

钕系顺丁橡胶在绿色轮胎胎面胶中的应用

高冬兰,魏静勋

(江苏通用科技股份有限公司,江苏 无锡 214199)

摘要:研究钕系顺丁橡胶(NdBR)在绿色轮胎胎面胶中的应用。结果表明:与未采用NdBR的胎面胶相比,采用20份NdBR的胎面胶门尼粘度较大,门尼焦烧时间较短;强伸性能相当或略差,耐热老化性能和耐磨性能提高,滚动阻力和生热降低。NdBR有利于提高胎面胶耐磨性能及降低滚动阻力和生热,可作为绿色轮胎用原材料。

关键词:钕系顺丁橡胶;胎面胶;绿色轮胎;耐磨性能;滚动阻力;生热

中图分类号:TQ333.2 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2018)06-19-04

欧盟轮胎标签法规对轮胎燃油效率、抗湿滑性能和噪声进行了强制性规定。胎面产生的滚动阻力约占轮胎滚动阻力的49%,降低胎面滚动阻力并提高其耐磨性能是高性能绿色轮胎设计的重要任务。据研究,轮胎滚动阻力降低10%,汽车燃油消耗量减小 $0.1 \text{ L} \cdot (100 \text{ km})^{-1}$,二氧化碳排放量减小 $0.2 \text{ g} \cdot \text{km}^{-1}$ [1-2]。

钕系顺丁橡胶(NdBR)是以稀土金属钕为主体催化体系的高顺式-1,4-结构的聚丁二烯橡胶。NdBR具有顺式-1,4-结构含量高、相对分子质量大、拉伸结晶快、加工性能好、硫化速度快、强伸性能和弹性好、生热低等特点,能减小轮胎滞后损失,降低滚动阻力和生热,提高耐磨性能[3-4]。

本工作研究NdBR在绿色轮胎胎面胶中的应用,探讨NdBR对胎面胶性能的影响,为绿色轮胎原材料的选用提供参考。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),SCR5,云南农垦集团有限责任公司产品。NdBR,牌号Buna CB22;溶聚丁苯橡胶(SSBR),牌号SL PBR 4089,充油量为15份,德国朗盛集团公司产品。炭黑BL201,山东贝斯特化工有限公司产品。白炭黑,牌号Newsil 175FFG,

作者简介:高冬兰(1988—),女,江苏盐城人,江苏通用科技股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎配方设计和原材料应用研究工作。

E-mail:dlgao5566@rubber.chemchina.com

确成硅化学股份有限公司产品。

1.2 试验配方

试验配方如表1所示。

组 分	1 [#] 配方	2 [#] 配方	3 [#] 配方	4 [#] 配方
NR	100	80	70	50
SSBR	0	0	34.5	34.5
NdBR	0	20	0	20

注:其他组分和用量为炭黑/白炭黑 55,偶联剂Si69 4,氧化锌 4,硬脂酸 3,防老剂RD 3,硫黄 1,促进剂NS 0.8,防焦剂CTP 0.25,其他 2.7。

1.3 主要设备与仪器

KD-1-5型密炼机,利拿机械工业股份有限公司产品;XSK-150型开炼机,庄河橡胶机械有限公司产品;XLB-Q型平板硫化机,浙江湖州东方机械有限公司产品;MV2000型门尼粘度计、MDR2000型硫化仪和RPA2000橡胶加工分析仪(RPA),美国阿尔法科技有限公司产品;AI-2000M型拉力试验机,高铁检测仪器有限公司产品;401A型热空气老化箱,江都市新真威试验机械有限责任公司产品;EPLEXOR 500N型橡胶动态力学分析仪(DMA),德国Gabo公司产品。

1.4 混炼工艺

胶料混炼分两段进行。一段混炼在密炼机中进行,密炼室初始温度为 $100 \text{ }^{\circ}\text{C}$,转子转速为 $60 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。混炼工艺为:生胶→小料→炭黑、白炭黑和偶联剂→提压砣→清扫→压砣→提压砣→排胶[温度为 $(150 \pm 5) \text{ }^{\circ}\text{C}$]。

