

# 颠覆性技术国际竞争力评价方法

孟祥翠<sup>1</sup>, 代涛<sup>1,2\*</sup>, 刘志鹏<sup>1,2</sup>, 李怡洁<sup>1</sup>

1. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190

2. 中国科学院大学公共政策与管理学院, 北京 100049

**摘要** 颠覆性技术的发展水平和国际竞争力将影响国家未来竞争力和经济安全。根据颠覆性技术的特征, 基于战略生态位管理(SNM)理论, 从技术、市场和环境3个维度提出了评价颠覆性技术国际竞争力的模型和方法。在此基础上, 以人工智能为例进行了实证研究, 分析了中、美、法、德、英、日6国的竞争力状况。

**关键词** 颠覆性技术; 国际竞争力; 竞争力评价

颠覆性技术最早是由美国哈佛商学院教授克莱顿·克里斯滕森(Clayton M. Christensen)在1995年提出。一般认为, 颠覆性技术是一种另辟蹊径、对已有传统或主流技术产生颠覆性效果的技术, 可能是全新技术, 也可能是现有技术的跨学科、跨领域应用<sup>[1]</sup>。颠覆性技术会对现有技术、产业体系、市场结构造成变革性影响, 改变人类的生产和生活方式。2013年, 麦肯锡全球研究所提出12项颠覆性技术, 涉及信息、材料、能源等多个领域, 估算到2025年这些技术对全球经济的直接影响达 $14 \times 10^4$ 亿~ $33 \times 10^4$ 亿美元<sup>[2]</sup>。颠覆性技术的发展将推动全球创新格局产生重大调整, 世界各国都积极对颠覆性技术进行战略布局, 力争抢占未来发展先机。中国也非常重视颠覆性技术创新, 2016年国务院印

发的《“十三五”国家科技创新规划》提出要“更加重视原始创新和颠覆性技术创新”, 党的十九大报告也强调要突出颠覆性技术创新。

当前, 尽管和平与发展仍是主流, 但国际政治经济形势复杂多变, 中国国家安全面临严峻挑战。近年来, 中国非常重视国家安全, 成立了国家安全委员会, 提出了总体国家安全观。经济安全是国家安全的重要组成部分, 随着科学技术在推动经济社会发展中的作用逐渐突出, 技术因素对经济安全的影响日益显著。新一轮科技革命和产业变革正在兴起, 以人工智能、区块链、量子信息等为代表的颠覆性技术不断涌现。颠覆性技术市场化会使一些循序推动技术进步的优质企业快速被替代, 使长期积累的资本、市场和技术、人才等方面的投入归零, 甚至

收稿日期: 2019-05-14; 修回日期: 2019-07-02

基金项目: 中国科学院发展规划局战略研究专项(GHJ-ZLZX-2019-32-8)

作者简介: 孟祥翠, 博士后, 研究方向为科技管理与评价, 电子信箱: mengxiangcui@casisd.cn; 代涛(通信作者), 副研究员, 研究方向为科技管理与评价, 电子信箱: daitao@casipm.ac.cn

引用格式: 孟祥翠, 代涛, 刘志鹏, 等. 颠覆性技术国际竞争力评价方法[J]. 科技导报, 2019, 37(19): 41-49; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.19.006

颠覆旧产业催生新产业,导致经济利润在国家、产业之间发生转移,改变市场秩序和竞争格局<sup>[3]</sup>。可以说,颠覆性技术的发展关乎国家经济安全,直接影响国家未来竞争力。因此,开展颠覆性技术国际竞争力评价研究,及时发现问题,以抢占未来发展的机遇,是十分迫切而紧要的。

学术界对颠覆性技术的相关研究,主要集中在概念内涵及特征、早期识别与预测方法、培育机制以及可能带来的影响等方面<sup>[4-8]</sup>。关于颠覆性技术成长过程,许泽浩等<sup>[9]</sup>从战略生态位管理(SNM)角度,指出颠覆性技术成长会经历技术的选择、市场的选择、市场的建立、市场的扩大和范式的形成5个阶段,最终实现产业化。窦超等<sup>[10]</sup>以SNM理论的5阶段模型为基础,建立了美国国防高级研究计划局(DARPA)颠覆性技术创新5阶段分析模型。但是,对颠覆性技术竞争力的相关研究不多,且多是基于专利与论文产出方面的分析,缺少理论和体系化。陈军等<sup>[11]</sup>基于专利视角,从专利申请总体情况、通过世界知识产权组织《专利合作条约》(PCT)框架下申请的专利、创新主体等方面分析中美两国人工智能领域发展的差异。陶波等<sup>[12]</sup>通过检索Web of Science数据库中关于医疗人工智能领域研究的文献,比较中美医疗人工智能技术研究的差异及优劣。随着人工智能、区块链等颠覆性技术快速发展,它逐渐与传统实体经济相融合,国内外智库、咨询机构及知名公司等推出一系列报告,纷纷从论文与专利产出、企业发展、产业融资等不同角度来揭示这些颠覆性技术的发展现状与趋势。

