

抗撕裂树脂TYC-0500在工程机械子午线轮胎胎面胶中的应用

郭明明, 何跃, 张文涛

(风神轮胎股份有限公司, 河南 焦作 454003)

摘要: 考察抗撕裂树脂TYC-0500在工程机械子午线轮胎胎面胶中的应用性能。结果表明: 添加抗撕裂树脂TYC-0500的胶料门尼粘度降低, 硬度和拉伸伸长率提高, 耐屈挠性能改善, 抗切割性能明显提高。

关键词: 工程机械轮胎; 胎面胶; 抗撕裂树脂; 耐屈挠性能; 抗切割性能

工程机械子午线轮胎主要在矿山、井下等恶劣环境中工作, 易被矿石割伤, 出现胎面崩花掉块现象, 从而影响使用寿命, 因此提高工程机械子午线轮胎胎面胶的抗切割性能对延长其使用寿命具有重要意义。

胎面胶的抗切割性能应从抗裂口产生和抗裂口增长2个方面评价。胎面胶的裂口产生与其硬度和拉伸强度有较大关系。在相同负荷和气压下, 胶料的硬度和拉伸强度越大, 尖锐物体引起的变形越小, 越不易产生裂口。胎面胶的抗裂口增长与其拉伸强度和拉伸伸长率有较大关系。胶料的拉伸伸长率越大, 可吸收的变形能量越大, 抗裂口增长性能越好^[1]。

抗撕裂树脂TYC-0500是一种新型树脂, 能有效改善胶料的粘性和解决成型接头易开等问题, 与橡胶相容性好, 具有良好的动态力学性能和较大的模量, 可以有效提高胎面胶的抗切割性能。本工作在工程机械子午线轮胎胎面胶中加入抗撕裂树脂TYC-0500, 考察其对胎面胶抗切割性能的影响^[2]。

1 实验

1.1 原材料

天然橡胶(NR), 牌号STR20, 泰国产品; 丁苯橡胶(SBR), 牌号1500, 中国石油化工股份有限公司产品; 抗撕裂树脂TYC-0500, 上海怡创化

工有限公司产品; 其他均为橡胶工业常用原材料。

1.2 配方

试验所用的工程机械子午线轮胎胎面胶配方见表1。

表1 配方

组 分	1#配方	2#配方	3#配方	4#配方
NR	90	90	90	90
SBR	10	10	10	10
炭黑N234	25	25	50	50
炭黑N326	25	25	0	0
白炭黑	15	15	15	15
硫黄和促进剂	3.85	3.85	3.85	3.85
抗撕裂树脂TYC-0500	0	2	0	2
其他	18.05	18.05	18.05	18.05
合计	186.9	188.9	186.9	188.9

1.3 主要设备与仪器

Φ160 mm × 320 mm开炼机, 广东湛江机械厂产品; 1.57 L本伯里密炼机, 英国法雷尔公司产品; GK400N型和GK255N型密炼机, 德国克虏伯公司产品; 140 t平板硫化机, 上海橡胶机械一厂产品; MDR2000型硫化仪和MV2000型门尼粘度计, 美国阿尔法科技有限公司产品; TENSITECH型拉力机, 美国德宝公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 小配合试验

胶料混炼分2段进行。一段混炼在1.57 L密炼机中进行, 转子转速为 $55 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$, 混炼工艺为: 生胶 $\xrightarrow{30 \text{ s}}$ 提砵 \rightarrow 炭黑和小料 $\xrightarrow{3 \text{ min}}$ 提压砵 $\xrightarrow{3 \text{ min}}$ 压压砵 \rightarrow 排胶; 二段混炼在开炼机上进行: 在一段混炼胶中加入硫黄和促进剂, 胶料混炼均匀后下片。

1.4.2 大配合试验

胶料混炼分2段进行。一段混炼在GK400N型密炼机中进行, 二段混炼在CK255N型密炼机中进行。一段混炼工艺为: 生胶、小料和炭黑 $\xrightarrow{20 \text{ s}}$ 软化剂 $\xrightarrow{20 \text{ s}}$ 提压砵 \rightarrow 翻胶 $\xrightarrow{15 \text{ s}}$ 压压砵 $\xrightarrow{20 \text{ s}}$ 提压砵 \rightarrow 排胶; 二段混炼工艺为: 一段混炼胶、硫黄和促进剂 $\xrightarrow{15 \text{ s}}$ 压压砵 $\xrightarrow{20 \text{ s}}$ 提压砵 \rightarrow 翻胶 $\xrightarrow{60 \text{ s}}$ 压压砵 $\xrightarrow{20 \text{ s}}$ 提压砵 \rightarrow 翻胶 $\xrightarrow{15 \text{ s}}$ 排胶。

