

技术预见历史回顾与展望 (引言)

穆荣平 陈凯华

(中国科学院科技战略咨询研究院)

人类对于未来社会的推测和预言活动早已有之。在科技政策与管理领域探索和完善各种技术预测方法的同时，逐步形成了以德尔菲调查、情景分析和技术路线图等为核心的技术预见方法，同时在技术预见实践过程中不断探索出与文献计量、专利分析、环境扫描、头脑风暴等方法相结合的技术预见综合方法。技术预见研究已把未来学、战略规划和政策分析有机结合起来，为把握技术发展趋势和选择科学技术优先发展领域或方向提供了重要支撑。随着科技政策和管理环境的不断复杂，面向未来的技术分析从最初简单确定性环境下的技术预测，逐渐转向复杂不确定性环境下的技术预见。近几年，技术预见中的方法和工具的应用趋向综合集成。

科技在面向未来经济社会发展规划和战略中的作用越来越重要，因此对科技发展方向和重点领域的准确预判与战略布局已成为世界各国发展规划中的重要内容。科技发展方向的不确定性和复杂性日益增加，科技发展突破需要利益相关者之间达成共识及公众的参与，这就为“技术预见”(technology foresight)的诞生与发展提供了必要条件。作为创造和促进公众参与的重要方法，技术预见在当今世界各主要国家制定科技政策过程中发挥着越来越重要的作用，未来也将在全球创新治理与超智能社会建设中发挥重要作用。

一、技术预见的兴起与发展——从技术预测到技术预见

“技术预见”是由英国萨塞克斯大学（University of Sussex）的 J.Irvine 和 B.R.Martin 两位学者在 1983 年为英国应用研究与开发咨询委员会（Advisory Council for Applied Research and Development, ACARD）做的一项研究中提出来的，随后被学术界正式接受。J. Irvine 和 B. R. Martin 最终选择“foresight”^①一词作为“识别产生最大经济效益和社会效益的研究领域”工作的简称。这个词最早出现在两位学者的两本书中。一本是 1984 年出版的《科学中的预见：挑选赢家》（*Foresight in Science: Picking the Winners*）^②，另一本是 1989 年出版的《预见研究：科学的优先选择》（*Research Foresight: Priority-setting in Science*）^③。按照 B.R. Martin 的解释，“技术预见是对科学、技术、经济和社会的远期未来进行有步骤的探索过程，其目的是选定可能产生最大经济效益和社会效益的战略研究领域与通用新技术”。

1983 年是技术预见发展历程中具有里程碑意义的一年。此前，相关的类似活动被称为技术预测（technology forecasting）。技术预测活动于 20 世纪 40 年代在美国兴起，当时人们主要关注技术本身的发展规律。至 20 世纪 60 年代，基于定量方法的技术预测的整体关注度有下滑的趋势。可以说，技术预测兴于美国，也衰于美国。20 世纪 70~80 年代，技术预测在美国商业领域备受非议，主要是因为 20 世纪 60 年代末以后，科技、经济、社会发展越来越复杂多变，传统的技术预测已不能适应这种瞬息万变的节奏^④。在 20 世纪 80 年代中期之后的十年里，“technology foresight”一词迅速扩散，尤其是在 20 世纪 90 年代初之后的五年里，这一词在文献中使用的频率远超“technology forecasting”和“technological forecasting”^⑤。这是由于在 20 世纪 90 年代初，各国都意识到技术预见对于国家未来发展和前途的重要性，纷纷抓紧开展技术预见研究，使得技术预见迅速成为世界潮流。但在美国，大多数学者在表述技术预见活动时仍然采用“technology

① 与英国之前类似研究中所用的 hindsight 一词相对，hindsight 可理解为“事后诸葛亮”。

② Irvine J, Martin B R. Foresight in Science: Picking the Winners [M]. London: Frances Pinter, 1984.

③ Irvine J, Martin B R. Research Foresight: Priority-setting in Science [M]. London: Pinter Publishers, 1989.

④ Coates J F. Boom time in forecasting [J]. Technological Forecasting and Social Change, 1999, 62 (1-2): 37-40.

⑤ Miles I. The development of technology foresight: A review [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2010, 77 (9): 1448-1456.

forecasting”或“technological forecasting”。

有理由认为，政府主导的技术预见是在技术预测基础上发展起来的。也可以说，技术预测是技术预见的前期工作，它对应于技术预见活动中的“趋势预测”环节，但还没有上升到技术预见理念中的“整体化预测”的高度。相比较而言，技术预见具有更加广泛的内涵，除了要考虑技术自身因素外，还要系统地考虑经济与社会需求、资源与环境制约等诸多因素，实际上，它就是将技术发展路径置身于一个大系统中来进行多维度分析^①。国内技术预见理论与实践的先行者中国科学院穆荣平研究员指出：从“技术预测”到“技术预见”不仅仅是一个名词的变化，后者所涵盖的内容要广得多^②。其进一步指出，技术预见是“对科学、技术、经济、环境和社会的远期未来进行有步骤的探索过程，其目的是选定可能产生最大经济效益和社会效益的战略研究领域和通用新技术”，而传统的“技术预测”的目的仅是准确地预言、推测未来的技术发展动向，而“技术预见”则旨在通过对未来可能的发展趋势及带来这些发展变化的因素的了解，为政府和企业决策者提供作为决策基础的战略信息，这与英国学者 B. R. Martin 对技术预见的阐释接近。预见活动的假定条件是：未来存在多种可能性，最后到底哪一种可能会变为现实，则要依赖于我们现在所做出的选择。因而，就对未来的态度而言，预见比预测更积极。它所涉及的不仅仅是“推测”，更多的则是对我们（从无限多的可能之中）所选择的未来进行“塑造”（shaping）乃至“创造”（creating）。然而，技术预见的出现并不意味着技术预测退出历史舞台。技术预测的方法（如趋势预测）仍然可以作为技术预见的辅助手段，两者都属于未来导向的技术分析（future-oriented technology analyses, FTA）。

