

## 新工艺 新产品

# 高性能 SBR/BR/炭黑共混胶的研究

吴云峰, 何雪莲, 吴驰飞

(华东理工大学材料科学与工程学院高分子合金研究室, 上海 200237)

**摘要:** 利用炭黑上结合胶一旦形成就很难脱离的特性, 通过控制结合胶成分的方法制备丁苯橡胶(SBR)/顺丁橡胶(BR)/炭黑共混胶。通过改变 SBR/BR 并用比和用不同橡胶控制结合胶成分的试验对比发现, 用物理性能好且为富相的橡胶组分来控制结合胶的形成, 硫化胶的物理性能较好。此外, 结合胶的成分直接影响硫化胶的动态力学性能。

**关键词:** SBR; BR; 炭黑; 结合胶; 动态力学性能

近年来随着汽车行业对环保、节能、安全的要求日益严格, 对轮胎橡胶材料的耐久性、低能耗和安全性的要求也逐步提高。耐久性、低能耗和安全性在性能指标上分别对应着耐磨性、滚动阻力以及抓着性。然而, 至今还没有人能够很好地解决这个所谓的“魔幻三角”, 未能从整体上改善这三个方面, 或者改进效果不够明显。

改善这些性能除了与胶料的自身特性、填料有关外, 在填料上形成的结合胶也起了很重要的作用, 如提高胶料的模量、耐磨性, 减少滞后生热等。结合胶常用来衡量填料与橡胶间作用力的大小, 一般结合胶多补强效果好, 可以说结合胶是衡量填料补强能力的标尺。

本工作利用结合胶成分控制方法, 制备丁苯橡胶(SBR)/顺丁橡胶(BR)/炭黑共混胶, 尝试从起主要补强作用的炭黑凝胶与硫化胶各项性能之间的关系入手, 研究结合胶的影响因素, 并以此为基础达到控制硫化胶性能的目的。

## 1 实验

### 1.1 原材料

SBR, 牌号 Nipol1502, 苯乙烯含量为 23.5%, 日本瑞翁公司产品; BR, 牌号 UBE-POL130B, 顺式-1,4 含量为 96%, 日本宇部兴产株式会社产品; 炭黑, 牌号 DIABLACK-H, 日本

三菱化学产品; 操作油 NH-60、促进剂 CZ、促进剂 D、氧化锌、硬脂酸、防老剂 6PPD、硫黄等均为市售品。

### 1.2 胶料制备

按不同 SBR/BR 并用比制备共混胶, 配方见表 1 所示。

所谓结合胶控制混炼方法是首先将一种橡胶与炭黑混炼, 使这种橡胶充分在炭黑上形成结合胶, 然后加入第二种橡胶作为基相进行混炼。

本实验中密炼过程在 HAAKE 转矩流变仪中完成。HAAKE 转矩流变仪的填充因数取 0.75 (密炼腔容量为 300 mL); 转子转速为  $60 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ; 密炼温度  $120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

具体流程如下: 待 HAAKE 转矩流变仪温度升至  $120 \text{ }^{\circ}\text{C}$  后, 投入第一种橡胶, 压下上压砵塑炼 1 min, 然后将炭黑和半量助剂以及操作油添加到密炼腔中混炼 4 min, 清扫残留的炭黑及助剂, 继续混炼 1 min, 出胶; 待混炼胶冷却后与第二种橡胶一同投入密炼腔中混炼 1 min, 然后加入剩余半量助剂混炼 2 min, 清扫残留物后继续混炼 1 min, 出胶。待 HAAKE 转矩流变仪降温至  $80 \text{ }^{\circ}\text{C}$  后, 混炼胶、硫化剂和促进剂一同混炼 2 min, 出胶。

试验用试片在平板硫化机上硫化, 硫化温度  $160 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , 试片厚度 2 mm, 硫化时间为  $1.5 \times t_{90}$ 。

