

用于电动汽车轮胎的高分子量功能化SSBR材料

2015年12月，联合国气候变化大会在巴黎举行，大会就《巴黎协定》进行了谈判，这是一项关于减少气候变化的全球协定。在2016年11月于马拉喀什举行的后续气候变化会议（COP22）上，《京都议定书》成员国同意设定将全球变暖控制在与工业化前水平相比低于 2°C 的可接受水平的目标。这一目标要求尽快实现二氧化碳的零排放。不幸的是，全球二氧化碳排放量仍处于非常高的水平，并且全球二氧化碳的排放增长也尚未停止。据统计，从2015~2021年，世界二氧化碳总排放量增加了2%，从 35.6×10^9 公吨增加到 36.3×10^9 公吨。世界道路运输的二氧化碳总排放占全球二氧化碳排放量的15%（运输总量的21%），仅在10年内（2010~2020年）就增加了近9%。此外，国际能源署（IEA）预计，到2070年，以乘用车公里为单位的全球运输量仍将翻一番。

较大的发达经济体对这些挑战做出了回应，制定了乘用车、轻型和重型卡车的二氧化碳排放标准。由于化石燃料汽车很难实现未来的二氧化碳排放目标（预计2030年欧洲乘用车的二氧化碳排放量为 $67\text{g}/\text{km}$ ），因此需要一种合适的节能替代品。电动汽车改善了乘用车的总体二氧化碳平衡，但销量仍然相对较低，尤其是在欧洲和中国以外（图1）。欧洲和中国汽车销量的增长是新电动汽车的快速发展以及对电动基础设施或公共交通投资的结果。



图1 全球电动汽车销量（电动汽车，包括插电式混合动力车）

欧盟委员会希望加快向电动汽车的过渡进程，并在最近确认了到2035年禁止销售内燃机乘用车的禁令。伴随着这一措施，包括沃尔沃、梅赛德斯-奔驰、保时捷、标致和欧宝在内的大型汽车制造商将在这一日期之前转向100%的电动乘用车生产。

汽车电动化的自加速趋势甚至影响了传统汽车零部件的构建。因此，电动汽车轮胎需要适应相对较高的发动机转弯力矩、较高的车辆重量以及相应的制动距离增加、有限的行驶里程和低噪音产生。所有这些都需要在不影响安全性或驾驶舒适性的情况下实现。

总之，轮胎制造商需要改善电动客车和轻型卡车的磨损、滚动阻力、制动距离和低噪音特性。

溶液法制得的苯乙烯-丁二烯共聚物（SSBR）是影响轮胎性能的重要组分，通常占轮胎配方的30%至60%。SSBR与选定的填料、炭黑或二氧化硅相互作用，并对橡胶混合物的加工行为以及最终硫化混合物的滚动阻力和磨损性能产生很大影响。此外，SSBR可以具有不同的玻璃化转变（ T_g ）温度，这决定了滚动阻力/湿抓地性能曲线；而聚合物结构和分子量决定了硫化橡胶胶料的机械性能曲线和耐磨性。

轮胎制造商为SSBR设定的优先事项是支持电动汽车用低滚动阻力轮胎的优异机械和磨损性能，这引发了新的经处理的蒸馏芳烃提取物（TDAE）延伸以及功能化高分子量SSBR的开发。目前正在引入不同 T_g 的新型矿物油延伸（OE）聚合物，并在以下文章章节中更详细地描述了相应的橡胶成分配方和性能特征。

增强型功能化聚合物，特别是功能化SSBR，预计仍将是可持续绿色电动汽车轮胎中决定性能的重要成分。

1 实验

1.1 聚合物特性

关于Sprintan 918S（实验室制备的新聚合物试样SSBR 1），OE SSBR包含25份的TDAE，门尼黏度为

76 MU。通过DSC测定, Sprintan 918S的透明(无油)SSBR馏分的 T_g 为 $-33\text{ }^\circ\text{C}$, 通过NMR测定, 聚丁二烯馏分中包含40 wt%的苯乙烯和26 mol%的1,2-聚丁二烯(也称为乙烯基含量)。

关于Sprintan 718S(实验室制备的实验级试品SSBR2), OE SSBR包含37.5份的TDAE, 门尼黏度为55MU。通过DSC测定, Sprintan718S的透明SSBR部分的温度为 $25\text{ }^\circ\text{C}$, 并且通过NMR测定, 其在聚丁二烯部分中包含28 wt%的苯乙烯和60 mol%的1,2-聚丁二烯。

