

Doi:10.11835/j.issn.1008-5831.jg.2024.12.001

欢迎按以下格式引用:刘奎兵,彭娟,王欢芳,等.中国制造业产业链现代化水平测度及动态演变分析[J].重庆大学学报(社会科学版),2025(4):63-75. Doi:10.11835/j.issn.1008-5831.jg.2024.12.001.



Citation Format: LIU Kuibing, PENG Juan, WANG Huanfang, et al. Measurement and dynamic evolution analysis of the modernization level of the industrial chain in China's manufacturing industry[J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2025(4):63-75. Doi:10.11835/j.issn.1008-5831.jg.2024.12.001.

中国制造业产业链现代化水平测度及动态演变分析

刘奎兵,彭娟,王欢芳,傅贻忙

(湖南工业大学商学院,湖南株洲 412000)

摘要:当前,全球产业链正处于加速调整和重塑阶段,我国产业链的安全和稳定面临重大挑战,提升产业链现代化水平将成为推动实体经济高质量发展的关键手段,同时也是加快发展中国式现代化产业体系的紧迫要求。在全球市场加速变化的影响下,制造业已成为新发展格局下实现产业链现代化的重要领域,提升制造业产业链现代化水平以及推动制造业高质量发展对于我国全面建设社会主义现代化强国具有重要的战略意义。通过对制造业产业链现代化发展的时空演变和空间关联进行深入剖析,不仅可以为我国构建高质量现代化产业体系提供参考借鉴,也可为实现制造业产业链现代化区域协调发展提供可行性建议。基于此,文章从产业链创新性、产业链安全性、产业链高端化、产业链绿色化四个维度构建中国制造业产业链现代化综合指标体系,使用熵值法对制造业产业链现代化水平进行测度,并采用 Dagum 基尼系数和局部莫兰指数分析全国制造业产业链现代化水平的区域差异,采用 Kernel 密度估计和 Markov 转移概率矩阵分析制造业产业链现代化发展水平的演进趋势,以观察其动态演进和稳态分布特征。研究表明:第一,我国制造业产业链现代化发展目前仍处于中低水平,并且在空间上呈现出“东高西低”的分布特征,东部地区存在追赶效应,而西部地区制造业产业链现代化的潜力有待进一步挖掘。第二,总体看,我国制造业产业链现代化水平的区域差异呈现下降趋势,各省份制造业产业链现代化水平的差距正在缓慢缩小,空间集聚特征有减弱趋势。第三,我国制造业产业链现代化水平正在不断提升,但在一定程度上存在“中等陷阱”和“返降”现象,且西部省份和部分东北省份长期处于低水平阶段,

基金项目:湖南省社会科学成果评审委员会课题“‘三高四新’战略下数字赋能湖南省先进制造业高质量发展模式与对策研究”(XSP22YBZ034);湖南省自然科学基金项目“数字经济推动产业链现代化水平提升的机理、实证与路径”(2023JJ30219);湖南省教育厅科学研究重点项目“新发展格局下湖南省产业链现代化水平测度及提升研究”(22A0421);湖南省教育厅科学研究优秀青年项目“湖南省制造业产业链现代化水平测度及动态演变分析”(23B0570)

作者简介:刘奎兵,湖南工业大学商学院讲师,硕士研究生导师,Email: 657467121@qq.com;王欢芳(通信作者),湖南工业大学商学院教授,Email: 13077029@qq.com;傅贻忙,湖南工业大学商学院副教授。

存在较大的提升空间。显然,这些研究结论对于我国制造业产业链现代化在当前供需不平衡不匹配、预期转弱的大背景下,思考如何根据自身发展实际实现我国制造业产业链现代化区域协调发展,提升我国制造业产业链现代化水平具有重要的参考价值。

关键词:制造业;产业链现代化;中国式现代化产业体系;熵值法;时空演变特征;区域协调发展

中图分类号:F424 **文献标志码:**A **文章编号:**1008-5831(2025)04-0063-13

引言

党的二十大报告明确提出,要稳步推进现代化产业体系建设,为全面建成社会主义现代化强国构筑坚实的物质技术基础。党的二十届三中全会强调,要健全提升产业链供应链韧性和安全水平制度。作为推动实体经济高质量发展的必然要求,我国制造业具有市场规模大、产业链条健全、供应链高效等优势,但仍存在需求收缩、供给冲击、资源浪费、技术“卡脖子”和价值链“低端锁定”等问题,严重制约了我国产业链现代化水平的提升^[1]。长期以来,我国区域间产业链现代化发展存在不均衡不协调的矛盾,产业发展的战略纵深优势未得到充分发挥。显然,进一步扩大制造业空间,激发各地产业优势,提升产业链现代化水平将成为我国实现区域协调发展的关键驱动因素。习近平总书记在党的二十大报告中指出:“深入实施区域协调发展战略、区域重大战略、主体功能区战略、新型城镇化战略,优化重大生产力布局,构建优势互补、高质量发展的区域经济布局和国土空间体系。”^①可见,在新时代区域协调发展的大背景下,如何实现地区间制造业产业链空间布局优化和区域协调发展,已成为当下中国面临的迫切而重要的现实课题。因此,在解决这些问题上,在推动中国制造业产业链现代化的进程中,都需要从崭新的视角去理解和分析制造业产业链现代化的时空演变规律。