本文根据颠覆性技术的特征及发展规律,基于SNM理论提出了颠覆性技术国际竞争力评价模型,从技术、市场、环境3个维度来构建指标评价体系。并以人工智能为案例,利用该模型和方法分析了中国与美国、日本、英国、法国及德国竞争力情况。

## 1 颠覆性技术国际竞争力评价模型和指标体系构建

### 1.1 颠覆性技术国际竞争力评价模型

国际竞争力是国际贸易不断发展的直接产物,

最初国际竞争力的概念是指企业国际竞争力,1985年世界经济论坛(World Economic Forum, WEF)认为国际竞争力是“一国企业能够提供比国内外竞争对手更优质量和更低成本的产品与服务的能力”。随后,国际竞争力的内涵不断扩展,逐渐成为一个多层次和综合性的概念,根据竞争主体不同,可分为国家竞争力、产业竞争力、企业竞争力等。一般而言,竞争力是指竞争主体之间在特定的空间范围和竞争环境下,为争夺某一种或某些共同的目标而表现出来的竞争实力<sup>[13]</sup>。本文将颠覆性技术国际竞争力界定为在国际竞争背景下,与世界其他国家相比,一国在某一颠覆性技术方面表现出来的竞争实力,是优势和不足的综合体现。

SNM理论是针对技术创新管理的研究工具和分析模型,源于生态学中的生态位概念。Schot等<sup>[14]</sup>将生态位概念延伸扩展至技术生态位,技术生态位是指在一定的时间和空间(如一个国家或地区)内该技术的环境所提供给它各种可利用的资源的集合<sup>[15]</sup>。Van Eijck<sup>[16]</sup>将技术生态位和市场生态位明确区分,市场生态位被描述为“一个不需要明显的保护机制而可以自由参与市场竞争的特定状态,在这个状态下用户可以毫不费力地识别、分享并评价产品或服务”<sup>[17]</sup>。1998年,Kemp等<sup>[18]</sup>正式提出SNM理论,其核心思想是为新技术构建一个安全的生态位空间,新技术在安全空间内能够得到保护而免遭市场和其他压力的冲击,进行自身的生态位跃迁,顺利孵化、培育、繁殖,最终实现产业化。

颠覆性技术具有前瞻性、不确定性的特征,从研发到产业化进而产生颠覆性影响需要经历一个长期的过程,而且该过程中伴随着极大的风险及挑战。从SNM理论来看,在颠覆性技术的成长过程中应适时构建好保护空间,以促进其顺利渡过技术研发到市场以及市场到产业化之间的“死亡之谷”<sup>[19]</sup>。颠覆性技术的培育和管理包括3个关键部分。一是建立技术生态位,为颠覆性技术构建一个受保护的空間。通过不同创新主体(政府、企业、科研机构、高校等)相互作用,协同促进技术的发展,包括提供技术研发阶段需要的各种资源和措施<sup>[20]</sup>,如科技人员、研发平台、资金保障等,使得技术创新

在这个空间中不断被尝试和发展,最终使技术研发成功,并初步具有市场化的特征。二是实现技术生态位向市场生态位的成功跃迁。在取得的技术成果的基础上,通过用户需求培育、资金投向转变等保护措施,将颠覆性技术成果逐步推广到市场,达到市场生态位<sup>[16]</sup>,包括市场培育、产业配套等方面,如风险投资、用户体验、用户检验、配套产业链发展及配套设施完善等。三是有利于培育技术生态位和市场生态位的环境。与技术研发和市场化相关的外部环境对颠覆性技术的发展起着至关重要的作用<sup>[21]</sup>,一国的政策、法律等环境会对颠覆性技术的发展起到积极或消极的影响<sup>[22]</sup>。

