引用格式：孔海璞，邵云飞，余江，等. 产学研联盟对“小巨人”企业基于科学的创新影响研究——融通创新视角[J]. 技术经济，2026，45(9)：127-141.

Kong Haipu，Shao Yunfei，Yu Jiang，et al. The impact of industry-university-research alliances on science-based innovation of “little giant” enterprises：A co-Innovation perspective[J]. Journal of Technology Economics，2026，45(9)：127-141.

青年探索

产学研联盟对“小巨人”企业基于科学的创新影响研究

——融通创新视角

孔海璞[1]，邵云飞[1]，余 江[2]，刘智强[3]

（1. 电子科技大学经济与管理学院，成都 611731；2. 中国科学院科技战略咨询研究院，北京 100190；
3. 华中科技大学管理学院，武汉 430074）

摘 要：基于科学的创新是由前沿科学知识推动的创新，专精特新“小巨人”企业因其在创新链中的重要地位，如何实现基于科学的创新成为值得关注的焦点问题。基于融通创新视角，结合知识基础观，将产学研联盟界定为融通创新的核心组织载体，重点考察其对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新的影响及作用机制。研究结果表明，参与产学研联盟能够显著提升专精特新“小巨人”企业的基于科学的创新水平，并且主要通过提升知识搜索广度予以实现，政府研发补贴强度也能够正向调节产学研联盟与基于科学的创新之间的促进效应。同时，由于“小巨人”企业专业化锁定的特征，知识搜索深度的中介效应并不显著。异质性分析进一步显示，上述促进效应在民营企业、战略性新兴产业企业，以及商帮文化发源地企业中更为显著。研究结论揭示了融通创新视角下产学研联盟对基于科学的创新的影响逻辑，拓展了微观层面基于科学的创新的相关研究，为专精特新“小巨人”企业发挥创新主体地位，实现基于科学的创新，提升其产业链协同配套和补链强链能力提供了有益启示。

关键词：专精特新“小巨人”；基于科学的创新；产学研联盟；融通创新；知识搜索；基础研究；产业应用

中图分类号：F276.3；F273.1 **文献标志码**：A **文章编号**：1002-980X(2026)09-0127-15

DOI：10.12404/j.issn.1002-980X.J26022604

一、引言

习近平总书记在中共中央政治局第三次集体学习时强调，加强基础研究，是实现高水平科技自立自强的迫切要求，是建设世界科技强国的必由之路。中国的创新模式已经实现从引进吸收到自主创新的飞跃，部分关键核心技术领域甚至走在世界前列。然而，当前中国科技创新仍面临一个突出矛盾——基础研究产出与产业转化能力之间存在落差。《2024年中国科技论文统计报告》指出，2023年中国发表高水平国际期刊论文11.85万篇，论文发表数量和被引用次数均排在世界第1位。世界知识产权组织(WIPO)统计也表明，2023年中国在《专利合作条约》(PCT)国际专利申请量较美国领先约25%，是申请量最大的来源国。然而，科研与专利产出优势

收稿日期：2026-02-26

基金项目：国家自然科学基金面上项目“创新生态系统视角下‘卡脖子’技术破解机制研究：资源共享、价值共创、协同共生”(72372017)；国家自然科学基金面上项目“组织竞合影响传统企业数字化转型：解构、演化和重塑”(72172024)；国家自然科学基金重点项目“数字技术创新机制、突破路径与政策体系研究”(72334007)；国家自然科学基金重点项目“基于AI的信任机制设计与复杂产品系统创新研究”(72432003)

作者简介：孔海璞(1998—)，电子科技大学经济与管理学院博士研究生，研究方向：创新创业管理；(通信作者)邵云飞(1963—)，博士，电子科技大学经济与管理学院教授，博士研究生导师，研究方向：创新管理、产业创新与创新生态系统；余江(1969—)，博士，中国科学院科技战略咨询研究院研究员，教授，博士研究生导师，研究方向：新兴技术与产业化、产业创新管理与竞争战略；刘智强(1972—)，博士，华中科技大学管理学院教授，博士研究生导师，研究方向：突破性创新、突破性创造力。

尚未充分转化为产业化优势。《2023年中国专利调查报告》显示,中国发明专利产业化率为39.6%,仍有约六成有效发明专利尚未实现产业化,如何跨越基础研究与产业应用之间的“死亡之谷”,已成为中国加快高水平科技自立自强、引领发展新质生产力亟待破解的关键命题。基于科学的创新作为由前沿科学知识直接推动的创新形态,是打通基础研究与产业应用全链条的关键路径[1-2],受到学术界和实践界的高度关注。

基于科学的创新不同于技术驱动型和市场驱动型创新,其过程高度依赖新科学发现、基础研究突破与产学研合作,旨在探索科学知识的商业可能性[3]。基于科学的创新虽然发端于大学与科研院所尚未成熟的科学知识,但这些机构并不擅长科学成果的商业化运营,由此导致科学成果与产业需求脱节。在此背景下,由企业主导的基于科学的创新范式日益受到关注。专精特新“小巨人”企业是中国突破“卡脖子”技术、强化基础研究成果转化的重要力量[4],是实现基于科学的创新的重要参与主体。一方面,“小巨人”企业是最具活力、潜力和成长性的创新群体。该群体同时承担新产品研发、关键核心技术攻坚、产业链配套提升等核心功能,长期深耕细分领域,直接面向和解决产业关键短板问题[5],因而对感知基础研究与产业应用之间的“科学距离”具有天然需求。另一方面,“小巨人”企业在开展基于科学的创新过程中又面临结构性困境。受限于自身的规模约束[6],其内部基础研究能力相对薄弱,难以独自承担高投入、高风险、长周期的基于科学的创新活动[7]。同时,其专业化深耕属性虽然带来细分领域的技术优势,却也容易引发成长锁定困境。这种锁定既体现为技术优势被侵蚀的风险[8],也体现为细分市场空间的“天花板限制”[9]。“小巨人”企业关键地位与内在约束之间的矛盾,使其亟需开展基于科学的创新,但又难以独立实现。然而,既有研究多聚焦于区域和产业层面,关注区域经济发展[10]、产业形成与演化[11]等问题,对企业层面尤其是“小巨人”群体的基于科学的创新的影响因素与作用机制的研究探讨较为不足。

融通创新为“小巨人”企业突破上述矛盾提供了有益思路。融通创新是以社会实际需求和价值创造为导向,通过资源融合互补、知识协同共享、价值共创等来实现创新网络中不同主体协同创新发展的模式[12]。习近平总书记在新时代推动中部地区崛起座谈会上强调,强化企业创新主体地位,构建上下游紧密合作的创新联合体,促进产学研融通创新,加快科技成果向现实生产力转化。产学研联盟是承载融通创新的关键组织载体。企业可以通过共建多学科产学研联盟,实现与高校和科研院所等创新主体的有效连接,获取并融通多学科基础前沿知识,进而推动关键核心技术突破[13]。从知识基础观来看,创新的本质是异质性知识的跨边界获取、整合与价值重构[14-15],而基于科学的创新正是依赖于科学发现,由前沿科学知识推动的创新[16]。其对知识的异质性、前沿性要求更高,也因科学规律的不可预见性而面临较高风险,是知识基础观框架下高质量知识整合的典型。企业通过参与或组建产学研联盟,能够整合资源、分散风险,并消解创新主体间的合作壁垒,从而为基于科学的创新提供稳定的知识支撑与组织保障。

基于上述分析,本文选择工业和信息化部认定的专精特新“小巨人”上市企业为研究样本,以2011—2023年的公开年报和相关信息作为爬虫和实证检验的基础。研究从融通创新视角出发,结合知识基础观,系统考察产学研联盟如何影响“小巨人”企业基于科学的创新活动。边际贡献在于:第一,将基于科学的创新研究从既有区域、产业层面拓展至微观层面,通过构建指标体系对“小巨人”企业的基于科学的创新水平进行测算,为认识和评估中国企业基于科学的创新水平提供精确依据。第二,从融通创新视角识别了产学研联盟这一核心因素,揭示了产学研联盟能够显著提高“小巨人”企业基于科学的创新水平。知识搜索广度在其中发挥中介作用,政府研发补贴能够有效调节这一过程,为其积极开展基于科学的创新活动、充分发挥企业创新主体地位提供建设性意见。第三,进一步发现知识搜索广度在产学研联盟与基于科学的创新之间发挥显著的中介作用,而知识搜索深度的中介效应并不显著。本文基于“小巨人”企业的专业化锁定特征对这一差异化结果给出理论解释。第四,考察不同情境下基于科学的创新影响因素的异质性效应,为理解融通创新视角下提升“小巨人”企业基于科学的创新效果、优化合作模式,完善后续政策设计提供了重要参考价值。

