

【区域格局与产业发展】

中部地区数字产业化与产业数字化发展水平 及耦合协调度评价分析*

杨梦洁

摘要:数字产业化是数字经济核心产业部分,产业数字化是运用数字产业化成果与社会经济各个层面进行深度融合的转型活动。数字产业化与产业数字化协同发展对于促进数字经济健康快速进步有着重要意义。基于2015—2020年中部六个省份的面板数据,通过构建综合评价指标体系与耦合协调模型测算,并结合现状分析,可以看出中部地区数字经济发展水平与耦合协调度整体呈现上升态势,但各个省份数字产业化与产业数字化分化明显,不同梯队之间规模与质量差距拉大,发展思路有待进一步明晰。未来需要从加快完善数字经济新型基础设施建设,有的放矢促进数字产业化创新集聚发展,全面统筹推动产业数字化纵深发展,建立数字产业化与产业数字化融通机制等方面着手,推进中部地区数字产业化与产业数字化协同发展。

关键词:数字产业化;产业数字化;耦合协调

中图分类号:F069.9 文献标识码:A 文章编号:2095-5766(2023)02-0079-10 收稿日期:2023-01-14

*基金项目:2021年度河南省哲学社会科学规划项目“双循环视阈下数字经济驱动河南价值链升级研究”(2021CJJ142)。

作者简介:杨梦洁,女,河南省社会科学院数字经济与工业经济研究所助理研究员(郑州 451464)。

一、引言

数字经济成为重组全球要素资源、重塑全球经济结构、改变全球竞争格局的关键力量,2022年中央经济工作会议再次明确强调“大力发展数字经济”。习近平总书记多次在中共中央重要会议及地方调研中,对推动数字产业化和产业数字化发展做出指示。回顾数字经济演进轨迹,以及国家发布的相关规划可以看出,数字产业化和产业数字化协同共进对于数字经济健康快速发展有着重要意义。从经济学视角来看,数字产业化和产业数字化存在互利共生、互为耦合的协同演进关系,但由于生成

逻辑与实现路径等方面差异较大,现实中极易出现不均衡不匹配不协调局面,制约整体发展效率,也不利于区域间数字经济协调发展。中部地区作为全国重要先进制造业中心、全国新型城镇化重点区、全国现代农业发展核心区等,经济韧性强、潜力大、活力足,因其承东启西、连贯南北的地理位置,在构建新发展格局中是极为重要的一环。2021年7月《中共中央 国务院关于新时代推动中部地区高质量发展的意见》提出了更高的要求,中部地区要加快构建现代化产业体系,实现高质量发展目标,需要数字经济为引领。全面评估中部地区数字产业化和产业数字化发展水平及协同效率,对于挖掘中部地区数字经济发展深层问题,推动中部地区高

质量发展,以及促进区域协调发展有着重要意义。

学术界对于数字经济的研究最早始于1996年,被誉为“数字经济之父”的Tapscott Don在其著作中提出了“数字经济”这一概念(Tapscott Don, 1996)。此后,伴随互联网加速渗透和信息产业蓬勃发展,数字经济相关研究也越来越多。一方面,数字产业化和产业数字化对经济社会发展的积极作用成为共识。数字经济能够创新绿色技术,调整产业结构,从而对绿色发展带来显著的促进作用(Ma & Zhu, 2022)。数字技术能够通过降低交易成本、减少资源错配以及促进创新等方式促进分工,提高制造业生产率(黄群慧等, 2019),并具有提高区域创新效率的作用等(施炳展等, 2020)。产业数字化转型则能够提升企业竞争优势(Sousa-Zomer T et al., 2020),并在融合过程中产生新业态、新模式、新经济从而带动产业升级,为经济发展注入新动力(李海舰等, 2020)。另一方面,数字产业化与产业数字化的驱动模式成为研究热点。数字产业化主要受到信息增值模式和产业数字化双重驱动(李永红等, 2019),而产业数字化可以通过集群数字化转型遵循“新技术主导—新要素变化—新产业形成—新集群构建”的路径实现(郑健壮, 2020)。也有众多学者从微观角度切入研究企业数字化转型、智能改造等问题(黄大禹等, 2021; 史宇鹏等, 2021; Chyzhevska Lyudmyla et al., 2021)。

随着数字经济实践不断丰富,研究更加深入,协同推进数字产业化和产业数字化发展的重要性引发新的关注。相关研究一方面主要集中在对二者关系与推进方式的讨论上。数字产业化和产业数字化之间存在双向联动关系但发展逻辑差异较大,用“非均衡方式”推进数字产业化重点突破,以“融合方式”推进产业数字化充分发展,以“匹配方式”实现二者协同发展更为有效(杜庆昊, 2021)。也有学者指出产业数字化促进产业结构升级效应更为显著,但时间上更加滞后,因为它以数字产业化为支撑,升级赋能作用需要经历解构再重塑的过程(陈晓东等, 2021)。相关研究另一方面主要集中在对地区数字产业化和产业数字化的测度上。研究方法多为构建指标体系对数字产业化和产业数字化进行测算,在此基础上通过耦合模型计算二者的耦合协调度。经过测算,长江经济带数字产业化发展滞后于产业数字化(刘钊等, 2021);江苏数字

产业化和产业数字化耦合协调度从2014年到2018年逐年提高,初期产业数字化水平低,对数字产业化拉动力不足(陈瑞义等, 2022)。综合来看,数字产业化和产业数字化协同发展的重要性已经受到大量关注,但是对地区数字产业化和产业数字化发展协同效度的测评研究仍处在初级阶段,研究数量较少,不足以支撑现实发展,有待进一步补充。

