

· 纪念国家自然科学基金委员会成立 30 周年专栏 ·

基金三十华诞继往开来 推动科学发展功不可没

方锦清*

(中国原子能科学研究院)

正值 2016 年 2 月 14 日国家自然科学基金委员会 30 华诞之际,我感到格外高兴。在这 30 年里,我与基金结下了不解之缘,自己的亲身经历完全证明:国家自然科学基金是推动我国新兴交叉科学发展的不竭源泉,对于加速我国基础科学的发展功不可没!

1 促进新兴交叉科学转型

20 世纪 60—70 年代,国际上新兴交叉科学正在蓬勃兴起,但是由于众所周知的“文革”,我国教育、科学等事业发展被耽误了。随着 1976 年“文革”的结束,终于盼来了中国科学的春天。我国科学教育界开始急起直追,国内举办多种多样的学术会议,广泛传播新兴科学的知识。虽然我对于新兴交叉科学产生了浓厚的兴趣,但是要在我国原子能科学研究院这个前瞻性、基础性和综合性的核科学技术基地,实现学科转型,谈何容易?从 20 世纪 80 年代起,我开始瞄准国际上涌现的非平衡态统计物理理论,特别是令人关注的《新三论》:耗散结构理论、协同学和突变论,努力寻找课题的结合点。我感到自己是幸运的,因为正在这个关键时期,1986 年国家自然科学基金委员会正式成立,面向全国开放申请,我在数理科学部成功申请到第一个基金面上项目“等离子体中的复杂性研究”,这是新兴科学与我从事的原子能相关课题研究的一个很好的切合点。从此以后,我不断涉猎到一系列新兴交叉科学,包括:非线性科学、复杂性科学、混沌科学、混沌控制与同步,一直到最新的广泛交叉科学——网络科学。随着时间的推移,国内外新兴交叉科学研究浪潮一浪高过一浪,研究热潮此起彼伏,方兴未艾。在国内外新兴科学浪潮跌宕起伏中,我成为一个新兴交叉科学的追梦者,也是一个坚持不懈的“冲浪”者。

在第一个基金项目的研究中,我取得了颇佳的成绩。1987 年就在《中国科学》和《科学通报》等国

内顶级刊物上发表了中英文论文,第一篇题为“在周期外力驱动下等离子体鞘层中的演化特性”,这是国内外首次揭示了在低温等离子体中三条通向混沌的道路,产生了一定的影响,例如,随后中国科技大学前来交流,并从实验上验证了这些发现。

基金研究的第一炮打响后,我随后陆续把新兴科学与核科学问题结合起来,积极开展了“强流加速器中粒子动力学的束晕—混沌的复杂性及其控制与同步”等多项国家自然科学基金项目研究,这些科学基金项目不仅与新兴科学的主旋律相一致,而且为强流加速器传输特性的研究注入了生机和活力,为我开辟了科学人生中从事新兴交叉科学求索的一个主战场,成为不断鞭策我追梦前行的驱动力。

2 《复杂性科学》专项催人奋进

值得一提的是,在 90 年代末和新世纪初,国家自然科学基金委有一个战略性的决策,即为了加强我国复杂性科学的研究,在管理学部增设了“复杂性科学”专项基金。每年评选出这个领域大约 10 个优秀项目给予基金资助。这个对于这个领域的同行是极大的激励和鼓舞,对于我来说,当时正在处于“山重水复疑无路”,忽然出现“柳暗花明又一村”。非常幸运的是,我成为专项基金的首批和持续的受益者,在十年期间我至少获得了 3 项“复杂性科学”专项基金项目,如“复杂物理系统的时空复杂性演化、转变及其控制策略”、“混沌复杂系统的复杂性及其同步研究”和“加权复杂网络的同步性能及同步方法研究”等,这些项目为我注入了新兴交叉科学研究的活力,为我提供了能够在这个新兴科学领域持续探索和施展才能的大好良机。这给了我极大的推动促进作用,更加坚定了我将新兴交叉科学课题研究继续推进的决心和信心。我作为评审专家应邀参与了专家组多次评审工作,难忘与同行专家一起畅所欲言认真负

收稿日期:2016-02-18;修回日期:2016-03-11

* 通信作者,Email: fjq96@126.com

责的评审情景,与大家共同见证了《复杂性科学》专项基金评审的全过程,确实体现了“公开、公平、公正”的评审原则,对于推动我国科学事业,尤其是促进了我国新兴交叉科学的快速发展,造就我国一批新兴科学的杰出人才,功不可没,永垂史册!

