

颠覆性技术创新与产业发展的互动机理

——基于供给侧和需求侧的双重视角

朱承亮

(中国社会科学院 数量经济与技术经济研究所, 北京 100732)

[摘要]基于供给侧和需求侧的双重视角对颠覆性技术创新与产业发展之间的互动机理进行研究。研究结果显示,颠覆性技术创新与新兴产业之间并不是一一对应关系,颠覆性技术创新不一定会产生新兴产业,新兴产业也不一定是由颠覆性技术创新引致的。从供给侧角度看,颠覆性技术创新驱动产业发展的传导路径为:技术选择→市场选择→市场建立→市场扩大→范式形成,最终催生新兴产业。从需求侧角度看,产业发展对颠覆性技术创新需求的传导路径为:描绘未来经济社会发展愿景→确定未来经济社会发展需求清单→选择产业内可预期的产品→确定未来产品的关键特性→提出支撑产品关键特性的技术,而现实突出问题导向和未来愿景需求导向是推动颠覆性技术创新的关键因素。

[关键词]颠覆性技术创新;产业发展;供给推动;需求拉动

[中图分类号]F403.6 [文献标识码]A [文章编号]1003-5281(2020)01-0112-06

引言

当前,世界新一轮科技革命和产业变革正在孕育兴起,是颠覆性技术集中涌现的重要时期。近年来,美国等发达国家都在积极部署产业领域的重大科技创新计划,试图尽快掌握一批重大领域的颠覆性技术,打开产业升级发展的突破口。《德国工业战略 2030》突出强调了改变游戏规则颠覆性技术创新,认为它对经济的重要领域甚至是所有领域及其价值链都会产生根本性的影响。我国也高度重视颠覆性技术创新,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》指出,要更加重视原始创新和颠覆性技术创新,推动战略性前沿

领域创新突破;《国家创新驱动发展战略纲要》提出,要发展引领产业变革的颠覆性技术,不断催生新产业、创造新就业;党的十九大报告强调,要突出颠覆性技术创新,为建设科技强国等提供有力支撑;习近平总书记在中国科学院第十九次院士大会、中国工程院第十四次院士大会上进一步强调,要以颠覆性技术创新为突破口,实现关键核心技术自主可控,把创新主动权、发展主动权牢牢掌握在自己手中。新一轮科技革命和产业变革与我国加快转变经济发展方式形成历史性交汇,将为我国实现高质量发展提供难得的历史机遇,也对我们认清颠覆性技术创新与产业发展之间的关系提出了迫切要求。

从理论演进看,技术进步促进产业发展和经济

[基金项目]国家社科基金青年项目“大众创业对中国经济发展的影响研究”(编号:16CJL017);国家自然科学基金项目“2040 重点产业发展对工程科技的需求分析”(编号:L1624042)。

[收稿日期]2019-09-12

[作者简介]朱承亮,男,中国社会科学院数量经济与技术经济研究所副研究员,硕士生导师。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

增长经历一个从外生到内生的发展过程。新古典经济增长理论假设技术进步是外生的。内生经济增长理论认为技术进步是内生的,是保持经济长期可持续发展的真正源泉。也就是说,在理论层面和实践层面上,技术进步是驱动产业发展的内生动力均得到了证实。实际上,颠覆性技术创新在产业层面上的广阔应用前景也得到了认可。学界一致认为,当前在位者与新进者之间不断的颠覆性创新,不仅能够扩大产业市场份额,还能较快地提升产业竞争力。^{[1][2]}现有文献绝大多数也是从技术驱动的供给侧视角分析了颠覆性技术创新对产业发展的影响,认为颠覆性技术创新的出现和产业化不仅改变了产业格局,还使得一些产业被彻底颠覆,比如以柯达为代表的数字技术对胶卷企业的颠覆。从微观层面看,一些文献研究了颠覆性技术创新对珍珠、印刷、航天等具体产业的影响。张高亮等(2007)认为颠覆性技术创新为我国珍珠产业提供了良好的发展空间,推进了珍珠产业在全球价值链中功能的提升。^[3]刘峰源(2016)分析了数字印刷这一颠覆性技术创新对印刷行业发展的影响,认为数字印刷技术在经营理念、客户价值创造、企业运营管理三个方面对印刷行业产生显著影响。^[4]于霞等人(2018)认为航天领域的颠覆性技术创新通过传统技术改造、高精尖技术引进等方式促进了新兴产业发展,从而改变了航天产业结构,实现产业竞争力提升。^[5]