关于SSBR 3(实验室制备的新实验级试品), OE SSBR包含37.5份的TDAE, 门尼黏度为67MU。通过DSC测定, Sprintan 718S的透明SSBR馏分的 T_g 为 $-29\text{ }^\circ\text{C}$, 并且通过NMR测定, 其在聚丁二烯馏分中包含40 wt%的苯乙烯和60 mol%的1,2-聚丁二烯。

关于SSBR4(实验室制备的比较基准SSBR试品), OE SSBR包含37.5份的TDAE, 门尼黏度为67MU。通过DSC测定, SSBR 4的透明SSBR部分的 T_g 为 $-34\text{ }^\circ\text{C}$, 并且通过NMR测定, 在聚丁二烯反应中包含40wt%的苯乙烯和24mol%的1,2-聚丁二烯。

关于SSBR 5(实验室制备的比较基准SSBR试品), OE SSBR包含37.5份的TDAE, 门尼黏度为55MU。通过DSC测定, SSBR 5的透明SSBR部分的 T_g 为 $-27\text{ }^\circ\text{C}$, 并且通过NMR测定, 其在聚丁二烯反应中包含25 wt%的苯乙烯和62 mol%的1,2-聚丁二烯。

使用DSC Q2000(TA Instruments)在以下条件下测定 T_g :

- 试品重量: 约10~12 mg
- 试品容器: Alu/S
- 温度范围: $-140\text{ }^\circ\text{C}$ ~ $80\text{ }^\circ\text{C}$
- 加热速率: 分别为20 K/min和5 K/min
- 冷却速率: 自由冷却
- 吹扫气体: 20 mL Ar/min
- 冷却剂: 液氮

对每个试品至少进行一次测量, 每次测量包括两次加热。第二次加热用于确定 T_g 。

聚丁二烯或苯乙烯-丁二烯共聚物的1, 4-顺式、1, 4-反式和1, 2-聚二烯含量之间的比率通过 $^1\text{H-NMR}$ 和 $^{13}\text{C NMR}$ 光谱测定(Bruker Analytical GmbH的Avance 400[$^1\text{H}=400\text{ MHz}$; $^{13}\text{C}=100\text{ MHz}$])。共轭

二烯烃部分中的1, 2-聚丁二烯含量还通过IR吸收光谱测定(Morello法, Bruker Analytics GmbH的IFS66FT-IR光谱仪)。红外试品是使用 CS_2 作为溶胀剂制备的。

聚合物(和聚合物复合材料)的门尼黏度是根据ASTMD1646(2004)在 $100\text{ }^\circ\text{C}$ [$M_L+4(100\text{ }^\circ\text{C})$]的温度下测量的, 预热时间为1 min, 转子运行时间为4 min。

1.2 胶料和硫化胶的制备

新开发的OE SSBR的新牌号, 以及用于比较的SSBR牌号, 也称为基准SSBR均与白炭黑混炼。相应的测试公式见表1~表3。橡胶板是根据Synthos Schkopau公司的内部程序, 使用科林双辊开炼机制成的。

根据ASTMD5289-95标准, 使用无转子剪切流变仪(MDR 2000 E, Alpha Technologies)测量生胶料(未硫化)的流变特性, 以确定硫化特性。除用于回弹性(RB)测试(ISO 4662)的试品外, 其他试品的硫化温度均为 $160\text{ }^\circ\text{C}$, 硫化温度为 t_{95} , 而用于回弹性(RB)测试的试品的硫化温度为 $160\text{ }^\circ\text{C}$, 硫化温度为 t_{95+5} 。

表1 OE SSBR Sprintan 918S和SSBR 4的三段配方

第一和第二混炼阶段	918S, 份	基准SSBR4, 份
SSBR	100	110
高顺镍基丁腈橡胶	20	20
白炭黑 160m ² /g	80	80
硅烷 TESPD	6.9	6.9
6PPD	2	2
蜡	1.5	1.5
氧化锌	2.5	2.5
硬脂酸	1	1
TDAE	10	0
第三次混炼		
硫磺	1.4	1.4
TBBS	1.7	1.7
DPG	2	2

