

中国科技创新走过一条什么样的路？

□ 潘教峰

核心阅读

回顾中国科技创新走过的道路，我们既不能妄自尊大，更不能妄自尊大。当前，世界政治经济格局面临深度调整，发展不稳定、不确定因素增加，科技创新成为大国战略博弈重要战场。面对中华民族从富起来到强起来这一人类历史上前所未有的历史性飞跃，应找准科学和技术的“中国问题”，从国家全局和长远发展利益出发，更加坚定改革的勇气、智慧和定力，把握时代脉搏，应对问题挑战，走出一条符合规律和国情的科技创新康庄大道。



科学技术是人类文明的重要组成部分，深刻改变世界格局、民族兴衰和国家命运。近代以后，由于各种原因，中国屡次与科技革命失之交臂。新中国的成立标志着中国科技事业进入一个新的历史时期，逐步构建起现代科学技术体系与体制。1978年，中国实行改革开放，迎来了“科学的春天”，科技创新事业发生翻天覆地的变化，科技整体能力持续提升，形成全方位、系统化的科研布局，已成为具有重要影响力的科技大国。站在新的历史起点，必须系统总结中国科技创新走过的道路，为中国科技创新发展拨清迷雾、校准方位，更加坚定地朝着建设世界科技强国的目标前进。

战略规划引领，持续加大投入

把握世界科技创新大势，制定符合国情的科技发展方针战略。第一个阶段是1949—1978年，新中国诞生之初，科技基础极为薄弱，面临西方国家的全面封锁。中央发出“向科学进军”的号召，确立“重点发展，迎头赶上”的方针，指引中国科技事业奠定基础、打破封锁、建立体系。第二个阶段是1978—1998年，和平与发展成为时代主题，中央作出“科学技术是生产力”的重要判断，确立“经济建设必须依靠科学技术，科学技术必须面向经济建设”的指导方针，指引中国科技事业奋起直追、全面提升。第三个阶段是1998—2006年，经济全球化不断加速，中央实施科教兴国战略，制定“创新、产业化”的指导方针。第四个阶段是2006年以来，面对全球创新要素加速流动和中国传统增长方式难以为继的局面，中央确立“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来”的方针，指引中国自主创新、重点跨越、塑造引领。2016年，中央确立到2050年建成世界科技创新强国的“三步走”战略目标，开启未来科技发展的新征程。

尊重科技创新发展规律，确立不同发展阶段科技创新规划蓝图。新中国成立之初，为了在短时间内集中全国科技资源补足国家建设最急需的科技门类，“十二年科学远景规划”确定了57项“国家的、重要的、综合的、长期的”任务，为工业化建设奠定基础。面对世界高技术发展的态势，制定《1986—2000年全国科学技术发展规划纲要》，促进科技成果迅速广泛地应用于生产。进入新世纪，加入世界贸易组织之后，以增强自主创新能力为主线，发布《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》，规划事关经济社会发展全局、全面建成小康社会、现代化建设的一批重点领域。为有效应对国际竞争的大势，跨越“中等收入陷阱”，2016年《国家创新驱动发展战

略纲要》颁布实施，强调科技创新和体制机制创新双轮驱动，明确重点领域发展方向。

坚持把创新作为第一动力，引导社会各方持续快速加大科技投入。中国全社会研发投入总额快速增长，连续20多年保持年均19%的增长速度。2015年，中国研发投入的总规模仅次于美国，位居世界第二。中央和地方已经形成了较为明确的投入分工。中央投入重点在战略科技领域、公益性科技领域和基础前沿领域。地方投入重点在富集各类创新要素，培植区域和产业核心竞争力。中国已形成稳定多元的研发投入机制。2017年企业研发经费投入13733亿元，占全社会投入的78.5%。基础研究是科技和产业发展的源泉。近10年来，中国基础研究投入总额以年均增幅近15%的速度快速增长，从2006年的1558亿元增长到2017年的9755亿元。对国家科技计划进行优化整合，提高资源配置效率。通过国家自然科学基金、国家科技重大专项、国家重点研发计划、技术创新引导专项（基金）和基地人才专项等计划开展竞争性科技研究。

打造创新体系，提升创新能力

培育科技创新关键力量，建立并不断完善国家科技创新体系。新中国成立时，仅有30多个专门研究机构。经过10余年建设，初步形成了中科院、高校、产业科研院所、国防科研院所、地方科研院所5路科技

