

4月30日,习近平总书记在加强基础研究座谈会上强调:“基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关。要以更大力度、更实举措加强基础研究,提升我国原始创新能力,进一步打牢科技强国建设根基。”

当前,世界已经进入大科学时代,科学研究向极宏观拓展、向极微观深入、向极端条件迈进,向极综合交叉发展。应对国际科技竞争、实现高水平科技自立自强,推动

构建新发展格局、实现高质量发展,迫切需要我们加强基础研究,从源头和底层解决关键技术问题。

本版推出特别报道,邀请中国科学院院士、中国科学技术大学教授郭光灿,中国科学院院士、南方科技大学校长薛其坤和青年科学家李响,结合自身科研经历谈他们如何理解基础研究,当前加强基础研究最需要做什么。——编者

院士讲科普

以更大力度、更实举措加强基础研究

基础研究非做不可、必须做好

郭光灿

习近平总书记在加强基础研究座谈会上强调:“要以更大力度、更实举措加强基础研究,提升我国原始创新能力,进一步打牢科技强国建设根基。”作为一名在量子领域耕耘40余年的科研工作者,我亲历了中国量子科学从“无人问津”到“世界瞩目”的全过程。回望这段历程,我深切体会到:基础研究是一个国家科技实力的根基,是科技强国建设的“必修课”。

我国量子科学的突围之路,是基础研究厚积薄发的真实写照

这40多年,我做了两件事:把量子光学理论体系引入国内;在国内率先开展量子信息科学研究。支撑我一路走下来的,是一个朴素而坚定的信念:基础研究是大国科技的立身之本,关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的,必须依靠自主深耕、久久为功。

量子科学在中国的萌芽,始于改革开放初期的破冰探索。上世纪80年代初,量子光学在国际上已发展20余年,而在中国却是无人问津的学术“荒原”。1981年,我作为改革开放后首批公派学者赴加拿大访学,初次接触到量子光学前沿,便被其颠覆传统的理论体系与巨大应用潜力深深震撼。那一刻,我暗下决心:一定要把量子光学研究做起来,不能让中国在这一前沿领域缺席。

1983年回国后,我开始了量子光学的研究。当时国内学界对量子光学普遍存疑,认为它是“冷门无用之学”,经费匮乏、人才稀缺,共识不足,研究举步维艰。为搭建理论基础,我通宵整理国外前沿资料,编撰量子光学专业讲义,填补国内教材空白。为聚合国内科研力量,搭建学术交流平台,1984年,我牵头在安徽滁州举办全国量子光学研讨会。尽管当时仅有数十人参会,但这场小小的学术会议,播下了中国量子科学研究的种子,为学科发展积蓄了最初的科研力量。

从备受质疑的“冷门学科”到广受瞩目的“前沿热点”,我国量子科学的突围之路,是基础研究厚积薄发的真实写照。上世纪90年代初,我意识到量子信息将是未来的重大方向,着手进行量子信息科学研究。但因超出当时学界普遍认知,这一前沿探索一度被误解、被质疑。攻坚阶段,我致信钱学森先生请教方向,得到了先生的明确肯定,为我坚守前沿研究增添了底气与力量。1998年香山科学会议上,“量子通信与量子计算”被列为主题之一,王大珩院士更是明确表示:“量子科学太重要了,必须要有中国人的声音。”

每一次突破和跨越,都是持续积累原始创新的必然结果

在基础研究领域,一代代科研工作者甘坐“冷板凳”、敢坐“冷板凳”,这份勇气和底气,源于国家战略与时代机遇的稳稳守护。伴随着学界共识逐步加深,国家对量子前沿基础研究的支持不断提升,量子科学迎来发展的春天。2001年,我国

与大科学装置一同成长

李响

我从读研究生起,整个求学、研究、工作历程,伴随着散裂中子源的预研、建设和运行。工作越久,对这个大科学装置的重要作用体会就越深。散裂中子源就像一台“超级显微镜”,以中子作为“探针”,清晰“看透”材料的微观结构和动力学过程,为我国物质科学、生命科学、材料和新能源等方面的基础前沿研究和高新技术研发提供了重要平台,突破诸多“卡脖子”技术。

与之相伴,我们团队从基础材料和基本工艺着手,经过10余年的持续攻关,自主研发了国产高功率高梯度磁金加载腔,关键技术指标加速梯度较国际最高水平大幅提升。如果把中国散裂中子源比作科研界的“F1方程式赛场”,那么磁金加载腔就是赛车的引擎。这一突破,扫清了散裂中子源二期功率提升至500千瓦的关键障碍,更为粒子治