综上所述,颠覆性技术国际竞争力可从技术、市场、环境3个维度来进行评价,即颠覆性技术国际竞争力包括技术竞争力、市场竞争力及环境竞争力3个方面(图1)。技术竞争力指与世界主要其他国家相比,一国颠覆性技术在研发方面表现出来的实力,反映了其颠覆性技术研究综合实力。市场竞争力指与世界主要其他国家相比,一国颠覆性技术市场化方面表现出来的实力。环境竞争力指与世界主要其他国家相比,一国的政策、法律等整体环境对技术的创新、技术成果转化及市场化提供保障的实力。

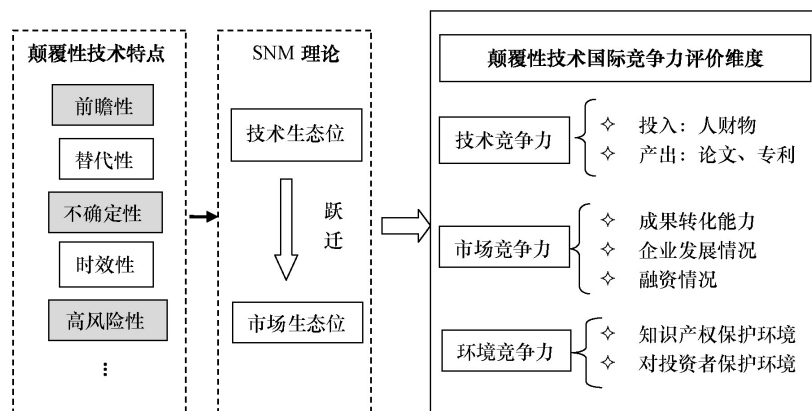


图1 颠覆性技术国际竞争力评价模型

Fig. 1 The international competitiveness evaluation model of disruptive technology

## 1.2 构建评估指标和方法

技术竞争力方面,已有的关于技术竞争力评价的研究主要是基于投入-产出的视角<sup>[23-24]</sup>。在技术投入方面,研发(R&D)经费、R&D人员、R&D机构等都是衡量技术竞争力的重要指标,颠覆性技术R&D人员和机构情况可以通过分别统计近几年取得创新成果(公开发表过论文和专利)的研究人员和研究机构获得,R&D经费数据一般比较难获取。在成果产出方面,论文和专利是科技研究成果的主要产出形式,论文数据可以揭示基础研究的实力,专利一般用来分析企业技术竞争力状况<sup>[25-26]</sup>,评价颠覆性技术实力,成果产出方面选用高质量论文和高质量专利规模作为指标。因此,衡量技术竞争力的指标有R&D研发人员、研发机构、高质量论

文以及高质量专利规模。

市场竞争力方面,颠覆性技术的市场化实际上是技术成果向现实生产力转化的过程,技术成果转化能力是衡量技术向市场跃迁的重要方面。专利作为技术成果产出的形式,是技术转移转化的主要载体<sup>[27]</sup>,专利转让是衡量技术成果转移转化能力的重要方面<sup>[28]</sup>。企业是重要的市场主体,通过寻找、发现、培育用户需求,逐渐将技术市场化<sup>[29]</sup>,由于颠覆性技术的替代性特征,颠覆性技术市场化初期阶段一般是由小型初创型企业推动的,初创企业规模可以表征颠覆性技术市场化活力。资本是技术市场化的关键要素,任何新技术向市场跃迁中必然伴随着资本的高集中、高投入,才能支持新技术向市场的持续发展,初创企业融资规模可以从一定程度

反映颠覆性技术市场化能力。因此,本文颠覆性技术市场竞争力指标包括3个:技术成果转化能力、初创企业规模、融资规模。

环境竞争力方面,主要考虑与技术创新、技术市场化密切相关的影响因素。由于技术创新其实是一种投资行为,需要财力、人力和智力等投入,其产出是一种无形资产,且比实物投资具有更高风险,知识产权制度作为技术进步的关键保障制度,能保证技术创新获得合理的报酬,进而促进投资主体进行有效投入,防范同行之间的恶性竞争,有效激励创新和技术进步,从而达到促进经济增长的目的。

的<sup>[30-31]</sup>。投资者保护环境是影响企业技术创新水平的重要因素,良好的投资者保护环境将为投资者和企业提供稳定的创新预期,有利于降低投资者和企业的风险,使投资者愿意提供创新资金,企业愿意增加创新投入,对投资者权利保护越好,技术创新的资金投入和人员投入越多,以专利形式衡量的创新产出也越多<sup>[32]</sup>。因此,环境竞争力方面,选择世界经济论坛发布的《全球竞争力报告》中的知识产权保护度、投资者保护强度两个指标来衡量。

