

信息动态

国家自然科学基金有机高分子材料学科 “八五”重点项目的成果介绍与“九五”项目管理概况

董建华

(国家自然科学基金委员会工程与材料科学部, 北京, 100083)

提要 介绍了有机高分子材料学科“八五”重点项目的意义、主要研究结果与成果、所达到的学术水平情况。对“九五”重点项目及其管理政策也作了简要介绍。

国家自然科学基金从1989年起,专门设立了重点项目这一层次,使得资助的项目分为重大、重点、面上三个层次。重点项目主要是根据学科发展战略,对学科新增长点或国民经济建设中的基础、应用基础重要问题,经专家审议立项,每年确定若干重点项目领域并公布在年度指南中,研究人员根据发布的项目指南,提交申请。经同行评议和在专家组会上答辩,确定项目承担者。这个层次的项目支持强度较高,研究目标明确,期望取得高水平成果;立项原则是有限目标、有限规模、队伍精干、重点突出。这类项目的设立是为了满足基础研究不同类型科学研究项目的客观要求,有利于专家开展系统深入研究。有机高分子材料学科在“八五”期间共立项6项,资助项目共计344万元。这些项目的研究内容和预期目标,曾分别登载在《国家自然科学基金重点项目简介(一)(二)(三)》(科学出版社,1993,1994,1996)中。按照基金管理办法,重点项目结题时要组织专家组验收,这些项目现已全部通过专家组结题验收。参加项目组的研究人员出色完成了研究项目,取得了一批重要成果,获得了验收专家组的较高评价。本文就这些项目的意义、主要研究结果与成果和所达到的学术水平等情况进行介绍,以期使高分子材料研究工作者了解我国有机高分子材料科学方面的某些发展趋势、学术研究成果及其水平,也期望能使读者了解这些基金项目的投入产出和绩效评估情况。此外,本学科对“九五”重点项目及其管理政策的调整也作了简要介绍。

1 “八五”重点项目

表1汇总了有机高分子材料学科“八五”重点项目的的基本情况。

这些项目立项时综合考虑了当时的国际学术动态和国情,即有结构材料,又有功能材料,学科分布是合理的,鉴于本学科复合材料和生物医用材料在“八五”时有重大项目的安排,在重点项目中没有重复立项。

1.1 反应注射成型

制成高分子材料制品,一般需要经历由单体



董建华 副教授,博士,现在国家自然科学基金委员会工程与材料科学部有机高分子材料学科工作。1959年生,1982年毕业于浙江大学,1989年在中国科学院化学研究所获博士学位,1989年至1997年在北京大学化学学院高分子科学与工程系工作,曾于1994年在韩国亚洲大学、1995年在美国纽约市立大学进修。作为主要参加者获国家教委科技进步二等奖两项,已在国内外期刊发表论文40余篇。

聚合为高聚物,再由高聚物加工成型为特定形状的制品的多步骤复杂过程,注射成型是高聚物主要成型手段之一,传统的注射成型,是将颗粒状高聚物制作成特定形状的产品,而反应注射成型技术,在几分钟加工成型时间内,就完成从原料到制品的全过程,实现从单体一步反应注射成型得到高分子制品。是立项时国际上发展很快的新技术。

表 1 有机高分子材料学科“八五”重点项目承担者名单与结题成果

项 目 负责人	其他子课 题负责人	年限	项目名称	经费 (万元)	期刊 论文	国外 期刊	国家 级奖	省部级奖	学术会议 邀请报告	专利
应圣康		1992~1995	反应注射成型的基础研究	50	69	17			2	
杨玉良	张鸿志	1993~1996	高分子液晶材料的基础研究	53	58	28	1	1	8	1
	周其庠									
漆宗能	王贵恒	1993~1996	高分子共混填充增强增韧新途径	66	49	24			4	2
	卢锡年									
沈 涛	汪茫	1994~1997	有机光电材料的基础研究	45	57	19			2	
徐 僖		1994~1997	高分子材料反应加工及体系流变学研究	60	31	10		教育部科技进步一等奖一项	1	4
殷敬华	吴忠文	1995~1997	高性能工程塑料制备科学	70	52	33		中科院科技进步奖一等奖两项,中科院科技进步奖三等奖一项	1	8

