

·创新创业与企业管理·

创新效率对创新速度的作用机制研究



□俞立平¹ 买买提依明·祖农² 钟昌标²

[1. 常州大学 常州 213159; 2. 广州商学院 广州 511363]

[摘要] 【目的/意义】“时间就是金钱，效率就是生命”，在创新驱动发展背景下，研究创新效率对创新速度的作用机制与作用特征很有必要。【设计/方法】在分析创新效率对创新速度的作用机制基础上，以高技术产业为例，综合采用面板数据模型、面板门槛回归模型分析了创新效率对创新速度的影响。【结论/发现】统计分析显示：创新效率对创新速度的作用机制显著；高技术产业创新效率水平仍有较大的提升空间但发展态势良好；随着时间推延创新效率对创新速度的弹性有所提高；创新效率对创新速度的弹性随着前者的提高而下降；创新效率对创新速度的弹性随着后者的提升而降低；研发规模中等时创新效率对创新速度的弹性最低。

[关键词] 创新效率；创新速度；门槛效应；机制；面板数据

[中图分类号] G302

[文献标识码] A

[DOI] 10.14071/j.1008-8105(2022)-4004

Research on the Mechanism of Innovation Efficiency on Innovation Speed

YU Li-ping¹ MAIMAITIYIMING Zu-nong² ZHONG Chang-biao²

(1. Changzhou University Changzhou 213159 China;

2. Guangzhou College of Commerce Guangzhou 511363 China)

Abstract [Purpose/Significance] “Time is money, efficiency is life”. Under the background of innovation driven development, it is necessary to study the mechanism and characteristics of innovation efficiency on innovation speed. [Design/Methodology] Based on the analysis of the mechanism of innovation efficiency on innovation speed, taking high-tech industry as an example, this paper comprehensively uses panel data model and panel threshold regression model to analyze the impact of innovation efficiency on innovation speed. [Conclusions/Findings] Statistical analysis shows that the mechanism of innovation efficiency on innovation speed is significant. The innovation efficiency level of high-tech industry still has great room for improvement, but the development trend is good. As time goes on, the elasticity of innovation efficiency to innovation speed increases. The elasticity of innovation efficiency to innovation speed decreases with the improvement of the former. The elasticity of innovation efficiency to innovation speed decreases with the improvement of the latter. When the research & development scale is medium, the elasticity of innovation efficiency to innovation speed is the lowest.

Key words innovation efficiency; innovation speed; threshold effect; mechanism; panel data

引言

“时间就是金钱，效率就是生命”，处理好创

新效率与创新速度的关系具有重要意义。一方面，创新效率在一定程度上体现了企业技术创新中的产出投入比，深层次反映了企业创新的技术水平与管理能力；另一方面，技术不断更迭的环境下，企业

[收稿日期] 2022-06-23

[基金项目] 浙江省自然科学基金重点项目（Z21G030004）。

[作者简介] 俞立平（1967-）男，常州大学商学院教授、博士生导师；钟昌标（1964-）男，广州商学院教授、博士生导师。

[通信作者] 买买提依明·祖农（1983-）男，博士，广州商学院粤港澳大湾区电子商务研究中心讲师、硕士生导师。E-mail: amol17@126.com.

应加速创新还是放慢创新一直是学术界重视的问题,尤其在技术生命周期缩短,但消费者需求多变、技术竞争日益激烈的当下,创新速度直接影响着产品的成本、质量^[1]。企业快速创新旨在获得先入成本竞争优势,以期更快响应市场需求。然而一味追求创新速度也是不对的,在高度不确定环境下,快速创新往往导致项目失败。创新效率更侧重创新管理层面,而创新速度更侧重创新成果层面,是企业技术创新的目标之一。对于任何企业的创新管理而言,创新效率与创新速度是非常重要的两个方面。在创新驱动发展的背景下,研究分析创新效率对创新速度的作用机制、作用大小以及作用规律,不仅对丰富技术创新有理论意义,同时对于企业处理好创新效率与创新速度的关系并加强创新管理具有现实作用。

创新速度的提出始于创新的时间特性^[1],时间越短证明创新的速度越快^[2-3]。在企业所处的竞争环境复杂多变,领先的竞争优势更易快速耗散的情况下^[4],创新所花费的时间短,意味着企业能快速响应市场,从而确定更具优势的价格,缩减成本^[5]。关于创新速度的界定,现有国内外研究大多考虑创新的时间价值,从产品创新速度角度对创新速度进行界定,其代表定义主要有两种;一种是Mansfield的定义,即认为创新速度衡量的是创新从最初的火花的产生到最终的产品投放市场所经历的时间^[6]。另一种是Kessler的定义,即强调创新速度是从有市场需求到研发产品商业化的时间跨度^[7]。随着研究的深入,朱艳丽等认为以具体时间衡量创新速度存在局限性^[8]。有学者开始将创新速度的界定延伸至宏观产业层面界定,俞立平等强调产业创新速度是一个相对概念,指的是技术创新快慢的程度^[9]。而郭强华则认为创新速度本质上是创新产出的增长率^[10]。

相比创新速度单一考察时间、创新效果单一考察产出而言,创新效率反映的是资源投入与成果产出之间的匹配程度,即考察的是企业创新的综合管理能力^[11]。关于创新效率的概念界定,早期的研究偏向于技术效率,指的是企业对技术创新生产能力的利用水平,随着研究深入,学者们认为创新效率是基于创新投入产出,并包含“技术效率”“资源利用率”“研发效率”等创新绩效全过程^[12]。可以简单以医疗制造业中的新药研发为例,理解创新效率、创新速度、创新效果之间的联系与区别。将新药创新阶段分为三个时期,包括技术知识积累期,发现新靶点、新需求;研发突破期,获得竞争优势

或未获得优势;商业化时期,新药生产销售^[13]。所谓创新速度指的就是从发现靶点至获批销售的时间,而创新效果指的是产品是否获得竞争优势,进而提升价值。创新效率则基于整个创新过程,考察将创新投入(技术积累、资源配置)转化为最终产出成果的效率。显然可以看出三者之间所存在的关系,当创新效率低下时,可能意味着技术积累不够、资源配置不合理,所转化的成果价值较低,影响创新效果,也意味着对技术创新生产能力的利用水平不高,得到一定价值的成果可能花费更多时间,创新速度慢。

创新速度的影响因素研究已然存在相对成熟的体系,包括企业制度资本^[14]、创新资源配置、创新过程管理^[3]、宏观环境(政府政策等)^[15]、商业环境^[16]。也有学者指出团队领导、领导支持对创新速度的影响更为直接,张海丽等认为变革性领导对创新速度的正向影响显著^[5],Millson认为创新速度在一定程度上取决于新产品的研发时间和市场竞争表现以及研发团队与潜在顾客之间的沟通理解程度^[17]。Donovan指出团队中研发人员个人的背景、思维方式、风险偏好以及综合能力等因素对创新速度有显著影响^[18]。此外,蔡瑞林等运用结构方程模型实证研究发现,竞争战略对创新速度具有促进作用,而单一的创新模式与创新速度之间没有显著联系^[19]。

