

# 基于社会网络分析法的新疆产业网络结构特征演变研究

陈星宏

新疆师范大学商学院, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2025年5月30日; 录用日期: 2025年6月22日; 发布日期: 2025年6月30日

## 摘要

产业结构的演变对地区经济发展具有重要意义。本研究综合运用社会网络分析法(SNA), 通过合并相似的产业部门, 从网络密度、拓扑结构、中心性和凝聚子群等角度来考察新疆产业网络结构的网络属性及其演变。研究表明: 1) 新疆产业网络具有较短的路径长度和较高的聚类系数, 各部门投入产出频繁, 呈现出“小世界”的网络特性; 2) 新疆产业发展呈现出阶段性的特征, 近年来新疆产业结构逐步向第三产业偏移, 经济服务化凸显; 3) 二三产业的中心性均较大, 没有支配性产业的出现, 各类产业间联系增强; 4) 新疆产业网络派系总体变化不大, 但派系内部产业部门持续变迁, 主导派系产业部门逐年增多。

## 关键词

社会网络分析法, 投入产出表, 产业结构, 产业网络结构

## Study on the Evolution of Industrial Network Structure Characteristics in Xinjiang Based on Social Network Analysis Method

Xinghong Chen

School of Business, Xinjiang Normal University, Urumqi Xinjiang

Received: May 30<sup>th</sup>, 2025; accepted: Jun. 22<sup>nd</sup>, 2025; published: Jun. 30<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

The evolution of industrial structure is of great significance to regional economic development. By comprehensively applying social network analysis (SNA), the network attributes of Xinjiang's industrial network structure and its evolution are examined from the perspectives of network density, topology, centrality and cohesive subgroups by merging similar industrial sectors. The study shows

that: 1) Xinjiang's industrial network has a short path length and a high clustering coefficient, with frequent inputs and outputs in each sector, showing the network characteristics of "small world"; 2) Xinjiang's industrial development shows stage-by-stage characteristics, and in recent years, Xinjiang's industrial structure has gradually shifted to the tertiary industry, and the service-oriented economy is highlighted; 3) The centrality of the secondary and tertiary industries is large, and there is no dominant industry, the industrial structure shows a diversified development pattern, and the links between various types of industries have been strengthened; 4) There is little overall change in the industrial network factions in Xinjiang, but the industrial sectors within the factions have continued to change, and the dominant factions have increased in the number of industrial sectors year by year.

## Keywords

Social Network Analysis, Input-Output Tables, Industrial Structure, Industrial Network Structure

Copyright © 2025 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

新疆作为丝绸之路经济带的核心区，其产业结构的演变不仅关乎区域经济的发展，也深刻影响着国内外经济格局。习近平总书记强调坚持构建体现新疆特色和优势的现代化产业体系，要把重点放在推动产业结构转型升级上。2024年新疆制定出台《自治区质量强区建设实施方案》，强调了产业结构优化转型、构建现代化产业体系的重要意义。近年来，新疆积极响应国家推动产业结构转型升级的号召，地区产业结构已经发生了显著改变，因此在新的发展环境下了解新疆产业结构的演变方向对地区经济高质量发展具有重要意义。

产业结构是指各产业之间按照一定的经济技术联系所构成的各种比例关系，是经济发展水平的集中体现[1]。有关产业结构演变的相关研究，大量学者采用定量的分析方法，如熵权法[2]、因子分析法[3]、主成分分析法[4] [5]、层次分析法与数据包络分析法[6]和偏离份额分析法[7]。而产业网络结构则是在产业结构的基础上对内部节点之间的紧密程度、联通性、整体形态及变化趋势进行分析。已有研究以某一特定产业或集聚的不同产业作为研究对象，分析以上产业在不同节点之间的网络结构特征。如王玉娇等以战略性新兴产业为例，分析广东省省内各节点城市在不同阶段的机器人产业的时空演化特征，揭示了不同纬度间的邻近性对机器人产业的影响[8]。杨卜玮等构建建筑业关联网络，结合投入产出单位值和总值研究我国建筑业行业的网络特征[9]。赵梓渝等以智能制造、生物医药和绿色环保产业集聚后的新兴产业为例，利用企业对外投资数据构建以中国城市作为节点的新质生产功能网络，研究中国各城市在新质生产力背景下该行业网络空间结构的变化特征[10]。此外，部分研究探讨产业网络结构变化对城市或城市群的影响。孙伟等将修正的引力模型和社会网络分析法相结合，分析产业联动网络对长三角地区城市节点网络的结构特征和影响因素[11]。刘耀彬等通过城市间产业网络的结构特征演变，揭示三大城市群的产业网络的时空演化特点[12]。杨华基于长江经济带省市产业数据构建产业网络分析该地区 11 省市的产业网络结构，并探究产业网络结构特征演变与城市经济发展水平的交互作用[13]。

现有文献关于产业结构的研究多是通过设定经济指标和时点性产业结构指标进行分析[14]，但对于产业网络结构研究，以上研究方法在体现网络结构间的动态关联性和结构依赖性上稍显欠缺。相比之下，

社会网络分析法可以研究产业结构网络演化特征,网络内部特征关系又能够为研究节点互动提供内在机制[15]。在产业经济活动中,社会网络分析法将研究视角聚集于节点之间的经济关系情况,透过该关系,可以确定产业网络发展现状,分析产业网络结构演变特征,并通过凝聚子群分析地区产业的一体化程度[16]。由于投入产出表在揭示产业节点之间的经济关联性上代表性较强[17],本文基于节点之间的关系,将社会网络分析法和投入产出表相结合,构建产业网络矩阵,以此分析新疆产业网络结构的动态演变特征。

