

产业集群网络、结构演化与协同发展

——以叶集木竹产业为例

马骥 汤小银¹

(安徽师范大学经济管理学院, 安徽 芜湖 241002)

【摘要】:产业集群是区域经济增长的重要因素,新时代背景下,传统产业集群呈现出衰败态势,亟待获取新的产业集群竞争力。本文以安徽省六安市叶集木竹产业集群为例,通过实地调研,运用复杂社会网络模型分析出产业集群的网络结构演化过程和网络组织特征。研究发现,传统产业集群获取新的集群竞争力,实现成员协同发展,需要推动集群价值网络的建设,发挥中介机构辅助功能,完善互惠共生产业体系,培育企业家精神。

【关键词】:复杂社会网络 产业集群 结构特征 协同发展

【中图分类号】:F062.9 **【文献标志码】**:A **【文章编号】**:1001-2435(2019)04-0111-11

由于垄断竞争、运输成本和规模收益的存在,经济活动的空间分布有着较强的集聚特征。^[1]产业集群是一种有效的产业空间组织形式,其显著地促进了区域经济的发展。^[2]目前,我国经济由原先高速发展转向高质量发展阶段,需要在实体经济上寻找新的经济发展着力点,建设现代化经济体系。^[3]但是,我国传统产业集群在“内忧”与“外患”下呈现出衰败态势,表现为内部劳动力短缺、成本增加、产能过剩,全球掀起的新工业革命浪潮抢占外部市场。传统产业集群面临“路径依赖”和“创新锁定”的风险,市场竞争力下降。^[3-4]

一、文献综述

自波特提出产业集群概念以来,^[5-6]产业集群的经济活动与社会活动及地理空间融合在一起,呈现出非线性的复杂社会网络特性。^[7]产业集群竞争力的基础是内部各种要素、技术层面的软硬件条件,继而采取层次递进的运作方式以及均衡的企业动态网络关系,从而在全球竞争中有效规避风险,提升集群整体绩效。产业集群竞争力的分析视角包括因素视角、结构视角和能力视角,结构视角包括横向结构和纵向结构。^[8]从横向结构来看,集群企业间有关联和竞合两种关系,产业集群是兼备经济、社会和自学习三种属性的网络组织。^[9-10]按纵向结构观点,则可分为微观、中观、宏观与兆观四个层次。^[11]产业集群纵向结构的层次性给横向结构提供了演进路径。

¹收稿日期:2018-11-18;修回日期:2019-04-22

基金项目:国家自然科学基金项目(71601003)

作者简介:马骥(1975-),男,安徽省合肥市人,教授,博士,硕士生导师,主要研究方向为区域经济学和产业经济学;汤小银(1993-),女,安徽省芜湖市人,硕士研究生,主要研究方向为产业经济学。

²① 参见2017年10月18日习近平在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告。

结构视角强调了产业集群关系的导向作用和产业集群竞争力由内到外、由低级向高级转变的动态过程。集群内各节点基于市场交换或社会联结会建立正式或非正式的联系,形成独特的网络结构。产业集群的竞争优势来源于企业间相互协作和有限资源集聚整合带来的非线性增长效益,而网络结构的组织接近和组织关联比地理接近性或专业化分工更为重要,企业间的联结关系尤为重要。^[12-13]

产业集群网络结构演化是网络节点的联结特征和位置特征随时间变化的过程,表现为节点联结特性的改变,节点位置的有序化、合理化和高级化。^[14]因而,产业集群网络在各个时期具有不同的发展矛盾和需求,呈现出一定的生命周期特征。产业集群生命周期可分为诞生期、成长期、成熟期和衰亡期四个阶段,探究网络结构特征变化的原因,常考察网络是否存在联系、强关系和弱关系、网络密度、中心性、小世界特性与无标度特性等量化指标。^[15-18]诞生期网络联结关系由几乎不联结向组织化和规范化转变,关注点在于企业存活问题。成长期网络规模扩大,网络联结关系深化拓展,小世界特性和无标度特性初显。成熟期网络联结关系最为密切,协调程度最为一致,运转效率最高,小世界特性和无标度特性最好。衰退期网络成员趋于同质化,大量节点退出,亟需将网络打破重组,获取新的发展方向 and 动力。^[19]

木竹产业近年来的增长速度超过制造业平均水平,然而木材加工企业亏损数较2017年增加200余家,陷入发展困境^①。叶集木竹产业集群是叶集区木竹产业经济活动的重要形态,但是其规模以上企业仅60多家,产业链条简单,平均年利润率在10%左右,集群的复杂社会网络特性没有充分展现^②。究其原因可能是:第一,由于数据获得难度较大,产业集群本身具有动态时空演化的特征,其主体又有着多样性、异质性与多层次性,因而没有充分刻画网络结构特征;第二,集群实际发展所处的生命周期阶段比较初级,网络结构存在诸多问题,不利于集群成员协调发展。

有鉴于此,在网络结构视角的基础上,本文通过实地调研采集数据,运用复杂社会网络模型,综合整体与局部、动态与静态、定性检验与定量分析等研究方法,将叶集木竹产业集群企业之间、企业与研究机构等主体之间的关系进行多角度多指标描述,分析叶集木竹产业集群演化过程中的网络结构特征。有助于推进集群经济实现从无序至有序、从初级到高级的动态转变,形成“互惠共生,合作共赢”的内生增长机制,在相互协作、相互促进和功能有机整合中实现集群的有序发展。

