

共混橡胶门尼粘度均一化对橡胶共混物性能的影响

范玉超,陈小霞,吕康辉,孙学杰,陈雪梅,王 锋

(山东玲珑轮胎股份有限公司,山东 招远 265400)

摘要:研究共混橡胶门尼粘度均一化对橡胶共混物性能的影响。结果表明,在不改变配方的前提下,通过对橡胶分别进行塑炼,减小了各橡胶的门尼粘度差异,改善了共混物中橡胶相的相容性,从而提高了共混物的综合性能:胶料的门尼粘度降低,加工性能提高;胶料的Payne效应减弱,填料分散性显著提高;硫化胶的损耗因子峰峰值增大,拉伸性能显著提升。

关键词:橡胶共混物;门尼粘度;生胶塑炼;相容性;加工性能;物理性能

中图分类号:TQ330.6⁺3

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2023)09-0560-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2023.09.0560



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

近年来,橡胶行业中多种橡胶共混应用越来越普遍。橡胶共混物除了使用不同类型的橡胶外,还要添加填充剂、补强剂、增塑剂和硫化剂等,并通过混炼和硫化等工艺过程,制成非常复杂的共混体系。关于橡胶共混物的相容性、形态结构、配合剂在共混物中的分布以及共混物的交联等均有不少研究报道^[1-2]。

橡胶间的相容性受到溶解度参数和极性等的影 响。一般认为两种橡胶的溶解度参数相近、极性相近则相容性好。对于非极性橡胶如天然橡胶(NR)、丁苯橡胶(SBR)和顺丁橡胶(BR),它们之间的相容性的主要影响因素为溶解度参数^[3]。但在实际应用中,存在溶解度参数相近的不同橡胶间的相容性并不好的现象,尤其是添加的配合剂在不同橡胶中间分散并不一致^[4],而橡胶的门尼粘度通常被认为是引发这种现象的关键因素。研究表明:SBR和BR的门尼粘度相近时,炭黑等物料在共混体系中均匀分布;SBR和BR的门尼粘度相差较大时,炭黑等物料更多地分布在门尼粘度较高的橡胶相中。

本工作主要研究共混橡胶门尼粘度均一化对橡胶共混物性能的影响。

作者简介:范玉超(1985—),男,蒙古族,山东高唐人,山东玲珑轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎胶料混炼工艺的研究工作。

E-mail:yuchao_fan@linglong.cn

1 实验

1.1 主要原材料

NR,STR20,门尼粘度[ML(1+4)100℃]为85,泰国诗董橡胶股份有限公司产品;溶聚丁苯橡胶(SSBR),SSBR(A)的门尼粘度[ML(1+4)100℃]为75,SSBR(B)(充油)的门尼粘度[ML(1+4)100℃]为70,日本东工KOSEN株式会社产品;BR,门尼粘度[ML(1+4)100℃]为50,阿朗新科公司产品;高分散性白炭黑,福建省三明正元化工有限公司产品;硅烷偶联剂Si-75,江西宏柏新材料股份有限公司产品。

1.2 配方

试验配方(用量/份)为:NR 20,SSBR(A) 35,SSBR(B) 35,BR 20,高分散性白炭黑 60,硅烷偶联剂Si-75 5,其他 50。

1.3 主要设备和仪器

GK1.5N型密炼机,德国克虏伯公司产品; Φ 160 mm×320 mm开炼机,烟台橡胶机械厂产品;P-200-2PCD型平板硫化机,中国台湾磐石油压工业股份有限公司产品;MV2000型门尼粘度仪、MDR2000型无转子硫化仪和RPA2000橡胶加工分析仪,美国阿尔法科技有限公司产品;EPLEXOR500N型动态粘弹谱分析仪,德国GABO公司产品;DKD-K-16801型硬度计,德国Bareiss公司产品;CMT-4503型电子拉力机,深圳新三思

材料检测有限公司产品;5109型弹性试验仪,德国Zwick公司产品。

1.4 试样制备

混炼方案1:BR不进行塑炼,NR和SSBR分别采用开炼机过辊的方式进行塑炼,以降低生胶门尼粘度的差异,使共混橡胶的门尼粘度均一化。其中,NR过辊15遍,门尼粘度[ML(1+4)100℃]由85降至65;SSBR(A)过辊30遍,门尼粘度[ML(1+4)100℃]由75降至65;SSBR(B)过辊15遍,门尼粘度由70降至66。生胶塑炼后,采用密炼机按照常规混炼工艺进行胶料混炼,并在开炼机上加硫黄、下片。

