

胶粉在载重汽车子午线轮胎胎侧胶中的应用

李 博, 魏静勋, 罗吉良

(广州市华南橡胶轮胎有限公司, 广东 广州 511400)

摘要:通过小配合试验研究在载重汽车子午线轮胎胎侧胶中添加不同用量废旧轮胎胶粉对胶料性能的影响,通过大配合试验研究添加 10 份胶粉对胎侧胶性能和成品轮胎耐久性能的影响。结果表明:随着胶粉用量增大,胶料的硬度变化不大,定伸应力和拉伸强度降低,撕裂强度提高;用量在 30 份以下的胶粉对胶料耐屈挠龟裂性能影响不大;随着胶粉用量增大动态条件下胶料耐臭氧老化性能略有下降;添加 10 份胶粉的胎侧胶能满足成品轮胎耐久性能的要求。

关键词:胎侧胶;废旧轮胎胶粉;载重汽车子午线轮胎;耐屈挠龟裂;耐臭氧老化;耐久性能

随着汽车工业的发展,人们对轮胎的需求量越来越大,废旧轮胎造成的环保压力也越来越大。废旧轮胎胶粉的利用是解决黑色污染和废旧轮胎资源利用的一个重要方向,现已受到世界各国的重视和大力支持。同时,废旧轮胎胶粉的利用对轮胎厂来说也是降低原材料成本的一个重要举措。

本工作研究废旧轮胎胶粉在载重汽车子午线轮胎胎侧胶中的应用。

1 实验

1.1 原材料

天然橡胶(NR),牌号 SMR20,马来西亚产品;胶粉 RR-80,广州市花都区华丰橡胶厂产品;炭黑 N330,江西黑猫炭黑股份有限公司产品;其他原材料均为市售工业品。

1.2 仪器与设备

橡胶加工分析仪 RPA2000 和门尼粘度仪 MV2000,美国阿尔法科技有限公司产品;XK-150 型开炼机,广东省湛江机械厂产品;T-10 型拉力

试验机,美国孟山都公司产品;401A 型热空气老化箱,上海实验仪器总厂产品;XJB 型橡胶回弹性试验机,天津市材料试验机厂产品;DG1000 型炭黑分散仪,瑞典 DG 公司产品;JW-T124 型橡胶疲劳龟裂机,江苏江都试验机械厂产品;GO/N21/33 型臭氧老化箱,无锡市彩登试验设备技术有限公司产品;T5525A 型定负荷压缩生热试验机,北京橡胶工业研究设计院产品;BTM-2 型智能密炼机,广州华南理工大学工控学院产品。

1.3 配方

1[#] 配方为载重汽车子午线轮胎胎侧胶生产配方,2[#]~5[#] 配方分别为加入不同用量胶粉的对比如配方。

1[#] 配方:NR,50;BR,50;炭黑 N330,45;氧化锌,5;硬脂酸,2;防老剂 RD,3;防老剂 4010NA,3;石蜡,2.5;芳烃油,10;硫黄,2.5;促进剂 NS,1.2;防焦剂 CTP,0.2。

2[#] 配方:NR,50;BR,50;炭黑 N330,45;胶粉,5;氧化锌,5;硬脂酸,2;防老剂 RD,3;防老剂 4010NA,3;石蜡,2.5;芳烃油,10;硫黄,2.5;促

进剂 NS, 1.2; 防焦剂 CTP, 0.2。

3[#] 配方: NR, 50; BR, 50; 炭黑 N330, 45; 胶粉, 10; 氧化锌, 5; 硬脂酸, 2; 防老剂 RD, 3; 防老剂 4010NA, 3; 石蜡, 2.5; 芳烃油, 10; 硫黄, 2.5; 促进剂 NS, 1.2; 防焦剂 CTP, 0.2。

4[#] 配方: NR, 50; BR, 50; 炭黑 N330, 45; 胶粉, 20; 氧化锌, 5; 硬脂酸, 2; 防老剂 RD, 3; 防老剂 4010NA, 3; 石蜡, 2.5; 芳烃油, 10; 硫黄, 2.5; 促进剂 NS, 1.2; 防焦剂 CTP, 0.2。

5[#] 配方: NR, 50; BR, 50; 炭黑 N330, 45; 胶粉, 30; 氧化锌, 5; 硬脂酸, 2; 防老剂 RD, 3; 防老剂 4010NA, 3; 石蜡, 2.5; 芳烃油, 10; 硫黄, 2.5; 促进剂 NS, 1.2, 防焦剂 CTP, 0.2。

1.4 混炼工艺

1.4.1 小配合试验

小配合试验胶料分两段混炼, 一段混炼在密炼机中进行, 二段混炼在开炼机上进行。一段混炼工艺为: 生胶 $\xrightarrow{30\text{ s}}$ 提砵 $\xrightarrow{\quad}$ 炭黑和小料 $\xrightarrow{40\text{ s}}$ 提砵 $\xrightarrow{\quad}$ 油 $\xrightarrow{30\text{ s}}$ 提砵 $\xrightarrow{\quad}$ 清扫 $\xrightarrow{\quad}$ 压砵 $\xrightarrow{60\text{ s}}$ 排胶。二段混炼工艺为: 一段混炼胶 $\xrightarrow{\quad}$ 硫黄和促进剂 $\xrightarrow{\quad}$ 薄通 $\xrightarrow{\quad}$ 下片。