二、模型、指标与数据处理

系统由元素和元素之间的关系组成,若将系统中的元素视为节点,元素间的关系视为连线,系统就构成了网络。从结构的角度出发,分析系统的功能,且节点数目众多,构成复杂网络研究思想。^[20-21]社会网络通常以人或人的群体为节点,这些节点就某种接触或相互作用而形成一种关系体系,如组织内成员非正式交流网络等。^[22]在引入新的不同于传统社会网络分析视角后,根据统计研究发现,它们大部分呈现出一些共同的拓扑结构性质,既而让社会网络研究在结构和动力学方向得以广泛、深入的发展,形成了复杂社会网络理论。^[23-24]

(一) 运行机理

产业集群复杂社会网络可以看成是具有一定功能的输入输出系统。如图 1 所示,在研究之初,需要输入的是节点、节点间关系的集合、节点间的关系权重和时间序列;输出的是网络表征、能代表网络性质的各种变量的值。^[25]数据的运行是以矩阵为基础,该矩阵是一种框架,根据高效或者低效的方式将其中的行或者经过编码的数据组织在一起。确定节点后选择关系矩阵可组成 1-模网络、2-模网络。一般而言,网络规模即网络节点数与网络的复杂性程度呈现正比例关系。^[26]网络关系处理可分为无向无权网络、无向加权网络、有向无权网络、有向加权网络。本文选取的是 1-模网络的无向无权网络,在此基础上根据指标运算数值,得到产业集群整体网络变化特征和个体成员关系特征,实现产业集群网络成员的协调发展。

^①①数据来源于Wind数据库。

^②②数据来源于实地调研所得。

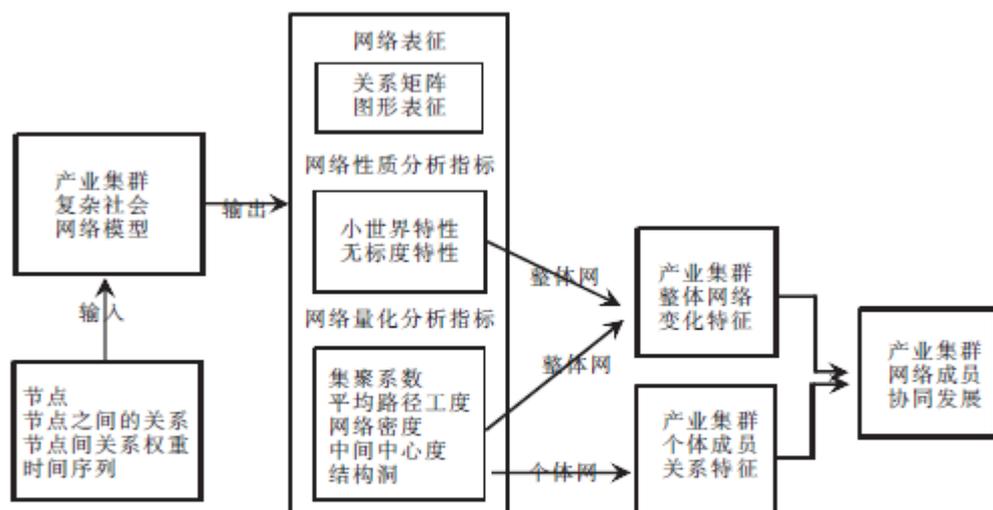


图 1 产业集群复杂社会网络模型的输入与输出
资料来源：作者绘制，2018。

(二) 模型构建

1. 节点的确定

本文所用的网络数据来自于对安徽省六安市叶集区木竹产业集群所做的实地调研，并且得到当地行政当局和行业协会的大力支持。采取的方式是访谈企业、单位负责人，通过随机抽取与重点企业选取相结合的方式确定被访谈企业。依据集群产业链现状，随机抽取了竹子工坊(CZ)、树行(CS1、CS2)、木材加工(CP1-CP3)、卷皮制作(CJ1、CJ2)、模板制作(CT1-CT17)、人造板制造(CH1、CH2)、实木和复合地板制作(CW1-CW3)、木门制造(CD1-CD3)、家具制造(CF1-CF10)、工艺品制造(CA1-CA4)、废料回收循环利用(CE1-CE2)、机械制造(CM1-CM3)、化工制造(CC1-CC3)、纸板厂(CB1-CB2)、物流公司(CL1-CL3)等企业类型，重点选取了集群几家龙头企业，共60个企业节点。由于产业集群主体的多样性、异质性，另选取了政府机构(G)、行业协会(A)、研发机构(U)、金融机构(F)共64个节点。

2. 节点边的确定

本文建立的网络联结关系重点在于关系的宽度，不在于深度，所以未设置过高的测度标准。作者分别于2017年6月、2018年7月前往叶集木竹产业集群收集数据，采用的收集方法是回忆法与档案资料法相结合。在进行叶集木竹产业集群主体之间关系数据调查时，请各企业、单位负责人针对测度问题进行回忆。同时，为避免主观访问所得数据的不准确性，辅助于查找当地政府的公开网站、企业的账目纪要、企业官网与档案等方式进行数据填补(集群网络联结关系测度题项详见表1)。

表 1 叶集木竹产业集群网络联结关系测度

测度题项	参考依据
------	------

贵公司于哪一年正式投入运营?	
贵公司主要包含哪些业务?	
贵公司主要与集群内哪些企业有业务、协作、信息共享等联系?	
贵公司分别于哪一年与这些企业建立的联系?	宋晓倩 ^[25]
贵公司与政府部门如何联系,紧密程度如何(次/年)?	范群林等 ^[27]
贵公司与行业协会如何联系,紧密程度如何(次/年)?	
贵公司与研发机构如何联系,紧密程度如何(次/年)?	
贵公司与金融机构如何联系,紧密程度如何(次/年)?	

