

# 中美科技博弈背景下我国现代化产业体系建设\*

蔡宏波, 张蛟蛟

**摘要:**本文梳理了中国入世以来美国对我国长期的科技竞争与打击。当前,我国已经建立深厚的产业基础与创新资源储备,拥有世界最完备的产业门类、日益提升的标准国际化水平、强大的产业配套优势、超大规模市场优势以及有力的创新政策环境。然而,受制于以美国为首的国际技术封锁与紧张的地缘政治关系,我国战略性前沿产业关键技术遭遇“卡脖子”问题,对现代化产业体系建设形成挑战。本文进一步明确了我国关键技术“卡脖子”问题的成因及其给我国现代化产业体系建设造成的阻碍,从新型举国体制建设、产业链创新链深度融合、深化标准制度型开放以及现行教育体制改革等方面提出政策建议。

**关键词:** 关键技术; 现代化产业体系; “卡脖子”; 自主可控

DOI: 10. 11714/jssu. sse. 202601001

## 引言

中国式现代化要求产业体系现代化,而现代化产业体系建设必须发挥科技创新的引领作用。当今世界,国家之间的竞争很大程度上在于科技的竞争。近年来,以美国为首的西方发达经济体对我国采取“长臂管辖”,从华为到TikTok,美国以“国家安全”为由对中国科技企业及人工智能发展实施限制与打压,中美科技博弈全面升级。同时,俄乌冲突、巴以冲突等事件也使得国际地缘政治关系日趋紧张。如何在外部环境如此严峻的情况下加快构建现代化产业体系以实现经济高质量发展是眼下我国经济工作的重点。2025年10月,党的二十届四中全会继续将“建设现代化产业体系,巩固壮大实体经济根基”列为“十五五”时期经济社会发展的关键部署之一。基于中美科技博弈的复杂背景,当前我国具备哪些产业基础与前期自主创新能力?我国关键技术“卡脖子”问题如何形成,其给现代化产业体系建设造成怎样的阻碍?未来现代化产业体系建设应从哪些方面做出努力?本文将针对以上问题展开研究。首先,对21世纪以来美国对华科技政策进行梳理。其次,分析面临美国长期的科技竞争,我国的产业基础现状与自主创新能力。再次,分析中美科技博弈过程凸显的关键技术“卡脖子”问题形成原因及我国现代化产业体系建设在此过程中遭遇的挑战。最后,基于当前面临的复杂形势与国内产业基础和创新资源储备,对我国未来现代化产业体系建设提出政策建议。

\* 收稿日期:2025—10—25

**基金项目:** 国家社会科学基金重大项目“国际经贸规则重构背景下服务业高水平开放的制度创新与实践路径研究”(25&ZD101); 国家社会科学基金青年项目“产业数字化与绿色化协同促进外贸新动能形成机制与路径研究”(24CJL018)

**作者简介:** 蔡宏波,北京师范大学经济与工商管理学院、一带一路学院(北京100875);  
张蛟蛟,北京师范大学经济与工商管理学院(北京100875)。

## 一、21世纪以来美国对华科技政策

自20世纪40年代美国“科学政策开山之作”《科学:无尽的前沿》与《国家安全法》等政策文件相继发布,以及1949年设立中央情报局科学情报办公室(Office of Scientific Intelligence)(Richelson, 1997; Albert, 2018),美国逐渐确立了政府对基础研究的干预和介入机制,以推动科研与创新的组织化,标志美国“科技外交”政策开始走上世界外交舞台。随着中国成为世界第二大经济体,美国在其“科技外交”布局中将中国列为主要战略竞争对手,直至特朗普1.0和拜登政府时期,美国对华科技打压力度全面升级。

### (一)奥巴马政府:审慎合作与规制约束并存

奥巴马政府时期对华科技政策体现为“审慎合作与规制约束”并存的核心特征,呈现出“合作显性化,规制隐蔽化”的复杂运行逻辑。这主要源于彼时中国科技实力虽快速增长但尚未对美构成直接威胁,因而美国既希望通过对华合作获取红利以维持其自身霸权地位,又试图通过隐性规制阻止中国科技崛起。在合作方面,奥巴马政府聚焦非核心领域建立多元化的对话机制,希望通过合作来加速中美之间的“再平衡”进程。例如,能源领域,2009年成立“中美清洁能源联合研究中心”<sup>①</sup>,推动建立该领域的美中产学研联盟;医药卫生领域,美国国立卫生研究院与中国国家自然科学基金委签订谅解备忘录,支持双方健康科学领域人才的培养与交流;外交领域,2010年中美建立人文交流高层磋商机制,促进两国政府在教育、科技、文化和体育领域建立最高级别的交流与合作机制。然而,随着中国超越日本成为世界第二大经济体,奥巴马第二任期逐渐加强对中国科技崛起的警惕与规制约束。在规制方面,强调所谓“中国技术威胁”,加强敏感核心技术方面的出口管制,例如半导体、航天、新能源等高技术产品的出口<sup>②</sup>;加强对中国科技企业在美国市场的投资审查,限制中国企业海外业务的拓展,如2016年美国总统奥巴马发布行政命令禁止中国企业收购德国半导体企业爱思强及其在美分支机构<sup>③</sup>;此外,奥巴马政府时期的“沃尔夫条款”还加强了对中美科技交流的限制,尤其是限制军事与安全相关领域的交流。总体而言,奥巴马时期对华科技政策可总结为“竞争性接触”,即以合作为手段获取经济利益,又以规制为底线维护技术优势。

### (二)特朗普1.0时期:科技封锁全面升级与单边脱钩

特朗普政府的态度更为强硬,强调美国优先,完全放弃此前对经济利益与安全关切的权衡,转而以“零和博弈”思维定义中美科技关系,呈现出“全面遏制、单边脱钩”的鲜明特征。2017年特朗普政府启动“301调查”拉开中美贸易战序幕,同年12月《美国国家安全战略》报告将中国界定为“竞争对手”和“敌对国家”,以往的“科技外交”在该报告中被“竞争性外交”和“经济外交”取代<sup>④</sup>,美国对华科技遏制在此战略背景下全面升级。

首先,贸易政策层面,一方面通过2018年颁布《出口管制改革法》对新兴技术不断加强出口管制以防止中国获取相关技术;同时,美国商务部还在出口管制“实体清单”中不断增加中国实体与个人发