创新效率本质上体现了企业研发管理水平,Jayaram等将创新绩效分为市场绩效和运营绩效两个方面,其中运营绩效包含创新速度、费用和质量^[20]。Wheelwright等提出,从组织管理等方面来看,提高创新速度的方法包括产品开发团队的组织优化、功能多样化、高度集成化以及项目经理优良的管理能力等,即创新效率的提高能显著影响创新速度^[21]。Souder发现与供应商的良好合作关系、较高的用户参与度、产品设计的模块化以及研发团队的科学化等因素对加快创新速度都具有显著作用,且这些因素均与创新效率密切相关^[22]。俞立平等在分析创新速度的作用机制时,提出创新速度的作用机制包括研发效率提升机制与规模经济效应^[23]。

梳理现有文献可见,关于创新的时间特性以及创新速度的界定,学术界虽已有较为丰富的研究,但较少有学者在宏观层面考虑创新速度。关于创新效率的研究较多,所得结论也较为一致。关于创新速度的影响因素存在成熟的研究体系,包括企业制度资本、创新过程、商业环境、竞争战略等。关于创新效率与创新速度的关系,有一些零星研究,但不够系统,总体上在这几个方面有待深入:(1)创

新效率对创新速度的作用机制,有必要进行系统的归纳和总结。(2)创新效率对创新速度作用的弹性大小,以及是否可能存在某种规律,有必要进行深入研究。(3)创新效率对创新速度的作用是否存在某种非线性关系,或者更广泛意义上的异质性。这方面的研究非常缺乏,比如在不同的创新速度水平和规模水平下,创新效率具有的弹性特点,进一步的,在不同的创新效率水平下创新效率对创新速度作用的弹性特点等。(4)创新效率与创新速度是否存在互动效应,这种互动效应产生的原因是什么?

本文以高技术产业为例,从宏观产业层面定义并测度创新速度,在测度创新效率的基础上,综合采用面板数据模型、面板门槛回归模型、面板向量自回归模型等研究创新效率与创新速度的作用机制,分析深层次两者的关系特征以及原因。本文主要贡献在于用一个更为全面的系统框架来研究宏观区域层面创新效率与创新速度的关系,探究其中可能存在的问题,从而进一步丰富国家创新系统理论,对于高技术产业提高创新效率与创新速度,处理好两者的关系也能提供一定的借鉴。

一、理论基础与研究方法

参考俞立平等学者的研究,产业创新速度通常代表产业技术创新的快慢程度,其大小受到企业创新的直接影响,创新速度加快的内在动因应从企业主体角度进行分析^[23]。因此,本文一方面探究创新资源和能力视角下以及产业创新系统中的创新效率与创新速度之间的联系;另一方面,分析创新效率对创新速度的线性、非线性作用机制。

(一) 创新资源和能力视角下的创新效率与创新速度

创新实际上是对新知识、新思想的商业应用,其发生必然需要新元素,这些新元素在提供创新机会的同时也带来了相应的风险和不确定性。依据“链接模型”理论^[24]可知,创新是利用技术满足需求的行为,能为企业创新降低风险或带来机会的资源为创新资源^[25]。本文认为创新资源和能力包括创新技术、创新管理两块,在技术维度上的创新资源和能力是创新技术资源,应包括知识、信息、技术、研发经费、人才基础设施等,是企业创新成果产出的必要基础条件^[26],而这类资源投入的数量、速度、结构也必然对创新速度产生极大影响^[27],它们之间的相互关系如图1所示。

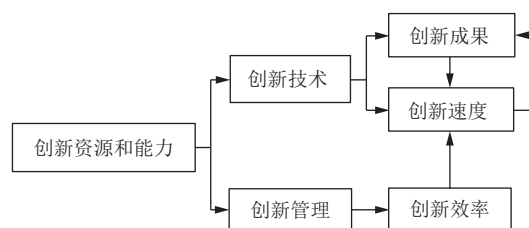


图1 创新资源和能力视角下的创新效率与创新速度

从创新技术视角来看,创新成果与创新速度显然具有相互作用的关系。一方面足够的研发投入、知识资源以及成熟的技术能大大缩短研发周期^[28],提高创新速度,进而得到更多创新成果。反过来,较好的创新成果也促使微观层面的企业加大资源投入,可能在宏观层面鼓励政府出台优惠政策、建设基础设施等,从而加快创新速度^[27]。

创新资源是一个不断知识积累—学习—利用—整合与改进—保持—再创新—创造知识的过程^[26]。在需求维度的创新资源和能力为创新管理,这类资源和能力包括资源配置、竞争战略、创新模式等。企业通过此类资源与能力尝试与消费者建立联系,了解市场价格条件,树立目标,并在利用现有技术、资源的基础上,做出相应管理改进,以使创新达到目标,使之针对性更强。

从创新管理视角来看,创新管理的体现是创新效率,体现创新的投入产出比。如前所述,对创新速度起到显著正向作用的因素包括较高的用户参与度^[29]、企业的组织结构优化、资源配置有效、战略导向^[19]、创新节奏^[30],而这些因素均与创新效率密切相关。

(二) 产业创新系统中创新效率与创新速度

在产业创新系统中,最关键的两个组成部分是创新投入与创新目标如图2所示。创新目标分为三个部分:创新成果、经济效益、时间目标。创新成果是企业创新的直接成果,包括新产品、新技术、新工艺等以及一定的数量的各种专利。经济效益成果是创新的最终目标,也是检验创新是否成功的重要因素。Chen等将创新绩效分为运营(过程)绩效和市场(产出)绩效^[31]。根据这个观点,将创新成果与时间目标称为运营绩效,而经济效益目标称为市场绩效。

任何企业对于创新项目都有时间要求。时间目标一般是隐含目标,是企业创新速度的体现,或者说,创新速度本身就是企业的创新目标之一。Stalk首先提出了“基于时间的竞争”的观点,认为时间是企业争夺市场优势的重心之一^[32]。其中,企业制

