

环保改性补强剂BG802L在全钢载重子午线轮胎气密层和胎侧胶中的应用

薛彬彬, 陈建军, 倪海超

(山东华盛橡胶有限公司, 山东 广饶 257300)

摘要: 研究环保改性补强剂BG802L在全钢载重子午线轮胎气密层和胎侧胶中的应用。结果表明: 在气密层胶中以补强剂BG802L部分替代炭黑N660, 胶料的门尼粘度减小, 门尼焦烧时间延长, 炭黑分散性和气密性提高, 硫化胶的拉伸强度和拉伸伸长率增大; 在胎侧胶中以补强剂BG802L部分替代炭黑N375, 胶料的加工安全性和流动性较好, 硫化胶的拉伸强度和拉伸伸长率增大, 炭黑分散性提高; 采用补强剂BG802L可以降低轮胎生产成本。

关键词: 环保改性补强剂; 全钢载重子午线轮胎; 气密层; 胎侧; 炭黑分散性; 气密性能

中图分类号: TQ333.6; U463.341⁺.3/.6

文章编号: 1006-8171(2020)01-0001-05

文献标志码: A

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2020.01.0001



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

近期我国环保政策频出, 体现了对环境保护的重视, 促使相关化工产品供货紧张, 且价格居高不下, 使国内轮胎市场竞争愈加激烈, 轮胎行业利润下滑。在保证轮胎性能的前提下, 降低生产成本成为轮胎企业提高经济效益的有效方法。因此, 优质低价的绿色环保材料在轮胎中的应用受到重视。

高岭土是一种非金属矿产, 呈洁白细腻、松软土状, 具有良好的可塑性和耐热性等^[1]。绿色环保改性补强剂BG802L(简称补强剂BG802L)是通过矿物材料进行表面改性处理而研发的一种新型补强填料, 有良好的补强性、分散性和胶料物理性能, 且符合环保要求, 无析出, 使用安全, 同时可降低轮胎生产成本, 提高胶料的加工安全性和气密性。本工作研究补强剂BG802L在全钢载重子午线轮胎气密层和胎侧胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), STR20, 泰国产品; 溴化丁基橡胶(BIIR), 牌号2222, 进口产品; 顺丁橡胶

(BR), 牌号9000, 中国石化销售有限公司广东茂名石油分公司产品; 炭黑N660, 卡博特化工有限公司产品; 炭黑N375, 山西三强新能源科技有限公司产品; 补强剂BG802L, 北海高岭科技有限公司产品; 环保芳烃油, 山东天源化工有限公司产品。

1.2 配方

(1) 气密层胶

生产配方: NR/BIIR 100, 炭黑N660 55, 环保芳烃油 6.5, 石油树脂 5, 均匀剂40MSF 9.41, 其他 5.88。

试验配方: 炭黑N660用量为45份, 加入20份补强剂BG802L, 其余均同生产配方。

(2) 胎侧胶

生产配方: NR/BR 100, 炭黑N375 53.6, 环保芳烃油 8, 活性剂 5.5, 石油树脂 6.5, 防老剂4020 2, 防老剂RD 1, 微晶蜡 2, 其他 2.81。

试验配方: 炭黑N375用量为48.6份, 环保芳烃油用量为9份, 加入12份补强剂BG802L, 其余均同生产配方。

1.3 主要设备和仪器

X(S)M-1.5X(0~120)型智能实验密炼机和XK-160型开炼机, 青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品; GK400型和GK255型密炼机, 益阳橡

作者简介: 薛彬彬(1986—), 男, 山东滨州人, 山东华盛橡胶有限公司工程师, 学士, 主要从事新材料的开发与应用工作。

E-mail: 544528985@qq.com

胶塑料机械集团有限公司产品;MV2000型门尼粘度仪和MDR2000型无转子硫化仪,美国阿尔法科技有限公司产品;XL-800×800×2型平板硫化机,青岛光越橡胶机械制造有限公司产品;TD-401A型热老化试验机,江都市腾达试验仪器厂产品;GT-TCS-2000型电子拉力机和GT-505型炭黑分散分析仪,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品。

