

国家自然科学基金化学科学部高分子科学学科近况介绍

董建华

(国家自然科学基金委员会化学科学部,北京 100085)

摘要:对近期国家自然科学基金化学科学部高分子科学学科的基金资助情况进行简要介绍。对高分子科学学科近期动态、若干前沿及学科资助范围做了介绍。
关键词:国家自然科学基金资助; 高分子科学; 项目申请

国家自然科学基金是我国支持基础研究的主要经费渠道之一。应高分子科学领域许多关心国家自然科学基金的学者的要求,本文对近期化学科学部高分子科学学科的基金资助做一简要介绍。(所介绍情况不包括工程与材料科学部、信息科学部、数理科学部和生命科学部等对高分子相关领域的资助。)

1 面上项目资助项目数和资助经费

1.1 国家自然科学基金总体情况

随着我国综合国力的不断提高和科教兴国战略的实施,国家自然科学基金近五年来有了较大发展。资助项目数量和资助强度均有大幅度提高。面上项目是国家自然科学基金项目的主要组成部分,占总经费的 60%以上。图 1、2 分别是近五年面上项目资助项目数和面上项目资助经费。

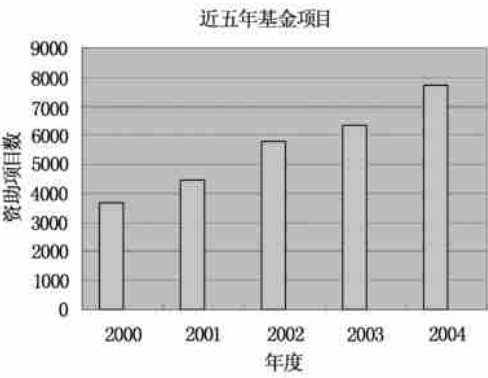


图 1 近五年国家自然科学基金面上项目资助项目数
Figure 1 NSFC grants number of general projects in last five years

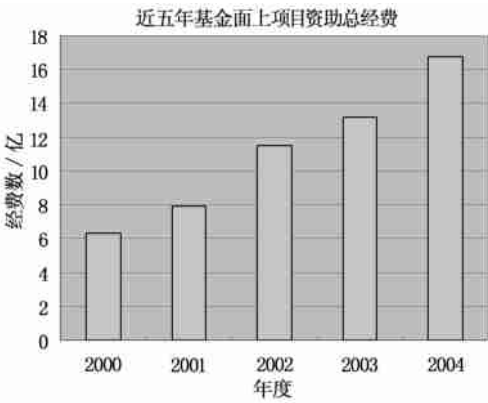


图 2 近五年国家自然科学基金面上项目资助经费
Figure 2 NSFC budget for general projects in last five years

1.2 高分子科学学科近五年来的资助情况

国家自然科学基金在本领域的投入近年来有了较大增长,高分子科学学科面上项目数从 2000 年的 54 项(含一年期小额预研探索项目)增加到 2004 年的 95 项(含一年期小额预研探索项目),面上项目经费总额从 2000 年的 820 万增长到 2004 年的 2156 万(图 3)。近五年资助详细情况见表 1。

表 1 近五年高分子科学学科面上项目数与资助经费情况

Table 1 General projects grants numbers and funding in polymer science program in last five years

年度	资助率/%	平均资助强度	申请项目数	项目数	总经费/万
2000	20.69	16.9	261	54	820
2001	20.85	17.21	283	59	1015
2002	24.92	19.7	321	80	1603
2003	23.32	21.64	343	80	1664
2004	22.44	24.05	401	95	2156

1.3 高分子科学学科项目负责人年龄分布

表 2 基本反映了我国从事高分子科学基础研究队伍的年龄分布,从表 2 可以看出, 2004 年高分子科学学科面上申请者 and 受资助项目负责人的年龄在 45 岁以下的占了 78%,比 2002 年的 64%进一步提高。

表 2 2004 年高分子科学学科面上申请者的年龄分布表
Table 2 Age distribution of applicants and PI of general project in the division of polymer science

