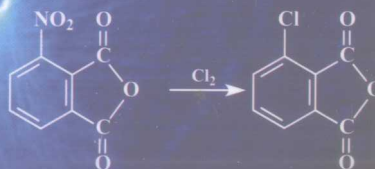


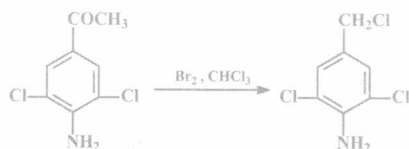
精细有机单元反应合成技术 ——卤化反应及其实例

张大国 编著

JINGXI YOUJI DANYUAN
FANYING HECHENG JISHU
LUHUA FANYING JIQI SHILI



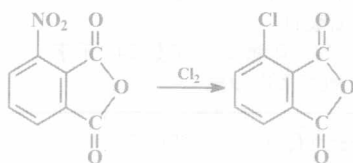
化学工业出版社



精细有机单元反应合成技术 —— 卤化反应及其实例

JINGXI YOUJI DANYUAN
FANYING HECHENG JISHU
LUHUA FANYING JIQI SHILI

张大国 编著



化学工业出版社
· 北京 ·

卤化反应是精细有机合成中最重要的单元反应之一。本书以大量的实例介绍了卤化单元反应合成技术,包括加成卤化反应、取代卤化反应、置换卤化反应、氯甲基化及其他卤化反应类型,对由这些卤化反应合成的化合物的性质、用途、制法都有具体的描述,对医药、染料、农药、香料等行业制备有机卤化物、含卤有机中间体,赋予有机化合物新的性能,使分子极性增加具有一定的指导意义。

本书内容丰富,实用性强。可供精细化工、有机合成等领域的技术人员参考,也可供中高等院校相关专业的师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

精细有机单元反应合成技术——卤化反应及其实例/张
大国编著. —北京:化学工业出版社, 2009. 6

ISBN 978-7-122-05253-7

I. 精… II. 张… III. 卤化-化学反应 IV. O621.25

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 055701 号

责任编辑:傅聪智 路金辉
责任校对:王素芹

文字编辑:孙凤英
装帧设计:杨 北

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
850mm×1168mm 1/32 印张10¼字数245千字
2009年7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: 36.00 元

版权所有 违者必究

前 言

近年来,我国精细化学工业发展迅猛已被世人所公认。但随着我国社会主义事业的蓬勃发展和人民生活水平的提高,不仅对精细化工产品的质量、规格品种、应用性能提出了更高的要求,而且对环境保护也提出了更严格的标准。这样一来,我国的精细化学工业必将沿着高科技、创新型、可持续发展的道路前进。

编者从事精细化工生产和科研工作达四十多年。在多年的实践中,深刻体会到,掌握和应用精细有机单元反应合成技术,对精细化工产品的开发、合成路线的设计和改进、工艺技术条件的选择和确定、操作过程的优化、提高收率和减少环境污染均起到至关重要的作用;在多年的实践中,深切地认识到,掌握和应用精细有机单元反应合成技术,可以拓宽化学合成的视野,启迪集成创新的思路。因此,特编写《精细有机单元反应合成技术》系列图书奉献给读者。

本书是系列书的一个分册,较全面地阐述了卤化反应合成技术,并列举了大量的实例。这些实例是从多年收集积累的文献资料中精选的,大部分产品已实现了工业化生产,小部分是科研成果。实例条目按序号、名称、结构式、分子式和相对分子质量、性质、用途、制法、参考文献的顺序编写。制法是编写的重点。制法中的配料比没有特殊说明的均为质量配比,收率为摩尔收率。序号由四位数组成,第1位数字表示章,第2位数字表示节,第3、4位数字表示产品顺序。

本书突出的特点是理论和实践相结合。理论部分深入浅出,简明扼要;实例部分资料翔实,实用性、可操作性强。

本书主要供从事精细化工产品的生产、科研、开发的科技人员、技术工人阅读，也可供中、高等院校精细化工专业的师生参考。应特别强调的是，由于精细化工生产的实践性很强，在进行精细化工产品和中间体的生产技术改进和产品开发中必须遵循先小试、中试，然后进行工业化试生产的原则，以便根据自身的技术水平、生产条件积累足够的生产经验和技術数据，确保安全生产，减少或消除对环境的污染。

