

# 防肩空剂 ST-103 在工程机械轮胎胎面下层胶中的应用

谢小梅<sup>1</sup>, 牟守勇<sup>2</sup>, 尹娜<sup>1</sup>

(1. 徐州徐轮橡胶有限公司, 江苏 徐州 221011; 2. 北京橡胶工业研究设计院, 北京 100143)

**摘要:**研究防肩空剂 ST-103 在工程机械轮胎胎面下层胶中的应用。结果表明:在工程机械轮胎胎面下层胶中加入防肩空剂 ST-103, 胶料的硫化速度变化不大;硫化胶的 300% 定伸应力和拉伸强度略有减小, 生热明显降低;成品轮胎的耐久性能提高, 解决了工程机械轮胎脱层的质量问题。

**关键词:**防肩空剂;工程机械轮胎;胎面;生热

**中图分类号:**TQ330.38<sup>+</sup>7;U463.341<sup>+</sup>.5 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-8171(2013)05-0294-03

随着工程机械的发展,人们对工程机械轮胎的要求也越来越高。工程机械轮胎脱层现象是影响工程机械轮胎质量的主要问题之一。工程机械轮胎胎面下层胶如果生热过高,轮胎行驶过程中产生的热量积蓄在轮胎内部不能及时散去,势必破坏橡胶的网状结构,使橡胶的交联键破坏,从而出现轮胎早期脱层损坏。

防肩空剂 ST-103 主要由纳米氧化硅、硅烷化合物、氮化物、稀土化合物等材料通过科学的配方及工艺加工而成,是一种性能优良的多功能橡胶助剂,可赋予胶料生热低、导热性能好、耐屈挠、耐高温和耐老化等优点。本工作研究防肩空剂 ST-103 在工程机械轮胎胎面下层胶中的应用。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), SMR20, 印度尼西亚产品;顺丁橡胶(BR), 牌号 9000, 中国石油大庆石化公司产品;炭黑 N330 和 N660, 河北大光明实业集团公司产品;防肩空剂 ST-103, 烟台宏泰达化工有限责任公司产品。

### 1.2 基本配方

NR 80, BR 20, 炭黑 N330 25, 炭黑 N660 15, 硫黄 2, 促进剂 NOBS 1.1, 防肩空

剂 ST-103 变量, 其他 19.5。

### 1.3 主要设备和仪器

XSM-1.5 型智能实验室密闭式炼胶(塑)机, 青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品;XK-160 型开炼机, 上海橡胶机械厂产品;F370 型和 GK270 型密炼机, 大连橡胶塑料机械股份有限公司产品;25 t 平板硫化机, 上海第一橡胶机械厂产品;HV2-90E 型智能型门尼粘度仪, 无锡市蠡园电子化工设备有限公司产品;GT-M2000A 型无转子硫化仪、TCS-2000 型伺服控制电脑拉力试验机 and GT-PH2000 型压缩疲劳机, 青岛高铁检测仪器有限公司产品;401 型老化实验箱, 上海试验仪器厂产品。

### 1.4 试样制备

小配合试验胶料采用两段混炼工艺进行混炼。一段混炼在 1.5 L 密炼机中进行, 转子转速为  $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ , 混炼工艺为:生胶、防肩空剂、氧化锌、硬脂酸等  $\xrightarrow{40 \text{ s}}$  压压砣  $\xrightarrow{40 \text{ s}}$  炭黑和芳烃油  $\xrightarrow{40 \text{ s}}$  压压砣  $\xrightarrow{30 \text{ s}}$  提压砣  $\xrightarrow{10 \text{ s}}$  排胶;二段混炼在开炼机上进行, 加料顺序为:一段混炼胶  $\rightarrow$  硫黄和促进剂。

大配合试验胶料采用两段混炼工艺进行混炼。一段混炼在 F370 型密炼机中进行, 转子转速为  $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ , 混炼工艺为:生胶、防肩空剂、氧化锌、硬脂酸等  $\xrightarrow{20 \text{ s}}$  压压砣  $\xrightarrow{20 \text{ s}}$  提压砣  $\rightarrow$  炭黑  $\rightarrow$

压压砷 $\xrightarrow{30\text{ s}}$ 提压砷 $\rightarrow$ 芳烃油 $\rightarrow$ 压压砷 $\xrightarrow{20\text{ s}}$ 提压砷 $\rightarrow$ 排胶;二段混炼在 GK270 型密炼机中进行,转子转速为  $20\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ ,混炼工艺为:一段混炼胶 $\rightarrow$ 硫黄和促进剂 $\rightarrow$ 压压砷 $\xrightarrow{10\text{ s}}$ 提压砷 $\rightarrow$ 压压砷 $\xrightarrow{15\text{ s}}$ 提压砷 $\rightarrow$ 压压砷 $\xrightarrow{10\text{ s}}$ 提压砷 $\xrightarrow{10\text{ s}}$ 排胶。