二、理论基础与研究假设

(一)融通创新视角下“小巨人”企业基于科学的创新

专精特新“小巨人”企业作为中国制造业高质量发展的关键力量,其创新能力关系到产业链现代化水平

的提升。基于科学的创新具有探索的功能，能够跨越科学研究和产业的边界，本质上属于科学研究活动的延伸，天然就是“开放式创新”[17]。基于科学的创新是专精特新企业突破“卡脖子”技术、实现技术自主可控的核心路径。然而，基于科学的创新具有高投入、高风险、长周期的特征，单一企业往往难以独立承担，特别是专精特新企业大多是中小企业，在创新过程中面临企业规模小、周转资金短缺、抗风险能力不足等挑战[8]。知识基础观指出，基于科学的创新的核心前提是获取高价值的异质性基础科学知识，而专精特新“小巨人”企业的知识边界具有天然局限性，其内部研发团队难以自主储备此类知识，必须通过跨组织合作突破知识壁垒。而成立多学科融通的产学研联盟组织能够通过多样的合作模式来融通不同学科间的异质性知识和思维方式，帮助其攻克复杂的技术难题[6]。

产学研联盟是企业与来自不同地区的高校、科研机构等为了实现技术创新与科技成果转化等战略目标而进行的优势互补、风险共担、利益共享的创新合作行为[18]。因此，产学研联盟作为企业融通创新的重要方式，探讨其对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新的影响具有重要的理论与实践意义。第一，产学研联盟能够为“小巨人”企业提供稳定的异质性知识获取渠道。联盟中的高校、科研院所作为基础科学知识的核心供给主体，能够为企业提供前沿的基础科学知识[19]，弥补“小巨人”企业基础科学知识储备不足的核心短板，为基于科学的创新提供源头知识输入。第二，产学研联盟降低了跨主体知识交易与整合成本。不同于一般商品，知识与技术在转移和转化过程中存在显著的信息不对称[20]。企业若直接通过市场获取外部知识与技术，将承担较高的交易成本与不确定性风险。而高等院校和科研院所等则汇聚大量的知识和技术，产学研联盟通过长期制度化合作，构建了企业与学研机构间的信任机制，能够提高知识和技术的流动效率、节省交易费用[21]。第三，产学研联盟实现了知识资源的协同互补。联盟将学研机构的基础科学研究能力与“小巨人”企业的技术转化能力相结合，实现了从基础科学知识到创新成果的全链条转化，进而直接推动企业基于科学的创新水平提升，有效解决“小巨人”企业专业化陷阱与成长锁定等问题。综上，本文认为专精特新“小巨人”企业参与产学研联盟能够稳定获取高水平的基础科学知识、提升学习效率和形成稳定的伙伴关系、实现知识资源的协同互补，共同促进基于科学的创新水平的提升。

基于上述分析，本文提出假设：

专精特新“小巨人”企业参与产学研联盟总体上有利于提升基于科学的创新水平（H1）。

（二）知识搜索的中介作用

基于科学的创新要求企业在某一特定领域拥有深厚且独特的知识资源，创新成果显著依赖科学理论的发现和突破[22]，与科学知识的联系更为紧密。知识基础观强调，跨组织合作仅为“小巨人”企业获取异质性知识提供了组织渠道，而知识的获取、整合与转化，还需通过企业主动的知识搜索行为实现。换言之，产学研联盟所搭建的知识协作网络，仍需依托企业自身的知识搜索行为，方能将外部异质性知识转化为内生创新能力。然而，专精特新“小巨人”企业普遍存在创新需求高、内部资源有限、抗风险能力弱的矛盾，使其知识搜索行为既不可被动等待外部输入，也不可分散过广而失去专业聚焦。融通创新要求企业与其他创新主体间的信息和资源高度畅通和融合，保证前端科学知识能够高效地扩散和吸收。在融通创新视角下，企业的知识搜索行为不再遵循随机、短期导向，而是服务于学研方共享的知识基础，实现知识的深度融合与共同创造。知识搜索能够跨越组织边界，帮助组织搜索和利用其他创新主体的知识资源产出[23]。产学研联盟形成的网络结构能够深度融合基础研究、应用研究和产业化研究，促进创新链条上的各环节和各主体间的融通耦合，帮助“小巨人”企业通过创新信息链获得这些知识资源[24]。这些知识资源因其难以被其他组织模仿和获取，从而有助于“小巨人”企业实现创新突破。根据知识搜索策略的开放性，知识搜索可以分为搜索深度和搜索广度。前者强调对单一知识主题或技术领域的挖掘程度，后者则要求突破单一领域的限制，向相关领域、互补领域乃至跨学科领域进行全景式覆盖。

就知识搜索的深度而言，专精特新“小巨人”企业参与产学研联盟的动因是多元的。例如，聚集互补性知识、共担研发成本，分摊基于科学的创新中的高度不确定性。因此，产学研联盟能够为专精特新“小巨人”企业提供互补性知识资源，保证企业持续对特定领域进行探索，而非泛泛探索。嵌入联盟网络的企业能够通过沟通、信任及知识共享来解决问题，更容易获得高质量和高专业度的知识资源，从而提升知识搜索深

度[25]。基于知识管理理论,企业更倾向于在熟悉的领域内搜索和整合相关的知识源,对其进行整合来开展更具针对性的创新活动。当专精特新“小巨人”企业围绕特定领域开展深度知识搜索时,可以减少资源分散,强化对该领域知识的理解与掌握。在此基础上,企业更易先于竞争对手掌握前沿科学知识,进而获得新产品开发和关键技术突破的先发优势[26]。

就知识搜索的广度而言,专精特新“小巨人”企业在准备进行基于科学的创新时,需要跨越不同的领域来搜索所需的知识,对来自不同领域的各类知识元素进行整合和重构进而改变原有的知识基础,开展更有效的基于科学的创新[27]。产学研联盟中汇聚来自不同地区高校、科研机构等多样性的合作伙伴,这些合作伙伴嵌入不同的创新生态系统中,是不同的知识体系的集合体,能够为企业带来多样化的外部知识[28]。专精特新“小巨人”企业在加入产学研联盟前,会明确自身的外部知识需求;当联盟伙伴在类型、资源与技术上更具多样性时,企业才更倾向于加入。加入联盟后,企业可借助多元伙伴网络主动寻求异质性知识来源,从而以更低成本拓展知识搜索的广度。搜索广度带来的异质性知识能够缓解专精特新“小巨人”企业的知识资源短板,帮助产学研联盟内成员高效灵活地进行资源的调用和合作。知识来源的多样化也能够将基础前沿研究与产业发展进行有效对接,避免学术研究与实际应用的脱节,帮助“小巨人”企业实现基于科学的创新[5]。

基于上述分析,本文提出假设:

产学研联盟通过提升知识搜索间接促进专精特新“小巨人”企业基于科学的创新(H2);

产学研联盟通过提升知识搜索深度间接促进专精特新“小巨人”企业基于科学的创新(H2a);

