

其它

我国高分子化学的研究现状和基金的管理导向

胡汉杰 朱光美

(国家自然科学基金委员会化学科学部,北京,100083)

高分子化学是高分子科学的三大分支领域(高分子化学、高分子物理、高分子工程)之一,它的学科领域覆盖了聚合反应研究、高分子合成及高分子改性。由于高分子化学肩负着为高分子学科提供新高分子化合物的首要任务,因此是高分子科学的基础。我国从事高分子化学研究的科研人员,约占全部从事高分子研究人员的65%,因引高分子化学研究也是我国高分子科学研究队伍的主流(见表1)。我国的高分子化学研究涉及新聚合反应及新聚合方法研究、聚合反应动力学研究、功能高分子的分子设计和合成、各种所需性能的高分子化合物的分子设计和合成、精细高分子材料和高分子助剂化合物的合成、合成高分子、天然高分子的改性等诸多方面的工作。作为学科管理,我们将高分子化学细分为高分子合成(含聚合反应及方法、聚合催化剂、引发剂、阻聚剂、助剂、高分子的分子设计和合成)、高分子反应(含高分子改性及改性方法、高分子老化、以高分子形式参与的反应)、功能高分子(含电话性高分子、生物活性及医用高分子、分离膜、反应膜、液晶高分子、敏感性高分子、特性高分子的合成及材料的分子组装)及天然高分子(含天然高分子资源的改性和利用)四个三级学科。表2列出了各三级学科基金申请项目数情况。从中我们可以了解我国高分子化学界从事不同领域工作的队伍概貌。

从现在我国高分子化学的实际研究情况来看,高分子化学可以粗分为二类性质的工作,其一是高分子化学的学科基础研究。即从事聚合反应、聚合方法、反应动力学和按化学结构分类

的诸如硅高分子、氟高分子、杂环高分子等方面

表 1 高分子学科历年申请和立项项目学科分布表

		1986	1987	1988	1989	1990	1991	占学科 平均比例 %
高分子	申请项数		108	70	126	130	108	67
	资助项数	53	43	23	33	35	35	70
化学	申请项数		64	40	49	39	38	28
	资助项数	21	8	10	14	14	13	25
高分子	申请项数		2	1	11	16	8	5
	资助项数	4	2	1	3	3	2	5
成型	申请项数							
	资助项数							

的研究工作;其二是以探索不同功能、性能、用途为目的的各种高分子化合物的分子设计、合成、大分子改性,即各种功能高分子的合成、精细高分子的合成、高性能树脂化合物的合成及合成高分子或天然高分子改性。表3列出了从基金项目申请中表现出来的我国高分子化学学科研队伍中,从事学科基础研究和“学科应用”研究的队伍比例。可以看出高分子化学研究队伍

表 2 高分子化学历年申请和立项项目学科分布表

		1986	1987	1988	1989	1990	1991	占学科 平均比例 %
高分子	申请项数		37	23	44	45	37	34
	资助项数	24	20	6	12	12	11	38
合成	申请项数		17	13	32	30	15	20
	资助项数	11	3	1	4	6	6	14
反应	申请项数		46	31	36	39	46	37
	资助项数	13	15	15	13	14	15	38
功能	申请项数		8	3	14	16	10	9
	资助项数	5	5	1	4	3	3	9
天然	申请项数							
	资助项数							

中从事学科基础研究的队伍比例是偏少的

(16%)。

表 3 高分子化学领域基础研究、
应用研究申请项目分布情况

学科分布 申请年度	基础学科 %	功能高分子 %	精细高分子 %
1989	16.0	34.5	49.5
1990	20.3	30.1	49.6
1991	16.0	34.4	49.5

从国家自然科学基金高分子学科受理的申请项目及资助项目来看,我国高分子化学研究近几年来研究水平的提高是十分迅速的,主要特点是具有学术新思路的课题逐年迅速增加,具有国际水平的研究工作也逐年增加。然而在高分子化学近几年迅速发展的同时,从国家自然科学基金学科管理角度,我们看到高分子化学的发展存在着学科发展的不平衡,潜伏着影响学科更快发展的不利因素,同时也存在着应当引起我们重视的学科发展新热点。为了促进我国高分子化学研究的更快发展,更符合实际情况地做好自然科学基金的学科管理,我们拟对我国高分子化学的研究现状作一分析,就基金工作中学科管理政策作一初步探讨,以求得广大科研人员的帮助和指正。