大军。1998年中科院开始知识创新工程试点，带动中国进入建设国家创新体系的阶段。技术创新体系初步形成。大中型企业建立研发机构的比例上升，企业建立国家重点实验室和国家工程（技术）中心数量增长迅速。知识创新体系效能明显提升。中科院在2017年“全球最具创新力政府研究机构25强”中排名第11位，北大、清华在多项排名中进入世界大学百强。国防科技创新体系更加完善。逐步建立起有利于军民融合的体制机制，军民资源朝着充分共享、有机互动、有效转化的方向发展。区域创新体系特色鲜明。以北京、上海为代表的科技创新高地，国家自主创新示范区、全面创新改革试验区、高新区成为区域创新发展的重要引擎。科技中介服务体系蓬勃发展。众创空间、新型研发机构等新型服务载体蓬勃涌现，向着专业化、细分化、链条化的方向发展。

加强产学研用深度结合，提升科技创新产出质量和效率。中国着力构建以企业为主体、产学研融合的技术创新体系，不断完善科技成果评价体系，为科研人员松绑，建立健全科技成果转化转移转化、收入分配和激励制度，完善企业合作研发、项目税收政策等，确定产学研用协同创新的体制机制。通过重大科技计划和专项等，推动重点领域、关键问题的联合攻关。协同创新推动科技创新水平迈上新台阶。近年来，中国主要创新指标进入世界前列，2017年国际科技论文总量比2012年增加70%，被引用量首

次超过德国、英国，基础研究领域的国际影响大幅跃升，面向国家重大需求的战略高技术领域，载人航天和探月工程等成就举世瞩目。企业创新主体地位显著增强，科技创新效率大幅提升，智能终端、云计算、人工智能等领域出现一批具有全球影响的创新型型企业。

打造区域创新高地，引领带动经济社会高质量发展。新中国成立后区域发展战略政策的实施，促使东北、华东重要工业基地，北京、上海、西安等科技中心的形成发展。改革开放以来，沿海地区借助政策和资源优势，形成珠三角、长三角和京津地区三大创新极。随着国家和区域创新发展的深入，中国开始打造具有全球影响力的科技创新高地，形成跨区域协同创新发展新格局。1988年以来高新技术产业开发区的创办，成为地方高新技术产业发展的重要力量。2009年设立自主创新示范区，推进地区自主创新，武汉东湖、湖南株洲等中部区域开始崛起。2015年开始全面创新改革试验区建设，以推动科技创新为核心，开展系统性、整体性、协同性改革的先行先试，推进跨国科技创新平台建设，引领带动经济社会高质量发展。

完善科技创新基础设施，构筑开放共享的科技创新平台。中国从20世纪80年代初开始建设重大科技基础设施，走过了从无到有、从小到大，从学习跟踪到自主创新的发展历程，一批具有重大影响的大科学装置相继建成，总体水平基本进入国际先进行列。国家重点实验室建设

始于1984年，初期重点遴选高校和科研院所的优势团队和学科予以支持，2006年后通过产研、军民、区域合作完善国家重点实验室体系，目前共建国家重点实验室500余个，覆盖基础学科80%以上。支持技术攻关和转化应用的工程技术类科技创新基地包括国家工程技术研究中心、国家工程实验室、国家工程研究中心等，支持各行各业的重点领域技术攻关与转化应用。

建设人才队伍，营造创新环境

释放人才资源创造智慧，建设庞大的高端科技人才队伍。新中国成立时，专门从事科学研究工作的人员不足500人。以钱学森为代表的一批享誉国内外的科学家纷纷归国效力，形成热爱祖国、无私奉献，自力更生、艰苦奋斗，大力协同、勇于攀登的“两弹一星”精神。新中国成立以来，教育事业取得巨大发展，2017年，普通高校毕业生人数达7936万人，博士毕业生5.8万人，科技人力资源超过8000万人，建立起世界上最大规模的教育体系。中国的快速发展为各类人才提供了广阔的创新创业舞台。改革开放40年来，中国各类出国人数累计达到519.49万人。2017年中国出国留学人数达6084万人，外国来华留学生达48.92万人。高层次人才引进力度加大，集聚效应凸显，吸引到一批高技能国际人才。科技人才评价体系日益完善。从科研人员最为关切的经营

使用、成果评价、薪酬激励、项目管理入手破除束缚，引导科研人员更加重视创新的质量、价值和实质贡献。

破除束缚科技创新障碍，建立创新创业生态系统。新中国成立以来，从立法规范、政策制度、科技服务等多方面逐步破除束缚科技创新的障碍，逐步完善创新创业生态系统。以《科学技术进步法》为法治体系基础，以大量的科技专门性法律和相关配套法律为主干，以国务院、各部委和地方法科技法律法规和规章建设为运行保障，逐步形成中国特色完整系统科技法律体系。从改革开放后知识产权政策体系建立，到2001年加入世贸组织知识产权制度得到调整和加强，政策法规日趋成熟，逐步成为激励创新的基本保障和重要措施。创新创业支持政策力度和范围逐步加大，形成创新支持政策、行政支持政策和财税补贴政策构成的政策体系。科技服务从中介服务政策起步，作为科技体制改革的配套工程，逐步成为科技创新和产业发展的支撑能力。科普与创新创业文化建设取得成效。

