

美国 NRC 颠覆性技术持续预测系统浅析

张晓林

(中国工程物理研究院科技信息中心, 四川绵阳 621900)

摘要: 美国国家研究委员会 (NRC) 发布的《颠覆性技术持续性预测》(Persistent Forecasting of Disruptive Technologies) 研究报告对颠覆性技术预测的关键问题进行了分析, 提出了理想的颠覆性技术持续预测系统模型。本文在此基础上, 总结了颠覆性技术预测的内涵和挑战, 给出了理想的持续性预测系统的属性, 并对理想系统模型及实现的功能进行了分析, 最后提出了颠覆性技术预测方法研究的启示, 以期为我国相关研究工作提供参考与借鉴。

关键词: 颠覆性技术; 持续预测; 理想系统

中图分类号: G301 **文献标识码:** A

Analysis of US National Research Council's Persistent Forecasting System of Disruptive Technologies

Zhang Xiaolin

(Science and Technology Information Center, China Academy of Engineering Physics, Mianyang 621900, Sichuan, China)

Abstract: The National Research Council's (NRC) report on Persistent Forecasting of Disruptive Technologies analyzes the key issues of disruptive technology forecasting and proposes an ideal persistent forecasting system model. On this basis, the paper summarizes the connotation and challenges of disruptive technology forecasting, presents the attributes of the ideal persistent forecasting system, and analyzes the system model and its functions. Finally, the enlightenment of the research on disruptive technology forecasting is proposed, thus to provide reference for relevant research work in China.

Keywords: disruptive technologies; persistent forecasting; ideal forecasting system

一、前言

随着颠覆性技术相关理论研究的持续深入, 人们对颠覆性技术的认识也更加深刻, 如何准确地预测与识别颠覆性技术已成为全球竞相关注的热点问

题 [1,2]。国内外许多智库和咨询机构不断加大研究力度, 寻求有效预测颠覆性技术的最佳途径。经过几年的研究和发展, 以美国国家情报委员会、新美国安全中心、麦肯锡等为代表的典型机构, 陆续发布了颠覆性技术预测分析报告 [3~5], 形成了一

收稿日期: 2018-10-25; 修回日期: 2018-11-09

通讯作者: 张晓林, 中国工程物理研究院科技信息中心, 助理研究员, 主要研究方向为情报研究; E-mail: 643528966@qq.com

资助项目: 中国工程院咨询项目“颠覆性技术发展路径研究”(2017-XZ-42)

本刊网址: www.enginsci.cn

系列颠覆性技术清单。

美国国家研究委员会（NRC）在 2009 年成立了一个未来颠覆性技术预测委员会，专门为开发颠覆性技术预测系统提供指导和见解。颠覆性技术预测委员会认为，上述智库和咨询机构发布的颠覆性技术主要来自问卷调查和研讨会，在很大程度上受限于专家意见，这样的预测方法可能产生许多偏见。因此，颠覆性技术预测委员会致力于寻求一种更好的颠覆性技术预测方法，能够持续地捕获到其他预测方法可能忽略的颠覆性技术，以及描述其他方法无法描述的颠覆性质。通过多次研讨和分析，颠覆性技术预测委员会在 2009 年和 2010 年先后发布了 3 份有关持续性预测颠覆性技术的报告 [6]。在这 3 份报告中系统分析了颠覆性技术的属性，探讨了现有预测方法存在的问题，并提出了构建一个理想的颠覆性技术持续性预测系统的思路和框架。

本文旨在对 NRC 报告进行系统、深入的分析，总结颠覆性技术预测的关键问题及理想的持续预测系统的模型框架，为我国开展颠覆性技术预测研究提供借鉴和参考。

二、NRC 对颠覆性技术预测的定义

（一）颠覆性技术的定义与属性

目前，颠覆性技术并没有一个准确的或被广泛认可的定义。在 NRC 的报告中，颠覆性技术被定义为“能够极大影响全球力量平衡的技术及技术应用”。这可以从两个角度来理解，首先，该定义中的颠覆性技术并非指一种新技术，而是强调技术的新应用，因为新兴技术很少会立即变成颠覆性技术，都会经过一定的潜伏期，只有经过一系列的创新应用之后，才有可能变成颠覆性技术；其次，颠覆性技术强调的是技术的影响，是能够在技术的生命周期中引起不连续和非线性变化，进而对现有技术、商业模式、国家经济与安全产生颠覆性影响的技术。因此，这个定义给出了颠覆性技术具有的一些属性。