本书在编写过程中参阅了很多科技文献资料，书后列了主要参考文献，以便读者进一步查阅。本书在编写出版过程中，得到了化学工业出版社的大力支持，高思元、李恒勤等同志对本书提出了许多宝贵意见。在此，一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，不妥和疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

张大国

二〇〇九年三月于襄樊

引 言

向有机化合物分子中引入卤素原子的反应称卤化反应。按引入卤素原子的不同分为氟化、氯化、溴化和碘化。卤化反应是精细有机合成中最重要的单元反应之一。

卤化的目的：**1** 制备有机卤化物，如染料、农药、香料、医药等，因为卤原子能赋予有机化合物新的性能；**2** 制备含卤有机中间体，由于卤化向有机分子中引入卤原子，使其分子极性增加，可通过卤素转换成其他取代基，如羟基、氨基、烷氧基等。

卤化反应主要包括加成卤化、取代卤化和置换卤化三种反应类型。

目 录

引言

第 1 章 加成卤化反应	1
1.1 卤素与不饱和烃的加成	1
1.1.1 卤素与烯烃的加成	1
1.1.2 卤素与炔烃的加成	2
1.1.3 合成实例	3
1101 五氯乙烷	3
1102 六氯乙烷 (六氯化二碳, 过氯乙烷, 全氯乙烷)	4
1103 1,2,3-三氯丙烷	5
1104 1,2,2,3-四氯丙烷	6
1105 氯乙醛 (一氯代乙醛)	6
1106 2,3-二氯丙酸甲酯	7
1107 α 甲基- α -氯甲基氯化苄 (2-甲基-2-氯甲基氯化苄) ...	8
1108 1,1,2-三氟-1,2-二溴-2-氯乙烷 (三氟二溴氯乙烷) ...	8
1109 2,3-二溴-1-丙醇	9
1110 2,3-二溴丙腈	10
1111 2,3-二溴丙醛 (二溴丙醛)	11
1112 2,3-二溴丁二酸 (二溴丁二酸)	11
1113 1,2-二溴环己烷 (邻二溴环己烷, 邻二溴六氢 化苯)	12
1114 1,1,2,2-四氯乙烷 (对称四氯乙烷)	13
1115 1,1,2,2-四溴乙烷 (对称四溴乙烷, 四溴乙烷) ...	14
1.2 卤化氢与不饱和烃的加成	14
1.2.1 卤化氢与烯烃的加成	14

1.2.2	卤化氢与炔烃的加成	15
1.2.3	合成实例	16
1201	2-氯丙烷 (氯代异丙烷, 异丙基氯)	16
1202	3-氯丙腈 (β -氯丙腈, 氰化- β -氯乙烷)	17
1203	α, α -二甲基氯化苄 (2,2-二甲基氯化苄)	17
1204	1-溴-3-氯丙烷	18
1205	β -溴丙腈 (3-溴丙腈)	19
1206	β -溴丁酸乙酯	20
1207	1-溴-3-乙氧基丙烷	20
1208	2-氯-1,3-丁二烯 (氯丁二烯)	21
1209	氟乙烯 (一氟乙烯)	22
1.3	次卤酸与烯烃的加成	23
1.3.1	反应原理	23
1.3.2	合成实例	24
1301	2-氯乙醇 (氯乙醇)	24
1302	1-氯-2-丙醇 (氯丙醇, 氯异丙醇)	24
1303	1,3-二氯-2-丙醇 (α', α' -二氯丙醇)	25
1.4	N-卤代酰胺与烯烃的加成	26
1.5	卤代烷与烯烃的加成	27
第2章	取代卤化反应	28
2.1	烷烃的取代卤代	28
2.1.1	反应原理	28
2.1.2	合成实例	29
2101	氯代乙醛缩二乙醇 (1,1-二乙氧基-2-氯乙烷) ...	29
2102	2-氯代四氢呋喃	29
2.2	炔烃的取代卤化	30
2.2.1	反应原理	30
2.2.2	合成实例	31
2201	2,4,5-三氯苯基- γ -碘代丙炔醚 (氯丙炔碘)	31
2.3	芳烃的取代卤化	32
2.3.1	反应原理	32

