

# 研发互联网化、融资约束与制造业企业技术创新\*

王文娜<sup>1</sup> 刘戒骄<sup>2</sup> 张祝恺<sup>1</sup>

(1. 中国社会科学院研究生院,北京 102488;

2. 中国社会科学院工业经济研究所,北京 100044)



**内容提要:**本文基于“创新互补”的工作原理,阐述了研发互联网化和融资约束对技术创新的影响机制。采用制造业企业研发层面的互联网使用数据,在克服内生性的基础上,检验了研发互联网化的技术创新促进效应、融资约束的抑制效应及其对研发互联网负向调节效应的强度。研究显示,制造业企业研发部门的互联网使用能对技术创新产生显著的促进效应,而由体制或机制障碍等造成的融资约束则产生显著的抑制效应,并负向调节研发互联网化对技术创新促进效应的发挥。机制检验中,研发互联网化能显著强化开放式创新对技术创新的促进效应,而融资约束显著负向调节该效应;研发互联网化能显著强化开放式创新广度对技术创新的促进效应,而融资约束显著负向调节该效应。分样本研究中,互联网与生产、质量控制、流程再造和新产品改造等不同创新环节深度融合可显著正向作用于技术创新;中小企业使用互联网会显著促进技术创新,且融资约束的负向调节效应显著;相较于普通制造业,在存在融资约束的情境下,高端装备制造业企业研发部门的互联网化能产生更强的技术创新促进效应。本文认为,制造业企业尤其是高端装备制造业企业应加快实现从研发、设计到生产全过程的网络化、数字化、智能化,而国家应围绕通用平台和行业平台这两大主攻方向加快推进工业互联网建设,强化金融资本支持制造业企业信息化改造的制度,以助推制造业高质量发展。

**关键词:**研发互联网化 融资约束 制造业企业 技术创新

**中图分类号:**F406.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2020)09—0127—17

## 一、引言

自21世纪以来,互联网这一通用目的技术(Harris,1998)<sup>[1]</sup>以新型基础设施和生产要素的“双重角色”驱动产业变革,革新产业结构和模式,繁殖新产业,并孕育出工业4.0。为响应时代情境,美国、德国等主要发达国家普遍以数字化、网络化、智能化为技术范式的新一代智能制造作为未来制造的发展方向,力图保持和加强制造业的“高位锁定”。我国于2015年发布《中国制造2025》规划,2017年发布《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》。对于中国而言,依托互联网的深度应用与工业互联网生态平台建设,赋能制造业的“高位迈进”关乎新旧动能转

收稿日期:2019-11-12

\* **基金项目:**中国社会科学院国情调研重大项目“国家高新技术产业开发区科技创新政策落实情况调研”(SKGQZD2019-11);中国社会科学院创新工程项目“竞争政策理论前沿与政策走向”(SKGJCX2017-03);国家社会科学基金重大项目“粤港澳大湾区产业融合发展的机制与政策研究”(19ZDA079)。

**作者简介:**王文娜,女,博士研究生,研究领域是产业组织与竞争政策,电子邮箱:wnawang@126.com;刘戒骄,男,研究员,博士生导师,经济学博士,研究领域是产业组织与竞争政策,电子邮箱:jiejiaoliu@163.com;张祝恺,男,博士研究生,研究领域是财务管理,电子邮箱:zhangzhukai@ucass.edu.cn。通讯作者:刘戒骄。

换、高质量发展和未来产业竞争力。因此,党的十九大报告中擘画了“网络强国”和“制造强国”图景。而实施“互联网+”行动计划被认为既是构建“网络强国”和“制造强国”的重要举措,也是实现创新驱动和高质量发展的重要途径。那么,实施“互联网+”行动是否能显著驱动制造业企业技术创新以实现高质量发展?如果答案是肯定的,那么互联网促进效应的内在机制是什么?与此同时,制造业本身具有资金、知识密集型的特质,“互联网+”行动的实施亦需要稳定、充足的资金做后盾。中国目前正在不断深化金融服务业的市场化改革,2019年国务院更是推出11条金融业对外开放措施。那么在“互联网+”情境下,融资约束“松绑”又对制造业企业的技术创新有何影响?这些重要的现实问题,需要理论的诠释。

与本文密切相关的文献主要有两类:一是从互联网对制造业出口(Freund和Weinhold,2004<sup>[2]</sup>;马淑琴和谢杰,2013<sup>[3]</sup>;施炳展,2016<sup>[4]</sup>)、劳动生产率(卢福财和徐远彬,2019)<sup>[5]</sup>、全要素生产率(黄群慧等,2019)<sup>[6]</sup>、企业吸收能力(Roberts等,2012)<sup>[7]</sup>、企业间跨地区的研发合作(Forman和Zeebroeck,2012<sup>[8]</sup>;Forman和Zeebroeck,2019<sup>[9]</sup>)和企业技术创新能力(黄群慧等,2019)<sup>[6]</sup>等的影响出发,分析互联网对制造业发展的作用机理;二是从融资约束对制造业企业研发投入(Burgers等,1993<sup>[10]</sup>;鞠晓生,2013<sup>[11]</sup>;任曙明和吕镛,2014<sup>[12]</sup>;张璇等,2017<sup>[13]</sup>)、创新效率(Baker和Nelson,2005)<sup>[14]</sup>和创新能力(周开国等,2017)<sup>[15]</sup>等的影响出发,分析融资约束对制造业企业技术创新的作用机理。

上述文献尽管从理论与实证角度阐述了互联网与制造业企业技术创新的关系,但从研究结果看,互联网对制造业技术创新的影响机制尚需深化:一是微观视角的研究成果匮乏。企业微观层面的研究是验证互联网与制造业企业技术创新关系的重要内容,但现有研究成果多聚焦在行业层面,仅有少数文献从微观企业角度切入,且其互联网的代理指标多使用反映互联网发展环境的指标,如城市或省际互联网发展指数、互联网渗透率和互联网投资率等,采用企业研发层面的互联网使用作为代理指标的文献非常少。二是现有关于互联网对制造业企业技术创新影响机制的分析多基于企业管理理论,从创新经济学角度揭示互联网影响制造业企业技术创新机制的研究较为薄弱。三是由于制造业的特殊性,相较于其他行业,其互联网化需要更大规模的资金做后盾,而现有文献未将互联网、融资约束与制造业企业技术创新纳入同一研究框架下,以刻画在技术创新活动中融资约束本身的影响及其对互联网影响的调节作用。

本文可能的边际贡献在于:(1)从创新经济学视角切入,在理论上阐述了研发互联网化和融资约束对制造业企业技术创新的影响机制,并采用微观企业研发层面数据,检验其具体的影响效果,这不仅为实施“互联网+”和工业互联网建设提供事实依据,延展了加大金融业开放的理论维度,也为指导制造业企业数字化、互联网化提供了新的理论指导。(2)尝试考察研发互联网化和融资约束如何通过影响开放式创新及其广度进而作用于技术创新的机制,检验了互联网在不同创新场景中深度应用的异质性影响,并进一步区分其在高端装备制造业与普通制造业中的差异化影响。

## 二、理论机制及研究假设

### 1. 研发互联网化与制造业企业技术创新

研发互联网化是指研发部门广泛且深入地应用互联网。从创新经济学视角看,研发互联网化对制造业企业技术创新的促进效应突出表现在“创新互补”的工作原理(Bresnahan和Trajtenberg,1995)<sup>[16]</sup>,即研发部门互联网的深度和宽度应用加速了制造业企业的技术创新。

(1)研发互联网化强化了企业研发与制造的协同,提高了研发效率。基于资源基础观,企业内部的技术创新流程就是以不断再造新的技术为宗旨,从而对其内部现有技术资源不断整合的过程(Nieto,2003)<sup>[17]</sup>。在新技术的构建过程中,通过深度地广泛使用通用目的技术(GPT),以较低的

