

乳液共混法制备天然橡胶复合材料研究进展

郑骏驰¹, 叶欣¹, 韩冬礼¹, 桂燕¹, 赵秀英^{1,2}, 张立群^{1,2*}

(1. 北京化工大学 北京市新型高分子材料制备与加工重点实验室, 北京 100029; 2. 北京化工大学 先进弹性体工程技术研究中心, 北京 100029)

摘要:通过总结近年来国内外采用乳液共混法制备天然橡胶(NR)复合材料的研究进展, 介绍 NR 与炭黑、粘土、白炭黑、碳纳米管、石墨烯等填料实现乳液共混的新方法。对比了乳液共混法及传统机械共混法制备的橡胶复合材料在加工流程、填料分散情况、材料力学性能等方面的差异, 说明了乳液共混法制备 NR 复合材料的优势, 并对乳液共混法的发展前景进行了展望。

关键词:天然橡胶; 乳液共混法; 炭黑; 白炭黑; 粘土; 石墨烯; 碳纳米管

中图分类号: TQ332; TQ332.5 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-890X(2015)06-0377-06

天然橡胶(NR)具有多种优良的性能, 如高强度、高弹性、高伸长率和较好的耐磨性能等。因此, NR 的用途极为广泛, 目前已被应用于 4 万多种橡胶制品中^[1-2]。虽然 NR 的力学性能和加工性能较好, 但其耐热氧、耐臭氧老化性能、耐油性能和耐化学介质性能较差^[3]。通过添加填料制备 NR 复合材料是提高和改进其综合性能、改善其加工工艺的重要方法。其中炭黑和白炭黑等填料的应用较广泛^[4-5], 碳纳米管、石墨烯等填充制备 NR 复合材料也是近年来的研究热点之一^[6-7]。

NR 共混改性是指通过一定的机械混合作用在一定的温度和时间条件下将 NR 与补强剂、配合剂进行高度分散混合, 最终形成 NR 复合材料的技术过程^[8]。在传统方法中, 往往利用密炼机将 NR、填料和配合剂进行干法机械共混制备 NR 复合材料。该方法存在吃料困难、难以填充大量的填料、粉体易飞扬而造成环境污染和物料浪费等问题。为解决上述问题, 一种节能、高效、分散均匀性好的混炼方法——乳液共混及溶液共混等湿法混炼技术应运而生。综合目前的研究情况来看, 天然胶乳共混法直接采用新鲜天然胶乳, 而不再使用有机溶剂, 该方法因具有环保、节能、设备简单等优点而被认为是制备 NR 复合材料的理

想方法。同时, 研究人员不断尝试用乳液共混法制备各种填料体系的 NR 复合材料, 这些研究已经取得了许多重要成果, 如乳液共混工艺不断改进, 应用范围不断扩大, 材料的综合性能也不断提高^[9]。

本文主要对乳液共混法制备 NR 复合材料的一些成果进行总结, 并对天然胶乳共混技术的发展前景进行展望。

1 炭黑/NR 复合材料

炭黑是一种无定形碳, 是含碳物质在空气不足的条件下经不完全燃烧或受热分解产物, 宏观表现为轻、松而极细的黑色粉末。一般来说, 粒径较小、分散性较好、比表面积较大、表面活性较好的炭黑能起到更好的补强作用^[10-11]。而乳液共混技术的出现, 使得连续混炼生产填料分散良好、质量稳定的炭黑/NR 复合材料成为可能。

卡博特化工有限公司近几年不断完善其连续乳液混炼法生产炭黑/NR 母炼胶的工艺, 并大力推广该技术生产的炭黑/NR 母炼胶(称为卡博特弹性体复合材料)。在该技术中, 在不添加任何表面活性剂的情况下, 首先采用机械分散法将炭黑通过机械搅拌作用充分分散在水中制成均一稳定的炭黑水浆, 因生产连续化的需求, 制成的炭黑水浆不经停放直接以高稳定流速注入特殊的混炼机器中, 并同时按照填料与橡胶配比将天然胶乳混