定注重时间的有效竞争策略和快速地创新、制造、销售是获取“基于时间的竞争”优势的关键方法。因此提升创新速度是企业制定创新目标时的重要考量部分。

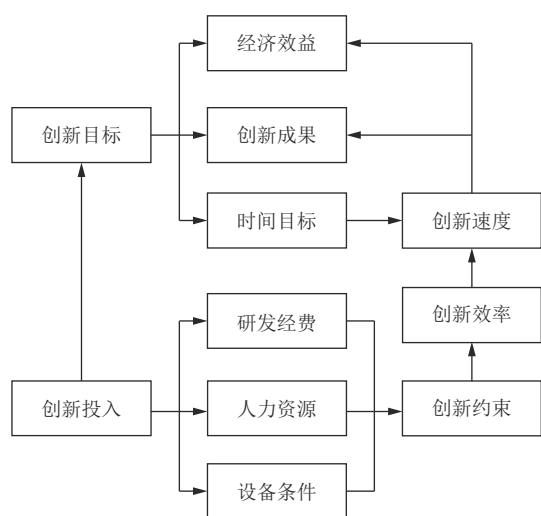


图2 创新系统中的创新效率与创新速度

从创新投入看,任何企业的创新都是在一定的研发经费、研发人员、设备条件下进行的,都需要投入研发资源,而资源总是稀缺的,在这种情况下,

下,就存在研发资源的约束问题,也存在创新效率问题。创新本质上就是追求在约束条件下的利益最大化。

创新速度是创新的目标之一,而创新效率则是创新过程控制的重要环节。创新效率无疑会对创新速度产生影响,从而进一步对创新成果与创新效益产生间接影响。

(三) 创新效率对创新速度的作用机制

创新效率包括三个要素,分别是产出投入比、规模效率、纯技术效率如图3所示。关于创新投入产出, Sheremata认为创新效率体现了创新过程中涉及财务和人力资源等方面的费用控制情况,同时,创新自身具有的不确定性对任务的协调沟通等方面提出了更高的要求,从而抬升了创新费用,进而导致创新效率的降低^[33]。规模效率反映了创新的管理水平,体现了创新的过程控制。Zirger等指出影响创新速度的因素包括产品战略、研发过程和项目团队组织等多个方面^[34]。Kessler等的研究不仅涉及了组织管理、研发能力等问题,还分析战略对创新速度的影响^[35]。纯技术效率反映了创新本身的技术水平,包括研发设备条件、研发人员水平等。

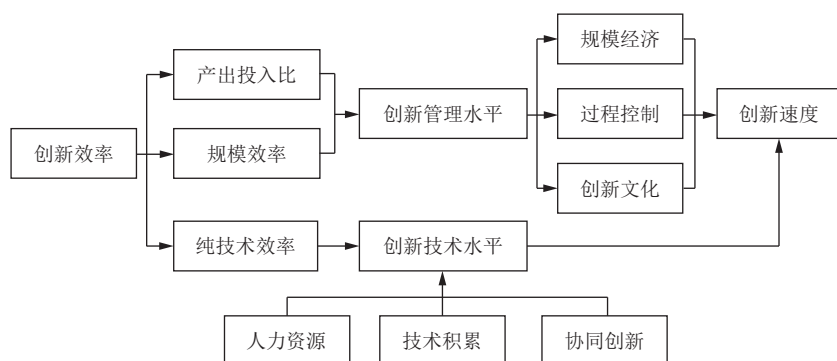


图3 创新效率对创新速度的作用机制

产出投入比是管理水平的直接反映,规模效率是管理水平的综合深层次反映。它们对创新速度的影响,主要体现在三个方面:一是规模经济,一般认为,规模太小或规模太大都容易提高创新成本,从而导致创新效率低下,中等规模的创新机构效率最高,沟通协调机制良好,能够有效地提高创新速度;二是创新过程控制,涉及创新过程中的客户参与、团队激励、研发经费管理、产学研合作等,如果管理得当就能有效地提高创新速度;三是创新文化,对于企业而言,建立良好的创新文化至关重要,创新文化以“润物细无声”的方式,深层次影响到企业的所有员工,对创新速度产生潜移默化的

影响。

纯技术效率是创新本身技术水平的体现,深层次受基础理论发展、信息技术水平、技术溢出等多种因素的影响,不同企业创新的技术水平差异较大,是创新速度的重要影响因素。从表现形式看,纯技术效率又决定于企业的人力资源水平、技术积累水平与协同创新水平。创新团队人员素质、知识结构与技术水平无疑非常重要。技术积累是企业长期创新过程中形成的。拥有稳定研究方向,长期坚持的企业其技术积累无疑拥有较大优势,从而能更好地提高创新速度。协同创新是提高企业创新速度的有效途径,与高校、科研院所进行紧密合作,共

同攻关,能有效地解决创新问题,节省创新时间。

综上所述,提出以下研究假设:

H1: 创新效率对创新速度具有正向贡献,其弹性系数为正数。

(四) 创新效率对创新速度的非线性作用机制

创新效率对创新速度的非线性作用机制,就是不同情况下,创新效率对创新速度的弹性呈现出的不同的特征。主要包括创新效率对创新速度的时间门槛效应、创新效率自身的门槛效应、创新速度门槛效应、创新规模门槛效应。

1. 创新效率对创新速度的时间门槛效应

创新效率对创新速度的时间门槛效应,就是创新效率对创新速度的弹性随着时间的变迁发生改变。一方面,由于社会的技术进步,随着时间的推延,创新本身也存在着技术进步,企业知识积累越来越多,创新能力增强。加上行业创新管理水平也稳步提高,创新效率也会逐步提高。另一方面,企业面临着激烈的竞争,加快创新速度,促进产品的快速升级换代也是企业重点追求的目标。改革开放以来尤其是进入21世纪,高技术产业创新速度发展很快。综合以上因素,提出如下假设:

H2: 随着时间推延,创新效率对创新速度的弹性有所增加。

2. 创新效率对创新速度的创新效率自身门槛

创新效率对创新速度的创新效率门槛效应,就是当创新效率水平不同时,其对创新速度作用的弹性大小特征。当创新效率较低时,意味着企业研发管理水平较低,一般情况下研发水平也不高,创新速度较慢,处于创新的初级阶段,此时提高创新效率能够有效地加快创新速度,弹性较高。创新效率较高时,意味着企业创新管理水平高,创新能力强,创新进入相对稳定阶段,此时创新速度反而不快,而创新效率的在高水平的情況下提升更加困难,因此创新效率的弹性也不高。为此,提出如下假设:

H3: 创新效率对创新速度的弹性具有自身门槛效应,创新效率对创新速度的弹性随着创新效率的提高而下降。

3. 创新效率对创新速度的创新速度门槛效应

创新效率对创新速度的创新速度门槛效应,就是当创新速度发生变化时,创新效率对创新速度的弹性也随之呈现出不同的特征。

创新效率同时存在加速机制与减速机制。当创新速度较低时,一种情况是,企业通常研发水平较低,创新管理改进余地大,创新速度慢,此时提高

创新效率效果较好,对创新速度的弹性较大。另一种情况是,在创新速度较低时,创新质量高,原始创新、重大创新多。Song和武梦超等提出高度的产品创新性需要足够的知识积累,以及投入更多时间和资源,通常创新速度较慢^[36-37]。王道金等指出相比渐进式创新,突破性创新具有投入成本更高、回收周期更长、技术和市场更不确定、创新频率较低等特征。此外,当创新质量较高时,创新管理水平也较高,此时创新效率改进空间不大,创新效率对创新速度的弹性较小^[38]。

当创新速度较高时,一种情况是,企业研发规模大,研发实力强,创新管理水平较高,创新效率处在较高水平,提升比较困难,此时创新效率的弹性反而不高。另一种情况是,企业创新质量低,原始创新、重大创新、突破性创新少。有学者研究发现,虽然在测量方式上尚未统一,但现有的一些研究表明,创新性越低的产品需要的创新时间越短,即创新速度越快。由于创新难度低,因此通过改进创新效率,可以更好地提高创新速度,此时创新效率对创新速度的弹性更大。

