



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

“技术—市场成熟度”视角下颠覆性技术分类与特征：基于扎根理论的多案例分析

孙美頔 赵筱媛

中国科学技术信息研究所 北京 100038

摘要： [目的/意义] 为了弄清楚技术-市场成熟度视角下颠覆性技术的特征，从全新视角、有针对性地对颠覆性技术开展研究和管理，为政府对不同类别颠覆性技术的支持方案提出建议。 [方法/过程] 根据技术成熟度—市场成熟度工具对颠覆性技术开展分类研究，并基于扎根理论，选取互联网技术、基因编辑技术、增材制造技术和GPS技术这四种典型颠覆性技术开展案例分析。 [局限] 在案例选取、概念编码、译码归纳与分析方面还有一定的局限。 [结果/结论] 从“技术—市场成熟度”视角将颠覆性技术分为双成式颠覆性技术、双新式颠覆性技术、传统式颠覆性技术和新应用式颠覆性技术四类。发现不同类别的颠覆性技术特征是差异化的，双成式颠覆性技术有较强的跨领域技术融合能力，双新式颠覆性技术主要来自于重大的科技突破，新应用式颠覆性技术影响力较大，传统式的颠覆性技术基数大，进而提出了政府和企业对颠覆性技术创新发展的支持方案与措施。

关键词： 颠覆性技术；多案例研究；技术分类；扎根理论

中图分类号： G350

Classification and Characteristics of Disruptive Technologies from the Perspective of “Technology-Market Maturity”: A Multi-case Analysis Based on Grounded Theory

SUN Meiqi ZHAO Xiaoyuan

Institute of Scientific and Technical Information of China, Beijing 100038, China

基金项目 国家重点研发计划项目“颠覆性技术感知响应平台研发与应用示范”（2019YFA0707200）；中国科学技术信息研究所创新研究基金面上项目“面向国家未来重大战略需求的颠覆性技术创新关键方向选择研究”（MS2022-08）。

作者简介 孙美頔（1997-），硕士研究生，主要研究方向为颠覆性技术创新研究；赵筱媛（1978-），博士，研究员，主要研究领域为颠覆性技术创新管理、科技情报研究、科研管理与科技政策，E-mail: zhaoxy@istic.ac.cn。

引用格式 孙美頔，赵筱媛.“技术—市场成熟度”视角下颠覆性技术分类与特征：基于扎根理论的多案例分析[J]. 情报工程, 2023, 9(2): 3-18.

Abstract: [Objective/Significance] In order to find out the characteristics of disruptive technologies from the perspective of technology-market maturity, the research and management of disruptive technologies were carried out from a new perspective, and suggestions were made for the government to support different types of disruptive technologies. [Methods/Process] Subversive technologies were classified according to technology maturity-market maturity tools, and based on grounded theory, four typical subversive technologies, namely Internet technology, gene editing technology, additive manufacturing technology and GPS technology, were selected for case analysis. [Limitations] There are still some limitations in case selection, concept coding, decoding induction and analysis. [Results/Conclusions] From the perspective of "technology-market maturity", disruptive technologies can be divided into four categories: dual-type disruptive technologies, dual-new-type disruptive technologies, traditional disruptive technologies and new applied disruptive technologies. It is found that the characteristics of different types of disruptive technologies are different. Dual-generation disruptive technologies have strong cross-domain technology integration ability. Dual-new disruptive technologies mainly come from major scientific and technological breakthroughs. New applied disruptive technologies have greater influence and traditional disruptive technologies have a large base. Furthermore, the support schemes and measures of the government and enterprises for the development of subversive technological innovation are put forward.

Keywords: Disruptive technologies; Multi-case studies; Technical classification; Grounded theory

引言

颠覆性技术的不断发展标志着全球化创新理念的改革,是国家战略研究与技术创新研究领域的热点话题^[1]。新一轮科技革命为颠覆性技术提供了新的机遇,发展颠覆性技术也成为各国博弈的战略性手段^[2]。中国高度重视颠覆性技术,近年来出台了一系列政策支持其发展。鉴于颠覆性技术在发展过程中会受到众多因素影响,尤其是从技术到市场、再从市场到产业化需要跨越两次“死亡之谷”^[3]，“市场”作为衔接技术研发与产业化之间的桥梁,是技术从孕育到真正产生颠覆性效果的关键因素与主要切入点,因此从市场维度对颠覆性技术进行分

类,并针对上述不同类别的技术特征开展研究,分析政府对这些不同类别的颠覆性技术应该采取的支持方案与措施,具有重要的研究价值与意义。基于此,本文提出两个问题:(1)从技术-市场成熟度视角来看,颠覆性技术有哪几种分类方式;(2)每种类别的颠覆性技术具有何种不同的表现与特征。

为回答上述问题,本文基于扎根理论,以颠覆性技术典型案例为研究对象,从技术-市场成熟度视角对颠覆性技术的分类情况开展研究,研究结果一方面可有助于丰富颠覆性技术分类研究的理论体系,另一方面也可帮助相关利益者从新视角采取更具有针对性的手段开展颠覆性技术研究与管理。

1 文献回顾和理论基础

1.1 颠覆性技术的概念

20世纪90年代,哈佛商学院教授克莱顿·克里斯滕森(Clayton Christensen)^[4]提出颠覆性技术的概念。其认为颠覆性技术是一系列技术的集合,主要从低端或边缘市场引入。在初始阶段与传统主流技术相比,颠覆性技术会具有质量差、风险高、利润少、市场空间狭窄等特点,但随着其在性能和功能上的不断更新与改进,最终将替代现有技术,进而开辟新的市场格局,形成新的价值体系。然而,现有研究表明,并非所有的颠覆性技术都会遵循上述模式,即由低端市场引入,“自下而上”^[5]的产生颠覆。越来越多的学者开始认为颠覆性技术既可以从低端或边缘市场引入^[6],又可以从高端市场引入,其来源也不仅仅只有新技术和新发现一种^[7]。

鉴于此,本文在Christensen的创新理论基础上,系统梳理各学者观点,对颠覆性技术形成如下认识:颠覆性技术最大的特点在于其与现有技术遵循不同的技术轨道,具有更高的辅助性能。其往往从低端市场、利基市场或非主流市场切入,可能来自于重大的科学突破,也有可能是一系列已有技术的重新组合,亦或是对现有技术的颠覆式应用,并通过提供在位技术所不能提供的或尚无法满足消费者期望的新功能,来提高生产效率、推动生产方式变革,从而使原有的技术轨道产生断裂、打破原有市场格局,最终颠覆、占领主流市场,并形成新的竞争格局,甚至会产生新市场,颠覆性技术

