

政府关键数字技术采购与供应链企业 创新溢出*



李宏兵¹ 吴 淳² 李 震¹

(1. 北京邮电大学经济管理学院, 北京 100876;
2. 中国人民大学财政金融学院, 北京 100872)

内容提要:在数字经济高质量发展引领下,积极发挥政府关键数字技术采购拉动创新的溢出作用,对提升产业链供应链现代化水平,加快构建创新型国家具有重要意义。本文基于2015—2022年我国A股上市公司及其前五大供应商和客户数据,利用自然语言处理技术有效识别政府关键数字技术采购,并考察其对供应链企业创新溢出的影响效应及理论机制。研究发现:第一,政府对关键数字技术的采购显著提升了供应商和客户企业的创新能力,这表明政府需求能够有效激发供应链各主体的创新活力;第二,需求牵引和知识溢出效应构成了主要作用机制,表现为推动长期合作的供应链企业创新,并且供应链企业创新成果集中在被采购技术领域;第三,被采购企业是劳动密集型、与被采购企业距离较近、非国有的供应链企业,其创新激励效应更加明显;第四,相比需求多样化,政府对数字产品的持续性需求更有助于供应链企业创新,但这种促进作用呈现边际递减效应,其主要原因是创新难度增加而非企业创新懒惰。上述结果表明,持续且聚焦的政府关键数字技术采购能够有效激发供应链企业在相关领域的创新活力,为从需求侧推动供应链企业创新和政府制定最优采购策略驱动经济高质量发展提供了重要的政策启示。

关键词:关键数字技术 需求牵引 知识溢出 采购策略 自然语言处理

中图分类号:F49 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2025)06—0146—21

一、引 言

在全球科技竞争加剧与数字经济快速发展的背景下,以人工智能、高端芯片、量子计算、5G通信和大数据处理等为代表的数字技术,为产业链现代化、安全性和韧性提供重要支撑(寇宗来和孙瑞,2023^[1];阳镇和王文娜,2024^[2])。为推动产业链和供应链的高质量发展、增强自主创新能力,我国政府出台了一系列支持政策,旨在培育创新型企业,促进关键技术的突破和数字经济整体发展(韩霞,2003^[3];余典范等,2023^[4])。2015年,国务院发布《促进大数据发展行动纲要》,提出加快政府数据开放共享与数字技术的应用,并通过政府采购推动大数据核心关键技术的发展,从而为当前数字经济与实体经济的深度融合打下基础。党的二十大、二十届三中全会做出了系列顶层设计,进一步就如何提升关键数字技术自主创新能力和产业核心竞争力、如何

收稿日期:2024-12-05

* 基金项目:国家社会科学基金重点项目“数字劳动视域下公共数据高质量开放对稳就业的效应研究”(24AJL016)。

作者简介:李宏兵,男,教授、副院长,博士生导师,经济学博士,研究领域为数字经济、国际贸易、劳动力市场等,电子邮箱:hongbingli@bupt.edu.cn;吴淳,男,博士研究生,研究领域为科技金融与企业创新,电子邮箱:wuchun1998y@163.com;李震,男,副教授,硕士生导师,经济学博士,研究领域为国际贸易与发展经济学,电子邮箱:zhenli2018@163.com。通讯作者:吴淳。

强化产业链供应链创新发展等问题描绘了发展蓝图。政府关键数字技术采购不仅是推动关键技术突破的重要工具,也是提高数字技术创新能力、推动产业链供应链现代化的核心举措之一(武威等,2024)^[5]。

政府关键数字技术采购是指政府通过采购推动企业研发,以满足所需技术产品的要求,广义上属于“政府技术采购”或“政府创新采购”(public-procurement for innovation, PPI)(Edquist 和 Hommen, 2000^[6]; 申志轩等, 2024^[7]),但其政策目标已上升至国家战略竞争层面的关键数字技术。近年来,政府关键数字技术采购的体系不断完善,显著提升了企业的创新能力,特别是在高科技产业中表现突出。根据中国政府采购网发布的政府采购合同公告,2015—2022 年政府采购合同金额从 612 亿元增加到 8673 亿元,其中关键数字技术采购从 163 亿元增加到 2381 亿元,占比增加至 27.45%。政府采购在降低企业创新风险、提供稳定需求方面发挥了积极作用,能够有效缓解企业在研发过程中面临的不确定性,并通过稳定的市场需求激发企业的创新动力(Aschhoff 和 Sofka, 2009^[8]; Guerzoni 和 Raiteri, 2015^[9]; Dai 等, 2021^[10]; Che 等, 2021^[11])。

在此背景下,政府采购的溢出效应逐渐成为学术界关注的热点。然而,现有文献主要聚焦于政府采购对企业自身的影响,证明其在推动企业创新投入、提高经营效率与价值效应和增强市场竞争力等方面发挥着积极作用(Czarnitzki 等, 2020^[12]; 姜爱华和费堃桀, 2021^[13]; 田利辉和关欣, 2023^[14]; 潘越等, 2024^[15])。尽管部分学者已指出,含有技术需求的采购合同对企业创新具有特殊影响(Slavtchev 和 Wiederhold, 2016^[16]; Nishimura 和 Okamuro, 2016^[17]; Beraja 等, 2023^[18]),但政府采购对供应链上下游企业的创新溢出效应及其内在机制仍亟待深入探讨,尤其是在关键数字技术采购的背景下,其是否能为供应链企业带来系统性的创新能力提升尚未明确。那么,在我国由要素驱动向创新驱动转型过程中,政府关键数字技术采购在提升企业创新能力、强化供应链联动和技术合作方面,究竟扮演了何种重要角色?事实上,无论从理论层面还是已有实践来看,政府采购通过需求牵引^①和知识溢出机制,都能够显著提升被采购企业创新投入与质量(孙薇和叶初升, 2023^[19]; 黄继承和朱光顺, 2023^[20]; 武威和刘玉廷, 2020^[21]),而供应链创新传导枢纽进一步将这种影响扩散到供应商和客户企业。特别是在高技术含量和高研发投入的产业中,政府采购行为能够形成对关键中间品的稳定需求,从而降低供应链上下游企业的市场风险,激励它们增加研发投入,提升整体供应链的创新能力和效率。因此,有必要从企业微观和实证的角度分析政府关键数字技术采购对供应链企业创新溢出的影响及其内在机制,揭示政府采购如何通过需求牵引和知识溢出的双重路径促进供应链整体创新。

基于此,本文利用 2015—2022 年我国 A 股上市公司及其前五大供应商和客户数据,借助自然语言处理技术考察政府关键数字技术采购对供应链企业创新的溢出效应与理论机制,考察政府关键数字技术采购对供应链企业创新溢出的影响及理论机制。研究发现,政府关键数字技术采购通过知识溢出和需求牵引机制促进客户与供应商企业^②创新水平提高,并且该结论经过一系列检验后仍然保持稳健。进一步的异质性分析表明,被采购企业是劳动密集型、地理位置上与被采购企业相近的企业,以及非国有的供应商或客户企业,受到的创新激励效果更为显著。此外,从政府采购需求的持续性和多样性来看,持续且专一的需求更有利于充分发挥政策的创新激励效应。

本文的边际贡献主要在于:第一,拓展了政府采购政策与供应链创新溢出效应的研究维度。已有文献揭示了政府采购对企业的创新激励、数字化转型的协同效应、政策工具的交互影响(武威

① 所谓需求牵引,是指市场对于技术和产品的需求,能够推动企业相关技术研发投入,促进技术创新。

② 文中“供应商/客户”的表述,均指获得政府关键数字技术采购企业的供应商/客户企业。

等, 2024^[5]; 江鑫等, 2024^[22]; 王铷州等, 2024^[23]; 孙薇和叶初升, 2023^[19]), 并对供应链的溢出效应进行了相关分析(张同斌等, 2024^[24]; 严兵等, 2024^[25]; 蒋殿春和鲁大宇, 2022^[26]; 杨金玉等, 2022^[27]), 但尚未将政府关键数字技术采购嵌入供应链网络框架分析其对供应链企业创新的驱动机制。第二, 为优化政府创新驱动政策提供了更具操作性的理论支撑。现有研究多聚焦单一政策工具的直接影响或强调政策组合的时序效应(孙薇和叶初升, 2023^[19]; 詹新宇和于明哲, 2024^[28])。本文实证揭示, 持续性技术需求更能激发供应链企业创新响应, 且技术难度驱动的边际递减规律为“创新惰性”^①陷阱提供了新解释。第三, 在数字经济与产业链安全双重战略背景下, 本研究不仅验证了需求侧政策工具对供应链创新生态系统的重塑能力, 更为政府通过精准采购策略实现关键技术突破与产业链韧性提升提供了路径参考。

二、政策背景与理论分析

1. 政策背景

政府采购作为调节宏观经济的重要工具, 代表着市场需求的重要力量, 并承担着多种政策职能, 其首要目标在于满足公共部门对产品的需求, 同时, 在激励创新方面的作用日益凸显(Obwegeser 和 Müller, 2018)^[29]。自 2003 年实施《中华人民共和国政府采购法》以来, 政府采购逐步成为国家层面用于推动创新的需求侧政策工具。2006 年发布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》明确指出, 要对具有自主知识产权的关键高新技术装备和产品给予优先采购支持。随后实施的“金太阳示范工程”和“风电三峡工程”等项目, 通过对太阳能电池板和风力发电设备的大规模采购, 不仅推动了国内相关产业的技术发展, 还促进了规模经济的形成, 助力我国成为全球最大的太阳能和风能设备制造国。