基于上述评价框架,建立颠覆性技术国际竞争力的指标体系(表1)。

表1 颠覆性技术国际竞争力指标体系

Table 1 International competitiveness evaluation index of disruptive technology

一级指标	二级指标	二级指标定义
技术竞争力	R&D人员全球占比	近10年内取得创新成果(公开发表过论文和专利)的研究人员数量全球占比
	科研机构全球占比	近10年内取得创新成果(公开发表过论文和专利)的科研机构数量全球占比
	高质量论文全球占比	高被引论文(论文的被引频次位于其所在学科所有论文的前1%)数量全球占比
	高质量专利全球占比	高强度专利(专利强度为70%~100%的专利)数量全球占比
市场竞争力	技术成果转化能力	专利交易次数全球占比
	初创企业规模	初创企业数量全球占比
	融资额规模	企业融资额全球占比
环境竞争力	投资者保护政策	投资者保护强度
	知识产权保护政策	知识产权保护度

在此基础上,通过加权求和的方式得出颠覆性技术国际竞争力指数:

$$C_i = \alpha T_i + \beta M_i + \gamma S_i \quad (1)$$

式中, $C_i$ 为*i*国的国际竞争力; $T_i$ 为*i*国的技术竞争力; $M_i$ 为*i*国的市场竞争力; $S_i$ 为*i*国的环境竞争力, $\alpha$ 、 $\beta$ 和 $\gamma$ 是加权系数。对于处于不同成熟阶段的颠覆性技术,其技术竞争力、市场竞争力和环境竞争力可赋予不同的权重。

*i*国技术竞争力 $T_i$ 计算如下:

$$T_i = \sum \alpha_j F_{ij} \quad (2)$$

式中, $F_{ij}$ 为*i*国与技术竞争力相关的指标; $\alpha_j$ 为指标对应的权系数;*i*国的市场竞争力 $M_i$ 及环境竞争力 $S_i$ 与技术竞争力 $T_i$ 计算类似。

## 2 实证分析

人工智能是引领未来的战略性技术,正成为国际竞争的新焦点。世界发达国家把发展人工智能作为提升国家竞争力、维护国家安全的重大战略,纷纷出台规划和政策,围绕核心技术、顶尖人才、标准规范等强化部署,力图在新一轮国际科技竞争中掌握主导权。利用前文构建的模型和评价指标,对美国、日本、英国、德国、法国及中国的人工智能领域国际竞争力进行比较分析。

### 2.1 数据来源

由于人工智能领域很多研究成果都以国际会议论文的形式发表,因此高质量论文数量指标由两

部分合成,即:国际顶级会议论文(发表在中国计算机学会推荐的人工智能领域A类和B类国际顶级会议上的论文)数量和高被引科研论文数量。专利数据来源于美国科睿唯安公司德温特专利数据库(Derwent Innovation Index, DII)、Dialog公司的Innography专利检索与分析数据库,科研论文数据来源Web of Science核心合集,顶级会议论文数据来源于Scopus数据库,数据范围都仅限数据库收录内容,检索日期均截至2018年8月。初创企业及融资数据来源于乌镇智库发布的《2017全球人工智能发展报告(投资与融资篇)》。对投资者保护强度、知识产权保护度指数来源于《全球竞争力报告》。

### 2.2 结果分析

中国、美国、日本、德国、法国及英国在人工智能领域竞争力结果如表2、图2所示,可以看到美国国际竞争力指数0.560,在6国中排名第一,英国次之,其他4国竞争力指数数值相当。在技术竞争力和市场竞争能力方面,中美两国具有明显优势,英国、德国、法国、日本均位于中国之后。在环境竞争力方面,中国与其他5国差距明显。

在技术竞争力方面,中美两国与其他4国相比优势显著,但中国与美国相比仍有明显差距。其中,中美两国人工智能R&D人员投入约占全球总量的25%,科研机构数量占全球总量的52%,国际顶级会议论文和高被引论文数量约占58%,高强度专利数量约占78%。但是,在R&D人员数量以及高质量成果产出方面,中国与美国仍有显著差距

表2 中、美、日、德、法及英6国竞争力计算结果

Table 2 The results of international competitiveness for China, the United States, Japan, Germany, France and the United Kingdom

