

偶联剂Lupasol WF在全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用

李 键, 王志远

(万力橡胶轮胎研究院, 广东 广州 510425)

摘要:研究偶联剂Lupasol WF在全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用。结果表明:在胎面胶中加入偶联剂Lupasol WF,硫化胶的硬度、定伸应力和回弹值增大,耐磨性能提高,60℃时的损耗因子减小,压缩生热变化不大;当偶联剂Lupasol WF用量为0.4份时,胶料的综合性能较优。

关键词:偶联剂;全钢载重子午线轮胎;胎面胶;滚动阻力

中图分类号:TQ330.38⁺7;U463.341⁺.3/.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2016)10-0601-03

2015年12月初在法国召开了联合国全球气候变化大会,会议的主题是敦促各国“节能减排”。为此各国纷纷制定一系列的相关措施,以实现减排目标。因此低滚动阻力、高耐磨性能的“绿色轮胎”越来越受到各发达国家市场的青睐,对轮胎的低滚动阻力要求也越来越严格。作为轮胎设计人员有责任也有义务积极应对,开拓思路,降低轮胎滚动阻力。

偶联剂Lupasol WF从分子结构上看属于超支化聚乙烯亚胺类,它能降低白炭黑与橡胶之间的界面作用,改善橡胶与白炭黑之间的相容性,减小胶料的损耗因子。本工作主要研究偶联剂Lupasol WF在全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),SMR20,马来西亚产品;白炭黑,株洲兴隆新材料股份有限公司产品;偶联剂Lupasol WF,相对分子质量为25 000,pH值为11,伯胺/仲胺/叔胺的摩尔比为4/3/3,密度为1.1 Mg·m⁻³,德国巴斯夫公司产品。

1.2 配方

1[#]配方:NR 100,炭黑N234 20,白炭黑 32,氧化锌 4,硬脂酸 1,防老剂4020 1.3,防

老剂RD 1,硫黄 1.5,促进剂NS 1.6,其他 10.2。

2[#]和3[#]配方是在1[#]配方的基础上分别增加0.4和0.6份偶联剂Lupasol WF。

1.3 主要设备和仪器

XK-160型开炼机,广东湛江机械厂产品;1 L密炼机,广州华工百川科技股份有限公司产品;M2000型门尼粘度计和RPA2000型橡胶加工分析仪,美国阿尔法科技有限公司产品;橡胶应力-应变拉伸试验机,美国英斯特朗公司产品。

1.4 试样制备

胶料采用两段混炼工艺。一段混炼在密炼机中进行,转子转速为80 r·min⁻¹,加料顺序为:生胶→小料→炭黑和白炭黑→排胶(140℃);二段混炼在开炼机上进行,加料顺序为:一段混炼胶→硫黄、促进剂和偶联剂Lupasol WF→下片。

1.5 性能测试

(1)动态力学性能:采用橡胶加工分析仪对硫化胶进行动态力学性能分析,应变扫描条件为温度 60℃,频率 1 Hz,应变范围 0.5%~100%;温度扫描条件为频率 1 Hz,温度范围 60~90℃。

(2)压缩疲劳生热:试验条件为冲程 4.45 mm,负荷 2.5 MPa,起始温度 55℃。

(3)其他性能均按相应的国家标准进行测试。

作者简介:李键(1986—),男,河南信阳人,万力橡胶轮胎研究院工程师,硕士,主要从事载重轮胎配方设计工作。

2 结果与讨论

2.1 硫化特性

胶料的硫化曲线如图1所示。

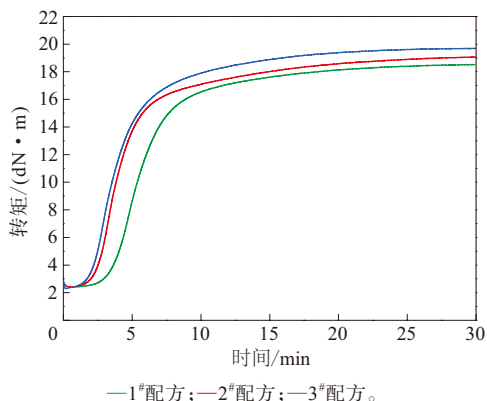


图1 胶料的硫化曲线(150 °C)