从历史发展角度来看，颠覆性技术的诞生存在多个属性。首先，从时间维度来说，其技术的性能、成本、可靠性、利用率等因素存在不连续性，但这种不连续性可能是与新应用领域有关，而不是技术

本身的变化；其次，某一种技术能否成为颠覆性技术，要考虑其对其他技术的影响，技术是突然出现的，并不意味着其一定成为颠覆性技术，而是要考察其是否具有影响力；再次，颠覆性技术可能是一种交叉技术，是多学科的融合，比如互联网是计算机技术、通信技术和浏览器技术的集合；最后，颠覆性技术的诞生与企业发展愿景密切相关，强调创新、超前思维并且愿意迎合新兴市场而非历史市场的发展愿景，将加快引入不可避免的颠覆。由此可以看出，要成为颠覆性技术，从工程或技术的角度来说，其技术本身并不需要是激进的或新颖的。许多技术成为颠覆性技术，仅仅是因为它们的价格或性能上越过“引爆点”，或大大提高了现有技术的可及性或功能。因此，普遍存在也是颠覆性技术的重要特征。

（二）如何定义颠覆性技术预测

NRC 的报告中并未特别提出颠覆性技术预测的概念，但对过去和当前正在使用的一般技术预测的常见方法，包括判断或直观方法、外推和趋势分析、模型分析及情境模拟等，进行了分析，他们认为没有一种技术预测方法能够完全适合解决决策者当前面临的一系列问题、挑战和需求。这是因为，颠覆性技术预测是一个复杂的系统工程，不仅要预测潜在技术本身，而且要预测潜在的市场机会、竞争威胁或可能推动技术创新的问题领域。

首先，一种新的、颠覆可能性高的技术，其可能产生的潜在变化和影响是不被欣赏或重视的。因此，颠覆性技术的预测首先是从新技术创新、应用和发现的海洋里识别出潜在颠覆性技术的征兆信号；其次，历史表明，许多技术并没有达到其预期的颠覆性影响，其失败的原因可能是由于成本、投资、社会需求、市场推动、地理、政治因素的影响等。所以，预测未来需求、问题领域、威胁和机遇与预测可能导致颠覆的特定技术一样重要。

基于此，可以将颠覆性技术预测定义为：在普遍存在的技术中，识别出潜在颠覆性技术的征兆信号，并在综合考虑技术推动的可行性、市场、投资、成本、社会、人口、地理、政治、文化等各方面影响因素的基础上，对技术的颠覆性潜力进行系统、综合评估，最后给出有助于决策的发展建议或解决方案。

三、颠覆性技术预测关键问题分析

(一) 颠覆性技术预测的挑战

目前,许多智库和咨询机构相继开展了颠覆性技术预测工作,并发布了一系列成果,如新美国安全中心发布的《改变游戏规则:颠覆性技术与美国国防战略》、麦肯锡发布的《2025年前可能改变生活、企业与全球经济的12项颠覆性技术》等[3~5]。这些成果主要采用了问卷调查、专家咨询、场景模拟、文献分析等目前主流的技术预测方法。这些方法的单一应用使得预测结果存在一定的局限性,主要体现在三个方面:①预测重点关注的是技术本身的发展,忽略了相关资源和问题领域的影响;②预测的信息源大部分来自西方国家(主要是美国),并且参与主体限于专家,这样的预测可能产生许多偏见;③所有预测方法在一定程度上都依赖于历史数据的检验,但单纯依赖于历史数据不可避免地会导致过分强调进化创新,同样会造成预测偏差。

因此,要使颠覆性技术预测是有用的,必须开发新的预测方法,同时考虑可应用于预测的资源(财务、技术、基础设施和人力资本)、正在被预测的技术的性质和类型、专家的可用性以及大众参与预

测的意愿、预测必须解决的时间范围以及决策者打算如何使用预测等问题,使预测最终为更好的决策而服务。

(二) 构建颠覆性技术预测系统

如前所述,开发一种新的预测方法对实现颠覆性技术的有用预测至关重要,但新的预测方法并非重新创建一种全新的方法,而是在系统考虑颠覆性技术预测需求和目标的基础上,对现有技术预测方法进行组合应用,从而提高预测的准确性和实用性。NRC在系统分析颠覆性技术的性质及其预测的挑战的基础上,提出建立一套颠覆性技术持续性预测系统,该系统能够持续、开放、稳定地对颠覆性技术进行预测,并最大限度地减少传统预测方法所造成的偏差,被定义为是“理想的持续性预测系统”,如图1所示。

