

投入产出模型的发展脉络与前沿动态： 综述与展望



薛俭, 杜睿思*

陕西科技大学经济与管理学院, 陕西西安 710021

摘要: 投入产出模型自 20 世纪 30 年代由列昂惕夫构建以来, 逐步发展为一类系统刻画经济部门间关联与结构特征的重要分析工具。该模型通过构建投入产出表, 量化中间产品与最终需求之间的数量关系, 并借助直接消耗系数与列昂惕夫逆矩阵揭示部门间的直接与间接依赖。随着经济系统复杂性的提升, 传统静态模型在刻画动态过程与空间关联方面逐渐显现不足, 促使多国学者围绕模型动态化、多区域扩展以及跨领域融合等方面展开深入探讨。本文系统梳理了投入产出模型的理论脉络、基本框架及其在环境经济、国际贸易、金融风险等多个领域的发展脉络, 总结了国内外学者在模型完善与前沿拓展中所做的关键探索, 为后续研究提供理论参照与方法支持。

关键词: 投入产出表; 模型发展; 综述

DOI: [10.57237/j.wjeb.2025.02.005](https://doi.org/10.57237/j.wjeb.2025.02.005)

The Development Lineage and Frontier Dynamics of Input-Output Models: Review and Prospects

Xue Jian, Du Ruiqi*

School of Economics and Management, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China

Abstract: Since the construction of the input-output model by Leontief in the 30s of the 20th century, it has gradually developed into an important analytical tool to systematically describe the correlation and structural characteristics between economic sectors. The model quantifies the quantitative relationship between intermediate products and final demand by constructing an input-output table, and reveals the direct and indirect dependencies between departments with the help of direct consumption coefficients and Leontief inverse matrices. With the increasing complexity of the economic system, traditional static models have gradually become inadequate in describing dynamic processes and spatial correlations, prompting scholars from many countries to conduct in-depth discussions on model dynamics, multi-regional expansion, and cross-field integration. This paper systematically sorts out the theoretical context, basic framework and development context of the input-output model and its development context in various fields such as environmental economy, international trade, and financial risk, summarizes the key explorations made by scholars at home and abroad in the improvement and frontier expansion of the model, and provides theoretical reference and methodological support for subsequent research.

Keywords: Input-output Table; Model Development; Review

*通信作者: 杜睿思, 2838528803@qq.com

1 引言

投入产出分析作为刻画经济系统内部部门间相互依存关系的经典框架，自其诞生以来便深刻影响了经济学的结构主义研究传统。该模型的理论根基并非凭空出现，而是深深植根于早期经济思想中对社会再生产与循环过程的探索。从试图描绘宏观经济循环全景的尝试，到对社会再生产中价值流转与实物补偿的抽象理论分析，再到将理论构想初步付诸实践的早期核算表格，这些先驱性的工作共同为投入产出模型的正式创立铺垫了本体论、认识论与方法论的基石。

瓦西里·列昂惕夫于二十世纪三十年代系统性工作中，整合了前人的智慧并引入矩阵代数的量化工具，从而构建出首个可用于实证分析的投入产出模型。这一突破使得经济学对系统结构的分析从理论推演走向了实证度量，投入产出模型迅速成为各国进行产业关联分析、政策效应模拟与发展规划制定的重要工具。然而，标准的静态投入产出模型建立在一系列简化假设之上，这在模型应用于动态演进的经济现实、错综复杂的全球生产网络以及日益凸显的环境社会问题时，逐渐显现出其内在的局限性。为应对这些挑战，学术界展开了一系列拓展与深化研究。学者们致力于将时间维度与资本形成机制引入模型，发展出动态投入产出理论以捕捉经济结构的演进路径；通过构建多区域及全球模型，解析全球化背景下价值链的空间结构与溢出效应；同时，该模型的强大结构关联能力也

促使其向环境核算、资源管理、金融风险乃至社会政策等非传统经济领域广泛渗透，形成了丰富的交叉研究谱系。

尽管现有研究已经取得了丰硕成果，但该领域仍存在诸多值得梳理与探讨的议题。例如，动态化模型的诸多变体及其应用前提有待系统比较，多区域模型在数据整合与标准化方面面临持续挑战，以及在跨学科融合中如何保持模型内核与适应新问题之间的平衡等。鉴于此，本文对投入产出模型的思想起源、理论构建及其后续多维度、多领域的发展进行一次系统的梳理与述评。通过回顾其思想源流，厘清其从静态到动态、从单区域到多区域、从经济分析到多领域应用的演进脉络，为厘清该模型的逻辑结构与未来发展方向提供研究思路。

