

基于非对称竞争的“卡脖子”产品 技术突围与国产替代

——以集成电路产业为例

刘建丽 李先军

[摘要] 集成电路是数字经济时代典型的“卡脖子”产品。在面临外部遏制的背景下，集成电路关键核心技术突破面临先行者底层技术生态壁垒和供应链脱钩威胁，当前自主产业生态系统中存在诸多断点卡点，国产替代缺乏有效统筹。因此，需立足于完善的产业体系、海量的应用场景、坚实的人才基础以及新型举国体制的制度优势，通过非对称竞争这一底层思维逻辑实现集成电路制造技术突围和国产替代。为此，需进一步强化顶层设计、发挥新型举国体制优势以强化“卡脖子”产品国产替代的制度保障，加强基础研究以夯实国产替代的技术根基，落实人才战略以增强国产替代发展源动力，深化开放合作以打造开放型国产替代生态，加大逆周期投资以培育非对称竞争领导者，紧抓需求窗口以“划时代产品”牵引国产替代。

[关键词] “卡脖子”产品；技术赶超；国产替代；非对称竞争；集成电路

一、引言

在国际局势急剧变化，技术发展面临外部遏制、封锁和极限施压的严峻背景下，安全成为维系经济持续发展的关键变量，突破重点产业、重要产品、关键物资的“卡脖子”困境成为国家竞争和可持续发展的必然选择。从国家赶超发展的历史来看，先发者往往利用其技术、市场、规则等优势形成对先进产品的有效控制力，借此对后发者形成“卡脖子”态势，例如第一次工业革命期间英国对美国封锁其纺织技术^①，20世纪七八十年代美国对日本半导体领域技术封锁并强迫其签订“广场协议”。而作为后发者，选择有效的策略破解“卡脖子”困境以实现技术突围和国产替代是实现自身赶超发展的必然选择。由于先发者生态位优势，后发赶超者通过跟进式创新突破“卡脖子”困境并形成战略均势的对称竞争路径往往被阻断。作为数字经济时代的战略性产品，集成电路已然成为各国科技角力的一大战略要地。近年来，美国从定点打击中兴、

作者：刘建丽，中国社会科学院工业经济研究所研究员，博士生导师，ljlcase@126.com；李先军（通讯作者），中国社会科学院工业经济研究所副研究员，lixianjuncase@foxmail.com。

* 本文受国家自然科学基金重大项目“智能制造关键核心技术国产替代战略与政策研究”（21&ZD132）、“数字经济推动新兴产业创新的制度逻辑与系统构建研究”（22&ZD099）和中国科学院登峰战略企业管理优势学科建设项目的资助。感谢《中国人民大学学报》“化解‘卡脖子’难题，促进产业链创新升级”案例研究专题研讨会评审专家的建设性修改意见，文责自负。

^① 秉泽：《技术暗战：英国的技术封锁是如何失败的》，载《保密工作》，2020（8）。

华为等重点企业，到不断增加“实体清单”，再到出台直接遏制我国集成电路产业的国家法案，美国对我国集成电路产品、技术和人才的全方位封锁和高强度遏制，凸显了集成电路产业对我国国家竞争力的关键作用。同时，集成电路产业作为数字经济的支柱，其全产业链自主可控是我国实现科技自立自强的基础保障。^①为此，为保障我国在数字经济时代的安全发展，着眼于构建和发挥非对称竞争优势突破“卡脖子”困境，以实现外部遏制情境下的国产替代，具有极为重要的现实意义。

本文从非对称竞争视角出发，提出了国家竞争视角下技术赶超的非对称竞争策略，并提炼总结了不同技术追赶位势下国产替代战略的理论分析框架，进而以集成电路为例剖析了“卡脖子”产品的典型特征。在此基础上，结合我国集成电路产品被“卡脖子”的现实和国产替代情境，分析我国集成电路破解“卡脖子”困境的非对称竞争优势及其突围方向，最后提出破解集成电路“卡脖子”困境并实现有效国产替代的战略思路。

二、基于非对称竞争的国产替代战略：一个理论分析框架

（一）国家竞争视角下面向技术赶超的非对称竞争

技术赶超是后发者（企业或经济体）追求技术能力提升和竞争力改善的过程或者目标。技术轨道跃迁、技术范式转换^②和产品跳跃升级^③均为实现技术赶超的理想途径。常态情况下，技术赶超表现出技术引进—消化吸收—技术改进进而收敛于技术前沿的过程。^④例如，Hobday提出后发经济体从OEM到ODM再到OBM的后发赶超技术学习模型^⑤；Mathews & Cho在对韩国半导体产业赶超分析中指出，组织学习能力是韩国企业实现技术赶超的根本^⑥。然而，后发赶超路径经常会陷入“追赶陷阱”之中^⑦，这其中的重要原因是后发者自身知识分布不均匀、研发方向及技术升级路线选择高不确定性、知识产权保护不足以及本国人才缺乏等^⑧。事实上，除了后发者自身政策、资源和能力方面的限制外，先发者往往成为阻碍后发者技术赶超的关键力量。一方面，先发者利用其在底层技术上的优势形塑了技术发展的轨道或者范式，导致后发者始终处于追赶但难以超越的现实困境中；另一方面，先发者往往会对追赶者采取非经济打压方式，借以阻碍后发者的技术赶超，甚至会通过限供断供、贸易制裁等方式阻碍后发者的技术进步，这也往往与保护主义交织并成为国家竞争的重要表现。

为此，基于国家竞争视角下的技术赶超，不仅面临技术赶超本身存在的现实困难，更面临先发者的打压和遏制，后发者与先发者在技术赶超过程中表现出非对称的竞争。“非对称竞争”最初来源于生物学演化分析，它也是自然界中万物生长繁衍的常态，植被在陆上和地下竞争性获取阳光和

① 刘建丽：《芯片设计产业高质量发展：产业生态培育视角》，载《企业经济》，2023（2）。

② G. Dosi. “Technological Paradigms and Technological Trajectories: A Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change”. *Research Policy*, 1982, 11（3）: 147-162.

③ 邓向荣等：《非连续性技术创新理论研究新进展》，载《经济学动态》，2022（1）。

④ L. Kim. “Stages of Development of Industrial Technology in a Developing Country: A Model”. *Research Policy*, 1980, 9（3）: 254-277.

⑤ M. Hobday. “Innovation in East Asia: Diversity and Development”. *Technovation*, 1995, 15（2）: 55-63.

⑥ J. Mathews, and D. Cho. “Combinative Capabilities and Organizational Learning in Latecomer Firms: The Case of the Korean Semiconductor Industry”. *Journal of World Business*, 1999, 34（2）: 139-156.

⑦ 黄先海、宋学印：《准前沿经济体的技术进步路径及动力转换——从“追赶导向”到“竞争导向”》，载《中国社会科学》，2017（6）。

⑧ G. Dutrénit. “Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: A Review Essay”. *Science, Technology and Society*, 2004, 9（2）: 209-241.