表2 OE SSBR 3和SSBR 4的三段混炼配方

第一和第二混炼阶段	新SSBR 3,份	基准SSBR 4,份
SSBR	110	110
高顺式 Ni-BR	20	20
二氧化硅 BET 160 m ² /g	80	80
硅烷 TESPD	6.9	6.9
6 PPD	2	2
蜡	1.5	1.5
氧化锌	2.5	2.5
硬脂酸	1	1
第三混炼阶段		
硫磺	1.4	1.4
TBBS	1.7	1.7
DPG	2	2

表3 OE SSBR Sprintan 718S和SSBR 4的三段配方

第一和第二混炼阶段	718S, 份	基准 SSBR 4, 份
SSBR	110	110
高顺式 Ni-BR	20	20
二氧化硅 BET 160 m ² /g	80	80
硅烷 TESPD	6.9	6.9
6 PPD	2	2
蜡	1.5	1.5
氧化锌	2.5	2.5
硬脂酸	1	1
第三混炼阶段		
硫磺	1.4	1.4
TBBS	1.7	1.7
DPG	2	2

根据 ASTM D412-98A, 在 Zwick Z010 上测量了拉伸强度、断裂伸长率、100% 拉伸模量 (模量 100) 和 300% 拉伸模量 (模量 300)。根据 ASTM D 2240 测量了 0 °C、23 °C 和 60 °C 时的邵 A 硬度。

根据 ASTM D623 方法 A, 在 Doli Goodrich 挠曲仪上测量热堆积。

根据 ISO 4662 标准测量 0 °C、23 °C 和 60 °C 下的回弹性。使用德国 Netzsch Gabo Instruments GmbH 生产的 Eplexor 150N/500N 动态光谱仪, 在应变测量模式下, 以 2 Hz 的频率施加 3% 的静态应变和 2% 的动态应变, 测量了 0 °C 和 60 °C 时的 Tan δ 和存储模量 E'。使用相同的设备和负载条件测量了 0 °C 和 60 °C 时的 Tan δ 。

DIN 磨损率根据 DIN 53516 (1987-06-01) 标准进行测量。挤出温度为 125 °C, 使用 B50 驱动装置 (Brabender GmbH, 德国生产), 该装置配备了加维模具。

1.3 混炼研究

混炼研究在 1.6 L HF 密炼机 (德国 HF 集团) 中进行, 混炼室容积为 1 600 cm³, 填充系数为 0.72, 混炼室初始温度为 50 °C, 转子初始转速为 60 r/min。除硫磺/促进剂系统外, 所有配料均在第一混炼步骤中加入 (聚合物、2/3 白炭黑+硅烷和 1/3 白炭黑+化学品)。关闭柱塞后, 混炼时间为 4 min。在二段混炼步骤 (3.5 min) 中, 对一段混炼步骤中的胶料进行均质。在混炼步骤 3 中加入硫磺/促进剂系统, 混炼时间为 70 s。此段的质量温度低于 120 °C。填充系数也作了相应调整。

2 结果与讨论

2.1 新型消光 OE-SSBR 白炭黑配方特点

对于电动乘用车轮胎, 轮胎制造商要求 SSBR 兼具低滚动阻力、良好的耐磨性、优异的机械性能和高湿抓地力。通过使用高分子量的二氧化硅功能化 SSBR, 并为聚合物选择正确的微结构和偶联结构, 可以轻松满足这些要求。

高分子量的高功能化 SSBR 牌号的一个缺点是混炼和挤出特性严重变差。SSBR-二氧化硅混合物黏度高、门尼斜率增大、生橡胶成分的碾磨橡胶板或挤出物表面粗糙以及生坯强度低, 这些都是轮胎制造过程中加工困难的典型表现。可通过添加加工助剂或影响轮胎性能的低分子量成分 (如树脂、硅烷或低黏度聚合物) 来解决轮胎混炼或挤压过程中的难题, 这些成分对橡胶配方的加工性能也有积极影响。

此外, 通过增加额外的胶料混炼步骤、降低轮胎胶料生产工艺的运行速度或投资改进胶料混炼技术, 可以更好地控制橡胶成分的加工。遗憾的是, 引入更多加工改进成分会增加混炼过程的复杂性, 并可能导致不希望出现的反应或性能特征, 从而延长新型高性能轮胎配方的开发时间。增加进一步的混炼步骤、降低轮胎胶料的生产运行率或投资增强型混炼技术, 都会导致经济型工艺的减少, 而这些工艺在商业应用中往往不具有竞争力。