2.3.2	合成实例	36
2301	邻氯甲苯	36
2302	2,4-二氯-5-氟甲苯	37
2303	对氯酚 (4-氯苯酚)	38
2304	邻氯酚	39
2305	2,6-二氯苯酚	40
2306	2,4-二氯苯酚	41
2307	2,4,6-三氯酚	42
2308	五氯酚 (五氯苯酚)	43
2309	4-氯-3-甲酚 (4-氯间甲酚)	44
2310	4-氯-3,5-二甲酚 (对氯间二甲酚)	44
2311	2-氯-5-甲酚 (6-氯间甲酚)	45
2312	2,6-二氯-4-叔丁基酚	46
2313	4-氯间苯二酚	47
2314	2-羟基-5-氯苯甲醛	48
2315	5-氯水杨酸 (5-氯-2-羟基苯甲酸)	48
2316	3,5-二氯水杨酸	49
2317	对氯苯氧乙酸 (对氯苯氧醋酸, 促生灵, 番茄通) ...	50
2318	4-氨基-3,5-二氯苯乙酮	51
2319	2-氨基-5-氯苯甲酸	52
2320	3,5-二氯氨基苯磺胺	52
2321	邻氯对硝基苯胺 (对硝基邻氯苯胺, 2-氯-4-硝基 苯胺)	53
2322	2,6-二氯-4-硝基苯胺 (氯硝胺)	55
2323	2-氯-4-硝基甲苯	56
2324	2-氯-6-硝基甲苯	57
2325	3-氯-4-氟硝基苯	58
2326	3,4-二氯硝基苯	59
2327	5-氯-2-乙酰氨基-N-乙酰基苯磺酰胺	60
2328	N-乙酰基-2,4-二氯-5-甲苯胺	60
2329	四氯邻苯二甲酸酐 (四氯苯酐)	61

2330	2-氯-3-氨基吡啶	62
2331	5-氯-2-羟基吡啶	63
2332	间三氟甲基溴苯 (间溴三氟甲基苯)	64
2333	2,4-二氟溴苯	64
2334	对溴苯酚 (对溴酚)	65
2335	2,4,6-三溴苯酚	66
2336	2,4,6-三溴间甲苯酚 (三溴甲酚)	67
2337	3,5-二溴-4-羟基苯甲醛	68
2338	5-溴香兰醛 (3-甲氧基-4-羟基-5-溴苯甲醛)	69
2339	4-溴-3,5-二羟基苯甲酸	70
2340	间溴苯乙酮 (间溴乙酰苯)	70
2341	2,4,6-三溴苯胺	71
2342	2,4-二溴-6-甲基苯胺 (2,4-二溴邻甲苯胺, 4,6-二溴-2-甲基苯胺)	72
2343	3,5-二溴-4-氨基甲苯 (2,6-二溴-4-甲苯胺)	73
2344	3,5-二溴-2-氨基苯甲酸甲酯 (3,5-二溴邻氨基 苯甲酸甲酯)	73
2345	2-甲基-3-氨基-4,6-二溴苯甲酸甲酯	74
2346	间溴硝基苯 (间硝基溴苯)	75
2347	3,5-二溴代水杨酰对溴苯胺 (3,4',5'-三溴 水杨酰苯胺, 三溴沙仑)	76
2348	2-乙基-3-(4'-羟基-3',5'-二溴苯甲酰基)苯 并呋喃 (苯溴香豆酮)	77
2349	1-溴-2-萘酚 (溴萘酚)	78
2350	6-溴-2-萘酚	78
2351	1-氨基-4-溴蒽醌-2-磺酸 (溴氨酸)	79
2352	3-溴苯酚	80
2353	四溴邻苯二甲酸酐 (四溴苯酐)	81
2354	2-溴噻吩	82
2355	对碘苯甲醚	82
2356	2,4,6-三碘-1,3-苯二酚 (碘代酚)	83

