

熊彼特的遗产*

——创新研究中颠覆式和组合式创新的思想溯源

李林倬 赵南南

提要: 尽管社会发展日益依赖科技创新,但理解创新如何产生仍然是复杂的难题。本文追溯当前关于创新生成的两大理论范式,即颠覆式创新和组合式创新近百年的认识论演变,来揭示打开创新过程黑箱、探索创新内生机制的尝试。研究表明,这两种范式都源于熊彼特的理论,但逐步形成了独立的理论框架;两种理论框架对我国科研政策和创新政策实践都具有新的意义;未来的创新研究仍需坚持对创新内生机制的重视。

关键词: 创新生成 颠覆式创新 组合式创新 科学社会学

一、引言

尽管未来社会的发展显然更依赖科技创新,但何为创新、创新如何产生、能否在创新还未被广泛认可前(而非数十年后)就识别出它们,这些问题却不易回答。相比其他社会过程,创新在认识论上具有更大的不稳定性(Cao et al., 2022)。一项成果一旦被广泛接受,便不再具有创新性,这为理解和刻画创新过程带来了很大挑战。可以说,理解创新的难度丝毫不亚于为艺术品等独特性商品定价的难度(Karpik, 2010)。同时,这一问题不仅关乎学术旨趣,也牵涉各国创新政策制定和科研评估的现实需求,对重视科技发展的国家尤其重要。近期,笔者就从多个国内高校的创新评估中心了解到对仅基于影响因子等指标评价创新成果的质疑,以及对如何能更好地衡量创新的困惑。随着国家的科研政策日益依赖对创新本身的认识,认识论问题的重要性日渐凸显。要回答好这一问题,显然无法离开对创新产生过程的理解。如何破解“创新迷思”、打开黑箱、更好地理解创新产生的机制,已然成为社会科学领域的重要议题。

* 特别感谢匿名评审人的建设性意见,文责自负。

有鉴于此,本文试图重新梳理近百年来的创新理论,刻画过往学者对“创新如何产生”这一经典议题的主要认识论轨迹。尽管目前不乏关于创新理论讨论,但许多研究仍主要采取“黑箱”视角,即着重考察采取一定方式的外部输入(如人力资本、研发投入)或输入本身关联的特征(如环境因素、组织结构)如何对应一定量的创新输出。这种视角具备一定的合理性,也是人们对创新模式缺乏深入了解时采取的惯常分析方式。但正如韦伯在分析宗教发展时意识到的宗教的自主性一样,创新产生本身也具有其内生的自主性逻辑。理解这种自主性逻辑显然无法仅仅依靠“输入—输出”分析,而需要把“黑箱”打开,把“过程”和“结构”带回来。遗憾的是,真正关注“打开黑箱”的文献要么视野过于局限,要么泛泛而谈,缺乏焦点和穿透力。因此,本文试图从认知视角出发,对创新理论和创新研究学术史进行分析提炼,特别是通过追溯创新理论的两大主要范式,即颠覆式创新和组合式创新理论的发展脉络来弥补这一缺憾。为了更有针对性,本文的分析锁定了创新研究的核心人物约瑟夫·熊彼特(Joseph A. Schumpeter),围绕他来组织理论回顾。尽管这不可避免地会给其他重要人物,如同时期的艾勃特·佩森·厄舍(Abbott Payson Usher)留下较少空间,但这样的权衡在几方面都是有益的。第一,熊彼特堪称最杰出的关于创新议题的理论家,其影响在最近几十年不断增长,因此仅关注他及其追随者实际就涵盖了诸多相关讨论。事实上,当前关于创新的两种主要认知范式(颠覆式创新和组合式创新理论)的相关文献都几乎自认与熊彼特密切相关。第二,更重要的是,以熊彼特为中心的梳理为浩如烟海的创新研究提供了一个基线框架(baseline model),从而能更有效地定位其他相关研究。有了这一参照,我们可以更好理清当前创新理论复杂而混乱的现状,反思不同理论范式各自的局限,为更好解答创新如何产生的问题提供些许价值。

本文下面的分析将追溯近百年来的创新研究,从颠覆式创新和组合式创新这两种理论范式的概念发展和微观变化对创新如何产生这个问题进行梳理,^①以揭示当前创新认识论的来龙去脉。这些分析不仅有助于从认知视角更好地理解当前创新研究焦点背后的特征,也有助于明晰未来科学创新研究中可能的重要议题。此外,历史上的创新可以仅仅起源于好奇心或者数学家对于神学家权威的反叛,但今天的大科学时代已经承载了过去数百年的成功积累,创新早已不

^① 从文献来源看,本文的回顾涵盖了近百年来涉及颠覆式创新和组合式创新的书籍、实证研究和综述类文章。既有文献浩如烟海,因此本文在回顾时做了一定筛选,所覆盖的文献主要集中于刊登在高质量期刊且引用量达到前1%的文章,本文基于这些文献所引用的文献做了进一步的检索和整理。

能单靠这些力量继续推动。如何能够持续地产生创新是当下科学界密切关心的问题。希望本文的认识论回顾能够对分析和回应大科学时代中国创新政策面临的问题和挑战有所启示。

二、熊彼特关于组合式和颠覆式创新的思想

众所周知,熊彼特的经济社会理论继承了马克思对创新的重视,挑战了新古典主义的静态均衡论,将创新放在了经济中最重要的位置。然而,从20世纪30、40年代开始,凯恩斯主义经济学因对危机的解释和处理能力及更强的政策性而更被重视。因此,关于创新在宏观经济发展过程中的核心作用的想法一度并未对经济思想的发展产生显著影响(Castellaci et al., 2005)。在熊彼特去世后,其创新思想却越来越被重视,尤其是从20世纪末21世纪初以来,熊彼特著作的引用率逐渐反超凯恩斯,他的“创造性破坏”概念成为被广泛使用的隐喻(McCraw, 2007: 504)。熊彼特的理论在世界范围内快速传播和渗透,国内学者也对其创新理论有过诸多介绍与研究(周长城、吴淑凤, 2001; 钟春平、徐长生, 2005; 严成樑、龚六堂, 2009; 代明等, 2012; 方时姣, 2014; 柳卸林等, 2017)。

然而,较少被提及的是熊彼特创新理论的继承者们发展出了两种截然不同的认知视角:组合式创新和颠覆式创新。这两种视角虽有分化,但都继承了熊彼特的思想内核。熊彼特认为创新内生地来自新要素组合,因此把创新理解为一种新组合过程。同时,熊彼特也提出,“勇敢的企业家”的创新是与过去既有结构和模式的斗争。企业家不仅为了通过发明而获得利润,而且为了征服过去的旧工业王国,在同样的地方建立新工业王国,即便这必然导致对现有生产模式的破坏(Schumpeter, 2021)。这也为颠覆式创新的视角提供了基础。如果说“组合式创新”是熊彼特“生产要素的重新组合”(Schumpeter, 2021)的拓展,那么“颠覆式创新”则是熊彼特“创造性破坏”(Schumpeter, 2003)的延伸。

我们暂时搁置两种思想自身的差异回到起初的讨论,可以发现熊彼特的创新生成理论根植于他对经济系统自身内在演变的理解,是一个高度统一的框架。他一方面并不否定一般均衡过程在经济中的存在,另一方面与马克思类似,认为资本主义经济生产本质是一个内生驱动的进化过程,“不会也永远不可能一直保持均衡”(Schumpeter, 2003: 82)。他特别区分了经济发展和经济增长的内在差异。他认为真正的价值来自发展而不是增长,企业之间通过新产品取代旧产

