对发展程度看,除了北京和四川外,其余省份比值均小于1,即数字产业化滞后于产业数字化,海南、青海和宁夏等省份存在数字产业化严重滞后于产业数字化的现象。

表 5.6 中国 30 省份 2013 年—2020 年数字产业化和产业数字化相对发展水平

地区	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
北京	1.3358	1.6593	1.4763	1.4775	1.6327	1.7854	1.7131	1.7214
天津	0.3738	0.3610	0.3193	0.3873	0.5046	0.5670	0.6477	0.7066
河北	0.3514	0.3289	0.3563	0.4368	0.5131	0.5712	0.7359	0.8178
山西	0.3845	0.4311	0.4350	0.4777	0.4910	0.6071	0.6858	0.7485
内蒙古	0.3214	0.2882	0.3021	0.3130	0.3660	0.4586	0.5334	0.5663
辽宁	0.4823	0.4755	0.4925	0.4857	0.5483	0.6034	0.6787	0.7650
吉林	0.5160	0.4084	0.4045	0.4471	0.5632	0.7586	0.5186	0.7910
黑龙江	0.5029	0.4975	0.4696	0.4862	0.5769	0.6402	0.7039	0.6920
上海	0.5167	0.4743	0.4906	0.5215	0.5812	0.6391	0.6575	0.6920
江苏	0.3875	0.4040	0.4301	0.4525	0.5061	0.5147	0.5702	0.5666
浙江	0.3811	0.4201	0.4848	0.5407	0.6391	0.6562	0.7314	0.7955
安徽	0.3040	0.3181	0.3534	0.3623	0.4199	0.4798	0.5384	0.5782
福建	0.4460	0.4121	0.4896	0.5970	0.7692	0.7580	0.7813	0.6982
江西	0.5238	0.4645	0.4699	0.4983	0.5132	0.5494	0.6253	0.6749
山东	0.3670	0.3558	0.3570	0.3501	0.3813	0.4588	0.5704	0.6256
河南	0.3448	0.3695	0.4341	0.4426	0.5279	0.6762	0.7770	0.8900
湖北	0.3939	0.4094	0.4838	0.4657	0.5194	0.5693	0.6545	0.6763
湖南	0.3084	0.3348	0.3448	0.3933	0.4263	0.5150	0.6246	0.6820
广东	0.6489	0.6721	0.6795	0.7070	0.7124	0.7875	0.8529	0.9214
广西	0.4061	0.4314	0.4176	0.4589	0.5547	0.7124	0.7811	0.8427
海南	0.1661	0.1575	0.1525	0.1486	0.2114	0.2938	0.3838	0.3935
重庆	0.4185	0.4211	0.4080	0.4295	0.4581	0.5571	0.6016	0.6057
四川	0.5848	0.5764	0.6589	0.6522	0.7140	0.8737	0.9926	1.0250
贵州	0.3530	0.3155	0.3293	0.3320	0.4512	0.6086	0.8182	0.8605
云南	0.4644	0.3986	0.3871	0.4361	0.5287	0.6414	0.7299	0.8186
陕西	0.4730	0.5016	0.5304	0.5604	0.6205	0.7479	0.8463	0.9362
甘肃	0.3537	0.3203	0.3931	0.3793	0.5057	0.6379	0.7361	0.8138
青海	0.4042	0.3166	0.2351	0.2325	0.2946	0.3253	0.3210	0.3657
宁夏	0.0893	0.0698	0.0939	0.0973	0.1533	0.2099	0.2761	0.3053
新疆	0.3922	0.3151	0.3448	0.3865	0.4239	0.4694	0.6214	0.7739
<b>全国均值</b>	<b>0.4332</b>	<b>0.4303</b>	<b>0.4408</b>	<b>0.4652</b>	<b>0.5369</b>	<b>0.6224</b>	<b>0.6903</b>	<b>0.7450</b>

数据来源:作者根据计算结果整理所得

综合研究期内各省份数字产业化和产业数字化发展水平及相对发展程度看,多数省份的数字产业化和产业数字化发展水平存在差距,数字产业化发展突出的省份,其产业数字化发展水平也较高,即数字产业化和产业数字化之间具有一定的协调发展关系。初步判定提高数字产业化发展水平是提升两者之间耦合协调度的关键之举。因此研究各省份数字产业化和产业数字化协同发展程度有一定的必要性。

### 5.3.2 数字产业化和产业数字化协同水平

基于研究期内各省份数字产业化和产业数字化的发展水平,运用耦合协调度模型测算中国整体及各省份数字产业化和产业数字化协同发展水平,测算结果如下表 5.7。

整体看,2013 年—2020 年中国数字产业化和产业数字化协同发展水平(省份均值)呈现稳定上升趋势,表明中国数字经济发展稳中有升,数字经济对宏观经济发展的作用与日俱增。研究期内数字产业化和产业数字化协同水平逐渐提升,从 2013 年的 0.2670 增加至 2020 年的 0.4035,与中国实施的大数据战略、建设数字中国等密不可分。然而两者之间的协同发展程度整体涨幅较小,但耦合协调类型从低度协调转换至中度协调,协同发展程度依旧存在较大的提升空间。

表 5.7 中国 30 省份 2013 年—2020 年数字产业化和产业数字化协同水平

地区	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
广东	0.5978	0.6297	0.6565	0.6992	0.7497	0.8219	0.8804	0.9231
江苏	0.5598	0.5854	0.6080	0.6314	0.6532	0.6796	0.7128	0.7459
浙江	0.4493	0.4796	0.5104	0.5435	0.5666	0.5977	0.6431	0.6855
北京	0.3871	0.4466	0.4560	0.4756	0.5289	0.5467	0.5766	0.5970
山东	0.4446	0.4698	0.4709	0.5005	0.5250	0.5448	0.5602	0.5911
上海	0.3693	0.4077	0.4225	0.4576	0.4760	0.4915	0.5209	0.5378
福建	0.3059	0.3181	0.3455	0.3790	0.4132	0.4290	0.4475	0.4547
河北	0.2989	0.3202	0.3208	0.3373	0.3648	0.3993	0.4176	0.4376
天津	0.2311	0.2480	0.2540	0.2593	0.2572	0.2703	0.2848	0.2994
海南	0.1128	0.1289	0.1391	0.1443	0.1594	0.1713	0.1884	0.1945
<b>东部均值</b>	<b>0.3757</b>	<b>0.4034</b>	<b>0.4184</b>	<b>0.4428</b>	<b>0.4694</b>	<b>0.4952</b>	<b>0.5232</b>	<b>0.5467</b>
辽宁	0.2973	0.3140	0.3081	0.3083	0.3263	0.3368	0.3528	0.3623
黑龙江	0.2099	0.2173	0.2195	0.2255	0.2376	0.2458	0.2606	0.2723

地区	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
吉林	0.1721	0.1916	0.1901	0.2042	0.2179	0.2271	0.2696	0.2511
<b>东北均值</b>	<b>0.2264</b>	<b>0.2410</b>	<b>0.2393</b>	<b>0.2460</b>	<b>0.2606</b>	<b>0.2699</b>	<b>0.2944</b>	<b>0.2952</b>
四川	0.3008	0.3234	0.3419	0.3627	0.3877	0.4258	0.4585	0.4906
陕西	0.2369	0.2527	0.2656	0.2826	0.2991	0.3266	0.3564	0.3723
重庆	0.2075	0.2296	0.2478	0.2717	0.2865	0.3055	0.3271	0.3493
广西	0.2089	0.2206	0.2327	0.2458	0.2591	0.2829	0.3199	0.3434
云南	0.2003	0.2148	0.2284	0.2395	0.2560	0.2797	0.3115	0.3359
贵州	0.1667	0.1797	0.1948	0.2113	0.2305	0.2576	0.2854	0.3056
内蒙古	0.1974	0.2093	0.2088	0.2177	0.2302	0.2429	0.2570	0.2666
新疆	0.1596	0.1733	0.1812	0.1853	0.1944	0.2123	0.2336	0.2485
甘肃	0.1508	0.1598	0.1677	0.1774	0.1845	0.2035	0.2218	0.2359
宁夏	0.0832	0.0990	0.1057	0.1172	0.1263	0.1427	0.1519	0.1634
青海	0.0859	0.1009	0.1165	0.1259	0.1306	0.1430	0.1516	0.1604
<b>西部均值</b>	<b>0.1816</b>	<b>0.1966</b>	<b>0.2083</b>	<b>0.2216</b>	<b>0.2350</b>	<b>0.2566</b>	<b>0.2795</b>	<b>0.2974</b>
河南	0.3077	0.3325	0.3513	0.3780	0.4001	0.4363	0.4637	0.4853
湖北	0.2855	0.3091	0.3348	0.3572	0.3721	0.3983	0.4321	0.4493
安徽	0.2662	0.2846	0.3105	0.3348	0.3556	0.3853	0.4202	0.4464
湖南	0.2847	0.2928	0.3141	0.3318	0.3484	0.3702	0.4060	0.4329
江西	0.2170	0.2283	0.2511	0.2609	0.2830	0.3125	0.3459	0.3670
山西	0.2158	0.2129	0.2128	0.2241	0.2473	0.2681	0.2846	0.3001
<b>中部均值</b>	<b>0.2628</b>	<b>0.2767</b>	<b>0.2958</b>	<b>0.3145</b>	<b>0.3344</b>	<b>0.3618</b>	<b>0.3921</b>	<b>0.4135</b>
<b>全国均值</b>	<b>0.2670</b>	<b>0.2860</b>	<b>0.2989</b>	<b>0.3163</b>	<b>0.3356</b>	<b>0.3585</b>	<b>0.3847</b>	<b>0.4035</b>

数据来源：作者根据计算结果整理所得

从发展水平看,2013年—2020年中国30省份数字产业化和产业数字化的协同水平均出现平稳上升态势,但协同程度差距显著。2013年只有广东和江苏的协同水平达到0.5以上,2020年新增了浙江、北京、山东和上海等4个省份。总体看各省份数字产业化和产业数字化协同水平都有所提高,但是整体的协同水平仍存在较大的提升空间。

就区域看,东部、中部、西部和东北地区的省份均值呈现出相同的上升趋势,但区域间协同水平存在显著差距,呈现出东部最高,中部、西部和东北依次排列,且东部和中部的协同水平高于全国均值。第一,东部地区2013年—2020年数字产业化和产业数字化的协同水平呈现上升趋势,从0.3757增加到0.5467,协同类型从中度协调发展为高度协调,为中国协同水平最高的区域,但区域内省份间差距显著。2020年广东是协同发展最好的省份,处于极度协调阶段,江苏、浙

