

矿用工程机械子午线轮胎胎面基部胶配方的优化

董秀玲,孙宝兴,姜在胜,高培娜,刘 华

(三角轮胎股份有限公司,山东 威海 264200)

摘要:对大型矿用工程机械子午线轮胎胎面基部胶配方进行优化。结果表明:通过适当调整胎面基部胶配方中的补强填充体系和硫化体系,并增加间苯二酚R-80和抗硫化返原剂WK-901,胶料的门尼粘度降低,门尼焦烧时间延长,硫化返原率减小;硫化胶的300%定伸应力、拉伸强度和回弹值增大,拉断永久变形减小,生热降低,耐热老化性能提高;成品轮胎的耐久性能提高,有效地减少了轮胎在使用过程中出现的生热脱层问题,提高了轮胎使用寿命。

关键词:工程机械子午线轮胎;胎面基部胶;抗硫化返原性能;耐热老化性能

中图分类号:U463.341⁺.5/.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2016)05-0292-04

大型矿用工程机械车辆负荷大、运距短、转弯多、速度快,经常是昼夜连续作业,因此其轮胎的热脱层问题比较多。由于该轮胎胎体和胎面厚度大、花纹深、散热性差,热量不断积累使轮胎肩部带束层和胎面位置温度过高,超过轮胎胎面基部胶与带束层胶之间的临界温度,胶料疲劳和老化加速,胶料的耐疲劳性能及橡胶-帘线间的粘合强度均下降,最终导致轮胎脱层。

轮胎温升是生热与散热平衡的结果,轮胎产生脱层的部位一般在胎肩基部胶与带束层之间,先从肩部产生局部脱空再逐步扩大到胎侧、胎冠,可见,降低肩部生热是减少脱层的重要途径。工程机械子午线轮胎胎面基部胶在高速、超载的矿用自卸车轮胎上使用一段时间后,轮胎会出现脱层现象。

本工作通过对大型矿用工程机械子午线轮胎胎面基部胶的配方进行优化,以期解决轮胎在使用中出现的脱层问题,提高轮胎使用寿命。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),泰国产品;炭黑N347,辽宁博拉炭黑有限公司产品;炭黑N330,山东贝斯特化工有限公司产品;白炭黑,无锡恒亨白炭黑有限责任公司产品;抗硫化返原剂WK-901,武汉径河化工

有限公司产品;硫化剂DTDM-80,莱茵化学(青岛)有限公司产品。

1.2 配方

生产配方:NR 100,炭黑N347 25,白炭黑 25,有机硅混合物 3,硫黄 1.2,促进剂NS 1.2,其他 19.94。

1[#]试验配方:NR 100,炭黑N330 25,白炭黑 15,有机硅混合物 1.5,间苯二酚R-80 1.38,硫黄 1.8,促进剂NS 1.2,促进剂HMT 0.84,其他 16.2。

2[#]试验配方:NR 100,炭黑N330 25,白炭黑 15,有机硅混合物 1.5,间苯二酚R-80 1.38,抗硫化返原剂WK-901 0.4,硫黄 1.6,硫化剂DTDM-80 0.4,促进剂NS 1.2,促进剂HMT 0.84,其他 16.2。

1.3 主要设备和仪器

1.5 L密炼机,德国克虏伯公司产品;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 400×400×2型平板硫化机,上海第一橡胶机械厂产品;Instron 3367Q8137型拉力试验机,美国Instron公司产品;MDR2000型硫化仪,美国阿尔法科技有限公司产品;DMA动态粘弹谱仪,德国CABO公司产品;401-A型老化箱,江都市精卓试验仪器厂产品。

1.4 试样制备

1.4.1 小配合试验

胶料采用两段混炼工艺在1.5 L密炼机中进

作者简介:董秀玲(1983—),女,山东菏泽人,三角轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事轮胎配方设计及工艺管理工作。