品的竞争比单纯的产品之间的价格竞争和市场份额竞争更为关键。因此,产品本身不再是生产的重点,“生产”这一过程需要被重新概念化。沿着这样一种分析逻辑,熊彼特提出通过“组合”这一较为中性的概念来重新定义生产和创新。他认为生产在物理意义上并不创造任何东西,每种生产方法都意味着某种明确的组合,不同的生产方法只能通过组合的方式来区分(Schumpeter,2021)。熊彼特进一步勾勒出了一个层级化的生产概念。他认为,产品变为成熟的消费品的过程是通过把劳动力和土地不断跟各种物品组合来完成的,而经济价值就蕴藏在独特的组合之中(Schumpeter,2021)。

与此同时,关于颠覆式创新的思想可见于熊彼特著作(Schumpeter,2003)中对“创造性破坏”的阐述。既有研究对创造性破坏的思想有很多论述,这里不再赘述。但需要强调一个容易被忽视的地方,即熊彼特并不把颠覆式的创新看作是偶发、非预期、不固定的事件。相反,他认为在宏观层面的颠覆式创新是一种常规、可预期的过程。人们关于此类创新是少数和偶发的印象仅仅是因为这种过程周期往往较长,在时间上显得不那么连贯。也正因为如此,熊彼特对于颠覆式创新带来的超额利润以及附带的大企业垄断现象并不那么担忧。

尽管颠覆式创新和组合式创新这两种思想的着眼点不同,但在熊彼特那里两种创新都是常规、内生、有规律的过程。两种思想在逻辑上相互支撑,都提供了对价格、信贷、组织形式、商业周期等基本经济问题的分析基础。创造性破坏所对应的那种持续的新技术、新产品、新组织方式的产生就意味着层级化生产中的更新和重组。这两种思想都强调创新之间并非相互孤立,而是互有内在关联。可以说,“重组”和“颠覆”在熊彼特的思想里面虽不能完全等同,但确乎是一个硬币的两面。熊彼特认为,变革主要是由生产驱动,通常是“生产者”引发经济变革(Schumpeter,2021)，“重组”和“颠覆”都是主要针对生产环节。

具体来说,在定义了生产之后,熊彼特进一步定义了什么是(生产方式的)“新组合”,把组合过程中那些微小的改进和变化跟相对不连续的变化做了区分。尽管两种变化都可能带来一些经济增长,但只有后者被认为是“新”的。这些不连续的变化主要包含了后人常提到的五种类型:一是新产品,即消费者尚未熟悉的产品;二是新生产方法,即在相关制造业领域尚未经过实践测试的方法;三是新市场,即某个国家的特定制造业进入之前未涉足的市场;四是新材料或半成品供应来源;五是新组织,例如创建垄断地位或打破垄断地位的组织形式(Schumpeter,2021)。这五种新组合之间存在相互联系。比如,实现新组合的组织就是企业,实现新组合的人就是企业家,生产新产品的往往是新企业,而不是

过去处于支配地位的企业,这就意味着生产层面的新组合会直接跟环境层面的竞争关联起来。在此假设下,新组合直接意味着对旧的生产者和公司的淘汰和替代,也就意味着颠覆式创新的发生,二者是一体两面的关系。可以说,尽管熊彼特的创新生成理论还只是提供了一个框架性的内生性创新视角,但已经具有很强的打开黑箱的理论暗示。在熊彼特看来,创新是可以直接加以形式化分析的过程。尽管熊彼特由于时代限制主要关心的是生产过程,但他对更广泛的“知识过程”的分析亦初显端倪。下面,本文将探讨在熊彼特理论上发展出的两种认知视角如何深化了对内生性创新概念的理解。

三、两种理论范式的分流

(一) 颠覆式创新:概念迭代和突变

为了更清晰地展现颠覆式创新理论的相关变化,我们粗略划分了四个阶段,并对每个阶段的相关经验研究主题、主要研究者和代表研究、创新的认识论特征做了概括(如表1所示)。

表1 颠覆式创新概念的发展阶段与特征

| 阶段 | 主题 | 主要学者及研究举例 | 特点 |
|---------------------|-----------------------------------|--|--|
| 阶段一 (1940—1959年) | 战后经济发展 | 都留重人(Tsuru,1941) 拉尼斯(Ranis,1957) | 聚焦于对经济周期及战后经济发展的宏观研究,分析周期上升阶段由哪些破坏性创新驱动。 |
| 阶段二 (1960—1990年) | 技术变革,工业、行业创新,通用目标技术(GPTs),商业、组织创新 | 伊诺斯(Enos,1962) 尼尔森和温特(Nelson & Winter,1982) 阿伯内西和厄特巴克(Abernathy & Utterback,1978) 阿伯内西和克拉克(Abernathy & Clark,1985) 图什曼和安德森(Tushman & Anderson,1986) 亨德森和克拉克(Henderson & Clark,1990) 克里斯坦森(2010) 弗里曼(Freeman,1987,1994) 利普西等人(Lipsey et al.,2005) | 认识论发生转变,即从生产过程的激进变化来定义创新转变为从对外部环境的影响来定义创新。 |

续表 1

| 阶段 | 主题 | 主要学者及研究举例 | 特点 |
|----------------------|---------------------------|---|-----------------------------|
| 阶段三 (1991—2010 年) | 大学商业化、大学 专利 | 特雷滕伯格等人(Trajtenberg et al.,1997) 亨德森等人(Henderson et al.,1998) 莫厄里等人(Mowery et al.,2001) 欧文-史密斯和鲍威尔(Owen-Smith & Powell,2003) | 聚焦于大学商业化研究,形成新的概念图式。 |
| 阶段四 (2011 年至今) | 基于颠覆式创新范 式的大规模数据 研究 | 芬克和欧文-史密斯(Funk & Owen-Smith,2016) 吴令飞等人(Wu et al.,2019) 莱希等人(Leahey et al.,2023) 帕克等人(Park et al.,2023) | 开发对于颠覆性的测量方法,对科学成果的颠覆性进行研究。 |

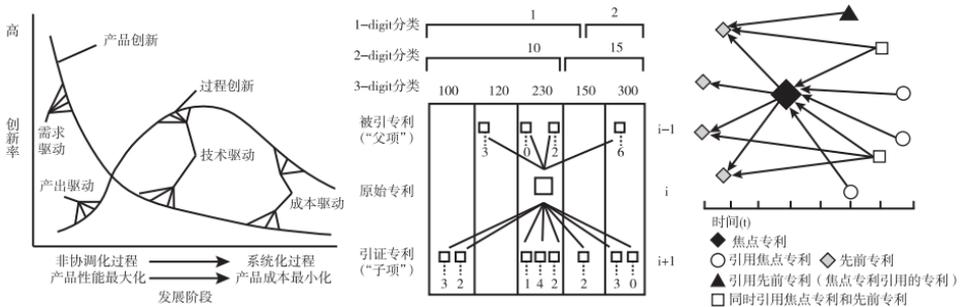
20 世纪 40、50 年代,延续熊彼特创新理论的经验研究主要关注战后经济发展。比如,有学者在熊彼特经济周期理论的指导下对日本 1868 年至 1893 年之间的经济波动进行了批判性的分析(Tsuru,1941)。也有学者借鉴熊彼特的“适应性”和“创造性”反应这两个不同的概念,验证了日本生产过程中劳动与资本之间的弹性变化(Ranis,1957)。在此阶段,借鉴熊彼特创新理论的研究工作主要聚焦于宏观经济结构层面,对于什么是创新以及创新生成的“黑箱”没有开展太多的讨论。