## 2. 产业结构网络矩阵构建

产业结构网络模型的基本思想是以投入产出表模型及其延伸的直接消耗矩阵和关联系数矩阵以及社会网络分析法为基础,各部门作为社会网络中的节点,整个产业视为一个相互关联的系统,据此建立产业体系网络分析矩阵,以图与网络为工具,依据产业之间的关联关系建立模型,研究部门之间也就是节点与节点之间的投入产出状况。该模型的构建可以揭示产业的相关关系和经济地位、预测验证产业结构的变化趋势和历史演变规律、分析不同产业之间的资源配置情况。

### 2.1. 产业结构网络矩阵

#### 2.1.1. 直接消耗矩阵

由于投入产出表横纵轴产业部门相同,不同部门的投入产出关系形成的矩阵适配于社会网络分析法,因此基于投入产出表得出直接消耗矩阵,将该矩阵作为进行社会网络分析法的基础矩阵。为了方便统计度量,根据投入产出表合并成 42 个部门,将矩阵内部的每个元素作为不同产业部门节点,形成 42 \* 42 的直接消耗系数矩阵 A,其中元素为  $a_{i,j}$ ,见式(1)。

$$A = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,42} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,42} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{42,1} & a_{42,2} & \cdots & a_{42,42} \end{bmatrix}, 0 \leq a_{i,j} \leq 1, a_{i,j} = \frac{x_{i,j}}{X_j} \quad (1)$$

#### 2.1.2. 关联系数矩阵

关联矩阵是一种仅包含 0 和 1 的二值矩阵,因此,需对直接消耗系数实施二值化处理[18]。从理论上讲,二值化的阈值可灵活设定,不同的阈值选取反映了不同的研究视角。较高的阈值意味着研究焦点集中于直接消耗系数显著较大的产业部门,这通常对应着较低的网络密度;而较低的阈值则更倾向于揭示部门间较为微弱的关系,对应较大的网络密度。本文研究的是整个产业结构,关注所有部门之间的关系,因此选取有无投入与产出关系作为阈值,代表两部门间存在投入产出关系,0 则代表两部门间无投入产出关系[18]。构建满足阈值  $p$  的关联系数矩阵,记为 P,其中元素为  $p_{i,j}$ ,见式(2)。

$$P = \begin{bmatrix} P_{1,1} & P_{1,2} & \cdots & P_{1,42} \\ P_{2,1} & P_{2,2} & \cdots & P_{2,42} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{42,1} & P_{42,2} & \cdots & P_{42,42} \end{bmatrix}, \text{其中 } p_{i,j} = \begin{cases} a_{i,j} = 0, 0 \\ a_{i,j} \neq 0, 1 \end{cases} \quad (2)$$

#### 2.1.3. 数据来源

由于新疆近年度 2022 年投入产出数据还未公开发表,本文数据来源 2002 年、2007 年、2012 年和 2017 年共四年的新疆维吾尔自治区投入产出表基本流量表(以当年生产者价格计算),其中全产业部门 2002 年共 122 部门,2007 年共 144 部门,2012 年共 139 部门,2017 年共 149 部门。为了统一口径和进一步观测产业结构的演变特征,将细分的产业部门按照相近产业部门进行汇总,汇总为 42 部门,见表 1。

**Table 1.** Classification of industry sector 42 based on input-output tables in Xinjiang  
**表 1.** 基于新疆投入产出表的 42 个产业部门分类表

产业部门	产业部门	产业部门
1 农林牧渔产品和服务	15 金属制品	29 交通运输、仓储和邮政
2 煤炭采选产品	16 通用设备	30 住宿和餐饮
3 石油和天然气开采产品	17 专用设备	31 信息传输、软件和信息技术服务
4 金属矿采选产品	18 交通运输设备	32 金融
5 非金属矿和其他矿采选产品	19 电器机械和器材	33 房地产
6 食品和烟草	20 通信设备、计算机和其他电子设备	34 租赁和商务服务
7 纺织品	21 仪器仪表	35 研究和试验发展
8 纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品	22 其他制造产品和废品废料	36 综合技术服务
9 木材加工品和家具	23 金属制品、机械和设备修理服务	37 水利、环境和公共设施管理
10 造纸印刷和文教体育用品	24 电力、热力的生产和供应	38 居民服务、修理和其他服务
11 石油、炼焦产品和核燃料加工品	25 燃气生产和供应	39 教育
12 化学产品	26 水的生产和供应	40 卫生和社会工作
13 非金属矿物制品	27 建筑	41 文化、体育和娱乐
14 金属冶炼和压延加工品	28 零售和批发	42 公共管理、社会保障和社会组织

## 2.2. 产业结构网络矩阵主要量化指标

对产业结构网络分析主要从三个维度进行分析：第一维度，分析整体产业结构网络特征，通过网络密度进行衡量；第二维度，分析局部产业部门，通过网络中心度进行衡量；第三维度，分析产业部门间的集聚情况，通过凝聚子群进行衡量。

模型指标	测度对象	研究内容
网络密度( <i>density</i> )	产业整体结构 产业部门相对度数中心度	产业结构网络的紧密程度和网络连通性 产业部门的核心性
网络中心度( <i>centrality</i> )	产业部门中介中心度 产业部门接近中心度	产业部门间的空间关联性 产业部门的依赖度和控制能力
凝聚子群( <i>CONCOR</i> )	产业体系	产业结构网络中产业部门的集聚情况

### 2.2.1. 网络密度

产业网络密度( $\delta$ )取值范围在[0, 1]之间，它不仅反映了各产业部门之间关系的紧密程度也反映了产业部门之间的连通性，密度值越高说明产业之间联系程度越密切、经济关系越紧密。见式(3)。

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n z_{i,j}}{n * n} \quad (3)$$

### 2.2.2. 相对度数中心度

度数中心度包括绝对度数中心度和相对度数中心度，相对度数中心度(*RD*)是 1997 年弗里曼在绝对度数中心度的基础上提出的，相对度数中心度克服了当规模不同时，绝对度数中心度不能测量度数这一情

