颠覆性技术识别方法研究进展述评*

刘柳[1,2] 吴新年[1,2]
(1. 中国科学院西北生态环境资源研究院，兰州 730000；2. 中国科学院大学经济与管理学院，北京 100049)

摘要：颠覆性技术可能引发新一轮科技革命，是提升未来经济社会发展和国家竞争力的重要“利器”。通过对近5年颠覆性技术识别方法研究文献的梳理，归纳国内外学者关于颠覆性技术特征、颠覆性技术识别和预测方法的研究进展，为颠覆性技术的识别和培育提供参考与借鉴。重点运用文献调研的分析方法，总结5类颠覆性技术识别和预测方法的最新研究成果和局限性。结果表明，基于模型测度的分析方法、基于多维指标评估框架的分析方法和基于文献计量的分析方法仍然是颠覆性技术识别中比较常用的方法，基于大数据关联挖掘分析的方法开始被应用到颠覆性技术的识别中。由于颠覆性技术发展是一个动态的过程，未来应更多地考虑基于创新全过程，探索对颠覆性技术进行动态、分类识别。

关键词：颠覆性技术；识别方法；述评
中图分类号：G250　DOI：10.3772/j.issn.1673-2286.2022.01.001
引文格式：刘柳，吴新年. 颠覆性技术识别方法研究进展述评[J]. 数字图书馆论坛，2022 (1)：2-9.

颠覆性技术，又称破坏性技术，是一种另辟蹊径、对已有传统或主流技术格局和发展路径产生整体或根本性改变的技术，它可能是科学原理重大突破产生的全新技术，可能是新技术与现有技术的跨界融合，也可能是已有技术的跨学科、跨领域的应用。颠覆性技术的概念最早是于1995年由美国学者Bower与Christensen提出，并在此基础上进一步演绎和发展，形成颠覆性创新理论[1-3]。在之后20多年的发展中，尽管颠覆性创新理论在实践中产生了巨大的影响，但对其核心原理的理解上一直是仁者见仁智者见智。回顾颠覆性创新理论的思想史，可以发现随着理论的发展，人们对颠覆性创新的理解也在不断深化[4]。

由于颠覆性技术容易造成技术突袭、改变游戏规则，可以为实现弯道或换道超车带来机遇，因此受到世界主要国家和创新型企业的高度关注。美国国防高级研究计划局（DARPA）作为引领颠覆性技术创新的典范，吸引了众多国家、政府部门和大型企业模仿与追随，试图复制DARPA的成功模式，纷纷创立类似机构推动颠覆性技术创新[5]。在众多模仿DARPA的机构中，较为知名的是英国高级研究与发明局（ARIA）、俄罗斯前瞻研究基金会（FPI）、日本的登月计划（Moonshot R&D）和德国的联邦颠覆性创新局（SPRIN-D）。在颠覆性技术研究方面，国外典型机构（如DARPA、科睿唯安、兰德公司、麦肯锡公司、高德纳、麻省理工学院等）分别使用文献分析法、技术定义法、问卷调查法、场景模拟法和技术路线图法等方法，并定期发布对颠覆性技术的识别、评估和预测报告[6]。我国自2016年开始相继出台了一系列政策或规划引导和推动颠覆性技术的创新。2021年，为加快推动颠覆性技术创新，科技部组织举办了“全国颠覆性技术创新大赛”，面向社会征集颠覆性技术方向，探索建立颠覆性技术发现、遴选和培养的新机制。

总之，当前全球科技创新已经进入空前密集活跃期，新一轮科技革命和产业变革正在重构全球创新版图、重塑全球经济结构和竞争格局。我国力求在新一轮产业变革中赢得竞争优势，需要超前部署颠覆性技术，以便推进我国科技创新实现跨越式发展。但是，由于颠覆性技术具有高风险性、偶然性、不确定性，如何识

* 本研究得到国家社会科学基金项目“演化视角下新兴技术形成机制与识别方法研究”（编号：20BTQ094）资助。

别和培育颠覆性技术一直是一个没有解决的难题，也是科技界始终关注的研究热点与难点。为全面地了解国内外学者关于颠覆性技术及其识别方法的最新研究进展，本文系统地搜集了近年来国内外有关颠覆性技术识别方法研究的相关文献，以Web of Science和中国知网为数据源，通过主题检索的方式获取了2017—2021年的文献，并经人工判读摘要筛选出中英文文献60篇。综合分析这些新近产出的相关文献发现，学者不论是在颠覆性技术及其关键特征研究，还是在颠覆性技术识别方法研究等方面都有了一些新的探索和进展。

