

FC 精细化工品生产工艺与技术

橡塑助剂

生产工艺与技术

韩长日 宋小平◎主编



 科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

FC 精细化工品生产工艺与技术

橡塑助剂生产工艺与技术

韩长日 宋小平 主编



科学技术文献出版社
SCIENTIFIC AND TECHNICAL DOCUMENTATION PRESS

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

橡塑助剂生产工艺与技术 / 韩长日, 宋小平主编. —北京: 科学技术文献出版社, 2015. 11

ISBN 978-7-5189-0632-1

I. ①橡… II. ①韩… ②宋… III. ①橡塑助剂—生产工艺 ②橡塑助剂—生产工艺 IV. ①TQ330.38 ②TQ320.424

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 197137 号

橡塑助剂生产工艺与技术

策划编辑: 孙江莉 责任编辑: 张 丹 责任校对: 赵 媛 责任出版: 张志平

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路15号 邮编 100038
编 务 部 (010) 58882938, 58882087 (传真)
发 行 部 (010) 58882868, 58882874 (传真)
邮 购 部 (010) 58882873
官 方 网 址 www.stdp.com.cn
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京教图印刷有限公司
版 次 2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
字 数 678千
印 张 29.25
书 号 ISBN 978-7-5189-0632-1
定 价 98.00元



版权所有 违法必究

购买本社图书, 凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责调换

前 言

精细化工品的种类繁多，生产应用技术比较复杂，全面系统地介绍各类精细化工品的产品性能、生产方法、工艺流程、生产配方（原料）、生产设备、生产工艺、产品标准、产品用途、安全与贮运，将对促进我国精细化工的技术发展、推动精细化工产品技术进步，以及满足国内工业生产的应用需求和适应消费者需要都具有重要意义。在科学技术文献出版社的策划和支持下，我们组织编写了这套《精细化工品生产工艺与技术》丛书。《精细化工品生产工艺与技术》是一部有关精细化工品生产工艺与技术的技术性系列丛书。将按照橡塑助剂、纺织染整助剂、电子与信息工业用化学品、皮革用化学品、造纸助剂、农用化学品、表面活性剂、化妆品、涂料等分册出版。旨在进一步促进和发展我国的精细化工产业。

本书为橡胶塑料助剂分册，介绍了抗氧剂（防老剂）、光稳定剂、热稳定剂、橡胶硫化剂和硫化促进剂、偶联剂、引发剂、增塑剂、阻燃剂和其他橡胶塑料助剂的生产工艺与技术。对各种橡塑助剂产品的产品性能、生产方法、工艺流程、生产配方（原料）、生产设备、生产工艺、产品标准、产品用途安全与贮运都做了全面而系统的阐述。全书在编写过程中参阅和引用了大量国内外专利及技术资料，书末列出了主要参考文献，部分产品中还列出了相应的原始研究文献，以便读者进一步查阅。

应当指出的是，在进行橡塑助剂产品的开发生产中，应当遵循先小试、再中试，然后进行工业性试产的原则，以便掌握足够的工业规模的生产经验。同时，要特别注意生产过程中的防火、防爆、防毒、防腐蚀及环境保护等有关问题，并采取有效的措施，以确保安全顺利地生产。

本书由韩长日、宋小平主编，参加本册编写的有韩长日、宋小平、郑超、余志刚、牛燕燕等。

本书在选题、策划和组稿过程中，得到了科学技术文献出版社、国家自然科学基金（21166009、81160391）、国家国际科技合作专项（2014DFA40850）、海南科技职业学院和海南师范大学的支持和资助，许多高等院校、科研院所和同人提供了大量的国内外专利和技术资料，在此，一并表示衷心的感谢。由于我们水平所限，错漏和不妥之处在所难免，欢迎广大同人和读者提出意见和建议。