产学研联盟通过提升知识搜索广度间接促进专精特新“小巨人”企业基于科学的创新(H2b)。

(三)政府研发补贴的调节作用

企业依托跨组织合作实现异质性知识整合与创新产出,离不开研发资源的刚性支撑。知识获取、吸收、转化的全流程均存在资金成本约束。专精特新“小巨人”企业普遍存在研发资金体量有限、风险承受能力较弱的问题,即便通过产学研联盟打通了基础科学知识的获取渠道,也可能因资源约束无法充分消化联盟内的异质性知识,进而影响科学知识到创新成果的转化,限制产学研联盟对基于科学的创新驱动效应的释放。政府财政补贴作为刺激企业创新水平的重要政策工具被广泛使用。企业的创新活动不仅需要大量的资金投入,还面临研发失败的风险,资金的约束使得管理者往往为了规避或降低风险而减少对创新研发的支持。为此,政府部门通过补贴政策来激励企业创新,补贴对象主要聚焦于取得重大科技突破、专利产出或者实施重点研发投入的企业。绝大部分专精特新企业属于“小而美”的中小企业[8],这些企业面临资源匮乏和市场容量固化的困境,自身的积累和储备难以响应基于科学的创新的要求。而基于科学的创新是指由科学研究直接推动、强烈依赖于科学发现的创新[29]。从国家和政府的层面,增强对科学的重视和对基础研究的投入有助于提升基于科学的创新水平[3]。这一类的科学研究投入对提高科研产出、提升学术影响力、促进科研合作具有正向影响。已有研究表明,受资助的研究能够比未获得资金支持的研究具有更高的创新价值[30]。此外,政府的研发补贴可以通过将资源分配给预期能够取得前沿突破的机构和人员,来促进优秀科学产出从而缩短基于科学的创新从基础研究到创新产出的时间。

中国政府明确要求和鼓励企业加强产学研合作,推动以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系加快形成。在政府鼓励产学研联盟及加大研发补贴的情境下,专精特新“小巨人”企业对寻求细分领域的长远发展,以及持续创新的诉求将被更高程度激活。这与其参与产学研联盟的资源获取机制和联盟惯例的逻辑本质上是一致的。基于科学的创新本身伴随较高的不确定性,专精特新“小巨人”企业通过加入产学研联盟实现知识的耦合与互补,借助合作创新来共同推动基于科学的创新。拥有更多资金支持的“小巨人”企业更有可能在产学研联盟中占据主导地位。依据社会网络理论,占据较多结构洞的联盟成员具有显著的合作优势。一方面,其更易获取联盟网络中的关键性、新颖性知识,掌控知识流向并识别成员的分享意愿;另一方面,其也更善于捕捉联盟外部信息,获得与外部成员合作的优先权与市场先机。这种合作优势能够最大化联盟价值[31],进而保障“小巨人”企业基于科学的创新的质量。

基于上述分析,本文提出假设:

政府研发补贴强度正向调节产学研联盟对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新的促进作用(H3)。

综上,本文构建研究模型如图 1 所示。

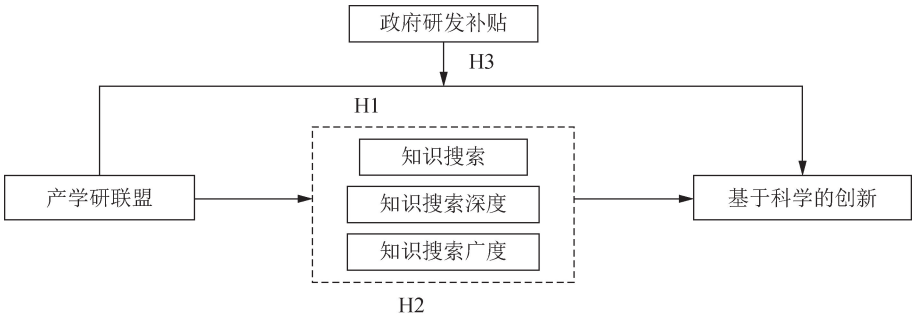


图 1　研究模型

三、研究设计

(一)数据来源

以专精特新“小巨人”企业为研究样本,“小巨人”企业是从专精特新企业中进一步遴选出的“佼佼者”,是专注细分市场、创新能力更强、掌握关键核心技术的排头兵企业[32]。同时,“小巨人”企业有明确的细分领域归属,从科学源头到市场应用的整个过程更易观测,能够剥离大型企业集团中多元业务及复杂组织结构对结果的干扰,有助于核心机制的检验。具体获取和筛选过程如下:①手动梳理了截至 2023 年 8 月前五批 12950 家专精特新“小巨人”企业中 557 家沪深 A 股和新三板上市企业名录。②考虑到政策的滞后性,“专精特新”概念最早在《中国产业发展和产业政策报告(2011)》中被提及,因而选择 2011 年为样本起始点。专利数据来自中华人民共和国国家知识产权局(CNIPA)与 IncoPat 全球专利数据库,其他数据来自国泰安(CSMAR)数据库、万得(Wind)数据库及锐思(RESSET)数据库。

在此基础上,根据以下标准对样本进行处理:①剔除 ST(special treatment)和 *ST 企业样本;②剔除金融保险行业企业样本;③剔除重要数据缺失的企业样本,最终得到 557 家企业共计 3397 个企业-年度观测值。

(二)变量选择

1. 被解释变量

基于科学的创新(*SBI*)。基于科学的创新是将前沿科学知识取得的突破性创新成果商品化和产业化,从而实现从科学发现到产业应用的全链条贯通[2]。为了准确测度基于科学的创新成果需要把握两个相互关联的核心问题:一是企业的创新成果在多大程度上转化自前沿科学知识,二是企业是否具备将科学知识吸收并转化为创新成果的能力基础。两者共同决定企业基于科学的创新水平,缺一不可。基于此,借鉴既有研究的做法[1,4,17],从创新基础和创新成果两个维度来构建指标对企业层面基于科学的创新水平进行测度。具体指标体系见表 1。

创新基础是企业进行前沿知识探索和创造的必要条件。并非所有的企业都能从科学中获益,只有投资科学吸收能力的企业才能获取科学溢价[1]。而这种能力具体表现为承担长周期基础研究的资金支持、理解和转化科学知识的高素质科研团队,以及与基础研究主导机构的稳定合作渠道等[33]。基于此,从三个方面进行构建:一是在研发投入层面,使用研发经费强度来反映企业承担基于科学的创新所需的资金支撑能力;二是在人力资本层面,使用科研人员占比

表 1　基于科学的创新水平测度指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
创新基础	研发投入	研发经费强度
	人力资源	科研人员占比
		高学历人才密度
	协同网络	协同合作产出
创新成果	直接产出	专利科学关联度
	经济成效	技术稳定性
		技术先进性
		保护范围

和高学历人才密度共同刻画企业内部的科学家或发明人的密度，这是吸收前沿科学知识的人力载体[7]；三是在外部协同层面，使用协同合作产出，即企业全部专利中产学研合作专利所占比例来衡量企业与高校、科研院所等基础研究主导机构的稳定连接强度[34]。上述三项基础指标共同支撑企业获取前沿基础科学知识。缺乏研发资金的支持，企业难以承担基于科学的创新的高投入；缺乏科研人才，企业难以吸收基础前沿知识；缺乏稳定的联盟合作网络，企业难以接触科学源头。

创新成果反映出企业知识产出转化为经济效益的结果，本文从直接产出和经济成效两个维度来进行衡量。直接产出使用企业当年发明专利所引用的科学论文数量来衡量，这一测度能够有效反映专利与先前科学进步的距离[1]。该数值越高，说明企业的专利越接近科学前沿，是在科学研究的基础上进行的创新和应用。经济成效方面，目前国内外都有相对成熟的判断企业专利经济价值的指标体系，使用 IncoPat 专利系统中的合享价值度来测算企业潜在的经济成效[35]。具体通过技术稳定性、技术先进性和保护范围来衡量，能够综合测度和反映专利的法律价值、技术价值和经济价值，有效识别真正具有商业价值的基于科学的创新产出，已被多数研究采用[35-36]。

在基于科学的创新指标合成中，采用客观赋权法对各级指标进行逐层赋权。二级指标和三级指标利用信息量权重和独立性权重结合得到的组合权重，信息权利用熵值法计算得到，独立性权重利用改进的相关系数法得到，一级指标采用等权法。

2. 解释变量

“小巨人”企业参与产学研联盟的情况（*IURA*）。根据上市公司公布的联盟情况，并非所有公告中都披露具体的合作期限。借鉴现有研究的做法[37-38]，对于披露具体合作期限的联盟，相应地设置有效期；对于未披露的联盟，则假定合作有效期为 5 年。根据产学研联盟公告的整理结果，设置企业是否参与产学研联盟的虚拟变量 *IURA*，取值为 1 则说明上市公司该年度参与产学研联盟或仍处于产学研联盟有效期内；取值为 0，则说明上市公司该年度未参与产学研联盟。

