

· 基金纵横 ·

# 数学天元基金的理念、使命与责任

——天元基金设立二十周年回顾

文 兰\*

(北京大学数学院, 北京 100871)

数学天元基金于1989年设立,至今20年了。在国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)历届领导的支持和指导下,经过5届天元学术领导小组和全国数学家的努力工作,天元基金与国家自然科学基金中资助数学的基金相辅相成,密切配合,成为中国数学事业最主要的支持力量,为中国数学发展做出了重要的贡献。

## 1 天元基金设立回顾

1988年初,著名数学大师陈省身在同一位美国记者的谈话中,谈到中国数学发展前景,明确指出中国将成为一个数学大国。自然科学基金委主任唐敖庆院士主持委务会议听取并讨论了这个谈话录音。委务会议赞同陈省身先生关于中国数学发展前景的谈话,认为数学的振兴较之其他学科相对容易些,决定支持和帮助数学学科赶上世界先进水平。

根据陈省身先生的倡议,自然科学基金委领导决定召开“21世纪中国数学展望”学术研讨会。自然科学基金委副主任师昌绪院士出面邀请中共中央政治局委员、国家教委主任李铁映和国务委员、科委主任宋健出席“展望”会议的开幕式。

1988年8月,“21世纪中国数学展望”学术研讨会在南开大学召开。会上第一次明确提出了“中国数学要在21世纪率先赶上世界先进水平”的宏伟目标。“率先赶上”的口号受到党和政府的高度重视和热情支持。出席会议开幕式的李铁映把“率先赶上”风趣地称作“陈省身猜想”,表示要从软设备和硬设备两个方面尽力帮助数学家证明这个猜想。

会议之后,会议组织者吴文俊、程民德、谷超豪、王元、杨乐、冯康、胡国定、齐民友、堵丁柱、李克正

10位数学家联名向国务院打报告,申请对数学进行专项经费支持。

1988年12月18日,国务院总理李鹏批示同意拨款支持数学家“率先赶上世界先进水平”的决心,并决定专款100万元/年戴帽下达到自然科学基金委,由自然科学基金委负责管理。此专款被定名为“数学天元基金”。

数学天元基金的设立,有赖于数学学科的特殊性,更凝聚着党和国家对数学家的亲切关怀和鼓励,凝聚着自然科学基金委对数学学科的充分信任和支持。

数学天元基金的设立,紧紧联系着“率先赶上世界先进水平”的宏伟目标。“率先赶上”是我国数学界几代人的心声,也是天元基金的理念、使命和责任。

天元基金设立之初,经费由财政部单独下达到自然科学基金委,1992年后,财政部把天元基金经费含在国家自然科学基金的总经费中,戴帽下达到自然科学基金委。自然科学基金委领导对天元基金的任务、使用原则、运作方式多次讨论并作了如下明确规定:

(1) 天元基金的经费应同国家自然科学基金内资助数学经费互相补充、相辅相成。目前一部分用于弥补数学经费的不足,另一部分用于做国家自然科学基金不能做而对对中国数学发展又特别重要的事。自然科学基金委在管理上给予帮助和监督。

(2) 组建天元基金的学术领导小组,具体负责天元基金经费的使用和安排。天元基金学术领导小组由一些学术造诣深、在数学界有威望的、公正的数学家组成。它的任务不仅是评审天元基金项目,更

\* 中国科学院院士。

本文系作者在2010年6月4日举行的纪念数学天元基金设立20周年暨中国数学发展战略研讨会上代表第5届数学天元基金学术领导小组做的工作报告。

本文于2010年6月30日收到。

重要的是把中国数学界组织起来,抓住一些影响中国数学发展的重要问题,采取措施加以解决。

(3) 在自然科学基金委内的数理科学部下设置一个处级机构——天元基金办公室,任务是落实天元基金学术领导小组的各项决定,具体负责天元基金各类项目的受理、评议和实施。

