

Symposium D09

Advanced Fibers and Nanocomposites

先进纤维与纳米复合材料

2017年7月8-12日

分会主席:

朱美芳

东华大学

王玉萍

中国化纤工业协会

彭慧胜

复旦大学

冯新亮

德国德累斯顿工业大学

联系人:

刘奇

东华大学

电话: 15216760593

邮箱: liuqi@dhu.edu.cn

杨升元

东华大学

电话: 13816638948

邮箱: cmseysy@dhu.edu.cn

D09. 先进纤维与纳米复合材料

分会主席：朱美芳、王玉萍、彭慧胜、冯新亮

D09-01

聚离子液体的功能化与应用

严锋

苏州大学材料与化学化工学部

离子液体(Ionic Liquids, ILs)是由正、负离子组成, 在室温或室温附近呈现液体状态的有机熔融盐。离子液体具有蒸汽压低、电导率高、电化学窗口宽、热稳定性好等独特的物理化学性质, 已经引起学术界和工业界的兴趣与广泛关注。聚离子液体(Poly(ionic liquid)s)是指由离子液体单体聚合生成的, 在重复单元上具有阴、阳离子基团的一类离子液体聚合物, 兼具离子液体和聚合物的优良性能。按照化学结构, 聚离子液体可分为以下几类(图 1): (1)聚阳离子型离子液体, 即阳离子以共价键与聚合物主链相连; (2)聚阴离子型离子液体, 即阴离子以共价键与聚合物主链相连; (3)两性型聚离子液体, 即阳离子和阴离子都通过共价键与聚合物主链相连。由于聚离子液体兼具离子液体与聚合物的优点, 并且克服了离子液体的流动性, 因而近年来成为高分子科学领域研究的热点之一。本报告将主要介绍聚离子液体功能膜的分子设计与合成, 及其在燃料电池、染料敏化太阳能电池、刺激响应性功能高分子材料等领域的应用基础研究。

D09-02

功能化纳米纤维膜

董丽杰, 琚艳云, 陈卓, 韩婷, 张敏, 兰嵩滢

武汉理工大学

通过静电纺丝制备的纳米纤维膜纤维尺寸可调、比较面积大、孔隙率高, 通过共混法、原位负载、表面修饰等技术可实现纳米纤维膜功能化, 使其在过滤器、电极材料、传感器等多个应用领域表现出良好的性能。本文采用静电纺丝技术制备功能化纳米纤维膜。采用离子交换和高温处理, 以 PAA 纳米纤维为基板, 制备结构稳定的中空 NiO 纳米纤维, 得到的 NiO 电极在高电流密度下具有理想的比电容。通过原位复合法制备的 sf-PPTA/PVDF 纳米纤维膜应用于水过滤领域, 有效地改善了 PVDF 膜疏水性问题, 对蛋白质的截留率高, 且能较好地抑制细菌在膜表面的粘附。通过浸渍技术将 QDs、纳米 Ag 负载于 PA6 纳米纤维膜的表面, PA6/QDs 荧光复合薄膜可以作为一种选择性荧光探针, 应用于离子检测领域, 对水溶液中铜离子和银离子具有强烈的荧光响应, 并且能够清晰显现 PA6 纳米薄膜承载潜指纹的三级结构; 制备的 PA6/nano-Ag 纳米纤维膜应用于空气过滤领域, 满足高效低阻的过滤要求, 并且抗菌性能优异、细胞毒性小。将功能组分复合于纳米纤维膜, 发挥不同组分间的作用, 使其在多应用领域表现出优异的性能。

D09-03

智能纤维材料与器件

彭慧胜

复旦大学聚合物分子工程国家重点实验室、高分子科学系、先进材料实验室

重点介绍一类新型纤维状的太阳能电池、锂离子电池和超级电容器。与通常的平面结构相比, 纤维状能源器件具有质量更轻、柔性更好、可集成等优点, 并可通过纺织技术实现规模化生产, 在航空、航天、军事、医学、电子等广泛领域都显示了重要的应用。这些新型纤维状能源器件可望带来新的科技革命, 改变人们的生活方式, 如可穿戴设备被认为是下一个全球工业革命的突破口, 但目前相对笨重的供能系统无法满足其轻质、柔性、可集成等综合性能要求, 而新型纤维状能源器件可望解决上述瓶颈问题。

D09-04

基于海洋生物质的聚电解质复合体系的构建及其成纤研究

郭静

大连工业大学纺织与材料工程学院

以聚阴离子海藻酸钠为主原料, 通过其与两性电解质南极磷虾蛋白、羽毛蛋白及羊毛蛋白共混, 构建聚电解质复合体系。研究了复合体系的流变性与分子间相互作用及影响因素, 并以其为指导进行湿法纺丝成型, 探究了湿法成型工艺与纤维结构与性能的相关性。结果表明, 海藻酸钠/蛋白质复合体系呈现典型的切力变稀行为, 海藻酸钠/蛋白质分子间存在强烈的氢键作用, 氢键作用类型、强弱与蛋白质种类、构成比、体系 PH 值和盐浓度等有关。所有海藻酸钠/蛋白质复合纤维表面均具有均匀的沟槽结构, 纤维截面呈圆形或椭圆形, 复合纤维具有较好的阻燃性能和防霉变性能, 良好的可染性和力学性能。

D09-05

PLLA/PDLA/PHBV 共混纖維之研製與纖維結構的探討

石天威¹, 柯寰傑¹, 相恒學², 朱美芳²

1. 逢甲大學纖維與複合材料學系
2. 東華大學材料科學與工程學院

本實驗將 PDLA 與 PLLA 共混形成 sc 結構, 以改善 PLLA 的耐熱性與結晶速率慢, 以 PHBV 改善 PLLA 力學性質過脆等缺點, 將不同比例 PLLA、PDLA、與 PHBV 進行共混, 選擇 PLLA 含量 80~95 wt% 比例與 PDLA 和 PHBV 進行熔融紡絲, 製備出一系列 LDH 共混纖維, 主要探討熱穩定性、結晶與熔融行為, 解析纖維結構變化與性質關係。TGA 實驗結果顯示, LH 共混纖維為兩階段裂解, 裂解溫度隨 PLLA 含量上升, 有上升趨勢; LDH 共混纖維也為兩階段裂解, 但 PDLA 的加入並沒有提升其裂解溫度, 代表 sc 的形成並沒有助於提升熱裂解穩定性。DSC 實驗結果顯示, 在 LH 共混纖維中, 隨著 PHBV 含量增加, 再結晶峰值溫度往低溫偏移且再結晶熱焓有降低的趨勢, 表示 PHBV 在紡絲過程中有助於 PLLA 形成結晶; LDH 共混纖維中, 發現 PDLA 的加入沒有明顯提升 PLLA 形成結晶。WAXD 實驗結果顯示, 不管是 LH 共混纖維還是 LDH 共混纖維都沒有發現明顯的結晶繞射峰, 但由非晶繞射峰似乎可以觀察到隨著 PHBV 含量的增加有分子鏈順向的情況產生; 再經由聲速順向測定儀測試發現, 不管是 LH 共混纖維還是 LDH 共混纖維接隨著 PHBV 含量的增加而有聲速傳播上升的趨勢, 表示 PHBV 在紡絲過程中有助於分子鏈的順向排列。

D09-06

石墨烯基纤维与复合材料的环保应用

孙立涛

东南大学-FEI 纳皮米中心, 东南大学-江南石墨烯研究院先进碳材料应用联合研发中心, 东南大学 MEMS 教育部重点实验室

最近, 在发展中国家如中国存在非常严重的颗粒物污染, 颗粒物污染所造成的雾霾, 形成机理复杂, 扩散速度快。长期暴露于雾霾下, 会增加人们的发病率和死亡率。现有市场上的防霾口罩滤材, 其机理是通过驻极体技术赋予滤材带电荷, 通过静电吸附去除细颗粒物, 但人们佩戴呼吸所产生的水汽会使滤材的静电消失 (图 1a), 从而大大降低口罩的除霾效率 (图 1b)。我们通过将石墨烯与非织造材料结合, 得到了石墨烯基复合滤材, 该滤材在去除细颗粒污染物上展示出了巨大的优势。滤材除霾率在 97% 以上, 且可以长期有效 (暴露于高湿环境下 10 天, 除霾率依然在 95% 以上)。另外, 将石墨烯与传统非织造材料结合, 一方面既减少了石墨烯的用量, 降低了成本; 另一方面, 结合传统材料便于规模化生产, 加快产业化的进程。目前已完成年产 20 平方米滤材生产线的搭建并完成了试生产。

D09-07

凯夫拉纳米纤维及其高性能复合材料研究

朱嘉琦, 曹文鑫

哈尔滨工业大学航天学院复合材料与结构研究所

凯夫拉纳米纤维是一种长度在 5-10 μm , 直径 5-15 nm, 带负电荷的一维新型管状芳纶纳米材料。其继承了聚对苯二甲酰对苯二胺的分子结构、结晶状态和基本性能, 自 2011 发现以来围绕其高强、高模量和热稳定性等热点展开的研究层出不穷, 成果斐然。本次报告以凯夫拉纳米纤维形成、改性机理, 先进纳米纤维宏观体组装方法, 高性能凯夫拉纳米纤维复合材料应用等几方面对该行业近年来的国内外研究工作状况进行全面的梳理总结与前景展望。以一、二、三维凯夫拉纳米纤维宏观复合体为顺序, 突出其作为载体的多功能性和作为增强相的高性能特性。详细介绍凯夫拉纳米纤维/碳纳米管同轴湿法纺丝纤维; 凯夫拉纳米纤维/碳纳米管高强、高模量、多功能复合薄膜; 凯夫拉纳米纤维层层自主装固态锂电池隔膜和凯夫拉纳米纤维高性能气凝胶。基于凯夫拉纳米纤维特有理化特性和多形态的固化规律, 对其复合材料在化工、锂电池、超级电容器、传感器 and 环境保护等行业的应用进行逐一说明。丰富纳米材料成型、制备和性能研究范畴, 探讨无机材料与聚合物的表界面作用规律与研究方法, 开拓新兴纳米材料实际应用前景。

D09-08

磁性非晶纤维及其多功能复合材料

彭华新

浙江大学功能复合材料与研究所

In the present talk, I will focus on the discussion of the latest progress in bringing functionalities to structural composites, specifically, the microwave tunable properties of polymer composites containing ferromagnetic microwires in the presence of stress field and magnetic field. The newly developed microwire composites have demonstrated stress sensing, microwave absorption capability as well as emerging metamaterial characteristics. The understanding of the influence of composite architecture such as material parameters of microwires and microwire periodicity, offers useful insights in developing multifunctional microwire composites for specific engineering applications such as stress sensing, structural health monitoring, microwave absorption and invisible cloaking (stealth).

D09-09

全电位运动传感及生物分子检测的柔性中空纤维传感系统

王宏志^{1,2}

1. 纤维材料改性国家重点实验室
2. 东华大学

传感器在实现人体健康状态的持续检中是十分必要的。在疾病危及生命健康之前, 它能够提供我们足够的时间来分析与治疗。因此, 我们开发了一系列柔性中空纤维传感系统。我们使用 CO₂ 刻蚀与激光雕刻制作了基于 TiO₂ 纳米结构的微流控芯片。采用了微流体构筑方法, 我们在柔性的中空玻璃毛细管内构筑了一系列的微纳米结构, 实现了低浓度生物分子的检测、分离与富集。结合编织技术与静电纺丝技术制备出一种柔性电子血管与一种基于皮芯结构摩擦电纤维的自功能主动式运动监测器。实验验证了光电催化法进行葡萄糖浓度检测的可行性, 微流控芯片葡萄糖浓度检测最低检测限为 0.95 mg/ml。三维 Zn(OH)F@ZnS 鸟巢网络结构克服一维纳米阵列流体接触面积不足的缺陷, 实现对低浓度牛血清蛋白 (BSA) 分子高效富集, 饱和吸附量高达 56700 g/m³。修饰片状氧化镍阵列的微流控器件对牛血清蛋白和牛血红蛋白 (BHb) 表现出优异的吸附性能, 滞留时间为 120 s 时, 能够对两种蛋白 (0.5 mg/ml) 完全吸附, 此外可在特定的 pH 和 NaCl 浓度下对混合蛋白质样品中的 BHb 进行选择分离。一维的 SWNTs@ZnO 阵列结构, 可对人体温度 35 °C-40 °C 精确分辨。物理动作分辨基于柔性管状 PVDF 纤维膜来实现, 不同的动作呈现不同

的电信号输出图案与强度，并且能够分辨不同的弯曲角度。管状的结构设计可用于检测内部流体温度、压力及脉冲流体的频率。凭借波浪式芯纤维的伸缩变化使得器件具有优良的拉伸性能，拉伸应变灵敏度达到0.026 伏特每单位应变。该类柔性中空纤维状传感器输出信号能够满足实际需求，并具有良好的可穿戴性能以及运动监测与分辨性能，为全电位运动传感器及生物检测传感器的研发开辟了一个全新的思路。

D09-10

Lyocell/PLA 复合材料的制备及其结构与性能研究

邵惠丽¹，葛昭¹，于敏敏¹，张慧慧¹，胡学超¹

东华大学

随着人们环保意识的增强，环境友好型生物质复合材料的应用受到了空前的关注。聚乳酸(PLA)因其具有原料易得可再生、产品毒性低、可完全生物降解等诸多优点，被认为是最有前途的绿色高分子材料之一。但由于 PLA 尚存在脆性大、热变形温度低、抗冲击性能差等缺点，其应用领域受到了限制。为此，近年来，不少研究者采用各种增强材料来改善 PLA 的性能。其中，Lyocell 纤维作为一种新型的纤维素纤维，具有原料资源丰富、可再生、可降解、综合性能好、生产环保等优点，将其用于增强 PLA 有着潜在的发展前景。本文以 Lyocell 纤维为增强体、PLA 为基体，采用熔融共混、注塑成型法制备了 Lyocell 纤维/PLA 复合材料，并进一步探讨了纤维长度及其含量和原始强度、共混工艺、界面改性方法以及热处理条件等因素对复合材料结构与性能的影响。研究发现：在本文实验范围内，与微型双螺杆共混工艺相比，密炼共混工艺所制得的复合材料的力学性能较佳，界面结合效果相对较好。另外，添加偶联剂是进一步实施界面改性的有效方法，其中，适量六亚甲基二异氰酸酯(HMDI)界面改性的效果较佳，复合材料的力学性能和耐热性明显改善。此外，对复合材料进行适当的热处理，也有利于改善其结晶结构和综合性能。通过本文的研究及相关不同处理方法的合理组合，有望开发出综合性能好、成本可控、适用于不同应用领域的完全生物可降解的新型复合材料。相关研究结果对于加速我国开发绿色轻量化复合材料具有一定的指导意义。

D09-11

高性能分离膜结构精细调控

靳健

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

高分子及高分子基复合分离膜作为分离膜的重要组成部分，具有分子级高精度分离与纯化功能，成为解决日益恶化的空气 / 水环境污染和水资源短缺的重要功能材料和核心技术之一。分离膜材料的核心科学问题是解决高通量与高选择性的矛盾。如何在保证选择性的同时提高分离通量是高分子分离膜面临的一个重要挑战。在本报告中，我们从孔隙率、膜临界压力和传输路径三个因子出发，提出了高通量分离膜新的设计思路：通过在刚性聚合物中引入非平面结构单元实现了对膜微孔结构的有效调控，提高了气体分离膜孔隙率；通过相转化过程设计实现了对膜微纳结构和化学性质的协同调控，有效降低了膜临界压力，实现了自驱动下的高通量分离；发展高强度超薄分离膜构筑策略，有效缩短了传输路径，实现了超高通量分离。

D09-12

Design and synthesis of copper chalcogenide nanostructures as counter electrodes of quantum-dot-sensitized solar cells

Xinqi Chen^{1,2}, Jianping Yang²

1. Hubei University of Education

2. Donghua University

Copper chalcogenide nanostructures (e.g. onedimensional nanotubes) have been the focus of interest because of their unique properties and great potential in various applications. Their current fabrications mainly rely on

high-temperature or complicated processes. Here, with the assistance of theoretical prediction, we prepared Cu_{2-x}E ($\text{E} = \text{S}, \text{Se}$) micro-/nanotubes (NTs) with a hierarchical architecture by using copper nanowires (Cu NWs), stable sulfur and selenium powder as precursors at room temperature. The influence of reaction parameters (e.g. precursor ratio, ligands, ligand ratio, and reaction time) on the formation of nanotubes was comprehensively investigated. On this basis, ternary CuAgSeNTs were successfully prepared from Cu_{2-x}Se NTs at room temperature within a short reaction time by the facile cation-exchange approach. Cation exchange leads to the transformation of the crystal structure from cubic into orthorhombic and/or tetragonal with good retention of morphology. The exchange reactions are spontaneous owing to large negative changes of the Gibbs free energy. The effects of parameters such as reaction time, precursor source, and precursor ratio on the exchange reaction were investigated. The resultant Cu_{2-x}E ($\text{E} = \text{S}, \text{Se}$) NTs and CuAgSe NTs were used as counter electrodes (CE) of quantum-dot-sensitized solar cells (QDSSCs) to achieve conversion efficiency of 5.02, 6.25 %, and 5.61% respectively, much higher than that of QDSSCs made with Au CE. More specifically, first, the hierarchical architecture of the NT structure provides larger surface area for adsorption of polysulfide electrolyte (i.e., providing more catalytic sites) than bulk metal electrode. Second, binary and ternary copper chalcogenides are more stable than metal electrodes in polysulfide electrolyte, as they have high resistance to corrosion and passivation, and can retain good conductivity. Third, binary and ternary copper chalcogenides are essentially heavily self-doped semiconductors and exhibit excellent conductivity. Their diverse compositions and crystal structures allow their properties to be tuned over a wide range.

D09-13

Design and synthesis of electrospun nanofibers for their application in energy

Shengjie Peng

College of Materials Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing

New materials hold the key to fundamental advances in energy conversion and storage, both of which are vital in order to meet the challenge of global warming and the ting from the unique structure features, the obtained electropun nanofibers possess superior electrochemical performances in asymmetric supercapacitors and metal-air batteries. In summary, we have demonstrated controlled synthesis of hierarchical carbon composites and spinel composite oxides with complex architectures based on single-spinneret electrospinning technique. Encouragingly, this work offers exciting possibilities for the development of new functional materials in high-density storage devices.