成本实现科学知识和信息的迅速渗透(Bloom等,2014)<sup>[18]</sup>,降低了研发人员间的技术交流时间和团队间的协作成本(Forman和Zeebroeck,2012)<sup>[8]</sup>,加速了学习效应的形成、释放与人力资本的积累,实现企业现有技术资源的利用能力纵向和横向拓展。在技术创新与制造业的交互融合情境中,原有的技术知识和学习效应被不断破坏并重构,繁殖出新的技术知识,成为新一轮制造业企业技术创新的源泉(Hatch和Mowery,1998)<sup>[19]</sup>。

(2)研发互联网化促成了企业技术创新范式的开放性转变,并延展了开放式创新的横向广度。企业开发其内部技术资源时面临两个困境:一是企业自身技术的外溢性使其技术无法全部内部商业化(Chesbrough和Crowther,2006)<sup>[20]</sup>;二是技术创新的主体是多元的(刘戒骄,2019)<sup>[21]</sup>,培育自身“吸收能力”以利用外部技术变得日益重要(Cohen和Levinthal,1990)<sup>[22]</sup>。而开放式创新则成为上述困境的解决方案(Chesbrough,2003)<sup>[23]</sup>。随后,Adner和Kapoor(2010)<sup>[24]</sup>进一步提出创新生态系统的观点,并认为企业的技术创新并非独自基于自身技术资源完成,而依赖于生态系统内的异质参与主体间的双边和多边协作。企业可以有意识地跨越边界,管理知识、想法、技术资源的双向流动(Enkel,2009)<sup>[25]</sup>,并通过重组和开发内外技术创新资源,拓展技术创新源泉,构建涵盖技术创新前端探索、中端开发和后端价值化的全过程开放式技术创新系统(高良谋和马文甲,2014)<sup>[26]</sup>。然而,在企业技术创新范式转向开放式创新,获取科学或技术创新专业化、创意来源多主体化及技术创新的规模经济与外溢性好处的同时,能否降低协作成本、提升协作意愿以促进不同企业间的横纵向协同、供应链不同环节的集成(Adner和Kapoor,2010)<sup>[24]</sup>、企业内外部资源与网络(Love等,2014)<sup>[27]</sup>的平衡成为开放式创新成功与否的关键。在缺少互联网的情境下,企业开展开放式创新受到时空限制,开放对象有限,协作成本较高(王金杰等,2018)<sup>[28]</sup>,而互联网的“联通性”(江小涓,2017)<sup>[29]</sup>和开放性的特质,使其可以突破时空封锁线,促进各类市场主体实现互联互通,聚合与重构创新资源,为开放式创新组织网络提供底层硬件支撑。依托联通性和开放性衍生的强大信息共享功能和逐步形成的互联网思维(李海舰等,2014)<sup>[30]</sup>,制造业企业与不同供应链环节、不同创新主体之间的信息、想法、技术共享意愿和能力得以提升,创新源泉得以丰富,创新认知差异缩减(王金杰等,2018)<sup>[28]</sup>,信任水平提高(王伟同和周佳音,2019)<sup>[31]</sup>,企业之间技术创新协作的时间、搜寻、交易成本大幅缩减(黄群慧等,2019)<sup>[6]</sup>。特别是在“互联网+”的时代情境下,研发部门的互联网化使得制造业企业可以集成内外部创新资源和公共群体的知识和经验,将原先企业内部或一对一设计的技术授权,转变为变式设计 with 群体智能设计相融合的设计模式(Zhang等,2017)<sup>[32]</sup>。可见,研发互联网化可以成为开放式创新的助推器。

(3)研发互联网化通过促进开放式创新、拓展其广度,催生了技术创新的促进效应。开放式创新及其广度的增加使得需求表达更清晰,为制造业企业的技术创新构建出丰富的技术应用场景和机会。清晰的市场需求表达与实现是企业技术价值化和开发新技术的持久内生动力。企业能否挖掘及在何种程度上挖掘产品、服务需求,合理界定潜在的、可行的、异质性的、针对特定需求的技术机会(Uyarra等,2020)<sup>[33]</sup>,关乎企业未来竞争能力,而这要求企业在开放式的创新生态中与多元参与主体交互。原因在于,一方面,以用户需求为导向的技术创新可能导致“近视症”,客户可能无法预见未来需求或很好地表达潜在需求(Hamel和Prahalad,1991)<sup>[34]</sup>;另一方面,单纯以供应商为导向的技术创新可能导致与用户需求的脱节,因为此类技术创新是企业代替用户,以用户身份揣度其潜在需求并结合技术和科学可能性而开展的技术创新(Boon和Edler,2018)<sup>[35]</sup>。开放式创新基于内外知识、技术的交互流动,推动企业与嵌套在紧密合作网络中的用户、供应商、外部创意主体(科研机构、政府、大学等)和中介服务组织协同创新,将用户导向型与生产者导向型的技术创新有机融合,从而有效、快速识别需求,对接需求与技术可能性,创建出丰富的技术机会,并通过协同研发推进技术创新价值化。随着开放式创新广度的增加,创意池不断丰富、互补性创新资源的获取规模



不断增加、技术创新能力不断提升,为进一步促进企业技术创新发挥积极的正向影响。在这一过程中,互联网的使用增加了开放式创新不同参与主体的互动频率和粘性,并作为生产要素参与开放式创新的不同环节,加速捕获丰富的产品、服务和技术升级等需求数据,对历史技术开发、实验、产品设计及试制数据进行追溯和“记忆”,并借助基于互联网衍生的大数据和云计算等新兴手段深度挖掘消费者的行为模式及消费偏好,以预测消费者潜在的定制化需求(Zhang等,2017)<sup>[32]</sup>。于是,在开放式创新进程中,研发互联网化提高了对有效需求的挖掘速度,提升了对需求变化响应的敏捷性,指引技术创新方向。同时,借助互联网这一工具,开放式创新的参与主体可将清晰的市场需求表达与丰厚的技术开发、设计等历史存量数据“记忆”结合,构建出丰富、鲜活的产品改进型技术创新机会(Leminen等,2019)<sup>[36]</sup>、技术创新路径和实验场景(Huenteler等,2016)<sup>[37]</sup>,在干中学中提升技术创新能力,加速新技术价值化。

同时,研发互联网化对制造业企业技术创新的效果除受市场发育程度、知识产权保护、营商环境和行业规范、商业伦理等因素影响外,其影响程度和效果还具有企业情境依赖性。具体而言,尽管研发互联网化可促进企业创新的开放式转变,丰富创意来源,增加创新机会、培育技术能力,进而促进技术创新。但外部创新资源并不必然会自动进入企业创新过程,企业协同内外部创新资源、吸收能力(Dahlander和Gann,2010)<sup>[38]</sup>、合理配置注意力的能力(Laursen和Salter,2006)<sup>[39]</sup>和创新管理能力的异质性均会影响其效果,并且随着技术的成熟度呈现动态变化(Christensen等,2005)<sup>[40]</sup>。除非企业能平衡好内外创新资源、自主创新与群智创新的关系,否则企业在开放创新的范式中可能陷入创新的“羊群效应”,导致低质量的“伪创新”。杨震宁和赵红(2020)<sup>[41]</sup>发现开放式创新的广度与技术创新呈倒U型关系,过度开放会阻碍产品创新。另外,过多的技术需求和应用机会会对企业的技术甄别能力提出更高的要求,技术机会的识别不当不仅带来创新资源的浪费与错配,也会拉大与竞争对手间的差距。然而,总体而言,研发互联网化对制造业企业的技术创新有正向“促进效应”。因此,本文提出如下假设:

H<sub>1</sub>:研发互联网化能正向促进制造业企业的技术创新。

H<sub>1a</sub>:研发互联网化会促进企业开展开放式创新,并强化开放式创新对技术创新的促进效应。

H<sub>1b</sub>:研发互联网化会增加企业开展开放式创新的水平广度,并强化开放式创新广度对技术创新的促进效应。

## 2. 互联网、融资约束与制造业企业技术创新

Hall(2002)<sup>[42]</sup>指出,企业的技术创新活动易遭受融资约束,具体有以下几个原因:第一,创新活动中产生的知识具有非竞争性和非完全专用性(Romer,1990)<sup>[43]</sup>,外部性使得企业并不能实现技术创新的全部价值化,从而产生较高的外部融资成本。第二,技术创新过程中产生的知识并不能全部显化和商业化,且创新产出具有高风险、不确定性和长周期(Hall和Lerner,2010)<sup>[44]</sup>。创新知识大多以“缄默知识”的形式蕴含在人力资本中或以专利的形式呈现,难以度量,企业无法以其做抵押获取合理的外部融资(Qiu和Wan,2015)<sup>[45]</sup>。第三,逆向选择和道德风险问题的存在,加剧了创新融资的难度和成本。相较于投资者,发明者或企业家更了解新技术的价值,且有保护创新知识和新技术的强烈动机。在信息严重不对称的情境下,投资者很难识别“优质贷款人”(Stiglitz和Weiss,1981)<sup>[46]</sup>。既然制造业企业的技术创新活动易遭受融资约束,那么它如何影响企业的技术创新活动?现有文献并未形成一致的观点。一类文献认为融资约束促进了制造业企业的技术创新(Burgers等,1993<sup>[10]</sup>;Baker和Nelson,2005<sup>[14]</sup>),然而更多的文献认为融资约束抑制了企业的技术创新(鞠晓生,2013<sup>[11]</sup>;任曙明和吕镛,2014<sup>[12]</sup>)。因此,本文提出如下假设:

H<sub>2</sub>:融资约束会抑制制造业企业的技术创新。

融资约束除通过抑制研发投资、研发参与率和人力资本积累负作用于制造业企业的技术创新

外,还会制约研发互联网化对企业技术创新促进效应的发挥。首先,从创新过程看,制造业企业要整合由于研发互联网化所带来的丰富的外部创新资源、加速形成和释放学习效应及促进人力资本积累,均离不开长期、稳定的创新资金的支持。融资约束一方面限制企业整合创新资源、积累人力资本和生产新知识的能力;另一方面还会挤出现有的创新投资。其次,从利用和实现开放式创新带来的技术机会的角度看,创意池中技术机会的挖掘和实现有赖于企业合理地配置内外创新资源和自身专有能力和强化吸收能力。然而,融资约束却降低了企业自有研发投入和专有能力的培育(周开国等,2017)<sup>[15]</sup>,导致企业缺乏利用外部创新资源的吸收能力,并进一步抑制了企业正确预测技术趋势、评估技术价值、筛选机会和结合自身技术禀赋实现技术的能力(Berchicci,2013)<sup>[47]</sup>。最后,从获取开放式创新水平广度增加的好处看,企业自身的技术储备越丰厚、吸收能力越强,其开放式创新的边界就越广泛,越能利用开放创新广度增加带来的好处。因此,本文提出如下假设:

H<sub>3</sub>: 融资约束抑制研发互联网化对制造业企业技术创新促进效应的发挥。

H<sub>3a</sub>: 融资约束会负向调节企业开放式创新对技术创新的促进效应。

H<sub>3b</sub>: 融资约束会负向调节企业开放式创新水平广度对技术创新的促进效应。

本文的理论机制如图 1 所示。

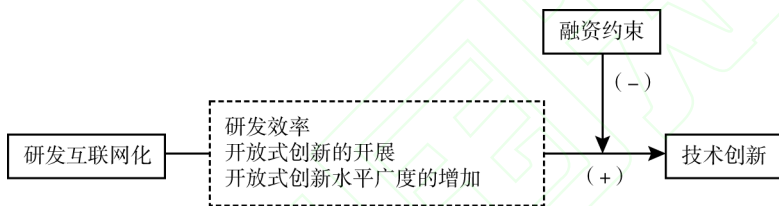


图 1 研发互联网化、融资约束与制造业企业技术创新的理论机制

资料来源:本文绘制

### 三、研究设计

#### 1. 数据来源

当前有关企业研发层面的互联网使用数据较为稀少,世界银行开展的题为“China-Enterprise Survey 2012”的问卷调查与现场访谈<sup>①</sup>是少有的高质量数据。针对中国企业的营商环境,世界银行调查了 2848 家企业,其中民营企业 2700 家,国有企业 148 家,涵盖北京、上海、深圳、苏州、广州和武汉等 25 个中国主要城市。这些企业分布在机器装备、精密仪器、运输机械和化学制品等 20 个制造业和包括批发、IT 和机动车服务在内的 7 个服务业之中。综合来看,调查问卷的 14 个子单元可归为两大类:一是企业基本信息和经营状况,包括企业成立时间、行业、规模、员工数量、销售与供应、财务数据、创新与技术及经营绩效等数据;二是企业的营商环境,包括融资约束、基础设施和服务、劳动规制、竞争程度和土地等信息。

#### 2. 模型设定

基于数据特征及模型的使用范畴,本文选取 Logit 模型并设定如下模型:

$$\text{logit}(\text{newproduct}_{kji}) = \beta_0 + \beta_1 \text{internet}_{kji} + \beta_2 \text{finance}_{kji} + \beta_3 \text{dum\_fi\_internet}_{kji} + \beta_4 X + \varepsilon_s + \varepsilon_j + \varepsilon_k$$

其中,因变量  $\text{newproduct}_{kji}$  表示  $k$  城市  $j$  行业  $i$  企业的技术创新,自变量  $\text{internet}_{kji}$  表示  $k$  城市  $j$  行业  $i$  企业研发部门的互联网使用,自变量  $\text{finance}_{kji}$  表示  $k$  城市  $j$  行业  $i$  企业的融资约束。 $\text{dum\_fi\_internet}_{kji}$  为自变量  $\text{internet}_{kji}$  和  $\text{finance}_{kji}$  的交互项。 $X$  为本文设定的所有控制变量组成的集合, $\varepsilon_s$ 、 $\varepsilon_j$  和  $\varepsilon_k$  分别表示规模、行业和城市固定效应。

① 数据来源及相关文件请见:<https://microdata.worldbank.org/index.php/catalog/1559>。

### 3. 变量设置及说明

根据研究目的,在剔除缺失数据及分散在 7 个服务业中的样本后,共整理收集了约 1130 个分散在制造业中的样本。变量设置及具体的数据处理如表 1 所示。

表 1 变量定义及描述性统计

变量类型	变量名称	变量定义	观测数	均值	标准差
因变量	技术创新	企业是否推出了新产品或服务(1 是,0 否)	1130	0.450	0.498
核心解释变量	研发互联网化	企业在新产品和服务的研发中是否使用互联网(1 是,0 否)	1126	0.564	0.496
	融资约束	融资渠道给企业运营带来的障碍(1 是,包括主要障碍和非常严重的障碍两类,0 否,包括无、小或合理障碍三类)	1130	0.048	0.213
中介变量	开放式创新	企业是否通过与供应商或客户公司合作或者通过开发外部(顾问、大学及科研院所等)创意来引入新产品或服务(1 是,0 否)	1130	0.618	0.495
	开放式创新广度	若企业通过与供应商或客户公司合作或通过开发外部创意资源引入新产品或服务,均编码为 1,加总以上三个虚拟变量得到开放式创新广度	996	0.876	1.069
创新知识生产控制变量	研发投入	企业是否有研发支出(1 是,0 否)	1130	0.388	0.487
	技术许可	除办公软件外,企业是否获得外资企业授权的技术许可(1 是,0 否)	1128	0.210	0.408
	产品出口	企业销售收入中直接出口的比重	1130	0.092	0.226
企业控制变量	人均资本	$\ln(2011$ 财务年度公司机械、车辆、设备、土地和建筑的账面净值/ $2011$ 全年的全职员工数量)	1125	11.25	1.472
	企业年龄	$\ln(2012 -$ 企业正式注册时间)	1130	2.929	0.313
	高管工作年限	$\ln$ (高级经理在该部门工作年限)	1130	2.746	0.471
	企业性质	国有股份所占比例	1130	0.045	0.192
	企业销售收入	$\ln(2011$ 财务年度企业全部销售收入)	1130	16.90	1.643
制度和环境控制变量	劳动规制	劳动规制给企业运营带来的障碍(1 是,包括小、适度、主要和严重障碍四类;0 否,没有障碍)	1130	0.431	0.495
	政府合同	企业是否获得或尝试获得一份政府合同(1 是,0 否)	1130	0.123	0.329