1 颠覆性技术及其关键特征研究新进展

最早Christensen等[7]将能破坏已有的性能改善轨迹或者重新定义性能含义的技术称为颠覆性技术，之后在此定义的基础上，国内外不同领域的学者和研究机构纷纷基于不同的研究视角对颠覆性技术定义进行补充和完善，但至今仍未形成公认的、统一的定义。目前大家普遍的共识是颠覆性技术创新是一个动态的过程，可以从技术来源、技术属性、技术轨道、市场侵入路径、技术的影响（效果）等多个视角或视角组合来进行判断。

关于颠覆性技术的特征，之前也有许多学者进行了归纳总结[8-11]，近两年，于光辉等[12]、郭丽娜等[13]、苏成等[14]在借鉴前人研究的基础上进一步梳理总结了颠覆性技术的特征。综览这些学者关于颠覆性技术特征的研究可以发现，关于颠覆性技术特征的分析总结主要从以下9个方面展开。

（1）基于技术来源视角：由于科学或技术原理的新突破或者现有技术的重新组合而产生的颠覆性技术通常具有前沿引领性和交叉融合性。

（2）基于技术属性视角：最初颠覆性技术的性能比主流技术差，通常表现为便宜、简单、小巧、便于使用，但之后可以快速改进与完善，并最终颠覆或取代主流技术。

（3）基于技术发展轨道视角：颠覆性技术发展轨道具有异轨性，颠覆性技术在侵入成熟价值网络之前，首先在自己的内部价值网络沿着自身轨道演进，当发展到满足另一个价值网络所要求的性能水平和特性时，就可以快速入侵形成新的技术轨道。

（4）基于市场侵入路径视角：颠覆性技术往往最初寻求利基或新市场，然后再向主流市场渗透，经历了从非主流市场向主流市场的蜕变。

（5）基于技术影响效果视角：颠覆性技术最终将取代主流技术，淘汰在位领先企业，改变竞争规则，具有变革性。

（6）基于市场主体视角：颠覆性技术发起者一般为新兴中小企业，有时候也会有大企业介入。

（7）基于企业资源投入分配视角：根据资源依赖理论，资源的分配取决于客户和投资者，那些不被主流客户所接受的颠覆性技术的研发投资比例往往比较低。

（8）基于技术发展前景分析视角：颠覆性技术具有较高的不确定性。

（9）基于技术创新性评价视角：颠覆性技术具有相对性，对一家公司具有颠覆性的创新可能对另一家公司具有持续性的影响。

准确认识颠覆性技术的主要特征是进行颠覆性技术识别的基础，随着国内外研究者对颠覆性技术创新理论、内在机理、演化模式的深入研究，对颠覆性技术关键特征的认识也将逐步完善，从而为颠覆性技术发现和识别提供扎实的科学基础和理论指导。

2 颠覆性技术识别方法研究新进展

近5年来关于颠覆性技术识别方法的研究一直热度不减，许多学者在前人研究的基础上不断进行探索，对已有方法不断改进，同时也提出了一些新方法。

2.1 基于德尔菲法的识别方法新进展

德尔菲法是较早用于颠覆性技术识别的一类方法，它主要是利用领域专家的意见对颠覆性技术进行识别。近年来不断有学者创新性地引入新的技术路线对此类方法进行改进和完善，例如，Sommarberg等[15]通过利用行业专家群体的智慧使用视觉模拟评分法来预测一个行业的潜在颠覆性技术，并对机械制造行业由数字化引起的未来颠覆的可能性进行实证研究。该方法快速有效地捕获来自价值链不同环节的专家对其业务环境中的系统性变化的看法，以此对相关技术未来发展趋势及影响作出判断。而学者Krotov等[16]认为预测颠覆性技术的未来需要一种哲学立场和一种实用的方法，以应对颠覆性创新道路固有的不确定性和非线性。之后Krotov以Lakatos等人的哲学思想为基础，提出了一种实用的架空历史的方法就各种可能与特定

颠覆性技术有关的未来可能性进行头脑风暴；虽然这种方法基于哲学立场，无法实现颠覆性技术的精准预测，但是可以通过识别和分析这些未来的情景，帮助企业在颠覆性技术可能带来的机遇和挑战之前做好充分的准备。

总之，基于德尔菲法的颠覆性技术识别方法仍然是受关注的一种方法，而且经过不断的修改和完善，已经弥补了早期应用上的一些缺陷，但这类方法仍存在不足：①专家样本选择时，需要考虑多元化的专家参与，以确保观点和想法的多样性；②专家法所用数据为抽样数据的调查，样本较少；③专家意见具有主观性，可能存在认知偏见。因此，如何进一步克服这类方法的不足，使其能够更有效地帮助发现和识别领域颠覆性技术，仍然是一个需要解决的科学问题。

