

工矿业 精细化学品化学

FINE CHEMICALS FOR
INDUSTRY AND MINERAL

王栋民 张以河 李端乐 编著



化学工业出版社

工矿业

精细化学品化学

FINE CHEMICALS FOR
INDUSTRY AND MINERAL

王栋民 张以河 李端乐 编著



化学工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工矿业精细化学品化学/王栋民, 张以河, 李端乐编著. —北京:
化学工业出版社, 2013. 6

ISBN 978-7-122-16282-3

I. ①工… II. ①王…②张…③李… III. ①精细化工-化工产品
IV. ① TQ072

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 004339 号

责任编辑: 常 青

文字编辑: 冯国庆

责任校对: 陈 静

装帧设计: 韩 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 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 24¼ 字数 607 千字 2013 年 8 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: 78.00 元

版权所有 违者必究

序

以石油化工、煤化工为代表的大宗化学品的生产技术日趋成熟，全球竞争日趋激烈，利润率不断下降。进入 21 世纪以来，由于技术的不断进步、环保压力的增加和人们生活水平的提高，使得市场对于有特定功能的精细化学品的要求不断增加。为适应市场需要和追求高附加值，国内外的化工公司纷纷将精细化学品作为发展重点。

精细化学品 (fine chemicals) 指一类由大宗化学品进行深度加工而制得的具有特定功能的高附加值化工产品。欧美国家将其细分为精细化学品 (fine chemicals) 和专用化学品 (speciality chemicals)。精细化学品与国家的经济水平以及基础石油化学工业的发展密切相关，美国、日本、欧洲的产销量占到全球 80% 以上。在某种程度上，一个国家精细化工率的高低已成为衡量其化学工业发展水平的标志之一。

绿色化学是 20 世纪 90 年代出现的具有明确的社会需求和科学目标的新型交叉学科，成为当今国际化学化工研究的前沿领域，是实现经济和社会可持续发展的新科学和新技术，已成为世界各国政府、科技界和企业界关注的热点。绿色化学研究的目标就是利用化学原理和化工新技术，以“原子经济性”为基本原则，从源头上减少和消除化学工业对环境的污染，从根本上实现化学工业的“绿色化”，走资源-环保-经济-社会协调发展的道路。实现精细化工的绿色化，就是要根据绿色化学的新概念、新技术和新方法，研究和开发无公害的传统化学用品的替代品，设计和合成更安全的化学品，采用环境友好的生态材料，实现人类与自然环境的和谐与协调。

由王栋民教授、张以河教授和李端乐工程师等共同撰写的《工矿业精细化学品化学》一书体现了上述关于精细化学品化学和绿色化学的发展方向，也反映了精细化学品的绿色化发展趋势。特别是该书对于工业和矿业领域的精细化学品方面的论述突破了以往书籍的不足，以精细化学品的概念、思路和方法对于若干典型领域的工矿业精细化学品包括煤炭化学品、建筑化学品、石油化学品和矿业化学品等进行了系统的讲解和清晰的论述，这与作者长期致力于该领域的研究、对于该领域有较深刻的理解和认识是分不开的。工矿业精细化学品在最近一些年来异军突起，成为精细化学品领域的重要组成部分，它也是大型、主流工业和矿业领域的重要助剂。工矿业精细化学品作为助剂或添加剂在大型、主流工业或矿业中的应用特别是在“高新技术改造传统产业”中常常起到“四两拨千斤”的重要作用，在处理大宗固体废弃物等环境工程问题中又常常起到“化腐朽为神奇”之功效。例如高性能水煤浆添加剂在水煤浆制备中的

应用,使得高固含量、高流动性、高品质的水煤浆产品成为现实,该水煤浆不仅可以代油用于传统的工业锅炉,还可以替代柴油用于柴油发动的机车车辆;聚羧酸减水剂在建筑业中的应用使得千米建筑物、海洋钻井平台、核电站等特殊和严酷环境下混凝土施工成为现实;三次采油用油田化学剂——驱油聚合物可以大大提高石油采出率等。

总揽全书,可以认为,该书既是一本专著又是一本教材。作为著作,该书吸收了作者的一些重要研究成果,对于工矿业精细化学品的生产和应用具有重要意义;作为教材,该书的系统性和条理性很好,可以作为工矿业类高等院校,特别是地矿油建类高等院校的化工、应化专业及相关专业的本科生和研究生的专业教材或教学参考书。基于此,我很高兴为之作序,希望我国精细化学品工业得以更快更好的发展,也希望工业和矿业领域的精细化学品工业得以更好更快的发展!



