
技术权力影响下重工业集群创新路径研究

——以上海临港装备制造集群为例

林兰 曹贤忠 曾刚¹

一、问题的提出

20 世纪 90 年代以来,产业集群作为区域经济发展的重要载体备受世界各国重视。传统的集群理论认为理想的产业集群应该具有产学研充分合作的内部网络结构形态,并强调创新活动的地方根植 (Porter & Stern, 2001)。但是,近年来国内外学者的研究表明,在技术作为核心生产要素的时代,产业集群中不可避免地会产生技术的等级体系,从而改变集群内部创新网络的结构以及集群式创新合作的效果。技术权力现象在发展中国家和地区的产业集群中十分常见,技术和资本密集、生产者驱动型

的重工业集群创新能力与升级进程更容易受到技术权力的影响 (林兰, 2013)。

随着中国逐渐进入重化工业发展阶段,产业发展重点将逐步由消费者驱动向生产者驱动转变,产业的资本密集度与技术密集度大大增加,集群内部的权力分层更加显著。有必要探讨在产业结构由轻变重、技术要素重要性增加的情况下,重工业集群中技术权力如何形成、权力体系如何影响集群内部创新结网和企业间创新合作、集群创新的空间组织形式和创新区位是否改变、权力体系如何突破?这些都是当前中国集群创新发展不可回避的问题。本文从技术权力视角出发,以上海临港重装备制造集群为案例,研究技术等级体系下重工业集群企业创新结网与合作方式的路径改变,并探讨集群创新区位的变化。

二、理论假设与概念模型

新产业区理论指出,地域根植性及平等对称式的企业结构是地方生产网络的典型特征。但波特的钻石模型以及 1998 年所提出的集群概念都忽视了集群中“核心企业”存在的可能性 (Lorenzen & Mudambi, 2012)。学术界对企业网络权力的关注始于 20 世纪 90 年代,网络权力理论由企业权力理论演变而来,是指网络中能联合创新主体以及联结知识和生产的能力 (Bessant, et al., 2012)。国内学术界对网络权力的研究较多从技术创新视角展开,重点探讨技术权力的产业间和区域间作用机制差别 (曾刚等, 2013;康凯等, 2016)。

(一) 技术权力—创新结网

技术权力是网络权力的一种,在集群内部表现为集群结网的非均衡性,与集群的主导产业密切相关 (景秀艳, 2008)。从主观上看,为防止核心技术、生产知识、管理诀窍等关键技术权力优势丧失,核心企业也会主动避免技术溢出,从而成为阻碍集群升级的主要力量 (林兰、曾刚, 2010),集群的垂直协作关系较强而水平竞合关系较弱 (Giuliani, 2007)。基于以上分析,提出如下假设:

H1: 技术权力对重工业集群内部创新结网具有负向影响。

¹基金项目: 国家自然科学基金面上项目“重化工业创新网络合作机制及其空间效应研究”(项目编号: 41771143)。

作者简介: 林兰, 上海社会科学院城市与人口发展研究所研究员, 理学博士; 曹贤忠, 华东师范大学城市发展研究院助理研究员, 经济学博士; 曾刚, 华东师范大学城市发展研究院院长、教授, 博士生导师, 理学博士。

（二）技术权力—创新合作方式

纵向一体化与横向联系是两种重要的创新合作方式（郑方，2010），分别对应基于生产合作的产业链构建和基于研发应用的知识网络构建。对重工业而言，一方面，重型制造业具有“高技术—低智力密集”特征（李凯、李世杰，2005），经验型学习大大多于知识创造，是明显的“链式”创新合作，且由于网络权力关系具有偶然性（Rutherford & Holmes, 2008），合作空间尺度较大。另一方面，基于知识合作的横向联系依然需要，由于重工业的编码化知识具有基础性和共性的特点，技术门槛高；加之技术研发“市场失灵”和“组织失灵”的特点，横向联系往往依靠正规技术扩散渠道的“官僚式被扩散”（Dammann, 2011）。基于以上分析，提出如下假设：