3. 中介变量

知识搜索。专利的引用关系可以反映企业的知识流动网络，参考既有研究[39-40]，专精特新“小巨人”企业知识搜索广度（*KS_Breadth*）用当年对新知识的引用率来衡量，知识搜索深度（*KS_Depth*）用对专利的平均重复引用次数来衡量。搜索广度反映企业对新知识的探索程度，知识搜索深度反映对已有知识的利用程度。

$$KS_Breadth_{it} = \frac{newcitations_{it}}{totalcitations_{it}} \tag{1}$$

$$KS_Depth_{it} = \frac{\sum_{y=t-5}^{t-1} repetitioncount_{iy}}{totalcitations_{it}} \tag{2}$$

其中：i 和 t 分别为企业和年份；y 为重复引用专利的年份；*newcitations* 为企业第 t 年新引用的专利数；*totalcitations* 为企业第 t 年引用的所有专利数；*repetitioncount* 为企业在第 y 年重复引用的专利数。

4. 调节变量

政府研发补贴（*GovR&D*）。公司年报财务报表附注中“营业外收入”科目下的“政府补助明细”中公开披露了上市公司获得研发补贴的相关情况，但这一数据不仅包括研发补贴，而且包括非研发补贴。参考吴伟伟和张天一[41]的研究，利用文本分析的方法进行关键词检索。当政府研发补贴明细条目中包含与研发相关的关键词（如开发、研发、研究、创新、新产品、技术改造、科技专项、创新奖励、知识产权等）时计为研发补贴。

5. 控制变量

参照现有研究，选取可能影响“小巨人”企业基于科学的创新的主要因素，包括企业规模、资产负债率、盈利能力、成长性，同时纳入年份和企业层面的控制变量，主要变量定义见表 2。

（三）模型构建

为了考察专精特新“小巨人”企业参与产学研联盟与基于科学的创新之间的关系，构建如（3）所示的基准回归模型。

表 2　主要变量定义

类型	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	基于科学的创新	*SBI*	参考陈钰芬和邓怡[10]及 Jensen 等[17]的研究
解释变量	产学研联盟	*IURA*	企业参与产学研联盟取值为 1，否则为 0
中介变量	知识搜索广度	*KS_Breadth*	见式(1)
	知识搜索深度	*KS_Depth*	见式(2)
调节变量	政府研发补贴	*GovR&D*	参考吴伟伟和张天一[41]的研究
控制变量	企业规模	*SIZE*	ln(期末总资产)
	资产负债率	*LEV*	以负债与总资产之比率来表示
	盈利能力	*ROE*	净利润与所有者权益的比值
	成长性	*GROWTH*	年末总资产增长额与年初总资产的比值
	年度效应	*Year*	年份固定效应变量
	企业效应	*Firm*	企业固定效应变量

$$SBI_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 IURA_{i,t} + Controls_{i,t} + Firm_i + Year_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

其中：i 为公司个体；t 为年度；$SBI_{i,t}$ 为企业 i 在第 t 年的基于科学的创新水平；$IURA_{i,t}$ 为企业在 t 年是否参与产学研联盟的虚拟变量；*Controls* 为一系列控制变量；ε_{it} 为随机干扰项；β 为待估系数。

为了控制与企业特征和时间效应相关的不可观测因素对实证结果的影响，引入企业固定效应 $Firm_i$ 和年度固定效应 $Year_t$。为了避免异常极端值的影响，所有连续变量进行了上下 1%水平的缩尾。为消除随机扰动项不服从正态分布对结论的影响，对回归系数的标准误在企业层面进行了 Cluster 调整。

四、实证分析

(一)描述性统计和相关性分析

本文变量的描述性统计结果在表 3 显示，专精特新“小巨人”企业基于科学的创新的均值为 0.3937，标准差为 0.2093，反映多数企业的基于科学的创新集中于中等水平。更进一步，相关性分析显示被解释变量与核心变量间存在相关关系，每个变量的平均方差膨胀因子介于 1.1~3.0，模型整体的平均方差膨胀因子小于 2，不存在明显的多重共线性问题。

(二)主效应检验

表 4 展示了专精特新“小巨人”企业参与产学研联盟对基于科学的创新影响的实证结果。考察专精特新“小巨人”企业参与产学研联盟对基于科学的创新的影响见表 4 的 Model1。在不控制个体与时间固定效应的情况下，参与产学研联盟对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新有显著正影响；当控制个体与时间固定效应后(Model2)，系数下降至 0.0496 并保持 1%的水平下显著，说明企业的特征或时间趋势会影响主效应。在加入预先设定的控制变量后，从表 4 的 Model3 和 Model4 列可以看出，参与产学研联盟对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新的回归系数均在 1%的统计水平上显著，且模型解释力得到提高。上述结果充分表明，参与产学研联盟时，“小巨人”企业能够稳定获取学研机构的前沿科学知识，弥补自身基础研究储备不足的短板，降低跨主体的知识交易成本，进而显著提升基于科学的创新水平。假设 H1 得到验证。

表 3　描述性统计结果

变量	样本量	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
SBI	3397	0.3937	0.2093	0	0.3868	1.0000
IURA	3397	0.0447	0.2066	0	0	1.0000
KS_Depth	3397	0.1060	0.4239	0	0	15.3333
KS_Breadth	3397	0.8283	0.3280	0	0.9726	1.0000
GovR&D	3397	4.0971	8.5228	0	1.1800	130.6480
SIZE	3397	21.2830	0.7165	18.9209	21.2246	24.5777
LEV	3397	0.2937	0.1638	0.0156	0.2679	0.8407
ROE	3397	0.0687	0.1111	−2.4888	0.0750	0.6469
GROWTH	3397	0.3120	0.6018	−0.6417	0.1333	9.0134

(三)中介效应检验

产学研联盟对专精特新“小巨人”企业的显著提升作用已经得到初步支持。那么,在融通创新视角下,产学研联盟通过何种机制影响基于科学的创新。结合理论分析,本文分别从知识搜索的深度和知识搜索的广度两条路径来进行考察。表 5 中的 Model5 已初步显示 *IURA* 对 *SBI* 的总体影响,Model6 和 Model7 中 *KS_Depth* 的中介效应不显著,假设 H2a 没有得到验证。可能的原因是专精特新“小巨人”企业的认定标准本身要求长期专注细分领域,企业在专业领域已经形成深度积累,再通过产学研联盟提升搜索深度的边际贡献十分有限。从表 5 的 Model8 和 Model9 可以看出,*IURA* 对中介变量 *KS_Breadth* 的正向影响在 1%的水平下显著,在加入中介变量 *KS_Breadth* 后,*IURA* 对被解释变量基于科学的创新的影响仍然显著,假设 H2b 得到验证。这表明“小巨人”企业真正的短板在于“专业化锁定”导致的跨学科知识储备不足,产学研联盟通过引入多学科、多地区的合作伙伴显著拓展了企业的知识搜索广度,进而打破成长锁定、推动基于科学的创新。

表 4　基准回归

变量	Model1	Model2	Model3	Model4
	SBI	*SBI*	*SBI*	*SBI*
IURA	0.0837*** (0.0129)	0.0496*** (0.0115)	0.0693*** (0.0104)	0.0485*** (0.0114)
GROWTH			−0.2397** (0.1031)	−0.2250*** (0.0573)
LEV			0.0668** (0.0286)	−0.0300 (0.0297)
ROE			−0.2753*** (0.0724)	−0.2002*** (0.0678)
SIZE			0.3486*** (0.0969)	0.3204*** (0.0605)
constant	0.3910*** (0.0195)	0.3925*** (0.0005)	0.5657*** (0.0556)	0.5475*** (0.0498)
N	3397	3397	3397	3397
R^2	0.1243	0.1125	0.1348	0.1567
个体固定效应	No	Yes	No	Yes
时间固定效应	No	Yes	No	Yes

