

中国省域大数据与制造业融合测度分析

——基于2013—2018年中国省级面板数据

吕明元, 麻林宵

(天津商业大学 经济学院, 天津300134)

摘要: 基于2013—2018年中国省级面板数据, 本文从产品、企业和产业三个层面系统分析大数据与制造业融合的内在机制, 从融合基础、融合应用、融合动力和融合效益4个维度构建大数据与制造业融合水平评价指标体系, 并利用熵值法对中国29个省市大数据与制造业融合水平进行测度与比较分析。研究发现: 中国及各省市大数据与制造业融合水平均在不断提升; 大数据与制造业的融合水平呈现出区域差异和两极分化的现象, 东部地区大数据与制造业融合水平明显高于中西部地区。在此基础上, 提出了推动大数据与制造业深度融合的对策性建议。

关键词: 大数据; 制造业; 融合机制; 评价指标体系; 熵值法

中图分类号: F424; F49 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2022)1—0088—13

一、引言

作为实体经济的主体, 制造业的高质量发展是中国经济从劳动资本密集推动的外延性增长转向技术密集推动的内涵式增长的重要保障。而在外贸环境、投资环境、市场环境等不确定性加剧的背景下, 近年来中国制造业的转型不仅面临着来自发达国家积极部署的“再工业化”战略造成的高技术冲击和来自其他发展中国家制造业的低劳动力成本冲击的双重压力, 还面临制造业自身利润水平低下、企业间恶性竞争等导致的投资吸引力下降的问题(焦勇, 2020)。尤其在2020年国内外新冠疫情的重大冲击下, 制造业急需调整失衡结构、恢复生产效率和重塑竞争优势。

在众多因素的制约下, 制造业如何实现转型走出发展困境是亟需解决的问题。当前, 世界经济正加速向以数字生产力为标志的新阶段迈进, 以人工智能、数字化革命为代表的大数据应用将实现空前的技术进步(曹静和周亚林, 2018), 大数据与制造业融合已经成为传统制造业走向智能制造的关键途径。一方面, 大数据是在复杂、繁多、庞大的多样数据中进行的快速获取信息、创造巨大价值的新的技术手段(Villars et al, 2011), 大数据能够利用网络物理系统(CPS)实现物理世界和虚拟世界的融合, 使整个制造系统变得越来越智能(Zheng et al, 2018), 不断为制造业发展注入活力; 另一方面, 数据本身已成为一种新型生产要素(Thomas et al, 2014), 通过参与制造企业的价值分配过程, 大数据能够改善传统制造业资源配置扭曲的现状(谢康等, 2020)。同时, 大数据本身的生产和运营也是一种绿色产业, 蕴含着巨大的经济价值(许宪春等, 2019)。如今, 推进大数据与制造业深度融合已经成为实现制造业高质量发展的重要途径, 但大数据具体如何与制造业实现融合? 如何基于大数据与制造业的融合内涵构建能够客观评价大数据与制造业融合程度的测量指标? 及全国各省份大数据与制造业的融合达到了何种程度? 这些问题尚未得到准确的回答。鉴于此, 本文探索性地分析大数据与制造业融合的内在机制, 通过构建大数据与制造业融合水平评价指标体系, 对中国29个省市(未包含宁夏、西藏与港澳台地区)的大数据与制造业融合水平进行测度与评价, 以期对未来大数据与制造业深度融合提供指导建议。

二、文献回顾

(一) 大数据与制造业产品融合应用的研究

数字化环境下, 在大数据逐渐加强联结现实世界与虚拟世界、精准匹配历史数据与即时数据的过程中,

收稿日期: 2021-06-29

基金项目: 国家社会科学基金重点项目“大数据与制造业融合机制创新下我国制造业绿色转型的路径与对策研究”(20AJY007)

作者简介: 吕明元, 博士, 天津商业大学经济学院教授, 研究方向: 数字经济; 麻林宵, 天津商业大学经济学院硕士研究生, 研究方向: 数字经济。

消费者的异质性需求更加趋向于显性化和细碎化(张亚斌和马莉莉,2015),消费者的行为变化趋于移动化、社会化和个性化,随之带来的是产品变得更加智能和互联,产品创造过程更加倾向于按需生产和个性化定制(Kusiak,2015;Wen和Zhou,2016;陈剑等,2020)。与传统的“漏斗”式顾客参与产品开发模式相区别(李海刚,2011),在大数据分析技术和互联网参与平台的结合下,消费者能够通过虚拟社区与企业进行双向持续互动,进而不断延长消费者参与产品开发的时间(Brodie et al,2013)。随着数据采集、数据存储、数据可视化分析等技术的不断成熟,基于对消费者偏好、需求、反馈等数据的处理,产品开发逐渐以一种基于迭代的演化方式进行(McGuire et al,2012;陈以增和王斌达,2015)。依据产品设计过程的关键标准、使用类别、元素和产品等数据信息,Yu和Zhu(2016)认为数据驱动的产品设计有两种模式:一种是基于用户需求“具体数据”的产品设计,即“产品-数据-产品”模式;另一种是基于产品所处环境“抽象数据”的价值设计,即“数据-产品-数据”模式。

(二)大数据与制造业企业融合应用的研究

大数据与制造业企业融合应用的研究主要集中在大数据对制造企业的生产效率、决策行为和商业模式的影响,强调大数据在制造业产品设计、供应链管理、生产制造、营销服务等环节中所发挥的巨大应用价值(Ittmann,2015;Ray et al,2015;Pietro et al,2018;孙新波等,2019;卞亚斌等,2019)。

随着数据挖掘技术和算法的成熟,制造企业能够利用大数据处理体系结构框架,实时检测产品质量,降低企业的投资成本和人力成本,进而提高企业的生产效率(Syafudin et al,2017;Sim,2019)。例如,Majeed et al(2019)基于提出的大数据分析框架,开发了包括大数据获取和集成、大数据挖掘和知识共享机制在内的关键技术,优化了增材制造工艺的质量、能耗和生产效率。Steiner et al(2017)将大数据分析应用到钢铁厂的耐火材料生产中,发现不仅可以减少危险工作环境中的人力资源,还可以依据大量可靠的数据制定更精准的决策。此外,企业基于大数据分析,能够实现价值主张创新、关键业务和流程创新、收益模式创新,并重构外部关系网络和价值网络,重塑制造企业的发展理念、供需方式和生产结构,带来全方位的商业模式革新(李文莲和夏健明,2013;易加斌和徐迪,2018;Bogdan,2013)。

(三)大数据与制造业产业融合应用的研究

从中观层面上看,大数据与制造业产业融合应用的研究主要集中在利用数据分析技术和大数据资源促进制造业网络化、智能化、绿色化和服务化转型。大数据在制造业业务流程中的应用,能够帮助制造业实现个性化定制、智能化生产、网络化协同和精益化管理,助力制造业提质增效和转型升级(房建奇等,2019)。张伯旭和李辉(2017)基于对国外利用“互联网+”改造制造业的模式和经验的分析,认为“互联网+”与制造业的融合将带来以智能制造、定制制造、网络协同制造为主的制造范式变革和以制造业服务化、数字化商业为主的运营方式变革;而张洁等(2019)较为系统地分析了大数据驱动智能制造的科学范式、理论与方法与使能技术,为大数据与制造业的深度融合提供了可行路径。此外,Zhang et al(2018)基于提出的大数据驱动分析框架,利用能源大数据采集、挖掘和分析,将能耗和能源成本分别降低3%和4%,推动能源密集型制造业实现可持续发展。随着大数据的深入应用,也有学者开始展开实证研究。例如,李成刚(2020)以中国30个省市13年的面板数据为样本进行实证分析,结果表明大数据发展对实体经济的提升具有显著的正向影响;吕明元和苗效东(2020)以中国25个省份13年的制造业面板数据为样本进行实证分析,证明大数据能够有效促进中国制造业结构的高级化和合理化。