况。产业部门相对度数中心度是用来衡量某一产业部门在网络中的地位。相对度数中心度越大说明这些部门在产业结构升级的空间网络中具有一定的话语权，该部门对其他部门的经济辐射范围较广，处于整个网络的核心位置。用  $n$  表示和其他产业部门关联的相关部门， $S_{ij}$  表示各产业部门节点之间的关联强度，见式(4)。

$$RD = \sum_{j=1}^n S_{ij} \quad (4)$$

### 2.2.3. 中介中心度

中介中心度(BC)衡量产业部门之间发挥“中介”和“桥梁”作用的部门节点的作用大小，测算出来的数值越大，说明该部门越位于网络中心，发挥着越明显的桥梁作用，是节点部门中的主导产业部门，可以有效地促进要素在不同产业部门之间的流动， $g_{jk}$  表示从节点  $j$  到节点  $k$  的捷近数量。见式(5)。

$$BC = \sum_{j=1}^n \frac{m_i}{g_{jk}} \quad (5)$$

### 2.2.4. 接近中心度

接近中心度(CC)测算的是不同产业部门之间“距离”的远近，该距离是空间上的抽象距离，是一类产业部门和其他产业部门的捷近距离和，测算出来的数值越低，说明该产业部门和其他产业部门的距离越短、关联越紧密，产业间要素流动越快，越容易受到其他产业的影响；而数值越大，表明该产业为边缘产业，与其他产业之间的要素置换频率低，越不容易受到其他产业影响。其中  $d_{ij}$  表示节点  $i$  和节点  $j$  两点之间的捷近距离。见式(6)。

$$CC = \sum_{j=1}^n d_{ij} \quad (6)$$

### 2.2.5. 凝聚子群

凝聚子群是指当网络中某些节点之间关系特别紧密，从而形成的一个关联性较强的小群体。进一步对节点数据进行对称化处理，可以得到派系图。而衡量一个大的网络中小团体现象是否突出，主要是通过派系内部子群密度来测度[19]。在产业部门网络派系图中，密度越大，派系内产业部门就越多。

## 3. 新疆产业结构网络演进特征分析

### 3.1. 产业结构网络可行性分析

在关联网络中，有关可达性的结构(reachable structure)，可以通过比较网络中的途径和随机网络中的途径得以揭示，满足这种可达性结构的网络称为小世界[20]。同时只有构成了小世界网络，证明采用社会网络分析法分析基于新疆投入产出表建立的产业结构网络是合理的。为了精确起见，对小世界现象进行形式化表征，所需统计量为特征途径长度( $L$ )和聚类系数( $C$ )。

有关特征距离长度的计算公式见式(7)。

$$L = \frac{n}{2k+1} \quad (7)$$

有关聚类系数的计算公式见式(8)。

$$C = 1 - \frac{6}{k^2 - 1} \quad (8)$$

其中  $n$  为节点数， $k$  为各个节点的平均度数， $n$  和  $k$  均为固定的， $1 < k < n$ 。

具有较大的聚类系数和较短的特征途径长度两个显著特征的网络，被称为小世界网络[21]。基于 2002

年到 2017 年新疆投入产出表建立的 42 产业部门的关联系数矩阵, 采用 UCINET 软件测算出各年的聚类系数和特征途径长度两个指标, 如表 2 所示, 可以看出, 2002 年~2017 年产业结构网络的特征途径长度均小于 1.2, 说明节点之间的距离很短, 各节点部门之间仅需要一个几点便能产生联系; 且聚类系数均大于 0.85, 说明产业部门之间的交流效率高, 投入产出频繁。较大的聚类系数和较短的特征途径长度, 说明新疆投入产出网络具有典型的小世界特征, 产业节点之间联系紧密, 基于投入产出表的社会网络构建具有合理性。

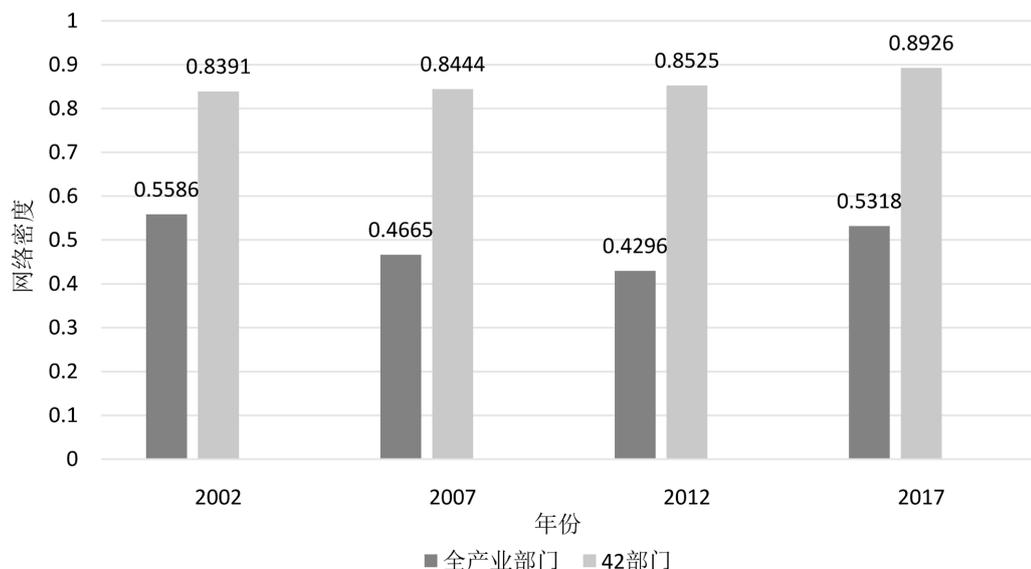
**Table 2.** Clustering coefficients and characteristic pathway lengths for industrial network structure, 2002~2017

