

玻璃钢原材料手册

HANDBOOK OF RAW MATERIALS
FOR FIBER REINFORCED PLASTIC

汪泽霖 编著



化学工业出版社

玻璃钢原材料手册

HANDBOOK OF RAW MATERIALS
FOR FIBER REINFORCED PLASTIC

汪泽霖 编著



化学工业出版社

本书主要对基体树脂（热固性树脂、热塑性树脂）、固化剂、增强纤维、填料、引发剂、防老剂、稀释剂、阻燃剂、着色剂、溶剂、偶联剂、促进剂、脱模剂等玻璃钢常用原材料的英文名称、化学式、结构式、物化性能、制法、特性和应用等进行了全面论述。几乎收集了目前常用的原料和助剂品种，希望能够对从事玻璃钢/复合材料研究、生产、应用的技术人员以及相关的销售人员有所指导。

图书在版编目(CIP)数据

玻璃钢原材料手册/汪泽霖编著. —北京:
化学工业出版社, 2014.9
ISBN 978-7-122-21156-9

I. ①玻… II. ①汪… III. ①玻璃钢-原材料-技术手册
IV. ①TQ327.104-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第143435号

责任编辑: 赵卫娟	文字编辑: 向 东
责任校对: 吴 静	装帧设计: 张 辉
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 装: 三河市延风印装厂	
787mm×1092mm 1/16 印张34¼ 字数 1029千字	
2015年1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: 139.00元	版权所有 违者必究

前言

玻璃钢是玻璃纤维增强塑料的俗称，也称为纤维强化塑料。它是以纤维及其制品（布、带、毡、纱等）作为增强材料，以合成树脂作为基体材料的一种复合材料。根据采用的纤维不同分为玻璃纤维增强复合塑料，碳纤维增强复合塑料（CFRP），硼纤维增强复合塑料等。随着我国市场经济高速、健康发展，玻璃钢行业增长相对较快，行业发展潜力巨大。目前，玻璃钢在国民经济的各个领域都得到广泛应用，并已经向航空航天、国防军工、风力发电等高端领域发展。

玻璃钢成型过程中，除了主要原材料，如基体树脂（热固性树脂、热塑性树脂）、纤维和固化剂外，各种辅助材料（填料、交联剂、稀释剂、增塑剂、防老剂、阻燃剂、着色剂、促进剂等）也是必不可少的。本书重点对当前使用的、工业化生产的上述原材料的结构、分子式、物化性能、特性及选用等进行了介绍。

在该手册的编写过程中，参考了行业内各位专家、相关生产厂家的资料，在此表示深深的谢意。

该手册旨在作为玻璃钢行业从业人员的全面、详细的查阅工具，限于作者的水平 and 能力，不妥之处在所难免，敬请读者指正。

汪泽霖

2014年10月

目 录

第1章

不饱和热固性树脂

1

1.1 不饱和聚酯树脂	1
1.1.1 概述	1
1.1.2 手糊成型工艺用不饱和聚酯树脂	2
1.1.3 喷射成型工艺用不饱和聚酯树脂	5
1.1.4 树脂传递模塑成型工艺用不饱和聚酯树脂	6
1.1.5 缠绕成型工艺用不饱和聚酯树脂	6
1.1.6 模压成型工艺用不饱和聚酯树脂	8
1.1.7 层压成型工艺用不饱和聚酯树脂	14
1.1.8 拉挤成型工艺用不饱和聚酯树脂	15
1.1.9 连续板成型工艺用不饱和聚酯树脂	16
1.1.10 浇铸成型工艺用不饱和聚酯树脂	18
1.2 二甲苯不饱和聚酯树脂	20
1.3 乙烯基酯树脂	21
1.3.1 双酚A型乙烯基酯树脂	21
1.3.2 酚醛环氧型乙烯基酯树脂	22
1.3.3 溴化双酚A型乙烯基酯树脂	23
1.3.4 环氧氨基甲酸酯型乙烯基酯树脂	23
1.3.5 弹性体改性乙烯基酯树脂	24
1.3.6 SMC用乙烯基酯树脂	24
1.3.7 拉挤工艺用乙烯基酯树脂	26
1.3.8 防腐蚀工程用乙烯基酯树脂	28
1.4 苯二甲酸二烯丙基酯树脂	30
1.4.1 邻苯二甲酸二烯丙基酯	30
1.4.2 间苯二甲酸二烯丙基酯	32
1.5 丁苯树脂	34
1.6 聚丁二烯树脂	34
参考文献	35

