

突破性创新研究进展^{*}

庄子银 贾红静 肖春唤

摘要:关键核心技术是国之重器,为了避免中国在关键核心技术领域遭受“卡脖子”的困境,唯一出路是实现突破性创新能力的提升。因此,突破性创新相关问题成为学术界研究的重要议题。遗憾的是,国内外学者的研究成果尚未给突破性创新激励政策的制定提供科学有效的理论框架。本文主要从突破性创新概念、内涵及测度方法,突破性创新演化特征及壁垒,突破性创新形成机制,创新政策及体系对突破性创新的影响四个维度对相关研究进展进行系统性梳理。在对现有文献的贡献以及不足进行总结的基础上,本文提出了相应的政策思考及未来的研究方向。

关键词:关键核心技术 突破性创新 创新政策 创新能力

党的十九大报告明确提出,“创新是引领发展的第一动力,是建设现代化经济体系的战略支撑”。党和国家的重大战略决策为中国科技创新提供了强大动力,创新型国家建设成果丰硕。天宫、蛟龙、天眼、悟空、墨子、大飞机等重大科技成果的相继问世,标志着中国科技事业实现了跨越式发展,自主创新能力显著提升。

但是,中国原始创新能力仍旧严重不足。突出问题在于,“我国科技发展水平特别是关键核心技术创新能力同国际先进水平相比还有很大差距,同实现‘两个一百年’奋斗目标的要求很不适应”。^①比如,基础科学研究短板突出,企业对基础研究重视不够,重大原创性成果匮乏,底层基础技术、基础工艺能力不足,工业母机、高端芯片、基础软硬件、开发平台、基本算法、基础元器件、基础材料等瓶颈依然突出,关键核心技术受制于人的局面未得到根本性转变。关键核心技术是“国之重器”,对推动国家经济高质量发展、保障国家安全具有十分重要的意义。

一、突破性创新的概念、内涵和测度研究

基于熊彼特的“创造性破坏”思想,Abernathy & Utterback(1978)最早提出突破性创新概念并建立相关理论。随后,Dosi(1982)在其经典论文《技术范式与技术轨道》中,开创性地将突破性创新和渐进性创新纳入统一的理论研究框架。渐进性创新和突破性创新的二分法研究模式是对传统组织创新理论的重大完善和发展,并由此涌现出大量突破性创新文献。本节按照历史演进的顺序梳理突破性创新概念、内涵及测度方法的基本观点。

(一)突破性创新的概念和内涵

既有研究大多基于技术、市场、组织维度,从微观和宏观两个层面定义突破性创新。首先,从技术角度而言,突破性创新强调技术知识的新颖性、重大突破性、前沿性、不连续性和革命性。Dess et al(1984)认为突破性创新建立在多样化工程和科学知识原理基础之上,其往往能开启新的潜在市场与应用,并可能改变整个产业布局。Dosi(1982)把新技术范式归因于科学,认为主要技术范式与科

^{*} 庄子银,武汉大学经济与管理学院、宏观经济与政策评估中心,邮政编码:430072,电子邮箱:zyzhuang@whu.edu.cn;贾红静、肖春唤,武汉大学经济与管理学院,电子邮箱:jiahongjing@whu.edu.cn,xiaochunhuan@whu.edu.cn。基金项目:教育部人文社会科学规划项目(20YJA790098)。感谢匿名审稿人的修改建议,文责自负。

^①社论:《正视不足才能创新自强》,《科技日报》,2018年7月18日第1版。

学突破之间存在直接依赖和连接。Anderson & Tushman(1990)认为突破性创新是具有高度非连续性和革命性的能力创新。Dahlin & Behrens(2005)从技术新颖性、独特性以及对未来技术的影响三个方面定义突破性创新。Sood & Tellis(2005)以若干行业技术轨道竞争为背景,从技术平台、系统设计和技术元件三个层面界定技术的突破性。Govindarajan & Kopalle(2006a)认为突破性创新通常建立在不连续的技术标准之上,是对企业原有技术范式和轨道的颠覆性变革。

其次,从组织和市场角度而言,学者们通常将能够带来显著组织绩效和市场价值的技术改进归为突破性创新。Ritala & Sainio(2014)认为突破性创新企业通过摆脱组织常规惯例约束,在新的科学知识和技术原理基础之上,创新性界定或者创造崭新的潜在应用或市场,或让既有产品过时,由此推动企业技术前沿,重构企业领导地位并重塑产业布局,进而促进组织和社会经济增长。O'Connor & Demartinor(2006)认为突破性创新能够提高组织资源获取和利用能力,避免企业陷入“能力陷阱”和“核心刚性”困境。Brondoni(2012)认为突破性创新定义了新的需求关系及竞争关系,可使企业获得先发优势及较高市场占有率,提高行业进入壁垒,并维持自身在市场竞争中的领先地位。与此同时,Schilling(2013)认为突破性创新涉及新的和不熟悉的知识。因此,突破性创新企业需要承担更高成本和风险。Christensen et al(2015)认为突破性创新能更好地满足现有顾客需求,也能以不同的方式满足潜在市场需求。Leifer et al(2001)认为成功进行突破性创新的企业通常能够获得卓越的绩效,而失败的企业则可能损失市场份额。总体来看,这类研究的指导思想是将能够带来显著市场绩效水平的技术改进归为突破性创新。但是,从实际市场表现看,渐进性创新也可能获得非凡的市场绩效,而突破性技术在早期可能并不被主流市场所认可。

综上所述,基于对技术、组织和市场层面的综合考虑,突破性创新应具有多维属性特征。首先,在技术层面,突破性创新的技术和知识基础都脱离了组织的原始路径,通过建立一整套新颖的工程和科学原理,彻底重塑创新范式和产业格局,实现产品、服务或生产流程的非线性革命式发展。值得注意的是,突破性创新在引入的初始阶段通常以简单的功能属性为特点,在主流客户重视的某些属性方面可能表现不佳,因此,提供的新功能通常未被主流客户所重视,仅吸引新兴市场或利基市场(niche market)客户(Govindarajan & Kopalle, 2006a)。其次,在市场层面,突破性创新最初仅仅对价格敏感的低端客户群具有吸引力,但是随着技术改进,逐渐将主流客户重视的性能提高到高于原始性能的水平。它是一种更高水平的创新,不仅创造出新市场、新技术体系,而且带来产业层面洗牌和广泛的社会经济影响。最后,在组织层面,突破性创新可视为新的和不同差异程度的组织资源重新组合以及一整套崭新的问题解决方案,不仅能够破除组织内部路径依赖和创新结构僵化束缚,增强组织原始创新能力,提高组织核心竞争力,而且能够显著影响组织绩效。另外,小型新进入企业意外取代大企业是突破性创新的显著特征(Chandra et al, 2011)。

(二)突破性创新的测度

基于突破性创新的概念和内涵,许多学者从不同角度对突破性创新进行了评价和度量。

1. 突破性创新的评价指标。大多数学者依据专利引用指标对突破性创新进行评价。(1)前向引用专利,即一项专利被后来的其他类别专利引用。Zhang et al(2017)使用专利的前向引用频数界定突破性技术,并指出突破性体现为对后续技术的影响能力。Squicciarini et al(2013)认为专利的前向引用可以用来评价创新技术的影响力。Fontana et al(2013)也使用专利的前向引用次数作为衡量技术突破性的标准,指出高被引专利之所以获得较多的引用次数,是因为高被引专利蕴含的先进甚至共性的技术知识对后续技术具有重要价值和影响能力,也能够引领技术发展前沿。Aristodemou & Tietze(2018)从专利和专利组合两个层次构建了9种前向引用专利指标来评价创新影响力。(2)后向引用专利,即焦点专利(focal patent)所引用的专利。Criscuolo & Verspagen(2008)认为专利的后向引用数量可以评估创新的新颖性程度。Carpenter et al(1981)认为引用科学文献的频数对评价技术的突破性尤为重要,因为对科学文献的引用表明专利技术更多地依赖科学知识而不是现有技术。Rosenkopf & Nerkar(2001)提出了所引用的专利类别与焦点专利的差异化程度的后向专利引

用视角。(3)结合前向引用和后向引用,即专利引用结构。比如,Dahlin & Behrens(2005)综合考虑前向引用和后向引用次数,指出专利的引用结构是评判技术突破性的良好标准。Erdi et al(2013)认为专利引用网络反映了创新过程,因此可以通过分析专利引用网络结构来预测新兴技术。Mariani et al(2018)指出专利引用网络结构可以用来识别突破性创新。还有少数学者采用“专家评价法”对突破性创新技术的新颖性和影响力进行评价,但由于近因效应(recency effect),专家评估结果可能存在主观性偏差(Tushman et al, 2002)。