行,一段混炼工艺为:生胶→压压砣(30 s)→提压砣→白炭黑、有机硅混合物→至温度达到120℃→炭黑、除有机硅混合物外的母胶小料→至温度达到150℃→排胶;二段混炼待一段混炼胶停放2 h后进行,混炼工艺为:一段混炼胶、硫化剂、促进剂→至温度达到150℃→排胶。

1.4.2 大配合试验

胶料采用四段混炼工艺,一段混炼在GK400型密炼机中进行,转子转速为50 r·min⁻¹,混炼工艺为:生胶、小料、部分炭黑→压压砣(40 s)→提压砣→压压砣(35 s)→提压砣→压压砣(35 s)→提压砣→排胶(155~165℃);二段混炼在GK400型密炼机中进行,转子转速为40 r·min⁻¹,混炼工艺为:一段混炼胶、剩余炭黑、白炭黑、有机硅混合物→压压砣(30 s)→提压砣→压压砣(35 s)→提压砣→压压砣(35 s)→提压砣→排胶(135~145℃);三段混炼在GK400型密炼机中进行,转子转速为40 r·min⁻¹,混炼工艺为:二段混炼胶→压压砣(40 s)→提压砣→压压砣(40 s)→提压砣→排胶(130~140℃);终炼在GK255型密炼机中进行,转子转速为25 r·min⁻¹,混炼工艺为:三段混炼胶、硫化剂、促进剂→压压砣(30 s)→提压砣→压压砣(40 s)→提压砣→压压砣(40 s)→提压砣→排胶(95~105℃)。

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 小配合试验

小配合试验结果如表1所示。

从表1可以看出:与生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼粘度降低,门尼焦烧时间延长,胶料的加工安全性更加优异;硫化返原率减小;硫化胶的300%定伸应力、拉伸强度和回弹值增大,拉断永久变形减小;60℃的损耗因子(tanδ)下降,说明生热降低;老化后拉伸强度提高。添加抗硫化返原剂WK-901的2[#]试验配方胶料的硫化返原率更低,老化后拉伸性能保持率更高,这是因为抗硫化返原剂在硫化过程中生成热稳定的碳-碳交联键,使胶料在长时间的硫化过程中保持一定的热稳定性。

表1 小配合试验结果

项 目	试验配方		生产配方
	1 [#]	2 [#]	
门尼粘度[ML(1+4) 100℃]	42.1	41.5	48.4
门尼焦烧时间 t_5 (121℃)/min	37.37	37.15	20.14
硫化仪数据(150℃)			
M_L /(dN·m)	8.37	8.48	6.65
M_H /(dN·m)	48.10	48.31	41.24
$M_{60}^{(1)}$ /(dN·m)	45.00	46.58	37.92
t_{10} /min	5.39	5.52	6.03
t_{90} /min	10.08	9.17	13.86
硫化返原率 ⁽²⁾ /%	7.8	4.3	9.6
邵尔A型硬度/度	56	58	60
300%定伸应力/MPa	13.5	15.0	10.0
拉伸强度/MPa	25.6	26.4	25.5
拉断伸长率/%	486	473	553
拉断永久变形/%	22	14	28
回弹值/%	68	71	52
tanδ(60℃)	0.046	0.043	0.102
100℃×48 h老化后			
邵尔A型硬度/度	59	62	63
拉伸强度/MPa	23.4	23.3	21.0
拉断伸长率/%	411	429	438
拉断永久变形/%	20	16	24

注:1) M_{60} 为硫化60 min时所对应的转矩;2) 硫化返原率= $(M_H-M_{60})/(M_H-M_L) \times 100\%$ 。硫化条件为150℃×60 min。

