

DOI: 10.19361/j.er.2026.03.03

# 知识前沿扩张与创新驱动发展

——基于中国实践的创新链与产业链一般均衡概念框架

周南 郑江淮\*

**摘要:** 中国创新发展存在科学研究跨越式和非平衡发展、技术轨迹随着制造业发展陡峭上升和阶段性演进、创新链与产业链协同演化三个维度的典型事实。在创新链与产业链协同演化的一般均衡概念框架中,人才供给与配置影响创新链及产业链活动。随着知识前沿扩张和创新链复杂化,经济依次经历产业与技术兴起、产业规模化驱动、技术专业化和科学驱动四个阶段,每个阶段创新发展依赖教育、人才、科技和产业政策耦合。本文为理解大国创新发展阶段性特征提供概念框架,也为中国自主知识体系的增长经济学发展进行理论探索。

**关键词:** 创新链;知识网络;内生增长;知识前沿扩张;创新驱动发展

**中图分类号:** F015

## 一、引言

伴随外部环境趋紧与传统增长动力逐步减弱,系统阐释长期增长来源并重塑经济发展动力结构,既是大国转型必须面对的现实问题,也是现代经济增长理论亟待推进的研究方向。党的十八届五中全会提出,必须牢固树立并切实贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念。“十四五”规划指出,坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位,把科技自立自强作为国家发展的战略支撑。“十五五”规划提出,加快高水平科技自立自强,引领发展新质生产力,加强原始创新和关键核心技术攻关,提高体系化创新能力,强化企业科技创新主体地位,一体推进教育科技人才发展。上述创新发展战略演变,也与中国科技创新的基本事实一致。

基于经验研究与微观数据,中国在科学研究、技术创新、创新链与产业链协同三个维度呈现以下典型事实。

在科学研究领域,中国呈现三大特征(Nagaraj and Yao, 2026)。第一,科研人员规模扩大与个体研究效率提高驱动科学产出规模与质量提升,中国在全球科学产出的比重持续上升(施一公、王慧敏,2026)。第二,科学领域存在明显专业化优势,学科不均衡发展,部分应用学科表现突出,而基础学科发展相对滞后(吕薇等,2026)。第三,中国对全球前沿知识吸

\*周南,南京大学经济学院,邮政编码:210008,电子邮箱:602022020045@smail.nju.edu.cn;郑江淮(通讯作者),南京大学经济学院、南京大学长江三角洲经济社会发展研究中心,邮政编码:210008,电子邮箱:zhengjh@nju.edu.cn。

本文得到国家社会科学基金重大项目“创新链与产业链耦合的关键核心技术实现机理与突破路径研究”(22&ZD093)的资助。

收能力较强,而扩散能力相对有限。<sup>①</sup>

在技术创新领域,中国技术轨迹表现出四大特征(Bergeaud et al., 2026)。第一,技术发展呈现持续上升趋势,与前沿国家差距收窄。第二,技术创新演进与制造业发展进程高度绑定,制造业规模与结构变化解释了技术轨迹变动的三分之一。第三,技术发展呈现清晰的阶段递进特征,由早期依赖外部知识、侧重实用化改进的创新模式,逐步向接近国际前沿、强调原创的创新模式转变(陈凯华等,2026)。第四,技术轨迹演变符合全球一般规律,创新资源积累推动技术边界扩张,技术发展转化为生产率提升(夏龙龙等,2025)<sup>②</sup>

在创新链与产业链方面,中国存在五大特征。第一,创新链与产业链的结构高度一致,技术网络与生产网络的中心性和级联关系相似。第二,创新链的收益分布与产业活动市场结构密切相关(孟珊珊等,2024)。第三,关键核心技术在创新网络居于重要位置,这类技术连接广泛,影响领域众多,依赖创新激励与产业政策的协同配合(荣健欣等,2025)。第四,生产网络和创新网络呈现非对称分布,少数以科学为基础的行业和专业供应商行业主导了技术和产业发展。第五,创新链和产业链呈现地区间和国家间差异,国内与国外创新网络存在互补性(王康等,2025)。