2.2 基于多维指标评估框架的识别方法新进展

随着技术创新复杂度的提升和技术创新范式的多样化，国内外越来越多的学者倾向于根据颠覆性技术的市场、技术和演化特征、影响、主体等角度，尝试建立更完善的指标体系，并形成更有效的评估框架来帮助识别颠覆性技术。

Jia等[17]提出了一种颠覆性技术识别框架，包含3个模块，首先是根据知识图谱和关键词分析识别前沿技术和突破性技术，然后利用专利影响因子指标分析前沿技术和突破性技术的后续影响，最后通过技术的不连续和技术应用分析来识别颠覆性技术，并选取移动通信技术和无线通信技术领域的代表性技术进行了实证研究；但是，该方法对颠覆性技术的识别仅利用专利指标，主观认为颠覆性技术的来源一定是前沿技术和突破性技术，所以其科学合理性仍有待考察。张玉磊等[18]提出了一种包括6个核心要素的颠覆性技术遴选评估体系，首轮先根据颠覆性技术的特征进行“是或非”的筛选，然后按照管理竞争力、技术竞争力、市场竞争力和范式竞争力4个准则16个维度的评价指标体系进行第二轮的筛选，最后遴选出可能的颠覆性技术；该方法在颠覆性技术的二次筛选中主要是通过专家打分法、情景分析法及加权评分来确定的，缺乏客观数据支持。Guo等[19]的研究考虑得更全面一些，他们从技术特征、市场动态和外部环境3个维度构建了颠覆性创新的评价框架，遴选了10个相互联系的指标，并针对微信、模块化手机和虚拟现实/增强现实3个技术领域对其指标体系进行了验证；但其构建的评估模型同样存在指标取值依赖专家知识和经验的问题，另外颠覆性创新本质上是一个过程，而在这一方法中缺乏对颠覆性创新演化的分析，忽略了其发展和采用过程中的环境变化因素。许泽浩等[20]则认为颠覆性技术的产生是原技术的进化发展和市场的需求发展分离后产生冲突的产物，建立了评价新技术解决冲突能力的指标体系，最终由专家在分析的基础上，结合自身的经验对新技术进行模糊评价，运用灰色模糊综合评价方法评价新技术的颠覆性创新潜力。

为了加强对颠覆性技术演化的全面认识，Blume等[21]提出了颠覆性演化框架，该框架将颠覆性的过程分为可能的威胁、明显的威胁和具体化的威胁三个阶段，并区分了4类相互关联的信号（背景、推动因素、能力和公司信号）和威胁（客户、竞争对手、产品和政策威胁），并在演化框架的基础上，提出了包含技术、工具、角色和产出等相关要素的颠覆性评估方法，但显然这一方法完全是基于定性判断的，没有纳入任何定量数据。Kilkki等[22]则从颠覆性技术对行业和社会的影响角度出发，提出由科学研究-技术研发-企业-产业-消费者-社会/政府构成的分层框架用于评估行业层面的颠覆，系统地从整体层次和行业水平研究颠覆性创新在垂直层面和水平层面的传播，案例分析采用定性和定量方法相结合的方式。Rasool等[23]从颠覆者本身的角度出发，提出了企业发展颠覆性技术的5步框架：①进行市场观察，确定现有和未来客户；②评估客户的潜在需求；③需求的可视化，将大多数非客户转化为客户；④使用创意生成矩阵生成产品创意；⑤对创意产品的颠覆性潜力进行评估，并以游戏行业的Wii技术为例进行了实证研究。Rasool等人提出的这一评估框架仍然处于初期阶段，仅适用于视频游戏行业的特定公司，模型的推广应用可能会遇到障碍。侯广辉等[24]基于颠覆性技术突变的主要特征，从技术、市场与外部环境3个维度构建了包含10个三级指标的识别指标体系，但各指标的计算仍是以专家评分为主。

从总体上来说，基于多维指标评估框架的识别方法实施过程相对简单，但研究人员在应用此类方法过程中建立的维度差异较大，缺乏通用性；而且部分评估框架以定性分析为主，缺乏量化数据支持；另外，市场、环境类指标值获取难度较大，目前仍然多以专家主观判断为主。

2.3 基于测度模型的颠覆性技术识别方法新进展

基于模型的分析方法一般是按照一定的理论和准则，确定评估指标体系、构建量化模型，筛选与颠覆性技术相关的参数变量，从微观层面对颠覆性技术进行预测。早期主要有根据TRIZ理论的方法，近年来学者又陆续提出了一些基于新型理论的新方法，如基于QFD理论的方法、基于生态系统中的种间竞争理论的方法、基于SIRS传染病模型的方法、基于技术生命周期理论的方法、基于机器学习的方法等。

