

大力支持和开拓源头创新——从物理研究探讨源头创新

To Give Energetic Support to and Promote Source Innovation

方勤学

(国家自然科学基金委员会 北京 100085)

科学技术研究从来都是以深化对自然界客观规律的认识、开拓新的应用领域为目标的。在以探索自然界为目标的基础研究中, 源头创新的主要内涵是发现(或实现)新的现象、提出新的解释或建立新的理论, 在基本概念、基本规律方面有所突破。一项基础研究是否真正具有源头创新的水平, 主要是看该项研究成果在本学科发展中是否留下了对后人来讲不可忽视的“痕迹”, 能否写进教科书。在以应用为目标的基础研究中, 源头创新的主要内涵是在掌握自然规律的基础上, 把这些规律运用到新的方面, 或者开拓出科学研究的新领域; 或者革新出使人类生活更加便利的新产品, 降低已有产品的成本, 从而提高生活质量。

鉴于源头创新的重要性和紧迫性, 第四届国家自然科学基金委员会主任陈佳洱院士明确提出将“改善资助环境, 尊重科技工作者的首创精神, 鼓励和支持源头创新”作为国家自然科学基金的核心任务。其目的是为了及时把握我国科学研究开始进入一个新阶段的机遇, 力图将国家自然科学基金的任务从维持一支规模有限的基础研究队伍转变为通过基金资助提升我国科研总体水平, 从而为国家做出更大的贡献。这一战略思想的提出引起了多方面的关注, 大家认为, 对我国源头创新不足的原因; 现有条件下能否实现源头创新; 为了实现源头创新, 从科学研究的思路到资助政策等方面应当如何进行调整; 评估和遴选项目时应采取何种标准等等问题, 均需据此新战略思想进行认真研究。本文以部分物理学的研究为例, 作一些初步的探讨。

一、我国源头创新不足的现状原因分析

源头创新作为一个时期内基础研究的目标被提出和强调, 正说明我国目前在科学研究中对源头创新注意得不够, 在科学研究中创新意识薄弱, 大多数研究工作满足于跟踪他人的研究。据不完全统计, 目前国家自然科学基金资助的物理项目中, 具有源头创新水平的工作尚不足 20%, 大多数项目没

有跳出跟踪的模式。虽然作为创新研究的基础和前提, 跟踪是科学研究中不可缺少的环节, 但如果仅满足于跟踪, 在科学研究和对科学研究的资助中缺少前瞻性思考, 就永远不可能做出突破性的工作。

目前源头创新科研工作不多的原因, 有些在科学界本身, 也有些是由于外部环境。从历史的角度看, 一段时间内进行大量的跟踪型研究是我国科学研究发展中必然要经历的一个阶段。“文化大革命”10 年浩劫, 使我国科学研究和人才培养停滞了 15 年左右, 在总体水平上与世界科学研究前沿的距离被拉大了。当国门重新打开时, 我国科学家发现已经无法懂得别人正在做的事情。而人才断层以及相当多优秀人才的流失, 对我国科研的影响更是雪上加霜。要填满这一段空白, 补上这一课, 必须花费时间学习、跟踪别人的研究工作。这是不可避免的。

在科学研究中, 理论与实验研究从来都是紧密地结合在一起的。作为 20 世纪的领头学科, 物理学发展到如此完备, 以至几乎所有的物理实验都有理论解释, 而且理论还经常走在前面, 指导实验的方向。但是作为一门以认识客观世界为根本目的的学科, 物理学毕竟是一门实验科学, 任何一个理论如果不能得到实验的验证, 就无法在物理学中找到立足之地。由于我国实验水平与国际前沿的差距比理论更大, 而理论研究又须立足于世界最新的实验结果, 因而造成我国物理学研究中理论和实验严重脱节的现象。虽然造成这种状况的根本原因是长期以来对科学设备的投入不足, 致使我国实验设备的能力比较薄弱, 但是也必须指出, 理论和实验的严重脱节在某些领域或单位中已经形成了习惯。在有些国家投入比较大的研究单位中, 大量的实验数据长期搁置; 而本单位从事理论工作的科学家却只盯着国外, 仍然在跟踪别人的研究。

另外, 随着国家科研经费投入的不断增长, 我国某些实验室实验设备的水平已经接近或达到国际先进水平, 但仍然没有做出创新性的工作。这就不能不从科学界内部寻找原因。虽然在一些研究热点中, 我国科学家与世界前沿有所接触, 并且也有

一些跟踪型的研究工作。但是长期以来,不少从事科学研究的科学家习惯于从别人的文章中寻找课题,不善于通过艰苦的科学思考,从科学实践中凝炼科学问题;在具体的研究工作中往往满足于具体公式的推导和通过各类参数的调整以拟合实验结果,而淡忘了物理研究的初衷和目的;在别人提出或已经做出工作的基础上开展一些修修补补的跟踪性研究,即使能够发表一些文章,在物理学的总体发展中往往也是缺少份量、经不起时间考验的,当然也不可能在学科发展中做出“留下痕迹”的工作。如果认真研究一下国家自然科学基金申请书中有关“创新点”的阐述,可以发现其中有不少的所谓“创新点”是牵强附会的。