2007 年, 财政部为促进自主创新发布了《自主创新产品政府采购合同管理办法》和《自主创新产品政府采购评审办法》《自主创新产品政府采购预算管理办法》。然而, 因履行“创新政策与政府采购优惠不挂钩”的国际承诺, 上述措施于 2011 年被暂停。此后, 2016 年国务院印发的《国家创新驱动发展战略纲要》重申创新政策需求侧发力的重要性, 强调利用政府采购制度能够降低创新成本、扩大新产品和服务的市场空间。2021 年相继发布的《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》等文件, 明确提出要运用政府采购政策支持创新产品和服务, 发挥重大工程的示范引领作用。2022 年, 财政部发布《中华人民共和国政府采购法(修订草案征求意见稿)》, 进一步强调政府采购应肩负支持创新的经济社会发展目标。2024 年财政部发布《政府采购合作创新采购方式管理暂行办法》, 提出通过邀请供应商共同研发, 分担研发风险的方式, 采用订购和首购两阶段的采购模式, 旨在支持国家科技和相关产业的发展, 落实重大战略目标, 并强调创新产品应当具备实质性的技术创新, 包含新的技术原理、技术思想或者技术方法。

2. 理论分析

创新成果的不可完全占有、资金约束以及对创新产品需求的不确定性等因素, 构成了政府干预企业创新活动的重要理论基础。首先, 当企业创新引发技术溢出或创新模仿门槛较低时, 企业通常无法完全控制其创新成果。其次, 企业与外部环境的信息不对称, 导致外部资金对企业创新支付风险溢价的意愿不足, 进而增加融资成本, 最终对企业的创新活动形成障碍(Kerr 和 Nanda, 2015)^[30]。最后, 在分散的市场环境中, 创新需求方和潜在供应商之间的信息交流受阻, 高昂的进入和转换成本使得创新产品在早期面临定价过高与市场需求不足的问题。上述

① 所谓创新惰性, 是指组织对于特定外部资源的依赖会限制其应对外部变化的能力。政府的持续采购使供应链上的企业能够以非市场竞争的方式获得稳定收入, 可能降低企业自主创新的动力。

市场失灵不仅削弱了市场对创新产品需求的转化功能,还使得政府供给侧工具在此情境下失效。

(1)政府对关键数字技术的采购作为一种需求侧政策工具,能够直接激励被采购企业加大创新投入。一方面,大规模且高标准的政府订单有效扩大了新技术产品的市场需求,为企业创新提供了明确的应用场景和稳定的需求保证。这种明确的需求信号降低了企业研发创新的市场不确定性和风险,增强了企业投资创新的信心(孙薇和叶初升,2023)^[19]。Edler 和 Georgiou (2007)^[31]发现,公共采购通过提供可靠的需求来刺激私人研发投入,并指明未来技术发展方向。另一方面,政府采购通常伴随严格的技术规格和性能要求,促使供应企业针对这些需求开展有针对性的技术攻关和产品改进。政府作为“领先用户”提出的高标准需求,使企业在满足采购合同的过程中开发出突破性的创新成果(阳镇和王文娜,2024)^[2]。因此,政府关键数字技术采购直接形成了被采购企业创新的市场拉力,被采购企业在明确需求指导下加速技术研发和创新突破。

(2)被采购企业在政府需求刺激下取得的创新成果会通过需求牵引机制影响其上下游企业的创新活动。对上游供应商而言,被采购企业的新产品开发往往需要更高性能的零部件和配套投入。这种来自被采购企业的派生需求迫使供应商提升研发能力,开发满足新要求的原材料、元器件或软件系统,从而实现创新(张同斌等,2024^[24];Bianchini 等,2019^[32])。其内在机理在于,核心企业向供应商传递了明确的技术需求和性能指标信号,供应商为保持合作关系和竞争地位,必须对自身产品和工艺进行创新改进。这一过程体现了经典的需求牵引创新理论:市场需求的增长和具体需求的明确能够刺激供应企业加速技术进步。并且,政府采购通常鼓励公开招标和竞争,这种市场结构有助于增强供应链上下游企业的创新动力——在竞争环境下,只有不断创新才能满足高标准需求并赢得合同(武威等,2024)^[5]。

对于下游客户企业而言,被采购企业所开发的关键数字技术产品在更广泛市场中的应用,也会引发“需求传导”型创新扩散效应。当被采购企业向其他客户推广因政府采购而成熟的新产品时,这些客户企业为有效采用该创新技术,往往需要对自身的业务流程、配套技术乃至商业模式进行调整和创新。换言之,被采购企业的技术突破为下游企业提供了新的生产要素和解决方案,下游企业据此产生配套的创新需求,推动它们开发新的应用场景和改进现有产品服务以充分利用该技术。政府作为首批用户对新技术成功应用的示范效应,会向其他潜在客户释放出采用新技术的积极信号,从而带动更多客户跟进采用相关创新产品(Dai 等,2021)^[10]。由此,政府关键数字技术采购引发的创新通过上下游需求链条传导,形成对供应商和客户企业的创新拉动。

(3)被采购企业在研发新技术、新产品过程中积累的知识和技能会产生外部性,使与其交互密切的供应链伙伴受益。在与上游供应商的合作中,被采购企业为确保原材料或零部件符合创新产品的要求,可能需要向供应商提供技术指导、图纸规范或联合开发支持。这种互动为供应商传递了隐含知识,提高了供应商的技术储备和吸收能力,进而帮助其开发出新的解决方案(Gao 等,2015)^[33]。知识管理理论认为,企业间紧密的合作关系有利于知识的传递和共享,使供应商能更好地消化和利用核心企业的创新成果。核心企业的创新投入会通过合作网络提高供应商的专利产出和创新能力。尤其当买方与供应商维持长期关系时,持续互动能够累积知识转移的效果,使这种知识溢出效应更显著(Isaksson 等,2016)^[34]。

下游企业在采用核心企业的新技术产品时,也会在技术培训、售后服务、联合调试等过程中,从核心企业获得技术诀窍和使用经验。这种“学习效应”使下游企业能够掌握新的数字技术原理,在此基础上产生改进创新或二次开发。成熟的技术标准可以促进创新扩散(严兵等,2024)^[25],通

过政府关键数字技术采购推动行业标准的形成,将使整个供应链的企业都受益于该创新知识的共享。

创新通过知识溢出在供应链网络中扩散。一方面,有意的合作与培训使知识沿着合同关系传导;另一方面,非故意的示范效应和人员流动使知识在更大范围传播,这为供应链上的其他企业提供了创新灵感和技术借鉴,降低了其自主研发的门槛,从而激发新的创新活动。最终,政府通过采购行为在供应链中引入新的知识要素,并在链条上逐级扩散,促使相关企业共同朝着新技术方向演进,最终增强整个供应链的创新能力(张同斌等,2024)^[24]。

综上所述,政府采购关键数字技术通过供应链需求牵引和知识溢出效应,提高被采购企业的供应商和客户企业的创新能力。因此,本文提出如下假设:

H₁:政府关键数字技术采购将促进供应链中供应商或客户企业创新。

三、研究设计

1. 样本选择与数据来源

中国政府采购网于2015年开始公布“政府采购合同公告”,因此,本文选取2015—2022年作为研究样本期,将沪深A股上市公司的前五大客户、供应商企业作为研究样本。本文对原始数据做了如下处理:剔除非正常企业(ST、PT、*ST)的样本;剔除客户及供应商缺失的样本;剔除企业数据异常或严重缺失的样本。本文的政府关键数字技术采购依据国家统计局发布的《关键数字技术专利分类体系(2023)》文件识别得到;政府采购合同数据来自中国政府采购网,专利数据使用国家知识产权局公布的实用新型专利和发明专利。其他企业信息均来源于CSMAR数据库、企查查数据库。本文对连续变量进行1%和99%的缩尾处理,控制极端值的影响。

2. 政府关键数字技术采购的识别

中国政府采购网披露的每一份合同包括合同名称、签订日期、供应商名称等信息,本文根据每份合同的名称和主要标的判断合同是否为政府关键数字技术采购合同。其中,关键数字技术依据国家统计局发布的《关键数字技术专利分类体系(2023)》(以下称为分类体系)定义。该分类体系涉及国际专利分类的705个小组,划分为七大体系,包括人工智能高端芯片、量子信息、物联网、区块链、工业互联网和元宇宙。本文将分类体系中各技术分支关键词概述的内容作为识别依据,将每一个技术分支的名词作为小类技术名词,对应的一级技术分支作为中类技术名词,对应的七大体系作为大类技术名词。当一份政府采购合同的合同名称或者主要标的名称与分类体系中技术分支的关键词概述描述一致时,就判定其为政府关键数字技术采购合同。

本文提出的政府关键数字技术采购合同识别方法,针对现有文献识别中存在的语义割裂、解释性缺失和噪声干扰等核心问题进行了改进,为关键数字技术采购相关研究提供了更可靠的测度基础(如图1所示)。

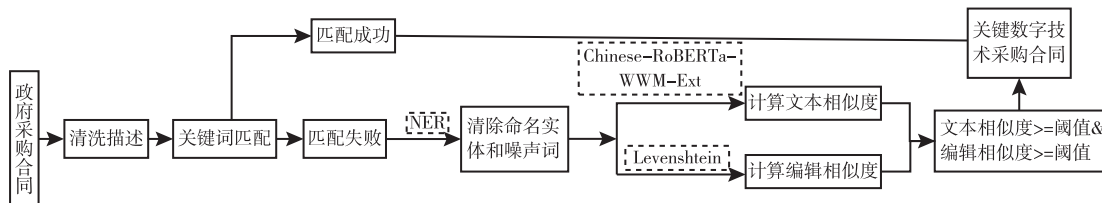


图1 政府关键数字技术采购合同识别流程

第一,突破传统分词技术对上下文语义的割裂,从简单的词频统计升级为深度语义理解。现有研究普遍采用Jieba等分词工具将语句拆解为独立词汇进行分析,这种处理方式在中文复杂语义