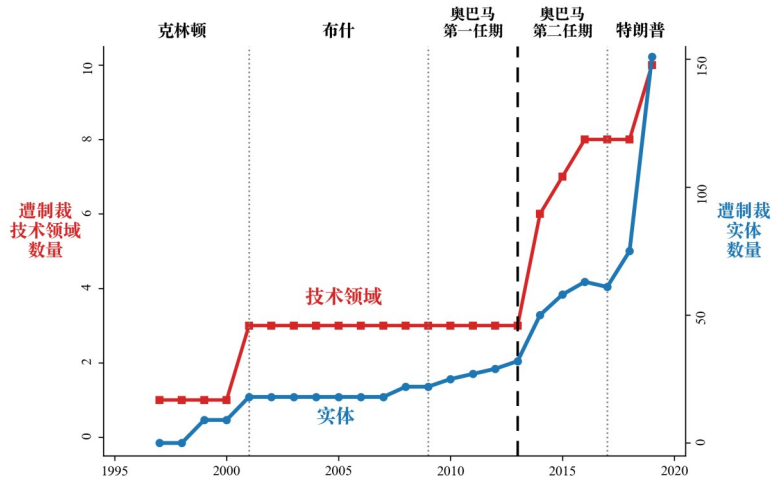
<sup>①</sup> 资料来源:中华人民共和国科学技术部, <https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgnr/bmyjs/201107/W020110715401068434031.pdf>。

<sup>②</sup> 资料来源:H. R. 1473. Department of Defense and Full-Year Continuing Appropriations Act. 2011-04-11. <https://www.congress.gov/bill/112th-congress/house-bill/1473>。

<sup>③</sup> 《外交部回应美阻止中资收购德企反对将正常商业并购政治化》,《人民日报》(海外版)2016年12月6日,第3版。

<sup>④</sup> 资料来源:National Security Strategy of the United States of America, Washington, D. C. :The White House, December 18, 2017. <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2017/12/NSS-Final-12-18-2017-0905.pdf>。

明者。相比小布什和奥巴马时期,特朗普 1.0 时期以来被列入“实体清单”的中国实体数量极大增加 (Han et al., 2024)。截至 2024 年 1 月,已有包括华为在内 800 多家中国企业、机构及个人被列入“实体清单”<sup>①</sup>,主要涉及半导体芯片、人工智能、核电、国防军工等关键技术领域,中国高科技企业科技创新及



数据来源: Han et al. (2024)。

图 1 历年遭受美国制裁的中国技术领域数量与中国实体数量

相关海外业务遭遇前所未有的挑战。另一方面,2018 年以来美国对中国实施多轮大规模关税调整,对内则实施大规模减税政策,促进美国制造业回流,减少美国本土产业对外部供应链的依赖。

其次,强化中国对美投资的监管与审查,防止关键技术转移给中国企业。除《出口管制改革法》之外,美国 2018 年颁布的《外国投资风险评估现代化法》(Foreign Investment Risk Review Modernization Act)规定对涉及

的美国企业外商投资都将受到美国外国投资委员会(CFIUS)的监管与审查(刘璞和孙冰, 2020),尤其对来自中国的投资并购活动,相关审查权限与程序都比以往更加严格,以防止外商投资导致的技术外流。例如,将 CFIUS 原本的 30 天审查期限延长至 45 天,对提交书面通知的交易收取高额申报费用,这些限制条例进一步增加了中国企业海外直接投资的时间与交易成本。

此外,加强科技人才流动的管理与限制。特朗普政府以“防范知识产权窃取”“国家安全风险”为由,围绕 STEM 领域,针对中国学生与科研从业者收紧学生签证和工作签证;终止中美双边交流项目、启动 301 调查,破坏中美科技人才的非正式合作与学术互动。这一系列阻碍人才流动的措施,均旨在构建对中国科技人才的准入壁垒,特别是在敏感的技术领域切断中美科技合作纽带,维护美国技术霸权。

### (三)拜登时期:系统性竞争与多边联盟遏制

除了延续特朗普时期对中国科技发展的强硬态度,拜登政府对华科技策略摒弃了特朗普 1.0 时期诸如收紧科技人才签证、单边“退群”等只重视短期利益的单边保护主义行为,更倾向于系统性竞争与精准打击,注重联合多边盟友围堵中国,重视美国长期竞争力的提升。

对外深化“小院高墙”策略,对内加强关键技术的长期竞争力。“小院高墙”策略自特朗普 1.0 时期提出,该策略围绕美国所谓直接关系其国家安全的特定技术和研究领域(“小院”)划定策略边界(“高墙”),对“小院”内核心技术采取强有力的封锁措施进而达到将中国排除在外的目的。拜登时期进一步深化“小院高墙”策略,对“小院”中核心技术采取了更严密的封锁措施。例如,2022 年美国禁止英伟达等美国芯片公司向华为等中国高科技企业出口高端芯片,同时阻止全球唯一光刻机生产商 ASML 向中国企业出售光刻机(渠慎宁等, 2023)。此外,通过《CHIPS Act》《美国创新与竞争法案》大力投资半导体、量子计算、AI 等领域,增强美国在前沿科技领域的优势,特别是在与中国的竞争中保持技术领先地位。

① 数据来源: <https://www.caixin.com/2024-01-31/102162379.html>。

建立多边联盟,推动供应链全面技术封锁。相比特朗普1.0时期的单边主义,拜登政府还致力于组建多边技术联盟打压中国,试图实现产业链供应链“去中国化”。例如,2021年发布《Interim national security strategic guidance》加强与新加坡、越南和印度等国家的合作以确保海外供应链网络不依赖中国<sup>①</sup>,2022年主导包括日本、韩国及中国台湾在内的“芯片四方联盟(Chip 4)”召开“美—东亚半导体供应链韧性工作小组”首次预备会议,2023年就“限制中国出口芯片制造设备”与荷兰、日本达成协议等。同时,拜登政府通过与其他国家合作,在人工智能、5G和数据隐私等领域积极推动全球技术标准制定,将中国排除在核心标准体系之外。

#### (四)特朗普2.0时期:交易式遏制与混合博弈的战略升级

相比特朗普1.0时期与拜登时期,特朗普2.0时期除了延续前两期强硬的技术竞争态度之外,摒弃了其第一任期强硬的“单边脱钩”策略,倾向于利用关税、制裁等作为交易筹码换取短期利益,同时结合拜登时期的“多边精准围堵”,转为基于美国优先的单边主导联盟,对华科技政策呈现出“短期交易式遏制”与“长期精准脱钩”的核心特征。

一方面,对华政策表现出短期交易式遏制,科技管制成为谈判筹码。特朗普2.0时期突破了其第一任期强硬对抗的单一逻辑,将科技管制作为交易工具换取短期利益。例如,2025年上半年美国对华短期内加征关税至145%又急速撤销与暂停,这种“极限施压后紧急松绑”的操作,本质是利用“关税回落”换取中国的让步,体现“以短期关税波动换取谈判筹码”的交易逻辑。另一方面,推动美国单边主导的多边联盟,以实现精准脱钩的长期策略。特朗普2.0时期的对华科技政策更加务实,即延续拜登时期的联盟制华策略,但更强调美国利益优先的单边主导。例如,与拜登时期的多边主义相比,特朗普2.0时期经济利益优先地缘政治,盟友关系转向“交易式同盟”,实行“有选择的单边主义”,可以为达成交易而绕开盟友,但同时盟友实施军事威胁。核心在于规避盟友牵制,但又尽可能实现对华多方位的精准打击。此外,特朗普2.0时期的对华科技政策也更加灵活,表现出“核心领域封锁,中端领域交易”的精准脱钩与有限合作意图。例如,特朗普政府准许英伟达向中国出口H20芯片等中端技术,并暂停“实体清单”中国企业的新增数量以换取中国稀土出口,目的是缓解其国内供应链痛点,但从核心技术领域精准遏制中国科技崛起。

