

# 中国产业链关键环节自主可控何以实现？ ——对高新技术企业集聚效应与技术创新的考察

庞磊 阳晓伟\*

**摘要:**文章利用国泰安数据库、投入产出表与上市公司数据(1990—2020)匹配得到我国1356家高新技术企业,采用空间基尼系数测度高新技术企业集聚程度。同时,文章测度产业链中心度与中介度衡量产业链关键环节可控程度,对我国高新技术企业集聚推进产业链关键环节自主可控提升程度进行研究,得出以下结论:总体层面,高新技术企业集聚、自主创新有效地推动了我国产业链关键环节可控能力提升。具体细分,一是所有制层面,国有高新技术企业和民营高新技术企业集聚对产业链关键环节可控能力提升具有促进作用,国有企业作用强度略大于民营企业;二是行业层面,高新技术企业集聚对产业链关键环节可控推动程度由强到弱依次为航空、航天器及设备制造业、电子及通信设备制造业和计算机及办公设备制造业、信息化学品制造业、医药制造业和医疗仪器设备及仪器仪表制造业;三是地区层面,高新技术企业集聚对产业链关键环节可控能力的推动作用强度依次为东部沿海、北部沿海、南部沿海、长江中游、黄河中游、西南地区、东北地区和西北地区;四是技术创新的中介效应,高新技术企业集聚通过技术创新有效驱动了产业链关键环节实现自主可控。据此,文章提出健全新型举国体制、强化科技强国、人才强国战略建议,实现关键环节自主可控的目标。

**关键词:**高新技术企业 产业链关键环节 自主创新 高质量

**DOI:** 10.19592/j.cnki.scje.401949

**JEL分类号:** L52, L59, O31 **中图分类号:** F426

**文献标识码:** A **文章编号:** 1000-6249(2023)05-107-20

## 一、问题提出

自2017年以来习总书记多次指出,当今世界正在经历百年未有之大变局,中国本土代表性高新技术企业华为、中兴等遭受制裁和打压,表明在逆全球化风险日趋增高的背景下,产业安全问题变得十分紧要。要想维护产业安全,就必须实现产业链关键环节自主可控。然而,我国产业链面临双向竞争局面,低端产业链向发展中国家转移,而高端产业链向发达国家回流,存在“两端断链”的风险(金碚,2021;李天健、赵学军,2022)。同时,高新技术产业链关键环节过度依赖进口或并购,如医疗设备、芯片制造等关键产品,技术进口多于自主研发,使得我国成为制造业大国而非强国(徐奇渊、东

\* 庞磊,云南师范大学经济与管理学院,Email:panglei719@126.com,通讯地址:云南省昆明市聚贤街768号云南师范大学,邮编:650500;阳晓伟,宁波大学法学院,Email:yxw20062008lt@126.com,通讯地址:浙江省宁波市江北区风华路818号宁波大学,邮编:315211。作者文责自负。

基金项目:本文受国家自然科学基金项目“中南-中南半岛双向直接投资联动驱动产业动能转换实现机制研究”(20BJL050)的资助。

艳,2022)。中国产业链关键环节自主可控何以实现? 高新技术企业集聚提供一个有效思路。

学者们围绕高新技术产业链影响因素,包括研发投入(龙瑜清、汤晓军,2021)、政府政策(邹梦婷等,2023)、贸易环境(Duval et al.,2016)、数字化转型(Bjorkdahl,2020;Brown et al.,2014),产业链演化发展的逻辑(张其仔,2021)、空间治理(何龙斌等,2021)、理论内涵与推进策略(曲永义,2022;任继球,2021),以及技术创新对产业链的推进作用(张杰,2022)开展了多维度研究,为我国高新技术产业链关键环节自主可控的研究奠定了理论基础。然而,现有研究存在以下四个方面的不足,文章对应不足进行补充和创新。一是现有研究内容集中于产业链上述诸多方面,缺乏产业链关键环节自主可控问题研究。随着我国产业链安全稳定自主可控上升为国家战略,文章聚焦研究产业链关键环节自主可控问题,并提出高新技术企业集聚的具体实践路径,旨在降低低端产业链向发展中国家转移,高端产业链向发达国家回流的“断链”风险,具有一定的现实意义。二是产业链研究多为宏观、中观理论层面定性讨论,理论分析与实践路径存在差异,缺乏数据分析与实证检验。故而,文章将定性理论转变为定量实证,从微观层面定量测度产业链中心度和中介度,衡量产业链关键环节自主可控问题,实证检验高新技术企业集聚、技术创新与产业链关键环节自主可控的影响程度。三是传统产业链研究未突破纯经济利益框架考虑,仍以提高产业链附加值为目标。文章基于产业链安全稳定,实现关键环节自主可控的目标,并未限制于纯经济利益框架,提出新型举国体制,强化科技强国、人才强国战略,推进高新技术企业关键技术“靶向”目标设定,进一步破解产业链的制约瓶颈。四是现有研究通常将产业链作为整体研究,文章细分高新技术企业所有制类型,厘清六类行业、八大区域高新技术企业的产业链条,刻画关键技术,提出高新技术企业集聚,实现创新“涌现”的自主创新思路,驱动产业链关键环节自主可控,推进医药制造等“卡脖子”关键技术突破,弥合已有理论研究的不足。

文章研究旨在实现“十四五”时期发展壮大高新技术产业,打造创新力强、附加值高、安全可靠的产业链,引导关键产业链留在国内,优化产业链布局,提升产业链现代化水平的具体目标。

## 二、文献述评

我国产业链安全稳定与关键核心技术突破实现自主可控,成为“十四五”时期的重要发展战略。现有研究发现产业链关键环节面临层次低、依赖强、创新弱与结构不合理等问题,亟需加强高新技术产业协同创新,突破关键核心技术,推动经济高质量增长(黄海清、魏航,2022;刘玉莲、张峥,2019)。随着产业链问题逐步上升为国家战略,学者们围绕高新技术产业集聚与产业链相关问题进行了多维度研究,具体包括以下三个方面:

一是高新技术产业集聚与产业结构优化升级研究(产业链宏观层面)。我国高新技术产业链低端锁定,现有产业布局分散且多为中低端制造业,加剧了我国产业链追随,而非领导(周祺,2022)的位置,缺乏创新驱动型的高新技术产业。同时,高新技术产业分布的空间结构呈现东部高、中部平、西部低的非对称且不平衡的发展格局(肖凡等,2022),产业布局呈现中心-外围状态(王鹏、吴思霖,2020),使得高新技术产业的分散效应大于集聚效应,在高新技术产业协调发展方面,我国各地区之间的高新技术产业缺乏互动,致使产业间的联动性弱、协调性差、合作效率低,尚未形成互利共生的耦

合发展机制,缺乏人才输送、科技共享、经验借鉴、政策互通等机制建设(祝影等,2019)。据此,学者们提出了高新技术产业集聚驱动产业结构升级的理论(Kose et al.,2003;杨浩昌等,2020),以及加快高新技术产业集聚,推动产业结构升级的具体路径(郭卫军、黄繁华,2021)。

二是高新技术产业集聚与产业新旧动能转换研究(产业链中观层面)。我国高新技术产业协同创新为经济增长的新引擎与发动机,为经济高质量发展提供源动力,能够实现产业新旧动能实质转变(孟斌斌等,2022)。同时,高新技术产业主导的技术创新型产业“新动能”替代制造业大规模、粗放型、高污染的要素禀赋型产业“旧动能”,能够有效推动经济实现高速增长向高质量发展转变(庞磊,2022;朱子云,2019;Acemoglu and Restrepo,2018)。学者们围绕高新技术产业集聚与产业新旧动能转换的机制与路径进行了多维度的诠释,包括不同区域高新技术产业内外联动的发展机制(陈劲等,2011)、上下联动的发展模式(许娟等,2009;张越、余江,2016)以及高新技术产业集聚协同创新的发展路径(赵炎等,2022),诠释推动产业新旧动能转换的内在逻辑(裴长洪、倪江飞,2020)与分解因素(郑江淮、荆晶,2023),进一步推动增长动力切换(刘秉镰、陈诗一,2019)。

三是高新技术产业集聚与产业链安全稳定自主可控研究(产业链微观层面)。我国高新技术产业关键技术(光刻机、芯片、触觉传感器等)面临“卡脖子”问题(袁立科,2022),构建产业链新格局、提升自主创新能力,建设安全稳定的产业链体系(任保平,2021)成为新时代的新要求。至此,产业链安全稳定上升为国家战略,学术研究逐步由价值链(Antras and Alonso,2020;Gereffi and Lee,2016)转向产业链(林淑君、倪红福,2022),突破了纯经济效应的考量。学者们从理论上提出高新技术产业集聚打通产业链堵点断点,推进点链协同、长短结合与内外联动(盛朝迅,2022),以及重组、迁移与合并产业链,重塑产业链关键技术,降低对外依赖程度,提升产业链安全水平(徐奇渊、东艳,2022)的观点。罗良文、赵凡(2021)通过实证研究高新技术产业集聚与工业总产值增长率代理的产业竞争力问题,发现高新技术产业集聚有效地提升了产业竞争力水平。田喜洲等(2021)、吴伟萍等(2020)、Xie et al.(2019)、Kohler(2002)等国内外研究得出与上述研究相似的结论。