2357	3,5-二碘水杨酸	84
2358	3,5-二碘酪氨酸[β -(3,5-二碘-4-羟苯基)- α -氨基丙酸]	85
2359	β -[4-(4'-羟基-3'-碘苯氧基)-3,5-二碘苯基]- α -氨基丙酸 (三碘甲状腺原氨酸)	86
2360	对碘苯胺 (4-碘苯胺)	87
2361	2-氨基-5-碘甲苯	88
2362	4-氨基-3-碘苯乙酮	88
2363	3-氨基-2,4,6-三碘苯甲酸	89
2364	间氨基-2,4,6-三碘苯丙酸	90
2365	3,5-二氨基-2,4,6-三碘苯甲酸	91
2366	5-氨基-N-甲基-2,4,6-三碘异酞酰胺	91
2367	5,7-二碘-8-羟基喹啉 (双碘喹啉)	92
2368	7-碘-8-羟基喹啉-5-磺酸	93
2.4	烯丙位或苄位的取代卤化	94
2.4.1	反应原理	94
2.4.2	合成实例	96
2401	烯丙基氯 (3-氯-1-丙烯)	96
2402	2-溴甲基苯乙烯	97
2403	2-氯乙基苯 (2-氯苯乙烷)	98
2404	邻氯氯苄 (邻氯苄基氯)	99
2405	邻氯二氯苄 (邻氯亚苄基二氯, 邻氯二氯甲苯) ...	100
2406	2,6-二氯亚苄基二氯 (2,6-二氯二氯苄)	100
2407	三氯甲苯 (苯氯仿, 苯三氯甲烷)	101
2408	邻氯三氯甲苯 (2-氯三氯甲苯)	102
2409	对氯氯苄 (对氯苄基氯)	103
2410	对氯甲基苯甲酸	104
2411	苯甲氯脞	105
2412	邻氯苯甲氯脞	106
2413	2,6-二氯苯甲氯脞	106
2414	2-氯甲基吡啶	107

2415	2,6-二氯甲基吡啶	108
2416	2-溴苯乙腈 (α -溴苯乙腈)	108
2417	邻溴溴苄 (邻溴苄基溴, α ,2-二溴甲苯)	109
2418	邻硝基溴苄 (2-硝基溴苄)	110
2419	对溴甲基苯甲酸 (4-溴甲基苯甲酸)	110
2420	2-溴甲基-5-硝基苄基乙酰氨基丙二酸二乙酯	111
2421	对二溴甲基甲磺酰苯	112
2422	二苯溴甲烷	113
2423	4'-溴甲基-2-氰基联苯	113
2424	4-溴甲基二苯甲酮	114
2425	6-溴甲基-3,4-二氢-2-甲基-4-氧代喹唑啉	115
2426	4'-溴甲基-2-联苯甲酸叔丁酯	115
2.5	羰基 α -氢的取代卤化	116
2.5.1	反应原理	116
2.5.2	合成实例	119
2501	氯乙醛缩二甲醇	119
2502	氯丙酮 (一氯丙酮)	120
2503	γ -氯代- γ -乙酰丙醇乙酸酯	120
2504	2-溴丙醛	121
2505	溴代丙酮酸乙酯	122
2506	3-溴-2-丁酮	123
2507	1-溴-2-庚酮	123
2508	三碘甲烷 (碘仿)	124
2509	氯代苯乙酮 (α -氯代苯乙酮, 苯酰甲基氯, 氯乙酰苯)	125
2510	α , α -二氯代苯乙酮	125
2511	α -氯代乙酰乙酰苯胺	126
2512	α -溴代肉桂醛	127
2513	溴代苯乙酮 (α -溴代苯乙酮, 苯酰甲基溴, 溴乙酰苯)	127
2514	α -溴代邻氯苯乙酮	128

2515	对硝基- α -溴代苯乙酮 (2-溴-4'-硝基苯乙酮) ...	129
2516	对甲氧基- α -溴代苯乙酮	130
2517	2-溴-1-对甲氧基苯丙酮 (对甲氧基- α -溴代苯丙酮)	131
2518	2,5-二甲氧基- α -溴代苯乙酮	131
2519	5-溴乙酰水杨酰胺	132
2520	5-溴乙酰水杨酸甲酯	132
2521	α -溴代-3-氰基-4-氨基苯乙酮	133
2522	4-氨基-3,5-二氯- α -溴代苯乙酮	134
2523	对甲磺酰基- α -溴代苯乙酮	135
2524	对甲磺酰氨基- α -溴代苯乙酮 (4-溴乙酰基甲磺酰替苯胺)	136
2525	1-(6-甲氧基-2-萘基)-2-溴代丙酮	137
2526	溴化吡啶乙酰噻吩	137
2.6	羧酸及其衍生物 α -氢的取代卤化	138
2.6.1	反应原理	138
2.6.2	合成实例	139
2601	氯乙酸 (氯醋酸, 一氯醋酸)	139
2602	2-氯丁酸 (α -氯代丁酸)	140
2603	2-氯乙酰乙酸乙酯	140
2604	2-溴丁酸 (α -溴丁酸)	141
2605	2-溴-6-氯己酸乙酯	142
2606	溴乙酰溴	143
2607	2-溴丙酰溴 (α -溴丙酰溴)	143
2608	2-溴代异丁酰溴 (α -溴代异丁酰溴)	144
2609	2-溴乙醛缩二乙醇 (1,1-二乙氧基-2-溴乙烷, 溴乙缩醛)	144
2610	2-溴异戊酸 (α -溴代异戊酸)	145
2611	2-溴代-2-对氯苯氧乙酸苯乙酮酯 (α -溴代- α -对氯苯氧乙酸苯乙酮酯)	146
第3章	置换卤化反应	148

