

风冷工艺对白炭黑胶料性能的影响

吴忠成,李红卫,刘华侨,顾培霜,朱家顺

[特拓(青岛)轮胎技术有限公司,山东 青岛 266100]

摘要:研究风冷工艺对白炭黑胶料性能的影响。结果表明:采用风冷工艺能明显提高白炭黑的分散性,混炼后期加入冷风,同时保证了硅烷化反应的温度要求和良好的填料分散效果;随着白炭黑用量的增大,风冷工艺降低Panye效应和滚动阻力的程度增大;在填料总量相同的情况下,随着白炭黑/炭黑并用比的增大,硫化胶的滚动阻力减小,抗湿滑性能提高,回弹值减小,拉伸性能稍有下降。

关键词:风冷工艺;白炭黑;硅烷化反应;混炼效率;动态力学性能

中图分类号:TQ330.38⁺3

文献标志码:B

文章编号:1006-8171(2019)11-0692-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2019.11.0692



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

2012年11月,针对轿车子午线轮胎的欧盟轮胎标签法正式实施。该标签法将轮胎的噪声、滚动阻力和抗湿滑性能进行不同等级的划分。生产低滚动阻力、高抗湿滑性能的轮胎成为各轮胎企业的共同目标。与炭黑相比,白炭黑具有更低的滚动阻力和更好的抗湿滑性能,在轮胎胎面胶中的应用日益广泛。在橡胶补强剂中白炭黑的用量仅次于炭黑,但白炭黑与橡胶的相容性较差,且加工性能不如炭黑^[1-2]。白炭黑在橡胶中的分散性尤为关键,常用的混炼工艺是在混炼后期通过减小转子转速来防止温升过快,以保证白炭黑的硅烷化反应温度和时间,但是减小转子转速不利于填料的分散,并且混炼后期由于硅烷化反应产生的水分和乙醇无法及时排出,可能会造成胶料打滑,也不利于填料的分散。

目前白炭黑混炼胶料最好的设备是串联密炼机,上面的啮合密炼机混炼后排到下面容积更大的密炼机(下密炼机没有压砣)中,下密炼机只是在单纯的保持胶料温度(145~155℃)的情况下不停地转动转子,以达到白炭黑进一步硅烷化反应和物料分散的作用。本工作设计在下密炼机混炼过程中,引入风冷的同时增大转子转速,在提高混

炼效率的同时带走硅烷化产生的水和乙醇,以期提升白炭黑硅烷化反应的程度。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),STR20,泰国产品;溶聚丁苯橡胶(SSBR),不充油,苯乙烯质量分数为0.25,乙烯基质量分数为0.50,LG化学公司产品;偶联剂Si69,南京曙光化工集团有限公司产品;操作油V500,汉圣化工有限公司产品;白炭黑SIL1115MP,确成硅化学股份有限公司产品。

1.2 试验配方

NR 10,SSBR 90,氧化锌 3,硬脂酸 2,操作油V500 30,微晶蜡 1.5,防老剂4020 2,防老剂RD 1,硫黄 1,促进剂CZ 2。

填料和偶联剂Si69用量见表1。

表1 填料和偶联剂Si69用量 份

组 分	配方编号		
	1	2	3
白炭黑SIL1115MP	55	65	75
炭黑N234	30	20	10
偶联剂Si69	8.1	9.5	11.5

1.3 主要设备和仪器

152.4 mm型开炼机,青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品;X(S)M-0.3L型密炼机,青岛科技大学产品;RPA2000橡胶加工分析仪,美国阿

作者简介:吴忠成(1990—),男,山东德州人,特拓(青岛)轮胎技术有限公司工程师,学士,主要从事半钢轮胎胎面胶混炼研究。

E-mail:zhongcheng.wu@tta-solution.com

尔法科技有限公司产品;MM4130C型无转子硫化仪,中国台湾高特威尔股份有限公司产品;UM-2050型门尼粘度仪和UT-2060型万能拉力机,优肯科技股份有限公司产品;150N型动态热机械分析仪(DMA),德国GABO公司产品。

1.4 混炼工艺

3种配方分别使用参比工艺(A)或风冷工艺(B)混炼胶料,密炼机填充因数均为0.7。转子转速为 $60\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,加入生胶和小料→加压1 min→加入1/2白炭黑→加压0.5 min→加入1/2白炭黑→加压0.5 min→加入炭黑和油→加压1 min,密炼室温度升至 $145\text{ }^{\circ}\text{C}$ →提压砣→清扫。剩余工艺差别如下。

