

引用格式: 贺德方, 陈涛, 刘辉, 等. 科技创新与产业创新深度融合的政策实践与对策分析. 中国科学院院刊, 2025, 40(5): 781-794, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20250303002.

He D F, Chen T, Liu H, et al. Policy practices and countermeasures analysis on the deep integration of technological innovation and industrial innovation. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2025, 40(5): 781-794, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20250303002. (in Chinese)

# 科技创新与产业创新深度融合的政策实践与对策分析

贺德方<sup>1</sup> 陈涛<sup>2</sup> 刘辉<sup>3</sup> 杨芳娟<sup>4\*</sup>

1 中国科技评估与成果管理研究会 北京 100081

2 科学技术部 北京 100862

3 科学技术部科技人才交流开发服务中心 北京 100045

4 科技部科技评估中心 北京 100081

**摘要** 科技创新是驱动高质量发展、建设现代化产业体系战略支撑。为竞逐世界科技和产业竞争的制高点和主导权，全球主要经济体都在重塑其政策体系，以助推前沿技术和未来产业发展。文章在分析科技创新与产业创新融合的内在机理和政策框架的基础上，结合集成电路、mRNA疫苗、新能源汽车、光伏等国内外典型科技产业创新实践，揭示了战略牵引和政策协同推动创新链与产业链贯通融合的作用机理，并探索提出完善我国全链条政策体系，以科技创新引领产业创新的思考和建议，以期为我国科技和产业发展提供启示和借鉴。

**关键词** 科技创新，产业创新，深度融合，政策实践

DOI 10.3724/j.issn.1000-3045.20250303002

CSTR 32128.14.CASbulletin.20250303002

科技创新能够催生新产业、新模式、新动能，是发展新质生产力的核心要素<sup>[1]</sup>。进入现代社会以来，世界主要发达经济体都有运用政策工具驱动科技创新和产业创新，在全球确立领先优势的经验和传统<sup>[2]</sup>。

当前，科技与产业成为国际竞争焦点，为了抢占科技制高点、争夺产业主导权，世界主要国家和地区高度重视科技创新在国家战略和经济社会发展中的重要性，纷纷加强前沿科技研究和颠覆性技术创新，前瞻

\*通信作者

资助项目：国家自然科学基金（72404113）

修改稿收到日期：2025年5月11日

布局新兴产业和未来产业，强化政策引领和制度创新作用<sup>[3]</sup>。改革开放以来，我国快速推进工业化进程，基本建立了门类齐全、独立完整的现代工业体系，国际影响力显著提升<sup>[4]</sup>。然而在中美战略博弈中，我国科技创新和产业发展长期存在的结构性问题日益凸显，突出表现为基础研究比较薄弱，重大原创成果产出不足，一些关键核心技术受制于人，创新链与产业链尚未形成协同与融合效应等<sup>[5]</sup>。

作为一个后发工业大国，我国仍处在由大变强的重要关口，既面临传统产业转型升级、新兴产业与未来产业培育发展等多重任务，又面临激烈的国际竞争、发达国家的打压遏制，以及在追赶过程中形成的政策惯性等。面对这些新形势、新挑战和新要求，必须构建支持全面创新的体制机制，以科技创新引领产业创新，积极培育和发展新质生产力，确保高质量发展和高水平安全。

鉴于此，本文将探讨科技创新与产业创新融合的内在机理与政策设计，通过回顾半导体、信使核糖核酸疫苗（以下简称“mRNA疫苗”）、新能源汽车、光伏等产业的创新实践，揭示通过战略牵引和政策协同推动创新链与产业链贯通融合，实现科技创新与产业发展精准对接的主要方式和路径，为加速新质生产力形成提供启示与建议。

## 1 科技创新与产业创新融合的内在机理与政策分析框架

科技创新是产业创新的内生动力，产业创新是科技创新的价值实现，两者互为牵引、相辅相成，共同推动社会生产力水平整体提升<sup>[6]</sup>。特别是20世纪中期以来，知识和技术逐渐成为主要生产要素，科学技术一体化趋势日益明显，科学、技术、产业从逐步融合走向深度互动，产业创新越来越依赖于科技创新并成为科技创新的载体<sup>[7]</sup>。

### 1.1 科技创新与产业创新融合的内在机理

科技创新与产业创新融合的实质是知识生产与社会财富形成良性循环，在整体上提升社会财富与福祉的过程<sup>[8]</sup>。融合的路径主要体现在创新链与产业链的无缝衔接。一方面，以科技创新推动产业创新，要求围绕创新链布局产业链，通过技术研发和成果转化推动产业链的延伸与升级。另一方面，以产业创新促进科技创新，要求围绕产业链部署创新链，以产业发展需求为牵引，通过攻克产业链中的关键技术问题驱动创新链发展<sup>[9]</sup>。创新链与产业链通过紧密结合、同向发力、协同联动、互促提高实现螺旋式上升，推动经济社会实现高质量发展。

(1) 围绕创新链布局产业链，开辟发展新领域新赛道。纵观人类发展史，每一次重大科技革命都会深刻改变产业形态和生产组织方式，带来主导产业和支柱产业的迭代升级，促进生产力极大发展<sup>[10]</sup>。由此可见，产业发展是科技创新的落脚点，只有及时将科技创新成果应用到具体产业和产业链上，才能转化为现实生产力，创造新的经济增长点。围绕创新链布局产业链要求创新链主动向产业链延伸，通过前瞻性技术创新突破来培育发展战略性新兴产业和未来产业。既有研究表明，从科学到技术再到产业是一个复杂且漫长的过程，涉及多个阶段和挑战，需要经历“魔鬼之河”“死亡之谷”“达尔文之海”等重重障碍<sup>[11]</sup>。以科技创新推动产业创新，应推动科学研究、实验开发、推广应用的一体布局，使创新链成果尽快转化为经济效益和产业竞争优势。

(2) 围绕产业链部署创新链，塑造发展新动能新优势。恩格斯指出，“社会一旦有技术上的需要，这种需要就会比10所大学更能把科学推向前进”。科技创新是产业发展的核心动力，没有科技创新，产业发展就是无源之水。围绕产业链部署创新链要求坚持问题导向和目标导向，根据产业链各环节需求配置创新要素，特别是聚焦产业化前景明确的前沿科技，以及

可满足当下产业需求的关键技术进行攻关，打通产业链供应的技术瓶颈，确保产业链供应链自主可控<sup>[12]</sup>。以产业创新牵引科技创新，关键在于强化基础领域的前沿技术研发，攻克产业链短板。但这些领域通常具有周期长、投入高、风险大等突出特点，必须增强产业需求牵引和反馈能力，强化企业创新主体地位，引导科技创新的目标和方向，优化配置创新资源，大幅提升科技创新效能。

