

精细化工 新材料与技术

孙履厚 主编



中国石化出版社

精细化工新材料与技术

孙履厚 主编

中国石化出版社

内 容 简 介

本书介绍了精细化工领域中涌现的新材料及其研制技术, 简单扼要地讨论了各类材料的开发过程、制法、性能、应用、市场情况及其存在的问题。在新材料方面重点介绍了功能高分子、成像材料、电子工业用化学品、储氢合金、非晶态合金、精细陶瓷、智能材料等; 在新技术方面重点介绍了生物技术及新型催化剂在精细化工产品合成中的应用; 还介绍了铝化合物、氟化合物、硅化合物的精细加工与应用。本书内容广泛, 取材丰富, 文字朴实, 有较强的参考价值。

本书可供从事精细化工的科研技术人员、市场营销人员、决策管理人员以及大、中专院校相关专业师生作参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

精细化工新材料与技术/孙履厚主编. - 北京: 中国石化出版社, 1997

ISBN 7-80043-792-7

I. 精… II. 孙… III. ①精细化工—化工材料②精细化工—化工产品—生产工艺 IV. TQ062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 12735 号

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) 64241850

海丰印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 32 开本 21.25 印张 477 千字印 1—3000

1998 年 4 月第 1 版 1998 年 4 月第 1 次印刷

定价: 28.00 元

序

1986年中国石化总公司精细石油化工科技情报中心站(天津)与天津市化工学会无机化工分科学会合作,约请有关专家约20人,组织编写了“新兴精细化工讲座”。为促成此事,天津市无机化工分科学会秘书安延伦工程师曾付出了很大精力,在此深表谢意。该讲座自1990年5月起在《精细石油化工》刊物上陆续发表,迄今已历时6年,受到了读者的欢迎与好评。

1994年中国石化出版社征得《精细石油化工》编辑部同意,决定将该讲座改编成书,定名为《精细化工新材料与技术》。为此我们又请各专家对原稿进行了补充和修改,尤其是对近年来进展较大的精细化工门类,则撤开了原稿,重新加以改写。

从学科来讲,精细化工中的大多数门类都属于材料科学,而材料与技术的发展则是相辅相成,相互促进的。一般说来,有了新技术以后,才能大量获得新材料,而有了新材料以后,就又要要求开发新的生产、加工、应用技术,如此不断地螺旋式上升,精益求精,永无止境,这就是材料与技术的发展规律。所以从这个意义上讲,应该说精细化工是以高科技为基础的。

目前我国精细化工的技术水平与发达国家相比,大体上落后约20年。本书的目的就是想介绍一些发达国家是如何通过行业与学科之间的交叉与渗透,从而发展了新材料与新

技术，促进了精细化工新领域的开拓和原有门类的升级换代的。但由于我们的水平和本书的篇幅有限，所以这里只能概略地“点到为止”，而且也不可能面面俱到，尚希读者鉴谅。

本书与中国石化出版社出版的《精细化工的开发与设计》一书是姊妹篇，本书着重介绍精细化工新领域，后者着重介绍精细化工基础，请读者一并参考。

参加本书编写的作者（按姓氏笔划为序）如下：

化工部天津化工研究院	乐志强
天津大学材料系	曲远方
天津大学材料研究中心	成国祥
天津大学材料研究中心	许美萱
天津石化公司	孙履厚
广东云浮硫铁矿集团公司	苏 威
南开大学新能源材料化学研究所	张允什
天津大学化工系	张 瑛
天津大学应用物理学系	周国辉
天津大学化工系	赵九生
天津大学材料研究中心	姚康德
南开大学化学系	陶克毅
机械电子工业部天津复印技术研究所	韩桂林

