

工艺·设备

环烷基减二线馏分油生产环烷基橡胶增塑剂N4006的工艺研究

许海龙, 宋君辉, 焦祖凯, 张翠侦

(中海油化工与新材料科学研究院, 山东 青岛 266500)

摘要:以环烷基减二线馏分油为原料,采用自制及市售催化剂,通过加氢处理-临氢降凝-补充精制3段高压加氢工艺,制备满足HG/T 5085—2016指标要求的环烷基橡胶增塑剂N4006(简称N4006)并对各催化剂加氢性能进行对比。结果表明:采用自制加氢处理-临氢降凝催化剂ZQC-LC,通过高压加氢工艺,可以得到硫含量和氮含量满足贵金属补充精制进料要求且倾点较低、芳烃含量较小的2段加氢生成油;以2段加氢生成油为原料,分别采用市售贵金属催化剂A和B,通过高压加氢工艺,均可以得到各项关键性能达到HG/T 5085—2016要求的N4006,但采用贵金属催化剂B时,目标产品的收率更高;以2段加氢生成油为原料,采用自制非贵金属催化剂R难以制备出光、热稳定性合格的N4006;以2段加氢生成油为原料,采用非贵金属催化剂R-贵金属催化剂B,通过高压加氢工艺,在较高贵金属补充精制空速(2.5 h⁻¹)下可以得到各项关键性能均达到HG/T 5085—2016要求的N4006,且该工艺催化剂成本较低。

关键词:橡胶增塑剂;环烷基减二线馏分油;加氢处理;临氢降凝;补充精制

中图分类号:TQ330.38⁺4

文献标志码:A

文章编号:1000-890X(2023)11-0887-06

DOI:10.12136/j.issn.1000-890X.2023.11.0887



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

环烷基橡胶增塑剂的芳烃含量小、环烷烃含量大,其具有与橡胶相容性好、环境友好性强等特点,被广泛用于热塑性弹性体苯乙烯-丁二烯-苯乙烯嵌段共聚物(SBS)、丁苯橡胶(SBR)等合成橡胶的充油、加工等领域^[1-2]。

目前,环烷基橡胶增塑剂主要采用高压加氢工艺进行生产,与传统工艺(溶剂精制、白土精制等)产品相比,高压加氢工艺产品的品质较为优异^[3]。

何萍等^[4]为了改善环烷基橡胶增塑剂的光、热稳定性,对高压加氢法生产环烷基橡胶增塑剂的工艺条件进行优化,以稠油减二线和减三线馏分油为原料油生产光、热稳定性优异的环烷基橡胶增塑剂,其工艺路线为:原料油→高压加氢处理→临氢降凝→蒸馏切割→深度加氢脱芳→光、热稳定性优异的环烷基橡胶增塑剂产品。

中国石化荆门石化公司以中间基原油减二线馏分油为原料,通过糠醛精制、酮苯脱蜡、2段加氢补充精制工艺生产出环烷基橡胶增塑剂产品^[5]。

中国石油克拉玛依石化公司采用3段高压加氢工艺,生产出高品质环烷基橡胶增塑剂产品。工艺路线为:减三线馏分油→糠醛精制→3段高压加氢→白土精制→加入光、热稳定复合添加剂,最终得到各项品质优异的环烷基橡胶增塑剂产品^[6]。

中海油富产优质的环烷基原油,其环烷烃含量大、倾点低,是生产环烷基橡胶增塑剂的优质原料。本工作利用中海油渤海某生产基地的环烷基减二线馏分油,采用自制和市售催化剂,通过3段高压加氢工艺,制备关键指标满足HG/T 5085—2016《橡胶增塑剂环烷基矿物油》要求的环烷基橡胶增塑剂N4006(以下简称N4006)产品。

作者简介:许海龙(1989—),男,山东济宁人,中海油化工与新材料科学研究院高级工程师,硕士,主要从事润滑油加工工艺及产品开发工作。
E-mail:xuhl20@cnoc.com.cn

引用本文:许海龙,宋君辉,焦祖凯,等.环烷基减二线馏分油生产环烷基橡胶增塑剂N4006的工艺研究[J].橡胶工业,2023,70(11):887-892.

