



普通高等教育“十二五”规划教材

精细化学品化学

第②版

闫鹏飞 高婷 主编



化学工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

精细化学品化学

(第2版)

闫鹏飞 高 婷 主编



化学工业出版社

·北京·

本书由 11 章组成, 分别介绍了表面活性剂、药物与中间体、农药、涂料、染料与颜料、香料、食品添加剂、化妆品、含稀土的精细化学品等有机、无机领域精细化学品的科学基础和精细化工新材料新技术。着重讲述了各类化学品的结构性能, 化学反应原理及合成方法。

本书可作为高等学校精细化工、应用化学等专业本科生教材使用, 亦可作为相关领域研究生的教学参考书, 也可供从事各类精细化学品研究与应用工作的科技人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

精细化学品化学/闫鹏飞, 高婷主编. —2 版, —北京:
化学工业出版社, 2013.5
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-16704-0

I. ①精… II. ①闫…②高… III. ①精细化工-化工产品-高等学校-教材 IV. ①TQ072

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 049336 号

责任编辑: 赵玉清
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 丁建华
装帧设计: 尹琳琳

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 刷: 北京市振南印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 16% 字数 413 千字 2014 年 3 月北京第 2 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: 35.00 元

版权所有 违者必究

第二版前言

本书于2004年8月第一次出版，至今已经成为精细化学品化学同类书籍中发行量最大的书籍之一。从上市以来得到了相关领域的教学和科研人员的青睐，许多大学用于研究生和本科生的教材，均肯定本书是一本内容全、材料新、体系好的教材。一些多年从事精细化工工作的专家、教授也肯定了本书是一本有一定的理论深度，能代表当前精细化工学科的发展水平的好书，应化学工业出版社邀请修订再版。根据我们多年从事精细化学品教学和科研工作的经验，结合精细化学品的发展，以及第一版教材使用反馈建议，我们对本书第一版做了以下增补修订工作。

1. 每章对精细化学品的发展趋势及发展前景进行数据更新。

2. 各章节的介绍都注重基本理论的讲解，以经典实例为基础，不求包罗万象，对一些配方及合成反应进行删减。

3. 各章末尾增加了2012年以来的重要的新参考文献与书目。

4. 新增加了“精细化工新材料新技术”一章。在每章节新增本章任务，使读者带着问题更好地学习知识内容，后设练习思考题，使学生在练习中加深对精细化学品理论和实例的理解。

为了适应教学学时数的要求，本书还进一步精炼教材内容，删减掉第一版书中的合成材料助剂、石油化学品和水处理化学品等相关内容。

本书由闫鹏飞和高婷主编。第1、3、4、10章由闫鹏飞教授编写，第2、5、6~9、11章由高婷副教授编写。在教材编写过程中，得到了黑龙江大学领导的关注与支持，特别是教务处的领导和相关工作人员的支持，在此表示衷心感谢。

限于作者水平，书中不足与疏漏之处，恳请同行和读者批评指正。

编者

2013年3月

第一版前言

精细化学品 (Fine Chemicals) 的应用日益广泛, 因能起到显著提高各类产品质量、节能、降耗、增加产量、改善和提高人民生活等重要作用而成为当今世界各国竞相发展的重点和热点。

精细化学品领域迅速发展, 表现在其化学结构与其特殊性能之间的关系规律已被应用到激光技术、信息记录与显示、能量转换与储存、生物活性材料、医药与农药等高新技术领域中; 学科的基础知识与生命科学、信息科学、电子学、光学等多学科的知识综合交叉; 新品种的研究开发将出现质的变化, 即从目前的经验式方法走向定向分子设计阶段, 从而创造出性能更优异的、具有突破性的、完全新型的精细化学品品种; 精细化工的各个行业都将获得蓬勃发展。

人们日益提高的生活水平对精细化学品提出了更高的要求, 培养具有精细化工专业技术的专门人才是十分必要和迫切的。这就要求即将在精细化工领域工作的在校本科生、研究生有一个较高的学习起点, 掌握这一领域的重要知识、概念和方法, 接触一些精细化工领域的科学前沿和发展近况, 并能够掌握学科特点、独立地学习、进一步积累和提高。

精细化学品种类较多, 涉猎广泛, 文献知识极其浩繁, 我们希望能够在有限的篇幅内, 对较重要的精细化学品的主要内容作简要、全面、深入的介绍, 但这又是相当不容易的。

结合东北三省的地域资源及产业优势、从业人员的主要研究和工作方向, 本书参照国内外相关资料, 以产品功能为主要分类依据, 侧重介绍了占比重较大的有机精细化学品, 如药物与中间体、农药、染料等以分子水平合成、提纯为主, 结合少量的复配增效技术得到的有特定功能的化学品; 涂料、化妆品、香料等以配方技术为主要生产手段并决定最终使用功能的化学品。同时兼顾了无机精细化学品中与有机精细化学品联系较紧密的精细陶瓷和稀土两类产品在功能材料等高科技、新领域方面的研究和应用。