作者简介:郑骏驰(1990—), 男, 山东济南人, 北京化工大学在读硕士研究生, 主要从事橡胶加工改性的研究。

* 通信联系人

合物以较低流速注入同一特殊混炼设备中进行连续混炼。在生产设备给予的高能量和两种原料流体极大速度差的湍流条件下,填料和天然胶乳的混合和絮凝过程不需加入任何试剂,而炭黑和NR在室温下仅在0.1 s内就完成了混合和凝结过程。这种卡博特弹性体复合材料生产工艺流程的特点是炭黑和天然胶乳混合速度快、通过机械力并在湍流条件下进行絮凝和在高温条件下以极快的速度干燥母炼胶^[12]。

与传统干法混炼生产的炭黑/NR复合材料的各项性能相比,卡博特弹性体复合材料的填料分散较好,压缩生热较低,且天然胶乳不会出现明显的降解,NR与炭黑间的相互作用明显。从工业生产的角度看,在混炼过程中卡博特弹性体复合材料比干法混炼节能约50%,混合时间缩短,同时也减少了因炭黑的飞扬而造成的加工环境污染等问题^[13-14]。

采用乳液共混法制备炭黑/NR复合材料的技术主要来源于卡博特化工有限公司开发的连续乳液混炼法。该混炼技术使NR与炭黑在液相中完成填料的填充、混合、分散,最后凝聚得到填料填充母炼胶。这一方法可以大幅缩减橡胶混炼时间,显著降低橡胶混炼过程的能耗及污染,并有利于实现连续混炼工艺。但要同时实现炭黑在水相中的纳米分散是目前需要进一步解决的问题。

2 粘土/NR 复合材料

粘土片层即层状硅酸盐的基本结构单元是硅氧四面体与铝氧八面体,硅与氧的半径比为0.279,最适合于四配位体的四面体结构^[15]。从微观结构上看,粘土层间电荷低,水化阳离子能与外界进行交换,且层间结合作用是较弱的范德华力,从而使粘土的层间分离成为可能^[16]。将粘土与水搅拌混合可形成稳定的粘土水悬浮体,其中粘土晶层在层间阳离子的水化作用下彼此分离^[17]。水化作用越强,分离程度越高,将天然胶乳混入后粘土晶层与胶乳粒子彼此间穿插而相互隔离^[18]。加入电解质絮凝,二者的微观纳米复合结构被“固化”,从而形成粘土/NR纳米复合材料。

亓斌等^[19]使用一种自制的可在水中分散良好的新型有机改性蒙脱土,采用乳液共混法制备

橡胶纳米复合材料。试验结果表明,当有机蒙脱土用量达到8份时,复合材料的300%定伸应力和拉伸强度分别为4.89和9.59 MPa,与橡胶基体相比分别提高了84.5%和134%,同时耐油性能较好。此外,随着有机蒙脱土用量的增大,复合材料的耐老化性能提高。

H. J. Mariaa 等^[20]通过对蒙脱土/橡胶复合材料进行应力松弛的测试与分析以表征其时间强化效应,结果表明,蒙脱土填充量对应力松弛率的影响明显,当蒙脱土用量较小时,应力松弛率逐渐降低;而在较高用量的情况下,应力松弛率逐渐提高。这种更高的弛豫率由聚合物-填料相互作用的减小造成。

贾清秀等^[21-23]将均一稳定的粘土水溶液分散在胶乳中,采用乳液共混复合技术得到粘土/橡胶纳米复合材料。首先将粘土按比例与水混合,制成粘土-水悬浮液,通过机械力持续搅拌作用使悬浮液达到几乎均一且稳定的状态后,过滤去除悬浮液中的杂质,然后与胶乳混合,形成粘土悬浮液-胶乳混合液,混合液混合至均匀后加入破乳剂破乳,通过二者的共沉作用制备出粘土/橡胶纳米复合材料。X射线衍射分析和透射电子显微镜分析结果表明,层状粘土以纳米水平分散在NR网络结构中,当蒙脱土用量大于10份时,复合材料表现出较高的硬度、模量和撕裂强度。而S. Rooj 等^[24]发现,当粘土用量较大时,橡胶复合材料的非线性粘弹行为更明显,这说明粘土易于在NR基体中形成高度的网络化结构。

