

国外颠覆性技术识别方法浅析

王安¹, 孙棕檀², 沈艳波², 徐源²

(1. 中国国际工程咨询公司, 北京 100048; 2. 中国航天系统科学与工程研究院, 北京 100048)

摘要: 颠覆性技术另辟蹊径, 对已有传统或主流技术途径产生颠覆性效果, 具有极大的应用前景, 各国均积极对颠覆性技术进行识别与早期培育。本文梳理了一些国外政府机构、智库、情报机构、咨询公司、高校、专利分析机构等发布的典型技术识别研究报告, 对其中的颠覆性技术识别方法进行了归纳、分析与评价, 以期为我国开展相应的颠覆性技术识别方法研究提供借鉴。

关键词: 颠覆性技术; 识别; 方法

中图分类号: T-01 **文献标识码:** A

Analysis of Disruptive Technology Identification Methods in Foreign Countries

Wang An¹, Sun Zongtan², Shen Yanbo², Xu Yuan²

(1. China International Engineering Consulting Corporation, Beijing 100048, China; 2. China Aerospace Academy of Systems Science and Engineering, Beijing 100048, China)

Abstract: Disruptive technologies, which have groundbreaking effects on existing traditional or mainstream technologies, have great potential applications, and are actively recognized and nurtured by all countries. This article summarizes the standard reports on technology identification research released by foreign government agencies, think tanks, intelligence agencies, consulting firms, universities, and patent analysis institutions. It then analyzes and evaluates the disruptive technology identification methods in order to provide reference for the corresponding disruptive technology identification methods in China.

Keywords: disruptive technologies; identification; methods

一、前言

颠覆性技术是一种另辟蹊径、改变原有技术路线, 对原有技术体系和应用系统产生颠覆性效果的技术。从技术属性来讲, 颠覆性技术可以是基于新原理、新发现的原始创新, 或基于现有技术的集成创新与应用, 或是科学原理与成熟技术

的转移与创新应用。颠覆性技术对原有技术具有很强的替代性, 具备极大的应用前景, 有望在诸多领域产生深远影响。

颠覆性技术可以提高生产效率, 促使产品和服务更新换代。企业若能对潜在的颠覆性技术进行识别, 将有利于企业及时调整技术创新战略、规避风险、占据主流市场或创造新的市场。

收稿日期: 2017-08-18; 修回日期: 2017-09-22

通讯作者: 王安, 中国工程院, 院士, 教授级高级工程师, 主要研究方向为采矿管理; E-mail: chenjiap@chinacoal.com

资助项目: 中国工程院咨询项目“引发产业变革的重大颠覆性技术预测研究”(2016-ZD-12)

本刊网址: www.enginsci.cn

颠覆性技术还将深刻改变生产方式与产业结构，引发新产业形态的出现，推动产业变革。各国均积极对颠覆性技术进行识别与早期培育，力求进入新的创新轨道，在新一轮产业变革中赢得竞争优势。

颠覆性技术可从火力、机动、信息等层面大幅提升装备系统效能，进而改变战争的游戏规则，其集聚有效威慑和实战制胜的优点，因此备受各国重视。各国的军方机构都已开展颠覆性技术识别与探索性发展的相关工作。

本文对一些国外政府机构、智库、情报机构、咨询公司、高校、专利分析机构等发布的技术识别研究报告进行了整理与归纳，对其中涉及颠覆性技术识别的部分进行了分析与评价。

二、国外颠覆性技术识别方法概述

本文选取了9个国外典型机构发布的技术创新研究报告，总结颠覆性技术的识别方法，并将其归纳为5类，分别是文献分析法、技术定义法、问卷调查法、场景模拟法、技术路线图法。

代表机构与研究报告分别是：科睿唯安（原汤森路透）：《开放的未来：2015全球创新报告》[1]、美国国防部（DoD）：“技术监视/地平线扫描（TW/HS）”项目、兰德公司（RAND）：《未来国防技术远景——国防领域的思考、分析与启示》；美国麻省理工学院：《MIT技术评论》[2,3]、麦肯锡：《12项颠覆性技术引领全球经济变革》[4]、高盛对八大颠覆性技术的总结；毕马威：《2014年全球技术创新调查》[5]；新美国安全中心：《游戏规则改变者：颠覆性技术与美国国防战略》；美国国家航空航天局（NASA）：未来航天发展的技术路线图研究。