1.4.2 大配合试验

大配合试验胶料分两段混炼, 均在密炼机中进行。一段混炼工艺为: 生胶和小料 $\xrightarrow{20\text{ s}}$ 炭黑 $\xrightarrow{125\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 油 $\xrightarrow{140\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 提砵 $\xrightarrow{15\text{ s}}$ 压砵 $\xrightarrow{160\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 排胶。二段混炼工艺为: 一段混炼胶、硫黄和促进剂 $\xrightarrow{40\text{ s}}$ 提砵 $\xrightarrow{10\text{ s}}$ 压砵 $\xrightarrow{40\text{ s}}$ 提砵 $\xrightarrow{10\text{ s}}$ 压砵 $\xrightarrow{110\text{ }^{\circ}\text{C}}$ 排胶。

1.5 性能测试

所有性能测试按相应国家标准和企业标准进行。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

小配合试验胶料性能见表 1。

可以看出, 随着胶粉用量增大, 小配合试验胶料表现出如下性能: t_3 缩短, M_H 略有降低, t_{90} 变

化不大; 定伸应力和拉伸强度降低, 拉断伸长率和撕裂强度提高。

对于胎侧胶较关键的耐屈挠龟裂性能, 添加不同用量胶粉的胶料经 50 万次屈挠后老化前后的裂口均为 0 级, 说明用量在 30 份以下的胶粉对胶料的耐屈挠龟裂性能影响不大。对于胎侧胶另一个较关键的耐臭氧老化性能, 静态条件下添加不同用量胶粉的胶料耐臭氧老化性能相当, 动态条件下随着胶粉用量增大胶料耐臭氧老化性能略有下降。

2.2 大配合试验

为进一步考察胶粉对胶料性能的影响, 选择添加 10 份胶粉的 3[#] 配方进行大配合试验, 胶料性能见表 2。

可以看出, 3[#] 配方大配合试验胶料的各项性能和小配合试验胶料基本一致, 耐屈挠龟裂性能和耐臭氧老化性能和 1[#] 配方胶料相当。另外, 在胶料挤出成型过程中, 3[#] 配方胶料挤出部件的表面粗糙度比 1[#] 配方胶料大, 但部件尺寸在现行口型下符合要求, 部件黏合性能与 1[#] 配方胶料相当。

2.3 成品轮胎耐久性能

对 3[#] 配方胶料生产的 2 个规格的成品轮胎进行耐久性能试验, 结果见表 3。结果表明, 按我厂内控标准 Q/GHL21—2008 进行机床耐久性能试验, 所测试的 2 条成品轮胎全部通过, 其破坏形式都较正常, 胎侧部位未见异常损坏; 按我厂内控标准 Q/GHL18—2008 进行胎圈耐久性能试验, 所测试的 1 条成品轮胎也通过且好于例查数据, 胎侧部位亦未见异常损坏。总的来看, 3[#] 配方胶料能满足成品轮胎耐久性能的要求, 但轮胎的使用环境比较复杂, 该配方是否能满足用户的使用条件, 还有待路试进一步确认。

3 结论

(1) 随着胶粉用量增大, 胶料的 t_3 缩短, M_H 略有降低, t_{90} 变化不大。

(2) 随着胶粉用量的增大, 胶料的硬度变化不大, 定伸应力和拉伸强度降低, 撕裂强度提高。

表1 小配合试验胶料性能

项 目	1# 配方	2# 配方	3# 配方	4# 配方	5# 配方
门尼焦烧时间(125 ℃)					
t_3/min	34.82	35.90	32.85	30.05	31.78
t_{10}/min	37.75	38.98	35.80	35.55	35.82
t_{18}/min	38.92	40.18	36.98	38.03	37.30
硫化仪数据(150 ℃)					
$M_L/(\text{N} \cdot \text{m})$	1.92	2.11	2.16	2.71	2.07
$M_H/(\text{N} \cdot \text{m})$	12.07	11.71	11.27	10.75	10.83
t_{10}/min	5.35	5.42	5.38	5.47	5.40
t_{25}/min	6.37	6.45	6.45	6.57	6.52
t_{50}/min	7.62	7.73	7.82	7.98	7.92
t_{90}/min	11.72	12.07	12.50	12.92	12.83
硫化胶性能(150 ℃×30 min)					
邵尔 A 型硬度/度	58	60	60	60	60
100%定伸应力/MPa	1.8	1.7	1.7	1.4	1.4
200%定伸应力/MPa	3.9	3.9	3.8	3.1	2.9
300%定伸应力/MPa	7.3	7.3	7.0	5.9	5.4
拉伸强度/MPa	19.5	18.9	18.0	16.7	17.4
拉断伸长率/%	610	596	605	644	647
拉断永久变形/%	10.0	12.8	11.2	17.2	15.6
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	45	46	67	78	66
老化后(100 ℃×48 h)性能					
邵尔 A 型硬度/度	62	63	62	62	63
100%定伸应力/MPa	2.3	2.3	2.2	2.2	2.5
200%定伸应力/MPa	5.4	5.5	5.1	5.1	5.0
300%定伸应力/MPa	9.4	9.5	8.9	9.0	8.9
拉伸强度/MPa	14.8	14.4	13.6	14.6	13.0
拉断伸长率/%	434	435	441	461	481
拉断永久变形/%	9.2	9.2	9.2	12.0	10.0
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	45	46	42	61	50
耐屈挠龟裂性能(50 万转,6 级)					
老化前裂口等级	0	0	0	0	0
老化后(100 ℃×48 h)裂口等级	0	0	0	0	0
耐臭氧老化性能 ¹⁾					
静态试验裂纹等级	0	0	0	0	0
动态试验裂纹等级	2C ²⁾	3C ³⁾	2C	3C	3C