国家	技术竞争力	市场竞争能力	环境竞争力	竞争力指数
中国	0.145	0.151	0.494	0.263
美国	0.386	0.565	0.729	0.560
日本	0.054	0.012	0.721	0.262
德国	0.076	0.018	0.693	0.262
法国	0.059	0.017	0.736	0.270
英国	0.078	0.062	0.815	0.318

(图3)。R&D人员投入方面,中国R&D人员数量全球占比排名第二,但仅约占美国的1/2;高质量论文产出方面,高被引论文产出中美两国相当,但在国际顶级会议论文方面,中国与美国差距较大,数量不足美国的1/3;高质量专利产出方面,美国占绝对优势,中国高强度专利仅约占美国的1/6。

由于英、法、德、日4国专利转让交易次数数据无法获得,在计算市场竞争力时仅用初创企业全球占比和融资额全球占比两个指标,从图2、图4可看到美国在市场竞争力方面也较其他国家具有明显优势,其次是中国。从初创企业数量来看,美国人工智能初创企业数位列第1,中国约为美国1/2。从融资规模来看,美国AI企业的累积融资规模全球占比超过70%,获得了世界上绝大部分的投资,中国的AI企业全球占比为约10%,排名世界第2,与美国差距明显。从专利转让来看,2000—2017

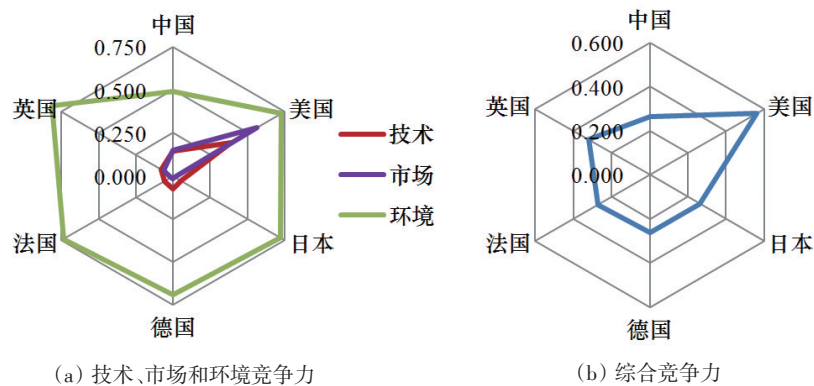


图2 中、美、日、德、法及英6国人工智能领域竞争力比较

Fig. 2 Comparison of international competitiveness for AI among China, the United States, Japan, Germany, France and the United Kingdom

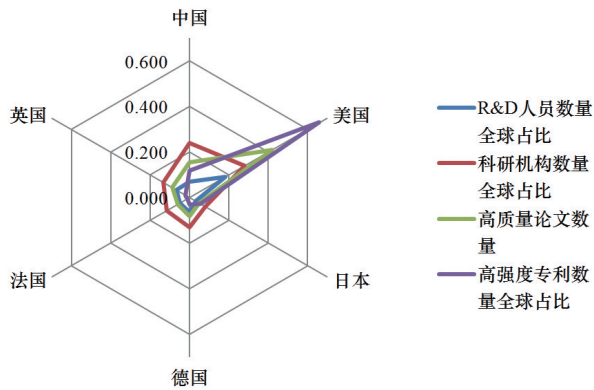


图3 中、美、日、德、法及英6国R&D人员、科研机构、高质量论文及高强度专利比较

Fig. 3 The comparison of R&D personnel, research institutions, high-quality papers and high-strength patents among China, the United States, Japan, Germany, France and the United Kingdom

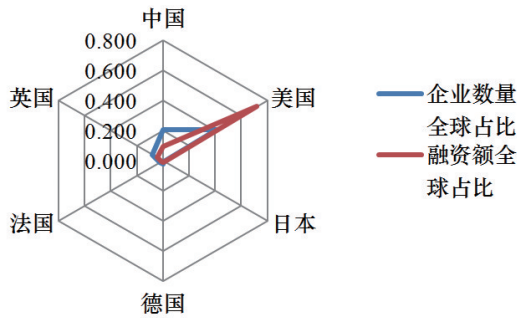


图4 各国人工智能企业数量和融资额比较

Fig. 4 Comparison of AI companies and finance amount among China, the United States, Japan, Germany, France and the United Kingdom