(四)大数据与制造业融合水平评价的研究

目前,学术界关于大数据与制造业融合水平评价的相关研究主要集中于对制造业“两化融合”、互联网与制造业融合、智能化和信息化水平的评估。

就两化融合水平评价而言,支燕等(2012)基于投入产出表研究了制造业15大产业的两化融合度及其变化特征,发现资本与技术密集型制造业融合度明显高于劳动密集型产业;张辽和王俊杰(2018)同样从投入——产出的角度测度了中国制造业2006—2015年两化融合水平,结果表明我国制造业的两化融合水平呈现出东部高而中西部低及三大区域内部存在十分明显的时空分异的特征。就互联网与制造业融合水平评价而言,柴雯和马冬妍(2018)以中国两化融合服务平台的8万多家企业数据为样本,从制造业双创平台建设、培育新模式新业态和新型工业基础设施三个维度,综合评价了我国互联网与制造业的融合发展水平;李晓磊(2019)从技术融合、产品融合、业务融合、市场融合和管理融合5个维度,以2016—2017年我国东中西部208

家小微企业为样本,测得互联网+小微企业处于中高度的融合水平。此外,张旺(2019)利用系统协调系数法,从数字化、网络化、智能化和服务化测算了湖北省的制造业四化融合水平,结果表明湖北省制造业四化融合正处于良好融合发展态势。高晓雨等(2017)基于中国两化融合服务平台上70000余家企业数据,从基础环境、产业应用、效益与影响三个维度来测算中国制造信息化指数,发现全国制造业水平呈现“东南沿海高、西部内陆低”的态势;吴敏洁等(2020)采用潜因子模型,从产品智能化、生产智能化、服务智能化、装备智能化、管理智能化5个维度对中国各省份智能制造发展水平进行评估;万晓榆等(2020)从基础环境、产业发展、智能制造、融合应用和创新能力5个方面衡量了我国的智能化发展水平;陈畴镛和许敬涵(2020)从技术变革、组织变革和管理变革三个维度,综合评价了浙江轴承企业的数字化转型能力。

总体来看,现有文献一部分从不同角度分析了大数据与制造业产品、企业和产业的融合应用,部分学者综合评价了制造业两化融合、制造业与互联网融合水平等。但具体针对大数据与制造业融合机制的系统研究还相对较少,全面客观评价大数据与制造业融合水平的研究明显不足。鉴于此,本文在界定大数据与制造业融合内涵的基础上,首先系统分析大数据与制造业的融合机制,然后从融合基础、融合应用、融合动力和融合效益四个维度构建评价大数据与制造业融合水平评价指标体系,并对中国29个省市的大数据与制造业融合水平进行测度与评价,以期后续大数据与制造业深度融合发展提供理论指导和实践依据。

三、大数据与制造业融合内涵与机制

(一)大数据与制造业融合的内涵

大数据与制造业融合是5G时代对两化融合的进一步深化与提升,其内涵是以互联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术为核心驱动力,以促进制造企业数字化转型为主线,以工业大数据、工业互联网平台为抓手,以积极培育制造业新模式、新业态为载体,以5G、数据中心、工业大数据等为代表的新型基础设施为支撑(柴雯和马冬妍,2018),将大数据与传统制造业务紧密结合,利用数字化技术、大数据分析技术、数据生产要素等优化制造业原有的生产流程,重塑制造业的商业模式、管理决策模式、组织架构、产业链协同模式等,通过个性化定制、智能化制造、协同化生产和高效化管理,实现制造企业在技术研发、生产管理、质量把控等环节的生产效率和效益发生质的飞跃,最终实现制造业的数字化、网络化、智能化和绿色化转型。

制造企业是数字经济时代大数据与制造业融合的发展主体,智能制造是大数据与制造业融合的未来发展方向。在融合过程中企业将大数据技术、思维、分析应用到传统制造业的整个生命周期,通过数据、信息、资源的开放共享与技术创新,不断催生新的制造范式和发展模式,从而促进传统制造业转向智能制造。大数据与制造业的融合不是简单的制造业利用大数据的过程,而是全方位的深度融合。深入推进大数据与制造业融合是两化融合在数字经济时代的具体体现,也是未来制造业提升竞争力的主要发展方向。

(二)大数据与制造业融合机制分析

1. 大数据与制造业产品的融合机制

(1)大数据驱动产品制造以用户体验为中心,产品供给随需而变,并催生产品形态变革。在数字技术应用持续深入与疫情防控及电子商务平台快速发展的叠加效应下,消费者需求更加趋向于多元化、虚拟化、个性化和场景化,对产品的追求逐渐从实物产品转向数字产品与产品服务并重,并期望获得全方位的场景体验与在线解决方案。而大数据赋能环境下,制造业企业能够通过工业互联网等平台采集消费者历史浏览页面、消费记录、交易信息、在线评论等数据集及时精准地了解消费者对不同产品颜色、型号、性能等参数的潜在需求,并以智能化的数据分析技术为支撑,进一步挖掘和预测消费者的深层次需求,以需定产,不断生产出以满足不同用户需求和用户体验的个性化产品,促进产品生产由大规模制造转向定制化制造并形成最终产品。随着用户产品体验过程中的动态需求变化,制造企业基于数据反馈能够随时对特定产品进行功能和形态上的调整,生产出不断匹配用户需求且具有成长特性的产品。

(2)大数据无限接近消费者的典型特征促使产品研发由经验驱动转向数据驱动。传统消费模式下,企业往往先通过与领先用户等特殊消费者取得互动或依靠中间渠道寻求用户来获取产品设计、用户需求等相关信息,再基于以往的销售数量和组织经验不断研发新的产品,这种由经验驱动的产品研发也带来了研发周期长、成本高、风险高等问题。但数字化环境下,依靠产品相关的大数据样本集和数据分析技术,制造业企业与消费者之间的互动变得更加敏捷,任何普通消费者都能够通过与企业的实时互动将其行为数据化为可被企

业搜集和分析的数据,进而参与到企业的产品研发过程中,并基于用户的产品体验满意度数据集逐步实现产品的渐进式创新。此外,随着数字仿真、虚拟现实、数据可视化等技术的发展,企业不仅可以从整体上预判市场群体消费趋势,也能够从个体上构建详细的消费者行为画像,还能从海量数据中挖掘新的用户市场,并依托大数据模拟不同情境下的产品设计模型,形成持续演进的产品创新系统,从而有效提高产品研发效率,降低企业产品研发成本和研发风险。

(3)大数据驱动企业实时动态优化产品定价策略。传统的产品定价更多的是基于一定的市场价格和有限的销售数量、消费者需求分布信息等进行特定范围内的调整,而大数据情境下,庞大的非结构化的用户产品评论数据成为企业定价的重要信息来源。基于原始的消费者产品评论数据,企业能够在线选择产品客户,对不同产品功能进行细分,并获得不同消费者对不同产品功能的相对偏好,进而预测未来销售变化,确定产品定价能力。此外,日益成熟的数据分析和数据挖掘技术使得企业可以通过适时精准地为消费者提供相似或心仪产品的点击页面,利用优惠政策和福利活动将消费者的潜在需求和深层次需求转化为真实需求,增加产品收益;另一方面,企业可以针对不同消费者的偏好差异对产品做出准确的定位,实现不同销售渠道或不同细分市场下的差异化定价。