2. 突破性创新的度量指标。虽然诸多学者从各个角度对突破性创新进行了评价,但通常只是定性判断一项创新的突破性属性。因此,突破性创新的度量方法仍然是经验分析过程中的重要问题。既有文献大多采用反映创新数量、创新能力以及综合考虑创新数量和能力的定性和定量方法度量突破性创新。具体而言,突破性创新的数量特征包括:专利数量、研发新产品的频率、全新产品的销售份额、全面创新的数量(Keupp & Gassmann, 2013; García-Villaverde et al, 2017; Forés & Camisón, 2016)。突破性创新的能力特征包括:与竞争对手相比,创新使已有产品或服务的生产工艺或机器设备过时;创新使已有产品或服务中的经验或知识过时;开发的新产品或服务替代已有产品或服务;创新产品性能、质量、美誉度和品牌形象、顾客满意度大幅提升等;引入全新的产品研发理念、知识、技术,开发出具有根本性改变的新产品等,公司凭借新产品或服务开辟全新市场、带来重大产业变革等(Chandy et al, 1998; Zhou & Li, 2012)。Delgado-Verde et al(2016)综合考虑创新数量和创新能力特征,采用企业开发的全新的创新产品数量或销售百分比高于竞争对手来衡量创新突破性。

总体来看,学者们大多从突破性技术创新和突破性产品创新两个维度界定突破性创新,这两个维度主要侧重创新的研发方面。然而,Kotelnikov(2000)认为突破性创新不仅包括全新的技术和产品,还包括全新的行业和市场。因此,对突破性创新的度量还应考虑非研发因素。在此基础上,Guo et al(2019)基于突破性创新的多维属性本质,提出了多维突破性创新度量框架,综合考虑了技术特征、市场动态和外部环境三个方面特征。

综上所述,既有文献对突破性创新的概念、内涵及测度标准均未达成共识。学者们通常将突破性创新与其他相关概念混淆使用。比如,激进性创新、颠覆性创新、不连续创新、重大创新、破坏性创新、真正新的产品。就本质而言,这些概念基本上都存在问题,因为它们忽略创新的属性特征而直接以创新结果定义突破性创新,研究人员可能以定义正确为前提预测市场结果。此外,在测度方面,学者们没有明确指出创新数量、创新能力与突破性创新绩效之间的关系,缺乏统一的技术标准和量化指标。

二、突破性创新演化特征和壁垒研究

(一)突破性创新演化特征研究

1. 技术周期性演化观点。Utterback(1994a)采用技术演化的S曲线刻画突破性创新的演化特征。Golder & Tellis(2004)认为产品改进通常是由技术演化的S曲线所推动的。因此,S曲线在产品生命周期中起着重要作用。但是,Sood & Tellis(2005)认为S曲线的规则性值得怀疑,产品的生命周期通常无法模仿其技术的S曲线演化轨迹,比如,当新产品出现在新技术超过旧技术时而不是新技术出现时。学者们通常认为在技术演化的S型曲线下,技术演化过程可以划分为引入、成长和成熟三个阶段。Christensen et al(2015)认为突破性技术在初始阶段的性能明显落后于主流市场的成熟型主导技术而不被主流市场所认可。但是,Dosi(1982)认为经过一段时间的快速改进后,突破性技术性能超过旧技术,随后速度下降,沿着既有技术轨道进行渐进性创新,当性能渐近地接近最大水平时,具有更高潜在能力的新技术会在当前技术轨道上再次进行不连续的跳跃式发展。因此,企业新的技术偏向使得技术轨道发生转变,最终以更高的突破性技术性能作为新技术轨道变迁的终点,从而形成技术突破的良性动态循环(Brown, 1992)。事实上,技术演化的S型曲线特征不仅适用于发达国家,对后发国家如何利用新旧技术轨道转换期的技术突破机会,实现技术跨越式发展也具

有十分重要的意义(Lee & Lim, 2001)。

S型曲线一方面描述了突破性技术轨道变迁特征,另一方面,也可从技术生命周期视角对其进行理解。不同之处在于,前者是从技术性能出发识别技术突破时机,后者是依据专利申请或授权数量判断突破性技术的萌芽期。Haupt et al(2007)认为突破性技术通常在技术生命周期S曲线的引入期密集涌现。换言之,专利数量的不断增长反映了一项突破性技术向渐进性创新的更迭。

2. 技术随机性跳跃观点。这类观点认为未来的技术发展规律是不可预测的。Sahal(1985)把突破性创新的出现归因于机会。依照其技术路标概念,机会是不同的,即突破性创新是一个随机过程,类似于生物进化中的突变。Mokyr(1991)认为突破性技术创新是偶然的,即某些文化、科学和技术思想恰好以某种方式满足了社会需求,类似于持久自然选择中的某种突变。Sood & Tellis(2005)通过对技术演化路径及动态性进行检验发现,突破性技术的演化呈现随机性跳跃特征。Anderson & Tushman(1990)对若干行业技术性能不连续的研究也表明,行业单一技术性能演进存在随机性的跳跃。Leifer(2000)基于生命周期理论,建立了突破性创新的过程模型,将突破性技术创新演化周期的特性归结为长期性、高度不确定性、偶发性、随机性和背景依赖性,并将突破性技术创新从初现到成熟的发展过程归纳为技术研发、知识物化、产品成型和市场实现四个阶段。Baba & Walsh(2010)认为突破性创新具有周期长、不确定性、不连续性与跳跃性、高度环境敏感性以及高度渗透性等显著特征,其演化过程涵盖科学研究、技术研发、知识物化、产业实现、商业可行和效率确认等串联阶段。总而言之,这类观点把突破性创新主要归因于偶然的科学突破、机会、巧合等。

3. 技术继承性发展观点。Golder et al(2009)认为许多突破性创新借鉴了先前创新的关键要素——核心技术、辅助组件、功能和外观,并且进一步强调一些突破性创新灵感通常来源于与当前创新完全无关的过去的创新成果。Castaldi et al(2015)认为突破性创新演化的本质是来自技术和商业模式的新旧元素融合,是技术价值到商业价值的变迁与再造,这一过程由技术演进、市场需求等因素的不平衡性所驱动。另外,关于突破性创新是经过长期的渐进式发展进而取得实质性突破的观点也包含了技术的继承性思想。

综上所述,既有研究关于突破性创新的演化规律并未形成一致的观点。此外,企业新旧技术转换时机何时出现的规律性是现有理论尚未解决的核心问题。尽管一些研究表明技术发展遵循S曲线,但并未指出S曲线的斜率、各阶段的持续时间或拐点的出现时机或曲率,并且这些参数是随时间和环境动态变化的。另一方面,技术随机性跳跃和继承性发展观点本质上都认为突破性创新难以预测。总而言之,现有研究并未完全打开突破性创新演化过程的“黑匣子”,无法在实践中指导企业的突破性创新活动。

(二)突破性创新的壁垒研究

突破性创新的重要性毋庸置疑,但由于开发和商业化过程中面临的各种挑战,突破性创新的失败率极高。企业所面临的这些挑战、阻碍通常被称为创新壁垒(D'Este et al, 2012)。突破性创新壁垒可以划分为内部壁垒和外部壁垒两个维度,两者都会影响企业突破性创新能力。Madrid-Guijarro et al(2009)认为内部壁垒源于企业内部,与管理、组织、资源、能力和思维定式等因素密切相关。外部壁垒源于企业的外部环境,它产生于企业和创新系统中的其他组织或主体的互动过程,主要包括与竞争对手、客户、合作伙伴和政府行为相关的问题。Baldwin & Hippel(2011)认为最常见的内部壁垒是企业战略、组织架构、领导力、组织文化、研发组织和绩效激励。Alexiev et al(2018)认为外部壁垒通常是市场动态性、竞争对手行为以及市场和技术动荡。

事实上,创新壁垒是相对的且有背景依赖性的,即壁垒构成要素及其对创新活动的阻碍程度与企业属性密切相关。Hadjimanolis(2003)认为创新壁垒的类型及重要程度随企业创新活动和过程动态变化。企业在创新初期面临诸多壁垒,其数量会随创新过程的推进而呈现上升趋势。Stringer(2000)也认为一些创新壁垒可能在某些突破性创新项目上更为突出。Hölzl & Janger(2012)认为创新壁垒与企业规模和企业联盟密切相关。进一步地,D'Este et al(2012)认为大型在位企业更关注不