江、北京、山东和上海等省份处于高度协调阶段，是中国数字产业化和产业数字化协同发展的第二阶梯，但福建、河北、天津和海南等省份处于中度协调阶段，且距离上一阶段存在一定的差距。第二，中部地区实现了协同发展阶段的跃升，从 2013 年的低度协调阶段升至 2020 年的中度协调阶段。中部地区的省份中河南、湖北、安徽和湖南处于同一层次，但除河南外的其余 5 省份均实现了协同阶段的跃升。第三，西部地区的各个省份数字产业化和产业数字化协同水平的差距较大，四川显著高于其他省份，陕西、重庆、广西、云南和贵州实现了协调阶段的跃升，内蒙古等省份仍处于低度协调阶段。第四，东北地区整体处于低度协调阶段，但辽宁位于中度协调阶段，黑龙江和吉林仍位于低度协调阶段。

从发展速度看，中国 30 省份协同发展水平增速前十位的省份分别是宁夏（1.96 倍）、青海（1.87 倍）、贵州（1.83 倍）、海南（1.72 倍）、江西（1.69 倍）、重庆（1.68 倍）、云南（1.68 倍）、安徽（1.68 倍）、广西（1.64 倍）和四川（1.63 倍），后五位的省份是江苏（1.33 倍）、山东（1.33 倍）、黑龙江（1.30 倍）、天津（1.30 倍）和辽宁（1.22 倍）。后发地区因其基础薄弱等因素导致发展速度于与先发地区，使得中国整体数字产业化和产业数字化协同发展水平稳步提升。

参照上述耦合协调度类型划分标准，将中国 30 省份数字产业化和产业数字化协同发展阶段进行分类（见表 5.8），发现广东从高度协调阶段跃升至极度协调阶段，浙江、北京、山东和上海从中度协调阶段跃升至高度协调阶段，江西、重庆等省份从低度协调阶段跃升至中度协调阶段。这些省份或因数字产业化和产业数字化单一快速发展追赶上另一系统，或因数字产业化和产业数字化均快速发展提升两者的协同发展水平，完成了协同发展阶段的跃升。

表 5.8 中国 30 省份数字产业化和产业数字化协同程度

年份	低度协调	中度协调	高度协调	极度协调
2013 年	河北、辽宁、湖北、湖南 安徽、陕西、天津、江西 山西、黑龙江、广西 重庆、云南、内蒙古 吉林、贵州、新疆、甘肃 海南、青海、宁夏	浙江、山东、北京 上海、河南、福建 四川	广东、江苏	

年份	低度协调	中度协调	高度协调	极度协调
2020年	天津、黑龙江、内蒙古 吉林、新疆、甘肃、海南 宁夏、青海	四川、河南、福建 湖北、安徽、河北 湖南、陕西、江西 辽宁、重庆、广西 云南、贵州、山西	江苏、浙江 北京、山东 上海	广东

来源：作者根据数据结果整理

综上所述，中国数字产业化和产业数字化协同发展水平不断上升，数字经济发展逐渐走向高质量发展阶段，但不可忽视区域间和省份间的数字产业化和产业数字化协同发展差距。一方面，东部地区是中国数字产业化和产业数字化协调发展最好的地区，中西部地区呈现出追赶态势。另一方面，广东、江苏、浙江和北京等省份是中国数字产业化和产业数字化协调发展较好的省份，且中国多数省份实现了协同发展阶段的跃升，但省份间协同水平的差距显著。

## 5.4 本章小结

本章构建数字产业化和产业数字化协同发展综合指标体系，并测度中国 30 省份 2013 年—2020 年的“两化”协同水平，在此基础上研判各省份“两化”协同发展阶段，认为：一是数字产业化和产业数字化发展水平稳步提升，但存在非均衡性；二是数字产业化和产业数字化协同发展水平稳步提升，但数字产业化滞后于产业数字化；三是多数省份“两化”协同发展阶段得到提升，主要省份集中在东部地区、中部地区及四川、重庆等西部地区。

## 6 数字产业化和产业数字化协同水平的区域差异及演进

上述分析表明中国数字产业化和产业数字化的协同发展水平存在区域间和区域内存在显著的差异，那么随着数字经济的发展，这种差异又是如何变化的呢？

### 6.1 研究方法介绍

变异系数能够用来衡量一组数据的差异程度，Dagum 基尼系数常用来衡量区域差异，且能够将一组数据的差异程度分解为区域间和区域内差异，Kernel 核密度估计能够刻画区域差异的演进态势。因此，本文首先用变异系数法衡量 2013—2020 年中国整体及四大区域的数字产业化和产业数字化协同水平的差异程度，进而运用 Dagum 基尼系数将其分解为区域间和区域内差异，最后运用 Kernel 核密度估计能够刻画“两化”协同水平区域差异的演进态势

#### 6.1.1 变异系数

变异系数常被用来衡量一组数据的差异程度。本文采用变异系数对各年中国及四大区域的数字产业化和产业数字化协同水平进行差异分析，其计算公式如下。

$$CVoh_t = Soh_t/EQoh_t$$

其中， $CVoh_t$ 代表第  $t$  年中国数字产业化和产业数字化协同水平的相对差异程度， $Soh_t$ 、 $EQoh_t$ 分别代表第  $t$  年中国数字产业化和产业数字化协同水平的的标准差值和均值。

#### 6.1.2Dagum 基尼系数

Dagum 基尼系数常被用来衡量区域差异，且可以被分解为区域内差异贡献和区域间差异贡献及超变密度贡献。本文参照葛鹏飞等(2020)<sup>[90]</sup>、赵文举等(2022)<sup>[93]</sup>所用的 Dagum 基尼系数及分解方法，对中国数字产业化和产业数字化协同发展水平进行区域差异测度。具体计算过程不再详细赘述。

### 6.1.3 Kernel 核密度估计

非参数核密度估计能够清晰地反映区域差异的演进态势。本文采用 Kernel 核密度估计来动态刻画中国及四大区域数字产业化和产业数字化协同水平变化的演进态势。同样，参考赵文举等（2022）<sup>[93]</sup>、张少军等（2022）<sup>[94]</sup>、聂长飞等（2020）<sup>[95]</sup>的研究方法，具体计算过程不再赘述。

## 6.2 区域差异及演变实证结果分析

### 6.2.1 基本特征描述

使用变异系数法分析中国 30 省份 2013 年—2020 年数字产业化和产业数字化协同水平的差异度（图 6.1），发现中国 30 省份的变异系数逐渐减小，说明中国 30 省份数字产业化和产业数字化协同发展水平的区域差距逐渐减弱。东部地区的变异系数对整体变异系数的贡献较大；西部地区和东北地区的变异系数整体呈现下降趋势；中部地区的变异系数先增大后减小。说明中部地区数字产业化和产业数字化协同发展水平呈现出较为一致的变化。

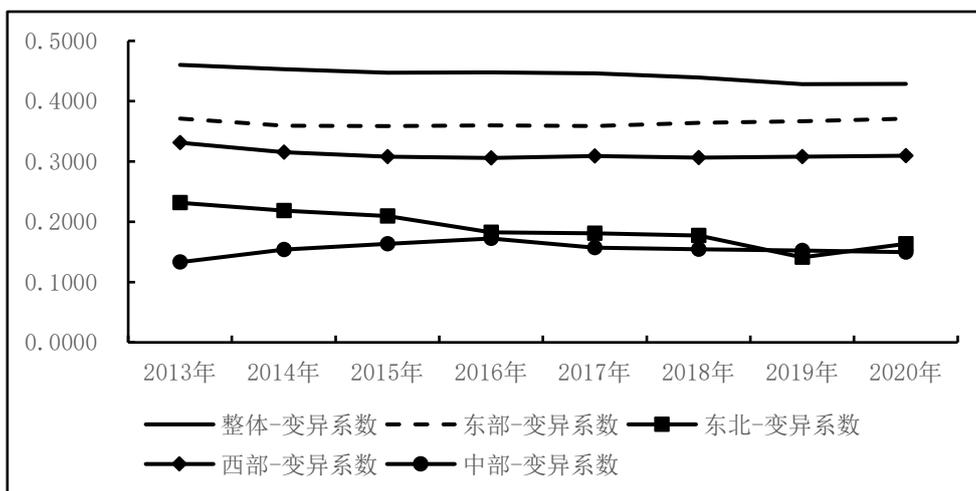


图 6.1 中国 30 省份整体及四大区域数字产业化和产业数字化协同水平变异系数

数据来源：作者根据计算结果整理所得

## 6.2.2 地区差异及差异来源

中国数字产业化和产业数字化协同发展水平存在显著的区域非均衡性，东部地区数字产业化和产业数字化协同水平远超前于中部、西部和东北地区。虽然两者协同水平在中国各省份间存在显著差距，但是这种差异的来源还需要进一步的深究。本文采用 Dagum 基尼系数及其分解方法测算中国数字产业化和产业数字化协同发展水平的总体差异、地区差异和区域间差异，探究各省份间的差异来源。

从总体差异看（表 6.1），中国数字产业化和产业数字化协同发展的空间非均衡性显著但逐渐减弱。2013 年—2020 年总体基尼系数的均值为 0.2405，2013 年—2017 年的总体基尼系数均大于均值，2017 年—2020 年的总体基尼系数小于均值，即 2017 年后中国数字产业化和产业数字化协同发展的空间非均衡性显著减弱。从总体基尼系数演变趋势（图 6.2）看，呈现下降趋势，表明随着各地数字经济政策的制定和落实，数字产业化和产业数字化均得到较好的发展，使得两者协同发展的空间非均衡性有所减弱。

表 6.1 中国数字产业化和产业数字化协同发展的基尼系数及其分解结果

年份	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	均值	
分组	总体	0.2479	0.2450	0.2425	0.2437	0.2429	0.2382	0.2316	0.2319	0.2405
区域内	东部地区	0.2090	0.2024	0.2030	0.2035	0.2022	0.2043	0.2060	0.2086	0.2409
	中部地区	0.0723	0.0852	0.0889	0.0938	0.0863	0.0855	0.0828	0.0797	0.0843
	西部地区	0.1816	0.1738	0.1710	0.1706	0.1718	0.1697	0.1712	0.1715	0.1726
	东北地区	0.1228	0.1128	0.1096	0.0941	0.0925	0.0903	0.0696	0.0837	0.0969
区域间	东-中	0.2358	0.2423	0.2317	0.2332	0.2328	0.2233	0.2141	0.2115	0.2281
	东-西	0.3772	0.3716	0.3624	0.3620	0.3617	0.3486	0.3371	0.3316	0.3565
	东-东北	0.2015	0.1935	0.1990	0.2005	0.1993	0.1961	0.1943	0.1920	0.1970
	中-西	0.2929	0.2937	0.3083	0.3200	0.3201	0.3260	0.3114	0.3276	0.3125
	中-东北	0.1237	0.1219	0.1386	0.1485	0.1469	0.1618	0.1545	0.1766	0.0384
	西-东北	0.1752	0.1660	0.1561	0.1471	0.1478	0.1431	0.1363	0.1402	0.1466
贡献率 (%)	区域内	21.45	21.24	21.44	21.41	21.30	21.76	22.35	22.54	21.68
	区域间	67.27	67.56	66.91	66.46	66.62	65.13	63.88	62.69	65.82
	超变密度	11.29	11.20	11.66	12.13	12.08	13.11	13.77	14.77	12.50

