

丁苯橡胶 1739 在绿色环保轿车子午线轮胎胎面胶中的应用

熊国华, 李贞延, 张俊伟, 李 冬, 王廷华, 刘晓庆

(四川海大橡胶集团有限公司, 四川 简阳 641402)

摘要: 试验研究丁苯橡胶(SBR)1739 在绿色环保轿车子午线轮胎胎面胶中的应用。结果表明: 在胎面胶配方中用 SBR1739 等量替代 SBR1723, 并调整炭黑/白炭黑并用比以及硅烷偶联剂和促进剂的用量, 胶料的门尼粘度增大, 300%定伸应力提高, 拉断伸长率降低, 压缩生热和滚动阻力大幅降低, 其他物理性能变化不大; 0℃下损耗因子($\tan\delta$)增大, 而 60℃下 $\tan\delta$ 减小, 符合绿色环保轮胎胎面胶的性能要求。试制的 205/60R15 91V 轿车子午线轮胎强度、耐久和高速性能良好, 湿牵引性能和操控性能极佳, 油耗低。

关键词: 丁苯橡胶; 轿车子午线轮胎; 胎面胶

中图分类号: TQ333.1; U463.341⁺.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-8171(2014)01-0035-05

绿色环保轿车子午线轮胎不但要求具有优异的抗湿滑性能、节油性能和耐磨性能, 而且要求其生产原材料必须是绿色环保的。李花婷等^[1]研究表明在胎面胶中使用或并用高结合苯乙烯丁苯橡胶(SBR)能提高其抗湿滑性能。SBR1739 在 100 份干胶中充了 37.5 份环保芳烃油 TDAE, 结合苯乙烯质量分数约为 0.40, 具有抓着力大和抗湿滑性能好的特点, 有利于提高轮胎的高速安全性能, 且在配方中通过增大白炭黑用量可以降低滚动阻力。本工作通过试验研究 SBR1739 在绿色环保轿车子午线轮胎胎面胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

SBR, 牌号 1723 和 1739, 南通中华化学工业有限公司产品; 顺丁橡胶(BR), 牌号 9000, 中石化巴陵石油化工有限公司产品; 白炭黑, 牌号 Ultrasil® VN3 GR, 赢创嘉联白炭黑(南平)有限公司产品; 炭黑 N375, 曲靖市众一煤化有限公司产品。

1.2 配方

生产配方: SBR1723 103, BR 25, 炭黑

N375 58, 白炭黑 12, 氧化锌 2.6, 硬脂酸 1, 硅烷偶联剂 2.4, 防老剂 4020/TMQ/Antilux111 3.5, 促进剂 2.3, 硫黄 1.8, 其他 14.5。

1[#] 试验配方: SBR1739 等量替代 SBR1723, 其余组分同生产配方。

2[#] 试验配方: SBR1739 等量替代 SBR1723, 炭黑 N375 25, 白炭黑 45, 硅烷偶联剂 9, 促进剂 3.5, 其余组分同生产配方。

1.3 主要设备和仪器

XK-160 型开炼机, 广东湛江机械厂产品; GK400N 型和 GK255N 型密炼机, 益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品; 0.5 MN 平板硫化机, 湖州宏侨橡胶机械有限公司产品; UM-2050 型门尼粘度仪、UR-2010 型无转子硫化仪、UT-2060 型电子拉力试验机和 UD-3500 型炭黑分散度仪, 中国台湾优肯科技股份有限公司产品; Y3000E 型压缩生热试验机, 北京友深电子仪器有限公司产品; 401A 型老化试验箱, 江都市天源试验机械有限公司产品; DMA/SDTA861e 型动态热力学分析仪, 瑞士 Mettler-Toledo 公司产品。