2 投入产出模型概述

投入产出模型的核心思想是通过构建部门间的投入产出表追踪生产过程中的中间投入与中间使用，量化经济系统的结构特征与乘数效应。该模型最初用于分析产业间的技术经济联系，随着理论的完善逐渐突破了传统产业关联分析的边界，模型本身也在不断完善的过程中得到了广泛的应用与发展。基础的静态价值型投入产出表如下：

表 1 投入产出简表

投入	产出					最终使用	总产出
	中间使用	部门 1	部门 2	...	部门 n	合计	
中间投入	部门 1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}	$\sum x_{1j}$	Y_1
	部门 2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}	$\sum x_{2j}$	Y_2
	...	...	...	...	...	...	...
	部门 n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nn}	$\sum x_{nj}$	Y_n
	合计	$\sum x_{i1}$	$\sum x_{i2}$	...	$\sum x_{in}$	$\sum x_{in}$	$\sum Y_n$
增加值	固定资产折旧	d_1	d_2	...	d_n	$\sum d_j$	
	劳动者报酬	V_1	V_2	...	V_n	$\sum V_j$	
	生产税净额	S_1	S_2	...	S_n	$\sum S_j$	
	营业盈余	m_1	m_2	...	m_n	$\sum m_j$	
	增加值合计	N_1	N_2	...	N_n	$\sum N_j$	
总投入		X_1	X_2	...	X_n	$\sum X_j$	

在上表中， x_{ij} 表示第*i*部门向第*j*部门投入的商品的价值， Y_i 表示第*i*部门的产出中作为最终消费品的价值， d_i 、 V_i 、 S_i 和 m_i 分别为第*i*部门的总投入中，固定资产折旧、劳动者报酬、生产税净额和营业盈余

投入的部分。各项元素之和的 X_i 是第*i*部门的总投入，同时也是第*i*部门的总产出。从象限的角度来看，第一象限为中间产品象限，表示产出部门*i*提供给投入部门*j*作为中间使用的产品或服务；第二象限是最终

使用象限，反映了各产出部门生产的产品或服务用于最终使用的数量；第三象限则反应各消耗部门增加值的组成。

由表 1 可得产品分配行模型与要素投入列模型。产品分配行模型表示某部门提供给各个部门作为中间使用的产品数量 x_{ij} 之和，加上最终使用 Y_j 部分，就能够得出该部门的总产出 X_i ，公式表达如下：

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + Y_j = X_i (i=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

同理，要素投入列模型表示某部门消耗的其他部门产出 x_{ij} ，与最初投入 N_j 之和即为某部门的总投入 X_j 。计算公式为：

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + N_j = X_j (j=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

根据列昂惕夫的固定比例假设可知，在生产过程中各部门间的中间投入与总产出之间存在稳定的比例关系，在投入产出表中表现为部门 j 从部门 i 获得的中间投入 x_{ij} 与其总产出 X_j 之间的固定比例，这一比例即为直接消耗系数 a_{ij} 。

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} \quad (4)$$

直接消耗系数 a_{ij} 的稳定性能使复杂的多部门经济关系简化为一个线性系统，从中构建出直接消耗系数矩阵，并进一步推导出投入产出基本模型。也就是说对于任意的 i 和 j ，直接消耗系数 a_{ij} 为常数值，不随总产出水平的变化而变化。将式(4)代入式(1)可导出投入产出模型的平衡式的矩阵形式表示：

$$X = AX + Y \quad (5)$$

整理可得：

$$X = (I - A)^{-1} Y \quad (6)$$

上式即为投入产出基本模型。式中， X 为总产出列向量； Y 为最终需求列向量； A 为所有直接消耗系数所构成的直接消耗系数矩阵， I 为单位矩阵， $(I - A)^{-1}$ 即为列昂惕夫逆矩阵 L ，表示生产单位最终产品所需的总投入，包括直接投入与间接投入。其中第 i 行第 j 列元素记为 γ_{ij} ，表示第 j 部门增加一个单位的产出时，需要第 i 部门直接和间接投入的总和。

