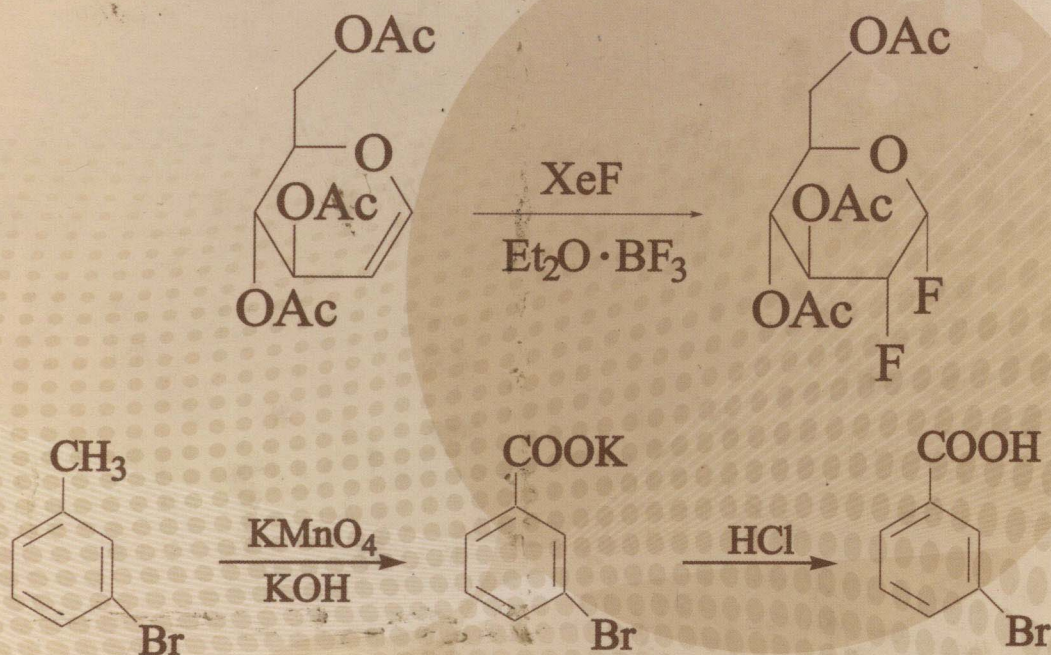



“十一五”国家重点图书

功能元素精细有机化学品
结构、性质与合成

含氟、溴、碘精细化学品

李和平 主编



 化学工业出版社

“十一五”国家重点图书

功能元素精细有机化学品
结构、性质与合成

含氟、溴、碘精细化学品

李和平 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以含氟、溴、碘功能元素精细化学品为核心,详细介绍各类含氟、溴、碘功能元素精细化学品的性能、热力学数据、结构、合成反应原理与工艺、用途和毒性等。全书分4篇26章进行论述,主要内容包括含氟、溴、碘精细化学品概论、引入氟原子的反应原理、脂肪族氟碳精细化学品、氟杂环精细化学品、氟烃基硅烷精细化学品、氟醇精细化学品、氟醚精细化学品、氟酸精细化学品、氟烷磺酸精细化学品、氟酮和氟醛精细化学品、氟氮精细化学品、氟卤素精细化学品、含氟精细高分子、脂肪族溴碳精细化学品、芳香族溴碳精细化学品、脂肪族溴酸精细化学品、芳香族溴酸精细化学品、溴酚精细化学品、溴醚精细化学品、溴酮精细化学品、溴氮精细化学品、脂肪族碘碳精细化学品、芳香族碘碳精细化学品、碘酸精细化学品、碘氧精细化学品、碘氮精细化学品等。

全书编排新颖、层次清楚、系统全面、资料翔实,具有较强的理论性、学术性与实用性。系一部从事精细化工尤其是含氟、溴、碘精细化学品研究、开发、生产、教学、管理和应用人员的参考书;也可作为大专院校化学工程与工艺、精细化工、应用化学、高分子材料科学与工程等相关专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

含氟、溴、碘精细化学品/李和平主编. —北京:化学工业出版社,2010.7

“十一五”国家重点图书

(功能元素精细有机化学品结构、性质与合成)

ISBN 978-7-122-08360-9

I. 含… II. 李… III. ①氟-精细化工-化工产品②溴-精细化工-化工产品③碘-精细化工-化工产品 IV. TQ124

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 075120 号

责任编辑:路金辉

文字编辑:糜家铃

责任校对:吴静

装帧设计:史利平

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:北京永鑫印刷有限责任公司

装订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张26³/₄ 字数790千字 2010年9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: 88.00 元

