数字产业化与产业数字化耦合协调发展的时空演化特征

——以山西中部城市群为例

崔月彤

（山西工程科技职业大学经济学院，晋中 030619）

摘要：数字产业化与产业数字化（“两化”）的协同发展是衡量资源型地区转型成效的关键标准。以山西中部城市群为研究对象，基于2011—2024年面板数据，运用耦合协调度模型，系统分析该区域“两化”协同发展的时空演化特征。研究发现：在时间维度上，山西中部城市群“两化”耦合协调度呈现“快速增长-缓慢提质”的两阶段演进特征，整体协同水平仍处于初级阶段；在空间维度上，则表现出显著的“核心-外围”非均衡格局，太原市已实现从“失调”向“协调”的跨越，而外围城市则分异为“中间塌陷”与“边缘脱钩”两种类型，区域协同发展断层问题凸显。研究成果可为山西及其他资源型地区优化数字经济协同发展政策、破解区域发展不平衡问题提供科学依据与实践参考。

关键词：山西中部城市群；数字产业化；产业数字化；耦合协调模型；协同发展

中图分类号：F49 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)09－0188－07

在大数据、人工智能、物联网等数字技术的驱动下，数字经济与实体经济深度融合已成为引领中国经济高质量发展的核心驱动力。数字产业化与产业数字化（简称“两化”）作为数字经济的两大核心维度，其协同发展水平不仅是构建现代化产业体系的关键支撑，更是培育新质生产力、破解区域发展不平衡问题的战略要点。促进数字经济与实体经济深度融合，推动数字产业化和产业数字化，是中国发展数字经济的核心战略。在《“十四五”数字经济发展规划》中已明确提出“健全完善数字经济治理体系。这凸显了“两化”协同在推动高质量发展、建设现代化产业体系中的关键地位。城市群作为国家经济发展的核心载体，其数字经济与产业体系的协同水平直接影响区域整体竞争力。山西中部城市群是山西省的经济核心区，工业基础扎实但数字化能力相对薄弱，推动数字产业化与产业数字化深度融合，不仅是该地区突破资源依赖、实现新旧动能转换的必然路径，也是其融入国家发展战略、增强区域竞争力的关键举措。鉴于此，现以山西中部城市群为研究对象，系统分析其数字产业化与产业数字化的耦合协调机制及时空演变特征，以期为同类资源型地区数字经济的高质量发展提供参考。

1 文献综述

围绕数字产业化与产业数字化协同的内在机理与测度实践，学术界在理论与实证方面已取得一系列进展，为研究提供了重要基础。

在理论研究方面，学者们从不同视角阐释了数字产业化与产业数字化协同发展的内在逻辑。杜庆昊[1]提出数字产业化与产业数字化通过“技术溢出－应用反馈－协同升级”的循环机制实现良性互动，是产业高质量发展的核心动力；任保平[2]从新型工业化视角，指出两化协同是破解传统产业路径依赖、培育新质生产力的关键路径；马费成等[3]进一步强调，数据要素的价值转化是连接两化协同的核心纽带，其流动效率直接决定耦合协调水平，而制度环境与要素支撑则是保障这一过程的重要条件；夏杰长和陶鸿[4]则从集群视角切入，区分了产业数字化与数字产业化两类集群，提出“渐进式数字赋能”与“动态平台驱动”两种差异化演化路径。这些研究为理解“两化”协同提供了多角度的理论框架。

