

抗撕裂助剂EN-01在矿用载重轮胎胎面胶中的应用

邢利宁, 廖亚梅, 马 涛

(威海中威橡胶有限公司, 山东 威海 264200)

摘要:研究抗撕裂助剂EN-01在矿用载重轮胎胎面胶中的应用。结果表明:添加抗撕裂助剂EN-01后,胶料的加工工艺需略作调整,硫化胶的拉伸强度和耐磨性能基本不变,抗撕裂和抗切割性能明显提高,滚动阻力降低;抗撕裂助剂EN-01的适宜用量为0.8份。

关键词:抗撕裂助剂;矿用载重轮胎;胎面胶;抗撕裂性能;抗切割性能;滚动阻力

中图分类号:TQ330.38⁺7;U463.341⁺.3

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2023)11-0674-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2023.11.0674



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

矿用载重轮胎一般在露天矿中使用,工况条件苛刻,路面不平整,常伴有尖锐的岩石块和碎石块等,尤其是在雨季,易刺伤轮胎。此外,矿用载重轮胎具有负荷大、运距短、转弯多的使用特点,且轮胎花纹块变形大,易被外露的尖石划伤、切割,从而产生崩花掉块的现象^[1-2]。轮胎产生崩花掉块的根本原因是胎面胶的抗撕裂和抗切割性能较差,因此要延长矿用载重轮胎的使用寿命,首要的是提高胎面胶的抗撕裂和抗切割性能。

抗撕裂助剂EN-01通过增强填料网络结构、增加炭黑结合胶活性以及使交联网状结构复杂化,提高胶料的抗撕裂和抗切割性能。本工作研究抗撕裂助剂EN-01在矿用载重轮胎胎面胶中的应用,考察抗撕裂助剂EN-01对胎面胶加工性能、物理性能,尤其是抗撕裂性能和抗切割性能的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),STR20,泰国产品;丁苯橡胶(SBR),牌号1502,中国石化齐鲁石油化工公司产品;抗撕裂助剂EN-01,大冢材料科技(上海)有限公司产品。

1.2 配方

生产配方(1[#])(用量/份):NR/SBR 100,炭黑N220 56,氧化锌 4,硬脂酸 2,软化增粘剂

5,其他 8.7。

试验配方2[#]—4[#]分别加入0.6、0.8和1份抗撕裂助剂EN-01,其他组分及用量同生产配方。

1.3 主要设备和仪器

GK270型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;1.5 L密炼机,德国克虏伯公司产品;XL-160型开炼机,青岛科技大学机械厂产品;50 t平板硫化机,烟台橡胶机械厂产品;M-3000A型无转子硫化仪、MV-3000型门尼粘度仪和RH-2000N型橡胶压缩生热试验机,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品;DXLL-5000型电子拉力试验机,上海登杰机械设备有限公司产品;GS-719N型邵氏硬度计,日本得乐公司产品;401A型老化试验机,上海市试验仪器总厂产品;阿克隆磨耗试验机,山东德瑞克仪器有限公司产品;RCC-I型动态耐切割试验机,北京万汇一方科技发展有限公司产品;DMA+1000型动态热机械分析仪,法国Metravib公司产品。

1.4 混炼工艺

1.4.1 小配合试验

胶料采用两段混炼工艺,一段混炼在1.5 L密炼机中进行,转子转速为65 r·min⁻¹,混炼工艺为:生胶和小料(包括抗撕裂助剂EN-01)→压压砣30 s→炭黑→压压砣30 s(110 ℃)→芳烃油→压压砣→排胶(150 ℃);二段混炼在开炼机上加硫黄和促进剂,薄通6次后下片。

1.4.2 大配合试验

胶料采用三段混炼工艺,均在GK270型密

作者简介:邢利宁(1987—),男,山东威海人,威海中威橡胶有限公司工程师,学士,主要从事斜交轮胎配方设计和工艺管理工作。

E-mail:xinglining0205@163.com

炼机中进行,一段混炼转子转速为 $40\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:生胶和小料(包括抗撕裂助剂EN-01)→压压砣 30 s →炭黑→压压砣 40 s ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$)→芳烃油→压压砣($125\text{ }^{\circ}\text{C}$)→提压砣→压压砣→排胶($150\text{ }^{\circ}\text{C}$);二段混炼转子转速为 $40\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:一段混炼胶→压压砣 30 s →提压砣→压压砣 40 s →提压砣→压压砣→排胶($150\text{ }^{\circ}\text{C}$);三段混炼转子转速为 $20\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:二段混炼胶、硫黄和促进剂→压压砣 20 s →提压砣→压压砣 30 s →提压砣→压压砣→排胶($105\text{ }^{\circ}\text{C}$)。