如果本书能对正在和准备从事精细化工教学、科研、生产、经营管理、技术服务、推广应用等工作的同志们起到一些开阔视野和启发思路的作用，则编著者们幸莫甚焉。

孙履厚

目 录

第一章 绪论	1
1.1 新兴的精细化工门类	1
1.2 精细化工产品与通用产品的本质不同	2
1.3 新材料与新技术的关系	4
1.3.1 合成	4
1.3.2 复配	6
1.3.3 复合	6
1.3.4 成型	6
1.3.5 后加工	7
1.3.6 商品化	8
1.4 精细化工产品的加工成型与应用开发	9
1.5 选准目标与开拓新领域的重要性	11
参考文献	13
第二章 功能高分子	14
2.1 前言	14
2.2 功能化用的反应性化合物	15
2.2.1 反应性单体	15
2.2.2 反应性高分子	18
2.3 高分子基体	21
2.3.1 苯乙烯-二乙烯苯共聚物 (PS 基体)	21
2.3.2 聚丙烯酰胺凝胶衍生物	22
2.3.3 葡聚糖和纤维素衍生物	23
2.3.4 玻璃和硅胶	23
2.4 以化学功能为主的功能高分子	23
2.4.1 离子交换树脂	23

2.4.2	螯合树脂	29
2.4.3	氧化还原树脂	31
2.4.4	感光性树脂	34
2.4.5	高分子催化剂	47
2.4.6	高分子试剂	50
2.4.7	高分子增感剂	53
2.4.8	可降解性高分子	55
2.5	以物理功能为主的功能高分子	62
2.5.1	高分子导电材料	62
2.5.2	介电性高分子	65
2.5.3	压电性高分子	65
2.5.4	高分子紫外线吸收剂	68
2.5.5	光学活性高分子	70
2.6	具有物理-化学复合功能的高分子	71
2.6.1	高分子吸附剂	71
2.6.2	高分子絮凝剂	73
2.6.3	高分子表面活性剂	75
2.6.4	高分子染料和颜料	78
2.6.5	高分子医药和农药	80
2.6.6	高分子稳定剂	83
2.6.7	高吸水性树脂	86
2.6.8	功能膜	89
2.7	以生体功能为主的高分子	105
2.7.1	医用高分子材料	105
2.7.2	医用胶粘剂	108
2.7.3	高分子功能电极	112
	参考文献	113
第三章	生物工程及其在精细化工中的应用	115
3.1	概述	115
3.2	基因工程与细胞工程	119

3.2.1 基因工程	119
3.2.2 细胞工程	123
3.3 酶工程	128
3.3.1 酶的概念与分类	128
3.3.2 酶的催化作用和特点	130
3.3.3 酶的生产和提纯	132
3.3.4 酶促反应的影响因素及其在精细化工和 医疗方面的应用	136
3.3.5 固定化生物催化剂	145
3.3.6 酶分子的改造、修饰与酶型催 化剂的人工合成	150
3.3.7 生物催化在精细化工中的应用	151
3.4 微生物发酵与生化工程	158
3.4.1 微生物发酵	159
3.4.2 植物细胞的大规模悬浮培养	163
3.4.3 动物细胞的培养	165
3.4.4 生化反应器	167
3.4.5 产物的分离与纯化	171
3.5 应用生物技术生产精细化学品实例	173
3.5.1 单细胞蛋白	173
3.5.2 有机酸	175
3.5.3 酶制剂	181
3.5.4 氨基酸	181
3.5.5 贵重药物	183
3.5.6 生物表面活性剂	185
3.5.7 微生物多糖	187
3.5.8 丙烯酰胺	188
参考文献	190
第四章 成像材料	193
4.1 前言	193

4.2 重氮照像材料	195
4.2.1 偶氮染料成像材料	195
4.4.2 气泡成像材料	202
4.3 光致变色成像材料	205
4.3.1 变色原理与分类	205
4.3.2 制法与性质	205
4.3.3 应用	215
4.4 电子照像材料	219
4.4.1 静电复印间接法	219
4.4.2 静电复印直接法	231
4.4.3 皱纹成像材料	234
4.4.4 离子沉积成像材料	235
4.5 激光记录材料	236
4.6 热敏记录材料	236
4.6.1 一般热敏发色记录纸	237
4.6.2 电热发色记录纸	240
4.6.3 热敏变色涂料	241
4.6.4 热敏变色染料	245
4.7 光热敏记录材料	249
4.7.1 化学法	249
4.7.2 静电法	250
4.8 压敏记录材料	251
4.8.1 发色体	251
4.8.2 发色剂微胶囊分散液制法	253
4.8.3 应用	255
4.9 电感应记录材料	255
4.9.1 电解记录纸	255
4.9.2 放电记录纸	256
4.9.3 静电记录纸	257
参考文献	258