基于现有研究,文章聚焦高新技术企业集聚微观层面,细化分析六类行业、八大区域异质性,量化研究产业链关键环节自主可控程度,实证分析高新技术企业集聚、自主创新驱动产业链关键环节自主可控提升的程度,旨在连接理论与实证研究的缝隙。

### 三、理论分析与研究假设

#### (一)理论分析

高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控的直接效应。高新技术企业集聚理论源于熊彼特创新产业集聚理论,融合产业集聚理论与技术创新理论阐释创新成簇群集于近邻部门的非随机分布现象(约瑟夫·熊彼特,2020)。高新技术企业集聚异质于传统产业集聚,能够实现核心技术“1+1>2”的规模经济效应,实现核心技术“涌现”,形成关键技术催化、分工、扩散与一体化协作的产业链模式(刘鹏振等,2022)。同时,高新技术企业集聚为指向性集聚,梳理围绕“卡脖子”产业链关键环节设立靶向目标,通过横向经济联系,推进同类型高新技术企业竞争集聚“做大做强”,核心技术优胜劣

汰,以及纵向经济联系,推进异质性高新技术企业合作集聚“互利共生”,实现优势互补,进一步提升产业链关键环节垂直专业化水平,形成关键环节自主可控的完整产业链体系。此外,我国产业链发展具有“干中学”和“用中学”的后发优势,随着高新技术企业集聚规模经济效应日益凸显,国内企业之间的可变成本、交易成本不断下降,产业链的“向心力”逐步增强,高新技术企业核心技术的极化效应与回程效应将进一步强化(罗巍等,2020),逐步破解产业链关键环节技术封锁问题,实现产业链关键环节自主可控。

高新技术企业集聚通过技术创新驱动产业链关键环节自主可控的间接效应。高新技术企业集聚推进利用式创新逐步走向探索式创新(凌鸿程等,2022),关键技术实现从无到有、从0到1、由点到线的突破。高新技术企业集聚能够高效率组织与协调产业链上下游技术合作,推动产业前向关联技术应用与后向关联技术创新,实现关键技术自主创新能力提升(刘海兵、杨磊,2022)。同时,技术创新作为我国产业链关键环节自主可控的重要支点,关键技术的渐进式利用创新转变为根植性探索创新,自主创新加速推进了产业链关键环节的核心技术实现由引进为主、引创并举到自主创新引领的转变(程恩富、吴文新,2019),实现产业链关键环节自主可控。此外,高新技术企业自主创新通过精耕细作、靶向作战,进一步推动技术链与产业链适配程度提升,将技术链赋能产业链,技术研发转化应用于产业链关键环节,实现技术与产业同频共振,制造中心向创造中心转变,有效提升产业链关键环节自主可控程度(张于喆等,2021)。故而,我国高新技术企业自主创新应聚焦世界科技前沿、国家战略需要与本土产业优势,评定产业链重点领域关键技术,合理运用新型举国体制,攻克产业链关键环节核心技术。

## (二)高新技术企业创新决策理论模型

新古典经济学认为技术进步推动了经济增长,创新是经济增长的动力源泉。同时,熊彼特创新产业集聚理论提出破坏性创造有效地推动了经济增长,技术创新随时间变化呈现非随机过程的概率密度分布。文章依据熊彼特创新理论,对高新技术企业集聚与技术创新决策问题建模。

文章参照熊彼特技术创新理论与Philippe et al.(2018)研究思想,差异化于传统理论研究,聚焦高新技术企业研究对象,构建适用于高新技术企业的创新决策理论模型。文章假设高新技术企业存在A和B两家,集聚于同一地区,每家企业都有生产部门和研发部门,同时,企业将高技能劳动(研发人员)和资本投入作为生产要素组织生产。

### 1. 生产部门

文章按照替代弹性不变的柯布-道格拉斯(Cobb-Douglas)函数组织生产,研究生产部门、研发部门对高新技术企业创新决策的影响,则有高新技术企业A和B的生产函数如下所示:

$$\text{高新技术企业 A 的生产函数: } Y_{A_t}^l = (T_{A_t}^l)^{\mu_a} (L_{A_t}^l)^{\mu_a} (K)^{1-\mu_a} \quad (1)$$

$$\text{高新技术企业 B 的生产函数: } Y_{B_t}^l = (T_{B_t}^l)^{\mu_b} (L_{B_t}^l)^{\mu_b} (K)^{1-\mu_b} \quad (2)$$

其中, $T_{A_t}^l$ 和 $T_{B_t}^l$ 分别表示高新技术企业A和B的技术水平, $\mu_a$ 为技术水平的弹性参数, $L_{A_t}^l$ 和 $L_{B_t}^l$ 分别表示高新技术企业A和B的研发人员数量, $\mu_a$ 和 $\mu_b$ 分别表示高新技术企业A和B研发人员投入回报参数,K为高新技术企业A和B的资本投入密度。为了简化研究问题,假设A和B两个企业的资本投入密度为1,则A和B两个企业的生产函数简化为 $Y_{A_t}^l = (T_{A_t}^l)^{\mu_a} (L_{A_t}^l)^{\mu_a}$ 和 $Y_{B_t}^l = (T_{B_t}^l)^{\mu_b} (L_{B_t}^l)^{\mu_b}$ 。

## 2. 研发部门

研发部门的技术创新可能成功,也可能失败。文章依据熊彼特技术创新理论,将技术创新概率  $P_{it}^l$  和研发人员投入  $L_{it}^l$ 、现有技术水平  $T_{it}^l$  的关系表示如下:

$$P_{it}^l = \lambda \left( \frac{L_{it}^l}{T_{it}^l} \right)^{\delta_i}, 0 < \lambda < 1 \quad (3)$$

其中,  $\lambda$  为研发部门生产效率参数,  $\delta_i$  为研发部门弹性系数,  $L$  为研发人员投入数量,  $T$  为现有技术水平。为了简化研究问题,文章假定研发部门为单位弹性,则有技术创新概率简化为  $P = \lambda(L/T)$ 。技术创新成功概率与研发投入人员数量呈正向相关,即随着研发投入人员数量增多,创新成功概率越大;而技术创新成功概率与现有技术水平呈负向相关,即现有技术水平越高,边际创新难度越大,成功概率越小。

同时,研发部门对生产部门具有一定的影响,技术创新成功,技术水平提高,生产效率提升,而技术创新失败,技术水平停滞于现有技术水平组织生产。文章假定技术创新成功的概率为  $P_i$  ( $i = A, B$ ), 则技术创新失败的概率为  $1 - P_i$ , 若技术创新成功,高新技术企业技术水平提高,如下所示:

$$T_{it}^l = \zeta T_{it-1}^l, \zeta > 1 \quad (4)$$

其中,  $\zeta$  为技术乘子,服从参数为  $K$ , 下尾为 1 的帕累托分布。此时,对于高新技术企业 A 和 B 的技术创新概率期望值为:

$$E(P_{it}^l) = P_{it}^l \frac{k}{k-1} T_{it}^l + (1 - P_{it}^l) T_{it}^l \quad (5)$$

## 3. 高新技术企业创新决策

高新技术企业第一阶段进入市场生产时,假定研发部门为外生部门,技术创新概率  $P_{it}^l$  为常量,表示为  $\widetilde{P}_{it}^l$ , 研发部门成本固定为  $C(\widetilde{P}_{it}^l)$ , 根据利润最大化原则与拉格朗日函数,结合公式(4)和(5),则有:

$$\max E \sum_{t=t_0}^{\infty} \beta^t \left[ \rho_{it}^l \left( P_{it}^l \frac{1}{k-1} + 1 \right)^{\mu_i} (T_{it}^l)^{\mu_i} (L_{it}^l)^{\mu_i} - \omega_{it}^l L_{it}^l - C(\widetilde{P}_{it}^l) \right] \quad (6)$$

$$S.T. \quad \rho_{it}^l \left( P_{it}^l \frac{1}{k-1} + 1 \right)^{\mu_i} (T_{it}^l)^{\mu_i} (L_{it}^l)^{\mu_i} = \omega_{it}^l L_{it}^l + C(\widetilde{P}_{it}^l) \quad (7)$$

其中,  $\beta$  为高新技术企业组织生产的贴现因子,文章假定高新技术企业  $t$  为进入时期,依据高新技术企业生产均衡与利润最大化,拉格朗日函数的海塞矩阵半负定,求解得到高新技术企业对研发人员的需求函数,如下所示:

$$L_{it}^l = \left[ \omega_{it}^l / (1 - \zeta) \rho_{it}^l \right]^{-\frac{1}{\mu_i}} \left[ P_{it}^l / (k-1) + 1 \right] T_{it}^l \quad (8)$$