## 1.2 科技创新与产业创新融合的政策分析框架

纵观全球科技创新和产业发展历史，无论是先发国家还是后发国家，政府都非常重视塑造与科技和产业发展相适应的制度环境和政策体系，以维持其科技创新优势和产业竞争力<sup>[13]</sup>。

(1) **科技创新和产业创新是政策体系设计的核心因素**。制定和实施适宜的政策，促进科技创新和产业发展是各国政府的普遍做法。新古典经济学、演化经济学与创新经济学的一般均衡理论及其对市场失灵、系统失灵的分析，为科技创新政策和产业政策的制定实施提供了理论指导和实践指引。实践中，两类政策都是国家治理经济的政策工具，其在一国政策中的地位由其在特定时代条件下所面临的重大现实问题和解决这一问题的效率所决定，在功能上各有侧重，政策运用目标、思路和手段会各有不同<sup>[14]</sup>。从国际上看，不同发展阶段的国家会根据科学技术和产业成熟度、国际竞争环境变化等情况，灵活调整政策工具组合。例如，20世纪70年代以来，随着科学技术在现代经济中的作用越来越重要，创新成为产业发展的核心，产业政策开始向创新政策收敛，越来越多的国家通过加强能力建设，推动技术创新，从而增强本国的国际竞争力<sup>[15]</sup>。而当前，围绕关键领域的科技与产业竞争日益加剧，世界主要发达国家纷纷重塑其产业政策来扶持本国的重点产业技术创新和发展。以美国2022年出台的《芯片和科学法案》为代表，其实质就是国家采取政府资金补贴主导的产业政策<sup>[16]</sup>。

(2) **科技创新和产业创新融合需要全链条政策体系的贯通**。科技创新与产业创新在活动功能、主体组织、资源环境等方面的本质差异决定了科技与产业的“两张皮”问题，这也是科技和产业政策研究与实践的难点与焦点<sup>[17]</sup>。科技与产业循环离不开资金、人才、基础设施等物质条件支持和智力支撑，以及创新生态环境保障。为此，政府需要构建全链条政策体系，设计面向创新链与产业链之间的政策工具组合，形成促进科技创新与产业创新有效融合的内在机制（图1）。① **促进要素融合的政策**。包括资金政策、人才政策、基础设施政策等，常见的政策工具包括科技计划项目资助、财政补贴、税收优惠、科技金融、政府采购，人才培养、使用、引进、评价、激励、服务保障，创新平台基地、科技基础设施、概念验证中心的建设与运行管理等，通过运用针对性的政策工具，推动要素的整合与联动，实现从知识生产到价值创造的贯通<sup>[18]</sup>。② **促进主体融合的政策**。主要涉及企业、高等院校、科研机构、中介服务机构等多方主体，由于不同主体在利益诉求和价值目标上的差异，导致合作动力缺失和合作能力不足，因此需要通过政府的统筹协调、引导激励，实现有效的利益联结和价值分配<sup>[17]</sup>。③ **促进环境融合的政策**。包括科研环境政策、市场环境政策、社会文化环境政策等，常见的政策工具包括作风学风、科研诚信、科技伦理，市场准入、产权保护、公平竞争，科学普及、创新创业文化等。

## 2 世界主要国家在重点领域推动科技创新和产业创新深度融合的实践做法

进入21世纪，加快培育新技术和新产业成为发达国家抢占全球竞争制高点的普遍共识和共同选择。各国纷纷立足自身优势，出台国家战略，从加大科技创新投入力度，支持企业科技创新、培养引进高端科技人才、完善科技基础设施、营造良好市场环境等方面，引导和推动科技创新和产业发展。下面以集成电

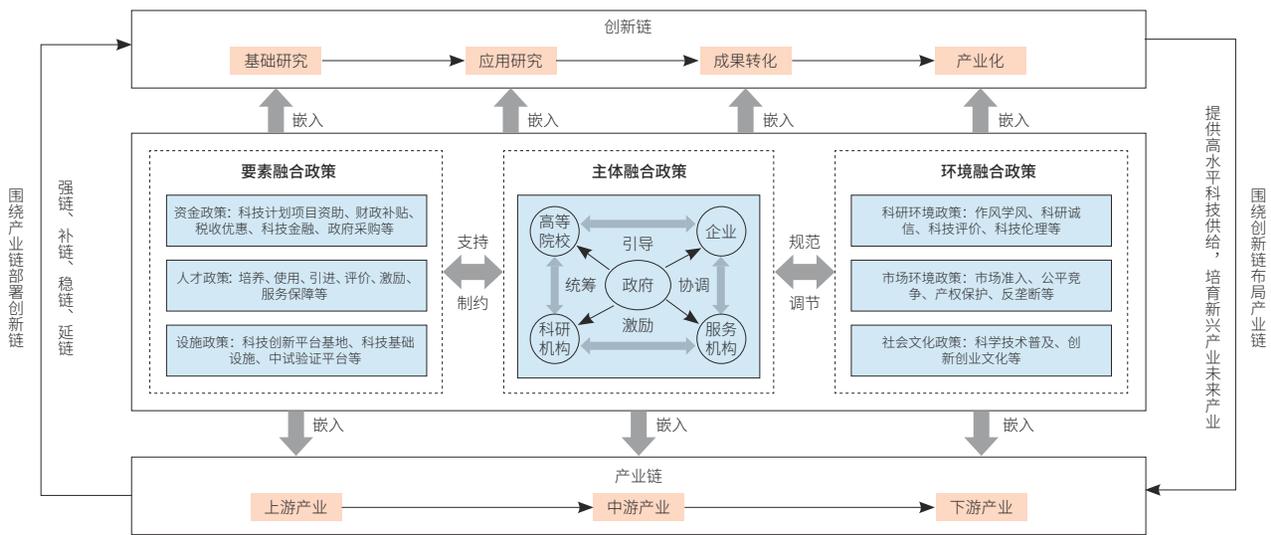


图1 科技创新和产业创新深度融合的政策分析框架

Figure 1 Policy analysis framework for deep integration of technological innovation and industrial innovation