版权所有 违者必究

前言

PREFACE

精细化工对一个国家的化学工业起着至关重要的促进与推动作用,属化工行业中最新崛起的高新技术产业群,它在很大程度上反映着一个国家的发达程度、生态工业和综合技术水平。随着经济和社会的可持续发展,对精细化工提出了更高的要求。精细化工产品的生产涉及了化工科学技术中的多个层次,这是功能分子结构设计的依据,如原子层次上的 sp 区元素化学、官能团(介于原子与分子之间)层次的性质、分子和超分子层次上的化学等。当今精细化学品的生产过程力求原子经济性反应、高选择性、高反应率、环境友好的溶剂和工艺等。无论是分子的功能性或化学反应性,以及合成和应用中的基本科学技术等问题都与原子(元素)和分子性质有关。功能精细有机化学品分子结构中除了碳、氢、氧之外几乎所有分子当中都有特定功能元素,这些元素数量不多,但是作用很大。如含氟、溴、碘的精细化学品由于功能卤素元素的存在而表现出特定的物理化学性质、化学反应性和产品的功能性。

含氟、溴、碘精细化学品专用性强、功能性强、技术密集、附加价值高、经济效益好,产品的应用广泛,涉及国民经济的各个领域,处于当今世界高科技的前沿,是国际化工激烈竞争的焦点,是化学工业乃至国民经济可持续发展不可缺少的重要组成部分,广泛应用于医药、农药、兽药、染料、感光、电子、液晶、日化、食品、添加剂、化工助剂、纺织、造纸、建材、交通、电器、涂料、塑料、橡胶、有机合成及水处理等多个领域。虽然有些老产品的使用受到限制,但新产品和新用途不断涌现,在国防工业、原子能工业、航空航天工业、医药卫生、农药等国民经济的重要领域具有广阔的发展前景。

作者在多年从事精细化工领域教学、科研工作的基础上,参阅并归纳整理国内外有关科技学术文献,特编写出版关于功能元素精细有机化学品结构、性质与合成方面的专著《含氟、溴、碘精细化学品》。该书以氟、溴、碘功能元素精细化学品为核心,相应的结构、合成、反应、性能、热力学数据、用途和毒性等都在书中进行了详细论述,并且比较研究了各类含氟、溴、碘精细化学品的应用与毒性性能,便于全面掌握相关的精细化工科学技术知识。全书编排新颖、层次清楚、系统全面、资料翔实,具有较强的理论性、学术性与实用性,系一部从事含氟、溴、碘精细化学品研究、开发、生产、教学、管理和应用人员的参考书,对大专院校化学工程与工艺、精细化工、应用化学、高分子材料科学与工程等相关专业的教学与科研也有一定的参考价值。

鉴于该书编写思想的科学性、创新性、系统性,该书被国家新闻出版总署列为“十一五”国家重点图书,出版以后必将对我国精细化工行业的发展起到积极的推动作用。

全书分4篇26章进行论述,主要内容包括含氟、溴、碘精细化学品概论、引入氟原子的反应原理、脂肪族氟碳精细化学品、氟芳杂环精细化学品、氟烷基硅烷精细化学品、氟醇精细化学品、氟醚精细化学品、氟酸精细化学品、氟烷磺酸精细化学品、氟酮和氟醛精细化学品、氟氮精细化学品、氟卤素精细化学品、含氟精细高分子、脂肪族溴碳精细化学品、芳香族溴碳精细化学品、脂肪族溴酸精细化学品、芳香族溴酸精细化学品、溴酚精细化学品、溴醚精细化学品、溴酮精细化学品、溴氮精细化学品、脂肪族碘碳精细化学品、芳香族碘碳精细化学品、碘酸精细化学品、碘氧精细化学品、碘氮精细化学品等。

本书由李和平担任主编,周宇涵、冯光炷担任副主编。参加本书编著的作者及编著章节如下:第1、4、5、6、7、13、14章由桂林理工大学李和平编著,第2、26章由大连理工大学周宇涵编著,第3、9、10、12、18章由仲恺农业工程学院冯光炷编著,第8、19、20章由河南工业大学申艳敏编著,第11、16章由仲恺农业工程学院黄雪编著,第15、17、23章由郑州轻工业学

院刘云编著，第 21、24、25 章由河南农业大学袁超编著，第 22 章由桂林理工大学何利霞编著，附录由周宇涵、李和平编著。全书由李和平教授统编、修改、定稿。在全书历时五年的编写过程中，得到了教育部“长江学者”特聘教授、国家杰出青年基金获得者、大连理工大学博士生导师张淑芬教授的指导和帮助，桂林理工大学李东旭、鲁勇、牛春花、袁庆广、魏锦萍、欧辉、白国鞞、江雄知、崔丽丽等参与了部分文献资料的搜集及校对工作，书稿引用了一些国内外学者的研究成果、专著及文献，在此作者一并致谢。

