

关于国家自然科学基金鼓励科技创新若干问题的思考

Thoughts on Problems in Scientific Innovation Encouraged by the State Natural Science Foundation

韩 宇 汤锡芳 赵学文 王瑞萍 彭 杰
(国家自然科学基金委员会, 北京 100083)

科学创新是人类在探索、认识和改造自然界过程中所作出的发现和发明,是人类创造性的具体化和物质化。科学研究的灵魂是创新,所追求的新发现和发明、创立的新学说以及所积累的科学知识,为人类认识世界和改造世界提供了理论和方法。科学创新已成为人类文明进步的重要动力,成为科技与经济源泉和后盾、新技术和新发明的先导。因此,研究科学创新的特点,提出切实可行的鼓励和保护科学创新的办法具有重要意义。

一、科学创新的层次和形式

科学创新是通过科学实践,不断发现和解决新的科学问题,从而迅速扩大人类已知世界的疆域。科学创新能否发生,首先取决于科学问题的提出。爱因斯坦在《物理学的进化》中说:“提出一个问题往往比解决一个问题更为重要,因为解决一个问题也许是一个数学和实验上的技巧问题。而提出新的问题、新的可能性,从新的角度看旧问题,却需要创造性的想像力,而且标志着科学的真正进步。”在科学发展的不同阶段,科学问题常常表现为难题和探索性的科学问题。

所谓难题,就是有待于科学家利用科学共同体现有范式所提供的观念和实验工具来进行解答的科学问题。它包括判断重大事实、理论同事实相配、说明理论等。难题是科学家在常规科学时期最重视的科学问题。探索性的科学问题往往是现有的科学知识背景无力解决的,需要科学家充分发挥创造能力,调整变更现有科学知识背景,创立新的科学理论。

根据发现和解决科学问题的首创性标准,科学创新可以分为原始性创新和跟踪性创新。根据科学创新对科学发展的作用来看,科学创新也可以划分为革命性创新和改良性创新。无论原始性创新与跟踪性创新,还是革命性创新与改良性创新,在一定条件下可以相互转化。

科学创新的表现形式可以概括为五个方面,即

新概念、新理论、新观念、新技术和新方法。

实现科学创新取决于两方面因素,一是科研人员的自身素质;二是外部环境。两者的有机结合与协调发展对科学创新的实现起着决定性作用。总的来说,与科技发达国家的水平相比,目前我国科学创新能力还不强,科学创新水平还不高,科研队伍整体水平偏低。这种状况是科研经费投入低、人才流失、科研支撑基础条件差、创新环境不尽人意等几方面因素共同作用的结果。

回顾基金委员会 10 年来的资助情况,总的来看,科学基金资助项目的创新层次主要定位在科学难题的提出和解决层次上。从批准的项目来说,90%以上都具有不同程度的新意,但真正属原始性创新的不多。据生命科学部对 1996 年资助项目的分析表明,真正具有原始性创新的约占 1~2%。从资助项目的完成结果来看,不同的学科取得的成果也不尽平衡。例如,近年来对数学的支持有力地促进了我国数学的发展,可望在 21 世纪初实现我国数学在世界数学领域占有一席之地目标;据地球科学部对 1986 年以来结题的 1 364 项项目的评估表明,创新性较强和取得突破性进展的项目占 18%;而信息科学部对 1993~1995 年结题的 1 129 项项目评估的结果表明,特优的比例为 3.5%。

二、国家自然科学基金在支持 科学创新方面的实践

多年来,基金委员会对科学创新与人才的关系,科学创新与科学发展趋势的关系,科学创新与科学选题的关系,科学创新与科技政策的关系,科学创新与社会环境的关系进行了一些研究,将鼓励创新作为资助原则的一项重要内容,在鼓励、保护和支持创新方面进行了积极的实践,取得了一些经验和成绩。

1. 把握科学发展趋势,加强政策引导,将有限经费投入到有利于科学创新的“富采”领域

分化、交叉及综合是当今科学发展的三大趋

势。其中交叉和综合呈主导趋势。当今数学和自然科学学科的总和大约近万种,学科之间有交叉关系的不下半数。学科交叉往往是产生新概念、新理论、新科学问题、新技术手段等新科学前沿的生长点,高新技术的发祥地。科学综合表现为两个方面:一是以许多不同科学对象的某一共同侧面为统一研究的问题,形成横断学科(如信息科学、系统科学、控制论科学);二是以众多学科不同侧面、不同层次的某一共同联系为研究对象,形成具有高度综合的新学科和新领域(如环境科学、材料科学、空间科学)。