Citation:XU Hailong, SONG Junhui, JIAO Zukai, et al. Study on process of producing naphthenic rubber plasticizer N4006 from naphthenic second vacuum side-stream oil[J]. China Rubber Industry, 2023, 70(11): 887-892.

1 实验

1.1 原料油性质及产品性能指标

采用的原料油即环烷基减二线馏分油的性质如表1所示, C_p , C_N 和 C_A 分别为链烷烃、环烷烃和芳烃的碳原子数占总碳原子数的比例。由表1数据可知:该环烷基馏分油的芳烃及环烷烃含量较大、倾点较低,是制备环烷基橡胶增塑剂的优质原料;但该环烷基馏分油的酸值及硫、氮等非理想组分含量较大,其需要通过加氢工艺进行精制和脱除非理想组分。

表1 原料油的性质
Tab.1 Properties of raw oil

项 目	数值	项 目	数值
运动粘度/($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)		开口闪点/ $^{\circ}\text{C}$	220
40 $^{\circ}\text{C}$	104.4	倾点/ $^{\circ}\text{C}$	-6
100 $^{\circ}\text{C}$	7.57	族组成(质量计)/%	
折光率(20 $^{\circ}\text{C}$)	1.525 2	链烷烃	2.9
密度(20 $^{\circ}\text{C}$)/($\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	0.946 6	环烷烃	52.1
碳型分布/%		芳香烃	43.1
C_p	37.1	模拟馏程/ $^{\circ}\text{C}$	
C_N	38.2	初馏点	303.8
C_A	24.7	5%馏出率 ²⁾	363.2
酸值 ¹⁾ /($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	3.98	50%馏出率 ²⁾	388.2
硫含量/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	3 070	95%馏出率 ²⁾	426.2
氮含量/($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	1 740	终馏点	438.2

注:1)以氢氧化钾计;2)馏出物质量占原料油质量的比例。

N4006产品满足HG/T 5085—2016要求的关键性能指标如表2所示。

表2 N4006产品的关键性能指标
Tab.2 Key performance indicators of N4006 product

项 目	指标
100 $^{\circ}\text{C}$ 运动粘度/($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	5~7
碳型分布/%	
C_N	≥ 40
C_A	≤ 1
开口闪点/ $^{\circ}\text{C}$	≥ 185
倾点/ $^{\circ}\text{C}$	≤ -18
颜色/赛氏号	$\geq +26$
紫外光安定性/赛氏号	$\geq +15$
热安定性/赛氏号	$\geq +20$

1.2 催化剂

催化剂涉及加氢处理、临氢降凝、非贵金属补充精制及贵金属补充精制催化剂,具体如表3所示。

3种自制催化剂的主要理化性质如表4所示。

表3 催化剂种类
Tab.3 Types of catalysts

项目	加氢处理 催化剂	临氢降凝 催化剂	非贵金属补充 精制催化剂	贵金属补充 精制催化剂
来源	自制	自制	自制	市售
代号	ZQC	LC	R	A,B

表4 自制催化剂的理化指标
Tab.4 Physical and chemical indexes of self-made catalysts

项 目	催化剂代号		
	ZQC	LC	R
化学组成(以质量计)/%			
MoO ₃	—	—	6.5~8.5
WO ₃	26.0~29.0	—	20.0~23.0
NiO	2.0~4.0	1.0~3.0	3.5~5.5
孔体积/($\text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$)	>0.25	>0.19	>0.4
比表面积/($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	>110	>190	>160
直径/mm	1.5~1.8	1.3~1.7	1.1~1.4
形状	三叶草条形	三叶草条形	三叶草条形

1.3 试验装置及工艺流程

本试验在300 mL连续固定床高压加氢试验装置上进行,各工艺参数均由分布式控制系统(DCS)精确控制,温度控制精度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,现场装置系统压力采用高分尾气减压系统自动控制。反应器顶部和底部装填惰性瓷球(保证原料油物流分布均匀且对催化剂床层进行支撑),中间装填加氢催化剂。试验氢为经高压脱氧、分子筛脱水的高纯氢,采用氢气一次通过的工艺流程,具体试验装置及流程如图1所示。