H2: 技术权力对重工业集群创新合作方式选择具有正向影响。

（三）技术权力—创新区位

创新区位由技术、市场、生产配套、创新环境等多要素组成（张杨勋、李江涛，2013），其中，技术、生产配套因素受集群所在地的科技发展水平与科技、产业基础设施质量影响，市场与创新环境则更具本地情境性。由于核心企业“绝对权力”的存在，重工业技术创新的等级体系会形成产业集聚障碍（Nakajima, et al., 2013）。因此，技术权力对重工业创新区位的影响在于既不高度依赖优质的本地创新区位，也没有强烈的优化本地创新区位的需要（Rigby & Brown, 2015）。基于以上分析，提出如下假设：

H3: 技术权力对重工业的本地创新区位具有弱影响。

（四）创新结网—创新合作方式—创新区位

除了研究技术权力对重工业创新结网、创新合作方式和创新区位的影响外，本文还试图探讨结网、方式、区位三者之间的路径关系。技术权力对重工业创新合作方式的影响可通过集群内创新结网得到改变，增强当地产业结点间关系强度对创新方式与合作伙伴选择具有积极的影响（邢李志、关峻，2012）；集群有效的网络结构可以增加创新绩效，并改善创新合作的关系强度、关系质量以及合作地位（汪涛等，2011）。但是，只有内部结网才有可能推动产业集群的形态和功能由低级向高级演化（梅丽霞、王缉慈，2009）。此外，尽管创新区位只为重工业纵向与横向创新合作提供要素利用的“可能性”，但集群网络构建仍然可以通过增加创新要素的供给密度来增加本地创新资源的利用机会（李凯、李世杰，2004；Ai, 2012）。同时，创新区位的要素组合也在一定程度上影响创新合作的目的与方式，特别是对于发展中国家和地区来说，不论是基于市场开拓、人才利用、配套协作还是其他目标，创新区位是重工业核心企业落户考虑的因素之一（Jofre-Monseny, et al., 2011）。基于以上分析，提出如下假设：

H4: 创新结网对重工业集群创新合作方式选择具有正向影响。

H5: 创新结网对重工业集群创新区位选择具有显著正向影响。

H6: 创新区位对重工业集群创新合作方式选择具有显著正向影响。

假设模型结构如图 1 所示。

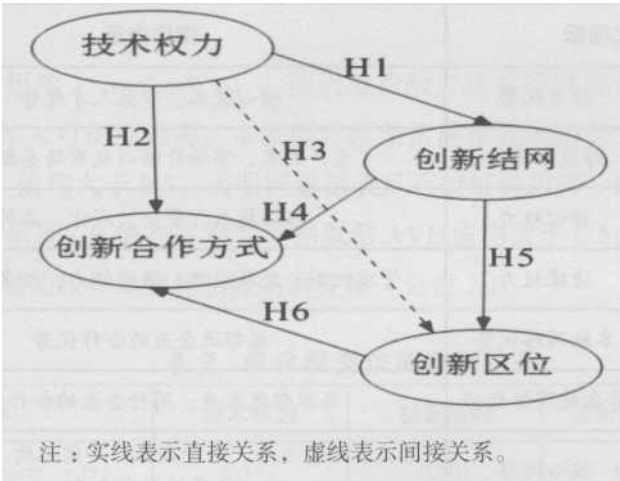


图 1 初始理论假设模型结构示意图

三、研究方法与数据来源

(一) 研究方法

本文采用结构方程模型方法，通过构建结构方程模型，分析重工业集群技术权力与创新结网、创新合作方式、创新区位等潜变量之间的相互关系。结构方程模型包括测量模型和结构模型，方程表达式为：

$$\left\{ \begin{array}{l} \eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \\ y = \Lambda_y\eta + \varepsilon \\ x = \Lambda_x\xi + \delta \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} (1) \\ (2) \\ (3) \end{array}$$

