

# 改性填料YB-5在半钢子午线轮胎气密层胶中的应用

郑 昆, 顾培霜, 王铁伟, 夏代杰, 贺灵浩  
[特拓(青岛)轮胎技术有限公司, 山东 青岛 266061]

**摘要:** 研究改性填料YB-5在半钢子午线轮胎气密层胶中的应用。结果表明: 在半钢子午线轮胎气密层胶中加入40份改性填料YB-5, 胶料的气密性提高30%以上; 胶料的加工性能及耐屈挠性能变化不大; 成品轮胎的高速性能及耐久性能良好, 生产成本降低。

**关键词:** 改性填料; 气密层; 气密性; 透气系数; 半钢子午线轮胎

气密层位于无内胎轮胎胎里, 主要作用是防止漏气, 保持轮胎充气压力。气密层胶的性能要求是气密性佳, 耐屈挠性能、耐疲劳性能、耐老化性能及与胎体胶料的粘合性能好。据报道<sup>[1]</sup>, 加入陶土、高岭土等无机填料可提高气密层胶的气密性。

改性填料YB-5(商品名为子午线轮胎专用料)主要由两部分组成: 一部分为脂肪酸、偶联剂和交联剂等, 提供增塑、稳定、润滑、交联和偶联等多种功能; 另一部分为碳酸钙作载体, 将增韧改性剂稀释, 使高活性无机填料表面包覆一层薄的弹性体, 更易于与橡胶高分子偶联和接枝。本工作主要研究在较大填充量下, 改性填料YB-5对半钢子午线轮胎气密层胶性能尤其是气密性能的影响。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), 牌号SMR20, 马来西亚产品; 溴化丁基橡胶(BIIR), 牌号2222, 埃克森美孚化工公司产品; 改性填料YB-5, 青岛蒙力橡塑填料有限公司产品。

### 1.2 配方

试验配方: NR, 30; BIIR, 70; 炭黑N660, 60; 氧化锌/硬脂酸, 3; 环保油, 8; 改性填料YB-5, 变量(1<sup>#</sup>配方, 0; 2<sup>#</sup>配方, 20; 3<sup>#</sup>配方, 40); 硫黄/促进剂, 2; 其它, 4。

生产配方: NR, 30; BIIR, 70; 炭黑N660, 60; 氧化锌/硬脂酸, 3; 环保油, 8; 促进剂DM, 1; 硫黄, 1; 其它, 4。

### 1.3 主要设备和仪器

XK-160型开炼机, 广东湛江机械厂产品; GE580型和GK255N型密炼机, 益阳益神橡胶机械有限公司产品; MDR2000型无转子硫化仪和Tensometer2000型拉力机, 美国阿尔法科技有限公司产品。

### 1.4 试样制备

小配合试验胶料分2段混炼, 在开炼机上进行。一段混炼加料顺序为: 生胶→硬脂酸等小料→炭黑N660、改性填料YB-5→环保油→下片; 胶料停放8 h后再加入氧化锌、促进剂和硫黄, 为确保胶料混合均匀, 左、右各割刀9次, 然后下片。

大配合试验胶料分2段混炼。一段混炼在GE580型密炼机中进行, 转子转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ , 加料顺序为: 生胶→硬脂酸等小料→炭黑N660、改性填料YB-5→转子转速降至 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ →环保油→排胶( $140^\circ\text{C}$ ); 二段混炼在GK255N型密炼机中进行, 转子转速为 $35 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ , 加料顺序为: 一段混炼胶→氧化锌、促进剂和硫黄→排胶( $105^\circ\text{C}$ )。