天元基金学术领导小组凝集了一批优秀的数学家,统筹规划中国数学的发展,起到了对数学学科发展的顶层设计的作用。天元基金由数学家自己筹划使用,集体讨论,解决一些在数学发展中必须解决的问题,同时又保证了自然科学基金委对经费使用的有效管理和监督。

数学的研究对象是抽象的数和形,是一门探索性很强的纯基础学科,这就决定了它的研究经费来源只能主要靠国家拨款。数学不同于一般的实验学科,不需要太多的实验条件,主要是靠数学家的智慧和勤奋。数学的发展有赖于其整体环境和条件的完善,数学作为整体的发展则是通过许多数学家在众多不同的领域中的独立见解和不同观点的相互作用与相互影响而兴旺发达起来的。数学内部各个分支的联系在不断加强,并出现了许多跨学科的新的研究分支或研究领域。数学越来越趋向于各分支学科的交叉和融合,数学学科间的综合发展倾向充分展现了数学内在的统一性及其发展活力,并在其他的研究领域中显示出重要的应用前景。数学也正在向知识和生产领域全面渗透和融合,并且已经逐步构成高新技术的重要组成部分。

历届自然科学基金委领导都十分重视对数学学科的支持,自然科学基金委主任多次在不同场合介绍数学的重要性和中国数学界取得的突出成绩,自然科学基金委数理学部领导定期主持研讨,总结和完善的天元基金的使用原则和运作方式。在自然科学基金委领导对数学的关心和支持下,天元基金经费经过几次调整,从最初的100万元/年,逐步增加到了目前的1000万元/年。1992年提高到200万元/年,1999年以后又有3次增长:第一次提高到350万元/年,第二次从350万元/年提高到500万元/年,2009年又从500万元/年提高到1000万元/年。

在国家对数学的大力支持下,在数学界的共同努力下,20年来我国的数学研究工作的水平和质量有了明显的飞跃,在国际数学界的地位和影响也有了很大的提升。仅从世界数学家大会邀请报告这一角度来看,在2002年世界数学家大会上,我国有1位数学家作1小时大会报告,11位在国内工作和9

位在海外访问工作的数学家应邀作有关领域评述性的45分钟报告。在2010年世界数学家大会上,我国又将有1位数学家作1小时大会报告,5位在国内工作的数学家应邀作有关领域评述性的45分钟报告。与20年前的情况相比,这是了不起的进步。

我国数学的大幅进步,从经费资助的角度看,当然主要不是由于天元基金,而是由于国家自然科学基金和科技部等主体来源。但我国数学的快速发展说明,20年前老一辈数学家提出的“率先赶上世界先进水平”的目标是深有眼光的,他们为天元基金确立的理念、使命和责任既是崇高的,又是现实的。老一辈数学家深远的眼光和以中国数学事业为己任的信守、奉献的精神,令人敬仰感佩。

实践证明,天元基金如同自然科学基金委的试验田,在很多方面开创了创新点和生长点。它充分尊重数学学科的特点及自身发展的规律,给予数学家更多的主动性和灵活性,同时又保证了自然科学基金委对经费使用的有效管理和监督。天元基金维系了一支统筹数学发展的重要力量,已成为自然科学基金委与数学界联系的重要纽带。这样的运行机制对中国数学的发展起到了良好的作用,受到全国数学界的一致好评和赞扬。

## 2 天元基金工作回顾

### 2.1 统一思想,明确目标,实现“率先赶上”的任务

天元基金学术领导小组成立后,当时的自然科学基金委副主任胡国定教授和学术领导小组组长程民德院士多次召集会议,商谈如何实现“率先赶上”的目标。吴文俊院士详细地论述了中国数学“率先赶上”的可能,他说:“数学同其他实验学科不同,它不需要昂贵的实验设备和条件,主要靠数学家的聪明和勤奋,而中国人的聪明才智和刻苦钻研精神是全世界都闻名的。”他还说“中国数学有过光辉的历史,为世界数学发展做出过重大贡献,虽然后来落后了,但现在时代不同了,如今我们完全可以创造新的辉煌”。

