

产品应用

液体聚异戊二烯橡胶在轿车轮胎
带束层胶中的应用

魏静勋,何顺雄,周友生
(广州市华南橡胶轮胎有限公司,广东 广州 511400)

摘要:研究液体聚异戊二烯橡胶(LIR)等量部分替代天然橡胶(NR)在轿车轮胎带束层胶中的应用效果。结果表明,使用3份LIR等量替代NR,在对胶料拉伸性能影响不大的条件下,降低胶料混炼能耗,改善胶料挤出和成型粘性等工艺性能,提高胶料炭黑分散性和与钢丝的粘合力,成品轮胎的高速性能和耐久性能不变。
关键词:LIR;NR;轿车轮胎;带束层胶

轿车轮胎带束层胶的硬度高,通常采用天然橡胶(NR)作主体材料、炭黑和硫黄用量大的配合,从而造成胶料混炼段数多、塑性低、部件粘性难控制等问题。在胶料中添加少量的化学塑解剂可以减少混炼段数,但对成品轮胎的耐久性能有负面影响;配以超强增粘树脂,可以确保带束层部件使用后期的粘合性,但其早期因粘合性过高影响成型的效率和导致材料报废。

液体聚异戊二烯橡胶(LIR)的分子结构与NR基本相同。重均相对分子质量为1万~5万的LIR既表现出弹性体的性质(反应性)、又表现出增塑剂的性质(液态流动性),重均相对分子质量为3万以上的LIR可完全硫化交联。另外,对LIR的分子末端进行官能团改性(如羧化),还能提高其与钢丝帘线和纤维帘线的粘合强度。

本研究采用LIR等量部分替代NR用于轿车轮胎带束层胶,研究其提高胶料塑性、改善胶料加工成型性能等方面的效果。

1 实验

1.1 原材料

NR,牌号SMR20,淡棕褐色,门尼粘度[ML(1+4)100℃]为76,马来西亚产品;LIR,牌号LIR-403,无色透明粘稠液体,重均相对分子质量为34 000,玻璃化温度约为-60℃,熔融粘度

(38℃)为200 Pa·s,日本可乐丽公司产品。其它均为橡胶工业常用原材料。

1.2 胶料主体材料

1.2.1 小配合试验

小配合试验胶料主体材料如表1所示。

胶 种	配方编号				
	1#	2#	3#	4#	5#
NR	100	97	94	91	88
LIR-403	0	3	6	9	12

1.2.2 大配合试验

大配合试验胶料主体材料如表2所示。

胶 种	试验配方		生产配方
NR	97		100
LIR-403	3		0

1.3 试样制备

小配合试验胶料分二段混炼。一段混炼在1 L密炼机中进行,混炼工艺为:生胶、LIR以及除硫黄和促进剂外的小料 $\xrightarrow{\text{加压 } 45 \text{ s}}$ 提砵,加入炭黑 $\xrightarrow{\text{加压 } 40 \text{ s}}$ 提砵清扫 $\xrightarrow{\text{加压 } 40 \text{ s}}$ 排胶。二段混炼在XK-150型开炼机上进行,混炼工艺为:一段混炼胶 $\rightarrow$ 加硫黄和促进剂 $\rightarrow$ 下片。

大配合试验胶料分二段混炼。一段混炼在

F-370 型密炼机中进行,二段混炼在 GK-400 型密炼机中进行。

1.4 性能测试

门尼粘度采用美国孟山都公司的 MV2000 型门尼粘度计进行测试;正硫化时间(t_{90})和损耗因子($\tan \delta$)采用美国阿尔法科技有限公司生产的 RPA2000 橡胶加工分析仪进行测试;炭黑分散度采用瑞典 DG 公司的 DG1000 型炭黑分散仪进行测试;其它各项性能均按相应国家标准进行测试。

