



石墨表面修饰补强天然橡胶的性能

李 鑫^a, 熊玉竹^{a,b}, 崔凌峰^a, 戴 骏^a, 王兵辉^a, 吴胜学^a

(贵州大学 a. 材料与冶金学院; b. 贵州省材料结构与强度重点实验室, 贵州 贵阳 550025)

摘要 选用偶联剂双-[γ -(三乙氧基硅) 丙基] 四硫化物 (Si69)、异丙基三油酸酐氧基钛酸酯 (NDZ-105)、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷 (KH570) 对石墨进行表面处理, 研究改性石墨复合材料的硫化、力学、耐切割、加工等性能。结果表明 石墨在橡胶基体中的分散性明显提高, 石墨和橡胶分子链之间形成的物理缠结点增多; 改性材料的 100%、300% 的定伸强度及拉伸强度均明显提高, 耐切割性能均有提升 KH570 改性石墨材料的综合性能最好 Payne 效应明显减弱, 但动态损耗因子略有增大。

关键词 天然橡胶; 石墨; 偶联剂; 分散性; 加工性能

中图分类号 TQ332

文献标志码 A

文章编号 1008-5548 (2017) 05-0077-06

Properties of graphite of surface modification reinforcing natural rubber

LI Xin^a, XIONG Yuzhu^{a,b}, CUI Lingfeng^a,
DAI Jun^a, WANG Binghui^a, WU Shengxue^a

(a. College of Materials and Metallurgy; b. Guizhou Key Laboratory for Mechanical Behavior and Microstructure of Materials, University of Guizhou, Guiyang 550025, China)

Abstract: Different coupling agents such as Si69, NDZ-105 and KH570 were used for surface treatment of graphite. The curing property, mechanical property, cutting resistance and processing property of the modified graphite-NR composites were studied. The results show that the dispersion of graphite modified by coupling agents in natural rubber matrix are improved, the physical entanglements between graphite and rubber chain are increased. Contrast to unmodified graphite-NR composites, the stress at 100%, stress at 300% and tensile strength of modified graphite-NR composites is increased obviously and the cutting loss

is decreased. The comprehensive properties of KH570 modified graphite-NR composites is the best. The Payne effect of the modified graphite-NR composites is significantly weakened, but the dynamic loss factor is higher than the unmodified graphite-NR composites.

Keywords: natural rubber; graphite; coupling agent; dispersion property; processing properties

无机填料的粒径、结构和表面活性是影响填料补强橡胶的 3 大主要因素^[1], 其中, 填料粒子表面官能团的性状对橡胶的补强性能和混炼加工性能有明显影响, 决定橡胶和无机填料之间相互作用的强弱, 而填料粒子表面的亲疏水性、反应活性都影响填料在橡胶基体中的分散性^[2-3]。在高填充聚合物体系中, 无机填料在基体中很难均匀分散^[4], 影响填料补强作用充分的发挥, 并且无机填料和橡胶大分子之间在结构和形态都存在很大的差别, 直接将无机填料添加到橡胶中补强, 两者缺乏亲和性, 相容性极差^[5]。

石墨作为一种二维片层填料被广泛使用, 由于表面能高, 因此极易团聚。作为填料, 将石墨均匀分散在橡胶基体中十分必要, 最常用的方法是对石墨进行表面处理^[6]。通过对无机填料进行表面改性可促进填料的分散^[7]以及改善填料和橡胶基体的界面作用, 提高填料与橡胶表面之间的相容性, 从而提高复合材料的性能^[8]。偶联剂常被用来对无机填料表面进行改性处理, 通过物理或化学作用将无机填料的橡胶大分子结合起来, 起到“桥梁”的作用^[9-10]。

石墨经氧化处理后表面含有羟基、羧基和羰基等官能团, 这些官能团可作为石墨表面官能化的起点, 把偶联剂枝接到石墨的表面, 从而提高石墨在基体中的分散和增强界面结合作用。李冬冬等^[11]选用 3 种不同的钛酸酯偶联剂, 对石墨进行表面处理, 改善了石墨与硅橡胶的界面相容性, 使硅橡胶的力学性能和导热性都得到提高。Yang 等^[12]采用含有端氨基的偶联剂 APTS 修饰氧化石墨烯, 在催化剂的作用下, 成功将硅烷偶联剂的氨基接枝到氧化石墨烯的表面。Ma 等^[13]将硅烷偶联剂 KH550 接枝到氧化石墨烯, 采用原位还原法制备了功能化石墨烯/硅橡胶复合材料, 显著提高了

