

# 韩国科学技术预测调查及其 对我国的启示\*

金 瑛\*\*<sup>1,2</sup> 方晓东<sup>1</sup>

(1. 中国科学院文献情报中心,北京 100190;2. 中国科学院大学,北京 100049)

**摘要:**科学技术预测是一个国家决策的基础与前提,是制定科技发展规划的背景材料,也是提高科学技术管理水平的重要手段。韩国科学技术预测起步较晚,却取得了较好的进展。在1994—2016年间,韩国共完成了5次科学技术预测调查,在工作流程、方法和推进体系上都有了长足进步,呈现注重科学技术预测调查推进体系的完整性、注重研究成果的应用、注重发挥领域专家与年轻人的作用等特点。本文在总结上述内容的基础上,提出对我国开展科学技术预测活动的启示。

**关键词:**科学技术预测;技术预测;韩国

中图分类号:G323;G327 文献标识码:A doi:10.16507/j.issn.1006-6055.2018.01.003

## South Korea's Science and Technology Foresight and Its Enlightenment to China\*

JIN Ying\*\*<sup>1,2</sup> FANG Xiaodong<sup>2</sup>

(1. National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;  
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

**Abstract:** Science & technology foresight has become the basis and precondition for a country's decision making. It is also the background material for developing the science and technology development plan, and also an important way to improve the management level of science and technology. The prediction of science and technology in Korea started relatively late, but it has made good progress. Between 1994 and 2016, South Korea has completed 5 Science & Technology Foresights investigation. The 5 Science & Technology Foresights have made great progress in terms of their work flow, methods and implementation system. Based on the characteristics of science and technology foresight in Korea, focusing on the completeness of science and technology foresight, the application of research results, and the role of experts and young people, this paper puts forward some proposals for the development of science and technology foresight activities in China.

**Key words:** science & technology foresight; technical forecast; South Korea

2017-09-06 收稿,2017-11-23 接受,2018-01-08 网络发表

\* 自然科学基金委决策参考(L1624010),中国科学院文献情报中心青年人才领域前沿项目(q1306)资助

\*\* 通讯作者,E-mail:jinying@mail.las.ac.cn;Tel:010-82626611

## 1 引言

科学技术预测结合科技发展规律、特点、水平,利用定量和定性分析方法,对科技发展趋势,规律以及科技给社会生产、生活方式带来的影响进行预测<sup>[1-3]</sup>,以便为政府和产学研界制定科技政策、确定科学研究方向、设立科技开发项目提供依据<sup>[4]</sup>。

在经济全球化和知识经济、科学技术迅速发展的今天,根据经验筹划未来的方法,很难适应影响因素错综复杂的现代社会对未来发展的需求。科学技术预测已经成为一个国家发展科学技术和国民经济的重要手段,是一个国家决策的基础与前提,是制定科技发展规划的背景材料,也是提高科学技术管理水平的重要手段。1)科学技术预测可为制定科技规划提供理论依据,帮助管理者做出决策、编制科学技术发展的规划和计划。这些规划和计划对科技、经济、文化等社会生活的各个方面都有深远影响<sup>[4]</sup>。2)科学技术预测能够避免决策的片面性,科学技术预测结果提供未来变化的可能性,利用该结果的决策,能避免主观猜测,减少决策的片面性和失误率。3)科学技术预测可为正确选择科技开发项目提供依据,在科技成果大量涌现的当前,决策者可借助科学技术预测提供的数据信息,选择前景远大、效益好、对国民产生重要影响的项目进行投资。由此可见,科学技术预测工作在推动科技发展、协助科技政策制定等方面起到了积极作用。

从国家层面开展的科学技术预测工作始于日本。日本从1971年起,以5年为周期进行科学技术预测,截止目前共完成了10次科学技术预测工作<sup>[5]</sup>,对未来科学目标、全球课题、国际民生课题提出思考和解决方案,揭示了日本未来科学技