这些典型事实共同勾勒出中国创新活动的长期演变特征,同时也挑战了现有内生增长理论。Romer(1990)基于拓展中间投入品种模型分析了研发投入扩张的创新驱动增长效应。Aghion和Howitt(1992)强调技术市场通过创造性破坏机制推动生产率增长。Acemoglu(2002)基于定向技术进步框架分析技能偏向型技术进步背景下的经济增长。Acemoglu等(2016)在网络一般均衡结构下探讨了企业创新互动和总生产率增长。Acemoglu等(2018)还考察了创新资源再配置与生产率增长的关系。Akcigit和Kerr(2018)将技术创新分解为探索型和利用型两种类型,强调异质性创新对长期增长的重要性。Akcigit等(2021)关注基础科学正外部性在整个创新系统中的影响。Akcigit等(2025)研究了如何耦合教育政策和创新政策以发掘增长潜力。Prato(2025)特别关注了全球人才竞争背景下人才政策调整的创新和增长效应。这些理论为理解发达经济体长期增长提供了重要视角,但在解释大国创新转型时仍存在局限。多数内生增长模型侧重技术环节的分析,很少将教育、人才、科学、技术与产

<sup>①</sup>根据Nagaraj和Yao(2026),1980年中国学术发表全球占比近乎为零,2022年升至32%,成为全球第一科学生产国,顶级期刊(规范化引用率排名前5%)发表份额达35%,超越美国和欧盟高收入国家。2022年中国在国际学术期刊发表论文的科研人员占全球比重(全样本18%、顶刊26%)远低于论文发表比重(全样本32%、顶刊35%),个体科研产出效率显著高于全球平均水平。其中,工程技术、物理科学、材料工程、通信工程等领域的突破性论文发表份额超过60%,农业、兽医与食品科学领域仅占全球发表30%但占据60%顶刊份额,与美国的专业优势领域对比鲜明。国内科研高频引用全球学术前沿成果且存在全球扩散壁垒。2022年中国对全球论文引用份额超过40%,高于产出份额,本地引用依赖显著,58%~68%的引用来自国内,顶级期刊和突破性成果亦然。

<sup>②</sup>根据Bergeaud等(2026),技术轨迹是衡量技术创新能力的数量指标,表示控制特定专利局的专利总趋势和国别偏向等因素后,一国在特定专利局申请专利数的趋势项。2000年以来,中国技术轨迹增长迅猛,2010年后在美、英、德、法专利局的外国申请人专利份额大幅提升,超越英国并显著缩小与德国、法国技术差距。中国早期专利集中于外观设计 and 实用新型,并且高度依赖外国科学网络,高影响力创新的嵌入度较低;近年来,中国被引率排名前10%的专利数量逐渐接近全球技术前沿。研发投入、教育水平、科研人员数量等自变量与技术轨迹显著正相关,且技术轨迹与全要素生产率增长率强正相关、与劳动生产率和资本密集度增长率等因变量弱正相关。

业活动纳入统一框架,难以刻画知识系统的整体演化;大量理论关注平衡增长路径与经济稳态,对经济转型的阶段性特征与动态过渡过程讨论不足;政策讨论多集中于单一政策工具,缺少教育、人才、科技和产业政策协同的系统分析。

为回应理论与现实的差距,本文立足中国创新发展的典型事实,整合内生增长理论中有关知识生产、异质性创新、网络传导与政策耦合的机制,建立包含异质性人力资本与多层次知识网络的一般均衡概念框架以分析创新驱动发展的动态过程。教育过程与个体选择共同决定人才供给与配置,人才进入由科学、通用技术、专用技术与产品工艺构成的创新链,影响科学基础型、专业供应商型、规模密集型与供应商主导型四类厂商构成的产业链活动。随着知识边界扩展、创新链日趋复杂,经济将依次经历产业与技术兴起、产业规模化驱动、技术专业化和科学驱动四个阶段。各个阶段转换取决于要素积累与创新链-产业链协同变迁,且生产率持续提升依赖教育、人才、科技与产业政策耦合。开放条件下,后发大国可以借助全球知识扩散与国际分工网络加速创新发展进程,也会在关键技术领域面临更强外部竞争。依托国内区域禀赋差异与互补性,推动梯度发展与集群发展,有助于缓解外部冲击、稳定转型进程。本文为理解中国创新驱动战略演进和大国创新发展提供了理论支撑,也为构建中国自主知识体系的经济增长理论提供了启示。

## 二、创新链上的知识前沿扩张活动

### (一) 创新链的网络拓扑与知识生产

知识生产部门是由教育、科学研究与技术研发等多元主体构成的复杂系统。从网络拓扑学视角看,创新主体可以抽象为有向图节点,并且创新链呈现内生演化的树状结构:前端基础科学、后端专用技术与终端产品工艺对应数量众多的叶子节点,且连接度较低、分布广泛;居中的通用技术对应少数枢纽节点,连接度较高且辐射范围广阔。不同类型的知识活动在这一树状结构中有序组织,其运行逻辑由知识自身形态和属性决定。知识形态差异不仅决定创新链层级分化,还决定不同环节的知识生产组织形式与激励机制。