综上所述,试验配方胶料的热稳定性优于生产配方胶料,且生热降低,其中2[#]试验配方胶料符合低生热胎面基部胶的性能要求。

2.2 大配合试验

根据小配合试验结果,选用2[#]试验配方进行大配合试验。

2.2.1 硫化特性和物理性能

大配合试验胶料的硫化特性和物理性能如表2所示。

从表2可以看出,大配合试验结果与小配合试验结果基本保持一致,试验配方胶料的耐热老化性能和抗硫化返原性能明显提高。

2.2.2 动态力学性能

大配合试验硫化胶的tanδ-温度曲线如图1所示。

从图1可以看出:试验配方胶料的tanδ明显小于生产配方胶料;当温度为60℃时,试验配方和生产配方胶料的tanδ分别为0.040和0.125。可见试验配方胶料的生热明显降低。

2.3 工艺性能

采用2[#]试验配方胶料进行18.00R33 TB526S

表2 大配合试验结果

项 目	2 [#] 试验配方			生产配方		
门尼粘度[ML (1+4) 100 ℃]	41.0			47.8		
门尼焦烧时间						
t_5 (121 ℃)/min	35.42			18.26		
硫化仪数据 (150 ℃)						
M_L /(dN·m)	8.45			6.38		
M_H /(dN·m)	47.98			41.86		
$M_{60}^{1)}$ /(dN·m)	46.32			38.40		
t_{10} /min	5.58			5.45		
t_{90} /min	9.23			12.98		
硫化返原率 ²⁾ /%	4.2			9.8		
硫化时间 (150 ℃)/min	18	32	60	18	32	60
邵尔A型硬度/度	57	58	58	61	62	62
300%定伸应力/MPa	14.8	14.9	15.0	10.3	10.7	11.0
拉伸强度/MPa	26.4	26.6	27.0	26.4	26.2	26.2
拉断伸长率/%	473	480	478	549	538	525
拉断永久变形/%	14	16	14	24	24	26
回弹值/%	71			54		
100 ℃×48 h老化后						
邵尔A型硬度/度	62			65		
拉伸强度/MPa	23.6			21.4		
拉断伸长率/%	432			428		
拉断永久变形/%	15			26		

注:1)和2)同表1。

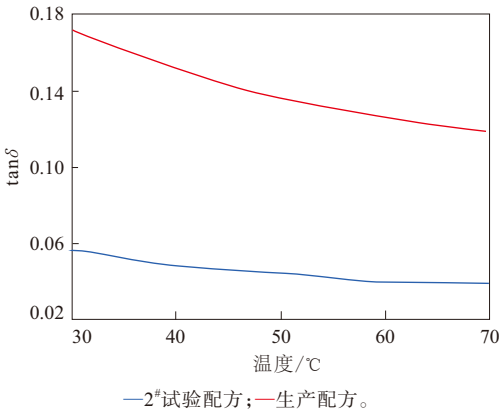


图1 硫化胶的tanδ-温度曲线

规格轮胎胎面基部胶缠绕,试验配方胶料的焦烧时间较长,挤出的缠绕胶条尺寸稳定,缠绕表面平整。

2.4 成品试验

2.4.1 耐久性能

为验证2[#]试验配方胶料的使用性能,制造18.00R33规格工程机械子午线轮胎进行机床耐久性试验,并与正常生产轮胎进行对比。

耐久性试验条件为气压 700 kPa,负荷

10 900 kg,先以10 km·h⁻¹的速度运行3 h,再提速至25 km·h⁻¹运行70 h,再降速至15 km·h⁻¹运行直至轮胎损坏。轮胎在使用中的生热与轮胎负荷和速度的乘积密切相关,胶料性能随着温度的升高会明显下降,因此同时测试两种轮胎在环境温度(38 ℃)下的TKPH额定值(T指轮胎负荷,单位为t;KPH指轮胎行驶速度,单位为km·h⁻¹)。TKPH值的测试方法是固定负荷,以10 km·h⁻¹的速度进行机床测试,每隔1 h停车快速测定胎肩内部的最高温度,然后速度增加2 km·h⁻¹继续进行试验,测温,再加速,如此循环,直至胎肩内部温度达到110 ℃,负荷与此时速度的乘积即为轮胎的TKPH值。