二段混炼在开炼机上进行。混炼工艺为：一段混炼胶→辊距调至4 mm→包辊→硫黄、促进剂和防焦剂→左右各割刀3次→打三角包6次→辊距调至2 mm→下片。

1.5 性能测试

(1)DMA温度扫描。温度为-80~+100℃，动态应变为0.5%，静态应变为5%，升温速率为2℃·min⁻¹，频率为10 Hz。

(2)RPA应变扫描。应变为0.5%~8%，温度为60℃，频率为1 Hz。

(3)胶料其他性能均按相应国家标准测试。

2 结果与讨论

2.1 生胶理化性能

NdBR生胶理化性能如表2所示。

表2 NdBR生胶理化性能

项 目	测试值	企业标准
外观	乳白色	无色至乳白色
密度/(Mg·m ⁻³)	0.91	0.91±0.03
灰分质量分数×10 ²	0.30	≤0.5
挥发分质量分数×10 ²	0.23	≤0.75
丙酮抽出物质量分数×10 ²	0.58	≤1.0
顺式-1,4-结构物质的量分数×10 ²	96	≥96
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	63	56~70

从表2可以看出,NdBR生胶理化性能符合企业标准要求。

2.2 胶料物理性能

胶料的硫化特性和物理性能如表3所示。

从表3可以看出,与未采用NdBR的1[#]配方和3[#]配方胶料分别相比,采用NdBR的2[#]配方和4[#]配方胶料的门尼粘度较大,门尼焦烧时间较短,硫化转矩较大,硫化速度相当,硬度和定伸应力较高,拉

表3 胶料的硫化特性和物理性能

项 目	1 [#] 配方		2 [#] 配方		3 [#] 配方		4 [#] 配方	
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	50		69		63		82	
门尼焦烧时间t ₅ (127℃)/min	36.0		26.3		32.2		31.9	
硫化仪数据(150℃)								
F _L /(dN·m)	2.10		2.95		2.67		3.40	
F _{max} /(dN·m)	17.53		20.24		17.82		19.62	
t ₁₀ /min	7.83		7.11		8.02		8.41	
t ₃₀ /min	9.94		9.22		10.46		10.96	
t ₆₀ /min	12.04		11.40		13.07		13.66	
t ₉₀ /min	16.26		16.29		18.85		19.70	
t ₁₀₀ /min	23.93		26.40		28.79		29.81	
硫化时间(150℃)/min	30	40	30	40	30	40	30	40
邵尔A型硬度/度	63	62	66	66	63	63	64	64
100%定伸应力/MPa	2.2	2.3	2.9	2.7	2.5	2.4	2.5	2.5
200%定伸应力/MPa	5.8	6.1	7.9	7.2	6.5	5.9	6.1	6.0
300%定伸应力/MPa	11.7	12.3	14.7	13.6	12.8	11.7	11.7	11.6
拉伸强度/MPa	26.5	26.0	25.9	25.9	25.0	24.2	23.9	22.9
拉断伸长率/%	503	513	465	481	483	489	484	463
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	89	91	95	87	42	45	43	43
DIN磨耗量/mm ³	108	107	63	62	77	76	47	45
阿克隆磨耗量/cm ³	0.258	0.290	0.150	0.179	0.180	0.206	0.134	0.144
100℃×48 h老化后								
邵尔A型硬度/度	67		70		67		67	
100%定伸应力/MPa	3.1		3.8		3.5		3.5	
200%定伸应力/MPa	6.5		8.4		7.8		7.0	
300%定伸应力/MPa	14.2		16.6		15.9		13.1	
拉伸强度/MPa	23.0		22.7		22.2		20.6	
拉断伸长率/%	411		397		416		423	
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	85		89		41		37	
DIN磨耗量/mm ³	119		79		89		58	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.364		0.245		0.259		0.234	