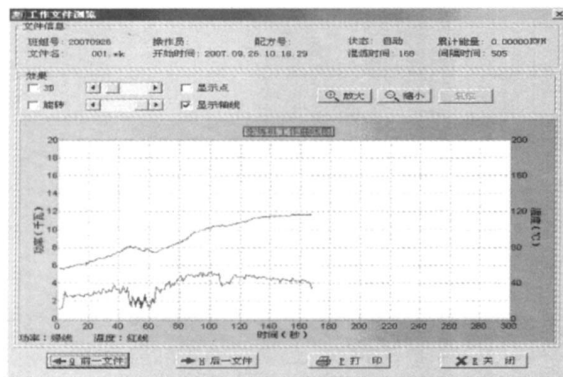
2 结果与讨论

2.1 小配合试验

2.1.1 混炼工艺性能

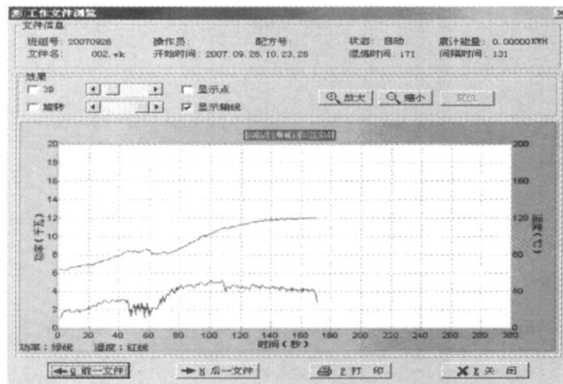
研究不同 LIR 用量对胶料混炼工艺性能的影响,试验结果如图 1~5 所示。

从图 1~5 可以看出,在生胶塑炼时,随着 LIR 用量增大,胶料的瞬时功率呈降低趋势,表明



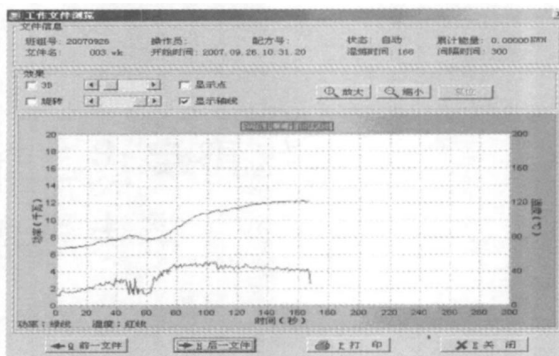
上线—温度曲线;下线—功率曲线。

图 1 1[#] 胶料混炼过程中的瞬时功率和温度曲线



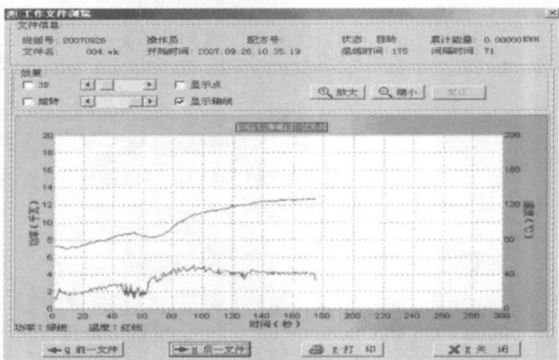
注同图 1。

图 2 2[#] 胶料混炼过程中的瞬时功率和温度曲线



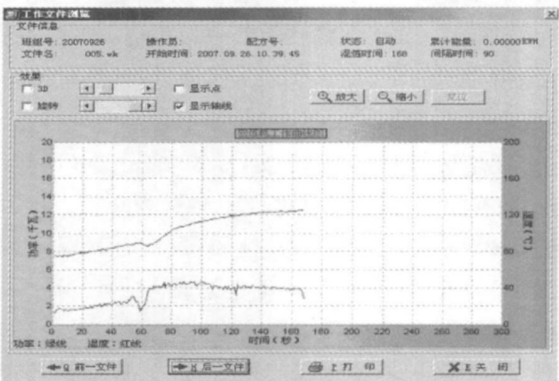
注同图 1。

图 3 3[#] 胶料混炼过程中的瞬时功率和温度曲线



注同图 1。

图 4 4[#] 胶料混炼过程中的瞬时功率和温度曲线



注同图 1。

图 5 5[#] 胶料混炼过程中的瞬时功率和温度曲线

LIR 具有增塑剂的作用,可减小胶料与转子之间的摩擦;在投入炭黑后,随着 LIR 用量增大,胶料混炼的瞬时功率波动范围呈缩小、瞬时功率呈更快稳定的趋势,这表明 LIR 有助于提高橡胶的分散及其与炭黑的结合,降低胶料混炼能耗;LIR 用量在 6~12 份范围时,胶料的混炼工艺性能较好。