收稿日期 2016-07-07, 修回日期 2016-11-09。

基金项目 贵州省重大专项计划项目, 编号 2013-6016; 贵州大学研究生教育创新基地项目, 编号 CXJD[2014]08。

第一作者简介 李鑫 (1992—), 男, 硕士研究生, 研究方向为材料的复合改性及高性能化。E-mail: Ergouli1992@163.com。

通信作者简介 熊玉竹 (1969—), 女, 博士, 教授, 硕士生导师, 研究方向为复合材料的结构与性能。E-mail: 932271187@qq.com。

复合材料的力学性能和热稳定性。

本文中采用 3 种不同的偶联剂,对石墨进行表面处理,并制备改性石墨-天然橡胶(NR)复合材料,目的在于采用偶联剂对石墨表面处理,可提高石墨在天然橡胶基体中的分散性,改善石墨填料与天然橡胶的界面作用,并对不同种类的偶联剂改性效果进行比较,研究了填料在天然橡胶基体中的分散性、石墨-天然橡胶复合材料的物理力学性能、耐切割性以及加工性能。

1 实验

1.1 材料及配方

NR,云南省勐腊县关累制胶厂,100 g 石墨,东莞市塘厦湘阳石墨制品加工厂,10 g 偶联剂 Si69、NDZ-105、KH570,河南宏佳化工产品有限公司,各 2 g 氧化锌(ZnO)、硬脂酸(SA)、促进剂 D、促进剂 M、促进剂 DM、促进剂 TMTD、防老剂 4020、硫黄(S),贵州轮胎厂,分别为 5、4、0.5、2.21、0.32、1.96、1.5、1.71 g。

1.2 石墨的改性

取 2 g 偶联剂于烧杯中,加入无水乙醇数毫升,超声振荡 15 min,使偶联剂充分分散。取 10 g 石墨于三口烧瓶中,加入适量无水乙醇,将分散好的偶联剂转移到三口烧瓶中,80 °C 下回流 6 h,将改性好的石墨置于 60 °C 下鼓风干燥 24 h,研磨,备用。

1.3 石墨-NR 复合材料的制备

将 NR、改性石墨一次性加入到橡塑密炼机中,温度 80 °C,转速 80 r/min,密炼 7 min,成为母炼胶。

母炼胶放入双辊开炼机中,依次加入 ZnO、SA、促进剂 D、促进剂 M、促进剂 DM、防老剂 4020、TMTD 及 S,练 10 min,薄通、下片成混炼胶备用。

混炼胶停放 24 h 后,使用 MD-3000A 型无转子硫化仪(MD-3000A,台湾高铁科技股份有限公司),

143 °C 下测试混炼胶的硫化性能及正硫化时间 t_{90} 。根据 t_{90} 将混炼胶在平板硫化机上硫化,制备厚度约为 2 mm 的硫化胶试样。添加未改性石墨的复合材料,记为 G,添加经 Si69、NDZ-105、KH570 改性的石墨复合材料,分别记为 Si69-G、NDZ-105-G、KH570-G。

1.4 石墨处理效果及复合材料的性能表征

用傅里叶变换红外光谱(美国 NICOLET NEXUS 670 型)对石墨改性效果进行表征;用场发射扫描电镜(Quanta FEG250)观察石墨改性前后的分散性;用无转子硫化仪(MD-3000A,台湾高铁科技股份有限公司)测试复合材料的硫化性能,测试温度为 143 °C,测试时间 10 min;用 Insekt 10 型万能材料试验机(德国惠博材料测试公司)对硫化胶试样进行拉伸性能测试;按照 GB/T528—2009,直角撕裂强度按照 GB/T529—1999;用 RCC-1 型(北京万汇一方科技发展有限公司)橡胶动态耐切割试验机测试复合材料的耐切割性能,胶轮转速为 720 r/min,每分钟打击 120 次,测定时间为 20 min,每 4 min 记录一次切割损失量;用橡胶加工分析仪(RPA2000,Alpha,Technologies,USA)测试复合材料加工性能,采用应变扫描方式,扫描温度为 60 °C,范围 0.7%~400%,频率为 1 Hz。