粘土/NR纳米复合材料基本实现了粘土的纳米相分散及二者间的自组装,这使其具有常规复合材料无法比拟的优点,如突出的力学性能、热学性能和良好的气体阻隔性能。利用乳液共混法制备粘土/NR纳米复合材料工艺简单,过程易于控制,成本较低。但研究也发现,当粘土用量较大时,乳液共混法制备的粘土/NR复合材料分散情况不理想。由于粘土与橡胶基体之间的界面作用是无机与有机界面作用,复合材料中填料与基体的界面结合强度有待提高。

3 白炭黑/NR 复合材料

白炭黑是水合二氧化硅($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)的俗

称,也可认为是胶体状态的二氧化硅^[25]。白炭黑具有亲水性和易于自聚的特点,其在水中易于团聚,且与高分子材料结合性能不佳,但经过表面改性的白炭黑在橡胶乳液中分散良好^[26]。白炭黑表面改性是指利用物理、化学、机械等手段对相应的物质表面进行某些特定处理,根据特定需要对材料表面的物理及化学性质进行改变,如改变某些材料的表面组成、结构和官能团、表面能、表面润湿性、吸附和反应特性等^[27]。白炭黑的表面改性研究开始于 20 世纪 60 年代,有关白炭黑的改性方法、改性工艺、改性剂的选择等有了比较全面的报道^[28-29]。改性白炭黑与橡胶乳液混合后,经过絮凝(干燥)可得到性能良好的白炭黑/NR 复合材料。

张磊等^[30-31]在搅拌条件下,在含扩散剂、改性剂、配合剂的水溶液中加入白炭黑粉末至粉末全部被润湿,再分别经高速搅拌机和高压均质机处理制得白炭黑浆液,然后在搅拌条件下将此浆液与浓缩天然胶乳共混制备白炭黑/NR 母胶。此工艺所制母胶白炭黑分散效果较好,且随着处理时间的延长,分散体的平均粒径减小,粒径分布变窄,改善了白炭黑在橡胶基质中的分散性,制备的白炭黑/NR 复合材料的综合力学性能比传统机械混炼法好。

韩冬礼等^[32-33]进一步尝试在液相中使用偶联剂对工业白炭黑水浆进行改性,以改善其与橡胶基体间的结合力。具体方法为将一定浓度的白炭黑水浆置于恒温水浴中,添加偶联剂后继续恒温搅拌一段时间,使白炭黑充分改性制成有机化改性白炭黑水浆。有机化白炭黑水浆静置至室温或冷却至室温后与天然胶乳按比例混合,充分搅拌均匀,将混合液倒入配置好的絮凝剂中破乳后经过洗涤、干燥等步骤制成白炭黑/NR 母胶。试验结果表明,乳液共混法可使白炭黑母胶在很高填料用量(大于 70 份)的情况下保证填料的优良分散且整体性能保持稳定。所得复合材料与传统干法所制备的材料相比,其拉伸强度和撕裂强度都有一定程度提高,同时门尼粘度、拉断永久变形、动态温升和动态压缩永久变形降低。

T. Jaiphuephae 等^[34]采用喷雾干燥法对乳液共混后的白炭黑/NR 复合浆液进行干燥,取得了

良好的效果。当白炭黑用量为 25 份时,喷雾干燥法制备的橡胶复合材料具有更好的力学性能。同时,扫描电子显微镜观察发现母胶中白炭黑分散更均匀,极少出现聚集的二次结构。

总的来看,在利用乳液共混法制备白炭黑/NR 复合材料过程中,为了改善白炭黑在 NR 基体中的分散状态,前人尝试并采用了各种各样的方法。对白炭黑进行表面改性,以此来破坏白炭黑的自身团聚并提高其与橡胶间的结合力是目前常用的方法。大量试验也证实白炭黑的粒径、结构性和表面活性对橡胶复合材料的综合性能有重要的影响。目前,白炭黑与 NR 共混难、分散性差的问题虽然得到了一定程度的解决,但其依然是影响白炭黑与天然胶乳共混的重要问题,有待进一步研究解决。