数据来源：作者根据计算结果整理所得

从区域内差异看（表 6.1 和图 6.2），四大区域的数字产业化和产业数字化

协同发展水平区域内差异存在显著的空间异质性。第一，东部地区的区域内基尼系数最大，并呈现出波动的上升趋势，且接近于全国的总体基尼系数，这说明东部地区主导中国数字产业化和产业数字化协同发展的地区差异。第二，西部地区的基尼系数显著低于东部地区，但又高于中部地区和东北地区，且西部地区的基尼系数表现为下降趋势，这说明西部地区的省份调整自身数字产业化和产业数字化发展重心，使得数字产业化和产业数字化协同发展的差异性减弱。第三，中部地区的基尼系数虽然较小，但阶段性特征明显。2013年—2016年呈现上升趋势，之后表现为下降趋势，2018年后逐渐上升。从演化结果看，中部地区的数字产业化和产业数字化协同发展水平的区域内差异总体呈现是有所扩大的。第四，东北地区的基尼系数呈现出明显的波动性下降趋势，这表明东北地区的数字产业化和产业数字化协同发展的区域内差异逐渐减弱。综上，中国数字产业化和产业数字化协同发展的区域内差异表现为明显的空间异质性，且东部地区主导全国数字产业化和产业数字化协同发展的区域内差异，西部地区和东北地区的区域内差异有所减缓，但中部地区的区域内差异在加剧。

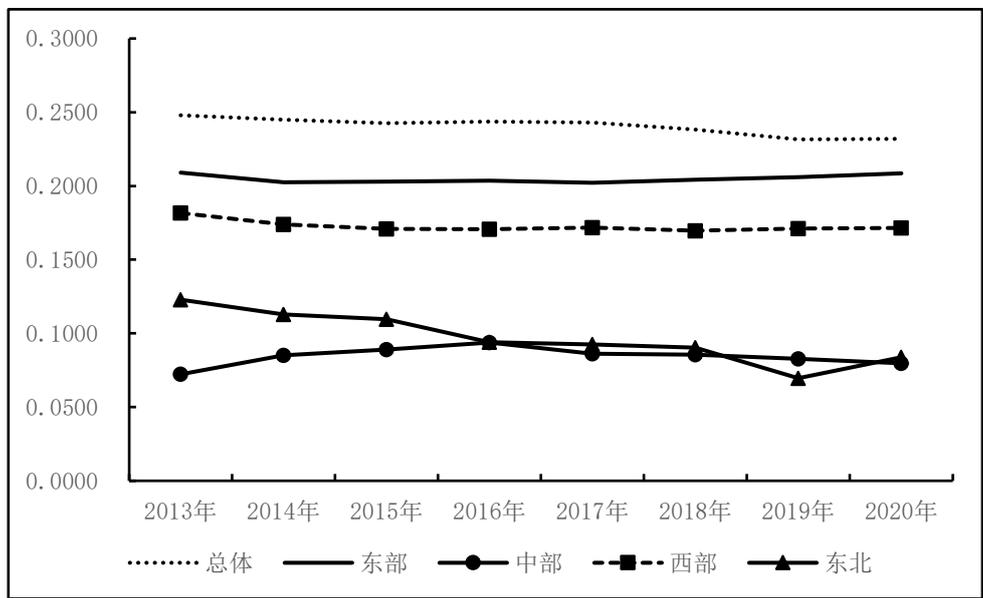


图 6.2 2013 年—2020 年分区域数字产业化和产业数字化协同水平的基尼系数变化趋势

从区域间差异衡量四大区域的数字产业化和产业数字化协同发展差异（表 6.1 和图 6.3）。从差异大小看，东部—中部、东部—西部和中部—西部的区域间

差异较大，区域间基尼系数的均值分别为 0.2281、0.3565、0.3125，这表明东部地区与中部地区和西部地区及中部地区与西部地区的区域间数字产业化和产业数字化协同发展的差异较大，东部—东北、中部—东北和西部—东北的区域间差异较小，说明这些地区间的数字产业化和产业数字化协同发展的差异较小。从差异走势看，四大区域的区域间基尼系数出现分化。东部—西部、东部—中部和西部—东北呈现显著的下降趋势，中部—西部、中部—东北呈现显著的上升趋势，东部—东北的区域间基尼系数基本保持不变。在一定时间内，中国数字产业化和产业数字化协同发展的区域间差异仍旧是东部—中部、东部—西部和中部—西部所拉动。

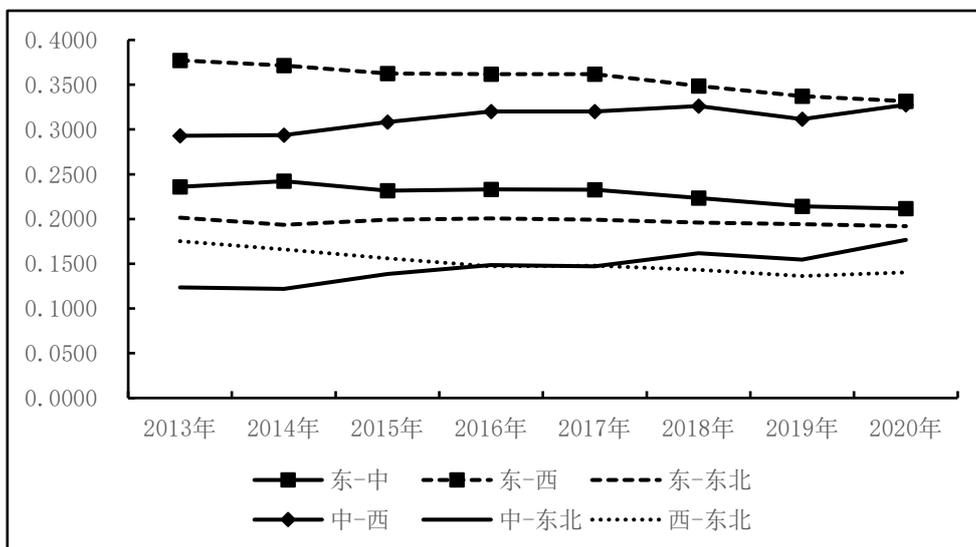


图 6.3 2013 年—2020 年四大区域间数字产业化和产业数字化协同水平的基尼系数变化趋势

从差异来源及贡献率看（表 6.1 和图 6.4），研究期内区域间差异是中国数字产业化和产业数字化协同发展总体差异的主要贡献者，区域内差异对总体差异的贡献度次之，超变密度的贡献率最小，这说明区域间差异是总体差异的主要来源。从贡献率的发展趋势看，区域内差异和超变密度的整体增大与区域间差异的相对有所缩小形成对比，但是三者之间的比例基本保持稳定，即总体差异仍将由区域间差异主导。

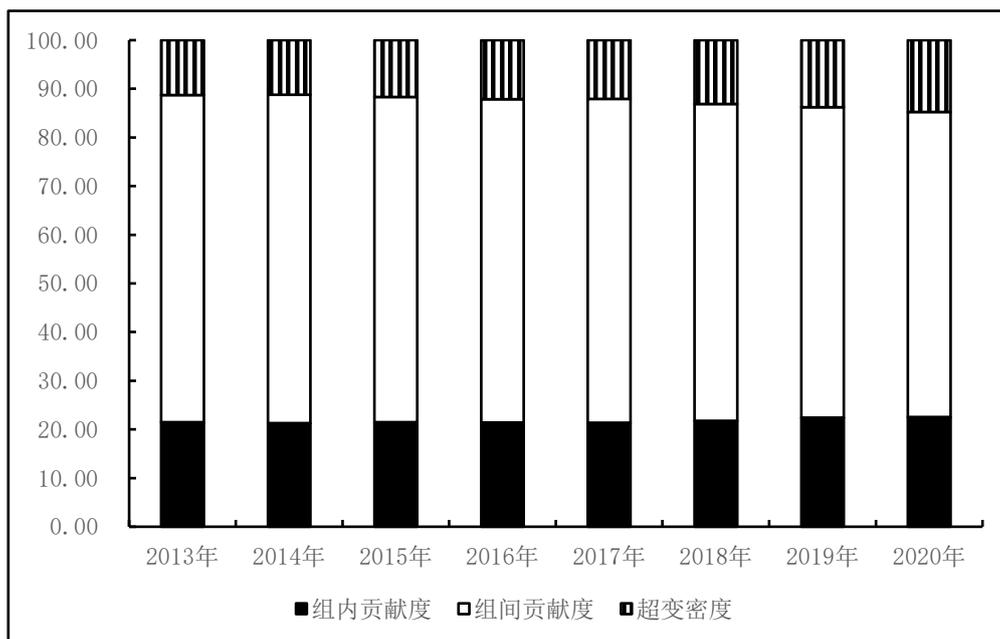


图 6.4 2013 年—2020 年区域内、区域间和超变密度贡献度

### 6.2.3 区域协同水平演进态势

通过 Dagum 基尼系数对中国 30 省份数字产业化和产业数字化协同发展的总体差异、地区差异和差异来源进行分析，但是并不能反映两者之间的绝对差异和演进态势。因此采用核密度函数从整体上对 2013 年—2020 年中国 30 省份数字产业化和产业数字化协同水平的演进态势进行刻画，通过位置的左右平移表明协同水平的变动幅度，峰度表明协同水平的趋同或趋异程度，形状表明协同水平的收敛和发散程度。

整体数字产业化和产业数字化协同发展加速但区域间差距显著且成缩小趋势（见图 6.5）。从整体看，中国 30 省份数字产业化和产业数字化协同水平逐渐提高，表现为核密度图形位置向右移动；数字产业化和产业数字化的协同水平的峰度由尖峰变为宽峰，但峰度降低，说明两者的协同发展在逐渐趋同；此外，左侧面积的减少与右侧面积的增加表明数字产业化和产业数字化协同发展的速度逐渐加快；从形状上看，数字产业化和产业数字化协同发展呈现集聚趋势，多峰林立现象消失。总之，中国 30 省份数字产业化和产业数字化协同发展水平有所