祝岳铭[25]从破坏性创新的预测和实现两方面，融入KJ法、粗糙集理论、KANO理论、AHP法及TRIZ理论，提出了基于质量功能展开理论的破坏性创新技术实现过程，在充分挖掘顾客需求的基础上，以破坏性创新型顾客需求为驱动力，通过性能-需求雷达图的量化表达建立破坏性创新技术预测模型——破坏性创新型质量屋，并以此开展对相关技术的评估，但该模型中未能对技术特征进行竞争性评估，因此还需要进一步改进和完善。Cheng等[26]基于SIRS传染病模型对颠覆性技术的爆发进行分析预测，但其方法模型中仅使用了专利数据，没有考虑技术演化发展中可能受到的社会、经济环境等因素的影响，因而其模型的可靠性还需要进一步检验。

Nilchiani等[27]提出了一种针对复杂网络的临界点的测度方式，并使用了生态系统的种间竞争关系“捕食者-猎物模型”来解释颠覆性技术与主流技术的行为，通过确定主流技术与颠覆性技术互动背景下的潜在变化速度，评估当前技术何时达到临界点，并形成不可逆的变化和潜在的颠覆；显然该方法主要从市场方面判断颠覆性技术的动态变化，缺乏对其他更多的相关性因素的考虑。Müller等[28]基于Sood等[29]的颠覆风险模型，对潜在的颠覆性创新进行预测，得出氧化还原液流电池可以代表一种颠覆性技术，但这种评估方法仅限于小样本的专家层面的评估。Adamuthe等[30]用专利和论文时间序列数据，采用趋势预测和生长曲线法选取了6种计算技术进行分析，判断出大型机、小型机和云计算为颠覆性技术。张奔等[31]以高铁轨道技术专利的时间序列数据作为分析样本，结合Gompertz方程分别对总体专利数量、专利权人数量以及技术分支数量展开多段S型曲线分析，从长期技术发展过程对技术演化趋势进行识别，提出了一种适用于产业技术领域技术演化趋势的识别方法。Chen等[32]则提出了一种基于监督机器学习的识别模型来识别潜在的颠覆性技术，基于科学论文和美国专利数据，通过特征工程提取颠覆性技术的大部分特征，使用Gartner Hype Cycle公开的技术作为训练数据，训练该模型来识别新的颠覆性技术；该模型借助了新的人工智能技术与方法，但还需要长时间的监测技术发展来提高模型的准确率，另外根据Gartner Hype Cycle发布的颠覆性技术具有不同的阶段，目前的模型还不能实现对颠覆性技术不同阶段的预测。李乾瑞等[33]根据颠覆性技术的关键特征，使用Leiden社区发现算法识别技术主题，引入了主题-时序分析和专利引文网络分析，提出了基于突变-融合视角的颠覆性技术主题演化分析模型。

总之，基于测度模型的识别方法操作更加简单、实施周期短，但在使用过程中也存在一些问题，如引入的一些理论未充分考虑颠覆性技术形成和演化发展过程中可能会遇到的多方面影响因素，模型的计算过程往往较复杂，模型识别准确率还有待提高，一些识别模型还具有领域依赖性，模型应用推广的适用性方面也面临诸多挑战。

2.4 基于文献计量的颠覆性技术识别方法新进展

基于文献计量的识别方法是从文献中获取表征颠覆性技术的关键信息，完全基于科学论文和专利文献进行计量分析，实现对颠覆性技术的客观识别和预测。科技论文、专利等成果是人类创新价值链不同阶段的表征物，基于专利、科技论文等数据源的颠覆性技术发现与识别方法具有信息来源广、信息量大、交叉科学不易忽视等特点，是目前科技情报界比较推崇的一种方法路线。

2.4.1 基于专利数据的识别方法新进展

专利文献作为一种重要的技术信息载体，一直是研究人员发现和识别颠覆性技术时比较重视的分析对象，近年来学者基于专利数据，使用数据挖掘的方法，在颠覆性的预测方向上不断探索，并相继提出了一些新的方法。例如，罗素平等[34]基于离群专利，根据颠覆性技术与基础知识的相关性、技术发展潜力和始于边缘市场的3个特征从知识关联性、技术潜力和市场潜力三