全书包括绪论、表面活性剂、合成材料助剂、石油化学品、药物与中间体、农药、涂料、染料与颜料、香料、食品添加剂、化妆品、水处理化学品、精细陶瓷、含稀土的精细化学品共 14 章。

各章节的介绍都注重基本理论的讲解, 以经典实例为基础, 拓展概念内涵; 不求包罗万象, 但力求理论联系实际。本书特色之一是按产品的结构特点分类, 以各类产品典型实例的合成原理为主线, 侧重国内外实验室以及工业合成路线的综合介绍及对比分析, 突出基本理论及设计思想; 突出产品化学结构与性能、用途的关系, 启发新产品的研发思路; 另一特色为突出复配技术及复配原理的介绍, 在涂料、香料等相关章节介绍

了配方设计原理及其应用，供相关领域的教学和科研人员参考。

各章节均为独立的知识结构，注重系统的化学知识基础，叙述深入浅出、简明扼要、重点突出；对于产品的应用方面，只作知识性的介绍；同时注重各章节的连贯性，体现具体产品在多领域的广泛应用。如读者欲在某一特定领域进行更深层次的理论探索和研究，则须参考其他专著或相关科技文献；各类专业的工具手册会更详细地指导实际生产和应用。

在每章节的字里行间都渗透了精细化工领域发展的最新动态，总结介绍的各领域令人振奋的科研成就和发展趋势，旨在拓宽读者视野、了解学科前沿和方向、激励从事该领域科研人员深入研究和创业的信心；最终加强本书内容的科学性、系统性和实用性。

本书在编写过程中，参考并引用了一批国内、外相关图书和近期较重要的科技文献中的有关内容；紧密结合了作者多年丰富的科学研究、教学工作的理论和实践经验；收集了最新的科技文献资料；在版面和图表的设计方面更加注重简洁、新颖与合理性。

本书第1、3、4、14章由闫鹏飞教授编写，第2、5、6、7、9、10、12章由郝文辉副教授编写，第8、11、13章由高婷老师编写。化学工业出版社的编辑给予了热情的指导和大力帮助，黑龙江大学化学化工与材料学院的袁福龙教授参与撰写了精细陶瓷一章，高金胜教授、孙志忠教授、苏玉、侯艳君、初文毅等老师在本书的写作过程中给予了诚挚的帮助、提出了宝贵的意见，谨此一并致谢。

限于作者水平，书中不足与错误之处难免，恳请同行和读者批评指正。

编 者

2004年2月

目 录

1 绪论	1	2.4 阳离子表面活性剂	21
1.1 精细化学品的定义及分类	1	2.4.1 阳离子表面活性剂概述	21
1.1.1 精细化学品的定义	1	2.4.2 脂肪胺盐型表面活性剂	22
1.1.2 精细化学品的分类	1	2.4.3 季铵盐型表面活性剂	23
1.2 精细化学品的特点	3	2.4.4 杂环类阳离子表面活性剂	26
1.3 精细化学品的作用及其发展趋势	5	2.5 两性表面活性剂	29
1.3.1 精细化学品的作用	5	2.5.1 两性表面活性剂的特点	29
1.3.2 精细化学品的发展趋势	6	2.5.2 两性表面活性剂的分类	29
1.4 精细化学品的课程内容	6	2.5.3 两性表面活性剂的合成与应用	29
练习思考题	7	2.6 非离子表面活性剂	34
参考文献	7	2.6.1 非离子表面活性剂的性质和分类	34
2 表面活性剂	8	2.6.2 聚氧乙烯型非离子表面活性剂	35
2.1 概述	8	2.6.3 脂肪酸多元醇酯型非离子表面活性剂	37
2.1.1 表面活性及表面活性剂	8	2.7 洗涤剂	39
2.1.2 表面活性剂的特点	8	2.7.1 洗涤剂的组成及分类	39
2.1.3 表面活性剂的结构及性质	8	2.7.2 洗涤剂中的表面活性剂	39
2.1.4 表面活性剂的分类	10	2.7.3 助洗剂	40
2.1.5 表面活性剂的亲水-亲油平衡 (HLB) 值	11	2.7.4 洗涤剂的配方	44
2.2 表面活性剂的基本作用	11	2.8 表面活性剂的应用与展望	45
2.2.1 润湿	11	练习思考题	46
2.2.2 乳化和破乳	12	参考文献	47
2.2.3 增溶作用	13	3 药物与中间体	48
2.2.4 起泡和消泡作用	14	3.1 概述	48
2.3 阴离子表面活性剂	16	3.1.1 药物的基本知识	48
2.3.1 羧酸盐型阴离子表面活性剂	16	3.1.2 药物结构与药理活性	49
2.3.2 磺酸盐型阴离子表面活性剂	17	3.1.3 药物发展简史	49
2.3.3 硫酸酯盐	18	3.2 心血管药物	50
2.3.4 磷酸酯型阴离子表面活性剂	20	3.2.1 强心苷类	50
2.3.5 阴离子表面活性剂的生物降解性	21	3.2.2 有机硝酸酯	50
		3.2.3 苯系衍生物	51