提高，协同发展速度加快与差距逐渐缩小。

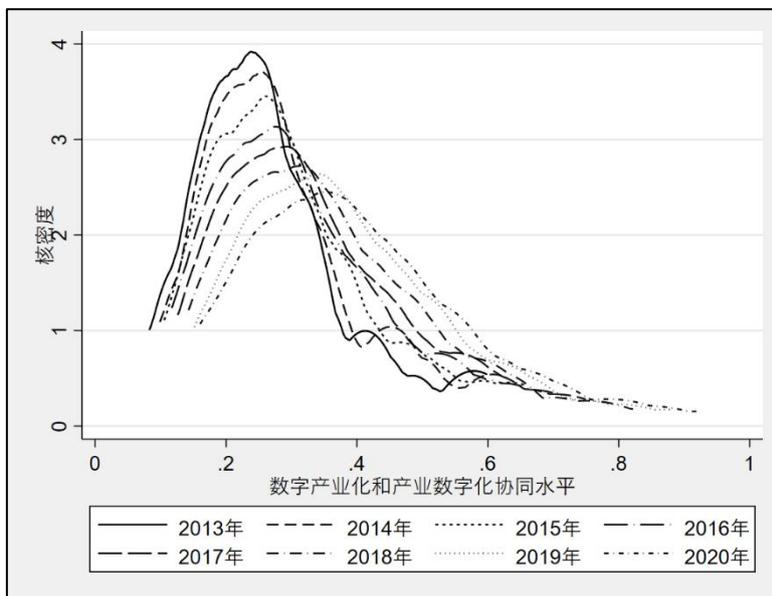


图 6.5 2013 年—2020 年中国 30 省份数字产业化和产业数字化协同水平的核密度估计图

基于四大区域的核密度函数图可以明显看出：东部、中部、西部和东北地区数字产业化和产业数字化协同发展速度加快但区域间协同发展差距显著（见图 6.6）。东部地区的省份数字产业化和产业数字化协同发展水平逐渐提高，发展速度加快，但区域内发展差距逐渐缩小，且东部地区是中国 30 省份数字产业化和产业数字化协同发展水平差距的主要贡献区域；西部地区数字产业化和产业数字化协同发展水平逐步提升，演化速度较之东部地区较慢，区域内协同发展差距逐渐缩小，且西部和东部地区的协同发展水平演化过程相似；与其他区域不同的是，中部和东北地区虽然数字产业化和产业数字化协同发展水平在提高，但区域内发展差距在拉大。

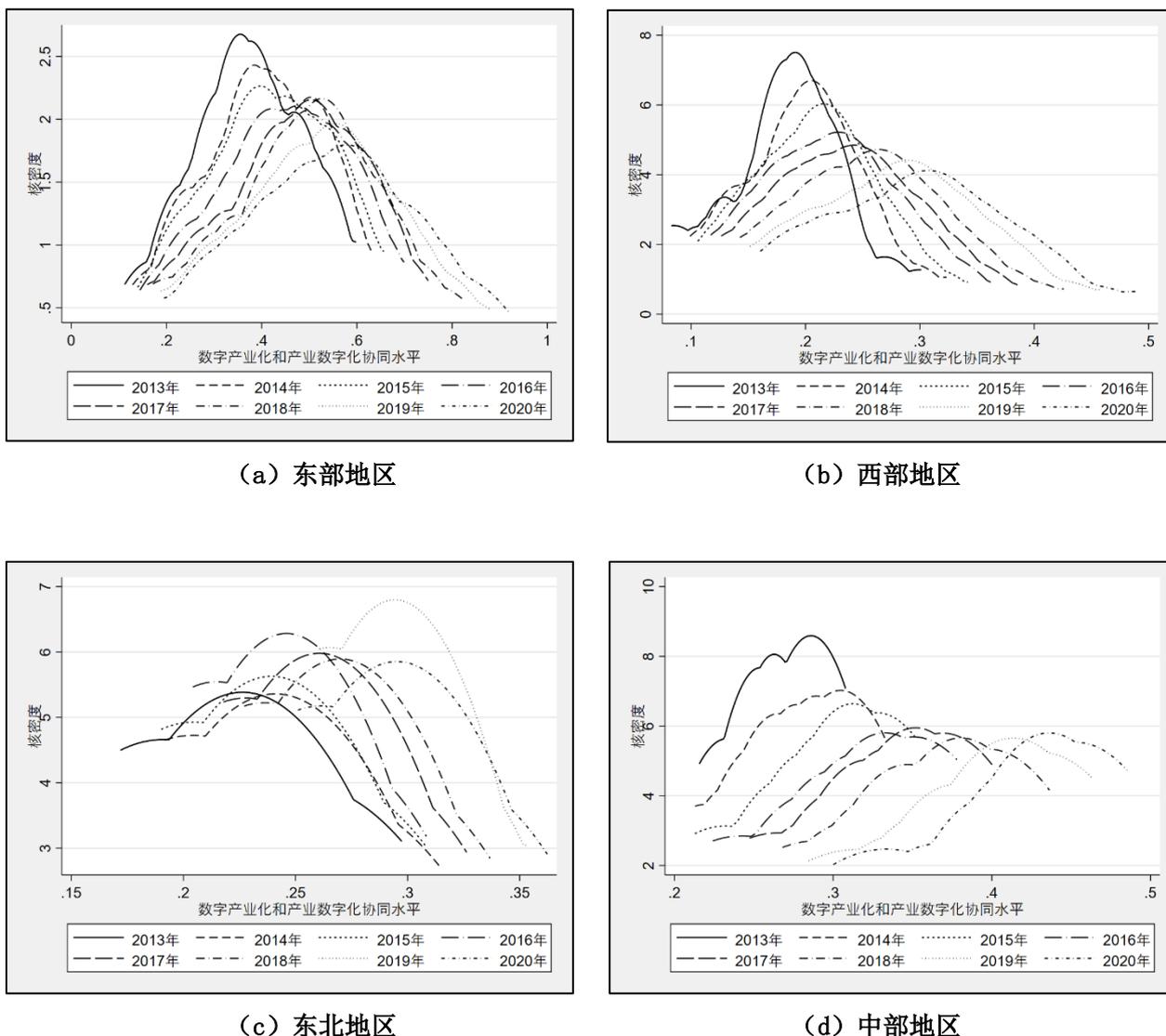


图 6.6 2013 年—2020 年四大区域数字产业化和产业数字化协同水平的核密度估计图

### 6.3 本章小结

本章采用变异系数法、Dagum 基尼系数和 Kernel 核密度估计等方法对中国 30 省份数字产业化和产业数字化协同水平的区域差异和演进态势进行实证分析，认为：一是中国 30 省份数字产业化和产业数字化协同发展水平的区域差距逐渐减弱。二是总体上，中国数字产业化和产业数字化协同发展的空间非均衡性显著但逐渐减弱，区域间差异仍旧是东部—中部、东部—西部和中部—西部所拉动，

并且区域间差异是总体差异的主要贡献者。三是整体数字产业化和产业数字化协同发展加速但区域间差距显著且成缩小趋势，且东部地区和西部地区的区域内数字产业化和产业数字化协同水平演变与整体演变较为一致。

## 7 数字产业化和产业数字化协同发展的障碍因子分析

### 7.1 研究方法介绍

参考尹鹏等（2021）<sup>[96]</sup>、赵宏波等（2021）<sup>[97]</sup>使用障碍度模型研究数字产业化和产业数字化协同发展的主要障碍因素，以便于更好地促进数字产业化和产业数字化协同发展，并提出针对性的建议。计算公式如下：

$$Z_j = (a_{ij} \times b_{ij}) / \sum_{j=1}^n (a_{ij} \times b_{ij})$$

式中： $Z_j$ 代表第  $j$  个指标对数字产业化和产业数字化协同发展的障碍度； $a_{ij}$  为指标偏离度，表示第  $i$  个子系统第  $j$  个单项指标标准化值与 1 的差距； $b_{ij}$  为单个因子贡献度； $n$  为指标个数。 $Z_j$  越大，说明该指标对总体的影响程度越大。

### 7.2 协同发展障碍因子分析

运用上述障碍度模型，结合第五章全局熵值法测度的数字产业化和产业数字化协同水平的指标权重结果，对 2020 年中国各省份的数字产业化系统和产业数字化系统的障碍因子进行诊断。

#### 7.2.1 数字产业化发展障碍因子

为方便书写，将数字产业化子系统各三级指标进行序号表示，如下表 7.1 所示。

表 7.1 中国数字产业化子系统三级指标序号

序号	指标	序号	指标
1	电子信息制造业企业数	10	技术市场成交额
2	电子信息制造业收入	11	快递业务总量
3	电信业务总量	12	快递业务收入
4	电信业务收入	13	互联网接入用户数

序号	指标	序号	指标
5	移动电话年末用户数	14	互联网接入端口数
6	长途光缆线路长度	15	IPV4 地址数
7	软件业务收入	16	网页数
8	信息传输城镇从业人员数	17	域名数
9	信息传输、计算机服务和 软件业法人单位数	18	移动互联网接入流量

以 2020 年各指标的障碍度计算结果为例，各省份数字产业系统的主要障碍度因子存在差异（见表 7.2）。如 2020 年北京数字产业化系统的主要障碍因子是快递业务量（26.20%）、快递业务收入（22.45%）、移动互联网接入流量（19.27%）、域名数（10.19%）等；浙江数字产业化系统的主要障碍因子是网页数（20.75%）、域名数（14.01%）、IPV4 地址数（13.99%）、快递业务收入（13.20%）、移动互联网接入流量（10.74%）等；四川数字产业化系统的主要障碍因子是网页数（19.98%）、快递业务总量（17.86%）、快递业务收入（16.02%）、IPV4 地址数（11.50%）等；河南数字产业化系统的主要障碍因子是网页数（18.00%）、快递业务总量（17.41%）、快递业务收入（16.17%）、IPV4 地址数（11.84%）等；甘肃数字产业化系统的主要障碍因子是网页数（17.05%）、快递业务总量（16.02%）、快递业务收入（14.34%）、IPV4 地址数（10.32%）等；宁夏数字产业化系统的主要障碍因子是网页数（16.47%）、快递业务总量（15.50%）、快递业务收入（13.94%）、IPV4 地址数（10.03%）等。由此可见，各省份在数字产业化发展过程中的侧重点不同，导致数字产业化综合发展水平存在较大的差距。因此要逐渐完善数字产业化发展体系，提高数字产业化发展质量。

