

新产品 新技术

集成橡胶 SIBR 基本性能研究

陈 宏, 李花婷, 李炜东, 马维德
(北京橡胶工业研究设计院, 北京 100039)

摘要: 本文主要对无规 SIBR、嵌段 SIBR 的基本性能和加工性能进行了研究, 并与 SSBR2305 进行了对比。结果表明, 无规 SIBR 和嵌段 SIBR 的加工性能优异, 具有较好的力学性能, 湿牵引性、湿操纵性好, 滚动阻力小、生热低和高速性能好, 耐磨性能良好。

关键词: 集成橡胶; SIBR; SSBR2305; 结构; 基本性能

集成橡胶 SIBR 是以苯乙烯(St)、异戊二烯(Ip)、丁二烯(Bd)为单体聚合而成的共聚物, 是一种理想的新型胎面用橡胶, 具有优异的物理机械性能和动态力学性能, SIBR 不同的结构单元可以为胎面胶提供不同的性能需要, 克服了通用胶制成的胎面胶无法克服的滚动阻力、牵引性与耐磨性三大行驶性能之间的矛盾, 使胎面胶的整体性能得到提高, 满足了高性能轮胎的要求。

本工作主要对燕山石化研究院的 SIBR(无规、嵌段)两种小试产品进行了基本性能和加工性能的研究; 与燕山石化的 SSBR2305 进行性能比较。

1 试验

1.1 胶样

集成橡胶无规 SIBR 和嵌段 SIBR(St/Ip/Bd 比例均为 20/40/40)为燕山石化研究院小试产品; 溶聚丁苯橡胶 SSBR2305, 燕山石化公司产品; 天然橡胶 NR, 1[#]烟片胶; 顺丁橡胶 BR9000, 燕山石化公司产品; 其它配合剂均为橡胶工业常用原材料。

1.2 试验配方与混炼工艺

评价混炼胶和硫化胶性能所采用的实验配合, 按美国材料试验学会标准 ASTM3185 对非充油丁苯橡胶标准试验方法进行。

试验配方如下:

单胶配方: 生胶 100;
并用胶配方: SSBR2305/NR 90/10; SSBR2305/BR 90/10; 其余组分配方: 硬脂酸 1; 氧化锌 3; 炭黑 50; 硫黄 1.75; 促进剂 1。

混炼工艺:

一段混炼: 1. 57LFarrel 密炼机, 混炼温度 70℃, 转子转速 100rpm; 之后胶料立即在辊距为 5.0mm, 辊温为 50±5℃的开炼机上通过三次; 二段混炼: 开炼机, 辊温 35±5℃, 辊距 1.5mm。

1.3 主要实验仪器与条件

M200E 门尼粘度试验仪, C2000E 硫化仪; 橡胶疲劳龟裂试验机; T2000E 拉力机; Goodrich 压缩生热试验机。

采用孟山都加工性能实验仪(Monsanto Processability Tester)测定胶料的流变特性。所用毛细管直径为 1.5mm; 长径比为 20:1; 温度为 100℃; 表观剪切速率为 7.3s⁻¹, 73⁻¹, 219⁻¹, 730⁻¹, 这一范围包括了轮胎用胶料加工过程中可能的所有剪切速率。

动态力学性能采用由美国 Rheometric Scientific 公司制造的 DMA-IV 型动态粘弹谱仪测定, 频率为 10Hz, 应变为 0.5%, 温度范围为 80~+100℃, 升温速率为每分钟 2℃。

1.4 性能测试

本工作中有关胶料各种性能的测试, 均按相关的国家或行业标准的有关规定进行。

2 结果与讨论

2.1 胶料加工性能

2.1.1 胶料混炼特性

胶料在密炼机中的混炼性能以密炼机的电流值表示, 电流的变化反映了炼胶过程中所耗功率的变化, 电流值越高混炼功率越大, 炼胶消耗功率越高。表 1 中的试验数据表明: 混炼过程中 5 种胶料在各混炼阶段的混炼电流值相近, 排胶结团性优, 包辊性好, 下片后胶片表面平整。无规 SIBR 和嵌段 SIBR 胶片表面光泽度好, 尤以嵌段 SIBR 表面光泽度最佳, 加工性能良好。