年龄段	申请人数	申请百分比	批准人数	批准百分比
<35	87	21.70	22	23.16
35~45	222	55.36	52	54.73
46~55	62	15.46	13	13.68
56~65	28	6.98	8	8.4
>65	2	0.50	0	0

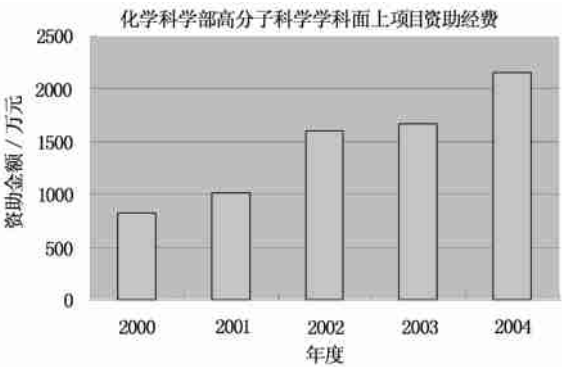


图 3 化学科学部高分子科学学科近五年面上项目资助经费
Figure 3 Funding in recent five years in the division of polymer science of department of chemistry

1.4 学科管理

近年来,在学科管理方面,为更好的适应发展的需要做了如下工作:(1)全面实现基金项目网上评审;(2)邀请海外专家参与函评和学科评审组会评;(3)补充完善本学科基金通讯评议专家信息库,增加了许多青年学者信息,特别是增加了海外专家信息,为今后提高海外专家参与网上评审的力度打下了基础;(4)增加会议评审透明度和公正性;学科评审组遴选项目的会议上,要求每位与会专家通读建议审议项目的材料,每位专家自己相对独立的做判断,在评审组会议讨论过程中,将建议审议项目的专家评议意见和申请书以多媒体投影方式集体审阅。这种做法每位专家掌握的信息是对称平衡的,有利于避免权威效应、从众效应;(5)重视发展战略研究;相继组织召开了高分子凝聚态物理、高分子合成化学、高分子科学与生命科学交叉研究前沿等专题研讨会,发挥全国高分子领域专家的集体优势,集思广益,凝练近期应重视和关注的科学问题,引导专家更加注重研究的科学价值和原创性,促进高分子科学相关领域学者的交流与合作,进而推动学科发展。

2 高分子科学学科若干热点、前沿与资助范围

近年来,高分子科学仍处于发展活跃期,但高分子科学的理论体系还欠系统,高分子科学正面临着新的飞跃。高分子科学研究方法已发展到理论、计算模拟和实验并重。

2.1 若干前沿方向

由于篇幅有限,本文仅对国内学者综述中涉及较少的几个方面予以简要概述。

(1)高通量筛选技术:高通量筛选技术是一种聚合反应催化剂和聚合物新材料研究的快速、简便方法,将组合化学研究方法发展运用到高分子合成的研究只有三、四年的时间,但发展很快。许多学术研究所、研究中心和工业界实验室都开始进行研究,几乎每个月都有相关的学术会议。《Macromol Rapid Commun.》已分别于 2003 年第一期和 2004 年第一期出版了两期专集,前者只有 15 篇论文,后者升至 45 篇,有望成为高分子合成和高分子结构与性能研究的新技术并改变传统研究方式、速度。我国高分子学术界和工业界尚未对此领域给予充分重视。

该技术得益于反应器技术和软件控制技术的发展,高通量计算机辅助聚合物表征(GPC 和 IR 等)也已可行,因此可通过快速检测,研究反应条件对聚合物结构的影响。用此方法一周内就可完成原来传统方法几个月才能做完的数据。平行压力反应器技术包含几十至几百个可各自控制的高压反应器组成阵列,每个反应器容积为几十毫升,装有电磁搅拌器,均具有独立的压力、温度控制装置和单体、终止剂加料线路,试剂混合和注入均由软件控制计算机(机器人)进行,可在高温、高压下注入催化剂,对各反应器中温度、压力、单体消耗量均能实时、同时检测,因此可在很短时间内获得大量样品和数据。