养分，本身就是非对称竞争，同类生物的非对称竞争更多涉及资源分配的规模非对称性，而不同品类动植物之间的非对称竞争，则表现为基于需求差异的共生演化关系。^① 及至动物之间弱肉强食的竞争，都是建立在各种动物扬长避短发挥自身特殊优势的基础上，从而衍生出人类所理解的“策略”问题，例如不善于长途奔跑的动物，都具有在隐蔽处快速出击伺机猎食的本领。

得益于生物学家对物种非对称竞争的启示，“非对称”概念被用于经济学的博弈分析模型^②以及企业战略决策尤其是营销领域的定价决策等问题的分析中^③。在博弈分析中，非对称竞争首先来源于信息的不对称，而参与者在博弈过程中事实上处于非对称的竞争状态。除了信息不对称之外，资源和能力的不对称成为战略管理学者研究的重要关注点，这也引出了基于资源基础理论、动态能力理论等企业竞争战略的基本观点。在战略管理领域，“非对称竞争”更多的是指企业在资源和能力相对于领先者处于劣势的情况下，通过非对称优势的建立和聚焦，完成超常规增长和赶超的一种模式。非对称竞争战略并非要规避领先者而去寻找蓝海^④，而是要聚焦自身能力和所能动用的资源，找到一条非常规的赶超路径，这一路径可能是基于产品创新、技术创新、商业模式创新或其组合。差异化通常被认为是非对称竞争的一种手段，但差异化远远不能涵盖非对称竞争战略的全部内容。差异化更多的是产品层面的竞争策略，而非对称竞争更多的指向底层思维逻辑，是通过多种资源和策略的组合而另辟蹊径，最终避免与现有对手直接竞争或者实现不竞争的状态。

延伸到国家战略层面，“非对称竞争”被应用于军事和科技竞争领域，多数时候可以理解为依靠独特优势规避常规竞争的策略，例如，当时美国与苏联之间的军备竞赛，苏联被认为采取了非对称竞争的策略发展其新式武器，因为跟随美国技术路线是难以超越其技术水平的。在政治学领域，有学者用“非对称竞争”概括印度与中国竞争时的战略选择。^⑤ 最近美国智库“中国战略组”（China Strategy Group, CSG）在一份题为《非对称竞争：应对中国科技竞争的战略》的报告中指出，“非对称竞争”是美国应对中国科技崛起的重要战略。可以看出，在国际战略层面，“非对称竞争”不仅被用于分析后发国家的赶超战略，也被用于探究领先国家的保持和防御战略。

在国家竞争成为技术赶超的内生特征之后，技术赶超就不再是传统意义上的市场竞争范畴，后发者需要审视自身能力，形成能够制衡先发者打击的非对称优势，在竞争过程中形成战略均势，以避免被先发者“卡脖子”进而导致技术进步的路径被阻断。

（二）国产替代战略

在国家竞争中，先发者出于阻断后发者赶超的目的，往往会针对重点产业、重点领域对后发者实施“卡脖子”策略。同时，为了维持其在核心产品上的领先优势并攫取在全球产业链分工中的高附加值，先发者往往会将具有较高技术水平、在产业中位置重要的产品在全球范围内分工和销售。这些具有高附加值、高技术水平、高产业影响力的产品就是“卡脖子”产品，通常也是那些具有较远创新距离的核心创新产品。对于后发国家来说，保障“卡脖子”产品的有效供给，不仅体现了其在创新赶超中的能力进步，更重要的是要保证在产业竞争和未来竞争优势获取中的经济安全。为此，实施国产替代不仅是保障一国在全球贸易中相对优势地位的选择，也是维系国家安全的必然

① I. Perfecto. “Foraging Behavior as a Determinant of Asymmetric Competitive Interaction between Two Ant Species in a Tropical Agroecosystem”. *Oecologia*, 1994, 98: 184 - 192.

② S. Brangewitz, and J. Gamp. “Asymmetric Nash Bargaining Solutions and Competitive Payoffs”. *Economics Letters*, 2013, 121: 224 - 227.

③ E. Carroni. “Competitive Customer Poaching with Asymmetric Firms”. *International Journal of Industrial Organization*, 2016, 48: 173 - 206.

④ W. Kim. “Blue Ocean Strategy: From Theory to Practice”. *California Management Review*, 2005, 47 (3): 105 - 121.

⑤ M. Pardesi. “India’s China Strategy under Modi Continuity in the Management of an Asymmetric Rivalry”. *International Politics*, 2022, 59: 44 - 66.

选择。

“国产替代”不是一个纯粹的经济学或者管理学概念，它可以被理解为一国在全球竞争态势下采取的对系统性产品和技术的自主替代战略，通常被应用于后发国家的赶超情境中。从理论演进和历史事实的双重视角来看，国产替代的理论渊源可追溯到“进口替代”概念，即后发国家为保护本国幼稚工业而采取关税、配额和外汇管制等严格限制进口的贸易保护战略^①，借以实现从传统农业国向现代工业国转变。事实上，美国、德国、日本、韩国等都得益于本国政府对幼稚产业的保护而走向工业强国。但是，也有一些国家（例如哥伦比亚、肯尼亚）在幼稚产业保护战略下陷入了“李斯特陷阱”。^② 总体来看，成功的国产替代战略往往是后发国家发挥自身比较优势尤其是劳动力成本优势（例如第二次世界大战后日本的纺织产业、钢铁产业、电器产业、汽车产业、半导体产业）和把握全球产业转移的重大机遇（例如韩国在20世纪70年代美国打压日本的背景下大力发展半导体产业），实现自主工业制成品对进口产品的有效替代，最终摆脱了自身作为落后农业国和原材料供应国的地位。

然而，随着深度全球化所带来的国际分工进一步细化，传统基于产品层面的国产替代战略在高度复杂、产业链循环全球化的工业品或者资本品中难以实现，这就衍生出针对战略性新兴产业和新兴技术的自主创新和赶超战略，这也成为国产替代战略的第二个理论来源。赶超战略的核心是技术的赶超，通过引进、模仿、吸收和再创新，利用后发优势可以实现技术追赶。^③ 然而，过度依赖技术引进容易陷入“比较优势陷阱”，后发国家会因为均衡技术差距成为永久的追随者^④，技术上的赶超只可能发生在先发者战略失误或者新机会窗口出现时^⑤。为此，后发国家在与先发国家技术创新能力接近时，往往会从模仿主导的创新向自主创新模式转变^⑥，其中典型的是日本追赶美国半导体行业发展的超大规模集成电路计划，通过政府、协会和企业结合的“官民协调方式”，实现了日本在动态随机存储器（DRAM）领域直至20世纪80年代中期前的持续领先^⑦。赶超战略是进口替代战略的进一步升级，它不仅为农业国的工业化创造了条件，更重要的是为后发国家向产业链高端环节攀升创造了条件。

无论是基于贸易保护的国产替代，还是基于技术赶超战略的国产替代，都是后发国家基于自身特点和发展阶段的现实选择。但从先发国家角度来看，利用自身的技术和资本优势对潜在竞争对手实施“定向狙击”，或者利用自身的军事和外交力量直接干预，以制约国家赶超并将其锁定在全球价值链的低端已成为常态。从美国自20世纪70年代开始对日本发起的贸易战，到近年来的中美贸易摩擦，都凸显了先发国家对后发国家赶超战略采取的直接压制、经济封锁等经济霸权行为。这种行为尽管很多时候披着自由贸易的外衣，但已经成为全球自由贸易和经济稳定性的重要威胁，对后发国家安全产生重要影响。^⑧

基于赶超战略的国产替代本质上是国家主动干预经济和培育创新系统以避免其他国家对本国经济安全和国家安全造成威胁的重大战略选择，是技术发展过程中政府干预模式和市场经济模式的有机融合，其根本目标是维系本国产业和经济发展的连续性。在一般情况下，国产替代通常意味着自

① F. List. *The National System of Political Economy*. JB Lippincott & Company, 1856.

