



中国工程院
中国科学院

《中国材料发展现状及迈入新世纪对策》咨询项目

化工材料咨询报告

中国石化出版社



中国工程院
中国科学院

《中国材料发展现状及迈入新世纪对策》咨询项目

化 工 材 料 咨 询 报 告

中国石化出版社

60

ISBN 7-80043-819-8



9 787800 438196 >

图书在版编目(CIP)数据

化工材料咨询报告/《化工材料咨询报告》编委会编
北京:中国石化出版社,1999
ISBN 7-80043-819-8

I. 化… II. 化… III. 化工材料-研究报告 IV. TQ04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 31813 号

责任编辑:王子康 朱啸虎

责任校对:蔡 敏

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010) 84271850

北京金剑照排厂排版

北京京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 16 印张 300 千字印 1—2000

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

定价:40.00 元



序

《中国材料发展现状及迈入新世纪对策》是在中国工程院立项、联合中国科学院部分院士、并邀请国内有关专家而开展的一个咨询项目。其主要目的在于反映我国材料发展现状、特点和问题，并为制定我国今后的材料发展战略和相关政策提供参考。

材料的重要性尽人皆知，但材料有些重要特点必须引起我们的高度重视。一是材料的品种多、涉及面广，难以作出统一部署，特别在我国，不同材料隶属于不同部门，问题就更突出。一是材料，特别是量大面广的所谓传统材料，是资源、能源消耗的主要渠道，也是重要污染源，因而材料是可持续发展的主要考虑因素。一是材料必须先行，因为几乎所有产品都是根据现有材料进行设计和制造的，新材料又往往是新技术的先导，所以新材料的研究与开发必须超前。在我国工业发展历程中，材料虽然受到不同程度的重视，并保证了我国国民经济和国防建设的高速发展，但也存在不少问题。本咨询项目就是在分析我国材料现状的基础上，提出我国 21 世纪发展战略的建议，以适应我国国民经济的需求和保持可持续发展，进一步巩固国防，迎接未来国际激烈竞争。

首先，在有关院士和专家的努力或支持下，发动了主要材料的生产及部分使用部门，就有关材料进行了深入调查研究，其中包括钢铁、有色金属、化工材料、建筑材料、电子材料及航空航天材料等六个组。在各级领导的帮助下，每个课题组除发动了数以百计的科技人员外，还投入了大量资金；根据讨论结果，将分别出版调研报告。第二，材料科学的前沿主要体现于先进材料的研究与开发。为了了解先进材料的国内外现状，召开了研讨会，将结合国内现实情况，提出 21 世纪我国材料科学技术发展的动向。第三，材料的研究、开发、生产及应用与基础设施和人才培养有着密切关系，为此，组织了若干专题研究，为保证我国材料科学技术的健康发展提供参考。最后，我们将出版一本综合报告，由两院报送中央领导及有关部门。

本咨询项目涉及面极其广泛，参与科技人员不下千人，这在我国材料史上可以说是空前的。这一方面说明有关领导的高度重视，另一方面表示我国科技人员对我国材料及材料科学技术前途十分关心。在此我们对参与本项目的领导和专家表示衷心的感谢。在整个过程中，得到中国工程院及有关部门（总公

司)领导的大力支持,中国材料研究学会办公室做了大量具体工作,在此,我们也表示感谢!

《中国材料发展现状及迈入新世纪对策》

咨询项目执行委员会常务委员会

师昌绪 李恒德 殷瑞钰

“中国材料发展现状及迈入新世纪对策”咨询项目 执行委员会委员名单

顾	问:	朱丽兰	王淀佐	侯祥麟	林兰英
		严东生	白春礼		
主	任:	师昌绪			
常务副主任:		李恒德	殷瑞钰		
常务委员:		师昌绪	李恒德	殷瑞钰	左铁镛
		袁晴棠	干福熹	宋家树	
委	员:	师昌绪	李恒德	殷瑞钰	左铁镛
		袁晴棠	干福熹	宋家树	翁宇庆
		张寿荣	仲增镛	李尚诒	潘家柱
		周 廉	黄伯云	李成功	于 翹
		傅恒志	杨元一	张德义	胡炳镛
		黄书谋	龚方田	王媛俐	郑敏政
		陈小筑	袁 桐	马德秀	李 健
		袁海波	李克健	王建曾	才鸿年
		吴世平	高志强	张 力	邹祖烨
		屠海令	干 勇	刘伯操	欧阳世翕
		石力开			
秘 书 组:		徐世江	马春来	高战军	