可行性和商业失败风险、与成本相关的不确定性以及组织惰性和结构惯性等内部障碍,而新进入行业的小型企业主要面临资源匮乏(资金和专业知识)和市场结构障碍。Sandberg & Aarikka-Stenroos(2014)也认为创新壁垒与企业规模密切相关,大型企业通常面临更多关键性壁垒。比如,内部壁垒包括限制性思维方式、缺乏发现能力和缺乏支持的组织结构等。外部壁垒则包含客户抵抗、不发达网络、生态系统动态和技术动荡等。Mohnen & Rosa(2002)认为产业属性也会对壁垒产生影响。比如,通讯部门对法律障碍敏感,银行部门更关注变革过程中的内部阻力,高度竞争且R&D密集度高的产业内企业会面临更强壁垒。Das et al(2018)认为不同行业的创新壁垒存在异质性,并聚焦于大型金融服务企业的突破性创新壁垒,比如,限制性思维方式、过度风险管理、非支持性组织结构、组织惯性、新想法利用偏好不足以及内部基础研发活动匮乏都被认为是潜在突破性创新的主要障碍。

然而,既有研究并未对突破性创新壁垒的形成机制、异质性原因以及企业和市场特征对突破性创新壁垒的影响机理做出合理解释。此外,既有文献通常只定性研究有限数量企业内或者某个特定产业内的少数壁垒,所得出的研究结论缺乏一般性。因此,需要构建一个综合性概念框架,对不同背景下的突破性创新壁垒及其差异性进行刻画。

三、突破性创新影响因素和突破机制研究

突破性创新机制是突破性创新形成并突破的内核,涉及从创意构想到产品开发的完整创新链条得以延伸的诸多关键要素。突破性创新通常具有复杂的“模糊前端”(Griffin et al, 2014),这使得创意产生、筛选及产品的规划设计过程具有极高的不确定性,因此对企业资源、能力、组织、市场等方面提出巨大挑战。本节试图从企业家和企业家精神、资源及能力约束、开放性创新合作及创新网络视角来回答突破性创新的成功秘诀。

(一)企业家、企业家精神与突破性创新

熊彼特(Schumpeter, 1912)最早提出在位大企业和新进入企业(企业家)在创新生产过程中的分工问题。他认为企业家不断开发新产品、引入新生产方式、开辟新市场、获取新原料和建立新组织结构来实现“创造性破坏”过程。熊彼特强调只有具有企业家精神的企业家才是这些过程中创新的推动者。既有理论认为,企业家的突破性创新优势主要集中在以下方面:(1)对不确定性情况做出及时科学的判断;(2)对异质性稀缺资源的合理配置;(3)促进不同劳动力分工之间的互利交流与合作;(4)优化组织突破性创新管理过程;(5)企业家导向型企业的风险承担倾向、风险承担环境对企业突破性创新绩效具有积极影响(Foss & Klein, 2015; McCaffrey, 2018)。

另一方面,相较于新进入(企业家)企业,在位企业由于组织结构及核心能力僵化,使其在突破性创新过程中不具有竞争优势。Aghion & Howitt(1992)把熊彼特的企业家精神引入到内生性创新理论,在垂直创新的理论框架中发现了“在位者惰性”问题。沿着这一思路,许多学者发现,企业家才是突破性创新的主要驱动者。Chandy & Tellis(2000)认为在位企业在面临突破性创新变革时经常面临组织内部“惯性”障碍。Leifer et al(2000)在对12个突破性创新项目进行分析的基础上,详细解剖了大企业创造和保持突破性创新能力时所面临的困难。Stringer(2000)指出在位企业可能因为核心能力僵化而忽视外部环境中技术不连续变化带来的挑战,以至于在突破性技术变革中丧失传统的竞争优势。Macher & Richman(2004)认为,在位企业固守既有的价值网络和技术范式,导致新进入者拥有更好的成功机会。Nijssen et al(2005)认为在位大企业存在既有投资、既有市场和既有能力等三种自噬性(cannibalize)意愿,而它们会成为实施突破性创新的障碍。Benner(2010)认为由于在位企业的“在位者惰性”问题,它们在面临突破性创新时会遭受损失。Damsgaard et al(2017)通过构建理论模型解释了企业家(小型独立企业)倾向于选择低成功概率、高风险(巨大不确定性)以及高价值的突破性创新项目的原因:企业家精神门槛效应与进入阻止效应。Raffaelli et al(2019)解释了在位企业偏好渐进性创新的原因,他们认为除了技术、结构或经济因素之外,企业高层管理团队的灵活性具有重要影响,包括他们在认知上扩展创新类别和竞争边界以及将创新投射为与组织的情感共鸣

的能力。此外,组织惯性通常会限制高层管理团队的创新想法。但值得注意的是,由于在位企业所拥有的资源、能力优势,它们在面对突破性创新冲击时并非毫无作为,关于突破性创新的“在位者诅咒”观点可能被夸大其词。

(二)资源、能力约束与突破性创新

1. 资源约束效应。资源约束,尤其是知识和金融约束,对突破性创新具有重要影响。问题的焦点是,资源约束(知识约束和金融约束)是促进还是阻碍突破性创新?

主流观点认为资源约束能够促进企业突破性创新。首先,资源约束能够促进企业的企业家精神导向以及突破性创新机会搜寻活动。企业家精神研究表明,如果不存在资源约束,企业将沿着熟知的技术领域搜寻创新机会,管理现有资源,而不是探索新机会(Burgelman, 1983)。Floyd & Wooldridge(1999)认为资源约束激发的企业家机会搜寻通常会产重要的知识,因为企业家会积极发现新知识或者以新颖的方式对既有知识进行重新组合。Stevenson & Jarillo(1990)认为,资源稀缺会激励管理者采纳企业家管理实践,进而促进对新机会的搜寻。Keupp & Gassmann(2013)结合企业家精神理论与集成创新理论,考察了知识和金融资源约束与突破性创新之间的关系,提供了资源约束促进突破性创新的理论机制以及经验支持。模型假设资源约束通过两个机制促进企业突破性创新的开发:增加企业家活动;增加对既有知识重新组合的关注度。Miner et al(2001)指出,导致突破性创新开发的探索性搜寻行为涉及摆脱既有组织常规和知识基础的广泛努力。沿着这一思路,Iammarino et al(2009)发现了支持企业资源约束与创新倾向正相关假说的证据。这些论点认为,资源约束可能增加企业开发突破性创新的机会。Troilo et al(2014)通过对中国高科技企业样本进行检验发现,资源稀缺与突破性创新绩效正相关,而且远距离搜索在两者关系之间具有中介效应。相反地,在资源充裕情形下,企业通常缺乏突破性创新激励。Mishina et al(2004)认为资源充裕的企业缺乏企业家精神导向,进一步导致突破性创新激励不足。Cheng & Kesner(1997)认为企业内部可控资源的创新驱动战略促使企业仅仅关注内部效率,而不是发现突破性创新机会。Ahuja & Lampert(2001)认为资源丰富的企业通常使用内部资源,而不进行高成本和高风险的外部机会搜寻,因此对突破性创新偏好不足。Levinthal & March(1993)也认为,由于突破性创新涉及对未知技术领域或新知识的探索,因此拥有过度资源的企业开发突破性创新的可能性极小。

其次,资源约束有利于企业创新资源的优化配置。Hoegl et al(2008)认为资源约束条件下的创新团队可以更好地杠杆化所有团队成员的(交叉功能的)知识和技能。Aghion & Tirole(1994)认为金融资源约束将使企业具有创造性投入偏向,减少资本性支出。Bradley et al(2011)认为面临金融约束的企业管理者会努力寻求新颖资源的重新组合,这对突破性创新的开发具有积极影响。Gibbert & Scranton(2009)指出,资源约束促使个人寻求避免瓶颈约束的方法以及发现解决创新问题的创造性方法。这一效应可以显著增加企业开发突破性创新的概率。

最后,资源约束能够激发个人或组织的创造力。认知心理学研究认为,解决创新问题的个人在资源约束条件下更具创造力(Moreau & Dahl, 2005)。这些个人创造力的提升可能是组织水平上升导致的结果。比如,对团队或小组水平的研究发现,资源约束与创新项目绩效正相关(Hoegl et al, 2008)。源于资源稀缺的创造力提升和企业家导向也使得个人更有可能识别可行的创新方案,以及获得偶然性的发现(Kalogerakis et al, 2010)。这些因素都可能增加企业开发新技术,甚至提高其突破性创新能力的机会。然而,由于突破性创新的不连续性质意味着突破性创新的初始阶段具有更高的复杂性、不确定性以及背景依赖性,因此,少数学者认为资源约束倾向于阻碍突破性创新(Camison-Zornoza et al, 2004)。