### 1.5 性能测试

胶料气密性委托北京彤程创展科技有限公司测试, 测试标准为GB/T 1038—2000《塑料薄膜和薄片气体透过性试验方法——压差法》; 胶料其它性能

均按相应国家标准或化工行业标准进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 小配合试验

小配合试验胶料的物理性能如表1所示。

表1 小配合试验结果

| 项 目                                                                                             | 1 <sup>#</sup> 配方 | 2 <sup>#</sup> 配方 | 3 <sup>#</sup> 配方 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 门尼粘度[ML (1+4) 100 °C]                                                                           | 52                | 50                | 50                |
| 硫化仪数据 (150 °C)                                                                                  |                   |                   |                   |
| $M_L$ / (dN · m)                                                                                | 1.8               | 2.2               | 2.3               |
| $M_H$ / (dN · m)                                                                                | 7.1               | 9.0               | 9.3               |
| $t_{10}$ / min                                                                                  | 3.39              | 2.19              | 2.14              |
| $t_{50}$ / min                                                                                  | 9.24              | 7.34              | 6.56              |
| $t_{90}$ / min                                                                                  | 24.40             | 23.10             | 23.20             |
| 硫化胶性能 (150 °C × 40 min)                                                                         |                   |                   |                   |
| 密度 / (g · cm <sup>-3</sup> )                                                                    | 1.140             | 1.206             | 1.264             |
| 邵尔A型硬度/度                                                                                        | 54                | 57                | 60                |
| 10%定伸应力/MPa                                                                                     | 0.5               | 0.5               | 0.3               |
| 50%定伸应力/MPa                                                                                     | 1.0               | 1.0               | 1.1               |
| 100%定伸应力/MPa                                                                                    | 1.6               | 1.7               | 1.7               |
| 300%定伸应力/MPa                                                                                    | 5.8               | 5.3               | 4.6               |
| 拉伸强度/MPa                                                                                        | 9.0               | 8.8               | 7.4               |
| 拉断伸长率/%                                                                                         | 462               | 488               | 465               |
| 回弹值/%                                                                                           | 11                | 10                | 9                 |
| 撕裂强度 / (kN · m <sup>-1</sup> )                                                                  | 34                | 32                | 29                |
| 屈挠裂口等级 (14.4万次)                                                                                 | 1                 | 2                 | 0                 |
| 透气系数 × 10 <sup>13</sup> /<br>[cm <sup>3</sup> · cm · (cm <sup>2</sup> · Pa · s) <sup>-1</sup> ] | 1.034             | 1.130             | 0.826             |
| 80 °C × 7 d老化后                                                                                  |                   |                   |                   |
| 邵尔A型硬度/度                                                                                        | 56                | 58                | 59                |
| 10%定伸应力/MPa                                                                                     | 0.5               | 0.4               | 0.4               |
| 50%定伸应力/MPa                                                                                     | 1.2               | 1.2               | 1.2               |
| 100%定伸应力/MPa                                                                                    | 2.1               | 2.1               | 1.9               |
| 300%定伸应力/MPa                                                                                    | 6.6               | 6.1               | 5.1               |
| 拉伸强度/MPa                                                                                        | 8.3               | 7.8               | 6.2               |
| 拉断伸长率/%                                                                                         | 387               | 411               | 371               |
| 屈挠裂口等级 (14.4万次)                                                                                 | 0                 | 0                 | 0                 |

从表1可以看出：与1<sup>#</sup>空白胶料相比，2<sup>#</sup>配方胶料和3<sup>#</sup>配方胶料的门尼粘度变化不大；焦烧时间缩短，密度增大；拉伸强度和撕裂强度等有所降低；添加40份改性填料YB-5的3<sup>#</sup>配方胶料的气密性提高了25%；3<sup>#</sup>配方胶料的耐屈挠性能相当。

### 2.2 大配合试验

根据小配合试验结果，对3<sup>#</sup>配方进行微调，调整促进剂DM用量至1.2份，硫化体系其他配合剂用量仍为4份，并与生产配方（促进剂DM用量为1份）胶料进行对比。大配合试验试验结果如表2所示。

表2 大配合试验结果

| 项 目                                                                                          | 试验配方  | 生产配方  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|
| 门尼粘度[ML (1+4) 100 °C]                                                                        | 55    | 57    |
| 硫化仪数据 (150 °C)                                                                               |       |       |
| $M_L$ / (dN · m)                                                                             | 2.1   | 2.4   |
| $M_H$ / (dN · m)                                                                             | 10.9  | 10.7  |
| $t_{10}$ / min                                                                               | 3.22  | 2.41  |
| $t_{50}$ / min                                                                               | 14.60 | 10.60 |
| $t_{90}$ / min                                                                               | 25.10 | 19.50 |
| 硫化胶性能 (150 °C × 40 min)                                                                      |       |       |
| 密度 / (g · cm <sup>-3</sup> )                                                                 | 1.262 | 1.126 |
| 邵尔A型硬度/度                                                                                     | 53    | 53    |
| 10%定伸应力/MPa                                                                                  | 0.4   | 0.5   |
| 50%定伸应力/MPa                                                                                  | 0.9   | 1.0   |
| 100%定伸应力/MPa                                                                                 | 1.5   | 1.7   |
| 300%定伸应力/MPa                                                                                 | 5.0   | 7.0   |
| 拉伸强度/MPa                                                                                     | 7.0   | 11.0  |
| 拉断伸长率/%                                                                                      | 403   | 450   |
| 回弹值/%                                                                                        | 9     | 10    |
| 撕裂强度 / (kN · m <sup>-1</sup> )                                                               | 29    | 32    |
| 屈挠裂口等级 (14.4万次)                                                                              | 0     | 2     |
| 透气系数 × 10 <sup>13</sup> / [cm <sup>3</sup> · cm · (cm <sup>2</sup> · Pa · s) <sup>-1</sup> ] | 0.913 | 1.352 |
| 80 °C × 7 d老化后                                                                               |       |       |
| 邵尔A型硬度/度                                                                                     | 59    | 58    |
| 100%定伸应力/MPa                                                                                 | 1.9   | 2.1   |
| 300%定伸应力/MPa                                                                                 | 5.1   | 6.1   |
| 拉伸强度/MPa                                                                                     | 6.2   | 9.0   |
| 拉断伸长率/%                                                                                      | 371   | 360   |
| 屈挠裂口等级 (14.4万次)                                                                              | 1     | 2     |