1 高分子化学学科基础研究

我国高分子化学学科基础研究,涉及的研究内容有:自由基聚合的引发、阻聚、全程反应动力学及产物结构的控制研究;乳液聚合动力学及产物结构的控制;配位聚合及开环聚合新催化剂的研究和聚合反应动力学研究;基团转移聚合研究;可控活性中心的离子聚合研究;酶催化聚合;微生物聚合以及有机硅高分子;含氟高分子;杂环高分子等领域的研究。在上述这些工作中,配位聚合、乳液聚合、自由基聚合,由于和高分子产业联系直接一些,因此国内工作较多。但深入地进行聚合反应动力学的研究工作并不多见,这方面国内研究趋势是,通过反应动力学的研究及其它聚合反应过程的控制条件研

究,期望达到聚合产物结构的有序控制,通过对共聚型配位聚合催化剂的探索,期望实现以几种常用烯类单体的不同组合共聚,而得到产物性能在较大范围内可以人为调节的产品,为将来高分子产业提供“聚合设备不变、单体种类不变,仅用不同催化剂及不同单体组合,即可生产用于制造橡胶、塑料、纤维等不同品种聚合物”的所谓“柔性生产线”技术。我国在高分子化学学科基础研究方面,已有出色的的工作。吉林大学沈家骥等人成功地运用 ESR 技术监测苯乙烯、甲基丙烯酸甲酯的本体聚合全过程中自由基浓度的变化,测得必要的自由基数据,导出上述体系的自由基聚合全过程反应动力学数据,这一工作在国际上产生了一定的影响;中国科学院长春应用化学研究所的研究人员各自从不同角度研究用于配位聚合催化剂的稀土有机化合物,分别发现可用于催化苯乙烯和甲基丙烯酸甲酯自聚或彼此共聚、苯乙烯和双烯共聚的稀土催化剂,其中有的化合物可催化苯乙烯聚合得到分子量大于百万的聚苯乙烯。虽然这些催化聚合的反应机理尚待深入研究,但这些工作很可能是对传统认为的“烯类极性单体不能配位聚合”观点在理论及实践应用上的挑战。国防科技大学的同志,在某些天然高分子存在下,进行丙烯酰胺的自由基聚合,发现了这些天然高分子对丙烯酰胺单体在聚合过程中的空间排列或聚合方式有“诱导作用”,从而使得到的聚丙烯酰胺具有类似球晶的结构。这是一个有趣的现象,此现象是否暗示了在该天然高分子诱导下,自由基聚合也能得到定向聚合产物?

我国在阴离子聚合、阳离子聚合、开环聚合、基团转移聚合等方面的研究,主要是学科追踪工作和利用上述某聚合反应的特点进行某类特定化合物的合成研究,学科上的创新思路尚不多见,对于近年来国际上新出现的开环移位聚合(Ring Opening Metathesis Polymerization)等新反应,国内的跟踪工作还未发现。近年来北京化工学院张洪敏提出利用阴离子聚合反应中,不同反应活性中心稳定性的差异、官能

团结构或官能团所处微环境的差异而表现出反应活性略有差异的特点,使带有不同官能团的单体先选择性地和带某种官能团的单体聚合,而后再和含另外官能团的单体聚合,从而合成共聚物的所谓“可控阴离子共聚合”的设想。这是一个学术思路活跃的工作。

酶催化聚合和微生物聚合,在我国高分子界是较新颖的工作,这类工作是生物科学家和高分子科学家学科上互相渗透的产物,其中微生物聚合制造高分子化合物,国外已有工业产品,在国内正在攻关,但主要工作在生物界进行;而酶催化聚合在国内外均是较新的工作。上述两类聚合往往聚合反应奇特、聚合物可生物降解、与化学聚合得到的类似结构聚合物相比可溶解性较好、聚合物分子量分布较窄等特点。吉林大学酶工程实验室用氧化酶,以苯酚、苯胺、萘酚等单体,合成出结构式为联苯形式的聚苯酚、聚苯胺、聚萘酚等聚合物,分子量为 1000~3000。酶催化聚合反应机制尚不清楚,需深入研究,但已显示出作为新聚合方法的科学价值,为高分子合成另辟了一个新天地,是一个值得十分注意的新苗头。