3 投入产出模型的基础理论与模型构建

在投入产出分析创立之前，多国经济学家针对早期经济循环提出的系统性分析与一般均衡分析等思想为其奠定了理论基础。

法国经济学家弗朗索瓦·魁奈在 18 世纪绘制的《经济表》首次以表格形式描述农业、工业和地主阶级之间的经济循环，明确展示部门间产品与收入的流动[1]。魁奈的“经济循环”框架以及“部门间经济流量”分析为投入产出模型提供了结构原型，在此基础上列昂惕夫通过矩阵代数实现了实证技术突破，量化了部门间投入与产出的关系[2]。列昂惕夫在后续著作中称魁奈的分析为“经济循环分析的先驱”、投入产出模型的重要灵感来源之一[3]。

卡尔·马克思在《资本论》中提出的社会再生产理论，将经济划分为生产资料（第Ⅰ部类）和消费资料（第Ⅱ部类），研究这两大部类之间的价值补偿和实物替换活动，强调了部门间平衡对经济循环的重要性，而其中的部门划分与平衡条件的思想为列昂惕夫分析部门间的投入产出关系提供了理论框架[4]。此外，马克思的劳动价值论强调了生产过程中的劳动投入与产品价值的联系，这一“价值转移”逻辑在投入产出模型中体现为追踪部门间的中间产品流动，进而揭示各经济部门之间的相互依存与相互制约的关系[5]。

上世纪 20 年代，计划经济下的苏联编制了棋盘式的国民经济平衡表，以协调各部门的供需、追踪关键部门的生产与消耗关系，如钢铁、煤炭等[6]。平衡表中的“投入-产出”关系可视为马克思再生产公式如 $I(v+m) = II(c)$ 的简化版，将“价值补偿”转化为实物量统计，通过数理经济学方法架起马克思主义理论与现代经济模型之间的桥梁[4]。列昂惕夫在著作中提到，1925-1928 年在苏联国家计委的工作使他参与到棋盘式平衡表的编制过程中，并意识到“经济系统的相互依存性需要数学描述”[3]。

整体来看，马克思主义经济学中的方法论通过苏联平衡表的实践转化为可操作的统计工具，为投入产出模型提供了数据基础与实证导向[6]。这一理论与实践在“消除商品货币关系”“消除市场无序性”“优先发展生产资料原则”的目标上确实呈现一致性，但平衡表因数据收集受限、忽略动态变化等因素存在一定的局限性[7]。而列昂惕夫投入产出模型首次将理论模型与真

实数据结合，运用经济学、数学与统计学等方法，突破早期研究的抽象性，成为政府制定产业政策、预测经济影响的核心工具[8]。1936年，列昂惕夫基于美国1919-1929年数据构建经济系统投入产出表 *Tableau Économique*，将经济系统划分为多个生产部门（如农业、制造业、矿业等）和家庭账户，通过产出分配行模型和投入构成列模型分析各部门间的相互依存、相互制约关系，以及各行业对于中间产品的投入结构[8]。而在美国经济1919、1929和1939年投入产出表中，列昂惕夫将经济系统转化为矩阵方程与消耗系数，使用线性代数求解部门间供需平衡，这标志着投入产出分析的诞生，其基础模型在从理论到实践的跨越中逐步建立，也标志着经济学从局部均衡分析迈向系统化、结构化的整体研究，该模型至今仍是政策模拟和复杂经济系统分析的基石[9]。

上世纪六十年代，在经济学家孙冶方和科学家钱学森的倡导下，中国学术界结合具体国情与发展需要，开始了对投入产出分析的研究。国家计委、国家统计局也为投入产出分析在中国的应用问题召开座谈会，并联合钢铁公司试编了企业投入产出表[10]。1974年，中国科学院数学研究所基于1973年61个经济部门的数据，进行了首次系统性编制全国投入产出表的尝试。此次尝试结合计划经济特点并适应当时以实物指标为主的经济管理需求，重点突出农业和重工业部门（如钢铁、煤炭），测算“四五计划”期间关键产业的资源需求，优化物资分配。编制过程中在缺乏市场数据的情况下，研究所通过行政统计和基层调研获取数据，开创了中国计划经济下的投入产出表编制方法，标志着中国投入产出分析从理论引入阶段转向实际应用阶段[11]。

4 投入产出模型的发展

4.1 动态化模型扩展

基础的静态投入产出模型通过矩阵形直观展示部门间中间产品的流动关系，量化“直接与间接依赖”，便于快速识别关键产业关联。模型计算复杂度低，仅需线性代数工具即可求解均衡产出，所需数据也与国民经济统计体系兼容性强，便于实证分析。然而，列昂惕夫在著作中指出了静态模型假设的局限性。在基础模型的构建过程中忽略了时间维度，因此无法处理资本积累、技术进步、劳动力增长等动态因素对模型