年美国人工智能领域的专利转让交易有9031次,专利交易活跃度远超中国(2036次),从一定程度上说明美国科技成果转化能力也较中国强。

根据世界经济论坛发布的《全球竞争力报告》,2011—2017年中国对知识产权保护度和对投资者保护度变化如图5所示。可以看到,从2015年起,中国知识产权保护度得分不断提高,但是对投资者保护度却明显下降。从图6可以看出,在知识产权保护和投资者保护方面,英国做得最好,美国、日本、德国、法国与英国差异不大,中国与其他5国存在明显差距。

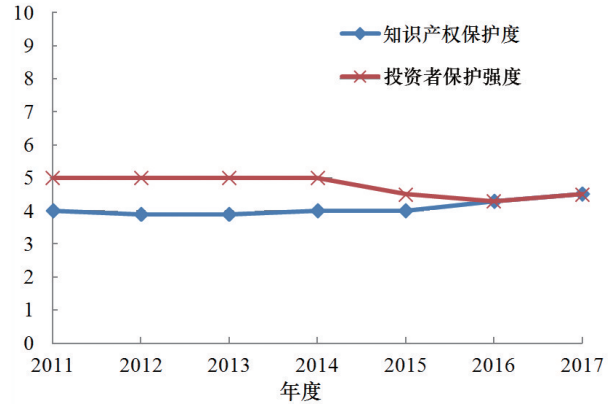


图5 2011—2017年中国知识产权保护度和投资者保护强度得分变化

Fig. 5 Score changes of China's intellectual property protection degree and investor protection intensity from 2011 to 2017

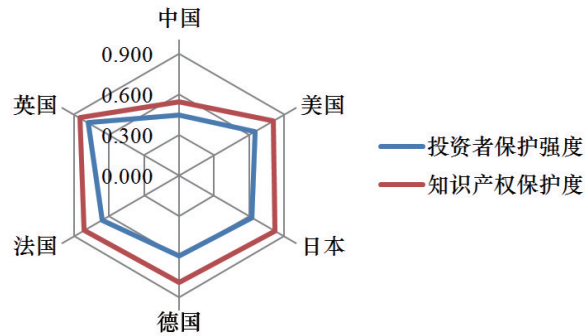


图6 6国知识产权保护度和投资者保护度得分(根据2015—2017年平均值得归一化后)比较

Fig. 6 The score comparison of the intellectual property protection degree and investor protection intensity for six countries (after normalization according to the average value from 2015 to 2017)

### 3 结论

根据颠覆性技术的特征及发展规律,基于SNM理论,提出了“技术-市场-环境”的颠覆性技术国际竞争力分析模型,构建了由“技术竞争力-市场竞争力和环境竞争力”构成的颠覆性技术国际竞争力指数。在此基础上,以人工智能为案例进行了方法验证,对中、美、法、德、英、日6国人工智能领域竞争力进行了比较分析。总体来看,中国人工智能领域在技术竞争力和市场竞争力方面与美国

相比仍有较大差距,环境竞争力也亟待提升,迫切需要提升人才供给能力、加强人工智能领域的基础研究、健全成果转化体系、加强知识产权保护和投资者保护等环境建设。

提出了用于分析颠覆性技术国际竞争力的一般性框架,可用于监测处于不同发展阶段的颠覆性技术的国际竞争力情况,找到优势和短板,同时监测竞争力的变化和发展态势,及时发现颠覆性技术创新发展中存在的问题,为保障中国颠覆性技术的发展提供决策支撑。

