

# 改性氧化锌在全钢载重子午线轮胎胎侧胶中的应用

崔贺成,程茹,刘豫皖,刘磊,杨艳平

(风神轮胎股份有限公司,河南焦作 454003)

**摘要:**研究改性氧化锌在全钢载重子午线轮胎胎侧胶中的应用。结果表明:在胎侧胶中采用改性氧化锌等量替代间接法氧化锌,胶料的加工性能和物理性能基本保持不变,成品轮胎的耐久和高速性能达到国家标准要求;胶料成本降低,环保效益提高。

**关键词:**改性氧化锌;全钢载重子午线轮胎;胎侧胶

**中图分类号:**TQ330.38<sup>+</sup>5;U463.341<sup>+</sup>.3/.6

**文献标志码:**B

**文章编号:**2095-5448(2019)06-0353-03

**DOI:**10.12137/j.issn.2095-5448.2019.06.0353

氧化锌是轮胎生产过程中重要的硫化活性剂。通过大量的试验数据证明,胶料中的氧化锌能与硫化剂作用生成促进剂锌盐,提高硫化速率,同时能够提高硫化胶的耐热和耐久性能<sup>[1]</sup>。

轮胎中氧化锌的常规用量为3~5份,研发人员在设计配方时氧化锌的用量都偏高。在胎体帘布层等性能要求比较高的部位,氧化锌的用量能够达到6~9份。轮胎使用过程中锌会释放出来,进入河流和海洋,某些锌的合金会毒害微生物和海洋生物。若大量使用氧化锌,环境里氧化锌中的氧化铅含量也会增加,会对人体和环境造成很大的危害。一些国家已经开始实施减锌计划,要求轮胎在生产过程中必须使用最少量的氧化锌,这就要求研发人员进行配方设计时,需要考虑如何减小氧化锌用量,或寻找一种更环保的材料来替代氧化锌,并且不影响胶料性能。

改性氧化锌是由碱式碳酸锌经高温焙烧而成,在焙烧过程中加入了多种改性剂,氧化锌质量分数约为0.8,有助于在轮胎生产过程中减小氧化锌用量,达到性能、成本和环保的综合平衡。

本工作主要研究改性氧化锌等量替代间接法氧化锌在全钢载重子午线轮胎胎侧胶中的应用效果。

**作者简介:**崔贺成(1987—),男,河南焦作人,风神轮胎股份有限公司助理工程师,硕士,主要从事全钢载重子午线轮胎配方设计及工艺管理等工作。

**E-mail:**cumtchc@126.com

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),牌号STR20,泰国产品;顺丁橡胶(BR),牌号9000,中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司产品;炭黑N330,龙星化工股份有限公司产品;改性氧化锌,焦作市星光助剂有限公司产品。

### 1.2 配方

生产配方:NR 60,BR 40,炭黑N330 53,间接法氧化锌 4,其他 10.8。

试验配方:以4份改性氧化锌等量替代间接法氧化锌,其余均同生产配方。

### 1.3 主要设备和仪器

1.5 L密炼机,美国法雷尔公司产品;GK400型密炼机,德国克虏伯公司产品;GK255型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;Φ160 mm×320 mm开炼机,湛江橡胶机械厂产品;140T型平板硫化机,上海橡胶机械一厂有限公司产品;MDR2000型硫化仪和MV2000型门尼粘度仪,美国阿尔法科技有限公司产品;tensiTECH型电子拉力机,美国德宝公司产品。

### 1.4 试样制备

#### 1.4.1 小配合试验

胶料采用两段混炼工艺。一段混炼在1.5 L密炼机中进行,混炼工艺为:生胶→加压(1 min)→炭黑和小料→加压(4 min)→排胶;终炼在开炼机上进行,混炼工艺为:一段混炼胶→硫磺和促进剂→

薄通下片,停放备用。

#### 1.4.2 大配合试验

胶料采用两段混炼工艺。一段混炼在GK400型密炼机中进行,转子转速为 $45\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ ,混炼工艺为:生胶→提压砣→炭黑、氧化锌、防老剂等→提压砣→排胶( $150\sim 160\text{ }^{\circ}\text{C}$ );终炼在GK255型密炼机中进行,混炼工艺为:一段混炼胶、硫黄和促进剂→压压砣→提压砣→排胶,下片。

