

# 18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎胎面胶的开发

刘娟,高利,许新安

(三角轮胎股份有限公司,山东 威海 264200)

**摘要:**通过对国外知名品牌18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎进行胎面胶组成分析和物理性能测试,确定所开发胎面胶配方的目标值,完成配方开发后对轮胎的硫化工艺进行优化。采用新胎面胶配方和优化硫化工艺的18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎胎面胶的各项性能达到预期目标值,与竞品轮胎水平相当。

**关键词:**工程机械子午线轮胎;胎面胶;港口专用;组分分析;物理性能;硫化工艺;损耗因子

**中图分类号:**TQ336.1;U463.341<sup>+</sup>.5

**文献标志码:**A

**文章编号:**1006-8171(2020)04-0234-03

**DOI:**10.12135/j.issn.1006-8171.2020.04.0234



OSID开放科学标识码  
(扫码与作者交流)

堆高机、正面吊以及龙门吊等港口环境作业车辆用工程机械轮胎因承载高负荷及原地频繁扭转等原因,对胎面胶刚性、生热和耐磨性能的要求非常高<sup>[1-2]</sup>,尤其是18.00R25以上规格港口专用工程机械轮胎的使用寿命一直是困扰工程机械子午线轮胎企业的技术难题。

为延长我公司18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎的使用寿命,提高胎面胶的性能,本工作对国外知名品牌18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎进行胎面胶组成分析和物理性能测试,确定所开发胎面胶配方的目标值,并按此目标值完成配方初期开发,后续对该规格轮胎的低温硫化工艺进行优化,使采用新胎面胶配方和优化硫化工艺条件的18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎达到竞品轮胎水平。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),STR20,泰国进口产品;炭黑N234和N220,卡博特化工(天津)有限公司产品;白炭黑,索尔维精细化工添加剂(青岛)有限公司

**作者简介:**刘娟(1983—),女,黑龙江建三江人,三角轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事工程机械子午线轮胎及巨型轮胎配方的研究工作。

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

产品;辛基增粘树脂SL1801,华奇(中国)化工有限公司产品;硫黄,荣成市崖头新庄化工厂产品。

### 1.2 生产配方

NR 100,炭黑N220 40,白炭黑 15,氧化锌 4,硬脂酸 3,辛基增粘树脂 3,防护蜡 1.5,防焦剂CTP 0.3,防老剂4020 2,防老剂RD 0.5,硫黄 1.2,促进剂TBBS 1.1。

### 1.3 主要设备和仪器

XK-160型开炼机,上海橡胶机械厂产品;GK400型和GK255型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;XLB-Q型400×400×2平板硫化机,上海第一橡胶机械厂产品;Roell Z010型拉力机,德国Zwick公司产品;EPLEXOR 500N型动态粘弹谱分析(DMA)仪,德国GABO公司产品。

### 1.4 试样制备

胶料采用四段混炼工艺混炼,一至三段混炼采用GK400型密炼机,终炼胶混炼使用GK255型密炼机。一段混炼转子转速为50 r·min<sup>-1</sup>,混炼工艺为:加入橡胶、70%的炭黑、白炭黑、氧化锌、硬脂酸、增粘树脂、防护蜡和防老剂混炼至135℃,提压砣,继续混炼至155℃,排胶;二段混炼转子转速为45 r·min<sup>-1</sup>,混炼工艺为:加入一段混炼胶、30%的炭黑混炼至130℃,提压砣,继续混炼至155℃,排胶;三段混炼转子转速为40 r·min<sup>-1</sup>,混炼

工艺为:加入二段混炼胶混炼至120 ℃,提压砣,继续混炼至150 ℃,排胶;终炼胶混炼转子转速为20 r·min<sup>-1</sup>,混炼工艺为:加入三段混炼胶、硫黄、促进剂和防焦剂,混炼30 s,提压砣,然后继续混炼35 s,提压砣,继续混炼至105 ℃,排胶,总混炼时间约为150 s。