（一）文献分析法

文献分析法是通过对文献的搜集、鉴别、整理和系统性分析，形成对事实的科学认识的方法，主要包括文献计量、专利分析、知识图谱等方法。

1. 科睿唯安：《开放的未来：2015全球创新报告》

科睿唯安信息服务有限公司主要为企业、金融机构和消费者提供财经信息服务，以及为在法律、税务和会计、科学、医疗保健和媒体市场的专业人员提供智能信息及解决方案。例如，科睿唯安信息服务有限公司是唯一采用定量数据预测年度诺贝尔

奖得主的机构。

科睿唯安于2015年发布了《开放的未来：2015全球创新报告》，对12个技术领域的全球科技文献和专利数据进行深入分析。报告显示2014年全球整体专利活动创历史新高，但12个技术领域的科技文献数量显著下降，发明专利年增长率大幅减缓。进行颠覆性技术识别的过程如下。

（1）对专利数量进行分析

全球专利总量2014年创下历史新高，2014年公开的发明专利数量超过210万件。专利数量增幅最大的行业分别是：食品、酒类与烟草（21%）；制药（11.5%）；化妆品与健康（8%）；生物技术（7.3%）。

（2）对科技文献进行分析

科技文献数据总量下滑。2014年，12个技术领域的新科研成果总量降低了34%，科技文献数量的下降可能是创新放缓的早期信号，虽然这种影响尚无法确定，但创新是经济成功与增长的关键驱动力是确定无疑的。如果这种趋势持续下去，就应该引起政府与企业的密切关注。

（3）确定并分析12个重点技术领域

通过对专利数量的分析，确定了12个重点技术领域（见表1）。虽然专利活动一直在攀升，但是全球专利总量仅增长3%，原因可能涉及立法变化以及经济、政治、社会或行业的压力。

2. 美国国防部（DoD）：“技术监视/地平线扫描（TW/HS）”项目

美国国防部（DoD）为避免全球范围内颠覆性技术可能带来的技术突袭，2011年起开展了“技术监视/地平线扫描（TW/HS）”项目，目的是通过对专利申报文献、大学学报、相关研究杂志、军事记录资料和访谈节目等加以挖掘和跟踪，进行聚类分析，密切监视全球范围内萌发的新兴技术及趋势，包括改良型技术和颠覆性技术。

3. 兰德公司（RAND）：《未来国防技术远景——国防领域的思考、分析与启示》

兰德公司是一个研究政治、军事、经济科技、社会等各方面的综合性思想库，开展过不少预测性、长远性的研究。兰德公司在2013年发布了《未来国防技术远景——国防领域的思考、分析与启示》报告，采用基于文献分析的快速证据分析方法研究分析了英国未来国防技术的发展趋势及直到2035年国防技术领域的使能因素，该方法共包括7个

步骤,如图1所示。通过该方法共识别出了包括纳米技术、雷达技术、赛博空间技术、3D打印技术、定向能武器技术、地理空间情报技术、精确打击等在内的16个英国未来关键的国防技术领域。

(二) 技术定义法

技术定义法是参与颠覆性技术识别与遴选的研究机构从实际需求出发,提出较明确的颠覆性技术定义,在此框架下识别颠覆性技术,并进一步聚焦与筛选。

1. 美国麻省理工学院的《MIT技术评论》

麻省理工学院主办的科技期刊《MIT技术评论》自2001年开始(2002年未发布),每年遴选10项

将对经济和人们的工作生活产生深远影响的突破性技术。至今该期刊共发布了160项此类技术。开展颠覆性技术识别的过程如下。

(1) 确定技术选择标准

每年入选的技术需反映近年来世界科技发展的新特点和新趋势,体现超前性、基础性、交叉性和应用性等鲜明特点。在确定技术是否入选时,重点考量技术的商业应用潜力,以及对人类生活和社会的重大影响。

