

21世纪高等院校教材

精细化工工艺学

李和平 主编

第二版



科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材

精细化工工艺学

(第二版)

李和平 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是一部全面系统地介绍精细化工产品生产原理与工艺的教材。全书共 14 章,包括:绪论,表面活性剂,香料与香精,化妆品,食品添加剂,饲料添加剂,胶黏剂,涂料,功能高分子与智能材料,电子信息化学品,医药,功能与合成助剂,农用精细化工产品,其他精细化工产品。本书内容丰富,系统全面,编排新颖,资料翔实,理论与实用性强。

本书可作为高等院校化学工程与工艺、精细化工、应用化学、轻化工程等专业本科生及研究生的教材,也可供精细化工、应用化学、有机化工、高分子材料、医药等相关行业的研究开发或技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

精细化工工艺学 / 李和平主编. —2 版. —北京:科学出版社,2007
21 世纪高等院校教材
ISBN 978-7-03-017457-4

I. 精… II. 李… III. 精细化工-工艺学-高等学校-教材 IV. TQ662
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 067266 号

责任编辑:胡华强 杨向萍 / 责任校对:张 琪
责任印制:张克忠 / 封面设计:卢秋红

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1997 年 8 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2007 年 1 月第 二 版 印张:44

2007 年 1 月第八次印刷 字数:832 000

印数:15 701—19 200

定价:50.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈明辉〉)

第二版序

精细化工作为化学工业的一个重要领域,正以前所未有的速度发展着,已成为当前世界化学工业激烈竞争的焦点。发展精细化工具有重要的战略意义,是时代发展的要求,也是我国化学工业可持续发展的必然选择。人们往往把精细化率的高低看作某个国家、某个地区化学工业发展水平的重要标志之一。近代精细化工归属于高科技范畴,其产品涉及范围广、品种多、专用性强,几乎渗透到国民经济和人民生活的一切领域。因此,精细化工已成为国民经济不可缺少的工业门类。

进入 21 世纪,我国的精细化工已从导入期进入发展期,其精细化率已经超过 40%。随着世界和我国高新技术的发展,不少高新技术将与精细化工融合。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,产品进一步实现高档化、精细化、复合化和功能化,向高新精细化工方向发展。

虽然几十年来我国精细化工发展迅速,但一些新领域精细化工尚处于起步阶段,与国外发达国家相比差距较大,主要体现在生产技术水平低,产品技术含量低,市场开发和应用开发力度不够,高精尖产品少,中低档产品多,出口基本上是以量取胜;部分产品在生产路线、单元操作、产品后处理等方面仍停留在 20 世纪 70 年代发达国家水平;而且在许多领域,如功能材料、电子化学品、信息记录材料、智能材料等方面尚处于研发阶段,有些种类的产品还属空白。我国精细化工发展过程中,应用开发、技术服务极为薄弱,严重制约其发展。

精细化工以高新产品为其最终服务对象,决定了精细化工行业的发展应该以人才、技术创新等要素为基础。先进的技术、高质量的产品和优良的技术服务,是精细化工增强市场竞争力的关键。其中,人才培养是精细化工发展和企业成功的关键。因此,为加快高等教育的发展和精细化工技术人才的培养,编写出版精细化工方面的优秀教材势在必行。

紧跟时代的发展,《精细化工工艺学》(第二版)的出版发行无疑是非常及时的,为国内高等院校提供了一部较为全面系统介绍精细化工生产原理与工艺技术的教

材。全书内容丰富、层次清晰,具有较为鲜明的特色,编排及取材着重反映了近年来精细化工的发展及高新领域。本书编著者具有丰富的理论基础和教学及科研开发的实践经验,本书将很好地满足专业教学及有关读者的需求。

杨锦宗

中国工程院院士

大连理工大学精细化工国家重点实验室教授

2006年11月

第一版序

随着科学技术的发展及人们生活水平的提高,要求化学工业不断提高产品质量及应用性能,增加规格品种,以适应各方面用户的不同需求。特别是近年来精细化工与各个技术领域的交叉与渗透,形成了众多边缘学科,使得精细化工产品的应用范围越来越广,几乎涉及到一切技术经济部门,越来越受到世界各国政府部门、科学家和产业界的高度关注。因此精细化工已成为当今世界各国发展化学工业的战略重点,而精细化工率也在相当大程度上反映着一个国家的综合技术水平及化学工业的集约化程度。近年来中国在发展精细化工方面取得了较大的进展,其精细化率已由1990年的25%提高至1995年的32%,成为化工行业中新兴和发展迅速的领域。在第9个5年计划期间,精细化工仍将是中国经济发展的战略重点之一。勿庸置疑,现代化工将以精细化工的发展及精细化率的提高作为重要标志。

