政策规划

“政策-知识”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性的影响

李天哲[1]，周诗雨[2]

（1. 洛阳理工学院人工智能学院，洛阳 471023；2. 洛阳理工学院经济与管理学院，洛阳 471023）

摘要：鉴于集成电路产业中保障型、行动型两类政策的支持力度与高校、企业、科研机构三类创新主体知识溢出差异化需求的匹配程度，以及其对创新生态系统韧性的影响，运用文本挖掘和网络爬虫方法采集供需数据来搭建供需匹配模型，并实证检验匹配结果对集成电路创新生态系统韧性的影响。结果表明，在科技压力下，加强集成电路保障型政策对高校的供给力度，能更大限度地提升创新生态系统韧性；共生网络关系嵌入会削弱部分供需匹配对集成电路创新生态系统韧性的正向影响，保障了政策体系的高效制定与实施。

关键词：创新生态系统韧性；政策治理；供需匹配；集成电路

中图分类号：F204 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)12－0299－14

新一轮科技革命和产业变革正处于不断深化发展阶段，集成电路产业已成为科技角力的“主战场”，对培育新质生产力、保障国家安全具有十分重要的作用[1]。党的二十大报告强调坚决打赢关键核心技术攻坚战，加强科技创新和产业创新深度融合，跨区域整合科技创新力量和优势资源，打造更具全球竞争力的创新生态[2]。集成电路具有周期长、投入大、知识嵌入性强等特征，其关键核心技术突破高度依赖产业创新体系[3]。在当前逆全球化加剧背景下，“脱钩”与“断链”风险增加，富有韧性的创新生态系统为创新主体有效互动、创新资源高效流动提供了更大的腾挪空间，只有提升集成电路创新生态系统韧性才能更好地应对挑战，实现创新驱动发展战略。

有效供给理论指出，合理的政策供给是实现公共治理目标的关键，通过政策协调、制度创新、组织保障等多元途径，能够为各类主体互动营造稳定环境。面对外部环境冲击时，针对性的科技政策供给可成为系统韧性治理的核心抓手，为创新生态系统提供有效的缓冲机制，助力系统抵御风险、实现自适应发展，这也为探究政策与集成电路创新生态系统韧性的关联奠定了理论根基。国内研究中，杨伟等[4]揭示了科技政策与产业政策协同框架下，区域数字创新生态系统的韧性提升机制。刘兵等[5]结合新区创新生态系统韧性建设的现实需求，制定了适配的政策支持体系，破解了韧性建设中的制度性障碍与政策性瓶颈。许学国等[6]更是聚焦集成电路领域，从政策工具划分、组态模型构建、组态路径分析维度，搭建了区域集成电路创新生态系统韧性的治理研究框架。国外研究则从更广泛的创新生态视角展开探讨，Font-Cot 等[7]深入分析了公共政策在创业生态系统中的作用及数字化转型政策的影响效应。Cetindamar 等[8]通过梳理政策发展脉络、刻画核心行为主体，还原了澳大利亚创业和创新生态系统的演化过程。Calderini 等[9]提出将社会企业纳入变革性创新政策体系，能够有效缓解创新增长带来的负面效应。

现有研究已初步形成共识，政策的有效供给需源于实际需求，创新生态系统韧性治理并非单一依赖政府政策引导，还需重视市场驱动下知识溢出的自然禀赋，为政策与知识溢出的协同研究提供方向。但仍存在以下研究不足：①现有研究仅单一关注政策供给端对创新生态系统韧性的作用，未深入探究政策供给与创新主体知识溢出实际需求之间

收稿日期：2026-01-04

作者简介：李天哲(1996—)，男，河南新乡人，硕士，助理讲师，研究方向为工业智能；通信作者周诗雨(1995—)，女，河南洛阳人，博士，讲师，研究方向为技术创新管理。

的适配关系，缺乏对政策供给与知识溢出需求双向互动的系统性分析；②尚未结合集成电路产业的行业特征，明确不同类型政策与不同主体知识溢出需求的匹配逻辑，难以解释政策如何精准对接知识溢出需求以提升集成电路创新生态系统韧性；③对于政策供给与知识溢出需求的匹配程度如何影响创新生态系统韧性，尚未开展实证检验，也未厘清二者关联的内在机理，导致研究结论对集成电路产业韧性治理的实践指导缺乏针对性。因此，如何准确评估创新政策对创新主体知识溢出的供给效果？如何最大限度地发挥政策作用提升创新生态系统韧性？成为目前亟待解决的问题。

据此，本文将“政策支持-知识溢出”供需匹配与集成电路创新生态系统韧性置于统一研究框架。首先，应用文本挖掘和网络爬虫方法采集2011—2021年中国集成电路技术政策供给与知识溢出需求的匹配数据，搭建供需匹配模型。其次，运用固定效应模型分析不同的供需匹配模式对集成电路创新生态系统韧性的影响机理，深入探讨科技打压下，政策供给的有效匹配模式，并对共生网络关系嵌入的调节作用进行分析，尝试打开治理“黑箱”。本文不仅对提升集成电路创新生态系统韧性具有重要的现实意义，对深化、丰富政策效果的定量研究也具有一定的理论价值。

1 理论分析与研究假设

产业创新生态系统是一种创新范式的转变，其创新主体之间具有共生耦合、竞争合作等非线性交互关系，并以价值共创和产业升级为目的，以整合创新主体和优化创新资源为过程的一种可持续发展的生态系统[10]。本文提出集成电路创新生态系统则是由核心创新主体联结，以一定的内在逻辑进行集成电路技术与创新环境的交互融合[11]。具体来说，是以实现集成电路技术创新为基础的多要素共存生态系统，包括创新主体，即创新生产者、创新消费者、创新分解者。相应的环境因素，包括政策环境、创新环境、社会环境。其中，政府部门充当生产者角色，产生创新的动力与能量。核心企业、高校、科研机构等共同承担转化任务[12]，相当于消费者。最终由市场和用户将转化成果消化，起到分解者的作用，将产品进行资源化利用的同时向创新生产者反馈新的创新需求[13]。然而，这一过程的有效实现，需要依赖于具有韧性的集成电路创新生态系统。

集成电路创新生态系统韧性是系统应对内外部环境变化的能力。当前，中国集成电路正处在飞速发展的关键时期，由于集成电路行业结构高度专业化、创新体系不完善、技术壁垒高，创新主体之间缺乏有效的联动。大国博弈压力下，“卡脖子”问题向纵深化演进，集成电路供应链“断链”风险也随之加剧。韧性作为系统应对风险自适应调节靶向性指标，提升创新生态系统韧性是实施创新驱动发展战略，增强产业竞争力的重要保障[14]。在集成电路创新生态系统演化过程中，韧性由要素支撑力、结构抵抗力、环境恢复力、功能更新力四种核心能力构成，创新群落逐步从单一群落进化为群落网络，从而提高系统抵抗力。与此同时，各群落间资源共享并产生交互作用，网络化结构不断扩张，有效提高系统的恢复力、适应力。当系统遭受外部冲击时，为避免脆弱性导致的系统崩溃，系统中的更新力与之相对抗，四种能力环环相扣、层层递进，共同推进集成电路创新生态系统螺旋式发展[15]。

