引用格式:李秋香, 李泽阳, 王宗宪. 抑制还是促进? 数字经济赋能生产性服务业与制造业融合发展研究[J]. 技术经济, 2026, 45(1): 1-18.
Li Qiuxiang, Li Zeyang, Wang Zongxian. Inhibition or promotion? Research on the co-evolution mechanism of producer services and manufacturing industry under the condition of digital economy[J]. Journal of Technology Economics, 2026, 45(1): 1-18.

数字经济驱动高质量发展:融合、创新与共享

抑制还是促进?数字经济赋能生产性服务业与制造业融合发展研究

李秋香[1], 李泽阳[2], 王宗宪[3]
(1. 河南大学商学院, 开封 450001; 2. 上海大学悉尼工商学院, 上海 200444; 3. 北京大学工学院, 北京 110871)

摘 要:随着分工的细化,制造业企业逐渐将非核心环节外包,这一趋势不仅推动了生产性服务业的专业化发展,也为制造业升级带来契机。在数字经济背景下,数字技术逐渐成为产业融合发展的关键驱动力。基于此,将生产性服务业与制造业(以下简称两业)的融合发展机理作为研究对象,构建Logistic演化模型,对2019—2023年中国各综合经济区的融合发展动态进行实证研究。研究发现:①在不同综合经济区,两业融合呈现区域差异化发展特征。各综合经济区的演化作用系数均呈现增长态势,表明两业融合整体发展向好。但区域差异显著,具体表现为三种典型模式:波动型(东北、大西南经济区)、趋同型(南部沿海、北部沿海经济区)和趋异型(东部沿海、黄河中游经济区)。②数字经济条件下,各综合经济区的演化作用系数呈现波动型、趋同型和趋异型变化,但区域差异显著,呈现异质性效应(促进或抑制)。具体而言,除南部沿海综合经济区外,数字经济对其他综合经济区的两业融合发展均产生不同程度的阻碍效应。③通过强化数字技术基建与标准统一、完善数据治理体系、培养复合型人才及构建融合生态等措施,可有效缓解数字经济对两业融合的抑制作用,推动形成"以数促融、以融促新"的高质量发展格局。研究结论为制定差异化区域数字经济发展政策提供了重要依据。

关键词:数字经济; 制造业; 生产性服务业; 融合发展
中图分类号: F424 **文献标志码**: A **文章编号**: 1002-980X(2026)01-0001-18
DOI:10.12404/j.issn.1002-980X.J25032704

一、引言

《关于加快制造业服务化的若干意见》《中国制造2025》等文件的出台,表明国家对生产性服务业和制造业(以下简称两业)的深度融合高度重视[1]。推动两业深度融合,是应对环境变化的关键路径,也是激发产业活力的主动之策。制造业作为国民经济的主体,是立国之本、兴国之器、强国之基[2],其整体水平直接反映中国工业的综合实力。高消耗和高污染的生产模式很大程度降低了制造业的竞争实力,导致产品的附加值低下,使中国制造业在全球价值链分工中处于不利地位[3]。随着分工的日益细化,制造业将边缘环节剥离并外包给服务业,不仅有利于生产性服务业在更专业化的领域精耕细作,也为制造业突破发展瓶颈提供了有力支持,通过提升产品技术水平和削减成本,有效促进制造业专业化升级与高质量发展。在数字经济深度渗透的背景下,产业融合已成为突破传统增长模式、实现经济高质量发展的核心战略[4]。因此,揭示两业融合发展的内在机理,有助于破解制造业发展困局,提高生产性服务业的专业化水平,对于两业的高质量发展具有重要意义。

随着互联网的蓬勃发展,数字技术逐渐成为推动经济社会发展的动力引擎,有力促进数字经济和两业深度融合,加快培育具有国际竞争力的数字产业集群[5]。数字经济发展不仅依赖于信息技术的创新与应用,也离不开信息传输类基础设施的支撑。已有研究表明,信息基础设施投资能显著提升企业全要素生产率,尤其在市场

收稿日期: 2025-03-27
基金项目: 国家社会科学基金一般项目"数字经济条件下生产性服务业与制造业融合发展研究"(22BJY225)
作者简介: 李秋香(1980—),博士,河南大学商学院教授,研究方向:数字经济与产业融合;李泽阳(2000—),上海大学悉尼工商学院硕士研究生,研究方向:数字经济与产业融合;王宗宪(1989—),博士,北京大学工学院助理研究员,研究方向:数字经济。

化程度较高的地区表现更为显著[6]。张燕等[7]基于“技术-经济范式”演化的视角指出数字经济通过技术体系、经济结构与社会制度的协同演化,深刻重塑了制造业的运行模式与组织形态,为两业融合提供了理论逻辑与实践路径。数字经济是产业融合的有力依托,能够有效促进跨区域、跨产业之间的合作交流,模糊生产性服务业与制造业间的边界,跨越产业鸿沟,最终实现两业的充分融合。相关研究指出,欧美国家出现制造业回流及其在全球分工中占比提升的现象,本质上反映了数字经济对制造业的深远影响,其产业融合趋势主要体现在产业融合、产品融合和市场融合三方面[8]。裴丹和江飞涛[9]研究发现,数字经济能够通过推动产业融合来引领创新,但在融合的过程中,不同产业利益目标不一致会降低整体创新效率。马嫣然等[10]指出各地政府正在积极使用数字经济手段加快产业转型升级与融合,以期借助数字技术推动技术变革,并促进区域内经济稳步增长。也有研究揭示,传统制造业与数字经济的融合并非依赖单一要素,而是由创新战略、政府补贴、数字人才与基础设施等内外因素协同驱动的复杂过程[11]。这一发现为理解产业融合的动力机制提供了重要的组态视角,数字经济在促进两业深度融合的同时,也带来了新的风险与挑战。尤其是在数据成为核心生产要素的背景下,若数据流中的风险未得到有效管控,可能对企业的运营效率与生态协同造成负面影响[12]。因此,厘清数字经济对两业融合的作用机理,有助于提升两业融合水平,更好地促进两业的高质量融合。

两业的融合发展逐渐成为学界关注的焦点[13],现阶段学者主要围绕融合动力机制、影响因素及融合效应三个方面展开。在融合动力机制方面,学者主要从需求推动与供给主导两个维度展开分析。一方面,部分研究强调制造业的服务需求是推动融合的根本动力。Macpherson[14]指出,制造业对技术支持、管理咨询等服务需求的增长催生了生产性服务业的快速发展。另一方面,也有学者从供给视角出发,强调服务业自身发展对制造业升级具有引导作用。Restuccia 等[15]认为,生产性服务业的发展水平在一定程度上决定了制造业的竞争力,是推动两者融合的主导力量。在融合影响因素方面,产业间的互动关系受到学界高度关注。Wen 和 Deng[16]研究指出,两业融合的核心机制在于资源优化,能够有效降低交易成本,提高资源配置效率。同时,Eberts 和 Randall[17]强调服务业不仅为制造业提供高质量配套服务,促进制造业综合竞争力提升,也在融合过程中不断推动自身服务的产业化和规模化发展。在融合效果评估方面,实证研究较为丰富。部分学者从空间集聚角度考察产业协同效应。例如,王瑞荣[18]基于2008—2016年面板数据测度了两业协同集聚水平。朱彦[19]则利用2003—2019年省际数据分析了生产性服务业集群对制造业结构升级的推动机制,发现其促进作用具有地区与行业异质性,并呈现“先弱后强、先负后正”的非线性趋势。此外,卢阳春和赵中匡[20]采用耦合协调模型和空间计量等方法,实证发现两业融合对经济增长存在显著非线性门槛效应和空间溢出效应。陈宏民和杨云鹏[21]及孟望生和邵芳琴[22]的研究发现,产业融合集聚对绿色经济增长效率的影响依赖于要素的适配性。

尽管已有诸多学者关注两业的融合发展,并取得一定研究成果,但现有文献在理论与实践层面仍存在不足。一方面,关于数字经济赋能两业融合发展的内在机理研究相对缺乏。数字技术的出现和发展为两业融合提供了新的动力,但数字经济如何影响两业融合的机理尚未得到系统揭示。另一方面,当前研究在两业融合区域差异性分析方面仍显薄弱,制约了对两业融合发展规律的深入理解。

基于此,本文从数字经济视角出发,引入 Logistic 演化模型,构建动态演化分析框架,系统探究数字经济条件下两业的融合演进机理,旨在丰富融合理论,并为不同综合经济区推动两业融合发展提供实践依据。Logistic 模型最初广泛应用于生物种群演化模拟,强调在有限环境容量与内外部干扰共同作用下的种群增长规律,其核心优势在于能够刻画“系统承载上限-相互作用-动态演进”三者之间的耦合机理。本文将 Logistic 建模思想迁移至产业系统,将两业视作相互依存的产业种群,通过种群密度函数与演化作用系数的动态变化,模拟两业之间的融合状态与演进趋势。这一设定不仅延续了 Logistic 模型在生态系统中的解释力,也为刻画产业融合过程中“协同-反馈-演进”动态演化提供了有效的理论工具。

二、模型构建

(一)研究方法

采用的研究方法主要包括文献研究法和实证分析法。通过文献研究法对国内外相关领域的文献进行梳理和总结,从而了解现有文献的研究方向与不足,为两业融合发展机理的研究提供理论基础。通过实证

分析法[22]探究经济变量之间的内在逻辑和客观规律，进行两业融合的机理分析。

Logistic 模型可以较为准确地反映出在特定的环境资源下生物种群的演化发展趋势。由于两业可被视为相互影响的种群单位，其融合演化与生物种群的演化过程具有相似性。因此，通过构建 Logistic 两业融合模型，剖析两业融合机理。Logistic 基本增长方程如式(1)所示。

$$\begin{cases}\dfrac{\mathrm{d}N(t)}{\mathrm{d}t}=rN(t)\left[1-\dfrac{N(t)}{N_m}\right]\\ N(t_0)=N_0\end{cases}\tag{1}$$

其中：$N(t)$ 为在第 t 年的种群密度函数；N_m 为产业在独立发展过程中受环境资源限制能达到的最大种群密度，即环境容量；r 为在有限的环境资源中种群密度的自然增长率，受环境背景和产业自身发展特性制约；t_0 为种群的起始时间，记为 $t_0=0$；N_0 为在起始时间所允许的最大种群密度，即初始的最大环境容量；$1-N(t)/N_m$ 为产业因利用有限环境资源而对自身增长产生的阻碍效应。