1.4 技术路线及试验过程

1.4.1 技术路线

原料油→加氢处理→临氢降凝→贵金属补充精制/非贵金属补充精制→贵金属补充精制→N4006。

1.4.2 试验过程

加氢处理。在高氢分压、高温条件下,在加氢处理催化剂的催化作用下,原料油发生加氢饱和、开环等反应,脱除其中大量的芳烃类和含氧、硫、氮的化合物等非理想组分^[7-8]。

临氢降凝。加氢处理生成油进入临氢降凝反应器,进行临氢降凝反应,以降低倾点而改善油品的低温流动性。典型环烷基油品的低温凝固现象为粘温凝固,主要为油品分子在低温下运动粘度变大导致的流动性变差。采用含有择型分子筛的临氢降凝催化剂,选择性的使能进入催化剂孔道

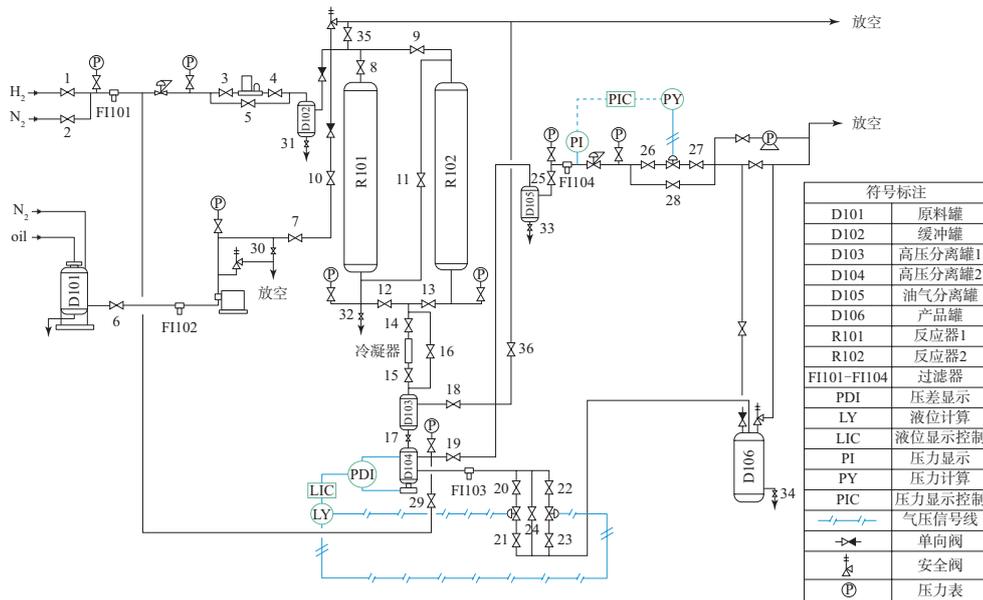


图1 加氢试验装置及工艺流程

Fig.1 Hydrogenating test device and process flow

的高凝点长直链烃类发生裂化反应,变成低凝点烃类,进而降低油品的倾点^[9]。

补充精制。经加氢处理-临氢降凝反应得到的生成油中仍含有少量芳烃,这些芳烃会严重影响产品的光、热稳定性,需通过加氢补充精制脱除。分别在还原态贵金属补充精制、硫化态非贵金属补充精制催化剂的催化作用下,在高氢分压、较高温度条件下发生芳烃饱和、开环反应,脱除油品中存在的少量芳烃等非理想组分,改善产品的光、热稳定性^[10-11]。

对经加氢处理-临氢降凝-补充精制工艺得到的加氢生成油进行馏分切割,切除轻组分,得到运动粘度、倾点、开口闪点及光、热稳定性等关键性能合格的N4006。

2 结果与讨论

2.1 加氢处理-临氢降凝试验

采用自制的ZQC/LC催化剂,固定反应压力为15 MPa,氢油体积比为1 000 : 1,空速为0.34 h⁻¹/2.0 h⁻¹,考察反应温度对加氢生成油硫含量、氮含量、倾点等关键性能的影响,确定制备补充精制段合格原料的合适工艺条件,试验数据如表5所示。