路和mRNA疫苗产业为例，分析主要国家推动新兴技术产业发展的实践做法。

### 2.1 半导体技术创新和产业竞争优势形成与演化

20世纪中期，美国率先在晶体管、集成电路领域取得技术突破，孕育产生了半导体产业。随后，在主要国家的高度重视和政策驱动下，芯片技术飞速发展，半导体工业迅速崛起。如今半导体产业链已高度全球化，其发展水平成为一国科技和产业实力的重要标志<sup>[19]</sup>。

(1) 创造和培育半导体技术应用市场。二战后，为赢得美苏军备竞赛和太空竞争，美国政府大力投资基础研究和国防技术。1947年受资助的贝尔实验室发明了晶体管，标志着现代半导体产业的诞生。1958年美国德州仪器公司研制成功可商业生产的集成电路，半导体产业进入“商用时代”。早期半导体产业的主要市场是美国军方，20世纪60年代美国政府的军事和太空采购量占到半导体总产量的30%—40%<sup>[19]</sup>。长期而稳定的研发合同和军事订单，不仅为半导体产业提供了资金和市场，还推动了一大批初创企业的设立和兴起，深刻影响了半导体技术创新路线。半导体产业很快在美国发展起来，其生产逐渐涵盖了设计、制

造、封装、测试等几乎所有产业链环节，成为全球半导体研发与制造中心，长期主导并引领着芯片产业的发展。

(2) 持续推动半导体技术迭代升级。半导体产业技术门槛极高且迭代十分迅速，持续的技术革新和创新能力是确保产业链顺畅运转的必要条件。为推动本国半导体产业发展，美国、日本、韩国等国家均高度重视集成电路制造工艺和器件技术的创新。1966—1990年，日本政府为攻克半导体领域核心技术，先后部署了近10项研发项目，投入超3 000亿日元，持续支持产学研联合攻关，如1976年的“超大规模集成电路（VLSI）计划”，帮助日本企业在动态随机存取存储器（DRAM）领域取得重大技术突破，直接带动日本半导体产业的全面崛起<sup>[20]</sup>。同期，韩国政府出资设立了韩国电子通信研究院，先后启动了超大规模集成电路技术共同开发计划和新一代半导体基础技术开发项目，引导三星公司、现代公司、LG公司等大企业集中力量攻克了DRAM核心基础技术，成功取代日本，并将优势一直维持至今<sup>[21]</sup>。为提升半导体装备产业的技术水平，1987年美国政府与产业界合作成立了半导体制造技术战略联盟（SEMATECH），加强了半导体

制造商与设备和材料供应商之间的合作，形成了良性的产业链上下游关系，提升了美国半导体产业链的韧性和竞争力。

(3) **根据技术、需求和国际竞争变化及时调整支持政策。**纵观全球半导体产业发展历程，美国、日本、韩国等发达国家半导体产业成功的关键无一不是依靠政府政策引导有效构建了符合本国实际和科技产业发展规律的创新生态<sup>[22]</sup>。这些国家均将半导体相关技术视为国家关键技术，在产业发展的不同时期，通过财政投入、政府采购、风险投资、资本市场融资、提供低息贷款等方式，有力保障半导体产业的科技创新和新技术应用。例如，为维护芯片领域竞争优势，近年来，美国通过《芯片与科学法案》投资2 000亿美元的科研经费支持和超过700亿美元的行业补贴、税收减免；《欧洲芯片法案》提供110亿欧元用于芯片研究、开发和创新。同时，各国政府高度重视半导体领域的人才培养。20世纪80年代起，美国通过设立半导体行业协会（SIA）、半导体研究协会（SRC）、半导体产业工程研究中心，联合高校和企业通过合作项目等方式培养了大批基础与工程应用交叉领域的半导体专业技术人才；还会定期举办半导体行业的国际学术会议，吸引全球专家学者交流最新研究成果。当半导体产业遭遇不利国际环境时，政府还会利用外交、贸易、法律等手段打击竞争对手，保护本国市场。

## 2.2 mRNA技术创新和新冠疫苗产业发展

mRNA于1961年首次被发现，作为全新的药物类型，mRNA技术有望应用于癌症、传染性疾病、罕见病等多个领域，为生物医药研发带来变革。2020年新冠疫情暴发后，mRNA疫苗才以前所未有的速度和效率推向市场<sup>[23]</sup>，开启了疫苗产业新时代。

(1) **基础研究带动mRNA技术实现重大突破。**mRNA技术并非突然之间兴起，其成功背后是美国政府持续数10年的研发资助和无数科研人员努力的结

果。1961年科学家首次成功提取mRNA，开启了对其结构和功能的系统研究。1990年科研人员将脂质体包裹的mRNA递送到小鼠体内，发现了mRNA技术在疫苗研究领域的应用潜力。但直到mRNA修饰技术和脂质纳米颗粒技术的突破，以及稳定冠状病毒刺突蛋白方法的顺利开发，才使得mRNA疫苗成为可能。其中，2005年宾夕法尼亚大学卡塔林·卡里科和德鲁·维斯曼发现的mRNA修饰技术，解决了mRNA被宿主固有免疫识别和清除的难题，并因此获得2023年诺贝尔生理学或医学奖<sup>[24]</sup>。20世纪90年代开始的脂肪纳米颗粒递送技术研究，于2015年取得突破性进展，极大提升了mRNA疫苗信息传递效率。新冠疫情暴发时，mRNA技术已接近成熟。

(2) **企业发力打通mRNA技术从研发到生产的全流程。**凭借研发周期短、生产效率高、安全性好等优势，mRNA技术在21世纪初展现出巨大的商业潜力，美国、德国等拥有核心技术优势的科学家纷纷创办企业，如CureVac公司、BioNtech公司、Moderna等初创企业相继成立，推动mRNA技术从实验室走向商业化应用。针对mRNA技术应用过程中面临的分子修饰、递送系统、序列优化等技术壁垒，以及在临床验证和规模化生产等方面的技术难题，这些创新公司通过组建专业执行团队、搭建技术研发平台、与顶尖科研机构 and 大型制药企业开展战略合作等方式，逐一将其攻克。例如，最早将mRNA技术应用于医疗领域的CureVac公司，自2006年起就开始运营符合药品生产质量管理规范（GMP）标准的RNA生产设施，为后续的临床试验和商业化生产奠定了基础。拥有深厚技术积累的BioNTech公司与辉瑞公司的研发、监测和商业化能力相结合，不仅补齐了自身在大规模临床试验和生产方面的短板，还推动了mRNA技术在全球范围内的广泛应用。Moderna公司成立以来始终将技术创新与企业成长紧密结合，通过整合人才、平台、资本等各类资源，打造了自主完整的mRNA研发生产平