3.1 醇羟基的置换卤化	148
3.1.1 醇与卤化氢的反应	148
3.1.2 醇与含磷卤化物的反应	149
3.1.3 醇与酰氯类化合物的反应	150
3.1.4 合成实例	151
3101 1-氯丙烷 (氯丙烷, 丙基氯)	151
3102 1-氯十六烷 (正十六烷基氯)	152
3103 1,4-二氯-2-丁醇	153
3104 3-氯-1,2-丙二醇 (3-氯丙二醇, 氯甘油)	153
3105 3-氯-1-丙烯 (氯丙烯, 烯丙基氯)	154
3106 5-氯-2-戊酮 (1-氯-4-戊酮)	155
3107 环己氯 (环己基氯, 氯代环己烷)	156
3108 二苯基氯甲烷	157
3109 氯丙炔 (3-氯-1-丙炔, 炔丙基氯)	158
3110 双氯癸烷 (1,10-二氯癸烷)	158
3111 2-氯乙胺	159
3112 2-二甲氨基氯乙烷盐酸盐	160
3113 2-二乙氨基氯乙烷盐酸盐 (<i>N,N</i> -二乙基-2-氯乙 胺盐酸盐)	161
3114 2-氯- <i>N,N</i> -二甲基丙胺盐酸盐 (1-二甲氨 基-2-氯丙烷盐酸盐)	161
3115 3-二甲氨基-1-氯丙烷盐酸盐	162
3116 <i>N,N</i> -双(2-氯乙基)胺盐酸盐	163
3117 甲基双(2-氯乙基)胺盐酸盐 (氮芥盐酸盐)	164
3118 2,2'-二氯二乙醚	164
3119 双(4-氟苯基)氯代甲烷	165
3120 二苯基-(2'-氯苯基)氯甲烷	166
3121 <i>N</i> -(2-氯乙基)- <i>N</i> -(1-甲基-2-苯氧乙基) 苄胺 盐酸盐 (苯氧苄胺)	167
3122 6-(3'-氯丙基)氨基-1,3-二甲基尿嘧啶	168
3123 3-氯甲基吡啶盐酸盐	169

3124	1-乙基-3-氯四氢吡咯	169
3125	N-(2-氯乙基)吗啉	170
3126	溴乙烷(乙基溴)	171
3127	1-溴丙烷(溴正丙烷, 丙基溴)	172
3128	1-溴丁烷(丁基溴, 溴代正丁烷)	172
3129	1-溴十二烷(正十二烷基溴, 1-月桂基溴)	173
3130	2-溴丙烷(溴异丙烷, 异丙基溴)	174
3131	2-溴戊烷	174
3132	1-溴-3-甲基丁烷(溴代异戊烷, 异戊基溴, 溴 异戊烷)	175
3133	3-溴-1-丙烯(烯丙基溴, 溴丙烯)	176
3134	1,6-二溴-1,6-二脱氧-D-甘露醇(二溴甘露醇)	176
3135	5-溴代-2-戊酮(5-溴-2-戊酮)	177
3136	10-溴癸酸	178
3137	溴乙胺氢溴酸盐	179
3138	N-(2-溴乙基)邻苯二甲酰亚胺	180
3139	1-(2-溴乙基)-2-甲基-5-硝基-1 <i>H</i> -咪唑	180
3140	溴代环戊烷(环戊基溴)	181
3141	四氢呋喃甲基溴	182
3142	二苯溴丙烷(二苯丙溴)	183
3143	1-溴代苯丙烯(肉桂基溴)	184
3144	溴丙炔(3-溴丙炔)	185
3145	溴代正十六烷(1-溴十六烷)	185
3146	1-溴-3-苄氧基丙烷	186
3.2	酚羟基的置换卤化	187
3.2.1	反应原理	187
3.2.2	合成实例	188
3201	5-硝基-2-氯吡啶(2-氯-5-硝基吡啶)	188
3202	2-甲基-3-硝基-4-甲氧甲基-5-氰基-6-氯吡啶	189
3203	2,4-二氯-6-甲基-5-硝基嘧啶	190
3204	2,3-二氯吡嗪	191

