

环保油 NAP01 和 NAP02 在半钢子午线轮胎中的应用研究

曾 季¹, 聂万江¹, 韩 慧¹, 孙井侠²

(1. 北京橡胶工业研究设计院, 北京 100143; 2. 中国石油辽河石化分公司 研究所, 辽宁 盘锦 124002)

摘要:对环保油 NAP01 和 NAP02 在半钢子午线轮胎中的应用进行研究。结果表明:环保油 NAP01 和 NAP02 均符合欧盟环保指令要求;填充环保油 NAP01 和 NAP02 的胶料与填充进口环保芳烃油的胶料性能相近;与填充芳烃油的胶料相比,填充环保油 NAP01 和 NAP02 的胶料门尼粘度较低,门尼焦烧时间较长,滚动阻力较小,但抗湿滑性能稍差;采用环保油 NAP01 的成品轮胎各项性能均通过相应国家标准要求,且具有较优异的滚动阻力性能。

关键词:环保油;半钢子午线轮胎;滚动阻力

中图分类号: TQ330.38⁺4; TQ336.1 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-8171(2013)05-0285-05

随着世界对环境保护的日益重视以及 2010 年 1 月 1 日起欧盟环保法规的全面实施,轮胎制造业开始对轮胎生产中作为橡胶软化剂而普遍使用的普通芳烃油(DAE)进行替代研究,这是因为 DAE 中包含多环芳烃化合物(PCA),而早在 1994 年欧盟化学品分类与标示机构就将 PCA 质量分数大于 0.03 的 DAE 归类为致癌物及毒性物,对人类和环境都有极大危害。

作为轮胎出口大国,为了不对轮胎出口造成影响,我们必须积极应对,同时要求国内橡胶油生产企业能够紧跟世界环保形势,在多年橡胶填充油产品开发研究的基础上,开发出能够满足欧盟环保指标要求的环保橡胶填充油,其性能要求与进口环保橡胶填充油相当或更优异。

本工作对中国石油辽河石化分公司研制的环保油 NAP01 和 NAP02 在半钢子午线轮胎中的应用进行研究,并与国外环保橡胶油进行对比,以确定环保油 NAP01 和 NAP02 在低断面高性能轿车轮胎中应用是否可行,并进行 225/45ZR17 高性能轿车子午线轮胎的试制及成品检测。

1 实验

1.1 主要原材料

环保油 NAP01 和 NAP02,中国石油辽河石

化分公司产品;处理芳烃油(TDAE),国外某公司产品;DAE,天津大港石化公司产品。

1.2 配方

胎侧胶:天然橡胶 40,顺丁橡胶(BR,牌号 9000) 60,炭黑 N375 48,氧化锌 3.5,硬脂酸 2,防老剂 4020 3,防老剂 RD 1,防护蜡 1,硫黄 1.5,促进剂 NS 0.8,填充油(变品种) 8。

胎面胶:丁苯橡胶(牌号 1500) 70,BR9000 30,炭黑 N234 40,白炭黑 40,偶联剂 Si69 4,其他 13.5,填充油(变品种) 25。

1.3 主要设备和仪器

1.57 L 本伯里密炼机,英国法雷尔公司产品;XK-160A 型开炼机,上海橡胶机械厂产品;100 t QLB 型平板硫化机,浙江湖州和孚橡胶机械厂产品;M200E 型橡胶门尼粘度仪、C2000E 型橡胶无转子硫化仪、T2000E 型拉力机和 Y3000E 型压缩生热试验机,北京友深电子仪器有限公司产品;仿 E115 型橡胶冲击弹性实验仪,天津材料试验机厂产品;LP-61 型热空气老化箱,重庆慧达试验仪器有限公司产品;RSS-II 型滚动阻力试验仪,北京万汇一方仪器有限公司产品;LAT-100 型室内磨耗试验机,荷兰 VMI 公司产品。