1991 年通过评审的本学科第一项重点项目是由华东理工大学应圣康教授承担的“反应注射成型”重点项目,经 4 年的研究,取得以下主要成果:制造了国内第一台便携式反应注射成型机,并在世界上首创将傅立叶红外光谱仪与反应注射成型机相连接,实现了聚氨酯脲和互穿网络的反应成型过程的在线检测,在线检测速度达到了每张谱图只需 0.58 s,考察了化学反应动力学,实现了快速反应系统中流变行为的在线检测,并进行了反应流变学研究;他们发展了反应注射成型理论,对聚氨酯脲体系的氢键作了系统归属,并关联了相分离和硬段结晶,将傅立叶红外光谱发展成为分析反应注射成型聚氨酯脲弹性体的重要措施;指出互穿网络聚合物的网络间化学键效应对网络形成速率、结构与形态和材料力学性能有重要影响,澄清了国际上在此问题上的模糊概念;明确指出在 A、B 物料界面有化学反应诱导的自发湍流,其原因在于初始生成物造成界面张力不均匀。这些成果可促进反应注射成型成套技术的发展。该项目共发表学术期刊论文 69 篇(在执行期间,发表论文 43 篇,结题后续发表论文 26 篇),其中在国外刊物如《Macromolecules》、《Polymer》等发表 17 篇。应邀在国际、国内学术会议作大会邀请报告各一次,在美国、英国、法国等多个地方作学术报告,所发表的论文和报告收到国外同行的高度评价。有些成果已转入应用,有些成果已进一步转为国家科委攻关项目。

1.2 高分子共混填充增强增韧新途径研究

对现有塑料通过共混增韧复合增强等改性方法,使其成为高性能结构材料是高分子材料科学前沿课题和重要任务。

高分子结构材料的刚度(包括强度)和韧性是相互制约的两种最重要的性能指标。以往的研究表明:橡胶能有效的增韧,但造成强度、刚度较大幅度下降;无机填料能有效地增强,但造成冲击韧性明显下降。因此同时增强增韧的研究一直是高分子材料科学的难题。

于 1992 年评审立项,中科院化学所漆宗能主持了题为“高分子共混填充增强增韧新途径”重点项目,此项目分为 3 个子课题,漆宗能与中科院力学所卢锡年和成都科技大学王贵恒等单位的科研人员合作进行的这项研究突破了传统的用橡胶增韧塑料才能获得高韧性高分子材料的观念,发展了用刚性粒子同时增强增韧的新技术,不用橡胶,以无机刚性粒子特殊共混填充的方法将产量大、价格低廉的聚乙烯和聚丙烯等聚烯烃通用塑料首次制备成高强度、超高韧性聚烯烃工程塑料。在基础理论研究方面,对共混物脆韧转变理论、渗逾理论和损伤破坏判据等进行了深入研究。该项目申请中国专利 2 项,已推广应用项目 2 项。项目组还开展了广泛的国际学术交流与合作,与国外有关实验室签订了 3 项双边合作协议。漆宗能研究员两次应邀在国际会议作大会邀请报告。项目组成员李强博士因在增韧机理方面研究的突出贡献,获 1995 年度“中国化学会高分子基础研究王葆仁奖”。在《中国科学》等学术期刊发表论文 49 篇,其中国外刊物 24 篇。至结题时已被同行引用 25 次。