资料来源:作者通过整理绘制,2018。

(三) 指标选取

1. 网络性质分析指标

(1) 小世界特性检验指标

小世界特性指网络具有集聚系数大,平均路径长度短以及匀质特征,介于规则网络与随机网络之间。具备小世界特性的集群主体间联系广泛,互动频繁。

(2) 无标度特性检验指标

无标度特性指网络少量核心节点具有较高的度数中心度^①,其余大量节点联结相对较少,网络度分布出现重尾特征,整体上满足幂律分布,其产生需要增长和择优两种机制,缺一不可。无标度特性的择优机制反应了集群网络的偏好联结,可以很好地解释集群内部围绕着核心节点出现的小团体、强强联合等情况,网络结构也随着集群内企业的新生和消亡产生变化。

2. 网络量化分析指标^②

(1) 集聚系数

Barrat和Weight从传递性角度定义集聚系数C的公式为:

$$C = \frac{3N_{\Delta}}{N_3} \quad (1)$$

其中,分母指网络模型中潜在三角形总数,分子指网络模型中连通三点组个数,连通三点组指三个节点中的任意两个节点之间都存在路径,使得两个节点被直接或间接的相关联。集聚系数反应了集群网络的连通性,描述了网络中企业与其他企业直接联系的能力与程度。

^①度数中心度是指与该节点直接相连的其他点的个数,表明该节点多大程度上与其他节点相连接。

^②指标相应公式详见参考文献21与22。

(2) 平均路径长度

平均路径长度 L 反应了网络内任意两个节点之间的平均距离。本文选取的是无向无权网络,所以 L 为任意两个节点之间距离的平均值:

$$L = \frac{1}{\frac{1}{2}n(n+1)} \sum_{i>j} d_{ij} \quad (2)$$

其中, n 为网络节点数, d_{ij} 是顶点 i 到顶点 j 的最短距离。集群网络中平均路径长度指节点之间的最短路径所包含的边数,即企业最短关系链中所需中间企业的平均个数。反应了网络主体间关系的强弱和技术知识转移扩散的深浅,影响着整个网络资源传递的效率。

(3) 网络密度

网络密度等于网络节点之间的“实际关系数”除以“理论上的最大关系数”,计算公式为 $m / (n(n-1)/2) = 2m / (n(n-1))$ 。其中 n 是网络内部行动者的个数, m 是网络中包含的实际关系数目, $n(n-1)/2$ 为理论上最大可能的关系总数。总体而言,集群网络密度越大表明节点之间联系越紧密,主体间交流水平越高。

(4) 中间中心度

假设 X 、 Z 为节点对,两点中间存在多条捷径,有一条可能经过点 Y ,那么点 Y 相对于节点对 X 、 Z 的中间度就是指 Y 点处于该条捷径上的能力。可以利用“中间性比例”来刻画这种“能力”,具体测度是经过点 Y 并且连接这两点的捷径数与这两点之间的捷径总数之比。中间中心度揭示的是网络节点的中介作用,反映了集群主体对资源控制的能力和程度。

(5) 结构洞

结构洞指的是网络参与主体之间需要通过第三方产生联系,那么第三方是中间人,这就是一个结构洞。结构洞是信息传递的中介,是关系产生的纽带,位置至关重要。有效规模、效率、限制度和等级度为伯特的结构洞指数的四个指标。有效规模等于行动者的规模减去网络的冗余度,即有效规模等于网络中的非冗余因素。一个点的效率等于该点的有效规模比上实际规模。一个人受到的“限制度”是指此人在自己的网络中拥有结构洞的能力。等级度是指限制性在多大程度上集中在一个行动者身上。

(四) 数据处理

访谈结束后,将访谈所得信息进行整合。依据集群企业正式投入运营的年份建立网络结构演化的时间序列。节点间的交流强度反应主体关系的稳定性与密切性,所以依据企业与其他企业、政府部门、行业协会、研发机构、金融机构和中介机构交流强度进行二值化处理。若企业负责人之间至多仅是普通朋友则将两企业间的关系矩阵数值视为0,企业负责人之间存在稳定的业务往来、协作或者商业信息共享等则视为1;若企业与政府机构间仅存在安全、税收等关系,则将企业与政府机构之间的关系矩阵数值视为0,政府部门每月至少指导企业发展一次则视为1;若企业未加入行业协会则关系矩阵数值视为0,反之则视为1;若企业自身未设立研发中心,且与研究所、高等院校等相互不关联,则关系矩阵数值视为0,与其中任一机构存在技术咨询则视为1;若企业与金融机构仅存在工资发放业务关系,则将关系矩阵数值视为0,存在稳定的资金借贷等业务则视为1。由此,可以得到关系矩阵数据,将关

系矩阵数据输入Ucinet6.0软件,进行模拟构图的绘制,并依据网络结构演化与网络组织结构角度,分别选取相应的指标测算数值

三、实证分析

(一)叶集木竹产业集群网络结构演化

1. 叶集木竹产业集群网络结构模拟构图

网络结构模拟构图直观的反应了叶集木竹产业集群的拓扑结构及复杂关联特性,如图2a-图2f所示,利用Ucinet6.0 软件的可视化工具NetDraw 绘制了2008 年、2010 年、2012 年、2014年、2016年和2018年的复杂网络结构图。

