

刘益军 编著

# 聚氨酯原料及助剂手册



**Chemical Industry Press**



化学工业出版社

材料科学与工程出版中心

# 聚氨酯原料及助剂手册

刘益军 编著



化学工业出版社  
材料科学与工程出版中心

· 北京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

聚氨酯原料及助剂手册/刘益军编著. --北京: 化学工业出版社, 2005. 4

ISBN 7-5025-6690-2

I. 聚… II. 刘… III. ①聚氨酯-原料-手册  
②聚氨酯-助剂-手册 IV. TQ323.804-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 013909 号

---

聚氨酯原料及助剂手册

刘益军 编著

责任编辑: 李晓文 杜春阳

文字编辑: 杨欣欣

责任校对: 顾淑云

封面设计: 潘 峰

\*

化学工业出版社 出版发行  
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 21½ 字数 612 千字

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6690-2/TQ·2163

定 价: 50.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换  
京化广临字 2005-04 号

## 前 言

聚氨酯材料是一类产品形态多样的多用途合成树脂，它以泡沫塑料、弹性体、涂料、胶黏剂、纤维、合成革、防水材料以及铺装材料等产品形式，广泛地用于交通运输、建筑、机械、电子设备、家具、食品加工、纺织服装、合成皮革、印刷、矿冶、石油化工、水利、国防、体育、医疗等领域。由于聚氨酯配方灵活、产品形式多样、制品性能优良，在各行各业中的应用越来越广泛，目前，我国聚氨酯制品年产量已超过 150 万吨，市场年增长率在 10% 左右，发展平稳。

聚氨酯是多元醇（包括二元醇）和多异氰酸酯（包括二异氰酸酯）等的反应产物。有机多异氰酸酯及（聚醚、聚酯等）低聚物多元醇两大主要原料，通常占聚氨酯制品（不包括溶剂）质量的 80% 以上。而聚氨酯材料的多样化、高性能离不开助剂。助剂用量虽少，却是聚氨酯材料的关键原材料。主原料和助剂的发展，促进了聚氨酯新材料的开发。助剂品种很多，从功能上分有催化剂、扩链剂、交联剂（固化剂）、阻燃剂、发泡剂、泡沫稳定剂、抗氧剂、紫外光吸收剂、抗水解剂、杀菌（防霉）剂、偶联剂、底涂剂、抗静电剂、流变助剂和增稠剂、流平剂、润湿分散剂、颜料和色浆、除水剂、改性单体及树脂、脱模剂等，其中有的还可分出几个小类。原料助剂的化学成分也很多，有多异氰酸酯、聚醚多元醇、聚酯多元醇、小分子二醇和三元醇、芳香族二胺、改性有机硅、卤代烃、磷酸酯、丙烯酸酯、位阻酚、叔胺、有机金属化合物、酮、酯、碳化二亚胺、氧化烯烃、碳酸酯、内酯等。

国内出版的聚氨酯方面的参考书虽已有 10 多种，但对于原料和助剂的介绍很不系统，国外也没有聚氨酯原料助剂方面的专著。聚氨酯专业技术人员在工作中经常感到查阅某些聚氨酯原料和产品性能数据的不便，迫切需要这方面的工具书。作者早在数年前就有编写聚氨酯原材料资料手册的想法，并一直注意收集资料，只是因为

工作繁忙，没有形成写作计划。2003年，终于下定决心付诸行动。

作者在本手册中收集了大量聚氨酯相关化学品的资料，包括其化学和物理性质、中英文名称和缩写、CAS编号（美国化学文摘登记号）、特性及用途、主要生产厂商等，部分原料助剂还简述了制造方法等。希冀对广大聚氨酯研究开发、生产及应用人员，以及聚氨酯原料助剂生产和研发人员有参考价值，成为常用的聚氨酯工具书。

全书分15章，内容包括各种多异氰酸酯（含二异氰酸酯）、聚醚多元醇、聚酯多元醇、其他含活性氢低聚物、扩链交联剂、低聚物多元醇原料、催化剂、阻燃剂、发泡剂、泡沫稳定剂、溶剂及增塑剂、防老剂和稳定剂、填料和色浆、聚氨酯CASE助剂、改性单体及助剂、脱模剂等。

