

D09 纤维材料改性 with 复合技术

时间：2021 年 7 月 9-11 日

地点：厦门国际会展中心 C 馆 404 会议室

分会主席：

彭慧胜

复旦大学

高超

浙江大学

侯旭

厦门大学

王玉萍

国家先进功能纤维创新中心

廖耀祖

东华大学

联系人：

罗小娜

东华大学

电话：13167102356

邮箱：xnluo@dhu.edu.cn

D09. 纤维材料改性与复合技术

分会主席：王玉萍、彭慧胜、高超、侯旭、廖耀祖

茶歇开始供应时间：10:00 和 14:45

单元 D09-1：7 月 9 日下午

主持人：朱美芳

13:00-13:15 开幕式

田中群致辞

朱美芳致辞

主持人：侯旭

13:15-13:50 D09-01

烯碳纤维的控制制备与应用探索

张锦

北京大学化学与分子工程学院，北京 100871

北京大学材料科学与工程学院，北京 100871

摘要内容：

高性能纤维是发展航空航天和国防工业所迫切需要的重要战略物资，也是支撑国民经济众多产业领域发展的重要基础材料。随着社会的发展和技术的进步，对纤维性能的要求进一步提高，在轻质高强高韧的基础上，必须具有功能化和智能化的性质。碳纳米管和石墨烯，统称为烯碳材料，具有低密度、高力学性能（强度高达 100-200 GPa）、优异导电导热性能、高稳定性等优点，是打造下一代轻质、高强、高韧、功能和智能特种纤维的理想基元材料。本报告主要介绍烯碳纤维的控制制备与应用探索研究，包括石墨烯纤维的化学气相沉积方法制备和烯碳/芳纶 III 复合纤维批量制备技术；关注烯碳纤维中碳纳米材料结构单元的组装结构调控及性能传递规律；探索烯碳纤维在导电和热管理中的应用前景。

13:50-14:10 D09-02

高分子发光纤维与显示织物

彭慧胜

复旦大学高分子科学系、先进材料实验室、聚合物分子工程国家重点实验室

摘要内容：

重点介绍一类新型发光纤维和显示织物。与通常的平面结构相比，发光纤维和显示织物具有质量更轻、柔性更好、可高度集成等优点，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。

14:10-14:30 D09-03

低碳背景下聚酯材料的强韧改性及功能化

李佳璇，钮德宇，操莹，徐鹏武，杨伟军，马丕明*

江南大学 化学与材料工程学院

摘要内容：

近年来，塑料污染治理、碳排放等社会问题引起了人们的广泛关注。发展生物基与可降解材料、开发高附加值再生材料是解决塑料污染、实现碳中和的重要措施。本工作以可生物堆肥的聚乙醇酸(PGA)和再生聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)为例开展了系列改性研究。例如针对 PGA 脆性大、耐久性差的问题，采用弹性体反应性增韧、固相拉伸等方式显著提高了 PGA 的强度、韧性以及耐老化性能，并揭示了改性过程中 PGA 的相态与凝聚态结构演变规律，拓展了 PGA 的应用领域。针对 PBT 再生材料在应用中存在缺口冲击强度低、耐热性能差、缺乏功能性等诸多问题，以乙烯-醋酸乙烯酯-甲基丙烯酸缩水甘油酯共聚物(EVMG)反应性增韧 PBT 为主要手段，在此基础上分别通过引入玻璃纤维(GF)、环氧化碳纳米管(e-CNTs)及二氧化钛纳米杂化物

(TiO₂@SiO₂-g-EVMG)制备了系列综合性能优异的 PBT 功能复合材料，系统研究了纳米粒子的制备方法、复合材料的微观结构以及结构与性能的关系，有望拓宽 PBT 再生材料在耐高温、防静电、抗老化等工程领域的应用，并为其他再生聚酯的高值利用提供了可借鉴的研究方法。

14:30-14:50 D09-04

分级形态结构的零能耗光学超材料制冷织物

陶光明¹，马耀光²，曾少宁¹，片思杰²，李鑫³

¹华中科技大学武汉光电国家研究中心

²浙江大学光电科学与工程学院

³中国纺织科学研究院有限公司生物源纤维制造技术国家重点实验室

摘要内容：

分级形态结构的零能耗光学超材料制冷织物(MetaFabric)将光电超材料技术与智能纺织技术相结合，旨在通过随机结构超材料的复合设计和纤维内部结构调控，得到具有透气、柔软、舒适、经纬编织的光学超材料制冷织物，在太阳辐射波段具有 92.4%的高反射率和中红外波段 94.5%的高发射率，在阳光直射的室外环境下具有显著的降温效果。经严格的光热学测试，零能耗光学超材料制冷织物可实现全天低于环境温度 2-30°C 的良好辐射制冷效果。零能耗光学超材料制冷织物可对人体局部微环境实现高效的热学调控，提供一种低成本、零能耗、高效的个人热管理方案，颠覆传统制冷技术，尤其是克服室外人体热管理技术固有的低效率、高能耗、大体积等瓶颈问题。光学超材料制冷织物秉持可持续发展的理念，采用可降解的服用聚合物材料，打造低排放、可循环、绿色环保、柔软亲肤、舒适透气的可穿戴终端产品。可服务于高端智能服装、特种服装、高端先进建材、个人热管理装置、冷链系统、智能仓储系统等众多领域，应用前景广泛，进一步促进纤维新材料技术和高端纺织产业的发展。