集成电路创新生态系统韧性在不同发展模式下具有不同的引导因素，如图1所示，主要包括市场导向模式中的知识因素与政府导向模式中的政策因素。知识因素包含创新主体知识溢出与技术创新，即通过知识的集聚、流动、重组和创新主体能力的提升来促进集成电路技术的产出与效率。创新生态系统通过对高校、企业、科研机构的合理分工，持续掌握最领先的核心技术并保持稳定产出。系统内知识、信息与技术不再呈现简单的线性状态，而是通过主体合作、学科交叉、产业融合等方式推动创新生态系统内技术创新与规模发展。通过不同的知识溢出模式降低交易的不确定性，以此稳定市场，提高创新生态系统的支撑力与更新力。知识溢出效应虽然能为创新生态系统内各创新主体创造更多的机会，但由于主体之间并不能做到完全的知识交流，因而也会存在一定程度的溢出风险。因此政府应该充分发挥宏观调控职能，制定更为完善的政策体系，为创新主体协同创新发展营造良好的外部环境[16]。政策因素包含组织保障、要素保障、制度保障等保障型政策，以及市场创建、能力建设、载体建设、主体培育等行动型政策，为技术创新提供政策引领，在市场之外起到托底作用。集成电路创新生态系统除了受传统系统风险影响，还需面对信息透明与高度竞争环境所带来的压力。在这种情形下，韧性提升更需要依赖政策对系统的前置保护。通过政策作用持续吸引稳定的劳动力、资金进入，为创新生态系统提供资源供给，同时降低系统内知识溢出与流动的成本，抵御信息与技术不对称

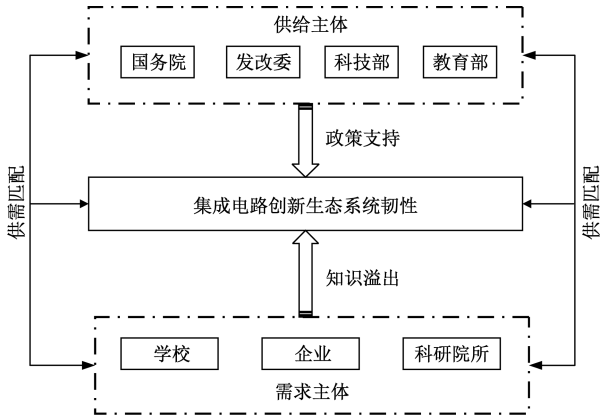


图 1　供需匹配驱动创新生态系统韧性治理的理论模型

等风险,以此增加系统抵抗力与恢复力,减缓外部冲击所带来的影响。

由此可见,集成电路创新生态系统韧性提升不仅应当重视市场驱动下知识的外部性,通过创新主体知识溢出形成更好的创新氛围。还需充分发挥政策工具引领作用,实现创新资源之间的良性互动。充分发挥有为政府和有效溢出的整合效应,通过产业政策与创新主体知识溢出之间的供需匹配,切实提升危机应对下的集成电路创新生态系统韧性。

1.1　“政策支持-知识溢出”供需匹配与创新生态系统韧性

“政策支持-知识溢出”供需匹配是指针对不同层次创新主体知识溢出的差异化需求对其匹配准确的政策工具,使其能够获得与自身发展目标相匹配的创新资源,进而发挥战略科技力量[17]。根据系统失灵理论,创新政策的着力点应放在克服系统失灵,构建结构合理、功能完善的技术创新生态系统上[18]。耿红军等[19]认为保障型政策是确保创新行动能够有效落实的关键支撑,行动型政策通过确保创新主体有效参与到关键核心技术突破进程中。储节旺等[20]认为创新生态系统是创新成果持续输出的基础保障,同时知识转移是创新生态系统内最主要的活动之一。由于主体间的交互与交流的形式各异,知识需要通过不同渠道与方式溢出。高校、企业和科研院所被看作知识溢出的关键主体,高校作为知识的生产者,将知识、人才、信息和技术等资源进行输送,高校知识溢出主要包括知识人才流动和研发合作,通常表现为学术论文与专利、校企合作研发等形式[21]。企业知识溢出则是以科技论文产出作为基础进行知识转化,通过员工流动、企业衍生和非正式交流等方式影响下游专利、技术等应用研究成果[22]。科研院所肩负着知识再创新和产业化使命,科研院所知识溢出是将科技成果转化为市场产品的中枢通道[23]。不同政策工具与不同创新主体知识溢出需求的有效匹配会降低创新生态系统的内在不确定性,从而影响集成电路创新生态系统韧性。

具体而言,“保障型政策-高校知识溢出”“保障型政策-企业知识溢出”“保障型政策-科研院所知识溢出”供需匹配主要是通过保障型政策工具为高校、企业、科研院所提供符合自身创新优势的制度保障,为创新行动提供土地、资金、人才等要素保障,为不同层次的责任主体与建设机制提供组织保障,从而满足创新主体知识溢出需求。保障型政策与知识溢出的供需匹配模式为关键核心技术突破提供推动力,有助于增强集成电路创新生态系统韧性。

“行动型政策-高校知识溢出”“行动型政策-企业知识溢出”“行动型政策-科研院所知识溢出”供需匹配主要是通过载体建设政策为高校、企业、科研院所提供技术发展、知识溢出所需的基础平台。通过能力建设政策提升不同创新主体的技术能力并增强知识产生与溢出效应。通过主体培育型政策扩大关键行动者的数量,进而克服交互失灵。通过市场创建政策提供市场需求和应用场景,强化集成电路创新生态系统的市场功能。行动型政策与知识溢出的供需匹配模式为关键核心技术突破提供拉动力,逐层驱动集成电路创新生态系统韧性提升。

基于上述分析,提出如下假设。

H1a:“保障型政策-高校知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性具有显著的正向影响;

H1b:“行动型政策-高校知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性具有显著的正向影响;

H1c:“保障型政策-企业知识溢出” 供需匹配对集成电路创新生态系统韧性具有显著的正向影响;

H1d:“行动型政策-企业知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性具有显著的正向影响;

H1e:“保障型政策-科研机构知识溢出” 供需匹配对集成电路创新生态系统韧性具有显著的正向影响;

H1f:“行动型政策-科研机构知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性具有显著的正向影响。

1.2　共生网络关系嵌入的调节作用

根据社会网络理论,网络嵌入是指社会关系影响经济、创新、管理行为的过程,这种影响机制主要来自网络的结构和关系嵌入。解学梅等[24]认为共

生网络的实质是形成具有共生效应的共生关系，其目的是创新主体基于共生关系实现知识溢出效应等价值主张。构建富有韧性的创新生态系统应强调共生网络指标，考虑不同的共生网络特征对成员相互依赖强度和频率的影响。共生网络嵌入可划分为共生网络关系嵌入和共生网络结构嵌入两个维度。赵彦志和周守亮[25]发现网络结构嵌入未能对技术创新绩效产生影响。余传鹏等[26]认为过度的结构嵌入可能使得数据资源难以互联互通，导致信息烟囱林立，出现若干数据孤岛，不仅无法为创新主体赋能，还造成创新资源浪费。因此，选取共生网络关系嵌入作为调节变量。