由于精细化工发展较快，涉及范围广，加之编著人员水平和资料收集等条件有限，书中难免有遗漏或不足之处，在此作者热忱希望广大读者批评指正。

作者 2010 年 3 月于
桂林理工大学

序篇 含氟、溴、碘精细化学品概论

第1章 含氟、溴、碘精细化学品概论	3
1.1 氟、溴、碘精细化学品概述	3
1.1.1 氟精细化学品概述	3
1.1.2 溴精细化学品概述	3
1.1.3 碘精细化学品概述	4
1.2 氟、溴、碘精细化学品的分类	4
1.2.1 按氟、溴、碘精细化学品用途分类	4
1.2.2 按氟、溴、碘精细化学品特征元素分类	4
1.3 氟、溴、碘及其精细化学品的特征	5
1.3.1 氟的原子结构特性和引发含氟精细化学品特性的原因	5
1.3.2 溴原子的结构特征与成键特性	8
1.3.3 碘原子的结构特征与成键特性	9
1.4 含氟、溴、碘精细化学品的命名	9
1.4.1 普通命名法	9
1.4.2 系统命名法	10
1.4.3 商品名称命名法	12
1.4.4 全氟命名法	13
1.5 氟、溴、碘精细化学品的应用	14
1.6 氟、溴、碘精细化学品的发展前景	14
1.6.1 具有发展前景的氟精细化学品	14
1.6.2 具有发展前景的溴精细化学品	16
1.6.3 具有发展前景的碘精细化学品	17
参考文献	17

第一篇 含氟精细化学品

第2章 引入氟原子的反应原理	21
2.1 利用加成反应引入氟原子	21
2.1.1 氟分子(或替代物)作加成试剂	21
2.1.2 氟化氢或氟离子作加成试剂	22
2.1.3 卤素氟化物	25
2.1.4 亲电氟化试剂	26
2.1.5 其他氟化试剂	27
2.2 利用取代反应引入氟原子	28

2.2.1	氟取代氢的反应	28
2.2.2	氟取代其他卤素	30
2.2.3	氟取代硝基反应	32
2.2.4	氟取代氧的反应	32
2.2.5	通过重氮盐的氟化	34
2.2.6	氟取代金属的反应	34
2.3	电解氟化反应	34
2.3.1	电解氟化反应的影响因素	35
2.3.2	反应机理	35
2.3.3	不同化合物的电解全氟化反应	36
2.3.4	选择性电解氟化合成	37
2.4	通过其他含氟小分子合成含氟精细化学品	38
2.4.1	热解反应	38
2.4.2	调聚反应	38
2.4.3	低聚反应	41
	参考文献	42

第3章 脂肪族氟碳精细化学品 45

3.1	脂肪族氟碳精细化学品的物理性质及热力学数据	45
3.2	脂肪族氟碳精细化学品的化学性质	48
3.2.1	还原反应	48
3.2.2	氧化反应	49
3.2.3	水解反应	49
3.2.4	亲电取代反应	50
3.2.5	亲核取代反应	50
3.2.6	与金属精细化学品的反应	50
3.2.7	加成反应	51
3.2.8	热分解	53
3.2.9	分子重排	53
3.3	脂肪族氟碳精细化学品的合成原理与工艺	53
3.3.1	卤素氟交换法	53
3.3.2	电解氟化(电化氟化)法	56
3.3.3	直接氟化法	56
3.3.4	金属氟化物氟化法	57
3.3.5	加成法	58
3.3.6	热裂解法	58
3.3.7	歧化法	61
3.3.8	调聚法	61
3.3.9	低聚法	61
3.4	脂肪族氟碳精细化学品的用途	62
3.4.1	氟烷烃的用途	62
3.4.2	氟烯烃的用途	62
3.5	脂肪族氟碳精细化学品的毒性	62
3.5.1	氟烷烃的毒性	62
3.5.2	氟烯烃的毒性	63
	参考文献	64

第4章 氟芳杂环精细化学品	66
4.1 氟芳杂环精细化学品的物理性质及热力学数据	66
4.2 氟芳杂环精细化学品的化学性质	68
4.2.1 亲电取代反应	68
4.2.2 亲核取代反应	69
4.2.3 水解反应	70
4.2.4 加氢还原反应	71
4.2.5 氧化反应	71
4.2.6 与金属精细化学品的反应	71
4.2.7 自由基加成反应	73
4.2.8 分子重排反应	73
4.3 氟芳杂环精细化学品的合成原理与生产工艺	73
4.3.1 重氮盐分解法	73
4.3.2 卤素交换法	77
4.3.3 侧链的氟化	80
4.3.4 选择性氟化	81
4.3.5 合成工艺实例	83
4.4 氟芳杂环精细化学品的用途	84
4.4.1 在染料中的应用	84
4.4.2 在农药中的应用	85
4.4.3 在医药中的应用	86
4.4.4 在化学试剂中的应用	87
4.4.5 在高聚物和其他行业中的应用	87
4.5 氟芳杂环精细化学品的毒性	89
参考文献	89
第5章 氟烷基硅烷精细化学品	92
5.1 氟烷基硅烷精细化学品的物理性质	92
5.2 氟烷基硅烷精细化学品的化学性质	93
5.3 氟烷基硅烷精细化学品的合成原理与生产工艺	94
5.3.1 金属精细化学品法	94
5.3.2 加成法	95
5.3.3 其他方法	95
5.4 氟烷基硅烷精细化学品的用途和毒性	96
5.4.1 制取耐油耐溶剂的硅橡胶	96
5.4.2 制取高效消泡剂及织物防水、防油、防污整理剂	96
5.4.3 制备硅烷偶联剂	96
5.4.4 制备高透氧率共聚物等	96
5.4.5 氟烷基硅烷精细化学品的毒性	96
参考文献	97
第6章 氟醇精细化学品	98
6.1 氟醇精细化学品的物理性质及热力学数据	98
6.2 氟醇精细化学品的化学性质	99
6.2.1 酯化反应	99