台，于2020年成功研制mRNA新冠疫苗，还为mRNA技术在传染病、癌症治疗和个性化医疗等领域的广泛应用奠定了坚实基础。

(3) **政策支持实现mRNA疫苗从需求到应用的一体管理。**为应对新冠疫情，美国政府于2020—2021年组织实施了新冠疫苗“曼哈顿”计划，即“曲速行动”(Operation Warp Speed)，通过巨额资金投入、加速研发与审批流程，以及强有力的生产支持等一揽子政策举措，加速疫苗的研发和生产。该行动整合了政府机构、军方、生物制药企业等多方资源和力量，通过公私合作、并行开发、灵活监管和全产业链支持，不仅创造了疫苗研发和上市的速度记录，还建立了一种全新的产业政策支持模式。该计划的要素包括：支持不同技术平台的组合；用担保合同使得疫苗生产规划能与疫苗开发过程同步进行；采用灵活的合同机制，使得迅速采购和干预措施能够嵌入供应链；开展迅速的技术认证，以确保新疫苗迅速进入市场；绘制供应链图谱，填补空白点，以确保疫苗的快速生产与分配；采用针对重要产品的特别分配方式<sup>[25]</sup>。在该计划的支持下，辉瑞公司和BioNTech公司联合研发的mRNA新冠疫苗在临床试验开始后不到8个月就获得批准<sup>[26]</sup>。

### 3 我国推动科技创新和产业创新深度融合的实践做法

改革开放初始，为尽快改变国家科学技术落后的局面，我国采取了“以市场换技术”的战略，通过大规模引进消化吸收国外先进技术，获得了经济的持续快速增长和技术水平的提升，但并无有效提升本土企业的技术创新能力，特别是在关键核心技术领域与国外存在较大差距。2006年，国家提出

“自主创新”战略，将政策重点放在前沿技术领域，通过设立国家科技重大专项、布局战略性新兴产业、建立自主创新示范区等措施促进关键技术领域和新兴产业发展。2012年以来，党中央把创新摆在国家发展全局的核心位置，加快推进以科技创新为核心的全面创新，带动了一大批高技术产业的迅速发展。经过30多年的探索实践，我国科技创新能力显著增强，在全球创新指数排名中上升至第11位，战略性新兴产业蓬勃发展，新能源汽车、光伏、高铁等重点领域实现跨越式突破，跃居全球领先地位。下面以新能源汽车和光伏为例，总结我国通过科技创新带动产业发展的主要实践做法。

#### 3.1 我国新能源汽车技术创新和产业发展实践

进入21世纪，受石油危机影响，各主要发达国家陆续开始了新能源汽车研发项目。相比美国、日本等主要工业国，我国虽然是新能源汽车领域的跟进者，但率先在国家层面确立了发展新能源汽车的重大战略，并以新型举国体制总揽全局、协调各方资源，塑造整个产业创新生态，走出了一条以创新链发展带动产业链形成的独特之路<sup>①</sup>。

(1) **前瞻科技布局和技术突破为我国新能源汽车产业奠定基础。**我国早在国家“八五”重点科技攻关计划中就安排了“电动汽车关键技术研究”项目，投资1500万元用于电动汽车技术预研<sup>[27]</sup>。2001年国家“863”计划中设立“电动汽车重大科技专项”，确立了以纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车技术攻关为“三纵”，电池、电机、电控为“三横”的总体研发布局，打开了传统动力汽车产业的创新缺口，推动了核心技术向新的技术轨道跃迁<sup>[28]</sup>。2003年前后，比亚迪公司等企业先后进入新能源汽车领域。2006年“‘863’计划节能与新能源汽车项目”安排

① 左茂轩. 科技部官员:全球新能源汽车竞争焦点集中在核心部件研发与产业化. (2021-09-04)[2024-12-30]. <https://finance.sina.com.cn/tech/2021-09-04/doc-iktzscy2244337.shtml>.

课题270项，国内整车及零部件企业、高校院所等432家单位1.46万科技人员参与研发工作，初步构建了我国电动汽车产学研联合技术创新体系<sup>[29]</sup>。经过4个“五年计划”的持续攻关，我国基本掌握了电动汽车的关键核心技术，初步形成了电动汽车整车和关键零部件生产能力，奠定了产业化基础。

(2) 推动新能源汽车在我国率先实现大规模产业化。经过前期技术攻关，我国新能源汽车关键技术逐步趋于成熟并向产业化拓展。中国科学院、清华大学、同济大学等科研院所、高校持续在动力电池、驱动电机等领域开展核心技术研究，为产业规模化发展提供技术支撑。比亚迪公司、奇瑞公司、北汽公司、长安公司等企业开始大规模投入研发，纷纷推出各自的第1辆新能源汽车产品；但由于初期产品性能较低，其市场销量惨淡。2009年国家将新能源汽车列入政府优先采购和强制采购清单，为新能源汽车打开了初级消费市场。随后“十城千辆”“推广应用试点”等举措陆续铺开，通过国家财政补贴、税收减免等政策加持，使得新能源汽车市场占有率大幅提高。2015年以来，国家实施补贴退坡政策和“双积分”政策，倒逼企业更多地通过投资技术开发、提高制造规模与质量来赢得市场空间；同时，国家继续实施购置税优惠、基础设施建设奖励等普惠性政策，加快新能源汽车快速普及应用<sup>[30]</sup>。我国一跃成为新能源汽车全球最大的产销市场，市场规模保持高速增长。

(3) 持续加强新能源汽车前沿技术创新和集成创新。为推动新能源汽车产业发展，“十二五”以来，我国先后设立“电动汽车科技发展重点专项”“新能源汽车重点专项”等国家科技研发专项，围绕新能源汽车产业链关键环节、关键领域、关键产品布局创新链，实施“新能源汽车产业技术创新工程”，建立国家新能源汽车技术创新中心、国家燃料电池技术创新中心等一批创新平台，从能源动力、电驱系统、智能驾驶、车网融合、支撑技术、整车平台等方面，夯实

基础研发能力，突破产业链核心瓶颈技术，提升技术创新水平和产品市场竞争力<sup>[31]</sup>。以上海蔚来汽车有限公司（蔚来）、广州小鹏汽车科技有限公司（小鹏）、北京理想汽车有限公司（理想）等为代表的造车新势力，以及百度集团、华为技术有限公司、小米科技有限责任公司等互联网企业的加入，推动智能驾驶、智能座舱等技术快速发展应用。自2013年起，我国新能源汽车专利申请量连续9年位居全球第1位，已成为世界第一大新能源汽车技术来源国。随着我国新能源汽车在电池系统能量密度、能耗、续航里程等方面的核心技术水平大幅提升，电池、电机、电控三大核心零部件基本实现自主可控。