术发展的重点领域与日本具有国际竞争力的科学技术方向。美国国家情报委员会(NIC)自1996年开始出资赞助兰德公司针对世界科技领域的重点发展方向进行预测和预见,以寻找新的科技增长点、展望重大技术前沿的潜在影响,进而帮助科技决策者制定更为合理的战略规划。俄罗斯尝试技术预测要追溯到1990年的第一批关键技术清单遴选<sup>[6]</sup>,2007年俄罗斯教育和科学部发起“2025年科技发展预见项目”,对俄罗斯宏观经济与科技和工业进行了预测,并相继发布了3次预测报告。2010年俄罗斯联邦教育科学部完成了“俄罗斯至2030年经济科技长期发展预测”,揭示了未来俄罗斯技术领域的发展趋势,评估了俄罗斯关键技术在国内与世界的影响力。英国的“技术与创新未来项目”始于2010年,旨在识别能促进英国未来20年可持续发展的技术及领域,并于2010、2012、2017年分别发布了研究报告<sup>[7]</sup>,确定未来对英国至关重要的技术,特别是能够产生经济效益的技术,以便提前布局与投入。此外,新加坡、瑞典、芬兰、澳大利亚、法国等国家也相继开展了科学技术预测工作。

韩国的科学技术预测工作起步较晚,但却取得了良好的成绩,特别是在支撑国家科技战略制定中发挥了重要作用。其经验对国家层面进行科学技术预测时间不长的中国有一定的借鉴意义。

## 2 韩国科学技术预测调查

韩国科学技术预测始于1971年。届时,韩国科学技术研究院(KIST)与韩国未来学会受韩国科技部的委托,共同进行科学技术预测,并发布了“公元2000年有关韩国的调查研究”报告。系统的科学技术预测则开始于1994年的“第1次科学技术预测调查”工作。之后,韩国每5年左右

(1994、1999、2004、2011和2016)进行一次科学技术预测调查。期间,2008年对2004年的第3次预测调查进行了修正与完善,以便将预测调查结果应用于2008年第2次国家科学技术基本计划。

2001年,依据《韩国科学技术基本法》,科学技术预测工作被纳入国家法律体系,开始从国家层面依法实施科学技术预测,并将预测调查结果直接应用于制定国家科技基本计划<sup>[8]</sup>。之后的第3、第4次预测调查结果已被应用于韩国第2、第3次科学技术基本计划等战略政策的制定<sup>[9]</sup>。2016年发布的第5次科学技术预测调查报告也将作为重要的理论与事实依据,反应在2017年底公布的第4次国家科学技术基本计划中。为了更好地分析韩国5次科学技术预测调查的情况,表1从预测调查的时间、方法、流程和推进体系等角度总结归纳了韩国5次科学技术预测调查。

韩国5次科学技术预测调查在方法、流程等方面不断改进、完善。第1次预测调查基于专家头脑风暴法,以科技专家为中心进行科技预测;第2次预测调查在此基础上,由技术预测委员会依

据研究领域、韩国现状提出未来技术;第3次预测调查在遴选未来技术时,考虑了未来社会的前景与需求,首次采用了情景分析法,同时将人文社科领域专家纳入推进体系中;第4次预测调查进行了未来趋势分析和韩国未来社会需求分析,讨论了技术可能带来的负面影响,同时评估了前2次预测调查结果的实现情况;第5次预测调查首次采用了STEEP(Society、Technology、Economy、Ecology、Politics)环境分析模型和趋势外推法,在分析技术可能带来的负面影响基础上,增加了对技术的不确定性、创新性、竞争力和社会重要度、政府政策支持类型的分析。

第4次科学技术预测调查对第1、第2次预测调查的技术预测结果进行评估发现,韩国产业界对科技的发展起到最大的推动作用,同时,韩国科学技术预测调查的准确率整体较高(表2)。这说明科学技术预测调查工作是非常有必要的,可对制定科技战略与科技政策起到基础与积极作用,支持新技术的发掘和开发。预测调查的结果不仅对制定科学技术发展方向有着重要的影响,