自从 20 世纪 90 年代以来,无论是科研管理部门还是科学界本身,都表现出一种浮躁情绪,总是希望在尽可能短的时间内出成果,甚至推算出中国科学家获得诺贝尔奖的时限。这种情绪一方面反映了科学界和管理部门对国家和民众的责任感,希望能通过自身的努力对国家有所报答。但是另一方面,在这种浮躁情绪的驱动下,在科研工作的选题中通常缺乏长远的打算和规划,科研人员考虑的往往是如何在短时间内尽快取得成果,有所交待;对一些新出现的热点问题,不问是否有基础和能力,喜欢一哄而上,结果是大量的低水平重复,浪费了有限的经费和时间。在个人功利的激励之下,还出现了将科学研究庸俗化为个人利益的倾向,致使同行之间的保密替代了交流和探讨。在这种状况下,很难要求科学家选择具有重大意义的科学难题进行长期的研究,也不可能形成在科学研究中有重要影响的团队和流派。

在如何资助源头创新项目的问题上,管理方面也存在着一系列问题。科学研究项目申请和成果的评价系统本身的粗放、不一致和科学研究经费投入的不稳定、总量不足以及经费投入渠道既多元化,又缺乏长远、稳定的总体规划等状态,也大大促成了在科学研究中追求短期效果,甚至出现一个课题多种包装、四处拿钱、大肆“炒作”的闹剧。在这样的氛围下,当然难以真正开展源头创新的工作。

科学的进步在于对自然规律的认识、掌握和应用。如果从事和推动科研的人不以此为初衷,就不可能做出有意义的工作,更不可能实现源头创新。

二、实现源头创新的可能性

目前在一些领域中,我国科学家与世界级科学家之间的对话和讨论已经成为公认的事实,开始占有了—席之地,在一些热点问题上开始做出令世界关注的成果。尽管目前在 Science 和 Nature 等一流科学杂志上发表的文章数量还不多,尤其在中国土地

上做出的成果还非常少,但是已经实现了零的突破。一批年富力强、受过良好训练的青年科学家群体开始成长起来,正在走到科学研究的前台。这说明改革开放后经过 20 多年的艰苦努力,“文化大革命”所造成的我国科学技术与世界先进水平差距加大的状况已经有了根本扭转。可以认为,我国科学研究已经完成了由于历史原因所不得不进行的补课阶段,总体素质已开始接近世界先进水平;我国科研队伍正在开始具有实现源头创新的能力。

自从国家实施“科教兴国”战略以来,科学研究经费有了很大的增长。尤其是“九五”以来,国家支持了“创新工程”、“国家基础研究重点规划”和各种类型的“百人计划”、“百千万人才工程”等,从各个渠道给科学研究注入了经费,开始创造出实现源头创新的环境,而且这种经费持续增长的势头仍在令人鼓舞地增加。以国家自然科学基金为例,“十五”期间的总经费将是“九五”期间的 3~4 倍,有可能达到 100 个亿。科学家个人的收入和待遇也有了明显提高。国家和民众对科学研究的理解和支持,已通过大量经费支持的形式,给予了具体体现,为实现源头创新这一宏伟目标提供了良好的环境。

总之,目前我国从科学研究队伍总体水平、素质和环境几个方面,已经为源头创新目标的实现提供了较好的条件,基本具备了实现源头创新的可能性。作为国家支持基础研究主要渠道之一的国家自然科学基金委员会正是认识到这种历史机遇和社会环境,提出了源头创新这一目标,为我国从事基础研究的科学研究队伍指出了新的奋斗目标。

三、从多方面推进和实现源头创新

1. 认清科学实践是源头创新的根本

紧紧扣住基本的科学问题进行探索和实践,是源头创新的根本。

尽管物理学的发展已经相当完备,也取得了巨大的成就,但是它的发展还远远没有穷尽,还存在着大量需要进一步探索的问题。这些问题肯定是属于源头创新的选题。自从 20 世纪 20 年代提出“相对论”和“量子力学”以来,开始了物理学的辉煌,到目前为止,所有物理学的发展仍得益于这一基本框架。由于当时历史条件的限制,提出这些理论时有一系列的假设,但这些问题至今尚未被证实;而“相对论”和“量子论”之间的不统一,也一直是物理学不得不面对的主要难题。随着科学研究的不断进展、技术手段的不断完备;随着对越来越多新领域的开拓,人类对物理世界的多样性、复杂性也开始有了更多的认识,从而使验证这些基本物理假设的可能性越来越大。对这些基本物理问题进行深入研究,无疑是源头创新的重要方向。