高新技术企业 A 和 B 第二阶段集聚发生时,市场具备竞争条件,驱动高新技术企业技术创新决策(可能成功,也可能失败),投入更多研发人员,成本随之上升,成本函数如下所示:

$$C(P_{it}^l) = \omega_{it}^l \left[ C_f + C_v / (1 - P_{it}^l) \right] \quad (9)$$

其中,  $C_f$  为研发人员的固定成本,  $C_v$  为研发人员的可变成本, 按照边际成本递增理论可知,  $C(P_{it}^l)$  的一阶导数和二阶导数均大于 0。同时, 高新技术企业创新决策平均成本作为研发人员的工资率水平, 则有:

$$\omega_{it}^l = \frac{C(P_{it}^l)}{L_{it}^l} \quad (10)$$

将高新技术企业技术创新概率公式(3)和成本函数公式(9)代入公式(10), 可以得到研发部门的研发人员需求函数, 如下所示:

$$L_{it}^l = C_f + C_v / \left[ 1 - \lambda \left( \frac{L_{it}^l}{T_{it}^l} \right) \right] \quad (11)$$

结合公式(11)与技术创新概率公式(3), 进一步推导得出高新技术企业技术创新决策概率函数:

$$P_{it}^{l*} = \frac{\lambda}{T_{it}^l} (C_f + C_v) + \lambda^2 \frac{C_v}{T_{it}^l - \lambda L_{it}^l} \quad (12)$$

通过联合高新技术企业技术创新概率公式(3)、成本函数公式(9)和人员需求函数公式(11), 不难发现技术创新决策概率  $P_{it}^{l*}$  函数随  $i$  的进入而增加, 二者呈现单调递增关系, 说明高新技术企业集聚能够推动企业 A 和 B 执行技术创新决策, 增加技术创新研发投入, 进一步提升技术创新水平和自主创新能力。

据此, 高新技术企业 A 和 B 集聚交替推进技术创新决策概率提升, 在产业链关键环节核心技术方面“精雕细刻、精耕细作”, 实现自主技术创新。文章通过上述理论分析与创新决策理论模型推演, 提出高新技术企业集聚、自主创新与产业链关键环节自主可控的研究假设。

假设 1: 高新技术企业集聚提升了产业链关键环节的自主可控能力, 进一步推动产业链关键环节实现自主可控。

假设 2: 高新技术企业集聚通过技术创新提升了产业链关键环节的自主可控能力, 技术创新为中介变量。

## 四、研究设计

### (一) 变量定义与测度方法

#### 1. 解释变量: 高新技术企业集聚

文章中高新技术企业集聚, 参照白冰等(2021)以及赵作权(2014)的研究方法, 采用空间基尼系数衡量, 高新技术企业空间集聚是空间格局偏离随机状态的过程, 空间基尼系数水平越高, 越远离空间随机状态, 具体如下式(13)所示:

$$Agglo_{it} = \frac{2}{m^2 \bar{c} \left[ \sum_j \lambda_j |c_j - \bar{c}| \right]} \quad (13)$$

其中,  $c_j = \frac{s_{ij}}{s_j}$ ,  $\bar{c} = \frac{1}{m} \sum_j c_j$ ,  $s_{ij}$  是高新技术企业所处行业  $i$  占  $j$  地区产值的比重,  $s_j$  是  $j$  地区产值占全

国总产值的比重,  $m$  为高新技术企业所处行业总数,  $\lambda_i$  是行业  $i$  按照  $c_j$  降序排列的位置数。因此, 空间基尼系数表示高新技术行业  $i$  相对于全国其他行业的集聚程度, 更为科学地测度高新技术企业集聚水平。文章采用空间基尼系数, 旨在弥合行业集中度、赫芬达尔指数以及区位熵等指标的测量误差与不足。高新技术企业集聚程度取值范围  $Agglo_{it} \in [0, 1]$ , 进一步可以得到如下结论: 当  $Agglo_{it}$  趋近于 0 时, 高新技术企业空间格局处于空间随机状态; 当  $Agglo_{it}$  趋近于 1 时, 高新技术企业空间格局处于集聚状态, 并且高新技术企业集聚空间基尼系数越高, 空间集聚水平越高。

## 2. 被解释变量: 产业链关键环节自主可控程度

文章参照王周伟等(2018)产业空间网络结构与测度方法, 构建并测算高新技术产业链节点中心度、中介度的整体网络密度。由于高新技术产业存在上游产业和下游产业, 即前向关联和后向关联, 故而, 文章将高新技术产业链节点前向关联和后向关联中心度分别定义为产业链的入度和出度, 如下所示:

高新技术产业链的入度:

$$TPN_{in} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n Industry_{ij} \quad (14)$$

高新技术产业链的出度:

$$TPN_{out} = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n Industry_{ji} \quad (15)$$

其中,  $TPN_{in}$  和  $TPN_{out}$  分别表示高新技术产业链前向关联产业和后向关联产业数量。同时, 通过对高新技术产业链入度和出度算术平均测算, 构建高新技术产业链的中心度, 如下所示:

$$TPN_{it} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n Industry_{ij} + \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n Industry_{ji}}{2} \quad (16)$$

高新技术产业的中心度越高, 说明该节点在整个产业链中越具有支配地位和优先选择权力。同时, 为了考察高新技术产业链节点在整个产业链或生产网络中的媒介功能强度, 文章进一步构建高新技术产业中介度指标, 如下所示:

$$TPN_{me} = \frac{1}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n \frac{Industry_{ik}(i)}{Industry_{ik}} \quad (17)$$

其中,  $Industry_{ik}$  表示高新技术产业链之间关联路径条数总数, 而  $Industry_{ik}(i)$  表示经过该高新技术产业节点的路径条数。此外, 为了除去产业网络规模的影响, 对公式(17)除以自由度  $(n-1)(n-2)$  进行标准化处理, 进一步阐释高新技术产业中介度, 有效测度产业链节点在生产网络中的媒介强度, 产业链中介度数值越大, 产业链节点对整个生产网络的影响越大, 反之亦然。若该产业链节点不承担中介作用, 则会使其上下游产业链条出现断裂, 致使整个生产网络无法正常运行, 文章引入高新技术产业中介度进一步衡量该产业链的关键环节。

文章采用高新技术产业链中心度与中介度作为被解释变量, 衡量产业链关键环节可控问题, 基于以下三点考虑: 一是产业空间网络结构理论与测度方法能够有效解决复杂生产网络中的节点问题, 匹配生产网络节点指向其他节点或被其他节点指向, 而后进行算术平均计算, 能够进一步划分为点出度、点入度和中心度, 即出度、入度和中心度; 二是产业空间网络结构理论能够直观地反映产业

链关键环节可控程度问题,同时,该理论与测度方法适用于各类型产业,包括高新技术产业。故而,文章对高新技术产业链出度、入度和中心度的计算更具实践意义,能够有效指出我国“卡脖子”产业链关键环节自主可控问题,进而提出具有针对性的对策建议;三是已有文献对产业空间网络结构理论应用于其他产业的支撑(李敬等,2014;Gereffi and Lee.,2016)。因此,文章采用产业空间网络结构方法测算高新技术产业链的入度、出度和中心度,衡量产业链关键环节自主可控问题。

### 3. 中介变量与控制变量

基于以往研究,文章将高新技术企业专利被引数量与专利授权率之积作为中介变量,衡量高新技术企业自主创新程度,实证研究高新技术企业集聚、自主创新与产业链关键环节自主可控问题。同时将研发投入强度、贸易开放度、外商直接投资占比、产业结构水平、人力资本水平以及全要素生产率代表的经济发展水平作为控制变量,实证分析的相关变量选择与测度方法,详见下表1所示。

表1 相关变量与测度方法

变量	变量名称	符号	测量方法
被解释变量	高新技术产业链中心度	$TPN_{it}$	高新技术产业前向关联和后向关联数目的算术平均数
	高新技术产业链中介度	$TPN_{me}$	经过高新技术产业节点的路径数目与产业链之间关联路径总数的比值
解释变量	高新技术企业集聚程度	$Agglo_{it}$	高新技术企业空间基尼系数,区域(或行业)与高新技术产业总产值比重的离差绝对值与行业总数、行业均值、降序赋权倒数方式
中介变量	自主创新	$Innovation_{it}$	高新技术企业专利被引数量与专利授权率之积
控制变量	研发投入强度	$RD_{it}$	研发资金投入占GDP比重
	贸易开放度	$Trade_{it}$	进出口总值占GDP比重
	外商直接投资占比	$FDI_{it}$	外商直接投资占GDP比重
	产业结构水平	$Industry_{it}$	服务业占工业产业产值比重
	人力资本水平	$Education_{it}$	研究生以上受教育居民占比
	全要素生产率	$TFP_{it}$	采用DEA-Malmquist方法对高新技术产业全要素生产率进行计算

注:作者整理

文中高新技术企业集聚为微观企业层面数据,将高新技术企业数据按照所有制类型、所处行业以及地区分类,测度高新技术企业集聚程度,自主创新采用高新技术企业专利被引数量与专利授权率之积衡量,产业链关键环节自主可控相关指标为产业层面数据。因此,文章从高新技术企业所有制类型、行业和地区角度研究产业链关键环节自主可控问题,旨在提出具有操作性与针对性的对策建议。