(二) 数据来源

本文以上海临港重装备产业区¹²为研究对象，依据国家统计局发布的《国民经济行业分类与代码（GB/4754-2011）》对装备制造业的分类标准，选取涵盖园区 7 大产业门类且注册地与经营地均在产业区的共计 202 家企业进行“上海临港装备制造企业创新能力调查”（问卷调查）。笔者将所有问卷进行编号、录入数据库，并通过网络资源对受访企业的基本信息进行核实，验证问卷的可信度，剔除不完整、无效、存在明显问题的问卷，得到有效问卷 156 份。调查提问聚焦技术权力、创新结网、创新合作方式、创新区位 4 个方面，问卷采用 5 级李克特度量方法，打分原则为 5 分表示影响程度最高，0 分表示没有影响，数据结构如表 1 所示。

表 1 企业创新活动相关指标

¹²1 上海临港重装备产业区面积 65 平方公里，重点发展以“高、新、先”为特色的高端制造业和战略性新兴产业。截至 2017 年 12 月，区内布局发电及输变电设备、大型船用设备、汽车整车及零部件、海洋工程、物流装备与工程机械装备、航空零部件配套、装备再制造等 7 个大类共计 600 多家企业，著名企业有上海电气、上海汽车、卡特彼勒、瓦锡兰柴油机、振中机械、中船三井、中航工业、VOLVO 汽车、德国伦茨、洋山中集、田中机械、上海科尼港口机械、西门子、苏尔寿、安捷电缆等。

潜变量	量化指标		指标内涵	变量标识
技术权力	权力竞争优势	技术优势	核心技术、专业人才优势	X1
		非技术优势	生产成本、市场价格以及市场垄断优势	X2
	权力结构	核心权力	核心技术、资金、人才、品牌	X3
		边缘权力	管理机制、发展战略、融资能力、信息获取能力	X4
创新结网	网络竞争优势	本地网络优势	与邻近企业的合作优势	X5
		非本地网络优势	与非邻近客户、同行企业的合作优势	X6
	网络结构	核心网络	客户、配套企业、同行企业、研究机构、地方政府、 生产性服务企业	X7
		边缘网络	金融、风投、律师、会计、审计、培训、广告	X8

表 1 企业创新活动相关指标（续表）

潜变量	量化指标		指标内涵	量识 变标
创新合作方式	创新途径	纵向一体化	总公司、客户、供应商	X9
		横向联系	（除 X9 外）竞争对手、非竞争同行企业、服务性企业	X10
	合作方向	后向延伸	企业创新、增加信任、长期合作、稳定生产	X11
		前向延伸	企业创新、降低物流成本、即时生产、降低库存	X12
创新区位	区位因素	技术因素	获得有价值的信息、技术，邻近行业领导企业和科研机构，技术培训	X13
		市场因素	本地市场广阔、本地品牌效应、区域引导效应	X14
		生产配套	交通体系、基础设施、商务服务、上游配套、下游配套、产业集聚度	X15

		环境因素	生活环境、公共服务、诚信环境、政府效率	X16
	区位指向	后向区位	非邻近一/二级供应商区位、邻近供应商区位	X17
		前向区位	非邻近客户区位、邻近客户区位	X18

四、实证结果分析

（一）信度与效度检验

1、信度检验

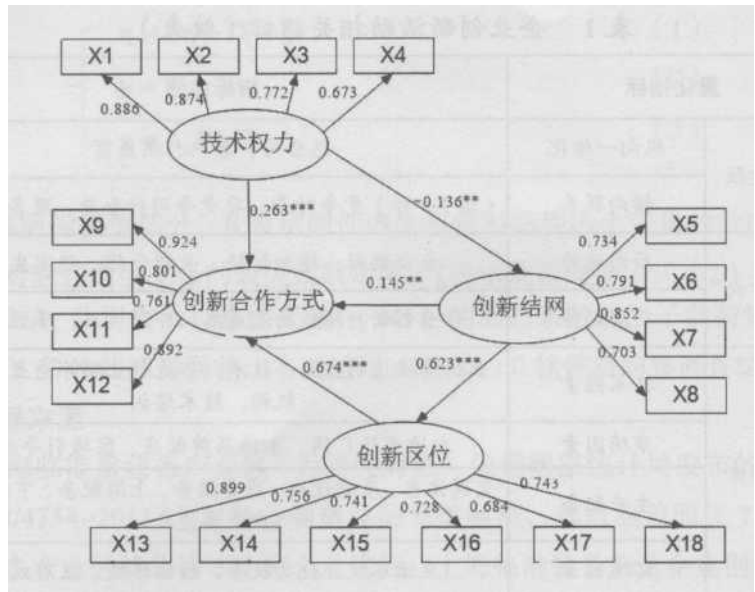
本文采用克隆巴哈（Cronbach's α ）值信度检验方法对所有变量进行检验，通常需满足 $\alpha \geq 0.5$ ，且数值越大可信度越高。本文假设模型信度检验的结果为 $\alpha=0.809$ ，模型中设定的 4 个潜变量的 α 值均大于 0.5，表明问卷量表具有较好的内部一致性，各潜变量选取的测量题项可信；组合信度 CR 值与平均变异抽取量 AVE 值均大于 0.5，表明观测变量内部具有异质性，且观测变量能较好地解释相应的潜变量（见表 2）。