收稿日期：2025-12-08

基金项目：山西省高等学校哲学社会科学研究项目（2024W205）

作者简介：崔月彤（1994—），女，山西阳泉人，博士，讲师，研究方向为社会经济统计分析。

在实证研究方面,耦合协调度模型成为测度“两化”协同水平的核心工具,学者们基于国家、省份、城市群等不同区域尺度开展了大量研究,揭示了“两化”协同发展的区域异质性特征。全国层面的分析显示,“两化”与数字化治理的协同度已达到优质协调,但区域差异显著,东部地区明显领先于中西部[5];大多数省份仍处于濒临失调阶段,技术创新不足与人才短缺是主要制约因素[6]。近年来,研究视角逐渐向城市群、省域等中微观尺度延伸,相关研究更聚焦区域内部协同差异,为特定区域研究提供了有益借鉴。例如,杨梦洁[7]研究发现中部地区整体协同水平上升,但省际分化显著,发展质量差距拉大;李小玉和李华旭[8]对长江中游城市群的研究揭示了区域内部协同水平的空间分异特征,指出数字产业化水平滞后是制约区域“两化”协同的主要瓶颈;尚怡等[9]研究发现辽宁省“两化”耦合协调度处于较低水平,数字技术投入不足与产业应用深度不够是主要障碍因子。这些成果为识别区域协同发展的关键问题提供了实证依据与方法参考。

现有文献虽为“两化”协同发展提供了理论与实证基础,但针对山西中部城市群的针对性研究仍存在明显不足。①研究尺度较为宏观,缺乏对资源型城市群的微观关注。已有成果多集中于国家、省份或东部发达城市群层面,而对省内典型资源型城市群等中微观单元的研究尚显不足。②对资源型地区的分析深度不足。既有研究虽关注资源型省份整体水平测度,但未能深入解析城市群内部城市的协同差异、时空演化机理,难以为解决山西区域发展不平衡问题提供精准施策依据。③地域特殊性与政策针对性不足。山西中部城市群兼具深厚的传统产业基础与资源路径依赖的双重特征,其“两化”协同路径无法简单套用东部或非资源型地区模式。现有研究未能充分结合山西产业基础、要素约束与现行政策环境,所提政策建议缺乏地域针对性,相关结论难以应用于山西实践。

因此,开展山西中部城市群数字产业化与产业数字化耦合协调研究,不仅可填补资源型城市群微观尺度实证研究的空白,拓展区域数字经济协同发展的理论视野,更能为山西及同类型区域提供可操作的转型路径与政策参考,具有重要的理论价值与实践意义。

2 研究设计

2.1 理论基础

数字产业化与产业数字化的协同发展,并非简单的产业叠加,而是一个复杂的、动态的系统耦合过程。其核心逻辑与理论支撑源于两大理论体系。

(1)系统耦合理论。该理论认为,两个或以上的系统通过相互作用、相互影响,能够形成一个新的、更高层次的协同系统。在数字经济体系中,数字产业化系统与产业数字化系统构成两大核心子系统,二者存在紧密的耦合关联。其中,产业数字化为数字产业化奠定基础并提供支撑,是其发展的关键前提与核心驱动因素;数字产业化则驱动产业数字化的纵深推进,为传统企业数字化转型提供技术赋能与发展机遇。二者的耦合程度决定了整体数字经济系统的结构与功能。

(2)产业融合理论。该理论认为,在数字技术的渗透下,原本清晰的产业边界趋于模糊,催生出新的产品、新的商业模式和新的业态。从“两化”协同的内在逻辑来看,数字产业化为产业融合提供技术工具和载体支撑,产业数字化则通过丰富的应用场景反哺数字技术迭代升级,二者协同发展的本质正是数字产业与传统产业之间技术、业务、市场等多维度的深度融合过程。

2.2 指标体系构建与数据说明

依据数字产业化与产业数字化的核心内涵,遵循科学性、系统性、可操作性原则,在借鉴相关学者研究成果的基础上,构建“数字产业化-产业数字化”耦合协调发展综合评价指标体系(表 1)。指标体系分为两大系统层,其中,数字产业化子系统(S_1)侧重反映数字技术产业化发展水平,从产业规模(x_{11}、x_{12}、x_{13})、创新能力(x_{14}、x_{15}、x_{16})两个维度共选取 6 个指标[6,10];产业数字化子系统(S_2)侧重体现数字技术对传统产业的改造赋能成效,从投入(x_{21})、产业基础(x_{22})、融合应用(x_{23}、x_{24}、x_{25})等维度选取 5 个指标[8,11]。