此外,还有一些研究从产业发展的需求侧视角分析了产业发展对科学技术的需求,认为这种需求是产业为了增加产值、推进结构优化升级、强化自主创新能力等而产生的对科技的人力、物力、财力、政策等资源的需求。^[6]一般而言,产业发展程度越高,产业转型升级越快,产业发展对科技的需求也越强,且产业规模与技术基础、适应和接收能力、市场环境、资源环境等是影响产业发展对科技需求的重要因素。^{[7][8][9]}在具体应用层面上,日本、英国和德国等发达国家在制定本国的工程科技发展战略时都越来越重视经济社会发展需求分析,将基于未来愿景的经济社会发展需求作为制定本国工程科技发展战略的重要参考。日本在开展第6至10次技术预见时均引入了需求分析;英国在技术预见中强调经济社会发展的需求,认为技术进步主要用来解决未来经济社会发展需求目标;德国技术预见也以经济社会发展需求为主导,认为国家未来技术发展主要是为了实现国民期望。^[10]我国引入需求分

析工具对工程科技发展战略的研究起步较晚,中国科学院科技战略咨询研究院在进行中国未来20年技术预见研究^[11]、中国科学技术发展战略研究院在编制国家“十二五”科技与技术发展规划^[12]时均探索性地引入了需求分析工具。

综上所述,现有文献对颠覆性技术创新与产业发展之间的关系进行了有益探索,也得出了很多有价值的结论。但总体而言,现有研究主要从供给侧视角或者需求侧视角展开研究,研究视角单一,没有形成较为完整的理论分析框架,更没有给出具体的传导机制和实现路径。近期,鲍萌萌和武建龙(2019)从创新生态系统视角总结了三类颠覆性技术创新过程:技术突破—高端市场渗透、技术改进—低端市场导入、利基市场开发导入。^[13]实际上,前两类过程属于技术驱动的供给侧视角,后一类过程属于潜在市场需求识别的需求侧视角。但该研究仅给出了三类颠覆性技术创新过程的异同点和适用条件,并没有给出具体的机制和路径。因此,本文在分析颠覆性技术创新内涵及其产生机理的基础上,阐述了颠覆性技术创新与新兴产业之间的关系,分别从供给侧和需求侧视角研究了颠覆性技术创新与产业发展之间的互动机理。

一、颠覆性技术创新的内涵及其产生机理

颠覆性技术创新(disruptive innovation)是哈佛大学克莱顿·克里斯坦森(Christensen)教授在1997年出版的著作《创新者的窘境》(*The Innovator's Dilemma*)中首次提出的^[14],被定义为以意想不到的方式取代现有主流技术的技术,其蕴含的破坏性、变革性思想最早可追溯到奥地利经济学家约瑟夫·熊彼特于1912年提出的“创造性破坏”。实际上,克里斯坦森提出的颠覆性技术创新是一个具有特定管理学内涵的学术概念。颠覆性技术创新是通过创造一个新的市场和价值网络而打破现有的市场和价值网络,并取代现有市场中的领先企业和产品。克里斯坦森教授还认为并不是所有的创新都能称为颠覆性技术创新,即使突破性技术革命也并不能算作颠覆性技术创新。可见,克里斯坦森教授讨论的颠覆性技术创新不是从技术本身的突破性程度,而是从技术创新对既有市场的颠覆程度来界定颠覆性技术创新的。目前,关于颠覆性技术创新尚没有公认的、统一的定义,学界、智库机构、政府及军方机构根据自身研究视角或定位需求对

颠覆性技术创新的概念进行了阐释。尽管如此,颠覆性技术创新的“多来源、有结构、有跨度、有尺度、有层次、多路径”等内涵认识得到了相对认可。^[15]判断一项创新是否是颠覆性技术创新包括两个基本标准:一是创新是否基于低端市场或者新市场;二是在产品质量达到同行标准之前颠覆性技术创新企业并不关注主流顾客。无论是熊彼特的“创造性破坏”还是克里斯坦森的“颠覆性技术创新”,“颠覆”一词都具有明确的竞争情境。从技术角度看,是新技术路线对既有技术路线的替代,是“主导设计”的更迭;从创新角度看,颠覆性技术创新是后发企业对在位企业市场主导地位的替代。