因此, SSBR 要实现电动乘用车轮胎的上述目标性能特性的增强和新的功能化 SSBR 胶料的平衡处理。高分子量商用 TDAE 油扩展牌号, Sprintan SLR 6430、Sprintan SLR4630 和 Sprintan 941S, 是非功能化的, 适用于不同目标 T_g 领域。由于与具有相同微观结构的透明 (无油) SSBR 相比, 高分子量 SSBR 具有相对较低的滞后能量损失, 上述 OE SSBR 已经在磨损、滚动阻力和湿抓地力方面具有相当好的平衡, 而不会在轮胎生产中造成显著的加工挑战。

电动汽车的有限行驶距离引发了对不同 T_g 版本的功能化 SSBR 的需求, 使其能够与二氧化硅有效相互作用, 而不会对新功能化 SSBR-二氧化硅配方的加工产生负面影响, 也不会影响滚动阻力、湿抓地力和耐磨性的平衡。因此, 开发了三种新的功能化的 SSBR 牌号, Sprintan 918S、Sprintan 718S 和新的实验级 SSBR 3, 它们对应于以下 OE-SSBR T_g: -36 °C、-25 °C 和 -30 °C。

关于 Sprintan 918S 的性能特征, 与相应的非功能化基准 SSBR 4 相比, 原胶料制成的橡胶片的表面是光

滑的(图2), 并提供了平衡的胶料门尼黏度。所选的聚合物功能化与胶料中的二氧化硅反应不强烈, 因此仍然能够很好地控制目标门尼黏度。

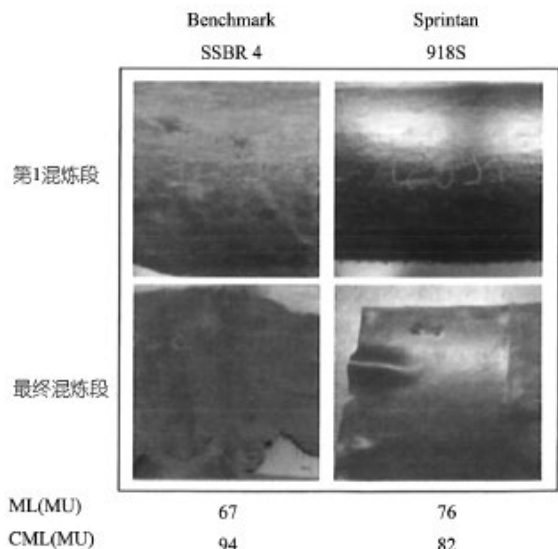


图2 Sprintan 918S和SSBR 4胶料制成的橡胶板

通常大型电动乘用车的重型电池组增加了对轮胎机械稳定性的要求。对橡胶胶料的硫化试样进行断裂拉伸试验。图3表明, Sprintan 918S和非功能化基准SSBR 4的硫化胶料的拉伸强度接近, 而前者的断裂伸长率略有下降。这被认为是新功能化SSBR弹性增加的结果。

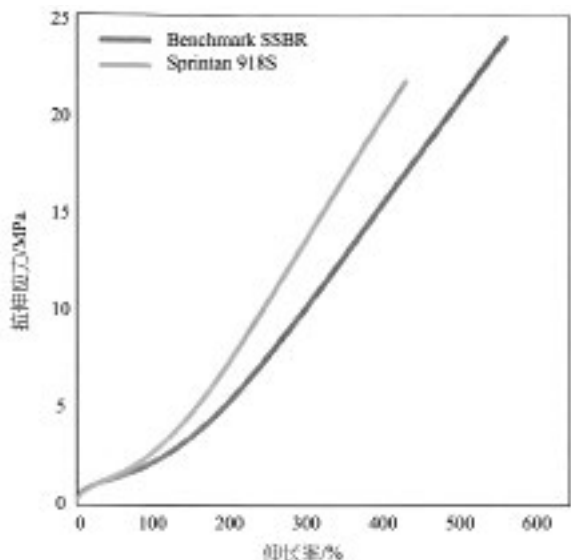


图3 Sprintan 918S和SSBR 4胶料的拉伸应力与伸长率曲线

通过进行动态力学和回弹实验来评估滚动阻力和湿抓地力(表4、图4和图5)。DMA曲线表明, Sprintan 918S在60 °C时tanδ降低了18%, 在0 °C时tanδ