(二)演化模式分析

演化发展模型通常包含三个关键要素，即演化单元、演化环境和演化模式[23]。在两业融合演化系统中，两业受到制度、经济、政策等多种环境因素的影响，通过合作或博弈的方式来增大或缩小作用范围和最大环境容量。两业的演化模式体现出两业彼此作用的方式与强度大小。a_1 和 a_2 分别为两业之间的演化作用系数。其中，a_1 为生产性服务业对制造业的促进或抑制作用的强度，a_2 为制造业对生产性服务业的促进或抑制作用的强度。这里的“促进”主要体现为一个产业对另一个产业整体绩效的提升。具体而言，生产性服务业对制造业的促进作用主要体现在提升制造环节的专业化分工水平、优化价值链配置、增强产品附加值，以及推动制造业技术创新与组织变革等方面，从而实现制造业整体绩效的改善。制造业对生产性服务业的促进作用则表现为市场需求扩展、技术知识外溢及对服务内容与质量提出更高要求，从而促进服务业的产业化与高端化发展。这两个系数的大小反映了两业之间的作用机理。基于 a_1 和 a_2 数值的不同组合，可以将两业间的演化作用模式划分为独立、寄生、反向作用、偏利、非对等互惠和对等互惠等模式。两业演化模式与特征见表 1。

表 1　两业演化模式与特征

编号	a_1 和 a_2 取值范围	作用模式	特征
1	$a_1=0,a_2=0$	独立模式	两业自身独立发展，彼此无作用影响关系
2	$a_1<0,a_2<0$	反向作用模式	两业之间存在竞争资源的关系，损害双方利益
3	$a_1>0,a_2<0$； $a_1<0,a_2>0$	寄生模式	作用系数为正数，演化单元为得益方，该产业消耗另一产业的资源；作用系数为负数，演化单元为损失方，该产业提供资源给另一方
4	$a_1=0,a_2>0$； $a_1>0,a_2=0$	正向偏利模式	作用系数为 0 的一方，演化关系对其无任何作用影响；作用系数为正数的一方，演化关系对其发展有促进作用
5	$a_1=0,a_2<0$； $a_1<0,a_2=0$	反向偏利模式	作用系数为 0 的一方，演化关系对其无任何作用影响；作用系数为负数的一方，演化关系对其发展有损害作用
6	$a_1>0,a_2>0$， $a_1\neq a_2$	非对等互惠模式	作用系数均为正数，但数值不相同，演化作用关系促进两业的发展，但利益分配不对等
7	$a_1>0,a_2>0$， $a_1=a_2$	对等互惠模式	作用系数均为正数且数值大小相同，演化作用关系促进两业发展，利益均衡分配

(三)演化模型构建

借助 Logistic 演化模型来刻画两业之间的演化互动关系。在本文所构建的演化系统中，两业被视为两个独立演化的“类种群系统”，两业在原始状态下具有各自的增长机制和环境容量，彼此之间存在竞争、协同或无关的关系。借鉴生态学中种群间的共生演化思想，两业的融合可被理解为复杂系统之间的一种协同耦合演化过程。具体而言，制造业依赖生产性服务业在研发、设计、供应链、信息支持等方面的赋能，实现从成本驱动向价值驱动的跃迁；生产性服务业通过嵌入制造环节扩大其服务范围、提升专业深度，并在制造业的需求牵引下实现自身功能再造。这种相互依赖使得两业的演化不再是各自独立的线性增长，而是呈现出非线性反馈机制与动态耦合演化路径。

在 Logistic 演化模型中，这种融合关系通过交互项中的演化作用系数(a_1 和 a_2)量化。当两业协同增强

时,可突破原有的增长瓶颈,使系统整体超越单一系统的最大环境容量,进入新的稳定发展阶段。这一过程体现了两业在融合中实现“边界模糊-耦合增强-稳态协同”的演化机制。

1. 模型构建

假设两业的种群密度函数分别是 $N_1(t)$ 与 $N_2(t)$,两业种群自然增长率分别是 ρ_1 与 ρ_2 ,在系统内部作用与外在环境因素的影响下,第 t 年两业所能允许的最大环境容量为 $C_1(t)$ 和 $C_2(t)$ 。融合发展过程中生产性服务业对制造业的演化作用系数为 a_1 ,制造业对生产性服务业的演化作用系数为 a_2 。t_0 为初始时间。

(1)当两业自身独立发展,即两业之间无相互作用关系时($a_1=a_2=0$),两业的种群密度增长方程为式(2),方程的解如式(3)所示。

$$\begin{cases}\dfrac{\mathrm{d}N_1(t)}{\mathrm{d}t}=\rho_1 N_1(t)\left[1-\dfrac{N_1(t)}{C_1(t)}\right]\\ \dfrac{\mathrm{d}N_2(t)}{\mathrm{d}t}=\rho_2 N_2(t)\left[1-\dfrac{N_2(t)}{C_2(t)}\right]\end{cases}\tag{2}$$

$$\begin{cases}N_1(t)=\dfrac{C_1(t)}{1+\mathrm{e}^{-\rho_1(t-t_0)}[C_1(t)-N_1(t_0)]/N_1(t_0)}\\ N_2(t)=\dfrac{C_2(t)}{1+\mathrm{e}^{-\rho_2(t-t_0)}[C_2(t)-N_2(t_0)]/N_2(t_0)}\end{cases}\tag{3}$$

(2)当两业具有相互作用关系时,即 $a_1\neq 0$ 且 $a_2\neq 0$,则两业的种群密度增长方程如式(4)所示。

$$\begin{cases}\dfrac{\mathrm{d}N_1(t)}{\mathrm{d}t}=\rho_1 N_1(t)\left[1-\dfrac{N_1(t)}{C_1(t)}+a_1(t)\dfrac{N_2(t)}{C_2(t)}\right]\\ \dfrac{\mathrm{d}N_2(t)}{\mathrm{d}t}=\rho_2 N_2(t)\left[1-\dfrac{N_2(t)}{C_2(t)}+a_2(t)\dfrac{N_1(t)}{C_1(t)}\right]\end{cases}\tag{4}$$

设第 t 年两业的种群密度在共生关系下的自然增长率分别为 $\mu_1(t)$ 和 $\mu_2(t)$,第 t 年两业在共生关系下的最大种群密度分别为 $D_1(t)$ 和 $D_2(t)$,对应方程如式(5)和式(6)所示。

$$\begin{cases}\mu_1(t)=\rho_1\left[1+a_1(t)\dfrac{N_2(t)}{C_2(t)}\right]\\ \mu_2(t)=\rho_2\left[1+a_2(t)\dfrac{N_1(t)}{C_1(t)}\right]\end{cases}\tag{5}$$

$$\begin{cases}D_1(t)=C_1(t)\left[1+a_1(t)\dfrac{N_2(t)}{C_2(t)}\right]\\ D_2(t)=C_2(t)\left[1+a_2(t)\dfrac{N_1(t)}{C_1(t)}\right]\end{cases}\tag{6}$$

随着时间演化,共生作用下的自然增长率 $\mu_1(t)$ 和 $\mu_2(t)$ 及最大种群密度 $D_1(t)$ 和 $D_2(t)$ 将形成一条复杂曲线。将 $\mu_1(t)$ 、$\mu_2(t)$ 与 $D_1(t)$ 、$D_2(t)$ 代入式(4),移项整理转化为式(7),其对应的解如式(8)所示。

$$\begin{cases}\dfrac{\mathrm{d}N_1(t)}{\mathrm{d}t}=\mu_1 N_1(t)\left[1-\dfrac{N_1(t)}{D_1(t)}\right]\\ \dfrac{\mathrm{d}N_2(t)}{\mathrm{d}t}=\mu_2 N_2(t)\left[1-\dfrac{N_2(t)}{D_2(t)}\right]\end{cases}\tag{7}$$

$$\begin{cases}N_1(t)=\dfrac{D_1(t)}{1+\mathrm{e}^{-\mu_1(t-t_0)}[D_1(t)-N_1(t_0)]/N_1(t_0)}\\ N_2(t)=\dfrac{D_2(t)}{1+\mathrm{e}^{-\mu_2(t-t_0)}[D_2(t)-N_2(t_0)]/N_2(t_0)}\end{cases}\tag{8}$$

2. 参数估计

在产业融合的背景下，两业作为两个种群将形成一个复杂系统，而种群的融合发展是以生态系统和环境科学的原则为指导。因此，在两业演化的复杂系统中，两业之间的融合发展过程符合 Logistic 模型时间序列的变化规律。两业共生作用下的自然增长率 $\mu_1(t)$、$\mu_2(t)$ 与最大种群密度 $D_1(t)$、$D_2(t)$ 受共生种群作用，不能直接计算出数值大小。因此，借鉴现有融合发展研究中对未知参数的处理办法，具体求解步骤如下。

步骤一：在考虑外部环境作用的情况下，测算出两业在独立发展模式中各自的自然增长率 ρ_1、ρ_2 和环境所允许的最大环境容量 $C_1(t)$、$C_2(t)$ 的具体数值。先将两业的种群融合演进的时间按年份划分为连续区间。在单位区间 $t \in [t_i, t_{i+1}]$（$i = 0,1,2,\cdots,n$）内，两业的种群密度演化图像可看作是由 Logistic 曲线的各个区段连接组成。任意选择两个相邻年份作为区间 $[t_i, t_{i+1}]$，区间间隔是 $\Delta t = t_{i+1} - t_i = 1$，区间中的产业种群密度变化量是 $\Delta N_1(t_{i+1})$、$\Delta N_2(t_{i+1})$，区间的产业种群密度均值是 $\overline{N}_1(t_{i+1})$、$\overline{N}_2(t_{i+1})$，区间中通过曲线图像两端点的直线斜率是 $\Delta N_1(t_{i+1})/\Delta t$、$\Delta N_2(t_{i+1})/\Delta t$，计算公式如式(9)~式(11)所示。

$$\begin{cases} \Delta N_1(t_{i+1}) = N_1(t_{i+1}) - N_1(t_i) \\ \Delta N_2(t_{i+1}) = N_2(t_{i+1}) - N_2(t_i) \end{cases} \tag{9}$$

$$\begin{cases} \overline{N}_1(t_{i+1}) = \dfrac{N_1(t_{i+1}) + N_1(t_i)}{2} \\ \overline{N}_2(t_{i+1}) = \dfrac{N_2(t_{i+1}) + N_2(t_i)}{2} \end{cases} \tag{10}$$

$$\begin{cases} \dfrac{\mathrm{d}N_1(t+1)}{\mathrm{d}t} \approx \dfrac{\Delta N_1(t_{i+1})}{\Delta t} = \Delta N_1(t_{i+1}) \\ \dfrac{\mathrm{d}N_2(t+1)}{\mathrm{d}t} \approx \dfrac{\Delta N_2(t_{i+1})}{\Delta t} = \Delta N_2(t_{i+1}) \end{cases} \tag{11}$$