由图2a-图2f可以发现,从整体上看,叶集木竹产业集群网络结构处于动态成长状态,由简单化逐渐趋于完整化、复杂化。节点数目增多,节点类型趋于多元化,但也产生了孤立节点。关联关系(节点连线数)不断增多,网络联结程度处于稀疏、紧密、稀疏的动态变化过程。具体来看,选取2014年为时间分割点,2008-2014年网络新增节点以CT企业为主,同时拉动了以CT企业为核心的其他关联企业加入,网络结构处于由稀疏到紧密的动态变化过程,围绕CT企业建立了紧密的联结网络,网络处于成熟期状态。2014-2018年,网络新增节点以CF企业为主,拉动了以CF企业为核心的其他关联企业的加入,网络被打破重组,以CF为核心的外围节点经历了从稀疏到微紧密的联结过程,网络处于成长期状态。

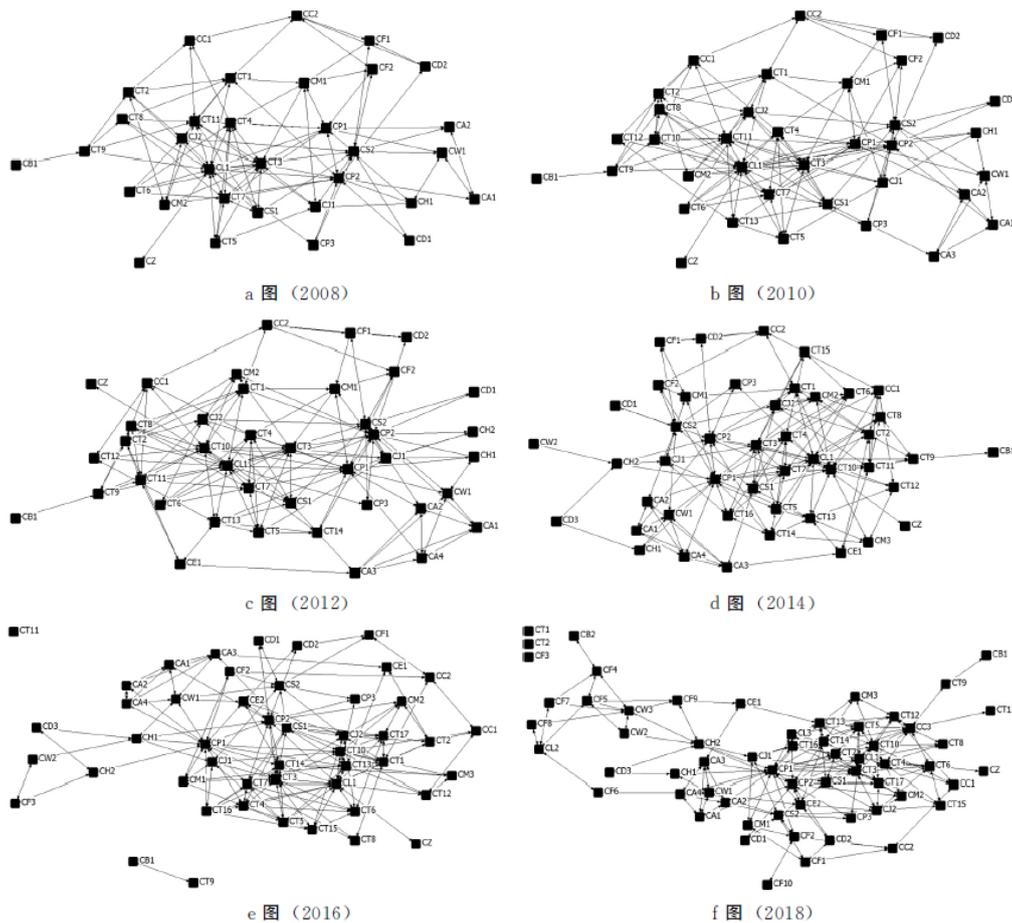


图2 2008—2018年叶集木竹产业集群模拟构图

资料来源:作者绘制,2018。

2. 叶集木竹产业集群网络结构演化特征

表2 叶集木竹产业集群网络结构演化特征值表

指 标	2008 年	2010 年	2012 年	2014 年	2016 年	2018 年
集聚系数	0.270	0.314	0.334	0.337	0.307	0.316
网络密度	0.182	0.177	0.164	0.148	0.132	0.090
平均路径长度	2.163	2.174	2.204	2.314	2.320	2.841
中间中心度	3.663	3.301	3.033	3.056	2.521	2.862

资料来源:作者根据Ucinet软件输出结果整理,2018。

由表2可得,集聚系数值从2008年至2018年分别是0.270、0.314、0.334、0.337、0.307、0.316,将数值从高到低进行排列,所属年份依次是2014年、2012年、2018年、2010年、2016年和2008年,表明集聚系数大小起伏不定,依据公式(1)可得,即实际建立的企业联系与潜在的企业联系比值不断变化。产业集群网络联通性经历了递增、递减、再递增的动态变化过程,企业与其他组织直接联系的能力与程度分别在2014年、2016年达到峰值和谷值。说明集群半成品制造、模板制造企业之间通过局部联结产生了众多联通组,突破了传统线性分工形成了价值网络,而新入驻的绿色家居制造企业尚未与其他关联企业建立成熟的价值网络。