2. 大数据与制造业企业的融合机制

(1)大数据与前端研发融合,以创新驱动发展。一方面,大数据为制造企业提供了新的开放式创新平台。大数据时代,企业可以获取内部和外部的各种数据,这些数据将企业内部科研人员、外部研发机构、消费者连接在一个信息网络中,降低了企业的信息交易成本和创新成本;另一方面,大数据技术融合到企业创新模式的模拟分析,提高研发效率。传统的新产品、新工艺大都是企业创新生产后加以试用,发现其中的问题再加以改进。大数据技术的利用可以对企业的创新想法和设计理念虚拟出研发设计的过程,再运用计算机系统加以分析、评估和优化,这极大地缩短了企业的研发周期,减少了后期技术改进的工作,降低企业的成本消耗。

(2)大数据与中端物流融合,创造增值空间。一方面,制造企业通过在线数据分析平台控制采购的成本和质量,合理分配资金的使用。大数据打破了传统物流的地域限制和信息壁垒,企业通过收集的数据预测各大供应商原材料的价格变动趋势,实时观测原材料的数量、质量、供应渠道等情况,制定合理的采购计划,提高采购资金的利用率;另一方面,制造企业通过大数据与人工智能技术优化运输渠道,实现智能配货和智能选车。在产品运输之前,企业可以通过供应商和销售商在线经营数据的反馈,提前选择最优的配送中心。在运输过程中,企业可以随时在线追踪人货车的配置情况,以及各地不同路段的交通状况,选择最合理的配送方式。例如贵州推出的货车帮平台公司,就是依托大数据整合运输供需信息,以车货匹配为核心,为货主选择最优的运输车辆,为车主提供合适的货源信息,进而大大提高运输效率,减少资源浪费(许宪春等,2019)。

(3)大数据与中端制造融合,实现智能制造。数字经济时代,大数据作为一种数字技术和生产要素运用到制造企业的生产运营中,不仅可以透过其自身蕴含的技术进步作用优化生产流程,还可以与其他生产要素重组融合,在生产模式、制造系统、经营管理等方面带来新的技术革新。在大数据、人工智能、云计算等各种数字技术的赋能下,依托于各部门数据的集成和分析,制造企业能够实现实时的生产可视化监控管理及时快速收集与产品设备相关的信息,提前预警设备故障并进行预测性维护。基于对生产过程中原材料及中间产品的实时数据监测,企业可以运用数据分析技术和算法动态调整生产计划及时调整企业的资源配置状况,提高企业生产控制与管理决策的敏捷度。此外,制造企业依托大数据通过系统集成能够实现柔性生产和大规模智能定制,甚至使个性化定制与大规模标准化生产同时实现成为未来多场景下的先进制造模式。

(4)大数据与营销和售后融合,打造品牌效应。随着电子商务的快速发展,大数据营销逐渐成为企业的主流销售方式。在大数据赋能下,制造企业能够依靠对用户需求、产品制造、市场动态等相关数据集的挖掘和分析,不断拓展新的营销渠道,分析各种营销渠道之间的关系及为企业带来的价值,并衡量不同营销渠道对特定消费群体的影响,以此有针对性地分割消费者市场,利用消费者的过往需求和未来消费倾向,对产品实施合理精准的定价与宣传策略,不仅能够提高企业营销效率,降低成本,还能最大程度维护用户流量和企业价值。如今,用户体验更注重的是有形或无形产品与各种增值服务的结合,制造企业能够利用大数据技术远程监控用户对产品的评价和反馈及时发现问题并对产品实施高效维护,提升用户的产品体验和服务质量,打造独特的企业品牌。

3. 大数据与制造业产业的融合机制

(1)作为一种新型数字技术,大数据与制造业产业具有天然的融合性,其主要体现在两个方面:一是大数据技术对传统制造业的渗透与替代;二是制造业技术边界处实现技术创新。数字经济时代,大数据作为一种通用目的技术,具有使用广泛、高渗透性、持续创新、高融合性等典型特征,能够发挥较强的关联和带动效应。目前大数据已经广泛应用到传统制造领域,不仅能逐渐实现对落后制造技术的替代,催生出服务型制造、智能制造、网络化协同等现代制造模式,推进传统制造业数字化转型,而且能带动物联网、云计算等相关数字技术在制造业内的应用和发展,促进生产部门的技术革新。

(2)大数据扩展传统产业关联关系。一方面,数字技术在现有不同部门之间的渗透深化了产业间技术关联和分工合作,网络 and 平台的发展使得产业间虚拟集聚效应更加明显,尤其在工业互联网强大的连接作用下,传统制造业与信息技术服务业的边界逐渐模糊,各产业链、供应链、价值链等伴随新兴技术的扩散变得更加协同和智能,逐渐实现全新的数字化、网络化和智能化的产业生态系统;另一方面,以大数据产业为代表的新型数字产业与传统制造业实现良性互动。随着数据交易和相关数字技术服务的形成与发展,大数据本身已经形成相对独立的产业生态体系,且技术创新和技术外溢效果显著。在大数据产业自身不断创新发展的同时,利用技术融合创新和网络协同效应对传统制造业部门进行数字化改造。同时,在大数据变革制造业及产业化应用的过程中,制造业需求侧和供给侧的响应又倒逼大数据产业不断升级。

(3)大数据作为数字经济时代的核心生产要素,不仅能够直接投入到制造业生产过程中,还能够与其他生产要素重新组合引入生产系统,使得要素结构向虚拟化和高级化方向发展,推动传统制造业向技术和知识密集型方向转变。同时,数据以其易复制共享、无限供给、边际成本几乎为零等特性,不仅能突破传统要素的利用限制,还能促使生产者、消费者和各相关利益主体均能参与到制造业的价值创造过程中,从而提高制造业的要素配置效率和生产效益,形成更加高效的产业链。

四、大数据与制造业融合水平测度与评价

(一)指标构建与说明

1. 指标体系构建

本文在界定大数据与制造业融合内涵的基础上,依据科学性、系统性、可操作性等指标体系构建原则,借鉴孙承志(2020)的相关研究,从融合基础、融合应用、融合动力和融合效益4个维度选取24个指标,构建大数据与制造业融合水平评价指标体系(表1)。

2. 指标说明

本文从融合基础、融合应用、融合动力和融合效益4个维度全面衡量大数据与制造业的融合水平。融合基础是大数据与制造业融合发展的前提,融合应用是制造业在与大数据全方位的融合过程中不断向网络化、数字化、智能化和服务化发展的应用水平,融合动力是未来大数据与制造业实现深度融合的核心支撑,同时融合效益是全面体现大数据与制造业在其深度融合下带动制造业转型升级的效果。

其中,在融合基础层面,大数据与制造业的融合发展离不开完善的信息基础设施和交通基础设施。参考刘军等(2020)、徐星星(2020)和焦勇等(2019)的相关研究,本文