表 2 假设模型信度检验结果

测度指标	技术权力	创新结网	创新合作方式	创新区位
克隆巴哈值（Cronbach's α ）	0.792	0.801	0.777	0.821
组合信度（CR）	0.843	0.832	0.782	0.779
平均变异提取量（AVE）	0.562	0.624	0.557	0.511

2、效度检验

本文在主成分分析过程中进行内容效度检验，所得结果 KMO 值为 0.727，Bartlett 球形检验卡方统计值的显著性水平为 0.000，所有观测变量的因子负荷大于 0.5（见图 2）。基于此，本文 152 份样本数据的信度通过内部一致性检验，并具有较高的效度，可以进行结构方程模型分析。



注：***、**分别表示 $p < 0.01$ 、 $P < 0.05$ 显著。

图 2 初始结构方程模型参数估计

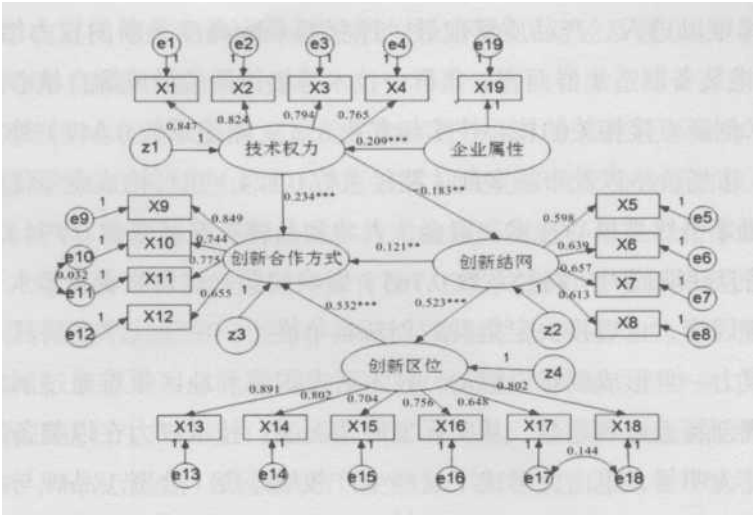
（二）结构模型检验及修正

本文运用极大似然估计方法对结构方程模型的拟合指数进行测算（见表 3），结果显示初始结构方程模型绝对拟合度 $\chi^2/df=2.580$ ，但 CFI、PNFI、PCFI 以外的其余指标不符合各自拟合标准，因此需对模型进行修正。模型修正有两种方法，一是添加影响因素，二是根据修正指数对变量间的关系进行增加或删除。鉴于技术权力是影响重工业集群创新合作方式与区位选择的重要因素，本文采用添加核心与非核心企业属性因素（X19）的方法，增列相关误差项的协方差并对结构方程初始模型进行修正。经过修正后的绝对拟合度 $\chi^2/df=1.632$ ，且各项指标均符合各自拟合标准，表明修正后的模型可信度提高，也进一步引证了企业属性对于技术权力构成的影响。图 3 显示了修正后模型的最终拟合路径及系数。