最终会在意想不到的应用领域占据主导地位。

1.2 颠覆性技术分类研究

通过对已有文献[6-10]进行系统梳理,可以发现国内外学者对颠覆性技术的分类主要从技术形成、技术来源、技术功能、颠覆方式和创新过程五个视角展开。具体来讲,从技术形成来看,颠覆性技术可分为以下三种形式:基于新原理,新发现产生的颠覆性技术,现有技术的集成创新产生的颠覆性技术和现有成熟技术调整后在新领域的使用而产生的颠覆性技术^[7]。颠覆性技术主要有以下四个来源^[8]:科学原理的重大突破,技术的集成创新,技术颠覆性应用和以颠覆性思路解决问题而催生的颠覆性技术。美国国家科学研究委员会^[9]从功能角度对颠覆性技术进行分类,将其划分为使能技术、催化技术、变换技术、增强性技术、替代性技术和突破性技术六大类。苏成等^[10]则借鉴拉里·唐斯的四种创新阶段思想,根据颠覆性技术对主流技术的颠覆方式,将颠覆性技术分为“自下而上的颠覆性技术”“自上而下的颠覆性技术”“侧面包抄的颠覆性技术”和“大爆炸式颠覆性技术”四种。从颠覆性创新过程来看,颠覆性技术可分为技术突破-高端市场导入、技术改进-低端市场渗透以及利基市场开发导入三类^[6]。

从上述研究来看,虽然有不少学者已经从不同维度对颠覆性的分类开展研究,但是从颠覆性技术-市场这一维度对其开展分类的研究仍存在空白,已有文献关于颠覆性技术的分类尚不够全面。具体来讲,颠覆性技术在发展进程中往往存在两个难以逾越的鸿沟,一是从技

术到市场应用的“死亡之谷”，二是从市场应用到产业化的“死亡之谷”，这两次挑战均与“市场”息息相关，现有的分类体系尚未从该角度针对颠覆性技术的分类和特征开展探讨研究。因此，本研究从技术-市场维度对颠覆性技术进行分类具有重要的研究价值。

1.3 “技术-市场成熟度”分类的提出

随着技术的不断创新和发展以及新兴技术的不断涌现和扩散^[11]，颠覆性技术不再是简单地在一个市场领域发生颠覆，往往会对多个领域产生作用。为了进一步研究该问题，本文尝试针对几种不同颠覆性技术的颠覆性现象进行分析，以找到问题的突破口与关键点。

(1) 现象 1：在互联网时代，“跨界颠覆”已经成为了一个热点话题，很多互联网企业在跨越边界后颠覆了传统的工业运营模式^[12]。比如，阿里巴巴企业跨界后进入到商务领域诞生的电子商务颠覆了传统的商务领域，之后又进军支付领域，开启的电子支付大潮流颠覆了传统的支付方式。像互联网这种“跨界颠覆”的现象并不是个例，此前就有学者针对人工智能技术 Apollo 自动驾驶的跨界驱动颠覆性技术创新的演进开展研究^[13]，人工智能技术与互联网技术相似，都可以实现“跨界颠覆”。这类颠覆性技术往往在原有领域已经处于成熟期，经过技术融合或者技术的颠覆性应用，表现出多领域颠覆效果。从技术-市场成熟度的角度来看，此类颠覆性技术在技术成熟期时，会通过优化技术本身性能的方式适应市场需求，从而“跨界”到其他领域的成熟市场中，对该市场带来巨大影响，甚至会直接占领这个市场，改

变市场格局。

(2) 现象 2：近年来，基因治疗的新技术研发比比皆是，基因编辑技术在多种疾病的治疗中展现出了巨大潜力^[14]。基因编辑技术处于快速发展阶段，在这一阶段中，各种基因编辑技术层出不穷、不断更新迭代。目前，CRISPR/cas9 基因编辑技术已经得到成功应用，并产生了新的应用场景-精准医疗市场。类似于基因编辑技术的颠覆性技术多数产生于重大科学突破，刚开始时技术不成熟，只能小范围的测试应用。经过多轮的技术更新迭代和产品性能提升，此类颠覆性技术会逐渐扩大应用领域，开辟新市场，逐渐成为主流市场，对社会产生巨大影响。从技术-市场成熟度来看，这类颠覆性技术是一种新兴技术，在经过技术的更新迭代和产品性能的提升后，形成新兴市场，并给原有市场带来巨大的影响。

(3) 现象 3：随着 GPS 技术的发展，导航的应用已经从军事领域扩展到航海、交通等领域，也逐渐渗透到人们的日常生活中。回顾 GPS 诞生的 50 多年，军事领域曾是 GPS 的主要应用场景。近年来，智能手机占据了主流手机市场，随着手机性能的提升，GPS 开启了手机导航的时代，对人们的出行产生了巨大的影响。诸如 GPS 技术等颠覆性技术往往以市场需求为动力，通过技术的颠覆性新应用开辟新的市场，并逐渐成为社会的主流产业。从技术-市场成熟度维度来看，这类颠覆性技术是一种成熟技术。在 market 需求的驱动下，此类技术产生颠覆性应用并逐渐发展成新兴市场，最终成为社会主流产业。

(4) 现象 4：当今社会，增材制造技术不

断发展壮大，已经渗透到各个领域的应用中，无论是对市场还是社会都产生了各色各样的变革^[15]。增材制造技术起源于20世纪80年代，与传统的减材制造和等材制造不同，增材制造技术基于全新的技术轨迹，替代了传统工业制造技术，并逐渐在制造领域的市场占据主导地位。类似于增材制造技术的颠覆性技术还有很多，比如数码相机对传统胶卷相机的替代；液晶显示技术对发光二极管技术的替代；液压挖掘技术对缆绳驱动挖掘技术的替代等。这类颠覆性技术往往以新技术为主，初期一般不具有技术优势，但是经过一系列的技术更新迭代后，新技术相较于原在位技术来说，性能上具有突飞猛进的进步，因此会取代原技术成为市场的主流。

针对以上现象，我们可以看到：颠覆性技术在形成和发展过程中，其往往会受到技术 - 市场双重因素影响。对此，本研究结合技术成熟度(TRL)和市场成熟度(BRL)工具，从技术 - 市场成熟角度提出了颠覆性技术新的分类体系，以研究不同技术、市场成熟度的颠覆性技术特征。其中技术成熟度(TRL)和市场成熟度(BRL)工具是在欧盟地平线2020研究和创新计划资助的Toolbox for research-output-based businesses项目中提出的^[16]。该指标用于测度技术(尤其是颠覆性技术)在不同技术发展阶段和不同市场成熟程度下的技术市场机会，这有助于技术开发人员在技术开发的任何阶段，都可以了解技术的市场机会。本文在此基础上对其进行部分修改后，得到了技术 - 市场成熟度图(如图1所示)。据此我们将颠覆性技术划分为四类，分别是新兴技术 - 新兴市场式颠覆性技术(双

新式颠覆性技术)、新兴技术 - 成熟市场式颠覆性技术(传统式颠覆性技术)、成熟技术 - 成熟市场式颠覆性技术(双成式颠覆性技术)和成熟技术 - 新兴市场式颠覆性技术(新应用式颠覆性技术)。