把握科学发展的总体趋势和具体学科的发展态势,注重发展新兴带头学科,高度重视和大力支持学科交叉,发挥科学整合解决难题的优势,有利于将有限经费投入到科学创新的“富采”领域。为此,基金委员会从1986年开始,以所资助的56个学科为基础开展学科发展战略调研工作。目前,已完成了45份调研报告。同时还研究确定了国家自然科学基金“九五”优先资助领域。其中涉及前沿和交叉的领域有24个。

为了进一步推动学科交叉研究,基金会还经常组织开展学科交叉研讨活动,为科学创新创造更好的环境和氛围。“九五”期间,进一步加大了鼓励和支持交叉和综合性项目的力度。预计“九五”58个重大项目中,有27个是跨科学部学科交叉研究课题。如果加上各学部设立的交叉项目,那么重大项目中交叉和综合项目所占比例将会更高(而“八五”重大项目中的跨科学部项目仅占1/3)。同时,基金委还预留3000万元,用作跨科学部学科交叉重点项目的匹配经费。

一些科学部在面上项目也加大了鼓励交叉的力度。如数理科学部1996年度拿出81万元,占学部自由申请项目经费的3%,用于支持学部内的跨学科交叉项目;化学科学部已经尝试成立交叉学科评审组,专门解决学部内部的跨学科交叉项目。据统计,化学科学部1996年资助的自由申请项目中交叉学科项目的比例为28.7%。

2. 选准方向,连续资助,为科学创新的实现创造良好条件

科学研究既是创新的过程,更是积累的过程。曾培养出11位诺贝尔奖获得者的科学巨匠卢瑟福说过:“任何个人作出一项突兀的发现,都是不符合事物本性的。”据对我国1982年与1987年两批国家自然科学基金一、二等奖获奖项目的统计表明,平均每个项目的研究延续时间为15.5年,积累周期大约为10~20年左右。因此,对于具有创新思想的人员和队伍给予连续和稳定的支持,是支持科学创新的一项重要政策内容,它符合基础研究长期性和风险性的特点。

10年来,国家自然科学基金对我国基础研究中的优秀群体、杰出人才和基础较好的领域给予了连续资助,为科学创新创造了良好的条件。据统计,生命科学部1996年度获连续资助的项目有358项,占资助总数的28.2%;地球科学部在“八五”期间有121位专家连续获得3项以上的资助,其中33.7%的研究人员取得突破性进展;信息科学部对1993~1995年结题项目的评估表明,在39个被评为特优的项目中,有14项约36%是在基金连续资助下取得的。在信息科学部25名国家杰出青年基金获得者中,获得连续资助的人员的比例为28%。由基金1万元支持起步的“离子注入生物诱变机理及生物效应研究”,经过主任基金、面上项目、重点项目的连续支持,现已进入国家计委科技攻关计划,并培育出两个优良水稻品种,推广220万亩,增产10%,创经济效益2.2亿元;还获得一个微生物菌种,已经投产,创经济效益1.5亿元。

通过对若干优势领域的连续支持,使得我国在这些领域已经跻身于世界前列。例如,基金委员会对我国的数学给予了较高强度的倾斜支持,1996年数学学科各类科学基金资助经费达到1500万元。目前,我国数学家的研究工作覆盖了现代数学几乎所有的领域,越来越多的优秀成果接近或达到世界先进水平,某些研究水平居于世界领先地位。1980年以来,我国数学家在国外出版的专著已有200种,每年在国外著名杂志上发表的论文约为200篇;而在1980年以前,仅出版专著6种。

3. 大力扶持和鼓励优秀中青年科研人员开展科学创新研究

实现科学创新的关键是人才,培养人才的关键在青年。统计分析表明,科学家作出科学创新的最佳年龄区段是在25~45岁之间,最佳年龄峰值为37岁左右(当然,对于某些具体学科也有一些例外)。从这个意义上讲,大力扶持和鼓励中青年开展创新研究具有特殊重要的意义。

国家自然科学基金委员会在稳住一支精干的基础性研究队伍的同时,通过青年科学基金、优秀中青年人才专项基金、国家杰出青年科学基金、留学人员短期回国工作讲学专项基金以及基金资助的各类项目,在支持青年科研人才方面进行了不懈的努力和积极实践。如,青年科学基金在“八五”末的1995年比“七五”末的1990年资助项数增长45.2%。1992~1994年优秀中青年人才专项基金共资助79名优秀中青年学者。国家杰出青年科学基金实施三年,共资助214人。在一定程度上缓解了我国科研人员的“断层”现象,有利于人才结构的代际转移,促进一批优秀的青年科学家迅速成长,脱颖而出。年龄在35岁以下和45岁以下的自然科学基金项目负责人在总人数中所占的比例由1986年