2 结果与讨论

2.1 改性机理与 FT-IR 分析

Ganguli 等^[14]在研究化学方法对膨胀石墨进行功能化时,认为膨胀石墨表面的官能团(—OH、—COOH 等)可与硅烷偶联剂的硅羟基(Si—OH)发生缩合反应,将石墨表面硅烷化。

硅烷偶联剂既能与石墨表面的羟基反应,又能与橡胶的长分子链相互作用,起到“偶联”的作用,改善填料与胶料的界面性能。图 1 为硅烷偶联剂的石墨表面的羟基相互作用示意图。

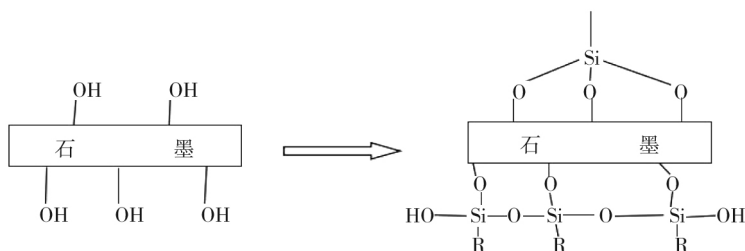


图 1 硅烷偶联剂与石墨表面羟基的反应

Fig. 1 Reactions between silane coupling agent and hydroxyl groups on graphite surface

钛酸酯偶联剂在处理非硅类填料中,发挥重要作用,它在橡胶中既起到偶联剂的作用,也起到可分散、湿润、粘结、促进的作用^[10]。图 2 为钛酸酯偶联剂 NDZ-105 与石墨表面羟基的相互作用示意图。

图 3 为石墨改性前后的红外光谱图。

由图 3 可以看出,石墨的红外谱图基线出现倾斜,是由于石墨的颜色和高硬度造成的^[15]。在未改性石墨(图 3 中 a 曲线)中,1 166 cm^{-1} 处附近的吸收峰为 C—

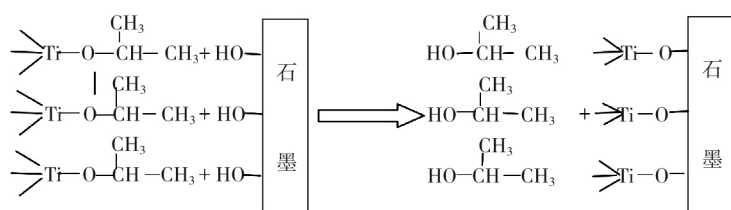
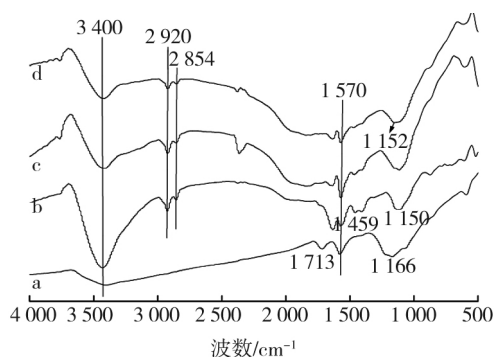


图2 钛酸酯偶联剂 NDZ-105 与石墨表面羟基的作用机理

Fig. 2 Reactions between NDZ-105 and hydroxyl groups on graphite surface



a—未改性 G ; b—Si69-G ; c—NDZ-105-G ; d—KH570-G。

图3 不同偶联剂改性石墨红外光谱图

Fig. 3 FT-IR spectra of graphite treated with different coupling agent

O—C 的伸缩振动, $1\,570\text{ cm}^{-1}$ 处附近的吸收峰为石墨结构中的 C=C 键, $1\,713\text{ cm}^{-1}$ 处附近的吸收峰为石墨片层边缘的羧基或羰基中 C=O 的伸缩振动, $3\,400\text{ cm}^{-1}$ 处附近的峰为水分子中羟基和石墨表面羟基的吸收