表1 大数据与制造业融合水平评价指标体系

目标	一级指标	二级指标	指标属性
大数据与制造业融合评价指标体系	融合基础	互联网宽带接入端口(万个) X_1	正向
		移动电话普及率(部/百人) X_2	正向
		移动电话交换机容量(万户) X_3	正向
		光缆密度(%) X_4	正向
		宽带普及率(%) X_5	正向
		固定宽带用户平均下载速率(兆比特/秒) X_6	正向
	融合应用	铁路强度(公里/万平方公里) X_7	正向
		每百家企业拥有网站数(个) X_8	正向
		每百人使用计算机数(台) X_9	正向
		有电子商务交易活动的企业数所占比重(%) X_{10}	正向
		电子商务交易额占GDP之比(%) X_{11}	正向
		信息传输、软件和信息技术服务业从业人员(万人) X_{12}	正向
		信息传输、软件和信息技术服务业固定资产投资占GDP之比(%) X_{13}	正向
		新产品销售收入占比(%) X_{14}	正向
	融合动力	R&D经费投入强度(%) X_{15}	正向
		国内三种专利授权数(件) X_{16}	正向
		技术市场成交额(亿元) X_{17}	正向
		R&D人员全时当量(人年) X_{18}	正向
		每十万人人口高等教育平均在校学生数(人) X_{19}	正向
	融合效益	全员劳动生产率(万元/人) X_{20}	正向
		计算机、通信和其他电子设备制造业利润总额(亿元) X_{21}	正向
		仪器仪表制造业利润总额(亿元) X_{22}	正向
		软件业务收入(亿元) X_{23}	正向
		单位地区生产总值电耗(千瓦·时/元) X_{24}	负向

选用各省份互联网宽带接入端口、移动电话普及率、移动电话交换机容量、光缆密度、宽带普及率、固定宽带用户平均下载速率,以及铁路强度,来衡量大数据与制造业融合发展的基础环境。其中光缆密度用各省份光缆线路长度与省域面积之比来表示,宽带普及率用各省份宽带接入用户与总户数之比来表示,铁路强度用省际铁路里程与省域面积之比来表示。各项融合基础指标数值越高,说明该省份的现代化基础设施水平越高,则更利于大数据与制造业的融合发展。

在融合应用层面,参考张旺(2019)、万晓榆等(2020)和吴敏洁等(2020)的相关研究,本文选用各省份每百家企业拥有网站数、每百人使用计算机数、有电子商务交易活动企业数所占比重、电子商务交易额占GDP之比、信息传输、软件和信息技术服务业从业人员、信息传输、软件和信息技术服务业固定资产投资占GDP之比,以及新产品销售收入占比,来衡量大数据与制造业的融合应用水平。各项融合应用指标数值越高,说明该省份大数据与制造业融合的效果越佳。

在融合动力层面,技术进步和人力资源作为信息时代产业发展的硬动力和软实力,是驱动大数据与制造业深度融合的核心动能。参考程广斌和杨春(2020)的相关研究,本文选用R&D经费投入强度、国内三种专利授权数、技术市场成交额、R&D人员全时当量,以及每十万人人口高等教育平均在校学生数,来衡量大数据与制造业的融合动力水平。各项融合动力指标数值越高,说明该省份大数据与制造业融合发展的潜力越大。

此外,在融合效益层面,参考高晓雨等(2017)和李成刚(2020)的相关研究,本文选取全员劳动生产率、计算机、通信和其他电子设备制造业利润总额、仪器仪表制造业利润总额、软件业务收入,以及单位地区生产总值电耗,来衡量大数据与制造业融合的融合效益。其中,除单位地区生产总值电耗之外,其余各项融合效益指标数值越高,说明该省份大数据促进制造业提质增效的水平越高,大数据与制造业的融合水平也越高。

3. 样本选取与数据来源

基于数据的可得性,本文选取我国2013—2018年29个省份(自治区、直辖市)^①相关数据进行分析。各指标所用数据主要来源于国家统计局网站、各省市2014—2019统计年鉴及历年《中国工业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》《中国宽带普及状况报告》等,对于个别的缺失数据采用均值法进行补充。

4. 测度方法

基于面板数据的适用性,为客观准确地比较全国各省份大数据与制造业的融合水平,本文参考程广斌和杨春(2020)的相关研究,选用客观赋权评价法中改进后的熵值法,来确定各个指标的权重,进而对各省份大数据与制造业融合的综合得分进行评价。

(1)指标说明:设有 r 个年份, n 个省市, m 个指标,则 $X_{\theta ij}$ 为第 θ 年省份 i 的第 j 个指标值。

(2)指标标准化处理:由于各指标之间量纲不同不具可比性,需要对数据进行标准化处理。

正向指标标准化:

$$X'_{\theta ij} = \frac{X_{\theta ij} - \min\{X_{\theta j}\}}{\max\{X_{\theta j}\} - \min\{X_{\theta j}\}} \quad (1)$$

负向指标标准化:

$$X'_{\theta ij} = \frac{\max\{X_{\theta j}\} - X_{\theta ij}}{\max\{X_{\theta j}\} - \min\{X_{\theta j}\}} \quad (2)$$

(3)对标准化后的数值进行平移处理:为避免求熵值时出现零和负值而使对数处理无意义,对标准化后的数值进行平移处理,即

$$X''_{\theta ij} = X'_{\theta ij} + 1 \quad (3)$$

(4)确定第 i 年份第 j 项指标值的比重:

$$Y_{\theta ij} = \frac{X''_{\theta ij}}{\sum_{\theta=1}^r \sum_{i=1}^n X''_{\theta ij}} \quad (4)$$

① 鉴于港澳台、宁夏和西藏部分指标数据缺失较多,故不包含在本文样本范围内。

(5) 计算第 j 项指标的信息熵值:

$$e_j = -K \sum_{\theta=1}^r \sum_{i=1}^n Y_{\theta ij} \ln Y_{\theta ij} \quad (5)$$

其中: $K = \frac{1}{\ln(rn)}$ 。

(6) 计算第 j 项指标的信息效用值:

$$g_j = 1 - e_j \quad (6)$$

(7) 计算各指标的权重:

$$W_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j} \quad (7)$$

(8) 计算各省份大数据与制造业融合发展水平的综合得分:

$$S_{\theta i} = \sum_{j=1}^m (W_j X'_{\theta ij}) \quad (8)$$

基于改进后的熵值法与 2013—2018 年中国 29 个省份的面板数据, 得到 24 个大数据与制造业融合水平评价指标的权重值(表 2)。

表 2 大数据与制造业融合水平评价的指标权重

指标	信息熵值	信息效用值	权重
互联网宽带接入端口(万个) X_1	0.998029984	0.001970016	0.04412882
移动电话普及率(部/百人) X_2	0.998277558	0.001722442	0.038583104
移动电话交换机容量(万户) X_3	0.997946279	0.002053721	0.046003831
光缆密度(%) X_4	0.998607419	0.001392581	0.031194145
宽带普及率(%) X_5	0.99780428	0.00219572	0.04918464
固定宽带用户平均下载速率(兆比特/秒) X_6	0.995534887	0.004465113	0.100019579
铁路强度(公里/万平方公里) X_7	0.997797968	0.002202032	0.049326045
每百家企业拥有网站数(个) X_8	0.999041377	0.000958623	0.021473392
每百人使用计算机数(台) X_9	0.998300881	0.001699119	0.038060672
有电子商务交易活动的企业数所占比重(%) X_{10}	0.998167859	0.001832141	0.041040383
电子商务交易额占 GDP 之比(%) X_{11}	0.998190758	0.001809242	0.040527448
信息传输、软件和信息技术服务业从业人员(万人) X_{12}	0.998294243	0.001705757	0.038209366
信息传输、软件和信息技术服务业固定资产投资占 GDP 之比(%) X_{13}	0.998523801	0.001476199	0.033067205
新产品销售收入占比(%) X_{14}	0.998685347	0.001314653	0.029448533
R&D 经费投入强度(%) X_{15}	0.997884701	0.002115299	0.047383202
国内三种专利授权数(件) X_{16}	0.998484887	0.001515113	0.033938895
技术市场成交额(亿元) X_{17}	0.998657028	0.001342972	0.030082887
R&D 人员全时当量(人年) X_{18}	0.997976327	0.002023673	0.045330754
每十万人口高等教育平均在校学生数(人) X_{19}	0.998558725	0.001441275	0.032284898
劳动生产率(万元/人) X_{20}	0.997725346	0.002274654	0.050952792
计算机、通信和其他电子设备制造业利润总额(亿元) X_{21}	0.998307694	0.001692306	0.037908049
仪器仪表制造业利润总额(亿元) X_{22}	0.998315877	0.001684123	0.037724763
软件业务收入(亿元) X_{23}	0.997271843	0.002728157	0.061111374
单位地区生产总值电耗(千瓦时/元) X_{24}	0.998972545	0.001027455	0.023015225

