

# 国际技术预见研究进展综述\*

陈云伟 (中国科学院成都文献情报中心 成都 610041)

**摘要** 文章从技术预见的研究历史、国际格局、功能、应用领域和方法等角度出发,对近年来国际上对技术预见的理论、方法及应用研究进展进行梳理,侧重对新概念、新思路、新应用等进行分析与总结,并对其功能与应用前景进行讨论。

**关键词** 技术预见 德尔菲法 政策制定 决策 智库

Review of International Technology Foresight Research Progress

Chen Yunwei (Chengdu Library of the Chinese Academy of Sciences, Chengdu, 610041)

**Abstract** The purpose of this paper was to conclude the development of technology foresight through the following aspects: history, international pattern, functions, application fields and methods. This paper emphasized on the new concepts, ideas and usages, and discussed the functions and prospects of technology foresight.

**Keywords** technology foresight, Delphi, policy-making, decisions, think tank

## 1 引言

技术预见(technology foresight)是指对未来提出合理陈述或说明,并采用广泛的行动对这些陈述和说明进行解释的一种行为,是为应对未来挑战而开展的共同学习过程,技术预见的研究范围不仅包含技术本身及其应用,还包括公共政策和社会挑战<sup>[1]</sup>。Amanatidou等<sup>[2]</sup>在2014年指出,技术预见的主要影响包括知识、网络创造和促进公众在政策制定过程中的参与。联合国工业发展组织对技术预见的定义为:“技术预见是技术发展过程中的最上游元素,为规划和制定指导特定技术基础结构的政策和战略提供决策支持。技术预见在技术管理和技术转移领域为创新、鼓励和扶持企业提供支持,最终带来增强的竞争力和增长”<sup>[3]</sup>。技术预见的主要目标包括:探求未来机会以设定科学与创新活动的优先投资领域;再定位创新系统;验证创新系统的活力;为战略决策制定活动引入新的参与者;构建跨领域、跨部门和市场的或围绕特定问题的新的网络和链接<sup>[4]</sup>。

技术预见这个专有词组由英国苏塞克斯大学的

Irvine 和 Martin 两位学者明确提出<sup>[5]</sup>,20世纪90年代开始在欧洲得到广泛应用,并快速传播到其他国家<sup>[6]</sup>。到目前为止,已有大量研究开始相关分析工作,本文将从技术预见研究的功能、应用领域和方法等角度进行归纳,同时结合技术预见研究相关论文的文献计量学分析,揭示技术预见研究的发展历程、国际研究格局等信息。本文采用的文献计量分析数据来自WOS数据库,采用“TS=foresight”检索2014年以前WOS收录的article、letter、proceedings paper和review四种文献类型,去除Web of Science类别中“psychology\*、neurosciences、psychiatry、ethics、behavioral sciences、meteorology & atmospheric sciences、cultural studies”等与技术预测研究弱相关或不相关的文献,总计获得2139篇文献,数据下载日期为2015年1月23日。

## 2 技术预见相近概念关系分析

当前有多个概念与技术预见在发展及影响方面具有相似性或部分重叠性,主要包括技术监测(technology monitoring)、技术情报(technology intelligence)、技术预

\* 本文系国家高技术研究发展计划(“863”计划)“微生物数字资源知识管理系统构建及关键技术研究”(编号:2014AA021503)、中国科学院2013年度“西部之光”人才培养计划“引文耦合网络演化分析及在科技评价与预测中的应用研究”(编号:科发人字[2013]165号(3-6))的研究成果。

测(technology forecasting)、技术路线图(roadmapping)和技术评估(assessment)等,这些方法常常利用相似的工具并且得到相似的结果<sup>[6]</sup>,所有这些相似的方法同时又都可以被用于技术未来分析(Technology Futures Analysis, TFA)<sup>[6]</sup>。这几个相似概念的界定与区别列举如下:(1)技术监测,也称为技术观察(watch)或技术预警(alerts),主要是收集信息并对信息加以解释和说明。(2)技术情报,也称为竞争情报(competitive intelligence),主要是将信息转化为有用的情报。(3)技术预测,预判变化的方向和步骤。(4)技术路线图,与预期的技术和产品发展相关的计划制定。(5)技术评估,主要是技术的影响力评估,也包括战略环境评估。(6)技术预见,也称为国际和区域预见,如预见有效的发展战略,常包括参与机制。

