

从追赶到前沿

技术创新与产业升级之路

张永伟◎著



中信出版社·CHINACITICPRESS

从追赶到前沿

技术创新与产业升级之路

张永伟◎著

中信出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

从追赶到前沿 / 张永伟著 —北京: 中信出版社, 2011 11

ISBN 978-7-5086-3044-1

I 从… II ①张… III 技术革新-经济政策-研究-中国 IV F124.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 193502 号

从追赶到前沿

CONG ZHUIGAN DAO QIANYAN

著 者: 张永伟

策划推广: 中信出版社 (China CITIC Press)

出版发行: 中信出版集团股份有限公司 (北京市朝阳区惠新东街甲 4 号富盛大厦 2 座 邮编 100029)

(CITIC Publishing Group)

承印者: 北京诚信伟业印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 10.5 字 数: 176 千字

版 次: 2011 年 11 月第 1 版

印 次: 2011 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5086-3044-1/F · 2464

定 价: 25.00 元

版权所有 · 侵权必究

凡购本社图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由发行公司负责退换。

网 站: <http://www.publish.citic.com>

服务热线: 010-84849555

投稿邮箱: author@citicpub.com

服务传真: 010-84849000

序一

建设创新型国家战略提出后，技术创新受到全社会空前关注，创新环境进一步改善，创新活动日益活跃，创新成果陆续涌现。创新开始成为一些地方产业升级、转变发展方式的“抓手”。

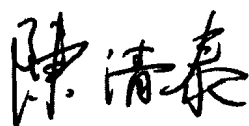
但是，从深层次看，对于目前我国是否到了由技术跟踪转向在开放条件下自主创新，进而挑战技术前沿的发展阶段？还有不少争论。对发展阶段的判断直接影响企业战略和国家政策。作者在广泛调研基础上确认，全球技术变革为我国实现前沿创新提供了机会，尽管不少产业仍需跟踪式追赶，但在一些重要技术领域已经进入或接近产业竞争的前沿。在这些领域我们不应该再做追随者，要敢于和善于在创新的前沿与强者竞争。

在接近技术前沿时，技术上就逐渐失去了模仿的目标，跟踪也就失去了意义。此时，关键的是要有足够的勇气、信心和决心抓住机遇实现跨越，由技术的跟踪者，转向“自跑者”，进而参与产业前沿的竞争。跨越一旦成功，将是一次自我解放，改变全局。本书通过国内外案例分析了从追赶到前沿两种技术战略，两种结果；分析了我国经历长达30年技术追赶后，情况已经发生的变化；描述了在跟踪与跨越转折过程中的纠结。

由跟踪能不能进入前沿竞争，主要的障碍不是外部的干扰，而是内部的因素。即技术能力、政治意识和制度环境。技术跟踪与自主创新所需要的环

境条件是不同的，有时甚至是相悖的。这里涉及政治意识、体制转变、政策目标、政策设计、资源配置、政府管理方式等系统性的变革。改善制度环境是当务之急。如果环境条件转变过于迟缓，创新活动将自生自灭，将错过一个个技术跨越的机会。本书剖析了国内外诸多案例，从政治意识、政策思维、科技体制、政府能力、社会能力等方面分析了我国的创新环境条件。

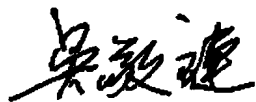
自主创新和产业升级是当前发展方式转型最重要的途径。本书作者列举的很多国内外案例，并结合国情进行了深度分析，阅读此书对理解我国技术创新的形势、问题，对研究创新政策具有启发意义。



2011 年 11 月

序二

本书是一本立足于当前中国，对不同国家和企业从技术追赶者向技术领跑者转变的经验进行比较分析的著作。30年来，作为追赶者的中国企业技术水平有了普遍的提高。在一些领域内，中国企业还进入了技术领跑者的群体。然而，它们能否保持目前的地位，乃至成为所在产业的领袖，还存在很大的不确定性，因为如果没有自主创新，一个企业应用的技术愈是接近国际先进水平，以引进国外先进技术为主的赶超战略就愈是失去了有效性。而开展自主创新却要求从思想理念、发展战略到机制体制的全面革新。这无论对于企业还是对于政府都是一场艰难的转换。在这种情况下，我国产业界和政府机构的一项当务之急，就是认真研究自己和别人的既有经验，以便存利去弊，成功地实现从追赶者到领跑者之间的角色转换。在这方面，关心我国产业提升的读者都能从本书讲述的事实和所做的分析中汲取教益。