与西方发达国家相比,我国的精细化工仍然比较落后。从世界化工市场分析,精细化工对化学工业和其它行业的制约日趋明显,精细化工产品在世界各国国民经济中的地位日益增强。自主研制开发多品种、高性能、新用途、高效益的精细化工产品,抢占世界化工市场制高点,将成为全球化工市场的竞争热点。市场竞争的实质是技术竞争,但归根结底是人才竞争。精细化工专业教育中至今尚无成熟完善的精细化工工艺方面的教科书或教学参考书,编著该类书籍无疑是很有意义的。

本书的特点之一是内容全面,包括了功能高分子材料、智能材料和电子信息化学品等高科技精细化工产品;特点二是对近年来发展起来的计算机辅助工艺设计、精细化工生产中的关键技术和新技术、典型精细化工产品的生产工艺等,进行了较为详细的论述。全书内容丰富、层次分明、条理清晰、文笔流畅,编排风格也颇具匠心。

该书编著者都是长期从事精细化工专业教学和科研的人员,有着丰富的教学和科研经验,理论基础扎实,对生产工艺和市场情况熟悉。因此,本书是一部在精

细化工方面很具特色的专著。可以作为大专院校的教科书或教学参考书,也可以作为在化学化工领域中工作的科技和生产人员的参考书。

大连理工大学精细化工系教授
精细化工国家重点实验室主任

楊錦宗

上海交通大学应用化学系教授

黃法音

一九九七年四月

第二版前言

化学工业是近现代发展十分迅速的国民经济的支柱产业,而精细化工作为其重要组成部分,在 20 世纪也得到了长足的发展,为解决人类的衣食住行及人类赖以生存的资源、能源与环境问题作出了重要贡献。精细化工产值率的高低已成为衡量一个国家或地区化工发展水平的主要标志之一。进入 21 世纪,精细化工有着更大的发展空间。21 世纪科技界三大技术,即纳米技术、信息技术和生物技术,实际上都与精细化工紧密相关,精细化工已成为当代高新科技领域中不可缺少的重要组成部分。精细化工还将继续在社会发展中发挥其核心作用,并被新兴的信息、生命、新材料、能源、航空航天等高新科技产业赋予新时代的内容和特征。

随着人们物质生活水平的提高,对精细与专用化学品的需求量将越来越大,其发展的必然趋势是对产品质量的要求高而精,对产品品种的要求多而全。在新形势下,要使精细化工得到持续发展,关键在于高层次人才的培养。本书即是为了提高大学生与研究生的文化素养及科学素质,掌握精细化工专业知识,培养创新思维和综合能力,以适应当代科技、经济、社会发展和国际竞争的需要而编写。

《精细化工工艺学》第一版自 1997 年出版以来,承蒙广大读者的厚爱,9 年间印刷了 8 次,在国内高校及精细化工行业产生了较大的影响。9 年来,国内外精细化工发展较快,精细化工新产品、新技术、新工艺不断涌现,第一版的一些内容已经难以满足读者及专业教育的需要。为了更好地适应高等教育及精细化工的进展,力求与时俱进,作者对第一版进行了较为全面地修订。在保持第一版教材原有风格和定位的基础上,对多数章节重新进行了编写(书中涉及配方中的原料用量,若未特殊注明均为质量份),并对如下方面进行了较大修改:突出了合成原理与生产工艺,增加了一些常用精细化工产品的生产工艺流程图;精简与合并了部分章节内容,同时增加了新领域与高新精细化工产品的生产工艺等一些新的章节内容。《精细化工工艺学》(第二版)取材新颖,资料翔实,特色鲜明,即适合国情,又跟踪时代,注重理论联系实际,注意观念更新、知识创新和技术创新,具有较强的前瞻性和适用性。

本书由桂林工学院教授李和平博士担任主编,河南工业大学教授冯光炷博士、太原理工大学教授魏文珑博士、北京化工大学副教授孙建军博士、河北工业大学副教授刘雁、郑州轻工业学院教授尹志刚博士担任副主编,各位作者分工如下:第 1 章绪论、第 7 章胶黏剂由李和平编写,第 2 章表面活性剂由冯光炷编写,第 3 章香料与香精由尹志刚、高忠良(河北工业大学)编写,第 4 章化妆品由左秀凤(河南工