理想的持续性预测系统首先考虑的一个最重要的标准就是持续性,其目标是能够根据新数据、信号和参与者的输入不断更新预测,以持续地为决策者或客户提供最新的预测结论。由于没有任何一个单独团队有人力、资本或智力资源能够想象每一个可能的颠覆场景,捕获每一个信号或获得所有的关

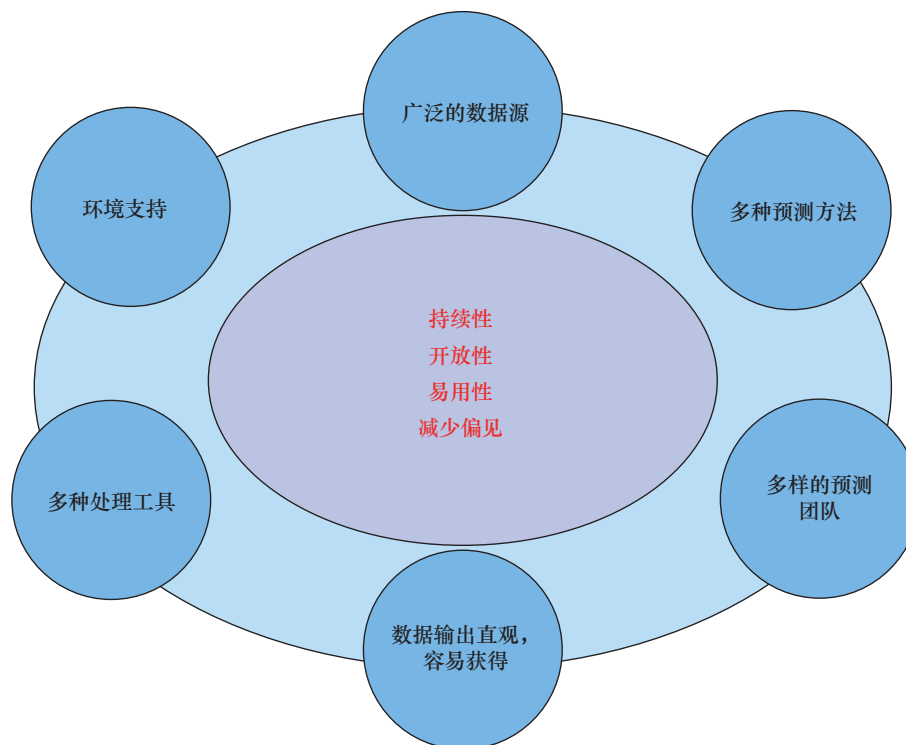


图1 理想的颠覆性技术持续预测系统属性

键数据，因此，持续性预测系统必须尽量开放、友好，这样可以建立信任和激励机制，吸引各种群体的参与者持续广泛地参与。而广泛的公众参与对系统提出了要求，即系统应当尽量保证使用简单、直观，支持持续访问且全球可用。

除此之外，要想系统的预测结果是有用的，最关键的是要尽量减少由于数据源、使用的预测方法的限制所带来的偏差。解决的办法唯有广泛收集来自各个国家、各种语言、不同文化背景、不同年龄、不同技术领域、多种受教育程度和专业知识的专家和公众的各类信息，特别是年轻的研究人员、技术专家、企业家和科学家，因为他们是最有可能创造未来的颠覆性技术并且受到未来颠覆性技术影响的群体。颠覆性技术的预测和评估需要将各种定性、定量及新预测方法和工具组合使用，以可视化的直观方式呈现预测结果，并通过定期反馈、审查，不断改进和更新，以保证系统长期持续有效。

四、颠覆性技术持续预测系统模型

在分析了理想的持续预测系统的属性和关键问题之后，NRC 提出了理想预测系统的框架模型，如图 2 所示。该模型定义了持续预测系统应该包含的 6 个重要功能：①提供一种定义需求的机制；②提供广泛的数据收集工具；③提供非结构化数据预处理工具；④跟踪、监测和处理出现颠覆的预警及微弱信号；⑤提供决策者、利益相关者及公众参与的数据分析和可视化工具；⑥建立反馈机制，允许系统进行迭代开发。具体功能见表 1。