(2) 滚动发布

每年评选十大突破性技术时,《MIT技术评论》的编辑与撰稿人都会按照具体的选择标准遴选、推荐候选技术,并经过与主编、副主编、高级编辑、

表1 科睿唯安使用专利分析法识别出的重点技术领域

技术领域	2014年发明专利数量/项	2014年总量中所占比例/%	2013年发明专利数量/项	2014较2013年的增降幅/%
航空航天	62162	5.0	63080	-1.5
汽车	153872	12.3	152221	1.1
生物技术	42584	3.4	39685	7.3
化妆品与健康	11017	0.9	10197	8.0
食品、酒类与烟草	26333	2.1	21758	21.0
家电	71278	5.7	71118	0.2
信息科技	380325	30.4	367028	3.6
医疗设备	93462	7.5	99290	-5.9
石油	24158	1.9	23925	1.0
制药	111479	8.9	99950	11.5
半导体	112625	9.0	119099	-5.4
电信	161739	12.9	153153	5.6
各行业总量	1251034	100	1220504	2.5

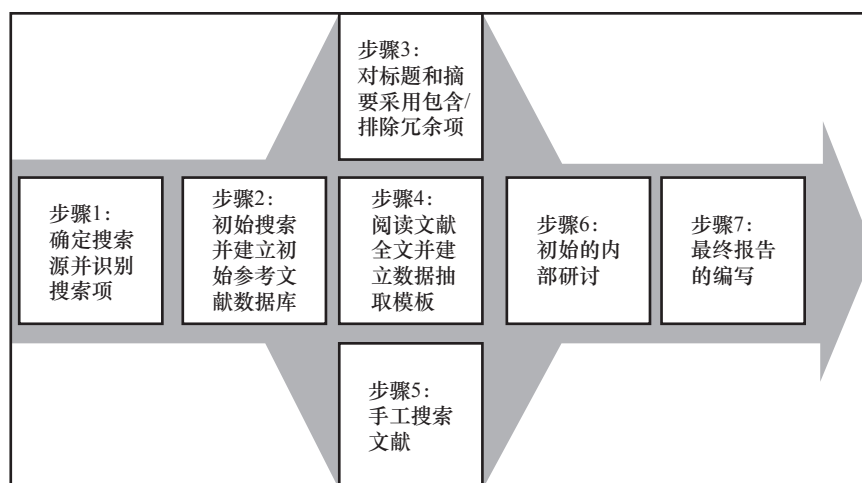


图1 兰德公司 REA 方法的主要步骤

编辑、设计师、研发人员以及技术专家的研讨，确定最终入选的 10 项技术。

2. 麦肯锡：《12 项颠覆性技术引领全球经济变革》

麦肯锡公司是全球最著名的管理咨询公司之一，为高层管理人员提供咨询服务，并预测今后发展中可能出现的新问题和各种机会，制定及时且务实的对策。2013 年，麦肯锡全球研究所发布了《12 项颠覆性技术引领全球经济变革》报告，报告中公布了到 2025 年将引领生活、商业和全球经济变革的 12 项颠覆性技术。这些技术在未来十几年将推动全球经济增长，带来商业模式创新和产品服务创新，切实改善生活、健康和环境质量，有助于发达国家完成产品升级，为发展中国家实现成本节约。开展颠覆性技术识别的过程如下。

(1) 广泛调研、问卷调查、采访和访谈

与超过 100 个来自学术期刊、商业和技术出版社的候选人联系，分析公布的风险投资组合，对数百个相关专家和思想领袖进行采访。

(2) 确定技术选择标准

给出颠覆性技术的选择标准，需满足技术进展迅速、技术潜在影响范围广、经济价值重大、在经济上有潜在的颠覆性影响四个标准。

(3) 进一步筛选

根据技术选择标准评估每个候选人提交的技术选项，消除一些过于狭窄和其他一些不太可能在未来 10 年内产生显著经济影响的颠覆性技术。

3. 高盛：总结八大颠覆性技术

高盛集团有限公司是一家国际领先的投资银行，向全球提供广泛的投资、咨询和金融服务。2013 年，高盛总结了八大颠覆性创新，涵盖领域非常广泛，从电子香烟到大数据，从制造业到医疗业都有涉及。高盛采用的颠覆性技术识别方法如下。

(1) 定义颠覆性技术

高盛集团有限公司对颠覆性技术的理解是技术类别可能重塑，并在未来几年获得投资者更大关注的技术。

(2) 高盛集团有限公司对颠覆过程有深刻的理解

在创造性破坏 / 颠覆的过程中主要是技术推动了产品或商业模式创新，为消费者提供更卓越的价值、更高的性能、更大的便利和更低的成本。产品

或商业模式自身价值的提升是创新企业经济利益的来源，为企业带来用户流量，并随着时间的推移逐渐遍及消费者和竞争对手。随后，新的产品或商业模式逐渐扩散，形成新的范例，直至出现新的技术创新，威胁该产品或商业模式的统治地位。