2011年11月

导 言

行之有效的技术与产业战略是发展中国家在发展初期实现现代化的基础。我国自真正投入到现代意义上的大规模工业化进程以来，就一直是工业国家中的后进者和追赶者；在过去 30 多年中，中国则执行了更为明确的技术追赶战略，即引进或模仿开发国外已有的先进技术，或在国外已有的技术框架下做自主应用的开发。技术目标大体既定的前提下，用相对更短的时间实现技术追赶。在这种国家技术产业战略的指导下，我国已经形成了以产业和技术追赶为主要目标的战略思维、政策体系、组织能力和技术理念。但经过 30 年的追赶之后，情况发生了重大变化，中国在一部分产业技术领域已经开始处于或接近创新前沿并与国际对手展开前沿竞争。华为总裁任正非的话最直观地说出了这种新变化。他说：“我们已经走到了通信业的前沿，要决定下一步如何走，是十分艰难的问题。我们以前靠着西方公司领路，现在我们也要参与领路了。”中国自身的创新条件也发生了根本性变化，全球技术变革也为我们实现前沿创新提供了千载难逢的机遇，因此，中国不应该再只做追随者，我们要敢于和善于在创新前沿与强者竞争。

中国在一些重要的技术产业领域已接近或处在全球创新前沿。这是我们

适时进行技术产业战略调整的基本依据。^① 总体上看，我国与发达国家的技术差距还较大，技术产业追赶的任务仍然很重。但正在出现的新变化是，中国企业近年来在芯片设计、通信系统集成、发电设备、基因技术、新型材料、高速铁路、生物燃料、动力电池技术、互联网产业等领域，我们出现了一些全球领先的技术或企业，开始进入创新前沿，而且这种态势正在加速扩展。这意味着我们在继续通过追赶实现全面的技术进步和产业发展的同时，也必须重视到这个新的变化，在科学技术战略和产业发展战略上做些调整。我们将在正文中举出很多这样的“证明”，此处仅举两例：在芯片设计领域，中国在通信芯片和计算机芯片两大核心领域都取得了重大突破，中国的展讯公司已开发出全球首款 40 纳米技术的低功耗商业 3G 多模通信芯片，这种芯片与国内外其他大公司正在研制的 65 纳米技术芯片相比，集成度提高了 50%，芯片处理速度提高 20%，功耗下降 30%，这种芯片在中国也率先实现了商业化，这是一种业已被产业化证明的而不单是“专家论证”的技术突破；在计算机芯片领域，中国的新岸线公司最新设计的芯片同时做到了高性能与低功耗，两类指标均处于全球前列，这款芯片在性能上与国际领先公司的最新产品基本相当，在功耗指标上明显领先于国外大型公司。再如在生物燃料领域，目前全球除燃料乙醇和生物柴油等第一代生物燃料发展迅速外，用纤维素等非粮原料生产生物乙醇、用谷物和非粮原料生产生物丁醇等第二代生物燃料的技术取得较大进展。在这方面，传统化工企业美国杜邦公司与英国石油公司 BP 在联合研究开发生物丁醇 7 年之后提出，在 2010 年底建成生物丁醇演

① 当然这也是一个非常有争议的结论。人们可以从很多方面来否定这个结论：现阶段我们的科研与技术能力整体上还很落后，我们也不具备实施前沿创新和领跑战略的国家组织能力，更缺乏这方面的经验，这决定了我们的主要战略仍是追赶和跟踪；一些局部技术领域的突破不能反映现实总体特征，更不能代表未来，我们不能犯技术冒进错误，也不能陷入“技术政策中心主义”；过早地提出前沿创新和领跑战略会引起国际社会太多关注，助长“中国威胁论”，会招致发达国家更多的技术、贸易甚至政治上的抵制和打压；欧美等国对中国在一些新兴技术领域取得的突破之所以过度渲染与追捧，是一种“阴谋”，意在让中国承担更多的新兴技术研发风险和商业成本，是典型的“捧杀”战略。