② 覃成林、李超：《幼稚产业保护与“李斯特陷阱”：一个文献述评》，载《国外社会科学》，2013（1）。

③ W. Keller, and S. Yeaple. “Multinational Enterprises, International Trade, and Productivity Growth: Firm-Level Evidence from the United States”. *The Review of Economics and Statistics*, 2009, 91（4）: 821-831.

④ P. Krugman. *The Great Unravelling: From Boom to Bust in Three Scandalous Years*. Penguin Books Limited, 2003.

⑤ 黄晗等：《赶超中机会窗口的研究动态与展望》，载《管理评论》，2020（5）。

⑥ 欧阳晓、汤凌霄：《大国创新道路的经济学解析》，载《经济研究》，2017（9）。

⑦ 路风、何鹏宇：《举国体制与重大突破：以特殊机构执行和完成重大任务的历史经验及启示》，载《管理世界》，2021（7）。

⑧ 宋华、杨雨东：《中国产业链供应链现代化的内涵与发展路径探析》，载《中国人民大学学报》，2022（1）。

主技术突破和技术赶超。在受到技术封锁和产业链脱钩威胁的情况下，国产替代由效益逻辑转向安全逻辑。^① 国产替代战略的根本动力依然是市场，但政府可以在关键核心技术、关键原材料、关键元器件、关键产品的供给方面发挥强有力的作用^②，而且，在不破坏市场机制根基的前提下，政府的选择性产业政策可以与产业竞争战略形成正向互补^③。在市场投资不足、需求较弱或产业主体动力不足的情况下，推进国产替代需要有效市场和有为政府的有机融合。^④

进入新时代，我国发展战略和创新战略的演进为国产替代赋予了更高的立意和价值追求。以习近平同志为核心的党中央创造性地提出以人民为中心的发展思想，从根本上跳脱出对抗和竞争思维，以此为指导，技术创新是为了最大限度满足人民美好生活需要。在国家战略科技力量部署之下，如果某一产品实现了技术赶超，则国产替代顺理成章，国外技术“用弃由我”，国产替代由效益逻辑和安全逻辑上升到综合价值逻辑，此时国产替代为硬替代。如果某产业技术遭遇外部阻碍且技术代差明显，短期内无法实现技术赶超，则国产替代仍然可能通过降级替代或适用性技术的应用实现，即实现软替代。软替代是在外部封锁情况下的自主替代策略，一旦外部封锁取消，软替代产品由于不具备技术领先性，仍有可能被国外领先产品所取代，此时，国产替代存在系统失败和成本沉没风险。还有另外一种情形，那就是通过竞争性技术路线的引入，实现技术变轨基础上的国产替代，此种替代也属于硬替代。对于竞争性技术路线和折中策略的选择，显然属于非对称竞争战略的范畴，这恰恰是我国集成电路制造技术突围所面临的竞争情境。无论如何，由于技术的规模效应和锁定效用，国产替代很难通过企业自发地在一国范围内推进，此时国家干预是必要而可行的。

（三）依托非对称竞争优势实现“卡脖子”产品国产替代的理论分析框架

某一领域实现国产替代的直接表现是自主产品可应用，至于技术路线则是隐含在产品底层的实现路径。从技术创新角度来看，国产替代是结果而非终极目标。在极端情况下，有产品可用是底线目标，此时国产替代遵从“白猫黑猫论”，不管用什么方式能够生产出可用产品就是好的策略。从技术赶超的路线图来看，一种是产品锚定的，也就是韩国学者金麟洙在描述韩国企业技术赶超时所遵循的理论框架^⑤，他研究发现，韩国企业的技术赶超分为引进产品和技术、基于模仿的自主产品开发和自主创新三个阶段。其中的第一阶段“反求工程”是非常重要的技术学习机制，企业在没有取得产品设计或流程蓝图的情况下，尝试去制造与世界市场上某件产品相似的产品，这就是锚定一种产品，试图摸索出其工艺技术，从而实现自主技术突破。也有学者研究了后发国家特定产业的技术赶超路径问题，例如，Lee & Lim认为，后发国家技术赶超路径可以分为跟随型、跳跃型和创造型。^⑥ 技术赶超路径的选择需要结合具体产品（功能意义上同类制品）的技术范式和技术经济特征，例如，在逻辑芯片领域，即便技术代差很小，路径跳跃仍然很难发生，因为每一代工艺技术的革新都伴随大量诀窍知识的断层跃迁，在大量技术黑箱存在的情况下，自主知识的连续积累很难实现路径跳跃。在同一技术路线下，路径跟随是难以实现技术赶超的。从非对称竞争思路出发，可以从“产品—技术路线”组合的差异化视角进行技术赶超的竞争战略分析（如图1所示）。

在外部产品和技术封锁的情况下，与技术赶超相关的两大因素是确定的：一是国内市场是确定

① 王昶等：《任务导向型创新政策：框架、理论与实践》，载《科学学研究》，2023（1）。

② 吕铁、贺俊：《政府干预何以有效：对中国高铁技术赶超的调查研究》，载《管理世界》，2019（9）。

③ 贺俊：《新兴技术产业赶超中的政府作用：产业政策研究的新视角》，载《中国社会科学》，2022（11）。

④ 刘建丽：《有效市场与有为政府——兼论中国特色社会主义市场经济》，载《中国劳动关系学院学报》，2021（1）。

⑤ 金麟洙：《从模仿到创新：韩国技术学习的动力》，新华出版社，1998。

⑥ K. Lee, and C. Lim. “Technological Regimes, Catching-up and Leapfrogging: Findings from the Korean Industries”. *Research Policy*, 2001, 30（3）: 459-483.