场景下存在根本性缺陷:破坏词语间的组合意义,如“智能芯片”被拆分为“智能”和“芯片”后失去特定技术内涵;忽略否定句式和程度副词等语义修饰关系;无法捕捉专业术语的多词组合特征。本研究创新性地采用 Chinese-RoBERTa-WWM-Ext 预训练模型,通过整词遮蔽技术和全词覆盖机制,能保留技术术语的语义完整性。

第二,构建多维相似度评估体系实现准确性与可解释性的协同优化,从单一指标测量发展为多维验证。针对现有方法在词库扩展过程中产生的语义漂移问题(周鹏等,2024)^[35],本研究创造性地提出“语义—结构”双维度验证机制:在语义层面,利用深度神经网络捕捉技术描述的潜在语义特征,计算与基准词库的余弦相似度;在结构层面,引入 Levenshtein 算法量化文本表层结构的编辑距离。通过设置双重阈值条件(语义相似度和编辑相似度),既避免了单纯依赖词频统计导致的误匹配,又缓解了深度学习模型“黑箱”特性带来的解释性困境。

第三,建立动态噪声过滤系统提升识别精度,从静态过滤转向动态优化。现有文献在文本预处理阶段主要依赖通用停用词表,难以应对政府采购文本中特有的噪声干扰。本研究开发了三级过滤体系^①:基于命名实体识别技术自动过滤非技术性实体;构建领域专用停用词库消除政策文本特有干扰项;建立人工复核机制动态更新噪声词库。

3. 模型设定与变量定义

为了检验政府关键数字技术采购对供应商或客户企业创新的影响,借鉴孙薇和叶初升(2023)^[19]、申志轩等(2024)^[7]等的研究,本文构建如下模型:

$$Inno_{j,t} = \beta_0 + \beta_1 Treat_{j,t} + \beta_2 Control_{j,t} + \eta_j + \eta_t + \varepsilon_{j,t} \quad (1)$$

其中, j 表示供应商或客户企业, t 表示年份。被解释变量 $Inno_{j,t}$ 表示企业 j 在 t 年的创新。核心解释变量 $Treat_{j,t}$ 表示企业 j 在年份 t 对应的政府关键数字技术采购。 $Control_{j,t}$ 为企业和地区控制变量。 η_j 和 η_t 分别是企业固定效应和时间固定效应,回归聚类在企业层面。

各变量的具体测度方式如下:

第一,关于企业创新($Inno$)的衡量。本文采用企业当年实用新型和发明专利的申请公布数量,加 1 取对数衡量。

第二,关于政府关键数字技术采购($Treat$)的衡量。供应商或客户企业受到其对应被采购企业获得政府关键数字技术采购的冲击,并用企业间业务联系的紧密程度进行加权。具体而言,对于供应商企业,其定义为被采购企业获得关键数字技术采购数量与被采购企业对供应商企业采购额占被采购企业总营业成本比重的乘积;对于客户企业,其定义为被采购企业获得关键数字技术采购数量与客户企业购买被采购企业产品的金额占被采购企业收入总额比例的乘积。

第三,关于控制变量($Control$)的选取及定义。本文利用被采购企业获得政府关键数字技术采购作为外生冲击,考察对供应商或客户企业创新的溢出效应,尽管识别上不太可能存在反向因果

① 具体数据处理流程为:第一,本文使用 Python 提取《关键数字技术专利分类体系(2023)》文件中关键词对应的 IPC 分类号、大类技术名词、中类技术名词和小类技术名词。第二,整理政府采购合同中“合同名称”和“主要标的名称”的内容(以下称为描述),剔除其中无意义的数字英文字母、特殊字符。第三,依据关键词对描述进行精确匹配,匹配成功的合同视为关键数字技术采购合同,并为合同标注对应的大类、中类、小类技术名词。第四,采用命名实体识别技术(named entity recognition, NER),提取描述中的命名实体,将其与人工识别的噪声词一并从句子中剔除。第五,由于本文处理的政府采购文本包含的都是中文信息,因此,本文使用哈尔滨工业大学和华为诺亚方舟实验室共同开发的“Chinese-RoBERTa-WWM-Ext”模型为描述识别最相似的小类技术名词及对应的语义相似度。区别于通常的 BERT 模型,该模型采用整词遮蔽技术在中文文本上进行训练,因此,能够更好地理解中文语境和词语的语义。第六,为了防止模型过度推理,以及提高识别结果的可解释性,本文进一步采用 Levenshtein 算法计算描述和其对应的最相似小类技术名词的编辑相似度得分。具体而言,该算法会比较短句子与较长句子内某一相同长度子句之间的最高相似程度。最后,将“合同名称”与“主要标的名称”内容的编辑相似度得分大于 0.5,语义相似度分别大于 0.81303 和 0.810 的合同归类为政府关键数字技术采购合同并标注技术名词。

问题,但仍然可能存在遗漏变量导致的偏误。企业创新活动受到自身发展理念(*Advance*,供应商或客户企业获得关键数字技术采购合同数,加1取自然对数)、资金状况(*Stable*,供应商或客户企业获得常规采购合同数,加1取自然对数)以及企业年龄平方项(Age^2 ,供应商或客户企业成立年限的平方)的直接影响,当企业创新意愿高、有更稳定的资金来源以及初创期的企业更愿意进行创新,进而通常会有更高的创新水平。进一步控制被采购企业的公司规模(*Size*,企业总资产取自然对数)、资产收益率(*Roa*,总资产净利润率)、总资产周转率(*Ato*,营业收入与总资产之比)、应付账款比率(*Apr*,应付账款与总资产之比)。同时,当地的政府财政状况(*Fiscal*,城市地方政府一般预算内收入,加1取自然对数)和外资企业数量(*Foreign*,城市外商投资企业数,加1取自然对数)会影响政府对关键数字技术的需求以及向企业的知识溢出。

4.描述性统计

关键变量的描述性统计结果如表1所示。供应商和客户企业创新(*Inno*)最小值均为0,最大值分别为9.255和9.397,表明样本中不同企业的创新水平具有异质性,且客户企业创新的均值略高于供应商企业。供应商和客户企业的政府关键数字技术采购(*Treat*)均值较为接近,但前者的最大值明显高于后者,反映出样本期内两类企业受到政府关键数字技术采购的冲击具有一定差异。其余控制变量均在合理范围之内,其中企业控制变量企业获得关键数字技术采购合同数(*Advance*)、企业获得常规采购合同数(*Stable*)、企业年龄的平方(Age^2)的波动程度较高,而其余控制变量波动程度较小。进一步细致的结论仍需要更为严谨的实证研究得出。

表1 描述性统计

变量	供应商企业					客户企业				
	观测值	均值	标准差	最小值	最大值	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
<i>Inno</i>	71181	0.485	1.120	0.000	9.255	53953	0.594	1.309	0.000	9.397
<i>Treat</i>	71181	0.001	0.010	0.000	1.736	53953	0.001	0.009	0.000	0.513
<i>Advance</i>	71181	0.031	0.244	0.000	5.740	53953	0.039	0.275	0.000	6.035
<i>Stable</i>	71181	0.027	0.211	0.000	5.242	53953	0.029	0.210	0.000	6.066
Age^2	71181	209.100	320.500	0.000	5776.000	53953	228.600	355.300	0.000	5184.000
<i>Size</i>	71181	21.660	1.495	15.980	28.110	53953	21.780	1.522	15.980	28.500
<i>Roa</i>	71181	0.035	0.154	-9.117	0.850	53953	0.027	0.226	-9.117	0.850
<i>Ato</i>	71181	0.585	0.622	0.001	11.340	53953	0.615	0.773	0.001	11.340
<i>Apr</i>	71181	0.103	0.385	0.000	30.410	53953	0.111	0.654	0.000	30.410
<i>Fiscal</i>	71181	15.940	1.397	11.950	18.170	53953	15.980	1.401	11.850	18.170
<i>Foreign</i>	71181	5.210	1.824	0.693	8.027	53953	5.168	1.830	0.693	8.027

四、实证结果与分析

1.基准回归

政府关键数字技术采购对供应商或客户企业创新的基准回归结果如表2所示,其中第(1)~(2)列列示了供应商企业的回归结果,核心解释变量*Treat*的系数在10%的水平上显著为正,表明外部政府关键数字技术采购越大,供应商企业的创新水平越高。第(3)~(4)列列示了客户企业样本的回归结果,核心解释变量*Treat*的系数估计始终正向显著且在引入控制变量时较为稳健,表明外部政府关键数字技术采购规模越大时,客户企业的创新水平也越高。供应链中企业产品间的关联,使某一企业的产品生产既需要来自供应商企业的产出作为中间要素投入,又作为客户企业开

展生产活动的要素供给,因此,政府对企业的数字产品需求,在促使企业自身研发创新的同时,也会通过供应链产品间关联带动供应商或客户企业创新水平的提高。综上,表 2 结果验证了本文的研究假设 H₁,即政府关键数字技术采购会对供应商或客户企业创新产生正向促进作用。

表 2
 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	Inno(供应商)		Inno(客户)	
<i>Treat</i>	0.910* (1.892)	0.908* (1.905)	1.355*** (2.810)	1.213*** (2.639)
<i>Advance</i>		0.065* (1.784)		0.044 (1.116)
<i>Stable</i>		0.124*** (4.047)		0.096*** (2.918)
<i>Age</i> ²		0.001*** (4.404)		0.001*** (3.554)
<i>Size</i>		0.011 (0.615)		0.048** (2.252)
<i>Roa</i>		0.067 (0.665)		0.148 (0.814)
<i>Ato</i>		0.001 (0.047)		-0.014 (-0.600)
<i>Apr</i>		0.028 (0.852)		0.117 (1.016)
<i>Fiscal</i>		0.015 (0.438)		0.063 (1.575)
<i>Foreign</i>		0.046 (1.641)		0.038 (1.165)
常数项	0.485*** (1564.405)	-0.330 (-0.501)	0.594*** (1990.670)	-1.755** (-2.154)
年份/个体固定效应	是	是	是	是
观测值	71181	71181	53953	53953
R ²	0.7192	0.7201	0.761	0.762