3.2.4	苯氧乙酸类	52	4.5.2	杀鼠剂	96
3.2.5	其他杂环类	53	4.5.3	植物激素和生长调节剂	97
3.3	抗肿瘤药物及中间体	54	4.5.4	生物农药	98
3.3.1	干扰核酸生物合成的药物 中间体	54	4.6	农药的使用与环境保护管理	100
3.3.2	破坏DNA结构和功能的 药物中间体	57	4.6.1	农药剂型	100
3.4	抗生素类药物中间体	60	4.6.2	农药的环境保护与开发、 管理	102
3.4.1	β -内酰胺类	60	4.7	农药的发展前景	103
3.4.2	四环素类	66	练习思考题		105
3.4.3	氯霉素及其衍生物	68	参考文献		105
3.5	解热镇痛类药物中间体	69	5 涂料		106
3.5.1	水杨酸类解热镇痛药	70	5.1	概述	106
3.5.2	苯胺类药物中间体	71	5.2	涂料的分类和命名	107
3.6	新药研究的新方法	72	5.2.1	涂料的分类	107
练习思考题		72	5.2.2	涂料的命名	107
参考文献		72	5.3	涂料的组成	108
4 农药		73	5.4	重要的树脂涂料	110
4.1	概述	73	5.4.1	醇酸树脂涂料	110
4.1.1	农药的定义与分类	73	5.4.2	环氧树脂涂料	114
4.1.2	农药工业	74	5.4.3	聚氨酯涂料	116
4.2	杀虫剂	74	5.4.4	丙烯酸树脂涂料	119
4.2.1	概述	74	5.5	水性涂料	121
4.2.2	有机磷类杀虫剂	75	5.5.1	水性涂料的特点及类型	121
4.2.3	氨基甲酸酯类杀虫剂	77	5.5.2	水溶性涂料的水性化 方法	121
4.2.4	拟除虫菊酯类杀虫剂	79	5.5.3	各种水溶性树脂体系	122
4.2.5	其他类型杀虫剂	82	5.6	重要树脂的改性	124
4.3	除草剂	84	5.7	涂料的发展趋势	126
4.3.1	概述	84	练习思考题		127
4.3.2	均三嗪类除草剂	85	参考文献		127
4.3.3	磺酰胺类除草剂	87	6 染料与颜料		128
4.3.4	酰胺类除草剂	88	6.1	概述	128
4.3.5	咪唑啉酮类除草剂	89	6.1.1	染料的概念与命名	128
4.3.6	其他类除草剂	90	6.1.2	染料的分类	129
4.4	杀菌剂	92	6.1.3	染料索引	133
4.4.1	概述	92	6.1.4	染料的发色	133
4.4.2	非内吸性杀菌剂	93	6.2	重氮化与偶合反应	134
4.4.3	内吸性杀菌剂	94	6.2.1	重氮化	134
4.5	其他类型农药	94	6.2.2	偶合反应	134
4.5.1	杀线虫剂	94	6.3	活性染料	134

6.3.1	活性染料的概念	134	7.3	合成香料	163
6.3.2	活性染料的分类	135	7.3.1	半合成香料	163
6.3.3	活性染料的染色机理	135	7.3.2	合成香料	164
6.3.4	活性染料的合成	135	7.4	香精	175
6.4	酸性染料	137	7.4.1	香精及其分类	175
6.4.1	强酸性染料	137	7.4.2	香料在香精中的基本 应用	176
6.4.2	弱酸性染料	138	7.4.3	香精的配制	176
6.4.3	酸性媒介与络合染料	139	7.5	香料工业的发展近况及主要发 展方向	176
6.5	分散染料	139	练习思考题		177
6.5.1	偶氮型分散染料	140	参考文献		177
6.5.2	蒽醌型分散材料	141	8 食品添加剂		178
6.6	还原染料	142	8.1	概述	178
6.6.1	靛类还原染料	142	8.1.1	食品添加剂的定义和 分类	178
6.6.2	蒽醌类还原染料	143	8.1.2	食品添加剂的使用要求和 管理	178
6.7	冰染染料	144	8.2	乳化剂、增稠剂、膨松剂	179
6.7.1	色酚	144	8.2.1	乳化剂	179
6.7.2	色基	145	8.2.2	增稠剂	181
6.8	其他类型的染料	146	8.2.3	膨松剂	182
6.8.1	直接染料	146	8.3	食用色素、护色剂 和漂白剂	183
6.8.2	阳离子染料	147	8.3.1	食用色素	183
6.8.3	硫化染料	148	8.3.2	护色剂	186
6.9	有机颜料	149	8.3.3	漂白剂	187
6.9.1	有机颜料的分类	149	8.4	调味品	188
6.9.2	偶氮颜料	150	8.4.1	增味剂	188
6.9.3	色淀颜料	150	8.4.2	酸味剂	188
6.9.4	酞菁颜料	152	8.4.3	甜味剂	190
6.9.5	二噁嗪颜料	154	8.5	食品保存剂	193
6.9.6	喹丫啶酮颜料	154	8.5.1	防腐剂	193
6.9.7	吡啶酮颜料	156	8.5.2	抗氧化剂	195
6.9.8	还原颜料	156	8.6	食品添加剂的现状与展望	198
练习思考题		157	8.6.1	食品添加剂发展现状	198
参考文献		157	8.6.2	我国食品工业添加剂的发 展趋势	198
7 香料		158	练习思考题		199
7.1	概述	158	参考文献		199
7.2	天然香料	159			
7.2.1	动物性天然香料	159			
7.2.2	植物性天然香料	160			
7.2.3	植物性天然香料的提取 方法	160			
7.2.4	单离香料	162			