综上所述,创新效率对创新速度的创新速度门槛效应的变化规律,取决于创新质量高低。当创新质量较高时,加速机制与减速机制叠加的效果是递增机制,即随着创新速度的增加,创新效率对创新速度的弹性增加。当创新质量较低时,加速机制与减速机制叠加的效果是递减机制,即创新效率对创新速度的弹性随着后者的增加而降低。由于中国目前创新质量总体水平还不高,根据《2017国际大都市科技创新能力评价报告》,在创新质量上,中国城市整体靠后。据世界银行的统计数据表明,中国的知识产权密集型产业对国内生产总值贡献率不到27%,而美国和欧盟均已接近40%。为此提出如下假设:

H4: 创新效率对创新速度的贡献存在创新速度门槛,创新效率对创新速度的弹性随着创新速度的增加而降低。

4. 创新效率对创新速度的研发规模门槛效应

创新效率对创新速度的研发规模门槛效应,就是当企业研发规模存在差异时,创新效率对创新速度的弹性也表现出不同的特征。

当企业研发规模较小时,企业的创新水平低,创新速度提升空间大,当然创新管理改进余地也较大,因此创新效率的弹性较大。当企业研发规模较大时,企业创新水平高,协同创新能力强,具有规模经济效果,创新速度快,而创新管理水平提高较

慢, 因此反而创新效率对创新速度的弹性更大。为此提出如下假设:

H5: 创新效率对创新速度具有研发规模门槛效应, 当研发规模中等时, 创新效率对创新速度的弹性较小。

(五) 研究方法

1. 创新效率的测度

本文采用数据包络分析 (DEA) 来测度创新效率, 这是当前学术界应用范围最广泛的方法之一^[39]。DEA 分析的思想最早由 Charnes 提出, 传统的 DEA 模型包括规模报酬可变的 BCC 模型和规模报酬不变的 CCR 模型^[40], 但是传统的效率模型存在投入要素的松弛问题, 为进一步提高 DEA 的估计精度, Tone 提出 SBM (Slacks-based Measure) 模型, 将松弛变量直接放入目标函数中^[41]。

基于 SBM-DEA 的效率测度模型的缺点是可能存在多个决策单元的效率值为 1。在研究创新效率对创新速度作用机制时, 由于创新效率是自变量, 可能有多个决策单元效率值为 1, 这非常容易对后续的回归分析产生不良影响。为更好解决现有问题, 本文采用超效率模型对其进行测度, 该模型最大的优点就是完全有效的决策单元效率值大于 1, 拥有较好的可比性和离散性。

2. 基本模型与面板数据模型

由于创新速度是创新成果之一, 依据知识生产函数, 因变量为创新速度 S , 自变量为研发经费 K 、研发劳动力 L 、创新效率 E , 基本方程为:

$$S = AK^{\alpha}L^{\beta}E^{\gamma} \quad (1)$$

公式 (1) 中, A 表示全要素生产率, α 、 β 、 γ 分别表示 K 、 L 、 E 的弹性系数。为了深入分析创新效率对创新速度的非线性关系, 进一步引入创新效率 E 的 2 次项, 同时为了消除异方差, 公式 (1) 两边同时取自然对数, 得:

$$\ln(S) = \ln(A) + \alpha \ln(K) + \beta \ln(L) + \gamma_1 \ln(E) + \gamma_2 \ln^2(E) \quad (2)$$

对于公式 (2), 采用面板数据模型进行估计。面板数据模型目前已经比较成熟, 它能提供更多的数据, 可以避免自由度不够的问题, 并且能够降低多重共线性的影响, 此外固定效应模型对遗失重要变量不敏感。这一切都有利于提高估计效果, 更好地刻画创新效率与创新速度之间的关系。

3. 创新效率的门槛模型

以创新效率的时间门槛效应为例, 就是随着时间演变, 创新效率对创新速度的弹性变化特征。以单门槛为例, 假若对于 $\text{year} \leq \tau$ 和 $\text{year} > \tau$ 时, 存在一

个年度时间 year 门槛水平 τ , 使得创新效率对创新速度的弹性呈现显著差异:

$$\begin{cases} \ln(S)|_{\text{year} \leq \tau} = c + \alpha \ln(K) + \beta \ln(L) + \theta_1 \ln(E) \\ \ln(S)|_{\text{year} > \tau} = c + \alpha \ln(K) + \beta \ln(L) + \theta_2 \ln(E) \end{cases} \quad (3)$$

当 $\text{year} \leq \tau$ 时, 创新效率对创新速度的弹性为 θ_1 ; 当 $\text{year} > \tau$ 时, 其弹性变更为 θ_2 。公示 (3) 中, c 为常数项。

至于创新效率自身门槛效应、创新速度门槛效应、研发规模门槛效应, 原理类似, 这里不再一一赘述。

二、研究数据

本文以中国高技术产业为例, 围绕创新效率对创新速度的相关作用机制进行研究。高技术产业是中国经济与社会发展的重要支柱产业, 研究其创新效率与创新速度的关系具有较好的代表性。

创新效率测度的投入产出指标的选取。资本、劳动力是进行创新最基本的创新投入, 本文中的研发经费 K 变量采用企业研发经费内部支出表示, 研发劳动力 L 变量采用研发人员折合全时当量表示。关于创新产出, 则参考俞立平、范德成等学者的研究, 采用新产品销售收入进行表示^[42-43]。

创新速度变量的选取。当前创新速度的衡量方式大体可分为两种方式。其一, 依据创新速度的时间特性, 基于上述 Mansfield、Kessler 对创新速度的界定, 衡量创新的时间跨度^[6-7]。其二, 许多学者从投入产出角度出发, 以创新成果为创新速度的替代变量^[44], 通常选取年度专利申请量^[45]、授权量、新产品销售收入^[10]。本文主要从宏观产业视角下对创新速度进行实证, 考虑到创新速度是个次生变量, 参考俞立平^[27]的研究, 本文以新产品销售收入作为创新速度测度的依据, 新产品销售收入是创新成果的市场实现和重要体现。具体采用统计年度除以基期的方法, 这样每个年度创新速度均是跟基期比较, 使得创新速度的比较标准统一。为了防止基期可能存在异常点的影响, 本文采用前 3 年新产品销售收入的均值表示基期, 使得数据拥有较好的稳定性。

关于研发规模, 本文采用两个变量表示, 分别是研发经费内部支出与新产品销售收入, 它们是研发规模的重要体现, 同时采用两个变量来研究创新效率的研发规模门槛效应也提高了研究的稳健性。