业大学)编写,第5章食品添加剂由冯光炷、左秀凤编写,第6章饲料添加剂由王晓君(河南工业大学)、冯光炷编写,第8章涂料由孙建军编写,第9章功能高分子与智能材料由阎春绵(郑州轻工业学院)、李和平编写,第10章电子信息化学品由刘雁编写,第11章医药由魏文珑编写,第12章功能与合成助剂由张培青(烟台大学)、王文利(苏州大学)编写,第13章农用精细化工产品由夏同驰(郑州轻工业学院)编写,第14章其他精细化工产品由李和平、葛虹(郑州轻工业学院)、刘燕刚(上海交通大学)编写,全书由李和平统编定稿。

本书的编著参阅了大量相关著作和文献,限于篇幅不能一一列举,在此谨向相关作者深表感谢。同时,对参与第一版教材编写的其他作者致谢。

由于作者水平所限,书中错误与不妥之处在所难免,敬请专家、读者批评指正。

作者

2006年10月

第一版前言

当今世界化学工业发展的重点是精细化工。由于精细化工产品具有投资效率高、利润大、品种多、更新快、应用范围广、技术和劳动密集、适应市场经济规律等特点,加速发展精细化工已成为世界性的趋势。可以预言,谁占领精细化工的制高点,谁将拥有全球性的化工市场。

我国精细化工产业起步晚、发展缓,与世界上经济发达国家相比差距较大,这种现实在一定程度上严重地影响了整个化学工业的发展速度,加速发展我国的精细化工已势在必行。为了适应精细化工行业的需要,培养全面的精细化工专门技术人才,许多高校相继开设了“精细化工”专业。然而迄今为止,国内还没有一部系统完整介绍精细化工工艺的教材或专著。根据国内众多院校的迫切要求,我们结合多年的教学、科研的生产实践经验,组织有关专家和学者共同编著了这本《精细化工工艺学》教材,以期满足高校师生和社会各界有关人员的需要。考虑到精细化工的特点及本课程的专业性,本书在编写工作中,着重突出了以下特点:

(1) **内容丰富、系统全面** 本书内容几乎覆盖了精细化工产品的所有领域,并力求其作为教材的系统性、典型性和完整性。

(2) **突出工艺、兼顾性能** 本书全面系统地介绍了主要精细化工产品的生产原理和工艺,书中对工艺过程、工艺技术、工艺设备、原料消耗、操作技术、产品用途等方面着墨较多,而对产品的性能和发展趋势等也进行了一定的阐述。

(3) **资料翔实、题材新颖** 在高科技迅速发展的时代里,精细化工应该而且必然处于高技术的前沿。本着面向 21 世纪的原则,全书内容充分体现出当代精细化工领域中有发展生命力的精神,反映了其先进性、科学性、新颖性和实用性,并与国民经济重点发展的精细化工新领域密切相关。

本书大量收集整理了国内外近年来精细化工领域的文献资料,力求所介绍的知识与时代同步,并详细列出了主要参考文献资料,每章后还编有思考题和习题,以便读者自学和深入探讨。通过本课程的学习,使学生对精细化工的工艺技术全貌有一个较为完整的了解和掌握,在很大程度上打下精细化工工艺学的深厚基础和良好的基本功训练,拓宽学生的适应面,增强其独立思考问题的能力。

参加本书编著的人员如下:郑州粮食学院李和平、王晓君、梁金鹏、李延生,郑州轻工业学院葛虹、王岁楼、李亚东,太原理工大学魏文珑,河北工业大学高忠良、王立新,上海交通大学刘燕刚,天津理工学院刘福德、万钧,吉林化工学院李健秀、韩巨岩,洛阳大学张少文,南京师范大学魏少华,淮南矿业学院房秀敏,西江大学高

明章,宁波高等专科学校童兴龙,邵阳高等专科学校姚志刚。由李和平、葛虹任主编,魏文珑、高忠良、刘燕刚、李健秀、姚志刚、张少文任副主编,全书由李和平统编定稿。

作者在编写过程中得到了科学出版社和化工界的大力支持和协助,并特聘大连理工大学杨锦宗教授和上海交通大学黄德音教授担任主审,两位教授为完成本书的编写工作提供了许多宝贵意见和建议,特此一并致谢!