9 化妆品	201	10.3.2 稀土合金在铸铁中作为主 要的球化剂.....	238
9.1 概述	201	10.3.3 稀土合金在有色金属中作 为主要的组分.....	238
9.1.1 化妆品的分类	201	10.3.4 稀土合金在军事工业中的 应用.....	239
9.1.2 化妆品的原料	201	10.3.5 稀土合金在其他部门的 应用.....	239
9.1.3 化妆品生产的主要工艺及 设备	205	10.4 稀土的催化.....	239
9.2 皮肤用化妆品	206	10.4.1 石油化工催化.....	239
9.2.1 清洁皮肤用化妆品	206	10.4.2 稀土氢化催化.....	240
9.2.2 护肤化妆品	209	10.4.3 稀土金属有机络合物的 催化.....	242
9.2.3 养肤化妆品	215	10.4.4 稀土催化剂催化聚合.....	242
9.3 毛发用化妆品	217	10.5 前景.....	244
9.3.1 清洁毛发用化妆品	217	练习思考题.....	244
9.3.2 护发化妆品	221	参考文献.....	244
9.3.3 美发用化妆品	223	11 精细化工新材料新技术	246
9.4 特殊用途化妆品	224	11.1 概述.....	246
9.4.1 防晒化妆品	224	11.2 精细化工新材料.....	246
9.4.2 祛斑化妆品	226	11.2.1 功能高分子材料.....	246
9.4.3 祛臭化妆品	228	11.2.2 成像材料.....	247
9.4.4 抗粉刺化妆品	228	11.2.3 电子工业用化学品.....	249
9.5 化妆品的发展趋势	229	11.2.4 精细陶瓷.....	251
练习思考题.....	230	11.2.5 智能材料.....	253
参考文献.....	231	11.3 精细化工新技术.....	255
10 含稀土的精细化学品	232	11.3.1 生物催化技术.....	255
10.1 概述.....	232	11.3.2 新型催化剂在精细化工产 品合成中的应用.....	256
10.1.1 稀土简介.....	232	11.4 前景.....	258
10.1.2 稀土的性质.....	233	练习思考题.....	258
10.2 稀土材料.....	233	参考文献.....	258
10.2.1 稀土磁性材料.....	233		
10.2.2 稀土贮氢材料.....	236		
10.2.3 稀土发光材料.....	237		
10.3 稀土合金的应用.....	237		
10.3.1 稀土合金在钢中作为重要 的添加剂.....	238		

1 绪 论

本章任务

1. 掌握精细化学品的定义和特点，了解精细化学品的分类，作用及发展趋势；
2. 了解本书的内容范围。

精细化学品广泛应用于国民经济各行各业中，起到提高质量、节能、降耗、增加产量、改善和提高人民生活等重要作用，是当今世界各国竞相发展的重点和热点，也是我国近 10 年来乃至本世纪初作为调整大中型企业产品结构的重要措施。同时，精细化学品的化学结构与其特殊性能之间的关系规律，也已被应用到许多高新技术领域中，如激光技术、信息记录与显示、能量转换与储存、生物活性材料、医药与农药等。

1.1 精细化学品的定义及分类

1.1.1 精细化学品的定义

精细化学品 (Fine Chemicals) 又称精细化工产品，有关专业工具书把产量小、纯度高的化学品泛称为精细化学品。

日本把凡具有专门功能，研究开发、制造及应用技术密集度高，配方技术能左右产品性能，附加值高，收益大，小批量，多品种的商品称为精细化学品。

按美国克林 (Kline) 分类法，将专用化学品这一术语代替精细化学品。将化工产品分为两大类：通用化学品 (Heavy Chemicals) 和专用化学品 (精细化学品)。

a. 通用化学品指从廉价、易得的天然资源 (如煤、石油、天然气和农副产品等) 开始，经一次或数次化学加工而制成的最基本的化工原料，它用途广泛、生产批量较大、通常以其主要成分的化学名称来命名的化学品，具有应用范围广、生产中化工技术要求高、产量大而附加值低等特点。

b. 专用化学品 (精细化学品) 是指全面要求产品功能和性能的一类化学品，可按商品使用性质分为准商品、多用途功能化合物和最终用途化学品。精细化学品是以通用化学品为起始原料，合成工艺中步骤繁多、反应复杂、产量小而产值高，并具有特定的应用性能的产品。所以通常将年产量较少的或用途专一的化学产品划分为精细化工产品。