自 20 世纪 60 年代起,随着行业创新和技术变革的实证研究日益丰富,学者们开始重新审视创新生成理论。伊诺斯(John L. Enos)关于石油精炼行业的研究颇具代表性(Enos,1962)。他认为熊彼特对创新者和模仿者的区分过于绝对,这一区分暗含着后者对技术变革的贡献微乎其微的观点。相反,他发现后续积累性的逐步技术改善也能明显提升生产力。于是伊诺斯将技术进步划分为两个阶段,即 α 阶段和 β 阶段。“ α 阶段包括发明及在实验室和试点运营中的后续发展…… β 阶段则主要是对创新的改进:构建更大的生产装置以充分利用规模经济,其他产业采纳辅助性的先进技术,提高操作技能或专业知识”(Enos,1962:317)。伊诺斯认为 α 阶段与熊彼特的“创新”非常相似,但技术进步的 β 阶段与 α 阶段一样重要,特别是在高度技术化的行业中,熟练和积累性的进步也可以帮助企业获得相当大的优势(Enos,1962)。换言之,他认为累积性改进也产生创新,而这恰恰被熊彼特忽视了。这一观点拓展了熊彼特对创新的原初理解。

随后,“突破”和“改进”这对概念在“产品创新”和“过程创新”研究中得以延续。厄特巴克(James M. Utterback)和阿伯内西(William J. Abernathy)完善了

过程创新与产品创新的动态模型,分析了产品创新(熊彼特原初意义上的创新)如何过渡到过程创新(渐进式创新),以探讨企业在不同阶段如何选取特定的创新类型来实现收益最大化(Utterback & Abernathy,1975)。图1中的左图表达了他们的创新理论图式,这一理论图式后续又被进一步完善。阿伯内西等认为产品创新比较困难,过程创新比较容易且更易被接受(Abernathy & Utterback, 1978)。至此,不仅创新的意涵拓展到了熊彼特未曾在意的渐进式创新,而且渐进式创新也被融入了生产理论的统一框架中。

从20世纪80年代开始,对创新生成和创新意涵的理解发生了重要的转变。人们开始从竞争关系来理解创新。在这一视角下,如何改变和影响竞争优势成为创新的主要特征。这种对竞争的重视恰好与社会学理论中种群生态概念的兴起同步。阿伯内西和克拉克(Kim B. Clark)曾指出,早期研究虽然开始探讨创新对竞争环境的塑造作用,但并未形成一个完整的概念框架或模式,对于公共政策制定者提供的指导也很少(Abernathy & Clark,1985)。有鉴于此,他们重新发展了一个描述性框架。该框架基于“转换能力”(transilience,即创新影响已建立的生产和营销系统的能力)这一概念对创新进行分类,进而分析不同创新在竞争中所扮演的不同角色。在这个框架中,探讨创新如何影响竞争需要一定的标准,即需要对竞争进行操作化,以明确创新影响竞争的哪些方面。因此,他们在分析竞争优势如何被影响的时候,确定了四种不同的创新类型模式,即架构创新(architectural innovation)、利基创新(niche innovation)、常规创新(regular innovation)和革命性创新(revolutionary innovation)。这一框架强调了创新对企业竞争能力的影响结果,即有些创新会破坏竞争能力和使既有的能力过时,而其他创新则会改进和提升既有的能力。



资料来源:左、中、右三图分别根据三篇文献(Utterback & Abernathy,1975:645;Trajtenberg et al., 1997:25;Funk & Owen-Smith,2016:4)重制。

图1 颠覆式创新的概念图式变化

图什曼(Michael L. Tushman)和安德森(Philip Anderson)延续了阿伯内西和克拉克以竞争能力变化为关注点的分析思路,研究了技术的内在关联以及技术导致的不连续性(Tushman & Anderson, 1986)。他们基于阿伯内西和克拉克提出的创新对竞争的破坏性和增强性影响维度,以及德国经济学家格哈德·门施(Gerhard Mensch)关于不连续性的思想,进一步探讨了增强性断裂与破坏性断裂对环境的影响。对于能力增强性创新与能力破坏性创新的这一划分奠定了后续大部分相关讨论的基调。例如,亨德森(Rebecca M. Henderson)和克拉克关于“架构创新”的讨论(Henderson & Clark, 1990)、克里斯坦森(Clayton M. Christensen)的“颠覆性技术”概念都与这一划分密切相关(克里斯坦森, 2010)。

在这种新视角下,一个重要的创新概念被提了出来,即通用目标技术(General Purpose Technologies, 简称 GPT)。弗里曼(Christopher Freeman)的技术经济范式理论(technoeconomic paradigms)较早体现了这一想法(Freeman, 1987)。他试图超越格哈德·门施对增量式(渐进式)和基础性(激进性)创新的区分,定义了第三种创新——“技术革命”。技术革命的一个重要特征是,它必须在“整个经济中产生普遍影响,不仅导致新的产品和服务的出现,而且通过改变整个系统中的投入成本结构和生产分配条件来影响经济的每个其他领域”(Freeman, 1987:299)。技术革命这一概念后来在利普西(Richard G. Lipsey)等人的理论中发展成了通用目标技术(Lipsey et al., 2005)。利普西等人挖掘了创新的“通用性”维度,将通用目标技术定义为“一种‘单一通用技术’(a single generic technology),在其整个生命周期内都有持续的广泛影响”(Lipsey et al., 2005:98)。对社会经济结构产生重大影响的往往也是通用目标技术,一个典型的例子就是蒸汽机。通用目标技术这一概念继承了熊彼特对生产“层级”的理解。布雷斯纳汉和特雷滕伯格(Bresnahan & Trajtenberg, 1995:84-88)也注意到通用目标技术在知识空间中的特征。他们认为,通用目标技术往往在知识空间中对某种通用概念,比如蒸汽机对应于连续旋转运动(continuous rotary motion),集成电路对应于晶体管化的二进制逻辑(transistorized binary logic)。尽管技术具有领域特异性,要推广出去需要大量的额外努力和创造力,但是这些通用概念本身却直接联系着更广泛的领域。形象地说,它们到知识空间中的其他概念都很“近”,是层级更高的概念。相应地,这类通用技术和通用概念也并非无处不在,而是每个时代都会出现在知识空间中的某个特定位置(locus)。知识技术空间并不像之前经济学家想象的那样是“平”的,而是弯曲的。因此,抛开具体的技术形式,找到知识空间中到其他知识距离较近的那些位置,才能够更好

地理解通用目标技术的生成逻辑。在这一框架下,人类技术知识被图示化为一棵树,树根为“通用目标技术”,然后从少量的树根分出依赖它的其他技术以及更进一步依赖这些技术的的技术。新的通用目标技术会取代旧树根,并影响其上所有分支。这跟库恩在《科学革命的结构》中所讨论的范式(paradigm)有很多相似之处。