随着制造业产业链现代化的深入推进,相关研究成果也日渐丰硕,学者们围绕产业链现代化的测度^[2-5]、产业链现代化的影响因素^[6-9]、制造业创新渠道^[10-11]及产业链现代化的实现路径^[12-13]等方面进行了广泛研究。其中,在产业链现代化的内涵及特征方面,学者们的阐述各有侧重。张虎等认为产业链现代化是利用新一轮科技变革和产业革命,掌握关键技术,推动产业基础升级,增强产业链控制力,提高产业发展水平的复杂系统^[3]。刘志彪的研究表明,要实现产业链现代化,关键在于确保核心技术的自主性和可控性,增强产业链面对冲击时的韧性以及产业间融合创新能力,以便在全球价值链分工中占据主导地位,实现科技创新、人力资源、产业高质量发展等要素之间的高度协调^[14]。程俊杰基于路径视角分析了产业链现代化的内涵,指出产业链现代化本质上是通过提升产业基础能力、降低信息运行成本、增强产业链韧性、提高产业创新能力和促进产业链协同配置,以此实现产业链向安全高效目标发展的能力提升过程^[15]。此外,还有学者认为产业链现代化是一国或区域提升产业链水平、提高在全球价值链中的话语权及中心地位的过程^[16-17]。盛朝迅认为产业链现代化是产业链提升基础能力、改善运行模式、增强产业链控制和治理能力的过程^[18]。纵观现有文献,产业链现代化一般具有如下特征:强大的创新能力、坚实的基础能力、高端的引领能力、可持续的绿色发展能力。将以上四点纳入界定范畴,可知产业链现代化指的是一个国家或地区充分利用

① 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(https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm)。

现有科技成果,提高其产业链创新能力和自主可控能力、使产业链具备高端链接能力和产业绿色可持续发展的过程。

提升产业链现代化水平将有助于促进区域产业链布局优化,实现区域之间协同发展。有关产业链现代化与区域协调发展的联动研究,多数是从产业分工、产业聚集、产业转移等方面展开。在产业分工上,观察产业分工和专业化水平对国家和地区经济增长的影响机制,中国经济得以长期高速发展主要在于区域间产业分工的不断深化及分工水平的不断提升^[19]。在产业聚集上,产业链的升级促使不同环节的企业和产业在特定区域内形成集聚效应,进而提高产业链的整体效率和竞争力。这种聚集效应对于促进落后地区的发展至关重要,它也是强化区域协调联动,持续缩小区域发展差距的关键驱动因素^[20]。在产业转移上,通过加强各区域之间产业链的相互联系,充分流动要素市场,以缩小区域间的发展差距,推动区域产业链现代化水平的协调发展^[21]。

当前学者围绕制造业产业链现代化进行了大量有益探索,且取得了一定研究成果,为本文的研究奠定了扎实的基础,但仍然存在以下优化空间:一是现有相关研究大多处于定性分析阶段,有关制造业产业链现代化水平定量测度的文献亟待补充。二是现有研究多集中于描述中国制造业产业链现代化的整体状况,缺乏结合时间与空间视角来探究中国省域制造业产业链现代化的区域分布格局与时空演化机制的相关研究。基于此,本文构建综合的制造业产业链现代化评价体系,采用熵值法进行赋权,进而测算出中国30个省份(不含西藏和港澳台地区)2011—2021年制造业产业链现代化综合水平。以此为基础,进一步用Dagum基尼系数和局部莫兰指数分析了全国制造业产业链现代化水平的区域差异,采用Kernel密度估计和Markov转移概率矩阵分析制造业产业链现代化发展水平的演进趋势,以观察其动态演进和稳态分布特征。旨在为增强中国制造业产业链现代化水平,推动地区间协调发展提供参考借鉴。

本文的边际贡献在于:(1)现有关于制造业产业链现代化的研究,目前主要集中于定性分析,本文依托现有理论基础,从产业链创新性、产业链安全性、产业链高端化、产业链绿色化4个一级指标构建中国制造业产业链现代化综合指标体系,并使用熵值法测度了我国30个省份的制造业产业链现代化水平。(2)结合时间和空间维度全面分析了我国制造业产业链现代化水平的动态演变特征,突破了单一时间维度或单一空间维度的局限,以期能够为制造业产业链现代化水平的提升提供可行性建议。

一、制造业产业链现代化水平指标的建构、测度与分析

(一)指标体系

1. 指标建立

文章基于制造业产业链现代化的内涵,结合指标体系的设计原则,全面构建制造业产业链现代化综合指标体系。借鉴张虎等^[3]、蔡乌赶和许凤茹^[5]的研究方法对区域层面的制造业产业链现代化水平进行测度。其中,文章依据制造业产业链现代化内涵和现实背景共设产业链创新性、产业链安全性、产业链高端化、产业链绿色化4个维度:一是产业链创新性。产业链创新是产业链现代化水平提升的内在要求,创新能力越高,综合竞争力越强^[3]。R&D经费投入强度和R&D人员全时当量能够充分反映我国的科技实力和核心竞争力^[22],而新产品销售收入和有效发明专利数则主要考察企业创新成果。二是产业链安全性。产业链安全主要考察产业韧性和抗冲击能力,以及是否能根据

市场的变化灵活及时作出调整。技术对外依存度可以较好反映我国产业基础能力和国际竞争力,考察国际市场上的风险应对能力。风险控制能力主要考察产业链抗击风险能力^[23]。贸易竞争力指数反映各地区在国内市场的安全可控能力^[24]。三是产业链高端化。产业链高端化主要考察我国产业能否迈向价值链中高端以及抢占竞争制高点。文章选取体现制造业发展效益的全员劳动生产率、体现各地在国内产业链话语权的制造业500强企业数及体现产业附加值的主营业务收入三个二级指标^[25]。四是产业链绿色化。主要考察产业链可持续发展能力,文章从低碳和污染排放治理两个方面来衡量产业链绿色化水平^[6]。在此基础上构建制造业产业链现代化水平综合指标体系(见表1),对我国各省份的制造业产业链现代化水平展开测度。

2. 数据来源

选取2011至2021年为研究样本区间,以除西藏和港澳台地区外的30个省(区、市)的相关数据为测算对象。本文的原始数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》以及中国制造业500强名单等。部分缺失值采用线性插值和预测拟合补全。