2.1.2 硫化特性和物理性能

小配合试验胶料的硫化特性和物理性能如表 3 所示。

表 3 小配合试验胶料的硫化特性和物理性能

项 目	配方编号				
	1 #	2 #	3 #	4 #	5 #
门尼粘度 ML(1+4)100 ℃]	86 0	81 4	83 7	82 7	71 6
硫化特性数据(150 ℃)					
$M_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	2 92	2 66	2 67	2 61	2 18
$M_H/(\text{dN} \cdot \text{m})$	33 25	32 92	32 96	32 18	31 80
t_{10}/min	2.22	3.20	3.37	3.52	3.78
t_{25}/min	4.42	5.00	5.22	5.42	5.68
t_{90}/min	14.28	15.17	15.37	15.37	15.85
硫化胶性能(150 ℃× 25 min)					
邵尔 A 型硬度/度	85	86	86	87	87
100%定伸应力/MPa	8 5	8 0	8 5	9 0	8 8
200%定伸应力/MPa	15 9	15 4	16 0	16 0	15 7
拉伸强度/MPa	20 8	18 8	19 5	19 4	18 6
拉断伸长率/%	296	258	265	273	249
拉断永久变形/%	15 2	13 6	13 6	10 8	13 6
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)	41 2	42 2	45 2	39 5	39 2
回弹值/%	38	36	36	35	36
钢丝抽出力/N	887	909	923	908	923
100 ℃× 48 h 老化后					
邵尔 A 型硬度/度	90	90	90	90	91
100%定伸应力/MPa	12 7	11 5	11 3	11 6	11 6
拉伸强度/MPa	14 1	14 8	14 6	12 5	12 5
拉断伸长率/%	121	134	139	116	109
拉断永久变形/%	6 0	6 0	6 0	4 4	4 0
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)	29 5	31 9	31 9	31 1	31 0
钢丝抽出力/N	856	895	859	856	846

从表 3 可以看出,在试验的 LIR 用量范围内,随着 LIR 用量增大,胶料的门尼粘度总体显著下降, t_{25} 和 t_{90} 呈延长趋势,定伸应力、拉伸强度和拉断伸长率变化不大,回弹性总体略有下降,钢丝抽出力总体提高。

从表 3 还可以看出,经 100 ℃× 48 h 老化后,LIR 用量为 9 和 12 份时,胶料老化后的拉伸强度、拉断伸长率、钢丝抽出力下降幅度较大,即耐热老化性能较差。

综合得出,当 LIR 用量为 3 份时,胶料门尼粘度较低,拉伸性能和耐热老化性能较好,因此对用 3 份 LIR 等量替代 NR 的试验配方胶料进行大配合试验。

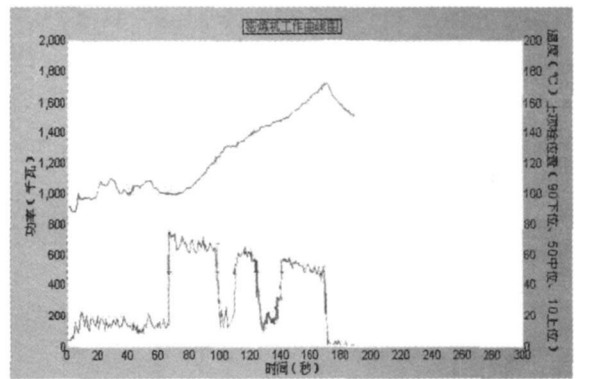
2 2 大配合试验

2 2 1 混炼工艺性能

在相同条件下进行了试验配方和生产配方的大配合试验,胶料一段混炼的瞬时功率和温度曲线如图 6 和 7 所示。

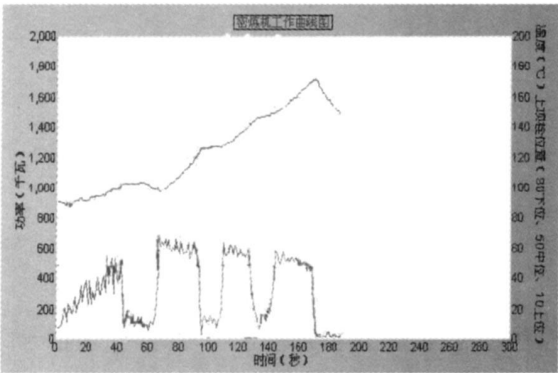
从图 6 和 7 可以看出,在加入炭黑前,采用

LIR 的试验配方胶料混炼瞬时功率比未采用 LIR 的生产配方胶料低得多,且稳定;加入炭黑后,试验配方胶料的混炼瞬时功率波动范围比生产配方胶料略大,温度曲线出现“平台”,表明这时炭黑与橡胶的混合程度加大但胶料温升并未提高。这一现象与 LIR 的增塑效应相符,与小配合试验结果吻合。