4 碳纳米管/NR 复合材料

碳纳米管是由单层或多层石墨片卷曲而成的无缝纳米级管状壳层结构,其具有极大的强度、极高的韧性和良好的导电、导热性,越来越受关注。更为突出的是碳纳米管具有良好的化学稳定性和热稳定性,使其成为一种理想的补强材料。研究发现,碳纳米管与 NR 基体复合制备新型复合材料,以满足对于高性能(轻质导电、导热且有良好力学性能)复合材料的需求^[35]。目前对于碳纳米管/NR 复合材料,碳纳米管难分散以及与基体不良界面结合的问题亟待解决。将碳纳米管借助超声振荡制成预分散液,再与橡胶混合的方法通常能达到不错的分散效果,其中乳液混合法应该是最为理想和有效的方法。

S. Bhattacharyya 等^[36]先将碳纳米管进行纯化及羧酸化处理,再与十二烷基磺酸钠按 1:1(质量比)加入去离子水中,进行超声处理,然后将制备的碳纳米管悬浮液与天然胶乳进行混合,最后在 60 °C 下干燥固化得碳纳米管/NR 复合材料。结果表明,复合材料中碳纳米管的分散状态良好,基本能避免传统干法混炼复合材料中碳纳米管聚结的现象。

许图远^[37]将原始碳纳米管按一定比例分散于去离子水中,超声振荡后加入适量的三羟甲基氨基甲烷,使用配制好的稀盐酸溶液将悬浮液

pH 值调整至 8.5,再加入定量的多巴胺粉末于室温下进行沉积反应改性,然后将改性碳纳米管悬浮液与天然胶乳进行混合,经絮凝得到碳纳米管/NR 复合材料。研究发现在改性碳纳米管/NR 复合材料中,碳纳米管能以单根形态均匀地分散在 NR 中,复合材料可在保持 NR 原有拉断伸长率的同时,其拉伸强度提高到 28.6 MPa,并且使橡胶的定伸应力明显提高。

Y. L. Lin 等^[38]将预处理碳纳米管制成悬浮液,在与天然胶乳混合后通过高温喷雾法制备粉末状碳纳米管/NR 复合材料,结果发现碳纳米管/NR 复合材料中碳纳米管的分散较理想。

总的来说,碳纳米管与天然胶乳采用乳液法共混可以达到较好的混合效果,复合材料中碳纳米管的分散情况较为理想,且复合材料的各项综合性能良好。但乳液共混制备碳纳米管/NR 复合材料的工艺过程十分复杂,条件要求苛刻,且乳液共混在工艺方面也难以达到工业化要求。如何在保证碳纳米管的分散效果及橡胶复合材料优异性能的基础上简化工艺流程,是目前碳纳米管/NR 复合材料制备所面临的重要问题。

5 石墨烯/NR 复合材料

石墨烯是碳原子以 sp^2 杂化连接的二维单原子层构成蜂窝状晶格结构的二维原子晶体。单层石墨烯是目前发现的强度最大的材料,其杨氏模量和极限强度分别高达 1 TPa 和 130 GPa,石墨烯还具有高比表面积、良好的气体阻隔性能及导电性能^[39]。石墨烯结合了碳纳米管导电和粘土片层的结构特征,为发展高性能多功能橡胶纳米复合材料提供了新的方向^[40]。由于石墨烯单体间具有很强的范德华作用力,直接将石墨烯制成悬浮液与橡胶乳液共混难以得到分散良好的纳米复合材料,因此一般都需要将石墨烯先氧化为在水中分散良好的氧化石墨,再在后续过程中还原。

邢旺等^[41]通过 Hummers 法制备氧化石墨,然后通过超声分散于水中,再离心除去未被剥离的石墨,将氧化石墨悬浮液与天然胶乳混合,搅拌后进行共凝聚,最后用水合肼原位还原氧化石墨得石墨烯/NR 复合材料。结果发现,氧化石墨高度还原为石墨烯,且在橡胶基体中达到了均匀分

散,NR 与石墨烯间具有较强的界面作用。均匀分散及强界面作用使添加较低用量的石墨烯就可大幅提升 NR 的力学性能。Y. H. Zhan 等^[42]采用类似的原位还原法制备了石墨烯分散良好的石墨烯/NR 复合材料。对比发现,乳液共混法制备复合材料中石墨烯均匀分散,厚度只有 1~3 nm,远小于传统干法湿炼制备复合材料中石墨烯团聚体尺寸(300~800 nm)。