2. 能力约束效应。既有文献基于组织创新能力理论,主要探讨了企业核心能力、吸收能力和动态能力对突破性创新的影响。Prahalad & Hamel(1994)提出了企业核心能力理论,认为核心能力反映了企业不同生产技能知识通过有效协调和整合产生的集聚性。对核心能力进行培育和利用是企业保持长期竞争优势的源泉,使其能以更快的速度、更低的成本开发出让对手难以预料的产品。但

是,Leonard-Barton(1992)认为企业的核心能力在长期会容易形成“核心能力刚性”,从而阻碍企业变革。Cohen & Levinthal(1990)将吸收能力定义为企业识别外部新理念的能力,它增强了企业获取外部科学知识的可得性和及时性,同时有利于引导新发明过程中的不确定性搜索能力的建立。立足于创新经济学,Teece et al(1997)提出了动态能力理论,他们将动态能力视为企业感知、捕获以及再造内部和外部能力以应对急剧变化环境的创新能力。Eisenhardt & Martin(2000)认为动态能力是企业对资源进行使用的过程,即整合、重构、放弃、摄取资源等以适应或创造市场变化的过程。Sirmon et al(2007)提出资源管理过程理论,认为从资源占有到创造价值的过程是一个动态过程,主要受制于三个动态环境影响因素,即对资源的规划、捆绑和整合。Salomo et al(2007)基于动态能力视角对突破性创新进行了研究,并将动态能力定义为“企业整合、构建和重新配置内部和外部能力以应对快速变化的环境的能力”。Kotabe et al(2017)通过将制度理论与动态能力视角相结合,研究了新兴市场企业通过与政府官员建立政治网络来获取资源的组织能力与突破性创新吸收能力的互补效应,在对108位中国高管人员进行调查的基础上进行研究,发现政治网络能力可以补充吸收能力,以克服资源约束和组织劣势,增强企业的创新能力,其结果在改进突破性创新方面更为有效。此外,面对激烈的竞争,对新兴市场公司的突破性创新而言,互补效应会更强。

(三)开放性创新、创新网络和突破性创新

突破性创新所具有的投资大、风险高、不确定性强,对企业知识、资源储备要求高等特点,使得单个企业通常难以承担突破性创新的艰巨任务。因此,开放性创新成为突破性创新企业获得成功的重要战略手段。此外,创新网络观点认为,突破性创新需要企业、高校和科研机构等多主体的网络化合作,组织间网络日益成为各组织共享和交换资源、共同开发新创意和新技能的重要方式。

1. 开放性创新效应。基于既有组织创新理论,开放性促进突破性创新的优势在于:(1)开放性创新有利于企业获取创新知识,扩展企业的知识基础,促进新颖的知识组合的形成;(2)开放性创新能够提高企业的组织学习能力,从而提高突破性创新技能和能力;(3)开放性创新有利于企业的创新资源获取,同时也是在不确定技术环境下共同分担创新(货币)风险的一种手段(Argote, 2012; Wassmer & Dussauge, 2012),这些都促使开放性成为突破性创新的主要动力。诸多学者在三种理论范畴内对开放性创新进行了深入研究。Laursen & Salter(2006)提出了以外部知识搜寻广度和深度为主要特征的企业外部知识搜寻概念。他们定义知识搜寻广度为企业创新活动中依赖的外部来源或者搜寻渠道的数目,而知识搜寻深度则为企业依赖不同外部来源的程度。Ritala & Hurlmelinna-Laukkanen(2013)研究发现,企业进行突破性创新时,与竞争者合作可以提高企业获取外部资源的能力,扩大企业的资源边界,从而有利于合作企业间传播知识、创新知识和应用知识。Zang et al(2014)以中国高科技企业为样本进行研究,发现突破性创新主要受益于开放性搜索广度。Flor et al(2017)实证分析了开放性创新和吸收能力对高科技行业企业突破性创新的影响,证实了吸收能力和开放性创新搜索策略对突破性创新影响的互补效应。

还有学者从用户合作创新视角研究突破性创新机制。Lettl et al(2006)通过重点关注用户对突破性创新项目早期阶段的贡献,确定了通过成为发明者或共同开发者而对突破性创新发展做出重大贡献的用户特征,以及他们在建立和组织创新网络过程中所扮演的企业家角色。Partanen et al(2014)认为突破性创新企业需要与客户建立牢固的合作关系。Kocak et al(2017)也指出市场管理者应该致力于领先用户的发掘和交流互动以促进突破性产品开发。Roy(2018)分析了领先用户在实际潜在突破性创新方面的重要作用和属性特征,认为与领先用户交流对突破性创新开发具有显著影响。

值得注意的是,项目环境因素所导致的项目层面和企业层面的开放性创新激励因素的差异性,使得两者之间存在概念上的张力,因此区分不同开放性层次至关重要。Bahemia(2018)以大型制造业企业的突破性创新项目为案例研究对象,通过在理论构建过程中纳入时间和过程因素,提供了封闭性创新和开放性创新策略随项目生命周期的演化而发生战略性动态转变的经验事实,并确定了影

响项目层面突破性创新利润最大化的两个核心过程:(1)向外部合作伙伴开放的时间;(2)转向开放性创新之后的外部松散耦合项目策略。此外,区分项目水平的合作广度和合作深度两个维度对考察项目水平突破性创新绩效也具有重要意义。Kobarg et al(2019)通过考察项目水平的合作广度和深度对突破性创新绩效的影响发现,合作广度和合作深度与突破性创新均呈现“倒U”型曲线关系。

2. 创新网络效应。Imai & Baba(1989)首次提出创新网络概念,认为创新网络是应对系统性创新的一种基本制度,组织间的创新合作关系是其主要联合机制。Freeman(1991)继承并深化了创新网络的概念,从创新网络正式组织形式出发,将创新网络划分为:合资企业和研究公司、合作R&D协议、技术交流协议、由技术因素推动的直接投资、许可证协议、分包、生产分工和供应商网络、研究协会、政府资助的联合研究项目等9种类型。随后,一些学者从网络结构、网络合作和企业创新的关系等层面研究创新网络效应(Lowik et al, 2017),并把创新网络的主要优势归结为:(1)获取外部资源和知识的主要渠道;(2)分担风险;(3)联合互补技术;(4)当全部或部分合约难以实现时能够保护知识产权。在此基础上,许多学者对突破性创新的网络效应进行了广泛探索。Birkinshaw et al(2007)介绍了突破性创新网络类型及形成障碍,探讨了新的创新网络构建方式,并且认为这是突破性创新企业必不可少的能力。Pironti et al(2010)指出本地网络关系和远距离联系的形成对于突破性技术创新集群至关重要。Hao et al(2016)分析了创新网络联系及其内容的异质性对突破性创新绩效的影响。Palmie et al(2020)指出突破性创新通常是在创新网络层面而不是单个企业内产生的。但是,这些研究大都是在外生给定网络结构情形下的经验和定性描述,缺乏理论和动态分析,也不能解释网络结构的形成。

但是,突破性创新也面临诸多风险。从极端情形下的知识窃取到与企业创新相关的核心知识资产意外泄露给竞争对手这类“非自愿溢出”,都会降低突破性创新的成功几率,从而使得企业丧失核心技术竞争能力。因此,企业突破性创新过程中的开放性创新战略的制定必须权衡其风险与收益。

四、创新政策、创新体系与突破性创新研究

一方面,从创新市场不完善视角来看,诸如有限独占性、低于社会收益的私人收益、金融市场约束、技术标准、R&D项目不确定性以及各种负外部性的存在,将使得企业创新投入低于社会期望水平。在此基础上,政策制定者的公共支持机制是创新活动的重要激励手段。另一方面,创新政策在创新能力方面起直接指导作用,能加速企业创新能力的形成。因此,创新政策、创新体系制定问题构成了突破性创新研究的重要内容。

(一)创新政策与突破性创新研究

大部分研究发现,获得公共政策支持的企业会更多地投资于R&D,而补贴是实现激励R&D投资目标的重要政策手段。从投入角度看,Hall & Maffioli(2008)在对美国企业的研究中发现,补贴仅仅在小企业的创新研发项目中存在挤出效应。从产出角度看,补贴对以专利或新颖性产品销售额作为测度指标的创新绩效具有积极影响(Czarnitzki & Lopes-Bento, 2014)。Arvanitis et al(2011)研究发现,公共支持能显著提升六种不同测度方式下的创新绩效。另一方面,R&D合作在创新项目的成功中扮演着重要角色。大量研究表明,R&D合作会促进私人R&D活动(Kaiser, 2002)。但是现有研究对合作性R&D补贴的关注度不高。Branstetter & Sakakibara(2002)分析了日本政府对R&D合作的资助,研究发现受资助企业拥有更高的R&D支出和更多的专利。Czarnitzki et al(2007)分析了R&D合作和公共R&D基金对德国和芬兰的企业R&D投入和专利产出的影响,发现R&D合作补贴具有正向效应。Hottenrott & Lopes-Bento(2014)在对比利时企业的R&D研究中发现,国际合作企业比国内或者非合作企业拥有更高的补贴效应。