从全国 30 省份障碍度均值看，数字产业化系统的主要障碍因子是网页数（18.39%）、快递业务总量（15.78%）、快递业收入（14.15%）、IPV4 地址数（10.98%）、移动互联网接入流量（10.53%）、域名数（9.64%）等。即中国数字产业化的主要障碍因子集中体现在互联网行业。

表 7.2 中国 30 省份数字产业化发展障碍因子诊断结果（2020 年）

地区	指标序号								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
北京	0.0279	0.0275	0.0059	0.0025	0.0026	0.0024	0.0000	0.0000	0.0220

地区	指标序号								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
天津	0.0157	0.0161	0.0038	0.0020	0.0017	0.0013	0.0292	0.0201	0.0192
河北	0.0183	0.0191	0.0030	0.0018	0.0011	0.0011	0.0396	0.0224	0.0180
山西	0.0164	0.0167	0.0034	0.0019	0.0015	0.0010	0.0348	0.0208	0.0173
内蒙古	0.0158	0.0164	0.0034	0.0019	0.0015	0.0006	0.0337	0.0202	0.0196
辽宁	0.0167	0.0172	0.0034	0.0018	0.0014	0.0012	0.0318	0.0194	0.0182
吉林	0.0160	0.0166	0.0036	0.0020	0.0015	0.0011	0.0331	0.0205	0.0203
黑龙江	0.0161	0.0166	0.0036	0.0019	0.0014	0.0008	0.0341	0.0196	0.0197
上海	0.0189	0.0187	0.0043	0.0018	0.0018	0.0016	0.0251	0.0140	0.0226
江苏	0.0140	0.0153	0.0024	0.0013	0.0012	0.0014	0.0160	0.0208	0.0118
浙江	0.0200	0.0243	0.0033	0.0020	0.0016	0.0019	0.0333	0.0264	0.0140
安徽	0.0158	0.0170	0.0031	0.0018	0.0013	0.0011	0.0359	0.0214	0.0175
福建	0.0167	0.0167	0.0036	0.0019	0.0015	0.0013	0.0336	0.0221	0.0149
江西	0.0148	0.0157	0.0034	0.0019	0.0015	0.0010	0.0354	0.0213	0.0184
山东	0.0193	0.0203	0.0028	0.0017	0.0008	0.0012	0.0274	0.0218	0.0113
河南	0.0190	0.0189	0.0024	0.0017	0.0009	0.0012	0.0413	0.0215	0.0165
湖北	0.0164	0.0173	0.0033	0.0018	0.0014	0.0011	0.0332	0.0197	0.0151
湖南	0.0159	0.0171	0.0029	0.0018	0.0012	0.0010	0.0356	0.0217	0.0190
广东	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0030	0.0188	0.0176	0.0000
广西	0.0167	0.0172	0.0030	0.0018	0.0014	0.0010	0.0349	0.0214	0.0190
海南	0.0156	0.0161	0.0037	0.0020	0.0017	0.0013	0.0327	0.0203	0.0195
重庆	0.0157	0.0153	0.0034	0.0019	0.0015	0.0013	0.0307	0.0208	0.0185
四川	0.0177	0.0176	0.0025	0.0016	0.0010	0.0000	0.0303	0.0195	0.0203
贵州	0.0161	0.0169	0.0028	0.0018	0.0015	0.0010	0.0345	0.0211	0.0203
云南	0.0168	0.0172	0.0027	0.0018	0.0014	0.0007	0.0355	0.0213	0.0189
陕西	0.0166	0.0170	0.0032	0.0019	0.0014	0.0010	0.0298	0.0195	0.0193
甘肃	0.0159	0.0164	0.0034	0.0019	0.0016	0.0009	0.0336	0.0205	0.0204
青海	0.0153	0.0158	0.0038	0.0020	0.0017	0.0008	0.0324	0.0203	0.0198
宁夏	0.0154	0.0158	0.0037	0.0020	0.0017	0.0012	0.0325	0.0204	0.0197
新疆	0.0160	0.0164	0.0033	0.0019	0.0015	0.0008	0.0337	0.0205	0.0197
全国均值	0.0164	0.0170	0.0032	0.0018	0.0014	0.0012	0.0311	0.0199	0.0177

续表 7.2

地区	指标序号								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
北京	0.0000	0.2620	0.2245	0.0687	0.0595	0.0000	0.0000	0.1019	0.1927
天津	0.0297	0.1572	0.1401	0.0410	0.0374	0.1026	0.1660	0.0949	0.1220
河北	0.0380	0.1589	0.1457	0.0193	0.0239	0.1106	0.1811	0.1018	0.0962
山西	0.0362	0.1627	0.1457	0.0327	0.0326	0.1033	0.1715	0.0909	0.1108
内蒙古	0.0350	0.1595	0.1423	0.0379	0.0358	0.1018	0.1702	0.0946	0.1098

地区	指标序号								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
辽宁	0.0340	0.1641	0.1464	0.0329	0.0285	0.0980	0.1786	0.0945	0.1119
吉林	0.0329	0.1594	0.1425	0.0392	0.0351	0.1010	0.1694	0.0916	0.1141
黑龙江	0.0341	0.1597	0.1423	0.0365	0.0328	0.1013	0.1705	0.0921	0.1169
上海	0.0337	0.1746	0.0642	0.0456	0.0402	0.1105	0.1761	0.1041	0.1420
江苏	0.0357	0.1670	0.1486	0.0024	0.0108	0.1294	0.2270	0.1124	0.0825
浙江	0.0489	0.0539	0.1320	0.0204	0.0232	0.1399	0.2075	0.1401	0.1074
安徽	0.0353	0.1624	0.1495	0.0241	0.0284	0.1100	0.1865	0.0894	0.0996
福建	0.0399	0.1585	0.1456	0.0288	0.0306	0.1130	0.1835	0.0713	0.1167
江西	0.0361	0.1628	0.1464	0.0304	0.0324	0.1042	0.1776	0.0878	0.1089
山东	0.0320	0.1704	0.1571	0.0069	0.0123	0.1106	0.2108	0.1002	0.0929
河南	0.0416	0.1741	0.1617	0.0120	0.0232	0.1184	0.1800	0.0841	0.0815
湖北	0.0291	0.1661	0.1496	0.0272	0.0303	0.1068	0.1866	0.0865	0.1086
湖南	0.0349	0.1686	0.1531	0.0239	0.0301	0.1069	0.1884	0.0859	0.0920
广东	0.0708	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2740	0.4561	0.1591	0.0000
广西	0.0372	0.1668	0.1494	0.0288	0.0282	0.1066	0.1794	0.0908	0.0964
海南	0.0343	0.1567	0.1404	0.0415	0.0379	0.1008	0.1647	0.0902	0.1207
重庆	0.0360	0.1625	0.1457	0.0333	0.0326	0.1023	0.1772	0.0911	0.1102
四川	0.0347	0.1786	0.1602	0.0135	0.0145	0.1150	0.1998	0.0895	0.0838
贵州	0.0352	0.1656	0.1475	0.0360	0.0357	0.1074	0.1774	0.0883	0.0908
云南	0.0370	0.1660	0.1488	0.0332	0.0339	0.1071	0.1783	0.0923	0.0868
陕西	0.0273	0.1662	0.1489	0.0325	0.0325	0.1058	0.1811	0.0926	0.1034
甘肃	0.0339	0.1602	0.1434	0.0355	0.0358	0.1032	0.1705	0.0923	0.1105
青海	0.0338	0.1548	0.1392	0.0428	0.0394	0.1003	0.1641	0.0927	0.1211
宁夏	0.0339	0.1550	0.1394	0.0418	0.0389	0.1003	0.1647	0.0927	0.1208
新疆	0.0352	0.1609	0.1437	0.0362	0.0335	0.1029	0.1711	0.0958	0.1069
全国均值	0.0352	0.1578	0.1415	0.0302	0.0303	0.1098	0.1839	0.0964	0.1053

数据来源：作者根据计算结果整理所得

注释：指标序号 1-18 指代指标名称见表 7.1 所示

## 7.2.2 产业数字化发展障碍因子

为方便书写，将产业数字化子系统各三级指标进行序号表示，如下表 7.1 所示。

表 7.3 中国产业数字化子系统三级指标序号

序号	指标	序号	指标
21	农林牧渔业增加值	29	单位工业污染治理投资额

序号	指标	序号	指标
22	农村用电量	30	第三产业增加值
23	工业增加值	31	电子商务销售额
24	规模以上工业 R&D 经费支出	32	有电子商务交易企业数
25	规模以上工业企业 R&D 人员全时当量	33	有电子商务交易活动企业占比
26	规模以上工业企业新产品研发经费	34	每百家企业使用计算机台数
27	规模以上工业企业新产品销售收入	35	每百家企业拥有网站数
28	规模以上工业企业技术改造经费支出	36	数字普惠金融指数

以 2020 年各指标的障碍度计算结果为例，各省份产业数字化系统的主要障碍度因子存在差异（见表 7.4）。如 2020 年北京产业数字化系统的主要障碍因子是规模以上工业企业新产品研发经费（17.11%）、规模以上工业企业 R&D 人员全时当量（16.93%）、规模以上工业企业新产品销售收入（15.97%）、规模以上工业 R&D 经费支出（14.67%）、规模以上工业企业技术改造经费支出（10.11%）等；浙江产业数字化系统的主要障碍因子是规模以上工业企业新产品销售收入（19.43%）、规模以上工业企业新产品研发经费（12.99%）、规模以上工业企业技术改造经费支出（12.49%）、规模以上工业 R&D 经费支出（11.59%）、规模以上工业企业 R&D 人员全时当量（10.04%）等；四川产业数字化系统的主要障碍因子是规模以上工业企业新产品销售收入（17.19%）、规模以上工业 R&D 经费支出（16.36%）、规模以上工业企业 R&D 人员全时当量（16.02%）、规模以上工业企业新产品研发经费（14.00%）、规模以上工业企业技术改造经费支出（9.24%）等；河南产业数字化系统的主要障碍因子是规模以上工业企业新产品销售收入（17.64%）、规模以上工业 R&D 经费支出（15.70%）、规模以上工业企业 R&D 人员全时当量（15.11%）、规模以上工业企业新产品研发经费（12.71%）、规模以上工业企业技术改造经费支出（9.92%）等；甘肃产业数字化系统的主要障碍因子是规模以上工业企业新产品销售收入（16.36%）、规模以上工业 R&D 经费支出（15.43%）、规模以上工业企业 R&D 人员全时当量（15.41%）、规模以上工业企业新产品研发经费（14.03%）、规模以上工业企业技术改造经费支出（8.66%）等；宁夏产业数字化系统的主要障碍因子是规模以上工业企业新产品销售收入（16.27%）、规模以上工业 R&D 经费支出（15.38%）、规模以上工业企业 R&D 人员全时当量（15.32%）、规模以上工业企业新产品研发经费（13.98%）、规模以上工

