

技术未来分析探索

首届中国技术未来分析论坛论文集

黄鲁成◎主 编

王延伟◎副主编



清华大学出版社

技术未来分析探索

首届中国技术未来分析论坛论文集

黄鲁成◎主 编

王延伟◎副主编

国家自然科学基金重点项目(70639002)资助

北京市属高等学校人才强教计划项目(PHR-IHLB)资助

北京市教育委员会科技创新平台资助

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

技术发展对社会经济各个方面产生着重要的影响,把握技术发展的规律,分析可能对社会经济各个方面产生的影响,研究其应对策略,对于当今社会的和谐、稳定、持续发展具有重要意义。

本书开篇阐述了技术未来分析的由来发展及对我国开展技术未来分析的建议;现状分析篇对这一领域主要研究方面的发展现状进行了阐述;专题研究篇中对一些技术未来分析方法的应用进行了阐述。

本书对相关领域学者、研究人员、技术管理和企业管理者、政府机构等有重要的参考价值。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

技术未来分析探索:首届中国技术未来分析论坛论文集/黄鲁成主编. —北京:清华大学出版社, 2010.8

ISBN 978-7-302-23321-3

I. ①技… II. ①黄… III. ①技术发展-分析-学术会议-文集 IV. ①F062.4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 151433 号

责任编辑:高晓蔚

责任校对:王凤芝

责任印制:孟凡玉

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:170×230 印 张:16.75 插 页:1 字 数:322 千字

版 次:2010年8月第1版 印 次:2010年8月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:33.00 元

产品编号:036062-01

目 录

CONTENTS

001 开篇

未来导向技术分析研究现状与思考/002

015 现状分析篇

产品技术成熟度研究综述/016

新技术环境效应评价方法文献综述/024

高校技术转移研究现状与展望/032

新兴技术的负面效应研究：文献综述/042

采用 Web 挖掘法分析技术发展趋势的思考/050

基于专利的技术发展趋势研究综述/059

新技术价值评估研究综述/068

家庭低碳技术采用前因分析：一个概念模型/079

087 专题研究篇

基于技术预见的产业优先发展领域的评价选择/088

研发产业发展动态监测系统研究/099

基于专利的 IPv6 技术商业化潜力研究/106

基于 Web of Knowledge 的 1974—2009 年技术转移文献计量分析/115

USPTO 专利信息采集系统研究/125

公共交易管理信息化、智能化与可视化研究/137

基于共现分析的污水处理系统智能控制技术预测研究/146

我国中小企业的技术创新：优势、障碍与对策/154

我国共性技术研发的组织方式分析/161

基于科技进步的项目技术方案选择/167

基于文献计量法的太阳能电池关键技术的研究/174

基于形态分析和联合分析方法的技术机会评价实证研究/189

汽车环境污染预警机制知识库研究/201

高校服务战略性新兴产业发展的若干建议/215

专利技术的生态学描述/222

基于情景规划的新兴技术企业发展战略选择/233

需求不确定性对供应链技术创新的影响/241

员工的培训开发对企业经营绩效贡献度的评估研究/246

基于系统论的新兴技术未来分析方法及应用/255



264

后 记

开 篇

KAIPIAN



未来导向技术分析研究现状与思考

黄鲁成

(北京工业大学 经济与管理学院 北京 100124)

引言

近年来,技术未来的相关研究(首先是技术未来分析,然后转变为未来导向技术分析)日益为人们所重视。首先,建立于1972年的美国技术评估办公室(OTA),以分析科技政策及其未来影响著称。1995年OTA被撤销。2009年10月30日《华盛顿邮报》发表了诺贝尔物理学奖得主Burton Richter的建议——呼吁恢复美国技术评估办公室。事实上,美国艺术与科学研究院(AAAS)自2007年6月以来,开展了一系列关于是否恢复技术评估办公室的讨论,美国科学家联合会建立了OTA档案馆。其次,一些关于技术未来分析的著作不断面世,其中比较有影响的是,2008年美国科学技术促进协会(American Association for the Advancement of Science)科技政策项目主管A. H. Teich第11次再版《技术与未来》^[1];同年,C. Cagnin等编辑出版了《未来导向技术分析》(Future-Oriented Technology Analysis)^[2]。最后,技术未来分析正在成为国际学术会议的主题。例如自2004年以来欧盟合作研究中心未来技术研究院(IPTS)每两年举办一次技术未来分析研讨会,第4次研讨会将于2011年举行,科技管理领域两个著名国际会议PICMET和IAMOT一直把技术未来分析作为主题之一。