1.4 试样制备

胶料混炼按照 GB/T 8656—1998《乳液和溶液聚合型苯乙烯-丁二烯橡胶(SBR)评价方法》中

的混炼方法 B 进行,采用两段混炼工艺。一段混炼在 1.57 L 本伯里密炼机中进行,密炼机温度为 80 ℃,转子转速为 80 r·min⁻¹,混炼工艺为生胶→压压砣^{1 min}→提压砣→氧化锌、硬脂酸和防老剂等小料→压压砣^{1.5 min}→提压砣→炭黑和操作油→压压砣^{3 min}→排胶(温度为 150~160 ℃)。二段混炼在 XK-160A 型开炼机上进行,混炼工艺为一段混炼胶→硫黄和促进剂→薄通 6 次→下片。胶料在室温下停放 24 h 后在开炼机上补充加工,之后停放 16 h 以上,在平板硫化机上硫化。

1.5 性能测试

滚动阻力性能采用 RSS-II 型滚动阻力试验仪进行测试,试验条件为负荷 15 MPa,转速 400 r·min⁻¹。抗湿滑性能采用 LAT-100 型室内磨耗试验机进行测试,试验条件为负荷 75 N,温度 20 ℃,倾角 16°,速度 6 km·h⁻¹。耐磨性能采用 LAT-100 型室内磨耗试验机进行测试,模拟综合路面试验条件(综合条件):负荷 75 N,倾角 9°,速度 10 km·h⁻¹;模拟苛刻路面试验条件(苛刻条件):负荷 75 N,倾角 16°,速度 25 km·h⁻¹。其余各项性能均按照国家或行业标准相关规定进行测试。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

环保油 NAP01、NAP02、进口 TDAE 和现用 DAE 的理化性质如表 1 所示。

从表 1 可以看出,3 种环保油的 PCA 质量分数都满足不大于 0.03 的欧盟环保指标要求。环保油 NAP01 和 NAP02 的运动粘度、折光率和闪点低于进口 TDAE,而苯胺点则相对较高。从碳型组成看,环保油 NAP01 和 NAP02 的 C_A 较低, C_N 较高。

2.2 在胎侧胶中应用

2.2.1 硫化特性

胎侧混炼胶的门尼粘度、门尼焦烧时间和硫化特性如表 2 所示。

从表 2 可以看出,填充 3 种不同油品的混炼胶 门尼粘度相近,与填充 TDAE 的胶料相比,填

表 1 油品的理化性质

项 目	NAP01	NAP02	TDAE	DAE
密度/(kg·m ⁻³)	929.8	931.2	950.0	101.3
运动粘度(100 ℃)/ (mm ² ·s ⁻¹)	15.16	12.62	18.80	25.40
折光率	1.510 7	1.509 5	1.528 0	
粘重常数	0.863	0.869	0.888	
闪点(开口)/℃	224	212	272	207
苯胺点/℃	86.6	85.4	68.0	24.5
碳原子所占比例 ¹⁾ /%				
C _A	12.2	11	25	
C _P	45.2	43	45	
C _N	42.6	46	30	
PCA 质量分数×10 ²	1.67	2.60	<2.5	>3
苯并芘质量分数	—	—	—	
8 种特定芳烃质量 分数×10 ⁶	1.38	8.74	—	

注:1)C_A,C_N 和 C_P 分别表示芳烃、环烷烃和链烷烃中碳原子数占整个分子碳原子总数的百分数。

表 2 胎侧混炼胶的门尼粘度、门尼焦烧时间和硫化特性

项 目	配方编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
油品种类	NAP01	NAP02	TDAE
门尼粘度[ML(1+4)100 ℃]	43	42	42
门尼焦烧时间(120 ℃)/min			
t ₅	35	35	37
t ₃₅	41	41	43
Δt ₃₀	6	6	6
硫化仪数据(151 ℃×60 min)			
M _L /(N·m)	0.74	0.69	0.64
M _H /(N·m)	2.08	1.95	1.88
t ₁₀ /min	6.23	6.35	6.60
t ₅₀ /min	7.78	7.77	8.02
t ₉₀ /min	11.25	10.47	10.73