二、数字产业化与产业数字化发展模式和耦合机理分析

中国信通院2017年将数字经济的构成分为数字产业化和产业数字化两部分,后从生产要素、生产力、生产关系的视角将数字经济框架完善成四部分,其中数字产业化和产业数字化是最重要的生产力部分。2021年国家公布《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》,将数字产业化和产业数字化表述为数字经济产业部分。数字产业化和产业数字化是数字经济的核心部分已成为共识。

(一)数字产业化与产业数字化发展模式

1. 数字产业化模式

根据国家最新统计分类,数字产业化是数字经济核心产业,指为产业数字化发展提供数字技术、产品、服务、基础设施和解决方案,以及完全依赖于数字技术、数据要素的各类经济活动,包括数字产品制造业、数字产品服务业、数字技术应用业、数字要素驱动业四大类。数字产品制造业包括计算机制造、通信及雷达设备制造、智能设备制造、电子元器件及设备制造等;数字产品服务业包括数字产品批发、租赁、维修等;数字技术应用业包括软件开发、广播电视和卫星传输服务、互联网相关服务、信息技术服务等;数字要素驱动业包括互联网平台、互联网金融、信息基础设施建设、数据资源与产权交易等。从这些具体分类可以看出,数字产业化发展主要有两大模式。一是以制造驱动的数字产业集群发展模式。具体表现为各类直接数字产品、数字设施的生产制造,从较为传统的计算机整机制造、信息安全设备制造,到新兴的工业机器人制造,数字经济关键领域核心技术的半导体、集成电路等制造,再到各类新一代信息基础设施建设等,基本以制造驱动为主。这是数字产业化的硬架构,也是支撑产业数字化乃至数字经济发展的制造基础。

二是以服务驱动的数据信息增值模式。主要是对收集的各类数字化的信息、数据、知识通过特定的机构、平台等进行清洗、加工、整理和分析,增值形成新的数据资产、数字产品,使之能够被内部利用或市场流通产生更大价值,以及围绕各类数据资产、数字产品提供交易服务助其价值实现的模式。

2. 产业数字化模式

根据国家最新统计分类,产业数字化是指应用数字技术和数据资源为传统产业带来产出增加和效率提升,是数字经济与实体经济的融合,包括智慧农业、智能制造、智能交通、智慧物流、数字金融、数字商贸、数字社会、数字政府等数字化应用场景,全方位涉及包括但不限于一二三产业的经济社会发展所有面。由此可以看出,产业数字化发展模式主要为融合创新驱动。数字经济具有高创新性、强渗透性、广覆盖性,产业数字化转型就是通过深度融合、创新驱动,借助各类数据资产、数字产品和数字技术,对传统产业进行全流程、全链条的数字化再造,并实现全方位、便利化的互联互通。研发环节可以通过数字模拟空间进行低成本试错;生产环节能够创造可视化数字孪生世界,实时掌握各项环境、设备参数;仓储物流环节可以借助云仓、WMS智能仓储管理系统等工具高效管理;售后环节可以实现后台长期跟踪监管,并收集数据,加工分析,指导研发设计,完成产品全生命周期服务,在这一过程中,达到提高生产制造效率、降低各类交易成本、匹配市场供需资源等目的。产业数字化能够充分发挥数字经济的放大、叠加、倍增作用,推动产业分工深化,打破产业发展边界,颠覆产业发展逻辑、重塑产业发展模式,提高经济社会整体运行效率。

(二) 数字产业化与产业数字化耦合机理

耦合的概念源于物理学,用来描述两个及两个以上系统,存在相互影响、相互作用的关系,耦合协调则是反映耦合关系中良性耦合程度的概念。数字产业化与产业数字化作为数字经济核心组成部分,两者之间存在相互制约又相辅相成的协同共生关系,是两个具有耦合关系的系统,并构成数字经济这一更为高级的耦合系统。

第一,数字产业化是产业数字化的转型基础和底层支撑。数字产业化一方面能够生产各类数字产品、设备、资产并在市场大量投放,如制造工业机器人、各类智能传感器、智能车载设备等,为推动各

个产业数字化转型,开展智能化改造,协同制造、柔性制造等活动提供必备的基础硬件。另一方面,数字产业化提供各类数字技术服务,从互联网运维、信息技术咨询、企业云架构,到打造互联网发展平台,再到供给信息系统集成服务、物联网技术服务等全方位信息化服务,为产业数字化转型提供完备的技术支持与解决方案。数字产业化通过一硬一软两种方式为产业数字化转型铺路搭桥,这是想要推动产业数字化两条腿快速平稳走路必不可少的硬架构和软支撑。

第二,产业数字化是数字产业化的应用空间并反向推拉。产业数字化转型是利用数字产业化成果,由点及面、从局部到整体对产业链进行自动化改造、数字化转型、智能化升级。在这个过程中,数字技术、数字信息、数据资产不断与传统的研发设计、生产制造、物流运输、售后运营、消费体验等环节相融合,创造新的数字化应用场景,产生新的价值实现模式,形成新的经济增长点,反向作用于数字产业化。一是产业数字化转型拉动数字产业化增长。产业数字化融合创新不断产生新的增长点,创造出新的增值空间,在市场和需求的双重驱动下,产业数字化发展将会对数字产业化规模形成持续性需求,带动数字产业化投资,对数字产业主体数量增加,数字产业集群规模壮大,数字技术供给量等都会产生正向拉动作用。二是产业数字化转型助推数字产业化升级。产业数字化大规模、深层次发展对数字产业化提出了更高质量的发展要求,倒逼数字技术迭代更新,数字技术、数字产品在大量的应用实践中,产生更多能被清洗、加工、利用的数据,丰富数字经济生产要素,数字技术也在现实应用中不断获得可以突破瓶颈、创新更新的机会,提升数字产业化发展的竞争力。