选取山西中部城市群(含太原、晋中、忻州、吕梁、阳泉)为研究区域,以 2011—2024 年 5 市的面板数据为研究样本。研究数据主要来源于《中国城市统计年鉴》《山西省统计年鉴》、各城市统计年鉴以及政府部门发布的统计公报等。针对部分年份存在的少量缺失数据,采用线性插值法进行补充完善,确保数据的完整性与连续性。

2.3 研究方法与模型构建

为定量测度山西中部城市群“两化”协同发展水平,揭示二者相互作用机制与协同演进规律,通过构建耦合协调度模型开展实证分析,具体步骤与模型设定如下。

表 1　“数字产业化-产业数字化”耦合协调发展评价指标体系

系统层	指标层
数字产业化 S_1	信息传输、软件和信息技术服务业就业人员占比 x_{11}
	信息传输、软件和信息技术服务业法人单位数 x_{12}
	人均电信业务总量 x_{13}
	高新技术企业数 x_{14}
	国内专利申请授权量 x_{15}
	有效发明专利拥有量 x_{16}
产业数字化 S_2	R&D 经费投入强度 x_{21}
	第二三产业增加值 x_{22}
	数字普惠金融指数 x_{23}
	电子商务销售额 x_{24}
	快递业务收入 x_{25}

2.3.1　综合发展指数测算

首先对所有指标数据进行标准化处理，再基于熵值法确定的指标权重，采用线性加权求和法计算数字产业化（S_1）与产业数字化（S_2）两大子系统的综合发展指数，公式为

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} \omega_j x_{ij} \tag{1}$$

式中：S_i 为数字产业化和产业数字化 2 个子系统综合发展水平；x_{ij} 为标准化后的指标值；ω_j 为采用熵权法计算的各指标权重，即 $\omega_j = \dfrac{1-H_j}{\sum_{j=1}^{m}(1-H_j)}$，其中，$H_j = -\dfrac{1}{\ln m}\left(\sum_{i=1}^{n} P_{ij}\ln P_{ij}\right)$，$P_{ij} = x_{ij} \Big/ \sum_{i=1}^{n} x_{ij}$。

2.3.2　耦合协调度模型构建

借鉴物理学中的耦合度模型，结合“两化”协同发展的核心特征，构建耦合度、协调度及耦合协调度模型，具体如下。

耦合度模型为

$$C = 2\sqrt{\frac{S_1 S_2}{(S_1+S_2)^2}} \tag{2}$$

式中：C 为耦合度，是衡量系统间相互作用、相互影响程度的指标，C 的取值范围为[0，1]，C 越接近 1，表明两个子系统之间的耦合作用越强，C 越接近 0，表明两个子系统之间的耦合作用越弱。

协调度模型为

$$T = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2,\ \alpha_1 = \alpha_2 = 0.5 \tag{3}$$

式中：T 为协调度，是衡量系统间协同发展水平的指标，反映系统间发展的均衡性和协调性；α_1、α_2 为权重，分别反映数字产业化和产业数字化在协同发展中的重要程度。

耦合协调度模型为

$$D = \sqrt{CT} \tag{4}$$

式中：D 为耦合协调度，取值范围为[0，1]，D 越接近 1，表明两个子系统之间的协同发展水平越高，D 越接近 0，表明两个子系统之间的协同发展水平越低。

为直观分析两子系统间协同发展水平，依据耦合协调度 D 的取值范围，综合现有研究成果[12]及山西中部城市群资源型区域发展实际，将耦合协调度划分为 5 个等级（表 2）。该分级标准有助于清晰界定各城市“两化”协同所处发展阶段，并为识别区域内部发展断层提供客观分析依据。

表 2　耦合协调度等级划分

协调等级	耦合协调度 D 区间	协同发展特征
严重失调	$0.00 \leqslant D < 0.20$	两系统发展水平低，互动微弱，基本处于割裂状态
中度失调	$0.20 \leqslant D < 0.40$	两系统有一定发展，但互动不足，协同效应差
基本协调	$0.40 \leqslant D < 0.50$	两系统发展趋于均衡，开始产生良性互动
中度协调	$0.50 \leqslant D < 0.80$	两系统发展水平较高，互动密切，协同效应显著
高度协调	$0.80 \leqslant D \leqslant 1.00$	两系统发展水平高，深度融合，实现优质协同

