

中国制造业发展质量时空分异及对策研究

刘明^{1,2}, 朱威伟²

(1. 兰州财经大学 甘肃省数字经济与社会计算科学重点实验室, 甘肃 兰州 730020;
2. 兰州财经大学 统计与数据科学学院, 甘肃 兰州 730020)

摘要:为探究中国制造业发展质量的时空分异水平和影响因素等问题,利用2011—2020年中国30个省份制造业相关数据测度制造业高质量发展水平。借助核密度估计、马尔科夫链、Dagum基尼系数、 β 收敛模型探析制造业发展质量的时空演进规律特征、区域差异、时空收敛性。研究发现,中国制造业发展质量整体呈现上升趋势,但是各维度呈现不同的特征;制造业发展质量空间差异明显、空间效应显著,存在区域转移趋势和时空收敛状态;造成制造业发展质量时空差异的原因包括要素禀赋、区位条件、发展历史、生产要素、供应链效率、市场条件和政府政策等因素。研究表明,要发挥制造业发展质量较高区域的示范作用和带动作用,促进制造业均衡协调发展;充分挖掘制造业发展质量较低区域的后发优势,形成对高质量发展区域的追赶效应;加大研发投入,培养高技术人才,突破制造业高质量发展瓶颈;积极拓展国内国际两个市场,强化制造业发展风险管控能力;加大环境保护力度,严惩环境破坏行为,严守环境保护底线,推进制造业绿色可持续发展。

关键词:制造业;时空分异;核密度估计;马尔科夫链;Dagum基尼系数; β 收敛

中图分类号:F426

文献标志码:A

文章编号:1671-6248(2025)01-0108-25

Research on the spatiotemporal differentiation and countermeasures of the development quality of China's manufacturing industry

LIU Ming^{1,2}, ZHU Weiwei²

(1. Key Laboratory of Digital Economy and Social Computing Science of Gansu, Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730020, Gansu, China; 2. School of Statistics and Data Science, Lanzhou University of Finance and Economics, Lanzhou 730020, Gansu, China)

Abstract: To explore the spatiotemporal differentiation level and influencing factors of the development quality of China's manufacturing industry, data from 30 provinces in China from 2011 to 2020 were used to measure the high-quality development level of the manufacturing sector. Using kernel density estimation, Markov chain, Dagum Gini coefficient, and β convergence model, this study examines the characteristics of spatiotemporal evolution, regional differences, and spatiotemporal convergence of the manufacturing industry's development quality. The findings reveal an overall upward trend in the development quality of China's manufacturing industry, with distinct characteristics in each dimension. Significant spatial differences are evident, along with a notable spatial effect, regional transfer trends, and a spatiotemporal convergence state. The spatiotemporal differences in development quality of China's manufacturing industry can be attributed to factors such as endowments, location conditions, development history, production factors, supply chain efficiency, market conditions, and government policies. This study highlights the need to leverage the demonstration and driving roles of regions with higher manufacturing development quality to promote balanced and coordinated industry development. It also emphasizes tapping into the latecomer advantages of regions with lower development quality to create a catch-up effect with regions with higher development quality, increasing R&D investment, cultivating high-tech talent, and overcoming bottlenecks in high-quality development. Furthermore, it stresses the importance of expanding both domestic and international markets, enhancing risk control capabilities in manufacturing development, boosting environmental protection efforts, punishing behaviors of environmental damage, adhering strictly to environmental protection standards, and promoting the green and sustainable development of the manufacturing industry.

Key words: manufacturing industry; spatiotemporal differentiation; kernel density estimation; Markov chain; Dagum Gini coefficient; β convergence

党的二十大报告指出,要加快建设制造强国,发展先进制造业。这既是深化供给侧结构性改革、推动经济高质量发展的重要内容,也是全面建设社会主义现代化强国的客观要求。要推进中国制造向中国创造转变、中国速度向中国质量转变、制造大国向制造强国转变,关键在于提升制造业发展质量。当前,中国进入了“十四五”关键发展阶段,制造业发展迎来重要机遇,新一轮科技革命为中国制造业转型升级和创新发展提供了技术基础并指明了发展方向,中国作为制造业大国,必须抓住这次机遇,大力提高制造业发展质量,加快建设制造强国。然而,中国制造业仍然面临全而不优、大而不强的问题^[1],从制造业发展的空间分布来看,中国制造业长期面临区域不平衡问题。东部地区一直是制造业发展的主导区域,而西部、东北地区的制造业发展相对滞后,制造业发展呈现出东强西弱的态势。值得关注的是,制造业作为经济发展的动力产业,不平衡发展会引起资源的错配和浪费,降低资源利用效率,进而影响经济发展效率。同时,制造业发展不平衡易导致经济发展差距进一步扩大,分化共同富裕目标,不利于经济可持续发展,不符合协调发展理念。因此,在国家推进经济高质量发展战略和区域协调发展战略的背景下,有必要关注制造业的发展质量,这不仅需要科学地测度评价制造业的高质量水平,从全局把握制造业发展质量的时空格局和演进规律,更需要深入分析制造业发展不平衡的原因和机理。目前仅有少量学者对制造业高质量发展水平进行了定量分析,罗序斌和钞小

静等基于生产效率视角,通过投入产出法测度了制造业高质量发展水平^[2-3]。魏后凯从工业加工层次,增值程度等方面对工业增长质量进行研究,以克服只采用单一指标评价制造业高质量发展水平的局限^[4]。尽管这些研究没有直观地反映制造业高质量发展综合水平,但为指标体系的构建提供了重要参考。基于此,本文通过构建制造业高质量发展综合指标,实证分析制造业高质量发展的现状、态势和空间差异,探究影响机制。这对于当前实施重大经济发展战略、推进制造业高质量发展具有重要的现实意义。现有关于制造业高质量发展的研究主要集中在3个方面。

第一,关于制造业高质量发展的评价方法研究,主要包括单一指标评价法和多指标评价法。有学者用单一指标评价制造业发展质量,通过增加值率^[2]、全要素生产率^[3]和绿色全要素生产率等指标代表制造业的发展质量^[5]。然而更多学者认为高质量发展具有丰富的内涵,单一指标不能准确衡量制造业的高质量水平,主张通过构建综合指标体系衡量制造业高质量发展水平,但学者们的衡量视角有所不同。有学者以制造业高质量发展的动能优化为视角,强调制造业高质量发展是新旧动能转化的结果。如江小国等指出制造业高质量的发展是创新的发展,构建了涵盖经济效益、技术创新等制造业高质量发展评价指标^[6];郭然等结合新常态下新旧动能转换战略目标,从制造业经济发展、创新发展以及绿色发展3个维度构建制造业高质量发展指标体系^[7]。有学者以制造业价值链结构升级为视角,认为制造业的高质量发

展更多强调的是制造业产业结构的优化升级。如高运胜等基于制造业价值链,从创新、经济、社会和环境 4 个方面构建制造业高质量发展指标体系^[8]。也有学者以新时代政策导向为视角,认为制造业高质量发展必须符合社会整体的发展。赵卿等以《中国制造 2025》为指导构建了包括经济效益、创新驱动和绿色发展的评价指标^[9];付晨玉等和曲立等基于新发展理念构建了中国区域制造业发展的质量指标^[10-11]。

第二,关于制造业发展质量的区域特征分析,主要是对其空间分布特征及演进规律展开研究。制造业区域布局存在不平衡的特征,并且这种特征将长期存在。制造业发展的重心整体呈“西南-东北-西北”的变化格局^[12],同质性集聚现象和区域不平衡特征显著^[13],发达地区内的差异程度低于欠发达地区,东西的不平衡大于南北的不平衡^[14]。在制造业的空间演进方面,有研究表明,1980 年以来,中国制造业在空间分布上总体呈现南下东进特点,但是 2003 年后呈现北上西进特征,大多数制造业开始从经济水平较高的东部区域向水平较低的中西部转移^[15];并且这种区域演进规律存在行业异质性,出口加工型产业和劳动密集型行业越来越向沿海集中,而资源依赖型行业更加接近北部和中西部的资源地^[16]。

第三,关于制造业发展质量的影响因素研究,现有文献重点从内部因素和外部因素两个方面进行了分析。内部因素分析主要将制造业的高质量发展归因于科技的进步、智能化的运用、生产要素的投入。例如刘飞提

出数字化水平对制造业发展水平有显著影响,并且这种影响存在行业和区域异质性^[17];汪芳等研究发现技术创新、人力资本和要素禀赋等要素对制造业发展质量均存在促进作用^[18]。外部因素的研究主要涉及市场环境、基础设施等因素。例如,郭克莎等研究发现优化营商环境可以增强制造业发展活力和动力,进而提升制造业发展水平^[19];王泽宇等指出交通基础设施通过降低要素流通成本,提高要素资源的配置效率,进而提升制造业发展水平^[12];曹伟等研究发现汇率变动会引发资源重新配置,进而影响制造业发展质量^[20];王孝松等提出政府需要合理制定并实施阶梯性的环境规制政策,进而提升制造业发展质量^[21]。

以上研究从不同视角评价了制造业发展质量,描述了制造业发展的区域分布特征,分析了制造业高质量发展的影响因素,在理论研究、方法研究及应用研究等方面均创新性地提出了一系列重要观点,为我们的研究提供了重要的基础和借鉴。但也存在一些不足,这为我们提供了可探索的空间。从制造业发展质量的评价指标看,很多学者都是以五大发展理念为框架,但对诸如生产过程的动态性、整体性等制造业的特征及特殊性考虑不够,并且指标构建大多都是以工业行业为研究对象,缺乏针对性;从测度结果的应用研究来看,诸多文献对制造业发展质量的研究并没有系统展开,研究结果对制造业高质量发展水平的区域差异进行了简单描述,但分析与挖掘不够彻底,制造业发展质量不平衡、不充分性存在一定的特征和规律,有待进

一步探索;从制造业发展质量的影响因素来看,大多是从单一因素提出作用机制,影响因素分析缺乏系统性。因此,需要对制造业高质量发展发展的评价机制做进一步设计和分析,把握制造业发展质量的区域差异特征及演进规律,全面解析区域发展不平衡现状及深层次原因,为推动制造业区域协调及高质量发展提供事实依据。