可以说，从技术预测到技术预见的转变正是人类对科技发展动力的认识更加充分的体现。科技发展不能孤立社会与经济因素；对创新系统的充分认识，更需要传统定量的技术预测向更加综合的技术预见的转变。技术预见是一个知识收集、整理和加工的过程，是一种不断修正对未来发展趋势认识的动态调整机制。因此，技术预见活动的影响不仅体现在预见结果对现实的指导意义，还体现在预见活动过程本身所产生的溢出效应。通常认为技术预见收益主要体现

① 万劲波，崔志明，浦根祥. 整合技术预见与技术评估的科技发展战略 [J]. 自然辩证法通讯, 2003, (6): 62-66.

② 王瑞祥，穆荣平. 从技术预测到技术预见：理论与方法 [J]. 世界科学, 2003, 19 (4): 49-51.

在五个方面^①：一是沟通（communication），技术预见活动促进了企业之间、产业部门之间及企业、政府和学术界之间的沟通和交流；二是集中于长期目标（concentration on the longer term），技术预见活动有助于促使官、产、学、研各方共同将注意力集中在长期性、战略性问题，着眼于国家和企业的可持续发展；三是协商一致（consensus），技术预见活动有助于预见参与各方就未来社会发展图景达成一致认识；四是协作（co-ordination），技术预见活动有助于各参与者相互了解，协调企业与企业、企业与科研部门间为共同发展图景而努力；五是承诺（commitment），技术预见活动有助于大家在协商一致的基础上，不断调整各自的发展战略，将创意转化为行动。随后 B. R. Martin 和 R. Johnston 又根据澳大利亚的实践提出了第六个 C，即理解（comprehension）^②。

技术预见成为世界潮流有着深刻的背景。首先，经济全球化加剧了国际竞争，技术能力和创新能力已成为一个企业乃至一个国家竞争力的决定性因素，从而奠定了战略高技术研究与开发的基础性和战略性地位。技术预见恰好提供了一个系统的选择工具，可用于确定优先支持项目，将有限的公共科研资金投入关键技术领域中。其次，技术预见提供了一个强化国家和地区创新体系的手段。国家和地区创新体系的效率不仅取决于某个创新单元的绩效，更取决于各创新单元之间的耦合水平。基于德尔菲调查的技术预见过程本身既是加强各单元之间联系与沟通的过程，也是共同探讨长远发展战略问题的过程。它可以使人们对技术的未来发展趋势达成共识，并据此调整各自的战略乃至达成合作意向。再次，技术预见活动是一项复杂的系统工程，不是一般中小企业所能承担的，政府组织的国家技术预见活动有利于中小企业把握未来技术的发展机会，制定正确的投资战略。最后，现代科学技术是一把双刃剑，在给人类创造财富的同时也带来了一系列问题，政府组织的国家技术预见活动有利于引导社会各界认识技术发展可能带来的社会、环境问题，从而起到一定的预警作用^③。2004 年，穆荣平和王瑞祥总结了技术预见进入 21 世纪的五个特征：第一，各个层面的技术预见活动不断出现；第二，各国不断探索新的技术预见方法；第三，在继续开

① 吴贵生，王毅. 技术创新管理 [M]. 2 版. 北京：清华大学出版社，2009.

② Martin B R, Johnston R. Technology foresight for wiring up the national innovation system: Experiences in Britain, Australia, and New Zealand [J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 1999, 60 (1): 37-54.

③ 穆荣平，王瑞祥. 技术预见的发展及其在中国的应用 [J]. *中国科学院院刊*, 2004, (4): 259-263.

展针对技术领域的预见活动的同时，一些国家开始围绕重大问题进行预见研究；第四，技术预见活动的国际交流与合作日趋频繁；第五，更加重视对预见结果的跟踪、监测及预见结果的决策支持作用^①。这些前瞻性的特征今天看来更加明显。

未来的技术预见在方法上迫切需要解决两个问题：一是如何提高技术预见的效率，二是如何提高技术预见的质量。第一个问题的趋向是借助计算机技术和网络技术实现技术预见的无纸化操作。第二个问题的趋向是借助文本分析和大数据计算充分利用客观信息（如已有的报告、文献信息）来支撑专家的预判。准确来讲，第一个问题是操作问题，第二个问题是方法问题。随着技术预见的愈加复杂，两个问题都迫切需要进行深入的研究，采用主客观综合的方法是更有效选择。2019年，为支撑新一轮国家中长期科学与技术发展规划的研究编制，中华人民共和国科学技术部（简称科技部）主导开展的第六次国家技术预见工作，明确要提高技术预见的科学性，特别要重视大数据、人工智能等技术手段在预见中的应用。技术预见主流国家（如日本、韩国）都已应用大数据方法。在日本2019年完成的第十一次技术预见中又引入人工智能的方法。