表1 韩国5次科学技术预测调查总结

Tab.1 Summary of the 5 science and technology foresight in South Korea

|          | 第1次                            | 第2次                        | 第3次                                    | 第4次  | 第5次   |
|----------|--------------------------------|----------------------------|--|--|---|
| 发布时间     | 1994                           | 1999                       | 2004                                   | 2011   | 2016  |
| 预测时间段    | 1995—2015<br>(20年)             | 2000—2025<br>(25年)         | 2005—2030<br>(25年)                     | 2011—2035<br>(25年)                                 | 2016—2040<br>(25年)                              |
| 方法       | 专家头脑风暴法<br>德尔非法                | 专家头脑风暴法<br>德尔非法            | 环境扫描<br>德尔非法<br>情景分析法                  | 环境扫描<br>网络分析<br>德尔非法<br>情景分析法                      | 环境扫描<br>网络分析法<br>德尔非法<br>情景分析法<br>STEEP方法       |
| 流程       | 未来趋势分析<br>未来需求分析<br>遴选未来技术     | 未来趋势分析<br>未来需求分析<br>遴选未来技术 | 未来趋势分析<br>未来需求分析<br>遴选未来技术             | 未来趋势分析<br>未来需求分析<br>技术趋势分析<br>现有预测调查结果评价<br>遴选未来技术 | 未来趋势分析<br>未来需求分析<br>技术趋势分析<br>技术扩散点分析<br>遴选未来技术 |
| 推进体系     | 技术预测委员会<br>12个下属委员会<br>(15个领域) | 技术预测委员会<br>15个领域的<br>分委员会  | 技术预测委员会<br>技术分析委员会<br>8个技术分会<br>2个情景分会 | 技术总委员会<br>3个未来展望委员会<br>8个科学技术预测分委员会<br>8个未来技术评价委员会 | 预测调查总委员会<br>6个未来技术委员会<br>3个未来预测委员会              |
| 预测未来技术数量 | 1174                           | 1155                       | 761                                    | 652  | 267   |

对重点领域未来研究开发的 R&D 投入决策也起到重要作用,可帮助决策者将有限的资源投入到必要的领域中。

表 2 第 1、2 次技术预测结果在 2010 年的实现情况  
Tab. 2 Implementation of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> technical foresight result in 2010

|                     | 第 1 次   | 第 2 次   |
|---------------------|---|---|
| 应实现                 | 1109  | 615   |
| 完全实现                | 470   | 264   |
| 部分实现                | 331   | 173   |
| 预测准确率 <sup>1)</sup> | 72.20%  | 71.10%  |
| 准确率较高的领域            | 环境安全(91.6%)<br>能源(85.7%)<br>城市建筑土木<br>(83.9%) | 环境(91.1%)<br>城市建设土木<br>(89.8%)<br>农林水产(80.0%) |
| 贡献较大的主体             | 产业界(26.4%)<br>产学研(16.8%)                      | 产业界(27.7%)<br>产学研(19.3%)                      |

1) 将部分实现技术统计在内。

## 2.1 韩国开展科学技术预测调查的目标<sup>[10]</sup>

随着全球化、信息化进程的不断推进,未来社会的不确定性随之增加。韩国政府通过预测未来社会环境的变化及其可能带来的影响,提前制定相应科学技术政策,应对未来变化。

1) 扫描国际与韩国国内科技环境变化,从中长期视角预测韩国未来的社会需求、变化前景、科技发展方向等,将预测结果用于制定相关科技政策,力争实现科技基本计划的顺利制定。

2) 综合考虑国际与韩国国内科技环境的变化与未来社会需求,在科学技术全领域范围内挖掘未来可能出现的技术。第 1 次科学技术预测调查面向未来 20 年,从第 2 次科学技术预测调查起调整为面向未来 25 年,一直延续至今。

3) 揭示未来技术发展可能带来的各种影响,描绘未来科技与社会发展的情境,提高韩国国民对科技重要性与作用的认识,引导民众对科技的关注。

## 2.2 韩国科学技术预测调查方法

目前开展科学技术预测调查的主要方法有德

尔非法、情景法、专家咨询法、文献调研法、目标预测法、趋势外推法等。

韩国科学技术预测调查采用了多种调查方法相结合的方式,从多维角度进行预测,并随着社会与技术的发展,不断更新其研究方法。第 1 次和第 2 次主要采用专家头脑风暴法与通过信件进行的德尔非法;第 3 次采用的是环境扫描法、通过网络进行的德尔非法、情景分析法;第 4 次科学技术预测调查则在第 3 次科学技术预测调查的基础上增加了基于 Google 检索的网络分析。