表1 中国制造业产业链现代化水平指标体系

一级指标	二级指标	指标含义	属性
产业链创新性	R&D经费投入强度	R&D经费支出/地区生产总值	+
	R&D人员全时当量	R&D人员全时当量	+
	新产品销售收入占比	新产品销售收入/主营业务收入	+
	有效发明专利数	有效发明专利数	+
产业链安全性	技术对外依存度	技术引进经费支出/(R&D经费+技术引进经费)	-
	风险控制能力	总资产/总负债	+
	贸易竞争力指数	(出口额-进口额)/(出口额+进口额)	+
产业结构高端化	全员劳动生产率	工业增加值/规模以上工业企业从业人数	+
	制造业500强企业数	制造业500强企业数量	+
	产业结构高端化	高技术制造业主营业务收入/规模以上工业企业主营业务收入	+
产业链绿色化	单位增加值用电量	工业终端电力消费量/工业增加值	-
	单位增加值用水量	工业用水量/工业增加值	-
	固体废物综合利用率	工业固体废物综合利用量/工业固体废物产生量	+
	污染治理投资强度	工业污染治理完成投资额/工业增加值	+

(二)测度方法及过程

在综合评价法中,权重的确定至关重要。确定指标权重的方法包括主观赋权法和客观赋权法,前者基于主观判断确定指标重要性和权重,如主观重要性排序法、AHP层次法和问卷调查法等。而客观赋权法主要基于数据波动性或者指标之间的相关关系来计算权重,如熵值法、CRITIC权重法和标准离差法等。在这两类权重分析方法中,相较于主观赋权法,客观赋权法能够更客观地确定指标权重,根据各项指标的信息含量进行评估。据此,文章运用熵值法对指标体系进行赋权。

这14个指标涵盖了多个层面,由于其量级和量纲可能有显著差异,因而在进行指数估算前,文章使用极值法对指标进行标准化处理,使它们在横向比较和实用性方面具有可比性,从而确保最终指数的准确性。

$$\text{正向指标: } x_{it} = \frac{x_{it} - \min \{x_i\}}{\max \{x_i\} - \min \{x_i\}} \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } x_{it} = \frac{\max \{x_i\} - x_{it}}{\max \{x_i\} - \min \{x_i\}} \quad (2)$$

其中, $\max \{x_i\}$, $\min \{x_i\}$ 分别代表 i 指标的最大、最小值, x_{it} 为无量纲化的结果。将指标正规化处理之后, 计算第 t 年指标 i 所占比重, 计算公式如下:

$$\omega_{it} = \frac{X_{it}}{\sum_{i=1}^m X_{it}} \quad (3)$$

其中 m 为考察年度。在此基础上, 计算指标的信息熵 e_i , 计算公式为:

$$e_i = \frac{-1}{\ln m} \sum_{i=1}^m \omega_{it} \cdot \ln \omega_{it} \quad (4)$$

计算信息熵的冗余度:

$$d_i = 1 - e_i \quad (5)$$

指标 i 的权重为:

$$W_i = \frac{d_i}{\sum_{i=1}^m d_i} \quad (6)$$

对指标及其权重进行加权, 最终得到制造业产业链现代化发展综合评价模型为:

$$y_i = \sum_{i=1}^m W_i \omega_{it} \quad (7)$$

(三) 中国制造业产业链现代化水平测度结果分析

在获取相应指标的数据之后, 测算得到中国 2011—2021 年各省份的制造业产业链现代化发展水平, 如表 2 所示。受篇幅限制, 仅列出部分年限。总体看, 各省份的制造业产业链现代化水平呈现上升趋势, 得分在 0.1 以上的省份从 25 个增加到了 29 个, 由此可见, 我国制造业产业链现代化发展的平均水平不断提高。从区域差异角度看, 各省份制造业产业链现代化水平排名变化不大, 其中浙江、江苏、山东、广东和北京的制造业产业链现代化发展水平较高, 上海、天津、重庆、河南、湖北发展水平次之, 其他省份制造业产业链现代化发展水平较为落后; 与东部地区相比, 中西部和东北地区大部分省份的制造业产业链现代化发展水平相对较差, 以 2021 年为例, 排名第一的广东与排名最后的新疆相差 0.57 左右, 说明不同省份之间制造业产业链现代化发展水平差距较大。

二、空间演化分析

(一) Dagum 基尼系数分析

Dagum 基尼系数可用于衡量中国各省份制造业产业链现代化水平的差异程度。其计算公式为:

$$G = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{h=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ij} - y_{rh}|}{2n^2 \bar{y}} \quad (8)$$

其中, G 表示全国制造业产业链现代化水平基尼系数, k 为划分的四大区域数量, n_j 表示第 j 个地区内省份的个数, y_{ij} 表示第 j 个地区内各省份的制造业产业链现代化水平, \bar{y} 为各省份制造业产业链现代化水平指数的均值。

借助 Dagum^[26] 提出的基尼系数分解式, 将制造业产业链现代化的整体差距 (G) 拆解成区域内差异 (G_w)、区域间差异 (G_{nb}) 和超变密度 (G_t)。通过使用 Dagum 基尼系数对制造业产业链现代化水