未来科技发展的动力愈加复杂，同时面向中长期的科技战略规划又愈加重要，并且需要更多的主体参与科技治理，因此技术预见方法将是一个必然的选择。相比于日本、韩国等国，我国迫切需要建立基于技术预见的科技规划与战略方法和制度，并将其尽快纳入国家科技活动的常规管理办法或法律条文中。未来的方法研究可借鉴“综合集成研讨厅”的思想，充分发挥大数据和人工智能的支撑作用，构建集成主客观/定性定量信息的综合性技术预见方法。未来一个主要研究工作是，基于大数据和人工智能的决策思想，构建主客观/定性定量信息整合的技术预见理论与方法，并尝试基于大数据和人工智能方法搭建人机互动平台，拟实现主客观方法互相支撑。在实践上，未来迫切需要解决的问题是如何充分利用技术预见支撑政策实践。此外，促进技术预见与情景分析方法相结合，技术预见与技术路线图相结合，加强技术预见在科技发展战略中的支撑作用，迫切需要从方法和实践上取得突破。

① 穆荣平，王瑞祥. 技术预见的发展及其在中国的应用 [J]. 中国科学院院刊, 2004, (4): 259-263.

二、技术预见国内外实践发展

1. 国内技术预见实践

面向未来的技术预见活动逐渐成为学术研究与政策制定关注的焦点，对中国这一需要借助科技战略的前瞻布局来实现创新跨越式发展的大国来说显得更为重要，尤其是在推进创新型国家和世界科技强国建设背景下需要进一步加强。特别是随着创新驱动战略的实施，我国多个政府部门和科研单位（包括科技部、中国科学院和中国工程院等）展开了新一轮的技术预见，20世纪90年代开始，中国开展的技术预见实践层出不穷，从研究路径、方法、规模等方面来看，整体呈现越来越系统化的趋势（表 0-2-1）。最新的技术预见实践是2015年中国科学院科技战略咨询研究院启动组织的“支撑创新驱动转型关键领域技术预见与发展战略研究”（即新时代“中国未来20年技术预见研究”），以及2019年科技部主导、中国科学技术发展战略研究院作为主要承担单位启动的第六次国家技术预见，旨在支持新一轮的国家中长期科技发展规划。

表 0-2-1 中国国家层面技术预见实践一览表

项目名称	项目实施时间	主要承担机构	预见时长
国家关键技术选择	1992~1995年	国家科学技术委员会（简称国家科委）；中国科学技术促进发展研究中心/中国科学技术信息研究所	—
未来十年中国经济发展的关键技术	1993~1997年	国家计划委员会；国家科委；国家经济贸易委员会	未来10年
国家重点领域技术预测	1997~1999年	科技部	—
我国高新技术领域技术预测与关键技术选择研究	2003~2005年	科技部	未来10年
中国未来20年技术预见研究	2003~2005年	中国科学院高技术研究与发展局；中国科学院科技政策与管理科学研究所	未来20年
中国至2050年重要领域科技发展路线图战略研究	2007~2009年	中国科学院	至2050年
“十三五”科技规划研究	2013~2014年	科技部；中国科学技术发展战略研究院	未来5~10年
中国工程科技2035发展战略研究	2015年启动	中国工程院；国家自然科学基金委员会	未来20年
支撑创新驱动转型关键领域技术预见与发展战略研究（新时代“中国未来20年技术预见研究”）	2015年启动	中国科学院科技战略咨询研究院	至2035年
第六次国家技术预测	2019年启动	科技部；中国科技发展战略研究院	至2035年

中国国家层面技术预见活动典型实践之一由科技部〔原中华人民共和国科学技术委员会（简称国家科委）^①〕牵头，已经完成了五次国家技术预见活动，目前正在进行第六次国家技术预见活动。国家科委在1992年组织的“国家关键技术选择”项目是第一次技术预见活动，1993年进行第二次技术预见活动，1997年进行第三次技术预见活动。前三次技术预见活动所用方法不详^②，2003年科技部进行了第四次技术预见活动，主要用到德尔菲法、情景分析、文献计量、专家研讨会等多种方法。2013~2016年，其与中国科学技术发展战略研究院合作，以德尔菲法为主，结合文献计量、专利分析等方法，开展了第五次技术预见活动^③。“八五”期间，国家科委于1992~1995年组织实施的“国家关键技术选择”遴选出信息、生物、制造和材料领域中的24项关键技术、124个重点技术项目，其成果在国家“九五”科技发展规划中得到了应用；该项研究还带动了一些部门和地方开展本部门或地方的关键技术选择工作，支撑了相关科技规划。1997~1999年，国家科委和国家计委（1998年更名为“国家发展计划委员会”，2003年改组为国家发改委）等机构又对农业、信息和先进制造3个重点领域的技术发展进行了专项预见；该项研究在国家“十五”科技发展规划的制定中得到了应用，并且在理论和实践上积累了丰富的经验，形成了一批专门从事技术预见研究的人才队伍和专家网络^④。2003~2005年，科技部对信息、生物、新材料、先进制造、资源环境、能源、农业、人口与健康、公共安全9个领域开展了技术预见，通过调查3981位专家，对1000余个技术项目（备选技术）进行评价，选出120余项国家关键技术。相较之前科技部主持的技术预见活动，这次预见的调查研究更加科学规范；在综合集成社会各方面专家意见的基础上，分析了未来10年中国经济和社会的发展趋势与科技发展方向，选择出优先发展的关键技术群，为中国科技政策、科技发展战略和科技规划的制定提供了基础信息。

科技部最近完成的一次大规模技术预见活动由中国科学技术发展战略研究院在2013年承担组织实施，按照“技术摸底、技术预见、关键技术选择”三个

① 1998年更名为科技部。

② Li N, Chen K H, Kou M T. Technology foresight in China: Academics studies, governmental practices and policy applications [J]. Technological Forecasting & Social Change, 2017, 119: 246-255.