D09-14

Facile synthesis of $\text{TiO}_2\text{-Ti}_3\text{C}_2$ nanocomposites for enhanced lithium storage application

Wenjing Lv

Shaanxi University of Science and Technology

The rapid development of automotive energy storage applications requires rechargeable LIBs with much high energy density, large power density and long cycle life. Extensive research efforts have been devoted to exploring new anode materials with better performance. we report the synthesis of a new $\text{TiO}_2\text{-Ti}_3\text{C}_2$ composites with unique chemical properties by means of direct oxidation role of as-obtained MXene materials in KOH. The layered MXene acts as both a supporter and a titanium source during the reaction process. Attributed to the improved electronic conductivity and the formation of Ti(III) , this new $\text{TiO}_2\text{-Ti}_3\text{C}_2$ composite shows a large capability at high chargedischarge rates and an outstanding long cycle life when being used as an anode material for LIBs. The microstructure and compositions were characterized by XRD, SEM and TEM. This investigation

offers a new method to fabricate the novel TiO₂-Ti₃C₂ composites with unique chemical properties by means of direct oxidation role of Ti₃C₂ in KOH. Due to the intercalation of Li⁺ rather than a conversion reaction, the capacity can remain about 218 mAh g⁻¹ after 100 cycles., which is much higher than that of the pure Ti₃C₂. The increases of Li⁺ storage would be related to the increase of d-spacing of Ti₃C₂ layers and specific surface area, which caused by loading TiO₂ nanowires on the Ti₃C₂ layers. These results suggest that metallic oxide Ti₃C₂ with 2D structure is a promising anode material for lithium-ion batteries.

D09-15

液相等离子法改性石英纤维表面工艺研究

孟阳, 陈为为, 程焕武

北京理工大学

石英纤维是一种高性能无机纤维,但其性脆,耐磨性较差,尤其在高温使用过程发生失效。为解决这一问题,在纤维表面制备涂层成了不二选择。当前制备纤维表面陶瓷涂层比较常用的方法是溶胶-凝胶法:通过制备凝胶并经过干燥、烧结固化,制备出分子乃至纳米亚结构的陶瓷涂层,然而,实验发现这种方法易对纤维造成损伤,使纤维的高温力学强度较大幅度地下降。因此,我们采用液相等离子体技术对石英纤维进行连续性处理。液相等离子加工处理连续性纤维,是在液相氛围下,通过较高的电压发生等离子体微弧放电,并伴随着阴极表面的电化学反应和化学反应。及玻璃纤维及其纤维制品连续不断地通过等离子体微弧区,对石英纤维及其纤维制品表面进行涂层沉积制备。使用上述方法对石英纤维进行加工后进行高温热处理与拉伸实验,验证高温下经过处理的纤维强度的下降率较低,同时探索了不同的溶液浓度、等离子体发生电压、连续性纤维加工速率对高温力学性能的影响。结果显示较小的等离子体发生电压有助于保留纤维的高温力学性能,而溶液浓度和连续性加工速率需要耦合得到一个较好的结果。利用液相等离子体技术对石英纤维表面进行连续陶瓷涂层的制备,弥补了当今上述纤维表面陶瓷涂层制备方法的不足,提供了一种新的纤维表面陶瓷涂层制备的新方案。

D09-16

面向智能可穿戴应用的纳米功能化蚕丝

鲁志松^{1,2}, 毛翠萍^{1,2}, 张慧慧^{1,2}, 周梦瑶^{1,2}

1. 西南大学材料与能源学部, 洁净能源与先进材料研究院, 重庆, 400715

2. 重庆市微纳生物医用材料及器件工程技术研究中心, 重庆, 400715

当今社会人们对于衣物以及可穿戴饰品的要求已不仅仅局限于舒适、美观,对其功能的需求日益迫切,在这一背景下“可穿戴智能服装”应运而生。蚕丝是一种纯天然蛋白质纤维,丝质轻柔、光滑、富有弹性,其结构与人体肌肤相似,能满足人们对于舒适、绿色、纯天然的要求,是制作贴身衣物的上乘之选。因此,蚕丝完全能满足智能设备对于可穿戴性的要求。在研究中,我们瞄准可穿戴应用领域,选取适合的纳米功能材料,通过涂布、自组装、印刷等方法,制备了石墨烯、氧化锌纳米棒矩阵、银纳米线、二氧化锰等纳米材料功能化蚕丝织物,并以此为基底构建基于蚕丝织物的可穿戴传感、能源和开关器件。本项目的研究将为基于织物的印刷可穿戴器件提供有益的信息,并发展出多种基于织物的可穿戴器件原型,具有重要的理论意义和实际应用价值。

D09-17

高强度丝素蛋白/细菌纤维素纳米纤维束梯度插层支架

张耀鹏, 庄奥, 陈建, 邵惠丽, 胡学超

纤维材料改性国家重点实验室, 东华大学材料科学与工程学院

自体骨移植是治疗骨质缺损的主要方法,但存在供体资源有限,给供骨区造成新的创伤、二次手术、

修复范围有限等问题。因此，骨组织替代支架显得尤为重要。丝素蛋白等天然高分子材料虽然具有生物相容性好、可降解等优异性能，但所制备的支架往往强度较低。本论文以丝素蛋白为基体，以细菌纤维素纳米纤维束 (bacterial cellulose nanofiber ribbon, BCNR) 为增强骨架，通过冷冻干燥法制备丝素蛋白/BCNR 复合增强支架。结果表明，随着丝素蛋白溶液浓度增加，支架由“类纤维毡”结构变为片层结构，直至片层结构逐渐消失。预冷温度的变化可以实现支架形貌在多孔结构和片层结构之间转换；BCNR 含量及机械扰动可在较大范围内调节支架的片层间距和片层厚度；BCNR 的加入可在片层支架之间形成 BCNR 的插层结构，这种结构对于大幅提高支架的力学强度和改善支架的生物学性能都具有重要的意义。与纯的丝素蛋白支架相比，丝素蛋白/BCNR 质量比为 20:3 的复合支架的压缩强度和模量分别提高了 6 倍和 8 倍，分别为 2.32 MPa 和 72.5 MPa，在松质骨的力学强度范围内。体外细胞毒性实验和细胞染色实验表明，复合支架具有良好的生物相容性，细胞可以很好地在支架材料上粘附和生长，而且 BCNR 的加入可以明显促进成骨细胞在支架上的粘附和增殖。体外模拟矿化实验表明，相比于纯的丝素蛋白支架材料，BCNR 的加入可以促进羟基磷灰石在支架上的沉积，提高支架的骨生物活性。

D09-18

阻燃聚酰胺 6 纤维的制备与性能研究

刘可，李圆圆，肖茹

东华大学

聚酰胺 6 纤维由于其优良的性能，在民用、工业及军事领域应用广泛，但其属于易燃纤维，近年来由纤维及织物燃烧引起的火灾给人民生命和财产安全带来巨大损失，因此对其的阻燃研究凸显重要性和必要性。在己内酰胺开环聚合为聚酰胺 6 过程中引入反应型阻燃剂 P-FR 制备共聚阻燃聚酰胺 6，经熔融纺丝得到阻燃聚酰胺 6 纤维。通过差示扫描量热仪、热重分析仪、垂直燃烧仪、极限氧指数仪、纤维强伸度仪等手段研究了阻燃剂的引入对聚酰胺 6 结晶性能、热性能、阻燃性能及纤维力学性能的影响。共聚阻燃聚酰胺 6 具有较好的阻燃性能，其垂直燃烧测试达到 UL94 V-0 级，极限氧指数为 30.7%。阻燃剂的引入使得聚酰胺 6 的结晶度、热稳定性与纤维强度有所降低，但是其可纺性良好。所得阻燃聚酰胺 6 纤维满足服用及家纺要求。

D09-19

待定

封伟

天津大学

D09-20

无机-有机杂化光热转换纳米材料用于癌症治疗的探索

陈志钢，孟周琪，余诺，朱美芳

东华大学材料科学与工程学院

众所周知，癌症给人类的健康带来了严重的威胁。癌症的治疗方法主要是手术切除、放射治疗、化学药物治疗、中医药治疗等。从大量的死亡病例的解剖中可以看到，这些已有的治疗方案虽然都有一定的效果，但都没有根本解决问题，而且都有相应的副作用（对病人的正常组织的损伤）。光热诊疗技术是一种新兴的、无副作用的诊疗技术，吸引了广泛的兴趣。由于波长范围为 700-1400 nm 的近红外激光对生物组织的穿透能力非常强，并且穿透过程中光衰减特别小，在生物医疗上是一种广泛应用的重要光源，因此近红外激光驱动的光热治疗技术受到了更多的关注。其关键是开发响应近红外光的低毒高效光热转换纳米材料。我们以亲水性高分子为配体，开发了几种半导体纳米光热材料，例如 PVP 包裹的 CuS 花状超结构、PEG 包裹的 $W_{18}O_{49}$ 纳米线和 Cs_xWO_3 纳米棒。这些纳米材料具有优异的近红外光吸收能力和光热转换性

能。将材料水溶液注入老鼠肿瘤内，在低功率(0.51-0.72W/cm²)980 nm 激光照射下，10 分钟后体内癌细胞可被有效消融。最近，我们将半导体纳米光热材料与高分子温敏纳米凝胶组合到一起，发展了一种近红外光作为“开关”的智能微胶囊(例如 G-CuS-DOX)，其有可控的光热/化学联合治疗能力，肿瘤的治疗效果明显优于单一的光热或者化疗效果。为了将成像和光热转换能力结合到一起，我们发展了一种“all-in-one”多功能 FeS₂/PEG 纳米材料，其具有磁性可用于 MRI 成像；同时还具有强的近红外吸收和光热转换性能，可用于光热消融肿瘤。因此这些纳米材料在癌症的光热诊疗方面有较好的应用前景。

D09-21

碳纤维复合材料拉索的研制及其疲劳特性研究

朱元林，刘礼华

法尔胜泓昇集团有限公司

CFRP 材料具有轻质、高强、不锈蚀、耐腐蚀、耐疲劳等优异性能，将 CFRP 筋用于大跨径缆索桥中的拉索部件，作为在恶劣环境下长时间工作的结构材料，已成为提高桥梁跨径与耐久性的一个发展方向。但是 CFRP 筋作为一种横观各向同性材料，其横向强度与抗剪强度较低，锚固较为困难，人们对其锚固方式、制索方案、疲劳及应力松弛等问题的研究还很有限，这已成为 CFRP 拉索进一步推广应用的制约因素。因此有必要对 CFRP 筋的锚固方式、制索方案、疲劳及应力松弛性能进行研究，为 CFRP 拉索工程实用化提供科学依据。本文研究工作主要包括以下四个部分：CFRP 筋粘结型锚固系统数值模拟及强度失效分析；单孔 CFRP 筋锚固系统试验研究；CFRP 筋锚固系统疲劳及应力松弛性能研究；新型 CFRP 拉索研制及其力学性能研究。通过研究得出以下结论：数值分析表明在锥段末端增设直筒过渡段、锥段倾角取 3°、灌锚时避免端堵约束的产生有利于提高锚固性能；课题组配制的环氧树脂砂浆流动性好，常温固化，适合用于锚固 CFRP 筋，锚固长度需要达到 40 倍筋材直径；研发的单根 CFRP 筋锚固系统在最大应力水平为 65% 的破断强度，应力幅值为 500MPa 的工况下，经历 200 万次的疲劳加载后，没有任何损伤；新型 CFRP 拉索的静载拉伸锚固效率为 95.73%；在 45% 的应力水平，应力幅值为 250MPa 的疲劳加载条件下，通过 250 万次疲劳加载试验，锚固部位没有损伤，拉索无断丝，验结果表明提出的新型拉索结构与制索方案是切实可行的。

D09-22

高性能碳纤维热工装备关键技术研究

戴煜^{1,2}，胡祥龙^{1,2}，李功勇^{1,2}

1. 湖南顶立科技有限公司
2. 湖南省新型热工装备工程技术研究中心

随着航空、航天军工的高速发展，对结构件的比强度、比模量、疲劳性能提出了更高的要求。高性能碳纤维以其轻质、高强、高模、零疲劳等性能，成为最佳的选择。日本、美国相继研制出第三代碳纤维，如东丽研究出了 T1100G 碳纤维。由于生产过程复杂，反应条件苛刻，国内碳纤维热工装备很难满足工艺要求，是制约我国高性能碳纤维技术发展的重要瓶颈。自冷战期间制定“巴黎统筹条约”以来，西方国家在高性能碳纤维材料及其高端装备领域，对我国一直施行禁运政策。目前国内高性能碳纤维热工装备存在许多不足，如预氧化设备风速不均匀、温度均匀性差，低温碳化设备炉管使用寿命短等。本文研制了一套全新的高性能碳纤维生产线，包括连续预氧化、低温碳化、高温碳化等设备。设备采用了一系列最新技术：包括预氧化炉可调式均匀布气技术、可控阻尼调风技术、可在线清理技术、自感应式快速灭火技术、废气余热回收技术、碳化炉自膨胀式马弗结构、可调节式气封结构、高效尾气处理技术等。通过一系列新技术的应用，解决了预氧化、低温碳化、高温碳化设备存在的问题，提高了产品质量，降低了能源消耗。可调式均匀布气技术、可控阻尼调风技术解决风速不均匀、温度均匀性差等问题，经测试，温度均匀性 $\leq \pm 2^\circ\text{C}$ ，风速 1~4m/s 调节灵活，风速均匀；自感应式快速灭火技术解决了氧化反应高温起火及灭火困难的问题；

废气余热回收技术利用高效换热器，将新风预热到 80~120℃，降低了加热功率，节能 20% 左右；自膨胀式马弗结构，能有效吸收金属马弗因受热膨胀产生的变形，大大延长马弗寿命；可调节式气封结构，可根据产品特点对密封腔高度、气体吹扫角度进行调节，降低炉内氧含量；高效尾气处理技术解决了尾气处理不干净的问题。实践证明，该新型碳纤维连续式生产线，具有技术先进、维修方便、能耗低的特点，所生产的碳纤维各方面性能处于国际先进水平，具有很强的经济效益和社会价值。

D09-23

硅烷改性 PPTA 纤维的制备及结构性能研究

于俊荣，王彦，诸静，胡祖明

纤维材料改性国家重点实验室，东华大学材料学院

聚对苯二甲酰对苯二胺 (PPTA) 纤维具有高强高模、耐高温和耐化学腐蚀等优异的性能，被广泛应用于纤维增强复合材料领域。但纤维表面光滑且具有较强的化学惰性，对树脂的浸润性较差，与树脂间的粘结性能较低，因此需对 PPTA 纤维进行表面改性。以生产线上未经干燥的 PPTA 纤维为原料，采用引发剂/硅烷偶联剂溶液对其进行接枝交联改性处理。通过激光共聚焦显微镜观察了罗丹明分子标记的未干燥 PPTA 纤维内部的微孔结构，通过傅里叶红外光谱 (FTIR)、X 射线光电子能谱 (XPS)、扫描电子显微镜 (SEM) 和原子力显微镜 (AFM)、X 射线衍射 (XRD) 和力学性能测试分析比较了改性前后纤维的表面官能团和极性元素变化、表面形貌结构、纤维结晶性能和力学性能变化，并研究了硅烷改性及高温热处理对 PPTA 纤维抗蠕变性能的影响。未干燥 PPTA 纤维的结晶度低于成品 PPTA 纤维，晶粒尺寸较大，而力学性能仅比成品纤维略低。采用特定浓度的硅烷偶联剂溶液对未干燥 PPTA 纤维进行改性处理后，纤维表面极性元素相对含量明显增加，表面粗糙度增加，纤维-树脂界面粘结性能得到充分改善，纤维结晶度略有降低，晶粒尺寸增大，纤维力学性能略有降低。硅烷改性 PPTA 纤维的抗蠕变性能明显改善，经 6wt% VTMS 处理 5min 的 PPTA 纤维，其抗蠕变性能相对于未改性 PPTA 提高了 50% 以上。与未改性纤维相比，热处理后各纤维强度均有一定程度的下降，但纤维模量显著提高，最佳热处理条件为 350℃ 处理 5min，热处理后改性纤维的结晶度提高，晶粒尺寸变大，力学强度与模量均随改性溶液浓度的增大而提高；与未改性纤维相比，硅烷改性纤维在适当条件热处理后，其蠕变性能进一步提高约 40% 左右。对未干燥 PPTA 进行硅烷接枝交联改性处理后，纤维力学性能基本不变，与环氧树脂粘结性能得到提高，纤维抗蠕变性能得到明显改善。

D09-24

大分子氢键复合物低维材料

杨曙光^{1,2,3}

1. 纤维材料改性国家重点实验室
2. 东华大学先进低维材料中心
3. 东华大学材料科学与工程学院

高分复合物 (polymer complex)，通常是指两种分别溶解的高分子混合后所形成的聚集体。这种聚集一般需要高分子链之间存在多重的相互作用力，可以排除高分子链周围的溶剂分子，获得熵的增益。我们的工作主要研究基于氢键作用的高分子复合物。整理归类不同的氢键作用，建立高分子氢键作用的分子库。合理地选择氢键的配对，运用化学和物理的基本原理，采用不同的方法，调控大分子氢键，包括氢键解离、形成、取向，制备高分子氢键复合物低维材料，包括胶束、胶囊、纤维和薄膜。开发高分子氢键复合物纤维和薄膜在高弹、导电、发光、传输等方面的性能，寻求在柔性电子和膜分离领域的应用。

D09-25

花酰亚胺有机无机杂化纳米材料及其改性高分子材料：分子结构、聚集态与荧光性能

孙宾, 曾婷, Mohamed Nourrein, 杨世远, 朱美芳
纤维材料改性国家重点实验室, 东华大学

苝酰亚胺 (PDI) 具有极强的荧光性能, 其在液态低浓度下荧光量子产率接近 100%, 在荧光纤维、化学传感器、生物分子荧光标记、检测、筛选和富集等领域具有广泛的研究价值。但在固态时易于因激子耦合作用发生荧光猝灭而导致荧光量子产率较低。引入大体积侧基可以限制苝核的聚集而大大提高其在凝聚态下的荧光量子效率。纳米颗粒 POSS 的粒径 (约 1nm) 大于 PDI $\pi - \pi$ 堆砌的面间距 (约 0.4 nm) 而产生位阻效应, 同时其还具有超高的表面能和自组装形成有序结构的能力, 如果把其化学键合到苝核 (侧基和/或湾位) 上, 该类分子水平纳米杂化材料的自组装行为及其机理、聚集态结构和光学性能将会如何? 作者的研究团队设计合成了纳米颗粒 POSS 分别在侧基和湾位的系列苝酰亚胺纳米杂化材料, 通过 NMR、紫外吸收光谱、荧光发射光谱以及电喷雾电离质谱等测试手段研究了它们在溶液中的自组装行为, 对其晶体结构进行了解析, 进而剖析了苝酰亚胺凝聚态结构与其荧光性能间的关系。以此为基础构筑出了高荧光发射效率的荧光功能材料 (微球、纤维和薄膜)。

