

分类号 C8/334
U D C

密级 公开
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 中国产业链供应链现代化水平的区域差异
及收敛性研究

研究生姓名: 张家明

指导教师姓名、职称: 韩君 教授

学科、专业名称: 应用经济学 统计学

研究方向: 经济与社会统计

提交日期: 2023年5月30日

独创性声明

本人声明所提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： 张家明 签字日期： 2023.5.30

导师签名： 韩磊 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： 张家明 签字日期： 2023.5.30

导师签名： 韩磊 签字日期： 2023.5.30

Study on Regional differences and convergence of modernization level of China's industrial chain and supply chain

Candidate: Zhang Jiaming

Supervisor: Han Jun

摘要

近年来,全球产业链供应链受逆全球化、新的技术变革、单边主义、贸易保护主义、地缘政治风险上升等不确定因素的影响,面临重构,叠加新冠肺炎疫情的影响,引发全球产业链供应链向本土化、多元化、区域化演变。在此背景下,国家提出了“提升产业链供应链现代化水平”这一重大战略举措。因此,研究产业链供应链的现代化水平的测度方法,科学测度我国各省产业链供应链的现代化水平并分析其区域差异及动态演进趋势,对于平衡地区之间产业链供应链现代化水平的发展差异,加快建设现代化经济体系,具有非常重要的理论和现实意义。

本文通过对文献进行梳理,首先对产业链供应链现代化的内涵进行了界定,然后根据其内涵建立综合评价指标体系。运用熵权-TOPSIS法对2011-2020年中国30个省份的产业链供应链的现代化水平进行实证测度;利用Dagum基尼系数对中国产业链供应链现代化水平的差异进行分解,对中国产业链供应链现代化水平的总体差异、区域内差异、区域间差异以及贡献率进行分析,然后选择核密度估计对中国产业链供应链现代化水平的动态演进特征进行分析;最后运用 α 收敛模型和 β 收敛模型对中国区域产业链供应链现代化水平的收敛性进行研究。旨在提高我国产业链供应链的现代化水平,加快建设现代化经济体系。

研究结果表明:(1)中国产业链供应链现代化水平存在省际与区域差异,在空间上呈现“东高、中西低”的阶梯状空间分布特征。另外,从各维度水平来看,产业链供应链的创新水平、绿色集约水平、数字化水平以及经济效益水平在空间上都呈现“东高、中西低”的阶梯状空间分布特征;而产业链供应链的自主可控水平呈现“中西高、东低”的阶梯状空间分布特征。(2)Dagum基尼系数分解结果表明,在2011年-2020年间,中国区域产业链供应链现代化水平差异主要来源于区域间差异,而区域间差异主要来源于东部-中部和东部-西部的地区差异,并且东部-中部与东部-西部的区域间差异在缩小,中部-西部的区域间差异在扩大。(3)Kernel核密度估计结果表明,全国及三大区域的分布曲线的位置、形态、延展性等动态特征存在差异,全国产业链供应链现代化水平的绝对差异呈现出扩大的趋势。在三大区域中,东部区域产业链供应链现代化水平的绝对差异并无发生太大变化,中部区域与西部区域产业链供应链现代化水平的绝对差异呈现

出扩大的趋势。(4) 从对全国及区域收敛性检验可知, 全国及各区域产业链供应链现代化水平在空间上无明显 σ 收敛特征, 全国及各区域存在显著的绝对 β 收敛和条件 β 收敛, 但是二者的收敛速度存在差异, 绝对 β 收敛的收敛速度呈现“中-东-西”的格局, 条件 β 收敛的收敛速度呈现“东-中-西”的格局。最后根据研究结果, 提出关于产业链供应链现代化水平提升的对策建议。

关键词: 产业链 供应链 熵权-TOPSIS 法 Dagum 基尼系数 收敛性

Abstract

In recent years, the global industrial chain and supply chain have been affected by uncertainties such as anti-globalization, new technological changes, unilateralism, trade protectionism and rising geopolitical risks, and faced restructuring. Combined with the impact of the COVID-19 pandemic, the global industrial chain and supply chain have evolved into localization, diversification and regionalization. In this context, the country has put forward a major strategic measure of "upgrading the modernization level of the industrial chain and supply chain". Therefore, it is of great theoretical and practical significance to study the measurement method of the modernization level of industrial chain supply chain, scientifically measure the modernization level of industrial chain supply chain of various provinces in our country and analyze their regional differences and dynamic evolution trend for balancing the development difference of the modernization level of industrial chain supply chain among regions and speeding up the construction of modern industrial system.

Through literature review, this paper firstly defines the connotation of the modernization of industrial chain and supply chain, and then establishes a comprehensive evaluation index system according to its connotation. The entropy weight TOPSIS method was used to empirically measure the modernization level of industrial chain and supply chain in 30 provinces of China during 2011-2020. The Dagum Gini coefficient was used to decompose the differences in the modernization level of China's industrial chain and supply chain, and the overall differences, intra-regional differences, inter-regional differences and contribution rates of the modernization level of China's industrial chain and supply chain were analyzed. Then the kernel density estimation was used to

analyze the dynamic evolution characteristics of the modernization level of China's industrial chain and supply chain. Finally, the convergence of the modernization level of China's regional industrial chain and supply chain is studied using the σ convergence model and the β convergence model. The purpose is to improve the modernization level of Chinese industrial chain supply chain and accelerate the construction of modern industrial system.

The results show that: (1) there are inter-provincial and regional differences in the modernization level of China's industrial chain and supply chain, which presents a stepped spatial distribution feature of "high in the east and low in the east and west". In addition, from the perspective of each dimension, the innovation ability level, green intensity level, digital level and economic benefit level of the industrial chain and supply chain show the spatial distribution characteristics of "high in the east and low in the East and west". The controllable level of industrial chain and supply chain presents a stepped spatial distribution feature of "high in the West and low in the east". (2) The Dagum Gini coefficient decomposition results show that during 2011-2020, the modernization level differences of China's regional industrial chain and supply chain mainly come from inter-regional differences, and the inter-regional differences mainly come from east-central and East-west regional differences, and the East-central and East-west regional differences are decreasing. Regional differences between central and western regions are widening. (3) Kernel density estimation results show that there are differences in the location, shape, ductility and other dynamic characteristics of distribution curves in the country and the three regions, and the absolute differences in the modernization level of the national industrial chain and supply chain show an expanding trend. In the three regions, the absolute difference of the industrial chain and

supply chain modernization level in the eastern region did not change much, while the absolute difference of the industrial chain and supply chain modernization level in the central region and the western region showed an expanding trend. (4) From the national and regional convergence test, it can be seen that the modernization level of the industrial chain and supply chain in the country and various regions has no obvious σ convergence in space. There are significant absolute β convergence and conditional β convergence in the country and various regions, but the convergence rate of the two is different, and the convergence rate of absolute β convergence presents a "middle-east-west" pattern. The convergence rate of condition β shows an East-middle-west pattern. Finally, according to the research results, the paper puts forward the countermeasures and suggestions on upgrading the modernization level of the industrial chain and supply chain.

Key words: Industrial chain; Supply chain; Entropy TOPSIS method; Dagum Gini coefficient; Convergence

目 录

1 引言	1
1.1 研究背景和研究意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	2
1.2 研究内容、框架和方法	3
1.2.1 研究内容	3
1.2.2 研究框架	4
1.2.3 研究方法	5
1.3 研究创新与不足	5
1.3.1 创新点	5
1.3.2 不足之处	6
2 相关理论、文献综述与研究现状	7
2.1 相关理论	7
2.1.1 “6+1”产业链理论	7
2.1.2 技术创新理论	7
2.1.3 空间差异理论	7
2.1.4 收敛性理论	8
2.2 文献综述	8
2.2.1 关于产业链供应链的研究	8
2.2.2 关于产业链供应链现代化的研究	10
2.2.3 关于区域差异的研究	11
2.2.4 关于收敛性理论的研究	11
2.2.5 文献述评	12
2.3 产业链供应链现代化水平提升的研究现状	13
2.3.1 产业链供应链现代化的内涵	13
2.3.2 产业链供应链现代化水平提升的紧迫性	15

3 产业链供应链现代化水平的测度	17
3.1 测度体系.....	17
3.1.1 指标体系构建.....	17
3.1.2 指标说明.....	18
3.2 测度方法及数据来源.....	20
3.2.1 测度方法.....	20
3.2.2 数据来源.....	21
3.3 各省产业链供应链的综合水平.....	22
3.4 各省产业链供应链的各维度水平.....	26
3.4.1 创新能力水平.....	26
3.4.2 绿色集约水平.....	29
3.4.3 数字化水平.....	32
3.4.4 经济效益水平.....	35
3.4.5 自主可控水平.....	38
4 产业链供应链现代化水平的区域差异分析	41
4.1 中国产业链供应链现代化水平的相对差异及其分解.....	41
4.1.1 Dagum 基尼系数分解.....	41
4.1.2 中国产业链供应链现代化水平的总体差异.....	42
4.1.3 中国产业链供应链现代化水平的区域内差异.....	44
4.1.4 中国产业链供应链现代化水平的区域间差异.....	45
4.1.5 中国产业链供应链现代化水平的贡献率.....	47
4.2 中国产业链供应链现代化水平的动态分布趋势.....	48
4.2.1 核密度估计法.....	48
4.2.2 基于全国层面的核密度估计.....	49
4.2.3 基于三大区域层面的核密度估计.....	50
5 中国产业链供应链现代化水平的收敛性分析	54
5.1 研究方法.....	54

5.2 σ 收敛.....	55
5.3 β 收敛	56
5.3.1 绝对 β 检验	56
5.3.2 条件 β 收敛	57
6 结论与建议	59
6.1 结论.....	59
6.2 建议.....	60
参考文献	62
致 谢	65

1 引言

1.1 研究背景和研究意义

1.1.1 研究背景

近年来，全球产业链供应链受逆全球化、新的技术变革、单边主义、贸易保护主义、地缘政治风险上升等不确定因素的影响，面临重构，叠加新冠肺炎疫情的影响，引发全球产业链供应链向本土化、多元化、区域化演变。世界产业链供应链受到了极大冲击，国际货币基金组织发布的《世界经济展望报告》中提出：“预计 2020 年全球经济将萎缩 4.4%，损失达到近 4 万亿美元”。提升产业链供应链现代化水平是加快发展我国现代产业体系、推动经济体系优化升级的重要任务，产业链供应链现代化不仅是我国实行以国内大循环为主体，国际国内双循环相互促进发展的新发展格局的必然要求，更是我国应对世界百年未有之大变局的重要举措。

中国十分重视产业链供应链的现代化建设，进行了多次战略部署。2018 年 11 月 17 日，习近平总书记在 APEC 工商领导人峰会上指出：“在各国相互依存日益紧密的今天，全球供应链、产业链、价值链紧密联系，各国都是全球合作链条中的一环，日益形成利益共同体、命运共同体”^[1]。2019 年 7 月 30 日中央政治局会议提出要紧紧围绕“巩固、增强、提升、畅通”八字方针，深化供给侧结构性改革，提升产业基础能力和产业链水平^[2]。2019 年 8 月，习近平总书记在中央财经委员会第五次会议上指出“要以夯实产业基础能力为根本，打好产业基础高级化、产业链现代化的攻坚战”^[3]。2020 年 4 月 10 日，习近平总书记在中央财经委员会第七次会议上的讲话中指出：“要推动形成维护全球产业链供应链安全”^[4]。2020 年 5 月 18 日，习近平总书记在第 73 届世界卫生大会视频会议开幕式上的致辞中强调“要加强国际宏观经济政策协调，维护全球产业链供应链稳定畅通，尽力恢复世界经济”^[5]。党的十九届五中全会审议通过的《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》中明确提出：要“提升产业链供应链现代化水平”，并将其作为十四五时期经济社会

发展的主要目标和任务之一^[6]。习近平总书记在党的第二十次全国代表大会的报告中提出：“着力提升产业链供应链韧性和安全水平，加快建设现代化经济体系”^[7]。提升产业链供应链现代化水平，是中国应对世界百年未有之大变局、确保中国经济安全的重要举措，是构建新发展格局的题中应有之义，有利于提高我国产业国际竞争力，塑造我国参与国际合作和竞争新优势。

1.1.2 研究意义

(1) 理论意义：

提升产业链供应链现代化水平对我国建设现代化经济体系、促进高质量发展至关重要。因为社会主义现代化强国需要有现代化经济体系支撑，而现代化经济体系中最为关键的是由一系列高附加值的产业链供应链组成的现代产业体系。自从国家提出“提升产业链供应链现代化水平”这一重大战略举措后，国内外掀起了一片研究热潮，但是大多数文献都在围绕着什么是产业链供应链现代化以及如何提升产业链供应链现代化水平展开理论研究，鲜有文献能够厘清产业链供应链现代化的内涵、准确把握产业链供应链现代化水平提升的逻辑、明晰产业链供应链现代化提升的动力机制。本文首先对产业链供应链现代化的内涵进行了界定，再在其内涵的基础上构建产业链供应链现代化水平测度指标体系，然后基于2011-2020年省级面板数据，运用熵权-TOPSIS法进行测度分析，通过基尼系数分解分析我国产业链供应链现代化水平的区域差异，并使用核密度估计法分析中国产业链供应链现代化水平的分布动态，最后运用 α 收敛模型和 β 收敛模型对全国及东中西三大区域产业链供应链现代化水平的收敛性进行研究，探寻提升产业链供应链现代化水平的路径与策略。所以本文首先对其内涵进行了界定，再根据其内涵构建指标体系，然后进行测度研究、差异分析以及收敛性研究，丰富了提升产业链供应链现代化水平的研究理论，具有很强的外部延展性，具有较好的理论意义。

(2) 现实意义

受逆全球化、单边主义、贸易保护主义、地缘政治风险上升、新冠肺炎疫情冲击等因素的影响，我国产业链面临着中断、外移等风险，产业安全问题开始日益突出。在全球价值链分工时代，一个国家的产业链供应链现代化水平，主要体

现为该国企业整体上参与全球价值链产业分工中所处地位以及对构建全球价值链所拥有的治理能力或者控制能力。虽然我国已经形成了规模庞大、配套齐全的完备的产业体系，并且是全球唯一拥有联合国产业分类中全部工业门类的国家。但是与发达国家相比，我国产业链供应链现代化水平比较低，在全球价值链分工中位于中低端。并且，我国产业链目前面临着—系列“卡脖子”环节问题，这严重威胁我国的产业安全。安全是发展的前提，发展是安全的保障。没有产业链供应链现代化水平的提升，也就无法真正保障产业的安全，进而无法保障国家总体安全。因此提升产业链供应链现代化水平具有重要的现实意义。

1.2 研究内容、框架和方法

1.2.1 研究内容

第一章为绪论。主要介绍研究的背景及意义、研究方法和内容以及文章的创新点和不足之处。

第二章为相关理论、文献综述与研究现状。本章首先对“6+1”产业链理论、技术创新理论、空间差异理论以及收敛性理论进行介绍。然后阐述文献综述，最后阐述产业链供应链现代化水平的研究现状，主要从产业链供应链现代化水平提升的概念界定、产业链供应链现代化水平提升的紧迫性等方面进行阐述。

第三章为中国产业链供应链现代化水平的测度研究。本章从产业链供应链现代化的内涵出发，构建产业链供应链现代化水平测度体系。然后利用熵权-TOPSIS法测度2011年-2020年中国30个省产业链供应链的创新能力水平、绿色集约水平、数字化水平、经济效益水平、自主可控水平以及现代化水平综合指数。然后对测度结果进行分析。

第四章为中国产业链供应链现代化水平的区域差异分析。本章采用Dagum基尼系数对我国产业链供应链现代化水平的相对差异进行分解，对中国产业链供应链现代化水平的总体差异、区域内差异、区域间差异以及贡献率进行分析。然后选择核密度估计对产业链供应链现代化水平的动态演进特征进行分析。

第五章为中国产业链供应链现代化水平的收敛性分析。本章采用 σ 收敛、 β 收敛分析方法探究中国产业链供应链现代化水平的收敛趋势，以全面了解中国产

业链供应链现代化水平的动态演进趋势和趋势特征。

第六章为研究结论与政策建议。在总结全文研究结论的基础上，提出中国产业链供应链现代化水平提升的政策建议。

1.2.2 研究框架

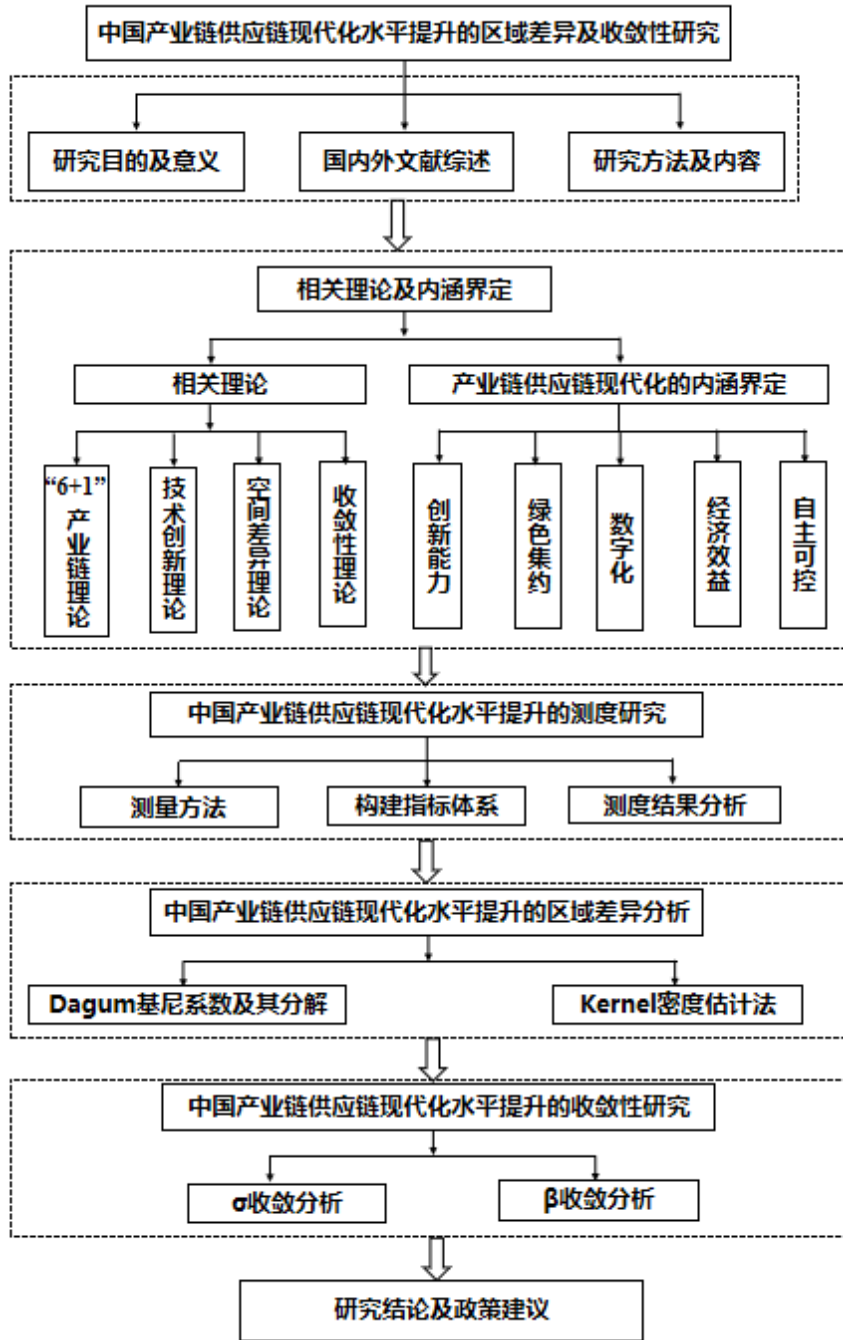


图 1.1 技术路线图

1.2.3 研究方法

(1) 文献研究法

通过查阅大量关于产业链供应链和产业链供应链现代化水平的相关文献资料，有助于对产业链供应链现代化的内涵进行界定，以此作为本文实证分析的理论基础。

(2) 熵权-TOPSIS 方法

熵权-TOPSIS 法是融合熵权法与 TOPSIS 法的综合评价方法。首先求得无序评价系统中各项指标的信息熵值，从而判断该项指标对整体的影响程度（即权重），在得到加权后各项指标数据后，判断其最优方案及最劣方案，最后求得各测度方案到理想方案的相对欧式距离接近度。

(3) 分解分析法

分解分析法是通过数学恒等式的转化运算，把目标变量分解成若干关键因素进行分析，并计算各因素对目标变量变化的相对影响程度^[58]。本文采用 Dagum 基尼系数对我国产业链供应链现代化水平的相对差异进行分解，对中国产业链供应链现代化水平的总体差异、区域内差异、区域间差异以及贡献率进行分析。

1.3 研究创新与不足

1.3.1 创新点

现在大多数学者都只是着眼于分析产业链供应链现代化水平的内涵、动力机制及突破路径，即从理论方面来研究如何提升产业链供应链的现代化水平。相对而言，通过构建评价指标体系对产业链供应链现代化水平的定量研究较为匮乏，本文的边际贡献主要在于：一是基于产业链供应链现代化的内涵，构建了产业链供应链现代化水平评价指标体系；二是利用 2011 年-2020 年中国 30 个省市的省级面板数据，测度中国产业链供应链现代化水平；三是利用中国东中西三大区域的测度数据，分析中国区域产业链供应链现代化水平的区域差异及收敛性。而熵权-TOPSIS 法、基尼系数分解、核密度估计法、收敛性分析在产业链供应链现代化水平发展情况上的应用，则具有一定的创新性。

1.3.2 不足之处

本文以中国 30 个省市为研究对象，考虑到数据可获得性，评价指标体系所选指标多为宏观数据。所以，可能指标体系不够完善，不能全面反映中国产业链供应链现代化水平。另外，本文只是简单将全国划分为东中西三大区域进行分析，可能不能很好反映出中国产业链供应链的现代化水平区域差异的具体情况。