1.5 性能测试

胶料物理性能按照相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 抗撕裂树脂的理化性能

抗撕裂树脂TYC-0500的理化性能见表2。

表2 抗撕裂树脂TYC-0500的理化性能

测试项目	指标	测试方法 ¹⁾
外观	棕色片状	
软化点/°C	95~110	TS-C0302
酸值/(mgKOH·g ⁻¹)	100~110	TS-C0701
密度/(g·cm ⁻³)	1.05~1.15	TS-C0901
灰分含量/%	< 0.5	TS-C0201
加热减量/%	< 2	TS-C0101

注: 1) 企业标准。

2.2 小配合试验

小配合试验胶料硫化特性和快检物理性能见表3。

从表3可以看出, 与1[#]配方和3[#]配方胶料分别相比, 添加抗撕裂树脂的TYC-0500的2[#]配方和4[#]配

表3 小配合试验胶料硫化特性和快检物理性能

项 目	1 [#] 配方	2 [#] 配方	3 [#] 配方	4 [#] 配方
硫化仪数据 (145 °C)				
M_L / (dN·m)	2.74	2.61	4.10	3.83
M_H / (dN·m)	14.94	15.06	18.79	18.45
t_{10} / min	9.47	9.44	10.01	10.08
t_{50} / min	13.03	12.53	13.33	13.44
t_{90} / min	19.41	20.28	20.56	22.41
门尼粘度[ML (1+4) 100 °C]	59.0	55.8	85.1	78.9
门尼焦烧时间 t_5 (127 °C) / min	27.3	31.4	24.3	22.0
快检硫化胶性能 (151 °C × 20 min)				
邵尔A型硬度/度	63	65	71	72
300%定伸应力/MPa	11.9	12.5	17.2	15.2
拉伸强度/MPa	23.1	24.2	25.5	25.6
拉断伸长率/%	507	511	454	485
阿克隆磨耗量/cm ³	0.59	0.47	0.34	0.33
分散度	5.7	5.1	6.3	6.3
密度/(g·cm ⁻³)	1.145	1.155	1.155	1.155

方胶料门尼粘度降低,快检硬度、拉伸强度、拉断伸长率增大,耐磨性能提高,其他物理性能变化不大。

小配合试验胶料物理性能见表4,抗切割性能见表5。

表4 小配合试验胶料物理性能

项 目	1#配方			2#配方			3#配方			4#配方		
	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
硫化时间(145℃)/min	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
邵尔A型硬度/度	67	67	67	68	69	67	70	70	70	71	71	71
100%定伸应力/MPa	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.8	2.7	2.8	2.7	2.8	2.9
300%定伸应力/MPa	9.5	9.7	9.7	9.8	10.8	10.5	12.6	13.2	12.4	12.9	13.5	12.7
拉伸强度/MPa	23.5	23.1	21.9	22.1	22.3	21.6	24.4	25.5	24.1	23.3	24.4	23.5
拉断伸长率/%	559	556	560	584	578	532	508	518	528	561	545	536
拉断永久变形/%	20	21	18	24	18	19	24	23	21	24	22	21
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	109	106	121	113	115	124	118	119	122	103	128	125
回弹值/%	32	30	29	28	27	28	27	26	26	25	25	27
密度/(g·cm ⁻³)	1.153			1.157			1.166			1.164		
100℃×24h热老化后												
拉伸强度/MPa	20.9			21.9			22.6			22.8		
拉断伸长率/%	467			479			426			452		
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	104			115			115			123		
屈挠裂口等级												
屈挠0次	2.0	3.0		1.0	1.0		3.0	3.0		2.0	1.0	
屈挠5000次	4.7	6.1		4.4	4.4		7.9	7.3		8.2	6.8	
屈挠10000次	6.8	7.1		4.9	4.9		9.7	9.1		9.4	7.4	
屈挠15000次	8.3	8.4		5.7	5.6		10.8	9.5		10.2	7.9	
屈挠25000次	9.6	10.1		7.2	7.2		11.4	10.1		11.2	8.3	
屈挠35000次	10.8	12.1		8.7	8.8		12.0	10.5		12.0	8.7	
屈挠50000次	12.4	12.9		10.2	10.1		13.4	11.1		13.1	10.0	

