

## 数字经济视域下的社会科学计算方法应用： 以物流业智能化转型的 fsQCA 组态分析为例

刘 宇（江西理工大学商学院）\*

李 宁（江西理工大学商学院）\*\*

周若曼（江西理工大学商学院）\*\*\*

朱蓉蓉（江西理工大学商学院）\*\*\*\*

王汉坤（江西理工大学商学院）\*\*\*\*\*

**摘 要：**在数字经济与实体产业（如物流业）的交互界面上，传统计量经济学所依赖的线性通用模型（GLM）似乎正遭遇某种认识论层面的瓶颈——这种基于“净效应”的平滑预测，往往在面对多重并发因果关系（Causal Complexity）时显得力不从心，甚至可以说是失焦的。

笔者试图通过本研究表明，针对我国物流业智能化转型的考察，不应止步于单一变量的显著性检验，而应转向对“组态效应”的深度解构。本研究并未沿用传统的变量导向逻辑，而是将 TOE 框架（技术-组织-环境）异化为观测复杂系统的多维透镜，通过熵值法与耦合协调模型的预处理，将多源异构数据锚定在模糊集定性比较分析（fsQCA）的逻辑框架内。

这一过程并非简单的工具叠加，而是对因果关系的重塑：研究最终沉淀（Precipitate）出包括“技术-平衡型”在内的四条非对称路径。这有力地暗示了，驱动产业融合的并非单一要素的线性累加，而是技术压力、组织惯性与环境不确定性之间微妙的化学反应。或许可以这样认为，本研究在解构物流业数字孪生路径的同时，更意在为计算社会科学提供一种超越单纯量化或质化的混合方法论（Mixed Methods）范式参考——在算法黑箱日益庞大的今天，这种对因果复杂性的审慎回归显得尤为关键。

**关键词：**组态视角；因果复杂性；TOE 动力学；fsQCA；算法社会学

**基金项目：**江西省社科规划课题一般项目，数字技术赋能江西稀土产业链韧性提升机制和路径研究（25GL18）

\* 刘宇，第一作者，江西南昌，江西理工大学商学院，博士，研究方向：供应链韧性，智慧供应链，email:carefreely2004@163.com。

\*\* 李宁，第二作者，江西理工大学商学院研究生，研究方向：供应链管理，email:15553498731@163.com。

\*\*\* 周若曼，第三作者，江西理工大学商学院研究生，研究方向：供应链管理，email:3494426175@qq.com。

\*\*\*\* 朱蓉蓉，第四作者，江西理工大学商学院研究生，研究方向：供应链管理，email:18296694763@163.com。

\*\*\*\*\* 王汉坤，第五作者，江西理工大学商学院研究生，研究生方向：供应链管理，email:1243144430@qq.com。

## I. 引言

进入 21 世纪后，在信息通信技术不断创新的背景下，数字经济以互联网技术为支撑，在大数据、云计算、5G 技术和互联网等领域实现了大范围覆盖，数字技术如人工智能和区块链正在快速地进行创新，并在经济和社会发展的各个方面得到了深入的融合，它们已经变成了具有巨大发展前景和广泛影响力的国民经济的新模式和增长中心，显著促进经济高质量发展<sup>[1]</sup>。在社会化的大规模生产过程中，物流行业连接生产、流通和消费各个环节。物流行业的高质量发展不仅对国民经济的整体高质量增长有着至关重要的影响，同时也是实现国民经济“双循环”畅通和满足人民对美好生活期望的核心环节<sup>[2]</sup>。

到 2022 年年底为止，我国在铁路、公路和快递的运营里程上都稳居全球领先地位，这标志着物流行业已经进入了一个成熟的阶段，并正处于关键的转型、提高质量和效率的时期。由于我国支持程度上存在着显著差异。据《中国第三产业统计年鉴》提供的数据显示，自 2005 年起，每年交通运输业、物流仓储业和邮政业在物流产业增加值中的份额均超过 80%。因此，以这些相关数据来代表物流行业是合理的。根据全国工商联于 2022 年发布的《万家民营企业评营商环境》调查数据，目前仅有 35.4% 的交通运输、仓储和邮政业开始着手实施数字化转型战略，而 44.4% 的企业目前还没有计划进行数字化转型<sup>[3]</sup>，依托数字经济实现物流提质增效的空间较大。

因此，本文以我国 30 个省份为案例对象，尝试引入组态视角来解决这一复杂问题。相较于传统计量方法，fsQCA 方法擅长处理小样本、多重并发因果关系，非常契合数字经济对传统产业影响的复杂性特征。本文旨在通过对物流业与数字经济融合的实证分析，验证该方法在处理此类议题上的有效性，并揭示其背后的组态效应，从而为相关领域的方法论应用提供参考。

## II. 文献综述

### 2.1. 物流业与数字经济融合的机理研究

在物流业与数字经济深度融合背景下，数字物流成为了物流业创新发展的主导方向，数字物流就是对传统物流行业进行数字化创新和改造，最初是由智慧物流演变而来的。国际商业机器公司首次明确地将智慧物流定义为利用射频识别和全球定位等先进技术进行的物流管理活动<sup>[4]</sup>。随着物流业与数字经济融合发展水平不断提高，越来越多学者对物流业与数字经济融合机理进行研究，国内的学者一般从数据、产业和物流业与数字经济融合的高质量发展的角度对我国物流业和数字经济融合的机理进行研究。

### 2.1.1. 基于数据视角的物流业与数字经济融合机理研究

数据在数字经济中被大部分学者视为核心的生产要素。丁志帆<sup>[5]</sup>认为,数字技术有能力减少核心要素的成本、达到规模和范围的经济效益、提升资源配置的效率。赵剑波<sup>[6]</sup>认为资本和劳动力这些传统的生产要素不同于现在的生产要素,新一代信息技术革命带来的“关键生产要素”的转变使得数据成为了新的生产资源。夏杰长<sup>[7]</sup>认为与传统的生产要素相比,数据要素已经成为了核心的生产要素,它展现出了非竞争性、互补性、外部性和指数级增值性等独特属性。洪银兴,任保平<sup>[8]</sup>认为通过数据要素的驱动可以对实体经济相关产业进行改造并渗透,特别是在技术研发、生产制造以及数字生态等多个环节中,努力促进了产业之间的深度融合。综上所述,数据已经成为企业重要资产之一,是创造价值的基础资源,也是衡量一个国家竞争力强弱的标准。

### 2.1.2. 基于产业视角的物流业与数字经济融合机理研究

肖旭等<sup>[9]</sup>认为产业之间深度融合促进了产业数字化转型,提高了产业的运作效率,重塑产业组织的竞争方式,提升产业的市场竞争力。丁述磊等<sup>[10]</sup>认为数字经济的主要战场已经从消费互联网转向了产业互联网,随着现代信息网络和数字技术的崛起,它推动了产业转型和商业模式的革命性创新,从而催生出了产业管理的智能化、产业形态的数字化以及产业组织的平台化等新的特点。余东华等<sup>[11]</sup>认为信息技术与传统产业深度融合产生了数字产业,数字技术与传统行业的融合推动了传统行业向数字化转型,成为数字经济增长的主要推动力量。欧阳日辉<sup>[12]</sup>认为在产业层面上,产业之间的融合意味着数字产业化与产业数字化之间的共同进步。产业数字化是指传统产业通过数字技术应用,实现了数据资源的有效利用,从而提高了效益和运作效率。

### 2.1.3. 基于高质量发展视角的物流业与数字经济融合机理研究

江小涓<sup>[13]</sup>认为数字经济的规模效应和长尾效应,能够有效地减少物流业等实体产业的交易成本,合理分配产业之间的资源,从而提升产业的运作效率。郭晗<sup>[14]</sup>认为随着新一代信息通信技术的持续完善和广泛应用,数字经济呈现出稳定的增长态势。陈曦<sup>[15]</sup>认为数字经济和实体经济的融合是产业之间各个层面的联动过程,促进产业之间深度融合,推动了我国经济高质量发展。

## 2.2. 物流业与数字经济融合的测度研究

### 2.2.1. 物流业与数字经济融合的影响因素研究

物流发展水平不仅能够反映区域物流能力,还能够对分析我国各区域当前的物流发展状况,对物流业提出发展路径具有重要的意义。林双娇等<sup>[16]</sup>运用熵值法,从物流的运营规模、供应质量、发