(二) 结果分析

1. 2013—2018 年全国各区域大数据与制造业融合水平评价

从全国各区域来看^②, 总体上 2013—2018 年全国整体及东中西三大区域大数据与制造业融合水平均呈现持续增加的趋势, 其中东部地区大数据与制造业融合水平远远领先于中西部地区, 且高于全国平均水平; 中西部地区大数据与制造业融合水平均低于全国平均水平, 且西部地区成为全国大数据与制造业融合水平最低的区域(图 1)。此外, 2018 年全国整体大数据与制造业融合水平为 0.344241, 同比增加 18.64%, 较 2013

② 按国家统计局划分标准, 对应本文样本范围, 东部地区包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南、辽宁 11 个省、自治区、直辖市; 中部地区包括山西、安徽、江西、河南、湖北、湖南、吉林、黑龙江 8 个省、自治区、直辖市; 西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、新疆 10 个省、自治区、直辖市。

年增加 107.72%;2013—2018 年,全国整体大数据与制造业融合水平的增速分别为 13.42%、19.26%、13.34%、14.20% 和 18.64%,这也直接表明 2013—2018 年全国整体大数据与制造业正以较快的速度实现深度融合(表 3)。从东中西部地区来看,2018 年东部地区大数据与制造业融合水平为 0.455449,同比增加 16.35%,较 2013 年增加 81.23%;2018 年中部地区大数据与制造业融合水平为 0.291039,同比增加 20.69%,较 2013 年增加 133.22%;2018 年西部地区大数据与制造业融合水平为 0.266116,同比增加 21.25%,较 2013 年增加 154.42%,这表明中国大数据与制造业融合水平呈现东-中-西部地区依次递减的趋势,但大数据与制造业融合发展增速却呈现与之相反的态势,表明未来中西部地区大数据与制造业具有较大的融合发展潜力,并有望缩小与东部地区的融合发展差距。

2. 2013—2018 年各省市大数据与制造业融合水平评价

首先,从总体上来看,2013—2018 年我国 29 个省市的大数据与制造业融合水平均呈现出持续增长的趋势,且融合水平的增速较为平均,这表明各省市的大数据与制造业融合水平均在不断提高(图 2)。从 2013—2018 年我国 29 省市大数据与制造业融合水平评价价值及排名来看(表 4),各省市的大数据与制造业融合水平在时间与空间上呈现出发展不平衡不充分的典型特征,各省市之间大数据与制造业融合水平表现出明显的差距。具体来看:

表 4 2013—2018 年各省市大数据与制造业融合水平

地区	2013 年	排名	2014 年	排名	2015 年	排名	2016 年	排名	2017 年	排名	2018 年	排名
北京	0.406275	1	0.442163	1	0.481201	1	0.506180	1	0.556115	2	0.640912	2
天津	0.239935	6	0.262225	6	0.300626	6	0.314244	7	0.343437	7	0.390588	7
河北	0.145942	13	0.163091	13	0.195261	14	0.236895	14	0.277459	11	0.324743	14
上海	0.307512	4	0.359224	4	0.392389	4	0.428778	4	0.462973	4	0.530220	4
江苏	0.342947	3	0.373116	3	0.427427	3	0.434191	3	0.518617	3	0.591958	3
浙江	0.267457	5	0.288957	5	0.345751	5	0.380841	5	0.427105	5	0.496278	5
福建	0.185218	8	0.202357	8	0.240698	10	0.272964	9	0.305099	9	0.369541	9
山东	0.212243	7	0.235778	7	0.281305	7	0.326814	6	0.364787	6	0.428464	6
广东	0.373205	2	0.406016	2	0.460603	2	0.499525	2	0.557030	1	0.656172	1
海南	0.109820	22	0.135112	19	0.183457	17	0.216566	17	0.243993	18	0.280070	19
辽宁	0.180695	9	0.198743	10	0.241266	9	0.238356	13	0.269773	14	0.314430	16
山西	0.112220	20	0.129579	21	0.153777	21	0.177192	21	0.206866	22	0.250691	22
安徽	0.139737	14	0.162207	14	0.213116	11	0.241246	12	0.271941	13	0.319846	15
江西	0.101156	23	0.119889	23	0.167623	20	0.190409	20	0.232391	19	0.288684	18
河南	0.132307	15	0.155717	15	0.194853	15	0.234450	15	0.266243	16	0.332629	12
湖北	0.154103	12	0.174130	12	0.208729	13	0.245150	11	0.274267	12	0.335998	11
湖南	0.128280	17	0.147122	17	0.179597	18	0.214242	18	0.254413	17	0.307120	17
吉林	0.123451	18	0.144632	18	0.168365	19	0.191172	19	0.231830	20	0.260221	20
黑龙江	0.110138	21	0.129520	22	0.144132	23	0.172452	22	0.201128	23	0.238019	24
内蒙古	0.115062	19	0.130465	20	0.144375	22	0.169696	24	0.197964	24	0.233442	26
广西	0.097831	24	0.116936	24	0.136659	24	0.168680	25	0.209540	21	0.259632	21
重庆	0.131379	16	0.154110	16	0.191707	16	0.228445	16	0.269005	15	0.326704	13
四川	0.178451	10	0.202070	9	0.253507	8	0.300380	8	0.337156	8	0.385153	8
贵州	0.070209	28	0.090046	27	0.125885	27	0.163712	26	0.195425	25	0.244042	23
云南	0.084748	25	0.102038	25	0.128806	26	0.170817	23	0.195227	26	0.237113	25
陕西	0.159372	11	0.184716	11	0.209461	12	0.254554	10	0.286953	10	0.337789	10
甘肃	0.072725	27	0.088904	28	0.120234	29	0.151396	28	0.181280	28	0.230161	27
青海	0.050960	29	0.067696	29	0.134452	25	0.160668	27	0.183727	27	0.225786	28
新疆	0.082929	26	0.098387	26	0.124368	28	0.138320	29	0.161373	29	0.204238	29

注:表中数据由作者计算所得。

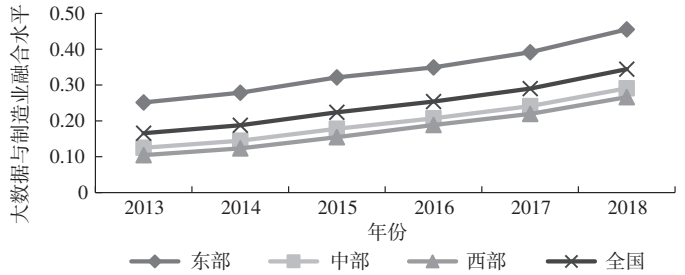


图 1 2013—2018 年中国分区域大数据与制造业融合水平评价价值变化情况

表 3 2013—2018 年全国各区域大数据与制造业融合水平

地区	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年
东部	0.251310	0.278454	0.321358	0.349121	0.391455	0.455449
中部	0.124792	0.144756	0.178001	0.207353	0.241154	0.291039
西部	0.104596	0.123465	0.154726	0.188589	0.219469	0.266116
全国	0.165727	0.187976	0.224180	0.254082	0.290165	0.344241

