

基于投入产出表的物流产业技术溢出效应研究

江佳鑫, 涂 静

武汉科技大学管理学院, 湖北 武汉

收稿日期: 2025年12月12日; 录用日期: 2025年12月25日; 发布日期: 2026年1月27日

摘 要

技术溢出是技术创新突破产业壁垒、赋能全局的关键路径。研究物流产业技术溢出效应, 在促进推动产业链供应链深度协同, 强化科技赋能和创新驱动等方面的影响不容忽视。本文选取2012~2020年我国投入产出数据, 构建投入产出分析模型, 从后向和前向两个维度实证分析物流产业技术溢出效应。研究结果表明: (1)物流业对生产性服务业的后向和前向技术溢出排名第一, 对制造业尤其是技术密集型制造业的后向和前向技术溢出增速最快。(2)物流业通过消费产生的技术溢出排名第一; 通过投资产生的技术溢出排名第二, 但表现出明显的波动性; 通过出口产生的技术溢出排名第三, 但在三者中表现相对稳定。

关键词

投入产出, 物流产业, 后向技术溢出, 前向技术溢出

Research on the Technology Spillover Effects of the Logistics Industry Based on Input-Output Tables

Jiaxin Jiang, Jing Tu

School of Management, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan Hube

Received: December 12, 2025; accepted: December 25, 2025; published: January 27, 2026

Abstract

Technological spillover is the key path for technological innovation to break industry barriers and empower the overall system. The study of technology spillover effects in the logistics industry plays a crucial role in promoting deep collaboration along the industrial and supply chains, as well as in strengthening technology empowerment and innovation-driven development. This paper selects China's input-output data from 2012 to 2020 to construct an input-output analysis model and

empirically analyze the technological spillover effects of the logistics industry from both backward and forward perspectives. The research results indicate: (1) The logistics industry ranks first in both backward and forward technology spillovers to the producer services sector, and it has the fastest growth in both backward and forward technology spillovers to the manufacturing sector, especially technology-intensive manufacturing. (2) The logistics industry ranks first in technology spillover generated through consumption; it ranks second in technology spillover generated through investment, but shows significant volatility; and it ranks third in technology spillover generated through exports, but is relatively stable among the three.

Keywords

Input-Output, Logistics Industry, Backward Technology Spillover, Forward Technology Spillover

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

党的二十大报告指出：“必须坚持科技是第一生产力”。为加快科技成果转化和产业化，2022年12月国务院发布《“十四五”现代物流发展规划》提出，科技赋能促进创新发展，要加快现代物流技术创新与业态升级，加强现代物流科技赋能和创新驱动，推进现代物流服务领域拓展和业态模式创新。国家发展改革委发布的《2024年全国物流运行情况通报》显示，我国已经成为全球需求规模最大的物流市场，2024年全国社会物流总额360.6万亿元，同比增长5.8%，现代物流在国民经济中的产业地位持续提升。随着我国科技创新水平日益提升，充分发挥物流产业在国民经济产业中的优势地位，通过物流供应链实现对国民经济产业的后向和前向技术溢出，对加快实现创新驱动发展，推动科技创新和产业创新融合发展，培育新质生产力具有重要的现实意义。

现有文献认为技术溢出的影响因素包括技术变革、宏观政策、产业集聚、贸易自由化以及知识产权保护。徐星等[1]提出数字技术有利于技术创新跨地理区域共享，形成技术创新的地理溢出。王跃和孙浩[2]认为“一带一路”倡议通过优化对外政策、改善基础设施等促进生产要素国际流动，增强FDI技术溢出效应。任康宁[3]实证发现进口自由化促进了产业间技术吸收和模仿，抑制头部企业的创新动力，进而阻碍技术溢出。林红英等[4]认为技术多样性通过融合不同领域的技术来提升创新动力，进而推动绿色技术溢出。孟庆良和吴雪阳[5]提出产业集聚带来的知识和劳动积累，通过空间外部性促进了技术创新和溢出。方文君等[6]考察发现过度的知识产权保护可能导致技术垄断，抑制企业间的技术合作，削弱技术溢出效应。

当前学者对技术溢出的影响因素有了系统的研究，随着Leontief提出投入产出法，凭借该方法通过多部门框架和线性特性揭示经济结构和产业关联的优势，学者们逐渐将其运用于研究产业间的技术溢出效应。技术溢出效应是指由于技术的外部性特征，先进技术以低于自主研发成本的方式从技术所有者向技术获得者转移的过程[7]。王秀婷和赵玉林[8]从垂直和水平两个维度考察产业间R&D溢出对制造业TFP的影响，发现各类产业间的技术溢出效应都有助于制造业全要素增长率增长。陈占明等[9]研究FDI对我国的技术溢出，发现外商直接投资显著降低下游产业的增长速率，对我国的工业产业增长具有显著为负的溢出效应。刘维林等[10]通过考察技术进步的网络传导效应，发现内循环为推动产业技术升级提供了内生动力，且中国产业通过全球生产网络的技术溢出带动了各国相关产业的全要素生产率增长。张小云和