可见,特朗普2.0时期美国将延续以往强硬的技术竞争态度,但“对抗手段”又从之前的“极端化”调整为“更可持续的务实化”,对华科技政策态度也更具复杂性与不可预测性。总而言之,现阶段美国针对中国的全方位、精准性打击对中国高科技事业发展,尤其是对我国关键核心技术攻关带来了前所未有的挑战,进一步影响了中国现代化产业体系建设的战略目标。要实现现代化产业体系建设与中国式现代化,当务之急是突破国际技术封锁,实现关键核心技术自主可控。

## 二、国内产业基础与自主创新力度

当前中国正处于外部遏制压力与中国崛起之间矛盾日益尖锐的时代,这意味着中国的发展已步入一个挑战空前、任务艰巨的时期,但同时这也是一个迈向民族伟大复兴最具希望的历史时期(路风和何鹏宇,2021)。相比建国初期缺乏高技术人才与薄弱的工业基础,当前我国拥有更加完备的产业体系与雄厚的科技实力。据WTO每年发布的全球创新指数(GII),我国整体创新指数排名已从2012年的全球第34位跃升至2025年的第10位。因此即便面临美国如此全面且精准的打击,打通“卡脖子”技术攻关的堵点、加快现代化产业体系建设对我国而言只是时间问题。

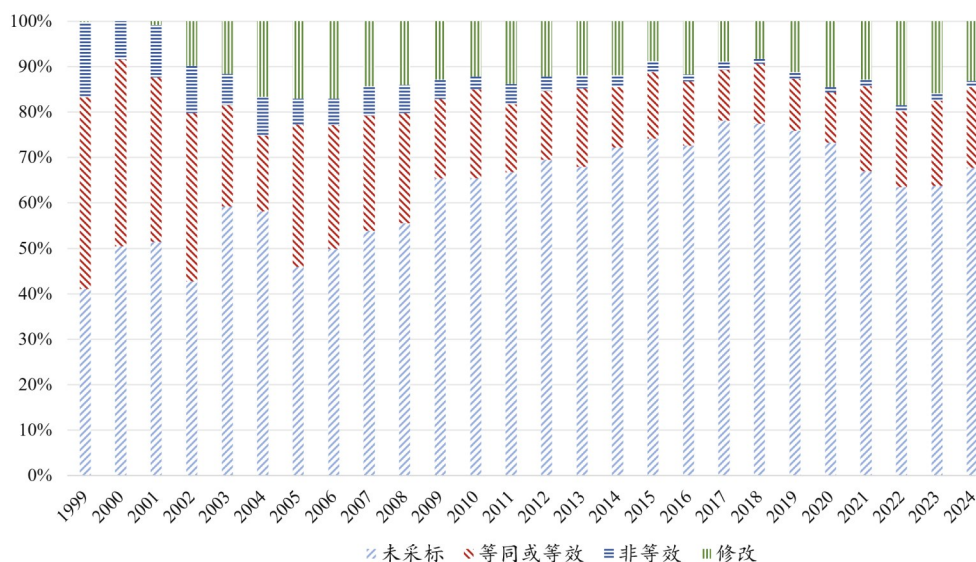
<sup>①</sup> 资料来源:Biden, J. R. Interim National Security Strategic Guidance. The White House, 2021-03. <https://climate-andsecurity.org/wp-content/uploads/2025/09/NSC-1v2.pdf>。

### (一)拥有世界最完备的产业门类与强大的产业配套能力

据工业和信息化部公布,我国是目前全世界唯一拥有联合国《全部经济活动国际标准行业分类》所列全部工业门类的国家,具有强大的产业配套能力,中国的原创时代即将到来。以消费电子产业为例,苹果等电子产品的生产一直维持着“美国主导标准与设计—韩日德主导核心零部件—中国一般零部件与代加工”的基本模式,其他行业领域也存在类似的模式,但边际上一直在不断改变。比如无人机行业,中国大疆已经走在了世界创新的前列并拥有了话语权。相关数据表明,目前美国90%的无人机市场已被大疆占据<sup>①</sup>。大疆的成功极大程度上得益于我国强大的产业配套优势与完善的基础设施环境,促使大疆产品在成本较低的情况下极大缩短生产周期并迅速得到市场检验,这是美国所没有的产业配套环境。随着数字化、智能化时代的到来,未来科技竞争的关键在于规模化与产业化的速度(胡拥军,2023),而我国完备的产业门类与产业配套优势,将为“卡脖子”技术攻关提供完备的产业链配套,以快速实现最终产品的规模化与产业化,最终提升产品国际竞争力。

### (二)日益增强的标准国际化程度助力我国向“标准制定者”转型

作为全球产业竞争的“规则话语权”,与国际化接轨的标准体系是我国重塑全球价值链,构建现代化产业体系的关键。当前我国标准国际化战略已发生深刻转变,推动我国由“标准跟随者”向“标准制定者”转型。据全国标准信息公共服务平台数据(见图2),我国国家标准采纳的国际标准的占比逐年下降,而2018年中美贸易摩擦之后呈现出逐年增加的趋势。前一阶段国际标准采纳率下降是我国产业升级与自主创新能力提升的必然结果,体现出大量国产技术已经达到或超越国际水平,我国国家标准的制定更强调与本国产业现状和市场需求的适配,属于“被动国际化”到“自主化”的一次跃迁。后一阶段,中美贸易摩擦这一外部冲击充分暴露出关键领域被“技术标准”锁定的巨大风险。这一阶段国际标准采纳率回升的内涵发生本质变化,我国开始积极参与甚至主导国际标准制定,将自身先进技术转化为国际通用的规则语言,是突破“路径依赖”、避免“技术锁定”、争夺国际标准“制定权”的战略主动行为(李丹和董琴,2022)。据《中国标准化发展年度报告(2023年)》,目前我国国际标准制定参与度已达82.2%。与此