注:***、**、*分别代表在 1%、5% 和 10% 的水平上显著;括号内为聚类稳健标准误后的 *t* 值。下同

2. 稳健性检验

(1)更换研究样本。在前文的实证研究中,本文仅保留各年份中只与一家被采购企业存在业务联系的供应商或客户企业样本。同时与多家被采购企业有业务联系的企业因为业务范围更加多样,能够接触到更多元化的知识,使企业原本就具有更强的创新能力和创新意愿。忽略这部分企业可能会使本文核心解释变量的系数估计结果偏高,高估政府关键数字技术采购对供应商或客户企业创新的影响。将同时与多家被采购企业存在业务联系的供应商或客户企业纳入研究样本,回归结果如表 3 第(1)~(2)列所示。结果表明,在控制了企业初始创新意愿和可接触知识范围后,政府关键数字技术采购仍通过需求牵引和知识溢出机制促进客户与供应商企业的创新,结果与基准回归保持一致。

(2)考虑股权网络的影响。股权网络作为现代企业生产连接的另一个重要决定因素,同样会影响企业创新决策和企业间知识溢出。当政府产生对企业控股子公司的数字产品需求,一方面,可能会由母公司承担研发活动,使母公司研发投入和创新产出增加;另一方面,子公司创新产生的新知识会直接增加母公司的知识储备。最终,政府对子公司的数字产品需求会影响母公司的供应商或客户企业创新。因此,忽略被采购企业子公司获得的政府关键数字技术采购同样会导致基准回归结果的高估。本文将控股子公司获得的政府关键数字技术采购合同,加总到被采购企业层面,重新采用模型(1)进行回归,结果如表3第(3)~(4)列所示。核心解释变量的回归系数略微下降,表明忽略政府对控股子公司的采购会导致政府关键数字技术采购影响供应商或客户企业创新的估计偏高,但并未影响基准结论的稳健性。

表 3 稳健性检验 I

变量	更换研究样本		考虑股权网络		指标敏感性检验	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>Inno</i> (供应商)	<i>Inno</i> (客户)	<i>Inno</i> (供应商)	<i>Inno</i> (客户)	<i>Inno</i> (供应商)	<i>Inno</i> (客户)
<i>Treat</i>	0.795** (2.542)	1.162*** (3.056)	0.770*** (3.047)	1.068*** (3.996)	0.829** (2.083)	1.060** (2.429)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份/个体 固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	71181	53953	71181	53961	71181	53961
R ²	0.720	0.762	0.720	0.762	0.720	0.762

(3)指标敏感性检验。在前文的实证分析中,对政府关键数字技术采购合同的识别基于自然语言处理技术,通过识别采购合同与分类体系中关键词概述的语义相似度对合同进行分类,即使本文通过 Levenshtein 算法提高识别结果的可解释性,但仍然可能高估政府关键数字技术采购合同的数量。本文采用完全可解释性的关键词匹配方法,当且仅当政府采购合同中的描述是分类体系中关键词概述的复现时,将合同识别为关键数字技术采购合同。与供应商或客户企业重新匹配后,采用模型(1)回归,结果如表3第(5)~(6)列所示。研究发现,政府关键数字技术采购对供应商或客户企业的创新仍存在显著影响,证明本文的基准结论稳健。

(4)更换回归模型。在前文的识别中采用双向固定效应模型,考察政府关键数字技术采购在当年对供应商或客户企业创新的影响。考虑到政府采购合同的期限跨度可能超过一年,并且一次政府关键数字技术采购可能会对企业往后多年的创新有长期影响。因此,本文采用多期 Difference-in-Differences(DID)模型将供应商或客户企业在政府关键数字技术采购的当年及以后视为受到干预,*Treat*赋值为1,否则赋值为0。带入模型(1)进行回归,结果如表4第(1)~(2)列所示,即使考虑到政府关键数字技术采购的长期效应,其对供应商或客户企业创新的影响仍然是显著的,表明基准结论是稳健的。

表 4 稳健性检验 II

变量	更换回归模型		排除不可观测因素	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Inno</i> (供应商)	<i>Inno</i> (客户)	<i>Inno</i> (供应商)	<i>Inno</i> (客户)
<i>Treat</i>	0.055** (2.143)	0.120*** (2.623)	0.933** (1.963)	1.076** (2.403)

续表 4

变量	更换回归模型		排除不可观测因素	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Inno(供应商)	Inno(客户)	Inno(供应商)	Inno(客户)
控制变量	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	是	是		
行业年份固定效应			是	是
地区年份固定效应			是	是
个体固定效应	是	是	是	是
观测值	71181	53953	71180	53953
R ²	0.720	0.762	0.722	0.765

(5)排除不可观测因素的影响。当然,基准结论的显著性可能是由于未观测到的其他因素所产生的。对此,首先在供应商企业和客户企业的样本中,随机分配政府关键数字技术采购的冲击,并使用模型(1)进行回归,查看基准回归的核心解释变量系数值在所有回归结果组成分布中的位置。如果前文结论的显著性确实是由于未观察到的因素影响,那么,即使随机分配政府关键数字技术采购,核心解释变量的系数估计值也不会产生较大变化。本文进行500次随机分配,安慰剂检验的结果如图2所示。可以看到,随机分配政府关键数字技术采购后,基准回归中对供应商或客户企业创新产生的影响是小概率事件,表明前文结果并不是由未观察到因素所导致,前文基准结论是稳健的。进一步通过控制省份一年份固定效应和行业一年份固定效应,排除不可观测因素导致的行业 and 省份层面随时间变化的趋势,回归结果如表4第(3)~(4)列所示,核心解释变量的估计仍然与基准结果保持一致。

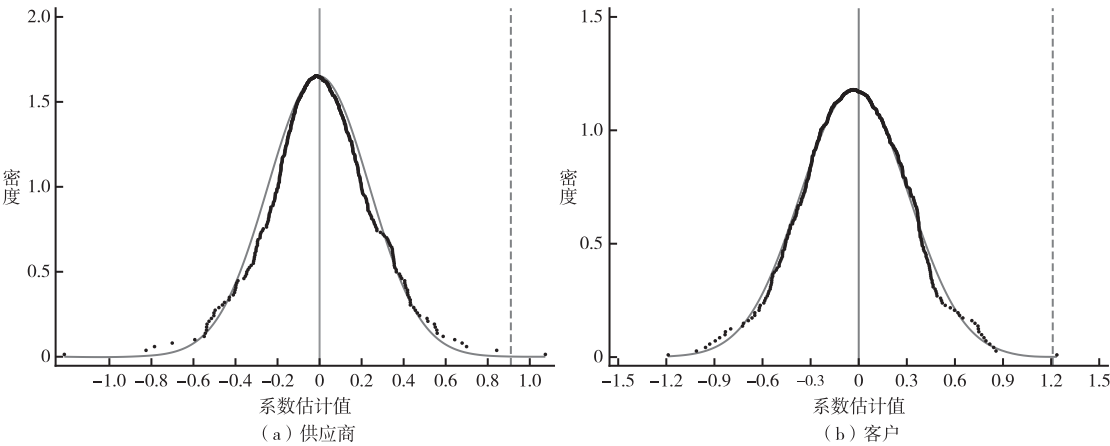


图2 安慰剂检验

(6)考虑内生性问题。一般而言,供应商或客户企业的创新状况,不是政府向某企业采购关键数字技术的主要决策依据,也较少存在因素会同时影响政府关键数字技术采购决策以及供应链中企业创新;但确实存在由遗漏变量和反向因果导致的内生性问题。例如,影响整个供应链的外部冲击同时对政府采购关键数字技术的意愿产生影响时,会导致本文的识别策略存在遗漏变量偏误。也即,如果供应商或客户企业的创新能力或创新成果被政府用于衡量被采购企业是否具备某种关键数字技术产品或服务生产能力,会导致政府关键数字技术采购与供应商或客户企业创新之间存在反向因果问题。同时,未观测到的供应商或客户企业创新能力可能会导致遗漏变量问题。

政府会对被采购企业的创新能力进行评估,而供应链中企业间的相似性使具备更强创新能力的被采购企业倾向于选择特质相同的供应商或客户企业。本文采用工具变量法,有效控制可能存在的遗漏变量偏误和反向因果导致的内生性问题。

本文选择被采购企业当年具有政府部门工作经验的管理层人数作为被采购企业获得政府关键数字技术采购的工具变量。信息不完全是阻碍企业获得政府采购的关键因素(Uyarra等,2014)^[36]。具有政府部门工作经验的管理层对政府采购的流程更加清晰,对采购过程涉及的各项材料要求和具体执行细节能够有更准确的把握,这种隐性的知识有利于降低被采购企业获得政府关键数字技术采购的门槛,提高企业获得政府采购合同的可能性,满足工具变量的相关性假设。另一方面,被采购企业具有政府部门工作经验的管理层人数不太可能对供应商或客户企业的创新产生影响。如果具有政府部门工作经验的管理层是完全理性的,那么在被采购企业获得政府关键数字技术采购合同之后,会改变已有供应链关系,与创新能力更强的供应商或客户企业建立联系,进而导致工具变量不满足外生性假设。但是,前文的分析表明,政府关键数字技术采购通过需求牵引影响上下游企业创新,排除了来自政府的数字产品需求改变被采购企业的行为,使其寻找创新能力更强的供应商或客户企业建立联系进而促进创新的可能性。因此,选择具有政府部门工作经验的管理层人数作为工具变量满足外生性假设,相关检验也验证了工具变量的合理性。工具变量回归结果如表5所示,第(1)和(3)列列示了第一阶段回归结果,表明工具变量对被采购企业获得政府关键数字技术采购存在显著影响;第(2)和(4)列列示了两阶段回归结果,表明基准回归结论仍然稳健,且显著性进一步提升。