业企业技术改造经费支出（8.86%）等。综上，各省份产业数字化系统的主要障碍因子是规模以上工业企业新产品销售收入、规模以上工业 R&D 经费支出、规模以上工业企业 R&D 人员全时当量、规模以上工业企业新产品研发经费、规模以上工业企业技术改造经费支出，但障碍度大小存在差异，工业数字化是产业数字化发展的主要攻坚力量。

从全国 30 省份障碍度均值看，产业数字化系统的主要障碍因子是规模以上工业企业新产品研发经费（16.37%）、规模以上工业企业 R&D 人员全时当量（14.93%）、规模以上工业企业新产品销售收入（14.55%）、单位工业污染治理投资额（11.49%）、规模以上工业企业技术改造经费支出（9.10%）等。即中国产业数字化的主要障碍因子表现工业数字化。

表 7.4 中国 30 省份产业数字化发展障碍因子诊断结果（2020 年）

地区	指标序号							
	21	22	23	24	25	26	27	28
北京	0.0051	0.0131	0.0937	0.1467	0.1693	0.1711	0.1597	0.1011
天津	0.0046	0.0121	0.0851	0.1375	0.1542	0.1646	0.1507	0.0939
河北	0.0015	0.0101	0.0737	0.1338	0.1585	0.1655	0.1517	0.0958
山西	0.0037	0.0117	0.0793	0.1422	0.1575	0.1688	0.1568	0.0867
内蒙古	0.0030	0.0115	0.0799	0.1399	0.1564	0.1661	0.1565	0.0921
辽宁	0.0029	0.0116	0.0794	0.1363	0.1568	0.1660	0.1546	0.0883
吉林	0.0033	0.0114	0.0832	0.1402	0.1550	0.1598	0.1499	0.0928
黑龙江	0.0017	0.0112	0.0841	0.1402	0.1543	0.1633	0.1549	0.0904
上海	0.0057	0.0069	0.0884	0.1383	0.1765	0.1689	0.1559	0.0863
江苏	0.0026	0.0000	0.0099	0.0253	0.1342	0.1952	0.0642	0.1629
浙江	0.0057	0.0116	0.0789	0.1299	0.1004	0.1943	0.1159	0.1249
安徽	0.0024	0.0134	0.0827	0.1365	0.1598	0.1733	0.1457	0.0790
福建	0.0028	0.0112	0.0670	0.1291	0.1531	0.1698	0.1657	0.0957
江西	0.0030	0.0123	0.0789	0.1395	0.1510	0.1657	0.1479	0.0923
山东	0.0000	0.0150	0.0623	0.1076	0.1641	0.1904	0.1591	0.1041
河南	0.0001	0.0116	0.0624	0.1271	0.1511	0.1764	0.1570	0.0992
湖北	0.0013	0.0131	0.0743	0.1337	0.1582	0.1682	0.1512	0.0935
湖南	0.0012	0.0132	0.0749	0.1272	0.1559	0.1635	0.1532	0.0922
广东	0.0076	0.0351	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
广西	0.0016	0.0115	0.0830	0.1445	0.1601	0.1668	0.1556	0.0727
海南	0.0035	0.0114	0.0880	0.1407	0.1535	0.1623	0.1538	0.0924
重庆	0.0034	0.0124	0.0824	0.1351	0.1556	0.1656	0.1502	0.0932
四川	0.0000	0.0123	0.0703	0.1400	0.1602	0.1719	0.1636	0.0924

地区	指标序号							
	21	22	23	24	25	26	27	28
贵州	0.0025	0.0113	0.0820	0.1412	0.1545	0.1662	0.1577	0.0910
云南	0.0017	0.0114	0.0812	0.1411	0.1564	0.1681	0.1590	0.0887
陕西	0.0029	0.0118	0.0763	0.1386	0.1574	0.1660	0.1599	0.0948
甘肃	0.0035	0.0113	0.0852	0.1403	0.1541	0.1636	0.1543	0.0866
青海	0.0041	0.0114	0.0870	0.1401	0.1528	0.1618	0.1527	0.0914
宁夏	0.0042	0.0115	0.0869	0.1398	0.1532	0.1627	0.1538	0.0886
新疆	0.0029	0.0109	0.0820	0.1410	0.1550	0.1637	0.1541	0.0909
全国均值	0.0030	0.0121	0.0748	0.1284	0.1493	0.1637	0.1455	0.0918

续表 7.4

地区	指标序号							
	29	30	31	32	33	34	35	36
北京	0.0987	0.0139	0.0078	0.0185	0.0000	0.0007	0.0000	0.0005
天津	0.0854	0.0209	0.0395	0.0324	0.0073	0.0014	0.0083	0.0021
河北	0.0898	0.0188	0.0432	0.0332	0.0076	0.0011	0.0123	0.0035
山西	0.0721	0.0209	0.0426	0.0329	0.0075	0.0018	0.0124	0.0031
内蒙古	0.0783	0.0206	0.0408	0.0331	0.0071	0.0015	0.0100	0.0035
辽宁	0.0872	0.0199	0.0411	0.0334	0.0081	0.0013	0.0099	0.0032
吉林	0.0857	0.0209	0.0433	0.0327	0.0076	0.0013	0.0095	0.0034
黑龙江	0.0836	0.0207	0.0430	0.0326	0.0076	0.0014	0.0072	0.0035
上海	0.1033	0.0162	0.0128	0.0294	0.0065	0.0009	0.0042	0.0000
江苏	0.1990	0.0122	0.0925	0.0327	0.0200	0.0028	0.0413	0.0052
浙江	0.1126	0.0199	0.0540	0.0178	0.0094	0.0021	0.0213	0.0014
安徽	0.0904	0.0202	0.0443	0.0285	0.0053	0.0009	0.0147	0.0029
福建	0.0918	0.0189	0.0446	0.0256	0.0058	0.0017	0.0156	0.0018
江西	0.0901	0.0208	0.0440	0.0306	0.0062	0.0011	0.0138	0.0028
山东	0.0894	0.0144	0.0395	0.0234	0.0073	0.0016	0.0179	0.0038
河南	0.0936	0.0161	0.0459	0.0308	0.0081	0.0015	0.0158	0.0031
湖北	0.0906	0.0180	0.0449	0.0303	0.0062	0.0007	0.0134	0.0025
湖南	0.1007	0.0183	0.0455	0.0289	0.0062	0.0013	0.0145	0.0033
广东	0.7914	0.0000	0.0000	0.0000	0.0553	0.0075	0.0871	0.0161
广西	0.0879	0.0199	0.0429	0.0309	0.0058	0.0020	0.0117	0.0031
海南	0.0841	0.0215	0.0417	0.0319	0.0038	0.0011	0.0079	0.0024
重庆	0.0918	0.0201	0.0391	0.0301	0.0044	0.0012	0.0128	0.0027
四川	0.0832	0.0161	0.0415	0.0258	0.0052	0.0012	0.0130	0.0032
贵州	0.0782	0.0203	0.0425	0.0310	0.0054	0.0013	0.0114	0.0035
云南	0.0802	0.0192	0.0421	0.0308	0.0051	0.0015	0.0103	0.0033
陕西	0.0797	0.0200	0.0440	0.0298	0.0052	0.0012	0.0097	0.0027
甘肃	0.0832	0.0212	0.0428	0.0319	0.0061	0.0012	0.0113	0.0035

地区	指标序号							
	29	30	31	32	33	34	35	36
青海	0.0836	0.0220	0.0425	0.0324	0.0053	0.0012	0.0079	0.0036
宁夏	0.0811	0.0222	0.0430	0.0327	0.0060	0.0011	0.0098	0.0033
新疆	0.0814	0.0204	0.0425	0.0318	0.0072	0.0020	0.0108	0.0034
全国均值	0.1149	0.0185	0.0411	0.0289	0.0083	0.0016	0.0149	0.0033

数据来源：作者根据计算结果整理所得

注释：指标序号 21-36 指代指标名称见表 7.3 所示

### 7.3 本章小结

本章借用障碍度模型讨论 2020 年数字产业化和产业数字化协同发展的障碍因素。就数字产业化系统而言，主要障碍因子集中在软件业和互联网行业，且省份间主要障碍因子存在差异；就产业数字化系统而言，主要障碍因子是规模以上工业企业新产品销售收入、规模以上工业 R&D 经费支出、规模以上工业企业 R&D 人员全时当量、规模以上工业企业新产品研发经费、规模以上工业企业技术改造经费支出，即工业数字化是产业数字化发展的主要攻坚力量。

## 8 研究结论和对策建议及展望

### 8.1 研究结论

本文基于数字产业化和产业数字化的发展内涵和已有研究成果构建中国数字产业化和产业数字化协同发展综合指标体系,采用全局熵值法、耦合协调度模型、相对发展模型、Dagum 基尼系数及其分解、Kernel 核密度估计等方法测算了中国数字产业化和产业数字化协同发展水平、区域差异,刻画了“两化”协同发展水平的演进态势,并对数字产业化和产业数字化障碍因素进行诊断,得出如下结论。

一是数字产业化逐步提升,但省份发展差距显著。研究表明中国数字产业化发展水平呈现平稳上升趋势,东部地区是中国数字产业化发展较高的地区,中西部地区呈现出追赶态势,东北地区相对发展缓慢。这说明中国数字产业化存在明显的区域非均衡性,数字经济发展存在“数字鸿沟”。软件业和互联网行业是数字产业化的主要贡献力量,这源于数据信息的产业性。

二是产业数字化发展水平呈上升趋势,但省际差距显著。就区域层面,东部地区是中国产业数字化发展水平整体较好,中部、西部和东北地区呈现出追赶态势。产业数字化发展水平较高的省份,其增长速度不一定最快,即具有后发优势的省份呈现追赶态势。此外,工业数字化是产业数字化的主要攻坚力量。

三是数字产业化滞后于产业数字化,但均呈现增长态势。研究期内中国数字产业化和产业数字化相对发展程度呈现上升趋势,但省份间增长差距显著。综合研究期内各省份数字产业化和产业数字化发展水平及相对发展程度看,多数省份的数字产业化和产业数字化发展水平存在差距,且部分数字产业化发展突出的省份,其产业数字化发展水平也较高。