示装置，到2013年正式商业化运行。相比之下，我国的上海凯赛公司已经于2009年开始大规模生产和销售生物丁醇，这标志着我国制造生物丁醇的技术和生产工艺居于世界先进水平，在产业化上也走在全球前列。

技术变革为我们实现技术主导和前沿创新提供了可能，我国已有利用技术变革实现技术主导和前沿创新的经验。技术变轨和新技术出现是技术变革的两种高级形态，在已有技术领域，后发国家如果继续沿着他国的技术主导路线去跟，追得会很艰苦，只能是在别人后面疲于奔命，而且由于技术主导权掌握在别人手里，每当你快要追上时，人家稍微或提前进行技术调整，追赶者往往又会再次被甩在后面。而另一方面，当技术轨道变革时，追赶者就有了弯道超车的机会。从追赶到前沿领跑，关键就是抓住技术变轨的机会，形成新的技术轨道，并在新的主导技术形成之前抢先成为新技术主导者。中国在很多领域有形成主导技术轨道的机会，也有成功探索。如在汽车领域，在传统燃油技术路线上，中国要超越发达国家确实非常困难，但电动技术是汽车动力技术继发动机技术后的第二次革命，而且与内燃机驱动的技术轨道有根本性不同，这给汽车产业带来了重建技术主导地位的机遇。我国在电动汽车发展上所走的路线就是利用汽车动力技术变轨争取实现技术主导的路线，这种做法目前已取得初步成效。再如在芯片领域，一直以来的主导技术路线是英特尔公司的X86架构，很长一段时间以来，包括中国企业在内的全球多家公司都试图在别人已有的技术轨道内赶超英特尔，都没有成功。近几年以英国ARM公司为首的一批新兴公司力推一种与X86架构完全不同的芯片设计路线，并且在移动通信领域取得了成功。“非X86”技术架构的出现为追赶者在芯片领域赶超英特尔提供了可能。中国的新岸线公司是全球最早与ARM公司合作的企业之一，在“非X86”架构的基础上研发出了能应用于计算机领域的高端通用芯片，并在这个领域走在了跨国公司前面。

中国具备实施前沿创新战略的重要条件。看一个国家能否实现前沿创新，除了其所处阶段带来的机会，还要看是否有条件。在从技术吸引国转为技术

创新国的转轨过程中，市场资源、自有的产业技术基础特别是基于本国企业而形成的技术开发平台、研发资源等是实现转轨成功的必要条件。^① 我国每年数量庞大的大学毕业生、多年培养出的大批科学家、工程师所形成的低成本的研发优势，有强大战略纵深能支撑多个产业规模化发展和满足多种需求的市场条件，完备的工业体系及质量迅速提高的制造业基础，全球化知识和人才的便捷流动，充裕的投资资源等，这些都为我们参与前沿创新、领导产业发展提供了可能。以高铁发展为例，中国在高铁技术上之所以能让国外大公司向中国企业转让核心技术，一个重要原因是中国有巨大的市场优势，对德法日等国的公司来讲，中国市场是目前全球唯一的规模化增量市场，除了中国市场它们甚至在其他地方都很难找到进行新技术验证的机会。在国外公司被迫转让核心技术后，我们之所以没有重蹈汽车产业过去那种重引进而难以自主创新的“桑塔纳”路线，而是很快能实现消化吸收再创新，一个重要原因是我国的铁路产业制造和设计研发体系比较完备，特别是我们拥有自己的技术开发平台，这也是我们能集成创新、反超再领先的基础前提。

如何进行前沿创新和技术领先对我国是一个重大挑战。进行前沿创新和技术领跑对我国来讲还是新事物，从政治、理念、体制、能力、发展环境等方面我们都还缺乏准备。首先是政治决心和国家意志，当我们出现技术突破、并有可能在若干领域能主导新的技术轨道时，我们能否在政治上建立前沿创新和技术领跑的决心和国家意志，这是我们在国家层面实现前沿创新的基本前提。如果我们在对影响技术发展的政治决策方面不敢领先、甘当落后，技术上的领先很可能再次拱手让人，一些难得实现领先的公司甚至会被过早掐死，很多时候也就总会出现“还没做就认为自己不行”的决策情境。特别是