2 相关理论、文献综述与研究现状

2.1 相关理论

2.1.1 “6+1”产业链理论

“6+1”产业链由我国著名经济学家郎咸平提出。“6”指的是：第一产品设计，第二原料采购，第三仓储运输，第四订单处理，第五批发经营，第六零售；“1”指的是：产品制造^[41]。郎咸平认为，西方资本主义发达国家把利润低且污染环境的制造业放在我国，而将其他能创造高利润的六块非制造业端掌控在自己手中，所以我国很多产业链都处于全球价值链的低端。改革开放后，我国靠廉价劳动力和丰富的自然资源选择承接发达国家低端产业链，所以不得不面临污染环境、浪费资源的困境。因此要提升产业链现代化水平，就必须进行技术创新，实现关键技术的自主可控，从而提升其在全球价值链中地位。

2.1.2 技术创新理论

1912年，熊彼特在《经济发展理论》中首次提出了技术创新，熊彼特认为“创新”是资本主义经济增长和发展的动力，没有“创新”就没有资本主义的发展。熊彼特的创新理论主要有以下几个基本观点：第一，创新是生产过程中内生的；第二，创新是一种“革命性”变化；第三，创新同时意味着毁灭；第四，创新必须能够创造出新的价值；第五，创新是经济发展的本质规律；第六，创新的主体是“企业家”^[42]。此外，价格体系和竞争机制本身就具有对创新的激励功能。市场机制是一个优胜劣汰的选择机制，这个过程会不断促进技术创新，提升社会整体效率。因而维护市场秩序、健全市场机制能够促使我国企业不断进行技术创新。

2.1.3 空间差异理论

空间差异的研究最早起源于古典区位论，古典区位论认为，土地、劳动力、自然禀赋等存在空间差异，而这种差异是厂商选址的重要依据^[43]。Isard^[44]在《区

位与空间经济》中提出一个综合性的社会理论应该包括时间和空间两个维度。Tobler^[45]提出了地理学第一定律，即邻近事物的空间差异较小，而距离越远空间差异则越大。Anselin^[46]认为空间差异是指空间实体上的事物和现象有区别于其他实体上的事物和现象的特点。Lesage^[47]提出了空间的二元特征，即空间的依赖性与空间的差异性。Li^[48]等将空间差异性定义为系统或系统属性在空间上的复杂性和变异性。Douglass^[43]认为由于地理位置、气候条件、自然资源蕴藏等方面的不同，而在不同的空间上呈现出异质的空间格局或空间环境。

2.1.4 收敛性理论

收敛性理论最初主要是检验经济发展是否趋于稳态，之后随着收敛理论的发展，收敛性检验开始在不同领域应用^[43]。经济增长的收敛性是以新古典经济学理论中资本的边际报酬具有递减性和技术进步具有一致性的特征为理论基础，而在研究的过程中提出了 σ 收敛和 β 收敛两个概念^[49]。 σ 收敛是指随着时间推移，不同地区之间的某一指标的差距不断缩小，通常采用变异系数、标准差、泰尔指数等指标来衡量。Baumol^[50]提出一个经济变量的增长率若跟其初始水平存在负相关关系，则称该变量存在 β 收敛。 β 收敛分为绝对 β 收敛和条件 β 收敛。绝对 β 收敛是指假定各区域的影响变量都相同，不同地区的增长率会随着时间的推移收敛在相同的稳态^[43]。条件 β 收敛是指加入了各种影响变量后，各地区的增长率随着时间的推移会收敛在各自的稳态^[43]。

2.2 文献综述

2.2.1 关于产业链供应链的研究

产业链是产业经济学中的一个重要概念。其源头可以追溯到亚当·斯密（1776）在《国富论》中对社会分工的论断。赫希曼（1958）在《经济发展战略》中从产业的前向联系和后向联系的角度论述产业链的概念，之后学者们对于产业链进行更加深入的研究。代表性的观点主要有：一是将产业链看成是供应链，郁

义鸿（2005）^[8]认为产业链是由彼此关联的多个产业或企业从采购原材料到产品消费的全过程增值系统。二是将产业链看成是价值链，黄群慧（2020）^[9]认为产业链是按照价值链分布的各企业或者实体之间的链条式关联关系和时空分布形态。张其仔和许明(2020)^[10]认为全球价值链是创新链与产业链互动的结果。三是将产业链看成是技术链，罗仲伟和孟艳华（2019）^[11]、盛朝迅（2019）^[12]认为产业链是指各个产业部门之间基于一定的技术经济联系和时空布局关系而客观形成的链条式关联形态。四是将产业链看做是多链融合的结果，吴金明等(2006)^[13]认为产业链是供需链、价值链、企业链、空间链的统一。综上所述，可以将产业链界定为是指各个产业部门之间基于一定的技术经济联系和时空布局关系形成的链条式关联形态，是供应链、价值链、技术链的统一。产业链涵盖产品生产或服务提供的全过程。

对于“供应链”的研究则是在产业链之后才兴起的。从国外研究的现状看，Houlihan（1985）^[14]最早提出供应链是由供应商、制造商、分销商、零售商、最终顾客等组成的系统。Stevens（1999）^[15]认为：“通过价值增值过程和分销渠道控制从供应商到用户的流就是供应链”。Simon（2000）^[16]认为供应链是一个网络组织，它是从上游到下游的不同的过程和活动中对交付给最终用户的产品或服务产生价值。从国内研究的现状看，陈国权(1999)^[17]认为企业从原材料和零部件采购、运输、加工制造、分销直到最终送到最终消费者手中的这一过程就是供应链。蓝伯雄(2000)^[18]认为供应链是原材料供应商、零部件供应商、生产商、分销商、零售商、运输商等一系列企业组成的价值增值链。王静（2021）^[19]认为供应链是一个涵盖供应商、生产商、分销商、零售商和消费者的网络，实现了信息流、物流和资金流的有效集成。综上所述，可以将供应链界定为是指在生产及流通过程中，涉及将产品或服务提供给最终用户活动的上游与下游企业所形成的网链结构，涵盖生产商、供应商、分销商、零售商和消费者的网络。

综上，产业链和供应链是两个在不同层面反映组织生产运作形态的概念^[20]。产业链是基于宏观视角，强调通过经济网络和产业生态的形成和发展，寻求产业和区域竞争力的综合提升^[20]；而供应链跨越了单一组织体，基于中观层级，强调上下游组织的高效协同，进而提升产品从原料采购到流向顾客全过程的效益和效率^[20]。2010年以前，有大量学者研究产业链供应链时大都是把产业链供应链分

开研究。随着产业实践和理论研究的深入，产业链和供应链的内涵与外延不断丰富，并逐渐呈现融合发展的趋势，形成了涵盖价值维度、流程维度、时空维度的新型产业组织形态，即产业链供应链^[20]。张其仔（2021）^[21]认为产业链供应链是一种特殊形式的社会分工协作网络，是一种基于产业链分工而形成的网络。综上所述，可以将产业链供应链界定为是一个系统的概念，是产业链、供应链、价值链、创新链的统一，包括原材料生产、技术研发、中间品制造、终端产品制造乃至流通和消费等环节，是产业组织、生产过程和价值实现的统一。

2.2.2 关于产业链供应链现代化的研究

党的十九届五中全会提出提升产业链供应链现代化水平的任务之后，国内学者对何为产业链供应链现代化这个问题进行了广泛讨论。从研究视角来看可分为五类：一是产业链供应链与价值链的关系研究。黄群慧（2020）^[9]认为价值链决定了产业链和供应链，提升国家产业链供应链现代化水平是指一个国家推进其产业链供应链向高附加值延伸、强化其产业在全球价值链各环节的增值能力、实现其在全球价值链的地位升级的过程。二是产业链供应链现代化的构成要素研究。宋华和杨雨东（2022）^[20]从“网络结构-运营流程-价值要素”三个构成维度对产业链供应链现代化的内涵进行解读。三是基于自主可控角度的界定。付保宗（2022）^[22]和白雪洁（2022）^[23]认为增强产业链供应链的自主可控能力对于构建现代产业体系具有重要意义。四是基于产业现代化角度的界定。路红艳和林梦（2021）^[24]认为产业链供应链现代化是产业现代化内涵的延伸，具有产业基础高级化、价值链高端化、全链条协同化和发展模式绿色化等特征。五是从多维度、多层面的界定。张其仔（2021）^[21]认为产业链供应链现代化从主体对象维度表现为强创新能力、高附加值、高水平数字化，从结构维度表现为安全可靠、公平、协调顺畅。结合现有研究成果，本文倾向于将产业链供应链现代化界定为：面向构建现代产业体系的根本需要，产业链供应链不断提升其创新能力、不断提高其价值增值能力、不断提升其在全球价值链中地位的发展过程；具体表现为更强创新能力、更加绿色集约、更加数字化、更高经济效益、更加自主可控等五个方面。

综上，现有文献对产业链供应链现代化的研究集中于界定内涵与实现路径，存在以下不足：一是针对产业链供应链现代化水平测度的文献较少。二是鲜有文

献对我国产业链供应链现代化水平的区域差异进行研究。三是缺乏对我国产业链供应链现代化的空间收敛性进行研究。

2.2.3 关于区域差异的研究

20 世纪 90 年代,许多学者开始通过区域差异对中国区域经济增长差异进行研究。改革开放之后,由于政策和地理优势沿海地区开始快速发展,随着时间的推移,东部地区同中西部地区间的经济发展水平的差距日趋加大。学者对中国区域间经济非均衡发展问题进行了大量的研究,通过分析这种差异的现状,变化趋势以及原因,提出了相关的政策建议。魏后凯(1992)^[25]认为东中西三大经济带的差异变化表现为“S”型,六大区之间的收入差异为“S”型。杨开忠(1994)^[26]提出东中西三大经济带的差异变化表现为顺“U”型,六大区域的差异呈倒“S”型。林毅夫、蔡昉、李周(1998)^[27]认为东部地区人均收入增长持续高于平均水平,中西部地区仍然低于平均水平,则导致三类地区间的差距进一步拉大。蔡昉、都阳(2000)^[28]通过分析中国地区间经济增长差异与收敛,发现东部、中部和西部间的区域经济增长差异在不断的扩大。王小鲁、樊纲(2004)^[29]认为我国东部沿海地区和中西部内陆地区之间,在经济发展水平方面,无论是绝对差距还是相对差距都还在继续扩大。这主要是由于生产率的差别以及由此引起的资本流动所导致。姚树俊、董哲铭(2023)^[30]通过对 2011-2021 年中国产业链供应链现代化水平的测度分析,得到整体产业链供应链现代化水平差异较大,其中以东部地区与西部地区最为明显,但中部地区与西部地区产业链供应链现代化水平差距呈逐步缩小趋势;此外,地区差异主要来源于区内差异,不同地区内部存在产业链供应链现代化水平差异较大现象。

2.2.4 关于收敛性理论的研究

收敛性理论的研究最早可追溯到 1965 年索罗(Solow)^[31]通过对哈罗德-多马模型中的资本产出比不变假设进行修改,所提出的新古典经济增长模型。Baumol(1986)^[32]提出了“俱乐部收敛”的理论。Barro 和 Martin(1995)^[33]把经济增长的收敛性分为 σ 收敛和 β 收敛,其中 β 收敛分为绝对 β 收敛和条件 β 收敛。收

敛性理论最初是为了分析区域间经济增长是否存在将会趋于平衡的趋势。后来随着研究的深入,收敛性分析方法开始应用于其他方面:许广月(2010)^[34]通过对我国1995-2007年的省际面板数据进行实证研究发现我国人均碳排放量不存在绝对 β 收敛,但存在条件 β 收敛。魏梅等(2010)^[35]通过对我国1986-2008年的碳排放率进行测算发现我国各地区碳排放效率不存在收敛性。孙巍和李菁(2010)^[36]利用收敛性分析方法发现我国的制造业各行业地区间结构演变趋势不存在收敛。曹跃群和唐静(2010)^[37]发现我国第三产业的全要素生产率存在 σ 收敛和 β 收敛。高毅蓉和袁伦渠(2014)^[38]发现我国三次产业劳动生产率不存在收敛性。张翠菊(2016)^[39]发现我国碳排放强度存在显著的收敛性。柏培文和许捷(2018)^[40]发现我国三大产业的资本回报率存在绝对 β 收敛。

根据学者们已有的研究经验可以看出,收敛理论不仅适用于经济增长水平这种绝对数指标,也可以适用于碳排放效率、全要素生产率等这种相对数指标,这为本文采用收敛性方法分析中国产业链供应链现代化水平提供了参考借鉴。

2.2.5 文献述评

综上,学者们对产业链供应链的内涵、产业链供应链现代化的内涵和收敛性理论做了丰富的研究。对于产业链供应链的研究,国内外学者分别从供应链、价值链、技术链等角度对产业链进行研究。从买卖关系、价值增值链过程、企业、供应等角度对供应链进行了研究。但是,在当今数字化时代,产业链中存在供应链,供应链深度嵌入于产业链,产业链与供应链存在融合效应,因此,产业链、供应链在研究中通常称为“产业链供应链”。

对于产业链供应链现代化的研究,研究者主要是国内学者,国内学者分别从产业链供应链与价值链的关系、产业链供应链现代化的构成要素、自主可控角度、产业现代化角度、多维度与多层面角度等研究视角对如何提升产业链供应链现代化水平进行了研究,本文认为产业链供应链现代化具体表现为更强创新能力、更加绿色集约、更加数字化、更高经济效益、更加自主可控等五个方面。

收敛性理论最初是为了分析区域间经济增长是否存在趋于平衡的趋势。后来随着研究的深入,收敛性分析方法开始应用于其他方面,比如碳排放效率、全要素生产率、产业结构演变、劳动生产率以及资本回报率等各种相对或绝对指标的

收敛性分析。

对于区域差异的研究，主要开始于改革开放之后，由于政策和地理优势沿海地区开始快速发展，东部地区同中西部地区间的经济发展水平的差距日趋加大。学者利用区域差异理论对中国区域间经济非均衡发展问题进行大量研究，通过分析这种差异的现状，变化趋势以及原因，提出了相关的政策建议。

综上所述，本文以熵权-TOPSIS 法测度中国各省份产业链供应链现代化水平，利用基尼系数分解分析中国产业链供应链现代化水平存在的区域差异，使用核密度估计法分析中国产业链供应链现代化水平的分布动态，再对产业链供应链现代化水平的收敛性进行检验，以此可以大致得出中国各区域产业链供应链现代化水平的变动趋势。最后根据研究结果，提出关于产业链供应链现代化水平提升的对策建议。

2.3 产业链供应链现代化水平提升的研究现状

2.3.1 产业链供应链现代化的内涵

提升产业链供应链现代化水平是我国经济高质量发展的关键。这一概念首次提出于党的十九届五中全会，这一命题在我国学者之间引起广泛的交流和讨论。本文倾向于将产业链供应链现代化界定为：面向构建现代产业体系的根本需要，产业链供应链不断提升其创新能力、不断提高其价值增值能力、不断提升其在全球价值链中地位的发展过程；具体表现为更强创新能力、更加绿色集约、更加数字化、更高经济效益、更加自主可控等五个方面。产业链供应链现代化在创新能力、绿色集约、数字化水平、经济效益、自主可控等五个方面具体表现为：

第一，更强创新能力。产业链供应链创新能力是产业链供应链现代化的核心^[21]。目前我国在重要核心零部件、芯片、精密仪器等方面都十分薄弱，这些产品严重依赖进口。国家与国家之间存在着利益竞争，最先进的技术通常对于其他国家一直进行着封锁，因此创新能力水平严重制约着我国产业链供应链现代化水平的提升。目前，模仿式创新与迭代式创新在我国较为常见，而颠覆式创新较为稀少。因此，我国的创新能力水平与发达国家相比还存在较大差距，因此应当继续

加大投入，大力推动创新驱动发展战略，多措并举不断提高国家的创新能力。

第二，更加绿色集约。党的十九届五中全会提出，要深入实施可持续发展战略，完善生态文明领域统筹协调机制，构建生态文明体系，推动绿色发展^[1]。绿色集约是产业链供应链现代化的重要特征。同时，绿色集约也是提升产业链供应链现代化水平的必经之路。坚持绿色发展理念，让绿色发展贯穿整个产业链供应链，促进产业链供应链的优化升级，实现产业链供应链全领域的绿色发展，对于提升产业链供应链的现代化水平有着重要的意义。

第三，更加数字化。党的十九届五中全会提出：“发展数字经济，推进数字产业化和产业数字化，推动数字经济和实体经济深度融合，打造具有国际竞争力的数字产业集群”^[6]。产业数字化和数字产业化发展能够缩短上下游的时空距离，使生产要素与市场需求精准对接，对于促进产业链供应链现代化有着重要的作用。数字经济的发展，促使产业链供应链面临重大变革，产业链供应链开始与数字经济融合，推动产业链向中高端延伸，增强实体经济的核心竞争力，提升产业链供应链的现代化水平。

第四，更高经济效益。经济效益主要指的是产业链供应链的高附加值，而高附加值指的是价值链的高位次，即一个国家在全球的价值链中处在较高的位置^[51]。一个国家位于价值链的高位次，那么这个国家就拥有技术竞争的优势、成本控制的优势等，面对其他国家就不容易受到冲击。我国在全球的产业分工中仍处于中低端位置，在高科技领域和高端制造领域很容易面临价值链低端锁定的风险^[21]。因此，追求更高的经济效益是提升我国产业链供应链现代化水平的必然要求。

第五，更加自主可控。2021年中央经济工作会议则将“增强产业链供应链自主可控能力”作为重点任务进行部署。产业链供应链是一种产业分工的特殊网络，在这个网络上的任何一个节点受到冲击或者断裂，整个网络就有可能崩溃，这对于整个国民经济是非常危险的^[21]。我国目前存在部分领域的核心技术缺失、产业链向外迁移导致空心化的风险、外资控制部分产业导致产业控制力不足等问题，另外在贸易摩擦、保护主义以及新冠疫情的多重影响下，我国产业链供应链面临着严峻的断链风险^[52]。因此，增强产业链供应链的自主可控性显得尤为必要。

2.3.2 产业链供应链现代化水平提升的紧迫性

近年来，全球产业链供应链受逆全球化、新的技术变革、单边主义、贸易保护主义、地缘政治风险上升等不确定因素的影响，面临重构，叠加新冠肺炎疫情的影响，我国产业链供应链的安全稳定受到了威胁^[56]。目前，我国经过改革开放40多年的飞速发展，已经形成了规模庞大、配套齐全的完备的产业体系，并且是全球唯一拥有联合国产业分类中全部工业门类的国家^[24]。但是与发达国家相比，中国的产业链供应链现代化水平还较低，突出表现在以下几个方面：

（1）创新链散而弱，缺少整体性。

一个强大的产业创新链，是我国产业不断升级的动力之源^[51]。但我国在创新链方面存在明显不足。首先在科技投入上，尽管我国的科研经费投入在不断增长，但与西方发达国家相比科研投入仍显不足。其次在科研成果上，我国的科研成果转化率较低，并且同质化竞争严重。模仿式创新与迭代式创新在我国较为常见，而颠覆式创新较为稀少。目前，在核心零部件、芯片、精密仪器等方面都十分薄弱，这些产品严重依赖进口。

（2）数字化转型任重道远。

近年来，随着我国数字经济快速发展，我国产业数字化水平不断提升，但总体而言，我国产业链供应链数字化转型还处于起步阶段，转型任务艰巨^[51]。一方面，我国企业数字化转型基础较为薄弱。另一方面，数字化转型仍处于探索阶段，部分企业管理者对数字化认识较为片面。并且，大多数企业的数据资源利用水平较低、信息化建设相对滞后、数字化运用服务能力不足，数字化转型可谓任重道远。

（3）不少产业在全球价值链上位次偏低。

从总体来看，我国制造业产业链供应链仍然处于全球价值链中低端，产品附加值较低，产业链高端化水平不足。另外根据全球投入产出表(WIOD2016)的数据计算，我国的产业增加值率在全球处于中下游，在技术密集型产业中，我国在化工行业、电力机械行业、计算机和电子行业增加值率也远低于美国的行业水平^[51]。这些事实表明我国在全球价值链上所处位次偏低。

（4）部分产业链供应链的自主可控能力较低。

受新冠肺炎疫情影响以及全球各国贸易争端不断升级,我国产业链安全稳定受到威胁。我国有不少行业严重依赖进口,其中高端芯片、半导体的关键设备材料等 90%以上依赖进口。另外根据全球投入产出表的数据计算,我国进口零部件中,电子通信行业占比 79.48%;原油进口依存度达到 73.5%,天然气进口依存度达到 43%,铁矿进口依存度达到 85%,铜、钴、镍等进口依存度约 90%^[22]。这些事实都说明我国某些产业的进口依存度相当高,从而无法保障产业的安全稳定发展,因此必须提升产业链供应链的自主可控能力^[52]。

3 产业链供应链现代化水平的测度

3.1 测度体系

3.1.1 指标体系构建

本文以全面性、科学性、代表性、可操作性为原则，围绕产业链供应链现代化的内涵，构建了涵盖创新能力、绿色集约、数字化、经济效益、自主可控五大维度的评价指标体系，涵盖 13 个分项指标和 37 个基础指标。如表 3.1 所示：

表 3.1 产业链供应链现代化水平测度指标体系

维度	分项指标	基础指标	属性
创新能力	创新投入	R&D 经费投入强度	正指标
		R&D 人员	正指标
		研发人员全时当量	正指标
		新产品开发经费支出	正指标
		基础研究投入	正指标
	创新产出	专利申请数	正指标
		专利授权数	正指标
有效发明专利数		正指标	
绿色集约	污染物排放	工业 SO ₂ 排放量	负指标
		工业废水排放量	负指标
		工业颗粒物排放量	负指标
		一般工业固体废物产生量	负指标
	环境治理	环保投入	正指标
		工业废水治理设施处理能力	正指标
		工业废气治理设施处理能力	正指标
		工业废气治理设施运行费用	正指标
		工业固体废物产生量综合利用量	正指标