第 5 次科学技术预测调查历时两年(2015、2016)完成,研究方法比前 4 次更加丰富<sup>[11]</sup>:

1) 利用文献调研法对国内外未来趋势报告、重要国际动向、主要网站等进行调研;

2) 采用 STEEP(Society、Technology、Economy、Ecology、Politics)环境分析模型,扫描不同类别的环境,并对趋势进行相关性分析与聚类分析,遴选五大趋势;

3) 在确定主要议题时,基于未来科技趋势,采用趋势外推法/影响分析法等遴选可能产生的议题;

4) 利用定量分析与问卷调查等方法,从初选出的议题中遴选出 40 个主要议题;

5) 对于近 4 年国内媒体报道的 2600 万条信息,进行关键词与时间序列网络分析;

6) 对技术的创新性、不确定性、未来社会的重要度、技术竞争力进行定性分析;

7) 针对科技专家进行两轮德尔非法调查,统计分析其分布,包括年龄、学科、行业(来自产业界、学界、研究界或其他)、毕业后的研究经历情况等。

## 2.3 韩国科学技术预测调查流程

韩国政府在开展科学技术预测调查时,制定

了一套严格的流程与推进体系。一次预测调查一般历经两年完成,包括技术遴选与技术指标分析等过程。韩国前3次预测调查主要是在未来前景分析与社会需求分析的基础上,遴选未来技术,期间仅采用了1次德尔菲法,流程相对简单;从第4次科学技术预测调查开始,则进行2次德尔菲法调查。此外,第4次调查对第1、第2次科学技术预测调查的结果(1995—2025年)进行了评价,以评估预测结果的准确性;而第5次科学技术预测调查则在第4次科学技术预测调查的基础上增加了对技术扩散点的分析,以便制定更为细致的科技政策,进而增加政府政策的应用程度。

为识别韩国科学技术预测调查流程的优点,本文对最新的第5次预测调查流程进行了详细分析(图1)。此次预测调查由未来社会前景分析、技术趋势分析、技术扩散点分析、遴选未来技术、德尔菲法调查分析以及报告发布几个阶段组成,各阶段采用不同的研究方法,并相互关联。

#### 2.4 韩国科学技术预测调查推进体系

韩国从第3次科学技术预测调查起,依据《韩国科学技术基本法》,从国家层面实施推进。由掌管科技规划、科技政策、科技研发的国家科学审议会(原国家科学委员会)主持,未来创造科学部与韩国科学技术评价院共同牵头完成。具体实施过程中,在不同时期,有技术预测委员会、未来技术评价委员会、技术分析委员会等不同类型的机构组织参与推进。随着预测调查方法和流程的完善,推进体系也在不断优化,第5次预测调查在其具体实施过程中,设立了预测调查总委员会、未来预测委员会与未来技术委员会3个执行委员会负责推进调查工作。其中,预测调查总委员会负责审核未来社会前景分析、未来技术遴选以及第5次预测调查的结果;未来预测委员会由科技领