D09-26

聚(3-羟基丁酸酯-co-3-羟基戊酸酯)/八乙烯基笼型倍半硅氧烷交联共聚物的结晶行为与力学性能研究

相恒学, 陈伟, 夏维, 周哲, 孙宾, 朱美芳

纤维材料改性国家重点实验室, 东华大学材料科学与工程学院

针对生物聚酯聚(3-羟基丁酸酯-co-3-羟基戊酸酯)(PHBV)成核速率慢、结晶时间长, 热加工过程中容易形成六元环酯发生 β -消除降解反应等问题, 通过熔融反应加工实现交联结构对 PHBV 结晶动力学和机械性能的调控。本文以过氧化二异苯丙(DCP)为引发剂, 八乙烯基笼型倍半硅氧烷(OV-POSS)为交联剂, 采用简单熔融反应性加工通过自由基诱导制备了系列具有交联结构的 PHBV/OVPOSS 共聚物。利用核磁氢谱、碳谱、硅谱, 傅里叶红外光谱分析了合成 PHBV/OVPOSS 共聚物的化学结构; 通过差示扫描量热仪(DSC)分别分析了 PHBV/OVPOSS 的熔融行为和非等温结晶行为; 利用电子万能材料试验机和动态热机械分析仪表征了试样的单向拉伸力学性能和动态力学性能。通过控制 OVPOSS 用量可由有效控制 PHBV/OVPOSS 的交联程度; 随着 OVPOSS 用量的增加, PHBV/OVPOSS 结晶能力呈现先增加后减小的趋势, 以降温速率 10 oC/min 为例, 当 OVPOSS 用量为 0.5 wt% 时, PHBV/OVPOSS 的结晶峰温度比 PHBV 的结晶峰(90.85oC) 提高 16oC; OVPOSS 形成的交联点有效的提高了 PHBV/OVPOSS 材料的力学性能, 当 OVPOSS 用量为 2.0wt% 时, PHBV/OVPOSS 的断裂强度由 PHBV 的 22MPa 提高至 33.8MPa, 提高 154%。通过反应性加工实现了 PHBV 高热稳定性、高成核温度、快结晶速率、高拉伸强度及强韧性的性能集成。一方面, 低密度交联点增加了分子链段的运动空间, 提高材料的韧性; 另一方面, 交联点及围绕其形成的分子链束对自由分子链起到了力学增强的作用, 增加了材料的单向拉伸强度。

D09-27

Electrospun TiO₂ Mesostructures Sensitized by Quantum Dots for Photovoltaic Application

Shengyuan Yang¹, Seeram Ramakrishna²

1. State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials, Donghua University, China

2. Centre for Nanofibers and Nanotechnology, National University of Singapore, Singapore

Development of low-cost quantum dot-sensitized solar cells (QDSCs) with intermediate efficiency is of great interests among global researchers. Here a rice grain-shaped TiO₂ mesostructure was produced by electrospinning a polymeric solution containing titanium isopropoxide, polyvinyl acetate and acetic acid in N,N-dimethyl acetamide followed by calcination at 500 oC. CdS quantum dots were then deposited on the mesoporous 'rice grains' by successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method. Promising photovoltaic performance of an overall power conversion efficiency was obtained in the presence of a methanol-free polysulfide electrolyte

under standard 1-sun illumination of 100 mW/cm². We attribute the superior performance to the compromise of the high surface area of spherical nanoparticles and the directed electron transport capability of continuous nanofibers due to the unique inter-connected rice grain-like structure. Without any elaborate and complicated fabrication procedures typically involved in dye-sensitized solar cells (DSCs), the present methodology is also believed to provide a promising mass production way for alternative low-cost solar cells in view of the fact that both electrospinning and SILAR are generally considered as simple and scalable techniques.

D09-28

高导热微观有序碳纳米管增强碳纤维复合材料

冯奕钰, 张飞, 曹晨, 封伟

天津大学

热管理技术是保证高功率大型设备长时间和高稳定运行的核心关键技术。设计并开发具有特殊微观结构的碳复合材料, 实现高温力学承载和定向热疏导的兼顾, 是构建大型功率设备新型热防护体系的重要基础。碳纤维 (CF) 增强碳化硅 (SiC) 基复合材料具有密度低、强度高、耐高温和抗氧化等优异性能, 而被认为是构建高效热防护体系的重要材料。但是受其内部微观结构和界面结构的限制, CF/SiC 复合材料存在结构各向异性、界面结合强度低、复合均匀性差等缺点, 不仅降低了其抗压强度和抗氧化能力, 而且导致其厚度方向热传导效率极低, 限制了其在热管理系统中的应用。本文利用化学气相沉积法在 CF 表面生长出了碳纳米管阵列 (VACNT), 构建了微观有序结构的 VACNT@CF, 通过聚碳硅烷的浸渍和高温裂解获得了高导热和高强度 VACNT@CF 增强 SiC 基复合材料 (VACNT@CF/SiC)。CF 表面的 VACNT 不仅在厚度方向上构建了高导热通道, 而且阵列表面的多孔结构可以产生强烈的毛细管效应, 改善了 VACNT@CF 与聚碳硅烷溶液的界面相容性, 提高了纤维与 SiC 复合均匀性。经过多次浸渍-裂解循环后, VACNT@CF/SiC 的弯曲强度和压缩强度分别为 248.62 MPa 和 416.20 MPa, 比 CF/SiC 分别高 14.75% 和 30.74%。复合均匀性的提升提高了 VACNT@CF/SiC 的致密化程度, CF 与 SiC 基体界面结合紧密, 表现出了更好的抗氧化性能。更重要的是, 定向 VACNT 大幅提升了声子沿纤维径向的传导效率, 使得复合材料厚度方向的导热率可达 16.80 W/(mK), 比 CF/SiC 高 117.06%。红外热像仪表征发现, 与 CF/SiC 相比, VACNT@CF/SiC 可通过厚度方向定向高导热使得表面温度提高 5℃ 以上。兼具厚度方向高导热、高强度和高抗氧化性能的 VACNT@CF/SiC 为开发新型高效热管理材料提供了材料基础。

D09-29

用于油水乳液分离的高强度可循环使用静电纺丝纤维膜

陈思翀, 吴建香, 王玉忠

四川大学环保型高分子材料国家地方联合工程实验室, 化学学院, 高分子材料工程国家重点实验室

随着近年来工业不断发展, 由于含油废水引起的环境和生态问题越来越受到广泛的重视。其中, 对于以乳化油形式分散的含油废水的处理尤为困难, 是目前水处理中的亟待解决的关键问题之一。亲水性静电纺丝纳米纤维膜由于其高比表面积、高孔隙率、过水阻油等特性, 在含油废水处理中具有很好的应用前景, 但这类材料在实际使用时往往存在力学性能差、通量低、易污染阻塞、难以循环使用等缺点。在本研究中, 我们设计合成了一种亲水性共聚物聚 N-异丙基丙烯酰胺-co-N-羟甲基丙烯酰胺 (PNIPAm-co-NMA)。将该聚合物与甲壳素纳米晶 (ChNWs) 复合制备纺丝液后进行静电纺丝, 利用共聚物与 ChNWs 的羟基之间的缩合共交联反应, 制备得到具有高强度的亲水性静电纺丝纳米纤维膜。由于甲壳素纳米晶的表面含有大量的羟基官能团, 因此可以作为多官能度交联位点与 PNIPAm-co-NMA 共聚物发生脱水缩合反应实现交联, 从而在不明显影响材料亲水性的前提下, 大幅改善材料的力学性能和可循环使用性能。系统研究了具有不同 ChNWs 含量的纤维膜的油水乳液分离性能及其与微观形貌之间的关系, 结果表明该纤维膜具有较高的分离效率和通量 (油水分离效率>99.5%, 通量>1200 L·m²/h), 并能够在强酸、强碱、高盐含量等苛刻条

件下多次循环再生使用, 在 15 次循环条件下仍能保持良好的微观形貌、柔韧性、强度和油水乳液分离性能。综上, 我们采用简单的静电纺丝方法制备了一种具有高强度和良好油水乳液分离性能, 并可多次循环使用的亲水性纳米纤维膜, 在含油废水处理中有一定的应用前景。

D09-30

醇类共溶剂对界面聚合聚苯胺纳米纤维结构与电化学性能的影响

高温高强形状记忆纳米复合材料

刘雅芸^{1,2}, 于翔¹, 赵军², 张忠²

1. 中国地质大学(北京)
2. 国家纳米科学中心

形状记忆聚合物(SMP)是一种既可以在室温下长期稳定保持临时形状, 又能在外界刺激下迅速回复永久形状的新型智能材料, 具有质量轻、形变量大(可达到 500-1000%)、易加工, 生物相容性良好等突出优点。以形状记忆环氧树脂(SMEP)为代表的热固型 SMP 目前已经取得了一些进展, 但仍然需要进一步提高其转变温度(T_{sw})、回复应力、回复速率、蠕变松弛等问题。实验制备了纯 SMEP 样品以及以碳纳米管(MWCNT)、短碳纤维(SCF)为填料的 SMEP 纳米复合材料。通过控制环氧树脂基体当量比以及填料种类、含量等来增强和调控 SMEP 及其纳米复合材料的力学、热学、形状记忆等性能。实验结果表明随着控制基体当量比从 0.5 变化至 1.0, T_g 从 65 oC 提高到了 140 oC。过量反应以及填料的加入对 T_g 的影响不大。通过对 SMEP 及其纳米复合材料在室温和高温下的力学性能结果进行对比, 发现填料的增强效应依赖于温度的变化, 在高温下少量 MWCNT 的加入就能同时提高模量、断裂应力和应变这三项关键的力学性能。SCF 的加入能够大幅度提高 SMEP 的室温模量和形状记忆回复应力, 室温储能模量从 2.5 GPa 提高到 6 GPa, 高温回复应力可到 300 MPa。同时此类高刚度的 SMEP 仍然具有优异的形状记忆循环特性并且在转变温度时可实现大的变形。综上, 本文制备的 SMEP 具有高且宽的 T_{sw} (65-140 oC)、高的模量、大变形、高的回复应力、快响应等特点。纳米复合材料能够明显提高 T_{sw} 时的力学性能和循环稳定性。相信这种性能优异的 SMEP 及其纳米复合材料在工业、航空航天等领域具有良好的应用前景。

D09-31

基于分子识别技术的双光子丝素纤维功能化制备与生物应用研究

赵岗¹, 魏刚¹, 林乃波¹, 光善仪^{1,2}, 徐洪耀¹

1. 东华大学材料学院与纤维和高分子改性国家重点实验室
2. 东华大学化学化工与生物工程学院

近年来, 生物成像在组织工程、结构研究、体内或体外支架的进化研究起着关键性的作用, 传统的成像技术主要是通过扫描电子显微镜(SEM)、透射电子显微镜(TEM)等, 尽管这些技术有着很高的分辨率(SEM 和 TEM), 但是这些技术不能够提供实时表征和对生物组织成长的监控, 本文主要基于分子识别技术, 进行双光子荧光丝素纤维功能化材料的制备方法与技术研究, 并对其生物成像以及无损伤检测应用进行探索。主要研究了双光子荧光有机分子(2,7-二(4-(4-硝基苯乙烯基)苯乙烯基)-9,9-二辛芴)(NF)系列分子、CdTe 量子点等材料, 分别与蛋白丝素纤维的分子识别原理、方法以及制备控制技术, 并对材料的生物成像与检测应用进行研究, 研究发现当上光子分子中含有-NO₂ 官能团与丝素蛋白上-NH 官能团具有良好的分子识别效果, 丝素纤维获得较好的双光子荧光发射, 相比于固体 NF 分子的双光子荧光量子产率显著提高了 350%; 不同尺寸的 CdTe 量子点与丝素蛋白进行功能化, 相比于在溶液中的荧光性能, 与丝素蛋白纤维功能化之后, 通过 3D-TPF 显微镜观察到功能化的丝素纤维具有较高的荧光量子产率和分辨率, 组装功能化双光子丝素蛋白支架, 用于生物成像能够实现很高的分辨率, 由此说明具有分子识别的双光子荧光物质在生物成像方面具有较好的应用前景。

D09-32

以偏振光透射強度探討 PLLA/PDLA 共混纖維的晶相轉變

柯寰傑^{1,2}, 林憶慈², 楊翊禾², 石天威², 朱美芳¹

1. 東華大學
2. 逢甲大學

本實驗利用可加熱式偏光顯微鏡(Hot Stage Polarizing Microscope, HSPM)、微差掃描量熱儀(Differential Scanning Calorimeter, DSC)探討左旋聚乳酸/右旋聚乳酸(Poly(L-lactic Acid)/Poly(D-lactic Acid), PLLA/PDLA)共混纖維的晶相轉變。本實驗以不同比例的 PLLA 與 PDLA 進行熔融摻混, 將 PLLA 及 PDLA 材料放入雙螺桿擠出機中以 210 °C 加熱熔融並攪拌均勻, 形成一系列 PLLA/PDLA 共混切粒, 再經由熔融紡絲將共混切粒製成共混初紡絲(紡絲溫度: 250 °C, 紡絲速率: 2000m/min, 紡絲孔數: 36 孔), 隨後進行熱延伸製得共混熱延伸絲(加熱溫度: 105 °C, 拉伸倍率: 1.59~2.13)。由 HSPM 纖維升溫形態圖觀察發現, L5D5F 和 L5D5D 都可以在 80 °C~145 °C 看到局部區域由亮變暗再變亮, 推論可能是因 α 型 hc 晶體逐漸轉變形成 α 型 hc 晶體所導致; 而 145 °C~165 °C 局部區域由亮變暗再變亮, 且在隨後的均聚物結晶熔融後依然存在, 證明部分 hc 晶體熔融後重新排列形成 sc 晶體。由偏振光透射強度分析結果可以明顯觀察到 T_g、T_c、T_m 等相轉變行為, 並且可以對照到 DSC 曲線圖, 甚至可以發現 DSC 曲線上所無法觀察到的晶相轉變行為。不管是初紡絲及熱延伸絲, 當共混比例越接近 1 比 1 時越容易形成 sc 晶體。實驗結果可以觀察到升溫過程中 α 型均聚物晶體逐漸轉變形成 α 型均聚物晶體, 隨後部分均聚物晶體熔融後重新排列形成立構複合物晶體。由偏振光透射強度分析結果可以明顯觀察到 T_g、T_c、T_m 等相轉變行為, 並且可以對照到 DSC 曲線圖, 甚至可以發現 DSC 曲線上所無法觀察到的晶相轉變行為。

D09-33

基于材料表面电势的摩擦纳米发电机性能研究与优化

俞昊^{1,2}, 俞彬^{1,2}, 黄涛^{1,2}, 王理^{1,2}, 朱美芳^{1,2}

1. 东华大学纤维材料改性国家重点实验室
2. 东华大学材料科学与工程学院

摩擦纳米发电机 (TENG) 作为泛载能源的典型代表, 以其所收集机械能的普遍性和广泛性而备受关注。基于摩擦起电和静电感应机理, 摩擦纳米发电机能将低频无序的机械能转化为可供小型便携式电子设备使用的电能。然而, TENG 普遍存在着电流和功率密度偏低的弱点。本实验主要以摩擦材料的表面电势为切入点, 探讨了材料表面电势对其组装 TENG 电学性能的影响, 并加以优化。首先, 通过研究静电纺尼龙 6 纳米纤维毡布的吸湿现象, 发现由其所组装的 TENG 电学性能显著改变。进而经过理论分析和等效电路的研究, 提出了表面电势在提升 TENG 电学性能, 尤其是在提高功率密度的影响和支配地位。最后, 以静电纺为基础制备方法, 以聚偏氟乙烯 (PVDF) 纳米纤维毡布为基础, 从结构优化和掺杂的角度, 通过增强 PVDF 纳米纤维毡布的表面电势, 达到提高 TENG 的电学性能目的。本实验所研究的 TENG 在纳米能源的理论和实际应用研究中具有重要的意义。

D09-34

硅基复合材料：表面与界面调控及其应用

杨建平

东华大学材料科学与工程学院

最近硅碳复合材料引起了极大的关注, 主要是石墨烯, 碳纳米管等碳材料具有很好的导电性能和柔韧性, 且在充放电过程中的体积变化小, 这种复合材料能有效的缓冲和减轻硅在脱嵌锂过程中的体积变化, 改善了硅基材料电极的导电性和循环稳定性。然而, 碳包覆层的引入会降低复合材料中硅的含量, 进一步导致低的实际容量; 同时碳外层会引起电解液的分解 (SEI 的形成), 造成首次不可逆容量的增加, 导致非

常低的首次库伦效率；同时碳外层的存在，会影响 Li^+ 的传输，降低嵌入和脱出速率，造成低的倍率性能等。而薄包覆外层的存在一般不容易可控制备，同时在容易导致破裂，起不到隔绝保护效果。我们发现，对于单质硅锂离子电池负极材料的设计，表面的组成与界面的相互作用力起到了非常关键的作用。一方面，表面的修饰改性可以保护内层的单质硅在充放电的过程中不与电解液直接反应，避免在硅表面直接形成固态电解液界面（SEI）膜。另一方面，表面包覆层的引入，可以增加导电性，提供硅体积膨胀的伸缩层，有效减缓体积膨胀和保证结构的稳定性。基于此，我们工作的主要研究成果如下：1）围绕着硅基复合材料的结构设计，包括组分的调控，孔道的调节和表面的修饰；2）采用空腔大小可调设计的思路，将硅纳米颗粒包覆在介孔碳中。空腔大小的可控调节来确保硅在充放电过程中具有足够的空间解决体积膨胀问题，来保证结构稳定性；3）详细考察了以酚醛树脂聚合物为碳源包覆在商业化单质硅纳米颗粒表面。通过系列考察不同碳层的厚度、焙烧温度、粘结剂的因素和酚醛树脂结构，来最优化电化学性能；4）发现在碳层表面负载 Ge 纳米颗粒，对硅基电极材料的电化学性能具有极大的提升；5）巧妙的构建单质硅@介孔碳@结晶二氧化钛三层结构，为材料的结构稳定性、大的初始库伦效率和高的安全性能提供保障。

D09-35

基于 CdTe 量子点负载的细菌纤维素纳米纤维的葡萄糖可视纤维传感器

陈仕艳，姚晶晶，王华平，王宝秀，吉鹏

东华大学纤维材料改性国家重点实验室，材料科学与工程学院

简单、方便、灵敏的葡萄糖检测方法对诊断和治疗碳水化合物代谢紊乱，包括糖尿病，新生儿低血糖，自发性低血糖等具有重要的意义。本文首先通过反应时间控制原位制备了 CdTe 量子点负载的细菌纤维素纳米纤维，利用湿法纺丝的方法制备了绿色、黄色和橙色的发光纤维，并用来进行葡萄糖检测。结果表明，发光纤维对葡萄糖具有较高的灵敏度，检测限最低为 0.026mM，响应范围和灵敏度可以通过不同发光颜色的纤维来调节，与商业化葡萄糖计的测试结果比较表明，结果可靠，适合实际应用。此研究提供了基于细菌纤维素纳米纤维为基础的生物传感器的新平台，在柔性和可穿戴传感器件的发展具有潜在的应用前景。