编 者

目 录

第 1 章 抗氧化剂.....	1
1.1 抗氧剂 DLTP	1
1.2 抗氧剂 2246	3
1.3 防老剂 DFC-34	6
1.4 防老剂 4010NA	7
1.5 防老剂 4020	10
1.6 防老剂 288	12
1.7 防老剂 H	13
1.8 防老剂 DBH	15
1.9 防老剂 DOD	17
1.10 抗氧剂 1076	19
1.11 防老剂 A	21
1.12 防老剂 D	23
1.13 防老剂 AW	26
1.14 防老剂 CEA	28
1.15 防老剂 CMA	29
1.16 防老剂 AP	31
1.17 防老剂 BLE	33
1.18 防老剂 NBC	35
1.19 防老剂 RD	37
1.20 防老剂 4010	40
1.21 防老剂 DNP	42
1.22 抗氧剂 DSTOP	45
1.23 亚磷酸双酚 A 酯	48
1.24 防老剂 264	50
1.25 对叔丁基邻苯二酚	52
1.26 亚磷酸苯基二异辛酯	54
1.27 抗氧剂 KY-7910	57
1.28 抗氧剂 618	60
1.29 抗氧剂 MMF	63
1.30 抗氧化剂 DSTOP	65
1.31 抗氧化剂 1093	67
1.32 抗氧剂 3114	69

1.33	抗氧剂 MD-1024	71
1.34	抗氧剂 300	73
1.35	抗氧剂 121	75
1.36	抗氧剂 CA	77
第 2 章 光稳定剂		80
2.1	光稳定剂 GW-540	80
2.2	光稳定剂 BAD	82
2.3	光稳定剂 UV-9	85
2.4	紫外线吸收剂 UV-531	89
2.5	紫外线吸收剂 UV-P	93
2.6	光稳定剂 2002	96
2.7	紫外光吸收剂 UV-326	99
2.8	紫外光吸收剂 UV-327	101
2.9	紫外光吸收剂 UV-328	104
2.10	紫外光吸收剂 UV-24	106
2.11	紫外光吸收剂 UV-5411	108
2.12	紫外光吸收剂 RMB	111
2.13	光稳定剂 1084	112
2.14	光稳定剂 AM-101	115
2.15	光稳定剂三嗪-5	117
2.16	光稳定剂 770	119
第 3 章 热稳定剂		122
3.1	CZ-310 复合稳定剂	122
3.2	环氧油酸稀土盐	123
3.3	环氧大豆油	125
3.4	月桂酸稀土稳定剂	128
3.5	硬脂酸稀土稳定剂	130
3.6	棕榈酸稀土稳定剂	132
3.7	油酸稀土稳定剂	134
3.8	双(巯基乙酸-2-乙基酯)二正辛基锡	137
3.9	热稳定剂 RWS-784	138
3.10	热稳定剂 DBTM	140
3.11	硬脂酸铅	144
3.12	三盐基硫酸铅	147
3.13	二盐基亚磷酸铅	149
3.14	硬脂酸钡	151
3.15	二盐基邻苯二甲酸铅	154
3.16	硬脂酸钙	156

3.17	硬脂酸铝	158
3.18	硬脂酸锌	160
3.19	硬脂酸镉	162
3.20	硬脂酸镁	165
3.21	二月桂酸二丁基锡	167
3.22	液体钡镉锌复合稳定剂	170
第4章 橡胶硫化剂和硫化促进剂		173
4.1	硫黄	173
4.2	硫化剂 DTDM	175
4.3	硫化剂 VA-7	177
4.4	硫化剂 DCBP	179
4.5	硫化剂双 25	181
4.6	对醌二肟	184
4.7	硫化剂 DBQD	186
4.8	101 树脂	188
4.9	202 树脂	189
4.10	硫化剂 DCP	191
4.11	活性氧化锌	194
4.12	促进剂 CA	197
4.13	二硫代氨基甲酸稀土盐	200
4.14	促进剂 TP	202
4.15	促进剂 PZ	204
4.16	促进剂 EZ	206
4.17	促进剂 BZ	208
4.18	促进剂 PX	210
4.19	促进剂 SIP	212
4.20	促进剂 ZIP	214
4.21	促进剂 ZPD	216
4.22	促进剂 ZBX	217
4.23	促进剂 DIP	219
4.24	促进剂 CPB	221
4.25	促进剂 TMTM	222
4.26	促进剂 TBTS	225
4.27	促进剂 MZ	227
4.28	促进剂 NS	229
4.29	促进剂 DIBS	231
4.30	促进剂 DS	232
4.31	促进剂 808	235
4.32	促进剂 DOTG	237