加大引进来走出去力度，提高科技开放和国际合作水平。中国国际科技合作事业从封闭走向开放，从单向引进走向共同研发，从合作交流走向主动利用全球科技资源，科技开放和国际合作水平大幅提升。改革开放以来，加强国际科技合作成为国家科技事业发展的重要任务，积极加强同世界各国的交流合作。21世纪，经济全球化加速，科技合作国际化趋势加强，中国积极推进开放式自主创新，围绕国家中长期科技发展规划的重点，充分利用国际科技资源，在更大范围、更广领域和更高层次上参与国际经济技术合作和竞争，积极应对全球性挑战提供中国方案，积极参与国际大科学、大工程计划，进而牵头创立重大国际科技合作计划，不断促进科技创新活动全球化和知识传播。

通过多年艰苦奋斗，中国科技创新走过了一条不平凡的道路。回顾中国科技创新走过的道路，我们既不能妄自尊大，更不能妄自尊大。当前，世界政治经济格局面临深度调整，发展不稳定、不确定因素增加，科技创新成为大国战略博弈重要战场。面对中华民族从富起来到强起来这一人类历史上前所未有的历史性飞跃，应找准科学和技术的“中国问题”，从国家全局和长远发展利益出发，更加坚定改革的勇气、智慧和定力，把握时代脉搏，应对问题挑战，走出一条符合规律和国情的科技创新康庄大道。



我国材料工业水平落后的原因和破解之道

□ 邵立国 康萌越 黎文娟

“一代材料，一代产业”，新材料产业因其知识密集、技术密集、附加值高等特点，成为了制造业发展的关键支撑。美国、德国、日本等制造强国都在新材料领域广有建树，新材料产业早已成为各国先进制造业竞争的焦点。目前我国新材料产业逐步实现从无到有、从小到大的历史跨越，品种门类逐步齐全，取得了一定成就，具体表现为：一是规模提升快，产业集聚发展效应逐步显现。新材料产业总产值已由2010年的0.65万亿元增至2017年的3万亿元。预计到2020年，生产总值将超过6万亿元，稀土、储能、光伏等部分领域产能位居世界前列。全国已经在浙江、广东、湖南等多地形成了产业集群，推动我国新材料产业集聚发展。二是支持力度大，产业发展政策环境逐步优化。2016年成立了国家新材料产业发展领导小组，推动新材料产业发展的总体部署和重要规划。国家重大科技专项、“核高基”专项、《关键材料升级换代工程实施方案》《新材料产业发展指南》《重点新材料首批次应用示范指导目录》等政策陆续出台，营造了良好的政策环境。在国家自然科学基金项目中，工程与材料科学项目比重已经超过15%。三是创新资源丰富，部分领域步入国际先进行列。高校和科研院所是我国新材料创新的重要力量，2017年我国共有89所高校进入ESI（即“基本科学指标数据库”）材料科学全球前1%的行列，被视为“国际高水平学科”。近期相继成立了增材制造、轻量化材料成形技术及装备等国家级制造业创新中心，推动关键材料创新及产业化。目前，我国已经在很多领域取得重要突破，尤其在超导、人

工晶体、硬质合金等方向上居国际重要位置。

材料工业水平落后的主要原因

但与规模快速增长形成鲜明对比的是，我国很多制造业发展必需的关键核心材料尚未突破，长期处于受制于人的状态。据统计，在130多种关键基础材料中，32%在我国仍为空白，52%完全依赖进口，高强高韧铝合金材料、航空级钛材、有机氟材料、有机硅材料等几乎被欧美等国家垄断，造成这种局面的主要原因在于：

一是基础性先导性研究不足，新材料前沿领域长期处于跟随状态。我国材料科学起步晚，新材料的理论与方法积累等基础性研究相对较少，与基础数学、现代物理学学科的融合不够，造成新材料领域长期处于跟随发展的局面。如，石墨烯、碳纤维、光纤、稀土永磁等当前热点前沿领域都诞生自欧美国家，我国学者更多的是进行改良和延伸。同时，我国虽然持续加大对原始创新的投入力度，但总体上仍低于美国等发达国家。美国联邦研发经费统计报告显示，2017年美国基础研究预算达到了323亿美元，而同年我国的基础研究经费仅为976亿元人民币，不到美国的一半。

