

模量增强剂8180在全钢子午线轮胎胎肩垫胶中的应用

刘琦, 高明, 刘平, 王钊, 李辉, 廖万林

(宁夏神州轮胎有限公司, 宁夏平罗 753400)

摘要:研究模量增强剂8180在全钢子午线轮胎胎肩垫胶中的应用。结果表明:在胎肩垫胶中添加1.5份模量增强剂8180,胶料的门尼焦烧时间和正硫化时间缩短,最大扭矩增大;硫化胶的拉伸强度增大,压缩生热降低;成品轮胎的耐久性能提高。

关键词:模量增强剂;全钢子午线轮胎;胎肩垫胶;压缩生热;耐久性能

中图分类号:TQ330.38⁺7;U463.341⁺.6

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2021)01-0001-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2021.01.0001



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

全钢子午线轮胎在使用过程中由于高速、高负荷导致轮胎肩部升温加快,容易出现肩空损坏,从而缩短了轮胎的使用寿命。在以往的研究中,通过调节炭黑、白炭黑、氧化锌等材料的添加比例来延缓胎肩垫胶的生热,但效果不理想。为此,很多橡胶助剂企业研究开发出各种能够降低全钢子午线轮胎胎肩垫胶压缩生热的助剂产品,有些助剂的添加效果非常明显^[1-10]。

本工作主要研究国产模量增强剂8180在全钢子午线轮胎胎肩垫胶中的应用效果。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),STR20,泰国产品;炭黑N330,乌海黑猫炭黑股份有限公司产品;白炭黑,牌号175Gr,山西同德化工股份有限公司产品;硅烷偶联剂,牌号TYC-SI69(纯度为100%),景德镇宏柏化学科技有限公司产品;氧化锌,普通级(纯度为99.70%),扬州振中锌业有限公司产品;硬脂酸,牌号800,连云港益海化工有限公司产品;乙炔树脂,牌号Koresin,德国巴斯夫化工有限公司产品;模量增强剂,牌号8180,台州黄岩东海化工

有限公司产品;防老剂,牌号4020,RD和3100,山东尚舜化工有限公司产品;不溶性硫黄,牌号HDOT20,江西建博士橡胶助剂有限公司产品;促进剂TBBS和CBS,天津科迈化工股份有限公司产品。

1.2 配方

生产配方:NR 100,炭黑N330 30,白炭黑 7,硅烷偶联剂 1.5,氧化锌 5,硬脂酸 2,乙炔树脂 2,防老剂RD/4020/3100 3,硫化体系 3.5,其他 1。

1[#]—3[#]试验配方中分别加入1,1.5和2份模量增强剂8180,其余组分及用量均同生产配方。

1.3 主要设备和仪器

BB-2型和BB430型密炼机,日本神户制钢公司产品;XK-160型开炼机和XLB-800型平板硫化机,青岛先锐机电公司产品;GN255型密炼机和XK-660型开炼机,益阳橡胶机械集团有限公司产品;MV2000型门尼粘度仪和MD2000型无转子硫化仪,美国阿尔法科技有限公司产品;3365型电子拉力机,美国英斯特朗公司产品;RH-2000N型压缩生热试验机和LT5000型轮胎强度试验机,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品;GX-YLN-1212型轮胎耐久性试验机,青岛高校测控技术有限公司产品。

1.4 混炼工艺

1.4.1 小配合试验

胶料首先在BB-2型密炼机中混炼,混炼工艺

作者简介:刘琦(1982—),男,宁夏银川人,宁夏神州轮胎有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎配方设计和工艺管理工作。

E-mail:liuqi_lq67@126.com

为:生胶、小料,转子转速为 $60\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,压压砣 $40\text{ s}\rightarrow$ 炭黑,转子转速为 $40\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,压压砣 $60\text{ s}\rightarrow$ 压压砣 300 s 或 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 排胶,在XK-160型开炼机上薄通3遍出片,停放 2 h ;然后在开炼机上加入硫化体系,辊筒温度为 $(60\pm5)\text{ }^{\circ}\text{C}$,待完全吃料后打8次三角包,出片,停放 8 h 。

1.4.2 大配合试验

胶料分3段混炼。一段混炼在BB430型密炼机中进行,转子转速为 $40\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,压砣压力为 13 MPa ,加入NR、小料和炭黑,混炼时间为 180 s ,停放 2 h ;二段混炼在BB430型密炼机中进行,转子转速为 $35\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,压砣压力为 13 MPa ,加入一段混炼胶,混炼时间为 160 s ,停放 2 h ;三段混炼在GN255型密炼机中进行,转子转速为 $25\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,压砣压力为 12 MPa ,加入二段混炼胶和硫化体系,混炼时间为 180 s 。

