

关键核心技术突破：一个整合框架*

操友根 任声策 杜梅

(同济大学上海国际知识产权学院 上海 200092)

摘要 [研究目的]系统突破关键核心技术障碍是“十四五”时期推进科技自立自强的关键,应在全局把握和深刻反思的基础上稳步推进。然而既有研究处于起步阶段,对关键核心技术及其突破的讨论相对分散,尚未形成系统的研究框架。[研究方法]在理论回顾的基础上,界定了关键核心技术的内涵、特征和类型,剖析了关键核心技术障碍的突出表现和国内外成因,探讨了关键核心技术突破的背景与形势、方向与重点、机理和路径。[研究结论]研究构建了关键核心技术突破的整合框架,并从关键核心技术突破的目标体系构建、主攻方向选择、攻坚力量部署、激活机制重塑、攻坚稳步推进五个体系化维度明晰未来进路。研究结论既能促进关键核心技术文献的发展,又为政府制定政策、各市场主体积极参与关键核心技术突破提供理论指导。

关键词: 关键核心技术; 技术突破; 卡脖子技术; 技术识别; 科技自立自强

中图分类号: F204

文献标识码: A

文章编号: 1002-1965(2023)08-00061-08

引用格式: 操友根,任声策,杜梅.关键核心技术突破:一个整合框架[J].情报杂志,2023,42(8):61-68.

DOI: 10.3969/j.issn.1002-1965.2023.08.010

Breakthrough of Key Core Technologies: An Integrated Framework

Cao Yougen Ren Shengce Du Mei

(Shanghai International College of Intellectual Property, Tongji University, Shanghai 200092)

Abstract [Research purpose] Systematic breakthrough of key core technical barriers is the key to achieving self-reliance and self-improvement in science and technology during the “14th Five-Year Plan” period, and it should be steadily advanced on the basis of overall grasp and deep reflection. Discussions on key core technologies and their breakthroughs are relatively scattered, and a systematic research framework has not yet been formed. [Research method] On the basis of theoretical review, the connotation, characteristics and types of key core technologies are defined; the distribution and the causes of key core technology obstacles are analyzed, and the background, situation, direction and focus, mechanism and path of key core technology breakthroughs are discussed. [Research conclusion] The study builds an integrated framework for key core technology breakthroughs, and clarifies future research from five dimensions: the construction of the target system, the selection of the main attacking direction, the deployment of attacking forces, the reshaping of the activation mechanism, and the steady advancement of the attacking. The research conclusions can not only promote the development of key core technology literature, but also provide theoretical guidance for the government to formulate policies and market players to actively participate in key core technology breakthroughs.

Key words: key core technology; technological breakthrough; “neck sticking” technology; technology identification; S&T self-reliance and self-improvement

关键核心技术创新是传统产业转型升级和战略性新兴产业培育的重要引擎,对中国实现高水平科技自立自强和支撑经济高质量发展起到核心支撑作用。然

而,中国在高端数控机床、高端芯片、核心发动机等关键技术领域发展相对落后,美国等国以推动科技脱钩为意图的技术封锁和长臂管辖使得国家创新链、产业

收稿日期: 2023-02-16

修回日期: 2023-03-21

基金项目: 国家自然科学基金项目“竞争互动视角下企业专利诉讼的时间策略选择机理研究”(编号: 72072129); 中央高校基本科研业务费专项资金(编号: 22120210242)。

作者简介: 操友根,男,1992年生,博士研究生,研究方向: 知识产权与创新管理; 任声策,男,1975年生,博士,教授,博士生导师,研究方向: 战略管理、创新创业与知识产权管理; 杜梅,女,1995年生,博士研究生,研究方向: 知识产权与创新管理。

通信作者: 任声策

链、供应链“断链”“脱链”风险增加,关键核心技术面临“卡脖子”的重大挑战。

既有文献围绕关键核心技术的概念内涵^[1-2]、现状与成因^[3-4]、突破模式及路径^[5-6]等展开了讨论,但是,由于关键核心技术及其突破研究主要源自近年来的国际科技封锁压力,故整体上处于起步阶段,且关键核心技术相关研究呈现出相对分散、零乱的特征,尚未形成富有逻辑和系统的研究框架,不利于从理论层面支撑关键核心技术突破的实践推进。

鉴于此,本文以国家重大战略为牵引构建起关键核心技术突破的整合框架,该框架旨在回答三个问题:第一,什么是关键核心技术?第二,中国关键核心技术障碍有哪些,如何形成的?第三,中国如何突破关键核心技术障碍?本文研究结论有利于增强各界对关键核心技术及其突破的整体认识和系统思考,从理论和实践层面助力中国加快打赢关键核心技术攻坚战。

1 关键核心技术的理论回顾与内涵辨析

1.1 关键核心技术的相关理论

技术创新理论认为,国家或产业关键核心技术障碍的形成通常源于技术演化过程中的技术轨道刚性或创新路径依赖形成的技术锁定,而其突破的关键是以重大突破式创新实现越轨变道,解除技术发展禁制。故在理论层面,关键核心技术及其突破的理论根基包括技术轨道、技术锁定、国家创新体系与突破式创新。