验收专家组一致认为“本课题所提出的科学问题准确,理论依据充分,学术思想新颖。在增强增韧机理和应用研究方面国内领先,部分研究结果达到了国际先进水平或领先水平”。

该项目不仅在理论方面有所创新,使塑料增强增韧机理和应用研究方面部分达到国际领先水平,而且也为大品种通用塑料升级为工程塑料、工程塑料进一步高性能化和有关的工业生产提供了新途径、新方法。

1.3 高分子液晶材料的基础研究

液晶高分子是近十几年来发展出的新型高性能高分子材料,即可制成高强、高模和耐高温纤维或塑料,也可作为功能材料,具有很好的加工性,近年来正在迅速发展,受到国内外研究者的重视。

经 1992 年评审,由复旦大学杨玉良教授与北京大学张鸿志、周其凤、李福绵、清华大学周其庠教授共同承担了“高分子液晶材料的基础研究”的项目,3 个子课题取得下列成果:确证了甲壳型液晶高分子的存在;发现了芳族酰胺类新型小分子液晶化合物;首次合成了含有双酚 A 结构的聚碳酸酯/聚芳酯(PC/PHB),并且成功的实现了聚碳酸酯工程塑料的液晶化;找到了一种降低聚酯/聚主酯(PET/PHB)合成反应体系黏度的添加剂;合成了三类双亲性热致液晶分子,经进一步缩聚可形成多肽型脂质体;发展了液晶高分子的分子理论,在计算清亮点、取向有序度参数等方面与实验很好的相符;对高分子包埋液晶显示材料进行了高分子/相平衡统计理论、相界面理论,指向矢构型理论及其电光行为等方面较为系统的研究;制备出了高性能的高分子包埋液晶材料。

该项目在《中国科学》、《Macromolecules》等学术期刊共发表论文 58 篇,其中国外学术期刊 28 篇。出版专著 1 部,申请发明专利一项,国际会议大会邀请报告 8 次。在甲壳型液晶高分子方面的成果获 1997 年国家自然科学奖三等奖一项。

1.4 有机光电材料的基础研究

有机光电材料具有与现有材料完全不同的特点,有望成为无机材料不可替代的新材料,又具有易加工的特性,有可能在分子尺寸实现对电子运动的控制,不仅有可能突破集成电路集成度,而且有助于阐明和模拟生物体系中信息处理过程。有机光电材料是 80 年代材料科学的重大突破之一。

国际上此领域的研究非常活跃。

自 1994 年,中国科学院感光化学所沈涛研究员和浙江大学汪茫教授共同承担了“有机光电材料的基础研究”的项目,通过研究,首次提出了有机聚合物功能材料低维化应包含分子结构有序化和材料结构低维化的新概念,发现聚合物功能材料结构的低维化虽然不要求材料分子结构有序化,但材料分子结构的有序化更能显示材料性能的低维化效应,因此提出低维化光导有机聚合物材料的设计应从分子结构有序与材料结构低维两个层次上来进行的新思路,经多种手段研究材料的低维性,表明采用电场取向、诱导极化、自组织及 LB 膜等技术制备低维化功能聚合物材料是有效的方法。发现在分子结构有序的酞菁类聚合物的光导性不仅优于小分子酞菁,而且也优于其它无序的酞菁聚合物。发现在有序功能聚合物材料中存在着有利于电荷转移的“电子通道”,并认为这是所制备光导性能提高的重要因素。发现该“电子通道”的角度依赖于低维材料中轨道功能基的空间排列方式,而其空间排列方式又与其制备工艺密切相关。低维光导材料样品已达到实用化水平,有望应用于激光打印和静电复印光导鼓。用涂敷法制成的纳晶多孔薄膜电极具有明显的量子尺寸效应和表面特性,性能明显优于溶胶-凝胶法制备的电极,发现改性可明显提高电极的光电性能,协同敏化也能有效提高电极的光电转换效率,此结果使我国在太阳能电池中关键光电转换材料方面达到国际水平。在染料光敏的基础研究方面也有所突破,除了吸附和光敏剂与半导体间的能量关系以外,发现了光电子注入半导体的效应还取决于染料激发态的电子云分布,激发态高密度区离吸附点越近、效率越高。共发表论文 57 篇。其中国外期刊 19 篇,在国内《中国科学》、《科学通报》等核心刊物发表论文 28 篇,SCI 收录 26 篇。在国际学术大会作邀请报告 2 次。汪茫教授还应邀为美国出版的聚合物材料百科全书《The Polymeric Material Encyclopedia》撰写专著一章(CRC Press, July, 1996, Vol. 7 p5236)。

