

港口工程机械轮胎胎面胶的配方优化

张元赞,尚文艺,于信伟,董秀玲,刘娟

(三角轮胎股份有限公司,山东威海 264200)

摘要:对港口工程机械轮胎胎面胶的配方进行优化。结果表明,通过调整胎面胶配方中的生胶体系和补强填充体系,胶料的硫化特性变化不大,硫化胶的300%定伸应力、拉伸强度、撕裂强度、耐磨性能和耐老化性能提高,生热降低,成品轮胎的物理性能和耐磨性能提高,使用寿命延长,生产成本降低。

关键词:工程机械轮胎;胎面胶;耐磨性能

中图分类号:U463.341⁺.5 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-8171(2013)12-0738-03

工程机械轮胎由于使用条件不同,其侧重的性能要求也不同。一般在矿山作业时,场地条件恶劣,使用条件苛刻,负荷量大,因此要求胎面胶抗切割、抗刺扎、抗崩花掉块、耐磨、生热低;而在港口作业时,路况较好,一般为水泥混凝土路面,轮胎短途作业,负荷量大,则要求胎面胶具有优异的耐磨性能和低生热性能。根据港口使用特点,工程机械轮胎要获得较高的耐磨性能,胎面胶配方中的生胶体系采用天然橡胶(NR)/顺丁橡胶(BR)/丁苯橡胶(SBR)并用,并选择高比表面积、高结构炭黑;为提高胎面胶的抗撕裂性能,避免崩花掉块现象发生,同时又要兼顾胶料的低生热性能,补强填充体系采用炭黑与少量白炭黑并用。

本工作主要根据工程机械轮胎在港口的使用特点,对胎面胶配方进行优化调整,着重提高胎面胶的耐磨性能。

1 实验

1.1 主要原材料

NR,STR20,泰国产品;BR,牌号9000,中国石化北京燕山石油化工股份有限公司产品;SBR,牌号1502,德国朗盛公司产品;炭黑N220和N234,江西黑猫炭黑股份有限公司产品;白炭黑,罗地亚白炭黑(青岛)有限公司产品。

作者简介:张元赞(1986—),男,山东菏泽人,三角轮胎股份有限公司助理工程师,学士,主要从事轮胎配方设计及工艺管理工作。

1.2 配方

生产配方:NR 70,SBR 30,炭黑N220 57,氧化锌/硬脂酸 7,促进剂NS/硫黄/防焦剂CTP 3.1,其他 16。

1[#]试验配方:NR 70,SBR 10,BR 20,炭黑N234 55,其余组分及用量均同生产配方。

2[#]试验配方:NR 60,SBR 10,BR 30,炭黑N234 51,白炭黑 7,其余组分及用量均同生产配方。

1.3 主要设备和仪器

XK-160型开炼机,上海橡胶机械厂产品;GK270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;MDR2000型硫化仪和T2000型拉力机,美国孟山都公司产品。

1.4 试样制备

小配合试验胶料在开炼机上进行混炼,加料顺序为NR→SBR,BR→小料→炭黑、白炭黑、芳烃油→硫黄、促进剂、防焦剂。

大配合试验胶料在密炼机中分三段进行混炼,一段混炼转子转速为40 r·min⁻¹,加料顺序为NR、SBR、BR、小料→炭黑、白炭黑、芳烃油→排胶、冷却、下片;二段进行一段混炼胶回车,转子转速为40 r·min⁻¹;三段混炼转子转速为20 r·min⁻¹,加料顺序为二段混炼胶→硫黄、促进剂、防焦剂→排胶、冷却、下片。

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:与生产配方相比,试验配方硫化胶的 300%定伸应力、拉伸强度、撕裂强度和耐磨性能均提高,尤其是耐磨性能提高明显;其中 2[#] 试验配方硫化胶的 300%定伸应力和拉伸强度略小于 1[#] 试验配方硫化胶,拉断伸长率(硫化 60 min 除外)大于 1[#] 试验配方硫化胶,两种试验配方硫化胶的撕裂强度和耐磨性能相差不大。

表 1 小配合试验结果

项 目	1 [#] 试验配方			2 [#] 试验配方			生产配方		
硫化仪数据(145 ℃)									
M _L /(dN·m)		10.30			10.05			10.11	
M _H /(dN·m)		50.50			49.41			49.23	
t ₁₀ /min		8.6			8.5			9.5	
t ₉₀ /min		18.2			20.1			19.5	
硫化时间(148 ℃)/min	30	40	60	30	40	60	30	40	60
邵尔 A 型硬度/度	65	65	64	63	64	64	64	64	64
300%定伸应力/MPa	9.9	10.2	9.7	8.9	8.5	8.2	7.8	7.5	8.0
拉伸强度/MPa	23.1	23.6	22.5	22.2	22.6	21.9	20.8	20.1	21.5
拉断伸长率/%	596	583	600	610	619	595	610	622	603
拉断永久变形/%	24	22	22	22	22	23	25	26	24
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)		105			103			82	
阿克隆磨耗量/cm ³		0.108			0.104			0.232	
100 ℃×48 h 老化后									
拉伸强度/MPa		18.9			18.5			18.6	
拉断伸长率/%		455			467			468	
拉断永久变形/%		15			17			18	
阿克隆磨耗量/cm ³		0.195			0.175			0.308	