注:*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%显著性水平下显著;括号内为标准误。

表 5　中介效应检验

变量	Model5	Model6	Model7	Model8	Model9
	SBI	*KS_Depth*	*SBI*	*KS_Breadth*	*SBI*
IURA	0.0485*** (0.0114)	0.0090 (0.0064)	0.0497*** (0.0115)	0.5375*** (0.0303)	0.0305** (0.0155)
KS_Depth			−0.1266 (0.0858)		
KS_Breadth					0.0502*** (0.0133)
GROWTH	−0.2250*** (0.0573)	0.0078** (0.0035)	−0.2240*** (0.0574)	0.4377* (0.2258)	−0.2716** (0.1176)
LEV	−0.0300 (0.0297)	−0.0021 (0.0023)	−0.0303 (0.0298)	−0.0796 (0.0874)	0.0434 (0.0535)
ROE	−0.2002*** (0.0678)	−0.0046 (0.0044)	−0.2008*** (0.0678)	0.4006 (0.2611)	−0.3691* (0.2005)
SIZE	0.3204*** (0.0605)	0.0107*** (0.0035)	0.3217*** (0.0609)	−0.0467 (0.3844)	0.3339*** (0.0531)
constant	0.5475*** (0.0498)	0.0091** (0.0036)	0.5486*** (0.0500)	0.1877 (0.1823)	0.5944*** (0.1283)
N	3397	3397	3397	3397	3397
R^2	0.1567	0.1023	0.1389	0.1876	0.1654
个体固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

注:*、**、*** 分别表示在 10%、5%和 1%显著性水平下显著;括号内为标准误。

(四)调节效应检验

从表 6 的 Model11 可以看出,政府研发补贴对基于科学的创新具有显著的促进作用。Model12 的结果表明,产学研联盟与政府研发补贴的交互系数在 5%的水平下显著为正,表明政府研发补贴能够增强参与产学

研联盟对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新的促进作用，假设 H3 得到验证。一方面，政府研发补贴向“小巨人”企业注入研发资源，正好补足基于科学的创新高投入、长周期特征所要求的资金缺口，使企业能够将产学研联盟带来的异质性知识充分消化并转化为创新产出；另一方面，依据社会网络理论，拥有更多研发资源的“小巨人”企业更易在产学研联盟中占据结构洞位置，掌握关键性、新颖性知识的流向，并获得与其他成员合作的优先决策权，从而使联盟价值最大化。可见，政府研发补贴并非简单的资金支持，而是通过强化“小巨人”企业在联盟中的网络位置发挥协同放大效应。

表 6　调节效应检验

变量	Model10	Model11	Model12
	SBI	*SBI*	*SBI*
IURA	0.0485*** (0.0114)	0.0500*** (0.0110)	0.0348*** (0.0113)
GovR&D		0.1594*** (0.0110)	0.1419*** (0.0191)
IURA×GovR&D			0.3672** (0.1818)
GROWTH	−0.2250*** (0.0573)	−0.2242*** (0.0594)	−0.2223*** (0.0592)
LEV	−0.0300 (0.0297)	−0.0307 (0.0293)	−0.0339 (0.0287)
ROE	−0.2002*** (0.0678)	−0.2028*** (0.0684)	−0.2028*** (0.0700)
SIZE	0.3204*** (0.0605)	0.2403*** (0.0697)	0.2505*** (0.0704)
constant	0.5475*** (0.0498)	0.5462*** (0.0505)	0.5474*** (0.0511)
N	3397	3397	3397
R^2	0.1567	0.1417	0.1589
个体固定效应	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%显著性水平下显著；括号内为标准误。

（五）内生性处理和稳健性检验

1. 内生性处理

基于科学的创新单纯依靠企业内部知识资源难以实现，势必需要从外部获取基础前沿知识，可能倒逼企业积极寻找产学研联盟合作的机会，获取外部的科学知识来源。另外，基于科学的创新会拓展“小巨人”企业的社会网络，推动企业与大学、科研机构等进行深度合作，促进产学研联盟的建立。因此，为了缓解潜在的反向因果关系和不可观测的遗漏变量带来的内生性问题，选择距海岸线距离、自然灾害及 1978 年各省份人均水稻播种面积作为工具变量进行回归。这些工具变量的选择能够满足相关性和外生性的要求。

具体来看：第一，距海岸线距离。从古至今，沿海地区得益于地理位置和自然条件，经济发展明显优于内陆地区，加之改革开放以来中国贯彻沿海地区优先发展并带动内陆地区发展的思路，沿海省份聚集更多高校、科研机构等创新资源，甚至高校教师也从中西部地区、东北地区向东部沿海地区流动，大大提升产学研协同创新的氛围。企业所在地区与海岸线距离越近，企业对接这些机构的便利性就越高，组建产学研联盟的概率也随之提升。本文使用“小巨人”企业注册地所在省份距离海岸线距离的倒数作为工具变量。第二，自然灾害。现有研究表明，自然灾害发生后，人们会在救援和互助中增强彼此间的信任程度，提升整体的凝聚力。当社会信任程度提高后，当地的市场主体间合作意识也会增强，变相提高参与产学研联盟的意愿。因此，将“小巨人”企业注册地自然灾害的发生程度作为工具变量加入研究。第三，1978 年各省份人均水稻播种面积[42]。1978 年中国尚未推行家庭联产承包责任制，水稻种植区往往具有更密集的生产网络和协作传统，这种历史沉淀的协作传统会潜在影响区域内经济主体的合作行为模式，更容易形成稳定的产学研联盟。上述变量均属于自然地理变量或历史变量，与基于科学的创新并无明显的关系，均满足工具变量的要求。需要说明的是，距海岸线距离与 1978 年各省份人均水稻播种面积均为不随时间变化的横截面数据。参考黄勃等[43]的处理方法，将同行业内其他企业上年度参与联盟的比例与上述变量作为交乘项来进行检验。

表 7 展示了内生性检验结果。为缓解工具变量之间可能存在的多重共线性问题，本文对各工具变量采用主成分分析方法，将提取的主成分命名为 *IV-pca* 并作为新的工具变量。其中，Model13、Model15、Model17 依次对应上述工具变量第一阶段的回归结果，数据显示各工具变量的回归系数均在 1%统计水平上显著为正，证实了工具变量与内生变量之间存在显著相关性。此外，各工具变量的 LM 统计量与 Wald *F* 统计量均显著拒绝原假设，满足不可识别检验与弱工具变量检验的要求，进一步佐证了所选工具变量的适用性。表 7 的 Model14、Model16、Model18 则分别为上述工具变量第二阶段的回归结果。结果显示，解释变量的回归系数依旧保持显著正向。上述结果说明，在控制内生性问题的前提下，“小巨人”企业参与产学研联盟能够推动基于科学的创新这一结论仍然成立。

表 7　内生性检验

变量	Model13	Model14	Model15	Model16	Model17	Model18
	第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段
	IURA	*SBI*	*IURA*	*SBI*	*IURA*	*SBI*
IV_1-*pca*	0.0669***					
	(0.0197)					
IV_2-*pca*		5.4152***				
		(1.9079)				
IV_3-*pca*			0.0902***			
			(0.0239)			
OLS				3.5896***		
				(1.2225)		
2SLS-All					0.0140***	
					(0.0037)	
LIML						4.4344***
						(1.4616)
Controls	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
LM	32.2208		32.4280		32.4053	
Wald *F*	6.4442		6.4856		6.4811	

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%显著性水平下显著；括号内为标准误。OLS 为普通最小二乘估计结果，2SLS-All 为同时纳入全部工具变量的两阶段最小二乘估计结果，LIML 为有限信息最大似然估计结果。

2. 稳健性检验

为了进一步检验研究结果的稳健性，采用四种方式进行稳健性检验。

（1）解释变量滞后处理。将解释变量滞后 1 年、3 年和 5 年，回归结果见表 8 中的 Model19～Model21。当期产学研联盟的回归系数仍然显著为正，表明在控制企业既有联盟参与历史后，基准结论仍然稳健。

（2）更换被解释变量的测算方法。一是以“小巨人”企业当年度直接引用科学文章的专利数量来衡量其基于科学的创新水平[44]（表 8 的 Model22），结果基本保持不变。二是通过主成分分析法重新构建基于科学的创新的测度指标（表 8 的 Model23），结果与假设一致，验证了结果的稳健性。

（3）增加和替换控制变量。加入前 10 大股东的持股比例（*cr*）来衡量股权集中度，使用企业员工总数（*employees*）来表示企业规模（表 8 的 Model24），结果仍与假设保持一致。

（4）剔除了 2020—2023 年重大公共卫生事件期间的数据。考虑到特殊时期对企业经营的冲击，剔除该时段后重新回归（表 8 的 Model25），结果仍然与假设一致。