数字化	数字基础设施	域名数	正指标
		IPv4 地址数	正指标
	数字经济 发展	电子商务销售额	正指标
		软件业务收入	正指标
	数字化 程度	每百家企业拥有网站数	正指标
		数字化从业人员	正指标
		移动互联网普及率	正指标
		每百人使用计算机数	正指标
经济效益	价值链	出口技术复杂度 PRODOY	正指标
	产业竞争力	技术市场成交额占比	正指标
		出口贸易占比	正指标
	产业效益	工业新产品销售收入占比	正指标
		高技术产业营业收入占比	正指标
		高技术产业利润率	正指标
高技术产业新产品销售收入占比		正指标	
自主可控	技术链	外资技术控制率	负指标
	资本链	外资投资占比	负指标
		工业外商资本占比	负指标
	市场链	工业外资市场控制率	负指标
		高技术产业外资市场控制率	负指标

3.1.2 指标说明

具体而言，该指标体系的构建分别从创新能力、环境保护、数字化、增值能力、安全问题等角度衡量产业链供应链现代化水平。

创新是引领产业链供应链发展的动力之源，是提升产业链供应链的现代化水平的必由之路^[30]。习近平总书记关于创新进行了多次指示，如“创新是引领发展的第一动力，抓创新就是抓发展，谋创新就是谋未来”，“加快实施创新驱动发展战略，加快推动经济发展方式转变”，“我国科技发展的方向就是创新创新再创新”。

新”，“着力推动工程科技创新，实施可持续发展战略”。根据创新价值链理论，科技创新活动可分为创新投入和创新产出两个阶段^[53]。所以本文从创新投入和创新产出两个方面选择指标反映产业链供应链的创新能力水平。其中选择 R&D 经费投入强度、R&D 人员、研发人员全时当量、新产品开发经费支出、基础研究投入代表创新投入，选择专利申请数、专利授权数、有效发明专利数代表创新产出。

产业链供应链的绿色发展是实现高质量发展的关键环节。习近平总书记强调，综观人类文明发展史，生态兴则文明兴，生态衰则文明衰，我们要建设的现代化是人与自然和谐共生的现代化^[54]。经济的发展必然会带来污染物的排放，对生态环境造成破坏，因此在无法避免生态环境遭到破坏的前提下，环境治理尤为重要^[59]。绿色发展主要表现为生产绿色转型与绿色治理，通过加大环境保护投入，减少环境污染，推动产业链供应链绿色化转型^[30]。因此，本文从污染物排放和环境治理两个方面选择指标反映产业链供应链的绿色集约水平。其中选择“工业三废（废气、废水、废物）”代表污染物排放，选择环保投入、工业三废的处理能力、治理设施运行费用代表环境治理，综合反映产业链供应链的绿色集约水平。

数字化转型是提升产业链供应链现代化水平的重要途径。新一轮科技革命和产业变革的最重要特征是推进了数字产业化和产业数字化，数据成为一种新型生产要素。这对于产业链供应链的现代化具有特殊的意义^[55]。因此，本文从数字基础设施、数字经济发展、数字化建设三个方面选择指标反映产业链供应链的数字化水平。其中，选择域名数、IPv4 地址数代表数字基础设施，选择电子商务销售额、软件业务收入代表数字经济发展，选择每百家企业拥有网站数、数字化从业人员、移动互联网普及率、每百人使用计算机数代表数字化程度。综合反映产业链供应链的数字化水平。

提升附加值率是提升产业链供应链现代化水平的目标。新发展格局下，推动产业链供应链向高附加值延伸，强化其产业嵌入全球价值链各环节的增值能力，全面提升企业在全产业链供应链体系中的竞争力，以实现在全球价值链的地位提升^[55]。因此本文从价值链、产业竞争力、产业效益三个方面选择指标反映产业链供应链的经济效益水平。其中，选择出口技术复杂度代表价值链，选择技术市场成交额占比、出口贸易占比代表产业竞争力，选择工业新产品销售收入占比、

高技术产业营业收入占比、高技术产业利润率、高技术产业新产品销售收入占比代表产业效益。综合反映产业链供应链的经济效益水平。

自主可控是提升产业链供应链现代化水平的前提。习近平总书记强调，“要着力打造自主可控、安全可靠的产业链、供应链”。借鉴张其仔和许明（2022）^[55]的研究，增强产业链供应链的自主可控能力，一是要求增强产业链供应链韧性，二是要求强化产业链供应链稳定性。因此，本文从技术链、资本链、市场链三个方面选择指标反映产业链供应链的自主可控水平。其中，选择外资技术控制率代表技术链，选择外资投资占比、工业外商资本占比代表资本链，选择工业外资市场控制率、高技术产业外资市场控制率代表市场链。综合反映产业链供应链的自主可控水平。

3.2 测度方法及数据来源

3.2.1 测度方法

本文采用熵权 TOPSIS 分析法测度我国产业链供应链的现代化水平。熵权-TOPSIS 法是融合了熵权法与 TOPSIS 法的综合评价方法。首先求得无序评价系统中各项指标的信息熵值，从而判断该项指标对整体的影响程度（即权重），在得到加权后各项指标数据后，判断其最优方案及最劣方案，最后求得各测度方案到理想方案的相对欧式距离接近度，是一种客观赋权排序的评价方法。其计算步骤如下：

首先进行无量纲化处理，得到 Y_{ij} ，本文在离差标准化的基础上稍作修改，使标准化后的数据落在 (0,1.0001) 区间：

$$Y_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij} - \min(X_{ij}) + 0.0001}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}, X_{ij} \text{ 为正向指标} \\ \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij} + 0.0001}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}, X_{ij} \text{ 为负向指标} \end{cases} \quad (3-1)$$

计算产业链供应链现代化水平测度指标 Y_{ij} 的信息熵值 E_j

$$E_j = \ln \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [(Y_{ij} / \sum_{i=1}^m Y_{ij}) \ln(Y_{ij} / \sum_{i=1}^m Y_{ij})] \quad (3-2)$$

计算产业链供应链现代化水平测度体系中各测度指标的权重 W_j 和加权矩阵 R

$$W_j = \frac{(1-E_j)}{\sum_{j=1}^n (1-E_j)} \quad (3-3)$$

$$R = (r_{ij})_{n \times m} \quad (3-4)$$

$$r_{ij} = W_j \times Y_{ij}$$

根据加权矩阵 R 确定最优方案 Q_j^+ 与最劣方案 Q_j^- , 并计算测度方案与最优方案 Q_j^+ 及最劣方案 Q_j^- 的欧氏距离 D_i^+ 和 D_i^- :

$$Q_j^+ = (\max r_{i1}, \max r_{i2}, \dots, \max r_{im}) \quad (3-5)$$

$$Q_j^- = (\min r_{i1}, \min r_{i2}, \dots, \min r_{im})$$

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Q_j^+ - r_{ij})^2} \quad (3-6)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Q_j^- - r_{ij})^2}$$

计算各测度方案与理想方案的相对接近度 C_i :

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (3-7)$$

其中, 相对接近度 C_i ($0 \leq C_i \leq 1$) 值越小表明第 i 个省份的产业链供应链现代化水平越低; 反之, 第 i 个省份的产业链供应链现代化水平越高。

3.2.2 数据来源

本文所使用的数据来源于《中国统计年鉴》《中国高技术产业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国贸易外经统计年鉴》《中国工业年

鉴》以及 30 个省份的地方统计年鉴。由于数据的获取问题，未对港澳台地区和西藏自治区进行分析。

3.3 各省产业链供应链的综合水平

利用熵权-TOPSIS 法测出 2011-2020 年中国 30 个省份的产业链供应链的综合水平。

表 3.2 中国 30 个省份产业链供应链综合水平

省份	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	均值	排名
北京	0.4541	0.4304	0.4510	0.4745	0.4484	0.4257	0.4484	0.4274	0.4383	0.4496	0.4448	3
天津	0.1820	0.1952	0.2267	0.2130	0.2247	0.1931	0.1621	0.1614	0.1682	0.1770	0.1903	10
河北	0.1790	0.1668	0.1858	0.1912	0.2011	0.2027	0.2010	0.2562	0.1829	0.2022	0.1969	9
山西	0.1117	0.1168	0.1238	0.1223	0.1196	0.1519	0.1304	0.1667	0.2034	0.1409	0.1388	16
内蒙古	0.1003	0.0925	0.0956	0.1129	0.1141	0.0872	0.0932	0.1010	0.1064	0.1116	0.1015	24
辽宁	0.2150	0.1798	0.1833	0.1756	0.1728	0.1489	0.1744	0.1812	0.1429	0.1508	0.1725	11
吉林	0.0853	0.0852	0.0809	0.0866	0.0958	0.0917	0.1129	0.1513	0.1285	0.1337	0.1052	21
黑龙江	0.1235	0.0878	0.1014	0.0952	0.0974	0.1043	0.1000	0.0945	0.0877	0.0971	0.0989	25
上海	0.3190	0.2871	0.2978	0.3200	0.3235	0.3135	0.2926	0.2870	0.2865	0.2886	0.3015	6
江苏	0.5948	0.6040	0.5625	0.5481	0.5592	0.5255	0.5097	0.4993	0.5139	0.5241	0.5441	2
浙江	0.3371	0.3964	0.3504	0.3513	0.3843	0.3683	0.3364	0.3490	0.3481	0.3826	0.3604	4
安徽	0.1234	0.1326	0.1494	0.1581	0.1719	0.2635	0.1747	0.1787	0.1717	0.1987	0.1723	12
福建	0.2066	0.2076	0.1951	0.1735	0.2033	0.2302	0.2616	0.2412	0.2076	0.2018	0.2129	7
江西	0.0970	0.0994	0.1075	0.1055	0.1178	0.1101	0.1170	0.1526	0.1448	0.1583	0.1210	19
山东	0.2689	0.2582	0.3554	0.3181	0.3149	0.3085	0.3134	0.2951	0.2866	0.3197	0.3039	5
河南	0.1192	0.1191	0.2171	0.2260	0.2574	0.2252	0.2313	0.2432	0.1995	0.2001	0.2038	8
湖北	0.1452	0.1346	0.1429	0.1474	0.1686	0.1539	0.1656	0.1754	0.1594	0.1670	0.1560	14
湖南	0.1059	0.1101	0.1230	0.1275	0.1545	0.1348	0.1358	0.1358	0.1362	0.1413	0.1305	18
广东	0.6686	0.6811	0.6793	0.6765	0.6928	0.6665	0.6472	0.6896	0.6991	0.7341	0.6835	1
广西	0.0854	0.0859	0.0852	0.0898	0.1003	0.1209	0.1139	0.1546	0.1314	0.0956	0.1063	20
海南	0.0825	0.0960	0.0972	0.1050	0.1029	0.1003	0.1192	0.1215	0.1005	0.0941	0.1019	23
重庆	0.1198	0.1136	0.1188	0.1408	0.1825	0.1500	0.1566	0.1628	0.1444	0.1496	0.1439	15
四川	0.1537	0.1511	0.1634	0.1753	0.1787	0.1715	0.1678	0.1745	0.1705	0.1923	0.1699	13
贵州	0.0728	0.0740	0.0751	0.0825	0.0877	0.0770	0.0739	0.0881	0.0892	0.0948	0.0815	30
云南	0.0844	0.0821	0.0885	0.0963	0.0960	0.0852	0.1114	0.1525	0.1272	0.1256	0.1049	22
陕西	0.1114	0.1134	0.1325	0.1404	0.1507	0.1399	0.1385	0.1413	0.1520	0.1545	0.1375	17
甘肃	0.0788	0.0824	0.0826	0.0980	0.1043	0.0929	0.1077	0.1073	0.0981	0.1018	0.0954	26
青海	0.0814	0.0833	0.0883	0.0880	0.0886	0.0856	0.0985	0.1068	0.0869	0.0856	0.0893	28
宁夏	0.0857	0.0749	0.0774	0.0803	0.0860	0.0792	0.0831	0.0926	0.0876	0.1039	0.0851	29
新疆	0.0861	0.0896	0.0871	0.0855	0.0856	0.0903	0.1100	0.1078	0.0929	0.0827	0.0917	27
东部	0.3189	0.3184	0.3259	0.3224	0.3298	0.3167	0.3151	0.3190	0.3068	0.3204	0.3193	-

中部	0.1139	0.1107	0.1308	0.1336	0.1479	0.1544	0.1460	0.1623	0.1539	0.1546	0.1408	-
西部	0.0964	0.0948	0.0995	0.1082	0.1159	0.1072	0.1141	0.1263	0.1170	0.1180	0.1097	-
全国	0.1826	0.1810	0.1908	0.1935	0.2028	0.1966	0.1963	0.2066	0.1964	0.2020	0.1949	-

如表 3.2 所示, 2011-2020 年中国产业链供应链综合水平介于 0.0728-0.7341 之间, 东部地区的综合水平介于 0.3068-0.3298 之间, 中部地区的综合水平介于 0.1107-0.1623 之间, 西部地区的综合水平介于 0.0948-0.1263 之间。其中, 产业链供应链综合水平均值的前 3 的省份分别为广东 (0.6835)、江苏 (0.5441)、北京 (0.4448)。而排名最后 3 名的省份分别为青海 (0.0893)、宁夏 (0.0851)、贵州 (0.0815)。其中广东省的综合水平是贵州的 8.39 倍, 由此可见, 不同省份的产业链供应链综合水平差距十分明显。并且发现东部地区综合水平均值最高的省份为广东 (0.6835), 最低的省份是海南 (0.1019); 中部地区综合水平均值最高的省份为河南 (0.2038), 最低的省份是黑龙江 (0.0989); 西部地区综合水平均值最高的省份为四川 (0.1699), 最低的省份是贵州 (0.0815)。由此说明, 同一地区不同省份产业链供应链的综合水平也存在差异。

从全国层面来看, 2011-2020 年我国产业链供应链现代化水平总体上呈现波动上升的趋势。从 2011 年的 0.1826 上升至 2020 年的 0.2020, 年均增长率为 1.18%, 增幅为 10.63%。从区域层面来看, 产业链供应链的现代化水平呈现出“东部>中部>西部”的分布格局, 其中, 东部地区的综合水平高于全国的综合水平, 中西部地区的综合水平低于全国的综合水平, 并且中西部地区的综合水平与东部地区的差距十分巨大。造成区域间产业链供应链现代化水平存在明显差异的主要原因有社会经济基础、区位条件等方面。改革开放后, 东部沿海地区率先开放, 由于其独特的区位条件, 经济开始迅猛发展。相对而言, 中西部地区多属于内陆地区, 区位优势不明显, 经济发展水平较低。因此中西部产业链供应链现代化水平较低。另外, 2011-2020 年东部地区的产业链供应链现代化水平总体上呈现波动变化的态势。东部地区的综合水平由 2011 年的 0.3189 提升到 2020 年的 0.3204, 年均增长率为 0.05%, 增幅为 0.47%。中部地区的综合水平总体上呈现小幅度上升的趋势, 从 2011 年的 0.1139 上升至 2020 年的 0.1546, 年均增长率为 3.97%, 增幅为 35.73%。西部地区的综合水平总体上呈现小幅度波动上升的趋势, 从 2011 年的 0.0964 上升至 2020 年的 0.1180, 年均增长率为 2.49%, 增幅为 22.41%。说明随着时间的推移, 东部地区的增速有所减缓, 中部地区和西部

地区的产业链供应链的综合水平的差距逐渐拉大,中部地区产业链供应链的综合水平逐渐接近于全国平均水平。

为更明确地掌握省域时序演变态势,文中将 30 个省份进行了演变态势归类划分,具体演变类型及划分情况如下所示:依据均值与标准差的关系,将 30 个省份划分为三个梯队:第一梯队、第二梯队和第三梯队。其中,先求出 30 个省水平得分的均值和标准差,将均值+0.5*标准差的值定义为 A,将均值-0.5*标准差的值定义为 B,则水平得分高于 A 的省份划分为第一梯队,水平得分高于介于 A 和 B 之间的省份划分为第二梯队,水平得分低于 B 的省份划分为第三梯队。此外,选择研究样本期间内的测度水平的均值分析各省份的时序演变具体详情及质量等级变化情况。

从测度结果可知,2011 年-2020 年产业链供应链综合水平均值介于 0.0815~0.6835,30 个省的综合水平均值的均值为 0.1949,标准差为 0.1442。依据上面的划分标准,现将 30 个省份分为 3 种类型,综合水平均值高于 0.2670 的省份为第一梯队,综合水平均值介于 0.1228~0.2670 之间的省份成为第二梯队,而综合水平均值低于 0.1228 的省份为第三梯队。

经计算,处于第一梯队的省份共有 6 个,分别为广东(0.6835)、江苏(0.5441)、北京(0.4448)、浙江(0.3604)、山东(0.3039)、上海(0.3015)。这些省份的综合水平远大于 30 个省份的平均综合水平,表明第一梯队的这些省份在全国的产业链供应链综合水平中位于前列。其中,广东、江苏和北京等省份的综合水平不仅远远超过第二梯队和第三梯队的省份,而且与第一梯队的其它省份相比也具有明显优势。

处于第二梯队的省份共有 12 个省份,分别为福建(0.2129)、河南(0.2038)、河北(0.1969)、天津(0.1903)、辽宁(0.1725)、安徽(0.1723)、四川(0.1699)、湖北(0.1560)、重庆(0.1439)、山西(0.1388)、陕西(0.1375)、湖南(0.1305)。这些省份中的福建、河南、河北等省份的产业链供应链的综合水平大于 30 个省份的平均综合水平,其它 9 个省份都小于这个平均综合水平,其差距也不是十分巨大,但是与第一梯队省份的综合水平有较大差距,有较大的提升空间。

处于第三梯队的共有 12 个省份,分别为江西(0.1210)、广西(0.1063)、吉林(0.1052)、云南(0.1049)、海南(0.1019)、内蒙古(0.1015)、黑龙

江(0.0989)、甘肃(0.0954)、新疆(0.0917)、青海(0.0893)、宁夏(0.0851)、贵州(0.0815)。这些省份的产业链供应链综合水平较低,主要原因是对于提升产业链供应链现代化水平的认识不够,不能很好把握提升产业链供应链现代化水平的内涵,另外可能也与本地区的经济不发达有关。青海、宁夏、贵州是第三梯队的综合水平排名最后的3个省份,这些省份与第二梯队的福建、河南、河北等省份的差距也十分巨大,更不必谈与第一梯队中广东、江苏和北京等省份的差距,这些省份提升产业链供应链现代化水平的道路任重道远。

为了分析产业链供应链综合水平在东部地区、中部地区、西部地区等3个地区的空间分布,然后将3个梯队的30个省份按照东部地区、中部地区、西部地区进行划分,结果如下表3.3所示:

表 3.3 各省产业链供应链综合水平区域分布

类型	东部地区	中部地区	西部地区
第一梯队	北京、上海、江苏 浙江、山东、广东		
第二梯队	天津、河北、辽宁、 福建	山西、安徽、河南、 湖北、湖南	重庆、四川、陕西
第三梯队	海南	吉林、黑龙江、江西	内蒙古、广西、贵州、云南、 甘肃、青海、宁夏、新疆

由表3.3可知,第一梯队的6个省份均位于东部地区,占东部地区省份总数的54.5%,说明了东部地区的产业链供应链综合水平居于全国前列。第二梯队共包含12个省份,其中东部地区有4个,占东部地区省份总数的36.4%;中部地区有5个,占中部地区省份总数的62.5%;西部地区有3个,占西部地区省份总数的27.3%。第三梯队共包含12个省份,其中东部地区有1个,占东部地区省份总数的9.1%;中部地区有3个,占中部地区省份总数的37.5%;西部地区有8个,占西部地区省份总数的72.7%。说明第一梯队以东部地区为主,中部地区以第二梯队为主,第三梯队以西部地区为主。经计算,东部地区产业链供应链平均综合水平为0.3193,中部地区产业链供应链平均综合水平为0.1408,西部地区产业链供应链平均综合水平为0.1097,全国综合水平的均值为0.1949,所以从空间地域上看,我国的产业链供应链综合水平呈现“东高、中西低”的阶梯状的空间分布特征。