1.1.1 技术演化与技术轨道

技术轨道是研究关键核心技术演化的关键概念,其是在技术范式规定下沿技术轨道方向发展的一种强选择性的进化活动^[7]。受到技术、经济和社会等多种因素的影响,技术轨道会形成不同类型的发展路径,包括稳定的主路径和创新的分支路径^[8]。如果沿主路径技术轨道进行创新,往往会陷入“顺轨创新”陷阱,使自身落入由发达国家主导的技术标准而难免成为技术跟随者,从而容易出现核心技术被“卡脖子”问题。相反,技术“蛙跳”学说认为通过路径创造或路径跳跃将赋予技术后发国家超越追赶发达国家的战略机遇,即具有相当创新积累的后发国家可以采用某些处于技术生命周期成熟前阶段的技术,以其为起点实施技术追赶^[9]。

1.1.2 技术依赖与技术锁定

技术锁定是关键核心技术障碍的主要成因之一,表现为一种形式的路径依赖^[10],即技术或技术系统沿某个特定的路径向前发展。在开放创新范式下,发展中国家更容易陷入技术锁定,原因在于发达国家为维持技术差距和获取创新垄断利润,会通过专利、技术标准等形式使发展中国家对自身形成长期的技术依赖。

技术锁定一旦形成,将表现为一段时间内的相对稳定性,很难自然解锁。但是,一种普遍认可的观点认为,通过加强对技术轨道及其演化的识别和追踪,可以尽量避免过早陷入锁定,并及时发现新技术轨道的出现^[11]。此时,新技术轨道壁垒较低,更利于技术后发国家通过突破式创新迈入新的技术轨道,从而突破原有轨道的技术锁定^[12]。

1.1.3 国家创新体系与突破式创新

根据技术轨道与技术锁定文献,对技术后发国家而言,与自身技术轨道相匹配的国家创新体系使其有机会利用突破式创新以开辟不同于原有的新技术轨道。国家创新体系从国家宏观层面着眼,把创新放在重要位置,制定中长期国家科技发展战略和知识创新工程,明确政府、企业、大学、科研院所在激烈市场竞争中的地位和功能,促进技术创新、扩散及运用^[13]。因此,关键核心技术突破重点是要加快推动技术后发国家创新体系建立并转向强调自主创新,而构建以自主创新为主导的国家创新体系则意味着稳定可控的高水平科技供给,这离不开突破式创新对破除既有技术壁垒、开辟新技术轨道的支撑。

1.2 关键核心技术的内涵辨析

1.2.1 关键核心技术的概念

关键核心技术是指关键且核心的技术,或关键的核心技术^[2];从系统论阐释,是指在一个系统或产业链中具有不可或缺作用的技术^[14];从安全观视角解读,则是指对产业升级、经济发展及国家安全产生战略性影响的技术^[15]。当前,源自产业性质、技术难易程度、研究情境与分析视角差异,学者们对关键核心技术的理解趋向多元化,并出现核心技术、“卡脖子”技术、关键共性技术、关键核心技术、关键和新兴技术、以及国家关键核心技术等相关表达,如表 1 所示。归纳现有研究观点发现,关键核心技术与核心技术等相关概念的边界范围存在差异。一方面,关键核心技术是核心技术和“卡脖子”技术的充分不必要条件^[2,14],而国家关键核心技术是关键核心技术的必要但不充分条件^[16]。另一方面,关键核心技术与关键共性技术、关键和新兴技术虽不存在完全隶属关系但具有部分公共集。当站在国家竞争、技术影响、实施主体等视角对关键核心技术界定时,其内涵和外延就被相应地放大或缩小。

1.2.2 关键核心技术的特征

除具有核心技术的一般特征外,关键核心技术还存在自身独特性,表现在:a.从技术现状来看,关键核心技术具有战略性、关键性、核心系统与核心部件市场寡头垄断等特征^[23]。b.从技术突破来看,关键核心技术具有创新主体多、创新投入高、创新知识复杂性和嵌

表 1 关键核心技术相关概念

概念	基本内容	观点视角	文献来源
核心技术	具有通用、非对称、前沿、基础和颠覆性等特点的技术	引领作用	Johan 和 Carol , 1987 ^[17]
	在关键制造、新产品架构重塑、研发新产品和新功能、核心原件等方面的单个或多种技术融合体	技术链、制造业	Seddighi 和 Mathew , 2020 ^[18]
	需长期投入的技术体系或独特技术	技术体系、高投入	张治河和苗欣苑 , 2020 ^[19]
“卡脖子”技术	被国外封锁且在短时间内能攻克的关键技术,或长期关系到国民经济、国家战略安全的技术	时间维度、国家战略	陈劲等 2020 ^[1]
关键共性技术	实现国家重大战略的行业共性技术或知识,能优化产业链的共性技术或能促进主要产业发展的技术集合体	共性技术、产业链、技术集合体	Qiu 和 Cantwell , 2018 ^[20]
关键核心技术	基于共性技术的关键科学理论或工艺,对产业转型升级、国家安全战略、国民经济等有重要影响	共性技术、产业升级、国家安全	汤志伟等 2021 ^[14]
	在行业中不可替代、难以完全掌握、研发门槛高且对行业技术制高点有控制作用的技术体系	控制制高点、技术体系	韩凤芹等 2021 ^[21]
关键和新兴技术	对抢占全球技术话语权与保持领导力具有战略价值的与新兴技术相关的优先技术领域	全球竞争、新兴技术	刘新等 2021 ^[22]
国家关键核心技术	对国民经济、军事和民生等领域竞争有重大影响的技术或技术体系,是各国努力抢占的制高点	国家竞争、技术体系	陈锋 2019 ^[16]