表 8　稳健性检验

变量	Model19	Model20	Model21	Model22	Model23	Model24	Model25
	SBI	*SBI*	*SBI*	*SBI*	*SBI*	*SBI*	*SBI*
IURA	0.0374**	0.0513***	0.0757***	0.5362**	0.1071***	0.0451***	0.0360**
	(0.0158)	(0.0167)	(0.0149)	(0.2218)	(0.0305)	(0.0109)	(0.0155)
L1. IURA	0.0083						
	(0.0184)						
L3. IURA		0.0058					
		(0.0208)					
L5. IURA			0.0266				
			(0.0326)				
GROWTH	−0.2270**	0.0272	−0.0545	0.0375		−0.2095***	−0.0170
	(0.0894)	(0.1354)	(0.2191)	(0.1615)		(0.0570)	(0.0805)
LEV	−0.0439	−0.0532	−0.0622	0.4125	−0.0313	−0.0538*	0.1000***
	(0.0286)	(0.0401)	(0.0641)	(0.6945)	(0.0454)	(0.0305)	(0.0276)

续表

变量	Model19	Model20	Model21	Model22	Model23	Model24	Model25
	SBI	*SBI*	*SBI*	*SBI*	*SBI*	*SBI*	*SBI*
ROE	−0.1679** (0.0749)	−0.1619** (0.0747)	−0.1239* (0.0676)	−1.1881*** (0.4336)	−0.0411 (0.0365)	−0.2187*** (0.0680)	−0.2607 (0.1674)
SIZE	0.3567*** (0.0566)	0.5164*** (0.1320)	0.7457*** (0.1035)	0.0000 (0.0000)	-5.41×10^{-13} (3.49×10^{-12})		−0.1551 (0.2023)
ln_*employees*						0.4391*** (0.0616)	
cr						0.0786*** (0.0241)	
constant	0.5403*** (0.0508)	0.5247*** (0.0559)	0.5046*** (0.0598)	2.0640*** (0.1257)	0.0342 (0.0587)	0.5203*** (0.0497)	0.4832*** (0.1186)
R^2	0.1210	0.1305	0.1468	0.1008	0.1890	0.1426	0.1275
个体固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%显著性水平下显著；括号内为标准误。

（六）异质性分析

1. 企业性质

企业性质的不同可能会导致产学研联盟对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新水平产生不同的影响。因此，从产权视角以国有企业、民营企业、外资企业作为划分标准进一步检验产学研联盟对不同性质企业基于科学的创新水平的影响，结果见表 9 的 Model26~Model28。可以看出，产学研联盟对民营的专精特新“小巨人”企业基于科学的创新水平在 1%的水平下显著，国有和外资企业并不显著。出现以上差异可能的原因是，与国有企业相比，民营企业面临更强的生存竞争压力和解决成长锁定问题的需求，加入产学研联盟后能快速对接高校和科研机构的基础研究成果，高效将科学知识转化为创新产出。而国有“小巨人”企业大都围绕关键核心技术领域进行布局，大多带有政策导向，自身已依托政策资源绑定稳定的产学研合作渠道，参与联盟的边际效应有限。此外，外资“小巨人”企业的总部多设于境外，其经营决策与技术研发受制于母公司的整体管控；加之国际经贸环境的不确定性和复杂性，境外母公司对关键核心技术与前沿基础知识的管控趋紧，使得在华外资企业难以与本土学研机构开展深度融通创新，因而产学研联盟对其基于科学的创新的促进作用并不显著。

表 9　异质性检验

变量	Model26	Model27	Model28	Model29	Model30	Model31	Model32
	国有企业	民营企业	外资企业	非战略性新兴产业	战略性新兴产业	非商帮文化发源地区	商帮文化发源地区
IURA	−0.0224 (0.0762)	0.0733*** (0.0141)	−0.0385 (0.0401)	0.0275* (0.0142)	0.1011*** (0.0249)	0.0211 (0.0242)	0.0650*** (0.0135)
GROWTH	−0.5843* (0.2997)	−0.2575*** (0.0590)	−0.4576*** (0.1414)	−0.2209*** (0.0654)	−0.0181 (0.1467)	−0.2724*** (0.0741)	−0.1781** (0.0708)
LEV	0.1828* (0.1048)	−0.0497 (0.0366)	0.1100 (0.0953)	−0.0398 (0.0296)	0.0121 (0.0233)	−0.0333 (0.0357)	−0.0373 (0.0431)
ROE	−0.1093 (0.2648)	−0.2078*** (0.0642)	−0.3923** (0.1940)	−0.3211*** (0.0643)	−0.0279 (0.1597)	−0.2760** (0.1198)	−0.1526* (0.0854)
SIZE	0.9351*** (0.3119)	0.3894*** (0.1172)	0.1603 (0.3128)	0.2146*** (0.0710)	1.2110*** (0.2922)	0.3752*** (0.0883)	0.2723* (0.1562)
constant	0.4229** (0.1779)	0.5580*** (0.0487)	0.6635*** (0.1182)	0.6486*** (0.0454)	0.3121*** (0.1016)	0.5940*** (0.0930)	0.5197*** (0.0588)
N	304	2758	179	2822	575	1263	2134
R^2	0.1485	0.1243	0.1537	0.1203	0.1431	0.1297	0.1153
个体固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%显著性水平下显著；括号内为标准误。

2. 行业属性

不同行业的“小巨人”企业在技术优势和资源禀赋方面存在显著差异,本文以是否属于战略性新兴产业为划分标准检验行业异质性,结果见表9的Model29和Model30。可以看出,产学研联盟对战略性新兴产业的企业基于科学的创新水平在1%的水平下显著,对非战略性新兴产业仅在10%的水平下显著。可能的原因是,战略性新兴产业与非战略性新兴产业的技术成熟度不同。战略性新兴产业多聚焦人工智能、生物医药等前沿领域,技术成熟度低,对前沿基础科学知识的依赖程度较高,本质上需要实现“从0到1”的突破,而产学研联盟正好为这类企业提供了对接学研机构基础研究的关键通道,大幅缩短与科学的距离,获得更多的基础前沿知识,提升其基于科学的创新水平。非战略性新兴产业的创新更多是在成熟技术轨道上的“从1到N”的优化,其对前沿科学知识的依赖程度较低,产学研联盟的边际作用相对有限。

3. 外部环境层面

联盟与传统文化中的“商帮文化”类似,商帮文化反映古代商人互帮互助、结伴经商的合作理念。受商帮文化的潜在影响,位于商帮文化发源地的企业,其参与产学研联盟的倾向相对更高,而这一行为可能进一步推动其基于科学的创新水平的提升。基于此,本文将“十大商帮”的发源地划定为商业合作文化区域,并依据企业所属省份是否归属于上述任一商帮发源地[41],来检验不同商业文化情境下,产学研联盟对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新水平的具体影响,结果见表9的Model31和Model32。可以看出,产学研联盟对商帮文化发源地专精特新“小巨人”企业的基于科学的创新在1%的水平下显著,但是产学研联盟对非商帮文化发源地专精特新“小巨人”企业的基于科学的创新水平不显著。这说明,商帮文化所塑造的合作习惯与信任规范使企业更容易将正式联盟关系内化为长期合作的伙伴关系,更愿意进行知识共享与风险承担;而在非商帮文化区域,正式合作机制可能缺乏非正式合作文化的帮助,难以转化为深度合作。由此可见,地区的商业合作文化显著提升产学研联盟对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新的效果。

五、主要研究结论与建议

基于科学的创新具有高投入、高风险、长周期、潜在超额回报的特征,“小巨人”企业仅依靠自身资源与知识难以独立实现基于科学的创新。本文以2011—2023年的专精特新“小巨人”上市企业为样本,通过爬虫技术等方式利用非平衡面板数据,从融通创新视角考察了产学研联盟对“小巨人”企业基于科学的创新的影响及作用机制。主要研究结论如下:

第一,在融通创新视角下,产学研联盟是驱动专精特新“小巨人”企业基于科学的创新的关键因素。产学研联盟通过整合学研机构的基础创新资源,弥补“小巨人”企业基础知识资源不足的缺憾,帮助企业突破专业化锁定,实现前沿科学知识的有效转化,提升基于科学的创新水平。本文基于知识基础观,从融通创新视角来探究产学研联盟对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新的影响机制,在微观层面构建基于科学的创新的指标体系,有助于后续拓展和完善基于科学的创新在企业层面的研究。同时,为“小巨人”企业解决成长锁定问题、实现前沿科学知识的有效转化提供指导。