表 3 修正模型拟合度检验

拟合指数	参考标准	初始模型	修正模型
拟合优度卡方检验 (χ^2)	/	312.483	186.301
自由度 (df)	/	121	114
χ^2/df	<5, 越小越好	2.580	1.632
拟合优度指数 (GFI)	>0.7, 越接近 1 越好	0.662	0.872
残差均方根 (RMR)	<0.05, 越接近 0 越好	0.227	0.135

近似误差均方根 (RMSEA)	<0.1, 越接近 0 越好	0.145	0.087
标准拟合指数 (NFI)	>0.7, 越接近 1 越好	0.624	0.739
比较拟合指数 (CFI)	>0.7, 越接近 1 越好	0.721	0.839
非正态拟合指数 (TLI)	>0.7, 越接近 1 越好	0.677	0.868
PNFI	>0.5	0.531	0.643
PCFI	>0.5	0.604	0.719



注：*****分别表示 $P < 0.01$ 、 $P < 0.05$ 显著。

图 3 结构方程模型修正后路径图

（三）结果分析

图 3 反映上海临港装备产业集群企业技术权力与创新结网、创新合作方式、创新区位等内生潜变量之间的作用关系，以及企业属性对技术权力的影响。表 4 反映经标准化后的各潜变量之间的直接效应、间接效应和总效应。结果显示，技术权力直接或间接影响集群内企业的创新结网、创新合作方式和创新区位选择。

表 4 结构方程模型中各潜变量之间的直接效应、间接效应与总效应

作用路径	直接效应	间接效应	总效应
------	------	------	-----

企业属性→技术权力	0.209	0.000	0.209
技术权力→创新结网	-0.183	0.000	-0.183
技术权力→创新合作方式	0.234	0.022	0.256
技术权力→创新区位	0.000	0.096	0.096
创新结网→创新合作方式	0.121	0.278	0.399
创新结网→创新区位	0.523	0.000	0.523
创新区位→创新合作方式	0.532	0.000	0.532

注：表中数据为标准化后的数据。

1、企业属性对技术权力的影响

企业属性对技术权力的路径系数为 0.209, 具有显著的正向影响, 表明核心企业拥有更多的技术权力, 这进一步验证了经验性研究有关重型制造业鲜有可靠替代品、零和博弈的竞争态势、弱势品牌难以进入、产品质量取胜、原材料采购高度垄断的权力结构特征 (ZEW, 2016)。对上海临港装备制造集群而言, 集群中技术等级体系的形成源自核心企业的权力竞争优势, 除了与技术创新直接相关的核心技术与专业人才 (路径系数 0.847) 外, 创新链前端与后端的生产成本、市场价格以及市场垄断 (路径系数 0.824) 也可构成竞争优势。但是, 影响权力结构的主要因素仍然是核心技术、资金、人才和品牌 (路径系数 0.794), 发展战略制定和管理、融资、信息获取能力 (路径系数 0.765) 影响较弱。这意味着技术水平是决定技术权力等级体系的关键因素, 也直接决定集群的创新竞争能力。由于技术发展具有线性和累积的特点, 因此技术权力一旦形成则难以撼动, 技术后发国家和地区很难通过制度和环境建设突破权力体系并实现创新追赶和超越。从实际发展情况看, 技术权力在以装备制造为代表的重工业集群中表现尤为明显, 也由此形成了这些生产领域外资 (合资) 品牌与本土品牌长期以来二分天下的局面。例如, 从汽车装备创新的发展脉络看, 其技术创新格局从未变动过: 欧系装备始终雄占高端市场, 美系次之, 日本与韩国则是依靠走市场路线的破坏性创新才打开局面 (苏启林、胡军, 2009)。中国的汽车装备研发更是主要靠逆向、模仿来弥补核心环节在流程、标准、技术、信息等方面的缺陷。表 5 显示, 上海临港装备制造集群核心企业与非核心企业在拥有核心技术和引领技术发展能力方面存在较大差距, 而管理体制、品牌和发展战略等方面差距不大。这表明, 作为典型的技术、资本、人才密集型产业, 重工业集群创新合作很容易受到核心企业的控制, 且技术差距是产生集群内部权力体系的主要原因。