注同图 1。

图 6 大配合试验的试验配方胶料一段混炼过程中瞬时功率和温度曲线



注同图 1。

图 7 大配合试验的生产配方胶料一段混炼过程中
瞬时功率和温度曲线

2 2 2 硫化特性和物理性能

大配合试验胶料的硫化特性和物理性能如表 4 所示。

从表 4 可以看出，试验配方胶料的炭黑分散度比生产配方胶料高，热老化前后钢丝抽出力较高，其余物理性能与生产配方胶料相当。

对比表 3 和表 4 看出，大配合试验结果与小配合试验基本吻合。

可以得出，加入 LIR 有助于提高炭黑的分散性和热老化前后胶料与钢丝的粘合力。

2 2 3 挤出工艺性能

在相同挤出条件下（三区温控不变），分别用试验配方胶料、生产配方胶料挤出带束层半成品部件，并观察部件停放期间的粘性变化，结果如表 5 所示。

由表 5 可以看出，在相同的挤出条件下，生产配方胶料的带束层半成品部件出现露铜现象；试验配方胶料的门尼粘度较生产配方胶料大，其带束层半成品部件未出现露铜现象，表明 LIR 对胶料的增塑效果明显。

从表 5 还可以看出，试验配方胶料的带束层半成品部件粘性保持率较生产配方胶料的带束层半成品部件高得多，即使停放 9 天后粘性依然良好，表明 LIR 具有优异的增粘效果。

2 2 4 成品轮胎

为检验试验配方胶料对成品轮胎性能的影响，使用试验配方胶料带束层生产 225/40R18 SN3800 高性能轮胎，并对成品轮胎进行低气压耐久-高速联合机床试验，结果如表 6 所示。

表 4 大配合试验胶料的硫化特性和物理性能

项 目	配方编号	
	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	70.9	69.4
硫化特性数据(150℃)		
$M_L/(dN \cdot m)$	2.23	2.23
$M_H/(dN \cdot m)$	31.41	30.11
t_{10}/min	3.32	3.17
t_{25}/min	4.78	4.63
t_{90}/min	13.93	13.92
硫化胶性能(150℃×25min)		
邵尔 A 型硬度/度	82	81
100%定伸应力/MPa	7.0	6.3
200%定伸应力/MPa	14.9	14.4
拉伸强度/MPa	20.4	17.6
拉伸伸长率/%	290	258
拉断永久变形/%	16.4	12.0
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	44.9	43.9
压缩生热/℃	40.2	39.9
钢丝抽出力/N	956	939
炭黑分散度	5.3	4.2
$\tan \delta$		
60℃	0.197	0.189
70℃	0.178	0.174
80℃	0.163	0.162
90℃	0.150	0.145
100℃×48h 老化后		
邵尔 A 型硬度/度	88	88
100%定伸应力/MPa	11.7	11.3
拉伸强度/MPa	13.0	12.9
拉伸伸长率/%	111	117
拉断永久变形/%	2.0	2.0
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	23.1	23.8
钢丝抽出力/N	862	828

表 5 大配合试验胶料带束层半成品部件粘性

项 目	配方编号	
	试验配方	生产配方
轮胎规格	225/40R18 SN3800	
口型处胶料温度/℃	106.0~107.5	106.0~107.0
门尼粘度	38.3	37.4
带束层外观	无露铜	轻微露铜
挤出线速/(m·min ⁻¹)	8.0	8.0
停放期间粘性变化		
0 天	良好	良好
3 天	良好	良好
5 天	良好	一般
9 天	良好	—