颠覆性技术创新形成的来源主要分为供给推动型和需求拉动型。在供给推动的模式中,颠覆性技术创新的形成是由科学发现和技术发明驱动的。这类颠覆性技术创新是从科学的基础研究出发,形成突破性技术,最终通过产品的市场化,实现技术创新的市场价值。例如石墨烯和人工智能的出现,都是在科学进步不断推动的基础上形成新的颠覆性技术创新。而在需求拉动的模式中,技术创新是从市场的需求出发,根据市场对产品的要求,形成颠覆性技术创新。从创新主体的角度,可以将颠覆性技术创新分为企业主导的颠覆性技术创新、科学推动的颠覆性技术创新和政府启动的颠覆性技术创新。企业主导的颠覆性技术创新是企业的商业化利益拉动着颠覆性技术创新的出现,是以提升用户体验为目标不断推进的,例如 Tesla 新能源汽车的出现,Google 搜索算法的实现。科学推动的颠覆性技术创新是由大学和科研院所的科学突破而引致的颠覆性技术创新。而政府启动的颠覆性技术创新是以实现政府的战略任务为导向,技术的创新活动是围绕政府的战略需求展开的,例如数控机床、互联网以及 GPS 技术的出现。

二、颠覆性技术创新与新兴产业之间的关系

从历史变迁看,每一次产业革命都与技术革命密不可分,引发历次产业革命的恰恰是历史上最为典型的颠覆性技术创新,也即各产业革命时期的主导颠覆性技术,这些主导颠覆性技术是引发历次产业革命的重要驱动因素,从而对经济社会发展和人民的生产生活产生了深远影响。18 世纪,主导第一次产业革命的颠覆性技术是蒸汽机技术,由此将人类从手工劳动时代带进了机械化时代。19 世纪

末到 20 世纪上半叶,主导第二次产业革命的颠覆性技术是电机和化工技术,进而将人类带进了电气化、原子能和航空航天时代。20 世纪下半叶,主导第三次产业革命的颠覆性技术是信息技术和生物技术,进而将人类从工业化时代带进了自动化和智能化时代。历次产业革命表明,一项颠覆性技术出现之后,一个或多个相关行业将会发生翻天覆地的变化,社会结构和生产关系也随之发生显著改变。^[16]

一项颠覆性技术创新可能会催生一个产业,甚至改变世界。比如,我国袁隆平院士团队发明的杂交水稻,不仅解决了我国 14 亿人口的吃饭问题,而且此项技术被推广至印度、埃及等国家,促使这些国家的水稻产量大幅提高,为人类保障粮食安全和减少贫困做出了巨大贡献。科技创新尤其是颠覆性技术创新是产业发展的基础,任何一个领域的颠覆性技术创新都可能引发新的产业变革。但是,引发产业变革的技术需具备技术突破性、产品替代性、市场广泛性和产业变革性等特征。^[17]换言之,不同时具备这些特征的颠覆性技术不会引发产业变革,更不会催生新兴产业。

新兴产业的产生是包含颠覆性技术创新在内的诸多因素引发新的市场需求的过程^[18],通过两条路径来实现。一是颠覆性技术创新,根据此路径形成的新兴产业以新创企业为主体;二是累积性技术创新,即从传统产业分化或者裂变产生的新兴产业,根据此路径形成的新兴产业以在位企业为主体。^[19]但是,新兴产业的产生过程是一个复杂性的适应过程,除了技术因素以外,政府作用、市场机制等因素也发挥着至关重要的作用。这意味着,新兴产业的产生需要具备技术、政府、市场等多种条件,供给方的颠覆性技术、需求方的市场作用、服务方的政府扶持共同驱动了新兴产业的产生。

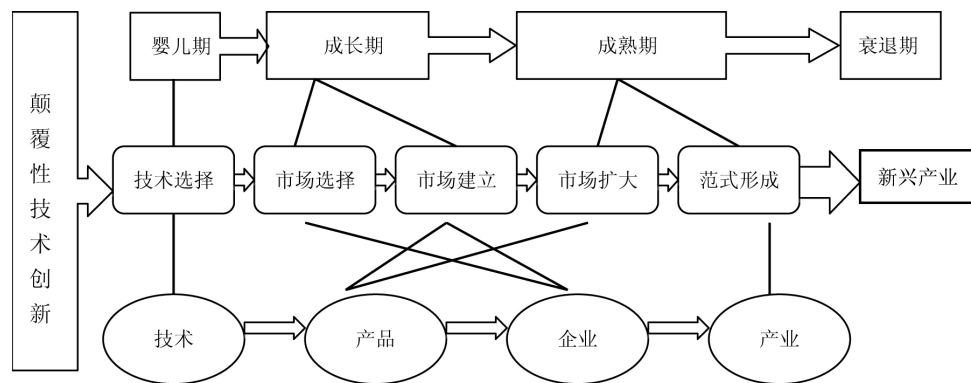
综上所述,颠覆性技术创新与新兴产业之间并不是一一对应关系,而是一种交集关系,颠覆性技术创新不一定会产生新兴产业,新兴产业也不一定是由颠覆性技术创新引致的。