图1 技术 - 市场成熟度四象限图

1.3.1 新兴技术-新兴市场式颠覆性技术

本文将新兴技术 - 新兴市场式颠覆性技术简称为“双新式”颠覆性技术。这类技术一般源于重大科技突破，主要以技术发展为驱动力，其颠覆方式往往有“自下而上的颠覆”“自上而下的颠覆”和“大爆炸式颠覆”三种不同类型。这类技术的颠覆多数伴随着很多不确定性，具有高风险等特征，且在技术发展过程中亦会受到很多约束，如伦理、道德、法律的制约等。此类技术一般复杂程度高，技术研发过程对人力物力消耗较大。这类技术在经过一段时间的发展，会开辟新市场，诞生新产业。较有代表性的是基因编辑技术带来精准医疗市场，虚拟现实技术开辟了VR眼镜市场等。

1.3.2 新兴技术-成熟市场式颠覆性技术

本文将新兴技术 - 成熟市场式颠覆性技术简称为传统式颠覆性技术，Christensen最初提出的颠覆性技术就是这类技术。这类技术通常

指新技术对原有成熟产业和市场的颠覆，一般来源于新科技、新突破，主要以技术为驱动力，其颠覆方式往往是“自下而上的颠覆”或“自上而下的颠覆”。此类技术刚开始出现时不一定具有先进性，但是因其价格优势或性能优势，会慢慢进入主流市场，并且逐渐取代在位技术，进而占据主流市场，带来产业上的颠覆。如，增材制造技术在汽车领域的应用，智能手机对传统手机市场的颠覆，液晶显示技术对传统二极管显示技术市场的颠覆等。

1.3.3 成熟技术-成熟市场式颠覆性技术

本文将成熟技术-成熟市场式颠覆性技术简称为“双成式”颠覆性技术，此类技术一般来源于技术颠覆性组合或者技术颠覆性应用，主要以市场为驱动力，其颠覆方式往往都是“侧面包抄颠覆”。这类颠覆性技术一般出现较早，研发时间久，但当技术发展进入成熟期后，此类颠覆性技术逐渐与其他领域技术融合，向多个领域进军。这类颠覆性技术会随着规模效应与技术继续发展，逐步取代原有技术，占据原有市场主导地位。比如，互联网技术在工业领域逐步占据主导位置，工业互联网为制造业带来巨大的潜能和价值。

1.3.4 成熟技术-新兴市场式颠覆性技术

本文将成熟技术-新兴市场式颠覆性技术简称为新应用式颠覆性技术。该类颠覆性技术一般来源于科学原理的重大突破，主要以市场为驱动力，其颠覆方式多种多样。这类技术往往出现较早，已经实现占领原有市场，但是因为此类技术本身的某些特殊性能，这类颠覆性技术会更易催生出新兴市场并逐渐发展成为主流。较有代表性的是GPS技术催生了手机导航

系统市场的诞生。

2 研究设计

2.1 研究方法

扎根理论多案例研究是一种向下挖掘、向上凝练，从资料中归纳结果的方法，它的思想体现在开放性译码（open coding）、主轴性译码（axial coding）和选择性译码（selective coding）这三重译码过程中^[17]。扎根理论的本质是归纳^[18]，使用扎根理论对颠覆性技术案例特征进行分析时，不仅可以更加系统的分析各个案例特征，还可以在错乱复杂的资料中寻找不同类别颠覆性技术的具体特征，更有助于对不同类别的颠覆性技术特征进行归纳和梳理。而且使用扎根理论分析得到的结果，是资料归纳的结果，能反映不同类别颠覆性技术特征的真实情况，使分析结果更具有真实性和可靠性。

不同类别颠覆性技术的特征各有不同。为研究其特征差别，进而提出有针对性的研究结论，本文运用多案例分析方法，选取四类典型颠覆性技术（互联网技术、基因编辑技术、增材制造技术和GPS技术）为案例，运用程序化扎根理论开展研究。通过对案例文本的进一步编码，从技术-市场成熟度视角分析各个类别颠覆性技术的主要特征。

2.2 案例选取

2.2.1 案例选取

本文根据上述四种不同的颠覆性技术类别分别选取了国际影响力大且具有典型性的互联网技术、基因编辑技术、增材制造技术和GPS

技术为案例。其中，互联网是推动全球创新与经济发展的主要引擎^[19]。互联网技术属于典型的双成式颠覆性技术，由于互联网技术本身的跨领域融合能力强等因素，它在其他领域有很大的发挥空间。互联网技术通过与其他领域技术的融合颠覆原有成熟市场。基因编辑技术是各主要国家在国家战略层面重点支持的领域^[20]，其在多个领域发挥重要作用，并且形成了精准医疗等新兴领域，是典型的双新式颠覆性技术；增材制造技术出现后一直在全球范围内飞速发展，并获得了重要的商业应用^[21]。增材制造技术作为传统式颠覆性技术的代表，它的出现直接为传统制造业带来了威胁，会颠覆传统制造市场；GPS技术自诞生以来就一直备受各国的关注，是各国研究的重点^[22]。GPS技术以市场为驱动力，特别是随着智能手机的普及逐渐发

展并形成了手机导航市场，是典型的新应用式颠覆性技术。

2.2.2 案例分析原则

在对颠覆性技术案例进行分析时，本文主要遵循逻辑性复制原则。具体来讲，遵循“复制”原则，即需要对各个案例逐项复制，用相同的分析方法对每个颠覆性技术案例开展研究，通过复制产生结构相同的结果。同时，也要对各个案例开展差别分析，以保证通过相同方式分析后产生不同特征结果。

2.3 案例基本信息描述

依据典型性原则和重要性原则，本文分别选取互联网技术、基因编辑技术、增材制造技术和GPS技术四类技术进行特征研究。案例的基本信息如表1所示。

表1 案例基本信息

技术名称	分类	描述
互联网技术	双成式颠覆性技术	互联网技术目前处于成熟期，对于互联网在工业上的应用来说，它具有推动传统技术转型、资源配置效率提升等特征，可以为制造业带来巨大的潜能和价值。
基因编辑技术	双新式颠覆性技术	基因编辑技术目前处于成长期，它不仅可以打破常规育种难以解决的遗传障碍，还可以准确改变特定性状，颠覆现有动物遗传改良技术的路径，提高育种效率。
增材制造技术	传统式颠覆性技术	增材制造技术目前处于技术发展的成长期，属于新兴技术。增材制造技术更低的成本，更高的精度都会给汽车行业带来新的发展前景。
GPS技术	新应用式颠覆性技术	GPS技术目前处于成熟期，对于该技术来说，在汽车导航的应用上带来了车载导航的新市场，故而对于车载导航应用场景中GPS属于成熟技术带来新兴市场式颠覆性技术。

本文数据来源以论文资料为主，选择CNKI数据库，在数据采集时，分别按照技术发展脉络、技术应用领域、技术相关法律法规、技术复杂程度、技术扩张、技术产业规模、技术驱动因素等主题进行检索，以相关度为筛选条件，每个主题分别选取相关度排名前60的论文（检索数量不足60以实际数量为准），将其摘要信息分类采集下来，把采集到的结果按照5:1分别划分成实验组和饱和度检验组，分别形成进