在上述几个相近的 TFA 技术中,技术预测与技术预见这两个概念最易混淆,也常常被混用或错用。事实上,这两个概念在应用时有较为明确的界定,技术预测分析常常聚焦于特定技术本身,是描绘未来某个时间某个技术的产生、表现特征及影响的系统过程;而技术预见则通常是指鉴别未来技术发展及其与社会和环境相互作用的系统过程,目的是指导实际行动以创造更加美好的未来<sup>[6]</sup>。从应用区域角度分析,受到社会期望与市场和政府差异的影响,这些 TFA 概念的应用还具有区域差异性,工业路线图的研究主要由私有部门牵头,在美国尤为流行;而预见研究则常常由政府主导,目前已成为欧洲国家的优先选项。从使用者的角度分析,政府机构通常倾向于利用区分想法和行动的概念,如“评估”和“预见”;而企业界倾向于利用链接想法和行动的概念,如“路线图”和“竞争情报”<sup>[6]</sup>。

### 3 技术预见研究的发展历史

目前学术界普遍认为,技术预见的概念最早由 John Irvine 和 Ben Martin 两位学者在 20 世纪 80 年代提出<sup>[5]</sup>,随后在欧洲范围内得以快速发展,并快速影响到全球范围<sup>[7][8]</sup>。早期的代表性著作包括他们撰写的 *Foresight in Science*<sup>[9]</sup> (1984) 和 *Research Foresight*<sup>[6]</sup> (1989)。事实上,预见“foresight”这个词的使用历史要早得多,在本文计量统计的论文数据中,最早在 1900 年就有 foresight 的论文出现,只是应用于天气预报的描述,属于物理领域<sup>[10]</sup>。在本文所检索的 2139 篇文献中,在 80 年代以前,已有 1 篇 1977 年发表的经济领域的论文被引频次高达 277 次,在 2139 篇文献中的被引频次排名中位居第三位,是技术预见领域研究的早

期代表作之一,核心内容是构建了一个服务于企业的平衡预见模型<sup>[11]</sup>。

图 1 描绘了技术预见研究论文的逐年发展态势,数据显示,虽然“预见”这个词在文献中出现的历史较久,但总体上可以划分为三个发展阶段,20 世纪 90 年代以前,论文产出数量较少,进入 90 年代以后才开始真正进入稳步发展阶段,特别是在 2006 年以后,又进入了论文数量急剧增长的阶段。

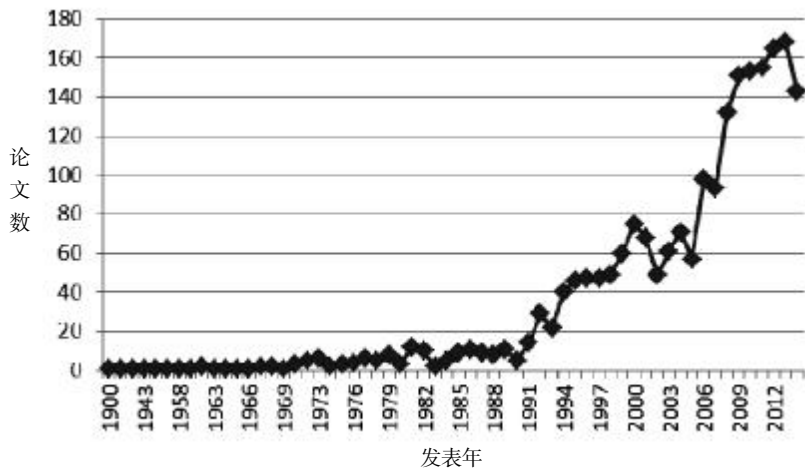


图 1 技术预见论文逐年发展态势

为了考察在技术预见研究发展过程中起到重要引领或传承作用的研究成果,揭示技术预见发展过程中的关键研究成果,呈现技术预见发展的核心发展脉络,本文分析了图 1 中呈现的技术预见发展的高被引论文发现,在 1990 年以前的高被引论文中,研究内容主要分布在面向未来和发展的政策制定研究方面。而在 20 世纪 90 年代期间,高被引论文的研究主题主要包括针对技术预见方法的讨论和商业前景预见领域,例如, Martin<sup>[12]</sup>在 1995 年论述了美国、日本、荷兰、德国、澳大利亚、新西兰和英国等国家在利用技术预见的方法以帮助选择和寻找具有长期经济和社会效益的研究领域方面的研究工作,并对相应的技术预见模型和方法开展了比较分析;Hamel 和 Prahalad<sup>[13]</sup>在 1994 年讨论了企业如何在市场竞争中占据领先地位、在未来发挥引领作用;van Raan<sup>[14]</sup>在 1996 年对文献计量分析方法在技术预见领域的应用进行了系统讨论。2007 年以后的高被引论文多数都是有关针对特定领域的研究,例如对全球农业最主要的 100 个问题的预见研究<sup>[15]</sup>,适应气候变化的社会阻力因素研究<sup>[16]</sup>,未来能源技术预见研究<sup>[17]</sup>,新兴热点技术如纳米技术的未来发展预见研究<sup>[18]</sup>等。