3.4 各省产业链供应链的各维度水平

前面已经对产业链供应链的综合水平进行了分析，以下从创新能力、绿色集约、数字化、经济效益、自主可控等 5 个维度分析中国 30 个省的情况差异。

3.4.1 创新能力水平

表 3.4 中国 30 个省份产业链供应链创新能力水平

省份	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	均值	排名
北京	0.4168	0.4054	0.4348	0.4599	0.4502	0.4534	0.4169	0.3924	0.3961	0.3969	0.4223	4
天津	0.1262	0.1289	0.1466	0.1537	0.1986	0.2018	0.1571	0.1379	0.1094	0.1082	0.1469	11
河北	0.0779	0.0749	0.0855	0.0954	0.1066	0.1047	0.1028	0.0922	0.0920	0.0991	0.0931	16
山西	0.0478	0.0459	0.0520	0.0509	0.0456	0.0433	0.0404	0.0371	0.0346	0.0376	0.0435	21
内蒙古	0.0212	0.0213	0.0267	0.0261	0.0343	0.0332	0.0245	0.0183	0.0178	0.0201	0.0243	26
辽宁	0.1266	0.1104	0.1189	0.1174	0.1146	0.1061	0.1027	0.0912	0.0853	0.0893	0.1062	15
吉林	0.0512	0.0510	0.0499	0.0541	0.0582	0.0532	0.0478	0.0357	0.0387	0.0418	0.0482	20
黑龙江	0.0814	0.0832	0.0823	0.0736	0.0752	0.0646	0.0573	0.0450	0.0415	0.0407	0.0645	19
上海	0.2907	0.2723	0.2794	0.2906	0.2822	0.2732	0.2582	0.2354	0.2314	0.2302	0.2643	6
江苏	0.6645	0.7046	0.6857	0.6388	0.6117	0.5841	0.5602	0.5215	0.5025	0.5212	0.5995	2
浙江	0.4586	0.4729	0.5036	0.4953	0.4960	0.4716	0.4267	0.4083	0.3956	0.4074	0.4536	3
安徽	0.1409	0.1487	0.1728	0.1839	0.1890	0.1884	0.1741	0.1618	0.1473	0.1611	0.1668	8
福建	0.1245	0.1274	0.1428	0.1527	0.1667	0.1734	0.1606	0.1625	0.1518	0.1527	0.1515	9
江西	0.0414	0.0379	0.0462	0.0549	0.0645	0.0763	0.0769	0.0832	0.0909	0.0943	0.0667	18
山东	0.3067	0.3012	0.3204	0.3214	0.3366	0.3217	0.3002	0.2591	0.2331	0.2563	0.2957	5
河南	0.1214	0.1179	0.1367	0.1483	0.1550	0.1508	0.1475	0.1367	0.1360	0.1397	0.1390	12
湖北	0.1440	0.1434	0.1542	0.1581	0.1612	0.1577	0.1511	0.1432	0.1465	0.1518	0.1511	10
湖南	0.1015	0.1022	0.1128	0.1202	0.1257	0.1210	0.1217	0.1177	0.1178	0.1223	0.1163	14
广东	0.6852	0.6607	0.6826	0.7179	0.7457	0.7724	0.8115	0.8020	0.7958	0.8320	0.7506	1
广西	0.0392	0.0374	0.0406	0.0473	0.0526	0.0542	0.0494	0.0398	0.0368	0.0361	0.0433	22
海南	0.0039	0.0049	0.0043	0.0038	0.0040	0.0064	0.0075	0.0055	0.0053	0.0085	0.0054	30
重庆	0.0801	0.0775	0.0861	0.0930	0.1111	0.1039	0.0956	0.0914	0.0857	0.0838	0.0908	17
四川	0.1565	0.1584	0.1761	0.1966	0.1893	0.1856	0.1787	0.1624	0.1468	0.1536	0.1704	7
贵州	0.0256	0.0261	0.0309	0.0359	0.0354	0.0306	0.0331	0.0344	0.0351	0.0365	0.0324	25
云南	0.0325	0.0318	0.0334	0.0359	0.0454	0.0458	0.0446	0.0435	0.0424	0.0454	0.0401	23
陕西	0.1113	0.1110	0.1258	0.1317	0.1338	0.1354	0.1208	0.1022	0.1009	0.1005	0.1173	13
甘肃	0.0326	0.0344	0.0360	0.0410	0.0439	0.0419	0.0369	0.0346	0.0324	0.0291	0.0363	24
青海	0.0126	0.0082	0.0070	0.0058	0.0049	0.0037	0.0080	0.0044	0.0060	0.0063	0.0067	29
宁夏	0.0122	0.0121	0.0139	0.0164	0.0208	0.0225	0.0267	0.0275	0.0266	0.0261	0.0205	27
新疆	0.0143	0.0141	0.0158	0.0174	0.0202	0.0175	0.0148	0.0130	0.0099	0.0112	0.0148	28
东部	0.2983	0.2967	0.3095	0.3133	0.3193	0.3153	0.3004	0.2825	0.2726	0.2820	0.2990	-
中部	0.0912	0.0913	0.1009	0.1055	0.1093	0.1069	0.1021	0.0951	0.0942	0.0987	0.0995	-

西部	0.0489	0.0484	0.0538	0.0588	0.0629	0.0613	0.0576	0.0520	0.0491	0.0499	0.0543	-
全国	0.1516	0.1509	0.1601	0.1646	0.1693	0.1666	0.1585	0.1480	0.1431	0.1480	0.1561	-

如表 3.4 所示, 2011-2020 年中国各省份产业链供应链创新能力水平介于 0.0037-0.832 之间, 东部地区的创新能力水平介于 0.2726-0.3193 之间, 中部地区的创新能力水平介于 0.0912-0.1093 之间, 西部地区的创新能力水平介于 0.0484-0.0629 之间。在样本期内创新能力的平均水平排名前 3 的省份分别是广东 (0.7506)、江苏(0.5995)、浙江(0.4536), 而排名最后 3 名的省份为新疆(0.0148)、青海 (0.0067)、海南 (0.0054)。其中广东省的创新能力水平是海南的 139 倍, 由此可见, 不同省份的产业链供应链创新能力水平差距十分明显。并且发现创新能力平均水平东部地区最高的省份为广东(0.7506), 最低的省份是海南(0.0054); 中部地区最高的省份为安徽 (0.1668), 最低的省份是山西 (0.0435); 西部地区最高的省份为四川 (0.1704), 最低的省份是青海(0.0067)。由此说明, 同一地区不同省份的创新能力水平也存在巨大差异。

从全国层面来看, 2011-2020 年中国产业链供应链的创新能力水平呈现波动变化。2011-2015 年创新能力水平呈现上升的趋势, 从 2011 年的 0.1516 上升到 2015 年的 0.1693, 年均增长率为 2.92%, 增幅为 11.68%。2015 年-2020 年呈现下降的趋势, 从 2015 年的 0.1693 下降到 2020 年的 0.148, 年均下降率为 2.52%, 降幅为 12.58%。从区域层面来看, 产业链供应链的创新能力水平呈现出“东部>中部>西部”的分布格局, 其中, 东部地区的创新能力水平高于全国的创新能力水平, 中西部地区的创新能力水平低于全国的创新能力水平, 并且中西部地区的创新能力水平与东部地区的差距十分巨大。因此, 不同地区的产业链供应链创新能力水平存在明显的差异, 且西部地区产业链供应链创新能力水平亟需提高。而造成区域间产业链供应链创新能力水平存在明显差异的主要原因是东部地区相比中西部地区区位优势明显、经济发达, 在创新上投入较大, 因此东部地区的产业链供应链创新能力水平最高。另外, 2011-2020 年东部地区的产业链供应链的创新能力水平呈现波动变化的态势。其中, 2011-2015 年创新能力水平呈现上升的趋势, 从 2011 年的 0.2983 上升到 2015 年的 0.3193, 年均增长率为 1.76%, 增幅为 7.04%。2015 年-2020 年呈现下降的趋势, 从 2015 年的 0.3193 下降到 2020 年的 0.282, 年均下降率为 2.34%, 降幅为 11.68%。中部地区在样本期内总体呈

现波动变化的态势。其中，2011-2015年创新能力水平呈现上升的趋势，从2011年的0.0912上升到2015年的0.1093，年均增长率为4.96%，增幅为19.85%。2015年-2020年呈现下降的趋势，从2015年的0.1093下降到2020年的0.0987，年均下降率为1.94%，降幅为9.7%。西部地区在样本期内总体同样呈现波动变化的态势。其中，2011-2015年创新能力水平呈现上升的趋势，从2011年的0.0489上升到2015年的0.0629，年均增长率为7.16%，增幅为28.63%。2015年-2020年呈现下降的趋势，从2015年的0.0629下降到2020年的0.0499，年均下降率为4.13%，降幅为20.67%。说明随着时间的推移，东部地区的增速有所减缓，中部地区和西部地区的产业链供应链的创新能力的差距逐渐拉大，中部地区产业链供应链的创新能力的水平逐渐接近于全国平均水平。

从测度结果可知，2011年-2020年中国产业链供应链创新能力水平均值介于0.0054~0.7506，30个省份的创新能力的平均值的均值为0.1561，标准差为0.1812，依据上述的划分标准，现将创新能力水平高于0.2467的省份为第一梯队，创新能力水平介于0.0655~0.2467之间的省份成为第二梯队，而创新能力水平低于0.0655的省份为第三梯队。然后将30个省份按照东部地区、中部地区、西部地区进行划分，结果如下表3.5所示，

表 3.5 各省创新能力平均水平区域分布

类型	东部地区	中部地区	西部地区
第一梯队	北京、上海、江苏、浙江、山东、广东		
第二梯队	天津、河北、辽宁、福建	安徽、江西、河南、湖北、湖南、	重庆、四川、陕西
第三梯队	海南	山西、吉林、黑龙江	内蒙古、广西、贵州、云南、甘肃、青海、宁夏、新疆

由表3.5可知，第一梯队的6个省份均位于东部地区，占东部地区省份总数的54.5%，这说明了东部地区的创新能力水平居于全国前列。第二梯队共包含12个省份，其中东部地区有4个，占东部地区省份总数的36.4%；中部地区有5个，占中部地区省份总数的62.5%；西部地区有3个，占西部地区省份总数的27.3%。第三梯队共包含12个省份，其中东部地区有1个，占东部地区省份总数的9.1%；中部地区有3个，占中部地区省份总数的37.5%；西部地区有8个，占西部地区省份总数的72.7%，说明第一梯队以东部地区为主，中部地区以第二梯队为主，

第三梯队以西部地区为主。经计算，东部地区创新能力平均水平为 0.2990，中部地区创新能力平均水平为 0.0995，西部地区创新能力平均水平为 0.0543，全国创新能力水平的均值为 0.1561，所以从空间地域上看，我国产业链供应链的创新能力水平呈现出“东高、中西低”的区域格局。

有表 3.3 和表 3.5 对比可知，东部地区的产业链供应链综合水平 3 个梯队的省份分布与东部地区的创新能力水平 3 个梯队的省份分布一致，中部地区的山西在综合水平中位于第二梯队，但在创新能力水平中位于第三梯队。西部地区的产业链供应链综合水平 3 个梯队的省份分布与西部地区的创新能力水平 3 个梯队的省份分布一致，大部分省份位于第三梯队。表明山西以及西部地区等省份在产业链供应链的创新能力上的重视程度也不够，急需解决此问题。

3.4.2 绿色集约水平

表 3.6 中国 30 个省份产业链供应链绿色集约水平

省份	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	均值	排名
北京	0.1927	0.2306	0.2415	0.2798	0.2412	0.1420	0.1898	0.2133	0.1630	0.1650	0.2059	22
天津	0.2071	0.2060	0.2167	0.2360	0.2576	0.1799	0.1848	0.2222	0.1922	0.2103	0.2113	20
河北	0.6994	0.7081	0.7877	0.7783	0.7474	0.5446	0.5279	0.8067	0.4706	0.6093	0.6680	1
山西	0.3929	0.4173	0.4786	0.4794	0.4283	0.3728	0.3593	0.4952	0.6246	0.4584	0.4507	4
内蒙古	0.3494	0.3620	0.3737	0.4339	0.4167	0.1943	0.2107	0.2533	0.2811	0.3400	0.3215	10
辽宁	0.6513	0.4478	0.4002	0.4257	0.4225	0.2757	0.3443	0.4098	0.2844	0.3573	0.4019	5
吉林	0.1673	0.1964	0.2021	0.2075	0.2209	0.1262	0.1543	0.1839	0.1533	0.1485	0.1760	28
黑龙江	0.3763	0.2500	0.2389	0.2350	0.2463	0.1898	0.1609	0.1955	0.1602	0.1879	0.2241	19
上海	0.2046	0.2212	0.2465	0.2507	0.2744	0.1921	0.2385	0.2299	0.2158	0.2329	0.2307	18
江苏	0.5730	0.6600	0.6069	0.6487	0.6061	0.4502	0.6998	0.6868	0.7370	0.7503	0.6419	2
浙江	0.3224	0.4768	0.4056	0.4216	0.4369	0.2597	0.3109	0.3510	0.3409	0.6211	0.3947	6
安徽	0.2866	0.3208	0.3701	0.3868	0.3653	0.6032	0.2772	0.3026	0.3543	0.4780	0.3745	8
福建	0.2128	0.2922	0.2827	0.2574	0.3096	0.1507	0.1861	0.2445	0.2122	0.4031	0.2551	15
江西	0.2317	0.2577	0.2803	0.2906	0.2707	0.1287	0.1662	0.3371	0.2409	0.2921	0.2496	16
山东	0.5649	0.6030	0.6422	0.6920	0.6972	0.4571	0.4945	0.5377	0.5426	0.8468	0.6078	3
河南	0.3102	0.3301	0.3765	0.4136	0.4157	0.2678	0.2895	0.3285	0.3720	0.4043	0.3508	9
湖北	0.3938	0.3197	0.2934	0.3158	0.3046	0.1822	0.2434	0.3459	0.2209	0.3098	0.2929	11
湖南	0.2012	0.2453	0.2729	0.2921	0.3471	0.1313	0.1964	0.2239	0.1955	0.2229	0.2329	17
广东	0.3748	0.3910	0.4460	0.4447	0.4100	0.2365	0.2895	0.3307	0.2977	0.5604	0.3781	7
广西	0.2251	0.2589	0.2738	0.2682	0.2808	0.2605	0.2444	0.4136	0.3522	0.2273	0.2805	12
海南	0.1647	0.1871	0.1972	0.2066	0.2356	0.1396	0.1801	0.2083	0.1601	0.1573	0.1837	27
重庆	0.2028	0.1981	0.2015	0.2093	0.2221	0.1564	0.1980	0.2767	0.2008	0.1696	0.2035	23

四川	0.2609	0.2639	0.2988	0.3029	0.2646	0.1909	0.1694	0.2504	0.2011	0.3826	0.2585	13
贵州	0.1783	0.1973	0.2231	0.2368	0.2527	0.1359	0.1264	0.1833	0.1754	0.2437	0.1953	26
云南	0.2344	0.2511	0.2817	0.2731	0.2554	0.1376	0.1942	0.3627	0.3191	0.2500	0.2559	14
陕西	0.1778	0.1988	0.2265	0.2451	0.2590	0.1376	0.1566	0.1968	0.2040	0.2602	0.2062	21
甘肃	0.1637	0.2025	0.2055	0.2134	0.2105	0.1163	0.1495	0.1650	0.1302	0.1668	0.1723	29
青海	0.1856	0.2019	0.2164	0.2283	0.2372	0.1575	0.1855	0.2067	0.1686	0.1717	0.1960	24
宁夏	0.1639	0.1809	0.1980	0.2110	0.2212	0.1339	0.1404	0.1647	0.1368	0.1713	0.1722	30
新疆	0.1694	0.2037	0.2385	0.2715	0.2297	0.1320	0.1561	0.1581	0.2241	0.1725	0.1956	25
东部	0.3789	0.4022	0.4066	0.4219	0.4217	0.2753	0.3315	0.3855	0.3288	0.4467	0.3799	-
中部	0.2950	0.2922	0.3141	0.3276	0.3249	0.2503	0.2309	0.3016	0.2902	0.3127	0.2939	-
西部	0.2101	0.2290	0.2489	0.2631	0.2591	0.1593	0.1756	0.2392	0.2176	0.2323	0.2234	-
全国	0.2946	0.3093	0.3241	0.3385	0.3362	0.2261	0.2475	0.3095	0.2777	0.3324	0.2996	-

如表 3.6 所示, 2011-2020 年中国产业链供应链绿色集约水平介于 0.1163-0.8468 之间, 东部地区的绿色集约水平介于 0.2753-0.4467 之间, 中部地区的绿色集约水平介于 0.2309-0.3276 之间, 西部地区的绿色集约水平介于 0.1593-0.2631 之间。其中, 产业链供应链绿色集约水平平均值的前 3 的省份分别为河北 (0.6680)、江苏 (0.6419)、山东 (0.6078)。而排名最后 3 名的省份分别为吉林 (0.1760)、甘肃 (0.1723)、宁夏 (0.1722)。其中河北省的绿色集约平均水平是宁夏的 3.88 倍, 由此可见, 不同省份的产业链供应链绿色集约水平差距十分明显。并且发现东部地区绿色集约平均水平最高的省份为河北 (0.6680), 最低的省份是海南 (0.1837); 中部地区最高的省份为山西 (0.4507), 最低的省份是吉林 (0.1760); 西部地区最高的省份为内蒙古 (0.3215), 最低的省份是宁夏 (0.1722)。由此说明, 同一地区不同省份的绿色集约水平存在巨大差异。

从全国层面来看, 2011-2020 年中国产业链供应链的绿色集约水平呈现波动变化。2011-2014 年绿色集约水平呈现上升的趋势, 从 2011 年的 0.2946 上升到 2014 年的 0.3385, 年均增长率为 4.97%, 增幅为 14.90%。2014 年-2016 年呈现下降的趋势, 从 2014 年的 0.3385 下降到 2016 年的 0.2261, 年均下降率为 16.60%, 降幅为 33.21%。2016-2020 年呈现波动上升的趋势, 从 2016 年的 0.2261 上升至 2020 年的 0.3324, 年均增长率为 11.75%, 增幅为 47.01%。从区域层面来看, 产业链供应链的绿色集约水平呈现出“东部>中部>西部”的分布格局, 其中, 东部地区的绿色集约水平高于全国绿色集约水平, 中部地区的绿色集约水平与全国绿色集约水平接近, 西部地区的绿色集约水平低于全国绿色集约水平, 并且

中西部地区的绿色集约水平与东部地区的差距十分巨大。造成区域间产业链供应链绿色集约水平存在明显差异的主要原因：东部地区相比中西部地区的有着更高经济水平，在绿色集约上投入较大，因此东部地区的产业链供应链绿色集约水平较高。另外，东部区域与西部区域同全国层面的绿色集约水平的演变趋势基本一致，2011-2014 年绿色集约水平呈现上升的趋势，东部区域与西部区域的年均增长率分别为 3.78%、8.41%，增幅分别为 11.35%、25.23%。2014 年-2016 年呈现下降的趋势，年均下降率分别为 17.37%、19.73%，降幅分别为 34.75%、39.45%。2016-2020 年呈现波动上升的趋势，年均增长率分别为 11.46%、8.41%，增幅分别为 62.26%、45.83%。在样本期内，东中西三大区域总体上呈现小幅度上升的趋势，年均增长率分别为 1.99%、0.67%、1.17%，增幅分别为 17.89%、6%、10.57%。而产生这种现象的原因可能是因为随着时间的推移，政府开始实施可持续发展战略，坚持绿色发展理念，因此，东中西三大区域产业链供应链的绿色集约水平呈上升的趋势。

从测度结果可知，2011 年-2020 年中国产业链供应链绿色集约水平均值介于 0.1722~0.6680，经计算可得，30 个省的绿色集约水平均值的均值为 0.2996，标准差为 0.1385，依据上述的划分标准，现将绿色集约水平高于 0.3689 的省份为第一梯队，绿色集约水平介于 0.2303 ~0.3689 之间的省份成为第二梯队，而绿色集约水平低于 0.2303 的省份为第三梯队。然后将 30 个省份按照东部地区、中部地区、西部地区进行划分，结果如下表 3.7 所示，

表 3.7 各省绿色集约水平区域分布

类型	东部地区	中部地区	西部地区
第一梯队	河北、辽宁、江苏、浙江、山东、广东	山西、安徽	
第二梯队	上海、福建	江西、河南、湖北、湖南	内蒙古、广西、四川、云南、
第三梯队	北京、天津、海南	吉林、黑龙江	重庆、贵州、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆

由表 3.7 可知，第一梯队共包含 8 个省份，其中东部地区有 6 个，占东部地区省份总数的 75%；中部地区有 2 个，占中部地区省份总数的 25%；第二梯队共包含 10 个省份，其中东部地区有 2 个，占东部地区省份总数的 18.2%；中部

地区有 4 个，占中部地区省份总数的 50%；西部地区有 4 个，占西部地区省份总数的 36.4%。第三梯队共包含 12 个省份，其中东部地区有 3 个，占东部地区省份总数的 27.3%；中部地区有 2 个，占中部地区省份总数的 25%；西部地区有 7 个，占西部地区省份总数的 63.6%，这说明第一梯队以东部地区为主，中部地区以第二梯队为主，第三梯队主要以西部地区为主。经计算，东部地区绿色集约平均水平为 0.3799，中部地区绿色集约平均水平为 0.2939，西部地区绿色集约平均水平为 0.2234，全国绿色集约水平的均值为 0.3799，所以从空间地域上看，我国产业链供应链的绿色集约水平呈现出“东高、中西低”的区域特征。

由表 3.3 和表 3.7 对比可知，东部地区中北京、上海在综合水平上分别位于第一，但在绿色集约上分别位于第三梯队和第二梯队。中部地区的山西、安徽在综合水平上位于第二梯队，但在绿色集约上位于第一梯队。西部地区的重庆、陕西在综合水平上位于第二梯队，但在绿色集约上位于第三梯队。表明，北京、上海、重庆、陕西等省份在产业链供应链的绿色集约方面较为薄弱，有较大的提升空间。

3.4.3 数字化水平

表 3.8 中国 30 个省份产业链供应链数字化水平

省份	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	均值	排名
北京	0.5376	0.5043	0.5068	0.5879	0.5157	0.5322	0.6147	0.5918	0.6181	0.6281	0.5637	2
天津	0.1476	0.1522	0.1569	0.1225	0.1302	0.1200	0.0991	0.1168	0.1293	0.1378	0.1312	12
河北	0.1096	0.1050	0.1092	0.0888	0.0814	0.0877	0.0789	0.0889	0.1074	0.1046	0.0962	18
山西	0.0724	0.0760	0.0815	0.0445	0.0489	0.0466	0.0433	0.0717	0.0565	0.0624	0.0604	26
内蒙古	0.0479	0.0508	0.0607	0.0607	0.0646	0.0628	0.0641	0.0799	0.0912	0.0851	0.0668	23
辽宁	0.2356	0.2426	0.2583	0.2359	0.2265	0.1435	0.1634	0.1278	0.1388	0.1266	0.1899	9
吉林	0.0633	0.0630	0.0679	0.0644	0.0601	0.0590	0.0623	0.0699	0.0679	0.0808	0.0659	24
黑龙江	0.0753	0.0572	0.1164	0.0942	0.0715	0.0499	0.0552	0.0661	0.0786	0.0901	0.0754	20
上海	0.3469	0.3357	0.3617	0.4125	0.4347	0.4437	0.3645	0.3563	0.3917	0.3856	0.3833	4
江苏	0.6552	0.5656	0.5368	0.5199	0.5812	0.5491	0.4368	0.4775	0.4841	0.4773	0.5283	3
浙江	0.3710	0.5247	0.3048	0.2911	0.3887	0.4087	0.2919	0.3200	0.3500	0.3358	0.3587	5
安徽	0.0737	0.0807	0.1023	0.0979	0.1120	0.1143	0.0878	0.1003	0.1220	0.1258	0.1017	17
福建	0.2665	0.2512	0.2289	0.1836	0.2356	0.3355	0.3812	0.3253	0.2707	0.1756	0.2654	7
江西	0.0932	0.0936	0.1056	0.0765	0.1044	0.1015	0.0768	0.0848	0.1048	0.1051	0.0946	19
山东	0.2685	0.2698	0.5026	0.4054	0.3486	0.3518	0.3333	0.3226	0.3034	0.2899	0.3396	6
河南	0.0972	0.1021	0.1179	0.1394	0.1566	0.1531	0.1323	0.1480	0.1577	0.1508	0.1355	11