入性、核心技术突破的商用生态依赖性、突破机制的独特性与系统性、突破过程的长周期与不确定性、突破效果见效慢且外溢性强等特征^[2, 21]。c. 从技术前景来看, 关键核心技术具有科学和市场双重导向性、军民两用性、高价值性等特征^[15, 24]。

1.2.3 关键核心技术的类别

关键核心技术可按照发展规律、运用领域、国家竞争优势进行分类。从关键核心技术发展规律特征、中国关键核心技术发展水平两个维度可将中国关键核心技术分为集成型、攻关型、开放型和探索型^[6]。基于运用领域, 关键核心技术包括蕴含于公共产品技术创新、运用于市场产品技术创新和同时运用于公共产品和市场产品技术创新的关键核心技术三类^[24]。按照国家间竞争视角, 关键核心技术从内向外依次为瓶颈性技术、加速器技术、保护带技术和安全性技术^[25]。

2 关键核心技术的障碍剖析

2.1 关键核心技术障碍的主要表现

随着基础研究和原始创新不断加强, 中国科技创新能力逐步提升, 在全球创新指数中排名由 2011 年的 35 名上升至 2022 年的 11 名(Global Innovation Index 2022)。同时, 中国战略新兴产业不断发展壮大, 在载人航天、探月探火、深海深地探测、超级计算机、卫星导航、量子信息、核电技术、新能源技术、大飞机制造、生物医药等领域取得重大成果。但中国“在某些领域与世界先进水平存在较大差距, 核心技术受制于人的局面尚未从根本上彻底改变”^[19], 如已被广泛讨论的“卡脖子”技术就有 35 项, 其主要分布在以高端芯片、基础软件、核心发动机、高档数控机床、特种材料等为代表

的诸多关键和新兴技术领域。

进一步, 基于对中国重点产业链存在的 35 个“卡脖子”技术领域的归纳分析发现, 国家关键核心技术障碍呈现出产业领域(传统产业与战略新兴产业) 与创新环节(研究、开发、设计、制造等) 交叉分布特征。具体而言, 中国部分传统制造业与战略新兴产业的特定产业部门在工业“四基”(核心基础零部件(元器件)、关键基础材料、先进基础工艺、产业技术基础) 等方面存在自主研发、设计和制造能力不足问题; 同时, 其也在自主数据系统、关键操作软件系统等方面面临自主研发设计能力缺失的巨大挑战^[3-4]。

2.2 关键核心技术障碍的国际成因

关键核心技术障碍是在国内外复杂因素共同作用下形成。

从国际环境来看, 首先, 发达国家始终是历次科技革命的科创中心与革命重地, 牢牢把握关键和新兴技术的研发与产业化, 而中国虽抓住第四轮科技革命发展机遇成功抢占部分技术赛道, 但在关键核心技术攻关上缺乏前三次科技革命的必要积累, 且新一轮科技革命和产业变革对关键核心技术攻坚战的组织方式提出新挑战使得其在短期内难以被掌握。其次, 现行全球价值链产业链创新链分工和贸易体系主要由发达国家主导, 中国深度嵌入其构建的科技经贸合作网络导致对全球供应链的深度依赖性并增加自身“三链”的脆弱性; 同时, 基于维持国家竞争优势和技术领先地位, 中国在突破重大产业领域关键核心技术创新方面、从中低端向高端产业链转型过程中易受到发达国家的联盟式封锁和遏制^[4]。

2.3 关键核心技术障碍的国内成因

从国内情况来看,在创新主体方面主要包括以下三点:a.企业技术创新能力不足以支撑关键核心技术突破。一方面,央企掌握丰富的科技资源,但其内部创新激励体制不够完善,对外创新辐射的引领性有限;另一方面,民营企业过于市场化,对关键核心技术的关注度不高。b.国家战略科技力量对关键和新兴技术的创新策源作用有待深化。高校和科研院所面临的制度束缚和利益藩篱未能从根本上改革和打破,阻碍基础研究和应用基础研究能力提升。c.产学研主体协同不够制约关键核心技术创新。由于存在外部性、信息不完全及由此导致的市场失灵问题,导致关键核心技术产学研合作创新的过程会产生协同性障碍^[15]。

在创新投入要素方面主要包括以下四点:a.创新投入资金不足。中国国家层面和企业层面对基础科学研究的投入不足,呈现投入强度低、投入占比低的“双低”特征^[3]。b.创新人才支撑不足。关键领域人才队伍存在严重结构性矛盾,“帅才”“将才”和顶尖研发团队亟待培养、引进^[23]。c.创新政策刺激作用有偏。各级政府所运用产业政策及创新政策并未真正瞄准具有公共产品性质的基础研究、应用基础研究、颠覆性技术创新或关键共性技术领域。d.制度环境与机制安排不利于重大原始性创新。如征税体制以间接税为主且制造业税费高、金融体系以银行间接融资渠道为主且偏向“短平快”的投资盈利模式、知识产权保护制度存在滞后且地方政府执法能力较弱。