表1 配方

份

组分	配方编号						
	1 <sup>#</sup> (1')	2 <sup>#</sup> (2')	3 <sup>#</sup> (3')	4 <sup>#</sup> (4')	5 <sup>#</sup> (5')	6 <sup>#</sup> (6')	7 <sup>#</sup> (7')
BR	100	50	40	60	70	30	0
SBR	0	50	60	40	30	70	100
炭黑	45	45	45	45	45	45	45
防老剂	1	1	1	1	1	1	1
硬脂酸	2	2	2	2	2	2	2
氧化锌	3	3	3	3	3	3	3
芳烃油	10	10	10	10	10	10	10
硫黄	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
促进剂 D	1	1	1	1	1	1	1
促进剂 CZ	1	1	1	1	1	1	1

注: 2<sup>#</sup>, 3<sup>#</sup>, 4<sup>#</sup>, 5<sup>#</sup>, 6<sup>#</sup>, 7<sup>#</sup>配方胶料为SBR先与炭黑密炼; 1', 2', 3', 4', 5', 6'配方胶料为BR先与炭黑密炼。

### 1.3 性能测试

拉伸性能和撕裂性能用长春智能仪器设备有限公司生产的WSN-20 kN型万能试验机,分别按照GB/T 528和GB/T 530测试。用UBM Rheogel E4000型动态力学分析仪对硫化胶的Payne效应进行测试,剪切模式下,频率为11 Hz,测试温度为30℃。

## 2 结果与讨论

表2中给出了不同SBR/BR并用比以及不同结合胶控制方法的硫化胶的物理性能。从表中并用比相同但以不同结合胶控制方法制备的两个试样的数据比较可以发现,当用富相组分控制结合胶的形成时,硫化胶的物理性能明显要好,并且富相橡胶品种为SBR时硫化胶的性能也

相对较好。

从混炼过程和试验结果分析中可以发现,当用贫相控制结合胶的形成,其混炼效果不如用富相控制结合胶的形成,甚至有体系不均匀的情况,这可能是由于橡胶/炭黑用量的比值较小,如5<sup>#</sup>配方中SBR/炭黑用量比为2/3时,SBR基本上都在炭黑上形成结合胶,从而与后来加入的BR相互作用不够理想。因为炭黑上紧密包覆了一种橡胶以后,可形成相互作用的点较少,与第二种橡胶较难再形成结合胶。所以在结合胶控制方法中,以富相控制结合胶相对混炼效果更适合,这一点从硫化胶物理性能数据可以看出来。

富相SBR控制结合胶形成较为有利,这可以从两个方面解释:一是SBR本身的强度要比BR高得多,所以SBR在混炼胶中的比例高有助于提

表2 硫化胶的物理性能

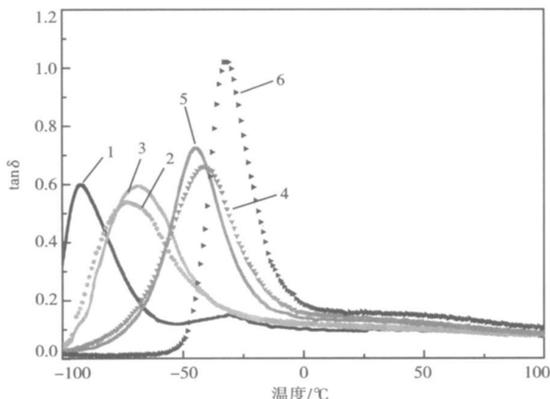
配方编号	SBR/BR 并用比	拉伸强度/ MPa	拉断伸长 率/%	100%定伸应 力/MPa	200%定伸应 力/MPa	300%定伸应 力/MPa	撕裂强度/ (kN·m <sup>-1</sup> )
1 <sup>#</sup>	0/100	11	287	2.5	6.7	—	36
2 <sup>#</sup>	50/50	11	279	2.4	7.0	—	41
2'	50/50	18	330	2.7	8.3	15.7	33
3 <sup>#</sup>	60/40	21	404	2.5	7.4	14.3	43
3'	60/40	16	352	2.5	6.9	13.2	41
4 <sup>#</sup>	40/60	15	326	2.6	6.8	12.6	35
4'	40/60	19	364	2.6	7.6	14.6	39
5 <sup>#</sup>	30/70	10	253	2.6	7.0	—	35
5'	30/70	13	257	3.1	9.0	—	44
6 <sup>#</sup>	70/30	18	350	2.6	7.8	14.9	38
6'	70/30	17	348	2.6	7.2	13.4	41
7 <sup>#</sup>	100/0	20	380	2.3	7.2	14.1	46