表 5 核心与非核心企业技术权力构成比较

企业属性	核心技术	资金	人才	管理体制	技术引领	品牌	发展战略
核心企业	4.3	3.4	4.0	3.4	3.5	3.8	3.3
非核心企业	3.5	2.9	3.6	3.2	2.9	3.6	3.3

注：表格数值为对样本企业各选项的评价打分。

2、技术权力对创新结网、创新合作方式和创新区位的影响

技术权力对创新结网具有显著的负向影响作用，路径系数为-0.183,原假设 H1 成立。由于大型重装备制造企业控制的价值链和创新链是高度垄断的技术合作结构，决定了整个产业集群发展的“少核”方向和低溢出性（McMillen & Klier,2013），核心企业控制产业关键环节的技术与专业人才，并根据自身需要在全球分配创新资源与原材料、产品的市场份额，这种由产业特性形成的权力不对等造成本地创新结网困难，突出反映在本地产业链功能的改变上：在产业链下游，处于前端的设计公司与核心制造企业未形成战略联盟的关系，或仅仅是停留在形式联盟的阶段；在产业链上游，也因核心企业的技术控制根本无法形成东道国应有的本地供应链支撑（Coe, et al., 2008）。这在客观上导致了非本地网络优势（路径系数 0.639）强于本地网络优势（路径系数 0.598），企业与非邻近客户的合作相比与邻近客户合作更重要；技术权力更多影响直接构成产业链和创新链的核心网络（路径系数 0.657）而非以生产性服务业为主的边缘网络（路径系数 0.613）。

技术权力对创新合作方式具有显著的正向促进作用，直接路径系数为 0.234,间接路径系数为 0.022，总效应为 0.256，原假设 H2 成立。技术权力的影响突出表现为核心企业对制造技术、材料技术、模具技术、检测技术等行业共性技术的标准制定权与技术合作伙伴的选择权；同时，由于核心企业“绝对领导者”的地位，鲜有核心企业之间近乎平等关系的强强联合，这导致重工业的创新合作沿产业链展开，纵向一体化（路径系数 0.849）的重要性显著高于横向联系（路径系数 0.744）。

在纵向一体化中，由于重工业创新生产者驱动的特点，供应商往往被“圈养”于狭窄的任务范围进行生产活动（Daniel,2011），并长期受核心企业控制从事依赖于龙头企业的互补性生产、研发活动，如组件设计与生产、物流、工艺技术升级等，且终端产品的消费比例偏低，因而供应商作用显著高于客户，后向延伸（路径系数 0.775）重于前向延伸（路径系数 0.655）。在横向联系中，与竞争对手的合作要多于同非竞争企业的合作，且与竞争对手合作的首要目的是企业创新，这进一步推动了企业对技术权力的追逐。值得注意的是，图 3 显示技术权力可借助中介变量“创新结网”间接影响创新合作方式，日本半导体设备、韩国汽车装备的追赶经验均验证了这一点，有效的本地结网为技术创新轨迹的“低端破坏”提供了可能（弗朗西斯·麦肯纳利，2008）。

技术权力对创新区位具有非常微弱的正向促进作用，路径系数为 0.096,并且需借助中介变量“创新结网”实现，原假设 H3 成立。同时，技术权力对创新区位的影响还体现在“唯技术”路径指向上。在影响创新区位的技术、市场、生产配套、创新环境等诸多因素（路径系数分别为 0.891、0.802、0.704、0.756）中，集群所在地的技术研发和知识生产能力对企业选址布局具有决定性影响。这意味着在技术水平落后并处于被技术权力控制的前提下，构筑地方产业链、扩大本地市场需求、培育创新氛围对改善重工业创新区位的作用十分有限。从中国的实际情况看，尽管各级政府和机构鼓励装备制造向园区集中，并通过设立专项扶持基金、建设公共技术平台、优化创新环境等方式重点支持集群建设，仍然难以在短期内突破装备制造集群对外技术依赖严重、自主创新能力低下的发展瓶颈，这是忽视重型制造产业创新特点和集群创新制度安排对产业区位内在要求的结果。