然而,对不同合作类型(水平的、垂直的或者科学合作)补贴政策的研究几乎是一片空白。事实上,基金机构经常鼓励产业与科学的合作,研究发现,对特定合作伙伴项目的补贴有重要的政策效应。许多研究虽然承认不同合作类型的作用,但却认为它们对创新绩效没有影响(de Faria et al,

2010)。因此,公共资金补贴政策对创新合作的影响仍然语焉不详。另一方面,区分突破性创新和渐进性创新至关重要。Karlsson et al(2006)认为与渐进性创新相比,突破性创新项目高度的不确定性以及市场失败风险所引致的 R&D 投资不足问题更为突出。因此,突破性创新对公共政策支持具有更高诉求。Ruan et al(2014)证实了行业政策在培养突破性创新方面的有效性,从而确立了政府在突破性创新过程中的主导地位。Beck et al(2016)考察了公共 R&D 支持政策的影响和效果,检验了突破性创新及渐进性创新的激励政策设计的政策效应。研究发现,私人动机的 R&D 支出对两种创新都有显著的正向影响,而公共政策诱致的 R&D 支出只对突破性创新有显著影响。在瑞士基金政策背景下,他们考察了不同合作类型(水平的、垂直的或者科学合作)的效应,发现特定的合作策略并没有增强公共 R&D 支持的政策效果。

此外,企业家精神也已成为政策领域的另一关键问题。政府和政策制定者在促进企业家创新方面扮演了重要角色。政策争论的焦点是企业家精神的政府激励政策如何进行最优设计。学者们认为政府政策可以定位在对小型创新企业(企业家)的进入支持方面。Damsgaard et al(2017)构建了一个理论模型,考察了 R&D 支持和进入两种政策的诱导效应。首先,企业家支持型政策的一个典型例子是对中小企业的 R&D 补贴。在 Damsgaard 的模型中,在 R&D 项目实现之前实施税收补贴政策可以减少事前的 R&D 成本。如果 R&D 项目成功,同时实现发明成果的市场化,则第二种企业家支持型政策会使得企业家事后的进入成本下降。模型比较了这些政策对企业家和在位企业 R&D 项目类型选择的影响,证明了 R&D 补贴会引致 R&D 数量的增加,但企业家从事的 R&D 项目类型不受影响,原因是商业化成本不受影响。对于进入政策,模型发现,随着进入成本下降,由于企业家精神门槛效应下降,企业家会着手更高成功概率和低回报(更少突破性)的 R&D 项目。进一步地,在位企业凭借进入成本的下降也会选择更高成功概率的 R&D 项目,由此,如果进入的利润转移效应占优消费者效应,两个主体都会选择过于安全的项目。因此,最有效的突破性创新激励政策是实施 R&D 补贴并对进入征税。这些研究表明,传统的、一般性的创新科技政策对突破性创新的影响并不明显,需要有针对性的突破性创新科技政策体系的支持。

(二)创新体系与突破性创新研究

传统单维和线性的突破性创新模式不足以成功实现系统的突破性创新。Rycroft & Kash(1994)提出,需要一个技术开发系统和网络以及相关政策相互作用的概念框架来解释复杂技术的开发。在此基础上,Godoe(2000)提出了创新系统概念,解释了通讯领域以 R&D 为基础的创新,尤其是突破性创新的产生机理。研究发现,创新系统为该部门的许多突破性技术创新的产生提供了协调、指导和领导能力。Bergek(2002)认为创新系统由参与者、网络和机构组成,它们有利于开发、传播和利用新产品和流程。Hekkert et al(2007)认为创新系统是技术变革的重要决定因素,并强调应密切关注创新系统过程演变的动态性特征,而不仅仅是创新系统结构。Faber & Hoppe(2013)研究指出,创新系统已发展为捕获和理解生产者、用户、政府和机构之间的关系,并通过这种方式识别系统失灵和僵局,而不仅仅是将市场失灵作为创新失败的原因。因此,在这种范式下,创新被视为一种演化的、非线性的和迭代的学习过程,需要不同参与者之间进行深入的沟通和协作才能考虑到创新的多维层面。Schot & Steinmueller(2018)认为,三代代表性架构塑造了科学、技术和创新政策体系。第一代架构始于二战后政府对科学和 R&D 支持的制度化,关注创新、科学和技术潜力的开发、大规模生产和消费的社会技术系统的培育等对增长的贡献,强调私人新知识供给的市场失败,创造了许多旨在激励商业 R&D 的政策工具,包括税收优惠、对特定产业的直接补贴,以及对商业投资的其他优惠条件等。第二代架构出现在全球化的 20 世纪 80 年代,它强调知识创造和商业化的国家创新系统对竞争力的塑造,关注建立连接、集群和网络、系统各要素之间的学习激励以及企业家精神的实现。第三代架构与可持续发展目标以及相应的转型变革需求等现代社会和环境挑战相联系,关键特征是关注实验以及南北方之间全球化转型模式的追赶问题。

目前,学者们已从不同层面对创新系统进行了深入研究。(1)宏观层面的国家创新系统研究。

国家创新系统由一国内部不同科学和技术主体之间的相互作用所形成,并受国家特定机构和政策的约束,会影响一国引进、创造、传播创新的能力,决定了一国技术进步速度和方向的国家制度和激励结构(Walshok et al, 2014)。值得注意的是,由于经济全球化,全球创新系统也受到越来越多学者的关注。(2)中观层面的区域创新系统和部门创新系统研究。Andersson(2013)将区域创新系统定义为特定区域中创新参与者和机构之间的相互关系,可以促进创新的产生、传播和使用。Faber & Hoppe(2013)将部门创新系统概念化为在特定机构基础结构下的特定领域内相互作用的主体网络,这些网络参与创新的产生、传播和利用。(3)微观层面的组织创新系统研究。Lancker et al(2016)提出了微观水平的组织创新系统,在组织水平上为突破性创新提供了系统框架。此外,创新系统研究的另一个重点是技术创新系统。Fromhold-Eisebith(2007)重点关注了将不同规模的系统(从国际范围到国家范围,再到区域范围)进行连接和协调的机制方法。总而言之,不同维度的创新系统通常具有如下共同特征:动态性;创新整体观念;众多创新参与者的联合体;协同工作;产生、开发和利用创新;受政策制度约束。遗憾的是,既有创新政策体系大多没有考虑突破性创新和渐进性创新的区别。然而,由于两者具有异质性特征,并且以不同的方式影响企业,所以区别这两种不同的创新类型构成政策评估的关键特征,可以更好地定位政策目标或者政策的优先选择。因此,围绕以多层次创新系统开发为核心的突破性创新政策体系构建,将对促进我国突破性创新科技政策体系的顶层设计和实现突破性创新领域的瓶颈突破至关重要。

五、评述与展望

(一)研究述评

既有突破性创新的理论和经验文献为现有研究提供了良好的基础,也开阔了未来研究视野。但是,现有突破性创新研究文献仍存在以下不足:

1. 在研究视角上,缺乏系统性战略思维,未能提出具有系统性、协同性、动态性和创造性的研究视角。第一,既有文献对企业突破性创新的理解往往局限在技术创新、产品创新层面,在对突破性创新进行测量时,大多只考虑技术、产品等与研发创新有关的因素,忽视了与非研发创新有关的因素。第二,既有研究从组织层面、关系层面和环境层面对企业突破性创新影响因素进行探讨,缺少个体层面、产业层面和国家层面的分析。第三,既有研究忽视了突破性创新影响因素作用的动态性和层次性。第四,既有研究对发展中国家如何在全球化和网络化背景下拓展突破性创新的研究关注不够。第五,既有研究对突破性创新的科技政策研究关注不足。究其原因:首先,大都立足发达国家背景,对发展中国家背景的政策分析匮乏,并且大多都是静态和定性的分析,缺乏对政策效应的定量测度和动态评估,且对突破性创新科技政策体系的设计和政策措施缺乏机制设计分析基础,导致创新主体的激励机制缺失或扭曲,政策建议缺乏针对性和有效性。其次,既有政策研究文献对突破性创新与渐进性创新(非突破性创新)的差异考虑不足,导致政策效应偏差。再次,既有政策研究内容分散,既缺乏系统性研究思路,又缺乏重点突出的研究视角。最后,突破性创新科技政策体系的设计缺乏理论支撑,缺乏方向性和前瞻性。