经过多次讨论,大家一致认为,赶上世界先进水平首先要解决数学的合理布局的问题。第一是把学科建设好,主要是调整好现有的学科分支结构,建立合理的资助格局,使中国数学能与国际数学接轨。第二是把队伍建设好,主要是加快年轻化的步伐,努力加强对优秀年轻人才的挖掘和支持,培养一批下一个世纪数学高峰的攀登者。第三是把国内数学研究的条件和环境建设好,主要是努力改善数学图书

和资料的出版条件,国内外学术交流的条件和计算辅助研究的条件。

## 2.2 开展学科发展战略研究,提出优先支持领域,建立合理的资助格局

数学是研究现实世界中的数量关系和空间形式的科学。数学学科的发展明显地体现着“双力驱动”的规律及特点,即外部推动力和内部推动力。数学发展的原动力,是来自它的外部、来自客观实际的需要。同时,数学一旦形成基本的概念和方法,数学内部的需求和数学逻辑的必然也在推动数学向前发展,而且所得到的结果常常成功地应用到其他学科领域。当今社会的经济建设和社会发展,昭示着巨大的外部需求。满足社会经济建设的需要和推动数学学科本身的发展,两者相互联系又互为促进。

上世纪80年代,中国数学的发展缺少一个全国范围整体的考虑和统一安排,数学家往往根据个人爱好和兴趣做研究,缺乏相互间的学术交流,对国内外研究的动态也不甚了解。长此下来,使得许多分支学科的布局十分不合理。如,上个世纪80年代,我国数学在代数几何、代数数论、金融数学等方面比较薄弱,而这些领域又正是在国际上发展迅猛的前沿领域。在自然科学基金委领导的关心和支持下,天元基金学术领导小组和自然科学基金委学科评审组一起在数学界先后开展了多次学科发展战略研究,每次研究后都提出了数学的优先发展和资助的领域,并做出适当安排。有些优先领域争取在科技部“攀登计划”或重点基础研究规划中得到支持,有些优先领域争取在自然科学基金委的重大、重点项目中得到支持。在“八五”、“九五”、“十五”和“十一五”的规划中,这些建议优先发展的领域都得到了自然科学基金委和科技部的重点支持。

进入21世纪后,随着我国经济的发展,数学与其他领域交叉及其应用的研究已不能满足国家需求,需要更多数学家从事新的交叉科学的研究,需要产生更多的既了解相关领域问题的背景、又有深厚数学功底的数学家。但在中国真正能做到其他学科领域的数学家还较少,这样的格局也远不能适应数学发展的需求。

时任第三届天元基金学术领导小组组长的张恭庆院士在2004年天元学术领导小组工作报告中提出:“在保持一支高质量的基础研究队伍的同时,中国数学界要在我国的高科技发展、国防建设、现代化社会生活中发挥作用,扮演愈来愈重要的角色。要想成为一个数学大国,成为数学强国,我们必须要做

的是把数学的根深深地扎在中国的土地上。否则,数学在中国的地位是不稳定的,受到的支持也不可能是持久的”。

在第四届天元基金学术领导小组组长马志明院士的主持下,经过学术领导小组的多次讨论,提出鼓励和支持有较强实际背景和应用前景的项目,鼓励学科交叉与相互渗透,鼓励数学家与其他学科专家合作进行研究,吸引其他科学研究和工程技术人员参加数学基金项目,重视和支持切入生命科学、信息科学等领域研究新问题的选题,避免评价应用数学项目过分强调研究积累及文章发表杂志档次等。