4.33	促进剂 DETU	239
4.34	促进剂 DBTU	241
4.35	促进剂 NA-22	242
4.36	促进剂 TMTD	244
4.37	促进剂 TETD	248
4.38	促进剂 M	251
4.39	促进剂 DM	255
4.40	促进剂 CZ	259
4.41	促进剂 DZ	261
4.42	促进剂 NOBS	264
4.43	促进剂 H	267
4.44	促进剂 D	270
第5章 偶联剂		275
5.1	偶联剂 KR-38S	275
5.2	偶联剂 KH-550	277
5.3	KH-560 硅烷偶联剂	279
5.4	KH-570 硅烷偶联剂	281
5.5	偶联剂 KH-590	283
5.6	KH-792 硅烷偶联剂	284
5.7	苯胺甲基三乙氧基硅烷	286
5.8	KH-580 硅烷偶联剂	288
5.9	乙烯基三(2-甲氧乙氧基)硅烷	289
5.10	乙烯基三乙氧基硅烷	291
5.11	三异硬脂酰基钛酸异丙酯	293
5.12	三油酰基钛酸异丙酯	295
5.13	三(异辛酰基)钛酸异丙酯	296
5.14	二油酰基钛酸乙二醇酯	298
5.15	偶联剂 KR-7	300
5.16	偶联剂 KR-212	302
5.17	偶联剂 KR-238S	303
5.18	偶联剂 KJR-138S	305
5.19	偶联剂 KR-9S	307
5.20	偶联剂 KR-12	309
5.21	偶联剂 NDZ-101	312
第6章 引发剂		315
6.1	引发剂 A	315
6.2	过氧化环己酮	316
6.3	引发剂 BPO	318

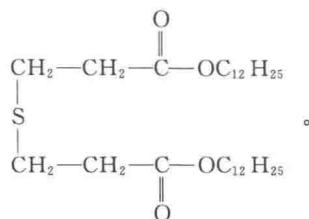
6.4	引发剂 IPP	321
6.5	引发剂 B	323
6.6	引发剂 BPO	325
6.7	引发剂 PV	328
6.8	引发剂 CP-02	330
6.9	引发剂 DCPD	332
6.10	引发剂 BPPD	334
6.11	引发剂 EHP	336
6.12	过硫酸钾.....	338
6.13	过硫酸铵.....	340
6.14	引发剂 TBCP	342
第7章 增塑剂.....		345
7.1	环氧脂肪酸异辛酯	345
7.2	聚酯增塑剂	347
7.3	增塑剂 DIBP	352
7.4	增塑剂 DEP	354
7.5	增塑剂 DIDP	356
7.6	增塑剂 DINP	358
7.7	二甘醇双邻苯二甲酸二辛酯	360
7.8	增塑剂 BBP	362
7.9	增塑剂 DBP	365
7.10	增塑剂 DCHP	368
7.11	增塑剂 DMP	370
7.12	增塑剂 DAP	373
7.13	增塑剂 DOP	376
7.14	增塑剂 BLP	378
7.15	增塑剂 BPBG	380
7.16	增塑剂 BOP	382
7.17	增塑剂 DIP	384
7.18	增塑剂 DTHP	386
7.19	增塑剂 DOTCP	387
7.20	增塑剂 DOM	389
7.21	305 增塑剂	391
7.22	增塑剂 DOA	394
7.23	增塑剂 DOS	398
7.24	增塑剂 DOZ	401
7.25	癸二酸二丁酯.....	405
7.26	磷酸二苯基异辛酯.....	407
7.27	磷酸三甲苯酯.....	409

7.28	增塑剂 DOTP	413
7.29	增塑剂 EBS	417
7.30	增塑剂 EISO	419
7.31	增塑剂 EMAR	422
7.32	增塑剂 EPS	425
7.33	塑剂 TBC	428
7.34	增塑剂 TPP	431
7.35	磷酸二辛酯.....	434
7.36	增塑剂 ATBC	436
7.37	增塑剂 TOTM	438
7.38	增塑剂 DBO	441
7.39	氯代甲氧基油酸甲酯.....	442
7.40	氯化石油酯.....	444
7.41	氯化石蜡-42	447
7.42	氯化石蜡-52	449
7.43	增塑剂 EMAR	451
7.44	烷基磺酸苯酯.....	454
主要参考文献.....		457