2. 在研究内容上,既有研究也存在诸多不足。第一,对发展中国家的关注十分欠缺。突破性创新是发展中国家彻底摆脱技术依赖实现技术跨越的基础。既有研究注重发达国家突破性创新的机理、机制和规律研究,对发展中国家尤其是中国这样的发展中大国的“创新能力”和“后发追赶”问题关注不足,导致对发展中国家突破性创新的机理、机制和规律的认识存在偏差。对发达国家而言,突破性创新的市场经济制度体系成熟、法律制度体系健全、宏观和微观创新环境良好。研究者通常将这些制度环境因素视为给定的外生变量。但对于处于经济转型期的发展中国家而言,这些制度性因素的相对不健全对突破性创新战略的实施形成了诸多制约因素。第二,在创新的要素方面,既有研究过分关注技术要素,忽略制度和能力要素,几乎忽略了对创造力问题的研究。第三,既有文献忽视了技术创新网络演变与突破性技术创新的共生关系研究。

3. 在研究方法上,既有研究缺乏系统论方法指导。尽管从研究的广度和深度而言,突破性创新

各层面研究都已达到一定水平。但是,这些研究都是局部的或零碎的,缺乏系统论指导。第一,仅有少数研究文献从特定角度分析突破性创新的发生机制(Damsgaard et al, 2017),系统性理论文献十分缺乏。第二,既有经验分析、案例分析大多基于个别国家、个别产业和少量案例事实,缺乏跨产业、跨案例、跨国的大样本数据支撑。第三,现有文献主要基于某些维度提出的定性的描述性政策方案,缺乏定量分析,更缺乏系统思维。

(二)未来的研究方向

1. 研究视角方面。一方面,在系统论的总体研究思路下,依照兼顾全局突出重点的原则,立足发展中国家背景,基于能力和创新能力理论,回应“钱学森之问”,纳入“创造力”内容,提出个人—企业—国家三个层次的“突破性创新能力开发”研究视角。强调突破性创新是创新的人力资本、科学、技术、组织、制度、创造力、文化、环境和资源等因素的系统开发过程,是个人、组织、机构和国家发挥作用、解决问题和实现目标的协同性过程,是伴随和推进经济发展的动态和创造性破坏过程。另一方面,以中国突破性创新科技政策体系建设为视角,设计以实现我国关键核心技术瓶颈突破为核心的“自主创新”顶层设计路线图:(1)中国突破性创新科技政策体系的顶层设计是全局性战略问题,既不能“头疼医头,脚疼医脚”,又不能面面俱到,政策体系的设计必须坚持兼顾全局和突出重点的原则。(2)政策体系的设计必须立足突破性创新特征,识别突破性创新与渐进性创新的差异,以减少政策效应偏差,提高政策方案的针对性和有效性。(3)突破性创新科技政策体系的顶层设计必须立足发展中国家背景,尤其是发展中大国背景。(4)最关键、最核心的是,必须弄清突破性创新产生的机理和机制,以及中国突破性创新瓶颈的主要根源。(5)在突破性创新产生机理和机制的理论和实证研究基础上,提出以促进个人—企业—国家三个层次“突破性创新能力开发”为核心的突破性创新科技政策体系的顶层设计目标。(6)加强对突破性创新科技政策体系及其政策措施的机制设计研究,为创新主体提供有效的“激励相容”机制。(7)基于“能力开发结果”框架,突破既有创新科技政策效应的静态和定性评估的局限性,对政策效应进行定量和动态跟踪、评估和反馈。

2. 研究内容方面。首先,把发展中国家尤其是中国经济转型的制度和能力因素,以及在技术追赶中面临的技术差距和“后发优势”等因素,作为内生变量纳入突破性创新研究框架,探索这些制度、能力和技术因素对中国实施突破性创新的约束,形成能反映中国国情的突破性创新科技政策体系。其次,以突破性技术的知识来源为切入点,分析不同行业突破性技术知识基础的差异性。再次,在研究企业突破性创新影响因素时,可在个体层面开展更为广泛的研究,考虑企业内部的领导者、高管团队、研发团队等因素对突破性创新的影响。最后,把经济发展的驱动要素从技术要素扩展到制度和能力要素,把“创造力”纳入“突破性创新能力开发”的研究框架,建设中国“突破性创新能力”数据库。

3. 研究方法方面。要将突破性创新视作是包括技术创新、制度创新和能力开发在内的错综复杂的系统性工程,突破性创新科技政策体系更是一个全局性战略问题。据此,未来的研究可以依照系统论方法设计总体研究思路,研究突破性创新能力开发的环境、要素和机制、战略系统三大模块的相互关系和变动规律,提出有前瞻性、针对性和有效性的突破性创新科技政策体系,以实现突破性创新战略系统的优化。

4. 机理和机制研究方面。一方面,在“异质性厂商”假说下,构建“突破性创新能力开发”影响突破性创新的一般均衡理论模型,阐释发展中国家突破性创新的产生机制,从理论上证明相关核心假说。另一方面,利用跨国大样本数据,研究“突破性创新能力开发”科技政策变量的效应及中介效应,探索突破性创新发生的机理和机制。

参考文献:

- Abernathy, W. J. & J. M. Utterback(1978), “Patterns of industrial innovation”, *Technology Review* 80(7):40—47.
- Aghion, P. & J. Tirole(1994), “The management of innovation”, *Quarterly Journal of Economics* 109(4):1185—1209.
- Aghion, P. & P. Howitt(1992), “A model of growth through creative destruction”, *Econometrica* 60(2):323—351.
- Ahuja, G. & C. M. Lampert(2001), “Entrepreneurship in the large corporation: A longitudinal study of how established firms create breakthrough inventions”, *Strategic Management Journal* 22(6—7):521—543.

- Alexiev, A. S. et al(2018), "The moderating role of tangibility in synchronous innovation in services", *Journal of Product Innovation Management* 35(5):682—700.
- Anderson, P. & M. L. Tushman(1990), "Technological discontinuities and dominant designs: A cyclical model of technological change", *Administrative Science Quarterly* 35(4):604—633.
- Andersson, G. (2013), "Rethinking regional innovation", *Systemic Practice Action Research* 26(1): 99—110.
- Argote, L. (2012), *Organizational Learning and Knowledge Management*, Oxford University Press.
- Arvanitis, S. et al(2011), "Knowledge and technology transfer activities between firms and universities in Switzerland: An analysis based on firm data", *Industry and Innovation* 18(4):369—392.
- Baba, Y. & J. P. Walsh(2010), "Embeddedness, social epistemology and breakthrough innovation: The case of the development of statins", *Research Policy* 39(4):511—522.
- Bahemia, H. et al(2018), "The timing of openness in a radical innovation project, a temporal and loose coupling perspective", *Research Policy* 47(10):2066—2076.
- Baldwin, C. & E. von Hippel(2011), "Modeling a paradigm shift: From producer innovation to user and open collaborative innovation", *Organization Science* 22(6):1399—1417.
- Beck, M. et al(2016), "Radical or incremental: Where does R&D policy hit?", *Research Policy* 45(4):869—883.
- Benner, M. J. (2010), "Securities analysts and incumbent response to radical technological change: Evidence from digital photography and internet telephony", *Organization Science* 21(1):42—62.
- Bergek, A. (2002), "Shaping and exploiting technological opportunities: The case of renewable energy technology", PhD thesis, Department of Industrial Dynamics, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden.
- Birkinshaw, B. & J. Delbridge(2007), "Finding, forming and performing: Creating networks for discontinuous innovation", *California Management Review* 49(3):67—84.
- Bradley, S. W. et al(2011), "Swinging a double-edged sword: The effect of slack on entrepreneurial management and growth", *Journal of Business Venturing* 26(5):537—554.
- Branstetter, L. G. & M. Sakakibara(2002), "When do research consortia work well and why? Evidence from Japanese panel data", *American Economic Review* 92(1):143—159.
- Brondoni, S. M. (2012), "Innovation and imitation: Corporate strategies for global competition", *Emerging Issues in Management* 1(1):10—24.
- Brown, R. (1992), "Managing the 'S' curves of innovation", *Journal of Business & Industrial Marketing* 7(3):41—52.
- Burgelman, R. A. (1983), "A model of the interaction of strategic behavior, corporate context, and the concept of strategy", *Academy of Management Review* 8(1):61—70.
- Camisón-Zornoza, C. et al(2004), "A meta-analysis of innovation and organizational size", *Organization Studies* 25(3):331—361.
- Carpenter, M. P. et al(1981), "Citation rates to technologically important patents", *World Patent Information* 3(4):160—163.
- Castaldi, C. et al(2015), "Related variety, unrelated variety and technological breakthroughs: An analysis of US state-level patenting", *Regional Studies* 49(5):767—781.
- Chandra, Y. & J. S. Yang(2011), "Managing disruptive innovation: Entrepreneurial strategies and tournaments for corporate longevity", *Journal of General Management* 37(2):23—50.
- Chandy, R. K. & G. J. Tellis(1998), "Organizing for radical product innovation: The overlooked role of willingness to cannibalize", *Journal of Marketing Research* 35(4):474—487.
- Cheng, J. L. & I. F. Kesner(1997), "Organizational slack and response to environmental shifts: The impact of resource allocation patterns", *Journal of Management* 23(1):1—18.
- Christensen, C. M. et al(2015), "What is disruptive innovation", *Harvard Business Review* 93(12): 44—53.
- Cohen, W. M. & D. A. Levinthal(1990), "Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly* 35(1):128—152.
- Crisuolo, P. & B. Verspagen(2008), "Does it matter where patent citations come from? Inventor vs. examiner citations in European patents", *Research Policy* 37(10):1892—1908.
- Czarnitzki, D. & C. Lopes-Bento(2014), "Innovation subsidies: Does the funding source matter for innovation inten-