环氧树脂

2.1 缩水甘油醚类环氧树脂	38
2.1.1 双酚A型环氧树脂	38
2.1.2 双酚F型环氧树脂	48
2.1.3 双酚AD型环氧树脂	49
2.1.4 双酚S型环氧树脂	49
2.1.5 间苯二酚型环氧树脂	50
2.1.6 氢化双酚A型环氧树脂	50
2.1.7 二酚基丙烷侧链型环氧树脂	51
2.1.8 酚醛环氧树脂 (线型苯酚甲醛环氧树脂)	51
2.1.9 邻甲酚甲醛环氧树脂	53
2.1.10 间苯二酚-甲醛型环氧树脂	54
2.1.11 1,1,2,2-四 (对羟基苯基)-乙烷四缩水甘油醚环氧树脂	54
2.1.12 三酚基甲烷三缩水甘油醚环氧树脂	55
2.1.13 均苯三酚三缩水甘油醚环氧树脂	55
2.2 缩水甘油酯类环氧树脂	56
2.2.1 邻苯二甲酸二缩水甘油酯	56
2.2.2 间苯二甲酸二缩水甘油酯 (732)	57
2.2.3 对苯二甲酸二缩水甘油酯 (FA-68)	57
2.2.4 四氢邻苯二甲酸二缩水甘油酯 (CY-182、711)	57
2.2.5 六氢邻苯二甲酸二缩水甘油酯 (CY-183)	58
2.2.6 1,2-环氧环己烷-4,5-二甲酸二缩水甘油酯 (TDE-85)	59
2.2.7 内亚甲基四氢邻苯二甲酸二缩水甘油酯	60
2.2.8 均苯三酸三缩水甘油酯	60
2.3 缩水甘油胺类环氧树脂	60
2.3.1 对氨基苯酚三缩水甘油基环氧树脂 (AFG-90、TGPaP)	61
2.3.2 氨基四官能环氧树脂 (AG-80、TGDDM)	61
2.3.3 三聚氰酸环氧树脂 (TGIC、国产型号为A-95和A-695)	62
2.3.4 二甲基海因二缩水甘油胺型环氧树脂	63
2.3.5 1,3-二缩水甘油-5,5-二甲基海因	64
2.4 脂环族环氧树脂	64
2.4.1 3,4-环氧基-6-甲基环己甲酸-3',4'-环氧基-6'-甲基环己甲酯 (ERL-4201、201)	64
2.4.2 3,4-环氧基环己甲酸-3',4'-环氧基环己甲酯 (ERL-4221)	65
2.4.3 二氧化乙烯基环己烯 (ERL-4206)	66
2.4.4 二氧化双环戊二烯 (ERL-4207)	67
2.4.5 二氧化双环戊基醚	68
2.4.6 二甲基代乙烯基环己烯二环氧化物 (ERL-4269)	69