本书写作过程中参考了大量的最新资讯，借助了因特网的信息渠道，许多物性参数是综合而成。写作中虽然力求严谨、突出资料数据的权威性，因作者的能力和水平有限，且数据繁杂、时间仓促，少数物性数据缺乏来源，个别数据包括生产厂商名称可能存在错误，作者无法一一核实，请读者见谅，欢迎指正，以备在下次印刷前修正。作者电子信箱：njliuyj@163.com。

聚氨酯涉及门类繁多，不仅是聚氨酯产品，而且助剂和原料品种牌号也在不断地更新，厂商也在经常变化。如有新产品出现，欢迎厂家技术人员及知情者向作者举荐，争取在修订时进行补充和更新。

限于篇幅，对大部分原料助剂产品以介绍物性为主。本手册不是产品说明书，作者力求客观地介绍聚氨酯的原料和助剂的特点和物性数据，读者如需了解其应用性能数据，可进一步查询其他聚氨酯资料，或直接向有关公司（包括跨国公司在我国的代表处）及经销商详询。

本书在选题时得到了李绍雄先生的指导，并且承蒙他对部分章节进行了审阅，在此谨表谢忱。在资料收集和编写中得到了有关公司和专家的支持，特别是南京水利科学研究院、南京瑞迪高新技术公司总经理黄国泓教授在工作中给予的支持，在此一并感谢。

刘益军

2004年10月

## 内 容 提 要

本书收集了大部分聚氨酯相关化学品的资料，包括其化学和物理性质、中英文名称和缩写、特性及用途、主要生产厂商等，部分原料及助剂还简述了制造方法等。全书分 15 章，内容包括各种多异氰酸酯、聚醚多元醇、聚酯多元酯、其他含活性氢低聚物、扩链剂和交联剂、催化剂、阻燃剂、发泡剂、泡沫稳定剂、溶剂及增塑剂、防老剂和稳定剂、填料和色浆、聚氨酯涂料等 CASE 材料的助剂、低聚物多元醇的原料、改性单体、除水剂、抗静电剂、偶联剂、脱模剂等。

此书具有较高的参考价值，是聚氨酯工业的基本工具书，可供从事聚氨酯原料、助剂和聚氨酯材料开发、生产、应用及供销人员参考，也适合于相关高分子材料领域的研发人员。

# 目 录

1 多异氰酸酯 .....	1
1.1 二异氰酸酯单体 .....	1
1.1.1 甲苯二异氰酸酯 .....	1
1.1.2 二苯基甲烷二异氰酸酯 .....	8
1.1.3 异佛尔酮二异氰酸酯 .....	17
1.1.4 六亚甲基二异氰酸酯 .....	19
1.1.5 二环己基甲烷二异氰酸酯 .....	21
1.1.6 萘二异氰酸酯 .....	23
1.1.7 对苯二异氰酸酯 .....	25
1.1.8 1,4-环己烷二异氰酸酯 .....	27
1.1.9 苯二亚甲基二异氰酸酯 .....	29
1.1.10 环己烷二亚甲基二异氰酸酯 .....	31
1.1.11 三甲基-1,6-六亚甲基二异氰酸酯 .....	32
1.1.12 四甲基间苯二亚甲基二异氰酸酯 .....	34
1.1.13 降冰片烷二异氰酸酯 .....	37
1.1.14 二甲基联苯二异氰酸酯 .....	39
1.1.15 甲基环己基二异氰酸酯 .....	40
1.1.16 其他二异氰酸酯 .....	40
1.2 多亚甲基多苯基异氰酸酯 .....	41
1.3 二异氰酸酯衍生物 .....	49
1.3.1 液化 MDI .....	49
1.3.2 TDI 二聚体 .....	58
1.3.3 TDI 三聚体 .....	60
1.3.4 TDI-TMP 加成物 .....	62
1.3.5 TDI-HDI 混合多聚体 .....	64
1.3.6 HDI 三聚体 .....	66
1.3.7 HDI 缩二脲 .....	70
1.3.8 IPDI 三聚体 .....	74
1.3.9 封闭型多异氰酸酯 .....	77