表 6 反映了上海临港装备制造集群核心企业主要供应商与客户位于上海和长三角及其他国内城市的频度，可以看出，企业区位在技术权力的影响下发生了较大改变：样本企业主要供应商（特别是一级供应商）在上海本地的比例小于长三角其他城市，主要客户的异地分布也十分普遍。导致这种现象的原因是由于重工业集群内部权力等级体系容易造就核心（旗舰型）企业对创新作者的高度选择权：一是对原材料供给的选择权，外包和全球采购行为十分普遍，降低企业对产业链配套的要求；二是对知识供给的选择权，强编码化创新表达方式和纵向一体化技术合作特点摆脱了对本地信息基础设施和大学、研究机构知识供给的依赖；三是对产品市场的选择权，作为典型的生产者驱动型产业，具有产品大客户消费和非在地消费特点，从而降低本地竞争程度；四是对创新支撑性条件的选择权，过高的资本门槛降低了对本地风险投资的需求，高技术门槛同时又降低了对本地第三方服务的需求。上述权力因此形成了重工业集群创新区位指向特点，即后向区位（路径系数 0.648）显著弱于前向区位（路径系数 0.802），且非邻近供应商重于邻近供应商。

表 6 核心企业主要供应商和客户的分布频度

企业类型	上海	长三角其他城市	其他国内城市
主要供应商	43	48	16
其中：一级供应商	22	29	7
主要客户	53	39	48

注：数据为 156 家企业主要供应商和客户分布的平均值。

3、创新结网—创新合作方式—创新区位之间的影响路径

创新结网是技术权力影响创新合作方式与创新区位的重要中介变量。其对创新合作方式有显著正向影响，直接路径系数为 0.121，间接路径系数为 0.278，总效应为 0.399，原假设 H4 成立；对创新区位亦具显著正向影响，路径系数为 0.523，原假设 H5 成立。这意味着重工业集群尽管因技术权力的存在很难实现活跃的本地创新，生产者驱动与工艺驱动的创新特点也决定了其纵向一体化为主的创新合作方式，但如能促进创新结网形成，则将在一定程度上有助于优化创新合作方式并改善创新区位：一是以局部结网的方式推动更大空间尺度的链式合作，形成创新重要节点地位；二是强化区域更易获得技术、信息和人才的创新区位，形成区域创新资源的“极化”效应（Hewitt-Dundas, 2013; 李丹丹等, 2015）和“天线”效应（曾刚、林兰, 2008）。

创新区位对创新合作方式具有显著的正向影响，路径系数为 0.532，原假设 H6 成立。在所有潜变量作用路径中，创新区位作用创新合作方式的路径最显著，说明集群的创新区位直接决定了创新合作方式的选择，也决定了核心企业选址的目的：究竟是为了获取技术支持、开拓市场、利用廉价劳动力资源、享受优惠地方政策，还是享用便捷的创新公共服务。在本文模型中，创新区位并未对创新结网构成回路，也再次印证了创新区位的改善并不能动摇重工业集群的权力结构体系。

综上所述，本文的模型测算结果与初始假设理论模型较为一致，原假设均成立。进一步结合调查问卷题项分析，得出上海临港重装备产业区基于技术权力的创新结网、创新合作方式、创新区位内在影响机理（见图 4）。