凌丹[11]探讨中间品技术溢出对制造业全球价值链地位的影响，发现国内外中间品技术溢出均能促进制造业全球价值链地位攀升，且国内中间品技术溢出的促进作用更大。

综上，既有研究在技术溢出效应的影响因素以及投入产出视角下产业间溢出效应的探索成果较为丰硕，但仍存在深入研究的空间。一方面，鲜有学者从后向和前向两个维度探讨物流产业技术溢出效应，以及物流产业与其他国民经济产业技术溢出的关联关系。另一方面，从最终需求的角度出发，考察消费、投资和出口对物流产业技术溢出效应影响权重的研究较为欠缺。鉴于此，本文的边际贡献在于：其一，构建投入产出分析模型，从后向和前向两个维度探讨物流产业技术溢出效应及其动态变迁。其二，基于投入产出表最终需求中的消费、投资和出口，考察物流产业技术溢出对三者需求依赖程度的差异性。

2. 数据来源和测度方法

2.1. 数据来源与说明

投入产出表又称部门联系平衡表，是以矩阵形式描述国民经济各产业投入产出关系的棋盘式平衡表，用于揭示国民经济内部相互依存的数量关系。国务院办公厅发出了《关于进行全国投入产出调查的通知》(国办发〔1987〕18号)，明确规定每5年(逢2、逢7年份)进行一次全国投入产出调查，编制投入产出基本表。本文选取国家统计局发布的2012年、2015年、2017年、2018年、2020年我国竞争型投入产出表作为研究的数据来源。

研究与开发机构 R&D 经费及其投入强度，是衡量一个国家或地区技术创新投入规模及水平的重要指标。本文引入《中国科技统计年鉴》中按产业分类的不同年限的研究与开发机构 R&D 经费内部支出数据作为此次研究的分析基础。

物流产业技术溢出效应研究，首先要将投入产出表中的物流业拆分出来，重新合并成包含物流产业的投入产出表。综合考虑投入产出表的可得性和编制质量，结合《国民经济行业分类(GB/T4754-2017)》以及《生产性服务业统计分类》和《生活性服务业统计分类》的划分，将制造业根据要素密集度特征划分为劳动密集型制造业和技术密集型制造业，将服务业从服务功能角度划分为生产性服务业和生活性服务业。根据上述产业划分结果，对投入产出表中的产业进行拆分，重新合并成包含物流产业以及8个其他国民经济产业的投入产出表，具体包括物流业、农林牧渔业、采矿业、劳动密集型制造业、技术密集型制造业、电热燃水业、建筑业、生产性服务业和生活性服务业，见表1。

Table 1. Logistics industry input-output summary
表 1. 物流产业投入产出简表

		产出		中间使用			最终使用			进口	总产出
		01 物流业	02 农林牧渔业	...	08 生产性服务业	09 生活性服务业	消费	投资	出口		
投入	01 物流业	z_{11}	z_{12}	...	z_{18}	z_{19}	y_1^1	y_1^2	y_1^3	I_1	x_1
	02 农林牧渔业	z_{21}	z_{22}	...	z_{28}	z_{29}	y_2^1	y_2^2	y_2^3	I_2	x_2
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	x_i
	08 生产性服务业	z_{81}	z_{82}	...	z_{88}	z_{89}	y_8^1	y_8^2	y_8^3	I_8	x_8
	09 生活性服务业	z_{91}	z_{92}	...	z_{98}	z_{99}	y_9^1	y_9^2	y_9^3	I_9	x_9
增加值		w_1	w_2	...	w_8	w_9					
总投入		x_1	x_2	x_j	x_8	x_9					

2.2. 测度方法

2.2.1. 研发强度

研发强度是衡量科技创新水平的核心量化指标, 具体表现为国民经济行业研究与开发机构 R&D 经费内部支出与国名经济各产业总产出的比值。用 r_i 来表示研发强度, 其矩阵形式用 R 来表示。其中, n_i 表示产业 i 的 R&D 经费内部支出, x_i 表示产业 i 的总产出:

$$r_i = \frac{n_i}{x_i} (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

2.2.2. 技术溢出效应

(1) 后向技术溢出效应

后向技术溢出效应是指, 特定产业作为需求方, 通过需求赋能或技术扩散等促使供应链上游的供给产业实现技术创新或者生产工艺水平提升[11]。后向技术溢出效应通过研究后向技术溢出和技术溢出影响力系数, 反映物流产业技术溢出的后向关联效应。

