

# 功能树脂在半钢子午线轮胎胎面胶中的应用

赵菲,房师涛,赵树高

(青岛科技大学 橡塑材料与工程教育部重点实验室,山东 青岛 266042)

**摘要:** 研究功能树脂Sylvatraxx 4401和Sylvatraxx 4202在半钢子午线轮胎胎面胶中的应用。结果表明,两种Sylvatraxx树脂的加入均能使硫化胶0~30℃温域内的损耗因子及胎面胶对干、湿路面的抓着力明显提高。加入Sylvatraxx对硫化胶的拉伸强度影响不大,但硫化胶的撕裂强度提高,特别是添加树脂4202硫化胶的阿克隆磨耗量和压缩生热降低。Sylvatraxx树脂的加入提高了白炭黑在橡胶中的分散性,降低了Payne效应,是一种有应用前途的高性能轮胎功能助剂。

**关键词:** 功能树脂;半钢子午线轮胎;胎面胶;抗滑性;白炭黑;分散性

**中图分类号:** U463.341<sup>+</sup>.4/.6;TQ330.38<sup>+</sup>4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-8171(2016)11-0668-04

近年来,我国大气污染严重,雾霾天气更是令人震惊。研究表明,雾霾天气增加是由大气中化石燃料燃烧所产生的含碳轻质细粒子浓度大幅度提高所致;轮胎磨耗产生的橡胶微粒与大气可吸入颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)的形成也有重要关联<sup>[1]</sup>。这些都与轮胎的耐磨性和滚动阻力有关。同时,橡胶配方中使用的普通芳烃油中含有的多环芳烃化合物也是欧盟REACH法规禁止使用的化学物质。目前轮胎生产上普遍采用环保芳烃油(TDAE油)或环烷油取代普通芳烃油,但取代芳烃油后轮胎的动态性能会受到影响。

轮胎标签法的实施对轮胎的抗湿滑性和滚动阻力提出了更严格的要求<sup>[2]</sup>,应对这一挑战的主要方法是在轮胎胶料中采用白炭黑补强,但白炭黑在胶料中分散困难,使用硅烷偶联剂成为解决这一问题的主要方法。硅烷偶联剂的使用对混炼温度有严格要求,温度过低,硅烷化反应难以完成,温度过高则容易引起焦化反应<sup>[3]</sup>。轮胎的高抗湿滑性和低滚动阻力很难平衡,一些新的加工助剂,如功能树脂的使用为解决这一难题提供了可行性方案。

本工作研究了两种Sylvatraxx树脂对半钢子

午线轮胎胎面胶性能的影响,以期为提高白炭黑补强轮胎胎面胶的性能提供参考。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

溶聚丁苯橡胶(SSBR,牌号2564A)、顺丁橡胶(BR,牌号9000),中石油独山子石化公司产品;Sylvatraxx 4401, Sylvatraxx 4202, 荷兰Arizona Chemical公司产品;白炭黑,牌号1165MP,罗地亚(青岛)白炭黑有限公司产品;环保芳烃油,牌号VIVATEC500,德国汉盛集团公司产品;硅烷偶联剂Si69,德国德固赛公司产品;防老剂4020、防老剂RD,中国石化集团南京化学工业有限公司化工厂产品。

### 1.2 试验配方

SSBR 104.5, BR 24, 白炭黑 60, 炭黑 25, 氧化锌 3, 硬脂酸 2, 环保芳烃油 4, 偶联剂Si69 4.8, 防老剂4020 2.5, 防老剂RD 1.5, 石蜡 1.0, 分散剂 3, 增粘树脂 2, Sylvatraxx 4401/4202 10, 硫黄 2, 促进剂 3.25。

### 1.3 主要设备和仪器

BL-6157型开炼机,宝轮精密检测仪器公司产品;XSM-500型密炼机,上海科创橡塑机械设备有限公司产品;HS-100T-RTMO型平板硫化机,深圳佳鑫电子设备科技有限公司产品;MDR2000型无转子硫化仪、MV2000型门尼粘度仪、RPA2000型

