



## 偶联改性纳米二氧化硅对硅橡胶性能影响的分子动力学模拟

**摘要：**本文利用分子动力学模拟方法，研究了偶联改性纳米二氧化硅(SiO<sub>2</sub>)对硅橡胶材料热学、力学性能以及电气性能的影响机制，建立了不同接枝率下的偶联改性剂(KH-550)改性纳米二氧化硅的硅橡胶复合材料模型。结果表明:偶联改性纳米二氧化硅能有效提高硅橡胶的热学、力学性能和电气性能，且不同接枝率偶联改性纳米二氧化硅对硅橡胶性能提升效果存在差异性。经过研究表明，以10%接枝率偶联改性纳米SiO<sub>2</sub>对硅橡胶性能提升效果最佳，导热率较未改性硅橡胶提升75%，杨氏模量提升了50%，相对介电常数降低32%。同时，从分子链运动特性、自由体积、径向分布函数等角度揭示了提升硅橡胶导热、力学性能及电气特性的微观机理。该研究结果可以为提升硅橡胶材料热学和力学性能提供理论借鉴。

**关键词：**硅橡胶；偶联改性；纳米SiO<sub>2</sub>；分子动力学模拟；热力学性能；电气性能

**基金资助：**国网新疆电科院项目(SGXJZH00DNJS2500769)

《中国电机工程学报》，网络首发2025-12-05

## 用于热致缺陷绝缘子的可逆感温变色材料性能研究

**摘要：**近年来，随着绝缘子长期运行，期间受到外界热、电气和机械应力等外界环境因素而异常发热产生热致缺陷的现象时有发生。利用感温变色材料(thermochromic material, TESM)检测电力设备热故障已经成为热致缺陷预警领域的研究热点。本文

采用感温变色微胶囊与漆基室温硫化硅橡胶(room temperature vulcanizable silicone rubber, RTV)混合制备硅橡胶涂料试样，借助红外光谱、扫描电镜和憎水角实验分析掺杂不同质量分数TESM微胶囊对硅橡胶表面微观形貌及憎水性能影响的程度，通过差示扫描热量和热重分析实验探究硅橡胶试样热学性能的变化，利用工频闪络、耐漏电起痕试验对硅橡胶开展电学性能分析，并在具有热致缺陷的芯棒上进行验证。研究结果表明：硅橡胶试样变色性能良好，变色时间小于5 s, TESM微胶囊有效提高了硅橡胶的热稳定性，且未改变硅橡胶的各项性能。当TESM微胶囊质量分数为0.3%时，感温变色硅橡胶涂料的综合性能达到最优，工频闪络电场强度达到20.7 kV/mm，耐漏电起痕性为1A4.0级，静态接触角较纯硅橡胶有1°~2°的小范围增幅。感温变色硅橡胶涂料... 更多

**关键词：**硅橡胶；温度检测；感温变色材料；变色性能

《绝缘材料》，网络首发2025-12-15

## 纳米纤维素改性及在复合材料中的应用进展

**摘要：**纳米纤维素作为一种天然可再生的纳米级生物材料，凭借其独特的力学性能、高比表面积、良好的生物相容性及可降解性，已成为开发高性能、多功能、可持续复合材料的关键增强相，展现出巨大的应用潜力与环保价值。本文系统总结了纳米纤维素的物理及化学改性方法，并分析了这些改性方法如何通过表面功能化、电荷调控及界面设计，有效提升纳米纤维素与各类基体材料的相容性及界面相互作用。在此基础上，进一步探讨了纳米纤维素在可生物降解聚合物、橡胶和环氧树脂等领域的应用进展。最后，通过阐述纳米纤维素对复合材料力学性能、热性能及阻隔性能的影响，提出了未来纳米纤维素在界面调控、规模化生产及多尺度复合方向的挑战和机遇，为其工业化应用提供理论支持。

**关键词：**纳米纤维素；化学改性；复合材料；界面调控；可持续材料

**基金资助：**中国科学院“全球共性挑战专项”(118GJHZ2024075GC)；国家自然科学基金项目(52476231)；国家重点研发计划国际科技创新合作项目(2021YFE0114400)；广东省重点领域研发计

划项目(2020B0101070001)