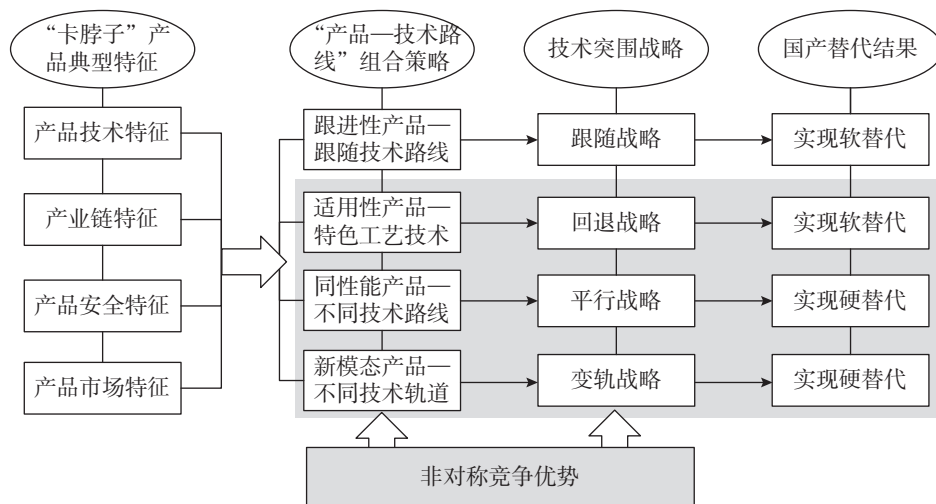


图1 基于非对称竞争优势实现技术突围和国产替代的战略选择

的, 在国外先进产品断供的情况下, 只有通过自主研发来填补国内市场需求; 二是在特定时点的国内外技术差距是确定的, 技术突围的首要目标并非追赶或赶超国际前沿技术, 从产业安全角度来看, 能够生产可用产品才是底线目标。此时采取什么样的技术突围策略, 是基于对“卡脖子”产品的特征分析, 包括产品技术特征、产业链特征、产品安全特征和产品市场特征, 在综合各种因素的基础上, 可以有四种“产品—技术路线”组合策略, 这四种策略从技术赶超角度分别对应跟随战略、回退战略、平行战略与变轨战略。

三、“卡脖子”产品典型特征：以集成电路为例

(一) “卡脖子”产品的典型特征

“卡脖子”是一个隐喻概念, 脖子是肢体上连接大脑和身体的枢纽, 若被卡则面临窒息乃至死亡的危机。根据这一隐喻, 衍生出“卡脖子”技术和“卡脖子”产品两个广受关注的概念。“卡脖子”技术被视为一种战略技术^①、关键核心技术^②, 而依托“卡脖子”技术形成的产品即“卡脖子”产品。“卡脖子”产品具有本体重要性及其在产业链供应链的关键性双重特征, 前者表现出基础研发投入高、多主体参与、技术与市场高度交融等技术特征, 后者表现出领先者的主导优势、后发者自主可控难度高、产品影响范围广泛、产品开发风险高等安全特征。

技术层面上, 关键核心技术、系统整体性技术和关键应用技术等^③共同构成了“卡脖子”产品的技术内容, 其背后需要强大且持续的基础研发投入、有效的科研组织管理体系、大规模和重复的市场应用等。“卡脖子”产品往往是复杂产品, 难以通过逆向工程实现, 其工艺流程所需要的基础理论和默会知识来源于长期持续的基础研发投入, 需要在传统研究开发的基础上形成创新系统。^④安全层面上, “卡脖子”产品往往是战略性新兴产业的基础零部件或者中间品, 或者在产业链的多个环

① 郑国雄等:《基于德尔菲法和层次分析法的“卡脖子”关键技术甄选研究——以生物医药领域为例》, 载《世界科技研究与发展》, 2021(3)。

② 汤志伟等:《中美贸易摩擦背景下“卡脖子”技术识别方法与突破路径——以电子信息产业为例》, 载《科技进步与对策》, 2021(1)。

③ 宋立丰等:《基于重大科技工程的“卡脖子”技术突破机制研究》, 载《科学学研究》, 2022(11)。

④ 王伯鲁:《当代科学技术及其实践基础演进剖析》, 载《中国人民大学学报》, 2021(6)。

节被广泛使用，断供将会引起极为严峻的经济后果和安全后果。从市场结构来看，“卡脖子”产品所在的全球市场通常被少数公司垄断。领先者往往掌握着底层技术并在技术变迁过程中保持相对稳定的控制力，赶超者寄希望于短期可控十分困难。从产业链关联来看，“卡脖子”产品的产业链条长，通常在产业体系中处于牵一发而动全身的关键节点地位。与“关键产品”不同，“卡脖子”产品往往是系统工程产品，需要“政产学研用金”等多种主体广泛参与，形成供需双向牵引、多元创新、快速迭代的多主体协同生态网络。

（二）集成电路产品的“卡脖子”特征

集成电路产品是数字经济的“底座”和“根技术”，是数字经济时代典型的“卡脖子”产品，技术复杂度高、安全涉入面广、市场垄断度高、产业关联性强。参见下表。

表 集成电路作为“卡脖子”产品的多重特征	
维度	主要特征
技术	技术高度复杂：高端制造业的“皇冠”，工艺极度复杂，存在较多技术黑箱；交叉学科，知识基础复杂 创新投入大：研发投入大，芯片制造被誉为“吞金兽”，流片成本高昂 工艺开发周期长：每一世代技术需要投入数年研发、验证
安全	使用领域广泛：各类电子终端、基础工业、命脉产业、国防 关乎未来竞争主动权：未来产业的技术“底座”
市场结构	领先者垄断：典型的寡头垄断
产业链关联	产业链条长：前端及主体产业工具软件—设计—制造—封测—应用链条长 网络关联广：材料、设备支撑体系庞大，基础研究、应用研究创新主体众多 带动作用强：传统工业智能化；新兴产业人工智能、5G通信、虚拟现实等

技术层面，集成电路属于典型的高复杂产品。一是集成电路制造被誉为高端制造业的“皇冠”，工艺流程极其复杂，标准流程主要工序几百道。在制造的各个环节，默会性工艺知识和技术黑洞大量存在。集成电路产品知识基础高度复杂，其生产过程不仅需要经典的物理、化学、数学等基础理论，更依赖于量子物理、神经网络、微电子、光电子等学科的发展。集成电路产品创新与制造技术、设备及新材料技术相互促进，形塑了集成电路产品的复杂性，例如铜互联工艺、浸入式光刻等工艺创新推动了产品的进步，而高端制程产品的研发又推动了光刻设备、新型材料研发等基础技术的进步。二是集成电路产品的研发和制造需要高额资金投入。当前，6纳米制程的芯片设计费用需要6亿美元以上。制造环节更是“吞金兽”，目前新建一个12英寸的先进晶圆厂所需投资超过60亿美元。三是集成电路制造工艺开发周期长，虽然摩尔定律揭示了芯片工艺技术革新的速度，但芯片工艺绝非一代一代接续开发的，而是在时间上交叠同步推进的，每一代技术研发都需要相当长的周期。

安全层面，集成电路在数字经济中的基础性地位和当前全球竞争中的“主战场”地位使得其安全问题尤为突出。一是作为数字时代的关键核心产品集成电路应用范围极为广泛，不仅在各类电子终端中广泛存在，还作为基础品和中间品广泛应用于生产的各个领域，尤其是在关系国计民生的基础工业和国防工业，集成电路承载着海量数据和保密信息。二是集成电路决定着智能产业的基础能力和未来产业的核心能力，其自主可控程度不仅决定着当前产业安全的程度，也关系着未来一国的经济安全和全面安全。