展效益和发展成本四个方面构建了一个评估指标体系，以量化和评估中国物流行业的高质量发展水平。王鹏等<sup>[17]</sup>从经济增长的基础、物流的运输能力、物流行业的表现、技术的创新潜力以及绿色发展的成果这 5 个方面，运用了熵值法和聚类分析法，对长三角地区各城市的物流高质量发展状况进行评估。李楠<sup>[18]</sup>构建了一个物流业发展水平体系，涉及物流业竞争实力、竞争潜力和竞争环境三个方面，并利用深度 SAE-SOFM 模型进行了特征分析与聚类。

在数字经济发展水平测度方面，目前还没有一个比较统一的指标体系框架。张雪玲，焦月霞<sup>[19]</sup>从数字基础设施、数字化应用和数字产业发展等多个角度构建了一个综合的数字经济发展水平指标体系。苏冰杰等<sup>[20]</sup>以数字化基础、数字化生产力和数字化潜力三个方面为出发点，建立了我国数字经济发展水平评价指标体系。何地等<sup>[21]</sup>以数字基础设施、数字产业成长以及数字经济环境为切入点，建立了数字经济发展水平的指标体系。

### 2.2.2. 物流业与数字经济融合的测度方法研究

从研究方法来看，主要研究方法有熵值法、耦合协调度模型及回归分析模型。如在已有的研究中，王霞<sup>[22]</sup>运用主成分分析法结合耦合协调度模型衡量了我国物流产业和数字经济的耦合协调度进行实证分析。虞赞<sup>[23]</sup>采用熵值法对我国各地区的物流业和数字经济融合发展水平进行了量化评估。梁雯<sup>[24]</sup>利用三阶段 DEA-Malmquist 指数模型和熵值法，对我国的物流效率和数字经济综合指数进行了测度。

### 2.2.3. 物流业与数字经济融合的测度指标分析

本文将从数字经济影响因素和物流业影响因素两方面进行探究。数字经济影响因素方面，蔡绍洪<sup>[24]</sup>等选取经济增长、外资依存度、产业结构优化、政府行为、城镇化以及人力资本作为影响因子，旨在丰富数字经济影响因素相关研究深度；程筱敏<sup>[25]</sup>认为经济发展水平、产业结构、贸易开放度、城镇化、政府支持、外商投资水平和人力资本水平等是影响数字经济发展指数的主要影响因素；胡西娟<sup>[26]</sup>认为经济发展水平、人力资本水平、贸易开放水平和国有企业规模能够显著促进数字经济与实体经济融合发展。物流业影响因素方面，龚雪<sup>[27]</sup>通过测算，对外开放水平、行业因素、经济发展水平、能源利用率、区位因素、政府支持度对物流业综合效率和纯技术效率影响均显著。谢守红等<sup>[28]</sup>通过研究论证了经济增长要素和中国物流业之间有很高的相关性，物流行业的发展虽然受到了积极的推动，但也存在一定的滞后性。影响程度按照消费水平、经济发展水平、人力资源、资本投入、工业发展水平和对外开放程度从高到低的顺序排列。周广亮等<sup>[29]</sup>测算结果显示经济发展水平，对外开放程度和信息化水平对物流业的发展有显著正向影响，但人力资本水平在某些市域呈现出负相关的特点，并且各个影响因素在物流业发展过程中的作用效应都呈现空间异质性特征。

### 2.3. 研究述评

综上所述，对数字经济的研究，主要集中在数字经济的作用机制以及数字经济的测度等多个领域。随着物流业与数字经济在发展的过程不断融合，研究者们逐渐将研究重心转向物流业与数字经济的融合机理、融合发展水平的测度以及影响物流业与数字经济之间融合的关系研究中。但回顾现有文献可以发现，影响物流业与数字经济之间融合的作用机制也尚不明确，大多数研究集中于对物流业与数字经济的发展水平进行测度，而鲜有学者研究物流业与数字经济融合的影响因素。

因此，本文基于前人的研究基础，以我国30个省、自治区、直辖市（除西藏外）为研究对象，基于耦合协调度模型和fsQCA方法来研究我国物流业与数字经济融合程度及影响因素。

## III. 我国物流业与数字经济融合水平测度分析

### 3.1. 指标体系构建

#### 3.1.1. 指标体系构建原则

(1) 客观性原则。以客观实际情况为出发点，建立能够反映各省份实际情况的指标体系，以确保研究结果的真实可靠性。

(2) 科学性原则。选取指标体系来源：一是通过对相关文献进行研读得到初步指标，其数量要尽量多，覆盖面要尽量大；二是在考虑物流业与数字经济发展状况的基础上，本文对所选指标做了相应筛选与修正，并尽可能选取有代表性指标。

(3) 可行性、可比性原则。可行性主要表现在数据的整理和收集方面。可比性主要表现为物流业与数字经济中包含了很多评价指标，应该选取具有权威性指标反映两大产业耦合与协调发展时，还应尽可能选取其相同或相近的指标来确保所得综合评价水平具有可比性。

#### 3.1.2. 指标选取

本文主要在省级层面上对物流业与数字经济及其耦合协调发展问题进行了研究，并在大量文献阅读的基础上，吸取了以往研究的经验，构建了相关指标评价体系。由于影响物流业和数字经济发展的影响因素较多，因此在指标的选择上尽量做到综合，构建了基于我国物流业与数字经济特征的指标体系。

2012-2021年间，我国数字经济规模由11万亿元激增至到了45.5万亿元，位于世界前列。此外，在物流业与数字经济融合发展下，物流业相关数字技术取得了突破，这十年也是我国物流业发展速度最快的十年。在此基础上，本研究指标选择时间跨度在2012-2021年间，借鉴了谢欣雨等<sup>[29]</sup>的做

法，并以物流业与数字经济融合发展的逻辑机理为依据，结合中国物流业与数字经济融合发展实际，遵循科学性、合理性和数据可得性的原则，立足数字经济发展现状以及未来发展潜力，进一步结合物流业发展特征构建了我国物流业发展水平测度指标体系如表 1 所示，我国数字经济发展水平测度指标体系如表 2 所示。

表 1 我国物流业发展水平测度指标体系

一级指标	二级指标	指标解释
投入水平	运输线路建设水平	铁路营业里程+内河航道里程+公路里程（公里）
	物流产业资本投入	交通运输、仓储和邮政业固定资产投资额（亿元）
发展规模	物流产业市场规模	交通运输、仓储和邮政业法人单位数（个）
	物流产业人才发展	交通运输、仓储和邮政业就业人数（万人）
产出能力	物流业运输生产成果	货物周转量（亿吨公里）
	物流业增加值	交通运输、仓储和邮政业增加值（亿元）
发展潜力	信息网络发展水平	电话普及率（部/百人）
	信息网络支持广度	互联网宽带接入端口数（万个）

表 2 我国数字经济发展水平测度指标体系

一级指标	二级指标	指标说明
投入水平	互联网发展资源投入水平	互联网域名数（万个）
	数字经济产业资本投入水平	信息传输、软件和信息技术服务业固定资产投资（亿元）
发展规模	数字经济产业市场规模	信息传输、计算机服务和软件业法人单位数（个）
	数字经济产业人才发展	信息传输、软件和信息技术服务业就业人数（万人）
产出能力	数字经济主要行业业务总量	电信业务总量（亿元）
	数字经济主要行业业务收入	软件业务收入（亿元）
发展潜力	数字经济产业的研发支持力度	R&D 经费（万元）
	数字经济产业支持服务的深度	数字普惠金融指数

## 3.2. 测度方法

### 3.2.1. 熵值法

熵值法是一种客观赋值的方法，所得出来的指标权重可以使最终的结果更加客观，避免了主观

因素所带来的偏差。本文借鉴杨丽等<sup>[30]</sup>的研究,达到运用熵值法对我国物流业和数字经济发展水平测算的目的,熵值法具体步骤如下:

(1) 确定指标。设有地区有  $m$  个,指标有  $n$  个,年份有  $T$  个,本文  $m$  取值 30,  $n$  取值 8,  $T$  取值 10,构建最初的测度矩阵:

$$X = \{x_{ij}^t\}_{mT \times n} \quad (1)$$

其中  $x_{ij}^t$  表示第  $i$  个省份在第  $t$  年的第  $j$  项指标值。

(2) 标准化处理指标数据。由于本研究均是正向指标,因此仅列出正向指标的标准化方法,并进行数据平移消除 0 值得影响,公式如下:

$$y_{ij}^t = \frac{x_{ij}^t - x_{jmin}}{x_{jmax} - x_{jmin}} + 0.0001 \quad (2)$$