数据来源:全国标准信息公共服务平台。

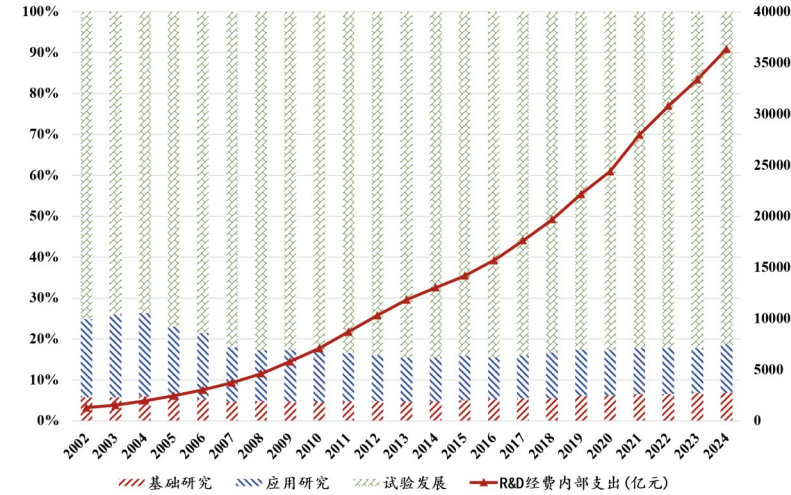
图2 中国国家标准历年采纳国际标准情况

① 资料来源:《秦朔:中国产业创新,从2021开始》,<https://mp.weixin.qq.com/s/dEeVr6jxkyL6hguQgPXE8w>。

同时,我国也在通过“一带一路”倡议、南南合作等平台,向广大发展中国家系统性输出涵盖高铁、电力、通信、新能源等领域的“中国技术+中国标准”。随着我国标准国际化事业发展,不久的将来标准优势必将转化为技术优势、产业优势,为建立自主可控、安全可靠的现代化产业体系提供坚实基础。

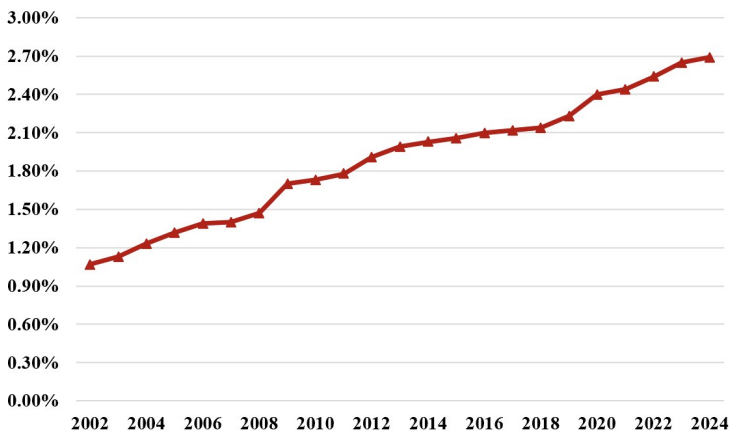
**(三)前期巨大的自主创新投入为“卡脖子”技术攻关提供了条件**

我国始终重视科学技术的重要性,早在20世纪90年代初邓小平就提出“科学技术是第一生产力。高科技领域的一个突破,带动一批产业的发展”。认识到科技创新是国家竞争力的核心之后,我国将科技创新



数据来源:历年全国科技经费投入统计公报。

图3 中国历年全社会研发经费投入情况



数据来源:历年全国科技经费投入统计公报。

图4 R&D经费内部支出占GDP比重

与新能源等战略性关键核心技术领域的研发突破提供了条件。

**(四)超大规模市场优势为科技成果转化提供广阔的应用场景**

规模经济效应超大、范围经济效应超大、空间集聚效应超大、创新学习效应超大、发展外溢效应超大无一不反映出我国经济超大规模的鲜明特征(国务院发展研究中心课题组,2020)。在当前我国面临严峻的国际技术封锁的情况下,基于超大的国内市场实现关键核心技术自给自足是突破国际封锁并在新一轮科技革命中“弯道超车”的关键。例如,在2020年9月美国使用其“长臂管辖”原则禁止国际企业向

科技创新定位为国家发展的战略重点,在科技创新领域不计成本投入了大量资金,尤其在高科技与核心技术的研发上。20多年来,全社会研发经费投入大幅度增加,由2002年的1287.64亿元增加到了2024年的36326.8亿元(见图3),占国内生产总值的比重也从2002年的1.07%上升到2024年的2.69%(见图4);其中用于基础研究的研发经费也从2002年73.8亿元增加到2024年的2500.9亿元。此外,2021年我国一般公共预算科技支出安排9321亿元,其中中央本级支出3227.1亿元,重点用于支持打造国家战略科技力量;中央本级基础研究支出661.76亿元(较往年增加10.6%),重点支持基础研究领域科研院所、国家实验室、科研人才以及科技创新基地等开展基础研究。据OECD数据库,2019年中国研发投入规模为5257亿美元,位居全球第二,与排名第一的美国相差1218亿美元,高出排名第三的日本3524亿美元。就全球而言,中国创新投入规模已经位居全球前列,如此持续且巨大的前期投入将为科研提供充足的资金支持,尤其是为半导体、生物技术

华为出售高端芯片,然而正是国内超大规模市场的优势使得我国民营企业——中芯国际抓住这一重大的市场激励与华为“捆绑”,缓解其作为上游国产芯片制造商而面临的“创新的货币外部性”,突破国际高端芯片制造商ASML的“人才圈定”阻碍(寇宗来和孙瑞,2023),进而提升其自主创新能力。如今,中芯国际已经成长为全球第三大芯片代工厂商。超大规模市场也能够整合创新资源与完善要素配置,为科技创新提供丰富的土壤,同时使得所研发的技术和产品能够快速推广并获得市场反馈,这种快速的迭代与市场反馈为科技成果的转化提供了广阔的应用场景。2020年党中央也首次明确提出“构建国内国际双循环相互促进的新发展格局”以强调国内市场的重要性,这一战略目标正是立足于我国超大规模市场所蕴含的深厚内需潜力与巨大市场纵深而提出。

#### (五)一系列积极政策举措为“卡脖子”技术创新提供广阔的政策空间

技术进步往往来自制度基础的稳定与可靠(吴敬琏,2002),健全完善且条块联通的制度环境才能让科技健康发展。除了大力投入研发资金,我国也始终致力于打造良好的创新政策环境。首先,2023年3月,中共中央、国务院印发《党和国家机构改革方案》组建中央科技委员会以加强党中央对科技工作的集中统一领导,这是解决我国长期以来科技体制条块分割严重的关键一环。其次,2024年1月工业和信息化部、教育部等七部门联合印发《关于推动未来产业创新发展的实施意见》(以下简称《实施意见》),提出到2025年“建设一批未来产业孵化器和先导区,突破百项前沿关键核心技术”,到2035年“关键核心技术取得重大突破,一批新技术、新产品、新业态、新模式得到普遍应用”。《实施意见》的发布对引领我国科技进步、把握科技革命和产业变革机遇、加快建设科技强国具有重要战略意义。此外,积极建设国家重点实验室与国家大学科技园。自20世纪末开始,我国就开始了国家重点实验室建设的探索,截至2020年,全国已有700个左右国家重点实验室。国家实验室的建立不仅仅是单纯发挥科技资源汇集的作用,更是为了打破学术边界,实现学科交叉与产学研用结合。目前,全国已建立了140余家国家大学科技园,更是致力于推动高校科学资源与市场创新资源紧密结合以促进科技成果转化与创新人才的协同培养。最后,国家级的科学技术奖励与不断改革的科研经费管理制度。1999年国务院通过的《国家科学技术奖励条例》为对我国科学技术进步、经济社会发展、国防现代化建设作出突出贡献的人员和组织给予奖励,极大地激励了全社会的科技创新;2021年出台《关于改革完善中央财政科研经费管理的若干意见》完善了科研经费的拨付机制,扩大了经费管理的自主权,更是加大了对科研人员的激励力度。这一系列政策措施,将为我国攻破关键核心“卡脖子”技术提供极为有利的政策环境。