基础科学原理为应用技术提供方法可溯源、路径可复制的一般解释框架,其知识具有弱排他性与强流动性特征,但无法直接转化为产业收益。在市场机制下,厂商追求利润最大化与技术排他性占有,因此市场配置给基础科学研究的资源低于社会最优水平。基础科学研究主要由高校与科研院所承担,其资源供给依赖非逐利的社会资助与公共投入。在缺乏市场力量主动参与的情况下,基础科学研究往往组织松散、进展缓慢,其发展节奏由科学自身逻辑与公共政策导向决定。

应用技术是科学原理结合现实场景实现工程化转换的结果,可进一步划分为通用技术与专用技术两类。对科学原理依赖程度较高的技术通常具有较强通用性,能够跨行业应用;对具体经验与场景依赖程度较高的技术通常具有较强专用性,仅适用于特定的产业环节。通用技术厂商的垄断势力不仅来自技术本身的采用范围,还来自对后续专用技术创新路径的锁定。垄断通用技术的厂商可以进入多个行业,实现横向扩张与范围经济,且难以被潜在进入者替代;垄断专用技术的厂商倾向于纵向扩张,基于专业化优势形成规模经济。因此,通用技术垄断厂商相对专用技术垄断厂商拥有更大的市场势力与超额的利润空间。通用技术变革会沿着知识网络产生级联传导效应,同时引发多个行业技术变革与产业重构。在这一过程中,部分专用技术可能因通用技术前向引致的变革获得知识网络地位的大幅提升,从

而演变为关键核心技术;另一些专用技术则逐渐被边缘化,引发相关行业的衰退,触发创造性破坏。

最终产品工艺是创新链的终端技术,位于知识来源谱系的最右端,主要与最终产品的外观形态与使用方式相关,其发展依附上游技术并追踪市场偏好。产品工艺创新排他性低,使得产业界更倾向于将研发资源向上游的通用技术与专用技术环节倾斜。这类厂商要么在高度竞争的市场中生产低附加值产品,要么利用品牌地位或控制市场渠道积累无形资产,形成小范围的垄断。其创新活动更多聚焦于成本降低与用户体验改善,而非技术原理突破。

创新链发展,是创新主体在给定资源约束下,将以人才为主的创新要素投入不同知识领域,推动知识前沿偏向性扩张的过程。基础科学体系庞杂,只有锚定具体市场需求形成衍生或交叉方向,才能贴近现实场景并转化为应用技术。少数应用技术垄断厂商在知识网络中连接前后端众多节点,多数应用技术垄断厂商仅连接较少节点,由此形成了通用技术与专用技术的区分。最终,创新链的微观主体形成科学分支多、通用领域少、专用方向多的树状结构。知识前沿扩张具有内生偏向性,其方向由要素禀赋与市场需求共同决定。创新要素在不同发展阶段改变其知识网络分布,引起知识前沿定向扩张。该树状结构及其内嵌非对称知识溢出矩阵,决定了知识生产部门的发展轨迹及其对应的产业结构演变路径。

## (二) 创新人才供给及其创新链配置

创新要素的供给与配置决定了知识前沿的扩张方向与速率。最重要的创新要素是持续产生创意和具备研发技能的创新人才。个体通过教育活动、自我投资与工作的干中学,成为不同能力类型和层次的劳动力,这包括创新链上不同环节的创新人才。人才供给弹性取决于教育资源和学习成本。个体在教育资源和学习成本约束下选择教育路径并形成特定类型和水平的技能,然后选择进入产业部门从事生产或知识生产部门从事研究。才能也会在工作中积累,个体可通过干中学、同事网络知识溢出和即时培训等渠道提升自身生产力。

个体比较创新链和产业链上不同节点的预期能力回报而选择工作,从而塑造人才配置,特别是创新人才在创新链上不同环节的分布。优化教育机制与扩大教育资源投入会普遍增加各类人才的供给,打破知识生产活动的资源约束。创新人才供给扩张及其配置优化是创新链演化的重要动力来源。人才配置效率与人才供给规模同等重要,降低教育、科技与人才活动之间的制度性协调成本,在教育活动中引入创新主体与教育部门激励相容约束,可以提升人才培养的产学自组织合作效率,扩大人才供给并优化人才配置,为创新链复杂化与知识前沿扩张夯实要素基础。