疗装置等民用领域开辟了新路径。从事基础研究要耐得住寂寞。科技发展到今天,就像挖土豆,成熟的、浅表的都被挖完了,进一步深挖,就必须有一股“板凳甘坐十年冷”的钻劲、韧劲。综合性大科学装置作为先进大实验平台,越来越展现出无可比拟的关键作用。

截至目前,中国散裂中子源已完成15轮开放运行任务,全球注册用户超过1万人,共完成2500多项研究课题,相关课题涵盖了能源、物理、材料、工程等多个前沿交叉和高科技研发领域,如锂离子电池、太阳能电池结构、稀土磁性、新型高温超导、功能薄膜、高强合金、芯片单粒子效应等。

协作研究的过程,也是人才集聚和培养的过程。在很多实验中,散裂中子源平台都能发挥重要作用,因此,它成

了一个天然的人才“磁场”,吸引中外各领域科研人员前来;它也是人才“蓄水池”,散裂中子源科学中心注重以重要的任务和项目为驱动培养人,敢于给青年人“压担子”,系统负责人中40岁以下的占比超过七成。就我个人来说,在研究实践中,统筹能力、协调能力、管理能力都得到了锻炼。

推动科技创新和产业创新深度融合,大科学装置大有可为。现在,我们的研究特别强调与AI(人工智能)的结合,以AI来驱动科学研究,驱动实验装置效率的提升,是一个非常大的课题。比如,散裂中子源大量数据原本要依靠科研人员处理,今后依靠AI技术可以大大提升数据处理效率;再比如,未来很多实验通过智能体的模拟和推理就能得到精准的预测结果,大幅提升实验效率。

我们也期待,继续完善符合当代组织化、建制化科研组织形式的人才评价和考核体系,在破除制约新质生产力发展的体制机制障碍上,不断取得突破。

(作者为散裂中子源科学中心青年科学家,本报记者贺林平采访整理)

坐热基础研究的“冷板凳”

薛其坤

今年是“十五五”开局之年,习近平总书记在加强基础研究座谈会上强调:“基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关。”

习近平总书记的重要讲话,让从事基础研究几十年的我倍感振奋,又深感责任重大。基础研究常被喻为坐“冷板凳”的工作,周期长且充满不确定性。其研究人员是开创性研究的探索者,甚至是“孤独常败”者。

但回望过去100多年,哪一次技术革命,不是源于看似“无用”的基础研究突破?作为一名长期从事凝聚态物理研究的科研人员,我想结合自己的经历,谈一谈对基础研究的理解、实践与思考。

“从0到1”为什么如此重要

纵览科学技术发展之路,科学研究大致可划分为3个层次:发现/发明、拓展与应用。发现/发明为科学界带来全新的理论、视角与工具;拓展阶段将这些发现/发明转化为一个个研究领域;应用阶段则是将某领域的研究成果转化成产业化的技术,推动经济社会发展。

换言之,发现/发明解决“从0到1”,拓展解决“从1到10”,应用解决“从10到100”。每个层次都具有独特而重要的意义,但如果只有“从0到1”的突破,之后研究领域与产业的延展便无从谈起。

发现/发明就属于基础研究的范畴。基础研究是跨越式发展的关键。以量子力学为例,起初只是科学家对微观世界的纯粹探索,并无直接应用目的,却催生了半导体、激光、核能、全球卫星定位系统等一系列新技术,推动了整个信息时代的到来。

从国际竞争角度看,谁能掌握基础研究的制高点,谁就能把握科学的发展方向,引领新一轮技术革命。各国在前沿领域的竞争,表面上是技术与产品的竞争,实质上是基础科学储备和原始创新能力的竞争。在基础研究领域落后,往往就会在核心技术上受制于人。因此,如何加强基础研究、筑牢科学根基,是一道时代必答题。

而从更广的时空维度来看,基础研究不仅带来了新知识、新工具、新产品,更重要的是改变了我们理解世界的方式,拓展了人类认知的边界。这种认知层面的进步,超越了技术本身,成为人类文明不断演进的内在动力。

“从0到1”的跨越何以实现

钱学森曾说过:“常常是最后一把钥匙打开了门”。在我看来,这至少包含两层意思:一是在找到开锁钥匙之前,要坚持不断试错;二是坚信总会有一把钥匙把锁打开。

基础研究亦是如此。周期长、不确定性高,从事基础研究容易带来挫败感和自我怀疑。坚定不移的信念与坚持不懈的行动,缺一不可。我常与团队成员分享“失败是成功之母”这句老话对于基础研究的意义:“通过努力证明‘此路不通’,本身也是对科学的贡献,是探索正确道路上的铺路石。”