基于此,本文拟开展以下研究工作。第一,以新发展理念和马克思主义政治经济学生产过程为指导,从制造业行业层面,系统构建制造业高质量发展评价指标,形成符合新时代中国经济发展需求的制造业高质量发展评价体系。第二,对制造业发展质量的时空特征进行分析,采用多种核密度估计分析制造业发展质量的空间分布特征和空间效应,采用马尔科夫链模型分析制造业发展质量的区域动态演进趋势。第三,对制造业发展质量的差异性 & 未来态势深入分析,采用Dagum基尼系数及其分解法对中国制造业发展质量的空间差异和原因进行系统分析,采用时间和空间 β 收敛模型对制造业发展质量的时空收敛态势做出分析。第四,对造成制造业发展不平衡的原因进行探讨,进一步明晰中国制造业时空分异出现的原因和机理。第五,基于本文的研究发现和 研究结论,针对制造业发展质量存在的 具体问题提出针对性建议,为实现制造业高质量协调发展、解决制造业发展不平衡不充分问题提供思路。需要补充说明的是,虽然发展质量是一种性态和层次水平的表述,核心是“质量”,但高质量发展是一种发展模式,是以提升发展质量为最

终目的,核心是“发展”,同时高质量发展也具有丰富的理论内涵,但就本文的研究内容而言,对制造业发展质量的分析离不开制造业高质量发展的理论内涵,在讨论制造业高质量发展问题时也无法脱离对制造业发展质量的讨论,因此本文将在不同语境下选择不同的表述。

一、制造业发展质量评价指标体系构建及测度

高质量发展理论是本文研究制造业发展质量的基础。学术界对经济或产业发展质量的研究较多,研究视角和研究方法不尽相同,相关学术观点也莫衷一是。因此,本文尝试在前人关于高质量发展研究的基础上,依照新发展理念和马克思主义政治经济学的生产过程环节,进一步构建一套制造业高质量发展的评价指标体系,即发展质量测度体系,以此测度分析中国制造业发展质量状况,并对测度结果展开深层次分析。

(一) 制造业发展质量评价指标体系

制造业发展质量的研究要以高质量发展为方向。制造业的高质量发展是全产业链条的健康发展^[22],根据马克思主义政治经济学理论,制造业的全产业链条可概括为“生产,流通,使用”3个环节,每一个环节对制造业发展都具有深刻意义^[23]。其中生产环节决定着流通和使用环节,制造业的生产过程要求符合新发展理念,要充分体现创新和绿色理念。在生产环节中,创新是制造业高质量

发展的核心动力,提升创新水平,才能优化产业结构,提高制造业现代化水平;绿色发展是制造业现代化发展的要求,只有顺应时代要求,才能提升制造业发展的效率和水平,因此生产环节主要包括创新和绿色发展理念。流通环节是生产和使用环节的桥梁,决定着制造业生产过程的实现,制造业流通环节要求符合新发展理念,是开放的。在流通环节,市场开放是实现双循环战略的重要内容。流通环节中通过扩大市场、挖掘市场潜力、创造市场需求,实现制造业价值最大化。随着市场不确定因素的增加,制造业在流通环节中面临的供应链风险和信用风险也在加剧,在这样的形势下提高风险管控能力也成了制造业高质量发展的重要特征^[24]。因此,开放理念和风险管控是流通环节的两个关键点。使用环节决定着制造业价值链的实现,是制造业发展的最终环节,制造业使用环节主要体现协调和共享理念。一方面,制造业通过产品流通和产业转移等促进区域协调发展和制造业产业结构的优化,产业协调发展是制造业转型升级的要求,是制造业现代化的重要途径,区域协调是人民的诉求,是国家长期发展的战略要求。另一方面,根据马克思商品价值理论,商品在使用过程中体现使用价值。对制造业发展而言,价值进一步展示为经济价值和社会价值,制造业发展的直接结果是促进经济发展,社会价值的实现是制造业发展的终极目标,也是制造业再生产的新动力,因此使用环节主要包括协调和共享两个方面。

基于以上分析,本文拟以党的二十大报

告中对制造业的系统发展理念为指导,在考虑制造业高质量发展的内涵和新时代特征基础上,设计构造包括创新发展、绿色发展、市场开放、风险管控、协调发展和共享发展等6个维度的中国制造业发展质量评价指标体系(表1)。

1. 创新发展

创新是经济发展的根本动力,是实现制造业产业结构升级、现代化转型的必备条件,推动制造业发展从要素驱动向创新驱动、从规模扩张向质量效益转变。当前,随着人口红利的逐渐消失和自然资源的减少,以资源和人口为驱动模式的经济发展方式难以为继。因此,必须转变经济发展方式,以创新为动力促进制造业的发展。充分挖掘创新元素,加强创新建设,实现制造业发展动力的革新。有学者指出,创新主要包括创新资源的投入和产出,创新成果的外溢等^[25],本文结合创新投入-产出规律,借鉴赵卿等关于创新指标的构建,主要从创新投入、创新产出两个方面测度制造业发展质量中的创新因素^[9]。

2. 绿色发展

近年来,绿色发展成为经济发展的硬性约束条件。过去相当长一段时期,在“经济效益至上”的思维影响下,中国制造业呈现出“高投入、高消耗、高污染”的粗放型增长模式,造成了环境污染、能源浪费等问题。当前,制造业的发展必须重视环境效益,转变制造业的发展方式,减少污染物排放和能源消耗,对已造成的环境破坏进行生态恢复,强化环境保护力度,实现制造业的可持续发展。对制造业而言,一方面要求减少环境污染和

能源消耗,防止环境继续恶化;另一方面需要对生态环境进行保护。借鉴郭然等的研究,本文主要从减少污染和能耗、环境保护等方面测度制造业发展质量中的环保因素^[7]。

3. 市场开放

2020年以来,党中央强调要构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局,推动中国经济向更深层次发展。一方面要优化对外开放布局,形成全方位开放新格局,加快制造业对外开放步伐,积极扩大国际市场容量,融入制造业全球价值链,才能更大程度推动制造业高质量发展。扩大对外开放程度,加快制造业全面融入全球市场,增加市场份额,提升制造业发展水平。另一方面,由于中国是世界人口大国,国内市场潜力巨大,是制造业高质量发展的主要市场,但是目前国内市场开发并不充分,因而要关注国内市场状况,挖掘国内市场潜力,扩大国内市场份额。因此,借鉴张涛等的研究,结合制造业面临的境遇,从国外市场和国内市场两个方面测度制造业发展质量的市场开放因素^[24]。

4. 风险管控

提升风险管控能力是提高制造业自主性的表现,是强化制造业核心竞争力的内在要求^[25]。BERTOLA指出,企业参与国际价值链会增加企业成本,并且会加大企业经营的风险^[26]。随着制造业全球化的深入发展,制造业受贸易保护的影响愈加明显,未来全球产业链、供应链可能会出现本地化、碎片化的格局。中国作为制造大国,在全球制造产业链中位置偏低,竞争优势不明显,面对国际贸易规则的调整重塑和世界经济不确定因素的

增加,受影响程度更高,因此制造业发展中对外的风险管控主要是供应链风险管控。制造业发展对内的风险管控主要是信用风险管控。随着市场竞争的不断加强和不确定因素的增加,保障制造业平稳运营成为了发展的关键。因此评估和把控风险以便更好地对冲风险是制造业保持良好发展势头的必然要求。借鉴张涛、曲立等的研究,从供应链风险管控能力、信用风险管控能力两方面来设计构造制造业发展质量的风险管控指标^[11,24]。

5. 协调发展

协调发展是制造业高质量发展的必然要求,是实现制造业现代化的重要过程。协调理念是健康持续发展的内在要求,是解决发展不平衡问题,增强发展整体性的重要方式。制造业发展的不平衡问题主要表现在区域不平衡和结构不平衡两个方面,并且区域不平衡是中国制造业发展长期面临的问题,结构不平衡是制造业缺乏竞争力的重要原因,解决制造业的不平衡是制造业发展的内生要求。因此,测度制造业的协调水平,加强制造业的协调发展,主要体现在制造业的区域协调和结构协调两个方面。

6. 共享发展

共享发展是制造业高质量发展的目标,要把共享置于制造业高质量发展的最高位置,推动经济的发展,提升人民的生活水平。制造业作为实体经济部门,其共享理念主要表现在经济和社会价值两个方面。经济价值是制造业高质量发展的直接目标,制造业发展不能忽视数量的增长;社会价值是制造业高质量发展的终极目标,要把社会价值置于

制造业高质量发展的最高位置,推进制造业发展成果由人民共享,提升人民的生活水平。因此,从制造业发展经济价值和社会价值两个方面测度制造业的共享水平。

综上,创新发展是制造业结构优化、产业升级的基础,是制造业高质量发展的核心动力;绿色发展是新时代制造业高质量发展的必然要求;市场开放是制造业高质量发展全球化的必然趋势;风险管控是制造业在国际市场中取得竞争优势的重要保

障;协调发展是制造业高质量发展的直接目标;共享发展是制造业高质量发展的终极导向。创新和绿色发展构成了制造业发展的生产环节;市场开放和风险管控构成了制造业发展的流通环节;协调和共享发展构成了制造业发展的使用环节,三大环节构成了制造业高质量发展的全过程,制造业发展质量的提升不能只依靠某一系统的改善,只有共同发挥各维度的作用力,才能全面提升制造业发展质量。