(3) 总结颠覆性技术

在完善颠覆性技术定义、理解颠覆性过程的基础上，高盛集团有限公司总结出了八大颠覆性技术。

(三) 问卷调查法

问卷调查法是通过向调查者发出简明扼要的调查表，请示填写对有关问题的意见和建议来间接获得材料和信息的一种方法。例如毕马威公司的《2014 年全球技术创新调查》。

为了评估未来 3 年内即将到来的科技浪潮，毕马威公司调查了 768 位来自技术领军企业的领导者（网络问卷），以确定哪些技术为新兴 / 颠覆性技术，这些领导者分布在科技创业型公司、大中型企业、风险投资公司和天使投资人中。此外，还采用与企业家访谈的方式，探讨新兴 / 颠覆性技术。报告中节选了 7 位企业家的访谈实录。采用的颠覆性技术识别分析方法如下。

1. 网络问卷与访谈

毕马威公司是一家网络遍布全球的专业服务机构，专门提供审计、税务和咨询等服务。毕马威公司在 2014 年 8 月至 9 月间通过网络调查的方式向 768 位企业领导者发放问卷。在收回的有效问卷中，参与问卷调查的高级管理人员人数超过 2/3。从问卷发放的机构分布来看，大型公司、中型公司、初创公司、风险投资 / 天使投资的比例分别为 34%、27%、30%、7%。从问卷发放的国家分布来看，主要来自 14 个国家，美洲、亚太地区、欧洲国家所占比例大约为 25%、28%、47%。从问卷发放的人员级别分布来看，总裁、副总裁、高级管理人员、企业家、风险投资 / 天使投资人所占比例分别为 19%、13%、51%、10%、6%。

2. 有指向性的设置问卷

问卷设置了若干问题，报告中披露了 6 类共 27 个选择题，6 类问题如下：面向消费者市场的颠覆性技术；面向企业市场的颠覆性技术；技术创新商业化的壁垒；技术创新趋势；技术创新中心、机构和国家；创新管理。

3. 整理问卷与访谈结果

统计分析问卷情况,整理访谈结果,形成报告。

(四) 场景模拟法

场景模拟法是通过构建未来场景,研究技术实现的相对障碍、途径与适用需求,从而牵引相应技术发展的识别方法。例如,新美国安全中心的《游戏规则改变者:颠覆性技术与美国国防战略》。

新美国安全中心是一家帮助美国制定有效、务实的国家安全与国防战略的美国知名智库,2014年发布了《游戏规则改变者:颠覆性技术与美国国防战略》研究报告。该报告在多方调研的基础上明确了5项颠覆性技术,重点探讨了这些技术对美国未来作战的影响,呼吁美国国防决策层采取措施,确保美国的技术优势。采用的颠覆性技术识别方法如下。

1. 明确技术内涵并开展调查

项目前期开展了一系列的调查,与超过60名的未来主义者、实验室主任、科学家、投资者和风险资本家进行访谈,以确定什么是改变游戏规则的技术。同时,项目组成员需告知被调查者技术内涵——已产生但尚未被世界注意到的正在改造世界的技术,类似于1980年出现的计算机技术或《2001四年防务评估:安全驱动的战略选择》中提及的“捕食者”无人机。这些技术变化的途径具有压倒性的优势。

2. 开展“战争游戏”模拟与“道德游戏”辩论

项目中期进行了一系列的“战争游戏”模拟,探索技术实现的相对障碍、技术如何使用;同时探索该技术被美军/友军和敌军使用时的情况。项目还进行了独特的“道德游戏”辩论,通过组织防御政策专家、军事和民事律师、人权组织代表和哲学家及伦理学家探讨颠覆性技术及其在应用中对法律、伦理和政策的影响。

3. 确定颠覆性技术

在技术调查与“战争游戏”模拟的基础上,最终确定与美国国防战略相关的颠覆性技术。

(五) 技术路线图法

技术路线图法是通过对未来社会、经济和技术发展的系统研究,提出应该优先发展的关键技术群、主导产品或产业及其相互关系,并以时间序列图表

来描述技术发展的优先顺序、实现时间和发展路径,为有效组织技术研发、产品开发和合理配置创新资源奠定基础。例如,美国国家航空航天局(NASA)开展的未来航天发展技术路线图法研究。