6.2.2	氧化反应	99
6.2.3	加成反应	99
6.2.4	全氟醇盐的反应平衡	99
6.3	氟醇精细化学品的合成原理与生产工艺	99
6.3.1	含羰基有机化学品的还原	99
6.3.2	甲醇-四氟乙烯调聚反应	100
6.3.3	全氟烷与发烟硫酸反应	100
6.3.4	催化剂氧化法	100
6.4	氟醇精细化学品的用途	100
6.4.1	三氟乙醇的应用	100
6.4.2	六氟异丙醇的用途	102
6.5	脂肪族氟醇精细化学品的毒性	102
	参考文献	102

第7章 氟醚精细化学品 **104**

7.1	氟醚精细化学品的物理性质及热力学数据	104
7.1.1	全氟醚精细化学品的物理性质及热力学数据	104
7.1.2	全氟环氧丙烷的物理性质	105
7.1.3	全氟聚醚精细化学品的物理性质	105
7.2	氟醚精细化学品的化学性质	106
7.2.1	全氟醚精细化学品的化学性质	106
7.2.2	全氟环氧丙烷的化学性质	106
7.2.3	全氟聚醚精细化学品的化学性质	107
7.3	氟醚精细化学品的合成原理与生产工艺	108
7.3.1	全氟醚精细化学品的合成原理与生产工艺	108
7.3.2	全氟环氧丙烷的合成原理与生产工艺	109
7.3.3	全氟聚醚精细化学品的合成原理与生产工艺	109
7.4	氟醚精细化学品的用途和毒性	111
7.4.1	全氟醚精细化学品的用途和毒性	111
7.4.2	全氟环氧丙烷的用途和毒性	111
7.4.3	全氟聚醚精细化学品的用途和毒性	111
7.5	特种氟醚精细化学品简介	112
7.5.1	全氟乙烯基醚	112
7.5.2	部分氟化醚	114
	参考文献	116

第8章 氟酸精细化学品 **118**

8.1	氟酸精细化学品的物理性质及热力学数据	118
8.1.1	氟乙酸精细化学品的物理性质及热力学数据	118
8.1.2	氟高级脂肪酸精细化学品的物理性质及热力学数据	118
8.1.3	氟苯甲酸精细化学品的物理性质	118
8.2	氟酸精细化学品的化学性质	119
8.2.1	氟乙酸精细化学品的化学性质	119
8.2.2	氟高级脂肪酸精细化学品的化学性质	120
8.2.3	氟苯甲酸精细化学品的化学性质	120

8.3	氟酸精细化学品的合成原理与生产工艺	121
8.3.1	氟乙酸精细化学品的合成原理与生产工艺	121
8.3.2	氟高级脂肪酸精细化学品的合成原理与生产工艺	122
8.3.3	氟苯甲酸精细化学品的合成原理与生产工艺	124
8.4	氟酸精细化学品的用途和毒性	128
8.4.1	氟乙酸精细化学品的用途和毒性	128
8.4.2	氟高级脂肪酸精细化学品的用途和毒性	129
8.4.3	氟苯甲酸精细化学品的用途和毒性	130
	参考文献	130
第9章 氟烷磺酸精细化学品		132
9.1	氟烷磺酸精细化学品的物理性质及热力学数据	132
9.2	氟烷磺酸精细化学品的化学性质	133
9.3	氟烷磺酸精细化学品的合成原理与生产工艺	133
9.3.1	电解氟化法	133
9.3.2	其他方法	134
9.4	氟烷磺酸精细化学品的用途	135
9.5	氟烷磺酸精细化学品的毒性	135
	参考文献	136
第10章 氟酮和氟醛精细化学品		137
10.1	氟酮和氟醛精细化学品的物理性质及热力学数据	137
10.1.1	氟酮的物理性质及热力学数据	137
10.1.2	氟醛的物理性质及热力学数据	137
10.2	氟酮和氟醛精细化学品的化学性质	138
10.2.1	与亲核试剂的反应	138
10.2.2	与不饱和烃的反应	139
10.2.3	与芳烃的反应	139
10.2.4	还原反应	139
10.2.5	光化学反应和自由基加成	140
10.3	氟酮和氟醛精细化学品的合成原理与生产工艺	140
10.3.1	氟酮精细化学品的合成原理与生产工艺	140
10.3.2	氟醛精细化学品的合成原理与生产工艺	146
10.4	氟酮和氟醛精细化学品的用途	148
10.5	氟酮和氟醛精细化学品的毒性	149
	参考文献	149
第11章 氟氮精细化学品		151
11.1	氟氮精细化学品的物理性质及热力学数据	151
11.1.1	全氟烷基胺类精细化学品的物理性质及热力学数据	151
11.1.2	氟胺类精细化学品的物理性质及热力学数据	152
11.1.3	氟硝基苯类精细化学品的物理性质及热力学数据	152
11.2	氟氮精细化学品的化学性质	152
11.2.1	全氟烷基胺类精细化学品的化学性质	152
11.2.2	氟胺类精细化学品的化学性质	153