把凡能增进或赋予一种 (类) 产品以特定功能，或本身拥有特定功能的小批量、高纯度化学品，称为精细化学品。

1.1.2 精细化学品的分类

精细化学品的范围十分广泛，主要有结构分类及功能分类两种方法。结构分类在精细化学品中不太适用。因为同一类结构的产品，功能可以完全不同。所以目前国内外统一的分类原则是以产品本身具有的特定功能来分类。20 世纪 60 年代日本首先把精细化工明确地列为化学工业的一个产业部门，独立出版期刊、年鉴，建立了精细化学品产业协会。日本 1984 年《精细化工年鉴》中将精细化学品分为 35 个类别，即：

- | | | | |
|-------------|---------------|------------|--------------|
| 1. 医药 | 2. 兽药 | 3. 农药 | 4. 合成染料 |
| 5. 涂料 | 6. 有机颜料 | 7. 油墨 | 8. 黏合剂 |
| 9. 催化剂 | 10. 试剂 | 11. 香料 | 12. 表面活性剂 |
| 13. 合成洗涤剂 | 14. 化妆品 | 15. 感光材料 | 16. 橡胶助剂 |
| 17. 增塑剂 | 18. 稳定剂 | 19. 塑料添加剂 | 20. 石油添加剂 |
| 21. 饲料添加剂 | 22. 食品添加剂 | 23. 高分子凝聚剂 | 24. 工业杀菌防霉剂 |
| 25. 芳香除臭剂 | 26. 纸浆及纸化学品 | 27. 汽车化学品 | 28. 脂肪酸及其衍生物 |
| 29. 稀土金属化合物 | 30. 电子材料 | 31. 精细陶瓷 | 32. 功能树脂 |
| 33. 生命体化学品 | 34. 化学-促进生命物质 | 35. 盥洗卫生用品 | |

1985年又新增加了以下16个品种。

酶、火药与推进剂、非晶态合金、贮氢合金、无机纤维、炭黑、皮革用化学品、溶剂与中间体、纤维用化学品、混凝土添加剂、水处理剂、金属表面处理剂、保健食品、润滑剂、合成沸石、成像材料。

在上述51类产品中，有12类比较重要，在今后的技术发展中会有较大的进展。它们分别是黏合剂、农药、生化酶、医药、功能高分子、香料、涂料、催化剂、化妆品、表面活性剂、感光材料、染料。

这一分类是按日本精细化工生产的具体条件归类的。由于精细化学品范围很广，品种繁多，其类别的划分应因每个国家各自的经济体制、生产和生活水平不同而不同，并不断地修改和补充。

我国近年来对精细化学品的开发也很重视。1986年，原化学工业部把精细化工产品分为11大类，即农药、染料、涂料（包括油漆和油墨）、颜料、试剂和高纯物、信息用化学品（包括感光材料、磁性材料等）、食品和饲料添加剂、黏合剂、催化剂和各种助剂、化学药品和日用化学品、功能高分子材料（包括功能膜、偏光材料等）。但该分类并未包含精细化学品的全部内容，如医药制剂、酶制剂、精细陶瓷等。

精细化学品按属性可划分为无机精细化学品和有机精细化学品两大类。本书以产品功能为主要分类依据，结合结构特征，同时综合国内外的分类情况，除把无机精细化学品单独作为一类外，将精细化学品分为以下18类。

- | | |
|-----------------|------------------|
| 1. 医药和兽药 | 2. 农药 |
| 3. 黏合剂 | 4. 涂料 |
| 5. 染料和颜料 | 6. 表面活性剂和合成洗涤剂油墨 |
| 7. 塑料、合成纤维和橡胶助剂 | 8. 香料 |
| 9. 感光材料 | 10. 试剂和高纯物 |
| 11. 食品和饲料 | 12. 石油化学品 |
| 13. 造纸用化学品 | 14. 功能高分子材料 |
| 15. 化妆品 | 16. 催化剂 |
| 17. 生化酶 | 18. 无机精细化学品 |