③ 张永伟, 周晓纪, 宋超, 等. 国内外技术预见研究: 学术研究与政府实践的区别与联系 [J]. 情报理论与实践, 2019, 42 (2): 50-55, 95.

④ 薛军, 杨耀武. 论技术预见及其在制定中长期科技规划中的作用 [J]. 软科学, 2005, 1: 53-55, 63.

阶段推进，采用文献计量与德尔菲法等定性和定量相结合的方法，完成了包括信息、生物、新材料、制造、地球观测与导航、能源、资源环境、人口健康、农业、海洋、交通、公共安全、城镇化 13 个领域的调查，从科技整体状况、领域发展状况和重大科技典型案例等方面，分析了中国与世界先进水平的差距，力图客观评价中国技术发展水平^①。

为支撑新一轮国家中长期科技发展规划的研究编制，科技部已于 2019 年上半年启动第六次国家技术预见工作。本次技术预见的重点工作包括技术竞争评价、重大科技需求分析、科技前沿趋势分析、领域技术调查、关键技术选择 5 个方面，涉及信息、新材料、制造、空天、能源、交通、现代服务业、农业农村、食品、生物、资源、环境、人口健康、海洋、公共安全、城镇化与城市发展、前沿交叉 17 个领域。

中国国家层面技术预见活动典型实践之二是由中国科学院完成的。2003~2005 年，中国科学院科技政策与管理科学研究所（现中国科学院科技战略咨询研究院）穆荣平研究员作为组长主持承担“中国未来 20 年技术预见研究”项目，在刻画并深入分析全面建设小康社会的重大科技需求的基础上，应用情景分析、德尔菲调查、专家会议等方法，针对信息、通信与电子技术，先进制造技术，生物技术与药物技术，能源技术，化学与化工技术，资源与环境技术，空间科学与技术 and 材料科学与技术 8 个技术领域，邀请国内 70 余位著名技术专家组成 8 个领域专家组，400 余位专家组成 63 个技术子领域专家组，遴选出 737 项重要技术课题并进行了两轮德尔菲调查。全国 2000 余位专家填写了问卷，对技术课题的重要性、预计实现时间、实现可能性、当前我国研究开发水平、国际领先国家和发展制约因素等进行了独立判断，筛选出了中国未来 20 年最重要的技术课题，项目部分研究成果在《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》和《中国科学院“十一五”规划》中得以应用，为科技决策制定提供了有力支撑。

2013 年，中国科学院科技政策与管理科学研究所（穆荣平为中方负责人）与日本科技政策研究所、韩国科技评价与规划院联合开展了“中日韩三国可再生能源技术预见”，形成了“东北亚可再生能源 2030：中日韩联合技术预见”报告。中国科学院科技战略咨询研究院于 2015 年 10 月启动“支撑创新驱动转型关键领域

^① Yuan L. Characteristics and Procedure of the New Round of National Technology Foresight in China [R]. Proceeding of the 10th Trilateral Science and Technology Policy Seminar, 2015.

技术预见与发展战略研究”重大咨询项目，展开了新时代“中国未来 20 年技术预见研究”，由穆荣平研究员担任组长。本次预见中，首先，项目组系统梳理了主要国家和国际组织近年来发布的面向中远期科技和创新战略规划、研究报告等，总结分析中国经济、社会和国家安全等领域的中长期发展规划里对未来发展目标的设定，综合采用情景分析、专家研讨等方法，分析未来经济社会和国家安全重大需求，从创新全球化、制造智能化、服务数字化、城乡一体化、消费健康化和环境绿色化六个方面系统描绘 2035 年中国创新发展愿景，提出未来经济社会发展面临的若干重大问题，明确相应的科技需求。其次，项目组开展主要学科领域文献计量分析，并把结果用于支撑技术课题的遴选、专家选择及德尔菲调查等技术预见的关键环节。然后，项目组组织开展两轮大规模德尔菲调查。重点聚焦先进能源、空间科学与技术、信息技术、生命健康、生态环境、海洋等事关国家长远发展的重点领域，目的是按领域分析德尔菲调查结果，精炼出 2035 年关键领域重大技术课题及其发展趋势。最后，在相关理论研究的基础上，结合经济社会愿景和技术预见研究的成果，分析 2035 年中国制造业发展机遇和制约因素，制订出重点制造业领域发展的技术路线图，并提出相应的发展战略、发展路径和政策建议。本次技术预见活动的预见周期较长，面向中远期科技发展目标，领域专家选择涵盖多方的利益相关者；由于不与科技规划、计划等直接利益挂钩，在重点领域和技术课题选择等方面受专家自身利益的影响相对较小。

2015 年，中国工程院与国家自然科学基金委员会共同组织开展“中国工程科技 2035 发展战略研究”项目，应用文献计量、专利分析、德尔菲调查和技术路线图等方法，提出了面向 2035 年中国工程科技的发展目标、重点发展领域、需要突破的关键技术、需建设的重大工程及需要优先开展的基础研究方向，为国家工程科技及相关领域基础研究的系统谋划和前瞻部署提供了有力支撑^①。在这个项目中，技术预见问卷针对五个方面进行了调查：技术本身的重要性、技术应用的重要性、预期实现时间、技术基础与竞争力、技术发展的制约因素。其中，技术本身的重要性包括技术核心性、通用性、带动性和非连续性四个问题，技术应用的重要性包括技术对经济发展、社会发展、国防安全三方面的作用；在预期实现时间方面，为突出工程科技可用性的判断和纵横向比较分析，设置了世界技术实现时

^① 郑永和. 中国工程科技 2035 发展战略研究中的技术预见 [R]. 第十届全国技术预见学术研讨会报告, 2015.