1.4 混炼工艺

小配合试验胶料在开炼机上分两段进行混炼, 前后辊筒转速比为 1:1.1。一段混炼加料顺

作者简介: 熊国华(1985—), 男, 重庆人, 四川海大橡胶集团有限公司工程师, 学士, 主要从事半钢子午线轮胎配方设计及工艺管理工作。

序为:生胶→氧化锌、硬脂酸和防老剂等→炭黑和白炭黑→下片。一段混炼胶停放 4 h 后进行二段混炼,加料顺序为:一段混炼胶→促进剂、硫黄→下片。二段混炼胶至少停放 8 h 后在平板硫化机上硫化。

大配合试验胶料采用时间、温度与能量联合控制的自动混炼工艺,分三段进行混炼。一段混炼在 GK400N 型密炼机中进行,转子转速为 $40\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,加料顺序为:生胶、硬脂酸和硅烷偶联剂等→白炭黑、2/3 炭黑,排胶温度为 $(150\pm5)\text{ }^{\circ}\text{C}$;二段混炼在 GK400N 型密炼机中进行,转子转速为 $35\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,加料顺序为:一段混炼胶、氧化锌和防老剂→1/3 炭黑,排胶温度为 $(145\pm5)\text{ }^{\circ}\text{C}$;三段混炼在 GK255N 型密炼机中进行,转子转速为 $25\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,加料顺序为:二段混炼胶→促进剂和硫黄,排胶温度为 $(100\pm5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。各段混炼胶停放时间均不短于 4 h,胶料在常温下存放。

1.5 性能测试

胶料各项性能均按国家标准或行业标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 SBR1739 理化分析

SBR1739 的理化分析结果见表 1。从表 1 可以看出,SBR1739 的各项指标符合企业标准要求。

表 1 SBR1739 的理化分析结果

项 目	实测值	企业标准
挥发分质量分数	0.004 3	≤ 0.005
灰分质量分数	0.003 6	≤ 0.004
有机酸质量分数	0.044	0.048 ± 0.005
皂质量分数	0.003 9	≤ 0.005
油质量分数	0.265	0.273 ± 0.020
结合苯乙烯质量分数	0.396	0.4 ± 0.015
生胶门尼粘度[ML(1+4)100 $^{\circ}\text{C}$]	50	52 ± 5
300%定伸应力/MPa	11.5	11.3 ± 2.0
拉伸强度/MPa	20.9	≥ 18.6
拉断伸长率/%	453	≥ 420

注:检验配方为 SBR1739 137.5,参比炭黑 IRC4[#] 68.75,氧化锌 3,硬脂酸 1,硫黄 1.75,促进剂 NS 1.38。硫化条件为 $145\text{ }^{\circ}\text{C}\times 35\text{ min}$ 。

2.2 小配合试验

由于 SBR1739 结合苯乙烯含量较大,硫化胶压缩生热和滚动阻力较大,因此在 2[#] 试验配方中调整炭黑/白炭黑并用比,以降低胶料滚动阻力和压缩生热;同时调整促进剂用量,保证其硫化速度与现有生产配方基本一致。小配合试验结果如表 2 所示。

从表 2 可以看出,与生产配方相比,1[#] 试验配方胶料的邵尔 A 型硬度较高,阿克隆磨耗量较大,压缩疲劳温升较高,这与 SBR1739 结合苯乙烯含量大、生热高、耐磨性能差相关^[2],其他性能相差不大。

从表 2 还可以看出:与生产配方相比,2[#] 试验配方胶料的门尼粘度明显升高,这是由于配方中白炭黑填充比例较大;硫化速度与生产配方基本一致,300%定伸应力较高,拉断伸长率较低,耐磨性能稍差,压缩生热大幅降低,其他物理性能差别不大;热空气老化后,1[#] 和 2[#] 试验配方胶料物理性能与生产配方基本一致。