从生产角度可将精细化学品划分为以下两大类。

a. 以分子水平合成、提纯为主，结合少量的复配增效技术得到的有特定功能的化学品，如农药、染料、颜料、试剂和高纯物、信息用化学品、食品和饲料添加剂、催化剂和各种助剂、化学药品和日用化学品、功能高分子材料等。

b. 以配方技术为主要生产手段, 配方技术能左右最终使用功能的化学品, 如涂料、洗涤剂、化妆品、香料、黏合剂等。

1.2 精细化学品的特点

不同于一般化学品, 精细化学品的生产过程主要由四部分组成: ①化学合成; ②复配增效; ③剂型加工; ④商品化。在每个生产过程中又涵盖化学、物理、经济等各方面的技术关键, 使精细化工成为高技术密集度的产业。精细化学品的综合生产特点可归结为以下几方面。

(1) 小批量、多品种、大量采用复配技术

a. 由于大多数精细化学品的产量较小, 商品竞争性强, 更新换代快, 因此, 精细化工的生产必然是以小批量为主。近年来许多生产企业广泛采用多品种综合流程, 设计和制作多功能、多用途的生产装置, 以适应精细化工多品种、小批量的生产特点。

b. 随着精细化学品应用领域的不断扩大和商品的创新, 除了通用型精细化学品外, 专用品种和特定制品品种越来越多, 这是商品应用功能效应和商品经济效应共同对精细化学品功能和性质反馈的自然结果。不断地开发新品种、新剂型和提高开发新品种的创新能力是当前国际上精细化工发展的总趋势。例如, 染料, 根据《染料索引》(Colour Index) 统计, 目前不同化学结构的染料品种有 6000 多个。因此, 多品种不仅是精细化工生产的一个特征, 也是精细化工综合水平的一个重要标志。

c. 单一组分的精细化学产品往往难以满足各种专门用途的需要, 必须加入其他组分, 以提高其功能和适用性, 于是大量采用复配技术成为精细化工的又一个重要特点。例如, 化妆品是由油脂、乳化剂、保湿剂、香料、色素、添加剂等复配而成, 具有清洁、修饰、美容、保健等多种功能。若配方不同, 其功能和应用对象也不同。在精细化工中, 采用复配技术所得到的产品, 具有改性、增效和扩大应用范围等功能, 其性能往往超过组成单一的化学品, 而且由复配技术制得的商品数目, 也远远超过由化学合成制得的单一产品的数目。因此, 掌握复配技术, 提高创新能力, 不断开发新品种、新剂型、新配方, 是当前国际精细化工发展的重要动向。

(2) 综合生产流程和多功能生产装置

生产精细化学品的化学反应多为液相串联反应, 生产流程长、工序多, 为了适应该生产方式特点, 各国已改变了过去单一产品、专用装置的落后生产方式, 广泛采用了多品种综合生产流程和多用途、多功能生产装置, 取得了很大的经济效益。一套流程装置可以经常改变产品的品种和牌号, 使生产工具有相当大的适应性, 充分利用设备和装置的潜力, 大大提高经济效益。

(3) 高技术密集度

精细化工是综合性较强的技术密集型工业。

首先, 生产过程中工艺流程长、单元反应多、原料复杂、中间过程控制要求严格, 而且应用和涉及多领域、多学科的理论知识和专业技能, 其中包括多步合成、分离技术、分析测试、性能筛选、复配技术、剂型研制、商品化加工、应用开发和技术服务等。在实际应用中, 精细化学品是以商品的综合能力出现的, 这就需要在化学合成中筛选不同的化学结构, 在剂型(制剂)生产中充分发挥精细化学品的自身功能与其他配合物质的协同作用。从制剂到商品化又有一复配过程, 这些内在和外在的因素既相互联系又相互制约, 形成了精细化学品高技术密集度的一个重要特性。

其次，技术开发的成功概率低、时间长、费用高。据报道美国和德国的医药和农药新品种的开发成功率仅为万分之一，日本为一万至三万分之一。随着对药效、生物体安全性的要求愈来愈严，新品种开发的时间愈来愈长，费用愈来愈高，新品种开发成功的数量也愈来愈少。美国在食品和药物管理局新法规实施前的15年间共开发医药新品种641个，新法规实施后的15年间开发了247个新品种。20世纪50年代共生产农药新品种18个；20世纪60年代只生产了19个新品种，到20世纪70年代仅仅增加了4个新品种。1964年，一个新农药的开发时间只需3年，270万美元；到1975年就需要用8年，1300万美元。因此，精细化学品的技术开发一方面要求情报密集、信息快，以适应市场的需要和占领市场，同时又反映出技术保密性与专利垄断性强，竞争激烈。

(4) 商业性强

由于精细化学品种类繁多，用户对商品选择性高，市场竞争剧烈，因而应用技术和技术的应用服务是组织生产的两个重要环节。在技术开发的同时，应积极开发应用技术和开展技术服务工作，以增强竞争机制，开拓市场，提高信誉。同时还要注意及时把市场信息反馈到生产计划中去，从而提高竞争能力，确保产品畅销，增强企业的经济效益。世界工业发达国家对此十分重视，他们的技术开发、经营管理和产品销售（包括技术服务）人员比例大体为2:1:3，而且选派富有实践经验、业务能力强的人担当销售和技术服务工作，这一点也值得我们借鉴。因此，我们应大力加强精细化学品的商品化和市场化，从以下四个方面注重应用研究。

