

# 夯实基础研究根基 重塑科学教育体系

苏 刚

**摘要：**回顾人类文明进程，基础研究始终是科技创新的核心引擎，更是历次工业革命的基石。当前，全球正处于新一轮科技革命与产业变革的关键期，主要发达国家纷纷通过制定战略政策，强化对基础研究的投入与布局。科学教育作为国家核心竞争力和民族长远发展潜力的关键支撑，其根本使命在于“播撒好奇的种子”，而基础研究则为其提供源头活水，科学教育反过来为基础研究创新输送源源不断的后备力量。科学教育的有效实施，需要政府、学校、家庭与社会多方协同发力，重点聚焦知识体系构建、探究能力培养及科学精神塑造。面向未来挑战，我们亟需重塑科学教育体系，使其真正成为培育时代英才的核心引擎。

**关键词：**基础研究；科技创新；科学探究；科学素养

当今时代，国家核心竞争力与民族长远发展潜力已超越国家的资源禀赋与经济总量，转向两大重要支撑条件：一是全民科学素养，这是社会理性决策、抵御伪科学的基石，也是科技成果转化的土壤；二是拔尖创新人才厚度，这是突破“卡脖子”技术、抢占科技制高点的核心动能。二者的共同源头，是贯穿高等教育与基础教育全过程的科学教育，它既是铸牢创新根基的关键，也是培育时代英才的核心引擎。

## 一、基础研究是科技创新的核心驱动力

纵观人类文明演进历程，三次工业革命的爆发均以基础研究的重大突破为开端：第一次工业革命（18世纪60年代至19世纪中

期），牛顿经典力学与热力学体系的建立为蒸汽机的改良提供了理论基石，推动人类进入“蒸汽时代”，奠定了英国的全球工业主导地位；第二次工业革命（19世纪中后期至20世纪初），麦克斯韦经典电磁理论的完善直接催生了发电机、电动机与内燃机的发明，引领人类迈入“电气时代”，重塑了全球产业格局；第三次工业革命（20世纪中后期至今），量子力学与计算机科学的深度融合孕育出晶体管、集成电路、计算机等颠覆性技术，将人类社会推向“信息时代”。

当前，全球正处于新一轮科技革命的关键孕育期，21世纪的科技突破将聚焦三大核心领域：其一为人工智能，以深度学习、类脑计算、多模态大模型等技术为核心，正在

---

**作者简介：**苏刚，中国科学院理论物理研究所副所长、研究员（北京 100190），中国科学院大学讲席教授（北京 100049）。

重构产业生态格局；其二为量子科技，以量子计算、量子通信、量子精密测量为代表，突破经典技术的物理极限，催生全新产业形态；其三为生物技术，以基因编辑（如CRISPR技术）、合成生物学、生物制造等前沿方向为突破口，有望在疾病治疗、粮食安全、碳中和等领域引发革命性变革。这些领域的突破性进展不仅加速技术迭代，也深刻影响着全球科技竞争格局。世界主要发达国家纷纷强化基础研究的战略布局，试图通过源头性科学发现与颠覆性技术创新，抢占未来发展的制高点。

从全球基础研究的发展态势看，当前呈现四大显著特征：一是基础研究与技术研发、工程应用的融合深度持续拓展；二是基础研究与应用研究的边界日益模糊，成果转化速率大幅提升；三是多学科交叉融合成为创新主流，跨领域协同攻关持续催生新的创新增长点，单一学科难以解决的复杂问题正通过交叉研究取得突破；四是科学范式经历根本性转变，研究模式从“小规模小团体探索”为主转向“大团队协同攻关+有组织科研”为主。值得关注的是，基础研究的创新主体正从“科研机构+高校”的传统二元结构向多元化拓展，高新技术企业、新型研发机构等主体纷纷投身其中，推动基础研究从“学术驱动”向“需求驱动+学术驱动”双轮并行转型。

历史上，基础研究突破常为变革性技术提供孵化源泉。从超导发现、晶体管发明、集成电路诞生、激光原理突破、硬盘高速读取原理创新到光纤通信创立，无不印证了基础研究与技术革新的因果关联。此类技术变革重构知识边界与实践能力，以强大渗透力改变当下的生活方式，加速人类文明的演进，成为驱动社会发展的源头活水，锚定未来方向。

## 二、全球竞争战略升级中的基础研究

基础研究的重要性，在全球竞争战略升级的关键趋势中愈发凸显，世界主要发达国家均通过政策与法律手段，持续强化基础研究布局。究其根本，无论是创新型人才的培育，还是科技后备人才的储备，基础研究都是不可或缺的核心基石。

美国以《无尽前沿法案》作为科学发展的指导蓝图，凝聚全国力量推动科技进步。其国家科学基金会资助策略呈现五大特点：聚焦关键技术、强化融合研究、加大变革性研究支持、激励科研创意、提高资助强度。近年来，策略进一步升级，将基础研究与变革性研究融合提升至战略高度，推动跨学科合作成为常态，以探索未知、突破科技瓶颈；同时加大对科研创意的激励，包容失败，奠定持续领先基础。此外，美国通过《美国创新与竞争法案》《芯片与科学法案》等立法，明确人工智能、量子计算、生物技术等重点领域，从法律层面保障其科研创新。