第二,知识搜索广度在参与产学研联盟与基于科学的创新之间发挥中介作用,而知识搜索深度的中介作用并不显著。专精特新“小巨人”企业因自身的专业化特征,本身就在某一知识领域拥有长期积累,在加入产学研联盟之后,通过和其他创新主体进行交叉融合能够获取更为广泛的异质性知识和与之相对应的互补性知识,缩短其与基础研究领域的知识距离,使其能够在细分领域进行更为深入的探索。弥补自身的资源限制和不足,实现资源的丰富和完善,与联盟伙伴共创共赢来实现基于科学的创新。另外,由于专精特新“小巨人”企业天然的专业化属性,所以通过知识搜索深度的提升对促进其基于科学的创新的水平影响不大,其更需要多元互补的异质性知识。

第三,参与产学研联盟对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新的影响程度,受到政府研发补贴的影响。基于科学的创新本身就要求长期的投入和研发,政府加大研发补贴不仅有助于专精特新“小巨人”企业持续发力,不断调配资源集中于基于科学的创新;而且拥有更多研发资金的“小巨人”企业往往会占据联盟网络中的主导地位,更容易获得与之相关的互补性知识。这些都会放大企业参与产学研联盟获取异质互补

资源的作用，进而提升基于科学的创新水平。

此外，产学研联盟对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新呈现出明显的异质性。在产权属性方面，民营“小巨人”企业的促进效应最为显著，国有“小巨人”企业因先天资源禀赋已有稳定的合作渠道，外资“小巨人”企业则因为母公司的管控收紧，产学研联盟的边际效应均不显著。在行业属性上，战略性新兴产业的促进效应是非战略性新兴产业的近 4 倍，反映出战略性新兴产业的“小巨人”企业对前沿科学知识的依赖程度更高。最后，与非商帮文化发源地的企业相比，地处商帮文化发源地的“小巨人”企业参与产学研联盟对基于科学创新的促进作用更为显著。

根据上述研究结论，提出如下启示：

专精特新“小巨人”企业应该主动将产学研联盟作为破解专业化锁定、缩短科学距离的核心抓手，充分发挥创新主体地位，摆脱现有的创新困境。第一，主动组建跨学科多元产学研联盟，聚焦基础研究成果转化。“小巨人”企业应摒弃“单一领域深耕”的惯性思维，主动对接基础研究优势高校和新型研发机构，确保联盟伙伴在学科分布、知识体系上具备多样性，能够围绕细分领域关键核心技术的科学原理突破开展联合研发。第二，将知识搜索广度指标纳入研发部门的绩效考核，引导企业相关负责人主动拓展异质性知识来源，谋求基于科学的创新。第三，通过共建联合研发中心、共享实验设备与科研人才，整合基础研究资源，弥补自身基础研究能力薄弱的短板，将市场需求与产业痛点融入科学研究方向，推动基础研究、技术研发到产业应用的全链条贯通，提升基于科学的创新的产业化效率与市场价值。

政府支持产学研联盟驱动“小巨人”企业需要采取差异化、精准化的政策，优化政策扶持体系，引导产学研协同，强化基础研究支撑，加强企业主导的产学研深度融合。第一，强化研发补贴的协同放大功能。鉴于政府研发补贴对产学研联盟促进效应的放大作用，建议在国家重点研发计划、创新联合体建设中，提高对参与产学研联盟的“小巨人”企业的补贴权重，并将补贴与实际产出，如联合发明专利数、合作论文数等挂钩，避免低效投入。第二，按企业产权和行业属性分类施策。对民营“小巨人”企业，加大科技专项倾斜，明确其在重点研发计划中的参与比例；对战略性新兴产业的“小巨人”企业，优先支持其与学研机构联合开展的基础研究项目，鼓励联合攻关，引导企业主动开展融通创新，缩短“从 0 到 1”的周期；对国有“小巨人”企业，鼓励其打开传统政策通道之外的开放合作渠道，避免合作渠道单一化。第三，将基于科学的创新指标纳入专精特新“小巨人”企业的复核标准。建议在年度复核与新一轮认定中，引入专利科学关联度、科研合作产出比等可量化指标，引导企业从重视专利数量转向重视科学关联与基础研究承接。第四，依托商帮文化发源地建设区域产学研协同枢纽。在商业合作文化浓厚地区，整合本地高校、科研机构与“小巨人”企业资源，建设区域性产学研协同创新平台，促进基础前沿知识的高效流通。

大学和科研机构等应主动调整知识供给模式，提升基础研究成果对“小巨人”企业的可吸收性，提升协同创新效率。第一，主动摒弃“重理论、轻应用”的传统思维，主动对接“小巨人”企业的产业痛点与创新需求，将科学研究与产业应用紧密结合，避免基础研究成果与市场需求脱节。可以依托学校技术转移办公室设立面向“小巨人”企业的学术联络员，每位联络员对接一个产业方向，跨学科整合校内基础研究资源，为企业提供多维度的科学知识对接服务，帮助“小巨人”企业打破专业化锁定的技术壁垒。第二，推行“原理讲解—中试转化—产业化指导”的三阶段知识转移服务。针对基础研究成果默会性强、转化难度大等特点，设计标准化服务包。原理讲解阶段帮助“小巨人”企业理解与吸收前沿科学知识，中试转化阶段提供实验室到产业线的工艺打通，产业化指导阶段协助解决规模化生产中的技术问题。第三，调整科研评价的导向，鼓励学者深度参与产学研联盟。在职称评聘、绩效考核中提高横向课题、联合发明专利、产业应用成果的权重，使科学家有更强的动力参与基础研究的产业化。

从研究展望来看，未来研究可以从以下两个方面进行完善：第一，聚焦产学研联盟对专精特新“小巨人”企业基于科学的创新的影响，不过企业间融通创新并非参与产学研联盟这一种方式，未来可以根据融通创新的不同类型，进一步探究其对基于科学的创新的影响机理，不断丰富完善现有企业层面基于科学的创新研究。第二，本文的样本仅覆盖专精特新“小巨人”上市企业，未来可以拓展至与之相关的战略性新兴产业、未来产业企业等，拓宽样本范围，为构建更完善的国家创新体系提供更全面的微观证据。

参考文献

[1] KRIEGER J L, SCHNITZER M, WATZINGER M. Standing on the shoulders of science[J]. Strategic Management Journal, 2024, 45(9): 1670-1695.

[2] 林苞, 雷家骕. 基于科学的创新与基于技术的创新——兼论科学-技术关系的"部门"模式[J]. 科学学研究, 2014, 32(9): 1289-1296.

[3] 陈劲, 赵晓婷, 梁靓. 基于科学的创新[J]. 科学学与科学技术管理, 2013, 34(6): 3-7.

[4] 杜亚光, 何瑛. 精一赢家战略对企业融通创新的影响研究[J]. 科研管理, 2025, 46(6): 63-72.

[5] 郑刚, 朱国浩, 邬爱其, 等. 专精特新企业产学研知识共创与工艺类关键核心技术突破——基于隶属集团型企业中集圣达因的案例研究[J]. 管理世界, 2025, 41(4): 193-218.

[6] 吴淑芳, 唐震, 田鸣. 技术多元化对"专精特新"企业突破性创新绩效的影响[J]. 技术经济, 2025, 44(4): 134-148.

[7] 王瑶, 曾德明, 李健, 等. 桥接科学家创始人与企业技术创新绩效——基于专精特新"小巨人"企业的分析[J]. 科学学研究, 2023, 41(9): 1690-1701.

[8] 冯永春, 曹鑫锐, 邬爱其, 等. 专精特新企业如何打破成长锁定？——基于明飞科技的案例研究[J]. 管理世界, 2025, 41(10): 190-210.

[9] 许晖, 李阳, 刘田田, 等. "专精特新"企业如何突破专业化"锁定"困境？——创新搜寻视角下的多案例研究[J]. 外国经济与管理, 2023, 45(10): 3-19.

[10] 陈钰芬, 邓怡. 基于科学/经验的创新何以驱动经济现代化?[J]. 科学学研究, 2025, 43(10): 2142-2154.