## (二)数据来源与变量统计

### 1. 数据来源

文章采用数据主要来源于国泰安、高新技术产业数据库、《中国科技统计年鉴》以及各年《投入产出表》(2015、2017、2018、2020),缺省数据采用增长率迭代方式补足,行业层面、地区层面与所有制层面为企业数据加总分析。文中测算高新技术产业链出度、入度和中心度,采用《投入产出表》数据包括进口中间品等国际数据,聚焦高新技术产业,测算前向关联产业程度,部分学者称之为行业渗透程

度。此外,文章测算高新技术产业后向关联产业程度,并将两者结合考量该高新技术产业链节点中心度问题。同时,文章采用空间基尼系数测量我国高新技术企业集聚水平,根据《高新技术产业(制造业)分类(2017)》,将高新技术企业分为医药制造,航空、航天器及设备制造,电子及通信设备制造,计算机及办公设备制造,医疗仪器设备及仪器仪表制造,信息化学品制造等六类。文章参照中国经济增长韧性(王素素等,2022),以及地区经济发展不平衡(杨万平、李冬,2022)研究,按照经济发展程度,将区域分为东部沿海(上海、江苏、浙江)、北部沿海(北京、天津、河北、山东)、南部沿海(福建、广东、海南)、长江中游(湖北、湖南、江西、安徽)、黄河中游(陕西、山西、河南、内蒙古)、西南地区(云南、贵州、四川、重庆、广西)、东北地区(辽宁、吉林、黑龙江)以及西北地区(甘肃、青海、宁夏、西藏、新疆)等八个区域。同时,文章采用高新技术企业专利被引数量与专利授权率之积衡量自主创新水平,数据来源于国泰安数据库。此外,产业链关键环节可控程度采用高新技术产业链中心度衡量,通过计算高新技术产业前向关联与后向关联产业数目,测算高新技术产业链入度和出度,将高新技术产业链入度和出度的算术平均数作为产业链中心度。同时,文章对高新技术产业进行行业分类,将经过该高新技术产业节点的路径数目与产业链之间关联路径总数之比作为产业链中介度,进一步衡量产业链关键环节的支配地位与优先选择权力,数据来源于《高新技术产业(制造业)分类(2017)》与《投入产出表》匹配,据此度量高新技术产业链入度与出度。此外,研发投入强度、贸易开放度、外商直接投资、产业结构水平、人力资本水平以及全要素生产率等指标数据来源于国家统计局、《全国科技经费投入统计公报》、各省《统计年鉴》、《中国人口统计年鉴》和《中国劳动统计年鉴》。

## 2. 变量描述性统计

文章对实证分析所需的变量进行描述性统计,包括高新技术产业链中心度、中介度,高新技术企业集聚程度、高新技术企业自主创新能力,以及研发投入强度、贸易开放度、外商直接投资占比、产业结构水平、人力资本水平、全要素生产率等指标的平均值、标准差、最小值和最大值,具体如下表2所示。

表2 变量描述性统计

变量名	观测值	平均值	中位数	标准差	最小值	最大值
$TPN_{it}$	1356	32.37	28.50	12.43	18.25	42.65
$TPN_{me}$	1356	0.3631	0.2843	0.3326	0.0257	0.6834
$Agglo_{it}$	1356	0.7256	0.7183	0.0369	0.6251	0.9157
$Innovation_{it}$	1356	58.5762	56.2636	32.5421	1	113
$RD_{it}$	1356	79.8453	71.2633	62.0454	9.5780	192.8751
$Trade_{it}$	1356	0.4264	0.3824	0.6346	0.0526	0.7039
$FDI_{it}$	1356	0.3736	0.2932	0.2427	0.0079	0.4065
$Industry_{it}$	1356	3.1472	2.2715	2.3738	0.4132	5.2968
$Education_{it}$	1356	0.2267	0.2172	0.2542	0.4258	0.3275
$TFP_{it}$	1356	5.7356	5.2848	1.7331	-2.6365	16.3523

基于上述变量的描述性统计分析,笔者对高新技术企业集聚、自主创新以及产业链关键环节可

控问题进行实证研究,旨在测度我国高新技术企业集聚驱动自主创新,提升产业链关键环节可控的力度。

### (三)模型的设定

依据上述理论分析、创新决策理论模型推演、研究假设和设计,文章对高新技术企业集聚、自主创新与产业链关键环节自主可控问题进行实证分析,计量模型如下公式(18)至公式(24)所示:

$$TPN_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 Agglo_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (18)$$

$$TPN_{it} = \beta_1 + \beta_2 Agglo_{it} + \beta_3 RD_{it} + \beta_4 Trade_{it} + \beta_5 FDI_{it} + \beta_6 Industry_{it} + \beta_7 Education_{it} + \beta_8 TFP_{it} + \zeta_i + \eta_t + \nu_{it} \quad (19)$$

$$TPN_{me} = \gamma_1 + \gamma_2 Agglo_{it} + \theta_i + \tau_t + \delta_{it} \quad (20)$$

$$TPN_{me} = \kappa_1 + \kappa_2 Agglo_{it} + \kappa_3 RD_{it} + \kappa_4 Trade_{it} + \kappa_5 FDI_{it} + \kappa_6 Industry_{it} + \kappa_7 Education_{it} + \kappa_8 TFP_{it} + \varpi_i + s_t + \phi_{it} \quad (21)$$

其中,高新技术产业链中介度、高新技术企业集聚度、贸易开放度、外商直接投资占比等数据为(0,1)之间数据,回归模型控制个体和时间固定效应。此外,结合上述公式(18)至(21),关于高新技术企业集聚与自主创新中介效应的回归模型具体如下公式(22)至公式(24)所示:

$$Innovation_{it} = \rho_1 + \rho_2 Agglo_{it} + \rho_3 RD_{it} + \rho_4 Trade_{it} + \rho_5 FDI_{it} + \rho_6 Industry_{it} + \rho_7 Education_{it} + \rho_8 TFP_{it} + \sigma_i + \psi_t + \varrho_{it} \quad (22)$$

$$TPN_{it} = \varphi_1 + \varphi_2 Agglo_{it} + \varphi_3 RD_{it} + \varphi_4 Trade_{it} + \varphi_5 FDI_{it} + \varphi_6 Industry_{it} + \varphi_7 Education_{it} + \varphi_8 TFP_{it} + \iota_i + \pi_t + \omicron_{it} \quad (23)$$

$$TPN_{me} = \omega_1 + \omega_2 Agglo_{it} + \omega_3 RD_{it} + \omega_4 Trade_{it} + \omega_5 FDI_{it} + \omega_6 Industry_{it} + \omega_7 Education_{it} + \omega_8 TFP_{it} + \chi_i + \Omega_t + \Phi_{it} \quad (24)$$

其中,高新技术企业集聚、自主创新与产业链中心度和产业链中介度的回归分析中,贸易开放度、外商直接投资占比、产业结构水平、人力资本水平与全要素生产率等指标为一组控制变量。

## 五、实证分析

基于上述理论分析与研究设计,文章为了进一步分析高新技术企业集聚、自主创新与产业链关键环节自主可控问题,采用所有制层面、行业层面以及地区层面数据进行实证检验,实证测度高新技术企业集聚提升产业链关键环节自主可控程度。

### (一)基准回归结果

为了准确分析并测度我国高新技术企业集聚对产业链关键环节自主可控能力提升的影响程度,文章经过 Hausman 检验,发现 P 值为 0.0000,故而采用固定效应模型(FE)进行回归分析。

此外,文章采用高新技术产业链中心度与中介度的计数变量(未经算术平均处理)作为被解释变量参与回归作为对照,考虑到被解释变量产业链中心度和中介度计数变量的方差与期望存在显著差异,故而,文章采用负二项回归(NB)对比固定效应模型回归(FE)报告基准回归结果。下述模型 1 至模型 4 分别对应公式(18)至公式(21),基准回归结果如下表 3 所示。

表3 高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控基准回归结果

变量	模型1	模型2	模型1	模型2	模型3	模型4	模型3	模型4
	固定效应 回归	固定效 应回归	负二项 回归	负二项 回归	固定效应 回归	固定效 应回归	负二项 回归	负二项 回归
	$TPN_{it}$	$TPN_{it}$	$TPN_{it}$	$TPN_{it}$	$TPN_{me}$	$TPN_{me}$	$TPN_{me}$	$TPN_{me}$
Agglo	0.284*** (6.85)	0.205*** (7.47)	0.292*** (6.56)	0.197*** (6.22)	0.156*** (6.71)	0.086*** (9.96)	0.142*** (6.74)	0.076*** (8.52)
R&D		0.058*** (8.36)		0.052*** (8.11)		0.059*** (6.52)		0.069*** (5.57)
Trade		0.025*** (5.36)		0.029*** (7.88)		0.037*** (5.84)		0.018*** (7.43)
FDI		0.013*** (7.65)		0.019*** (9.33)		0.025*** (6.44)		0.031*** (8.48)
Industry		0.028*** (5.72)		0.025*** (6.35)		0.040*** (6.74)		0.027*** (8.26)
Education		0.060*** (8.73)		0.074*** (9.02)		0.069*** (9.42)		0.066*** (7.55)
TFP		0.012*** (6.83)		0.011*** (7.84)		0.007*** (8.27)		0.013*** (6.18)
常数项	0.195*** (7.40)	0.323*** (6.39)	0.271*** (7.46)	0.215*** (8.49)	0.303*** (8.96)	0.311*** (7.31)	0.391*** (7.26)	0.287*** (8.63)
年份	控制							
地区	控制							
观测值	1356	1356	1356	1356	1356	1356	1356	1356
R <sup>2</sup>	0.638	0.783	0.647	0.868	0.622	0.843	0.572	0.857