从表5可知:随着加氢处理及临氢降凝反应温度的升高,生成油的硫含量、氮含量、C_A、芳香烃含量均呈减小趋势;同时,倾点逐渐降低,低温流动

表5 加氢处理-临氢降凝试验数据

Tab.5 Test data of hydrotreating-hydrodewaxing

项 目	样品编号			
	1-1	1-2	1-3	1-4
加氢处理/临氢降凝				
反应温度/℃	350/350	360/360	370/360	370/370
装置液体收率/%	99.24	98.56	98.01	97.82
全馏分				
硫含量/(mg·kg ⁻¹)	17.6	9.7	1.2	1.1
氮含量/(mg·kg ⁻¹)	23.7	7.8	1.0	1.1
>330℃馏分性能				
100℃运动粘度/(mm ² ·s ⁻¹)	6.42	6.28	6.11	5.98
C _A /%	7.1	6.5	4.7	4.2
开口闪点/℃	199	194	195	190
倾点/℃	-12	-15	-15	-21
族组成(质量计)/%				
链烷烃	3.0	3.1	3.5	3.2
环烷烃	76.8	81.7	84.2	84.8
芳香烃	20.2	15.2	12.3	12.0

性逐渐变好。当加氢处理/临氢降凝反应温度为370/370℃时,加氢生成油的硫含量和氮含量均小于2 mg·kg⁻¹,满足贵金属催化剂进料要求;倾点低于-18℃,达到N4006产品指标要求。

2.2 补充精制试验

经加氢处理-临氢降凝反应得到的生成油中仍含有少量的芳烃,需通过高压加氢补充精制工艺脱除。采用表5中1-4生成油大样为原料,开展补充精制试验。

2.2.1 采用贵金属催化剂A补充精制

采用市售贵金属催化剂A开展加氢补充精制试验,固定反应压力为15 MPa,氢油体积比为800:1,空速为 0.8 h^{-1} ,试验数据如表6所示。

表6 采用贵金属催化剂A补充精制试验数据
Tab.6 Test data of supplementary refining using precious metal catalyst A

项 目	样品编号		
	2-1	2-2	2-3
反应温度/℃	220	230	240
>330℃馏分收率/%	84.91	77.29	72.41
>330℃馏分性能			
100℃运动粘度/ ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	5.95	5.84	5.71
碳型分布/%			
C_p	50.2	51.3	52.8
C_N	49.8	48.7	47.2
C_A	0	0	0
开口闪点/℃	207	204	192
倾点/℃	-21	-24	-24
族组成(质量计)/%			
链烷烃	3.6	3.5	3.2
环烷烃	96.4	96.5	96.8
芳香烃	0	0	0
颜色/赛氏号	+30	+30	+30
光安定性/赛氏号	+14	+17	+19
热安定性/赛氏号	+18	+22	+25

从表6可知:反应温度不低于230℃时,得到的目标产品的光、热稳定性优异,运动粘度、倾点合适,关键性能满足N4006指标要求;同时, C_A 及芳香烃含量为零,这是因为油品中残留的少量芳烃在高压、高温、氢气环境下发生充分的芳烃饱和反应,芳香烃转化为环烷烃,部分开环生成链烷烃;但是收率较小,不足80%,且橡胶增塑剂的最理想组分含量 C_N 较小, C_p 却较大,说明在该催化剂的催化作用下,油品发生了较为强烈的开环及裂化反应,损失了部分理想组分。

在催化剂A催化作用下,可以得到关键性能合格的N4006产品,但目标产品的收率及 C_N 相对较小。

2.2.2 采用贵金属催化剂B补充精制

采用市售贵金属催化剂B开展加氢补充精制试验,固定反应压力为15 MPa,氢油体积比为800:1,空速为 0.8 h^{-1} ,试验数据如表7所示。

从表7可知,反应温度不低于230℃时,得到的目标产品的光、热稳定性和运动粘度等关键性能

表7 采用贵金属催化剂B补充精制试验数据
Tab.7 Test data of supplementary refining using precious metal catalyst B