从图1可以看出,2[#]和3[#]配方胶料的硫化速度较1[#]配方胶料明显加快,且 M_H 也有不同程度的增大,这可能是由于偶联剂Lupasol WF中的碱性胺基存在,碱性基团一方面中和了白炭黑表面的弱酸性,另一方面碱性环境增加了促进剂的活性,使得促进剂与锌配合的中间体更容易形成,进而加快了硫化速度。随着偶联剂Lupasol WF用量的增大,胶料的 M_H 增大,这是由于偶联剂Lupasol WF中活性基团与白炭黑之间的相互作用点有所增加所致,这也符合其作为偶联剂的特点。

2.2 物理性能

硫化胶的物理性能如表1所示。

从表1可以看出:与1[#]配方胶料相比,2[#]和3[#]配方胶料的硬度、定伸应力和回弹值增大,这与 M_H 增大的原因相同;3[#]配方胶料的拉伸强度明显较差,这可能是交联点的增加影响了NR的拉伸结晶自补强作用,拉断永久变形和撕裂强度变化不大;老化后各配方胶料的交联密度都大幅增加到一定水平时,拉伸强度与撕裂强度基本相近。值得一提的是加入偶联剂Lupasol WF的胶料阿克隆磨耗量减小,耐磨性能改善。

总体来看,当偶联剂Lupasol WF用量为0.4份时,胶料的综合性能较优。

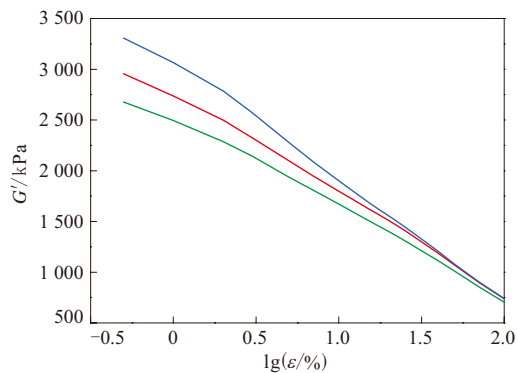
2.3 动态力学性能

硫化胶的应变和温度扫描结果见图2和3, G' 为剪切储能模量, ε 为应变, $\tan\delta$ 为损耗因子。

表1 硫化胶的物理性能

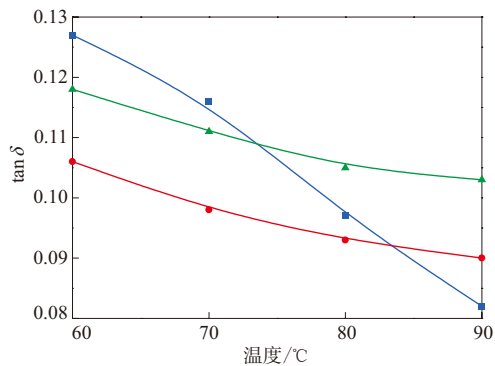
项 目	配方编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
邵尔A型硬度/度	68	69	73
100%定伸应力/MPa	3.4	3.6	4.1
200%定伸应力/MPa	8.6	8.9	9.9
300%定伸应力/MPa	14.8	15.2	16.8
拉伸强度/MPa	26.4	26.9	24.4
拉断伸长率/%	489	489	417
拉断永久变形/%	22	22	21
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	59	62	58
回弹值(25 °C)/%	44	46	45
阿克隆磨耗量/cm ³	0.224	0.200	0.183
100 °C×48 h老化后			
邵尔A型硬度/度	70	72	75
100%定伸应力/MPa	4.2	4.5	5.3
200%定伸应力/MPa	10.6	10.7	12.2
300%定伸应力/MPa	17.5	17.6	19.0
拉伸强度/MPa	21.7	21.2	21.6
拉断伸长率/%	361	361	344
拉断永久变形/%	25	16	16
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	48	48	47