主持人：彭慧胜

14:50-15:10 D09-05

形状记忆聚合物复合材料结构：材料、力学设计及应用

冷劲松

哈尔滨工业大学复合材料与结构研究所

摘要内容：

激励响应聚合物是指一种能够在外界刺激下改变形状或尺寸的智能聚合物材料。形状记忆聚合物及其复合材料是一种典型的具有响应速度快、寿命长、质量轻、成本低、易加工及大变形特性的激励响应聚合物，在变形固定后，通过热、光、电、磁等外刺激，能够恢复其初始形状。在形状记忆聚合物的力学理论及其智能结构设计和应用方面开展系列研究，建立了形状记忆聚合物和纤维增强复合材料的本构理论。基于力学理论和材料基础，设计多种主动可变形智能结构，满足国家工程使用需求。形状记忆聚合物基体材料与功能材料复合使得形状记忆复合材料具有感知功能、驱动功能、控制功能、自修复等功能。形状记忆复合材料及其可变形结构在在航天航空、生物医疗、智能纺织业、电子器件等领域显示出了巨大的应用潜力与实用价值。此外，基于静电纺丝技术获得的形状记忆聚合物微纳米纤维膜与天然细胞外基质具有相似的三维结构，因此为智能可变形材料在组织工程应用的快速发展带来个性化、智能化的机遇。形状记忆聚合物复合材料结构的研究掀起了学术界和工程界广泛的研究热潮，为智能结构和应用的进一步发展提供了无限的空间和可能性，同时也推动了诸多高科技领域的发展。

15:10-15:30 D09-06

仿生多尺度孔道研究

侯旭

厦门大学化学化工学院, 厦门大学物理科学与技术学院, 固体表面物理化学国家重点实验室

摘要内容:

自然界中经过数百万年进化形成的种类繁多的智能生物体, 为仿生材料设计带来无尽灵感。从小型生物离子通道到大型输油管道, “孔”和“通道”结构随处可见: 生物体内纳米尺度下的离子通道在维持生理状态的平衡方面起着重要作用, 是保证离子选择性转运的“智能”门, 而在化工、食品、农业、能源、石油等行业则普遍使用微米尺度的管道作为物质传输通道。多尺度孔道系统已被广泛探索, 现已应用于材料科学、膜科学和技术, 且在分析、生物医学和能源应用的微/纳米技术领域有突出贡献。多尺度孔道系统研究成果虽具有巨大的应用前景, 但仍需更多更细致的研究工作, 包括开发具有节能、抗污、抗腐蚀、抗堵塞、系统通道开关性能转化与可控性集成和限域空间稳定等性能的孔道体系。受生物体中孔道的启发, 我们在多尺度孔道系统中引入仿生液体门控机制与动态纳米孔道运输机制, 设计开发新型功能复合微纳米孔道材料, 把传统的固体-气体和固体-液体体系的科学问题拓展到了固体液体-气体和固体液体-液体体系和同时探讨在纳米限域空间中研究孔道动态形变对物质运输的影响, 将推动仿生多尺度孔道在能源材料、环境治理、生物医学等领域的实际应用。

15:30-15:50 D09-07

柔性高效光热转换织物用于太阳能海水淡化的研究

陈志钢*、刘子潇、朱波

东华大学

摘要内容:

海水淡化已经成为解决淡水短缺问题的最有效途径之一^[1]。太阳能海水淡化技术是指利用太阳光加热海水产生蒸汽得到淡水的过程, 其核心是发展高效光热转换膜。目前, 人们已经开发多种光热薄膜。然而随着蒸发的进行, 海水中的盐分会在材料表面积累, 以白色结晶析出; 这不仅会阻碍阳光入射, 大大降低蒸发速率, 还会破坏光热薄膜结构。

针对以上问题, 设计并制备了柔性可清洗的亲水光热织物(CNT-棉布^[2]和CNT-聚丙烯腈(PAN)无纺布^[3])。例如, 在太阳光(1.0 kW m⁻²)照射下, CNT-PAN 无纺布的蒸发速率达到 1.44 kg m⁻² h⁻¹; 当表面析盐后, 通过简单手洗将盐分去除, 从而恢复性能。为解决手工清洗问题, 发展了设计一种“三明治”结构的蒸发装置^[4]。当盐析出后, 通过简单的上下翻转, 盐颗粒可溶解在海水中。

此外, 针对漂浮装置蒸发面积有限、盐析出等问题, 开发了一种基于聚苯胺(PANI)-棉布的悬挂式海水蒸发装置^[5]。在毛细作用下, 海水首先从两端的水槽中被吸收到光热转换布上, 之后在重力的作用下, 由布的两端向中心处汇聚, 同时在太阳光照射下边流动边蒸发, 最终形成浓缩卤水滴落至下方的水槽中。在模拟阳光(光强: 1.0 kW m⁻²)的照射下, 该装置的蒸发速率达到 1.94 kg m⁻² h⁻¹, 蒸发效率高达 89.9%。由于海水始终处于流动状态, 盐分会随卤水从布上移除, 不会在布的表面积累, 因此能够避免表面盐析出。

参考文献:

- [1] M. R. Chowdhury, et al. Science 2018, 361, 682.
- [2] Z.G. Chen, et al. Desalination 2019, 462, 29.
- [3] Z.G. Chen, et al. ACS Appl. Mater. Inter. 2019, 11, 35005.
- [4] Z.G. Chen, et al. Desalination 2021, 509, 115072.
- [5] Z.G. Chen, et al. Adv. Funct. Mater. 2019, 29, 1905485.