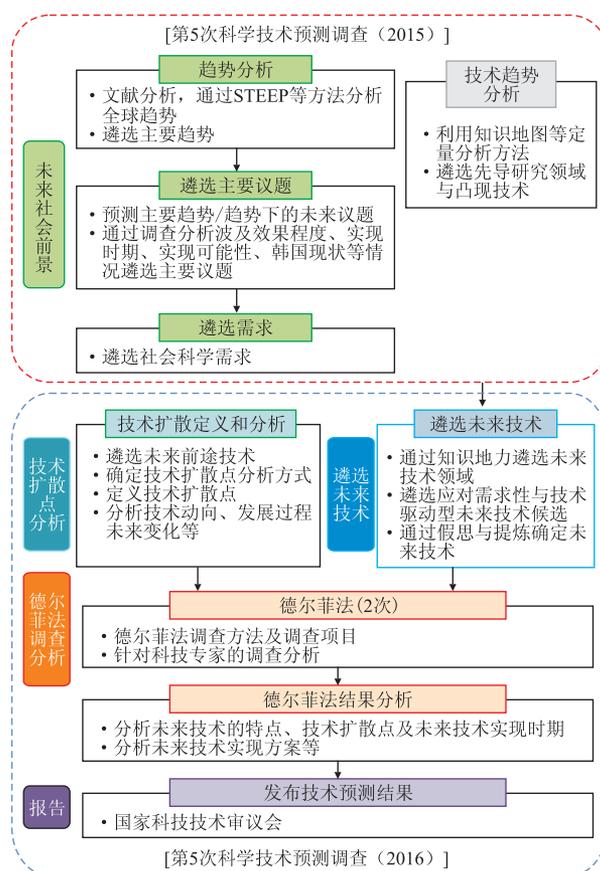


图1 韩国第5次科学技术预测调查流程图<sup>[11]</sup>

Fig. 1 The 5<sup>th</sup> science and technology foresight process in South Korea

域专家、社会领域专家共同组成,主要负责审核趋势分析、主要议题和需求的遴选结果;未来技术委员会由科技领域专家组成,主要负责识别未来需求、遴选可能的未来技术,并通过分析最终确定未来技术。

推进体系中牵头单位及各执行委员会的工作分工明确,各自独立又相互关联,促进了预测调查工作的有序进行。通过精简推进体系,第5次科学技术预测调查促进了各分工之间的合作与沟通(图2),大力推动了交叉技术领域的技术预测。科学的推进体系使得科学技术预测调查工作有条不紊,同时也促进了阶段性成果的产出:在进行预测调查前公布了《第5次科学技术预测调查事前

策划》报告;在进行预测调查的第一年发布了《第5次科学技术预测调查第一年度》报告;在完成预测调查后发布《第5次科学技术预测调查》报告和面向民众的《当技术改变世界》报告。

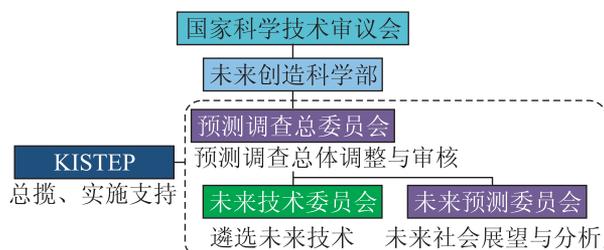


图2 韩国第5次科学技术预测调查推进体系<sup>[11]</sup>

Fig. 2 System for implementation of the 5<sup>th</sup> science and technology foresight

### 3 韩国开展科学技术预测调查的特点

#### 3.1 注重科学技术预测调查推进体系的完整性

韩国自1994年起,基本以5年作为一个周期进行科学技术预测调查。从第3次科学技术预测调查开始就有法可依。依据《韩国科学技术基本法》,政府应周期性地组织科学技术发展趋势、未来社会变化趋势预测,并将预测结果应用于科学技术政策的制定。

韩国对科学技术预测调查相关体系的设置较为完善。有较完整的推进体系,设有预测调查总委员会与未来技术委员会、未来预测委员会,其中总委员会和未来预测委员会都由自然科学家与社会学专家组成而未来技术委员会则全部由科技专家组成。同时,科学技术预测调查由多个国家机构参与,其中起主导作用的是国家科学技术审议会、未来创造科学部、科学技术评价院。

韩国最新科学技术预测调查采用了丰富的研究方法。例如,采用STEEP环境分析模型,通过网络分析法分析不同议题之间的关联与主要关键

词时间序列;基于科技期刊大数据时间序列分析法,揭示不同研究领域间的相关性、发展脉络、新技术等的基础上绘制领域知识地图;文本聚类与网络调查法也有应用;为了提高政策的运用度,还引入了临界点预测分析方法,用于预测技术实现时期这一科学技术预测领域的重点。