分析过程造成的影响；此外，技术系数理想化、需求外生性缺陷与价格弹性分析的缺失等问题使得模型无法模拟市场供需动态平衡[12]。为应对这些问题，他尝试在模型中加入时间维度变量，将资本积累内生化来区分中间产品与资本品投入，采用差分方程刻画跨期经济联系，将静态模型扩展为多期动态模型，探索经济增长与结构变化的动态关联。但这一动态模型对资本同质化作出初步假设，仅考虑单期资本形成且未处理非线性效应，仍然存在一定的局限性。在后续一系列研究中，列昂惕夫逐步搭建了动态投入产出的框架，也提出了微分形式的连续型、差分形式的离散型动态投入产出模型以及著名的“动态求逆”思想等一系列可能性，为后续模型动态化研究指出了方向与思路[13]。

在投入产出模型的发展过程中逐渐展示出的局限性这一事实，以及列昂惕夫提出的静态假设与动态经济现实之间的这一矛盾，都使得学者们逐步意识到：在研究经济系统的动态性时，不仅要考虑到跨期资本积累，更要面对内生不确定性，应逐步突破其框架限制，通过动态化扩展推动模型在复杂经济系统分析中的应用。在众多的研究成果中，多期资本服役期分布模型将静态部门间流动扩展为多部门动态增长，引入资本积累、技术变迁与跨期资源配置机制，解决资本异质性问题，突破了静态模型的短期均衡限制[14]。此外，学者们分析美国1919-1969年间的经济结构变迁，揭示技术系数随时间变化的规律，构建多技术替代模型使部门内多种生产技术并存，首次将技术动态性系统纳入投入产出框架[15]。而通过引入跨期资本形成与技术变迁变量，对投资规模与构成如绿色技术投资与传统设备投资等因素对长期物质效率的影响这类研究，通过分析特定产业如钢铁、化工的资源依赖性与环境影响，突破了传统投入产出模型的货币单位限制，填补了静态分析在长期预测中的不足[16]。

自投入产出分析法应用于中国学术研究与实践领域以来，研究视角逐步向动态化理论构建与实证分析方向深化扩展，本质是中国经济治理体系从“计划核算”向“复杂系统调控”转型的微观投射。1983年，陈锡康在《中国1973年投入产出表在经济工作中的若干应用》这一研究中，系统总结了1973年投入产出表的编制过程、其在经济实践中的应用以及对1973年投入产出表进行的首次动态化升级。作为中国计划经济时期的重要尝试，该投入产出表的编制旨在通过分析国民经济各部门间的生产与消耗关系，优化资源配置、提升经济计划科学性。为满足长期经济结构预测的需要，

在 1973 年表基础上进行动态优化,主要体现在单独划分粮食与棉花等农业子部门、模拟政策实行对区域经济的影响等方面,推动了投入产出模型从静态计划向动态预测的升级[17]。赵新良(1988)从连接当期投资与未来产能的视角出发,在列昂惕夫的动态投入产出框架的基础上,通过引入资本系数矩阵进而分析跨期动态效应。他详细阐述了资本系数矩阵的经济意义(单位产出增长所需的资本投入)、数据来源与编制方法,量化了资本异质性(如设备、建筑的服役期差异)对模型的影响[18]。张金水(2000)结合列昂惕夫线性动态模型与一般均衡(CGE)模型的优势,将中国经济划分为六部门,构建了非线性动态投入产出模型,分析部门异质性对整体增长路径的影响,克服传统模型在资本-劳动替代性和动态分析能力上的局限性[19]。王嘉谟(2009)以全球性经济危机(如 2008 年金融海啸、东南亚金融危机)为背景,指出传统线性经济模型的局限性,并通过引入变量间的非比例关系,将传统线性投入产出框架扩展为动态非线性版本,增强模型对复杂经济波动的解释与干预能力。同时引入随机扰动项,模拟外生冲击(如国际油价波动、疫情突发)对动态经济系统的干扰,更加清晰地分析政策干预的短期效果与长期局限性[20]。