工艺A:转子转速降至 $45\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ →继续混炼2 min→排料。

工艺B:转子转速保持为 $60\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ →提压砣→在正上方使用管径为5 cm的吹风管吹风控制风量,温度保持在 $145\sim 155\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,继续混炼2 min,排料。

1.5 性能测试

(1)Panye效应。采用橡胶加工分析仪,测试条件为应变范围 $0.42\%\sim 40\%$,温度 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(2)动态力学性能。采用DMA仪,试验条件为拉伸模式,温度范围 $-65\sim 65\text{ }^{\circ}\text{C}$,频率 10 Hz ,升温速率 $2\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$,初始加载力 2 N ,动态条件为动态应变 0.25% ,最大动态力 40 N ;静态条件为静态应变 7% ,最大静态力 80 N 。

2 结果与讨论

2.1 白炭黑分散性

两种工艺对胶料门尼粘度[ML(1+4) $100\text{ }^{\circ}\text{C}$]和Panye效应的影响如表2所示,其中 $\Delta G'$ 为应变0.28%和40%的储能模量(G')差值。

从表2可以看出,采用工艺B的胶料的门尼粘度和Panye效应整体低于工艺A胶料,并且在高用

表2 两种工艺对胶料门尼粘度和Panye效应的影响

项 目	配方编号					
	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
门尼粘度	73	73	80	77	85	81
$\Delta G'/\text{kPa}$	701.8	677.8	810.5	770.8	978.4	909.7

量白炭黑胶料中,工艺B的优势更明显,说明风冷工艺有利于白炭黑的硅烷化反应。

2.2 物理性能

两种工艺对硫化胶物理性能的影响如表3所示。

表3 两种工艺对硫化胶物理性能的影响

项 目	配方编号					
	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
邵尔A型硬度/度	63	62	64	63	64	62
100%定伸应力/ MPa	1.89	1.85	1.82	1.77	1.76	1.65
300%定伸应力/ MPa	14.65	14.77	13.98	14.62	13.40	13.55
拉伸强度/MPa	18.20	18.11	17.54	17.67	17.31	16.92
拉断伸长率/%	454	442	437	411	405	392
DIN磨耗量 ¹⁾ /%	12.20	11.50	11.80	11.60	10.70	10.10
回弹值/%	35.7	37.0	34.0	35.1	30.1	31.2

注:1)以体积损失率表征。硫化条件为 $150\text{ }^{\circ}\text{C}\times 40\text{ min}$ 。

从表3可以看出,采用工艺B的硫化胶的硬度、100%定伸应力和拉断伸长率减小,300%定伸应力和回弹值增大,耐磨性能提高,这都反映出采用风冷工艺的白炭黑分散效果更好^[3]。

2.3 动态力学性能

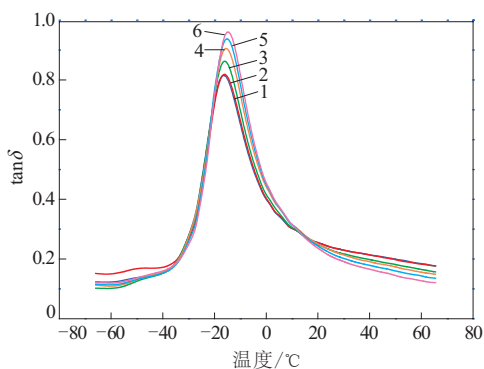
两种工艺对硫化胶动态力学性能的影响如表4和图1所示,其中 T_g 为玻璃化温度, $\tan\delta$ 为损耗因子。

通常以 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 表征硫化胶的抗湿滑性能,其值越大,抗湿滑性能越好;以40和 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 表征硫化胶的滚动阻力,其值越小,滚动阻力越小^[4]。从表4可以看出:采用工艺B的硫化胶40和 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 较小,同时 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 较大;随着白炭黑用量的增大,采用工艺B的硫化胶40和 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 减小幅度增大。