间、中国技术实现时间及中国社会实现时间三个问题。为进一步征集专家对未来技术发展的判断，调查中分别设置了几个开放性问题，包括备选技术清单之外的重要技术方向、2035 年可能出现的重大产品，以及需要提前部署的基础研究方向等。项目还针对此次技术预见的调查需求开发了在线问卷调查系统，加强了问卷调查的直观性、灵活性，有效提高了调查效率和轮次间反馈的有效性。同时，网上调查系统开设了技术预见调查管理模块，各领域组技术预见专员可以实时查询、监测专家调查进展情况，及时采取推进措施^①。

2. 国外技术预见实践

技术预见起源于美国。早在第二次世界大战期间，技术预见的前期研究——技术预测就开始在美国出现。成立于 20 世纪 40 年代末期的兰德公司（Rand）在开发和推广技术预测方法方面发挥了重要作用。第二次世界大战以后，科学技术迅猛发展，技术发展的不确定性越来越强，预测难度也越来越大，因此出现了新的技术预测方法，其中以兰德公司的德尔菲法最著名。20 世纪 70~80 年代，美国认为“科技发展要顺其自然”，技术预测在国家技术政策制定方面的指导作用逐渐弱化。20 世纪 90 年代，美国非常重视未来技术的前瞻研究，且重点放在国家关键技术的选择上。1990 年美国国家关键技术委员会和 1992 年兰德公司关键技术研究所成立，定期发布《美国关键技术报告》，对美国科技政策制定和科技界产生了重要影响。美国并不专门组织国家层面的技术预见，虽然在国家层面设有专门的工作小组对未来技术进行评估，但是仅供美国国会参考，影响力并不大。相反，美国产业界为了应对国际化竞争和争取政府的研发支持等，开展了许多“类预见”活动，因此美国的预见活动的时间范围主要是未来 5~10 年，所运用的主要方法包括情景分析、德尔菲法、技术情报、技术路线图等，且专家在这些预见活动中发挥着重要的作用。

日本是迄今从事技术预见工作最系统、最成功的国家。日本经历了技术预测到技术预见的过程。1971 年起，日本科学技术厅利用德尔菲法组织实施了第一次技术预测活动，此后每五年实施一次技术预测的德尔菲调查，2000 年起改为技术预见的德尔菲调查。至 2016 年，日本已完成十次技术预见，2019 年又完成第十一次技术预见，7 月起陆续发布技术预见结果。1971~1996 年，日本前

^① 王崑声，周晓纪，龚旭，等. 中国工程科技 2035 技术预见研究 [J]. 中国工程科学，2017，19（1）：34-42.

六次技术预见活动的方法均以德尔菲法为主，2001年开展的第七次技术预见活动在德尔菲法的基础上增加了需求分析，2005年开展的第八次技术预见活动在第七次技术预见活动的基础上又新增了情景分析和用于分析新兴技术的文献计量方法，第九次技术预见活动和第十次技术预见活动以德尔菲法和情景分析为主，尤其是第十次技术预见活动更突出了“对将来社会愿景的探讨”。第十次技术预见活动注重科技政策与创新政策一体化，首先开展未来社会愿景调查，根据愿景提出未来可能实现的科学技术并进行评估，基于提出的相关科学技术群开展多选项研究，进而创建未来情景。通过技术情景与社会情景的组合分析，提出政策选项，实现科技政策与创新政策的一体化。这些方法相辅相成，提高了技术预见活动的科学性和准确性，第十一次技术预见进一步引入人工智能的方法。

德国在欧洲率先开展制度化的技术预见活动。1992年，德国借鉴日本的经验，开展第一次技术预见德尔菲调查，基本沿用日本第五次技术预见调查的问卷。1998年，德国完成第二次德尔菲调查，并充分利用互联网实时调查和及时发布预见项目的进展。2001年，德国联邦教育及研究部（Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF）发起“Futur program”计划，旨在通过社会各界的广泛对话来识别未来科学技术研究的优先领域。这次预见活动的主要方法不仅包括德尔菲调查，还包括情景分析。2007年，为了确定优先发展领域和支撑相关科技政策的制定，BMBF又发起了新一轮的预见活动，2007~2009年，实施第一轮技术预见活动（Cycle 1），重点选择、确定未来关键技术。2012~2014年，BMBF委托并与德国工程师联合会技术中心（VDI Technologiezentrum GmbH）、弗劳恩霍夫系统与 innovation 研究所（Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, ISI）共同实施第二轮技术预见活动（Cycle 2），该轮预见强调未来社会的发展趋势和所面临的挑战，预见时间至2030年。所用方法较之前更系统，包括德尔菲法、文献计量分析、访谈、国际顾问小组等，国际顾问小组在预见活动中扮演了重要角色^①。德国这两次技术预见活动的结果很好地支撑了德国政府高技术战略制定，并且在产业人员及公众范围内也引起广泛讨论，整体有较高的接受度。

^① 创新发展的战略预见研究组. 创新发展的战略预见 [M]. 北京: 知识产权出版社, 2011.