前 言

“中国化工材料发展现状及迈入新世纪对策”研究是中国工程院、中国科学院委托进行的“中国材料发展现状及迈入新世纪对策”咨询项目的一个组成部分，由中国石油化工集团公司和国家石油和化学工业局联合组织国内有关专业人员共同完成。

化工材料对发展国民经济和提高人民生活水平有着直接的影响，在国民经济和社会发展中具有不可替代的作用。作为一种新兴材料，化工材料已经与钢铁、有色金属、水泥、木材等一起成为人类生存的重要基础材料。半个世纪以来，每一次化工材料的重大进展都带动了相关行业的发展，为国家创造了巨大的经济效益和社会效益。在迈入新世纪之际，知识经济初见端倪。国家的整体发展水平很大程度上依赖着材料的发展水平，而化工材料又是各类材料中最为活跃的一大品种，因此化工材料的研究对于我国经济和社会的发展具有重要的意义。了解我国化工材料的发展现状，明确今后努力方向，提出符合我国国情的、具有现实可行性的对策和建议是开展这项研究的出发点和归宿。

自1996年开始，历经了2年多的时间，化工材料各界从事研究和生产的院士、教授、专家参加了这项工作。整个研究报告反映了化工材料在国民经济和社会发展中的地位和作用；概括了化工材料国内外现状；分析了国内化工材料的差距；提出了发展方向和政策建议，预期这些研究成果会对制定“十五”化工材料发展规划和下世纪我国化工材料的发展产生积极的影响。

研究报告共十章，由袁晴棠终审。袁晴棠审定第一、第六和第七章，张德义审定第三、第八章，杨元一审定第五、第九和第十章，胡炳镛审定第二和第四章。第一章胡炳镛执笔，布志捷、王皓东、程凯参加，袁晴棠审核；第二章关肇基执笔，高秀瑛、陈杰参加，朱煜审核；第三章杨维榕执笔，崔德人、张从容、程凯参加，张德义审核；第四章刘大华执笔，韩钟淇、李锦山、吴祉龙、李学训参加，洪定一审核；第五章丛树枫执笔，竺玉书参加，朱光伟审核；第六章张军营、沈杉松执笔，王定松审核；第七章梁子材、王跃川执笔、沈杉松审核；第八章闵恩泽执笔，傅军参加，王定松审核；第九章孙世铭负责，穆启道执笔，林久忠审核；第十章傅积赉及徐昌运执笔，陈新康、沈曾民、徐南平参加，林久忠审核。

这项咨询研究得到了中国石油化工集团公司及国家石油和化学工业局的大力支持，受到国内同行们的关心与支持。在所组织的多次研讨中，许多专家、教授发表了大量的宝贵意见，我们在此一并致谢。由于咨询报告涉及的范围很广，不免有错误和不当之处，敬请读者指正。