充环保油 NAP01 的 1[#] 配方胶料和填充环保油 NAP02 的 2[#] 配方胶料的门尼焦烧时间稍短,M_L 和 M_H 较大,硫化速度相近。

2.2.2 物理性能

胎侧硫化胶的物理性能如表 3 所示。

从表 3 可以看出,除填充环保油 NAP01 的 1[#] 配方硫化胶耐热老化性能稍差外,填充 3 种不同油品硫化胶的其余各项物理性能很接近。

2.3 在胎面胶中应用

2.3.1 硫化特性

胎面混炼胶的门尼粘度、门尼焦烧时间和硫

表 3 胎侧硫化胶的物理性能

项 目	配方编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
密度/(Mg·m ⁻³)	1.10	1.10	1.10
邵尔 A 型硬度/度	56	56	56
100%定伸应力/MPa	1.78	1.79	1.73
300%定伸应力/MPa	7.58	8.08	7.73
拉伸强度/MPa	19.3	20.2	19.8
拉断伸长率/%	591	578	590
回弹值/%	58	60	59
压缩疲劳性能 ¹⁾			
升温/℃	30.9	31.3	31.0
永久变形/%	3.8	3.6	3.4
达到不同裂口级别的			
屈挠次数/万次			
无裂口	51	51	51
1 级裂口	—	—	—
2 级裂口	—	—	—
100℃×48 h 老化后			
拉伸强度变化率/%	-35	-28	-28
拉断伸长率变化率/%	-46	-39	-40

注:1)负荷 1.0 MPa,冲程 4.45 mm,温度 55℃。硫化条件为 151℃×20 min。

化特性如表 4 所示。

从表 4 可以看出:与填充 DAE 的混炼胶相比,填充环保油的混炼胶门尼粘度明显较低,门尼焦烧时间较长,操作安全性能更好;填充环保油胶料的 M_L 和 M_H 小于填充 DAE 的胶料, t_{10} 、 t_{50} 和 t_{90} 延长,硫化速度稍慢。

2.3.2 混炼性能

在密炼过程中发现,填充环保油 NAP01 和

表 4 胎面混炼胶的门尼粘度、门尼焦烧时间和硫化特性

项 目	配方编号			
	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
油品种类	NAP01	NAP02	TDAE	DAE
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	53	53	58	75
门尼焦烧时间(120℃)/min				
t_5	27	27	30	20
t_{35}	38	37	42	25
Δt_{30}	11	10	12	5
硫化仪数据(151℃×60 min)				
M_L /(N·m)	0.98	1.10	0.95	1.67
M_H /(N·m)	2.25	2.29	2.37	2.89
t_{10} /min	5.58	5.46	5.89	4.12
t_{50} /min	8.45	7.87	8.66	5.79
t_{90} /min	14.79	14.87	15.69	11.51

NAP02 的胶料升温较慢,负荷较低;填充 TDAE 和 DAE 的胶料升温较快,负荷较高。

2.3.3 物理性能

胎面硫化胶的物理性能如表 5 所示。

表 5 胎面硫化胶的物理性能

项 目	配方编号			
	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
密度/(Mg·m ⁻³)	1.17	1.17	1.18	1.20
邵尔 A 型硬度/度	69	67	68	70
100%定伸应力/MPa	2.78	2.69	2.68	2.92
300%定伸应力/MPa	11.20	10.80	10.60	11.70
拉伸强度/MPa	19.9	20.2	20.2	20.5
拉断伸长率/%	515	539	528	469
回弹值/%	35	36	37	37
压缩疲劳性能 ¹⁾				
升温/℃	56.8	56.2	57.2	59.0
永久变形/%	12.9	12.6	12.8	10.9
100℃×48 h 老化后				
拉伸强度变化率/%	-7	-10	-11	-7
拉断伸长率变化率/%	-35	-40	-39	-30

注:1)同表 3 注 1)。硫化条件为 151℃×30 min。

从表 5 可以看出:与填充 DAE 的硫化胶相比,填充不同环保油的硫化胶密度稍低,这可能是由于环保油密度较小的缘故;填充不同环保油的硫化胶邵尔 A 型硬度、定伸应力和压缩疲劳升温低于填充 DAE 的硫化胶。此外,填充 DAE 的硫化胶耐热老化性能优于填充不同环保油的硫化胶,这主要与 DAE 在生胶体系中有较好的相容性有关。