**表 2.** 2002 年~2017 年产业网络结构聚类系数和特征途径长度

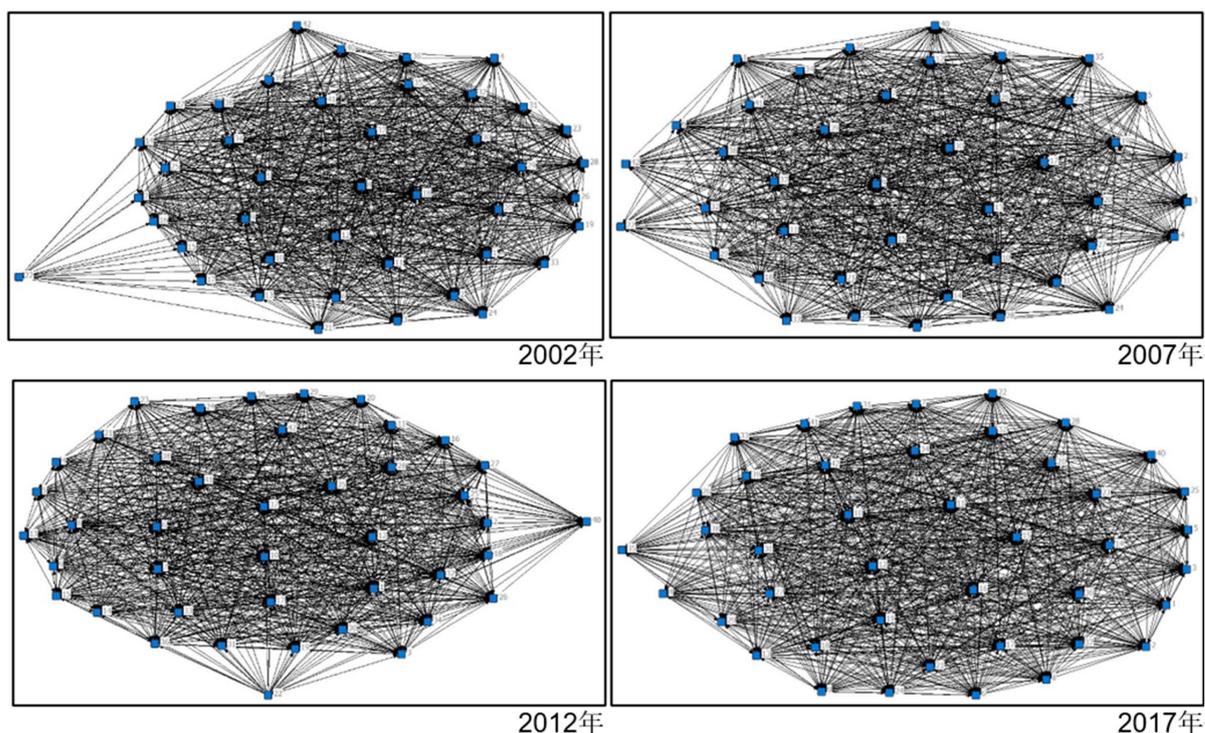
年份	2002 年	2007 年	2012 年	2017 年
聚类系数	0.861	0.854	0.863	0.899
特征途径长度	1.14	1.15	1.12	1.10

### 3.2. 新疆产业网络结构整体性分析

首先, 对 2002 年、2007 年、2012 年及 2017 年的投入产出数据实施二值化处理, 随后基于处理后的二值化数据矩阵计算各年的网络密度, 从而获得上述四个时间节点的网络密度值。利用 UCINET 软件及其配套的 Netdraw 工具, 对这四个年度的新疆 42 个主要产业部门及其细分的子产业部门进行可视化分析, 旨在探讨该地区整体产业结构随时间演变的特征。由图 1 所示, 42 产业部门网络密度呈现逐年上升的趋势, 说明各产业部门之间的紧密程度越来越高, 经济来往频繁, 经济关系密切。细分的产业部门网络密度变化可以分为两个阶段, 2002 年到 2012 年第一阶段: 网络密度从 2002 年度的 0.5586 逐年下降到 2012 年度的 0.4296; 2012 年到 2017 年第二阶段: 网络密度呈现上升趋势, 从 0.4296 变化到 0.5318, 和 42 产业部门呈现相同的变化趋势, 说明近年来新疆产业结构调整逐渐合理化, 产业耦合度不断提高, 经济联系不断加强, 产业之间的联系越来越紧密。整体而言, 新疆 42 产业部门的密度均在 0.83 以上, 表明新疆各产业部门之间的联系是十分紧密的。



**Figure 1.** Density map of industrial structure network of all industrial sectors and 42 sectors in Xinjiang  
**图 1.** 新疆全产业部门及 42 部门产业结构网络密度图



**Figure 2.** Network topology of industrial structure of 42 sectors in Xinjiang  
**图 2.** 新疆 42 部门产业结构网络拓扑图

采用 UCINET6.560 社会网络分析软件, 配合 Netdraw 可视化工具, 对新疆 2002 年、2007 年、2012 年和 2017 年投入产出表数据进行了全面的网络可视化分析。此举旨在深入探究新疆 42 个产业部门的网络结构特征及其随时间的发展趋势。分析结果如图 2 所示, 各产业部门节点间的连线直观地展示了它们之间的投入产出关系, 而连线的粗细则反映了这些关系的紧密程度。具体而言, 较粗的线条表明两个产业部门之间存在较强的合作或依赖关系, 而较细的线条则指示了相对较弱的联系。