为什么国际科技管理理论界如此关注这一领域的研究?技术未来分析研究的过去、现在的状态是什么?如何把握这一现象的发展并服务于我国的科技理论与实践?本文将对这些问题作初步探讨。

1 未来导向技术分析的由来与发展

1.1 从技术未来分析到未来导向技术分析

未来导向技术分析(FTA)起始于技术未来分析(TFA),而技术未来分析又是从企业界发展到理论界的。

技术未来分析的理论与实践活动,首先来自企业界。1971年,日本建立了

独立的服务于政府和企业的未来技术研究院 (The Institute for Future Technology, IFTECH), 主要提供科学、技术与产业未来发展的咨询服务^[3]。1978 年在美国得克萨斯建立的技术未来公司 (Technology Futures, Inc., TFI), 通过提供高质量的技术管理、战略与技术预测服务, 广泛服务于企业、政府和学术组织。该公司以聚焦未来和技术未来分析为特点, 通过平衡技术、市场和企业的要求, 进而提供如下服务: 识别与评价基于新技术的产品与服务; 确定新技术的市场需求; 研究新技术的接受与采用问题; 技术开发的战略模型; 技术投资的经济价值评估等。TFI 曾为三星、波音等财富 100 强高技术企业提供过服务。^[4] 2005 年联合国工业开发组织的技术预见报告指出, 在过去 20 年中, 许多行业 (能源、汽车、电信) 的大公司都建立了自己的技术预见组织, 并制定了实施计划, 用以分析新技术的远景以及它们对市场和公司战略的影响。^[5]

理论界的相关研究起始于 20 世纪末和 21 世纪初。英国著名的 Teesside 大学设立了技术未来研究院 (Technology Future Institute), 该研究院力求通过运用和开发技术, 努力实现其经济价值, 改善生活质量, 提供一个可持续的未来。它的研究与创新范围主要涉及工艺过程、能源与环境、生命科学与安保领域^[6]。美国佐治亚理工学院技术政策与评估中心 (Technology Policy and Assessment Center, TPAC) 以科技与创新研究为己任, 中心的研究人员关心的主要问题是: 什么样的创新轨道有助于新兴技术的出现? 我们能预测与评估新兴技术吗? 信息技术能为我们创新什么样的公共产品? 什么样的能源政策与技术创新可实现持续发展? 美国将拥有未来技术吗?^[7] 2004 年, 欧盟建立了“欧洲科学技术预见知识共享平台” (European S&T Foresight Knowledge Sharing Platform), 提出要监测预见活动, 支持预见活动中各个主体间的相互学习, 促进 EU 的预见活动创新^[8]。

尽管企业界与研究机构开展了许多有关技术未来的研究, 真正从理论上系统阐述技术未来分析的学者是佐治亚理工学院 Alan L. Poter 教授。他于 2004 年根据未来技术分析方法工作组 (Technology Future Analysis Methods Working Group) 的研究, 发表了《技术未来分析: 面向领域与方法的整合》一文。^[9] 在该文中, 作者将分析技术未来及其效果的许多方法 (诸如技术情报、技术预见、技术预测、技术路线图和技术评估) 集中于一个概念之下 (通常称为“伞”), 即技术未来分析 (technology futures analysis, TFA)。之所以要这样做, 作者认为, 目前这些分析方法在分散情况下, 各自都是比较成熟的, 但这些方法很少进行交流与信息共享, 这些方法在预测技术发展和所产生的效应方面也存在部分重叠。因此, 随着这些方法在许多领域的广泛使用, 就有必要提出基于这些方法的“伞”概念——TFA。TFA 对于现有方法而言, 应具有改进性、协调性和整合性。TFA 应能够将信息资源及新思路应用于复杂系统之中, 并能够对许多潜在