15:50-16:10 D09-08

丝素蛋白纤维及功能化材料的可控加工成型及应用

张耀鹏

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

摘要内容:

丝素蛋白是具有特殊结构、优异性能和广泛应用的生物材料, 其仿生加工一直是该领域核心问题。本报告主要介绍了集蛋白浓缩、剪切拉伸、离子调控、纺丝成形的多重仿生纺丝平台, 分析了基于丝素蛋白多级结构调控的纤维增强机制, 制备了力学性能超过天然蚕丝的丝素蛋白仿生纤维; 基于丝素蛋白微区受限结晶机制, 发展了丝素蛋白组织工程支架/细胞界面调控策略, 获得了力学-电学-生理活性集成的生物支架; 提出了基于单层丝素纳米带的蚕丝多级结构新模型, 发明了纳米材料添食育蚕法, 实现了高值化多功能蚕丝的规模化制备。

16:10-16:25 D09-09

氧化石墨烯纤维的可逆融合与分裂

畅丹、高超*

浙江大学高分子科学与工程学系

摘要内容:

在生物组织和人工分子组装体中都能广泛地观察到刺激响应的融合与分裂现象。对该现象的研究有利于发展组装体可控的形态学变化, 从而拓展其在新型动态组装、药物递送和释放、受限空间化学反应、合金纳米颗粒制备等领域的应用。然而, 以前的报道中组装体之间的界面发生了不可逆的物理或化学变化, 导致融合与分裂过程难以精确可逆, 组装体的数量、尺寸、化学组成、结构和性能在一个融合与分裂循环后不能完全恢复至初始状态。设计精确可逆的融合与分裂体系仍然面临着巨大挑战。本文发现了湿法纺丝制备的宏观氧化石墨烯(GO)纤维具有精确可逆的融合与分裂性质。即在水或极性有机溶剂的刺激下, 多根GO纤维可融合成一根粗纤维, 这根粗纤维也可分离成初始的单个纤维。该融合与分裂过程能反复多次进行。结合力学分析及有限元模拟, 得出可逆融合-分裂循环的关键机理是GO纤维壳层在溶剂蒸发和渗入时的动态几何形变。基于此原理, 尼龙、蚕丝、不锈钢丝、玻璃纤维等各种传统纤维在表面涂覆一定厚度的GO涂层后也呈现出了可逆的融合-分裂特性。利用该可逆特性, 制备了新型的可动态转变的纤维基组装结构, 如一根刚性的融合纤维与一张柔性的节点融合纤维网之间的可逆转化, 一根融合纤维与多种复杂的纤维基组装体间的可逆转换等。同时开发出了对多种客体化合物的可控释放等应用。

16:25-16:40 D09-10

基于丝蛋白纳米纤维的药物递送和组织修复研究

丁召召, 张筱漪, 肖丽瑛, 吕强

苏州大学现代丝绸国家工程实验室

摘要内容:

高晶丝蛋白纳米纤维是具有普适性应用价值的载体材料。按照不同组织修复的需求, 利用丝蛋白加载去铁胺、积雪草苷或小分子抑制剂, 可分别提高创面修复的血管化能力、抑制疤痕的能力和毛囊的再生, 提高创面愈合的质量, 实现皮肤的功能修复。以丝蛋白纳米纤维加载去铁胺、BMP-2, 同丝蛋白-羟基磷灰石可注射骨材料复合, 可构筑适宜骨组织再生的血管化微环境, 改善骨的再生能力。以不同尺寸丝蛋白加载并调控镁离子控释行为, 能够实现血管化和骨诱导性的同时调控, 提高骨愈合效果。最后, 利用丝蛋白加载神经生长因子, 制备取向丝蛋白凝胶, 在取向和生长因子协同作用下, 主动调控神经干细胞分化行为, 形成有利于神经再生的

微环境,抑制疤痕组织形成,再生中枢神经组织具有同正常组织相似的取向结构,运动功能恢复良好。上述的研究证明,以丝蛋白纳米纤维同时作为载体和组织修复的基质材料,可针对不同组织实现微环境的可控设计,提高不同组织的功能性修复。

16:40-18:10 理事会

单元 D09-2: 7月10日上午

主持人: 张清华

08:30-08:50 D09-11

用于肿瘤光热/化学协同治疗的近红外光快速响应性纳米纤维水凝胶

郑懿¹, 刘晓云², 查刘生¹

¹ 东华大学纤维材料改性国家重点实验室

² 东华大学分析测试中心

摘要内容:

为提高近红外光响应性水凝胶的响应速度和耐压缩性能,以及将它应用于肿瘤术后的光热/化学协同治疗,采用同轴静电纺丝技术将合成的纵向表面等离子体共振波长接近808nm的单分散金纳米棒(AuNR)负载到温度响应性中空纳米纤维的壳层中,然后经过剪切分散、冷冻成型和热处理等工艺,制得具有多级多孔结构和良好压缩回弹性的近红外光响应性中空纳米纤维水凝胶。用透射电镜观察到AuNR在中空纳米纤维壳层中沿纤维轴向排列,红外光谱测试结果表明AuNR与纤维中的聚合物之间存在相互作用。制得的水凝胶对波长为808nm的近红外光具有响应性,响应速度随着其中AuNR含量的增加而加快,达到溶胀平衡的时间最短为24s。在同轴静电纺过程中同时将抗癌药物紫杉醇(PTX)负载到中空纳米纤维的壳层中,得到的载药中空纳米纤维水凝胶可响应808nm近红外光辐照或未辐照以“开/关”的方式控制释放药物。体外细胞毒性实验和动物实验结果表明,载PTX近红外光响应性中空纳米纤维水凝胶在强度为1.5W/cm²的808nm近红外光辐照下,对体外4T1乳腺癌细胞和小鼠体内术后残留的实体肿瘤具有光热/化学协同杀灭作用。经过三次辐照后,可完全杀灭小鼠体内残留的肿瘤组织,未出现复发。另外,H&E组织学分析结果证实用该水凝胶进行肿瘤的术后光热/化学协同治疗,具有较高的生物安全性。

08:50-09:10 D09-12

超高分子量聚乙烯纤维耐磨改性研究

于俊荣

东华大学材料科学与工程学院

摘要内容:

超高分子量聚乙烯(UHMWPE)纤维具有优异的力学性能,同时还具有耐候性好、耐化学腐蚀、耐低温、耐磨、耐弯曲、抗切割、耐冲击、低导电性等特性,从而广泛用于航空航天、国防军工、海洋工程、渔业养殖等领域。随着世界各国对海洋资源的重视和开发,船用缆绳对UHMWPE纤维的需求正以前所未有的速度在递增,对高耐磨UHMWPE纤维的需求也日益增长。