D09-36

碳纳米管纤维基全固态柔性编织超级电容器

康艳茹^{1,2}，李哲¹，李亚利²

1. 曲靖师范学院，磁性材料及器件研究中心，云南省高校先进功能材料与低维材料重点实验室

2. 天津大学，材料科学与工程学院

柔性可编织可穿戴超级电容器是当今纳米材料和电子器件领域发展的前沿热点。碳纳米管纤维是由碳纳米管无规连接或一定取向连接构成的一维宏观材料，不仅具有轻质、高强度、高导电、高导热等优点，还具有优异的柔韧性和可编织性，是构建柔性可穿戴超级电容器最为理想的电极材料和结构形态。本工作采用化学气相流反应法调控合成反应，制备出连续的双壁碳纳米管纤维（Carbon Nanotube Fibers, CNTFs），以此为电极，通过动态浸渍提拉法组装出全固态纤维状超级电容器。电化学性能测试结果显示，该纤维超电容具有可观的比容量、良好的循环稳定性和耐久性，0.1 A/g 电流密度下比电容达 17.6 F/g，长度比电容达 176 mF/cm，充放电循环 2000 周比容量保持 95.9%，器件静置 3 个月后仍保持稳定容量和循环稳定性。纤维超电容还具有优异的柔性，可任意角度和多次反复弯曲、折叠和打结，并在上述极端变形状态下保持容量稳定。将纤维超电容通过缝纫工艺编织到衣物上，测得其在静态穿戴和运动状态下结构和性能都保持稳定，显示出巨大的实际应用潜力。进一步以 CNTFs 为电极，在柔性基体上组装了全固态的纤维阵列超级电容器，测得 1 A/g 电流密度下比电容为 12.6 F/g，充放电循环 2000 周比电容保持稳定，纤维超电容在 20 V/s 和 10 A/g 的测试条件下仍表现出快速电流响应和高比容量。该纤维阵列超电容也显示出优异的柔性和耐久性，对阵列电容器进行串联和并联，还获得了不同的输出电压和电流。

D09-37

3D 打印制备细菌纤维素纳米纤维增强丝素/明胶复合水凝胶多级孔结构组织工程支架

黄利¹, 杜晓宇², 邵惠丽¹, 胡学超¹, 朱钰方², 张耀鹏¹

1. 纤维材料改性国家重点实验室, 东华大学材料科学与工程学院, 上海 201620
2. 上海理工大学材料科学与工程学院, 上海 200093

近年来, 利用生物 3D 打印技术构建仿生水凝胶支架用于组织再生和器官重建是再生医学领域的研究热点之一。然而, 如何制备与天然组织力学性能相匹配且仿生程度高的水凝胶支架是亟待解决的难题。丝素蛋白、明胶以其良好的生物相容性而备受关注。细菌纤维纳米纤维 (BCNF) 因具有较大长径比以及高强、高模、高结晶度等特性, 是一种优良的纳米纤维增强材料。本研究设计了丝素/明胶/BCNF 复合打印墨水, 利用 3D 打印技术制备 BCNF 增强的丝素/明胶复合水凝胶有望有效解决上述问题。研究表明, 通过醇、机械力等作用可诱导丝素蛋白发生物理交联, 进而加速打印墨水的固化。通过在墨水加入明胶填充剂可提高支架的打印精度和保真度。在丝素蛋白/明胶复合墨水可打印成型较好的条件下, 通过在墨水中添加 BCNF 可打印出力学性能优异的三维复合水凝胶支架。随着 BCNF 含量的增加, 水凝胶支架的拉伸性能从 0.1M Pa 增加到 1.0 MPa。在此基础上, 通过调整 3D 打印工艺, 并结合冷冻干燥技术制备了具有多尺度孔结构的三维支架。其中, 打印线条内部孔直径为 10~20 μm , 打印线条间距为 200~400 μm 。这种 3D 打印水凝胶支架不仅力学性能优异, 而且具有多级仿生孔结构, 因此在组织工程中具有较大的应用潜力。

D09-38

基于常温液相等离子效应的碳纤维编织物表面涂层制备研究

张玉平, 沈永华, 陈为为, 程焕武, 王鲁
北京理工大学

碳纤维编织物以其高的比强度、比模量、低密度和良好的机械性能, 以及独特的三维编织结构等优点, 在航空航天、汽车等领域中具有广泛的应用前景。然而, 碳纤维编织物抗氧化性差, 在有氧环境下, 温度高于 450 $^{\circ}\text{C}$ 时, 碳纤维编织物会出现明显的氧化失重和强度下降, 这极大地限制了其使用。因此, 探索一种提高碳纤维编织物表面抗氧化性能的方法是当前迫切需要解决的问题。目前, 涂层防护是提高碳纤维编织物抗氧化性最有效的方法。大量的研究报道, 抗氧化涂层的制备主要采用浸渍提拉、溶胶-凝胶、物理气相沉积或化学气相沉积方法。但是, 这些传统方法, 一方面是编织物在溶液中不能很好的分散, 不能在编织物内每根纤维上实现沉积, 另一方面是对纤维的强度有很大的损害。因此, 碳纤维编织物独特的表面结构致使其表面制备均匀、连续的抗氧化涂层是非常困难的。本文中提出了一种新型的常温液相等离子技术, 采用该技术我们在碳纤维编织物表面制备了一系列均匀、连续的氧化钇、氧化铝、氧化硅等抗高温氧化涂层。通过一系列的表征手段对制备的涂层进行了表面形貌、化学成分以及热稳定性分析。从分析结果来看, 无论是在表面形貌还是性能上都有了较大提高。另外, 我们通过自制的装置成功实现了 300 m 碳纤维编织物表面涂层的连续制备。该方法为工业上实现大规模的碳纤维编织物表面抗氧化涂层的制备提供了可能。

D09-39

Excellent surface enhanced Raman scattering of SiO₂ fiber membrane embedded with Ag nanoparticles

Yuanzheng Tang^{1,2}, Xiao Chen^{1,2}, Yan Lv^{1,2}, Feng Chen^{1,2}, Junchao Qian^{1,2}, Zhigang Chen^{1,2}

1. School of Chemistry, Biology and Materials Engineering, Suzhou University of Science and Technology
2. Jiangsu Key Laboratory for Environment Functional Materials, Suzhou University of Science and Technology

Uniformly distributed Ag nanoparticles supported on SiO₂ fiber membrane materials were successfully synthesized by electrospinning and pyrolysis. In this study, the electrostatic spinning solution is composed mainly of PVP, TEOS and AgNO₃. The structural and morphological studies of the materials after calcination were

investigated by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM) and thermogravimetry–differential scanning calorimetry (TG–DSC). The results indicated that the sample had a rough surface structure and the load on the nanofibers was the metal silver (Ag), and the number and grain size of Ag nanoparticles increased as the relative amounts of AgNO₃ increased. Furthermore, the surface enhanced Raman scattering (SERS) activity of the Ag/SiO₂ was investigated using the common antibiotic enrofloxacin (ENR) as a probe. It was found that the amorphous silica fiber with uniform loading of Ag nanoparticles exhibited a strong SERS enhancement effect. This good analytical performance predicted excellent potential for SERS detection of trace antibiotics.

D09-40

核-壳结构 BT@Al₂O₃/PVDF 复合介电材料的设计及其储能性能

何大龙, 王瑶, 邓元

北京航空航天大学材料科学与工程学院

具有高介电常数、高击穿强度和低介电损耗的电介质材料在现代电子能源系统, 如混合动力汽车、激光脉冲武器等拥有良好的应用前景。陶瓷/聚合物复合材料介电常数的提升常伴随着击穿强度的降低, 从而不利于储能密度的提高。理论上在填料和基体间加入拥有适中介电常数的过渡层有利于缓解局部电场集中, 使得复合材料拥有较高击穿强度。本文通过非均相成核法制备了核-壳结构 BT@Al₂O₃ 纳米粒子, 以纳米钛酸钡 (BT) 为核, 非晶态氧化铝 (Al₂O₃) 为壳。将上述纳米粒子与聚二偏氟乙烯 (PVDF) 进行复合, 由于 Al₂O₃ 拥有适中的介电常数和高绝缘性, 复合薄膜击穿强度明显提升, 同时介电损耗显著降低。在体积分数 $f=0.2$ 条件下, 相比于 BT/PVDF, 复合材料介电损耗降低 48%, 击穿强度提高 29%, 其最大储能密度达到 5.42J/cm³, 提升了 35.2%。相比于工业上普遍使用的 BOPP 薄膜, BT@Al₂O₃/PVDF 复合材料有非常高的应用前景。

D09-41

醇类共溶剂对界面聚合聚苯胺纳米纤维结构与电化学性能的影响

靳丹丹, 沈玥莹, 李涛, 秦宗益, 丁磊, 陈园余

东华大学纤维材料改性国家重点实验室

超级电容器因具有充放电速率快, 循环寿命长和功率密度高等优点, 成为备受瞩目的储能器件之一, 而电极材料是高性能超级电容器的关键。作为一种导电高分子材料, 聚苯胺具有成本低、易合成、电导率可调、电活性高、环境稳定性好等特点, 成为当前电极材料的热门之一。其中聚苯胺纳米纤维由于比表面积大、取向性好, 电化学性能高, 更是备受关注。作为无模板合成聚苯胺纳米纤维最有代表性的界面聚合法, 已经被证明是制备高性能电极材料的有效途径。研究表明, 虽然有机溶剂的种类对纳米纤维的影响不大, 但水相中第二组分 (如掺杂酸和表面活性剂) 却能显著影响聚苯胺的组装与迁移。本工作基于醇类分子与水与聚苯胺间都存在着较强的氢键作用, 分别在水相中引入体积分数为 5% 的甲醇和乙醇作为水的共溶剂, 采用场发射扫描电镜、紫外-可见分光光度计、傅里叶变换红外光谱仪和 X-射线衍射分析研究这两种醇类分子对聚苯胺纳米纤维形貌和结构的影响, 并通过循环伏安和恒电流充放电测试研究其电化学性能。研究表明: 与传统界面聚合法制备的聚苯胺纳米纤维相比, 引入甲醇和乙醇作为共溶剂抑制了聚合反应速率, 得到的聚苯胺纳米纤维具有更大的长径比和更好的结晶性能, 以乙醇为共溶剂制备的聚苯胺纳米纤维长径比最大, 其直径为 100±10nm, 长度达到 465±95 nm。此外, 不同醇溶剂的引入对聚苯胺纳米纤维的电化学性能影响显著。其中, 以乙醇作为共溶剂时的产物表现出最好的电化学性能, 在扫描速率为 5 mV s⁻¹ 时, 比电容为 303.1 F g⁻¹, 在电流密度为 1 A g⁻¹ 时, 比电容达到 242.0 F g⁻¹。本研究通过添加醇类来调控聚苯胺纳米纤维的生长方式与聚集行为, 有利于我们进一步了解聚苯胺纳米纤维的形成机理和纳米结构的储能机制, 进而为制备出储能性能优异的聚苯胺基超级电容器电极材料提供新的思路。

墙展

D09-P01

免生长因子的神经干细胞在无机细胞外纳米阵列上的分化

孙鹏¹, 张世卿², 白帆¹, 刘伟峰¹, 林凯莉², 谢詠斯², 雷雅萍², 张宏启³, 翁建霖², 黄陟峰¹

1. 香港浸会大学, 物理系
2. 香港浸会大学, 生物系
3. 香港浸会大学, 中医药学院

通过神经干细胞 (Neural Stem Cells, NSCs) 定向分化为靶向细胞来治疗各种神经退行性疾病的需求正在迅速增长。目前, NSC 的增殖和分化不可避免地要使用化学生长因子 (Growth Factors, GFs), 但通常会导致诱导出癌细胞。在这项工作中, 我们首次设计了一种无 GF 的方法, 使用生物相容的无机细胞外纳米阵列 (Extracellular Nanomaterials, ECnMs) 来诱导神经干细胞的增殖和分化。不使用化学 GF, 而通过掠射角沉积 (Glancing Angle Deposition, GLAD) 以螺旋形和 Z 字形的 SiO₂ ECnMs 来增殖 NSCs 以形成神经球, 并在体外分化。不含 GF 的 NSCs 增殖往往比 GF 诱发的 NSC 增殖更快。纳米结构的形状对 NSC 增殖影响不大, 但 Z 字形 ECnMs 的形貌和硬度对 NSC 分化为神经元是有利的。虽然 TiO_x 的 ECnMs 可以促进 NSCs 增殖, 但由于硬度太高而不能将其分化成神经元。利用 GLAD 技术的物理沉积方法制备的纳米阵列对控制神经干细胞的增殖和分化具有重要的意义, 并且极大的降低了产生癌细胞的风险, 有能力提供大量的分化细胞, 对干细胞治疗的迫切临床需求具有重要意义。

D09-P02

氧化石墨烯溶液在非水溶性聚合物中的分散及其复合薄膜的光电导性能改进

张新涛¹, 王诗珍¹, 邱剑勋¹, 杜伟¹, 贺笑春¹, 高明军¹, 李向明¹, 马兴法 (*)¹, 李光²

1. 烟台大学
2. 浙江大学

石墨烯由于具有高的载流子迁移率和优异的物理、化学、力学性能, 使其在高能量的储能器件、光催化分解水、环境、多功能的纳米复合材料等领域有重要的应用。且随着石墨烯规模化的制备和大量中、低端通用性产品中的应用, 其性能的发挥与分散工艺的协调就摆在了大家的面前。氧化石墨烯的层化与规模化是简单的, 但干燥后再分散就比较困难。在分子纳米复合材料应用领域, 与水溶性聚合物的复合容易达到好的分散效果; 但对非水溶性聚合物的复合仍然存在一些挑战。本研究尝试氧化石墨烯溶液与非水溶性聚合物在油/水界面的复合。研究中选择 PVDF 为模型聚合物是基于如下考虑: PVDF 是一类代表性的有机压电、热电等材料, 在压电、热电及膜分离等领域有好的应用, 且具有好的成膜工艺。对其改性, 不仅解决氧化石墨烯溶液在非水溶性聚合物的分散性, 也有助于开发功能化的 PVDF 系列品种, 拓展更广的应用。研究中利用 TEM, SEM, 激光拉曼, UV-Vis, FTIR 等对其进行了基本表征, 并将所制备的 PVDF/GO 纳米复合材料涂覆在叉指结构的金电极 (PET 薄膜基板) 上, 采用低功率的可见光和 808 nm 的激光考察了其光电响应特性, 显示出了快速的光电导响应特性。有望开发外场刺激响应的智能化薄膜器件, 光探测, 信息储存, 仿生器件、膜分离用于环境处理等领域。

D09-P03

生物基长效油水乳液分离膜的制备与性能研究

康艳丽, 丁焯

四川大学, 环保型高分子材料国家地方联合工程实验室 610064

工业含油废水的严重污染对人类和生态环境产生了严重的威胁, 尤其是在两亲性表面活性剂的存在下,

油水混合物易转变为稳定的乳液,使得分离过程非常困难。传统的分离技术对非混相油/水混合物可以有效的分离,但是难以分离乳液混合物,其中主要的问题在于油水乳液中所形成的微小油滴会造成分离材料的污染和孔隙的堵塞,从而无法实现长效使用。针对以上问题,我们设计制备了一种以 PLA 静电纺丝纳米纤维为模板,包覆聚多巴胺形成核壳纳米纤维(DOPA@PLA),再在聚多巴胺表面接枝胺基化的 β -环糊精(β -CD-DOPA@PLA),从而构建以聚合物电纺纤维膜为骨架,胺基化 β -环糊精表面改性的多功能复合纳米纤维膜材料,并进一步用于油水乳液分离。实验结果表明,PLA 骨架提供了膜材料优异的力学性能,而亲水的聚多巴胺壳层可以有效的分离水包油乳液,其分离效率可以达到 99.5%;另一方面,纳米纤维表面修饰的环糊精可以捕捉乳液中的两亲性物质,从而起到破乳效果,有效抑制了油滴的堵塞作用。分离膜在经过 10 次连续处理过程后,其通量保留率仍可达到 80%以上,而分离效率基本不变,实现了长效使用。综上,这种生物基 β -CD-DOPA@PLA 复合纳米纤维膜具有良好的油水乳液分离效果,并可长效循环使用,具有良好的应用前景。

D09-P04

碳纳米管含量对碳纳米管增强木塑复合材料的弯曲强度与微观组织的影响

张云鹤,刘烁,王若丞,邴亮亮,王清文
东北林业大学

木塑复合材料是一种环保绿色并且可循环利用的天然纤维复合材料,具有不放出甲醛等有毒气体的特性,在家装、建材等领域有广泛的应用前景,本文尝试通过添加碳纳米管提升木塑复合材料力学性能。以木粉和聚乙烯为主要原料,碳纳米管为增强体,通过双螺杆混合机组和单螺杆挤出机两步法制备木塑复合材料。研究了碳纳米管含量对木塑复合材料的弯曲强度与断口微观组织结构的影响。

试验结果表明,随着碳纳米管含量的增加,复合材料的弯曲强度呈现先增大后减小的变化趋势。当碳纳米管含量为 0(对照组)时,材料的弯曲强度为 80.32MPa,当加入 3 份碳纳米管时,复合材料的弯曲强度为 85.13MPa,相比于对照组增幅达 5.99%;碳纳米管含量为 6 份和 9 份时,复合材料的弯曲强度相比于碳纳米管含量为 3 份的复合材料无明显变化,趋势较为平缓;当碳纳米管含量为 12 份时,复合材料的弯曲强度增大至最大值,为 88.68MPa,相比于对照组,增幅为 10.41%。当碳纳米管含量为 15 份时,复合材料的弯曲强度降低至 86.67MPa,相比于最大值,降幅为 2.27%。断口 SEM 观察表明,随着碳纳米管含量的增加,聚乙烯基体对木粉颗粒的包覆性更好,并且材料整体更为致密,当碳纳米管含量为 12 份时,分布在木粉与基体界面上的碳纳米管所占的比例相比于其他配方更多,当碳纳米管含量达 15 份时,碳纳米管出现团聚现象。

得出结论,分布在木粉与聚乙烯基体界面上的碳纳米管能增强界面,更有效地承载应力,因此对弯曲强度的提高起主要作用;分布在聚乙烯基体中的碳纳米管具有裂纹桥接效应以及导热性,也有利于弯曲强度的提高;但当碳纳米管含量过高,会产生团聚,形成应力集中点,使得材料的弯曲强度下降。

D09-P05

具有高的光电导响应特性的 DNA/氧化石墨烯/Au 纳米复合材料

高明军¹,吕士盛¹,邱剑勋¹,杜伟¹,张新涛¹,贺笑春¹,李向明¹,马兴法*¹,李光²

1. 烟台大学
2. 浙江大学

DNA 链段不仅具有特有的识别特性,作为纳米材料的构筑单元在小尺度机器人、多种器件等功能集成方面发挥了重要作用,同时该材料又具有较好的药物、基因等传输特性,在仿生、生物学等交叉性领域也有非常好的开发前景。不同维度的纳米金由于具有较好的等离子体发光特性,在疑难病症的诊断与治疗等方面也是热点材料之一。为开发外场刺激响应的智能化多功能纳米复合材料,本研究采用单链 DNA 与氧

化石墨烯杂化,进而制备了 DNA/GO/Au/PANi 纳米复合材料。利用 SEM, TEM, XRD,UV-Vis, 激光拉曼, FTIR 等对其进行了基本表征,并将所制备的纳米复合材料涂覆在叉指结构的金电极(PET 薄膜基板)上,采用低功率的可见光和 808 nm 的激光考察了其光电响应特性,显示出了快速的光电响应特性,其开关比可达 1-2 个数量级。同时选择模拟药物开展了药物释放特性研究,取得了一些有意义的结果。该研究也拓展到了其他类似材料体系(如:Pt 体系等)与性能的研究,取得了类似的结果。有望开发外场刺激响应的智能化纳米载体,光探测,仿生、生物医学器件等领域。特别感谢烟台大学生命科学院陈世华副教授提供了大量不同链段长度的 DNA,其学生路颖昌参与了部分实验研究。本研究得到山东省自然科学基金(ZR2013EMM008),浙江大学工业控制技术国家重点实验室开放基金(No. ICT170303)等资助。*通讯作者:烟台大学环境/材料学院, E-mail addresses: xingfazju@163.com, xingfamazju@aliyun.com(X. Ma).