方面构建指标体系，并运用孔多塞投票法预测颠覆性技术；但是，该方法设计的评价指标未能全面代表颠覆性技术的核心特征。黄鲁成等[35]的研究也仍然以专利信息分析为主，首先进行颠覆性技术的生命周期分析，然后衡量颠覆性技术的创新性、独创性与功能性3个特点，提出了萌芽期颠覆性技术的识别方法，并结合工业机器人专利技术进行了实证研究；该方法单纯依赖专利数据，因而在时间上具有一定的滞后性，同时模型的有效性也需要进一步的实践验证。于光辉等[12]提出可以采用专利引文相似度表征颠覆性技术的新颖性、独特性和对未来技术的影响，并采用Bass模型对颠覆性技术的市场特征进行分析以识别早期的颠覆性技术，不过该研究方法在对复杂的颠覆性技术识别上还需要进一步考虑专利束和复杂颠覆性技术之间的表达关系等因素，否则其可靠性仍然很难保证。李乾瑞等[36]从技术的融合性、新颖性、扩张性和影响力4个方面构建了系统的颠覆性技术识别模型，并选取传统技术和颠覆性技术、不同领域颠覆性技术以及不同时间段的颠覆性技术进行实证，但其仅从技术角度对颠覆性技术进行测度，未考虑市场等方面的综合因素。

2.4.2 基于论文和专利数据的识别方法新进展

融合利用论文和专利数据进行关联挖掘分析，比单一运用专利数据分析更可靠，这似乎已经得到越来越多学者的认同。例如，白光祖等[37]从文献知识的内外部关联入手，对核心专利、核心论文分别引用论文产生的知识突变进行分析，识别内外部潜在的颠覆性研究主题，借助Fisher-Pry模型识别技术主题所处生命周期阶段及成熟度，并在此基础上预测颠覆性技术；不过，其方法中采用的基于文摘SAO结构发现领域科学知识主题的准确率还有待提升。石慧等[38]选用综合主题词突变情况和专利手工代码的sigma值大小情况对颠覆性技术进行挖掘和判定，实现对颠覆性技术的早期识别和筛选，并通过锂电池技术领域的实证研究验证了其方法的有效性；该方法未体现论文和专利数据的关联性，另外实证研究中抽取主题词的过程也带有一定的主观性。Li等[39]提出了一种以科技论文和专利为数据源，结合文本挖掘和专家判断方法，对技术演化路径进行分析，采用科技差距分析对技术发展趋势进行预测，最后以钙钛矿太阳能电池技术为例进行了实证研究；该研究方法采用Lingo算法对技术主题进行聚类，其聚类结果的准确性还需要提高，此外该预测方法似乎仅适用于知识密集型的科学技术发展的预测。刘忠宝等[40]提出的识别方法是运用LDA-LSTM文本分类算法得到技术主题，采用CiteSpace构建共现网络，从突变权重排序及突变时间段和突变共词聚类知识图谱两个角度进行主题突变检测，从而识别出无人机交互技术中的脑机接口技术及手势控制技术为该领域内的颠覆性技术。

2.4.3 基于多源数据融合计算的识别方法新进展

单一数据源可挖掘的信息往往有限，同时单一指标也无法全面测度技术的颠覆性潜力，因此许多研究人员尝试构建基于多源数据融合计算的识别方法，融合利用论文、专利、新闻、项目、会议信息、政策信息等数据，构建多维指标进行分析。例如，赵格[41]选取文献、专利和网络新闻作为数据源，以不同维度的数据代表不同的技术发展信息，利用文本分类和聚类方法来识别技术主题，然后通过分层分析和对多源异构数据的跨层次分析选择出关键技术主题，最后通过专利三年引用率、专利平均独立权利要求和文献增长率3个指标综合分析判定颠覆性技术；该方法中主题识别采用的是文本聚类方法，分辨率不高需要人工整理判断，另外对多源异构数据的跨层次分析采用不同数据源的数量信息间接表示技术发展情况，没有实现不同数据的语义关联。刘秋艳[42]融合利用科学论文、专利、科研项目等数据构建多维指标模型，通过计算识别颠覆性技术，并以智能手机技术、纤维素生物降解技术、RGB-LED技术为例对其所构建的识别模型进行了验证；但是，该方法在数据源的选择上仍然有限，为了提高模型的识别准确率，还应该融入产业、商业和政策方面的数据信息对颠覆性技术进行综合判别。以上这些研究的结果表明，采用全面覆盖创新价值链各环节的数据源比使用单一种数据源在识别技术趋势上更有效。

总之，基于文献计量的识别方法，综合运用多源数据，从不同方面反映技术发展的特征，可以客观、准确地识别出颠覆性技术，从而显示了定量计算方法在颠覆性技术识别方面的优势。不过，此类方法也存在一些不足：①颠覆性技术的演化发展往往会受到除技术之外的政治、经济、文化、市场、宗教、习俗等多种因素的影响，目前已有的模型仍然没能很好地综合利用多数据源识别颠覆性技术；②在多源数据的融合运用上，数据的关联、融合力度不够；③对于颠覆性技术的关键