1.4 混炼工艺

1.4.1 小配合试验

气密层和胎侧胶料均为两段混炼,一段混炼在密炼机中进行,转子转速为 $70 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,压砷压力为25 MPa,混炼工艺为:生胶、活性剂和防老剂等小料→压砷(80 s)→炭黑(80 s)→提压砷(80 s)→清扫(80 s)→提压砷(70 s),转子转速为 $65 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ →排胶($130 \sim 140 \text{ }^\circ\text{C}$)→薄通下片,停放4 h;二段混炼在开炼机上进行,加入一段混炼胶、硫黄和促进剂,过辊6~8次后薄通6次,混炼均匀后下片。

1.4.2 大配合试验

气密层和胎侧胶料均采用三段混炼工艺。

气密层胶:一段和二段混炼均在GK400型密炼机中进行,一段混炼转子转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,加料顺序为:生胶→炭黑→小料、环保芳烃油→排胶($170 \text{ }^\circ\text{C}$);二段混炼转子转速为 $35 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,对一段混炼胶进行返炼增塑, $160 \text{ }^\circ\text{C}$ 排胶;三段混炼在GK255型密炼机中进行,转子转速为 $30 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,加入二段混炼胶、硫黄和促进剂,混炼均匀, $105 \text{ }^\circ\text{C}$ 排胶。

胎侧胶:一段和二段混炼均在GK400型密炼机中进行,一段混炼转子转速为 $55 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,加料顺序为:生胶→炭黑→小料、环保芳烃油→排胶($170 \text{ }^\circ\text{C}$);二段混炼转子转速为 $50 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,对一段混炼胶进行返炼增塑, $160 \text{ }^\circ\text{C}$ 排胶;三段混炼在GK255型密炼机中进行,转子转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,加入二段混炼胶、硫黄和促进剂,混炼均匀, $110 \text{ }^\circ\text{C}$ 排胶。

1.5 性能测试

各项性能均按相应的国家或企业标准测试

2 结果与讨论

2.1 理化分析

补强剂BG802L的理化分析结果如表1所示。

从表1可以看出,补强剂BG802L的理化性能符合企业标准要求。

表1 补强剂BG802L的理化分析结果

项 目	实测值	指标 ¹⁾
外观	淡黄色粉末	白色或淡黄色粉末
水分质量分数	0.005	≤ 0.01
pH值(质量分数为0.1)	7.3	7.0~9.0
BET比表面积 $\times 10^{-3}/$ ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	12.0	11.0~16.0
粒径不大于 $2 \mu\text{m}$ 的粒子 比例/%	80.3	≥ 75.0
真实堆积密度 $\times 10^{-3}/$ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	0.62	0.40~0.80

注:1)企业标准HS-YF-S110-MD222-1。

2.2 小配合试验

2.2.1 气密层胶

2.2.1.1 硫化特性

补强剂BG802L对气密层胶硫化特性的影响如表2所示。

表2 补强剂BG802L对气密层胶硫化特性的影响

项 目	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4)125 $^\circ\text{C}$]	34	36
门尼焦烧时间 t_5 (125 $^\circ\text{C}$)/min	25.2	22.8
硫化仪数据(185 $^\circ\text{C}$)		
F_L /(dN·m)	1.25	1.35
F_{max} /(dN·m)	3.24	3.04
$F_{\text{max}} - F_L$ /(dN·m)	1.99	1.69
t_{10} /min	0.97	0.91
t_{90} /min	2.82	2.81
$t_{90} - t_{10}$ /min	1.85	1.90

从表2可以看出:与生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼粘度减小,门尼焦烧时间延长, F_L 减小,正硫化时间和硫化速度相当;在相同条件下,试验配方胶料的加工安全性和流动性优于生产配方胶料。

2.2.1.2 物理性能

补强剂BG802L对气密层胶物理性能的影响如表3所示。

从表3可以看出:与生产配方胶料相比,试验配方胶料的拉伸强度、拉伸伸长率和回弹值增大,炭黑分散性和气密性提高,耐热老化性能和耐臭氧性能变化不大。

2.2.2 胎侧胶

2.2.2.1 硫化特性

补强剂BG802L对胎侧胶硫化特性的影响如表4所示。

从表4可以看出:与生产配方胶料相比,试验

表3 补强剂BG802L对气密层胶物理性能的影响

项 目	试验配方	生产配方
密度/(Mg·m ⁻³)	1.150	1.134
邵尔A型硬度/度	52	55
300%定伸应力/MPa	3.7	3.9
拉伸强度/MPa	10.2	9.8
拉断伸长率/%	853	795
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	30	33
回弹值/%	10.5	10.0
炭黑分散等级	9.0	8.1
透气率×10 ¹⁴ /[cm ² ·(Pa·s) ⁻¹]	2.79	4.18
100℃×24h老化后		
邵尔A型硬度/度	51	53
300%定伸应力/MPa	3.2	4.4
拉伸强度/MPa	9.5	9.3
拉断伸长率/%	843	780
动态臭氧裂口等级 ¹⁾	3	3