本文用到的相关变量数据均来自于中国高技术

产业统计年鉴。由于重庆市相关数据自1997年才开始公布，因此计算创新速度的基期数据为1998~2000年三年统计年鉴新产品销售收入的平均值，为了保证平衡面板数据的需要，所有相关研究数据的统计年鉴时间涉及2001~2017年。由于西藏、青海、宁夏、新疆4个地区的数据缺失年份较多，故本文对其进行删除处理，实际为中国27个省市17年的面板数据，相关变量的描述统计如表1所示。

表 1 变量描述统计

统计指标	创新速度 S	研发经费 K	研发劳动力 L	创新效率 E
均值	22.58	325 593.90	11 472.26	0.18
极大值	1 389.45	7 691 587.00	210 298.00	1.77
极小值	0.19	42.00	6.00	0.01
标准差	79.13	770 861.30	24 682.51	0.22
n	27×17=459			

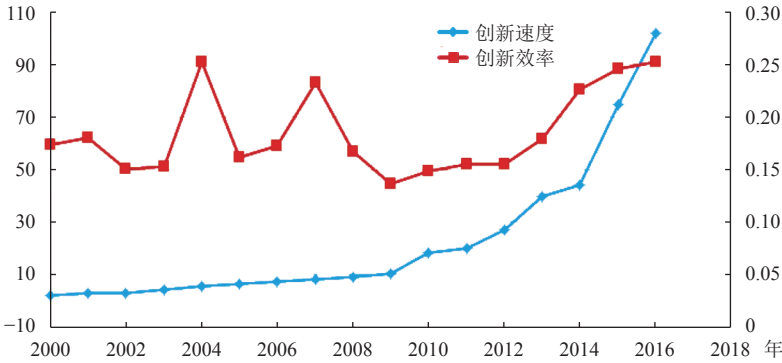


图 4 创新速度与创新效率的年度均值

对比创新速度与创新效率的发展变化，可以发现两者的发展阶段基本同步，虽然规律不太相同。

从绝对数值看，创新效率提升空间依然很大，直到2016年，全国平均创新速度也没有超过0.3。造成这种现象的原因是，一方面我国创新效率水平确实不高，创新管理有待改进；另一方面，由于欠发达地区异常点较多，导致创新效率整体计算结果偏低。

（二）变量的平稳性检验

本文研究数据时间跨度为17年，时间较长，出于可能存在数据的平稳性问题考虑，对其进行单位根检验。为了保证研究的稳健性，本文采用LLC检验、IPSW检验、ADF-Fisher检验三种方法同时进行检验，以结果一致为准。检验结果显示，所有变量经过一阶差分均为平稳时间序列，具体数据如下表2所示。

（三）创新效率对创新速度的面板模型估计

面板数据回归结果如表3所示，左边一列实证结果是不含创新效率2次项的，右边一列实证结果

三、实证研究结果

（一）创新速度与创新效率测度结果

全国27个省市2000~2016年创新速度与创新效率的均值如图4所示。创新速度发展较快，进展良好，总体上处于递增状态，尤其从2010年开始，创新速度发展更快，说明改革开放以来，经过40多年的发展，我国的科技创新总体上已经进行了良好的积累，进入了发展的快车道。

相对而言，创新效率由于是相对数据，其发展并不平衡。总体上分为两个阶段：一是2000~2008年，创新效率处于波动发展阶段，其中2004年、2007年创新效率较高，应该属于正常调整阶段。二是从2009年开始，创新效率以较快的速度增长，到2015~2016年又趋于平稳。

是含创新效率1次项和2次项的。首先引入研发经费、研发劳动力、创新效率对创新速度进行回归。其中，Hausman检验值为293.258，p值为0.000，故拒绝随机效应模型的原假设，采用固定效应模型估计。所有变量均通过了统计检验，模型的拟合优度为0.990，处于很高水平。创新效率的弹性系数最高，为0.877，其次是研发经费，弹性系数为0.753，最后是研发劳动力，弹性系数为0.205。这样假设H1就得到了检验，即创新效率对创新速度的弹性为正。

表 2 变量的平稳性检验

变量名称	Levin Lin&Chu 检验	Im Pesaran and Shin W-stat 检验	ADF- Fisher 检验	结果
ln(S)	-4.134***	1.039	59.293	部分平稳
ln(K)	-3.401***	3.630	36.425	部分平稳
ln(L)	-3.107***	1.296	48.460	部分平稳
ln(E)	-3.046***	-1.785**	79.632**	平稳
Δ ln(S)	-19.978***	-17.450***	326.414***	平稳
Δ ln(K)	-20.285***	-18.074***	338.764***	平稳
Δ ln(L)	-18.832***	-17.546***	329.196***	平稳
Δ ln(E)	-23.177***	-19.010***	351.363***	平稳

注：*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下检验通过

表 3 面板数据回归结果

变量	说明	固定效应	固定效应
c	常数	-6.216*** (-71.811)	-6.738*** (-89.197)
ln(K)	研发经费	0.753*** (57.548)	0.697*** (72.677)
ln(L)	研发劳动力	0.205*** (10.226)	0.313*** (20.814)
ln(E)	创新效率	0.877*** (67.352)	0.539*** (15.014)
Ln ² (E)	创新效率2次项	—	-0.087*** (-12.325)
Hausman		293.258	318.831
p		0.000	0.000
R ²		0.990	0.995

注: *、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下检验通过。

在此基础上继续引入创新效率的2次项, 进一步分析创新效率对创新速度可能存在的非线性关系。其中, Hausman检验值为318.831, p值为0.000, 同样拒绝随机效应模型的原假设, 采用固定效应模型估计。所有变量的回归系数在1%的水平下均通过了统计检验, 模型的拟合优度同样很高, 为0.995。

由于创新效率2次项的回归系数为负数, 1次项的回归系数为正数, 说明创新效率与创新速度之间存在“倒U型”曲线关系。其对称轴效率值为 $0.539/(2 \times 0.087) = 3.098$ 。对各省市效率值检索发现, 没有任何一个地区的创新效率值大于3.098, 也就是说, 实际上所有地区均位于“倒U型”曲线的左侧, 即创新效率与创新速度之间是单调递增的, 创新效率较低时, 创新速度也较低, 创新效率较高时, 创新速度也较高。

继续就创新效率对创新速度的影响进行求导, 可以得到创新效率的弹性为:

$$S' = 0.539 - 0.174E \tag{4}$$

即创新效率对创新速度的弹性随着创新效率的提高而降低, 故假设H3得到验证。

(四) 创新效率对创新速度的门槛效应

1. 创新效率的时间门槛效应

首先进行创新效率的时间单门槛检验, 其F检验值为-15.277, 概率为0.000, 拒绝单门槛不存在
的原假设, 进一步进行双门槛检验, 结果显示F检验值为1.009, 概率为0.287, 没有通过统计检验, 说明创新效率对创新速度的贡献具有时间单门槛效应。估计结果如表4所示。

创新效率的时间门槛为2006年, 在2006年之前, 创新效率对创新速度的弹性系数为0.656, 在1%的水平下通过了统计检验。在2006年之后, 创新效率对创新速度的弹性系数为0.693, 同样在1%的水平下通过了统计检验。2006之间的数据有