在创新链环节主要包括以下三点:a.基础科学研究对关键核心技术创新的供给与支撑不足。关键核心技术领域相对缺乏具有国际影响力的重大原创成果,源头创新供给仍然不足。b.从研究到转化的关键核心技术商用生态未建立。“重研发、轻转化”的科技评价机制使关键核心技术在完成科技成果宣传“报喜”后,可能因后续试验商用的高复杂性和困难性而止步于实验室或样机阶段^[23]。c.消费端对关键核心技术或产品的需求偏好尚未形成。消费者基于自身利益诉求和国产替代可靠性的担忧,无法在关键核心技术领域形成供给——需求的良性互动循环,内需潜力无法有效转化^[4]。

3 关键核心技术的突破分析

3.1 关键核心技术突破的背景与形势

关键核心技术攻坚战是在中美博弈的总体背景下展开的。当前,中美博弈的核心已发展为科技冷战,并构成打赢关键核心技术攻坚战的主战场,其重要特征包括:

首先,中美博弈是全方位的持续竞争。中美已在

政治、经济、军事、科技、文化、外交、舆论等领域展开全方位、常态化、持续性的博弈,其不仅事关中华民族的伟大复兴和美国霸权的维持,而且涉及西方和非西方关系的根本转变和世界体系的重构,是世界百年未有之大变局的重要组成部分,并将决定百年变局的最终走势^[26]。因此,基于竞争时间的长期性、竞争范围的全面性以及竞争所涉利益目标的重大性考虑,中美全方位博弈是一种“混合型”竞争。

其次,美国在国内和国际不断成立新组织持续深化竞争。在美国国内,为对付中国而先后设立多个国家层级的机构,包括美国国务院设立的“中国事务协调办公室”、美国五角大楼和中央情报局成立的“中国任务中心”、国土安全部、国防部成立的“中国工作组”等,它们主要是为了在涉及地缘战略、军事安全、关键和新兴技术等方面应对来自中国的威胁,并为如何对付中国提供政策建议。在国际上,美国与欧盟成立新的贸易和技术委员会,意图限制中国在人工智能和网络安全领域的竞争力;同时,与英国、日本、澳大利亚和新西兰组成“蓝太平洋伙伴”,旨在在太平洋地区形成对中国发展的限制力量。

最后,科技竞争是中美全面博弈的焦点。美国不断更新关键和新兴技术清单欲精准遏制中国技术和产业竞争力。2020年10月美国发布《关键技术和新兴技术的国家战略》。2022年2月,美国白宫更新《关键和新兴技术清单》。美国认为必须在关键和新兴技术领域取得决定性优势,才能维持美国的价值观和优势地位^[22]。但是美国对所采取的技术打压行动产生的自伤效果也非常警惕,因为中美在科技和经济领域的关联度非常高,对中国机构的打压遏制毫无疑问也会对美国自身的发展造成显著冲击。因此,美国在制定相关清单或采取某些措施时力图精准,并强调会关注影响和及时进行动态调整。

此外,综观全球,关键核心技术已成为各国重点关注的战略资源,均在加强对关键核心技术的保护与攻关。2022年2月欧盟出台《欧洲芯片法案》强调将以超430亿欧元加强半导体生态系统,提高供应弹性和安全,并减少外部依赖的紧迫性。韩国政府则于2021年12月先后发布《国家战略技术选定、培育与保护战略》和《全球技术霸权竞争下韩国技术保护战略》两份文件,高度强调保护关键核心技术。

3.2 关键核心技术突破的方向和重点

中国尤其重视关键核心技术及其突破问题。一方面,中国特色社会主义进入新时代,正处在开启全面建设社会主义现代化国家新征程的关键时刻,必须加快突破关键核心技术,以科技自立自强支撑经济高质量发展。另一方面,中国经济的快速崛起和高科技产业

竞争力的持续提升面临西方发达国家主导和构建的全产业链封锁问题,必须更加紧迫的推动关键核心技术创新,打造应对外部风险的先手棋。此外,突破关键核心技术符合科技自身的演进规律。中国科技创新经历从二次创新、后二次创新到全面创新的动态进化过程,必须以系统性技术突破实现创新赶超,避免陷入“技术代差”的恶性循环。

面对国内高质量发展需求和国际科技封锁遏制的压力,关键核心技术问题可区分为“补短板”和“锻长板”两类。实现中国关键核心技术突破,要从这两个维度把握其方向。首先,“补短板”问题(主要因美国出口管制而生)关系到产业安全,主要包括工业“四基”类和“卡脖子”类技术——涉及外方产品、技术(价格)垄断或涉及(目前不在外方禁售目录里但预计)不再售卖风险极大的产品、技术。“锻长板”则是要主动引领,在关键核心技术、产生重大原创性成果等科学技术方面加以巩固、保持领先地位。此外,在“补短板”和“锻长板”过程中,要避免关键核心技术“锻长板”被“补短板”拖后腿;同时,要结合“补短板”类技术的战略性、紧迫性和周期性平衡好不同技术间资源要素投入。