平进行测算和分解,可以得到各部分的贡献值和贡献率,具体见表3。

表2 各省份制造业产业链现代化水平综合测度结果

2011 年			2016 年			2021 年		
排名	城市	得分	排名	城市	得分	排名	城市	得分
1	浙江	0.288 6	1	广东	0.421 2	1	广东	0.659 5
2	江苏	0.285 3	2	浙江	0.388 1	2	江苏	0.512 1
3	山东	0.283 2	3	江苏	0.372 2	3	浙江	0.460 3
4	广东	0.281 8	4	山东	0.321 7	4	山东	0.395 6
5	北京	0.270 0	5	北京	0.303 1	5	北京	0.382 3
6	上海	0.242 2	6	上海	0.286 7	6	上海	0.297 3
7	天津	0.210 9	7	天津	0.222 8	7	安徽	0.286 4
8	云南	0.184 9	8	云南	0.214 9	8	湖北	0.251 1
9	重庆	0.168 3	9	安徽	0.208 5	9	重庆	0.240 4
10	福建	0.149 2	10	湖北	0.199 7	10	湖南	0.237 4
11	河南	0.145 1	11	重庆	0.189 4	11	河南	0.236 7
12	湖北	0.142 7	12	湖南	0.179 6	12	福建	0.232 6
13	辽宁	0.141 3	13	河北	0.176 1	13	天津	0.221 1
14	陕西	0.140 3	14	河南	0.173 0	14	四川	0.220 5
15	湖南	0.139 9	15	福建	0.170 6	15	江西	0.207 5
16	安徽	0.137 4	16	四川	0.162 1	16	陕西	0.185 7
17	四川	0.134 9	17	陕西	0.157 1	17	河北	0.185 2
18	河北	0.131 5	18	辽宁	0.152 5	18	辽宁	0.163 5
19	江西	0.122 3	19	宁夏	0.150 8	19	贵州	0.148 2
20	黑龙江	0.116 0	20	江西	0.140 6	20	云南	0.138 1
21	吉林	0.107 6	21	青海	0.115 8	21	吉林	0.130 9
22	广西	0.106 7	22	吉林	0.114 6	22	广西	0.124 9
23	新疆	0.104 4	23	广西	0.112 5	23	宁夏	0.120 4
24	贵州	0.104 3	24	山西	0.111 1	24	山西	0.113 2
25	内蒙古	0.102 6	25	贵州	0.109 9	25	黑龙江	0.112 2
26	山西	0.094 1	26	黑龙江	0.108 3	26	内蒙古	0.111 7
27	海南	0.092 5	27	海南	0.100 8	27	海南	0.106 5
28	青海	0.089 6	28	内蒙古	0.099 8	28	甘肃	0.102 6
29	甘肃	0.085 1	29	甘肃	0.089 0	29	青海	0.102 3
30	宁夏	0.082 6	30	新疆	0.087 7	30	新疆	0.092 1

表3 差异来源及其贡献率

年份	总体基尼系数	区域内差异		区域间差异		超变密度	
		贡献值	贡献率(%)	贡献值	贡献率(%)	贡献值	贡献率(%)
2011	0.225	0.045	19.783	0.151	67.047	0.030	13.170
2013	0.225	0.046	20.440	0.156	69.619	0.022	9.941
2015	0.255	0.052	20.542	0.177	69.315	0.026	10.143
2017	0.280	0.059	20.902	0.197	70.182	0.025	8.917
2019	0.296	0.066	22.392	0.200	67.566	0.030	10.042
2021	0.304	0.065	21.437	0.210	69.228	0.028	9.335

从贡献程度看,区域间差异对总体基尼系数的贡献最大,其贡献率变动区间是 67.0% 至 70.2%;相比之下,区域内差异次之,贡献率变动区间是 19.7% 至 22.4%;超变密度对总体基尼系数的贡献最小,贡献率变动区间是 8.9%~13.2%。从动态演变看,区域内和区域间差异的贡献率的波动较为稳定,整体呈上升趋势。这意味着制造业产业链现代化水平的区域内和区域间差异呈缓慢上升趋势。而超变密度的贡献率表现出反向变化趋势。从整体情况看,我国中部、东部、西部以及东北地区的区域间差距仍然是地区差距的主要来源。由此可知,在提升制造业产业链现代化水平时,应重点从缩小地区间差异着手。

表4展示了区域内和区域间基尼系数的结果。从表4可以看出,在2011至2021年,中国各地区的制造业产业链现代化水平差异表现出波动上升趋势,但整体上升幅度并不显著,制造业产业链现代化水平的区域差异扩大的速度相对较慢。从区域内基尼系数看,尽管东部地区的产业链现代化水平最高,但该区域的内部差异也最大,区域内基尼系数在样本观测期始终维持在较高水平,变动区间是 16.8%~26.2%;中部、西部和东北三个地区的区域内基尼系数都有所波动上升。从东、中、西部地区的区域内基尼系数看,经济发达地区可能存在更大的内部差异,而东北三省的发展模式和水平相对接近,制造业产业链现代化水平的内部差异也较小。

表4 区域内和区域间基尼系数

年份	总体基尼系数	区域内基尼系数				区域间基尼系数					
		东部	中部	西部	东北	东部—中部	东部—西部	东部—东北	中部—西部	中部—东北	西部—东北
2011	0.225	0.168	0.068	0.148	0.061	0.289	0.332	0.314	0.135	0.081	0.122
2013	0.225	0.171	0.063	0.160	0.054	0.258	0.328	0.339	0.141	0.119	0.126
2015	0.255	0.196	0.093	0.173	0.033	0.280	0.367	0.385	0.174	0.158	0.135
2017	0.280	0.215	0.101	0.198	0.098	0.280	0.399	0.424	0.209	0.210	0.170
2019	0.296	0.254	0.100	0.208	0.112	0.287	0.405	0.460	0.215	0.256	0.188
2021	0.304	0.262	0.125	0.178	0.084	0.287	0.431	0.448	0.249	0.263	0.148

区域间差异的变动较为平缓,总体呈上升趋势。其中,东—中部、东—西部、东—东北部的差距较大,相对来说,西—东北部的区域间差距很小。从整体演变趋势看,东—中部、东—西部区域差异呈现先降后升的变化趋势,分别由2011年的0.289、0.332下降至2013年的0.258、0.328,分别下降了0.031、0.004,2021年又分别上升至0.287、0.431。表明东部地区基础产业设施水平较好,从而促使后续制造业产业链现代化水平发展较快,进一步与其他地区拉开差距。