(3) 计算指标权重  $p_{ij}^t$ :

$$p_{ij}^t = \frac{y_{ij}^t}{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m y_{ij}^t} \quad (3)$$

(4) 求各指标的熵值  $e_j$ :

$$e_j = -k \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m p_{ij}^t \ln p_{ij}^t \left( k = \frac{1}{\ln mT} \right) \quad (4)$$

其中  $e_j \in [0, 1]$ 。

(5) 在构建评价指标的过程当中,本文选用了“熵值法”作为衡量各个因素权重的指标。“熵值法”是基于真实和客观的数据进行的,它排除了人为和主观的干扰,确保了计算结果的科学性。通过熵值法得出的指数经过加权处理后,与原始数据中信息的数量维度有关,这使得指数内的数据更为精确和可信。本文使用熵值法对各个评价因素进行了加权处理,如下公式所示计算各指标权重  $w_j$ :

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} \quad (5)$$

其中  $\sum_{j=1}^n w_j = 1, 0 \leq w_j \leq 1$ 。

(6) 计算综合发展水平  $U_i$ :

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_j y_{ij}^t \quad (6)$$

### 3.2.2. 耦合协调模型

耦合协调模型是通过参考物理学中的“耦合”这一概念而来,本文通过参考相关的耦合协调度研究方法的文献,构建出耦合协调度模型<sup>[31]</sup>。具体计算步骤如下:

(1) 通过物流产业和数字经济产业的综合发展水平计算它们的耦合度:

$$C = \frac{2\sqrt{U_1 U_2}}{U_1 + U_2} \quad (7)$$

(2) 计算物流产业与数字经济产业两个系统间的综合评价指数:

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 \quad (8)$$

参考王霞等的研究，鉴于物流业作为实体经济的基础支撑与数字经济作为新增长极在“双循环”格局中具有同等重要的战略地位，且二者相互依存，因此本文将两个子系统的权重系数 $\alpha$ 和 $\beta$ 均设定为 0.5。

(3) 计算物流产业和数字经济产业耦合协调度：

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (9)$$

参考杜德林等<sup>[32]</sup>的耦合协调度等级分类方法，将耦合协调度 D 的数值可以划分为四个等级，所设定的耦合协调度等级表如表 3 所示。

表 3 耦合协调度等级表

耦合协调度	协调度等级	系统所处的状态
[0, 0.3]	低度协调	系统间发展受阻
(0.3, 0.5]	中度协调	系统间发展阶段处于磨合阶段
(0.5, 0.8]	高度协调	系统间发展水平较高并相互促进，初步实现协调发展
(0.8, 1]	极度协调	系统间发展处于最理想状态，完全实现了协调发展

### 3.3. 数据来源

考虑指标数据的可获得性，选取来自 2012-2021 年全国 30 个省、自治区、直辖市（除西藏外）的数据，对我国物流业和数字经济的耦合协调发展进行分析。数据来源于《中国统计年鉴》、《中国第三产业年鉴》、《中国科技统计年鉴》和《北京大学数字普惠金融指数报告》，且所有数据按照极差法进行无量纲化处理。

### 3.4. 物流业和数字经济发展状态测度

#### 3.4.1. 物流业发展状态测度

基于公式 (1) ~ (5)，计算出物流业发展评价指标的熵值、差异性系数和权重。基于公式 (6) 计算对物流业综合发展状态。

(1) 从时间变化上来看，我国物流业的发展状态趋于平稳状态，综合发展状态最好的年份为 13 年的 0.34，综合发展状态最差的年份为 2018-2021 年的 0.30，其中北京、天津、辽宁等东北省份下降的幅度较大，西部地区的四川、云南、广西处于上升阶段，这跟我国大力发展西部地区，出台了多项物流便利政策有较大关系。

(2) 从空间变化上来看，广东的物流业发展状态一直处于领先地位，2018 年的综合发展状态最好为 0.89，是整个研究期间的最高水平，平均综合发展水平为 0.83，也是全国省份里最高的，

远远高于全国的综合评价平均水平 0.31。江苏、山东、浙江、上海的综合发展状态紧跟其后，差别不大。中部地区的安徽、湖北和湖南等地处在全国的平均综合发展水平，而西部的青海、宁夏和甘肃等地则远落后于其他地区。

### 3.4.2. 数字经济发展状态测度

基于公式(1)~(5)，计算数字经济发展评价指标的熵值、差异性系数和权重。基于公式(6)计算数字经济综合发展状态。

(1) 从时间变化上来看，2012-2021年我国数字经济发展状态不断上升，综合发展状态由2012年的0.19增长到2021年的0.23，涨幅达21.05%。中部与东部大部分省份都保持了较好的增长势头，其中上海表现尤为突出，综合发展状态由12年的0.36涨到了21年的0.49。这是由于近年来我国以东部省份为发展重点，不断构建以数字经济为引领的产业体系。

(2) 从空间变化上来看，广东省数字经济发展状态有明显的优势，其综合发展水平远远高于其他地区，江苏以平均综合发展状态0.66排名第二，北京则以0.65排名第三，东部其他地区比如上海、浙江和山东的综合发展状态也处于较高的水平，西部青海、宁夏和甘肃等地的数字经济发展状态明显低于其他地区，平均综合发展状态不超过0.10。

总的来看，我国物流业和数字经济的发展状态在地域表现出明显差异。浙江、江苏、广东等东部沿海地区，物流业与数字经济发展状态较好，而中西部地区发展状态较差。主要原因是东部地区经济发展状态较好，科研机构 and 高等院校较为集中，数字技术和创新水平较高。此外，东部沿海地区外部交流频繁，逐渐成为产业发展和融合的引领者。相比之下，中西部地区经济水平较低，面临人才流失和老龄化等问题，导致创新步伐放缓，更多依赖于政府的投入和支持。因此，该地区的物流业转型升级依然面临严峻挑战。

## 3.5. 物流业和数字经济的融合水平测度

本章对2012年至2021年间我国30个省份的物流业和数字经济融合水平进行了测度，根据测度结果对全国、区域和省级三个层面的分析。这段时间内我国物流业与数字经济的耦合协调度基本稳定，在0.45至0.47之间波动，协调等级为中度。全国范围内，物流业与数字经济的融合仍处于磨合过渡阶段，具有较大的探索空间和价值。从三大区域来看，东部地区物流业与数字经济耦合协调度呈现小幅下降趋势，从0.58下降至0.54，均值为0.57，虽处于高度协调阶段但协调度缓慢降低。中部地区耦合协调度由0.43上升至0.48，处于中度协调阶段。西部地区耦合协调度由0.32上升到0.34，处于中度协调阶段，但均值远小于中部地区。

从省份的角度来看，广东和江苏的物流业与数字经济融合程度分别处于极度协调和高度协调的阶段，其耦合协调度均值均超过0.8，显示出整体上较高的融合水平。河北、湖北、河南和安徽这四个省份的融合水平从中度协调上升至高度协调，而贵州的融合水平从低度协调上升至中度协调。辽

宁的融合水平从高度协调下降至中度协调，而吉林和新疆的融合水平则从中度协调下降至低度协调。在 2012 年至 2019 年期间，其他 22 个省份的融合水平基本保持稳定趋势。

## IV. 国物流业与数字经济融合发展实证研究

### 4.1. fsQCA 方法和案例的选取

fsQCA 以案例研究为核心，运用布尔代数和模糊集合理论，从小样本数据中建立研究议题的因果关系。fsQCA 能够解决集合论概念下的因果复杂性问题，为研究者提供了一种有效的分析工具，同时具有定性和定量的属性的研究方法<sup>[33]</sup>。

本研究之所以锚定模糊集定性比较分析（fsQCA）作为核心方法论工具，绝非单纯出于技术层面的偏好，而是基于对物流业与数字经济融合这一“因果复杂系统”的认识论反思。

不得不指出，在 TOE（技术-组织-环境）的多维视域下，驱动产业融合的动力机制并非单一要素的线性叠加，而是多重前因变量在特定情境下的“化学反应”与“组态纠缠”。传统的计量经济学模型（如 OLS 回归）往往致力于剥离单个变量的“净效应”，这种“平均化”的处理逻辑在面对具有高度因果非对称性和殊途同归性的社会技术现象时，极易因过度简化而导致解释力的失焦。