### 3.2 我国光伏技术创新和产业发展实践

光伏产业作为全球能源转型的关键领域之一，进入21世纪在世界范围内迅速发展。我国光伏产业从受制于人到全球引领，经历了从无到有、从小到大、从弱到强的复杂发展过程，如今已形成完整的产业链，在制造规模、技术水平、应用市场拓展、产业体系建设等方面均位于全球前列，成为全球光伏产业的主导力量。

(1) 海外市场需求带动我国光伏产业初步形成。20世纪下半叶，美国、德国、日本等发达国家相继完成光伏技术的初步产业化，为全球光伏产业发展奠定基础。同期，国内科研机构和企业开始关注光伏技术，进行小规模太阳能电池研发和生产，但远未实现商业化应用。进入21世纪，以德国为首的发达国家出台财政补贴政策力推光伏产业，大幅拉动国际光伏市场。在强劲的市场需求下，我国涌现出无锡尚德太阳能电力有限公司、英利绿色能源控股有限公司、江西赛维LDK太阳能高科技有限公司等一批光伏企业，依靠进口精制硅原料和设备进行大规模生产，凭借成本优势，迅速占领国际市场，2007年成为全球最大的光伏制造国。然而，此时我国光伏产业处于原材料、技术、市场“三头在外”困境，整体发展受制于人。

随着2008年全球金融危机爆发，以及之后欧美国家针对我国光伏产品的“反倾销”“反补贴”调查，我国光伏产业很快陷入困境，大批企业面临生存危机。

#### (2) 攻克产业链关键技术培育壮大国内光伏市场。

为应对海外光伏需求萎缩和产品限制，我国加快光伏发电技术自主研发，积极培育并拓展国内光伏市场。

① 国家通过“863”计划、“973”计划、国家科技支撑计划等科技项目和“光伏领跑者”计划，持续支持光伏发电的产业化技术和基础性研究，先后出台光伏并网发电特许权招标项目、“太阳能屋顶”计划、“金太阳”示范工程、“标杆上网电价”等一系列光伏发电建设项目，大规模推动光伏技术的示范、推动和应用。② 以隆基绿能科技股份有限公司（以下简称“隆基”）、通威集团有限公司（以下简称“通威”）、晶澳太阳能科技股份有限公司（以下简称“晶澳”）、阿特斯阳光电力集团股份有限公司（以下简称“阿特斯”）等为代表的光伏企业持续加大科技创新投入，与国内外高校院所建立广泛的技术交流与协作关系，瞄准产业链上硅片、设备等高技术壁垒环节发力，逐步攻克了多晶硅关键设备、冷氢化、金刚线切割等关键核心技术，扭转了长期依赖进口的局面。2013年以来，我国装机规模已连续多年位居全球第1位，并成为全球光伏装备制造大国，2022年我国组件、电池片、硅片产量在全球占比达到85%、90%和97%。

(3) 以科技创新推动降本增效打造国内国际双循环。技术创新是降低绿色溢价、提升光电转换效率的关键，随着光伏产业的补贴退坡，促进光伏发电技术进步、产业升级和成本下降成为推动光伏产业迈向高质量发展的关键。据中国光伏行业协会统计，2014—2022年，我国企业、研究机构晶硅电池实验室效率共打破世界纪录56次<sup>[32]</sup>；2022年，刷新效率纪录14次，

其中10次为N型电池技术<sup>[33]</sup>。光伏技术的每1次进步都推动着发电成本的降低，我国光伏发电成本在过去10年内降低了80%—90%，并已低于传统的燃煤发电，达到0.3元/KWh以内<sup>[34]</sup>。2021年光伏项目最低中标的度电价格不到0.15元。由于显著的技术和成本优势，光伏已成为我国外贸“新三样”之一，2023年光伏产品出口总量同比增长50.4%，硅片、电池、组件出口量同比增长93.6%、65.5%、37.9%。截至2024年，我国已建成全球最健全的光伏产业链体系，光伏组件产量连续16年位居世界首位<sup>②</sup>。

整体而言，我国科技创新和产业发展取得了长足进步和显著成效，但科技创新能力仍不适应高质量发展要求，还存在重大原创性成果缺乏、关键核心技术基础薄弱、资金人才要素供给不足等突出问题。同时，由于不同部门之间的职能分工，支持科技创新和产业创新的政策也存在彼此割裂或衔接不力的情况，导致创新体系整体效能不高。

## 4 相关启示

实践证明，科技和产业创新是一个系统工程、动态过程，过去的未来技术造就了现在的成熟产业，现在的未来技术将催生未来的成熟产业。这一过程既需要市场机制推动，也需要政府前瞻布局、政策引导，同时依赖开放包容的社会环境。只有树立全局观念和系统思维，从支持科技和产业创新的各方面、全链条推进，强化政策保障和体制机制创新，才能构建起系统竞争优势，实现社会生产力跃升。

(1) 新技术实现产业化要经历漫长的演进过程。回顾很多前沿科技及产业化发展历程可以发现，从科学发现、新技术的工程化到实现大规模产业化并不是直线向前、一蹴而就的，而是要经历曲折、漫长的过

② 中国建成全球最大最完整新能源产业链。(2024-11-18)[2024-12-30]. <https://finance.china.com.cn/industry/20241118/6186917.shtml>.

程,平均耗时25—35年;对于后发国家来说,这一周期可能更长。历史上,很多技术的突破与应用都是在配套技术完善并形成供应的有效、低成本及可靠性之后,才带来了产业的颠覆。例如,mRNA于1961年被发现,但到1989年才被认为有作为制作疫苗和药物的潜质,直到全球新冠疫情期间,才真正迎来突破性的发展和广泛应用。因此,要充分发挥科技创新在产业形成与发展过程中的引领和支撑作用。一方面,以科技创新突破为基础布局新兴产业和未来产业,推动产业结构升级;另一方面,围绕产业链的技术需求,构建创新链条,保障产业稳定发展。