1.3.10	可水分散多异氰酸酯 .....	84
1.3.11	其他二异氰酸酯衍生物 .....	86
1.4	三异氰酸酯及四异氰酸酯 .....	90
1.4.1	三苯基甲烷三异氰酸酯 .....	90
1.4.2	硫代磷酸三(4-苯基异氰酸酯) .....	93
1.4.3	二甲基三苯基甲烷四异氰酸酯 .....	95
1.4.4	其他多异氰酸酯单体 .....	96
<b>2</b>	<b>聚醚多元醇 .....</b>	<b>97</b>
2.1	聚氧化丙烯多元醇 .....	97
2.1.1	聚醚多元醇的应用 .....	98
2.1.1.1	软泡用聚醚多元醇 .....	98
2.1.1.2	硬泡用聚醚多元醇 .....	99
2.1.1.3	CASE 用聚醚多元醇 .....	100
2.1.2	各种官能度的聚醚多元醇 .....	100
2.1.2.1	聚氧化丙烯二醇 .....	100
2.1.2.2	聚醚三醇 .....	104
2.1.2.3	高活性聚醚三醇 .....	108
2.1.2.4	聚醚四醇 .....	109
2.1.2.5	高官能度聚醚多元醇 .....	113
2.1.3	国内外部分厂家的聚醚多元醇 .....	116
2.1.3.1	天津第三石油化工厂 .....	116
2.1.3.2	上海高桥石油化工公司 .....	118
2.1.3.3	南京钟山化工有限公司 .....	120
2.1.3.4	山东东大化工集团 .....	121
2.1.3.5	锦化化工(集团)公司 .....	122
2.1.3.6	南京红宝丽股份有限公司 .....	124
2.1.3.7	国都公司的聚醚多元醇产品 .....	125
2.1.3.8	德国 Bayer Material Science 公司 .....	127
2.1.3.9	德国 BASF 公司 .....	128
2.1.3.10	美国 Dow 化学公司 .....	130
2.1.3.11	日本三井武田化学株式会社 .....	132
2.1.3.12	美国 Shell 化学公司 .....	136
2.1.3.13	美国 Arch 化学品公司 .....	138
2.1.3.14	韩国 SKC 株式会社 .....	139



2.1.3.15 韩国多元醇公司的聚醚多元醇产品 .....	140
2.2 聚合物多元醇 .....	144
2.2.1 聚合物多元醇 .....	145
2.2.2 聚脲多元醇 .....	147
2.2.3 国内外聚合物多元醇的产品牌号和性能 .....	149
2.3 聚四氢呋喃及其共聚酯多元醇 .....	155
2.3.1 聚四氢呋喃二醇 .....	155
2.3.2 国内外部分厂家的 PTMEG 典型物性 .....	157
2.3.3 四氢呋喃共聚物二醇 .....	161
2.3.3.1 含支链聚四氢呋喃二醇 .....	161
2.3.3.2 四氢呋喃-氧化丙烯共聚醚二醇 .....	162
2.3.3.3 四氢呋喃-氧化乙烯共聚二醇 .....	163
2.4 聚氧化乙烯多元醇 .....	164
<b>3 聚酯多元醇 .....</b>	<b>166</b>
3.1 常规聚酯多元醇 .....	166
3.1.1 己二酸系聚酯二醇 .....	166
3.1.2 芳香族聚酯多元醇 .....	170
3.1.3 高分子量聚酯多元醇 .....	176
3.1.4 二聚体聚酯二醇 .....	178
3.1.5 国外部分聚酯多元醇产品指标 .....	180
3.1.6 带侧基的特种聚酯多元醇 .....	187
3.2 聚己内酯多元醇 .....	189
3.3 聚碳酸酯二醇 .....	196
<b>4 其他多元醇及含活性氢低聚物 .....</b>	<b>200</b>
4.1 聚丙烯酸酯多元醇 .....	200
4.2 聚烯烃多元醇 .....	204
4.2.1 端羟基聚丁二烯 .....	204
4.2.2 氢化端羟基聚丁二烯 .....	207
4.2.3 端羟基环氧聚丁二烯树脂 .....	207
4.2.4 端羟基聚丁二烯-丙烯腈 .....	208
4.2.5 端羟基丁苯液体橡胶 .....	209
4.2.6 聚苯乙烯多元醇 .....	210
4.3 植物油多元醇 .....	211