网络密度值从2008年至2018年分别是0.182、0.177、0.164、0.148、0.132、0.090,将数值从高到低进行排列,所属年份依次是2008年、2010年、2012年、2014年、2016年和2018年,表明网络密度处于递减的趋势,即实际关系系数与潜在关系系数的比值逐年递减,2008年至2018年节点间的整体联结逐渐不紧密。说明集群新入驻的企业,未与其他类型企业建立紧密的上下游贸易、技术创新合作和协作咨询等联结关系。如2016年入驻集群的森美源家居制造企业,2018年已停产成为孤立节点。

平均路径长度值从2008年至2018年分别是2.163、2.174、2.204、2.314、2.320、2.841,将数值从高到低进行排列,所属年份依次是2018、2016、2014、2012、2010、2008,表明平均路径长度处于递增的趋势,2008年至2018年两个节点间达成联结的平均距离逐年上升,资源传递效率逐年递减。说明企业间达成联系的平均距离长,联系不够深入,集群内企业间达成贸易、合作、协作、咨询等联结关系需要经过更多的中间企业,不利于激发技术知识的转移行为,推动集群由简单合作向合作开发发展。

中间中心度值从2008年至2018年分别是3.663、3.301、3.033、3.056、2.521、2.862,将数值从高到低进行排列,所属年份依次是2008、2010、2014、2012、2018、2016,表明2008年至2018年中间中心度大小起伏不定,节点的中介作用经历了递减、递增、递减、递增的过程,集群主体对资源的控制作用分别在2008年、2016年达到峰值和谷值。说明整体上主导企业促使外部建立联结的能力下降,未占据核心位置,产生技术知识辐射效应。

(二) 叶集木竹产业集群网络组织结构

1. 叶集木竹产业集群网络组织结构特征

表3 叶集木竹产业集群网络联结特征值表

网络结构指标

网络联	网络密度	集聚系数	平均路径长度	中间中心度
企业—企业联结网络	0.090	0.316	2.841	2.862
企业—政府联结网络	0.107	0.344	2.566	2.398
企业—协会联结网络	0.106	0.327	2.649	2.614
企业—研发联结网络	0.100	0.311	2.774	2.811
企业—金融联结网络	0.105	0.335	2.665	2.638

资料来源:作者根据 Ucinet 软件输出结果整理,2018。

从表3可得,网络密度值从高到低依次是0.107、0.106、0.105、0.100、0.090,对应的网络联结类型分别是企业与政府机构联结网络、企业与行业协会联结网络、企业与金融机构联结网络、企业与研发机构联结网络、企业与企业联结网络,表明企业与政府机构、行业协会、金融机构的交流水平高,与科研机构 and 高等院校联系少,企业自身联系也不紧密。与既有研究相比,各个联结网络密度偏低。^[27]这说明政府出台的政策推动了集群发展,协会定期举办的座谈会、交流会等活动增进了企业间的联结,木竹行业存在资金压力,与金融机构存在频繁的业务往来。由于缺乏合作、创新意识,企业与研发机构、企业之间联系不紧密。

集聚系数值从高到低依次是0.344、0.335、0.327、0.316、0.311,对应的网络联结类型分别是企业与政府机构联结网络、企业与金融机构联结网络、企业与行业协会联结网络、企业与企业联结网络、企业与研发机构联结网络,表明企业与政府、金融机构、行业协会直接建立联系的能力强,联系深入,与企业、研发机构稍显弱势。与既有研究相比,各个联结网络集聚系数偏低,^[28]说明企业与政府、金融机构、行业协会的联系增强了网络的连通性。企业与研发机构、企业之间直接联系能力弱,集群缺乏促进企业合作的项目工程,缺乏直接面向企业的创新服务平台。

平均路径长度值从高到低依次是2.841、2.774、2.665、2.649、2.566,对应的网络联结类型分别是企业与企业联结网络、企业与研发机构联结网络、企业与金融机构联结网络、企业与行业协会联结网络、企业与政府机构联结网络,表明企业在传递网络资源时,与政府、行业协会、金融机构传递效率高,与企业、研发机构传递效率低。根据六度分离定律以及与既有研究相对比,叶集木竹产业集群的平均最短路径水平处于中等水平,即企业间连通性尚可,集群内部技术知识传递存在一定程度上的失真与损失。

中间中心度值从高到低依次是2.862、2.811、2.638、2.614、2.398,对应的网络联结类型分别是企业与企业联结网络、企业与研发机构联结网络、企业与金融机构联结网络、企业与行业协会联结网络、企业与政府机构联结网络,表明在集群发展过程中企业、研发机构和金融机构的中介作用明显,行业协会和政府的中介作用一般,该结果与既有研究结果类似。^[27]这说明企业对集群生产要素控制能力强,企业间的正式与非正式联系会加强直接联系的扩散,科研院所和高等院校对于技术知识要素控制能力强,与科研院所和高等院校的合作会促进技术知识在集群的传播,金融机构对于资本要素控制能力强。政府机构用于发挥行业规范作用,行业协会提供交流平台。