2.5 脂肪族环氧树脂 69

2.6 柔韧性环氧树脂 70

2.6.1 缩水甘油酯型柔韧性环氧树脂 70

2.6.2 缩水甘油醚型柔韧性环氧树脂 71

2.7 含氟环氧树脂 72

2.7.1 二酚基六氟丙烷二缩水甘油醚 72

2.7.2 1,3-双(3-缩水甘油醚基四氟苯氧基)-2-羟基丙烷 72

2.7.3 1,4-双(羟基六氟异丙基)苯二缩水甘油醚 72

2.7.4 1,3-双(羟基六氟异丙基)苯二缩水甘油醚 72

2.7.5 1,3-双(羟基六氟异丙基)正全氟丙基苯二缩水甘油醚 73

2.7.6 1,4-双(羟基六氟异丙基)四氟苯二缩水甘油醚 73

2.7.7 4,4-二羟基八氟联苯二缩水甘油醚 73

2.7.8 4,4-双(羟基六氟异丙基)八氟联苯二缩水甘油醚 73

2.8 含氯、溴阻燃环氧树脂 73

2.8.1 四氯双酚A型环氧树脂 74

2.8.2 四溴双酚A型环氧树脂 74

2.9 含磷阻燃环氧树脂 77

2.9.1 六(3-缩水甘油醚基苯氧基)三聚磷腈 77

2.9.2 六缩水甘油醚基三聚磷腈 78

2.9.3 二(邻羟基苯基)-甲基氧磷二缩水甘油醚 78

2.9.4 二(3-缩水甘油)基苯基磷酸酯 78

2.9.5 二(3-缩水甘油氧)苯基氧磷 78

2.10 含氮阻燃环氧树脂 79

N,N-二缩水甘油基-2,4,6-三溴苯胺(DG-TBA) 79

2.11 甘油环氧树脂(B型) 79

参考文献 80

第3章

其它热固性树脂

3.1 酚醛树脂 81

3.1.1 氨酚醛树脂 81

3.1.2 钡酚醛树脂 83

3.1.3 镁酚醛树脂 84

3.1.4 浸渍用酚醛树脂 85

3.1.5 硼酚醛树脂 86

3.1.6 钼改性酚醛树脂 87

3.1.7 有机硅改性酚醛树脂 87

3.1.8 磷改性酚醛树脂	88
3.1.9 二甲苯改性酚醛树脂	88
3.1.10 双氰胺改性酚醛树脂	88
3.1.11 尼龙改性酚醛树脂	89
3.1.12 三聚氰胺改性酚醛树脂	90
3.1.13 NR9400系列新型酚醛树脂	90
3.1.14 聚酚醚酚醛树脂	90
3.2 苯并噁嗪树脂	91
3.2.1 苯并噁嗪PA	91
3.2.2 二苯甲烷二胺型苯并噁嗪 (MA)	92
3.2.3 双酚A型苯并噁嗪 (BA)	92
3.2.4 苯并噁嗪BM	93
3.2.5 苯并噁嗪22P-a	93
3.2.6 苯并噁嗪440-a	94
3.3 呋喃树脂	94
3.3.1 糠醛苯酚树脂	94
3.3.2 糠醇树脂	95
3.3.3 糠酮树脂	96
3.4 有机硅树脂	96
3.5 三聚氰胺树脂	99
3.6 聚氨酯树脂	100
3.7 氰酸酯树脂 (CE)	101
3.7.1 双酚A型氰酸酯 (BAC、BADCy)	103
3.7.2 双环戊二烯双酚型氰酸酯 (DCBC)	104
3.8 聚芳基乙炔树脂	104
3.9 硅炔树脂	105
3.9.1 间二乙炔基苯硅烷 (MSP)	105
3.9.2 甲基二苯乙炔基硅烷 (MDPES)	106
3.9.3 三(二苯基苯乙炔硅氧)-硼烷	106
3.9.4 聚(二乙炔基苯-硅烷-硼烷)(PASB)	107
3.10 聚酰亚胺树脂	107
3.10.1 均苯型聚酰亚胺	108
3.10.2 双马来酰亚胺树脂	108
3.10.3 PMR型聚酰亚胺	109
3.10.4 乙炔端基型聚酰亚胺	110
3.10.5 热塑性聚酰亚胺	111
3.10.6 聚酰胺酰亚胺	111
参考文献	112