3 抓住机遇与时俱进,网络科学高潮迭起

新兴科学层出不穷,“长江后浪推前浪”,巧合的是,在新世纪之交,1998—1999年发现了小世界网络和无标度网络,使得国际上复杂网络研究取得了突破性进展,网络科学作为一门崭新的最广泛交叉科学诞生了,并且立即成为一个国内外研究的新的热点前沿领域,这又为中国创造了另一个新的大好机遇。基于我对于新兴交叉科学的敏感性、浓厚兴趣和学科的必然联系与发展需要,我随即自然地投入到最新的网络科学的探索浪潮中。2003年,应邀在香港城市大学“混沌控制与同步研究中心”进行学术访问期间,在我提议下主动联合当时在“中心”访问的汪小帆等两教授,立即由我起草一个向国家自然科学基金委员会提出第一个网络科学的重点项目《非线性网络的动力学复杂性的研究》的建议书,可喜的是我们的联合申请很快得到了管理科学部的快速积极响应和支持,经过严格的评审程序,终于脱颖而出。我作为“一院两校”(原子能院、上海交大和北京师大)重点项目联合组的主持人,带领大家团结合作、共同拼搏了4年(2004—2008年),不仅全面超额完成了国家自然科学基金委的首项网络科学项目的研究任务,更重要的是在全国范围内组织起了浩浩荡荡的网络科学大军,复杂网络各类基金遍地开花,包括后续的重点项目、杰出青年科学基金和优秀青年科学基金等,已经成为基金委多个学部重要的支持方向,涌现了大量杰出人才和丰硕成果,形势喜人!正如欧洲科学院院士陈关荣所言,我国在网络科学这个领域的研究基本上与国际上同步进展。从21世纪初开始,全国形成了常态“两会”——“中国网络科学论坛”和“全国复杂网络学术大会”,2016年“两会”已经开到了12届了。大大促进了中国网络科学及其应用的蓬蓬勃勃发展。现在互联网+等成为每个人工作和生活中不可或缺的组成部分。网络时代正在以雷霆万钧之力向前发展。

4 春风化雨三十年,基金创新谱新篇

三十年来,科学基金如春风化雨,培育了大批国家科技人才。国家基础研究人才的成长离不开科学

基金一如既往的热情支撑。

三十年来,国家自然科学基金科学基金的最大特色之一是,鼓励和弘扬科学自由探索精神,在科学家攀登科学高峰的道路上,为其积极营造创新环境,润物无声,辛勤浇灌科学幼苗成长,激励大家,锲而不舍、追梦前行。不断出台许多利好政策极大推进新兴交叉科学和科学前沿的研究,一改我国过去落后的状态,在国际会议等学术交流舞台上我国占有一席之地,出现龙腾虎跃的态势,使我国新兴交叉科学和前沿科学出现了勃勃生机,熠熠生辉,硕果累累,令人振奋!

我院网络科学小组是一个小课题组,根本不能与国内许多先进大项目团队比较,但是我们在网络科学大潮中,在科学基金的激励下,我们保留了自己的研究特色,研究课题从不与别人重复,敢于激流勇进,锐意进取。在一个个基金项目的合力推动下,30年来我们完成各类基金项目(含合作)9个,特别在2008年超额完成网络科学的第一个国家自然科学基金重点项目被评上“特优”后,我们再接再厉,又分别获得了2项网络科学领域的基金面上项目,例如“复杂网络的混合变速增长模型及其应用研究”和“探索一大类《网络的网络》的理论模型及其分析方法”(2012—2015)等,后者开始从单一网络的理论研究阶段推进到网络科学的更高阶段——超网络探索工作。2015年是我们项目的收官之年,2016年第一季度正在认真进行结题总结。

从我们基金的一点滴水也可以窥见一斑。例如,我课题组2008年和2011年分别出版了二部著作:《驾驭强流束晕与探索网络科学》和《网络科学与统计物理方法》。2010年我应邀为美国第一部《网络科学》著作撰写了书评。迄今,我共获得国家、国防科工委、省部级科技进步奖和国家发明专利12项,其中包括联合组网络科学成果获得2011年度北京市科技进步奖。2013年我们应美国、英国和澳大利亚三国主编邀请为《网络复杂性进展》(Advances in Network Complexity, 63—99, Wiley, 2013)一书撰写了该书最长的专题篇章:“三种类型网络复杂性金字塔(Three Types of Network Complexity Pyramid)”。此前我也为6本国际著作撰写专题篇章。2014年我们出版了科普著作《漫游网络世界》,2016年上半年即将出版科学专著《新兴科学交叉集》。根据2015年万方数据知识服务平台公布国内复杂网络相关论文排名:<http://blog.sciencenet.cn/blog-266190-906555.html>,本人在全国总共2010人排名