从市场结构来看，集成电路产业链上的主要设备、材料和高端制程产品制造都是典型的寡头垄断市场。当前先进技术节点工艺制程掌握在少数几个公司手中。14纳米制程技术只掌握在6家企业手中，分别是台积电、三星、英特尔、格罗方德、联华电子和中芯国际，5纳米和3纳米制程节点则仅剩台积电、三星两家竞争。先进制程的领军企业在技术研发上投入大量资本，无疑需要通过垄断全球市场份额来获得资本回报，通常采取多重措施进行技术保密。例如，台

积电在南京的晶圆厂，将90%芯片制造数据存在本地服务器，但把10%最敏感芯片技术数据存在中国台湾地区。这种关键核心技术被“寡头俱乐部”掌控的情况，增加了生态领先者通过联盟控制产业链技术的可能。

从产业链关联来看，集成电路产品的生产制造过程是各类市场主体、创新主体融合促动的过程，集成电路产品的设计、制造、封测过程，以及用于生产集成电路产品的材料、设备、EDA软件、IP核等，集聚了大量的企业和研发机构，并且在此过程中政府不同程度地通过政策工具干预甚至直接介入其中，一些标准化组织等中间机构成为促进各类主体协同合作的重要支持力量。从这一角度而言，集成电路产品的技术赶超包含了技术体系中单一点位的技术突破和系统协同推进两个层面的问题。

四、我国集成电路被“卡脖子”现实与国产替代情境

（一）我国集成电路产品技术竞争力及被“卡脖子”现状

集成电路产品已然成为数字时代匹敌能源的战略物资，受到各国尤其是领先经济体的高度重视。总体来看，我国集成电路产品生产和市场规模迅速增长，但也面临严峻的“卡脖子”困境，其中尤以先进制造环节最为突出。

1. 产业规模快速增长但自主产能严重不足，制造成为被“卡脖子”的主要环节

根据中国半导体行业协会的数据，2013—2021年，我国集成电路销售额从2508.5亿元增长到10458.3亿元，年均增速19.54%，远超全球同期增速。但是，我国集成电路自主产品的全球市场份额依然较低，2004—2020年，中国产品全球市场份额从0.5%上升至5%，与美国、日本、欧盟、韩国47%、10%、10%和20%的全球份额相比占比极低，制造仍然是我国集成电路产业协调发展的瓶颈和制约环节。面对未来芯片需求的爆发式增长，中国芯片自主产能的缺口将会更大。

2. 高端逻辑芯片与前沿技术水平代际差距在拉大，是被“卡脖子”的主要产品领域

以产品用途来区分的三大类芯片中，逻辑芯片尤其是先进制程逻辑芯片是被“卡脖子”的主要产品。相对于逻辑芯片，存储芯片由于单元可复制特性，其制造工艺复杂度相对较低，是国内最有希望率先实现制造技术赶超的芯片品类。模拟芯片的制造不受制于摩尔定律而更多依赖于工程师经验，产品周期相对较长，产品细分种类众多，应用场景非常丰富，在有效的应用牵引之下，高端模拟芯片与世界领先水平差距有望不断缩小。相较之下，高端逻辑芯片制造需要更加复杂的工艺技术和高端设备，技术黑箱更多。在美国当前的阻遏政策之下，在摩尔定律支撑的技术轨道上这一差距正在拉大，目前已落后至少三个世代，我国在短期内顺应摩尔定律突破逻辑电路的前沿制造技术困难较大。

（二）集成电路制造技术突围及国产替代的现实情境

从“卡脖子”技术和安全两个维度的特征来看，我国集成电路尤其是制造环节被“卡脖子”，国产替代面临特定的技术和时代情境，正视这些情境是开展非对称竞争的逻辑起点。

1. 技术环境更趋复杂：巨复杂系统的技术突破面临诸多不确定性

集成电路制造技术发展到今天，不断挑战微观世界物理极限的工作几乎成为“少数天才们的游戏”。芯片制造作为微观世界的精细加工工艺，在整个工艺流程中默会性诀窍知识不计其数，过程控制的复杂性导致后来者很难通过逆向工程解决技术难题。同时，成熟制程技术向先进制程技术的跃迁并不是基于技术累积的渐进式创新，而是包含众多技术节点的颠覆式创新过程，例如，8英寸转向12英寸生产线，并非简单的规模扩充和生产线改进，12英寸晶圆厂对代工企业厂房洁净室清洁度及设备设计精密度的要求很高，光刻的多个环节都包含技术轨道的断层跃迁，后来者很难打破先发者优势。

2. 竞争环境骤变：全球自主产业链竞争升级和美西方战略遏制政策阻滞我国技术追赶

对于集成电路这一战略性产业，近年来各国对产业链自主性的关注达到前所未有的程度，例如美国通过的《2022年芯片和科学法案》提供约527亿美元支持集成电路产品在美国制造，欧盟通过的《欧盟芯片法案》拟提供430亿美元的资金支持芯片的先进制造，韩国发布“K半导体战略”完善本土芯片供应链尤其是提升逻辑芯片全球份额，日本政府已批准148亿美元资金用于建立先进半导体生产线等相关内容。同时，美国联合盟友对中国集成电路产业实施断链脱钩和全面战略遏制导致我国集成电路产业关键核心技术面临升级受阻风险。

3. 产业生态处于从属地位：底层技术突破面临先行者的生态壁垒和专利高墙

集成电路涵盖了从基础研究、应用研究到创新成果转化以及产业化的过程，除了我国在市场应用规模上具有优势之外，美国在创新链多数环节保持绝对的控制力，尤其是在决定未来产业竞争优势的基础研究领域，美国仍然在全球居于绝对领导地位，在此环节我国与美国差距巨大。过去25年美国在三大最重要行业学术会议上发布的论文数量在全球遥遥领先；美国依靠全产业链的技术统治力处于全球产业生态顶端，除了EDA软件和操作系统之外，美国还拥有除光刻机以外几乎所有主要设备的生产能力，这些领域正是我国被“卡脖子”的技术领域。我国在上述领域作为后发赶超者要实现技术突围和商业化成功，最大的困难不在于技术创新本身，而在于对全球生态壁垒的有效突破和新生态体系的形成。

4. 产业支撑能力不足：我国自主产业链打造仍需补齐较多短板

受到美国“断供禁令”影响，2020年9月15日台积电无法继续为华为代工生产芯片，中芯国际要为华为代工生产芯片，就必须依托非美国的设备和材料，而我国芯片产业核心设备和材料的国产化仍然面临较多困难。以关键设备光刻机为例，我国上海微电子装备（集团）股份有限公司（下文简称上海微电子）能够生产的最先进设备为90纳米光刻机，而阿斯麦已经能够提供5纳米、3纳米光刻机，技术差距非常大。我国芯片产业被“卡脖子”的另一个重要环节是硅晶圆与其他关键材料，目前在整个半导体领域的19种关键材料中，有14种日本的产能占了全球50%以上，日本在材料工业的传统优势为后进入者筑起了很高的技术壁垒，中国要实现材料技术的完全自主可控难度非常大。