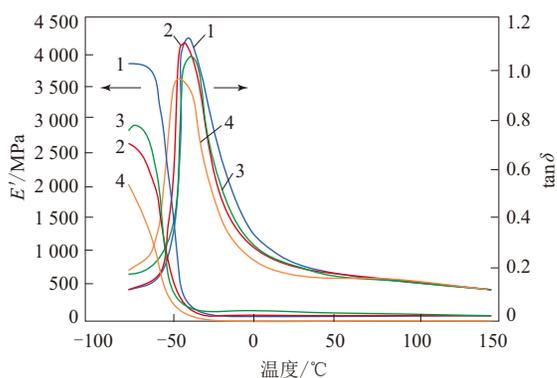
伸强度和拉伸伸长率略低,撕裂强度相当,耐磨性能和耐热老化性能较好。

2.3 胶料动态力学性能

2.3.1 DMA分析

胶料的DMA温度扫描结果如图1(E' 为弹性模量)和表4所示。

一般用60℃时的损耗因子($\tan\delta$)表示胶料的滚动阻力,胶料60℃时的 $\tan\delta$ 越小,滚动阻力越低。从图1和表4可以看出:与1[#]配方和3[#]配方胶料分别相比,2[#]配方和4[#]配方胶料的60℃时 $\tan\delta$ 较小,滚动阻力较低, E' 也较低;其中,4[#]配方胶料较3[#]配方胶料60℃时的 $\tan\delta$ 降幅很小,滚动阻力略低。



1—1[#]配方;2—2[#]配方;3—3[#]配方;4—4[#]配方。

图1 胶料的DMA温度扫描曲线

表4 DMA对胶料的温度扫描数据

项 目	1 [#] 配方	2 [#] 配方	3 [#] 配方	4 [#] 配方
0℃时的 $\tan\delta$	0.239	0.204	0.214	0.198
23℃时的 $\tan\delta$	0.196	0.174	0.183	0.173
60℃时的 $\tan\delta$	0.156	0.142	0.148	0.143
$\tan\delta$ 峰值对应温度/℃	-46.6	-48.7	-45.5	-49.2

2.3.2 RPA分析

胶料的RPA应变扫描曲线(温度为60℃)如图2所示。

一般用应变为4%时的 $\tan\delta$ 分析胎面胶的性能。从图2可以看出:与1[#]配方胶料相比,2[#]配方胶料的60℃时的 $\tan\delta$ (应变为4%)较小,滚动阻力较低;与3[#]配方胶料相比,4[#]配方胶料60℃时 $\tan\delta$ (应变为4%)相近,滚动阻力接近。这与DMA分析结果相似。

2.3.3 生热

胶料60℃时的 $\tan\delta$ 与回弹值相关性如图3所示。

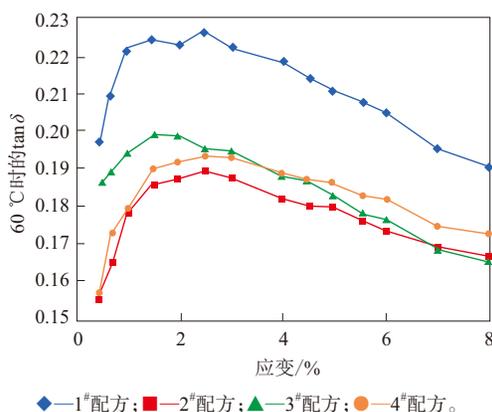
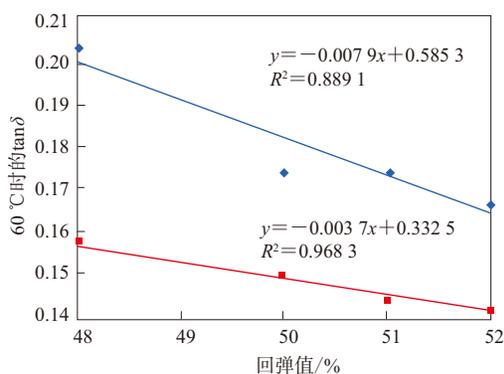


图2 胶料的RPA应变扫描曲线



分析方法:◆—RPA,■—DMA;回弹值/%:1[#]配方胶料为48,2[#]配方胶料为52,3[#]配方胶料为50,4[#]配方胶料为51。

图3 胶料60℃时的 $\tan\delta$ 与回弹值相关性

一般来说,胶料60℃时的 $\tan\delta$ 与回弹值呈线性关系;胶料的回弹值越大,生热越低。从图3可以看出:与RPA分析相比,DMA分析的胶料60℃时的 $\tan\delta$ 与回弹值的线性相关性较好;与1[#]配方和3[#]配方胶料分别相比,2[#]配方和4[#]配方胶料的回弹值较大,生热较低。