的用户——公司管理者与政府政策制定者，具有实际指导意义，TFA 也应能够促进技术管理并提高科技政策水平。

TFA 代表了对新兴技术特点、发展路径和未来潜在效应的分析过程。TFA 包括公共领域的技术预见与技术评估研究，也包括产业领域技术预测和技术情报分析。

2004 年欧盟合作研究中心未来技术研究院，召开了第一届国际未来导向技术分析研讨会，会议的主题是：未来导向技术分析的新视角、新挑战——新技术预见、预测与评估方法。为开好这个会，会议组织者将“Technology futures analysis: Toward integration of the field and new methods”发给与会者，以引发讨论。在讨论过程中，人们的关注焦点由 TFA 转到 FTA，即由“技术未来分析”转向“未来导向技术分析”。从表面上看，TFA 到 FTA 只是字母顺序的变化，但实际上，这里有着根本不同：TFA 分析的是“技术”自身的变化及效应；FTA 分析的是由“技术”导致的事物未来变化及效应。FTA 包含了 TFA 的内容，但又限于 TFA 的内容。至此，技术未来分析被未来导向技术分析所取代，并形成了新的研究高潮。2005 年《技术预测与社会变革》第 72 卷出版了专集，用以发表本次研讨会的研究成果。

2006 年，欧盟合作研究中心未来技术研究院组织了第二届国际未来导向技术分析研讨会，本次会议有 4 个主题：结果导向环境下 FTA 的应用——方法与思路；FTA 的评价、效应与学习；企业环境下的 FTA；高等教育环境下的 FTA。如果说第一届国际未来导向技术分析研讨会主题是对 FTA 方法的提炼与总结，那么第二届国际未来导向技术分析研讨会的焦点是：FTA 在不同环境条件下的应用——用 FTA 分析不同事物的发展变化及效应。笔者参加了此次会议，并听取了有关学者的报告。在会议上，Michael Rader 依据 FTA 核心关键词 foresight、technology assessment 等，阐述了 FTA 是从选择国家关键技术的技术预见开始为人们所重视的。未来导向技术评估（future-oriented technology assessment）是未来导向技术分析的重要内容，它是由美国技术评估办公室发起的。尽管 1995 年 OTA 被解散了，但在欧洲，特别是在讲德语的国家，技术评估却盛兴其时，“技术评估”在许多国家和地区的议会中得到了重视。欧洲议会已经与技术评估机构签订了框架协议，技术评估机构将为议会中的科学技术方案评估专门委员会提供咨询服务。

2008 年，第三届国际未来导向技术分析研讨会的焦点是 FTA 的政策、决策效应与意义，主要议题包括：FTA 的新方法与新工具；FTA 的政策与决策效应分析；FTA 与研发、技术创新；FTA 与公司治理；FTA 与安全、可持续发展。本次会议的参加人数和论文提交数量增长了 30%。

2011年，将在西班牙塞维利亚举行第四届国际未来导向技术分析研讨会。

与此同时，一些著名国际会议也展开了与技术未来有关的会议：国际技术管理协会（IAMOT）2009年会议就设有3个分会场，分别讨论：技术开发的社会与经济效益问题；技术预见与技术预测问题；技术转移、营销与商业化问题。2009年波特兰国际工程与技术管理会议（PICMET）将新兴技术管理、技术预测与预见、技术评估与评价、技术扩散与转移等作为重要议题。

2007年Alan L. Poter对以FTA为研究内容的论文（以FTA的核心关键词在Web of Science进行检索）进行了统计分析（时间跨度为1996—2006年），得出如下结论：与FTA相关的论文10年间增长了近1倍；发表论文前3名的国家分别是美国、英国和德国，我国名列13；发表相关论文最多的期刊分别是《技术预测与社会变革》（*Technological Forecasting & Social Change*）、《国际技术管理》（*International Journal of Technology Management*）、《未来》（*Futures*）和《研究与技术管理》（*Research-Technology Management*）。