中国工程院院士 东南大学教授

2013年5月

前言

精细化学品工业是当今化学工业中最具活力的新型领域之一，同时其产品又常常成为其他工业或矿业领域的重要助剂和推动力量。我国把精细化学品工业特别是新型领域精细化学品工业发展作为化学工业发展的战略重点之一，列入国家计划。精细化学品的应用领域广泛，主要因为其化学结构与特殊性能之间的关系和规律，因而被应用于信息、能源、材料、医药、食品、矿业等不同领域，并与多个学科的不同知识综合交叉。随着经济的高速发展和人们生活水平的不断提高，对精细化学品提出了更高的要求，因而要求对新品种的开发，由原先经验式摸索变为定向分子设计方式，从而创造出性能更加优异的完全新型的精细化学品品种。

研究开发新型的精细化学品，需要大量的精细化工专业技术人才，这就要求即将在精细化工领域工作的在校本科生、研究生具有良好的学科基础知识，了解和掌握这一领域的基础理论、基本概念和基本方法；了解这一领域的学科前沿和最新动向，并能够掌握学科特点和思维方式，从而具有较高的学科起点。

目前国内出版的精细化学品化学类图书有多个版本，基本上都是以介绍和讲授日用化学品、食品添加剂、香精香料、皮革化学品、造纸化学品、染料化学品、饲料添加剂、农药等为主，笔者称之为日化版的精细化学品化学图书或者轻工版的精细化学品化学图书。而对于涉及国民经济建设、基础设施建设、能源、矿业等领域的精细化学品化学方面的图书基本没有，相应的高等院校也只有借用日化版或轻工版的精细化学品化学教材给学生授课。本书集笔者多年来在工矿业精细化学品化学领域的科研和高校教学实践之体会与经验，经过精心策划、认真编撰而成。本书的特色章节是：煤炭化学品、建筑化学品、石油化学品和矿业化学品等工矿业领域的精细化学品化学，为我国的矿业类、地质类、石油类和建筑、建材类等高等院校相关学科专业的学生提供对口教材，为从事工矿业精细化学品研究和应用的科技人员提供参考。

本书的章节安排如下：在绪论后安排表面活性剂，这个内容本身就是精细化学品的一个重要门类，同时也可以理解为是学习以后各章节的基础；之后顺序安排煤炭化学品、建筑化学品、石油化学品和矿业化学品等工矿业领域的精细化学品化学的特色章节，无疑这是本书的特色，也是本书的重点章节，是本书的主要部分，也融进了笔者在本领域的最新研究进展和认识；之后安排了日用化学品、染料化学品等传统精细化学品化学方面内容，一方面使精细化学品化学的内容完备，另一方面方便读者的比较学习，使各部分内容相互促进，使基础理论学习与科研相互促进。

本书的特点是：

① 内容丰富，重点突出。本书覆盖了常用精细化学品中的大部分领域，并重点介绍了表面活性剂、煤炭化学品、建筑化学品、石油化学品、矿业化学品等，特色鲜明。

② 系统性强，素材新颖。对每章的精细化学品从结构、性质、制备、作用机理和应用等方面进行介绍，还增加了各类精细化学品典型实例的制备工艺、制备条件和应用效果。

③ 条理清晰，概括性强。每章开始都对该章所介绍的精细化学品的定义、分类、特点、发展方向进行了阐述，重点描述了精细化学品的作用原理、典型产品，并对于涉及的交叉领域的重要知识也简明扼要地进行了介绍，以求开拓读者的视野和拓展知识面，启发对于新产品的开发思路 and 开发兴趣。

④ 每章附有复习思考题，便于学生学习和复习，加深理解和消化书中的内容。全书附有若干实验，可以为实验课的设计提供参考，有利于培养学生的动手能力和实验能力。

⑤ 资料翔实，适用面广。本书适用于化工专业和应用化学专业的学生选用，特别适合于地矿油建类高等院校的化工、应用化学类专业学生学习选用，也可以为其他相关专业学生选用。

通过对于本书的学习，可使读者对于精细化学品有一个较为全面的了解和掌握。当然欲对某一特定领域进行更深层次的理论研究和探索，还需要参考其他专著和相关科技文献。

本书由中国矿业大学（北京）王栋民提出总体构思，由王栋民、李端乐和中国地质大学（北京）张以河等共同编著完成。各章撰写分工如下：王栋民负责第一、四、五、九至十五章，张以河负责第七、八章，李端乐负责第二、六章，刘泽负责第三章。全书由王栋民、李端乐完成最后统稿。