4.3.1	蓖麻油	211
4.3.2	大豆油多元醇	213
4.3.3	棕榈油多元醇	214
4.4	端氨基聚醚	214
4.5	环氧树脂	218
4.6	其他多元醇	220
4.6.1	松香酯多元醇	220
4.6.2	氨基多元醇	222
4.6.3	脂肪酸二聚体二醇	223
4.6.4	聚醚酯二醇	223
<b>5</b>	<b>扩链交联剂和小分子原料</b>	<b>225</b>
5.1	小分子多官能团化合物的应用	225
5.1.1	扩链剂和交联剂	225
5.1.1.1	醇类扩链剂和交联剂	226
5.1.1.2	胺类固化剂	228
5.1.1.3	醇胺类及含氮多元醇交联剂	233
5.1.2	聚酯多元醇原料	235
5.1.3	聚醚多元醇起始剂	238
5.1.4	环状单体	238
5.1.4.1	环氧丙烷	238
5.1.4.2	环氧乙烷	241
5.1.4.3	四氢呋喃	242
5.1.4.4	$\epsilon$ -己内酯	244
5.2	多羟基化合物	245
5.2.1	二元醇	245
5.2.1.1	乙二醇	245
5.2.1.2	1,4-丁二醇	247
5.2.1.3	一缩二乙二醇	251
5.2.1.4	1,2-丙二醇	252
5.2.1.5	新戊二醇	255
5.2.1.6	甲基丙二醇	258
5.2.1.7	1,6-己二醇	260
5.2.1.8	氢醌双(2-羟乙基)醚	261
5.2.1.9	间苯二酚双(羟乙基)醚	263

5.2.1.10	HPR 和 HPER .....	264
5.2.1.11	1,3-丁二醇 .....	265
5.2.1.12	三甲基戊二醇 .....	267
5.2.1.13	1,3-丙二醇 .....	268
5.2.1.14	一缩二丙二醇 .....	270
5.2.1.15	1,5-戊二醇 .....	271
5.2.1.16	3-甲基-1,5-戊二醇 .....	272
5.2.1.17	1,4-二羟甲基环己烷 .....	273
5.2.1.18	环己二醇 .....	274
5.2.1.19	TCD 三环二醇 .....	275
5.2.1.20	羟基新戊酸羟基新戊醇酯 .....	277
5.2.1.21	丁基乙基丙二醇 .....	278
5.2.1.22	二乙基戊二醇 .....	279
5.2.1.23	乙基己二醇 .....	280
5.2.1.24	十二碳二醇 .....	281
5.2.1.25	十二碳环烷二醇 .....	282
5.2.1.26	其他二醇 .....	282
5.2.2	多元醇 .....	283
5.2.2.1	三羟甲基丙烷 .....	283
5.2.2.2	甘油 .....	286
5.2.2.3	三羟甲基乙烷 .....	288
5.2.2.4	1,2,6-己三醇 .....	290
5.2.2.5	三羟乙基异氰尿酸酯 .....	291
5.2.2.6	季戊四醇 .....	291
5.2.2.7	木糖醇 .....	294
5.2.2.8	山梨醇 .....	295
5.2.2.9	甘露醇 .....	296
5.2.2.10	蔗糖 .....	297
5.2.2.11	甲基葡萄糖苷 .....	299
5.2.3	醇胺 .....	300
5.2.3.1	三乙醇胺 .....	300
5.2.3.2	二乙醇胺 .....	301
5.2.3.3	三异丙醇胺 .....	303
5.2.3.4	甲基二乙醇胺 .....	304
5.2.4	羧基二醇 .....	305