189个, 2006年之后的数据有270个, 大多数数据在2006年之后, 说明总体上创新效率对创新速度的弹性处于高水平阶段。由于2006年之后的创新效率的弹性大于之前的弹性, 这样假设H2就得到了检验, 即随着时间的推延, 创新效率对创新速度的弹性有增加趋势, 这一切主要源于创新效率的提高, 本质上是由于高技术产业创新技术进步加快, 创新管理水平有所提高所致。

表 4 创新效率的时间门槛效应

变量	说明	估计结果	数据数量
ln(K)	研发经费	0.879*** (19.160)	--
ln(L)	研发劳动力	0.167*** (2.871)	--
ln(E)	创新效率	0.656*** (18.906)	189
year≤2006		0.693*** (19.616)	270
ln(E)	创新效率		
year>2006			

注: *、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下检验通过

2. 创新效率自身的门槛效应

首先进行创新效率自身的单门槛检验, 其F检验值为16.292, 概率为0.000, 拒绝单门槛不存在
的原假设, 进一步进行双门槛检验, 结果显示F检验值为2.647, 概率为0.089, 没有通过统计检验, 说明创新效率具有自身的单门槛效应。估计结果如表5所示。

表 5 创新效率自身的门槛效应

变量	说明	估计结果	数据数量
ln(K)	研发经费	0.828*** (22.412)	--
ln(L)	研发劳动力	0.205*** (3.748)	--
ln(E)	创新效率	0.635*** (19.760)	195
ln(E)≤-2.332		0.498*** (11.100)	264
ln(E)	创新效率		
ln(E)>-2.332			

注: *、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下检验通过

创新效率具有自身的单门槛效应, 其门槛的自然对数值为-2.332, 当创新效率自然对数小于等于-2.332时, 创新效率对创新速度的弹性为0.635, 并且通过了统计检验, 数据量为195个; 当创新效率的自然对数大于-2.332时, 创新效率对创新速度的弹性为0.498, 同样通过了统计检验, 数据量为264条, 大多数数据位于创新效率高水平范围。这样就进一步验证了假设H3, 即创新效率处于高水平时, 创新效率对创新速度的弹性反而降低了。

可以发现, 面板数据引入创新效率2次项的回归结果与创新效率自身的门槛效应回归结果有异曲同工之处, 说明假设H3的结论是稳健的。

3. 创新效率的创新速度门槛效应

首先进行创新效率的创新速度单门槛检验, 其

F检验值为70.039, 概率为0.000, 拒绝单门槛不存在原假设, 进一步进行双门槛检验, 结果显示F检验值为34.682, 概率为0.000, 同样通过统计检验, 继续进行3门槛检验, 其F检验值为38.193, 概率为0.000。考虑到更多的门槛细分意义不大, 最终采用3门槛模型进行估计。估计结果如表6所示。

表 6 创新效率的创新速度门槛效应

变量	说明	估计结果	数据数量
$\ln(K)$	研发经费	0.646*** (16.989)	--
$\ln(L)$	研发劳动力	0.164*** (3.345)	--
$\ln(E)$	创新效率	0.732*** (25.334)	117
$\ln(S) \leq 1.098$	创新效率	0.606*** (20.052)	197
$1.098 < \ln(S) \leq 2.668$	创新效率	0.439*** (10.658)	121
$2.668 < \ln(S) \leq 4.114$	创新效率	-0.045 (-0.747)	24

注: *, **, ***分别表示在10%、5%、1%的水平下检验通过

创新效率具有创新速度的3门槛效应, 其门槛自然对数值分别为1.098、2.668、4.114, 将创新速度分为低速、中低速、中高速、高速4个区域, 数据数量分别为117、197、121、24个。这4个区域中, 除了最后一个区域外, 创新效率对创新速度的弹性均通过了统计检验。当创新速度处于低速区域时, 创新效率的弹性系数为0.732, 当创新速度处于中低速区域时, 创新效率的弹性系数为0.606, 当创新速度处于中高速区域时, 创新效率的弹性系数为0.439, 当创新速度处于高速区域时, 创新效率与创新速度无关。也就是说, 创新效率对创新速度的弹性随着创新速度的提升逐步降低, 故假设H4得到验证。

当创新速度很高时, 创新效率没有通过统计检验, 其根本原因是, 创新速度很高本身就意味着相关地区创新异质性水平高, 造成创新速度很快的原因包括创新技术进步很快、研发投入的巨大促进、研发人员能动性的极大发挥等, 这一切均削弱了创新效率的作用。

4. 创新效率的创新规模门槛效应

为了提高研究的稳健性, 创新规模采用创新成果与研发经费投入同时表示, 因此创新效率的研发规模门槛效应, 包括创新效率的创新成果门槛效应、创新效率的研发经费门槛效应。

第一, 创新效率的创新成果门槛效应。首先进行创新效率的创新成果单门槛检验, 其F检验值为11.876, 概率为0.000, 拒绝单门槛不存在原假设, 进一步进行双门槛检验, 结果显示F检验值为

14.399, 概率为0.000, 同样通过统计检验, 继续进行三门槛检验, F检验值为3.832, 概率为0.060, 拒绝三门槛的原假设, 最终本文采用双门槛模型进行估计, 结果如下表7所示。

表 7 创新效率的创新成果门槛效应

变量	说明	估计结果	数据数量
$\ln(K)$	研发经费	0.786*** (20.967)	--
$\ln(L)$	研发劳动力	0.288*** (5.102)	--
$\ln(E)$	创新效率	0.882*** (18.889)	27
$\ln(Y) \leq 10.441$	创新效率	0.656*** (20.427)	366
$10.441 < \ln(Y) \leq 16.169$	创新效率	0.865*** (12.794)	66

注: *, **, ***分别表示在10%、5%、1%的水平下检验通过

创新效率具有创新成果的2门槛效应, 其门槛自然对数值分别为10.441、16.169, 将创新成果分为低水平、中水平、高水平3个区域, 数据数量分别为27、366、66个。3个区域创新效率对创新速度的弹性均通过了统计检验。当创新成果处于低水平区域时, 创新效率对创新速度的弹性系数为0.882; 当创新成果处于中水平区域时, 创新效率对创新速度的弹性系数为0.656; 当创新成果处于高水平区域时, 创新效率对创新速度的弹性系数为0.865。即创新效率对创新速度的弹性在创新成果水平中等区域最低, 故假设H5得到验证。

第二, 创新效率的研发经费门槛效应。首先进行创新效率的研发经费单门槛检验, 其F检验值为-5.811, 概率为0.015, 拒绝单门槛不存在原假设, 进一步进行双门槛检验, 结果显示F检验值为10.735, 概率为0.005, 同样通过统计检验, 拒绝不存在双门槛的原假设, 在此基础上继续进行3门槛检验, 结果显示F检验值为3.808, 概率为0.013, 同样拒绝没有3门槛的原假设, 同时考虑到过多的分类研究意义不大, 最终采用3门槛模型估计, 结果如下表8所示。