5. 协同创新治理体系待完善：国产替代缺乏有效的战略统筹

关键核心技术突破必然是贯穿于全创新链的系统集成创新过程。^①美国对我国高科技企业的断供制裁客观上为我国实施系统性国产替代创造了机会窗口，但当前通过市场自发力量所推进的国产替代，具有力量碎片化、协同性差、系统内耗散的特征。首先，从产业安全视角出发，对于已经被“卡脖子”的技术和产品，如何组织国内产业链相关企业进行协同攻关还需要研究。其次，对于国外当前没有完全断供的产品，如何协调不同企业行为，增强战略一致性，还缺乏相应的战略谋划和治理机制。调研中发现，很多企业由于资金、时间、使用习惯等替代转换成本高，国产化替代意愿不强。有封测企业反映，为国产设备提供试验机会是具有行业正外部性的行为，企业如果无法获得额外激励则没有动力进行这样的尝试。最后，从长期来看，国产替代需要国家战略指引。如果缺乏顶层设计，一旦美国采取“时断时供”策略，将大大破坏我国自主技术创新和国产替代进程。

五、破解集成电路“卡脖子”困境的非对称竞争优势及技术突围方向

（一）我国集成电路突破“卡脖子”困境的非对称竞争优势

我国在集成电路产业也具有独特的优势。完善的产业体系和海量的应用场景，不仅为集成电路

^① 胡登峰等：《关键核心技术突破与国产替代路径及机制——科大讯飞智能语音技术纵向案例研究》，载《管理世界》，2022（5）。

制造提供了基础的设备和材料支撑,也从需求端牵引制造的不断扩张和升级;尽管成熟人才相对较为欠缺,但人才基础和总量的优势为未来发展提供了良好的支撑;更重要的是,我国制度上的优势尤其是新型举国体制为集成电路的有序突破注入了内在动力。充分发挥非对称竞争优势寻求差异化发展路径,是我国集成电路产业技术突围的现实选择。参见图2。

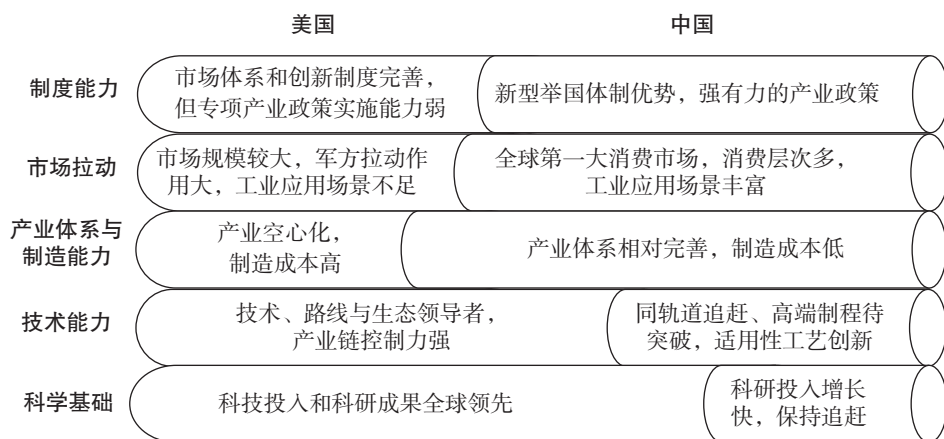


图2 中国集成电路产业的非对称竞争优势

1. 相对完善的产业体系为全产业链破解“卡脖子”困境创造条件

集成电路产业的超长产业链决定了其对设备和原材料的复杂性需求,在极端条件下,我国具有能够独立建设完整晶圆制造厂的能力,这依赖于我国完善的产业体系和在集成电路产业领域的长期发展。在设备领域,尽管在先进制程设备等方面我国与美国和日本企业有较大的差距,但上海微电子等一大批创新型企业分布在光刻、刻蚀、沉积、测量、清洗、离子注入、化学机械研磨、热处理等设备领域,构筑了我国集成电路制造的设备链。^①材料领域创新型中小企业快速成长,成为我国集成制造领域国产替代的重要支撑力量。在EDA软件和IP核领域,也有北京华大九天科技股份有限公司等专注于细分领域的企业能够提供相关支持。相对完善的产业体系,为我国集成电路产业的国产替代创造了条件。

2. 丰富的市场应用场景牵引我国集成电路产业的持续投资和迭代升级

我国已连续十年位居半导体第一消费大国。世界半导体贸易统计组织(WSTS)最新数据显示,2021年我国半导体市场规模5559亿美元,占全球市场的34.6%,已连续10年位居半导体第一消费大国。我国在数字经济领域的发展在全球处于领先地位,大量丰富的应用场景,例如5G、AI、物联网、大数据、云计算等,不同场景、用途的芯片需求量快速增长,集成电路产业完全有机会实现基于本土市场的内生性产业技术迭代升级。^②

3. 坚实的人力资本基础为集成电路制造业可持续发展注入内在动力

人才是集成电路产业发展的根本。尽管行业当前普遍存在人才短缺的现实问题,行业人才缺口30万人以上,但作为集成电路产业发展的基本人才支撑——我国具有自然科学和工程学博士学位的学生数量却保持快速增长,从2000年的0.78万人增长到2018年的3.98万人,已接近美国的4.12万人。从集成电路领域人才的科学技术产出来看,1995—2020年我国学者在国际电子器件会议(IEDM)、国际固态电路会议(ISSCC)和VLSI技术和电路研讨会三大顶级学术会议上的发文

① 李先军等:《我国集成电路设备的全球竞争力、赶超困境与政策建议》,载《产业经济评论》,2022(4)。

② 徐康宁、冯伟:《基于本土市场规模的内生性产业升级:技术创新的第三条道路》,载《中国工业经济》,2010(11)。

量已达到 457 篇，年度发文量逐步提升，占比从 0% 提高到 10.03%^①，位居美国、欧盟、韩国之后^②。此外，近年来在国家政策的大力支持下，一些顶尖院校和产业集聚区新建集成电路学院，未来将成为集成电路产业发展的重要人才支撑。

4. 新型举国体制的制度优势是集成电路产业链国产替代的加速器

随着决策者和业界对集成电路国产替代认识的不断深化，以举国体制来推动集成电路的国产替代已成为业内共识，这为集成电路产业的发展注入了新动力。一方面，通过有为政府和有效市场的结合，有效地弥补了集成电路产业的市场失灵问题。^③ 例如，在集成电路产业人才培养、基础共性研发投入、国际合作等方面，政府积极投入以提供公共物品供给，降低企业的外部交易成本；政府发挥采购功能，为集成电路企业提供良好的市场预期，保障企业的正常生产和有序迭代。另一方面，在打造原创技术策源地和产业链链长的大好机遇下，国有企业和国有资本可为集成电路产业提供强大的能力支撑。通过技术转让、建设共性研发平台、牵引产业链上下游有效协同、风险投资或者股权投资等多种方式，国有企业可以利用自身资本、技术、产业链影响力等方面的优势，支持集成电路产业的发展。