从 2002 年网络拓扑图可以看出, 产业部门 8 (纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品) 和产业部门 18 (交通运输设备) 之间来往最为密切; 其次产业部门 10 (造纸印刷和文教体育用品) 和产业部门 41 (文化、体育和娱乐) 之间的经济往来也很频繁。2007 年产业部门 11 (石油、炼焦产品和核燃料加工品) 和产业部门 14 (金属冶炼和压延加工品) 经济交流最密切; 其次是产业部门 10 (造纸印刷和文教体育用品) 和产业部门 31 (信息传输、软件和信息技术服务) 之间的经济来往较为频繁。2012 年产业部门 41 (文化、体育和娱乐) 和产业部门 37 (水利、环境和公共设施管理) 来往最为密切; 产业部门 33 (房地产) 和产业部门 42 (公共管理、社会保障和社会组织) 来往较为紧密。2017 年产业部门 32 (金融) 和产业部门 34 (租赁和商务服务) 节点间联系最紧密; 产业部门 11 (石油、炼焦产品和核燃料加工品) 和产业部门 14 (金属冶炼和压延加工品) 之间联系相对更密切。

从整体网络拓扑图来看, 2002 年到 2012 年一二产业之间的经济来往相对更密切, 说明此时经济发展仍然以第一产业和第二产业为主, 这和新疆经济发展趋势相吻合。但在 2011 年后, 新疆第三产业增长速度高于地区生产总值的增长速度, 产值规模在 2015 年超过第二产业, 成为新疆经济发展的主要产业, 从网络拓扑图中也可以看出, 2017 年经济来往最密切的也是第三产业的产业部门, 说明从整体来看, 内部部门之间的协同能力更强, 合作生产效率高, 是经济增长的新引擎。

### 3.3. 新疆产业网络结构个体性分析

**Table 3.** Magnitude of change in the degree of centrality of the industrial structure network  
**表 3.** 产业结构网络中心度变化幅度

部门 代码	相对度数中心度			接近中心度			中介中心度		
	2002 年	2017 年	变化度	2002 年	2017 年	变化度	2002 年	2017 年	变化度
1	97.561	97.561	-	97.619	97.619	-	0.046	0.013	-0.0330
2	95.122	95.122	-	95.349	95.349	-	0.02	0.009	-0.0110
3	92.683	97.561	4.8780	93.182	97.619	4.4370	0.013	0.013	-
4	90.244	92.683	2.4390	91.111	93.182	2.0710	0.01	0.006	-0.0040
5	100	97.561	-2.4390	100	97.619	-2.3810	0.203	0.013	-0.1900
6-7	97.561	100	2.4390	97.619	100	2.3810	0.169	0.038	-0.1310
9	100	97.561	-2.4390	100	97.619	-2.3810	0.203	0.035	-0.1680
10~18 27 34 38	100	100	-	100	100	-	0.203	0.038	-0.1650
8 19~20 28~32 26 37 39 41 23	97.561	100	2.4390	97.619	100	2.3810	0.046	0.038	-0.0080
21	95.122	100	4.8780	95.349	100	4.6510	0.155	0.038	-0.1170
22	43.902	97.561	53.6590	64.063	97.619	33.5560	0	0.035	0.0350
24	90.244	100	9.7560	91.111	100	8.8890	0.006	0.038	0.0320
25	100	95.122	-4.8780	100	95.349	-4.6510	0.203	0.006	-0.1970
33	95.122	97.561	2.4390	95.349	97.619	2.2700	0.039	0.031	-0.0080
35	95.122	82.927	-12.1950	95.349	85.417	-9.9320	0.039	0.003	-0.0360
36	92.683	100	7.3170	93.182	100	6.8180	0.039	0.038	-0.0010
40	92.683	95.122	2.4390	93.182	95.349	2.1670	0.028	0.006	-0.0220
42	80.488	100	19.5120	83.673	100	16.3270	0.006	0.038	0.0320

中心度是衡量网络中产业节点的重要指标，他可以用来衡量每个节点部门在网络中处于中心还是临界位置。在网络中，某个节点越位于网络的中心，说明他在产业网络中越处于核心地位，核心控制力和影响力更强，是产业中的主导产业部门；而某节点部门越处于临界位置，反之控制能力和影响力则会越弱，该产业则为边缘产业[22]。

从表 3 中心度变化幅度来看，度数中心度增长幅度排前三的产业部门为产业部门 22、产业部门 42 和产业部门 24，衰减幅度前三的产业部门分别为产业部门 35、产业部门 25 和产业部门 5 及产业部门 9；接近中心度增长幅度排前三的产业部门为产业部门 22、产业部门 42 和产业部门 24，衰减幅度前三的产业部门分别为产业部门 35、产业部门 25 和产业部门 5 及产业部门 9。从度数中心度和接近中心度可以看出，增减幅度排名前三的产业部门为相同部门，中心度有所增长的三个部门分别是其他制造产品和废品废料、公共管理、社会保障和社会组织和电力、热力的生产和供应，其中包含了两个第二产业子部门和一个第三产业的子部门。衰减幅度排前三的产业部门分别是研究和试验发展、燃气生产和供应、非金属

矿和其他矿采选产品和木材加工品和家具，全部为第二产业的子部门。

隶属于第二产业的产业部门的中心度增长及衰减幅度均较大，说明网络内某些部门节点连接性和影响力出现了波动。其他制造产品和废品废料、公共管理、社会保障和社会组织和电力、热力的生产和供应这三个产业部门中心度波动大，他们在近几年的经济发展中占据重要地位，对经济的贡献度更高，他们的发展会带动整个产业的发展。而研究和试验发展、燃气生产和供应、非金属矿和其他矿采选产品和木材加工品和家具这三个产业部门在经济中的比重和贡献可能会逐步减少。由于第二产业中心度变化幅度有增有减，因此从产业网络结构整体的稳定性来看，第二产业发展仍比较平稳。公共管理、社会保障和社会组织产业部门隶属于第三产业，该产业下属部门的中心度只出现了增长的情况，说明第三产业网络稳定性强于第二产业，对整个产业体系发展的驱动力更强，为经济的增长注入了活力。