混炼方案2(空白对比):不对生胶进行任何处理,直接使用密炼机按照常规混炼工艺进行胶料混炼,再在开炼机上加硫黄、下片。

胶料停放8 h后在平板硫化机上进行硫化,硫化条件为151℃×60 min。

1.5 性能测试

(1)加工性能。门尼粘度按照GB/T 1232.1—2000《未硫化橡胶 用圆盘剪切粘度计进行测定 第1部分:门尼粘度的测定》测试,门尼焦烧按照GB/T 1233—2008《未硫化橡胶 初期硫化特性的测定 用圆盘剪切粘度计进行测定》测试,硫化特性按照GB/T 16584—1996《橡胶 用无转子硫化仪测定硫化特性》测试。

(2)Payne效应。应变扫描试验条件为:温度100℃,频率0.83 Hz,应变1%~500%。

(3)动态力学性能。试验条件为:频率10 Hz,应变0.2%,升温速率2℃·min⁻¹,温度范围-60~80℃。

(4)物理性能。邵尔A型硬度按照GB/T 531.1—2008《硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分:邵氏硬度计法(邵尔硬度)》测试,定伸应力、拉伸强度和拉伸伸长率按照GB/T 528—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定》测试,撕裂强度按照GB/T 529—2008《硫化橡胶或热塑性橡胶 撕裂强度的测定(裤形、直角形和新月形试样)》测试。

2 结果与讨论

2.1 门尼粘度和硫化特性

方案1和方案2胶料的门尼粘度和硫化特性如

表1所示。由表1可知:与方案2胶料相比,方案1胶料的门尼粘度和 F_L 均降低8.6%,表明方案1胶料的加工性能更好;门尼焦烧时间和 t_{90} 变化不大,表明生胶的门尼粘度变化对共混物的硫化特性基本没有影响。

表1 方案1和方案2胶料的门尼粘度和硫化特性

项 目	方案1	方案2
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	42	46
门尼焦烧时间 t_5 (127℃)/min	32.41	32.32
硫化仪数据(151℃)		
F_L /(dN·m)	1.28	1.40
F_{max} /(dN·m)	12.30	12.83
t_{30} /min	7.75	7.90
t_{60} /min	9.08	9.28
t_{90} /min	15.87	16.63

2.2 Payne效应

方案1和方案2胶料的储能模量(G')-应变曲线如图1所示。

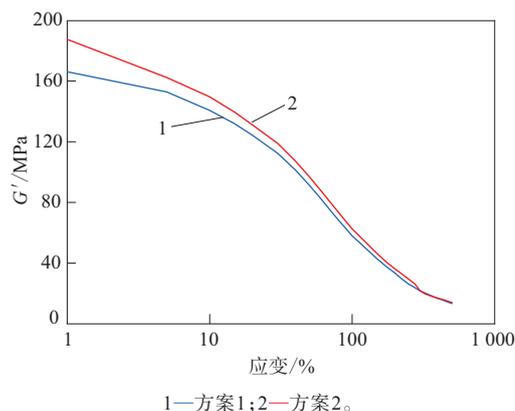


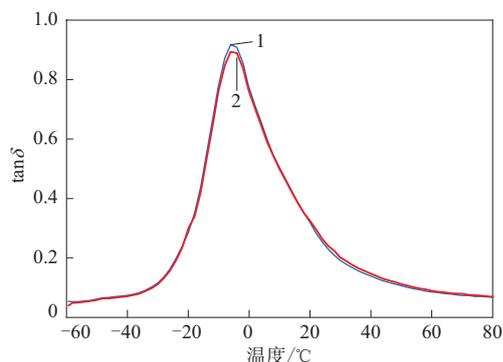
图1 方案1和方案2胶料的 G' -应变曲线

从图1可以看出:随着应变的增大,方案1和方案2胶料的 G' 迅速下降,此为Payne效应所致;试验最小应变下的 G' 与最大应变下的 G' 的差值($\Delta G'$)越小,Payne效应越弱,炭黑等填料在胶料中分散性越好,方案1胶料的 $\Delta G'$ 明显小于方案2胶料,说明方案1胶料的Payne效应减弱,填料的分散性显著提高,所形成的填料网络减少,胶料的加工性能改善。