### 4 技术预见研究的国际格局

2139 篇技术预见的论文来自 73 个国家或地区,其中美国的论文数量最多,达到 521 篇,论文数量在 100

篇以上的国家还包括英国、德国和法国。本文利用 SC12 软件分析技术预见论文的国家合作网络(见图 2)发现,美国和欧洲国家是技术预见研究的主要国家,不仅论文数量多,且合作关系也较为紧密,其中美国和英国处于国际技术预见研究的中心地位。而以中国、日本和中国台湾为代表的亚洲国家或地区的论文数量普遍不及欧洲国家,在国家合作上仅中国在与美国的合作上有较好的表现,与其他国家的合作水平则较低。

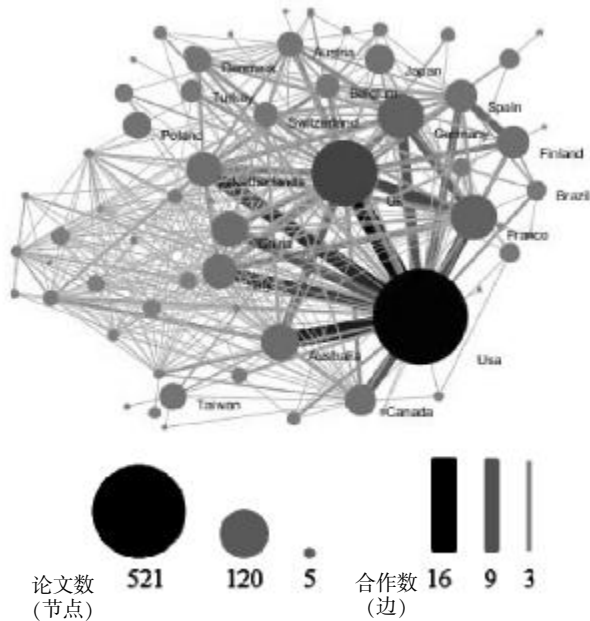


图 2 技术预见论文国家(地区)合作网络

技术预见研究这一概念诞生于英国,在欧洲范围内获得了较为广泛的应用,并在美国开展了广泛的研究,而其在亚洲国家中被研究与应用的程度还相对较弱,表 1 是对各国家/地区的技术预见研究重点主题分布情况进行的归纳。在功能角度,支撑战略决策、政策制定、研发项目布局以及风险评估均是欧洲、美国和亚洲的研究焦点;在应用领域角度,欧洲国家涉及领域最广,而亚洲国家的应用领域则较为分散且重点不显著,仅在产品与质量评估以及中国问题分析领域有一定数量的文献分布,而欧洲和美国对可持续发展、环境、能源、气候变化、纳米技术等领域均有较多的研究成果;在方法角度,美国专门针对技术预见方法研究的成果较少,欧洲国家对德尔菲、模型、情景分析、重叠模型、专家小组和社会网络分析方法的研究均有较多成果,亚洲国

表 1 美国、欧洲和亚洲技术预见重点研究主题统计

|      | 欧洲   | 美国                                | 亚洲               |
|------|--|-----------------------------------|------------------|
| 功能   | 战略决策、创新、研发、政策、风险                               | 战略决策、创新、研发、政策、风险                  | 战略决策、研发、政策、风险    |
| 应用领域 | 可持续发展、环境、能源、气候变化、纳米技术、ICT、经济、政府、农业、洪水、食品、产品与产量 | 可持续发展、环境、能源、气候变化、纳米技术、政府、财政、产品与产量 | 产品与产量、中国问题       |
| 方法   | 德尔菲、模型、情景分析、重叠模型、专家小组、社会网络分析                   | 情景分析                              | 德尔菲、情景分析、专利、文本挖掘 |

家则在专利用于技术预见的研究方面具有优势。

### 5 技术预见的功能

技术预见的产品通常包括战略建议和指导意见、特定技术或其成果、市场价格或趋势、产品产量等。早期的技术预见研究通常受到修改科技政策的驱动,特别是为设定科技资助优先领域提供决策依据。例如,英国在 1993 年组织了英国技术预见项目,重点对那些可对经济和(或)社会众多部门带来显著益处和贡献的通用技术开展预见研究<sup>[20]</sup>。匈牙利在 1997 年组织开展了大规模的基于德尔菲法的技术预见项目,重点为满足经济转型时期的社会经济学的的需求<sup>[21]</sup>。