3　实证结果与分析

3.1　数字产业化和产业数字化发展现状

2011—2024 年，山西中部城市群数字产业化和产业数字化发展水平总体呈现稳步增长的态势，但受产业基础、资源禀赋和政策导向差异影响，各城市间发展不均衡特征显著。

3.1.1　数字产业化发展现状

如图 1(a)所示，山西中部城市群数字产业化规模持续扩张，2011—2024 年数字产业化指数均值由 0.019 显著提升至 0.131，实现了跨越式增长。其中，太原作为全省政治经济中心，凭借资源虹吸效应集聚了省内主要科研机构、高新技术开发区及大数据产业基地，在信息技术应用创新、半导体、软件及数据中心等关键领域布局领先，2024 年数字产业化指数达 0.520，远高于其他城市，成为城市群数字产业化发展的核心城市。晋中凭借其与太原地理相邻、产业紧密关联的优势，其数字产业化水平稳步提升，2024 年数字产业化指数为 0.064，较 2011 年增长 4.3 倍。其余城市数字产业化发展相对滞后，阳泉与吕梁呈现波动增长特征，2018—2019 年达到峰值后回落，2024 年指数分别为 0.024、0.028；忻州数字产业化发展相对迟缓，2024 年指数为 0.033。

3.1.2　产业数字化发展现状

如图1(b)所示,山西中部城市群产业数字化转型进程加速,2011—2024年产业数字化指数均值由0.023提升至0.127,数字化与实体经济的融合程度持续深化。太原与晋中凭借扎实的产业基础与完善的数字基础设施,2024年产业数字化指数分别为0.343与0.108,在城市群构成“双核驱动”态势。吕梁与忻州产业数字化增速显著,但受限于初始基数偏低,其产业数字化总体水平仍处于低位。阳泉产业数字化发展态势平稳,2024年指数达0.049,较2011年实现稳步提升。

3.1.3　数字产业化与产业数字化相对发展水平

从山西中部城市群数字产业化和产业数字化的相对发展关系来看,部分时期存在非对称耦合特征。2011—2020年,数字产业化指数普遍高于产业数字化,反映出数字技术供给先于产业应用的阶段性特征,这反映了全省战略中“先建数字底座”的成效,数字基础设施与产业框架的先行布局为后续产业融合应用奠定了基础。2021年后,产业数字化增速加快,超越并拉大了对数字产业化的领先优势,两者差距逐步缩小,这标志着发展重心转向“再推融合应用”,传统产业转型需求开始成为驱动“两化”协同的核心力量。