峰^[16], 这些官能团的存在, 为偶联剂水解后的枝接反应提供了必需的条件。

在经 3 种偶联剂改性后的石墨红外光谱图 (图 3 中的 b、c、d) 中, $3\,400\text{ cm}^{-1}$ 处附近的吸收峰应为一 OH 的伸缩振动峰, 其峰形较未改性的石墨峰形更加尖锐, 可能是因为 Si69 中的 $\text{—Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ 、NDZ-105 中的 $\text{—Ti—O—CH}(\text{CH}_3)_2$ 、KH570 中的 $\text{—Si}(\text{OCH}_3)_3$ 水解生成小分子醇导致的, 同时也说明 3 种偶联剂都成功水解。在 $2\,920$ 、 $2\,854\text{ cm}^{-1}$ 处附近的吸收峰应为一 CH_2 的特征吸收峰^[17], $1\,570\text{ cm}^{-1}$ 处附近的吸收峰应归属于 C=C 键, 图 3 中 a 线 $1\,459\text{ cm}^{-1}$ 处应归属于亚甲基中 C—H 的变形振动吸收峰, b、d 线 $1\,150$ 、 $1\,152\text{ cm}^{-1}$ 处的吸收峰应为 Si—O—C 的伸缩振动峰。由以上红外谱图分析可知, 3 种不同的偶联剂都枝接到石墨表面。

2.2 偶联剂改性对石墨分散性的影响

图 4 是石墨改性前后的扫描电镜图像。

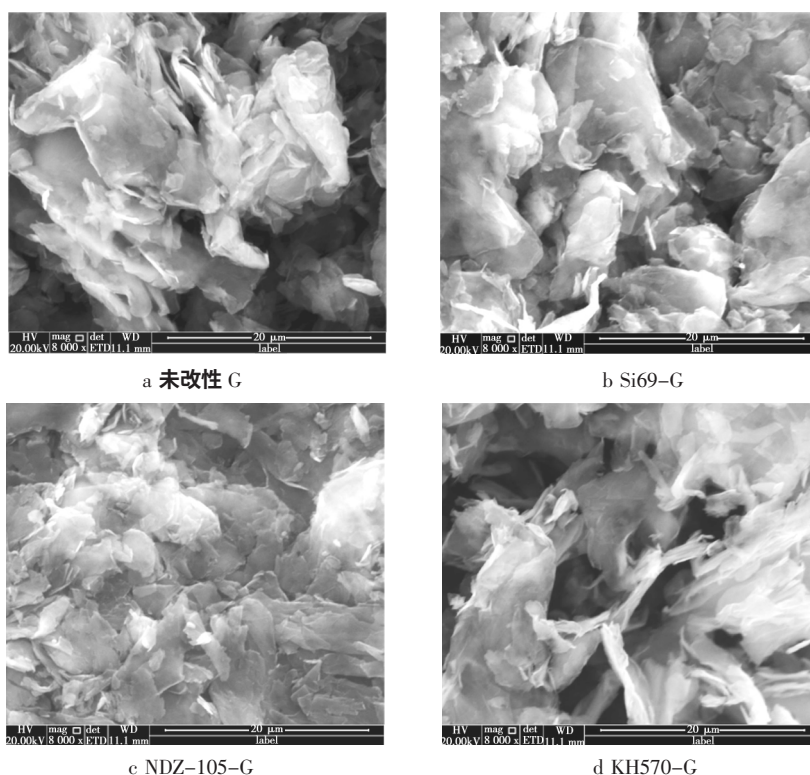


图4 石墨改性前后扫描电镜图像(放大 8 000 倍)

Fig. 4 SEM images of unmodified and modified graphite

由图 4a 可以看出,石墨在未改性前,片层之间是相互叠加在一起,团聚现象比较明显,图 4b—d 分别为经 Si69、NDZ-105 和 KH570 改性后的石墨扫描电镜图像,从图中可以看出,石墨片层之间出现一些空隙,相互分散。其中,经 KH570 改性后的石墨,层与层之间的分离最为明显,空隙比较大。分析认为,偶联剂枝接到石墨表面,石墨表面亲水基团

减少,片层之间的相互作用减弱,团聚现象得到改善。

2.3 复合材料的硫化性能

表 1 为混炼胶的硫化性能测试结果。其中 M_H 为最大转矩; M_L 为最小转矩; t_{c10} 为焦烧时间; t_{c90} 为正硫化时间; M_H-M_L 为最大扭矩与最小扭矩的差值。