增加了11%。这种改进的滚动阻力/湿抓地力平衡得到了60 °C下增加的回弹性和增加的300模量值的支持, 后者表明二氧化硅—聚合物的相互作用增加了。

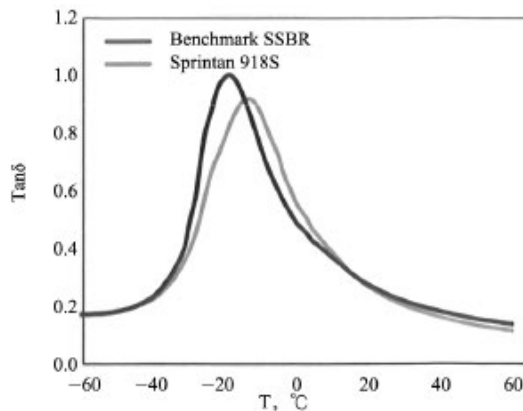


图4 Sprintan 918S和SSBR 4胶料的DMA曲线

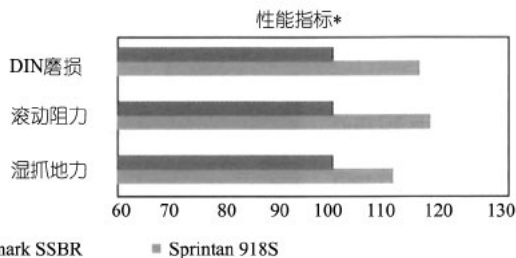


图5 与SSBR 4胶料相比, Sprintan 918S的主要性能改进汇总

表4 Sprintan 918S和SSBR 4胶料的机械性能特征

	基准SSBR4	Sprintan 918S
抗拉强度, MPa	23.6	21.6
断裂伸长率, %	559	432
模量100, MPa	2.1	2.6
模量300, MPa	9.9	13.3
23摄氏度下的硬度计A	63.3	61.9
0°C时的回弹性, %	11.7	10.3
60°C时的回弹性, %	56.5	59.7

表5 新型SSBR 3和SSBR 4胶料的机械性能特征

	基准SSBR4	新型SSBR 3
抗拉强度, MPa	24.4	23.6
断裂伸长率, %	533	493
模量100, MPa	2.2	2.3
模量300, MPa	11.1	11.8
DIN磨损, mm ³	115	115

表6 新型SSBR 3和SSBR 4复合材料的回弹性和tanδ值

	基准SSBR4	新型SSBR 3
23°C下的硬度计A	57	61
“0°C时的回弹性, %	15	11
23°C下的回弹性, %	33	29
60°C时的回弹性, %”	59	57
0°C时的Tanδ	0.441	0.549
60°C时的Tanδ	0.137	0.124
tanδ _{max} 时的T, °C	-20	-14

表7 Sprintan 718S和SSBR 5胶料的回弹性和tanδ值

	基准SSBR5	Sprintan 718S
0℃时的回弹弹性, %	13	11.9
60℃时的回弹率, %	55.9	58.1
0℃时的Tanδ	0.483	0.495
60℃时的Tanδ	0.138	0.109
tanδ _{max} 时的T, °C	-18	-16
DIN磨损, mm ³	118	111

表8 Sprintan 718S和SSBR 5复合材料的机械性能特征

	基准SSBR5	Sprintan 718S
抗拉强度, MPa	16.9	16.5
断裂伸长率, %	406	372
模量100, MPa	2.4	2.4
模量300, MPa	10.9	12.2
23℃时硬度计的邵A硬度	61.7	58.3

与SSBR 4配方相比, Sprintan 918S在硫交联混合物的DIN磨损方面提高了18%。因此, 在电动汽车轮胎中使用Sprintan 918S可能是一个很好的措施, 特别是当电动汽车的高扭矩导致轮胎磨损增加时。

关于新的实验级SSBR 3的性能特征, 从第一和最后(第三)混炼阶段得到的SSBR 3衍生的新胶料制成的橡胶片表面是光滑的(图6), 胶料门尼黏度接近于来自相应的非功能化基准SSBR 4的胶料的门尼黏度。与SSBR 4相比, SSBR3的胶料门尼斜率相似。这些观察结果表明, 所选择的聚合物功能化不会与胶料中的二氧化硅发生强烈反应, 从而能够很好地控制相同斜率值下的目标胶料门尼黏度。如图7所示, 在应用不同的螺杆速率后获得的SSBR 3和SSBR 4胶料的Garvey挤出物的外观相当相似, 这进一步支持了这一观察结果。

