

精细化学品

绿色合成

技术与实例

尚堆才 童忠良 编

- 本书以技术性、产业化为主，并兼具科普性和实用性，同时也体现前瞻性，以推进和扩大精细化学品产业应用前景……
- 涉及精细化工有机中间体、表面活性剂、工业用化学品、油田化学品与石油助剂、绿色涂料与功能涂料、绿色胶黏剂等共150多种精细化学品绿色合成技术。
- 本书较全面而系统地阐明了精细化学品绿色合成技术的基本概念和理论基础，并介绍了许多相关产品的合成实例。



化学工业出版社

精细化学品绿色合成技术与实例

尚堆才 童忠良 编



化学工业出版社

· 北京 ·

随着精细化学品产业的快速发展,我国对精细化学品需求量增大,加速开发现代精细化学品势在必行。

本书的特点是以技术性、产业化为主并兼具科普性和实用性,同时体现前瞻性,以推进、创新精细化学品产业应用前景等。

本书共分八章内容,涉及精细化工有机中间体、表面活性剂、工业用化学品、油田化学品与石油助剂、绿色涂料与功能涂料、绿色胶黏剂及其它等共150多种精细化学品绿色合成技术;目前我国精细化学品合成技术不仅经实践证明是可靠的,而且是有产业化应用前景的实用技术。本书较全面而系统地阐明了精细化学品绿色合成技术的基本概念和理论基础及其它等产品内容。

本书对从事精细化学品研究与开发和精细化学品生产的科技人员、生产人员以及高等院校应用化学等专业的师生都具有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

精细化学品绿色合成技术与实例/尚堆才,童忠良编. —北京:化学工业出版社,2011.1

ISBN 978-7-122-10204-1

I. 精… II. ①尚…②童… III. 精细化工-化工产品-化学合成-无污染技术 IV. TQ072

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第253721号

责任编辑:夏叶清

文字编辑:陈雨

责任校对:周梦华

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张29½ 字数893千字 2011年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:96.00元

版权所有 违者必究

前 言

随着精细化学品产业的快速发展,我国对精细化学品需求量增大,加速开发现代精细化学品势在必行。

当今精细化学品新材料学科研究领域中最富有活力,对未来经济社会发展最具有影响的研究领域,又是科技中最为活跃,最接近应用的部分;目前,实施对该领域的研究,推动现有精细化学品新技术产品与传统产业结合,融合改造传统精细化学品等产业产品、发展高附加值产业产品,已成为精细化学品等领域相关材料行业的产业产品的一大亮点,所以具有十分重要的意义。

当前精细化学品制造技术的发展更加迅速,新型精细化学品材料不断涌现,高端、高密集度、高效能的功能精细化学品材料层出不穷,精细化工有机中间体、表面活性剂、工业用化学品、油田化学品与石油助剂、绿色涂料与功能涂料、绿色胶黏剂等都是精细化学品材料技术应用的良好范例。精细化学品材料需要纳米技术的加入,纳米技术改变和推进了精细化学品材料的发展、创新。

精细化学品合成技术开发与研究主要是从化学反应的设计、反应的进行、产物的使用及废弃过程中使污染减少到最小的新兴科学。主要研究方向有绿色精细化学品替代原材料、绿色化学反应途径、绿色试剂的使用、绿色替代溶剂技术等方面。

本书的特点是以技术性、产业化为主并兼具科普性和实用性,同时体现前瞻性,以推进、创新精细化学品材料的产业应用前景等。

本书的内容涉及精细化工有机中间体、表面活性剂、工业用化学品、油田化学品与石油助剂、绿色涂料与功能涂料、绿色胶黏剂及其它等共 150 多种精细化学品绿色合成技术;目前我国精细化学品合成技术不仅经实践证明是可靠的,而且是有产业化应用前景的实用技术。本书较全面而系统地阐明了精细化学品绿色合成技术的基本概念和理论基础及其它等产品内容。介绍了每个典型精细化学品中的纳米材料应用与工艺过程的特点和基本内容,并提出了各个精细化学品与工艺的最新技术进展。详细介绍了精细化学品开发与合成技术、设计及典型精细化学品的制备实例。因此,本书内容具有新颖性,内容广泛,实用性强。

编者的愿望是,随着我国精细化学品绿色合成技术的发展,督促企业进行技术升级,促进企业通过创新、改造新工艺等方式提高生产效率,以最小能耗换来最大化的产品产出。

本书内容具有新颖性,内容广泛,实用性强,不仅可用作大学化学工程与工艺专业的(实验合成技术)教学参考书,而且对于大学 1~2 年级学生进行理论基础学习与大学 3~4 年级学生进行工厂实践与设计,以及从事精细化学品产品技术开发与研究的人员来说,也无疑是一本有实用价值的参考书。

在本书编写过程中,高洋、葛忠华、欧玉春等同志共同参加了编写。特别是周雯、王瑜、王月春、俞俊、周国栋、高巍、耿鑫、陈羽、朱美玲、谢义林、方芳、王辰、王书乐、童凌峰、高新、韩文彬、沈光欣等同志为本书的资料收集、插图及编排付出了大量精力,在此一并致谢。

由于时间仓促和编写水平有限,书中难免出现不当之处,欢迎各位读者批评指正。

编者 2010 年 9 月

目 录

第一章 绪论 / 1

第一节 概述	1	二、国内外精细化工的发展现状	3
一、精细化工的定义、分类	1	三、精细化工面临的机遇	4
二、精细化工产品的特点	1	四、精细化工发展方向	4
三、精细化工的原料与副产物开发	1	第三节 精细化工产品产业化初探	8
第二节 精细化工在国民经济中的作用		一、精细化工产品产业化现状分析	8
与发展	2	二、精细化工产品产业化发展趋势	10
一、精细化工在国民经济中的作用	2	三、精细化工产品与纳米技术开发	12