^① Jeffrey D. Sachs 把世界各国分成三个层次，技术创新速度很快的国家、技术引进吸收速度很快的国家、缺乏科学技术进步的国家。一个国家如果能利用好转轨资源，就可以较好地实现从技术引进吸收转为创新领先。而在缺乏许多资源的那些国家，往往既不能吸引外资发展高科技领域，也无法有效地利用国外技术来提升本国的技术能力。

在一些影响国家利益的重大技术标准选择、在帮助本国企业努力把初期领先的技术变成主导的产业技术轨道的时候，政治决心是最为关键的。其次是我们的体制。按照科尔奈的分析，传统的计划经济体制之所以不能创造出重大的、革命性的新产品，并且在其他领域的技术进步也很缓慢，并非只因为政策上出了差错，还囿于其本身根深蒂固的体制特性。体制问题不解决，在政策上无论如何弥补也是无济于事的。科尔奈对比了资本主义体制与传统社会主义计划体制在创新体制上的区别，他认为资本主义之所以能保持创新领先，其五方面的体制特性是关键，包括分散化的首创精神、巨额的创新回报与激励、充分的竞争、鼓励尝试和允许失败、灵活的融资方式，相反的是，传统的社会主义计划经济体制的内在特性则抑制了创新，也主要体现在五个方面，包括中央集权、官僚指令与许可，创新的零回报或少量回报，对尝试的严格限制，竞争缺乏，投资分配僵化与融资难题。我们应该承认，科尔奈所分析的问题在我们国家已有大幅改进但很多问题至今也仍然存在。我们在调研国内已经在全球处于前沿和领先地位的公司的发展需求时发现，这些公司其实并不十分需要资金支持或国家再给它们开出一系列特别的政策支持清单，它们最需要的是基于国家社会能力改进而带来的鼓励和支持创新的环境。所以，从体制角度讲，要实现前沿创新和技术领先，重要的是用体制改革来释放和重构那种激发创新的环境。在政策思维上，我们从上到下已经养成了跟随追赶的思维，形成了难以改变的技术跟随惯性，人们更习惯于瞄准国外目标去追，习惯于先等国外实现了技术突破和产业化后我们再跟，习惯了用国外的标准来评价国内技术，而一旦我们自己成了最前沿却不敢相信也不知如何去评价。另外，在工业化追赶阶段我们形成的政策体系和组织能力对前沿领跑来讲也难以起作用，且有很大的局限性。在追赶时，政策设计容易些，但到了创新和领跑时，我们原来的政策优势反而成了劣势，而要按照创新的要求把政府的治理模式和政策能力扭转过来又相当困难。在发展环境上，包括科技体制、教育、文化等方面都与前沿创新型的战略严重冲突，如果要想实现前

沿领跑，我们的科研体制、教育体制、人才体制等都必须进行大的改变，如果还是由政府部门来选定全国性的科研方向、如果我们不能在基础研究领域实现大的改观、如果大学仍然培养不出领军级的大师和创业型人才，要实现前沿创新是不可能的。

前沿创新需要制度建设的协调演进。我们要实现两个转变，一是国家的技术产业战略要由跟随追赶转向前沿创新与领跑；二是要由围绕追赶而形成的体制机制与政策环境转为支持前沿创新与领跑战略的体制机制与政策环境。当然战略的转变是一个长期过程，在较长的时间内中国的技术产业战略和政策设计上应多手准备，多重组合，多轨运行。但对技术领先或新兴的领域要尽可能建立和巩固整体的技术与产业优势，确立前沿创新与领跑的战略目标；对技术落后的领域则要善于向国外学习，加快追赶速度和创新强度。相应的体制与政策调整也是一个渐进的过程，但现在到了着手调整的时候了。要抓住这个难得的机会下决心调整我们的技术产业战略，下决心改革相应的体制机制。我们可以先在若干新兴领域来推动前沿领跑型战略的实施，要为这些领域的创新战略实施创造一种新的体制和政策环境。今后随着创新突破的进一步扩大，新体制政策的效果进一步显现和增强，实施前沿创新战略的领域会越来越多，甚至包括更多的传统产业领域，创新的体制政策空间也会越来越大，与前沿创新战略转型相适应的体制、政策和环境的根本性转变就会逐渐完成。