成品轮胎的耐久性能测试结果如表3所示。

表3 成品轮胎的耐久性能测试结果

项 目	试验轮胎	生产轮胎
累计行驶时间/h	326	229
损坏形式	胎肩裂口	胎肩脱层
TKPH值	320	270

从表3可以看出,与生产轮胎相比,试验轮胎的累计行驶时间明显延长,TKPH值明显增大,表明试验轮胎的生热明显降低。

2.4.2 实际道路测试

分别采用2[#]试验配方胶料和生产配方胶料各成型一条18.00R33规格轮胎发往矿山进行实地测试。试验轮胎运行2 892 h后运行正常;生产轮胎运行1 200 h后胎面基部胶与带束层之间出现脱层现象,轮胎无法正常使用。

针对轮胎使用情况,计算实际作业状况下的轮胎TKPH值为300。从表3可以看出,试验轮胎和生产轮胎的TKPH额定值分别大于和小于实际作业状况下的TKPH值,可见试验轮胎的使用是安全的,而正常生产轮胎易出现生热损坏。

3 结论

通过对大型矿用工程机械子午线轮胎胎面基部胶配方中的补强填充体系和硫化体系进行适当调整,并增加间苯二酚R-80和抗硫化返原剂WK-901,胶料的门尼粘度降低,门尼焦烧时间延长,硫化返原率减小;硫化胶的300%定伸应力、拉伸强度和回弹值增大,拉断永久变形减小,生热降低,

耐热老化性能提高;成品轮胎的耐久性能提高;
有效地减少了轮胎使用过程中出现的生热脱层问

题,提高了轮胎使用寿命。
收稿日期:2015-11-12

Optimization of Base Compound of Off-The-Road Radial Tire for Mining

DONG Xiuling, SUN Baoxing, JIANG Zaisheng, GAO Peina, LIU Hua

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

Abstract: In this study, the base compound of off-the-road radial tire for mining was optimized. The results showed that, by adjusting reinforcing filler system and curing system of the base compound formula properly, and adding resorcinol R-80 and anti-reversion agent WK-901, the Mooney viscosity of the compound decreased, the Mooney scorch time was extended, and reversion rate was lowered. In addition, the modulus at 300% elongation, tensile strength and rebound value of the vulcanizate increased, the tensile permanent set decreased, the heat build-up decreased, and heat aging resistance was improved. With the optimized base compound, the endurance performance of finished tire was improved, the heat delamination problems in the tire using course was reduced, and the tire service life was extended.

Key words: off-the-road radial tire; base compound; anti-reversion property; heat aging property

优科豪马推出Geolandar A/T G015轮胎

中图分类号:U463.341;TQ336.1 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2016年3月15日报道:

优科豪马轮胎公司推出60个规格的Geolandar A/T G015轮胎(见图1),其中P/E公制规格轮胎享受9.66万km(60 000英里)胎面磨耗担保,LT公制规格轮胎享受8.05万km(50 000英里)胎面磨耗担保。

优科豪马轮胎公司计划2016年年底再添加17

个规格的该系列轮胎。所有规格轮胎都将通过雪地条件使用认证并标注三峰雪花标志。

新轮胎取代了Geolandar AT-S轮胎。

经销商会发现新轮胎与其取代的Geolandar AT-S轮胎价格相当。相似的价格体现了新轮胎的价值。产品规划经理Bob Abram称。

“我们改进了该款轮胎几乎所有的性能,从降低噪声到提高湿路面及冬季路面的抓着性能均包含在内,并延长了1.61万km(10 000英里)的担保里程。我们为不想支付高价的经销商和顾客提供了真正优惠的价格——与其取代轮胎价格相当。”

Geolandar系列产品新增规格于2016年4月1日在北美出售。

轮胎业务规划、产品规划及销售业务高级总监Andrew Briggs称,“Geolandar A/T G015轮胎在公路及越野条件下均能提供杰出的牵引性能,是最耐用和最通用的Geolandar产品,为最新款,提供了一些业界最优里程性能。”

(马 晓摘译 许炳才校)



图1 Geolandar A/T G015轮胎