第二章 精细化学品合成技术设计与开发 / 16

第一节 绿色精细化学的概述	16	四、精细化学品绿色合成技术开发与实验	
一、绿色精细化学的产生	16	技术具体内容	28
二、什么叫绿色精细化学	17	第三节 精细化学品绿色合成技术实验产	
三、精细化工过程绿色化	17	品与工艺设计	29
四、绿色精细化学的主要研究内容	17	一、精细化学品绿色合成技术工艺路线	
五、绿色精细化学品替代能源与天然气		的选择	29
化工	18	二、精细化学品绿色合成技术实验	
六、绿色精细化学的核心内容——原子		设计	31
经济性	18	三、精细化学品绿色合成技术配方的实	
七、原子经济性化学反应主要研究		验室优化与工艺的确定	32
内容	18	第四节 精细化学品绿色合成技术的中试	
八、绿色精细化学功能材料实现“原子		产品及后期工作	38
经济”反应目标	18	一、中试产品	38
九、绿色精细化学的 12 项原则和 5R		二、现场应用试验	39
理论	19	三、产品质量标准的制定	39
十、总统绿色精细化学挑战奖	20	四、产品的鉴定	40
第二节 精细化学品的绿色合成技术与		五、产品的车间规模生产的意事项	40
开发	21	第五节 精细化学品绿色合成技术开发研	
一、精细化学品绿色合成技术开发内容及		究实例	42
意义	21	一、乳液型硅油消泡剂的配制	42
二、精细化学品绿色合成技术开发的一般		二、汽车发动机清洗液的配制	46
程序	22	三、汽车挡风玻璃清洗剂的配制	50
三、开发绿色精细化学品合成技术前期		四、环保型液体洗涤剂的配制	55
准备	23	五、固体酒精的配制	57

第三章 精细化工有机中间体绿色合成 / 60

第一节 医药中间体	60	二、对硝基苯甲醛	95
一、草酸二乙酯	60	三、对甲苯磺酰胺	98
二、环丙烷甲酰氯	63	四、对甲苯磺酰氯	99
三、2-氨基-5-甲氧基嘧啶	64	五、对硝基苯甲酰氯	101
四、对硝基苯乙醇	67	六、对氨基苯甲醛	104
五、扁桃酸	68	七、间羟基苯甲酸	106
六、氮噻吩酸	71	八、4,4'-二氨基二苯醚	108
七、苯并咪唑	73	第四节 食品添加剂与香料	110
八、2-噻吩乙胺	75	一、DL-苏氨酸	110
九、4-氨基-2,6-二氯嘧啶	76	二、对羟基苯甲酸乙酯	112
十、苯氧乙酸	79	三、富马酸	112
十一、苯甲酰胺	79	四、甲氧基乙酸甲酯	114
第二节 农药中间体	81	五、咪唑	116
一、2-氯乙醇	81	六、香豆素	117
二、二苯基乙酸	82	七、叶醇	120
三、邻氟苯腈	84	第五节 绿色新化学品	122
四、邻异丙基酚	85	一、聚碳酸酯	122
五、对甲基苯乙酮	89	二、碳酸二甲酯	126
六、2-氨基-4,6-二甲基嘧啶	91	三、金刚烷	133
第三节 染料中间体	93	四、1,4-丁二醇	137
一、丙二酸二乙酯	93		

第四章 表面活性剂绿色合成技术 / 141

第一节 表面活性剂概述	141	第三节 阳离子表面活性剂	176
一、表面活性剂的结构特点和分类	142	一、概述	176
二、表面活性剂的国外发展状况	148	二、胺盐型阳离子表面活性剂	177
三、国内表面活性剂生产现状	149	三、季铵盐型阳离子表面活性剂	178
四、国内表面活性剂生产的技术现状	150	第四节 两性表面活性剂	179
五、中国表面活性剂发展三大态势	154	一、概述	179
六、中国表面活性剂技术创新	155	二、两性表面活性剂的等电点	181
七、表面活性剂在纳米技术中的应用	158	三、两性表面活性剂的分类	182
八、中国表面活性剂市场应用展望	161	四、两性表面活性剂的性能	182
第二节 阴离子表面活性剂	163	五、氨基酸型两性表面活性剂	183
一、概述	163	六、咪唑啉型两性表面活性剂	184
二、磺酸盐型阴离子表面活性剂	164	七、甜菜碱型两性表面活性剂	184
三、硫酸酯盐型阴离子表面活性剂	171	八、咪唑啉类两性表面活性剂的合成路线与实例	185
四、阴离子烷基二苯醚 (alkyldiphenylether) 合成路线与实例	175	第五节 非离子表面活性剂	188
		一、概述	188
		二、脂肪醇聚氧乙烯醚型非离子表面活	

性剂	188
三、烷基酚聚氧乙烯醚型非离子表面活性剂	189
四、聚氧乙烯烷基胺型非离子表面活性剂	190
五、脂肪酸聚氧乙烯酯型非离子表面活性剂	191
六、烷基多苷型非离子表面活性剂	191
七、多元醇型非离子表面活性剂	193
八、嵌段聚醚型非离子表面活性剂	195
九、N-甲基葡萄糖酞胺(AGA)型非离子表面活性剂	196
十、新型绿色表面活性剂——烷基葡糖苷的合成及性能	196
十一、仲醇衍生的非离子表面活性剂的合成路线与实例	198
第六节 Gemini 型表面活性剂	203
一、概述	203

二、Gemini 型表面活性剂结构主要性质	203
三、各种类型的 Gemini 型表面活性剂	206
四、Gemini 型表面活性剂应用	208
第七节 高分子表面活性剂的合成路线与实例	209
一、概述	209
二、高分子表面活性剂的合成方法	209
三、总结	214
第八节 表面活性剂在纳米材料制备中的应用与实例	214
一、表面活性剂在纳米材料制备中的应用	214
二、低热固相反应表面活性剂模板法制备纳米硒	216
三、表面活性剂在纳米材料形貌控制中的应用	219

第五章 工业用化学品绿色化合成技术/ 223

第一节 水处理化学品	223
一、概述	223
二、阻垢剂	224
三、缓蚀剂	234
四、杀菌灭藻剂	238
五、絮凝剂	240
六、我国水处理化学品发展趋势	243
第二节 工业防腐剂	245

一、工业防腐剂的种类与特点	245
二、国内外工业防腐剂的发展趋势	247
三、工业天然防霉、防腐、抗菌剂	257
四、工业有机防霉、防腐、抗菌剂	262
五、化学建材防霉、防腐、杀菌剂	280
六、使用工业防腐剂的思考与控制	286
七、工业清洗剂羟基乙酸产品与实例	288

第六章 油田化学品与石油助剂合成技术/ 290

第一节 钻井液处理剂	290
一、钻井液处理剂的分类与发展	290
二、钻井液配浆原材料	291
三、钻井液无机处理剂	294
四、钻井液有机处理剂	296
第二节 采油用化学剂	306
一、强化采油用化学剂	306
二、油层改造用化学剂	307
第三节 国内外润滑油、石油化学品的应用现状与发展趋势	313
一、车辆齿轮油的发展趋势	313
二、发动机石油化学品概述	313

三、石油化学品的应用原则	315
四、石油化学品环境友好与发展趋势	315
第四节 新型清洁石油化学品技术研究	317
一、新型清洁石油化学品技术	317
二、新型石油化工各类催化剂技术	317
第五节 润滑油调和工艺与石油化学品加工技术	318
一、润滑油调和工艺	318
二、纳米石油化学品加工技术	321
第六节 纳米石油化学品的开发与应用	321