注:表中数据由作者计算所得。

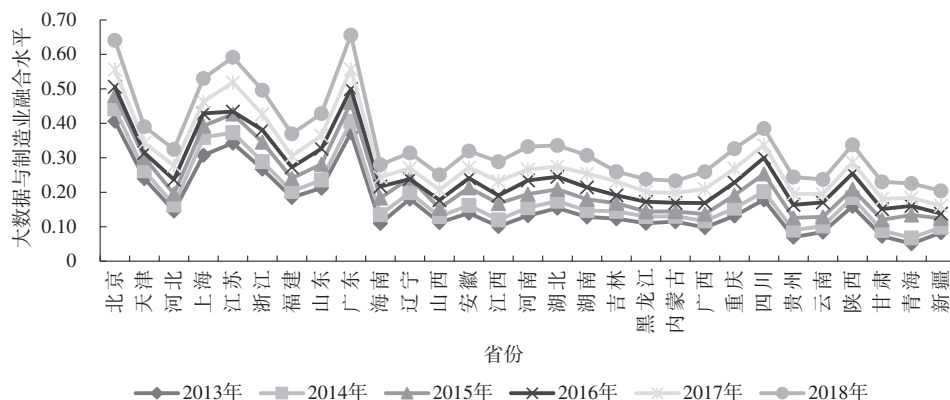


图2 2013—2018年各省市大数据与制造业融合水平的评价值变化情况

第一,在2013—2018年间北京、广东、江苏、上海和浙江的大数据与制造业融合水平始终稳居前五之内,处于绝对的领先水平,其中2018年北京、广东、江苏、上海、浙江的大数据与制造业融合水平评价值分别为0.640912、0.656172、0.591958、0.530220、0.496278,分别同比增加15.25%、17.80%、14.14%、14.53%、16.20%,预计未来将以更快的增速保持增长。依托先决的经济基础与资源禀赋优势,北上广江浙地区在政策出台、数字化基础设施建设、数字技术研发、数字产业发展、创新人才等方面具备明显的发展优势。例如,北京依托中关村科技园雄厚的科研实力,在大数据、人工智能等数字化技术研发与智能化产业培育方面形成核心优势;上海、江苏、浙江依托长三角经济圈制造业集群,大力发展工业互联网、大数据、云计算、机器人等智能制造技术,并拥有像杭州阿里巴巴能够引领一个地区数字产业化和产业数字化创新发展的领军型企业,快速推动大数据等在多领域多场景下的深度应用;广东同样拥有像华为、腾讯等数字化水平较高的龙头企业,在珠三角经济圈和粤港澳大湾区的发展机遇下,大力推动企业“上云上平台”,深化“互联网+先进制造业”“5G+AI+制造业”,实现制造业数字化、智能化领先发展。

第二,山东、天津、四川、福建、陕西、湖北、河南、重庆8个地区的大数据与制造业融合水平紧随北上广江浙地区之后,处于全国相对较好的发展水平。其中较为亮眼的是陕西、四川和重庆成为西部地区大数据与制造业融合发展的顶尖力量,尤其是近年来四川和重庆两地以推动成渝地区双城经济圈建设为契机,力求打造相互支撑、相互融合的川渝现代制造体系,主攻构建先进制造业集群,从政策和产业层面着手,快速推动制造业智能化转型。

第三,广西、山西、贵州、黑龙江、云南、内蒙古、甘肃、青海、新疆9个地区的大数据与制造业融合水平较为落后,尤其是甘肃、青海和新疆地区在2013—2018年间几乎始终处于全国最后三名。其中贵州作为全国首个国家级大数据综合试验区,依托自身在大数据应用和数字技术研发方面的优势,持续加速推动大数据与制造业的融合发展,在2013—2018年间不断提升在全国的排名。但对于甘肃、青海、新疆等经济发展落后的地区,既缺乏大数据与制造业融合过程中基础设施建设的资金支持,又难以聚集与新型数字化转型相关的技术与人才,还没有数字化程度较高的龙头企业引领发展,进而导致大数据与制造业融合发展速度较慢。

其次,为了更加直观地反映我国各省市之间大数据与制造业融合水平的差距,本文绘制了如图3所示的2013—2018年我国29

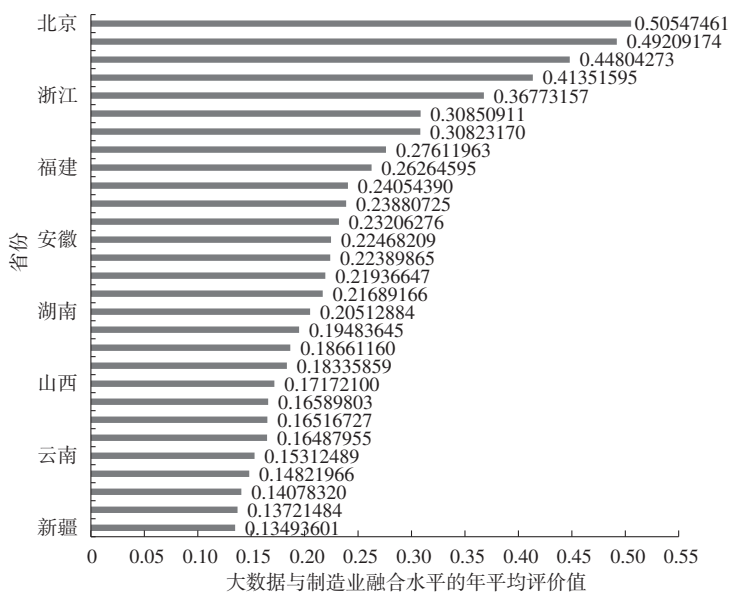


图3 2013—2018年各省市大数据与制造业融合水平的年平均评价值

省市大数据与制造业融合水平的年平均评价价值。从整体上看,东部地区大数据与制造业融合水平遥遥领先,其中北京、广东、江苏、上海和浙江的大数据与制造业融合水平远远领先于其他地区,其大数据与制造业融合水平年平均评价价值均达到0.36以上;中部地区大数据与制造业融合发展较为均衡,其中湖北、安徽、河南与湖南的大数据与制造业融合水平较为接近,并引领中部地区的发展;而西部地区的大数据与制造业融合水平呈现出两极分化的态势,其中四川成为西部地区大数据与制造业融合发展的重要增长极,陕西和重庆依托自身的发展优势也引领西部地区的大数据与制造业融合发展,但甘肃、青海、新疆等地区由于缺乏相关的政策、资金、技术与人才的支持,其大数据与制造业融合水平相对较为落后。此外,从单个省份的大数据与制造业融合水平来看,排名第一的北京(0.505475),其大数据与制造业融合水平的年平均评价价值是排名最后的新疆(0.134936)的3.7倍以上,这也表明目前我国各省份间大数据与制造业融合水平的差距呈现出两极分化的态势。

为了更好地区分我国29个省市大数据与制造业融合水平,本文借鉴刘军等(2020)的划分标准,将29个省市的大数据与制造业融合水平划分为四个梯队,其中大数据与制造业融合水平在全国平均水平1.5倍以上的为高度融合地区;高于全国平均水平的为中度融合地区;在全国平均水平0.75倍以上的为低度融合地区;其余的为欠融合地区。其结果见表5。

