

· 专家观点 ·

管中窥豹—从科学仪器自主研发角度 浅谈中国基础研究发展

邰 庆

中国科学院 物理研究所, 北京 100190

2023年2月21日习近平总书记主持了二十届中共中央政治局第三次集体学习;并就加强基础研究发表重要讲话,不仅对中国未来科技发展之路具有重要的指导意义,也为普通基础科研工作者指明了前进的方向。

在国家大力支持、持续投入和广大科技工作者的长期努力下,我国的科研水平已显著提高,并在某些基础研究领域跻身世界前列。然而,在高精尖科学仪器装备方面,我们仍然很大程度上依赖进口仪器,这成为制约我国科技水平进一步提升的瓶颈。新形势下如何更好地开展基础研究,以下几点是本人的认识和体会。

1 加强基础研究,从源头和底层解决关键技术问题

本人自2011年回国后,我选择将物质科学仪器装备的自主研发和应用研究作为研究方向。科学仪器对科学家而言犹如士兵所使用的武器,科学仪器发明往往伴随着新原理和新技术的提出,不仅是基础科研的产物和重要组成部分,也代表了工程技术与科学的交叉融合成果。科学仪器增强了人类认识自然、探究规律的能力,在很大程度上推动了基础科研的发展。科学仪器还是很多工业设备和医疗器械的原型。例如,核磁共振作为研究材料元素的仪器,在生物医学领域得到广泛应用。如今芯片生产设备被“卡脖子”的问题也根源于我们在实验室阶段就缺乏相关积累。

随着我国基础科研水平的不断提高,科学仪器的自主研发和创新能力将成为我国基础科研水平迈向新高度、孕育大量原创重大成果的关键因素。数十年来,我国一直大力投入基础研究,加之越来越多高水平研究人才的培养和引进,使我国在基础研究方面已经走在了世界前列。然而,依赖重金投入购



邰庆 中国科学院物理研究所研究员,中国真空学会高端真空装备专委会主任,中国仪器仪表学会理事,中国科协真空技术与应用决策专家团队首席专家,纳米物理与器件重点实验室副主任,国家杰出青年科学基金获得者。致力于高精尖物质科学仪器自主研发,带领团队从关键技术和核心部件着手,先后研发了包括扫描探针显微镜在内的多种高端真空科学仪器装备。

买高端仪器装备、盲目追随研究热点、以“人海战术”提升文章数量和质量的方式,将很快导致基础科研提升的瓶颈。更高水平的基础研究应该是具有原创性、能开辟新热点,这需要我们从更源头、更底层处着手,需要啃“硬骨头”。科学仪器自主研发和创新就是这样的“硬骨头”,是需要从源头和底层解决的关键技术问题之一。

2 推动学科交叉融合和跨学科研究

随着人类所面临的重大问题变得日益复杂、综合和交叉,单一的学科方法和理论在应对这些重大问题时显得力不从心,难以全面描述和完满解决这些问题。因此,交叉学科研究逐渐崭露头角,成为基础科学研究的重要范式。近百年来,近一半的诺贝尔自然科学奖成果源于多学科合作,充分表明学科的交叉融合已成为当今科学发展的重要趋势。习总书记在讲话中特别强调了学科交叉融合和科学研究范式的深刻变革。为了适应科学发展的新趋势,加强基础科研领域的学科交叉,国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)成立了交叉科学部,恰逢其时且十分必要。

真正要推动学科的交叉融合并非易事。以科学仪器的研制为例,研制过程中涉及物理原理、化学过程,还需要材料性能、电子电路、软件开发等多学科的深度融合,通常需要多学科背景的团队共同努力。

不同学科背景的人才如何理解彼此的语言,是首要解决的问题。例如,物理学家眼中的物理量在电路专家手上变成待处理的电流电压信号,如何实现物理量的精准提取、转化、处理和呈现,需要整个团队对研究目标的深刻理解,此时具有交叉背景的人才能够发挥更为重要的作用。学科交叉融合模糊了学科的边界,也增加了评价的难度,推动学科交叉融合还需在评价机制和资助模式上创新。

3 基础研究人才差异化评价和长周期支持机制

在科学研究领域中,人才评价机制如同航标,它不仅指引人才的发展方向,而且深刻影响其职业生涯的成长路径。尽管如此,当前的评价体系过于倚重“唯论文、唯职称、唯学历、唯奖项”的评价标准,这无疑给科研环境投下了一片阴影。所谓的“四唯”评价可能导致科研人员产生浮躁心态,急功近利,不愿投身于那些需要长时间投入和积累的领域。例如,科学仪器研发是一个长期而复杂的过程,涉及从理论提出、仿真模拟、三维建模,到机械组装、电路焊接、软件编写,最终完成调试、修改和验证,一个周期在三到五年内完成已经相当顺利。在此期间,由于人力投入大和不断的实验试错,经费消耗往往远超直接采购相同设备的成本。相对于其他研究方向,论文发表的速度较慢。此外,鉴于仪器技术类相关论文的引用率普遍较低,即便发表在该领域顶级期刊上,其引用频次和影响因子也相对较低。这种不成比例的投入产出关系,使得该领域的研究人员面临巨大的压力和挑战。更令人担忧的是,许多研究生在培养过程中习惯于利用现成的实验设备,严重缺乏自行搭建和改造设备的实践经验。原有的人才评价标准也让大多数年轻的研究人员对这样“费力不讨好”的研究方向敬而远之,这无疑加剧了该领域的人才短缺状况。

新形势下,建立新的人才差异化评价机制,尝试

长周期资助模式,对于基础科研的发展和人才培养十分必要。

4 基础研究应同国家重大战略需求和经济社会发展目标相结合

习总书记对加强基础研究的重视和期待,将其提升到了关乎国家科技自立自强和建设世界科技强国的战略高度。基础研究的价值不应止步于科技文章的发表,更应在于其拓展人类认知边界,改变生活和推动国家经济发展的潜力。

科学仪器的成功研制,标志着我们在掌握基本原理和核心技术上已迈出重要步伐。然而,与国际商业化产品相比较,国产仪器在可靠性、一致性、操作易用性等方面仍存在明显差距。长期以来,中国市场为国外仪器制造商提供了技术研发所需的巨额利润,并成为其技术研发和验证迭代的重要场所。为了实现科学仪器真正的自立自强,迈向市场、直面竞争成为必经之路。我们需要构建一个基于实际应用的评估与迭代机制,确保仪器设备在真实环境中经受考验并得到持续改进。同时,我们必须推动成果向实际应用转化,创造经济价值,以及利用收益支持进一步技术开发,形成一个良性的发展循环。

在当前国际科技发展的新形势下,加强基础研究已成为我国科技自立自强的当务之急。习总书记的重要讲话为我们引领了航向,激发了动力,也呼唤着我们不断前行。作为一名基础科研工作者,我深感责任重大,将以更加坚毅的信念和积极主动的姿态,投身于推动科学仪器自主研发、学科交叉融合等关键领域的工作。相信在全国广大科技工作者的共同努力下,我国的基础研究水平必将迈上新的台阶,为国家的科技进步和经济社会发展作出更加重要的贡献。在这一过程中,每一项突破和创新都将为我国科技的长远发展储备更为坚实的基础,为实现更广泛的科技自立自强目标铺平道路。

A Glimpse of the Leopard: A Brief Discussion on the Development of China's Basic Research from the Perspective of Independent Development of Scientific Instruments

Qing Huan

Institute of Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100191