本文将过氧化二苯甲酰(PBO)和乙烯基三甲氧基硅烷(VTMS)溶解在UHMWPE冻胶纤维的萃取剂中,利用萃取改性技术将PBO和VTMS引入UHMWPE冻胶纤维,在后续超倍热拉伸过程中引发VTMS在UHMWPE纤维表面的接枝交联。硅烷交联后UHMWPE纤维分子链由线性结构转变为网络结构,可在一定程度促进摩擦过程中摩擦力的转移,阻碍了对磨面微凸体对UHMWPE纤维的切削及纤维表

面裂纹的扩展,从而降低了UHMWPE纤维的磨损率。进而使UHMWPE纤维磨损产生的磨屑快速形成相对致密、光滑转移膜,使纤维能快速进入磨损稳定期。当复合萃取液中VTMS浓度为2%时时,UHMWPE纤维凝胶含量达3.28%,硅烷交联改性UHMWPE纤维的最大摩擦次数与未改性纤维相比提高了189.82%,耐磨系数K值提高了204.04%,而纤维的力学强度仅下降了0.52%。

进一步利用1H,1H,2H,2H-全氟癸基三乙氧基硅烷(PFDTES)对硅烷交联的UHMWPE纤维进行表面处理,在纤维表面构筑了一层氟涂层,大幅度降低了UHMWPE纤维表面摩擦系数,使UHMWPE纤维与对磨面分子作用力弱,可有效实现UHMWPE摩擦中减磨作用。同时,UHMWPE纤维磨损产生的磨屑可在对磨面表面快速形成较为光滑的转移膜,从而产生良好的自润滑,减少UHMWPE纤维磨损。纤维表面氟涂层的含量随VTMS处理浓度的增大而增大,当复合萃取液中VTMS浓度为2%,PFDTES处理液浓度为1%时,UHMWPE纤维表面氟原子相对含量达1.65%,纤维静摩擦系数和动摩擦系数分别较未改性UHMWPE纤维下降了12.41%和11.68%,纤维最大耐磨次数和耐磨系数K值则分别提高了408.82%和380.31%,而纤维断裂强度仅下降7.53%。

09:10-09:30 D09-13

北极熊毛及其仿生纤维材料

柏浩

浙江大学

摘要内容:

北极熊毛是一种保温性能优异的天然纤维,可以在寒冷的极地环境中保持北极熊的体温稳定。这种卓越的保温性能来源于北极熊毛特殊的中空结构。受此启发,我们将定向冷冻法与溶液纺丝相结合,开发了“冷冻纺丝”技术,获得了具有取向片层孔结构的多孔纤维。使用这种多孔纤维编织成的织物具有优异的隔热性能。当这一织物覆盖在兔子身上时,使用红外相机将难以观测到兔子表面和环境的温度区别,成功实现了对兔子的热隐身。这种仿北极熊毛多孔织物可以为人员或设备提供更为有效轻便的热防护,在军事及工业领域都具有广泛的应用前景。

09:30-09:50 D09-14

1D carbon-based nanocomposites for energy storage application

陈育明*

福建师范大学

摘要内容:

Electrospinning is a simple, low cost, scalable technology to synthesize 1D carbon-based nanocomposites with tailored nanostructures and compositions. These electrospun carbonaceous nanomaterials can be directly used not only as electrodes but also as a substrate with benefits of supporting active materials such as metal, metal oxide, and sulfur, improving structural stability upon cycling, and enhancing the conductivity of the whole electrodes. Herein, I will first introduce a novel catalytic method based on Ni nanoparticles to increase the graphitization degree of electrospun carbonaceous nanomaterials as well as the control of the created pore size. Next, I will give a description on an advanced decoration of CNT to enhance other active materials with high energy density such as metal oxide and metal sulfide. Finally, I will discuss how to use advanced in situ TEM technique to study the detailed mechanism of electrochemical reaction and materials synthesis.

09:50-10:10 D09-15

Wiley-材料期刊论文发表

王丽倩

约翰威立出版社

摘要内容:

首先对于约翰威立出版社及旗下(Advanced Materials 及 family journals)材料类期刊简单介绍。其次简述从编辑角度思考文章的侧重点及同行评议的注意事项,最后对于论文的撰写提供一些建议,提高文章的接收概率。

10:10-10:30 D09-16

石墨烯纤维调控及特殊应用

程虎虎, 曲良体

清华大学化学系

摘要内容:

由于其突出的电、热、机械特性,高比表面积及环境稳定性等,石墨烯引起了人们广泛的关注。石墨烯及其宏观结构的物理和化学特性依赖于其可控组装与功能化修饰,进而影响其特定应用。我们发展了新的方法和技术如限域组装等,实现不同维度功能石墨烯的制备,包括零维的石墨烯量子点,宏观一维的石墨烯纤维、二维的石墨烯膜和三维的石墨烯骨架结构等。基于这些维度限定的功能结构,他们在能源与环境领域表现出独特的应用潜能。本报告将重点围绕石墨烯组装纤维的特殊结构,及其在能量转换等领域的应用展开讨论,呈现石墨烯功能组装纤维前沿应用的一些例子。

主持人: 曲良体

10:30-10:50 D09-17

动物丝的构效关系与功能化

凌盛杰

上海科技大学物质科学与技术学院, 上海, 201210

摘要内容:

动物丝的成型机制和构效关系的研究一直是天然高分子研究的重点和难点。其重要性在于丝不仅是在温和的天然纺丝环境下纺制的高性能纤维,而且具有诸多国家纤维发展战略所急需的物理特性,如超低温韧性及优异的阻尼性能等。因此,深入研究成丝机制和构效关系,不仅能为丝基材料的高效利用提供指导,而且能为特种纤维的设计与制造提供灵感。目前,通过解析丝蛋白纳米纤维的结构,已实现丝纳米组装体的提取、再组装,并实现了其在超滤分离、有机溶剂回收、柔性传感等领域的高效应用;通过对动物丝微结构及其界面与其力学行为的构效关系研究,揭示了动物丝动力学响应行为及对湿度和温度的响应机制。上述研究为丝蛋白的仿生及功能化提供了设计灵感与研究基础,通过对蚕丝进行功能化处理,可实现其在可编程式纤维驱动器、功能性光电织物、能量收集装置、高弹性丝蛋白仿生皮肤、防火预警电子皮肤等领域的特效应用。

10:50-11:05 D09-18

功能化纳米材料与周围神经再生

钱运, 范存义

上海交通大学附属第六人民医院

摘要内容:

Neuronal microenvironment imbalance is associated with successive and irreversible pathophysiological changes and insufficient functional restoration after peripheral nerve injury. Conventional neural-supporting scaffolds result in unsatisfactory curative effects due to lack of biomimetic nanotechnology designs and biochemical or physicochemical modifications. Consequently, they fail in rational and facile remodeling of the imbalanced growth microenvironment, and cannot recover neural structure and function. In recent years,

with the increasing knowledge in neuronal injury-associated microenvironment, a number of novel strategies are applied in enhancing the biochemical and physicochemical natures of biomimetic nanomaterial-based scaffolds for nerve tissue engineering. These nanoscale scaffolds can trigger growth factor secretion and aggregation through surface modification, regulate ATP synthesis and hydrolysis, switch between oxidation and reduction states, and activate ion channels and stimulate electrical signals under certain biophysical cues. Consequently, they can determine neuronal cell fate by modulating their viability, development and cell cycles during the regeneration process. In this work, we systematically summarize the studies on the biomimetic scaffold design of functional nanomaterials, their basic topological, biochemical and physical properties, and nanotechnology-based restoration of a balanced nutritional microenvironment regarding four key neural regeneration factors, including immune response, intraneural vascularization, bioenergetic metabolism and bioelectrical conduction in order to provide ideas and inspiration for the nanomedicine-based neuronal regeneration therapy.

11:05-11:20 D09-19

新冠病毒及其突变体高传染的结构机理和改性纤维抗菌和杀毒研究

张光先¹, 张耀鹏², 巫国谊³, 姚响², 赵天福¹, 卢明¹, 代方银¹, 张凤秀¹

¹西南大学 蚕桑纺织与生物质科学学院

²东华大学 材料学院

³复旦大学上海市公共卫生临床中心

摘要内容:

对 SARS-CoV-2 和 SARS-CoV 的 Spike 蛋白进行了电荷分布研究,并对 Spike 蛋白的受体 ACE2 也进行了研究。结果表明:ACE2 受体蛋白在正常的血液 pH7.3 时,带有 20.5 个负电荷;SARS-CoV 的 Spike 蛋白 $S_{s1(1-260)}$ 带有 1.9 个负电荷, $S_{s2(261-600)}$ 有 6.9 个负电荷, $S_{s2(601-end)}$ 有 6.8 个负电荷;而 SARS-CoV-2 的 Spike 蛋白 $S_{p1(1-260)}$ 有 3.2 个正电荷, $S_{s2(261-600)}$ 有 3.0 个正电荷, $S_{s2(601-end)}$ 有 12.7 个负电荷。由于受体蛋白 ACE2 带有大量负电荷, SARS-CoV Spike 蛋白都带负电荷,而 SARS-CoV-2 的 Spike 蛋白在前端的 $S_{p1(1-260)}$ 和 $S_{s2(261-600)}$ 都带有正电荷,正负电荷的强相互作用使得新冠病毒与受体之间结合很紧密,也即很容易传染。SARS-CoV-2 的 Spike 蛋白前端的 $S_{p1(1-260)}$ 和 $S_{s2(261-600)}$ 带有共 6.2 个正电荷,这不仅是新冠病毒 Spike 与 SARS-CoV 相比引入了多个正电荷所致,还因为电荷分布出现较大差异。大量负电荷分布到 Spike 的非结合区域,而正电荷分布到 SARS-CoV-2 的 Spike 蛋白结合区域所致。

对近期出现的高传染性新冠突变病毒进行了分析,结果表明:高传染性突变都符合 SARS-CoV-2 的 Spike 带有正电荷所致,只是其突变体带有更多的正电荷。高传染性 D614G 突变株,减少一个天冬氨酸,相当于增加一个正电荷;L452R,一个中性氨基酸亮氨酸残基,突变成带正电荷的精氨酸残基,所以传染性提高;E484K 突变体,失去一个负电荷,引入一个正电荷,等于增加 2 个正电荷,所以 E484K 突变体具有很高的传染性;N501Y 突变体则是由于引入具有平面结构的酚基团,范德华作用力增强,所以传染性有所增加;501Y.V2 突变体是一个三突变体(K417N、E484K 和 N501Y),虽然是三突变,但由于 K417N 减少了一个正电荷, E484K 突变增加 2 个正电荷,总共只增加一个正电荷和一个具有平面结构的酚基团,其传染能力还不及 E484K 突变体;B.1.617 突变株是一个双突变体,包含“E484K”和“L452R”突变,该突变增加 3 个正电荷,所以具有非常强的传染性,是目前