其中:高度融合地区得分高于0.3666,包括北京、广东、江苏、上海和浙江5个省市,且均位于东部地区,这5个省市的大数据与制造业融合水平遥遥领先;中度融合地区得分介于0.2444~0.3666,包括天津、山东、四川和福建4个省市,除四川位于西部地区外,其余省市均位于东部地区;低度融合地区得分介于0.1833~0.2444,包括辽宁、陕西、湖北、安徽、河北、河南、重庆、湖南、海南、吉林和江西11个省市;欠融合地区得分低于0.1833,包括山西、黑龙江、内蒙古、广西、云南、贵州、甘肃、青海和新疆9个省市,除山西和黑龙江位于中部地区外,其余均位于西部地区,这9个省市的大数据与制造业融合水平相对落后,仍具有较大的发展空间。从整体分布上看,高度融合地区东部省市占100%;中度融合地区东部省市占75%,西部省市占25%;低度融合地区东部省市占27%,中部省市占55%,西部省市占18%;欠融合地区中部省市占22%,西部省市占78%。这更进一步表明我国大数据与制造业融合水平在空间上呈现出“东-中-西”及“沿海-内陆”依次递减的态势,这也与我国不同区域经济发展水平存在差异的现状相符。由于各区域间大数据、云计算、人工智能等信息技术的差异和信息资源分配的不均衡,使得相对落后的地区还无法真正享受到新一轮数字革命释放的“数据红利”,抑制了大数据与制造业的融合发展,使得大数据与制造业融合发展不平衡的问题依然比较显著。

表5 2013—2018年各省市四个梯队大数据与制造业融合水平的区域分布

类型/地区	东部地区	中部地区	西部地区
高度融合地区	北京(0.5055) 广东(0.4921) 江苏(0.4480) 上海(0.4135) 浙江(0.3677)		
中度融合地区	天津(0.3085) 山东(0.3082) 福建(0.2626)		四川(0.2761)
低度融合地区	辽宁(0.2405) 河北(0.2239) 海南(0.1948)	湖北(0.2321) 安徽(0.2247) 河南(0.2194) 湖南(0.2051) 吉林(0.1866) 江西(0.1834)	陕西(0.2388) 重庆(0.2169)
欠融合地区		山西(0.1717) 黑龙江(0.1659)	内蒙古(0.1652) 广西(0.1649) 云南(0.1531) 贵州(0.1482) 甘肃(0.1408) 青海(0.1372) 新疆(0.1349)

注:括号内数值为2013—2018年各省市大数据与制造业融合水平年平均评价价值;全国年平均评价价值为0.2444。

五、主要结论与政策建议

(一)主要结论

本文以2013—2018年中国29个省市为样本,在系统分析大数据与制造业产品、企业、产业融合机制的基础上,从融合基础、融合应用、融合动力和融合效益4个维度构建大数据与制造业融合水平评价指标体系,并测度了中国29个省市的大数据与制造业融合水平。研究表明:①从总体上看,大数据与制造业的融合程度在不断加深。主要体现在全国及29个省市的大数据与制造业融合水平均在逐年增加,且各省市大数据与制造业融合水平的增速均保持递增的趋势;②从区域之间来看,东部地区大数据与制造业融合水平明显高于中西部地区。其中位于高度融合地区的5个省市均位于东部地区,而位于欠融合地区的9个省市均位于中西部地区。

地区;③从单个省份来看,北京、广东、江苏和上海的大数据与制造业融合水平遥遥领先,而云南、贵州、甘肃、青海和新疆的大数据与制造业融合水平相对较为落后,且各省市之间大数据与制造业融合水平的差距呈现出两极分化的态势。

(二)政策建议

(1)加强制造业数字化基础设施建设,为大数据与制造业融合发展构建良好的基础环境。数字经济时代,完善高效的数字化基础设施对制造企业进行大数据分析、实现智能化转型有着基础性的支撑作用。为此,一应当加强对5G网络、物联网、人工智能、区块链等为代表的基础设施建设的投资力度,积极构建大数据网络中心、智能计算中心和工业互联网平台,提升实时数据采集、存储、处理和分析的能力;二应加强工业机器人、智能芯片、智能传感设备等智能系统的建设,加快建设数字资源共享平台。

(2)鼓励和推动大数据等数字技术研发创新。一是企业要加强数字化装备的投资与核心技术的突破,深入探索大数据在制造业领域多功能多场景的应用模式;二是政府要大力给予制造企业专注于研发大数据核心技术、高端设备和芯片等技术的资金支持和政策支持,鼓励以先进制造企业为主的经济主体积极开发利用数据资源和数字技术;三是地区要积极实行对外开放,通过追踪和学习国外先进数字技术与融合经验,加快国内数字技术的研发与制造业智能化转型模式的创新,推动大数据与制造业深度融合。

(3)加快大数据人才队伍建设。一应当建立大数据与制造业融合研究中心及数字技术培训基地,鼓励政府、企业、科研机构与高校深度合作,加强数字技术高端人才的培育;二是企业应制定相应的数字人才培养计划及薪资福利政策,积极引进与大数据与制造业融合发展相适应的高层次领军人才和相关研究人员,以此促进创新要素资源的集聚和利用;三是加快改革高校人才培养机制,积极开设与大数据应用相关的学科,建设复合型人才培养的综合实验室,尤其是具备计算机技术和素养的人员,使其积极融入到制造业数字化、智能化转型的实际操作中,逐步建立促进大数据与制造业融合发展的先进化、专业化和国际化人才队伍。

参考文献

- [1] 卞亚斌,房茂涛,杨鹤松,2019.“互联网+”背景下中国制造业转型升级的微观路径——基于微笑曲线的分析[J]. 东岳论丛, 40(8): 62-73.
- [2] 曹静,周亚林,2018.人工智能对经济的影响研究进展[J]. 经济学动态, (1): 103-115.
- [3] 柴雯,马冬妍,2018.我国制造业与互联网融合量化评价与政策研究[J]. 制造业自动化, 40(9): 157-161.
- [4] 陈畴镛,许敬涵,2020.制造企业数字化转型能力评价体系及应用[J]. 科技管理研究, 40(11): 46-51.
- [5] 陈剑,黄朔,刘运辉,2020.从赋能到使能——数字化环境下的企业运营管理[J]. 管理世界, 36(2): 117-128, 222.
- [6] 陈以增,王斌达,2015.大数据驱动下顾客参与的产品开发方法研究[J]. 科技进步与对策, 32(10): 72-77.
- [7] 程广斌,杨春,2020.区域产业融合水平评价及其影响因素研究——以长江经济带为例[J]. 华东经济管理, 34(4): 100-107.
- [8] 房建奇,沈颂东,亢秀秋,2019.大数据背景下制造业转型升级的思路与对策研究[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), (1): 21-27, 168.
- [9] 高晓雨,马冬妍,王涛,2017.中国制造信息化指数构建与评估研究[J]. 制造业自动化, 39(3): 52-55.
- [10] 焦勇,2020.数字经济赋能制造业转型:从价值重塑到价值创造[J]. 经济学家, (6): 87-94.
- [11] 焦勇,王韧,李成友,2019.基础设施如何影响中国信息化与工业化融合[J]. 宏观经济研究, (10): 130-143.
- [12] 李成刚,2020.大数据发展助推实体经济提升实证研究——基于2013—2018年省级面板数据[J]. 贵州社会科学, (1): 132-141.
- [13] 李海刚,2011.网络环境下新产品开发知识管理理论与方法[M]. 上海:上海交通大学出版社.
- [14] 李文莲,夏健明,2013.基于“大数据”的商业模式创新[J]. 中国工业经济, (5): 83-95.
- [15] 李晓磊,2019.共享经济背景下“互联网+小微企业”融合测度及竞争力提升研究[J]. 山东社会科学, (1): 165-170.
- [16] 刘军,杨渊璧,张三峰,2020.中国数字经济测度与驱动因素研究[J]. 上海经济研究, (6): 81-96.
- [17] 吕明元,苗效东,2020.大数据能促进中国制造业结构优化吗?[J]. 云南财经大学学报, 36(3): 31-42.
- [18] 孙承志,2020.新时代信息化与新型工业化深度融合发展与对策研究[J]. 情报科学, 38(2): 129-134, 162.
- [19] 孙新波,钱雨,张明超,等,2019.大数据驱动企业供应链敏捷性的实现机理研究[J]. 管理世界, 35(9): 133-151, 200.
- [20] 万晓榆,赵寒,张炎,2020.我国智能化发展评价指标体系构建与测度[J]. 重庆社会科学, (5): 84-97, 2.
- [21] 吴敏洁,徐常萍,唐磊,2020.中国区域智能制造发展水平评价研究[J]. 经济体制改革, (2): 60-65.
- [22] 谢康,夏正豪,肖静华,2020.大数据成为现实生产要素的企业实现机制:产品创新视角[J]. 中国工业经济, (5):