评判指标和数据挖掘方法的普适性上尚未形成统一的认识。

2.5 基于大数据的颠覆性技术识别方法新进展

随着大数据技术的发展，运用大数据思维、借助大数据关联挖掘分析去发现和识别领域颠覆性技术逐步成为受关注的一种技术路线。例如，Hughes[43]提出了一种基于大数据的技术序列预测模型，该模型结合了技术序列分析和组织内的大数据工具，强调前端翻译专家、数据科学家和行业科学家不同类型的专家和大数据在技术预测中的差异化的作用和时机，从而探讨了大数据技术在颠覆性技术预测方面的应用；然而，基于大数据的预测分析依赖于系统平台的支撑，而目前系统平台构建的成本较高、时间花费会更长，这是这类方法发展中的现实问题。Brackin等[44]以Arthur的技术结构理论和Christensen的颠覆性技术理论作为基础，进一步整合技术进步的理论，选取了技术就绪指数和技术成熟度曲线两个衡量技术进步的指标，探讨基于大数据分析技术衡量颠覆性技术的合理性；但是，该方法选择的指标可以解释相关关系，尚不能达到证明因果关系的水平，另外在预测能力上可以实现缩小潜在颠覆性技术研判范围，还不能实现精准预测。

总之，随着大数据技术的发展，人们运用多来源、异构、海量数据进行关联挖掘分析的能力不断提升，因此，大数据技术逐步被引入颠覆性技术识别领域。但是，目前大多数预测技术在很大程度上还依赖于专家反馈。未来随着数据的不断增长和数据生成速度的加快，亟需一些强大的数据分析平台的支持，以更高效地捕捉、处理和分析全球海量数据，并通过数据集和算法的适当组合，通过融合内外部数据计算结果和行业专家知识的结合，能够创建一种基于大数据的智能化预测工具。

3 结语

综上所述，目前国内外对颠覆性技术的特征、识别和预测方面已经积累了大量的研究，并且随着新理论的出现和新技术的支持，颠覆性技术的识别取得了一些新的进展。但是，目前该领域的研究也还存在一些根本性的问题，例如：①颠覆性技术的识别需要以颠覆性创新的相关理论为基础，但目前对于颠覆性技术及其核心特征缺乏明确、统一的认识，仍然需要深入研究颠覆性创新的理论依据，辨析颠覆性技术的关键特征及其实质内涵，回答颠覆性技术的来源、演化路径和核心特征到底是什么等一些基本问题；②颠覆性技术创新本质上属于技术创新，符合技术创新的一般规律，演化规程符合技术生命周期的一般规律，在不同的阶段具有不同的特点，而且颠覆性技术创新是一个动态发展的过程，其影响因素涉及技术、市场和环境等多个方面，尽管目前的知识体系提供了许多颠覆性技术预测的方法，但考虑到颠覆性技术创新本质是一个过程而不是单个事件，目前还缺乏基于时间序列的对颠覆性技术演化的动态性的全面、系统的探讨；③技术创新既是技术范畴，更属于经济范畴，创新不仅指科学技术的革新，更是指要把已有的科技成果引入企业中，形成新的生产能力和经济发展能力，现有的识别方法未能将创新过程中的技术、市场、产业和环境等因素充分融合关联，缺乏对颠覆性创新体系化的测度；④目前研究人员建立的评判指标维度差异较大，缺乏通用性，部分评估指标始终以定性分析为主，缺乏量化数据支持，影响识别的准确性；⑤一些模型的计算过程较复杂、识别准确率不高、可识别的技术具有领域依赖性，应用推广方面面临难以克服的挑战；⑥颠覆性技术的发展是技术和市场共同作用的结果，现有识别方法未考虑颠覆性技术不同类型的差异，针对的主要是创新突破型的技术，少有集成重组型和跨界应用型的颠覆性技术，未来的研究可以细化考虑针对不同类型颠覆性技术的识别方法的探究；⑦目前的定量识别方法多采用科学论文、专利数据，由于数据的滞后性，多是对颠覆性技术的事后判断，对颠覆性技术的事前判断不足，等等。

总之，目前颠覆性技术创新是最高阶的创新，它往往会引发系列化或系统性的变革。未来研究应充分考虑颠覆性技术在创新不同阶段的表现特征，选取多种数据源和表征指标，尝试立足于创新全过程，以创新链条为主线，探索颠覆性技术的形成与演化规律，尽可能支持实现颠覆性技术的分类识别和早期识别。

参考文献

[1] BOWER J L，CHRISTENSEN C M. Disruptive technologies: Catching the wave [J]. Harvard Business Review，1995，73（1）：43-53.

