

# 跑气保用轮胎胎侧支撑胶配方的优化

焦文秀, 崔 轶, 张海盟, 刘 鹏, 韩玉瑶

(三角轮胎股份有限公司, 山东 威海 264200)

**摘要:**对现用跑气保用轮胎胎侧支撑胶配方进行优化。结果表明:在天然橡胶/顺丁橡胶(BR)生胶体系中加入热塑性弹性体,并减小BR和炭黑N550用量,胶料的门尼焦烧时间和正硫化时间延长,抗硫化返原性能提高,工艺性能良好;硫化胶的物理性能和耐老化性能提高,生热降低;成品轮胎的耐久性能提高。

**关键词:**热塑性弹性体;跑气保用轮胎;胎侧支撑胶;生热

**中图分类号:**U463.341<sup>+</sup>.4

**文献标志码:**A

**文章编号:**1006-8171(2019)05-0295-03

**DOI:**10.12135/j.issn.1006-8171.2019.05.0295

轮胎在失压状态下行驶,胎侧因反复弯曲变形产生高热量而使变形部位胶料降解,易导致轮胎早期损坏<sup>[1]</sup>。与常规轮胎相比,自体支撑型跑气保用轮胎的最独特之处在于具有胎侧支撑胶。胎侧支撑胶具有高硬度、高强度、耐屈挠和低生热的特点,能承受轮胎失压后胎侧变形,有效防止胎侧自身折叠产生内摩擦,保证轮胎能够维持一定的下沉量,支撑轮胎行驶。

在胎侧支撑胶配方中加入增硬热塑性弹性体,可提高胶料的硬度,从而减小炭黑用量<sup>[2]</sup>,有效降低生热,有助于提高轮胎的使用性能,延长轮胎的使用寿命。本工作主要对现用跑气保用轮胎胎侧支撑胶的配方进行优化。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),牌号BJ2,泰国产品;顺丁橡胶(BR),牌号9000,中国石化齐鲁石化公司产品;热塑性弹性体,牌号AT300,日本JSR公司产品;炭黑N550,山东联科新材料股份有限公司产品;环保油RAE,壳牌石油(中国)有限公司产品;白炭黑,索尔维公司产品;偶联剂Si69,山东文兴科技有限公司产品;抗硫化返原剂WK-901,武汉径河化工有限公司产品。

**作者简介:**焦文秀(1984—),女,山东潍坊人,三角轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎配方设计及工艺管理等工作。

**E-mail:**jiaowenxiu@triangle.com.cn

### 1.2 配方

1<sup>#</sup>配方(现用配方):NR 20, BR 80, 炭黑N550 25, 白炭黑 20, 氧化锌 5.5, 硬脂酸 1, 抗硫化返原剂 2, 防老剂/促进剂/偶联剂 6.3, 硫黄 7, 其他 11.2。

2<sup>#</sup>配方(优化配方):加入15份热塑性弹性体, BR用量为65份, 炭黑N550用量为15份, 其余均同1<sup>#</sup>配方。

### 1.3 主要设备和仪器

XK-160型开炼机,上海橡胶机械厂产品;1.5 L密炼机,德国克虏伯公司产品;GK255N型和GK400N型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;MDR2000型无转子硫化仪,美国孟山都公司产品;MV2000型门尼粘度仪,美国阿尔法科技有限公司产品;EPLEXOR 500N型橡胶粘弹性分析仪,德国GABO公司产品。

### 1.4 混炼工艺

小配合试验胶料采用两段混炼工艺,混炼均在1.5 L密炼机中进行。一段混炼转子转速为85 r·min<sup>-1</sup>,混炼工艺为:生胶→压压砣,提压砣→炭黑、白炭黑、环保油→压压砣,提压砣→小料→压压砣,提压砣→排胶→开炼机下片、冷却,停放2 h;二段混炼转子转速为75 r·min<sup>-1</sup>,混炼工艺为:一段混炼胶、硫黄和促进剂→压压砣,提压砣→排胶→开炼机下片、冷却,停放8 h。

大配合试验胶料采用三段混炼工艺,一段混炼在GK400N型密炼机中进行,转子转速为50

$\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ ,混炼工艺为:生胶、小料→压压砣,提压砣→炭黑、白炭黑→压压砣,提压砣→环保油→压压砣,提压砣→排胶( $140 \sim 145\text{ }^{\circ}\text{C}$ );二段混炼在GK400N型密炼机中进行,混炼工艺同一段混炼;三段混炼在GK255N型密炼机中进行,转子转速为 $25\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ,混炼工艺为:二段混炼胶、硫黄、促进剂→压压砣,提压砣→压压砣,提压砣→排胶( $95 \sim 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ )。