胶料停放24 h后在平板硫化机上硫化,硫化条件为 $151\text{ }^{\circ}\text{C}\times 60\text{ min}$ 。

#### 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

改性氧化锌的理化分析结果见表1。

表1 改性氧化锌的理化分析结果

| 项 目                                     | 实测值   | 企业标准          |
|-----------------------------------------|-------|---------------|
| 外观                                      | 灰白色粉末 | 灰白色粉末         |
| 氧化锌质量分数                                 | 0.834 | $\geq 0.80$   |
| 加热减量( $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ )/% | 0.2   | $\leq 0.5$    |
| pH值                                     | 7.8   | $7.0\sim 9.0$ |

从表1可以看出,改性氧化锌的各项理化性能均达到企业标准要求。

### 2.2 小配合试验

小配合试验结果见表2。

从表2可以看出:与生产配方胶料相比,试验配方胶料的 $t_{10}$ 和 $t_{90}$ 延长,这与氧化锌用量减小有一定关系;试验配方胶料老化前的拉伸性能较低,老化后与生产配方胶料相当,耐疲劳性能较好。

### 2.3 大配合试验

为进一步验证改性氧化锌在胎侧胶中的应用效果,进行了大配合试验,结果如表3和4所示。

从表3和4可以看出,与生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼粘度和硬度相差不大, $F_L$ 增大, $t_{10}$ 、 $t_{50}$ 和 $t_{90}$ 延长,密度略有减小,老化前的拉伸性能差异不大,老化后略有降低,但能够满足工艺技术要求。

以上试验结果表明,采用改性氧化锌等量替代间接法氧化锌,能够满足胶料的生产技术要求。

表2 小配合试验结果

| 项 目                                          | 试验配方  | 生产配方  |
|----------------------------------------------|-------|-------|
| 门尼粘度[ML(1+4)100 $^{\circ}\text{C}$ ]         | 50    | 54    |
| 门尼焦烧时间 $t_5$ (127 $^{\circ}\text{C}$ )/min   | 22.20 | 21.20 |
| 硫化仪数据(151 $^{\circ}\text{C}$ )               |       |       |
| $F_L$ /(dN $\cdot$ m)                        | 1.60  | 1.68  |
| $F_{\max}$ /(dN $\cdot$ m)                   | 10.09 | 10.11 |
| $t_{10}$ /min                                | 4.40  | 4.19  |
| $t_{90}$ /min                                | 12.19 | 11.63 |
| 邵尔A型硬度/度                                     | 56    | 56    |
| 100%定伸应力/MPa                                 | 1.7   | 1.6   |
| 300%定伸应力/MPa                                 | 6.9   | 6.3   |
| 拉伸强度/MPa                                     | 18.0  | 18.8  |
| 拉断伸长率/%                                      | 597   | 643   |
| 回弹值/%                                        | 35    | 34    |
| 100 $^{\circ}\text{C}\times 48\text{ h}$ 老化后 |       |       |
| 300%定伸应力/MPa                                 | 8.9   | 9.2   |
| 拉伸强度/MPa                                     | 15.9  | 16.6  |
| 拉断伸长率/%                                      | 484   | 498   |
| 10万次疲劳后                                      |       |       |
| 拉伸强度/MPa                                     | 17.2  | 16.6  |
| 拉断伸长率/%                                      | 478   | 504   |
| 裂口增长/mm                                      | 2.4   | 2.3   |

表3 大配合试验胶料的硫化特性

| 项 目                                        | 试验配方  | 生产配方  |
|--------------------------------------------|-------|-------|
| 门尼粘度[ML(1+4)100 $^{\circ}\text{C}$ ]       | 49    | 48    |
| 门尼焦烧时间 $t_5$ (127 $^{\circ}\text{C}$ )/min | 32.41 | 32.00 |
| 硫化仪数据(151 $^{\circ}\text{C}$ )             |       |       |
| $F_L$ /(dN $\cdot$ m)                      | 1.82  | 1.78  |
| $F_{\max}$ /(dN $\cdot$ m)                 | 11.35 | 11.38 |
| $t_{10}$ /min                              | 5.07  | 4.43  |
| $t_{50}$ /min                              | 7.55  | 6.84  |
| $t_{90}$ /min                              | 12.87 | 11.94 |
| 硫化仪数据(185 $^{\circ}\text{C}$ )             |       |       |
| $F_L$ /(dN $\cdot$ m)                      | 2.17  | 2.01  |
| $F_{\max}$ /(dN $\cdot$ m)                 | 11.63 | 11.03 |
| $t_{10}$ /min                              | 0.67  | 0.63  |
| $t_{50}$ /min                              | 1.28  | 1.25  |
| $t_{90}$ /min                              | 1.92  | 1.87  |