① 后向技术溢出

后向技术溢出指某产业 j 通过对产业 i 价值量的消耗, 对上游产业 i 的逆向技术溢出水平。后向技术溢出由直接消耗系数计算得出, 用 a_{ij} 来表示直接消耗系数, 其矩阵形式用 A 表示:

$$a_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

其中, 分子 z_{ij} 为产业 j 生产中消耗产业 i 的价值量, 分母 x_j 为产业 j 的总投入。完全消耗系数 c_{ij} 表示为:

$$c_{ij} = a_{ij} + \sum_{k=1}^n a_{ik} a_{kj} + \sum_{k=1}^n \sum_{r=1}^n a_{ik} a_{kr} a_{rj} + \sum_{k=1}^n \sum_{r=1}^n \sum_{t=1}^n a_{ik} a_{kr} a_{rt} a_{tj} \cdots \quad (3)$$

由于直接消耗系数矩阵满足 $\sum_{i=1}^n a_{ij} < 1$, 且矩阵幂级数收敛, 因此完全消耗系数矩阵 C_1 表示为:

$$C_1 = A + A^2 + \cdots + A^K + \cdots = (I - A)^{-1} - I \quad (4)$$

其中, A 为直接消耗系数矩阵, I 为单位矩阵。 $(I - A)^{-1}$ 为 Leontief 逆矩阵, 也称为完全需求系数矩阵, 用 b_{ij} 来表示, 其矩阵形式用 B 来表示:

$$\begin{bmatrix} B_{11} & \cdots & B_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ B_{n1} & \cdots & B_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I - A_{11} & \cdots & -A_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ -A_{n1} & \cdots & I - A_{nn} \end{bmatrix}^{-1} \quad (5)$$

矩阵 C_1 中任意一列反映了产业 j 对产业 i 价值量的完全消耗, 将矩阵 C_1 减去矩阵 C_0 调整为主对角线为 0 的矩阵 C , 即:

$$\begin{bmatrix} c_{11} & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + c_{11} & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & 1 + c_{nn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 + c_{11} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 + c_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

c_{ij} 表示某产业 j 的完全消耗系数, l_i 表示国民经济各产业的研发强度, x_{wl} 表示物流产业的总产出。三者的乘积表示产业 j 对其他国民经济产业 i 的后向技术溢出系数, 用 n_{ij} 表示, 其矩阵形式用 N 来表示:

$$\begin{bmatrix} n_{11} & \cdots & n_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{n1} & \cdots & n_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R_r & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & R_t \end{bmatrix} \times x_{wl} = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & c_{1n} R_t x_{wl} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} R_r x_{wl} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

② 技术溢出影响力系数

技术溢出影响力系数 f_j 反映了产业 j 增加单位总产出对国民经济产业技术创新产生的波及程度:

$$f_j = \frac{\sum_{i=1}^n (b_{ij} * r_i)}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} * r_i)} \quad (8)$$

其中, 分子 $\sum_{i=1}^n (b_{ij} * r_i)$ 是对 Leontief 逆矩阵与各产业研发强度乘积的列向求和; 分母 $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (b_{ij} * r_i)$ 是取 Leontief 逆矩阵与各产业研发强度乘积的算术平均值。当影响力系数大于 1 时, 说明该产业的影响力超过各产业的平均影响力水平。

(2) 前向技术溢出效应

前向技术溢出效应是指, 特定产业作为需求方, 接受上游产业投入时获取的技术溢出。前向技术溢出效应通过研究前向技术溢出和技术溢出感应度系数, 反映物流业的前向技术溢出关联效应。

① 前向技术溢出

前向技术溢出指某产业 i 通过对产业 j 价值量的分配, 对下游产业产生的技术溢出水平。前向技术溢出由直接分配系数计算得出, 用 h_{ij} 表示直接分配系数, 其矩阵形式用 H 来表示:

$$h_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_i} (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

其中, 分子 z_{ij} 为产业 i 分配给产业 j 生产使用的产品价值量, 分母 x_i 为产业 i 的总产出。完全分配系数用 d_{ij} 来表示, 其矩阵形式用 D_1 来表示:

$$d_{ij} = h_{ij} + \sum_{k=1}^n h_{jk} h_{ki} + \sum_{l=1}^n \sum_{k=1}^n h_{jl} h_{lk} h_{ki} + \sum_{m=1}^n \sum_{l=1}^n \sum_{k=1}^n h_{jm} h_{ml} h_{lk} h_{ki} \cdots \quad (10)$$