湖北	0.1146	0.1182	0.1300	0.1210	0.1720	0.1534	0.1550	0.1328	0.1549	0.1450	0.1397	10
湖南	0.0937	0.0928	0.1000	0.0938	0.1426	0.1544	0.0943	0.0988	0.1244	0.1218	0.1117	14
广东	0.8173	0.8479	0.8332	0.7544	0.8729	0.8569	0.6509	0.7264	0.7434	0.7275	0.7831	1
广西	0.0572	0.0557	0.0530	0.0529	0.0605	0.0597	0.0436	0.0511	0.0726	0.0735	0.0580	27
海南	0.1082	0.1139	0.1380	0.1327	0.1069	0.0952	0.0922	0.0990	0.1083	0.0832	0.1078	16
重庆	0.0881	0.0897	0.0972	0.1078	0.1265	0.1280	0.0978	0.1130	0.1295	0.1322	0.1110	15
四川	0.1794	0.1726	0.1799	0.1916	0.2230	0.2168	0.1989	0.1923	0.2122	0.2095	0.1976	8
贵州	0.0430	0.0446	0.0470	0.0558	0.0564	0.0592	0.0488	0.0650	0.0845	0.0690	0.0573	28
云南	0.0459	0.0532	0.0678	0.0833	0.0888	0.0674	0.0526	0.0593	0.0725	0.0662	0.0657	25
陕西	0.0941	0.0959	0.1110	0.1154	0.1211	0.1201	0.1117	0.1298	0.1589	0.1380	0.1196	13
甘肃	0.0340	0.0319	0.0372	0.0556	0.0436	0.0397	0.0367	0.0439	0.0534	0.0512	0.0427	30
青海	0.0723	0.0740	0.0856	0.0616	0.0607	0.0539	0.0591	0.0789	0.0875	0.0819	0.0715	21
宁夏	0.0560	0.0660	0.0747	0.0763	0.0724	0.0686	0.0677	0.0800	0.0750	0.0686	0.0705	22
新疆	0.0728	0.0707	0.0774	0.0483	0.0534	0.0472	0.0364	0.0426	0.0432	0.0401	0.0532	29
东部	0.3513	0.3557	0.3579	0.3395	0.3566	0.3567	0.3188	0.3230	0.3314	0.3156	0.3407	-
中部	0.0854	0.0855	0.1027	0.0915	0.1085	0.1040	0.0884	0.0966	0.1083	0.1102	0.0981	-
西部	0.0719	0.0732	0.0810	0.0827	0.0883	0.0839	0.0743	0.0851	0.0982	0.0923	0.0831	-
全国	0.1779	0.1800	0.1883	0.1792	0.1921	0.1893	0.1677	0.1754	0.1864	0.1790	0.1815	-

如表 3.8 所示, 2011-2020 年中国各省份产业链供应链数字化水平介于 0.0319-0.8729 之间, 东部地区的数字化水平介于 0.3156-0.3579 之间, 中部地区的数字化水平介于 0.0854-0.1152 之间, 西部地区的数字化水平介于 0.0719-0.0982 之间。在样本期内数字化的平均水平排名前 3 的省份分别是广东 (0.7831)、北京 (0.5637)、江苏 (0.5283), 而排名最后 3 名的省份为贵州 (0.0573)、新疆 (0.0532)、甘肃 (0.0427)。其中广东省的数字化水平是甘肃的 18.34 倍, 由此可见, 不同省份的产业链供应链数字化水平差距十分明显。并且发现东部地区数字化平均水平最高的省份为广东 (0.7831), 最低的省份是河北 (0.0962); 中部地区最高的省份为湖北 (0.1397), 最低的省份是山西 (0.0604); 西部地区最高的省份为四川 (0.1976), 最低的省份是甘肃 (0.0427)。由此说明, 同一地区不同省份的数字化水平差距也存在差异。

从全国层面来看, 2011-2020 年中国区域产业链供应链数字化水平呈现波动变化趋势。从区域层面来看, 产业链供应链的数字化水平呈现出“东部>中部>西部”的分布格局, 其中, 东部地区的数字化水平高于全国的数字化水平, 中西部地区的数字化水平低于全国的数字化水平, 并且中西部地区的数字化水平与东部地区的差距十分巨大。不同地区的产业链供应链数字化水平存在明显的差异,

中西部地区产业链供应链的数字化水平亟待提高。造成区域间产业链供应链数字化水平存在明显差异的主要原因有经济基础、区位优势以及基础设施等，东部地区相比中西部地区区位优势明显，经济发达，在数字化上投入较大，因此东部地区的产业链供应链数字化水平最高。另外，2011-2020年东部地区产业链供应链的数字化水平呈现波动变化，但随着时间的推移，东部地区产业链供应链的数字化水平增速减缓。中西部地区产业链供应链的数字化水平呈现波动上升的趋势，年均增长率分别为3.23%、3.15%，增幅分别为29.04%、28.37%。随着时间的推移，中西部地区产业链供应链的数字化水平同全国平均水平的差距逐渐缩小。

从测度结果可知，在样本期内数字化水平的均值介于0.0427~0.7831，经计算可得，30个省的数字化水平均值的均值为0.1815，标准差为0.1797，依据上述的划分标准，现将数字化水平高于0.2714的省份为第一梯队，数字化水平介于0.0917~0.2714之间的省份成为第二梯队，而数字化水平低于0.0917的省份为第三梯队。然后将30个省份按照东部地区、中部地区、西部地区进行划分，结果如下表3.9所示，

表 3.9 各省数字化水平区域分布

类型	东部地区	中部地区	西部地区
第一梯队	北京、上海、江苏、浙江、山东、广东		
第二梯队	天津、河北、辽宁、福建、海南	安徽、江西、河南、湖北、湖南	重庆、四川、陕西
第三梯队		山西、吉林、黑龙江	内蒙古、广西、贵州、云南、甘肃、青海、宁夏、新疆

由表3.9可知，第一梯队的6个省份均位于东部地区，占东部地区省份总数的54.5%，这说明了东部地区的数字化水平居于全国前列。第二梯队共包含13个省份，其中东部地区有5个，占东部地区省份总数的45.5%；中部地区有5个，占中部地区省份总数的62.5%；西部地区有3个，占西部地区省份总数的27.3%。第三梯队共包含11个省份，其中中部地区有3个，占中部地区省份总数的37.5%；西部地区有8个，占西部地区省份总数的72.7%，这说明第一梯队以东部地区为主，中部地区以第二梯队为主，第三梯队以西部地区为主。经计算，东部地区数字化平均水平为0.3314，中部地区数字化平均水平为0.1083，西部地区数字化平均水平为0.0982，全国数字化水平的均值为0.1864，所以从空间地域上看，我国

产业链供应链的数字化水平呈现出“东高、中平、西低”的区域分布格局。

由表 3.3 和表 3.9 对比可知，东部地区的海南在综合水平上位于第三梯队，但在数字化水平上位于第二梯队，说明海南省在数字化上发展比较好。中部地区的山西在综合水平上位于第二梯队，但在数字化上位于第三梯队。西部地区大部分省份在数字化上位于第三梯队。表明，山西以及西部地区的省份在产业链供应链的数字化水平的短板较为严重。

3.4.4 经济效益水平

表 3.10 中国 30 个省份产业链供应链经济效益水平

省份	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	均值	排名
北京	0.4528	0.4152	0.4444	0.4283	0.4261	0.3955	0.3922	0.3524	0.3590	0.3628	0.4029	3
天津	0.2259	0.2526	0.3084	0.2891	0.2858	0.2306	0.1991	0.1921	0.2376	0.2522	0.2473	6
河北	0.0425	0.0432	0.0503	0.0678	0.0717	0.0753	0.0871	0.0859	0.1102	0.1264	0.0760	24
山西	0.0387	0.0767	0.0390	0.0416	0.0442	0.0415	0.0500	0.0619	0.0623	0.0644	0.0520	28
内蒙古	0.0392	0.0349	0.0336	0.0563	0.0368	0.0218	0.0286	0.0257	0.0220	0.0291	0.0328	30
辽宁	0.0885	0.0852	0.0864	0.0870	0.0842	0.1160	0.1490	0.1661	0.1312	0.1382	0.1132	16
吉林	0.0794	0.0709	0.0552	0.0720	0.0827	0.0963	0.1420	0.2228	0.1913	0.2067	0.1219	13
黑龙江	0.0517	0.0477	0.0456	0.0569	0.0727	0.1075	0.1159	0.0874	0.0686	0.0867	0.0741	25
上海	0.3297	0.2699	0.2676	0.2700	0.2761	0.2733	0.2748	0.2894	0.2526	0.2551	0.2758	4
江苏	0.5071	0.5613	0.4795	0.4830	0.4915	0.4797	0.4493	0.4296	0.4773	0.5121	0.4870	2
浙江	0.2007	0.1864	0.2149	0.2282	0.2556	0.2688	0.2804	0.2987	0.2824	0.3119	0.2528	5
安徽	0.0785	0.0977	0.1007	0.1130	0.1338	0.1383	0.1747	0.1845	0.1369	0.1679	0.1326	12
福建	0.2049	0.2082	0.1873	0.1657	0.1840	0.1856	0.1806	0.1931	0.1751	0.1771	0.1862	8
江西	0.0753	0.0820	0.0907	0.0953	0.1076	0.1145	0.1340	0.1499	0.1692	0.1962	0.1215	14
山东	0.1504	0.1362	0.1417	0.1359	0.1532	0.1538	0.1634	0.1448	0.1329	0.1661	0.1478	10
河南	0.0493	0.0543	0.2886	0.2880	0.3400	0.2931	0.3231	0.3552	0.2146	0.2221	0.2428	7
湖北	0.0740	0.0821	0.1012	0.1108	0.1294	0.1245	0.1365	0.1408	0.1315	0.1395	0.1170	15
湖南	0.0736	0.0820	0.1038	0.1056	0.1230	0.1128	0.1288	0.1145	0.1137	0.1286	0.1086	18
广东	0.6301	0.6487	0.6309	0.6312	0.6216	0.6427	0.6470	0.6669	0.6986	0.6964	0.6514	1
广西	0.0699	0.0668	0.0621	0.0721	0.0800	0.0959	0.1040	0.0844	0.0902	0.0869	0.0812	23
海南	0.0581	0.0896	0.0526	0.0893	0.0853	0.1145	0.1452	0.1385	0.1041	0.1103	0.0987	20
重庆	0.1330	0.1231	0.1307	0.1707	0.2399	0.1830	0.2082	0.1940	0.1761	0.2049	0.1764	9
四川	0.0944	0.0921	0.1024	0.1086	0.0956	0.0894	0.0997	0.1125	0.1182	0.1300	0.1043	19
贵州	0.0486	0.0491	0.0412	0.0538	0.0444	0.0431	0.0468	0.0517	0.0496	0.0492	0.0478	29
云南	0.0631	0.0533	0.0545	0.0698	0.0516	0.0649	0.1250	0.1461	0.1052	0.1572	0.0891	22
陕西	0.0898	0.0926	0.1221	0.1327	0.1478	0.1447	0.1510	0.1464	0.1581	0.1705	0.1356	11
甘肃	0.0717	0.0737	0.0761	0.1053	0.1163	0.1123	0.1408	0.1380	0.1286	0.1343	0.1097	17
青海	0.0562	0.0603	0.0638	0.0734	0.0704	0.0760	0.0911	0.0957	0.0247	0.0654	0.0677	26

宁夏	0.0887	0.0441	0.0400	0.0406	0.0466	0.0525	0.0601	0.0701	0.0886	0.1335	0.0665	27
新疆	0.0780	0.0849	0.0642	0.0590	0.0722	0.1087	0.1523	0.1549	0.0590	0.0946	0.0928	21
东部	0.2628	0.2633	0.2604	0.2614	0.2668	0.2669	0.2698	0.2689	0.2692	0.2826	0.2672	-
中部	0.0651	0.0742	0.1031	0.1104	0.1292	0.1286	0.1506	0.1646	0.1360	0.1515	0.1213	-
西部	0.0757	0.0705	0.0719	0.0857	0.0910	0.0902	0.1098	0.1109	0.0928	0.1141	0.0912	-
全国	0.1415	0.1422	0.1493	0.1567	0.1657	0.1652	0.1793	0.1831	0.1690	0.1859	0.1638	-

如表 3.10 所示, 2011 年-2020 年中国各省份产业链供应链经济效益水平介于 0.0218-0.7831 之间, 东部地区的经济效益水平介于 0.2604-0.2826 之间, 中部地区的经济效益水平介于 0.0651-0.1646 之间, 西部地区的经济效益水平介于 0.0705-0.1141 之间。在样本期内经济效益的平均水平排名前 3 的省份分别是广东 (0.6514)、江苏(0.4870)、北京(0.4029), 而排名最后 3 名的省份为山西(0.0520)、贵州 (0.0478)、内蒙古 (0.0328)。其中广东省的经济效益水平是内蒙古的 19.9 倍, 由此可见, 不同省份的产业链供应链经济效益水平差距十分明显。并且发现东部地区经济效益平均水平最高的省份为广东 (0.6514), 最低的省份是河北 (0.0760); 中部地区最高的省份为河南 (0.2428), 最低的省份是山西 (0.0520); 西部地区最高的省份为重庆 (0.1764), 最低的省份是内蒙古 (0.0328)。由此说明, 同一地区不同省份的经济效益水平也存在差异。

从全国层面来看, 2011-2020 年中国产业链供应链的经济效益水平呈现上升的趋势。在样本期内年均增长率为 3.49%, 增幅为 31.38%。从区域层面来看, 2011-2020 年东中西部三大区域产业链供应链经济效益水平总体上都呈现上升的趋势。东中西三大区域产业链供应链经济效益水平的年均增长率分别为 0.84%、14.75%、5.64%, 并且随着时间的推移, 中部地区和西部地区的产业链供应链的经济效益水平的差距逐渐拉大, 中部地区产业链供应链的经济效益水平逐渐接近于全国平均水平。在东中西三大区域中, 东部地区的产业链供应链经济效益水平最高, 中部地区次之, 西部地区最低。而造成这种现象的原因可能是因为西部地区的产业链供应链的附加值最低, 在全球产业分工中处于低位次, 而东部地区区位优势明显、经济发达, 产业的附加值相对较高。

从测度结果可知, 2011 年-2020 年中国产业链供应链经济效益均值介于 0.0328~0.6514, 经计算可得, 30 个省的经济效益水平均值的均值为 0.1638, 标准差为 0.1381, 依据上述的划分标准, 现将经济效益水平高于 0.2328 的省份为

第一梯队，经济效益水平介于 0.0948~0.2328 之间的省份成为第二梯队，而经济效益水平低于 0.0948 的省份为第三梯队。然后将 30 个省份按照东部地区、中部地区、西部地区进行划分，结果如下表 3.11 所示：

表 3.11 各省经济效益水平区域分布

类型	东部地区	中部地区	西部地区
第一梯队	北京、天津、上海、 江苏、浙江、广东	河南	
第二梯队	辽宁、福建、山东、 海南	吉林、安徽、江西、 湖北、湖南	重庆、四川、 陕西、甘肃
第三梯队	河北	山西、黑龙江	内蒙古、广西、贵州、云南 青海、宁夏、新疆

由表 3.11 可知，第一梯队的 6 个省份均位于东部地区，占东部地区省份总数的 54.5%，这说明了东部地区的经济效益水平居于全国前列。第二梯队共包含 13 个省份，其中东部地区有 4 个，占东部地区省份总数的 36.4%；中部地区有 5 个，占中部地区省份总数的 62.5%；西部地区有 4 个，占西部地区省份总数的 36.4%，中部地区以第二梯队为主。第三梯队共包含 10 个省份，其中东部地区有 1 个，占东部地区省份总数的 9.1%；中部地区有 2 个，占中部地区省份总数的 25%；西部地区有 7 个，占西部地区省份总数的 63.6%。表明第一梯队以东部地区为主，中部地区以第二梯队为主，第三梯队以西部地区为主。经计算，东部地区经济效益平均水平为 0.2672，中部地区经济效益平均水平为 0.1213，西部地区经济效益平均水平为 0.0912，全国经济效益水平的均值为 0.1638，所以从空间地域上看，我国产业链供应链的经济效益水平呈现“东高、中西低”的空间分布特征。

由表 3.3 和表 3.11 对比可知，东部地区的山东在综合水平上位于第一梯队，但在经济效益水平上位于第二梯队。中部地区的山西在综合水平上位于第二梯队，但在经济效益水平上位于第三梯队。西部地区的大部分省份在经济效益水平上位于第三梯队。表明山东、山西以及西部地区大部分省份在经济效益方面发展不足。

3.4.5 自主可控水平

表 3.12 中国 30 个省份产业链供应链自主可控水平

省份	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	均值	排名
北京	0.4533	0.4817	0.4999	0.5397	0.5493	0.5525	0.5626	0.5900	0.5059	0.5741	0.5309	26
天津	0.3697	0.3301	0.4115	0.3819	0.3868	0.4027	0.3613	0.3138	0.2044	0.2930	0.3455	29
河北	0.8209	0.8065	0.8355	0.8357	0.8340	0.8975	0.8646	0.8286	0.8472	0.8457	0.8416	14
山西	0.7340	0.8476	0.8855	0.8369	0.8377	0.8818	0.9033	0.9339	0.8695	0.8597	0.8590	12
内蒙古	0.9116	0.9004	0.8858	0.9018	0.9152	0.9193	0.9239	0.9042	0.9188	0.8889	0.9070	7
辽宁	0.6897	0.6741	0.6983	0.6819	0.5951	0.5569	0.5038	0.5579	0.4389	0.5290	0.5925	23
吉林	0.7904	0.8696	0.8422	0.8261	0.8685	0.8889	0.8970	0.8918	0.8424	0.4829	0.8200	17
黑龙江	0.6951	0.6532	0.7157	0.6978	0.6232	0.5956	0.6047	0.5766	0.7375	0.8713	0.6771	19
上海	0.1538	0.0889	0.1132	0.0964	0.0115	0.0823	0.0729	0.1190	0.0986	0.2575	0.1094	30
江苏	0.4092	0.3430	0.4367	0.4028	0.3663	0.4011	0.3746	0.3337	0.4440	0.4491	0.3961	28
浙江	0.6730	0.6418	0.6964	0.6749	0.6684	0.6890	0.7001	0.6482	0.6803	0.6951	0.6767	20
安徽	0.8922	0.8915	0.9066	0.9036	0.9079	0.9152	0.9268	0.9296	0.8870	0.8789	0.9039	8
福建	0.4228	0.4004	0.4327	0.4649	0.4910	0.5355	0.5052	0.4381	0.7087	0.6842	0.5083	27
江西	0.8612	0.8538	0.8648	0.8682	0.8449	0.8634	0.8666	0.8368	0.8829	0.8826	0.8625	11
山东	0.6339	0.6159	0.6876	0.6449	0.5949	0.6158	0.6519	0.7541	0.6939	0.7465	0.6639	22
河南	0.9304	0.9426	0.9446	0.9484	0.9503	0.9508	0.9574	0.9557	0.9549	0.9312	0.9466	4
湖北	0.8317	0.8385	0.8281	0.8286	0.8557	0.8477	0.8488	0.8271	0.8421	0.7270	0.8275	16
湖南	0.9238	0.8570	0.8658	0.9132	0.9339	0.9483	0.9123	0.8975	0.9083	0.9287	0.9089	6
广东	0.4692	0.4761	0.4547	0.4671	0.5735	0.6068	0.5740	0.6355	0.5380	0.6476	0.5442	25
广西	0.8194	0.8274	0.8194	0.8224	0.8301	0.8391	0.8480	0.8411	0.7011	0.6299	0.7978	18
海南	0.4398	0.4683	0.5048	0.5050	0.6486	0.5851	0.6638	0.7082	0.6004	0.7312	0.5855	24
重庆	0.7264	0.7235	0.6445	0.6080	0.6629	0.6756	0.6746	0.7142	0.6720	0.6540	0.6756	21
四川	0.8826	0.8561	0.8209	0.8157	0.8140	0.7688	0.8008	0.8711	0.8348	0.8219	0.8287	15
贵州	0.9508	0.9529	0.9621	0.9655	0.9668	0.9785	0.8949	0.8781	0.8485	0.8905	0.9288	5
云南	0.9319	0.9202	0.9590	0.9651	0.9548	0.9680	0.9763	0.9723	0.9483	0.9829	0.9579	2
陕西	0.8964	0.8755	0.9202	0.8819	0.8244	0.8111	0.8113	0.8409	0.8322	0.8393	0.8533	13
甘肃	0.9907	0.9946	0.9918	0.9917	0.9891	0.9833	0.9644	0.9475	0.9500	0.9792	0.9782	1
青海	0.9431	0.9498	0.9739	0.9844	0.7712	0.8119	0.8828	0.9735	0.9603	0.7766	0.9027	9
宁夏	0.9552	0.9655	0.9786	0.9719	0.9670	0.9613	0.8754	0.9442	0.8690	0.9809	0.9469	3
新疆	0.9912	0.9453	0.9716	0.9735	0.8368	0.8105	0.7766	0.6523	0.9707	0.7560	0.8684	10
东部	0.5032	0.4842	0.5247	0.5177	0.6486	0.5387	0.5304	0.5388	0.5237	0.5866	0.5397	-
中部	0.8323	0.8442	0.8567	0.8529	0.8527	0.8615	0.8646	0.8561	0.8656	0.8203	0.8507	-
西部	0.9090	0.9010	0.9025	0.8983	0.8666	0.8661	0.8572	0.8672	0.8641	0.8364	0.8769	-
全国	0.7398	0.7331	0.7518	0.7467	0.7358	0.7448	0.7394	0.7438	0.7397	0.7405	0.7415	-