无论从科技预测的法律保障、推进体系中从上到下职责明确的组织方式,还是丰富分析方法与指标,都可知韩国在进行科技预测调查时有较为完整的一套体系。

#### 3.2 注重研究成果的应用

科学技术预测研究的一项重要作用是提高决策的科学性和预见性。韩国从第3次科学技术预测调查起,就开始为政府制定科技基本计划提供理论依据,并围绕某些技术的发展对社会带来的变化,为决策者提供政策建议,增强政府在科技活动方面的引导力。

#### 3.3 注重与时俱进

韩国历次科学技术预测调查在方法、推进体系到指标设计等方面,都结合当前社会特点与技术发展现状进行了调整与完善。为了同世界科学技术预测研究接轨并进行对比,自第2次科学技术预测调查起,将预测的时间跨度由20年调整为25年;为了更好地分析未来科技的影响,自第3次科学技术预测调查起,引进了环境扫描与情景分析,第4次科学技术预测调查将网络分析法纳入预测调查方法,而2016年最新发布的第5次科学技术预测调查又引入了临界点分析方法,同时增加了韩国未来社会需求分析、负面影响可能性调查等<sup>[12]</sup>。

#### 3.4 注重发挥领域专家与各年龄阶层的作用

科学技术预测调查有利于帮助社会公众了解未来科技发展对人类社会产生的影响、未来生活

需求以什么样的技术得到满足等,需要综合当前技术现状与未来技术发展趋势,具有较强的专业性与前瞻性。因此,韩国在进行科学技术预测调查时,注重发挥领域人才在未来技术遴选中的学科优势,不仅引入科技专家,同时纳入人文社科领域的专家。

最新一期的调查活动采用了两轮德尔菲法,第一轮 4133 人参与,第二轮 3621 人参与。人员组成包括但不限于产业界、学界和研究界;年龄分布横跨 20 ~ 60 以上多个年龄段;研究经历从未满 5 年到 20 年的都有。调查时不仅注重发挥领域专家的作用,同时注重吸引年轻人积极参与,鼓励其充分发挥想象力。

### 3.5 注重研究成果的传播

科学技术预测的作用不仅是预测未来科技的发展,为决策提供理论依据,更重要的作用是向公众展示科技发展可能对生活产生的影响,描绘未来科技与社会发展的情境。韩国 2016 年最新完成的第 5 次科学技术预测调查将科学技术预测调查结果进行改编,以通俗易懂的语言与形式向民众公开。

## 4 韩国第 5 次科学技术预测调查对我国的启示

### 4.1 开展建制化的科学技术预测活动

科学技术预测受预测方法与工具、科技发展速度、经济、政策等诸多因素影响,是一项复杂的系统工程,可以为未来科技走向、科技战略制定、科技研究方向等提供有力依据,为国家未来研究开发领域的选择倾向性提供理论支撑。韩国科学技术预测调查至今已进行了 5 次,形成了完善的指标体系与预测方法。其结果被应用于“韩国科学技术基本计划”等科技战略的制定中,在推动

科技发展与经济建设中发挥了巨大作用。而我国技术预测始于 20 世纪 80、90 年代,1992—1995 年开展了“国家关键技术选择研究”;2003—2005 年,每年选择 3 个领域,相继对新材料、先进制造等 9 个领域进行了技术预测;2006 年开始,开展国家技术路线图和产业技术路线图研究;2013 年开启新一轮技术预测活动,涉及信息、先进制造、海洋等 13 个领域<sup>[5]</sup>;2016 年中国科学技术发展战略研究院开展的“第五次国家技术预测”第一次定量估算未来技术的经济、生态和社会效益,并第一次探索预测颠覆性技术和非共识技术<sup>[13]</sup>。但是,技术预测在我国还没有成为政府及相关科研机构的一项固定的建制化科技基础工作,因此难以及时把握科学技术发展趋势和机遇。同时,在多个技术领域分几年分别开展不同步的技术预测,仅能对部分领域科技决策提供局部支撑,不利于从全局和整体上把握我国未来科技发展的趋势<sup>[14]</sup>。由此可见,我国科学技术预测工作开展的周期不固定、预测领域也有一定的局限性,应借鉴韩国科学技术预测调查的优点,在科学技术预测领域出台相关法规、制定长远规划,加大研究深度,使之成为有规划的连续性预测活动,为我国科技战略的制定与科技资金的投入提供理论依据与支撑。