第三,数字产业化与产业数字化密切作用互为限制。数字产业化与产业数字化存在共生共存、相辅相成的耦合关系。一是从发展比例看。根据世界各国数字经济发展经验,数字产业化与产业数字化比例与数字经济发达程度成反比。数字经济发展初期,数字产业化需要大量投资,创造基础条件,生产足够的数字产品、数字设备,输出必需的数字技术与服务,数字产业化占比较高,经过一定时间的沉淀转化,产业数字化的发展潜力被持续激发,数字经济乘数效应不断发挥,创造广阔发展空间,

产业数字化占比持续提升。2020年全球数字产业化与产业数字化占比为1:5.4,美国、欧洲等数字经济发达经济体,这一比重约为1:10,而数字经济欠发达体这一比重约为1:2。2016年到2020年,随着中国数字经济发展规模不断壮大,该比重从1:2.89提高到1:4.23,产业数字化对数字经济发展贡献不断提高。二是从发展质量看。数字产业化发展水平对产业数字化转型质量起到直接的制约作用。我国数字经济发展增速在2018年达到20.9%的峰值,此后增速逐步放缓,数字经济经历高速膨胀,面临发展转型,从规模数量型向质量效益型纵深转变,消费互联网增长红利已经充分释放,转入产业互联网攻坚克难阶段,对于数字产业化发展提出了更高的要求。目前我国产业互联网发展中一些关键环节的传感器、芯片等数字技术受制于国外,软件国产化能力不足,互联网生产服务平台,科技创新平台的数量和布局不均衡、不充分,直接拖慢了产业数字化发展进程。

三、中部地区数字产业化与产业数字化评价指标及耦合协调模型构建

基于数字产业化与产业数字化之间存在复杂的共生共存、相辅相成的耦合关系,为客观分析中部地区数字产业化与产业数字化发展水平及耦合协调度,构建综合评价指标体系,并在此基础上形成耦合协调模型。

(一)综合评价指标体系构建

根据数字经济内涵,按照已有相关产业统计分类和国家最新《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》等文件的规定,立足现行统计制度和测算方法,遵循数字经济相关数据在实际操作中的可获得性和连续性等原则(许宪春等,2020),分类构建数字产业化和产业数字化二级指标体系。

1.指标体系

数字产业化指标体系。借鉴当前研究成果,本文选择产业基础、投资规模、产业主体、产业规模、创新效应五个一级指标来综合评价数字产业化发展的基础、规模、质量等水平。指标设定时将数字产业在制造业和服务业软硬两个维度上的映射综合考虑在内,并客观计算人口对总量带来的影响。产业基础从光缆长度、移动电话普及率、每万人互

联网域名数三个方面来衡量。投资规模从计算机、通信和其他电子设备制造业固定资产投资额,信息传输、软件和信息技术服务业固定资产投资额两个方面来衡量。产业主体从电子信息制造业规上企业数量,信息传输、软件和信息技术服务业法人单位数两个方面来衡量,将数字产业在制造业和服务业两个维度的主体数量考虑在内。产业规模从人均电信业务总量、人均软件业收入、人均电子信息制造业营业收入三个方面来衡量。创新效应从每万人专利申请授权数,人均技术合同成交总额,每万人信息传输、软件和信息技术服务业就业人员人数三个方面来衡量(见表1)。

产业数字化指标体系。借鉴当前研究成果,本文选择转型投入、转型规模、转型效应三个一级指标综合评价产业数字化转型水平。转型投入用规模以上工业企业R&D人员折合全时当量、企业每百人拥有计算机数、每百家企业拥有网站数、规模以上工业企业R&D经费支出四个方面数据来衡量,综合反映企业在硬件、软件、人资、科研等方面对产业数字化转型的投入。转型规模用有电子商务交易活动企业占比、电子商务交易额占GDP比重、数字金融使用深度三个方面数据来衡量,考虑了地区进行数字化转型、应用数字技术的企业数量和转型带来的直观收益。转型效应从规模以上工业企业新产品销售收入占营业收入比重、地区万元生产总值能耗量、规模以上工业企业成本费用利润率三个方面数据来衡量,主要考虑企业在进行数字化转型之后,会融合创新新业态、新产品,同时生产制造等环节更加高效透明,达到降本增效的目的(见表2)。

2.指标权重

客观赋权法是广泛应用于社会经济方面评价指标体系的主流权重确定方法之一。本文采用客观赋权法,能够较为客观地评价数字经济发展水平各个指标的重要程度,并从中选择熵权法,根据各个指标的相对变化程度来度量该指标对整体的影响。经过计算,某个指标的信息熵值越大,说明该指标变化程度更小,能够提供的信息量就小,即说明该指标在整体系统中影响较小,相应权重就越小,反之权重就越大,从而应对确定权重时各种不确定性的人为因素干扰,尽可能科学合理地对客观评估每个指标在测算数字产业化和产业数字化水平时的重要程度。

