

第2集



创新者的报告

I N N O V A T O R S ' R E P O R T

中国科学院综合计划局 编

科学出版社

创新者的报告

(第2集)

中国科学院综合计划局 编

科学出版社

2000

内 容 简 介

中国科学院是我国国家创新体系的重要组成部分,是国家知识创新系统的核心部分之一,于1998年开展了知识创新工程试点工作。本书收录了中国科学院1998年以来取得的一批科技成果或重大阶段性进展,内容包括数学、物理学、化学、天文学、地学、生物学、技术科学及其有关交叉学科等方面内容。

本书可供具有大专以上学历文化程度的有关人员阅读参考。

创新者的报告

(第2集)

中国科学院综合计划局 编

责任编辑 彭克里

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2000年11月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2000年11月第一次印刷 印张:15 1/2

印数:1—2 500 字数:238 000

ISBN 7-03-008950-2/N·106

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

《创新者的报告》

编辑委员会

主 任：陈宜瑜

副 主 任：顾文琪 李志刚

主 编：王喜敏

副 主 编：卢盛魁 黄兆良 陈教祥

编 委：(按姓氏笔画排列)

王喜敏 卢盛魁 李志刚 陈宜瑜

陈教祥 顾文琪 唐 炜 黄兆良



序

Foreword

人类社会，从农业时代走向工业时代，又踏上了知识时代的征途。知识时代带来了全新思想观念，也带来了前所未有的机遇。展现在世人面前的 21 世纪是科技突飞猛进，人类的未来和国家繁荣比以往任何时候都更加依赖于创造和应用知识的能力和效率。知识创新、知识进步已成为社会和经济发展的强大推动力。正如江泽民同志所说：“科技的发展，知识的创新，越来越决定着一个国家、一个民族的发展进程。”“一个没有创新能力的民族难以屹立于世界先进民族之林。”建立国家创新体系是 21 世纪知识时代的需要，是关系到中华民族前途和命运的大事。

中国科学院在对世界经济、科技发展趋势和中国经济、科技发展战略进行研究和分析的基础上，于 1997 年底，向党中央、国务院提交了《迎接知识经济时代，建设国家创新体系》的研究报告，江泽民总书记于 1998 年 2 月 4 日在这份报告上作了重要批示：“我认为可以支持他们搞些试点，先走一步。真正搞出我们自己的创新体系。”1998 年 6 月国家科技领导小组同意我院正式启动知识创新工程试点。两年多来，在党中央、国务院和国家科技领导小组的领导下，以及有关部门的大力支持下，我院从世界科技发展趋势和国家经济与社会发展的战略需要出发，在院所两个层次凝炼和提升科技创新目标，进行了建院以来涉及面最广、意义最为深远的学科布局和组织结构调整，开展了深层次、大力度的机制改革，转换运行机制，凝聚优秀人才等方面作了大量工作，显著地提高了科技竞争力，有力地调动了科技人员的积极性，推动了科技工作快速进展，取得了一大批重大科技成果。

中国科学院的“知识创新工程”试点工作，取得了良好的开端，创新工程启动阶段即将结束，从 2001 年起，将进入创新工程试点全面推进阶段，拟用 5 年时间全面推进，再用 5 年时间全面优化完善。到 2010 年，中国科学院将大幅度提高知识创新能力，增加科技战略储备，真正成为国家科学和

INNOVATORS' REPORT



高技术的知识创新中心，成为具有国际先进水平的科研基地，培养造就高级科技人才的基地和促进我国高技术产业发展的基地，为 21 世纪我国经济和科技的可持续发展奠定坚实基础，同时为全面建设我国国家创新体系积累经验。作为国家创新体系的重要组成和国家知识创新系统的核心部分之一的中国科学院将按党中央、国务院的要求，竭尽全力，锐意进取，改革创新，按期完成知识创新工程试点，争取更大成绩。为国家知识创新体系的建设，为科教兴国战略的实施，为中华民族的科技发展和经济腾飞，作出新的更大贡献。