1[#] 试验配方胶料 0 和 60 $^{\circ}\text{C}$ 下的损耗因子($\tan\delta$)高于生产配方,这符合 SBR1739 硫化胶湿抓着力强、滚动阻力大的特点。通过调整炭黑/白炭黑并用比后,2[#] 试验配方胶料 0 $^{\circ}\text{C}$ 下的 $\tan\delta$ 值远大于生产配方,而 60 $^{\circ}\text{C}$ 下的 $\tan\delta$ 较小。根据 Nordsiek 理想胎面胶模型理论^[3]可知,2[#] 试验配方胶料的抗湿滑性能明显优于生产配方,且滚动阻力较小,符合绿色环保轮胎胎面胶的性能要求。

综合比较 1[#] 和 2[#] 试验配方性能,选择 2[#] 试验配方进行车间大配合试验。

2.3 大配合试验

大配合试验结果见表 3。从表 3 可以看出,大配合试验结果与小配合试验结果基本一致。

2.4 工艺性能

混炼过程中胶料结团性好,在压片机上捣胶 4 个来回后出片,胶片表面光亮平整。挤出胎面表面平整无焦烧,断面致密,几何尺寸稳定。其他工艺性能正常。

2.5 成品性能

2.5.1 室内试验

用大配合试验胶料生产的胎面胶试制 205/

表 2 小配合试验结果

项 目	试验配方								生产配方
	1 [#]				2 [#]				
门尼粘度[ML(1+4)100 ℃]	55				63				54
门尼焦烧时间(127℃)									
t_5/min	19.8				20.1				19.6
t_{35}/min	24.4				23.9				24.0
硫化仪数据(160 ℃)									
$M_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	0.6				0.5				0.6
$M_H/(\text{dN} \cdot \text{m})$	4.8				4.6				4.2
t_{10}/min	2.7				2.5				2.6
t_{50}/min	4.5				4.1				4.3
t_{90}/min	9.3				9.5				9.1
$t_{90}-t_{10}/\text{min}$	6.6				7.0				6.5
硫化时间(160 ℃)/min	15	20	25	15	20	25	15	20	25
密度/(Mg · m ⁻³)	1.17				1.20				1.17
邵尔 A 型硬度/度	69	69	70	67	67	68	68	68	69
300%定伸应力/MPa	13.2	13.6	13.8	12.8	13.1	13.1	10.4	11.3	11.8
拉伸强度/MPa	17.0	17.5	17.2	16.9	17.3	17.1	17.2	17.8	17.2
拉断伸长率/%	432	398	370	399	384	361	452	446	402
拉断永久变形/%	22	19	16	21	18	17	18	15	13
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)	49				43				51
回弹值/%	38				39				43
阿克隆磨耗量/cm ³	0.243				0.274				0.235
压缩疲劳温升 ¹⁾ /℃	35.9				22.6				31.5
炭黑分散等级/级	6.8				6.7				6.8
tanδ									
0 ℃	0.729				0.896				0.457
60 ℃	0.261				0.170				0.246
100 ℃×48 h 老化后									
300%定伸应力/MPa	13.6				14.5				13.9
拉伸强度/MPa	16.8				16.6				16.4
拉断伸长率/%	370				341				362
拉断永久变形/%	8				13				11
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)	39				35				45

注:1)负荷 1.0 MPa,冲程 4.45 mm,温度 55 ℃,压缩频率 30 Hz。

60R15 91V 轿车子午线轮胎,按照 GB/T 4502—2009《轿车轮胎性能室内试验方法》进行室内性能测试,试验结果见表 4。

从表 4 可以看出,试验轮胎的强度性能、耐久性能和高速性能良好,特别是耐久性试验结束后试验轮胎冠部温度低于生产轮胎,有助于提高轮胎的高速性能。

2.5.2 实际路试

在 205/60R15 91V 轿车子午线轮胎实际路试中,驾驶员反馈试验轮胎湿牵引性能和操控性能优良,刹车制动性能极佳;与市场上其他轿车轮胎相比单位行驶里程油耗降低约5%,可减小汽车