在较短的时间段中，两业的种群密度在区间 $[t_i, t_{i+1}]$ 上的 Logistic 图像的曲率与区间两顶点连线的斜率近似相等，两业在 t_i 与 t_{i+1} 时间点的种群密度大小可使用区间中两业种群密度的均值来代替，则式(2)转化为式(12)。

$$\begin{cases} \Delta N_1(t_{i+1}) = \rho_1 \overline{N}_1(t_{i+1}) \left[1 - \dfrac{N_1(t_{i+1})}{C_1(t_{i+1})} \right] \\ \Delta N_2(t_{i+1}) = \rho_2 \overline{N}_2(t_{i+1}) \left[1 - \dfrac{N_2(t_{i+1})}{C_2(t_{i+1})} \right] \end{cases} \tag{12}$$

对式(12)整理可得两业在独立模式下的最大环境容量，如式(13)所示。

$$\begin{cases} C_1(t_{i+1}) = \dfrac{\rho_1 \overline{N}_1(t_{i+1})}{\rho_1 - \Delta N_1(t_{i+1})/\overline{N}_1(t_{i+1})} \\ C_2(t_{i+1}) = \dfrac{\rho_2 \overline{N}_2(t_{i+1})}{\rho_2 - \Delta N_2(t_{i+1})/\overline{N}_2(t_{i+1})} \end{cases} \tag{13}$$

两业在独立模式下的最大环境容量 $C_1(t_{i+1})$、$C_2(t_{i+1})$ 恒为正值，因此两种群的自然增长率取值限制范围如式(14)所示。

$$\begin{cases} \rho_1 > \dfrac{\Delta N_1(t_{i+1})}{\overline{N}_1(t_{i+1})} \\ \rho_2 > \dfrac{\Delta N_2(t_{i+1})}{\overline{N}_2(t_{i+1})} \end{cases} \tag{14}$$

给定ρ_1、ρ_2的估计值$\hat{\rho}_1$、$\hat{\rho}_2$，通过式(13)得到各区间上$C_1(t_{i+1})$、$C_2(t_{i+1})$的一组估计值$\hat{C}_1(t_{i+1})$、$\hat{C}_2(t_{i+1})$，代入式(3)求出种群密度的估计值$\hat{N}_1(t_{i+1})$、$\hat{N}_2(t_{i+1})$，如式(15)所示。由给定的估计值$\hat{\rho}_1$、$\hat{\rho}_2$，能够计算出各年度制造业和生产性服务业种群密度的估计值方差，如式(16)所示。

$$\begin{cases}\hat{N}_1(t_{i+1})=\dfrac{\hat{C}_1(t)}{1+\mathrm{e}^{-\rho_1(t-t_0)}[\hat{C}_1(t)-N_1(t_0)]/N_1(t_0)}\\ \hat{N}_2(t_{i+1})=\dfrac{\hat{C}_2(t)}{1+\mathrm{e}^{-\rho_2(t-t_0)}[\hat{C}_2(t)-N_2(t_0)]/N_2(t_0)}\end{cases}\tag{15}$$

$$\begin{cases}\hat{\theta}_1^{\,2}(t_{i+1})=\sum\limits_{i=0}^{n}[\hat{N}_1(t_{i+1})-N_1(t_{i+1})]^2\\ \hat{\theta}_2^{\,2}(t_{i+1})=\sum\limits_{i=0}^{n}[\hat{N}_2(t_{i+1})-N_2(t_{i+1})]^2\end{cases}\tag{16}$$

经过不断地重复迭代计算，使方差不再减小(即使得$\hat{\theta}_1^{\,2}$和$\hat{\theta}_2^{\,2}$达到最小)，逐渐逼近最佳值，相应的估计值$\hat{\rho}_1$、$\hat{\rho}_2$就是两业种群的自然增长率ρ_1、ρ_2，相应的估计值$\hat{C}_1(t_{i+1})$、$\hat{C}_2(t_{i+1})$就是两业在相应年度所允许的最大环境容量。

步骤二：测算两业各种群密度在共生作用下的自然增长率$\mu_1(t)$、$\mu_2(t)$与最大种群密度$D_1(t)$、$D_2(t)$。与步骤一类似，选取间隔为$\Delta t=t_{i+1}-t_i=1$的区间，在共生演进过程中，两业的种群密度在区间$[t_i,t_{i+1}]$上的Logistic图像曲率与区间两顶点连线的斜率近似，在较小区间内的两业种群密度与区间内的平均种群密度近似。因此由式(7)转化为式(17)。

$$\begin{cases}\Delta N_1(t_{i+1})=\mu_1(t_{i+1})\overline{N}_1(t_{i+1})\left[1-\dfrac{\overline{N}_1(t_{i+1})}{D_1(t_{i+1})}\right]\\ \Delta N_2(t_{i+1})=\mu_2(t_{i+1})\overline{N}_2(t_{i+1})\left[1-\dfrac{\overline{N}_2(t_{i+1})}{D_2(t_{i+1})}\right]\end{cases}\tag{17}$$

对式(17)加以整理可得在共生演进作用下两业的最大种群密度的迭代计算公式和两业的自然增长率的取值范围，如式(18)所示。

$$\begin{cases}D_1(t_{i+1})=\dfrac{\mu_1(t_{i+1})\overline{N}_1(t_{i+1})}{\mu_1(t_{i+1})-\Delta N_1(t_{i+1})/\overline{N}_1(t_{i+1})},\ \mu_1(t_{i+1})>\dfrac{\Delta N_1(t_{i+1})}{\overline{N}_1(t_{i+1})}\\ D_2(t_{i+1})=\dfrac{\mu_2(t_{i+1})\overline{N}_2(t_{i+1})}{\mu_2(t_{i+1})-\Delta N_2(t_{i+1})/\overline{N}_2(t_{i+1})},\ \mu_2(t_{i+1})>\dfrac{\Delta N_2(t_{i+1})}{\overline{N}_2(t_{i+1})}\end{cases}\tag{18}$$

接下来给定一组$\mu_1(t_{i+1})$、$\mu_2(t_{i+1})$的估计值$\hat{\mu}_1(t_{i+1})$、$\hat{\mu}_2(t_{i+1})$，代入式(18)得出每个分区间的最大种群密度的一组估计值$\hat{D}_1(t_{i+1})$、$\hat{D}_2(t_{i+1})$，再代入式(8)求得共生作用下两业在各年度的种群密度估计值，如式(19)所示。

$$\begin{cases}\hat{N}_1(t_{i+1})=\dfrac{\hat{D}_1(t)}{1+\mathrm{e}^{-\mu_1(t-t_0)}[\hat{D}_1(t)-N_1(t_0)]/N_1(t_0)}\\ \hat{N}_2(t_{i+1})=\dfrac{\hat{D}_2(t)}{1+\mathrm{e}^{-\mu_2(t-t_0)}[\hat{D}_2(t)-N_2(t_0)]/N_2(t_0)}\end{cases}\tag{19}$$

进而获得两业种群密度的第t_i+1次估计值与实际值的残差平方和(ω)，如式(20)所示。通过不断迭

代，当方差达到最小时，得到各个时间区段的共生种群自然增长率 $\mu_1(t)$、$\mu_2(t)$ 和共生条件下所允许的最大种群密度 $D_1(t)$、$D_2(t)$。

$$\begin{cases} \widehat{\omega_1^2}(t_{i+1}) = \sum_{i=0}^{n} [\widehat{N}_1(t_{i+1}) - N_1(t_{i+1})]^2 \\ \widehat{\omega_2^2}(t_{i+1}) = \sum_{i=0}^{n} [\widehat{N}_2(t_{i+1}) - N_2(t_{i+1})]^2 \end{cases} \tag{20}$$

步骤三：将步骤一求得的独立状态下制造业和生产性服务业的种群自然增长率 ρ_1、ρ_2 和最大环境容量 $C_1(t)$、$C_2(t)$，以及步骤二求得的共生条件下的种群密度增长率 $\mu_1(t)$、$\mu_2(t)$ 与最大种群密度 $D_1(t)$、$D_2(t)$ 代入式(5)，解得各个时间段内两业的演化作用系数 $a_1(t)$、$a_2(t)$。

三、指标与数据

(一)指标选取

在固定的区域范围内，生物种群的密度和生物数量存在对应关系。因此，在对生物种群数量演变的研究中，通常用该环境下的生物数量来表示种群的密度大小。将这一思路迁移到管理学领域，相关研究通常将规模大小、生产总值、产值增量等作为企业或产业的生物数量。孟方琳等[24]将公司创业投资(CVC)作为企业生物量。马庆波等[25]将净资产收益率、全员劳动生产率及净利润同比生产率作为制造业高质量发展的衡量指标。孙正等[26]主要使用行业规模、研发投入、资本密度和劳动生产效率等指标，精确测算我国两业的融合程度。刘明和王燕芳[27]选取就业吸纳率、外贸开放程度、劳动生产率等指标，测度制造业和金融业的高质量发展耦合水平。在此基础上，本文结合演化系统建模需求与指标可得性，选取总产值、研发费用支出、专利数和就业贡献[28]4 个代表性产业内部指标，构建两业融合发展的种群密度指标体系。指标选择主要基于以下两方面考虑：在理论层面，两业融合是一个复杂系统的动态协同过程，涉及产业规模扩张、技术协同与社会带动等多个维度。总产值作为经济效益核心指标，反映融合产业的市场产出与价值创造能力。研发费用支出与专利数量分别代表创新投入与产出，体现了两业在融合过程中创新驱动、技术重构的关键路径。就业贡献指标则反映融合过程的社会反馈能力，是两业融合对区域就业结构优化和社会资源配置影响的体现。在政策导向方面，《关于推动先进制造业和现代服务业深度融合发展的实施意见》和《国家创新驱动发展战略纲要》明确提出要强化创新驱动，推进技术融合与业务创新，并强调要扩大融合产业规模、提升融合发展的带动效应。上述文件为本文指标体系的构建提供了直接的政策指导，确保指标选取在政策一致性与战略方向上的科学性与合理性。

