

天然橡胶/炭黑/二硫化钼复合材料的制备和性能研究

谢丽娜¹, 房自力², 杨姣², 龚笑笑², 朱长进^{1*}, 陆明², 曹芬²

(1. 北京理工大学 化学与化工学院, 北京 102488; 2. 陕西延长石油集团橡胶有限公司, 陕西 咸阳 712000)

摘要:采用超声粉碎法制备二硫化钼(MoS_2)纳米碎片,以不同用量的 MoS_2 (纳米碎片)等量替代天然橡胶(NR)/炭黑(CB)复合材料中部分CB,制得NR/CB/ MoS_2 复合材料,研究不同用量 MoS_2 等量替代部分CB对复合材料Payne效应、硫化特性、物理性能、耐磨性能和动态力学性能的影响。结果表明:少量 MoS_2 等量代替部分CB有助于复合材料中填料分散, MoS_2 用量过大则使填料又趋于聚集;少量 MoS_2 等量代替部分CB会减弱复合材料的Payne效应,有利于提高复合材料的物理性能和耐磨性能,但对复合材料的滚动阻力和抗湿滑性能影响较小;过量 MoS_2 等量代替部分CB,则其对复合材料的补强能力减弱,甚至导致复合材料性能下降。

关键词:二硫化钼;天然橡胶;炭黑;复合材料;分散;耐磨性能;动态力学性能

中图分类号: TQ332.6; TQ330.38^{+1/+3}

文章编号: 1000-890X(2019)09-0650-07

文献标志码: A

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2019.09.0650

天然橡胶(NR)因具有高弹性、低透气性和低滚动阻力等优异性能,被广泛应用于轮胎和履带等橡胶制品中。为了满足橡胶特定的性能要求,往往需要在橡胶中添加填料进行补强^[1]。在橡胶工业中,炭黑(CB)是用量最大、应用范围最广的填料,通过加入CB,橡胶复合材料的拉伸强度、撕裂强度和耐疲劳性能得到极大改善^[2]。然而,由于CB粒子间的范德华力作用,使得大量CB粒子易团聚形成聚集体,造成橡胶复合材料的补强效率降低、滞后损失增大^[3]。研究得出,碳纳米管(CNTs)^[4-5]和石墨烯(GE)^[6-7]等高性能纳米填料与CB二元组合并用于橡胶改性,对增强橡胶复合材料的物理性能等具有协同作用。因此,可采用少量高性能的纳米补强填料代替部分CB填充橡胶,可以提高以增强橡胶复合材料的特定性能。L.Valentini等^[6]用少量GE代替部分CB填充乙烯/丙烯/二烯三元共聚物,对三元共聚物复合材料的动态性能具有显著改善,这是因为GE与CB间的协同作用增强了材料网络结构。

由于GE对橡胶复合材料具有显著补强效果,因此作为GE类似物的二维纳米填料,如过渡金属二硫化物(TMDCs)也被日益关注^[8]。二硫化钼(MoS_2)作为典型的TMDCs,因其具有优异的物理性能,如高强度和低摩擦因数^[9]等,可作为补强填料用于聚合物中。研究表明,将 MoS_2 纳米填料加入到聚合物如环氧树脂^[10]和丁腈橡胶^[11]等中,可获得具有较高力学性能和热性能的复合材料。

为了改善橡胶复合材料的特定性能,本工作采用超声粉碎法制备 MoS_2 纳米碎片,将 MoS_2 (纳米碎片)作为填料等量代替部分CB用于填充NR,采用机械共混法制备NR/CB/ MoS_2 复合材料,探讨 MoS_2 用量对复合材料Payne效应、硫化特性、物理性能、耐磨性能和动态力学性能的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

NR, STR20, 延长石油集团(香港)有限公司产品;炭黑N330, 江西黑猫炭黑股份有限公司产品;四氢呋喃(THF)和 MoS_2 (粒径小于2 μm , 纯度为99%), 天津希恩斯生化科技有限公司产品。

1.2 试验配方

NR 100, 氧化锌 3.5, 硬脂酸 2, 防老剂

基金项目:国家自然科学基金资助项目(21572021)

作者简介:谢丽娜(1993—),女,湖北襄阳人,北京理工大学在读硕士研究生,主要从事橡胶复合材料配方设计研究。

*通信联系人(zcj@bit.edu.cn)