与其试图用线性方程去拟合一个本质上非线性的现实，不如承认：各省份的融合发展路径实则是技术赋能、组织变革与环境规制等要素并发协同的结果。正是在这一逻辑基点上，fsQCA 展现出了超越传统变量导向研究的独特张力——它打破了定性与定量的二元对立，通过布尔代数的运算，捕捉了不同条件组合如何沉淀为差异化的融合路径。

此外，针对本研究涵盖的 30 个省级行政区数据（西藏除外），这一样本规模恰好落入了 Ragin (2008) 与 Fiss (2011) 所界定的“中等样本（Intermediate-N）”区间<sup>[34]</sup>。在这一区间内，大样本统计推断的效力往往受到局限，而 fsQCA 却能巧妙地在个案的深度（Idiographic）与法则的广度（Nomothetic）之间达成微妙的平衡。可以说，这不仅是对中国区域发展多样性的统计回应，更是对“组态视角”这一方法论范式的逻辑自洽性验证。

### 4.2. 基于 TOE 框架的理论模型构建

在探寻物流产业数字基因重组的逻辑起点时，TOE（技术-组织-环境）框架之所以被本研究选定为理论锚点，并非仅仅因其在学界的“广泛适用性”，更在于其对社会技术系统内在张力的精准捕捉。

不得不承认，任何试图将“产业数字化”这一复杂现象还原为单一维度解释的尝试，都面临着严重的还原论风险。TOE 框架的认识论价值在于，它并未将技术视为孤立的变量，而是将其置于组

织惯性与制度环境的双重约束之下——技术的可供性、组织的资源冗余度以及环境的制度同形性压力，三者在此并非简单的并列关系，而是形成了一种动态的互相建构。

基于此，本研究拒绝了线性叠加式的模型构建，转而采用归纳逻辑，从过往文献的碎片化叙事中萃取（Distill）出六个关键前因条件。这些条件并非独立运作，而是在时空维度上发生化学反应般的“组态纠缠”。图1所展示的并非一个静态的分类图谱，而是一个因果拓扑结构：它试图揭示不同层面的要素如何通过非线性的协同（Synergy），跨越单一因素的局限，最终涌现为驱动物流业与数字经济深度融合的多样化路径。这一模型构建过程，本质上是对“技术决定论”的一种修正，旨在从组态效应的视角，重新审视那些被传统线性模型所遮蔽的复杂因果链条。

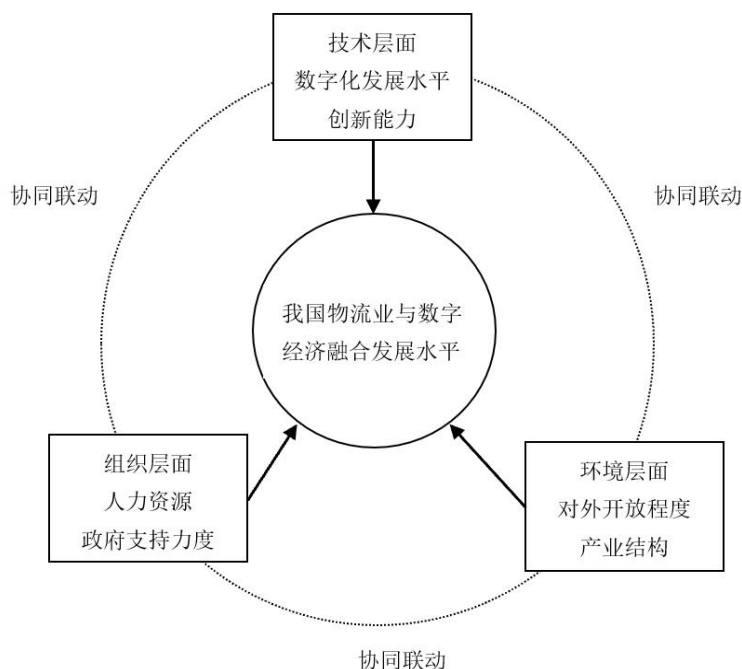


图1 组态效应模型

在 TOE 架构的技术维度内，我们不应将其简单还原为硬件设施的物理堆砌；相反，它应被理解为数字化渗透度与创新势能在时空维度上的动态耦合。

#### 4.2.1. 技术层面

具体包括了数字化发展水平和创新能力 2 个二级条件。根据国务院办公厅发布的关于印发“十四五”现代物流发展规划的通知，我国在“十四五”计划期间，将充分利用先进数字技术和信息技术，广泛应用于物流行业。

尽管“十四五”现代物流发展规划为行业提供了一种制度性的合法性，但笔者不得不指出，真正驱动产业边界消融的，并非政策文本本身，而是数字技术所内含的“破坏性创造”机制。这种机制通过“可供性”的释放，将“网络货运”或“无接触配送”等新业态从传统的物理束缚中剥离出来，使其成为一种可被算法定义的流动要素。

更为关键的是，技术创新在此处展现出了强烈的非线性溢出效应。正如 Chen et al. (2020) 可能暗示的那样，这种溢出并非单向的传导，而是一种对原有技术路径的“覆盖与重写”——它强制性地模糊了物流业与数字经济之间的本体论界限。当技术壁垒被拉平，原有的生产成本曲线发生结构性断裂，这不仅改变了供给侧的函数形式，更在深层逻辑上重塑了市场需求的颗粒度，从而为“两业”在更深维度的价值共创提供了可能<sup>[35]</sup>。

#### 4.2.2. 组织层面

具体包括了人力资源和政府支持力度 2 个二级条件。物流业和数字经济的发展都离不开高素质人才作为支撑，人力资源水平的高低往往也决定了一个地区物流业或其他产业和数字经济发展水平的高低，人力水平越高的地区，技术水平与生产要素的潜力也会被发挥的更加充分，陈红等学者研究发现企业数字化转型的进程优化员工结构。这主要体现在企业对高级人才，尤其是掌握数字化转型基础技术的高质量人才的需求上，并且高素质的复合型人才能够推动物流业或其他产业与数字经济深度融合<sup>[36]</sup>。物流企业想要尽快地完成数字化转型，既需要企业本身的投资与努力，更需要当地政府直接或者间接地指导与扶持，只要当地政府在技术研发方面投入足够的资金，并在人员聘用和系统采购上有所作为，就很可能对地方数字化建设水平的提升产生积极影响。但应该看到，资源投入也牵涉到时间尺度问题，政府应该认识到物流业数字化转型是一个长期且持续的任务，因此，政府需要增加投资，加速资金能力的建设，以促进物流业的数字化转型进程<sup>[37]</sup>。

#### 4.2.3. 环境层面

具体包括了对外开放程度和产业结构 2 个二级条件。外部环境虽无法直接参与物流业和数字经济的建设过程，但却能够影响相关产业组织行为选择和促进技术创新。对外开放程度能够拉动市场需求，加强国际交流合作，推动物流业等实体产业发展。同时，对外开放能够引进国外先进技术，加上自身技术优势推进物流业与数字经济融合发展。产业结构是从宏观上审视各个地区物流业发展状况的重要标志。在中国经济飞速发展的同时，作为“第三个利润源”的现代物流业也迅速兴起，产业结构调整势必对物流产业产生更高的需求。而数字经济的发展加速了技术密集型和知识密集型产业的发展。尤其是数字技术融合传统产业重塑了产业结构，进而推动物流产业等实体经济发展。

### 4.3. 变量测量及数据来源

#### 4.3.1. 数据来源及结果变量

本文数据来源为全国30个省、自治区、直辖市（除西藏外）的统计数据，由于fsQCA方法要求将多个影响因素作为前因条件，可能存在一定滞后期<sup>[38]</sup>，因此采用2021年数据对结果变量我国物流业与数字经济耦合协调度进行测量，前因条件变量均采用2020年数据。

#### 4.3.2. 数据来源及条件变量

(1) 数字化发展水平。采用《中国区域数字化发展指数报告》。该报告由中创凯立达规划设计研究院编写，于2021年3月22日在北京发布。该报告构建了三级指标体系，包括创新要素投入、数字基础设施、数字经济发展、数字社会建设4个二级指标和36个三级指标，全方位对我国30个省、自治区、直辖市（除西藏外）中国区域数字化发展指数进行测算，较为全面客观。