在数字经济方面，周亚虹等[29]从信息化、数字化、网络化、智能化和平台化 5 个维度构建衡量数字经济发展水平的指标。李威等[30]及贾卫峰等[31]从数字产业化、产业数字化、数字基础设施等 18 个二级指标解释数字经济发展水平。在现有研究的基础上，本文从数字基础设施、数字产业化、产业数字化与数字创新能力 4 个维度出发，选取 15 个二级指标构建数字经济的指标体系见表 2。

具体而言，采用“4+1”结构①构建两业融合发展指标体系。其中，经济效益($X1$)不仅反映了两业协同产出的价值表现，也体现了资源整合与共享后的规模收益；创新能力($X2$、$X3$)反映了知识资本、技术能力在两业之间的渗透与互动，专利数指标体现了技术合作与创新要素的互通；社会贡献($X4$)以就业贡献衡量两业在人力资源层面的互补与转化能力，侧面反映人才的流动性；数字经济指数($X5$)综合衡量数字基础设施、数据要素与智能技术在两业间的融合渗透水平，是体现要素共享与系统嵌合能力的关键维度。两业融合发展指标体系见表 3。

① “4+1”结构：“4”代表反映产业水平的 4 个内部指标，即总产值、研发费用支出、专利数和就业贡献；“1”代表数字经济发展指数指标。

表 2　数字经济发展指标体系

序号	一级指标	二级指标	单位
1	数字基础设施	互联网宽带接入端口数	万个
		长途光缆线路长度	万千米
2	数字产业化	信息技术服务收入	万元
		信息传输、软件和信息技术服务业从业人员	万人
		软件业务收入	万元
		电信业务总量	亿元
3	产业数字化	数字普惠金融指数[11]	—
		每百家企业拥有网站数	个
		规模以上工业企业新产品销售收入	万元
4	数字创新能力	R&D 人员全时当量	万人年
		R&D 项目数	个
		国内专利申请受理量	项
		本科生以上学历人才总数	万人
		技术市场成交额	亿元
		地方财政科学技术支出	亿元

表 3　两业融合发展指标体系

序号	一级指标	字母	二级指标	指标含义	单位
1	经济效益	X_1	总产值	产值的总和	亿元
2	创新能力	X_2	研发费用支出	研发费用总支出	万元
		X_3	专利数	相应产业的有效发明专利数	个
3	社会贡献	X_4	就业贡献	该产业就业人数占全社会就业人数的比例[31]	%
4	数字经济	X_5	数字经济发展指数	由数字经济 15 项指标构建的复合指数	—

（二）数据来源

参考国务院发展研究中心发布的《地区协调发展的战略和政策》②，将所涉省份分为 8 大综合区域。具体分类如下：东北综合经济区（黑、吉、辽）；北部沿海综合经济区（京、津、鲁、冀）；东部沿海综合经济区（江、浙、沪）；南部沿海综合经济区（闽、琼、粤）；黄河中游综合经济区（晋、陕、蒙、豫）；长江中游综合经济区（湘、鄂、皖、赣）；大西南综合经济区（云、贵、川、渝、桂）；大西北综合经济区（新、藏、青、甘、宁）[32]。基于 2020—2023 年的面板数据，对各综合经济区的发展指标进行测算。研究使用的数据均来自《中国工业统计年鉴》及各省统计年鉴。

四、实证分析

（一）实证计算

本文利用 2020—2023 年各指标的原始数据，测算了 2020—2023 年数字经济条件下各综合经济区两业的融合发展演化指数（基于时间序列的年度增量进行计算）。a_1 为数字经济条件下生产性服务业对制造业的演化作用系数，a_2 为数字经济条件下制造业对生产性服务业的演化作用系数。为了揭示数字经济的效用，借鉴变量对比的路径设定方法[33-34]，将指标体系中数字经济这一指标删去，重新进行模型测算，得到非数字经济条件下各综合经济区两业的融合发展演化动态③。a_1^* 为非数字经济条件下生产性服务业对制造业的演化作用系数，a_2^* 为制造业对生产性服务业的演化作用系数。具体计算步骤如下。

1. 独立状态下各综合经济区的两业自然增长率和最大环境容量

鉴于各综合经济区的发展水平差异显著，本文以综合经济区为单位，整理 2020—2023 年两业的数据，利

② 本文选取宏观的综合经济区作为研究单位，采用 Logistic 演化模型，该模型聚焦于系统层面的相互作用与演化规律，对数据要求具备较强的时序连续性和区域集成性。若以省为单位开展研究，难以从宏观视角对“两业融合宏观演化机制”进行抽象建模与趋势刻画。

③ 数字经济指标反映的是宏观环境下“外部数字经济生态”的成熟度和支撑力，是企业推动两业融合的外部数字条件，与“产业内部数字化使用程度”属于不同层级变量，两者虽相关但不可替代。本文通过加入和剔除宏观数字经济变量，模拟数字经济作为外部环境维度对两业融合的影响。

用演化模型计算融合动态，分析其融合协同演化机理。由于大西北综合经济区的数据缺失，研究主要基于七大综合经济区，测算两业融合动态，分析两业融合演化机理。为克服主观因素带来的偏差，采用熵权法计算各指标的权重[35]，两业各指标的权重见表4。独立发展状态下不同综合经济区的两业年均自然增长率ρ见表5。当方差达到最小时，增长率估计值即为年均增长率ρ，最大环境容量见表6和表7。

表4　两业各指标的权重值

指标	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
制造业	0.16	0.18	0.20	0.26	0.20
生产性服务业	0.17	0.20	0.22	0.18	0.23

2. 共生状态下各综合经济区的两业自然增长率和最大环境容量

在共生演化影响下，不断重复迭代计算，得到使两业的种群密度方差达到最小的种群自然增长率估计值$\widehat{\mu_1}(t)$、$\widehat{\mu_2}(t)$，即两业种群在共生作用下各个时间区段的种群自然增长率(表8)。当方差不再减小，得到各综合经济区的最大环境容量(表9和表10)。

表5　独立发展状态下各综合经济区制造业(生产性服务业)的年均自然增长率

区域	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
东北综合经济区	1.67(0.79)	1.24(1.35)	1.10(1.73)	1.07(0.90)	1.22(1.22)
北部沿海综合经济区	1.38(1.44)	1.50(1.14)	1.93(1.99)	1.00(1.59)	1.88(1.88)
南部沿海综合经济区	1.20(1.42)	1.73(1.55)	1.37(2.12)	0.97(1.28)	1.13(1.13)
东部沿海综合经济区	1.01(2.10)	1.81(1.54)	1.87(1.91)	0.83(1.09)	1.60(1.60)
黄河中游综合经济区	1.45(1.43)	1.78(1.65)	1.99(2.12)	1.07(1.34)	1.69(1.69)
长江中游综合经济区	0.96(1.29)	1.90(1.60)	1.64(1.46)	0.86(1.13)	1.81(1.81)
大西南综合经济区	1.00(1.40)	1.77(1.69)	1.76(1.49)	1.16(0.65)	1.58(1.58)

表6　独立发展状态下各综合经济区制造业的最大环境容量

区域	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
东北综合经济区	2023	59408.69	6721517.80	36169	19.67%	10161999.24
	2022	53522.48	6408939.81	36573	18.11%	8514065.86
	2021	48943.80	6410756.01	35729	16.50%	8368008.75
	2020	45009.45	4974769.01	31402	16.14%	8727350.97
北部沿海综合经济区	2023	220207.45	36413296.77	238586	23.58%	76341287.52
	2022	219031.74	25610555.47	189146	22.08%	52932633.41
	2021	203423.83	22916821.13	159278	19.17%	43965322.10
	2020	214260.68	22117119.56	149811	18.93%	39797487.63
南部沿海综合经济区	2023	197082.70	55679867.97	298695	29.92%	57943873.07
	2022	180786.35	48658402.29	266513	28.85%	57350821.05
	2021	176565.90	45425434.39	249197	24.79%	57278722.09
	2020	166855.18	39292721.94	249135	25.03%	53244319.19
东部沿海综合经济区	2023	255236.00	69234972.70	433432	32.88%	103992598.39
	2022	246418.07	54844326.21	386737	29.62%	91291688.18
	2021	234919.10	51394807.58	311618	29.00%	76911092.81
	2020	227321.05	45474210.43	291800	28.32%	70367719.53
黄河中游综合经济区	2023	119301.40	13076724.63	86761	21.11%	18816732.25
	2022	109225.37	10891021.12	74990	18.01%	15162629.00
	2021	102071.13	10070561.50	63691	15.71%	13594097.72
	2020	84468.19	9048325.04	52949	15.63%	13060881.87
长江中游综合经济区	2023	166029.63	34364506.87	200506	25.35%	47214597.38
	2022	154847.10	27106750.21	196075	22.40%	34304659.07
	2021	149320.98	24552853.45	146476	20.80%	31109409.37
	2020	139707.89	20757619.69	139132	20.95%	27588623.68
大西南综合经济区	2023	104642.69	15526042.57	111324	17.49%	23797144.46
	2022	97586.08	13054370.46	89919	15.64%	22174038.18
	2021	94575.62	11101452.44	85207	13.90%	16414631.42
	2020	92203.48	9885085.91	74329	13.36%	14731888.25