如表 3.12 所示，2011-2020 年中国产业链供应链自主可控水平介于 0.0115-0.9946 之间，东部地区的自主可控水平介于 0.4842-0.6486 之间，中部地

区的自主可控水平介于 0.8203-0.8656 之间，西部地区的自主可控水平介于 0.8364-0.909 之间。在样本期内自主可控的平均水平排名前 3 的省份分别是甘肃 (0.9782)、云南(0.9579)、宁夏(0.9469)，而排名最后 3 名的省份为江苏(0.3961)、天津 (0.3455)、上海 (0.1094)。其中甘肃的自主可控水平是上海的 8.9 倍，由此可见，不同省份的产业链供应链自主可控水平差距十分明显。并且发现东部地区自主可控平均水平最高的省份为河北 (0.8416)，最低的省份是上海 (0.1094)；中部地区最高的省份为河南 (0.9466)，最低的省份是黑龙江 (0.6771)；西部地区最高的省份为甘肃 (0.9782)，最低的省份是重庆 (0.6756)。由此说明，同一地区不同省份的自主可控水平也存在差异。

从全国层面来看，2011-2020 年全国产业链供应链自主可控水平呈现波动变化。从区域层面来看，产业链供应链的自主可控水平呈现出“西部>中部>东部”的分布格局，其中，中西部地区的自主可控水平高于全国的自主可控水平，东部地区的自主可控水平低于全国的自主可控水平，并且东部地区的自主可控水平与中西部地区的差距十分巨大。因此，不同地区的产业链供应链自主可控水平存在明显的差异，且东部地区产业链供应链的安全和韧性不足。东部地区相比中西部地区经济发达，但同时东部地区外资的比重较大，因此东部地区的产业链供应链自主可控水平最低。另外，2011-2020 年东部地区的产业链供应链的自主可控水平呈现小幅度上升的态势。在样本期内年均增长率为 1.84%，增幅为 16.57%。而产生这种现象的原因可能是因为随着时间的推移，政府开始着力提升产业链供应链韧性和安全水平，加快建设现代化经济体系，从而确保中国经济安全，因此东部区域产业链供应链自主可控水平开始逐渐上升。中部区域和西部区域产业链供应链自主可控水平在样本期内呈现下降的趋势。年均下降率分别为 0.16%、0.89%，降幅分别为 1.44%、7.99%。而产生的这种现象的原因可能是东部地区相比中西部地区经济发达，但同时东部地区外资的比重较大，因此东部地区的产业链供应链自主可控水平最低。

从测度结果可知，2011 年-2020 年中国产业链供应链自主可控水平均值介于 0.1094~0.9782，经计算可得，30 个省的自主可控水平均值的均值为 0.7415，标准差为 0.2117，依据上述的划分标准，现将自主可控水平高于 0.8474 的省份为第一梯队，自主可控水平介于 0.6357 ~0.8474 之间的省份成为第二梯队，而自主

可控水平低于 0.6357 的省份为第三梯队。然后将 30 个省份按照东部地区、中部地区、西部地区进行划分，结果如下表 3.13 所示：

表 3.13 各省自主可控水平区域分布

类型	东部地区	中部地区	西部地区
第一梯队		山西、安徽、江西、河南、湖南	内蒙古、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆
第二梯队	河北、浙江、山东	吉林、黑龙江、湖北	广西、重庆、四川、
第三梯队	北京、天津、辽宁、上海、江苏、福建、广东、海南		

由表 3.13 可知，第一梯队共包含 13 个省份，其中中部地区有 5 个，占中部地区省份总数的 62.5%；西部地区有 8 个，占西部地区省份总数的 72.7%。第二梯队共包含 9 个省份，其中东部地区有 3 个，占东部地区省份总数的 27.3%；中部地区有 3 个，占中部地区省份总数的 37.5%；西部地区有 3 个，占西部地区省份总数的 27.3%。第三梯队共包含 8 个省份，均位于东部地区。表明第一梯队以西部地区为主，中部地区以第一梯队为主，第三梯队以东部地区为主。经计算，东部地区自主可控平均水平为 0.5268，中部地区自主可控平均水平为 0.8507，西部地区自主可控平均水平为 0.8769，全国自主可控水平的均值为 0.7415，所以从空间地域上看，我国产业链供应链的自主可控水平呈现“中西高、东低”的阶梯状空间分布特征。

由表 3.3 和表 3.13 对比可知，东部地区的北京、天津、辽宁、上海、江苏、广东等省份在综合水平上位于第一梯队和第二梯队，但在自主可控水平上位于第三梯队。中部地区的黑龙江在综合水平上位于第三梯队，但在自主可控水平上位于第二梯队。西部地区的内蒙古、贵州、甘肃、青海、宁夏、新疆等省份在综合水平上位于第三梯队，但在自主可控水平上位于第一梯队。表明北京、天津、辽宁、上海、江苏、广东等省份在自主可控方面问题严重，亟需尽快解决。

4 产业链供应链现代化水平的区域差异分析

本章在前文测算中国产业链供应链现代化水平的基础上，采用 Dagum 基尼系数及其分解测度中国产业链供应链现代化水平的区域差异及来源，并进一步选取核密度估计法对产业链供应链现代化水平的动态演进特征进行分析。

4.1 中国产业链供应链现代化水平的相对差异及其分解

4.1.1 Dagum 基尼系数分解

Dagum (1997) 提出了按子群对基尼系数分解的方法，解决了传统基尼系数和泰尔指数不能有效表明差异来源的缺陷，目前已广泛应用于分析区域发展不平衡问题当中^[57]。定义如下：

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

其中， G 表示总体基尼系数， n 表示所有省份的数量， k 表示划分的区域数量， n_j (n_h) 表示区域 j (h) 内省份的数量， y_{ji} (y_{hr}) 表示区域 j (h) 内省份 i (r) 的产业链供应链现代化水平的测度值， \bar{y} 表示各省份产业链供应链现代化水平的测度平均值。

总体基尼系数 G 可以分解为区域内差异贡献 G_w 、区域间差异贡献 G_{nb} 和超变密度贡献 G_t 三部分，满足关系 $G = G_w + G_{nb} + G_t$ 。 G_{jj} 表示区域 j 内部的基尼系数， G_{jh} 表示区域 j 和区域 h 间的基尼系数^[60]。即

$$G_{jj} = \frac{\frac{1}{2y_j} \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_j} |y_{ji} - y_{jr}|}{n_j^2} \quad (4-2)$$

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

$$G_w = \sum_{j=1}^k G_{jj} p_j s_j \tag{4-4}$$

$$G_{nb} = \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (p_j s_h + p_h s_j) D_{jh} \tag{4-5}$$

$$G_t = \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (p_j s_h + p_h s_j) (1 - D_{jh}) \tag{4-6}$$

$$D_{jh} = \frac{d_{jh} - p_{jh}}{d_{jh} + p_{jh}} \tag{4-7}$$

其中， $p_j = n_j / n$ ， $s_j = \bar{y}_j / \bar{ny}$ ， $j = 1, 2, \dots, k$ 。 D_{jh} 表示区域 j 与 h 间产业链供应链现代化水平的相对影响， d_{jh} 为区域间产业链供应链现代化水平的差值，表示区域 j 与 h 间 $y_{ji} - y_{hr} > 0$ 的数学期望， p_{jh} 为超变一阶矩，表示区域 j 与 h 间 $y_{hr} - y_{ji} > 0$ 的数学期望。

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

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

其中， $F_j(F_h)$ 为 $j(h)$ 区域的累计密度分布函数。

4.1.2 中国产业链供应链现代化水平的总体差异

对我国 30 个省份的产业链供应链现代化水平进行测度研究发现：不同区域的产业链供应链现代化水平存在差异，本文接下来采用 Dagum 基尼系数法测度了中国及三大区域产业链供应链现代化水平的区域差异及其贡献率。Dagum 基尼系数结果如表 4.1 与表 4.2 所示。

表 4.1 Dagum 基尼系数分解结果

年份	总体基尼系数	差异来源					
		区域内差异	贡献率 (%)	区域间差异	贡献率 (%)	超变密度	贡献率 (%)
2011	0.3761	0.0824	21.91	0.2830	75.24	0.0107	2.85
2012	0.3801	0.0845	22.24	0.2869	75.46	0.0087	2.30
2013	0.3704	0.0828	22.35	0.2755	74.37	0.0122	3.28
2014	0.3568	0.0841	23.56	0.2571	72.07	0.0156	4.36

2015	0.3478	0.0838	24.09	0.2449	70.43	0.0191	5.48
2016	0.3503	0.0839	23.96	0.2473	70.62	0.0190	5.43
2017	0.3273	0.0770	23.52	0.2379	72.68	0.0124	3.80
2018	0.3041	0.0738	24.25	0.2166	71.24	0.0137	4.51
2019	0.3237	0.0824	25.47	0.2244	69.32	0.0169	5.21
2020	0.3336	0.0838	25.12	0.2327	69.75	0.0171	5.12
均值	0.3470	0.0819	23.65	0.2506	72.12	0.0145	4.23

表 4.2 东中西三大区域的区域差异

年份	区域内差异			区域间差异		
	东部	中部	西部	东部-中部	东部-西部	中部-西部
2011	0.2994	0.0839	0.1186	0.4868	0.5426	0.1336
2012	0.3067	0.0897	0.1152	0.4913	0.5448	0.1310
2013	0.2875	0.1554	0.1317	0.4458	0.5370	0.1899
2014	0.2912	0.1663	0.1423	0.4345	0.5034	0.1801
2015	0.2856	0.1787	0.1574	0.4094	0.4886	0.1996
2016	0.2845	0.1979	0.1535	0.3859	0.5020	0.2340
2017	0.2715	0.1477	0.1353	0.3873	0.4727	0.1728
2018	0.2687	0.1292	0.1307	0.3509	0.4399	0.1677
2019	0.3069	0.1306	0.1339	0.3670	0.4585	0.1791
2020	0.3090	0.1153	0.1482	0.3801	0.4746	0.1811
均值	0.2911	0.1395	0.1367	0.4139	0.4964	0.1769

由表 4.1 可知,从总体差异的大小来看,在 2011-2020 年期间,中国产业链供应链现代化水平的基尼系数介于 0.3041-0.3801 之间,其中,2018 年的总体基尼系数达到最小值 0.3041,2012 年达到最大值 0.3801,2011-2020 年总体基尼系数的均值为 0.3470,说明 2012 年产业链供应链现代化水平的总体差异最大,而 2018 年产业链供应链现代化水平的总体差异最小。2011-2018 年总体基尼系数呈现下降的趋势,说明产业链供应链现代化水平总体差异在变小;2018-2020 年总体基尼系数呈现上升的趋势,说明总体差异在变大。但全国总体差异呈现波动下降趋势,年均递减率为 1.23%。中国产业链供应链现代化水平省际间差异缩小的可能原因在于:一方面随着我国对于中西部逐渐加大投入财政收入,中西部开始发展迅速,中西部的产业链供应链现代化水平取得巨大的提高,在一定程度上对缩小地域间的差距有着深远的影响;另一方面,随着国家实施西部大开发、中部崛起、东北振兴的区域发展总体战略,省际间的经济水平差异缩小,有力的促进了我国产业链供应链现代化水平的均衡化发展,在一定程度上对省际间差异的缩

小产生了深远的影响。

4.1.3 中国产业链供应链现代化水平的区域内差异

由表 4.1 知, 在 2011-2020 年期间, 中国产业链供应链现代化水平的区域内差异介于 0.0738-0.0845 之间, 中国产业链供应链现代化水平的区域内差异近十年平均值为 0.0819, 其中, 2018 年的区域内差异达到最小值 0.0738, 2012 年的区域内差异达到最大值 0.0845, 2018 年相较于 2012 年下降 12.66%。说明 2012 年中国产业链供应链现代化水平的区域内差异最大, 2018 年中国产业链供应链现代化水平的区域内差异最小。另外, 从区域内差异的演变来看, 中国产业链供应链现代化水平的区域内差异并不是一个平稳的上升或下降过程, 而是呈现一个波动的演变趋势。具体来看, 2011 年-2013 年, 区域内差异先上升后下降。2013 年-2016 年, 区域内差异先上升后稳定在 0.084 左右波动。2016 年-2018 年, 区域内差异呈现出大幅度下降趋势, 年均下降率 6.02%。2018 年-2020 年, 区域内差异呈现出先急速上升后缓慢上升的趋势, 年均上升率为 6.78%。但总的来说, 2011 年-2020 年中国产业链供应链现代化水平的区域内差异的变化不大, 较为平稳。而形成这种现象的原因可能是: 各区域内省际间产业链供应链现代化水平的增长效率差距相对较小, 各省市间协调发展, 表现相对更为均衡, 因此, 2011-2020 年区域内的差距变化不大, 表现较为平稳。

由表 4.2 可知, 东部区域的区域内差异介于 0.2687-0.3090 之间, 在 2020 年东部区域的区域内差异取得最大值, 于 2018 年东部区域的区域内差异取得最小值。中部区域的区域内差异介于 0.0839-0.1979 之间, 在 2016 年中部区域的区域内差异取得最大值, 于 2011 年中部区域的区域内差异取得最小值。西部区域的区域内差异介于 0.1152-0.1574 之间, 在 2015 年西部区域的区域内差异取得最大值, 于 2012 年西部区域的区域内差异取得最小值。2011 年-2020 年东中西三大区域的区域内差异的均值分别为 0.2911、0.1395、0.1367。三大区域的区域内差异由大到小分别为东部、中部、西部。东部区域的区域内差异波动较为剧烈, 具体表现为 2011 年-2012 年东部区域的区域内差异呈现上升趋势, 上升了 0.0073, 升幅约为 2.44%。2012 年-2013 年区域内差异出现转折, 下降趋势较为显著。2013 年-2014 年区域内呈现上升趋势, 但上升的幅度较为平缓。2014 年-2018 年区域

内差异呈现下降趋势，下降了 0.0225，下降幅度为 7.73%。2018 年-2020 年间区域内差异呈现上升降趋势，上升了 0.0403，上升幅度约为 15.0%。中部区域的总体表现为“上升-下降”二个阶段，细致划分即 2011 年-2016 年中部区域的区域内差异呈现出上升趋势，上升了 0.114，上升幅度约为 135.88%，年均上升率约为 27.18%。2016 年-2020 年中部区域的区域内差异呈现出下降趋势，下降了 0.0826，下降幅度约为 41.74%，年均下降率约为 10.43%。西部区域的区域内差异演变趋势呈现一定的波动“W”型演进趋势，具体表现为：2011 年-2012 年区域内差异呈现下降趋势，但下降幅度较小。2012 年-2015 年区域内差异呈现急速上升趋势，上升了 0.0422，上升幅度约为 36.63%。2015 年-2018 年区域内差异呈现下降趋势，下降了 0.0267，下降幅度约为 16.96%，年均下降率 5.65%。2018 年-2020 年区域内差异呈现上升趋势，上升了 0.0175，上升幅度约为 13.39%。造成区域内差异的原因可能是在社会经济基础、区位条件等方面存在差异。在经济发展过程中，经济发展重心主要集中在省会城市和核心城市，导致地区“虹吸效应”偏大，周边地区发展缓慢，从而产生区域内差异。

4.1.4 中国产业链供应链现代化水平的区域间差异

由表 4.1 知，在 2011 年-2020 年间中国产业链供应链现代化水平的区域间差异的平均值为 0.2506，其中 2018 年的区域间差异达到最小值 0.2166，2012 年区域间差异达到最大值 0.2869，2018 年相较于 2012 年下降 32.46%。说明 2018 年中国产业链供应链现代化水平的区域间差异最小，2012 年中国产业链供应链现代化水平的区域间差异最大。而形成这种现象的可能原因在于：2012 年后，中国经济转向创新驱动的高质量发展阶段，东部较快转型升级，中西部也逐渐发力，区域间差异开始逐渐变小，因此，2012 年区域间差异达到最大值。另外，从区域内差异的演变来看，中国产业链供应链现代化水平的区域间差异并不是一个平稳的上升或下降过程，而是呈现一个波动的演变趋势。具体表现为：2011 年-2012 年中国产业链供应链现代化水平的区域间差异呈现出上升趋势，但上升幅度不显著。2012 年-2015 年区域间差异呈现出下降趋势，下降了 0.042，下降幅度约为 14.64%，年均下降率为 4.88%。2015 年-2016 年区域间差异呈现上升趋势，但上升幅度不显著。2016 年-2018 年区域间差异呈现出下降趋势，下降了 0.0307，下

降幅度约为 12.41%，年均下降率约为 6.21%。2018 年-2020 年区域间差异呈现上升趋势，上升幅度约为 7.43%，上升幅度较为显著。2011 年-2020 年中国产业链供应链现代化水平的区域间差异总体呈现出下降趋势。而且 2011 年-2020 年中国产业链供应链现代化水平的区域间差异的变化趋势与总体基尼系数保持一致。

由表 4.2 知，东部-中部的区域间差异介于 0.3509-0.4913 之间，其中 2012 年东部-中部的区域间差异取得最大值，2018 年东部-中部的区域间差异取得最小值。东部-西部的区域间差异介于 0.4399-0.5448 之间，其中 2012 年东部-西部的区域间差异取得最大值，2018 年东部-西部的区域间差异取得最小值。中部-西部的区域间差异介于 0.1310-0.2340 之间，其中 2016 年中部-西部的区域间差异取得最大值，2012 年中部-西部的区域间差异取得最小值。2011 年-2020 年间东部-中部、东部-西部、中部-西部的区域间差异的平均值分别为 0.4139、0.4964、0.1769。因此，东部-西部的区域间差异最大，东部-中部的区域间差异次之，而中部-西部的区域间差异最小。并且东部-西部与东部-中部的区域间差异相较于中部-西部的区域间差异相差较大。而造成东部-中部和东部-西部的区域间差异较大的原因可能在于：东部沿海区域地理位置优越，经济发展迅猛，数字化发展较快，因此，东部的产业链供应链现代化水平较高。中西部地区多属于内陆，地理位置偏僻，经济发展水平较低，从而造成中西部地区产业链供应链现代化水平较低，因此，东部-中部和东部-西部的区域间差异较大。

另外，从区域间差异的演变来看，东部-中部的区域间差异呈现出以下五个阶段变化趋势，其中 2011 年-2012 年的区域间差异呈现出微弱上扬的趋势，2012 年-2016 年区域间差异呈现出下降的趋势，下降了 0.1054，下降幅度约为 21.45%，年均下降率约为 5.36%。2016 年-2017 年区域间差异呈现出微弱上扬的趋势，2017 年-2018 年区域间差异急剧下降到最低值，下降幅度约为 9.4%。2018 年-2020 年年区域间差异呈现出快速增长的趋势，上升了 0.0292，上升幅度约为 8.32%，年均上升率约为 4.16%。在 2011 年-2012 年间东部-中部的区域间差异在波动中总体呈现出下降趋势。东部-西部的区域间差异同样呈现出五个阶段的变化趋势，具体表现为：2011 年-2012 年的区域间差异呈现出微弱上扬的趋势，2012 年-2015 年区域间差异呈现出下降的趋势，下降了 0.0562，下降幅度约为 10.32%，年均下降率约为 3.44%。2015 年-2016 年区域间差异呈现出上升的趋势，上升幅度约

为 2.74%。2016 年-2018 年区域间差异急剧下降到最低值，下降幅度约为 12.37%，年均下降率约为 6.19%。2018 年-2020 年区域间差异呈现出快速增长的趋势，上升了 0.0347，上升幅度约为 7.89%，年均上升率约为 3.94。在 2011 年-2012 年间东部-西部的区域间差异在波动中总体呈现出下降趋势，并且东部-中部与东部-西部的区域间差异的波动趋势基本一致。中部-西部的区域间差异并不是一个平稳的上升或下降过程，而是呈现一个波动的演变趋势。具体表现为：2011 年-2012 年的区域间差异呈现出微弱下降趋势，2012 年-2013 年的区域间差异呈现出快速增长的趋势，增长了 0.0589，增长幅度约为 44.96%。2013 年-2014 年的区域间差异呈现出微弱下降的趋势，2014 年-2016 年的区域间差异快速增长至最大值，增长了 0.0539，增长幅度约为 29.93%，年均增长率约为 14.96%。2016 年-2018 年的区域间差异呈现出下降的趋势，下降了 0.0663，下降幅度约为 28.33%。2018 年-2020 年区域间差异缓慢上升的趋势，上升了 0.0134，上升幅度约为 7.99%。总的来说，东部-中部与东部-西部的区域间差异在缩小，中部-西部的区域间差异在扩大。

4.1.5 中国产业链供应链现代化水平的贡献率

由表 4.1 知，在 2011 年-2020 年间，区域内差异贡献率介于 21.91%-25.47% 之间，其中，2019 年区域内差异贡献率达到最大值，2011 年区域内差异贡献率达到最小值。区域间差异贡献率介于 69.32%-75.46% 之间，其中，2012 年区域间差异贡献率达到最大值，2019 年区域间差异贡献率达到最小值。超变密度贡献率介于 2.30%-5.48% 之间，其中，2015 年超变密度贡献率达到最大值，2012 年超变密度贡献率达到最小值。从贡献率的演变来看，在 2011 年-2020 年间，区域内差异贡献率总体呈现出上升的趋势。具体变为：2011 年-2015 年区域内差异贡献率呈现出上升的趋势，上升了 2.18%，上升幅度约为 9.8%，年均上升率约为 2.45%。2015 年-2017 年区域内差异贡献率呈现出微弱下降的趋势，下降了 0.57%，下降幅度约为 2.37%。2017 年-2019 年区域内差异贡献率呈现出快速增长的趋势，增长了 1.95%，增长幅度约为 8.29%。2019 年-2020 年区域内差异贡献率呈现出微弱下降趋势。在 2011 年-2020 年间，区域间差异贡献率总体呈现出下降的趋势。具体表现为：2011 年-2012 年区域间差异贡献率呈现出微弱上升的趋势，并上升