对创新进程中取得的科技创新成果或重大进展，我们将以中国科学院科技创新成果选编形式陆续出版，旨在加强知识的传播，增强社会各界，尤其是科技界、教育界和政府机关的领导、科技人员对中国科学院创新工程的了解和监督，为建立和完善国家创新体系而共同努力。

洛育祥

2000 年 10 月 19 日



前言

Preface

创新是人类社会进步和经济发展的动力和源泉。知识创新是指通过科学研究包括基础研究和应用研究获得新的自然科学和技术科学知识的过程。知识创新的目的是追求新发现,探索新规律,创造新方法,积累新知识,知识创新是技术创新的基础,是新技术和新发明的源泉。知识创新为人类认识世界、改造世界提供新理论和新方法,为人类文明进步和社会发展提供不竭的动力。在 21 世纪初,面临着知识经济时代的到来,建立国家创新体系是经济和社会可持续发展的基础和引擎,是综合国力和国际竞争力的支柱和后盾。如果把国家创新体系比作知识经济的动力系统,那么可以把创新知识比作其动力系统的燃料。正如江泽民主席指出:“科技的发展,知识的创新,越来越决定着一个国家、一个民族的发展进程。”

中国科学院是我国国家创新体系的重要组成,是国家知识创新系统的核心部分之一。在党中央、国务院和国家科技领导小组的领导及有关部门的大力支持下,我院从世界科技发展趋势和国家经济与社会发展的战略需要出发,在院所两个层次凝炼和提升科技创新目标,开始进行了建院 50 年来涉及面最广、意义最为深远的科学布局和组织结构调整,开展了深层次的、大力度的体制和机制改革,显著提高了科技竞争能力,有力地调动了科技人员的积极性,推动了科技创新的快速进展。

中国科学院创新工程试点工作 1998 年启动以来,取得了良好的开端,得到了社会各界的广泛关心与理解。为了加强创新知识的传播,同时也为了答谢各界对中国科学院的支持以及增加对我院科技创新工作进展的了解,我们对 1998 年实施创新工程试点工作以来取得的科技创新成果或重大阶段性进展进行了整理,编辑成《创新者的报告》系列书,陆续出版。

《创新者的报告》系列书属于科技创新成果或重大阶段性进展的简单介绍,不属于论文,为了节省篇幅,我们在编辑过程中,把参考文献都省略



了。读者欲了解哪项成果的详情，可与中国科学院综合计划局成果专利处联系或直接与撰写者单位联系。

在本书编辑过程中，得到了中国科学院有关部门、各研究所的领导、管理人员、科技人员的大力支持，尤其是报告的撰写者在科研工作的百忙中抽出时间为本书撰稿，在此，我们一并表示衷心感谢。

由于编写时间仓促和我们水平有限，书中谬误之处一定不少，敬请读者不吝指正。

编 者



目 录

序

前言

高分子凝聚态的若干基本物理问题研究	1
微重力条件下钚系合金的凝固	5
离子束在生命科学中应用取得重大进展	11
润滑添加剂的分子结构与摩擦学性能的关系	18
气流介质与激光相互作用的半气体动理学模型	21
若干重要元素的分子活化研究	29
涸 11-4 平台结构强度全尺度原位监测研究	34
神光 II 装置全系统基频达标及其成功的靶物理实验	40
开放式先进机器人控制器开发	49
微透镜列阵	55
全固化掺 Er^{3+} 光纤飞秒光脉冲的理论与实验研究	58
光学微操作加工——原理、装置和应用	67
5.1~8.2 μm 波段量子级联激光器材料与器件应用	79
非线性投入占用产出技术与全国粮食产量预测研究	91
全球海气耦合系统模式的评估	99
青藏高原形成演化与环境变化研究进展	110
《中华人民共和国人口、环境与可持续发展地图集》编制研究	119
新亚欧大陆桥(新疆段)环境灾害与防治研究	127
塔里木河流域整治及生态环境保护研究	139
新疆头屯河水库泄空冲刷清淤的调度控制研究	151
棉花高产的增株技术路线和“双株双层”栽培模式	160
《新疆植物志》成果简介	169
集雨高效农业与微型生态集雨模式	174
神经退行性疾病病变机制及药物作用新靶点的研究	179