我国特种高分子的基础研究,诸如有机硅高分子、有机氟高分子、有机磷高分子、杂环高分子等,本来有一定基础,但近年来已渐趋萎缩。除有机硅高分子尚有一些课题组在研究外,从事磷高分子、杂环高分子、氟高分子的研究者已为数不多,而含硼高分子、主键含金属高分子的研究,国内更是鲜见。这是否和此类工作难度较大、距离应用目的较远等因素有关?作为基础研究考虑,我们认为特种高分子可能涉及耐高温材料、耐辐射材料以及光、电材料,因此组织适当的研究人员进行学科跟踪,探索新材料研究是十分必要的。

对我国高分子化学的学科基础研究,我们认为应以在“控制高分子合成”方面合成手段的提高和新化合物领域的探索为主要研究线索;在跟踪国际上学科基础研究的同时,注意大胆探索、拓宽思路、创造新局面;注意立足高分子

化学研究的同时,应注意生命、物理以及有机化学、无机化学等学科领域的新进展,加强学科渗透,将其它学科的研究成果拓广到高分子化学领域,开创高分子合成的新方法、新反应,从而促进高分子化学基础研究的更快发展。

2 新化合物的分子设计和合成研究

这类研究工作是着眼于为了某种特殊性质和特殊用途而设计并合成新的高分子化合物。所涉及的工作为各种功能高分子的研究〔诸如电(磁、光)活性高分子、高分子离子导体、生物活性及医用高分子、分离-反应膜材料、各种敏感性高分子、分离树脂、高分子催化剂等〕及各种精细高分子的研究〔诸如各种助剂、粘合剂、涂料、高性能树脂、润滑材料以及其它种类繁多、用途各异的高分子化合物的合成和各种高分子的改性研究;各种液晶高分子的设计、合成和改性〕。这类工作的研究重点在于高分子化合物各种物理功能和用处的开发。虽然新化合物的创制属于高分子化学的范畴,而因功能不同,用处不同,则分别涉及电子、光学、磁学、医学、各种工程学等其它众多学科,因此这类工作往往是多学科专业人员共同进行研究的。

我国电话性高分子研究,涉及聚苯胺、聚吡咯、聚并苯、取代聚乙炔等导电高分子研究,铁磁性高分子材料的研究,非线性光学材料的研究,电磁波吸收材料的研究和以 LB 膜为手段的分子器件的研究等工作。其研究趋势是功能化合物的分子设计和合成、功能和分子结构、分子组装、掺杂过程等因素的关系以及作为新材料的开发。中国科学院长春应用化学研究所正在研究聚苯胺合成、掺杂、导电机制以及导电聚苯胺的溶解成膜作为材料研究方面做出了出色的工作,四川师范大学合成出室温稳定的铁磁性高分子化合物并进而研究这些铁磁性高分子化合物的成型方法,以期开发出新一代质量轻、电磁波损耗小的高分子铁磁性材料。

生物活性及医用高分子的研究,涉及高分

子药物、高分子疫苗、生体相容性材料、人体内可降解材料、人工骨、人工齿、血液净化材料等。研究趋势是探索合成物质和生命现象的关系、仿效生命物质合成新材料以及为人类研究创造新一代医用材料。武汉大学卓仁禧等在研究具有协同疗效、低毒的高分子抗癌药物方面,作出了出色的探索。

精细高分子研究涉及众多应用目的的高分子化合物的合成及应用目的的开发,为国民经济提供不断增长需求的各种新材料。液晶态高分子化学研究涉及液晶态高分子的分子设计、合成及已有高分子化合物的液晶改性,为高聚物成型及液晶器件、分子器件的组装提供新化合物。北京大学在设计并合成新型侧链液晶高分子方面,做出了国际上有影响的工作。高分子改性工作涉及化学接枝、成型过程中力化学接枝、嵌段、等离子体表面改性、辐射改性及离子束、电子束注入等改性方法。这方面的工作,主要是应用目的的研究,“改性中的反应过程”等机制研究尚不深入。其中辐射改性、离子、电子注入等主要是物理界科研人员的工作。高分子化学界应注意这方面的工作,以加强学科渗透,促进高分子改性研究的发展。

从近几年国家自然科学基金高分子学科受理情况看,功能高分子、高分子改性、液晶态高分子合成等方面的项目申请数占全部高分子化学项目申请数的 80%,因此是我国高分子化学队伍的主体,见表 3。它们的研究目标是以高分子合成为手段,探索各种用途的新化合物,创制新材料,开拓高分子学科的新领域。我们认为,这部分工作由于涉及学科面宽,单靠高分子化学是难以发展的,应当注意和其它学科渗透。注意加强本领域的诸如高分子结构和功能(性能)关系等基础方面的深入研究,同时注意吸收高分子化学学科基础研究的新成果,以增强在高分子设计、合成方面的新手段。