一、纳米润滑技术.....	322	三、纳米燃油化学品.....	323
二、润滑油纳米添加剂的分类和 发展.....	322	四、纳米材料及其在石油化工催化剂和化学 品中的应用.....	325

第七章 绿色涂料与功能涂料的复配技术与实例 / 327

第一节 涂料的组成及分类	327	第七节 导电涂料	357
一、涂料的组成.....	327	一、导电涂料分类及导电原理.....	357
二、涂料的分类.....	327	二、导电涂料配方举例.....	358
三、涂料的化学成分.....	328	第八节 纳米功能涂料	360
四、绿色涂料与纳米涂料的界定方法及 特点.....	328	一、纳米稀土发光涂料	360
五、涂料的作用.....	328	二、纳米功能抗菌涂料.....	361
六、涂料的生产.....	329	三、纳米抗菌水性木器漆.....	362
七、绿色涂料的清洁生产.....	329	四、水性环保纳米乳胶漆.....	363
八、涂料工业中的基本科学理论.....	330	五、纳米负离子内墙涂料.....	364
第二节 各类树脂涂料	332	六、纳米 Al ₂ O ₃ 陶瓷涂料.....	365
一、油基树脂涂料.....	332	七、纳米负离子抗菌涂料.....	366
二、沥青涂料.....	336	八、纳米斜发沸石涂料.....	367
三、醇酸树脂涂料.....	337	九、聚丙烯酸水性木器纳米漆.....	368
四、丙烯酸树脂涂料.....	339	十、纳米 TiO ₂ 光催化涂料	369
五、环氧树脂涂料.....	340	十一、纳米隔热功能涂料.....	371
六、异氰酸酯涂料.....	342	十二、新型抗菌保健纳米生态涂料.....	372
七、聚酯涂料.....	343	十三、纳米 CaCO ₃ 增韧涂料	373
八、橡胶涂料.....	344	十四、透明水性木器漆乳液.....	374
第三节 有机硅涂料	346	十五、油气田管道纳米瓷膜漆.....	375
一、有机硅树脂的制备.....	347	十六、纳米 SiO ₂ 耐磨涂料	376
二、有机硅改性树脂涂料.....	347	十七、纳米 Fe ₃ O ₄ 磁性涂料.....	377
三、有机硅涂料的配方举例及应用.....	348	十八、三元聚合纳米氟硅复合乳液.....	380
第四节 防锈涂料	348	十九、水性隔热保温纳米涂料.....	382
一、防锈涂料的防锈机理.....	348	二十、环保(无苯)氟碳纳米涂料.....	383
二、防锈涂料的组成.....	348	二十一、纳米环保耐高温防火涂料.....	383
三、防锈涂料的分类及配方举例.....	349	二十二、太阳能反射隔热纳米涂料.....	384
四、带锈涂料.....	351	二十三、汽车用水性纳米电泳涂料.....	385
第五节 防污涂料	352	二十四、纳米 DHCP 自洁涂料	385
一、防污剂的种类.....	352	二十五、纳米防水涂料.....	386
二、防污涂料用成膜物质和助剂.....	353	二十六、纳米功能防腐涂料.....	387
三、防污涂料的种类及配方举例.....	353	二十七、外墙隔热防渗涂料.....	387
第六节 耐热涂料	355	二十八、纳米 Fe ₂ O ₃ 建筑防腐 涂料.....	388
一、耐热涂料的种类.....	355	二十九、有机硅/聚酯纳米涂料	389
二、耐热涂料用颜填料.....	355	三十、防污损微纳涂料.....	390
三、耐热涂料的配方及应用.....	355	三十一、环氧/聚酯粉末纳米涂料	391

第一节 胶黏剂的组成及分类	394	一、提高胶黏剂的耐水性的设计	428
一、胶黏剂	394	二、提高胶黏剂的耐热性的设计	429
二、胶黏剂的分类	394	三、加入防老剂	429
三、胶黏剂的功能	397	四、使用偶联剂的设计	429
四、胶黏剂的组成	397	五、增大交联程度的设计	433
五、胶黏剂绿色化技术	402	六、消除内应力	433
六、绿色环保型干式复合胶黏剂	404	七、化学处理和底涂剂的设计	433
七、胶黏剂在国民经济地位和作用	408	八、加热固化的设计	434
第二节 绿色胶黏剂的发展与开发	409	九、引入纳米填充剂	434
一、胶黏剂的发展新趋势	409	十、涂层密封防护	434
二、绿色胶黏剂研究新趋势	410	十一、采用先进粘接件系的设计	434
三、工程/结构胶黏剂的发展趋势	415	第五节 绿色聚氨酯胶黏剂的配方	
第三节 绿色胶黏剂新配方设计	422	设计	434
一、胶黏剂配方原理设计	423	一、概述	434
二、胶黏剂配方组成设计	423	二、聚氨酯分子设计	435
三、胶黏剂配方组分配比的优化		三、聚氨酯的粘接工艺设计	436
设计	424	第六节 绿色胶黏剂技术开发与配方	
四、计算机辅助胶黏剂配方优化		实例	439
设计	426	一、概述	439
第四节 提高胶黏剂粘接耐久性的		二、绿色胶黏剂开发实例	440
设计	428	三、绿色胶黏剂发展趋势	455

第一章

绪论

精细化工是 21 世纪世界化学工业结构调整和发展的重点。精细化工的发展程度是一个国家综合国力和技术水平的重要标志之一。目前发达国家精细化工率已达到 60%~70%，而我国大约为 40%左右。我国由于人口基数大，资源相对短缺，而生态环境又比较脆弱，加之精细化学品的工业生产过程复杂，对生态环境造成的污染相当严重，因此发展绿色精细化工对于我国化学工业产业调整和可持续发展具有重要的战略意义。精细化学品品种多，更新换代快，技术密集度高，专一性强。发展绿色精细化工，必须优先发展精细化学品的绿色合成技术。

第一节 概述

一、精细化工的定义、分类

所谓精细化工产品（即精细化学品）是指那些具有特定的应用功能，技术密集，商品性强，产品附加值较高的化工产品。生产精细化学品的化工企业，通称精细化学工业，简称精细化工。

中国精细化工产品包括 11 个产品类别：①农药；②染料；③涂料（包括油漆和油墨）；④颜料；⑤试剂和高纯物质；⑥信息用化学品（包括感光材料、磁性材料等能接收电磁波的化学品）；⑦食品和饲料添加剂；⑧黏合剂；⑨催化剂和各种助剂；⑩（化工系统生产的）化学药品（原料药）和日用化学品；⑪高分子聚合物中的功能高分子材料（包括功能膜，偏光材料等）。