(2) 政府在科技和产业发展中发挥引领和推动作用。前瞻性的制度安排和灵活的政策组合能够显著加速科技创新和产业变革进程,而政府在其中发挥着关键作用。比如,美国政府凭借其在半导体基础科学和关键技术环节的先发优势,通过研发资助、政府采购、知识产权、出口管制、贸易制裁等方式,不断强化对半导体产业链的有效控制,至今仍然对全球半导体产业拥有极强控制力<sup>[19]</sup>。2020年美国政府发动的“曲速行动”远远超出了单纯的资金支持,而是一套政策组合拳,在资源整合、协调推动、监管认证、市场引导等方面开创了新的政策支持模式。日本政府坚持科技立国战略,以举国之力组织调动产业界、国立科研机构、大学等多元主体密切合作、协力攻关半导体技术,促使其半导体产业迅速崛起,一度占据全球领先地位<sup>[35]</sup>。我国作为新能源汽车、光伏领域的后进者,能在近20年的发展历程中逐步取得国际领先优势,实现跨越式发展,政府的战略引领、前瞻布局 and 系统支持发挥了至关重要的作用。因此,在科技和产业发展中要更好发挥政府各方面作用,以有效的政策导向和机制设计为科技创新和产业创新深度融合提供有力支持和保障。

(3) 企业在科技创新和产业发展中占据核心主体地位。企业是市场行为主体和市场机制作用对象,可

以有效连接技术和市场,以最快速度和最大力度将科技创新成果转化为现实生产力<sup>[36]</sup>。①企业是技术创新的核心推动者,通过巨额资金投入进行内部研发或与科研机构合作,推动关键技术突破。②企业是产业生态的构建者,通过上下游合作、并购等方式整合产业链资源,或在特定产业集聚形成产业集群,促进资源共享和技术交流。③企业是市场开拓的引导者,根据市场需求开发新产品,满足不同客户群体的需求。例如,英特尔公司、台积电等企业不断投入大量资金用于芯片设计、制造工艺的研发,推动晶体管尺寸不断缩小、性能不断提升。Moderna公司和BioNTech公司等企业凭借其在mRNA合成、递送系统等关键技术上的突破,成功开发出新冠mRNA疫苗。隆基、通威等企业在高效太阳能电池、光伏组件等关键技术上不断取得突破,推动光伏产业技术进步。因此,要实现生产力的更新换代,必须加强企业主导的产学研深度融合,推动产业链上下游联动、大中小企业融通创新。

(4) 高校院所的源头供给是科技与产业高质量发展的基础。如前所述,科学前沿与工业技术的大规模融合催生了半导体、mRNA疫苗、新能源等新兴技术和产业,为经济增长提供了强大动力。高校院所作为基础研究突破、技术转化枢纽、人才培养基地,是科技创新与产业创新融合中不可或缺的战略支点和关键力量。①基础研究突破为产业技术创新提供源头支撑,晶体管、mRNA疫苗等颠覆性技术均源于基础理论突破,成为半导体、生物医药等产业发展的基石。②技术转移催化新兴产业,高校成果通过技术许可、衍生企业实现产业化。③人才培养赋能产业升级,美国硅谷60%以上的科技企业创始团队来自斯坦福大学和加州大学伯克利分校。而高校院所与产业发展的关系已从单向“技术转移”演变为双向“创新共生”。因此,要通过强化基础研究、完善成果转化机制、重构人才培养体系,不断提升原始创新能力和人才培养

质量，为科技和产业发展筑牢根基。

## 5 对策建议

当前，我国创新发展面临的形势、环境、条件均已发生深刻变化，大国博弈日益聚焦到自主创新能力和战略主导权控制能力的领域，为实现高质量发展、保障高水平安全，我国亟须以新的制度供给推动科技创新和产业创新深度融合，牵引新质生产力加快发展，为赢得发展主动权和主导权提供战略指引和行动指南。

(1) 创新有效制度供给，有效市场、有为政府、有机社会一体发力。瞄准实现高水平科技自立自强、经济社会高质量发展目标，坚持战略导向和领跑思维，强化国家作为重大科技创新领导者、组织者作用，面向国家重大需求和战略必争领域，有效发挥新型举国体制作用，健全全链条、全领域、全周期的配套政策体系，以体制机制创新为科技创新和产业创新深度融合提供有力保障。强化部门之间、央地之间、军地之间、地区之间的协调联动，汇聚多元主体创新创造合力。

(2) 增加源头科技供给，打造自主可控的创新链产业链。加强使命导向型和需求导向型研发，高质量供给和转化应用一批基础前沿成果和关键共性技术成果。① 聚焦现代化产业体系建设的重点领域和薄弱环节，针对集成电路、基础软件等瓶颈制约，加大技术研发力度，实现产业链安全可靠、自主可控。② 瞄准未来科技和产业发展制高点，加快人工智能、量子科技等领域底层技术和标准的研发应用，培育发展新兴产业和未来产业。③ 积极运用新技术改造提升传统产业，推动产业数字化、智能化、绿色化。

(3) 强化企业科技创新主体地位，推动企业主导的产学研深度融合。引导创新要素向企业集聚，推动研发费用加计扣除等惠企政策应享尽享，开展校企、院企科研人员“双聘”等流动机制试点，加大科技人

才向企业集聚力度，加快推进国家重大科技基础设施、大型科学仪器等科技资源和应用场景向企业开放。完善需求导向的科研组织模式，支持企业牵头组织产学研力量面向产业需求共同凝练科技问题、联合开展科研攻关，同步部署推进技术研发、成果转化、示范应用及标准制定，强化市场与用户考核，实现“立项即转化”。

(4) 优化产业创新生态，持续激发创新创业创造活力。健全科技与产业需求牵引的学科设置调整机制和人才培养模式，强化学科布局和人才自主培养。紧密对接企业人才需求，探索定向招生和订单式培养，实现“毕业即就业”。建立覆盖创新链产业链各环节的多元化资金投入体系，给予税收优惠政策支持。允许科技类政府引导基金和国有创投资金延长存续期，鼓励设立存续期15年以上的长期基金并开展滚动投资。建立国有创投基金长周期考核和容错机制。

## 参考文献

- 1 李晓红. 科技创新是发展新质生产力的核心要素. 求是, 2024, (11): 27-31.  
Li X H. Scientific and technological innovation is the core element for developing new quality productive forces. Qiu Shi, 2024, (11): 27-31. (in Chinese)
- 2 黄群慧. 产业政策的多维观察(系列专题讨论之一). 学习与探索, 2017, (1): 88.  
Hang Q H. Multidimensional observations on industrial policy (series topic discussion I). Study & Exploration, 2017, (1): 88. (in Chinese)
- 3 朱姝. 我国发展未来产业要抓好四个重点. 科技中国, 2023, (6): 1-4.  
Zhu S. Four key priorities for developing future industries in China. Scitech in China, 2023, (6): 1-4. (in Chinese)
- 4 韩喜平. 中国共产党百年领导经济发展成就与经验启示. 人民论坛·学术前沿, 2021, (11): 47-55.  
Han X P. The achievements and experience of the centennial leadership of the CPC in economic development. Frontiers, 2021, (11): 47-55. (in Chinese)