资料来源:本文整理

(1)因变量。制造业企业技术创新数据来源于该调查中“创新与技术”子单元,采用是否推出新产品和服务来定义技术创新,为 0~1 变量。企业推出新产品和服务表示为 1,反之则为 0。

(2)核心解释变量。核心解释变量有两个:一是研发互联网化,来源于该调查中的“基础设施和服务”子单元,采用企业是否在研发活动中使用互联网来定义,为 0~1 变量。不同于连续变量,0~1 的离散变量能有效避免对互联网使用程度主观测量带来的偏误。二是融资约束,来源于该调查中“金融”子单元,采用企业感知的外部融资渠道对运营造成的障碍来界定,为 0~1 变量。其中将企业感知的融资渠道对运营所带来的障碍为无、小或合理的三类界定为无融资约束,编码为 0;将企业感知的障碍为主要和非常严重归为有融资约束,编码为 1。

(3) 中介变量。中介变量包括开放式创新与开放式创新广度两个变量。借鉴高良谋和马文甲(2014)<sup>[26]</sup>对开放式创新的界定,本文利用“企业采用何种方式推出新产品和新服务”的问题选项,将企业通过与供应商或客户公司合作或者通过开发外部(顾问、大学、科研院所等)创意来引入新产品或新服务方式的三种类型定义为开放式创新,设置 0~1 变量,其中开放式创新为 1,反之则为 0。然后,借鉴杨震宁和赵红(2020)<sup>[41]</sup>的测量方法,加总以上三个虚拟变量的值,得到开放式创新中开放对象种类数量,以度量开放式创新广度。该变量最小值为 0,最大值为 3。

(4) 控制变量。已有的文献对企业创新活动及创新绩效的研究集中在三个角度:一是创新知识的生产角度,如研发投入、技术溢出和学习效应等;二是企业角度,如企业人均资本、高管年龄、高管任期、规模、薪酬激励及股权结构等;三是制度与环境角度,如政府采购和劳动规制等。与此同时,本文引入企业规模虚拟变量控制企业规模的影响;引入城市虚拟变量控制营商环境、教育、科研机构存量等因素的影响;引入行业虚拟变量控制行业规范、商业伦理和竞争结构等因素的影响。

## 四、实证结果及分析

### 1. 基准回归结果

表 2 列示了研发互联网化、融资约束及其交互项对技术创新的影响。在控制规模、行业和城市效应后,三个模型的 P 值、伪 R<sup>2</sup> 和预测准确率均表征模型设定合理。且在增加解释变量的情境下,解释变量系数符号一致,侧面印证了模型的稳健性。从结果看,模型(1)和模型(2)中融资约束和研发互联网化分别在 5% 和 1% 的水平上显著,模型(3)中融资约束和研发互联网化的交互项系数在 5% 的水平上显著为负,表明融资约束会制约研发互联网化对技术创新促进效应的发挥。控制变量方面:研发投入、技术许可、人均资本、企业性质、劳动规制以及政府合同对企业技术创新具有显著影响。总体而言,上述回归结果初步证实了本文的基本假设 H<sub>1</sub>、假设 H<sub>2</sub> 和假设 H<sub>3</sub>。

表 2 基本回归结果

变量	Logit		
	模型(1)	模型(2)	模型(3)
研发互联网化		0.6306 *** (0.1890)	0.6183 *** (0.1919)
融资约束	-0.9371 ** (0.4023)		-0.9619 ** (0.4016)
研发互联网化 * 融资约束			-1.4909 ** (0.7485)
研发投入	2.3768 *** (0.2111)	2.2282 *** (0.2132)	2.2919 *** (0.2158)
技术许可	1.0728 *** (0.2277)	1.0913 *** (0.2281)	1.0514 *** (0.2298)
产品出口	0.0380 (0.3903)	-0.0516 (0.3926)	-0.0524 (0.3999)
人均资本	0.1204 * (0.0629)	0.0942 (0.0630)	0.1065 * (0.0647)



续表 2

变量	Logit		
	模型(1)	模型(2)	模型(3)
企业年龄	0.0223 (0.2960)	-0.0102 (0.3005)	0.0150 (0.2950)
高管工作年限	2.0779 (1.3133)	2.1043 (1.3018)	2.2735* (1.3393)
高管工作年限平方项	-0.3310 (0.2502)	-0.3402 (0.2486)	-0.3725 (0.2554)
企业性质	-1.8478*** (0.4746)	-2.0905*** (0.4736)	-2.0723*** (0.4758)
销售收入	0.0964 (0.0664)	0.1069 (0.0686)	0.1039 (0.0682)
劳动规制	0.3256 (0.2151)	0.3745* (0.2132)	0.3910* (0.2162)
政府合同	0.9803*** (0.3108)	0.9304*** (0.3069)	0.9896*** (0.3121)
常数项	-6.6030*** (2.2751)	-6.5921*** (2.2497)	-6.8796*** (2.2910)
规模、行业和城市效应	控制	控制	控制
P 值	0.0000	0.0000	0.0000
伪 R <sup>2</sup>	0.3767	0.3798	0.3859
准确预测比率	79.98%	80.27%	80.00%
观测数	1119	1115	1115

注:括号内数据为稳健标准误;\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著

资料来源:使用 Stata15 软件估计得到

由于技术创新、研发互联网化和融资约束皆为二元离散变量,不能直接依据 Logit 估计的解释变量的系数来分解其对因变量的影响,故表 3<sup>①</sup>列示了与表 2 中的模型(1)、模型(2)和模型(3)相对应的几率比和平均边际效应结果,以补充对回归结果的解释。(1)研发互联网化的影响分析。几率比的结果表明,给定其他变量,相比于未在研发部门使用互联网的企业,使用互联网支持其研发活动的企业从事技术创新的几率比是其 1.88 倍,即研发互联网化使得制造业企业开展技术创新的概率增加 88%;平均边际效应的结果表明,给定其他变量,研发部门的互联网使用程度每增加 1 单位,制造业企业从事技术创新的概率增加 0.08 个单位。(2)融资约束的影响分析。几率比结果表明,给定其他变量,融资约束使得制造业企业开展技术创新的概率降至 39%,降幅高达 61%;平均边际效应结果表明,给定其他变量,融资约束的严重程度每增加 1 单位,制造业企业从事技术创新的概率下降 0.13 个单位。(3)交互项的影响分析。平均边际效应结果表明,给定其他变量,若企业研发部门使用互联网,融资约束严重程度每增加 1 单位,则企业从事技术创新的概率降低 0.2

① 限于篇幅,表 3 未报告控制变量的回归结果,结果备案。



个单位,严重挤出研发互联网化对技术创新的促进效应。总之,上述分析强化了本文的基本假设  $H_1$ 、 $H_2$  和  $H_3$ 。

表 3 Logit 几率比与平均边际效应结果

变量	几率比			平均边际效应		
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)
研发互联网化		1.8787*** (0.3435)	1.8558*** (0.3424)		0.0866*** (0.0253)	0.0840*** (0.0255)
融资约束	0.3918** (2.1493)		0.3822** (2.1460)	-0.1293** (0.0552)		-0.1307** (0.0540)
研发互联网化 * 融资约束			0.2252** (2.1644)			-0.2025** (0.1008)
规模、行业和城市效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
P 值	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
伪 R <sup>2</sup>	0.3767	0.3798	0.3859	0.3767	0.3798	0.3859
观测数	1119	1115	1115	1119	1115	1115