### 2.4 成品性能

采用试验配方胶料试制12R22.5 18PR全钢载重子午线轮胎,并与正常规格和花纹的生产轮胎同时进行室内耐久和高速性能测试,试验结果如表5所示。

从表5可以看出,试验轮胎的耐久和高速性能均满足国家标准要求,且与正常生产轮胎相当。

### 2.5 效益分析

以2018年氧化锌市场价格计算,在胎侧胶中

表4 大配合试验硫化胶的物理性能

| 项 目                                    | 试验配方  | 生产配方  |
|----------------------------------------|-------|-------|
| 邵尔A型硬度/度                               | 54    | 53    |
| 密度/( $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) | 1.075 | 1.078 |
| 100%定伸应力/MPa                           | 1.5   | 1.5   |
| 300%定伸应力/MPa                           | 5.6   | 5.4   |
| 拉伸强度/MPa                               | 16.4  | 17.1  |
| 拉伸伸长率/%                                | 652   | 677   |
| 回弹值/%                                  | 35    | 36    |
| 100℃×48h老化后                            |       |       |
| 300%定伸应力/MPa                           | 7.2   | 8.0   |
| 拉伸强度/MPa                               | 11.9  | 13.0  |
| 拉伸伸长率/%                                | 436   | 438   |
| 10万次疲劳后                                |       |       |
| 拉伸强度/MPa                               | 15.2  | 16.2  |
| 拉伸伸长率/%                                | 561   | 573   |
| 裂口增长/mm                                | 2.15  | 2.83  |

表5 成品轮胎性能

| 项 目                                        | 试验轮胎  | 生产轮胎  | 国家标准 |
|--------------------------------------------|-------|-------|------|
| 耐久性能                                       |       |       |      |
| 累计行驶时间/h                                   | 75.21 | 78.66 | ≥47  |
| 试验结束时轮胎状态                                  | 胎肩鼓包  | 胎冠鼓包  |      |
| 高速性能                                       |       |       |      |
| 最高行驶速度/( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ) | 140   | 140   | ≥140 |
| 试验结束时轮胎状态                                  | 未损坏   | 未损坏   |      |

采用改性氧化锌等量替代间接法氧化锌,胶料成本降低约 $0.11 \text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。以12R22.5全钢载重子午线轮胎年产100万条计,每年可降低成本约30万元。

更为重要的是,在轮胎胎侧胶中采用改性氧化锌等量替代间接法氧化锌,减小了氧化锌的用量,降低了对矿产资源和能源的消耗,减少了轮胎使用和报废过程中氧化锌和氧化铅等对环境的破坏,环保效益明显提高。

### 3 结论

(1)在全钢载重子午线轮胎胎侧胶中采用改性氧化锌等量替代间接法氧化锌,胶料的加工性能和物理性能基本保持不变,成品轮胎的耐久和高速性能达到国家标准要求,胶料成本降低。

(2)采用改性氧化锌等量替代间接法氧化锌,能够减小氧化锌在轮胎中的用量,减少对资源的消耗,降低氧化锌对环境造成的污染。

### 参考文献:

- [1] 潘建茂,吴贻珍,肖建斌.氧化锌和氧化镁对过氧化物硫化氢丁腈橡胶性能的影响[J].橡胶工业,2016,63(11):676-679.

收稿日期:2018-11-26

## Application of Modified Zinc Oxide in Sidewall Compound of All-steel TBR Tire

CUI Hecheng, CHENG Ru, LIU Yuwan, LIU Lei, YANG Yanping

(Aeolus Tyre Co., Ltd., Jiaozuo 454003, China)

**Abstract:** The application of modified zinc oxide in the sidewall compound of all-steel truck and bus radial (TBR) tire was studied. The results showed that when the zinc oxide of indirect method was replaced by modified zinc oxide in the sidewall compound, the processability and physical properties of the compound remained basically unchanged, the durability and high-speed performance of the finished tire met the national standard requirements, the cost was reduced, and the environmental benefit was improved.

**Key words:** modified zinc oxide; all-steel truck and bus radial tire; sidewall compound

**启事** 自投稿之日起30天内未收到编辑部录用通知的作者请与编辑部联系,确认未被录用或已收到未录用通知的作品方可投向其他刊物,切勿一稿多投,谢谢合作!