而 20 世纪末到本世纪初期以来,相当多的研究则关注于研究与分析教育、环境、健康和环境等领域所面临的挑战等问题<sup>[1]</sup>,特别是商业、管理与政策研究则日益受到关注。例如,Carlson<sup>[22]</sup>在 2004 年开展了利用技术预见创造商业价值的研究,Sanz-Menendez 等<sup>[23]</sup>在 2001 年利用技术预见作为制定政策的一个有用的工具。Havas<sup>[24]</sup>在 2010 年分析了预见对创新政策制定的影响,指出技术预见可以在政策的制定、咨询和促进三个大的方面发挥作用,技术预见有助于减少技术、经济和社会不确定性,通过凝聚多领域和团体的参与者而使政策更具操作性,有利于获得更为广泛的公众支持。Weigand<sup>[25]</sup>在 2014 年采用联合预见的方法作为长期战略计划的补充,联合预见通过改进长期战略的构思过程、问题定义和获得一致同意,增强了编制长期战略的弹性,在方案设计过程中增加了观点的种类,提高战略选择性。在此项研究中,结构性对话设计(Structured Dialogic Design, SDD)方法被用作传统的基于能力的计划制定过程(Capabilities-Based Planning, CBP)的战略计划制定方法的补充。

### 6 技术预见的应用领域

众多自然科学领域已经成为技术预见研究的应用对象,例如 Linstone<sup>[26]</sup>在 2011 年分析了在工业社会、信息社会和未来分子社会三个时代中影响技术预见的特定因素,并讨论了未来分子社会(主要包含纳米技术、生物技术和材料科学)技术预见的应用及方法所面临的挑战与机会,指出信息技术与分子技术的融合将变革创新过程,将不仅转变技术预测的调控作用,还将转变技术预见与计划的过程。Weinberger 等<sup>[27]</sup>在 2012 年对环境技术领域开展了一项技术预见研究,目的是为识别未来研究资助的优先领域提供支持。Cook 等<sup>[28]</sup>在 2014 年指出,技术预见或将在环境决策中发挥更重要的调控作用,主要参与途径包括检测现有问题、识别新兴威胁、鉴别有前景的机会、测试政策的弹性以及定义研究日程。

信息技术的飞速发展促使人们更多地讨论在未来

社会中信息技术的角色和作用,例如,Markus和Mentzer<sup>[29]</sup>在2014年利用技术预见工具讨论了信息通信技术(ICT)领域未来的正面和负面结果。Zhang等<sup>[30]</sup>在2014年对全球虚拟世界市场的前景和挑战进行了预见,指出全球虚拟世界所面临的普遍挑战是如何留住用户,新兴市场(如中国)面临的关键挑战是实现虚拟世界的本土化,预计对信息技术研究人员来说,基于虚拟世界的在线学习以及商业创新将是未来发展的重要方向。Battistella<sup>[31]</sup>在2014年对电信企业开展了一次多实证对象的企业预见研究,以八家电信企业为实证对象研究了企业预见工作的组织与实施问题。此外,技术预见研究也被用于教育研究<sup>[32,33]</sup>和药物发现等领域<sup>[34]</sup>。

## 7 技术预见的方法

目前已有许多方法被用于技术预见分析,主要方法包括同行评议与德尔菲法、文献计量学方法、科学地图方法、系统与建模等。

### 7.1 同行评议与德尔菲法

同行评议与德尔菲法常被用于技术预见与技术预测分析,其特点在于在技术预见过程中汇集专家群体的智慧和经验。1973年以来,日本采用德尔菲法开展了多次技术预见活动,其他诸如英国、德国、芬兰等欧洲国家也在技术预见中采用了德尔菲法。例如,德国联邦教研部(BMBF)在2001年在研讨组形式的基础上提出了名为Futur的“德国研究对话”方法,其核心思想是以工作组面对面的讨论作为讨论的中心媒介,而互联网则用于提供信息和交流平台,同时保证整个预见过程的透明度<sup>[35]</sup>。Lintonen等<sup>[36]</sup>在2014年利用芬兰的欧盟国家网络中的43名药物专家组成一个德尔菲专家小组,对芬兰2020年的药物形势的变化趋势开展了预见研究,专家主要来自公共部门,领域涉及社会科学、医学、化学、政策研究、行政事务和法律等。

当德尔菲法在技术预见工作中得以广泛应用的同时,该方法的缺陷与不足也日益获得关注,张冬梅和曾忠禄<sup>[36]</sup>指出,德尔菲法用于技术预见存在有参考点效应和证实性偏差两大缺陷,如果专家的信息源和分析信息的方法存在缺陷,将导致专家的知识参考点不够全面,而专家一旦在预见工作开始时产生了错误的观点、预期或假设,在随后的预见过程中也很容易将焦点置于支持其最初观点、预期或假设上,进而忽略更多的其他反证信息,因此很可能导致错误的预见结果。因此,在技术预见实施过程中,需要优化专家队伍的学科结构,同时还需为专家群体提供必要的辅助信息。当前在技术预见的方法研究层面,已有学者开始针对德尔菲法的优化进行研究。例如,Forster和Gracht<sup>[37]</sup>在2014年对基于公司内外部参与者对战略预见研究的德尔菲专家小组组成结构进行了评估,发现基于内部和外部两类专家小组的德尔菲法技术预见结果有显著的不