### 三、“卡脖子”技术视角下现代化产业体系建设困境

习近平总书记多次提到,关键核心技术是国之重器,要牢牢将关键核心技术掌握在自己手中。当前,我国遭遇美国等发达国家各领域全方位的技术封锁与精准打击,同时又要面临国际地缘政治紧张、防范疫情等“黑天鹅”事件再次发生,即便此前已经拥有一定的产业基础与前期自主创新投入,但随着特朗普1.0以来愈加紧张的中美科技博弈态势,我国关键核心技术“卡脖子”问题凸显,现代化产业体系建设事业也因此受阻。那么,致使关键核心技术被“卡脖子”的成因有哪些呢?现代化产业体系建设进程因此遭遇了哪些困难与挑战?

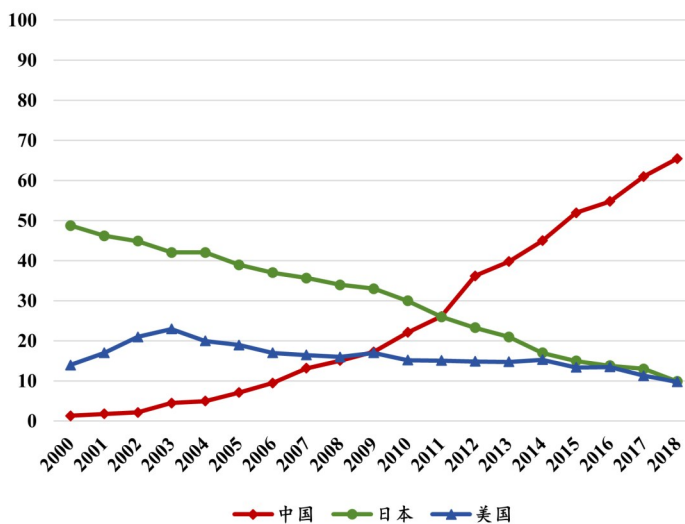
#### (一)关键核心技术“卡脖子”问题的成因

第一,核心中间品输入受限于发达国家“长臂管辖”政策,战略性核心技术研发与市场验证等所需时间过长。我国科技发展正处于从跟跑、并跑到领跑的关键时期,以及国家自身对攀升全球价值链高附加值环节的迫切需要与外部遏制力量的叠加,都要求我国从源头上突破关键“卡脖子”技术以弥补产业链关键核心竞争力短板(胡登峰等,2022)。然而,由于《瓦森纳协定》,一些关键核心技术仍然受制于美国等老牌科技发达国家。首先,光刻机领域存在较高的市场进入障碍,加之美国对华限制政策,导致我国高端芯片制造所需光刻机供应并不顺畅,致使10纳米以下的高端芯片制造技术与世界先进水平仍存在

明显差距(渠慎宁等,2023)。即便我国中芯国际公司已经成为当前量产10纳米以下高端芯片的全球4家企业之一,但产能仍不足全球的1%。其次,难度巨大、技术积累时间漫长、市场认可遥遥无期以及国际封锁等因素导致能源和国防建设领域的战略性装备——重型燃气轮机仍然未能实现自主化(赵长轶等,2023)。此外,智能计算机所需操作系统、作为“工业之母”的数控机床、高端机器人所需核心算法等“卡脖子”技术也尚未实现自主可控。正是由于上述关键核心技术被“卡脖子”,直接影响国内相关产业的现代化进程。

第二,技术引进渠道单一,且尚未获取国际标准制定话语权。一方面,“卡脖子”技术的共性——较高的技术复杂度,决定了只有少数发达国家或高科技企业能够掌握此类技术,也意味着后发国家的技术引进渠道十分单一。我国长期依赖的“引进技术—消化吸收—二次创新”跟随战略只能使跟随者沿着成熟的既定技术范式与轨道进行被动迭代试错和逆向研发(胡登峰等,2022),而一旦关键技术引进渠道被外部阻截,关键核心技术“卡脖子”问题就会出现。在缺乏多元化技术引进渠道的同时,我国国内也面临相关技术储备与替代方案不足的现象,致使“卡脖子”技术短时间内难以实现自主可控。另一方面,在过去“以市场换技术”阶段,中国长期是国际标准的“跟随者”而非“制定者”,为关键核心技术被“卡脖子”埋下了隐患。其一,国际标准本质上是技术领域的一种特殊的“制度公共品”,其供给模式深刻影响着全球价值链的收益分配格局。过去我国“以市场换技术”“标准跟随”战略虽在短期内降低了我国产业融入全球市场的交易成本,但也长期使我国囿于路径依赖,被动承受因标准主导产生的“网络外部性”红利被先行者攫取的现实,并面临“技术锁定”效应带来的创新抑制与安全风险。其二,国际标准包含大量“标准必要专利”,导致后发国家想要生产相应产品必须使用这些专利。而这些强大的专利壁垒与专利丛林致使我国企业全球竞争过程中被侵蚀利润,甚至中断生产。例如,据2019年瑞典国际事务研究所报告<sup>①</sup>,欧盟成员国在ISO、IEC等国际标准化组织的技术委员会秘书处席位占比超一半,而中国占比仅在12%和5%左右,意味着中国在国际标准体系建设中仍受制于人。

第三,基础研究能力薄弱,科技成果转化率低。基础研究与技术进步是相辅相成的关系(Levine, 1944),前者为后者提供理论渊源,后者为前者提供需求、手段和验证场景;而我国以往采取技术引进替代自主研发的跟随政策导致“二次研发”主体在依赖技术引进的过程中习惯半途而废(路风和何鹏宇, 2021),相关基础科学知识的重要性就遭到了忽视,致使基础研究也变成跟随式的。然而,关键核心技术攻关必须通过在基础科学上的原始创新实现,往往只有少数领先企业才能意识到这一点。据世界知识产权组织数据(如图5),中国自入世以来每年发明专利授权数量在世界的份额逐年上升,尤其在2009年之后超过美国和日本等世界发达国家,但专利转化率却依然低于发达经济体。据国家知识产权局