（二）基于非对称竞争的集成电路制造技术突围方向

在美国、欧盟、日本、韩国在产业链多数环节占据绝对优势和实施外部遏制的现实背景下，只有通过非对称竞争规避常规竞争的“围堵陷阱”，采取务实有效的“产品—技术路线”组合策略实现技术突围，才能避免因单一产品“被卡死”而造成系统性风险。基于非对称竞争思路，在常规的跟随战略受阻且短期内难以突破的情况下，可以采取其他三种技术突围路径。

1. 以退为进，通过适用性特色工艺创新实现降级替代或相似功能产品替代

在开放的市场竞争环境中，如果不存在各种技术封锁和贸易壁垒，无政府干预的产品降级替代难以发生。从应用端企业角度来看，一旦集成产品应用了更高技术世代的芯片，不太可能转而回到更低技术水准的替代品。然而，在国际供应链被强行掐断的情况下，“以退为进”也是一种为系统升级争取时间的现实策略。从我国产业基础出发，鼓励集成电路产业链从单一追求先进工艺向适用工艺、特色工艺、先进封装并举转变，吴晓波等也认为，我国企业要在 FinFET 工艺路线上实现对先进技术的赶超是非常困难的，研究与商业模式创新相结合的替代性、适用性工艺路线是可取的选择。^④ 目前来看，在高端制程芯片领域，一种方向是仍然可以通过以物理空间换性能的策略实现产品替代，例如以堆叠方式完全可用 14 纳米的技术实现 7 纳米芯片的性能。另一种方向是通过先进封装提升芯片性能，弥补制造环节劣势，这也是当前世界先进封装的演化方向，将一组芯粒（chiplet）通过先进封装技术组合到一起，可以在不扩大芯片体积的前提下实现先进芯片的性能。我国在封装环节具有一定的体量和企业优势，通过先进封装技术实现对某些制造技术的替代是切实可行的。

2. 平行备份，通过竞争性技术路线开发实现同性能产品的硬替代

理论上，同样性能的产品完全可以通过不同技术路线实现功能替代，实际上，许多高技术产品都存在多种技术路线并存的情况，例如在航空航天领域，由于国家战略属性和各国技术高度保密，在多技术节点的平行技术路线一直存在。在芯片制造领域，FD-SOI 一直作为 FinFET 的竞争性工艺路线而存在，早期 FD-SOI 由于衬底制备技术不成熟而被主流厂商所放弃，导致基于 FinFET 路

① 数据来源：Stiftung Neue Verantwortung. “Who Is Developing the Chips of the Future?”. <https://www.stiftung-nv.de/de/publication/who-developing-chips-future>.

② 曲永义、李先军：《创新链赶超：中国集成电路产业的创新与发展》，载《经济管理》，2022（9）。

③ 刘建丽：《有效市场与有为政府——兼论中国特色社会主义市场经济》，载《中国劳动关系学院学报》，2021（1）。

④ 吴晓波等：《商业模式创新视角下我国半导体产业“突围”之路》，载《管理世界》，2021（3）。

线的产业生态快速崛起。后来随着 FD-SOI 衬底制备技术的成熟和衬底价格的下降,格罗方德、三星都开始提供代工服务,FD-SOI 工艺得到发展。尽管在相似功能目标下,FD-SOI 工艺要比 Fin-FET 工艺的制造成本和设计成本都低,但由于生态劣势导致其依然在产业体系中处于边缘地位。对于处于技术追赶阶段的一国创新主体而言,参与竞争性技术路线意味着有机会规避主流技术路线支配者的“制空封锁”。即使是在主流技术路线之下,一些关键节点仍然存在大量工艺创新和替代的机会,例如在铜互联工艺上可进一步开发铍、钴、钕或钼等材料与工艺的创新来提升晶体管连接效率,包括探索光互连等新的连接工艺。

3. 换道布局,以颠覆式创新实现新模式产品对原有产品的硬替代

新工业革命的加速,新技术、新材料的发展和运用为集成电路产业带来了颠覆式创新的机会,而颠覆式创新往往意味着材料、设备和产品模式的变化。一是推动新材料研发及相应的工艺流程突破,抢抓新的产品赛道机遇。目前可推进碳纳米管、碳化硅、砷化镓等新材料的产业化应用以及其他复合材料的实验和中试;在光子芯片、量子芯片、石墨烯芯片(碳基芯片)等领域布局优势科研力量,关注颠覆性工艺技术,推动国内研发机构和企业对颠覆性工艺的研究与开发,抢抓机会窗口^①,打破“光刻机魔咒”。二是深化数字技术在集成电路产品全产业链中的应用,实现集成电路在数字时代下的换道发展。支持芯片设计企业运用 AI 技术在芯片功能布局、性能预测、性能黑盒和自动化设计等方面的优化,形成对传统 EDA 巨头已有传统设计路径的有效赶超。利用 AI 等新技术,加速化合物半导体材料的分析、识别、筛选、模拟等,加快对新材料和特殊材料的有效验证。

六、破解“卡脖子”困境实现国产替代的战略安排

(一) 强化顶层设计,积极稳妥推进国产替代战略

进一步完善国家对集成电路等数字产业生态的顶层设计,强化对集成电路有序突破,实现关键核心技术和部分产品的国产替代。一是强化国家技术竞争战略形成和响应机制,面向形势研判和重大决策建立“政企研”联动机制,建立政府部门与重点企业人员、智库专家联动机制,以精准定位问题、快速形成战略方案。二是从全生态体系视角出发,加快制订关键核心技术清单,明确不同层次技术的自主可控战略及政府在不同技术攻关中的角色作用,围绕生态主导企业和关键核心技术种子企业,强化资源、政策和产业链保障,以全产业链自主可控为目标,推进延链、补链、强链工作。三是搭建创新主体互动交流平台,强化“官产学研用”各类创新主体的互动交流、研发合作和行为协调,推动创新网络效能提升;构建融通创新平台推动不同行业、不同规模企业的知识共享和融通创新;鼓励、引导行业协会推动产业联盟构建,支持风险投资、科技中介服务组织、创新平台等生态主体的发展。四是创新政策工具,系统推进国产替代。建立并完善国产化应用风险补偿机制,鼓励企业试用国产装备及核心软硬件,发挥国有企业在国产应用中的先行示范作用;通过支持创新平台发展,加大对国产替代关键企业的投资力度和研发补贴,提升产业链的风险共担水平。

(二) 发挥新型举国体制优势,破解全产业链贯通的“不可能难题”

集成电路产业的高度全球化决定了现实中没有一个国家可以实现对全产业链的有效控制,但在当前“卡脖子”压力趋紧的背景下,发挥新型举国体制优势破解全产业链贯通的“不可能难题”,是深化技术突围、实现国产替代的现实选择。针对创新链产业链的卡点、断点组织优势力量进行

^① K. Lee, and F. Malerba. “Catch-up Cycles and Changes in Industrial Leadership: Windows of Opportunity and Responses of Firms and Countries in the Evolution of Sectoral Systems”. *Research Policy*, 2017, 46 (2): 338 - 351.