表1 数字产业化综合评价指标体系

分类	一级指标	二级指标	单位	权重
数字产业化	产业基础	光缆长度	千米	0.0489
		移动电话普及率	部/百人	0.0556
		每万人互联网域名数	个	0.0715
	投资规模	计算机、通信和其他电子设备制造业固定资产投资额	亿元	0.0644
		信息传输、软件和信息技术服务业固定资产投资额	亿元	0.0554
	产业主体	电子信息制造业规上企业数量	个	0.0569
		信息传输、软件和信息技术服务业法人单位数	个	0.0677
	产业规模	人均电信业务总量	元	0.1071
		人均软件业收入	元	0.1219
		人均电子信息制造业营业收入	元	0.0563
	创新效应	每万人专利申请授权数	件	0.0679
		人均技术合同成交总额	元	0.1193
		每万人信息传输、软件和信息技术服务业就业人员人数	人	0.1070

数据来源:作者计算得出。

表2 产业数字化综合评价指标体系

分类	一级指标	二级指标	单位	权重
产业数字化	转型投入	规模以上工业企业R&D人员折合全时当量	人年	0.1641
		企业每百人拥有计算机数	个	0.0967
		每百家企业拥有网站数	个	0.0724
		规模以上工业企业R&D经费支出	万元	0.1277
	转型规模	有电子商务交易活动企业占比	%	0.0849
		电子商务交易额占GDP比重	%	0.1225
		数字金融使用深度	指数	0.0950
	转型效应	规模以上工业企业新产品销售收入占营业收入比重	%	0.1431
		地区万元生产总值能耗量	吨标准煤	0.0645
		规模以上工业企业成本费用利润率	%	0.0292

数据来源:作者计算得出。

(二)耦合协调模型构建

1.计算数字产业化与产业数字化综合得分

设 U_i 为第 i 个系统的综合得分,模型中有数字产业化和产业数字化两个系统, i 取值 1 和 2, X_{ij} 为第 i 个系统的第 j 项评价指标数值。运用熵权法测算过程中,采用极差法对每一项指标 X_{ij} 进行无量纲标准化处理,指标数值越大越好的是正向指标,指标数值越小越好的是负向指标,正负项指标采用不同的处理方法。用 $\text{Min}(X_{ij})$ 表示第 i 个系统指标值的最小值, $\text{Max}(X_{ij})$ 表示第 i 个系统指标值的最大值, U_{ij} 表示对第 i 个系统的第 j 项指标进行无量纲标准化处理之后得到的可用于下一步计算的结果。

对于正向指标:

$$U_{ij} = \frac{X_{ij} - \text{Min}(X_{ij})}{\text{Max}(X_{ij}) - \text{Min}(X_{ij})} \quad (1)$$

对于负向指标:

$$U_{ij} = \frac{\text{Max}(X_{ij}) - X_{ij}}{\text{Max}(X_{ij}) - \text{Min}(X_{ij})} \quad (2)$$

U_{ij} 用于反映第 j 项指标对既定目标的趋近程度, $0 \leq U_{ij} \leq 1$, U_{ij} 越接近 1, 说明该二级指标对于第 i 个系统的贡献度越大;反之, U_{ij} 越接近 0, 说明该二级指标对于第 i 个系统的贡献度越小。考虑到两个系统每项二级指标的差异性,本文采用线性加权法计算每个系统内部二级指标数值对于系统整体的影响,并用 W_{1j} 和 W_{2j} 分别表示数字产业化系统和产业数字化系统中第 j 个二级指标的权重, U_1 和 U_2 分别表示数字产业化和产业数字化两个系统的综合得分。

$$U_1 = \sum_{j=1}^n W_{1j} U_{1j}, U_2 = \sum_{j=1}^n W_{2j} U_{2j} \quad (3)$$

2.耦合协调度测算模型

根据耦合度计算公式：

$$C_n = \left\{ \frac{(u_1 \times u_2 \times u_3 \cdots u_n)}{(u_1 + u_2 + u_3 + \cdots + u_n/n)^n} \right\}^{\frac{1}{n}} \quad (4)$$

推导出来计算数字产业化和产业数字化耦合度的公式：

$$C = \frac{2\sqrt{U_1 \times U_2}}{U_1 + U_2} \quad (5)$$

耦合度能够反映数字产业化和产业数字化两个系统间的同步程度，为避免出现两个系统同步低水平而彼此之间耦合度高的现实偏离情况，进一步使用公式(6)，计算耦合协调度来衡量两个系统间不同发展阶段的真实水平和协调度。

借助两个系统综合协同指数公式：

$$D = aU_1 + bU_2 \quad (6)$$

计算两个系统耦合协调度公式：

$$T = \sqrt{C \times D} \quad (7)$$

U_1 和 U_2 为熵权法利用公式(3)计算所得的数字产业化和产业数字化综合水平， a 、 b 为数字产业化和产业数字化在协同指数中的重要程度，根据对二者耦合协调机理的分析，认为数字产业化和产业数字化同等重要，故对 a 、 b 均赋值0.5。

四、中部地区数字产业化与产业数字化发展水平及耦合协调度实证分析

综合运用式(1)到式(3)，并采用2006年到2021年《中国高技术产业统计年鉴》《中国电子信息产业统计年鉴》《中国数字经济发展与就业白皮书》《中国互联网络发展状况统计报告》《中国统计年鉴》以及山西、江西、安徽、河南、湖北、湖南六省国民经济与社会发展报告及相关研究数据，对中部地区数字产业化与产业数字化发展水平进行测度。

