

溶聚丁苯橡胶SOL RC2557-A的性能研究

黄庆东^{1,2}, 汪峰¹, 王振华¹, 崔立山²

(1. 中国石油华北化工销售公司, 北京 100009; 2. 中国石油大学, 北京 102249)

摘要: 研究中国石油独山子石化公司溶聚丁苯橡胶 (SSBR) SOL RC 2557-A的微观结构、相对分子质量及其分布、硫化特性、物理性能和动态力学性能。结果表明: 与国外SSBR 5025-2相比, SSBR SOL RC2557-A的相对分子质量分布略窄, 物理性能、耐老化性能和抗湿滑性较好, 滚动阻力较小。

关键词: 溶聚丁苯橡胶; 微观结构; 相对分子质量; 滚动阻力; 抗湿滑性能

溶聚丁苯橡胶 (SSBR) 是丁二烯和苯乙烯在烃类溶剂中采用有机锂引发阴离子聚合制得的共聚物。SSBR非橡胶成分少, 相对分子质量分布窄, 顺式1, 4-丁二烯含量大。SSBR具有良好的耐磨性、高回弹性、低滚动阻力和抗湿滑性, 目前在轮胎中的应用正处于稳步增长阶段。

中国石油独山子石化公司引进意大利PE公司合成橡胶专利技术生产SSBR。本工作以国外SSBR 5025-2为对比样, 研究中国石油独山子石化公司SSBR SOL RC 2557-A的微观结构、相对分子质量及其分布、硫化特性、物理性能和动态力学性能。

1 实验

1.1 原材料

SSBR SOL RC2557-A, 油含量26%, 乙烯基 (1, 3-丁二烯) 含量57%, 门尼粘度 [ML (1+4) 100 °C] 54, 中国石油独山子石化公司产品; SSBR 5025-2, 油含量25%, 乙烯基 (1, 3-丁二烯) 含量50%, 门尼粘度 [ML (1+4) 100 °C] 47, 国外产品; 其他均为橡胶工业常用原材料。

1.2 配方

SSBR, 137.5; 氧化锌, 3; 硬脂酸, 1; 7#通用工业参比炭黑, 68.75; 硫黄, 1.75; 促进剂TBBS, 1.38。

1.3 混炼工艺

胶料混炼在开炼机上进行。SSBR在 (45 ± 5) °C下塑炼2 min, 加入氧化锌混炼6 min, 加入硬脂

酸混炼7 min, 加入1/2的炭黑混炼10 min, 加入剩余炭黑混炼16 min, 加入硫黄和促进剂混炼4 min, 薄通6次, 下片。

1.3 主要仪器与设备

Magna-750型傅里叶变换红外光谱仪, 美国尼高立公司产品; UR-2030型橡胶无转子硫化仪, 青岛优肯科技股份有限公司产品; AI-7000S型电子拉力机, 台湾高铁检测仪器有限公司产品; 动态力学分析仪 (DMA), 美国TA仪器公司产品。

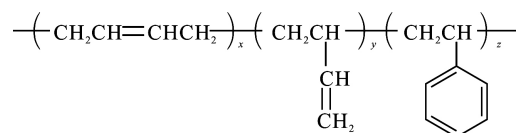
1.4 性能测试

胶料各项性能测试均按照相关国家标准进行。

2 结果与讨论

2.1 微观结构

SSBR的分子结构式如下。



SSBR中有4种结构单元: 结合苯乙烯、顺式1, 4-丁二烯、反式1, 4-丁二烯和1, 2-丁二烯。这4种结构单元对SSBR的性能有很大的影响。2种SSBR微观结构组成见表1。

从表1可以看出: 2种SSBR分子构型基本一致, 结合苯乙烯含量和丁二烯含量差别不大。

2.2 相对分子质量及其分布

SSBR受聚合条件的影响, 相对分子质量分布

表1 2种SSBR微观结构

项 目	SSBR 牌号	
	SOL RC2557-A	5025-2
结合苯乙烯含量/%	28	27
顺式1,4-丁二烯含量/%	21	20
反式1,4-丁二烯含量/%	23	22
1,2-丁二烯含量/%	56	58

一般较窄[重均相对分子质量($\overline{M}_w$)/数均相对分子质量($\overline{M}_n$)<2],因而加工性能不佳。在生产中常采用偶联法增加支链数量,提高相对分子质量并拓宽相对分子质量分布,改善其加工性能。同时由于生产体系不够纯净,导致部分活性链过早终止,生成小相对分子质量组分。由于这部分分子难以硫化,致使其变为对弹性无益的链末端,导致胶料弹性降低,滞后损失增大。如随着小相对分子质量级组分增多,60℃时的 $\tan \delta$ 会逐渐增大。2种SSBR相对分子质量及其分布见表2。

表2 2种SSBR相对分子质量及其分布

项 目	SSBR 牌号	
	SOL RC2557-A	5025-2
$\overline{M}_w \times 10^{-4}$	50	47
$\overline{M}_n \times 10^{-4}$	28	25
相对分子质量分布指数($\overline{M}_w/\overline{M}_n$)	1.79	1.88

从表2可以看出:2种SSBR相对分子质量及其分布无显著差异,SOL RC2557-A牌号产品的 $\overline{M}_w$ 和 $\overline{M}_n$ 稍大,相对分子质量分布略窄。