时任第四届天元基金学术领导小组副组长的李大潜院士在2006年国家自然科学基金委员会主办的“双清”论坛学科发展战略研讨会上提出大力提倡和推动以问题驱动的应用数学研究:“新兴的科学领域、高新技术及新的应用领域都提出了许多新颖的课题,远远超出了传统应用数学的范围,大都是我们不够熟悉或是很不熟悉的,也不是我们能够轻而易举地加以处理甚至还摸不到门道的。面对这些不熟悉且非传统的实际迫切需求,从数学建模开始,到相应的分析与计算,到有关的计算机软硬件实现,到相关的数学技术的形成和发展,都向我们提出了严峻的挑战,也为我们提供了巨大的机遇。在这新一轮的问题驱动面前,新的数学概念、思想和方法,甚至新的应用数学分支将可能应运而生,富有活力的原始创新也将由此发源。只有抓住这样的挑战和机遇,我们才能抓住现代应用数学发展的主流和脉搏,才能在这些新颖而丰富多彩的客观需要的推动下,迎来我国应用数学的一次跨越式的重大发展”。

2009年,天元基金调整资助格局,启动了资助“问题驱动的应用数学研究”项目。该项目旨在为广大数学工作者构建一个平台,鼓励、促进和资助他们与应用工作者紧密合作,从事与其他领域密切结合的应用数学研究工作,并逐步形成风气,充分发挥数学对科技发展、经济建设及社会进步的重要作用,推动整个数学学科在我国全面、健康和持续的进步与发展。

我国基础数学、应用数学以及相互交叉的一些新方向开始建立和发展起来,逐步地走向国际舞台,并与国际上学术交流也越来越来频繁。

## 2.3 建立优秀人才的培养和支持机制,建设好研究梯队

人才是中国数学“率先赶上”的根本,优秀人才是取得高水平成果的基础。天元基金学术领导小组

研究和讨论最多的是人才培养问题,把造就一批又一批的跨世纪的优秀人才,当作天元基金的根本任务之一,并力求在机制上采取措施,加快年轻化的进程和加强对年轻人的培养。

#### (1) 采取坚决措施,加快年轻化的进程

上个世纪90年代初,研究队伍年龄老化是“文革”以后各学科面临的普遍现象。如在“八五”资助重点项目中,共有206名数学家承担着30个重点项目的研究任务,其中年龄在40岁以下的不到10人,仅占整个队伍的5%。1994年,在天元基金一届八次扩大会议上,专门讨论了年轻化问题,通过了一个有重大影响的决定。这个决定要求在组织“九五”重点项目时,每个项目60岁以上的至多只能有一个人,40岁以下的至少要有一个人,以及在重点项目实行顾问制,60岁以上的可以作项目的顾问。由于这一措施,并有老一辈数学家的支持并作后盾,1995年数学学科重点项目研究队伍的年轻化得到了意想不到的圆满解决。到“九五”期间,承担重点项目的200余名数学家中,40岁以下的人数超过了80人,占总数40%以上。从“九五”重点项目的执行情况看,研究水平不仅未下降,还比“八五”有了明显提高。重点项目研究队伍年轻化的经验,对后来组织重大项目 and 科技部的“973”项目,都起了很好的榜样作用。

#### (2) 举办各种类型的暑期学校和暑期培训班

由于人才的流失和教育发展的不平衡,优秀人才的培养始终是影响数学快步发展的大问题。天元基金设立以后,就开始支持陈省身先生建议创办、由教育部举办的对中国数学人才培养有重大影响、后来被谑称为“黄埔几期”的数学研究生暑期中心。从1995年起,又同教育部合办数学研究生暑期学校,由北京大学等综合性大学轮流承办。为加强对应用数学的支持,推动应用数学方面的人才培养,从2002年起,天元基金又创办了应用数学研究生的暑期学校,由清华大学等工科大学轮流承办。每年都要由承办单位向天元基金学术领导小组汇报准备工作,天元基金学术领导小组经认真讨论,对其课程设置、课时安排和授课教师人选等提出修改意见。

1999年,田刚、林晓松教授联合提出建议,每年举办一次中学生夏令营,目的是改变我们中学数学教育过于重视应试教育的情况,培养中学生对数学的爱好和兴趣,提高他们的数学素养,帮助他们学会如何鉴赏什么是好的数学,学会如何去提出问题,提高自己分析问题和解决问题的能力。从2001年开始,天元基金资助开办了以“数学之星”命名的中学