表 7 独立发展状态下各综合经济区生产性服务业的最大环境容量

区域	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
东北综合经济区	2023	26023.26	3514662.43	97344	19.95%	10161999.24
	2022	24667.13	3299103.74	76089	20.05%	8514065.86
	2021	23898.91	3040356.25	69783	20.06%	8368008.75
	2020	23486.19	3079800.71	55945	21.61%	8727350.97
北部沿海综合经济区	2023	89680.15	14968620.52	304167	37.53%	76341287.52
	2022	89251.33	14211451.83	189811	33.42%	52932633.41
	2021	68340.17	13046493.85	174654	30.75%	43965322.10
	2020	66038.03	11590903.23	139994	25.52%	39797487.63
南部沿海综合经济区	2023	59760.55	32248230.71	454071	34.62%	57943873.07
	2022	59075.68	29775261.19	372013	33.76%	57350821.05
	2021	51346.29	27092864.89	347587	31.72%	57278722.09
	2020	48221.18	23700713.25	269614	28.36%	53244319.19
东部沿海综合经济区	2023	164434.46	55860769.66	976838	41.10%	103992598.39
	2022	157531.27	51471400.10	635470	40.00%	91291688.18
	2021	137628.42	45907763.47	636272	39.47%	76911092.81
	2020	75953.39	41495767.50	476948	42.17%	70367719.53
黄河中游综合经济区	2023	47678.20	13239610.11	69619	20.92%	18816732.25
	2022	45130.70	11288614.77	56982	19.39%	15162629.00
	2021	42424.03	10467031.28	48147	17.75%	13594097.72
	2020	37821.23	8986566.06	42156	16.24%	13060881.87
长江中游综合经济区	2023	69155.22	26416744.42	756226	20.56%	47214597.38
	2022	67934.40	24119013.49	618512	19.20%	34304659.07
	2021	57928.26	21371536.60	580851	18.19%	31109409.37
	2020	58327.02	19124366.37	541127	18.21%	27588623.68
大西南综合经济区	2023	65695.46	11790444.93	81299	21.34%	23797144.46
	2022	66671.65	10684907.70	68148	20.84%	22174038.18
	2021	59178.75	9249697.10	63230	20.90%	16414631.42
	2020	55153.38	8465077.11	61473	21.89%	14731888.25

表 8 共生状态下各综合经济区制造业(生产性服务业)的种群自然增长率

区域	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
东北综合经济区	2023	1.99(0.85)	1.96(1.66)	1.57(1.73)	0.79(1.56)	1.36(1.36)
	2022	1.85(0.66)	1.92(1.62)	1.49(1.62)	0.78(1.52)	1.24(1.24)
	2021	1.55(0.49)	1.42(1.47)	1.00(1.34)	0.60(1.41)	1.21(1.21)
	2020	1.43(0.42)	1.34(0.89)	0.76(1.26)	0.52(0.97)	0.93(0.93)
北部沿海综合经济区	2023	2.04(1.97)	2.01(1.39)	2.11(2.05)	1.16(1.91)	1.96(1.96)
	2022	2.10(1.61)	1.71(1.26)	1.71(1.99)	0.99(1.77)	1.68(1.68)
	2021	1.97(1.52)	1.63(1.11)	1.67(1.85)	0.87(1.62)	1.65(1.65)
	2020	1.92(1.24)	1.54(0.93)	1.65(1.66)	0.85(1.39)	0.62(0.62)
南部沿海综合经济区	2023	1.39(1.89)	2.50(1.92)	1.71(2.50)	1.39(1.70)	1.65(1.65)
	2022	1.25(1.57)	2.30(1.65)	1.39(2.26)	1.35(1.49)	1.56(1.56)
	2021	1.18(1.26)	1.98(1.29)	1.33(1.93)	1.28(1.10)	1.27(1.27)
	2020	1.07(0.99)	1.71(1.16)	1.22(1.82)	1.17(1.02)	1.18(1.18)
东部沿海综合经济区	2023	1.78(3.01)	2.43(1.87)	2.30(2.01)	1.56(1.50)	1.84(1.84)
	2022	1.63(2.76)	2.29(1.56)	2.04(1.72)	1.49(1.79)	1.62(1.62)
	2021	1.56(2.08)	1.91(1.47)	1.82(1.68)	1.38(1.65)	1.58(1.58)
	2020	1.28(1.87)	1.52(1.44)	1.34(1.59)	1.19(1.54)	1.56(1.56)
黄河中游综合经济区	2023	1.94(1.87)	2.45(1.87)	2.36(2.41)	1.56(1.59)	1.81(1.81)
	2022	1.54(1.67)	2.21(1.78)	2.18(2.19)	1.38(1.39)	1.44(1.44)
	2021	1.39(1.58)	2.05(1.69)	1.94(1.88)	1.22(1.27)	1.22(1.22)
	2020	1.23(1.02)	1.81(1.36)	1.77(1.61)	0.68(0.94)	0.95(0.95)

续表

区域	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
长江中游综合经济区	2023	1.67(1.72)	2.57(1.94)	2.21(1.66)	0.90(1.36)	1.88(1.88)
	2022	1.54(1.36)	2.27(1.62)	1.94(1.57)	0.85(1.32)	1.45(1.45)
	2021	1.43(1.29)	2.10(1.51)	1.78(1.32)	0.77(1.28)	0.97(0.97)
	2020	1.17(1.16)	1.78(1.42)	1.43(0.78)	0.65(0.97)	0.83(0.83)
大西南综合经济区	2023	1.11(1.91)	2.14(1.57)	1.92(1.61)	1.27(1.00)	2.05(2.05)
	2022	1.04(1.65)	1.92(1.41)	1.87(1.32)	1.18(0.97)	1.34(1.34)
	2021	0.75(1.34)	1.62(1.35)	1.45(1.13)	1.04(0.90)	0.71(0.71)
	2020	0.73(1.09)	1.34(1.13)	1.38(0.97)	0.97(0.85)	0.65(0.65)

表 9　共生状态下各综合经济区制造业的最大环境容量

区域	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
东北综合经济区	2023	58638.20	6610668.69	36087	19.52%	10037473.44
	2022	53222.54	6301047.85	36167	18.52%	8512421.10
	2021	49197.81	6265349.78	36129	16.78%	8368336.00
	2020	45693.26	4992000.96	34280	16.37%	8327349.73
北部沿海综合经济区	2023	219071.63	34325296.45	235942	23.31%	75670326.75
	2022	215099.43	25489163.86	192701	23.94%	55777774.36
	2021	200776.74	22932050.64	161992	19.55%	48763922.20
	2020	190468.25	22185695.98	150930	19.34%	42493753.28
南部沿海综合经济区	2023	195383.86	54344891.81	295171	29.56%	57683204.44
	2022	180575.40	48090171.71	266338	30.48%	56924657.73
	2021	178734.56	44896440.97	249719	24.82%	56715886.99
	2020	169527.69	39903799.55	241835	24.79%	52147296.58
东部沿海综合经济区	2023	253513.39	66953573.75	427778	32.78%	102759113.78
	2022	246198.98	54460925.63	387501	29.77%	93161017.58
	2021	237193.66	51198794.13	314852	29.51%	80223415.48
	2020	225619.74	46168124.66	296428	28.99%	76035891.74
黄河中游综合经济区	2023	117818.88	12708411.41	85690	20.92%	18652947.49
	2022	108814.86	10789700.46	75024	21.58%	15333702.90
	2021	110403.68	10011287.19	66244	15.96%	13758845.36
	2020	98932.13	9208845.98	55937	15.83%	13176498.04
长江中游综合经济区	2023	164934.09	33214073.07	198489	25.22%	46885777.38
	2022	155801.65	26852313.09	196075	23.30%	34807019.90
	2021	160284.89	24552853.45	148089	20.81%	33050529.78
	2020	151325.77	20981855.94	139377	20.80%	31730962.63
大西南综合经济区	2023	195383.86	54344891.81	295171	29.56%	57683204.44
	2022	180575.40	48090171.71	266338	30.48%	56924657.73
	2021	178734.56	44896440.97	249719	24.82%	56715886.99
	2020	169527.69	39903799.55	241835	24.79%	52147296.58

将各种群在独立状态下的自然增长率ρ_1和ρ_2、最大环境容量$C_1(t)$和$C_2(t)$、种群在共生状态下的增长率$\mu_1(t)$和$\mu_2(t)$与最大种群密度$D_1(t)$和$D_2(t)$代入式(5)，得到综合经济区两业各指标间的演化作用系数(表 11)。

3. 各综合经济区的演化作用系数

为了揭示数字经济的作用，采用加入数字经济指标与未加入数字经济指标变量对比方法，考察数字经济环境作为系统外部变量，对两业融合演化趋势是否具有显著影响。这一分析方式在 Logistic 演化模型和其他系统建模研究中已有应用基础。例如，周慧等[11]在研究新能源产业与传统制造业融合演化时，分别设置“高技术投入”和“低技术投入”两类情景路径，发现关键变量的纳入显著影响融合动态与路径速度，体现了变量设定对系统演化机理的解释力。郭旭等[32]通过构建“纳入数字经济变量”与“未纳入变量”的耦合系统模型，验证数字经济对系统协调演化的正向作用。本文将指标体系中数字经济这一指标删去，重新进行

模型测算,得到非数字经济条件下各综合经济区两业的演化发展趋势 a_1^* 和 a_2^*。数字经济与非数字经济条件下各综合经济区两业融合发展动态见表 12。

表 10 共生状态下各综合经济区生产性服务业的最大环境容量

区域	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
东北综合经济区	2023	25924.73	3469074.17	96214	19.93%	10037473.44
	2022	24823.48	3268215.84	76551	19.92%	8512421.10
	2021	24196.80	3032725.33	79818	19.75%	8368336.00
	2020	23876.15	2913165.38	60277	18.99%	8327349.73
北部沿海综合经济区	2023	88760.80	14814754.13	301797	37.06%	75670326.75
	2022	89588.09	14298347.10	192391	33.36%	55777774.36
	2021	69044.55	16567912.72	188503	32.90%	48763922.20
	2020	65383.18	11689405.55	153720	28.64%	42493753.28
南部沿海综合经济区	2023	59379.52	31898813.82	447204	34.36%	57683204.44
	2022	58528.86	29650243.13	371153	33.47%	56924657.73
	2021	51731.38	27806968.61	359503	32.20%	56715886.99
	2020	48733.77	23803113.43	282334	29.82%	52147296.58
东部沿海综合经济区	2023	162238.94	55275238.76	964974	39.99%	102759113.78
	2022	147941.06	51419648.57	636312	39.56%	93161017.58
	2021	150254.26	46965026.95	870954	38.80%	80223415.48
	2020	119427.84	42766429.37	610424	36.73%	76035891.74
黄河中游综合经济区	2023	47202.53	13087977.67	68767	20.72%	18652947.49
	2022	44779.02	11316009.11	57302	19.44%	15333702.90
	2021	42846.45	11028245.15	49309	18.32%	13758845.36
	2020	38644.01	9433055.13	46096	16.81%	13176498.04
长江中游综合经济区	2023	68525.44	26125889.12	751040	20.36%	46885777.38
	2022	67560.18	24095044.82	623582	19.17%	34807019.90
	2021	58019.49	21902280.23	598274	18.23%	33050529.78
	2020	57465.43	19175048.09	565066	17.98%	31730962.63
大西南综合经济区	2023	65547.91	11653272.85	80604	21.18%	23399228.34
	2022	65801.36	10673840.82	68579	20.78%	22977862.56
	2021	59360.48	9385468.50	63828	20.78%	17834668.24
	2020	56627.47	8678200.51	60943	20.57%	15238397.32