为止传染性最强的新冠突变株；B.1.618 是最近发现的三突变株，包含“E484K”、“L452R”和“Y145、H146”缺失，“E484K”和“L452R”突变增加三个正电荷，但是，“Y145和H146”的缺失，则是失去一个组氨酸残基和酪氨酸残基，相当于失去0.1个正电荷和一个带有平面结构的酚基团，所以，其传染能力与B.1.617相比，应略微削弱。结果显示：新冠病毒高传染性主要是其Spike带有较多正电荷，而受体有大量负电荷，使得新冠传染能力非常强。高传染新冠病毒突变体主要是引入正电荷；或者减少了原有的负电荷，相当于引入正电荷；或者引入具有较强范德华相互作用的酪氨酸等，使得突变株的传染能力大幅度提高。多个突变株传染能力：B.1.617 > B.1.618 > E484K > 501Y.V2 > L452R ≈ D614G > N501Y。设计了对新冠病毒排斥型抗菌杀毒口罩，以及捕获型抗菌杀新冠病毒空调过滤组件。

11:20-11:35 D09-20

可植入的柔性纤维生物传感器

孙雪梅

复旦大学高分子科学系、聚合物分子工程国家重点实验室

摘要内容：

生物电子已成为材料、化学、生物医学、信息科学等多学科交叉的重要新兴方向。其中可植入的传感器件能够精准检测生理信息，有望为解析生理机制和治疗疾病提供新的平台。但传统电子器件是刚性的，生物组织是柔软的，二者力学性能不匹配，导致器件植入组织后无法获得稳定界面，难以长期监测。此外，已报道的植入器件主要面向力、电等物理信号，较少实现化学信息的长期监测。因此，如何实现体内化学信息的精准长期监测，是生物电子领域亟待解决的一个瓶颈。针对上述问题，我们提出并发展了柔性纤维传感器件，获得了与生物软组织接近的力学性能，并具有良好的生物相容性，实现了稳定的器件/组织界面。进一步，通过调控纤维器件组成和结构，能够对体内多种生理信息(如各种离子、神经递质、葡萄糖等)进行有效监测，并实现了多功能器件的在体长期稳定工作。

11:35-11:50 D09-21

点石成金—玄武岩纤维及其高性能化研究

马鹏程

中国科学院新疆理化技术研究所

摘要内容：

玄武岩纤维是以天然玄武岩矿石为原料，经高温熔融、拉丝和涂覆浸润剂后形成的连续状纤维材料。该纤维被称为“21世纪绿色环保材料”，并被广泛用于生产各种纤维增强复合材料。在复合材料领域，玄武岩纤维的拉伸强度对相应复合材料的性能尤为重要。目前商业化的玄武岩纤维拉伸强度显著低于其理论值(3000-4840MPa)；不同厂家生产的玄武岩纤维在化学组成、拉丝工艺以及浸润剂等方面均有不同，难以明确影响玄武岩纤维力学性能的关键因素。

本报告将从以下几个方面介绍我们在玄武岩纤维领域的研究工作：1) 中国玄武岩纤维材料大数据库：建立基于国内地理、地质等因素考虑的玄武岩纤维材料数据库体系，明确了决定纤维强度的关键控制因素，也为用户选用合适的纤维产品提供有力指导；2) 功能型浸润剂的研发及性能评价：提出采用裂纹钝化技术修复纤维表面缺陷结构的新概念，设计开发出具有多功能性质的高分子纳米复合体系纤维浸润剂，使得玄武岩纤维单丝强度提升30%以上、丝束拉伸强度提升230%，实现纤维表面防护与界面结构优化；3) 玄武岩纤维功能化：利用纤维本身含有的金属元素实现了不同纳米材料在纤维表面的可控生长，获得导电、磁性、具有光催化等功能性质的纤维材料，研究了纤维用于复合材料健康检测、

去除水中有机污染物的可行性；4) 深空玄武岩纤维：探讨了利用地外资源(月壤、火星土壤)制备纤维的可行性，获得了单丝强度超过1500MPa的连续月壤/火星壤纤维，展望了月壤纤维增强复合材料用于月球基地建设的前景。

单元 D09-3: 7月10日下午

主持人：朱申敏

13:00-13:35 D09-22

高性能纤维规模化制备与应用的关键科学问题

余木火

东华大学纤维材料改性国家重点实验室

摘要内容：

连续纤维增强热塑性复合材料因其具有良好力学性能、快节奏低成本加工、可回收循环利用等优势，可望在航空航天、海洋工程、汽车轻量化、通信电子、医疗健康等领域广泛应用，近年来受到世界各国政府、学术界和企业界高度重视。但与热固性复合材料比较，在产业化中的应用还处于起始阶段，其主要原因是热塑性复合材料的基础科学问题、关键技术

与工程集成等方面的研发还不够深入与系统。

课题组10多年来，持之以恒，啃硬骨头、坐冷板凳，在热塑性复合材料方面开展一系列基础科学问题、关键技术与工程化研究，特别是与高端医疗制备研发结合，相关研究成果应用于微创中空纤维管囊的制造，攻克一系列难题，率先实现了微创中空纤维管囊国产化与规模化生产，打破国外垄断，有效防范高端医疗装备关键部件“卡脖子”，支撑上海微创公司成为行业龙头企业，为高端医疗装备国产化做出贡献。本报告将结合课题组的研究实践，介绍热塑性复合材料的关键科学问题、关键技术、工程化与产业化的现状，发展趋势与发展瓶颈。

13:35-13:55 D09-23

纤维基仿生医用弹性体

游正伟

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，上海纳米生物材料与再生医学工程技术研究中心

摘要内容：

弹性体具有模拟人体软组织力学特征的潜能，能适应人体动态力学环境，因此在生物医学上应用广泛。而传统的生物医用弹性体(天然乳胶、硅橡胶、聚氨酯等)，结构相对简单，性能不甚理想，不能满足临床应用需求。据此，我们从模拟天然弹性组织的结构和功能出发，基于多重作用协同增效的仿生理念，在分子水平上设计制备一系列新型生物医用弹性体，使其具有仿生的力学特性，生物活性，具有自愈合、形状记忆等智能特性。进而利用新型成纤技术和3D打印技术，实现了有机水凝胶、仿生血管网等精细三维结构的便捷构筑，研制了一系列新型纤维基生物材料。进而应用于心血管、子宫、神经、软骨等组织再生修复；同时构建可拉伸电子器件，应用于人体体征监控和可穿戴设备等。