表5 内生性检验

变量	供应商		客户	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Treat</i>	<i>Inno</i>	<i>Treat</i>	<i>Inno</i>
<i>IV</i>	0.001*** (7.128)		0.001*** (4.365)	
<i>Treat</i>		84.023*** (4.890)		64.333*** (2.700)
控制变量	控制	控制	控制	控制
年份/个体固定效应	是	是	是	是
观测值	71181	71181	53953	53953
F	50.810	4.880	19.060	2.920
R ²		-1.936		-0.644

注:IV回归中出现负的R²值在两阶段最小二乘法中是常见的,因为模型残差是基于第一阶段预测值计算的,而非原始解释变量,其本身不具有传统OLS下的统计解释意义

3. 异质性分析

在前文实证检验基础上,本部分从企业间地理距离、供应商或客户企业所有权性质和被采购企业要素密集度方面,探讨政府关键数字技术采购对供应链企业创新溢出的异质性影响。

(1)企业间地理距离。由于知识更可能在地理距离更近的企业和个人之间进行流动(Bai等,2024)^[37],知识溢出效应作为政府关键数字技术采购影响供应商或客户企业创新的机制,其效果会因地理距离而存在差异。政府对数字产品的需求促使被采购企业生产创新性的产品和服务,带来相关领域知识的增加。创新知识作为一种无形资产在企业中以人力资本的形式储存,通过企业间的人员交流产生隐性知识的传播,使被采购企业创新知识向外扩散,为供应商或客户企业的创新

提供新的灵感。已有研究表明,更便捷的交通基础设施能够促进区域间的人才流动和创新扩散(王春杨等,2020)^[38],地理距离作为限制要素流动的主要因素,距离的增加会提高人员流动的成本,阻碍企业间人员的交流,进而可能弱化知识溢出的影响,减少政府关键数字技术采购对供应商或客户企业创新的促进作用。

表 6
 地理距离异质性

变量	(≤150)	(>150)	(≤150)	(>150)
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Inno(供应商)		Inno(客户)	
<i>Treat</i>	1.265*** (2.713)	0.789 (1.428)	2.147*** (3.058)	0.294 (0.654)
控制变量	控制	控制	控制	控制
年份/个体固定效应	是	是	是	是
观测值	26745	44436	17028	36925
R ²	0.704	0.725	0.767	0.760
费舍尔组合检验	0.476 (0.010)		1.852 (0.000)	

本文使用样本企业名称与中国工商注册企业数据进行匹配,获得被采购企业和供应商或客户企业的注册地址信息,通过调用高德地图 Application Programming Interface(API)接口解析企业注册地址获得其位置的经度和纬度信息,并计算供应商或客户企业与被采购企业之间的球面距离。本文参考 Abeberese 和 Chen(2022)^[39]的研究,以平均省份半径作为企业间距离远近的分界点,选择 150 公里作为临界点,使用模型(1)对供应商或客户企业进行分样本回归。回归结果如表 6 所示,第(1)~(4)列的结果显示,政府关键数字技术采购的创新溢出效应在企业间地理距离更近的供应链中更为明显。进一步验证了政府关键数字技术采购会通过知识溢出机制影响供应商与客户企业的创新,企业间地理距离的增加,提升了企业间人员和信息交流的成本,抑制了知识溢出效应的发挥。

(2) 供应商或客户企业所有权性质。首先,国有企业有更加多元化的经营目标,在市场和供应链中有更大的话语权和影响力,其人员雇佣模式存在特殊性。政府关键数字技术采购使被采购企业生产创新性的产品和服务,并对投入生产要素产生创新需求。当国有企业作为供应商企业时,其较强的话语权会弱化需求牵引效应。由于企业倾向于和国有企业建立稳定的合作关系,这意味着更稳定的合作关系和更低的违约风险,将导致被采购企业缺乏寻找更有创新能力和创新意愿的新供应商的动机,进而降低被采购企业相对于供应商企业的话语权。其次,国有企业内部稳定的雇佣关系同样会弱化知识溢出效应(Wu, 2017)^[40]。被采购企业在创新过程中产生的新知识,会通过 与供应商或客户企业的人员交流产生溢出,但是,国有企业的员工通常缺乏创新激励,回避创新风险,同时,国有企业多元化的经营目标使其更加偏好向市场提供稳定可靠的产品。最终,当供应商或客户企业是国有企业时,会弱化政府关键数字技术采购影响供应链企业创新溢出的需求牵引和知识溢出效应。基于此,本文将供应商或客户企业按照所有权性质是否为国有企业进行划分,利用模型(1)进行分组回归,结果如表 7 所示。第(1)~(4)列的结果表明,国有企业的特征弱化了需求牵引和知识溢出效应,使政府关键数字技术采购对供应商或客户企业创新的促进效应减弱。

表 7 供应商或客户企业所有权异质性

变量	国有企业	非国有企业	国有企业	非国有企业
	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Inno</i> (供应商)		<i>Inno</i> (客户)	
<i>Treat</i>	1.843* (1.720)	0.896* (1.886)	0.845 (0.700)	1.296*** (2.655)
控制变量	控制	控制	控制	控制
年份/个体固定效应	是	是	是	是
观测值	1903	69278	3165	50788
R ²	0.805	0.713	0.777	0.760
费舍尔组合检验	0.947 (0.000)		-0.450 (0.000)	

(3)被采购企业要素密集度。劳动密集型企业以劳动作为主要生产要素投入,无形资产中的员工知识和技能储存是企业重要的生产资本。面向劳动密集型被采购企业的政府关键数字技术采购,会使供应商或客户企业创新的影响效应产生两种相反的变化趋势。一方面,被采购企业创新活动产生的新知识作为企业重要的生产资本,企业可能会要求员工执行更严格的保密措施维持自身竞争优势,从而抑制政府关键数字技术采购的知识溢出效应发挥作用。同时,劳动密集型被采购企业以劳动要素投入为主,在生产创新产品和服务的过程中对供应商企业提供的生产要素要求较为宽松,弱化了政府关键数字技术采购的需求牵引效应。另一方面,劳动密集型企业生产过程中员工的参与度更高,会与供应商或客户企业有更密集的人员交流,并且企业创新产生的知识更容易通过雇员岗位的变动流向外部企业,进而促进政府关键数字技术采购的知识溢出。为了验证劳动密集型被采购企业受到政府关键数字技术采购会弱化还是加强对供应商或客户企业创新的影响,本文以人均增加值度量企业劳动密集型程度(Abeberese和Chen,2022)^[39],按照该指标中位数将被采购企业分组,中位数以下为劳动密集型企业。使用模型(1)对供应商或客户企业进行分组回归,结果如表8所示。第(1)、(3)列与第(2)、(4)列对比发现,当劳动密集型企业获得政府采购合同时,对其供应商和客户的创新影响更明显,表明劳动密集型企业的知识溢出效应更显著。

表 8 被采购企业要素密集度异质性

变量	劳动密集型	非劳动密集型	劳动密集型	非劳动密集型
	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Inno</i> (供应商)		<i>Inno</i> (客户)	
<i>Treat</i>	1.415*** (2.800)	0.578 (1.122)	1.671*** (2.640)	0.971 (1.311)
控制变量	控制	控制	控制	控制
年份/个体固定效应	是	是	是	是
观测值	28411	28629	21495	21812
R ²	0.707	0.745	0.744	0.783
费舍尔组合检验	0.836 (0.010)		0.699 (0.100)	

4. 机制检验

(1)需求牵引效应。政府关键数字技术采购引发的需求牵引效应,在供应链中的传导会受企

业间合作关系时间长短的影响。对于上游供应商,长期合作^①形成的稳定契约关系能够强化创新激励效应。首先,已有供应商通常深度嵌入被采购企业的生产网络,其技术路线与产品规格已形成路径依赖。当政府采购合同提出更高技术标准时,被采购企业需向现有供应商传递更精确的改进要求,而长期合作建立的技术解码能力,使其能快速识别需求变化并调整研发方向(Chu 等, 2019)^[41]。相比之下,新供应商由于缺乏合作经验,难以在短期内准确理解技术需求内涵,其创新活动受需求牵引效应的影响较小。现有供应商为维持长期合作形成的准租金,更具有动力通过持续创新满足动态技术标准;而潜在供应商为突破在位者优势,往往需要选择与被采购企业现有供应商差异化的创新路径,但这种策略性创新会导致其与被采购企业获得的政府订单匹配错位,阻碍需求牵引效应的发挥(Kundu 等,2020)^[42]。

在下游客户层面,政府采购的示范效应能够带动对该技术的市场需求,从而促使客户企业改进自身产品适配新技术,回应市场需求(Guerzoni,2010)^[43]。那些与被采购企业保持紧密长期合作的客户,依托双方持续互动所积累的专用性知识,能更有效地研发相关技术。通过识别供应商和客户企业与被采购企业建立供应关系的持续时间,进行分样本回归,可以区分新老供应商及客户企业创新活动的差异。如果政府关键数字技术采购是通过需求牵引影响供应商或客户企业创新,则与被采购企业建立供应关系时间更长的企业应表现出更显著的创新能力提升。相反,如果新建立联系企业样本的回归系数显著,则表明被采购企业供应商/客户创新能力变化是由政府对被采购企业产品需求导致被采购企业与高创新活力企业建立新的合作关系导致。