- 5 陈劲, 阳镇. 新发展格局下的产业技术政策: 理论逻辑、突出问题与优化. 经济学家, 2021, (2): 33-42.  
Chen J, Yang Z. Industrial technology policy under the new development pattern: theoretical logic, outstanding problems and optimization. Economist, 2021, (2): 33-42. (in Chinese)
- 6 华平. 科技创新与产业创新. 人民日报, 2024-10-14 (04).  
Hua P. Scientific and technological innovation and industrial innovation. People's Daily, 2024-10-14 (04). (in Chinese)
- 7 江小涓, 宫建霞, 李秋甫. 数据、数据关系与数字时代的创新范式. 中国社会科学, 2024, (9): 185-203.  
Jiang X J, Gong J X, Li Q F. Data, data relationships, and the innovation paradigms in the digital age. Social Sciences in China, 2024, (9): 185-203. (in Chinese)
- 8 吕佳龄, 王晓明. 贯通研发链部署政策链 实现科技创新与产业发展深度融合. 科技日报, 2019-10-25(05).  
Lv J L, Wang X M. Linking R&D chains with policy chains to achieve deep integration of sci-tech innovation and industrial development. Science and Technology Daily, 2019-10-25(05). (in Chinese)
- 9 Ren L L. Deep integration of innovation chain and industrial chain. The Frontiers of Society, Science and Technology, 2023, 5(17), 30-35.
- 10 孙杰贤. 发展新质生产力关键在科技创新. 中国信息化, 2024, (9): 20-21.  
Sun J X. The key to developing new quality productive forces lies in scientific and technological innovation. China Informatization, 2024, (9): 20-21. (in Chinese)
- 11 刘志迎, 周勇, 蒋子浩. 推动“四链”深度融合, 加快形成新质生产力. 经济参考报, 2023-11-23(08).  
Liu Z Y, Zhou Y, Jiang Z H. Promoting deep integration of “four chains” to accelerate the formation of new quality productive forces. Economic Information Daily, 2023-11-23 (08). (in Chinese)
- 12 巫强, 胡蕾. 以实体经济为基础推动产业链创新链融合发展. 经济参考报, 2024-07-18(08).  
Wu Q, Hu L. Driving the integrated development of industrial and innovation chains based on the real economy. Economic Information Daily, 2024-07-18(08). (in Chinese)
- 13 黄群慧, 贺俊. 赶超后期的产业发展模式与产业政策范式. 经济学动态, 2023, (8): 3-18.  
Huang Q H, He J. The industrial development model and industrial policy paradigms in the later period of catching-up. Economic Perspectives, 2023, (8): 3-18. (in Chinese)
- 14 陈志. 论产业政策向创新政策的演进. 科技中国, 2018, (8): 45-47.  
Chen Z. On the evolution from industrial policy to innovation policy. Scitech in China, 2018, (8): 45-47. (in Chinese)
- 15 Soete L. From industrial to innovation policy. Journal of Industry, Competition and Trade, 2007, 7(3): 273-284.
- 16 陈志远, 张杰, 孙昊, 等. 创新链和产业链融合下的产业政策. 经济研究, 2024, 59 (09): 154-172.  
Chen Z Y, Zhang J, Sun H, et al. Industrial policy under the integration of innovation chains and industrial chains. Economic Research Journal, 2024, 59 (9): 154-172. (in Chinese)
- 17 赵彬彬, 梅亮, 陈凯华, 等. 创新链产业链融合的内涵解析、影响因素和优化路径: 基于创新过程与创新系统整合视角. 中国软科学, 2025, (2): 26-39.  
Zhao B B, Mei L, Chen K H, et al. Connotation analysis, influencing factors, and optimization paths of the integration of innovation chain and industrial chains: An integrated perspective of the innovation process and innovation system. China Soft Science, 2025, (2): 26-39. (in Chinese)
- 18 王再进, 张亮, 应益昕, 等. 创新链产业链资金链人才链深度融合: 理论探析、国外实践与政策启示. 经济研究参考, 2024, (2): 113-127.  
Wang Z J, Zhang L, Ying Y X, et al. Deep integration of the innovation, industrial, capital, and talent chains: theoretical analysis, foreign practices, and policy implications. Review of Economic Research, 2024, (02): 113-127. (in Chinese)
- 19 李巍, 李琦译. 解析美国的半导体产业霸权: 产业权力的政治经济学分析. 外交评论(外交学院学报), 2022, 39(1): 22-58.  
Li W, Li Y Y. Decoding the U. S. hegemony in the semiconductor industry: Conceptualizing the political economy of industrial power. Foreign Affairs Review, 2022, 39(1): 22-58. (in Chinese)
- 20 李慧敏, 穆荣平. 日本技术攻关“举国体制”研究——以半导体技术攻关为例. 科学学与科学技术管理, 2024, 45(11):