**基金项目:** 2015年绿色轮胎与橡胶协同创新中心开放课题(2015GTR003)和国家重点基础研究发展计划资助项目(2015CB654706)

**作者简介:** 赵菲(1968—),女,山东青岛人,青岛科技大学副教授,博士,主要从事高分子材料性能和应用方面的研究。

橡胶加工分析仪,美国阿尔法科技有限公司产品; Z005型电子拉力机,德国Zwick公司产品;MH-74型阿克隆磨耗仪,台湾高铁科技股份有限公司产品;DMA242C型动态力学分析仪,德国耐驰公司产品。

#### 1.4 试样制备

胶料用密炼机进行两段混炼,一段初始混炼温度为80℃,转子转速为80 r·min<sup>-1</sup>,排胶温度为140~145℃;二段初始混炼温度为100℃,转子转速为80 r·min<sup>-1</sup>,温度达到145℃后保持3 min排胶。

用硫化仪在160℃下测定混炼胶的硫化特性,振荡角度为±1°。

混炼胶在平板硫化机上硫化,硫化条件为160℃×t<sub>90</sub>。按照相应国家标准制备各种试样。

#### 1.5 性能测试

拉伸强度、撕裂强度、回弹值、压缩生热和阿克隆磨耗量分别按GB/T 529—2009,GB/T 529—2008,GB/T 530—1999,GB/T 1687—1993和GB/T 1689—1998进行测试。

压缩生热试验条件:温度 55℃,负荷 245 N,冲程 5.71 mm,频率 30 Hz。

橡胶加工分析仪应变扫描条件:温度 60℃,频率 1 Hz,应变范围 0.28%~100%。

动态力学性能测试条件:温度范围 -80~+80℃,升温速率 3℃·min<sup>-1</sup>,频率 10 Hz。

## 2 结果与讨论

### 2.1 理化分析

Sylvatraxx是改性聚萘烯树脂,Sylvatraxx 4401/4202的主要理化指标如表1所示。

表1 Sylvatraxx 4401/4202的理化指标

项 目	Sylvatraxx 4401	Sylvatraxx 4202
外观	黄色片状	黄色颗粒
玻璃化温度/℃	38	63
软化点/℃	85	113~118

### 2.2 Sylvatraxx树脂对填料分散的影响

图1所示为两种Sylvatraxx树脂对胎面硫化胶弹性模量( $G'$ )随应变( $\epsilon$ )变化的影响,也称Payne效应,空白、Sylvatraxx 4401和Sylvatraxx 4202胶料的 $\Delta G'$ ( $G'_{2.8\%} - G'_{100\%}$ )分别为1 896,1 479和1 404 kPa。Payne效应中低应变处的模量能反映橡胶基体中填料的分散状况。由图1可以看出,添加树脂

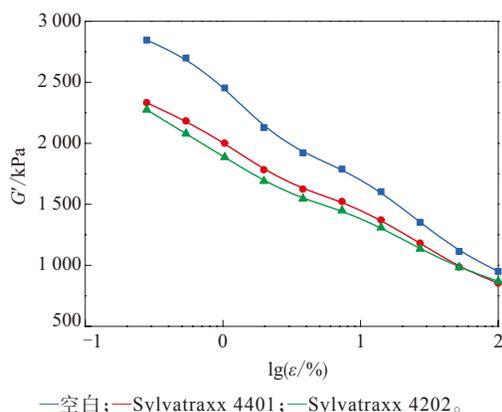


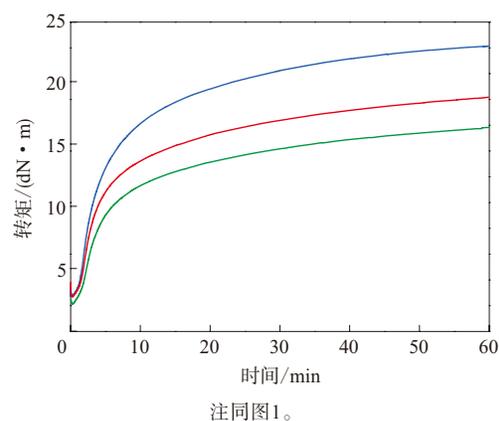
图1 两种Sylvatraxx树脂对硫化胶Payne效应的影响

后的硫化胶 $G'$ 明显降低,即填料的分散得到了改善。原因在于两种Sylvatraxx树脂均是萘烯改性小分子树脂,其化学结构中含有的少量芳环结构与基体中的SSBR具有相似性,因此与橡胶基体有较好的相容性,能够渗透到橡胶大分子链之间,降低了分子链之间的作用力,使橡胶分子链的活动性增强,与填料具有更好的接触,从而增大了橡胶-填料的相互作用,使填料分散性变好,硫化胶的Payne效应降低。由于树脂4202结构中含有酚羟基,能起到白炭黑表面活性剂的作用,因此其Payne效应最低。