的 1.28%和 12.2%增长到 1995 年的 31.5%和 49.6%。同时涌现出了一批学科带头人并取得了一批重大成果。例如,最近被选为中国科学院院士的陈竺研究员和被选为中国工程院院士的刘德培教授分别在“维甲酸诱导分化治疗早幼粒白血病的生物学研究”和“珠蛋白基因表达调控与地中海贫血基因治疗研究”中取得重大成果。

4. 积极扶持紧密结合事关国家未来发展的关键技术的创新研究

国家自然科学基金资助的项目自然形成了基础研究和应用基础研究 3:7 的比例。其中,应用基础研究实际上就是西方国家所说的“战略研究”,即为支持国家的长远需要将研究引入特定的研究领域。因此,加强基础研究创新工作与国家未来发展的关键技术的有机结合,为我国产业特别是重点产业的结构调整和技术升级提供了强有力的支持,对培育出具有自己知识产权的技术和产品奠定坚实的基础具有重要意义。目前,有关应用基础的创新研究选题已逐渐能与事关国家未来发展的关键科学问题相结合,一些前瞻性研究的成果为解决我国重大建设工程中的关键问题提供了科学依据。如与石油天然气总公司、大庆石油管理局等联合资助的“八五”重大项目“陆相薄互层油储地球物理学理论和方法研究”,已取得 63 项实用化研究成果,逐步形成油气储集层地球物理分支学科的研究轮廓。在此基础上,“九五”与胜利油田联合资助的“复杂地质体速度精细分析及三维叠前深度偏移的理论和研究方法研究”,为胜利油田“胜海古 2 井”的钻探提供了预测参数,根据这一预测,打出了折合日产原油 1 000 吨以上的高产油气井,被誉为“科研为生产服务的典范”。

5. 不断完善科学创新的识别系统,保护科学创新思想火花的不断涌现

在吸收国外先进管理经验的基础上,基金委员会不断探索和完善同行评议系统,充分发挥其识别科学创新的作用,保护科学创新思想;注重加强学科主任的业务学习,不断提高他们的管理水平,丰富和更新他们的专业知识,增强他们识别申请项目是否具有创新的判别力;定期更换学科评审组专家成员,使之保持应有的活力;一些学科还尝试了聘请海外华人同行专家参与项目评审,以进一步提高同行评议的质量。

特别是针对评审专家对某些申请项目存在“非共识”问题,基金委员会已经采取了一些有效的措施:对“非共识”问题开展了专题研究,确定了识别“非共识”问题的原则和程序;通过风险基金和主任基金资助“非共识”项目,建立了保障机制。如化学科学部专门设立了“风险基金”,以鼓励和支持科学创新项目。自 1993 年以来,化学科学部每年从学部

主任基金中留出约 30 万元专款作为“风险基金”,用于资助在思想、概念和方法上具有原始性创新研究的项目,目前共资助 25 项,其中有些项目已经出现了可喜的苗头和实验结果。可以说,正确对待“非共识”与合理依靠同行评议的有机结合,最大限度地发挥了其识别科学创新的功效,使科学基金制成为发现和培育创新思想的沃土。

三、今后一个时期,国家自然科学基金委员会继续支持科学创新的措施

1. 切实将优秀中青年人才推向科研第一线

目前,在培养青年人才,特别是培养“帅才”方面要注意三个问题。一要创造条件,让优秀中青年人才在科研第一线的拼搏中锻炼成长。据统计,国家自然科学基金“八五”重大项目主持人的平均年龄为 60 岁;“八五”重点项目主持人的平均年龄为 60.3 岁,其中 50 岁以下项目主持人所占比例仅为 7.33%。1996 年批准的重点项目主持人的平均年龄为 59.3 岁,仍然居高不下。因此,在重大和重点项目层次上,实现“代际转移”,切实将优秀人才推向科研工作的第一线,成为我们今后工作的一个重要内容。要积极创造条件,使重点项目和重大项目负责人中 50 岁以下的比例分别逐步达到 15%和 10%。二要加大对优秀人才群体的支持力度。要注意尝试以杰出青年为带头人,以优秀研究基地为依托,积极扶持富有创造力和良好协作精神的优秀研究群体,逐步形成具有较大影响的科学创新群体,乃至在世界科学研究中占有一席之地之“学派”。三要积极与有关部门协调,注意人才的合理使用,使之有充分的时间和精力投入到科学创新中去。