二、精细化工产品的特点

精细化工的研究和应用领域十分广阔，其主要的特点是：

- ① 具有特定的功能和实用性特征。
- ② 技术密集程度高。
- ③ 小批量，多品种。
- ④ 生产流程复杂，设备投资大，对资金需求量大。
- ⑤ 实用性、商品性强，市场竞争激烈，销售利润高，附加值高。
- ⑥ 产品周期短，更新换代快，多采用间歇式生产工艺。

三、精细化工的原料与副产物开发

精细化工生产所用的原料同有机合成所用的原料一样，主要以煤、石油、天然气和农副产品为主。

(1) 利用石化工业副产物开发新的精细化工产业

发挥石化工业的资源优势，开展石油精细化学品的生产技术开发，重点加强石油加工过程中产生的干气、液化气以及 $C_5 \sim C_9$ 的综合利用，利用新技术，发展新产业。

(2) 开发干气利用技术

干气是石油加工过程中产生的不可压缩液化气体的总称，主要成分为甲烷、乙烷、乙烯和氢气等。当前干气的利用主要用于合成氨或作为燃料，部分进行了综合利用。要把不同乙烯含量干气的利用技术开发作为重点，实现干气制乙苯技术的产业化。同时，深化以乙苯和苯乙烯为原料的精细化工产品生产技术研究开发工作。

(3) 加强炼厂液化气的利用研究，发挥其应有的价值

炼厂液化气的主要成分为 C_3 、 C_4 组分，富含丙烯、丁烯、异丁烯等烯烃，具有极高的利用价值。要加强炼厂液化气的分离与应用技术的开发，充分挖掘丙烯、丁烯、异丁烯等基本精细化工原料的价值，开展其下游精细化工产品的应用开发工作。

(4) 加强 $C_5 \sim C_9$ 组分的分离研究，发展戊烯利用产业

$C_5 \sim C_9$ 是乙烯装置的副产物，含有环戊二烯、戊烯和异戊二烯等，实现分离后可以得到重要的化工原料和中间体。继续加大 $C_5 \sim C_9$ 分离技术的科技产业化工作，开展戊烯类的综合利用技术研究，重点开展异戊二烯用于合成橡胶、合成萜烯类化合物及生产二氯菊酸乙酯（高效低毒农药杀虫剂）等研究工作。

第二节 精细化工在国民经济中的作用与发展

最近几年国内精细化工行业都在关注一个问题：21 世纪精细化工的发展趋势。自从 20 世纪 90 年代后期以来，我国决定加大在能源、信息、生物、材料等高新技术领域的投资力度，化工作为传统产业没有被列入国家优先发展的行列，而被有的人归于夕阳工业。但事实并非如此，特别是我们精细化工，由于它在国民经济中的特殊地位，由于它和能源、信息、生物化工以及材料学科之间的紧密联系，它在我国现代化建设中的作用将愈来愈重要，而成为不可替代、不可或缺的关键一环。精细化工在中国、乃至在世界，依然是朝阳工业，前景一片光明。

一、精细化工在国民经济中的作用

我们都知道精细化工是生产精细化学品的化工行业，主要包括医药、染料、农药、涂料、表面活性剂、催化剂、助剂和化学试剂等传统的化工部门，也包括食品添加剂、饲料添加剂、油田化学品、电子工业用化学品、皮革化学品、功能高分子材料和生命科学用材料等近 20 年来逐渐发展起来的新领域。中国是个人口大国，众多人口的生存与生存质量与精细化工息息相关。增加粮食产量，需要多种高效低毒的农药、植物生长调节剂、除草剂、复合肥料；抵抗疾病需要多种医药、抗生素；石化工业生产需要催化剂、表面活性剂、油品添加剂和橡胶助剂等；服装、丝绸工业需要高质量的染料、纺织助剂、颜料；美化环境、改善居住条件需要不同的涂料、黏合剂。据报道一台电视机与 2000 多种化学品有关，其中绝大部分是精细化学品。

正由于精细化工对国民经济和人民生活做出的重大贡献，从“六五”开始，直至“十一五”，被我国先后列为国民经济发展的战略重点，并作为七大重点工程之一来抓。经过 30 多年的努力，我国精细化工得到了长足的发展。目前我国精细化工企业总数已达 15000 余家，传统领域精细化工企业 7000 多家，其中染料、颜料企业 1500 多家，农药及其制剂加工企业 1200 多家，涂料生产企业 5000 多家；新领域精细化工企业 4000 多家。精细化工行业总产值达 1800 亿元，其中新领域精细化工产值为 600 亿~700 亿元。许多精细化工产品产量如染料、农药等居世界前列。有部分精细化工产品已能满足国内需求。

精细化工的发展，促进了其它行业如农业、医药、纺织印染、皮革、造纸等水平的提高，同时为这些行业带来了经济效益的提高。

精细化工的发展，为生物技术、信息技术、新材料、新能源技术、环保等高新技术的发展提供了保证。

精细化工的发展，直接为石油和石油化工三大合成材料（塑料、橡胶和纤维）的生产及加工、农业化学品的生产，提供催化剂、助剂、特种气体、特种材料（防腐、防高温、耐溶剂）、

阻燃剂、膜材料、各种添加剂、工业表面活性剂、环境保护治理化学品等，保证和促进了石油和化学工业的发展。

精细化工的发展，提高了化学工业的加工深度，提高了大的石油公司、大的化工公司的经济效益。

精细化工的发展，提高了国家的化学工业的整体经济效益，增强了国家的经济实力。当今，精细化工已成为世界化学工业发展的战略重点之一，也是化学工业激烈竞争的焦点之一。因此国家经贸委在“十一五”工业结构调整规划纲要中指出：化学工业的发展是以“化肥、农药和精细化工为重点”。化肥和农药直接与粮食生产有关，所以精细化工和粮食生产一样重要，只能立足于国内，不能依赖于国外。

二、国内外精细化工的发展现状

据统计全球 500 强中有 17 家化工企业，其中前几位是美国杜邦公司、德国巴斯夫公司、赫斯特公司和拜尔（Bayer）公司，美国的道公司以及瑞士的汽巴-嘉基公司等。它们都有百余年的历史，在 20 世纪 70 年代以前都大力发展石油化工，后来逐渐转向精细化工。德国是发展精细化工最早的国家。它们从煤化工起家，在 20 世纪 50 年代以前，以煤化工为原料的占 80% 左右，但由于煤化工的工艺路线和效益不佳，1970 年起以石油为原料的化工产品比例猛增到 80% 以上。