表 1 制造业发展质量评价指标体系

环节	维度	支撑系统	具体指标	指标解释	指标属性
生产	创新发展	创新投入	R&D 经费投入强度	制造业研发经费内部支出/制造业主营业务收入	正
			R&D 人员投入力度	制造业 R&D 从业人数/制造业从业人数	正
		创新产出	人均发明专利数	制造业有效发明专利数/制造业从业人数	正
			人均技术市场成交额	技术市场成交额/制造业从业人数	正
			新产品销售收入率	制造业新产品销售收入/制造业主营业务收入	正
	绿色发展	污染排放	废气排放	废气产生量/制造业增加值	负
			固废产生	固体废物排放量/制造业增加值	负
			废水排放	废水排放量/制造业增加值	负
		能源消耗	能源消耗强度	能源消费总量/制造业增加值	负
		环境保护	环境恢复	制造业污染治理完成投资/制造业增加值	正
			政府环保支持	节能环保支出/财政支出	正
流通	市场开放	国际市场	外贸开放	进出口总额/地区生产总值	正
			外资开放	外商直接投资额	正
		国内市场	市场容量	居民人均可支配收入	正
				政府财政收入	正
	风险管控	供应链管控	技术风险管控能力	境外引进技术经费支出	正
			资金风险管控能力	外商直接投资额/生产总值	正
		信用管控	信用风险管控能力	制造业企业总资产/制造业企业总负债	正
使用	协调发展	区域协调	地区收入协调水平	各省域人均 GDP/全国人均 GDP	正
			地区消费协调水平	各省域人均消费水平/全国人均消费水平	正
		产业协调	产业结构高级化	高端技术制造业产值/中端技术制造业产值	正
			产业结构合理化	制造业泰尔指数的倒数	正
	共享发展	经济价值	劳动生产率	制造业增加值/制造业从业人数	正
			经济增长贡献率	制造业增加值/地区生产总值	正
			销售利润率	制造业利润总额/制造业主营业务收入	正
		社会价值	产业支撑	制造业税收总额/制造业从业人数	正
			信息化水平	互联网宽带接入端口数	正
			生活水平	制造业在岗职工平均工资	正

注:废气包括二氧化硫、烟(粉)尘。

(二) 制造业发展质量测度方法与数据来源

1. 测度方法

目前关于综合指标评价的方法主要包括因子分析法、主成分分析法和熵值法等,然而这些方法更适用于截面数据的评价研究,对面板数据的时序多指标跨期比较时,缺乏实用性^[27]。本文关于制造业的时空分析强调纵向时间维度和横向空间维度,使用的是面板数据,因此尝试使用纵横向拉开档次法对制造业的高质量发展水平进行测度。该方法的基本原理是通过构造综合评价函数的总离差平方和,求解最大特征值,以其对应的归一化特征向量为指标权重,测算结果能体现出评价对象的横向和纵向差异,更加合理和客观。其基本步骤如下。

先对数据进行标准化处理,再对含有 n 个评价对象的 m 个评价指标进行综合评价。取纵横向拉开档次法线性综合评价函数

$$q_i(t_k) = \sum_{j=1}^m s_j p_{ij}(t_k) \quad (1)$$

式中: t_k 表示不同的时期; $q_i(t_k)$ 为第 i 个评价对象在时期 t_k 的综合评价价值; s_j 表示各指标的权重系数; $p_{ij}(t_k)$ 为将 p 经过无量纲化处理的标准化指标; $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$; $k = 1, 2, \dots, T$ 。

确定 s_j 的权重是该方法的重要环节,具体原则是尽可能体现各评价指标的差异,即由综合评价价值 $q_i(t_k)$ 的离差平方和 $\sigma^2 = \sum_{k=1}^T \sum_{i=1}^n (p_i(t_k) - \bar{p})^2$ 取最大值来刻画,其中 $p_i(t_k)$ 表示 t 时期第 i 个指标 p 的值,

$$\bar{p} = (1/T) \sum_{k=1}^T [(1/n) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m s_j p_{ij}(t_k)]。$$

对原始数据进行标准化之后, $\bar{p} = 0$, 则

$$\sigma^2 = \sum_{k=1}^T \sum_{i=1}^n p_i(t_k)^2 = S^T \sum_{k=1}^T H_k S = S^T H S \quad (2)$$

式中: σ^2 表示综合评价指标 $q_i(t_k)$ 的离差平方和; $p_{ij}(t_k)$ 为将 p 经过无量纲化处理的标准化指标, k 表示具体的时间序列,即 t 的具体取值($k = 1, 2, \dots, T$), $S^T = [s_1, s_2, \dots, s_m]^T$ 表示权重矩阵 S 的转置矩阵, H 为 m 阶实对称矩阵, H_k 表示具体时期 k 的实对称矩阵,且 $H_k = P_k^T P_k$ 。

对权重矩阵的特征向量 S 进行限定: $S \times S^T = S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_m^2 = \|S\| = 1$, 得到的特征向量 S 即为权重矩阵。

最后测算制造业发展质量指数 I_{it}

$$I_{it} = \sum_{z=1}^q O_z \sum_{j=1}^m p_{ijt} \times S_j \quad (3)$$

式中: q 为分项指标的个数; m 为基础指标的个数; O_z 为第 z 个分项指标的权重; S_j 为第 j 个基础指标的权重; p_{ijt} 表示第 i 个地区第 t 个分项指标中第 j 个基础指标标准化后的指标值。

2. 数据来源

选取 2011—2020 年中国 30 个省份(由于西藏、香港、澳门、台湾地区数据缺失和不全,故予剔除)制造业相关指标为样本数据。涉及的创新发展相关数据主要来源于《中国科技统计年鉴》《中国高技术产业统计年鉴》;环境保护相关数据主要来源于《中国能源统计年鉴》《中国环境统计年鉴》;市场开

发和风险管控相关数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国对外经济统计年鉴》《中国贸易外经统计年鉴》;社会和经济价值相关数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国人口和就业统计年鉴》。还有部分指标数据源于各省份统计年鉴、国家统计局官方网站和 EPS 全球统计分析平台。对于个别缺失值,采用插值法填补。

(三) 制造业发展质量测算结果分析

根据测算结果分析制造业高质量发展的总体水平、各环节指数和各维度指数的变化特征以及四大区域制造业高质量发展的特征。

1. 制造业发展质量的时变特征分析

2011—2020 年中国制造业发展质量、各环节指数和 6 个维度的变化趋势如图 1 所示。整体来看,制造业发展质量呈现缓慢上升趋势,由 2011 年的 0.474 4 增长为 2020 年的 0.564 1,年均增长 0.897%,这是因为制造业的生产环节和流通环节都保持向好的发展趋势,并且使用环节长期处于较高的水平。从制造业发展各环节来看,生产指数增长趋势最为明显,从 2011 年的 0.608 5 增长至 2020 年的 0.737 2,年均增长 1.287%,这主要是因为制造业创新水平的提高和制造业绿色水平的改善;流通指数整体水平相对较低但呈缓慢增长趋势,从 2011 年的 0.562 5 增长为 2020 年的 0.610 2,年均增长 0.477%,一方面是因为制造业市场化水平整体不高,另一方面是由于制造业核心竞争力不足,风险管控水平较低;使用指数整体保持在较高

水平,从 2011 年的 0.666 8 变化至 2020 年的 0.665 8,变化趋势不明显,其最主要的原因是制造业协调水平和共享水平长期处于稳定的态势。可以看出,制造业发展环节受各维度因素的影响,呈现不同的变化趋势,对制造业整体发展质量产生差异化的影响。从各维度变化来看,创新水平增长趋势明显,从 2011 年的 0.368 1 增长为 2020 年的 0.483 7,年均增速为 1.156%,这主要得益于国家创新战略的实施,使得制造业创新水平不断提高;绿色保护指数一直处于较高的水平,样本期内一直保持在 0.7 以上,并且呈上升趋势,说明中国生态环境保护取得了显著的成效,过去以资源和环境为代价的发展模式得到了扭转;开放水平呈现缓慢的上升趋势,由 2011 年的 0.707 6 上升至 2020 年的 0.752 9,表明双循环战略取得了明显的成效;风险管控水平出现了下降的趋势,由 2011 年的 0.868 7 下降为 2020 年的 0.859 2,这表明国际局势不稳定,制造业受国际局势影响明显;共享水平出现波动的变化,整体变化趋势不明显;协调水平整体不高,一直处于 0.700 0 以下,并且出现轻微下降趋势,这和中国现阶

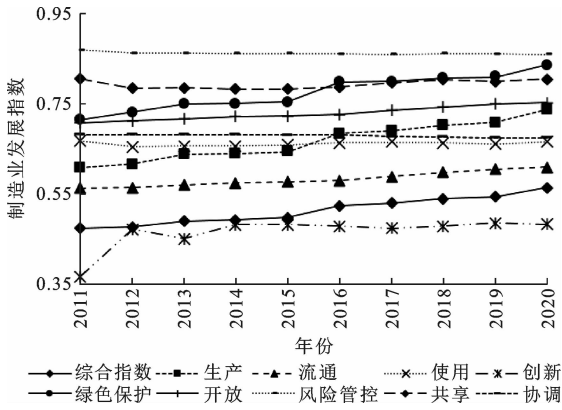


图 1 2011—2020 年制造业发展指数变化趋势

段制造业发展的实际情况是吻合的,制造业产业结构水平较低,区域差距明显,因此制造业发展过程中要重视协调水平,实施协调战略,提高制造业发展质量。

2. 制造业发展质量的区域特征分析

为全面掌握制造业区域发展状态,按照国家统计局标准,将 30 个省份划分为东部、中部、东北和西部四大经济区域,对四大区域制造业发展质量进行分析,计算结果如表 2 所示。

表 2 四大区域制造业发展质量指数

年份	东部	东北	中部	西部
2011	0.548 1	0.484 2	0.464 9	0.404 7
2012	0.547 9	0.488 3	0.464 3	0.409 3
2013	0.558 4	0.497 5	0.481 7	0.426 8
2014	0.566 2	0.498 4	0.480 3	0.428 4
2015	0.577 5	0.500 7	0.475 4	0.432 0
2016	0.595 2	0.527 8	0.502 5	0.462 7
2017	0.605 0	0.537 4	0.499 4	0.467 2
2018	0.615 2	0.544 9	0.499 2	0.477 4
2019	0.620 9	0.554 9	0.513 7	0.477 9
2020	0.632 2	0.569 8	0.547 4	0.503 6