尾气排放量,具有较好的经济效益和社会效益。

3 结论

(1)在胎面胶配方中用 SBR1739 等量替代 SBR1723,并调整炭黑/白炭黑并用比以及硅烷偶联剂和促进剂的用量,可以在保证胶料物理性能变化不大的前提下,有效降低胶料生热和滚动阻力,增强胶料湿抓着力,降低滚动阻力,使其符合绿色环保胎面胶的性能要求。

(2)采用 SBR1739 胎面胶配方试制的 205/60R15 91V 轿车子午线轮胎强度、耐久和高速性能良好,湿牵引性能和操控性能极佳,油耗低。

表 3 大配合试验结果

项 目		2# 试验配方			生产配方		项 目		2# 试验配方			生产配方				
门尼粘度							拉断伸长率/%			385	377	356	487	453	422	
[ML(1+4)100℃]		65			61		拉断永久变形/%			20	16	11	17	15	12	
门尼焦烧时间(127℃)							撕裂强度/(kN·m ⁻¹)			46			50			
t ₅ /min		19.3			18.9		回弹值/%			40			45			
t ₃₅ /min		23.0			22.7		阿克隆磨耗量/cm ³			0.261			0.223			
硫化仪数据(160℃)							压缩疲劳温升 ¹⁾ /℃			21.1			30.9			
M _L /(dN·m)		0.6			0.5		炭黑分散等级/级			6.6			6.8			
M _H /(dN·m)		4.5			4.3		tanδ									
t ₁₀ /min		2.0			2.1		0℃			0.887			0.460			
t ₅₀ /min		3.7			3.6		60℃			0.167			0.241			
t ₉₀ /min		8.9			8.7		100℃×48 h 老化后									
t ₉₀ —t ₁₀ /min		6.9			6.6		300%定伸应力/MPa			14.9			14.0			
硫化时间(160℃)/min		15	20	25	15	20	25	拉伸强度/MPa			16.1			16.5		
密度/(Mg·m ⁻³)		1.20			1.17		拉断伸长率/%			332			372			
邵尔 A 型硬度/度		67	68	67	68	69	69	拉断永久变形/%			9			11		
300%定伸应力/MPa		12.9	13.4	13.0	10.6	11.8	11.2	撕裂强度/								
拉伸强度/MPa		16.9	17.1	16.7	17.0	17.5	16.6	(kN·m ⁻¹)			37			44		

注:同表 2。

表 4 205/60R15 91V 轿车子午线轮胎室内试验结果

项 目			试验配方		生产配方		项 目			试验配方		生产配方	
强度性能试验							试验结束时冠部温度/℃			51		63	
压头速度/(mm·min ⁻¹)			50		50		试验结束时轮胎情况			完好		完好	
平均破坏能/J			296		295		高速性能试验						
耐久性试验							通过速度/(km·h ⁻¹)			240		240	
转鼓速度/(km·h ⁻¹)			120		120		累计行驶时间/min			69		63	
累计行驶时间/h			34		34		试验结束时轮胎情况			肩部脱层		冠部脱层	

注:由于成品轮胎严格按照施工表制作,且胎面胶对轮胎外缘尺寸影响较小,因此没有对成品轮胎进行外缘尺寸测试。

参考文献:

[1] 李花婷,李迎.不同牌号ESBR的性能特点及应用[J].轮胎工业,2007,27(4):216.

[2] 马维德,李花婷,李志刚,等.SBR1721与SBR1712性能对比研究[J].轮胎工业,2003,23(5):280.

[3] Hong W S.用动态粘弹性能预测轮胎使用性能[J].吴秀兰,译.轮胎工业,1996,16(1):17-22.