杜邦公司是世界上最大的化学公司，成立于 1802 年。它从 1980 年前后才从石油化工大幅度地转向精细化工，比德国和日本起步晚，但发展速度却很快。该公司对以往通用产品以提高质量、降低成本和提高市场竞争力为目标，80 年代以来，扩大了专用化学品的生产，主要为农药、医药、特种聚合物、复合材料等精细化工产品的生产。该公司的长远目标为发展生命科学制品，为保健品、抗癌、抗衰老等药物和仿生医疗品，1995 年该公司利润为 33 亿美元。

道化学公司成立于 1897 年。20 世纪 70 年代末，通过产品的结构调整，加强了对医药和多种工程用聚合物的生产，特别是汽车涂料和黏合剂方面有所特长。该公司在 1973 年精细化学品产值只有 5.4 亿美元，精细化工率为 18%，1996 年猛增到 50%。90 年代初总产值为 200 亿美元，而精细化工产值占 110 亿美元。

巴斯夫公司、赫斯特公司和拜尔公司是德国化工企业的三大支柱。它们多以兼并、转让、出售为手段，加大投入力度，以技术力量的强弱，实施核心业务，尽量提高核心业务的比重和主导产品的市场占有率。重点开发保健医药用品、农用化学品、电子化学品、医疗诊断用品、信息影像用品、宇航用化学品和新材料等高新领域，大大提高了精细化工产品的科技含量和经济效益。如巴斯夫公司的涂料和感光树脂等几个有特色产品，其销售额占总销售额的比例由 1980 年的 11% 升至 1995 年的 30%。该公司 1994 年的营业额为 462 亿马克，赫斯特公司 1996 年营业额为 521 亿马克，拜尔公司 1994 年营业额为 267 亿美元。它们都非常重视开发高新技术，拜尔公司至 1995 年底已获得 15.5 万项专利，产品 2.4 万个，它在医药中的主导产品阿司匹林已有百年的历史。

瑞士的汽巴-嘉基公司是世界上著名的农药、医药、染料、添加剂、化妆品、洗涤剂、宇航用胶黏剂等的生产企业，是世界上唯一全部外购原材料发展精细化工的大企业。1994 年，其营业额为 161 亿美元，其精细化工率占世界首位，高达 80% 以上。

发达国家不断地根据经济效益和发展的需要，以及市场、环境和资源的导向，进行化学工业产品结构的调整，其转轨的焦点都集中在精细化工方面，发展精细化工已成为世界性趋势。1991 年全世界精细化学品的销售额为 400 多亿美元，以西欧、美国和日本为主。20 世纪 90 年代初期，发达国家精细化工率约为 55%，而末期上升到 60%。精细化工的发展速度一直高于其它行业。以美国为例在 20 世纪 80 年代后期，工业增长率为 2.9%，而精细化工则高达 5%。他们的发展主要目标是扩大专用品的生产，如医药保健品、电子化学品、特种聚合物及复合材料等，并大力发展有关生命科学制品，如抗癌药物、仿生医疗品、无污染高效除草剂、杀菌剂等。

我们国家自 20 世纪 80 年代确定精细化工为重点发展目标以来，在政策上予以倾斜，发展较为迅速。“十五”期间已建成精细化工技术开发中心 18 个，年生产能力超过 1000 万吨，产品品

种约万种，年产值达 1200 亿元，已打下了一定的基础。20 世纪末精细化工率达到 35%。这与发达国家相比差距较大。他们仅就电子工业一项就需精细化学品 1.6 万种，彩电需 7000 多种，国内产品配套率都不到 20%，其余靠进口。其它在织物整理剂、皮革涂饰剂等方面更为短缺。另外从我国精细化工产品的质量、品种、技术水平、设备和经验来看，许多行业的需求都不能满足。

三、精细化工面临的机遇

精细化工与人们的日常生活紧密联系在一起，它与粮食生产地位一样重要，关系到国家的安全。因此精细化工是中国的支柱产业之一。在新世纪之初，精细化工就被国家经贸委列入发展重点之一。这是精细化工面临的良好机遇之一。

精细化工生产的多为技术新、品种替换快、技术专一性强、垄断性强、工艺精细、分离提纯精密、技术密集度高、相对生产数量小、附加值高并具有功能性、专用性的化学品。许多国内外的专家学者把 21 世纪的精细化工定位为高新技术。在国外的高新技术园区，譬如法国巴黎西南郊的 Les Ulis 高新技术园区，就有很多精细化工企业。在国内也一样，在上海、苏州、杭州等地的高新技术开发区都有大量的精细化工企业。而只要是高新技术企业，都可享受到政策、融资、外贸、征地、用人等方方面面的优惠条件。这是精细化工面临的良好机遇之二。

目前在世界范围内都在进行产业的结构调整。随着环境保护要求的不断提高，欧盟国家、美国和日本这些工业发达国家，陆续把许多化工企业向发展中国家转移。虽然这些国家有转移污染的企图，但也确实把一定数量的具有较高技术含量的精细化学品生产转移到国外，而且这种趋势在不断扩大。从世界经济版图来看，可以接受这种转移的主要是亚洲、南美洲和非洲。由于非洲在经济和技术方面的落后，无力承受这种转移。以巴西为首的南美经济合作区，虽然有一定的经济、技术和资源等方面的基础，但政局不稳定、经济上险象环生，使外商投资者望而生畏。亚洲经济发展迅猛，特别是东亚和南亚一带，自然资源和人力资源得天独厚，经济和技术水平达到了相当的程度。其中东盟十国人力便宜，中国和印度最有竞争力。由于中国政局稳定，政策优惠，市场容量大，一心一意搞经济建设，改革开放以来，已经打下了坚实的基础，因此中国比印度更胜一筹。据 1995 年统计，外商在中国近 20000 家化工企业，其中精细化工达 2206 家。特别是最近几年，国际跨国公司大举进入中国，例如德国 Bayer 公司在上海兴建的水合肼生产企业，日本味之素公司在四川化工厂的赖氨酸，美国 Lilly 公司在江苏南通的合成吡啶，瑞士 Lonza 公司在广州的烟酸及烟酰胺，美国 Du Pont 公司与上海合资的“农得时”等。这对我国的精细化工生产水平的提高、精细化工行业的发展具有推动作用。这是精细化工面临的良好机遇之三。