达到最大值。2012年-2015年区域间差异贡献率呈现出急剧下降的趋势，下降了5.03%，下降幅度约为6.67%。2015年-2017年区域间差异贡献率呈现出上升的趋势，上升了2.25%，上升幅度约为3.19%。2017年-2019年区域间差异贡献率急剧下降至最小值，下降了3.36%，下降幅度约为4.62%。2019年-2020年区域间差异贡献率呈现出微弱上升的趋势。超变密度是用以说明区域间的交叉重叠对总体空间差异影响。超变密度贡献率总体呈现出上升的趋势。具体表现为：2011年-2012年超变密度贡献率呈现出微弱下降的趋势，2012年-2015年超变密度贡献率呈现出急剧上升的趋势，上升了3.18%，上升幅度约为138.26%，年均上升率约为46.09%。2015年-2017年超变密度贡献率呈现出下降的趋势，下降了1.68%，下降幅度约为30.66%。2017年-2019年呈现出急剧上升的趋势，上升了1.41%，上升幅度约为37.11%。2019年-2020年超变密度贡献率呈现出微弱下降的趋势。在2011年-2020年间，区域内差异贡献率、区域间差异贡献率及超变密度贡献率的平均值分别为23.65%、72.12%、4.23%。说明区域间差异是总体差异最主要的来源，而区域内与超变密度对总体差异的贡献较小。

4.2 中国产业链供应链现代化水平的动态分布趋势

分布动态法是 Quah (1993)提出的，多年的发展使其成为研究广义的区域差异问题的一种重要的非参数方法，分布动态法主要包括核密度估计、马尔科夫链分析和随机核估计，核密度估计将状态空间连续化和无穷化，通过核密度可以估计横截面的分布，通过考察随机变量随时间变化的分布形态变化来探究其动态分布情况。马尔科夫链分析则是将随机变量处理为离散状态，通过整理计算出变量经过时间变化后向上或者向下转移的概率，考察不同水平间内部分布的流动性。随机核估计则是将变量作为连续状态处理，通过对随机核的估计，描绘出变量动态分布三维图和密度等高线图，获得变量分布的变化规律。本文选择核密度估计对产业链供应链现代化水平的动态演进特征进行分析。

4.2.1 核密度估计法

借助 Dagum 基尼系数，本文分析了中国产业链供应链现代化水平的相对差

异大小及其来源。但是 Dagum 基尼系数的计算是经过中国产业链供应链现代化水平均值调整后所得,并不能反应中国产业链供应链现代化水平的绝对差异的动态信息。而核密度估计法可以克服这一缺陷,核密度估计是研究空间不均衡分布的一种重要工具,该方法通过对随机变量的概率密度进行估计,并用连续的密度曲线描述随机变量的分布态势,从而反映变量分布的形态、位置及延展性等信息^[43]。本文选择高斯核函数对中国产业链供应链现代化水平的绝对差异进行研究,核密度估计计算公式如下所示:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x_i - \bar{x}}{h}\right) \quad (4-10)$$

式中:

$f(x)$ ——代表中国产业链供应链现代化水平的密度。

n ——代表省份的个数。

h ——代表带宽。

x_i ——代表省份 i 的产业链供应链现代化水平。

\bar{x} ——代表各省份产业链供应链现代化水平的均值。

另外, $K(\bullet)$ 为核函数,通常包括高斯核函数、Epanechnikov 核函数、三角核函数和四角核函数等,本文采用最为广泛使用的高斯核函数^[43]。公式如下:

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \quad (4-11)$$

4.2.2 基于全国层面的核密度估计

图 4.1 描述了全国 30 个省市中国产业链供应链现代化水平在样本期内的演进趋势。从分布位置来看,全国的分布曲线在 2011 年-2017 年期间向右移动,在 2017 年-2020 年期间,全国分布曲线基本重合,有轻微向右移动的趋势。总的来说,样本期间全国产业链供应链现代化水平的核密度分布曲线呈现出不断向右移动的趋势,表明全国产业链供应链现代化水平在不断提高。从分布形态来看,全国分布曲线的主峰高度在 2011 年-2014 年期间出现了下降,在 2014 年-2020 年期间,全国分布曲线的主峰高度基本没有变化。全国分布曲线的主峰宽度在 2011

年-2014年不断扩大,在2014年-2017年主峰的宽度基本没有变化,在2017年-2020年主峰的宽度不断扩大。总体来说,样本期间内主峰的高度略微下降,主峰的宽度呈现扩大的趋势,说明中国产业链供应链现代化水平的绝对差异呈现略微扩大的趋势。从分布的延展性来看,全国的分布曲线在各年份都存在明显的右拖尾现象,但是右拖尾的程度在各年份存在差异。全国的分布曲线的延展性总体上呈现略微扩宽的趋势,这表明中国产业链供应链现代化水平呈现上升的趋势。从极化现象来看,全国的分布曲线在样本期间均呈现单峰现象,这表明中国产业链供应链现代化水平并未出现两极分化现象。

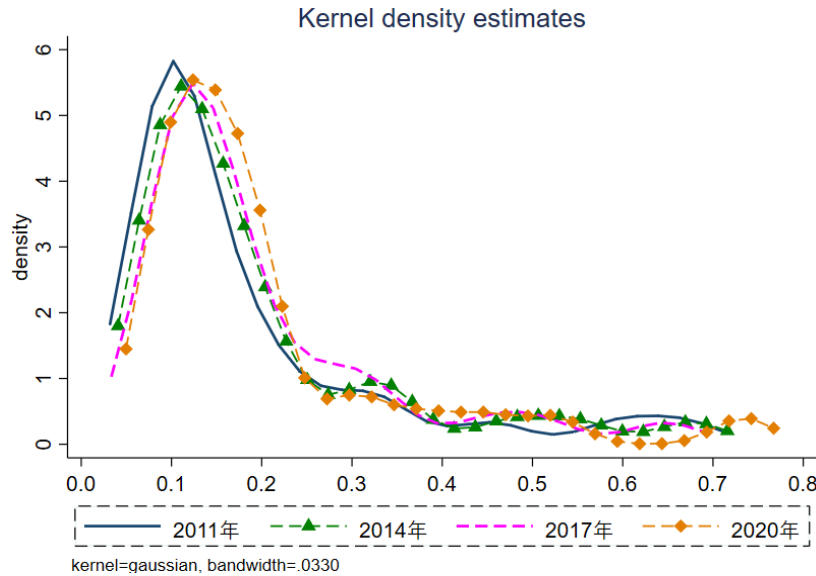


图 4.1 中国产业链供应链现代化水平的动态演进

4.2.3 基于三大区域层面的核密度估计

为具体考察东中西三大区域产业链供应链现代化水平的绝对差异的动态信息,下文分别对三大区域的产业链供应链现代化水平进行核密度估计,同样将从各区域产业链供应链现代化水平分布曲线的分布位置、形态、延展性以及极化现象来进行分析。具体核密度估计图如下所示。

(1) 东部区域

图 4.2 描述了东部区域产业链供应链现代化水平的动态演进趋势,从分布位置来看,东部区域的分布曲线在 2011 年-2017 年间不断向右移动,但移动的幅度较小。在 2017 年-2020 年发生向左移动,这表明 2017 年-2020 年东部区域产业

链供应链现代化水平呈现下降趋势，出现这种现象的原因可能是因为新冠疫情的爆发，导致东部区域产业链供应链现代化水平出现了下降。总的来说，样本期间东部区域产业链供应链现代化水平的核密度分布曲线呈现出向右移动的趋势，表明东部区域产业链供应链现代化水平在不断提高。从分布形态来看，东部区域分布曲线的主峰高度在 2011 年-2014 年出现了下降的趋势，在 2014 年-2017 年呈上升趋势，在 2017 年-2020 年呈现下降的趋势。总体来说，在样本期间内东部区域分布曲线的主峰高度呈略微下降的趋势，而东部区域分布曲线的主峰宽度基本没有变化。这说明东部区域产业链供应链现代化水平的绝对差异并无发生太大变化。从分布的延展性来看，总体来说东部区域的分布曲线呈现略微右拖尾现象，东部区域的分布曲线的延展性总体上呈现略微扩宽的趋势，这表明东部区域产业链供应链现代化水平呈现上升的趋势。从极化现象来看，东部区域的分布曲线在样本期间均呈现单峰现象，这表明东部区域产业链供应链现代化水平并未出现两极分化现象。

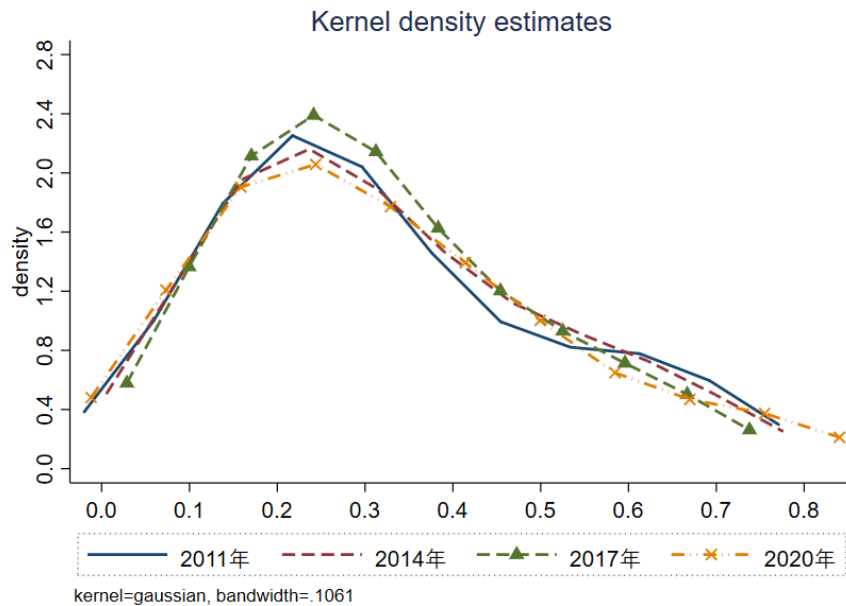


图 4.2 东部区域产业链供应链现代化水平的动态演进

(2) 中部区域

图 4.3 描述了中部区域产业链供应链现代化水平的动态演进趋势，从分布位置来看，中部区域的分布曲线在 2011 年-2020 年间不断向右移动。这表明中部区域产业链供应链现代化水平在不断提高。从分布形态来看，中部区域分布曲线的主峰高度在 2011 年-2014 年出现了下降的趋势，在 2014 年-2020 年呈上升趋势。

总体来说,在样本期间内中部区域分布曲线的主峰高度呈现出下降的趋势,而中部区域分布曲线的主峰宽度在不断扩大。这说明中部区域产业链供应链现代化水平的绝对差异呈现扩大的趋势。从分布的延展性来看,中部区域的分布曲线呈现十分明显右拖尾现象,样本期间内右拖尾程度呈现先加强后降低的趋势,总体来说右拖尾程度明显加剧。此外,中部区域分布曲线的延展性在2011年-2017年呈现拓宽趋势,而在2017年-2020年呈现收敛趋势。总体来说,中部区域分布曲线的延展性总体呈现拓宽的趋势。这表明中部区域产业链供应链现代化水平呈现上升的趋势。从极化现象来看,中部区域的分布曲线在样本期间均呈现单峰现象,这表明中部区域产业链供应链现代化水平并未出现两极分化现象。

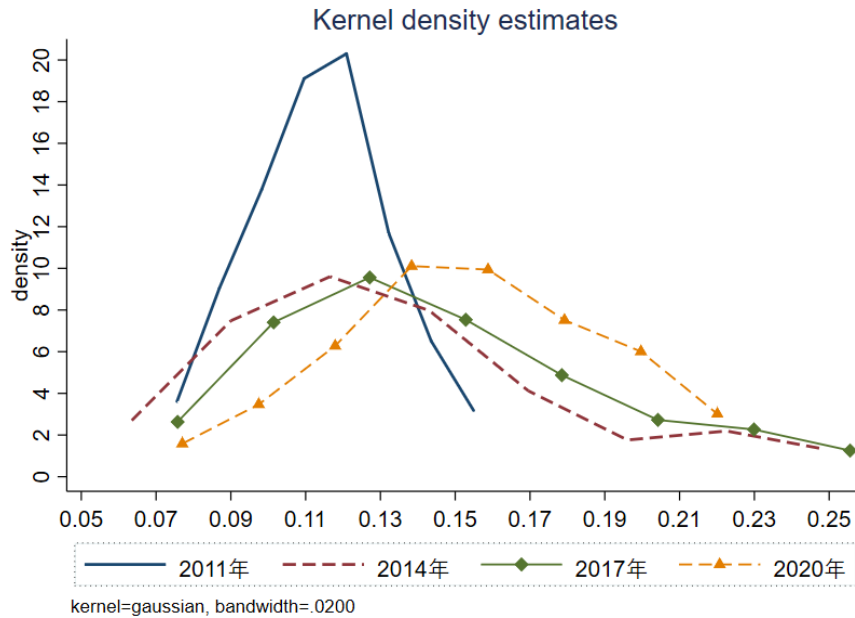


图 4.3 中部区域产业链供应链现代化水平的动态演进

(3) 西部区域

图 4.4 描述了西部区域产业链供应链现代化水平的动态演进趋势,从分布位置来看,西部区域的分布曲线在2011年-2020年间不断向右移动。这表明西部区域产业链供应链现代化水平在不断提高。从分布形态来看,总体来说,在2011年-2020年间西部区域分布曲线的主峰高度呈现出下降的趋势,而西部区域分布曲线的主峰宽度在不断扩大。这说明西部区域产业链供应链现代化水平的绝对差异呈现出扩大的趋势。从分布的延展性来看,总体来说西部区域的分布曲线呈现出右拖尾现象,样本期间内右拖尾程度呈现降低的趋势。此外,中部区域分布曲线的延展性总体呈现拓宽的趋势。这表明西部区域产业链供应链现代化水平呈现

上升的趋势。从极化现象来看，西部区域的分布曲线在样本期间均呈现单峰现象，这表明西部区域产业链供应链现代化水平并未出现两极分化现象。

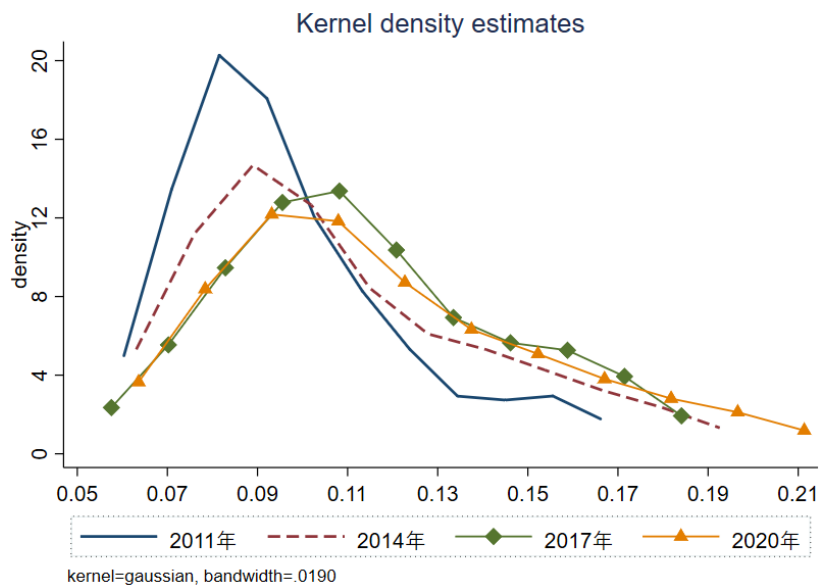


图 4.4 西部区域产业链供应链现代化水平的动态演进

5 中国产业链供应链现代化水平的收敛性分析

在分析了我国产业链供应链现代化水平区域差异的基础上,为进一步分析我国区域产业链供应链的现代化水平差异的演变趋势。本文利用 σ 收敛模型和 β 收敛模型,探讨我国产业链供应链现代化水平区域差异变化的收敛性。

5.1 研究方法

(1) σ 收敛

σ 收敛可理解为不同区域的离散程度随着时间推移呈现持续下降的过程^[57]。常用的 σ 收敛方法有标准差法、变异系数法。本文采用变异系数法来进行计算,计算公式为:

$$CV = \frac{\sqrt{\sum_i^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_{ij})^2 / n}}{\bar{x}_{ij}} \quad (5-1)$$

其中, j 为三大经济区的编号, i 为各经济区内不同省份的编号, n_j 为各经济区内省份个数, x_{ij} 为 j 经济区内 i 省市产业链供应链现代化水平的测度值, \bar{x}_{ij} 为 j 经济区区域性产业链供应链现代化水平的均值。

(2) β 收敛

β 收敛分为绝对 β 收敛和条件 β 收敛。绝对 β 收敛是不考虑其他任何附加变量产业链供应链现代水平变动呈现收敛性特征。绝对 β 收敛的计量模型为:

$$\ln\left(\frac{Y_{i,t+1}}{Y_{i,t}}\right) = \alpha + \beta \ln(Y_{i,t}) + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (5-2)$$

其中, i 为省份, t 表示年份, $Y_{i,t}$ 表示 i 省 t 年的产业链供应链现代化水平的测度值, α 为常数项, β 为待估计参数, μ_i 和 η_t 分别为区域效应与时间效应, ε_{it} 为随机干扰项。收敛速度可表示为

$$v = -\frac{\ln(1+\beta)}{T} \quad (5-3)$$

其中, v 表示收敛速度, T 代表所研究样本的时间跨度。

条件 β 收敛是指考虑了不同的影响因素后产业链供应链现代化水平变动呈现收敛性特征。其模型如下：

$$\ln\left(\frac{Y_{i,t+1}}{Y_{i,t}}\right) = \alpha + \beta \ln(Y_{i,t}) + \lambda \sum_{j=1}^n \ln \text{Control}_{it}^j + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (5-4)$$

其中， α 为控制变量待估参数，Control 为控制变量，j 表示第 j 个控制变量，n 为控制变量个数，其他变量含义与式 (5-2) 相同^[57]。本文的控制变量主要包括创新能力水平 (ia)、绿色集约水平 (gai)、数字化水平 (dig)、经济效益水平 (eb) 以及自主可控水平 (aac)。

5.2 σ 收敛

采用变异系数来判别我国不同区域内产业链供应链现代化水平的 σ 收敛性。

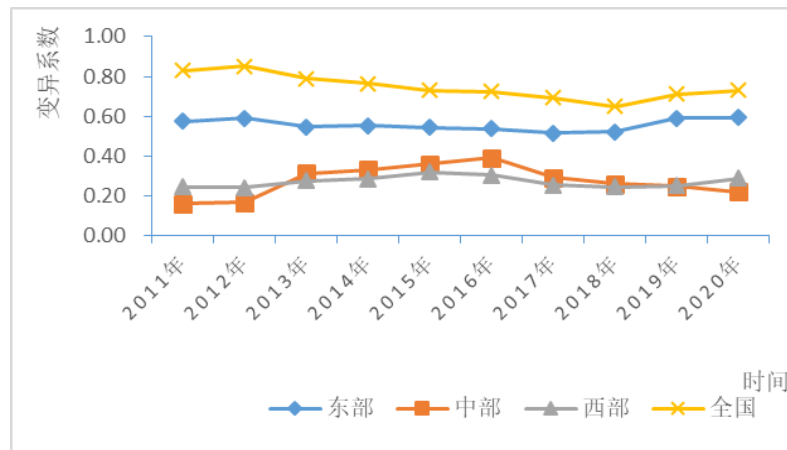


图 5.1 各区域产业链供应链现代化水平的 σ 收敛

2011 年-2020 年各区域产业链供应链现代化水平变异系数的变化趋势图 5.1，从全国层面来看，2011 年-2012 年与 2018 年-2020 年期间变异系数呈上升趋势，说明不存在 σ 收敛特征，全国产业链供应链现代化水平差距趋于扩大。2012 年-2018 年期间变异系数呈下降趋势，2018 年变异系数达到最小值，为 0.6512，年均下降率为 3.95%，说明存在 σ 收敛趋势，全国产业链供应链现代化水平差距趋于缩小。从东中西三大区域来看，东部区域的变异系数在样本期内基本保持平稳，维持在 0.55 左右，未出现明显的 σ 收敛趋势，说明区域产业链供应链现代化水平差异保持相对稳定；中部区域在 2011 年-2016 年期间变异系数呈上升趋势，

2016年变异系数在样本期内达到最大值，为0.3925，年均增长率为28.67%，说明该区间内中部区域产业链供应链现代化水平呈发散态势，区域产业链供应链现代化水平差异趋于扩大，2016年-2020年期间变异系数呈下降趋势，年均下降率为10.82%，说明该区间内存在 σ 收敛趋势，区域产业链供应链现代化水平差距趋于缩小；西部区域在2011年-2012年与2015年-2018年变异系数呈下降趋势，年均下降率分别为2%、7.64%，说明该区间内存在 σ 收敛趋势，区域产业链供应链现代化水平差距趋于缩小，在2012年-2015年与2018年-2020年期间变异系数呈上升趋势，2015年变异系数在样本期内达到最大值，为0.3198，年均增长率分别为10.73%、8.90%，说明该区间内不存在 σ 收敛，区域产业链供应链现代化水平差异趋于扩大。总体而言，全国与东中西三大区域产业链供应链现代化水平不存在 σ 收敛特征。根据收敛假说，经济发展相对落后的地区会有更快的经济增长速度，而经济发达地区的经济增长速度会随着时间减缓，变异系数会随时间大体呈下降趋势。检验中发现不存在 σ 收敛的原因可能是：受到其他一些潜在的社会因素影响，使得这种收敛趋势削弱，表现为没有 σ 收敛性；亦或在不同时间段内不同地区所呈现出的 σ 收敛没有连续性。