D09-P06

Magnetic Polymer Nanocomposites for Giant Magnetoresistance and Electromagnetic Shielding

Jiang Guo¹, Alexandra (Olenka) Maria Galaska¹, Brian J. Edwards¹, Bamin Khomami¹, Zhanhu Guo¹

1. Integrated Composites Lab, Department of Chemical & Biomolecular Engineering, University of Tennessee, Knoxville, TN 37996, USA

Due to the incomparable advantages such as light weight, optical, magnetic and enhanced mechanical properties, polymer nanocomposites have been widely studied by the researchers for different applications such as environmental remediation, energy (or information) storage and sensing.¹⁻⁴ Giant Magnetoresistance (GMR) phenomenon can be designed for information storage, our previous work shows that polymer nanocomposites show unique GMR behavior, indicating great potential applications for information storage.⁵ Meanwhile, as the development of electrical devices, the electromagnetic wave radiation is a potential threat for human being's health.¹ Thus, the materials with electromagnetic wave absorption are urgently needed. In this project, we found the negative GMR in the magnetite polypyrrole nanocomposites synthesized by the surface initiated polymerization method. The temperature dependent resistance of the magnetite nanocomposites indicates a 3-D variable range hopping (VRH) electrical conduction mechanism. The positive GMR is observed in the synthesized pure polypyrrole at room temperature and analyzed by the wave function shrinkage model. The negative MR is obtained in the synthesized magnetic PNCs at room temperature and analyzed by the orbital magnetoconductivity theory. Meanwhile, the enhanced electromagnetic wave shielding is observed in its epoxy nanocomposites, which is due to the increased interface area, eddy current loss and increased anisotropic energy. Moreover, the significantly reduced flammability is observed and analyzed as well.

D09-P07

聚氨酯静电纺纳米纤维/聚苯胺复合薄膜的气敏特性研究

丁磊, 陈园余, 郁梦佳, 秦宗益, 靳丹丹

东华大学, 材料科学与工程学院, 纤维改性国家重点实验室 201620

氯仿是工业上广泛使用的强挥发性溶剂,也是一种常见的环境污染物,为人类致癌物质。研发廉价、高响应的化学阻抗式的氯仿柔性传感器,实现对工作环境有毒气体的预警就显得十分必要。目前这类传感器多以半导体材料为主,成本高且需要在较高的温度下进行运行,不能达到便携检测的需求。导电聚苯胺及其复合材料对挥发性有机物(VOCs)具有高响应、环境稳定性好、成本低和只需在室温下运行等优点,是制作化学阻抗式传感器较为理想的候选材料。但聚苯胺不溶不熔且机械性能差,需要将其与其他高分子柔性材料复合来有效地克服其固有的缺陷。本工作以高弹的聚氨酯为基材,采用喷涂法在其表面形成聚苯胺薄层。为了获得聚苯胺较大的比表面积,我们采用静电纺丝法制备出聚氨酯纳米纤维膜,并把它用作柔性基材;而聚氨酯与氯仿之间的强相互作用,也有利于进一步提高复合材料对氯仿的响应。考察了复合

薄膜对五种常见气体（包括氯仿、丙酮、甲苯、甲醇和二氯甲烷）的传感行为，较为详细地研究了聚苯胺厚度对氯仿气体的响应特性。研究表明，所制备的纳米复合纤维膜对丙酮、甲苯、甲醇和二氯甲烷均能快速作出响应，但响应较弱，且响应的重复性较差；对氯仿具有最强的响应，其线性响应范围为 300-6000 ppm，响应时间为数秒、恢复时间为 10 秒左右，灵敏度在 1.0×10^{-3} ppm 左右。我们还采用场发射扫描电镜对不同厚度的聚苯胺相貌进行观察，和傅里叶红外光谱仪对聚苯胺与聚氨酯的相互作用进行表征，证实聚氨酯静电纺纳米纤维/聚苯胺复合薄膜对氯仿气体的超常响应受益于聚苯胺与聚氨酯的协同作用，其检测下线可达 30 ppm，响应系数为 0.053，低于氯仿的车间空气有害物质接触限值(TLV-TN) 50 ppm，保证了其作为廉价的柔性化学阻抗式的氯仿传感器气敏材料的可行性，非常适合有毒有害氯仿的预警。

D09-P08

纳米贵金属银-水凝胶复合材料的一步法制备及其催化性能研究

赵娜娜

西安交通大学 710049

贵金属纳米粒子因其优异的性能在光学、电子、生物医学与催化等领域有着广泛的应用。利用水凝胶三维网状结构，将纳米材料与水凝胶复合，可以制备具有新颖性能的贵金属水凝胶复合材料，在药物释放、光学器件等领域具有很大的应用潜力。本文通过紫外光辐照，实现贵金属纳米银颗粒原位还原与水凝胶胶联同时进行，获得了纳米粒子分布均匀的复合水凝胶材料。借助紫外可见分光光度计、TEM 等分析手段，对纳米复合水凝胶中银纳米粒子的形貌进行了表征，研究了不同贵金属浓度对纳米粒子粒径的影响，最后对纳米贵金属水凝胶复合材料催化还原多种有机物的性能进行了测试分析。研究发现：纳米银水凝胶复合材料在 NaBH_4 催化还原 4-硝基苯酚（4-NP）、亚甲基蓝（MB）与甲基橙（MO）的反应中，纳米银水凝胶复合材料表现出优异的催化性能。此外，纳米银水凝胶还表现出优异的循环催化性能。循环五次后，纳米银水凝胶复合材料对 4-NP 的催化转化率依旧能保持在 90% 以上，在污水处理方面具有很大的应用潜力。

D09-P09

PEDOT/多级孔 SiO_2 复合纤维制备及其气敏性研究

孟思，黄习越，王兴平，张君妍，陈文萍，朱美芳

东华大学材料科学与工程学院，纤维材料改性国家重点实验室 201620

气体泄漏会造成人员和财产的巨大损失，能在常温下对气体进行检测的有机气敏材料是近年来研究热点。为解决普通有机气敏材料灵敏性低及响应速度慢的问题，本论文制备了一种 PEDOT/多级孔 SiO_2 复合纤维。在本项工作中，我们先通过简单的反应性湿法纺丝制得多级孔 SiO_2 中空纤维，以此为基质通过气相聚合负载 PEDOT，从而同时实现 PEDOT 结构的多孔化、多级结构化和低维化，并调节纺丝及聚合参数使其达到最优传感性能。通过金相显微镜观察到纤维的中空结构，SEM 与 BET 证明其具有高的比表面（最高可达 $835.8 \text{ m}^2/\text{g}$ ），并呈现出多级孔结构，电导率、FTIR 及 EDS 面扫描证明 PEDOT 的成功合成以及在纤维中的均匀分布。通过对不同陈化浴浓度制备出的纤维孔洞结构与中空结构的演变规律的总结，探讨了此结构的形成机理。对比了不同陈化浴浓度、不同聚合时间、不同氧化剂浓度及不同卷绕速度对 PEDOT/多级孔 SiO_2 复合纤维孔洞结构、中空结构以及最终传感性能的影响，并找到最优条件。以 A0W120-O15P3 条件下制得的纤维对 NH_3 的传感响应速度快、灵敏性高，可 3 min 内即可达 120% 的电阻变化率，并且具有很好的传感稳定性。本项工作成功制备了一种具有多孔化、多级结构化和低维化的 PEDOT/多级孔 SiO_2 复合纤维，其综合性能优于文献报道大多数聚噻吩气敏材料。

D09-P10

有机磷系/磷酸锆协效阻燃聚乳酸纤维的制备及性能研究

俞森龙，相恒学，周家良，朱美芳

东华大学

为解决聚乳酸 (PLA) 易燃烧、熔滴现象严重等问题, 进一步拓展其在汽车内饰、电子产品包装、建筑内饰材料等对阻燃要求较高领域的应用, 推动 PLA 产业的发展。采用有机磷系阻燃剂 (OP) 与磷酸锆 (ZrP) 作为协效阻燃剂, 通过熔纺成型技术制备了阻燃 PLA 纤维。利用差式扫描量热仪 (DSC)、热失重分析仪 (TGA)、垂直燃烧 (UL-94)、极限氧指数 (LOI)、锥形量热 (CCT)、红外光谱 (FTIR)、拉曼光谱 (Raman spectroscopy)、扫描电子显微镜 (SEM) 和声速取向仪、复丝强力仪对 PLA 纤维的热性能、燃烧行为、阻燃机理以及纤维性能进行系统的测试表征。测试结果表明: 结果表明: 随着复配阻燃剂的组分优化, PLA 纤维的热稳定性、阻燃性能和力学性能都明显提升。当 OP 与 ZrP 含量分别为 4 wt. %, 2 wt. % 时, 样品的 LOI 值从 20.5 提高到 29.2 并达到 UL-94 的 V-0 级, CCT 测试中最大热释放速率及总热释放量皆明显下降, 说明复配阻燃剂对 PLA 的阻燃效果明显且存在协同效应。本文提供了一种易于工业化制备性能优异的阻燃 PLA 纤维的思路, 所得纤维基本满足后道加工要求, 可用于阻燃 PLA 纤维制品开发, 达到了预期目的。

D09-P11

有序介孔二氧化钛功能纳米材料的合成

徐海云, 赵涛, 罗维

东华大学

为了合成有序介孔二氧化钛功能纳米材料, 我们采用了以 F127 为模板剂, 以钛酸四丁酯为钛源, 采用溶剂挥发诱导聚组装的方法来合成介孔有序介孔二氧化钛, 并且采用两步热处理的方法保证了高度晶化的骨架。介孔二氧化钛薄膜的 TEM 图表明其形貌具有高度的有序性, XRD 衍射图谱表明其具有高度的结晶度和锐钛矿的衍射峰, 氮气吸附—脱附表明具有大的比表面积。另外, 我们可以拓展此方法来合成介孔二氧化钛微球, 通过 SEM 和 TEM 的表征, 我们发现得到的二氧化钛微球具有均匀的形貌和发散的孔道, 其 XRD 图表明其骨架具有高度的结晶度, 而氮气吸附-脱附表明其具有大的比表面积和孔体积。我们采用简单的溶剂挥发诱导自组装的方法合成了有序介孔二氧化钛材料, 由于得到的介孔二氧化钛材料具有通透有序的孔道结构, 高度晶化的骨架, 为下一步的应用打下了一定的基础。

D09-P12

基于声发射技术的薄铺层层合复合材料开孔拉伸性能研究

黄春芳, 何明昌, 贺雍律, 肖加余, 张鉴炜, 鞠苏, 江大志

国防科学技术大学

随着碳纤维增强聚合物基复合材料 (CFRP) 层合板在航天航空结构上的广泛应用, 在结构的设计、制备和组装等工艺过程中不可避免地需要在复合材料层合板上开孔, 而开孔导致复合材料性能在一定程度上降低, 因此考察复合材料层合板开孔后的力学性能十分必要。近些年来, 丝束延展工艺使制备复合材料层合板的单个铺层厚度降到几十到十几微米, 随着铺层厚度的减薄, 其复合材料层合板表现出诸多优于标准铺层厚度层合板的力学性能, 尤其是抑制损伤和分层的能力明显提高。本文通过声发射技术研究不同铺层厚度复合材料层合板在开孔拉伸过程中的声发射信号特征和力学性能曲线响应, 并通过超声波 C 扫描和光学显微镜观察其微观结构。实验结果发现随着铺层厚度减薄, 复合材料层合板开孔拉伸起始损伤强度升高, 而开孔拉伸强度随着铺层厚度减薄而降低。分析得出薄铺层复合材料层合板更为均匀的微观结构和堆垛方式使得其具有相对较高的起始损伤强度, 更高的损伤和分层阻抗使薄铺层复合材料层合板开孔周边在加载过程中应力集中得不到有效释放, 这导致薄铺层复合材料层合板的开孔拉伸强度相对较低。

D09-P13

碳纳米填料对聚苯硫醚结晶行为和弯曲强度的影响

邱天, 胡泽旭, 周哲, 朱美芳
东华大学材料科学与工程学院

由于纳米填料对聚苯硫醚 (PPS) 的结晶性能影响显著, 不同的结晶度对 PPS 的加工工艺也会带来一定的改变。因此探究不同维度的碳纳米填料对聚苯硫醚结晶行为和弯曲强度的影响, 对制备出新型高性能的 PPS 复合材料有一定的指导意义。通过简单的熔融共混法和注塑成型工艺制备了不同维度的碳纳米填料改性聚苯硫醚 (PPS) 复合材料。利用差示扫描量热法 (DSC)、扫描电镜 (SEM) 以及力学性能测试等方法系统研究了零维 (导电炭黑)、一维 (多壁碳纳米管)、二维 (石墨烯微片) 碳纳米填料对 PPS 非等温结晶行为及其力学性能的影响。加入含量为 1.0wt% 的碳纳米管时, PPS 的结晶度提高最多, 为 35.6%; 碳纳米填料在 PPS 结晶过程中起异相成核剂的作用, 使 PPS 纳米复合材料的结晶温度较纯 PPS 升高; 随着碳纳米填料含量的提高, PPS 纳米复合材料的结晶速度先提高后降低。选取分散效果较好的低含量纳米粒子复合材料, 研究其弯曲强度。当石墨烯微片含量为 0.1wt% 时, PPS 纳米复合材料的弯曲强度提升最明显, 从 76.6MPa 提升至 104.1MPa。碳纳米填料的添加对 PPS 的结晶性能和弯曲强度有很大的影响。碳纳米填料在 PPS 结晶过程中起异相成核剂的作用, 对 PPS 的结晶速率有提高的作用。含石墨烯微片的 PPS 纳米复合材料, 其弯曲强度的提升最为明显。

D09-P14

多功能纳米结构设计及其电催化应用

陈苗, 杨建平
东华大学

伴随着现代社会不合理的工业农业生产活动, 地下水污染环境正日益成为全球世界范围内新的重大问题, 其中由于在水溶液中极高的稳定性, 硝酸盐是污染面积最大问题之一。合成有序介孔介孔碳微球用于水中硝酸根离子的催化, 介孔材料提供更高的比表面积和反应界面, 为反应提供更多的活性位点, 因此具有更好的应用性能。本工作以苯酚和甲醛合成的甲阶酚醛树脂为碳源, F127 为表面导向剂 (造孔剂), 加入一定浓度的钯、铜的前驱体, 通过自主装形成内含有钯、铜单质的有序介孔小球, 热处理来除去表面活性剂。通过 XRD 表征证明介孔碳小球上存在了钯、铜单质。通过 SEM 和 TEM 表征得到的介孔碳微球具有很好的单分散性以及有序的介孔孔道结构, 并且通过氮气物理吸附表征, 证明我们得到的介孔碳材料比表面积高达 1131m²/g, 孔容为 1.52cm³/g, 而介孔孔径为 2.5 nm, 我们可以通过控制酚醛树脂的量来控制介孔碳的直径。我们利用此含有纳米级尺寸钯、铜金属颗粒的有序介孔碳球来对水中的硝酸根进行催化转化, 并且在一定的条件下硝酸根转化率可达到 50%, 其中将其转化为氮气的 90%。这种方法具一定的普适性, 为进一步合成含有纳米级金属粒子的介孔碳小球提供了一个新的思路。由以上的分析测试, 可以证明此方法的可行性, 并且该方法是不使用任何还原剂合成含有纳米级尺寸钯、铜金属颗粒的有序介孔碳球, 具有一定的普适性, 为合成介孔材料提供了一个新的思路。

D09-P15

酚醛树脂包覆 GeO₂ 纳米晶体的无表面活性剂自组装纳米复合小球

王青青, 杨建平
东华大学

本论文主要合成介孔碳空心球 (MCHS), 使其在催化、吸收和能量储存/转换具有重要作用。氧化锆是一种对光具有高的折射指数的介电氧化物半导体材料, 其相对于 SiO₂ 具有更高的介电常数, 更高的折射率, 在 280 和 5000 nm 之间更宽的透光区域和更高的线性热膨胀系数, 使其在光电子领域中有许多应用。本论文以在无表面活性剂下合成的氧化锆纳米晶体为核, 在无表面活性剂的情况下用间苯二酚甲醛 (RF) 树脂将其包覆, 然后进行碳化和对其无机氧化物进行选择性地刻蚀, 最终合成介孔碳空心球 (MCHS)。MCHS 的氮气吸附分析显示 IV 型吸附等温曲线表明其表面积和孔隙容积各为 1582m² g⁻¹ 和 2.45cm³ g⁻¹。在 1 至

50 A g⁻¹ 的不同电流密度下, MCHS 为典型的恒电流充放电曲线, 其几乎是线性且对称的, 有略微的弯曲, 这表明其良好的电容性能和电化学可逆性。对其进行电化学性能测试, 发现其有高的比电容量和储电量。所以合成出的 MCHS 在电化学双层电容器中表现出卓越的高电容性能 (在 1 A g⁻¹ 时为 310 F g⁻¹), 卓越的倍率性能 (在 50 A g⁻¹ 时为 157 F g⁻¹), 以及出色的循环稳定性 (在 10 A g⁻¹ 循环 10000 次后保留 98.6% 的容量), 在电子工业方面具有良好的应用前景。

D09-P16

棉织物基柔性超级电容器

梁云霞, 杨俊杰, 杨利军, 张扬, 罗晓刚, 翁巍, 朱美芳
东华大学

超级电容器由于具有高功率密度和高循环寿命等优点, 被认为是未来最具前景的能量存储设备。近年来随着可穿戴及柔性电子的蓬勃发展, 柔性超级电容器成为研究领域的焦点和热点, 其需要解决的关键问题是同时获得高能量密度和良好柔性。虽然经过众多研究取得一定进展, 但是这方面距离实际应用仍然还有相当差距。采用化学氧化法, 以 FeCl₃ · 6H₂O 为氧化剂、葱醌-2-磺酸钠盐为掺杂剂, 在棉织物表面进行吡咯的聚合并作为电极材料, 最终组装成织物状超级电容器。通过调控棉织物的结构并改变吡咯单体的浓度, 我们得到了不同负载量的织物电极, 并研究了它们对组装后的织物状超级电容器电化学性能的影响。采用 FTIR、XRD 和 SEM 研究了织物电极的结构和形貌特征, 并用电化学工作站对组装的超级电容器的电化学性能进行了表征。吡咯浓度为 0.3 mol L⁻¹ 时, 制备得到的织物电极具有最高负载量 10.02 mg cm⁻², 用两块相同的织物电极组装的超级电容器在电流密度为 1 mA cm⁻² 时比电容达到 3702 mF cm⁻², 表现出良好的电化学性能。该织物状超级电容器的比电容在弯曲和扭转状态下基本保持不变, 显示出在柔性和可穿戴电子领域的广阔应用前景。