注:几率比模型汇报稳健标准误,平均边际效应模型汇报 Delta-method 标准误差;\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著

资料来源:使用 Stata15 软件估计得到

### 2. 融资约束对研发互联网化的边际效应分析

两变量的交互项诚然可以表征二者间的相互影响,但却不能识别一个变量的变动对另一个变量的影响程度(Ai 和 Norton,2003)<sup>[48]</sup>。为此,本文分析融资约束对研发互联网化的边际影响。如表 4 所示,若企业在研发活动中不使用互联网,无融资约束企业从事技术创新的平均几率为 0.084,有融资约束的企业为 0.072;若企业在研发活动中使用互联网,有融资约束使得企业从事技术创新的平均几率由 0.0884 降为 0.0806。总体看,融资约束显著抑制了研发互联网化对技术创新促进效应的发挥。

表 4 融资约束对研发互联网化的平均边际影响

	平均边际效应	Delta-method Std. Err.	z	P >  z
(融资约束 = 0, 研发互联网化 = 0)	0.0842***	(0.0249)	3.38	0.001
(融资约束 = 0, 研发互联网化 = 1)	0.0884***	(0.0273)	3.23	0.001
(融资约束 = 1, 研发互联网化 = 0)	0.0727***	(0.0218)	3.34	0.001
(融资约束 = 1, 研发互联网化 = 1)	0.0806***	(0.0263)	3.07	0.002

注:\*\*\* 表示在 1% 的统计水平上显著

资料来源:使用 Stata15 软件估计得到

### 3. 稳健性估计

(1)研发互联网化的替代测量。为避免选择性偏误,同时考虑到企业不同部门间的互联网化程度密切相关,本文选取以下两个变量作为研发互联网化的替代变量:一是企业内沟通与交易时使用互联网,为 0~1 变量。其中,使用互联网为 1,反之则为 0;二是企业在生产运营中深度使用互联网,为 0~1 变量。1 表示有时、经常和总是使用互联网;0 为从不和很少使用互联网。两个变量均来源于调查问卷“创新与技术”子单元,其中,后者选自“通信技术被用来支持下列关键业务活动的程度”的问题选项。回归结果依然稳健,具体如表 5 模型(1)和模型(2)所示。

表 5 稳健性检验回归结果

变量	替换互联网指标		工具变量法
	企业内沟通与交易时使用互联网	生产运营中使用互联网	同城市同行业均值
	模型(1)	模型(2)	模型(3)
研发互联网化	0.9445*** (0.2467)	1.0264*** (0.2386)	2.4843*** (0.6971)
融资约束	-1.804** (0.5198)	-0.8405** (0.4212)	-0.3111 (0.2669)
研发互联网化 * 融资约束	-2.8480*** (1.2602)	-2.6185*** (0.7735)	-3.2598** (1.5050)
常数项	-6.8433*** (2.6138)	-7.674*** (2.6727)	-5.4819*** (1.4848)
控制变量	控制	控制	控制
规模、城市、行业效应	控制	控制	控制
P 值	0.0000	0.0000	
Kleibergen-Paap rk LM-P 值			0.0000
伪 R <sup>2</sup>	0.4022	0.4120	
Wald F 统计量			14.662
准确预测比率	80.42%	81.22%	
观测数	1001	1001	1115

注:括号内数据为稳健标准误;\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著

资料来源:使用 Stata15 软件估计得到

(2) 内生性检验。为规避由于行业、城市和规模中存在的不可观测异质性带来的内生性问题,本文在基本回归方程与稳健性检验中均对规模、城市和行业固定效应进行控制。然而,内生性问题还有可能由于反向因果所致。1) 融资渠道的内生性问题。正如前文所述,企业开展技术创新易遭受融资约束。然而,本文中以融资渠道障碍度量的融资约束却不存在内生性问题。实证维度,本文使用 eprobit 模型中的内生性选项,将融资约束对企业技术创新的所有解释变量进行回归,结果显示 e. 融资约束与 e. 企业技术创新的相关系数为 -0.2078,标准差为 0.76447,接受融资约束为外生性变量的概率高达 78.6%。理论维度:一方面,不同于以反映企业经营能力的 SA 指数法(鞠晓生,2013)<sup>[11]</sup>和银行授信(周开国等,2017<sup>[15]</sup>;张璇等,2017<sup>[13]</sup>)等方式度量融资约束,本文选用企业感知的融资渠道对运营带来的障碍来度量融资约束。融资渠道更多取决于货币政策、金融规制制度(Bruhn 和 Love,2014)<sup>[49]</sup>和异质性区域的金融市场发育程度、金融市场开放程度和银行间的竞争程度(Beck 等,2004)<sup>[50]</sup>等,不会因单个企业是否开发新技术和新产品而发生改变,具有前定性,排除反向因果性;另一方面,融资渠道有“惯性”,即使融资渠道可能因行业、规模、所有制和城市异质性而有所不同,但本文已控制行业、规模、所有制和城市等固定效应,尽可能地限制了由于这类因素中的遗漏变量或不可观测异质性带来的内生性问题。因此,实证和理论维度都支持融资约束为外生变量。2) 研发互联网化的内生性问题。越是从事技术创新的企业,越有可能在研发部门使用互联网这一通用目的技术来支持研发活动。为此,选取同行业同城市在生产运营环节深度使用互联网的均值作为互联网的工具变量。工具变量的选取逻辑在于:生产运营环节互联网深度使用与研发环节的互联网使用密切相关,且同城市同行业的均值虽与企业自身的互联网使用相关,但其均值

却不直接影响该企业是否开展技术创新,因此具备工具变量的相关性和外生性,回归结果如表 5 模型(3)所示。可以看出,研发互联网化对制造业企业技术创新的促进效应依然稳健;交互项在 5% 的统计水平上显著为负,表明融资约束显著负向调节研发互联网化对技术创新的促进效应。同时,依据 Kleibergen-Paap rk LM-P 统计量的 p 值为 0.0000,强烈拒绝工具变量不可识别的原假设;依据 Wald F 统计量为 14.662,强烈拒绝存在“弱工具变量”的原假设。因此,在克服内生性的基础上,工具变量回归结果依然支持基本假设。

#### 4. 机制检验

为进行机制检验,本部分采用层次回归法,逐步放入交互项,并对交互项做中心化处理,以弱化多重共线性问题<sup>①</sup>,回归结果如表 6 和表 7 所示。表 6 中的模型(1)显示,研发互联网化显著促进企业开展开放式创新,模型(2)~模型(5)显示,研发互联网化能显著正向强化开放式创新对技术创新的促进作用,而融资约束则抑制该效应发挥。表 7 的模型(1)显示,研发互联网化能显著促进企业开放式水平广度的增加,模型(2)~模型(5)显示,研发互联网化能显著正向强化企业开放式创新广度对技术创新的促进作用,而融资约束则显著抑制该效应发挥。因此,假设 H<sub>1a</sub>、假设 H<sub>1b</sub>、假设 H<sub>3a</sub> 和假设 H<sub>3b</sub> 均得到支持。