第 1 章 抗氧化剂

1.1 抗氧化剂 DLTP

抗氧化剂 DLTP (Antioxidant DLTP) 又称抗氧化剂 DLTPD、抗氧化剂 LTDP、防老剂 TPL (Antioxidant TPL)。化学名称硫代二丙酸二月桂酯 (Dilauryl thiodipropionate)。国外相应商品名有 Nonox DLTP (ICI, 美国)、Cganox LTDP (Cytec, 美国)、Crastab DLTPD (Morton, 美国), Somilizer TPL (住友化学, 日本)、Irganox PS80D (Ciba Spec Chem., 瑞士)。分子式 $C_{30}H_{58}O_4S$, 相对分子质量为 514.82。结构式:

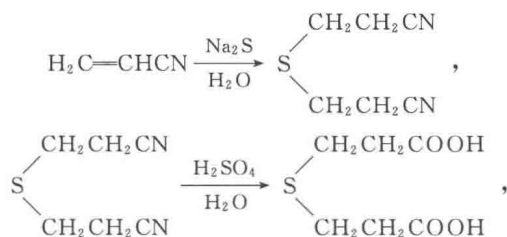


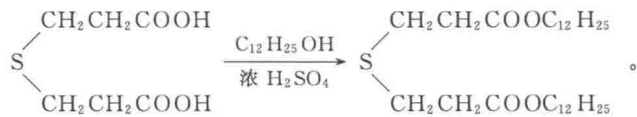
1. 产品性能

白色絮片状结晶粉末, 熔点 $38\sim 41\text{ }^{\circ}\text{C}$, 相对密度 0.965。易溶于苯、甲苯、汽油、石油醚等有机溶剂, 不溶于水。20 $^{\circ}\text{C}$ 时的溶解度 (g/100 g 溶剂): 丙酮 20, 四氯化碳 100, 苯 133, 石油醚 40, 甲醇 9.1。在 $60\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水中的溶解度为 0.1 以下。本品低毒, 大白鼠经口 $\text{LD}_{50} > 2500\text{ mg/kg}$ 。美国、日本、西欧多数国家许可用于食品包装材料。

2. 生产方法

由丙烯腈与硫化钠缩合制成硫代二丙腈。缩合反应在 $(20\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行, 反应产物经水洗、分离, 再用 55% 硫酸水解得到硫代二丙酸。将硫代二丙酸溶解在水中, 在浓硫酸存在下, 与月桂醇酯化。酯化反应在减压条件下进行, 反应产物经丙酮溶解、碳酸钠中和、压滤、结晶、过滤、干燥而得成品。





3. 工艺流程

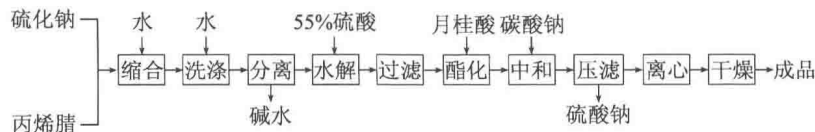


图1-1

4. 生产配方 (kg/t)

丙烯腈 (≥99%)	700
硫化钠 (≥57%)	900
浓硫酸 (≥98%)	700
月桂醇 (≥93%)	1100

5. 生产设备

溶解锅	缩合反应釜
水洗锅	水解反应釜
酯化釜	压滤机
过滤器	离心机
结晶釜	干燥箱

6. 生产工艺

在溶解锅中，先将硫化钠 175 kg 加水配成 15% 的水溶液，过滤，除去杂质。在配有冷却装置的搅拌反应釜内，加入丙烯腈 119 kg，通冷水冷却至 18℃。搅拌下滴加硫化钠水溶液，温度控制在 18~22℃，加完硫化钠后，保温反应 4~6 h。缩合反应完毕后，将物料静置分层，除去水层得硫代二丙腈。在耐酸搪瓷反应釜中，加入所制得的硫代二丙腈，在搅拌下缓缓滴加 50% 的硫酸（将浓硫酸 22.5 kg 配成浓度为 55% 硫酸溶液，在搅拌下冷却至室温），进行水解，硫酸滴加完后，继续搅拌水解至反应完全。再将物料冷却，离心制得硫代二丙酸。将硫代二丙酸投入酯化反应釜，加热使晶体熔化。搅拌下加入十八醇、催化剂浓硫酸和活性炭。加热升温，不断搅拌，抽真空，将生成的水及时排出，反应温度控制在 130℃ 左右，待体系中无水排出时，即为终点。酯化反应完毕后，趁热过滤，除去活性炭，冷却结晶。将晶体送入重结晶釜，加入丙酮，加热升温使晶体溶解。搅拌下加入纯碱中和，使物料呈中性。趁热过滤，滤液送入结晶槽，缓缓搅拌并冷却，降温至 12℃，使晶体充分析出。物料经吸滤后，滤液蒸馏回收丙酮，滤饼于真空干燥，得到抗氧化剂 DLTP。