随后,专利研究继续推动了通用目标技术理论。20世纪80、90年代,大学研究在推动经济增长方面的作用得到了重新关注。在政策推动下,尤其是美国贝一多尔夫法案(Bayh-Dole Act)颁布后,一方面大学专利申请数量激增,另一方面大学也面临成果转化的压力。在美国国家经济研究局引入专利引用数据以后,一些以往研究工业创新和技术变革的学者都纷纷开始研究大学专利在商业化中的变化。亨德森等人借鉴了以往专利研究中的专利引用影响力测量指标,比如基础性和适应性、重要性和一般性(Trajtenberg, 1990; Trajtenberg et al., 1997),发现20世纪80年代中期之前大学专利被引较多,且被更多样的专利引用,但后来大学与公司间的这种差异消失,大学专利的影响力在下降。针对这种现象,他们提出了两种可能的解释,一种是新进入者申请专利的经验不足,一种是大学的目标发生了转变,“产学研结合”可能导致大学不再以基础研究为导向(Henderson et al., 1998)。沿着这个问题继续探索,后续学者如莫厄里(David C. Mowery)等人发现大学并未改变其研究传统,即并未从基础研究转向应用研究,从而支持了新进入者专利申请经验不足的解释(Mowery et al., 2001)。莫厄里与其合作者(Mowery & Zeidonis, 2002)继续通过对有经验和无经验的大学专利申请者进行研究,也发现大学专利影响力的整体下降主要是由新进入者而不是目标转变所导致的。虽然新进入者缺乏经验,但是这些新进入者会通过不断的学习进行积累,进而逐渐提升专利影响力。欧文-史密斯(Jason Owen-Smith)和鲍威尔(Walter W. Powell)接着研究了大学作为新进入者的学习积累所依赖的具体机制,即商业参与能够帮助大学提升专利申请经验和能力,并通过学术和商业领域奖励制度的融合实现累积优势(Owen-Smith & Powell, 2003)。

在通用性的概念框架下,大学专利商业化的分析催生了微观层面上颠覆式创新的早期概念(如图1中间的图所示)。特雷滕伯格(Manuel Trajtenberg)等人试图区分创新过程的异质性,认为在技术变革经济学中异质性有两个显著的来源,即“基础性”(basicness)和“适应性”(appropriability),并指出对创新过程的很大一部分理论理解都建立在这两个概念及其联系的猜想上。其中,“基础性”指的是创新的基本特征,如独创性、与科学的紧密性、广度等,这些特征影响了从

事研发的激励和研究项目的选择。“适应性”是指发明家从自己的创新中获得利益的能力。于是,他们构建了两套相应的衡量标准:“向后看”(backward-looking)的衡量标准源自给定专利与其之前知识体系(即其前因)之间的关系;“向前看”(forward-looking)的衡量标准则源自专利与随后建立在其基础上的技术发展(即其后裔)之间的关系。基于这两套标准,他们进一步考察专利的“重要性”和“一般性”等指标(Trajtenberg et al.,1997:20-24)。这些指标的测量逻辑如图1中间的图所示。颠覆式创新可以通过对基础性和重要性这类基于影响力的指标来观测到。图1中间的图可以认为是对通用目标技术图式(Bresnahan & Trajtenberg,1995:87)的一个拓展。在后续研究中,霍尔(Bronwyn H. Hall)和特雷滕伯格通过专利数据提出了通用目标技术的四个操作性特征,即专利会被不同领域引用,显示广泛适用性;专利在技术领域内被大量引用,显示累积趋势;引用技术的活动随相关商品创新快速增加;以及通用目标技术传播时间长,相关专利引用滞后。同时,他们也提出了一些衡量这些特征的具体指标,如通用性指数、引用专利的通用性、平均引用滞后期等(Hall & Trajtenberg,2004)。

随着微观测量的深入,研究者逐渐认识到影响力(impact)和颠覆性(disruption)之间的微妙区别,即新技术和产品的影响力大并不等于颠覆性强,而这种差异在过去一直被忽视。为了区分这一差异,学者们开始构建颠覆性指标。拉塞尔·芬克(Russell J. Funk)和欧文-史密斯提出了颠覆性的指标和测量方法,从网络的角度理解技术创新的性质(Funk & Owen-Smith,2016)。这一指标捕捉了影响力所没有涵盖的信息,区分了商业化和非商业化高校的科学成果,即商业化的高校倾向于产出巩固现有技术的成果,非商业化的高校倾向于产出颠覆现有技术的变革性成果,从而有效回应了关于高校商业化的争论。随后不久,颠覆性测量被引入到科学学中来衡量科学知识中的颠覆式创新。例如,吴令飞等人运用颠覆性的指标研究了团队规模与其研究成果颠覆性之间的关系(Wu et al.,2019);帕克(Michael Park)等人借鉴颠覆性创新的图式,更系统地研究了创新活动的放缓现象,发现现有科学论文的颠覆性在下降(Park et al.,2023)。莱希(Erin Leahey)等人以此为基础探讨了什么类型(结果、理论、方法)的新颖性对科学最具有破坏性影响(Leahey et al.,2023)。尽管这些尝试都还有待进一步深入,但它们已经为更严肃的分析打开了大门。

综上所述,颠覆式创新理论的发展脉络展示了人们对创新生成的理解从关注生产过程转向关注外部技术结构。技术间的层级依赖关系被突出强调,通用性维度也得以产生。通用目标技术概念将知识的层级性确立为颠覆式创新的主

要维度。创新的产生不再源于新要素的组合,而是源于跨越树梢取代层级更高的知识。

(二)组合式创新:创新理论中的“睡美人”

相较之下,组合式创新的思想一度不被重视。起初,在相当长的时间里只有朱克斯(John Jewkes)等个别学者延续了对组合式创新的讨论(Jewkes,1969)。这种情况一直持续到20世纪90年代内生增长理论重新尝试打开经济增长的黑箱为止。组合式创新的思想发展可粗略划分为三个阶段,如表2所示。

表2 组合式创新概念的发展阶段与特征

| 阶段 | 主题 | 主要学者及研究举例 | 特点 |
|---------------------|-------------------------|---|-------------------|
| 阶段一 (1940—1989年) | 宏观创新 | 朱克斯(Jewkes,1969) | 讨论较少 |
| 阶段二 (1990—2009年) | 内生增长模型 组织创新 搜索与重组 | 罗默(Romer,1994) 韦茨曼(Weitzman,1998) 安德烈和科古特(Zander & Kogut,1995) 哈加顿(Hargadon,2002) 加鲁尼克和罗丹(Galunic & Rodan,1998) 加维蒂和莱文塔尔(Gavetti & Levinthal,2000) 弗莱明(Fleming,2001) 弗莱明和索伦森(Fleming & Sorenson,2004) 阿瑟(Arthur,2009) | 来源多样, 缺乏微观概念图式 |
| 阶段三 (2010年至今) | 科学学的组合新颖性研究 | 席林与格林(Schilling & Green,2011) 乌兹等人(Uzzi et al.,2013) 莱希和穆迪(Leahey & Moody,2014) 李宥娜等人(Lee et al.,2015) 石峰和埃文斯(Shi & Evans,2023) | 延续重组搜索概念 |

如前文所述,熊彼特早在他的《经济发展理论》中就阐述了组合式创新的思想,但这一概念的发展曾经几乎停滞。虽然索罗模型等早期模型认识到技术进步是增长的动力,但创新仍被视为外生参数(Weitzman,1996)。直到内生增长理论开始将新技术、新产品视为经济发展的内生因素,组合式创新的问题才重新浮出水面。

从20世纪90年代初期开始,一些内生增长模型开始明确允许引入关于新产品的分析,但这些早期的对于内生增长的相关讨论并没有实质性地打开技术的黑箱(Lipsey et al.,2005)。对于新产品如何产生这个问题,罗默(Paul M. Romer)也直