- a. 进行加工技术的研究，提出最佳配方和工艺条件，开拓应用领域。
- b. 进行技术服务，指导用户正确使用，并把使用中发生的问题反馈回来，不断进行改进。
- c. 培训用户掌握加工应用技术。
- d. 编制各种应用技术资料。

(5) 经济效益显著

a. 投资效益高 总体上说化学工业属于资本型工业，资本密集度高。但精细化工投资少，效率高，资本密度仅为化学工业平均指数的0.3~0.5，化肥工业的0.2~0.3。

b. 利润率高 精细化学品的利润高，原因很大程度来自技术上的垄断，因为精细化学品的功能性强、商品性强、服务性强。一般来说，一美元石油化工原料加工成为合成材料可增值8美元，而加工成精细化学品，则可增值106美元。

c. 附加值高 附加值是指在产品的产值中扣去原材料、税金、设备和厂房的折旧费后，剩余部分的价值。这部分价值是指当产品从原材料开始经加工到产品的过程中实际增加的价值，它包括工人劳动、动力消耗、技术开发和利润等费用，所以称为附加值。精细化学品的附加值一般高达50%以上，比化肥和石油化工的20%~30%的附加值高得多。日本曾将化学工业分为三大行业，即精细化工、无机化工—化肥和石油化工，并对其原材料费率和附加值率进行统计和比较。由表1-1可知，精细化学品的附加值在化学工业的各行业中是最高的。以氮肥为基数推算的附加值指数为：氮肥100、石油化学品335.8、涂料732.4、医药制剂4078、农药310.6、感光材料589.4。

表 1-1 日本化学工业中各行业的原材料费率和附加值率

类别	精细化工	无机化工	化肥和石油化工	平均
原材料费率/%	33	65	71	60
附加值率/%	50	35	20	36

1.3 精细化学品的作用及其发展趋势

1.3.1 精细化学品的作用

精细化学品所具有的鲜明特点,使它成为经济建设中不可缺少的一个重要组成部分。除了直接作最终产品或作为医药、兽药、农药、染料、颜料和香料等的主要成分之外,绝大多数是作为辅助原料或材料出现在生产和生活两大类物质中,参与其生产过程和应用过程。加速精细化工的发展已成为世界性的趋势,尤其是几个工业发达国家都致力于调整化工产品的结构,将化学工业的战略重点逐渐转向发展精细化工。精细化学品以其特定的功能和专用性质给予主产品优质高产的作用,其高经济效益已影响到一些国家的技术经济政策,成为国民经济物质生产不可缺少的一个组成部分,具体作用如下。

(1) 增进和赋予各种结构材料以特性

a. 除了对通常环境下的结构材料,如桥梁、船舶、汽车、飞机、发电机、水坝、建筑材料等外,对特殊环境下使用的结构材料,如海洋筑物、原子反应堆、高温气体、宇宙火箭、特殊化工装置等,均不可缺少精细化学品的辅助作用。

b. 功能性材料的特种性能涉及很多方面,如机械加工方面的硬度、耐磨性、尺寸稳定性等;电、磁制品方面的绝缘性、超导电性、半导电性、光导性、光电变换性、离子导电性、电子放射性、强磁和弱磁性等。这许许多多的方面都需要借助于一定的精细化学品来完成和提高。

(2) 增进和保障农、林、牧、渔业的丰产丰收

选种、浸种、育秧、病虫害防治、土壤化学、改进水质等也都都需要靠精细化学品的作用来完成。农药、兽药对农业、畜牧业的影响不言而喻,除草剂对于农民来说更是结束了几千年下地除草的历史。因为非蛋白氮化合物能够被反刍动物瘤胃中的微生物转变成微生物蛋白质,进而又被动物有机体利用,我国研发的甲醛脲就能很好地解决蛋白质饲料不足而影响畜牧业的进一步发展的的问题,这也是精细化学品对畜牧业的贡献。

(3) 丰富和改善人民的生活

为人们生活提供丰富多彩的衣、食、住、行、用等享受性的产品;保障和增进人类的健康,提高人们的生活水平。合成染料的出现使染料顺利地实现了工业化,让颜色不再是一种奢侈品,将人类的生活变得多姿多彩;而食品添加剂的出现则大大满足了人们的食欲;能替代蔗糖的甜味剂,由于它们的甜度高,大多数不属于糖类,使糖尿病患者又可以体会到甜的滋味等,这些都极大地改善了人们的生活。

(4) 促进和推动科学技术的进一步发展

物质生产是科学技术进步的结果,但一些新物质诞生后,又反作用于科学技术,促进其进一步发展,如电子化学品、磁性材料、功能树脂、化学促进性物质等,客观上都起到了推动科学技术进一步发展的作用。