## 三、知识前沿扩张驱动的经济增长

### (一) 创新链与产业链的一般均衡结构

劳动市场、技术市场(创新链)和产品市场(产业链)的不同经济主体在价格机制的引导下达成一般均衡。这个一般均衡概念框架兼具经典内生增长模型(Aghion and Howitt, 1992)和近期关注创新网络内部微观活动的内生增长模型(Akcigit et al., 2021; Akcigit et al., 2025; Prato, 2025)的关键特征,并贴合中国创新发展的一系列基本事实。

劳动市场包括技能水平、能力类型、工作偏好、财富约束和工作网络状态异质的个体。个体在天赋、财富、偏好和政策等约束下进行自身教育投资决策,同时,教育部门以劳动市场有偏信息为条件确定人才培养目标和高等教育机会,并将其分配到科技和产业活动的对应

专业方向上。个体也可能进入与其能力类型不一致的部门,并根据能力匹配摩擦产生等价的个体生产力损失。教育活动均衡取决于教育资源供给和个体学习需求,并决定人才供给与技能配置,即创新链和产业链上不同环节的人才分布。

进入创新链特定环节后,创新人才在工作网络中连接其他个体,形成以创新主体为组织载体和不同创新环节为局部网络的知识网络。创新主体将公共投资和技术收益支付给研究领导者与其他人才,并吸收其他个体和组织的外溢知识。对比来看:科研组织主要产出非排他科学知识,企业研发活动产出排他性的应用技术;科研组织间连接密集,相同学科内尤甚,企业连接主要存在于上下游技术采用厂商之间,以防技术泄露影响垄断势力;研发企业利用新技术获取垄断利润,科学主体只能将科学发现低频转化为应用技术并从市场获利,且主要依赖公共科学投入维持运转;基础科学溢出范围广,企业可以支持前端科学组织以获取科学密集型技术,并广泛控制下游企业或纵向一体化,通过技术垄断攫取高额利润;应用技术扩散范围集中,创新链后端企业垄断势力通常更小。技术市场均衡决定了特定类型企业利润、知识产出结构(知识的类型分布)和创新人才回报。

在 Pavitt 分类视角下,技术所有者与产业活动主体是一体的,产业链本质上是创新链应用技术局部网络的映射。Pavitt(1984)依据技术来源将产业活动划分为四类行业,分别是科学基础型(Science Based)、专业供应商型(Specialized Supplier)、规模密集型(Scale Intensive)以及供应商主导型(Supplier Dominated)。这些行业构成产业链的不同环节:科学基础型行业具有科学密集型的研发投入特征,厂商主要垄断通用技术,或沿着创新链纵向一体化而同时垄断专用技术;专业供应商型行业依赖通用技术前向引致的变革和专业化研发投入,厂商主要垄断专用技术;规模密集型行业将关联专用技术设备规模化集成为最终产品,关注产品外观和使用方法等终端工艺优化;供应商主导型行业同样处在产业链终端,但产品工艺优化主要源于外部技术而非自主研发。产品市场均衡决定了经济总产出、产业劳动回报、不同 Pavitt 行业的市场份额和市场竞争结构(企业规模与加成率分布)。

当劳动、技术和产品同时出清,经济实现创新链和产业链的一般均衡。这个一般均衡概念框架的微观基础是知识网络和生产网络中的不同劳动者个体。教育、个体学习和工作经验都是投资于人的过程,推动个体才能和生产力积累。创新链和产业链的人才回报机制决定不同代际个体的财富分布及自我投资决策,保证经济实现人才、知识、产品内循环和再生产。这个框架还具有动态性,教育活动和人才供给通常会随经济发展而增长,为创新链和产业链双链协同演化与创新发展阶段演变提供内生动力。

## (二) 双链演化与创新发展阶段性演变

随着知识深化与创新链复杂化,不同类型知识、创新人才规模与物质资本要素等持续积累,并序贯达到经济系统状态转移的阈值,使经济依次经历四个不同的动态均衡阶段:

(1) 产业与技术兴起阶段。这一阶段,人才与技术积累尚未跨过大规模研发所需成本阈值,技术市场规模小,企业研发需求普遍较低,人才培养成本相对工作价值高昂,创新人才供给弹性极低且主要集中于科学部门。这造成知识网络稀疏且节点分布不平衡,产学连接少,科学发现难以转化为应用技术,应用技术创新集中在产品工艺,创新链复杂性低。因此,企业研发活动平均投入少,市场结构高度分散,厂商小而多且集中于供应商主导型行业,产出增长依赖生产要素积累,生产率增长缓慢。