表 6 机制检验回归结果:开放式创新

变量	开放式创新	技术创新			
	Logit1	Logit2	Logit3	Logit4	Logit5
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
开放式创新		1.0200*** (0.2047)	1.0381*** (0.2048)	1.0100*** (0.2068)	1.0049*** (0.2073)
研发互联网化	0.7128*** (0.1781)	0.4638** (0.1939)	0.4648** (0.1946)	0.5110*** (0.1970)	0.5143*** (0.1969)
融资约束	0.1233 (0.3375)	-0.9659** (0.4623)	-0.7808* (0.4086)	-0.4981 (0.4182)	-0.5553 (0.4250)
开放式创新 * 研发互联网化		0.5670 (0.3719)	0.5535 (0.3734)	0.6446* (0.3733)	0.6687* (0.3748)
开放式创新 * 融资约束			-1.4081* (0.7867)	-1.6009** (0.7762)	-1.4281* (0.7927)
开放式创新 * 研发互联网化 * 融资约束				-4.2721*** (1.5232)	-3.9118** (1.5703)
研发互联网化 * 融资约束	-0.6593 (0.6724)				-0.7002 (0.7953)
常数项	-6.7847*** (1.9819)	-6.3771*** (2.2498)	-6.4783*** (2.2568)	-6.2807*** (2.2618)	-6.3061*** (2.2614)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
规模、城市、行业效应	控制	控制	控制	控制	控制

① 表 6 与表 7 中 10 个模型的 VIF 均小于 10,不存在严重的多重共线性。

续表 6

变量	开放式创新	技术创新			
	Logit1	Logit2	Logit3	Logit4	Logit5
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
P 值	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
伪 R <sup>2</sup>	0.3146	0.4034	0.4057	0.4112	0.4117
准确预测比率	76.92%	81.08%	81.26%	81.17%	80.99%
观测数	1105	1115	1115	1115	1115

注:括号内数据为稳健标准误;\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著

资料来源:使用 Stata15 软件估计得到

表 7 机制检验回归结果:开放式创新广度

变量	开放式创新广度	技术创新			
	Logit1	Logit2	Logit3	Logit4	Logit5
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
开放式创新广度		0.2694*** (0.0930)	0.2782*** (0.0930)	0.2891*** (0.0934)	0.2931*** (0.0945)
研发互联网化	0.5666*** (0.1802)	0.4159** (0.1959)	0.4497** (0.1973)	0.4529** (0.1980)	0.4583** (0.1985)
融资约束	0.0466 (0.3419)	-1.0432** (0.4399)	-0.9345** (0.3897)	-0.6261 (0.4332)	-0.6618 (0.4532)
开放式创新广度 * 研发互联网化		0.2647 (0.1810)	0.3119* (0.1811)	0.3114* (0.1827)	0.3104* (0.1849)
开放式创新广度 * 融资约束			-0.8484** (0.3738)	-0.5697 (0.3857)	-0.3641 (0.4704)
开放式创新广度 * 研发互联网化 * 融资约束				-1.4946* (0.8389)	-1.6110* (0.9614)
研发互联网化 * 融资约束	-0.3272 (0.6846)				-0.9459 (0.8463)
常数项	-6.5903*** (2.0187)	-5.8794*** (2.2514)	-6.0027*** (2.2640)	-5.9038*** (2.2642)	-5.9316*** (2.2584)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
规模、城市、行业效应	控制	控制	控制	控制	控制
P 值	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
伪 R <sup>2</sup>	0.2725	0.3716	0.3761	0.3783	0.3793
准确预测比率	74.44%	79.61%	80.53%	80.83%	80.73%
观测数	974	986	986	986	986

注:括号内数据为稳健标准误;\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著

资料来源:使用 Stata15 软件估计得到



### 五、分样本研究

为进一步考察研发互联网化和融资约束对制造业企业技术创新影响的异质性,本文开展以下研究:一是考察不同创新环节中研发互联网化的异质性影响。利用调查问卷技术与创新子单元中的“下列创新活动中包括互联网在内的通信技术的使用程度”问题选项,选取与新产品和新服务开发密切相关的五类创新活动,分别为“引进改善产品型或流程型的技术和设备”“引进新的质量控制程序”“增加现有产品和服务的新特色”“成本节约”和“生产柔性再造”,对其进行比较分析。在剔除缺失数据后,具体的数据处理为:如果在这五类创新活动中未使用互联网在内的通信技术,则均编码为0,否则编码为1。回归结果如表8所示。在不同的创新场景中,研发互联网化均对新产品的开发产生显著的促进效应,融资约束的抑制效应得到大多数模型的支持。且交互项在模型(4)中显著为负,可能的原因在于,与其他创新环节相比,制造业中成本节约型的创新有赖于新材料的开发或工业仿真软件的应用,这些研发环节需要的资金更多。

表8 不同创新活动中使用互联网的回归结果

变量	改善产品型的 新技术开发	新的质量 控制程序	增加现有 产品的新特色	成本节约	生产柔性
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
研发互联网化	1.2778*** (0.2485)	0.6939*** (0.2250)	1.2628*** (0.2110)	0.4961** (0.2475)	0.5053** (0.2434)
融资约束	-0.9544** (0.4555)	-0.8483** (0.4044)	-0.8061** (0.4087)	-0.6320 (0.3980)	-0.6362 (0.4180)
研发互联网化*融资约束	0.9392 (1.0267)	-0.2248 (0.8004)	-0.6056 (0.8080)	-1.8690* (1.0904)	-1.3306 (1.0255)
常数项	-4.9105* (2.5094)	-5.5039** (2.4161)	-5.8651** (2.7004)	-6.4141*** (2.4614)	-6.2955** (2.4448)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
规模、城市、行业效应	控制	控制	控制	控制	控制
伪R <sup>2</sup>	0.3863	0.3689	0.3905	0.3652	0.3653
准确预测比率	80.62%	79.28%	80.93%	79.90%	79.18%
观测数	970	970	970	970	970

注:括号内数据为稳健标准误;\*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%和1%的统计水平上显著

资料来源:使用Stata15软件估计得到

二是分别考察规模和行业异质性的影响。利用调查问卷中依据企业员工数量进行的规模分类,将企业分为大、中、小三类,考察规模异质性影响。同时,由于高端装备制造业是大国利器的集中体现,也是工业互联网的实现载体,且呈现出更高的资金与技术密集性(刘戒骄,2016)<sup>[51]</sup>。因此,通过匹配行业代码,将制造业行业分为高端装备制造业与普通制造业。其中,高端装备制造业包括精密仪器和交通运输设备两个子行业。回归结果如表9所示。从规模看,如模型(1)~模型(3)所示,三个基本假设在小企业和中等规模企业样本均得到显著支持,而大企业样本不显著。可能的原因在于,大企业官僚化相对较重,战略决策灵活性也相比

中小企业要低,从而导致其对开放式创新带来的技术机会的反应敏捷度下降;或者是大企业研发互联网化的效应尚需时间才能显现,且大企业的自有资金优势使其对外部融资约束的影响不敏感。

从具体行业看,如表 9 的模型(4)和模型(5)所示,研发互联网化对技术创新的促进效应和融资约束对技术创新的抑制效应在高端装备制造业与普通制造业中均得到支持。且在融资约束的情境下,高端装备制造业交互项的系数在 1% 的统计水平上显著为正,表明装备制造业研发部门的网络化、数字化对技术创新产生强大的正向调节效应,其效应远超融资约束的负向调节效应。可能的原因在于:相比普通制造业,高端装备制造业的研发互联网化极大地降低了交易和生产成本,提高了分工效率,增强了创新资金的利用效率,产生了资金节约效应和创新促进的双重效应。

表 9 规模与行业异质性回归结果

变量	不同规模企业			高端装备制造业与普通制造业	
	小企业	中等规模企业	大企业	高端装备制造业	普通制造业
	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
互联网	-0.6817 (0.5182)	0.8943*** (0.3254)	0.3700 (0.3912)	1.1358* (0.6748)	0.5948*** (0.1978)
融资约束	-7.8716*** (1.1110)	-2.3907*** (0.6741)	-0.4593 (0.7717)	-12.1847*** (2.8150)	-0.8185** (0.4071)
研发互联网化 * 融资约束	-20.9094*** (2.6516)	-3.6785*** (1.3503)	-0.2258 (1.4476)	16.3491*** (3.6082)	-1.9997** (0.7868)
常数项	-38.3908*** (9.4840)	-12.0525*** (3.9043)	-2.8923 (4.1991)	-57.1412** (27.5970)	-7.4209*** (2.2509)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
城市/行业效应	控制	控制	控制	控制	控制
P 值	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
伪 R <sup>2</sup>	0.4721	0.4009	0.4176	0.6552	0.3664
准确预测比率	84.65%	82.07%	81.66%	96.10%	78.77%
观测数	215	463	338	77	1022