1.2 未来导向技术分析迅速发展的成因

FTA（特别是技术预见与预测、技术评估与评价）之所以受到人们如此广泛的重视，主要原因有以下几方面。

首先，技术与知识在社会发展中的主导作用日益明显，谁能把握技术未来，谁就能把握和塑造未来。《技术预测与社会变革》2009年第76卷在阐述为什么要为2008年第三届国际未来导向技术分析研讨会出版专集时指出，全球技术创新的迅速发展正在成为21世纪前50年的一个重要特征。为了应对此景，人们必须对一些重要的问题作出回答：人们需要掌握哪些重要的新工具？人们需要学习哪些新知识？哪些技术可以改善社会系统机构、提升应对能力，并由此帮助我们去面对2020年、2035年和2050年的全球变化？正是为了回答这些与FTA有关的基本问题，《技术预测与社会变革》才决定出版专集，以期指导人们运用技术预见、技术预测和技术评估等去完善政策与决策，进而把握和塑造未来发展。

其次，社会发展的复杂性与不确定性日益增加，谁能对未来作出“预案”，谁就能在不确定环境中迎接挑战，立于不败之地。以FTA中的情景规划为例，正是荷兰皇家壳牌石油公司在1970年使用了情景规划方法（scenarios），从而成功避免了1973—1979年间能源危机所带来的危害。从此以后，越来越多的公司开始使用情景规划来谋划未来，以避免不确定性可能给公司带来的损失。目前有38%的企业经常使用情景规划方法，56%的企业偶尔使用情景规划方法。Bradfield曾指出，情景规划方法在今天如此广泛地使用，主要是因为该方法可以在

不确定条件下实施危机管理^[12]。以发表 FTA 相关论文而著称的《技术预测与社会变革》在 2009 年的专刊——“技术不确定何时满足社会不确定之需”征文中指出，“技术预测是把握技术不确定性本质及可能产生的社会变化效应的工具”。并提出了与不确定性相关的选题范围，诸如“新兴技术的不确定性原因及影响”、“技术不确定和社会不确定条件下，国家战略和公共政策如何保证生态系统的可持续性”。^[13]

欧盟委员会合作研究中心于 2009 年年末提出了一个研究项目，即“面向未来：欧盟迎接全球挑战的时代”。其中指出的立项背景是，“在政策的制定过程中，越来越重要的问题是，如何在政策中考虑可能出现的变化。能够对新的环境迅速作出反应并适应变化是十分重要的，能够塑造未来并建立一个共同追求的愿景也是十分重要的。”^[14]第三届国际未来导向技术分析研讨会在阐述会议第二主题——FTA 在政策与决策中的应用及效应时，明确指出，“FTA 在企业与公共决策中的作用越来越重要了，这是因为我们所要解决的问题越来越复杂、越来越具有多面性、越来越具有不确定性，人们必须采用与传统不同的思路（能够考虑各种可能未来的思路）去解决问题。”^[15]

2002 年 Becker 调查了 DaimlerChrysler. Ericsson. Aventis. IBM. Philips. Siemens. BASF. Volvo. BT 等 18 家高技术企业，调查显示，这些公司都在进行技术预见活动，其焦点是分析技术趋势、市场趋势。公司之所以要从事这些活动，其中一个重要原因是采取主动措施应对商业环境的不确定性。^[16]

2 未来导向技术分析研究方法

根据 Porter A. L.^[17] 和 Theodore J. Gordon^[18] 的研究成果，可以将 FTA 研究方法整理归纳如表 1。

表 1 FTA 研究方法总结

方法族	方法	方法特性			
		定性	定量	规范	探索
创造性方法族	TRIZ	×	√	√	√
	头脑风暴	√	×	√	√
	NGP	√	×	√	√
	前景讨论	√	×	√	√
环境监测性方法族	技术监测	√	×	×	√
	技术挖掘	√	√	×	√
	环境扫描	√	×	×	√