(2) 创新能力。采用中国科学发展战略小组和中国科学院大学中国创新创业管理研究中心共同编写的《中国区域创新能力评价报告（2021）》中区域创新能力作为测量指标，该报告从知识创造、知识获取、企业创新、创新环境四个方面构建指标体系，全方位对我国30个省、自治区、直辖市（除西藏外）区域创新能力数进行测算，较为全面客观。

(3) 人力资源。参照程筱敏（2022）的研究，采用《中国统计年鉴2021》中的本专科毕业生人数占就业总人数的比重表示人力资源。

(4) 政府支持力度。参照盛亚<sup>[39]</sup>的研究，采用《中国统计年鉴2021》中的地方政府公共财政预算支出与地区年末总人口的比值表示政府支持力度。

(5) 对外开放程度。参照蔡绍洪（2022）的研究，采用《中国统计年鉴2021》中的货物进出口总额占地区生产总值的比重表示对外开放程度。

(6) 产业结构。参照慕娟<sup>[40]</sup>的研究，采用《中国统计年鉴2021》和《中国第三产业统计年鉴2021》中的第三产业增加值占地区生产总值的比重表示产业结构。

需要指出的是，本研究基于系统论视角，关注的是外部环境要素（如数字化基础设施、人力资源）如何通过组态匹配（Configuration），构成了内部系统的高水平耦合状态。这种从“要素配置”到“系统状态”的分析逻辑，不同于传统的线性因果推断，更侧重于识别要素间的协同效应。

#### 4.3.3. 数据校准

在使用fsQCA4.0软件进行分析前，首先需要对前因条件和结果变量进行校准，以确定结果变量和条件变量的完全隶属点、交叉隶属点和完全不隶属点，这样才能满足布尔运算逻辑的需求。参照Andrews et al<sup>[41]</sup>的研究，通过采用直接校准法，本文将前因条件和结果变量的95%、50%和5%的分位数值分别作为完全隶属、交叉点和完全不隶属的校准锚点。通过Excel软件中的percentile函数，

可以计算出这三个锚点对应的精确数值，接下来，使用 fsQCA4.0 软件中的 Calibrate 函数对结果变量和 6 个条件变量进行了校正。由于在 fsQCA 分析中，0.5 的条件会被自动移除，因此本研究选择了 0.501 来替代调整后的 0.5 条件值。这样，本文可以将结果变量和条件变量的原始数据转换为介于 0-1 之间的模糊集隶属度。

## 4.4. 实证分析

### 4.4.1. 必要性分析

决定事件发生的核心要素是必要的条件，可以明确条件变量与结果变量之间密切关系。深入分析了对前因条件的必要性，从而明确前因条件是否构成数字经济与物流业融合发展状态优化这一结果变量的必要条件。当一致性超过 0.9 时，这意味着前因条件成为了结果变量所必需的条件；当覆盖度趋近于 1 时，这意味着前因条件对于结果变量的解释能力更为显著。2012-2021 我国 30 个省份物流业与数字经济融合水平必要条件分析结果如表 4 所示，各前因条件的覆盖度在 0.4992 与 0.9475 之间，表明其对物流业和数字经济融合发展水平优化均具有一定的解释力。各个条件的一致性均小于 0.9，表明各前因条件均不足成为物流业和数字经济高耦合协调度的必要条件，物流业与数字经济融合发展水平是多个前因条件交互作用的联合效应，有必要对条件变量进行组态分析，找出高水平区域物流产业效率的多种条件组合。

表 4 2012-2021 我国 30 个省份物流业与数字经济融合水平必要条件分析结果

前因变量	一致性 (Consistency)	覆盖度 (Coverage)
数字化发展水平	0.84675	0.944993
~数字化发展水平	0.514742	0.501311
创新能力	0.821754	0.947528
~创新能力	0.52692	0.49918
人力资源	0.696449	0.635513
~人力资源	0.56762	0.686405
政府支持力度	0.541085	0.600811
~政府支持力度	0.787079	0.769954
对外开放程度	0.792398	0.856104
~对外开放程度	0.548584	0.5501
产业结构	0.666773	0.745094
~产业结构	0.65498	0.637174

#### 4.4.2. 构建真值表

基于（fsQCA）的规则，模糊集由6个条件变量所组成，那么在真值表中呈现 $2^6$ 即64种组态。不过，在真实场景中，有些案例没有对应的条件组态。对于这种问题，杜运周等<sup>[42]</sup>的经验是把“Delete and code”选项中的一致性阈值修改为0.8。简化后的真值表如表5所示，可以看出影响物流业与数字经济融合程度的条件组态很丰富，并且条件变量和结果变量关系很复杂。

表5 简化后的真值表

数字化发展水平	创新能力	人力资源	政府支持力度	对外开放程度	产业结构	Number	结果变量	Raw Consist	RPI Consist
1	1	0	0	1	1	2	1	0.9923	0.9827
1	1	0	0	1	0	1	1	0.9922	0.9814
1	1	1	0	1	1	1	1	0.9921	0.9706
1	1	0	1	1	1	1	1	0.9896	0.9756
1	1	1	0	0	0	3	1	0.9825	0.9291
1	0	1	0	1	1	1	1	0.9762	0.8308
1	1	1	1	1	1	5	1	0.9631	0.9047
1	0	1	0	0	0	1	1	0.9622	0.7939

#### 4.4.3. 条件组态充分性分析

在进行布尔最小化运算后，条件组态分析有三种解决方案：复杂解、中间解、简单解。复杂解并不简化组态，所以不管其合理性如何，所有的逻辑余项均将引入，使解释能力下降，所以在进行条件组态分析时舍弃复杂解。因此，本文在利用软件进行了条件组态的充分性分析，利用中间解和简约解的嵌套比较，最终得出了条件组态的具体结果，全国物流业和数字经济高耦合协调度组态如表6所示。对于物流行业与数字经济之间的4种路径，其总体解的一致性达到了0.956，覆盖度为0.728，这证明了条件组态的充分性分析是有效的。这4种组态能够解释72.8%的物流业与数字经济的高耦合协调度案例，其中95.6%的案例达到了较高的标准。

(1) 组态1为技术-平衡型。以数字化发展水平作为核心条件，以组织创新能力、对外开放程度、产业结构作为边缘条件。该组态表明，在对外开放程度较高和产业结构成熟且先进的省份，如果能够获得更多的技术支持来提高数字化发展水平，将获得该区域物流业与数字经济的高融合。

该路径能够解释约 53.5% 的省份的物流与数字经济融合发展实际，约 97% 的省份的物流与数字经济融合发展实际仅能被该路径所解释。以北京和上海为例，作为我国一线城市，北京和上海对外开放程度高，物流产业结构先进化且成熟化，信息化水平高，以京东为代表的各大新业态企业在此投资，组织富有创新能力，伴随着较高的居民生活水平，所产生的物流需求大，区域数字经济发展、产业结构与物流业相互协作，使得北京和上海物流业与数字经济融合程度较高。

(2) 组态 2 为技术-环境型。以数字化发展水平作为核心条件，以人力资源和产业结构作为边缘条件。该组态表明，在数字化技术人才充足、具备先进产业结构的省份，如果能够投入更多的技术支持来提高数字化发展水平，其将获得物流业与数字经济的高度融合。该路径能够解释约 41.5% 的省份的物流与数字经济融合发展实际，且约有 96.6% 的省份的物流与数字经济融合发展实际仅能被该路径所解释。浙江省是这一构型的典范，浙江作为沿海省份，其物流产业与国际对接路径广泛，物流业基础较好，数字经济处于较高发展水平，如果浙江省在数字化人才方面加大扶持力度，物流业信息化水平与产业效率也将持续攀高。

(3) 组态 3 为技术主导型。以数字化发展水平作为核心条件，以组织创新能力、对外开放程度作为边缘条件。该组态表明，在组织创新能力强的省份，对外学习先进数字技术，整合数字资源和物流业发展资源，其物流业与数字经济融合水平将处于较高阶段。该路径能够解释约 37.3% 的省份的物流与数字经济融合发展实际，且约有 99.3% 的省份的物流与数字经济融合发展实际仅能被该路径所解释。以河南省为例，河南省在数字化发展水平方面相对落后，对外开放有限，比较优势相对落后，但近些年来，随着全国数字经济的平稳发展，河南省为提高物流业现代化水平，着眼于物流长远发展战略，加大对外开放力度，促进一批物流企业集聚，全面改善物流产业结构，促进物流基础设施智慧化，物流业与数字经济融合水平逐步向好。