注:括号内数据为稳健标准误;\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的统计水平上显著

资料来源:使用 Stata15 软件估计得到

## 六、结论与政策启示

本文利用世界银行 2012 年的企业调查数据,考察了研发互联网化、融资约束与制造业企业技术创新的影响机制。研究发现:(1)本文的理论阐述和经验研究佐证了“互联网+”行动和工业互联网生态系统建设能够稳健地助力制造业企业高质量发展,而融资约束则对制造业企业的高质量发展产生显著的抑制效应,并负向调节研发互联网化对技术创新促进效应的发挥。(2)研发互联网化显著促进企业开展开放式创新、增加开放式创新的广度,并显著强化开放式创新和开放式创新广度对技术创新的促进作用,而融资约束则负向调节这两个效应。(3)互联网深度参与不同的创新活动且均产生显著的技术创新促进效应。(4)中小企业研发互联网化的技术创新促进作用显著,且对融资约束更加敏感;高端装备制造业研发部门的网络化、数字化对技术创新产生强大的正向调节效应,其效应远超融资约束的负向调节效应。

本文的政策含义有两个方面:一是制造业企业尤其是高端装备制造业企业,应大力发展网络化

协同研发模式,强化工业软件开发与应用,加快工业设备的网络化、数字化、智能化改造升级,以提升研发设计、生产设备和关键工序控制的数字化率,实现从研发、设计到生产全过程的数字化、智能化。国家应围绕通用平台和行业平台这两大主攻方向大力推进工业互联网建设的步伐。完善企业上云上平台政策,强化对工业软件研发和应用的支持,优化云化工业软件生态环境,发挥互联网对制造业企业技术创新的促进效应。二是完善金融资本支持制造业企业信息化改造的制度,保障制造业企业互联网化所需的稳定的资本需求。在开放金融服务和放松金融规制的同时,引导和鼓励金融业和各类社会资本参与企业信息化和工业互联网建设,尤其要加大中小企业信息化改造和工业互联网平台化建设的资金支持。以此,缓解融资渠道障碍带来的抑制效应,防止融资约束成为“网络强国”和“制造强国”新图景构建道路上的“拦路虎”。

### 参考文献

- [1] Harris, R. The Internet as a GPT: Factor Market Implications [A]. Helpman, E. General Purpose Technologies and Economic Growth [C]. Cambridge: MIT Press, 1998.
- [2] Freund, C. L., and D. Weinhold. The Effect of the Internet on International Trade [J]. *Journal of International Economics*, 2004, 62, (1): 171 - 189.
- [3] 马淑琴, 谢杰. 网络基础设施与制造业出口产品技术含量——跨国数据的动态面板系统 GMM 检验 [J]. *北京: 中国工业经济*, 2013, (2): 70 - 82.
- [4] 施炳展. 互联网与国际贸易——基于双边双向网址链接数据的经验分析 [J]. *北京: 经济研究*, 2016, (5): 172 - 187.
- [5] 卢福财, 徐远彬. 互联网对制造业劳动生产率的影响研究 [J]. *南京: 产业经济研究*, 2019, (4): 1 - 11.
- [6] 黄群慧, 余泳泽, 张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验 [J]. *北京: 中国工业经济*, 2019, (8): 5 - 23.
- [7] Roberts, N., P. S. Galluch, M. Dinger, and V. Grover. Absorptive Capacity and Information Systems Research: Review, Synthesis, and Directions for Future Research [J]. *MIS Quarterly*, 2012, 36, (2): 625 - 648.
- [8] Forman, C., and N. V. Zeebroeck. From Wires to Partners: How the Internet has Fostered R&D Collaborations within Firms [J]. *Management Science*, 2012, 58, (8): 1549 - 1568.
- [9] Forman, C., and N. van Zeebroeck. Digital Technology Adoption and Knowledge Flows within Firms: Can the Internet Overcome Geographic and Technological Distance? [J/OL]. *Research Policy*, 2019, 48, (8), <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.021>.
- [10] Burgers, W. P., C. W. L. Hill, and W. C. Kim. A Theory of Global Strategic Alliances: The Case of the Global Auto Industry [J]. *Strategic Management Journal*, 1993, 14, (6): 419 - 432.
- [11] 鞠晓生. 融资约束、营运资本管理与企业创新可持续性 [J]. *北京: 经济研究*, 2013, (1): 4 - 16.
- [12] 任曙明, 吕镗. 融资约束、政府补贴与全要素生产率——来自中国装备制造企业的实证研究 [J]. *北京: 管理世界*, 2014, (11): 10 - 23.
- [13] 张璇, 刘贝贝, 汪婷, 李春涛. 信贷寻租、融资约束与企业创新 [J]. *北京: 经济研究*, 2017, (5): 161 - 174.
- [14] Baker, T., and R. E. Nelson. Creating Something from Nothing: Resource Construction through Entrepreneurial Bricolage [J]. *Administrative Science Quarterly*, 2005, 50, (3): 329 - 366.
- [15] 周开国, 卢允之, 杨海生. 融资约束、创新能力与企业协同创新 [J]. *北京: 经济研究*, 2017, (7): 94 - 108.
- [16] Bresnahan, T. F., and M. Trajtenberg. General Purpose Technologies “Engines of Growth?” [J]. *Journal of Econometrics*, 1995, 65, (1): 83 - 108.
- [17] Nieto, M. From R&D Management to Knowledge Management: An Overview of Studies of Innovation Management [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2003, 70, (2): 135 - 161.
- [18] Bloom, N., L. Garicano, R. Sadun, and J. V. Reenen. The Distinct Effects of Information Technology and Communication Technology on Firm Organization [J]. *Management Science*, 2014, 60, (12): 2859 - 2885.
- [19] Hatch, N. W., and D. C. Mowery. Process Innovation and Learning by Doing in Semiconductor Manufacturing [J]. *Management Science*, 1998, 44, (11): 1461 - 1477.
- [20] Chesbrough, H., and A. K. Crowther. Beyond High Tech: Early Adopters of Open Innovation in Other Industries [J]. *R&D Management*, 2006, 36, (3): 229 - 236.
- [21] 刘戒骄. 竞争中性的理论脉络与实践逻辑 [J]. *北京: 中国工业经济*, 2019, (6): 5 - 21.
- [22] Cohen, W. M., and D. A. Levinthal. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation [J]. *Administrative*

Science Quarterly,1990,35,(1):128-152.