6PPD/4020 1.5, 防老剂TMQ/RD 1, B型微晶蜡 1, 防焦剂CTP 0.2, 硫黄 1.3, 促进剂TBBS 1.05, CB/MoS₂ 52(变并用比)。配方编号M0—M7中MoS₂用量分别为0, 0.75, 1, 1.5, 3, 4.5, 6, 7.5。

1.3 主要设备和仪器

BB-2型密炼机, 东莞昶丰橡塑机械科技有限公司产品; QLB-100T-S型平板硫化机, 南通海利特橡塑机械有限公司产品; 超声波细胞粉碎机, 宁波新芝生物科技有限公司产品; HITACHI S-4800型扫描电子显微镜(SEM), 日本日立公司产品; RPA2000橡胶加工分析(RPA)仪和MDR-2000型无转子硫化仪, 美国阿尔法科技有限公司产品; GT-313-A1型厚度计, 中国台湾高铁科技股份有限公司产品; GT-GS-MB型硬度计, 高铁检测仪器(东莞)有限公司产品; Instron-3365型电子万能试验机, 美国英斯特朗公司产品; DIN磨耗量测试仪, 昆山景新通电子科技有限公司产品; DMA Q800型动态力学性能分析仪, 德国高宝公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 MoS₂纳米碎片的制备

采用超声法制备MoS₂纳米碎片^[12]。将MoS₂加入到适量THF中, 在功率为400 W的超声波细胞粉碎机中超声粉碎5 h, 过滤, 干燥, 得到MoS₂纳米碎片。

1.4.2 NR/CB/MoS₂复合材料的制备

采用机械共混法制备NR/CB/MoS₂复合材料。首先在密炼机中加入NR生胶塑炼40 s, 然后加入MoS₂、CB和其他配合剂(硫化体系除外)混炼5 min, 随后加入硫黄和促进剂混炼5 min, 排胶, 得到混炼胶。将混炼胶在室温下停放24 h后, 采用平板硫化机在151 °C × 30 min条件下制备硫化胶。

1.5 测试分析

1.5.1 SEM分析

试样(混炼胶)用液氮脆断, 然后用SEM对试样截面进行扫描, 观察填料分散情况。

1.5.2 RPA分析

采用RPA仪对混炼胶进行应变扫描, 测试频率为1 Hz, 温度为60 °C, 应变扫描范围为1%~100%, 得到复合材料的剪切储能模量(G')—应变曲线和损耗因子($\tan\delta$)—应变曲线。

1.5.3 硫化特性

采用无转子硫化仪按照GB/T 16584—1996测定胶料的硫化特性, 硫化温度为151 °C。

1.5.4 物理性能

按照相应国家标准测试硫化胶的物理性能, 其中拉伸性能和撕裂强度(直角形)测试拉伸速率为500 mm · min⁻¹, 温度为23 °C。

1.5.5 耐磨性能

采用DIN磨耗量测试仪按照GB/T 9867—2008测试硫化胶的耐磨性能。

1.5.6 动态力学性能

采用动态力学性能分析仪测试硫化胶的动态力学性能, 采用拉伸形变模式, 测试频率为10 Hz, 温度范围为-60~80 °C, 升温速率为5 °C · min⁻¹, 获得硫化胶储能模量(E')—温度曲线和 $\tan\delta$ —温度曲线。

2 结果与讨论

2.1 微观形貌

填料的分散状态和网络结构对橡胶复合材料性能具有关键性影响。超声前后MoS₂在THF中分散30 min后的状态如图1所示, 超声前后MoS₂的SEM照片如图2所示。

从图1可以看出, 未超声的MoS₂沉降在烧杯底部, 超声后的MoS₂悬浮在THF中并均匀分散。这说明超声粉碎后的MoS₂粒径和厚度更小。从图2也可以看出, 未超声的MoS₂具有较多较完整的多层状结构[图2(a)], 超声后的MoS₂层状结构被破坏并出现大量碎片化结构[图2(b)]。