11.2.3 氟硝基苯类精细化学品的化学性质	153
11.3 氟氮精细化学品的合成原理与生产工艺	154
11.3.1 全氟烷基胺类精细化学品的合成原理与生产工艺	154
11.3.2 氟胺类精细化学品的合成原理与生产工艺	154
11.3.3 氟硝基苯类精细化学品的合成原理与生产工艺	162
11.4 氟氮精细化学品的用途	166
11.4.1 全氟烷基胺类精细化学品的用途	166
11.4.2 氟胺类精细化学品的用途	167
11.4.3 氟硝基苯类精细化学品的用途	167
11.5 氟氮精细化学品的毒性	168
11.5.1 全氟烷基胺类精细化学品的毒性	168
11.5.2 氟胺类精细化学品的毒性	168
11.5.3 氟硝基苯类精细化学品的毒性	168
参考文献	168

第 12 章 氟卤素精细化学品 **169**

12.1 氟卤素精细化学品的物理性质及热力学数据	169
12.1.1 氟氯烷的物理性质及热力学数据	169
12.1.2 氟溴烷的物理性质及热力学数据	171
12.1.3 氟碘烷的物理性质及热力学数据	171
12.2 氟卤素精细化学品的化学性质	173
12.2.1 氟氯烷的化学性质	173
12.2.2 氟溴烷的化学性质	173
12.2.3 氟碘烷的化学性质	174
12.2.4 亚磺化脱卤反应	174
12.3 氟卤素精细化学品的合成原理与生产工艺	177
12.3.1 氟氯烷的合成原理与生产工艺	177
12.3.2 氟溴烷的合成原理与生产工艺	184
12.3.3 氟碘烷的合成原理与生产工艺	184
12.4 氟卤素精细化学品的用途	184
12.4.1 氟氯烷的用途	184
12.4.2 氟溴烷的用途	185
12.4.3 氟碘烷的用途	186
12.4.4 氟氯(溴、碘)烷亚磺化产物的用途	186
12.5 氟卤素精细化学品的毒性	187
12.5.1 氟氯烷的毒性	187
12.5.2 氟溴烷的毒性	187
12.5.3 氟碘烷的毒性	187
参考文献	188

第 13 章 含氟精细高分子 **189**

13.1 氟乙烯类精细高分子	189
13.1.1 氟乙烯类精细高分子的物理性质	189
13.1.2 氟乙烯类精细高分子的化学性质	196
13.1.3 氟乙烯类精细高分子的合成原理与生产工艺	199

13.1.4	氟乙烯类精细高分子的加工方法	202
13.1.5	氟乙烯类精细高分子的用途	205
13.1.6	氟乙烯类精细高分子的毒性	209
13.2	三氟氯乙烯类精细高分子	210
13.2.1	三氟氯乙烯类精细高分子的物理性质	210
13.2.2	三氟氯乙烯类精细高分子的化学性质	212
13.2.3	三氟氯乙烯类精细高分子的合成原理与生产工艺	213
13.2.4	三氟氯乙烯类精细高分子的加工方法	213
13.2.5	三氟氯乙烯类精细高分子的用途和毒性	214
13.3	氟烷氧基磷氮烯精细高分子	215
13.3.1	氟烷氧基磷氮烯精细高分子的物理性质	215
13.3.2	氟烷氧基磷氮烯精细高分子的化学性质	216
13.3.3	氟烷氧基磷氮烯精细高分子的合成原理与生产工艺	216
13.3.4	氟烷氧基磷氮烯精细高分子的用途和毒性	218
	参考文献	218

