不同炭黑对溶聚丁苯橡胶性能的影响

解希铭，王丽静，王雷雷

（中国石油化工股份有限公司 北京化工研究院燕山分院/橡塑新型材料合成国家工程研究中心，北京　102500）

摘要：研究不同炭黑对溶聚丁苯橡胶（SSBR）性能的影响。结果表明：在密炼（一段混炼）过程中炭黑N330填充SSBR胶料的温度和功率均较高，不同炭黑填充SSBR胶料的粘-切依赖性大致相同；炭黑粒径越小、结构度越高，其填充SSBR胶料的Payne效应越显著；炭黑SP5000填充SSBR胶料的焦烧时间最长，炭黑N115，N234，N330和N550填充SSBR胶料的硫化速率稍快；粒径较小的炭黑填充SSBR硫化胶的物理性能和耐磨性能较优，但压缩温升较高；粒径相近而结构度较高的炭黑填充SSBR硫化胶的物理性能优于结构度较低的炭黑填充硫化胶；粒径较大的炭黑填充SSBR硫化胶的抗湿滑性能较好和滚动阻力较低，炭黑N774填充SSBR硫化胶的抗湿滑性能最好，且滚动阻力最低。

关键词：炭黑；溶聚丁苯橡胶；加工性能；物理性能；耐磨性能；压缩温升；动态力学性能

中图分类号：TQ330.38^{+}1；TQ333.1　　**文章编号：**1000-890X（2020）02-0097-07

文献标志码：A　　**DOI：**10.12136/j.issn.1000-890X.2020.02.0097

OSID开放科学标识码（扫码与作者交流）

溶聚丁苯橡胶（SSBR）是丁二烯和苯乙烯在烃类溶剂中经阴离子聚合而制得的共聚物[1-2]。在阴离子聚合过程中可以对SSBR中苯乙烯结合含量，丁二烯单元微观结构，苯乙烯单元序列分布，聚合物宏观结构、相对分子质量及其分布等进行调控，使之满足分子设计的要求，从而使SSBR在滚动阻力、抗湿滑性能和耐磨性能之间达到最佳平衡[3-5]。具有优良耐磨性能、耐屈挠性能、耐低温性能和动态力学性能的SSBR主要用于轮胎的胎面、胎体和胎侧等部位，在轮胎尤其是绿色轮胎、防滑轮胎、超轻量轮胎等高性能轮胎中具有广泛的应用，是目前世界各国重点研究、开发和生产的合成橡胶品种之一[6-9]。

补强填充剂应用的历史与橡胶材料的使用几乎同步，固体填充剂最重要的作用是提高橡胶材料的强度和加工性能以及降低成本[10-12]。炭黑作为主要的补强填充剂，可以有效提高橡胶材料的使用性能。本工作研究不同炭黑对SSBR加工性能和应用性能的影响，以期为实际生产和配方设计提供一定的参考。

基金项目：国家重点基础研究发展计划项目（2015CB654701）

作者简介：解希铭（1978—），男，黑龙江双城人，中国石油化工股份有限公司北京化工研究院燕山分院高级工程师，硕士，主要从事橡胶合成及加工应用技术开发。

E-mail：xiexm.bjhy@sinopec.com

1　实验

1.1　主要原材料

SSBR，牌号2636，结合苯乙烯质量分数为0.26，相对于丁二烯的乙烯基物质的量分数为0.63，门尼粘度[ML（1＋4）100 ℃]为62，充油量为37.5份，中国石油化工股份有限公司燕山石化公司产品；炭黑N115，N220，N234，N330，N339，N550，N660，N774和SP5000，美国卡博特公司产品；8#工业参比炭黑，青岛润福德贸易有限公司产品。