(一)中部地区数字产业化发展水平测度分析

从2015年到2020年，中部地区数字产业化水平整体呈现上升趋势。中部六省均在自身发展的基础上出现3倍左右的增长，湖北、安徽两个省份初始阶段发展水平最高，到2020年持续保持领先地位，在中部地区分别位列第一、第二。江西、湖南、河南较为接近，山西数字产业化水平相对靠后，其中江西增长3.8倍，涨幅最大。结合二级指标来看，湖北与安徽在产业基础、投资规模、产业主体、产业

规模、创新效应五个方面均表现突出，尤其是每万人专利申请授权数，人均技术合同成交总额，每万人信息传输、软件和信息技术服务业就业人员人数三项指标在中部地区遥遥领先，创新效应显著。山西整体相对弱势；河南产业基础较为扎实，特别是移动电话普及率中部第一，但产业主体特别是电子信息制造业规上企业数量明显不足，相关大中型企业数量较少，制约了整体规模；湖南在投资规模方面表现突出，2020年相关指标位列前茅；江西在各个指标上呈现明显的赶超态势(见表3)。

结合实践来看，湖北与安徽均较早布局数字产业化。湖北多年来大力实施战略性新兴产业倍增计划，坚持“一芯驱动”，带动新型显示屏、智能终端、互联网相关产业发展，构筑形成了“芯片—新型显示屏—智能终端—互联网”万亿级产业集群，拥有长江存储、华星光电等一批行业龙头企业，集成电路、新型显示器件、下一代信息网络等入选国家级产业集群，根据湖北省人民政府公布数据，2021年湖北省软件业务收入达到2184.74亿元，占中部地区超过半数。安徽数字产业化同样实力强劲，这里拥有中国唯一定位于人工智能领域的国家级产业基地——“中国声谷”，以及中国科技大学、中科院、类脑智能国家工程实验室等丰厚的科教创新资源。安徽深耕科教创新资源，深入实施“建芯固屏强终端”行动，大力推动“芯屏器合”产业，特别是新型显示产业，以显示面板为核心，拥有全产业链布局与核心技术，产能和技术水平均领先全国，根据安徽省经济和信息化厅数据，安徽面板产能占全球10%，形成了突出的集群优势。

中部其余省份近年来围绕数字核心产业不断发力，形成赶超态势。河南围绕富士康延链补链，逐步建成全国重要的智能终端生产基地，2021年移动手机产量占到全国的十分之一；智能传感器、信息安全等产业集群正在加速崛起。湖南长沙是仅有能够实现国产自主设计CPU、GPU、DSP三大芯片的城市，并且拥有国家超级计算长沙中心，高性能计算国家重点实验室等创新平台，在“十四五”规划中提出了加快下一代互联网规模化部署，打造全国一流人工智能算力设施的目标。江西充分利用地理位置优势，近年来积极对接、融入粤港澳大湾区，承接电子信息产业转移，电子信息制造业人均收入领先中部地区，并出台了“十四五”时期承接发达地

区产业转移专项规划。山西数字核心产业也不断提速,光机电、光伏等新兴产业两位数高位增长,碳化硅单晶衬底、光伏电池等部分电子信息制造产品出货量位于全国前列。

表3 2015—2020年中部地区数字产业化水平指数

地区	数字产业化 U_1					
	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
山西	0.07	0.08	0.11	0.22	0.25	0.30
安徽	0.18	0.23	0.29	0.38	0.49	0.61
江西	0.12	0.15	0.23	0.33	0.46	0.58
河南	0.15	0.19	0.24	0.35	0.42	0.48
湖北	0.31	0.35	0.41	0.53	0.71	0.83
湖南	0.14	0.19	0.25	0.32	0.47	0.57

数据来源:作者计算得出。

(二)中部地区产业数字化发展水平测度分析

2015—2020年,中部地区产业数字化发展水平整体呈现上升趋势,绝对值上大多实现了指数翻番。安徽和湖北综合得分位列中部地区前两位,湖南、江西、河南属于第二梯队,山西相对落后。从产业数字化的二级指标来看,各个省份均重视转型投入,安徽科技创新资源丰富,在涉及R&D研发经费的相关指标上整体表现更为突出。河南作为工业大省具有总量优势,规模以上工业企业R&D人员折合全时当量位居中部第一,但考虑到人口因素之后,企业每百人拥有计算机数等指标相对逊色。山西产业规模整体较小,在每百家企业拥有网站数、电子商务交易额占GDP比重等指标方面并不落后。江西各个指标表现均衡,产业数字化稳步推进,整体增速较快。湖南规上企业相关指标如规模以上工业企业新产品销售收入占营业收入比重、规模以上工业企业成本费用利润率等方面领先中部地区。

湖北、安徽产业数字化发展走在前列。湖北拥有国家工业互联网顶级节点以及“星火·链网”超级节点,服务数千家企业,在推动产业数字化转型方面经过了长久的积势蓄力。2021年湖北培育20多家智能制造相关领域的国家级研发平台,遴选196家示范企业,数字经济规模中部第一。安徽深入推动“皖企登云”,2021年实现新增登云企业7300多家,推广工业机器人在各行各业广泛应用9000台,增速约为54%，“羚羊”作为全省首家工业互联网综合服务平台已正式上线运行。为进一步拓展数字经济发展新空间,2022年安徽印发加快发展数字经济行动方案,明确2022—2024年将从农业、工业、服