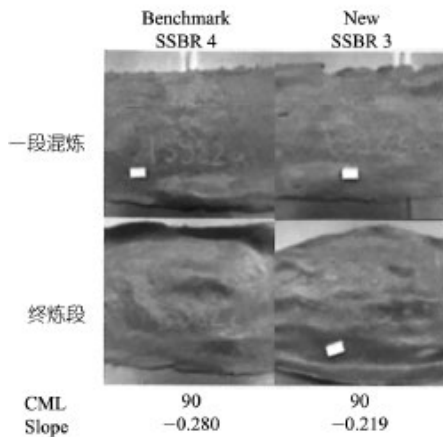


图6 新型SSBR 3和SSBR 4胶料制成的橡胶片

图8 显示, 新型 SSBR 3 硫化胶的拉伸应力与伸长

率曲线与未功能化的基准 SSBR 4 硫化胶的曲线几乎一致, 尽管断裂伸长率略有下降。断裂伸长率的下降可能是由于功能化新 SSBR 3 的弹性增加所致。表5 中列出的 DIN 耐磨性测试结果表明, 两种聚合物的耐磨性相同, 这被认为是一个很好的结果。

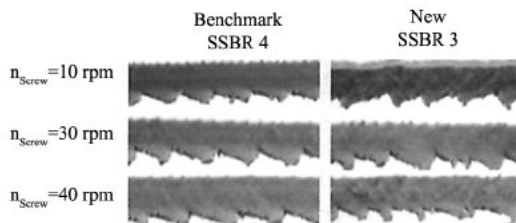


图7 不同螺杆速率下新的SSBR 3和SSBR 4胶料的Garvey挤出物

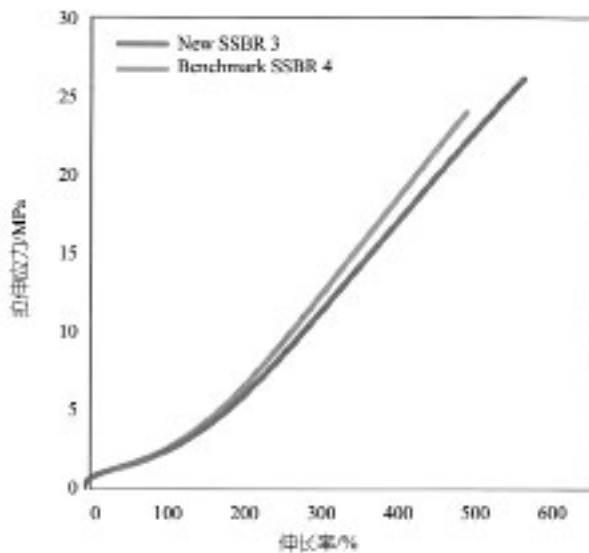


图8 新型SSBR 3和SSBR 4胶料的拉伸应力与伸长率曲线

图9 中的 DMA 曲线显示, 0℃ 时的 tanδ 增加了 25%; 这既是牌号 T 值不同的结果, 表现为 tanδ 最大值 (tanδ_{max}) 所在温度的变化, 也是 tanδ 曲线变宽的结果, 同时, 60℃ 时的 tanδ 也略有改善 (低了 10%)。在 0℃ 时测得的 tanδ 值的增加与表 6 中观察到的回弹性有密切的相关性。以 SSBR3 为基础的硫化胶在 60℃ 时的回弹弹性与基准 SSBR4 的回弹弹性相同, 二者没有遵循相同的趋势。

在 Sprintan 718S 的性能特征方面, 基于 Sprintan 718S 的生胶表面光滑(图10), 胶料的门尼黏度接近于相应的非功能化基准 SSBR 5 的胶料。这表明所选聚合物功能化不会与胶料中的二氧化硅发生强烈反应, 从而能够很好地控制目标胶料的门尼黏度。