2. 中间中心度与结构洞的矩阵分析

表4 中间中心度与结构洞指标之间的相关系数矩阵

	Betwee	nBetwe	Degree	Effsiz	Effici	Constr	Hierar	Ego Be	Ln (Con	Indire	Densit
Betwee	1.000	1.000	0.655	0.751	0.091	-0.507	-0.191	0.826	-0.620	0.254	-0.336
nBetwe	1.000	1.000	0.655	0.751	0.091	-0.507	-0.191	0.826	-0.620	0.254	-0.336
Degree	0.655	0.655	1.000	0.962	-0.348	-0.730	-0.379	0.854	-0.805	-0.734	-0.325
Effsize	0.751	0.751	0.962	1.000	-0.103	-0.780	-0.347	0.923	-0.882	0.553	-0.451

Effici	0.091	0.091	-0.348	-0.103	1.000	0.069	0.395	-0.008	-0.016	-0.888	-0.353
Constr	-0.517	-0.517	-0.730	-0.780	0.069	1.000	0.734	-0.595	0.962	-0.380	0.768
Hierar	-0.191	-0.191	-0.379	-0.347	0.395	0.734	1.000	-0.201	0.577	-0.449	0.705
Ego Be	0.826	0.826	0.854	0.923	-0.008	-0.595	-0.201	1.000	-0.738	0.391	-0.296
Ln (Con	-0.620	-0.620	-0.805	-0.882	-0.016	0.962	0.577	-0.738	1.000	-0.330	0.676
Indire	0.254	0.254	0.734	0.553	-0.888	-0.380	-0.449	0.391	-0.330	1.000	-0.008
Densit	-0.336	-0.336	-0.325	-0.451	-0.353	0.768	0.705	-0.296	0.676	-0.008	1.000

资料来源:作者根据Ucinet软件输出结果整理,2018。

一个点的中介能力与网络的有效规模成正比,应该增加网络的有效规模,减少冗余度,促使网络建立有效连接,淘汰孤立节点。中间中心度每降低一个单位,行动者离中心位置越远,结构洞能力弱,中介作用随之降低,那么有效规模占实际规模的比重越小,不利于信息的传播和挖掘集群的创造潜力。节点的限制度越小,结构洞程度就越大,可能占据较多的结构洞。一般来说,若网络中节点的所有限制性都集中在某一个节点上,那么该节点的等级度就很大,说明该点越居于网络的核心,其控制力也就越大,结构洞能力就越弱。限制度与等级度越大,行业约束力量越大,则会带来集群网络的闭塞,阻碍集群的创新发展。

由表4可得,叶集木竹产业集群的中间中心度与有效规模之间的相关系数为0.751,与效率之间的相关系数为0.091,同时与网络限制度、等级度之间的相关系数分别为-0.507和-0.191,即中间中心度与有效规模、效率之间呈正相关关系,与网络限制度、等级度之间呈负相关关系。结合中间中心度来看,从2008年至2018年来看,中间中心度最小的年份为2018年和2016年,说明在2016年和2018年存在较小的有效规模、效率和较大的网络限制度、等级度,结构洞能力弱,不利于集群的发展。企业与政府联结网络、企业与行业协会联结网络中间中心度低,说明政府和协会对资源的控制能力不强,合理有效的发挥了自身作用。

3. 叶集木竹产业集群的小世界特性分析

在企业与企业联结网络中,经过Ucinet 6.0计算,平均距离为2.841,标准差是1.191,方差是1.418,最小距离为1,最大距离为8,且距离为8的情况比较少。两个人的平均距离是2.841,意味着两个人之间只需要通过两个中间人就可以建立联系了,具有小世界特性。小世界网络中的节点通过局部联结产生众多子网,包含有助于产生短路径的长距离随机联结,都会显著提高网络信息传递效率。同理,在集群内部中企业间的各种联系会产生一些子网络,尤其是主导企业的作用会促进更广泛联系的形成,进而企业会更容易找到合作目标。

4. 叶集木竹产业集群的无标度特性分析

对形如 $P(k) \sim k^{-\alpha}$ 的幂律分布,考察其对数形式的相关关系,如果 $\log P(k) \sim \log(k)$ 满足线性关系,回归系数为 α ,则 $P(k) \sim k^{-\alpha}$ 成立。进而根据相应的值来判断是否存在显著的线性关系,则间接证明相应的分布是否符合幂律分布。在企业与企业联结网络中,得出结果 $\alpha = -0.759$,并且P值通过检验,即存在线性关系,具有无标度特性,集群网络存在偏好联结。说明集群已经具备一定的创新活力,围绕主导企业存在小团体、强强联合的现象,产生和传播相应的知识和技术,促进集群企业的更新换代,如已被市场淘汰的模板制作企业CT₁和CT₂。

四、叶集木竹产业集群的网络结构演化特征与协同发展

(一) 网络结构演化特征

1. 网络结构不成熟

叶集木竹产业集群网络结构不成熟,网络规模偏小,节点类型较少。虽然从2008年至2018年,集群网络的小世界特性和无标度特性初显,节点不断进入与退出,整体上节点数目增多,节点类型有所增加。但集群规模以上企业仅有60余家,主营木材加工、卷皮制造、模板制造的企业占据总数的70%左右。规模以上配套企业如家具漆、环保胶、物流配送中心等仍在建设中。

2. 网络结构不完善

叶集木竹产业集群网络结构不完善,金融机构、研发机构作用发挥不充分。虽然政府机构、行业协会充分重视集群发展,政府出台的政策和协会定期举办的座谈会、交流会等显著增进了企业间的联系。但是,集群金融机构对于资本要素控制强,资金难题直接影响了小微企业的转型和发展信心。科研院所和高等院校对于技术知识要素控制能力强,缺乏直接面向企业的创新服务平台,集群知识溢出效应低,创新能力弱。