中居第一位,组内两位年轻人刘强和李永分别排在第 100 名和 101 名。上述网站的统计数据显示,本课题组在网络科学的研究中,受到了国内外的关注,产生了一定的影响。

回眸过去,国家自然科学基金对于我们广大科技工作者是何等重要啊!从 20 世纪 80 年代中期开始,我不仅获得 9 项国家自然科学基金项目,而且还获得多次出国参加国际学术会议的经费资助,同时也得到其他部委相关基金的资助,使得我们的科研工作能够走向世界舞台,扩大了国内外学术交流。我们课题组的这些科研成果与国内兄弟单位的大成

果比较,可能微不足道,但是这些也都是与基金委的多方资助和积极支持是密不可分。

从 1964 年工作到现在,我实现了母校清华大学提出的“为祖国健康工作 50 年”的期望,在我 52 年的科学生涯中,其中 30 年来完全奋斗在基金支持的新兴交叉科学的基础战线上,为此我感到十分自豪。“老骥伏枥,志在千里”。在具有中国特色的国家自然科学基金精神的激励下,我仍将不遗余力,甘为人梯,凝聚智慧,团结拼搏,无私奉献。期盼在科学基金的推动下我国迎来更加繁花似锦、春华秋实的新兴交叉科学和基础科学发展更加美好的前景。

· 资料信息 ·

我国科学家在煤气化直接制烯烃研究方面获得重大突破

近日,中国科学院大连化学物理研究所(以下简称“大连化物所”)包信和院士和潘秀莲研究员领导的团队颠覆了 90 多年来煤化工一直沿袭的费托(简称为 F-T)路线,创造性的直接采用煤气化产生的合成气(纯化后 CO 和 H₂ 的混合气体),在一种新型复合催化剂的作用下,高选择性的一步反应获得低碳烯烃。该研究成果于 3 月 4 日在 *Science* 发表,该反应过程已申报中国发明专利和国际 PCT 专利。这项成果被同行誉为“煤转化领域里程碑式的重大突破”。该成果的相关研究得到了国家自然科学基金(批准号:21321002,21425312,21222305,91545204)等的资助。

德国科学家 Fischer(费舍尔)和 Tropsch(托普希)于 1923 年发明了煤经合成气生产高碳化学品和液体燃料的费-托(F-T)过程。尽管该过程并不完美,比如,除产生大量的二氧化碳以外,还消耗大量的水,且产物选择性差,后续处理消耗大量的能量,然而国际能源和化工界却一直认为该过程不可替代。如今,这一过程被大连化物所的研究人员颠覆——他们摒弃了高水耗和高能耗的水煤气变换制氢过程,直接采用煤气化产生的混合气体(经纯化),高选择性地获得低碳烯烃。当 CO 单程转化率为 17% 时,低碳烃类产物的选择性达到 94%,其中低碳烯烃(乙烯、丙烯和丁烯)的选择性大于 80%。打破了传统费-托合成过程低碳烯烃的选择性最高为 58% 的极限(Schulz-Flory 极限)。

这一突破通过以 CO 替代 H₂ 来消除烃类形成中多余的氧原子,在反应不改变 CO₂ 总排放的情况下,摒弃了高耗能和高耗水的水煤气变换反应,从原理上开创了一条低耗水(结构上没有水循环)进行煤转化的新途径。同时,通过创造性将氧化物催化剂与分子筛复合,巧妙地实现了 CO 活化和中间体偶联等两种催化活性中心的有效分离,把传统费托技术上“漫无目的、无拘无束”生长的“自由基”控制在一个“笼子”(分子筛)里,通过限制其行为,使其最终变成我们想要的目标产物(低碳烯烃)。破解了传统催化反应中活性与选择性此长彼消的“跷跷板”难题,为高效催化剂和催化反应过程的设计提供了指南。

新发明的过程除了节水和在工艺上降低 CO₂ 排放(缩短流程、降低能耗)外,还具有很高的经济效益。据中国石化工程建设有限公司(SEI)初步评估,在现有的条件下,该过程的内部收益率(IRR)可达 14% 以上。国内外多家化学公司都非常感兴趣该过程的进一步应用推广。经认真评估和协商,目前大连化物所已与国内重要化工企业和国外著名化学公司达成初步协议,着手在催化剂制备和工艺过程开发等方面共同合作,力争尽快实现工业示范和产业化,努力将这一原创性成果转变为真正的生产力。

(供稿:杨俊林 高飞雪 陈拥军)