NASA在2010年由首席技术专家办公室牵头实施技术领域路线图的研究工作,共形成了由15个技术领域、300多项技术组成的综合技术路线图。NASA技术路线图开发的总流程包括7大步骤:搜集各任务委员会和各中心的输入信息,作为技术领域选择的依据;成立技术领域组;统一技术领域组的研究方法;形成技术领域路线图的起点,提出将技术提升至技术成熟度6级水平的10年计划;制定各技术领域路线图草案;开展技术路线图草案的内外部评审;技术路线图更新和技术优先级排序。

三、国外颠覆性技术识别方法与评价

从定性、定量、输入、输出、适用性与技术工具等角度对5类颠覆性技术的识别方法分析与评价,如表2所示。

文献分析法是5类方法中唯一的定量分析方法,适用于定量、可视化地反映技术发展的热点领域和趋势;技术定义法是定性、定量相结合的技术识别方法,常用于识别具有确定标准的技术;问卷调查法通常采用网络问卷与专家访谈,在专家集体判断的结果上进行归纳统计;场景模拟法通过模拟未来场景,找到技术实现的相对障碍与途径,比较适用于需求牵引技术的识别;技术路线图法往往适用于识别某领域技术的发展优先顺序、实现时间与发展路径。

四、结语

通过对国外开展的颠覆性技术识别方法的归纳、分析与评价,可为我国开展相应的颠覆性技术识别方法研究提供借鉴。

发挥各类颠覆性技术识别方法的优势,进行灵活组合。例如,可将场景模拟法与问卷调查法充分结合,在借助专家力量,发挥专家的专业知识与经验优势,开展场景模拟的同时,借助大数据手段,开展网络问卷调查,扩大调查数据来源。

表2 国外典型的颠覆性技术识别方法分析与评价

方法	定性 / 定量	输入	输出	适用性	技术工具
文献分析法 (专利分析、 文献计量)	定量	技术搜索项和参考 文献、专利数据库	经数据抽取、分析 和专家筛选后的关 键技术领域	用于定量、可视化地反 映技术发展的热点领域 和趋势	知识图谱、聚类分析
技术定义法	定性、定量 相结合	技术选择标准	经筛选后的关键 技术领域	用于识别具有确定标准 的技术	专家咨询与评估
问卷调查法	定性	专家调查表与专家 意见	专家集体判断的 结果	用于具有指向性的技术， 更加全面、灵活	网络问卷与专家访谈
场景模拟法	定性	未来场景	技术实现的相对 障碍、途径	适用于需求牵引技术的 识别	专家咨询与评估
技术路线图法	定性	对未来社会、经济 和技术发展的系统 研究	某领域技术发展的 优先顺序、实现时 间、发展路径	适用于某个领域的技术	专家咨询与评估

可充分借鉴具有相似应用背景的颠覆性技术识别方法。例如，麦肯锡《12项引领全球经济变革的颠覆性技术》研究报告是对2025年前引发经济变革的颠覆性技术的识别与预测，在开展10年预测年限的经济与商业领域的颠覆性技术研究时，可充分借鉴。

需认识到各类颠覆性技术识别方法的局限性，加以适应性改造。例如，技术路线图法更适合于识别可预测的、特定行业内的持续性技术，若要采用技术路线图法对各领域的颠覆性技术进行识别，需做适应性改造，在原有识别方法的基础上加入技术转变路径模型与主观预测。

参考文献

- [1] Thomson Reuters. Open future: 2015 global innovation report [R]. New York: Thomson Reuters, 2015.
- [2] 麻省理工科技评论. 科技之巅 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2016.
MIT Technology Review. Summit of science and technology [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2016.
- [3] 麻省理工科技评论. 科技之巅2 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2017.
MIT Technology Review. Summit of science and technology 2 [M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2017.
- [4] Manyika J, Chui M, Bughin J, et al. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy [R]. Chicago: McKinsey Global Institute, 2013.
- [5] KPMG. Technology innovation survey: The changing landscape of disruptive technologies [R]. Amsterdam: KPMG, 2014.