

# 技术预见的发展及其在中国的应用<sup>\*</sup>

穆荣平 王瑞祥

(科技政策与管理科学研究所 北京 100080)

**摘要** 技术预见是对科学、技术、经济、环境和社会的远期未来所进行的有步骤的探索过程,旨在选择战略研究领域和通用新技术。通常采用德尔菲调查方法。20世纪90年代以来,技术预见已经成为一股世界潮流,被各国用来确定科学技术发展的优先领域。中国科学院于2003年启动了“中国未来20年技术预见研究”,运用德尔菲调查、情景分析等方法识别和选择未来关键技术课题,构建官产学研沟通、协商与协调机制。目前项目进展顺利。

**关键词** 技术预见,德尔菲调查,优先领域选择

## 1 技术预见的历史演进 及其常用方法

### 1.1 技术预见的兴起

预测并把握未来是人类长久以来的梦想与追求。20世纪40年代,军事和经济竞争的需要促进了技术预测(Forecasting)研究的发展<sup>[1]</sup>,40—60年代定量预测在军事和航天领域倍受重视,它在确定研究开发的优先领域、投资规模和时间进度等方面得到广泛应用;到70年代技术预测方法已经发展得相当成熟<sup>[2]</sup>。由于技术发展日新月异,市场竞争日趋激烈,商业活动的不确定性增强,需求拉动与技术推动共同决定企业的市场竞争力,传统的预测方法难以适应瞬息万变的市场环境,导致技术预测,特别是定量的技术预测活动逐步减少。80年代,基于德尔菲法的技术预见(Technology Foresight)逐渐受到政府和学术界的关注。

技术预见是对科学、技术、经济、环境和社会的远期未来所进行的有步骤的探索过程,其目的是选



穆荣平研究员

定可能产生最大经济与社会效益的战略研究领域和通用新技术<sup>[3]</sup>。“技术预见”活动具有5个特点<sup>[4]</sup>:首先它对未来的探索过程必须是系统的;其次,预见着眼于远期未来,时间范围一般为5—30年;第三,预见不仅关注未来科技的推动因素(science/technology push),

而且着眼于市场的拉动作用(market pull),也就是说,预见既包括对科学技术机会的选择,也包括对经济、社会相关需求的识别;第四,预见的主要对象是“通用新技术”,即处在竞争前阶段的技术,WTO规则允许政府支持此类技术的研究开发;第五,技术预见不仅着眼于技术的经济影响,而且关注未来技术可能产生的社会效益和环境影响。

20世纪90年代以来,技术预见已经成为一股世界潮流,无论日本、德国、英国等发达国家还是发展中国家都积极酝酿、开展基于德尔菲调查的国家技术预见活动。日本于1970年就开展了第一次基于大型德尔菲调查的技术预测活动,以后每五年组织一次,目前正在准备进行第八次技术预见活动。

<sup>\*</sup> 收稿日期:2004年7月4日



荷兰率先在欧洲实施国家技术预见行动计划,其后德国于 1993 年效法日本组织了第一次技术预见,英国、西班牙、法国、瑞典、爱尔兰等国相继而动。此外,澳大利亚、新西兰、韩国、印度、新加坡、泰国、土耳其及南非等大洋洲、亚洲和非洲国家也纷纷开展了预见活动。虽然美国没有开展基于大规模德尔菲调查的技术预见,但白宫科技政策办公室自 1991 年以来,每隔两年发布一份《国家关键技术报告》,对未来需要重点发展的技术领域进行预测和选择<sup>[5]</sup>。

技术预见成为世界潮流有着深刻的历史背景。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、战略性地位。一般企业无力单独承担相应技术研究开发的成本和风险,客观上需要政府给予一定的财政支持。技术预见恰好提供了一个系统的选择工具,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。其次,技术预见提供了一个强化国家(地区)创新体系的手段。国家(地区)创新体系的效率高低,不仅取决于某一个创新单元的绩效,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”过程本身就是加强各单元之间联系与沟通的过程,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,并据此相应调整各自的战略乃至达成合作意向。第三,预见和监测未来技术发展动向是一项复杂的系统工程,非一般中小企业所能及。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发展机会,制定正确的投资战略。第四,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。政府组织的技术预见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。

## 1.2 技术预见的基本假设与方法

技术预见是信息占有者与相关利益人共同参与的前瞻性活动,是分析和综合过程的结合。技术预见的兴起缘于对影响技术发展轨迹的重要因素的认识,即:技术发展和社会发展相互作用决定技