已经有报道的包括下列类型的反应:缩聚反应、自由基聚合、开环聚合、烯烃配位聚合等。

Murphy 等利用高通量筛选技术^[1],第一次以快速筛选方法发现了烯烃聚合新型钪催化体系,其中某些催化剂与道化学公司已工业化的茂金属催化剂相当或比其更好。他们以 384 平行压力微反应器几个小时内完成初级筛选,获得 10 个有希望的癸烯-1 聚合催化剂,二级筛选是在 96 个平行压力大反应器进行线形低密度聚乙烯聚合新催化剂的研究。这一研究结果充分显示了新方法的威力和潜力,今后有望能非常快速地进行烯烃聚合催化体系的筛选和优化。

(2)超分子聚合物^[2]:分子以可逆的非共价键作用形成的链式大分子。与这种聚合物与由共价键形成的聚合物性能不同的原因来自于非共价键的可逆性。例如,超分子聚合物的相对分子质量对浓度、溶剂极性和温度的依赖性导致了其流变性能的不同。处于热力学平衡状态,其性质可由外场调控。超分子聚合物体系也为理论高分子学者提供了很好的新研究体系,超分子聚合物其热力学本质使得理论研究不必考虑传统高分子必然涉及的动力学。而以非共价键设计新高分子的课题已受到普遍重视,并成为高分子科学的重要发展方向,美国化学会年会高分子分会中专门设立此方向的分会场就充分说明了这一点。

(3)能折叠成构象有序状态的齐聚物^[3] (foldamers):生物大分子以特定方式折叠形成二级结构,由二级结构决定三级构筑和所形成聚集体的功能。对生物大分子折叠过程的研究尚存在许多没有解决的问题,有望通过合成高分子的研究进一步很好的解决这些问题,即合成出非生物活性高分子,这些高分子具有与生物高分子相同的折叠机理,以天然高分子所显示的精巧水平和程度形成三维结构、功能和性能。从合成高分子或生物高分子衍生物,探讨通过控制高级结构获得与生物分子类似功能,这一领域的研究正在成为高分子科学研究的新方向。(foldamers 定义:能形成特殊紧密构象的聚合物;能折叠成构象有序状态的齐聚物,其结构由无共价键相连基元以非共价键相互作用实现稳定化,一类是单股螺旋链,只发生折叠;第二类是多股螺旋链,既有相互作用又有折叠)。

作者关于高分子科学领域前沿的详细综述将另文近期在书中向读者见面。

2.2 项目申请中的热点方向

近年申请涉及较多的方向有:自由基活性聚合、微生物与生物技术合成高分子、可降解高分子合成与性能表征、旋光聚合物、高分子自组装与高级有序结构构筑、生物医用高分子、负离子与配位聚合、光、电、磁活性高分子、光伏达高分子、高分子场效应管、高分子结晶、超临界技术、高分子结构表征、聚合物加工流变理论和加工新方法、聚合物表面与界面、生物大分子、超支化聚合物和高分子理论、模拟计算等方面。

2.3 近五年立项的重点项目

从已立项重点项目可看出本学科评审组专家公认的重要研究领域和方向。表 3 为“十五”期间化学科学部高分子科学学科重点项目名称、负责人和执行期限。

特别值得注意的是,高分子合成化学的课题近年来得到了更多重点支持。

2.4 重大项目:

化学科学部与数理科学部、工程与材料科学部联合设立了“聚合物凝聚态多尺度连贯研究”的重大项目。高分子科学的重要任务之一是从聚合物凝聚态结构出发,阐明和预报体系的平衡与非平衡态的物理性质,达到能够定量描述聚合物复杂结构与性能关系,最终可以为材料设计与加工所用。该领域的研究已成为国际上学术界关注焦点和研究热点,富于挑战性,属高分子科学、凝聚态物理、材料科学和计算数学等学科交叉点和新的学科生长点。目前尚缺乏从微观到宏观的系统认识,虽然在各个尺度内的方法已比较成熟,但还没有做到多尺度上的连贯性,不同尺度间的衔接的研究是今后的重大课题。对聚合物的研究是当前平衡与非平衡态统计物理发展的重要推动力之一。从聚合物凝聚态结构出发,阐明和预报体系的平衡与非平衡态的物理性质,最后达到能够定量描述聚合物复杂结构与性能,是高分子物理的核心命题。目前尚缺乏从微观到宏观的系统认识,最缺的是不同尺度间的衔接。