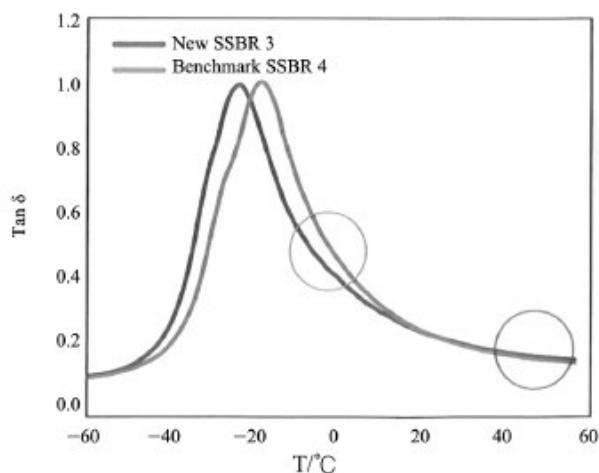


图9 新型SSBR 3和SSBR 4胶料的DMA曲线

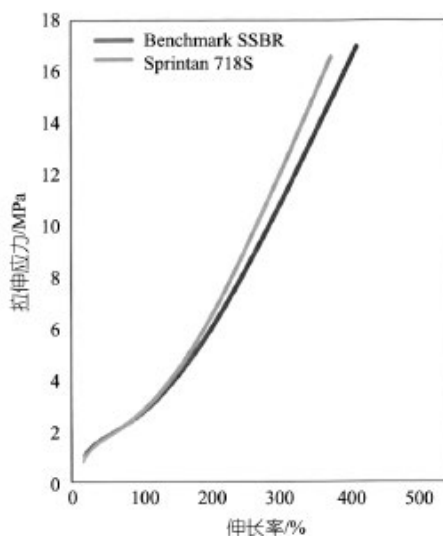


图11 Sprintan 718S和SSBR 5胶料的拉伸应力与伸长率曲线

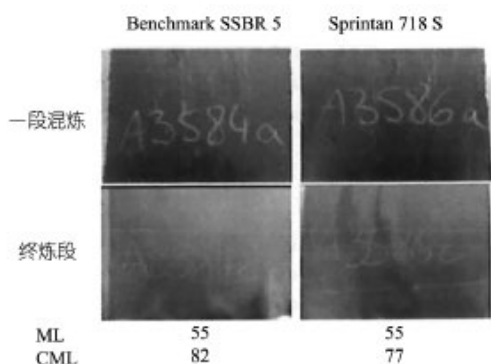


图10 Sprintan 718S和SSBR 5胶料制成的的橡胶板

对硫化过的聚合物试品进行拉伸试验，直至断裂。图11显示，Sprintan 718S 硫化胶的拉伸强度与未功能化的基准 SSBR 5 硫化胶的拉伸强度几乎相同。Sprintan 718S 硫化胶的断裂伸长率也与基准 SSBR 5 硫化胶基本相同，这表明这两种 SSBR 试品具有相似的弹性。

通过动态机械和回弹实验，对滚动阻力和湿地抓地力进行了评估（表 7 和图12、13）。动态机械曲线表明，Sprintan 718S 在 60 °C 时的 $\tan\delta$ 降低了 21%，在 0 °C 时的 $\tan\delta$ 提高（增加）了 3%。这种滚动阻力/湿地抓地力平衡的改善得益于 60 °C 回弹弹性的增加和 0 °C 回弹弹性的降低。表8 显示，Sprintan 718S 硫化胶的模量 300 值较高，这与上述结果是一致的，因为它表明硅与聚合物之间的相互作用增强了。