5.3 β 收敛

5.3.1 绝对 β 检验

表 5.1 产业链供应链现代化水平的绝对收敛结果

变量	全国	东部地区	中部地区	西部地区
β	-0.5248***	-0.6080***	-0.6511***	-0.5331***
常数项	-1.0248***	-0.7922***	-1.4520***	-1.2750***
时间效应	双固定	双固定	双固定	双固定
地区效应	双固定	双固定	双固定	双固定
ν	7.44%	9.36%	10.53%	7.62%
R^2	0.0410	0.0137	0.1147	0.1218

注：上标*、**、***分别代表在10%、5%、1%的显著性水平下显著。

产业链供应链现代化水平的绝对收敛结果见表5.1，全国整体及东中西三大区域 β 收敛系数均显著为负，且都通过1%的显著性水平检验，表明全国与东中

西三大区域存在显著的 β 收敛过程,这也意味着在不考虑各地区社会经济因素的情况以及忽略不同区域在社会经济方面存在的较大差异下,随着时间推移,全国与各区域产业链供应链现代化水平发展最终会收敛到同一稳态水平。全国及东中西三大区域的收敛速度分别为 7.44%、9.36%、10.53%、7.62%,中部的收敛速度最快,东部收敛速度次之,西部的收敛速度最小。可能的原因是:东中部区域的数字化与西部区域相比初始差距显著,随着数字技术迅猛发展,东西部区域的数字化水平得到大力提升,从而东西部区域的产业链供应链现代化水平得到大力提升,同时西部区域的数字化发展缓慢,造成三大区域的收敛速度差距较为显著。

5.3.2 条件 β 收敛

在考虑创新能力水平、绿色集约水平、数字化水平、经济效益水平、自主可控水平等控制变量后,全国及东中西三大区域产业链供应链现代化水平的收敛性趋势,表 5.2 报告产业链供应链现代化水平的条件 β 收敛检验结果。经过 F 检验,全国及东中西三大区域选择个体时间双固定效应模型。

表 5.2 产业链供应链现代化水平的条件收敛结果

变量	全国	东部地区	中部地区	西部地区
β	-0.4647***	-0.6591***	-0.6092***	-0.5643**
lnia	0.0775*	0.0970	0.0971	0.0980*
lngai	-0.1993***	-0.1816	-0.1489*	-0.1711
lndig	-0.0273	0.0205	-0.0645	-0.0873
lnneb	0.0461	0.0316	0.0491	0.1016*
lnaac	-0.0159	-0.0089	0.4930*	0.1378
常数项	-1.0248***	-0.8201***	-1.2373***	-1.2472***
时间效应	双固定	双固定	双固定	双固定
地区效应	双固定	双固定	双固定	双固定
ν	6.25%	10.76%	9.40%	4.47%
R^2	0.0410	0.0240	0.2237	0.2198

条件收敛结果表明:第一,全国及东中部区域产业链供应链现代化水平的收敛系数在 1%的水平下显著为负,西部区域产业链供应链现代化水平的收敛系数在 5%的水平下显著为负,说明全国及东中西三大区域产业链供应链现代化水平都存在条件 β 收敛趋势,这意味着在考虑创新能力水平、绿色集约水平、数字化

水平、经济效益水平、自主可控水平等异质性影响因素情况下，全国及东中西三大区域产业链供应链现代化水平差异日趋缩小，存在产业链供应链现代化水平低的地区赶超产业链供应链现代化水平高的地区的趋势。第二，从收敛速度来看，全国及东中西三大区域的收敛速度相较于绝对 β 收敛速度有所差异，收敛速度分别为 6.25%、10.76%、9.40%、4.47%，形成东部收敛速度最快，中部区域次之，西部收敛速度最慢的发展格局。第三，从收敛系数的绝对值来看，全国及东中西三大区域收敛系数的绝对值依次为 0.4647、0.6591、0.6092、0.5643，与绝对 β 收敛系数相比，全国与中部区域收敛系数 β 的绝对值减小，东部区域和西部区域收敛系数 β 的绝对值增大，表明在考虑创新能力水平、绿色集约水平、数字化水平、经济效益水平、自主可控水平等控制变量影响后，全国与中部区域收敛趋势有所减弱，但东部区域和西部区域收敛趋势更加明显。

从控制变量的回归结果来看，全国及东中西三大区域中各控制变量系数及显著性水平有所不同。加入控制变量后，若收敛不再显著，这表明控制变量对产业链供应链现代化水平的地区差异产生不可忽视的作用，最终使得各地区的产业链供应链现代化水平趋于各自稳定的状态。其中，创新能力水平的回归系数在全国及东中西三大区域中均为正，且全国与西部地区在 10% 的水平下显著，对东部区域与中部区域的影响不显著，说明创新能力水平对于全国及西部区域产业链供应链现代化水平的提升有促进作用，但对缩小其内部差距有抑制作用；绿色集约水平的回归系数在全国及东中西三大区域中均为负，且全国整体在 1% 的水平下显著，中部地区在 10% 的水平下显著，对东部区域与西部区域的影响不显著，表明绿色集约抑制全国及中部区域产业链供应链现代化水平的提升，但对缩小其内部差距有促进作用；数字化水平回归系数在全国及东中西三大区域的回归结果均不显著；经济效益水平的回归系数在全国及东中西三大区域中均为正，且西部地区在 10% 的水平下显著，对全国整体、东部区域以及中部区域的影响不显著，说明经济效益有助促进西部区域产业链供应链现代化水平的提升，但对缩小其内部差距有抑制作用；自主可控水平的回归系数在全国及东部区域中均为负，在中部区域与西部区域中均为正，且中部地区在 10% 的水平下显著，对全国整体、东部区域以及西部区域的影响不显著，说明自主可控水平对于中部区域产业链供应链现代化水平的提升有促进作用，但对缩小其内部差距有抑制作用。

6 结论与建议

6.1 结论

本文首先对产业链供应链现代化的内涵进行了界定,基于此构建包括创新能力、绿色集约、数字化、经济效益、自主可控 5 个维度的产业链供应链现代化的评价指标体系,基于 2011 年-2020 年省级面板数据,通过熵权-TOPSIS 法进行实证测度,运用基尼系数对我国区域产业链供应链现代化水平差异进行分解。最后运用 σ 收敛模型和 β 收敛模型对全国及东中西三大区域产业链供应链现代化水平的收敛性进行研究。得到如下结论:

第一,我国产业链供应链现代化水平存在地区性差异。东部地区的产业链供应链现代化水平最高,并且与其它地区的相比优势十分明显。中部地区次之,西部地区的产业链供应链现代化水平最低。另外,从空间地域上看,产业链供应链的创新水平、绿色集约水平、数字化水平以及经济效益水平在空间上都呈现“东高、中西低”的阶梯状的空间分布特征。而产业链供应链的自主可控水平呈现“西中高、东低”的阶梯状的空间分布特征。

第二,基尼系数分解结果表明,在 2011 年-2020 年间,中国产业链供应链现代化水平的总体差异总体上呈现下降趋势;东部区域的产业链供应链现代化水平的区域内差异在东中西三大区域中最大,并且较中西部而言十分显著,中西部的产业链供应链现代化水平的区域内差异都较小,并且二者趋近;中国产业链供应链现代化水平的区域间差异总体呈现出下降趋势,而东部-西部的区域间差异最大,东部-中部的区域间差异次之,中部-西部的区域间差异最小;另外,中国产业链供应链现代化水平的差异主要来源于区域间差异,区域内差异与超变密度对总体差异的贡献较小。而区域间差异主要来源于东部-中部和东部-西部的地区差异。

第三,全国及三大区域的分布曲线的位置、形态、延展性等动态特征存在差异,全国产业链供应链现代化水平的绝对差异呈现出扩大的趋势。在三大区域中,东部区域产业链供应链现代化水平的绝对差异并无发生太大变化,中部区域与西部区域产业链供应链现代化水平的绝对差异呈现出扩大的趋势。从极化现象来

看,全国整体与东中西三大区域的产业链供应链现代化水平并未出现两极分化现象。

第四,我国产业链供应链现代化水平不存在 σ 收敛,存在 β 收敛。全国及东中西三大区域的产业链供应链现代化水平基本不存在 σ 收敛,即产业链供应链现代化水平的分布格局并未随时间推移发生下降的变化。全国及东中西三大区域都存在绝对 β 收敛,收敛速度呈现“中-东-西”的格局,中部区域产业链供应链的现代化水平将最先收敛到其稳定水平。加入创新能力水平、绿色集约水平、数字化水平、经济效益水平、自主可控水平五个控制变量后,依旧存在条件 β 收敛,收敛速度呈现“东-中-西”的格局,东部区域产业链供应链的现代化水平将最先收敛到其稳定水平。

6.2 建议

针对以上研究结论,本文提出以下政策建议:

第一,找准定位,把握政策,精准施策,优化各地区产业链供应链区域布局。各地区首先要对自身有清晰的认知,明确自身的优势与不足。另外,各地区要坚持具体问题具体分析,找出自身的区位优势,再根据国家政策导向,精准施策,优化各地区产业链供应链区域布局。如东部地区应构建国家层面的产业链供应链安全与韧性管理体系,提升产业链供应链的自主可控水平。中西部地区应根据自身特点合理选择实施创新模式,多措并举提升创新能力水平;以绿色发展理念为引领,大力发展数字经济,推进数字产业化和产业数字化,提升中西部产业链供应链现代化水平。另外,中西部地区应抓住西部大开发、中部崛起、东北振兴等政策机遇,优化各地区产业链供应链区域布局。

第二,把科技自立自强作为战略支撑,加大科研投入,锻长板补短板,以创新驱动提升产业链供应链现代化水平。一个国家自身的创新能力是确保其在全球供应链与价值链占据高位次的关键。因此,政府应充分发挥其制度优势和市场优势,围绕产业链供应链部署创新链,围绕创新链布局产业链供应链,提升产业链供应链的自主创新能力。整合全社会各方面的科技力量,联合攻克目前供应链闭环中的“卡脖子”技术,推动基础和关键领域创新突破,尽快实现关键领域自主可控,提升产业链供应链的自主可控能力。要借助数字经济蓬勃发展的机遇,

挖掘产业发展新动能，以数字化变革推动产业链供应链优化升级。以数字化、网络化、智能化为抓手，促进新一代信息技术与制造业深度融合，加快推进数字产业化和产业数字化，提升产业链供应链效率、韧性和弹性。

第三，要树立全局思维，加强各地区之间的交流合作，推动产业链供应链跨区域协调发展。不谋全局者，不足以谋一域，不谋万世者，不足以谋一时，各地区要树立全局思维，统筹推进，使各地区产业链供应链资源能够优势互补，协调发展。促进区域协调发展，逐渐缩小区域发展差距，是深入贯彻新发展理念、建设现代化经济体系的重要组成部分。因此，各区域要发挥自身优势，区域间多进行交流合作，政府应建立区域战略统筹机制、基本公共服务均等化机制、区域政策调控机制以及区域发展保障机制等；另外，要完善市场一体化发展机制，深化区域合作机制，优化区域互助机制，健全区际利益补偿机制，推进产业集群升级与产业集群间的协同体系建设，提升产业链供应链现代化水平。

第四，健全机制，大力提升产业链供应链韧性和安全水平，加快建设现代化经济体系。产业链供应链的自主可控水平是确保国家经济安全的关键，因此政府必须增强产业链供应链的风险抵抗力，构建产业链供应链动态评价机制，排查产业链供应链的堵点、卡点、断点加快构建产业链供应链周期性动态评价机制。针对国内产业链供应链韧性和安全水平的实际，稳定地开展周期性评价及预测。健全风险预警机制、应急机制与补偿机制，及时实时追溯突发性内部与外部风险信息，加强产业链供应链外部风险评估和脆弱性分析。产业链供应链组织成员及相关行业协会应积极及时响应突发事件，快速发现“断供”风险隐患，通过建立风险管控中心数据库，加强安全监测，增强产业链供应链稳定性和总体韧性，提升产业链供应链抗风险能力。

参考文献

- [1] 习近平主席在亚太经合组织工商领导人峰会上的主旨演讲 [EB/OL].(2018-11-17)[2020-12-19].<http://cpc.people.com.cn/nl/2018/1117/c64094-30406239.html>.
- [2]赵超,安蓓,陈炜伟等.乘风破浪 行稳致远 从中央政治局会议看中国经济走势[J].中亚信息,2019,No.336(08):26-29.
- [3]习近平主持召开中央财经委员会第五次会议[J].国家电网,2019,No.194(09):10.
- [4]习近平.国家中长期经济社会发展战略若干重大问题[J].求是,2020,(21):1-5.
- [5]习近平.习近平在第 73 届世界卫生大会视频会议开幕式上致辞[N].人民日报,2020-05-19(1).
- [6]中国共产党第十九届中央委员会第五次全体会议通过.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]. (2020-10-29) [2020- 12-09]. http://www.xinhuanet.com/politics/2020-10/29/c_126674147.htm.
- [7]习近平.高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[M].北京:人民出版社,2022 :28.
- [8]郁义鸿.产业链类型与产业链效率基准[J].中国工业经济,2005(11):35-42.
- [9]黄群慧.以产业链供应链现代化水平提升推动经济体系优化升级[J].马克思主义与现实,2020(06):38-42.
- [10]张其仔,许明.中国参与全球价值链与创新链、产业链的协同升级[J].改革,2020(06):58-70.
- [11]罗仲伟,孟艳华.“十四五”时期区域产业基础高级化和产业链现代化[J].区域经济评论,2020,(1):32-38.
- [12]盛朝迅.推进我国产业链现代化的思路与方略[J].改革,2019(10):45-56.
- [13]吴金明,邵昶.产业链形成机制研究——“4+4+4”模型[J].中国工业经济,2006(04):36-43.
- [14]Houlihan John B. International Supply Chain Management[J]. International Journal of Physical Distribution & Materials Management,1985,15(1).
- [15]Stevens J, Intgating the Supply Chain[J]. International Journal of Physical Distribution and Materials Management,1999 ,9.
- [16]Simon Croom, Supply Chain Management: an analytical frame work for critical literature review[J].European J of Purchasing &Supply Managemen,2000,6.
- [17]陈国权.供应链管理[J].中国软科学,1999(10):101-104.
- [18]蓝伯雄,郑晓娜,徐心.电子商务时代的供应链管理[J].中国管理科学,2000(03):2-8
- [19]王静.提升产业链供应链现代化水平的共融路径研究[J].中南财经政法大学学报,2021(03):144-156.

- [20]宋华,杨雨东.中国产业链供应链现代化的内涵与发展路径探析[J].中国人民大学学报,2022,36(01):120-134.
- [21]中国社会科学院工业经济研究所课题组.张其仔.提升产业链供应链现代化水平路径研究[J].中国工业经济,2021(02):80-97.
- [22]付保宗.增强产业链供应链自主可控能力亟待破解的堵点和断点[J].经济纵横,2022(03):39-46+137.
- [23]白雪洁,宋培,艾阳,李琳.中国构建自主可控现代产业体系的理论逻辑与实践路径[J].经济学家,2022(06):48-57.
- [24]路红艳,林梦.提升产业链供应链现代化水平的路径[J].中国国情国力,2021(03):23-26.
- [25]魏后凯.论我国区际收入差异的变动格局[J].经济研究,1992(04):61-65+55.
- [26]杨开忠.中国区域经济差异变动研究[J].经济研究,1994(12):28-33+12.
- [27]林毅夫,蔡昉,李周.中国经济转型时期的地区差距分析[J].经济研究,1998(06):5-12.
- [28]蔡昉,都阳.中国地区经济增长的趋同与差异——对西部开发战略的启示[J].经济研究,2000(10):30-37+80.
- [29]王小鲁,樊纲.中国地区差距的变动趋势和影响因素[J].经济研究,2004(01):33-44.
- [30]姚树俊,董哲铭.我国产业链供应链现代化水平测度与空间动态演进[J].中国流通经济,2023,37(03):32-47.
- [31]Solow. R.M. A Contribution to the Theory of Economic Growth [J]. Quarterly Journal of Economics, 1965,70(1): 65-94.
- [32]William J. Baumol. Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show[J]. The American Economic Review, 1986, 76(5) : 1072- 1085.
- [33]Robert J. Barro, N. Gregory Mankiw, Sala-i -Martin, X. Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth[J]. The American Economic Review , 1995, 85(1) : 103-115.
- [34]许广月.碳排放收敛性:理论假说和中国的经验研究[J].数量经济技术经济研究, 2010, 27(09) :31-42.
- [35]魏梅,曹明福,江金荣.生产中碳排放效率长期决定及其收敛性分析[J].数量经济技术经济研究, 2010, 27(09) :43-52+81.
- [36]孙巍,李菁.我国制造业区域产业结构的收敛性研究[J].经济管理,2010,32(03):46-54.
- [37]曹跃群,唐静.第三产业全要素生产率增长及其收敛性分析[J].山西财经大学学报, 2010, 32(06) : 52-58.
- [38]高毅蓉,袁伦渠.我国三次产业劳动生产率的地区差异及收敛性分析:1985~ 2010 年[J].经济问题探索, 2014 (06) :54-59.
- [39]张翠菊.中国碳排放强度影响因素、收敛性及溢出性研究[D].重庆大学, 2016.
- [40]柏培文,许捷.中国三大产业的资本存量、资本回报率及其收敛性:1978- -2013[J].经济学(季刊), 2018, 17(03) :1171-1206.

- [41]田慧珺. 我国企业数字化转型驱动产业链现代化水平提升研究[D]. 吉林大学,2022.
- [42]吕建中. 读熊彼特经济学有感[J]. 中国眼镜科技杂志,2023(03):48-49.
- [43]许嘉俊. 中国城市雾霾污染的空间差异及收敛性分析[D]. 中南财经政法大学,2020.
- [44]艾萨德. 区位与空间经济学——关于产业区位、市场区、土地利用、贸易和城市结构的一般理论[M]. 杨开忠等, 译. 北京:北京大学出版社, 2011.
- [45]TOBEL W R. A computer movie simulating urban growth in the detroit region[J]. *Economic Geography*, 1970, 46(2).
- [46]AN SELIN L, *Spatial econometrics: methods and models*[M]. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Springer Netherlands, 1988: 5.
- [47]LESAGE J P *The theory and practice of spatial econometrics*[R]. Toledo: Department of Economics University of Toledo, 1999.
- [48]LI H, REYNOLDS J F. On definition and quantification of heterogeneity[J]. *Oikos*,1995 ,73 (2): 280-284.
- [49]孙泗泉. 中国省域环境效率测度及收敛性研究[D]. 福建师范大学,2019.
- [50]Baumol W J. Productivity growth convergence and welfare: What the long-run data show [J] . *American Economic Review*, 1986, 76(5) :1072-4085.
- [51]徐杰. 提升产业链供应链现代化水平的关键举措[J]. 开放导报,2021(02):65-70.
- [52]汪彬,阳镇. 双循环新发展格局下产业链供应链现代化:功能定位、风险及应对[J]. 社会科学,2022(01):73-81.
- [53]Hansen Morten T, Birkinshaw Julian. The innovation value chain.[J]. *Harvard business review*,2007,85(6).
- [54]黄泰岩,片飞. 习近平关于产业链供应链现代化理论的逻辑体系[J]. 经济学家,2022,No.281(05):5-13.
- [55]张其仔,许明. 实施产业链供应链现代化导向型产业政策的目标指向与重要举措[J]. 改革,2022(07):82-93.
- [56]付保宗. 增强产业链供应链自主可控能力亟待破解的堵点和断点[J]. 经济纵横,2022,No.436(03):39-46+137.
- [57]马运鹏. 中国科技资源配置效率的区域差异及收敛性研究[D]. 山东财经大学,2021.
- [58]李艳梅,姜巍,程晓凌. 结构与效率因素对内蒙古能源强度变动的影响[J]. 地域研究与开发,2009,28(05):27-31.
- [59]韩君,韦楠楠,颜小凤. 黄河流域生态保护和高质量发展的协同性测度[J]. 兰州财经大学学报,2022,38(01):45-59.
- [60]刘康,袁敏,申社芳. 我国区域碳排放效率测度与地区差异分析——基于三阶段 Super-SBM-DEA 方法[J]. 兰州财经大学学报,2022,38(02):44-59.

致 谢

时光荏苒，三年的研究生生涯即将结束。依稀记得 2020 年初到兰州财经大学的场景，那时的激动之情宛如发生在昨天一样，让人甚是怀念。三年很短，却有太多值得回忆的瞬间，它给我的历练使我获得了新的力量，让我在未来人生道路上的步伐更加坚定和踏实。

感谢梁亚民老师，梁老师在开学之初就对我的研究生生涯进行了规划，并且时常同我谈心，在学习和生活方面给了我很多帮助；感谢韩君老师，韩老师组织的讨论课，让我学习到多种计量经济模型及软件操作。韩老师还指导和带领我们参与各种比赛，以及为我们提供聆听专家讲座的机会。另外在论文完成过程中，韩老师对我悉心指导，一次次给我提出建议，得遇良师，感恩于心。

感谢统计学院的各科任课老师对我学业上的帮助，感谢同学，感谢同门，非常幸运在研究生生活中与你们结识并成为挚友，愿我们此生尽兴，赤诚善良。

感谢我的父母，感谢你们辛勤地付出，并坚定地支持我考研，你们对我的支持和鼓励，是我最坚实的后盾，让我这一路无所畏惧，勇敢前行。感谢所有帮助过我以及关心我的人，希望大家都能永远热爱生活，积极乐观，天天向上！