(4) 组态 4 为环境主导型。以数字化发展水平作为核心条件，以人力资源、对外开放程度、产业结构作为边缘条件。该组态表明，在数字化发展水平较高和技术市场发展成熟的省份，数字化人才及物业专业人才对于数字化产品的需求会不断加大，物流业基础设施逐渐智能化、智慧化，从而促进物流业与数字经济的融合。这条路径可以解释大约 34.3% 的省份在物流与数字经济融合发展方面的实际情况，而大约 98% 的省份在物流与数字经济融合发展方面的实际情况只能通过这条路径来解释。贵州省被视为这种经济模式的代表。尽管贵州省位于我国的西部，并且由于其地理位置的特殊性，对外开放的程度相对较低，数字经济的发展水平也不高，但近些年，贵州省利用其独有的地理优势，积极发展了特色产业，并推动了物流业与数字经济的深度融合。

表 6 全国物流业和数字经济高耦合协调度组态

前因变量	组态 1	组态 2	组态 3	组态 4
数字化发展水平	●	●	●	●
创新能力	●		●	
人力资源		●	⊗	●

政府支持力度		⊗	⊗	⊗
对外开放程度	●	⊗	●	●
产业结构	●	●		●
原始覆盖度	0.53525	0.415396	0.37367	0.343546
唯一覆盖度	0.137226	0.124407	0.021791	0.007054
一致性	0.969806	0.965584	0.993186	0.97989
解的覆盖度	0.72824			
解的一致性	0.956156			

注：●表示构型中该条件存在且为边缘条件，●既表示构型中该条件存在且为核心条件；⊗表示该条件不存在且为边缘条件，V表示该条件不存在且为核心条件；空白代表构型中该条件可存在也可不存在。

通过对全国物流业和数字经济高度耦合协调程度的比较，本文能够更深入地辨识物流业与数字经济融合背景下条件变量之间的潜在替代关系。这种替代作用凸显了在物流业和数字经济融合程度提升路径选择上的多样性和可替代性。通过对比组态1和4，可以观察到创新能力与人力资源之间明显存在的替代效应，具体表现为高水平的创新能力和高水平的人力资源在促进物流业与数字经济融合上产生条件的替代作用，创新能力与人力资源的替代效应在一定程度上都能够在一定条件下发挥促进物流业与数字经济融合的提升作用，即物流业与数字经济融合发展过程中产业技术上的缺失可以通过组织来弥补，这是因为在面对复杂的竞争环境，区域政府则往往可以通过对物流业和数字经济相关产业的高端人才培养来实现物流业技术创新水平的提高，从而产生了技术与组织之间的替代作用。

本文还尝试对结果变量的我国物流业和数字经济低耦合协调度来展开探索，全国物流业和数字经济低耦合协调度组态如表7所示，表7展示了我国物流业与数字经济低耦合协调度的3个组态路径，首先组态5显示，即使在政府强力支持的情况下，处于很差的创新能力、较低的数字化发展水平、对外开放程度和不太合理的产业结构，我国物流业与数字经济融合程度不会太高。其次组态6显示，即使在政府较为支持和人力资源较为充足的情况下，我国较低的数字化发展水平、创新能力和不太合理的产业结构，其物流业与数字经济融合程度不会太高。最后组态7显示，对于缺乏创新能力、较低的数字化发展水平、不太充足的人力资源而言，即使处于政府强力支持，拥有较好的对外开放程度与具有较为合理的产业结构，我国物流业与数字经济融合程度不会太高。

表7 全国物流业和数字经济低耦合协调度组态

前因变量	组态5	组态6	组态7
数字化发展水平	⊗	⊗	⊗
创新能力	⊗	⊗	⊗

人力资源		●	⊗
政府支持力度	●	●	●
对外开放程度	⊗	⊗	●
产业结构	⊗		●
原始覆盖度	0.584803	0.485623	0.222253
唯一覆盖度	0.0971663	0.0181275	0.0236144
一致性	0.987104	0.984511	0.981595
解的覆盖度	0.635574		
解的一致性	0.988122		

注：●表示构型中该条件存在且为边缘条件，●既表示构型中该条件存在且为核心条件；⊗表示该条件不存在且为边缘条件，⊗表示该条件不存在且为核心条件；空白代表构型中该条件可存在也可不存在。

#### 4.4.4. 稳健性检验

在定性比较分析（QCA）的方法论视域下，结果的可靠性往往并不取决于单一参数下的静态呈现，而在于其在参数扰动下是否展现出“拓扑结构的不变性”。

笔者不得不指出，任何基于集合论的因果推断都需警惕“参数依赖”的伪影。遵循 Du & Jia (2017) 关于构型稳健性的审慎原则，本研究并未采取随机抽取的盲目策略，而是通过收紧逻辑过滤网的方式——即在 fsQCA 4.0 算法环境中，将原始的一致性阈值（Consistency Threshold）从 0.80 激进地提升至 0.85——来对前文识别出的 TOE 组态进行压力测试。

这一操作的本质，是要求前因条件（技术、组织、环境）与结果变量之间必须具备更强的集合隶属关系方能被识别。令人意想不到的，即便在如此严苛的参数约束下，解的组态路径并未发生结构性坍塌或显著漂移，而是展现出了高度的逻辑同构性。这种在参数摄动下的结构刚性，有力地佐证了本研究所揭示的驱动机制并非数据噪音的随机偶合，而是具有深层解释力的、稳健的因果核心。

## V. 结论与展望

### 5.1. 从“净效应”到“组态视角”：计算社会科学的方法论隐喻

本研究的实证轨迹不仅仅是对数据的挖掘，更是一次方法论层面的认识论觉醒。

笔者不得不指出，当我们将目光投向“AI+传统产业”这一高度复杂的社会-技术系统时，传统的通用线性模型（GLM）——基于变量独立性假设与“净效应”逻辑——似乎正遭遇解释力的天花板。这种方法往往倾向于将纠缠在一起的 TOE（技术、组织、环境）要素原子化（Atomize），试图在人为制造的正交性（Orthogonality）中寻找单一变量的显著性，却遗憾地过滤掉了现实世界中最具张力的“交互噪音”。

反观基于集合论与布尔代数的 fsQCA 方法，其价值不仅在于算法层面的运算，更在于它提供了一种非还原论的观测范式。它不再执着于追问“哪个变量最重要”，而是通过逻辑运算去映射那些“虽然微弱但不可或缺”的条件是如何并发协同，最终涌现为有效的转型路径。这一过程有力地解构了线性思维的局限，或许我们可以这样认为：在计算社会科学日益成为显学的当下，推广此类工具不仅是技术理性的回归，更是人文社科研究面对算法黑箱与因果稠密度时，重建解释深度的必由之路。

## 5.2. 主要结论

本文以 2012-2021 年我国内地 30 个省份数字经济与物流业融合发展水平为研究对象，使用 fsQCA 进行条件组态分析，试图检验和拓展中国情境下的 TOE 框架，从而探讨技术、组织、环境条件影响我国物流业与数字经济融合发展水平的驱动路径。主要得出以下结论：

1.东、中、西部各省份物流业与数字经济耦合协调度存在差异，呈现出明显的“东高西低”特征。2012-2021 年全国范围内物流业与数字经济融合水平为中度协调；东部地区物流业与数字经济融合水平优于中部地区，中部地区优于西部地区，物流业与数字经济融合水平基本与经济发展水平一致。在中西部地区大多数省份物流业与数字经济耦合协调度较低，仅少省份的两业耦合协调度较高。

2.数字化发展水平可以提升物流业与数字经济的耦合协调度。在进行必要性条件分析时，在物流行业与数字经济高度耦合协调的四种组态分析路径中，数字化发展水平都被视为核心条件，这表明它是提高驱动物流业与数字经济耦合协调度的关键因素。

3.为了提高物流行业与数字经济之间的耦合协调度，需要对多个因素进行优化配置，单一因素难以发挥作用。另外，推动物流业与数字经济融合有 4 种组态：技术-平衡型；技术-环境型；技术主导型；环境主导型。