重离子束治癌技术研究	184
多功能感知技术研究	190
计算机、通信与家电结合的算通机研究开发	198
具有亚微米分辨率的软 X 射线全息术	204
用于疾病诊断的生物芯片系统获得重要阶段成果	214
虾蟹多倍体育种育苗技术研究	219
海洋多肽防生物污着无毒涂料	226
治疗慢性肾衰海洋新药：褐藻多糖硫酸酯	231



Content

Foreword

Preface

Study of Some Basic Physical Problems in the Macromolecular Condensed State	1
Solidification of Pd-Based Alloys under Microgravity	5
Application of Low Energy Ion Beam to Life Science	11
Tribochemistry and Correlation between Molecular Structure and Lubricity of Oil Additives	18
Semi-Gas Kinetics Model of the Interaction of Gas Flow Medium and Laser Radiation	21
Molecular Activation Studies of Some Important Elements	29
W-11-4 Offshore Platform Structure Mechanical Parameter Full Scale and <i>In-Situ</i> Monitoring	34
Shengguang II (SG-II) Laser Facility in Achieving Its Final Goal in the Laser Fundamental Frequency and Its Successful Target Physics Experiment	40
Advanced Robot Open Controller	49
Microlens Array	55
Generation and Amplification Theory and Experimental Study of All Solid State Er^{3+} -Fiber Femtosecond Optical Pulse	58
Optical Micro-manipulation and Micro-proccession—Principle, System and Application	67
GSMBE Grown AlInAs/GaInAs/InP Microstructure for Quantum Cascade Lasers Operating at 5.1~8.2 μm Wavelength Range	79
Non-linear Input-Occupancy-Output Technique and National Grain Output	

INNOVATORS' REPORT



Prediction	91
Evaluating on the Global Air-Sea Coupled Model	99
Progress in Studies on Formation, Evolution and Environmental Changes of the Qinghai-Xizang Plateau	110
Research on Compilation of <i>The Atlas of Population, Environment and Sustainable Development of the People's Republic of China</i>	119
Research on Environmental Disasters and Prevention for Xinjiang Section of New-Eurasia-Line	127
Research on Administration and Ecological Environment Conservancy of the Tarim River	139
Research of Adjusting and Controlling about Reservoir Emptying Scouring and Sediment Discharge of the Toutun River in Xinjiang	151
Technical Line of Plant Density Increased to Obtain High Cotton Yield and Plant Model of "Double Plants and Double Layers"	160
A Brief Introduction of <i>Flora Xinjiangensis</i>	169
High Efficient Rainwater Harvesting Agriculture and Microcatchment Model for Ecosystem Construction	174
Studies on Mechanisms and Therapeutic Targets of Neurodegenerative Diseases	179
Research into Cancer Therapy with Heavy Ion Beams	184
Multi-functional Perception	190
Research on the Key Technology of Combination of Computing, Communica- tion and Consumer Electronics	198
Soft X-ray Holography with Sub-micron Resolution	204
Great Achievements Made on Biochip Technology Used for Diagnosis	214
Study on Polyploidy Breeding Techniques of Prawn and Crab	219
A Marine Non-toxic Polypeptide Antifouling Coating	226
A New Marine Medicine for CRF: Fucoidan	231



高分子凝聚态的若干基本物理 问题研究

Study of Some Basic Physical Problems in the
Macromolecular Condensed State

撰稿/沈德言(化学研究所)