1.5 测试分析

各项性能均按相应国家标准进行测试。

2 竞品剖析及配方研发

竞品18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎胎面胶配方组分及所开发配方目标值见表1。竞品18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎胎面胶的物理性能及所开发配方目标值见表2。

| 表1 竞品18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎胎面胶配方组分及所开发配方目标值 份 |       |         |
|----------------------------------------------|-------|---------|
| 组 分                                          | 竞品胎面胶 | 开发配方目标值 |
| NR                                           | 100   | 100     |
| 炭黑                                           | 44.3  | 44±3    |
| 白炭黑                                          | 9.9   | 10±3    |
| 氧化锌                                          | 3.0   | 3.0±0.5 |
| 结合硫黄                                         | 1.5   |         |
| 灰分                                           | 13.5  |         |
| 盐酸不溶物                                        | 10.5  |         |

注:竞品胎面胶的炭黑的氮吸附比表面积为120 m<sup>2</sup>·g<sup>-1</sup>,开发配方目标值为(120±10) m<sup>2</sup>·g<sup>-1</sup>。

| 表2 竞品18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎胎面胶的物理性能及所开发配方目标值 |         |          |
|---------------------------------------------|---------|----------|
| 项 目                                         | 竞品胎面胶   | 开发配方目标值  |
| 密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )                    | 1.116   | 1.116    |
| 邵尔A型硬度/度                                    | 64      | 65±2     |
| 100%定伸应力/MPa                                | 3.7     | 3.8±0.3  |
| 300%定伸应力/MPa                                | 18.6    | 18.5±1   |
| 拉伸强度/MPa                                    | 32.0    | >30      |
| 拉断伸长率/%                                     | 475     | >450     |
| 60 ℃下的损耗因子                                  | 0.158 1 | <0.160 0 |

由表1和2可知,竞品轮胎胎面胶配方生胶体系采用全NR,补强体系采用炭黑+白炭黑,胶料具有很高的拉伸强度和中等拉断伸长率。

通过大配合试验优选出开发配方为:NR 100,炭黑N234 45,白炭黑 8,氧化锌 3.5,硬脂酸 2,辛基增粘树脂 1,防护蜡 1.5,防老剂4020 1,防老剂RD 0.5,防焦剂CTP 0.3,硫

黄 1.4,促进剂TBBS 1.4,促进剂DPG-80 0.3。

开发配方与生产配方胎面胶的硫化特性和物理性能对比见表3。

| 表3 开发配方与生产配方胎面胶的硫化特性和物理性能对比 |         |         |
|-----------------------------|---------|---------|
| 项 目                         | 开发配方    | 生产配方    |
| 硫化仪数据(150 ℃)                |         |         |
| <i>t</i> <sub>10</sub> /min | 5.3     | 3.6     |
| <i>t</i> <sub>90</sub> /min | 11.3    | 12.8    |
| 硫化胶性能(150 ℃×60 min)         |         |         |
| 密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )    | 1.114   | 1.144   |
| 邵尔A型硬度/度                    | 68      | 61      |
| 100%定伸应力/MPa                | 2.5     | 2.2     |
| 300%定伸应力/MPa                | 13.4    | 10.8    |
| 500%定伸应力/MPa                | 24.8    | 21.1    |
| 拉伸强度/MPa                    | 27.4    | 23.2    |
| 拉断伸长率/%                     | 532     | 547     |
| 压缩疲劳温升/℃                    | 21.7    | 28.7    |
| 60 ℃下损耗因子                   | 0.204 8 | 0.186 1 |

从表3可以看出:与生产配方胶料相比,开发配方胶料的*t*<sub>10</sub>延长,*t*<sub>90</sub>缩短;邵尔A型硬度、100%,300%和500%定伸应力及拉伸强度均有所提升,压缩疲劳温升降低,但60 ℃下的损耗因子增大。

3 硫化工艺优化

为进一步降低开发配方胶料的生热,并提高其强度和模量,对18.00R25港口轮胎的硫化工艺进行优化<sup>[3]</sup>,具体为:将硫化外温蒸汽温度由143 ℃降至135 ℃;硫化工序排压点统一按气泡点时间的1.2倍取值,优化后气泡点时间延长了38 min,相应总硫化时间延长了45 min;胎面最底层胶料过硫化程度降低约27%。

4 成品轮胎胎面胶物理性能

采用开发配方胎面胶试制18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎,对其胎面胶物理性能进行测试,并与生产轮胎进行对比,结果见表4。