本文利用模型(1)对供应商或客户企业进行分样本回归,结果如表9所示。研究发现,在第(1)和第(3)列中核心解释变量的回归系数显著为正,且第(2)和第(4)列中不显著,表明被采购企业的供应商和客户创新增加是由政府对被采购企业产品需求产生的需求牵引效应导致,而不是因为被采购企业为满足政府需求选择与创新能力更强的新供应商建立供应关系。

表 9 需求牵引效应

变量	已有联系企业	新建立联系企业	已有联系企业	新建立联系企业
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Inno(供应商)		Inno(客户)	
<i>Treat</i>	1.182*** (2.602)	0.801 (1.339)	1.648** (2.206)	0.796* (1.687)
控制变量	控制	控制	控制	控制
年份/个体固定效应	是	是	是	是
观测值	22872	48309	16445	37508
R ²	0.738	0.709	0.768	0.758

(2)知识溢出效应。已有文献对于知识溢出效应的检验主要通过理论论述、专利引用或使用共同股东网络下发明专利数量作为代理变量(杨金玉等,2022^[27];赖烽辉和李善民,2023^[44]),并不能很好地识别知识溢出效应。究其原因,是因为知识以无形的方式存在,并且其流动和传播难以量化和监督。本文从结果出发来测度知识溢出。具体而言,企业在某一技术领域创新产生的新知识,在向外溢出时会使相关企业在该领域的知识储备增加,进而提高相关企业在该领域创新的可能性。如果政府关键数字技术采购会通过知识溢出效应影响供应商或客户企业的创新,那么可以

① 本文中所谓“长期合作”是描述企业是否为被采购企业的新供应商/新客户,即被采购企业与供应商和客户之间,如果在考察当年之前没有合作关系,就是“新”供应商和客户;如果在考察当年之前就有过合作,那就视为长期合作关系。感谢审稿专家富有建设性的意见。

预计政府对特定类型数字产品的需求更可能增加供应商或客户企业在相关技术领域的创新数量,而在不相关技术领域应该不会受到显著影响。

表 10 知识溢出效应

PanelA: 供应商企业在对应领域的创新						
变量	技术大类		技术中类		技术小类	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	相似 <i>Inno</i>	非相似 <i>Inno</i>	相似 <i>Inno</i>	非相似 <i>Inno</i>	相似 <i>Inno</i>	非相似 <i>Inno</i>
<i>Treat</i>	0.715** (1.965)	0.205 (1.410)	0.689* (1.948)	0.353 (1.576)	0.531* (1.880)	0.569* (1.768)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份/个体固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	71181	71181	71181	71181	71181	71181
R ²	0.767	0.692	0.763	0.693	0.755	0.697

PanelB: 客户企业在对应领域的创新						
<i>Treat</i>	0.548* (1.703)	0.606*** (2.616)	0.405 (1.264)	0.601** (2.358)	0.235 (0.743)	0.781*** (2.603)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份/个体固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	53953	53953	53953	53953	53953	53953
R ²	0.771	0.740	0.759	0.741	0.755	0.741

本文根据分类体系为政府关键数字技术采购合同和企业专利标注大、中、小三类技术名词,按年份汇总统计政府关键数字技术采购合同的技术名词并将其与对应的供应商或客户企业进行匹配。根据该技术名词列表筛选供应商或客户企业当年申请的专利,识别出对应技术名词在该列表内的专利。最后,在供应商或客户企业层面按照年份分别加总与政府关键数字技术采购合同技术相似的创新数量和非相似的创新数量。据此,本文将两种类型的专利分别作为被解释变量带入模型(1)进行回归,结果如表 10 所示。PanelA 为供应商企业样本回归的结果,第(1)~(6)列的结果显示,政府关键数字技术采购促进了供应商企业在相似技术领域的创新,而对非相似技术领域的创新回归系数不显著,表明知识溢出是政府关键数字技术采购影响供应商企业创新的机制。同时,第(1)、(3)和(5)列核心解释变量的回归系数都显著为正,进一步验证了被采购企业生产过程对中间投入品的需求,会促使供应商企业在自身相关领域进行研发创新以满足市场对创新性要素投入的需求。因此,供应商企业创新领域和政府需求的数字产品领域距离接近。PanelB 第(1)(2)列结果说明,知识扩散同样是政府关键数字技术采购影响客户企业创新的机制,但政府数字产品需求领域与客户企业创新领域仅在大类技术名词上接近,表明政府关键数字技术采购对客户企业创新的影响主要来自需求牵引效应。

五、进一步讨论

前文的分析表明,政府关键数字技术采购会通过需求牵引和知识溢出,对供应商或客户企业的创新产生促进作用。那么一个关键的问题是,政府应该使用何种策略,才能更好地发挥政府需求引致企业创新的作用? 为了回答这一问题,本文从政府对数字产品需求的持续性和多样性两个维度考察政策对供应商或客户企业创新的激励效果。

1. 需求持续性

首先,对政府关键数字技术采购持续性讨论的一个关键出发点是“从 0 到 1 的突变”和“从已有

到更多的增长”两种情境下,对创新促进效应的大小。对企业的首次政府关键数字技术采购,会对供应商或客户企业产生更大的外部冲击;需求牵引效应导致供应商面对意料之外的创新产品需求,知识溢出效应进一步为供应商或客户企业提供与已有知识库重合度更低的新知识,进而使政府需求对企业创新产生更大的激励效应。同时,政府对供应商或客户企业持续的数字产品需求产生的创新激励效应减弱,使其促进创新的效果可能存在边际递减。然而,由于企业生产要素调整存在摩擦,将新接触的知识吸收并转化为创新的动力不足,企业对当前路径的依赖也可能导致首次政府关键数字技术采购对创新的促进效果不佳。而持续采购对创新产品和服务产生的稳定需求能帮助企业建立技术优势,为企业创新提供正向反馈,使企业后续创新具备更有利的外部条件。

为了识别“从 0 到 1 的突变”和“从已有到更多的增长”两种变化下,政府关键数字技术采购对供应商或客户企业创新影响效应的大小,本文构建如下模型:

$$Inno_{j,t} = \beta_0 + \beta_1 Post_j \times Treat_{j,t} + \beta_2 Treat_{j,t} + \beta_3 Control_{j,t} + \eta_j + \eta_t + \varepsilon_{j,t} \quad (2)$$

其中,当首次政府关键数字技术采购发生在 2015 年之后时, $Post_j$ 赋值为 1, 否则为 0。其他变量定义与模型(1)一致。使用的研究样本为 2016—2022 年受到过来自政府关键数字技术采购影响的供应商或客户企业。

回归结果如表 11 中的第(1)~(2)列所示。核心解释变量的系数为负,表明在研究样本期内发生首次政府关键数字技术采购会导致对供应商或客户企业创新的促进效果减弱。因此,相比从 0 到 1 的突变,政府对数字产品持续的需求能更好地发挥政策对创新的促进效果。对政府关键数字技术采购持续性讨论的一个核心问题是探寻政府行为的边界。政府持续采购作为数字产品需求的来源,是否最终会对供应商或客户企业的创新产生负面影响? 前文分析得出,政府关键数字技术采购会引发对中间投入产品的创新需求和新知识在供应链上的扩散,最终促进供应商或客户企业创新。政府对数字产品持续的需求会使企业形成对产品未来需求的稳定预期,由突破式创新策略向渐进改良式创新策略转变(Czarnitzki 等, 2020)^[12],从而阻碍新知识的产生、抑制对创新性中间投入品的需求,使来自政府的数字产品需求无法通过需求牵引和知识溢出效应促进供应商或客户企业的创新。然而,政府对数字产品的持续需求也为企业后续创新提供更深厚的知识储备、更少的前期研发投入,创新成功的概率更高、创新的边际成本更低,最终使创新有更大的潜在收益,促进供应商或客户企业的创新。

为考察政府持续的数字产品需求支持会对供应商或客户企业创新产生的影响,本文根据研究样本期末政府关键数字技术采购的累计值,对供应商或客户企业进行分组,使用模型(2)进行回归,当政府关键数字技术采购累计值大于中位数时, $Post_t$ 赋值为 1, 否则为 0。回归结果如表 11 的第(3)~(4)列所示,核心解释变量的系数为负,表明政府对数字产品持续的需求使其对供应商或客户企业创新的促进效果递减,但比较 $Post_t \times Treat_{j,t}$ 和 $Treat_{j,t}$ 的系数大小可以发现,虽然政府关键数字技术采购对创新的促进效应随着需求持续程度提高而递减,但是,促进创新的总效应仍然为正。为进一步验证该结论,本文接下来考察政府数字产品的累计需求对供应商或客户企业创新的影响。具体而言,本文将被采购企业在当年及之前年份获得的政府关键数字技术采购进行加总,作为当年累计政府关键数字技术采购。回归结果如表 11 第(5)~(6)列所示,表明持续的政府关键数字技术采购会导致其对供应商或客户企业创新的激励作用递减,但边际影响仍然为正,并不会对企业创新产生负面影响。

最后,对政府关键数字技术采购持续性讨论的一个主要困惑是政府持续为企业提供服务支持产生的创新激励效应递减是由于企业创新懒惰还是创新变得困难导致。上文的分析表明,政府持续为企业提供服务支持,一方面会为企业后续创新带来更加有利的条件,使企业不断积

累创新优势、激发供应商或客户企业创新动力;另一方面,也会使企业形成持续稳定的需求预期,从而进行渐进改良式的创新,不利于新知识的产生,阻碍供应商或客户企业创新。那么前文观察到促进企业创新的效应递减,是否表示政府为企业持续提供数字产品需求支持会使企业变得懒惰,进而抑制政策激励创新效应的发挥。考虑到我国企业的实际情形,本文认为,真实的原因在于,政府需求推动供应商或客户企业长期创新会使企业由技术追赶逐渐变为技术引领,进入创新深水区,使知识溢出效应对外围技术领域的创新促进效果减弱,导致供应商或客户企业创新减少。