注:括号内为t值,\*,\*\*,\*\*\*分别表示10%、5%和1%的显著性水平。

通过上述基准回归结果分析,无论采用固定效应回归或是负二项回归,均可以得出高新技术企业集聚对产业链关键环节可控具有促进作用。通过模型1、2与模型3、4对比研究,发现高新技术企业集聚对产业链中心度和中介度均有促进作用,同时,高新技术企业集聚对产业链中心度的作用强度稍大于产业链中介度。究其原因,笔者认为高新技术企业集聚对产业链中心度和中介度的影响具备序贯特性,高新技术企业集聚首先影响产业链中心度,其次影响产业链中介度,源于高新技术企业集聚初期阶段有效地推动了产业前向关联与后向关联,影响高新技术产业链中心度;而高新技术产业链中介度建立在中心度的基础上。因此,高新技术企业集聚对产业链中介度的影响时滞于产业链中心度。故而,模型1、2和模型3、4呈现出高新技术企业集聚对产业链中心度和中介度的差异,这也反映了我国目前正处于产业链关键环节自主可控逐步实现的初期阶段。此外,通过各控制变量回归系数可以看出,研发投入强度、贸易开放度、外商直接投资占比、产业结构水平、人力资本水平以及全要素生产率等控制变量对产业链关键环节自主可控亦具有不同程度的推动作用。

## (二)所有制异质性回归结果

为了对比分析不同所有制高新技术企业对产业链关键环节自主可控的影响,文章将高新技术企业分为国有和民营高新技术企业,采用固定效应回归(FE)和负二项回归方式,如下表4所示。

表4 高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控不同所有制回归结果

变量	国有	国有	民营	民营	国有	国有	民营	民营
	固定效应 回归	负二项 回归	固定效应 回归	负二项 回归	固定效应 回归	负二项 回归	固定效应 回归	负二项 回归
	$TPN_{it}$	$TPN_{it}$	$TPN_{it}$	$TPN_{it}$	$TPN_{me}$	$TPN_{me}$	$TPN_{me}$	$TPN_{me}$
Agglo	0.205*** (6.83)	0.242*** (5.37)	0.143*** (6.77)	0.117*** (5.84)	0.169*** (9.48)	0.183*** (6.28)	0.093*** (5.38)	0.084*** (8.15)
R&D	0.048*** (7.47)	0.056*** (6.47)	0.041*** (5.68)	0.052*** (5.73)	0.055*** (6.42)	0.049*** (5.26)	0.051*** (5.66)	0.047*** (8.48)
Trade	0.026*** (5.83)	0.028*** (7.52)	0.019*** (6.47)	0.022*** (6.48)	0.027*** (9.43)	0.024*** (5.73)	0.031*** (7.53)	0.025*** (7.48)
FDI	0.017*** (6.53)	0.012*** (7.48)	0.013*** (6.31)	0.011*** (6.17)	0.023*** (4.52)	0.016*** (7.28)	0.021*** (7.37)	0.017*** (8.39)
Industry	0.038*** (6.51)	0.035*** (7.24)	0.026*** (7.23)	0.029*** (7.22)	0.031*** (6.40)	0.025*** (5.42)	0.031*** (7.37)	0.027*** (6.15)
Education	0.047*** (5.68)	0.055*** (6.27)	0.051*** (5.38)	0.062*** (7.26)	0.049*** (6.23)	0.042*** (7.38)	0.052*** (6.17)	0.044*** (5.66)
TFP	0.012*** (6.33)	0.016*** (7.36)	0.027*** (6.27)	0.016*** (5.73)	0.016*** (6.48)	0.014*** (7.51)	0.008*** (7.32)	0.013*** (8.26)
常数项	0.139*** (6.72)	0.183*** (7.66)	0.293*** (6.44)	0.127*** (7.55)	0.215*** (6.43)	0.107*** (7.73)	0.185*** (7.21)	0.171*** (6.33)
年份	控制							
地区	控制							
观测值	1356	1356	1356	1356	1356	1356	1356	1356
R <sup>2</sup>	0.649	0.731	0.742	0.882	0.737	0.825	0.854	0.848
系数差异 检验	0.037*** (8.59)				0.106*** (3.87)			

注:括号内为t值,\*,\*\*,\*\*\*分别表示10%、5%和1%的显著性水平。

通过上述不同所有制类型回归结果分析,参照连玉君、廖俊平(2017)的方法,结合对国有和民营高新技术企业似无相关Suest组间系数差异检验,发现存在显著差异,据此文章得出以下四个方面的结论:一是国有和民营高新技术企业集聚对产业链中心度和中介度提升均有促进作用,并且高新技术企业集聚对产业链中心度的影响高于对产业链中介度的影响;二是国有高新技术企业集聚对产业链中心度和中介度的影响程度高于民营企业,即产业链关键环节可控问题更多依赖于国有高新技术企业;三是固定效应回归与负二项回归结果均显示高新技术企业集聚显著地提升了产业链关键环节自主可控程度,负二项回归结果中高新技术企业集聚对产业链中心度和中介度的影响稍强于固定效应回归;四是研发投入强度、贸易开放度、外商直接投资占比、产业结构水平、人力资本水平以及全要素生产率等控制变量对产业链中心度和中介度具有不同程度的推动作用。究其原因,笔者认为国有高新技术企业集聚具有靶向性,服务于国家发展战略。因此,通过对国有高新技术企业集聚的靶向制度与目标设计,突破“卡脖子”产业瓶颈,推动产业链关键环节自主可控十分必要。

### (三)行业制异质性回归结果

文章依据高新技术产业(制造业)分类(2017)标准,将高新技术产业细分为医药制造,航空、航天器及设备制造,电子及通信设备制造,计算机及办公设备制造,医疗仪器设备及仪器仪表制造,信息化学品制造六类行业,匹配历年《投入产出表》对上述六类行业的产业链中心度与中介度进行测算。同时,文章对模型进行行业异质性检验,如下表5所示。

表5 高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控不同行业回归结果

变量	医药制造	航空、航天器及设备制造	电子及通信设备制造	计算机及办公设备制造	医疗仪器设备及仪器仪表制造	信息化学品制造
	TPN <sub>it</sub>					
Agglo	0.076*** (6.28)	0.262*** (4.96)	0.183*** (5.25)	0.105*** (6.37)	0.017*** (6.44)	0.092*** (8.48)
R&D	0.046*** (6.47)	0.058*** (6.38)	0.061*** (7.43)	0.053*** (6.48)	0.045*** (9.12)	0.062*** (7.58)
Trade	0.027*** (5.68)	0.029*** (6.44)	0.021*** (5.33)	0.019*** (6.58)	0.022*** (7.58)	0.018*** (6.38)
FDI	0.019*** (7.66)	0.015*** (5.48)	0.023*** (6.39)	0.018*** (5.37)	0.025*** (7.37)	0.018*** (6.38)
Industry	0.036*** (8.26)	0.039*** (7.33)	0.043*** (6.44)	0.027*** (6.17)	0.033*** (8.34)	0.039*** (6.38)
Education	0.058*** (7.37)	0.047*** (6.16)	0.048*** (8.48)	0.052*** (5.84)	0.047*** (4.88)	0.062*** (7.14)
TFP	0.014*** (5.39)	0.016*** (5.18)	0.017*** (6.24)	0.025*** (7.27)	0.017*** (5.83)	0.016*** (6.57)
常数项	0.326*** (8.47)	0.473*** (7.48)	0.582*** (6.32)	0.224*** (7.42)	0.147*** (8.27)	0.248*** (6.48)
年份	控制	控制	控制	控制	控制	控制
地区	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	1356	1356	1356	1356	1356	1356
R <sup>2</sup>	0.626	0.741	0.693	0.836	0.718	0.837
系数差异检验	0.054*** (6.44)	0.026*** (7.17)	0.075 (0.64)	0.037*** (9.25)	0.025*** (6.89)	0.019*** (7.55)