从表2可以看出：与生产配方胶料相比，试验配方胶料的门尼粘度相近，表明改性填料YB-5对胶料的加工性能影响不大；密度增大，硬度及低应变时的定伸应力相近；透气系数减小30%以上，即气密性提高30%以上；耐屈挠性能相当；300%定伸应力、拉伸强度、撕裂强度及拉断伸长率降低。

### 2.3 成品性能

采用气密层试验配方胶料生产205/55R16 91V

半钢子午线轮胎, 并进行成品轮胎性能试验。结果如表3所示。其中, 高速性能试验按照GB/T 4502进行, 试验负荷 615 kg, 充气压力 300 kPa, 负荷率73%, 速度达到 $200 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 后, 每10 min速度增大 $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , 至 $300 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时轮胎未损坏, 停止试验; 耐久性能试验条件: 试验负荷 615 kg, 充气压力180 kPa, 完成国家标准规定的前3个试验阶段后, 第4试验阶段负荷率100%, 时间1.5 h; 第5试验阶段负荷率105%, 时间3 h; 第6试验阶段负荷率110%, 时间3 h; 第7试验阶段负荷率120%, 时间10 h; 第8试验阶

段负荷率达到130%, 至规定时间或轮胎未损坏, 停止试验。

## 2.4 成本分析

根据测算, 与生产配方胶料相比, 试验配方胶料每千克成本下降3.65元。以205/55R16半钢子午线轮胎为例, 气密层采用试验配方胶料, 每条轮胎成本可降低1.13元, 按年产500万条轮胎计算, 每年能节省原料成本565万元, 经济效益可观。另外, 由于试验配方胶料的气密性提高了30%以上, 可以在保持原气密性的情况下将气密层厚度减小10%~20%, 以进一步降低生产成本。

## 3 结论

在半钢子午线轮胎气密层胶中填充40份改性填料YB-5, 胶料的气密性提高30%以上; 胶料的加工性能及耐屈挠性能变化不大; 成品轮胎的高速性能及耐久性能良好; 生产成本降低。

## 参考文献:

- [1] 徐世传. 我国无机填料生产应用现状及前景预测[J]. 橡胶科技市场, 2009, 7(23): 5-10.

表3 试验配方成品轮胎性能

| 项 目                                      | 试验结果   |
|------------------------------------------|--------|
| 高速性能试验                                   |        |
| 累计行驶时间/min                               | 130    |
| 最高速度/( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) | 300    |
| 试验结束时轮胎状态                                | 未损坏    |
| 耐久性能试验                                   |        |
| 试验速度/( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) | 120    |
| 累计行驶时间/h                                 | 112.62 |
| 试验结束时轮胎状态                                | 未损坏    |

# Application of Modified Filler YB-5 in Inner Liner Compound of semi-steel radial Tire

Zheng Kun, Gu Peishuang, Wang Tiwei, Xia Daijie, He Jionghao

[TTA (Qingdao) Tire Technology Co., Ltd., Qingdao 266061, China]

**Abstract:** In this paper, the application of modified filler YB-5 in the inner liner compound of semi-steel radial tire was studied. The results showed that, by adding 40 phr of YB-5, the permeability of the inner liner decreased significantly and the air tightness increased more than 30%, while the processability and flex resistance changed little. The finished tire showed good high speed performance and endurance performance. The cost of the inner liner compound was reduced.

**Keywords:** modified filler; inner liner; air tightness; permeability; semi-steel radial tire

欢迎加入全国橡胶工业信息中心会员组织