表 2 揭示了四大区域制造业发展质量及其变化趋势。可以看出,四大区域制造业发展质量基本都呈现上升趋势,这说明中国制造业发展质量越来越高,呈现较好的发展形势;从指数排名来看,制造业发展呈现东部 > 东北 > 中部 > 西部的发展格局,说明制造业发展质量表现出明显的区域不平衡特征,制造业发展质量和中国区域经济的发展水平是一致的;从指数年均增长率来看,东部、中部、东北和西部地区的年均增长率分别为 0.841%、0.856%、0.825% 和 0.989%,西部制造业发展质量增速最快,一方面是因为西部制造业水平低,增长空间大,另一方面主要

得益于区域协调战略、区域重大战略的实施和国家协调发展体制的完善,从西部大开发到一带一路倡议,再到成渝经济圈协同发展,国家大力支持西部经济和制造业的发展,使得西部制造业发展质量提升较快。

二、制造业发展质量的变化特征与演进规律

前文通过测度制造业发展质量,分析了制造业发展质量的整体水平、区域特征和演变轨迹。为了更深入研究制造业发展质量的时空变化趋势和区域演进规律,这里使用核密度估计和马尔科夫链等方法对制造业发展质量做进一步分析。

(一) 制造业发展质量的动态变化特征

根据上节对制造业发展质量的分析可知,中国制造业发展质量在不同时间和空间范围内呈现出不同的分布形态和变动特征,为了更好地把握制造业高质量发展的规律,现对制造业发展质量的分布信息进行探讨。核密度估计是一种非参数估计方法,具有较强的稳定性,不仅能用连续的密度曲线描述变量的分布特征和变化规律,还可以反映变量的时空效应,具有多重属性,被广泛用来分析变量的分布形态和演进特征。因此本文利用核密度估计方法对制造业发展质量的分布形态、演进特征和可能存在的时空效应进行分析。

1. 核密度估计方法

根据数据特征和研究需要,首先采用高

斯核函数对全国及各区域制造业发展质量的变化特征进行研究,核密度表达式如式(4)所示

$$f(x) = (1/Nb) \sum_{i=1}^N K[(X_i - x)/h] \quad (4)$$

式中; $f(x)$ 为制造业发展质量指数的密度函数; N 为样本个数; X_i 为独立分布的样本值; x 为样本值的均值; h 为样本宽带, $K(x) = 1/\sqrt{2\pi} \exp(-x^2/2)$,估计精度值与样本宽带大小成反比。

空间条件下的核密度估计方法则能够以变量动态分布的三维图和密度等高线图判断变量的时空变化规律,探究各地区制造业发展质量变化趋势。在空间核密度估计中,本文采用常用的高斯核函数进行计算,表达式为

$$g(y|x) = f(x, y)/f(x) \quad (5)$$

式中; $f(x)$ 为制造业发展质量指数的密度函数; $f(x, y)$ 表示 x 与 y 的联合核密度函数,表达式为

$$f(x, y) = (1/Nh_x h_y) \sum_{i=1}^N K_x[(X_i - x)/h_x] K_y[(Y_i - y)/h_y] \quad (6)$$

式中; h_x 表示 x 的样本宽带, h_y 表示 y 的样本宽带, K_x 表示 x 的核函数, K_y 表示 y 的核函数, Y_i 为独立分布的样本值。

2. 制造业发展质量的动态变化特征

为方便观察制造业发展质量的动态演变趋势,这里以 3 年为间隔期分析其动态分布特征。图 2 是 2011、2014、2017 和 2020 年 4 组不同时期中国制造业发展质量的核密度图,从波峰的变化来看,制造业发展质量的核

密度曲线主峰位置随时间推移向右移动,说明制造业发展质量整体呈上升趋势,且上升趋势随时间推移越来越明显;从波峰的宽度来看,核密度曲线随时间推移逐渐变窄,说明研究期内各省份之间制造业发展质量差距呈现缩小趋势;从核密度线的分布来看,制造业发展质量存在左拖尾性,反映了其区域不平衡的特征,存在一些低水平的省份;对比 2011 和 2020 年的核密度图,波峰存在明显的下降趋势,说明制造业发展质量存在收敛趋势,极化现象在减弱,区域间的差异在缩小。在制造业发展质量的无条件核密度图和等高线图(图 3)中,坐标轴 X 为 t 年制造业发展质量,坐标轴 Y 为 $t + 2$ 年制造业发展质量,与 $X - Y$ 平面相垂直的 Z 轴为核密度,表示概率密度,密度等高线中越是内部的线,表示概率越大,向外依次递减。在图 3 中,图形分布主要在 45° 对角线附近,这说明 t 时期制造业质量发展态势和 $t + 2$ 年较为一致,制造业质量总体上保持稳定的发展态势;低水平区域即 t 年发展水平低于 0.4 的部分主要分布在等高线 45° 对角线上方,说明制造业发展水平低的区域,其发展质量有着更快的提升速度,表现出收敛的趋势。

进一步利用空间条件下的动态核密度估计来分析相邻省份制造业发展质量对本省份制造业发展质量的影响,探究制造业发展质量的差异化趋势。由图 4 所示, X 轴表示相邻省份 t 年制造业发展质量,即空间滞后项, Y 轴表示本省份 $t + 2$ 年制造业发展质量。空间滞后条件下的概率密度分布基本都在 45° 对角线附近,说明相邻省份制造业发展质

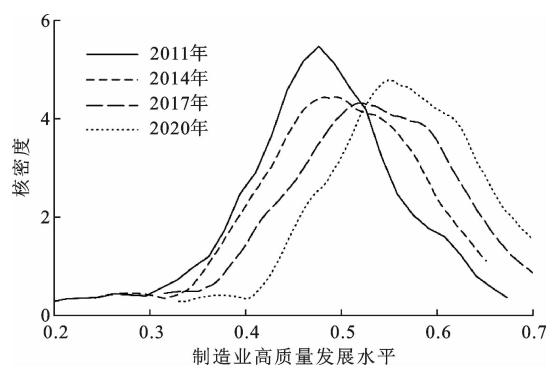


图2 制造业发展质量的传统核密度

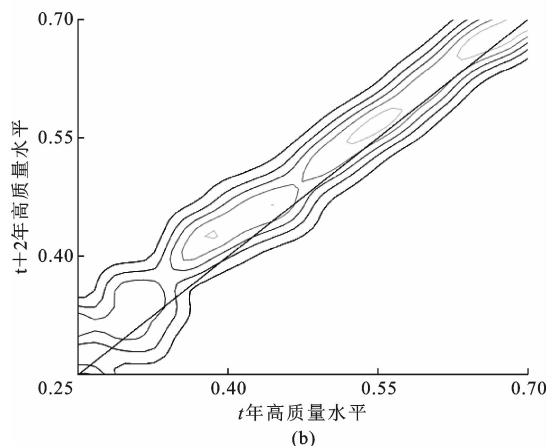
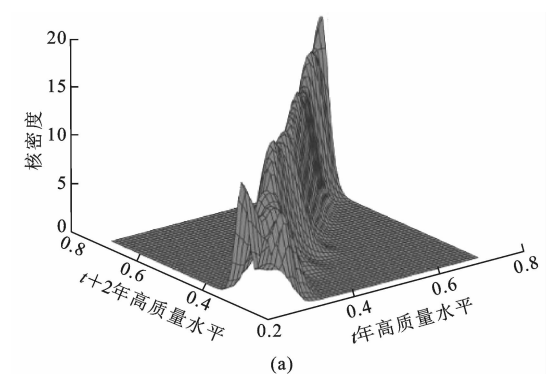


图3 制造业发展质量的无条件核密度和等高线

量与本省存在一定的相似性;进一步分析等高线分布的趋势可以看出, X 轴对应的图形在低于 0.4500 水平下的制造业, 概率主体相对于 45° 对角线向上偏移, 并且滞后条件下的图形分布大致平行于 X 轴, 这说明低水平制造业相邻的省份更可能是低水平区域, 但是即使与低水平区域相邻, 制造业发展

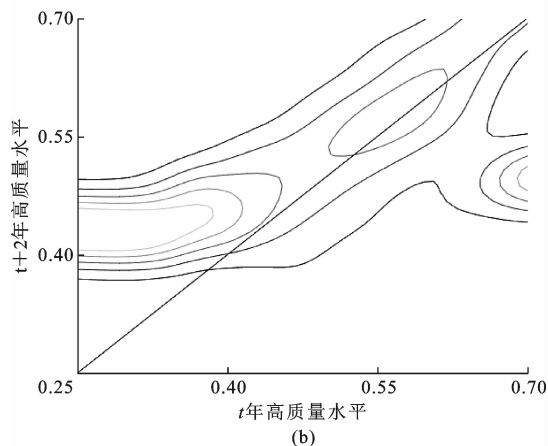
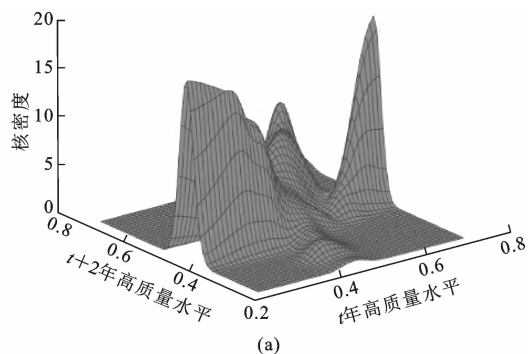


图4 制造业发展质量的空间动态核密度和等高线

质量也表现出向上偏移的趋势; 在高于 0.4500 水平下的制造业, 概率密度分布部分在 45° 对角线以下, 并且有平行 X 轴的等高线, 说明虽然与高质量水平相邻的省份更可能是高质量区域, 但其制造业发展质量有下降的趋势。因此, 在考虑时间跨度和空间因素的条件, 中国各省份制造业发展质量会受到邻近省份制造业发展质量的影响。值得注意的是, 制造业低水平省份发展向上偏移, 高水平省份发展向下偏移, 说明制造业发展高水平省份和低水平省份都向某一中间水平汇拢(这和无条件核密度的分析结果是一致的), 呈收敛态势。