13:55-14:15 D09-24

新丝绸之路：从蚕丝材料的介观重构/功能化到柔性介观电子/光子学

刘向阳

厦门大学

摘要内容：

在人工智能与大健康时代，蚕丝能够发挥怎样的作用？富有挑战性的问题是，如何将蚕丝转化为具有不同电子和光学功能的柔性材料，从而制造出蚕丝智能柔性光/电子元器件。本报告涉及基于介观功能化的独特策略，从介观功能丝素

材料到各种介观柔性电子元器件的制造思路。将蚕丝材料通过介观重构得到多级结构,来制造全新的和性能增强的蚕丝功能化柔性介观材料,并制造多种类型的生物兼容/柔性降解/植入的介观柔性光学/电子元件。这些包括蚕丝生化传感、蚕丝柔性介观电子器件、脑电极和能量生成/储存元器件等。这些柔性元器件,非常适用于皮肤上可穿戴或作为植入器件,用于长期监测人类生理状况以及体内传感、信息处理和存储。

14:15-14:35 D09-25

能源存储与转换用多孔高分子改性碳纤维

廖耀祖

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 201620

摘要内容:

科学数据证明,当前严重威胁人类生存与发展的气候变化主要是传统化石燃料燃烧排放二氧化碳所致。应对气候变化的关键在于“控碳”,其必由之路是先实现碳达峰,而后实现碳中和。发展基于多孔材料的新能源存储与转换技术被认为是实现碳达峰碳中和的最有效途径之一。有机多孔高分子作为新型多孔材料,具有结构可灵活设计、孔道可自由调节、孔表面可丰富修饰以及功能可调控等特点,同时又是功能多孔炭材料的优良前驱体,在新能源存储与转换应用领域有望发挥重要作用。作为典型代表,主链含氮共轭微孔聚合物因其独特的极化和氧化还原特性尤其受到关注。我们借助简单的 Buchwald-Hartwig 碳氮偶联反应,一步法可以制备主链含氮的共轭微孔聚合物,不仅具备丰富的孔道结构,而且表现出特异的氧化还原特性。借助表面接枝改性方法,可以将其修饰到碳纳米管纤维上,从而获得机械性能、导电性能、电解质传输性能俱优的电极材料。将其构建成纤维状超级电容器,表现出近 $400\text{mF}/\text{cm}^2$ 的高面容量、近 $20\mu\text{Wh}/\text{cm}^2$ 的高能量密度。以共轭微孔聚合物接枝改性碳纤维为模板,负载过渡金属后简单碳化,可以获得氮氧双掺杂多孔碳包裹纳米金属颗粒的碳纤维布,在高效电催化产氢方面表现优异的性能 (0.4V 低操作电压下,每克活性物质的产氢效率高达 $2.93\text{L}/\text{min}$)。

14:35-14:55 D09-26

气凝胶纤维:设计、制备及应用

张学同

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

摘要内容:

气凝胶是利用溶胶-凝胶转变形成无序的连续胶质网络,并采用特种干燥工艺脱除凝胶内的溶液成分,而不改变其凝胶状结构,由此得到的多孔、无序和具有纳米量级连续网络的低密度固体材料;纤维是形态学上的概念,是指一种长度与截面直径比较大、具有一定柔性和强度的细长物体。气凝胶纤维是通过溶胶-凝胶纺丝和特种干燥技术直接获得的一种超轻多孔的新型高性能纤维,是气凝胶结构在纤维材料中的完美体现。在本次报告中,我们将通过具体实例,演示如何从各种纳米级构筑单元获得功能性无机气凝胶纤维、高分子气凝胶纤维和石墨烯气凝胶纤维,并展示这些气凝胶纤维在能源、纺织等领域的应用前景。

14:55-15:15 D09-27

面向可穿戴应用的线基微生物燃料电池

韩笑,罗贤,肖刚,乔琰,鲁志松*

西南大学材料与能源学院

摘要内容:

微生物燃料电池(MFC)是一种以微生物为催化剂,将有机物直接转化为电能的新能源技术,在污染物降解、环境治理

和生态保护等方面极具应用前景。近年来,可穿戴设备逐步走入人们生活,MFC可与柔性材料和微流控技术结合,构建便携式一体化微流体MFC,并以富含有机物的人体汗液、尿液等为燃料,实现对可穿戴小功率器件的持续供能。然而,传统的微流控芯片制备步骤复杂,加工流程对环境要求高,限制了微型流体MFC的可穿戴应用。线基微流控体系以传统的纺织材料——纱线为载体,利用其固有的芯吸性能实现液体的主动运输、分离、交换和混合,作为一种低成本、低功耗微流体分析系统备受关注。在前期研究中,我们曾将线基微流控体系整合到衣物上,实现人体汗液的分析。在本研究中,我们将MFC与线基微流控体系相结合,构建面向可穿戴应用的汗液驱动线基微流控MFC系统。首先,通过对纱线进行亲水化处理,使得阴阳极电解液通过纱线芯吸同时达到阳离子交换区;随后,通过缝制、卷绕方式优化电极的结构,实现最有效的细菌生长和电子传输传导;进一步,通过阴阳极纱线捻合制备了阳离子交换区,有效控制了阴阳极电解液的混合和阳离子的高效交换。在以上研究基础上,我们搭建了线基微流控MFC原型器件,当向器件添加细菌培养液时,电流立即产生,并随着时间逐渐减小;新鲜菌液的加入可激发新一轮的产电,且最高可达3个循环周期,证实了器件的可重复使用性。更为重要的是,在电极上的生物膜形成后,向器件添加模拟汗液也能驱动线基微流控MFC保持长时间工作,显示了器件在可穿戴汗液能源获取中的应用可能。我们进一步将该器件整合到运动T恤上,并用于志愿者在体实验。结果证实,单个器件的开路电压随运动强度发生变化,可用于反应人体的运动强度和出汗率;人体运动后产生的汗液,可以驱动六个串联的线基微流控MFC,并可为LCD显示屏提供电能。本研究首次构建了人体汗液驱动在线基微流控微生物燃料电池,并充分展现了该器件在可穿戴领域的应用潜力。