1994年，英国正式实施第一次技术预见活动，采用的主要方法是德尔菲调查，涉及16个领域的1207项技术课题，注重技术的负面影响与预见结果在全社会的扩散和应用。1997年，英国启动第二次技术预见活动，相较前一次预见活动，其方法和组织形式有很大改变，将重点转移到“实现技术和社会经济的全面整合”。在方法上，第二次技术预见活动弱化了德尔菲调查，强调情景分析、专家会议、座谈会等技术预见方法，并充分利用互联网平台，广泛收集了社会各界人士对技术发展的看法。2002年，英国开展第三次技术预见活动。与前两次相比，第三次技术预见活动又有较大变化，采取专题滚动项目的形式，重点在为公共政策制定提供支撑，采取的方法包括情景分析、德尔菲调查、专家座谈等。英国科学技术办公室（Office of Science and Technology, OST）在前三次技术预见活动中担当重要的角色，后更名为英国政府科学办公室（Government Office for Science），主要负责支持和推动公共领域的科学研究。2010年，英国发布了第一轮技术预见报告，确定了未来10~20年对英国至关重要的技术，特别是能够产生经济效益的技术，并对英国未来的科技工作提出建议。2012年底又发布了第三次技术预见活动的第二轮发现，并更新了2010年发布的53项技术，重新评估了2010年确定的主要技术。2017年，英国发布了第三轮技术预见报告，这一轮技术预见活动引入了公共和私人部门专家对新兴技术的观点和意见，而且拓宽了信息来源。报告指出，已有技术和新兴技术之间的交互是未来发展的重要方向。

韩国从20世纪80年代后期开始技术预见工作，此任务被纳入研发管理范围之内，并且完全由国家机构负责，由韩国科技政策研究院（STEPI）和韩国科技评价与规划院（KISTEP）的研究小组主持。韩国《科学技术基本法》规定每5年开展一次中长期的科学技术预见。从1993年启动以来，截至2016年，已经开展了5次，预见结果为“科学技术基本计划”等科技战略的制定提供支撑。前两次技术预见活动运用了德尔菲法和头脑风暴，由韩国科学技术政策研究院和韩国科技评价与规划院共同完成；而第三次技术预见活动则增加了情景分析和横向扫描两种预测方法，由韩国科技评价与规划院一方完成。近三次技术预见活动为韩国的科技决策层提供了新兴科技领域的愿景和方向，确定了对国家财富增长和人民生活质量提高极具潜力的新技术。三次技术预见活动的成果均落实到国家关键技术选择和科技战略与规划中，并指导了韩国每隔5年一次的“科学技术基本计划”的制定工作。2010年，韩国科技评价与规划院启

动了为期两年的第四次技术预见活动，预见时间跨度为 2010~2035 年，此次技术预见活动采用文本挖掘、网络分析等先进技术，以便更好地把握社会和技术的发展态势^{①②}。2017 年 9 月，韩国发布了面向 2040 年的第五次技术预见报告，预测了未来社会的发展趋势，分析了技术的寿命及临界点，提供了支撑未来发展的 267 项关键技术，对未来社会科技态势发展产生了深远影响。

除上述国家外，法国、意大利、加拿大、西班牙、荷兰、丹麦、印度、马来西亚等国均根据各自的国情陆续开展了有针对性的技术预见活动，使技术预见活动的重要性提升到新的高度。此外，一些国际性和区域性组织也积极开展技术预见活动。例如，欧洲委员会联合研究中心（Joint Research Centre, JRC）在促进技术预见成为欧洲政策制定工具上起到了重要作用；“APEC 技术预见中心”先后开展了多项技术预见项目；经济合作与发展组织（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）积极推进多国参与预见活动，推动了技术预见理论方法及成果的扩散与应用；联合国工业发展组织（United Nations Industrial Development Organization, UNIDO）在推动跨国技术预见、人才培养和培训等方面也做出了大量卓有成效的工作。

三、技术预见与科技政策研究

技术预见为复杂背景下面向未来的科技政策研究与制定提供了有效的途径。技术预见通过系统地研究科学、技术、经济和社会未来的发展态势，探索国家未来的技术需求，识别和选择那些有可能给经济与社会带来最大化效益的研究领域或通用新技术，为加强宏观科技管理、提高科技战略分析与规划的水平、优化科技资源的组合与配置提供了有益的支撑手段。Da Costa 等^③认为技术预见在政策制定过程中有 6 项功能（function）：①为政策提供信息（informing policy），即提供关于变革动力、未来挑战与选择的见解及新想法的预期情报，并作为政策概念化和设计的输入传递给政策制定者，旨在为政策设计和思考提供知识基础；②促进政策实施（facilitating policy implementation），

① 任真. 韩国科技规划制定方法与启示 [J]. 图书情报工作, 2013, 57 (23): 95-99.

② 韩秋明, 袁立科, 王革. 韩国第五次技术预测实践及对我国的启示 [J]. 全球科技经济瞭望, 2017, (8): 41-50.