2.3 硫化特性

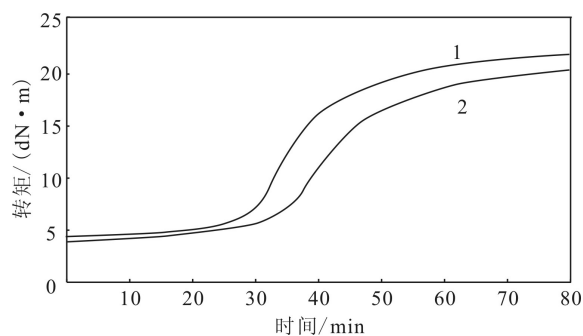
2种SSBR混炼胶性能见表3,硫化曲线见图1。

从表3和图1看出,与SSBR 5025-2相比,SSBR

表3 2种SSBR混炼胶性能

项 目	SSBR 牌号	
	SOL RC2557-A	5025-2
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	74.9	65.2
门尼焦烧时间(120℃)		
t_5/min	66.5	69.8
t_{35}/min	78.9	88.5
140℃硫化仪数据		
$M_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	4.2	3.8
$M_H/(\text{dN} \cdot \text{m})$	22.0	20.4
t_{30}/min	32.8	37.8
t_{90}/min	56.5	61.0

SOL RC2557-A的相对分子质量分布较窄,其胶料门尼粘度较大, t_5 和 t_{90} 较短, M_L 和 M_H 也较高。总的来看,2种胶料的流动性和硫化特性基本相当。



1—SSBR SOL RC2557-A; 2—SSBR 5025-2。

图1 2种SSBR胶料的硫化曲线(140℃)

2.4 硫化胶性能

2.4.1 物理性能和耐老化性能

2种SSBR胶料物理性能和耐老化性能见表4。

从表4可以看出,与SSBR 5025-2胶料相比,SSBR SOL RC2557-A胶料老化前的拉伸强度、拉伸伸长率和撕裂强度较大,老化后性能变化率较小,说明其物理性能和耐老化性能均较好。

表4 2种SSBR胶料物理性能和耐老化性能

项 目	SSBR 牌号	
	SOL RC2557-A	5025-2
硫化胶性能(168℃×10 min)		
邵尔A型硬度/度	67	66
300%定伸应力/MPa	11.6	11.8
拉伸强度/MPa	18.1	15.7
拉伸伸长率/%	444	391
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	39	36
100℃×48 h 老化后性能		
邵尔A型硬度/度	69	69
邵尔A型硬度变化/度	2	3
300%定伸应力/MPa	14.2	15.0
300%定伸应力变化率/%	22.4	27.1
拉伸强度/MPa	17.1	15.4
拉伸强度变化率/%	-5.5	-1.9
拉伸伸长率/%	358	308
拉伸伸长率变化率/%	-19.4	-21.2
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	36	33
撕裂强度变化率/%	-7.7	-8.3

2.4.2 动态力学性能

2种SSBR胶料动态力学性能见表5。

表5 2种SSBR胶料动态力学性能

项 目	SSBR 牌号	
	SOL RC2557-A	5025-2
0 ℃时的 $\tan\delta$	0.514	0.467
60 ℃时的 $\tan\delta$	0.159	0.160

从表5可以看出：与SSBR5025-2胶料相比，SOL RC2557-A胶料0 ℃时的 $\tan\delta$ 较大，60 ℃时的 $\tan\delta$ 较小，说明其抗湿滑性较好，滚动阻力较小。

2.5 成品轮胎动态力学性能

用2种SSBR试制205/55 R16V XL YH12轮胎，2种成品轮胎的动态性能见表6。

从表6可以看出：2种试验轮胎的滚动阻力均达到C级，抗湿滑性能均达到B级。与SSBR 5025-2试制的轮胎相比，SSBR SOL RC2557-A试制的轮胎滚动阻力较小，抗湿滑性能较好。

3 结论

(1) 2种SSBR微观结构和相对分子质量无显

表6 成品轮胎动态性能

项 目	1#试验轮胎 SSBR SOL RC2557-A/ BR/白炭黑	2#试验轮胎 SSBR 5025-2/ BR/白炭黑
滚动阻力		
滚动阻力因数(RRC)	8.469	8.635
等级	C	C
抗湿滑性能		
抓着力因数(G)	1.47	1.43
等级	B	B

著差异，SSBR SOL RC2557-A的相对分子质量分布比SSBR 5025-2略窄。

(2) 与SSBR 5025-2胶料相比，SSBR SOL RC2557-A胶料的物理性能和耐老化性能均较好。

(3) 与SSBR 5025-2胶料相比，SSBR SOL RC2557-A胶料的抗湿滑性较好，滚动阻力较小。

(4) 与SSBR 5025-2试制的轮胎相比，SSBR 5025-2试制的轮胎滚动阻力较小，抗湿滑性能较好。2种SSBR试制的轮胎滚动阻力均达到C级，抗湿滑性能均达到B级，均可以满足当前出口欧盟的要求。

Properties of SSBR SOL RC2557-A

Huang Qingdong, Wang Feng, Wang Zhenhua, Cui Lishan

(1. PetroChina North China Sales Co., Beijing 100009, China; 2. China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract: The microstructure, molecular weight and molecular weight distribution, curing characteristics, physical properties and dynamic mechanical properties of the solution polymerized styrene-butadiene rubber (SSBR), SOL RC2557-A, from PetroChina Dushanzi Petrochemical Company, were investigated. The results showed that, compared with SSBR 5025-2 which was supplied by a foreign company, the molecular weight distribution of SOL RC2557-A was slightly narrower, the physical properties, aging resistance and wet skid resistance were better, and the rolling resistance was lower.

Keywords: solution polymerized styrene-butadiene rubber; microstructure; relative molecular weight; rolling resistance; wet skid resistance

欢迎订阅2013年《橡胶科技》，欢迎向《橡胶科技》投稿！