表 1 复合材料的硫化性能

Tab. 1 Vulcanization properties of composites

试样	$M_H / (d \cdot N \cdot m)$	$M_L / (d \cdot N \cdot m)$	t_{c10} / min	t_{c90} / min	$M_H-M_L / (d \cdot N \cdot m)$
G	11.12	0.45	0:46	3:31	10.67
Si69-G	10.70	0.38	0:44	3:48	10.32
NDZ-105-G	10.87	0.28	0:45	3:43	10.59
KH570-G	10.18	0.21	0:45	3:45	9.97

混炼胶的最大转矩 M_H 及最大扭矩 M_H 与最小转矩 M_L 的差值 (M_H-M_L) 均与交联密度成正比^[18],最小转矩 M_L 则可反映填料与填料之间的相互作用^[19], M_L 越小,填料在天然橡胶基体中的分散性越好^[20]。

由表 1 可以看出,与未改性石墨-NR 复合材料相比,偶联剂改性石墨-NR 复合材料的 M_L 明显降低,填料在天然橡胶基体中的分散性变好。这可能是由于偶联剂对石墨的改性减小了石墨表面的亲水基团数量,表面改性改善了石墨在天然橡胶基体中的分散性。KH570 改性石墨在天然橡胶基体中的分散性最好。而偶联剂改性石墨-NR 复合材料的 M_H 及 M_H-M_L 变化不明显。加入偶联剂改性后石墨,

对混炼胶的胶烧时间 t_{c10} 和正硫化时间 t_{c90} 影响也不大。

2.4 复合材料的力学性能与耐切割性能

表 2 为复合材料的力学性能表,由表可以看出,与未改性石墨-NR 相比,偶联剂改性的复合材料的 100%、300%定伸强度明显提高。KH570 改性石墨-NR 复合材料的 100%定伸提高约 35%,300%定伸提高约 31%。分析认为,从前述硫化性能分析中可知,KH570 改性的石墨在橡胶基体中的分散性最好,形成的物理缠结点最多,因而表现出最好的定伸性能。偶联剂改性石墨-NR 复合材料的拉伸强度略有提高,偶联剂改性石墨对复合材料的撕裂性能影响不大。

表 2 复合材料的力学性能

Tab. 2 Mechanical properties of composites

试样	拉伸强度/MPa	100% 定伸强度/MPa	300% 定伸强度/MPa	断裂伸长率/%	直角撕裂强度/(N·mm ⁻¹)
G	27.78	2.30	6.77	736.49	40.423
Si69-G	31.20	2.59	7.54	755.64	39.030
NDZ-105-G	28.35	2.42	7.09	742.41	41.501
KH570-G	29.29	3.10	8.89	688.39	42.681

耐切割性能是衡量轮胎胎面胶性能的一个重要指标,通过实验前后的复合材料的质量损失表征。图 5 为复合材料的切割损失量随时间的变化图。

由图 5 中可以看出,添加未改性石墨的试样质量损失最大,耐切割性能最差,经 Si69、NDZ-105、KH570 改性后石墨的加入,复合材料的质量损失明显降低,复合材料的耐切割性能得到提高。分析认为,石

墨经偶联剂改性后,填料在天然橡胶基体中的分散性得到明显提高,形成了更多的物理缠结。在抵抗外力切割时,缠结点的破坏吸收了更多的能量,所以材料的耐切割性能提高。KH570 改性石墨在橡胶基体中的分散效果最好,其耐切割性能也是最好。