术发展轨迹,而不只是技术发展内在逻辑起作用。技术预见的基本假定是:未来存在多种可能性,最后到底哪一种可能会成为现实,有赖于我们现在的选择。因此,预见涉及的不仅仅是“推测”,更多的是对所选择的未来进行“塑造”(shaping)甚至“创造”(creating)<sup>[6]</sup>。

限于知识和眼界,个人很难准确把握未来技术发展趋势及其社会经济影响,因此技术预见通常采用德尔菲调查方法,系统集成官产学研各方面专家的智慧来完成对未来的探索与选择。值得指出的是,专家在对未来进行分析、判断时,常常采用头脑风暴、情景分析等一些传统的“技术预测”方法。

## 2 技术预见的影响与发展趋势

### 2.1 技术预见的主要影响

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。定期开展基于大型德尔菲调查的技术预见活动,有利于把握未来中长期技术发展方向,不断修正对远期技术发展趋势的判断。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在 5 个方面<sup>[3]</sup>:

一是沟通(Communication),技术预见活动促进了企业之间、产业部门之间以及企业、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于长期性、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。

### 2.2 技术预见的发展趋势

进入 21 世纪,全球技术预见活动呈现出一些



新的动向。

首先,各个层面的技术预见活动不断出现。最初的技术预见由政府组织发起,只集中在国家层面。区域技术预见、跨国技术预见活动也逐渐兴起。

其次,各国不断探索新的技术预见方法。虽然各国的技术预见仍以德尔菲调查为基础,但已不局限于这一方法。为了让更多的相关利益人参与预见活动,基于互联网的调查与对话逐渐流行起来。德国 2001 年启动的“Futur”计划就是一个典型的例子,各领域专家可以通过网络参加“虚拟研讨会”,“听”到更多专家的声音,也让自己的想法被更多的人知道。此外,为了把握未来发展对技术的需求,情景分析法越来越受到技术预见专家的青睐。

第三,在继续开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。如英国、德国等在其新一轮预见计划中着手开展以问题为中心的预见活动。

第四,技术预见活动的国际交流与合作日趋频繁。2000 年 3 月,2003 年 2 月,分别以“新型技术预见的方法与潜力”、“第三代预见与科技政策优先领域选择”为主题的两次技术预见国际会议在日本东京召开。2003 年 3 月 27—29 日,联合国工业发展组织(UNIDO)在布达佩斯召开有多国政府首脑、部长参加的“2003 年技术预见峰会”。此外,日本与德国、德国与法国之间已经开展了关于技术预见的双边合作。

最后,更加重视对预见结果的跟踪、监测以及预见结果的决策支持作用。由于大型德尔菲调查成本很高,不可能成为经常性活动。因此,依靠技术预见形成的专家网络,结合文献计量、数据挖掘等其它方法,跟踪和监测关键技术发展趋势已成为一种明智的选择。日本文部省科技政策研究所“科学技术预见中心”2001 年 1 月成立后的一项重要工作就是利用技术预见活动形成的专家网络,定期收集、整理关键技术进展情况,每月出版一期《科学技术动向》,为政府提供重要的决策参考信息。

### 3 中国未来 20 年技术预见研究

“中国未来 20 年技术预见研究”是中国科学院

高技术研究与发展局批准立项的知识创新工程重要方向项目,旨在构建官产学研互动平台和沟通、协商与协调机制,使各方对未来技术发展趋势及其作用形成共识,并据此相应调整各自的战略,最终在全社会培育一种关注未来的预见文化。项目由科技政策与管理科学研究所组织实施,路甬祥院长和江绵恒副院长担任项目总顾问。

#### 3.1 主要任务

“中国未来 20 年技术预见研究”的主要内容包括:技术预见方法研究、技术需求分析、德尔菲调查、政策分析、技术发展趋势跟踪与监测方法研究等 5 个方面,如图 1 所示。

技术预见方法研究重点在于比较国外技术预见方法,特别是比较各国德尔菲调查的问卷结构、组织流程以及调查结果,提出适合中国国情的系统化技术预见总体方案、阶段性目标、管理控制节点和技术保障条件等,通过技术预见过程模拟,修正和完善系统化技术预见方法。