D09-P17

单分散的有序介孔二氧化钛微球用于染料敏化太阳能电池

赵涛, 罗维
东华大学材料科学与工程学院, 纤维材料改性国家重点实验室

合成有序介孔二氧化钛微球用于染料敏化太阳能电池, 介孔材料而已提供更高的比表面积和反应界面, 为反应提供更多的活性位点, 因此具有更好的应用性能。本工作以丙醇钛为钛源, 以 F127 为表面活性剂 (造孔剂), 以具有反蛋白石结构的三维有序大孔碳作为硬模板, 通过界面导向共组装的方法合成了单分散的有序介孔二氧化钛微球, 通过热处理来除去表面活性剂和硬模板, 并实现其高度晶化。通过 XRD 表征证明其具有很高的结晶度并且是典型的锐钛矿晶型。通过 SEM 和 TEM 表征得到的二氧化钛微球具有很好的单分散性以及有序的介孔孔道结构, 并且通过氮气物理吸附表征, 证明我们得到的二氧化钛材料比表面积高达 145 m²/g, 孔容为 0.26 cm³/g, 而介孔孔径为 4.7 nm, 更有趣的是我们可以通过控制氧化钛前驱体的量来控制二氧化钛微球的形貌可以转变为半球结构或者空心结构。并且依然保持这有序的介孔和高结晶度, 由于其高的比表面积和结晶度, 我们利用二氧化钛实心微球用于 N719 型染料敏化太阳能电池, 并且光电转化效率可以高达 8.5%。并且这种方法具有一定的普适性, 为合成具有球形形貌的介孔材料提供了一个新的思路。由以上的分析测试, 可以证明此方法的可行性, 并且该方法更可以拓展于其他的介孔金属氧化物的合成, 具有一定的普适性, 为合成介孔材料提供了一个新的思路。

D09-P18

泡沫铜/树脂基复合材料的制备和研究

王培, 吴晓光, 尹健, 张红波, 邓朝勇, 孙淼, 张欢, 徐亚楠
中南大学粉末冶金研究院

为了得到一种具有低电阻高润滑的新型受电弓滑板材料, 本文将鳞片石墨、短切碳纤维、沥青焦和碳纳米管改性的酚醛树脂混合, 对泡沫铜进行加压浸渍达到致密化, 制备出泡沫铜/树脂基复合材料。将一定质量的碳纳米管加入酒精, 经过 1 个小时超声后加入酚醛树脂, 经过搅拌实现酒精与树脂的均匀混合; 而后再将短切碳纤维、鳞片石墨和沥青焦放入球磨机, 加入酒精进行湿混; 将混合好的粉末加入到改性的酚醛树脂中, 在 60℃ 条件下进行混合搅拌, 使酒精完全挥发; 将混合树脂浆料包埋泡沫铜放入高压釜, 首先在 60℃ 条件下抽真空, 然后在加热加压条件下实现固化。试验中, 纳米管的含量分为四组: 0%、0.285%、0.5% 和 0.75%, 短切纤维含量为 0%、5%、10%、15%、20%; 利用冲击试验机对试样的冲击强度进行检测, 使用万能表对材料的电阻率进行测试, 使用扫描电镜对复合材料的基体进行研究分析。通过扫描电镜照片发现, 试样基体中短纤维、石墨和沥青焦分布均匀, 同时基体中气孔较少, 基本实现了致密化, 材料的电阻率均小于 2 $\mu\Omega\cdot\text{m}$, 该值远小于纯碳滑板复合材料。碳纳米管的加入材料的电阻率和冲击性能均有不同程度的改善, 纳米管为 0.285% 的试样电阻率和冲击性能分别为不加纳米管的 1/2 和 4/5, 然而继续增加纳米管的含量, 试样的性能变化不大; 这可能因为当纳米管过高时, 仅通过酒精难以实现完全分散。随着短切碳纤维的增加, 材料的冲击性能有大幅的增加, 当短切碳纤维含量为 15% 时, 该冲击强度为未加碳纤维试样的二倍; 这时如果继续增加短碳纤维的含量, 试样的冲击性能会有小幅的增加, 然而电阻率呈下降的趋势。以泡沫铜为预制体, 树脂为粘结剂, 混合碳纳米管、短切碳纤维、鳞片石墨和沥青焦的方法制备的泡沫铜/树脂基复合材料具有优良的导电性能, 同时良好的冲击性能。短切碳纤维和碳纳米管对试样的导电和冲击性能改善较为明显, 然而过高的碳纳米管含量难以实现完全均匀分散。

D09-P19

电化学法制备石墨烯微管及其柔性超级电容器应用

杨俊杰^{1,2}, 李童¹, 杜晓文¹, 张扬^{1,2}, 梁云霞^{1,2}, 翁巍^{1,2}, 朱美芳^{1,2}

1. 东华大学材料科学与工程学院
2. 纤维材料改性国家重点实验室

随着柔性可穿戴器件的不断发展, 纤维状超级电容器逐渐引起了人们的广泛关注。在众多纤维状电极中, 以石墨烯纤维为代表的纤维状材料由于其较高导电性、良好的力学强度和优异的能量存储性能而备受青睐, 是一种制备电极的理想选择。这里我们采用了一种新型的制备方法成功得到了石墨烯微管, 将其用作纤维状电极, 得到的超级电容器具有很好的电化学性能。具体为选择铜丝作为模板, 将其浸入含有氧化石墨烯和高氯酸锂的电解液中。采用三电极体系在铜丝表面电化学沉积石墨烯, 随后将含有石墨烯层的铜丝浸入 1M FeCl₃ 溶液中, 去除铜丝后得到石墨烯微管, 最后将石墨烯微管组装成全固态超级电容器, 测得其在 1A g⁻¹ 电流密度下比电容为 109F g⁻¹, 倍率性能和可弯曲性良好, 循环 5000 次后容量保持 87.44%。

D09-P20

皮芯型双波长荧光防伪纤维的结构及性能

张慧慧¹, 徐园园¹, 杨革生², 刘鹏², 邵惠丽²

1. 高性能纤维及制品教育部重点实验室, 东华大学材料科学与工程学院, 上海 201620
2. 纤维材料改性国家重点实验室, 东华大学材料科学与工程学院, 上海 201620

双波长荧光防伪纤维在两种不同特定波长的光的激发下可以发射出不同颜色的光, 具有更高的安全性, 在防伪领域有着广阔的应用空间。但常规的均相型荧光纤维中分散在内部的荧光粉由于受到光线的折射、散射和反射, 并不能得到有效激发, 从而无法充分发挥荧光粉的发光效果。因此, 本文设计了皮芯结构, 采用聚丙烯 (PP) 为基体, 通过选取不同波段激发的荧光粉, 制备了以双波长荧光母粒为皮层、以纯 PP 为芯层的双波长荧光防伪纤维, 并进一步探讨皮芯比例对双波长荧光防伪纤维结构与性能的影响。采用激光共聚焦显微镜对纤维内部荧光颗粒的 3D 模拟结果以及荧光显微镜照片均表明, 荧光纤维内的荧光粉颗粒基本分布在纤维的皮层。与非皮芯结构的双波长荧光纤维相比较, 相同荧光粉含量情况下, 皮芯结构的

双波长荧光防伪纤维的荧光强度显著提高，证明皮芯结构有利于荧光粉发光效率的提高。随着皮层比例的降低，双波长荧光防伪纤维的结晶度与拉伸强度均呈现先降低后升高的趋势，而断裂伸长率则不断升高。此外，皮层比例越低，纤维内的荧光粉颗粒对纤维表面的形貌破坏越明显。

D09-P21

Study on the preparation and structural properties of glucose responsive hydrogels

Yuanyuan Ma

东华大学

Diabetes is a global pandemic affecting over 200 million people. Maintaining normal blood glucose concentrations is crucial for preventing diabetic complications in the heart, kidney, retina and neural system. Therefore, the intelligent system which can recognize the sugar and produce the stimulating response has a wide application prospect in the control and treatment of diabetes. In this paper, glucose responsive hydrogels poly(N-isopropylacrylamide-3-acrylamidophenylboronic acid) (P(NIPAm-AAPBA)) hydrogels were synthesized by free radical polymerization using the synthesized AAPBA functional monomers and NIPAm copolymerization. The effects of different AAPBA contents on the properties of hydrogel were studied. The structure and properties of the gel were characterized by FTIR, SEM, swelling kinetics, gel temperature response test and glucose reponsiveness test. The results showed that AAPBA had different effects on the structure and temperature sensitivity of hydrogel and the gel response was also regular.

D09-P22

细菌纤维素/曲安奈德敷料的制备及其在抑制创伤瘢痕疙瘩中的应用

金妙颖, 陈仕艳, 王宝秀, 王华平

东华大学纤维材料改性国家重点实验室

菌纤维素 (Bacterial Cellulose, BC) 是一种天然的生物高分子材料, 由于其良好的生物相容性、优异的力学性能、高持水保水性等性能, 被证明为一种性能优异的水凝胶创伤敷料。创伤恢复伴随着瘢痕疙瘩产生, 开发具有抑制瘢痕疙瘩作用的创伤敷料对减轻创伤病人疼痛及瘙痒具有重要意义。本文通过物理浸渍法制备细菌纤维素/曲安奈德 (BC/TA) 抗瘢痕疙瘩敷料, 采用傅立叶红外光谱对 BC/TA 抗瘢痕疙瘩敷料的结构进行分析, 并对复合膜的力学性能、持水保水性能、药物缓释机理、抑制成纤维细胞的性能进行分析。结果表明细菌纤维素对曲安奈德具有缓释效果, 且具有抑制成纤维细胞增值的作用, 在 20~100mg 的范围内, 随着曲安奈德的用量增加, 其抑制成纤维细胞的能力越强。本文可得出以下结论: 细菌纤维素/曲安奈德可有效抑制瘢痕疙瘩的产生, 且在 20~100mg 的范围内, 其抑制瘢痕疙瘩的能力随曲安奈德含量的升高而增强。

D09-P23

高湿度空气下钙钛矿太阳能电池的稳定性研究

熊浩, 李耀刚, 王宏志, 张青红

东华大学

近几年来, 钙钛矿太阳能电池器件光电转换效率的最高纪录不断被刷新。然而其差的稳定性阻碍了钙钛矿材料的实际应用。其高效率主要依赖钙钛矿薄膜的结晶性和成膜性, 但是这些受到沉积方法以及空气中水分及氧气的影响。其中两步旋涂法对钙钛矿薄膜的影响是至关重要的, 特别是在空气中。我们采用一种简单的方法制备了亚微孔的碘化铅薄膜, 进而形成了致密高结晶度的钙钛矿薄膜, 然后用氟硅烷对钙钛矿薄膜后处理制备得到了一种在空气中较为稳定的钙钛矿太阳能电池。将组装的钙钛矿太阳能电池在 50% 湿度的空气中测试, 其效率稳定在 14% 超过了 500 小时。

D09-P24

基于复合纤维的柔性摩擦发电织物的制备与研究

俞彬^{1,2}, 李林鹏^{1,2}, 吕莎莎^{1,2}, 俞昊^{1,2*}, 王宏志^{1,2}, 朱美芳^{1,2}

1. 东华大学纤维材料改性国家重点实验室
2. 东华大学材料科学与工程学院

本实验研究了一种以复合纤维为基的摩擦发电织物, 该织物具有柔性、透气、轻质和制备简单等特点。首先, 通过包缠的方法, 以具有不同电负性的聚合物(涤纶、丙纶等)纤维为皮层, 以导电性及柔性良好的导电金属丝为芯层, 制备出一系列具有良好柔性的复合包缠纱线。然后, 将不同皮层的包缠纱两两组合, 分别作为经线和纬线进行编织, 得到柔性摩擦发电织物, 其中导电芯层作为摩擦电能输出的电极, 与外电路相连。当织物与外界物体产生相对摩擦, 或织物经纬线之间发生相对滑移时, 由于摩擦起电和静电感应效应, 即可产生电荷的交换和传导, 进而通过芯层电极与外电路的连接, 驱动外电路中的负载, 达到将低频无序的机械能转化成电能的目的。本课题通过改变包缠纤维的表层纤维材料、包缠和编织密度、编织方式等参数, 系统地分析和优化了摩擦发电织物的单位电能密度, 对可穿戴能源系统的设计和优化具有深远的意义。

D09-P25

一步法原位合成还原氧化石墨烯改性尼龙 66

段小超^{1,2}, 刘桐博^{1,2}, 俞昊^{1,2*}, 朱美芳^{1,2}

1. 东华大学纤维材料改性国家重点实验室
2. 东华大学材料科学与工程学院

通过一步法直接制备了尼龙 66 (Polyamide 66, PA66) 与还原氧化石墨烯 (Reduction Graphene Oxide, rGO) 的复合材料。制备出的尼龙 66 还原氧化石墨烯纳米复合材料力学性能有较大程度提升。该制备方法通过 PA66 的原位聚合的同时将 GO 还原, 并利用 rGO 片层表面残留的羧基等含氧官能团接枝尼龙链段, 制备了 PA66-rGO 复合材料。通过 SEM 表征了复合材料断面, 发现 rGO 在尼龙 66 基体中有较好的分散; 通过拉伸性能测试, 经过 rGO 改性的 PA66 纳米复合材料的抗拉性能有较大程度的提升, 当 GO 的添加量为 1 wt% 时, 复合材料拉伸强度提高了 17%; 经过溶液法从复合材料中分离出的 RGO, 经过 TGA, SEM 以及 XRD 等方法表征后, 表明在 rGO 片层表面成功接枝有 PA66 链。通过上述分析, 接枝有 PA66 链的 rGO 增加了其在 PA66 基体中的相溶性和界面作用力传递, 在基体发生断裂或者滑移时, 有效的将作用力传递给 RGO, rGO 优异的力学性能增加了复合材料整体抗拉强度。

仅发表论文

D09-PO01

Preparation and Characterization of Electro-responsive Hydrolyzed Polyacrylamide/Sodium Alginate Hydrogel Fiber by Microfluidics

Li Peng, Jinghua Gong, Jinghong Ma

State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials, College of Material Science and Engineering, Donghua University

Microfluidics are emerging as a promising technology to generate stimuli-responsive hydrogel fibers for actuators, artificial muscles and tissue engineering. Among the stimuli-responsive hydrogels, electro-responsive hydrogels have attracted great attentions because the electric stimuli can be easily controlled. Thus, it is expected to generate electro-responsive hydrogel fiber by microfluidics. In this paper, Polyacrylamide/Ca-alginate

(PAM/CA) hydrogel fiber was prepared via microfluidic spinning and off-chip free radical polymerization. Then polyacrylamide/sodium alginate hydrogel fiber (PAM/SA) was obtained by the removal of Ca^{2+} in saturated Na_2SO_4 solution. Finally, hydrolyzed polyacrylamide/sodium alginate (HPAM/SA) hydrogel fiber was obtained by hydrolyzing under alkaline conditions. The structure and morphology of the hydrogel fiber were characterized by FTIR, EA and SEM. The electro-response behavior was also investigated. The results show that HPAM/SA hydrogel fiber has a 3D network porous structure. The hydrogel fiber exhibit bending behaviour under non-contact direct current electric field. In Na_2SO_4 solution, the hydrogel fiber first bends toward the cathode, and then bends toward the anode. In NaCl solution, the hydrogel fiber bends toward the anode. It is suggested the bending of the hydrogel fiber is caused by two major factors, one is the osmotic pressure difference, another is the local pH gradient induced by electrochemical reactions.

D09-PO02

Preparation of hydrophobic PVDF/P (HEMA-MMA-SMA) composite membranes by electrospinning

Yuanxia Hu, Jinghong Ma, Jinghua Gong

State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials, College of Material Science and Engineering, Donghua University

The hydrophobic random copolymer P(HEMA-MMA-SMA) which contained 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) and methyl methacrylate (MMA) and stearyl methacrylate (SMA) chains was successfully synthesized via radical polymerization. The structure of the random copolymer was characterized by FTIR and $^1\text{H NMR}$. Highly porous membranes with hydrophobic structures were successfully fabricated via electrospinning of PVDF/P(HEMA-MMA-SMA). Microstructure and properties of the composite membranes were characterized by differential scanning calorimetry (DSC), scanning electron microscope (SEM) and water contact angle (WCA). The maximum WCA ($143 \pm 1.5^\circ$) of the electrospun composite membrane can be achieved under the condition of adding P(HEMA-MMA-SMA). These promising PVDF composite membranes with tunable wettability have the potential values in large-scale application of filtration, oil-water separation and antifouling.

D09-PO03

Synthesis of dmaema copolymer and hydrophilicity studies on its surface coating

Kun Yan¹, Jinghua Gong^{1,1}, Jinghong Ma^{1,1}, Jian Xu^{1,2}

1. State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials, College of Material Science and Engineering, Donghua University,
2. Laboratory of Polymer Physics and Chemistry, Institute of Chinese Academy of Sciences

The surface atomization of transparent materials brings lots of inconvenience to people's work and life. Superhydrophobic and superhydrophilic coatings can show extreme wetting behaviors, they have attracted wide concern for a variety of application. The great mass of the antifogging coatings are hydrophilic or superhydrophilic coatings, because they allow quickly spreading and condensation of water droplets to form a thin-film-like form, which can result in significantly reduce of incident light scattering. This paper deals with the effective antifogging coating through a facile yet effective way. We have synthesized copolymers based on 2-(N,N-dimethylamino)ethyl methacrylate (DMAEMA) macromonomer by free radical polymerization. And PDMAEMA side chains are zwitterionized by 1,3-propane sultone through emulsion polymerization. Sulfonation is effective in improving hydrophilicity of copolymers. Lots of tests were used to characterize the structure and performance of the copolymer and the performance of the coating.