2.5 复合材料的加工性能

图 6 为复合材料的储能模量(G')随应变的变化图。

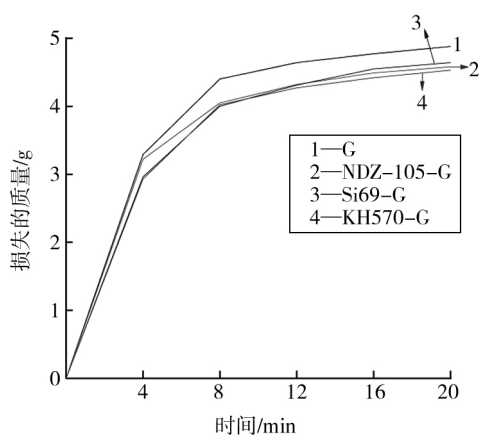


图5 复合材料的切割损失量随时间变化关系

Fig. 5 Relationship between cutting loss and time variation of composites

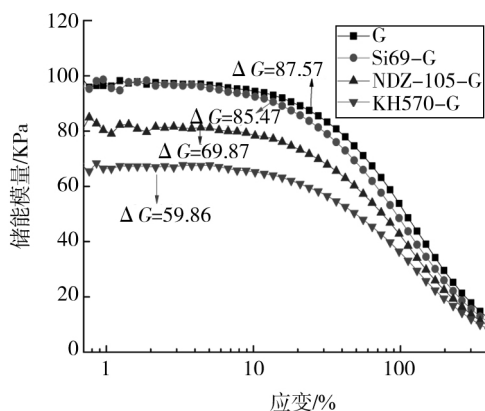


图6 复合材料的储能模量与应变的关系曲线

Fig. 6 Curves of elastic modulus vs. strain for composites

通过应变扫描能够表征填料在橡胶基体中的分散性。在应变较小时,低填充橡胶具有恒定的 G' , 随着应变的增加, G' 迅速减小, 即 Payne 效应。复合材料的储能模量差值 ($\Delta G'$) 则可表征填料与填料之间的作用, $\Delta G'$ 值越小, 填料形成的聚集体越弱, Payne 效应越弱^[21], 填料在天然橡胶基体中的分散性就越好^[22-23]。由图6可知, 在应变达到10%之前, 复合材料的 G' 均处于一个恒定值, 这是因为添加石墨的份数较少, 复合材料是低填充体系。图6还显示, 与未改性石墨-NR 复合材料相比, 偶联剂改性石墨-NR 复合材料的 $\Delta G'$ 均减小, 说明偶联剂对石墨的改性使得石墨在橡胶基体中的分散性得到明显改善, 且偶联剂 KH570 的改性效果最明显, 这与前述硫化性能的分析结果完全一致。

图7为复合材料的损耗因子随应变的变化曲线。由图可以看出, 在应变较小时, 复合材料的损耗因子 ($\tan\delta$) 变化是较平稳的趋势, 当应变达到100%左右时, 复合材料的 $\tan\delta$ 快速增大, 这是因为, 在大应变下, 填料的网络结构被严重破坏, 复合材料的不可逆

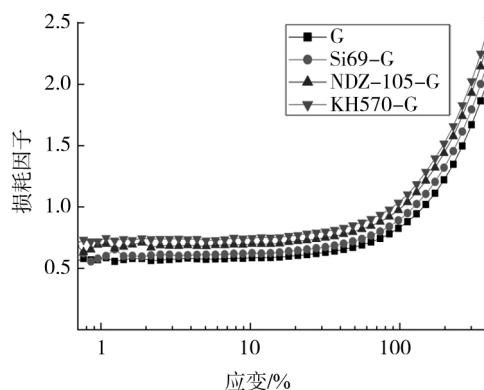


图7 偶联剂改性对石墨-NR 复合材料损耗因子的影响

Fig. 7 Effect of different coupling agent modification on loss factor of graphite-NR composites

变形增大, $\tan\delta$ 增大。其中, 添加了经 KH570 改性后石墨的复合材料的 $\tan\delta$ 最大, 而添加未改性石墨的复合材料的 $\tan\delta$ 最小。分析认为, 在大应变作用下, 复合材料内部橡胶分子链开始运动, 橡胶分子链在运动时, 填料与橡胶分子链之间的摩擦与损耗因子有直接关系。从上面的分析可以得出, 经 KH570 改性后的石墨在天然橡胶基体中的分散性最好, 石墨和橡胶分子链之间形成的物理缠结点多, 橡胶分子链在运动的过程中, 受到缠结点的束缚越大, 所以, 损耗因子就越大, 滞后效应明显。相反, 添加未经改性石墨混炼胶的损耗因子最小。

3 结论

1) 复合材料的硫化性能和动态力学性能分析均显示, 偶联剂改性石墨明显提高了石墨在橡胶基体中的分散性, 使得石墨和橡胶分子链之间形成的物理缠结点增多。经 KH570 改性后的石墨在天然橡胶基体中的分散性最好。

