

高速工程机械轮胎基部胶配方的设计

董秀玲, 孙宝兴, 姜在胜, 刘 华, 王 会

(三角轮胎股份有限公司, 山东 威海 264200)

摘要:介绍高速工程机械轮胎基部胶配方的设计。参比现有工程机械轮胎基部胶配方, 生胶体系采用天然橡胶/顺丁橡胶并用胶, 补强体系采用高耐磨炭黑/白炭黑并用体系, 粘合体系采用间-甲-白体系, 硫黄选用不溶性硫黄, 试验配方胶料的300%定伸应力增大, 拉伸强度相当, 生热降低, 自粘性提高, 成品轮胎的高速和耐久性能提高。

关键词:工程机械轮胎; 基部胶; 生热; 粘合性能

中图分类号: U463.341⁺.5 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-8171(2018)00-0000-03

工程机械轮胎的体积和载质量大、作业速度慢、工作条件苛刻, 要求胎面胶耐磨、抗切割和抗刺扎。高速工程机械轮胎需要跨省公路高速行驶, 轮胎速度级别达到F级(80 km·h⁻¹)。根据高速工程机械轮胎的运行特点, 要求胎面胶既要保持轮胎胎面的刚性, 又要降低胎面整体生热, 避免轮胎速度过快而导致胎面脱层。为匹配我公司14.00R25 TB586(385/95R25)☆☆☆F级配套产品的开发, 本工作进行了高速工程机械轮胎基部胶配方的设计, 现将试验有关情况介绍如下。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), 3[#]烟胶片, 泰国产品; 顺丁橡胶(BR), 牌号VCR412, 日本宇部公司产品; 炭黑N330, 山西志信化工有限公司产品; 炭黑N347, 辽宁博拉炭黑有限公司产品; 白炭黑, 无锡恒亨白炭黑有限责任公司产品; 不溶性硫黄, 莱茵化学(青岛)有限公司产品。

1.2 配方

参比配方: NR 100, 炭黑N347 30, 白炭黑 20, 环保油 3, 硫黄 1.47, 促进剂CZ 1.2, 其他 24.06。

1[#]试验配方: NR 85, BR 15, 炭黑N330 30, 白炭黑 8, 有机硅 1.5, 间苯二酚R-80

0.5, 甲醛树脂H-80 0.5, 不溶性硫黄 3.13, 促进剂CZ 1.8, 其他 21.75。

2[#]试验配方: NR 75, BR 25, 炭黑N330 30, 白炭黑 15, 有机硅 1.5, 间苯二酚R-80 0.5, 甲醛树脂H-80 0.5, 硫黄 3.13, 促进剂CZ 1.8, 其他 22.25。

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; GT-AI-7000M型拉力机, 高铁检测仪器有限公司产品; 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; RZN-11型橡胶自粘性测定仪, 北京万汇一方科技发展有限公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 小配合试验

胶料采用3段混炼工艺在1.5 L密炼机中进行混炼, 转子转速为 $r \cdot \min^{-1}$ 。一段混炼工艺为: 生胶、部分小料, 压压砣(20 s)→加炭黑, 混炼至温度达到110℃→加油, 混炼至温度达到155℃→排胶, 停放2 h; 二段混炼工艺为: 一段混炼胶、剩余小料, 压压砣(20 s)→加白炭黑, 混炼至温度达到145℃→排胶, 停放2 h; 三段混炼工艺为: 二段混炼胶、硫黄、促进剂, 混炼至温度达到105℃→排胶。

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。

E-mail: dongxiuling@triangle.com.cn

1.4.2 大配合试验

胶料采用4段混炼工艺进行混炼,1—3段混炼均在GK400型密炼机中进行。一段混炼转子转速为 $52\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:生胶、部分小料,压压砣(35 s)→加炭黑,混炼至温度达到 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ →加油,混炼至温度达到 $158\text{ }^{\circ}\text{C}$ →排胶;二段混炼转子转速为 $42\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:一段混炼胶、剩余小料,压压砣(30 s)→加白炭黑,压压砣(35 s)→压压砣,混炼至温度达到 $142\text{ }^{\circ}\text{C}$ →排胶;三段混炼是将二段母胶进行回车,转子转速为 $40\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,排胶温度为 $138\text{ }^{\circ}\text{C}$;终炼在GK255型密炼机中进行,转子转速为 $20\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:三段混炼胶、硫黄、促进剂,压压砣(35 s)→压压砣(40 s)→压压砣,混炼至温度达到 $103\text{ }^{\circ}\text{C}$ →排胶。

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:与参比配方胶料相比,试验配方胶料的300%定伸应力增大,拉伸强度相当,符合基部胶的性能要求,满足高速工程机械轮胎胎面高刚性的设计要求;试验配方胶料 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的 $\tan\delta$

减小,生热降低。

2.2 大配合试验

大配合试验结果如表2所示。

表2 大配合试验结果

项 目	试验配方		参比配方
	1 [#]	2 [#]	
门尼粘度[ML(1+4) 100 $^{\circ}\text{C}$]	52	47	49
门尼焦烧时间 t_5 (121 $^{\circ}\text{C}$)/min	36.73	35.38	24.47
硫化仪数据(150 $^{\circ}\text{C}$)			
F_L /(dN·m)	8.96	8.87	8.44
$F_{\max}$ /(dN·m)	56.85	51.50	43.34
t_{10} /min	5.83	5.37	5.82
t_{90} /min	14.39	14.16	14.54
邵尔A型硬度/度	61	61	61
300%定伸应力/MPa	12.0	13.7	9.3
拉伸强度/MPa	24.8	24.3	24.6
拉断伸长率/%	521	441	592
60 $^{\circ}\text{C}$ 的 $\tan\delta$	0.068	0.076	0.150
100 $^{\circ}\text{C}\times 48\text{ h}$ 老化后			
邵尔A型硬度/度	65	65	64
拉伸强度/MPa	20.1	18.5	19.1
拉断伸长率/%	361	375	418