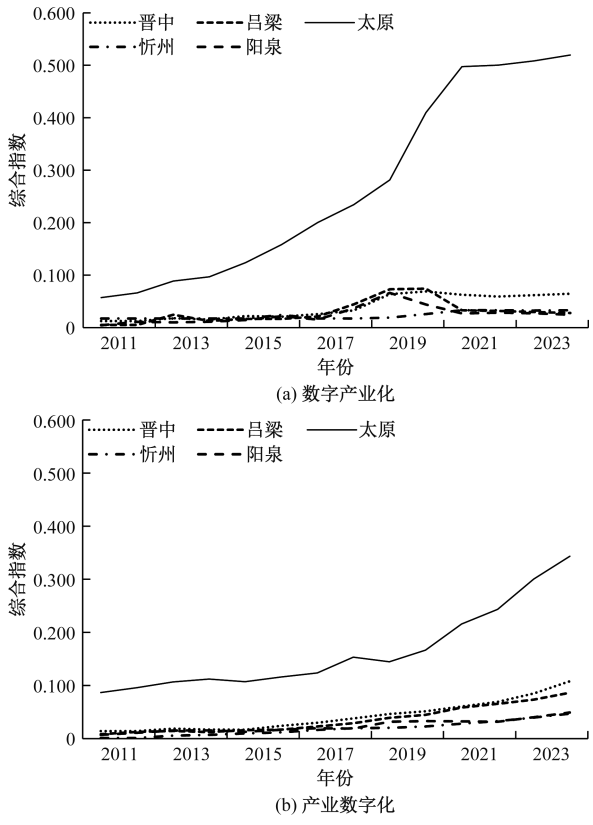


图1　2011—2024年山西中部城市群数字产业化与产业数字化发展水平

3.2　数字产业化与产业数字化耦合协调的时空演变特征

对2011—2024年山西中部城市群数字产业化与产业数字化发展的耦合协调度进行测算,结果如表3、图2所示。耦合协调度作为衡量数字产业化与产业数字化协同发展水平的核心指标,其演变规律深刻反映了城市群数字经济转型的阶段特征与区域差异。

3.2.1　时间演变规律分析

从整体趋势看,2011—2024年山西中部城市群数字产业化与产业数字化的耦合协调度呈持续上升态势,均值由0.113提高至0.300,但整体协同发展仍处于初步阶段。这一发现与高煜和李佳余[6]关于中国多数省份“两化”协同水平仍处于低度协调阶段的宏观判断相一致。但研究进一步揭示了资源型区域内部更为严峻的协同困境,其协调度均值不仅低于全国平均水平,且演进呈现出鲜明的两阶段特征。

第1阶段(2011—2019年)为快速增长阶段。该阶段耦合协调度从0.113上升至0.246,年均增长率达9.08%。山西省在此阶段先后启动“宽带山西”战略、大数据发展战略试点、数字经济发展规划等一系列专项行动,在政策推动下,信息基础设施迅速完善,数字技术在传统产业中初步渗透,“两化”协同呈现“数字产业化先行、产业数字化跟跑”的特征。这一演化特征本质上是政策引导与基础设施投资驱动下的浅层融合,同时也印证了协同发展初期“数字产业化先行”的普遍性特征[5]。

表3　2011—2024年山西中部城市群数字产业化与产业数字化的耦合协调度

年份	晋中	吕梁	太原	忻州	阳泉
2011	0.112	0.078	0.258	0.043	0.072
2012	0.116	0.073	0.274	0.081	0.102
2013	0.131	0.133	0.303	0.099	0.107
2014	0.123	0.108	0.313	0.102	0.111
2015	0.134	0.124	0.330	0.108	0.113
2016	0.145	0.125	0.357	0.126	0.134
2017	0.161	0.144	0.385	0.126	0.127
2018	0.182	0.184	0.423	0.132	0.157
2019	0.226	0.225	0.436	0.136	0.208
2020	0.237	0.233	0.496	0.151	0.189
2021	0.241	0.203	0.556	0.170	0.167
2022	0.246	0.207	0.574	0.177	0.168
2023	0.261	0.210	0.607	0.184	0.177
2024	0.281	0.215	0.631	0.193	0.181