参加本书科学研究、资料收集、图文处理、文字录入、协助章节撰写的还有如下同志：王剑锋、刘治华、赵计辉、刘天德、史志花、韩方晖、郝兵、智艳飞、张力冉、唐官保等，对于他（她）们在本书中所付出的努力，笔者表示衷心的感谢！

中国工程院院士、东南大学教授缪昌文先生在百忙之中为本书作序，对工矿业精细化学品科研工作给予肯定，对于工矿业精细化学品的学科认识给予肯定。中国矿业大学（北京）化学与环境工程学院刘淑琴教授审阅了本书书稿并提出宝贵的修改意见。本书的写作和出版得到教育部中央高校基本科研业务费项目资助和中国矿业大学（北京）研究生教材出版基金资助。对于以上单位和个人支持与帮助，笔者表示衷心的感谢！

本书涉及学科多，范围广，由于笔者水平有限，难免有不足和疏漏之处，恳请各位专家、同行和读者不吝批评指正。

王栋民 张以河 李端乐
于北京

2013年5月

目 录

第一章 绪论

1

第一节 概述	1
一、精细化学品的定义	1
二、精细化工产品的分类	1
第二节 精细化工产品的特点	2
一、具有特定功能的化学产品	2
二、小批量、多品种、复配技术居多的生产特性	2
三、技术密集型产业	3
四、附加价值高、投资效率高	3
第三节 精细化工产品的发展趋势	4
一、新品种的开发	4
二、合成工艺与技术的改进	4
三、生产设备的完善	4
四、副产品的综合利用	5
习题与思考题	5
参考文献	5

第二章 表面活性剂

6

第一节 概述	6
一、表面活性剂的定义及分类	6
二、表面活性剂的结构与性质	7
三、表面活性剂的作用	8
四、表面活性剂的发展及前景	9
第二节 阴离子表面活性剂	10
一、阴离子表面活性剂的结构与性质	10
二、常用的几种阴离子表面活性剂	10
第三节 阳离子表面活性剂	13
一、阳离子表面活性剂的结构与性质	13
二、常用的几种阳离子表面活性剂	13
第四节 非离子表面活性剂	14
一、非离子表面活性剂的结构及性质	14

二、常用的几种非离子表面活性剂	15
第五节 两性表面活性剂	16
一、两性表面活性剂的结构及性质	16
二、常用的几种两性表面活性剂	16
第六节 其他表面活性剂	17
一、含氟表面活性剂	17
二、含硅表面活性剂	18
三、高分子表面活性剂	18
四、生物表面活性剂	18
习题与思考题	19
参考文献	19

第三章 煤炭化学品

20

第一节 概述	20
第二节 煤炭用捕收剂	21
一、捕收剂的作用	21
二、捕收剂的分类与结构	22
三、非极性烃类油捕收剂	23
四、胺类捕收剂	27
五、两性捕收剂	28
六、硫代化合物捕收剂	28
七、有机酸类捕收剂	34
第三节 煤炭用起泡剂	36
一、起泡剂的结构与性质	36
二、起泡剂的作用	38
三、起泡剂的作用机理	40
四、起泡剂起泡性能的测定	41
五、常用起泡剂	42
第四节 煤炭用调整剂	44
一、絮凝剂	44
二、分散剂	45
三、抑制剂	45
四、活化剂	48
五、pH 调节剂	50
第五节 煤炭用催化剂	51
一、煤气化催化剂	51
二、煤液化催化剂	54
三、煤炭脱硫催化剂	56
四、煤炭脱硝催化剂	57

习题与思考题	58
参考文献	58

第四章 建筑化学品——水泥外加剂

60

第一节 水泥概述	60
一、水泥原材料	60
二、水泥工艺概述	61
三、水泥的技术性能	64
第二节 水泥外加剂	67
一、水泥外加剂的定义和分类	67
二、水泥外加剂对水泥工业发展的重要作用	68
第三节 水泥助磨剂	69
一、水泥助磨剂的发展	69
二、水泥助磨剂的分类和组成	70
三、水泥物料的粉磨平衡	71
四、水泥助磨剂的作用	72
五、水泥助磨剂的作用机理	72
六、水泥助磨剂的主要单体及其作用	74
七、助磨剂研究存在的问题及发展方向	76
第四节 水泥节煤外加剂	77
一、节煤外加剂的种类	77
二、节煤外加剂的作用机理	78
三、节煤外加剂使用中的问题及应对措施	79
第五节 生料速烧剂	80
一、生料速烧剂的背景	80
二、生料速烧剂	80
三、影响水泥烧成的主要因素	81
四、生料速烧剂的作用机理	83
五、生料速烧剂的应用措施	83
习题与思考题	84
参考文献	84