共生网络关系嵌入关注的是创新主体交互密集度和信任关系，侧重于创新主体间技术合作的关系及其互动过程，主要用网络中心性来表示。网络关系嵌入通过治理创新主体间行为提升创新生态系统韧性。谭云清和翟森竞[27]将关系嵌入分为关系广度和关系强度两个维度，关系广度表示嵌入网络中的关系数量，体现其资源禀赋和技术差异性。关系强度是指成员企业间的关系紧密程度和关系重要性，反映企业间合作的频率和深度。Yang等[28]认为网络嵌入性是企业创新的重要决定因素，通过面板回归分析对理论模型进行检验。Albis等[29]考察了外部关系嵌入和内部关系嵌入是否相辅相成，是否可以用来影响外资子公司较高的创新绩效。安琪等[30]认为通过合作网络系嵌入可以实现组织间价值共创，获得更多的互补性资源，进而降低关键性资源垄断性。也有助于企业根据自身研发需求在合作网络中对知识、技术等资源进行评估和搜索，降低资源搜索的沉没成本，有利于关键核心技术突破效率的提高。姚毓春和李金城[31]认为在市场环境不确定性冲击下，关系嵌入作为一种软性约束，能够倒逼企业推动技术创新的迭代升级。随着技术创新水平的提升，创新生态系统韧性提升动力逐渐由外部压力转变为内部推力。当共生网络关系嵌入时，网络中心性越高的创新主体的影响力就越大，同时该主体在共生网络中具有较高的信息获取优势和政策控制优势，能通过紧密的合作关系实现技术创新成果的溢出，推动关键核心技术突破，提升创新生态系统韧性。

基于上述分析，提出如下假设。

H2a：共生网络关系嵌入能强化“保障型政策-高校知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性的正向影响；

H2b：共生网络关系嵌入能强化“行动型政策-高校知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性的正向影响；

H2c：共生网络关系嵌入能强化“保障型政策-企业知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性的正向影响；

H2d：共生网络关系嵌入能强化“行动型政策-企业知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性的正向影响；

H2e：共生网络关系嵌入能强化“保障型政策-科研机构知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性的正向影响；

H2f：共生网络关系嵌入能强化“行动型政策-科研机构知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性的正向影响。

2 “政策支持-知识溢出”供需匹配结果评估

2.1 供需匹配模型构建

“政策支持-知识溢出”供需匹配模型主要由四部分构成，分别是数据获取、数据预处理、供需匹配模型设计、供需匹配分析[32]。具体步骤为：①从国务院和北大法律法宝数据库检索集成电路产业相关政策，利用文本挖掘方法构建政策文本关键词表，形成供给数据集。②依据创新生态系统创新主体类别划分知识溢出类型。由于互联网搜索行为是用户需求和行为惯性在虚拟空间的直观表达，因此爬取不同高校、企业、科研院所知识溢出需求的百度指数，从而形成需求数据集。③建立供给主体与需求主体的匹配框架，接着分别计算供需匹配度和环境匹配度，最后依据匹配度数值确定供需情况。④依据建立的供需匹配模型对需求数据集和供给数据集进行分析，揭示不同政策工具与不同知识溢出模式供需匹配情况。模型框架如图2所示。

参考徐德英和韩伯棠[33]、王进富等[34]的做法，在此基础上对本文的供需匹配模型进行优化，将通过问卷调查方式，改进为从网络采集需求数据，并将量化后的需求强度与政策进行匹配。匹配模型以知识溢出需求为横坐标、集成电路产业政策供给为纵坐标，供给与需求呈线性变化关系，供需匹配度和环境匹配度用于衡量政策供需匹配情况。具体变量解释和模型构建如下。

(1)供需匹配度，是指需求主体实际需求的政策内容与政策供给主体所给予的政策支持力度之间的匹配程度。计算公式为

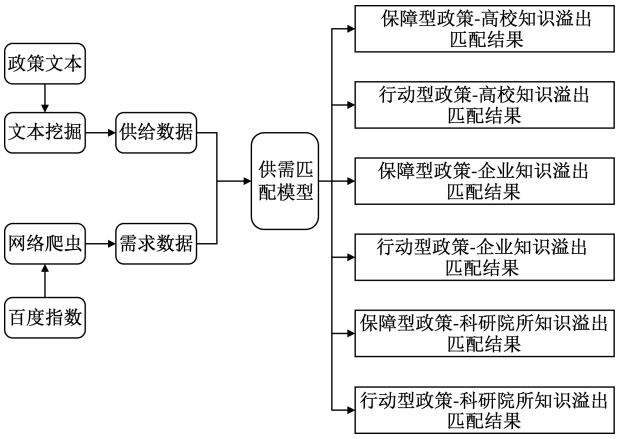


图 2 “政策支持-知识溢出”供需匹配模型

$$\lambda_{ij} = \cos(\theta - 45°)$$
$$\cos\theta_{ij} = \frac{X_{ij}^{d}}{\sqrt{(X_{ij}^{d})^2 + (X_{ij}^{s})^2}} \tag{1}$$

式中:$\theta \in [0°, 90°]$;X_{ij}^{d}、X_{ij}^{s} 分别为样本 j 对第 i 项政策内容的需求与供给。供需匹配度在 $\left[\frac{\sqrt{2}}{2}, 1\right]$ 的范围内。

(2)环境匹配度 φ_{ij}。在模型中用 1、−1 进行标识。针对某一政策内容,当需求主体 d_i 的实际需求 X_{ij}^{d} 大于或等于 S_i 的政策供给 X_{ij}^{d} 时,则记为 1,此时政府加大此类型需求的支持力度;当需求主体 d_i 的实际需求 X_{ij}^{d} 小于 S_i 的政策供给 X_{ij}^{s} 则记为−1,此时政府削弱或转移此类型需求的支持力度。计算公式为

$$\varphi_{ij} = \begin{cases} 1, & \theta_{ij} \leqslant 45° \\ -1, & \theta_{ij} > 45° \end{cases} \tag{2}$$

坐标系中,直线 $y=x$ 与横轴所构成区域中的点,环境变量均为 1;直线 $y=x$ 与纵轴所构成区域之间的点,环境变量均为−1。

(3)政策供需匹配(λ_{ij},φ_{ij}),表示需求主体的实际需求与供给主体的政策供给之间相吻合的程度。因此完美供需匹配为(1,1)。

2.2 数据采集与处理

2.2.1 供给数据采集与预处理

以中央政府、各省级地方政府围绕“集成电路”“芯片”“电子信息产业”发布的综合性政策文件和地方性法规为数据采集对象。通过北大法宝、中国政府官方网站、各省级地方政府门户等网站搜索筛选政策文件。由于政策实施具有延后性,选取时间跨度从 2009 年 1 月 1 日—2020 年 12 月 31 日,去除已失效的政策文件,共检索出 125 条中央政策、571 条相关地方政策,覆盖全国 30 个省份(因数据缺失,未包含西藏地区和港澳台地区)。

主要基于深度学习的主题挖掘方法 BERTopic 对政策文件实现主题识别。首先以上述 696 条政策文本构建文本分析的语料库,调用中文分词工具 jieba 进行分词预处理。其次,采用 BERT 中的 sentence-transformer 模型进行词嵌入处理,该模型可以通过上下文临近词对输入单词对应的向量进行确认。再次采用 UMAP 算法降维。然后采用基于密度的聚类技术 HDBSCAN 进行聚类[35]。表 1 为保障型政策、行动型政策两个维度的集成电路产业政策工具指标体系,显示政策文本中出现频率排名靠前的主题特征词语与政策内容实例。运用 Python 软件爬取国务院、国家发展改革委、科技部、教育部颁布的保障型、行动型政策中与高校、企业、科研机构相关的政策工具关键词,并对计算出的词频进行标准化处理,最终利用熵值法确定各创新主体的保障型、行动型政策供给序值。

2.2.2 需求数据采集与预处理

互联网搜索行为是用户需求和行为惯性在虚拟空间的直观表达。拟爬取不同高校、企业、科研院所知识溢出对政策需求的百度指数作为需求序值。按照如下方式进行数据采集与预处理。首先,基于百度指数搜索词频的可获取性,运用 Python 爬虫技术分别对各省份不同创新主体知识溢出需求的百度指数进行爬取。例如,高校知识溢出对保障型政策需求的搜索方式为“集成电路+高校+领导/机制/作用”多关键词组合,以上述关键词为输入爬取 2011—2020 年各省份移动端和电脑端的词频数。随后,将所爬取的百度指数日搜索频次以年份为单位进行汇总,并将合成的年度词频数据作为需求序值。