## 5.3. 对策和建议

为促进物流业和数字经济融合，将从技术维度、组织维度和环境维度下的 5 个影响物流业和数字经济融合的重要因素提出我国物流业与数字经济融合发展的对策和建议。

### 5.3.1. 技术维度

数字化发展水平是物流业和数字经济融合的基础，为物流业数字化转型和高质量发展提供了数据要素产生和应用的环境，其中组态 1、2、3、4 均将数字化发展水平作为物流业和数字经济融合发展的关键因素。加强数字基础技术的学习，大型科技企业可与科研院所，高校等单位合作加强基础数字技术研究，对物流业基础数字技术进行突破，以增强物流业核心技术和智能体系的可控性。要加大数字化投资力度，完善物流业数字化转型基础设施。为了构建物流行业的数据管理平台，可以利用 5G、物联网和区块链等先进的数字技术，确保内部网络与互联网之间的高效连接。这样可以整合和监督各网络间的资源，优化信息中心的运作模式，增强大数据技术的应用。根据物流行业的实际需求，可以使用大数据技术来预测、分析和决策产业的数字技术，从而推动物流行业朝向更高质量的方向发展。这不仅可以提高物流行业的智能化和智慧化水平，还可以进一步促进生产要素在物流行业中的流通，提高资源配置的效率，并为物流行业的数字化转型提供强有力的支持。

创新是物流业和数字经济融合发展的驱动力，所以物流企业可以强化技术创新及应用，促进数字化转型，其中组态 1 和 4 均把创新能力视为物流业和数字经济融合发展的关键因素。首先，需要建立数字科技创新政策框架，以提升物流业与数字经济融合的质量和效益。构建一个旨在驱动物流业数字化转型的创新生态系统，远非简单地罗列创新主体、要素或平台所能奏效；相反，这要求我们将视线投向数字科技政策与其他产业规制之间微妙的“协同共演（Synergistic Co-evolution）”。

笔者不得不指出，在 TOE 框架的环境维度（Environmental Context）下，单纯的政策供给若缺乏对“制度逻辑耦合”的考量，极易陷入失灵的陷阱。因此，政策设计的重心应从单向的激励转向对“创新绩效”复杂反馈机制的编织。

与此同时，针对“产业数字化”与“数字产业化”的双向进程，我们不应将其视为线性的加速运动，而应视为一种打破物流业组织惯性（Organizational Inertia）的“内生性重构”。必须承认，唯有当数据不再仅仅被视为静态的记录，而是被异化为具有高度流动性的关键生产要素（Key Production Factor）时，技术创新才能真正穿透物流业的传统边界。这种穿透并非单纯的技术升级，而是通过解决“关键技术挑战”这一瓶颈（Bottleneck），诱发了产品与服务逻辑的根本性突变——正是在这种数据价值化（Data Valorization）的过程中，物流业得以从单纯的物理位移服务，跃迁为数字经济版图中不可或缺的价值共创节点。

### 5.3.2. 组织维度

在 TOE 框架的组织场域（Organizational Context）内，物流业与数字经济的深层耦合，绝非仅依赖于硬核基础设施的堆砌；笔者不得不指出，其成败往往锚定于组织内部软实力——即人力资本的适应性与韧性之上。

这一点在实证结果中得到了有力的佐证：组态 2 与组态 4 均将“人力资源”标识为驱动融合的核心前因条件。这似乎暗示了一种结构性的张力：传统物流企业在面对数字化转型时，其原有的

组织惯性往往与数字经济所需的敏捷性存在错位（Misalignment）。这种错位不仅体现在数量上的供需失衡，更深刻地折射出“二元能力（Ambidexterity）”的匮乏——即同时掌握物理物流运作逻辑与虚拟数字架构的复合型人才的缺位。

因此，解决这一问题的路径不应局限于简单的“招聘”或“培训”，而需要建立一种“三螺旋（Triple Helix）”式的制度架构。在这种架构下，政府的角色并非单纯的政策发布者，而是创新生态的编织者——通过制度设计，诱导高校与企业打破组织边界，形成产教融合的知识溢出机制。

换言之，我们需要构建一种“嵌入式”的人才培养范式：利用政策红利作为催化剂，将企业的实战场景转化为高校的教学资源，从而沉淀出具备跨学科素养的“两栖”人才。唯有当人力资本的数字素养被提升至战略高度，组织才能真正具备将外部的技术势能转化为内部竞争优势的吸收能力，进而支撑起物流业在数字时代的非线性跃升。

### 5.3.3. 环境维度

物流业的产业升级可以通过市场开放程度和产业融合的协同效应来实现，其中组态1、3、4均将对外开放程度作为物流业和数字经济融合发展的关键因素。因此，应该努力降低市场壁垒，厘清市场关系，建立一个包容发展的市场秩序，还需要进一步加强对外的开放政策，放宽对外资的进入限制，以创造一个公正、透明且具有吸引力的市场环境。通过利用国内市场的优势，吸引外国的技术和人才，以及资金和其他各种因素，可以进一步推动国内物流行业与数字经济的融合。在当前形势下，以“一带一路”倡议为依托，积极推进跨国企业、境外合作区和国际物流科技园等项目的发展，完善海运、航空和海关的物流一体化通道，致力于构建国际物流大动脉，实现中国与全球的互联互通。充分发挥中欧班列在国际铁路运输中的关键作用，积极推动贸易和运输的一体化，不仅推动东西双向互动的改革开放新格局提供支持，还推动多样化国际物流模式，创新物流业务经营方式，促进信息融合和互通，推动物流业转型升级。

尽管数字经济在实体经济的第一、二、三产业中都起到了促进作用，但数字经济催生的新产业和新模式多集中于服务业为主导的第三产业中，第三产业比重越大，对数字经济发展越有利，其中组态1、2、4均将产业结构作为物流业和数字经济融合发展的关键因素。在TOE框架的环境场域中，政府角色的界定不应止步于传统的“资源供给者”；更确切地说，它应当是数字经济生态系统的“制度编织者（Institutional Architect）”。

笔者不得不指出，简单依赖税收减免或财政补贴的外源性激励，虽在短期内能降低企业的试错成本，但若缺乏深层的体制机制变革，极易导致“补贴寻租”的低效均衡。因此，政策制定的核心逻辑应从“通过性支持”转向“结构性引导”——即准确识别数字经济对物流产业的非线性渗透规律，通过改革深水区的制度供给，构建一个不仅具有包容性且具备高容错度的创新环境。

进一步审视，电子政务与标准化体系的建设，实则是在为了在宏观层面降低物流业数字化转型的社会交易成本。通过法律制度的完善与服务标准的统一，政府实际上是在为市场提供一套可被算法识别的“通用语法”，从而支持现代物流企业向智能化方向的同构演化。

最后，在开放合作的维度上，引入国际先进的服务理念并非简单的“拿来主义”，而是一种“模仿性同形”策略。在全球价值链重构的背景下，这种开放性不仅能引入竞争压力，更能通过知识溢出效应，倒逼本土物流业在数字经济的浪潮中完成从“要素驱动”向“创新驱动”的范式跃迁。

#### 5.4. 研究展望

1. 重视物流业与数字经济耦合协调度的组态效应，把握数字经济发展水平这一关键要素。在4种提升物流业与数字经济耦合协调度的组态分析路径中，数字经济发展水平为核心条件，而数字技术的更迭与引入往往带动整个区域的生产变革，社会全要素生产率提升，物流业提质增效与数字技术的融入息息相关。因此，应重视并把握数字经济发展水平这一关键要素，适时加大数字技术投入，促进物流业与数字经济融合。

2. 充分发挥比较优势，依托资源禀赋选择合适的组态路径提升耦合协调度。研究表明我国东、中、西部地区物流业与数字经济耦合协调度相差较大，对此，可通过各地区的经济发展优势选择合适的组态路径，例如，西部地区可尝试选择技术-环境型组态路径，补齐地区发展短板。

3. 立足全局，发挥多因素协同作用。研究表明提升物流业与数字经济耦合协调度需要各影响因素发挥系统作用。所以，地方政府在把握关键要素的同时应注重多要素的联动匹配，充分发挥组织创新能力、人力资源、产业结构、对外开放程度、政府支持程度的辅助协调作用。

### 参考文献

- [1] 罗瑞, & 王琴梅. (2022). 中国城市数字经济对物流业高质量发展的影响. 城市问题, (6), 35 - 46.
- 肖旭, & 戚聿东. (2019). 产业数字化转型的价值维度与理论逻辑. 改革, (8), 61 - 70.
- [3] 全国工商联. (2020). 万家民营企业评营商环境 (报告). 全国工商联.
- [4] 吕广超, & 关忠良. (2003). 数字物流体系结构研究. 数量经济技术经济研究, (8), 95 - 97.
- [5] 丁志帆. (2020). 数字经济驱动经济高质量发展的机制研究: 一个理论分析框架. 现代经济探讨, (1), 85 - 92.
- [6] 赵剑波. (2020). 推动新一代信息技术与实体经济融合发展: 基于智能制造视角. 科学学与科学技术管理, 41(3), 3 - 16.
- [7] 夏杰长. (2023). 数据要素赋能我国实体经济高质量发展: 理论机制和路径选择. 江西社会科学, 43(7), 84 - 96, 207.
- [8] 洪银兴, & 任保平. (2023). 数字经济与实体经济深度融合的内涵和途径. 中国工业经济, (2), 5 - 16.
- [9] 肖旭, & 戚聿东. (2019). 产业数字化转型的价值维度与理论逻辑. 改革, (8), 61 - 70.
- [10] 丁述磊, 刘翠花, & 李建奇. (2024). 数实融合的理论机制、模式选择与推进方略. 改革, (1), 51 - 68.