第五章 新型催化剂及其在精细化工中的应用	259
5.1 前言	259
5.2 固体超强酸催化剂	259
5.2.1 超强酸及其酸强度	259
5.2.2 固体超强酸催化剂的种类	261
5.2.3 固体超强酸催化剂的制法与性质	262
5.2.4 固体超强酸催化剂在精细化工中的应用	270
5.3 固体超强碱催化剂	274
5.3.1 超强碱及其碱强度	274
5.3.2 固体超强碱催化剂的种类、制法与性质	274
5.3.3 固体超强碱催化剂在精细化工中的应用	276
5.4 杂多酸催化剂	280
5.4.1 杂多酸的结构与性质	280
5.4.2 杂多酸催化剂的种类与制法	282
5.4.3 杂多酸催化剂在精细化工中的应用	285
5.5 夹层催化剂	310
5.5.1 夹层催化剂的基本性质、种类和制法	310
5.5.2 夹层催化剂的催化特点	314
5.5.3 夹层催化剂在精细化工中的应用	315
5.6 相转移催化剂	321
5.6.1 相转移催化原理	321
5.6.2 相转移催化剂的种类、特点和制法	326
5.6.3 相转移催化剂在精细化工中的应用	331
5.7 不对称合成用催化剂	344
5.7.1 旋光性与生物活性	344
5.7.2 对映体的拆分	347
5.7.3 不对称合成	351
5.7.4 不对称合成用催化剂	353
5.7.5 化学催化不对称合成在精细化工中的应用	355
参考文献	360

第六章 合成沸石分子筛	365
6.1 概述	365
6.2 沸石分子筛的合成方法	367
6.2.1 基本合成方法	367
6.2.2 分子筛膜的合成方法	369
6.2.3 骨架元素改性方法	372
6.3 沸石分子筛的特性	374
6.3.1 分子筛的组成、结构与择形性	374
6.3.2 分子筛的结构缺陷	378
6.3.3 分子筛的化学修饰及其性能	380
6.4 沸石分子筛在精细化工中的应用	383
6.4.1 合成醇类化合物	383
6.4.2 合成醛类化合物	384
6.4.3 合成酯类化合物	385
6.4.4 合成酮类化合物	386
6.4.5 合成醚类化合物	388
6.4.6 合成酚类化合物	389
6.4.7 合成胺类和吡啶类化合物	390
6.4.8 合成硝基化合物	393
6.4.9 杂环化合物的乙酰化	393
6.4.10 合成肟类化合物	394
6.4.11 合成烃的卤素衍生物	395
6.4.12 合成腈类化合物	395
6.4.13 合成含硫化合物	396
6.4.14 用于催化氧化反应	396
6.4.15 用于其它催化反应	398
6.4.16 用作助剂、添加剂和其它	400
参考文献	401
第七章 储氢合金	403
7.1 前言	403