中国未来 20 年情景构建与技术需求分析重点在于情景分析,围绕中国未来 20 年社会发展图景,如全球化、信息化、城市化、工业化、循环型和消费

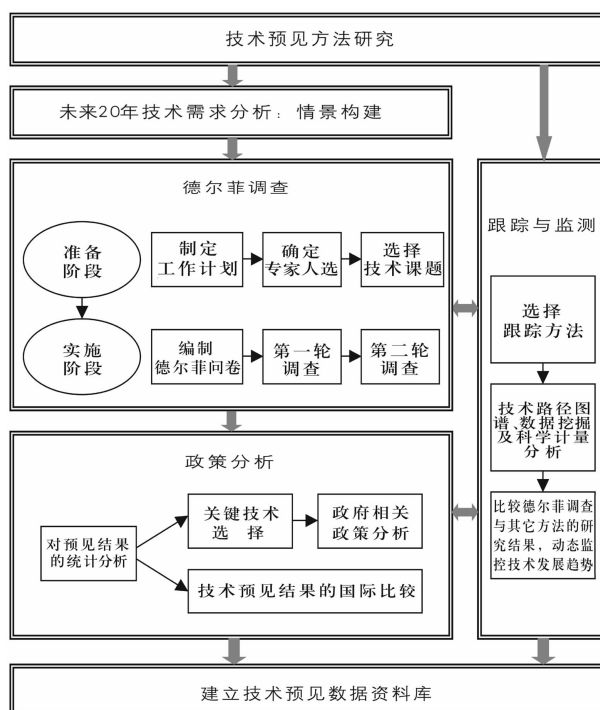


图 1 “中国未来 20 年技术预见研究”项目技术路线





型社会等,分析国家战略需求、市场需求及发展趋势,推演技术需求集群。

大规模德尔菲调查将充分考虑国家战略需求和国际可比要求,选择 IT (Information Technology)、BT (Bio-technology)、GT (Green Technology) 和 ST (Space Technology) 等 4 大门类、8 组研究对象(信息、通讯与电子技术,先进制造技术,生物技术,能源技术,化学与化工,资源与环境,空间技术,材料技术),就其未来 20 年应重点发展关键技术及系列相关问题开展大规模德尔菲调查。

政策分析重点包括在德尔菲调查结果的基础上,综合文献计量与专题研讨等方法,提出中国未来 20 年应优先发展的战略技术集群和技术课题;分析技术对社会、经济、环境和人民生活等造成的潜在影响;分析技术发展趋势与远景、相关产业竞争格局,提出相应的发展战略;确定主要技术方向的领先国家,提出国际科技合作和技术引进策略;评估技术课题发展环境,包括分析相关技术、产业、基础设施发展状况和政府科技、产业、人才政策等。

技术发展趋势跟踪与监测是对大规模德尔菲调查的补充,并为下一轮调查做准备。为此,需要建立技术发展动态监控平台,采用文献计量、数据挖掘、技术路径图谱等方法跟踪、监控基于德尔菲调查结果遴选的战略技术课题的发展状况,及时更新技术课题清单。

### 3.2 研究进展

“中国未来 20 年技术预见研究”项目于 2003 年 8 月正式启动以来,首先组织了信息技术(指包括通信、电子技术在内的广义“信息技术”)、能源技术、材料技术和生物技术等 4 大领域的大型德尔菲调查研究工作。为此,成立了以李国杰、李静海、王占国和杨胜利院士为组长的信息、能源、材料、生物等 4 大技术领域专家组,同时根据 4 个领域的特点组建了由领域专家领衔的 32 个子领域专家组,共邀请 200 多位来自政府部门、科研院所、高校和企业事业单位的专家全程参与技术预见德尔菲调查研究工作。为便于专家把握“技术预见”的内涵,了解国外最新动态,项目组专门制作了相应网站(<http://www.foresight.ac.cn>),并翻译了日本、英国等国最新的技术预见结果,供专家参考。

借鉴国外实践经验,结合我国的具体国情,专家组经过充分酝酿和多次讨论,于 2003 年 10 月完成了 4 大技术领域技术课题遴选工作,共选出未来 20 年重要技术课题 400 余项。2003 年 11 月,项目组向全国信息、能源、材料和生物技术领域的 1 800 多位专家发放了德尔菲调查问卷,针对专家组遴选的 400 余项技术课题,就技术的未来可能实现时间,技术对促进经济增长、提高人们生活质量和保障国家安全的重要程度,我国目前的研究开发水平,技术领先国家当前技术发展的制约因素等问题请专家作答。截至 2003 年底,共收到包括两院院士在内的专家回函 700 余份。专家除回答问卷外,还提交了 6 万多字的书面意见。许多专家对“中国未来 20 年技术预见研究”工作给予了高度评价。