混炼胶在平板硫化机上进行硫化,硫化条件为  $138\text{ }^{\circ}\text{C}\times 40\text{ min}$ 。

1.5 性能测试

各项性能均按相应的国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

防肩空剂 ST-103 的理化分析结果如表 1 所示。从表 1 可以看出,防肩空剂 ST-103 的理化分析结果达到企业标准要求。

表 1 防肩空剂 ST-103 的理化分析结果

| 项 目          | 实测值   | 指标 <sup>1)</sup> |
|--------------|-------|------------------|
| 外观           | 浅红色粉末 | 浅红色粉末            |
| 加热减量(105℃)/% | 1.5   | ≤3.0             |
| pH 值         | 8.0   | 7±1.5            |
| 300%定伸应力/MPa | 7.8   | ≥6.5             |
| 拉伸强度/MPa     | 22.3  | ≥20              |
| 拉断伸长率/%      | 500   | ≥450             |

注:1) Q/YHL 008—2008。物理性能检验配方为 NR (SCR5) 100,炭黑 N660 35,氧化锌 6,硬脂酸 2.5,防老剂 RD 1.5,防老剂 4010NA 1.3,防肩空剂 ST-103 10,芳烃油 4,硫黄 2,促进剂 NOBS 1.3;硫化条件为  $150\text{ }^{\circ}\text{C}\times 18\text{ min}$ 。

2.2 小配合试验

小配合试验结果如表 2 所示。

从表 2 可以看出:与生产配方相比,试验配方胶料的  $M_{\text{H}}$  和  $t_{90}$  基本相当,说明加入防肩空剂 ST-103 对胶料的硫化速度影响不大;试验配方硫化胶的硬度增大,300%定伸应力和拉伸强度略有减小,压缩疲劳温升明显降低。当防肩空剂 ST-103 用量为 10 份时,胶料的综合物理性能较好。

2.3 大配合试验

根据小配合试验结果,确定采用 1# 试验配方进行大配合试验,同时为了提高胶料的加工安全性,在试验配方中加入 0.1 份防焦剂 CTP。大配合试验结果如表 3 所示。

表 2 小配合试验结果

| 项 目                                     | 试验配方编号 |      |      | 生产配方 |
|-----------------------------------------|--------|------|------|------|
|                                         | 1#     | 2#   | 3#   |      |
| 防肩空剂 ST-103 用量/份                        | 10     | 15   | 20   | 0    |
| 门尼焦烧时间(120℃)/min                        | 38.0   | 34.0 | 32.8 | 37.0 |
| 硫化仪数据(143℃)                             |        |      |      |      |
| $M_{\text{L}}/(\text{dN}\cdot\text{m})$ | 1.13   | 1.15 | 1.10 | 1.08 |
| $M_{\text{H}}/(\text{dN}\cdot\text{m})$ | 3.96   | 3.85 | 3.90 | 4.02 |
| $t_{10}/\text{min}$                     | 8.4    | 7.9  | 7.8  | 8.1  |
| $t_{50}/\text{min}$                     | 14.1   | 13.8 | 14.7 | 14.2 |
| $t_{90}/\text{min}$                     | 19.4   | 19.0 | 18.8 | 18.5 |
| 邵尔 A 型硬度/度                              | 63     | 64   | 65   | 62   |
| 300%定伸应力/MPa                            | 12.3   | 13.0 | 12.8 | 13.9 |
| 拉伸强度/MPa                                | 22.4   | 21.5 | 22.2 | 23.6 |
| 拉断伸长率/%                                 | 540    | 520  | 520  | 560  |
| 压缩疲劳温升 <sup>1)</sup> /℃                 | 17.2   | 18.4 | 18.8 | 24.0 |
| 100℃×24 h 老化后                           |        |      |      |      |
| 邵尔 A 型硬度/度                              | 65     | 66   | 67   | 66   |
| 300%定伸应力/MPa                            | 14.6   | 13.8 | 12.7 | 15.3 |
| 拉伸强度/MPa                                | 17.5   | 19.8 | 20.3 | 20.9 |
| 拉断伸长率/%                                 | 350    | 320  | 340  | 360  |