本课题涉及到高分子不同尺度结构的理论、计算模拟研究。化学背景的高分子研究者可能会在物理模型和数学基础方面有不足,而数理出身的研究者对高分子复杂结构、形态与性能感到陌生,数理背景的研究者提出的理论需要由高分子研究者实验验证才能显出重要性。最近,国家自然科学基金资助了聚合

表 3 “十五”期间化学科学部高分子科学学科重点项目

Table 3 Key projects from 2001 to 2005 in the division of polymer science of department of chemistry

项目名称	项目负责人	执行年限
聚烯烃主链液晶高分子	周其凤	2001—2004
高分子磁性材料及微带天线、磁性元器件*	林展如	2001—2004
多相高分子复杂流体临界动力学研究	杨玉良	2002—2005
聚合物亚稳态相结构的演变研究	何天白	2002—2005
配位聚合反应新方法**	胡友良	2003—2005
高分子纳米图案化	张 希	2003—2005
微生物法合成可降解聚合物	陈国强	2003—2005
稀土新型催化剂和可控聚合反应	沈之荃	2004—2007
天然丝素凝聚态基本问题	邵正中	2004—2007
智能微胶囊的组装、特异识别与填充释放	高长有	2004—2007
基于可控/“活性”自由基聚合的高分子合成	待定	2005—2008
纳、微米聚合物有序结构的构筑与功能	待定	2005—2008
高分子物理凝胶形成、结构和动态的研究	待定	2005—2008
高效抗氧化人工酶的分子设计及其药学研究	待定	2005—2008

* 与信息科学部跨学部交叉项目
** 与中国石油化工总公司联合资助项目

物科学中计算模拟讲习班，促进和推动了不同背景青年学者从事这方面的研究。

另外，工程与材料科学部和化学科学部联合设立了“高分子反应加工的化学和物理基本问题的研究”的重大项目，涉及到从小分子或高分子通过反应加工制备新型高分子材料相关的化学、物理与工程问题^[4]。

2.5 我国学者在 高分子科学研究取得的进步

从我国学者在国际重要学术刊物上发表论文的情况可反映出我国高分子科学近几年的显著进步，如在最重要的高分子研究论文期刊《大分子》上发表论文数目：20 世纪 80 年代每年仅有很少几篇；90 年代初十几篇，到 90 年末每年 30 余篇；近几年迅速增长，2003 年达 81 篇。图 4 是我国内地学者在《大分子》上发表论文数增长情况，在其他高分子国际刊物上发表论文的情况与此类似。另外，在《美国化学会志》、《德国应用化学》、《先进材料》、《科学》和《自然》等刊物上发表的论文均有较明显的增长，被国际同行评述和引用的论文也逐年增加，申请并获得授权专利的数量也明显增加。越来越多的学者被国际重要刊物聘为编委或担任审稿人，更多的学者应邀在国际会议上做学术报告，在国际学术组织任职的学者也较以往有增长。近年来每年都有高分子学者获得国家自然科学奖、国家技术发明奖和国家科技进步奖。

2.6 高分子科学学科资助范围

在 高分子化学领域，一方面是由小分子合成均聚与共聚高分子的各种方法学研究 和合成、产物结构可控的聚合反应研究与生物合成；另一方面是高分子参与的化学过程，如高分子加工和使用过程中的化学问题、服役后的可降解性或回收利用的化学或物理化学方法；大分子的生物化学效应；第三方面是功能高分子，对具有电、光、磁特性、生物医用、换能等功能性高分子开展研究，特别要注重超支化高分子等各种新结构高分子构筑和高分子立体化学研究。

高分子物理方面，主要方向是提出高分子凝聚态物理新概念、应用现代研究手段，深入研究聚合物结构和相转变，加深对聚合物结晶、液晶和玻璃化等转变过程的认识，从单链、寡链高分子聚集态到成型过程前后