### 4.2 建立完整的科学技术预测体系

我国开展科学技术预测活动时,多以项目形式实施,没有从上到下完整的推进体系,应借鉴韩国的经验,出台相关法规,对科学技术预测的主管部门、周期、目标等进行规划,从国家层面推动科学技术预测活动,在主管部门的推动下有序实施。此外,我国科学技术预测最开始多采用专家德尔菲法,近期开始引入文献计量法,应学习韩国采用多种方法综合进行预测,如基于网络科技新闻的

分析、STEEP方法等,以减少单一方法所带来的偏差。

#### 4.3 注重社会各界的参与和对民众的推广

韩国科学技术预测调查促进委员会既有政府官员,也有来自社会科学界、产业界以及科技界的专家。进行第5次科学技术预测调查时,通过网络调研法广泛收集了社会各界的意见,包括产业界、学界、研究界、本国普通民众等,并明确指出,预测本身不是目的,预测活动要为决策和规划的制定服务,应让更多的一般公众了解预测结果,让公众能够预先知晓新技术可能带来的影响。为此,未来创造科学部和科技评价研究院根据第5次科学技术预测调查结果发布了通俗易懂的《当技术改变世界》报告,供公众免费下载与阅读<sup>[15]</sup>。我国开展科学技术预测时除了注重科学家的作用外,应发挥产业界、普通民众的作用,鼓励青年人的大胆设想。同时,也应注意将科学技术预测结果对公众的开放,让公众能够方便地获取预测结果,及时了解未来科技走向。

#### 4.4 注重科学技术预测的验证

韩国不仅重视科学技术预测本身,还注重预测的实现情况。在第4次科学技术预测调查时,对前面的预测进行了实现程度统计分析。如前所述,我国在进行科学技术预测时多以项目形式完成,项目结题后对预测的准确性没有评估,应借鉴韩国经验,对预测结果进行评估。若无法以法规或政策形式进行,也可考虑在设立项目时将科技预测实现情况评估纳入到项目设计中。

#### 参考文献

- [1] 虞泰年. 科技预测的意义及应用[J]. 预测, 1986(3):14-16.  
YU Tainian. The Significance and Application of Science and Technology Prediction [J]. Forecasting, 1986(3):14-16.
- [2] 晓鸣, 翟边. 科技预测及其方法[J]. 预测, 1982(2):28-31.  
XIAO ming, ZHAI bian. Science and Technology Forecast and Its Method [J]. Forecasting, 1982(2):28-31.
- [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, 19(4):259-263.  
MU Rongping, WANG Ruixiang. Development of Technology Foresight and Its Application in China [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2004, 19(4):259-263.
- [4] 宋彧, 韩江宁, 王影. 浅谈科技管理中的科技预测[J]. 黑龙江交通科技, 2001(5):85-87.  
SONG Yu, HAN Jiangning, Wang Ying. The Scientific Forecast on Scientific Management [J]. Communications Science and Technology Heilongjiang, 2001(5):85-87.
- [5] 类淑霞, 李劲, 郑祎. 日本第10次科学技术预测及对我国的启示[J]. 农村经济与科技, 2016(9):262-266.  
LEI Shuxia, LEI Jin, ZHENG Yi. The 10<sup>th</sup> Science and Technology Prediction in Japan and Its Enlightenment to China [J]. Rural Economy and Science-Technology, 2016(9):262-266.
- [6] SOKOLOV A, CHULOK A, MESROPYAN V. Long-Term Science and Technology Policy-Russian Priorities for 2030 [J]. Social Science Electronic Publishing, 2013.
- [7] 方伟, 曹学伟, 高晓巍. 技术预测与技术预见:内涵、方法及实践[J]. 全球科技经济瞭望, 2017, 32(3):46-53.