[2] CHRISTENSEN C M. The Innovators Dilemma: When New Technologies Cause Great firms to Fail [M]. Boston: Harvard Business School Press, 1997.

[3] CHRISTENSEN C M, RAYNOR M E. The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth [M]. Boston: Harvard Business School Press, 2003.

[4] CHRISTENSEN C M, MCDONALD R, ALTMAN E J, et al. Disruptive innovation: an intellectual history and directions for future research [J]. Journal of Management Studies, 2018, 55 (7): 1043-1078.

[5] 曹晓阳，魏永静，李莉，等. DARPA的颠覆性技术创新及其启示 [J]. 中国工程科学，2018，20（6）：122-128.

[6] 孙永福，王礼恒，陆春华，等. 国内外颠覆性技术研究进展跟踪与研究方法总结 [J]. 中国工程科学，2018，20（6）：14-23.

[7] CHRISTENSEN C M, BOWER J L. Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms [J]. Strategic Management Journal, 1996, 17 (3): 197-218.

[8] CHRISTENSEN C M, OVERDORF M. Will disruptive innovations cure health care? [J]. Harvard Business Review, 2000, 78 (5): 102-112, 199.

[9] HÜSIG S, HIPP C, DOWLING M. Analysing disruptive potential: the case of wireless local area network and mobile communications network companies [J]. R&D Management, 2005, 35 (1): 17-35.

[10] GOVINDARAJAN V, KOPALLE P K. The usefulness of measuring disruptiveness of innovations ex post in making ex ante predictions [J]. Journal of Product Innovation Management, 2006, 23 (1): 12-18.

[11] 张守明，张斌，张笔峰，等. 颠覆性技术的特征与预见方法 [J]. 科技导报，2019，37（19）：19-25.

[12] 于光辉，宁钟，李昊夫. 基于专利和Bass模型的颠覆性技术识别方法研究 [J]. 科学学研究，2021，39（8）：1467-1473，1536.

[13] 郭丽娜，李星琛，左文革，等. 颠覆性研究文献计量识别方法述评 [J]. 数字图书馆论坛，2020（3）：17-24.

[14] 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.

[15] SOMMARBERG M, MÄKINEN S J. A method for anticipating the disruptive nature of digitalization in the machine-building industry [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2018 (146): 808-819.

[16] KROTOV V, DALTON C M. Predicting the future of disruptive technologies: the method of alternative histories [J]. Business Horizons, 2019, 62 (6): 695-705.

[17] JIA W, XIE Y, ZHAO Y, et al. Research on disruptive technology recognition of China's electronic information and communication industry based on patent influence [J]. Journal of Global Information Management, 2021, 29 (2): 148-165.

[18] 张玉磊，戴海闻，许泽浩，等. 颠覆性技术遴选的基本原则与运行流程研究 [J]. 科技管理研究，2020，40（13）：209-216.

[19] GUO J F, PAN J F, GOU J X. Measurement framework for assessing disruptive innovations [J]. Technological Forecasting & Social Change, 2019, 139 (1): 205-265.

[20] 许泽浩，张光宇，黄水芳. 颠覆性技术创新潜力评价与选择研究：TRIZ理论视角 [J]. 工业工程，2019，22（5）：109-117.

[21] BLUME M, OBERLNDE R A M, RGLINGER M, et al. Ex ante assessment of disruptive threats: Identifying relevant threats before one is disrupted [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2020 (158): 120103.

[22] KILKKI K, MÄNTYLÄ L M, KARHU K, et al. A disruption framework [J]. Technological Forecasting & Social Change, 2018 (129): 275-284.

[23] RASOOL F, KOOMSAP P, AFSAR B, et al. A framework for disruptive innovation [J]. Foresight, 2018, 20 (3): 252-270.

[24] 侯广辉，廖桂铭，王刚. 基于突变级数的颠覆性技术识别模型构建及实证研究 [J]. 情报杂志，2021，40（10）：7-14.

[25] 祝岳铭. 基于QFD理论的破坏性创新技术实现过程 [D]. 天津：河北工业大学，2017.

[26] CHENG Y, HUANG L, RAMLOGAN R. Forecasting of potential impacts of disruptive technology in promising technological areas: elaborating the SIRS epidemic model in RFID technology [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2017, 117 (4): 170-183.

[27] NILCHIANI R, EDWARDS C M, GANGULY A. Introducing a tipping point measure in explaining disruptive technology [C] //2019 International Symposium on Systems Engineering. Edinburgh: IEEE, 2019: 1-5.