目 录

序一 / V

序二 / VII

导言 / IX

第一章 两种技术产业战略 / 1

第二章 从追赶者到创新者和领跑者 / 17

第三章 前沿创新与政治意志 / 56

第四章 前沿创新与政策思维 / 66

第五章 前沿创新与科技体制 / 78

第六章 前沿创新与政府能力 / 94

第七章 前沿创新与社会能力 / 105

附录 部分新技术产业在中国的发展 / 111

专题报告一 中国的基因技术产业 / 111

专题报告二 中国的生物工业技术产业 / 120

专题报告三 中国的光伏技术产业 / 130

专题报告四 中国电动汽车技术产业 / 139

第一章 两种技术产业战略

发展阶段决定创新战略。从追赶战略到前沿创新战略之间并没有明确的边界，甚至有很多的战略交叉，追赶中包含着领先，领先中也有追赶的延续。二者的实质性区别在于一个国家应该如何根据其发展阶段和条件的变化及时调整其技术与产业战略导向，进而调整与这种战略相适应的体制与政策。这两种战略的特征不同，适用条件不同，考验决策者的关键之处是能否及早感触到和发现局部或整体发展条件的早期变化，并有决心和有能力调整甚至甩开过去的技术产业发展转轨或政策思维。

一、追赶型技术产业战略

1. 定义与特征

所谓追赶型技术产业战略，通常指技术水平相对落后的国家^①在特定时期内，以赶超先进国家为目标，沿着先进国家的技术产业发展路线，通过一定的战略举措，并配以相应的政策，努力缩小与发达国家之间在技术产业水

^① 先进国家在一些领域也会有追赶战略，但一般不是该国全面性的战略和政策。

平上的差距。在追赶的过程中，由于发达国家拥有成熟的技术，因而后进国家的企业通常采用引进技术的方式来吸收发达国家的技术成果，在这个过程中本土企业也会有创新，但重点主要在于工艺创新和组织创新，基础性的、突破性的创新相对较少。在追赶中，从战略制定到组织实施，政府都发挥着极为重要的作用。

追赶型战略有以下突出特征：

（1）通常是后发国家在特定时期实现经济社会快速发展的优先战略。当一个国家的技术、生产率和国民收入水平处于明显落后地位时，政府通过全面推行追赶战略，有利于尽快弥补与发达国家之间的技术差距。

（2）采用追赶战略的风险相对较小。这是因为，追赶战略的重点在于后进者通过学习、模仿、观察、引进，以较低的代价掌握发达国家通过探索而获得的已经较为成熟、经过了市场检验的知识、技术和商业模式，并渐进地发展这种成熟的技术，持续地改进生产过程，再以较高的性能或较低的价格取得竞争上的优势。由于技术已经被发达国家的市场证明是切实可行的，公众认知程度也较高，只要在技术引进的过程中注重本土化的改造，那么风险就能够控制在较低的程度。

（3）追赶战略一般而言有明确的目标，即瞄准发达国家业已形成的主导技术和商业模式。在这种明确的目标下，政府可以有的放矢地推动企业技术发展的方向，主导追赶的过程，从而沿着发达国家已经走过的道路赶上世界先进水平。

（4）追赶战略一般适用于进入壁垒较低的产业技术。在创新理论中，技术壁垒是由技术进步的进入成本决定的。进入成本一般由固定成本、知识成本和环境成本组成，其中知识成本是最关键的部分。在技术进步中，除了有可编码的“技术知识”以外，还有一类以经验为特征的知识，即“技能知识”，它主要由工艺制造、质量控制、市场营销等过程中的经验积累而来，是一种隐含的知识，其中也包括只能意会、不可言传的诀窍。如果一个产业