四是数字产业化和产业数字化协同发展区域差异化显著。中国数字产业化和产业数字化协同发展的空间非均衡性显著但逐渐减弱。特别是 2017 年后中国数字产业化和产业数字化协同发展的空间非均衡性显著减弱。从总体基尼系数演变趋势看,呈现下降趋势。从差异大小看,东部—中部、东部—西部、中部—西部

的区域间数字产业化和产业数字化协同发展的差异较大,中国数字产业化和产业数字化协同发展的区域间差异仍旧是东部—中部、东部—西部和中部—西部所拉动。

## 8.2 对策建议

### 8.2.1 提升数字产业化水平是促进协同发展的关键

中国各省份数字产业化发展水平显著滞后于产业数字化发展水平,因此提升数字产业化发展水平是促进两者协同发展的关键。数字产业化是数字经济发展的基础,产业数字化是数字经济与实体经济融合发展的产物。要充分发挥数字产业化的基础作用,筑牢产业数字化发展的地基,为产业数字化快速发展奠定良好的基础。随着数字经济体系的外延,要丰富数字产业化的组成部分,充分利用数据信息的要素性和产业性。软件和信息技术服务业、互联网和相关服务业是数字产业化发展的两大支柱,特别是互联网和相关服务业的发展,但不可忽略电子信息制造业和电信业的发展。各省份要充分发挥自己的优势,完善数字基础设施建设,对制约数字产业化发展的因素要逐渐消除,如网页数、IPV4 地址数等,增强数字设施与本地产业发展的匹配性,缩小区域间信息基础设施质量,以新基建为契机,加大新基建的区域覆盖力度,完善数字产业化的基础设施,营造良好的数字经济发展环境。

### 8.2.2 坚持产业数字化道路,提高数字技术应用转化效率

产业数字化对数字经济发展的贡献权重逐渐增大,要坚持产业数字化发展道路。数字技术与传统产业的融合发展过程并非一帆风顺,各行业的数字化渗透率显著不同。一是加快农业数字化发展,提高农业数字化水平。农业数字化发展水平显著低于工业和服务业数字化发展水平,提高农业数字化水平是未来的主要方向之一。深入实施数字乡村建设,增设农业农村信息化示范基地,促进农产品生产智能化、销售网络,普及数字技术在农业中的应用,提高数字技术的应用转化率。二是注重工业数字化,提高工业数字化渗透率。工业数字化程度决定全球

产业链重构中的地位，主要城市群应发挥引领作用，加速工业数字化进程。以工业互联网发展为指引，以产业分工和专业化为基础，完善产业工业互联网，推动建设高效专业的产业数据平台，提高工业数字化程度。三是深耕服务业数字化，注重服务业数字化质量。中国服务业的数字化渗透率显著高于工业和农业，但服务业各行业的数字化程度显著差异，提高分行业数字化程度是服务业数字化的主攻方向。

### 8.2.3 注重省际数字经济合作，提升协同发展水平

数字产业化和产业数字化是数字经济的主要发展方向，因此数字产业化和产业数字化发展不能顾此失彼。虽然提升数字产业化发展水平是提升协同发展水平的关键，但不等同于忽略产业数字化的发展。对于产业数字化发展水平较高的地区，要注意提高数字产业化发展水平，增强数字产业化的支撑作用；对于数字产业化发展较好的省份，要提升数字技术在传统产业中的应用，加速数字经济与实体经济的融合发展；对于两者发展均较好的省份，要注重数字产业化和产业数字化的协同发展，提高数字经济的发展质量。此外，推动数字产业化和产业数字化协同发展要注重省份间的数字经济合作，形成数字产业发展联盟，共同致力于发展数字经济。

### 8.2.4 扬长补短，因地制宜推动数字经济高质量发展

数字产业化和产业数字化以反向力量影响区域发展格局，数字技术通用性的增强和数字基础设施的普及使得数字产业化能够缩小区域差距，受供给端创新较弱、缓慢的制约使得产业数字化向主要城市群集聚，拉大区域发展差距(王娟娟，2023)<sup>[98]</sup>，因此各区域要扬长补短，因地制宜推动数字经济高质量发展，推动数字经济时代区域协调发展新格局。一是强化东部地区数字经济发展的引领作用，推动数字产业化和产业数字化协同发展。东部地区是我国数字经济发展水平最高的地区，其市场活力、经济实力等显著高于其他区域。一方面要继续保持数字产业化和产业数字化发展的高水平发展，通过培养专业型人才和构建产业数据平台等为数字经济提质增效，强化其数字经济的引领作用；另一方面构建数字产业化

和产业数字化协同发展平台，以产业数字化的需求推动数字产业化升级迭代，促进“两化”协同发展。二是基于分工与合作构建数字产业链协同推动中部、西部和东北地区数字经济发展。受传统产业布局的影响，数字产业化的四大核心产业在中部、西部和东北地区的发展差距显著，各区域数字核心产业布局存在差异。西部地区数字产业化源于电信业和互联网行业，中部地区数字产业化源于电子信息制造业，东北地区数字产业化发展较为缓慢。一方面完善中西部地区及东北地区的数字基础设施建设，增强数字基础设施和数字产业发展的匹配度；另一方面以产业链分工合作为基础，构建跨区域的数字产业平台，协同联动中部、西部及东北地区的省份合作，助力数字经济高质量发展。

### 8.3 研究展望

本文虽然结合数字经济内涵和已有研究文献构建数字产业化和产业数字化协同发展体系，但随着数字经济的快速发展，数字产业化和产业数字化的衡量指标并非固定不变。此外，本文受制于数据的可得性，只研究了省级层面的数字产业化和产业数字化协同发展水平，未来基于城市层面的研究是值得期待的。

## 参考文献

- [1] 新华社.政府工作报告[EB/OL].[2021-03-12]. [http://www.gov.cn/premier/2021-03/12/content\\_5592671.htm](http://www.gov.cn/premier/2021-03/12/content_5592671.htm)
- [2] 新华社. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要 [EB/OL].[2021-03-13]. [http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm)
- [3] 国务院关于印发“十四五”数字经济发展规划的通知（国发〔2021〕29号）[EB/OL].[2022-01-12]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/12/content\\_5667817.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2022-01/12/content_5667817.htm)
- [4] 中国信息通讯研究院.中国数字经济发展白皮书（2021年）[R].北京：中国信息通信研究院，2021-04.
- [5] Tapscott,Don. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence[M].New York:McGraw-Hill,1995:156-158.
- [6] Tapscott D , Lowy A , Ticoll D , et al. Blueprint to the Digital Economy: Creating Wealth in the Era of E-Business[M]. McGraw-Hill Professional, 1998.
- [7] Moulton B. R.Gdp and the Digital Economy: Keeping up with the Changes[J].understanding the digital economy data,1999.
- [8] Kling R.,Lamb R.It and Organizational Change in Digital Economies[J].ACM SIGCAS Computers and Society,1999,29(3):17-25.
- [9] 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.
- [10] Lane N.Advancing the Digital Economy into the 21st Century[J].Information Systems Frontiers,1999,1(3):317-320.
- [11] Cohen S. S.,Zysman J.,DeLong B. J.Tools for Thought: What Is New and Important About the "E-Conomy"?[J].Ucais Berkeley Roundtable on the International

- Economy Working Paper,2000,8(3):1-116.
- [12] Brynjolfsson,Kahin. Understanding the Digital Economy [M]. Understanding the digital economy.
- [13] Zimmerman H. D.Understanding the Digital Economy: Challengers for New Business Models[J].2000.
- [14] Haltiwanger J.,Jarmin R. S.Measuring the Digital Economy[J].Ebyrnjolfsson & Bkahn Understanding the Digital,2000.
- [15] Mesenbourg T. L.Measuring the Digital Economy[J].
- [16] Bo C.The Digital Economy: What Is New and What Is Not?[J].Structural Change and Economic Dynamics,2004,15(3):245-264.
- [17] Turcan V.,Gribincea A.,Birca I.Digital Economy – a Premise for Economic Development in the 20th Century[J].ECONOMY AND SOCIOLOGY: Theoretical and Scientifical Journal,2014.
- [18] 孙德林,王晓玲.数字经济的本质与后发优势[J].当代财经,2004(12):22-23.
- [19] 李俊江,何泉吟.美国数字经济探析[J].经济与管理研究,2005(07):13-18.
- [20] 康铁祥.中国数字经济规模测算研究[J].当代财经,2008(03):118-121.
- [21] 逢健,朱欣民.国外数字经济发展趋势与数字经济国家发展战略[J].科技进步与对策,2013,30(08):124-128.
- [22] 李长江.关于数字经济内涵的初步探讨[J].电子政务,2017(09):84-92.
- [23] 裴长洪,倪江飞,李越.数字经济的政治经济学分析[J].财贸经济,2018,39(09):5-22.
- [24] 易宪容,陈颖颖,位玉双.数字经济中的几个重大理论问题研究——基于现代经济学的一般性分析[J].经济学家,2019(07):23-31.
- [25] 金星晔,伏霖,李涛.数字经济规模核算的框架、方法与特点[J].经济社会体制比较,2020(04):69-78.
- [26] 国家统计局令(第 33 号).《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》[EB/OL].[2021-05-27].  
[http://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content\\_5625996.htm](http://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5625996.htm)
- [27] 陈璋,阚凤云,胡国良.OECD 国家数字经济战略的经验和启示[J].现代管理科

- 学,2017(03):12-14.
- [28] 张美慧.国际新经济测度研究进展及对中国的借鉴[J].经济学家,2017(11):47-55.
- [29] 向书坚,吴文君.OECD 数字经济核算研究最新动态及其启示[J].统计研究,2018,35(12):3-15.
- [30] 续继,唐琦.数字经济与国民经济核算文献评述[J].经济学动态,2019(10):117-131.
- [31] 杜雪锋.数字经济发展的国际比较及借鉴[J].经济体制改革,2020(05):164-170.
- [32] 陈梦根,张鑫.数字经济的统计挑战与核算思路探讨[J].改革,2020(09):52-67.
- [33] 徐清源,单志广,马潮江.国内外数字经济测度指标体系研究综述[J].调研世界,2018(11):52-58.
- [34] 张雪玲,焦月霞.中国数字经济发展指数及其应用初探[J].浙江社会科学,2017(04):32-40+157.
- [35] 吴翌琳.国家数字竞争力指数构建与国际比较研究[J].统计研究,2019,36(11):14-25.
- [36] 万晓榆,罗焱卿,袁野.数字经济发展的评估指标体系研究——基于投入产出视角[J].重庆邮电大学学报(社会科学版),2019,31(06):111-122.
- [37] 刘军,杨渊璠,张三峰.中国数字经济测度与驱动因素研究[J].上海经济研究,2020(06):81-96.
- [38] 王娟娟,余干军.我国数字经济发展水平测度与区域比较[J].中国流通经济,2021,35(08):3-17.
- [39] 葛和平,吴福象.数字经济赋能经济高质量发展:理论机制与经验证据[J].南京社会科学,2021(01):24-33.
- [40] 柏培文,张云.数字经济、人口红利下降与中低技能劳动者权益[J].经济研究,2021,56(05):91-108.
- [41] 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.
- [42] 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.