3. 网络结构不通畅

叶集木竹产业集群网络结构不通畅,节点联系不紧密。集群集聚状况为先紧密后稀疏,虽然集群半成品加工企业与模板制造企业达成密切的上下游贸易关系,但是模板制造企业之间联系仅以代工、商业信息共享为主,通过招商引资政策入驻集群的家居制造企业自身成熟度高,交流需求低,与集群其他企业之间联系不紧密。因而半成品加工和模板制造两类企业与家居制造类企业呈现出两级状态。其次,建立上下游贸易、创新合作和协作咨询等其他联结关系平均路径长度长,主导企业促使外部建立联结的能力下降。

4. 网络自组织特性弱

叶集木竹产业集群网络个体发展缓慢,自组织特性弱。集群联结情况在模板制造和家居制造两类企业出现断层,需要模板制造企业转型升级为生态板制造、家居板制造等企业。对于集群创新行为,一旦初始性创新活动启动,示范效应和扩散效应会导致更多同类企业的成立,激发企业的自组织能力。但是,集群目前没有新增一家生态板制造、家居板制造企业。

(二) 协同发展

强大的网络是高性能集群的一个关键特征,因而集群网络成员协同发展至关重要,不仅可以提高解决发展困境的技巧,而且可以提高市场占有的速度。^[29-31]为更好的实现集群网络成员协同发展,集群网络需要满足以下条件:

1. 提升结构成熟度,增加企业的多样性

对于集群协同发展来说,企业的多样性意义重大。一是可以在应对环境不确定性时起着缓冲作用,二是对于集群价值创造起着推动作用,三是实现自组织的前提条件。因而,需要发挥集群小世界特性和无标度特性,整合同质企业,充实以生产软体家居等制造类型企业,挖掘生态板、刨花板等类型企业,完善配套企业供应链体系。

2. 提高结构完善度,充实集群中介机构

实现集群企业的协同发展,需要和大学、科研院所、政府部门、金融机构以及其他中介机构在长期合作交流的基础上建立彼此信任、互动互利的机制。^[32]因而,需要积极与大学建立开放式创新平台,大力吸引境内外研发机构的集聚。设立专门的政府部门管理集群经济。银行等机构应设置惠及小微企业的金融扶持政策,并设立集群非银行机构以及创投机构。积极成立企业家、生态板制

造、家居制造等行业协会。

3. 增强结构连通性,产生成员协同行动

实现集群成员的协同发展,需要增强网络结构的连通性,促进企业按照一定的规则形成相互合作关系,产生协同行动与协同效应,促使网络性质发生变化。^[33]因而,需要集群企业建立密切的生产、销售等贸易关系,平衡好在横向维度上企业之间的竞争关系、合作关系、咨询关系等,在纵向维度上的供应关系、需求关系等。发挥核心节点的引领作用,中介组织的辅助作用,提高集群成员协同行动的效率。

4. 加强结构自组织性,实现集群自我演化

实现集群的自我演化,需要集群企业之间不断进行物质、能量和信息交换,打破集群的平衡状态,发挥集群各要素之间的非线性相互作用,从而达到新的稳定态。^[34]因而,当集群由原先模板制造企业搭建的紧密平衡网络发生变化,引发模板制造企业与家居制造企业的断层时,就需要集群自组织的产生创新行为,发挥企业家精神,成立生态板制造、家居板制造等企业完善发展劣势,降低集群风险。

五、产业集群协同发展的启示

(一) 推动集群价值网络的建设

随着集群规模扩大,企业类型多样化,集群异质性彰显,需要形成集群价值网络。因此,需要转变以传统线性分工为基础形成的上下游供给和需求关系,应以家居制造企业为主导,实现与模板制造企业、配套等企业的价值关联,拓宽企业间的合作路径,如合作转型生产家居板等,实现企业的模块化发展,促使价值网络的形成。

(二) 发挥中介机构辅助功能

在集群形成价值网络的过程中,发挥政府机构、大学与研发机构、金融机构和行业协会等中介机构的辅助功能。加速集群政策流、人才流、知识流、资金流、物资流和信息流的集聚与内化,制定公平的产业扶持政策,建立人才对接平台,增加企业与研发机构的合作研发,制定普惠的资金借贷政策,完善基础设施供应,发挥协会的法律、信息、咨询、培训等多种综合服务。

(三) 完善互惠共生产业体系

提高集群成员协同行动的效率,需要发挥核心企业的引领作用。应积极培育集群竞争优势大、创新能力强、带动性强的龙头骨干企业,以大项目为导向,激发其技术外溢与扩散效应。激发中小企业创新创业活力,发展一批主营业务突出、竞争力强、成长性好的、专注于细分市场的小巨人企业。引导大型企业与小企业的协作关系,完善互惠共生产业体系。

(四) 培育企业家精神

培育企业家精神,应推进企业家全面提升科学文化素质、经营管理能力、道德素质、民主法制意识。鼓励企业家积极参加知识培训、学历深造等活动,在紧跟市场的同时,掌握专业的管理知识,提升企业家的经营管理能力。组织企业家学习商业活动中涌现的具有良好的商业文明和企业家精神的范例,用榜样的力量进行感化。

参考文献:

- [1] 孔庆洋, 黄慧慧. 服务业集聚、市场潜能与行业收入差距——基于空间回归模型的分析[J]. 安徽师范大学学报(人文社会科学版), 2018, 46(2): 69-81.
- [2] 王晓霞. 我国地方政府集群升级政策的问题探析[J]. 科技管理研究, 2013(5): 30-34.
- [3] 柳洲. “互联网+”与产业集群互联网化升级研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2015(8): 73-82.
- [4] 闵继胜. 中国为什么缺失“工匠精神”: 一个分析框架及检验[J]. 安徽师范大学学报(人文社会科学版), 2017(5): 616-622.
- [5] 林竟君. 网络、社会资本与集群生命周期研究: 一个新经济社会学的视角[M]. 上海: 上海出版社, 2005.
- [6] 翁智刚. 产业集群论模型与实证研究[M]. 四川: 西南财经大学出版社, 2011.
- [7] 王缉慈. 创新的空间[M]. 北京: 北京大学出版社, 2011.
- [8] 陈柳钦. 产业集群竞争力问题研究[J]. 北京科技大学学报(社会科学版), 2009(2): 15-25.
- [9] Ahuja G. Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation: A Longitudinal Study[J]. *Administrative Science Quarterly*, 2000, 45(3): 425-455.
- [11] Tracey P, Clark G L. Alliances, Networks and Competitive Strategy: Rethinking Clusters of Innovation[J]. *Growth & Change*, 2010, 34(1): 1-16.
- [12] Jorg Meyer-Stamer. Understanding the determinants of vibrant business development: the systemic competitiveness perspective[EB/OL]. Working Paper, <http://www.mesopartner.com>, 2003, 4.
- [13] Romano Aldo, Giuseppina Passiante and Valerio Elia. A Model of Connectivity for Regional Development in the Learning Economy [R]. *European Regional Science Association*, 2000, 36(1): 1096-1101.
- [14] Uzzi B. Social Structure and Competition in Interfirm Networks: The Paradox of Embeddedness[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1997, 42(1): 35-67.
- [15] 曹丽莉. 产业集群网络结构的比较研究[J]. 中国工业经济, 2008(8): 143-152.
- [16] Eisingerich A, Bell S, Tracey P. How can clusters sustain performance? The role of network strength, network openness, and environmental uncertainty[J]. *Research Policy*, 2010, 39(2): 239-253.
- [17] 殷群, 孔岚. 产业技术创新联盟的社会资本贡献研究[J]. 江苏社会科学, 2012(5): 98-103.
- [18] Ekaterina Turkina, Ari Van Assche, Raja Kali. Structure and Evolution of Global Cluster Networks: Evidence from

the Aerospace Industry[J]. Journal of Economic Geography, 2016 (16):1211-1234.

[19] 陈强, 胡雯. 两类协同创新网络的特征与形成: 以“2011协同创新中心”为例[J]. 科学学与科学技术管理, 2016(3):86-96.

[19] 刘晓燕, 阮平南, 李非凡. 基于专利的技术创新网络演化动力挖掘[J]. 中国科技论坛, 2014(3):136-141.

[20] 方锦清, 汪小帆, 郑志刚, 毕桥, 狄增如, 李翔. 一门崭新的交叉科学:网络科学(上)[J]. 物理学进展, 2007(3):239-343.

[21] 李金华. 网络研究三部曲:图论、社会网络分析与复杂网络理论[J]. 华南师范大学学报(社会科学版), 2009(2):136-138.

[22] 汪小帆, 李翔, 陈关荣. 网络科学导论[M]. 北京:高等教育出版社, 2012.

[23] 杨波. 复杂社会网络的结构测度与模型研究[D]. 上海:上海交通大学, 2007.

[24] 汪大海, 何立军, 玛尔哈巴·肖开提. 复杂社会网络:群体性事件生成机理研究的新视角[J]. 中国行政管理, 2012(6):71-75.

[25] 宋晓倩. 煤炭矿区循环经济系统的复杂网络模型与表征[M]. 北京:经济管理出版社, 2014.

[26] Wasserman S., Faust K. Social Network Analysis:Methods and Application[M]. Cambridge University Press, 1994.

[27] 范群林, 邵云飞. 复杂网络视角下的四川新都家具制造业集群创新网络结构特征及优化策略研究[J]. 第五届(2010)中国管理学年会——技术与创新管理分会场论文集, 2010(11).

[28] Uzzi B. The Sources and Consequences of Embeddedness for the Economic Performance of Organizations:The Network Effect[J]. American Sociological Review, 1996, 61(4):674-698.

[29] Markusen A., 1996. Sticky places in slippery space:a typology of industrial districts. Economic Geography 1996, 72(3):293-313.

[30] Eisingerich A B, Bell S J, Tracey P. How can clusters sustain performance?The role of network strength, network openness, and environmental uncertainty[J]. Research Policy, 2010, 39(2):239-253.

[31] 颜永才. 产业集群创新生态系统的构建及其治理研究[M]. 北京:新华出版社, 2015.

[32] 哈肯·H. 高等协同学[M]. 北京:科学出版社, 1989.

[33] Haken, Hermann. Information and Self-Organization:A Macroscopic Approach to Complex Systems[J]. American Journal of Physics, 1989, 57(10):958.

[34] 李锐, 鞠晓峰. 产业创新系统的自组织进化机制及动力模型[J] 24. 2 c23. 中国软科学, 2009(10):159-163.