创新效率具有研发经费的3门槛效应, 其门槛自然对数值分别为7.848、11.932、13.645, 将研发经费为低水平、中低水平、中高水平、高水平4个区域, 数据数量分别为27、254、134、44个。4个区域创新效率对创新速度的弹性均通过了统计检验。当研发经费处于低水平区域时, 创新效率对创新速度的弹性系数为0.853; 当研发经费处于中低水平区域时, 创新效率对创新速度的弹性系数为0.669; 当研发经费处于中高水平区域时, 创新效率对创新速度的弹性系数为0.724; 当研发经费处于高水平区域时, 创新效率对创新速度的弹性系数

为0.886。也就是说，当研发经费水平中等时，创新效率对创新速度的弹性最低，同样假设H5得到了检验，说明创新效率对创新速度的研发规模效应是显著的。

表 8 创新效率的研发经费门槛效应

变量	说明	估计结果	数据数量
$\ln(K)$	研发经费	0.863*** (20.517)	--
$\ln(L)$	研发劳动力	0.181*** (3.118)	--
$\ln(E)$	创新效率	0.853*** (11.961)	27
$\ln(K) \leq 7.848$	创新效率	0.669*** (20.683)	254
$7.848 < \ln(K) \leq 11.932$	创新效率	0.724*** (18.932)	134
$11.932 < \ln(K) \leq 13.645$	创新效率	0.886*** (13.863)	44

注：*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平下检验通过

四、研究结论

（一）创新效率对创新速度的作用机制显著

创新效率可以分解为纯技术效率与规模效率，前者反映的是创新自身技术进步水平，后者在本质上则是管理水平的体现。从效率的直观界定看，它又是产出投入比的直接反映，也是创新管理水平的重要体现。创新管理水平通过规模经济、过程控制与创新文化进一步影响创新速度。而纯技术效率通过人力资源水平、技术积累、协同创新水平等影响创新速度。实证研究结果表明，创新效率对创新速度的弹性系数为正，进一步创新效率的各种门槛效应也表明，创新效率对创新速度的弹性系数为正。以上充分说明，创新效率对创新速度的作用机制显著，提升创新效率可以有效地提高创新速度。

（二）高技术产业创新效率水平有待提高但发展态势良好

从各省市的平均效率看，总体水平并不高，均在0.3以下，这里部分原因是因为效率自身的进步，从而导致效率计算值不高，但即使这样，高技术产业的创新效率值仍然偏低的现象是客观存在的。面板数据模型的研究结果表明，创新效率与创新速度呈“倒U型”曲线，但所有效率值均位于曲线左侧，说明创新效率提升空间仍然较大。2000~2008年，高技术产业创新效率一直处在波动调整当中，从2009年开始，创新效率开始稳步提升并趋于稳定，发展态势良好。

（三）随着时间推延创新效率对创新速度的弹性有所提高

一方面，创新效率包括创新自身的技术进步水

平以及创新管理水平，随着时间的推延，企业知识积累增加，研发人员水平得到提高，创新自身的技术水平也在提高。此外企业研发管理水平也在不断提高，加上信息技术的发展，信息交流日益方便，使得创新管理水平得到根本改善。另一方面，从2009年开始，我国的创新速度飞快增长，远远超过了2000~2008年的增长速度水平，并且也超过创新效率的提高速度。以上综合作用的效果就是创新速度对创新效率存在时间门槛效应，时间门槛值为2006年，2006年之后创新效率对创新速度的弹性要大于2006年之前。

（四）创新效率对创新速度的弹性随着创新效率提高而下降

当创新效率较低时，创新速度一般也不高，提升空间很大，因此提高创新效率能够有效地提高创新速度；当创新效率较高时，创新速度总体稳定，此时提高创新效率对创新速度的弹性反而会降低。面板数据引入创新效率2次项的研究结果表明，创新效率对创新速度的弹性是递减的。创新效率对创新速度的自身门槛效应表明，当创新效率较低时，创新效率对创新速度的弹性总体较高。两个模型的研究结论基本一致，说明创新效率对创新速度的弹性随着效率的提高而降低。

（五）创新效率对创新速度的弹性随着创新速度的提高而降低

创新速度对创新效率对其弹性的影响同时存在加速机制与减速机制。一方面，其正向机制是，当创新速度较低时，企业研发水平低，创新管理水平不高，创新效率提高对创新速度弹性较大。另一方面，其负向机制是，创新速度较低时创新往往也是原始创新、重大创新，创新难度大，此时提高创新效率对创新速度作用不大。两者综合作用结果取决于高技术产业创新质量，即原始创新、重大创新的比重，由于我国高技术产业创新质量水平总体不高，其叠加效果是当创新速度较低时，创新效率对创新速度的弹性反而较高。面板门槛回归模型的研究结果表明，随着创新速度的提高，创新效率对创新速度的弹性总体上是降低的。

（六）当研发规模中等时创新效率对创新速度的弹性最低

当研发规模中等时，一方面，难以追加更多的研发资源投入，因此创新速度不快；另一方面，根据常识应该是研发规模中等时创新效率最高，研发规模很大时创新效率反而降低，但由于中国高技术产业研发投入总体不足，因此当研发规模中等时其

创新效率也不高。最终导致研发规模中等时,创新效率对创新速度的弹性反而最低。创新效率对创新速度的创新成果门槛和研发经费门槛均得出了同样的结论。

五、研究启示

第一,要缩小地区创新差距。高技术产业创新存在较大的地区差距,这也是我国创新效率相对较低的根本原因,要优化创新资源的合理布局,鼓励东部、中部科研人员向西部地区移动。在高技术产业布局领域,要优先向中西部地区倾斜,同时国家要出台相关政策,加强对中西部地区高技术产业创新的支持。

第二,要注重提高高技术产业创新质量。高技术产业创新效率水平总体偏低,创新效率提升空间较大。高技术产业创新正从量的增长向质的提升转型,唯有注重提高创新质量,才能有效提高高技术产业创新效率。

第三,从创新效率对创新速度的影响效应看,随着创新速度或创新效率的提升,创新效率对创新速度的弹性逐渐降低,单纯依靠效率提升难以有效提高创新速度,唯有通过提高创新质量,打破单纯提高速度的目标,通过质量获取创新红利才是根本的解决路径。

参考文献

- [1] SHAN P, SONG M, JU X. Entrepreneurial orientation and performance: is innovation speed a missing link[J]. *Journal of Business Research*, 2016, 69(2): 683-690.
- [2] SHENG S, ZHOU K Z, LESSASSY L. NPd speed vs. innovativeness: the contingent impact of institutional and market environments[J]. *Journal of Business Research*, 2013, 66(11): 2355-2362.
- [3] 孙博, 刘善仕, 葛淳棉, 等. 人才流动网络对企业创新速度的影响研究[J]. *科学学研究*, 2021, 39(6): 1120-1129.
- [4] 孙卫, 徐昂, 尚磊. 创新速度理论研究评述与展望[J]. *科技进步与对策*, 2010, 27(07): 156-160.
- [5] 张海丽, MICHAEL S, 贺换换. 突破创新速度的困境: 变革型领导作用的跨国研究[J]. *管理工程学报*, 2021, 35(06): 10-23.
- [6] MANSFIELD E. The speed and cost of industrial innovation in Japan and United States: external vs. internal technology[J]. *INFORMS*, 1988, 241(4874): 1769.
- [7] KESSLER E H, CHAKRABARTI A K. Innovation speed: a conceptual model of context, antecedents and outcomes[J]. *Academy of Management Review*, 1996, 21(4):

1143-1491.