表 11 各综合经济区制造业(生产性服务业)各项指标间演化作用系数

区域	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
东北综合经济区	2023	0.20(0.08)	0.59(0.23)	0.44(0.00)	−0.26(0.76)	0.12(0.12)
	2022	0.11(−0.17)	0.56(0.20)	0.36(−0.07)	−0.27(0.71)	0.02(0.02)
	2021	−0.07(−0.38)	0.15(0.10)	−0.09(−0.24)	−0.45(0.57)	−0.01(−0.01)
	2020	−0.15(−0.48)	0.09(−0.35)	−0.31(−0.28)	−0.59(0.08)	−0.25(−0.25)
北部沿海综合经济区	2023	0.48(0.37)	0.35(0.24)	0.10(0.03)	0.16(0.21)	0.04(0.04)
	2022	0.55(0.12)	0.15(0.11)	−0.11(0.00)	−0.01(0.12)	−0.11(−0.11)
	2021	0.43(0.06)	0.09(−0.03)	−0.14(−0.07)	−0.13(0.02)	−0.12(−0.12)
	2020	0.40(−0.16)	0.03(−0.19)	−0.15(−0.17)	−0.15(−0.13)	−0.67(−0.67)
南部沿海综合经济区	2023	0.16(0.34)	0.45(0.24)	0.25(0.18)	0.44(0.34)	0.46(0.46)
	2022	0.04(0.11)	0.34(0.07)	0.01(0.07)	0.40(0.17)	0.39(0.39)
	2021	−0.02(−0.12)	0.15(−0.17)	−0.03(−0.09)	0.33(−0.14)	0.13(0.13)
	2020	−0.11(−0.31)	−0.01(−0.26)	−0.11(−0.15)	0.21(−0.21)	0.05(0.05)
东部沿海综合经济区	2023	0.76(0.44)	0.35(0.22)	0.24(0.05)	0.91(0.40)	0.15(0.15)
	2022	0.64(0.32)	0.27(0.01)	0.09(−0.10)	0.81(0.65)	0.01(0.01)
	2021	0.58(−0.01)	0.06(−0.05)	−0.03(−0.12)	0.68(0.52)	−0.01(−0.01)
	2020	0.27(−0.11)	−0.16(−0.07)	−0.28(−0.17)	0.50(0.42)	−0.03(−0.03)
黄河中游综合经济区	2023	0.34(0.31)	0.38(0.14)	0.19(0.14)	0.47(0.20)	0.07(0.07)
	2022	0.06(0.17)	0.24(0.08)	0.10(0.03)	0.30(0.04)	−0.15(−0.15)
	2021	−0.04(0.11)	0.15(0.02)	−0.03(−0.11)	0.14(−0.05)	−0.28(−0.28)
	2020	−0.16(−0.29)	0.02(−0.18)	−0.11(−0.24)	−0.37(−0.30)	−0.45(−0.45)

续表

区域	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
长江中游综合经济区	2023	0.75(0.34)	0.04(0.22)	0.36(0.14)	0.05(0.22)	0.04 (0.04)
	2022	0.63(0.06)	0.02(0.01)	0.19(0.08)	−0.01(0.17)	−0.20(−0.20)
	2021	0.49(0.00)	0.01(−0.06)	0.09(−0.10)	−0.11(0.13)	−0.47(−0.47)
	2020	0.23(−0.10)	−0.01(−0.11)	−0.13(−0.48)	−0.25(−0.14)	−0.54(−0.54)
大西南综合经济区	2023	0.11(0.38)	0.21(−0.07)	0.09(0.08)	0.10(0.56)	0.30(0.30)
	2022	0.04(0.18)	0.09(−0.17)	0.06(−0.11)	0.02(0.51)	−0.16 (−0.16)
	2021	−0.26(−0.04)	−0.09(−0.200	−0.18(−0.25)	−0.10(0.39)	−0.56 (−0.56)
	2020	−0.28(−0.23)	−0.25(−0.33)	−0.22(−0.35)	−0.18(0.31)	−0.59 (−0.59)

表 12　数字经济与非数字经济条件下各综合经济区两业融合发展动态

区域	演化作用系数	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年
东北综合经济区	$a_1(a_1^*)$	−0.27(−0.28)	−0.12(−0.15)	0.12(0.15)	0.18(0.23)
	$a_2(a_2^*)$	−0.26(−0.26)	0.00(0.01)	0.13(0.17)	0.22(0.27)
北部沿海综合经济区	$a_1(a_1^*)$	−0.13(0.00)	0.00(0.03)	0.07(0.11)	0.21(0.25)
	$a_2(a_2^*)$	−0.28(−0.16)	−0.04(0.00)	0.04(0.09)	0.17(0.22)
南部沿海综合经济区	$a_1(a_1^*)$	−0.02(−0.02)	0.13(0.13)	0.25(0.22)	0.36(0.34)
	$a_2(a_2^*)$	−0.16(−0.24)	−0.07(−0.13)	0.17(0.10)	0.31(0.28)
东部沿海综合经济区	$a_1(a_1^*)$	0.08(0.11)	0.27(0.34)	0.38(0.47)	0.50(0.58)
	$a_2(a_2^*)$	0.00(0.02)	0.05(0.09)	0.16(0.24)	0.24(0.29)
黄河中游综合经济区	$a_1(a_1^*)$	−0.23(−0.17)	0.00(0.07)	0.12(0.19)	0.30(0.35)
	$a_2(a_2^*)$	−0.29(−0.25)	−0.08(0.00)	0.02(0.09)	0.16(0.20)
长江中游综合经济区	$a_1(a_1^*)$	−0.17(−0.07)	−0.02(0.09)	0.10(0.17)	0.22(0.26)
	$a_2(a_2^*)$	−0.30(−0.20)	−0.12(0.00)	0.01(0.08)	0.18(0.24)
大西南综合经济区	$a_1(a_1^*)$	−0.30(−0.22)	−0.23(−0.15)	0.01(0.05)	0.16(0.13)
	$a_2(a_2^*)$	−0.26(−0.14)	−0.16(−0.02)	0.03(0.12)	0.24(0.25)

(二)结果分析

1. 融合发展态势分析

总体来看,各综合经济区两业融合的演化作用系数均呈增长态势,融合演进趋势逐步向好。两业之间的促进作用逐渐增强,部分地区由对抗博弈转变为合作互利。各综合经济区的两业融合发展态势大致可分为三种类型,分别为波动型、趋同型和趋异型。

(1)波动型综合经济区。波动型综合经济区两业之间的演化作用系数的差值呈现出“大—小—大”的变化趋势,存在一定的波动性。波动型综合经济区主要有大西南综合经济区和东北综合经济区,其演化态势、差异特征及波动因素见表 13。

2020—2021 年,大西南综合经济区的演化作用系数均为负值,两业融合对产业发展产生一定的阻碍作用(反向作用模式),主要因为环境资源相对有限。2022—2023 年,两业融合开始推动两业向高质量发展,且制造业对生产性服务业的推动作用整体上更为显著,呈现出以制造业为主导的互惠发展模式。

2020 年,东北综合经济区处于反向作用模式,两业相互竞争夺取有限资源,呈现对抗状态。2021 年,转变为反向偏利模式,该作用阻碍了制造业的发展,但对生产性服务业未产生明显影响。2022—2023 年,两业开始融合共生,进入非对等互惠模式。其中,2022 年两业演化作用系数差值仅为 0.01,表明利益分配接近均衡,而 2023 年制造业对生产性服务业发展的促进作用更强,这主要受政策背景和社会环境变化的影响。

表 13　波动型综合经济区特征

经济区	演化态势	差值特征	波动因素
大西南综合经济区	波动型	“大—小—大”形	①缺乏具有跨界思维和创新能力的人才; ②地理位置较为偏远,区位优势不足; ③对生产性服务业的发展不够充分
东北综合经济区			

(2)趋同型综合经济区。

趋同型综合经济区的演化作用系数的差值越来越小,两业之间的利益分配越来越均衡,逐步接近对等互惠

模式。趋同型综合经济区主要有南部沿海综合经济区、北部沿海综合经济区及长江中游综合经济区，其演化态势、差异特征及趋同因素（表14）。

南部沿海综合经济区的两业演化作用关系对制造业的促进作用始终强于生产性服务业。2020—2021年，两业融合作用促进了制造业的稳步发展，在一定程度上限制了生产性服务业的整体提升。2022年，两业融合作用进入对等互惠模式，互相促进发展，但还存在利益分配不均。2023年，两业演化作用系数差值略有减小，两业的资源分配趋向于均衡。

2020年，北部沿海综合经济区的两业融合处于反向作用模式，两业竞争激烈，相互制约发展。2021年，北部沿海综合经济区的两业融合处于反向偏利模式，两业融合关系对制造业几乎无影响，对生产性服务业有损害作用。2022—2023年，北部沿海综合经济区的两业融合关系为非对等互惠模式，两业演化作用系数差值较小，近似达到对等互惠模式，两业融合关系促进了产业持续发展。

2020—2021年，长江中游综合经济区的两业融合处于反向作用模式，两业互相阻碍对方的发展，竞争有限的资源，是一种相互制约的关系。2022—2023年，长江中游综合经济区的两业融合为非对等互惠发展模式，两业融合关系日益加深，发展态势稳步推进。2023年，长江中游综合经济区的两业演化作用系数之间的差值仅为0.04，基本达到了对等互惠发展状态，产业间的利益分配近似均。