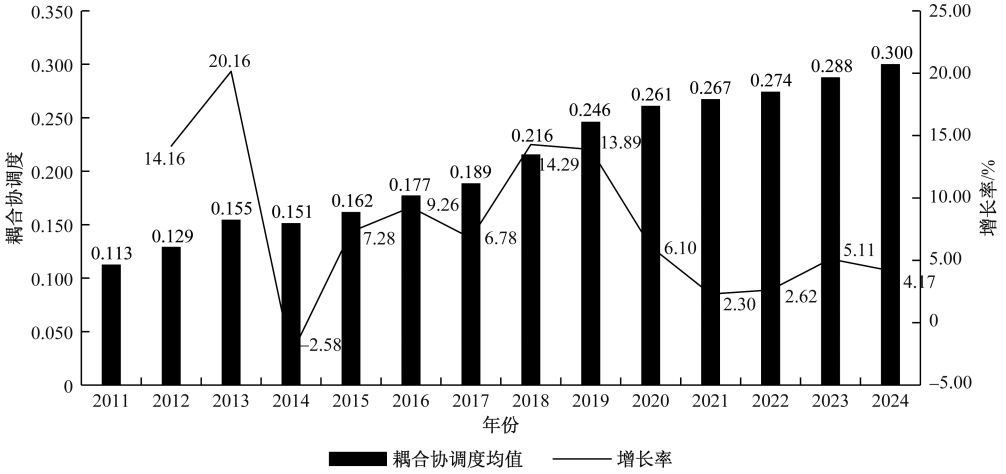


图 2　2011—20024 年数字产业化与产业数字化的耦合协调度变化趋势

第 2 阶段(2020—2024 年)为缓慢增长阶段。此阶段耦合协调度从 0.261 缓慢升至 0.300,年均增长率仅为 2.82%,较上一阶段明显放缓,“两化”协同进入质量提升关键期。这一阶段,山西传统产业转型进入深水区,“两化”融合面临设备互联互通不足、数据安全风险加大、专业人才短缺等瓶颈;同时,山西以重工业为主导的产业结构,其生产系统具有较强的技术、制度互补性,导致传统产业对数字技术的吸收转化能力不足,而本地数字产业因产业生态薄弱,难以提供适配性强的技术解决方案,由此形成造成供需两侧的结构性错配。在此背景下,“两化”协同发展的增长动能转换受阻,资源型地区在产业数字化方面面临的制度适配性不足与转型能力薄弱的双重滞后,成为制约“两化”向深度协同跃升的关键瓶颈。

3.2.2　空间演变规律分析

从空间维度来看,山西中部城市群数字产业化与产业数字化的协同发展呈现显著的“核心-外围”非均衡特征,城市群内部呈现出严峻的、阶梯式的协调等级断层。这种空间分异不仅是发展水平的差异,更是要素集聚能力、产业适配性与制度协同效能多重叠加的结果,反映出资源型地区数字经济演化的极化现象。

太原为核心区,是城市群内唯一实现从“失调”到“协调”质变的城市。太原耦合协调度增长最为显著,由 2011 年的 0.258 稳步提升至 2024 年的 0.631,经历了“中度失调(2011—2017 年)→基本协调(2018—2020 年)→中度协调(2021—2024 年)”的演进路径。这表明太原的数字产业化与产业数字化发展相对均衡且水平较高,已基本形成稳定、有效的相互促进机制,系统步入良性循环。然而,太原的虹吸效应远大于扩散效应,其数字技术与产业融合模式与周边资源型城市的产业基础适配性低,技术外溢与产业转移存在断层,导致其成为高水平的协同孤岛,未能有效带动区域整体提升。

除太原外,其余 4 市均处于不同程度的失调状态,并依据协调度水平可进一步划分为以下两个清晰的亚层。

(1)“中间塌陷”层,包括晋中与吕梁,其协调度长期处于“中度失调”区间,未能实现等级跃升。晋中的耦合协调度从 2011 年的 0.112 升至 2024 年的 0.281,虽有改善但距离“基本协调”仍有显著差距;吕梁的耦合协调度在 0.073～0.233 间波动增长,2019 年后在“中度失调”的底部徘徊。两市数字产业化与产业数字化互动关系相对脆弱且低效,晋中虽地理邻近太原,但产业关联度不足导致技术外溢承接能力薄弱,吕梁则因资源依赖度高、产业结构单一,制约了“两化”协同发展,最终导致“中间塌陷”层,无法发挥区域协同的桥梁纽带作用,反而成为要素流动与技术扩散的阻力带。

(2)“边缘脱钩”层,包括忻州与阳泉,研究期内耦合协调度未能突破 0.2,长期处于“严重失调”等级。这表明两市的数字产业化与产业数字化进程基本处于相互割裂、缺乏反馈的“两张皮”状态。从发展困境来看,阳泉虽拥有大型数据中心基础设施,却未能催化本地产业生态;忻州则受限于薄弱的数字产业基础,数字化转型需求微弱,同时优质劳动力与资本持续向太原、晋中流失,最终与核心区形成发展断层,成为区域数字经济发展的“洼地”。