项 目	样品编号		
	2-4	2-5	2-6
反应温度/℃	220	230	240
>330℃馏分收率/%	85.22	84.51	83.69
>330℃馏分性能			
100℃运动粘度/ ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	5.91	5.87	5.74
碳型分布/%			
C_p	44.2	44.9	45.5
C_N	55.8	55.1	54.5
C_A	0	0	0
倾点/℃	-21	-21	-24
族组成(质量计)/%			
链烷烃	3.9	4.2	4.1
环烷烃	96.1	95.8	95.9
芳香烃	0	0	0
颜色/赛氏号	+30	+30	+30
光安定性/赛氏号	+13	+18	+20
热安定性/赛氏号	+19	+23	+25

满足N4006指标要求,且收率和 C_N 相对较大,说明原料油主要发生了较为充分的芳烃饱和反应,开环、裂化反应强度适中,贵金属催化剂B作为N4006产品的补充精制催化剂较为合适。

橡胶增塑剂补充精制催化剂的主要作用为芳烃深度饱和,大多为具有加氢和开环/裂化功能的双功能催化剂。加氢功能是由铂、钨等金属活性中心提供,而酸性中心提供裂化功能^[12]。中等酸度的酸性中心即可使环烷烃开环,如果酸性中心的酸性过强,会使开环后的产物发生二次裂化,目标产品的收率及 C_N 减小。因此,双功能催化剂的加氢和开环/裂化功能要在芳烃饱和与开环的反应中达到适当的平衡,即在能够满足一定环烷烃开环的裂化活性的前提下,尽量提高催化剂的加氢饱和活性^[13-15]。

2.2.3 采用非贵金属催化剂R-贵金属催化剂B补充精制

采用自制的非贵金属催化剂R开展加氢补充精制试验,固定反应压力为15 MPa,氢油体积比为800:1,空速为 0.5 h^{-1} ,试样数据如表8所示。

从表8可知:随着反应温度的升高,目标产品的收率和 C_N 逐渐减小,光、热稳定性逐渐变好;但当反应温度不低于300℃时,随着反应温度的升高,产品的光、热稳定性变化不明显,未达到N4006指标要求;同时,当反应温度为320℃时,目标产品

表8 采用非贵金属催化剂R补充精制试验数据

Tab. 8 Test data of supplementary refining using non-precious metal catalyst R

项 目	样品编号		
	2-7	2-8	2-9
反应温度/℃	280	300	320
>330 ℃馏分收率/%	84.85	83.98	79.57
>330 ℃馏分性能			
100 ℃运动粘度/ (mm ² ·s ⁻¹)	5.82	5.73	5.41
碳型分布/%			
C _P	42.9	43.5	44.8
C _N	57.1	56.5	55.2
C _A	0	0	0
族组成(质量计)/%			
链烷烃	3.2	3.6	3.9
环烷烃	92.1	93.2	93.1
芳香烃	4.7	3.2	3.0
颜色/赛氏号	+25	+27	+28
光安定性/赛氏号	+1	+5	+6
热安定性/赛氏号	+5	+8	+8

的收率减小及运动粘度下降较为明显,裂化反应显著加强。

综上所述,采用非贵金属催化剂R难以制备出光、热稳定性合格的N4006产品。

因此,以产品的收率相对较大、性能较优的2-8全馏分条件样品为原料,采用贵金属催化剂B进行二次补充精制试验,固定反应压力为15 MPa,氢油体积比为800:1,空速为2.5 h⁻¹,试验数据见表9。

表9 采用贵金属催化剂B二次补充精制试验数据

Tab. 9 Test data of secondary supplement refining using precious metal catalyst B