(2) 产业规模化驱动阶段。随着资本深化达到分工演化的首个阈值,应用技术与生产要

素不断积累,规模报酬递增行业厂商逐渐与其他厂商区分开来。规模报酬递增行业内包含众多潜在任务分工和专业化环节,技术水平积累倾向于将生产过程细分为越来越多的环节。只要厂商内部化生产环节的利润高于对外分包的利润,厂商就会保持垂直一体化生产并维持较大规模。这一阶段,知识网络依然稀疏,但已从终端分化出供应商主导型和规模密集型厂商,技术出现专业化倾向,产出增长依赖生产要素积累及其向规模密集型厂商再配置,生产率加速增长。

(3)技术专业化驱动阶段。随着规模报酬递增行业中间品种扩展,规模密集型厂商内部化多任务的成本增长快于收益增长,打破原有企业均衡边界,达到专业化分工阈值。潜在竞争厂商进入产业链上游研发高质量中间产品和垄断专业零部件供应变得有利可图。其中,少数被所有行业普遍采用的技术演变为通用技术,其垄断厂商靠近创新链前端并占据更大市场份额。这一时期,企业研发投入活跃,人才回报和教育投资收益出现需求引致型提升,人才供给通常快速增长以满足技术前沿扩张需要。技术专业化推动知识网络急剧复杂化,人才节点和创新组织显著增加,大量人才向专用技术研发企业再配置,跨组织连接逐渐密集。原有规模密集型厂商转向从事专用技术终端集成活动,并仍保持较大规模。企业数量增多,且平均规模下降,研发型企业与专业供应商型厂商崛起。知识前沿扩张由产品发现(终端工艺创新)主导转向技术发现(专用技术创新)主导,科学活动将因特定规模密集型行业迅猛发展而在部分工程学领域出现下游企业后向引致的快速扩张,而其他自然科学领域发展相对滞后。产业规模化动能逐渐衰退,生产率增长依赖技术专业化驱动。

(4)科学驱动阶段。伴随技术专业化,创新链后端出现大量研发企业。这些企业垄断细分方向专用技术,与终端规模密集型厂商前向连接和与通用技术垄断者后向连接均较少,技术颠覆性随中间投入质量攀升而逐渐收敛,技术进步与生产率增长逐渐接近瓶颈,经济接近科学驱动阈值。此时,高密度连接前端科学部门的科学基础型厂商仍然保持高研发强度和创新能力,因为其技术迭代高频依赖科学发现。科学基础型厂商垄断关键核心(通用或高中心性专用)技术,利用创新优势攫取后端厂商生产者剩余(如芯片行业)或纵向整合产业链(如生物医药)。此时,人才向科学部门和科学基础型行业再配置,知识网络前端创新主导创新链复杂化,知识前沿扩张呈现科学偏向性,市场结构再集中化(科学基础型行业产出和技术份额提升),直至到达稳态。在稳态上,创新链前端科学发现和通用技术平稳创新,引致后端专用技术和终端产品工艺变革,周期性地引发创造性破坏,边缘化和中心化部分技术,生产率增长进入科学驱动的平稳发展时期。

上述创新发展的概念框架统一解释了中国科技活动和创新链-产业链的一系列基本事实,包括科技活动在特定时期非平衡扩张、创新活动重心变化驱动制造业主导行业变迁和生产率增长、产业链与创新链的网络结构保持高度一致、少数科学基础型行业和专业供应商型行业主导科技和产业发展方向。总之,不同行业技术轨迹演变路径叠加,序贯达到阶段转型阈值,使经济沿着“产业与技术兴起→产业规模化驱动→技术专业化驱动→科学驱动”的路径演变。创新发展的阶段性演变伴随知识深化、创新链复杂化、创新人才再配置、知识前沿偏向性扩张和产业高级化现象:产业活动知识密度化,科技领域投入比重日益提升;知识前沿定向扩张驱动创新链复杂化,不同类型主体在不同时期分别主导知识专业化、多样化和网络连接密集化过程;创新人才在创新链上再配置,人才份额先从科学部门转移到企业研发部门,而后向创新链前端转移;知识前沿先后经历不同类型的应用技术和科学偏向性扩张;产

业结构持续变迁,供应商主导型、规模密集型、专业供应商型和科学基础型厂商先后主导产业活动,市场结构随之出现集中、扩散和再集中的涨落过程;生产率随着创新发展阶段演变而呈现非线性增长特征。

## 四、知识与产业发展的地理格局

### (一) 知识与产业发展的国内地区间布局

在超大规模经济体内部,经济发展存在空间差异,这构成了复杂空间均衡结构的基础。不同地区创新发展禀赋和阶段不一,且具有相对完整和空间相依的产业链和创新链,知识和产业活动依据人才禀赋、科技资源和产业基础等形成动态的空间分布。反过来,知识和产业活动空间分布也影响了不同地区的创新发展进程,从而决定经济整体的发展表现。