最后使用XK-660型开炼机制备出终炼胶,停放 8 h 。

1.5 性能测试

各项性能均按照相应的国家或企业标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

模量增强剂8180的理化分析结果如表1所示。

表1 模量增强剂8180的理化分析结果		
项 目	实测值	企业标准
外观	灰色粒状	灰色粒状
加热减量($80\text{ }^{\circ}\text{C}\times2\text{ h}$)/%	0.15	≤2.00
灰分($800\text{ }^{\circ}\text{C}\times2\text{ h}$)		
质量分数 $\times10^2$	44.5	$43.0\sim48.0$
pH值	7.7	$7.0\sim9.0$
红外光谱 ¹⁾ /%	97.0	≥95.0

注:1)与标准谱图对比的相似度。

从表1可以看出,模量增强剂8180的pH值为7.7,是一种碱性材料。

2.2 小配合试验

小配合试验结果如表2所示。

从表2可以看出:随着模量增强剂8180用量的增大,胶料的门尼粘度变化不大,门尼焦烧时间缩短,其中3[#]试验配方胶料的门尼焦烧时间最短,

表2 小配合试验结果

项 目	试验配方			生产配方
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	
门尼粘度[ML(1+4)100 $^{\circ}\text{C}$]	54	53	53	55
门尼焦烧时间 t_5 ($130\text{ }^{\circ}\text{C}$)/min	13.53	13.07	12.75	14.83
硫化仪数据(151 $^{\circ}\text{C}$)				
$F_{\text{max}}/(\text{dN}\cdot\text{m})$	13.09	13.18	13.45	11.09
t_{90}/min	11.18	10.08	9.83	12.43
硫化胶性能(151 $^{\circ}\text{C}\times30\text{ min}$)				
炭黑分散度				
X值	1.9	1.7	1.6	2.0
Y值	5.8	5.0	4.8	5.6
密度/ $(\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3})$	1.102	1.100	1.098	1.105
邵尔A型硬度/度	61	62	61	60
100%定伸应力/MPa	2.7	2.5	2.6	2.3
300%定伸应力/MPa	13.1	12.0	13.2	12.6
拉伸强度/MPa	28.0	27.6	27.1	26.7
拉断伸长率/%	507	502	500	505
撕裂强度/ $(\text{kN}\cdot\text{m}^{-1})$	59	56	55	63
回弹值/%	61	61	60	64
压缩生热 ¹⁾ / $^{\circ}\text{C}$	15	10	11	16
100 $^{\circ}\text{C}\times48\text{ h}$ 老化后				
邵尔A型硬度/度	66	66	66	65
100%定伸应力/MPa	3.9	3.6	3.6	3.2
300%定伸应力/MPa	18.2	17.3	17.1	15.6
拉伸强度/MPa	22.5	20.5	20.0	20.1
拉断伸长率/%	361	331	344	373
撕裂强度/ $(\text{kN}\cdot\text{m}^{-1})$	37	34	35	40
回弹值/%	62	63	62	66
压缩生热 ¹⁾ / $^{\circ}\text{C}$	10	9	12	14

注:1)冲程 4.45 mm,负荷 1 MPa,温度 55 $^{\circ}\text{C}$ 。

F_{max} 逐渐增大, t_{90} 逐渐缩短;1[#]试验配方硫化胶的拉伸强度最大,2[#]试验配方硫化胶的压缩生热最低,其他物理性能没有明显差异。

2.3 大配合试验

为了进一步验证模量增强剂8180对胎肩垫胶压缩生热的影响,优选2[#]试验配方进行大配合试验,试验结果如表3所示。

从表3可以看出:与生产配方胶料相比,2[#]试验配方胶料的门尼焦烧时间和 t_{90} 缩短, F_{max} 增大;硫化胶的拉伸强度增大,压缩生热降低,其他物理性能没有明显差异。

综合小配合和大配合试验结果,在全钢子午线轮胎胎肩垫胶中添加模量增强剂8180,能够缩短混炼胶的门尼焦烧时间和 t_{90} ,符合对胎肩垫胶配方硫化特性的设计要求。当模量增强剂8180用量为1.5份时,全钢子午线轮胎胎肩垫胶的压缩生热最低。

表3 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 ℃]	57	60
门尼焦烧时间 t_5 (130 ℃)/min	13.02	13.88
硫化仪数据(151 ℃)		
$F_{\max}$ /(dN·m)	13.45	11.18
t_{90} /min	10.92	12.15
硫化胶性能(151 ℃×30 min)		
炭黑分散度		
X值	2.4	3.3
Y值	9.0	8.7
密度/(Mg·m ⁻³)	1.103	1.108
邵尔A型硬度/度	61	61
100%定伸应力/MPa	2.3	2.4
200%定伸应力/MPa	11.6	13.2
拉伸强度/MPa	27.7	26.8
拉断伸长率/%	561	531
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	57	62
回弹值/%	62	63
压缩生热 ¹⁾ /℃	11	15
100 ℃×48 h老化后		
邵尔A型硬度/度	66	65
100%定伸应力/MPa	3.7	3.7
200%定伸应力/MPa	15.9	16.7
拉伸强度/MPa	24.5	21.5
拉断伸长率/%	428	382
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	38	41
回弹值/%	62	65
压缩生热 ¹⁾ /℃	10	14