1.2　试验配方

SSBR　137.5，炭黑（变品种）　68.75，氧化锌　3，硬脂酸　1，硫黄　1.75，促进剂TBBS　1.38。

1.3　主要设备和仪器

BR1600型密炼机，英国法拉尔公司产品；XK-160型开炼机，青岛鑫城一鸣橡胶机械有限公司产品；P-50-PCD-3L 400×400型50 t平板硫化机，中国台湾磐石液压工业有限公司产品；GT-7080-S2型门尼粘度计、GT-M2000-A型无转子硫化仪、GT-7042-RE型橡胶弹性试验机、GT-7012-D型DIN磨耗仪和GT-7017-EL1型热氧老化试验箱，中国台湾高铁检测仪器有限公司产品；RPA2000橡胶加工分析（RPA）仪，美国阿尔法科技有限公司产品；RH2000型毛细管流变仪，英国马尔文仪器有限公司产品；TH210型邵氏硬度计，营

口市材料试验机厂产品；AG-20kNG型材料试验机，日本岛津公司产品；RH-2000型橡胶压缩生热试验机，北京友深电子仪器有限公司产品；RSS-Ⅱ型橡胶滚动阻力试验机，北京万汇一方科技发展有限公司产品；EPLEXOR500N型动态热机械分析(DMA)仪，德国GABO公司产品。

1.4 试样制备

胶料采用两段密炼工艺混炼，密炼机填充因数为0.7。一段混炼设定温度为70 ℃，转子转速为90 r·min^{-1}，先将SSBR加入密炼机中塑炼30 s，再加入炭黑、硬脂酸和氧化锌，当胶料温度达到170 ℃或总时间达到5 min后出料，停放4 h。二段混炼设定温度为40 ℃，转子转速为60 r·min^{-1}，将一段混炼胶加入密炼机中混炼30 s，再加入硫黄和促进剂TBBS，混炼240 s后出料。将二段混炼胶在开炼机上纵向薄通3次后下片，开炼机辊温为室温。

混炼胶在平板硫化机上硫化，硫化条件为160 ℃/15 MPa×t_{90}。

物理性能和耐热氧老化性能测试试样的厚度为2 mm，动态力学性能测试试样的厚度为1 mm。

1.5 测试分析

(1)密炼性能。根据密炼机混炼过程中胶料的温度以及功率随时间的变化趋势来评价SSBR的密炼性能。

(2)门尼粘度和门尼应力松弛。采用门尼粘度计按GB/T 1232.1—2016测试混炼胶的门尼粘度和应力松弛面积，测试温度为100 ℃。

(3)RPA分析。采用RPA仪对混炼胶进行应变扫描，应变范围为0.7%～100%，频率为1 Hz，测试温度为60 ℃。

(4)流变性能。采用毛细管流变仪测试混炼胶的流变性能，DA-1.0-16-180-15型口模(长径比为16∶1)，测试温度为100 ℃，剪切速率范围为10～1 000 s^{-1}。

(5)硫化特性。采用无转子硫化仪按GB/T 16584—1996测试混炼胶的硫化特性，测试温度为160 ℃。

(6)物理性能。采用邵氏硬度计按GB/T 531.1—2008测定硫化胶的邵尔A型硬度；采用材料试验机分别按GB/T 528—2009和GB/T 529—2008测试硫化胶的拉伸性能和撕裂强度，拉伸速率为500 mm·min^{-1}，测试温度为(23±2) ℃，试样长度为25 mm，宽度为6 mm。

(7)压缩疲劳生热。采用橡胶压缩生热试验机按GB/T 1687—1993测试硫化胶的压缩温升，试验条件为冲程 4.45 mm，负荷 1 MPa，温度 55 ℃，时间 25 min。

(8)滚动阻力。采用橡胶滚动阻力试验机测试硫化胶的功率损耗，试验条件为：负荷 15 MPa，速度 600 N·min^{-1}，时间 15 min；实心橡胶轮试样尺寸为外径 102 mm，内径 63.5 mm，宽度 19 mm。

(9)耐热氧老化性能。采用热氧老化试验箱按GB/T 3512—2014测试硫化胶的热氧老化性能，老化条件为100 ℃×48 h。

(10)动态力学性能。采用DMA仪对硫化胶进行温度扫描，拉伸夹具，试验条件为频率 11 Hz，温度范围 −80～80 ℃，升温速率 3 ℃·min^{-1}，静态应变 1%，动态应变 0.25%。