同,对战略决策也会提出不同的咨询建议。因此,公司在开展德尔菲技术预见活动中,需根据目的与目标构建适当的专家小组。徐磊<sup>[38]</sup>提出了将德尔菲法和路线图法进行对接的方法,实现将德尔菲调查得出的基于专家智慧的权威数据对技术路线图中所涉及的技术、产品进行有效的说明和补充,通过融合德尔菲法和路线图的优点,一定程度上弥补了现有预见方法的不足。有效地将需求分析、德尔菲调查和技术路线图的绘制结合在一起,不仅起到了对未来技术发展的预测作用,而且囊括了对未来社会发展愿景的描绘。

### 7.2 计量学方法

技术预见的一个典型方法就是文献计量学方法,早在1996年,vanRaan<sup>[39]</sup>就已经对文献计量学方法用于评估研究表现和监测科学发展的应用潜力与不足进行了概述与分析,指出研究表现评估是基于论文数与引文数据的高级分析。近年来也有多个工作开展基于科学计量学方法的技术预见研究,事实上,计量学方法在技术预见研究中的应用涵盖文献计量学分析、科学计量学分析、引文分析、专利分析等广泛的领域。

王金鹏<sup>[39]</sup>在2011年研究了在技术预见的实施过程中,在组建专家团队、确定课题、提高专家预见能力等环节引入科学计量方法的必要性,并通过实证分析,论证了科学计量方法在技术预见中应用的可行性,证实了一套新的基于“专家智慧+定量数据+科学方法”的技术预见优化模型框架的有效性。

引文分析法可以通过分析引文网络中的关键点,挖掘技术发展的主路径,能更好地揭示研究主流,发现新兴领域,为技术预见提供学科研究基础结构的保障。例如,韩毅等<sup>[40]</sup>利用基于引文的主路径方法分析了富勒烯领域的领域演化结构,揭示了主路径组分析方法与高被引方法的不同,证明了主路径分析方法的独特性。

张冬梅和曾忠禄<sup>[41]</sup>在2010年指出,专利分析可作为德尔菲法专家技术预见的参考点,克服参考点效应和证实性偏差。例如,他们构建了一个将专利分析与技术环境监测整合在一起的技术预见模型,能有效减少专家在预见过程中的认知偏差,增强了技术预见工作的系统性,还可及时确认或修正预见结果。

### 7.3 科学地图方法

科学地图(Science map)是一种采用可视化图形来描述科学问题的研究方法,其目的是探究某一特定科学领域的研究前沿<sup>[42]</sup>。科学地图方法早已被广泛用于技术预见工作中,在监测科学发展过程中,科学地图方法是一个必需的工具。例如,Yoog等<sup>[43]</sup>在2010年开发了一个基于关键词的科学地图,用于制定支持有前景的研发领域的政策和长期研究计划。

叶继涛<sup>[44]</sup>对技术预见与专利地图进行了关联分析,提出了构建基于专利地图基础上的技术预见法,指出

将专利地图方法用于技术预见可以用来分析发展态势、研发态势和研发优势,有助于提高技术预见工作中提高知识产权布局的水平,提高预见成果的质量,丰富和完善技术预见方法。

王伟军和王金鹏<sup>[46]</sup>在2010年探讨了将科学地图方法用于技术预见的必要性和可行性,指出将科学地图方法用于技术预见具有以下优势:有助于确定科学发展趋势和把握主流研究领域,有助于客观地选择专家队伍并构建高质量专家组,有助于通过揭示科技演化路径而提高预见能力,此外,还可以为技术预见工作提供情报支撑乃至作为技术预见成果的表达形式。

#### 7.4 系统与建模

从前文的介绍可见,虽然技术预见的概念和实践已有数十年的历史,然而受困于技术预见理论与实践之间的差距,已有针对技术预见的研究工作多数都是描述性的介绍,为此,Andersen等<sup>[46]</sup>在2014年构建了一个基于创新系统的技术预见理论基础结构和步骤,如图3所示。基于此,他们对创新系统方法的理论元素如何在预见的设计与实施过程中发挥作用进行了讨论,并在北欧国家设施管理部门的技术预见工作中对创新系统方法的应用开展了应用研究<sup>[47]</sup>。Battistella<sup>[48]</sup>在2014年讨论了企业预见的设计及组织方案,分析了企业预见的组织结构、协作机制、决策过程和控制系统的四个主要方面的关键问题,并围绕这四个问题系统地讨论了提高企业预见成效的方法。