根据第一轮德尔菲调查结果,对部分技术课题进行增、删、改后,形成了《“中国未来 20 年技术预见研究”第二轮德尔菲调查问卷》。2004 年 3 月上旬开始的第二轮调查共发放问卷 2 000 份,截至 5 月 10 日收到专家回函 756 份,回函率达 37.80%。根据调查结果,专家组综合考察技术课题对促进经济增长、提高人们生活质量和保障国家安全的重要程度,确定了 40 余项对中国未来 20 年发展至关重要的关键技术。

在大规模德尔菲调查启动的同时,项目组还启动了中国社会经济发展情景分析与技术需求研究,并于 2003 年 8 月 19 日在中国科技会堂承办了“全面建设小康社会与科技创新”战略论坛,邀请 40 多位著名专家学者从“新型工业化”、“城市化”、“信息化”、“全球化”、“消费型社会”和“循环型社会”等 6 个角度,探讨中国未来发展愿景。目前项目组已经完成 2020 年中国社会发展前景及其科技需求研究报告。值得指出的是,运用情景分析方法研究中国未来 20 年技术需求是一次全新的尝试,具有很大挑战性。

为了将凝聚专家集体智慧的技术预见研究成果尽快推向社会,中国科学院将出版《技术预见报



告》,反映中国科技界对未来技术发展趋势的认识,影响决策,影响公众。

#### 主要参考文献

- 1 Coates J F. Boom Time in Forecasting [J]. Technological Forecasting and Social Change, 1999, 62: 37-40.
- 2 Alan L Porter. Tech Forecasting: An Empirical Perspective [J]. Technologic Forecasting and Social Change, 1999, 62: 19-28.
- 3 Ben R Martin. Matching Social Needs and Technological Capabilities: Research Foresight and the Implications for Social Sciences (Paper presented at the OECD Workshop on Social Sciences and Innovation) [Z]. Tokyo: United Nations University, 2000.
- 4 Ben R Martin. Technology Foresight: A Review of Recent Government Exercises [J]. Science, Technology, Industry Review. 1996, (17): 15-50.
- 5 Steven W Popper, Caroline S. Wagner, and Eric V. Larson. New Forces at Work: Industry Views Critical Technologies [R]. Washington, D. C.: Rand's Critical Technologies Institute, 1998.
- 6 Sibylle Breiner. Foresight in Science and Technology - Selected Methodologies and Recent Activities in Germany [A]. Inzelt and Coenen (eds.). Knowledge, Technology Transfer and Foresight [C]. Dordrecht [The Netherlands], Boston: Kluwer Academic Publishers, 1996.

## Development of Technology Foresight and Its Application in China

Mu Rongping Wang Ruixiang

(Institute of Policy and Management, CAS, 100080 Beijing)

Technology Foresight is a process involved in systematically attempting to look into the longer-term future of science, technology, the economy, environment and society with the aim of identifying the areas of strategic research and the emerging generic technologies. The major method of Technology Foresight is Delphi survey. From 1990s, Technology Foresight has become a trend in the world. It is used as an important tool for science and technology priority setting in many countries. In 2003, the Chinese Academy of Sciences initiated a project - Technology Foresight for Future 20 Years in China. The aim of the project is to recognize and select critical technologies in future, and to help to establish a communicating, negotiating and coordinating mechanism for government, business and academia. Now the project is well getting along.

**Keywords** Technology Foresight, Delphi survey, priority setting

**穆荣平** 科技政策与管理科学研究所常务副所长,研究员,博士生导师。1960年出生于安徽合肥。德国柏林工业大学博士。中国科学院评估研究中心主任,《科研管理》杂志主编,中国高技术产业发展促进会理事、副秘书长,中国科学学与科技政策研究会理事兼科技政策专业委员会主任。长期从事科技政策、科技评估、技术管理和高技术产业国际竞争力评价等方面的研究工作。曾主持国家自然科学基金、国家科技部、国家发改委、中国科学院和欧盟等科研项目10余项。在国内外学术期刊、会议上发表论文30余篇,出版英文专著1部。曾获中国科学院和北京市科技进步奖三等奖各1项。