3205	4-氨基-6-氯嘧啶	191
3206	2,6-二氨基-4-氯嘧啶	192
3207	4,6-二氯嘧啶	193
3208	2,4-二氯-5-氟嘧啶	194
3209	4,6-二氯-5-硝基嘧啶	194
3210	2-甲氧基-4-氯-5-氟嘧啶	195
3211	5-甲氧基-4,6-二氯嘧啶	196
3212	3,6-二氯哒嗪	197
3213	1-氯酞嗪	198
3214	二氯酞嗪	198
3215	4,7-二氯喹啉	199
3216	4-氯喹哪啶	200
3217	2-氯喹唞啉	200
3218	2,4-二氯-6,7-二甲氧基喹唑啉	202
3219	7-氯-5-甲基-1,2,4-三唑并 [1,5a] 嘧啶	202
3220	2,4,6,8-四氯嘧啶-[4,5d] 并嘧啶	203
3221	2,4-二氯嘧啶-5-羧酸乙酯	204
3222	2-溴萘 (β -溴萘)	205
3.3	羧羟基的置换卤化	206
3.3.1	反应原理	206
3.3.2	合成实例	208
3301	氯乙酰氯 (氯化氯乙酰)	208
3302	丙酰氯 (氯丙酰)	209
3303	正丁酰氯 (氯化正丁酰)	209
3304	正己酰氯 (氯化己酰)	210
3305	正庚酰氯	211
3306	正癸酰氯 (癸酰氯)	211
3307	棕榈酰氯 (十六酰氯)	212
3308	3-溴丙酰氯 (β -溴丙酰氯)	213
3309	丁二酰氯 (琥珀酰氯)	213
3310	己二酰氯 (氯化己二酰, 己二酰二氯)	214

3311	环己甲酰氯	215
3312	苯甲酰氯 (氯化苯甲酰, 苯酰氯)	215
3313	苯乙酰氯	216
3314	乙酰水杨酰氯 (邻乙酰氧基苯甲酰氯)	217
3315	邻氯苯甲酰氯 (邻氯代氯化苯甲酰)	218
3316	4-溴-3,5-二甲氧基苯甲酰氯	218
3317	对硝基苯甲酰氯 (氯化对硝基苯甲酰)	219
3318	3,5-二硝基苯甲酰氯	220
3319	α -羧酸苯乙酰氯	221
3320	D-(一)-盐酸苯甘氨酰氯	221
3321	2-乙氧基萘甲酰氯	222
3322	1-苯基环戊烷甲酰氯	223
3323	2-噻吩乙酰氯	223
3324	5-甲基-4-异噁唑甲酰氯	224
3325	5-甲基-3-苯基-4-异噁唑甲酰氯	225
3326	3-邻氯苯基-5-甲基-4-异噁唑甲酰氯	225
3327	3-(2,6-二氯苯基)-5-甲基-4-异噁唑甲酰氯	226
3328	对溴甲基苯甲酰溴	227
3.4	羧酸脱羧的置换卤化	228
3.4.1	反应原理	228
3.4.2	合成实例	229
3401	溴代环丙烷	229
3.5	醚的置换卤化	230
3.5.1	反应原理	230
3.5.2	合成实例	231
3501	4-氯丁酰氯 (γ -氯代丁酰氯)	231
3502	二溴丁烷 (溴化四亚甲基, 亚丁基二溴)	232
3503	1,4-二溴戊烷	232
3.6	卤代烃的置换卤化	233
3.6.1	反应原理	233
3.6.2	合成实例	235