- sity and performance? Empirical evidence from Germany”, *Industry and Innovation* 21(5):380–409.
- Czarnitzki, D. et al(2007), “The relationship between R&D collaboration, subsidies and R&D performance: Empirical evidence from Finland and Germany”, *Journal of Applied Econometrics* 22(7):1347–1366.
- D’Este, P. et al(2012), “What hampers innovation? Revealed barriers versus deterring barriers”, *Research Policy* 41(2):482–488.
- Dahlin, K. B. & D. M. Behrens(2005), “When is an invention really radical? Defining and measuring technological radicalness”, *Research Policy* 34(5):717–737.
- Damsgaard, E. F. et al(2017), “Why entrepreneurs choose risky R&D projects-but still not risky enough”, *Economic Journal* 127(605):164–F199.
- Das, P. et al(2018), “Barriers to innovation within large financial services firms: An in-depth study into disruptive and radical innovation projects at a bank”, *European Journal of Innovation Management* 21(1):96–112.
- de Faria, P. et al(2010), “Cooperation in innovation activities: The importance of partners”, *Research Policy* 39(8):1082–1092.
- Delgado-Verde, M. et al(2016), “Intellectual capital and radical innovation: Exploring the quadratic effects in technology-based manufacturing firms”, *Technovation* 54(8):35–47.
- Dess, G. G. & P. S. Davis(1984), “Porter’s generic strategies as determinants of strategic group membership and organizational performance”, *Academy of Management journal* 27(3):467–488.
- Dosi, G. (1982), “Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change”, *Research Policy* 11(3):147–162.
- Eisenhardt, K. M. & J. A. Martin(2000), “Dynamic capabilities: What are they?”, *Strategic Management Journal* 21(10–11):1105–1121.
- Érdi, P. et al(2013), “Prediction of emerging technologies based on analysis of the US patent citation network”, *Scientometrics* 95(1):225–242.
- Faber, A. & T. Hoppe(2013), “Co-constructing a sustainable built environment in the Netherlands: Dynamics and opportunities in an environmental sectoral innovation system”, *Energy Policy* 53(1):628–638.
- Flor, M. L. et al(2017), “External knowledge search, absorptive capacity and radical innovation in high-technology firms”, *European Management Journal* 36(2):183–194.
- Floyd, S. W. & B. Wooldridge(1999), “Knowledge creation and social networks in corporate entrepreneurship: The renewal of organizational capability”, *Entrepreneurship Theory and Practice* 23(3):123–144.
- Fontana, R. et al(2013), “Reassessing patent propensity: Evidence from a dataset of R&D awards, 1977–2004”, *Research Policy* 42(10):1780–1792.
- Forés, B. & C. Camisón(2016), “Does incremental and radical innovation performance depend on different types of knowledge accumulation capabilities and organizational size?”, *Journal of Business Research* 69(2):831–848.
- Foss, N. J. & P. G. Klein(2015), “Introduction to a forum on the judgment-based approach to entrepreneurship: Accomplishments, challenges, new directions”, *Journal of Institutional Economics* 11(3):585–599.
- Freeman, C. (1991), “Networks of innovators: A synthesis of research issues”, *Research Policy* 20(5):499–514.
- Fromhold-Eisebith, M. (2007), “Bridging scales in innovation policies: How to link regional, national and international innovation systems”, *European Planning Studies* 15(2):217–233.
- García-Villaverde, P. M. et al(2017), “Determinants of radical innovation in clustered firms of the hospitality and tourism industry”, *International Journal of Hospitality Management* 61(2):45–58.
- Gibbert, M. & P. Scranton(2009), “Constraints as sources of radical innovation? Insights from jet propulsion development”, *Management & Organizational History* 4(4):385–399.
- Godoe, H. (2000), “Innovation regimes, R&D and radical innovations in telecommunications”, *Research Policy* 29(9):1033–1046.
- Golder, P. N. et al(2009), “Innovations’ origins: When, by whom, and how are radical innovations developed?”, *Marketing Science* 28(1):166–179.
- Golder, P. N. & G. J. Tellis(2004), “Going, going, gone: Cascades, diffusion, and turning points of the product life cycle”, *Marketing Science* 23(2):207–218.

- Govindarajan, V. & P. K. Kopalle(2006), “Disruptiveness of innovations: Measurement and an assessment of reliability and validity”, *Southern Medical Journal* 27(2):189—199.
- Griffin, A. et al(2014), “Serial innovators’ processes: How they overcome barriers to creating radical innovations”, *Industrial Marketing Management* 43(8):1362—1371.
- Guo, J. et al(2019), “Measurement framework for assessing disruptive innovations”, *Technological Forecasting and Social Change* 139(1):250—265.
- Hadjimanolis, A. (2003), “The barriers approach to innovation”, In: L. V. Shavinina(ed), *The International Handbook on Innovation*, Elsevier.
- Hall, B. H. et al(2008), “Evaluating the impact of technology development funds in emerging economies: Evidence from Latin America”, *European Journal of Development Research* 20(2):172—198.
- Hao, B. & Y. Feng(2016), “How networks influence radical innovation: The effects of heterogeneity of network ties and crowding out”, *Journal of Business & Industrial Marketing* 31(6):758—770.
- Haupt, R. et al(2007), “Patent indicators for the technology life cycle development”, *Research Policy* 36(3):387—398.
- Hekkert, M. P. et al(2007), “Functions of innovation systems: A new approach for analyzing technological change”, *Technological Forecasting and Social Change* 74(4):413—432.
- Hoegl, M. et al(2008), “Financial constraints in innovation projects: When is less more?”, *Research Policy* 37(8):1382—1391.
- Hözl, W. & J. Janger(2012), “Innovation barriers across firms and countries”, WIFO Working Paper, No. 426.
- Hottenrott, H. & C. Lopes-Bento(2014), “R&D collaboration and SMEs: The effectiveness of targeted public R&D support schemes”, *Research Policy* 43(6):1055—1066.
- Iammarino, S. et al(2009), “The perception of obstacles to innovation: Foreign multinationals and domestic firms in Italy”, *Revue d’économie industrielle* 125(1):75—104.
- Imai, K. I. & Y. Baba(1989), “Systemic innovation and cross-border networks”, International Seminar on the Contributions of Science and Technology to Economic Growth at OECD.
- Kaiser, U. (2002), “R&D spillovers and endogenous absorptive capacity”, *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 158(2):286—303.
- Karlsson C. et al(2006), “Relating entrepreneurship to economic growth”, In: B. Johansson et al(eds), *The Emerging Digital Economy: Entrepreneurship, Clusters and Policy*, Springer.
- Keupp, M. M. & O. Gassmann(2013), “Resource constraints as triggers of radical innovation: Longitudinal evidence from the manufacturing sector”, *Research Policy* 42(8):1457—1468.
- Kobarg, S. et al(2019), “More is not always better: Effects of collaboration breadth and depth on radical and incremental innovation performance at the project level”, *Research Policy* 48(1):1—10.
- Kocak, A. et al(2017), “Market, entrepreneurial, and technology orientations: Impact on innovation and firm performance”, *Management Decision* 55(2):248—270.
- Kotabe, M. et al(2017), “Examining the complementary effect of political networking capability with absorptive capacity on the innovative performance of emerging-market firms”, *Journal of Management* 43(4):1131—1156.
- Kotelnikov, V. (2000), *Radical Innovation Versus Incremental Innovation*, Harvard Business School Press.
- Lancker, J. V. et al(2016), “The organizational innovation system: A systemic framework for radical innovation at the organizational level”, *Technovation* 52(6):40—50.
- Laursen, K. & A. Salter(2006), “Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms”, *Strategic Management Journal* 27(2):131—150.
- Lee, K. & C. Lim(2001), “Technological regimes, catching-up and leapfrogging: Findings from the Korean industries”, *Research Policy* 30(3):459—483.
- Leifer, R. (2000), *Radical Innovation: How Mature Companies Can Outsmart Upstarts*, Harvard Business Review Press.
- Leonard-Barton, D. (1992), “Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development”, *Strategic Management Journal* 13(3):111—125.
- Lettl, C. et al(2006), “Users’ contributions to radical innovation: Evidence from four cases in the field of medical equipment technology”, *R&D Management* 36(3):251—272.