- [43] 蔡跃洲.数字经济的增加值及贡献度测算:历史沿革、理论基础与方法框架[J].求是学刊,2018,45(05):65-71.
- [44] 关会娟,许宪春,张美慧,郁霞.中国数字经济产业统计分类问题研究[J].统计研究,2020,37(12):3-16.
- [45] 许宪春,张美慧.中国数字经济规模测算研究——基于国际比较的视角[J].中国工业经济,2020(05):23-41.
- [46] 刘伟,许宪春,熊泽泉.数字经济分类的国际进展与中国探索[J].财贸经济,2021,42(07):32-48.
- [47] 朱发仓,乐冠岚,李倩倩.数字经济增加值规模测度[J].调研世界,2021(02):56-64.
- [48] 王彬燕,田俊峰,程利莎,浩飞龙,韩翰,王士君.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.
- [49] 张雪玲,吴恬恬.中国省域数字经济发展空间分化格局研究[J].调研世界,2019(10):34-40.
- [50] 吴晓怡,张雅静.中国数字经济发展现状及国际竞争力[J].科研管理,2020,41(05):250-258.
- [51] 韩兆安,赵景峰,吴海珍.中国省际数字经济规模测算、非均衡性与地区差异研究[J].数量经济技术经济研究,2021,38(08):164-181.
- [52] 张腾,蒋伏心,韦朕韬.数字经济能否成为促进我国经济高质量发展的新动能?[J].经济问题探索,2021(01):25-39.
- [53] 姜松,孙玉鑫.数字经济对实体经济影响效应的实证研究[J].科研管理,2020,41(05):32-39.
- [54] 马中东,宁朝山.数字经济、要素配置与制造业质量升级[J].经济体制改革,2020(03):24-30.
- [55] 温珺,阎志军,程愚.数字经济与区域创新能力的提升[J].经济问题探索,2019(11):112-124.
- [56] 赵滨元.数字经济对区域创新绩效及其空间溢出效应的影响[J].科技进步与对策,2021,38(14):37-44.
- [57] 李雪,吴福象,竺李乐.数字经济与区域创新绩效[J].山西财经大学学报,2021,43(05):17-30.

- [58] 熊励,蔡雪莲.数字经济对区域创新能力提升的影响效应——基于长三角城市群的实证研究[J].华东经济管理,2020,34(12):1-8.
- [59] 李晓钟,吴甲戌.数字经济驱动产业结构转型升级的区域差异[J].国际经济合作,2020(04):81-91.
- [60] 焦帅涛,孙秋碧.我国数字经济发展对产业结构升级的影响研究[J].工业技术经济,2021,40(05):146-154.
- [61] 刘传明,尹秀,王林杉.中国数字经济发展的区域差异及分布动态演进[J].中国科技论坛,2020(03):97-109.
- [62] 李永红,黄瑞.我国数字产业化与产业数字化模式的研究[J].科技管理研究,2019,39(16):129-134.
- [63] 杜庆昊.数字产业化和产业数字化的生成逻辑及主要路径[J].经济体制改革,2021(05):85-91.
- [64] 杨佩卿.数字经济的价值、发展重点及政策供给[J].西安交通大学学报(社会科学版),2020,40(02):57-65+144.
- [65] 杨慧梅,江璐.数字经济、空间效应与全要素生产率[J].统计研究,2021,38(04):3-15.
- [66] 陈晓东,杨晓霞.数字经济发展对产业结构升级的影响——基于灰关联熵与耗散结构理论的研究[J].改革,2021(03):26-39.
- [67] 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.
- [68] 蔡跃洲,牛新星.中国数字经济增加值规模测算及结构分析[J].中国社会科学,2021(11):4-30+204.
- [69] 韩君,高瀛璐.中国省域数字经济发展的产业关联效应测算[J].数量经济技术经济研究,2022,39(04):45-66.
- [70] 宋旭光,何佳佳,左马华青.数字产业化赋能实体经济发展:机制与路径[J].改革,2022(06):76-90.
- [71] 陆小莉,刘强,孙慧慧.中国数字化产业竞争力的区域差异与影响效应[J].经济与管理研究,2021,42(04):58-72.
- [72] 李腾,孙国强,崔格格.数字产业化与产业数字化:双向联动关系、产业网络特

- 征与数字经济发展[J].产业经济研究,2021(05):54-68.
- [73] 陆岷峰.经济发展新格局背景下数字经济产业的特点、问题与对策[J].兰州学刊,2021(04):54-64.
- [74] 沈运红,黄桁.数字经济水平对制造业产业结构优化升级的影响研究——基于浙江省 2008—2017 年面板数据[J].科技管理研究,2020,40(03):147-154.
- [75] 李春发,李冬冬,周驰.数字经济驱动制造业转型升级的作用机理——基于产业链视角的分析[J].商业研究,2020(02):73-82.
- [76] 焦勇.数字经济赋能制造业转型：从价值重塑到价值创造[J].经济学家,2020(06):87-94.
- [77] 赵西三.数字经济驱动中国制造转型升级研究[J].中州学刊,2017(12):36-41.
- [78] 肖旭,戚聿东.产业数字化转型的价值维度与理论逻辑[J].改革,2019(08):61-70.
- [79] 吕铁.传统产业数字化转型的趋向与路径[J].人民论坛·学术前沿,2019(18):13-19.
- [80] 祝合良,王春娟.“双循环”新发展格局战略背景下产业数字化转型:理论与对策[J].财贸经济,2021,42(03):14-27.
- [81] 薛洁,胡苏婷.中国数字经济内部耦合协调机制及其水平研究[J].调研世界,2020(09):11-18.
- [82] 刘钊,余明月.长江经济带数字产业化与产业数字化的耦合协调分析[J].长江流域资源与环境,2021,30(07):1527-1537.
- [83] 陈岳飞,肖克,张海汝,李勇坚.中国数字经济结构发展协同度研究[J].学习与探索,2021(08):121-129.
- [84] 陈瑞义,戴静.数字产业化和产业数字化耦合协调性研究——以江苏省为例[J].经济论坛,2022(02):63-75.
- [85] 王娟娟.产业数字化与我国区域发展格局演变[J].甘肃社会科学,2022(04):204-214.
- [86] 胡甲滨,俞立平,洪金珠.双循环下数字经济对高技术产业影响研究[J].科学学研究,2022,40(12):2173-2186.
- [87] 张友国,窦若愚,白羽洁.中国绿色低碳循环发展经济体系建设水平测度[J].数量经济技术经济研究,2020,37(08):83-102.

- [88] 孙磊,张树山,郭坤.中国物流产业智慧化水平测度及影响因素[J].中国流通经济,2021,35(10):30-38.
- [89] 赖一飞,叶丽婷,谢潘佳,马昕睿.区域科技创新与数字经济耦合协调研究[J].科技进步与对策,2022,39(12):31-41.
- [90] 葛鹏飞,韩永楠,武宵旭.中国创新与经济发 展的耦合协调性测度与评价[J].数量经济技术经济研究,2020,37(10):101-117.
- [91] 聂昌腾,张帆.中国数字经济发展的区域差异及驱动因素——基于空间面板模型的实证分析[J].技术经济与管理研究,2022(04):105-110.
- [92] 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.
- [93] 赵文举,张曾莲.中国经济双循环耦合协调度分布动态、空间差异及收敛性研究[J].数量经济技术经济研究,2022,39(02):23-42.
- [94] 张少军,方玉文.中国经济双循环的比较优势分析[J].数量经济技术经济研究,2022,39(02):3-22.
- [95] 聂长飞,简新华.中国高质量发展的测度及省际现状的分析比较[J].数量经济技术经济研究,2020,37(02):26-47.
- [96] 尹鹏,王富喜,段佩利.中国基本公共服务效率与城镇化质量的时空耦合关系研究[J].地理科学,2021,41(04):571-579.
- [97] 赵宏波,岳丽,刘雅馨,董冠鹏,苗长虹.高质量发展目标下黄河流域城市居民生活质量的时空格局及障碍因子[J].地理科学,2021,41(08):1303-1313.
- [98] 王娟娟.我国数字经济的“两化”发展与区域比较[J].中国流通经济,2023,37(01):12-23.

## 致谢

三年之缘转瞬即到，与兰财说再见的那一刻，好像有许多要说却不知从何处开始。回望三年，珍贵、珍惜与珍重，感谢所遇、所知、所得，感谢经济学院、感谢兰财，感谢兰州。

走过三年，风风雨雨，同舟共渡，与兰财的点滴放心中：“疫”之所始，入学兰财。好像入学那天还在眼前，带着行李走入段家滩，喷泉正开着，三年生活即刻开始。校区没有想象中的那么大，但也没有想象中的那么小，大大小小正合适。生活很方便，宿舍、食堂和图书馆的距离使我们不觉得远，也不觉得近，“一米”的距离是那么好。山上也没有那么不好上，就是一般不上去。“疫”之所末，出走兰财。忽然之间放开了，恰如我们忽然之间要离开学校了。到来的那一刻更多的是惊讶、惊奇，而后是震惊、迷茫。在这震惊和迷茫中，我们收拾行囊，走出了生活了三年的段家滩，走出了那片细数着日子生活的宿舍，走向了自己的人生。

感恩导师，感谢所遇之人：感谢恩师王娟娟教授，在此向导师致以崇高的敬意，感谢她在这三年对我的指导和鼓励。在学术上，她以渊博的知识助力我登上新的高度；在工作中，以精益求精的作风要求我；在生活中，乐观向上的生活态度使我受到启发。感谢王导这三年的教育和鼓励，感谢她在论文写作中的辛苦和不倦的指导，使我得以顺利完成毕设。其次，感谢所有授课的老师，是你们在我的成长道路上埋下了一颗待开花的种子，总有一天这颗种子会生根、发芽和开花。最后，感谢兰财和经济学院在三年中的培养、教育和帮助，使我有所学、有所得，扩宽了知识的边界，增添了人生的感悟。

感谢我的父母，含辛茹苦，终有价值。感谢我的朋友，援助之手，时时在侧。感谢我的舍友，同窗三年，情谊在心。感谢同门、师兄、师姐、师妹和师弟，同门之情，牢记在心。

当一切风平浪静，我们终会再次相见。