随着世界和我国高新技术的发展，不少高新技术如纳米技术、信息技术、现代生物技术、现代分离技术、绿色化学等，将和精细化工相融合，精细化工为高新技术服务，高新技术又进一步改造精细化工，使精细化工产品的应用领域进一步拓宽，产品进一步高档化、精细化、复合化、功能化，往高新精细化工方向发展。所以各种高新技术的良性互动，是精细化工面临的良好机遇之四。

面对这样四个良好机遇，难怪我国的专家学者和有识之士，一致认为精细化工在中国绝对是朝阳产业，前途无量。

四、精细化工发展方向

按照经济发展和合作组织 (OECD) 的规定，根据技术密集度的情况，汽车、机械、有色冶金、化工属于中技术产业。高新技术及其产业是按其研究开发含量高而确定的特定领域，如航天航空、信息产业、制药等。作为化学工业分支的精细化工大体也属于中技术范畴，但作为精细化学品的高性能化工新材料、制药、生物化工等已确定属于高新技术范畴。21 世纪是知识经济时代，一场以生物工程、信息科学和新材料科学为主的三大前沿科学的新技术革命必将对化学工业产生重大的影响。像精细化工这样的传统工业的发展趋势必定是越来越加重技术知识的密集程度，并与高新技术相辅相成。

1. 纳米技术与精细化工的结合

所谓纳米技术,是指研究由尺寸在 0.1~100nm 之间的物质组成的体系的运动规律和相互作用,以及可能的实际应用中技术问题的科学技术。纳米技术是 21 世纪科技产业革命的重要内容之一,它是与物理学、化学、生物学、材料科学和电子学等学科高度交叉的综合性学科,包括以观测、分析和研究为主线的基础科学,以及以纳米工程与加工学为主线的技术科学。不容否认纳米科学与技术是一个融科学前沿和高科技于一体的完整体系。纳米技术主要包括纳米电子、纳米机械和纳米材料等技术领域。正如 20 世纪的微电子技术和计算机技术那样,纳米技术将是 21 世纪的崭新技术之一。对它的研究与应用必将再次带来一场技术革命。

由于纳米材料具有量子尺寸效应、小尺寸效应、表面效应和宏观量子隧道效应等特性,使纳米微粒的热磁、光、敏感特性、表面稳定性,扩散和烧结性能,以及力学性能明显优于普通微粒,所以在精细化工上纳米材料有着极其广泛的应用。具体表现在以下几个方面:

① 纳米聚合物 用于制造高强度重量比的泡沫材料、透明绝缘材料,激光掺杂的透明泡沫材料、高强纤维、高表面吸附剂、离子交换树脂、过滤器、凝胶和多孔电极等。

② 纳米日用化工 纳米日用化工和化妆品、纳米色素、纳米感光胶片、纳米精细化工材料等将把我们带到五彩缤纷的世界。最近美国柯达公司研究部成功地研究了一种既具有颜料又具有分子染料功能的新型纳米粉体,预计将给彩色影像带来革命性的变革。

③ 黏合剂和密封胶 国外已将纳米材料纳米 SiO_2 作为添加剂加入到黏合剂和密封胶中,使黏合剂的黏结效果和密封胶的密封性都大大提高。其作用机理是在纳米 SiO_2 的表面包覆一层有机材料,使之具有亲水性,将它添加到密封胶中很快形成一种硅石结构,即纳米 SiO_2 形成网络结构,限制胶体流动,固化速度加快,提高粘接效果,由于颗粒尺寸小,更增加了胶的密封性。

④ 涂料 在各类涂料中添加纳米 SiO_2 可使其抗老化性能、光洁度及强度成倍地提高,涂料的质量和档次自然升级。因纳米 SiO_2 是一种抗紫外线辐射材料(即抗老化),加之其极微小颗粒的比表面积大,能在涂料干燥时很快形成网络结构,同时增加涂料的强度和光洁度。

⑤ 高效助燃剂 将纳米镍粉添加到火箭的固体燃料推进剂中可大幅度提高燃料的燃烧热、燃烧效率,改善燃烧的稳定性和安全性。纳米炸药将使炸药威力提高千百倍。

⑥ 储氢材料 FeTi 和 Mg_2Ni 是储氢材料的重要候选合金,吸氢很慢,必须活化处理,即多次进行吸氢-脱氢过程。Zaluski 等用球磨 Mg 和 Ni 粉末直接形成 Mg_2Ni ,晶粒平均尺寸为 20~30nm,吸氢性能比普通多晶材料好得多。普通多晶 Mg_2Ni 的吸氢只能在高温下进行(当 $p_{\text{H}_2} \leq 20\text{Pa}$,则 $T \geq 250^\circ\text{C}$),低温吸氢则需要长时间和高的氢压力;纳米晶 Mg_2Ni 在 200°C 以下即可吸氢,无需活化处理。300 $^\circ\text{C}$ 第一次氢化循环后,含氢可达约 3.4%。在后续的循环过程中,吸氢比普通多晶材料快 4 倍。纳米晶 FeTi 的吸氢活化性能明显优于普通多晶材料。普通多晶 FeTi 的活化过程是:在真空中加热到 400~450 $^\circ\text{C}$,随后在约 7Pa 的 H_2 中退火、冷却至室温,再暴露于压力较高(35~65Pa)的氢中,激活过程需重复几次。而球磨形成的纳米晶 FeTi 只需在 400 $^\circ\text{C}$ 真空中退火 0.5h,便足以完成全部的氢吸收循环。纳米晶 FeTi 合金由纳米晶粒和高度无序的晶界区域(约占材料的 20%~30%)构成。

⑦ 催化剂 在催化剂材料中,反应的活性位置可以是表面上的团簇原子,或是表面上吸附的另一种物质。这些位置与表面结构、晶格缺陷和晶体的边角密切相关。由于纳米晶材料可以提供大量催化活性位置,因此很适宜作为催化材料。事实上,早在术语“纳米材料”出现前几十年,已经出现许多纳米结构的催化材料,典型的如 $\text{Rh}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 Pt/C 之类金属纳米颗粒负载在惰性物质上的催化剂,已在石油化工、精细化工、汽车尾气等许多场合应用。在化学工业中,将纳米微粒用作催化剂,是纳米材料大显身手的又一方面。如超细硼粉、高铬酸铵粉可以作为炸药的有效催化剂;超细的铂粉、碳化钨粉是高效的氢化催化剂;超细银粉可以作为乙烯氧化的催化剂;铜及其合金纳米粉体用作催化剂,效率高、选择性强,可用于二氧化碳和氢合成甲醇等反应过程中的催化剂;纳米镍粉具有极强的催化效果,可用于有机物氢化反应、汽车尾气处理等。