7. 产品标准

外观	白色结晶粉末或片状固体
熔点/℃	38~41
酸值/ (mg KOH · g ⁻¹)	≤1.0
皂化值/ (mg KOH · g ⁻¹)	216~220
挥发物	≤0.1%
灰分	≤0.1%

8. 产品用途

用作塑料的辅助抗氧剂，是典型的硫代酯类辅助抗氧剂，与主抗氧剂并用，可产生协同作用，具有较高的分解过氧化物能力，用作聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、ABS 等热塑性树脂辅助抗氧剂。不着色、不污染，能显著提高制品的耐热稳定性和抗氧化性，与受阻酚和紫外线吸收剂配合，显示优异的协同效果。由于本品在稳定化过程中释放酸性物质，与受阻胺光稳定剂（HALS）有对抗作用，一般不宜与受阻胺配合使用。在树脂合成或制品加工时与受阻酚抗氧剂配合使用。添加量为 0.05%~1.5%。

9. 安全与贮运

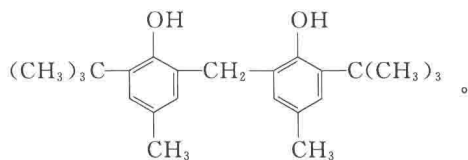
原料丙烯腈极毒，可以通过皮肤吸收中毒，工作场所最高容许浓度为 45 mg/m³。生产设备应密闭，操作人员应穿戴防护用具，车间内加强通风。产品用内衬塑料袋的纸桶包装，贮存于阴凉、通风、干燥处。不宜曝晒，避免高温。

10. 主要参考文献

- [1] 隋昭德, 李杰, 计汝文, 等. 抗氧剂 DLTP 生产新工艺[J]. 精细与专用化学品, 2001 (19): 16.
- [2] 黄耀威, 陈忻, 赖兴华, 等. 抗氧化剂 DLTP 的研制[J]. 佛山科学技术学院学报 (自然科学版), 1999 (1): 28-33.
- [3] 张学平. 硫代二丙酸二月桂酯纯度分析方法的研究[J]. 天津化工, 2009 (4): 53-55.

1.2 抗氧剂 2246

抗氧剂 2246 (Antioxidant 2246) 又称防老剂 2246, 化学名称为 2, 2'-亚甲基双(4-甲基-6-叔丁基苯酚) [2, 2'-methylene-bis(-methyl-6tert-butyl) phenol], 英文商品名有 MDP、MBMBP、Antage W-400、CAO-14 antigene。分子式 C₂₃H₃₂O₂, 相对分子质量 340.49。结构式:

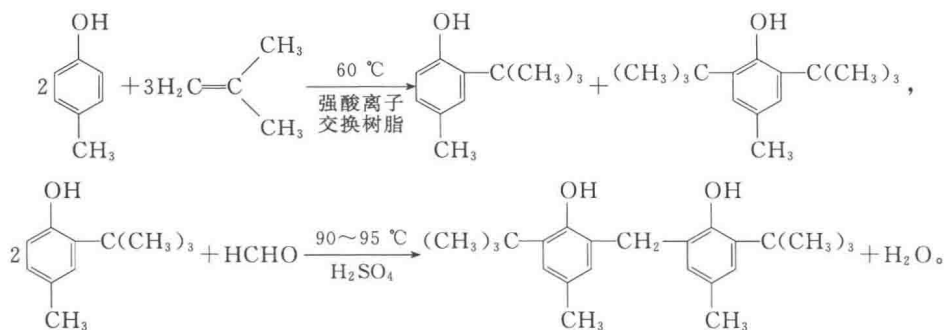


1. 产品性能

白色或乳黄色粉末，密度 $1.04 \sim 1.08 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，熔点 $125 \sim 133 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，易溶于苯、丙酮等有机溶剂，不溶于水，属于通用酚类抗氧剂，对氧、热引起的老化和光老化引起的龟裂防护效能高。它的反应性基团羟基（—OH）能与自动氧化中生成的自由基反应而中断链式反应。长期贮存时，颜色呈现粉红色，但不影响其产品性能。