行扎根分析的实验数据和饱和度检验数据。

3 技术 – 市场成熟度视角的颠覆性技术案例研究

3.1 互联网技术

3.1.1 开放性译码

开放性编码是不断进行总结和凝练案例的过程。根据开放性译码程序，本文借助NVivo

软件对收集的互联网案例进行开放性译码，得到 56 条原始资料语句。由于部分初始概念存在交叉，且出现频次较低，故本文将出现频次低

于 2 次和与其他概念相关度较低的初始概念进行剔除，最终从原始资料语句中抽取出 20 个概念，10 个范畴，如表 2 所示。

表 2 互联网案例开放性译码概念及范畴

范畴	概念	原始资料语句
政策规划	中国政策	中国针对工业互联网出台了一系列措施，积极推进应用产业和商业发展。
	互联网计划	《工业互联网创新发展行动计划（2021-2023年）》。
政策措施	基础设施建设	互联网被纳入新型基础设施建设。
	技术开放策略	NASA将技术成果和管理经验开放给参与商业航天的企业。
技术挑战	来自产业的挑战	中国民营企业技术能力、产能等方面仍旧不足。
技术促进因素	技术落后	我们在互联网上已经落后了，需要急起直追。
	技术先进性	工业互联网平台建设技术先进。
技术成本高	运维成本高	建设运维成本高，需持续投入。
	成本高	芯片成本和使用成本偏高。
技术应用范围	场景应用广泛	工业互联网会带来不同行业、不同领域的建设和发展创新。
	涉及范围广	互联网通信具有广覆盖以及不受地理条件限制的特征。
	需求大	上亿人口尚未实现宽带网络覆盖,垂直领域网络接入需求旺盛。
减少能源消耗	降低成本	工业互联网可以提高效率，节省时间，降低成本。
	能源消耗低	在工业互联网赋能下，企业能源使用和碳排放有效减少，实现节能增效。
技术未来愿景	未来前景	将互联网系统集成到下一代接入技术的关键要素。
	技术重要性	发展互联网是国家综合实力的重要体现。
技术融合	技术融合能力	网络与5G网络互为补充、相辅相成，共同构建覆盖全球的融合网络已成为通信网络发展的重要趋势。
	差异化	各地区对互联网技术的呈现探索差异化的发展路径。
技术产业发展	市场经济状况	赛迪智库预测，到2030年中国互联网整体市场规模可达千亿。
	商业扩张	找准自身定位、发挥优势、获得用户认可，是互联网商业模式是否成功的关键。

3.1.2 主轴性译码

在开放性译码的基础上，根据各子范畴之内在关系，将对应的 10 个子范畴归纳为政策规划、技术促进和挑战、技术成本、技术愿景和技术应用 5 个主范畴。各主范畴及其对应的子范畴如表 3 所示，互联网技术案例编码代码层次如图 2 所示。

3.1.3 选择性译码

以“互联网特征”为核心范畴，遵照选择性编码要求，以特征归纳结构的形式体现出政策规划、技术促进和挑战、技术成本、技术愿景和技术应用 5 个主范畴与核心范畴之间的关系，对互联网技术的特征归纳结果如表 4 所示。

表 3 互联网主轴性编码形成的主范畴及内涵

主范畴	子范畴	概念	范畴的内涵
政策规划	政策规划	中国政策	中国出台了一系列措施，推进工业互联网的发展
		工业互联网政策	促进互联网工业化的一系列政策
	政策措施	基础设施建设 技术开放策略	互联网被纳入新型基础设施建设 政府、科研机构、企业等对相关技术进行开放
技术促进和挑战	技术挑战	来自产业的挑战	企业技术能力、产能等方面的不足
	技术促进因素	技术落后 技术先进性	互联网技术目前还不完善 多技术促进互联网技术的发展
技术成本	技术成本高	运维成本高 成本和效率成正比	建设运维成本高，需持续投入 构建成本与效率正循环
	减少能源消耗	降低成本 能源消耗低	工业互联网有利于提高效率，节省时间，降低成本 互联网有利于减少能源的消耗
技术愿景	技术未来愿景	未来前景 技术重要性	是下一代接入技术的关键要素 发展互联网是国家综合实力的重要体现
	技术产业发展	市场经济状况 商业扩张	互联网整体市场规模可达千亿 互联网商业不断扩张
技术应用	技术融合	技术融合能力 差异化	网络与5G网络互为补充、相辅相成 工业互联网探索差异化发展路径
	技术应用范围广	场景应用广泛 涉及范围广 需求大	互联网应用场景广泛 互联网覆盖面积广 互联网社会需求大