创新链与产业链协同演化,知识地理和产业地理也会相互影响,双重网络互动放大了路径依赖和自我强化效应,形成了梯级发展的空间格局。更早集聚生产要素和产业资源的地区领先其他地区而发展,并且随着高研发密集型企业在本地区出现和集聚,本地的创新链节点位置相对其他地区更加偏向前端,而本地的强垄断势力厂商通常因更加匹配的本地化科技资源和网络关系而维持选址决策,这将进一步巩固先发地区的发展位势,使之难以被其他地区替代。处在创新发展阶段后期的地区更是如此,因为科学基础型和专业供应商型厂商看重维持垄断技术供给的本地人才资源,难以被劳动成本吸引而转移到后发地区。这使知识和产业活动形成了相对稳固的梯级发展格局(Filimonovic et al., 2026)。此外,新技术从技术高地诞生、沿着知识前沿脊线梯次扩散到不同地区,经济活动集中在创新链和产业链后端、以专业供应商型和规模密集型厂商为主的地区也会追踪先发地区而引致性发展。

生产和研发活动在空间上高度集聚,形成地方特征突出的产业和技术集群,这些集群集中了大量创新和生产要素,是驱动空间增长的主要动力。马歇尔外部性和雅各布斯外部性决定不同集群的技术组合、技术深度和技术范围(Caragliu et al., 2016)。不同集群差异化竞争,分别沿异质性技术前沿扩张,一定程度上形成技术互补关系,特定技术集群的关键核心技术突破会带动其他相关集群发展,产生技术浪潮,进而转变为持续性的全域生产率正向冲击(Berkes et al., 2025)。

最终,由于存在空间均衡结构,并非所有地区都能转向科学驱动阶段,先发地区创新链和产业链后端节点倾向于转移到后发地区,形成梯度化的技术—产业集群。创新发展阶段演变最终趋向于达到多中心稳态,国内地区间发展差距保持平稳。

### (二) 知识与产业发展的全球分工和竞争

创新发展过程因经济地理因素与其标准路径有所差异,不同国家存在经济禀赋和发展阶段差异,分工与竞争并存。

小型开放经济体只能嵌入全球知识网络的特定专业领域参与分工,而经济腹地广阔的国家可以布局完整创新和产业体系。任何开放经济体都面临创新链—产业链专业化与完备化的权衡,专业化利用比较优势嵌入全球经济网络而快速发展,完备化牺牲比较优势减小外部经济不确定性冲击。后发大国经济可以在前期利用比较优势和发达国家技术扩散快速发展,广泛覆盖不同技术和产业领域,这也导致其在技术专业化驱动阶段遭遇更激烈的全球竞争,专业供应商型厂商普遍面临技术瓶颈。一旦本国的科学部门与创新企业在全人才和技术竞赛中占据全球知识前沿、并主导科学与通用技术突破,经济整体正式转向科学驱动阶

段,出现众多跨国研发和行业巨头企业,获得整合全球创新链和产业链的支配地位。

全球化与区域发展战略存在互补性。进入技术专业化驱动阶段,大国与全球在位厂商技术冲突普遍,并且全球政策博弈往往导致逆全球化的纳什均衡。在全国范围内建设多个互补性产业与技术集群,避免地区间同质化竞争空耗生产要素和创新资源,可以一定程度对冲逆全球化浪潮的长期负面冲击,为跨越创新发展瓶颈提供内源性动力。

## 五、结语

新古典增长理论将长期增长归因于外生技术进步,但其转移动态本质是资本深化过程,即生产过程的资本密集化。Romer(1990)打破了这一局限,提出知识深化内核,认识到不仅长期增长源于研发驱动的知识前沿扩张,而且发展过程始终伴随中间投入专业化。

知识深化过程并不像资本深化一样收敛,劳动技能或中间投入质量随知识前沿扩张而持续提升。创造性破坏由发现新知识的初创企业替代不再创新的在位厂商来实现知识深化(Aghion and Howitt, 1992),定向技术进步由技术进步更快的部门不断提升技术和产出份额来实现知识深化(Acemoglu, 2002),知识深化依赖技术的网络传导(Acemoglu et al., 2016)、良性的市场进入退出机制优化创新要素配置(Acemoglu et al., 2018)、探索型和利用型创新活动平衡发展(Akcigit and Kerr, 2018)、公共政策支持基础科学发展(Akcigit et al., 2021)、教育与创新政策耦合(Akcigit et al., 2025)以及全球人才流动与知识扩散(Prato, 2025)。然而,所有这些理论普遍存在局部均衡和静态分析的局限,既未全面整合知识深化系统机理,又严重忽视转移动态的复杂性,难以完整刻画后发大国的转型过程。