(二)基于Moran's I的空间相关性分析

针对制造业产业链现代化发展在空间上的差异,我们需要进一步检验各地区间是否存在相关性。因此,本文引入局部莫兰指数(Moran's I)^[27],具体计算过程如下:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_{j \neq i}^n \omega_{ij} (y_j - \bar{y})}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (9)$$

其中, I_i 、 ω_{ij} 、 n 分别表示为局部莫兰指数、权重矩阵的元素、地区总数(30个省份), y_i 表示各个省份制造业产业链现代化水平指数, \bar{y} 表示全国制造业产业链现代化水平指数的平均值。通过计算可将制造业产业链现代化发展水平划分为四个区域,依次为高一高区(HH)、低—高区(LH)、低—低区

(LL)及高一低区(HL)。在此基础上,参考Rey^[28]的时空跃迁法,计算制造业产业链现代化发展在时间和空间上的演变,主要包括以下四种情况:观测区向相邻象限跳跃、观测区向相间象限跳跃、观测区无变动且与周围呈正相关以及观测区无变动且与周围呈负相关。

部分年份局部Moran's I区域分布情况见表5。结果表明,中国各省份间制造业产业链现代化发展具有明显的空间相关性,即各省份间的制造业产业链现代化水平呈高度聚集的趋势。分地区看,东部沿海地区普遍位于促进区(HH),相对地,西部内陆省份的制造业产业链水平普遍较低,属于低水平区(LL),这一分布格局呈现出明显的正相关性。考察期内大部分省份处于低水平区(LL),与周围省份显著正相关;仅有6个省份发生了跃迁,而大多数省份未发生跃迁。中国制造业产业链现代化发展水平空间异质性显著,主要表现在天津、河北等省份长期处于过渡区(LH),而北京等省份处于辐射区(HL),呈显著的负相关性。此外,大多数省份长期处于低水平区(LL)且未发生明显变化。显然,中国制造业产业链现代化发展水平仍有待提高,缩小地区间制造业产业链现代化发展差距以及实现产业链现代化水平向高端跃升,是摆在中国制造业高质量发展面前的重要命题。

表5 局部Moran's I区域分布情况

年份	促进区 (High-High)	过渡区 (Low-High)	低水平区 (Low-Low)	辐射区 (High-Low)
2011	天津、上海、江苏、浙江、山东	河北、辽宁、安徽、福建、江西、广西、海南	山西、内蒙古、吉林、黑龙江、河南、湖北、湖南、四川、贵州、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆	北京、广东、重庆、云南
2015	天津、河北、上海、江苏、浙江、安徽、山东	辽宁、福建、江西、河南、湖南、广西、海南	山西、内蒙古、吉林、黑龙江、四川、贵州、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆	北京、湖北、广东、重庆、云南
2019	天津、上海、江苏、浙江、安徽、山东	河北、辽宁、福建、江西、河南、湖南、广西、海南	山西、内蒙古、吉林、黑龙江、四川、贵州、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆	北京、湖北、广东、重庆、云南
2021	上海、江苏、浙江、安徽、福建、山东、河南、湖北、湖南	天津、河北、辽宁、江西、广西、海南	山西、内蒙古、吉林、黑龙江、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆	北京、广东、重庆

三、动态演进分析

(一) Kernel密度函数估计

Kernel密度估计通过核函数的叠加来估计随机变量的分布形态,是一种非参数估计方法。具体计算过程如下:

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{X_i - x}{h}\right) \quad (10)$$

其中, $K(\cdot)$ 为核函数, N 为观测值的个数, X_i 为独立同分布的观测值, h 为带宽。

根据高斯核密度函数估计中国制造业产业链现代化水平密度分布形态,可以从时间维度来分析其动态演进规律。Kernel密度估计图如图1所示。

由图1可知,2011—2021年,中国制造业产业链现代化体现出以下几个特征:第一,在样本观察期内,密度曲线的波峰位置持续向右移动,表明我国制造业产业链现代化水平整体上有所增加。第二,波峰的高度分布呈现出逐渐平缓的趋势,波峰的宽度逐渐扩大,说明中国各省份之间制造业产业链现代化水平的差异正在逐渐下降。第三,2011年至2016年,波峰数量从多峰分布逐步转变为

单峰分布的特征,但在2021年又出现多峰分布的情况,说明中国的制造业产业链现代化水平存在潜在的两极分化趋势,值得警惕和关注。

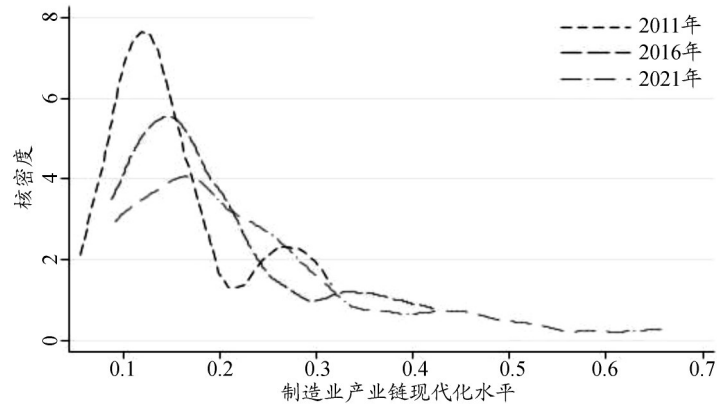


图1 中国制造业产业链水平的 Kernel 密度估计图

如图2所示,第一,在所选年份中,各地区制造业产业链现代化水平整体逐渐向右移动,说明各省份制造业产业链现代化水平正在逐步提升。第二,核密度图中波峰有变矮、变宽的趋势,可以看出制造业产业链现代化水平的省际差距呈现下降趋势。第三,由图2(c)可以看出,在观察期内,西部地区除了一个主峰外还存在一个侧峰,说明西部地区制造业产业链现代化水平发展多极分化。