1.5 性能测试

各项性能均按照相应国家标准或企业标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 抗撕裂助剂EN-01的理化性能

抗撕裂助剂EN-01的理化性能为:外观形态 白色固体粉末,气味 无味,熔程 $213\sim 215\text{ }^{\circ}\text{C}$,加热减量($102\text{ }^{\circ}\text{C}\times 2\text{ h}$) 0.08% ,灰分质量分数($550\text{ }^{\circ}\text{C}$) 0.11% 。

2.2 小配合试验

胶料小配合试验结果见表1。从表1可以看出:加入抗撕裂助剂EN-01后,胶料的门尼粘度升高, F_{max} 略有下降, t_{10} 和 t_{90} 延长;硫化胶的硬度、300%定伸应力和抗切割体积百分比减小;拉断伸长率、拉断永久变形、撕裂强度和压缩生热增大;拉伸强度和阿克隆磨耗量基本不变。

从表1还可以看出:随着抗撕裂助剂EN-01用量的增大,硫化胶的拉断伸长率、拉断永久变形和压缩生热呈增大趋势;300%定伸应力和抗切割体积百分比呈减小趋势;硬度和撕裂强度基本不变。综合考虑,加入 $0.8\sim 1$ 份抗撕裂助剂EN-01后,胶料的综合物理性能提高较明显。考虑成本因素,选取抗撕裂助剂EN-01用量为 0.8 份的3[#]试验配方进行大配合试验。

2.3 大配合试验

胶料大配合试验结果见表2。从表2可以看出,加入抗撕裂助剂EN-01后,胶料的 F_{max} 略有下降, t_{10} 和 t_{90} 延长,加工安全性提高,门尼粘度升高明显,说明加工性能变差;硫化

表1 胶料小配合试验结果

项 目	配方编号			
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
门尼粘度[ML(1+4) 100 $^{\circ}\text{C}$]	60	70	73	75
硫化仪数据(143 $^{\circ}\text{C}$)				
$F_{\text{L}}/(\text{dN}\cdot\text{m})$	2.27	2.59	2.71	2.87
$F_{\text{max}}/(\text{dN}\cdot\text{m})$	17.44	16.73	16.55	16.17
t_{10}/min	7.70	9.30	9.73	10.02
t_{90}/min	23.35	28.50	30.45	31.40
硫化胶性能(143 $^{\circ}\text{C}\times 60\text{ min}$)				
邵尔A型硬度/度	70	68	68	67
300%定伸应力/MPa	12.3	10.2	9.7	9.0
拉伸强度/MPa	24.7	24.3	24.8	24.1
拉断伸长率/%	529	581	609	632
拉断永久变形/%	20	23	25	27
撕裂强度(直角形)/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)	98	105	106	105
压缩疲劳温升 ¹⁾ / $^{\circ}\text{C}$	28.8	29.1	29.4	29.6
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.237	0.227	0.225	0.231
抗切割体积百分比 ²⁾ /%	9.29	7.87	7.29	6.83
100 $^{\circ}\text{C}\times 24\text{ h}$ 老化后				
邵尔A型硬度/度	74	72	71	70
300%定伸应力/MPa	13.7	12.1	11.4	10.7
拉伸强度/MPa	19.8	19.5	20.1	19.3
拉断伸长率/%	384	412	427	445
拉断永久变形/%	9	11	13	14

注:1)冲程 4.45 mm,负荷 1 MPa,温度 55 $^{\circ}\text{C}$;2)胶轮转速 720 $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$,打击速度 120次 $\cdot\text{min}^{-1}$,打击时间 20 min。

表2 胶料大配合试验结果

项 目	3 [#] 试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4) 100 $^{\circ}\text{C}$]	72	59
硫化仪数据(143 $^{\circ}\text{C}$)		
$F_{\text{L}}/(\text{dN}\cdot\text{m})$	2.68	2.21
$F_{\text{max}}/(\text{dN}\cdot\text{m})$	16.33	17.31
t_{10}/min	10.30	8.20
t_{90}/min	30.38	25.11
硫化胶性能(143 $^{\circ}\text{C}\times 60\text{ min}$)		
邵尔A型硬度/度	67	69
300%定伸应力/MPa	9.5	11.6
拉伸强度/MPa	24.9	25.1
拉断伸长率/%	622	545
拉断永久变形/%	25	22
撕裂强度(直角形)/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)	107	99
压缩疲劳温升 ¹⁾ / $^{\circ}\text{C}$	29.0	28.5
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.221	0.225
抗切割体积百分比 ²⁾ /%	7.17	9.18
100 $^{\circ}\text{C}\times 24\text{ h}$ 老化后		
邵尔A型硬度/度	71	73
300%定伸应力/MPa	11.7	13.8
拉伸强度/MPa	20.3	20.2
拉断伸长率/%	434	393
拉断永久变形/%	13	10