山西中部城市群“核心-外围”结构的形成,本质

上是资源型区域发展模式与数字经济演进规律相互作用的必然结果。在资源型经济发展阶段,太原依托政策与区位优势持续吸纳优质要素,形成数字经济发展的“虹吸闭环”;而外围城市受限于基础设施滞后、人才外流及产业传统化制约,陷入低水平发展状态。更关键的是,区域内缺乏有效的制度性协同机制:一方面,未建立跨市域的数字技术共享平台、人才交流机制与产业分工体系,要素流动壁垒较高;另一方面,针对资源型城市数字化转型的差异化政策支持不足,核心区与外围城市的发展政策缺乏衔接,进一步加强了空间失衡格局。若不破解这一结构性矛盾,区域内的数字鸿沟将持续扩大,最终制约山西中部城市群整体数字化转型进程。

4 结论与建议

4.1 研究结论

基于2011—2024年山西中部城市群面板数据,构建耦合协调度模型,系统考察了数字产业化与产业数字化的协同发展水平及其时空演化规律。主要结论如下。

(1)时间维度上,山西中部城市群“两化”耦合协调度呈“快速增长-缓慢提质”的两阶段演进特征,整体协同发展仍处于初步阶段。2011—2019年,耦合协调度均值以9.08%年均增速从0.113升至0.246,呈现数字产业化先行的浅层融合态势。2020—2024年增速放缓至2.82%,传统产业转型进入深水区,设备、人才、数据安全等瓶颈凸显,供需结构性错配制约“两化”深度协同。

(2)空间维度上,“两化”协同呈现显著的“核心-外围”非均衡格局,存在阶梯式协调等级断层。太原市作为核心区,耦合协调度从0.258升至0.631,实现“中度失调-中度协调”的跨越,已形成“两化”良性互促机制;外围城市分化为两个层级:晋中、吕梁构成“中间塌陷”层,耦合协调度长期处于中度失调区间,因产业关联弱、资源依赖度高,难以承接核心区技术外溢;忻州、阳泉构成“边缘脱钩”层,耦合协调度始终低于0.2,处于严重失调状态,“两化”发展相互割裂,沦为区域数字经济发展的“洼地”。

4.2 政策建议

为破解山西中部城市群数字产业化与产业数字化协同中的结构性与区域性矛盾,推动数字经济高质量一体化发展,提出如下建议。

(1)实施阶段适配的精准推进策略,破解深度协同瓶颈。针对“两化”协同已进入缓慢提质期的现实,政策重心应从普惠性基础设施建设,转向破解深度融合的结构性矛盾。聚焦供需精准适配核心目标,推动数字产业化与产业数字化双向赋能、深度耦合,重点深化资源型产业的数字化融合进程。在数字产业化方面,重点攻关煤炭智能开采、冶金数字化控制、装备制造工业软件等特色技术领域,支持太原、晋中建设“资源型产业数字化技术创新平台”,提升数字技术与本土产业的适配性与转化效能。在产业数字化方面,实施“分业分级”转型策略,针对煤炭、装备制造等支柱产业,制定行业专属的数字化转型标准与补贴政策,引导企业开展智能工厂、数字矿山等标杆项目建设。同时,搭建“两化”融合供需精准对接平台,动态发布企业数字化转型需求清单与数字技术供给目录,构建技术供给与产业需求的精准匹配机制。

(2)构建“核心辐射-外围响应”的区域协同机制,扭转空间失衡格局。①强化核心城市辐射带动能力,以太原为核心、晋中为支撑,打造太原-晋中数字产业协同示范带,鼓励太原的软件与信息服务企业在晋中设立面向装备制造等本地产业的数字化赋能中心,强化区域产业关联与技术外溢效应;②实施外围城市差异化发展战略,针对吕梁、阳泉等城市制定“一市一策”转型方案。例如,支持吕梁聚焦智慧矿山领域打造省级特色示范基地,助力阳泉依托数据中心优势推进“算力+本地产业”融合应用示范,培育区域差异化竞争优势;③建立区域群数字协同发展横向补偿机制,探索构建以太原为核心的技术输出、园区共建、人才培育一体化帮扶体系,对忻州等边缘脱钩地区实施实质性赋能,形成制度化、常态化的区域利益协调与共享机制。