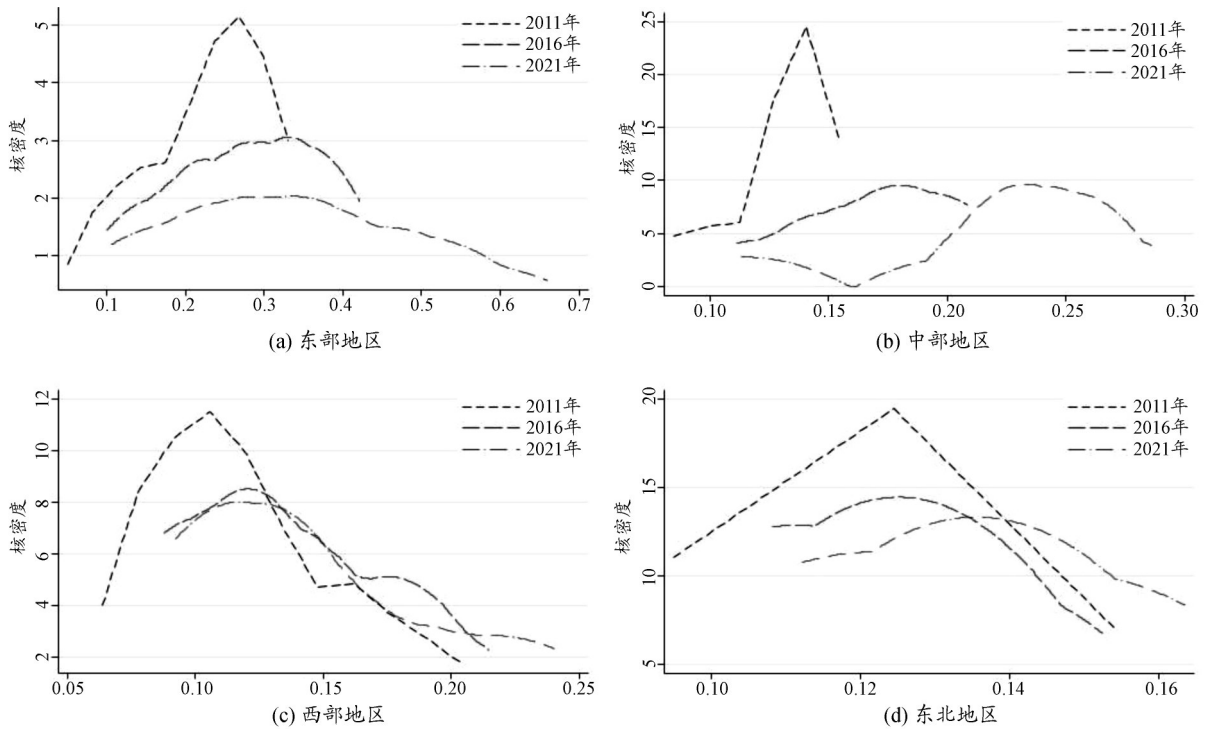


图2 四大地区制造业产业链现代化水平的 Kernel 密度估计图

(二) Markov 链分析

核密度估计虽能有效描述历年的动态演变趋势,但无法解释未来演进趋势和长期稳态特征。在此基础上,我们可以通过采用 Markov 链分析方法对制造业产业链现代化的动态演进趋势进行更深入的分析,具体计算过程见文献[29]。本文将中国30个省份的制造业产业链现代化水平按分位

数分组的方式划分为四种不同的类型:L(0~25%)、ML(26%~50%)、MH(51%~75%)、H(76%~100%),采用传统 Markov 链及空间 Markov 链分析方法反映不同省份制造业产业链现代化相对位置的动态变化与发生状态转移的概率。

1. 传统 Markov 链分析

表6展示了2011—2021年中国制造业产业链现代化水平的 Markov 转移概率矩阵,反映了中国制造业产业链现代化的动态演变趋势。由表6可知,对角线上的转移概率最大,表示一个地区的制造业产业链现代化发展水平在一年后仍保持当前等级的概率分别为 77.9%、67.1%、87.0%、97.2%,这说明中国制造业产业链现代化的发展前景向好、稳定性强,并呈现出俱乐部趋同现象(具有相似经济增长初始条件和结构特征的地区之间会呈现出彼此相互趋同的现象)。高水平状态非常稳定,相对来说低水平和中低水平向中低、中高水平发展比较容易,但状态转移仅发生于向相邻等级转移,不存在跨类型转移。

表 6 传统马尔科夫链转移概率矩阵

类型	L	ML	MH	H
L	0.779	0.221	0.000	0.000
ML	0.171	0.671	0.158	0.000
MH	0.000	0.026	0.870	0.104
H	0.000	0.014	0.014	0.972

2. 空间 Markov 链分析

为了深入研究不同省份制造业产业链现代化发展水平中空间因素的影响,本文设定时间滞后项为1年,通过 Matlab 软件得到了中国各省份制造业产业链现代化发展水平的空间转移矩阵,结果见表7。

表 7 空间马尔科夫链概率矩阵

空间滞后项	t/t+1	L	ML	MH	H
L	L	—	—	—	—
	ML	0	1	0	0
	MH	0	0	1	0
	H	—	—	—	—
ML	L	0.860	0.140	0	0
	ML	0.189	0.622	0.189	0
	MH	0	0.059	0.882	0.059
	H	0	0.111	0	0.889
MH	L	0.591	0.409	0	0
	ML	0.217	0.696	0.087	0
	MH	0	0	0.727	0.273
	H	0	0	0	1
H	L	0.750	0.250	0	0
	ML	0.083	0.667	0.250	0
	MH	0	0	0.900	0.100
	H	0	0	0.038	0.962