### 参考文献(References)

- [1] 李政, 刘春平, 罗晖. 浅析颠覆性技术的内涵与培育—重视颠覆性技术背后的基础科学研究[J]. 全球科技经济瞭望, 2016, 31(10): 53-61.  
Li Zheng, Liu Chunping, Luo Hui. Analysis of essence and nurturing of disruptive technology: highlighting basic science researches behind disruptive technologies[J]. Global Science, Technology and Economy Outlook, 2016, 31(10): 53-61.
- [2] Manyika J, Chui M, Bughin J, et al. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business and global economy[R]. San Francisco: McKinsey Global Institute, 2013.
- [3] 中国科学院颠覆性技术创新研究组. 颠覆性技术创新研究: 信息科技领域[M]. 北京: 科学出版社, 2018: 14-21.  
Disruptive technology innovation group, Chinese Academy of Sciences. Research on disruptive technological innovation: The field of information technology[M]. Beijing: Science Press, 2018: 14-21.
- [4] 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.  
Liu Anrong, Li Li, Cao Xiaoyang, et al. The strategic connotation and policy enlightenment of the concept of disruptive technology[J]. Strategic Study of Chinese Academy of Engineering, 2018, 20(6): 7-13.
- [5] 荆象新, 锁兴文, 耿义峰. 颠覆性技术发展综述及若干启示[J]. 国防科技, 2015, 36(3): 11-13.  
Jing Xiangxin, Suo Xinwen, Geng Yifeng. Review and revelation on disruptive technology development[J]. National Defense Science & Technology, 2015, 36(3): 11-13.
- [6] 苏敬勤, 刘建华, 王智琦, 等. 颠覆性技术的演化轨迹及早期识别——以智能手机等技术为例[J]. 科研管理, 2016, 37(3): 13-20.  
Su Jingqin, Liu Jianhua, Wang Zhiqi, et al. The evolution trajectory and early identification of disruptive technology by taking smartphones and other technologies as an example[J]. Science Research Management, 2016, 37(3): 13-20.
- [7] 李政, 罗晖, 李正风, 等. 基于突变理论的科技评价方法初探[J]. 科研管理, 2017, 38(增刊1): 193-200.  
Li Zheng, Luo Hui, Li Zhengfeng, et al. Primary study on evaluation method of science and technology based on Catastrophe Theory[J]. Science Research Management, 2017, 38(Suppl 1): 193-200.
- [8] 孙棕檀, 李辉, 贾平, 等. 国防颠覆性技术发展及影响分析[J]. 卫星与网络, 2015(11): 24-31.  
Sun Zongtan, Li Hui, Jia Ping, et al. An analysis of the development and impact of disruptive technologies in national defense[J]. Satellite & Network, 2015(11): 24-31.
- [9] 许泽浩, 张光宇, 廖建聪. 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): 5-9.  
Xu Zehao, Zhang Guangyu, Liao Jiancong. A study on the evolution mechanism of disruptive innovation based on SNM perspective[J]. Forum on Science and Technology in China, 2016(2): 5-9.
- [10] 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.  
Dou Chao, Dai Tao, Li Xiaoxuan, et al. Research on DARPA's disruptive technological innovation mechanism: based on the perspective of SNM theory[J]. Science of Science and Management of S. & T., 2018, 39(6): 99-108.
- [11] 陈军, 张韵君, 王健. 基于专利分析的中、美人工智能产业发展比较研究[J]. 情报杂志, 2018(1): 1-7.  
Chen Jun, Zhang Yunjun, Wang Jian. A comparative study on the development of AI industry between China and U.S.A. based on patent analysis[J]. Journal of Intelligence, 2018(1): 1-7.
- [12] 陶波, 陈敏. 中美医疗人工智能研究的比较分析[J]. 中国数字医学, 2018, 13(10): 35-38.  
Tao Bo, Chen Min. Comparative analysis of medical artificial intelligence research of China and the United States[J]. China Digital Medicine, 2018, 13(10): 35-38.
- [13] 张会恒, 文启湘. 竞争力: 要素 性质 体系[J]. 生产力研