小配合试验硫化胶的损耗因子(tanδ)-温度曲线如图 1 所示。

0.150 7和 0.247 3。

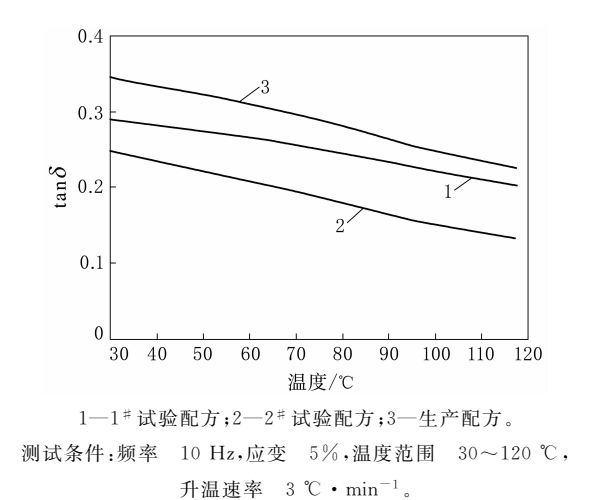


图 1 硫化胶的 tanδ-温度曲线

当温度为 60 ℃时,1[#] 和 2[#] 试验配方及生产配方硫化胶的 tanδ 值分别为 0.266 1,0.208 4和 0.309 1;当温度为 100 ℃时,1[#] 和 2[#] 试验配方及生产配方硫化胶的 tanδ 值分别为 0.220 4,

从图 1 和以上数据可以看出,当温度为 60 和 100 ℃时,2[#] 试验配方硫化胶的 tanδ 值小于 1[#] 试验配方和生产配方硫化胶,3 种硫化胶的生热由高至低依次为:生产配方、1[#] 试验配方、2[#] 试验配方。

2.2 大配合试验

考虑到工程机械轮胎在使用过程中要防止崩花掉块现象发生,胎面胶应具有低定伸应力、高伸长率等性能。根据小配合试验结果,选取 2[#] 试验配方进行大配合试验,试验结果如表 2 所示。

从表 2 可以看出,与生产配方相比,试验配方胶料的硫化特性相当,硫化胶的 300%定伸应力、拉伸强度、撕裂强度、耐磨性能和耐老化性能均提高,其中耐磨性能提高明显。大配合试验结果与小配合试验结果基本保持一致。试验配方满足了设计和生产要求。

2.3 成品试验

根据大配合试验结果,确定采用 2[#] 试验配方

表 2 大配合试验结果

项 目	试验配方			生产配方		
硫化仪数据(145 ℃)						
$M_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	10.15			10.39		
$M_H/(\text{dN} \cdot \text{m})$	50.42			49.89		
t_{10}/min	7.9			8.5		
t_{90}/min	21.5			20.1		
硫化时间(148 ℃)/min	30	40	60	30	40	60
邵尔 A 型硬度/度	62	63	62	64	64	63
300%定伸应力/MPa	8.6	8.9	8.4	7.4	7.9	7.5
拉伸强度/MPa	22.1	22.6	22.3	20.8	21.2	21.1
拉断伸长率/%	609	595	601	617	602	611
拉断永久变形/%	21	19	19	22	22	23
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	107			85		
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.098			0.224		
100 ℃×48 h 老化后						
拉伸强度/MPa	18.9			18.2		
拉断伸长率/%	465			460		
拉断永久变形/%	16			17		
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.168			0.296		

试制成品轮胎,共生产 5 条 18.00—25 40PR 工程机械轮胎,其中抽取 1 条进行冠部胎面胶物理性能测试,并与同规格生产轮胎胎面胶进行对比,试验结果如表 3 所示。

从表 3 可以看出,试验轮胎的耐磨性能和耐老化性能优于生产轮胎,对轮胎的使用非常有利。

另外 4 条试验轮胎于 2010 年在某港口地区装配在三一重工正面吊上与生产轮胎进行实际应用对比试验。经过近 11 个月的跟踪观察,试验轮

表 3 成品轮胎的物理性能

项 目	试验轮胎		生产轮胎	
	中层	下层	中层	下层
邵尔 A 型硬度/度	63	63	64	64
300%定伸应力/MPa	8.9	8.5	7.6	7.8
拉伸强度/MPa	22.8	22.2	20.9	21.5
拉断伸长率/%	590	598	605	599
阿克隆磨耗量/cm ³	0.102	0.095	0.229	0.215
70 ℃×24 h 老化后				
拉伸强度/MPa	22.1	22.4	19.9	20.5
拉断伸长率/%	585	592	579	583

胎的使用性能优于生产轮胎,胎冠磨面比较平整,没有出现胎肩脱层等早期损坏现象,其使用寿命比生产轮胎提高了约 25%,达到了预期目标。

2.4 成本分析

与生产配方相比,试验配方混炼胶的成本可降低 0.4 元·kg⁻¹,具有可观的经济效益;同时,随着产品使用寿命的延长,也降低了使用成本。

3 结论

通过对港口工程机械轮胎胎面胶配方中的生胶体系和补强填充体系进行适当调整,胶料的硫化特性变化不大,硫化胶的 300%定伸应力、拉伸强度、撕裂强度、耐磨性能、生热性能和耐老化性能提高,成品轮胎在港口实测使用寿命延长,生产成本降低。

收稿日期:2013-07-10

Optimization on Tread Compound of Off-the-road Tire For Port Application

ZHANG Yuan-zan, SHANG Wen-yi, YU Xin-wei, DONG Xiu-ling, LIU Juan

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

Abstract: The tread compound of off-the-road tire for port application was optimized. The results showed that, by changing raw rubber and reinforcing system, the curing behavior of the compound changed little, the stress at 300% strain, tensile strength, tear strength, wear resistance and anti-aging properties of the vulcanizates were improved, the heat build-up decreased, the physical properties and wear resistance of finished tire were improved, the service life of tire was extended, and the production cost was reduced.

Key words: off-the-road tire; tread compound; wear resistance