2 结果与讨论

2.1 理化性能

不同炭黑的主要理化性能参数如表1所示。

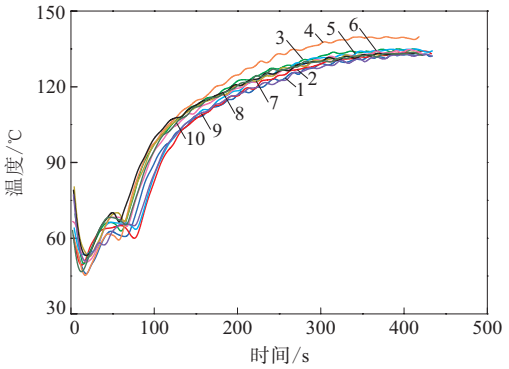
从表1可以看出，炭黑N115的粒径最小，炭黑N234，N339，N550和SP5000的DBP吸收值较大，为高结构炭黑，其中SP5000为大粒子、低表面积、高结构炭黑。

2.2 密炼性能

图1和2分别为不同炭黑填充SSBR胶料的密炼(一段混炼)温度和密炼功率随时间的变化曲线。

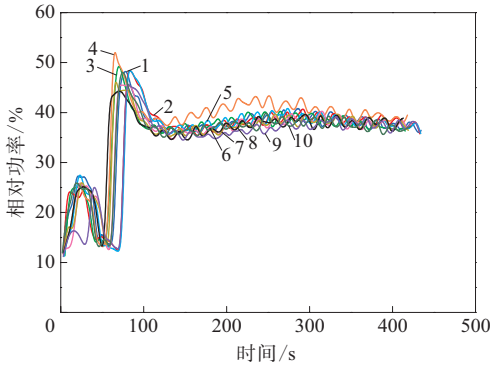
表1 不同炭黑的主要理化性能参数

项 目	炭黑品种									
	N115	N220	N234	N330	N339	N550	N660	N774	SP5000	8#工业参比炭黑
吸碘值/(g·kg^{-1})	160±6	121±5	120±5	82±5	90±5	43±4	36±4	32±5	27±4	82±5
DBP吸收值×10^5/(m^3·kg^{-1})	113±5	114±5	125±5	102±5	120±5	121±5	90±5	72±5	120±6	103±5



炭黑品种：1—N115；2—N220；3—N234；4—N330；5—N339；6—N550；7—N660；8—N774；9—SP5000；10—8#工业参比炭黑。

图1　不同炭黑填充SSBR胶料的密炼温度-时间曲线



注同图1。

图2　不同炭黑填充SSBR胶料的密炼功率-时间曲线

从图1可以看出，投料后各胶料的温度明显升高，在整个密炼过程中，填充炭黑N330胶料的温度较高，其余几种胶料的温度相差不大。

从图2可以看出，在密炼过程中，填充炭黑N330胶料的消耗功率较高，其余几种胶料的消耗功率相差不大。

2.3　门尼粘度和应力松弛面积

门尼粘度可以表征胶料的加工性能。胶料的门尼粘度大，塑性差，胶料不易混炼均匀及挤出性能差。应力松弛面积也能衡量胶料的加工性能。胶料的应力松弛面积越小，胶料的加工性能越好，反之则越差。不同炭黑填充SSBR胶料的门尼粘度和应力松弛面积如表2所示。

从表2可以看出，各炭黑填充胶料的门尼粘度由大到小依次为：N234，N115，N339，N220，N550，N330，8#工业参比炭黑，SP5000，N660，N774。应力松弛面积的变化趋势与门尼粘度大致相同。粒径较小、结构度较高的炭黑N115，N220，N234和N339填充胶料的门尼粘度和松弛面积较大。随着炭黑粒径的增大和结构度的减小，胶料的门尼粘度减小。对比粒径相近的炭黑N220与N234和炭黑N330与N339，均表现为后者的结构度大，其填充胶料的门尼粘度和应力松弛面积较大，说明炭黑的粒径越小、结构度越高，胶料的塑性越差，加工越困难。