2. 生产方法

在 732 号强酸性离子树脂的催化下，对甲酚与异丁烯发生烷基化反应，得到的 2-叔丁基-4-甲基酚与甲醛发生缩合反应，得到抗氧剂 2246：



3. 工艺流程

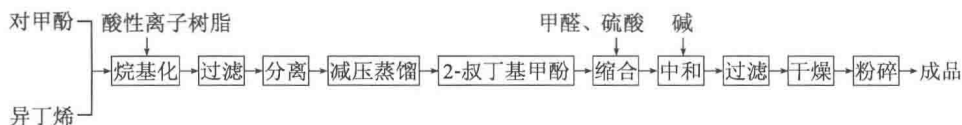


图1-2

4. 生产配方 (kg/t)

对甲苯酚（工业品）	1600
异丁烯（工业品）	1600
甲醛（40%）	400

5. 生产设备

烷基化反应	过滤器
重结晶釜	减压蒸馏釜
缩合反应釜	贮槽
干燥箱	粉碎机

6. 生产工艺

在烷基化反应中，对甲苯酚在 732 号强酸性离子交换树脂的催化下，于 $60 \sim 65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 下与异丁烯发生烷基化反应。反应生成单烷基化产物 2-叔丁基甲酚和双烷基化产物 2, 6-二叔丁基甲酚（防老剂 264），反应结束后，过滤除去催化剂。催化剂经再生循

环使用。滤液加入甲醇-氢氧化钠溶液中，析出防老剂 264。过滤后，将滤饼在乙醇中重结晶，过滤后干燥，得副产品防老剂 264。滤液经中和，蒸馏回收甲醇，水洗后减压蒸馏，蒸馏液冷却后析晶，分离得 2-叔丁基甲酚。

在缩合反应釜中，加入 200 号汽油为溶剂，加入 2-叔丁基甲酚和 40% 甲醛，以硫酸为催化剂。搅拌下于 90~95℃ 进行缩合反应。反应完毕，用碱中和催化剂，过滤，用水洗涤，干燥后粉碎，得抗氧 2246 产品。

7. 产品标准

外观	白色至乳白色粉末
初熔点/℃	≥120.0
加热减量	≤2.0%
灰分	≤0.4%
细度（过 600 孔/cm ² 筛）	≥99.5%

表 1-1 国外相应产品的质量指标

商品牌号	公司（国别）	外观	密度/（g·cm ⁻³ ）	熔点/℃
Vulkanox BXF	Bayer （德国）	白色至浅棕色粉末	1.04	>124
Antioxidant2264	Cyanumd （美国）	白色粉末	1.08	125~130
NocracNS-6	大内 （日本）	白色至灰白色粉末	1.08	120
Antage W-500	川口 （日本）	白色至灰色粉末		>119

8. 产品用途

抗氧剂 2246 系通用型强力酚类抗氧剂之一。广泛用于天然橡胶、合成橡胶、胶乳和其他多种合成材料和石油制品中。还可作为顺丁胶和乙丙胶的稳定剂，其效果超过常用的抗氧剂 264 和防老剂 D。对氧、热引起的老化和日光造成的表面龟裂有防护效能。对橡胶的硫化和可塑度均无影响。对乳胶无不安定作用。在水中易分散，使用方便。在天然胶中能减少过硫时的不良影响，本品无污染性，不变色，因此适用于浅色或艳色橡胶制品及乳胶的浸渍制品，纤维浸渍制品、医疗卫生制品。本品在橡胶中溶解度高，在正常用量下无喷霜现象。通常用量为 0.5%~1.5%。抗氧剂 2246 还可作为多种工程塑料的抗氧剂，如用于 ABS、聚甲醛、氧化聚醚、聚乙烯四氢呋喃、有机玻璃等。本品还可用作其他石油产品的抗氧添加剂，油溶性好，抗氧效果优良，且不易挥发，抗热氧，稳定性高。也可用作丙橡胶的分子量调节剂。

9. 安全与贮运

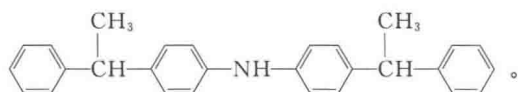
反应设备应密闭，操作人员应穿戴劳保用品。本品低毒，避免吸入粉尘，使用时戴防护用具。产品用内衬塑料袋的木桶包装，防火、防潮、防晒。

10. 参考文献

- [1] 柴义. 抗氧剂 2246 的合成研究[D]. 天津: 天津大学, 2007.
- [2] 王正. 抗氧剂 2246 的合成工艺研究与改进[D]. 天津: 天津大学, 2007.
- [3] 张天永, 池立峰, 夏文娟, 等. 抗氧剂 2246 的合成研究[J]. 化学工业与工程, 2009 (1): 19-22.