务业、工业互联网等领域入手,重点开展产业数字化转型行动。

各地均高度重视产业数字化转型,探索不同发展路径。山西产业数字化转型起步较晚,根据山西省工业和信息化厅数据,2021年全省两化融合发展指数为52.6,在全国排名第17名,但电子商务初见起色,有待进一步发力。河南作为传统工业大省,积极推进工业化与信息化深度融合,以智能制造为引领推动“三大改造”持续开展,根据河南省工业和信息化厅数据,2021年河南两化融合指数在全国排名第13位,已建成洛阳、许昌等4个工业互联网标识解析二级节点,初步建立“1+37”工业互联网平台体系。湖南拥有一批现代化、信息化水平高的轨道交通、装备机械等行业头部企业,强势带动全省产业数字化发展,2020年湖南大型企业两化融合水平居全国第九、中部第一。江西自2020年开始实施数字经济“一号工程”,推动数字经济赋能产业结构调整,截至目前,累计建设1525间数字化车间或工厂,培育智能制造领域公共服务平台及创新服务综合体15家(见表4)。

表4 2015—2020年中部地区产业数字化水平指数

地区	产业数字化 U_2					
	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
山西	0.09	0.15	0.20	0.32	0.28	0.33
安徽	0.56	0.62	0.69	0.75	0.85	0.94
江西	0.30	0.33	0.45	0.50	0.59	0.67
河南	0.35	0.39	0.44	0.51	0.52	0.57
湖北	0.46	0.54	0.62	0.65	0.70	0.79
湖南	0.45	0.50	0.56	0.60	0.62	0.71

数据来源:作者计算得出。

(三)中部地区数字产业化与产业数字化发展水平综合分析

综合表3、表4、图1来看,一方面,经过多年发展布局,中部地区数字经济发展逐渐出现分层趋势。第一梯队是湖北、安徽两省,数字产业化与产业数字化不仅是中部地区排头兵,在全国也居于前列位置,数字经济规模、质量、创新能力等方面均具有突出的实力。第二梯队是湖南、江西、河南三省,数字产业化和产业数字化正在加速赶超,走差异化路径,各具不同特色,部分领域领先于中部地区乃至全国。第三梯队是山西,受产业结构等因素影响,数字经济起步较晚,发展水平相对较低,部分领域表现出发展潜力,有待进一步挖掘。另一方面,

中部地区产业数字化发展水平整体超过数字产业化。具体到2020年,如图1所示,除湖北之外,其余五省产业数字化发展水平显著提高,对于发展处在中间梯队的江西、河南、湖北三省来说,产业数字化比数字产业化高出0.1左右,产业数字化对于数字经济的推动力量作用愈加突出。中国信通院发布的2022年数字经济白皮书中也指出,产业数字化持续成为数字经济的主引擎,2021年全国产业数字化规模37.18万亿元,占比数字经济高达81.7%。

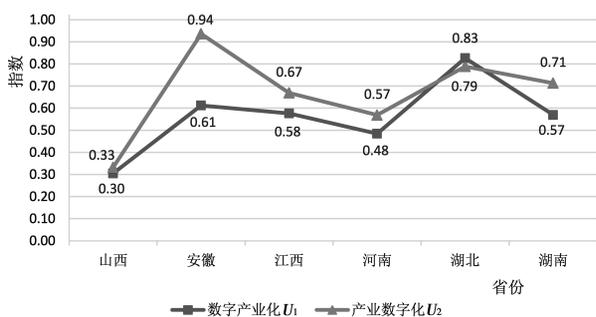


图1 2020年中部地区数字产业化与产业数字化发展水平指数

数据来源:作者计算得出。

(四)中部地区数字产业化与产业数字化耦合协调度综合分析

在对中部地区2015年至2020年数字产业化与产业数字化发展水平测度结果的基础上,综合利用公式(4)到公式(7),计算这一时期的耦合协调度,结果如表5所示。中部地区数字产业化与产业数字化耦合协调度整体增长明显。党的十八大以来,数字经济上升为国家战略,党和国家高度重视数字经济发展,各地纷纷为推动经济社会全面数字化转型谋篇布局,数字产业化与产业数字化发展取得了显著成效,中部六省耦合协调度均出现不同程度上升。

中部地区数字经济耦合协调度分化明显。根据计算结果,对六个省份进行划分,可以较为明显地区分出三个层级,内部差距较大。第一梯队得分大于0.8,是高发展水平的良好协调耦合阶段,有湖北与安徽两个省份。其中湖北协调耦合协调程度更高,这一点从2020年对湖北数字产业化与产业数字化发展水平的测度中也可以得到佐证。第二梯队得分大于0.7小于0.8,处在中度发展水平的中度协调耦合阶段,湖南、江西与河南属于这一梯队。三个省份各自在不同领域有一定突出表现,整体质量和规模有待进一步提升,数字产业化发展水平相

对于产业数字化较为滞后,不利于长期发展。第三梯队得分小于0.6,处在低度发展水平的低度协调阶段,山西目前属于这一梯队,数字产业化与产业数字化都需要大力发展。而从极差来看,2015年耦合协调度最小数值与最大数值相差0.3295,2020年这一数字增加到0.3347,说明中部地区数字经济耦合协调度进一步分化,数字产业化与产业数字化协同发展程度有待提高。结合前文分析,出现这一现象的原因是,先发地区数字产业化和产业数字化起步较早,并且紧抓时代机遇,掌握了数字经济发展密码,保持住领先优势,并随时间推移将优势进一步扩大。而部分地区数字产业化发展水平低,制约了对于数字经济发展的整体支撑作用,同时数字经济与实体经济融合程度和范围有待加深和拓展。