收稿日期:2013-08-24

Application of Styrene-Butadiene Rubber 1739 in Tread Compound of Green Radial Tire for Passenger Cars

XIONG Guo-hua,LI Zhen-yan,ZHANG Jun-wei,LI Dong,WANG Ting-hua,LIU Xiao-qing
(Sichuan Haida Rubber Group Co.,Ltd,Jianyang 641402,China)

Abstract: The application of styrene-butadiene rubber(SBR) 1739 in the tread compound of green radial tire for passenger cars was investigated experimentally. The results showed that,by using equal weight of SBR1739 to replace SBR1723,and adjusting carbon black/silica ratio and the addition level of silane coupling agent and accelerator,the Mooney viscosity of tread compound increased,the modulus at 300% strain improved, elongation at break decreased, compression heat build-up and rolling

resistance decreased significantly, other physical properties changed little, $\tan\delta$ at 0 °C increased, and $\tan\delta$ at 60 °C decreased. Its properties reached the requirement of green tread compound. The strength, endurance and high speed performance of finished 205/60R15 91V passenger car radial tire were good. The results of road test showed that, the wet traction and controlling performance of tire were extremely good, and the fuel consumption was low.

Key words: styrene-butadiene rubber; passenger car radial tire; tread compound

Hercules 公司 Terra Trac 系列又增加 HTS

中图分类号: TQ336.1; U463.341 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013 年 11 月 25 日报道:

Hercules 轮胎橡胶有限公司近日在拉斯维加斯的 2013 专业设备市场协会展上发布了其 Hercules Terra Trac HTS 系列轮胎(如图 1 所示)。该中档、SUV/轻载轮胎设计旨在提供公路驾驶需要的牵引、耐磨性和驾乘舒适性。



图 1 Hercules Terra Trac HTS 系列轮胎

“Terra Trac HTS 可使经销商给正在为其 SUV 或皮卡车寻求中档、公路轮胎的客户提供超值服务,”公司营销副总裁 Joshua Simpson 说,“这是一个可在公路上提供综合性能——出色的牵引力、耐磨和乘坐舒适性的轮胎。”

Terra Trac HTS 的设计特点是采用了横向连接、全深波形刀槽花纹。全深刀槽花纹可确保轮胎稳定性、全天候牵引力和更长的使用寿命;连续波形花纹利于排水、降低噪声和抑制不规则磨损。

胎面中心的锯齿和刀槽加强筋设计特点还有利于全天候条件下轮胎转向和操纵的高灵敏度,同时 4 条周向宽花纹沟可最大限度地提高排水能力。该轮胎的优化节距设计更利于降低噪声,提供安静的驾乘体验。

Terra Trac HTS 轮胎的封闭内胎肩和小角度胎肩沟槽可降低噪声,使稳定性、耐不规则磨损和高速行驶时操纵性达到最佳。

Hercules 公司对新轮胎承诺 SUV 胎面耐磨里程 80 465 km、轻载轮胎胎面耐磨里程 72 418 km。Terra Trac HTS 包括 Hercules 的所有危险防护保修。

Terra Trac HTS 系列轻载 SKU 轮胎有 7 个规格可供选择。其余 19 种 SUV 和轻载轮胎规格将在 2014 年一季度推出,轮辋尺寸范围为 15~17 英寸。

(吴淑华摘译 李静萍校)

双模轮胎定型硫化机上改进开模抽真空的控制方式

中图分类号: TQ330.4+7 文献标志码: D

由江苏通用科技股份有限公司申请的专利(公开号 CN 103341931A, 公开日期 2013-10-09)“双模轮胎定型硫化机上改进开模抽真空的控制方式”,涉及的控制方式预设开模抽真空时间。当硫化机硫化过程结束后,即满足了自动开模条件,硫化机开始自动开模;当硫化机自动开模到活络模缩位置时,即满足了开模抽真空条件,硫化机开始抽真空,同时定时器开始计时;当定时器计时到与预设开模抽真空时间相同时,硫化机停止抽真空。该发明将开模后常抽真空改为开模后在可控位置进行可控时间的抽真空,使得硫化胶囊适当收缩,却又不完全贴合在中心棒上,大大减少了硫化胶囊凹陷,提高了胶囊使用寿命,降低了生产成本。

(本刊编辑部 马 晓)