注:括号内为t值,\*,\*\*,\*\*\*分别表示10%、5%和1%的显著性水平。

通过上述不同行业回归结果分析,结合六类行业分类(系数差异检验共计15类),笔者仅对表5中相邻行业之间进行似无相关Suest组间系数差异检验,发现电子及通信设备制造与计算机及办公设备制造组间系数不存在显著差异,而其他行业之间系数存在显著差异。据此,文章得出六类行业对产业链中心度具有正向促进作用,进一步分析,可以看出不同行业对产业链中心度的影响存在显著差异。其中,航空、航天器及设备制造行业对产业链中心度的影响程度最高,而医疗仪器设备及仪器仪表制造行业对产业链中心度的影响程度最低。电子及通信设备制造业、计算机及办公设备制造业、信息化学品制造业、医药制造业介于期间,依次减弱。其中,电子及通信设备制造业和计算机及

办公设备制造业系数差异大小并未通过似无相关系数差异检验。笔者认为航空、航天器及设备制造业为我国靶向发展的重点行业,在核心技术上一定程度突破了“卡脖子”的束缚。同时,该行业涉及国家安全、政治稳定以及民生福祉问题,引致该行业得到了长足的发展,而医疗仪器设备及仪器仪表制造行业尚处于初步发展阶段,落后于其他高新技术产业。

因此,我国应加强对产业链关键环节控制力较弱的行业进行靶向目标设计,逐步突破“卡脖子”产业瓶颈,实现高质量增长与发展。此外,文章通过对产业链中心度指标替换为产业链中介度指标,同时,采用负二项回归方式交替对不同行业高新技术企业集聚与产业链关键环节自主可控问题进行研究,结论类似,文章报告了以产业链中心度为被解释变量、固定效应模型的回归结果。

#### (四)区域制异质性回归结果

考虑到不同区域之间高新技术企业集聚对产业链关键环节自主可控影响程度的差异,文章实证研究不同区域高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控问题,回归结果如下表6所示。

表6 高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控不同区域回归结果

变量	东部沿海	北部沿海	南部沿海	长江中游	黄河中游	西南地区	东北地区	西北地区
	TPN <sub>it</sub>							
Agglo	0.248*** (7.38)	0.225*** (8.33)	0.203*** (7.36)	0.135*** (7.47)	0.114*** (8.32)	0.075*** (8.47)	0.037*** (7.82)	0.016*** (5.69)
R&D	0.052*** (6.26)	0.048*** (7.58)	0.045*** (6.46)	0.036*** (7.37)	0.041*** (7.33)	0.032*** (6.17)	0.046*** (7.44)	0.032*** (6.57)
Trade	0.027*** (6.24)	0.021*** (8.68)	0.025*** (5.48)	0.023*** (5.35)	0.018*** (8.73)	0.031*** (7.47)	0.024*** (5.58)	0.013*** (6.38)
FDI	0.018*** (7.38)	0.027*** (5.58)	0.011*** (5.48)	0.010*** (7.15)	0.017*** (7.37)	0.013*** (6.31)	0.016*** (4.73)	0.011*** (7.44)
Industry	0.036*** (5.48)	0.031*** (5.28)	0.027*** (6.38)	0.037*** (7.83)	0.024*** (5.46)	0.027*** (6.12)	0.035*** (5.36)	0.028*** (7.58)
Education	0.063*** (7.44)	0.038*** (7.18)	0.047*** (6.31)	0.032*** (6.18)	0.035*** (7.16)	0.026*** (5.47)	0.035*** (7.25)	0.026*** (4.66)
TFP	0.025*** (5.16)	0.016*** (6.14)	0.028*** (7.15)	0.027*** (8.48)	0.022*** (7.47)	0.023*** (6.55)	0.018*** (5.52)	0.015*** (7.25)
常数项	0.263*** (5.47)	0.143*** (6.47)	0.348*** (7.58)	0.223*** (6.57)	0.215*** (7.73)	0.107*** (4.79)	0.159*** (6.38)	0.138*** (5.84)
年份	控制							
地区	控制							
观测值	1356	1356	1356	1356	1356	1356	1356	1356
R <sup>2</sup>	0.487	0.536	0.837	0.568	0.328	0.431	0.537	0.624
系数差异检验	0.104*** (4.75)	0.059*** (6.83)	0.030*** (7.61)	0.028*** (5.36)	0.029*** (8.11)	0.015** (2.21)	0.022* (1.89)	0.068*** (6.98)

注:括号内为t值,\*、\*\*、\*\*\*分别表示10%、5%和1%的显著性水平。

文章参照杨万平、李冬(2022)的做法,按照经济发展程度将我国分为八个区域。通过上述回归

结果分析,结合不同区域高新技术企业似无相关Suest组间系数差异检验,发现系数存在显著差异,其中,西南地区与东北地区在5%的显著性水平下通过检验,而东北地区和西北地区在10%的显著性水平下通过检验。据此得出各个区域高新技术企业集聚对产业链关键环节自主可控能力提升具有差异性的促进作用,八个区域作用强度由高到低依次为:东部沿海、北部沿海、南部沿海、长江中游、黄河中游、西南地区、东北地区和西北地区。文章按照作用强弱,将八个区域分为三个梯度:一是东部沿海、北部沿海和南部沿海区域,沿海地区高新技术企业集聚对产业链关键环节可控的推进作用最强;二是长江中游和黄河中游江河区域,推动作用稍弱于沿海区域;三是西南地区、东北地区和西北地区,推动作用弱于江河区域。究其原因,笔者认为各个区域之间高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控作用强弱的差异源于区域之间的自然资源与要素禀赋分布不同,导致区域之间发展存在联动性弱、协同性差、耦合度低等问题,尚未形成联动发展、定位清晰、协同共生的格局。因此,高新技术企业集聚需要国家层面的目标选择、区域定位和制度设计,弥合各个区域之间的缝隙。文章通过以上高新技术企业所有制、行业和区域层面回归结果研究,验证了假说1成立。

#### (五)中介效应回归结果

文章参照江艇(2022)中介效应的操作建议,考虑内生性问题,对高新技术企业集聚、自主创新,以及产业链关键环节自主可控回归结果进行汇报。同时,文章分别将产业链中心度和产业链中介度作为被解释变量,高新技术企业集聚作为解释变量,进一步检验前述理论传导机制,具体如下表7所示。

表7 高新技术企业集聚、自主创新与产业链关键环节自主可控传导机制检验

变量	Agglo—Innovation—TPN <sub>it</sub>		Agglo—Innovation—TPN <sub>me</sub>	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	TPN <sub>it</sub>	Innovation	TPN <sub>me</sub>	Innovation
Agglo	0.636*** (6.23)	0.835*** (5.62)		
Agglo			0.596*** (5.59)	0.835*** (5.62)
控制变量	是	是	是	是
年份	控制	控制	控制	控制
地区	控制	控制	控制	控制
观测值	1356	1356	1356	1356
R <sup>2</sup>	0.836	0.652	0.671	0.747

注:括号内为t值,\*,\*\*,\*\*\*分别表示10%、5%和1%的显著性水平。

通过上述回归结果,可以得出,高新技术企业集聚显著地促进了产业链中心度和产业链中介度提升,说明高新技术企业集聚有效地驱动了产业链关键环节自主可控能力提升,验证了直接效应。同时,高新技术企业集聚显著地促进了自主创新程度提升,验证了高新技术企业创新决策理论模型,进一步说明高新技术企业集聚提升了自主创新程度。此外,自主创新能够逐步解决关键核心技术封锁问题,渐进突破“卡脖子”产业链关键核心技术瓶颈,重塑产业链关键环节的支配能力,提升产业链“核链”地位,实现关键环节自主可控(杨丹辉,2022;张杰,2022)。自主创新可以推进“卡脖子”产业链实现前向关联、后向关联和深度融合,厘清“卡脖子”产业体系,刻画产业链条,汇集关键技术,推动

光刻机、芯片、触觉传感器、真空蒸镀机等 35 项关键技术逐步突破,实现“卡脖子”技术由简到繁、由易到难、由相对低端到绝对高端的一一破解。同时,文章对产业链中心度和产业链中介度进行了似无相关 Suest 组间系数差异检验,发现在 1% 的显著性水平下通过检验,说明组间系数存在显著差异,通过两组回归系数比较,发现高新技术企业集聚对产业链中心度的推动作用强于对产业链中介度的推动作用,说明我国产业链关键环节自主可控能力尚处于产业链中心度提升的初步发展阶段。

因此,我国应加强高新技术企业集聚,协调高新技术企业的空间分布,使得异质性高新技术企业集聚进一步推动自主创新,实现产业链关键环节自主可控的靶向目标。文章通过理论传导机制的回归结果验证了假说 2 成立。

#### (六) 稳健性检验

为了检验实证结果的稳健性,文章采用对比主实验、改变统计口径、剔除异常值与倾向得分匹配 (PSM) 的方法对高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控的实证结果进行稳健性检验,如下表 8 所示。