注:同表1。

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。

2.3 自粘性

1[#]和2[#]试验配方及参比配方胶料的粘合力分别为9.12,7.53和7.22 N。可见,试验配方胶料的自粘性优于参比配方胶料,胶料的自粘性和互粘性提高。

2.4 工艺性能

采用1[#]和2[#]试验配方胶料试制385/95R24 TB586轮胎,在进行胶部件挤出时,2[#]试验配方胶料挤出半成品表面喷霜,成型时半成品接头粘性差,并且与胎面胶的粘合性能差,严重影响成型粘性。

2.5 成品试验

2.5.1 物理性能

采用1[#]试验配方胶料试制14.00R25 TB586轮胎,成品轮胎基部胶的物理性能如表3所示。

从表3可以看出,与参比轮胎相比,试验轮胎的300%定伸应力和粘合强度增大,生热降低,拉伸性能相当,与大配合试验结果相吻合。

2.5.2 高速和耐久性能

为验证1[#]试验配方胶料的使用性能,试制

表1 小配合试验结果

项 目	试验配方		参比配方
	1 [#]	2 [#]	
门尼粘度[ML(1+4) 100 $^{\circ}\text{C}$]	50	46	49
门尼焦烧时间 t_5 (121 $^{\circ}\text{C}$)/min	33.73	32.38	12.47
硫化仪数据(150 $^{\circ}\text{C}$)			
F_L /(dN·m)	9.08	8.75	9.82
$F_{\max}$ /(dN·m)	51.18	48.50	42.76
t_{10} /min	7.60	7.16	7.17
t_{90} /min	14.30	14.25	16.78
邵尔A型硬度/度	61	61	61
300%定伸应力/MPa	13.1	13.7	11.2
拉伸强度/MPa	22.8	22.4	23.2
拉断伸长率/%	471	454	513
拉断永久变形/%	24	22	30
60 $^{\circ}\text{C}$ 的损耗因子($\tan\delta$)	0.072	0.086	0.125
100 $^{\circ}\text{C}\times 48\text{ h}$ 老化后			
邵尔A型硬度/度	65	66	65
拉伸强度/MPa	18.6	18.2	18.9
拉断伸长率/%	331	315	376

注:硫化条件为150 $^{\circ}\text{C}\times 60\text{ min}$ 。

表3 成品轮胎基部胶的物理性能		
项 目	试验轮胎	参比轮胎
邵尔A型硬度/度	60	60
300%定伸应力/MPa	11.9	9.6
拉伸强度/MPa	25.7	25.6
拉断伸长率/%	526	512
基部胶与带束层间的 粘合强度/(kN·m ⁻¹)	20.5	13.8
60℃的tanδ	0.051	0.140

385/95R25 TB586轮胎进行高速和耐久性试验,试验结果如表4所示。

从表4可以看出,试验轮胎的高速和耐久性能均优于参比轮胎,并且轮胎的损坏形式均无胎面脱层现象。

表4 成品轮胎的高速和耐久性能		
项 目	试验轮胎	参比轮胎
高速性能试验		
高速运行时间/min	605	202
试验结束时轮胎损坏形式	胎圈鼓包	胎冠脱层
耐久性试验		
80 km·h ⁻¹ 下运行时间/h	145	65
试验结束时轮胎损坏形式	胎圈裂口	胎冠脱层

2.5.3 实际里程试验

分别采用1[#]试验配方和参比配方胶料试制14.00R25 TB586轮胎发往市场进行公路、矿区等实际里程测试。结果显示,试验轮胎运行2 160 h

后,胎圈部位脱层而失效;参比轮胎运行840 h后,因速度快、生热高,胎面出现了脱层。

可见,1[#]试验轮胎适应高速工程机械轮胎作业特点,使用寿命有较大提高。

3 结 论

参比现有工程机械轮胎基部胶配方,进行了高速工程机械轮胎基部胶配方的设计,新配方具有以下优势:

- (1)生胶体系采用NR/BR并用胶,补强体系采用高耐磨炭黑/白炭黑并用体系,在保证胶料拉伸性能的基础上,胶料60℃的tanδ减小,生热降低;
- (2)选择间-甲-白粘合体系,可以改善胶料的粘合性能,提高胶料与带束层之间的粘合强度;
- (3)应用不溶性硫黄,可以改善胶料的挤出工艺性能,提高胶料的成型粘性;
- (4)硫化胶的定伸应力和拉伸性能满足高速工程机械轮胎胎面刚性匹配要求,生热性能适应高速工程机械轮胎的运行特点;
- (5)试制轮胎的高速和耐久性能提高,并可减少轮胎实际使用过程中因行驶速度过高导致的胎面生热脱层问题,提高了轮胎使用寿命。

收稿日期:2017-10-09

英文题目:Design of Base Tread Compound of High Speed Off-The-Road Tire
英文作者:DONG Xiuling,SUN Baoxing,JIANG Zaisheng,LIU Hua,WANG Hui