根据帕累托二八原则，排名前七位的产业部门为重要的主导产业部门[18]。就度数中心度、接近中心度和中介中心度而言，他们三者有相同的变化趋势，因此后文以中心度代指前三者，2002年中心度为100的产业部门分别为产业部门5、9~18、25、27、34和38，2017年中心度为100的产业部门分别为产业部门6~8、10~21、23、24、26、28~32、36、37、39、41和42，可见相较于2002年，2017年新增中心度为100、处于产业核心位置、对周围产业影响较大的产业部门出现了明显的增多，影响力变大的产业部门有6~8、19~21、23、24、26、28~32、36、37、39、41和42(食品和烟草、纺织品、纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品、电器机械和器材、通信设备、计算机和其他电子设备、仪器仪表、金属制品、机械和设备修理服务、电力、热力的生产和供应、水的生产和供应、交通运输、仓储和邮政、住宿和餐饮、信息传输、软件和信息技术服务、金融、零售和批发、综合技术服务、水利、环境和公共设施管理、教育)，表明这些产业部门正在发展为新疆的中心主导部门。

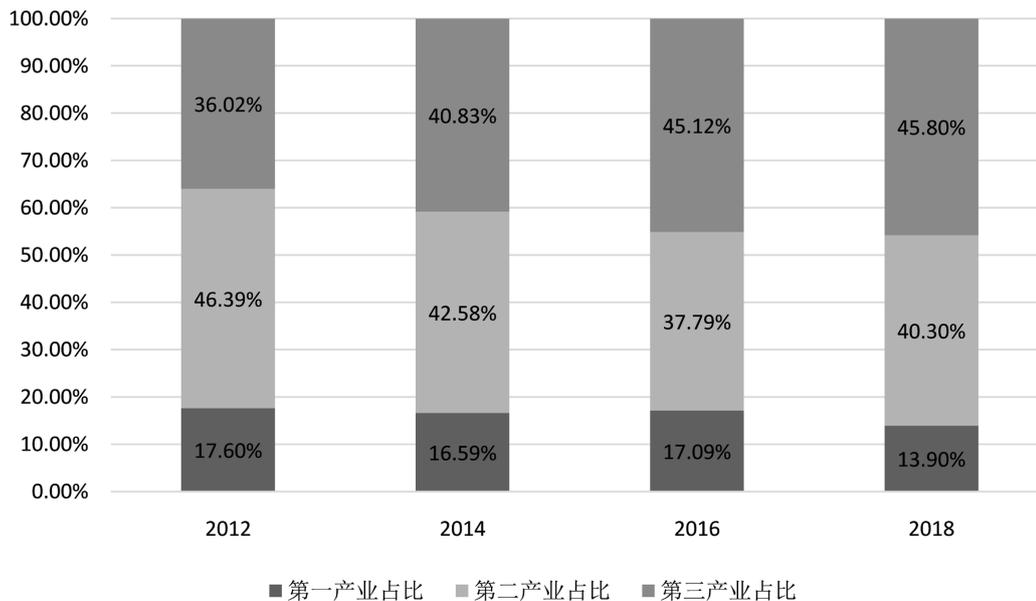


Figure 3. Structure of Xinjiang's GDP, 2012~2018  
图 3. 2012 年~2018 年新疆生产总值结构图

同中心度变化幅度类似，中心度度数排名靠前的大部分产业部门也由第二产业和第三产业构成，在以上统计出的主导产业部门中，三产业共计八个部门，二产业共计七个部门，第三产业的中心主导部门略多于第二产业，表明第三产业在产业网络中的中心性最强，处于整个产业体系的核心地位，是拉动经

济增长的核心力量。但有七个主导产业部门隶属于第二产业，说明在产业网络结构中第二产业也处于重要地位。图3也呈现出类似的变化，自2012年以来，新疆第三产业占比逐年攀升，在2016年第三产业占比达到45.12%，首次超越了占比为37.79%的第二产业，说明第三产业对经济的拉动作用增强，2018年第二第三产业占比均超过了40%，说明二三产业均是经济增长的重要动力。因此，不论是从中心度的变化情况亦或是生产总值结构来看，新疆产业网络没有出现单一集中的态势，第二第三产业协同稳定发力，产业呈现多元化的发展趋势，但第三产业的中心性逐步凸显、产值占比相对较高，符合经济发展趋势。

### 3.4. 凝聚子群

关于凝聚子群的分析，首先，对二值化处理后的投入产出数据进行成分(Component)分析。成分分析旨在识别网络中相互连通的独立部分，即每个成分内的所有节点均直接或间接相连，但与其他成分中的节点无直接联系。其次，将进一步对数据进行对称化处理，以便进行更为细致的派系(Clique)分析。对称化处理是指将原本可能不对称的二值化矩阵转换为对称矩阵，确保任意两节点之间的连接关系在矩阵中双向一致，从而便于识别网络中完全互连的最大节点集合，即派系[23]。结果如图4。