项 目	样品编号		
	2-10	2-11	2-12
反应温度/℃	220	230	240
>330 ℃馏分收率/%	83.44	83.05	82.71
>330 ℃馏分性能			
100 ℃运动粘度/ (mm ² ·s ⁻¹)	5.70	5.67	5.66
碳型分布/%			
C _P	43.6	43.7	43.9
C _N	56.4	56.3	56.1
C _A	0	0	0
族组成(质量计)/%			
链烷烃	3.5	3.8	3.6
环烷烃	96.5	96.2	96.4
芳香烃	0	0	0
颜色/赛氏号	+30	+30	+30
光安定性/赛氏号	+14	+20	+22
热安定性/赛氏号	+18	+23	+26

从表9可知,当反应温度不低于230 ℃时,目标产品的光、热稳定性及其他关键性能均达到指标要求,即一次非贵金属补充精制生成油经贵金属补充精制,在较大空速(2.5 h⁻¹)下可得到关键性能均达到HG/T 5085—2016要求的N4006产品。

3 结论

(1) 以环烷基减二线馏分油为原料,采用自制加氢处理-临氢降凝催化剂ZQC-LC,可以得到硫含量和氮含量满足贵金属补充精制进料要求且倾点较低、芳烃含量较小的2段加氢生成油。

(2) 以2段加氢生成油为原料,分别采用市售贵金属催化剂A和B,通过高压加氢工艺,均可得到关键性能达到HG/T 5085—2016要求的N4006,其中采用贵金属催化剂B的N4006的收率更高。

(3) 以2段加氢生成油为原料,采用自制非贵金属催化剂R难以制备出光、热稳定性合格的N4006。

(4) 以2段加氢生成油为原料,采用非贵金属催化剂R-贵金属催化剂B,通过高压加氢工艺,在较高贵金属补充精制空速(2.5 h⁻¹)下可得到关键性能均达到HG/T 5085—2016要求的N4006;与全部使用贵金属催化剂相比,该工艺催化剂成本较低。

参考文献:

- [1] 梁星宇,周木英. 橡胶工业手册(第三分册)[M]. 北京:化学工业出版社,1992.
- [2] 高鹏,付秋红,孟祥兰,等. 环烷基减三线馏分油高压加氢降凝工艺试验[J]. 石油化工高等学校学报,2012,25(1):37-40.
GAO P, FU Q H, MENG X L, et al. Test of high-pressure hydrodewaxing process on naphthenic third vacuum side distillate oil[J]. Journal of Petrochemical Universities, 2012, 25(1):37-40.
- [3] DROBNY G J. Handbook of thermoplastic elastomers[M]. New York, USA: William Andrew Publishing, 2007.
- [4] 何萍,罗来龙,胡宇辉,等. 加氢法生产白色环烷基橡胶油的研究[J]. 橡胶工业,2006,8(6):475-478.
HE P, LUO L L, HU Y H, et al. Preparation of white naphthenic oil for rubber with hydrogenation[J]. China Rubber Industry, 2006, 8(6): 475-478.
- [5] 韩生,程型国,马书杰,等. 高压加氢环烷基橡胶油高温下性质变化研究[J]. 润滑油,2005,20(3):57-60.
HAN S, CHENG X G, MA S J, et al. The study of characteristics change of hydro-treated naphthenic rubber oil under high