2) 偶联剂改性石墨-NR 复合材料与未改性石墨-NR 复合材料相比, 其 100%、300% 的定伸强度及拉伸强度均明显提高, 且 3 种偶联剂改性石墨-NR 复合材料的耐切割性能均有提升。KH570 改性石墨-NR 复合材料的综合性能最好。

3) 与未改性石墨-NR 复合材料相比, 偶联剂改性石墨-NR 复合材料的储能模量差值较小, Payne 效应较弱, 填料的网络化程度较低, 但其损耗因子有所增大, 存在滞后效应。

参考文献 (References) :

- [1] 张鹏宇, 王娜, 杨凤, 等. 偶联剂对白炭黑/天然橡胶纳米复合材料性能的影响[J]. 材料研究学报, 2015, 29 (8) : 607-612.
- [2] 魏绪玲, 付含琦, 郑聚成, 等. 橡胶补强填料的研究进展[J]. 高分子通报, 2014, 9 (2) : 31-35.

- [3] SONG J P, MA L X, HE Y, et al. Modied graphite filled natural rubber composites with good thermal conductivity[J]. Chinese Journal of Chemical Engineering, 2015, 23 (5) :853-859.
- [4] KATSUYUKI W, CYNTHIA P, DMITRIY A D, et al. Ploymer-graphite nanocomposites: effective dispersion and major property enhancement via solid-state shear pulverization[J]. Macromolecules, 2008, 41 (6) ,1 905-1 908.
- [5] LI Z, WANG R, YOUNG R J, et al. Control of the functionality of graphene oxide for its application in epoxy nanocomposites [J]. Polymer, 2013, 54 (23) :6 437-6 446.
- [6] SENGUPTA R, BHATTACHARYA M, BANDYOPADHYAY S, et al. A review on the mechanical and electrical properties of graphite and modified graphite reinforced polymer composites[J]. Progress in Polymer Science, 2011, 36 (5) :638-670.
- [7] 刘涛, 陈亚薇, 杜爱华. 硅烷偶联剂对白炭黑 / 炭黑并用体系增强天然橡胶性能的影响[J]. 橡胶科技, 2016, 14 (2) :15-19.
- [8] 郑奎, 张士秋, 刘伟军, 等. 硅烷偶联剂改性绢云母及其在天然橡胶中的应用[J]. 中国粉体技术, 2016, 22 (3) :67-71.
- [9] HAN C D, WEGHE T V D, SHETE P, et al. Effects of coupling agents on the rheological properties, processability, and mechanical properties of filled polypropylene[J]. Polymer Engineering & Science, 1981, 21 (4) :196-204.
- [10] 何益艳, 张吉才, 杜仕国. 偶联剂在橡胶中的应用 [J]. 弹性体, 2002, 12 (4) :55-59.
- [11] 李冬冬, 韩雄炜, 申屠宝卿, 等. 石墨及其表面改性对硅橡胶导热性能的影响[J]. 合成橡胶工业, 2010, 33 (1) :49-52.
- [12] YANG H F, LI F H, SHAN C S, et al. Covalent functionalization of chemically converted graphene sheets via silane and its reinforcement [J]. Journal of Materials Chemistry, 2009, 19 (26) :4 632-4 638.
- [13] MA W, LI J, DENG B J, et al. Properties of functionalized graphene/room temperature vulcanized silicone rubber composites prepared by an in-situ reduction method [J]. Journal of Wuhan University of Technology (Materials Science Edition), 2013, 2: 127-131.
- [14] GANGULI S, Roy A K, ANDERSON D P. Improved thermal conductivity for chemically functionalized exfoliated graphite/epoxy composites[J]. Carbon, 2008, 46 (5) :806-817.
- [15] 文潮, 金志浩, 关锦清, 等. 炸药爆轰合成纳米石墨的红外光谱研究[J]. 高等学校化学学报, 2004, 25 (4) :1 043-1 045.
- [16] TITELMANG I, GELMAN V, BRON S, et al. Characteristics and microstructure of aqueous colloidal dispersions of graphite oxide[J]. Carbon, 2005, 43 (3) :641-649.
- [17] 黄桥, 孙红娟, 杨勇辉. 氧化石墨的谱学表征及分析[J]. 无机化学学报, 2011, 27 (9) :1 721-1 726.
- [18] 汤银根, 王娜, 杨凤, 等. 机械共混法制备改性氧化石墨烯 / 天然橡胶复合材料及性能表征[J]. 高分子材料科学与工程, 2015, 31 (9) :167-172.
- [19] 金仲, 罗筑, 李斌, 等. 相容剂 HTPB-g-MA 的合成及对芳纶增强天然橡胶复合材料性能的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2016, 32 (1) :6-12.
- [20] 王章凯, 熊玉竹, 袁野, 等. 凹凸棒土与炭黑粉体协同增强天然橡胶的性能[J]. 中国粉体技术, 2015, 21 (5) :40-43.
- [21] 徐帅锋, 丁乃秀, 栗磊, 等. 偶联剂 Si69 对白炭黑 / 炭黑填充溶聚丁苯橡胶动态黏弹性能的影响 [J]. 合成橡胶工业, 2013, 36 (3) :208-211.
- [22] 宋成芝, 车永兴, 张志广, 等. 硅烷偶联剂对炭黑 / 白炭黑增强丁腈橡胶填料网络结构及动态性能的影响[J]. 合成橡胶工业, 2011, 34 (2) :128-132.
- [23] 宋义虎, 杜淼, 杨红梅, 等. 橡胶材料的结构与黏弹性 [J]. 高分子学报, 2013 (9) :1 115-1 130.