2.3 供需匹配结果分析

将集成电路产业政策供给和创新主体知识溢出政策需求代入式(1)和式(2),可得出“政策支持-知识溢出”的匹配程度。因篇幅有限,依据区域产业发展特征、集成电路产业集聚程度及知识溢出主体发展水平的梯度性差异,同时兼顾区域覆盖性,选取 6 个省份 2011—2021 年保障型、行动型政策支持与高校知识溢出需求的匹配度。结果表明这 6 个省份的环境匹配度结果均为 1,高校知识溢出对政策的实际需求大于或等于政策供给。为了更加明晰供需匹配度的变化情况,将[0.707,0.800)的供需匹配度划分为较低匹配,[0.800,0.900)的供需匹配度划分为良好匹配,[0.900,1.000]的供需匹配度划分为优秀匹配。

如表 2 所示，广东“行动型政策-高校知识溢出”供需匹配度在 6 个地区当中最突出，2011—2021 年的优秀匹配率达到 63%。上海“行动型政策-高校知识溢出”的良好匹配率达到 72%。说明，这两个地区的集成电路行动型政策与高校知识溢出需求的匹配情况较为理想。上海与广东拥有多所顶尖高校，高校师资力量和科研实力都对集成电路知识溢出做出了较大贡献。高校作为重要的创新载体，增强了高水平集成电路创新人才的规模化培养能力，也对保障型、行动型政策有较高的需求。因此，政府也积极利用政策鼓励高校以集成电路产业场景化需求为指导，建设大颗粒实验室，鼓励通过高校“双师制”等途径参与到集成电路专业人才“引育用留”过程中，形成自下而上引导和自上而下涌现相结合的集成电路创新生态系统。上海“保障型政策-高校知识溢出”内容匹配在 2014 年达到中度匹配，2018 年降为低度匹配。随着大国博弈，“卡脖子”难题出现，政府加强对这些高知识溢出地区的保障型政策支持，以达到供需均衡。

北京、重庆、吉林、甘肃供需匹配程度较低，可能存在以下问题：一是政策的门槛和难度较高；二是未清晰地认识到创新主体的知识需求，存在政策设计滞后，管理碎片化，市场化运作机制激励不足等供给问题。例如，吉林一直是中国在工业和制造业领域的重要基地，在集成电路制造领域的行动尤其迅速，拥有多个高等院校和科研机构，具有丰富的创新基础。但近年来，对于吉林集成电路产业的政策支持相对较少，缺乏精准多样的优惠、补贴、人才政策，从而导致政策匹配度一直处于较低匹配阶段。

表 1　集成电路产业政策工具指标体系

政策类型	政策工具	政策关键词	政策内容示例
保障型政策	组织保障	领导、机制、作用	福建省进一步加强组织领导，确保各项措施落实到位。各设区市、平潭综合实验区根据本地区软件产业和集成电路产业发展实际，制订相应的政策措施，加大产业发展扶持力度
	要素保障	资金支持、人才引进、数据	上海市和临港新片区出台的各项资源要素、财税金融、招商引企、人才、产业促进、产教融合、科技创新全流程保税、数据跨境流动、研发用房补贴等方面扶持政策
	制度保障	文化、制度、实施	南京市鼓励加快智能化改造研发制造集成电路产业高端装备，为集成电路中小企业开展智能制造免费诊断服务，推行智能制造顾问制度，帮助企业提供解决方案。支持企业围绕高端化、智能化、绿色化
行动型政策	市场创建	贸易、试点、业务	无锡市鼓励引导集成电路企业通过兼并、收购等形式开展跨地区、跨行业、跨所有制、跨国(境)的融合重组和投资合作
	能力建设	改造、技术创新、技术引进	上海市鼓励集成电路龙头骨干企业进行产业链垂直整合，支持其开展境内外非关联的并购重组，成功并购国内外集成电路产业链相关企业或重点研发机构，超过 1 000 万元的按实际发生额 10%补贴，最高累计 1 000 万元
	载体建设	消化吸收、平台、龙头企业	广东省集聚公共服务机构、优势骨干企业、社会力量等资源，打造国家级芯火双创基地(平台)。支持具有产业优势的新型显示，引进和培育一批具有自主知识产权、具有行业影响力的集成电路设计龙头企业
	主体培育	费用、良好环境、营造	无锡市鼓励企业与国家级科研机构、高校深入开展产学研合作，联合新建以企业为主体、市场为导向、具有独立法人或企业非法人资格的集成电路技术市级以上企业研发机构，最高按其研发设备投入额的 15%给予补助，总额不超过 500 万元

表 2　部分供需匹配结果

匹配类型	省份	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
保障型	上海	(0.740,1)	(0.785,1)	(0.796,1)	(0.814,1)	(0.814,1)	(0.857,1)	(0.851,1)	(0.774,1)	(0.789,1)	(0.779,1)	(0.790,1)
	北京	(0.754,1)	(0.740,1)	(0.740,1)	(0.797,1)	(0.798,1)	(0.738,1)	(0.718,1)	(0.720,1)	(0.718,1)	(0.719,1)	(0.721,1)
	广东	(0.715,1)	(0.713,1)	(0.733,1)	(0.727,1)	(0.738,1)	(0.746,1)	(0.732,1)	(0.741,1)	(0.756,1)	(0.815,1)	(0.861,1)
	重庆	(0.716,1)	(0.717,1)	(0.715,1)	(0.710,1)	(0.709,1)	(0.714,1)	(0.714,1)	(0.713,1)	(0.714,1)	(0.736,1)	(0.747,1)
	吉林	(0.712,1)	(0.712,1)	(0.711,1)	(0.710,1)	(0.710,1)	(0.710,1)	(0.710,1)	(0.710,1)	(0.735,1)	(0.738,1)	(0.749,1)
	甘肃	(0.713,1)	(0.714,1)	(0.712,1)	(0.711,1)	(0.714,1)	(0.715,1)	(0.715,1)	(0.710,1)	(0.711,1)	(0.710,1)	(0.710,1)
行动型	上海	(0.841,1)	(0.847,1)	(0.814,1)	(0.901,1)	(0.849,1)	(0.896,1)	(0.868,1)	(0.910,1)	(0.871,1)	(0.853,1)	(0.979,1)
	北京	(0.721,1)	(0.712,1)	(0.711,1)	(0.725,1)	(0.725,1)	(0.738,1)	(0.738,1)	(0.736,1)	(0.738,1)	(0.723,1)	(0.723,1)
	广东	(0.909,1)	(0.921,1)	(0.875,1)	(0.929,1)	(0.930,1)	(0.906,1)	(0.901,1)	(0.842,1)	(0.863,1)	(0.878,1)	(0.919,1)
	重庆	(0.723,1)	(0.724,1)	(0.720,1)	(0.716,1)	(0.715,1)	(0.716,1)	(0.715,1)	(0.726,1)	(0.732,1)	(0.735,1)	(0.742,1)
	吉林	(0.715,1)	(0.716,1)	(0.714,1)	(0.713,1)	(0.712,1)	(0.712,1)	(0.712,1)	(0.722,1)	(0.711,1)	(0.712,1)	(0.711,1)
	甘肃	(0.712,1)	(0.713,1)	(0.716,1)	(0.714,1)	(0.713,1)	(0.713,1)	(0.713,1)	(0.712,1)	(0.715,1)	(0.713,1)	(0.713,1)