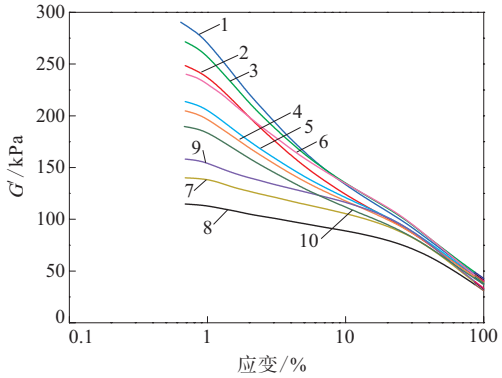
表2　不同炭黑填充SSBR胶料的门尼粘度和应力松弛面积

项　目	炭黑品种									
	N115	N220	N234	N330	N339	N550	N660	N774	SP5000	8#工业参比炭黑
门尼粘度[ML(1+4)100 ℃]	97	95	99	89	96	90	79	69	83	86
应力松弛面积	1 083	955	1 096	855	967	903	690	551	670	833

2.4　RPA分析

在较小应变下，胶料的储能模量(G')随着应变的增大变化很小，当应变达到一定值后，G'急剧下降，胶料在连续的增加应变作用下表现出的这种非线性行为被称作Payne效应。Payne效应揭示了填料在橡胶基体中的分散情况以及填料与橡胶基体、填料与填料之间的相互作用。通常将小应变下的G'记为G'_0，大应变下的G'记为G'_∞，以$\Delta G'$($G'_0-G'_\infty$)表征Payne效应程度，即填料的聚集程度，$\Delta G'$越大，Payne效应越明显。

不同炭黑填充SSBR胶料的G'-应变曲线如图3所示。



注同图1。

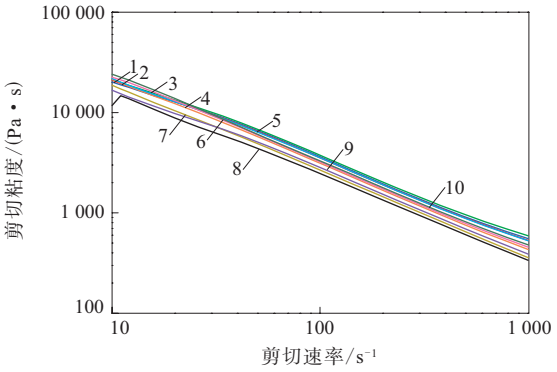
图3　不同炭黑填充SSBR胶料的G'-应变曲线

从图3可以看出，各胶料的G'均随着应变的增大而减小。当应变从0.7%增大到100%时，各炭黑填充胶料的$\Delta G'$由大到小依次为N115，N234，N220，N550，N339，N330，8#工业参比炭黑，SP5000，N660，N774。粒径较小的炭黑填充胶料的Payne效应较明显。对比粒径相近的炭黑N220与N234和炭黑N330与N339，发现结构度大的炭黑填充胶料的Payne效应均较明显。随着炭黑粒径的增大和结构度的减小，胶料的Payne效应减弱。

2.5 流变性能

胶料的剪切粘度与剪切速率关系曲线的斜率可以表征胶料的“剪切变稀”行为，即胶料的非牛顿性。不同炭黑填充SSBR胶料的剪切粘度-剪切速率曲线如图4所示。

从图4可以看出，10种炭黑填充胶料的剪切粘度-剪切速率曲线斜率相差不大，说明其粘-切依赖性大致相同。



注同图1。

图4 不同炭黑填充SSBR胶料的剪切粘度-剪切速率曲线

2.6 硫化特性

不同炭黑填充SSBR胶料的硫化特性如表3所示。

从表3可以看出：炭黑N339填充胶料的t_{s1}最短，其次是炭黑N220和8#参比炭黑填充胶料，这几种胶料容易产生早期硫化现象，在挤出工序中应当注意；炭黑SP5000填充胶料的t_{s1}最长。胶料的$t_{90}-t_{10}$可以用来表征热硫化阶段的硫化速率，其值越小，硫化胶的硫化速率越快，炭黑N115，N234，N330和N550填充胶料的硫化速率稍快，炭黑N220，N339，N774，SP5000和8#工业参比炭黑填充胶料的硫化速率稍慢。