3 结论

与未采用NdBR的胎面胶相比,采用20份NdBR的胎面胶的门尼粘度较大,门尼焦烧时间较短,加工性能和加工安全性能较差,可以通过调整配方体系改善;强伸性能相当或略差,耐磨性能和耐热老化性能较好;滚动阻力降低或相当,生热降低。总的来看,NdBR有利于提高胎面耐磨性能,并降低滚动阻力和生热,可以作为绿色轮胎用原材料。

参考文献:

- [1] 司志华,郭冬梅,刘兆旺,等. 钕系顺丁橡胶在轻型载重轮胎胎面胶中的应用[J]. 轮胎工业,2015,35(10):615-617.
- [2] 郭其焰,黄晶晶,余团清,等. 钕系顺丁橡胶在全钢载重工程机械子午线轮胎胎侧胶中的应用[J]. 轮胎工业,2014,34(2):91-94.
- [3] 刘豫皖,樊斌斌,杨艳平,等. 钕系顺丁橡胶在全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用[J]. 橡胶科技,2017,15(11):25-29.
- [4] 黄义钢,周磊,姜杰. 钕系稀土顺丁橡胶在高性能全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用[J]. 轮胎工业,2013,33(1):28-32.

收稿日期:2017-10-12

Application of NdBR in Tread Compound of Green Tire

GAO Donglan, WEI Jingxun

(Jiangsu General Science Technology Co., Ltd, Wuxi 214199, China)

Abstract: The application of Nd-catalyzed butadiene rubber (NdBR) in the tread compound of green tire was investigated. The results showed that, compared with the tread compound without NdBR, the Mooney viscosity of the tread compound with 20 phr NdBR was higher and Mooney scorch time was shorter, the tensile properties were similar or slightly worse, the thermal aging resistance and abrasion resistance were better, and the rolling resistance and heat generation were lower. NdBR was helpful to improve the abrasion resistance of the tread compound and reduce rolling resistance and heat generation, which could be used as raw materials for green tires.

Key words: NdBR; tread compound; green tire; abrasion resistance; rolling resistance; heat generation

固特异发布Oxygene概念轮胎

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

日前,固特异发布了最新的Oxygene概念轮胎。Oxygene概念轮胎构造独特,其最大亮点是生长在轮胎壁内的活苔藓。别具匠心的胎面设计结合开放结构使轮胎能够从路面吸收并循环水分,从而令苔藓产生光合作用,将氧气释放到空气中。该概念轮胎致力于实现改善空气质量的目標,提供更方便、更安全、更环保且更具可持续性的前瞻性解决方案。

受城市交通网络和循环经济发展的启发,固特异Oxygene概念轮胎对降低原材料浪费、减少有害气体排放及避免能源损失等问题提供以下解决方案。

(1)净化空气。Oxygene概念轮胎通过特殊设计的胎面从道路上吸收水分,并吸入空气中的二氧化碳,供给至轮胎壁中的苔藓处,最终经过植物的光合作用释放出氧气。这意味着,Oxygene概念轮胎如用于250万辆汽车,每年将产生近3 000 t氧气,并吸收超过4 000 t二氧化碳。

(2)循环利用废旧轮胎。Oxygene概念轮胎借助3D打印技术实现了免充气的构造。轮胎原材料

主要为废旧轮胎胶粉。优化的减震结构赋予轮胎较高的抗刺扎性能以及超高的耐久性能,从而延长轮胎的使用寿命,最大限度地降低保养次数。轮胎的开放式结构有助于胎面胶在吸收地面的水分同时改善其在湿路面上的抓着能力,从而加倍确保行驶的安全性。

(3)自发电。Oxygene概念轮胎可采集光合作用过程中产生的能量,为轮胎内嵌的电子器件(胎内传感器和人工智能处理组件和轮胎内自定义的光带)供电。该光带可变换颜色,从而在变换车道或刹车等时向司机和行人发出动作警示。

(4)光速通信。Oxygene概念轮胎采用可视的光通信系统(称为LiFi),实现高容量的光速移动连接。LiFi能够使轮胎连接至物联网,从而实现车对车(V2V)和车对基础设施(V2I)的数据交换,这对智能出行管理系统而言至关重要。

像固特异以往的概念产品一样,Oxygene概念轮胎意味着对传统思维方式提出挑战,并围绕智能、安全及可持续的未来出行展开想象。Oxygene概念轮胎将有助于提高城市居民的生活质量和健康水平。

(本刊编辑部)