表 1 胶料的混炼性能

胶种	无规 SIBR	嵌段 SIBR	SSBR 2305	SSBR/ NR	SSBR/ BR
密炼机电流 A					
生胶捏炼	11	10	13	13	9
加小料、炭黑	20	21	21	23	21
混炼	18	20	20	21	20
排胶结团性	优	优	优	优	优
压片后胶片外观	优	优+	优	优	优
包辊性	好	好	好	好	好

2.1.2 混炼胶门尼粘度及门尼松弛

无规 SIBR 生胶及混炼胶门尼粘度略高于嵌段 SIBR、SSBR2305(见表 2)。无规 SIBR 和嵌段 SIBR 胶料的门尼粘度增加率低于 SSBR2305, 并用胶的混炼胶门尼粘度与 SSBR2305 相近; 门尼松弛是反映胶料加工性能的另一项指标, 试验结果表明, 所试的几种胶样松弛时间短, 松弛曲线的截距相近, 均表现出良好的加工性能, 这与在混炼过程中胶料所表现的结果一致。

表 2 混炼胶门尼粘度及门尼松弛

胶种	无规 SIBR	嵌段 SIBR	SSBR 2305	SSBR/ NR	SSBR/ BR
门尼粘度 ML(1+4) 100℃					
生胶	53	49	47	—	—
混炼胶	82	75	78	77	76
增加率 /%	55	53	66	—	—
门尼松弛					
t ₇₀ /s	3	3	3	3	3
t ₈₀ /s	4	3	3	3.5	3
t ₉₀ /s	6	5	5	5	4
截距 K	63.45	59.70	60.75	60.90	60.25

2.1.3 硫化特性

混炼胶的硫化特性见表 3。从试验数据看, 在硫化条件 160℃下, 嵌段 SIBR 的 ML 和 M_{Max}

较低; 无规 SIBR 和嵌段 SIBR 的 t₁₀、t₉₀ 均明显低于 SSBR2305 及其并用胶, 硫化速度较快。

表 3 混炼胶的硫化特性

胶种	无规 SIBR	嵌段 SIBR	SSBR 2305	SSBR/ NR	SSBR/ BR
硫化仪试验(160℃)					
M _L / (N · m)	0.36	0.26	0.40	0.39	0.41
M _{Max} / (N · m)	2.04	1.71	2.07	2.39	2.14
t ₁₀ / min	3.97	4.03	5.45	4.98	5.25
t ₉₀ / min	6.77	6.65	9.05	10.45	8.82

2.1.4 流变特性

我们采用毛细管流变仪测定了无规 SIBR、嵌段 SIBR、SSBR2305、VSL5025 1 在剪切速率为 7.3~730 s⁻¹ 范围内的流变性能。从图 1 看出, 在一定剪切速率范围内, SIBR 的剪切应力低于 SSBR, 这可能是因为 SIBR 分子链中含有较柔软的异戊二烯结构所致, 而分子链段的无规与嵌段对 SIBR 的流变性能影响不大; 从图 2 可以看出, SIBR 和 SSBR 的表观粘度值、变化趋势均相近, 无明显差异。试验结果表明, 集成橡胶无规和嵌段 SIBR 的流变性能接近于溶聚丁苯橡胶 SSBR。

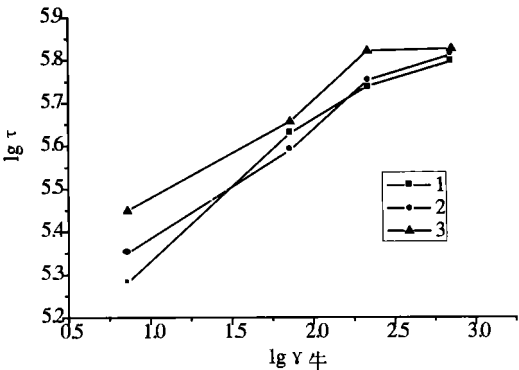


图 1 剪切应力与剪切速率关系曲线
1 无规 SIBR; 2 嵌段 SIBR; 3 SSBR2305

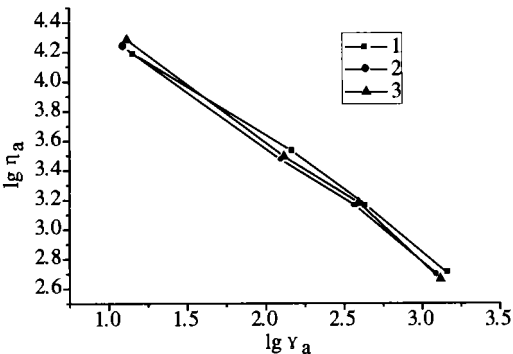


图 2 表观粘度与非牛顿剪切速率关系曲线
1 无规 SIBR; 2 嵌段 SIBR; 3 SSBR2305

2.2 硫化胶性能

2.2.1 力学性能

硫化胶的力学性能见表 4, 试验结果表明: 无规 SIBR 和嵌段 SIBR 与 SSBR2305 相比, 其扯断伸长率、拉伸强度、300% 定伸应力、老化性能相