不同MoS₂用量的NR/CB/MoS₂复合材料的SEM照片如图3所示。

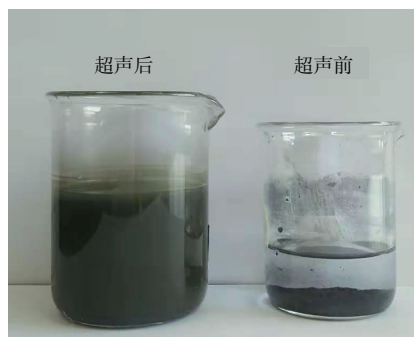


图1 超声前后MoS₂在THF中分散30 min后的状态

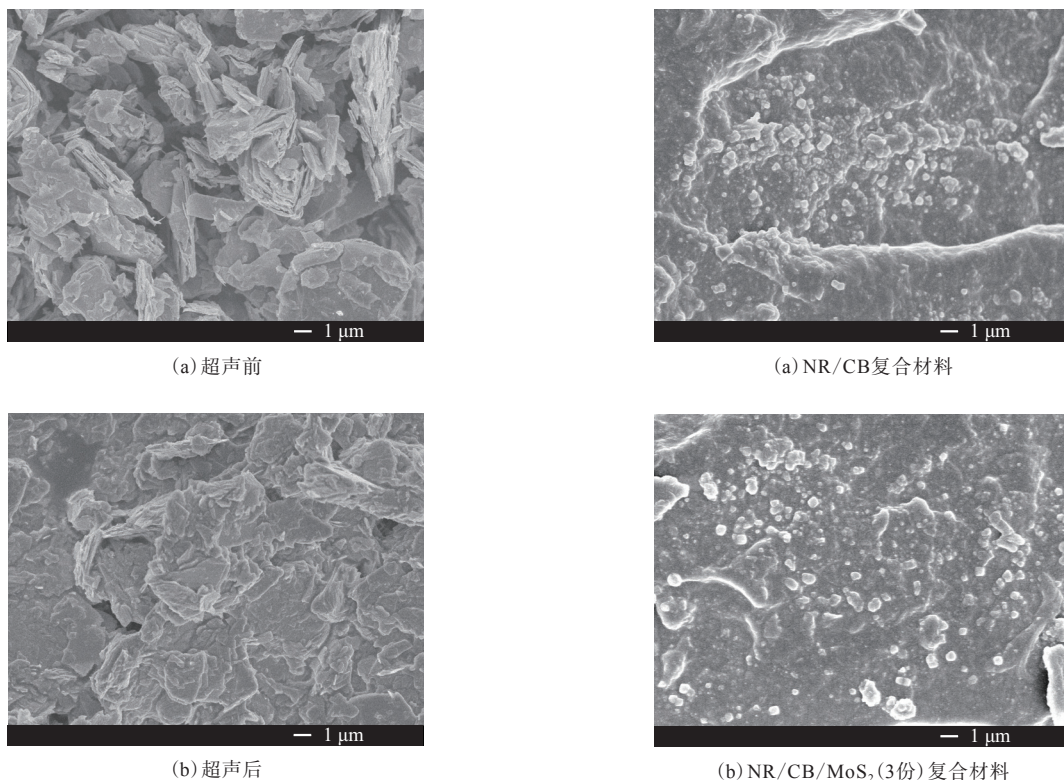


图2 超声前后 MoS_2 的SEM照片(放大5 000倍)

从图3可以看出,未采用 MoS_2 的硫化胶中填料分散不均且聚集严重[图3(a)],采用3份 MoS_2 等量替代CB的复合材料中填料分散性得到改善[图3(b)],采用7.5份 MoS_2 等量替代CB的复合材料中填料又趋于聚集[图3(c)]。这是因为CB粒子具有较高的表面能,橡胶基体中存在大量CB粒子时易发生团聚;加入少量 MoS_2 后, MoS_2 与CB间的耦合效应和静电吸引^[13]作用打破了CB聚集体,分散CB形成较为均匀的混合填料体系;当 MoS_2 用量过大时,无机 MoS_2 纳米碎片与橡胶有机体共混易发生自聚^[12],导致填料分散性变差。

2.2 RPA分析

填料与橡胶基体的表面能差别较大,因此,填料粒子在橡胶基体中易自发聚集形成三维填料网络结构,填料网络结构的形成可使胶料的 G' 提高,对胶料施加应变时,随着应变的增大,填料网络发生形变、破裂,相应胶料的 G' 也随之降低。填充橡胶的 G' 随应变的增大而急剧降低的现象称为Payne效应^[14]。Payne效应主要来源于填料网络的形成,填料聚集形成聚集体并包裹大量橡胶分子形成包埋胶,包埋胶失去了橡胶分子的弹性而具