[28] MÜLLER J M, KUNDERE R R. Ex-ante prediction of disruptive innovation: the case of battery technologies [J]. Sustainability, 2019 (11): 5229.

[29] SOOD A, TELLIS G J. Demystifying disruption: a new model for understanding and predicting disruptive technologies [J]. Marketing Science, 2011, 30 (2): 339-354.

[30] ADAMUTHE A C, THAMPI G T. Technology forecasting: a case study of computational technologies [J]. Technological

Forecasting and Social Change，2019（143）：181-189.

[31] 张奔，杨柳，纪亚琨，等. 基于多段Gompertz方程的高铁轨道技术演化趋势识别［J］. 情报杂志，2021，40（5）：77-83.

[32] CHEN X L，HAN T. Disruptive Technology Forecasting based on Gartner Hype Cycle［C］//2019 IEEE Technology & Engineering Management Conference. Atlanta：IEEE，2019：1-6.

[33] 李乾瑞，郭俊芳，黄颖，等. 基于突变-融合视角的颠覆性技术主题演化研究［J］. 科学学研究，2021，39（12）：2129-2139.

[34] 罗素平，寇翠翠，金金，等. 基于离群专利的颠覆性技术预测——以中药专利为例［J］. 情报理论与实践，2019，42（7）：165-170.

[35] 黄鲁成，蒋林杉，吴菲菲. 萌芽期颠覆性技术识别研究［J］. 科技进步与对策，2019，36（1）：10-17.

[36] 李乾瑞，郭俊芳，黄颖，等. 基于专利计量的颠覆性技术识别方法研究［J］. 科学学研究，2021，39（7）：1166-1175.

[37] 白光祖，郑玉荣，吴新年，等. 基于文献知识关联的颠覆性技术预见方法研究与实证［J］. 情报杂志，2017，36（9）：38-44.

[38] 石慧，潘云涛，赵筱媛，等. 基于文献挖掘的颠覆性技术早期识别研究［J］. 中国科技资源导刊，2019，51（4）：102-110.

[39] LI X，XIE Q，DAIM T，et al. Forecasting technology trends using text mining of the gaps between science and technology：the case of perovskite solar cell technology［J］. Technological Forecasting and Social Change，2019（146）：432-449.

[40] 刘忠宝，康嘉琦，张静. 基于主题突变检测的颠覆性技术识别——以无人机技术领域为例［J］. 科技导报，2020，38（20）：97-105.

[41] 赵格. 基于多源异构数据的颠覆性技术识别［D］. 武汉：华中科技大学，2017.

[42] 刘秋艳. 基于科学论文和专利数据的颠覆性技术识别方法研究［D］. 北京：中国科学院大学，2017.

[43] HUGHES S F. A new model for identifying emerging technologies［J］. Journal of Intelligence Studies in Business，2017，7（1）：79-86.

[44] BRACKIN R C，JACKSON M J，LEYSHON A，et al. Taming disruption? Pervasive data analytics，uncertainty and policy intervention in disruptive technology and its geographic spread［J］. International Journal of Geo-Information，2019，8（1）：34.

作者简介

刘柳，女，1988年生，博士研究生，研究方向：情报研究与决策咨询。
吴新年，男，1968年生，博士，研究员，通信作者，研究方向：情报理论与方法、知识管理与知识服务、产业竞争情报分析、区域创新战略研究，E-mail：wuxn@lzb.ac.cn。

Review on the Research Progress of Disruptive Technology Identification Methods

LIU Liu[1,2] WU XinNian[1,2]
(1. Northwest Institute of Eco-Environment and Resources, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, P.R.China;
2. School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P.R.China)

Abstract: Disruptive technology may trigger a new round of scientific and technological revolution, and is an important “sharp weapon” to enhance future economic and social development and national competitiveness. By combing the literature on disruptive technology identification in the past five years, this paper summarizes the research progress of domestic and foreign scholars on the characteristics, identification and prediction methods of disruptive technology, and provides reference for the identification and cultivation of disruptive technology. Using the analysis method of literature research, this paper summarizes the latest research results and limitations of five types of disruptive technology identification and prediction methods. The results show that the analysis methods based on model measurement, multi-dimensional index evaluation framework and bibliometrics are still commonly used in the identification of disruptive technologies, and the method based on big data association mining analysis has been applied to the identification of disruptive technologies. Since the development of disruptive technologies is a dynamic process, in the future, more consideration should be given to exploring the dynamic, classification and identification of disruptive technologies based on the entire innovation process.

Keywords: Disruptive Technology; Identification Methods; Review

（收稿日期：2022-01-09）