表 11 需求持续性

变量	首次采购效应		采购边际效应		累计采购效应		创新难度增加	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	供应商	客户	供应商	客户	供应商	客户	供应商	客户
$Post \times Treat$	-1.440* (-1.694)	-4.569* (-1.832)	-1.663** (-2.320)	-1.228 (-1.390)			-0.594 (-0.958)	-0.502 (-0.749)
$Treat$	1.597** (1.971)	0.466 (0.723)	2.140*** (3.547)	1.754** (2.416)	0.740** (2.543)	1.218*** (5.551)	1.155** (2.379)	0.770* (1.815)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份/个体固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	2612	1689	71181	53953	71181	53953	71181	53953
R^2	0.708	0.777	0.720	0.762	0.720	0.762	0.767	0.772

为了考察政府对数字产品的持续需求引起供应商或客户企业创新促进效应减弱的原因,究竟是由于企业变得懒惰还是创新变得困难,本文使用与政府关键数字技术采购大类技术名词分类相同的创新总数作为被解释变量,使用样本期末政府关键数字技术采购累计值对供应商或客户企业分组,当被采购企业在样本期末累计的政府关键数字技术采购数量超过其中位数时, $Post_t$ 赋值为1,否则为0。根据模型(2)的回归结果如表11第(7)~(8)列所示,结果表明,政府对数字产品持续的需求支持并未对需求直接相关领域的技术创新产生负面影响。因此,政府数字产品持续需求对供应商和客户企业创新促进效应减弱并不是企业变得懒惰,而是企业进入技术深水区导致创新难度增加,企业减少被采购技术外围的创新所致。

2. 需求多样性

政府应该选择培育在专业技术领域具有领先优势的企业,还是应该培养多元化发展的综合性企业。专业化意味着企业在某一技术细分领域的持续投入实现规模经济,多元化则通过多个领域知识的碰撞能激发更多元的创新达成范围经济。需求多样性意味着政府对多个技术领域的数字产品需求会影响其对供应商或客户企业创新的激励效果,多样化的政府关键数字技术采购能够降低企业进入新领域的门槛,带来与现有知识库差异更大的新知识,产生对创新性中间投入产品更强烈的需求,进而使需求牵引和知识溢出效应更加明显。然而,政府多样化的需求也会分散企业的创新资源,提高创新活动的总体风险,对供应商或客户企业的创新产生负面影响。考虑到企业的资源约束,其通常会选择潜在收益大于机会成本的项目。多样化的政府关键数字技术采购可能会迫使企业将资源投入到潜在收益低于机会成本的技术研发中,降低企业研发活动的效率,最终对企业的创新产生负面影响。

为考察多样化的政府关键数字技术采购对供应商或客户企业创新的影响效果,本文根据政府关键数字技术采购对应的大、中、小类技术名词,判断新增的政府关键数字技术采购类别与之前年份是否存在差异,如果当年之前未获得过该种技术类别的政府关键数字技术采购,那么 $Post_{j,t}$ 赋值为1,否则为0。回归结果如表12所示,核心解释变量的系数为负,表明政府对新技术类别的数字

产品需求对供应商和客户企业的创新促进效应有负面影响。多样化的政府关键数字技术采购不利于发挥其对供应商或客户企业的创新促进效果,这与上文需求持续性的结论呼应,表明政府对单一技术领域的持续需求能够更有效地促进供应商或客户企业的创新。

表 12 需求多样性

变量	技术大类	技术中类	技术小类	技术大类	技术中类	技术小类
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Inno(供应商)			Inno(客户)		
<i>Post×Treat</i>	-1.465* (-1.818)	-2.549** (-2.177)	-1.079 (-0.786)	-1.845** (-2.1698)	-2.632*** (-2.593)	-4.284*** (-2.640)
<i>Treat</i>	2.072*** (2.921)	3.189*** (2.853)	1.950 (1.502)	2.262*** (3.077)	3.129*** (3.283)	4.895*** (3.049)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份/个体固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	71181	71181	71181	53953	53953	53953
R ²	0.720	0.720	0.720	0.762	0.762	0.762

六、结论与政策启示

本文基于 2015—2022 年我国 A 股上市公司及其前五大供应商和客户的数据,结合自然语言处理技术,系统地识别政府采购合同中的关键数字技术采购类别,探讨其对被采购企业供应商和客户创新溢出的影响。研究结果表明,政府对关键数字技术的采购通过需求牵引效应和知识溢出效应,能够显著推动供应商或客户企业的创新活动。进一步的实证分析显示,企业间的地理距离、供应商或客户企业的所有权性质,以及被采购企业的要素密集度的差异会导致政府关键数字技术采购在促进被采购企业供应商和客户企业创新方面存在异质性影响。具体而言,劳动密集型被采购企业、地理上与被采购企业相邻的企业,以及非国有的供应商或客户企业,受到的创新激励效果更为显著。从需求的持续性和多样性维度来看,相较于从 0 到 1 的突破,政府对数字技术的持续性需求更能有效促进供应商或客户企业的创新活动。尽管这种持续需求在边际上的创新促进效应存在递减趋势,但整体效应仍然为正,且这种递减主要源于创新难度的增加而非企业的创新惰性。同时,政府多样化的关键数字技术采购可能对供应商或客户企业的创新产生负面影响,表现为创新资源的分散和路径依赖效应的削弱。基于上述研究结论,本文提出如下政策启示:

第一,基于政府公共治理效能提升等合理需求,优化对数字技术应用端财政资金的配置,提高对数字产品需求侧的稳定支持,以更好地激发供应链创新动能。根据本文结论,在公共部门数字化转型进程中,通过数字产品采购代替对传统产品的需求,能够充分释放政府数字技术采购在激励供应商或客户企业创新中的潜力,推动供应链整体的创新水平提高。同时,应完善政府关键数字技术采购的政策体系,建立涵盖技术标准、实施路径和绩效评估的闭环管理机制,通过增强政策透明度稳定企业对政府采购的预期,进而激发全供应链企业研发投入和创新效能。

第二,建立和完善政府对关键数字技术采购的事前评估机制,以提高数字产品需求的精准性,充分考虑对不同类型企业采购的异质性影响,针对供应链网络中的关键节点企业实施精准采购,以实现最大的创新收益。现实中,政府面临有限预算的约束,因此,在为需求侧创新工具分配预算时,需要充分评估采购对象的创新潜力,确保其为社会带来最大的创新成果。研究表明,政府对数字产品的需求不应局限于高科技企业,对劳动密集型企业的需求同样能够显著提升供应链整体的创新水平。企业创新的激励效果主要来源于“需求牵引”和“知识溢出”效应,而国有企业通常对这两种效应的反应较为迟缓,导致政策效果的减弱。因此,建立有效的事前评估机制,特别是注重对

企业所处供应链整体特征的评估,是提升政府关键数字技术采购促进创新政策效果的关键所在。

第三,优化政府关键数字技术采购的执行策略,提高需求的持续性和针对性。研究表明,政府在特定关键数字技术领域保持有针对性且持续的需求,能够更为有效地促进供应链上下游企业的创新发展。企业在创新过程中逐步进入深水区,面临的创新难度不断增加,而多样化的需求不仅可能分散企业的研发资源,还会增加资金压力,削弱政策促进创新的效果。针对特定技术领域的需求保障了企业研发过程的一致性,通过定向且持续的需求,能够最大化政策对供应链整体创新的促进效果。

第四,完善政府关键数字技术采购引导供应链企业创新溢出的体制机制,充分发挥中游“链主”企业的牵引带动作用,着力打造上中下游企业融通创新的新格局。对此,企业应主动采取行动,通过强化供应链上中下游协同创新实现合作共赢。政府采购作为推动重点产业链高质量发展的具体举措,其根本目的也是促进供应链企业的协同创新,推动企业间合作共赢与知识溢出。中游“链主”企业应带动供应链上下游企业建立稳固的合作伙伴关系,打通供应链创新溢出通道,确保创新成果有效扩散。同时,供应链企业应通过建立内部透明机制,确保创新成果的共研共享,避免“链主”企业利用其优势地位截留创新收益,从而削弱其他企业的创新激励。此外,企业应积极参与政府的关键数字技术采购项目,形成共担风险、共享创新红利的良性生态,最大化供应链整体的创新效应。