从表 1 可以看到，理想的持续预测系统模型在定义预测系统功能的基础上，同时给出了系统的功能流程及其实现方法。NRC 在报告的后续部分提出了几种可能的系统设计方案，也同时指出，没有一个单独的方案能够满足持续系统的所有要求。因此，该预测系统必须是一个学习系统，需要长期评估和不断优化。另一方面，系统特别强调收集各种信息源，并对现有预测方法进行新的组合应用。因此，对广泛的信息源进行甄别及现有预测方法的遴选与评价，是实现系统功能的关键考虑因素。

五、结语

美国 NRC 发布的《颠覆性技术持续性预测》



图 2 理想的颠覆性技术持续预测系统的框架模型

报告提出了构建一个理想的颠覆性技术持续性预测系统的框架模型和设计方案，并对其中的关键问题和存在的挑战进行了系统分析。虽然截至目前，未见理想预测系统构建情况的后续报道，但该报告仍然对颠覆性技术的预测研究提供了很好的参考和借鉴。

笔者基于对颠覆性技术持续预测系统的分析，

表 1 理想的持续预测系统功能

系统功能	功能描述
定义需求	建立一种需求定义机制, 从利益相关者的视角广泛征集问题, 包括技术影响的群体、时间框架、感兴趣的领域及技术的影响力等, 明确用户及预测任务
信息收集	收集来自不同文化、语言及各种信息源的信息, 通过多种方式提高信息的可及性或考虑采用替代数据, 并对信息来源的可靠性进行评估, 克服传统的在一个固定期限内收集所有必要数据之后再行预测的方法造成的认识偏差
数据预处理	将来自多个源的数据标准化, 形成统一的格式, 以便于后期数据处理与分析
信息处理	通过对相关网站、博客、出版物等监测, 跟踪出现的各种科学技术发现、自然和社会趋势、异常行为或促成技术。通过趋势分析、因果建模、路线图等方法设定颠覆阈值, 并利用数据分析工具提取信号, 也可以通过专家或其他参与者手动检测信号, 结合计算机和人的智慧, 对这些信号进行判断和综合处理
信息分析	利用可视化分析和直观的用户界面设计对复杂数据结构进行交互式、易于阅读的概述。可视化系统应具备的属性: ①能够处理大量数据; ②可改变时间范围; ③全局显示; ④宏和用户定义的警报; ⑤允许搜索和实时过滤; ⑥支持用户社区
系统配置和管理	一旦确定了潜在颠覆性技术, 关键决策者就会评估颠覆的可能性、其可能产生的影响、可能加速或阻碍颠覆的因素, 以及可能引起颠覆的事件中存在的关联关系等。决策者需要根据这些信息配置资源, 以便在颠覆发生时改变颠覆的影响, 系统需要定期更新信息, 并创建评估报告

提出两点认识: ①颠覆性技术预测通常是在普遍存在的技术中识别出颠覆性技术的征兆, 并对其颠覆性影响进行评估, 因此, 颠覆性技术预测需要综合考虑技术存在的潜在市场机会、竞争威胁或可能推动技术创新的相关问题等因素; ②颠覆性技术预测是为决策服务, 为了尽量减少预测偏差, 保证预测的可用, 构建一套开放的持续预测系统是最佳的方案, 但构建系统是一项长期、复杂的任务, 需要全世界范围内的各行业研究人员、专家参与, 并且需要更系统、全面的深入研究。

参考文献

- [1] 马利彬, 刁天喜, 房彤宇. 颠覆性技术识别方法研究与应用分析 [J]. 军事医学, 2018, 42(1): 4-8.
Ma L B, Diao T X, Fang T Y. Research and application of disruptive

technology identification methods [J]. Military Medical Sciences, 2018, 42(1): 4-8.

- [2] 王超, 许海云, 方曙. 颠覆性技术识别与预测方法研究进展 [J]. 科技进步与对策, 2018, 35(9): 152-159.
Wang C, Xu H Y, Fang S. Progress of approaches for identification and forecasting of disruptive technologies [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2018, 35(9): 152-159.
- [3] National Intelligence Council. Global trends paradox of progress [R]. Virginia: National Intelligence Council, 2017.
- [4] Center for a New American Security. Game changers disruptive technology and U.S. defense strategy [R]. Washington DC: Center for a New American Security, 2013.
- [5] McKinsey. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy [R]. Chicago: McKinsey, 2013.
- [6] National Research Council (NRC), Committee on Forecasting Future Disruptive Technologies. Persistent forecasting of disruptive technologies [R]. Washington DC: National Academies Press, 2010.