李超群等^[43]将采用 Hummers 法制得的氧化石墨超声后加入聚苯乙烯磺酸钠溶液中分散制备石墨烯悬浮液,石墨烯悬浮液与 NR/丁苯橡胶(SBR)并用乳液混合制备得到石墨烯/NR/SBR 复合材料。结果表明,在表面活性剂聚苯乙烯磺酸钠的作用下,通过对氧化石墨的还原处理可使含氧官能团大部分还原,且制备的石墨烯在水中及橡胶乳液中具有较好的稳定性。电学性能测试表明,加入质量分数为 0.05 的石墨烯的复合材料电导率达到 $0.12 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ 。

综上所述,乳液共混制备的石墨烯/NR 复合材料中石墨烯分散良好,其网络结构得到有效控制。同时该复合材料的力学性能优异,导电性能良好,气体阻隔性能优于粘土,耐热性能突出。石墨烯是一种 NR 的理想填料。但石墨烯与 NR 复合还存在缺陷,且面临单层分散的石墨烯/NR 复合材料难以制备、石墨烯高度有序结构的精确控制难以实现及石墨烯的低成本化问题。

6 展望

针对橡胶工业污染重、能耗大的问题,采用乳液共混法制备 NR 复合材料,不仅生产流程简化、产品质量稳定,而且可满足橡胶复合材料多样化的要求。目前,对于天然胶乳共混制备橡胶复合材料的研究仍显不足,在以后的研究中,可以尝试使用更多的填料改性方法和填料-NR 结合方法,以解决乳液共混中填料-基体结合困难的问题。在改善填料在橡胶基体中的分散及复合乳液絮凝(干燥)方面需进行更深入的研究,使橡胶复合材料的综合性能达到甚至超过传统方法生产的橡胶制品,为 NR 母炼胶在橡胶工业中投入使用提供理论依据和工业生产方案,使橡胶工业向着低碳环保方向发展。

对于碳纳米管和石墨烯等新兴填料,采用乳液共混法与NR复合得到的复合材料性能十分突出,而目前对这方面内容的研究尚未完全展开,因此有必要对新兴填料与天然胶乳共混技术进行更深入的研究。

参考文献:

- [1] 彭政,钟杰平,廖双泉.天然橡胶改性研究进展[J].高分子通报,2014(5):41-48.
- [2] Cornish K. Biochemistry of Natural Rubber, A Vital Raw Material, Emphasizing Biosyntheticrate, Molecular Weight and Compartmentalization, in Evolutionarily Divergent Plant Species[J]. Natural Product Reports,2001,18(2):182-189.
- [3] Mooibroek H, Cornish K. Alternative Sources of Natural Rubber[J]. Applied Microbiology and Biotechnology,2000,53(4):355-365.
- [4] 张立群,吴友平,王益庆,等.橡胶的纳米增强及纳米复合技术[J].合成橡胶工业,2000,23(2):71-77.
- [5] 陆铭,王婷,贾味,等.白炭黑补强机理概述[A].白炭黑及纳米补强填料在橡胶中的高端应用技术研讨会论文集[C].上海:《世界橡胶工业》编辑部,2011:42-47.
- [6] Potts J R, Shankar O, Murali S, et al. Processing-Morphology-Property Relationships and Composite Theory Analysis of Reduced Graphene Oxide/Natural Rubber Nanocomposites[J]. Macromolecules,2012,45(15):6045-6055.
- [7] Yue D M, Liu Y F, Shen Z M, et al. Study on Preparation and Properties of Carbonnanotubes/Rubber Composites[J]. Journal of Materials Science Letters,2006,41:2541-2544.
- [8] 王梦蛟,王婷,王应龙,等.连续液相混炼工艺生产的NR炭黑母炼胶[J].轮胎工业,2004,24(4):135-143.
- [9] Sakdapipanich J T. Structural Characterization of Natural Rubber Based on Recent Evidence from Selective Enzymatic Treatments [J]. Journal of Bioscience and Bioengineering,2007,103(4):287-292.
- [10] Wang M J, Wolff S, Donnet J B. Filler-Elastomer Interactions. III. Carbon Black-Surface Energies and Interactions with Elastomer Analogs[J]. Rubber Chemistry and Technology,1991,64(5):714-736.
- [11] Wang M J. Effect of Polymer-Filler and Filler-Filler Interactions Dynamic Properties of Filled Vulcanizates[J]. Rubber Chemistry and Technology,1998,71(3):520-589.
- [12] Mabry M A, Rumpf F H, Podobnik I Z, et al. Elastomer Composites Method and Apparatus [P]. USA: USP 06048923A,2000-04-11.
- [13] Mabry M A, Wang T, Podobnik I Z, et al. Novel Elastomer Composites, Elastomer Blends and Methods- II [P]. USA: USP 007105595B2,2006-05-25.
- [14] Wang M J. New Developments in Carbon Black Dispersion [J]. Kautschuk Gummi Kunststoffe,2005,58(12):626-637.
- [15] Camila A R, Fabio C B, Telma R D, et al. Natural Rubber-Clay Nanocomposites; Mechanical and Structural Properties [J]. Polymer,2010,51(16):3644-3652.
- [16] 祝联飞. 饱和蒙脱土高压力学特性基本机制多尺度研究[D].北京:中国矿业大学,2013.
- [17] Le H H, Ali Z, Llich S, et al. Time-dependent Reinforcement Effect of Nanoclay in Rubber Nanocomposites[J]. Journal of Materials Science,2011,46(6):1685-1696.
- [18] Pojanavaraphan T, Magaraphan R. Prevulcanized Natural Rubber Latex/Clay Aerogel Nanocomposites [J]. European Polymer Journal,2008,44(7):1968-1977.
- [19] 元彬,李培耀,宋国君,等.乳液共混法制备NBR/NR/有机蒙脱土纳米复合材料的结构与性能[J].科技信息,2012(11):84-85.
- [20] Mariaa H J, Lyczkoe N, Nzihoue A, et al. Stress Relaxation Behavior of Organically Modified Montmorillonite Filled Natural Rubber/Nitrile Rubber Nanocomposites [J]. Applied Clay Science,2014,87:120-128.
- [21] Jia Q X, Wu Y P, Wang Y Q, et al. Enhanced Interfacial Interaction of Rubber/Clay Nanocomposites by a Novel Two-step Method [J]. Composites Science and Technology,2008,68(3-4):1050-1056.
- [22] 何少剑.层状硅酸盐/橡胶纳米复合材料的性能研究及其工业化应用[D].北京:北京化工大学,2010.
- [23] Lee C W, Hwang T, Nam G Y. A Novel Synthetic Route to Natural Rubber/Montmorillonite Nanocomposites Using Colloid Stabilization-destabilization Method[J]. Composites. Part A: Applied Science and Manufacturing,2011,42(11):1826-1832.
- [24] Rooj S, Das A, Stöckelhuber K W, et al. Understanding the Reinforcing Behavior of Expanded Clay Particles in Natural Rubber Compounds [J]. Soft Matter,2013,14(9):3798-3808.
- [25] 王兵兵.白炭黑表面接枝改性及其在橡胶中的应用[D].广州:华南理工大学,2012.
- [26] 吴海艳,周莉,臧树良.纳米二氧化硅表面改性的研究[J].矿冶,2010,19(4):49-52.
- [27] 田国鹏.白炭黑及其在橡胶工业中的应用研究进展[J].精细与专用化学品,2014,22(4):25-30.
- [28] 陆铭,王婷,贾味,等.白炭黑包覆改性技术研究进展[J].轮胎工业,2010,30(11):647-650.
- [29] Campelelo J M, Ampelelo J M, Garcia A, et al. Textual Properties, Surface Chemistry and Catalytic Activity in Cyclohexene Skeletal Isomerization of Acid Treated Natural Sepiolite [J]. Materials Chemistry and Physics,1989,24