3 结论

客户对电动汽车用节能轮胎的需求引发了 Synthos 的密集研究活动。对电动汽车轮胎要求的研究内容方

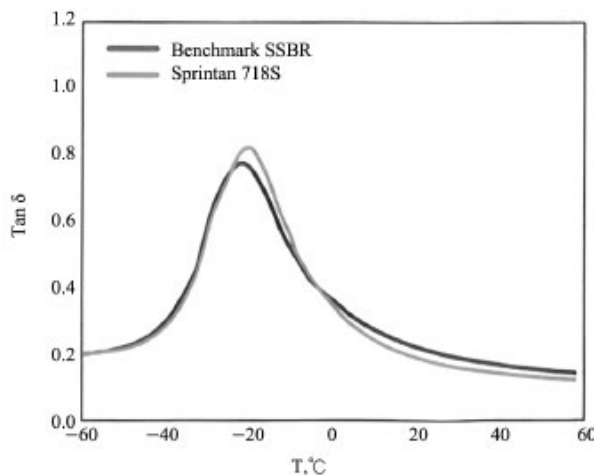


图12 Sprintan 718S和SSBR 5胶料的DMA曲线

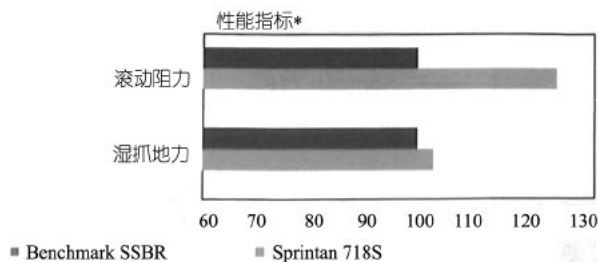


图13 Sprintan 718S和SSBR 5胶料的关键性能改进总结

面，增加了解决磨损和湿地抓地力特性的必要性，因为这两种特性都会受到电动汽车大重量的负面影响。

因此，一种新的 Synthos 专利功能化技术被应用于 SSBR，以改善滚动阻力/湿地抓地耐磨性的平衡。由于 SSBR 中二氧化硅活性基团的增加会给轮胎胶料生

产过程中的加工带来风险，因此在设计新型功能化SSBR的过程中还应考虑如何以合理的生产方式来加工SSBR配方。

通过研发，我们开发出了三种TDAE扩展的功能化SSBR解决方案，可用于电动汽车轮胎配方。Sprintan 918S在预测性实验室测试中，与市场公认的非功能化基准SSBR相比，滚动阻力提高了18%，湿抓地力提高了11%，耐磨性提高了18%。这种新牌号的T_g值相对最低，已经开始大批量生产，因此可以迅速满足客户日益增长的需求；Sprintan 718S具有相对最高的T_g，可使滚动阻力降低21%，同时提高了湿抓地力和耐磨性。

新的试验牌号SSBR 3，旨在为客户提供一种选择，即在不对轮胎磨损产生负面影响的情况下，以优

异的滚动阻力性能水平提高湿抓地力。在预测性实验室测试中，与选定的非功能化基准SSBR相比，SSBR 3湿地抓地力提高了25%，滚动阻力提高了10%，这对新轮胎的开发具有吸引力。

Sprintan 718S和SSBR 3已成功进行了多次试验，并计划进一步升级到工业化生产。

这里介绍的所有牌号，包括所述的基准牌号，都具有优异的机械性能，并且可以在不经历显著挑战的情况下进行复合。因此，Sprintan 918S、Sprintan 718S和SSBR 3这三种新牌号都实现了为轮胎行业提供SSBR解决方案的目标，它们易于加工，能够制造节能、低磨损和安全的轮胎，还能承受高负荷。

摘编自《Rubber World》No.9/2023

章羽

三菱化学：高性能聚碳酸酯树脂被用于智能手机外壳

三菱化学集团的高性能聚碳酸酯树脂“XANTAR™ K系列”被选用于总部在英国伦敦的数码产品公司NOTHING推出的智能手机“Nothing Phone(2a)”的外壳（背板）。

XANTAR™是一种高性能聚碳酸酯树脂，具有优异的透明性、抗冲击性、阻燃性、耐热性和电气特性，多年来被广泛应用于各种领域。此次使用的特殊聚碳酸酯树脂“XANTAR™ K系列”凝聚了本集团多年以来精心研发的聚合和复合技术，与普通的聚碳酸酯树脂产品相比，它的表面硬度更高，并改善了作为聚碳酸酯树脂的不耐刮擦性的弱点，因此其在智能手机外壳和汽车内饰件领域的使用正在扩大。此外，本集团还拥有广泛的产品阵容，可满足高阻燃性、低介

质损耗、低双折射、选择性波长吸收、防水性和回收利用等各种客户需求。

NOTHING面向市场推出的智能手机具有先进的技术和创新的设计，而“Nothing Phone (2a)”更是具有透明的外壳和发光背面等独特功能。这是XANTAR™首次应用于NOTHING的智能手机，XANTAR™ K系列的透明度、表面硬度、加工性能等特性受到了高度评价。

本集团作为一家可提供创新型解决方案、主营专业材料的公司，今后将继续通过XANTAR™的发展，提供更多高功能产品。

摘编自“三菱化学”