4.2 全球化与多区域模型

尽管动态投入产出模型通过引入时间维度有效刻画了技术进步、资本积累和需求结构演变等动态经济特征[16],但在空间维度上的解析能力仍显不足。随着全球价值链重构和区域经济一体化进程加速,为研究跨国生产网络的空间溢出效应、区域间产业关联以及环境外部性转移等复杂经济现象,各国学者逐步建立具有空间解析能力的多区域投入产出模型,实现投入产出模型得又一次核心突破。

作为区域科学奠基人,Isard 初步构建区域间投入产出表,将投入产出模型从单一国家扩展到区域间分析,将全国经济分解为多个子区域并分析区域专业化与分工的宏观经济效应,强调空间维度对经济互动的影响。通过引入区际贸易流与区域间系数矩阵,将传统单区域投入产出模型扩展为多层级空间系统,形成了最初的区域间投入产出框架[21]。Isard 模型允许不同区域的生产技术、消费结构和贸易模式存在差异,突破了单一区域模型的同质性假设,强调空间交互与数据完整性,适用于精细化区域政策分析。但数据成本

极高,更适用于如城市群协同发展等小范围、高数据支持的区域规划[22]。在多区域模型的基础上,Chenery 和 Watanabe(1958)首次系统地将多区域投入产出表(Multi-Regional Input-Output, MRIO)应用于多个国家,构建统一的部门分类与核算标准。他们建立跨国生产结构的比较框架,通过比较各国向中间产品投入要素的比例差异,能够分析消费、投资、出口在不同国家经济中的结构差异,并且通过感应度系数与影响力系数量化各国关键产业如重工业、农业等的产业链地位。这项研究首次实现多国投入产出表的可比性分析,揭示了不同国家生产结构的异质性及其背后的经济逻辑,为全球价值链研究奠定基础[23]。为进一步巩固模型的理论框架,Polenske(1983)提出多区域投入产出模型的核心方程,详细描述了多区域投入产出表的编制规则,包括区域间中间产品流动、最终需求(消费、投资、出口)的分区域核算方法。这项研究为多区域投入产出模型提供了首个系统性美国案例,成为后续全球多区域投入产出表的参考范本,也推动了区域经济学与空间经济分析的交叉融合[24]。自多区域贸易视角出发,Hummels 等(1999)基于多区域投入产出表首次系统提出并量化了垂直专业化的概念,揭示了全球贸易中生产过程跨国分割的深化趋势,并通过 MRIO 追踪跨国中间产品流动数据和模拟贸易政策如关税战、技术封锁等对垂直专业化网络的冲击,论证了中间产品多次跨境流动对国际贸易增长的推动作用,为全球贸易链研究奠定了理论基础[25]。

随着改革开放后区域经济合作的深化,传统投入产出表无法全面反映跨区域经济联系。为填补中国区域间经济量化分析工具的空白,国家信息中心与日本亚洲经济研究所于 2003 年合作编制了 1997 年中国区域间投入产出表,将全国划分为八大区域,系统刻画区域间中间产品流动、贸易依赖与产业关联。这项研究首次构建覆盖全国的多区域投入产出表,突破省级模型的局限性,推动中国区域经济学研究的量化。同时解决各省统计口径差异,采用重力模型、专家访谈等方法补充缺失的贸易流量数据,引入国际合作经验如日本亚洲经济研究所的区域表编制技术,为政策制定与学术研究提供关键数据支持[26]。为进一步完善中国多区域投入产出模型的框架与分析方法,张亚雄等(2012)提出了一种结合调查数据与科学推算的区域间贸易系数估算模型,并成功应用于 2002 年与 2007 年中国区域间投入产出表的编制,为多区域经济分析

提供了方法论支持，一定程度上解决了区域间贸易数据不足的难题[27]。

然而，在多区域投入产出表的构建过程中，多数研究依托有限的国家或区域统计数据进行部门间流量推算，且因跨境数据可得性较低、部门分类标准差异显著等局限，模型较为依赖强假设或简化处理。针对此问题，各国学者进行了全球 MRIO 数据库的构建与标准化研究，著名成果如 EXIOBASE、WIOD 和 EORA 三大全球多区域投入产出数据库，覆盖全球 40 个国家 200 种产业数据，并嵌入环境卫星账户，支持贸易隐含碳排放计算与能源流动分析，成为环境经济分析的基础工具[28-30]。此外，多区域投入产出模型已初步展现区域经济关联的分析潜力，紧接着进入了环境维度拓展的萌芽阶段。随着《京都议定书》签署后国际社会对跨国环境责任分配的议题升温，以及全球化进程中“污染避难所假说”的提出，学界开始将能源消耗、碳排放等基础环境变量嵌入 MRIO 框架，尝试通过“经济-环境”联动追踪“碳泄漏”并分配减排义务，揭示国际贸易隐含污染转移，同时满足环境成本消费端责任核算与区域协同治理的方法创新需求。