- 32-45.
- Li H M, Mu R P. A study on the “Nationwide System” of Japan: Taking the semiconductor technology as an example. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2024, 45 (11): 32-45. (in Chinese)
- 21 李君然, 封凯栋, 姜子莹. 研发密集型产业的创新转型: 基于集成电路产业的跨国分析. *学习与探索*, 2022, (1): 118-128.
- Li J R, Feng K D, Jiang Z Y. Innovation transformation in R&D-intensive industries: A cross-national analysis based on the integrated circuit industry. *Study & Exploration*, 2022, (1): 118-128. (in Chinese)
- 22 李海英. 美国半导体创新生态系统及经验启示. *张江科技评论*, 2022, (4): 54-56.
- Li H Y. The U.S. semiconductor innovation ecosystem and its experiences. *Zhangjiang Technology Review*, 2022, (4): 54-56. (in Chinese)
- 23 Callaway E. The next generation of coronavirus vaccines: A graphical guide. *Nature*, 2023, 614: 22-25.
- 24 王新宇. 一战成名的 mRNA 技术会是疫苗开发的未来吗? . (2021-06-07) [2024-12-30]. <https://wallstreetcn.com/articles/3632309>.
- Wang X Y. Will mRNA technology, which rose to fame overnight, be the future of vaccine development?. (2021-06-07) [2024-12-30]. <https://wallstreetcn.com/articles/3632309>. (in Chinese)
- 25 Bonvillian W B. Operation warp speed: Harbinger of American industrial innovation policies. *Science and Public Policy*, 2024, 51(6): 1195-1211.
- 26 韩利明, 李佳英. 新冠浪潮退去 mRNA 技术如何破茧成蝶. (2024-06-04)[2024-12-30]. <https://m.21jingji.com/article/20240604/herald/00600a6e5c0541139e1b757348b04296.html>.
- Han L M, Li J Y. How can mRNA technology break through and transform as the COVID-19 wave recedes?. (2024-06-04) [2024-12-30]. <https://m.21jingji.com/article/20240604/herald/00600a6e5c0541139e1b757348b04296.html>. (in Chinese)
- 27 谭震东. 企业资本结构对新能源汽车企业创新投入的影响研究. 兰州: 兰州大学, 2023.
- Tan Z D. Research on the Impact of Corporate Capital Structure on Innovation Investment of New Energy Automobile Enterprises. Lanzhou: Lanzhou University, 2023. (in Chinese)
- 28 武建龙, 鲍萌萌, 杨仲基. 新兴产业颠覆性创新政策组合作用机制研究: 基于创新生态系统视角. *中国软科学*, 2023, (7): 44-55.
- Wu J L, Bao M M, Yang Z J. Study on the effect mechanism of innovation policy mix on the disruptive innovation of emerging industry: From perspective of innovation ecosystem. *China Soft Science*, 2023, (7): 44-55. (in Chinese)
- 29 王光辉. 我国电动汽车技术创新演进研究——行动者网络理论的视角. 北京: 北京化工大学, 2017.
- Wang G H. Research on the Evolution of Electric Vehicle Technology Innovation in China: From the Perspective of Actor Network Theory. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2017. (in Chinese)
- 30 封凯栋, 陈俊廷. 改变世界的新机器? ——新能源汽车全球竞争的前景. *文化纵横*, 2024, (2): 75-88.
- Feng K D, Chen J T. New machines that change the world?: The prospects for global competition in new energy vehicles. *Beijing Cultural Review*, 2024, (2): 75-88. (in Chinese)
- 31 邓潇丽, 申卉. 完善新能源车电池回收利用管理制度. *广州日报*, 2022-03-04(A03).
- Deng X L, Shen H. Improving the management system for recycling and utilization of new energy vehicle batteries. *Guangzhou Daily*, 2022-03-04(A03). (in Chinese)
- 32 吴可仲. 激发经营主体活力 澎湃高质量发展新动能. *中国经营报*, 2024-03-18(A01).
- Wu K Z. Stimulating market entities vitality to boost new momentum for high-quality development. *China Business Journal*, 2024-03-18(A01). (in Chinese)
- 33 张英英, 吴可仲. 中国光伏崛起启示: 如何突破“围剿”领跑全球. *中国经营报*, 2024-03-04(C07).
- Zhang Y Y, Wu K Z. The rise of China’s photovoltaic industry: How to break through “encirclement” and lead globally. *China Business Journal*, 2024-03-04(C07). (in Chinese)
- 34 贺劲清. 中国“双碳”之路, 要怎么走? . *中国新闻周刊*, 2024-03-02.

- He S Q. China's "dual carbon" path: How to proceed?. *China Newsweek*, 2024-03-02. (in Chinese)
- 35 李慧敏, 穆荣平, 郝跃. 日本科技领域是否存在“举国体制”——以半导体技术攻关为考察对象. *中国科学院院刊*, 2023, 38(7): 1001-1011.
- Li H M, Mu R P, Hao Y. Is there a “nationwide system” in field of science and technology in Japan? —Survey of semiconductor technology. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2023, 38(7): 1001-1011. (in Chinese)
- 36 本刊编辑部. 强化企业科技创新主体地位 为新质生产力发展增添动能. *安徽科技*, 2024, (5): 1.
- Editorial Office. Strengthening the core position of enterprises in scientific and technological innovation to inject momentum into new quality productive forces. *Anhui Science & Technology*, 2024, (5): 1. (in Chinese)

## Policy practices and countermeasures analysis on deep integration of technological innovation and industrial innovation

HE Defang<sup>1</sup> CHEN Tao<sup>2</sup> LIU Hui<sup>3</sup> YANG Fangjuan<sup>4\*</sup>

(1 China Science and Technology Assessment and Achievement Management Research Association, Beijing 100081, China;

2 Ministry of Science and Technology, Beijing 100862, China;

3 Exchange, Development and Service Center for Science and Technology Talents, Ministry of Science and Technology, Beijing 100045, China;

4 National Center for Science and Technology Evaluation, Beijing 100081, China)

**Abstract** Technological innovation serves as the strategic foundation for driving high-quality development and building a modern industrial system. To compete for global leadership in science, technology, and industrial advancement, major economies worldwide are reshaping their policy frameworks to accelerate the development of cutting-edge technologies and future industries. This study analyzes the intrinsic mechanisms and policy evolution of the integration between technological innovation and industrial innovation. By examining domestic and international case studies—such as integrated circuits, mRNA vaccines, new energy vehicles, and photovoltaics—it reveals how strategic guidance and policy coordination facilitate the convergence of innovation chains and industrial chains. Furthermore, the study explores ways to refine China's full-chain policy system, proposing insights and recommendations for leveraging technological innovation to lead industrial innovation. The findings aim to provide inspiration and reference for China's scientific and industrial development.

**Keywords** technological innovation, industrial innovation, deep integration, policy practice

\*Corresponding author

**贺德方** 国务院参事,中国科技评估与成果管理研究会理事长,《中国科学院院刊》编委。曾任中华人民共和国科学技术部副秘书长、中国科学技术信息研究所所长。主要研究领域:科技政策与管理、科技信息管理与共享等。E-mail: hedf@istic.ac.cn

**HE Defang** Counselor of the State Council, Chairman of China Association of Science and Technology Evaluation and Management of Scientific and Technical Achievement, Editor of *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, former Deputy Secretary-General of the Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China (MOST), Director of Institute of Scientific and Technical Information of China. His research focuses on science and technical policy and management, information resources and sharing, etc. E-mail: hedf@istic.ac.cn

**杨芳娟** 科技部科技评估中心副研究员。主要研究领域:科技政策、科技评估等。E-mail: yangfangjuan@ncste.cn

**YANG Fangjuan** Associate Professor of National Center for Science and Technology Evaluation (NCSTE). Her research focuses on science & technology policy, science & technology evaluation, etc. E-mail: yangfangjuan@ncste.cn

■责任编辑:张帆