表3 不同炭黑填充SSBR胶料的硫化特性

项 目	炭黑品种									
	N115	N220	N234	N330	N339	N550	N660	N774	SP5000	8#工业参比炭黑
F_L/(dN·m)	3.4	4.3	3.4	2.9	3.6	2.8	2.8	2.4	3.0	3.4
F_{max}/(dN·m)	7.7	16.2	7.6	7.3	18.6	6.0	11.7	13.3	14.5	17.2
$F_{max}-F_L$/(dN·m)	4.3	11.9	4.2	4.4	15.0	3.2	8.9	10.9	11.5	13.8
t_{s1}/min	7.2	5.5	6.9	6.9	4.8	7.9	7.6	7.7	8.4	5.4
t_{10}/min	5.2	5.7	5.0	4.9	5.6	5.7	7.1	7.6	8.5	5.8
t_{90}/min	12.7	21.0	11.7	12.5	28.5	12.6	17.9	28.7	26.8	26.0
$t_{90}-t_{10}$/min	7.5	15.3	6.7	7.6	22.9	6.9	10.8	21.1	18.3	20.2

2.7 物理性能

不同炭黑填充SSBR硫化胶的物理性能如表4所示。

从表4可以看出：炭黑N115，N220，N234，N330，N339，N550和8#工业参比炭黑填充硫化胶的硬度、300%定伸应力和拉伸强度明显大于炭黑N660，N774和SP5000填充硫化胶，而后者的回弹值明显大于和拉断永久变形明显小于前者；粒径最小的炭黑N115填充硫化胶的硬度、拉伸强度、拉断伸长率和拉断永久变形最大，回弹值最小；对比粒径相近的炭黑N220与N234和炭黑N330与N339，发现结构度大的炭黑填充硫化胶的硬度、定伸应力和拉伸强度均较高；粒径较小的炭黑N115，N220，N234和N330填充硫化胶的DIN磨耗量较小（炭黑N115填充硫化胶试样测试中易脱落，无法测试），压缩温升和功率损耗（滚动阻力）较高；对比粒径相近的炭黑N220与N234和炭黑N330与N339，发现结构度大的炭黑填充硫化胶的DIN磨耗量较大，压缩温升较高；炭黑N774和SP5000填充硫化胶的压缩温升和功率损耗较低，DIN磨耗量较大。

可以得出，粒径较小的炭黑填充硫化胶的物理性能和耐磨性能较优，但压缩温升和功率损耗较高；粒径相近、结构度大的炭黑填充硫化胶的物

表4　不同炭黑填充SSBR硫化胶的物理性能

项　目	炭黑品种									
	N115	N220	N234	N330	N339	N550	N660	N774	SP5000	8#工业参比炭黑
邵尔A型硬度/度	62	58	60	56	58	56	50	47	52	58
100%定伸应力/MPa	2.0	2.0	2.1	2.0	2.4	2.0	2.1	1.6	2.3	2.5
300%定伸应力/MPa	10.0	10.3	10.9	10.5	12.9	10.6	8.8	7.4	9.5	12.7
拉伸强度/MPa	20.5	18.6	20.3	19.4	19.4	19.5	12.3	11.9	12.6	17.0
拉断伸长率/%	522	472	486	519	427	503	419	456	418	388
拉断永久变形/%	19	16	18	17	13	16	7	7	7	10
回弹值/%	19	21	21	22	23	23	27	29	28	22
撕裂强度/(kN·m^{-1})	29	29	28	29	27	30	28	27	28	29
DIN磨耗量/mm^3	—	132	149	151	237	271	121	155	200	208
压缩温升/℃	39.6	33.1	34.6	30.1	30.7	30.7	23.0	21.5	26.1	29.7
功率损耗/(J·r^{-1})	2.68	2.32	2.41	2.18	2.08	2.15	3.03	1.72	1.56	2.10