日本凭借20世纪中期至后期积累的基础研究实力，自进入21世纪以来在诺贝尔奖上屡有斩获。为延续其优势，日本于2019年启动“登月计划”，计划至2050年，设定六大未来目标，构建引领未来的科研能力；2021年推出第6期“科学技术创新基本计划”，旨在重建卓越研究环境，促进基础研究与知识前沿拓展。2025年日本内阁通过“综合创新战略2025”，加速人工智能、量子、核聚变、材料、生物等领域的研发，保障基础研究经费，加速推进开放科学等。

欧盟2021年启动“地平线欧洲”计划（2021—2027年），明确四大发展方向，重点引领数字技术与新兴技术突破，聚焦人工智能、量子科技等领域，助力战略自主、生物

多样性保护等目标，展现前瞻性战略眼光。

英国政府2025年4月更新了国家科学与技术框架，整合跨部门的科技政策，确保科学与技术成为实现国家优先事项的核心驱动力，重点支持五大关键技术领域的研发：先进通信技术、人工智能、工程生物学、量子技术和半导体。

俄罗斯将基础研究置于国家科技发展核心，2019年发布“2019—2030年国家科技发展计划”，明确基础研究为首要任务，2021年出台《俄罗斯联邦基础研究长期计划（2021—2030年）》，首次设立以国家战略需求为导向的基础与探索性研究子计划，强化战略导向的基础研究布局。

面对复杂外部环境与科技竞争压力，我国政府与机构积极主动应对：2018年起陆续出台《关于全面加强基础科学研究的若干意见》《加强“从0到1”基础研究工作方案》《新形势下加强基础研究的若干重点举措》等政策文件。2021年修订后于2022年实施的《中华人民共和国科学技术进步法》从法律层面强化基础研究保障。中国科学院2021年推出“基础研究十条”，进一步深化基础研究。“基础研究十条”的首要任务便是明确基础研究的价值导向：以国家战略需求与世界科学前沿重大问题为双轮驱动，既解决国家发展、人民福祉的关键科学问题，也挑战未解重大科学难题，拓展科学知识边界。创新科研选题机制，强化需求与问题导向，鼓励从国家战略、学科发展方面提出重大选题，同时支持研究人员在创新实践中发现新问题，形成“自上而下”“自下而上”的多元选题路径。强化人才培养，完善科研评价体系，为基础研究提供长期稳定的支持，保障科研人员潜心攻关，产出具有引领性、关键性、原创性的重大成果。这些重要举措的落地见效，为

我国科技进步注入了强劲动力，长远来看，将系统提升基础研究水平，切实增强国家科技实力。

### 三、科学教育是国家核心竞争力和民族长远发展潜力的引擎

基础研究是科学教育的根本来源，可为科学教育提供永不枯竭的内容和灵感；而科学教育是孕育和滋养基础研究的长河，可为基础研究输送人才、积蓄力量，并最终汇入更广阔的文明海洋。科学教育应以科学知识为基础，以科学方法与探究能力为核心，以科学精神与社会责任为灵魂，培养具有好奇心、批判性思维、创新能力和社会责任感的创新人才，构建可持续发展的人才成长生态系统。

在科学教育中，科学知识的传授不应是静态的、孤立的“知识点”灌输，而应是动态的、结构化的“知识网络”构建。学生需要理解知识是如何被发现、被验证、被修正甚至被颠覆的，从而认识到科学知识的本质是人类对世界认知的阶段性最佳解释，而非永恒的真理。科学方法与探究能力的培养应着重在观察与提问、事实与观点、设计与操作、分析与论证、交流与协作等方面发力。科学精神与社会责任是拔尖创新人才的宝贵品质，应培养学生求真务实的精神、理性批判的精神、坚韧不拔的探索精神，以及肩负的社会责任等。另外，解决复杂问题的能力、批判性思维、创造力等，也是未来最重要的职业技能。而这些能力，恰恰是现代科学教育的核心培养目标。无论个人未来从事何种职业，科学教育所塑造的思维方式都将使其受益终身。

纵观世界强国的发展历程，科学教育始终是国家战略的重要组成部分。1958年，美

国因“苏联发射第一颗人造卫星”的冲击，颁布《国防教育法》，大幅加强中小学数学、自然科学、外语教育，为后续的“阿波罗计划”与信息技术革命奠定了人才基础；日本在20世纪80年代提出“科技立国”战略，将科学教育纳入基础教育核心，推动了半导体、汽车等产业的崛起；我国在“十五五”规划中明确提出“统筹教育强国、科技强国、人才强国建设”，将科学教育作为增强国家创新能力的关键举措。这些例子均表明，科学教育是国家创新能力的根基，没有高质量的科学教育，就难以培养出支撑科技突破的人才队伍。