“重点狙击”式资源投入。强化国家对共性技术平台的财政支持和战略引导，针对芯片设计底层架构、高端制程制造技术和关键设备，聚合龙头企业、主力研发机构等优势资源进行关键核心技术攻关；充分发挥战略科学家作用，深化设备和新材料领域的正向工程研究，强化系统性设备技术路线研究和可行性验证，以链式思维对新材料产业予以政策和金融支持，强化对前沿性制造技术线路的资本驱动，以此带动材料和设备的颠覆性创新；统筹推进操作系统、开源生态、指令级架构等整体软硬件系统、用户生态的协同推进，以国有单位采购牵引生态形成。

（三）强化基础研究和落实人才战略，夯实国产替代的技术根基

要破解产品被“卡脖子”困境，需要进一步强化基础研究，突破底层技术。一是强化创新基础设施供给，实施国家层面“创新公地建设战略”，以此牵引带动各类创新基础设施质量效能全面跃升。建设实验性的融合创新实验室，充分借鉴贝尔实验室运作模式，针对亟待突破的关键核心技术领域，加大非项目化基础支持力度，使科研人员心无旁骛地进行基础研究和反复试错；以提升共性技术研究能力和强化技术产业化扩散为两大核心，加快建设央地互补的共性技术研发平台。二是加速科研体制创新，形成战略科学家成长梯队。坚持评价的长期导向，推动“从0到1”的突破性创新成果涌现；提高企业在基础研究中的积极性和参与度，采取灵活的财税优惠政策，例如提高基础研究税前加计扣除比例，鼓励企业组建研究院投身基础研究；加强战略科学家身份管理，使科学家在各类企业和科研机构能够享受同等退休待遇。三是创新体制机制，推动产学研合作研究。以共性技术平台为依托，鼓励高校、科研院所与企业联合进行应用基础研究，抢占关键节点技术路线标准话语权。尤其是在被“卡脖子”的关键技术领域以及量子计算、量子通信、神经芯片、光子芯片、类脑智能、DNA存储、存算一体等前沿技术领域，鼓励企业与高校和科研院所联合攻关，推动关键核心技术获得底层突破。

（四）加大逆周期投资，培育非对称竞争领导者

无论是从技术复杂度、规模经济要求还是资本投入规模来看，集成电路产业的主要玩家都是行业的龙头企业。因此，为从根本上保障我国集成电路的国产替代，需要培育行业龙头企业，使其真正成为行业的引领者和产业生态的维系者。以存储芯片为例，韩国和日本是存储芯片产能大国，日本铠侠通过与美国西部数据公司的紧密关联，锁定相当的市场份额，韩国的三星和SK海力士通过技术优势和现金流优势，惯于使用价格手段对竞争对手进行打压。我国存储芯片技术在某些领域已经达到国际领先，要在整体技术上继续赶超世界先进水平，需要持续加大对国内技术领先企业的资本支持，尤其是在低价格周期内，更需要加大对龙头企业的持续支持，以抵御韩国发起的低价格周期冲击。与此同时，要善用反垄断工具和行业规制手段，引导行业领导者发挥培育创新主体、拉动行业联盟、优化行业生态的积极作用，避免龙头企业通过技术垄断压缩中小企业生存空间，培育形成大中小企业协同创新、融通发展的良好产业生态。

（五）深化开放合作，打造开放型国产替代生态

国产替代并不意味着封闭发展，其核心是在全球创新生态中通过国际合作提升本国的自主可控能力和竞争力。一是深化技术标准的国际合作，推动数字技术及相关产业的全球标准参与与合作。二是增加与跨国公司的横向与纵向合作，鼓励企业以专利相互许可等方式强化与国际产业网络的相互嵌入，依靠超大规模市场优势积极推动竞争性技术路线的落地和推广。三是鼓励学术机构和大型企业的研究者和从业者进行国际知识交流与合作。四是坚持开放市场、寻求国际产能合作，提升我国在国际产业生态中的话语权。坚持向各国企业开放市场，防范产业过度保护所带来的“加拉帕戈斯化”。^①五是鼓励外资制造企业进入中国投资，提升集成电路本土供给率。在美国大力吸引台积

^① 李先军、刘建丽：《中国集成电路产业发展：“十三五”回顾与“十四五”展望》，载《现代经济探讨》，2021（8）。

电和三星等领先企业赴美落地投资的背景下,需要高度重视稳定、吸引外资制造项目,通过外资对中国本土产业链的嵌入,提高中国对国际产业链的参与程度和控制程度。^①在争取台积电这样的企业增加在大陆产能布局、尽可能争取高端制程产线落地的同时,对于成熟制程产线也无须担心其对本土产能的挤出,应确保外资政策的相对稳定和地方承诺的兑现。

(六) 紧抓“划时代产品”需求窗口,以场景创新和应用示范牵引国产替代

深化“划时代产品”的研发和供给以形成对集成电路需求的有效牵引,加快汽车芯片、穿戴设备芯片、物联网传感器、抗辐射航空航天芯片开发,以充裕的应用场景来牵引芯片产业的后发赶超。一是以智能汽车这样的“划时代产品”为载体推动数字技术融合创新。打破行业壁垒,促进不同行业市场主体开放交流;搭建融通创新平台,推动创新应用示范;采用财政补贴、税收优惠等手段强化企业创新激励。二是强化政府及国有企业的领先用户身份,通过政府采购牵引创新突破和技术迭代。面向促进创新和保障数据安全双重目标,创新政府采购制度,针对关键核心技术清单和具有重大创新价值的企业和项目,以及包含关键技术的市场引入期产品,强化政府采购的支持作用。三是培育人工智能、虚拟现实等新兴技术的应用场景,以国产芯片应用示范工程为抓手,强化新场景新应用对集成电路国产替代的牵引。

Technological Breakthrough and the Substitution of Key Products with Domestically Made Kinds on the Basis of Asymmetric Competition: Taking the IC Industry as an Example

LIU Jianli, LI Xianjun

(Institute of Industrial Economics, Chinese Academy of Social Science)

Abstract: Integrated circuit (IC) products are the typical kind of key products in the age of digital economy. Facing the barriers of underlying technology and the cut of supply, the breakthrough of key technologies is difficult to make. Currently, there are many problems in the independent industrial ecosystem, and there is a lack of effective coordination domestically for the replacement of foreign products. Achieving breakthrough in IC technology and its domestic manufacturing under the logic of asymmetric competition should be based on a sound industrial system, plenty of application, big human resource pool, and an advanced nationwide supporting system. To this end, it is necessary to further strengthen policy-making from the above, leverage the advantages of the new nationwide supporting system to ensure the institutional guarantee for domestic manufacturing of key products, strengthen basic research to consolidate the technological foundation, implement strategies to attract talents in order to enhance the driving force of domestic manufacturing, deepen open policy to create a good ecosystem of international cooperation, increase “countercyclical” investment to cultivate leaders of “asymmetric competition,” and also grasp the opportunity of consumption to take the lead to make key IC products in order to reduce the dependence on importation.

Key words: Key products; Technological catch-up; Domestic substitution; Asymmetric competition; Integrated circuits

(责任编辑 王伯英)

^① 刘建丽:《新中国利用外资70年:历程、效应与主要经验》,载《管理世界》,2019(11)。