本书涉及的学科多、范围广,限于作者水平和能力,难免有缺点、不足或错误之处,敬请同行专家和广大读者给予批评指正,使本书在使用中不断提高和日臻完善。

编者

1997年3月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 精细化工的定义与范畴	1
1.1.1 精细化工的定义	1
1.1.2 精细化工的范畴	2
1.2 精细化工的特点	3
1.2.1 精细化工产品的生产特点	3
1.2.2 精细化工产品的商业特点	6
1.2.3 精细化工产品的经济效益评价	7
1.2.4 精细化工与高新技术的关系	8
1.3 精细化工的形成与工艺技术现状.....	10
1.3.1 精细化工的形成	10
1.3.2 国内外精细化工的生产与发展现状	11
1.4 精细化工产品的研制与开发.....	13
1.4.1 基础与前期工作	14
1.4.2 精细化工产品的研究与开发	17
1.4.3 精细化工过程开发试验及步骤	20
1.5 21 世纪精细化工的发展方向与策略	25
1.5.1 21 世纪高速发展的精细化工领域	25
1.5.2 21 世纪精细化工研究和发展方向	28
1.5.3 精细化工的发展策略	30
参考文献	31
第 2 章 表面活性剂	33
2.1 概述.....	33
2.1.1 表面活性与表面活性剂	33
2.1.2 表面活性剂的分子结构特点与分类	33
2.1.3 表面活性剂的理化特性	35
2.1.4 表面活性剂亲油基原料来源	36
2.2 阴离子表面活性剂.....	38
2.2.1 羧酸盐型阴离子表面活性剂	38
2.2.2 磺酸盐类表面活性剂	40

2.2.3	硫酸酯盐类阴离子表面活性剂	46
2.2.4	磷酸酯盐型阴离子表面活性剂	48
2.3	阳离子表面活性剂	49
2.3.1	胺盐型阳离子表面活性剂	49
2.3.2	季铵盐阳离子表面活性剂	50
2.3.3	其他阳离子表面活性剂	54
2.4	两性表面活性剂	55
2.4.1	甜菜碱型两性表面活性剂	56
2.4.2	咪唑啉型两性表面活性剂	57
2.4.3	氨基酸型两性表面活性剂	58
2.4.4	氧化胺	59
2.5	非离子表面活性剂	60
2.5.1	聚环氧乙烷醚型非离子表面活性剂	60
2.5.2	多元醇型非离子表面活性剂	67
2.5.3	烷醇酰胺	71
2.6	新型与特种表面活性剂	72
2.6.1	元素表面活性剂	72
2.6.2	聚合物表面活性剂	77
2.6.3	生物表面活性剂	78
2.6.4	冠醚类表面活性剂	79
2.6.5	烷基葡糖苷	80
2.6.6	烷基葡糖酰胺	82
2.6.7	松香类表面活性剂	83
2.6.8	双长链精氨酸阳离子表面活性剂	86
2.6.9	双生表面活性剂	87
2.6.10	反应性表面活性剂	89
2.6.11	分解性表面活性剂	89
	参考文献	89
第3章	香料与香精	91
3.1	概述	91
3.1.1	香与分子构造的关系	91
3.1.2	香料的分类	93
3.1.3	香料化合物的命名	94
3.1.4	香精的分类与应用	94
3.2	香精	95

3.2.1 香气的分类和强度	96
3.2.2 香精的组成和作用	97
3.2.3 香精的调配与生产工艺	97
3.3 天然香料	101
3.3.1 动物性天然香料	101
3.3.2 植物性天然香料	102
3.4 单离香料	107
3.4.1 冻析法	108
3.4.2 化学处理法	108
3.5 半合成香料	110
3.5.1 以香茅油和柠檬桉叶油合成香料	110
3.5.2 以山苍子油合成香料	111
3.5.3 以八角茴香油合成香料	111
3.5.4 以丁香油或丁香罗勒油合成香料	112
3.5.5 以松节油合成香料	113
3.6 合成香料	115
3.6.1 无环脂肪族香料	115
3.6.2 无环萜烯香料	119
3.6.3 环萜烃香料	124
3.6.4 非萜脂环族香料	129
3.6.5 芳香族香料	131
3.6.6 酚及其衍生物香料	136
3.6.7 其他合成香料	141
参考文献	149
第4章 化妆品	150
4.1 概述	150
4.1.1 化妆品的作用	150
4.1.2 化妆品的分类	151
4.1.3 化妆品的原料	151
4.1.4 化妆品的安全性	153
4.2 膏霜类化妆品	154
4.2.1 雪花膏类化妆品	154
4.2.2 润肤霜类化妆品	157
4.2.3 冷霜类化妆品	159
4.3 香水类化妆品	161