- FANG Wei, CAO Xuewei, GAO Xiaowei. Technology Forecasting and Foresight: Concepts, Methods, and Practices [J]. *Global Science, Technology and Economy Outlook*, 2017, 32(3):46-53.
- [8] 국가과학기술위원회. 제3회 과학기술 예측조사 수정. 보완 [EB/OL]. [2017-07-20]. [www.korea.kr/common/download.do?tblKey=EDN&fileId=184763](http://www.korea.kr/common/download.do?tblKey=EDN&fileId=184763). Korea Institute of S&T Evaluation and Planning. The 3<sup>th</sup> Science and Technology Foresight Revisions [EB/OL]. [2017-07-20]. [www.korea.kr/common/download.do?tblKey=EDN&fileId=184763](http://www.korea.kr/common/download.do?tblKey=EDN&fileId=184763).
- [9] 국가과학기술위원회. 제4회 과학기술 예측조사 [EB/OL]. [2017-07-20]. [http://www.nl.go.kr/nl/search/bookdetail/online.jsp?contents\\_id=CNTS-00066772887](http://www.nl.go.kr/nl/search/bookdetail/online.jsp?contents_id=CNTS-00066772887). Korea Institute of S&T Evaluation and Planning. The 4<sup>th</sup> Science and Technology Foresight 2012-2035 [EB/OL]. [2017-07-20]. [http://www.nl.go.kr/nl/search/bookdetail/online.jsp?contents\\_id=CNTS-00066772887](http://www.nl.go.kr/nl/search/bookdetail/online.jsp?contents_id=CNTS-00066772887).
- [10] 전정환, 권성훈. 한국의 미래 사회 전망과 과학 기술 예측: 제4회 과학기술 예측조사 (2012—2035) [J]. *IE interface*, 2012, 19(3):14-21. JEON Junghwan, KWON Sunghoon. Prospect of Korea's Future Society and Technology: The 4<sup>th</sup> Science and Technology Foresight (2012-2035) [J]. *IE interface*, 2012, 19(3):14-21.
- [11] 국가과학기술위원회. 제5회 과학기술 예측조사 2016-2040 [EB/OL]. [2017-07-20]. [http://www.kistep.re.kr/getFileDown.jsp?fileIdx=7868&contentIdx=11277&tblIdx=BRD\\_BOARD](http://www.kistep.re.kr/getFileDown.jsp?fileIdx=7868&contentIdx=11277&tblIdx=BRD_BOARD). Korea Institute of S&T Evaluation and Planning. The 5<sup>th</sup> Science and Technology Foresight 2016—2040 [EB/OL]. [2017-07-20]. [http://www.kistep.re.kr/getFileDown.jsp?fileIdx=7868&contentIdx=11277&tblIdx=BRD\\_BOARD](http://www.kistep.re.kr/getFileDown.jsp?fileIdx=7868&contentIdx=11277&tblIdx=BRD_BOARD).
- [12] SCHWAB K. Deep Shift: Technology Tipping Points and Societal Impact. [EB/OL]. [2017-07-20]. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GAC15\\_Technological\\_Tipping\\_Points\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf).
- [13] 陈磊. 第五次国家技术预测报告公布 [EB/OL]. [2017-07-20]. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2016/8/352752.shtm>. CHEN Lei. 5<sup>th</sup> National Technology Forecast Report [EB/OL]. [2017-07-20]. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2016/8/352752.shtm>.
- [14] 左晓利, 许晔. 中日技术预测的比较研究 [J]. *中国科技论坛*, 2014(10):149-153. ZUO Xiaoli, Xu Ye. Study on Comparison of Technology Foresight between China and Japan [J]. *Forum on Science and Technology in China*, 2014(10):149-153.
- [15] 미래 창조 과학부. 기술이 세상을 바꾸는 순간 [EB/OL]. [2017-09-20]. <http://www.msip.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw46&artId=1336873>. Ministry of Science and ICT. When Technology Changes the World [EB/OL]. [2017-09-20]. <http://www.msip.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=mssw46&artId=1336873>.