三、颠覆性技术创新驱动产业发展的机理分析:供给侧视角

就技术自身成长规律而言,技术的成长过程本质上是一个新技术发明应用的探究过程。一项新技术的成长要历经“婴儿期→成长期→成熟期→衰

退期”四个生命周期,需要跨越从技术到市场、从市场到产业化的两次“死亡之谷”。^[20]结合新技术成长周期规律,基于技术驱动的供给侧视角,颠覆性技术创新驱动产业发展的传导路径可以归纳为:技术选择→市场选择→市场建立→市场扩大→范式形成。^[21]也就是说,新技术在依次经过技术的选

择、市场的选择、市场的建立、市场的扩大和范式的形成五个阶段之后,最终才会形成新兴产业,进而驱动产业发展,从而在微观路径上遵循并完成“技术→产品→企业→产业”的发展路径,在生命周期上历经“婴儿期→成长期→成熟期→衰退期”的演化路径,如下图所示。



颠覆性技术创新驱动产业发展的传导路径

具体而言,基于“技术→产品→企业→产业”技术驱动的供给侧视角,颠覆性技术创新驱动产业发展的传导路径具体包括五个方面。

一是技术选择。在技术簇中要选择一项颠覆性技术,这项颠覆性技术要具备简单、便捷、成本低等特征,且预期该项颠覆性技术能够在未来发展中具备快速创新和改进的特征。如前文所述,只有颠覆性技术才能够导致产业变革,催生新兴产业。这样的颠覆性技术是在位领导企业研发出来的,起初该项颠覆性技术的性能不被主流市场重视,通常是一些新兴企业迫于竞争压力而被迫选择接受了该项颠覆性技术,面对的也是低端市场或者很小的新的利基市场。此阶段在技术生命周期上对应的是技术的婴儿期,在微观上主要以技术形态呈现。

二是市场选择。选择了颠覆性技术之后,为了避免与主流技术的正面竞争,需要寻找主流技术不能满足或者过度满足的市场区域进行布局,而这也通常是主流技术忽略的边缘市场或者低端市场。实际上,颠覆性技术在应用初期得不到主流市场的认可,认可颠覆性技术产品的消费者也大多存在于边缘市场或者新的利基市场。颠覆性技术是在不断探索和试错过程中才逐渐找到能够立足的市场空间。此阶段在技术生命周期上对应的是技术的成长期,在微观上主要以产品和企业的形态呈现。

三是市场建立。选择市场之后,颠覆性技术通过不断完善自身技术和产品性能,以较低成本和较

快速度接近或者超越主流技术,并逐步使颠覆性技术的原有创新特性成为未来市场的主流需求。在此阶段,基于颠覆性技术基础上成立的新兴企业会面临诸多困难,由于在边缘市场上获得的利润空间较低,必须集中资源和能力进行学习和解决颠覆性技术在技术和组织上的障碍,形成与其运行环境相匹配的能力和组织结构。此阶段在技术生命周期上对应的是技术的成长期,在微观上主要以产品和企业的形态呈现。

四是市场扩大。颠覆性技术在建立稳定的低端市场或者利基市场之后,由于颠覆性技术产品的主流性能接近或者达到了主流市场所要求的性能,甚至成为了市场同类产品的主流性能,此时颠覆性技术逐渐走向主流市场,通过颠覆性技术扩散,与主流技术产品展开正面竞争,从而实现扩大市场的目的,最终实现占领原主流技术市场的目标。此阶段在技术生命周期上对应的是技术的成熟期,在微观上仍主要以产品和企业的形态呈现。

五是范式形成。在此阶段,随着颠覆性技术的不断成长和快速适应新环境,颠覆性技术将会逐步取代原有主流技术,成为市场领导者,从而实现颠覆性技术产品的产业化,即一项颠覆性技术催生了一个产业,并且驱动了产业发展。随着颠覆性技术的产业化,社会经济体制也在经历了一系列的变革和颠覆之后,最终形成新的社会经济体制,从而推动社会经济愿景的发展。此阶段在技术生命周期