到 20 世纪 90 年代以后的研究中才逐渐意识到要通过熊彼特关于组合式的想法来重新理解。罗默不同于熊彼特之处在于,他明确指出组合能够带来无尽的潜在技术增长(Romer,1994),尽管很多配置是无效的,但其中一些重新排列的配置会比单个元素本身更有价值。继罗默之后,韦茨曼(Martin L. Weitzman)也提出关于组合式创新的想法,试图为内生增长模型的知识生产函数提供微观基础(Weitzman,1998)。韦茨曼认为,新知识的产生并不能类比为在新池塘捕捞或发现新油田的过程,也不能简单将新想法视为其他东西的函数。新的想法是从现有的想法中产生出来的,这种过程更接近一种“累积性的互动过程,一种模式匹配或组合的内生过程”(Weitzman,1998:332)。具体而言,韦茨曼通过农业研究站开发培育新品种的过程来类比新知识的生产。在此过程中,新品种的培育依赖对各类特殊植物品种的杂交。该过程持续迭代多个时期,每个时期都会重复这一杂交过程,研究者得以将新品种加入现有的品种库中用于下一轮的新品培育。因此,创新是一个往现有种类中添加新品种,不断累积、组合、递归的过程(Weitzman,1998)。韦茨曼把这种新想法的产生叫作“重组创新”(Weitzman,1998:333)。

同时,组织学和管理学的学者也开始从组织能力、知识、资源、信息、技能的组合等方面来理解创新(Zander & Kogut,1995),认为企业是专门从事知识传递和重新组合的组织,组织内部的技能传递和重新组合是企业创新的重要基础。

沿着同一思路,一些学者强调创新是对某领域的产品跟该产品不容易出现的领域进行跨领域的“非典型”组合。比如哈加顿(Andrew B. Hargadon)提出了“知识中介”或“技术中介”模型,解释了组织如何通过将已知领域的知识应用到新领域中来不断进行创新。他基于对加利福尼亚某个产品开发公司的民族志研究发现,该公司在与客户的合作中充当技术中介,将一些解决方案引入那些尚未了解这些方案的领域,并在此过程中创造出不同行业现有知识的原创组合(Hargadon,2002)。同时期的另一些学者认为,即使创新是一种基于现有知识的组合,现有知识也并非可以直接获取,而是需要通过搜索才能得到(Gavetti & Levinthal,2000)。卡蒂拉(Riitta Katila)和阿胡贾(Gautam Ahuja)通过理解搜索的特征来理解组合式创新的产生,提出了两个搜索的维度:一是搜索深度,即企业能多频繁地重复使用其现有知识;二是搜索范围,即企业能多广泛地探索新知识,并认为搜索范围的作用更明显(Katila & Ahuja,2002)。有类似想法的还有弗莱明(Lee Fleming),他提出创新源于发明家对不熟悉的组件和组件组合进行搜索的过程(Fleming,2001),也提出科学改变了发明家的搜索方式,使科学家能够更直接地找到有用的组合(Fleming & Sorenson,2004)。

阿瑟(W. Brian Arthur)对组合式创新的认识做了进一步推进。与把元素直接进行组合的观点不同,阿瑟提出的是“递归组合”和“模块化”的概念。他认为,模块化将元素按照功能进行划分,因此通过模块化的组合能够简化创新的过程,从而递归式地产生创新(Arthur,2009)。

进入21世纪,沿着搜索这一视角,科学学领域的大量实证研究也开始运用组合式创新的想法来研究知识创新。席林(Melissa A. Schilling)与格林(Elad Green)基于重组搜索研究探讨了不同类型的新想法,即突破性想法与渐进性想法的搜索过程之间是否存在系统性差异,并提出知识空间中非典型联系(atypical connections)的概念。他们通过比较社会科学领域有影响力的论文与同期且同刊中随机匹配的文章发现,搜索范围、深度以及不同领域之间的非典型联系显著增加了论文的影响力(Schilling & Green,2011)。紧随其后,乌兹(Brian Uzzi)等基于同样的组合式思想提出了组合新颖性的测量指标,并发现传统组合和非典型组合(创新)之间的平衡对影响力很重要(Uzzi et al.,2013)。后续很多研究基本采用了类似的组合新颖性概念,如对科学内部子领域组合新颖性的研究(Leahey & Moody,2014),对团队规模、领域和任务多样性与组合新颖性的关系研究(Lee et al.,2015),区分背景新颖性和内容新颖性的研究(Shi & Evans,2023)等,尽管这些研究在对组合新颖性的测量上不尽相同。

(三)组合式和颠覆式创新的认识论轨迹比较

从上述分析可见,组合式和颠覆式创新的概念发展脉络存在很大差异,关于创新生成过程的理论也不尽相同。从时间连续性看,学界对颠覆式创新概念的发展脉络经历了三个阶段:最初是仅仅在宏观上讨论创新周期,随后提出渐进式创新相关的概念(如 α 阶段和 β 阶段、产品创新和过程创新等概念),再转变到从对环境的影响来理解创新(比如提出四种创新类型)。相应经验研究的注意力也从公司规模、市场结构、研发、管理实践等关于创新的决定因素向对创新的刺激或抑制性影响转移。随着大学商业化议题的兴起,学界关注的重心转到对大学专利的微观研究,并发展出关于颠覆式创新思想的图式和测量。总之,颠覆式创新的概念演变呈现连贯性和持续性。相较之下,组合式创新的研究则存在较长的空白期,我们仅在20世纪90年代以后才发现类似的发展脉络(尽管不可避免会存在一些遗漏的情况)。换言之,在熊彼特提出组合式创新想法之后的几十年时间里,虽然经济增长理论一直面对经济动态变迁的问题,但学界几乎都把增长问题跟熊彼特关于创新来自新组合的思想相隔离。

从创新理论的思想来源看,我们发现颠覆式创新理论主要在经济学内部迭代,较少和外部领域进行对话。相比之下,随着20世纪90年代新熊彼特主义的兴起,组合式创新的思想在快速发展中借鉴了多个学科的相关思想。如哈加顿(Hargadon,2002)在研究知识中介的时候,引用了社会学和组织理论中的类似思想;再比如弗莱明(Fleming,2001)在研究搜索创新的过程中也借用了社会学、科学史研究和人类学中的相关思想;又比如阿瑟(Arthur,2009)在探究创新的本质时也深受演化生物学关于基因重组思想的影响。

从这两种思想的关系来看,组合式和颠覆式创新在熊彼特那里是更统一的整体。这种关联在早期对发明和生产过程的研究中一定程度上得到了延续,尽管在那时组合式创新的思想是隐去的。但随着创新黑箱逐渐被打开,两种思想逐渐分离,分离出现的重要时点是20世纪80年代中期。从那时起,颠覆式创新不再强调生产,而着重关注环境。如图1所示,左边(20世纪80年代之前)、中间(20世纪90年代)和右边(21世纪前20年)的概念图式存在明显差异。在图1的左图中,创新被理解为一个生产过程的两个阶段;而在图1中间和右边的图里,生产过程则被掩藏在焦点之下,焦点和技术环境的关系成为衡量和理解创新程度的关键。这是一个重要的转变,即创新与否的问题被认为主要取决于技术是否以及如何改变跟其他知识技术的广泛联系。由此引出的通用目标技术理论侧重从知识的层级性以及随之而来的通用性来回答创新生成问题,而不再关注组合特征;组合式理论则与之不同,侧重从既有知识的关联方式及搜索可能的新元素和新路径来构建对创新生成问题的理解。尽管两者都关注知识内部结构和创新内生机制,但颠覆式创新的内生机制是基于知识的层级关系,组合式创新的内生机制是基于知识的搭配关系。更形象地说,组合式创新概念刻画创新应该在一个高维的欧氏空间中,创新的发生依靠在知识空间中寻找“远距离”连接。而颠覆式创新概念刻画创新则是在一个低维的双曲面(如庞加莱圆盘),创新的发生依赖于把边缘的知识尽可能连接到圆盘的顶点(在双曲空间中顶点到所有点的距离更近)。这两种创新生成的模式分别对应了知识空间中的不同操作过程。