1.5 性能测试

(1)硫化特性。采用无转子硫化仪测试,测试条件为 $150\text{ }^{\circ}\text{C} \times 60\text{ min}$ 。

(2)物理性能。各项性能均按照相应国家标准测试,硫化条件为 $150\text{ }^{\circ}\text{C} \times 20\text{ min}$ 。

(3)动态力学性能。测试条件为:温度范围室温 $\sim 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,频率 $10\text{ Hz}$ ,静态应变 $1\%$ ,动态应变 $5\%$ ,升温速率 $3\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(4)耐久性能。按GB/T 30196—2013《自体支撑型补气保用轮胎》测试。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

小配合试验胶料的硫化特性如表1所示。

| 项 目                                         | 配方编号           |                |
|---------------------------------------------|----------------|----------------|
|                                             | 1 <sup>#</sup> | 2 <sup>#</sup> |
| 门尼粘度[ML(1+4) 100 $^{\circ}\text{C}$ ]       | 60             | 62             |
| 门尼焦烧时间 $t_5$ (125 $^{\circ}\text{C}$ )/min  | 27.1           | 28.5           |
| 硫化仪数据(150 $^{\circ}\text{C}$ )              |                |                |
| $F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$            | 1.54           | 1.62           |
| $F_{\text{max}}/(\text{dN} \cdot \text{m})$ | 30.77          | 30.87          |
| $F_{60}^{(1)}/(\text{dN} \cdot \text{m})$   | 28.63          | 29.03          |
| 硫化返原率/%                                     | 7.32           | 6.29           |
| $t_{10}/\text{min}$                         | 8.31           | 8.46           |
| $t_{50}/\text{min}$                         | 9.36           | 9.64           |
| $t_{90}/\text{min}$                         | 14.57          | 14.73          |

注:1)  $F_{60}$ 为硫化60 min时的转矩。

从表1可以看出:与1<sup>#</sup>配方胶料相比,2<sup>#</sup>配方胶料的门尼焦烧时间稍长,硫化速度稍慢,有利于胶料挤出时的加工安全性;胶料的硫化返原率减小,表明2<sup>#</sup>配方胶料的物理性能保持率较高,有助于支撑胶部位在轮胎失压反复变形时具有更高的稳定性,可改善胶料在使用过程中的降解问题。

小配合试验硫化胶的物理性能如表2所示,其

中 $\tan\delta$ 为损耗因子。

从表2可以看出:与1<sup>#</sup>配方硫化胶相比,2<sup>#</sup>配方硫化胶的硬度和100%定伸应力增大,拉伸强度变化不大,拉断伸长率略有减小,可满足胎侧支撑胶的性能要求;2<sup>#</sup>配方硫化胶的高温回弹值增大,60  $^{\circ}\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 指数减小,表明硫化胶的生热降低,能够缓解胶料在使用过程中的降解问题,具有更高的支撑稳定性;2<sup>#</sup>配方硫化胶老化后的拉伸强度较高,也说明胶料具有更好的耐老化性能。

表2 小配合试验硫化胶的物理性能

| 项 目                                           | 配方编号           |                |
|-----------------------------------------------|----------------|----------------|
|                                               | 1 <sup>#</sup> | 2 <sup>#</sup> |
| 邵尔A型硬度/度                                      | 72             | 74             |
| 100%定伸应力/MPa                                  | 4.9            | 5.1            |
| 拉伸强度/MPa                                      | 14.6           | 14.7           |
| 拉断伸长率/%                                       | 205            | 193            |
| 拉断永久变形/%                                      | 10             | 11             |
| 回弹值/%                                         |                |                |
| 室温(23 $^{\circ}\text{C}$ )                    | 64             | 68             |
| 高温(100 $^{\circ}\text{C}$ )                   | 75             | 78             |
| 60 $^{\circ}\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 指数      | 100            | 84.97          |
| 100 $^{\circ}\text{C} \times 48\text{ h}$ 老化后 |                |                |
| 邵尔A型硬度/度                                      | 74             | 75             |
| 100%定伸应力/MPa                                  | 5.1            | 5.2            |
| 拉伸强度/MPa                                      | 13.4           | 13.9           |
| 拉断伸长率/%                                       | 173            | 168            |
| 拉断永久变形/%                                      | 8              | 10             |