注: 同表1

高强度;另一方面,有报道称,当结合胶含量达到一定量时会形成一定的炭黑凝胶网络,网络中连接各炭黑凝胶的橡胶分子链在受到外界应力时会承担很大一部分的负荷,起到很重要的增强作用,而SBR的高强度则赋予了网络较高的抗冲击能力。

图1是SBR/BR/炭黑用量比为0/100/45, 30/70/45, 70/30/45且在两种结合胶控制方法下制备的硫化胶的损耗因子(tan δ)-温度关系曲线。从图1中可以发现,当用BR控制结合胶相的形成时,硫化胶的相容性相对好些,耐磨性提高。

表3列出了图1中各试样在0℃和30℃的损耗因子。



1-1#配方; 2-5#配方; 3-5'配方; 4-6#配方; 5-6'配方; 6-7#配方。

图1 硫化胶的损耗因子-温度曲线

表3 硫化胶0℃和30℃的损耗因子

项目	配方编号					
	1#	5#	5'	6#	6'	7#
0℃的 tan δ	0.102	0.121	0.115	0.157	0.138	0.186
30℃的 tan δ	0.101	0.110	0.102	0.135	0.127	0.156

注:同表1。

由SBR控制结合胶形成的5#和6#试样的0℃损耗因子都较大,即具有较好的抗湿滑性能;而相反,由BR控制结合胶形成的5'和6'试样30℃损耗因子都较小,即具有较低的滚动阻力。由此可知,硫化胶的动态力学性能主要是受炭黑凝胶相的结合胶影响。那么,我们就可以通过更细微的调控结合胶组分来控制最终硫化胶的动态力学性能,从而达到平衡“魔幻三角”,整体上改善硫化胶耐磨性、抗湿滑性和降低滚动阻力的目的。

### 3 结论

用富相组分控制结合胶的形成,有利于提高硫化胶的物理性能,并且当富相为物理性能较好的SBR时,硫化胶的性能也相对好些。而当用BR控制结合胶的形成时,共混胶的相容性相对好些,这会提高硫化胶的耐磨性。试验证明,硫化胶的动态力学性能与结合胶组分有密切的关系,因此就有可能通过更细微的控制结合胶而开发出耐磨性、抗湿滑性和低滚动阻力达到很好的平衡的共混胶。

## 玲珑集团推出 IFN-202 花纹沙漠轮胎

应客户的需求,玲珑集团成功开发了专门用于沙漠地区的IFN-202花纹轮胎。目前,275/65R17 119T IFN-202轮胎生产已进入模具制作阶段。

针对使用区域的特殊性,玲珑集团在此系列花纹轮胎的开发中采用了全新的设计理念:一是采用了超宽的接地面积和较大的花纹饱和度,以保证轮胎在柔软的沙地上依然有卓越的抓着性能和操纵性能;二是4条花纹纵沟配以阻隔性斜向沟槽,为轮胎高速直线行驶提供优异的稳定性能;

三是花纹块的鱼骨刺形状不仅确保了轮胎在湿滑道路上行驶的安全性,而且有效降低噪声;四是阻隔性斜向沟槽不仅确保了轮胎干地操控性能和耐磨性能所需的花纹刚性,而且锋利的沟槽边缘提高了湿地性能;五是连续条状的肩部花纹配以特殊加厚的胎侧设计,确保了即使在低气压情况下,轮胎的压力和负载可以均匀地传递,遍及其各个部位,从而改进了轮胎的牵引性和延长了使用寿命。

IFN-202花纹沙漠轮胎的成功研发,为玲珑集团拓展沙漠轮胎市场开创了新局面,将产生良好的经济效益和社会效益。

谢永 郭建平