表5 小配合试验胶料抗切割性能

试样	切割前质量/g	切割后质量/g	损失质量/g	试样	切割前质量/g	切割后质量/g	损失质量/g
1#配方				3#配方			
试样1	25.4246	24.0396	1.3850	试样1	25.7646	24.5386	1.2260
试样2	25.7218	24.2877	1.4341	试样2	25.6980	24.5183	1.1797
试样3	25.4222	23.9847	1.4375	试样3	25.7703	24.5192	1.2511
平均值			1.4189	平均值			1.2189
2#配方				4#配方			
试样1	25.3283	24.0860	1.2423	试样1	25.5735	24.6329	0.9406
试样2	25.7576	24.2986	1.4590	试样2	25.6226	24.5807	1.0419
试样3	25.3922	24.0129	1.3793	试样3	25.5246	24.4606	1.0640
平均值			1.3602	平均值			1.0155

从表4和5可以看出,与1[#]配方和3[#]配方胶料分别相比,添加抗撕裂树脂的TYC-0500的2[#]配方和4[#]配方胶料硬度、拉断伸长率、撕裂强度总体增大,与快检结果基本一致,抗切割性能较好,老化后拉伸强度、拉断伸长率和撕裂强度也较高。

2.3 大配合试验

大配合试验胶料硫化特性和快检物理性能见

表6。

从表6可以看出,在大配合试验中,与1[#]配方和3[#]配方胶料分别相比,添加抗撕裂树脂的TYC-0500的2[#]配方和4[#]配方胶料门尼粘度降低,硬度、拉伸强度、拉断伸长率增大,耐磨性能提高。

大配合试验胶料物理性能见表7,抗切割性能见表8。

表6 大配合试验胶料硫化特性和快检物理性能

项目	1 [#] 配方	2 [#] 配方	3 [#] 配方	4 [#] 配方
硫化仪数据(145℃)				
M_L /(dN·m)	2.78	2.63	4.2	3.82
M_H /(dN·m)	14.91	15.09	18.71	18.48
t_{10} /min	9.44	9.47	10.07	10.09
t_{50} /min	13.04	12.54	13.36	13.43
t_{90} /min	19.47	20.22	20.58	22.46
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	57.4	53.8	76.5	69.4
门尼焦烧时间 t_5 (127℃)/min	27.37	31.43	24.37	22.4
硫化胶性能(151℃×20min)				
邵尔A型硬度/度	63	65	68	70
300%定伸应力/MPa	10.6	9.7	16.1	14.3
拉伸强度/MPa	20.6	21.4	22.6	23.1
拉断伸长率/%	513	596	412	429
阿克隆磨耗量/cm ³	0.54	0.47	0.34	0.33
分散度	5.0	5.3	6.4	6.5
密度/(g·cm ⁻¹)	1.145	1.155	1.155	1.155

表7 大配合试验胶料物理性能

项目	1 [#] 配方			2 [#] 配方			3 [#] 配方			4 [#] 配方		
硫化时间(145℃)/min	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
邵尔A型硬度/度	67	67	67	67	68	67	70	69	70	71	71	70
100%定伸应力/MPa	2.7	2.8	2.8	3.5	3.3	3.2	3.0	3.1	3.0	3.5	3.4	3.2
300%定伸应力/MPa	11.8	12.3	12	16.1	14.3	15	14.7	14.6	13.7	15.4	15.2	14.4
拉伸强度/MPa	21.5	21.4	21.5	22.6	23.1	22.3	24.3	23.7	22.8	24.8	23.7	23.0
拉断伸长率/%	412	429	418	497	479	487	457	453	445	462	499	460
拉断永久变形/%	15	16	14	20	21	17	22	21	21	22	16	18
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	126	127	109	124	141	113	113	105	105	126	119	106

续表7

项目	1#配方			2#配方			3#配方			4#配方		
回弹值/%	29	28	27	28	27	26	27	27	27	28	28	27
密度/(g·cm ⁻³)	1.154			1.157			1.166			1.164		
100℃×24h热老化后												
拉伸强度/MPa	20.1			20.4			21.8			22.5		
拉断伸长率/%	410			441			435			454		
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	105			112			110			128		
屈挠裂口等级												
屈挠0次	4	3		2	1		2	2		2	1	
屈挠5000次	6.1	6.4		6.0	5.8		5.5	5.6		4.0	3.7	
屈挠10000次	8.0	9.1		8.3	7.9		9.0	8.7		6.6	5.4	
屈挠15000次	8.7	9.3		8.5	8.0		9.4	9.0		7.1	5.9	
屈挠25000次	11.5	12.1		10.4	9.5		11.4	9.3		10.6	11.2	
屈挠35000次	13.0	12.6		10.7	10.1		11.6	12.6		11.6	11.3	
屈挠50000次	14.6	13.3		10.8	10.6		13.0	12.7		12.8	11.9	