突破这种理论局限,引入整体观和动态观,对发展中国家的创新发展至关重要。片面强调部分科技活动容易陷入“索洛悖论”,即创新活动扩张与生产率增长的趋势并不一致。发展中国家的经济追赶和收敛过程可能十分漫长,仅从发达国家的典型稳态视角总结发展经验不足为训。作为发展中大国,中国仍将长期处在创新发展的转型过程中,更要整体和动态地应对创新发展过程中不同类型的难题。

因此,本文立足于中国科技创新的典型事实,尝试探索兼容教育、人才、科技和产业活动的动态一般均衡概念框架,并据此提出创新发展阶段演变特征。经济以知识前沿扩张和创新链复杂化为线索经历四个发展阶段的演变,每个阶段的发展现象、增长动力和主要矛盾不尽相同。该框架吸收了不同内生增长模型的核心观点,从统一视角重新理解生产率提升,对内生增长统一框架进行了有益探索,有助于理解中国创新驱动发展战略地位变迁背后的经济动因。随着中国经济发展日益依赖创新驱动,创新驱动增长理论建构将越来越重要。未来,沿着这一方向构建和完善可量化的创新发展演化框架,将是中国经济学自主知识体系探索的重要方向。

新古典增长模型将转移动态视为资本密集化过程,但在当代大国竞争中,长期增长的动力已经转向研发驱动的知识前沿扩张。中国经济正经历从传统增长模式向创新驱动模式深度跨越,应从知识前沿扩张和创新驱动发展视角确定以下政策导向:

第一,战略视野上树立涵盖教育、人才、科技与产业活动的整体观。创新不是孤立的实验室行为,而是在知识网络上从科学、通用技术向专用技术和产品工艺级联传导的系统演化过程。科技战略应从规模扩张转向结构优化,补齐基础学科短板,特别是在生物医学和数学等基础前沿领域加大投入,支撑关键核心技术内生性突破。

第二,基于 Pavitt 分类实施精准施策,加大对科学基础型行业的战略科技投入。政策应加强公共研发投入,支持科学基础型厂商利用通用技术发展全球市场势力,从全球价值链获取高额利润。支持重点技术方向专精人才培养,推动人才向专业供应商再配置,补贴优势技术领域,跨越全球竞争背景下的技术瓶颈期。利用超大规模市场提升规模密集型与供应商主导型行业收益,高效整合下游市场以实现工艺改良与无形资产积累。

其三,耦合人才与教育政策,优化创新人才行业与空间配置。加强高等教育与科研耦合,发掘应用技术人才,优化教育机制设计。引入创新主体与教育部门激励相容约束,通过干中学、人才交流和即时培训等建立明确的在职人才发展路径,确保创新要素持续积累。

第四,转型政策要立足于中国从技术专业驱动转向科学驱动的关键阈值达到条件。中国产业规模化驱动的发展阶段已经成为过去,在当前的技术专业驱动阶段,政策重点应是扩大研究型人才培养,引导资源向创新链前端倾斜。同时,要大幅增加基础科学投入,推动科学偏向性知识前沿扩张和创新链复杂化。

第五,采取梯级发展与集群互补的大国空间发展战略。中国空间发展政策应充分利用超大规模产品和技术市场优势,缓冲逆全球化浪潮的负面冲击。统筹规划技术走廊,推动新技术从高地向低地有序扩散,优化国内梯级发展布局;构建互补性区域产业与技术集群,避免同质化竞争,建立有利于技术浪潮形成的集群政策。

从长期来看,中国创新驱动发展表现依赖教育、人才、科技、产业和空间政策的协调配合。发展政策应立足于一般均衡框架制定,实现人才供给匹配行业结构、技术发明收益保证研发投入可持续以及产业链上不同环节合理分配经济效益的良性经济配置。