- 42-60.
- [23] 许宪春, 任雪, 常子豪, 2019. 大数据与绿色发展[J]. 中国工业经济, (4): 5-22.
 - [24] 徐星星, 2020. 我国互联网经济发展评价指标体系构建与实证[J]. 统计与决策, 36(11): 54-57.
 - [25] 易加斌, 徐迪, 2018. 大数据对商业模式创新的影响机理——一个分析框架[J]. 科技进步与对策, 35(3): 15-21.
 - [26] 张伯旭, 李辉, 2017. 推动互联网与制造业深度融合——基于“互联网+”创新的机制和路径[J]. 经济与管理研究, 38(2): 87-96.
 - [27] 张洁, 汪俊亮, 吕佑龙, 等, 2019. 大数据驱动的智能制造[J]. 中国机械工程, 30(2): 127-133, 158.
 - [28] 张辽, 王俊杰, 2018. 中国制造业两化融合水平测度及其收敛趋向分析——基于工业信息化与信息工业化视角[J]. 中国科技论坛, (5): 32-40, 70.
 - [29] 张旺, 2019. 制造业“四化”融合与区域产业融合提升路径——基于湖北省数据实证测度[J]. 经济论坛, (12): 20-28.
 - [30] 张亚斌, 马莉莉, 2015. 大数据时代的异质性需求、网络化供给与新型工业化[J]. 经济学家, (8): 44-51.
 - [31] 支燕, 白雪洁, 王蕾蕾, 2012. 我国“两化融合”的产业差异及动态演进特征——基于2000—2007年投入产出表的实证[J]. 科研管理, 33(1): 90-95, 119.
 - [32] BOGDAN N, 2013. About big data and its challenges and benefits in manufacturing[J]. Database Systems Journal, 4(3): 10-19.
 - [33] BRODIE R J, ILIC A, JURIC B, et al, 2013. Consumer engagement in a virtual brand community: An exploratory analysis [J]. Journal of Business Research, 66(1): 105-114.
 - [34] ITTMANN H W, 2015. The impact of big data and business analytics on supply chain management[J]. Journal of Transport and Supply Chain Management, 9(1): 1-9.
 - [35] KUSIAK A, 2015. Break through with big data[J]. ISE: Industrial & Systems Engineering at Work, 47(3): 38-42.
 - [36] MAJEED A, LÜ J X, Peng T, 2019. A framework for big data driven process analysis and optimization for additive manufacturing[J]. Rapid Prototyping Journal, 25(2): 308-321.
 - [37] MCGUIRE T, MANYIKA J, CHUI M, et al, 2012. Why big data is the new competitive advantage [J]. Ivey Business Journal, 76(4): 1-4.
 - [38] NEDELCO B, 2013. About big data and its challenges and benefits in manufacturing[J]. Database Systems Journal, 4(3): 10-19.
 - [39] PIETRO D, RICCARDO P, PAOLO M, 2018. A glimpse on big data analytics in the framework of marketing strategies[J]. Soft Computing, 22(1): 325-342.
 - [40] RAY Y Z, XU C, CHEN C, et al, 2015. Big data analytics for physical internet: Based intelligent manufacturing shop floors [J]. International Journal of Production Research, 55(9): 2610-2621.
 - [41] SIM H S, 2019. Big data analysis methodology for smart manufacturing systems [J]. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 20(6): 973-982.
 - [42] STEINER R, GREGOR L, CHRISTIANH S, et al, 2017. Refractories 4. 0 [J]. Bhm Berg-und Huttenmannische Monatshefte, 162(11): 514-520.
 - [43] SYAFRUDIN M, NORMA L F, LI D, et al, 2017. An open source-based real-time data processing architecture framework for manufacturing sustainability[J]. Sustainability, 9(11): 2139.
 - [44] THOMAS C, 2014. Early warning signals for war in the news[J]. Journal of Peace Research, 51(1): 5-18.
 - [45] VILLARS R L, OLOFSON C W, EASTWOOD M, 2011. Big data: What it is and why you should care [R]. New York: Internal Data Center.
 - [46] WEN X, ZHOU X, 2016. Servitization of manufacturing industries based on cloud-based business model and the down-to-earth implementary path [J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 87(5-8): 1491-1508.
 - [47] YU C G, ZHU L S, 2016. Product design pattern based on big data-driven scenario [J]. Advances in Mechanical Engineering, 8(7): 131-135.
 - [48] ZHANG Y, MA S, YANG H, et al, 2018. A big data driven analytical framework for energy-intensive manufacturing industries[J]. Journal of Cleaner Production, 197(1): 57-72.
 - [49] ZHENG P, WANG H H, SA Z Q, et al, 2018. Smart manufacturing systems for Industry 4.0: Conceptual framework, scenarios, and future perspectives[J]. Frontiers of Mechanical Engineering, 13(2): 137-150.

Analysis on the Measurement of the Integration of Big Data and Manufacturing Industry in China's Provinces: Based on Chinese Provincial Panel Data from 2013 to 2018

Lü Mingyuan, Ma Linxiao

(School of Economics, Tianjin University of Commerce, Tianjin 300134, China)

Abstract: Based on China's provincial panel data from 2013 to 2018, the internal mechanism of the integration of big data and manufacturing industry was systematically analyzed from the three levels of product, enterprise and industry. The evaluation index system of the integration level of big data and manufacturing industry was constructed from the four dimensions of integration foundation, integration application, integration power and integration benefit, and the entropy evaluation method was used to measure and compare the integration level of big data and manufacturing industry in 29 provinces and cities in China. The research shows that the integration degree of big data and manufacturing industry in China and all provinces and cities is constantly improving; the integrated level of big data and manufacturing industry shows regional differences and polarization. The integration level of big data and manufacturing industry in eastern China is obviously higher than that in central and western China. Based on the analysis, it puts forward some countermeasures to promote the integration of big data and manufacturing industry.

Keywords: big data; manufacturing; integration mechanism; evaluation index system; entropy evaluation method