由于 $h_{ij} \in [0, 1]$, 当 k 趋近于无穷大时, H^k 则会趋向于 0。因此:

$$D_1 = H + H^2 + H^3 + \cdots + H^K = (I - H)^{-1} - I \quad (11)$$

其中, H 为直接分配系数矩阵, I 为单位矩阵。 $(I - H)^{-1}$ 为 Ghosh 逆矩阵, 也称之为完全供给系数矩阵, 用 g_{ij} 来表示, 其矩阵形式用 G 来表示:

$$\begin{bmatrix} g_{11} & \cdots & g_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{n1} & \cdots & g_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I - H_{11} & \cdots & -H_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ -H_{n1} & \cdots & I - H_{nn} \end{bmatrix}^{-1} \quad (12)$$

矩阵 D_1 任意一行反映了产业 i 对产业 j 价值量的完全分配, 将矩阵 D_1 减去矩阵 D_0 调整为主对角线为 0 的矩阵 D , 即:

$$\begin{bmatrix} D_{11} & \cdots & D_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ D_{n1} & \cdots & D_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + d_{11} & \cdots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & \cdots & 1 + d_{nn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 + d_{11} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1 + d_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (13)$$

d_{ij} 表示产业 i 的完全分配系数, r_i 表示国民经济各产业的研发强度, x_{wl} 表示物流产业的总产出, 三者的乘积表示产业 i 对其他国民经济产业 j 的前向技术溢出系数, 用 p_{ij} 表示, 其矩阵形式用 P 来表示:

$$\begin{bmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & \cdots & p_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & d_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R_r & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & R_r \end{bmatrix} \times x_{wl} = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & d_{1n} R_r x_{wl} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} R_r x_{wl} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (14)$$

② 技术溢出感应度系数

技术溢出感应度系数(S_i)反映了产业*i*增加单位总投入对国民经济各产业技术创新产生的波及程度:

$$S_i = \frac{\sum_{j=1}^n (g_{ij} * r_i)}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (g_{ij} * r_i)}$$

(15)

其中, 分子 $\sum_{j=1}^n (g_{ij} * r_i)$ 是对 Ghosh 逆矩阵与各产业研发强度乘积的行向求和; 分母 $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (g_{ij} * r_i)$ 是取 Ghosh 逆矩阵与各产业研发强度乘积的算术平均值。当感应度系数大于 1 时, 说明该产业的感应度超过各产业的平均感应度水平。

2.2.3. 技术溢出需求依赖测度

技术溢出需求依赖测度将最终需求分为消费、投资和出口, 测算三者对物流业技术溢出效应的影响权重。其中, r_i 表示国民经济各产业的研发强度对角矩阵, $(I - A)^{-1}$ 为 Leontief 逆矩阵, y_i^j 为国民经济各产业消费、投资和出口, 三者的乘积表示为物流产业技术溢出对消费、投资和出口的依赖程度:

$$\begin{bmatrix} k_1^1 & k_1^2 & k_1^3 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ k_n^1 & k_n^2 & k_n^3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_r & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & R_i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I - A_{11} & \cdots & -A_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ -A_{n1} & \cdots & I - A_{nn} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} y_1^1 & y_1^2 & y_1^3 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ y_n^1 & y_n^2 & y_n^3 \end{bmatrix}$$

(16)

3. 实证结果分析

3.1. 物流业研发强度

研发强度是衡量某产业在研究与开发(R&D)方面投入力度的重要指标, 反映了整体的技术创新能力和长期竞争力。通过分析表 2, 首先可以发现 2012~2020 年, 物流业研发强度在国民经济产业中的排名由第 4 名发展到第 5 名, 整体保持着中等的研发水平, 与国民经济各产业的技术创新保持同步发展[12]。其次, 物流业研发强度在 2018 年以前呈下降趋势, 在 2018 年以后呈上升趋势, 增幅达 13%。这是由于 2012~2018 年是中国电商爆发期, 且这一时期中国 GDP 年均增速 6.9%, 上述因素引致的巨大的消费品生活性物流需求和制造业的“产 - 供 - 销”链条扩张带动生产性物流需求, 促使中国物流业以规模扩张作为其核心发展路径, 这在一定程度上对物流业的研发投入产生“挤压效应” [13]。2018 年 7 月, 国务院出台《推进运输结构调整三年行动计划》, 这一政策标志着物流业从规模扩张为主转向效率提升与创新驱动并重[14]。与此同时, 5G、AI 以及物联网等技术规模化应用突破了物流场景的智能化阈值, 倒逼企业持续研发以实现降本增效和保持竞争力[15]。整体而言, 物流业的研发创新表现出稳中向好的发展态势。