从图1可以看出:采用工艺B的硫化胶的 $\tan\delta$ -温度曲线整体变窄变高,各关键数据点变好;在填料总量相同的情况下,随着白炭黑/炭黑并用比的

表4 两种工艺对硫化胶动态力学性能的影响

项 目	配方编号					
	1-A	1-B	2-A	2-B	3-A	3-B
$T_g/^{\circ}\text{C}$	-16.3	-16.2	-15.7	-15.3	-14.0	-14.7
$\tan\delta$						
$0\text{ }^{\circ}\text{C}$	0.405	0.417	0.440	0.447	0.605	0.630
$40\text{ }^{\circ}\text{C}$	0.216	0.208	0.193	0.181	0.175	0.162
$60\text{ }^{\circ}\text{C}$	0.183	0.177	0.157	0.148	0.131	0.122



配方编号: 1—1-A; 2—1-B; 3—2-A; 4—2-B; 5—3-A; 6—3-B。

图1 两种工艺对硫化胶 $\tan \delta$ 的影响

增大,硫化胶具有更好的抗湿滑性能和更低的滚动阻力^[5]。

分析认为:一方面,工艺A后期的转子转速减小造成混炼效果变差,虽然保证了白炭黑硅烷化反应的温度区间(145~155 °C维持2 min),但是转子转速减小不利于白炭黑的分散;工艺B在保证温度区间的同时,能够维持原转子转速,有利于填料的分散;另一方面,风冷的加入及时带走了硅烷化反应产生的乙醇和水,减少了混炼过程中的物料打滑,提高了填料的分散效果。

3 结论

(1)采用风冷工艺能明显提高白炭黑的分散性,混炼后期加入吹风,同时保证了硅烷化反应的温度要求和良好的填料分散效果。

(2)随着白炭黑用量的增大,风冷工艺降低Panye效应和滚动阻力的程度增大,说明风冷工艺在高用量的白炭黑胶料中的优势更大。

(3)在填料总量相同的情况下,随着白炭黑/炭黑并用比的增大,硫化胶的滚动阻力减小,抗湿滑性能提高,回弹值减小,拉伸性能稍有下降。

参考文献:

- [1] 李军,黄金霞,赵金德,等.白炭黑发展现状及市场前景[J].化工科技,2011,19(4):67-71.
- [2] 陶燕春,孙征,吴友平.白炭黑补强高乙烯基溶聚丁苯橡胶的性能研究[J].橡胶工业,2018,65(1):20-24.
- [3] 吴忠成,李红卫,刘华侨,等.功能性树脂在轮胎胎面胶中的应用研究[J].橡胶科技,2018,16(4):17-21.
- [4] 刘大晨,吴新亮,汤琦,等.稻壳源白炭黑/炭黑/天然橡胶复合材料的性能研究[J].橡胶工业,2016,63(8):458-463.
- [5] 刘凯,赵焯,赵相帅,等.钼系高乙烯基聚丁二烯橡胶部分替代溶聚丁苯橡胶胎面胶性能的研究[J].橡胶科技,2018,16(7):15-19.

收稿日期:2019-08-12

Prometeon在北美推出倍耐力

R89系列区域轮胎

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2019年8月8日报道:

Prometeon轮胎商业解决方案公司为北美市场推出倍耐力品牌R89系列区域轮胎(见图1),用于转向、驱动和拖车轮胎。



图1 倍耐力R89系列轮胎

Prometeon称,R89系列轮胎是专为北美市场定制的,可提供长行驶里程、高燃油效率和各种天

气条件下的牵引性能。驱动轮胎有开放胎肩和闭合胎肩两种。该宽规格范围产品系列将在2019年年底前向各种不同应用市场推出。

R89系列轮胎的主要特点如下。

- 长里程和均匀磨损。轮胎结构和胎面轮廓设计优化了轮胎接地印痕,具有均匀磨损和长胎面寿命。
- 燃油效率。创新的胎面胶料可应对区域作业的严重刮擦条件,获得均匀磨损、长胎面寿命和高燃油效率。
- 在全路面条件下的性能。创新的胎面花纹和轮廓有助于防止冲击破坏,使负荷和转矩分布均匀(对驱动轮胎)及操纵响应精确(对转向轮胎),在各轮位均获得均匀磨损和长胎面寿命。
- 翻新率。倍耐力的专利卡车用螺旋先进技术(SATT)与六边形钢丝圈相结合,提供卓越的可翻新性。

(吴秀兰摘译 赵敏校)