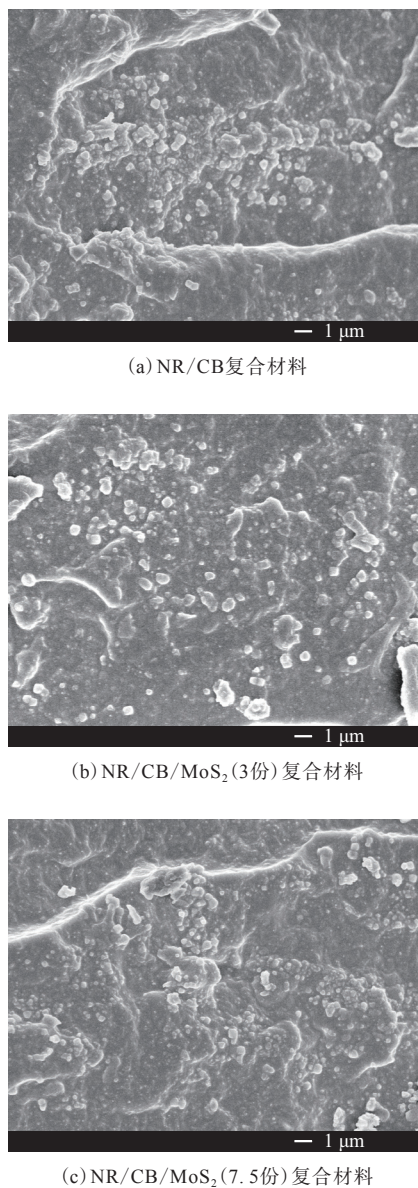


图3 不同 MoS_2 用量的NR/CB/ MoS_2 复合材料的SEM照片(放大5 000倍)

有了相当于刚性填料的特征,使得胶料中填料有效体积增大,即填料相对含量增大,从而使 G' 增大,对胶料施加应变后,填料网络遭到破坏, G' 锐减^[15]。 MoS_2 用量对NR/CB/ MoS_2 复合材料 G' -应变曲线和 $\tan\delta$ -应变曲线的影响分别如图4和5所示。

从图4可以看出,复合材料的 G' 随填料中 MoS_2 用量的增大呈现先减小后增大趋势,表明体系中填料的网络化程度随 MoS_2 用量的增大先减小后增大,这说明加入少量的 MoS_2 可以抑制橡胶中填料

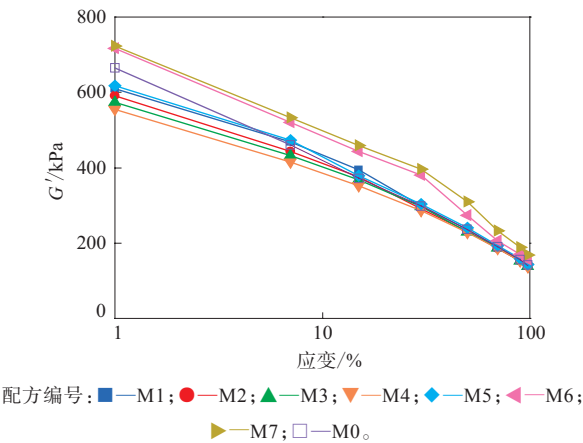


图4 MoS₂用量对NR/CB/MoS₂复合材料
G′-应变曲线的影响

的聚集。

复合材料的损耗与应变过程中填料网络的破坏-重建产生的滞后损失及橡胶-橡胶、橡胶-填料、填料-填料的摩擦有关。从图5可以看出,复合材料的tanδ随着MoS₂用量的增大呈现先减小后增大的趋势。这是由于加入少量的MoS₂后,填料网络化程度降低,CB-橡胶的相互作用增强,因此减

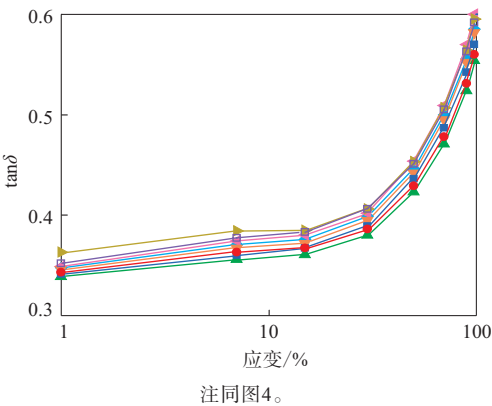


图5 MoS₂用量对NR/CB/MoS₂复合材料
tanδ-应变曲线的影响

少了动态应变过程中由填料网络的破坏-重建引起的滞后损失及橡胶分子链间的摩擦产生的能量损失,当MoS₂用量过大时,填料-填料的相互作用增强,摩擦增大,滞后损失也增大,致使复合材料的tanδ增大。