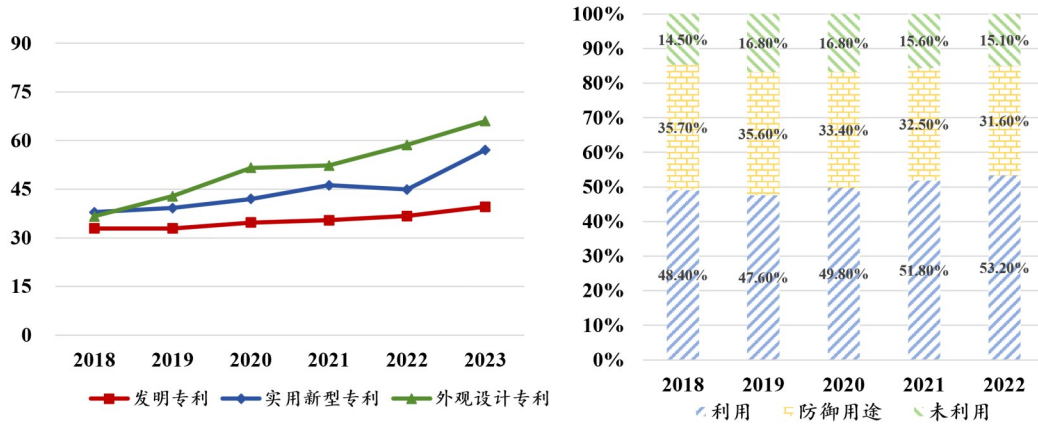


数据来源:世界知识产权组织。

图5 全球主要国家发明专利授权份额

<sup>①</sup> 资料来源: Björn Fägersten and Tim Rühlig, “China’s standard power and its geopolitical implications for Europe”, Stockholm: The Swedish Institute of International Affairs, 2019. [https://www. ui. se/english/publications/ui-publications/2019/chinas-standard-power-and-its-geopolitical-implications-for-europe/](https://www.ui.se/english/publications/ui-publications/2019/chinas-standard-power-and-its-geopolitical-implications-for-europe/)。

历年《中国专利调查报告》，我国发明专利转化率仍旧低于同期的日本等发达经济体(见图6<sup>①</sup>)。长期对基础研究的忽视使得我国在面对被“卡脖子”的关键核心技术创新时只知其然不知其所以然，进而造成我国科技成果转化率低。



数据来源:国家知识产权局。

图6 中国历年专利产业化率(左)与日本专利利用率(右)

第四,现行教育体制不适应颠覆性创新人才的需求。2021年9月,习近平总书记在中央人才工作会议上强调,到2025年“在关键核心技术领域拥有一大批战略科技人才、一流科技领军人才和创新团队”。作为基础研究重地,高校肩负着培养关键核心技术领域高层次人才的重任。现阶段我国高校研究生评价体系与教师考核机制中存在偏重论文发表数量而忽视培养创新与科研能力的现象;高校拥有大量关键核心技术相关的科研资源,却未能实现市场化与产业化(高瑜等,2024),且普遍存在基础研究人员与应用研究人员之间的相互“鄙视链”,现有教育体制也未能推进分处创新链条两端的企业与高校的合作与交流,致使当前高校人才供给尚不能与市场颠覆性创新人才需求匹配,校企协同的关键核心技术人才培养问题亟需解决。

第五,企业“卡脖子”技术创新能力不足。具有公共属性的高校、科研院所与具有私有产权属性的企业在关键核心技术研发创新过程中的分工不同(Haeussler & Sauer mann, 2020),前者擅长基础研究,后者擅长应用研究与产品商业化。而关键核心技术创新的高投入、长周期、核心部件市场被寡头垄断的特点决定了关键核心技术创新必须是多元化主体参与,否则以单一主体进行关键核心技术攻关将难以破解基础研究与应用研究之间的持续分化。此外,作为一种具战略性的公共品,关键“卡脖子”技术研发所需经济和制度成本巨大,多数企业往往“有心无力”,且研发过程中所需的资源配置强度也并非一般单一主体所能承受的,这也导致了企业进行“卡脖子”技术创新的意愿和创新能力不足。

## (二)现代化产业体系建设的困境

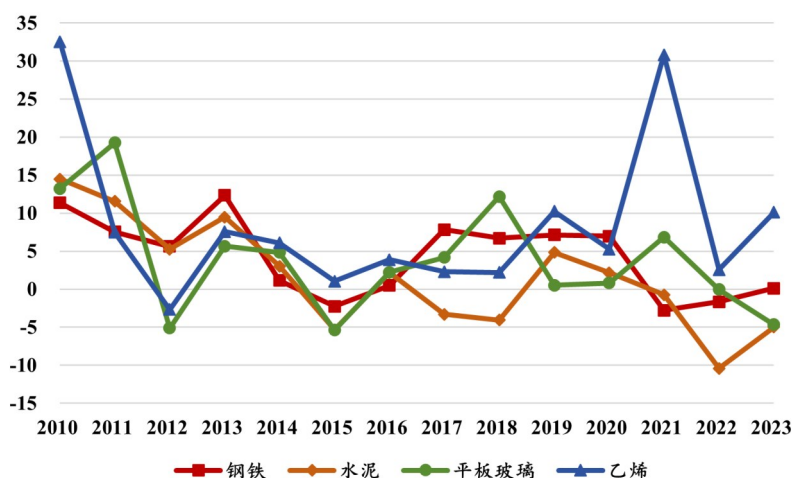
中美科技博弈背景下中国关键核心技术“卡脖子”问题凸显,现代化产业体系建设进程因此面临一系列困难与挑战。

第一,产业链供应链安全与稳定性不足,难以适应变化迅速的外部环境。产业链供应链安全与稳定是现代化产业体系的前提。全球长期处于美国主导全球价值链价值分配的全球治理体系之下,通过逐

<sup>①</sup> 中国专利产业化率与日本专利利用率的指标定义、数据获取方式十分接近,可进行比较。日本专利利用率中的“利用”是指生产专利产品或在生产过程中使用了相关专利。

步突破不同行业领域的前沿技术建立行业标准以确保产业链供应链安全是中国发展初期的唯一路径。技术与产品的安全可控是产业链供应链安全可控的前提,然而当前部分产业链关键零部件、设备、材料以及算法等尚未实现自主可控且国产替代率低导致我国产业链供应链面临较高的“断链”风险(单宇等, 2023)。改革开放以来我国半导体行业依赖国外光刻机进口致使国产光刻机研发停滞不前,直至特朗普当政后我国高端芯片制造领域遭到欧美国家制裁时,高端芯片领域受制于人的致命弱点逐渐暴露,一度导致产业链中断。据统计,目前我国在生物医药、信息通讯以及新能源汽车等战略性新兴领域存在600多项“卡脖子”技术,其中400余项完全依赖国外(国内替代率小于20%),近200项严重依赖外部(国内替代率20%—40%)(张于喆等, 2021)。一旦面临严峻的外部冲击,这些尚未实现国产替代的关键核心技术就会成为我国产业链供应链“断链”的导火索,产业链供应链的安全和稳定性面临极大威胁,建设现代化产业体系的过程势必困难重重。