5.2.4.1	二羟甲基丙酸	305
5.2.4.2	二羟甲基丁酸	306
5.3	芳香族二元胺	307
5.3.1	3,3'-二氯-4,4'-二苯基甲烷二胺 (MOCA)	308
5.3.2	3,5-二甲硫基甲苯二胺 (DMTDA)	310
5.3.3	3,5-二乙基甲苯二胺 (DETDA)	312
5.3.4	4,4'-亚甲基双(3-氯-2,6-二乙基苯胺) M-CDEA	314
5.3.5	4,4'-亚甲基双(2,6-二乙基)苯胺 (M-DEA)	315
5.3.6	4,4'-亚甲基双(2,6-二异丙基)苯胺 (M-DIPA)	316
5.3.7	4,4'-亚甲基双(2-异丙基-6-甲基)苯胺 (M-MIPA)	317
5.3.8	2,4-二氨基-3,5-二甲硫基氯苯 (TX-2)	318
5.3.9	4,4'-双仲丁氨基二苯基甲烷	319
5.3.10	1,4-双仲丁氨基苯	321
5.3.11	丙二醇双(4-氨基苯甲酸酯)	321
5.3.12	2,4-二氨基-3-甲硫基-5-丙基甲苯	322
5.3.13	甲苯二胺 (TDA)	323
5.3.14	4,4'-二氨基二苯基甲烷 (MDA)	324
5.3.15	4,4'-亚甲基双(2-乙基苯胺)	326
5.3.16	其他芳香族二胺	327
5.4	二元羧酸(酐、酯)	329
5.4.1	己二酸	329
5.4.2	癸二酸	332
5.4.3	对苯二甲酸	333
5.4.4	对苯二甲酸二甲酯	335
5.4.5	间苯二甲酸	337
5.4.6	邻苯二甲酸酐	339
5.4.7	丁二酸	340
5.4.8	戊二酸	341
5.4.9	壬二酸	342
5.4.10	十二碳二酸	343
5.4.11	1,4-环己烷二甲酸	343
5.4.12	1,4-环己烷二甲酸二甲酯	345
5.4.13	二聚酸	345
5.4.14	混合二羧酸	346
5.4.14.1	C <sub>4</sub> ~C <sub>6</sub> 二羧酸 (DBA)	346

5.4.14.2	长链混合二羧酸 .....	347
5.4.15	顺丁烯二酸酐 .....	347
<b>6</b>	<b>催化剂 .....</b>	<b>349</b>
6.1	催化剂简述 .....	349
6.2	叔胺催化剂 .....	351
6.2.1	三亚乙基二胺 .....	351
6.2.1.1	三亚乙基二胺晶体 .....	351
6.2.1.2	三亚乙基二胺溶液 .....	354
6.2.2	双(二甲氨基乙基)醚 .....	355
6.2.2.1	纯双(二甲氨基乙基)醚 .....	355
6.2.2.2	70%双(二甲氨基乙基)醚溶液 .....	356
6.2.2.3	低浓度双(二甲氨基乙基)醚溶液 .....	357
6.2.3	环己基甲基叔胺 .....	358
6.2.3.1	二甲基环己胺 .....	358
6.2.3.2	<i>N</i> -甲基二环己胺 .....	360
6.2.4	五甲基二亚烷基三胺 .....	361
6.2.4.1	五甲基二亚乙基三胺 .....	361
6.2.4.2	五甲基二亚丙基三胺 .....	362
6.2.5	四甲基亚烷基二胺 .....	363
6.2.5.1	四甲基乙二胺 .....	363
6.2.5.2	四甲基丙二胺 .....	364
6.2.5.3	四甲基己二胺 .....	365
6.2.6	2,4,6-三(二甲氨基甲基)苯酚 .....	365
6.2.7	1,3,5-三(二甲氨基丙基)六氢三嗪 .....	366
6.2.8	羟基叔胺 .....	367
6.2.8.1	二甲基乙醇胺 .....	367
6.2.8.2	二甲氨基乙氧基乙醇 .....	368
6.2.8.3	三甲基羟乙基丙二胺 .....	369
6.2.8.4	三甲基羟乙基乙二胺 .....	370
6.2.8.5	<i>N,N</i> -双(二甲氨基丙基)异丙醇胺 .....	370
6.2.8.6	<i>N,N,N'</i> -三甲基- <i>N'</i> -羟乙基双氨基乙醚 .....	371
6.2.8.7	其他含羟基的叔胺催化剂 .....	371
6.2.9	吗啉类催化剂 .....	372
6.2.9.1	<i>N</i> -甲基吗啉 .....	372