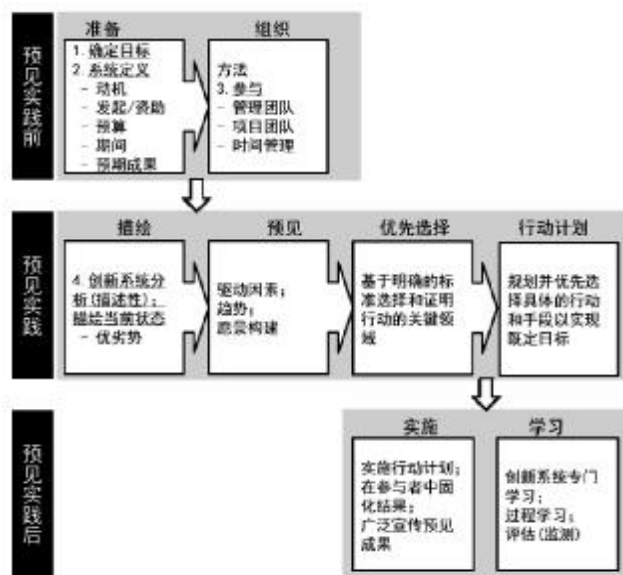


图3 技术预见的常规阶段和步骤<sup>[46]</sup>

建模与系统方法应用与技术预见研究的优势在于以客观的可计算的数据为依据进行预见,可以克服专家小组个人主观判断误差或偏差对预见结果的影响,提高技术预见结果的科学性及准确性。然而,目前在技术预见研究中依然是定性研究占据主流,即使是基于

客观数据的计量分析与科学地图分析也仍旧是作为技术预见整个体系中的一个环节或一个部分,多数情况是作为定性分析的一种客观证据。虽然目前也有一些关于优化实施流程和步骤的研究,但仍停留在操作层面的规范化,还缺少基于模型的系统化、量化的研究工作。典型的几项与系统与建模研究相关的工作包括:早在2003年,Salo等<sup>[49]</sup>就提出了SMART、AHP、PRIME和DEA等多指标方法在技术预见领域的应用潜力,并对二者之间的异同及相关性进行了分析。他们指出,与德尔菲法相比,多指标分析的重点在于比较指导未来行动多个选项间的替代性,而德尔菲法强调的是对未来发展潜力的描绘。Shiue和Lin<sup>[49]</sup>在2011年开发了一个MASA预见模型用于评估用于电动汽车工具的未来技术,该研究整合了想象、链接分析规划、马尔科夫链和情景分析方法,同时还对现有模型进行了改进。Chen<sup>[50]</sup>在2012年提出了一个结构变异模型(structural variation model)用于回答哪种类型的信息能作为潜在的有价值想法的早期信号。

#### 8 结语

尽管技术预见已经取得了明显的成功,但其未来应用及影响仍然存在相当大的未知性与不确定性,其未来应用总体上可以从以下四个方面进行体现:第一,技术预见将成为一种精细的政策制定工具;第二,技术预见将作为政策制定过程中的内在成分,在政策制定、咨询和实施方面发挥重要调控作用;第三,技术预见将成为构建政策制定系统的自反性的引领者;第四,技术预见还将作为影响力评估的重要工具<sup>[24]</sup>。

然而,仅依赖当前的方法还很难支撑技术预见实现上述功能,技术预见方法中如何提高基于客观数据的定量研究的比重,如何构建有效的系统化的技术预见模型将成为未来技术预见方法学研究的重点。特别是在当前大数据研究热潮的大背景下,如何从海量的信息中提取有价值的信息并支撑面向未来的技术预见是当前亟须关注并探索解决方案的重点。

同时,在我国,得益于党的十八届三中全会通过的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》明确提出加强中国特色新型智库建设,为各类智库发展提供了广阔空间和难得的历史机遇。技术预见作为组织开展智库工作的重要方法和手段,随着我国智库建设的稳步推进,技术预见的理论方法研究及实践应用将在我国取得长足的发展。

因此,对于图书情报部门而言,利用自身拥有的数据资源与方法学优势,研究并构建基于大数据、面向技术预见的算法、模型和系统,积极参与到国家、机构和企业各个层面的技术预见实践中去,这将是新时期图书情报系统的一次重大历史机遇。在具体操作上,首先,建议拥有数据资源的图书情报机构加强特色型、专

业型数据库开发与建设工作,特别要重视多源数据、多属性关联关系的构建,为开展基于大数据的技术预见工作提供数据基础;第二,建议拥有多学科背景人才的新型知识服务型图书情报机构,加强对科技政策、规划、项目、行动、科技史、科技前沿等知识和信息的跟踪和凝练,全面、及时地把握学科新动向;第三,发挥图书情报机构所普遍拥有的信息技术优势和情报分析优势,加强技术与方法的融合,开发支撑技术预见的工具;最后,充分利用图书情报机构与科研一线人员直接交流的优势,如学科馆员与科研一线科学家的稳定互动关系,组建务实的、高水平的专家团队,有效开展德尔菲分析,针对国家学科布局、学科方向选择、重大项目设置等问题,提出有价值的技术预见建议。