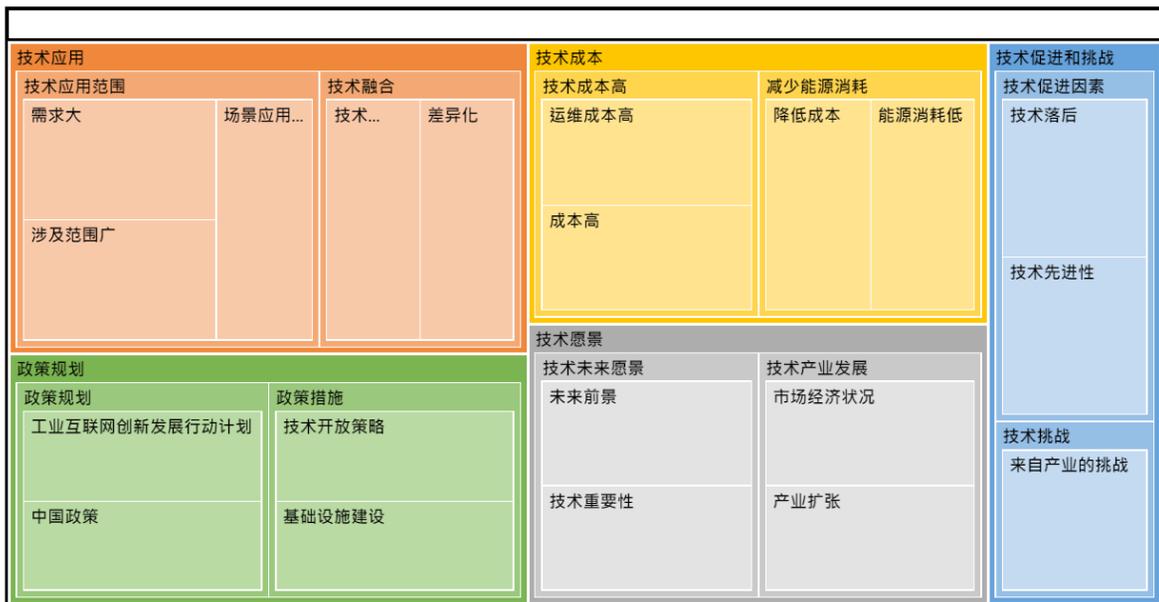


图 2 互联网技术案例编码代码层次

表 4 互联网主范畴的特征归纳及内涵表述

特征归纳结构	内涵表述
政策规划 – 互联网特征	各国出台了一系列互联网政策，旨在促进其技术的发展，表现出各国的重视，体现了其政策支撑程度高的特征
技术促进和挑战 – 技术复杂度高 – 互联网特征	互联网技术复杂度高，技术研发困难，表现了其长周期性 ^[23] 、不确定性 ^[24] 、高风险性 ^[25] 等特征
技术成本 – 技术运维成本 – 互联网特征	建设运维成本高，需持续投入，而且可靠性更高，体现了互联网价值跃迁性 ^[33] 、高投入 ^[26] 、变化速度快 ^[27] 等特征
技术成本 – 减少能源消耗 – 互联网特征	互联网有利于减少能源的消耗体现了互联网性能不断提升 ^[28] 、全新的性能组合 ^[28] 的特征
技术愿景 – 互联网特征	发展互联网是国家综合实力的重要体现，表现出互联网的突破性 ^[29-30] 、前瞻性 ^[31-32] 、产业变革性 ^[27] 的特征
技术愿景 – 技术产业情况 – 互联网特征	互联网商业不断扩张体现了市场广泛 ^[30] 、产业爆发性 ^[33] 的特征
技术应用 – 技术融合 – 互联网特征	互联网与其他技术融合体现了其融合能力强的特征
技术应用 – 产业应用 – 互联网特征	技术应用广泛体现了互联网市场广泛的特征

3.1.4 理论饱和度检验

通过对互联网案例检验组的数据进行归纳分析，共梳理了 19 个概念，分别对应政策规划、技术促进和挑战、技术愿景和技术应用 4 个主范畴。分析的结果未发现新的特征范畴，表明对互联网技术特征的相关概念和范畴的梳理已经较为全面，因此认为对互联网技术特征的梳理已经达到理论饱和。

3.2 基因编辑技术

基因编辑技术案例分析方法与互联网技术相同，先按照第 2.2 节所述的案例采集方法对相关案例进行收集工作，然后使用扎根理论对论文数据进行分析，具体操作如下。

3.2.1 开放性译码

借助 NVivo 软件对收集来的基因编辑案例进行开放性译码，得到 76 条原始资料语句及相应的初始概念。基因编辑技术在经过开放性译码后，抽象出 19 个概念，17 个范畴。

3.2.2 主轴译码

对应的 17 个子范畴归纳为政策规划、不确

定因素、社会影响、技术性能和技术应用 5 个主范畴，基因编辑技术案例编码代码层次如图 3 所示。

3.2.3 选择性译码

以特征归纳结构的形式体现出政策规划、不确定因素、社会影响、技术性能和技术应用 5 个主范畴与核心范畴之间的关系，对基因编辑技术的特征归纳结果如表 5 所示。

3.2.4 理论饱和度检验

通过对基因编辑案例检验组的数据进行归纳分析，共梳理了 17 个概念，分别对应技术应用、不确定因素、社会影响、技术性能和政策规划 5 个主范畴。分析的结果未发现新的特征范畴，表明对基因编辑技术特征的相关概念和范畴的梳理已经较为全面，因此认为对基因编辑技术特征的梳理已经达到理论饱和。

3.3 增材制造技术

增材制造技术案例分析方法与互联网技术和基因编辑技术相同，都是先按照第 2.2 节所述的案例采集方法对相关案例进行收集工作，

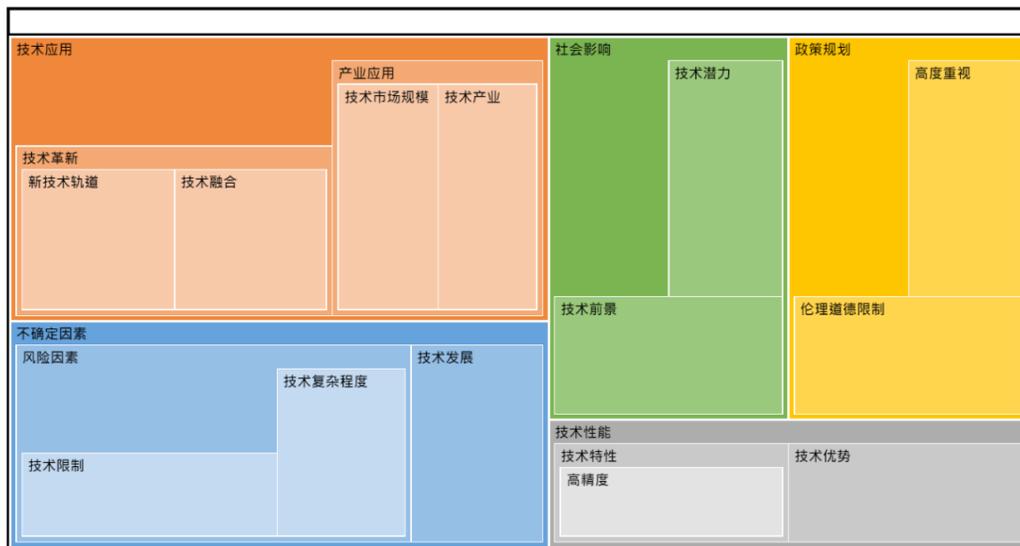


表5 基因编辑技术主范畴的特征归纳及内涵表述

特征归纳结构	内涵表述
政策规划-基因编辑特征	各国出台了一系列基因编辑政策，旨在促进其技术的发展，表现出各国的重视，体现了其政策支撑程度高的特征
不确定因素-技术发展-基因编辑特征	基因编辑是种类繁多，而且技术发展时间久，技术发展不成熟，表现了其技术复杂度高，长周期性的特征
不确定因素-风险因素-基因编辑特征	基因编辑存在安全隐患，且收到的伦理道德约束多，表现出其不确定性、高风险性、高投入的特征
社会影响-基因编辑特征	基因编辑可以为医疗行业带来巨大的潜能和价值，表现出其突破性、价值跃迁性、社会变革性 ^[27] 的特征
技术性能-基因编辑特征	基因编辑技术往往技术更迭快，技术操作简单体现了其变化速度快的特征
技术应用-产业应用-基因编辑特征	基因编辑技术可以应用于医疗和农业领域，表现了其市场广泛、产业变革性的特征
技术应用-技术革新-基因编辑特征	基因编辑与传统的医疗技术的技术轨道完全不同，是其来源主要为新原理新突破，表现了其基于新技术轨道 ^[34] 的特征

然后使用扎根理论对论文数据进行分析，具体操作如下。

3.3.1 开放性译码

借助 NVivo 软件对收集来的增材制造案例进行开放性译码，得到 65 条原始资料语句及相应的初始概念。增材技术案例在经过开放性译码后，抽象出 19 个概念，8 个范畴。