化工材料咨询研究组

袁晴棠

1999年6月

“中国材料发展现状及迈入新世纪对策”咨询项目
《化工材料发展现状及迈入新世纪对策》咨询项目研究组

组 长：袁晴棠

副组长：张德义 杨元一

成 员：洪定一 朱 煜 乔映宾 张培尧 杨维榕
傅积赉 朱光伟 仇延生 胡炳镛

“中国材料发展现状及迈入新世纪对策”咨询项目
《化工材料发展现状及迈入新世纪对策》咨询项目顾问

侯笑生 闵恩泽 徐 僖

“中国材料发展现状及迈入新世纪对策”咨询项目
《化工材料发展现状及迈入新世纪对策》咨询项目秘书组

组 长：胡炳镛

成 员：王定松 沈杉松 林久忠 陈恺民

目 录

第一章 化工材料	1
1 引言	1
2 化工材料在国民经济和社会发展中的作用	2
3 化工材料现状	3
4 化工材料发展趋势	7
5 我国化工材料发展的总体分析与差距	19
6 迈入 21 世纪我国发展化工材料的展望	23
7 采取的主要对策	28
结束语	31
第二章 合成树脂	33
1 合成树脂及塑料在国民经济和社会发展中的重要作用	33
2 我国合成树脂材料的现状	40
3 世界合成树脂的发展概况	48
4 我国合成树脂发展的主要差距	53
5 进入 21 世纪我国发展合成树脂及塑料材料的展望	55
6 建议采取的主要对策	60
7 建议国家采取的政策	62
8 结论	64
参考文献	64
第三章 合成纤维	66
1 合成纤维在国民经济和社会发展中的重要作用	66
2 我国合成纤维现状	66
3 世界合成纤维发展概况	75
4 我国合成纤维发展展望	79
5 建议采取的主要对策	82
参考文献	86
第四章 合成橡胶	87
1 合成橡胶在国民经济和社会发展中的地位 and 作用	87
2 我国合成橡胶工业现状	88

3 世界合成橡胶材料发展概况	96
4 我国合成橡胶材料展望	105
5 合成橡胶发展对策分析与建议	108
参考文献	113
第五章 涂料	114
1 引言	114
2 中国涂料工业发展现状	115
3 世界涂料工业发展概况	120
4 国内与国外涂料工业的主要差距	124
5 发展方向	125
6 主要措施	127
参考文献	128
第六章 粘合材料	129
1 引言	129
2 合成胶粘剂类型	130
3 国内外胶粘剂现状	132
4 我国主要胶粘剂品种概况	137
5 国内外差距	143
6 发展对策建议	144
参考文献	146
第七章 功能高分子	148
1 概述	148
2 国内外功能高分子的发展概况与趋势	151
3 我国功能高分子的发展水平与差距分析	163
4 功能高分子发展重点领域和措施建议	167
参考文献	169
第八章 催化材料	170
1 催化材料的重要性	170
2 我国催化剂的现状	171
3 世界催化剂的发展概况	175
4 主要差距	182
5 发展方针和战略目标	182
6 采取的主要对策	183
结束语	190

参考文献	190
第九章 微电子化工材料	192
1 集成电路产业发展概况	192
2 我国微电子化工材料现状	193
3 微电子化工材料发展概况	194
4 主要差距	201
5 发展方向	202
6 建议国家采取的政策	202
参考文献	203
第十章 新型化工材料	204
1 概述	204
2 新型化工材料在国民经济中的地位与作用	208
3 新型化工材料与科学技术及相关工业	209
4 新型化工材料与人民生活和人体健康	213
5 我国新型化工材料的现状及其发展前景	214
6 国外新型化工材料近况及其发展动向	222
7 我国新型化工材料与世界水平的主要差距	235
8 我国 21 世纪新型化工材料发展的基本方针和总目标	238
9 迈入新世纪的对策	240
参考文献	242

第一章 化工材料

1 引言

中国工程院从 1996 年开始组织“中国材料发展现状及迈入新世纪对策”咨询项目的研究。这项研究引起了国内各界的积极响应，得到政府部门、企业集团、科研院所及高等院校等方面的大力支持。在工程院的组织下，化工界也行动起来，制定了统一的工作计划，共同进行调研，力争提出符合我国国情的迈入新世纪的化工材料对策建议。

由化学合成得到的化工材料是各类材料中最重要、最广泛的一大门类。在我国，就“化工材料”而言，至今也还没有一个能为大家所普遍接受的比较准确严格的定义。化工产品范围很广，并且还在不断扩大，包括基本有机化学品、合成树脂、合成纤维、合成橡胶、化肥、染料、涂料、药品、粘合剂、信息化学品、生物化学品、功能高分子等，不下几十类。但是，划定要研究的化工材料范围是开展这项研究之前首先要解决的问题。大家知道，材料科学发展至今，已基本形成一个统一的概念，即材料必须具备四个要素：性质，成分与结构，合成、加工及使用性能。这四要素之间的密切结合决定了材料科学的发展方向。性质是确定材料功能特性和应用的基准；成分与结构是构成任何一种材料的基础；而材料的合成、加工与使用性能则是其能否发展的最关键的环节。因此从材料的四要素来看，绝大多数气态、液态的化工产品不能被看作是“化工材料”，而是“化工原料”；化肥、染料等类产品的物理性能也和材料相去甚远。因此，在本课题研究中，在同时具备材料四要素的前提下，选择生产量大、影响面广的合成树脂、合成纤维、合成橡胶、涂料、粘合材料、功能高分子、催化材料、微电子化工材料作代表，把每类做为一个子项目进行研究。此外，结合我国的国情，把多年来以军工配套为主的有机硅、有机氟、特种树脂、特种纤维及膜材料等称作“新型化工材料”，另列一个子项。