理性能优于结构度小的炭黑填充硫化胶，但其耐磨性能稍差和压缩温升略高。

2.8　耐热氧老化性能

不同炭黑填充SSBR硫化胶的热氧老化性能如表5所示。

从表5可以看出：热氧老化后，各硫化胶的硬度增大，其中炭黑N774填充硫化胶的硬度变化最不明显；各硫化胶的100%和300%定伸应力均呈增大趋势，其中炭黑N660填充硫化胶的100%和300%定伸应力增幅最小，炭黑N774和8#工业参比炭黑填充硫化胶较小，炭黑N234和N330填充硫化胶较大；各硫化胶的拉伸强度和拉断伸长率均呈减小趋势，其中炭黑SP5000填充硫化胶的拉伸强度降幅最小，炭黑N220，N339和N774填充硫化胶的降幅较小，炭黑N550填充硫化胶的降幅最大；炭黑N339填充硫化胶的拉断伸长率降幅最小，炭黑N774和8#工业参比炭黑填充硫化胶较小，炭黑N550填充硫化胶最大，炭黑N234和N330填充硫化胶较大；炭黑N115和N339填充硫化胶的撕裂强度没有变化，其余8种硫化胶的撕裂强度均下降，炭黑N234，N774和SP5000填充硫化胶的撕裂强度降幅较小。

表5　不同炭黑填充SSBR硫化胶100 ℃×48 h热氧老化后的性能

项　目	炭黑品种									
	N115	N220	N234	N330	N339	N550	N660	N774	SP5000	8#工业参比炭黑
邵尔A型硬度/度	66	64	64	60	64	62	56	50	58	64
邵尔A型硬度变化/度	+4	+6	+4	+4	+6	+6	+6	+3	+6	+6
100%定伸应力/MPa	3.0	3.0	3.4	3.4	3.5	3.2	2.7	2.1	3.3	3.4
100%定伸应力变化率/%	+50.0	+50.0	+61.9	+70.0	+45.8	+60.0	+28.6	+31.3	+43.5	+36.0
300%定伸应力/MPa	13.5	14.1	15.8	14.8	16.5	14.6	10.7	9.2	11.7	15.5
300%定伸应力变化率/%	+35.0	+36.9	+45.0	+41.0	+27.9	+28.3	+21.6	+24.3	+23.2	+22.0
拉伸强度/MPa	19.6	18.4	19.2	18.3	19.1	17.7	12.0	11.7	12.5	16.3
拉伸强度变化率/%	−4.4	−1.1	−5.4	−5.7	−1.5	−9.2	−2.4	−1.7	−0.8	−4.1
拉断伸长率/%	422	380	358	378	354	361	339	371	331	317
拉断伸长率变化率/%	−19.2	−19.5	−26.3	−27.2	−17.1	−28.2	−19.1	−18.6	−20.8	−18.3
撕裂强度/(kN·m^{-1})	29	26	27	27	27	27	26	26	27	26
撕裂强度变化率/%	0	−10.3	−3.6	−6.7	0	−10.0	−7.1	−3.7	−3.6	−10.3

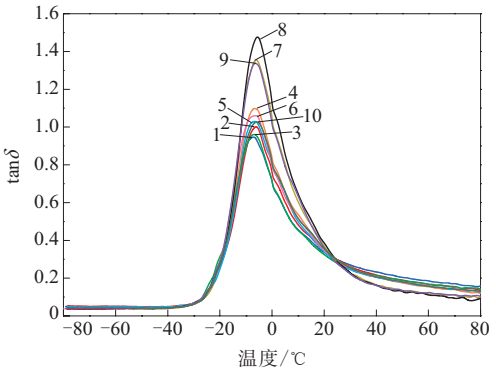
综合来看，炭黑N339，N660，N774，SP5000和8#工业参比炭黑填充硫化胶的耐热氧老化性能较好，炭黑N234，N330和N550填充硫化胶的耐热氧老化性能较差。

2.9　动态力学性能

以0 ℃时的损耗因子(tanδ)表征硫化胶的抗湿滑性能，其值越大，硫化胶的抗湿滑性能越好；以60 ℃时的tanδ表征硫化胶的滚动阻力，其值越小，硫化胶的滚动阻力越低。

不同炭黑填充SSBR硫化胶的DMA曲线和数据分别如图5和表6所示，其中T_g为玻璃化温度。

从图5和表6可以看出：炭黑N774填充硫化胶



注同图1。

图5 不同炭黑填充SSBR硫化胶的DMA曲线

0 ℃时的tanδ最大，60 ℃时的tanδ最小，说明其抗湿滑性能最好，且滚动阻力最低；炭黑N115填充硫化胶60 ℃时tanδ最大，0 ℃时的tanδ最小，说明其抗湿滑性能最差和滚动阻力最高。