近, 100% 定伸应力略高, 永久变形较小, 压缩生热低, 压缩永久变形小, 嵌段 SIBR 的硬度较高。无规 SIBR 和嵌段 SIBR 撕裂强度、回弹性低于 SSBR2305 及其并用胶, 耐疲劳性能与 SSBR、SSBR/NR 相近, 较 SSBR/BR 差。

表 4 硫化胶的力学性能

胶种	无规 SIBR	嵌段 SIBR	SSBR2305	SSBR/NR	SSBR/BR
邵尔 A 型硬度 /度	71	74	69	70	71
扯断伸长率 /%	315.2	330.4	312.8	295.2	367.2
拉伸强度 /MPa	19.43	19.60	19.62	18.33	22.73
100%定伸应力 /MPa	3.75	4.28	3.32	3.73	3.64
300%定伸应力 /MPa	18.61	17.75	18.53	—	18.29
永久变形 %	4	4	6	1	崩掉
老化条件(100℃×24h)					
拉伸强度 /MPa	16.48	17.62	16.45	22.56	19.98
拉伸强度变化率 %	—15	—10	—16	23	—12
伸长率 %	225.6	258.4	223.2	281.6	268.0
伸长率变化率 %	—28	—22	—29	—5	—27
撕裂强度 /(kN·m ⁻¹)	43.91	45.25	49.88	50.59	50.94
回弹性 /%	42	40	56	57	56
Goodrich 生热 终动压率 %	1.8	2.4	2.7	2.7	2.2
生热 /℃	27.2	32.3	36.5	36.6	37.6
永久变形 /%	1.3	1.8	2.6	2.7	2.4
屈挠龟裂(裂口级别/万次)	0 0 3/1.5	0 0 2/1.5	1 1 1/4.5	0 1 0/1.5	0 1 0/9
	4 3 5/4.5	2 3 4/3	3 3 2/7.5	0 2 2/4.5	0 3 0/12
	—	3 3 5/4.5	4 4 3/9	0 3 3/6	0 6 3/48

2.2.2 动态力学性能

从动态粘弹谱图 3 可以看出, 嵌段 SIBR 与无规 SIBR、SSBR 的 DM TA 图谱有较大的差异, 嵌段 SIBR 的 T_g 处的 tg δ 峰值低并且明显带一肩峰, T_g 与 SSBR 相近; 无规 SIBR 比 SSBR 的 T_g 高, 两种 SIBR 胶在 0~30℃ 间的 tg δ 值明显高于 SSBR、SIBR 和 SSBR 在 60~80℃ 间的 tg δ 值无明显差异。

无规 SIBR、嵌段 SIBR 和 SSBR2305 的 DM-TA 数据以及胎面胶特性与动态粘弹谱参数关系见表 5。0℃ 下的 tg δ 值可以表征轮胎的湿牵引性、湿操纵性。无规 SIBR、嵌段 SIBR 的 0℃tg δ 值均高于 SSBR2305, 有较好的湿牵引性、湿操纵性, 其中无规 SIBR 又优于嵌段 SIBR; 60℃ 下的 tg δ 值可以表征轮胎的滚动阻力。无规 SIBR、嵌段 SIBR 和 SSBR2305 在 60℃ 下的 tg δ 值相近无显著差异; 80℃ 下的 tg δ 值可以表征轮胎的生热和高速性能, 嵌段 SIBR 的 80℃tg δ 值低于无规 SIBR 和 SSBR2305; 25℃ 下的 tg δ 值可以表征轮

胎的干牵引性, 嵌段 SIBR 有较高的 25℃ 下的 tg δ。无规 SIBR 的 25℃tg δ 值虽低于嵌段 SIBR, 但仍高于 SSBR2305; T_g℃ 可以表征轮胎的耐磨性, 无规 SIBR 的 T_g 高于 SSBR2305, 嵌段 SIBR 的 T_g 与 SSBR2305 相近, 具有良好的耐磨性。