Table 2. R&D intensity of various sectors in the national economy
表 2. 国民经济各产业研发强度

	2012 年	2015 年	2017 年	2018 年	2020 年
物流业	0.000086	0.000078	0.000071	0.000052	0.000061
农林牧渔业	0.001186	0.001348	0.001658	0.001735	0.001617
采矿业	0.000043	0.000067	0.000022	0.000021	0.000021
劳动密集型制造业	0.000037	0.000096	0.000107	0.000110	0.000055
技术密集型制造业	0.000056	0.003443	0.003862	0.003997	0.000087

续表

电热燃水业	0.000045	0.000064	0.000060	0.000004	0.000003
建筑业	0.000012	0.000010	0.000016	0.000013	0.000012
生产性服务业	0.009033	0.002535	0.002345	0.002323	0.007522
生活性服务业	0.000189	0.000247	0.000222	0.000187	0.000160

3.2. 物流业技术溢出效应

3.2.1. 后向技术溢出效应

不同产业之间的相互联系主要是通过产业间投入 - 产出关系而形成。通过分析表 3，首先可以发现物流业对生产性服务业的后向技术溢出效应最为显著，尽管在 2015 年以前小幅下降，但在 2015 年以后呈现稳定的上升趋势，在国民经济产业中处于断层水平。生产性服务业具有专业性强、创新活跃、产业融合度高、带动作用显著等特点，是物流业从“传统劳动密集型”向“现代技术密集型”转型的核心驱动力[16]。其次，2012~2020 年物流业对技术密集型制造业的后向技术溢出增速最为突出，增幅达 203%。物流业作为支撑商品流通的重要服务业，产业运作依赖于技术密集型制造业提供的各种运输设施、存储设备和分拣系统等[17]。据国家发展改革委发布的数据显示，2012~2020 年我国全国社会物流总额同比增长 69.3%。物流需求的攀升提升了对技术密集型制造业的需求，进而引致其在运输设施、存储设备等方面的技术创新。此外，物流业对采矿业、电热燃水业、建筑业的技术溢出呈下降趋势，这是因为上述产业属于资源或资本密集型产业，技术路径高度标准化、低迭代，对物流业后向技术溢出的需求降低。整体来说，物流业的后向技术溢出正在由劳动密集型产业转移向技术密集型产业，这从侧面反映出我国产业结构逐渐从“资源指导”向“技术牵引”转型。

Table 3. Backward technology spillover in the logistics industry
表 3. 物流产业后向技术溢出

	2012 年	2015 年	2017 年	2018 年	2020 年
农林牧渔业	68,272	116,318	82,115	86,004	100,005
采矿业	2919	5294	1239	1379	1479
劳动密集型制造业	16,447	51,881	45,422	50,906	28,658
技术密集型制造业	9240	962,689	1,028,405	1,081,797	28,059
电热燃水业	2581	6655	4405	315	313
建筑业	106	199	60	55	63
生产性服务业	1,367,424	566,018	697,902	751,623	3,017,751
生活性服务业	18,371	41,576	39,374	36,179	39,682

技术溢出影响力系数反映了国民经济各产业整体的后向技术溢出水平。通过分析表 4，发现物流业技术溢出影响力系数在 2018 年以前呈下降趋势，这与物流业自身研发强度展现出的技术创新动能密切相关。而在 2018~2020 年间，物流业技术溢出影响力系数由 0.68 上升到 0.88，涨幅达 29%。这是由于相关政策接连落地，为物流业技术创新及溢出提供了有力的支持[18]。此外，在 2012~2020 年间，物流业技术溢出影响力系数在国民经济产业中排第 2、6、4、5、3，整体呈 u 型的发展态势，且在 2018 年以后超过农林牧渔业和技术密集型制造业，在国民经济产业中排名第三。相较于农林牧渔业和制造业，物流业在

迭代速度和广泛覆盖方面的优势日益凸显[19]。这一优势促使国民经济产业的技术溢出逻辑从“制造驱动”转向“流通驱动”。综上，作为连接生产与消费的纽带，物流业在技术创新能力和产业关联深度上的质变，使其逐渐成为国民经济中关键的后向技术溢出枢纽。

Table 4. Technology spillover influence coefficient of various sectors of the national economy
表 4. 国民经济各产业技术溢出影响力系数

	2012 年	2015 年	2017 年	2018 年	2020 年
物流业	0.77	0.74	0.71	0.68	0.88
农林牧渔业	0.70	0.76	0.94	0.97	0.85
采矿业	0.53	0.75	0.47	0.44	0.48
劳动密集型制造业	0.61	0.67	0.58	0.56	0.60
技术密集型制造业	0.72	2.45	2.98	3.06	0.72
电热燃水业	0.68	0.81	0.68	0.65	0.59
建筑业	0.72	0.73	0.70	0.69	0.90
生产性服务业	3.68	1.63	1.49	1.51	3.32
生活性服务业	0.59	0.47	0.45	0.44	0.64