热塑性树脂

4.1 聚乙烯 116

4.2 聚丙烯 118

4.3 聚氯乙烯 122

4.4 聚苯乙烯 123

4.5 ABS树脂 124

4.6 聚酰胺 126

4.6.1 聚酰胺6 126

4.6.2 聚酰胺66 127

4.6.3 聚酰胺46 130

4.6.4 聚酰胺1010 130

4.6.5 聚酰胺11 131

4.6.6 聚酰胺12 132

4.6.7 聚酰胺610 133

4.6.8 聚酰胺612 133

4.7 聚碳酸酯 134

4.8 聚甲醛 136

4.9 聚苯醚 137

4.10 聚酯树脂 138

4.10.1 聚对苯二甲酸丁二酯 138

4.10.2 聚对苯二甲酸乙二酯 140

4.10.3 聚环状对苯二甲酸丁二醇酯 141

4.11 氟塑料 141

4.11.1 聚四氟乙烯 141

4.11.2 聚全氟乙丙烯 143

4.11.3 聚三氟氯乙烯 144

4.11.4 聚偏氟乙烯 144

4.12 聚苯硫醚 144

4.13 聚砒类树脂 146

4.13.1 聚砒 146

4.13.2 聚醚砒 147

4.13.3 聚芳砒 147

4.14 聚芳醚酮 148

4.14.1 聚醚醚酮树脂 148

4.14.2 聚醚酮 149

4.15 聚苯并咪唑树脂 150

4.16 聚芳醚腈树脂 150

4.17 聚醚酰亚胺 152

参考文献 152

第5章

增强材料

5.1 玻璃纤维 154

5.1.1 玻璃纤维无捻粗纱 156

5.1.2 玻璃纤维短切原丝 162

5.1.3 磨碎纤维 163

5.1.4 玻璃纤维薄毡 163

5.1.5 玻璃纤维短切原丝毡 164

5.1.6 玻璃纤维缝合短切原丝毡 165

5.1.7 玻璃纤维连续原丝毡 165

5.1.8 玻璃纤维针刺毡 167

5.1.9 玻璃纤维复合毡 167

5.1.10 玻璃纤维无捻粗纱布 169

5.1.11 印制板用E玻璃纤维布 170

5.1.12 无碱玻璃纤维布 170

5.1.13 玻璃纤维多轴向经编织物 172

5.1.14 3-D双面板织物（三明治结构织物） 173

5.2 碳纤维 174

5.2.1 碳纤维原丝 174

5.2.2 磨短碳纤维 177

5.2.3 碳纤维短切原丝 177

5.2.4 碳纤维薄毡 177

5.2.5 碳纤维布 177

5.2.6 延展碳纤维大方格布 178

5.2.7 碳纤维经编织物 178

5.2.8 碳纤维预浸料 179

5.3 芳纶纤维 179

5.3.1 聚对苯二甲酰对苯二胺纤维 179

5.3.2 聚间苯二甲酰间苯二胺纤维 180

5.3.3 芳砜纶纤维 181

5.4 高硅氧纤维与石英纤维 182

5.5 硼纤维 183

5.6 超高分子量聚乙烯纤维 184

5.7 聚苯并噁唑纤维 185

5.8 聚[2,5-二羟基-1,4-亚苯基吡啶并二咪唑]纤维 185

5.9 碳化硅纤维 186

5.10 氧化铝纤维 186

5.11 氮化硼纤维 187

5.12 玄武岩纤维 187

5.12.1 玄武岩连续无捻粗纱 187

5.12.2 玄武岩纤维布 187

5.12.3 玄武岩纤维单向布 188

5.13 PET纤维 188

5.14 聚苯硫醚纤维 188

5.15 聚醚醚酮纤维 188

5.16 聚酰亚胺纤维 189

5.17 不锈钢纤维 189

5.18 混编布 190

5.18.1 芳纶纤维与碳纤维混编布 190

5.18.2 芳纶纤维与玻璃纤维混编布 190

5.18.3 玻璃纤维与碳纤维混编布 190

5.19 晶须 191