续表

方法族	方法	方法特性			
		定性	定量	规范	探索
描述性方法族	文献计量	√	√	×	√
	未来指数	√	√	√	√
	多重前景评估	√	×	√	√
	制度分析	√	×	×	√
	利益相关者分析	√	×	√	×
矩阵性方法族	形态分析	√	×	√	√
	交叉影响分析	√	√	×	√
	类推法	√	√	×	√
统计性方法族	风险分析	√	√	√	√
	相关性分析	×	√	×	√
趋势性方法族	增长曲线	×	√	×	√
	领先指标	×	√	×	√
	长波模型	×	√	×	√
调研性方法族	问卷调查	√	√	×	√
	直接访谈	√	×	√	√
	Delphi	√	×	√	√
	焦点小组	√	×	√	√
模型模拟方法族	复杂适应系统	√	×	×	√
	技术扩散与替代	√	×	×	√
	投入产出	√	×	×	√
	混沌模型	√	×	×	√
	代理模型	√	×	×	√
逻辑关系/因果关系方法族	需求分析	√	√	√	×
	未来轮	√	×	√	√
	效应评估	√	×	√	√
	行为分析	√	×	√	√
	生命周期分析	×	√	×	√
路线图方法族	技术与产品路线图	√	√	√	√
	科学地图	√	×	√	×
	回溯法	√	×	√	×
情景分析方法族	情景管理	√	√	√	√
	情景模拟	√	×	√	√
价值/决策/经济方法族	成本效益分析	×	√	×	√
	AHP	×	√	√	×
	DEA	×	√	√	×
	多指标决策	×	√	√	×

在上述方法中，创造性方法族在于扩展我们的思路；环境监测方法族在于把握可用信息；描述性方法族与矩阵性方法族在于有效地对信息进行解释；统计性方法族是采用统计分析的方法；趋势性方法族是预测的基本方法；调研性方法族往往是单独使用的，有时也与其他实证方法组合使用，从而获得更好的结果；模型模拟方法族主要是处理数据；逻辑关系/因果关系方法族主要阐述各相关者关系；路线图方法族在于把握未来进程，进而服务于科技计划；情景分析方法族结合其他要素，可以把握未来；价值/决策/经济方法族可以评估政策或行为方案。

有效使用上述方法，主要取决于经验的积累，取决于方法能否与目标、特定的环境、数据资料和顾客的要求相匹配。例如：创新系统越是受置于迅速变化的环境，多重方法的使用越具有优势；一个好的技术情报分析在迅速识别新技术方面，可能就好于详细的技术预见活动；由于新兴技术越来越建立在科学基础之上，所以我们更需要的是创新性方法和技术监测，而不是趋势分析；根本性创新很少依靠预测方法，相反预测方法在增量创新方面能很好地发挥作用。

3 未来导向技术分析的研究内容

目前，关于FTA的研究内容没有统一的定论，我们通过分析已有论著和3次FTA国际研讨会，可以对技术未来分析研究内容做如下阐述。

一般而言，可以从两个方面考察未来导向技术分析要研究的内容：一方面，FTA作为一种方法论，它的研究内容是什么；另一方面，FTA作为一种方法，它的问题对象是什么，即它可以解决哪些问题。

FTA的问题对象又可以概括为两个方面：一是事物自身发展演化规律，如技术发展演化规律的研究；二是事物发展演化效应分析，如新兴技术的经济效应、环境效应、社会效应、安全效应等。也可以从TFA到FTA去概括“问题对象”：一方面是关于技术发展演化及其效应的分析，即TFA分析；另一方面是技术主导下的事物发展演化及其效应分析，即FTA分析。