中的核心技术以这种隐性的技能知识为主，那么外部对先进知识的获取就较为困难，从而技术追赶也较为困难。

2. 追赶成功案例

第二次世界大战（以下简称二战）以后，东亚的日本、韩国、新加坡、中国台湾等国家和地区在经济和技术上取得了快速的发展，其追赶的过程和机制也一直是相关研究的重点。

日本半导体产业的追赶。二战后至 80 年代这段时期，日本半导体产业曾通过对外来技术的引进、消化和再创新，走过了一段成功的赶超历程。美国是世界半导体工业的发源地，其半导体产业以科技为先导，具有雄厚的产业基础。在 20 世纪 80 年代之前，美国一直保持世界半导体产业领先者位置，牢牢占据世界半导体市场 80% 以上的份额。日本的半导体产业则起步较晚。1963 年，日本电气公司（NEC）自美国 Fairchild 公司取得了平面技术 planar technology 的授权，日本政府要求 NEC 公司将取得的技术和国内其他厂商分享。此项技术引进后，日本的 NEC、三菱、京都电器等公司都陆续进入了半导体产业，日本半导体业的发展由此开始。

在追赶过程中，日本政府发挥着重要的作用。20 世纪 50 年代，日本通产省获悉美国公司在集成电路技术方面大大领先，就将美国作为引进和追赶的对象。1964 年，通产省特别瞄准了微电子学建立了促进机构、数据中心和研究所，并对已经批准的项目给予直接资助和低息贷款。通产省还在已经建立的公司之间作出一系列的合并和协议，以便使它们可以集中资源，进行“追赶”美国的斗争。从 20 世纪 50 年代起，通产省相继出台了許多法案来促进产业的发展，包括《电子工业振兴临时措施法》、《特定电子工业及特定机械工业振兴临时措施法》、《特定机械情报产业振兴临时措施法》等等。这些法规明确了通产省作为主管经济的政府部门，应该为促进包括半导体在内的电子工业的发展制订具体的发展计划。在后来制订的发展计划中，日本超大

规模集成电路计划（VLSI）的实施发挥了巨大的作用。

1975 年，日本为了追赶西方的超大规模集成电路生产技术，组织了一次著名的官产学研相结合的超大规模集成电路技术创新行动，由来自日本电气、日立、富士通、三菱电机和东芝五家大公司和官办的电子综合研究所的 100 名研究人员共同组成了研究所。项目共耗资超过 7 000 亿日元，由政府 and 产业界共同出资，而政府还为厂商提供无息贷款，直到技术被开发、商业化、获得利润为止。该计划取得了丰硕的成果，使得两三年间日本公司在世界市场上的占有率迅速攀升，直至 80 年代中期后开始取代美国成为了领先者。该计划中值得借鉴的有三点。第一，从计划的实施起所买进的技术就是当时最先进的，并充分利用了逆向工程的方法吸收先进技术。因而，日本在半导体设备开发的起步阶段就比其他竞争国家的水准高，免去了从头摸索的阶段。第二，该计划所产生的知识产权虽然归于政府，但参与厂商可以和 VLSI 技术研究联盟签订权利分享的授权合约。由于技术是在大家平等的条件下共同开发的，因而此权利自然而然就为所有厂商所分享。第三，该计划中政府不仅主导、推动了技术的发展，而且还以需求拉动的方式予以支持，保证日本电话公司等主要芯片购买者优先照顾日本芯片。

韩国液晶产业的追赶。液晶产业的起步源自于美国，在日本得到了兴盛。相比之下，韩国则在起步上落后于日本，初期的发展也较慢。韩国开始发展该产业是在 20 世纪 70 年代末，由 Orion 公司生产通用的 TN-LCD 拉开序幕。1984 年，三星集团率先投入更具附加值的 STN-LCD 的研发，到 20 世纪 80 年代末期和 20 世纪 90 年代初期，现代、大宇等集团也先后投入 TFT-LCD 的开发中。为开发相应的技术，三星电子与 LG 电子私下支付大笔费用给日本工程师以学习相关的技术，因而换来了韩国大幅引进 TFT-LCD 产业的机会。在经过十几年的技术发展和生产经验积累后，韩国的液晶产业进入了 1995 年以后的对大尺寸、利润较高的 LCD-TFT 的大规模投资，并很快超过了日本，取得了领先地位。纵观整个韩国液晶产业的发展过程，最突出