参考文献

- [1] 寇宗来,孙瑞.技术断供与自主创新激励:纵向结构的视角[J].北京:经济研究,2023,(2):57-73.
- [2] 阳镇,王文娜.产业链链主视角下的关键核心技术突破:角色适配性、模式选择与推进体系[J].重庆:改革,2024,(9):100-114.
- [3] 韩霞.政府采购与高技术产业的发展[J].北京:财贸经济,2003,(11):85-89.
- [4] 余典范,王超,李鑫.何种政府采购能发挥靶向创新效应?——来自上市公司的证据[J].北京:会计研究,2023,(10):88-100.
- [5] 武威,曹畅,王馨竹.政府采购与“专精特新”中小企业创新——基于产业链供应链现代化视角[J].北京:数量经济技术经济研究,2024,(7):113-133.
- [6] Edquist, C., and L.Hommen.Public Technology Procurement and Innovation Theory[M].Public Technology Procurement and Innovation.Boston, MA:Springer US,2000.
- [7] 申志轩,祝树金,文茜,汤超.政府数字采购与企业数字化转型[J].北京:数量经济技术经济研究,2024,(5):71-91.
- [8] Aschhoff, B., and W.Sofka.Innovation on Demand—Can Public Procurement Drive Market Success of Innovations?[J].Research Policy,2009,38,(8):1235-1247.
- [9] Guerzoni, M., and E.Raiteri.Demand-Side vs.Supply-Side Technology Policies:Hidden Treatment and New Empirical Evidence on the Policy Mix[J].Research Policy,2015,44,(3):726-747.
- [10] Dai, X., Y.Li, and K.Chen.Direct Demand-Pull and Indirect Certification Effects of Public Procurement for Innovation[J].Technovation,2021,101,102198.
- [11] Chen, Y.K., E.Iossa, and P.Rey.Prizes Versus Contracts as Incentives for Innovation[J].The Review of Economic Studies,2021,88,(5):2149-2178.
- [12] Czarnitzki, D., P.Hünemund, and N.Moshgbar.Public Procurement of Innovation: Evidence from a German Legislative Reform[J].International Journal of Industrial Organization,2020,71,102620.
- [13] 姜爱华,费堃桀.政府采购、高管政府任职经历对企业创新的影响[J].北京:会计研究,2021,(9):150-159.
- [14] 田利辉,关欣.不确定性冲击下政府采购的价值效应[J].北京:财贸经济,2023,(9):5-21.
- [15] 潘越,柯进军,宁博.不确定性冲击、政府采购与企业发展韧性[J].北京:数量经济技术经济研究,2024,(4):193-212.
- [16] Slavchev, V., and S.Wiederhold.Does the Technological Content of Government Demand Matter for Private R&D? Evidence from US States[J].American Economic Journal:Macroeconomics,2016,8,(2):45-84.
- [17] Nishimura, J., and H.Okamuro.Knowledge and Rent Spillovers Through Government-Sponsored R&D Consortia[J].Science and

Public Policy, 2016, 43, (2): 207–225.

[18] Beraja, M., D. Y. Yang, and N. Yuchtman. Data-Intensive Innovation and the State: Evidence from AI Firms in China[J]. The Review of Economic Studies, 2023, 90, (4): 1701–1723.

[19] 孙薇, 叶初升. 政府采购何以牵动企业创新——兼论需求侧政策“拉力”与供给侧政策“推力”的协同[J]. 北京: 中国工业经济, 2023, (1): 95–113.

[20] 黄继承, 朱光顺. 绿色发展的中国模式: 政府采购与企业绿色创新[J]. 北京: 世界经济, 2023, (11): 54–78.

[21] 武威, 刘玉廷. 政府采购与企业创新: 保护效应和溢出效应[J]. 北京: 财经研究, 2020, (5): 17–36.

[22] 江鑫, 胡文涛, 许文立, 李光龙. 政府绿色采购如何激发企业绿色创新活力[J]. 北京: 数量经济技术经济研究, 2024, (11): 200–220.

[23] 王铷州, 周会洋, 张希羽, 新夫. 政府采购对供应商数字化转型的影响研究[J]. 武汉: 管理学报, 2024, (7): 1077–1086, 1106.

[24] 张同斌, 刘文龙, 王蕾. 高质量创新的溢出效应: 企业供应链的视角[J]. 北京: 经济研究, 2024, (11): 38–54.

[25] 严兵, 程敏, 王乃合. ESG 绿色溢出、供应链传导与企业绿色创新[J]. 北京: 经济研究, 2024, (7): 72–91.

[26] 蒋殿春, 鲁天宇. 供应链关系变动、融资约束与企业创新[J]. 北京: 经济管理, 2022, (10): 56–74.

[27] 杨金玉, 彭秋萍, 葛震霆. 数字化转型的客户传染效应——供应商创新视角[J]. 北京: 中国工业经济, 2022, (8): 156–174.

[28] 詹新宇, 于明哲. 组合式财税政策何以有效推动中小企业科技成果转化?[J]. 北京: 管理世界, 2024, (8): 191–208.

[29] Obwegeser, N., and S.D. Müller. Innovation and Public Procurement: Terminology, Concepts, and Applications[J]. Technovation, 2018, 74: 1–17.

[30] Kerr, W.R., and R. Nanda. Financing Innovation[J]. Annual Review of Financial Economics, 2015, 7, (1): 445–462.

[31] Edler, J., and L. Georghiou. Public Procurement and Innovation—Resurrecting the Demand Side[J]. Research Policy, 2007, 36, (7): 949–963.

[32] Bianchini, S., P. Llerena, and S. Patsali. Demand-Pull Innovation in Science: Empirical Evidence from a Research University's Suppliers[J]. Research Policy, 2019, 48, 100005.

[33] Gao, G. Y., E. Xie, and K. Z. Zhou. How does Technological Diversity in Supplier Network Drive Buyer Innovation? Relational Process and Contingencies[J]. Journal of Operations Management, 2015, 36: 165–177.

[34] Isaksson, O. H. D., M. Simeth, and R. W. Seifert. Knowledge Spillovers in the Supply Chain: Evidence from the High Tech Sectors[J]. Research Policy, 2016, 45, (3): 699–706.

[35] 周鹏, 王卓, 谭常春, 宋敏. 数字技术创新的价值——基于并购视角和机器学习方法的分析[J]. 北京: 中国工业经济, 2024, (2): 137–154.

[36] Uyarrar, E., J. Edler, and J. Garcia-Estevez, et al. Barriers to Innovation Through Public Procurement: A Supplier Perspective[J]. Technovation, 2014, 34, (10): 631–645.

[37] Bai, J., W. Jin, and S. Zhou. Proximity and Knowledge Spillovers: Evidence from the Introduction of New Airline Routes[J]. Management Science, 2024, 70, (11): 7464–7485.

[38] 王春杨, 兰宗敏, 张超, 侯新烁. 高铁建设、人力资本迁移与区域创新[J]. 北京: 中国工业经济, 2020, (12): 102–120.

[39] Abeberese, A. B., and M. Chen. Intranational Trade Costs, Product Scope and Productivity: Evidence from India's Golden Quadrilateral Project[J]. Journal of Development Economics, 2022, 156, 102791.

[40] Wu, A. The Signal Effect of Government R&D Subsidies in China: Does Ownership Matter? [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2017, 117: 339–345.

[41] Chu, Y., X. Tian, and W. Wang. Corporate Innovation Along the Supply Chain[J]. Management Science, 2019, 65, (6): 2445–2466.

[42] Kundu, O., A. D. James, and J. Rigby. Public Procurement and Innovation: a Systematic Literature Review[J]. Science and Public Policy, 2020, 47, (4): 490–502.

[43] Guerzoni, M. The Impact of Market Size and Users' Sophistication on Innovation: The Patterns of Demand[J]. Economics of Innovation and New Technology, 2010, 19, (1): 113–126.

[44] 赖烽辉, 李善民. 共同股东网络与国有企业创新知识溢出——基于国有企业考核制度变迁的实证研究[J]. 北京: 经济研究, 2023, (6): 119–136.

Government Key Digital Technology Procurement and Supply Chain Enterprise Innovation Spillover

LI Hong-bing¹, WU Chun², LI Zhen¹

(1.School of Economics and Management, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing, 100876, China;

2.School of Finance, Renmin University of China, Beijing, 100872, China)

Abstract: In the context of the digital economy era, key digital technologies have increasingly emerged as the fundamental driving force behind the enhancement of national scientific and technological competitiveness and the advancement of digital economic development. Technologies such as artificial intelligence, advanced semiconductor chips, quantum computing, fifth-generation communication networks, and large-scale data processing not only serve as the critical foundation for supporting the comprehensive digital transformation of industrial and supply chains and strengthening independent innovation and control capabilities, but also act as essential enablers that ensure the modernization, security, and operational resilience of industrial systems. Against the backdrop of the pursuit of high-quality development in the digital economy, harnessing the innovation spillover benefits arising from government procurement of these pivotal digital technologies becomes a crucial policy tool to elevate the modernization level of supply chains and accelerate the construction of a national innovation-driven development system. This study draws upon panel data collected from China's A-share listed firms and their top five trading partners—including both upstream suppliers and downstream customers—spanning the period from 2015 to 2022. By applying natural language processing techniques, we systematically identify instances of government procurement related to key digital technologies. We then rigorously investigate the extent to which such procurement activities influence innovation spillovers among supply chain enterprises, while also exploring the underlying theoretical mechanisms that drive these effects. The principal findings can be summarized as follows. First, government procurement of strategically significant digital technologies exerts a notable and statistically significant positive impact on the innovation performance of both supplying and client-side enterprises, underscoring the capacity of government demand to serve as a potent catalyst for stimulating innovation activity across supply chain networks. Second, the primary transmission channels through which these effects materialize are identified as demand-side pull and knowledge spillovers. These mechanisms are substantiated by empirical evidence showing that firms engaged in long-term cooperative relationships with the purchasing entity exhibit stronger innovation responses, and that innovation achievements tend to concentrate within the specific technological domains targeted by procurement. Third, the innovation-inducing effects are found to be more prominent among labor-intensive firms, geographically proximate partners, and non-state-owned enterprises within the supply chain ecosystem. Fourth, while continuous government demand for digital goods and services is more effective at fostering persistent innovation compared to more fragmented or diversified forms of demand, the marginal effectiveness of such government-driven stimulation gradually declines over time. This diminishing return is attributable not to a decline in innovative effort, but rather to the rising challenges and complexity associated with subsequent innovation breakthroughs.

These findings collectively highlight that sustained, focused, and well-targeted government procurement of key digital technologies plays a vital role in activating and sustaining the innovative potential of enterprises embedded in supply chains that are closely linked to the procured technologies. The study offers important and actionable policy insights for enhancing innovation-driven development from the demand side and provides guidance for public-sector stakeholders in designing optimal procurement strategies aimed at promoting high-quality, innovation-led economic growth.

Key Words: key digital technologies; demand traction; knowledge spillover; procurement strategy; natural language processing

JEL Classification: G38, H41, O31

DOI: 10.19616/j.cnki.bmj.2025.06.008

(责任编辑:张任之)