在这类基础研究工作中,我国科学家已经有了较好的开端。例如:华中理工大学(华中科技大学)的引力实验室,在国家自然科学基金长达10年的资助下,从测量牛顿万有引力常数入手,进行了长期艰苦的努力,不仅在引力常数测量中已经进入世界先进水平,而且以此为基础,提出一系列检验引力理论研究的设想,研究目标直指物理学中的基本问题;清华大学电机系在低温等离子体研究中,通过国家自然科学基金的资助,从测量等离子体中电子温度和光谱入手,加深了对等离子体状态下各种物质状况的认识,研究目标直指基本的物理过程和规律。可惜像这种在研究工作中直接通过科学实践提出研究目标和内容,目的在于加深对各类自然现象认识的课题还不多。

2. 通过领域交叉实现源头创新

现代科学的发展已经从学科分布越来越细、越来越专业化转而变为不同学科之间的交叉与融合。号称为21世纪领头学科的生命科学和信息科学的发展也急需数学、物理、材料等领域的支持。例如,基因信息的解释和编码的破译需要数学和理论物理的帮助;信息科学的基础——微电子学的发展不得不依赖物理研究的突破,尤其是当前炙手可热的量子信息,首无要解决的是量子态的纠缠等物理问题。因此学科之间的交叉不仅是当前科学研究的总趋势,而且是新兴学科发展不可缺少的基础。

虽然这种状况的发展已经越来越明显,但是我国科学界对学科交叉问题的认识存在着明显的不足。一方面,由于知识的偏狭和长期作坊式的工作氛围,有些科学家不了解新的生长点可能已在其他学科与自己所属学科交叉的空白点上出现,尤其是不能接受非本领域科学家提出的新想法;另一方面,由于总体资源与需求之间的差距,进一步强化了学科保护主义的市场。尽管国家自然科学基金已经将学科交叉作为一类重要的基金类型给予特殊的支持,但是在当前学科分布不完全合理、学科内容重复设置的情况下,真正具有较大跨度的学科交叉项目还是不易得到资助,而本来在不同学科都能获得资助的研究课题却成了自然科学基金资助交叉项目的“主旋律”。

尽管存在着这样那样的问题,经过多年的努力,还是有一些具有源头创新的交叉项目在基金资助下成长起来。例如离子注入生物效应的发现,若没有生命科学家的支持和提供生命科学的条件背景、目的需求,该课题不可能真正深入,很难发展成为新兴学科。这一课题的不断深入,又出现了一些新的生长点。在离子束与物质相互作用过程中,前人的研究集中在大量离子射程的末端,即布拉格峰区域,并且已将这一概念成功地用于微电子器件的生产;而该基金项目更加关注辐照过程中少数深入

物质深层的离子的行为和作用,从而有可能对离子束与物质相互作用物理框架的进一步完善提出新要求。另外,通过研究发现,离子注入生物小分子时,只要注入中有氮元素参与,就可以合成氨基酸和碱基的前体,暗示了低能离子注入在生命化学起源和星际分子形成中具有重要作用。这与国外提出部分生命可能来源于外空间的假设不谋而合。以上这些课题的研究内容,都是以大量实验研究中所发现的新现象为基础,研究内容是前人未曾尝试或忽略的问题,因而尽管许多方面还未完善,但无疑是属于源头创新的类型。

3. 从需求牵引实现源头创新

自从在第二次世界大战中科学技术发挥了至关重要的作用后,科学研究的任务就从单纯认识自然界的规律转变为利用科学研究的成果为人类服务。尤其是20世纪最后的几十年,已经由社会经济的发展直接向科学研究提出了各种需求,要求科学研究解决人类发展中的各种问题;并且以此为依据,决定了部分科研经费的流动方向。尽管这种以功利为目标的科研政策有许多值得商榷之处,也并没有为所有人接受,但是它已成为许多政府制订科技政策的依据之一,我国也不例外。

长期以来,我国科学研究与生产实践一直缺乏紧密的结合。在国家自然科学基金资助的项目中,来自于生产实践的课题很少。虽然国家自然科学基金的资助对象是基础研究,似乎与生产实践无关,但是国外科学研究的经验已经证明,从生产实践中凝炼的科学问题同样也需要进行基础研究,问题在于是否有能力将实际应用中所发现的问题提炼归纳成为基础研究的课题。当年华罗庚先生以在生产实践中推广优选法为契机,推动了我国运筹学领域的发展,经过20多年的持续努力,目前我国运筹学领域的科学家正在向国际前沿课题发起冲击。再如在全面核禁试之后,以美国为首的几个“核大国”为了保持核禁试之后的优势和培养人才,纷纷开展了以大型超级并行计算机为基础的物理模拟实验。这一由国家利益所牵引的研究方向强烈地带动了计算物理和大型超级并行计算机的发展。而这些工作无疑都是以往科学研究尚未涉足的领域,其中的研究工作肯定属于源头创新类型。

4. 重视技术创新中的源头创新

在科学研究的历史上,技术的创新和突破经常为科学研究开拓出新的天地。例如物理学中加速器和威尔逊云室的发明,给核物理和粒子物理的理论发展提供了最基本的技术平台。这一类的技术革命无疑具有源头创新的水平。目前我国科学研究中这种类型的源头创新工作至今尚未出现,而大多数往往是照搬国外现有的技术,甚至完全依靠进口设备。

(责任编辑 孙立明)