这样，在具体研究中，从我国现有化工材料生产、科研、教学的实际情况出发，分成若干子项目同时进行。每个子项都是研究课题的有机组成部分，分别提出分报告并独立成篇；总报告在集中各分报告主要结论的基础上进行综

合，并对化工材料的整体进行研究，提出政策建议。按照这样的划分，用 2 年左右的时间，完成了“中国材料发展现状及迈入新世纪对策”咨询项目化工材料的研究报告。

2 化工材料在国民经济和社会发展中的作用

在世界经济发展中，新材料起了重要的作用。材料品种目前正以每年 5% 的速度增长，具有优异性能和特定功能的新材料，正在加速产业革命的步伐。据预测，到 2000 年，全球材料品种将增加到 100 万个；全世界 12 项新兴产业的世界市场总营业额将达到 1 万亿美元，新材料约占 40%。其中，化工材料占了一个很大的比例。

在各类材料中，化工材料发展的历史并不长，却与国民经济和社会发展有着极为密切的关系。其中，以石油、天然气为原料生产合成树脂、合成纤维、合成橡胶等合成材料产品的石化工业是现代工业，在国民经济和社会发展中占有重要地位，引导、带动国民经济其他产业的发展，具有较强的支撑、辐射、带动作用，为农业、机械、交通、建筑、电子等行业的发展提供了必不可少的基础材料，同时也给国家提供了大量的就业机会。离开化工材料的支撑，信息产业、乃至知识经济的兴起都将受到重大影响。正因为化工材料不可替代的作用，对化工材料的研究具有特殊重要的意义。

合成树脂以其优异的特性而被广泛用在汽车、建筑、机械、电子、信息、包装和日用品等许多领域，一些性能独特的复合材料已广泛应用于航空、航天、海洋、电子和国防军工等新兴高科技产业。由合成树脂生产的专用塑料可以用来制作汽车零部件，每辆汽车用塑料占车重的 10% ~ 20%。农用薄膜，也是由合成树脂生产的。我国农用地膜覆盖面积已达 1 亿亩以上，棚膜达到 1000 万亩，为农业稳产、提高单产、改善农作物品质作出了重要贡献。

合成纤维主要是解决人们的穿衣问题。目前我国合成纤维在纺织原料中占的比例约为 40% ~ 50%，而它的坚牢度相当于天然棉纤维的 3 倍。由于合成纤维具有高强度、耐磨、耐酸碱、质轻保暖、电绝缘性好以及不怕霉蛀等性能，在国民经济的许多领域也得到了广泛的应用。

合成橡胶的应用涉及到交通运输、建筑、机电、日用品、电子信息、航空航天以及生命科学等各领域。合成橡胶约有 50% 用于制造轮胎，根据我国生产现状，平均每条轮胎耗用橡胶 10 公斤，以 1800 - 33 型为代表的大型工程胎耗胶量达 177 公斤。除轮胎外，每辆汽车所用橡胶配件有 500 余种，耗胶量约 10 ~ 15 公斤，其产值占汽车部件总产值的 6% 左右。除轮胎外，合成橡胶在

管、板、带条、膜以及鞋料方面得到广泛应用，特别是在合成过程中人为赋予它的某些特殊性能，如阻尼性、耐热性、密封性、耐溶剂性、生理相容性、形状记忆性等，则是天然橡胶无法比拟的。