注:同表2。

2.4 成品试验

选用2[#]试验配方试制4条12.00R20 20PR轮胎进行成品试验。

2.4.1 耐久性能

成品轮胎的耐久性试验条件如表4所示,试验结果如表5所示。从表5可以看出,试验轮胎的耐久性能优于生产轮胎。

表4 成品轮胎的耐久性试验条件									
项 目	试验阶段								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
负荷率/%	65	85	100	0	110	120	130	140	150
行驶速度/(km·h ⁻¹)	35	35	35	0	40	45	50	55	60
行驶时间 ¹⁾ /h	7	16	24	0.25	10	10	10	10	轮胎损坏为止

注:1) 充气压力为900 kPa,额定负荷为4 000 kg。

2.4.2 速度性能

成品轮胎的速度性能试验条件如表6所示,试验结果如表7所示。

表5 成品轮胎的耐久性试验结果		
项 目	试验轮胎	生产轮胎
试验结束时速度/(km·h ⁻¹)	60	55
试验结束时负荷率/%	150	140
通过试验阶段	9	8
累计行驶时间/h	92.7	83.6
累计行驶里程/km	3 887	3 358
试验结束时轮胎状况	胎肩脱层	胎肩起鼓

表6 成品轮胎的速度性能试验条件						
项 目	试验阶段					
	1	2	3	4	5	6
负荷率/%	119	0	119	119	119	119
行驶速度/(km·h ⁻¹)	80	0	80	90	100	110
行驶时间 ¹⁾ /h	5	2	2	2	2	轮胎损坏为止

注:同表4。

表7 成品轮胎的速度性能试验结果		
项 目	试验轮胎	生产轮胎
试验结束时速度/(km·h ⁻¹)	119	119
通过试验阶段	6	6
累计行驶时间/h	12.4	12.5
累计行驶里程/km	1 094	1 105
试验结束时轮胎状况	胎肩脱层	胎肩脱层

从表7可以看出,试验轮胎的速度性能与生产轮胎没有明显差异。

3 结论

在全钢子午线轮胎胎肩垫胶中添加1.5份模量增强剂8180,混炼胶的门尼焦烧时间和 t_{90} 缩短,胶料的 $F_{\max}$ 增大,可以提高硫化胶的拉伸强度,降低压缩生热,提高成品轮胎的耐久性能,延长轮胎的使用寿命。

参考文献:

[1] 赵红霞,马德龙,韩涛,等. 新型增粘树脂在全钢载重子午线轮胎胎肩垫胶中的应用[J]. 轮胎工业,2021,41(2):103-108.

[2] 王克成,罗威. 模量增强剂HMZ在实心轮胎胎芯胶中的应用[J]. 橡胶科技,2020,18(6):325-328.

[3] 安林,陈子龙,于飞,等. 炭黑填充橡胶非线性压缩生热性能的研究[J]. 橡胶工业,2020,67(7):502-508.

[4] 倪玲,程璐,周明,等. 弹性元件橡胶材料的压缩生热性能研究[J]. 特种橡胶制品,2017,38(1):32-34.

[5] 王梦蛟,龚怀耀,薛广智. 橡胶工业手册(修订版) 第二分册 配合[M]. 北京:化学工业出版社,1989.

- [6] 王书栋. 超级增粘树脂PF7001在胎肩垫胶中的应用研究[J]. 山东化工, 2017, 46(16): 49-50.
- [7] 李刚臣. 炭黑和氧化锌在轮胎橡胶中分散方法的研究[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2011.
- [8] 冯坤豪. 功能树脂对白炭黑填充SSBR/BR抗湿滑性能的影响[D]. 广州: 华南理工大学, 2019.
- [9] 杨清芝. 现代橡胶工艺学[M]. 北京: 中国石化出版社, 2004.
- [10] 李波, 燕鹏华, 何连成, 等. 稀土顺丁橡胶与镍系顺丁橡胶的动态压缩生热性能对比[C]. “万力杯”第20届中国轮胎技术研讨会论文集, 北京: 中国化工学会, 全国橡胶工业信息中心, 2018: 212-215.

收稿日期: 2021-05-10

Application of Modulus Enhancer 8180 in Shoulder Pad Compound of All-steel Radial Tire

LIU Qi, GAO Ming, LIU Ping, WANG Zhao, LI Hui, LIAO Wanlin

(Ningxia Shenzhou Tire Co., Ltd., Pingluo 753400, China)

Abstract: The application of modulus enhancer 8180 in the shoulder pad compound of all-steel radial tire was studied. The results showed that by adding 1.5 phr modulus enhancer 8180 in the shoulder pad compound, the Mooney scorch time and optimum curing time of the compound were shortened, and the maximum torque was increased. The tensile strength of the vulcanizate increased and compression heat build-up decreased. The durability of the finished tire improved.

Key words: modulus enhancer; all-steel radial tire; shoulder pad compound; compression heat build-up; durability