- Levinthal, D. A. & J. G. March(1993), "The myopia of learning", *Strategic Management Journal* 14(2):95—112.
- Lowik, S. et al(2017), "Antecedents and effects of individual absorptive capacity: A micro-foundational perspective on open innovation", *Journal of Knowledge Management* 21(6):1319—1341.
- Macher, J. T. & B. D. Richman(2004), "Organisational responses to discontinuous innovation: A case study approach", *International Journal of Innovation Management* 8(1):87—114.
- Madrid-Guijarro, A. et al(2009), "Barriers to innovation among Spanish manufacturing SMEs", *Journal of Small Business Management* 47(4):465—488.
- McCaffrey, M. (2018), "Extending the economic foundations of entrepreneurship research", *European Management Review* 15(2):191—199.
- Miner, A. S. et al(2001), "Organizational improvisation and learning: A field study", *Administrative Science Quarterly* 46(2):304—337.
- Mishina, Y. et al(2004), "Are more resources always better for growth? Resource stickiness in market and product expansion", *Strategic Management Journal* 25(12):1179—1197.
- Mohnen, P. & J. M. Rosa(2002), "Barriers to innovation in service industries in Canada", In: M. P. Feldman et al (eds), *Institutions and Systems in the Geography of Innovation*, Springer.
- Mokyr, J. (1991), "Evolutionary biology, technological change and economic history", *Bulletin of Economic Research* 43(2):127—149.
- Moreau, C. P. & D. W. Dahl(2005), "Designing the solution: The impact of constraints on consumers' creativity", *Journal of Consumer Research* 32(1):13—22.
- Nijssen, E. J. et al(2005), "Unraveling willingness to cannibalize: A closer look at the barrier to radical innovation", *Technovation* 25(12):1400—1409.
- O'Connor, G. C. & R. DeMartino(2006), "Organizing for radical innovation: An exploratory study of the structural aspects of RI management systems in large established firms", *Journal of Product Innovation Management* 23(6):475—497.
- Palmié, M. et al(2020), "The evolution of the financial technology ecosystem: An introduction and agenda for future research on disruptive innovations in ecosystems", *Technological Forecasting and Social Change* 151:1119779.
- Partanen, J. et al(2014), "Innovation types and network relationships", *Entrepreneurship Theory and Practice* 38(5):1027—1055.
- Pironti, M. et al(2010), "Enterprise clusters triggered by radical innovation: A modelistic approach", *Euromed Journal of Business* 5(2):232—251.
- Prahalad, C. K. & G. Hamel(1994), "Strategy as a field of study: Why search for a new paradigm?", *Strategic Management Journal* 15(2):5—16.
- Raffaelli, R. L. et al(2019), "Frame flexibility: The role of cognitive and emotional framing in innovation adoption by incumbent firms", *Southern Medical Journal* 40(7):1013—1039.
- Ritala, P. & L. M. Sainio(2014), "Coopetition for radical innovation: Technology, market and business-model perspectives", *Technology Analysis & Strategic Management* 26(2):155—169.
- Ritala, P. & P. Hurmelinna-Laukkanen(2013), "Incremental and radical innovation in coopetition: The role of absorptive capacity and appropriability", *Journal of Product Innovation Management* 30(1):154—169.
- Rosenkopf, L. & A. Nerkar(2001), "Beyond local search: Boundary-spanning, exploration, and impact in the optical disk industry", *Southern Medical Journal* 22(4):287—306.
- Roy, S. K. et al(2018), "Customer engagement behaviors: The role of service convenience, fairness and quality", *Journal of Retailing and Consumer Services* 44(9):293—304.
- Ruan, Y. et al(2014), "Government's role in disruptive innovation and industry emergence: The case of the electric bike in China", *Technovation* 34(12):785—796.
- Rycroft, R. W. & D. E. Kash(1994), "Complex technology and community: Implications for policy and social science", *Research Policy* 23(6):613—626.
- Sahal, D. (1985), "Technological guideposts and innovation avenues", *Research Policy* 14(2):61—82.
- Salomo, S. et al(2007), "Research on corporate radical innovation systems: A dynamic capabilities perspective: An introduction", *Journal of Engineering and Technology* 24(1):1—10.

- Sandberg, B. & L. Aarikka-Stenroos(2014), "What makes it so difficult? A systematic review on barriers to radical innovation", *Industrial Marketing Management* 43(8):1293—1305.
- Schilling, M. A. (2013), *Strategic Management of Technological Innovation*, McGraw-Hill.
- Schot, J. & W. E. Steinmueller(2018), "Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change", *Research Policy* 47(9):1554—1567.
- Schumpeter, J. A. (1912), *The Fundamental Phenomenon of Economic Development*, Harvard University Press.
- Sirmon, D. G. et al(2007), "Managing firm resources in dynamic environments to create value: Looking inside the black box", *Academy of Management Review* 32(1):273—292.
- Sood, A. & G. J. Tellis(2005), "Technological evolution and radical innovation", *Journal of Marketing* 69(3):152—168.
- Squicciarini, M. et al(2013), "Measuring patent quality: Indicators of technological and economic value", OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 3.
- Stevenson, H. H. & J. C. Jarillo(1990), "A paradigm of entrepreneurship: Entrepreneurial management", *Strategic Management Journal* 11(5):17—27.
- Stringer, R. (2000), "How to manage radical innovation", *California Management Review* 42(4): 70—88.
- Troilo, G. et al(2014), "More innovation with less? A strategic contingency view of slack resources, information search, and radical innovation", *Journal of Product Innovation Management* 31(2):259—277.
- Utterback, J. (1994), *Mastering the Dynamics of Innovation: How Companies Can Seize Opportunities in the Face of Technological Change*, Harvard Business School Press.
- Walshok, M. et al(2014), "Transnational innovation networks aren't all created equal: Towards a classification system", *Journal of Technology Transfer* 39(3):345—357.
- Wassmer, U. et al(2012), "Network resource stocks and flows: How do alliance portfolios affect the value of new alliance formations?", *Strategic Management Journal* 33(7):871—883.
- Zang, J. et al(2014), "How open search strategies align with firms' radical and incremental innovation: Evidence from China", *Technology Analysis & Strategic Management* 26(7):781—795.
- Zhang, Y. et al(2017), "An entropy-based indicator system for measuring the potential of patents in technological innovation: Rejecting moderation", *Scientometrics* 111(3):1925—1946.
- Zhou, K. Z. & C. B. Li(2012), "How knowledge affects radical innovation: Knowledge base, market knowledge acquisition, and internal knowledge sharing", *Strategic Management Journal* 33(9):1090—1102.

Research Progress on Breakthrough Innovations

ZHUANG Ziyin JIA Hongjing XIAO Chuanhuan
(Wuhan University, Wuhan, China)

Abstract: The key and core technology is one country's powerful competitive weapon. In order to deal with the bottlenecks in the key and core technology field for China, the only way out is to develop innovation capabilities on breakthrough innovations. Therefore, issues related to breakthrough innovations have been important research topics. Unfortunately, the research results of domestic and foreign scholars have not yet provided a scientific and effective theoretical framework for the formulation of incentive policies for breakthrough innovations. In this article, we systematically review the related research progress from four main dimensions: the concept, connotation and measurement of breakthrough innovations, evolution characteristics and barriers of breakthrough innovations, the formation mechanism of breakthrough innovations, and the influence of innovation policy and system on breakthrough innovations. On the basis of summarizing the contributions and deficiencies of the existing literature, this paper derives corresponding policy implications and proposes potential future research directions.

Keywords: Key and Core Technology; Breakthrough Innovations; Innovation Policy; Innovation Capability

(责任编辑:刘新波)

(校对:刘洪愧)