4.3 模型的多领域应用研究

投入产出模型作为刻画生产网络与价值循环的核心方法，历经静态表式构建[8]、动态框架拓展[16]及多区域空间应用[21]等革新，已经突破传统部门关联分析的局限，逐步演化为具备跨学科解释力的复杂经济生态系统研究工具。一方面，全球化与区域化并行的“嵌套性”经济结构，要求经济模型能够解析多层次（企业-产业-国家-全球）供应链的反馈机制与空间溢出效应[31]；另一方面，可持续发展目标的多维度耦合特征，如经济-环境-社会系统的非线性交互，亟需研究工具实现从单一经济流量核算向多部门协同建模的发展[32]。在此背景下，投入产出模型因其独特的结构特性——基于列昂惕夫逆矩阵的生产网络关联能力、跨领域扩展潜力以及异质性主体行为的量化表征[33]——成为跨领域要素流动研究与政策效用模拟的重要工具。

1970 年，列昂惕夫首次将投入产出模型与环境污染结合，在投入产出表中增加了污染排放这一附加部门，构建包含传统经济部门与环境部门间的物质流动的扩展矩阵，量化工业生产对环境的直接与间接影响，为可持续发展政策提供量化工具，开创环境经济学以

及投入产出模型多领域应用的先河[34]。直至今日，学界对碳足迹核算、污染排放追踪和资源跨区流动等多方面的研究取得了大量学术成果。学者们通过量化经济系统与自然环境间的物质能量流动，分析经济活动对环境的影响及绿色政策干预效果[35-39]。

自 Isard 开创区域间投入产出模型、为国际贸易分析奠定基础以来，受到全球化复杂性、可持续发展诉求及新兴业态挑战的共同驱动，尽管存在技术局限，但通过动态化、数据融合及跨学科方法迭代，投入产出模型仍以其结构化、多维度、可扩展的方法论内核，持续巩固其作为贸易分析核心工具的地位，并为构建包容性、可持续的全球贸易治理框架提供科学支撑[40]。相关研究涵盖区域贸易协定效应评估、全球价值链重构、贸易隐含碳核算等客观议题，凸显投入产出模型模型在量化区域间经济依存度、追踪贸易政策传导机制方面的独特优势，既揭示了国际贸易中产业链跨境关联与价值流动的核心研究方向，也表现出学界通过模型扩展应对复杂多边贸易系统的分析需求的研究思路，极大程度体现方法创新与实证应用的深度耦合[41-43]。

而在金融领域，投入产出模型主要以其网络化结构特征揭示系统性风险的传导机制与溢出效应。例如 Battiston 等（2012）提出的 DebtRank 算法，利用投入产出模型的网络拓扑特性，将金融机构间的债权债务关系转化为有向加权网络，识别“大而不倒”的系统重要性机构，并模拟其违约引发的级联崩溃路径[44]。高艳平（2016）以中国上市商业银行为研究对象，针对规模扩张与效率失衡矛盾，构建覆盖全经营流程的投入产出矩阵，以效率最大化为目标函数，将资产规模变量同时嵌入投入、产出及效率约束条件中，实现了对银行规模报酬阶段与技术效率的动态评估，突破了传统金融分析中“机构孤岛”或“宏观加总”的局限，为构建基于复杂网络思维的审慎管理框架提供了方法论支撑[45]。

从环境领域的碳足迹跨境转移、国际贸易学的增加值贸易核算，到金融学的系统性风险网络拓扑分析，投入产出模型的应用领域持续向公共政策设计、社会公平评估及新兴数字技术冲击研究等领域渗透。这种“工具-问题”协同演化现象，既体现了投入产出技术内核对现实复杂性的渐进，亦反应出多学科知识研究的整合趋势。

5 结论

投入产出模型的理论体系与应用范畴，自列昂惕夫开创性工作以来经历了显著扩充与深化。本文系统回顾了该模型从静态框架到动态扩展、从单区域分析到多区域模型、以及从纯经济研究到环境-经济-金融跨领域融合的演进历程。这一发展脉络不仅反映了模型本身方法论上的自我革新，更体现了其对日益复杂的经济现实问题的持续响应能力。