具体到关键核心技术突破过程,其重点首先在于开启关键核心技术的识别、预见及评估。在识别原则和思路层面,关键核心技术研判以独特性(不可绕过)、具体化(明确功能)、可评估、可突破为总体指导,依次从经济和政治战略安全、替代可能性、专利垄断、产业链的垄断等步骤进行研判。在可识别的数据操作层面,关键核心技术识别通常依托三类数据,包括专利、论文、项目成果等信息。在可识别的方法层面,关键核心技术识别多依赖于社会网络分析与主题建模算法、文本挖掘与内容分析法、德尔菲调查法等。

3.3 关键核心技术突破机理

关键核心技术突破的过程机理主要包含企业技术能力跃升支撑的、核心网络构建及协同支撑的、以及创新生态适配支撑的关键核心技术突破等。

第一,突破关键核心技术需要正确把握其本身的发展规律。遵循梅特卡夫定律,关键核心技术的价值将随其集成的功能、模块、算法等点技术的数量增加而不断提高,同时,集成难度相应增大,壁垒也更高。因此,现阶段突破关键核心技术要化整为零,以模块化研发能力与整机集成能力为两大抓手,沿“关键核心零部件研发与制造—关键核心技术与工艺集成—关键核心产品整机自研与制造—关键核心产品数字化全面创新能力”的创新路径^[27],实现从部件到整体的技术创新能力飞跃和技术创新体系完善。

第二,依托主导企业技术能力跃升支撑关键核心

技术突破。首先,企业创新认知与创新战略重构。面对“卡脖子”尴尬境地,具有家国情怀的企业家受创新创业精神驱动重构自身“创新引领”的认知,并引导整合高管团队创新认知,重塑企业创新战略。其次,企业知识获取、重组与吸收速度能力强化。一方面加大外部的知识搜寻(深度和宽度)与获取,另一方面加快内部的知识内化与重组,为推进关键核心技术创新提供知识基础。在这一过程中,企业吸收速度和互补资产链接能力有利于增强知识吸收、内隐与转化速度,进而加速企业技术积累、迭代和升级。最后,企业内部创新能力与外部创新治理能力升级。由于涉及内外部资金、技术、关键人才、研发组织等诸多创新要素,可能产生“创新短视”“搭便车”等潜在风险,要求主导企业重视对内部复杂庞大的企业集团的全面高效管理以及对产业链和联盟组合的协同治理等,最终实现全面协同。

第三,基于核心攻关网络构建支撑关键核心技术突破。一方面,从创新链来看,主导企业作为技术创新需求主体,在基础科学、应用基础研究上相对缺乏优势,要广泛聚集外部创新资源和创新要素,尤其是央企或科技型民营企业要牵头组建创新联合体合作网络,充分利用高水平大学、国家实验室、科研机构等国家战略科技力量在源头创新、高科技人才培养方面的优势。同时,要与中小企业形成长期合作伙伴关系,发挥它们在关键核心技术识别与确认、以及迅速进行场景化定位开发的优势。另一方面,从产业链来看,主导企业需要开发与巩固上下游合作网络。通过积极主动先与近端易链接的上下游伙伴形成紧密链接,再与远端的潜在伙伴形成半紧密接触,最终形成上下游联动机制,实现产业链资源协同,推进关键核心技术攻关^[28]。

第四,立足创新生态系统相宜适配支撑关键核心技术突破。现阶段,推进核心企业及其主导构建的创新网络向创新生态系统发展是突破关键核心技术创新的重要举措之一,其核心诉求在于使创新生态系统中利益主体各尽其责,共生共长、相辅相宜,从而实现攻关目标和价值共创。促进支持关键核心技术研发的创新生态系统形成应处理好:首先,核心企业是创新生态系统的领导者,要根据关键核心技术突破各环节的不同特征,分别与系统成员构建适配的多元耦合网络^[29]。其次,政府是创新生态系统的重要辅助者,在早中后期各阶段所处地位、所起作用不同。而且,随创新生态系统走向成熟,政府干预力度由强转弱,市场机制的作用逐渐占主导地位^[30]。

3.4 关键核心技术突破路径

突破关键核心技术障碍要从顶层设计出发,明确突破主体及其功能定位,以有效的组织形式推进,并革

新优化配套支撑制度体系。

首先 加强关键核心技术突破的顶层设计。顶层设计要从根本上定好关键核心技术突破的总任务、攻关组织与资源、战略规划与行动纲领、以及里程碑监控等。第一 深入制定实施面向 2050 年的“科技自立自强战略”全面引导、支撑国家创新体系提升、创新能力跃升与现代化发展。第二 结合国际竞争与国家战略需求明确关键核心技术清单,并制定关键核心技术跃迁发展技术路线图及发展规划。第三 探索关键核心技术分类攻关突破机制,明确现有基础和短板,按照轻重缓急、分类支持实施关键核心技术“十年攻关行动”。第四 完善科技竞争情报与科技安全预警监测体系,对外追踪国际技术动态与竞争态势,对内分区域、分产业、分领域摸排技术现状及突破进展。

其次 明确关键核心技术突破的主体及其角色定位。突破关键核心技术主要依托于国家战略科技力量,包括国家实验室、国家科研机构、高水平研究型大学、科技领军企业等,但是它们所起作用不同。第一,坚持企业在关键核心技术攻关体系中的第一主体地位。一方面,尤其突出央企的引领作用;另一方面,重视并增加民营企业的贡献。第二,引导大学与科研院所围绕关键核心技术清单加快推进有组织的科研,发挥它们在基础研究主力军和关键核心技术突破方面的策源地作用。此外,尽管政府并不是关键核心技术突破的创新主体,但在顶层规划、完善创新激励、优化财政科技支出以及监督评估任务效果等关键核心技术突破中属于不可或缺角色^[30]。