- 究, 2004(9): 55-57.
- Zhang Huiheng, Wen Qixiang. Competitiveness: Factor, nature and system[J]. Productivity Research, 2004(9): 55-57.
- [14] Hoogma S J R, Elzen B. Strategies for shifting technological systems[J]. The case of the Automobile System, 1994, 26(10): 1060-1076.
- [15] 张丽萍. 从生态位到技术生态位[J]. 科学学与科学技术管理, 2002, 23(3): 23-25.
- Zhang Liping. Study from niche to technological niche [J]. Science of Science and Management of S. & T., 2002, 23(3): 23-25.
- [16] Van Eijck J. Transition towards Jatropha biofuels in Tanzania? An analysis with strategic niche management[J]. African Studies Centre Leiden, 2007(6): 311-325.
- [17] Verbong G, Christiaens W, Raven R, et al. Strategic niche management in an unstable regime: Biomass gasification in India[J]. Environmental Science & Policy, 2010, 13(4): 272-281.
- [18] Kemp R, Schot J, Hoogma R. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management[J]. Technology analysis & strategic management, 1998, 10(2): 175-198.
- [19] 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): 20-23.
- Xu Zehao, Zhang Guangyu. How do new technologies grow across the valley of death—Protection space construction for disruptive technologies based on the SNM perspective[J]. Chinese University Science & Technology, 2017(6): 20-23.
- [20] 李华军, 陈鹤林. SNM视角下的新兴产业“社会技术实验”驱动要素与模式研究[J]. 开发研究, 2015(5): 66-69.
- Li Huajun, Chen Gelin. Research on driving factors and modes of social technology experiment in emerging industries from the perspective of SNM[J]. Research on Development, 2015(5): 66-69.
- [21] van den Broek T, van Veenstra A F. Governance of big data collaborations: How to balance regulatory compliance and disruptive innovation[J]. Technological Forecasting & Social Change, 2018, 129: 330-338.
- [22] Ruan Y, Hang C C, Wang Y M. Government's role in disruptive innovation and industry emergence: the case of the electric bike in China[J]. Technovation, 2014, 34(12): 785-796.
- [23] 梁莱歆, 张永榜. 我国高新技术企业技术竞争力实证分析[J]. 科研管理, 2005, 26(1): 19-23.
- Liang Laixin, Zhang Yongbang. Empirical study on high-tech company's technical competence—financial report based investigation of high-tech listed company [J]. Science Research Management, 2005, 26(1): 19-23.
- [24] 周寄中, 蔡文东, 黄宁燕. 提升企业技术竞争力的四项指标[J]. 科技管理研究, 2005(10): 26-30.
- Zhou Jizhong, Cai Wendong, Huang Ningyan. Four indicators to enhance the technological competitiveness of enterprises[J]. Science and Technology Management Research, 2005(10): 26-30.
- [25] Patel P, Pavitt K. The technological competencies of the world's largest firms: Complex and path-dependent, but not much variety[J]. Research Policy, 1997, 26(2): 141-156.
- [26] 曹明, 陈荣, 孙济庆, 等. 基于专利分析的技术竞争力比较研究[J]. 科学学研究, 2016, 34(3): 380-385.
- Cao Ming, Chen Rong, Sun Jiqing, et al. Comparative research on technology competitiveness based on patent analysis[J]. Studies in Science of Science, 2016, 34(3): 380-385.
- [27] 徐庆富, 康旭东, 杨中楷, 等. 基于专利转让的我国省际技术转移特征研究[J]. 情报杂志, 2017, 36(7): 66-72.
- Xu Qingfu, Kang Xudong, Yang Zhongkai, et al. Research on the characteristics of inter-provincial technology transfer in China based on patent right transfer[J]. Journal of Intelligence, 2017, 36(7): 66-72.
- [28] 申轶男. 基于高校专利转化的模式、路径现状及相关问题研究[J]. 科技与创新, 2018(22): 12-15.
- Shen Yinan. Research on the mode, path and related problems of patent transformation in colleges and universities[J]. Science and Technology & Innovation, 2018(22): 12-15.
- [29] 史方宇. 新兴技术管理研究概述[J]. 经济研究导刊, 2014(14): 10-12.
- Shi Fangyu. Research summary on the new technology management[J]. Economic Research Guide, 2014(14): 10-12.
- [30] 杨高举, 黄先海. 知识产权保护促进战略性新兴产业技术创新的实证分析[J]. 浙江学刊, 2018(2): 162-168.
- Yang Gaoju, Huang Xianhai. An empirical analysis of intellectual property protection promoting technological innovation of strategic emerging enterprises[J]. Zhejiang Academic Journal, 2018(2): 162-168.
- [31] Does intellectual property protection spur technology

change[J]. Oxford Economic Papers, 2003, 55(2): 235–264.

[32] 鲁桐, 党印. 投资者保护、行政环境与技术创新: 跨国经验证据[J]. 世界经济, 2015, 38(10): 99–124.

Lu Tong, Dang Yin. Investor protection, administrative environment and technological innovation: The evidence of transnational experience[J]. The Journal of World Economy, 2015, 38(10): 99–124.

## Evaluation method of international competitiveness for disruptive technology

MENG Xiangcui<sup>1</sup>, DAI Tao<sup>1,2\*</sup>, LIU Zhipeng<sup>1,2</sup>, LI Yijie<sup>1</sup>

1. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
2. School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

**Abstract** Disruptive technologies of a country, especially its competitiveness level compared to other countries, will affect the country's future competitiveness and economic security. In this study, we present the competitiveness evaluation model and method for disruptive technology from three aspects, i.e., “technology–market–environment” using the strategic niche management (SNM) theory and the characteristics of disruptive technology. Furthermore, we take the artificial intelligence (AI) technology as an example, and analyze each country's competitiveness of China, United States, France, Germany, Britain and Japan.

**Keywords** disruptive technology; international competitiveness; competitiveness evaluation ●



(责任编辑 刘志远)