3 “政策支持-知识溢出”供需匹配对创新生态系统韧性影响机制

3.1 双固定模型构建

为检验“政策支持-知识溢出”供需匹配度对集成电路创新生态系统韧性的影响机理,采用双向固定效应模型对上述理论假设进行检验。双向固定效应模型可以结合时间序列数据和横截面数据分析个体间的差异和个体动态性,同时有效扩大样本量。双向固定效应模型可以有效捕捉个体间不可观测的异质性以及个体的时间异质性,提高模型的估计精度。该模型定义如下。

$$Icr_{it} = \alpha_1 + \beta_1 SPUK_{it} + \delta_1 Z_{it} + U_t + V_i + \varepsilon_{it} \tag{3}$$

$$Icr_{it} = \alpha_1 + \beta_1 APUK_{it} + \delta_1 Z_{it} + U_t + V_i + \varepsilon_{it} \tag{4}$$

$$Icr_{it} = \alpha_1 + \beta_1 SPEK_{it} + \delta_1 Z_{it} + U_t + V_i + \varepsilon_{it} \tag{5}$$

$$Icr_{it} = \alpha_1 + \beta_1 APEK_{it} + \delta_1 Z_{it} + U_t + V_i + \varepsilon_{it} \tag{6}$$

$$Icr_{it} = \alpha_1 + \beta_1 SPRK_{it} + \delta_1 Z_{it} + U_t + V_i + \varepsilon_{it} \tag{7}$$

$$Icr_{it} = \alpha_1 + \beta_1 APRK_{it} + \delta_1 Z_{it} + U_t + V_i + \varepsilon_{it} \tag{8}$$

式中:i 为省份;t 为年份;α_1 为常数项;Icr_{it} 为集成电路创新生态系统韧性;$SPUK_{it}$ 为“保障型政策-高校知识溢出”匹配度;$APUK_{it}$ 为“行动型政策-高校知识溢出”匹配度;$SPEK_{it}$ 为“保障型政策-企业知识溢出”匹配度;$APEK_{it}$ 为“行动型政策-企业知识溢出”匹配度;$SPRK_{it}$ 为“保障型政策-科研机构知识溢出”匹配度;$APRK_{it}$ 为“行动型政策-科研机构知识溢出”匹配度;Z_{it} 为技术发展水平、交通基础设施水平、社会消费水平等控制变量;β_1 为知识溢出对集成电路创新生态系统韧性的影响系数;δ_1 为控制变量对集成电路创新生态系统韧性的影响系数;U_t 表示控制了时间的固定效应;V_i 表示控制了城市的固定效应;ε_{it} 为随机扰动项。

3.2 变量选取与说明

3.2.1 被解释变量

集成电路创新生态系统韧性,集成电路创新生态系统韧性(Icr)主要包含要素支撑力、结构抵抗力、环境恢复力、功能更新力四个维度的韧性指标。利用 Merec-CoCoSo 方法对其进行测度,使用 Merec 客观地确定标准权重,然后使用 CoCoSo 揭示各省份集成电路创新生态系统韧性水平。该方法有效地降低主观性,提高评价的客观性和科学性,有助于集成电路创新生态系统韧性水平的测度,结果更具客观性、合理性。具体指标如表 3 所示。

表 3 集成电路创新生态系统韧性指标体系

维度	一级指标	二级指标
要素支撑力	人才要素配置	R&D 研发人员
	科技要素配置	新产品开发项目数量
	资金要素配置	新产品开发经费
		研发投入强度
	能源要素配置	单位 GDP 能耗
结构抵抗力	企业多样性	有 R&D 活动的企业数占规上企业的比例
		有研发机构的企业数占规上企业的比例
	高校多样性	普通高等学校在校学生数
		高等学校数量
环境恢复力	经济环境	GDP 增长率
		投资效率
	社会环境	产业聚集度=就业人数/面积
	自然环境	污染治理投资
功能更新力	创新功能	对外开放程度
		知识保护强度
		地方财政科学技术支出
	生产功能	技术产量
		技术利润

3.2.2 解释变量

“政策支持-知识溢出”供需匹配度,是指政府提供的政策支持和创新主体知识溢出需求之间的适配程度。具体包括“保障型政策-高校知识溢出”匹配度(SPUK)、“行动型政策-高校知识溢出”匹配度(APUK)、“保障型政策-企业知识溢出”匹配度(SPEK)、“行动型政策-企业知识溢出”匹配度(APEK)、“保障型政策-科研机构知识溢出”匹配度(SPRK)、“行动型政策-科研机构知识溢出”匹配度(APRK)。基于上文构建的供需匹配模型计算各政策类型与创新主体知识溢出之间的供需匹配度。

3.2.3 调节变量

共生网络关系嵌入(CNRE)。参考杨博旭等[36]的做法,基于组织间联合申请专利情况构建合作网络,即当两个主体联合申请专利时认为二者存在合作关系。使用接近中心度指标作为网络关系嵌入的代理指标,代表创新主体通过网络与其他主体合作的难易程度,网络指标通过 Ucinet 计算。

3.2.4 控制变量

创新生态系统韧性提升是一个复杂的过程,参考相关研究分析可能对其产生影响的因素作为控

制变量：技术发展水平（tec），采用各省份的高新企业数来表示；交通基础设施水平（tin），采用每平方面积拥有的铁路和公路里程数的对数来表示；金融发展水平（fin），采用年末金融机构贷款余额与地区生产总值之比衡量；社会消费水平（con），采用社会消费品零售总额/年末总人口的对数来表示。

3.3　基准回归分析

首先通过 Stata 软件对所涉及的主要变量进行描述性统计与相关性分析。描述性统计发现，创新生态系统韧性、不同供需匹配模式存在差异。相关性分析表明，在不考虑其他变量的影响下，供需匹配度越高越有利于集成电路创新生态系统韧性。此外，方差膨胀因子检验显示，各变量的 VIF 均小于 4，表明相关变量间均不存在多重共线性问题，可进行下一步检验。由于不同地区间的异质性某些遗漏变量不随时间变化但随地区变化，且 Hausman 检验的 P 小于 0.01，说明在 99%的显著性水平下拒绝了随机效应模型的原假设，因此选择固定效应模型进行分析。

对主效应进行回归分析检验，结果如表 4 所示。“保障性政策-高校知识溢出”供需匹配的回归系数为 2.563，在 1%的水平上显著为正，“行动性政策-高校知识溢出”供需匹配的回归系数为 0.693，在 5%的水平上显著为正，“行动型政策-企业知识溢出”供需匹配的回归系数为 1.235，在 5%水平上显著为正，H1a、H1b、H1d 得到支持。这可能是因为：①高校知识溢出是集成电路技术创新的重要组成部分，高校科研人员可以通过为企业提供技术咨询、技术开发及技术培训等服务产生知识外溢。若政府采取有效的保障型政策对集成电路产业布局进行规划，提供资金、人才、土地等要素保障，在政策保障工具充分发挥核心作用的基础上，有针对性地颁布行动型政策创建适应高校特色研发平台和服务中心，增加创新效能与资源冗余，进而增强集成电路创新生态系统韧性。②核心企业知识溢出后，其他后发企业会因地理位置临近、技术互补、人才流动等原因获得溢出效应，并在此基础上产生创新绩效。与此同时，行动型政策又对龙头企业的创新行为进行鼓励与补偿，增加创新生态系统内企业交流合作机会，进而形成累加溢出效应，知识总量螺旋上升，创新动力大幅提升。因此，当“行动型政策-企业知识溢出”供需匹配均衡时，集成电路创新生态系统韧性得以提升。