（3）趋异型综合经济区。趋异型综合经济区的演化作用系数持续增大，且演化作用系数的差值也越来越大，两业之间的利益分配愈发不均衡。趋异型综合经济区有东部沿海综合经济区和黄河中游综合经济区，其演化态势、差异特征及趋同因素（表15）。

表14　趋同型综合经济区特征

经济区	演化态势	差值特征	趋同因素
南部沿海综合经济区	趋同型	逐渐缩小	①高科技技术的创新与应用； ②产业之间形成良好的战略联盟关系； ③产业融合政策的引导与支持
北部沿海综合经济区			
长江中游综合经济区			

表15　趋异型综合经济区特征

经济区	演化态势	差值特征	趋异因素
东部沿海综合经济区	趋异型	逐渐扩大	①地区生产性服务业特别发达，占据主导地位，而制造业发展相对滞后； ②生产要素的整合和利用能力有待提高
黄河中游综合经济区			①产业集群集中在少数科技园区，数量及规模有限； ②生产性服务业总量偏低，动力不足

2020—2023年，东部沿海综合经济区的两业融合关系整体优于其他综合经济区，其演化作用系数均为正值，且作用系数在不断增大，表明两业融合关系持续促进着两业的高质量发展。在利益分配方面，整体处于非对等互惠模式，存在利益分配不均衡，甚至利益分配不均衡在不断扩大。这主要源于该区域的生产性服务业（如金融、贸易、科技）高度发达及居于主导地位，生产性服务业对制造业的促进作用较强，制造业对生产性服务业的促进较弱。因此，演化作用系数的差值不断增大。

2020年，黄河中游综合经济区的两业融合关系处于反向作用模式，两业互相侵占对方的环境资源，制约着双方的发展。2021年，黄河中游综合经济区的两业融合关系处于反向偏利模式，两业关系抑制生产性服务业的同时，对制造业无任何影响。2022—2023年，两业演化作用系数均大于零，两业进入互相促进彼此发展的良性融合状态，为非对等互惠模式。但两业演化作用系数的差值在不断变大，利益分配的不均衡性不断突显。

2. 数字经济效用分析

通过对比数字经济与非数字经济条件下两业演化作用系数，发现数字经济条件可以使两业演化作用系数出现变大、变小和不变三种情况，对两业融合发展程度分别起到促进、抑制和无影响的效果。整体来看，与非数字经济条件下的两业演化作用系数对比，数字经济条件下两业演化作用系数有11个数值增加，43个数值减小，3个数值不变。其中，数值最大增幅为0.08，数值最大减幅为0.14（根据表12数据计算所得）。根据数字经济对不同综合经济区两业融合发展的整体作用效果，划分出促进与抑制两种效用。

（1）数字经济促进两业融合。

数字经济促进两业融合的综合经济区有南部沿海综合经济区。在该区域，数字经济促进两业演化作用

系数差值缩小，两业在资源分配上趋于均衡。具体而言，在数字经济作用下，2020 年和 2021 年系数 a_1 保持稳定，而 a_2 增大，表明在发展初期主要强化了制造业对生产性服务业的拉动效应。2022 年和 2023 年的演化作用系数均增大，表明数字经济促进了两业的融合发展，主要因为该地区数字化技术创新能力强，数字经济整体水平高，能够有效促进产业融合。

（2）数字经济抑制两业融合。

在东北综合经济区，数字经济对两业融合演化作用系数的变化趋势基本相同。2020 年，数字经济下两业演化作用系数 a_1 增大而 a_2 不变，这表明数字经济的初期介入在一定程度上缓和了两业对传统资源的竞争关系，但影响并不均衡，体现了其“初步调和”的作用；2021 年，a_1 增大而 a_2 减小，这清晰地展示了数字经济在促进制造业升级的同时，抑制了生产性服务业发展，产生“非对称性”影响；2022—2023 年，a_1 和 a_2 都减小，表明当数字基础设施和人才资源无法满足两业并行发展需求时，产业间会对有限的数字资源产生争夺，从而抑制整体融合进程。

在北部沿海综合经济区，数字经济对两业演化作用系数的变化趋势整体相同。2020—2023 年，两业演化作用系数 a_1 和 a_2 均减小，表明数字经济抑制该地区的两业融合。值得注意的是，研究数据揭示了一个关键性转折：2020 年，数字经济使两业融合的演化模式由反向偏利模式转变为反向作用模式。数字经济加剧两业间的资源竞争，影响利益均衡分配。

在东部沿海综合经济区，两业演化作用系数的差值均缩小，两业的资源分配更加均衡，趋向于对等互惠模式。反映出数字经济对两业融合起到阻碍作用。该地区的数字经济在生产性服务业应用较为深入，加剧了产业之间的差距，对两业融合发展起到阻滞作用。

在黄河中游综合经济区，数字经济使两业演化作用系数均减小，反映出数字经济显著阻碍两业的融合发展。黄河中游综合经济区的制造业较为传统，生产性服务业体量不大，两业为发展数字经济而投入高成本，影响了两业的融合演进。

在长江中游综合经济区，数字经济对两业融合的推动作用持续增强。其中，2020 年和 2022 年，两业演化作用系数差值无变化，2021 年和 2023 年，两业演化作用系数差值增大，说明长江中游综合经济区的资源分配更均衡，促进两业融合发展。

在大西南综合经济区，数字经济对两业融合作用呈现波动型特征。数字经济使两业融合演化作用系数的差值均减小，两业在资源的分配上更加均衡。2023 年的演化作用系数 a_1 提高 0.03，说明生产性服务业促进了制造业的高质量发展。其余年份两业融合演化作用系数均不同程度的减小，严重阻滞了生产性服务业的发展。其他较发达地区的两业对数字经济的运用更为充分，有效使产业融合程度不断提高，进而挤占了大西南综合经济区相应产业的市场份额，阻碍了大西南综合经济区的两业融合发展。

数字经济的影响绝非单一线性，无论是动态波动还是持续抑制，都被综合经济区特定的基础条件、产业结构和资源竞争强度所塑造。数字经济对各综合经济区两业融合效用与内部机理剖析见表 16。

首先，数字经济推动综合经济区两业间的技术融合与创新，技术融合与创新打破两业的技术壁垒，使技术和工艺向同质化和关联性的方向发展，实现技术在两业间的广泛应用，最终达到模糊产业边界的效果，促进各综合经济区两业深度融合。

表 16　数字经济赋能融合效用（促进或抑制）与机理

数字经济效用	内部机理	两业演化态势
促进	数字经济发展→技术融合与创新→打破技术壁垒→技术在产业在广泛运用→模糊产业边界	融合一体化
抑制	数字技术相关资源稀缺→产业珍视数字技术→产业竞相争夺→数字技术被产业垄断独占	分离差异化
无影响	产业对数字经济的运用不足→数字经济未深入渗透到产业链主要环节→数字化覆盖率较低→数字经济效用不明显	保持不变

其次，数字经济抑制综合经济区两业间的融合进程，其影响机理可解构为以下三个维度：①数字技术与两业的不匹配性。一是数字技术应用的差距。不同产业在数字技术的应用水平上存在显著差异。例如，制造业在自动化、智能化设备的应用上较为领先，生产性服务业在数据分析、云计算等方面更具优势。这种技术应用的差距导致数字技术无法有效整合到两个产业的融合过程中。二是数据共享的障碍，两业在数据采

集、处理和应用上存在不同的标准和规范,导致数据共享困难。三是数字技术与制造业需求的不一致。数字技术的应用需要具备不同技能的人才。例如,制造业需要更多具备自动化、智能化设备操作和维护技能的人才,而生产性服务业需要更多具备数据分析、云计算等方面技能的人才。这种技能需求的不一致导致人才短缺或人才浪费,从而影响两个产业的融合进程。②数据的时间跨度与滞后性。研究使用的数据时间跨度未能完全捕捉到数字经济对产业融合的长期动态影响。数字经济对产业融合的影响往往具有滞后性,在短期内表现为抑制作用,但从长期来看,随着数字技术的不断渗透和应用,会逐渐转化为促进作用。③区域发展阶段的特殊性。例如,东部综合经济区作为我国经济发展最为活跃的区域,其产业结构和经济发展模式具有独特性。在数字经济快速发展的背景下,东部综合经济区正处于产业转型升级的关键阶段,数字经济与传统产业的融合面临一些结构性矛盾和挑战,从而在短期内表现出对产业融合的抑制作用。

缓解数字经济抑制两业融合措施:①强化数字技术基建与标准统一。推动5G、工业互联网等新型基础设施建设,制定设备协议兼容标准,打破“信息孤岛”。②完善数据治理体系。出台数据确权、交易法规,建立公共数据开放平台,鼓励企业数据共享合作。③培养复合型人才。高校增设“数字+制造+服务”交叉学科,企业与高校共建实训基地,提升人才供给匹配度。④构建融合生态。搭建产业互联网平台,连接制造业与生产性服务业资源,通过数据驱动实现精准匹配与协同创新。通过上述措施,可有效缓解数字经济对两业融合的抑制作用,推动形成“以数促融、以融促新”的高质量发展格局。

五、结论与展望

本文以两业的融合发展机理作为研究对象,构建适用于分析两业融合发展的Logistic演化模型,该模型能够有效刻画两业之间的作用关系与发展趋势。基于此,本文对我国各综合经济区的融合发展态势进行实证分析,主要的研究结论如下。

首先,两业的融合发展趋势向好。①各综合经济区的两业演化作用系数持续上升,表明产业融合程度稳步提升,协同效应不断增强。尤其值得注意的是,部分地区的产业互动模式已从早期的竞争博弈逐步转向合作共赢,反映出融合质量的实质性改善。②区域差异显著,呈现三种典型模式:一是波动型融合,东北综合经济区和大西南综合经济区的两业演化作用系数呈现“大-小-大”的波动特征,表明其融合发展受外部因素影响,稳定性不足;二是趋同型融合,南部沿海综合经济区、北部沿海综合经济区及大西南综合经济区的两业作用系数差值逐步缩小,表明产业间利益分配趋于均衡,协同程度不断提高;三是趋异型融合,东部沿海综合经济区和黄河中游综合经济区两业的演化作用系数持续扩大,反映出两业发展不均衡,利益分配格局有待优化。这种分化格局体现了不同区域的产业基础、政策环境和技术渗透水平差异,共同塑造了多样化的融合发展路径。