总体来看，粒径较大的炭黑N660，N774和SP5000填充硫化胶的抗湿滑性能较好和滚动阻力较低，粒径较小的炭黑N115和N234填充硫化胶的抗湿滑性能较差和滚动阻力较高。

3 结论

(1)在密炼(一段混炼)过程中，炭黑N330填充SSBR胶料的温度和功率消耗均较高，其余胶料相差不大，10种炭黑填充SSBR胶料在加工过程中的粘-切依赖性大致相同。炭黑N339填充SSBR胶料的t_{s1}最短，其次是炭黑N220和8#工业参比炭黑填充胶料；炭黑N115，N234，N330和N550填充SSBR胶料的硫化速率稍快，炭黑N220，N339，N774，SP5000和8#工业参比炭黑填充SSBR胶料的硫化速率稍慢。

表6 不同炭黑填充SSBR硫化胶的DMA数据

项目	炭黑品种									
	N115	N220	N234	N330	N339	N550	N660	N774	SP5000	8#工业参比炭黑
tanδ	3.4	4.3	3.4	2.9	3.6	2.8	2.8	2.4	3.0	3.4
0 ℃	0.712 3	0.785 8	0.721 3	0.841 1	0.799 9	0.818 3	1.067 4	1.161 8	1.016 7	0.838 1
60 ℃	0.184 7	0.163 9	0.167 1	0.154 4	0.158 3	0.160 7	0.115 8	0.109 5	0.125 5	0.158 1
T_g/℃	−7.3	−6.4	−6.4	−6.4	−6.9	−7.4	−5.4	−5.4	−6.9	−5.2

(2)粒径较小、结构度较高的炭黑N115，N220，N234和N339填充SSBR胶料的门尼粘度和应力松弛面积较大，Payne效应较明显。炭黑的粒径越小、结构度越高，胶料的加工越困难。

(3)炭黑N115，N220，N234，N330，N339，N550和8#工业参比炭黑填充SSBR硫化胶的物理性能较优。粒径较小的炭黑N115，N220，N234和N330填充SSBR硫化胶的DIN磨耗量较小，但压缩温升和功率损耗较高；粒径相近、结构度大的炭黑填充SSBR硫化胶的物理性能优于结构度低的炭黑填充硫化胶，但其耐磨性能稍差，压缩温升较高。炭黑N774和SP5000填充SSBR硫化胶的压缩温升和功率损耗较低，DIN磨耗量较大。

(4)炭黑N774，N660，N339，SP5000和8#工业参比炭黑填充SSBR硫化胶的耐热氧老化性能较好，炭黑N234，N330和N550填充SSBR硫化胶的耐热氧老化性能较差。

(5)粒径较大的炭黑N660，N774和SP5000填充SSBR硫化胶的抗湿滑性能较好和滚动阻力较低；粒径较小的炭黑N115和N234填充SSBR硫化胶的抗湿滑性能较差和滚动阻力较高；炭黑N774填充SSBR硫化胶的抗湿滑性能最好，且滚动阻力最低。

参考文献：

[1] 昌焰，陈士朝，曹振纲. 溶聚丁苯橡胶结构与性能的关系[J]. 弹性体，1994，4(4)：35-39.

[2] 郑昆，顾培霜，陈松，等. 溶聚丁苯橡胶在绿色轮胎胎面体系中的应用[J]. 世界橡胶工业，2014，41(4)：6-9.

[3] Manley K，Barry M. Benefits of Solution Polymerized SBR[M]. Tire Technology International，Dorking：UK & International Press，1998：78-82.

[4] Sung W H，Dean A B. Evaluation of Various SBR in Tread Compounds[A]. The Rubber Division，American Chemical Society 135th Meeting. Mexico City：1990：15.

[5] 李小林. 溶聚丁苯橡胶的端基改性[D]. 北京：北京化工大学，2008.