《化工进展》，网络首发2025-12-09

## 橡胶纳米复合材料界面和分散表征的研究进展

**摘要：**橡胶纳米复合材料在交通运输(如高性能轮胎)、航空航天与国防等国家战略领域具有重要的应用价值，复合材料的宏观性能与纳米填料-橡胶的界面相互作用及填料在基体中的分散结构密切相关。然而传统表征方法受限于分辨率不足，难以清晰阐明纳米尺度微观结构(界面性能、分散结构)与复合材料宏观性能的关联机制，从而无法为高性能橡胶纳米复合材料的设计与制备提供明确指导。本综述主要介绍了如何利用原子力显微镜(AFM)纳米力学成像技术的高分辨优势，实现橡胶纳米复合材料界面结构(界面厚度、纳米力学性能)的定量表征，以及结合具有纳米级分辨率的三维扫描透射电镜(3D-STEM)与微米级视场的同步辐射X射线计算机断层扫描(X-ray CT)实现纳米填料在橡胶基体中三维分散结构的精细化表征，包括填料聚集体分散均匀性、尺寸分布、内部密实度及填料网络结构的支化度和连通性等。总结了橡胶与填料的物理化学性质对纳米复合材料多尺度微观结构的影响规律。

**关键词：**橡胶纳米复合材料；界面性能；三维分散结构；结构性能关系

**基金资助：**国家自然科学基金(基金号52127804,51373012)资助

《高分子学报》，网络首发2025-12-01

## 多功能特性的聚氨酯泡沫材料研究进展

**摘要：**轻质与高强相矛盾以及高可燃性严重限制了聚氨酯泡沫材料的广泛应用。为解决上述问题提供参考，本文简要介绍了聚氨酯泡沫材料的合成方法，并较为全面地综述了轻质高强型、吸声和阻燃型聚氨酯泡沫材料的制备策略，梳理了近年来添加型、反应型和表面处理型阻燃技术对聚氨酯泡沫阻燃性能提升的研究进展。最后，结合当前研究热点，提出了构建轻质高强、吸声和低黏度阻燃多功能、经济高效和绿色环保的聚氨酯泡沫材料体系的发展方向。

**关键词：**聚氨酯泡沫；轻质高强；阻燃性能；协

同效应；研究进展

**基金资助：**江西省自然科学基金项目(20252BA C240392)；材料表面工程江西省重点实验室平台基金项目(2024SSY05071)

《工程塑料应用》，网络首发2025-12-12

## 聚合物膜电极中增塑剂/PVC复合膜的鼓胀性能

**摘要：**为减小电极内外气压的变化对敏感膜的影响，有必要在电极内加装保护膜。保护膜合适的鼓胀性能对电极的寿命至关重要。增塑剂与聚氯乙烯(PVC)混合制备出的复合膜可以用作电极里的保护膜。本文研究增塑剂种类(邻苯二甲酸二辛酯DOP、邻苯二甲酸丁酯DBP、邻硝基苯辛基醚o-NPOE和癸二酸二辛酯DOS)、增塑剂与PVC质量比的不同对复合膜鼓胀高度、鼓胀斜率以及鼓胀疲劳前后高度差值的影响。结果表明，在23~26℃下，膜的鼓胀高度、鼓胀斜率及50次鼓胀疲劳前后的高度差值都随着增塑剂含量的增大而增大，气压为10~30 kPa范围内膜的鼓胀高度跟气压大小成正比例关系。30 kPa下，质量比为1.0:1.0、1.5:1.0、2.0:1.0时，都是DBP/PVC复合膜鼓胀高度最大，分别为0.885 mm、1.534 mm、1.997 mm。10~30 kPa的压强范围内，无论在何种比例下也都是DBP/PVC复合膜斜率最大。30 kPa压强下，三种质量比中均显示DOS/PVC复合膜的50次鼓胀疲劳前后高度差值最大，分别是0.015 0 mm、0.029 3 mm、0.050 0 mm；o-NPOE/PVC复合膜的... 更多

**关键词：**聚氯乙烯(PVC)；增塑剂；复合膜；鼓胀性能；鼓胀高度；抗疲劳性能

《广州化工》，2025，22