3.1 FTA作为方法论的研究内容

方法论可以从构成的角度去阐述，也可以从行为过程角度去阐述。依据前者^[19]，方法论被看做“特定学科领域内所使用方法和原理的体系”、“特定学科领域内所使用方法的综合。”依据后者^[20]，方法论被看做“对特定学科领域内如何使用假设、规则和方法进行的分析”，“对特定学科领域内在使用、可能使用、已经使用方法的系统分析，具体包括：理论、概念和想法的收集；不同思路的比较；对个别具体方法的评述”，方法论“并不是各种方法的简单加总，它涉及各

种方法的逻辑与假设的合理性”。

不论是从构成角度看，还是从分析行为角度看，FTA 都是一个典型的方法论，是应用于与技术有关领域的方法论。

首先，FTA 是方法及使用方法的“综合”，包括“方法”的设计、选择与改进，而不是一个单一具体方法。Mauro Zackiewicz 认为，技术预见（FTA 的重要构成）不是方法，而是一个包含许多不同方法和工具的过程，这一过程是建立在获取大量信息、背景环境、专家观点、社会知识基础上的。技术预见要阐述未来愿景，以便做出现实的决策（能够得到社会广泛理解的决策）。根据不同的目标和环境分析，技术预见需要采用许多不同方法去描述未来愿景，把握发展趋势。^[21]首届国际未来导向技术分析研讨会论文集前言指出，本次研讨会的目的是，通过分析 FTA 的概念发展、方法的改进与选择（如何将实证/推理方法与利益相关者管理过程相结合），进而考量 FTA 的最新发展。第二届国际未来导向技术分析研讨会在阐述会议主题时指出，要更好地研究 FTA 环境、内容与思路之间的关系，以便实现 FTA 行为与所追求目标的一致性。FTA 的系统性和适应性，表明 FTA 是对变化的环境作出的反应，是为迎接挑战提供的思路。^[22]

其次，FTA 有其特定的概念、原理及逻辑。Keenan M. 和 Popper R. 阐述过 FTA 的 6 个基本原理。未来导向原理是指，未来是无法预先确定的，但可以肯定的是，未来将会向不同方向演化，演化的具体方向取决于决策者及相关政策。也就是说，未来可以通过今天的积极努力去塑造，至少在某种程度上是如此。多方参与原理认为，FTA 不是少数专家和学者的事，而是要吸收不同利益相关者参与其中，FTA 的结果应当对于所有相关者都具有意义。知识与信息可靠性原理认为，未来是无法确知的，也无法向自然科学那样对未来进行试验，但知识与信息资料的可信程度，可以增加 FTA 的可信程度及结果的可信度。多学科支撑原理认为，我们今天面临的问题是无法从某一个侧面去理解，也无法依据某一原理去解决的，因此应当突破传统认识论，将许多不同学科领域的知识聚合于 FTA 活动之中，诸如认识论、政治学、经济学、管理学、组织学、社会科学等。协调性原理认为，由于要吸收许多利益相关者参与未来导向技术分析活动，因此必须保证这些人员及相关资源间的协调。实践性原理认为，FTA 不仅是对未来发展的分析，而且积极倡导参与其中的人们去努力塑造未来，因此只有当研究结果能够变为实践时，开展 FTA 的研究才是必要的。^[23]

最后，FTA 解决的问题具有广泛性，可以应用于许多不同的领域（本文后续将专门阐述）。Cristiano Cagnin 为大会作的主题报告中也指出，应当研究 FTA 是否可以阐述全球性问题，以及它能否为全球治理作出贡献。Michael Rader 认为，未来导向技术分析追求多种目标，服务于不同的使用者，阐述与技术相关的