表8 大配合试验胶料抗切割性能

试样	切割前质量/g	切割后质量/g	损失质量/g
1#配方			
试样1	25.4651	24.0396	1.4255
试样2	25.3218	23.8546	1.4672
试样3	25.6315	24.1548	1.4767
平均值			1.4565
2#配方			
试样1	25.2248	23.8896	1.3352
试样2	25.6486	24.2986	1.3500
试样3	25.8456	24.4568	1.3888
平均值			1.3580
3#配方			
试样1	25.4567	24.1954	1.2613
试样2	25.8614	24.5481	1.3133
试样3	25.6451	24.5192	1.1259
平均值			1.2335
4#配方			
试样1	25.4125	24.2153	1.1972
试样2	25.8561	24.7164	1.1397
试样3	25.6481	24.4606	1.1875
平均值			1.1748

从表7和8可以看出,与1#配方和3#配方胶料分别相比,添加抗撕裂树脂的TYC-0500的2#配方和4#配方胶料硬度、拉断伸长率和撕裂强度都明显提升,抗切割性能提高,与小配合结果基本一致。

3 结论

在工程机械子午线轮胎胎面胶中,添加抗撕裂树脂TYC-0500的胶料门尼粘度降低,硬度和拉断伸长率提高,硫化特性和其他物理性能差别不大,耐屈挠性能提高,屈挠裂口增长减缓,抗切割性能明显提高,说明抗撕裂树脂TYC-0500在提高胶料抗裂口产生和抗裂口增长2个方面有明显效果。

参考文献:

- [1] 李可萌,张洪.改进胎面胶配方提高工程机械轮胎抗切割性能[J].轮胎工业,2007,27(9):552-554.
- [2] 何曼君,陈维孝,董西侠.高分子物理[M].上海:复旦大学出版社,2001:18-20.

Application of Tear Resistant Resin TYC-0500 in the Tread of OTR Radial Tire

Guo Mingming, He Yue, Zhang Wentao

(Aeolus Tire Co., Ltd., Jiaozuo 454003, China)

Abstract: In this study, tear resistant resin TYC-0500 was applied in the tread compound of OTR radial tire. The experimental test results showed that, the Mooney viscosity of the compound decreased, the hardness and elongation at break of the vulcanizates increased, the flex resistance was improved, and the cut resistance increased significantly.

Keywords: OTR tire; tread; tear resistant resin; flex resistance; cut resistance



信息·资讯

日本炭黑出货量持续负增长

日本炭黑协会发布的最新统计数据表明, 2014年6月日本炭黑出货量为4.89万t, 同比减少1.1%, 这是2014年以来炭黑出货量连续第4个月负增长。这与日本汽车和轮胎市场萎缩有关, 2014年6月日本汽车和轮胎产量分别同比下降9.5%和3.0%。2013年底, 日本政府宣布, 自2014年4月1日起消费税从5%调到8%。在消费税政策的刺激下, 2014年1月和2月日本炭黑产量和出货量均超过上年同期水平, 之后的4个月却呈现出反冲下滑的态势。2014年上半年, 日本炭黑出货量累计为30.38万t, 同比增长1.0%; 炭黑产量为31.22万t, 同比增长7.0%; 库存量激增28.1%, 达到6.61万t。

国 艺

美国肯塔基州资助废旧轮胎回收再利用项目

为推动废旧轮胎回收与利用, 美国肯塔基州能源与环境司批准一项资助计划, 对运动场、游乐场等再生胶粉应用项目提供专项补贴, 未来还将考虑对有关废旧轮胎综合利用的研发项目进行资助。这将有助于促进该州废旧轮胎市场的发展。

专项财政补贴资金主要来自该州的废旧轮胎信托基金, 而信托基金来源于用户购置新轮胎时缴纳的附加费。这项财政补贴的审批手续比较简单, 凡是肯塔基州符合条件的企业或个人均可向设在法兰克福的废物管理司提交申请。

国 艺