1.5 高分子材料反应加工及体系流变学研究

聚合物加工过程中常发生断链、交联等化学反应。利用加工过程中的力化学反应对高分子材料进行改性是反应加工的一种途径。而运用新兴现代技术对高分子材料进行改性有可能取得出人意料的结果,这方面的研究是国外迅速发展的热门课题。

四川联合大学徐僖院士承担的“高分子材料反应加工及体系流变学研究”的项目,研究了高分子材料在加工成型过程中力化学反应、体系的流变行为及其对材料结构和性能的影响。通过振磨和气流粉碎制得的低结晶度、低聚合度聚氯乙烯,可用于聚氯乙烯的自增塑,替代传统易挥发、有毒性增塑剂用于聚氯乙烯管件注射成型,提高了注射速率、制品拉伸强度和软化温度,缩短了冷却时间,是一种优良加工助剂。研制了一台具有中国特色的磨盘形力化学反应器。该反应器可产生强大的挤压、剪切及环向应力,能有效粉碎脆性和韧性聚合物。可在聚合物分子链上引入含氧基团,改变聚合物结构,改进高分子材料流变性能和力学性能。在理论上系统研究了磨面结构参数如建立了磨面平面方程及二面角的数学表达式,物料运动的螺旋线轨迹方程。用辐照增容技术研制多种高强高韧并具有阻燃性的聚烯烃材料,为实现通用高分子材料高性能化提供了新途径。申请国家发明专利 4 项。徐僖先生应邀作全国学术会议大会特邀报告,并获大会优秀论文奖。有 10 人次参加国际学术会议。已在国内外发表期刊论文 31 篇,其中国外期刊 10 篇。获得国家教育部 1998 年科技进步一等奖一项。

1.6 高性能工程塑料制备科学

工程塑料是能在较宽温度范围承受机械应力作为结构材料的高分子材料。单一组份的材料常存在一些缺点,有的价格高,有的加工性差,有的综合性能不够好,难以满足不同领域的使用要求。

通过共混等改性得到综合性能优异的材料是有潜力的途径,而增容和偶联是制备高性能工程塑料的关键,是高分子材料科学的研究热点。

中国科学院长春应用化学所殷敬华研究员与吉林大学吴忠文教授共同承担的“高性能工程塑料制备科学”的项目经过三年的研究,制备了高强度、高模量、低温韧性好、耐环境老化、耐化学腐蚀、电性能优异的工程塑料新品种,成功的在聚烯烃上引入了反应性极性基团,具有涂装性能好,与金属、陶瓷和玻璃等材料黏结性强的优点。采用反应增容新技术制备了一系列聚烯烃、聚酯/聚烯烃高分子合金材料,研究了反应增容机理,用熔融共混方法制备了聚醚砜/聚碳酸酯、聚醚砜/聚酚氧两类塑料合金,找到了一种用韧性塑料增韧刚性塑料的新方法。运用反应釜合金制备技术得到了聚醚醚酮/聚醚醚酮酮合金,为工程塑料高性能化找到了新途径、新方法,研究了聚合物组成及聚集态结构与性能的关系,为高分子材料设计和性能优化提供了理论依据。有些内容因具有潜在应用前景已得到中国石化总公司的进一步支持进行应用开发,有些内容正在进入国家“九五”攻关。共发表论文 52 篇,其中在国外学术期刊发表论文 32 余篇。另有 10 篇待发表。申请国家发明专利 8 项,其中两项已推广应用,取得了很好的经济效益,分别获得 1996 年和 1997 年中国科学院科技进步奖一等奖两项,1997 年三等奖一项。国际学术会议大会邀请报告一次。专家验收小组认为本项目达到国际先进水平,有些方面如以稀土催化剂用反应挤出方法制备官能化聚烯烃,尼龙 1010/官能化聚烯烃合金,具有液晶行为的氯侧基、苯侧基聚芳醚酮的合成,用假极稀法合成的环状聚芳醚酮预聚物及开环聚合得到高分子量聚芳醚酮等成果具有国际领先水平。