- [23] Chesbrough, H. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology [M]. Boston: Harvard Business School Press, 2003.
- [24] Ander, R., and R. Kapoor. Value Creation in Innovation Ecosystems: How the Structure of Technological Interdependence Affects Firm Performance in New Technology Generations [J]. Strategic Management Journal, 2010, 31, (3): 306-333.
- [25] Enkel, E., O. Gassmann, and H. Chesbrough. Open R&D and Open Innovation: Exploring the Phenomenon [J]. R&D Management, 2009, 39, (4): 311-316.
- [26] 高良谋, 马文甲. 开放式创新: 内涵、框架与中国情境 [J]. 北京: 管理世界, 2014, (6): 157-169.
- [27] Love, J. H., S. Roper, and P. Vahter. Learning From Openness: The Dynamics of Breadth in External Innovation Linkages [J]. Strategic Management Journal, 2014, 35, (11): 1703-1716.
- [28] 王金杰, 郭树龙, 张龙鹏. 互联网对企业创新绩效的影响及其机制研究——基于开放式创新的解释 [J]. 天津: 南开经济研究, 2018, (6): 170-190.
- [29] 江小涓. 高度联通社会中的资源重组与服务业增长 [J]. 北京: 经济研究, 2017, (3): 4-17.
- [30] 李海舰, 田跃新, 李文杰. 互联网思维与传统企业再造 [J]. 北京: 中国工业经济, 2014, (10): 135-146.
- [31] 王伟同, 周佳音. 互联网与社会信任: 微观证据与影响机制 [J]. 北京: 财贸经济, 2019, (10): 1-15.
- [32] Zhang, S., J. Xu, H. Gou, and J. Tan. A Research Review on the Key Technologies of Intelligent Design for Customized Products [J]. Engineering, 2017, 3, (5): 631-640.
- [33] Uyarra, E., J. M. Zabala-Iturriagoitia, K. Flanagan, and E. Magro. Public Procurement, Innovation and Industrial Policy: Rationales, Roles, Capabilities and Implementation [J/OL]. Research Policy, 2020, 49, (1), <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103844>.
- [34] Hamel, G., and C. K. Prahalad. Corporate Imagination and Expeditionary Marketing [J]. Harvard Business Review, 1991, 69, (4): 81-92.
- [35] Boon, W., and J. Edler. Demand, Challenges, and Innovation. Making Sense of New Trends in Innovation Policy [J]. Science and Public Policy, 2018, 45, (4): 435-447.
- [36] Leminen, S., M. Rajahonka, R. Wendelin, and M. Westerlund. Industrial Internet of Things Business Models in the Machine-To-Machine Context [J]. Industrial Marketing Management, 2019, (8): 1-14.
- [37] Huenteler, J., T. S. Schmidt, J. Ossenbrink, and V. H. Hoffmann. Technology Life-Cycles in the Energy Sector—Technological Characteristics and the Role of Deployment for Innovation [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2016, (104): 102-121.
- [38] Dahlander, L., and D. M. Gann. How Open is Innovation? [J]. Research Policy, 2010, 39, (6): 699-709.
- [39] Laursen, K., and A. Salter. Open for Innovation: The Role of Openness in Explaining Innovation Performance Among U. K. Manufacturing Firms [J]. Strategic Management Journal, 2006, 27, (2): 131-150.
- [40] Christensen, J. F., M. H. Olesen, and J. S. Kjær. The Industrial Dynamics of Open Innovation: Evidence from the Transformation of Consumer Electronics [J]. Research Policy, 2005, 34, (10): 1533-1549.
- [41] 杨震宁, 赵红. 中国企业的开放式创新: 制度环境、“竞合”关系与创新绩效 [J]. 北京: 管理世界, 2020, (2): 139-160.
- [42] Hall, B. H. The Financing of Research and Development [J]. Oxford Review of Economic Policy, 2002, 18, (1): 35-51.
- [43] Romer, P. M. Endogenous Technological Change [J]. Journal of Political Economy, 1990, 98, (5): 71-102.
- [44] Hall, B. H., and J. Lerner. The Financing of R&D and Innovation [J]. Handbook of the Economics of Innovation, 2010, (1): 609-639.
- [45] Qiu, J., and C. Wan. Technology Spillovers and Corporate Cash Holdings [J]. Journal of Financial Economics, 2015, 115, (3): 558-573.
- [46] Stiglitz, J. E., and A. Weiss. Credit Rationing in Markets with Imperfect Information [J]. American Economic Review, 1981, 71, (3): 393-410.
- [47] Berchicci, L. Towards an Open R&D System: Internal R&D Investment, External Knowledge Acquisition and Innovative Performance [J]. Research Policy, 2013, 42, (1): 117-127.
- [48] Ai, C., and E. C. Norton. Interaction Terms in Logit and Probit Models [J]. Economics Letters, 2003, 80, (1): 123-129.
- [49] Bruhn, M., and I. Love. The Real Impact of Improved Access to Finance: Evidence from Mexico [J]. Journal of Finance, 2014, 69, (3): 1347-1376.
- [50] Beck, T., A. Demirgüç-Kunt, and V. Maksimovic. Bank Competition and Access to Finance: International Evidence [J]. Journal of Money, Credit and Banking, 2004, 36, (3): 627-648.
- [51] 刘戒骄. 关于国有企业存在依据的新思考 [J]. 北京: 经济管理, 2016, (10): 1-13.



# R&D Internetization, Financial Constraints and Technological Innovation of Manufacturing Enterprises

WANG Wen-na<sup>1</sup>, LIU Jie-jiao<sup>2</sup>, ZHANG Zhu-kai<sup>1</sup>

(1. Graduate School of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing, 102488, China;

2. Institute of Industrial Economics of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing, 100044, China)

**Abstract:** The implementation of the “Internet +” action plan is regarded as not only an important measure to construct an “Internet power” and a “manufacturing power”, but also an important path to achieve innovation-driven and high-quality development. So, can the implementation of the “Internet +” action plan significantly drive the technological innovation of manufacturing enterprises to achieve high-quality development? If the answer is yes, what is the internal mechanism of the Internet’s promoting effect? Meanwhile, the manufacturing industry itself has the characteristics of capital and knowledge-intensive, and the implementation of “Internet +” also needs stable and sufficient capital. China is deepening market-oriented reform of the financial services industry. In 2019, the State Council launched “11 measures for opening-up financial industry”. So, in the context of “Internet +”, what impact does the financial constraint “relaxation” have on the technological innovation of manufacturing enterprises? These important practical issues require theoretical interpretation.

The research shows that the R&D Internetization of the manufacturing enterprises can produce a significant promotion effect on technological innovation, while financial constraints caused by institutional or institutional obstacles can produce a significant inhibition effect, and negatively adjusted the promotion effect of R&D internetization. The Internetization of R&D can significantly strengthen the promoting effect of open innovation on technological innovation, and financial constraints significantly negatively regulate this effect; the Internetization of R&D can significantly strengthen the promoting effect of the increase of open innovation breadth on technological innovation, while financial constraints negatively regulate the effect; the technological innovation promotion effect of SMEs’ R&D Internetization is significant and the SMEs are more sensitive to financial constraints; compared with ordinary manufacturing industry, in the context of financial constraints, the R&D Internetization in high-end equipment manufacturing enterprises can produce stronger technological innovation promotion effect.

The policy implications of this article are twofold. First, manufacturing enterprises, especially equipment manufacturing enterprises, should vigorously develop a networked collaborative R&D mode, strengthen the development and the application of industrial software, accelerate the networking, digitalization, and intelligent transformation of the industrial equipment. The state should vigorously promote the construction of industrial Internet around the general platform and industry platform. It also should improve the policy on enterprise cloud and platform, strengthen support for the research and development of industrial software, and optimize the ecological environment for cloud-based industrial software. The second is to improve the system of financial capital supporting the informatization transformation of manufacturing enterprises, so as to ensure the stable capital needs of manufacturing enterprises to achieve internetization. While opening up financial services and relaxing financial regulations, the government should guide and encourage the financial industry and various types of social capital to participate in the construction of enterprise informatization and the industrial Internet. In particular, it should increase the financial support for the informatization transformation of small and medium-sized enterprises and the construction of industrial Internet platform. In this way, the inhibition effect brought by finance access obstacles can be alleviated, and the financial constraint can be prevented from becoming a “roadblock” in the construction of the new prospect of a “network power” and a “manufacturing power”.

The study not only provides a factual basis for the implementation of “Internet +” and the construction of the industrial Internet, extends the theoretical dimension of increasing the opening up of the financial industry, but also provides a new theoretical perspective for guiding the digitalization and Internetization of manufacturing enterprises.

**Key Words:** R&D Internetization; financial constraints; manufacturing enterprises; technological innovation

**JEL Classification:** L86, L60, O32

**DOI:** 10.19616/j.cnki.bmj.2020.09.008

(责任编辑:张任之)