### 参考文献:

- 1.陈凯华、温馨、杨捷,2026:《国家科技追赶的国际经验及我国政策选择》,《中国科学院院刊》第4期。
- 2.吕薇、柳卸林、温珂,2026:《完善基础研究体制机制 从源头培育重大科技成果》,《中国科学院院刊》第4期。
- 3.孟珊珊、李艳、杨汝岱,2024:《市场结构、创新收益供应链分配与产业发展》,《经济研究》第12期。
- 4.荣健欣、王大中、张天衡,2025:《产业链再造视角下的关键技术创新激励机制》,《经济研究》第1期。
- 5.施一公、王慧敏,2026:《加快打造具有全球影响力的人才中心 引领教育中心、科学中心建设》,《国家教育行政学院学报》第4期。
- 6.王康、苏盖美、李逸飞、肖琼琪,2025:《国内和全球创新网络的协同嵌入与企业技术赶超》,《经济研究》第3期。
- 7.夏龙龙、余典范、张宇,2025:《政府引导基金与企业创新边界拓展——基于有为政府和有效市场的协同视角》,《上海财经大学学报》第6期。
- 8.Acemoglu, D. 2002. "Directed Technical Change." *The Review of Economic Studies* 69(4): 781-809.
- 9.Acemoglu, D., U. Akcigit, H. Alp, N. Bloom, and W. Kerr. 2018. "Innovation, Reallocation, and Growth." *American Economic Review* 108(11): 3450-3491.
- 10.Acemoglu, D., U. Akcigit, and W. R. Kerr. 2016. "Innovation Network." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 113(41): 11483-11488.
- 11.Aghion, P., and P. Howitt. 1992. "A Model of Growth through Creative Destruction." *Econometrica* 60(2): 323-351.
- 12.Akcigit, U., D. Hanley, and N. Serrano-Velarde. 2021. "Back to Basics: Basic Research Spillovers, Innovation Policy, and Growth." *The Review of Economic Studies* 88(1): 1-43.
- 13.Akcigit, U., J. Pearce, and M. Prato. 2025. "Tapping into Talent: Coupling Education and Innovation Policies for Economic Growth." *Review of Economic Studies* 92(2): 696-736.

14. Akcigit, U., and W. R. Kerr. 2018. "Growth through Heterogeneous Innovations." *Journal of Political Economy* 126(4): 1374–1443.
15. Bergeaud, A., R. N. Gozen, and J. Van Reenen. 2026. "Mapping Technological Trajectories: Evidence from Two Centuries of Patent Data." NBER Working Paper 34760.
16. Berkes, E., R. Gaetani, and M. Mestieri. 2025. "Technological Waves, Knowledge Diffusion, and Local Growth." *Journal of Political Economy Macroeconomics* 3(1): 75–121.
17. Caragliu, A., L. de Dominicis, and H. L. de Groot. 2016. "Both Marshall and Jacobs Were Right!" *Economic Geography* 92(1): 87–111.
18. Filimonovic, D., C. Rutz, J.T. Macher, and R. Weder. 2026. "Does Early Regional Scientific Leadership Translate into Lasting Patenting Advantage?" *Research Policy* 55(4): 105429.
19. Nagaraj, A., and R. Yao. 2026. "The Geography of Science." NBER Working Paper 34694.
20. Pavitt, K. 1984. "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory." *Research Policy* 13(6): 343–373.
21. Prato, M. 2025. "The Global Race for Talent: Brain Drain, Knowledge Transfer, and Growth." *The Quarterly Journal of Economics* 140(1): 165–238.
22. Romer, P. M. 1990. "Endogenous Technological Change." *Journal of Political Economy* 98(5 Part 2): S71–S102.

## **Expansion of Knowledge Frontier and Innovation-Driven Development: A General Equilibrium Conceptual Framework with Innovation Chain and Industrial Chain Based on China's Practice**

Zhou Nan<sup>1</sup> and Zheng Jianghuai<sup>1,2</sup>

(1: School of Economics, Nanjing University; 2: Yangtze River Delta Research  
Center for Economic and Social Development, Nanjing University)

**Abstract:** Three sets of stylized facts characterize China's innovation and development: the leapfrogging and unbalanced development of scientific research; the steep rise and phased evolution of technological trajectories alongside the expansion of the manufacturing sector; and the co-evolution of the innovation chain and the industrial chain. Within the general equilibrium conceptual framework of the co-evolution of the innovation chain and industrial chain, the supply and allocation of talent shape the activities of the innovation chain and the industrial chain. As the knowledge frontier expands and the innovation chain grows in complexity, the economy sequentially passes through four development phases: the emergence of industries and technologies, industrial scale-driven growth, technological specialization-driven growth, and science-driven growth. Innovation and development performance in each phase hinges on the coordinated coupling of education, talent, science and technology, and industrial policies. This paper develops a conceptual framework for understanding the phased characteristics of innovation and development in large economies, and conducts a theoretical exploration for advancing growth economics within China's independent knowledge system.

**Keywords:** Innovation Chain, Knowledge Network, Endogenous Growth, Expansion of the Knowledge Frontier, Innovation-Driven Development

**JEL Classification:** O33, O40

(责任编辑:彭爽)