#### 参考文献

- [1] Salo A, Cuhls K. Technology foresight—past and future[J]. *Journal of Forecasting*, 2003, 22(2-3): 79-82.
- [2] Amanatidou E. Beyond the veil - The real value of foresight[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014, 87: 274-291.
- [3] UNIDO. Technology Foresight[OL]. [2015-01-21]. <http://www.unido.org/foresight.html>.
- [4] Barré R, Keenan M. Revisiting Foresight Rationales: What Lessons from the Social Sciences and Humanities[M]//Cagnin C, Keenan M, Johnston R, et al (Eds.), *Future-Oriented Technology Analysis — Strategic Intelligence for an Innovative Economy*. Springer, 2008.
- [5] Irvine J, Martin B. Foresight in Science: Picking the Winners [M]. Aldershot: Edward Elgar, 1984.
- [6] Martin B, Irvine J. Research Foresight : Creating the Future[M]. Aldershot: Edward Elgar, 1989.
- [7] Miles I. The development of technology foresight: a review[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2010, 77 (9): 1448-1456.
- [8] Firat A K. Technological forecasting - A review [R]. Working Paper CISEL# 2008-15, 2008.
- [9] Technology Futures Analysis Methods Working Group. Technology futures analysis: toward integration of the field and new methods[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2004, 71(3): 287-303.
- [10] 黄鲁成, 成雨, 吴菲菲, 等. 技术预测与技术预见及其客观分析方法[J]. *创新与创业管理*, 2013(9): 119-132.
- [11] Schmidt A. New aid of weather foresight [J]. *Physikalische Zeitschrift*, 1900(2): 497-498.
- [12] Prescott E C, Visscher M. Sequential location among firms with foresight[J]. *Bell Journal of Economics*, 1977, 8(2): 378-393.
- [13] Martin B R. Foresight in science and technology[J]. *Technology Analysis & Strategic Management*, 1995, 7(2): 139-168.
- [14] Hamel G, Prahalad C K. Competing for the future [J]. *Harvard Business Review*, 1994, 72(4): 122-128.
- [15] van Raan A F J. Advanced bibliometric methods as quantitative core of peer review based evaluation and foresight exercises[J]. *Scientometrics*, 1996, 36(3): 397-420.
- [16] Pretty J, Sutherland W J, Ashby J, et al. The top 100 questions of importance to the future of global agriculture[J]. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 2010, 8(4): 219-236.
- [17] Adger W N, Dessai S, Goulden M, et al. Are there social limits to adaptation to climate change? [J]. *Climatic Change*, 2009, 93 (3-4): 335-354.
- [18] Neij L. Cost development of future technologies for power generation - A study based on experience curves and complementary bottom-up assessments [J]. *Energy Policy*, 2008, 36 (6): 2200-2211.
- [19] Maynard A D. Nanotechnology: the next big thing, or much ado about nothing [J]. *Annals of Occupational Hygiene*, 2007, 51(1): 1-12.
- [20] Keenan M. Identifying emerging generic technologies at the national level: the UK experience[J]. *Journal of Forecasting*, 2003, 22(2-3): 129-160.
- [21] Havas A. Evolving foresight in a small transition economy [J]. *Journal of Forecasting*, 2003, 22(2-3): 179-201.
- [22] Carlson L W. Using technology foresight to create business value [J]. *Research-Technology Management*, 2004, 47(5): 51-60.
- [23] Sanz-Menendez L, Cabello C, Garcia C E. Understanding technology foresight: the relevance of its S & T policy context[J]. *International Journal of Technology Management*, 2001, 21 (7-8): 661-679.
- [24] Havas A, Schartinger D, Weber M. The impact of foresight on innovation policy-making: recent experiences and future perspectives[J]. *Research Evaluation*, 2010, 19(2): 91-104.
- [25] Weigand K, Flanagan T, Dye K, et al. Collaborative foresight: complementing long-horizon strategic planning[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014, 85: 134-152.
- [26] Linstone H A. Three eras of technology foresight[J]. *Technovation*, 2011, 31(2-3): 69-76.
- [27] Weinberger N, Jorissen J, Schippl J. Foresight on environmental technologies: options for the prioritisation of future research funding - lessons learned from the project "Roadmap Environmental Technologies 2020+" [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2012, 27: 32-41.
- [28] Cook C N, Inayatullah S, Burgman M A, et al. Strategic foresight: how planning for the unpredictable can improve environmental decision-making[J]. *Trends in Ecology & Evolution*, 2014, 29(9): 531-541.
- [29] Markus M L, Mentzer K. Foresight for a responsible future with ICT[J]. *Information Systems Frontiers*, 2014, 16(3): 353-368.
- [30] Zhang J X, Zhang H S, de Pablos P O, et al. Challenges and foresights of global virtual worlds markets [J]. *Journal of Global Information Technology Management*, 2014, 17(2): 69-73.
- [31] Battistella C. The organisation of corporate foresight: a multiple case study in the telecommunication industry[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2014, 87: 60-79.
- [32] Goldbeck W, Waters L H. Foresight education: when students meet the future(s) [J]. *Futurist*, 2014, 48(5): 30.
- [33] King K. Foresight in middle school: teaching the future for the future[J]. *Futurist*, 2014, 48(5): 41-42.