5.19.1 碳化硅晶须 191

5.19.2 钛酸钾晶须 191

5.19.3 氧化锌晶须 192

5.19.4 硼酸铝晶须 193

5.19.5 碳酸钙晶须 193

5.19.6 硫酸钙晶须 193

5.19.7 碱式硫酸镁晶须 193

参考文献 194

第6章

填 料

195

6.1 概述 195

6.2 碳酸钙 195

6.2.1 重质碳酸钙 196

6.2.2 轻质碳酸钙 196

6.3 碳酸镁 197

6.4 白云石粉 197

6.5 滑石粉 198

6.6 石棉粉 198

6.7 黏土 198

6.7.1 高岭土 198

6.7.2 凹凸棒黏土 200

6.7.3 蒙脱土 200

6.7.4 硅藻土	200
6.8 云母粉	200
6.8.1 微晶白云母	201
6.8.2 绢云母	201
6.8.3 绢英粉	201
6.9 硅灰石粉	202
6.10 微珠	202
6.10.1 粉煤灰	202
6.10.2 玻璃微珠	202
6.10.3 中空微球	204
6.11 工业废渣	205
6.11.1 硼泥	205
6.11.2 赤泥	205
6.12 矿物短纤维-双F	205
6.13 硫酸钡	206
6.13.1 重晶石粉	206
6.13.2 沉淀硫酸钡	206
6.14 硫酸钙	207
6.15 磷酸氢钙	207
6.16 磷酸锌	207
6.17 氧化镁	208
6.17.1 重质氧化镁	208
6.17.2 轻质氧化镁	208
6.18 二氧化硅	209
6.18.1 石英粉	209
6.18.2 白炭黑	210
6.19 二氧化钛	210
6.20 氧化铝	211
6.21 氢氧化铝	211
6.22 炭黑	212
6.23 石墨	213
6.23.1 石墨粉	213
6.23.2 膨胀石墨	213
6.23.3 石墨烯	214
6.24 珍珠岩	214
6.25 金属粉	214
6.25.1 铝粉	215
6.25.2 锌粉	215
6.25.3 铜金粉	215
6.25.4 银粉	215

6.26 天然有机粉末	216
6.26.1 木粉	216
6.26.2 竹纤维	216
6.26.3 果壳粉	216
6.26.4 纤维素纤维	216
参考文献	217

第7章

218

不饱和热固性树脂固化助剂

7.1 交联剂	218
7.1.1 苯乙烯	218
7.1.2 乙烯基甲苯	219
7.1.3 α -甲基苯乙烯	219
7.1.4 4-氯代苯乙烯	220
7.1.5 二乙烯基苯	220
7.1.6 甲基丙烯酸	220
7.1.7 邻苯二甲酸二烯丙酯	221
7.1.8 三聚氰酸三烯丙酯	221
7.1.9 丙烯酸 β -羟乙酯	221
7.1.10 丙烯酸甲酯	221
7.1.11 丙烯酸乙酯	222
7.1.12 甲基丙烯酸甲酯	222
7.1.13 丙烯酸正丁酯	223
7.1.14 丙烯酸碳酸酯	223
7.1.15 季戊四醇二烯丙基缩醛醚	223
7.1.16 丙烯腈	224
7.2 过氧化物引发剂	224
7.2.1 叔丁基过氧化氢	225
7.2.2 异丙基苯过氧化氢	225
7.2.3 过氧化氢二异丙苯	226
7.2.4 过氧化二叔丁基	226
7.2.5 过氧化二异丙基苯	226
7.2.6 过氧化叔丁基异丙苯	227
7.2.7 2,2-二(叔丁基过氧化)丁烷	227
7.2.8 2,5-二甲基-2,5-二(叔丁基过氧)己烷	227
7.2.9 2,5-二甲基-2,5-双(过氧化苯甲酰)己烷	228
7.2.10 2,5-双(2-乙基己酰过氧化)2,5-二甲基己烷	228
7.2.11 过氧化苯甲酰	228
7.2.12 过氧化2,4-二氯苯甲酰	229