注:在相邻地区为L空间滞后项类型时,t时期和t+1时期属于L和H的省份数为0,因此概率矩阵结果表示为一。

研究表明:首先,当较低水平类型(ML)的“邻居”作为“空间滞后”条件时,无论本地区属于何种类型(L、ML、MH或H),都会受到不同程度的“拖累”,导致向下转移的概率大幅提高。例如,中高水平(MH)地区的发展由于受到中低水平(ML)“邻居”的负向影响,向上转移的概率下降,而向下转移的概率增加(向上转移、向下转移的概率分别从原来的10.4%、2.6%变为5.9%、5.9%)。其次,当中高(MH)、高水平(H)的“邻居”作为“空间滞后”条件时,低水平(L)类型向较低水平(ML)类型转移的概率分别为40.9%、25%;在传统Markov链的转移概率矩阵中,低水平(L)向较低水平(ML)转移的概率仅为22.1%,这说明低水平(L)地区保持低水平(L)状态的概率降低,制造业产业链现代化发展水平提升为较低水平(ML)的概率不断变大。较低水平(ML)地区受高水平(H)地区的辐射带动,向上转移的概率由8.7%提升至25%,这可能是因为相邻地区之间存在“竞争效应”,由此提升了各自省份的制造业产业链现代化水平;较高(MH)地区向上转移的概率由27.3%降低至10%;而高水平(H)地区维持当前等级的概率由100%降低到96.2%,可能是因为相邻地区区位优势较大,抢占了较多资源,从而导致较高(MH)地区向上转移概率降低。

四、结论与建议

基于2011—2021年30个省份的面板数据,采用熵值法测度了我国制造业产业链现代化水平,并运用Dagum基尼系数、局部莫兰指数、Kernel密度估计、Markov转移概率矩阵等方法分析了我国制造业产业链现代化的区域分布格局和时空演变特征。研究表明:第一,我国制造业产业链现代化发展目前仍处于中低水平,并且在空间上呈现出“东高西低”的分布特征,东部地区存在追赶效应,而西部地区制造业产业链现代化潜力有待进一步挖掘。第二,总体看,各省份制造业产业链现代化水平的区域差异呈现下降趋势,各省份制造业产业链现代化水平的差距正在缓慢缩小;相较于2011年,2021年东部地区与东北、西部地区之间的差距已经成为限制中国整体制造业产业链现代化水平提升的重要原因,各省份制造业产业链现代化水平的空间集聚现象呈现递减的趋势,区域间差异缩小是主要原因。第三,我国制造业产业链现代化水平正在不断提升,但在一定程度上存在“中等陷阱”和“返降”现象,且西部省份和部分东北省份长期处于低水平阶段,有较大的提升空间。

本文的结论具有一定的政策性启示:一是要重视制造业产业链现代化发展中存在的空间不均衡问题。首先,各区域应充分认识到自身资源禀赋和实际产业基础的重要性,在找出发展的优势和短板前提下,经过充分考虑周边区域的产业链现代化水平和产业结构状况,制定出具有区域特色的产业链现代化发展规划;其次,通过不断提升产业链现代化发展潜力,形成促进产业链现代化区域协调发展的政策体系。注重东部、中部、西部以及东北地区产业链的衔接、转化与协同发展,促进资源配置均衡,解决不同地区资源配置不均衡问题,给予西部地区更多的政策支持。如通过提高东西部地区的开放水平,发挥东部发达地区的空间辐射效应,以此推动西部地区的现代化工作进程,破除其低水平的发展难题。二是要关注中低制造业产业链现代化水平地区的“中等陷阱”和“返降”问题。其中主要原因就是目前我国这些地区的技术水平不足、设备陈旧、缺乏创新能力、资源配置不均衡、劳动力成本上升和竞争压力大等,存在诸多影响制造企业通过数字化转型实现产业链现代化的障碍^[30]。具体而言,低水平地区要增加资源用于技术研发和创新,提升产品质量并降低生产成本,促进更广泛的区域间技术转移与知识共享。此外,还应注重产业链安全性的保障,加强对关键核心技术和关键传统产业的保护与发展,政府应完善相关知识产权保护政策。同时,还应该鼓励当

地企业与科研机构进行合作,提高创新能力和技术水平,鼓励企业调整产品结构并升级,转向生产更高附加值和技术密集型产品。三是要正视部分地区产业链现代化水平下降的问题。将区域优势互补作为该地区发展的战略方向,建立跨地区、跨行业的产业联盟和合作机制,充分利用自身资源和市场优势,同时吸收消化临近地区的产业优势,从而形成优势互补、高质量发展的区域经济布局。对于制造业产业链现代化水平较低的区域,争取国家政策支持,采取有针对性的金融激励措施,提供稳定和透明的商业环境降低企业经营成本和风险,增强制造业产业的发展信心,最终使我国制造业产业链现代化发展水平迈向国际高水平行列,推动实现我国制造业由大到强的历史转变。

参考文献:

- [1] 李健旋. 中国制造业智能化程度评价及其影响因素研究[J]. 中国软科学, 2020(1): 154-163.
- [2] 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(3): 32-47.
- [3] 张虎, 张毅, 韩爱华. 我国产业链现代化的测度研究[J]. 统计研究, 2022(11): 3-18.
- [4] 毛冰. 中国产业链现代化水平指标体系构建与综合测度[J]. 经济体制改革, 2022(2): 114-120.
- [5] 蔡乌赶, 许凤茹. 中国制造业产业链现代化水平的测度[J]. 统计与决策, 2021(21): 108-112.
- [6] 张虎, 张毅. 数字经济如何影响中国产业链现代化: 理论依据与经验事实[J]. 经济管理, 2023(7): 5-21.
- [7] 顾乃华, 谢方梅, 王辉嘉. 后疫情时代深圳提升产业链现代化水平研究[J]. 产经评论, 2022(6): 133-140.
- [8] 徐建伟, 余新创, 付保宗. 以深化融合发展助推产业链供应链现代化水平提升[J]. 经济纵横, 2023(7): 79-86.
- [9] 王静. 协同驱动提升产业链供应链现代化水平的形成机制研究: 基于BP-SVM联合优化模型[J]. 中国管理科学, 2023(6): 196-206.
- [10] 屠年松, 龚凯翔. 制造业自主创新、外国技术溢出与全球价值链地位[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2023(1): 88-101.
- [11] 冉茂盛, 余肖林. 机构投资和政府补贴影响中国制造业创新研究[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2024(2): 33-50.
- [12] 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(2): 80-97.
- [13] 盛朝迅. 新发展格局下推动产业链供应链安全稳定发展的思路与策略[J]. 改革, 2021(2): 1-13.
- [14] 刘志彪. 产业链现代化的产业经济学分析[J]. 经济学家, 2019(12): 5-13.
- [15] 程俊杰. 工业互联网促进产业链现代化: 理论逻辑与突破路径[J]. 现代经济探讨, 2023(1): 93-102.
- [16] 黄群慧, 倪红福. 基于价值链理论的产业基础能力与产业链水平提升研究[J]. 经济体制改革, 2020(5): 11-21.
- [17] 孟祺, 张子薇. 对外直接投资何以驱动产业链现代化: 来自中国制造业的实践[J]. 新疆社会科学, 2023(5): 66-76, 174-175.
- [18] 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.
- [19] 蔡之兵. 国家经济增长、区域分化与东北全面振兴: 基于区际分工与专业化框架的逻辑和证据[J]. 经济纵横, 2023(8): 30-40.
- [20] 余林徽, 马博文. 资源枯竭型城市扶持政策、制造业升级与区域协调发展[J]. 中国工业经济, 2022(8): 137-155.
- [21] 夏添, 夏迎, 刘晓宇, 等. 中国区域经济发展与政策体系演化: 基于动力视角的三维分析框架[J]. 地理学报, 2023(8): 1904-1919.
- [22] 曹霞, 杨笑君, 张路蓬. 技术距离的门槛效应: 自主研发与协同创新[J]. 科学学研究, 2020(3): 536-544.
- [23] 曲立, 王璐, 季桓永. 中国区域制造业高质量发展测度分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2021(9): 45-61.
- [24] 史丹, 李鹏. 中国工业70年发展质量演进及其现状评价[J]. 中国工业经济, 2019(9): 5-23.
- [25] 王欢芳, 彭琼, 傅贻忙, 等. 先进制造业与生产性服务业融合水平测度及驱动因素研究[J]. 财经理论与实践, 2023(1): 114-121.
- [26] DAGUM C. A new approach to the decomposition of the Gini income inequality ratio[J]. Empirical Economics, 1997, 22(4): 515-531.
- [27] ANSELIN L. Local indicators of spatial association—LISA[J]. Geographical Analysis, 1995, 27(2): 93-115.
- [28] REY S J. Spatial empirics for economic growth and convergence[J]. Geographical Analysis, 2001, 33(3): 195-214.

[29] 师博,何璐,张文明. 黄河流域城市经济高质量发展的动态演进及趋势预测[J]. 经济问题,2021(1):1-8.

[30] 胡海波,卢海涛,周洁. 制造企业数字化转型的影响因素:述评与展望[J]. 珞珈管理评论,2024(2):24-46.

Measurement and dynamic evolution analysis of the modernization level of the industrial chain in China's manufacturing industry

LIU Kuibing, PENG Juan, WANG Huanfang, FU Yimang

(College of Business, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412000, P. R. China)

Abstract: Currently, the global industrial chain is undergoing accelerated adjustment and reshaping. The security and stability of China's industrial chain face significant challenges. Enhancing the level of industrial chain modernization will become a key means to promote the high-quality development of the real economy and an urgent requirement to accelerate the development of a Chinese-style modern industrial system. Under the influence of the accelerating changes in the global market, the manufacturing industry has become an important area for achieving industrial chain modernization in the new development pattern. Enhancing modernization level of the industrial chain and promoting high-quality development of the manufacturing industry are of strategic significance for comprehensively building a modern powerful country. An in-depth analysis of the temporal-spatial evolution and spatial correlations of the modernization of manufacturing industry chain can not only provide reference for constructing a high-quality modern industrial system in China but also provide feasible suggestions for achieving coordinated regional development of the modernization of manufacturing industry chain. Based on this, this article constructs a comprehensive index system for the modernization of China's manufacturing industry chain from four dimensions: innovation, security, high-end, and greenness. The entropy method is used to measure the modernization level of the manufacturing industry chain, and the Dagum Gini coefficient and local Moran index are used to analyze regional differences in the modernization level of the manufacturing industry chain nationwide. The Kernel density estimation and Markov transition probability matrix are used to analyze the evolutionary trend of the development level of the manufacturing industry chain modernization in order to observe its dynamic evolution and steady-state distribution characteristics. The research results show that: First, the modernization of China's manufacturing industry chain is still at a medium-low level and presents an east high and west low distribution pattern in space. There is a catch-up effect in the eastern region, while the potential in the western region needs to be further explored. Second, overall, the regional differences in modernization level of manufacturing industry chain in China are decreasing, and the gap among provinces is slowly narrowing, with a weakening trend in spatial agglomeration characteristics. Third, the modernization level of manufacturing industry chain in China is constantly improving, but there is a certain degree of middle-income trap and backslide phenomenon. Western provinces and some northeastern provinces have long been at a low level, with significant room for improvement. Obviously, these research conclusions have important reference value for improving the modernization level of manufacturing industry chain. Specifically, considering the current background of supply and demand imbalances and weakening expectations, they provide insights into how to achieve regional coordinated development of the modernization of manufacturing industry chain in China.

Key words: manufacturing industry; modernization of the industrial chain; Chinese-style modern industrial system; entropy evaluation method; temporal-spatial evolution characteristics; coordinated regional development

(责任编辑 傅旭东)