广泛问题，依据许多方法工具。

FTA 作为方法论，需要研究的主要问题是：第一，随着信息资源的海量增长，应当研发先进的数据收集、处理、解释工具，进而提高 FTA 方法的有效性，诸如专利与论文文献分析方法的改进，如何充分利用网络信息资源等。第二，要开发更有效的方法，以便有效汲取、组织、比较与综合人们判断事物的理念和规则，并将其用于改善 FTA 之中。第三，要充分利用现代通信网络技术，提高人们参与 FTA 的广度和效率。第四，特定分析方法的组合应用问题，解决问题与追求目标在不同情况下，方法族内各个分析方法应如何组合？方法族间应如何组合？第五，FTA 有效性评价问题，即何种情况下需要进行 FTA 活动？如何判断 FTA 活动是否达到了预期目标？FTA 活动中，资源付出与目标实现的合理匹配标准是什么？方法的有效性与使用的便利性之间的关系是什么？如何通过对 FTA 的评价，进而鼓励技术创新？如何将 FTA 行为及结果与政策、决策过程相联系，从而提高 FTA 的有效性？除了现有方法外，是否还可以开发一些新方法，以扩展 FTA 的构成？正像 Scott Cunningham 指出的，“变化越来越具有多样性了，因此需要开发一些新的方法，以探索技术的构成”^[24]。第六，如何实现分析过程的智能化与可视化。Porter 在首届国际未来导向技术分析会议上，提出了“敏捷技术情报处理系统”，该系统由 4 个要素组成，即敏捷数据库、分析软件、自动路径和标准决策过程。^[25] Porter 的成果为该领域研究提供了借鉴。

3.2 FTA 的问题对象——技术自身未来发展研究

关于技术自身发展演化规律与效应分析，具体包括哪些内容，理论界并没有一个系统的、一致的看法，我们考虑主要包括以下内容：①技术自身发展演化研究，诸如技术发展方向分析、技术成熟度分析、技术机会研究等；②新（兴）技术商业化潜力研究，诸如新市场判断、市场潜力判断、商业化条件分析等；③新（兴）技术应用领域研究，诸如人们接受新技术（产品）行为分析、新（兴）技术及产品的跨领域转移分析等；④新（兴）技术经济效应、环境效应、社会效应、安全效应分析；⑤在上述 4 项研究成果（方法创新与掌握规律）基础上进行应用研究，诸如科技项目立项与验收评估及相关政策研究、专利评估及商业化对策研究、科技成果评估与推广政策研究等。

3.3 FTA 的问题对象——技术主导下的其他事物未来发展研究

由于在 FTA 方法论这个“伞”概念下具有许多方法（技术预见、技术评估、技术预测、横向扫描、技术路线图、关键技术等），有许多不同的目标和逻辑关系，进行着不同的方法组合设计，因此，FTA 还可以应用于许多技术变化主导

下的事物演化和效应研究。其主要内容包括如下几方面。

公共政策研究（特别是创新政策）是应用 FTA 的重要领域。政策是在不确定环境/各种影响因素、不同见解，以及有限时间和空间制约下确定的^[26]。很多情况下，政策的变化和实施并不是一个线性过程，而是 3 个行为交互的结果：确定问题，提出解决问题方案，落实运动^[27]。而战略情报分析、预测、预见和效应评估恰在这些方面能够保证政策的科学性与系统性。

FTA 在塑造技术满足社会发展需要方面也具有重要作用。根据 SST 理论^[28]，技术并不是自然界的产物，而是“人造产物”，是社会环境不断进化的产物。随着技术的发展，技术的定义及相关各个方面都会发生变化。SST 认为，技术发展并不完全依赖于自身的内在逻辑，还要依据创造技术的条件和使用它的模式。SST 为我们认识科学技术、创新、经济与社会福利之间的关系提供了方法，拓展了政策议程依据。又因为，技术评估不仅关注特定技术或技术领域（技术驱动的评估），也关注与技术相关的问题（问题驱动的评估），而这些问题是超越国家所能控制的复杂技术创新问题，涉及各个方面。因此 FTA 必定是专家、政府与产业界决策者、各种利益相关者的共同行为。^[29]通过 FTA，社会各方面需求将被有效根植于技术发展过程之中。

除政策领域外，在商业领域，有越来越多的企业、产业协会、产业基金运用 FTA 工具（技术路线图、情景规划、调查问卷、愿景分析等）进行环境扫描（发现微弱信号）、制定战略、开发公司愿景、投资组合分析以及辅助供应链管理。有些产业协会使用 FTA 工具为其行业提供未来导向见解，建立行业间的联系。某些公共部门（国家和区域政府）正在使用 FTA 思路促进中小企业进行产业集群发展。