注:硫化条件为150 °C×30 min。



注同图1。

图2 硫化胶的应变扫描曲线



■—1[#]配方;●—2[#]配方;▲—3[#]配方。

图3 硫化胶的温度扫描曲线

一般认为,小应变下硫化胶的Payne效应在一定程度上反映了胶料中填料与填料间的相互作用^[1],Payne效应越明显,说明填料的网络化程度越高,分散性越差。

从图2可以看出,加入偶联剂Lupasol WF的胶料Payne效应降低明显,这是由于偶联剂Lupasol WF中极性胺基与白炭黑表面的极性羟基有着较强的相互作用力,使得白炭黑之间团聚作用减弱,从而分散更好,Payne效应降低明显。

从图3可以看出,2[#]和3[#]配方胶料在60和70℃时的tan δ 均比1[#]配方胶料低,其中2[#]配方胶料相对更低。然而随着温度的升高,1[#]配方胶料的tan δ 急速下降,甚至比2[#]和3[#]配方胶料还要低,说明超过一定温度,橡胶烃分子链运动增加后,偶联剂这种极性基团带来的负面效应更加明显。

2.4 压缩疲劳生热

1[#]、2[#]和3[#]配方胶料的压缩疲劳温升分别为22.9、22.6和23.4℃。可以看出,3个配方胶料的压缩疲劳温升相差不大,其中2[#]配方胶料的压缩疲劳温升最低。这是由于压缩疲劳温升的测试温度

是从55℃开始,由于前期橡胶压缩温升较快^[2],试样测试过程会在相对长时间内处于温度较高的状态。从温度扫描结果看出,由于1[#]配方胶料的tan δ 变化较大,因此在测试的整个温度范围内,2[#]和3[#]配方胶料的生热与之相比并没有出现明显下降。

3 结论

在全钢载重子午线轮胎胎面胶中加入偶联剂Lupasol WF,胶料的硫化速度明显加快,60℃时的tan δ 减小,滚动阻力改善;随着偶联剂Lupasol WF用量的增大,胶料的 M_n 、定伸应力和回弹值均增大,压缩生热变化不大,耐磨性能提高。当偶联剂Lupasol WF用量为0.4份时,胶料的综合性能较优。

参考文献:

- [1] Dick J S. 橡胶技术——配合与性能测试[M]. 游长江,贾德民,译. 北京:化学工业出版社,2004:141-142.
- [2] 曾玉铎. 橡胶压缩屈挠温升与生热和导热关系的研究[D]. 广州:华南理工大学,2015.

第12届全国橡胶助剂生产和应用技术研讨会论文

Application of Coupling Agent Lupasol WF in the Tread Compound of Truck and Bus Radial Tire

LI Jian, WANG Zhiyuan

(Vanlead Rubber & Tire Research Institute, Guangzhou 510425, China)

Abstract: The application of coupling agent Lupasol WF in the tread compound of truck and bus radial tire was investigated. The results showed that, by adding coupling agent Lupasol WF in the tread compound, the hardness, modulus and resilience of the vulcanizates increased, the wear resistance was improved, the loss factor at 60℃ decreased, and the compression heat build-up changed little. It was found that the optimum addition level of coupling agent Lupasol WF was 0.4 phr.

Key words: coupling agent; truck and bus radial tire; tread compound; rolling resistance

一种具有子口部位加强结构的全钢子午线轮胎

中图分类号:TQ336.1;U463.341⁺.6 文献标志码:D

由北京橡胶工业研究设计院申请的专利(公开号 CN 105774410A, 公开日期 2016-07-20)

“一种具有子口部位加强结构的全钢子午线轮

胎”,涉及一种具有胎圈加强结构的全钢子午线轮胎,其胎圈加强结构由两种形状特别的软硬三角胶配合4层锦纶包布组成。成品轮胎里程试验证明,采用本发明胎圈加强结构的全钢子午线轮胎,其耐久性能和胎圈耐久性能大幅提高。

(本刊编辑部 李静萍)