第五章 建筑化学品——混凝土外加剂

85

第一节 概述	85
一、混凝土原材料及生产工艺	85
二、混凝土外加剂的定义与分类	93
三、混凝土外加剂的发展趋势和前景	95

第二节 混凝土减水剂	95
一、普通减水剂	95
二、高效减水剂	97
三、新型超塑化剂	103
第三节 混凝土引气剂	106
一、引气剂的作用	106
二、引气剂种类及特点	107
第四节 混凝土调凝剂	107
一、缓凝剂	107
二、促凝剂和早强剂	110
三、速凝剂	113
第五节 其他外加剂	115
一、防冻剂	115
二、水溶性聚合物外加剂	116
三、膨胀剂	117
四、减缩剂	118
五、阻锈剂	120
六、碱集料膨胀抑制剂	121
七、加气剂和起泡剂	124
习题与思考题	125
参考文献	126

第六章 石油化学品

127

第一节 概述	127
一、石油化学品及其分类	127
二、石油化学品的发展及前景	128
第二节 原油开采及处理添加剂	130
一、钻浆添加剂	130
二、强化采油添加剂	132
三、原油处理用添加剂	135
第三节 燃料油添加剂	137
一、抗震剂	138
二、清净分散剂	139
三、抗氧剂	139
四、防冰剂	140
五、金属钝化剂	141
第四节 润滑油添加剂	142
一、润滑油性能	142
二、增黏剂	143

三、清净分散剂	143
四、抗氧剂	144
五、防锈剂	145
六、降凝剂	147
七、消泡剂	147
习题与思考题	148
参考文献	149

第七章 矿物精细化学品

150

第一节 概述	150
第二节 矿物阻燃剂	150
一、氢氧化铝阻燃剂	151
二、氢氧化镁阻燃剂	153
三、水滑石及类水滑石	155
四、可膨胀石墨阻燃剂	156
五、纳米黏土矿物阻燃剂	158
第三节 造纸矿物填料	158
一、碳酸钙	159
二、滑石	161
三、高岭土	163
四、钛白粉	164
五、硅灰石	165
六、其他	165
第四节 水处理矿物助剂	166
一、膨润土	166
二、沸石	167
三、硅藻土	170
四、凹凸棒石黏土	172
五、电气石	174
六、海泡石	175
第五节 抗菌剂与催化剂矿物载体	177
一、沸石	178
二、硅藻土	179
三、膨润土	180
四、海泡石	182
五、坡缕石	184
六、磷灰石	186
七、赤泥	187
第六节 矿物颜料	187

一、蓝铜矿矿物颜料	187
二、孔雀石矿物颜料	188
三、雄黄	188
四、雌黄	188
五、铅丹	189
六、辰砂	189
七、赤铁矿	189
八、白云母	190
九、高岭石	190
十、钛白石	191
十一、氧化铁黄	192
第七节 日用化学品矿物助剂	192
一、牙膏、化妆品与医药膨润土	192
二、绿泥石	195
三、高岭石	196
四、滑石	196
五、叶蜡石	197
习题与思考题	198
参考文献	199

第八章 矿物改性高分子填料

203

第一节 概述	203
第二节 聚烯烃矿物改性高分子填料	203
一、碳酸钙	204
二、滑石	206
三、硅灰石	208
四、凹凸棒石黏土	210
五、工业固体废弃物	212
第三节 聚氯乙烯矿物增强填料	213
一、碳酸钙	213
二、赤泥	216
三、粉煤灰	217
第四节 尼龙矿物增强填料	217
一、纳米黏土矿物增强尼龙复合材料的制备	217
二、纳米黏土矿物增强尼龙复合材料的结构	218
三、插层剂的选择	219
四、蒙脱石	220
第五节 环氧树脂增强填料	221
一、纳米黏土矿物	221