#### 四、科学教育的核心使命与实现路径

我国基础教育规模庞大，这个阶段的科学教育，是塑造一代新人科学素养、激发创新潜能的基础工程，其质量直接决定了国家未来人才金字塔的底座宽度与高度。这一阶段的科学教育不应被简化为知识点的集合与应试的工具。学生也许在题海中记住了牛顿三定律，却可能从未体验过从观察与质疑中发现规律的喜悦；他们也许能背诵出复杂的化学方程式，却可能缺乏自己设计一个实验解决实际问题的能力；他们也许了解最新的科技名词，却可能对科学研究背后的探索困境与失败和科学家坚韧不拔的精神一无所知。“只传知识不传思想、只教方法不育精神”的传统科学教育模式，难以适应新时代对创新型人才培养提出的根本要求。

目前基础教育中的科学教育面临四大核心挑战：“应试教育”导向下的知识“碎片化”、探究实践的“形式化”、教师专业能力的“短板化”以及城乡教育资源的“不均化”。应对这些挑战，需要一场自上而下与自下而上相结合的系统性改革。必须充分认识

到，科学教育的成功，不在于培养了少数竞赛冠军，而在于让每一个学生，无论其未来职业如何，都能带着一颗充满好奇、善于探究、理性思考的心，走向未来世界。

基础教育中科学教育的核心使命是“播撒好奇的种子”，即保护并点燃每个学生与生俱来的好奇心，让学生的好奇心能够被看见、被尊重、被鼓励。通过丰富、有趣的科学活动，将他们“问为什么”的本能，引导至“如何去寻找答案”的路径上来，从而将短暂的好奇转化为持久的科学兴趣，并将其系统地引导为科学探究的能力与习惯，从“学会知识”到“学会学习”。科学教育的重点，应从传授“科学知识是什么”（结论），转向让学生亲身体验“科学是如何运作的”（过程）。通过引导学生完整经历“观察—提问—假设—设计—实验—分析—表达”的探究循环，让科学方法不再是书本上的抽象名词，而是内化为学生心中的思维习惯与行为方式。

在教学实践层面，强调以“现象为中心”的探究式学习，推动“做中学”与“玩中学”的深度融合。让学生在实践中体会到尊重证据、实事求是的重要性，在小组合作中学会交流与协作，在面对失败的实验结果时培养坚韧与反思的品质，在讨论基因编辑、人工智能等议题时初步建立起科技伦理与责任感。这些品质，是他们未来成为理性、正直、负责任的公民所必需的。

在课程设计层面，倡导从幼儿园到高中的螺旋式上升与跨学科主题整合，强调核心概念应在不同学段反复出现，但每一次都要以更深、更广、更抽象的方式呈现，确保学习的连续性与整体性。另外，可以围绕某个真实世界的主题，如“水的一生”或“我们的社区”，将科学、数学、语文、艺术、社会等多学科内容自然地融合在一起，这有助于

学生看到知识之间的内在联系，培养其系统性思维。

在支撑体系层面，必须大力加强教师的专业发展，并有效盘活社会化资源，构建一个开放、联动的科学教育生态系统。可以打破学校的“围墙”，将科技馆、博物馆、高等院校、科研院所、高新企业、动植物园、农场等都变成科学教育的大课堂。通过“请进来”（邀请科学家进校园）和“走出去”（组织研学实践）相结合的方式，为学生提供丰富、真实、前沿的科学体验。

总的来说，科学教育是一项长期而系统

的工程，需要政府、学校、家庭、社会的协同发力。政府需加强政策引导与资源投入，完善科学教育体系；学校需创新教学模式与评价机制，提升教育质量；家庭需重视孩子科学兴趣的培养，营造良好学习氛围；社会需搭建科普平台，形成科学教育合力。夯实基础研究根基，重塑科学教育体系，点燃未来希望之光，让科学教育真正成为培育时代英才的核心引擎，为国家创新发展注入源源不断的动力，为人类应对全球挑战贡献智慧与力量。

（责任编辑：张一鸣）

## Strengthening the Foundation of Basic Research and Transforming Science Education System

Su Gang

**Abstract:** Throughout the course of human civilization, basic research has consistently served as the core engine of technological innovation and the foundation for successive industrial revolutions. At present, the world stands at a critical juncture of a new round of scientific and technological revolution and industrial transformation. Major developed countries have intensified their investment and strategic planning in basic research through the formulation of national policies. As a key support of national core competitiveness and long-term development potential, the fundamental mission of science education is to sow the seeds of curiosity, while basic research provides the source of vitality for it, and in turn, science education supplies a continuous stream of talent for basic research innovation. The effective implementation of science education requires collaborative efforts among the government, school, family and society, with a focus on constructing knowledge system, cultivating inquiry capability, and shaping the scientific spirit. In the face of future challenges, there is an urgent need to transform science education system, making it a genuine core engine for nurturing talents of the era.

**Key words:** basic research; scientific technological innovation; scientific inquiry; science competency