第二篇 含溴精细化学品

第 14 章	脂肪族溴碳精细化学品	223
14.1	脂肪族溴碳精细化学品的物理性质及热力学数据	223
14.1.1	甲烷溴化物的物理性质及热力学数据	223
14.1.2	乙烷溴化物的物理性质及热力学数据	224
14.1.3	丙烷溴化物的物理性质及热力学数据	225
14.1.4	溴烷基硅烷的物理性质及热力学数据	226
14.1.5	其他脂肪族溴化物的物理性质及热力学数据	227
14.2	脂肪族溴碳精细化学品的化学性质	229
14.2.1	取代反应	229
14.2.2	还原反应	231
14.2.3	消除反应	231
14.2.4	加成反应	231
14.3	脂肪族溴碳精细化学品的合成原理与生产工艺	232
14.3.1	不饱和精细化学品与溴或溴化氢的加成反应	232
14.3.2	脂肪醇与氢溴酸或溴的取代反应	236
14.3.3	饱和脂肪烃的溴化反应	244
14.3.4	脂肪烃氯化物与溴化氢或溴的取代反应	244
14.3.5	次溴酸盐溴化法	245
14.3.6	氧化法	246
14.4	脂肪族溴碳精细化学品的用途	246
14.4.1	在农业中的应用	246
14.4.2	在医药中的应用	246
14.4.3	在有机合成及催化剂中的应用	247
14.4.4	助剂及其他应用	247
14.5	脂肪族溴碳精细化学品的毒性	247
14.5.1	甲烷溴化物的毒性	247
14.5.2	乙烷溴化物的毒性	248
14.5.3	丙烷溴化物的毒性	248

14.5.4 其他脂肪族溴化物的毒性	249
参考文献	249

第15章 芳香族溴碳精细化学品 250

15.1 芳香族溴碳精细化学品的物理性质及热力学数据	250
15.2 芳香族溴碳精细化学品的化学性质	252
15.2.1 水解与溴代反应	252
15.2.2 亲电子取代反应	252
15.3 芳香族溴碳精细化学品的合成原理与生产工艺	253
15.3.1 溴苯的合成原理与生产工艺	253
15.3.2 溴甲苯的合成原理与生产工艺	256
15.3.3 溴萘的合成原理与生产工艺	260
15.3.4 溴茚的合成原理与生产工艺	262
15.4 芳香族溴碳精细化学品的用途和毒性	264
参考文献	264

第16章 脂肪族溴酸精细化学品 266

16.1 脂肪族溴酸精细化学品的物理性质和热力学数据	266
16.2 脂肪族溴酸精细化学品的化学性质	267
16.2.1 与碱反应	267
16.2.2 α -氢的溴代反应	267
16.2.3 亲核取代和消除反应	268
16.3 脂肪族溴酸精细化学品的合成原理与生产工艺	268
16.3.1 溴乙酸的合成原理与生产工艺	268
16.3.2 2-溴丙酸的合成原理与生产工艺	269
16.3.3 3-溴丙酸的合成原理与生产工艺	269
16.3.4 2,3-二溴丙酸的合成原理与生产工艺	270
16.3.5 2-溴丁酸的合成原理与生产工艺	270
16.3.6 溴丁二酸的合成原理与生产工艺	271
16.3.7 2,3-二溴丁二酸的合成原理与生产工艺	271
16.3.8 溴己酸的合成原理与生产工艺	272
16.3.9 10-溴癸酸的合成原理与生产工艺	272
16.3.10 溴代丙酮酸的合成原理与生产工艺	273
16.3.11 乙酰溴的合成原理与生产工艺	273
16.3.12 丙酰溴的合成原理与生产工艺	273
16.3.13 2-溴丙酰氯的合成原理与生产工艺	275
16.3.14 2-溴丙酰溴的合成原理与生产工艺	275
16.3.15 溴乙酸甲酯的合成原理与生产工艺	275
16.3.16 溴乙酸乙酯的合成原理与生产工艺	276
16.3.17 2-溴丙酸乙酯的合成原理与生产工艺	277
16.3.18 3-溴丙酸乙酯的合成原理与生产工艺	277
16.3.19 4-溴-2-甲氧亚胺乙酰乙酸乙酯的合成原理与生产工艺	278
16.4 脂肪族溴酸精细化学品的用途与毒性	279
参考文献	279