1.3 防老剂 DFC-34

防老剂 DFC-34 (Antiager DFC-34, antioxidant DFC-34, mixture of styrenated diphenylamine) 的化学成分为苯乙烯化二苯胺缩合物。国外商品名有 Wingstay 29 (美国)、Nocrac ODA (日本)。产品为载体型苯乙烯化二胺。结构式:

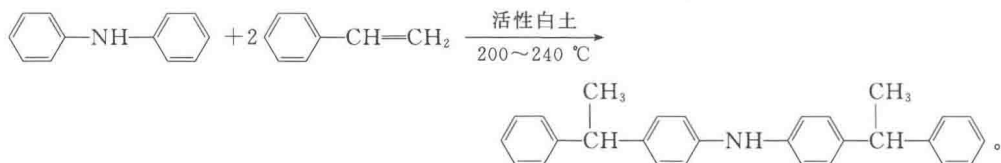


1. 产品性能

红棕色黏稠液体, 溶于汽油、苯、四氯化碳、乙醇、丙酮, 不溶于水。当掺入轻质碳酸钙载体后, 即成固体产品, 外观为浅褐色粉末。

2. 生产方法

在催化剂活性白土存在下, 于 200~240 °C, 二苯胺与苯乙烯烷基化反应, 反应后加入载体轻质碳酸钙, 搅拌、混匀过筛, 即为成品:



3. 工艺流程

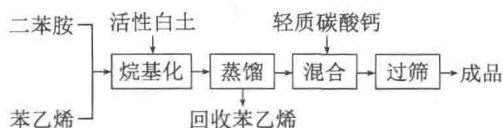


图1-3

4. 生产配方 (kg/t)

二苯胺 (≥97.5%)	160
苯乙烯 (≥99.0%)	200
轻质碳酸钙 (工业品)	640
活性白土 (工业品)	适量

5. 生产设备

反应釜	蒸馏
拌和机	振动筛

6. 生产工艺

将适量的烘干后的活性白土与 160 kg 二苯胺加入烷基化反应釜中，加热到 200～240 ℃，在 1 h 内，将 200 kg 苯乙烯慢慢加入，保温搅拌，反应维持 1～2 h 后，冷却蒸馏，得到苯乙烯化二苯胺，与 640 kg 轻质碳酸钙混合，混合物经振动筛过筛，得防老剂 DFC-34。

7. 产品标准

外观	浅褐色粉末
主成分含量	≥34%
水分	≤0.6%
堆密度/(g·cm ⁻³)	0.65±0.1
细度(过 15 目筛)	100%

8. 产品用途

用作天然橡胶和合成橡胶的抗热、抗曲挠防老剂。对橡胶的热氧老化、臭氧老化和疲劳龟裂具有优良的防护作用，对变价金属有抑制作用。用量为 1%～3%。

9. 安全与贮运

生产中使用二苯胺等，设备应密闭，车间内加强通风，操作人员应穿戴劳保用品。按一般化学品贮运。

10. 参考文献

- [1] 刘凯凯, 李松鹏, 陆宪华, 等. 受阻胺类橡胶防老剂研究进展及发展趋势[J]. 合成材料老化与应用, 2012 (5): 35-43.
- [2] 赵小彦, 郭绍辉, 陈俊, 等. 环保型橡胶防老剂研究进展[J]. 石化技术与应用, 2010 (6): 530-534.

1.4 防老剂 4010NA

防老剂 4010NA (Antioxidant 4010NA) 又称抗老剂 IPPD (Antioxidant IPPD)、抗氧剂 4010NA。化学名称 *N*-异丙基-*N'*-苯基对苯二胺 (*N*-isopropyl-*N'*-phenyl-*p*-phenylene diamine)。分子式 C₁₅H₁₈N₂，相对分子质量 226.31。结构式：