3.3.2 主轴译码

将对应的 8 个子范畴归纳为政策规划、不

确定因素、社会影响、技术特性和技术应用 5 个主范畴，增材制造技术案例编码代码层次如图 4 所示。

3.3.3 选择性译码

以特征归纳结构的形式体现出政策规划、不确定因素、社会影响、技术特性和技术应用 5 个主范畴与核心范畴之间的关系，对增材制造技术的特征归纳结果如表 6 所示。

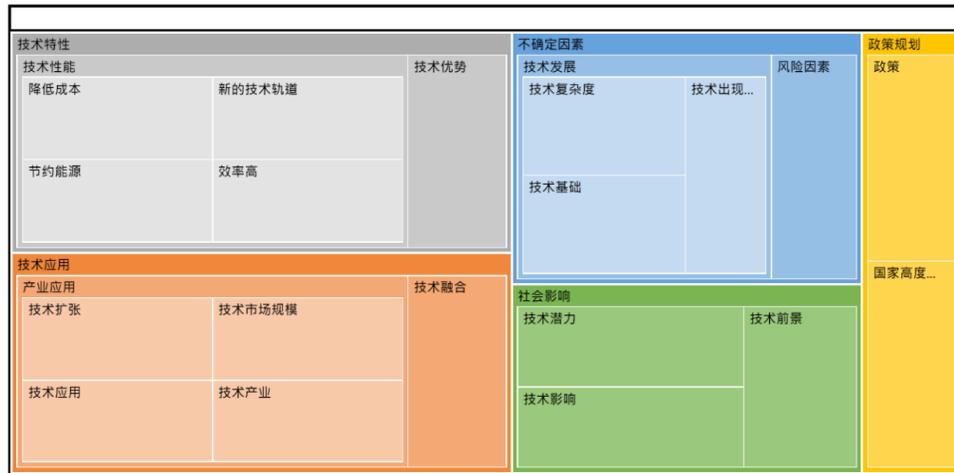


图 4 增材制造技术案例编码代码层次

表 6 增材制造技术主范畴的特征归纳及内涵表述

特征归纳结构	内涵表述
政策规划-增材制造特征	各国出台了一系列增材制造政策，旨在促进其技术的发展，表现出各国的重视，体现了其政策支撑程度高的特征
不确定因素-技术发展-增材制造特征	增材制造是在市场需求的推动下发展的，而且技术发展时间久，表现了其技术复杂度高，长周期性的特征
不确定因素-风险因素-增材制造特征	增材制造技术的伦理要求高，政府对增材制造技术监管严格，表现出其不确定性、高风险性的特征
社会影响-增材制造特征	增材制造可以为制造业带来巨大的潜能和价值，还有利于提升国际竞争力，表现出其突破性、价值跃迁性、社会变革性的特征
技术特性-增材制造特征	增材制造具有推动传统技术转型、资源配置效率提升、提升效率 ^[35] 、降低成本、提升产品性能的特征
技术应用-产业应用-增材制造特征	增材制造增材制造技术种类繁多，技术扩张迅速，表现了其市场广泛、产业爆发性 ^[33] 、产业变革性的特征
技术应用-技术融合-增材制造特征	增材制造可以增材制造技术可应用于多领域，表现了其技术融合能力强的特征

3.3.4 理论饱和度检验

通过对增材制造案例检验组的数据进行归纳分析，共梳理了 15 个概念，分别对应技术应用、不确定因素、社会影响、技术特性和政策规划 5 个主范畴。分析的结果未发现新的特征范畴，表明对增材制造技术特征的相关概念和范畴的梳理已经较为全面，因此认为对增材制造技术特征的梳理已经达到理饱和。

3.4 GPS技术

GPS 技术案例的分析方法与上述三种技术的分析方法相同，都是先按照第 2.2 节所述的案

例采集方法对相关案例进行收集工作，然后使用扎根理论对论文数据进行分析，具体操作如下。

3.4.1 开放性译码

借助 NVivo 软件对收集来的 GPS 技术案例进行开放性译码，得到 95 条原始资料语句及相应的初始概念。GPS 技术在经过开放性译码后，抽象出 22 个概念，17 个范畴。

3.4.2 主轴译码

将对应的 17 个子范畴归纳为政策支持、技术性能、技术复杂度、技术前景和技术应用 5 个主范畴，GPS 技术案例编码代码层次如图 5 所示。

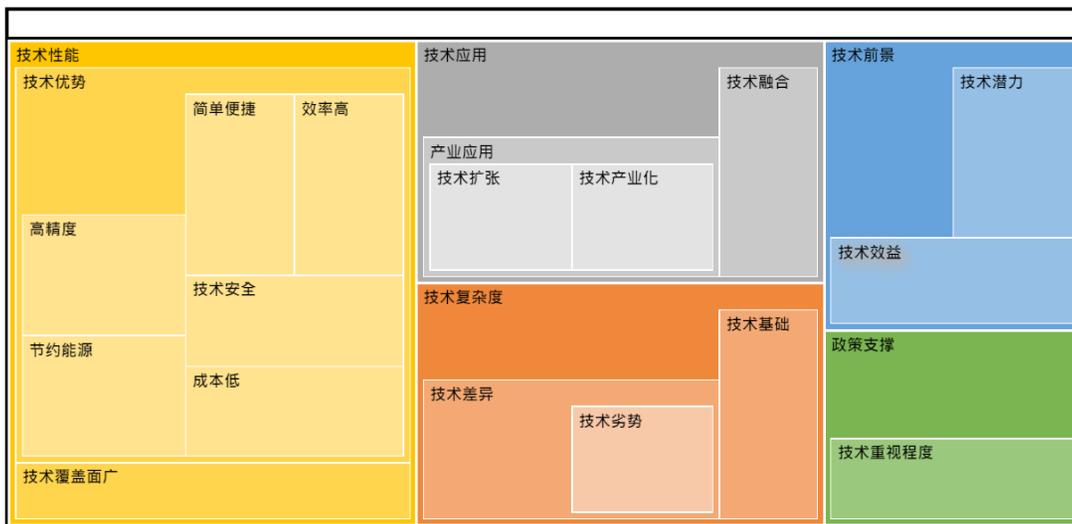


图 5 GPS 技术案例编码代码层次

3.4.3 选择性译码

以特征归纳结构的形式体现出政策支持、技术性能、技术复杂度、技术前景和技术应用

5 个主范畴与核心范畴之间的关系。GPS 技术的特征归纳结果如表 7 所示。

表 7 GPS 技术主范畴的特征归纳及内涵表述

特征归纳结构	内涵表述
政策支持 –GPS 技术特征	各国出台了一系列 GPS 技术政策,旨在促进其技术的发展,表现出各国的重视,体现了其政策支持程度高的特征
技术性能 – 技术优势 –GPS 技术特征	车用导航系统可以缩短行车时间、减少能源消耗、保障行车安全等多方面的利益,表现了其效率高,高性能、节约能源的特征
技术性能 – 技术覆盖面 –GPS 技术特征	GPS 系统可以提供全球覆盖、免费的高精度的定位服务,表现出其成本低 ^[36] 、覆盖广的特征
技术复杂度 –GPS 技术特征	GPS 导航定位系统由 GPS 定位系统、电子地图等组成,表现出其技术复杂度高 ^[26] 、长周期性、不确定性、高风险性、高投入的特征
技术前景 –GPS 技术特征	车辆导航系统极具研究意义和研究价值,体现了其前瞻性、价值跃迁性、产业变革性的特征
技术应用 – 产业应用 –GPS 技术特征	GPS 技术逐渐成为了一个全球性的工具,表现了其市场广泛、产业爆发性、产业变革性的特征
技术应用 – 技术融合 –GPS 技术特征	GPS 除了应用于车辆导航外,更广泛的应用到各个行业,表现了其技术融合能力强的特征