第二,国内产业结构升级与转型进程受阻。产业基础高级化与产业链现代化是现代化产业体系的题中之义。经历过去四十多年的粗放型增长,我国经济高速发展的同时,行业产能过剩等结构性问题逐渐凸显,例如石化原料乙烯、传统燃油车以及动力电池业等都长期存在供过于求的现象<sup>①</sup>。为解决产业内部结构性问题与提高产业整体竞争力,2013年十八届三中全会明确提出产业转型升级的概念,强调加快转变经济发展方式,推动产业结构优化升级。如图7所示,2011—2023年间,钢铁、水泥、乙烯等行业产量年增长率整体呈现出下降趋势,即使2015—2019年间因全球经济回温而有所上升,整体仍表现出下降趋势,部分年份还出现负增长的现象,可见传统制造业行业中产能过剩问题仍未解决。尤其钢铁行业受房地产行业低迷的影响存在较为严重的产能过剩问题,且当前我国经济绿色化发展的战略要求也势必给钢铁等传统制造业行业带来冲击,传统行业转型升级势在必行。产业升级的核心路径之一在于向产业链“微笑曲线”核心环节延伸,其成败在于是否掌握关键核心技术。而当前我国关键核心技术被“卡脖子”导致产业链不完



数据来源:国家统计局。

图7 行业年度产量增长率

整,致使国内产业结构升级乏力。

第三,我国在全球价值链中被“低端锁定”,致使国际竞争力下降。中国如今已经成为全球经济治理重要的参与者,但要想参与并主导国际经济规则的制定与完善、在全球经济治理体系中居于主导地位,就必须通过全球价值链这一载体。然而正是由于缺乏自主知识产权的关键核心技术,我国多数企业被“锁定”在价值链的加工、组装等劳动密集型环节。这些环节较低的附加值与较强的可替代性特征,使得我国企业利润薄弱;而高附加值环节被发达国家企业垄断从而攫取价值链中绝大部分利润。这种分工

<sup>①</sup> 资料来源: [https://www.guancha.cn/LuFeng/2024\\_03\\_30\\_730095.shtml](https://www.guancha.cn/LuFeng/2024_03_30_730095.shtml)。

模式致使我国企业难以向高附加值的领域发展,进一步造成国内产品的国际议价能力低下、国际竞争力处于弱势地位。此外,高附加值的产业更加注重资源的有效利用,而国内产业绿色化发展也受限于关键技术被“卡脖子”,由此造成的资源过度浪费与严重污染问题使得我国难以实现全球价值链攀升。

## 四、政策建议

经历几十年的经济高速发展,我国已拥有完备的产业链供应链,社会各界均在持续推动标准国际化、加大自主创新投入以及营造良好的创新政策环境,目前已具备了深厚的国内产业基础与自主创新能力。然而从2018年的中美贸易争端到2020年美国对华为实施技术断供,均暴露出我国关键核心技术被“卡脖子”的问题,高端芯片等战略性行业领域一度出现“断链”,致使我国产业发展难以向核心环节延伸,实现向全球价值链中高端攀升的发展目标仍道阻且长,现代化产业体系建设的进程也因此面临极大挑战。为持续推动现代化产业体系建设,本文进一步提出以下政策建议。

### (一)建立健全市场与政府相融合的新型举国体制

“十三五”时期,国家提出探索“新型举国体制”的目的就在于完成“取得重大突破,实现重大发展”的历史任务,以提升国家综合竞争力。举国体制归根究底是一种任务体制(路风和何鹏宇,2021),传统举国体制更多以政府行政命令来实现资源配置,而构建关键核心技术攻关的新型举国体制必须依靠政府领导与市场需求、应用的有机结合。一方面,要在政府层面决定任务的方向,确保各部门、地方、组织与产学研之间目标一致,破解体制机制条块分割问题,提高关键核心技术攻关的决策与执行效率;同时在政府最高层面组织和调动“举国之力”,将各类创新要素最大限度地向关键前沿领域集中。另一方面,有效利用超大规模市场快速迭代与反馈的速度,引导资源有效配置,同时鼓励市场各主体的自主创新意识。而构建新型举国体制的重要性在于,面对外部势力与“黑天鹅”事件时能够有效动员所有社会主体完成共同目标而不受外部冲击影响,同时又能在过程中保持各参与主体之间经济利益的独立性。一个成功的例子是政府引导基金,既可以像政府一样引导产业投资的方向,又能像风投基金一样发挥市场的作用。因此,未来应在各个领域重视市场的力量而非由政府单一主导。例如与科技创新有关的部门或机构,可借鉴美国国防先进研究计划署的经验,引入拥有更多市场经验的工作人员甚至决策人员,在保证政府层面领导重大任务的同时又实现与市场力量的融合。但资源配置中市场机制的固有缺陷也不容忽视。就当前企业过分重视应用研发而忽视基础研发的现象而言,新型举国体制的建设也不能过分依赖市场的作用,应有效结合政府与市场的各自优势,促进二者的相互融合。

### (二)推动多元化主体合作,促进产业链创新链深度融合

基础研究不受重视是长久以来学界与业界公认的关键核心技术难以突破的首要原因。事实上,我国始终重视基础研究投入,且国内科研人员基础研究能力也并不低。而当前关键核心技术被“卡脖子”的关键在于基础研究与应用研究的脱节。基础研究风险较大的特性导致企业研发部门与业务部门互相妥协,将大量研发预算与精力都倾注于保持企业现有竞争力的创新之上,这导致“巴斯德象限式”具有应用导向的基础研究受到忽视(Dugan & Gabriel, 2013),进而使得颠覆式创新未能产生。突破关键核心技术“卡脖子”问题的关键之一,在于必须推动具有公共属性的高校和科研机构与具有私有产权的企业之间的相互合作,充分发挥不同主体的优势,做到基础研究以应用为导向,应用研究以基础科学知识为指导。一方面,鼓励企业利用国家重点实验室、国家大学科技园等创新平台与高校、科研院所建立紧密合作,利用各自优势进行联合研发以实现“卡脖子”技术的突破;另一方面,高校与科研院所也要积极通过技术转移办公室、技术市场等平台与企业进行技术转移交易,提高科技成果转化。不仅企业、高校以及科研机构要积极发挥自身主观能动性,政府更应牵头建立多样化的协同创新平台,整合高校、科研机

构、企业以及市场的资源与力量,推动不同研发主体之间的研发合作,使得市场需求信息、创新资源能够借助创新平台联结起不同主体间的创新活动,促进知识与技术的流动,进而推动产业链与创新链的深度融合。