3.2.2. 前向技术溢出效应

通过分析表 5，首先可以发现物流业对生产性服务业的前向技术溢出最为显著，尽管在 2015 年以前略微下降，在 2015 年以后呈现稳定的上升趋势，由 2015 年的 30231 上升到 2020 年的 2309330，增幅达 7538.95%。这反映出物流业和生产性服务业不是简单的“单向溢出”，而是形成“技术共创→溢出深化”的溢出模式，物流业在大数据分析和供应链可视化等方面的先进技术，为生产性服务业提供了解决问题、量化效果和持续迭代等方面的技术逻辑。其次，在 2012 到 2018 年间，物流业对制造业尤其是技术密集型制造业的前向技术溢出呈稳定、快速的增长模式，技术溢出由 16057 上升到 1603993。我国制造业规模巨大、门类齐全，从原料采购到成品配送的各环节都依赖于大量的物流服务[20]，这为物流业向制造业在需求预测和精益运营等方面的前向技术溢出提供了便利性。然而在 2020 年，物流业对制造业的技术溢出略微下降，这主要是由于疫情导致物流供应链中断或延迟，降低了物流业对制造业技术溢出的便利性[21]。此外，物流业对农业的前向技术溢出始终保持着稳定的增长模式，这离不开我国全链条推进农业产业体系升级对物流技术溢出产生的“刚性需求牵引”[22]。再者，物流业在冷链运输、智能温控等方面的技术创新也是对农业产生稳定技术溢出的强大动能[23]。

Table 5. Forward technology spillover in the logistics industry
表 5. 物流产业前向技术溢出

	2012 年	2015 年	2017 年	2018 年	2020 年
农林牧渔业	49,174	63,361	107,109	108,517	110,261
采矿业	1636	3266	748	750	674
劳动密集型制造业	20,327	66,176	75,104	80,896	39,244
技术密集型制造业	16,057	1,117,216	1,407,637	1,603,993	36,060
电热燃水业	1803	3352	2709	199	181

续表

建筑业	1692	2372	4024	3566	3262
生产性服务业	1,080,231	30,231	558,259	671,942	2,309,330
生活性服务业	34,330	46,993	67,237	67,075	60,012

技术溢出感应度系数反映了国民经济各产业整体的前向技术溢出水平。通过分析表 6，首先可以发现物流业技术溢出感应度系数在 2015 年以前略微下降，这一时期物流业仍处于“传统劳动密集型”向“现代技术密集型”转型的初期，技术溢出能力有限。而在 2015 年后呈稳定的上升趋势，由 2015 年的 0.69 上升到 2020 年的 0.79，增幅达 15%。这反映出物流业转型升级以及与其他产业的融合发展，促使技术溢出水平大幅提升[15]。其次，2012 到 2020 年间，物流业技术溢出感应度系数在国民经济产业中分别排第 4、7、7、6、4 名，整体呈 u 型的发展态势，且在 2017 到 2020 年间，逐渐超过劳动密集型制造业和技术密集型制造业，这反映出相较于制造业的“中间环节”属性，物流业的“全产业链枢纽”属性，使其逐渐成为新的技术赋能核心[24]。此外，尽管 2020 年物流业技术溢出感应度系数排名在国民经济产业中处于中上水平且呈上升趋势，但其对国民经济产业整体的技术溢出仍然低于国民经济各产业的平均水平，这也表明物流业技术溢出效应在未来仍有很大的增长空间。

Table 6. System resulting data
表 6. 国民经济各产业技术溢出感应度系数

	2012 年	2015 年	2017 年	2018 年	2020 年
物流业	0.74	0.69	0.73	0.75	0.79
农林牧渔业	0.91	1.19	1.16	1.16	1.13
采矿业	0.85	1.08	1.11	1.19	0.96
劳动密集型制造业	0.54	0.77	0.75	0.76	0.61
技术密集型制造业	0.51	2.53	2.54	2.55	0.61
电热燃水业	0.62	0.83	0.81	0.74	0.63
建筑业	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02
生产性服务业	4.29	1.49	1.41	1.39	3.71
生活性服务业	0.49	0.39	0.46	0.44	0.54