二、玄武岩纤维	225
第六节 酚醛树脂矿物增强填料	227
一、蒙脱石	227
二、凹凸棒石黏土	229
三、蛭石	229
第七节 聚酰亚胺矿物增强填料	229
第八节 天然橡胶	231
一、碳酸钙	231
二、蒙脱石	232
三、凹凸棒石黏土	234
四、其他	235
第九节 合成橡胶增强填料	238
一、碳酸钙	238
二、高岭土	239
三、蒙脱石	240
四、凹凸棒石黏土	240
习题与思考题	241
参考文献	241

第九章 高分子材料助剂

246

第一节 概述	246
一、助剂的定义和作用	246
二、助剂的分类	246
三、助剂的特点	247
四、助剂的发展概况	247
第二节 塑料添加剂	250
一、塑料添加剂的分类与作用	250
二、填料与增强剂	250
三、增塑剂	252
四、稳定剂	254
五、润滑剂	255
六、抗静电剂	256
七、阻燃剂	257
八、着色剂	257
九、发泡剂	258
十、偶联剂	259
十一、变定剂	259
第三节 橡胶配合剂	260
一、硫化剂	260

二、硫化促进剂	261
三、硫化活性剂	262
四、防焦剂	262
五、防老剂	262
六、补强剂和充填剂	263
七、其他配合料	263
习题与思考题	264
参考文献	264

第十章 日用化学品

265

第一节 概述	265
一、日用化学品及其分类	265
二、日用化学品在化学工业中的地位	265
第二节 化妆品	266
一、化妆品的作用	266
二、化妆品的分类	267
三、化妆品的原料	268
四、护肤用化妆品	269
五、美容用化妆品	270
六、香水类化妆品	273
七、毛发用化妆品	274
第三节 洗涤用化学品	276
一、合成洗涤剂	276
二、体用香皂	277
三、专用清洁剂	277
四、沐浴用化学品	278
习题与思考题	278
参考文献	279

第十一章 染料化学品

280

第一节 概述	280
一、染料的概念	280
二、染料的分类	280
三、染料的命名	282
四、染料的商品化	283
五、染料索引	283
六、染料的发展与前景	284

第二节 重氮化及偶合反应	284
一、重氮化	284
二、偶合反应	286
第三节 酸性染料	287
一、强酸性染料	287
二、弱酸性染料	288
三、酸性媒介染料与金属络合染料	289
第四节 活性染料	290
一、活性染料的概念	290
二、活性染料的分类	290
三、活性染料的染色机理	291
四、几种主要类型的活性染料的合成	291
第五节 分散染料	292
一、偶氮型分散染料	293
二、蒽醌型分散染料	293
第六节 还原染料	294
一、蒽类还原染料	294
二、蒽醌类还原染料	295
第七节 冰染染料	295
一、色酚	295
二、色基	296
第八节 功能染料	296
一、红外吸收染料	297
二、激光染料	297
三、压热敏染料	297
习题与思考题	297
参考文献	298

第十二章 造纸化学品

299

第一节 概述	299
一、造纸过程中的主要工序	299
二、造纸化学品的定义及分类	299
第二节 制浆用化学品	300
一、蒸煮助剂	300
二、废纸脱墨剂	301
三、漂白助剂	303
四、其他的制浆助剂	304
第三节 造纸用化学品	306
一、增强剂	306

二、施胶剂	308
三、助留剂、助滤剂	312
第四节 涂布加工用化学品	313
一、涂布胶黏剂	313
二、涂布颜料分散剂	313
三、涂布消泡剂、阻泡剂	313
四、涂布防腐剂、防霉剂	314
五、涂布用憎水剂、防水剂	314
第五节 其他造纸用化学品	314
一、纸张柔软剂	314
二、荧光增白剂	314
三、阻燃剂	315
习题与思考题	315
参考文献	315

第十三章 皮革化学品

317

第一节 概述	317
一、皮革的加工过程	317
二、皮革化学品及其分类	317
三、皮革化学品的发展和前景	318
第二节 皮革用酶制剂	319
一、酶制剂的定义及分类	319
二、酶制剂在制革中的应用	320
第三节 皮革鞣剂及复鞣剂	321
一、铬鞣剂	321
二、合成鞣剂	322
三、皮革助鞣剂	325
第四节 皮革加脂剂	325
一、天然产物加脂剂	326
二、合成加脂剂	326
三、复合型加脂剂	326
第五节 皮革涂饰剂	326
一、简述	326
二、几种常用涂饰剂	327
第六节 皮革助剂	329
习题与思考题	329
参考文献	330