7.2 储氢合金的特性、应用要求和类型	404
7.3 储氢合金及其氢化物的基本反应和主要物性	406
7.4 储氢合金制备研究新进展	407
7.4.1 合成方法的改进	407
7.4.2 合金的表面处理	408
7.4.3 优良性能电极材料的合成	409
7.5 储氢合金的应用及其新进展	410
参考文献	417
第八章 非晶态合金	419
8.1 非晶态合金的制备	419
8.2 非晶态合金的特性	422
8.3 非晶态合金的应用开发	424
参考文献	435
第九章 精细陶瓷	436
9.1 精细陶瓷的含义与分类	436
9.2 精细陶瓷的发展背景与制备工艺	439
9.2.1 发展背景	439
9.2.2 制备工艺	440
9.3 主要的精细陶瓷种类及其应用	441
9.3.1 功能陶瓷	441
9.3.2 结构陶瓷	450
9.4 当前的研究课题与开发动向	455
参考文献	459
第十章 电子工业用化学品	460
10.1 前言	460
10.2 导电性高分子材料	460
10.2.1 合成的导电性高分子材料	461
10.2.2 复合的导电性高分子材料	461
10.3 集成电路材料	470
10.3.1 抗蚀剂	472

10.3.2	显影剂	481
10.3.3	蚀刻剂	482
10.3.4	清洗剂	484
10.3.5	密封胶 (灌封胶)	485
10.4	印刷电路材料	488
10.4.1	基板	489
10.4.2	布线	492
10.5	记录材料	495
10.5.1	磁性记录材料	495
10.5.2	光学记录材料	502
10.6	显示材料	505
10.6.1	荧光材料与阴极射线管	505
10.6.2	场致发光材料	507
10.6.3	电致变色材料	508
10.6.4	液晶材料	510
10.6.5	发光二极管	513
10.6.6	透明导电薄膜 (透明电极)	514
10.7	介电材料 (电介质)	515
10.7.1	卷绕型电容器	516
10.7.2	电解电容器	517
10.7.3	陶瓷电容器	518
10.8	其它化学品	520
	参考文献	522
第十一章	铝化合物的精细加工与应用	524
11.1	氧化铝	524
11.1.1	催化剂用氧化铝	526
11.1.2	生物医学工程用氧化铝和人造宝石	527
11.1.3	精细陶瓷用氧化铝	528
11.1.4	氧化铝纤维	532
11.1.5	氧化铝薄膜	538

11.2 氢氧化铝和铝的碱式化合物	538
11.2.1 氢氧化铝	538
11.2.2 碱式氯化铝	539
11.2.3 氢氧化铝与碱式硫酸铝的混合物及色淀	542
11.3 烷基铝	545
11.3.1 性质	545
11.3.2 制法	546
11.3.3 应用	547
参考文献	551
第十二章 氟化合物的精细加工与应用	552
12.1 氟化工是典型的精细化工	552
12.2 无机氟化合物与能源工业	554
12.3 有机氟化合物的功能特性	556
12.4 氟代烃	557
12.5 氟树脂	561
12.6 氟橡胶	567
12.7 涂料用氟树脂	568
12.8 含氟表面活性剂	572
12.8.1 氟碳表面活性剂的特点	572
12.8.2 氟碳表面活性剂的用途	573
12.8.3 氟碳表面活性剂的制法	576
12.9 含氟的纤维处理剂和纸张处理剂	578
12.10 含氟惰性液体和润滑油	581
12.11 含氟的其它精细化学品	582
12.11.1 含氟的生物学工程材料	582
12.11.2 含氟染料	582
12.11.3 含氟医药	582
12.11.4 含氟农药	586
参考文献	586
第十三章 硅与硅化合物的精细加工与应用	589

13.1 硅的资源与应用史	589
13.2 硅与无机硅化合物	591
13.2.1 高纯硅	591
13.2.2 二氧化硅制品	594
13.2.3 低热膨胀材料	599
13.3 主要的有机硅化合物	601
13.3.1 硅烷偶联剂	604
13.3.2 硅烷基化剂	607
13.3.3 聚硅氧烷(聚硅醚)	609
13.3.4 有机硅表面活性剂	618
13.3.5 有机硅农药	620
13.4 硅化工的特点	620
参考文献	622
第十四章 智能材料	623
14.1 引言	623
14.2 智能金属材料	625
14.2.1 SMA/智能器件	627
14.2.2 形状记忆复合材料	628
14.3 灵巧无机材料	632
14.3.1 无机系智能结构材料	632
14.3.2 电致变色材料	632
14.3.3 灵巧陶瓷材料	636
14.3.4 电流变流体	639
14.4 智能高分子材料	641
14.4.1 形状记忆树脂	641
14.4.2 刺激响应性高分子凝胶	644
14.4.3 智能药物释放体系	655
14.4.4 刺激响应变色材料	658
14.4.5 智能高分子膜	663
参考文献	664