再次 探索关键核心技术突破的组织形式。关键核心技术的特征决定了以企业联盟、产学研合作等为主的传统研发攻关模式并不适用,亟需探索适用于关键核心技术突破的新型举国体制与企业牵头创新联合体等模式。第一,在国家创新层面,构建和完善关键核心技术攻关的新型举国体制要做到五个机制坚持,包括组织领导、目标管理、组织管理、合作竞争、奖励激励^[31]。第二,在产学研合作层面,构建适用于关键核心技术突破的企业牵头创新联合体要突出行业领军企业的牵头抓总作用;同时,要鼓励支撑科技型中小或民营企业“揭榜挂帅”^[32]。第三,在中观层面,构建区域与产业创新生态系统嵌入的区域科创走廊,能够有效衔接新型举国体制与产学研体系,最终形成企业、产业、区域、国家一体化协同的国家创新体

系。

最后 深化关键核心技术突破的制度支撑体系,包括创新政策、科技金融、人才培养与评价激励、对外创新合作等。第一 建立健全长效政策体系,并加强产业与创新政策间集成与协调,提升政策体系韧性。第二,建立健全科技金融体制,向关键核心技术创新提供更精准、更大力度的专项资金计划;同时,支持多种形式的社会资本和资本市场参与投资。第三,改革优化人才引培与考核激励制度。一方面,加强关键技术领域重点人才队伍体系建设;另一方面,设立人才特区,在全球范围内招揽科技领军人才。此外,要健全评价激励、监督奖惩体系,激发人才动力和活力。第四,谨慎扩大对外开放,探索开放合作的关键核心技术发展道路。根据技术安全敏感性和自身掌控程度,制定不同组合下的技术对外开放合作策略^[25]。

4 关键核心技术突破的整合框架与未来进路

4.1 关键核心技术突破的整合框架

本文从相关基础理论出发,通过“内涵外延—核心特征—主要类别”逐层辨析形成对关键核心技术的整体性认识;然后,基于中国关键核心技术障碍的突出表现,结合国际环境和国内现状深入剖析关键核心技术被“卡脖子”的底层成因;进而遵循“突破背景与形势—突破方向与重点—突破机理—突破路径”的逻辑链深入研究如何实现关键核心技术突破。研究形成了关键核心技术突破的整合框架,如图 1 所示。

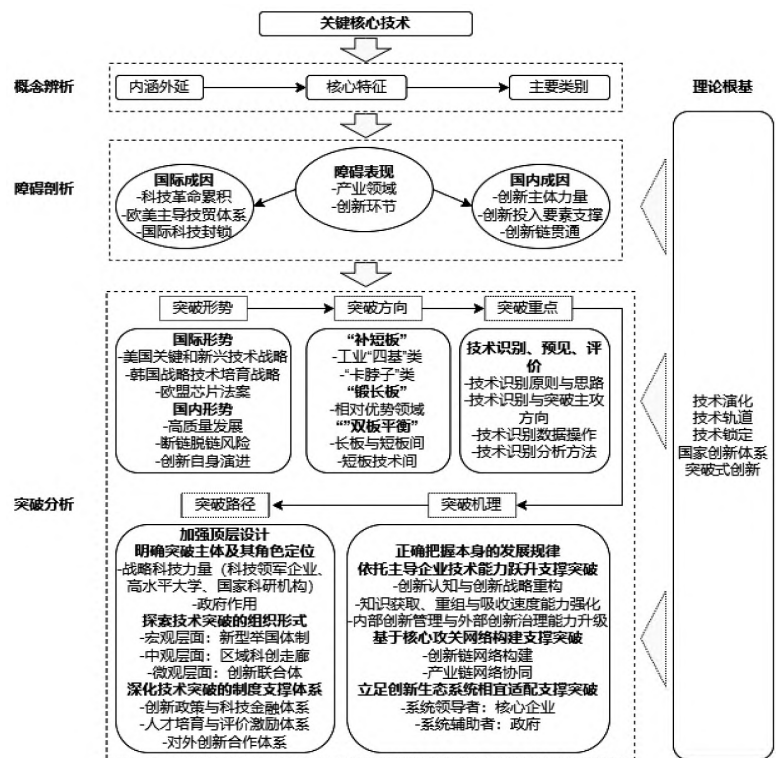


图 1 关键核心技术突破的整合框架

4.2 关键核心技术突破的未来议题

根据前文论述和整合框架, 关键核心技术研究正处于起步阶段, 逐渐涌现出的文献在一定程度上促进对关键核心技术问题的理解, 但仍遗留诸多具有重要理论与实践价值的问题亟待系统探究。本文遵循管理

的“PDCA (Plan-Do-Check-Action) ”的基本理论逻辑, 层层分解设计提出五个体系化研究方向, 将“如何打赢关键核心技术攻坚战”这一中心研究问题依次分解为“如何打准”“如何打对”“如何能打”“如何善打”和“如何稳打”, 如图 2 所示。