[11] 朱卫杰, 韩武成, 鲁若愚, 等. 科学驱动视角下产业创新网络与生态主体研究——以 5G 产业为例[J]. 技术经济, 2023, 42(6): 1-12.

[12] 陈劲, 阳银娟, 刘畅. 面向 2035 年的中国科技创新范式探索: 融通创新[J]. 中国科技论坛, 2020(10): 7-10.

[13] 张羽飞, 刘兵, 原长弘. 科技领军企业如何突破关键核心技术？——基于产学研融合视角的双案例研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2024, 45(12): 88-105.

[14] GRANT R M. Toward a knowledge-based theory of the firm[J]. Strategic Management Journal, 1996, 17(S2): 109-122.

[15] 刘娜, 杜艳婷, 毛荐其, 等. 企业知识结构属性对突破性创新绩效的影响[J]. 科研管理, 2024, 45(2): 137-144.

[16] CORIAT B, ORSI F, WEINSTEIN O. Does biotech reflect a new science-based innovation regime?[J]. Industry and Innovation, 2003, 10(3): 231-253.

[17] JENSEN M B, JOHNSON B, LORENZ E, et al. Forms of knowledge and modes of innovation[J]. Research Policy, 2007, 36(5): 680-693.

[18] 徐欣, 刘梦冉. 产学研联盟与企业技术多元化——基于发明专利 IPC 信息的研究[J]. 科学学研究, 2020, 38(10): 1858-1867.

[19] LIEFFNER I, SI Y, SCHÄFER K. A latecomer firm's R&D collaboration with advanced country universities and research institutes: The case of Huawei in Germany[J]. Technovation, 2019, 86: 3-14.

[20] 马文聪, 叶阳平, 徐梦丹, 等. "两情相悦"还是"门当户对": 产学研合作伙伴匹配性及其对知识共享和合作绩效的影响机制[J]. 南开管理评论, 2018, 21(6): 95-106.

[21] RAVICHANDRAN T, GIURA S I. Knowledge transfers in alliances: Exploring the facilitating role of information technology[J]. Information Systems Research, 2019, 30(3): 726-744.

[22] 马佳, 李天柱, 鲁若愚. 数字时代本土企业何以开展"基于科学的创新"？——创新能力体系及其构建路径研究[J]. 管理评论, 2024, 36(8): 275-288.

[23] 王芳, 马惠, 赵兰香, 等. 多元异构知识来源对突破性创新价值的影响[J/OL]. 科学学研究, 1-19[2026-05-08]. https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20250521.002.

[24] 施锦诚, 朱凌, 梅景瑶. 关键共性技术攻关产学研联盟实现突破性创新的机制研究[J]. 科研管理, 2023, 44(12): 104-114.

[25] 张羽飞, 原长弘, 张树满. 产学研联盟组合对科技中小企业成长的影响机制研究[J]. 技术经济, 2023, 42(9): 53-66.

[26] CHEN X, MAO J, MA Y, et al. The knowledge linkage between science and technology influences corporate technological innovation: Evidence from scientific publications and patents[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2024, 198: 122985.

[27] CARLO J L, LYYTINEN K, ROSE G M. A knowledge-based model of radical innovation in small software firms[J]. MIS Quarterly, 2012, 36(3): 865-895.

[28] 张树满, 张羽飞, 原长弘. 产学研联盟组合伙伴地理集中度如何影响企业创新绩效——中介效应与调节效应分析[J]. 管理工程学报, 2023, 37(2): 35-47.

[29] GRUPP H. Dynamics of science-based innovation[M]. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012.

[30] GÖK A, RIGBY J, SHAPIRA P. The impact of research funding on scientific outputs: Evidence from six smaller European countries[J]. Journal of the Association for Information Science and Technology, 2016, 67(3): 715-730.

[31] 吴言波, 邵云飞. 战略联盟技术多元性对焦点企业突破性创新的影响及机制研究[J]. 研究与发展管理, 2020, 32(3): 100-110.

[32] 韩洪灵, 彭瑶, 刘强, 等. "小巨人"大效应: 专精特新认定、供应链溢出与企业生产率[J]. 数量经济技术经济研究, 2024, 41(12): 177-198.

[33] FITJAR R D, RODRÍGUEZ-POSE A. Firm collaboration and modes of innovation in Norway[J]. Research Policy, 2013, 42(1): 128-138.

[34] 戴勇，张秋璇，朱桂龙. 科学关联度与技术关联度如何影响医药公司创新绩效[J]. 科技进步与对策，2023，40(19)：96-105.
[35] 刘承良，刘向杰. 城市创新创业活力与新兴产业核心技术：空间极化、规模门槛与中介效应[J]. 中国软科学，2024(3)：212-224.
[36] 陈晓红，张静辉，汪阳洁，等. 数字赋能、技术创新与空气污染治理——来自专利文本挖掘的证据[J]. 经济研究，2024，59(12)：21-39.
[37] CANER T，BRUYAKA O，PRESCOTT J E. Flow signals：Evidence from patent and alliance portfolios in the US biopharmaceutical industry[J]. Journal of Management Studies，2018，55(2)：232-264.
[38] ZHANG S，YUAN C，HAN C. Industry-university-research alliance portfolio size and firm performance：The contingent role of political connections[J]. The Journal of Technology Transfer，2020，45(5)：1505-1534.
[39] KATILA R，AHUJA G. Something old，something new：A longitudinal study of search behavior and new product introduction[J]. Academy of Management Journal，2002，45(6)：1183-1194.
[40] 王海花，孙倩如，刘黎，等. 专精特新企业技术专业化与关键核心技术突破[J]. 科学学研究，2026，44(1)：141-153.
[41] 吴伟伟，张天一. 非研发补贴与研发补贴对新创企业创新产出的非对称影响研究[J]. 管理世界，2021，37(3)：137-160，10.
[42] 潘健平，潘越，马奕涵. 以“合”为贵：合作文化与企业创新[J]. 金融研究，2019(1)：148-167.
[43] 黄勃，李海彤，江萍，等. 战略联盟、要素流动与企业全要素生产率提升[J]. 管理世界，2022，38(10)：195-212.
[44] AHMADPOOR M，JONES B F. The dual frontier：Patented inventions and prior scientific advance[J]. Science，2017，357(6351)：583-587.

The Impact of Industry-university-research Alliances on Science-based Innovation of “Little Giant” Enterprises：A Co-innovation Perspective

Kong Haipu[1]，Shao Yunfei[1]，Yu Jiang[2]，Liu Zhiqiang[3]

(1. School of Economics and Management，University of Electronic Science and Technology of China，Chengdu 611731，China；2. Institutes of Science and Development，Chinese Academy of Sciences，Beijing 100190，China；3. School of Management，Huazhong University of Science and Technology，Wuhan 430074，China)

Abstract：Science-based innovation is defined as innovation driven by frontier scientific knowledge. SRDI “Little Giant” enterprises are regarded as key actors in the innovation chain. From the perspective of co-innovation and the knowledge-based view，industry-university-research (IUR) alliances were identified as the core organizational vehicle of co-innovation. The effect of IUR alliance participation on science-based innovation in SRDI “Little Giant” enterprises was examined. The underlying mechanism was also tested. It is shown that IUR alliance participation significantly improves science-based innovation. The effect is mainly achieved through the expanded breadth of knowledge search. The relationship between IUR alliance participation and science-based innovation is positively moderated by government R&D subsidy intensity. However，no significant mediating effect is found for the depth of knowledge search. This result is associated with the specialized lock-in of SRDI “Little Giant” enterprises. A stronger alliance effect is observed in private enterprises. A stronger effect is also observed in strategic emerging-industry firms. The effect is further strengthened in firms located in birthplaces of traditional business-clan culture. The influence mechanism of IUR alliances on science-based innovation is clarified under the co-innovation framework. Micro-level research on science-based innovation is extended. Useful implications are provided for strengthening the role of SRDI “Little Giant” enterprises as principal innovators. Guidance is also provided for promoting science-based innovation，improving industrial-chain coordination and supporting capabilities，and filling gaps in and strengthening industrial chains.

Keywords：SRDI “Little Giant” enterprises；science-based innovation；IUR alliance；co-innovation；knowledge search；basic research；industrial application