第一章 绪 论

1.1 新兴的精细化工门类

化学工业属于材料工业。起初，人们把化工产品分为一般规格产品和特种规格产品两大类。一般规格产品指的是通用材料。这类材料品种不多，主要要求能够大量而廉价地连续供应，并且便于加工，只要质量符合一般的通用规格即可，并不强调具有特殊功能。特种规格产品指的是适合于专门用途的材料。这类材料的品种越来越多，虽然对单一品种的需求量并不很大，但要求品种齐全，具有独特的专门功能。如果说，通用材料主要提供的是物质的数量，那么特种材料主要提供的就是物质的功能。由于要达到质量和性能特殊，必须经过深入细致的加工，所以日本就把以功能为主的化工产品称为精细化学品，而欧美则称之为专用化学品。我国参照日本的说法，也称之为精细化工产品。

社会对通用材料的需求是有限度的。它的品种不多，当产量达到一定的人均消费水平之后，就不会有较大的增长。可是社会对功能材料的需求则是无限的。随着社会生产和人民生活的高档化，通用材料已经成为人们的最低需求，而功能材料则成为人们追求的重点，日益要求其品种多样化，功能理想化，质量精细化，以适应方方面面的需要。这就是进入八十年代以来，世界上的化工发达国家纷纷由重点发展基础化工转向于重点发展精细化工的原因。于是，一些原有的

精细化工门类开始采用高新技术取得了新的突破，一些新兴的精细化工门类也应运而生。

例如，1965 年日本的精细化工产品只有 17 个门类，1981 年发展成为 34 个门类，到 1985 年又发展成为 49 个门类（见表 1-1）。尽管现在对于精细化工的分类缺乏统一的标准，有人认为中间体也算一类，有人认为不算，有人主张细分，有人主张粗分，但从表 1-1 中可以看出，近年来确有不少新兴的精细化工门类出现。

表 1-1 1985 年日本的精细化工门类^①

1. 溶剂与通用中间体	2. 医药 ^②	3. 农药
4. 染料及其中间体	5. 香料	6. 化妆品
7. 芳香除臭剂	8. 食品添加剂	9. 饲料添加剂与兽药
10. 保健食品 ^③	11. 高分子絮凝剂	12. 涂料
13. 油墨	14. 胶粘剂	15. 脂肪酸
16. 肥皂	17. 表面活性剂	18. 合成洗涤剂
19. 塑料增塑剂	20. 塑料稳定剂	21. 其它塑料添加剂
22. 橡胶添加剂	23. 燃料油添加剂	24. 润滑剂及其添加剂
25. 纤维用化学品	26. 皮革用化学品	27. 造纸用化学品
28. 汽车用化学品	29. 功能高分子 ^①	30. 生物工程 ^③
31. 酶制剂 ^①	32. 成像材料 ^②	33. 催化剂 ^②
34. 合成沸石分子筛 ^②	35. 稀有气体 ^②	36. 稀有金属 ^②
37. 储氢合金 ^③	38. 非晶态合金 ^③	39. 精细陶瓷 ^③
40. 无机纤维 ^③	41. 炭黑	42. 颜料
43. 试剂 ^②	44. 火药与推进剂	45. 金属表面处理剂
46. 工业用杀菌防腐剂	47. 混凝土外加剂	48. 水处理剂
49. 电子工业用化学品 ^②		

①日本没有油田用化学品类。

②表示正在采用高新技术争取新突破的原有门类。

③表示近年涌现的新门类。

1.2 精细化工产品与通用产品的本质不同

精细化工与基础化工有着本质的不同。这个问题要从功