

巨型工程机械子午线轮胎胎圈胶配方的优化

高利,刘娟,张恩华,曲森

(三角轮胎股份有限公司,山东威海 264200)

摘要:借鉴国外某品牌巨型工程机械子午线轮胎胎圈胶配方设计特点,对现有胎圈胶配方进行优化。结果表明:与改进前胶料相比,改进后胶料的硬度、定伸应力和回弹值增大,压缩生热和损耗因子降低,耐磨和耐疲劳性能提高;成品轮胎胎圈胶性能达到设计目标值,胎圈起始裂口时间延长,有效提高了巨型工程机械子午线轮胎胎圈耐久性能。

关键词:巨型工程机械子午线轮胎;胎圈胶;裂口;配方;优化

中图分类号:U463.341⁺.5/.6

文献标志码:B

文章编号:1006-8171(2019)11-0686-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2019.11.0686



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着全球经济复苏及采矿业的发展,巨型工程机械子午线轮胎市场需求不断增大,并呈现供不应求的趋势,国内各大巨型轮胎生产企业也在致力于提升产品的产能及其质量。目前,国内巨型轮胎产品较国外三大品牌(米其林、普利司通和固特异)产品在耐久性能方面还存在一定差距,其中胎圈耐久性能是影响国内产品使用寿命的重要因素之一,该问题在中东非及东南亚等天气炎热和超载超速严重地区尤为突出。

本工作通过对国外某品牌巨型装载机轮胎胎圈胶配方进行化学组分和物理性能分析,并依据其对现有胎圈胶配方进行优化,取得了较好效果。现将试验有关情况简介如下。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),20#标准胶,泰国产品;顺丁橡胶(BR),牌号9000,中国石化齐鲁石化公司产品;炭黑N220和N330,天津卡博特化工有限公司产品。

1.2 配方

现有配方:NR 25, BR 75, 炭黑N220 80, 氧化锌 5, 硬脂酸 2, 环保油 15, 辛基增粘树脂 3, 防护蜡 2, 防老剂4020 1, 防老剂RD

1, 防焦剂CTP 0.3, 硫黄 1.98, 促进剂TBBS 1.58。

优化配方:NR 25, BR 75, 炭黑N220 50, 炭黑N330 16, 氧化锌 3.5, 硬脂酸 2, 环保油 4, 辛基增粘树脂 1, 防护蜡 2, 防老剂4020 1, 防老剂RD 1, 防焦剂CTP 0.3, 硫黄 2.18, 促进剂TBBS 1.18。

1.3 主要设备和仪器

GK400型和GK255型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;ODR2000型有转子硫化仪,美国阿尔法科技有限公司产品;LX-A型邵尔A型硬度计,上海六凌动力科技有限公司产品;Roell Z010型拉力机,德国Zwick公司产品;疲劳试验机,扬州市精卓试验机械厂产品;4000型压缩生热试验机和DMTS EPLEXOR 500N型动态力学分析测试仪,德国GABO公司产品;TJR-1-OR(Y)型轮胎耐久试验机($\Phi 5$ m),天津久荣车轮技术有限公司产品。

1.4 混炼工艺

胶料采用四段混炼工艺,一至三段混炼均在GK400型密炼机中进行,终炼在GK255型密炼机中进行。

一段混炼转子转速为 $50 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:加入生胶、70%炭黑、氧化锌、硬脂酸、增粘树脂及防老剂等除硫黄、促进剂和防焦剂外所有小料,混炼至 110°C 提压砣,加入环保油,混炼至 130°C 提压砣,再混炼至 160°C 排胶;二段混炼转子转

作者简介:高利(1984—),男,山东潍坊人,三角轮胎股份有限公司工程师,硕士,从事巨型工程机械子午线轮胎配方及硫化工艺改进工作。

E-mail:countrypigstudy@163.com

速为 $45\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:加入一段混炼胶和30%炭黑,混炼至 $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ 提压砣,混炼至 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 排胶;三段混炼转子转速为 $45\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:加入二段混炼胶回车处理,混炼至 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 提压砣,再混炼至 $155\text{ }^{\circ}\text{C}$ 排胶;四段混炼转子转速为 $17\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,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,继续混炼40 s提压砣,再混炼至 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 排胶,总混炼时间为 $140\sim 160\text{ s}$ 。