注:1)臭氧质量分数为 5×10^{-8} ,伸长率为20%,老化时间为48h。硫化条件为151℃×40min。

表4 补强剂BG802L对胎侧胶硫化特性的影响

项 目	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4)125℃]	30	33
门尼焦烧时间 t_5 (125℃)/min	58.4	55.6
硫化仪数据(185℃)		
F_L /(dN·m)	1.87	2.11
F_{max} /(dN·m)	8.19	9.23
$F_{max}-F_L$ /(dN·m)	6.32	7.12
t_{10} /min	0.68	0.68
t_{90} /min	2.10	2.07
$t_{90}-t_{10}$ /min	1.42	1.39

配方胶料的门尼粘度减小,门尼焦烧时间延长, F_L 和 F_{max} 减小,正硫化时间和硫化速度相当;在相同条件下,试验配方胶料的加工安全性和交联密度与生产配方胶料接近,且流动性较好。

2.2.2.2 物理性能

补强剂BG802L对胎侧胶物理性能的影响如表5所示。

从表5可以看出,与生产配方胶料相比,试验配方胶料的密度增大,硬度变化不大,拉伸强度和拉断伸长率增大,撕裂强度减小,炭黑分散性提高,其他性能相当

2.3 大配合试验

2.3.1 气密层胶

补强剂BG802L对气密层胶硫化特性和物理性能的影响如表6所示。

从表6可以看出,采用补强剂BG802L部分替

表5 补强剂BG802L对胎侧胶物理性能的影响

项 目	试验配方	生产配方
密度/(Mg·m ⁻³)	1.162	1.136
邵尔A型硬度/度	59	60
300%定伸应力/MPa	6.7	6.9
拉伸强度/MPa	21.9	21.7
拉断伸长率/%	691	673
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	69	75
回弹值/%	40.0	40.1
炭黑分散等级	9.2	8.6
60万次屈挠等级	0	0
100℃×48h老化后		
邵尔A型硬度/度	66	67
300%定伸应力/MPa	9.8	11.0
拉伸强度/MPa	14.8	15.7
拉断伸长率/%	449	424
60万次屈挠等级	6	6
动态臭氧裂口等级 ¹⁾	3	3

注:1)同表3。硫化条件为151℃×30min。

表6 补强剂BG802L对气密层胶硫化特性和物理性能的影响

项 目	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4)125℃]	34	34
门尼焦烧时间 t_5 (125℃)/min	22.0	21.4
硫化仪数据(185℃)		
F_L /(dN·m)	1.30	1.39
F_{max} /(dN·m)	4.70	4.63
$F_{max}-F_L$ /(dN·m)	3.40	3.24
t_{10} /min	4.14	4.01
t_{90} /min	25.03	24.98
$t_{90}-t_{10}$ /min	20.89	20.97
硫化胶性能		
密度/(Mg·m ⁻³)	1.150	1.149
邵尔A型硬度/度	53	53
300%定伸应力/MPa	3.0	3.3
拉伸强度/MPa	9.0	8.5
拉断伸长率/%	804	772
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	36	36
回弹值/%	8.9	8.3
炭黑分散等级	8	8
透气率×10 ¹⁴ /[cm ² ·(Pa·s) ⁻¹]	3.772	4.081
100℃×48h老化后		
邵尔A型硬度/度	54	53
300%定伸应力/MPa	3.4	3.7
拉伸强度/MPa	7.5	6.9
拉断伸长率/%	760	733
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	34	34
动态臭氧裂口等级 ¹⁾	3a	3b