2.3 硫化特性

MoS₂用量对NR/CB/MoS₂复合材料硫化特性的影响如表1所示。

表1 MoS₂用量对NR/CB/MoS₂复合材料硫化特性的影响

项 目	配方编号							
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
t_{10}/min	4.62	4.98	4.66	4.94	5.02	4.86	4.87	4.76
t_{90}/min	10.86	11.17	10.71	10.93	11.49	11.13	11.46	11.6
$F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	2.24	2.44	2.47	2.63	2.61	2.32	2.46	2.29
$F_{\text{max}}/(\text{dN} \cdot \text{m})$	15.55	16.89	17.29	17.16	17.16	16.55	16.43	15.95
$F_{\text{max}} - F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	13.31	14.45	14.82	14.53	14.55	14.23	13.97	13.66

从表1可以看出,MoS₂的加入对复合材料的焦烧时间和正硫化时间影响较小,而 F_L 、 F_{max} 和 $F_{\text{max}} - F_L$ 略有增大,且 F_L 、 F_{max} 和 $F_{\text{max}} - F_L$ 随着MoS₂用量的增大呈先增大后减小的趋势。这是由于碳系材料与MoS₂间存在化学和电子耦合作用^[16-17],加入少量的MoS₂打破了CB聚集体,增大了CB表面的羟基等基团对橡胶分子链的吸附,使得复合材料的粘度略有上升。此外,少量MoS₂的加入也改善了填料的分散,有利于复合材料均匀硫化,增强了复合材料的硫化网络结构。但MoS₂用量过大则填料容易团聚,导致复合材料硫化程度降低。

2.4 物理性能

MoS₂用量对NR/CB/MoS₂复合材料物理性能的影响如表2所示。

从表2可以看出:采用MoS₂后,复合材料的硬度、100%定伸应力、300%定伸应力、拉伸强度和撕裂强度均总体有所上升,拉断永久变形有所下降;随着MoS₂用量的增大,复合材料的100%定伸应力、300%定伸应力、拉伸强度和撕裂强度均呈现先增大后减小趋势,而拉断永久变形则呈现先减小后增大趋势。当MoS₂用量为1.5份时,复合材料的100%定伸应力、300%定伸应力、拉伸强度和撕裂强度达到最大,分别为3.13、15.37和30.12 MPa以及108 kN·m⁻¹,相比NR/CB复合材料分别增大15.9%、20.1%、7.1%和17.4%。这是因为少量MoS₂的加入打破了CB聚集体,增强了填料与橡胶基体结合作用,当受到外力作用时,填料粒子不易与橡胶基体脱离,能较好地传递所承受外应力,消

表2 MoS₂用量对NR/CB/MoS₂复合材料物理性能的影响

项 目	配方编号							
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
邵尔A型硬度/度	62	64	64	65	65	62	63	62
100%定伸应力/MPa	2.70	2.82	2.98	3.13	2.94	2.86	2.70	2.63
300%定伸应力/MPa	12.80	14.90	15.00	15.37	14.92	13.87	13.63	13.14
拉伸强度/MPa	28.12	28.77	28.98	30.12	29.63	28.71	28.32	28.59
拉断伸长率/%	554	533	531	531	529	528	531	504
拉断永久变形/%	18	14	14	14	13	15	15	15
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	92	98	102	108	107	101	100	88

耗大量应变能,从而使复合材料的定伸应力和拉伸强度有所增大。此外,填料与橡胶基体间良好的界面结合也使复合材料的裂纹拓展受到阻碍,因此撕裂强度增大。MoS₂用量继续增大,则填料与橡胶基体的结合作用降低,导致应变条件下应力集中,复合材料易发生破坏^[16]。当MoS₂用量为3份时,拉断永久变形最小,为13%,相比NR/CB复合材料减小27.8%。这是因为加入少量MoS₂提高了复合材料硫化程度,进而提高了复合材料的弹性。MoS₂用量过大,复合材料的硫化程度降低,发生应变时,复合材料发生不可逆形变增大,弹性降低。