二是高层次人才流失加剧，进一步削弱我国在新材料领域的研究能力。汤森路透集团发布的全球顶尖100位材料科学家名人堂榜单中，前6位均为华人，但这些科学家无一例外都在国外高校和科研机构任职。高层次人才国内外流动本也无可厚非，但新材料领域中的这种情况则实属罕见。随

着近几年投入力度不断加大，我国科研基础设施与国外的差距已经逐步缩小，但科研创新“软环境”建设方面的问题则暴露出来。

三是重科研、轻应用现象突出，新材料领域科研成果与实际应用形成强烈反差。目前，我国新材料领域专利申请量已经居于世界前列，这与我们新材料产业研发能力不足、产品提升诸多短板无法突破形成强烈反差。研发与应用体系衔接不足是其中的重要原因，很多科研工作者瞄准的是国外顶级期刊，对产业急需的核心材料却鲜有研究。同时，新材料生产企业与下游应用企业间的协作不够密切，“研发—应用—反馈—再研发”机制不健全，很多产品虽然性能指标与国外产品一致，但下游企业缺少采购意愿，造成产品研发成本高、应用少的尴尬局面，降低了企业持续投入的积极性。

四是政策支持碎片化分散化，新材料产业诸多卡脖子领域难获足够支持。持续制定政策进行支持，是世界主要制造强国推进新材料产业发展的通行做法。美国就先后制定和实施了《未来工业材料计划》《国家纳米技术计划》《先进汽车材料计划》《材料基因组计划》等多项政策，以保持在新材料领域的全球领导地位。“十二五”以来，我国已经通过规划、重大专项等方式，形成了一批推动新材料产业发展的政策措施。不过，总体而言我国新材料产业所获得的科技、金融等要素供给和支持过于碎片化，没有形成有效合力，很多领域都难以获得足够的支持。

五是标准体系不健全，科研成果共享水平不高。我国新材料标准体系还不完善，部分产品标准标龄过长，一些关键标准研究不足，缺少工艺参

数等基础数据，导致我国很多新材料产品采用的都是国外标准，影响了产品持续研发与下游企业的应用。部分领域还没有形成适合我国国情及技术水平 的牌号体系，存在多国牌号并存、互不兼容的复杂局面。此外，我国缺乏公共性的研发数据集成发布平台，各类研发机构处于分散、封闭的状态，无法共享科研数据成果，很多材料研发和测试都属于低水平的重复。

新材料产业跨越发展的突破口

当前，我国制造业正处于转型升级的关键时期，要解决制造业诸多卡脖子问题，新材料的支撑作用必不可少。必须加强统筹，继续提升增强新材料产业的创新能力，谋划新材料产业跨越发展的突破口。

一是加大新材料领域基础性研究。在基础研究持续加大投入的基础上，对于一些严重制约制造业发展的材料短板，要加快设立重大专项，集中突破。考虑到新材料产品领域的原始研发创新存在周期长、风险高、获益大等特点，在财政支持基础上，还要充分引入金融支持，加快天使投资、创投基金、私募股权基金等与新材料产业创新相结合，在产品的基础研究、探索商业模式、产业化等不同阶段，进行资本对接，为新材料产业创新提供持续动力来源。

二是完善新材料产业创新环境。建立更为灵活、更为宽容的创新管理体系，把研究人员从跑项目、找项目等繁琐的工作中解脱出来。继续推动考评体系改革，增强对工程化人才、应用型人才的激励。营造宽容失败的

科研氛围，鼓励研究人员勇于尝试新的研究范式与思路。对于新材料产业顶尖人才，除了良好的薪资和生活待遇外，要给予充分的信任和自主权，充分激发人才的创新活力与热情。

三是强化示范引领和产业协同。继续实施新材料首批次应用保险补偿机制试点工作，加强国家层面对新材料研发成果的认证推广，增强下游企业应用信心和动力。注重对新产品的市场培育，综合利用政府采购等手段，加快新材料研发成果应用。发挥工业强基“一条龙”等工程作用，推动基础材料企业、零部件企业与整机企业开展合作，形成研发共同体。

四是加强顶层设计和制度建设。统筹各部门各地方资源，加强新材料产业发展的战略指引，形成长效机制。对于重点领域和瓶颈方向，统筹各部门现有政策，形成连续相互匹配的政策合力。充分发挥军用智力资源的潜在力量，促进新材料领域军民资源共享，鼓励新材料军用技术向民用转化。

五是完善新材料标准体系建设。依托最新发布的《战略性新兴产业分类（2018）》，对各类材料进行收集汇总，参考欧洲、美国先进经验，按照性能、工艺等进行分类整理，建立符合我国情的材料牌号序列。制定与标准相适应的工艺及检测标准，搭建国际化的标准监测平台，加强新材料的检验检测及结果运用，使新材料产业发展走上标准化、程序化的轨道。