3.3. 物流产业技术溢出需求依赖测度

在“双循环”新发展格局下，消费、投资、出口作为拉动经济增长的“三驾马车”，对物流业技术溢出的贡献度表现出明显的差异。通过分析表 7，首先可以发现物流业通过消费产生的技术溢出在三条路径中排名第一，尽管在 2018 年略有波动，但总体呈明显的上升趋势，由 2012 年到 2020 年增幅达 41.95%。这一方面由于消费作为经济循环的终端动力，对技术创新产生的牵引作用[25]。另一方面，消费对物流的高频次、碎片化需求致使物流业通过消费产生技术溢出的成本相对较低，降低了物流业的技术溢出门槛[26]。其次，物流业投资的依赖性表现出明显的波动，这与投资的长期性和风险性密切相关。由于投资的回报周期通常较长，技术溢出效果存在滞后性，且受市场、技术和政策等因素的影响，使得技术溢出的效果出现波动性[27]。此外，物流业对出口的依赖程度排名第三，但是整体保持较为稳定的发展态势。这缘于中国作为全球第二大经济体，庞大的国内市场为物流业提供了稳定的需求基础[28]。随着“双循环”

新发展格局的推进，物流业的需求结构进一步向“国内大循环”倾斜[29]。国内需求的“刚性”与“扩容”，稀释了物流业技术溢出对出口的依赖，使得物流业在面对外部不确定性时，展现出较强的韧性和稳定性。

Table 7. System resulting data
表 7. 物流产业技术溢出需求依赖测度

	2012 年	2015 年	2017 年	2018 年	2020 年
消费	27,446	35,766	39,866	31,755	38,959
投资	24,146	32,029	29,488	25,468	28,149
出口	17,408	18,309	17,857	14,593	17,995

4. 结论与建议

4.1. 主要结论

本文运用 2012~2020 年中国竞争型投入产出表，基于投入产出分析中的后向和前向两个维度测算我国物流产业技术溢出效应，得出以下几点结论：

第一，物流产业研发强度在国民经济产业中处于中等的发展水平，与国民经济各产业增速保持同步。尽管其研发强度在 2018 年以前略微下降，但在 2018 年以后呈上升趋势。整体而言，物流业研发强度保持着稳中向好的发展态势。

第二，物流业对生产性服务业的后向和前向技术溢出最为显著，对制造业尤其是技术密集型制造业的后向和前向技术溢出增速最快。然而物流业对采矿业和电热燃水业等资源密集型产业的技术溢出呈下降趋势，这可能是我国产业结构从“资源指导”向“技术牵引”转型的一个侧面反映。

第三，物流业通过消费对国民经济产业产生的技术溢出排名第一；通过投资产生的技术溢出排名第二，但表现出明显的波动性；通过出口产生的技术溢出排名第三，但在三者中表现相对稳定。

4.2. 建议

第一，强化物流业技术溢出效应的技术创新内生驱动与物流体系外生支撑。构建完善的技术创新评价体系和激励机制，激发物流业技术创新主体性，形成可持续的技术溢出动能。同时强化国内物流系统建设，通过数字基建、物理基建和标准基建的协同建设，打造技术溢出的“物理载体”。

第二，深化物流业对生产性服务业技术溢出的存量优势，加速释放物流业对制造业技术溢出的增量潜力。关注物流业对生产性服务业和制造业技术溢出的差异性，因地制宜发展新质生产力，推动科技创新和产业创新融合发展，为畅通国民经济产业技术创新提供有力支撑。

第三，遵循“聚焦消费、稳定投资、激活出口”的多轮驱动技术溢出模式。深化实施提振消费专项行动，以消费畅通经济循环、引领产业升级；优化投资结构，引导物流资本向技术密集型领域倾斜，提升物流业技术溢出的稳定性；坚定不移全面深化改革扩大开放，深化多双边和区域经济合作，持续扩大面向全球的高标准自由贸易区网络。

参考文献

[1] 徐星, 惠宁, 崔若冰, 等. 数字经济驱动制造业高质量发展的影响效应研究——以技术创新效率提升与技术创新地理溢出的双重视角[J]. 经济问题探索, 2023(2): 126-143.

[2] 王跃, 孙浩进. “一带一路”倡议对我国 FDI 技术溢出效应的影响[J]. 中国流通经济, 2023, 37(10): 63-78.