2.5 耐磨性能

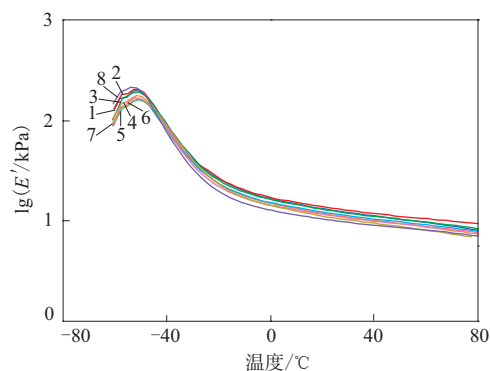
配方编号为M0—M7的NR/CB/MoS₂复合材料的DIN磨耗量分别为109.8, 97.4, 96.1, 97.9, 95.5, 100.9, 108.0和111.9 mm³。可以看出,复合材料的DIN磨耗量随着MoS₂用量的增大呈现先减小后增大趋势,采用3份MoS₂时,复合材料的DIN磨耗量最小,相比NR/CB复合材料降低13.0%。胶料的磨损是一个非常复杂的过程,通常涉及两种机理,橡胶分子网络的化学分解和胶料的局部机械断裂^[18]。由于本研究复合材料所用橡胶基体相同,由橡胶化学分解引起的磨损可被忽略,因此,采用MoS₂后,DIN磨耗量的变化取决于复合材料对断裂的抗力。当MoS₂用量较小时,复合材料的硫化较均匀,硫化网络结构较强;此外,MoS₂自身良好的润滑性也有利于减少摩擦应力,进而提高复合材料对断裂的抵抗力,因此复合材料的磨耗量较小。MoS₂用量过大,硫化网络结构较弱,摩擦时易引起应力集中而导致材料局部断裂,磨耗量较大。

2.6 动态力学性能

MoS₂用量对NR/CB/MoS₂复合材料的 E' -

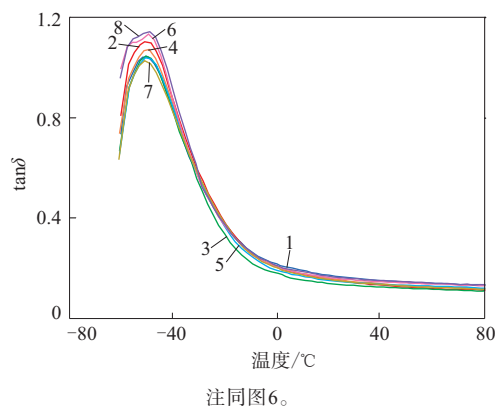
温度曲线和 $\tan\delta$ -温度曲线的影响分别如图6和7所示。

从图6可以看出,在玻璃化转变温度区域,复合材料的 E' 随着MoS₂用量的增大呈现先减小后稍有增大的趋势,在较高温度区域内, E' 随MoS₂用量增大变化无规律,但均高于NR/CB复合材料。这是因为低温下NR分子链段冻结,复合材料的 E' 主



配方编号: 1—M1; 2—M2; 3—M3; 4—M4; 5—M5; 6—M6; 7—M7; 8—M0。

图6 MoS₂用量对NR/CB/MoS₂复合材料 $\lg E'$ -温度曲线的影响



注同图6。

图7 MoS₂用量对NR/CB/MoS₂复合材料 $\tan\delta$ -温度曲线的影响

要来源于填料-填料的相互作用^[19], 填料-填料的相互作用越强, E' 越大, 少量 MoS_2 的加入, 有利于释放复合材料中被填料包覆的橡胶, 降低材料中填料的相对含量, 减小填料-填料相互作用, 因此 E' 减小; MoS_2 用量过大, 包埋胶增多, 填料相对含量增多, E' 增大。升高温度后, 复合材料的 E' 来源于填料-填料、填料-橡胶、橡胶-橡胶的相互作用, 加入 MoS_2 后提高了复合材料的硫化程度, 进而增强了填料-橡胶、橡胶-橡胶的相互作用, E' 增大。

从图7可以看出, 在玻璃化转变温度区域, 复合材料的 $\tan\delta$ 随着 MoS_2 用量的增大呈无规变化, 但均小于NR/CB复合材料, 这可能是由于加入 MoS_2 后, CB的聚集程度降低, CB表面的羟基等基团对橡胶分子链的束缚增大, 橡胶分子链运动能力减弱, 内摩擦降低, $\tan\delta$ 减小。加入 MoS_2 后的复合材料在0和60 °C温度附近 $\tan\delta$ 值均有所下降, 但降幅不大, 说明 MoS_2 的加入对复合材料的滚动阻力稍有改善, 抗湿滑性能则略有下降, 但总体影响不大。