一般两种以上的贵金属超微粒子或合金作为催化剂也可获得较高的催化活性和选择性。例如

用于催化环戊二烯常压液相加氢过程的化学还原法制备的非晶态 Ni-B 纳米催化剂, 以及催化乙烯加氢的 Co-Mn/SiO₂ 纳米合金催化剂, 都具有良好的催化性能。用 Ni、Co、Fe 等金属纳米粒子与 TiO₂- γ -Al₂O₃ 混合、成型、焙烧, 用于汽车尾气的净化, 其活性与三元 Pt 族催化剂相似, 600℃工作 100h 活性不下降。

2. 现代生物化工与精细化工的结合

生物化工被认为是生物学和化学工程的交叉学科。虽然, 我国的生物化工是从数千年前的酿酒、造酱、制醋缓慢发展而来, 传统的生物化工也局限于食品工业如酿造、医药工业如维生素(维生素 B、维生素 C)、抗生素(青霉素、链霉素), 以及生物农药如井冈霉素(防治稻瘟枯病)、庆丰霉素(防治稻瘟病), 但是从 20 世纪 80 年代以来, 随着微生物学、生物化学、遗传学、细胞学和分子生物学以及现代实验技术、电子技术、计算机技术的发展和运用, 极大地发展了生物技术, 在传统的生物技术基础上, 形成了基因重组技术、细胞融合技术、细胞大量培养技术和生物反应技术等具有强大生命力的现代生物工程技术, 并逐步应用于医药、食品、化工、冶金、能源、医学、农林牧副渔以及环境保护与监测等领域, 为人类和社会提供商品与服务。近年来, 生物化工在生物技术中的地位正在上升, 生物技术正在从传统医药、农业向生物化工方面转移。

与传统的化学工业相比, 生物化工有以下几个特点:

- ① 主要以可再生资源作为主要原料。
- ② 反应条件温和, 多为常温、常压, 能耗低, 选择性好, 效率高。
- ③ 环境污染较少。
- ④ 设备简单, 投资较少。
- ⑤ 能生产目前不能生产或还不为人知的性能优异的化合物, 并能开发生产新品种。
- ⑥ 原子利用率高, 是理想的绿色化学技术。

传统的生物化工着眼于生物资源的加工, 用发酵的手段生产许多有用的产品。如味精、酒精、氨基酸等。现在生物化工技术已经广泛应用于医药、食品、基本有机化工原料、生物农药等方面。随着现代生物技术的发展, 以遗传工程为基础、以微生物工程为核心, 从分子和细胞水平上, 定量地对生物体及其功能进行改造和利用, 使维生素、激素、疫苗、生物农药、生物表面活性剂、丙烯酰胺和有机酸等精细化学品达到了新的水平。

(1) 维生素

维生素是生物正常生长和代谢所必需的微量有机物质。人与高等动物自身不能合成出维生素或合成量不足, 需要从外界获得。一旦不能摄取, 就会引起维生素缺乏症而得病。维生素不但有治疗作用, 而且具有保健作用, 它们在食品、饲料和化妆品等领域的应用日益增多, 因此它有很好的发展前景。主要发展的维生素类有维生素 C、维生素 A、维生素 E、维生素 B₁、维生素 B₆、烟酸和泛酸钙等。

例如维生素 E 也叫 α -生育酚, 分子式为 C₂₉H₅₀O₂, 相对分子质量为 430.72, 维生素 E 有 7 种异构体, 其中 α 的活性最高, β 的活性其次, δ 的活性最小。维生素 E 对糖、脂类及蛋白质的代谢有影响。临床上用它医治流产和肌肉萎缩症, 现代研究发现, 维生素 E 对动脉硬化、贫血、脑软化、肝病和癌症等疾病有一定的治疗作用。

天然维生素 E 随原料植物种类的不同, 其异构体主要成分也不同。例如美国小麦油以 α 异构体为主, 大豆油则以 δ 异构体为主。维生素 E 的制备可以小麦胚芽油或大豆油为原料, 对其脱臭一步馏出物进行分子蒸馏, 收集 240℃ 以下的馏分, 溶解在丙酮中, 冷却并脱甾醇, 再用氢氧化钾和乙醇进行皂化, 然后用乙醚抽提得到非皂化物, 再做分子蒸馏和浓缩, 即得维生素 E 的浓缩物。

用化学法合成维生素 E, 即以 2,3,5-三甲基对苯二酚和植物醇, 在溶剂中用缩合剂作用, 反应而得。

(2) 生物农药

农业生产中最常用的是化学农药, 它杀虫灭菌, 保证了农业丰收, 它所带来的好处是不言而

喻的。但同时也不可避免地伤害有益的生物，残留于农产品中，并且污染环境，造成生态的破坏。为了克服化学农药的这些弊端，生物农药的研究与开发得到快速的发展。

生物农药也就是微生物农药，具有许多优点：专效性，只作用于目标害虫、病菌或杂草，对人畜和其它生物没有害处；容易被降解，不会产生累积性毒性，对环境安全；被作用物不会产生抗药性。其缺点是药效比不上化学农药，生产成本较高，使用要求严格。这些生物农药发展过程中的不利因素，造成生物农药在农药市场所占的份额不高。近 20 年来，生物农药技术取得了新的发展，不但改进了它们的性能，扩大了应用范围，而且增加了新品种。尤其是 1983 年首次将外来基因导入植物后，通过遗传工程，赋予抗虫、抗病和抗除草剂等特性的遗传工程作物相继研究成功，从而扩大了生物农药的领域，推动了生物农药的新发展。

生物农药可分为传统生物农药、遗传工程生物农药和遗传工程作物三种。

传统生物农药是指利用微生物本身或其代谢物来防治农作物的病、虫和草害的制剂。它包括微生物杀虫剂、除草剂和农用抗生素。微生物杀虫剂有苏云金杆菌和乳状芽孢杆菌等细菌杀虫剂、有白僵菌等真菌杀虫剂和病毒杀虫剂。农用抗生素包含抗真菌剂、抗细菌剂、杀螨剂和除草剂等。日本从 1958 年开始使用灭瘟素，现在在农业上使用的生物农药有 11 种，如防治稻瘟病的春雷霉素、防治水稻瘟枯病的有效霉素、防治果树螨的杀螨霉素等。我国的传统生物农药有井冈霉素、九二〇等。