D09-PO04

Emulsion polymerization method for polyaniline-carbon nanofiber nanocomposites as supercapacitor materials

Xiaoxiao Yang, Guang Li

State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials, College of Material Science and Engineering, Donghua University

Nanocomposites consisting of the conducting polymer, polyaniline (PANI), and carbon nanofiber (CNF) were prepared by in situ emulsion polymerization of aniline monomer on the surface of CNF using sodium dodecyl sulfate as an emulsifier and by varying the wt% of the CNF. The morphology, composition, and thermal stability of the PANI-CNF nanocomposites and pure PANI were characterized by Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR), X-ray diffraction (XRD), thermogravimetric analysis (TGA), and field emission electron microscopy (FE-SEM). The PANI-CNF nanocomposites were found to be crystalline in nature, with the PANI coating growth uniformly on the CNF. Symmetric supercapacitors were constructed using the PANI-CNF nanocomposites and pure PANI. Electrochemical analysis of the nanocomposites was performed using cyclic voltammetry and the galvanostatic charge-discharge method. The cyclic voltammetry analysis showed a synergistic increase in the specific capacitance of the PANI-CNF nanocomposites. The unique structure of the PANI-CNF nanocomposites led to a high specific capacitance of 500 F g⁻¹ at a current density of 1 A g⁻¹, with good rate performance, and 80% retention of specific capacitance after 2000 CD cycles at a current density of 10 A g⁻¹, indicating their potential as an electrode material for supercapacitors.

D09-PO05

有机硅聚氨酯低摩擦复合涂层的制备与研究

李永月, 闫坤, 马敬红, 龚静华

东华大学材料科学与工程学院, 纤维材料改性国家重点实验室

本文主要研究了有机硅分子链长及其含量对合成的有机硅聚氨酯涂层的润滑性能的影响。同时讨论了小分子润滑剂的添加对有机硅聚氨酯涂层润滑性的影响。以 4,4'-二环己基甲烷二异氰酸酯 (HMDI) 为二异氰酸酯, 端羟丙基硅油 (PDPS) 和聚碳酸亚己基酯为软段, 1,4-丁二醇, 2,2-二羟甲基丁酸, 乙二胺为扩链剂, 合成了一系列有机硅聚氨酯水乳液, 测定了乳液的稳定性及粒径分布。通过傅里叶红外光谱 (FT-IR), 差示扫描量热法 (DSC), 热失重 (TG) 等测试方法对合成的有机硅聚氨酯进行了结构表征, 并通过摩擦系数、表面形貌、接触角、铅笔硬度及划格试验等测试方法研究了有机硅质量分数及其分子量大小对有机硅聚氨酯涂层的性能影响。结果表明, 本文已成功合成了有机硅聚氨酯水乳液, 合成的乳液比较稳定, 且粒径分布较均匀。有机硅的分子链越短, 对有机硅聚氨酯涂层的润滑效果越好, 当有机硅分子链较短时, 随有机硅质量分数增大, 有机硅聚氨酯涂层的摩擦系数降低。当有机硅分子链较长时, 有机硅聚氨酯涂层的摩擦系数随有机硅的质量分数增大而先降低后增加。同时, 有机硅含量的增多可明显降低涂层的硬度。有机硅粉的添加, 可明显降低涂层的摩擦系数。PDPS 分子量为 1000, 质量分数为 28%, 有机硅粉添加 3% 时, 涂层的摩擦系数最小, 且涂层对 PET 基底的附着力良好。

D09-PO06

先驱体裂解转化法制备新型耐高温 CNT/C 复合纤维

张晓山, 刘海韬

国防科技大学新型陶瓷纤维及其复合材料重点实验室 410073

用酚醛作为先驱体, 在 Ar 环境中经 1000 °C 裂解, 在碳纳米管 (CNT) 纤维内部合成碳 (C) 基体, 制备出了一种新型的耐高温, 同时具有优异力学和电学性能的碳纳米管/碳 (CNT/C) 复合纤维。CNT/C

复合纤维在拉伸测试过程中表现出脆性断裂的特点，其拉伸强度和模量比 CNT 纤维分别提高了约 80% 和 350%。CNT/C 复合纤维机械性能增强机理是由于裂解生成的 C 在碳纳米管束之间形成了桥接，使得碳纳米管束之间荷载传递能力增强。与 CNT 纤维相比，CNT/C 复合纤维在 Ar 气氛中，经 1000℃ 高温热处理后表现出很高的强度保留率。这说明，CNT/C 复合纤维具有很好的耐高温性能。此外，由于裂解生成的 C 使得 CNT/C 复合纤维结构更加致密，复合纤维的电导率比 CNT 纤维提高了约 57%。

D09-PO07

基于聚苯乙烯丁二烯/石墨烯复合纤维的高灵敏柔性挥发性有机物传感器

王兴平，秦宗益，朱美芳

东华大学

为了满足便携及可穿戴器件的发展需求，高灵敏度、低成本的柔性气体传感器的设计与制备吸引了研究人员的广泛关注。挥发性有机物(VOC)通常具有很高的毒性，对人类的健康具有较大的危害，如引起呼吸系统疾病、过敏。因此，人们迫切需要一种具有低成本、高灵敏度的 VOC 传感器。到目前为止，制备既具有高灵敏度又具有良好柔性的 VOC 传感器仍然是个挑战。这里，我们通过湿法纺丝制备了聚苯乙烯丁二烯/石墨烯复合纤维，利用并将其应用于 VOC 传感。基于该复合纤维的 VOC 传感器能够检测不同极性的有机气体（如甲醇、丙酮、四氢呋喃、氯仿、甲苯以及环己烷），并具有灵敏度高，响应速度快 (≤ 14 s)，以及机械稳定性好等特点。此外，进一步研究发现该传感器还能应用于有机气体的定量检测，最小检出浓度低至 1%。

D09-PO08

柠檬酸钠对酸性镀铜电化学行为影响研究

倪加其¹，余木火^{1,2}，韩克清^{1,2}，张晨宇^{1,2}

1. 纤维改性国家重点实验室
2. 东华大学材料学院

研究了铜离子浓度和柠檬酸钠浓度对酸性镀铜电化学行为的影响，以及柠檬酸钠对镀铜电沉积初期成核和晶核生长过程的影响。运用线性扫描伏安法、循环伏安法以及恒电位阶跃法研究铜沉积的电化学行为。随着铜离子浓度增大，阴极极化曲线向正电位方向移动，电沉积速率显著增大。随着柠檬酸钠含量的提高，阴极极化曲线负移，电沉积速率下降。柠檬酸钠的加入使循环伏安电流环消失。实验结果还表明，铜的电沉积经历了晶核形成和生长过程。运用 Scharifker-Hills 理论模型拟合实验数据表明，0.2 molL⁻¹ 硫酸铜溶液中铜在玻碳电极表面的电沉积偏离 Scharifker-Hills 理论模型。柠檬酸钠对铜的电沉积过程起到阻化作用，并且使电沉积机理回归 Scharifker-Hills 理论模型的瞬时成核机理。

D09-PO09

2D-C/SiC-TiC 陶瓷基复合材料高温真空拉伸性能的研究

王克杰

西北工业大学

陶瓷基复合材料在热结构中潜在着很多应用。TiC 颗粒是一种硬质相，TiC 弥散分布于 SiC 集体上可以使得拉伸过程中基体裂纹偏转，从而消耗更多的断裂能，同时 TiC 颗粒的存在会使得复合材料中残余应力的增加，会降低陶瓷基复合材料的强度。因此研究 TiC 对 C/SiC 高温拉伸强度的影响机制十分有意义。本工作采用 T300 碳纤维编制体，选择直径为 5-20mm 的 Al₂O₃ 球作为球磨球，湿球磨 24h，然后进行冷冻干燥，过筛后通过冷压成型压制成块体，从而得到 TiC 预制体。用 RMI 在 1450℃ 沉积热解碳界面层、SiC 基体。最终得到孔隙率为 10.82% 的复合材料。研究在 1300℃、1400℃、1500℃ 和 1600℃ 进行。强度随温度升高逐渐降低分别为 157 MPa、132 MPa、126MPa 和 108 MPa。随后在扫描电子显微镜下看到的微

观组织表明，裂纹密度也随之增加。这比同样试验条件下 C/SiC 的强度（250MPa 以上）要低很多。对原样拉曼系统下残余应力的测试结果表明，C/SiC-TiC 的基体残余应力确实比 C/SiC 高。残余应力的提高会增加复合材料基体中裂纹的密度，从而降低基体开裂应力。

D09-PO10

梳状聚(丙烯腈-co-丙烯酸月桂酯)(PANLA)低温相变材料的合成与表征

陈伟, 相恒学, 姜耘蒙, 夏维, 朱美芳

东华大学

本文以丙烯酸月桂酯 (LA) 为相变功能介质, 丙烯腈 (AN) 为聚合单体, 采用溶液沉淀自由基聚合制备了形态稳定的梳状聚(丙烯腈-co-丙烯酸月桂酯) (PANLA) 共聚相变材料。利用傅里叶红外光谱仪 (FTIR)、核磁共振氢谱 ($^1\text{H NMR}$) 表征了 PANLA 的化学结构; 采用差示扫描量热仪 (DSC)、热失重仪 (TG) 分析了 LA 用量对 PANLA 材料的储能调温性能、使用稳定性和热稳定性的影响。研究表明, 梳状的 PANLA 在较低温度下具有良好的蓄热调温性能和使用稳定性。PANLA 的相变焓值随着 LA 用量的增加而增大, 当 LA 用量为 80 wt% 时, 合成的 PANLA-80 其相变温度为 $-6.56\text{ }^\circ\text{C}$, 相变焓值达到 43.37 J/g 。本文采用溶液沉淀自由基聚合成功合成了形态稳定的梳状聚(丙烯腈-co-丙烯酸月桂酯) (PANLA) 共聚相变材料, 该相变材料具有较高的相变焓, 性能稳定, 预期可应用于低温环境的热量管理领域。

D09-PO11

碳纤维增强环氧树脂复合材料的胶接表面准备质量控制研究

何思敏

成都飞机工业(集团)有限责任公司 610091

随着复合材料在飞机结构中的应用不断扩大, 而胶接作为复合材料结构主要的连接方法, 复合材料飞机制造对于复合材料胶接技术的发展提出了更高的要求。对于复合材料的胶接, 广泛地认为其表面处理工艺是生产高性能、高质量的复合材料胶接件的关键因素。对于复合材料的表面处理方式如手工打磨、可剥布等由于缺少精确性和可重复性使复合材料胶接表面状态不同, 从而影响胶接的质量稳定性。本文通过研究自动化可生产重复的复合材料胶接表面处理工艺, 制备复合材料层压板胶接力学性能试板开展胶接性能试验, 建立复合材料胶接件的质量检测控制方法。

D09-PO12

用于介入医疗器械金属网增强热塑性聚氨酯弹性体中空纤维管凝聚态结构与性能

李兆敏^{1,3}, 朱姝^{1,2}, 秦明林^{1,2}, 余木火^{1,2}

1. 东华大学材料科学工程学院
2. 纤维材料改性国家重点实验室
3. 脉通医疗科技(嘉兴)有限公司

金属网增强热塑性聚氨酯弹性体中空纤维管是介入医疗器械的主要中空纤维管材之一, 其三点弯曲和扭控等力学性能决定了整个介入医疗器械的操作性能, 甚至这个手术的成败, 而三点弯曲和扭控等力学性能由凝聚态结构决定。本文研究了热处理条件对中空纤维管凝聚态结构、三点弯曲和扭控性能的影响规律。用力学性能测试方法研究了中空纤维管模拟人体血液环境和手术时间三点弯曲和扭控性能, 用 XRD、DMA 和 DSC 测试方法研究了中空纤维管结晶、取向、动态力学和热性能。结果表明热处理温度升高, 微相分离程度提高, $30\text{ }^\circ\text{C}$ 泡水后的三点弯曲和扭控性能提升。金属网增强热塑性聚氨酯弹性体中空纤维管结构和性能可以通过热处理工艺来调控, 试验结果已被应用于相关产品的开发中。

D09-PO13

ZrO₂/SiO₂ 核-壳结构纳米粒子的制备及其对复合材料弯曲性能的影响

王浩, 陈文萍, 王亚子, 钱力, 朱美芳

东华大学材料科学与工程学院 201620

针对纳米 ZrO₂ 有机相容性差、表面活性羟基少、硅烷接枝率低等问题, 本文制备了核-壳结构的 ZrO₂/SiO₂ 粒子, 以提高纳米粒子表面的活性羟基含量, 对其进行硅烷改性后添加到石英纤维增强的复合材料中, 制备纳米粒子增强的具有 X 射线阻射性能的复合材料。本文采用 stober 法以 TEOS 为硅源制备核-壳结构的 ZrO₂/SiO₂ 粒子, 利用 SEM、TEM 分析 SiO₂ 壳层均匀性、厚度及形貌; 采用 FTIR、TGA 分析 SiO₂ 壳层对硅烷偶联剂接枝率的影响; 利用万能试验机研究纳米粒子的添加对复合材料弯曲性能的影响。研究表明, SiO₂ 可较为均匀地包覆在 ZrO₂ 表面, 壳层厚约 10nm 左右且不会对 ZrO₂ 的晶型造成影响; ZrO₂/SiO₂ 纳米粒子表面可有效接枝 γ -MPS, 接枝率从 1.83% 提高到 4.99%; 未经 SiO₂ 改性的 ZrO₂ 添加到复合材料中会降低材料的弯曲强度, 而 SiO₂ 改性可提高纳米粒子在材料中的添加量, 适量添加时甚至可以提高材料的弯曲强度。SiO₂ 层可以有效提高纳米粒子的硅烷接枝率, 从而提高在材料中的界面相容性, 适量添加改性后的 ZrO₂/SiO₂ 纳米粒子甚至可以提高材料弯曲强度。

D09-PO14

Kraft 硬木木质素的纯化及其熔纺纤维的可纺性研究

殷二强, 周哲, 王世超, 朱美芳

东华大学材料科学与工程学院纤维材料改性国家重点实验室

针对木质素 (lignin) 种类繁多, 组份复杂, 熔融可纺性差等问题, 本论文选用造纸废弃物 Kraft 硬木木质素 (HKL) 为原材料, 使用陶瓷膜过滤和真空热处理对其进行了分级纯化, 研究了纯化前后 HKL 化学结构、分子量及其分布、碳水化合物及灰份含量、热性能及可纺性的演变规律。结果表明, 陶瓷膜纯化有效去除了 HKL 中的纤维素、半纤维素、木质素-碳水化合物复合体 (LCC) 及灰份等杂质, 同时 HKL 的分子量及其分布也随过滤精度的提高而降低, 但其本身结构并未发生变化。经真空热处理后 HKL 的 T_g 提高了近 10°C, 起始分解温度提高了近 130°C, 热稳定性大幅提高, 但过长时间的热处理会破坏其分子结构中的 β - β 和 β -1 等连接结构, 导致 HKL 的缩合度增大, 碳元素含量从 61.88% 提高到 65.92%, 纤维可纺性大幅降低。

D09-PO15

不同粒径氧化硅小球烧结性能的研究

赵玉叶, 罗维

东华大学

由于玻璃材料高的化学稳定性、低的热膨胀系数和高的透过率等优点, 是一种理想的发光玻璃基体材料。目前制备氧化硅玻璃主要采用熔融冷却的方法, 这种传统的制备方法具有工艺简单、方法成熟等一系列的优势, 但是由于制备温度高且要经过熔融过程容易造成所掺杂纳米粒子的团聚等方面的问题, 因而很难作为发光材料的基体。溶胶-凝胶法制备功能玻璃材料虽然温度低但是存在不容易制备块体玻璃和透过率低等缺点。因此在低温下制备高透过率的块体玻璃材料具有重大的意义。本文采用一种新的固相烧结方法制备石英玻璃材料。利用氧化硅小球具有较大的比表面积从而有高的烧结活性这一特点对其进行放电等离子体烧结 (SPS), 制备高透过率的氧化硅玻璃材料。通过对粒径为 300nm 和 500nm 的氧化硅小球进行 SPS 烧结, 分别在 1323K 和 1353K 的条件下得到了高透过率的石英玻璃。所得玻璃的透过率能达到 75% 以上, 制备温度比熔融法降低了近 500K, 且所需时间短。

D09-PO16

PET/Cu₂O 纳米复合纤维的抗菌性能

周家良, 张林扬, 俞森龙, 相恒学, 周哲, 朱美芳
东华大学

本文通过原位聚合法制备了系列氧化亚铜(Cu₂O)添加含量的 PET/Cu₂O 纳米复合树脂。采用红外光谱、扫描电子显微镜、单丝强力仪分别表征了复合树脂的结构, 分析评价了纳米 Cu₂O 在聚合物基体中的分散性及纤维的力学性能。研究表明, 相对于共混法复合纤维表面的纳米粒子团聚现象, 原位聚合法制备复合纤维的表面纳米 Cu₂O 分布均匀; 从而原位聚合法制备复合纤维的拉伸断裂强度比共混法提高 47%~72%。经过 PET/Cu₂O 纳米复合织物的抗菌性测试发现, 当纳米 Cu₂O 用量为 0.2 wt% 时, 其抗菌率可达到 99.73%。

D09-PO17

N-异丙基丙烯酰胺/粘土基双层纳米复合水凝胶的设计制备及各向异性溶胀行为研究

李妍, 侯恺, 危培玲, 孟周琪, 朱美芳

东华大学材料科学与工程学院, 纤维材料改性国家重点实验室

水凝胶是一种由亲水性高分子与水组成的具有三维网络结构的软湿性材料, 其在水中只溶胀而不溶解, 被广泛应用于生物医药、传感、智能器件等领域。通过单一预聚液体系原位聚合制备的水凝胶受外界刺激(如温度、pH 值、光)后, 通常在各个方向上产生均一的响应行为(溶胀/退溶胀), 即表现各向同性响应的理化性质, 这难以满足其在仿生器件、智能驱动等应用中多样性形貌结构变化的需求。因此, 构建具有各向异性响应性能的水凝胶尤为重要。为解决上述问题, 本研究采用自由基聚合反应, 构筑具有各向异性双层 N-异丙基丙烯酰胺/粘土(PNIPAAm/clay)基纳米复合水凝胶。借助核磁(NMR)、红外光谱(FTIR)等表征手段探究在不同反应时间下, 层界面的聚合程度; 利用万能试验机, 分析聚合时间对层界面结合力的影响。并通过对不同单体比例、粘土含量的 PNIPAAm/clay 纳米复合水凝胶进行溶胀/退溶胀测试, 选择合适比例组合, 得到可控定向弯曲的双层纳米复合水凝胶。研究发现, 随着聚合时间的延长, 层界面之间的聚合程度和界面的力学性能均呈现出先增加后减小的趋势; 且聚合程度、力学性能均与聚合时间呈二次关系。当第一层聚合时间为 10min 时, 双层结构水凝胶表现出优异的力学性能。进一步采用单体比例为 10%、粘土含量为 12.5% 与单体比例为 5%、粘土含量为 2.5% 的制备的双层纳米水凝胶, 在 37℃ 下可获得最大弯曲曲率, 具有显著的各向异性。双层 N-异丙基丙烯酰胺/粘土(PNIPAAm/clay)基水凝胶具有可控定向弯曲特性, 可用于构筑复杂结构变化的多样的水凝胶器件, 实现其在仿生、智能封装等领域的潜在应用。