- (1):51-70.
- [30] 张磊. 乳液附聚法制备纳米填料橡胶复合材料的研究[D]. 青岛:青岛科技大学,2010.
- [31] 李海富. 乳液共凝法制备天然橡胶复合材料的研究[D]. 青岛:青岛科技大学,2012.
- [32] 韩冬礼. 改性白炭黑/天然橡胶复合技术研究[D]. 北京:北京化工大学,2014.
- [33] Thawinan T, Pattarapan P, Sirilux P. Surface Modification of Silica Particles and Its Effects on Cure and Mechanical Properties of the Natural Rubber Composites[J]. Materials Chemistry and Physics, 2014, 148(3): 940-948.
- [34] Jaiphuephae T, Poochinda K, Poompradub S. Yield Optimization of Spray-dried Natural Rubber and Properties of Its Silica-filled Composite[J]. Advances in Polymer Technology, 2014, 33(4): 214-223.
- [35] Liliane B. Multiwall Carbon Nanotube Elastomeric Composites: A Review[J]. Polymer, 2007, 48(17): 4907-4920.
- [36] Bhattacharyya S, Sinturel C, Bahloul O, et al. Improving Reinforcement of Natural Rubber by Networking of Activated Carbon Nanotubes[J]. Carbon, 2008, 46(7): 1037-1045.
- [37] 许图远. 碳纳米管/天然橡胶复合材料的制备与其结构性能的研究[D]. 北京:北京化工大学,2012.
- [38] Lin Y L, Zhang A Q, Wang L S. Rare Earth Compounds Modified Carbon Black Filled Powdered Natural Rubber: Preparation, Morphology and Properties[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2008, 108(3): 1393-1401.
- [39] 蒋静. 石墨烯/羧基丁腈橡胶纳米复合材料的研究[D]. 南京:南京理工大学,2012.
- [40] 补强, 何方方, 夏和生. 石墨烯/橡胶纳米复合材料研究进展[J]. 高分子学报, 2014(6): 715-723.
- [41] 邢旺, 李瑞天, 吴锦荣, 等. 乳液共混法制备的石墨烯/天然橡胶纳米复合材料的微观结构研究[J]. 中国科技论文, 2014, 9(6): 669-672.
- [42] Zhan Y H, Wu J K, Xia H S, et al. Dispersion and Exfoliation of Graphene in Rubber by an Ultrasonically-assisted Latex Mixing and In-situ Reduction Process[J]. Macromolecular Materials And Engineering, 2011, 296(7): 590-602.
- [43] 李超群, 李映虎, 廖双泉, 等. 乳液法制备天然橡胶/丁苯橡胶/石墨烯纳米复合材料及性能研究[J]. 广东化工, 2013, 40(18): 18-19.

收稿日期:2015-03-13

韩泰 UHP 轮胎将成为 2015 款 福特野马原配胎

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2015年2月10日报道:

韩泰轮胎有限公司将成为2015款福特野马V6和EcoBoost的原配胎供应商。V6和EcoBoost基本车型均将在工厂装配韩泰公司的Ventus S1 noble2轮胎,如图1所示。



图1 韩泰 Ventus S1 noble 2 轮胎

据轮胎制造商称,韩泰 Ventus S1 noble 2(花纹代号:H452)235/55R17HAS规格轮胎对于

2015款福特野马是一个很好的补充,增加了动态驾驶体验和车辆创新性。结合非对称胎面花纹,轮胎采用4条沟槽花纹设计,可有效排水,同时先进的白炭黑胎面胶配方可提供出色的湿操控性能、制动性能和更低的滚动阻力。另外,轮胎胎面接地外缘的直条形花纹块有助于防止路面噪声和提高转弯抓地力。该轮胎具备平衡的全天候性能和超高使用性能。

“我们非常重视与福特日益增长的伙伴关系,并且重要的是北美是我们坚定的战略市场之一。”韩泰轮胎副总裁兼首席执行官 Seung Hwa Suh说,“我们的新型原配胎骄傲地展现了韩泰全球公认的轮胎质量和性能,基于我们的领先技术,我们将继续努力,使韩泰轮胎成为一个值得信赖的轮胎品牌,韩泰公司成为全球顶级轮胎公司。”

自1999年以来,韩泰轮胎已经扩大了与福特的伙伴关系,先后为福特嘉年华、锐界、探险者、Flex、Taurus、Fusion、Mode、Transit、翼虎和福特的高端品牌林肯配套。

(孙斯文摘译 田军涛校)