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 竞品剖析

对国外某品牌27.00R49巨型工程机械子午线轮胎胎圈胶进行化学组分和物理性能分析。胎圈胶组分用量(份)为:NR/BR 25/75,炭黑 67,氧化锌 3.46,结合硫黄 2.41,抽出物 8.2,灰分 4.16;物理性能为:密度 $1.15\text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$,邵尔A型硬度 70度,50%定伸应力 2.2 MPa,100%定伸应力 4 MPa,200%定伸应力 9.9 MPa,300%定伸应力 16.5 MPa,拉伸强度 19.2 MPa,拉断伸长率 354%, $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的损耗因子($\tan\delta$) 0.198 5。

从竞品分析结果可以看出:胎圈胶配方采用了高含量BR,这是由于BR具有优异的耐磨和耐疲劳性能;配方中溶剂抽出物含量较低,可以判断使用了少量填充油或者没有使用;硫化胶具有中等硬度和较高的定伸应力; $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 较小,说明其动态生热较低。

通过竞品分析数据,制定配方改进后成品轮胎胎圈胶性能目标值为:邵尔A型硬度 (70 ± 2) 度,100%定伸应力 $(4\pm 0.3)\text{ MPa}$,300%定伸应力 $(16.5\pm 1)\text{ MPa}$,拉伸强度 $>18\text{ MPa}$,拉断伸长率 $(350\pm 30)\%$, $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 $\tan\delta<0.20$ 。

2.2 硫化特性和物理性能

配方改进前后胶料性能对比如表1所示。

从表1可以看出,与改进前胶料相比,改进后胶料的硬度和定伸应力有所增大,回弹值和磨损指数明显增大,压缩生热和动态生热降低,德默西亚疲劳裂口次数增大约100%,各项性能基本达到

表1 配方改进前后胶料性能对比

项 目	改进后	改进前
硫化仪数据($150\text{ }^{\circ}\text{C}$)		
t_{10}/min	7.84	9.38
t_{90}/min	13.30	14.39
密度/ $(\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3})$	1.150	1.166
邵尔A型硬度/度	71	68
100%定伸应力/MPa	3.8	3.1
300%定伸应力/MPa	16.5	14.3
拉伸强度/MPa	17.1	18.7
拉断伸长率/%	331	389
撕裂强度/ $(\text{kN}\cdot\text{m}^{-1})$	50	53
回弹值/%		
常温	45	35
$100\text{ }^{\circ}\text{C}$	55	47
DIN磨耗量/ cm^3	0.051	0.078
磨耗指数	350	228
压缩温升 ¹⁾ / $^{\circ}\text{C}$	42.9	45.2
$60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 $\tan\delta$	0.201 4	0.248 6
德默西亚疲劳裂口次数 $\times 10^{-4}$	387	168

注:1)试验条件为温度 $55\text{ }^{\circ}\text{C}$,应力 1.0 MPa ,最大应变 8 mm ,频率 30 Hz 。硫化条件为 $140\text{ }^{\circ}\text{C}\times 120\text{ min}$ 。

设计目标值。

2.3 成品性能

2.3.1 胎圈胶性能

将改进前后胎圈胶配方应用于27.00R49巨型工程机械子午线轮胎,轮胎硫化外温为 $128\text{ }^{\circ}\text{C}$,内温为 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$,总硫化时间为488 min。成品轮胎胎圈胶性能测试结果如表2所示。

表2 成品轮胎胎圈胶性能测试结果

项 目	改进后	改进前
密度/ $(\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3})$	1.150	1.165
邵尔A型硬度/度	70	66
100%定伸应力/MPa	4.1	3.6
300%定伸应力/MPa	16.8	13.8
拉伸强度/MPa	18.5	19.2
拉断伸长率/%	335	378
$60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的 $\tan\delta$	0.192	0.224