综上, 制造业发展质量呈稳定上升趋势, 区域间的极化现象在减弱; 制造业发展质量会受到邻近省份发展质量的影响, 空间相关

性明显;低质量水平区域发展速度快于高水平区域,并且存在高水平省份和低水平省份都向中间质量水平汇拢的趋势,收敛态势明显。

(二) 制造业发展质量的演进规律

虽然核密度分析从整体上揭示了制造业的空间分布形态和变化特征,但是对制造业的区域变化过程和未来变化规律难以做到细致分析。因此使用马尔科夫链模型对制造业的时空演进过程 and 变化规律做进一步分析。马尔科夫链模型是在无后效性条件下,对经济和社会现象随时间和状态变化而发生转移的概率做出预测,揭示其变化规律的重要方法。根据制造业发展质量的实际差异程度将其按照四分位数原则分为 4 种状态,即低水平、中低水平、中高水平和高水平,不同时刻不同类型的转移过程可以用一个 4×4 的矩阵表示。矩阵元素即状态间的转移概率计算方法如式(7)

$$P_{ij}^{t,t+d} = n_{ij}^{t,t+d} / n_i^t \tag{7}$$

式中: $P_{ij}^{t,t+d}$ 为某一地区制造业发展质量从 t 年 i 状态转移到 $t + d$ 年 j 状态的概率; $n_{ij}^{t,t+d}$ 为制造业发展质量从 t 年 i 状态转移到 d 年 j 状态的个数; n_i^t 为 t 年制造业发展质量的地区数量。由上文核密度分析可知,制造业发展存在空间效应,因此纳入空间因素,构建空间马尔科夫链。空间马尔科夫链是将空间滞后的概念引入传统马尔科夫链中,将矩阵变化为 $4 \times 4 \times 4$ 的矩阵,用以说明相邻区域不同状态对本区域制造业发展质量转移概率的影响。基于 2011—2020 年样本数据的转移概率矩阵计算结果如表 3 和表 4 所示。

表 3 传统马尔科夫转移概率矩阵

$t/t + 1$	I	II	III	IV
I	0.784 6	0.215 4	0	0
II	0.058 1	0.767 4	0.174 4	0
III	0	0.035 7	0.732 1	0.232 1
IV	0	0	0.031 7	0.968 3

表 4 空间马尔科夫转移概率矩阵

空间滞后	$t/t + 1$	I	II	III	IV
I	I	0.818 2	0.181 8	0	0
	II	0.058 8	0.941 2	0	0
	III	0	0	0	0
	IV	0	0	0	0
II	I	0.815 8	0.184 2	0	0
	II	0.045 5	0.727 3	0.227 3	0
	III	0	0.087 0	0.782 6	0.130 4
	IV	0	0	0	1
III	I	0.400 0	0.600 0	0	0
	II	0.125 0	0.562 5	0.312 5	0
	III	0	0	0.714 3	0.285 7
	IV	0	0	0.095 2	0.904 8
IV	I	0	0	0	0
	II	0	1	0	0
	III	0	0	0.666 7	0.333 3
	IV	0	0	0	1

表 3 的传统马尔科夫转移概率矩阵中对角线上的数据表示制造业发展质量在 $t + 1$ 年不发生变化的概率,非对角线上的数据表示制造业发展质量在 $t + 1$ 年发生变化的概率。其中, I 代表低水平, II 代表中低水平, III 代表中高水平, IV 代表高水平。从表 3 可以看出,主对角线上的概率值明显高于非主对角线上概率值,说明各类型制造业发展质量相对稳定。其中,高水平的省份保持其初始状态的概率最大,为 96.83%,中高水平省份也有 73.21% 的概率保持初始状态。制造业发展水平越低的省份发生向上转移概率越高,低水平省份向中低水平省份转移概率为 21.54%,大于中低水平向中高水平转移概率 17.44%,这说明制造业质量

发展速度较快的区域主要集中在低水平区域,这和国家区域协调战略的期望效果是契合的,同时表明区域协调发展战略取得了一定的效果。

进一步对各省份制造业发展质量的空间马尔科夫转移概率进行分析。制造业发展质量在4种空间滞后条件下计算的空间转移概率矩阵由表4所示。各省份制造业发展质量发生转移概率不同,不同滞后类型对同一水平制造业发展质量的影响也不同,中低水平滞后条件下,低水平向中低水平转移概率为18.42%,中高水平滞后条件下,低水平向中低水平转移概率为60%,这说明制造业发展质量受邻近高水平区域的影响比较明显,高水平省份的制造业发展质量空间溢出效应更加显著,应该充分发挥高水平省份制造业的辐射带动作用。同一滞后类型中不同水平的转移概率也不同,中高水平滞后条件下,低水平向中低水平转移概率为60.000%,中低水平向高水平转移概率为31.250%,中高水平向高水平转移概率为28.570%,呈现递减的趋势,这意味着制造业发展质量水平低的省份更容易发生向上转移,这和动态条件下空间核密度分析结果相吻合。

由此发现,制造业发展质量越低的区域向上转移概率越高。制造业发展质量较低的省份更容易受邻接区域制造业发展质量水平的影响,高水平区域制造业发展质量的空间效应更显著,不同滞后类型对同一质量水平制造业发展质量的影响存在差异,同一滞后类型中不同水平的区域转移概率也存在不同。

三、制造业发展质量的区域差异性和收敛特征

核密度估计和马尔科夫转移矩阵分析了制造业发展质量的动态变化特征和存在的时空效应,揭示了制造业发展质量的区域演进规律。这里进一步使用Dagum基尼系数法对制造业发展质量的区域差异及来源做详细分析^[28],并采用 β 收敛模型对制造业发展质量的时空态势做出具体判断。

(一) 制造业发展质量的差异性

为了揭示各区域制造业发展质量空间差异大小及其来源,这里运用Dagum基尼系数对制造业发展的总体差异、区域间差异、区域内差异及差异的成因进行分析。

1. Dagum 基尼系数法

关于区域差异水平的测度,常用的方法主要包括基尼系数、泰尔指数和变异系数等。这些方法各有优劣,研究重点也不同。本文关于制造业差异性的分析涉及区域内差异和区域间差异两个方面,并在此基础上对差异的来源做进一步的探索。因此,选用Dagum基尼系数测算并分析中国制造业发展质量的区域差异水平。Dagum基尼系数克服了传统方法假设分组样本之间不存在交叉重叠的局限,将样本总体差异分为组内、组间和超变密度3个部分,不仅可以测度制造业区域差异程度,还可以对制造业发展质量差异的原因做出探析。其主要计算公式如下

$$G = \left(\sum_{i=1}^k \sum_{m=1}^k \sum_{j=1}^{h_i} \sum_{n=1}^{h_j} |y_{im} - y_{jn}| \right) / 2h^2 \bar{y} \quad (8)$$

$$G_w = \sum_{i=1}^k G_{ii} P_i S_i \tag{9}$$

$$G_{nb} = \sum_{i=2}^k \sum_{j=1}^{i-1} G_{ij} (p_i s_j + p_j s_i) D_{ij} \tag{10}$$

$$G_l = \sum_{i=2}^k \sum_{j=1}^{i-1} G_{ij} (p_i s_j + p_j s_i) (1 - D_{ij}) \tag{11}$$

式中: G 表示总体基尼系数, G_w 为区域内基尼系数, G_{nb} 为区域间基尼系数, G_l 为超变密度, G_{ii} 表示区域*i*的内部基尼系数, G_{ij} 表示区域*i*和区域*j*间的基尼系数, D_{ij} 表示区域*i*和区域*j*之间的交互作用; h 表示省份个数, h_i 表示区域内省份数量, p_i 表示区域*i*内省份数占全国的比重, p_j 表示区域*j*内省份数占全国的比重, S_i 表示区域*i*内所有省份制造业发展水平与全国制造业发展水平的比值, S_j 表示区域*j*内所有省份制造业发展水平与全国制造业发展水平的比值, $p_i = h_i/h, S_i = h_i\bar{y}/h\bar{y}, p_j = h_j/h, S_j = h_j\bar{y}/h\bar{y}, i, j$ 为不同区域下标, m, n 为不同省域下标, k 为区域个数, h_i (h_j)表示*i* (*j*)区域中省份个数, y_{im} (y_{jn})是*i* (*j*)区域内省域*m* (*n*)制造业发展质量水平,

表示所有省制造业发展质量的均值。

2. 制造业发展质量的差异性分析

基于 Dagum 基尼系数法测得中国制造业发展质量总体及四大区域的区域内差异、区域间差异及差异来源,如表 5。

首先看区域内差异。由表 5 可知,中国制造业发展质量总体区域内差异水平从 2011 年的 0.098 9 开始波动下降,至 2020 年降为 0.080 2,增长率为 -1.870%,这意味着中国制造业发展质量总体差异较大,但随时间推移这种差异呈下降趋势,各省份之间的差异在逐渐缩小;东部、中部和东北在 2020 年的差异均小于全国平均水平;样本期内,西部区域内差异变化较大,差异的增长率为 -2.860%,表明西部区域内制造业发展质量差异缩小程度更明显;中部区域制造业发展质量差异呈现波动上升趋势,差异的增长率为 0.760%,呈扩大趋势。由于制造业的发展表现出区域的相近性,区域内制造业发展质量呈现相似的增长趋势,发展水平接近,因