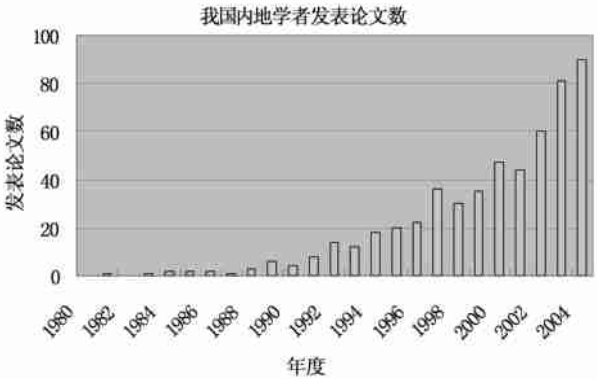


图 4 是我国内地学者在《大分子》上发表论文数

Figure 4 Paper number published in 《Macromolecules》

authored by scientists in the mainland of China

(数据来源:ISI 数据库;2004 年数据截止到 10 月)

聚集态的研究都应注重;对受限空间高分子结构、表面与界面结构与性能、高分子微结构与尺度效应、聚合物结构的动态变化、形态、结构与宏观性能的关系研究都是值得关注的;聚物流变学(包括复杂流体流变学与化学流变学)也是值得加强的方向。

在《美国化学文摘》所有化学分支中,“高分子加工”名列第 13,也是所有涉及的高分子分支领域中文献量最高的,每年文献量在 21000 至 25000 篇。高分子加工过程表面上看是产品成型,似乎是制造业的内容。实际上,高分子加工不仅涉及到聚合物聚集态结构调控、复杂流体流变学、聚合物熔融或软化、聚合物结晶与取向、多项体系复合与界面,而且涉及到聚合物化学反应、聚合物合成反应,属于高分子科学中非常重要的组成部分。美国科学基金会的战略研究报告中,将此部分列为高分子科学发展的六大领域之一,并把此领域作为高分子科学对发展高技术发挥作用的关键问题之一。因此,高分子加工新原理与新方法的研究也是本学科的资助领域之一。

鼓励高分子科学与信息、生命、物理学和材料等学科的交叉研究,应特别注重吸收物理新理论与思想,发展软物质理论、聚合物电子学和聚合物光子学;应特别注重从天然高分子和生物大分子研究中寻找高分子科学发展的切入点和生长点,在合成高分子与生物大分子之间的空白区寻找发展空间,重视仿生高分子、超分子结构、大分子组装与有序结构调控的研究,发展高分子化学生物学。

在基金申请选题时应重视学科发展前沿,但也不要一味跟踪申请热门课题而忽视暂时冷门的方向和高分子科学中未解决的基本问题,应善于从高分子工业中抽提出所存在的重要的基本科学问题;申请书应该从基本科学问题出发,重视科学价值,题目不宜过宽。

我们国家自然科学基金是通过科学家群体民主决策、择优资助基础研究项目的。我们提倡竞争、促进合作、激励创新。我们的工作是为提升我国基础研究水平、培养和造就从事创新研究的人才,营造基础研究创新氛围而尽一份力量。

参考文献:

[1] Boussie T R, Diamond G M, Goh C, et al. J Am Chem Soc, 2003, 125(14): 4306~4317.
[2] Hill D J, Matthew M J, Prince R B, et al. Chem Rev, 2001, 101(12): 3893~4012.
[3] Brunsveld L, Folmer B J B, Meijer E W, et al. Chem Rev, 2001, 101(12): 4071~4098.
[4] 董建华,马劲,殷敬华,等.中国科学基金,2003,(1):11-15.

On the Grant Programs on Polymer Science of Department of Chemical Science
of National Natural Science Foundation of China

DONG Jian-hua

(Department of Chemical Science, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China)

Abstract: The funding programs on polymer science have been briefly introduced. The frontiers, trends in the discipline of polymer science as well as the scope of the funding programs of the division of polymer science have been overviewed.

Key words: Grant of National Natural Science Foundation; Polymer science; Project application