③ Da Costa O, Warnke P, Cagnin C, et al. The impact of foresight on policy-making: insights from the FORLEARN mutual learning process [J]. Technology Analysis & Strategic Management, 2008, 20 (3): 369-387.

即通过建立对当前形势和未来挑战的共识及构建利益相关者之间的新网络和新愿景，提高特定政策领域内的变革能力；③嵌入式参与政策制定（**embedding participation in policy-making**），即促进民间社会参与政策制定过程，从而提高其透明度和合法性；④支持政策界定（**supporting policy definition**），即联合负责具体政策领域的政策制定者，将集体过程的结果转化为政策定义和实施的具体选择；⑤重构政策体系（**reconfiguring the policy system**），即使其更容易适应及迎接长期挑战；⑥信号作用（**symbolic function**），即向公众传递政策是基于合理信息的信号。

技术预见为共识性和系统性政策制定奠定了基础。技术预见致力于将科技、经济与社会发展进行系统化的整体研究，为各方利益相关者共同探索未来、选择未来提供了一致的沟通、协商与交流平台，有利于学科交叉与官、产、学、研的结合。技术预见过程是系统整合不同利益相关者意见的过程，一方面要创造有效沟通机制，使技术专家了解国家战略需求，使社会学家、经济学家、未来学家了解技术发展的多种可能性；另一方面要谋求各方协商一致，并将共同选择的未来落实到各方的发展战略之中。

技术预见已经成为国家科技规划和政策制定的重要工具。技术预见在制定科技发展战略、政策和规划中的作用日益显著，受到政府、学术界和社会公众的广泛关注^①，在科技政策制定和科技发展规划制定中发挥了重要作用^[2]。作为一种新的“战略分析与集成的工具”，技术预见创造了一种更加有利于制定中长期科技规划的新机制。国家开展技术预见活动多是为政府依据预见结果制定研究与发展（R&D）政策、选择技术发展优先领域、调整财政科技资源配置提供服务。日本前七次技术预见活动开展的目的都是确定优先发展领域，为科技决策和科技政策制定提供参考，第八次技术预见活动强调直接为日本第三期“科学技术基本计划”制定服务。韩国的技术预见结果用以直接支撑国家中长期科技发展战略中核心技术和战略路线图的制定，前三次技术预见活动为韩国的科技决策层提供了新兴科技领域的愿景和方向，指导了韩国每隔5年一次的“科学技术基本计划”的制定工作。英国联邦政府和地方政府都积极利用预见结果，描绘科技政策新蓝图；德国 BMBF 通过与国外技术预见结果的比较，重新

① 穆荣平，任中保，袁思达，等. 中国未来20年技术预见德尔菲调查方法研究[J]. 科研管理，2006，27（1）：1-7.

调整政府预算的配置。技术预见为主的方法体系在为提升科技政策科学性中发挥着越来越重要的作用。例如,《战略政策情报工具:提升欧盟 RTDI 创新政策的决策质量》(*Strategic Policy Intelligence Tools: A Guide*) 报告(简称 SPI 报告)肯定包括技术预见在内的系列 SPI 工具^①在科技创新政策中有显著作用。

技术预见过程有助于改善科技规划的制定。目前科技规划研究制定存在着技术问题(目标、任务与发展重点之间的关系是隐性的,规划与计划关系也是隐性的),在对技术预见结果深入分析的基础上进行扩展性分析,可把这些隐性关系显现出来。基本思路是把战略需求分析和关键技术对接起来,然后以关键技术重要性指数为基础,根据专家的评价按照战略任务对关键技术进行归类。除此之外,通过对一些要素(重要性、技术基础、技术差距、实现时间、发展路径等)的分析,可以绘制出综合技术路线图。通过集成技术、产业等方面专家对影响科技项目决策的一些重要因素的判断,指出未来技术发展路径、可能形成的产品、市场应用前景,并对它们之间的关系进行分析,勾勒出有优先顺序与相互关联的一系列技术获取和扩散的图谱。旨在为制定规划开辟新的思路,为改进科技规划研制工作进行一些基础性研究。

技术预见结果对科技决策如科技发展规划制定具有重要支撑作用。一般来说,成熟的技术预见包括 4 个部分:情景分析;重要、新兴科学技术领域研究;热点专题研究;大规模德尔菲调查(图 0-3-1)。情景分析可以帮助我们把握经济和社会的未来走势,重要、新兴科学技术领域研究与热点专题研究可以帮助我们了解未来面临的重大经济问题及其可能的技术解决方案,大规模德尔菲调查可以把握重要技术课题的国际国内现状、发展趋势、限制因素和可能产生的社会效益,所有这些都是制定国家科技发展计划的重要依据。因此,技术预见的成果可以提高国家科技发展规划的针对性和准确性,有利于决策者更好地把握科学技术的未来走势和可选的应对策略。任中保^②曾尝试提出把创新政策制定过程融入技术预见的思路。他指出,技术预见作为创新政策制定的支撑工具,其根本目标是通过促进相关利益者充分有效的交流沟通,提高创新政策制定的科学性和合理性。为此,建议从创新政策制定的流程角度,提出创新

① Clar G, Acheson H, Hafner-Zimmermann S, et al. Strategic Policy Intelligence Tools: A Guide [J]. Stuttgart: Steinbeis-Edition, 2008.

② 任中保. 创新政策制订过程融合技术预见方法的思路 [J]. 科学学研究, 2008, (5): 994-999.