表 5 2011—2020 年中国四大区域制造业发展质量的差异性

区域		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
区域内	总体	0.098 9	0.098 2	0.093 0	0.097 0	0.102 0	0.089 4	0.089 6	0.088 9	0.093 3	0.080 2
	东部	0.062 3	0.056 9	0.054 6	0.057 5	0.054 3	0.053 6	0.055 9	0.057 8	0.058 1	0.054 4
	中部	0.030 8	0.032 3	0.033 2	0.040 9	0.056 4	0.046 6	0.042 5	0.042 2	0.049 9	0.038 4
	东北	0.024 3	0.013 6	0.021 1	0.017 0	0.017 6	0.031 9	0.029 8	0.038 7	0.030 8	0.020 5
	西部	0.109 9	0.113 8	0.107 2	0.107 1	0.109 0	0.090 8	0.087 8	0.082 4	0.095 2	0.081 3
区域间	东-中	0.075 5	0.073 7	0.074 1	0.080 5	0.086 2	0.075 6	0.073 0	0.073 9	0.076 6	0.068 3
	东-东北	0.089 0	0.088 1	0.082 1	0.088 9	0.100 0	0.090 9	0.099 6	0.107 5	0.100 3	0.079 4
	东-西	0.155 4	0.151 7	0.141 8	0.146 1	0.150 5	0.131 7	0.133 8	0.132 0	0.137 4	0.119 9
	东北-中	0.034 9	0.040 0	0.038 0	0.044 9	0.062 8	0.053 3	0.056 6	0.061 2	0.059 0	0.040 1
	中-西	0.101 6	0.104 6	0.095 1	0.100 5	0.110 3	0.092 7	0.091 3	0.087 0	0.095 7	0.079 7
	东北-西	0.089 3	0.091 6	0.088 2	0.086 5	0.083 3	0.074 2	0.071 0	0.068 4	0.073 2	0.065 6
贡献率/%	区域内	22.348 5	22.258 1	22.601 3	22.326 7	21.698 3	22.089 9	21.752 4	21.592 4	22.421 2	22.790 2
	区域间	70.329 3	68.327 1	66.321 7	66.108 1	65.786 9	65.205 9	67.258 4	66.967 0	65.438 5	65.461 3
	超变密度	7.322 2	9.414 7	11.077 0	11.565 1	12.514 7	12.704 1	10.989 2	11.440 6	12.140 3	11.748 5

此制造业发展质量区域内部的差异较小。

再看区域间差异。由表 5 可知,中国制造业发展质量区域间差异高于区域内的差异,且波动趋势明显;由于中部制造业发展水平较高发展速度较快,而东北受传统基础制造业的影响,转型升级慢,造成中部与东北地区制造业发展质量差异呈现扩大趋势;其他区域间差异呈现不同程度的缩小趋势;从差异大小来看,区域间差异最大的是东部与西部,这和上文中关于制造业发展质量的区域特征分析是吻合的。2011—2020 年,制造业发展质量区域内贡献率在 [22.348 5%, 22.790 2%] 内波动,虽呈现波动上升趋势,但上升趋势较小;区域间贡献率在 [65.461 3%, 70.329 3%] 内呈波动下降趋势,说明制造业区域间的差异在减小;超变密度贡献率在 [7.322 2%, 11.748 5%] 波动上升。由此可见,区域间差异是导致制造业发展质量差异化的最重要因素。

(二) 制造业发展质量的收敛性

以上分析表明制造业发展质量在时间和空间上都存在差异性,对其展开的核密度估计结果也表明,制造业发展质量呈现收敛迹象,为进一步探索制造业发展质量的规律及特征,这里运用 β 收敛模型对制造业发展质量的收敛性进行分析。

1. β 收敛模型

BARRO et al. 根据新古典增长理论构建了经济收敛模型,即 β 收敛模型,研究的核心是通过构建检验回归方程中 β 收敛系数是否显著来判定模型的收敛状态^[29]。本文借鉴 β 收敛的思想,对于制造业发展质量的收敛

性进行分析。考虑到中国制造业的变化特征在时间和空间两个维度上存在极大的差异,因此,制造业收敛模型的构建将从时间和空间两个视角展开,分别考虑样本在时间和空间上的依赖关系,更加全面和系统。借鉴刘明等构建的时间 β 收敛模型和空间 β 收敛模型对中国制造业发展质量的收敛性进行研究^[30]。模型如式(12)、(13)和式(14)所示

$$\log(y_{it}) = B_0 + B_1 \log(y_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

$$\beta = -\ln(B_1)/T - t \quad (13)$$

式(12)(13)是时间 β 收敛模型; $\log(y_{it})$ 为 i 省份 T 年制造业发展质量水平的对数, t 、 T 为样本时段内的期初和期末, $T - t$ 表示时间跨度, β 为收敛速度, ε_{it} 表示随机误差, B_0 表示模型截距项。模型通过制造业发展质量的增长率来分析制造业发展质量在不同时间跨度上的收敛特征, B_1 大于 1 等价于 β 小于 0,此时制造业发展质量是发散的; B_1 小于 1 等价于 β 大于 0,此时制造业发展质量是收敛的; B_1 等于 1 等价于 β 等于 0,此时制造业发展质量是相对均衡的。

$$\log(y_t) = \Psi + e^{-\beta} \log(Wy_t) + \mu_t \quad (14)$$

式(14)是空间 β 收敛模型, $\log(y_t)$ 为制造业发展质量的对数, Ψ 表示常数项, W 为空间权重矩阵, Wy_t 为相邻区域制造业发展质量, e 为自然对数底数, μ_t 表示随机误差。模型通过制造业发展质量的区域差异性来分析其在空间上的收敛特征, β 为待估参数,意为收敛速度, β 系数大于零,表明制造业发展质量是空间收敛的,同时 β 越大,收敛的速度越快, β 系数小于零,则表示制造业发展质量是

空间发散的。

2. 制造业发展质量的收敛性分析

制造业发展质量受多种因素的影响在时间和空间形态上表现出不同的特征。考虑到十二五和十三五制造业发展水平的变化,将2011—2020 年的数据分为2011—2015 年和2016—2020 年两段,分别对收敛模型进行估计。考虑到地理因素对各省份制造业发展质量的影响,在空间收敛模型中引入基于经纬度距离的空间地理距离矩阵。表6 和表7 分别展示了基于式(12)和式(13)的制造业发展质量时间收敛模型和空间收敛模型估计

结果。

由表6,中国制造业发展质量在样本期大部分时段呈现收敛状态,十三五时期相对十二五时期收敛速度更快。十二五期间,制造业发展质量整体呈现收敛状态,但收敛速度呈现下降态势,并且部分时段出现发散状况;十三五时期,供给侧结构性改革效果逐步显现,欠发达区域制造业发展质量在这一时期有较快提升,缩小了与发达地区制造业发展质量差距,收敛速度明显加快。由此可知,制造业发展质量较低区域比较高区域在样本期内发展速度更快,区域差异呈缩小趋势,这

表 6 制造业发展质量时间收敛模型估计结果

时间段	2011—2012	2011—2013	2011—2014	2011—2015	2012—2013	2012—2014	2012—2015	2013—2014	2013—2015	2014—2015
B_0	-0.006 7	-0.018	0.001 8	0.183 0	-0.010 0	0.009 2	0.027 0	0.016 5	0.035 5	0.022 1
B_1	0.972 3	0.899 4	0.952 5	0.992 0	0.930 2	0.982 1	1.025 8	1.045 4	1.094 6	1.059 5
B_1 的 T 值	38.800 0***	24.300 0***	24.920 0***	16.730 0***	40.800 0***	36.680 0***	20.240 0***	34.190 0***	20.530 0***	40.490 0***
β	0.028 1	0.053 0	0.016 2	0.002 0	0.072 4	0.009 0	-0.008 5	-0.044 4	-0.045 2	-0.057 8
时间段	2016—2017	2016—2018	2016—2019	2016—2020	2017—2018	2017—2019	2017—2020	2018—2019	2018—2020	2019—2020
B_0	-0.002 0	-0.011 5	0.026 7	0.001 3	-0.008 3	0.029 0	0.000 5	0.033 3	0.002 7	-0.026 5
B_1	0.971 2	0.911 3	1.034 4	0.886 3	0.942 8	1.065 8	0.903 1	1.111 6	0.937 2	0.838 7
B_1 的 T 值	32.620 0***	21.840 0***	20.870 0***	26.020 0***	35.770 0***	27.970 0***	27.840 0***	24.100 0***	21.720 0***	36.340 0***
β	0.029 2	0.046 4	-0.011 3	0.030 2	0.058 9	-0.031 9	0.03 4	-0.105 8	0.032 4	0.175 9

注:***表示在1%的水平上显著。

表 7 制造业发展质量空间收敛模型估计结果

时间段		2011—2015			2016—2020		
模型参数		截距项	$e^{-\beta}$	β	截距项	$e^{-\beta}$	β
全国	估计值	-0.745 4	0.802 8	0.219 7	-0.022 6	0.960 3	0.040 5
	T 统计量	-2.06**	7.04***	-	-0.95	11.73***	
东部	估计值	-0.034 8	0.909 7	0.094 6	-0.029 9	0.911 0	0.093 2
	T 统计量	-1.00	7.17***		-1.13	8.75***	
中部	估计值	-0.290 5	0.059 1	2.826 8	-0.074 6	0.747 7	0.290 8
	T 统计量	-2.96***	0.18		-1.49	4.08***	
东北	估计值	-0.424 4	-0.302 3	-1.196 3	-0.073 9	0.752 6	0.284 2
	T 统计量	-3.97***	-0.93		-1.12	3.40***	
西部	估计值	-0.037 8	0.920 7	0.083 0	-0.100 0	0.707 1	0.346 6
	T 统计量	-0.64	7.04***		-1.85*	4.64***	

注:*、**和*** 分别代表在10%、5%和1%的水平上显著。

和上文空间条件下动态核密度估计的分析结果相同。

进一步从空间视角分析制造业发展质量的收敛性。由表7可知,整体来看,十二五和十三五期间,制造业发展质量均呈现收敛态势;分区域来看,东部、中部和西部的制造业发展质量在十二五期间保持空间收敛状态,说明制造业发展质量在上升趋势下,区域内的差距越来越小;东北作为中国老工业基地,面临转型升级要求,短时间内不易形成规模集聚效应,因此十二五期间区域内部出现发散性状态;四大区域在十三五期间均表现出空间收敛状态,表明在区域协调发展战略下,制造业发展质量差异在缩小。由此可以发现中国制造业发展质量区域差距近年来在不断缩小,发展不平衡问题得到了较大改善。