D09-PO18

高焓值键合网络型固-固相变材料 MPEG-co-PEGDA 共聚物的制备与表征

夏维¹, 陈伟¹, 陈文萍¹, 陈立军², 赵杰², 周子瑜¹, 郭楷圣¹, 袁昌卫¹, 相恒学¹, 朱美芳¹

1. 东华大学材料科学与工程学院, 纤维材料改性国家重点实验室
2. 长乐力恒锦纶科技有限公司

本文以聚乙二醇单甲醚(MPEG)为相变介质, 通过丙烯酰氯改性后获得端基带有不饱和双键的功能性大分子单体—聚乙二醇单甲醚丙烯酸酯(MPEGA)。然后以聚乙二醇而丙烯酸酯(PEGDA)为交联剂、硫酸铵((NH₄)₂SO₄)为引发剂, 通过溶液自由基聚合获得了键合网络型的固-固相变材料 MPEG-co-PEGDA 共聚物。通过核磁共振氢谱(¹H-NMR)和碳谱(¹³C-NMR)、傅里叶红外光谱(FTIR)、差示扫描量热仪(DSC)、热重分析仪(TGA)、18KW 转靶 X 射线衍射仪(XRD)分别对合成的大分子单体 MPEGA 和目标产物 MPEG-co-PEGDA 的化学结构和热性能等进行了测试与表征。研究表明: 制备的键合型交联网状固-固相变材料 MPEG-co-PEGDA 具有焓值高、耐热性好的优点, 其相变焓高达 144.4J/g, 耐热温度达到 340℃。该相变材料有望在化纤、特种环境服装等领域得到应用。

D09-PO19

全水溶液中纳米结构聚苯胺的高效制备与性能研究

周毅¹, 白刚¹, 秦宗益²

1. 湘西民族职业技术学院
2. 东华大学

超级电容器作为一种新能量储存器件,其核心是电极材料,寻找高性能的电极处理是开发新器件的关键。对聚苯胺电极材料而言,高电极比电容量是其最显著的优点,其理论理论值可以达到 1200F/g,但目前所报道的纯聚苯胺的比电容值往往要低于 900F/g,而常规方法制备的聚苯胺粉末只有 200F/g 左右。聚苯胺的储能性能好坏与所采用的制备方法关系密切,不同方法制备的聚苯胺在结构和储能特性上差异明显。先前的的工作大都需要借助模板,而在后期模板去除处理过程难免造成聚苯胺纳米结构的损伤;在无模板化学合成中,研究较多的界面反应,需要使用有机溶剂。还有些方法要不产量过低,要不需要借助昂贵的设备。本工作提出了一种在完全水相环境中制备聚苯胺纳米纤维的新方法,先将苯胺盐酸水溶液在-80℃冷冻成块后,再浇上含过硫酸铵的盐酸水溶液。待完全冷冻后,反应 24 小时后将反应器转移到室温下自然解冻,制备出电化学性能优异的聚苯胺纳米纤维。我们分别采用扫描电子显微镜、傅里叶红外光谱、X 射线衍射分析以及热失重分析对所制备的聚苯胺样品相貌观察、结构表征和性能测试,并采用循环伏安法、充放电法和阻抗法对其赝电容行为进行研究。结果表明本工作所提出的方法适合简便有效的聚苯胺纳米纤维制备,无需模板和使用有机溶剂,也不需要借助超生、微波等设备,环境友好、成本低廉、简单易操作。所制备的聚苯胺纳米纤维表现出优异的电化学性能。测试结果表明,我们采用该方法制备的聚苯胺纳米纤维的在 0.5mV/s 扫描速率下,最大的电容值可达 955.5F/g。

D09-PO20

三氯化硼及三氯硅烷反应比对聚硅硼氮烷前驱体结构和性能的影响

张晨宇, 刘勇, 韩克清, 常雪峰, 余木火
东华大学

本文着眼于耐高温近空间应用飞行器和军事应用领域对陶瓷纤维的迫切需求,开展了前驱体转化法制备新型 SiBNC 陶瓷纤维的基础研究。针对 SiBNC 陶瓷纤维对前驱体的基本要求,通过分子设计确定前驱体(聚硅硼氮烷)的制备工艺,研究起始原料比对前驱体结构及性能的影响,确定最佳合成配比。本文以三氯化硼(BCl₃)、三氯硅烷(HSiCl₃)及正丙胺(C₃H₇NH₂)为起始原料,共缩聚法合成了一种新型聚硅硼氮烷前驱体(PBSZ),并分别以 BCl₃/HSiCl₃ 为 1.5/1, 1/1, 1/1.5, 1/2 的摩尔配比合成制备 PBSZ。采用傅立叶红外光谱(FT-IR)、核磁共振光谱(NMR)、X-射线光电子能谱(XPS)等对前驱体的组成结构进行了表征,通过热失重(TGA)、X-射线衍射分(XRD)对前驱体的性能进行了分析。该合成方法工艺简单、可操作性强,适合工业化生产,按上述四种比例均可得到淡黄色的聚硅硼氮烷前驱体(PBSZ),且不同比例下得到的 PBSZ 组成结构相似,聚合时间和陶瓷化得率不同。PBSZ 除主要骨架结构-Si-N-B-外,还含有硼氮六元环结构,当起始原料 BCl₃、HSiCl₃ 的摩尔比为 1: 1 时,陶瓷化得率最高,为 65%,且所得到的 SiBNC 陶瓷具有较好的热力学稳定性,能保持非晶态至 1600℃。

D09-PO21

纳米氧化锡铈透明隔热薄膜的制备及其硅基太阳能电池增效性能的研究

高蕊谦伶, 张青红, 王宏志, 李耀刚
东华大学材料科学与工程学院 纤维材料改性国家重点实验室

晶硅光伏电池吸收了绝大多数的太阳辐射,但只有 400nm 到 1100nm 的太阳辐射转换成电能,未被利用的太阳辐射除了一部分被反射外其余大部分被电池吸收转化为热能,这就增加了太阳能电池的温度。然而硅基光伏电池的工作温度的每增加 1K,其转化效率就下降 0.45%左右,因此如何屏蔽太阳光的红外波段,为太阳能电池降温变得十分重要。铈掺杂氧化锡(ATO)在可见光区有较高的透过率,而在红外光区却有

较高的吸收率和反射率，利用 ATO 薄膜对光波的选择性，可以将它用于太阳能电池起热屏蔽的作用，减少能量损失。本文以 SnCl_4 和 SbCl_3 为主要原料，利用解胶-水热法合成了不同锑掺杂量的二氧化锡(ATO)水溶胶，采用旋涂技术在玻璃基底上制备成不同层数的均匀薄膜。通过 X 射线衍射仪(XRD)，扫描电子显微镜(SEM)，紫外可见近红外光谱仪(UV-Vis)及太阳光模拟器等仪器对薄膜进行测试，分别研究了厚度和掺杂量对锑掺杂二氧化锡薄膜的结构及其对于太阳能电池散热的影响。水热掺杂后，水溶胶晶粒大小为 10 nm 左右，大小均匀，分散性好，稳定性较高。制得薄膜在可见光区保持较高透过率(>85%)的同时具有一定的近红外屏蔽性，并且随薄膜厚度的增加，其红外光透过率在下降。将 ATO 薄膜作为硅电池盖板玻璃进行红外屏蔽和光电转换效率测试。其中，Sb 掺杂量为 7 mol%且旋涂 6 层的薄膜性能最优，其厚度约为 280 nm，电池连续工作 30 min 后，有屏蔽膜的电池温度相对降低约 1.5K，效率相对提高了 0.6%。实验结果表明，ATO 薄膜盖板能有效降低硅基电池在太阳光下连续工作的温度，提高电池效率。随着随薄膜厚度的增加，电池工作温度降低，有屏蔽膜的电池效率的下降变缓慢。随 Sb 掺杂量增加，可见光透过率有所降低，但其近红外光屏蔽性能更好，电池工作温度也随之降低，效率的下降变缓且下降不明显。

D09-PO22

PES/E51 复合相转化膜层间增韧 E51/碳纤维 VARI 层合板

程超，张辉，周金利，蒋明强

东华大学

本论文主要研究了聚醚砜/环氧树脂相转化膜的制备与结构性能调控，并将其用于 VARI 层合板的层间增韧。采用 DMF（二甲基甲酰胺）为溶剂，以环氧树脂（E51）为添加剂，采用去离子水为凝固浴，采用浸入沉淀相转化法制备聚醚砜/环氧树脂复合膜。通过改变 E51 的含量，和膜的厚度，以满足 VARI 层合板的插层增韧要求。实验证明，E51 添加量为 PES：E51=9.5：0.5 时膜的拉伸强度下降，膜在环氧树脂中的溶解速率提高，在 VARI 灌注温度 60°C 下，复合膜不发生溶解，在树脂固化温度 120°C 下，复合膜 11min 完全溶解；在 PES/E51 薄膜上制出直径为 1mm，面密度是 32 孔/cm² 的圆孔，有利于提高其对环氧树脂的渗透性；当膜的厚度为 120 微米时，增韧效果达到最佳。在与未增韧的 E51/碳纤维层压板比较，剩余强度提升 30%，冲击后损伤面积明显减少。

D09-PO23

凉感 PA6 纤维的制备及性能研究

李益仁，赵晓敏，汤廉，吉鹏，王朝生，王华平

东华大学

为了满足人们对夏季服装舒适凉爽的要求，开发具有凉感功能的纤维成为目前化学纤维行业关注的热点。本文以纳米级玉石粉、氮化铝(AlN)粉、碳化硅(SiC)粉作为凉感功能粉体，使用硅烷偶联剂 γ -氨丙基三甲氧基硅烷(KH-550)对粉体进行表面改性，经熔融共混、熔融纺丝成形制备了凉感 PA6 纤维，并对凉感 PA6 切片、纤维和织物进行了表征。经 KH-550 表面改性后，粉体粒径减小且分布变窄，主要分布在 400~600nm 之间；从导热系数测试和织物的接触冷感测试结果可知，以 AlN 粉和玉石粉复配改性的 PA6 纤维导热系数最高，其值达 1.73 W/(m·K)；对应织物的 Q-max 值最大，达 0.162 J/cm²·s，凉感效果最好。AlN 粉和玉石粉复配改性 PA6，提高了 PA6 纤维的导热系数，PA6 织物的凉感效果也明显提高。

D09-PO24

培养温度和菌株运动方式对细菌纤维素结构与性能的影响

胡英¹，柯勤飞¹，颜志勇²，黄晨¹

1. 东华大学
2. 嘉兴学院

细菌纤维素是微生物将葡萄糖等多糖在体内转变为纤维素分子链，通过微生物细胞膜上的微孔分泌在水溶液中凝固，通过菌株运动牵引形成纤维，称为细菌纤维素纤维，其结构和性能取决于培养液成分、培养温度、培养方式。本文主要探讨培养温度和培养方式对细菌纤维素纤维结构的影响。以葡萄糖、蛋白胨为主要碳源、氮源，以木醋杆菌为菌株，按照以下条件来培养细菌纤维素：一，采用静态培养，将菌株和培养液放在静止锥形瓶里，静止于恒温恒湿培养箱，温度分别设为 28 度、14 度，相对湿度 85%，接种菌株后培养 5 天；二，采用摇床培养，将菌株和培养液放在锥形瓶里，置于摇床上，温度分别设为 28 度、14 度；摇床速度分别为 350 rpm、150rpm、50rpm 培养 5 天。测试方法，采用红外光谱 (FTIR)、¹³C NMR 分析纤维素分子结构，用 X 射线衍射分析纤维素纤维的微观晶态结构。采用晶态培养，28 度和 14 度都能得到由纳米纤维组成的三维网状结构，28 度下培养的纤维直径在 60-100 纳米，结晶度高达 80% (XRD 数据)，14 度得到的纤维直径在 40-80 纳米，结晶度只有 35% (XRD 数据)；摇床培养的纤维素呈不规则形状，摇床速度分别为 350 rpm 得到直径较小球状纤维素，150rpm 得到直径较大的球状纤维素，50rpm 得到不规则的类球形纤维素。静止培养下，菌株能按照自身生命周期运动，得到三维网状结构；摇床培养，外力改变菌株运动速度和方向，纤维直径不均匀。静止培养得到高结晶度纤维素，摇床培养，结晶度下降，摇床速度越大，结晶度越低。

D09-PO25

单壁碳纳米管在有机溶剂 DMAC 中的分散

刘百花¹，张晶威¹，王聪¹，姚艳波²，滕翠青¹，张辉¹，余木火¹

1. 东华大学
2. 苏州大学

有效利用单壁碳纳米管优良的机械性能用于增强聚合物，其关键在于如何有效的在有机溶剂中使碳纳米管很好的分散形成稳定单一的溶液。本文系统的研究了单壁碳纳米管在有机溶剂二甲基乙酰胺 (DMAc) 中不同超声条件 (包括超声清洗机频率、超声破碎仪)、不同分散方法 (包括均质机、球磨机、微射流机)、不同有机物的加入、不同化学处理方法等对单壁碳纳米管分散的影响。利用光学显微镜、拉曼、扫描电镜、元素分析等确定最佳的分散时间、不同条件对单壁碳纳米管的基本性能的影响、不同条件对碳纳米管的分散状态的影响，从而得到单壁碳纳米管在 DMAc 中最佳的分散条件。

D09-PO26

有机/无机共交联聚乙二醇丙烯酸酯类水凝胶的制备和性能研究

危培玲，侯恺，孟周琪，夏梦阁，李妍，朱美芳

东华大学材料科学与工程学院，纤维改性国家重点实验室

聚乙二醇丙烯酸酯类温敏性水凝胶因其具有良好的生物相容性和简便易精确调控的相变温度，从而广泛应用于药物释放、组织工程支架以及智能传感等领域，近年来已迅速成为温敏性水凝胶研究领域的热点。其中，通过对此类水凝胶交联结构设计 (物理或化学)，可有效得到具有优异温敏性和力学性能的水凝胶。为此，在前期工作基础上，本研究以无机粘土 clay (Laponite) 为物理交联剂，小分子 N,N-亚甲基双丙烯酸酯 (BIS) 为化学交联剂，2-甲基-2-丙烯酸-2-(2-甲氧基乙氧基) 乙酯 (MEO2MA) 和寡聚乙二醇甲基丙烯酸酯 (OEGMA) 为共聚单体，通过原位自由基聚合制备了兼具化学、物理交联作用的 clay/P(MEO2MA-co-OEGMA) 纳米复合水凝胶 (NC gels)。研究发现，物理-化学共交联制备的 clay/P(MEO2MA-co-OEGMA) NC gels 同时具有上临界共溶温度 (UCST) 和下临界共溶温度 (LCST)。且当 clay 浓度为 5% 时，在常温下随着 BIS 浓度的提高 (0-3.2%，占单体的质量比)，凝胶网络中化学交联结构增加，分子链分布更均匀，可促使 NC gels 由不透明逐渐转变为透明状态。同时，由于化学交联点对分子链运动有阻碍作用，一方面可使其 LCST 由 56.9℃ 提高到了 84.0℃，而 UCST 几乎保持不变 (45.8℃ 左右)；另一方面，与不加化学交联剂相比，该类纳米复合水凝胶的拉伸强度可由 14.1KPa 提高至 26.6 KPa

了；此外，体系的储能模量和损耗模量也会随着 BIS 比例的增加，从 0.18 KPa 提高到 37.45 KPa（储能模量）或从 0.07 KPa 提高到 5.68 KPa（损耗模量）。因此，在 clay/P(MEO2MA-co-OEGMA) NC gels 中引入化学交联结构，可有效调控 NC gels 的温敏性和光学性能，并进一步提高其力学性能，拓宽其在智能传感领域的应用。

D09-PO27

聚四氟乙烯/玻纤多泡孔涂层复合高温过滤材料的制备及其性能研究

娄路阳, 张磊, 杜艳春, 王洪

东华大学纺织学院

高温工业废气污染是环境污染中的一大顽疾，随着环境污染治理形势的日益严峻，治理力度的不断加大，制备一种性能优异，持久耐用，成本低廉的新型耐高温过滤材料势在必行。本文以聚四氟乙烯 (PTFE) 乳液和玻纤基材为主要原料，通过鼓气式发泡方式获取了富泡溶液，以刮涂以及多步烘焙的方法制备了一种多泡孔涂层复合耐高温过滤材料，其中刮涂速度为 20mm/s，烘焙温度温度区间分别为 80℃~90℃；180℃~200℃，380℃~400℃。本文通过扫描电子显微镜观察到 PTFE 涂层的多泡孔结构，并对该材料的孔径及透气性能做了相应的测试，获得了最佳的透气率和孔径组合，最佳透气率可达到 57.82mm/s，同时平均孔径可达 19.3μm，同时材料在 250℃高温下保持了良好的尺寸稳定性。该材料的多泡孔结构是其作为过滤材料的一大优势，合适的透气率和孔径大小使过滤材料具有较小的过滤阻力和良好的过滤效率，高温条件下的尺寸稳定性和 PTFE 涂层优良的耐化学性能使其能应对复杂的高温工况。

D09-PO28

ODOPB 阻燃聚酯纤维的制备及性能研究

徐慧玲

东华大学

聚酯纤维应用广泛但其可燃性不仅限制了其在一些重要领域的应用还给人们的生产生活带来很大的安全隐患。本文采用了一种高热稳定性的阻燃剂制备了一系列阻燃聚酯切片及纤维，满足了阻燃聚酯纤维的要求。本文采用双螺杆共混的方法制备出一系列不同阻燃剂含量的改性聚酯切片，经熔融纺丝制备出一系列阻燃聚酯纤维。对改性聚酯切片的特性黏度进行研究，用差示扫描量热法研究了聚酯切片的；采用热重研究了阻燃改性聚酯切片的热稳定性。另外采用纤维声速取向测试，纤维力学强度测试，X 射线衍射法测试了阻燃聚酯纤维的基本性能。用极限氧指数法和 UL-94 垂直燃烧法测试了改性纤维的阻燃性能。并用激光拉曼光谱以及裂解气质联用对阻燃机理做了一定探究。测试结果表明：加入 P 的质量分数为 0.7% 时，特性粘度为 0.54。特性粘度有所下降但仍满足纺丝的要求。ODOPB 的加入影响了 PET 分子链的运动及规整性，从而抑制了 PET 的结晶；加入阻燃剂后的改性聚酯初始分解温度变化不大，含 P 质量分数 1.0% 的阻燃改性 PET 的残炭量可达到 22.14%；P 的质量分数为 0.7% 时，阻燃聚酯纤维的极限氧指数可达到 32.4%，UL-94 垂直燃烧等级达到 V-2 级，此时纤维的断裂强度为 2.6 cN/dtex。阻燃改性 PET 的炭层激光拉曼光谱表明，ODOPB 的加入可以使炭层石墨化程度提高；裂解气质联用 (Py-GC-MS) 结果表明阻燃聚酯在热分解过程中可燃气体生成量降低。从测试结果可以看出，本论文所制备出的阻燃聚酯纤维具有良好的阻燃性能，可以满足阻燃聚酯纤维的要求。改性聚酯纤维基本性质变化不大的同时具备良好的机械性能，满足后道加工的要求。高温下残炭的增加、残留炭层致密性的提高以及在热分解过程中可燃气体的降低正是改性聚酯具有良好阻燃性的原因。