表 8 高新技术企业集聚、自主创新与产业链关键环节自主可控稳健性检验

控制变量	变量	主实验	改变统计口径	剔除异常值	PSM
加入前	Agglo	0.284*** (6.48)	0.347*** (6.59)	0.294*** (7.59)	0.325*** (4.93)
	Innovation	0.194*** (6.50)	0.269*** (6.69)	0.202*** (6.59)	0.268*** (7.49)
	Agglo	0.247*** (7.38)	0.317*** (6.28)	0.382*** (6.28)	0.359*** (6.58)
	Innovation	0.185*** (7.59)	0.258*** (5.68)	0.301*** (7.77)	0.217*** (6.55)
	年份	是	是	是	是
	地区	是	是	是	是
	观测值	1356	1037	1247	1012
	R <sup>2</sup>	0.734	0.824	0.721	0.803
加入后	Agglo	0.103*** (7.73)	0.065*** (8.58)	0.152*** (6.38)	0.086*** (6.38)
	Innovation	0.072*** (8.21)	0.041*** (7.58)	0.147*** (7.52)	0.053*** (6.84)
	Agglo	0.069*** (7.39)	0.126*** (6.52)	0.096*** (7.10)	0.203*** (7.48)
	Innovation	0.061*** (7.45)	0.118*** (5.36)	0.136*** (6.33)	0.225*** (5.84)
	控制变量	是	是	是	是
	年份	是	是	是	是
	地区	是	是	是	是
	观测值	1356	1037	1247	1012
R <sup>2</sup>	0.704	0.815	0.848	0.915	

注:括号内为 t 值,\*,\*\*,\*\*\* 分别表示 10%、5% 和 1% 的显著性水平。

通过上述稳健性检验回归结果分析,可以得出高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控的实证研究结果是稳健的。文章采用方法具体包括控制变量加入前和加入后的对比分析;替换被解释变量方法,即高新技术产业链中心度指标替换为产业链中介度指标;剔除异常值检验方法,即去除样本残差大于5的数据;改变统计口径检验方法,即样本数据选取分税制改革后数据,1995年至2020年样本数据,以及倾向得分匹配(PSM)方法对高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控问题进行稳健性检验,发现实证结果均是稳健的。因此,高新技术企业集聚有效提升了产业链关键环节可控能力结果是可靠的。

## 六、结论与政策启示

通过高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控机制推演与实证分析,文章得出以下结论:总体层面,高新技术企业集聚有效地提升了产业链关键环节自主可控能力;具体来看,所有制层面,国有高新技术企业集聚提升产业链关键环节可控能力作用强于民营企业,行业层面,高新技术企业集聚对产业链关键环节可控推动程度存在显著差异,地区层面,由东部沿海到西北地区高新技术企业集聚提升产业链关键环节自主可控能力逐步减弱。此外,自主创新承担部分中介效应,高新技术企业集聚可以通过自主创新提升产业链关键环节自主可控程度。

据此,中国产业链关键环节自主可控何以实现?通过高新技术企业集聚驱动产业链关键环节自主可控研究,结合党的二十大报告精神,文章的政策启示主要有以下五个方面。一是健全新型举国体制,破解产业链制约瓶颈。通过新型举国体制突破重点高新技术领域核心技术,改善产业链中的“木桶效应”,以自主创新引领和支撑高新技术产业跨越式发展,制定创新催化、创新分工、创新扩散、一体化协作的产业链瓶颈突破实践路径,以技术“进链”、企业“进群”、产业“进带”、园区“进圈”为主线,实现产业链关键环节自主可控;二是强化科技强国战略,落实科技政策。科技政策聚焦新一代信息技术、生物医药、高端装备制造、新能源和新能源汽车、绿色环保等关键核心技术领域,自立自强,布局实施战略性全局性前瞻性国家重大科技项目,组建企业科技中心和工程技术中心,强化吸收、转化和创造新技术,深化科技改革、科技评价、科研管理以及知识产权保护机制。科技政策支持生产开发创新、供应链整合创新、产业集成化创新,推动创新“涌现”,实现产业链关键环节自主可控;三是完善人才强国战略,自主培养和引进并举,提升关键技术突破的“加速度”。人才引领驱动高新技术企业自主创新,完善人才战略布局,通过提高人才自主培养质量与关键核心技术人才“引进来”互动,加快建设世界重要人才中心和创新高地,推动我国关键领域核心技术“高人一筹,领先一步”,不断完善关键核心技术攻关中人才发挥的重要作用,在高新技术关键领域的国际分工中占据有利位置,为产业链关键环节自主可控提供有力支撑;四是推动国有高新技术企业关键技术“靶向”目标设定,服务国家战略。加大国有高新技术企业的政策与经费支持,针对“卡脖子”产业增加研发经费投入,逐步突破“卡脖子”产业瓶颈。同时,通过国有高新技术企业的“示范效应”,引导民营高新技术企业资本流向“卡脖子”产业,实现国有和民营高新技术企业融合协同发展,进一步推动产业链中心度与中介度提升,实现产业链关键环节自主可控;五是推进高新技术企业合理布局、区域协调与联动发展,弥合区域之间产业链关键环节连接的缝隙。通过异质性、高技术企业集聚推动关键技术自主创新,各

个区域联动发展赋能高新技术企业加速集聚,聚焦发展核心技术重点领域,建立“高新技术企业集聚-自主创新-产业链关键环节可控”循环发展模式,逐步推动产业链由追随到领导地位的转变,实现关键环节自主可控。

因此,我国应健全新型举国体制,强化科技强国与人才强国战略,推动关键技术“靶向”目标设定,合理布局高新技术企业集聚,推进区域之间协调与联动发展,有效解决低端产业链转移与高端产业链回流问题,进一步降低产业链“两端断链”的风险,实现产业链关键环节自主可控。

## 参考文献

- 白冰、赵作权、张佩,2021,“中国南北区域经济空间融合发展的趋势与布局”,《经济地理》,第2期,第1-10页。
- 陈劲、项杨雪、金鑫,2011,“突破带动型高新技术产业的经济联动性及形成过程研究”,《浙江大学学报(人文社会科学版)》,第4期,第174-183页。
- 程恩富、吴文新,2019,“论自主创新的若干问题”,《红旗文稿》,第18期,第27-29页。
- 郭卫军、黄繁华,2021,“高技术产业集聚对经济增长质量的影响——基于中国省级面板数据的实证研究”,《经济问题探索》,第3期,第150-164页。
- 何龙斌、何协、杨婉楹,2021,“中国高技术产业空间格局演变特征研究”,《中国科技论坛》,第9期,第42-51页。
- 黄海清、魏航,2022,“我国高技术企业产业结构升级的影响研究”,《财经理论与实践》,第1期,第123-130页。
- 江艇,2022,“因果推断经验研究中的中介效应与调节效应”,《中国工业经济》,第5期,第100-120页。
- 金碚,2021,“以自主可控能力保持产业链供应链安全稳定”,《中国经济评论》,第2期,第14-16页。
- 李敬、陈澍、万广华、付陈梅,2014,“中国区域经济增长的空间关联及其解释——基于网络分析方法”,《经济研究》,第11期,第4-16页。
- 李天健、赵学军,2022,“新中国保障产业链供应链安全的探索”,《管理世界》,第9期,第31-41页。
- 连玉君、廖俊平,2017,“如何检验分组回归后的组间系数差异?”,《郑州航空工业管理学院学报》,第6期,第97-109页。
- 林淑君、倪红福,2022,“中国式产业链链长制:理论内涵与实践意义”,《云南社会科学》,第4期,第90-101页。
- 凌鸿程、阳镇、陈劲,2022,“‘破旧立新’还是‘推陈出新’? ——信任环境下的企业二元创新的重新审视”,《科学学与科学技术管理》,网络首发:<http://hns.cnki.net/kcms/detail/12.1117.G3.20221128.1211.002.html>。
- 刘秉镰、陈诗一,2019,“增长动力转换与高质量发展”,《经济学动态》,第6期,第63-72页。
- 刘海兵、杨磊,2022,“后发高新技术企业创新能力演化规律和提升机制”,《科研管理》,第11期,第111-123页。
- 刘鹏振、武文杰、顾恒、邵月婷,2022,“政府补贴对高新技术企业绿色创新的影响研究——基于企业生命周期和产业集聚视角”,《软科学》,网络首发:<http://hns.cnki.net/kcms/detail/51.1268.G3.20221223.1415.010.html>。
- 刘玉莲、张峥,2019,“我国高技术产业协同创新系统协同度实证研究”,《科技管理研究》,第19期,第183-189页。
- 龙瑜清、汤晓军,2021,“双循环下我国高技术产业链发展影响因素及应对思路”,《国际贸易》,第12期,第50-59页。
- 罗良文、赵凡,2021,“高技术产业集聚能够提高地区产业竞争力吗?”,《财经问题研究》,第1期,第43-52页。
- 罗巍、杨玄酯、唐震,2020,“‘虹吸’还是‘涓滴’——中部地区科技创新空间极化效应演化研究”,《中国科技论坛》,第9期,第49-58+71页。
- 孟斌斌、马春燕、陈力、史良、戚刚,2022,“国防高新技术培育经济新动能机理研究——基于技术创新-产业演化-高质量发展的视角”,《产业经济评论》,第4期,第26-45页。
- 庞磊,2022,“双向直接投资联动促进了产业新旧动能转换吗——来自中国数据的实证”,《中国经济问题》,第3期,第180-196页。
- 裴长洪、倪江飞,2020,“习近平新旧动能转换重要论述的若干经济学分析”,《经济学动态》,第5期,第3-14页。
- 曲永义,2022,“产业链链长的理论内涵及其功能实现”,《中国工业经济》,第7期,第5-24页。
- 任保平,2021,“畅通国民经济循环的重点问题和关键环节”,《人民论坛·学术前沿》,第5期,第41-45页。
- 任继球,2021,“澄清认识 加快构建‘卡脖子’技术攻关长效机制”,《宏观经济管理》,第4期,第19-25+33页。
- 盛朝迅,2022,“从产业政策到产业链政策:‘链时代’产业发展的战略选择”,《改革》,第2期,第22-35页。
- 田喜洲、郭新宇、杨光坤,2021,“要素集聚对高技术产业创新能力发展的影响研究”,《科研管理》,第9期,第61-70页。
- 王鹏、吴思霖,2020,“中国高技术产业集聚的空间溢出效应及其区域差异性——基于技术距离加权的空间计量研究”,《经济经纬》,