其次,在数字经济效用方面,数字经济对两业的融合发展呈现出明显的区域异质性特征,可划分为促进和抑制两种类型。除南部沿海综合经济区呈现促进效用外,数字经济在其他综合经济区均表现出不同程度的抑制效用。

最后,数字经济抑制两业融合主要受数字技术与两业的不匹配性和区域发展阶段的特殊性影响。通过强化数字基建与标准统一、完善数据治理体系、培养复合型人才、构建融合生态等路径,有效缓解数字经济对两业融合的抑制作用,推动形成“以数促融、以融促新”的高质量发展格局。

尽管本文在两业融合发展领域取得了一定成果,但仍存在局限性,在后续研究中可进一步完善。首先,在构建融合发展指标体系时,虽采用熵权法赋权,保持客观性,但该方法仅依赖指标数值离散程度,未能融入专家判断,可能导致对融合特征刻画不精准,影响测算结果全面性与准确性。未来可引入自动化特征识别与专家赋权机制,构建多元赋权体系。其次,模型测算结果与现实认知存在偏差。虽对数据来源、模型构建与参数设置多轮校验,但测算结果仍受数据时间跨度、区域特性等外部因素影响。未来研究可延长数据时间跨度观测长期趋势,结合实地调研与案例分析,更全面准确地揭示数字经济与两业融合的真实关系。最后,模型指标设定没有考虑数字经济对经济效益、创新能力、社会贡献等指标的影响。未来研究考虑增加数字经济与经济效益、创新能力和社会贡献等指标的交叉项以更好控制数字技术的影响,避免内生性。

参考文献

[1] 鲍金红，李印. 产业协同集聚与经济高质量发展——基于高新制造业与生产性服务业的实证分析[J]. 中南民族大学学报(人文社会科学版)，2024，44(4)：179-187，223.

[2] 朱小艳. 新质生产力赋能制造业高质量发展路径探析[J]. 企业经济，2025，44(6)：131-139.

[3] 黄毅敏，齐二石. 工业工程视角下中国制造业发展困境与路径[J]. 科学学与科学技术管理，2015，36(4)：85-94.

[4] YU Y，DU D，LI Q. Characteristics and influencing factors of provincial high-end manufacturing innovation clusters in China：A big data analysis of technology-based enterprises[J]. Applied Spatial Analysis and Policy，2025，18(1)：41.

[5] 张占斌，郭贝贝，熊杰. 新时代中国数字经济发展的战略安排与实践突破[J]. 华东经济管理，2025，39(9)：1-9.

[6] 王亚飞，刘静，石铭. 基础设施投资对企业全要素生产率的增长效应[J]. 系统工程学报，2025，40(4)：528-542.

[7] 张燕，黄俊杰，陈臻. 数字经济赋能制造业转型升级：逻辑、案例与路径——基于"技术-经济范式"演化的视角[J]. 技术经济，2024，43(11)：49-59.

[8] 史丹. 数字经济条件下产业发展趋势的演变[J]. 中国工业经济，2022(11)：26-42.

[9] 裴丹，江飞涛. 数字经济时代下的产业融合与创新效率——基于电信、电视和互联网"三网融合"的理论模型[J]. 经济纵横，2021(7)：85-93.

[10] 马嫣然，吕寒，蔡建峰. 数字经济、技术创新与区域经济增长[J]. 统计与决策，2023，39(6)：98-103.

[11] 周慧，崔祥民，裴颖慧. 组态视角下传统制造业与数字经济融合动力机制研究[J]. 技术经济，2023，42(4)：24-33.

[12] 苏越良，杜芷晴. 数字化背景下互联网创业数据风险预警模型[J]. 系统工程学报，2025，40(2)：215-231.

[13] 李秋香，马草原，齐二石，等. 中国制造业高质量发展研究：脉络、争鸣与盲区[J]. 科学学与科学技术管理，2022，43(9)：125-145.

[14] MACPHERSON A. Producer service linkages and industrial innovation：Results of a twelve year tracking study of New York State manufacturers[J]. Growth and Change，2008，39(1)：1-23.

[15] RESTUCCIA D，YANG D T，ZHU X. Agriculture and aggregate productivity：A quantitative cross-country analysis[J]. Journal of Monetary Economics，2008，55(2)：234-250.

[16] WEN J，DENG Z. Internet development，resource allocation and total factor productivity：Empirical evidence from China's listed manufacturing enterprises[J]. Applied Economics，2024，56(21)：2497-2508.

[17] EBERTS D，RANDALL J E. Producer services，labor market segmentation and peripheral regions：The case of Saskatchewan[J]. Growth and Change，2010，29(4)：401-422.

[18] 王瑞荣. 生产性服务业与制造业协同聚集对制造业升级的影响[J]. 统计与决策，2018，34(4)：132-135.

[19] 朱彦. 生产性服务业集聚促进制造业结构升级的机理及规律：基于成本视角的实证分析[J]. 深圳大学学报(人文社会科学版)，2022，39(2)：65-73.

[20] 卢阳春，赵中匡. 我国省域空间单元产业高质量融合发展与经济增长研究——基于门槛模型与空间面板模型分析[J]. 重庆社会科学，2022，329(4)：40-56.

[21] 陈宏民，杨云鹏. 技术创新、商业模式创新与政策创新的协同效应[J]. 系统工程学报，2025，40(5)：769-778.

[22] 孟望生，邵芳琴. 产业协同集聚对绿色经济增长效率的影响——基于生产性服务业与制造业之间要素层面协同集聚的实证分析[J]. 南京财经大学学报，2021(4)：75-85.

[23] 辛杰，吴创，刘欣瑜，等. 量子范式下平台企业社会责任的共生演进与场景化实践[J]. 管理学报，2023，20(4)：502-511.

[24] 孟方琳，田增瑞，赵袁军，等. 创新生态系统视域下公司创业投资中企业种群间共生演化——基于 Logistic 扩展模型[J]. 系统管理学报，2022，31(1)：37-52.

[25] 马庆波，胡元林，朱雁春. 数字化绿色化协同转型对制造业企业高质量发展的影响[J]. 经济体制改革，2025(6)：153-162.

[26] 孙正，杨素，刘瑾瑜. 我国生产性服务业与制造业协同融合程度测算及其决定因素研究[J]. 中国软科学，2021(7)：31-39.

[27] 刘明，王燕芳. 金融业与制造业高质量耦合协同发展：机制、测度与影响因素[J]. 上海经济研究，2022(12)：93-112.

[28] 吕越，于喆宁，陈泳昌，等. 制造业服务化的就业效应：空间关联、影响机制与异质性[J]. 经济与管理研究，2023，44(1)：93-110.

[29] 周亚虹，任欣怡，王维然. 数字经济与制造业深度融合发展：测度评价与微观影响[J]. 经济评论，2025(3)：3-22.

[30] 李威，张高瀚，许尚坤. 数字经济发展与生产性服务业制造业融合[J]. 商业研究，2023(6)：11-19.

[31] 贾卫峰，李尚蓉，王艺宁. 产业政策视角下数字技术对产业链与创新链融合的影响[J]. 科技进步与对策，2024，41(24)：72-84.

[32] 郭旭，孙晓华，翟钰. 地区产业结构升级速度的测算及时空演变分析[J]. 数量经济技术经济研究，2021，38(9)：98-116.

[33] WANG R，PAN Z. The coupling coordination between manufacturing and logistics industries impacts on the high-quality development of logistics industry：Evidence from China[J]. Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics，2025，37(11)：3253-3272.

[34] ZhANG W，MENG F. Digital economy and intelligent manufacturing coupling coordination：Evidence from China[J]. Systems，2023，11(10)：521.

[35] 李璨，陈博，张艾嘉，等. 我国制造业企业数字化转型路径分类及绩效研究[J]. 科学学研究，2025，43(8)：1715-1728.

Inhibition or Promotion? Research on the Co-evolution Mechanism of Producer Services and Manufacturing Industry under the Condition of Digital Economy

Li Qiuxiang[1], Li Zeyang[2], Wang Zongxian[3]

(1. School of Business, Henan University, Kaifeng 450001, China; 2. SHU-UTS SILC Business School, Shanghai University, Shanghai 200444, China; 3. College of Engineering, Peking University, Beijing 110871, China)

Abstract: With the refinement of division of labor, manufacturing enterprises are gradually outsourcing non-core processes. This trend not only promotes the specialized development of productive service industries, but also brings opportunities for the upgrading of the manufacturing industry. In the context of the digital economy, digital technology has gradually become a key driving force for industrial integration and development. Based on this, under the conditions of the digital economy, the integrated development mechanism of productive service industry and manufacturing industry was taken as the research object, and a logistic evolution model was constructed to empirically study the integrated development dynamics of various comprehensive economic zones in China from 2019 to 2023. Research has found that the integration of productive services and manufacturing industries in various comprehensive economic zones presents regional differentiated development characteristics. The evolution coefficient of each comprehensive economic zone shows an increasing trend, indicating that the overall development of the integration of the two industries is improving. However, there are significant regional differences, manifested in three typical patterns: fluctuation type (Northeast and Southwest Economic Zones), convergence type (Southern Coastal and Northern Coastal Economic Zones), and convergence type (Eastern Coastal and Yellow River Midstream Economic Zones). Under the conditions of the digital economy, the evolution effect coefficients of various comprehensive economic zones exhibit three scenarios: identical trends, decreasing differences, and fluctuating trends. However, regional differences are significant, showing heterogeneous effects (promoting or inhibiting effects). That is, except for the southern coastal comprehensive economic zone, the digital economy has had varying degrees of hindering effects on the integrated development of the two industries in other comprehensive economic zones. By strengthening digital technology infrastructure and standardization, improving the data governance system, cultivating compound talents, and building an integrated ecosystem, the inhibitory effect of the digital economy on the integration of the two industries can be effectively alleviated, promoting the formation of a high-quality development pattern of "promoting integration with data and promoting innovation through integration". It provides an important basis for formulating differentiated regional digital economy development policies.

Keywords: digital economy; manufacturing industry; productive service industry; integrated development