(3)创新要素配置与保障机制,夯实协同发展基础。在数据要素配置方面,依托太原、阳泉数据中心集群优势,探索建立区域数据要素市场化配置机制,开展煤炭、电力等重点行业数据资产化登记与价值评估试点工作。在新型基础设施建设方面,强化全省统筹规划,重点提升外围城市5G网络深度覆盖质量与工业互联网平台应用渗透度。在人才保障方面,构建多层次数字人才培育与引进体系,实施晋籍数字人才回流计划,对高层次回流人才给予专项政策激励;深化产教融合育人模式改革,支持高校增设智能采矿、工业软件等特色微专业,培育适配本土产业需求的技能型数字人才。在金融支持方面,整合省级产业引导基金资源,设立“两化”协同发展专项子基金,重点支持数字解决方案供应商培育与传统企业数字化改造项目。

参考文献

[1] 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)：85-91.

[2] 任保平. 以产业数字化和数字产业化协同发展推进新型工业化[J]. 改革，2023(11)：28-37.

[3] 马费成，王文慧，孙玉姣，等. 数字产业化与产业数字化协同发展中的数据价值实现[J]. 信息资源管理学报，2024，14(4)：4-15.

[4] 夏杰长，陶鸠. 数字产业集群创新与演化研究[J]. 财经问题研究，2025(1)：3-14.

[5] 陈岳飞，肖克，张海汝，等. 中国数字经济结构发展协同度研究[J]. 学习与探索，2021(8)：121-129.

[6] 高煜，李佳余. 数字产业化和产业数字化的耦合协调度测度与分析[J]. 统计与决策，2023，39(18)：119-124.

[7] 李小玉，李华旭. 长江中游城市群数字经济产业协同发展水平评价研究[J]. 经济经纬，2022，39(6)：88-97.

[8] 杨梦洁. 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[J]. 区域经济评论，2023(2)：79-88.

[9] 尚怡，尹玉翠，马坤. 辽宁省数字产业化与产业数字化的耦合协调测度[J]. 科技和产业，2024，24(19)：91-95.

[10] 张丽淑，段亚琪，王立成. 我国数字经济发展综合测度及区域差异研究[J]. 数量经济研究，2023，14(3)：153-172.

[11] 唐先滨. 中国数字经济发展水平测度及区域异质性[J]. 江汉论坛，2025(4)：28-37.

[12] 王成，唐宁. 重庆市乡村三生空间功能耦合协调的时空特征与格局演化[J]. 地理研究，2018，37(6)：1100-1114.

Spatiotemporal Evolution Characteristics of Coupling Coordinated Development between Digital Industrialization and Industrial Digitalization: Central Shanxi Urban Agglomeration

CUI Yuetong

(School of Economics, Shanxi Vocational University of Engineering Science and Technology, Jinzhong 030619, China)

Abstract: The synergistic development of digital industrialization and industrial digitalization ("dual transformations") is a key criterion for measuring the transformation effectiveness of resource-based regions. Taking the Shanxi Central City Cluster as the research subject, a systematic analysis of the spatiotemporal evolution characteristics of the synergistic development of the "dual transformations" in the region was conducted, based on panel data from 2011 to 2024, employing a coupling coordination degree model. It is found that, in the temporal dimension, the coupling coordination degree of the "dual transformations" in the Shanxi Central City Cluster exhibits a two-stage evolutionary characteristic of "rapid growth followed by slow quality improvement," with the overall synergistic level remaining at a preliminary stage. In the spatial dimension, a significant "core-periphery" imbalance is observed: Taiyuan City transitions from a state of "imbalance" to "coordination" while peripheral cities are divided into two types "intermediate collapse" and "peripheral decoupling" highlighting the issue of regional synergistic development fractures. A scientific basis and practical reference is provided for Shanxi and other resource-based regions to optimize digital economy synergistic development policies and address regional development imbalances.

Keywords: Central Shanxi Urban Agglomeration; digital industrialization; industrial digitalization; coupling coordination model; coordinated development