2.3.4 耐磨性能

耐磨性能表征硫化胶抵抗摩擦力作用下因表面破坏而使材料损耗的能力。橡胶的磨耗比金属的磨损复杂得多,它不仅与使用条件和轮胎结构有关,还与硫化胶的其他力学性能和粘弹性能等物理-化学性质有密切关系,采用不同仪器及不同测试条件,磨耗结果也各不相同。

本试验测得的胎面硫化胶在不同条件下的耐磨性能如表 6 所示。

从表 6 可以看出,使用环保油替代 DAE 后,硫化胶综合条件下的磨耗水平稍差,苛刻条件下的磨耗水平有所提高。在环保油填充硫化胶中,填充 NAP01 的硫化胶综合条件和苛刻条件下的

表 6 胎面硫化胶的耐磨性能

项 目	配方编号			
	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
综合条件				
磨耗量/(g·km ⁻¹)	0.117 8	0.123 8	0.125 5	0.116 2
磨耗指数	99	94	93	100
苛刻条件				
磨耗量/(g·km ⁻¹)	0.745 5	0.750 8	0.751 7	0.767 8
磨耗指数	103	102	102	100

磨耗水平相对较好。

2.3.5 滚动阻力和抗湿滑性能

本试验滚动阻力采用功率损耗表示,损耗值越大,滚动阻力指数越低,表明滚动阻力越大。胎面硫化胶的滚动阻力和抗湿滑性能如表 7 所示。

表 7 胎面硫化胶的滚动阻力和抗湿滑性能

项 目	配方编号			
	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
滚动阻力				
功率损耗/(J·r ⁻¹)	1.96	1.98	2.01	2.05
滚动阻力指数	105	104	102	100
抗湿滑性能				
侧力系数	0.868 9	0.873 2	0.881 2	0.902 6
湿滑指数	96	97	98	100

从表 7 可以看出,填充环保油硫化胶功率损耗值较低,滚动阻力性能较好,抗湿滑性能稍差。

2.4 成品性能

胎面胶和胎侧胶性能试验结果表明,环保油 NAP01 和 NAP02 与进口 TDAE 性能相近,因此采用环保油 NAP01 替代 TDAE 试制了规格为 225/45ZR17 的高性能轿车子午线轮胎并对其进行成品检测,结果如表 8 所示。

从表 8 可以看出:采用环保油 NAP01 的试制轮胎外缘尺寸、磨耗性能、强度性能、耐久性能、高速性能及脱圈阻力性能等均通过了国家标准要

表 8 成品轮胎性能

项 目	环保油品种		国家标准
	NAP01	TDAE	
外缘尺寸/mm			
外直径	636.3	636.0	628~640
断面宽	222.4	222.8	216~233
磨耗标志高度/mm	1.6	1.7	≥1.6
强度/J	触及轮辋	触及轮辋	≥585
	未压穿	未压穿	
脱圈阻力/N	11 135	11 138	≥11 120
高速性能			
最高行驶速度/ (km·h ⁻¹)	270	270	≥270
试验结束时轮胎状态	未损坏	未损坏	
耐久性能			
累计行驶时间/h	34	34	≥34
试验结束时轮胎状态	未损坏	未损坏	
滚动阻力系数 ¹⁾ / (N·kN ⁻¹)	10.15	10.45	

注:1)按 ISO 28580—2009 进行试验。

求,且与采用 TDAE 的轮胎性能相当;采用环保油 NAP01 的轮胎滚动阻力较小,具有较好的环保与节油性能。

3 结论

(1)环保油 NAP01 和 NAP02 符合欧盟环保指令要求。

(2)填充环保油 NAP01 和 NAP02 的胶料与填充进口 TDAE 的胶料性能相近;与填充 DAE 的胶料相比,填充环保油 NAP01 和 NAP02 的胶料门尼粘度较低,门尼焦烧时间较长,滚动阻力较小,但抗湿滑性能稍差。

(3)采用环保油 NAP01 的成品轮胎各项性能均通过了相应国家标准要求,且具有较优异的滚动阻力性能。

第 17 届中国轮胎技术研讨会论文

Application of Environment-friendly Oil NAP01 and NAP02 in Steel Belted Radial Tire

ZENG Ji¹, NIE Wan-jiang¹, HAN Hui¹, SUN Jing-xia²

(1. Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry, Beijing 100143, China; 2. PetroChina Liaohe Petrochemical Company Research Institute, Panjin 124002, China)