7.2.13	过氧化二乙酰	229
7.2.14	过氧化二辛酰	230
7.2.15	过氧化二月桂酰	230
7.2.16	过氧化双(3,5,5-三甲基己酰)	230
7.2.17	过氧化丁二酸	231
7.2.18	过氧化乙酸叔丁酯	231
7.2.19	过氧化叔戊酸叔丁酯	231
7.2.20	过氧化异辛酸叔丁酯	231
7.2.21	过氧化异壬酸叔丁酯	232
7.2.22	过氧化新癸酸叔丁酯	232
7.2.23	过氧化月桂酸叔丁酯	232
7.2.24	过氧化苯甲酸叔丁酯	233
7.2.25	过氧化叔丁基碳酸异丙酯	233
7.2.26	过氧化二碳酸二异丙酯	234
7.2.27	过氧化二碳酸辛酯	234
7.2.28	过氧化二碳酸双十六烷基酯	234
7.2.29	过氧化二碳酸二环己酯	234
7.2.30	双(4-叔丁基环己基)过氧化二碳酸酯	235
7.2.31	过氧化二乙基乙酸叔丁酯	235
7.2.32	双过氧化邻苯二甲酸二叔丁酯	236
7.2.33	双(苯氧乙基)过氧化二碳酸酯	236
7.2.34	4,4'-双(过氧化叔丁基)戊酸正丁酯	236
7.2.35	过氧化甲乙酮	236
7.2.36	过氧化环己酮	238
7.2.37	过氧化二酰乙酮	238
7.2.38	过氧化-2,4-戊二酮	238
7.2.39	过氧化甲基异丁基酮(MIBKP)	239
7.2.40	1,1-二叔丁基过氧化环己烷	239
7.2.41	1,1-双(过氧化叔丁基)-3,3,5-三甲基环己烷	239
7.2.42	2,5-二甲基-2,5-双(叔丁过氧基)-3-己炔	240
7.2.43	α,α -双(叔丁过氧基)二异丙苯	240
7.2.44	2,2-双(4,4'-二叔丁过氧环己基)丙烷	240
7.3	偶氮化合物引发剂	240
7.3.1	2,2'-偶氮双(异庚腈)	241
7.3.2	2-叔丁基偶氮-2-氟基-4-甲氧基戊烷	241
7.3.3	2,2'-偶氮双异丁腈	241
7.3.4	2-叔丁基偶氮-2-氟基-4-甲基戊烷	241
7.3.5	2-叔丁基偶氮-2-氟基丁烷	242
7.3.6	1-异戊基偶氮-1-氟基环己烷	242
7.3.7	1-叔丁基偶氮-1-氟基环己烷	242

7.3.8	2-叔丁基偶氮异丁腈	242
7.3.9	2-叔丁基偶氮-2-氯基丙烷	243
7.4	促进剂	243
7.4.1	异辛酸钴	243
7.4.2	异辛酸锌	243
7.4.3	异辛酸锰	243
7.4.4	异辛酸钾	244
7.4.5	异辛酸钙	244
7.4.6	环烷酸钴	244
7.4.7	环烷酸锌	245
7.4.8	环烷酸铅	245
7.4.9	环烷酸锰	245
7.4.10	<i>N,N</i> -二甲基苯胺	245
7.4.11	<i>N,N</i> -二乙基苯胺	246
7.4.12	<i>N,N</i> -二甲基对甲苯胺	246
7.5	阻聚剂	247
7.5.1	对苯二酚	247
7.5.2	苯醌	247
7.5.3	对叔丁基邻苯二酚	248
7.5.4	甲基氢醌	250
7.5.5	对羟基苯甲醚	251
7.5.6	2-叔丁基对苯二酚	251
7.5.7	2,5-二叔丁基对苯二酚	251
7.5.8	2,5-二叔丁基对甲酚	252
7.5.9	吩噻嗪	252
7.5.10	环烷酸铜	253
7.6	增稠剂	253
7.6.1	活性轻质氧化镁	253
7.6.2	氢氧化镁	255
7.6.3	氧化钙	255
7.6.4	氢氧化钙	255
7.6.5	甲苯二异氰酸酯	256
7.6.6	聚合MDI	256
7.7	低收缩剂	257
7.7.1	低密度聚乙烯粉	257
7.7.2	聚苯乙烯	258
7.7.3	聚醋酸乙烯酯	258
7.7.4	饱和聚酯	259
7.7.5	甲基丙烯酸甲酯	259
	参考文献	260