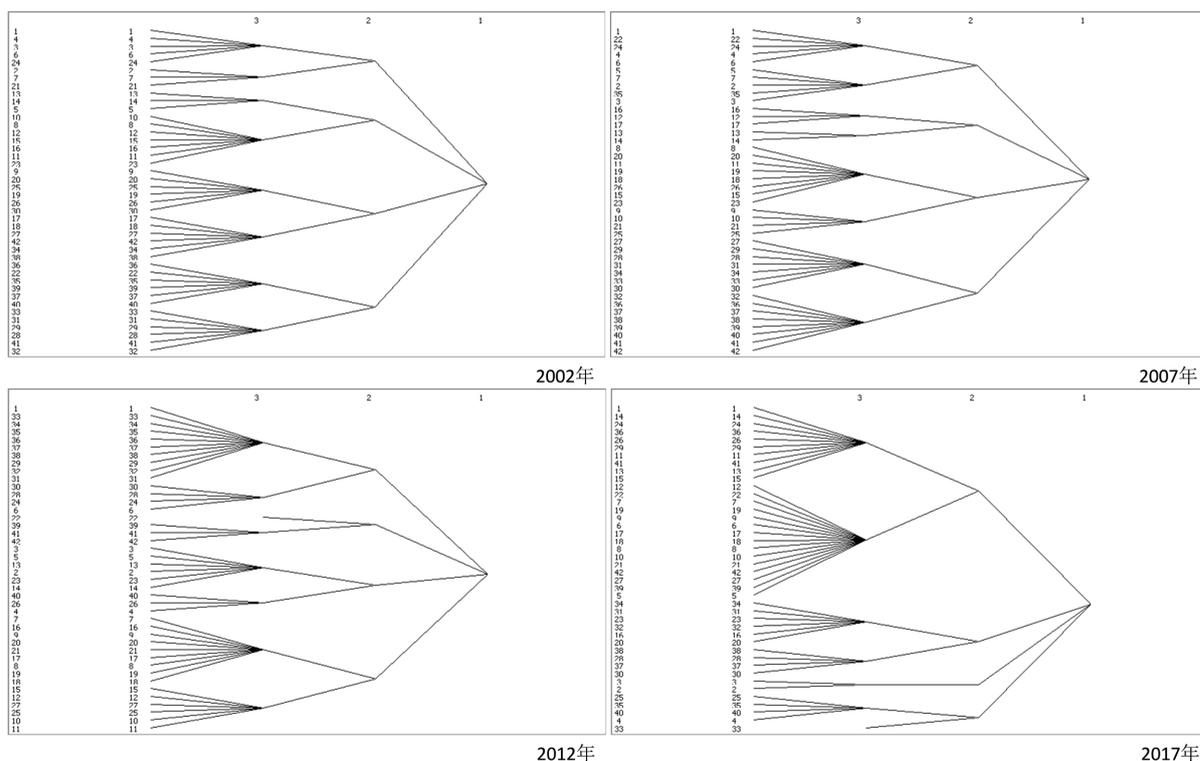


Figure 4. Industrial network faction map  
图4. 产业网络派系图

2002年、2007年和2012年均均为八大派系，2017年是七大派系，总体来说符合新疆近年提出的产业集群概念。就每年派系情况看来，2002年八大派系里最主要派系包含七个产业部门分别为纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品、造纸印刷和文教体育用品、石油、炼焦产品和核燃料加工品、化学产品、金属制品、通用设备、金属制品、机械和设备维修服务，可以看出2002年最主要派系以第二产业部门为主；2007年八大派系包含两个主要派系，派系内均包含八个产业部门，分别为金属制品、交通运输设备、电器机械和器材、纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品、石油、炼焦产品和核燃料加工品、通信设备、计算机和其他

电子设备、金属制品、机械和设备修理服务、水的生产和供应、金融、综合技术服务、水利、环境和公共设施管理、居民服务、修理和其他服务、教育卫生和社会工作、文化、体育和娱乐、公共管理、社会保障和社会组织，以上行业部门大部分隶属于第二产业，但第三产业部门数量较 2002 年有了明显上升；2012 年八大派系最主要派系包含十个产业部门分别为农林牧渔产品和服务、交通运输、仓储和邮政、信息传输、软件和信息技术服务、金融、房地产、租赁和商务服务、研究和试验发展、综合技术服务、水利、环境和公共设施管理、居民服务、修理和其他服务，2012 年主要派系相较于前两年发生了较明显的变化，由第二产业部门为主导的主要派系转变为以第三产业部门为主导，这与产业生产总值结构和产业中心度的变化趋势相同；2017 年七大派系最主要派系包含十五个产业部门分别为非金属矿和其他矿采选产品、食品和烟草、纺织品、纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品、木材加工品和家具、造纸印刷和文教体育用品、化学产品、专用设备、交通运输设备、电器机械和器材、仪器仪表、其他制造产品和废品废料、教育、建筑、公共管理、社会保障和社会组织，可以看出第二产业部门数量相较于 2012 年有了一定程度的上升，但第三产业的占比仍然突出。

从 2002 年到 2017 年凝聚子群的派系总体变化趋势中看出，最主要派系的第三产业部门持续增多，说明第三产业的增长势头强，经济服务化态势明显。这也与前文产业网络结构的中心性变化趋势相吻合。具体来看，产业派系从 2002 年、2007 年和 2012 年的八大派系变化为 2017 年度的七大派系，且七大派系中 33 号产业部门单独为一派系，说明网络内部节点连接力和吸引力得到了扩大，“网络一体化”格局逐步显现。同时产业部门数量在主要派系中的占比逐年增加，各派系集聚程度相较于前 10 年均有明显提高，这一过程不仅增强了区域内企业的竞争力，还促进了技术扩散和创新活动的活跃，为区域经济的可持续发展奠定了坚实的基础[24]。

#### 4. 结论与建议

本文运用社会网络分析法，分析新疆连续四年投入产出表中各产业部门之间的相关性和产业网络结构的变化特征。从网络密度、网络中心度、凝聚子群和小世界这几个方面进行展开研究。研究发现：(一) 新疆各产业部门联系非常紧密，各部门投入产出频繁，呈现出了典型的“小世界”网络特征，经济往来密切且效率较高；(二) 新疆产业发展呈现出阶段性的特征，2012 年以前产业结构以一二产业，尤其是纺织服装鞋帽皮革羽绒服及其制品为主，但随后，文体娱乐和金融业得到发展，新疆产业结构逐步向第三产业偏移，经济服务化凸显；(三) 新疆产业网络结构没有出现集中偏向某一产业的趋势，二三产业部门的中心性均较大，第三产业部门中心度持续增长，产业结构呈现出多元化发展格局；(四) 总体看来新疆产业网络派系格局变化不大，呈现第三产业占比突出这一特征。但派系内部产业部门持续变迁，主导派系产业部门逐年增多，呈现“网络一体化”发展趋势，部门之间投入产出频繁，顺应新疆经济发展现状。