生夏令营,夏令营由北京大学等国内著名高校轮流承办。每年都要由承办单位向天元基金学术领导小组汇报工作总结或准备工作,2006年以后,又指定专门的委员会负责中学生夏令营的工作。

为响应中央关于支持西部大开发和振兴东北的战略部署,天元基金领导小组认为,最实际最可行的做法是帮助西部和东北地区提高他们高等学校教师的素质和教学的质量。从2003年开始,天元基金相继在西南的四川大学、西北的西安交通大学、东北的吉林大学,举办了西部和东北部青年教师暑期培训班,每次承办单位都要提出具体的教学计划和实施方案,天元基金领导小组进行审查把关,特别是精心的选择、邀请那些学术造诣深、教学经验丰富的数学家来讲课,取得了很好的效果。

多年的实践证明,天元基金采取了这些形式多样的培训班,培养不同层次的人才,取得了好的效果,也积累了不少的经验,受到了数学界广泛的欢迎,大家一致认为这是一些雪中送炭的事。

#### (3) 设立天元青年基金,加强对青年人的支持

我国是一个人口大国,随着国家经济的增长和大学的扩招,每年培养的博士人数已经接近甚至超过美国。而中国数学研究的经费主要来自国家自然科学基金。刚拿到博士学位的年轻人待遇较低,条件较差,同时研究积累一时还比较薄弱,申请青年基金相对比较困难。为了鼓励和培养更多的年轻人继续从事数学研究和教育,防止数学年轻人才过早流失,从2000年起,天元基金设立了天元青年基金。天元青年基金实际上是国家自然科学基金青年基金的预备队,对提高国家自然科学基金青年基金的水平也起了重要作用。

#### (4) 采取多种形式帮助年轻人走向世界

从1990年开始,我们先后同法国(CIMPA, CNRS)、意大利(ICTP)、美国(NSF)建立了双边合作关系。每年天元基金资助在中国举办一些专题讲习班,请国际上一些著名的数学家来讲学,同时中国青年数学家在对方资助下到相应国家进修,涉及到纯粹数学与应用数学众多的分支领域。

1993年开始邀请海外留学生与国内的年轻学者进行合作研究,把国内的年轻人尽快带到数学的前沿研究领域。

1995年开始支持一些专题的系列讲习班,邀请一些在美国、法国、加拿大和澳大利亚等国的青年数学家回国系统的讲学。

2009年,为使青年数学家尽快进入新的学科前沿,天元基金开始资助一些高级专题研讨班,主要资

助有一定规模(10人左右)、以中青年数学家为骨干的研究小组,面向学科前沿,围绕明确的研究专题,集中开展定期的专题研讨活动。

#### 2.4 改善研究条件,营造良好的研究环境

数学家需要的两个主要研究条件是图书资料、计算机和网络设备。10多年来,在天元基金支持下,这两个方面都有较明显的改善。

在图书资料方面,经天元基金学术领导小组讨论,天元基金支持世界图书出版公司购买国外优秀数学专著的版权在国内影印出版,然后打折优惠卖给数学家,天元基金学术领导小组每年讨论数学专著的书目,并由专人负责与出版社联系,后来因价格原因改由科学出版社影印出版。至今发行了近千种这类专著。此外,在国内组织了4套丛书,反映研究成果、教学成就、应用数学、数学教育和传播等,至今由天元基金资助出版的这类书籍已超过100本。

在计算机网络方面,从1991年开始在3年时间内,天元基金资助280名承担国家“攀登项目”和自然科学基金重大重点项目的数学家配备了计算机设备,在1997年,帮助数学家开通了电子邮件E-mail,1998年帮助数学家开通了Internet的网上服务。2001年,由天元基金资助,与美国数学会签署了开通MATHSCINET的协议,国内的大学与研究机构可以优惠购买MATHSCINET的网络查询的使用权。这些今天看起来平常的设施,当初要做到却很不容易,它们对数学家提供了很大的帮助,加快了我国数学研究现代化的进程。