四、熊彼特的理论遗产对当下中国创新实践的若干启示

从熊彼特创新理论的提出到两大理论范式的逐渐分流,关于创新的认识论已演化百年之久。当下的时代环境、中国的国情和技术创新组织模式与熊彼特

所处的时代大不相同。笔者认为,当今中国的创新实践仍可以从熊彼特及其后续学者研究的认识论演化中获得以下几个方面的启示。

(一) 国家支持企业参与及利用基础创新

在当今的技术革命浪潮中,我们正见证从“小科学”时代到“大科学”时代的跨越(Price, 1965),中国的科研人员也已经积累到庞大的规模。^①这一转变已深刻影响了科研活动的组织形态。国家、企业等大型组织者在创新过程中的角色日益凸显,这不仅体现为科研队伍规模和团队数量的膨胀,还体现为“大科学”时代下创新主体的范围显著拓宽,基础创新超越了象牙塔的界限,深入到产业的肌理之中。过去,科学创新与技术变革被视为大学、科研机构与产业企业各自领域的事情,相对独立,但在技术革命的推动下,创新的特性发生了质变,市场主体对基础科学的参与和依赖也在加深,创新与产业的融合达到前所未有的深度。这一时代性的趋势要求国家显著提升对企业创新的扶持水平,强化基础创新对企业创新的作用,而不仅是依靠产业自主和地方政府奖励的模式。熊彼特的理论在此背景下展现了很大的价值。他很早就提出,重要的产业创新活动不能依赖产业自发形成,而是需要外部强大力量的扶持,尤其是需要对初创企业和个体创新者的脆弱性给予关注(Schumpeter, 2021)。换言之,只有依靠外部力量的扶持,“新王国”才可能不断建立。只不过因为历史的局限,熊彼特看到的主要是金融推动创新的方式。这一模式在硅谷的实践中曾发挥很大作用,但弊端也日益显现,尤其是在面对高度不确定和长周期的项目时,这一模式存在一定的保守性和短视性。例如,在最近的人工智能浪潮中,硅谷的很多资本都偏于保守而错过了大批人工智能明星项目。

面对大科学时代,中国在新型举国体制下应更多展现自身的优势,超越金融驱动的单一模式,为企业尤其是中小企业提供参与和利用基础科学创新的全面支持,而不是把企业创新留给企业、把科学创新局限于大学。新时代的创新不仅仅是产学研结合和产教融合,还需要逐步构建起一个更加包容和多元的创新扶持系统。例如,国家层面的自然科学基金资助就有必要进一步开放企业申请的权限,引导企业在技术发明中更多利用自然科学基金的科研成果。以美国为例,

^① 根据新华网2023年的数据,中国的科研人员数量已经超过600万人(http://www.news.cn/2023-12/15/c_1130028962.htm)。这种规模曾经在科学学创始人普莱斯那里被畅想过。当时正值二战结束,普莱斯基于当时的增长趋势认为,美国科学工作者占人口的比例将会持续增长,直到10%以上(Price, 1965)。

大量美国企业的专利创新实际上越来越依靠联邦力量而非产业界。弗莱明等人就指出,在过去几十年间,企业发明对联邦基金支持的研究的依赖程度逐年上升,尤其是初创公司更是高度依赖联邦支持的研究,而依靠联邦资助研究的企业专利也在创新程度和重要性方面明显高于未依赖联邦资助研究的专利(Fleming et al.,2019)。对大科学时代的中国而言,推动企业参与和利用基础创新以产生更多更广泛的创新显得尤为重要。

(二) 建立科学创新的内生性评估体系

对两种创新范式的概念史回顾也有助于设计更符合中国新时期创新需求的科研评估体系。科学社会学的奠基人物默顿(Robert K. Merton)曾把这门学科的一大主要任务定义为发现科学研究和人才的价值,即评估问题,并提出了著名的“马太效应”(Merton,1968)。但遗憾的是,到今天为止,绝大部分基于声望结构和影响力维度的评估指标都存在局限性,无论是各种引用类的影响因子(如Citation index和H-index),还是其社交媒体和互联网上的变种(如Altmetric)都不例外。这些指标虽然衡量了一定时间内的科学活动价值,但都无法直接触及创新的内在性质,无法识别出不同创新对既有知识体系影响的结构性差异。这导致它们不能准确反映创新的真正价值,容易产生评价的盲目性,更无法满足对真正进入“无人区”的科学创新的评估需求。回应这一现实需求也是本文的一大初衷。本文的观点有别于那些认为不同学科需要侧重于不同创新模式的看法(例如认为材料学更适合产生组合式创新,而物理学这些更具理论性的学科更适合颠覆式创新),我们的梳理表明,组合式创新与颠覆式创新这两种创新范式完全可以并存于每一个知识子系统内部,并且是相互联系的。对已知知识要素的持续“组合”和“组合递归”(组合式创新范式),以及对随之而来的指数增长的知识进行持续压缩、不断抽象出新的通用版本(颠覆式创新范式),这两者具有同根同源的内在逻辑,恰恰构成了对既有知识空间的“膨胀”和“压缩”的两种互补操作。因此,构建合理的新型评估体系迫切需要考虑知识空间自身的特征,把社会学强调的结构观念带进来,增加内生性评估指标,在这两个维度上对每个学科领域内部的知识空间进行创新性度量。我们的回顾也表明,在知识空间内部分析知识组合的新颖程度以及知识压缩的通用性程度,已经有不少尝试可供借鉴。

(三) 支持“超学科”建设

从熊彼特发展出的创新理论脉络来观察当下国内的科研创新政策,可以发

现,政策与目标的一致性问题的需要引起重视。特别是在学科建设层面,需要更清晰地认识到,尽管两种创新理论视角都在尝试打开创新黑箱,但它们可能会带来政策路径的巨大差异,甚至引起类似凝聚态物理学家和高能物理学家关于“要不要建大型对撞机”的争议。如果组合式创新被认定为创新产生的核心模式,新的创新火花被认为来自不同领域的碰撞,那么科学政策将会通过更大力度地支持跨学科研究和交叉项目、建立更多非传统的交叉学院和专业、组合“远距离学科”的专才、支持新颖性驱动的研究来拓展科学技术的边界。而如果颠覆式创新被认为是主要的创新生成模式,则政策导向会转变为鼓励研究者跨越知识的层级性,适当放弃对新颖性的追求,专注于压缩、整合现有的“知识宇宙”,对同一底层问题提供新答案,并且尤其鼓励研究者关注那些到所有学科“距离”都较近的领域的发展和人才培养。笔者认为,目前国内的科研机构配置模式以及大多数学者对创新的认知跟当下发展新质生产力对于颠覆式创新的期待之间还存在不小的差距。颠覆式创新不能仅仅依靠学科交叉,更重要的是需要进行有效的知识压缩。这种差距仅从笔者在中国知网的论文检索中就可窥见一二。例如,截至2024年9月末,以跟组合知识密切关联的“跨学科”为关键词的论文数量超过20000篇,而以跟通用知识相关的“超学科”为关键词的文章仅不到500篇,两者相差40倍以上。在全国大学中,交叉学院和交叉专业也是遍地林立,但“超学科”专业却寥寥无几。鉴于我国已经单独建立交叉学科这一门类,^①且当前普遍鼓励“学科交叉”和跨学科研究,笔者认为国家也迫切需要同等重视颠覆式创新范式更为依赖的“超学科”人才培养,并进行适当的资源倾斜。