表5 2015—2020年中部地区数字产业化与产业数字化耦合协调度

地区	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
山西	0.2833	0.3281	0.3799	0.5122	0.5173	0.5637
安徽	0.5606	0.6150	0.6700	0.7321	0.8029	0.8701
江西	0.4366	0.4706	0.5689	0.6370	0.7217	0.7879
河南	0.4781	0.5232	0.5682	0.6510	0.6827	0.7244
湖北	0.6128	0.6578	0.7092	0.7638	0.8388	0.8984
湖南	0.5048	0.5578	0.6157	0.6594	0.7362	0.7983

数据来源:作者计算得出。

五、协同推进中部地区数字产业化与产业数字化发展的对策建议

根据对2015年到2020年中部地区数字产业化与产业数字化发展水平及耦合协调度的实证分析与现实刻画,中部地区数字经济发展水平及耦合协调度近年来整体呈现上升态势,但出现了较为明显的区域分化现象。地区间数字产业化与产业数字化发展耦合协调度有待进一步提升,不同地区发展思路有待进一步调整。结合对数字产业化与产业数字化发展路径与产业规律的认知,需要从以下四个方面着手协同推进。

(一)加快完善数字经济新型基础设施建设

新型基础设施是充分发挥“数字”生产要素巨大潜力,筑牢数字经济发展根基,打通数字产业化与产业数字化发展命脉的重要保障,无论对于数字经济先发还是后进地区,均需大力布局新型基础设施,为数字经济发展构建平稳快速通道。一是升级

拓展各类信息通信网络。推进千兆光网建设、对宽带带宽、广电网络等进行升级改造,逐步推动重点场所公共局域网全覆盖。抓住新一代国家战略性天地信息互联新型基础设施建设机遇,完善空间信息基础设施,利用中部地区有利条件,打造天地互联区域枢纽节点,系统推进北斗产业化等空间工程,加强遥感卫星应用。二是适度超前建设信息基础设施。开展实施基于新一代信息技术演变的建设专项。各个地区结合自身基础设施现状和产业发展需求,持续推动5G、物联网、工业互联网等通信基础设施建设;积极投入人工智能、区块链等新技术基础设施,为规模化部署和融合应用做好扎实准备;坚持绿色化、低碳化、智能化理念,布局以数据中心、行业数据中心、超算中心等为代表的算力基础设施,为充分挖掘利用数据价值提供算力支撑。三是系统全面推进融合基础设施建设。积极利用互联网、物联网、大数据、人工智能等技术,进行智慧城市建设,有序对交通费、环境、能源、文化等社会民生领域基础设施实施数字化改造,提升经济社会运行的数字化智能化程度。

(二)有的放矢促进数字产业化创新集聚发展

数字产业化作为数字经济核心产业部分,为数字经济提供底层技术,是数字经济发展的创新驱动力和核心支撑力。一是先发地区聚焦绝对优势领域持续做强做大核心产业。数字产业化投资耗费大,建设周期长,技术门槛高、收益回报慢,需要数字经济先发地区主动作为。目前中部地区湖北、安徽等地经过长期积淀,在芯片、光电显示器、集成电路、智能面板、存储器、软件业务等方面已经形成了具备相当规模和技术创新实力的产业集群。未来要大力推动数字产业化创新集聚发展,打造在国内国际双循环大市场中更具竞争实力的产业体系。积极推进新型显示、集成电路、芯片设计、工业软件等关键环节核心技术攻关,提高供应链安全系数。积极与上海、深圳、北京等地的相关领域头部企业与国内外知名高校开展联合技术攻关项目,提升数字产业化硬实力与话语权。同时,充分依托集群优势,持续延链补链强链,引进培育产业链上下游“专精特新”企业配套集聚发展,打造更具竞争力和稳定性的全产业链体系 and 高质量产业链集群。二是后进地区聚焦产业紧密关联领域部署数字产业。后进地区在发展数字产业化方面面临更多的困难

和挑战,综合平衡短期经济稳定性和长期高质量动力需求,需要紧抓数字经济发展机遇,从地方产业发展关联最为密切、需求最强烈的领域着重发力。河南、江西等地目前在电子信息制造业等不同产业上初步形成集群发展态势,要紧扣相对优势领域,大力提升产业集聚度,更有针对性地开展技术创新活动,集中力量实现重点突破。

(三)全面统筹推动产业数字化纵深发展

产业数字化应用数字技术和数据资源对产业发展进行转型升级,是数字经济发挥乘数倍增效应,产生源源不断增长活力和动力的关键举措。数字经济时代,经济社会生活全方位均需进行数字化转型,无论处在数字经济何种发展阶段的地区,都要大力推动产业数字化。一是完善政策体系。充分考虑到行业发展特异性、阶段性、规模性,制定差异化政策,大企业“一企一策”,中小企业“一行一策”,产业园区“一园一策”。特别是针对中小企业实施支持数字化转型的专项普惠政策,将政策落到实处,解决中小企业数字化转型缺乏战略思维、缺少系统谋划、资金筹措困难等问题。二是依托龙头企业强势带动。鼓励龙头企业在积极进行数字化改造的同时,充分发挥行业龙头企业对产业链、供应链的影响力和驱动力,带动产业链上下游中小企业、配套企业进行融通改造,开展智能制造、“5G+工业互联网”等专项转型行动,提升企业“上云用数赋智”水平,推动产业集群整体数字化转型。三是依托平台企业布局转型生态。持续开展“揭榜挂帅”等多种类型的专项活动,积极引导各类数字化转型平台企业针对转型难点、痛点提供数字化转型解决方案,满足各类企业不同的数字化转型需求。鼓励各级互联网平台企业等向中小企业开放数据接口,遴选一批优质数字化转型服务商、一站式数字化服务平台,满足中小企业数字化转型全场景需求。