由此可见,制造业发展质量整体差异显著,区域间的差异是造成整体差异的主要原因。制造业发展质量在时间和空间上整体都呈现收敛状态,受制造业发展水平和发展政策的影响,部分时段和区域内存在差异化的特征,但这并不影响制造业发展质量的整体收敛态势。

四、制造业发展质量时空分异的原因探析

以上分析表明,制造业在创新发展、环境保护、市场开发、风险管控、社会价值和经济价值等维度存在差异性,并且这种差异在不同区域表现出不同的特征,东部各方面发展水平高,西部发展水平较低,区域异质性明

显;制造业的发展呈现不同的动态演进规律,并且随时间和空间推移,存在收敛趋势。为进一步提高制造业发展质量,促进制造业区域均衡发展,有必要对制造业时空分异形成原因和机理展开分析。

要素禀赋是产业经济发展的基础要素,对制造业发展质量能够产生影响。中国地域广阔,要素禀赋区域差异明显,这种差异对制造业的发展有着深刻的影响。根据要素禀赋理论,丰裕的资源将带来更快的经济增长,对经济结构起决定作用^[31]。然而就中国经济发展来看,只有少量地区将资源优势转变为经济增长优势^[32]。西部地区自然要素丰富,以传统制造业为主,环境污染严重,且面临转型升级,丰富的资源非但没有成为制造业发展的有利条件,在一定程度上反而抑制了制造业发展质量。东部地区要素禀赋充分,对制造业生产的各环节具有显著的促进作用。因此,要素禀赋对制造业发展质量差异存在重要影响。

区位条件在现代经济发展中的地位不可忽略,制造业发展质量因区位而存在差异。根据新经济地理学理论,受运输成本、厂商生产规模报酬递增、要素自由流动的影响,产业在空间上的不均衡是必然结果^[33]。东部、中部区域交通网络发达,海、陆、空运输条件优势明显,对内对外交易成本低,经济基础实力强,辐射作用明显,“规模报酬递增”现象广泛存在;西部区域交通相对欠发达,运输成本高,经济基础薄弱,“规模报酬递减”现象普遍。另外,西部地区生态环境脆弱,制造业发展成本高,尤其是前期以传统加工制造业为

主,对生态环境破坏严重,生态恢复过程和制造业转型要求对西部地区制造业的发展质量产生重大影响。因此,区位条件是影响制造业发展质量差异的又一因素。

发展历史对制造业发展质量有重要影响,制造业质量是在长期发展过程中不断积淀形成的,是与社会经济发展状况相互作用的结果。长期以来,东部、中部地区利用区位优势和政策便利,奠定了制造业发展的经济基础,制造业发展一直处于领先地位;东北地区受政策的影响,是新中国的工业基地,但受区位条件和自然资源的影响,经济发展水平逐渐衰退,没能及时为制造业转型升级和现代化发展提供有力的支撑,使得制造业质量出现严重下滑;西部地区经济发展一直处于落后地位,制造业发展长期以资源型和劳动密集型为主,缺乏竞争力,发展质量不高,并且随着时间的积累,这种差异被不断的放大。因此,发展历史是影响制造业发展质量差异的重要因素。

包括人力资本、技术资本和金融资本在内的一系列生产要素对制造业的影响不可忽略。内生增长理论强调技术进步是保证经济持续增长的决定因素,是人力资本和 R&D 投资的结果。人力资本的分布和配置差异对制造业发展质量有很大的影响,以 2020 年规模以上制造业平均用工人数的为例,东部地区各省份平均人数为 426.60 万人、中部地区为 253.70 万人、东北地区为 85.46 万人、西部地区为 82.95 万人,东中部地区人力资本供给相对充足,使得制造业的创新水平更高,产业结构更加合理;西部、东北地区人力资本本

身供不应求,加之高素质人力资本向金融业等其他行业的转移,对制造业发展产生差异化的影响^[34]。技术资本对提升制造业发展质量、促进制造业结构升级有重要作用,四大区域技术的差异导致制造业结构水平和现代化程度有很大的差异,对制造业发展有重要影响。以 2019 年社会融资规模为统计对象,东部地区各省份平均规模为 13 369.20 亿元,西部地区为 4 080.55 亿元,可以发现东部地区金融资本保障充足,而西部地区相对匮乏。发达的金融水平不仅能为企业提供充足的外部资金,也能为创新提供重要支撑,对制造业发展至关重要。因此,生产要素的区域差异对制造业发展质量差异有着重要影响。

供应链效率是制造部门发展的保障,涉及制造业发展的全过程,对制造业发展质量有重大影响。库存成本是影响供应链效率最重要的因素,对制造业发展质量产生重要作用^[35]。中东部地区区位优势显著,无论是上游材料的供应,还是下游产品的输送,采购运输成本均较低,这些都对制造业的发展产生积极影响;西部地区区位条件一直处于劣势,采购成本和运输成本都相对偏高,供应链效率偏低,不利于制造业发展质量提升。另外,中东部地区制造业集聚规模显著,市场容量大,循环效率高,一定程度上降低了制造业的库存成本,有利于提升制造业发展质量,而且中东部地区创新水平和企业管理水平更高,能直接提升供应链各环节效率,促进制造业发展质量。因此,供应链效率是影响制造业发展质量差异的重要因素。

市场是生产过程中的交换场所,是实现

制造业高质量发展的关键链接点。任何经济要素的作用发挥都需要一定的市场条件作为保障,国内市场通过资源整合及要素培育两个渠道影响制造业的发展^[36-37]。从市场整合来看,东部地区市场需求大,供给丰富,对资源的整合分配能力更强;西部地区市场供给不足,有效需求小,整合能力差;从要素培育来看,东部地区经济发达,消费水平高,市场多样化和专业化水平相对西部更高,因此会培育更多的潜在市场和生产流程^[38]。从国际市场来看,东部地区凭借优越的地理位置和优势的国家政策成为改革开放的先驱,对外开放水平更高,国际市场更加成熟;西部地区对外开放水平低,产品多处于价值链低端,国际竞争力不足。因此,市场条件不同对制造业发展质量差异产生重要影响。

政府政策在制造业发展中的作用不可忽视,发展经济学强调有效市场和有为政府。经济发展不可能是均质的,短期内政府往往采取不平衡发展战略,对经济基础较好且有发展优势的地区给予重点投资,以求得较好的投资效率和较快的增长速度,当这些地区的发展水平达到一定程度后,再通过扩散效应带动其他地区的发展。改革开放初期,中国经济发展的模式是保持东部地区优先发展,再辐射带动其他地区。就发展结果看,相关政策实施在时间上和空间上对制造业发展质量都容易产生大的影响,在长期发展过程中,东部地区制造业最早受益政府倾斜政策,同时东部地区制造业发展享受到的政策红利更多,发展质量更高^[39]。因此,政府倾斜政策对制造业的发展质量差异产生重大的

影响。

总结发现,影响制造业的要素主要包括要素禀赋、区位条件、发展历史、生产要素、供应链效率、市场条件和政府政策等,这些要素之间存在着交互效应,进一步扩大了制造业发展的差异性。概括起来,影响要素主要涉及基础因素、生产环节因素、流通环节因素、使用环节因素和政府政策 5 个方面,其作用机理如图 5 所示。

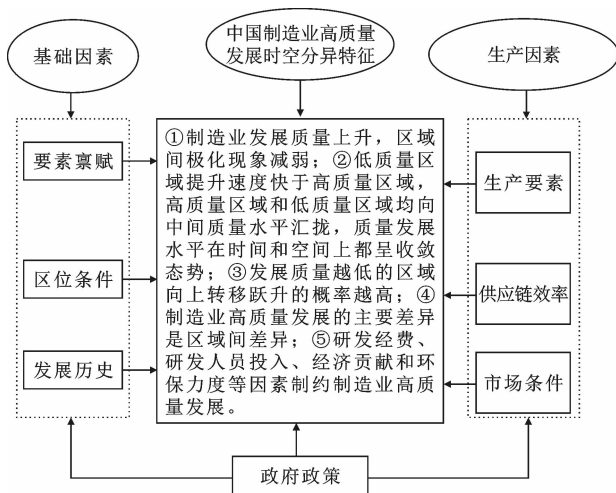


图5 制造业发展质量时空格局演化机理与路径

五、总结与启示

本文以新发展理念为指导,结合制造业生产、流通和使用的全产业链过程,构建制造业发展质量的评价指标体系。运用纵横向拉开档次法测算 2011—2020 年 30 个省份制造业发展质量,并对全国及四大经济区制造业发展质量进行分析。进一步利用核密度估计对制造业发展质量的分布规律及空间效应进行分析;利用马尔科夫链对制造业发展质量的区域演进规律进行分析;利用 Dagum 基尼系数对制造业发展质量的区域差异及差异来

源进行分析;利用 β 收敛模型对制造业未来时空发展态势进行分析。最后对制造业空间差异形成的机理和原因进行梳理分析。综合全文得到如下结论:第一,从整体层面来看,中国制造业发展质量呈现缓慢上升趋势,其中创新发展、环境保护、风险管控、社会价值的变动与制造业发展质量的趋势基本一致,而市场开发和经济价值随着时间的推移出现波动特征。第二,从省级层面来看,制造业发展质量较好的区域主要集中在长三角和少数珠三角省份,制造业发展质量偏低的区域主要集中在西北地区,呈现区域差异化特征。第三,从时空演变规律来看,制造业发展质量空间效应显著,发展质量越低的区域发生向上转移概率越大;四大经济区制造业发展质量总体呈现东高西低的空间特征,区域异质性显著;制造业发展质量在时间和空间上都呈现收敛状态。第四,通过系统分析制造业空间差异产生的原因和机理发现,要素禀赋、区位条件、发展历史、生产要素、供应链效率、市场条件和政府政策的差异性造成制造业发展空间差异的主要原因。

为提升制造业发展质量,促进区域协调均衡发展,结合本文各项研究发现,拟提出以下政策建议。

第一,发挥制造业发展质量较高区域的示范作用和带动作用,促进制造业均衡协调发展。本文研究发现,制造业发展质量空间差异明显,东部地区作为中国制造业发展的排头兵,发展质量高,体系完善,一直处于领先地位,因此要发挥其示范作用,引领其他区域制造业发展;同时要加强区域间的交流,鼓