政策制定过程中融入技术预见的基本思路：政策问题识别过程中应用技术预见中的情景分析法（scenario analysis），强调预见性和参与性；政策方案产生与选择过程中应用德尔菲法（Delphi），强调选择性和参与性；征求意见与修订政策方案过程中应用技术路线图法（road mapping），明确技术创新路线。

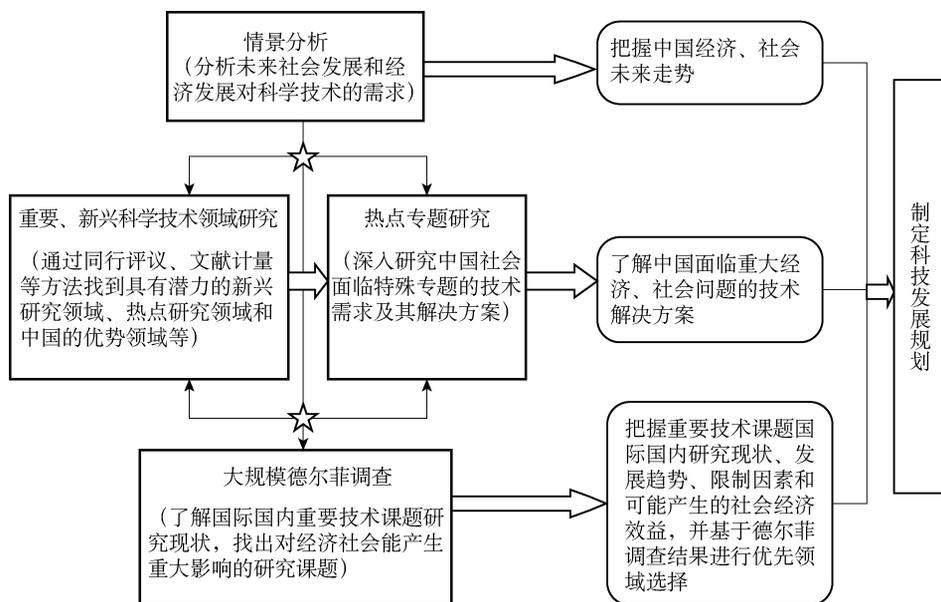


图 0-3-1 技术预见与科技发展规划

技术预见的过程特征满足了科技规划公众参与的需要。技术预见的本质特点在于它的社会学特征——过程机制和过程效益，在于它具有确保不同参与者之间有反馈关系所需要的商议程序。技术预见的目标和功能是靠其过程机制实现的，选择能产生最大经济和社会回报的战略研究领域和新兴通用技术，就必须在预见的过程中从调查的标准、工作专家和调查专家的结构等方面设计科学推力和市场拉力之间的结合机制^①。我们可以设想，目标相同的技术预见，若是过程机制不同（如介入的参与者不同），带来的结果就会不同。可以说，技术预见是一个集体选择过程，或者说是一个社会建构过程。随着新技术的应用，基于 Web 的技术预见活动将在更大程度上发挥利益相关者在政策制定中的作用。Web 平台可以引入实时反馈流程，允许更多的交互和协作。利益相关者可以实

① 樊春良. 技术预见和科技规划 [J]. 科研管理, 2003, 24 (6): 6-12.

时看到彼此的反应并对其做出反馈。从主要基于专家的方法到使用 Web 平台的持续高度参与预见活动，可以激发利益相关者的兴趣，以更低的成本参与政策制定过程。在这种情况下，技术预见过程可以最大限度满足政策制定过程中公共参与的需要、发挥参与者的作用。

技术预见方法的研究将成为科技政策研究与制定关注的重点。日本的技术预见项目已经形成一整套严格的调查体系，技术预见成果为日本科技政策的制定和“科学技术基本计划”的实施等提供支持。韩国的技术预见同样强调对国家科技规划的支撑作用，已经形成了一个较规范的应用和管理流程。发展中国家往往面临着重大结构调整的需求，因此对前瞻性信息的需求要比其他国家更紧迫。对于新兴经济体，技术预见可以为解决那些对国家未来发展道路至关重要的问题建立复杂的政策情报系统铺平道路，在制定产业创新发展政策及构建知识密集型经济的道路上提供强有力的支撑^①。我国主要的科技管理部门和研究机构也开展了技术预见方面的研究，包括科技部、中国科学院、中国工程院等，认为技术预见可以将科技规划总体战略研究和技术项目清单的提出结合起来，可以解决国家科技规划顶层设计实现的工具问题，同时以较低成本使研究开发一线的科学家和工程师参与到国家科技发展决策过程中，从而解决不同专家群体参与决策的结果一致性问题。

把技术预见融入创新政策制定过程具有重要意义。第一，限于知识和眼界，个人和少数人组成的团体很难准确把握未来技术发展趋势，而技术预见系统集成官、产、学、研各方面专家和社会公众的智慧来完成对未来的探索与选择，可提高创新政策制定的科学性和合理性。第二，在技术预见过程中，相关利益者通过反复沟通和交流就共同关注的问题达成共识，可以降低创新政策落实的难度。第三，相关利益者参与预见项目，建立起良好的合作伙伴关系，以便充分利用新的市场机会，消除技术开发、应用过程中的种种障碍（如以往政策、法规对新技术应用的制约，技术转化链条的脱节等），促进创新成果转化。第四，通过技术预见可识别出创新中存在的主要问题，遴选未来优先发展方向，为创新政策制定提供直接支持。

^① 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.