[3] 任康宁. 进口自由化对企业间数字技术平衡发展的影响——基于头部企业技术溢出的视角[J]. 产业经济研究,

- 2024(5): 86-99.
- [4] 林红英, 杨晓辉, 游达明. 技术多样性如何促进绿色技术溢出效应——知识整合能力与环境规制政策的协同作用[J]. 科技进步与对策, 2025, 42(24): 12-22.
- [5] 孟庆良, 吴雪阳. 产业聚集、技术溢出与知识产权保护协同推动区域创新的组态路径研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2025, 46(2): 48-61.
- [6] 方文君, 邓峰, 郑春继. 数字经济的双刃剑效应: 绿色技术溢出、吸收能力门槛与区域绿色创新失衡[J]. 经济问题探索, 2025(9): 38-58.
- [7] 王建. 新质生产力赋能出口贸易高质量发展的机制与路径[J]. 当代财经, 2024(10): 113-122.
- [8] 王秀婷, 赵玉林. 产业间 R&D 溢出、人力资本与制造业全要素生产率[J]. 科学学研究, 2020, 38(2): 227-238+275.
- [9] 陈占明, 陈子豪, 马健洪. 工业行业 FDI 技术溢出效应分析——基于中国时间序列投入产出表的实证研究[J]. 上海经济研究, 2022(8): 46-59.
- [10] 刘维林, 程倩, 余泳泽. 双循环技术溢出视角下中国产业技术进步的网络效应研究——基于全球生产网络下的全要素生产率增长与传导测算[J]. 管理世界, 2023, 39(5): 38-59.
- [11] 张小云, 凌丹. 中间品技术溢出与制造业全球价值链地位攀升——双循环下的理论与经验分析[J]. 国际贸易问题, 2023(9): 159-174.
- [12] 陈斌, 庞力文, 代聪. 中国物流业在国民经济中的产业定位分析[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2024, 23(3): 105-113.
- [13] 刘玉荣, 杨柳, 刘志彪. 跨境电子商务与生产性服务业集聚[J]. 世界经济, 2023, 46(3): 63-93.
- [14] 郭茜, 韩嵩, 李倩. “公转铁”政策对京津冀绿色物流效率的影响[J]. 中国流通经济, 2024, 38(3): 45-55.
- [15] 刘伟华, 兰蕊. 产业融合与新质生产力共同赋能物流业降本增效[J]. 中国流通经济, 2024, 38(7): 25-35.
- [16] 林芳, 刘振中, 严慧珍. 生产性服务业影响供应链主导权的理论机理、现实困境与对策[J]. 经济问题探索, 2025(5): 157-172.
- [17] 马惠, 冉净斐. 现代物流体系支撑全国统一大市场建设的机理和路径研究[J]. 区域经济评论, 2025(1): 121-129.
- [18] 姜旭, 赵凯, 张维伟, 等. 中国物流高质量发展驱动机制研究: 基于政策演变视角[J]. 中国软科学, 2024(S1): 231-242.
- [19] 倪克金, 张蕊, 刘修岩, 等. 交通基础设施与数字经济共塑全国统一大市场[J/OL]. 系统工程理论与实践, 1-34. <https://link.cnki.net/urlid/11.2267.N.20250821.1506.006>, 2025-09-21.
- [20] Liu, W., Gao, Y., Tang, O. and Cheng, Y. (2024) Comprehensive Performance Analysis of Deep Integration and Innovative Development of Logistics and Manufacturing Industries: A Comparison Analysis between Coastal and Inland Regions in China. *Ocean & Coastal Management*, 257, Article 107332. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107332>
- [21] 张志明, 耿景珠, 杨攻研, 等. 国际疫情蔓延、全球产业链传导与中国产业链稳定[J]. 国际经贸探索, 2022, 38(2): 51-65.
- [22] 中共中央国务院印发《加快建设农业强国规划(2024-2035 年)》[N]. 人民日报, 2025-04-08(001).
- [23] 杨军鸽, 王琴梅. 数字经济对物流业与现代农业融合发展的影响[J]. 中国流通经济, 2024, 38(8): 17-32.
- [24] 王琴梅, 罗瑞. 物流业高质量发展对区域全要素生产率的影响研究——来自中国 264 个城市的证据[J]. 软科学, 2023, 37(1): 58-68.
- [25] 程惠芳, 朱喆. 新质生产力背景下首发经济高质量发展的机制与路径[J]. 中国流通经济, 2025, 39(3): 9-20.
- [26] 杨仁发, 徐晓夏. 数字经济对商贸流通业高质量发展的影响[J]. 中国流通经济, 2023, 37(5): 28-40.
- [27] 徐文海, 孙扬帆, 吴静玲, 等. OFDI 逆向技术溢出对中国制造业创新影响研究[J]. 宏观经济研究, 2024(7): 47-58.
- [28] 张宝友, 高家璐, 谭旭睿, 等. 中国物流业高质量发展水平评价与区域差异演变[J]. 经济地理, 2023, 43(9): 111-120.
- [29] 陈浩东, 张儒恒, 原一鸣, 等. 现代流通体系助力构建双循环新发展格局的机理与路径[J]. 区域经济评论, 2022(6): 67-75.