注:同表3。

代炭黑N660,胶料的大配合试验结果与小配合试

验结果基本保持一致。

2.3.2 胎侧胶

补强剂BG802L对胎侧胶硫化特性和物理性能的影响如表7所示。

表7 补强剂BG802L对胎侧胶硫化特性和物理性能的影响

项 目	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4)125℃]	35	36
门尼焦烧时间 t_5 (125℃)/min	44.2	42.7
硫化仪数据(185℃)		
F_L /(dN·m)	1.72	1.85
F_{max} /(dN·m)	8.72	8.83
$F_{max}-F_L$ /(dN·m)	7.00	6.98
t_{10} /min	0.72	0.72
t_{90} /min	2.22	2.25
$t_{90}-t_{10}$ /min	1.50	1.53
硫化胶性能		
密度/(Mg·m ⁻³)	1.133	1.132
邵尔A型硬度/度	57	57
300%定伸应力/MPa	6.1	6.0
拉伸强度/MPa	19.2	19.7
拉伸伸长率/%	632	628
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	68	71
回弹值/%	49.8	48.6
炭黑分散等级	8	8
60万次屈挠等级	0	0
100℃×48h老化后		
邵尔A型硬度/度	63	62
300%定伸应力/MPa	9.3	8.9
拉伸强度/MPa	13.0	13.9
拉伸伸长率/%	414	408
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	58	60
60万次屈挠等级	5	5
动态臭氧裂口等级 ¹⁾	3b	3b

注:同表5。

从表7可以看出,采用补强剂BG802L部分替代炭黑N375,胶料的大配合试验结果与小配合试验结果基本保持一致。

2.4 工艺和成品性能

采用试验配方胶料挤出压延生产正常,半成品部件挤出压延表面光滑平整、尺寸稳定、粘性以及气体含量均满足现场生产工艺要求;成型和硫化工艺正常,试验配方半成品接头粘性和胎坯挺性良好。

采用试验配方胶料试制的成品轮胎按照相应的国家标准进行耐久性试验。结果表明,轮胎运行47h未损坏,符合国家标准要求。

2.5 成本分析

由于补强剂BG802L的价格低廉,其胶料中的含胶率和炭黑用量减小,可以降低生产成本。例如,依据目前市场材料价格计算,当添加20份补强剂BG802L并减少10份炭黑N660时,轮胎气密层胶成本可降低1.32元·kg⁻¹。

3 结论

(1)在全钢载重子午线轮胎气密层胶中采用补强剂BG802L部分替代炭黑N660,胶料的门尼粘度减小,门尼焦烧时间延长,气密性能提高,对硫化胶耐热老化性能和耐臭氧性能影响不大。

(2)在全钢载重子午线轮胎胎侧胶中采用补强剂BG802L部分替代炭黑N375,胶料的加工安全性和流动性较好,硫化胶的拉伸强度和拉伸伸长率增大,炭黑分散性提高。

(3)在全钢载重子午线轮胎配方中添加补强剂BG802L,可以降低轮胎生产成本,且完全满足生产工艺及使用性能要求。

参考文献:

- [1] 方纪,管俊芳,叶瀚,等.改性高岭土/顺丁橡胶复合材料制备工艺研究[J].橡胶工业,2018,65(6):659-664.

收稿日期:2019-10-23

Application of Environment-friendly Modified Reinforcing Agent BG802L in Inner Liner and Sidewall Compound of Truck and Bus Radial Tire

XUE Binbin, CHEN Jianjun, NI Haichao

(Shandong Huasheng Rubber Co., Ltd., Guangrao 257300, China)

Abstract: The application of environment-friendly modified reinforcing agent BG802L in the inner liner and sidewall compound of truck and bus radial tire was studied. The results showed that, by using reinforcing

agent BG802L partly instead of carbon black N660 in the inner liner compound, the Mooney viscosity of the compound decreased, the scorch time prolonged, the carbon black dispersion and air tightness improved, the tensile strength and elongation at break of the vulcanizate increased. By using reinforcing agent BG802L partly instead of carbon black N375 partly in the sidewall compound, the processing safety and fluidity of the compound were better, the tensile strength and elongation at break of the vulcanizate increased, and the carbon black dispersion improved. The cost of tire production could be reduce by using reinforcing agent BG802L.

Key words: environment-friendly modified reinforcing agent; truck and bus radial tire; inner liner; sidewall; carbon black dispersion; air tightness