- [8] 朱艳丽. 研发强度、创新速度与上市公司价值关系的实证研究[J]. *科技进步与对策*, 2018, 35(23): 25-33.
- [9] 俞立平, 孙建红. 产业创新速度作用机制与门槛特征——以高技术产业为例[J]. *中国科技论坛*, 2017(8): 35-42.
- [10] 郭强华. 创新速度的提升路径: 自主研发还是协同创新——以高技术产业为例[J]. *现代经济探讨*, 2019(2): 122-126.
- [11] 胡令, 王靖宇. 产品市场竞争与企业创新效率——基于准自然实验的研究[J]. *现代经济探讨*, 2020(9): 98-106.
- [12] 章成帅. 中国高技术产业创新效率研究: 一个文献综述[J]. *中国科技论坛*, 2016(4): 56-62.
- [13] 赖红波, 施浩. 技术体制与医药制造业创新效率研究[J]. *科研管理*, 2021, 42(11): 16-24.
- [14] 高山行, 肖振鑫, 高宇. 企业制度资本对新产品开发的影响研究——市场化程度与竞争强度的调节作用[J]. *管理评论*, 2018, 30(9): 110-120.
- [15] 俞立平, 钟昌标, 王作功. 高技术产业创新速度与效益的互动机制研究[J]. *科研管理*, 2018, 39(7): 1-8.
- [16] EMMANUELIDES A P. Determinants of product development time: a framework for analysis[J]. *Academy of Management Best Paper Proceedings*, 1991(1): 342-346.
- [17] MILLSON M R, WILWMON D. The impact of changing markets and competition on the NPO speedmarket success relationship[J]. *International Journal of Innovation Management*, 2010, 14(5): 841-870.
- [18] DONOVAN S S. It's people who get new products to market faster[J]. *Research Technolny Management*, 1994, 37(5): 12-13.
- [19] 蔡瑞林, 陈万明, 朱广华. 创新模式对竞争战略、创新速度的影响研究[J]. *中国科技论坛*, 2014(11): 25-30.
- [20] JAYARAM J, NARASIMHAN R. The influence of new product development competitive capabilities on project performance[J]. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2007, 54(2): 241-256.
- [21] WHEELWRIGHT S C, CLARK K B. Competing through development: capability in a manufacturing-based organization[J]. *Business Horizons*, 1992, 36(4): 29-43.
- [22] SOUDER W E. Analyses of U. S. and Japanese management processes associated with new product success and failure in high and low familiarity markets[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 1998, 15(3): 208-223.
- [23] 俞立平, 宋夏云, 储望煜. 产业创新速度的作用机制及要素投入效应[J]. *中国科技论坛*, 2018(8): 34-41.
- [24] KLINE S J, ROSENBERG N. An overview of innovation[M]//LANDAU R, ROSENBERG N. The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth. Washington, D. C: National Academy Press, 1986.
- [25] 宋洋. 创新资源与高新技术企业研发投入——基于资源基础理论的实证分析[J]. *中国科技论坛*, 2018(4): 101-

111.

- [26] 黄世政, 周家贤, 朱炎亮. 技术创新能力对创新资源与企业绩效关系的中介效应——以珠三角制造业为例[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(23): 64-70.
- [27] 俞立平, 王作功, 胡林瑶. 高技术产业创新速度的影响机制研究[J]. 科学学研究, 2018, 36(5): 913-921.
- [28] 奉小斌, 马晓书. 知识搜索如何影响逆向国际化企业创新速度和创新质量[J]. 软科学, 2021, 35(10): 74-78.
- [29] 龚璇, 黄敏学. 应用产品创新速度与用户评论之间的动态关系[J]. 管理科学, 2021, 34(5): 29-40.
- [30] 侯贵生, 宋文轩, 杨磊. 创新节奏与创新速度、创新质量对企业绩效的影响——基于时间视角的研究[J]. 软科学, 2021, 35(1): 89-94.
- [31] CHEN J, NEUBAUM D O, REILLY R R, et al. The relationship between team autonomy and new product development performance under different levels of technological turbulence[J]. *Journal of Operations Management*, 2015, 33-34: 83-96.
- [32] STALK G. Time: the next source of competitive advantage[J]. *Harvard Business Review*, 1988, 66(4): 41-51.
- [33] SHEREMATA W A. Centrifugal and centripetal forces in radical new product development under time pressure[J]. *Academy of Management Review*, 2000, 25(2): 389-408.
- [34] ZIRGER B J, HARTLEY J L. The effect of acceleration techniques on product development time[J]. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 1996, 43(2): 143-152.
- [35] KESSLER E H, CHAKRABARTI A K. Speeding up the pace of new product development[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2010, 16(3): 231-247.
- [36] SONG X M, MONTROYA-WEISS M M. Critical development activities for really new versus incremental products[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 1998, 15(2): 124-135.
- [37] 武梦超, 李随成, 王伟. 外部知识获取与新产品开发绩效: 资源协奏与信息处理的视角[J]. 预测, 2019, 38(5): 1-8.
- [38] 王道金, 吕鸿江, 周应堂. 渐进式、突破式和平衡式创新对组织绩效的影响研究——正式网络支持与非正式网络帮助的调节作用[J]. 研究与发展管理, 2020, 32(6): 165-176.
- [39] 陈子韬, 孟凡蓉, 王焕. 政府支持对高技术产业创新效率影响研究[J]. 科学学研究, 2020, 38(10): 1782-1790.
- [40] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. *European Journal of Operational Research*, 1978(2): 429-444.
- [41] TONE K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. *European Journal of Operational Research*, 2002, 143(1): 32-41.
- [42] 俞立平, 邱栋, 彭长生, 等. 高技术产业创新效率对创新质量作用机制研究[J]. 宏观质量研究, 2021, 9(2): 29-42.
- [43] 范德成, 谷晓梅. 高技术产业技术创新效率关键影响因素分析——基于DEA-Malmquist和BMA方法的实证研究[J]. 科研管理, 2022, 43(1): 70-78.
- [44] 刘骏, 张蕾, 陈雪. 创新驱动背景下企业创新速度对创新成果的作用机制研究[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(14): 108-114.
- [45] TURNER S F, MITCHELL W, BETTIS R A. Strategic momentum: how experience shapes temporal consistency of ongoing innovation[J]. *Journal of Management*, 2013, 39(7): 1855-1890.

编辑 邓婧