添加树脂后的硫化胶在大应变(100%)处的 $G'$ 略有下降,这是由于配方中的油量并未减少,而两种树脂的相对分子质量均较低,加入橡胶中起到类似增塑剂的作用,因而使胶料的模量下降。

### 2.3 Sylvatraxx树脂对胎面胶加工性能的影响

添加两种Sylvatraxx树脂的胎面胶的硫化曲线如图2所示。



注同图1。

图2 两种Sylvatraxx树脂对胶料硫化曲线的影响

从图2可以看出, Sylvatraxx树脂的加入使 $t_{10}$ 和 $t_{90}$ 稍延长。由于树脂的增塑作用及填料网络的减弱, 硫化转矩均有所下降。

#### 2.4 Sylvatraxx树脂对硫化胶物理性能的影响

两种Sylvatraxx树脂对胎面硫化胶物理性能的影响如表2所示。

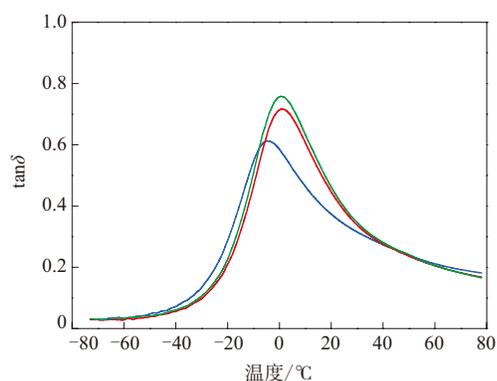
表2 两种Sylvatraxx树脂对胎面硫化胶物理性能的影响

项 目	空白	Sylvatraxx 4401	Sylvatraxx 4202
邵尔A型硬度/度	70	70	68
300%定伸应力/MPa	16.6	11.1	11.8
拉伸强度/MPa	18.7	17.8	17.5
拉断伸长率/%	330	360	449
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	36	44	44
阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>	0.135	0.123	0.105
回弹值/%	21	18	16
压缩疲劳温升/℃	27.2	26.5	24.2

由表2可以看出: Sylvatraxx树脂的加入对硫化胶拉伸强度的影响不明显, 但撕裂强度明显提高; 树脂的软化作用使硫化胶的硬度下降、拉断伸长率增大。由于改善了填料的分散, 弱化了填料网络, 硫化胶的阿克隆磨耗量显著降低, 压缩生热也明显降低, 尤其是树脂4202的效果更明显。硫化胶常温下弹性下降, 对胎面胶抗滑性能的提高有利, 这与后述20~30℃温域内损耗因子( $\tan\delta$ )提高的结果是一致的。

#### 2.5 Sylvatraxx树脂对硫化胶动态性能的影响

两种Sylvatraxx树脂对胎面胶动态性能的影响如图3所示。由图3可以看出, 由于两种Sylvatraxx树脂的玻璃化温度都较高, 其加入使胎面胶的玻璃化温度移向高温, 但均只有一个损耗峰出现, 说明两种树脂都与橡胶基体的相容性很好, 树脂的结构决定其峰值损耗因子较大。玻璃化温度右移使硫化胶在0~30℃温域内的 $\tan\delta$ 明显升高, 这对提高胎面胶抗干、湿滑性具有重要的