一、序言

高分子材料(诸如我们所熟知的合成纤维、橡胶、塑料、树脂等)在国民经济中的重要性,无论从其产量(世界年产量超过 1 亿 t)、应用面之广(衣食住行到各高技术领域)、从事人员之多(约占从事研究和生产化学工作者的半数)都是人所共知的。高分子材料是由众多的高分子链凝聚而成,但在以往的研究中大多仅从单一分子链的几何因素考虑,没有触及到问题的本质。因而许多重要问题的基本概念至今还缺乏全面的理解或可能有错误,影响了高分子科学的进一步发展。无论从高分子科学的创新,还是高分子材料的开发应用都迫切需要对高分子凝聚态的一些基本物理问题进行深入的研究。

在钱人元院士主持下,由中国科学院化学研究所、长春应用化学研究所、复旦大学、南京大学等全国 10 余所科研单位组成的项目组,以高分子链单元的相互作用特别是链单元间的相互吸引在凝聚态形成过程中的作用这一国际上独创的观点出发,纵贯高分子的全部相态——高分子溶液、非晶态、晶态和液晶态中存在的问题,开展了深入系统的研究工作(见图 1)。

二、取得的主要成果

经过 10 余年不懈的探索,本项目取得了若干国际前沿性的研究成果。如:



(1) 在国际上首先开辟高分子单链凝聚态的研究的新领域。该方面的研究包括单链玻璃态和单链单晶两个主要方面。在单链玻璃态研究中,发现高分子的极稀溶液经冰冻后,链内的凝聚缠结导致线团塌缩成紧缩球粒。但是将溶液升温到一定温度后,线团尺寸又恢复到冰冻前的值,说明分子线团的凝聚缠结又再解开,从而否定了文献中已有 20 年历史的所谓高分子冰冻降解的观点。在单链单晶研究中,制备了多种高分子单晶,观察到了单晶的电子衍射图,发现它们的分子链均竖立于基底膜(碳膜)表面,分子动力学模拟出了链段竖直有序化过程,说明链段的横向凝聚在结晶过程中起了重要作用。



图1 钱人元院士(中)与研究组讨论工作

(2) 提出了高分子链的凝聚缠结新概念,得到多种实验证实。并从分子水平上来认识其对高分子材料性能的影响,很好地解释了非晶态高聚物的物理老化、应力屈服峰等多种重要物理现象的本质。

(3) 首次从实验上证实了柔性链高聚物的分子链大尺度高度取向而小尺度无规取向的取向非晶态的存在,解释了形成机理,并揭示了其特性。对取向态高分子材料(如纤维、薄膜)的加工和性能预测有重要的指导意义。

(4) 提出了从极稀溶液到稀溶液的分界浓度——动态接触浓度 C_s 的新概念,已得到多种实验证实,可以很好地解释稀溶液的性质。

(5) 揭示了向列性液晶态条带织构的本质,发现了主链向列液晶态的固化诱导条带织构(图 2),用凝聚的观点来解释液晶高分子的结构特性。

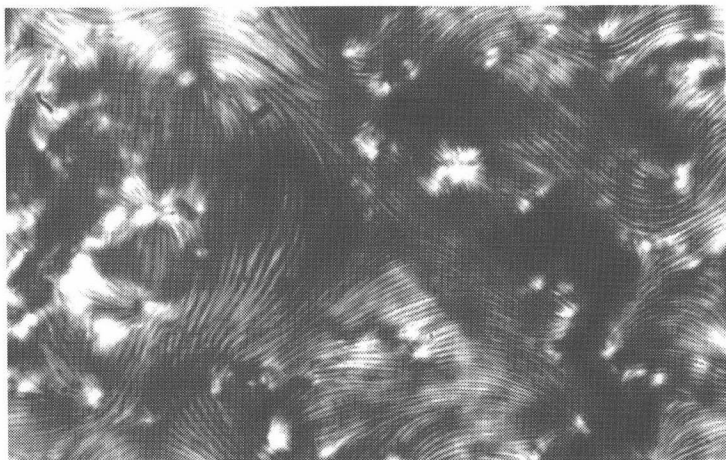


图2 用固化诱导条带织构装饰高分子液晶向列相向错的偏光显微照相

(6) 推导了一个能合理描述玻璃化转变温度和高分子链刚性程度之间定量关系的理论公式。理论预测和十几种高聚物的实验数据能很好吻合。

(7) 提出了高分子溶液中分子链具有链构像和平动两个自由度的概念，改进和发展了 Flory-Huggins 理论，把 de Gennes 散射函数与 Flory 自由能理论很好地统一起来。