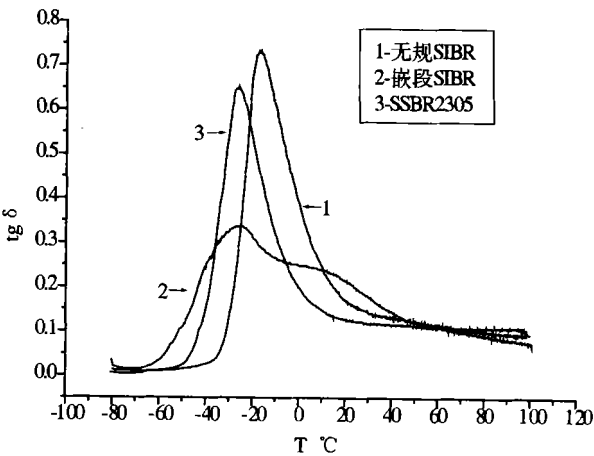


图3 SSBR及SIBR的DMTA谱图
(下转第24页)

4 生产工艺

高温耐热带生产工艺与普通耐热带生产工艺基本相同。采用普通耐热带生产线,硫化过程的工艺参数采用微机控制。硫化温度与硫化时间是相对应的参数,温度越高,时间越短,否则反之。硫化时间是根据胶料在此温度下的焦烧时间、正硫化点、过硫时间及带体的厚度来确定,时间随厚度增加而延长,一般为 20~30min。由于耐热带带体比一般布层带的带体厚,硫化压力以 2.5~3.5MPa 为好。因为压力高可以防止硫化过程中产生气泡,提高胶料的致密性,有助于提高硫化胶的物理机械性能,延长带的使用寿命。

5 产品的物理机械性能

产品经“辽宁省橡胶制品监督检验站”检测和出厂检验,均达到了 HG2297 92《耐热输送带》标准中 3 型的要求,如表 3、表 4、表 5。

6 结论

研制的高温耐热带,产品性能符合 HG2297 92《耐热输送带》标准,产品所用原材料立足国内,生产工艺先进,工装设备水平较高。产品具有国内同类产品的先进水平。该产品投产可获得较好的经济效益和社会效益。

(上接第 17 页)

表 5 硫化胶的动态性能

胶种			无规 SIBR	嵌段 SIBR	SSBR 2305
轮胎性能	期望方向				
耐磨性	低	T _g /℃	-16.1	-25.1	-25.4
湿牵引性、湿操纵性	高	0℃ tg δ	0.393	0.249	0.199
滚动阻力	低	60℃ tg δ	0.119	0.111	0.109
生热和高速性	低	80℃ tg δ	0.117	0.089	0.101
干牵引性	高	25℃ tg δ	0.157	0.197	0.123

3 结论

1. 无规 SIBR 和嵌段 SIBR 的加工性能优异,排胶结团性优,下片平整,光泽度好,包辊性好,在

一定的剪切速率范围内,表观粘度变化与 SSBR 相似,而剪切应力较 SSBR 低。

2. 无规 SIBR 和嵌段 SIBR 具有较好的拉伸强度、300%定伸应力、耐老化性能,其中 SIBR 胶的 100%定伸应力、扯断永久变形、压缩生热、压缩永久变形均优于 SSRB。

3. SIBR 有良好的干牵引性、干操纵性、转向性、湿牵引性、湿操纵性,滚动阻力小、生热低和高速性能好,耐磨性能良好,完全可以满足高性能轮胎对胎面胶料性能的要求。

参考文献:略

(上接第 21 页)

5. 人才断层。随着科研体制、分配体制的变化,自 1985 年以后,就已经出现了脱节、断层的现象。特别是近几年,这一问题尤为突出,甚至有不少年青的、高学历的技术人员,目前还在重复着 20 世纪 70~80 年代已经完成的基础性研究课题的工作,这样不仅造成了人力、财力和资源的极大浪费,而且对人才培养、技术创新都是不利的。

因此,期望管理层或有识之士能够关注我国有机氟工业的发展,尽快缩小与国外公司(杜邦、3M、大金等)在技术上的差距,因为我们必须拥有自己的技术和材料,特别是在国防高科技领域应用的技术和材料。当然,FKM 的制造厂家、加工厂家与用户的密切配合也是非常重要的。

参考文献:略