3.4.4 理论饱和度检验

通过对 GPS 案例检验组的数据进行归纳分析,共梳理了 13 个概念,分别对应技术性能、技术前景、政策支持和技术应用 4 个主范畴。分析的结果未发现新的特征范畴,表明对 GPS 技术特征的相关概念和范畴的梳理已经较为全

面,因此认为对 GPS 技术特征的梳理已经达到理论饱和。

4 不同类别颠覆性技术的特征分析

在对上述四类颠覆性技术典型案例的分析基础上,本文对不同类别颠覆性技术的特征总

结分析如下，其特征表现与对应关系如图 6 所示。

(1) 双成式颠覆性技术（典型代表：互联网技术）：具有政策支撑程度高、高风险性、价值跃迁性、性能不断提升、突破性、市场广泛、融合能力强、市场广泛、长周期性、不确定性、高投入、变化速度快、全新的性能组合、前瞻性、产业变革性、产业爆发性等特征。

(2) 双新式颠覆性技术（典型代表：基因编辑技术）：具有政策支撑程度高、技术复杂度高、不确定性、突破性、技术更迭快、市场广泛、基于新技术轨道、长周期性的特征、高风险性、高投入、价值跃迁性、社会变革性、

技术操作简单、变化速度快、产业变革性等特征。

(3) 传统式颠覆性技术（典型代表：增材制造技术）：具有政策支撑程度高、技术复杂度高、不确定性、突破性、提升效率、市场广泛、技术融合能力强、长周期性、高风险性、价值跃迁性、社会变革性、降低成本、提升产品性能、产业爆发性、产业变革性等特征。

(4) 新应用式颠覆性技术（典型代表：GPS 技术）：具有政策支撑程度高、效率高、成本低、技术复杂度高、前瞻性、市场广泛、技术融合能力强、高性能、节约能源、覆盖广、长周期性、不确定性、高风险性、高投入、价值跃迁性、产业变革性、产业爆发性等特征。

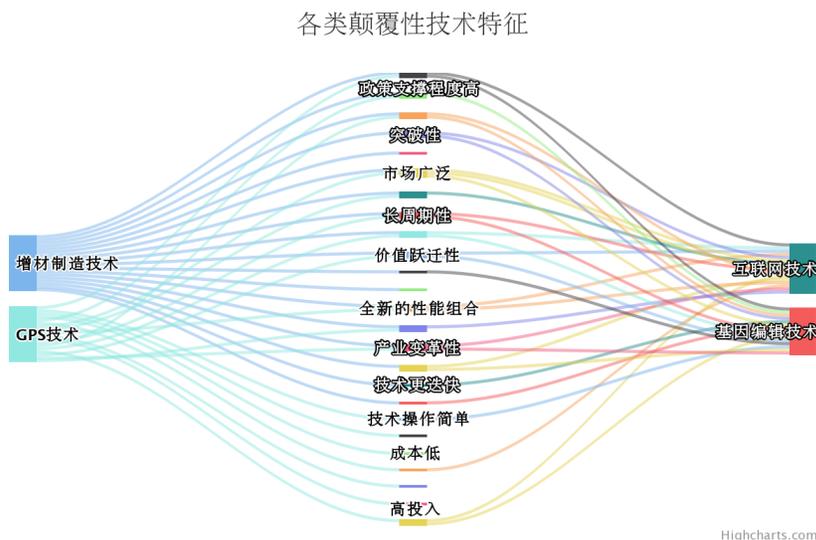


图 6 不同类别颠覆性技术的特征

进一步来看，双新式颠覆性技术与传统式颠覆性技术在特征的表现上有较多一致性，主要原因在于这两类颠覆性技术都属于新兴技术带来的颠覆，它们多数是基于科学原理的重大突破而产生的，因此这两类颠覆性技术具有新兴技术的特征，如技术本身更迭快、性能更新快等，故而特征表现较为相似。

5 结语

本文从技术成熟度 - 市场成熟度的视角将颠覆性技术划分为四类，分别是双成式颠覆性技术、双新式颠覆性技术、传统式颠覆性技术和新应用式颠覆性技术。选择互联网技术、增材制造技术、基因编辑技术和 GPS 技术作为四

类颠覆性技术的代表性案例，采用扎根理论进行深度分析，得到各个类别的颠覆性技术特征。分析表明，不同类别的颠覆性技术特征是差异化的，双成式颠覆性技术有较强的跨领域技术融合能力，在此类技术演进的过程中需更多关注其跨领域扩散的现象，因地制宜的制定相关技术创新发展战略；双新式颠覆性技术主要来自于重大的科技突破，是基于全新的技术轨道，在技术发展过程中需要把握时机，精准施策，避免因技术研发落后带来的技术发展瓶颈问题；新应用式颠覆性技术虽然目前数量较少，但是其影响不容小觑，是中国应该优先发展的技术，也是中国实现弯道超车的重要机会；传统式的颠覆性技术基数大，刚出现时不一定具有先进性，但因其价格优势或其性能优势，会慢慢进入主流市场，并且逐渐取代在位技术占据主流市场，带来产业上的颠覆。

本研究结果在一定程度上丰富了颠覆性技术的分类与特征。依据不同类别颠覆性技术所具有的特征，政府和企业等方面可以予以有针对性的举措。（1）在政府层面，可制定因地制宜的颠覆性技术创新发展战略，对不同类别颠覆性技术开展不同政策支撑，对各类颠覆性技术制定有针对性的发展策略。一方面要组织人力对不同颠覆性技术的发展策略做出判断，另一方面政府要梳理原技术的成长路径，为产业规划提供方案。同时，政府需要建立一套高效的方法和体系为颠覆性技术从技术向市场以及市场向产业化发展的进程中提供路径。此外，政府在扶持企业发展不同类别颠覆性技术时，要专门针对各个类别的特征对颠覆性技术的成长设置孵化平台。（2）在企业层面，可针对不