(四)建立数字产业化与产业数字化融通机制

提高数字化产业与产业数字化发展耦合协调度,需要建立与之适配的融通机制作为助力。一是地区之间强化内在联系。借助最新的数字技术更新迭代趋势,后进地区能够更大程度上绕开数字产业化发展初期的巨大投入,在与先发地区的有效联系中引进核心产业发展成果,利用数字产业化红利以较低的成本和风险布局产业数字化转型,优先做大数字经济整体规模,为经济发展注入强劲动力,

再从实践需求中布局数字产业化,达到供需双方互利、促进区域协调发展的目的。可在政府推动和引导下,积极发挥各类产业协会、产业创新联盟等机构力量,构建数字产业化与产业数字化协同共促中心、资源流通平台等,发布转型任务清单,主动寻求资源对接,实现数字产业化和产业数字化高水平供需匹配。二是企业之间精准对接。随着移动互联、云计算、云原生等技术日趋成熟,数字化转型成本显著降低。鼓励数字经济龙头企业面向多元化应用场景的融合需求进行技术创新和产品创新活动;同时,引导众多中小企业积极寻求与平台服务商合作,与数字产业化核心企业对接,充分利用轻量化、移动化、云化、低代码封装等最新技术,尽量选择低成本、低风险环节作为切入口,逐步深入,稳步高效推动自身数字化转型进程。

参考文献

- [1] Tapscott D. The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Network and Intelligence [M]. New York: McGraw-Hill Companies, 1996.
- [2] Ma Dan and Zhu Qing. Innovation in emerging economies: Research on the Digital Economy Driving High-Quality Green Development [J]. Journal of Business Research, 2022, 145: 801—813.
- [3] 黄群慧,余泳泽,张松林.互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验[J].中国工业经济,2019(8).
- [4] 施炳展,李建桐.互联网是否促进了分工:来自中国制造业企业的证据[J].管理世界,2020(4).
- [5] Sousa-Zomer T T, Neely A, Martinez V. Digital Transforming Capability and Performance: A Microfoundational Perspective [J]. International Journal of Operations & Production Management, 2020, 40 (7) : 1095—1128.
- [6] 李海舰,李燕.对经济新形态的认识:微观经济的视角[J].中国工业经济,2020(12).
- [7] 李永红,黄瑞.我国数字产业化与产业数字化模式的研究[J].科技管理研究,2019(16).
- [8] 郑健壮,李强.数字经济的基本内涵、度量范围与发展路径[J].浙江树人大学学报(人文社会科学),2020(6).
- [9] 黄大禹,谢获宝,孟祥瑜,等.数字化转型与企业价值:基于文本分析方法的经验证据[J].经济学家,2021(12).
- [10] 史宇鹏,王阳,张文韬.我国企业数字化转型:现状、问题与展望[J].经济学家,2021(12).
- [11] Chyzhevska Lyudmyla et al.. Digitalization as a Vector of Information Systems Development and Accounting System Modernization [J]. Studia Universitatis „Vasile Goldis” Arad—Economics Series, 2021, 31(4): 18—39.
- [12] 杜庆昊.数字产业化和产业数字化的生成逻辑及主要路径[J].经济体制改革,2021(5).
- [13] 刘钊,余明月.长江经济带数字产业化与产业数字化的耦合协调分析[J].长江流域资源与环境,2021(7).
- [14] 陈瑞义,戴静.数字产业化和产业数字化耦合协调性研究:以江苏省为例[J].经济论坛,2022(2).
- [15] 许宪春,张美慧.中国数字经济规模测算研究:基于国际比较的视角[J].中国工业经济,2020(5).

Evaluation and Analysis on the Development Level and Coupling Coordination of Digital Industrialization and Industrial Digitalization in the Central China

Yang Mengjie

Abstract: Digital industrialization is the core industry of the digital economy. Industrial digitalization is a transformation activity that uses the results of digital industrialization to deeply integrate all aspects of the economy and society. Promoting the coordinated development of the two is of great significance for promoting the healthy development of the digital economy. Through the construction of a comprehensive evaluation index system and the calculation of the coupling coordination model, combined with the analysis of the current situation, it can be seen that the development level and the coupling coordination degree of the digital economy in the Central China are on the rise as a whole, but the internal differentiation is obvious, the gap between the size and quality of different echelons is further widened, and the development ideas need to be further clarified. In the future, it is necessary to accelerate and improve the construction of new infrastructure of digital economy, promote the innovation and cluster development of digital industrialization, comprehensively promote the in-depth development of industrial digitalization, establish a digital industrialization and industrial digitalization financing mechanism, and promote the coordinated development of digital industrialization and industrial digitalization in the Central China.

Key Words: Digital Industrialization; Industrial Digitalization; Coupling and Coordination.

(责任编辑:柳 阳)