合成树脂、合成纤维、合成橡胶替代木材、棉、毛、丝、麻、天然橡胶等天然材料，保护了森林，节省了耕地。合成树脂在包装、建筑等方面的应用能节省的木材数量还很难统计；1吨聚酯纤维可织布17600尺，可做衣服1100套，如以每亩棉田平均年产25公斤棉花计，则相当于44亩棉田所产的棉花量，再以每亩粮田平均年产量为175公斤粮食计，这些棉田可产粮食7.7吨；1吨合成橡胶相当于16亩橡胶园一年所产的天然橡胶。可以设想，假如没有合成材料的发展，人类生存给自然环境带来的压力将要增加到难以承受的程度。

不仅三大合成材料，其他化工材料的重要性也非常突出。涂料保护着世界数以亿吨计的钢铁免遭腐蚀，并使建筑、机电产品、家具等变得丰富多彩、质量可靠。近代粘合材料在保证材料原有性能的前提下，几乎可以把性能各异的基材结合在一起。功能高分子结合了材料的结构性和功能性，由人工合成具有各种功能的高分子都是可能的。微电子和信息处理技术的发展，对电子器件的性能提出了更高的要求，并给在苛刻条件下使用的电子线路封装、半导体集成电路和元器件等提供材料。随着国防工业的现代化和军工技术的发展，迫切需要耐辐射、耐高低温、重量轻和强度高的新材料，化工新型材料应运而生，并不断发展壮大。新型化工材料的发展历史不长，世界总产量和消费量也仅占三大合成材料的0.3%左右，但却对国防建设具有不可替代的作用。

当代化学的合成方法可以对分子进行合理的设计，使分子的组成、结构和大小等特性达到前所未有的精度，从而获得材料所需要的各种性能。化工材料除强度高、重量轻、柔性好、耐腐蚀外，在膨胀系数、介电常数、感光、磁性等方面具有许多优异的性能。除数量不断增长外，正是由于不断改进的性能使化工材料在国民经济和社会发展中发挥着越来越重要的作用。

3 化工材料现状

3.1 我国化工材料生产现状

中华人民共和国建国近50年，特别是改革开放20年来，我国化工材料工

业得到迅速发展，生产配套，门类基本齐全。在国民经济中，化工材料工业已经形成了一组庞大的工业群。合成树脂、合成纤维、合成橡胶、涂料、粘合材料、催化材料、微电子化工材料和新型化工材料等工业均形成了一定的规模。表 1-1 列出了我国大宗化工材料 1998 年的生产能力和产量。

表 1-1 我国大宗化工材料 1998 年的生产能力和产量 单位：万吨

大宗化工材料品种	生产能力	产 量
五大通用树脂	777	643.60
合成纤维	-	460.29
合成橡胶	95.49	58.38
涂 料	-	134.95 ^①
粘合材料	250 ^②	133 ^②

① 1997 年统计数据。

② 1996 年数据。

合成树脂。据 1996 年统计，我国合成树脂产量排在美国、日本、德国和韩国之后，位居世界第五位。1997 年我国合成树脂及塑料总生产能力 759.52 万吨/年，产量 647.40 万吨，其中五大通用树脂生产能力 684.96 万吨/年，产量 592.51 万吨。按我国人口 12.12 亿计算，人均合成树脂及塑料产量为 5.34 公斤。此外，聚氨酯、不饱和聚酯树脂、酚醛树脂、氨基树脂、环氧树脂、PET、PMMA 以及各种工程塑料，由于其特定的用途，在合成树脂中均占有一定的地位。1991~1997 年，我国合成树脂总生产能力和产量年均增长率分别为 11.3% 和 14.7%，是同期 GDP 平均增长率的 1.05 倍和 1.34 倍。

合成纤维。1997 年我国合成纤维总生产能力 452.42 万吨/年，产量 417.63 万吨，居世界首位，但我国人均合成纤维产量仅为 3.45 公斤。1991~1997 年，我国合成纤维总生产能力和产量年均增长率分别为 14.5% 和 16.2%，是同期 GDP 平均增长率的 1.35 倍和 1.51 倍。我国合成纤维的应用范围逐步扩大，产业用、装饰用、服装用的比例达到 12:25:63；产业用、装饰用合成纤维的比例有所提高，其纺织品的合纤用量均已超过 70%，合纤的差别化率已提高到 19.5%。