从表2可以看出,改进后成品轮胎的胎圈胶性能能达到设计目标值。

2.3.2 耐久性能

对采用改进前后胎圈胶配方的27.00R49巨型工程机械子午线轮胎进行室内耐久性测试,为确保对比数据的准确性,将改进前后胎圈胶配方应用于同一条轮胎,同时在下模进行对比,每个胎圈配方长度为标准长度的1/2。当轮胎行驶至96 h时,改进前配方胎圈部位出现两处裂口,裂口长度

约为8 mm。随着试验的继续进行,裂口长度逐渐增大,数量逐渐增多,当轮胎行驶至308 h时,胎冠发生热剥离,脱层失效,此时改进前配方胎圈出现严重裂口,平均裂口长度约为35 mm,裂口数量为75个,而改进后配方胎圈未出现裂口现象。

2.3.3 矿山实地测试

采用胎圈胶优化配方生产27.00R49巨型工程机械子午线轮胎,并发往中东某矿区进行实地测试,胎圈起始裂口时间由改进前的2 200 h延长至4 500 h,有效地改善了巨型工程机械子午线轮胎胎圈裂口问题。

3 结论

(1) 借鉴国外某品牌巨型工程机械子午线轮胎胎圈胶配方设计特点,对现有胎圈胶配方进行优化。采用优化配方胶料的硬度、定伸应力和回弹值增大,压缩生热和损耗因子降低,耐磨和耐疲劳性能提高,成品性能达到设计目标值。

(2) 采用胎圈胶优化配方的27.00R49巨型工程机械子午线轮胎的室内耐久性和矿山实地测试结果表明,胎圈起始裂口时间延长,轮胎胎圈耐久性明显提高。

收稿日期:2019-09-15

BKT推出农业拖车新系列轮胎

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com) 2019年7月19日报道:

Balkrishna工业公司(BKT)为农业拖车推出浮动系列轮胎(部分产品见图1和2)。



图1 FL 637轮胎(左)和FL 630 Ultra轮胎(右)



图2 FL 630 Super轮胎(左)和Ridemax FL 693轮胎(右)

BKT称,为道路-田间综合应用,新轮胎触地轻柔,即使在高速重载下也可减轻土壤压实。拖拉机和拖车轮胎的接地印痕必须协调设计,以获得最大效率和对土地最小影响。

该浮动系列轮胎花纹为适于特定应用而各具特色,各轮胎特性介绍如下。

FL 637轮胎理想用于播撒机、拖车和罐车,兼具优异的田间和道路使用性能。有向胎面花纹设计确保在优异的浮动特性外兼具优异的牵引性能;钢丝束束层结构提高耐久性能和承载能力。

FL 639轮胎为75%田间作业和25%道路行驶而设计。无向胎面花纹设计确保顶级自洁特性外,即使在转弯时也具有优异的牵引性能。

FL 630 Ultra轮胎具有类似的特点,花纹条增多使其适用于罐车和播撒机等其他类型的拖车,并确保在任何地形上都具有出色的抓着力。

FL 630 Super轮胎具有为在任何田间或道路综合应用而设计的独特胎面,提高了抗破坏能力。大接地面积提供完美的接地压力分布,确保平稳行驶,并提高承载能力。

Ridemax FL 693 M子午线轮胎理想用于频繁道路行驶的拖车和厢式卡车等设备。主要为道路行驶而设计的该轮胎速度级别为D,行驶速度可高达 $65 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

Ridemax FL 690轮胎具有多层钢丝束束层,确保优异的抗破坏能力和卓越的耐久性能,理想用于长距离道路运输和田间使用,具有优异的自洁特性。

AW 711轮胎延长了使用寿命,道路行驶中在软或硬路面上均具有低滚动阻力,可明显减少油耗,并大幅提高效率。

(吴秀兰摘译 赵敏校)