基于前述研究发现，本文认为，政府在制定产业政策与产业布局安排时，需要采用网络化、动态的视角，紧密结合新疆当前产业结构与产业体系的整体特色。这意味着，政府需要针对不同产业部门在网络中所呈现的特征及其与其他产业的关联性，进行细致分析，并据此制定精准有效的产业发展策略与支持措施。这种做法旨在更好地适应产业发展的多元化和复杂化趋势，促进新疆产业的持续健康发展。

第一，新疆第三产业中心地位显著，和一二产业之间具有高度的产业关联性，该产业发展具有影响力强、波及范围广等特点，因此，政府部门在制定第三产业发展政策时，应当立足于具体产业的实际发展状况，综合考虑市场需求、能源供给等因素，进行深入细致地分析。政策设计应避免“一刀切”的倾向，而是要根据不同产业的特点和需求，采取灵活多样的政策措施，以促进各产业健康、有序地发展。

第二，新疆产业结构转型不成熟，因此针对发展势头较强但增长时间较短的产业部门，相关政策应充分考虑行业的成长潜力和市场需求，出台包括但不限于财政补贴、税收优惠、金融支持等在内的多元

化扶持政策,减轻企业初期发展阶段的财务负担,激励企业加大研发投入和技术改造,为他们提供必要的支持和引导。

第三,在推进一体化发展的进程中,必须重视防范产业结构失衡及虹吸效应的发生。针对第三产业的发展,政府应明确其发展目标与重点,科学规划产业的空间布局,同时避免因盲目扩张而导致的过度竞争。通过制定合理的政策措施,促进产业网络间的生态协同发展,确保各产业能够在相互支持、互补的基础上共同成长,形成良性循环的产业生态系统。

## 参考文献

- [1] 苏东水. 产业经济学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [2] 卢硕, 张文忠, 李佳泓. 资源禀赋视角下环境规制对黄河流域资源型城市产业转型的影响[J]. 中国科学院院刊, 2020, 35(1): 73-85.
- [3] 李子伦. 产业结构升级含义及指数构建研究——基于因子分析法的国际比较[J]. 当代经济科学, 2014, 36(1): 89-98+127.
- [4] 张为杰, 张景. 地区产业转型对经济增长质量的贡献度研究——来自京津冀地区的经验[J]. 经济体制改革, 2012(2): 44-48.
- [5] 杨清露, 侯普光. 数字经济对碳排放的影响研究——基于产业结构转型的中介视角[J]. 煤炭经济研究, 2022, 42(11): 18-25
- [6] 邓伟. 中国资源型城市产业结构转型升级研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2021.
- [7] 刘铠维. 京津冀协同发展背景下天津市第三产业主导产业选择研究[J]. 软科学, 2016, 30(12): 43-48.
- [8] 王玉娇, 千庆兰, 陈清怡. 战略性新兴产业创新网络演化特征及其影响因素——以广东省工业机器人产业为例[J]. 地域研究与开发, 2024, 43(4): 43-49+71.
- [9] 杨卜玮, 程菲雨, 刘伊生. 产业网络视角下我国建筑业关联特征研究[J]. 河南科学, 2024, 42(12): 1841-184.
- [10] 赵梓渝, 袁泽鑫, 王士君, 等. 中国城市新质生产功能网络结构及其影响因素研究——以战略性新兴产业为例[J]. 地理科学进展, 2024, 43(7): 1261-1272.
- [11] 孙伟, 杨静. 长三角城市群产业联动网络结构特征及影响因素分析[J]. 安徽理工大学学报(社会科学版), 2024, 26(3): 18-28.
- [12] 刘耀彬, 刘娇, 李硕硕, 等. 中国三大城市群产业网络空间演化特征及其环境效应分析[J]. 长江流域资源与环境, 2024, 33(8): 1637-1649.
- [13] 杨华, 张梅. 产业关联网络的结构特征及影响因素分析——以长江经济带为例[J]. 科技和产业, 2023, 23(1): 23-30.
- [14] Wang, Y.J., Ke, Y.Y., et al. (2020) What Is the Industrial Structure Changes of China? *Journal of Systems Science and Information*, 8, 487-503.
- [15] Monaghan, S., Lavelle, J. and Gunnigle, P. (2017) Mapping Networks: Exploring the Utility of Social Network Analysis in Management Research and Practice. *Journal of Business Research*, 76, 136-144. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.03.020>
- [16] 刘军. 整体网分析——UCINET 软件实用指南[M]. 第3版. 上海: 格致出版社, 2019.
- [17] 赵炳新, 尹翀, 张江华. 产业复杂网络及其建模——基于山东省实例的研究[J]. 经济管理, 2011, 33(7): 139-148.
- [18] 刘颖男, 王盼. 基于社会网络分析法的区域产业结构变迁研究[J]. 阅江学刊, 2016, 8(2): 55-67+147.
- [19] 廉同辉, 包先建. 皖江城市带区域经济一体化进程的社会网络研究[J]. 城市发展研究, 2012, 19(6): 39-45.
- [20] 王亦奇. 中国沪深 300 股票成交量拓扑结构相关性分析[D]: [硕士学位论文]. 蚌埠: 安徽财经大学, 2015.
- [21] 刘国巍. 产学研合作创新网络时空演化模型及实证研究——基于广西 2000-2013 年的专利数据分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2015, 36(4): 64-74.
- [22] 汪范军. 基于社会网络分析的建设项目成本风险分析模型[D]: [硕士学位论文]. 深圳: 深圳大学, 2015.
- [23] 贺远琼, 刘路明, 胡梦圆. 湖北省产业网络结构特征演变分析——基于社会网络分析法[J]. 湖北社会科学, 2022(7): 48-60.
- [24] 李程骅. 中国式现代化区域新实践的范式转变与动能提升——基于空间一体化高质量发展的战略应对[J]. 江海学刊, 2023(6): 82-90+255.