商业领域内的 FTA 包括公司内的 FTA 和服务于公司的 FTA。公司内的 FTA 目标是：确立企业和社会中的地位；促进组织变化；培育促进创新。K. Cuhls 和 R. Johnston 认为公司内的 FTA 活动主要包括：制定战略计划、市场营销、组织设计、技术创新预见（技术创新预见不仅涉及技术，也涉及技术的应用——形成新产品及潜在市场的把握）。而服务于企业的 FTA 则包括许多行为：依据国家技术预见结果，制定企业战略计划；企业协会使用预见结果，服务于各个行业；各类基金会将相关信息提供给社会或中小企业，进而促进其未来发展。

FTA 被广泛应用的另一个领域是高等教育。大学面临的挑战日益严重：全球化及伴随而来的学生与科学家的流动；新技术对高等教育的影响（如网络教育）；人口变化；全球范围内日益增长的竞争与需求变化；问题导向学科的增长等。因此需要探索未来趋势及驱动力，建立具有战略眼光的愿景。而 FTA 在这方面具有显著特长。

4 我国开展未来导向技术分析的思考

对比未来导向技术未来“伞”概念包括的内容看,我国在该领域的研究十分薄弱:①FTA 论文发表数量居美国、英国、德国、我国台湾地区、加拿大、瑞士、日本、法国、澳大利亚、瑞典之后^[30],这与我国研发经费迅速增长、学术论文显著增长的现实是不匹配的,是无法满足科技活动需要的。②从政府主导 FTA 的实践活动看,主要是做了些技术预见和技术路线图工作:2002 年,国家科技部启动了国家高新技术领域技术预测与关键技术选择研究,并出版了多部技术预见报告。2001 年北京和上海启动了技术预见活动。2003 年中国科学院启动了“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。出版的《中国未来 20 年技术预见研究》和《中国未来 20 年技术预见(续)》分析了 8 个领域至 2020 年最重要的技术课题,并对未来我国经济社会的发展情景、技术需求进行了描述和分析。2007 年,中国科学院组织开展了针对我国 18 个重要领域至 2050 年的科技发展路线图战略研究,厘清了至 2050 年我国现代化建设对重要科技领域的战略需求,提出了若干核心科学问题与关键技术问题,从我国国情出发设计了相应的科技发展路线图。但这并不是经常性工作,更没有把 FTA 作为方法论来指导科技管理工作。③企业层面的 FTA 活动更是非常少,还未见到专门从事技术未来分析服务的企业,也未见到相关研究报告。④国外在“伞”概念下开展学术或实践活动情况下,我国还基本处于分散研究阶段(如分别组织技术预见研讨会和技术评估研讨会),这不利于信息共享,不利于提高研究效率和成果质量。⑤相关研究的学术平台基本处于空白(除笔者于 2009 年在本单位组织了 3 次内部研讨会,并于 2010 年 1 月 18 日组织了“中国首届技术未来分析论坛”,来自全国的 200 多名学者、研究生、政府部门管理者、企业管理者参加了会议),国内还没有大规模的相关学术会议,也没有建设促进 FTA 研究的网站。

鉴于此,我们提出如下建议。第一,深刻认识开展 FTA 研究的重要意义。一方面,我国科技发展的有利条件日益明显:科教兴国成为我国发展的基本战略,技术创新活动在我国深入开展,我国研发经费投入明显增加,战略性新兴产业日益成为人们关注的焦点。但另一方面,我国科技经济社会发展也面临着巨大挑战:风险性、不确定性日益增长;提高科技经费使用效率、促进科技面向可持续发展问题还未根本解决;经济快速发展情况下,科技国际竞争力如何快速提高,仍然是待解决的难题。FTA 的方法论特点及研究内容决定了,开展 FTA 研究,对于充分利用有利条件、迎接挑战,具有重要的指导意义。第二,确立开展