- 第2期,第86-96页。
- 王素素、卢现祥、李磊,2022,“中国经济韧性的南北差异及形成机理”,《南方经济》,第6期,第77-98页。
- 吴伟萍、林正静、向晓梅,2020,“经济特区竞争优势支撑的持续性产业升级——以深圳高新技术产业为例”,《南方经济》,第11期,第1-12页。
- 肖凡、王姣娥、黄宇金、古恒宇,2022,“中国高新技术企业分布影响因素的空间异质性与尺度效应”,《地理研究》,第5期,第1338-1351页。
- 徐奇渊、东艳,2022,《全球产业链重塑:中国的选择》,北京:中国人民大学出版社。
- 许娟、孙林岩、何哲,2009,“基于DEA的我国省际高技术产业发展模式及相对优势产业选择”,《科技进步与对策》,第2期,第30-33页。
- 杨丹辉,2022,“全球产业链重构的趋势与关键影响因素”,《人民论坛·学术前沿》,第7期,第32-40页。
- 杨浩昌、李廉水、张发明,2020,“高技术产业集聚与绿色技术创新绩效”,《科研管理》,第9期,第99-112页。
- 杨万平、李冬,2022,“中国八大区域经济发展质量的空间差异及其形成机制”,《当代经济科学》,第2期,第51-65页。
- 袁立科,2022,“国家关键技术选择与技术预测40年回顾与思考”,《中国科技论坛》,第12期,第25-34页。
- 约瑟夫·熊彼特著、何畏译,2020,《经济发展理论》,北京:商务印书馆。
- 张杰,2022,“中美科技创新战略竞争驱动下的全球产业链演变格局与应对策略”,《世界经济与政治论坛》,第4期,第1-21页。
- 张其仔,2021,“提升产业链供应链现代化水平路径研究”,《中国工业经济》,第2期,第80-97页。
- 张于喆、王海成、杨威、张铭慎、郑腾飞、程都,2021,“中国关键核心技术攻坚面临的主要问题和对策建议(笔谈)”,《宏观经济研究》,第10期,第75-116+130页。
- 张越、余江,2016,“新一代信息技术产业发展模式转变的演进机理——以中国蜂窝移动通信产业为例”,《科学学研究》,第12期,第1807-1816页。
- 赵作权,2014,《空间格局统计与空间经济分析》,北京:科学出版社。
- 赵炎、齐念念、阎瑞雪、孟庆时、栗铮,2023,“结构嵌入、吸收能力与企业持续性创新——来自高新技术企业联盟创新网络的证据”,《管理工程学报》,网络首发 DOI: 10.13587/j.cnki.jieem.2023.04.007。
- 郑江淮、荆晶,2023,“基于技能偏向性技术进步的经济增长动能分解”,《南方经济》,第1期,第28-48页。
- 周祺,2022,“全球产业链重构趋势与中国产业链升级研究”,《东岳论丛》,第12期,第129-136页。
- 朱子云,2019,“中国经济增长质量的变动趋势与提升动能分析”,《数量经济技术经济研究》,第5期,第23-43页。
- 祝影、邓小琪、雷家骥,2019,“中国省域高技术产业研发与制造系统耦合评价”,《科技进步与对策》,第13期,第58-67页。
- 邹梦婷、凌丹、黄大禹、谢获宝,2023,“制造业数字化转型与产业链现代化关联性研究”,《科学学研究》,第4期,第634-642+658页。
- Acemoglu, D. and Restrepo, P., 2018, “The Race Between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment”, *American Economic Review*, 108(6): 1488-1542.
- Antras, P. and Alonso, G., 2020, “On the Geography of Global Value Chains”, *Econometrica*, 84(4): 1553-1598.
- Bjorkdahl, J., 2020, “Strategies for Digitalization in Manufacturing Firms”, *California Management Review*, 62(4): 17-36.
- Brown, A., Fishenden, J. and Thompson, M., 2014, “Organizational Structures and Digital Transformation”, *Digitizing Government*, 165-183.
- Duval, R., Li, N., Saraf, R. and Seneviratne, D., 2016, “Value-Added Trade and Business Cycle Synchronization”, *Journal of International Economics*, 99(3): 251-262.
- Gereffi, G. and Lee, J., 2016, “Economic and Social Upgrading in Global Value Chains and Industrial Cluster: Why Governance Matters”, *Journal of Business Ethics*, 133(1): 25-38.
- Kose, M., Otrok, C. and Whiteman, C., 2003, “International Business Cycles: World, Region and Country-Specific Factors”, *American Economic Review*, 93(4): 1216-1239.
- Kohler, W., 2002, “Fragmentation: New Production Patterns in the World Economy”, *World Economy*, 25(3): 448-451.
- Aghion, P., Bergeaud, A., Leguien, M., Melitz and M. J., 2018, “The Impact of Exports on Innovation: Theory and Evidence”, NBER Working papers, No.24600.
- Xie, H., Chen, Q., Lu, F., Wang, W., Yao, G. and Yu, J., 2019, “Spatial-Temporal Disparities and Influencing Factors of Total Factor

Green Use Efficiency of Industrial Land in China”, *Journal of Cleaner Production*, 207: 1047–1058.

## How to Independently Control the Key Links of China’s Industrial Chain? ——A Study on the Agglomeration Effects and Technological Innovations of High-Tech Enterprises

Pang Lei Yang Xiaowei

**Summary:** Since 2017, President Xi has repeatedly pointed out that the world today is undergoing a major change unprecedented in a century. Chinese local high-tech companies received crackdowns and sanctions, such as Huawei and ZTE. The risk of reverse globalization has increased. China’s industrial chain is facing a two-way competition situation, with the low-end industrial chain moving to developing countries and the high-end industrial chain returning to developed countries. This makes China a manufacturing power rather than a powerhouse. How can the key links of China’s industrial chain be independently controlled? The clustering of high-tech enterprises provides an effective way to achieve autonomous control of key links in the industrial chain.

This paper empirically studies 1356 high-tech enterprises in China by using Guo Tai database, input-output table and listed company data. The spatial Gini coefficient is used to measure the agglomeration degree of high-tech enterprises and the industrial chain centrality and intermediation degree are used to measure the controllable degree of key links of industrial chain. This paper studies high-tech enterprises agglomeration and the degree of key links of industrial chain, and the following results are received: First, at the ownership level, the agglomeration of both state-owned and private high-tech enterprises contributes to the improvement of controllable ability of key links in the industrial chain, however, the intensity of state-owned enterprises is slightly higher than that of private enterprises; Second, at the industrial level, the promotion degree of high-tech enterprise agglomeration to the key links of the industrial chain is aviation, spacecraft and equipment manufacturing, electronic and communication equipment manufacturing, computer and office equipment manufacturing, information chemical manufacturing, pharmaceutical manufacturing and medical equipment instrumentation manufacturing, in descending order; Third, at the regional level, the intensity ranks the eastern coast, the northern coast, the southern coast, the middle reaches of the Yangtze River, the middle reaches of the Yellow River, the southwest region, the northeast region and the northwest region; Fourth, as for the mediating effect, technological innovation is the mediating variable of enterprise agglomeration and the key links of industrial chain. Accordingly, this paper proposes the design of targeted system for China’s key links of high-tech industrial chain, so as to improve the position of value chain and control the key links of industrial chain independently.

Accordingly, this paper proposes five policy inspirations. The first is to improve the new national system and break the bottleneck of industrial chain constraints. The second is to strengthen the strategy of strengthening the country through science and technology, and implement science and technology policies. The third is to improve the strategy of strengthening the country with talents, to train and introduce both independently, and to enhance the “acceleration” of key technology breakthroughs. The fourth is promote the “targeting” of key technologies in state-owned high-tech enterprises to serve national strategies. The last but not least is to promote the rational layout, regional coordination and linkage development of high-tech enterprises, and bridge the gaps in the connection of key links in the industrial chain between regions.

**Keywords:** High-Tech Enterprise; Key Links of Industrial Chain; Independent Innovation; High Quality

(责任编辑:谢淑娟)