同颠覆性技术采取不同技术发展策略、加强资源整合与科学研究，营造有利于颠覆性技术创新发展的独特环境。针对不同类别的颠覆性技术企业需要选择合适的市场和销售渠道，建立相对独立的技术运营团队，为不同技术选择更加合适的市场，并且要构建合适的技术发展网络，制定因地制宜的发展策略。

当然，本文的研究还存在一定的不足，在案例选取、概念编码、译码归纳与分析方面还有一定的局限。下一步的研究中将从以下几方面改进完善，包括：（1）专家访谈法对本文的分类体系进行完善，并选取相关案例；（2）多人员编码的方式减少概念编码译码主观性；（3）对译码范畴进行标准化处理。

参考文献

- [1] 郭小超,王岩,张璐,等. 国际破坏性创新研究热点与演进的可视化分析[J]. 科研管理, 2020, 41(11): 1-13.
- [2] 钟文丽,赵金辉,杨筱. 推进颠覆性技术发展是大国博弈的战略选择[J]. 国防科技, 2018, 39(5): 43-47.
- [3] 许泽浩. 颠覆性技术的选择及管理对策研究[D]. 广州: 广东工业大学, 2017.
- [4] Christensen C M. The Innovator's Dilemma. When New Technologies Cause Great Firms to Fail. Boston, MA: Harvard Business School Press, 1997.
- [5] Utterback J M, Acee H J. Disruptive Technologies: An Expanded View[J]. International Journal of Innovation Management, 2005, 9(1): 1-17.
- [6] 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, 21(1): 8-13.
- [7] Lee S M, Trim S. Convergence innovation in the digital age and in the COVID-19 pandemic crisis[J]. Journal of Business Research, 2021(123): 14-22.
- [8] 刘安蓉,李莉,曹晓阳,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, 20(6): 7-13.

- [9] The National Research Council (NRC). Persistent Forecasting of Disruptive Technologies [EB/OL]. 2010[2022-04-01]. <https://www.nap.edu/read/12557/chapter/1>.
- [10] 苏成, 赵志耘, 赵筱媛, 等. 颠覆性技术新阐释: 概念、内涵及特征 [J]. 情报学报, 2021, 40(12): 1253-1262.
- [11] Chang S B, Lai K K, Chang S M. Exploring technology diffusion and classification of business methods: Using the patent citation network[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2009, 76(1): 107-117.
- [12] 张骁, 吴琴, 余欣. 互联网时代企业跨界颠覆式创新的逻辑 [J]. 中国工业经济, 2019(3): 156-174. DOI:10.19581/j.cnki.ciejjournal.2019.03.019.
- [13] 李东红, 陈昱蓉, 周平录. 破解颠覆性技术创新的跨界网络治理路径 — 基于百度 Apollo 自动驾驶开放平台的案例研究 [J]. 管理世界, 2021, 37(4): 130-159. DOI:10.19744/j.cnki.11-1235/f.2021.0054.
- [14] 谷业凯. 走近“颠覆性技术”: 基因治疗何时惠及大众 [J]. 中国科技奖励, 2018(1): 77-78.
- [15] 徐祥运, 刘洪佐. 3D 打印技术: 技术革命、社会影响与认知冲击 [J]. 自然辩证法研究, 2017, 33(8): 120-124. DOI: 10.19484/j.cnki.1000-8934.2017.08.023.
- [16] ACCESS2EIC. Toolbox for research-output-based businesses[EB/OL]. 2020[2022-04-01]. <https://access2eic.eu/wp-content/uploads/2020/09/Toolbox-guidelines.pdf>.
- [17] 周文辉. 知识服务、价值共创与创新绩效 — 基于扎根理论的多案例研究 [J]. 科学学研究, 2015, 33(4): 567-573, 626.
- [18] 冯生尧, 谢瑶妮. 扎根理论: 一种新颖的质化研究方法 [J]. 现代教育论丛, 2001(6): 51-53.
- [19] 王懿霖. 新时代 新业态 全球互联网技术人才前沿洞察 [J]. 求贤, 2022(5): 44-47.
- [20] 钟华, 胥美美, 苟欢, 等. 全球基因编辑技术专利布局与发展态势分析 [J]. 世界科技研究与发展, 2022, 44(2): 231-243. DOI:10.16507/j.issn.1006-6055.2022.01.006.
- [21] 顾波. 增材制造技术国内外应用与发展趋势 [J]. 金属加工 (热加工), 2022(3): 1-16.
- [22] 王解先. 全球导航卫星系统 GPS/GNSS 的回顾与展望 [J]. 工程勘察, 2006(3): 55-60+54.
- [23] 王猛. 颠覆性创新的研究热点与趋势 [J]. 社会科学战线, 2019(11): 249-253.
- [24] 杨芳娟, 梁正, 薛澜, 等. 颠覆性技术创新项目的组织实施与管理 — 基于 DARPA 的分析 [J]. 科学学研究, 2019, 37(8): 1442-1451.
- [25] LAURSEN K, SALTER A. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U. K. manufacturing firms[J]. Strategic Management Journal, 2006, 27(2): 131-150.
- [26] 李奉书, 徐莹婕, 杜鹏程, 等. 数字经济时代下联盟管理能力对企业颠覆性技术创新的影响 — 知识流动的中介作用与知识重构能力的调节作用 [J]. 科技进步与对策, 2021, 19(7): 88-99.
- [27] MANYIKA J, CHUI M, BUGHIN J, et al. Disruptive technologies: advances that will transform life, business, and the global economy[EB/OL]. (2013-05-01)[2022-04-01]. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/disruptive-technologies>.
- [28] 林春培, 张振刚, 薛捷. 破坏性创新的概念、类型、内在动力及事前识别 [J]. 中国科技论坛, 2012(2): 35-41.
- [29] HAHN F, JENSEN S, TANEV S. Disruptive innovation vs disruptive technology: the disruptive potential of the value propositions of 3D printing technology startups[J]. Technology Innovation Management Review, 2014, 4(12): 27-36.
- [30] 孙永福, 王礼恒, 孙棕檀, 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, 19(5): 9-16.
- [31] 窦超, 代涛, 李晓轩, 等. DARPA 颠覆性技术创新机制研究 — 基于 SNM 理论的视角 [J]. 科学学与科学技术管理, 2018, 39(6): 99-108.
- [32] 汤文仙, 李京文. 基于颠覆性技术创新的战略性新兴产业发展机理研究 [J]. 技术经济与管理研究, 2019(6): 95-99.
- [33] 吴滨, 韦结余. 颠覆性技术创新的政策需求分析 — 以智能交通为例 [J]. 技术经济, 2020, 39(6): 185-192.
- [34] SUIKKI, RAJIA. Process renewal driven by disruptive technologies[J]. International Journal of Business Innovation & Research, 2007, 3(1): 281.
- [35] 薛捷. 破坏性创新理论述评及推进策略 [J]. 管理学报, 2013, 10(5): 768-774.
- [36] Govindarajan V, Kopalle P K. Disruptiveness of innovations: measurement and an assessment of reliability and validity[J]. Strategic Management Journal, 2005, 27(2): 189-199.