除了这些硬件条件的改善之外,天元基金学术领导小组也关心国内数学研究软环境的建设,经常讨论如何改进我们的评价体系,如何改进我们的人才培养方式,如何营造让优秀人才脱颖而出的环境等等。天元基金领导小组由数学界各方面人士组成,维系了一支推动国内数学和谐发展的重要力量。

### 3 对今后工作的几点思考

在这次20周年纪念会的筹备过程中,我们征求了自然科学基金委数学学部领导的意见,认真听取了学术领导小组成员和顾问的建议,对今后的工作有以下几点思考。

#### 3.1 贯彻科学发展观,落实科学基金条例,细化天元基金定位

我们首先要树立和落实科学发展观,尊重科学规律;尊重科学家的首创精神;崇尚科学精神,弘扬科学道德,做好天元基金工作。

数学研究的规律决定了其研究的探索性、创造性、系统性、不确定性和国际性等,这也决定了它的

资助资金来源只能主要是政府拨款。科学基金制的资助形式和运作方式主要依靠科学家共同体进行民主管理和专业管理。《国家自然科学基金条例》的颁布与实施,进一步明确了申请人、同行评议专家和基金管理者的权力和责任。我们要进一步细化天元基金定位,落实科学基金条例与天元基金的管理办法,充分发挥数学家群体在天元基金资助形式和运作方式中的作用,体现数学家在天元基金工作中的主动权和灵活性。要大力改善和加强天元基金的管理工作。自然科学基金委对各类基金项目都有一套比较完善、成熟的管理办法,我们应该很好地借鉴和参照执行。

#### 3.2 继承和发扬数学界的优良传统,保持统筹数学发展的优势

天元基金学术领导小组成立之后,前两届负责人吴文俊院士、程民德院士、胡国定教授、谷超豪院士等,为争取国家政府部门和科技界对数学的理解和支持,多次向自然科学基金委、科技部、财政部、国务院秘书局和国家领导人写信、写报告、打电话,多次走访领导机关,为数学界争取经费的支持呕心沥血。张恭庆院士、杨乐院士、李大潜院士等曾负责中国数学学科发展战略研究工作,他们积极调研,尽职尽责,战略研究工作对中国数学的发展产生了重要的影响。天元基金学术领导小组前副组长刘应明院士为天元基金的进一步增长锲而不舍,积极奔走。吴文俊院士、王元院士和丁石孙先生等在科研经费的申请和分配上多次主动要求退下来,把机会让给年轻人,表现了老一辈数学家的崇高风范。他们的精神是中国数学事业的宝贵财富,值得我们永远学习、继承和发扬。

作为天元基金的定位,一是要推动我国数学更快发展,早日实现数学强国的目标,二是要发挥数学家集体思考、统筹规划布局的功能。统筹中国数学发展一直是天元基金的特点,也是优点。在做好基金评审的各项工作的之外,我们要更加重视听取数学家的意见和建议,更加重视对一般性问题的讨论和思考,凝聚共识,采取措施,把天元基金的工作做得更好。

#### 3.3 改善基金资助机制,营造数学发展的良好环境

今天我国数学面临的情况有了很大的变化,条件好多了,也产生了一些新的问题。当前社会对数学研究还存在一些认识误区,片面强调其“物化”功能而忽视其教育和文化功能;缺乏对数学研究厚积薄发特点的认识,片面追求简单量化的科研“政绩”而忽视营造有利于潜心研究的宽松环境,各种各样的评比、评审、评估和会议等种类繁多而往往忽略它们设立的初衷。这些急功近利的做法加剧了学风浮躁的蔓延,可能从根本上导致科研资源的浪费和整

体创新能力的下降。

数学研究具有典型的厚积薄发特点,进展往往难以预测,需要在宽松环境下长期积累才能取得突破。我们要尊重科学规律,摒弃急功近利和浮躁情绪,进一步改善天元基金资助机制,营造数学发展的良好环境。