2.2 大配合试验

在小配合试验基础上,为了验证优化配方的稳定性,进行了大配合试验,试验结果如表3和4所示。

从表3可以看出:与1<sup>#</sup>配方胶料相比,2<sup>#</sup>配方胶

表3 大配合试验胶料的硫化特性

| 项 目                                         | 配方编号           |                |
|---------------------------------------------|----------------|----------------|
|                                             | 1 <sup>#</sup> | 2 <sup>#</sup> |
| 门尼粘度[ML(1+4) 100 $^{\circ}\text{C}$ ]       | 62             | 64             |
| 门尼焦烧时间 $t_5$ (125 $^{\circ}\text{C}$ )/min  | 27.6           | 28.3           |
| 硫化仪数据(150 $^{\circ}\text{C}$ )              |                |                |
| $F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$            | 1.71           | 1.83           |
| $F_{\text{max}}/(\text{dN} \cdot \text{m})$ | 31.23          | 31.62          |
| $F_{60}^{(1)}/(\text{dN} \cdot \text{m})$   | 29.68          | 30.12          |
| 硫化返原率/%                                     | 5.25           | 5.04           |
| $t_{10}/\text{min}$                         | 7.82           | 8.61           |
| $t_{50}/\text{min}$                         | 9.96           | 10.14          |
| $t_{90}/\text{min}$                         | 14.92          | 15.07          |

注:同表1。

表4 大配合试验硫化胶的物理性能

| 项 目          | 配方编号           |                |
|--------------|----------------|----------------|
|              | 1 <sup>#</sup> | 2 <sup>#</sup> |
| 邵尔A型硬度/度     | 73             | 74             |
| 100%定伸应力/MPa | 5.0            | 5.1            |
| 拉伸强度/MPa     | 15.0           | 15.4           |
| 拉断伸长率/%      | 210            | 196            |
| 拉断永久变形/%     | 10             | 10             |
| 回弹值/%        |                |                |
| 室温(23℃)      | 65             | 69             |
| 高温(100℃)     | 76             | 79             |
| 60℃时的tanδ指数  | 100            | 82.91          |
| 100℃×48h老化后  |                |                |
| 邵尔A型硬度/度     | 74             | 76             |
| 100%定伸应力/MPa | 5.2            | 5.6            |
| 拉伸强度/MPa     | 14.1           | 14.8           |
| 拉断伸长率/%      | 182            | 174            |
| 拉断永久变形/%     | 8              | 9              |

料的门尼焦烧时间和 $t_{90}$ 稍长,具有更好的加工安全性;硫化返原率减小,抗硫化返原性能提高。

从表4可以看出,与1<sup>#</sup>配方硫化胶相比,2<sup>#</sup>配方硫化胶的硬度、100%定伸应力和拉伸强度略有增大,60℃时的tanδ指数减小,表明能够有效降低生热,这与小配合试验结果基本一致。

2.3 工艺性能

1<sup>#</sup>和2<sup>#</sup>配方胶料的挤出工艺性能良好,表面光滑,无撕边现象,尺寸稳定性良好;断面均匀致密,

无气泡;成型和硫化工艺正常。

2.4 成品试验

采用1<sup>#</sup>和2<sup>#</sup>配方胶料试制225/40R18轮胎,并按GB/T 30196—2013进行耐久性试验。结果表明,1<sup>#</sup>和2<sup>#</sup>配方轮胎的零气压行驶时间分别为2.17和2.92 h,均达到了国家标准要求。2<sup>#</sup>配方轮胎的累计行驶时间比1<sup>#</sup>配方轮胎延长,表明2<sup>#</sup>配方轮胎具有更好的支撑效果,这也与该配方硫化胶具有更低的生热和良好的耐老化性能相符。

3 结论

与现用跑气保用轮胎胎侧支撑胶配方胶料相比,优化配方胶料的门尼焦烧时间和正硫化时间延长,抗硫化返原性能提高,工艺性能良好,硫化胶的物理性能和耐老化性能提高,生热明显降低;成品轮胎的零气压行驶时间延长,表明优化配方胶料具有更优异的使用性能。

参考文献:

[1] 王若云,贺建芸,胡水康,等. 轮胎胶料的动态力学性能研究[J]. 橡胶工业,2017,64(1):14-18.  
[2] 冯友林,董继学,刘晓庆,等. 补强树脂SP6701在跑气保用轮胎胎侧支撑胶中的应用[J]. 轮胎工业,2014,34(7):420-422.

收稿日期:2018-11-19

Formulation Optimization of Sidewall Support Compound for Run-flat Tire

JIAO Wenxiu, CUI Yi, ZHANG Haimeng, LIU Peng, HAN Yuyao

(Triangle Tyre Co., Ltd, Weihai 264200, China)

**Abstract:** The existing formulation of the sidewall support compound for run-flat tire was optimized. The results showed that, by adding thermoplastic elastomer in the NR/BR blend, and decreasing the addition levels of BR and carbon black N550, the Mooney scorching time and optimum curing time of the compound were extended, the anti-reversion property was improved, and the processability was good. The physical properties and aging resistance of the vulcanizate were improved, and the heat build-up was decreased. The endurance of the finished tire was improved.

**Key words:** thermoplastic elastomer; run-flat tire; sidewall support compound; heat build-up

欢迎订阅《轮胎工业》《橡胶工业》《橡胶科技》杂志