3 结论

(1) 少量 MoS_2 等量替代部分CB, NR/CB/ MoS_2 复合材料的填料网络化程度降低, 填料分散性有所改善; MoS_2 用量过大, 则填料又趋于聚集。

(2) 少量 MoS_2 等量替代部分CB, 有利于提高复合材料的硫化程度, 增强硫化网络结构, 而对复合材料的 t_{10} 和 t_{90} 影响较小。

(3) 少量 MoS_2 等量替代部分CB, 复合材料的Payne效应减弱, $\tan\delta$ 减小。

(4) 少量 MoS_2 等量替代部分CB, 有利于提高复合材料的100%定伸应力、300%定伸应力、拉伸强度和撕裂强度, 减小拉断永久变形, 提高耐磨性能。

(5) MoS_2 等量替代部分CB, 复合材料的滚动阻力稍有改善, 抗湿滑性能略有下降, 但总体变化不大。

参考文献:

- [1] Tang Z H, Zhang L Q, Feng W J, et al. Rational Design of Graphene Surface Chemistry for High-performance Rubber/Graphene Composites[J]. *Macromolecules*, 2014, 47 (24): 8663–8673.
- [2] Araby S, Meng Q S, Zhang L Q, et al. Elastomeric Composites Based on Carbon Nanomaterials[J]. *Nanotechnology*, 2015, 26 (11): 112001.
- [3] Kucherskii A M. Hysteresis Losses in Carbon-Black Filled Rubbers Under Small and Large Elongations[J]. *Polymer Testing*, 2005, 24 (6): 733–738.
- [4] Galimberti M, Coombs M, Riccio P, et al. The Role of CNTs in Promoting Hybrid Filler Networking and Synergism with Carbon Black in the Mechanical Behavior of Filled Polyisoprene[J]. *Macromolecular Materials and Engineering*, 2013, 298 (2): 241–251.
- [5] 宋君萍, 田开艳, 李锡腾, 等. 炭黑/碳纳米管并用比对天然橡胶复合材料物理性能和导热性能的影响[J]. *橡胶工业*, 2019, 66 (6): 430–434.
- [6] Valentini L, Bittolo B S, Lopez-Manchado M A, et al. Synergistic Effect of Graphene Nanoplatelets and Carbon Black in Multifunctional EPDM Nanocomposites[J]. *Composites Science and Technology*, 2016, 128: 123–130.
- [7] 陈利, 庞秀江, 赵健, 等. 石墨烯对天然橡胶硫化胶性能的影响[J]. *橡胶工业*, 2018, 65 (11): 1233–1236.
- [8] Xu M S, Liang T, Shi M M, et al. Graphene-like Two-dimensional Materials[J]. *Chemical Reviews*, 2013, 113 (5): 3766–3798.
- [9] Jiang J W, Park H S. Mechanical Properties of MoS_2 /Graphene Heterostructures[J]. *Applied Physics Letters*, 2014, 105 (3): 033108.
- [10] Wang D, Song L, Zhou K Q, et al. Anomalous Nano-barrier Effects of Ultrathin Molybdenum Disulfide Nanosheets for Improving the Flame Retardance of Polymer Nanocomposites[J]. *Journal of Materials Chemistry A*, 2015, 3 (27): 14307–14317.
- [11] Tang Z H, Wei Q Y, Guo B C. A Generic Solvent Exchange Method to Disperse MoS_2 in Organic Solvents to Ease the Solution Process[J]. *Chemical Communications*, 2014, 50 (30): 3934–3937.
- [12] Ribeiro H, Trigueiro J P C, Silva W M, et al. Hybrid MoS_2 /h-BN Nanofillers as Synergic Heat Dissipation and Reinforcement Additives in Epoxy Nanocomposites[J]. *Acs Applied Materials and Interfaces*, 2017. DOI: 10. 1021/acsami. 7b09945.
- [13] Zhao X, Zhua H, Yang X R. Amorphous Carbon Supported MoS_2 Nanosheets as Effective Catalysts for Electrocatalytic Hydrogen Evolution[J]. *Nanoscale*, 2014, 6 (18): 10680–10685.
- [14] 方庆红, 宋博, 高雨, 等. 纳米石墨/天然橡胶复合材料的应力软化与动态性能[J]. *复合材料学报*, 2014, 31 (6): 1446–1451.
- [15] Wang M J. Effect of Polymer-Filler and Filler-Filler Interactions on Dynamic Properties of Filled Vulcanizates[J]. *Rubber Chemistry and Technology*, 1998, 71 (3): 520–589.
- [16] Anbazhagan R, Wang H J, Tsai H C, et al. Highly Concentrated MoS_2 Nanosheets in Water Achieved by Thioglycolic Acid as Stabilizer and Used as Biomarkers[J]. *Rsc Advances*, 2014, 4 (81): 42936–42941.
- [17] Liang Y Y, Li Y G, Wang H L, et al. Strongly Coupled Inorganic/Nanocarbon Hybrid Materials for Advanced Electrocatalysis[J]. *Journal of the American Chemical Society*, 2013, 135 (6): 2013–2036.