6.2.9.2	<i>N</i> -乙基吗啉	373
6.2.9.3	2,2-双吗啉基二乙基醚	374
6.2.9.4	<i>N</i> -可吗啉	374
6.2.9.5	其他 <i>N</i> -取代吗啉	375
6.2.10	咪唑衍生物催化剂	375
6.2.10.1	<i>N</i> -甲基咪唑	375
6.2.10.2	1,2-二甲基咪唑	376
6.2.10.3	其他 <i>N</i> -取代咪唑	376
6.2.11	DBU	377
6.2.12	哌嗪衍生物	378
6.2.12.1	1,4-二甲基哌嗪	379
6.2.12.2	<i>N,N',N''</i> -三甲基氨基乙基哌嗪	379
6.2.12.3	<i>N</i> -甲基- <i>N'</i> -羟乙基哌嗪	380
6.2.13	<i>N,N</i> -二甲基苄胺	380
6.2.14	三(二甲氨基)胺	381
6.2.15	三乙胺	382
6.2.16	<i>N,N</i> -二甲基(十六烷基)胺	382
6.2.17	四甲基亚氨基二丙基胺	383
6.3	有机金属催化剂	384
6.3.1	有机锡催化剂	384
6.3.1.1	二月桂酸二丁基锡	384
6.3.1.2	辛酸亚锡	385
6.3.1.3	二(十二烷基硫)二丁基锡	387
6.3.1.4	二醋酸二丁基锡	388
6.3.1.5	其他有机锡催化剂	388
6.3.2	羧酸盐催化剂	392
6.3.2.1	异辛酸钾	392
6.3.2.2	醋酸钾	393
6.3.2.3	油酸钾	394
6.3.2.4	异辛酸铅	394
6.3.2.5	异辛酸锌	395
6.3.3	醋酸苯汞	396
6.3.4	钛酸酯类催化剂	397
6.3.4.1	钛酸四丁酯	397
6.3.4.2	钛酸四异丙酯	398

6.3.5	其他不含锡有机金属催化剂 .....	399
6.4	部分厂家的催化剂 .....	401
<b>7</b>	<b>阻燃剂 .....</b>	<b>407</b>
7.1	卤代磷酸酯 .....	407
7.1.1	三(2-氯乙基)磷酸酯 .....	408
7.1.2	三(2-氯丙基)磷酸酯 .....	410
7.1.3	三(二氯丙基)磷酸酯 .....	413
7.1.4	四(2-氯乙基)二亚乙基醚二磷酸酯 .....	416
7.1.5	四(2-氯乙基)亚乙基二磷酸酯 .....	417
7.1.6	四(2-氯乙基)-2,2-二氯甲基-1,3-亚丙基二磷酸酯 .....	418
7.1.7	其他卤代双磷酸酯及卤代多聚磷酸酯 .....	420
7.1.7.1	卤代双磷酸酯阻燃剂 FR-530 .....	420
7.1.7.2	四(1,3-二氯异丙基)-2,2-二氯甲基-1,3-亚丙基二磷酸酯 .....	420
7.1.7.3	聚氨酯软泡阻燃剂 Antiblaze V88 .....	421
7.1.7.4	四(1-氯-2-丙基)-1,2-亚乙基二磷酸酯 .....	421
7.1.7.5	氯代二磷酸酯 Phosgard C-22-R .....	422
7.1.7.6	齐聚氯乙基磷酸酯 Fyrol-99 .....	422
7.1.7.7	Antiblaze V66 .....	422
7.1.7.8	Antiblaze V500 .....	422
7.1.7.9	Antiblaze V610 .....	422
7.1.8	二(2-卤代乙基)(3-溴代-2,2-二甲基丙基)磷酸酯 .....	423
7.1.9	其他溴氯代烷基磷酸酯 .....	423
7.1.9.1	含磷、溴和氯的阻燃剂 FRT-6 .....	423
7.1.9.2	2,2-二溴甲基-3-氯丙基双(1,3-二氯-2-丙基)磷酸酯 .....	424
7.1.9.3	2,2-二甲基-3-溴丙基双(1,3-二卤-2-丙基)磷酸酯 .....	424
7.1.9.4	三(2-溴-3-氯丙基)磷酸酯 .....	425
7.1.9.5	二(2,3-二溴丙基)二氯丙基磷酸酯 .....	425
7.1.10	三(二溴丙基)磷酸酯 .....	425
7.1.11	2,2-二甲基-3-氯丙基双(1,3-二氯-2-丙基)磷酸酯 .....	426
7.1.12	其他含磷含卤阻燃剂 .....	427
7.1.12.1	Fyrol 系列混合氯代磷酸酯 .....	427
7.1.12.2	Antiblaze 系列氯代磷酸酯(或混合物) .....	427
7.1.12.3	磷溴复合阻燃剂 Firemaster 550 和 Firemaster 552 .....	428