### (三)深化标准制度型开放,构建中国标准“生态”

“卡脖子”问题本质上是我国产业体系中关键核心技术的对外依赖程度过高而导致的供应链安全风险。除了实现关键核心技术自主研发之外,还应获取规则制定的“话语权”。其一,国家层面主导标准国际化战略顶层设计,引导行业龙头企业联合高校、科研院所、中小企业组成标准联盟,实现“技术—标准—产业”协同,助力技术向市场规则的转化;其二,发挥超大规模市场优势,为基于自主标准研发的产品提供初始市场,打造示范应用场景,加快标准的市场验证进程,为标准生态的生存与发展提供土壤;其三,深度参与国际标准化组织,将中国技术与标准提案推向国际,借助“一带一路”平台,推动中国标准与国际标准互认;其四,持续深化标准制度型开放,全方位构建中国标准“生态”。标准“生态”的构建,一方面可保证国内产业面临技术断供的情况下实现成熟国产标准与技术体系的迅速补位,提高产业链韧性;另一方面也可通过标准必要专利布局,推动中国企业从全球价值链的“利润贡献者”向“利润获取者”转变,强化国内产业发展的财务基础与创新可持续性。更重要的是,标准“生态”的存在,帮助中国能够自主定义技术轨道,对现有主导生态形成制衡,从而在全球产业竞争中占据主动权,助力中国现代化产业体系建设。

### (四)持续深化教育改革,建立科学合理的评价机制

人才是关键核心技术攻关的关键,除了鼓励企业、高校以及科研院所之间的深度交流与合作,更应该加强对符合产学研要求的关键核心人才的培养,持续健全关键核心人才培养与评价机制。虽然我国早已开始重视高等院校教育体制改革,但高校与科研机构内部的“近亲繁殖”“山头斗争”现象仍然存在,数量导向、论文导向以及“帽子”导向仍是体制内科研评价机制的重要评价依据,关键核心技术攻关所需的科研能力与精神逐渐丧失。因此,应继续深化教育体制改革,建立科学合理的评价机制。其一,加强教育机制制度建设,确保学术评价体系的透明性、公正性与科学性,弱化论文发表数量这一考核标准,重视对人才科研能力全方位的合理评价。其二,加强与国际教育界和学术界的交流合作,引入多元化的教育理念与学术思想,同时与国内教育现状相结合,改善现行教育体制与评价体系的弊端。其三,聚焦高校与科研机构内部“自由探索”制度环境与激励措施的建设,为关键核心技术创新培养高水平科研人才提供制度条件。最后,建立公平有效的人才选拔机制以及有力的惩罚机制,避免“近亲繁殖”现象滋生。

### [参 考 文 献]

- 单宇,刘爽,马宝龙. 国产替代过程中关键核心技术的适应性重构机制——基于海信集团1969~2022视像技术的纵向案例研究. 管理世界,2023(4):80—100.
- 高瑜,李响,李俊青. 守“正”与创新:来自任务导向型政策的证据. 世界经济,2024(5):96—122.
- 国务院发展研究中心课题组,马建堂,张军扩. 充分发挥“超大规模性”优势 推动我国经济实现从“超大”到“超强”的转变. 管理世界,2020(1):1—7+44+229.
- 胡登峰,黄紫微,冯楠等. 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. 管理世界,2022(5):188—209.
- 胡拥军. 前瞻布局未来产业:优势条件、实践探索与政策取向. 改革,2023(9):1—10.
- 寇宗来,孙瑞. 技术断供与自主创新激励:纵向结构的视角. 经济研究,2023(2):57—73.
- 李丹,董琴. 技术标准、创新驱动与中国制造业出口复杂度升级. 经济经纬,2022(4):51—61.
- 刘瑛,孙冰. 与外资安审联动的美国技术出口管制制度及中国应对. 国际贸易,2020(6):72—79.
- 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. 管理世界,2021(7):1—18+1.
- 渠慎宇,杨丹辉,兰明昊. 高端芯片制造存在“小院高墙”吗——理论解析与中国突破路径模拟. 中国工业经济,2023(6):62—80.
- 吴敬琏. 发展中国高新技术产业制度重于技术. 北京:中国发展出版社,2002.

- 岳圣淞. 图式演绎、叙事重构与冷战后美国对华价值观外交. *世界经济与政治*, 2023(4):26—61+157—158.
- 张于喆, 王海成, 杨威, 等. 中国关键核心技术攻坚面临的主要问题和对策建议(笔谈). *宏观经济研究*, 2021(10):75—116+130.
- 赵长轶, 谢洪明, 郭勇, 等. 大国重器研制的关键核心技术突破——东方电气集团 G50 重型燃气轮机纵向案例研究. *管理世界*, 2023(12):20—39.
- Albert, H. Teich. In Search of Evidence-based Science Policy: from the Endless Frontier to SciSIP. *Annals of Science and Technology Policy*, 2018, 2(2): 75-199.
- Dugan, R. E. , & Gabriel, K. J. "Special Forces" Innovation: How DARPA Attacks Problems. *Harvard Business Review* , 2013, 91(10): 76-84.
- Haeussler, C. , & Sauermann, H. Division of Labor in Collaborative Knowledge Production: the Role of Team Size and Interdisciplinarity. *Research Policy*, 2020, 49(6): 103987.
- Han, P. , Jiang, W. , & Mei, D. Mapping US-China Technology Decoupling: Policies, Innovation, and Firm Performance. *Management Science*, 2024, 70(12): 8386-8413.
- Levine, D. D. Administrative Control Techniques of the War Production Board. *Public Administration Review*, 1944, 4(2): 89-96.
- Richelson, J. T. The Wizards of Langley: The CIA'S Directorate of Science and Technology. *Intelligence and National Security*, 1997, 12(1): 82-103.

## The Construction of a Modern Industrial System in the Context of China-US Technology Competition

Cai Hongbo, Zhang Jiaojiao

**Abstract:** This paper reviews the long-term technological competition and containment imposed by the United States on China since China's accession to the WTO. Currently, China has established a robust industrial foundation and accumulated substantial innovation resources, featuring the world's most comprehensive industrial system, an increasingly internationalized standards framework, formidable industrial support capabilities, the advantages of a super-large domestic market, and a robust innovation policy environment. However, amid international technology blockades led by the United States and heightened geopolitical tensions, China's strategic and frontier industries continue to face critical bottlenecks in key core technologies, posing challenges to the development of a modern industrial system. This paper further clarifies the causes of these technological bottlenecks in China's key core technologies and examines the ways in which they impede the development of China's modern industrial system. Based on this analysis, this paper proposes policy recommendations from multiple dimensions, including establishing a new national system, deepening the integration of industrial and innovation chains, advancing institutional opening-up in standards, and reforming the existing education system.

**Keywords:** core technologies; modern industrial system; bottlenecks in key core technologies; independent and controllable

【责任编辑:周吉梅;责任校对:周吉梅,赵洪艳】