上述项目基本情况汇总如表 1 所示。

在中期检查时,有些项目因取得明显的突破性进展,基金委员会给予了追加经费。

与立项时研究计划相比,各项目均基本完成了预定目标,多数项目在执行过程中,针对研究课题的需要和实际问题,有些项目也作了必要的调整,并根据学术发展动态增加了新的内容。我们认为基础研究不同于攻关项目,应当在一定范围内,给予科研人员调整研究内容的自由,充分发挥研究人员的积极性,但前提是研究目标和难度不降低,并及时与自然科学基金委员会相关学科商定。

从上述内容可看到这些项目是成功的,首先是因为选题正确、具有重要性和学科前沿性,另一原因是在评审过程中,充分考虑了申请人已有研究基础和实验条件,所有项目承担者都在相关领域已有面上项目的基础,所在单位具有很好的仪器等实验条件和好的学风,其中有两个项目利用了国家重点实验室的条件。

这些项目执行过程中,许多项目承担者或多或少的得到了其他经费的支持,有些是基地建设类的,为项目的完成提供了有利的条件,也有的是项目经费,使一些成果具有多重源头。

通过这些项目实施,共发表期刊论文 316 篇,其中在国外学术期刊发表论文 131 篇。申请 15 项专利,在学术会议上作大会邀请报告 18 人次,在国际学术会议交流论文 104 篇。形成了水平较高的学术群体,特别是培养了一批中青年学术带头人和业务骨干,培养出 44 名硕士、25 名博士和 5 名博士后。

这项项目的研究人员,在项目执行期间广泛开展了国际合作与交流,推进了高分子材料学科研究国际化,在国际竞争中,也显示了我国高分子材料研究的水平。

这些重点项目的实施,使一批有机高分子材料学科前沿重要课题得到了较高强度的支持,促进了学科发展,使我国在这些领域的研究水平大大提高,有的研究成果已在国际上有一定地位和影响。有的项目在取得创新性理论成果的同时,还通过成果转化促进技术进步为国民经济发展作出了贡献。科学技术投入的成果评估,必须包括是否推动经济发展,这也是世界性趋势。

2 “九五”重点项目

“九五”期间,国家自然科学基金委员会总结了过去的经验,对重点项目的立项和管理进行了调整与完善。为避免拼盘式合作,不设子课题,鼓励一个研究单位承担,必要时可联合承担,但合作单位一般不超过三家,以利于重点项目原则的贯彻。同时更进一步加强中期检查、结题验收等后期管理环节。在发表的论文上不标注项目批准号的在结题验收时将不计入成果中。结题后三年内后续发表的论文及其他成果应报送国家自然科学基金委员会相关学科。

有机高分子材料学科在“九五”期间已立项重点项目 10 项,项目名称和项目承担者等如表 2 所示。与“八五”重点项目相比,资助强度有较大幅度的提高,平均资助强度从“八五”的 57.3 万/项提高到“九五”的 85 万/项,项目数也从 6 项增到 10 项,学科覆盖面更全面且顺应了学科发展,承担者平均年龄降低,项目组总人数减少,使项目组人均经费提高。由于近期国家通过其他资助方式已使许多研究单位实验条件有了很大改善,加上研究 人员在“八五”期间通过开展国家自然科学基金等研究项目学术水平已有较大提高,期望并相信这些项目会比“八五”项目取得更为突出的成果,包括更多的高水平论文和对国家经济发展作贡献两方面。发表的论文不仅要有数量,更要有高质量,具体体现在往影响因子高的期刊上发表论文和论文被引用次数的提高。