遗传工程生物农药是指采用基因克隆和 DNA 重组技术等遗传工程方法，改造微生物后得到的生物农药。研究最多的是利用苏云金杆菌的杀虫毒素基因——BT 基因研制的遗传工程杀虫剂。例如美国 Mycogen 公司于 1993 年上市的两款微胶囊化的遗传工程杀虫剂 MVP 和 M-one Plus，克服了普通苏云金杆菌在环境中易降解、残效短的缺点，药效比普通苏云金杆菌长 2~5 倍。科学家把杀虫的苏云金杆菌基因引入到荧光假单胞菌中，使之产生杀虫毒素，再用一种稳定细胞壁的工艺杀死该细菌，即在杀虫的毒蛋白外面形成一种生物胶囊，以避免其在环境中降解。这种杀虫剂又是死的细菌，不会繁殖，对环境是安全的。MVP 主要用于防治甘蓝、花椰菜的小菜蛾和其它毛虫。M-one Plus 主要用于马铃薯、西红柿和茄子等。

遗传工程作物是通过植物生物技术，将各种特性基因，如抗虫、抗除草剂基因和改良营养物质的基因引入植物细胞或组织中，进而培育出具有各种优异特性的作物。遗传工程作物的开发和商品化，将大大减少化学农药的使用。如抗虫作物就是赋予作物自身以杀虫特性。耐除草剂作物，对该除草剂有抗御能力，在使用这种非选择性除草剂时，就可不被伤害，而其它植物如杂草则被杀死。

我国的生物农药发展也较快。生产和应用的细菌杀虫剂主要有苏云金杆菌类的几个变种：苏云金杆菌、青虫菌、杀螟杆菌和松毛虫杆菌等，是广谱杀虫细菌。20 世纪 70 年代研制成功的病毒杀虫剂则效果更好，杀虫选择性强。桑毛虫核多角体病毒、棉铃虫核多角体病毒已先后应用于生产。我国农用抗生素主要有春雷霉素、灭菌素、庆丰霉素（防治稻瘟病），井冈霉素（防治稻瘟枯病），链霉素（防治果树、蔬菜细菌病），土霉素（防治小麦锈病）等。

我国抗病抗虫转基因植物研究也取得很大的进展。人工合成的苏云金芽孢杆菌晶体蛋白（BT）基因，已成功转入棉花中，获得转基因棉花品系 13 种，其抗虫能力达到 80% 以上。利用细胞工程和转基因技术培育出抗白粉病、赤霉病和黄矮病小麦，并将基因引入普通小麦中。中国水稻研究所王大年研究员，用基因枪把抗除草剂基因 Bar 导入直播水稻品种中，选育出抗除草剂 Basta 直播水稻优良品系，在稻田中结合喷洒除草剂 Basta，稻田中主要杂草和杂稻被杀死，而转基因水稻无恙，达到省时省工的效果。

（3）生物表面活性剂

生物表面活性剂是细胞与生物膜正常生理活动所不可缺少的成分，广泛分布于动植物生物体内。生物表面活性剂与化学合成表面活性剂相比，毒性低，能自然生物降解，表面活性高，对环境安全。它也具有亲水基和亲油基的结构特点。其亲水基是糖、多元醇、多糖及肽，而亲油基则为脂肪酸和烃类。根据其亲水基结构，可把生物表面活性剂分为六大类：糖脂系，酰基缩氨酸系，磷脂系，脂肪酸系，结合多糖、蛋白质及脂的高分子生物表面活性剂，细胞表面本身。

生物表面活性剂可通过两个途径来制备：

① 从生物体内提取 中国古代利用皂角，古埃及人则采用皂草来提取皂液，用以浆洗衣服，这就是运用天然生物表面活性剂的实例。现在人类已能从蛋黄和大豆的油和渣中提取磷脂、卵磷脂类生物表面活性剂，并且把它们广泛地应用于食品、化妆品和医药工业中。对于那些分离相对容易、含量丰富且产量大的生物表面活性剂，可直接由生物体内提取。

② 由微生物制备 采用再生性底物发酵可以制备生物表面活性剂。许多微生物如细菌、酵母和真菌等都能形成生物表面活性剂。培养液中所产生的表面活性剂类型不仅与微生物类型有关，而且与采用的发酵底物也有关。在培养基中添加烃类化合物可以影响生物表面活性剂的产率。

第三节 精细化工产品产业化初探

一、精细化工产品产业化现状分析

1. 精细化工是化学工业发展的战略重点

精细化工不仅是石化工业发展水平的重要标志，也是一个国家综合技术水平的重要标志之一。国外十分重视精细化工的发展，2003年国外精细化工产值率达到55%~65%，以瑞士最高，达到80%~90%。国内化学工业的精细化工率为43.7%，若与国外同样以石化工业产值计，国内精细化工率只有24%~25%，2008年略有上升，达30%~35%，与国外先进国家相比差距较大。

2. 相关的四个精细化工重点领域的发展趋势

精细化工领域众多，根据权威部门的划分有30多个。从国内精细化工发展的基础考虑，确定涂料与涂装、表面活性剂、医药及原辅料、工业助（制）剂（聚丙烯酰胺、三聚氰胺、化肥催化剂）四个领域为发展重点。这四个领域在国内发展势头强劲，发展空间较大（见表1-1）。

表 1-1 国内四个重点精细化工领域发展趋势

年份	涂料与涂装		表面活性剂市场总值/亿元	化学医药及原辅料/亿元	工业助(制)剂		
	涂料产/万吨	涂料与涂装市场总值/亿元			聚丙烯酰胺/亿元	三聚氰胺/亿元	化肥催化剂/亿元
2001	181.6	600左右	100左右	1248	25.04	10.8	2.57
2004	>300	>1000	157左右	2406	32.8	16.1	2.71
增加率/%	>60	>66	>57	>90	31	49.1	5.45

(1) 涂料与涂装

全球2004年涂料产量约2800万吨，增长率3%，市场总值约700亿美元。涂料与涂装市场总值1800亿~2000亿美元。全球人均消耗涂料4.5kg/a，先进工业国家人均消费涂料16~25kg/a。2008年涂料产量约3200万~3500万吨，增长率3.5%，市场总值约800亿美元。

自2002年以来，我国涂料产量位居世界第二，仅次于美国。但人均消费涂料到2004年只有2.3kg/a，低于全球人均数，更少于先进工业国家，表明我国涂料与涂装市场发展空间巨大。

在产品结构方面，美国2005年环境友好型涂料占90%左右，其中水性涂料占60%以上。我国环境友好型涂料占40%左右，其中水性涂料占20%~30%，与国外差距较大。

目前，中国是当今世界涂料潜在市场最大、发展最具活力的地区，世界排名前10位的涂料大公司都在中国拓展业务范围，展开激烈角逐，荷兰阿克苏诺贝尔、美国PPG、美国宣威、美国罗门·哈斯、日本关西、新加坡立邦、德国巴斯夫、德国拜耳等都在中国有“大手笔”，已掀