2.3 动态力学性能

动态力学性能可以表征共混物中各种橡胶的相容性。方案1和方案2硫化胶的损耗因子($\tan\delta$)-温度曲线如图2所示。

从图2可以看出,两种方案硫化胶的 $\tan\delta$ -温度



注同图1。

图2 方案1和方案2硫化胶的 $\tan\delta$ -温度曲线

曲线大致相同,但方案1硫化胶的 $\tan\delta$ 峰峰值明显大于方案2硫化胶,说明方案1的共混物中橡胶相的相容性更好,即在不改变配方体系的前提下,通过对配方体系中各橡胶分别进行塑炼,降低橡胶间的门尼粘度差异,可使橡胶相的相容性有一定提升。

2.4 物理性能

方案1和方案2硫化胶的物理性能见表2。

由表2可知:与方案2硫化胶相比,方案1硫化胶的拉伸强度和拉断伸长率分别提升了7.2%和5.2%,说明方案1通过减小不同橡胶间门尼粘度的差异提高了橡胶间的相容性,可以获得更稳定的共混物,同时共混物中各橡胶相的门尼粘度相近,可以平衡炭黑在各橡胶相中的分布,有利于共混物拉伸性能的提升;方案1和方案2硫化胶的其余

表2 方案1和方案2硫化胶的物理性能

项 目	方案1	方案2
密度/($\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	1.197	1.195
邵尔A型硬度/度	57	58
100%定伸应力/MPa	2.3	2.4
300%定伸应力/MPa	11.9	12.2
拉伸强度/MPa	19.4	18.1
拉断伸长率/%	444	422
撕裂强度(直角形)/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	66	68
回弹值/%	72.4	71.8

各项物理性能相差不大。

3 结论

在不改变配方的前提下,通过对橡胶分别进行塑炼,降低各橡胶的门尼粘度差异,可以提高共混物中橡胶相的相容性,从而提升共混物的综合性能,即:胶料的门尼粘度降低,加工性能提高;胶料的Payne效应减弱,填料的分散性显著改善;硫化胶的 $\tan\delta$ 峰峰值增大,说明共混物中橡胶相的相容性提升;硫化胶的拉伸性能显著提升。

参考文献:

- [1] 杨清芝. 现代橡胶工艺学[M]. 北京:中国石化出版社,2012.
- [2] 盛柏松. 橡胶动态力学性能分析[J]. 橡胶科技,2017,15(6):22-24.
- [3] 贾红兵,王经逸,朱生高,等. 不同微观结构锡偶联溶聚丁苯橡胶共混性能研究[J]. 南京理工大学学报,2013,37(3):447-452.
- [4] 尹佳杰,罗忠林,罗发亮,等. POE用量对POE/BR共混物性能的影响[J]. 橡胶工业,2022,69(8):603-607.

收稿日期:2023-06-11

Effect of Reduction of Mooney Viscosity Difference of Blended Rubber on Properties of Rubber Blend

FAN Yuchao, CHEN Xiaoxia, LYU Kanghui, SUN Xuejie, CHEN Xuemei, WANG Feng

(Shandong Linglong Tire Co., Ltd, Zhaoyuan 265400, China)

Abstract: The effect of reduction of Mooney viscosity difference of the blended rubber materials on the properties of rubber blend was studied. The results showed that, under the premise that the rubber blend formula was kept the same, when the difference of Mooney viscosity of the rubber materials was reduced by plasticizing the rubbers separately before the mixing process, the compatibility of different rubber phases in the blend was improved, and the comprehensive properties of the blend were improved: for example, the Mooney viscosity of the compound decreased, the processability increased, the Payne effect of the compound was weakened, the filler dispersion was significantly improved, the loss factor peak value of the vulcanizate increased, and the tensile property was significantly improved.

Key words: rubber blend; Mooney viscosity; raw rubber plasticization; compatibility; processability; physical property