环氧树脂固化剂及促进剂

8.1 多元胺类	261
8.1.1 脂肪族胺类	262
8.1.2 脂环族胺类	266
8.1.3 芳香族伯胺类	269
8.1.4 杂环胺	277
8.1.5 改性胺固化剂	278
8.2 叔胺及其盐	280
8.2.1 三乙胺	281
8.2.2 三乙醇胺	281
8.2.3 苄基二甲胺	282
8.2.4 2-(二甲氨基甲基)苯酚(DMP-10)	282
8.2.5 2,4,6-三(二甲氨基甲基)苯酚(DMP-30)	282
8.2.6 2,4,6-三(二甲氨基甲基)苯酚的三(α -乙基己酸)盐(K-61B)	283
8.2.7 2,4,6-三(二甲氨基甲基)苯酚的三油酸盐	284
8.2.8 吡啶	284
8.2.9 吡啶	284
8.2.10 甲基吡啶	285
8.3 咪唑类	285
8.3.1 咪唑	285
8.3.2 1-甲基咪唑	286
8.3.3 2-甲基咪唑	286
8.3.4 1,2-二甲基咪唑	286
8.3.5 2-乙基咪唑	286
8.3.6 2-乙基-4-甲基咪唑	287
8.3.7 2-十一烷基咪唑	287
8.3.8 2-十七烷基咪唑	287
8.3.9 2-苯基咪唑	288
8.3.10 2-苯基-4-甲基-5-羟甲基咪唑	288
8.3.11 2-苯基-4,5-二羟甲基咪唑	288
8.3.12 1-苄基-2-甲基咪唑	289
8.3.13 1-苄基-2-乙基咪唑	289
8.3.14 1-氟基乙基-2-甲基咪唑	289
8.3.15 1-氟基乙基-2-苯基偏苯三酸咪唑盐	290
8.3.16 1-氟基乙基-2-苯基-4,5-二(氟乙氧亚甲基)咪唑(2PH-Z-CN)	291

8.3.17	2-甲基咪唑三聚异氰酸盐 (2MZ-OK)	291
8.3.18	2-苯基咪唑三聚异氰酸盐 (2PZ-OK)	291
8.3.19	<i>N</i> -(3-氨基丙基)咪唑	292
8.3.20	2,4-二氨基-6-(2-甲基咪唑基-1-乙基)顺式三嗪 (2MZ-AZINE)	292
8.3.21	2,4-二氨基-6-(2-乙基-4-甲基咪唑基-1-乙基)顺式三嗪 (2E4MZ-AZINE)	292
8.3.22	2,4-二氨基-6-(2-十一烷基咪唑基-1-乙基)顺式三嗪 (C ₁₁ Z-AZINE)	293
8.4	酸酐类	293
8.4.1	邻苯二甲酸酐	294
8.4.2	顺丁烯二酸酐	295
8.4.3	四氢邻苯二甲酸酐 (THPA)	296
8.4.4	液体四氢邻苯二甲酸酐	296
8.4.5	3-甲基-1,2,3,6-四氢邻苯二甲酸酐	297
8.4.6	六氢邻苯二甲酸酐 (HHPA)	297
8.4.7	甲基六氢邻苯二甲酸酐 (MeHHPA)	298
8.4.8	内亚甲基四氢邻苯二甲酸酐 (NA酸酐)	298
8.4.9	甲基纳迪克酸酐 (MNA)	299
8.4.10	647酸酐	300
8.4.11	六氯内亚甲基四氢邻苯二甲酸酐 (HET)	300
8.4.12	均苯四甲酸二酐 (PMDA)	300
8.4.13	偏苯三甲酸酐 (TMA)	302
8.4.14	桐油改性顺丁烯二酸酐 (308或82酸酐)	303
8.4.15	十二烯基琥珀酸酐 (DDSA、DSA)	303
8.4.16	聚己二酸酐 (PADA)	303
8.4.17	聚壬二酸酐 (PAPA)	304
8.4.18	聚癸二酸酐 (PSPA)	304
8.4.19	3,3',4,4'-二苯甲酮四羧酸二酐 (BTDA)	305
8.5	潜伏性固化剂	305
8.5.1	双氰胺	305
8.5.2	三氟化硼-单乙胺配合物	306
8.5.3	三氟化硼-吡啶配合物	307
8.5.4	三氟化硼-三乙醇胺配合物	307
8.5.5	三氟化硼-胺的加成物	307
8.5.6	594固化剂	308
8.5.7	595固化剂	308
8.5.8	901固化剂	309
8.5.9	2PZ/PS-co-MAA微胶囊固化剂	309
8.6	线型合成树脂低聚物	309
8.6.1	聚醚胺	309