H1c、H1e、H1f 未得到支持。“保障型政策-企业知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性存在正向影响，但不太显著。这可能是因为部分企业为非国有企业，不具备国有企业的政治资源，因此保障型政策不能高效驱动企业创新，从而驱动创新生态系统韧性提升。除此之外，科研机构知识溢出效应也是企业创新行为的重要来源，科研机构

表 4　供需匹配对创新生态系统韧性的主效应结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
SPUK	2.563***					
	(0.729)					
APUK		0.693**				
		(0.257)				
SPEK			0.812			
			(0.738)			
APEK				1.235**		
				(0.547)		
SPRK					0.279	
					(0.548)	
APRK						0.375
						(0.429)
常数项	−9.916***	−9.479***	−9.269***	−9.637***	−8.633***	−8.785***
	(2.131)	(2.498)	(2.459)	(2.295)	(2.406)	(2.484)
观测值	330	330	330	330	330	330
R^2	0.503	0.439	0.435	0.443	0.423	0.426
调整后 R^2	0.479	0.412	0.408	0.416	0.395	0.398
id	yes	yes	yes	yes	yes	yes
year	yes	yes	yes	yes	yes	yes
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes

注：***、**、* 分别表示 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为稳健标准误。

能够更好地帮助企业获得知识产权,提高竞争能力。但是获取科研机构前沿技术成果的渠道较少,当科研机构与高校的科技资源投入相等,可能出现重复性的科技资源投入,导致“保障型政策-科研院所知识溢出”“行动型政策-科研院所知识溢出”匹配对集成电路创新生态系统韧性的促进功能无法充分发挥。

3.4 调节效应

进一步验证共生网络关系嵌入对“政策支持-知识溢出”供需匹配度与集成电路创新生态系统韧性的调节作用,在上述模型中加入交互项进行回归检验。结果如表5所示。共生网络关系嵌入在“保障型政策-高校知识溢出”“行动型政策-高校知识溢出”供需匹配与创新生态系统韧性中呈现积极调节作用。该检验结果与前述的理论分析相符,H2a、H2b得到支持。这可能是由于:政府通过保障型、行动型政策打造了多条高校创新知识溢出通道,共生网络关系嵌入可以在实现供需匹配的情况下,减少机制性障碍,打通高校与不同创新主体之间的各链条资源流通,为提升创新生态系统韧性营造良好的合作氛围。当高校在共生网络中具有较高的信息获取优势和政策控制优势时,能通过紧密的合作关系实现技术创新成果的溢出,提升创新生态系统韧性。

但在“保障型政策-企业知识溢出”“行动型政策-科研机构知识溢出”供需匹配与创新生态系统韧性中呈现负向调节作用。H2c、H2d、H2e、H2f未得到支持。这可能是由于,随着关系嵌入程度的增强,会为企业、科研机构带来大量外部知识资源,提升技术开发能力,但如果企业间存在过度的网络嵌入可能会导致惰性和排他性,产生机会主义行为,进而对企业技术创新产生诅咒效应,削弱“政策支持-知识溢出”供需匹配度对创新生态系统韧性的影响。

表5 共生网络关系嵌入的调节效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
SPUK	1.073 (0.940)					
APUK		0.065 (0.400)				
SPEK			−0.933* (0.509)			
APEK				0.906 (0.806)		
SPRK					−0.014 (0.583)	
APRK						−0.403 (0.351)
CNRE	−0.188 (0.120)	−0.106* (0.063)	−0.273*** (0.068)	(0.104) −0.026	−0.033 (0.101)	−0.207*** (0.065)
SPUK×CNRE	0.278* (0.164)					
APUK×CNRE		0.168** (0.084)				
SPEK×CNRE			0.396*** (0.092)			
APEK×CNRE				0.058 (0.144)		
SPRK×CNRE					0.069 (0.138)	
APRK×CNRE						0.300*** (0.086)
R^2	0.514	0.454	0.476	0.449	0.430	0.457
调整后 R^2	0.435	0.366	0.391	0.359	0.337	0.368
F	17.581	13.859	15.121	13.556	12.558	13.990
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes

注:***、**、*分别表示1%、5%、10%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

3.5　稳健性检验

3.5.1　滞后解释变量

考虑到政策变化与知识溢出的滞后性，将各个核心解释变量滞后一期，结果如表 7 所示。“保障性政策-高校知识溢出”“行动性政策-高校知识溢出”“行动性政策-企业知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性的影响仍显著为正。

表 7　滞后解释变量稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
L. SPUK	2.467*** (0.866)					
L. APUK		0.833** (0.347)				
L. SPEK			0.705 (0.780)			
L. APEK				1.204** (0.572)		
L. SPRK					0.213 (0.679)	
L. APRK						0.107 (0.807)
观测值	300	300	300	300	300	300
R^2	0.526	0.500	0.489	0.495	0.352	0.342
调整后 R^2	0.503	0.475	0.464	0.470	0.327	0.317
id	yes	yes	yes	yes	yes	yes
year	yes	yes	yes	yes	yes	yes
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes

注：***、**、* 分别表示 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为稳健标准误。

3.5.2　增加控制变量

为避免遗漏变量对估计结果的影响，在原有控制变量基础上增加人力资本水平变量。其中，人力资本水平采用地区人均受教育年限衡量。如表 8 所示，在增加控制变量后，与基准回归结果相同，可见前文所得结论稳健可靠。

3.6　异质性分析

3.6.1　阶段异质性

以 2018 年美对华“卡脖子”为时间轴划分出两个时间窗口：2011—2017 为正常时期，2018—2021 为“卡脖子”时期。如表 9 所示，在正常时期，“保障型政策-企业知识溢出”“行动型政策-企业知识溢出”供需匹配在提升创新生态系统韧性方面发挥了重要作用，但在科技打压背景下，“卡脖子”时期的企业技术创新路径被大国阻断，行动型政策在短期内无法得到高效转化，其效用无法得到充分释放，因此“行动型政策-企业知识溢出”表现不再显著。需要迫切鼓励高校产出，保障型政策可以通过科研顶层设计、发展规划能更好地解决高校科研堵点。

表 8　增加控制变量稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
SPUK	2.392*** (0.743)					
APUK		0.597** (0.246)				
SPEK			0.912 (0.691)			
APEK				1.139** (0.534)		
SPRK					0.301 (0.512)	
APRK						0.371 (0.409)
观测值	330	330	330	330	330	330
R^2	0.509	0.454	0.458	0.460	0.443	0.446
调整后 R^2	0.483	0.426	0.431	0.432	0.415	0.418
id	yes	yes	yes	yes	yes	yes
year	yes	yes	yes	yes	yes	yes
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes

注：***、**、* 分别表示 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为稳健标准误。

因此，“保障型政策-高校知识溢出”对创新生态系统韧性的影响呈现积极作用。

3.6.2　区域异质性

基于集成电路产业聚集情况将样本划分长三角、京津环渤海、泛珠三角、中部、东北、西北六大区域，重点考察“政策支持-知识溢出”供需匹配对集成电路创新生态系统韧性的区域异质性影响。结果如表 10 所示，在长三角、京津环渤海、泛珠三角集成电路技术高聚集地区，“保障型政策-高校知识溢出”“行动型政策-高校知识溢出”“保障型政策-企业知识溢出”“行动型政策-企业知识溢出”都对创新生态系统韧性具有积极作用。因此，应加强该地区的集成电路产业政策对高校、企业的支持，从财政补贴、人才培养、基础建设、公共服务等方面提高各类科研成果转化效率，以提升创新生态系统韧性。而中部、东北、西北地区，“政策支持-知识溢出”供需匹配程度较低，造成一定的创新资源浪费，导致政策导向功能执行偏差。因此未能有效对创新生态系统韧性进行治理。