这些年,我有一个体会:重要的科学发现不是从天而降、无迹可寻的,而是仪器、材

料与发现3个关键要素相互叠加、共同作用的结果。

2008年起,我带着清华大学物理系和中国科学院物理研究所联合团队,利用5台特色精密实验仪器,制备测试了1000多个样本,历时4年多,于2012年底最终完成量子反常霍尔效应实验。过程中,每当我们用实验结果排除掉某些材料组分和实验条件时,团队成员都异常兴奋,代表着我们已经解决了一些重要问题,前进的路更加清晰了。这如同推翻了一个“旧理论”,给人以难以名状的幸福感和成就感,这也是“冷板凳”能被坐热的驱动力。

破解高温超导机理之谜,是40年来凝聚态物理领域的重大科学难题,也是近年来我和团队发力的又一方向。去年,我带着南方科技大学、粤港澳大湾区量子科学中心、清华大学联合研究团队,在常压环境下实现了镍氧化物材料的高温超导电性,使镍基材料成为第三类在常压下突破“麦克米兰极限”的高温超导材料体系。今年,团队在这一方向接连取得突破,成果相继发表于国内外学术期刊。突破背后是我们提升了强氧化能力薄膜生长技术,成功获得晶体质量更高的薄膜材料。

回看这几次的突破,都能从仪器、材料和发现这3个维度来理解:仪器是研究工具,材料是研究对象,发现是研究目标。正是由于同时具备仪器能力的拓展、新材料的制备以及新效应的发现,我们才能不断突破。这也说明,科学研究本质上是一个环环相扣、相互促进的复杂过程。

“未来的力量”如何锻造

人才是基础研究发展的“第一资源”。实现基础研究突破,需要研究者成为“多面手”:不仅要有炉火纯青的理论基础、驾轻就熟的专业实验技术,也要有好的科学直觉、强大的辩证思维能力与科学兴趣,更要有“虽千万人吾往矣”的勇气与坚韧。

而面向科学难题的基础研究过程,往往又是锻造这些能力、培养人才的课堂,二者相辅相成。纵观科学发展史,一大批杰出科学家正是诞生于基础研究的事业中。

在基础研究人才的成长中,高水平研究型大学要勇于承担重要责任,支持青年科技人员挑大梁、当主角,锻造“未来的力量”。以我所在的南方科技大学为例,我们一方面通过加快建设粤港澳大湾区量子科学中心、自由电子激光、材料基因组等一批大科学装置和平台,为青年科技人员打造开展科学研究的“金刚钻”;另一方面,积极推行符合基础研究规律和青年人才成长规律的长周期支持机制,既鼓励“项目负责人制”下的自由探索,也围绕国家需求开展有组织科研,鼓励青年人才在基础研究中深挖深潜,追求“从0到1”的原始创新。

基础研究从来不是空中楼阁,它需要深厚的学科交叉实践与产业视野支撑。“十五五”规划纲要在部署“强化战略前沿领域科技布局”时,提出“实施人工智能、量子科技、生物科技、新能源等科技战略部署,加快突破基础理论和底层技术,促进转化应用”。这些领域既是国家给科研工作者列出的考题,也是未来10年科技突破的主战场。这种以国家战略需求为牵引,以重大科技问题为导向的科研组织模式,已成为新时代基础研究的重要特征。

这也启示我们,仍需进一步打破界限、集中力量、协同攻关,在解决重大应用目标导向问题的过程中,真正培养出能打硬仗、引领未来的基础科研人才。

(作者为中国科学院院士、南方科技大学校长)

我国基础研究投入从2012年的约499亿元,增长到2025年的近2800亿元,创下历史新高

由两院院士评选的2025年中国十大科技进展中,超一半来自基础研究

2026年中央科技支出中,基础研究预算数约为1169.38亿元,比去年执行数增长16.3%

国家重点研发计划参研人员中,45岁以下科研人员占比超八成

数据来源:科技部等

图①:中国散裂中子源。新华社记者 毛思倩摄

图②:“九章四号”量子计算原型机局部。新华社记者 周牧摄

图③:镍基高温超导薄膜样品。南方科技大学供图

本版责编:智春丽 董映雪 赵帅杰 版式设计:汪哲平