注:1)测试条件为温度 40 ℃,湿度 65%,臭氧浓度 50×10^{-6} ,试样拉伸率 20%;2)裂纹长度 $< 0.2 \text{ mm}$,裂纹数量 $\geq 40 \text{ 条} \cdot \text{cm}^{-1}$;3)裂纹长度 $< 0.4 \text{ mm}$,裂纹数量 $\geq 40 \text{ 条} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。

(3)用量在 30 份以下时,胶粉对胶料耐屈挠龟裂性能影响不大。

(4)静态条件下添加不同用量胶粉的胶料耐臭氧老化性能相当,动态条件下随着胶粉用量增大。胶料耐臭氧老化性能略有下降。

(5)添加胶粉后胎侧胶料挤出部件表面粗糙度比正常配方大,但部件尺寸在现行口型下符合标准,部件黏合性能和正常配方相当。

(6)成品轮胎耐久试验表明,添加 10 份胶粉的胎侧胶能满足成品轮胎耐久性能的要求。

表 2 大配合试验胶料性能

项 目	1# 配方	3# 配方	项 目	1# 配方	3# 配方
门尼焦烧时间(125 ℃)			拉断永久变形/%	13.6	13.6
t_3/min	25.83	24.00	撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	45	65
t_{10}/min	28.50	26.52	老化后(100 ℃×48 h)性能		
t_{18}/min	29.55	27.55	邵尔 A 型硬度/度	60	61
硫化仪数据(150 ℃)			100%定伸应力/MPa	2.1	2.1
$M_L/(\text{N} \cdot \text{m})$	2.35	2.23	200%定伸应力/MPa	5.0	5.0
$M_H/(\text{N} \cdot \text{m})$	11.61	11.39	300%定伸应力/MPa	8.8	8.7
t_{10}/min	5.48	4.92	拉伸强度/MPa	11.2	10.5
t_{25}/min	6.65	5.98	拉断伸长率/%	359	356
t_{50}/min	8.02	7.22	拉断永久变形/%	10.0	8.0
t_{90}/min	12.45	11.20	撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	45	46
硫化胶性能(150 ℃×30 min)			耐屈挠龟裂性能(50 万转)		
邵尔 A 型硬度/度	58	57	老化前裂口等级	0	0
100%定伸应力/MPa	1.5	1.5	老化后(100 ℃×48 h)裂口等级	0	0
200%定伸应力/MPa	3.4	3.3	耐臭氧老化性能 ¹⁾		
300%定伸应力/MPa	6.4	6.3	静态试验裂纹等级	0	0
拉伸强度/MPa	20.5	18.8	动态试验裂纹等级	2C ²⁾	3C ³⁾
拉断伸长率/%	662	628			

注:1),2),3)同表 1。

表 3 成品轮胎耐久性能

项 目	12.00R20	12.00R20	11R22.5
花纹	S-3010	S-3010	S-3071A
试验方法	Q/GHL21—2008	Q/GHL18—2008	Q/GHL21—2008
行驶时间/h	89.28	78.45	80.22
累计行驶里程/km	5832.7	2365.9	6052.4
破坏形式	上模肩空(胎面与 3#带束层离层)	上模反包鼓包(胎体反包端点裂,补强层端点裂);下模反包端点裂	冠爆(2#和 3#带束层离层)
破坏范围	1/5 周	整周,1/8 周	1/5 周
结果判定	通过	通过	通过

行业动态

东海橡胶在华设立汽车项目研发中心

日本东海橡胶工业株式会社宣布在中国设立了一家研发中心,为其在华汽车业务提供支持。新中心设在浙江嘉兴,名为东海橡塑技术中心(中国)有限公司,专门开发适用于中国汽车项目的橡塑技术。

中心投资 62.3 万美元,占地面积 2500 平方英尺(232 m²),定于 2012 年 5 月投入运营。该中心是东海株式会社在全球的第 4 个技术中心,其他 3 个技术中心分别位于日本、北美和泰国。

朱永康