4　结论与建议

4.1　结论

本文从“供需匹配”视角出发，以 2011—2021 年全国 30 个省份（因数据缺失，未包含西藏地区和港澳台地区）面板数据为样本，测度各地区“政策支持-知识溢出”的供需匹配结果，并实证检验了保障型、行动型产业政策与三类创新主体知识溢出供需匹

表 9　阶段异质性下供需匹配对创新生态系统韧性的影响

变量	正常时期						“卡脖子”时期					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
SPUK	1.084 (0.788)						2.138* (1.155)					
APUK		0.475 (0.412)						0.711 (0.557)				
SPEK			1.179* (0.600)						2.231** (1.072)			
APEK				2.360*** (0.849)						0.739 (0.643)		
SPRK					−0.026 (0.677)						−0.356 (0.782)	
APRK						0.259 (0.226)						0.045 (0.488)
观测值	210	210	210	210	210	210	120	120	120	120	120	120
R^2	0.449	0.449	0.470	0.473	0.441	0.444	0.460	0.383	0.429	0.366	0.356	0.355
调整后 R^2	0.418	0.418	0.441	0.444	0.410	0.413	0.422	0.339	0.388	0.320	0.310	0.308
id	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
year	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes

注:***、**、* 分别表示 1%、5%、10%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

配度对集成电路创新生态系统韧性的影响机制。研究结果如下。

(1)各省份产业政策与创新主体实际需求的匹配程度具有异质性,广东“行动型政策-高校知识溢出”存在 63%的优秀匹配率。上海“行动型政策-高校知识溢出”存在 72%的良好匹配率。政策的供给情况如何、供给效果是否达到预期,不能单纯通过政策供给的比例和力度来衡量,还要关注政策的需求端反馈。应根据地区知识溢出主体特征,按需实施政策支持,增加供需契合度,避免供不应求,或供大于求。

(2)“保障型政策-高校知识溢出”“行动型政策-高校知识溢出”“行动型政策-企业知识溢出”三类供需匹配模式都对集成电路创新生态系统韧性有促进作用,这一结论揭示了创新生态系统韧性的影响机制。科技压力下,加强集成电路保障性政策对高校的供给度,可更大限度地发挥政策效用,提升创新生态系统韧性。

(3)共生网络关系嵌入在“保障型政策-高校知识溢出”“行动型政策-高校知识溢出”供需匹配与创新生态系统韧性中呈现正向调节作用。当高校在共生网络中具有较高的信息获取优势和政策控制优势时,能通过紧密的合作关系实现技术创新成果的溢出,提升创新生态系统韧性。但在“保障型政策-企业知识溢出”“行动型政策-科研机构知识溢出”供需匹配与创新生态系统韧性中呈现负向调节作用。这一结论揭示了企业、科研机构在过度的网络嵌入后会表现出惰性和排他性,进而对创新生态系统韧性产生削弱效应。

4.2　建议

根据上述研究结论,提出以下针对性的政策建议。

(1)科学制定赶超型策略,提升政策供给精准度。明确科技创新政策在不同时期,不同地区的治理效应,探究科技创新政策背后的治理逻辑以及塑造的创新韧性。政府广泛获取集成电路企业、高校及科研院所技术创新的政策诉求,开通创新主体政策获取、政策解读、政策反馈渠道,推动创新政策供给与需求匹配体系建设,加强多主体协同治理顶层设计,并根据不同地区知识溢出的特点,制定本土化政策,以实现关键核心技术攻关。

(2)优化政策运行方式,明确政府动态治理理念。在综合考虑创新主体需求与区域创新水平的基础上,根据不同层次、类别的需求情况,确定不同政策投入的优先序与投入比例,有针对性地进行政策支持,进而使创新资源利用率达到最大化。政府采用数字化手段确保管理接地、黑箱透明、技术受控,突破信息壁垒。在保证政策供需着力点正确时,进一步调整政策运用方式与运用比例,以打造具有国际竞争力的高韧性创新生态系统。

(3)增强核心技术竞争优势,注重多边共生网络关系嵌入。共生网络作为外部政策和内部主体之

表 10　区域异质性下供需匹配对创新生态系统韧性的影响

变量	长三角						京津环渤海					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
SPUK	4.100**						2.609***					
	(0.838)						(0.580)					
APUK		1.433*						−0.952				
		(0.473)						(0.603)				
SPEK			1.733*						−1.517			
			(0.724)						(1.079)			
APEK				2.546**						−0.279		
				(0.745)						(2.203)		
SPRK					−2.089**						2.875*	
					(0.560)						(1.280)	
APRK						0.145						0.270
						(0.522)						(0.509)
观测值	44	44	44	44	44	44	55	55	55	55	55	55
R^2	0.856	0.837	0.768	0.811	0.781	0.740	0.854	0.826	0.833	0.819	0.846	0.820
调整后 R^2	0.779	0.750	0.644	0.710	0.664	0.601	0.810	0.774	0.782	0.765	0.800	0.766
id	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
year	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
变量	泛珠三角						中部					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
SPUK	5.302***						−0.496					
	(1.482)						(0.515)					
APUK		0.184						−0.677				
		(0.253)						(0.487)				
SPEK			2.016***						−3.174			
			(0.310)						(1.967)			
APEK				1.176						2.236		
				(1.415)						(1.149)		
SPRK					−0.871						−1.397	
					(1.196)						(0.798)	
APRK						1.144						0.399
						(1.165)						(0.257)
观测值	99	99	99	99	99	99	44	44	44	44	44	44
R^2	0.552	0.348	0.455	0.368	0.354	0.361	0.787	0.792	0.827	0.790	0.797	0.783
调整后 R^2	0.471	0.230	0.356	0.253	0.238	0.246	0.673	0.681	0.735	0.677	0.688	0.666
id	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
year	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
变量	东北						西北					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
SPUK	2.237						−0.677					
	(0.831)						(4.556)					
APUK		4.545**						−9.973**				
		(0.826)						(2.230)				
SPEK			29.063**						1.156			
			(6.728)						(1.510)			
APEK				10.345						8.457		
				(7.591)						(5.168)		
SPRK					−0.512						0.212	
					(3.891)						(0.430)	
APRK						−15.708*						2.080
						(5.006)						(3.116)
观测值	33	33	33	33	33	33	55	55	55	55	55	55
R^2	0.908	0.931	0.918	0.903	0.889	0.918	0.330	0.401	0.335	0.372	0.330	0.346
调整后 R^2	0.827	0.870	0.845	0.818	0.791	0.846	0.072	0.170	0.079	0.130	0.073	0.094
id	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
year	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes

注：***、**、* 分别表示 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为稳健标准误。

间的一种资源配置机制,共生网络关系的有效嵌入则作为创新生态系统韧性的“催化剂”。创新主体应致力于打造横纵相通、沟通便捷的共生网络,以合作、竞争等方式突破技术边界。政府也应在共生网络中占据关键位置,持续挖掘创新主体的政策需求,从而快速有效地把握市场风向,以便针对性进行政策纠偏,深入技术多元应用场景,构造更高能低耗的创新生态系统,为关键核心技术突破赋能。

参考文献

[1] 尹西明,张贝贝,陈泰伦,等. 我国集成电路现代化产业体系构建的战略与路径思考[J]. 中国科学院院刊,2024,39(7):1191-1204.

[2] 冯堃,李显君,熊昱,等. 关键核心技术研究综述:概念、结构、突破路径与机制[J]. 科研管理,2023,44(12):21-30.