从表4可以看出:与生产轮胎相比,开发配方+原硫化工艺轮胎胎面胶的邵尔A型硬度、100%定伸应力、300%定伸应力和拉伸强度均提高;开发配方+优化硫化工艺轮胎胎面胶的邵尔A型硬度、100%定伸应力、300%定伸应力和拉伸

表4 开发配方轮胎和生产配方轮胎胎面胶物理性能对比

| 项 目                                    | 开发配方+优化硫化工艺 | 开发配方+原硫化工艺 | 生产配方    |
|----------------------------------------|-------------|------------|---------|
| 密度/( $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ) | 1.114       | 1.116      | 1.145   |
| 邵尔A型硬度/度                               | 64          | 62         | 61      |
| 100%定伸应力/MPa                           | 3.6         | 3.2        | 2.8     |
| 300%定伸应力/MPa                           | 18.4        | 16.8       | 14.7    |
| 拉伸强度/MPa                               | 30.2        | 27.0       | 24.5    |
| 拉断伸长率/%                                | 468         | 450        | 522     |
| 60℃下的损耗因子                              | 0.154 3     | 0.188 2    | 0.176 7 |

强度均进一步提高,且60℃下损耗因子明显减小,各项性能达到预期目标值,与竞品轮胎水平相当。

## 5 结论

(1)对竞品18.00R25港口专用工程机械子午

线轮胎进行胎面胶物理性能和化学组分割析,并通过分析数据确定开发配方的目标值。

(2)采用参照竞品轮胎开发的胎面胶配方,并对轮胎的硫化工艺进行优化,可使18.00R25港口专用工程机械子午线轮胎胎面胶的物理性能达到预期目标值,与竞品轮胎水平相当。

## 参考文献:

- [1] 陈勇前,何庆,杨林,等.甲基乙烯基硅橡胶/溶聚丁苯橡胶并用胶在轮胎胎面胶中的应用研究[J].橡胶工业,2019,66(3):199-202.
- [2] 高利,刘娟.地下矿专用工程机械子午线轮胎胎面基部胶配方开发[J].轮胎工业,2019,39(3):161-162.
- [3] 武柄丞,李文东,杨茂林,等.巨型工程机械子午线轮胎的变温硫化工艺研究[J].橡胶工业,2019,66(2):142-145.

收稿日期:2019-10-29

# Development of Tread Compound of 18.00R25 Off-The-Road Radial Tire for Port

LIU Juan, GAO Li, XU Xin'an

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

**Abstract:** The tread compound of 18.00R25 off-the-road radial tire for port applications was developed by analyzing composition and testing physical properties targeting the performance of a well-known foreign brand tire, and the curing process of the tire was optimized. The test results showed that the properties of the new tread compound and optimized curing process of the tread compound of 18.00R25 off-the-road radial tire for port applications reached the designed values and were equivalent to the level of the competitive tire.

**Key words:** off-the-road radial tire; tread compound; port application; component analysis; physical property; curing process; loss factor

## 2020年度山东省科学技术奖励受理项目公示

2020年2月20日,山东省科学技术奖励委员会办公室公示《2020年度山东省科学技术奖励受理项目公示名单》。以下6个轮胎及橡胶行业项目入围山东省科技进步奖候选名单。

(1)高性能橡胶制品的混炼胶制备技术装备及工业化应用(承担单位为青岛科技大学、青岛双星轮胎工业有限公司)。

(2)新型高效阻燃剂苯基次膦酸盐的合成及在塑料、橡胶中的产业化应用(承担单位为青岛富斯林化工科技有限公司、山东科技大学)。

(3)废轮胎常压连续再生环保生产配方工艺

技术与成套装备[承担单位为中胶橡胶资源再生(青岛)有限公司、青岛科技大学]。

(4)油田油泥资源化制备系列橡胶填充助剂关键技术研发与应用(承担单位为青岛科技大学、胜利油田金岛实业有限责任公司)。

(5)GB/T 32662—2016《废橡胶废塑料裂解油化成套生产装备标准应用》(承担单位为济南恒誉环保科技股份有限公司、济南友邦恒誉科技开发有限公司)。

(6)LCZ-ZD全钢一次法三鼓成型机的开发(承担单位为青岛双星橡塑机械有限公司)。

(本刊编辑部 胡 浩)