上对应的是技术的成熟期,在微观上主要以新产业形态呈现。

四、产业发展对颠覆性技术创新的需求分析:需求侧视角

与颠覆性技术创新驱动产业发展的供给侧研究工具不同,产业发展对颠覆性技术创新需求的需求侧研究需要用到需求分析工具。如前文所述,当前我国在确定未来工程科技需求时探索性地用到了需求分析工具。需求分析工具是战略研究的先行者,将经济社会发展的愿景和需求投射到工程科技的各个领域,为我国工程科技的系统谋划和前瞻部署提供支撑。

产业发展对颠覆性技术创新的需求分析以未来经济社会发展愿景为起点,在现有资源、技术的约束下,以通过现有条件形成已设定好的未来经济社会发展愿景为前提,从公众需求的角度考察不同发展阶段公众对相关产品的需求,从而推导出生产相关产品所需要的颠覆性技术,进而对颠覆性技术需求进行分析。可见,与供给侧分析路径不同,需求侧分析路径可以归纳为:描绘未来经济社会发展愿景→确定未来经济社会发展需求清单→选择产业内可预期的产品→确定未来产品的关键特性→提出支撑产品关键特性的技术。显然,需求侧分析路径更着眼于以产业发展的现实突出问题和未来愿景需求为导向。通过对需求侧的分析论证,不仅可以明确产学研各创新主体在产业创新链中的分工和合作,更重要的是可以有效地避免将有限的资源重复投入到其他不重要的技术领域。

具体而言,基于“产业→企业→产品→技术”产业需求的需求侧视角,产业发展对颠覆性技术创新需求的传导路径具体包括五个步骤。

一是描绘未来经济社会发展愿景。通过资料整理、专家访谈、问卷调查等方法,归纳总结出未来一段时间内经济社会发展愿景。具体而言,可以通过与发达国家的对比分析初步提出未来经济社会发展指标,在指标预测和愿景征集的基础上,提炼出未来经济社会发展的2至3个情景,详细分析每个情景下的产业发展现状及未来发展趋势。

二是确定未来经济社会发展需求清单。在对愿景分析的基础上,提出备选需求清单,根据经济社会各领域未来一段时间内的发展趋势和愿景,按照领域罗列出具体需求,再通过专家访谈、专家研

讨等方法,最终确定未来一段时间内经济社会发展需求清单。

三是选择产业内可预期的产品。在确定未来经济社会发展需求清单的基础上,需要进一步通过选择产业内的龙头企业来落实具体发展需求,并且要明确所选龙头企业的可预期产品,分析产品的市场需求现状,并预测其未来发展趋势。

四是确定未来产品的关键特性。在选择产业内可预期的产品的基础上确定这些产品的关键特性。具体而言,根据顾客特征、顾客需求、产品特点等统计规律,划分不同顾客群体,分析其对产品需求的共性因素,从而提炼出未来产品的关键特性。

五是提出支撑产品关键特性的技术。通过分析已经确定的未来产品的关键特性,分析出实现市场关键特性的技术点,明确技术领域,最终提出和产品关键特性相关联的几项技术或者技术要素。

当前,全球经济正进入大规模、长周期的颠覆性技术创新聚集到来的阶段,颠覆性技术创新也日益受到我国政府的高度重视,中央文件多次指出要大力发展引领产业变革的颠覆性技术创新,这为揭示颠覆性技术创新与产业发展之间的逻辑规律提出了迫切要求。在现有文献基础上,本文简要分析了颠覆性技术创新的内涵及其产生机理,阐述了颠覆性技术创新与新兴产业之间的关系,分别从供给侧和需求侧视角研究了颠覆性技术创新与产业发展之间的互动机理。本文认为,颠覆性技术创新与新兴产业之间并不是一一对应关系,颠覆性技术创新不一定会产生新兴产业,新兴产业也不一定是由颠覆性技术创新引致的;基于“技术→产品→企业→产业”技术驱动的供给侧视角,颠覆性技术创新驱动产业发展的传导路径可以归纳为技术选择→市场选择→市场建立→市场扩大→范式形成,最终促进形成新兴产业;基于“产业→企业→产品→技术”产业需求的需求侧视角,产业发展对颠覆性技术创新需求的传导路径可以归纳为描绘未来经济社会发展愿景→确定未来经济社会发展需求清单→选择产业内可预期的产品→确定未来产品的关键特性→提出支撑产品关键特性的技术,且以现实突出问题和未来愿景需求为导向是推动颠覆性技术创新的关键因素。