这些项目中已有两项通过中期检查。表 2 中的前两个项目在中期检查时已分别发表论文 15 和 23 篇,大部分论文发表在国外学术期刊上,申请专利 1 和 6 项。取得的进展具有较高水平。因此决定继续执行这两个项目。这两个项目的研究内容、目标和预期成果已登载在《国家自然科学基金重点项目简介》(科学出版社,1998,p229,p247) 上。

表 2 有机高分子材料学科“九五”重点项目

领域名称	启动年度	金额(万元)	项目承担者	合作者
高分子智能材料的基础研究	1996	70	天津大学 姚康德	
高技术中的高分子光敏材料的研究	1997	70	北京大学 曹维孝	清华大学 王培青
新型高分子合金纤维的基础研究	1998	80	中国科学院化学研究所 徐端夫	
聚合物在挤出过程中的物理化学问题基础	1998	80	天津大学 盛京	北京化工大学 耿孝正
聚合物基复合材料的基础研究	1999	100	北京航空航天大学 张佐光	北京航空材料研究院、陈祥宝 哈尔滨工业大学 张志谦
有机/无机纳米复合材料的基础研究	1999	90	中国科学院化学研究所 漆宗能	
新型膜分离材料与技术	1999	80	浙江大学 徐又一	中国科学院化学所 陈观文
生物可降解高分子复合材料及多肽与蛋白药物控释体系	1999	100	国家计生委科研所 顾忠伟	北京医科大学 张 强
高性能橡胶轮胎的基础研究	2000	90	待评	
基于聚多糖的环境友好材料	2000	90	待评	

目前,国家自然科学基金资助的项目取得高水平成果的已逐渐增多,如在《Science》、《Nature》上发表的论文 1998 年 1~9 月已达 17 篇。获得国家自然科学奖和中国杰出青年科学家奖的获得者绝大多数都得到过国家自然科学基金资助,在 SCI 收录和引用的论文数量在不断提高。为了鼓励基金项目承担者出高水平成果,从 1998 年起已开始对发表高水平论文的基金承担者给予 5 万~20 万的奖励经费。在项目管理上将进一步强化绩效评估,并将进一步将已结题项目绩效与新申请项目立项相联系。

国家经济发展的第十个五年计划时期即将来临,对“十五”期间重点项目立项将继续结合专家建议、学科优先发展领域和发展战略,依靠专家评审,遴选立项。欢迎有机高分子材料领域的专家对有机高分子材料学科优先发展领域、发展战略、重点项目立项和绩效评估管理等积极献计献策,使国家自然科学基金在新的世纪对有机高分子材料科学的发展发挥更大的作用。

致谢:本文所涉及的项目立项、管理期间,冯汉保、金祖亮和黄兰同志曾分别主持过有机高分子材料学科的工作,对他们为这些基金项目管理所作的贡献表示衷心感谢!

Achievement of Key Projects on Organic Polymeric Materials Granted by NSFC in 1992-1995 and Outline of Key Projects Granted in 1996-1999

Dong Jianhua

(*Department of Engineering and Material Science, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100083*)

Achievements, including main results and their academic level, of 6 Key Projects on Organic Polymeric Materials Granted by Department of Engineering and Material Science of NSFC in 1992-1995 are introduced. The policy and management procedures of NSFC on the key projects is explained. An outline of Key Projects Granted in the 1996-1999 is given.

欢迎订阅《高分子通报》

《高分子通报》为 16 开本,季刊,96 页。邮发代号:18-109;定价:7 元/期,全年 4 期,共计 28 元。每季末出版,欢迎到各地邮局订阅。