

[补充信息]

白炭黑负载抗氧剂在天然橡胶中的分散性及其防老化作用

熊亚¹, 江猛¹, 李宜航¹, 吴江兵¹, 杨航¹, 熊玉竹^{1,2,✉}

1 贵州大学材料与冶金学院, 贵阳 550025

2 贵州省橡胶复合材料工程实验室, 贵阳 550025

[Supplementary Information]

Dispersibility of Silica-loaded Antioxidant in Natural Rubber and Its Anti-aging Function

XIONG Ya¹, JIANG Meng¹, LI Yihang¹, WU Jiangbing¹, YANG Hang¹,
XIONG Yuzhu^{1, 2, ✉}

1 College of Materials and Metallurgy, Guizhou University, Guiyang 550025, China

2 Guizhou Province Engineering Laboratory for Rubber Composites, Guizhou University, Guiyang 520025, China

实验试剂

本实验用到的药品有: 天然橡胶(NR):10#标准胶, 云南天然橡胶产业股份有限公司; 白炭黑(SiO₂ TS-180): 常州市乐环化工有限公司; 双(二辛氧基焦磷酸酯基)乙撑钛酸酯和三乙醇胺的螯合物(NDZ-311w): 南京创世化工助剂有限公司; 4-[(4,6-二辛硫基-1,3,5-三嗪-2-基)氨基]-2,6-二叔丁基苯酚 (抗氧剂 565): 上海阿拉丁生化科技股份有限公司; 无水乙醇(AR): 重庆川东化工有限公司; 硫化胶助剂: 氧化锌(ZnO)、硬脂酸(SA)、防老剂 N-(1,3-二甲基)丁基-N'-苯基对苯二胺(4010)、促进剂 二硫化四甲基秋兰姆(TMTD)、促进剂 二苯胍(D)、促进剂 2-硫醇基苯并噻唑(M)、促进剂 2,2'-二硫代二苯并噻唑(DM)、硫磺(S)均为橡胶工业市售品。

测试与表征

红外光谱测试: 采用美国赛默飞公司的 Nicolet 6700 傅立叶变换红外光谱仪对改性前后白炭黑表面基团进行表征, 测量范围为 400~4 000 cm⁻¹。

改性前后白炭黑的热重分析(TGA)测试: 采用同步热分析仪(STA449C, NETZSCH 仪器制造有限公司)表征改性前后白炭黑的热稳定性, 测试条件: 在 N₂ 氛围下, 从室温升温到 700 °C, 升温速率为 10 °C/min。

扫描电镜(SEM)测试: 采用日本电子公司 JSM-7500F 扫描电镜观察改性前后的白炭黑与相应的复合材料拉伸断面的微观形貌。测试前需要对样品进行喷金处理。

RPA 测试: 采用美国阿尔法公司 PRA2000 型橡胶加工分析仪对混炼胶进行应变扫

描: 温度 60 °C、频率 1 HZ, 应变振幅 0.7~400%。

差示扫描量热(DSC)测试: 采用 Q2000 型差示扫描量热仪对改性前后的 SiO₂/NR 复合材料进行测试, 测试温度范围: -80~120 °C; 升温速率: 10 °C/min。

改性前后 SiO₂/NR 复合材料的热氧老化性能测试: 采用热氧老化试验箱(JZ401A, 扬州市精卓实验机械厂), 检测 1.2 中制备的硫化胶的抗热氧老化性能, 老化温度为 80 °C, 老化时间为 1 d、3 d、5 d、7 d, 老化结束后, 将试样放置 10 h 后, 进行拉伸性能和直角撕裂性能测试。

用德国慧博材料测试公司 Inspekt 10KN 型万能电子拉伸试验机按照 GB/T528-1998 对样条进行拉伸性能测试, 按照 GB/T529-1999 对样条进行直角撕裂性能测试。

热氧分解动力学测试: 采用同步热分析仪(STA449C, NETZSCH 仪器制造有限公司)对上述复合材料硫化胶样品进行测试, 测试条件: 分别在在 N₂ 和空气氛围下, 从室温升温到 700 °C, 升温速率为 10 °C/min。