[3] 孙冰梅,尹西明,陈劲,等. 同题共答:创新联合体驱动关键核心技术持续突破的机制研究——以之江实验室为例[J]. 南开管理评论,2024,27(6):74-87.

[4] 杨伟,劳晓云,周青,等. 区域数字创新生态系统韧性的治理利基组态[J]. 科学学研究,2022,40(3):534-544.

[5] 刘兵,豆士婷,李伟红. 国家级新区创新生态系统韧性提升的策略[J]. 郑州大学学报(哲学社会科学版),2023,56(6):70-77.

[6] 许学国,周诗雨,刘凤梅. 基于政策工具的区域集成电路创新生态系统韧性治理组态路径研究[J]. 情报科学,2025,43(2):186-188.

[7] FONT-COT F,LARA-NAVARRA P,SERRADELL-LOPEZ E. Digital transformation policies to develop an effective startup ecosystem:the case of Barcelona[J]. Transforming Government:People,Process and Policy,2023,17(3):344-355.

[8] CETINDAMAR D,RENANDO C,BLIEMEL M,et al. The evolution of the Australian start-up and innovation ecosystem:mapping policy developments,key actors,activities,and artefacts[J]. Science,Technology and Society,2024,29(1):13-33.

[9] CALDERINI M,FIA M,GERLI F. Organizing for transformative innovation policies:the role of social enterprises theoretical insights and evidence from Italy[J]. Research Policy,2023,52(7):104818.

[10] 辛本禄,耿晶晶,朱成峰. 中国冰雪产业创新生态系统的建构及运行机制研究[J]. 中国软科学,2024(5):48-57.

[11] 尹西明,苏雅欣,陈泰伦,等. 场景驱动型人工智能创新生态系统:逻辑与进路[J]. 中国科技论坛,2024(6):35-45.

[12] 钱虹. 面向技术创新生态系统的科技情报服务体系研究[J]. 情报理论与实践,2019,42(11):52-56.

[13] 许学国,周诗雨. 基于WOA-SVR的关键核心技术创新生态系统脆弱性预警研究——以集成电路技术为例[J]. 科技进步与对策,2024,41(1):34-43.

[14] 孙琴,刘戒骄,胡贝贝. 关键核心技术突破能力建设需求分析[J]. 科研管理,2024,45(3):31-41.

[15] 储节旺,罗怡帆. 数智创新生态系统中知识生成的动力螺旋与协同演化[J]. 情报理论与实践,2024,47(3):36-44.

[16] 高磊,孙璐. 授人以鱼,也授之以渔:资源和治理双重赋能视角下CVC与初创企业创新[J]. 管理评论,2024,36(3):96-106.

[17] 毛庆铎,程豪杰,范嘉欣. 政府应急知识协同的供需匹配模式及其实现逻辑[J]. 情报杂志,2024,43(7):186-191.

[18] 盛亚,朱柯杰. 创新失灵与政策干预理论研究综述[J]. 科技进步与对策,2013,30(12):157-160.

[19] 耿红军,王昶,张翠虹. 赶超型创新政策组合与配称研究[J]. 科研管理,2023,44(9):71-79.

[20] 储节旺,罗怡帆,莫玲. 行动者网络理论下企业创新生态系统知识转移机制研究[J]. 情报理论与实践,2023,46(11):27-36.

[21] 余泳泽,唐孝妍. 高校基础研究与创新知识溢出:来自高校设立技术转移机构的证据[J]. 中国软科学,2024(3):162-173.

[22] 孟巧爽,李乐逸,王艺萌. 企业基础研究的知识溢出效应研究[J]. 科学学研究,2025,43(1):91-102.

[23] 张华. 协同创新、知识溢出的演化博弈机制研究[J]. 中国管理科学,2016,24(2):92-99.

[24] 解学梅,余泓,代梦鑫. 种群共生网络与知识溢出效应:基于共生行为视角的实证研究[J]. 南开管理评论,2025,28(6):87-98.

[25] 赵彦志,周守亮. 多元嵌入视角下科研组织的网络治理与创新绩效关系[J]. 经济管理,2016,38(12):170-182.

[26] 余传鹏,黎展锋,林春培. 数字创新网络嵌入对制造企业新产品开发绩效的影响研究[J]. 管理世界,2024,40(5):154-176.

[27] 谭云清,翟森竞. 关系嵌入、资源获取与中国OFDI企业国际化绩效[J]. 管理评论,2020,32(2):29-39.

[28] YANG B X,LI X G,KOU K. Research on the influence of network embeddedness on innovation performance:evidence from China's listed firms[J]. Journal of Innovation & Knowledge,2022,7(3):100210.

[29] ALBIS N,ÁLVAREZ I,GARCÍA A. The impact of external,internal,and dual relational embeddedness on the innovation performance of foreign subsidiaries:evidence from a developing country[J]. Journal of International Management,2021,27(4):100854.

[30] 安琪,冯启良,方炜. 合作网络双重嵌入与企业关键核心技术突破[J]. 科学学研究,2025,43(2):394-405.

[31] 姚毓春,李金城. 数字化转型与国有企业技术创新:基于环境不确定性与关系嵌入的新视角[J]. 中国软科学,2024(7):122-136.

[32] 陈璟浩,陶荣根. 我国公民养老服务需求与政策供给匹

配研究——基于百度知道、知乎问答平台数据[J]. 信息资源管理学报，2021，11(6)：51-62.
[33] 徐德英，韩伯棠. 政策供需匹配模型构建及实证研究——以北京市创新创业政策为例[J]. 科学学研究，2015，33(12)：1787-1796.
[34] 王进富，陈振，周镭. 科技创新政策供需匹配模型构建及实证研究[J]. 科技进步与对策，2018，35(16)：121-128.
[35] UNCOVSKA M，FREITAG B，MEISTER S，et al. Rating analysis and BERTopic modeling of consumer versus regulated mHealth app reviews in Germany[J]. Npj Digital Medicine，2023，6(1)：115.
[36] 杨博旭，王玉荣，李兴光. “厚此薄彼”还是“雨露均沾”——组织如何有效利用网络嵌入资源提高创新绩效[J]. 南开管理评论，2019，22(3)：201-213.

Impact of Supply-demand Matching of “Policy Support-knowledge Spillover” on the Resilience of Innovation Ecosystem

LI Tianzhe[1]，ZHOU Shiyu[2]

((1. School of Artificial Intelligence，Luoyang Institute of Science and Technology，Luoyang 471023，China；
2. School of Ecnomics and Management，Luoyang Institute of Science and Technology，Luoyang 471023，China))

Abstract：Industrial policy plays an important role in improving the resilience of innovation ecosystems. However，few studies have considered the matching degree between IC policy support and actual knowledge spillover demand and its impact on the resilience of innovation ecosystems. Text mining and web crawler methods were used to collect supply and demand data to build a supply and demand matching model，and the impact of matching results on the resilience of integrated circuit innovation ecosystem was empirically-tested. The results show that the impact of different supply and demand matching models on the resilience of IC innovation ecosystem is heterogeneous. Under the pressure of science and technology，strengthening the supply degree of integrated circuit guarantee policy to universities can improve the resilience of innovation ecosystem to a greater extent. Symbiotic network relationship embeddedness will weaken the positive influence of partial supply and demand matching on the resilience of IC innovation ecosystem. It ensures the efficient formulation and implementation of the policy system，and provides a new perspective for the resilience governance of the innovative ecosystem.

Keywords：innovation ecosystem resilience；policy governance；matching supply and demand；integrated circuit