第 17 章 芳香族溴酸精细化学品	280
17.1 芳香族溴酸精细化学品的物理性质和热力学数据	280
17.2 芳香族溴酸精细化学品的化学性质	281
17.2.1 与碱反应	281
17.2.2 脱羧反应	281
17.2.3 与 Grignard 试剂的反应	281
17.3 芳香族溴酸精细化学品的合成原理与生产工艺	281
17.3.1 间溴苯甲酸的合成原理与生产工艺	281
17.3.2 4-(溴甲基)苯甲酸的合成原理与生产工艺	281
17.3.3 3-溴-2,6-二甲氧基苯甲酸的合成原理与生产工艺	282
17.3.4 对溴扁桃酸的合成原理与生产工艺	283
17.3.5 2,4-二溴苯甲酸的合成原理与生产工艺	283
17.3.6 2,5-二溴苯甲酸的合成原理与生产工艺	283
17.3.7 3,5-二溴苯甲酸的合成原理与生产工艺	284
17.3.8 2,5-二溴对苯二甲酸的合成原理与生产工艺	284
17.3.9 3,5-二溴邻氨基苯甲酸的合成原理与生产工艺	285
17.3.10 4-溴-3,5-二甲氧基苯甲酸的合成原理与生产工艺	285
17.3.11 4-氨基-3,5-二溴苯甲酸的合成原理与生产工艺	285
17.3.12 对溴苯甲酰氯的合成原理与生产工艺	286
17.3.13 α -溴代苯乙酸乙酯的合成原理与生产工艺	286
17.3.14 1-氨基-4-溴蒽醌-2-磺酸(溴氨酸)的合成原理与生产工艺	286
17.4 芳香族溴酸精细化学品的用途	288
17.5 芳香族溴酸精细化学品的毒性	288
参考文献	289
第 18 章 溴酚精细化学品	290
18.1 溴酚精细化学品的物理性质及热力学数据	290
18.2 溴酚精细化学品的化学性质	291
18.3 溴酚精细化学品的合成原理与生产工艺	291
18.3.1 对溴苯酚的合成原理与生产工艺	291
18.3.2 邻溴苯酚的合成原理与生产工艺	291
18.3.3 间溴苯酚的合成原理与生产工艺	292
18.3.4 2,4-二溴苯酚的合成原理与生产工艺	292
18.3.5 2,6-二溴苯酚的合成原理与生产工艺	293
18.3.6 2,4,6-三溴苯酚的合成原理与生产工艺	293
18.3.7 2-溴-4-甲基苯酚的合成原理与生产工艺	294
18.3.8 2,6-二溴-4-硝基酚的合成原理与生产工艺	296
18.3.9 4-溴-2,6-二氯酚的合成原理与生产工艺	296
18.3.10 五溴苯酚的合成原理与生产工艺	297
18.3.11 1-溴-2-萘酚的合成原理与生产工艺	297
18.3.12 6-溴-2-萘酚的合成原理与生产工艺	297
18.3.13 四溴双酚 A 的合成原理与生产工艺	297
18.3.14 四溴双酚 S 的合成原理与生产工艺	298
18.3.15 2-[(5-溴-2-吡啶)-偶氮]-5-二乙氨基苯酚的合成原理与生产工艺	299
18.4 溴酚精细化学品的用途	300

18.5 溴酚精细化学品的毒性	300
参考文献	300

第19章 溴醚精细化学品 302

19.1 溴醚精细化学品的物理性质及热力学数据	302
19.2 溴醚精细化学品的化学性质	302
19.2.1 铎盐的形成	302
19.2.2 醚键的断裂	302
19.3 溴醚精细化学品的合成原理与生产工艺	303
19.3.1 2-溴乙基乙基醚的合成原理与生产工艺	303
19.3.2 邻溴苯甲醚的合成原理与生产工艺	303
19.3.3 对溴苯甲醚的合成原理与生产工艺	303
19.3.4 间溴苯甲醚的合成原理与生产工艺	304
19.3.5 4-溴-3-甲基苯甲醚的合成原理与生产工艺	304
19.3.6 4,4'-二溴二苯醚的合成原理与生产工艺	305
19.3.7 十溴二苯醚的合成原理与生产工艺	305
19.3.8 八溴醚的合成原理与生产工艺	305
19.3.9 八溴二苯醚的合成原理与生产工艺	306
19.4 溴醚精细化学品的用途	306
19.5 溴醚精细化学品的毒性	306
参考文献	307

第20章 溴酮精细化学品 308

20.1 溴酮精细化学品的物理性质和热力学数据	308
20.2 溴酮精细化学品的化学性质	309
20.2.1 α -卤代及卤仿反应	309
20.2.2 氧化反应	309
20.3 溴酮精细化学品的合成原理与生产工艺	310
20.3.1 1,3-二溴丙酮的合成原理与生产工艺	310
20.3.2 5-溴-2-戊酮的合成原理与生产工艺	310
20.3.3 6-溴-2-己酮的合成原理与生产工艺	310
20.3.4 2,5-二溴-3,4-己二酮的合成原理与生产工艺	311
20.3.5 3-溴-5,5-二甲基海因的合成原理与生产工艺	311
20.3.6 1-溴-3-氯-5,5-二甲基海因的合成原理与生产工艺	311
20.3.7 3-溴-1-氯-5,5-二甲基海因的合成原理与生产工艺	312
20.3.8 1,3-二溴-5,5-二甲基海因的合成原理与生产工艺	312
20.3.9 8-(4-溴丁基)-8-氮杂螺[4.5]癸烷-7,9-二酮的合成原理与生产工艺	313
20.3.10 2,4,4,6-四溴-2,5-环己二烯酮的合成原理与生产工艺	313
20.3.11 2-溴苯丙酮的合成原理与生产工艺	313
20.3.12 3-溴苯丙酮的合成原理与生产工艺	313
20.3.13 α -溴代苯乙酮的合成原理与生产工艺	314
20.3.14 α -溴-2,5-二甲氧基苯乙酮的合成原理与生产工艺	314
20.3.15 对溴苯乙酮的合成原理与生产工艺	314
20.3.16 间溴苯乙酮的合成原理与生产工艺	314