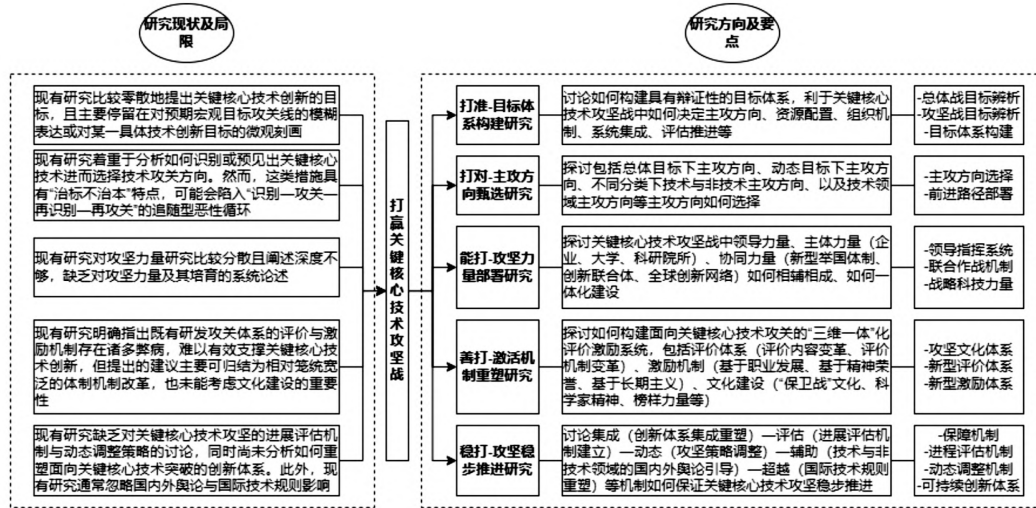


图 2 关键核心技术突破的“五维”体系化研究方向

具体而言, 首先, 结合总体战背景, 辩证分析构建打赢关键核心技术攻坚战的目标体系, 确保“打准”; 其次, 以“杀手锏”、“卡脖子”等多维度, 分类评估选择关键核心技术攻坚战的主攻方向和作战地图, 确保“打对”; 第三, 从领导指挥体系到联合作战部队, 提升关键核心技术攻坚战的能力建设, 确保“能打”; 第四, 从激励体系到评价体系, 激活关键核心技术攻坚战的效能, 确保“善打”; 第五, 从进程评估到动态调整, 形成稳扎稳打的关键核心技术攻坚战推进体系, 确保“稳打”。

5 结论

关键核心技术难题是现阶段中国发展过程中面临的重大考验, 如何进行系统化突破的首要前提之一是准确理解关键核心技术, 并对其整体发展格局具有清晰的定位。这也构成本文研究的核心目标。本文从理论文献出发, 围绕关键核心技术的内涵、障碍及突破等逐一展开分析, 提出了关键核心技术突破的整合框架和“五维”体系化研究方向。整合框架促进各界对关键核心技术突破的深刻理解。更重要的是, “五维”体系揭示出, 关键核心技术突破是一项系统工程, 国家及各相关主体要坚持以复杂论和系统论为指导, 辩证思考、设计关键核心技术突破的攻坚作战体系, 以实现关键核心技术创新的可持续性。

参考文献

[1] 陈劲, 阳镇, 朱子钦. “十四五”时期“卡脖子”技术的破解:

识别框架、战略转向与突破路径[J]. 改革, 2020, 33(12): 5-15.

[2] 胡旭博, 原长弘. 关键核心技术: 概念、特征与突破因素[J]. 科学学研究, 2022, 40(1): 4-11.

[3] 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)[J]. 宏观经济研究, 2021, 43(10): 75-116, 130.

[4] 张杰, 吴书凤. “十四五”时期中国关键核心技术创新的障碍与突破路径分析[J]. 人文杂志, 2021, 65(1): 9-19.

[5] 谢富胜, 王松. 突破制造业关键核心技术: 创新主体、社会条件与主攻方向[J]. 教学与研究, 2019, 67(8): 46-56.

[6] 葛爽, 柳卸林. 我国关键核心技术组织方式与研发模式分析——基于创新生态系统的思考[J]. 科学学研究, 2022, 40(11): 2093-2101.

[7] Dosi G. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change[J]. Research Policy, 1982, 11(3): 147-162.

[8] Robinson D K R, Lagnau A, Boon W P C. Innovation pathways in additive manufacturing: Methods for tracing emerging and branching paths from rapid prototyping to alternative applications[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2019, 146(9): 733-750.

[9] Lee K, Lim C. Technological regimes, catching-up and leapfrogging: Findings from the Korean industries[J]. Research Policy, 2001, 30(3): 459-483.

[10] Daniel F S. Famous fables of economics: Myths of market failures[M]. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2002.

[11] 杨武, 陈培, Gad David. 专利引证视角下技术轨道演化与技术锁定识别——以光刻技术为例[J]. 科学学研究, 2022, 40(2): 209-219.

[12] 李正锋, 高扬, 高蕾. 突破性技术创新实现路径: 基于技术

锁定识别与响应的视角[J/OL].软科学:1-15[2022-12-31].
http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1268.G3.20221115.1749.002.html.

[13] 冯泽,陈凯华,陈光.国家创新体系研究在中国:演化与未来展望[J].科学学研究,2021,39(9):1683-1696.

[14] 汤志伟,李昱璇,张龙鹏.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[J].科技进步与对策,2021,38(1):1-9.