### 3.4 总结经验,把优秀人才资助工作做得更好

我们每年都有很多优秀的大学生出国攻读博士,国内也有很多博士生毕业,也逐步有一些优秀的博士毕业生回国工作。我国数学的发展已从量的增加到了质的提高的阶段。国家对人才问题非常重视,对数学的发展也投入很多。我们要认真总结我们在人才培养上的经验、成功与不足。“他山之石,

可以攻玉。”这也包括认真研究美国、欧洲的数学强国在人才培养方式上的异同,研究他们在人才培养上的经验,把天元基金优秀人才资助做得更好,最终在我国本土培养出众多世界一流的数学人才。

天元基金走过了一个不平凡的20年。总结经验,展望未来,我们倍感自己责任重大。我们将继续努力工作,为中国数学和天元基金的发展做出贡献。我们也要清醒的看到,我国数学同世界上先进的国家相比,在很多方面,还有很大的差距,我们今后的任务还很艰巨。我们相信,只要我们全国的数学家团结起来群策群力,沿着已确定的方向坚定不移地走下去,中国数学一定会有更大的发展,“率先赶上”的宏伟目标一定能够实现。

## AIMS, MISSION AND RESPONSIBILITY OF TIANYUAN FUND FOR MATHEMATICS —Review of the 20th Anniversary of the Launch of Tianyuan Fund

Wen Lan

(School of Mathematical Sciences, PKU, Beijing 100871)

· 资料 · 信息 ·

### 矿物颗粒表面纳米化调控研究取得进展

纳米无机颗粒的制备是当前无机填料工业中的热点之一,但纳米颗粒的分散性问题却制约了其生产应用。纳米级粒子的表面形貌呈原子台阶状,凹凸不平,构造粗糙,其台阶棱角处的原子能量较高、活性较大,单个纳米级颗粒容易与高分子链发生化学和物理作用。然而,粒度越细,越容易团聚。如果粉体在基体材料中不能充分分散,而是以团聚体(团粒)状态存在,这些团聚体将是复合材料中最为薄弱的环节,成为受力破坏的起点。

清华大学材料科学与工程系盖国胜课题组针对矿物颗粒在粉碎制备过程中沿晶体解理面破裂而形成锐利棱角和平坦解理面,不利于有机高分子链与矿物颗粒表面的结合,棱角处则极易成为复合材料内应力集中点,而出现裂纹失效的问题,在国家自然科学基金项目“矿物颗粒表面纳米化调控及在聚合物中的填充特性”资助下,采用非均相结晶沉积包覆的技术手段,实现棱角钝化和平滑表面的纳米化包覆。从而改善了矿物颗粒在聚合物中填充的界面结合状态,提高了填充量或增加了材料的抗冲击强度。

该技术不同于粉体表面用偶联剂改性,表面纳米化包覆是在填料粉体颗粒表面生长一层新的物

质,属于在“表面改性”基础上的“表面改质”。除在聚合物填充方面外,为低白度矿物资源的利用探索了一条包覆增白改善界面的技术途径,为废弃矿物资源和粉煤灰等白度差的矿物找到了高附加值利用的市场。这类包覆技术已经分别在石膏、滑石、硅灰石、木粉、粉煤灰等填充粉体材料的表面处理上得到了扩展。

由于该课题在基础研究上的突破,其产业应用过程顺利实施。2006年在浙江清华长三角研究院粉体及新材料工程中心完成中试,2007年在河北陆德精细化工有限公司进行了工业性试验,验证了该技术的产业化可行性,目前正在浙江长兴建设一条3万吨生产线。

来自于工程实践的基础课题研究促进了产业,像表面纳米包覆层形成动力学特性等研究对工程化有重要参考。这些来自生产实际的科学问题又进一步得到国家自然科学基金的支持。目前,项目组在超细颗粒包覆复合研究方向上,已经形成了“针对矿物填料表面纳米化处理和形貌控制、改善界面结合特性,实现在聚合物中有序可控填充”的研究体系。

(工程与材料科学部 供稿)