[18] Gent A N, Pulford C T R. Mechanisms of Rubber Abrasion[J].

Journal of Applied Polymer Science, 2010, 28 (3) : 943-960.

Substitution for CB with MWNTs on Performance of CB-filled NR

Composites[J]. Iet Micro & Nano Letters, 2017, 12 (2) : 117-122.

[19] Zhang H, Wei Y T, Kang Z R, et al. Influence of Partial

收稿日期: 2019-07-27

Preparation and Properties of NR/Carbon Black/ Molybdenum Disulfide Composites

XIE Li'na¹, FANG Zili², YANG Jiao², GONG Xiaoxiao², ZHU Changjin¹, LU Ming², CAO Fen²

(1. Beijing Institute of Technology, Beijing 102488, China; 2. ShanXi Yanchang Petroleum Group Rubber Co., Ltd, Xianyang 712000, China)

Abstract: Molybdenum disulfide (MoS_2) nanoparticles were obtained by ultrasonic method, and the natural rubber (NR)/carbon black (CB)/ MoS_2 composites were prepared by using MoS_2 nanoparticles to replace equal amount of CB in the NR/CB composites. The influence of MoS_2 on the Payne effect, vulcanization characteristics, physical properties, wear resistance and dynamic mechanical properties of the composites was investigated. The results showed that adding a small amount of MoS_2 could improve the filler dispersion. However, when the amount of MoS_2 increased, the fillers tended to aggregate again. Payne effect of the composites was weakened by using a small amount of MoS_2 , the physical properties and wear resistance were enhanced, and the rolling resistance and wet-slip resistance of the composites were only slightly affected. When the amount of MoS_2 increased to a large number, the reinforcement was weakened, and the performance of the composites deteriorated.

Key words: molybdenum disulfide; NR; carbon black; composite; dispersion; wear resistance; dynamic mechanical property

大陆预计翻新胎面销量将增大 美国《现代轮胎经销商》(www.modertiredealer.com)2019年5月13日报道:

大陆轮胎美洲有限责任公司预计,其又将迎来一个在北美的巨大翻新胎面需求年,其中一家工厂正准备在2019年将预硫化胎面胶产量扩大300%。

大陆集团称,伊利诺伊州弗农山的预硫化胎面厂在3月份雇用了第2批生产员工。

“大陆集团2018年在北美市场的翻新胎面需求增长了两位数,”商用车轮胎营销副总裁Tom Fanning说,“我们预计,随着Contitread预硫化胎面胶质量在市场上的知名度越来越高,并且随着我们继续向ContilifeCycle翻新胎面板块增加新的合作伙伴,这一增长将继续。”

《现代轮胎经销商》与大陆子公司BestDrive公司经理Sonny Simpson对美国顶级翻新胎面公司的年度报告进行了交流,Simpson指出

ContilifeCycle于2018年开设了第7家翻新胎面厂,同时BestDrive公司的销售额同比增长了28%。Simpson预计,BestDrive公司2019年的经济指标增长同比将相当或提高。

弗农山的预硫化胎面厂生产的Contitread预硫化胎面胶仅供应ContilifeCycle翻新胎面公司。该公司表示,这家工厂效率特别高,因为它旁边有一个大型的混炼胶厂。

“通过利用该团队在载重轮胎制造中改进胎面轮廓和胶料混炼工艺的40年经验,我们正在取得惊人的成果。”美国ContilifeCycle翻新胎面负责人John Barnes说,“我们生产不同花纹翻新胎面的转换完全由编程驱动。对于其他制造商或其他工厂这可能需要手动,而我们创造了数字化自动过程,这大大缩短了我们生产产品转换的时间,但这要求操作人员具备多种技能。”

(和燕摘译 吴秀兰校)