(5) 高经济效益

a. 精细化学品的高经济效益,特别是社会效益对国民经济有着重大的影响,已经影响到一些国家的技术经济政策,不断提高化学工业内部结构的精细化率,把精细化工视为生财之道。

b. 精细化学品对国民经济的重要影响导致精细化工在整体化学工业中的比重不断提高。

我国近年来十分重视精细化学品的开发,染料、涂料、表面活性剂、黏合剂、助剂、农药、医药、功能高分子材料、油品添加剂等行业都研究及制订了发展规划。在今后相当长的一段时间内,我国精细化工一定会出现一个生机勃勃的局面。

1.3.2 精细化学品的发展趋势

(1) 品种门类继续增加

在核能、太阳能、氢能、燃料电池、生物质能、海洋能、地热能、风能等新能源的开发利用中,都有精细化学品的用武之地;食品结构的改变与保健食品的兴起,离不开各种功能的食品添加剂;信息技术的发展要求高技术的精细无机盐和精细陶瓷;医用人工器官等品种及门类都将逐渐诞生和形成。

(2) 发展速度继续领先

精细化工产值在化学工业总产值中的比例称为精细化率。美、日、德等发达国家化学工业的精细化率由20世纪80年代的45%~55%,目前已上升到55%~65%。以近几年为例,发达国家化学工业发展速度一般在3%~4%,而精细化工的发展速度则在6%~7%,并且这种领先的发展速度将会继续。

(3) 结构调整趋向优化

20世纪90年代以来,一些跨国公司通过兼并和收买,调整经营结构,进行合理改组,独资或合资建立企业发展精细化工,使国际分工更为深化,技术、产品、市场形成了一个全球性的结构体系,并在科学技术推动下不断升级和优化。例如,世界10大涂料公司已全部进入我国,迄今为止独资和合资建涂料厂约16家,生产规模都在2万~5万吨/年。

(4) 大力采用高新技术

高新技术的采用是当今化学工业激烈竞争的焦点,也是综合国力的重要标志之一。对技术密集的精化化工行业来说,这方面更为突出。从科学技术的发展来看,各国正以生命科学、材料科学、能源科学和空间科学为重点进行开发研究。其中主要的研究课题有:

- a. 新材料,含精细陶瓷、功能高分子材料、金属材料、复合材料;
- b. 现代生物技术,即生物工程,包含遗传基因重组利用技术、细胞大量培养利用技术、生物反应器;
- c. 新功能元件,如三维电路元件、生物化学检测元件等;
- d. 无机精细化学品,如非晶态化合物、合金类物质、高纯化合物等;
- e. 功能高分子材料,是指具有物理功能、化学功能、电器功能、生物化学功能、生物功能等的高分子材料,其中包括功能膜材料、导电功能材料、有机电子材料、医用高分子材料、信息转换与信息记录材料等。

1.4 精细化学品的课程内容

全书包括绪论、表面活性剂、药物与中间体、农药、涂料、染料与颜料、香料、食品添加剂、化妆品、含稀土的精细化学品、精细化工新材料新技术共11章。

各章节的介绍都注重基本理论的讲解,以经典实例为基础,拓展概念内涵;不求包罗万象,但力求理论联系实际。按产品的结构特点分类,以各类产品典型实例的合成原理为主线,侧重国内外实验室以及工业合成路线的综合介绍及对比分析,突出基本理论及设计思想;突出产品化学结构与性能、用途的关系,启发新产品的研发思路;另一特色为突出复配

技术及复配原理的介绍，在涂料、香料等相关章节介绍了配方设计原理及其应用。

练习思考题

1. 根据本章归纳的精细化学品的类别，逐一列举一个具体的产品。
2. 列举在我国比较著名的国外跨国企业。
3. 你熟悉哪些化妆品品牌？了解其中有哪些成分？
4. 就目前的专业水平，如果让你研发一种精细化学品，你有什么打算？
5. 简述精细化学品的特点。
6. 简述精细化学品的发展趋势。

参考文献

- [1] 程侣柏. 精细化工产品的合成及应用. 第3版. 大连: 大连理工大学出版社, 2007.
- [2] 宋启煌. 精细化工工艺学. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [3] 李和平, 葛虹. 精细化工工艺学. 北京: 科学出版社, 2006.
- [4] 陈孔常, 田禾. 高等精细化学品化学. 北京: 中国轻工业出版社, 1999.
- [5] 赵亚娟. 精细化学品合成与技术. 北京: 中国科学技术出版社, 2010.
- [6] 王明慧. 精细化学品化学. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [7] 吴海霞. 精细化学品化学. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [8] 张先亮, 陈新兰, 唐红定. 精细化学品化学. 第2版. 武汉: 武汉大学出版社, 2008.
- [9] 周立国, 段洪东, 刘伟. 精细化学品化学. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [10] 赵德丰. 精细化学品合成化学与应用. 北京: 化学工业出版社, 2001.