五、结语和对创新理论未来发展的讨论

尽管人类社会对创新越来越重视,但“什么是创新”这一认识论困境始终存在。本文从认知视角回顾了当下创新生成理论中的两大范式,即颠覆式创新和组合式创新在其主要思想源头“创新经济学”中近百年的发展变化,围绕熊彼特及其后续学者的观点,揭示了人们对创新生成问题的认识如何逐步加深,如何从最初在熊彼特那里整合统一的观点逐渐过渡到如今分离独立的两种理论视角。

^① 杨飒、晋浩天,2021,《与哲学、经济学、理学、工学等传统学科并肩——我国新设置“交叉学科”门类》,中华人民共和国教育部网站(http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202101/t20210115_509892.html)。

一个显见的结论是,对于创新内生过程的认知并不是一成不变的,而是随社会历史情境经历了相当大的变化。当下所盛行的这两种创新理论范式在未来也很可能继续发展出更为显著的差异。

具体来说,我们发现颠覆式创新理论并非起初就如今天一样不强调要素组合而关注知识的层级性。在早期阶段(20世纪50—80年代)的创新研究中,人们主要从生产过程的特征和类型入手理解创新,发展出了一系列的理论概念(如产品和过程创新、激进和渐进创新)来描述其特征。在20世纪80年代中期,研究者开始转而强调从对外部环境影响的角度来理解创新,这标志着一个重要的认识论转折。这一转折使得熊彼特在“生产”这一框架下建立起的创新理论,即一种统一了组合和更替、创造与破坏的体系不再能够维持,通用目标技术的概念也随之诞生。而后续对于大学商业化这一议题的持续性探索延续了对于通用性的认知,并在对专利发明网络的不断精细化的定量测量中逐步发展出当下颠覆式创新的概念图式。

相比颠覆式创新概念较为连贯的历史演进,组合式创新理论在相当长时间内被“遗忘”了,直到20世纪90年代初期才开始重新被创新经济学所重视。这种思想传承的不连续性较少被提及。在这个较长时间的遗忘期后,创新经济学家不仅仅追溯了熊彼特的组合思想,而且还大量借鉴和吸收了其他学科(生物学、人类学、科技史学)的组合式思想,这使复兴后的组合式创新思想一开始就源于多个学科,存在较大的异质性。与此同时,关于组合式创新的多元化讨论也不像在熊彼特的理论中那样被放在经济生产的框架下进行。

基于以上概念史梳理,本文讨论了熊彼特的理论遗产对当下中国创新的启示,也指出对于国内的创新政策而言,需要对两种范式所对应的政策导向有更加明晰的了解,建立更相称的科研评估体系,避免政策与目标的不一致。当然,本文的理论追溯并不是要把两者简单对立起来,也不是单纯地呼吁理论范式之间需要弥合,而是试图展示这两种打开黑箱的理论范式如何变化,从而为相关研究者和政策机构提供更为详细的概念史依据。

对于国内创新研究来说,一个随之而来的问题是,未来关于创新生成的不同理论是否会重新出现融合?在颠覆式创新和组合式创新理论中,哪种理论在未来更需要进一步发展?对这一问题的详细回答超出了本文的范围。但从梳理可以看出,相比于颠覆式创新,组合式创新的思想经过了一段数十年的断裂期,其在创新经济学中的发展相对更初步,迭代更少,这些特征都暗示着组合式创新理论更为稚嫩,当然也意味着它在未来可能有更多可拓展的空间。因此可以推测,

组合式创新理论未来可能需要更长时间来凝聚共识。相比之下,颠覆式创新理论范式更为成熟,而实证观测较为薄弱。但不管两者未来如何发展,它们所共同遵循的关于创新生成的内生视角都值得国内学者重新重视。尽管成果斐然,但国外学者对“创新黑箱”的探索总体上仍处于早期阶段,国内创新研究者仍有巨大机会。笔者认为,要想抓住这一机会,需要尽快跳出“输入—输出”式的参数分析思路,更加重视内生视角下创新的自主性逻辑。这可能也是熊彼特给创新理论留下的最重要的遗产。

最后,伴随着计算社会科学的兴起(罗玮、罗教讲,2015;乔天宇、邱泽奇,2020;邱泽奇,2022;周涛等,2022;赵一璋、王明玉,2023),对科学知识网络的大数据研究已然成为显学,国内很多关于科学创新的实证研究也都开始借鉴前述两种创新范式的理论和相应的测量指标。然而,这两种理论范式对科学学的价值尚未完全凸显。除了本文所揭示的认识论问题之外,我们在理论回顾中也注意到当前这些思想尚未与科学社会学的经典理论形成充分对话。这一点从现有科学创新研究很少把熊彼特和库恩的理论放在一起讨论就可见一斑。然而在历史上,这样的讨论却并不鲜见,比如多西奥(Giovanni Dosi)曾试图将科学创新与技术变革联系起来(Dosi,1982)。阿瑟也在其关于技术本质的阐释中将技术变革与库恩的科学革命放在一起讨论过(Arthur,2009)。更早的时候,阿伯内西和克拉克也曾把技术变革的模式与库恩的科学革命关联起来(Abernathy & Clark,1985)。在研究过程中,我们也注意到类似的潜在联系,如科学创新研究中长久以来关心但相对缺乏研究的“强跨学科”现象(Max-Neef,2005)就完全有可能从“通用目标技术”这一理论脉络中获得更多解释。当新一轮人工智能技术革命如火如荼地开展时,在科学创新研究中重新把科学革命和技术革命、熊彼特和库恩联系起来并建立有效对话,可能会是一个重要方向。这超出了本文的范围,但在某种程度上讲,本文所作的理论溯源也属于这一方向上的努力。

参考文献:

- 代明、殷仪金、戴谢尔,2012,《创新理论:1912—2012——纪念熊彼特〈经济发展理论〉首版100周年》,《经济学动态》第4期。
- 方时姣,2014,《熊彼特创新理论的工业文明本质探究》,《海派经济学》第2期。
- 克里斯坦森,克莱顿,2010,《创新者的窘境》,胡建桥译,北京:中信出版社。
- 柳卸林、高雨辰、丁雪辰,2017,《寻找创新驱动发展的新理论思维——基于新熊彼特增长理论的思考》,《管理世界》第12期。
- 罗玮、罗教讲,2015,《新计算社会学:大数据时代的社会学研究》,《社会学研究》第3期。