励区域间的合作,优化资源配置,扩大制造业高质量发展的空间溢出效应,提高高质量区域的辐射带动能力,进而促进制造业的均衡协调发展。在发展过程中,要摒弃“均衡即平均,协调即同步”的错误认识,进行科学研判和决策,规避盲目追赶,实现全区域制造业高质量发展。

第二,充分挖掘制造业发展质量较低区域的后发优势,形成对高发展质量区域的追赶效应。根据后发优势理论,制造业发展水平较低区域相较于发展水平高的区域往往具有更快的发展速度,这对实现制造业的共同发展至关重要。结合本文研究,制造业发展质量的极化现象在减弱,并呈收敛趋势,说明低质量区域制造业发展存在后发优势,且已经形成追赶效应。因此制造业发展质量低的区域要借鉴吸收质量高的区域的发展经验,减少自身发展成本,规避发展误区,提高发展效率,并且通过政府干预,实行区域政策倾斜,在高质量区域的先发优势中充分挖掘和利用自身后发优势,扩大低质量区域制造业发展的追赶效应。

第三,加大研发投入,培养高技术人才,突破制造业高质量发展瓶颈。党的十八大以来,中国制造业创新水平取得了跨越式进步,但和发达国家相比,创新水平仍有待提高,尤其是中西部区域产业发展创新水平低,结构不合理,现代化程度不高,在制造业领域、高精尖行业发展不充分。本文研究发现,研发经费和研发人员投入是制约制造业发展质量提升的主要因素,因此要加大研发投入,培养高素质人才,鼓励创新行为,潜心突破“卡脖

子”技术,提升制造业创新水平,进而带动制造业结构升级,实现制造业更高质量发展。

第四,积极拓展国内国际两个市场,强化制造业发展风险管控能力。根据本文的研究,市场拓展和风险管控对制造业发展质量具有重要影响作用,因此需要从这两个方面发力,促进制造业高质量发展。一方面,中国市场需求潜力巨大,但是实际利用不足,因此制造业发展要不断深化供给侧结构性改革,满足市场多元化需求,利用并发展好国内市场;另一方面,随着全球化发展,国际市场对中国制造业发展产生的影响越来越大,因此要充分利用各类双边、多边国际合作平台,拓宽国际市场,让更多的制造业企业和产品走出去,融入并占领国际市场。在市场拓展过程中,要做好应对各类风险的准备,既要经得起“黑天鹅”,也要防得住“灰犀牛”,在风险防控中促进制造业发展质量的提升,在制造业的高质量发展中强化风险防控能力。

第五,加大环境保护力度,践行“绿水青山就是金山银山”理念。加强环境保护,推进生态文明建设,实现绿色发展,是中国现代经济发展的必由之路。因此,中国制造业在发展过程中必须要加大环境保护力度,践行“绿水青山就是金山银山”理念,以实现制造业高质量发展。理论和实践均证明,在制造业发展中曾以牺牲环境为代价的老路是行不通的,高质量发展的必要条件之一就是加强环境保护、实现绿色发展,本文的研究结论也揭示了这一点。因此,在制造业发展过程中,要加大环境保护力度、严惩环境破坏行为,严守环境保护底线,推进制造业绿色可持续

发展。

六、结语

本文通过构建综合指标体系对中国制造业高质量发展水平进行了测度,分析了制造业发展史的时空分析特征,进一步对造成制造业发展水平时空分析的原因进行了探索,对促进制造业高质量发展,进一步提升制造业区域协调发展水平具有重要的参考价值。本文在研究方法和研究内容上具有一定的创新性,但在研究中仍存在一定的局限性:第一,本文通过综合指标的方式测度制造业高质量发展水平,通过借鉴已有文献指标和制造业生产过程构建了制造业发展质量综合指标,在指标构建方面尽可能做到合理和科学。但是制造业高质量发展具有丰富的经济内涵,指标的选取难以做到“信息全覆盖”,指标体系难以将制造业高质量发展的丰富内涵完整地展示出来,这是本文的不足,也是未来的研究方向。第二,本文依据制造业发展的主要影响因素,从理论层面对制造业产生时空差异的原因进行了分析,受数据可得性和文章篇幅的限制,不能通过实证的方式对制造业时空差异的原因进行深入探究。未来笔者将继续对此展开研究。

参考文献:

- [1] 李史恒,屈小娥.数字经济赋能制造业高质量发展:理论机制与实证检验[J].经济问题探索,2022(10):105-117.
- [2] 罗序斌.互联网发展与制造业生产率增长——基于市场化进程的机制研究[J].当

- 代财经,2022(5):113-123.
- [3] 钞小静,廉园梅,罗鏊. 新型数字基础设施对制造业高质量发展的影响[J]. 财贸研究,2021(10):1-13.
- [4] 魏后凯. 我国地区工业增长质量评价[J]. 经济纵横,1997(4):4-9,63.
- [5] 谷军健,赵玉林. 中国海外研发投资与制造业绿色高质量发展研究[J]. 数量经济技术经济研究,2020(1):41-61.
- [6] 江小国,何建波,方蕾. 制造业高质量发展水平测度、区域差异与提升路径[J]. 上海经济研究,2019(7):70-78.
- [7] 郭然,原毅军. 生产性服务业集聚能够提高制造业发展质量吗?——兼论环境规制的调节效应[J]. 当代经济科学,2020(2):120-132.
- [8] 高运胜,杨阳. 全球价值链重构背景下我国制造业高质量发展目标与路径研究[J]. 经济学家,2020(10):65-74.
- [9] 赵卿,曾海舰. 产业政策推动制造业高质量发展了吗? [J]. 经济体制改革,2020(4):180-186.
- [10] 付晨玉,杨艳琳. 中国工业化进程中的产业发展质量测度与评价[J]. 数量经济技术经济研究,2020(3):3-25.
- [11] 曲立,王璐,季恒永. 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.
- [12] 王泽宇,王焱熙,赵莉,等. 中国制造业全要素生产率时空演变及影响因素[J]. 地理学报,2021(12):3061-3075.
- [13] 孟凡生,崔静文. 制造业智能化的空间分布、区域差异与收敛性[J]. 科学学研究,2022(5):808-817,840.
- [14] 李福柱,曹友斌,李昆泽. 中国制造业出口技术复杂度的区域差异及收敛性研究[J]. 数量经济技术经济研究,2022(4):107-126.
- [15] 石敏俊,杨晶,龙文,等. 中国制造业分布的地理变迁与驱动因素[J]. 地理研究,2013(9):1708-1720.
- [16] 吴三忙,李善同. 中国制造业空间分布分析[J]. 中国软科学,2010(6):123-131,150.
- [17] 刘飞. 数字化转型如何提升制造业生产率——基于数字化转型的三重影响机制[J]. 财经科学,2020(10):93-107.
- [18] 汪芳,石鑫. 中国制造业高质量发展水平的测度及影响因素研究[J]. 中国软科学,2022(2):22-31.
- [19] 郭克莎,田潇潇. 加快构建新发展格局与制造业转型升级路径[J]. 中国工业经济,2021(11):44-58.
- [20] 曹伟,冯颖姣,余晨阳,等. 人民币汇率变动、企业创新与制造业全要素生产率[J]. 经济研究,2022(3):65-82.
- [21] 王孝松,田思远,李玢. 贸易开放、环境规制与污染——来自中国制造业的经验证据[J]. 统计研究,2022(5):79-92.
- [22] 王一鸣. 百年大变局、高质量发展与构建新发展格局[J]. 管理世界,2020(12):1-13.
- [23] 卓翔芝,王文献. 社会生产过程中实现可持续发展的新模式[J]. 经济纵横,2002(12):14-16.
- [24] 张涛. 高质量发展的理论阐释及测度方法研究[J]. 数量经济技术经济研究,2020(5):23-43.
- [25] GUANNAN X, YUCHEN W, TIM M, et al. Exploring innovation ecosystems across science, technology, and business: a case of 3D printing in China [J]. Technological forecasting & social change, 2017, 136:208-221.

- [26] BERTOAL G. Irreversible investment[J]. Research in economics,1998(1):3-37.
- [27] 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.
- [28] CAMILO D. A new approach to the decomposition of the Gini income inequality ratio[J]. Empirical economics,1997(4):515-531.
- [29] BARRO R J, SALA-I-MARTIN X. Convergence across states and regions[J]. Brookings papers on economic activity,1991(1):107-182.
- [30] 刘明,王思文. β 收敛、空间依赖与中国制造业发展[J]. 数量经济技术经济研究,2018(2):3-23.
- [31] JIANGDONG J, YIFU L, YONG W. Endowment structures, industrial dynamics, and economic growth[J]. Journal of monetary economics, 2015,76:244-263.
- [32] 王丽艳,许敬轩,马光荣. 解码资源地区经济发展:机制演变及展望[J]. 经济学家,2021(9):109-118.
- [33] FUJITA M. The evolution of spatial economics: from Thünen to the new economic geography [J]. The Japanese economic review,2010(1):1-32.
- [34] 王启超,王兵,彭睿. 人才配置与全要素生产率——兼论中国实体经济高质量增长[J]. 财经研究,2020(1):64-78.
- [35] 段文奇,景光正. 贸易便利化、全球价值链嵌入与供应链效率——基于出口企业库存的视角[J]. 中国工业经济,2021(2):117-135.
- [36] ARGENTINO P. Agglomeration and regional growth policy: externalities versus comparative advantages[J]. The annals of regional science, 2014(1):1-27.
- [37] 黎峰. 国内循环与制造业生产率:一般规律、大国特征及中国应对[J]. 财经科学,2022(6):135-148.
- [38] 潘文卿. 中国的区域关联与经济增长的空间溢出效应[J]. 经济研究,2012(1):54-65.
- [39] 杨仁发,郑媛媛. 环境规制、技术创新与制造业高质量发展[J]. 统计与信息论坛,2020(8):73-81.

(责任编辑:王佳)