注:同表1。

胶的综合物理性能变化趋势与小配合试验结果一致,加入抗撕裂助剂EN-01后,硫化胶的其他物理性能满足使用要求的同时,撕裂强度明显提高,抗切割体积百分比明显减小,即抗撕裂和抗切割性能都得到提高。

2.4 动态生热

生产配方和3[#]试验配方胶料的损耗因子($\tan\delta$)-应变(ε)曲线和损耗模量(G')- ε 曲线分别如图1和2所示。从图1和2可知:与生产配方胶料相比,3[#]试验配方胶料的 $\tan\delta$ 略有下降,表明其滚动阻力降低;不同应变下胶料的 G' 下降较大,表明其Payne效应较强,炭黑的分散程度较生产配方胶料有所下降。

2.5 工艺性能

加入抗撕裂助剂EN01后,大配合试验混炼工艺需要额外增加一段回车混炼,胶料的门尼粘度方可达到工艺要求。采用3[#]试验配方胶料生产矿

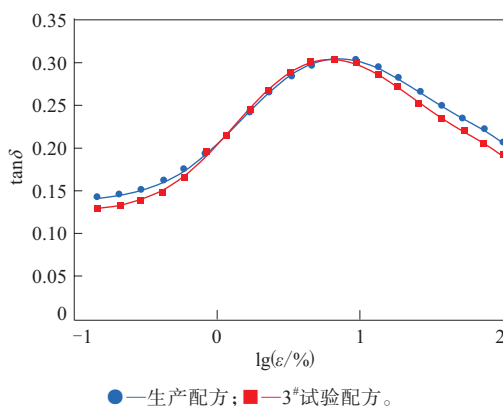
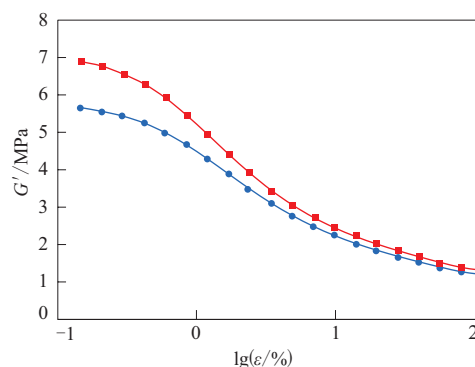


图1 胶料的 $\tan\delta$ - ε 曲线



注同图1。

图2 胶料的 G' - ε 曲线

用载重轮胎时,缠绕挤出机挤出的胎面胶表面光滑、边缘整齐,尺寸符合工艺要求,缠绕工艺正常,硫化后的轮胎外观质量无缺陷,工艺性能良好。

3 结论

在矿用载重轮胎胎面胶中加入0.8份抗撕裂助剂EN-01,胎面胶的加工安全性提高,工艺性能受到影响,可以通过额外增加一段混炼解决;胎面胶的拉伸强度和耐磨性能基本不变,抗撕裂和抗切割性能明显提高,滚动阻力降低。

致谢:感谢大冢材料科技(上海)有限公司及部门同事对本研究工作给予的大力支持。

参考文献:

- [1] 侯丹丹,徐晓鹏,张春生,等.全钢载重子午线轮胎接地压力分布的仿真研究[J].橡胶工业,2022,69(4):261-267.
- [2] 赵姜维,周志峰,张杰,等.高门尼粘度异戊橡胶在全钢载重子午线轮胎中的应用[J].轮胎工业,2023,43(2):88-91.

收稿日期:2023-05-26

Application of Tear Resistant Additive EN-01 in Tread Compound of Truck and Bus Tire for Mine

XING Lining, LIAO Yamei, MA Tao

(Weihai Zhongwei Rubber Co., Ltd, Weihai 264200, China)

Abstract: The application of tear resistant additive EN-01 in the tread compound of truck and bus tire for mine was studied. The results showed that after adding tear resistant additive EN-01, the processing technology needed to be slightly adjusted, the tensile strength and wear resistance of the vulcanizate were basically unchanged, the tear resistance and cutting resistance were improved, and the rolling resistance was reduced. The appropriate amount of tear resistant additive EN-01 was 0.8 phr.

Key words: tear resistant additive; truck and bus tire for mine; tread compound; tear resistance; cutting resistance; rolling resistance