3 学科管理导向

通过上面的叙述,可以看出我国高分子化

学的研究存在下列问题:

(1) 我国高分子化学学科本身的基础研究相对较弱。从国家基金项目申请数量看,高分子化学的基础研究项目只占全部高分子化学研究的 16%,比例偏少;从工作质量来看,虽然近年来有些工作在国际上占据了一席之地,但总体上体现学科新思路、开拓新领域的工作较少,绝大部分是对国际先进工作的追踪研究;从研究领域来看,有的学科领域如特种高分子的研究,本来就不很强,现在却仍在进一步萎缩,而另一方面,却又有相对较多的工作挤在同一学术领域,彼此工作思路大同小异。这是我们在基金管理工作中应当注意引导、协调的。

(2) 应处理好学科发展与应用研究的关系。我国高分子化学研究队伍的主体,是带有不同应用目的的新化合物、新材料的合成队伍。考虑到当前的国情,这固然是合理的。但从高分子化学学科发展看,高分子化学学科水平的提高,合成新方法、新手段的提供,要靠学科的基础研究。而功能高分子、精细高分子等带有不同程度应用色彩的基础研究的深入工作,也需要以学科基础的发展为后盾,否则功能高分子、精细高分子的研究将步入无本之木、无源之水的地步,最终使其发展受到影响。另一方面,就功能高分子、精细高分子而言,也需对诸如分子结构与功能、性能关系方面的工作进行深入研究,才能促进功能高分子、精细高分子研究水平的尽快提高,这也是国家自然科学基金管理导向的职责。

(3) 注意学科渗透,开拓新的学科生长点。有机化学、无机化学、物理化学是高分子化学的近缘学科,而生物学、物理学又是已经和高分子化学进行渗透的远缘学科。我们应该将有机化学的新反应、无机化学的新结构物质、物理化学的新现象、新理论等有关知识用来开拓高分子化学的新反应、合成新方法、分子设计的新构思。同样也应该汲取生物学、物理学等其它学科的新成就,丰富我们的知识、开拓我们的眼

(下转第 50 页)

续表

序号	会 议 名 称	时间	地点	人数	筹备单位及负责人、联系人	邮政编码
19	成人化学教育研讨会	1993 年	北京或天津	50~ 100	中央电大出版社 温泽润	100083
20	高中化学教学研讨会	1993 年 3 季度	北京	40	北京师范大学化学系 刘知新	100875
21	第四届核化学与放射化学学术 讨论会	1993 年 11 月	西安		北京大学技术物理系 王祥云	100871
22	第三届络合催化学术报告会	1993 年 5 月	武汉	150	武汉大学化学系 陈远荫	430072
23	第四届青年催化学术报告会	1993 年四季度	待定	80	中科院大连化物所 李文钊	116012
24	第九届色谱学术报告会	1993 年 7 月	青岛	300	中科院大连化物所 卢佩章	116012
25	第四届流变学会议	1993 年底	广州		广州华南理工大学化工机械 系 王喜顺	510641
26	第八届光化学学术会议	1993 年下半年	待定	200	中科院感光所 吴世康	100101
27	第七届电化学会议	1993 年 9 月	长春	350	中科院长春应化所 陆天虹	130022
28	第五届量子化学学术会议	1993 年 11 月	厦门		厦门大学化学系 王银桂	361005
29	第三届有机固体电子过程学术 报告会	1993 年 10 月	扬州	120	中科院化学所 朱道本	100080
30	第四届计算机化学学术报告会	1993 年 3 月	天津	200	南开大学中心试验室 林少凡	300071

(上接第 56 页)

界,诸如酶技术、微生物技术以及等离子体技术、离子、电子注入技术、微波技术、磁场、辐射等技术,我们完全可以移用到高分子学科中来,丰富我们的合成手段,提高我们的合成技术。这可能是未来高分子化学研究的热区,我们在基

金管理方面,将注意这方面的新苗头。

因此,加强学科基础研究,注意功能高分子、精细高分子本身的规律性研究,提倡学科渗透以开创高分子化学的新增长点,这是我们国家自然科学基金管理导向中拟采取的策略。