注同图1。

意义。而在60~80℃温域内 $\tan\delta$ 变化不明显, 甚至略有降低, 这可能与填料的分散性变好有关, 这对于降低轮胎的动态生热有一定的参考价值。

### 3 结论

(1) Sylvatraxx树脂能明显提高硫化胶0~30℃温域内的 $\tan\delta$ 值, 有效改善胎面胶对干、湿路面的抓着力。

(2) 加入Sylvatraxx树脂对胎面胶拉伸强度的影响不大, 但撕裂强度增大, 特别是添加树脂4202的硫化胶压缩生热降低, 耐磨性能提高。

(3) 两种Sylvatraxx树脂均能改善填料在橡胶中的分散, 降低Payne效应。

#### 参考文献:

- [1] Rhodes E P, Ren Z, Mays D C. Zinc Leaching from Tire Crumb Rubber[J]. Environ. Sci. Technol., 2012, 46: 12856-12863.
  - [2] Li Y, Han B, Wen S, et al. Effect of the Temperature on Surface Modification of Silica and Properties of Modified Silica Filled Rubber Composites [J]. Part A: Applied Science and Manufacturing, 2014, 62 (3): 52-59.
  - [3] Joshi P G, Cruse R J, Pickwell R J, et al. 白炭黑胎面胶的新一代硅烷偶联剂[J]. 涂学忠, 摘译. 轮胎工业, 2005, 25 (2): 96-103.
- 第12届全国橡胶助剂生产和应用技术研讨会论文(三等奖)

## Application of Functional Resin in Tread Compound of Steel-belted Radial Tire

ZHAO Fei, FANG Shitao, ZHAO Shugao

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

**Abstract:** Enhancement additives, Sylvatraxx 4401 and Sylvatraxx 4202 were applied in the tread compound of steel-belted radial tire. The results showed that, the addition of function resin increased the loss

factor of the vulcanizate at the temperature range from 0 to 30 °C apparently, which improved the traction of tread on both dry and wet road. Sylvatraxx had no apparent influence on the tensile strength, but could increase the tear strength of the vulcanizate, especially, Sylvatraxx 4202 could decrease the Akron abrasion and heat build-up. The addition of Sylvatraxx resins improved the dispersion of silica in rubber matrix, and weakened Payne effect, so they were promising functional additives for high performance tire.

**Key words:** functional resin; steel-belted radial tire; tread compound; skid resistance; silica; dispersion

## Hercules的Terra Trac产品线新增两款 轻型载重轮胎

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2016年9月7日报道:

Hercules轮胎橡胶公司的Terra Trac轻型载重轮胎产品线新增两款轮胎——Terra Trac M/T(见图1)和Terra Trac T/G Max(见图2)。



图1 Terra Trac M/T轮胎



图2 Terra Trac T/G Max轮胎

该公司称,新Terra Trac M/T泥地和Terra Trac T/G Max商用轮胎生产目的明显不同,但却拥有同样强大的使用功能。两款轮胎均有2年或50%胎面磨损内的道路行驶事故保障及30天无忧试驾体验。

Terra Trac M/T和Terra Trac T/G Max轮胎有若干共同的特性,包括变角度全深刀槽花纹、排石功能及为公路/越野行驶兼用而优化的胎面胶料配方。

另外,每款轮胎为适合专用场合和环境而具有明显不同的特点。

(1)Terra Trac M/T轮胎有独特的Hi/Lo胎面设计,外侧花纹饱和度较高,可提高越野牵引性能,中部花纹块密实,有利于公路行驶稳定性,降低噪声,另外还具有如下特点:

- 胎面镶钉可提高冬季牵引和操控性能;
- 反向迷彩胎侧设计外观醒目;
- 大胎肩扇形饰边可提供优异的越野牵引和抓着性能。

Terra Trac M/T轮胎现有21个规格,轮辋直径为381~508 mm(15~20英寸)。

(2)Terra Trac T/G Max专为富有挑战 and 恶性工作环境而设计,从碎石散落的建筑工地到泥泞的田地均适用,而且具有优异的全天候公路行驶性能,另外还具有如下特点:

• 抗切割和崩花掉块的白炭黑胶料既抗破坏,又可提高耐磨和湿牵引性能;

• 15 mm(18.5/32英寸)深胎面花纹在极端条件下也可传递强大动力,最大化提高车辆的使用性能;

• 方形轮廓设计优化接地印痕,使牵引性能和胎面寿命最优化;

• 醒目的上胎肩设计可提高耐磨性能,开放设计可创造啮合边缘,提供优异的越野牵引性能。

Terra Trac T/G Max轮胎现有15个轻载(LT)和高浮力规格,轮辋直径为381~457 mm(15~18英寸)。

Terra Trac M/T, Terra Trac T/G Max和 Terra Trac AT II全地形轮胎组成Terra Trac Traction完整的轻型载重轮胎产品系列,可使驾驶员无论在工作、野外,还是在道路上都获得精确的使用和牵引功能。

(吴秀兰摘译 赵 敏校)