- [11] 余东华, & 李云汉. (2021). 数字经济时代的产业组织创新——以数字技术驱动产业链群生态体系为例. 改革, (7), 24 - 43.
- [12] 欧阳日辉. (2024). 数据要素促进数字经济和实体经济深度融合的理论逻辑与分析框架. 经济纵横, (2), 67 - 78.
- [13] 江小涓. (2017). 高度联通社会中的资源重组与服务业增长. 经济研究, 52(3), 4 - 17.
- [14] 郭晗. (2020). 数字经济与实体经济融合促进高质量发展的路径. 西安财经大学学报, 33(2), 20 - 24.
- [15] 陈曦. (2022). 推动数字经济与实体经济深度融合: 理论探析与实践创新. 人民论坛(学术前沿), (24), 64 - 76.
- [16] 林双娇, & 王健. (2021). 中国物流业高质量发展水平测度及其收敛性研究. 统计与决策, 37(8), 9 - 14.
- [17] 王鹏, 张茹琪, & 李彦. (2021). 长三角区域物流高质量发展的测度与评价——兼论疫后时期的物流新体系建设. 工业技术经济, 40(3), 21 - 29.
- [18] 李楠. (2022). “一带一路”核心城市物流发展水平评价. 统计与决策, 38(4), 184 - 188.
- [19] 张雪玲, & 焦月霞. (2017). 中国数字经济发展指数及其应用初探. 浙江社会科学, (4), 32 - 40, 157.
- [20] 苏冰杰, 卢方元, & 朱峰. (2022). 中国数字经济发展水平: 时空特征、动态演化及影响因素. 运筹与管理, 31(9), 161 - 168.
- [21] 何地, 赵炫焯, & 齐琦. (2023). 中国数字经济发展水平测度、时空格局与区域差异研究. 工业技术经济, 42(3), 54 - 62.
- [22] 王霞, & 田霞. (2022). 我国东部经济区物流产业与数字经济发展水平测度及其耦合协调研究. 商业经济研究, (20), 122 - 124.
- [23] 虞赟. (2022). 数字经济产业与物流产业融合测算. 投资与创业, 33(2), 59 - 61.
- [24] 梁雯, & 郑锐. (2023). 长三角地区数字经济、制造业与物流业效率耦合协调发展研究. 平顶山学院学报, 38(5), 79 - 85.
- [25] 蔡绍洪, 谷城, & 张再杰. (2022). 中国省域数字经济的时空特征及影响因素研究. 华东经济管理, 36(7), 1 - 9.
- [26] 程筱敏, & 邹艳芬. (2022). 我国数字经济发展水平测度及空间溢出效应. 商业经济研究, (23), 189 - 192.
- [27] 胡西娟, 师博, & 杨建飞. (2022). 中国数字经济与实体经济融合发展的驱动因素与区域分异. 学习与实践, (12), 91 - 101.
- [28] 龚雪. (2022). 区域物流效率测度及影响因素分析. 统计与决策, 38(12), 112 - 116.
- [29] 谢守红, & 王平. (2016). 中国主要城市物流业发展的差异及影响因素. 浙江师范大学学报(社会科学版), (1), 69 - 78.
- [30] 谢欣雨, & 王健. (2023). 中国物流业与数字经济融合水平的区域差异及动态演进. 调研世界, (2), 33 - 46.
- [31] 杨丽, & 孙之淳. (2015). 基于熵值法的西部新型城镇化发展水平测评. 经济问题, (3), 115 - 119.

- [32] 李志龙. (2019). 乡村振兴——乡村旅游系统耦合机制与协调发展研究——以湖南凤凰县为例. 地理研究, 38(3), 643 - 654.
- [33] Ragin, C. (1987). *The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative strategies*. University of California Press.
- [34] 罗天正, & 关皓. (2020). 政治关联、营商环境与企业创新投入——基于模糊集定性比较分析. 云南财经大学学报, 36(1), 67 - 77.
- [35] 矫萍, & 田仁秀. (2023). 数字技术创新赋能现代服务业与先进制造业深度融合的机制研究. 广东财经大学学报, 38(1), 31 - 44.
- [36] 陈红, 张梦云, & 王稳华. (2022). 数字化转型能推动企业人力资本结构调整吗? 统计与信息论坛, 37(9), 35 - 47.
- [37] 王雪原, & 李雪琪. (2022). 技术-组织-环境框架下数字化政策组合研究. 科学学研究, 40(5), 841 - 851.
- [38] Fiss, P. C. (2011). Building better causal theories: A fuzzy set approach to typologies in organization research. *Academy of Management Journal*, 54(2), 393 - 420.
- [39] 盛亚, 冯媛媛, & 施宇. (2022). 政府科研机构科技资源配置效率影响因素组态分析. 科技进步与对策, 39(8), 1 - 9.
- [40] 慕娟, 马立平, & 王若男. (2023). 服务业数字经济规模测度及其影响因素分析. 统计与决策, 39(7), 28 - 32.
- [41] Andrews, R., Beynon, M. J., & McDermott, A. M. (2016). Organizational capability in the public sector: A configurational approach. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 26(2), 239 - 258.
- [42] 杜运周, & 贾良定. (2017). 组态视角与定性比较分析(QCA): 管理学研究的一条新道路. 管理世界, (6), 155 - 167.

# Beyond Linear Determinism in the Digital Economy: A fsQCA Configurational Inquiry into the Intelligent Metamorphosis of Logistics

Liu Yu(Jiangxi University of Science and Technology, China)

Li Ning(Jiangxi University of Science and Technology, China)

Zhou Ruoman(Jiangxi University of Science and Technology, China)

Zhu Rongrong(Jiangxi University of Science and Technology, China)

Wang Hankun(Jiangxi University of Science and Technology, China)

**Abstract:** The digital transformation of traditional industries—specifically within the logistics sector—is rarely a linear function of isolated variables; rather, it emerges from a high-dimensional, non-linear interplay of constraints where causal complexity often eludes the grasp of conventional General Linear Models (GLM). This inquiry posits that understanding such entanglement requires a departure from “net-effects” logic. By anchoring the analysis within the Technology-Organization-Environment (TOE) framework, this study employs Fuzzy-Set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA) not merely as a computational tool, but as a configurational lens to interrogate the specific case of China's logistics-digital economy integration.

Through the pre-processing of multi-source heterogeneity via entropy weighting and coupling coordination models, the analysis deconstructs the mechanisms of integration. It reveals that no single TOE factor constitutes a sufficient condition for intelligent transformation; instead, four distinct configurational pathways (such as the Technology-Balanced and Technology-Environmental prototypes) are identified where factors precipitate outcomes only through specific conjunctions. These findings underscore the phenomenon of equifinality—where diverse, asymmetric combinations of technological pressure and environmental volatility lead to the same high-level integration. One might argue that this study does more than map the logistics industry's trajectory; it offers a methodological critique, advocating for a Mixed Methods paradigm in Computational Social Science that is robust enough to capture the jagged, non-linear realities of the AI era.

**Keywords:** onfigurational Perspective; Causal Asymmetry; TOE Dynamics; fsQCA; Computational Social Science

Copyright ©2026 by Author(s). This article is open accessed under the CC-BY License  
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