石墨微粉精度好, 振实密度高, 球形度理想, 产品成品率高 浙江力普石墨粉碎球形化生产线点“墨”成金

石墨是一种战略资源, 素有“黑金子”的美称, 用途广泛, 在发达国家, 石墨产品已作为新能源材料技术的代表。石墨销售主要按照颗粒大小和纯度, 颗粒越大、纯度越高的石墨价格越贵, 所以选用专业加工设备至关重要。综观我国, 石墨储量居世界前列, 但石墨粉的粉碎技术一直比较落后, 往往是将粗加工石墨粉出口到国外加工, 再从国外进口使用, 这样一来成本增加、利润降低。

由于我国并不掌握石墨深加工核心技术, 而先进石墨加工技术被美、日、欧盟等垄断, 导致我国石墨资源“低出高进”, 外国“以购代采”的状态长期存在。如何改变这一现状, 将石墨资源优势转化为经济优势? 国家高新技术企业、中国粉碎技术领航者——浙江力普粉碎设备有限公司一马当先, 发挥自身长期从事粉碎设备行业累积的经验优势, 根据用户实际需求研制的省级新产品试制计划项目“GCL 系列石墨粉碎球形化生产线”(项目编号: 2016D60SA642837) 为国内的石墨粉碎深加工行业解决了一大难题, 成为行业的佼佼者。该生产线自主创新设计采用系列微粉机和大小涡轮分级机的优化配置, 解决了生产线上下游产量的衔接问题; 不同规格的分级机能够更好的匹配大小微粉磨主机, 粉碎球形化系统由多套气流涡轮微粉机和涡轮分级机组成, 通过连续的粉碎、球形化筛分, 提高分级精度从而提高球形化成品率; 研制的负压除尘回收系统, 采用自动加料系统和风网系统, 将生产线中的全部尾粉出口统一收集, 提高生产线的自动化程度, 防止粉尘污染。这一成果, 日前在杭州通过省级新产品鉴定。专家认为项目产品技术处国内同类产品领先水平。



该生产线自试制投产以来到目前为止, 已在我国的黑龙江、内蒙古、山东、吉林、湖北、湖南等石墨盛产地得以广泛使用, 深受好评。同时, 吸引了日本、巴西的外商前来采购。这些外商经现场带料试验, 结果表明由此生产线加工的石墨微粉精度更好, 振实密度高, 球形度理想, 产品成品率高, 粒度集中, 耗能降低 20% 左右。外商对此十分满意, 连连称此生产线达到了国际领先水平, 当场下单订购, 并将浙江力普作为长期战略合作伙伴。如今, 浙江力普已成为国内外多家厂商设计生产石墨成套加工设备, 解决天然石墨精细加工粉体整体方案的供应商。(丁文)

浙江力普咨询热线: 13806745288、13606577969 传真: 0575-83152666

力普网站: www.zjleap.com

E-mail: zjleap@163.com