[6] 夏斌，万晓军，李长途，等. 溶聚丁苯橡胶发展概况[J]. 弹性体，2011，21(5)：79-84.

[7] 李勇，易建军，陈继明，等. 溶聚丁苯橡胶生产技术现状及发展建

议[J]. 弹性体，2014，24（1）：78-82.
[8] 丁琳. 溶聚丁苯橡胶基本性能与结构研究[D]. 青岛：青岛科技大学，2010.
[9] Zimmerman B N，Kelley F N. The Polymer Program at the University of Akron：New Trends，New Directions[J]. Polymer News，1989，14（10）：311-317.
[10] 陈益艺，赵素合，张兴英，等. 高乙烯基溶聚丁苯橡胶在轮胎胎面胶中的应用[J]. 橡胶工业，2018，65（3）：268-273.
[11] Wagner M P. Reinforcing Silicas and Silicates[J]. Rubber Chemistry and Technology，1976，49（3）：703-774.
[12] 曲亮靓，解希铭，于国柱，等. 橡胶-填料相互作用对丁苯橡胶/白炭黑复合材料性能的影响[J]. 中国科学：化学，2014，44（11）：1723-1732.

收稿日期：2019-08-06

Effect of Different Carbon Black on Properties of SSBR

XIE Ximing，WANG Lijing，WANG Leilei

（Yanshan Branch of Beijing Research Institute of Chemical Industry，SINOPEC/National Engineering Research Center for Synthesis of Novel Rubber and Plastic Materials，Beijing　102500，China）

Abstract：The effects of different carbon black on the properties of solution polymerized styrene-butadiene（SSBR） were studied. The results showed that，both the temperature and power consumption of SSBR compound filled with carbon black N330 were high in one-stage mixing process. The viscosity-shear rate relationships of SSBR compound filled with different carbon black were almost the same. The smaller the particle size and the higher structure of carbon black were，the more obvious the Payne effect of the filled compound was. The scorch time of SSBR compound filled with carbon black SP5000 was the longest. The curing rate of SSBR compound filled with carbon black N115，N234，N330 and N550 was slightly faster，and the physical properties and wear resistance of SSBR vulcanizate filled with carbon black with smaller particle size were better，but the compression temperature rise was higher. The physical properties of SSBR vulcanizate filled with carbon black with similar particle size but a higher structure degree were better than those filled with carbon black with a lower structure degree. The SSBR vulcanizate filled with carbon black having larger particle size had better wet skid resistance and lower rolling resistance，while the SSBR vulcanizate filled with carbon black N774 had the best wet skid resistance and the lowest rolling resistance.

Key words：carbon black；SSBR；processability；physical property；wear resistance；compression temperature rise；dynamic mechanical property

赛轮集团超高性能轮胎实验室揭牌　2019年12月29日，赛轮集团股份有限公司（以下简称赛轮集团）超高性能轮胎实验室揭牌仪式隆重举行。国家橡胶与轮胎工程技术研究中心（以下简称国橡中心）首席科学家、怡维怡橡胶研究院院长王梦蛟与国橡中心常务副主任、赛轮集团董事长袁仲雪共同为实验室揭牌。

赛轮集团超高性能轮胎实验室项目自2018年开始筹划，是赛轮集团2025战略目标的重点项目。该实验室以全力支持集团中高端配套战略为首要目标，通过研发设计与产品验证的紧密结合，充分发挥产品目标设计与材料基础研究、成品性能测试的合力优势，持续、稳定、高效地提升赛轮集团的制造力和产品力。在此基础上，赛轮集团技术研发中心将逐步建立市场与研发共同驱动的产品规划体系，以拥有系统化的研发设计能力、制造施工能力和性能验证能力。借助自主技术系统标准及高性能验证体系，发挥大数据检测、分析和预测等优势，最终形成技术研发方面的核心竞争力，实现研发系统的整体提升。

赛轮集团超高性能轮胎实验室的正式启用，标志着赛轮集团在产品及技术验证能力方面已经达到国际轮胎行业先进水平。未来赛轮集团技术研发中心将持续提升自主技术研发创新能力，不断提高产品质量，助力品牌增值。

（赛轮集团股份有限公司　王绪平）