20.3.17	2-溴-2-甲基苯丙酮的合成原理与生产工艺	315
20.3.18	4-氨基-3,5-二氯-2'-溴苯乙酮的合成原理与生产工艺	315
20.3.19	3-溴二苯甲酮的合成原理与生产工艺	315
20.3.20	2-溴-1-(6-甲氧基-2-萘基)丙-1-酮的合成原理与生产工艺	316
20.3.21	3-溴苯绕葱酮的合成原理与生产工艺	316
20.3.22	3,9-二溴苯绕葱酮的合成原理与生产工艺	316
20.3.23	溴敌隆的合成原理与生产工艺	317
20.3.24	溴麦角隐亭的合成原理与生产工艺	318
20.4	溴酮精细化学品的用途和毒性	318
	参考文献	319

第 21 章 溴氮精细化学品 320

21.1	溴氮精细化学品的物理性质及热力学数据	320
21.1.1	硝基溴精细化学品	320
21.1.2	溴胺精细化学品	320
21.1.3	溴腈(氰)精细化学品	321
21.2	溴氮精细化学品的化学性质	322
21.2.1	溴硝基精细化学品	322
21.2.2	溴胺精细化学品	322
21.2.3	溴腈(氰)精细化学品	322
21.3	溴氮精细化学品的合成原理与生产工艺	323
21.3.1	溴硝基精细化学品的合成原理与生产工艺	323
21.3.2	溴胺精细化学品的合成原理与生产工艺	328
21.3.3	溴腈(氰)精细化学品	336
21.4	溴氮精细化学品的用途	341
21.4.1	溴硝基精细化学品的用途	341
21.4.2	溴胺精细化学品的用途	341
21.4.3	溴腈(氰)精细化学品的用途	342
21.5	溴氮精细化学品的毒性	342
21.5.1	溴硝基精细化学品的毒性	342
21.5.2	溴胺精细化学品的毒性	342
21.5.3	溴腈(氰)精细化学品的毒性	342
	参考文献	343

第三篇 含碘精细化学品

第 22 章 脂肪族碘碳精细化学品 347

22.1	脂肪族碘碳精细化学品的物理性质及热力学数据	347
22.1.1	碘甲烷的物理性质及热力学数据	347
22.1.2	其他脂肪族碘碳精细化学品的物理性质及热力学数据	348
22.2	脂肪族碘碳精细化学品的化学性质	350
22.2.1	碘甲烷的化学性质	350
22.2.2	其他脂肪族碘碳精细化学品的化学性质	351
22.3	脂肪族碘碳精细化学品的合成原理与生产工艺	352

22.3.1	脂肪族碘碳精细化学品的合成方法	352
22.3.2	典型脂肪族碘碳精细化学品的合成原理与生产工艺	352
22.3.3	其他脂肪族碘碳精细化学品的合成简介	355
22.4	脂肪族碘碳精细化学品的用途	358
22.5	脂肪族碘碳精细化学品的毒性	358
	参考文献	359
第 23 章 芳香族碘碳精细化学品		360
23.1	芳香族碘碳精细化学品的物理性质及热力学数据	360
23.2	芳香族碘碳精细化学品的化学性质	361
23.3	芳香族碘碳精细化学品的合成原理与生产工艺	362
23.3.1	碘代苯的合成原理与生产工艺	362
23.3.2	间二碘苯的合成原理与生产工艺	362
23.3.3	对二碘苯的合成原理与生产工艺	362
23.3.4	卤普罗近的合成原理与生产工艺	363
23.3.5	溴碘代苯的合成原理与生产工艺	363
23.3.6	4-叔丁基碘苯的合成原理与生产工艺	364
23.3.7	4,4'-二碘-对-三联苯的合成原理与生产工艺	365
23.3.8	1,4-二碘-2,3-二乙氧基苯的合成原理与生产工艺	365
23.3.9	3,5-二甲基-4-溴碘苯及 2,6-二甲基-4-溴碘苯的合成原理与生产工艺	366
23.4	芳香族碘碳精细化学品的用途和毒性	366
	参考文献	367
第 24 章 碘酸精细化学品		368
24.1	碘酸精细化学品的物理性质及热力学数据	368
24.2	碘酸精细化学品的化学性质	369
24.2.1	与碱反应	369
24.2.2	还原反应	369
24.2.3	水解反应	369
24.3	碘酸精细化学品的合成原理与生产工艺	369
24.3.1	碘乙酸的合成	369
24.3.2	碘代乙酰胺的合成	369
24.3.3	邻碘苯甲酸的合成	370
24.3.4	3-(4-碘苯甲酰基)丙酸的合成	370
24.3.5	对碘苯甲酸的合成	370
24.3.6	3,3',5-三碘甲状丙酸的合成	370
24.3.7	5-氨基-2,4,6-三碘异酞酸的合成	371
24.3.8	ω -对碘苯代十五烷酸的合成	372
24.3.9	间碘苯甲酸的合成	372
24.3.10	3,5-二碘酪氨酸的合成	372
24.3.11	邻碘苯甲酰氯的合成	373
24.3.12	4-碘苯氧乙酸的合成	373
24.3.13	3,5-二碘水杨酸的合成	373
24.3.14	2-氨基-5-碘苯甲酸的合成	373