三、成果的水平及意义

1996 年我们在北京首次举办了 IUPAC 国际高分子凝聚态物理学术会议，有来自美、德、英、日、意、韩等国的著名高分子科学家出席。会议上，我们在高分子凝聚态研究中得到的几个重要进展和学术观点获得了国际同行的认同。在总结发言中，德国著名的高分子物理学家 Fischer 谈到这次会议的学术水平很高，涉及了广泛的研究领域，对中国科学家的贡献留下了深刻的印象。英国的科学家 Windle 谈到这次会议反映中国有很强的高分子物理研究力量。

仅根据美国科学情报所出版的《科学引文索引》(SCI)检索的结果，本项研究所发表的论文被国际学术期刊引用达 314 次(截至 1998 年 10 月)。我们的研究成果对国内、外高分子物理研究有着较为广泛的影响。如《聚合物科学大全》(*Comprehensive Polymer Science*)的主编邀请我们撰写有关“高分子单链凝聚态”，作为其中一章。有许多作者在发表的论文中引用我们的观



点和实验结果。有些作者引用我们的观点作为他们实验结果的解释，也有一些作者根据我们的理论公式推导的结果来验证他们的实验数据。

以著名科学家唐敖庆为首的专家组一致认为：本项目取得了丰硕的研究成果，在分子物理领域提出了一些新概念，并得到了实验上有力的验证，也获得了国际上权威同行的认同。本项目的完成加速形成了有我国特色的高分子物理学学派，在国际高分子界已获得了应有的地位，并培养了一支包括中青年的研究队伍。

本项目的研究成果为高分子科学发展作出贡献，并对高分子材料的分子设计和开发应用提供了坚实的理论基础。于 1998 年获中国科学院自然科学奖一等奖，1999 年获国家自然科学奖二等奖。



微重力条件下钯系合金的凝固

Solidification of Pd-Based Alloys under Microgravity

撰稿/战再吉(物理研究所)

一、目的与意义

随着航天技术的发展,空间应用研究也取得了很大进展,由于在微重力条件下材料制备过程的特殊性,空间材料科学成为目前国际上比较活跃的研究领域。与国际空间技术大国相比,我国虽然在这方面起步较晚,投资力度也有很大差距,但是能够很好地把握发展方向,取得了一系列具有自主知识产权的科技成果,在某些方面已经达到国际领先水平。

在微重力条件下,由于重力诱发产生的沉降、浮力对流和静压梯度等基本上被消除,热和熔质的传递过程主要受扩散过程控制,凡是与流体相关联的物理过程无不因此而发生显著变化。因此,人们把在地面上难以弄清的许多材料科学问题的解决都寄希望于空间实验,如晶体中因浮力对流而产生的生长条纹、化学配比的偏离、比重偏析中由于比重差而引起的液相分离等,同时希望在空间获得地面上难以得到的组织状态和使用性能。从 20 世纪 80 年代开始,研究工作由原来的以很快实现空间产业化为目标转向以探索科学规律为主的空间材料加工研究上来,侧重以微重力研究规律指导地基生产工艺为宗旨,普遍采用“空间”、“地基”相结合的方式发展微重力科学。尤其对空间环境下表面张力驱动对流、器壁形核对凝固过程的影响,人们有了更深入的了解,认识到解决上述问题是进一步发展空间材料科学的一个关键所在。

为了更好地发展我国的空间微重力材料科学,在考察了西方发达国家微重力实验设施的基础上,根据国家技术发展战略,我们通过建立自己的地基模拟实验设施(包括落管、可转动组合式定向凝固梯度炉等),广泛、深入地开展地面短时微重力效应及重力场效应对凝固过程影响的研究,以实现最

INNOVATORS' REPORT