纵观其演进路径，投入产出模型的核心进展往往建立在对自身理论假设与应用局限的突破之上。静态模型通过引入资本积累与技术进步变量，逐步发展为能够刻画经济结构动态变化的分析工具；为克服空间异质性限制，模型通过构建区际贸易流与异质性技术系数，形成了能够解析全球价值链与空间溢出效应的多区域框架；此外，模型凭借其结构关联与网络分析优势，成功将研究范畴拓展至环境排放核算、贸易隐含流追踪与金融风险网络拓扑等一系列新兴交叉领域，展现出强大的外延弹性。

尽管如此，当前研究仍面临若干深层次挑战。动态化进程尚未完全解决技术系数内生性与预期行为引入的问题；多区域模型在跨境数据标准化与统计口径协调方面存在实践瓶颈；而在跨学科拓展中，如何实现经济系统与环境账户、金融网络的实质性耦合而非表层拼接，仍需方法论上的突破。这些局限性为未来研究提供了多种方向与可能：一是发展更具微观基础的技术更新与投资行为内生性机制，增强动态模型的解释力；二是探索结合大数据与人工智能方法的多区域数据估算与融合技术，提升模型的可操作性；三是推动投入产出框架与复杂性科学、异质性主体建模等前沿范式的对话，构建能够同时处理经济、环境与社会复杂性的集成分析平台。唯有通过持续的方法创新与学科交叉，投入产出模型方能在不断完善模型架构与理论基础的同时，应对未来经济社会系统复杂性与多样性，持续发挥其在多部门经济网中不可替代的作用。

参考文献

- [1] Quesnay F. Tableau économique [M]. The Roots of Logistics. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012: 127-132.
- [2] Akhbar A. Leontief et l'économie comme science empirique: la signification opérationnelle des lois [J]. 2007.

- [3] Leontief W W, Leontief W. Essays in economics: theories and theorizing [M]. ME Sharpe, 1976.
- [4] Kurz H D, Salvadori N. Theory of production: a long-period analysis [M]. Cambridge University Press, 1997.
- [5] Foley D K. Understanding capital: Marx's economic theory [M]. Harvard University Press, 1986.
- [6] Ellman M. Socialist planning [M]. Cambridge University Press, 2014.
- [7] Sutela P. Socialism, planning and optimality: a study in Soviet economic thought [J]. Finnish Society of Sciences and Letters, 1984.
- [8] Leontief W. Quantitative input-output relations in the economic systems of the United States [J]. The Review of Economics and Statistics, 1936, 18 (3): 105-125.
- [9] Leontief W W. The structure of American economy, 1919-1929 [M]. Harvard University Press, 1941.
- [10] 雒晓娜. 投入产出系数的修订及其多目标优化模型应用研究 [D]. 大连理工大学, 2006.
- [11] 陈锡康, 杨翠红. 投入产出技术 [M]. 科学出版社, 2011.
- [12] Leontief W. Studies in the structure of the American economy: theoretical and empirical explorations in input-output analysis [M]. Oxford University Press, 1953.
- [13] Miller R E, Blair P D. Input-output analysis: foundations and extensions [M]. Cambridge university press, 2009.
- [14] Bjerkholt O. The making of the Leif Johansen multi-sectoral model [J]. History of economic ideas: XVII, 3, 2009: 1000-1024.
- [15] Raa T, Baumol W J. Anne Carter and Input-Output: Technology, Trade, and Pollution [J]. Economica. History, Methodology, Philosophy, 2011 (1-1): 59-72.
- [16] Duchin F. Input-output economics and material flows [M]. Handbook of input-output economics in industrial ecology. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009: 23-41.
- [17] 陈锡康. 我国 1973 年投入产出表在经济工作中的若干应用 [J]. 系统工程理论与实践, 1983 (1): 8.
- [18] 赵新良. 动态投入产出 [M]. 辽宁人民出版社, 1988.
- [19] 张金水. 中国六部门可计算非线性动态投入产出模型的平衡增长解 [J]. 系统工程理论与实践, 2000, 20 (9): 6.
- [20] 王嘉谟. 经济波动问题的预测与控制——非线性动态投入产出计算模型 [J]. 经济研究参考, 2009, (33): 16-19.
- [21] Hartwick J M. Notes on the Isard and Chenery-Moses Inter-regional Input-Output Models [J]. Journal of Regional Science, 2010, 11 (1): 73-86.