Abstract: The application of environment-friendly oil NAP01 and NAP02 in the steel belted radial

tire was studied. The results showed that both NAP01 and NAP02 met the requirements of European Union's environmental protection regulations. The properties of compounds extended by NAP01 and NAP02 were similar to those of compound extended by imported environment-friendly oil. Compared with compound extended by distillate aromatic extracts, the Mooney viscosity of compounds extended by NAP01 and NAP02 was lower, the Mooney scorch time was longer, the rolling resistance was lower, and wet skid resistance was a little worse. The finished tire using NAP01 showed lower rolling resistance, and the performance met the requirements of national standards.

Key words: environment-friendly oil; steel belted radial tire; rolling resistance

米其林将出资 7 400 万美元投资其 加拿大沃特维尔厂

中图分类号: F27; U463.341+.6 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013 年 1 月 17 日报道:

米其林北美(加拿大)有限公司将对其加拿大新斯科舍省沃特维尔载重轮胎厂进行 7 400 万美元(7 300 万加元)的项目投资。米其林预计该投资计划将提供 50 个就业岗位。

北美市场对公司宽基轮胎产品(如米其林 X One 系列轮胎)的需求不断增长,而此次沃特维尔厂的投资计划将有助于公司满足市场需求。米其林 X One 系列轮胎最近通过了美国环境保护署的 SmartWay 认证。

米其林北美(加拿大)有限公司总裁 Dana LeBlanc 表示,该投资项目再次表明米其林对新斯科舍省投资环境的信心。米其林为其在新斯科舍省拥有 40 年的生产历史而骄傲,沃特维尔厂在 2012 年就其建厂 30 周年举行了庆典。米其林通过对沃特维尔厂进行投资,在未来的 4~5 年可实现其实现设备改进、生产力提高。此外,该项目将包括在生产工艺的各个环节引进新技术以及装配车间的扩建。此次扩建将使北美市场的宽基载重轮胎产品(如米其林 X One 系列轮胎)成功和持续增长。

米其林沃特维尔厂开业于 1982 年,生产载重子午线轮胎和工程机械轮胎。沃特维尔厂最近一次大规模扩建是在 2005—2007 年,即米其林投资了 9 200 万美元用于其在北美市场的米其林 X One 系列宽基载重轮胎的生产。米其林沃特维尔厂于 2010 年 10 月庆祝其生产的第 3 000 万条轮

胎,而巧合的是该轮胎正是米其林 X One 系列轮胎。

(冯 涛摘译 李静萍校)

固特异为 2013 年北美国际汽车展 获奖车型提供原配胎

中图分类号: U463.341 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013 年 1 月 15 日报道:

北美国际汽车展(NAIAS)于 2013 年 1 月 14—27 日在美国底特律举办。固特异轮胎橡胶公司宣布为一些展会中的获奖车型提供原配胎。

升级版的 2013 年道奇 Ram 1500 皮卡装配的就是固特异轮胎,其被评为“北美年度最佳载重/多用途车型”。固特异为多种道奇 Ram 1500 车型提供了不同的轮胎选择——固特异 Wrangler SilentArmor, Wrangler SR-A 和 Fortera SL 系列轮胎,适合的轮辋直径为 17~22 英寸。固特异 Wrangler SR-A 系列轮辋直径为 17 和 20 英寸的轮胎具有较低的滚动阻力,能够帮助克莱斯勒公司旗下的道奇 Ram 1500 皮卡获得极佳的燃油经济性。此外,作为 NAIAS 年度城市环保汽车的 Tesla Model S 车型,选择了固特异 Eagle RS-A2 系列的 245/45R19 轮胎作为其标准配置。

固特异轮胎公司还为讴歌、奥迪、凯迪拉克、雪佛兰、克莱斯勒、道奇、福特、吉姆西、悍马、英菲尼迪、五十铃、吉普、路虎、雷克萨斯、马自达、福特水星、日产、道奇 Ram 和丰田汽车提供原配胎。该公司表示,与其他品牌轮胎相比,北美市场上更多的新型汽车装配了固特异轮胎。

(冯 涛摘译 李静萍校)