- [34] Lintonen T, Konu A, Ronka S, et al. Drugs foresight 2020: a Delphi expert panel study [J]. Substance Abuse Treatment Prevention and Policy, 2014(9):18.
- [35] Cuhls K, Georgioui L. Evaluating a participative foresight process: 'Futur - the German research dialogue' [J]. Research Evaluation, 2004, 13(3): 143-153.
- [36] 张冬梅, 曾忠禄. 德尔非法技术预见的缺陷及导因分析——行为经济学分析视角[J]. 情报理论与实践, 2009, 32(8):24-27.
- [37] Forster B, Gracht H. Assessing Delphi panel composition for strategic foresight - A comparison of panels based on company-internal and external participants [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2014, 84: 215-229.
- [38] 徐磊. 技术预见方法的探索与实践思考——基于德尔非法和技术路线图的对接 [J]. 科学学与科学技术管理, 2011, 32(11):37-41.
- [39] 王金鹏. 基于科学计量的技术预见方法优化研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2011.
- [40] 韩毅, 童迎, 夏慧. 领域演化结构识别的主路径方法与高被引论文方法对比研究[J]. 图书情报工作, 2013, 57(3): 11-16.
- [41] 张冬梅, 曾忠禄. 结合专利分析与技术环境监测的技术预见模型[J]. 情报理论与实践, 2010, 33(4):61-64.
- [42] 陈云伟, Katy Borner. 论科学地图的科学价值[J]. 图书情报知识, 2009(6):27-33, 74.
- [43] Yoon B, Lee S, Lee G. Development and application of a key-word-based knowledge map for effective R&D planning [J]. Scientometrics, 2010, 85(3): 803-820.
- [44] 叶继涛. 技术预见与专利地图关联研究[J]. 科技与经济, 2007(6):3-6.
- [45] 王伟军, 王金鹏. 科学知识图谱在技术预见中的应用探析[J]. 情报科学, 2010, 28(8):1127-1131.
- [46] Andersen A D, Andersen P D. Innovation system foresight [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2014, 88: 276-286.
- [47] Andersen P.D, Andersen A D, Jensen P A, et al. Sectoral innovation system foresight in practice: nordic facilities management foresight [J]. Futures, 2014, 61: 33-44.
- [48] Salo A, Gustafsson T, Ramannthan R. Multicriteria methods for technology foresight [J]. Journal of Forecasting, 2003, 22 (2-3): 235-255.
- [49] Shiue Y C, Lin C Y. Developing a new foresight model for future technology evaluation in electric vehicle industry [J]. Journal of Testing and Evaluation, 2011, 39(2): 119-125.
- [50] Chen C M. Predictive effects of structural variation on citation counts [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2012, 63(3): 431-449.

[作者简介] 陈云伟, 男, 1978年生, 中国科学院成都文献情报中心副研究员。

收稿日期: 2015-12-17

## 欢迎订阅

### 《社会科学总论》杂志

《社会科学总论》(C1)杂志, 由中国人民大学书报资料中心编辑出版, 聘请国内知名学者担任学术顾问, 依托千种报刊, 精选人文社会科学领域的学术成果。

《社会科学总论》关注社会科学、人文科学发展的政策管理、学术评价、研究方法、学术动态、学界观察等方面的研究成果, 同时, 注重收集国外科研机构的信息, 能够为高校的科研管理机构以及从事情报学研究的学者提供一定的指导。

季刊, 16开 80页, 每期定价 15元, 全年定价 60元。  
国内刊号 CN 11-4248/C; 国际刊号 ISSN 1001-3431

联系单位: 中国人民大学书报资料中心      联系电话: (010)82503412/38/40      62512171  
地 址: 北京 9666 信箱市场部      邮政编码: 100086  
户 名: 中国人民大学书报资料中心      开户银行: 中国银行北京人大支行  
账 号: 344156031742      网 址: www.zlzx.org

敬请广大读者继续关注、支持《社会科学总论》!