合成橡胶。1997 年我国合成橡胶总生产能力 67.67 万吨/年，产量 62.26 万吨，排在美国、日本、俄罗斯之后，位居世界第四位，消耗合成橡胶量居世界第三位。我国人均合成橡胶产量为 0.51 公斤。1991~1997 年，我国合成橡胶总生产能力和产量年均增长率分别为 10.2% 和 10.7%，是同期 GDP 平均增长率的 0.95 倍和 0.96 倍。

涂料。1997 年我国涂料产量达 134.9 万吨，比 1996 年增长 11.1%。涂料产量仅次于美国、日本和德国，居世界第四位。我国人均涂料产量为 1.11 公斤。已建成了建筑涂料、汽车涂料和防腐涂料等几个专用涂料生产基地，年出

口 7~8 万吨。同时,一些用于建筑、汽车、家电、船舶及集装箱等行业的高档产品还需要进口。

粘合材料。1996 年全国产量 133 万吨,生产能力 250 万吨/年,折干胶量约 40 万吨/年,产值约 60 亿元/年,企业在 1000 个以上。建筑业是胶粘剂最大的市场,占 51.8%;其次是纸制品包装(12.6%)和制鞋(占 9%)。1995 年国外粘合材料在中国销售额达 2.25 亿美元,其中合成胶 1.95 亿美元;1996 年约 2.65 亿美元。

催化材料。目前,国内石油化工所需的六大类关键催化剂生产能力超过 8 万吨/年,年产催化剂近 7 万吨,引进装置所需的催化剂,已有 85% 立足国内。国内开发出若干项具有特色的催化材料,包括超细晶粒分子筛、ZRP 系列分子筛、有机催化材料等,所开发催化剂性能有些已达到或优于国外催化剂水平。如催化裂化的超稳 Y 催化剂,稀土氢 Y 催化剂,催化裂解催化剂,连续重整的铂锡催化剂,加氢裂化、加氢精制系列催化剂,环氧乙烷催化剂,二甲苯异构化催化剂等。

微电子化工材料。在微电子化工材料中光刻胶占有重要地位。光刻是集成电路的关键工艺,尽管光刻胶只占集成电路材料总成本的 4%,但却是集成电路工艺的关键。紫外负型光刻胶已基本上实现了国产化,年产 20 吨左右,可满足 5 微米、3 微米生产技术的需要。紫外正型光刻胶年产 5 吨左右,可满足 2~3 微米生产技术的需要。同时,可提供 0.8 微米工艺技术所需的正胶。

新型化工材料。在本研究报告中包括特种工程塑料、有机硅、有机氟、膜材料及高性能纤维。

特种工程塑料。包括聚酰亚胺、聚砜、聚苯硫醚、聚醚醚酮和热致液晶聚合物等,总生产能力为 3000 吨/年,其中聚酰亚胺生产能力为 1000 吨/年左右,聚苯硫醚生产能力约 1500 吨/年。

有机硅。主要是指以 $\equiv \text{Si}-\text{O}-\text{Si} \equiv$ 为主链的一类聚合物。有机硅聚合物的生产能力已达到 4.5 万吨/年左右;单体生产能力 2.5 万吨/年。其中,硅橡胶的生产能力为 3.8 万吨/年、硅树脂产量 1500 吨/年、硅油产量 5000 吨/年,其中有机硅材料最主要的单体二甲基二氯硅烷万吨级装置已正式运行。

有机氟。含氟高分子材料包括氟树脂、氟橡胶以及含氟涂料、织物处理剂。我国氟材料的生产能力近万吨/年。其中,聚四氟乙烯 9000 吨/年;氟橡胶 300 吨/年;可熔融加工氟塑料装置能力 700 吨/年。有机氟织物处理剂和涂料尚处于空白状态和开发阶段,每年需进口 5000 多吨。

膜材料。我国膜材料和膜技术的研究已有 40 余年的历史,目前已在离子交换膜、液体分离膜、气体分离膜、陶瓷微滤膜和纳滤膜等领域中初步实现工业化。