2. 进一步完善评审系统,形成一支能把握学科前沿,具有创新意识的评审专家队伍

继续做好学科评审组的定期换届,努力将一批年富力强的中青年专家充实进来。定期开展同行评议专家库的评估和更新工作,打破某些学科领域中同行评议专家的“超稳定”现象,激励和焕发评审机构的活力。积极稳妥地聘请海外华人学者和高水平的我国留学人员担当同行评议人。

3. 大力鼓励和支持交叉和综合研究

当前,如何在面上项目层次上克服“学科保护主义”,支持学科交叉是亟待解决的问题。全面解决支持交叉学科问题的基本思路是:采取必要的组织保障措施,经常开展交叉学科研讨活动,为交叉思想的涌现和人员的有机结合创造良好的条件;定期开展国际前沿的分析和评估工作,有目标地支持一些新增长点,强化对科学前沿有重要意义的研究工作的支持,适时调整学科布局和资助格局;利用基

新形势下我国技术引进的问题与对策

Problems in China's Technical Transfer under the New Situation and Their Its Solutions

石定寰 杨天正 沐华平

(中国科学技术促进发展研究中心 北京 100038)

目前,我国的技术引进工作正面临着一个发展的新形势,其特点表现在四个方面:一是党的十四届三中全会明确提出在本世纪末我国将初步建立社会主义市场经济体制,标志着我国开始进入从单一的计划经济过渡到市场经济的重要历史时期,我国的宏观环境正在发生重大而深刻的变革;二是我国的对外开放进一步扩大,国际经济竞争日趋激烈,严峻的客观形势要求我们走自主开发与技术引进相结合的道路,特别是大力加强引进技术的消化吸收和创新;三是1978年以来的技术引进和消化吸收工作取得了很大成绩,总结了经验和教训,为今后的技术引进奠定了良好基础;四是当前我国已处在世纪之交的关键时期,加速国有企业改革,实施技术创新战略,建立技术创新机制,推进企业技

术进步的有利时机日趋成熟,已提到国家的重要议事日程上来。运用好两个技术源(国内自主开发的技术源和引进国外技术后加以消化吸收的技术源)加强技术引进与自主创新相结合,促进新技术开发,提高技术改造水平,已成为技术创新的战略重点。在这种新形势下,我们一定要抓住机遇,提出问题,谋划对策,进一步提高技术引进工作水平,迎接21世纪的挑战。

一、我国技术引进工作长期以来存在的主要问题

1. 宏观调控不力,重复引进严重

80年代中后期我国彩电、电冰箱生产线大量重

金增量,将目前重大重点和面上基金经费的比例由现在的2:7逐步调整到2.5:6.5,大力发挥综合和交叉的研究优势。

4. 创造有利于科学创新的宽松环境

目前,基金资助项目中连续资助的比例,特别是实质性的连续资助比例仍然不高。而美国国家基金会化学部1979年批准的项目中属于连续资助的项目所占比例为76%。因此,要在总结连续资助实践经验的基础上,提高连续资助的比例,简化连续资助的审批程序,特别是加大对优秀人才、优秀群体及关键科学领域的连续资助强度。

加大对科研人员国际合作与交流经费资助的力度,为研究人员及时了解科学发展趋势和前沿创造有利条件。促进国内外研究人员的合作研究,鼓励国内科研人员与海外学术成就突出的留学人员共同创意申请和实施基金项目。

完善反馈机制,慎重对待“非共识”项目,并设立“风险基金”,对于具有创新性的“非共识”项目给以保护和扶持。定期开展“创新思想论坛”,为科学界了解和接纳创新思想创造条件。在允许申请者提出希望回避人员的基础上,尝试允许申请者推荐部分评审人的做法。

5. 继续提高经费支持强度,积极争取设立科研津贴,改善科研人员待遇。

我国基金制是在实施社会主义市场经济初期诞生的。近年来虽不断坚持改革,但仍在不少方面与市场经济不相适应。比如,基金资助的经费完全不含研究人员的工资,只能用于研究经费。而现实情况是,“八五”期间基金项目的平均资助强度虽然达到了10万元,但年人均经费仅约为5500元。近年来,课题组交“人头费”的情况严重,科研人员负担过重。有的单位科研人员负担的非研究经费开支达17项之多。

实际上,国外基金中普遍都包含一部分研究人员的工资,如德国科学基金的50%用于人员工资。我们认为,目前国家不可能大面积地增加科研人员的工资;而基金经费中含科研津贴或部分工资是应用竞争机制改善科研人员生活待遇、促进人才流动的一条有效措施。因此,我们在继续提高经费支持强度的同时,将积极向有关方面建议,在基金经费中包含科研人员的津贴或部分工资,为改善科研人员的生活待遇创造条件。同时,国家也应该较大幅度地增加基金经费的总额度。

(责任编辑 刘先曙)