从表 6 可以看出，试验配方胶料和生产配方胶料成品轮胎的室内机床试验结果基本相同，因此 LIR 可以等量部分替代 NR 用于轮胎的带束层胶中。

表 6 成品轮胎低气压耐久-高速联合机床试验结果

项 目	配方编号	
	试验配方	生产配方
最高速度/(km·h ⁻¹)	300	280
持续时间/min	3	10
损坏形式	1#与2#带束层分离	无损坏
总试验里程/km	8 881.2	7 277.2
总运行时间/h	71.88	59.67
评定	通过	通过

3 结 论

1. 在 LIR 用量为 0~12 份的范围内, 随着 LIR 用量的增大, 胶料的门尼粘度逐渐降低, t_{10} 和

t_{90} 略有延长; 定伸应力、拉伸强度、拉断伸长率基本不变, 回弹性略有下降, 与镀铜钢丝之间的粘合力略有提高。

2. 与未加 LIR 的生产配方胶料相比, 在相同混炼工艺下, 采用 3 份 LIR 等量替代 NR 的试验配方胶料的混炼瞬时功率明显降低, 炭黑分散性改善。

3. 在轮胎带束层胶料中采用 3 份 LIR 等量替代 NR, 可达到增塑和增粘双重效果。

4. 试验配方胶料的成品轮胎机床试验结果与生产配方胶料的成品轮胎基本一致, LIR 可以等量部分替代 NR 用于轮胎的带束层胶中。

国务院副总理李克强考察双星集团

日前, 中共中央政治局常委、国务院副总理李克强在山东省委书记姜异康、省长姜大明等陪同下, 来到双星鞋业工业园, 实地了解企业生产经营情况, 关切询问市场变化对企业的影响, 他对双星改革进市场 30 年取得的辉煌成就予以肯定, 同时勉励双星人继续努力, 发挥双星独特的管理优势, 创新发展, 积极应对国际金融危机带来的压力。

李副总理先后参观了双星青岛物流平台、双星鞋业工业园裁断车间、制帮车间和运动鞋成型车间。双星集团总裁汪海汇报了双星 30 多年来作为劳动密集型、竞争激烈的制鞋企业快速发展, 并由鞋业母体发展成为拥有鞋服、轮胎、机械三大产业的集团, 尤其是在经济冷热交替的形势下, 自始至终坚定信心, 克服困难, 稳步发展的情况。李克强副总理称赞双星战胜困难, 不断创新发展的信心和精神。

在双星青岛物流平台的鞋服展区, 他对双星采取多元化经营和物流平台这种营销模式, 在积极应对国际市场压力的同时, 千方百计积极开拓国内市场, 变压力为动力, 化挑战为机遇, 发挥主动性和创造性, 面向国内市场挖掘潜力, 创新扩大国内市场营销的精神给予肯定, 勉励双星进一步开拓思路, 努力在激烈的市场竞争中取得更好的发展。

看到红火的双星生产场面, 他热情勉励双星人面对国际金融危机压力, 要深入贯彻落实科学发展

观, 增强信心, 锐意改革创新, 把应对当前挑战和实现长远目标结合起来, 把调整结构与开拓市场结合起来, 面向国际市场提升水平, 面向国内市场深挖潜力, 始终注意保护好职工利益, 激发企业发展活力, 增强适应市场变化和抵御风险的能力, 在竞争中获得发展机遇。

王开良

朗盛和正新签订长期供货协议

日前, 朗盛集团和我国台湾正新橡胶公司商谈合作事宜并签订了一项长期供货协议。在今后 4 年内, 朗盛集团旗下的高性能丁二烯橡胶业务部门将向正新橡胶公司供应溶聚丁苯橡胶(SSBR)和聚丁二烯橡胶(BR), 在协议期内将高性能橡胶的供应量增加近一倍。这项协议将有助于满足正新公司轮胎产能扩大, 以应对橡胶需求的不断增长; 到 2012 年, 正新公司每年的橡胶采购费用大约需要 3 亿美元, 采购的橡胶供给其在中国、泰国和越南的工厂使用。

郭 轶

锦湖轮胎南京新工厂正式投产

2008 年 11 月 11 日, 锦湖轮胎公司在南京的新工厂正式投产, 开始生产卡车轮胎和客车轮胎。锦湖轮胎南京工厂的总投资达 1 亿美元, 具有年产 30 万套卡车轮胎和客车轮胎的能力。

朱永康