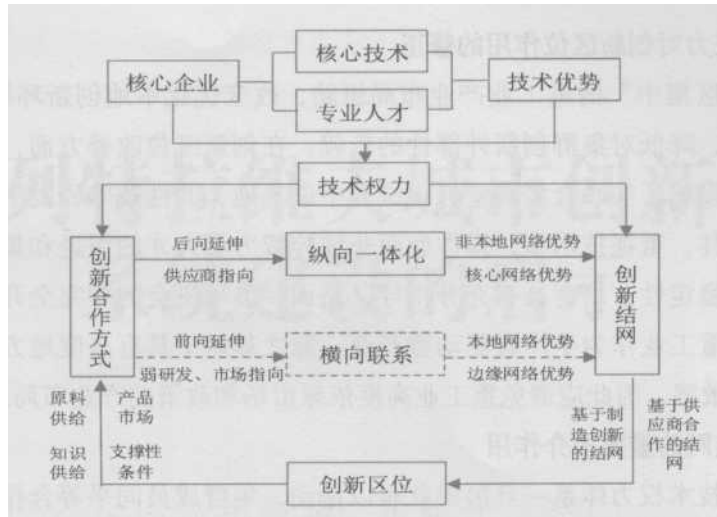


图 4 基于技术权力的创新结网、创新合作方式与创新区位影响机理图

五、结论与启示

本文从产业集群内部权力分层的视角出发，构建了技术权力影响下重工业产业集群创新结网、创新合作以及创新区位响应的研究分析框架，为中国重化工业发展时期研究产业集群创新路径提供了新的思考方向。通过理论总结与实证分析，本文得出的主要结论如下：（1）产业集群内部存在着权力等级体系，技术权力是影响集群创新路径的重要因素。技术权力依产业类型不同而有较大差异，技术和资本密集、生产者驱动的重工业集群技术权力特征明显。（2）因核心企业拥有核心技术与专业人才形成“绝对控制力”，加之其在创新扩散过程中主观防止技术溢出，导致重工业集群内部很难形成“产学研一体化”的水平式创新网络，集群成员的创新合作以纵向一体化方式为主，且后向延伸重于前向延伸。（3）不论是纵向一体化还是横向联系，重工业创新合作对本地创新区位的要求不高。创新区位对创新合作方式影响显著，但并不能改善重工业集群的权力分层，也无益于改善集群内部创新结网。（4）创新结网是一个重要的中介因素，也是防止技术权力体系更加突出的有效途径。结网的作用在于形成区域创新重要节点地位，或形成区域创新资源的“极化”效应。基于此，本文提出优化重工业集群创新路径的对策建议：

1、基于纵向一体化为主的创新合作方式

对于重工业发展较为落后的国家和地区而言，应强调放大制造创新优势而非一味追逐研发创新优势，着眼于集群的制造能力提升而非研发能力培育，将基于产业链合作的凝结于机器、零部件、材料、工艺规范和操作维修技能中的制造技术创新发挥到极致，向产业链后端延伸推动集群创新过程升级，避免过度依赖市场追逐产品创新，以嵌入全球生产链的方式嵌入全球价值链和创新链。只有当个别或更多集群成员通过不懈的过程创新具有行业关键技术标准制定权和执行权，并对外具有技术示范和技术援助能力，才有可能实现整个集群在更大空间尺度上创新地位的跃迁。

2、基于技术权力对创新区位作用的修正

应改变“向园区集中”的重工业产业布局思路，改变优化本地创新环境的“筑巢引凤”传统集群建设方式，降低对集群创新外部性的依赖。在创新区位改善方面，应特别重视服务于制造创新的基础设施（如联合实验室、小试和中试基地、共性技术研发平台等）建设，改善重工业的生产条件。重视技术型、操作型而非纯粹智力型人才的引进和集聚，保障区域产业工人队伍的长期稳定性，培育具有充分指导、培训、继承机会的非完全开放式的创新创业环境。同时，由于重工业作为生产者驱动型产业，兼之其对于具有高度地方情境性的区域政策支撑环境因素不敏感，因此应避免重工业高度依赖市场和政策的产业布局。

3、基于创新结网的重要中介作用

重工业集群的技术权力体系一旦形成就难以松动，集群成员间平等合作的水平式创新结网很难实现。对于已经形成空间集聚的重工业集群，创新结网的关键在于打破生产零部件、组件的高比例全球采购，发挥供应商（尤其是一级供应商）无可替代的积极作用。因此，集群内能否形成供应商之间服务于多生产环节的关键组件与零部件的焊接、铸造、塑性成形、热处理及精密成形技术、高效加工技术和细微制造技术的合作，成为能否从整体上提高非核心企业的创新能力，从而避免核心企业与非核心企业技术水平差距拉大而造成配套企业“弱者更弱”的关键。同时，也可有效防止非核心企业依靠低价而非创新优势维持集群成员身份，以及由此而造成的集群创新不稳定性。