- 乔天宇、邱泽奇,2020,《复杂性研究与拓展社会学边界的机会》,《社会学研究》第2期。
- 邱泽奇,2022,《数字社会与计算社会学的演进》,《江苏社会科学》第1期。
- 严成樑、龚六堂,2009,《熊彼特增长理论:一个文献综述》,《经济学(季刊)》第3期。
- 赵一璋、王明玉,2023,《数字社会学:国际视野下的源起、发展与展望》,《社会学研究》第2期。
- 钟春平、徐长生,2005,《技术(产品)替代、创造性破坏与周期性经济增长》,《经济学(季刊)》第4期。
- 周长城、吴淑凤,2001,《经济社会学:理论、方法与研究》,《社会学研究》第1期。
- 周涛、高馨、罗家德,2022,《社会计算驱动的社会科学研究方法》,《社会学研究》第5期。
- Abernathy, William J. & James M. Utterback 1978, "Patterns of Industrial Innovation." *Technology Review* 80(7).
- Abernathy, William J. & Kim B. Clark 1985, "Innovation: Mapping the Winds of Creative Destruction." *Research Policy* 14(1).
- Arthur, W. Brian 2009, *The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves*. New York: The Free Press.
- Bresnahan, Timothy F. & Manuel Trajtenberg 1995, "General Purpose Technologies 'Engines of Growth?'" *Journal of Econometrics* 65(1).
- Cao, Likun, Ziwen Chen & James Evans 2022, "Destructive Creation, Creative Destruction, and the Paradox of Innovation Science." *Sociology Compass* 16(11).
- Castellaci, Fulvio, Stine Grodal, Sandro Mendonça & Mona Wibe 2005, "Advances and Challenges in Innovation Studies." *Journal of Economic Issues* 39(1).
- Dosi, Giovanni 1982, "Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change." *Research Policy* 11(3).
- Enos, John L. 1962, "Invention and Innovation in the Petroleum Refining Industry." In National Bureau of Economic Research, *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton: Princeton University Press.
- Fleming, Lee 2001, "Recombinant Uncertainty in Technological Search." *Management Science* 47(1).
- Fleming, Lee & Olav Sorenson 2004, "Science as a Map in Technological Search." *Strategic Management Journal* 25(8-9).
- Fleming, Lee, Hillary Greene, G. Li, Matt Marx & Dennis Yao 2019, "Government-Funded Research Increasingly Fuels Innovation." *Science* 364(6446).
- Freeman, Christopher 1987, "Technical Innovation, Diffusion, and Long Cycles of Economic Development." In Tibor Vasko (ed.), *The Long-Wave Debate*. Berlin & Heidelberg: Springer.
- 1994, "The Economics of Technical Change." *Cambridge Journal of Economics* 18(5).
- Funk, Russell J. & Jason Owen-Smith 2016, "A Dynamic Network Measure of Technological Change." *Management Science* 63(3).
- Galunic, D. Charles & Simon Rodan 1998, "Resource Recombinations in the Firm: Knowledge Structures and the Potential for Schumpeterian Innovation." *Strategic Management Journal* 19(12).
- Gavetti, Giovanni & Daniel Levinthal 2000, "Looking Forward and Looking Backward: Cognitive and Experiential Search." *Administrative Science Quarterly* 45(1).
- Hall, Bronwyn H. & Manuel Trajtenberg 2004, "Uncovering GPTs with Patent Data." Working Paper No. 10901, National Bureau of Economic Research.

- Hargadon, Andrew B. 2002, "Brokering Knowledge: Linking Learning and Innovation." *Research in Organizational Behavior* 24.
- Henderson, Rebecca M. & Kim B. Clark 1990, "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms." *Administrative Science Quarterly* 35(1).
- Henderson, Rebecca M., Adam B. Jaffe & Manuel Trajtenberg 1998, "Universities as a Source of Commercial Technology: A Detailed Analysis of University Patenting, 1965 - 1988." *The Review of Economics and Statistics* 80(1).
- Jewkes, John 1969, *The Sources of Invention*. London: Macmillan.
- Karpik, Lucien 2010, *Valuing The Unique: The Economics of Singularities*. Princeton: Princeton University Press.
- Katila, Riitta & Gautam Ahuja 2002, "Something Old, Something New: A Longitudinal Study of Search Behavior and New Product Introduction." *Academy of Management Journal* 45(6).
- Leahey, Erin & James Moody 2014, "Sociological Innovation Through Subfield Integration." *Social Currents* 1(3).
- Leahey, Erin, Jina Lee & Russell J. Funk 2023, "What Types of Novelty Are Most Disruptive?" *American Sociological Review* 88(3).
- Lee, You-Na, John P. Walsh & Jian Wang 2015, "Creativity in Scientific Teams: Unpacking Novelty and Impact." *Research Policy* 44(3).
- Lipsey, Richard G., Kenneth I. Carlaw & Clifford T. Bekar 2005, *Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long-Term Economic Growth*. New York: Oxford University Press.
- Max-Neef, Manfred A. 2005, "Foundations of Transdisciplinarity." *Ecological Economics* 53(1).
- Merton, Robert K. 1968, "The Matthew Effect in Science: The Reward and Communication Systems of Science Are Considered." *Science* 159(3810).
- McCraw, Thomas K. 2007, *Prophet of Innovation: Joseph Schumpeter and Creative Destruction*. Cambridge & London: Harvard University Press.
- Mowery, David C. & Arvids A. Ziedonis 2002, "Academic Patent Quality and Quantity Before and After the Bayh-Dole Act in the United States." *Research Policy* 31(3).
- Mowery, David C., Richard R. Nelson, Bhaven N. Sampat & Arvids A. Ziedonis 2001, "The Growth of Patenting and Licensing by US Universities: An Assessment of the Effects of the Bayh-Dole Act of 1980." *Research Policy* 30(1).
- Nelson, Richard R. & Sidney G. Winter 1982, "The Schumpeterian Tradeoff Revisited." *The American Economic Review* 72(1).
- Owen-Smith, Jason & Walter W. Powell 2003, "The Expanding Role of University Patenting in the Life Sciences: Assessing the Importance of Experience and Connectivity." *Research Policy* 32(9).
- Park, Michael, Erin Leahey & Russell J. Funk 2023, "Papers and Patents Are Becoming Less Disruptive over Time." *Nature* 613(7942).
- Price, Derek J. de Solla 1965, *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press.
- Ranis, Gustav 1957, "Factor Proportions in Japanese Economic Development." *The American Economic Review* 47(5).
- Romer, Paul M. 1994, "Economic Growth and Investment in Children." *Daedalus* 123(4).

- Schilling, Melissa A. & Elad Green 2011, "Recombinant Search and Breakthrough Idea Generation: An Analysis of High Impact Papers in the Social Sciences." *Research Policy* 40(10).
- Schumpeter, Joseph A. 2003, *Capitalism, Socialism and Democracy*. Taylor & Francis e-Library.
- 2021, *The Theory of Economic Development-An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. Abingdon & New York: Routledge.
- Shi, Feng & James Evans 2023, "Surprising Combinations of Research Contents and Contexts Are Related to Impact and Emerge with Scientific Outsiders from Distant Disciplines." *Nature Communications* 14(1).
- Trajtenberg, Manuel 1990, "A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations." *The RAND Journal of Economics* 21(1).
- Trajtenberg, Manuel, Rebecca Henderson & Adam Jaffe 1997, "University Versus Corporate Patents: A Window on the Basicness of Invention." *Economics of Innovation and New Technology* 5(1).
- Tsuru, Shigeto 1941, "Economic Fluctuations in Japan, 1868 - 1893." *The Review of Economics and Statistics* 23(4).
- Tushman, Michael L. & Philip Anderson 1986, "Technological Discontinuities and Organizational Environments." *Administrative Science Quarterly* 31(3).
- Utterback, James M. & William J. Abernathy 1975, "A Dynamic Model of Process and Product Innovation." *Omega* 3(6).
- Uzzi, Brian, Satyam Mukherjee, Michael Stringer & Ben Jones 2013, "Atypical Combinations and Scientific Impact." *Science* 342(6157).
- Weitzman, Martin L. 1996, "Hybridizing Growth Theory." *The American Economic Review* 86(2).
- 1998, "Recombinant Growth." *The Quarterly Journal of Economics* 113(2).
- Wu, Lingfei, Dashun Wang & James A. Evans 2019, "Large Teams Develop and Small Teams Disrupt Science and Technology." *Nature* 566(7744).
- Zander, Udo & Bruce Kogut 1995, "Knowledge and the Speed of the Transfer and Imitation of Organizational Capabilities: An Empirical Test." *Organization Science* 6(1).

作者单位: 浙江大学社会学系
责任编辑: 向静林