4.3.1	香水、花露水类化妆品	161
4.3.2	化妆水类化妆品	163
4.4	美容类化妆品	164
4.4.1	胭脂	164
4.4.2	指甲化妆品	165
4.4.3	唇膏	165
4.4.4	面膜	166
4.5	香粉类化妆品	168
4.5.1	香粉	168
4.5.2	粉饼	170
4.6	毛发用化妆品	171
4.6.1	洗发香波	171
4.6.2	整发剂	173
4.6.3	其他发用化妆品	176
4.7	其他类化妆品	178
4.7.1	防晒类化妆品	178
4.7.2	抑汗、祛臭化妆品	179
4.7.3	中草药化妆品	180
	参考文献	182
第5章	食品添加剂	183
5.1	食品保藏及保鲜剂	183
5.1.1	防腐剂	183
5.1.2	抗氧化剂	190
5.1.3	食品保鲜剂	193
5.2	食品赋形剂	197
5.2.1	乳化剂	197
5.2.2	增稠剂	199
5.2.3	膨松剂	203
5.3	着色剂、护色剂和漂白剂	204
5.3.1	着色剂	204
5.3.2	发色剂	207
5.3.3	漂白剂	208
5.4	增欲类添加剂	209
5.4.1	调味剂	209
5.4.2	香味剂	220

5.5 营养强化剂	221
5.5.1 氨基酸类	221
5.5.2 维生素	223
5.5.3 矿物质	231
5.6 其他食品添加剂	234
5.6.1 酶制剂	234
5.6.2 品质改良剂	236
5.6.3 消泡剂	237
5.6.4 凝固剂	238
5.6.5 抗结剂	239
5.6.6 助滤剂	239
参考文献	239
第6章 饲料添加剂	241
6.1 营养性添加剂	241
6.1.1 氨基酸添加剂	241
6.1.2 矿物质添加剂	242
6.1.3 维生素添加剂	245
6.1.4 非蛋白氮与单细胞蛋白	247
6.2 生长促进剂	250
6.2.1 抗生素	250
6.2.2 合成抗菌素	251
6.2.3 益生菌	256
6.2.4 酶制剂	256
6.2.5 中草药助长保健剂	257
6.3 驱虫保健剂	257
6.3.1 驱蠕虫类药物	258
6.3.2 抗球虫类药物	260
6.4 饲料保藏剂	263
6.4.1 饲料抗氧化剂	263
6.4.2 饲料青贮添加剂	264
6.4.3 粗饲料调节剂	264
6.5 其他饲料添加剂	265
6.5.1 风味添加剂	265
6.5.2 增色添加剂	266
6.5.3 饲料黏结剂	268

6.5.4 流散剂	270
参考文献	270
第7章 胶黏剂	272
7.1 概述	272
7.1.1 胶黏剂的分类	272
7.1.2 胶黏剂的组成	274
7.1.3 胶黏剂的应用和选用原则	278
7.2 合成树脂胶黏剂	279
7.2.1 氨基树脂胶黏剂	280
7.2.2 酚醛树脂胶黏剂	286
7.2.3 聚乙酸乙烯及其共聚物胶黏剂	290
7.2.4 环氧树脂胶黏剂	293
7.2.5 聚氨酯胶黏剂	299
7.2.6 乙烯-乙酸乙烯共聚物(EVA 树脂)胶黏剂	302
7.3 橡胶胶黏剂	303
7.3.1 橡胶胶黏剂的基本生产工艺	303
7.3.2 橡胶胶黏剂的组成和配方设计	307
7.4 丙烯酸系胶黏剂	311
7.4.1 聚合原理和单体选择	311
7.4.2 溶液型丙烯酸系胶黏剂	312
7.4.3 乳液型丙烯酸系胶黏剂	312
7.4.4 反应型丙烯酸系胶黏剂	313
7.4.5 氰基丙烯酸酯胶黏剂	313
7.5 压敏胶黏剂	315
7.5.1 橡胶型压敏胶黏剂	315
7.5.2 丙烯酸酯压敏胶黏剂	317
7.6 功能与特种胶黏剂	318
7.6.1 导电胶黏剂	318
7.6.2 医用胶黏剂	320
7.6.3 光学光敏胶黏剂	321
7.6.4 结构胶黏剂	322
7.6.5 厌氧胶黏剂	323
7.6.6 密封胶黏剂	324
7.6.7 耐碱胶黏剂	326
7.6.8 热熔胶黏剂	327