注:1)冲程 4.45 mm,负荷 1.1 MPa,温度 55℃。

表 3 大配合试验结果

| 项 目                                     | 试验配方 | 生产配方 |
|-----------------------------------------|------|------|
| 门尼焦烧时间(120℃)/min                        | 31.5 | 36.0 |
| 硫化仪数据(143℃)                             |      |      |
| $M_{\text{L}}/(\text{dN}\cdot\text{m})$ | 1.14 | 1.17 |
| $M_{\text{H}}/(\text{dN}\cdot\text{m})$ | 3.88 | 4.03 |
| $t_{10}/\text{min}$                     | 7.9  | 8.1  |
| $t_{50}/\text{min}$                     | 14.1 | 15.7 |
| $t_{90}/\text{min}$                     | 18.5 | 17.6 |
| 邵尔 A 型硬度/度                              | 63   | 66   |
| 300%定伸应力/MPa                            | 12.3 | 13.6 |
| 拉伸强度/MPa                                | 21.3 | 23.7 |
| 拉断伸长率/%                                 | 500  | 520  |
| 压缩疲劳温升 <sup>1)</sup> /℃                 | 17.8 | 24.2 |
| 100℃×24 h 老化后                           |      |      |
| 邵尔 A 型硬度/度                              | 67   | 68   |
| 300%定伸应力/MPa                            | 14.3 | 15.1 |
| 拉伸强度/MPa                                | 18.8 | 19.3 |
| 拉断伸长率/%                                 | 360  | 400  |

注:同表 2。

从表 3 可以看出:与生产配方相比,试验配方胶料的  $M_{\text{H}}$  和  $t_{90}$  基本相当;硫化胶的硬度、300%定伸应力和拉伸强度略有减小,压缩疲劳温升明显降低。大配合试验结果与小配合试验结果稍有差别,这可能是由于生产过程中的工艺波动所造成。

2.4 成品性能

采用试验配方胶料生产 1 000 条 23.5—25 16 L3 工程机械轮胎,随机抽取 1 条进行耐久性试验,试验条件和试验结果分别如表 4 和 5 所示。

表 4 成品轮胎的耐久性试验条件

| 项 目                        | 试验阶段  |       |        |        |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|
|                            | 1     | 2     | 3      | 4      |
| 试验速度/(km·h <sup>-1</sup> ) | 15    | 15    | 15     | 25     |
| 负荷率/%                      | 65    | 85    | 100    | 110    |
| 试验负荷/kg                    | 6 570 | 8 590 | 10 100 | 11 110 |
| 行驶时间/h                     | 7     | 16    | 24     | 10     |

从表 5 可以看出:在相同的试验条件下,试验轮胎的累计行驶时间比生产轮胎延长 5.25 h,提高了 10.45%;累计行驶里程增加 129 km,提高了 16.35%。耐久性试验结束时,试验轮胎表现为胎侧脱层,而正常生产轮胎表现为胎肩脱层,这

表 5 成品轮胎的耐久性试验结果

| 项 目       | 试验轮胎  | 生产轮胎  |
|-----------|-------|-------|
| 累计行驶时间/h  | 55.48 | 50.23 |
| 累计行驶里程/km | 917.8 | 788.8 |
| 试验结束时轮胎状况 | 胎侧脱层  | 胎肩脱层  |

说明降低胶料生热是解决工程机械轮胎脱层的关键措施。

将剩余试验轮胎投放市场后,经过 1 年多的跟踪验证及市场反馈,试验轮胎没有出现脱层问题。

3 结论

在工程机械轮胎胎面下层胶中加入防肩空剂 ST-103,可有效降低胶料的生热,延缓胶料的早期老化,解决了工程机械轮胎脱层的质量问题,对提高公司工程机械轮胎的质量及其市场地位起到了积极作用。

第 17 届中国轮胎技术研讨会论文

Application of ST-103 in Tread Underlayer Compound of Off-the-road Tire to Reduce Tire Shoulder Separation

XIE Xiao-mei<sup>1</sup>, MU Shou-yong<sup>2</sup>, YIN Na<sup>1</sup>

(1. Xuzhou Xulun Rubber Co., Ltd, Xuzhou 221011, China; 2. Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry, Beijing 100143, China)

**Abstract:** The application of ST-103 in the tread underlayer compound of off-the-road tire to reduce shoulder separation problem was investigated. The results showed that, by adding ST-103 in the tread underlayer compound of off-the-road tire, the curing rate of the compound changed little, the stress at 300% strain and tensile strength of the vulcanizates decreased slightly, the heat build-up decreased significantly, the endurance performance of finished tire was improved, and the problem of shoulder separation in off-the-road tire was solved.

**Key words:** anti-shoulder separation agent; off-the-road tire; tread; heat build-up

一种全钢子午线轮胎基部胶配方

中图分类号: TQ336.1 文献标志码: D

由山东风轮轮胎有限公司申请的专利(公开号 CN 102816353A, 公开日期 2012-12-12)“一种全钢子午线轮胎基部胶配方”,涉及的全钢子午线轮胎基部胶配方为:生胶(SMR20) 100,

中结构炭黑 10~18,低结构炭黑 20~25,白炭黑 5~9,活性剂 5~9,防老剂 3~4, TESPT 2~3,硫黄 2~3,促进剂 1.5~2。该配方采用 3 种补强剂并用,胶料耐老化性能较好,弹性模量高,生热较低。

(本刊编辑部 马 晓)