[15] 余维新,熊文明.关键核心技术军民融合协同创新机理及协同机制研究——基于创新链视角[J].技术经济与管理研究,2020,41(12):34-39.

[16] 陈峰.论国家关键核心技术竞争情报[J].情报杂志,2019,38(11):1-5.

[17] Johnson J K, Carol A M. The organization of core technology [M]. Boulder: Westview Press, 1987.

[18] Seddighi H R, Mathew S. Innovation and regional development via the firm's core competence: Some recent evidence from North East England [J]. Journal of Innovation & Knowledge, 2020, 5(4): 219-227.

[19] 张治河,苗欣苑.“卡脖子”关键核心技术的甄选机制研究[J].陕西师范大学学报(哲学社会科学版),2020,49(6):5-15.

[20] Qiu R, Cantwell J. The international geography of general purpose technologies (GPTs) and internationalization of corporate technological innovation [J]. Industry and Innovation, 2018, 25(1): 1-24.

[21] 韩凤芹,史卫,陈亚平.以大战略统领关键核心技术攻关[J].宏观经济研究,2021,43(3):111-119,159.

[22] 刘新,曾立,肖湘江.美国《关键和新兴技术国家战略》述评[J].情报杂志,2021,40(5):26-33.

[23] 余江,陈凤,张越,等.铸造强国重器:关键核心技术突破的规律探索与体系构建[J].中国科学院院刊,2019,34(3):339-343.

[24] 仲伟俊,梅姝娥,浦正宁.关键核心技术及其攻关策略研究——基于产业链供应链安全稳定视角[J].系统管理学报,2022,31(6):1162-1168.

[25] 陈光.关键核心技术国家竞争的实践反思:现状与未来——以中美半导体产业发展为例[J].创新科技,2022,22(10):11-18.

[26] 倪峰.2019年中美关系回顾[J].现代国际关系,2020,40(1):11-13.

[27] 张羽飞,原长弘.产学研深度融合突破关键核心技术的演进研究[J].科学学研究,2022,40(5):852-862.

[28] 郑刚,邓宛如,王颂,等.企业创新网络构建、演化与关键核心技术突破[J].科研管理,2022,43(7):85-95.

[29] 谭劲松,宋娟,王可欣,等.创新生态系统视角下核心企业突破关键核心技术“卡脖子”——以中国高速列车牵引系统为例[J/OL].南开管理评论:1-28[2022-12-30].http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1288.f.20220311.1333.002.html.

[30] 李维维,于贵芳,温珂.关键核心技术攻关中的政府角色:学习型创新网络形成与发展的动态视角——美、日半导体产业研发联盟的比较案例分析及对我国的启示[J].中国软科学,2021,36(12):50-60.

[31] 黄欣荣,陈仕伟.关键核心技术攻关的新型举国体制:目标、机制与模式[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2023,44(1):94-104.

[32] 操友根,任声策,杜梅.企业牵头创新联合体合作网络研究——以上海市科技进步奖项目为例[J/OL].科技进步与对策:1-10[2023-03-11].http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1224.g3.20230307.1551.004.html.

(责编:王育英;校对:贺小利)

(上接第 163 页)

[14] 徐璐,卢小宾,杨冠灿.金融科技专利识别与分类方法构建及应用[J].图书情报工作,2020,64(11):87-95.

[15] 程盼,徐弼军.基于 Word2vec 和 Logistic 回归的中文专利文本分类研究[J].浙江科技学院学报,2021,33(6):454-460.

[16] 李程雄,丁月华,文贵华.SVM-KNN 组合改进算法在专利文本分类中的应用[J].计算机工程与应用,2006(20):193-195,212.

[17] Liu S H, Liao H L, Pi S M, et al. Patent classification using hybrid classifier systems [J]. Advanced Materials Research, 2011, 187: 458-463.

[18] Tikk D, Gyrgy Biró, Attila Trencvári. A hierarchical online classifier for patent categorization [J]. Emerging Technologies of Text Mining: Techniques and Applications, 2007: 244-267.

[19] 刘玉琴,桂婕,朱东华.基于 IPC 知识结构的专利自动分类方法[J].计算机工程,2008(3):207-209.

[20] 汪晓刚,蒋健安,孙志挥.一种面向专利信息的文本自动分类算法[J].科技创新导报,2009(15):25-26,28.

[21] Gomez J C. Analysis of the effect of data properties in automated patent classification [J]. Scientometrics, 2019, 121(3): 1239-1268.

[22] 屈鹏,王惠临.专利文本分类的基础问题研究[J].现代图书情报技术,2013(3):38-44.

[23] Silla C N, Freitas A A. A survey of hierarchical classification across different application domains [J]. Data Mining and Knowledge Discovery, 2011, 22(1/2): 31-72.

[24] 王格格,刘树林.国际专利分类号间的知识流动与技术间知识溢出测度——基于中国发明专利数据[J].情报学报,2020,39(11):1162-1170.

[25] Zhang X. Interactive patent classification based on multi-classifier fusion and active learning [J]. Neurocomputing, 2014, 127: 200-205.

[26] 朱金箫,陈媛媛.基于深度学习的智库文本分类研究[J].情报杂志,2022,41(8):179-184.

(责编:王育英;校对:刘影梅)