- temperature[J]. *Lubricating Oil*, 2005, 20(3): 57-60.
- [6] 韩生, 高红, 马书杰, 等. 我国橡胶油的发展现状及市场分析[J]. *石油商技*, 2009, 27(1): 69-72.
HAN S, GAO H, MA S J, et al. Development status and market analysis of rubber oil in China[J]. *Petroleum Products Application Research*, 2009, 27(1): 69-72.
- [7] SENGERS W G F, WUBBENHORST M, PICKEN S J, et al. Distribution of oil in olefinic thermoplastic elastomer blends[J]. *Polymer*, 2005, 46(17): 6391-6401.
- [8] RABELO NETO R C, LIMA D O, PINHEIRO T D S, et al. Thermo-oxidative stability of mineral naphthenic insulating oils: Combined effect of antioxidants and metal passivator[J]. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2004, 43(23): 7428-7434.
- [9] 甄涛, 刘丽芝, 宋君辉, 等. ZSM-5硅烷化改性对临氢降凝催化剂的影响[J]. *工业催化*, 2019, 27(4): 80-84.
ZHEN T, LIU L Z, SONG J H, et al. Effect of ZSM-5 silanization modification on hydrodewaxing catalyst[J]. *Industrial Catalysis*, 2019, 27(4): 80-84.
- [10] BERGERON I, CHARLAND J P, TERNAN M. Color degradation of hydrocracked diesel fuel[J]. *Energy & Fuels*, 1999, 13(3): 686-693.
- [11] 许海龙, 宋君辉, 徐岩峰, 等. 加氢精制催化剂制备橡胶增塑剂 A0709的研究[J]. *橡胶工业*, 2021, 68(12): 917-921.
XU H L, SONG J H, XU Y F, et al. Study on preparation of rubber plasticizer A0709 by hydrotreating catalyst[J]. *China Rubber Industry*, 2021, 68(12): 917-921.
- [12] 黄为民, 祖德光, 石亚华, 等. 加氢处理的润滑油基础油光安定性影响因素的研究[J]. *石油学报(石油加工)*, 2000, 16(4): 31-37.
HUANG W M, ZU D G, SHI Y H, et al. Factors influencing color stability of hydrotreated lube base oil[J]. *Acta Petrolei Sinica (Petroleum Processing Section)*, 2000, 16(4): 31-37.
- [13] 刘妍, 马书杰, 宫卫华, 等. 橡胶油类型对充油SBS性能的影响[J]. *润滑油*, 2011, 26(2): 59-64.
LIU Y, MA S J, GONG W H, et al. Impact of the extender oil types on the properties of oil-extended SBS[J]. *Lubricating Oil*, 2011, 26(2): 59-64.
- [14] JEONG J K, LEE D C. Solubility parameter of a SBS triblock copolymer[J]. *Korea Polymer Journal*, 1999, 4(1): 9-15.
- [15] MARTINA L, REDELIUS P. Determination of three-dimensional solubility parameters and solubility spheres for naphthenic mineral oils[J]. *Energy & Fuels*, 2008, 22(5): 3395-3401.

收稿日期: 2023-06-21

Study on Process of Producing Naphthenic Rubber Plasticizer N4006 from Naphthenic Second Vacuum Side-stream Oil

XU Hailong, SONG Junhui, JIAO Zukai, ZHANG Cuizhen
(CNOOC Institute of Chemicals and Advanced Materials, Qingdao 266500, China)

Abstract: Taking the naphthenic second vacuum side-stream oil as raw material, using self-made and commercially available catalysts, through hydrotreating-hydrodewaxing-supplementary refining three stage high pressure hydrotreating process, naphthenic rubber plasticizer N4006 (referred to as N4006) was prepared to meet the requirements of HG/T 5085—2016, meanwhile compared the hydrogenating properties of the catalysts. The results showed that second stage hydrotreatment oil with sulfur and nitrogen content meeting the requirements of precious metal supplementary refining feed and low pour point and small aromatic content could be obtained through high pressure hydrotreating process using self-made hydrotreating-hydrodewaxing catalyst ZQC-LC. N4006 products with key performance meeting the requirements of HG/T 5085—2016 could be obtained by using the second stage hydrogenation oil as raw material and using commercial precious metal catalyst A and B respectively through high-pressure hydrogenating process, however, the yield of the target product was higher when precious metal catalyst B was used. It was difficult to prepare N4006 with qualified light and thermal stability using the second stage hydrogenation oil as raw material and using self-made non-precious metal catalyst R. N4006, which could meet key performance requirements of HG/T 5085—2016, could be obtained by using the secondary hydrogenation oil as raw material and using non-precious metal catalyst R-precious metal catalyst B through high pressure hydrogenating process at high space rate (2.5 h^{-1}) of precious metal supplementary refining, and the catalyst cost of this process was lower.

Key words: rubber plasticizer; naphthenic second vacuum side-stream oil; hydrotreating; hydrodewaxing; supplementary refining