7.1.12.4	含磷溴复合阻燃剂 BP60 和 FR-60 .....	429
7.1.12.5	DE-60 系列含溴含磷混合阻燃剂 .....	430
7.2	磷酸酯类阻燃剂 .....	431
7.2.1	甲基磷酸二甲酯 .....	431
7.2.2	乙基磷酸二乙酯 .....	433
7.2.3	丙基磷酸二甲酯 .....	434
7.2.4	磷酸三异丙基苯酯 .....	435
7.2.5	磷酸三乙酯 .....	437
7.2.6	磷酸三(丁氧基乙基)酯 .....	438
7.2.7	磷酸三苯酯 .....	438
7.2.8	磷酸三甲苯酯 .....	439
7.2.9	间苯二酚双(二苯基磷酸酯) .....	440
7.2.10	低聚磷酸酯阻燃剂 Fyrol PNX 和 Fyrol PNX-S .....	441
7.2.11	其他磷酸酯阻燃剂 .....	442
7.3	卤代烃类及其他含卤阻燃剂 .....	442
7.3.1	五溴二苯醚 .....	442
7.3.2	十溴二苯醚 .....	444
7.3.3	四溴苯醚衍生物 .....	445
7.3.4	三(2,3-二溴丙基)聚异氰尿酸酯 .....	446
7.3.5	三溴苯酚 .....	447
7.3.6	四溴双酚 A 双(烯丙基)醚 .....	448
7.3.7	其他含卤阻燃剂 .....	448
7.4	三聚氰胺及其盐类 .....	449
7.4.1	三聚氰胺 .....	449
7.4.2	三聚氰胺盐阻燃剂 .....	451
7.4.2.1	三聚氰胺氰尿酸酯 .....	451
7.4.2.2	三聚氰胺(聚)磷酸盐 .....	451
7.5	反应型阻燃剂 .....	453
7.5.1	四溴邻苯二甲酸酯二醇 PHT4 Diol 和 Saytex RB-79 .....	453
7.5.2	含溴多元醇 Firemaster 520 .....	455
7.5.3	芳香族含溴二醇 Saytex RB-9130、RB-9170 和 Saytex RX 8500 .....	456
7.5.4	三(一缩二丙二醇)亚磷酸酯 .....	457
7.5.5	N,N-二(2-羟乙基)氮甲基磷酸二乙酯 .....	459
7.5.6	N,N-二(2-羟乙基)氮甲基磷酸二甲酯 .....	460



7.5.7	含磷反应性阻燃剂 Antiblaze PR82 .....	461
7.5.8	卤代聚醚多元醇 Ixol M 125 .....	461
7.5.9	卤代聚醚多元醇 Ixol B251 .....	462
7.5.10	无卤含磷多元醇 Exolit OP550 及 OP560 .....	463
7.5.11	有机磷卤化合物反应型阻燃剂 FRT-4 .....	464
7.5.12	含磷氯溴反应型阻燃剂 FR-780 .....	465
7.5.13	三溴新戊醇 .....	465
7.5.14	二溴新戊二醇 .....	466
7.5.15	四溴双酚 A 双羟乙基醚 .....	468
7.5.16	四溴二季戊四醇 .....	468
7.5.17	2,3-二溴丙醇 .....	469
7.5.18	其他反应性阻燃剂 .....	469
7.6	无机阻燃剂 .....	470
7.6.1	氢氧化铝 .....	470
7.6.2	三氧化二锑 .....	471
7.6.3	聚磷酸铵 .....	473
7.6.4	微胶囊包覆聚磷酸铵 .....	476
7.6.5	包覆红磷阻燃剂 .....	477
7.6.6	微胶囊包覆红磷糊状物 Exolit RP652 和 RP658 .....	477
7.6.7	硼酸锌 .....	478
7.6.8	无机复合阻燃剂 Smokebloc AZ-75 .....	479
7.6.9	其他无机阻燃剂 .....	480
8	发泡剂 .....	481
8.1	概述 .....	481
8.2	几种重要的发泡剂 .....	483
8.2.1	HCFC-141b .....	483
8.2.2	环戊烷 .....	486
8.2.3	戊烷 .....	487
8.2.4	HFC-245fa .....	488
8.2.5	HFC-365mfc .....	489
8.2.6	液体二氧化碳 .....	491
8.2.7	二氯甲烷 .....	491
8.3	其他发泡剂 .....	492
8.3.1	HFC-134a .....	492