- [22] Isard, et al. *Methods of Regional Analysis: An Introduction to Regional Science* [M]. The Technology Press of MIT and Jone Wiley and Sons, 1960.
- [23] Chenery, T. Watanabe. *International Comparisons of the Structure of Production* [J]. *Econometrica*, 1958 (26): 487-521.
- [24] Polenske K R. The U.S. Multiregional Input-Output Accounts and Model [J]. *Journal of the American Statistical Association*, 1983, 78 (381): 202.
- [25] Hummels D L, Ishii J, Yi K M. The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade [J]. *Social Science Electronic Publishing*, 1999, 54 (1): 75-96.
- [26] 国家信息中心, 王长胜. *中国区域间投入产出表* [M]. 社会科学文献出版社, 2005.
- [27] 张亚雄, 刘宇, 李继峰. 中国区域间投入产出模型研制方法研究 [J]. *统计研究*, 2012 (5): 7.
- [28] Simas, Moana, Tukker, et al. Environmental and resource footprints in a global context: Europe's structural deficit in resource endowments [J]. *Global Environmental Change Human & Policy Dimensions*, 2016 (40): 171-181.
- [29] Timmer M, Erumban A A, Gouma R, et al. The World Input-Output Database (WIOD): Contents, Sources and Methods [J]. *IIDE Discussion Papers*, 2012.
- [30] Lenzen M, Moran D, Kanemoto K, et al. BUILDING EORA: A GLOBAL MULTI-REGION INPUT-OUTPUT DATABASE AT HIGH COUNTRY AND SECTOR RESOLUTION [J]. *Economic Systems Research*, 2013, 25 (1): 20-49.
- [31] Baldwin R, Lopez-Gonzalez J. Supply-chain trade: A portrait of global patterns and several testable hypotheses [J]. *The world economy*, 2015, 38 (11): 1682-1721.
- [32] Wiedmann T O, Schandl H, Lenzen M, et al. The material footprint of nations [J]. *Proceedings of the national academy of sciences*, 2015, 112 (20): 6271-6276.
- [33] Faturay F, Lenzen M, Nugraha K. A new sub-national multi-region input-output database for Indonesia [J]. *Economic Systems Research*, 2017, 29 (2): 234-251.
- [34] Leontief W. Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach [M]. *Green Accounting*. Routledge, 2018: 385-394.
- [35] Wiedmann T, Lenzen M. Environmental and social footprints of international trade [J]. *Nature geoscience*, 2018, 11 (5): 314-321.
- [36] Mi Z, Zheng J, Meng J, et al. Carbon emissions of cities from a consumption-based perspective [J]. *Applied Energy*, 2019, 235: 509-518.
- [37] 韩丽萍, 李明达, 刘炯. 中国物流业碳排放影响因素及产业关联研究 [J]. *北京交通大学学报 (社会科学版)*, 2022, 21 (01): 86-93.
- [38] 武娜, 沈镭, 钟帅, 等. 晋陕蒙能源富集区隐含的碳排放转移——基于投入产出模型的分析 [J]. *资源与产业*, 2019, 21 (01): 32-38.
- [39] 何伟军, 李晟桦, 安敏, 等. 基于投入产出模型的长江经济带贸易隐含水污染转移格局 [J]. *资源科学*, 2025, 47 (03): 558-571.
- [40] Isard W. Interregional and regional input-output analysis: a model of a space-economy [J]. *The review of Economics and Statistics*, 1951: 318-328.
- [41] 冯永琦, 张宇璇. 中国最终需求对从美日韩三国进口的诱发效应研究——基于投入产出的分析 [J]. *国际贸易问题*, 2018, (12): 82-95.
- [42] 倪红福, 王海成. 企业在全球价值链中的位置及其结构变化 [J]. *经济研究*, 2022, 57 (02): 107-124.
- [43] 兰天, 韩玉晶. 中国对外贸易隐含碳排放及省际转移研究——基于环境投入产出模型的分析框架 [J]. *中南大学学报 (社会科学版)*, 2022, 28 (04): 94-106.
- [44] Battiston S, Puliga M, Kaushik R, et al. Debtrank: Too central to fail? financial networks, the fed and systemic risk [J]. *Scientific reports*, 2012, 2 (1): 541.
- [45] 高艳平. 投入产出效率约束下的中国上市商业银行资产规模优化研究 [D]. 山西财经大学, 2016.