[参考文献]

[1]苏启林.破坏性技术、组织创新与产业成长预测[J].中国

- 工业经济,2006,(11).
- [2] 龚健健. 产业发展过程中的颠覆性创新研究[J]. 沈阳工业大学学报(社会科学版),2015,(2).
- [3] 张高亮,等. 基于颠覆性创新的中国珍珠产业市场机制研究——以上海市场为例[J]. 农业经济问题,2007,(8).
- [4] 刘峰源. 来自产业内部的颠覆性力量——数字印刷技术对印刷企业发展影响探讨[J]. 印刷杂志,2016,(9).
- [5] 于霞,等. 航天领域颠覆性技术及其对航天产业影响[J]. 今日科苑,2018,(3).
- [6] 郭克莎,王文龙. 我国高技术产业的科技需求分析[J]. 经济纵横,2004,(8).
- [7] 李时,等. 传统产业对高新技术需求的影响因素分析[J]. 科学学与科学技术管理,1994,(12).
- [8] 熊俊莉. 台湾产业技术需求与创新效率危机[J]. 台湾经济,2009,(4).
- [9] 沈晓平,等. 中关村高端创意产业核心技术需求与策略[J]. 中国科技论坛,2012,(9).
- [10] 魏阙,边钰雅. 世界主要发达国家技术预见发展分析[J]. 创新科技,2015,(12).
- [11] 中国未来20年技术预见研究组. 中国未来20年技术预见[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [12] 王元,孙福全. “十二五”末及未来国家经济与社会发展愿景研究[M]. 北京:科学技术文献出版社,2012.
- [13] 鲍萌萌,武建龙. 新兴产业颠覆性创新过程研究——基于创新生态系统视角[J]. 科技与管理,2019,(1).
- [14] Christensen, C. M.. The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail[M]. Boston: Harvard Business School Press,1997.
- [15] 刘安蓉,等. 颠覆性技术概念的战略内涵及政策启示[J]. 中国工程科学,2018,(6).
- [16] 陈悦,等. 历次工业革命视角下的颠覆性技术[Z]. 颠覆性技术快报,2018,(2).
- [17] 孙永福,等. 引发产业变革的颠覆性技术内涵与遴选研究[J]. 中国工程科学,2017,(5).
- [18] Calori, R.. Effective Strategies in Emerging Industries[J]. Long Range Planning,1985,(3).
- [19] 李丫丫,等. 新兴产业产生:识别、路径及驱动因素[J]. 技术经济,2016,(8).
- [20] 许泽浩,张光宇. 新技术成长如何跨越“死亡之谷”——基于SNM视角的颠覆性技术保护空间构建[J]. 中国高校科技,2017,(6).
- [21] 许泽浩,等. 基于战略生态位管理视角的颠覆性技术成长过程研究[J]. 中国科技论坛,2016,(2).

(责任编辑 毛伟华)

The Interaction Mechanism between Disruptive Technological Innovation and Industrial Development —— From the Dual Perspective of Supply—side and Demand—side

ZHU Cheng—liang

(*Institute of Quantitative and Technical Economics,
Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China*)

[Abstract] The paper analyses the interaction mechanism between disruptive technological innovation and industrial development from the dual perspective of supply—side and demand—side. The relationship between disruptive technological innovation and emerging industries is not one—to—one correspondence. Disruptive technological innovation does not necessarily produce new industries, and emerging industries are not necessarily caused by disruptive technological innovation. From the perspective of supply side, the transmission path of disruptive technological innovation driving industrial development is as follows: technology choice, market choice, market establishment, market expansion, paradigm formation, and eventually the emergence of new industries. From the perspective of demand side, the transmission path of industrial development to disruptive technological innovation demand is as follows: depicting the vision of future economic and social development, determining the list of future economic and social development needs, choosing predictable products in industry, determining the key characteristics of future products, and putting forward technologies that support the key characteristics of products. It needs to be emphasized that the realistic prominent problem orientation and future vision needs seeking guidance are key factors in promoting disruptive technological innovation.

[Key words] Disruptive Technological Innovation; Industrial Development; Supply Push; Demand Pull