15:15-15:35 D09-28

配位聚合物基低维催化材料的结构调控及应用

程冲*

四川大学,高分子科学与工程学院

摘要内容:

电化学催化在能源存储与能源转换中起着非常关键的作用,开发高性能低成本的电化学催化剂一直是能源材料领域关注的重点科学问题之一。近年来围绕过渡金属活性中心的催化剂研究发展迅速,特别是很多单原子金属中心及多原子团簇基的催化剂展现出了优异的催化性能。然而,如何实现这些催化剂的低成本、大规模的制备,及精细纳米结构调控依然是研究的难点和重点。本研究团队近年来利用高分子及材料基因工程技术,设计了多种高分子基先进低维催化材料,特别是基于新型配位聚合物的微纳米结构设计、功能调控、大规模制备、及应用开发。以配位聚合物精确结构设计为基础,得到一系列原子、分子、微纳米尺寸结构可调节的碳基、金属碳化物基等先进低维催化材料,研究了金属配位环境、纳米结构、介孔等对催化反应动力学的影响。通过优化和改变不同配位金属中心,探明了一系列不同金属活性中心对不同催化反应的选择性和活性趋势,并得到一系列高性能的催化材料,有望应用于金属空气电池,电化学产氢、产氧、燃料电池等领域^[1-5]。此外配位聚合物的合成方法简单高效,适合大规模的工业化生产,有望为工业生产高效电化学催化剂打开了新思路。

参考文献:

- [1] *Advanced Materials*, 2018, 30, 1802669.
- [2] *Advanced Materials*, 2020, 32, 2003065.
- [3] *Advanced Materials*, 2021, 33, 2007584.
- [4] *Advanced Materials*, 2021, 33, 2008784.

[5] Nature Materials, 2021,
<https://doi.org/10.1038/s41563-021-01006-2>.

主持人: 刘向阳

15:35-15:55 D09-29

纤维素纳米晶自组装结构的超灵敏磁场调控

朱申敏¹、陈天星¹、潘辉¹、李尧¹、彭慧²、Andrew K. Whittaker²

¹上海交通大学, 材料科学与工程学院, 金属基复合材料国家重点实验室

²昆士兰大学, 澳大利亚生物工程与纳米技术研究所

摘要内容:

手性是物质的一项基本属性, 并广泛的存在于自然界中。纤维素纳米晶(CNC)可自组装为手性光子晶体结构, 当外界环境变化时, 比如施加磁场, 该结构可对刺激做出响应。但由于CNC具有各向异性的负抗磁性, 调整其组装结构需要施加的磁场在0.5T以上。可通过CNC表面修饰四氧化三铁(Fe_3O_4)纳米颗粒, 提升CNC对磁场响应的灵敏度。进一步将表面修饰 Fe_3O_4 纳米颗粒的CNC(Fe_3O_4/CNC)分散至未修饰的CNC中不仅解决了纳米颗粒的团聚问题, CNC自组装结构得以保存, 而且使调整CNC手性光子晶体所需磁场强度显著降低。当施加磁场由7mT增加至15mT时, 胆甾相螺距由302nm降低至206nm。该现象与以往胆甾相螺距随磁场增强而增大相反。这项研究工作为设计基于CNC组装的光学材料及相关理论研究提供了一种新的策略。

15:55-16:15 D09-30

纤维材料在生物传感领域的研究及其应用

王栋

武汉纺织大学

摘要内容:

便携、快速、准确的纤维基生物传感器在疾病预防, 环境监测及食品安全等领域均具有巨大应用前景。目前, 生物信号检测方法可分为毛细管电泳法, 色谱分析法, 光学分析法和电化学分析法。其中, 光学显色法, 如纤维基比色卡由于检测时间短、样品用量少、选择性强、便携等特点引起广泛关注。电化学分析法, 尤其是纤维基有机电化学晶体管(FOECT)因其独特的信号放大功能, 优异的灵敏度, 易于集成和微型化等优点在可穿戴生物传感领域应用潜力巨大。本报告深入研究了纤维电极几何尺寸、导电高分子聚合物形貌结构、厚度等对FOECT生化传感器检测下限、灵敏度、抗干扰性、响应时间等性能影响; 探索了FOECT生化传感器织造集成工艺与实际应用前景。实验结果表明FOECT生化传感器可应用于葡萄糖、多巴胺(DA)、C-反应蛋白等物质检测, 器件检测下限低至1nM, 响应时间小于0.5s, 且实验室检测结果与实际生物物质检测结果一致性较高。此外, 本报告详细介绍了表面功能化细菌检测纳米纤维膜制备方法及其在大肠杆菌、金黄色葡萄球菌等领域快速、可视化检测。研究结果表明多功能纳米纤维基比色卡检测效率高, 阈值低, 对金黄色葡萄球菌肉眼观察细菌浓度可达 $10^2 \sim 10^6$ CFU/mL。

16:15-16:30 D09-31

半导体杂化纤维与智能服装

王刚

纤维材料改性国家重点实验室, 东华大学

摘要内容:

柔性半导体电子器件在国防军事、信息通讯、医疗保健等领域具有重要应用。如何在保持优异半导体性能的同时, 获得良好的柔性/可编织性, 进而融合工业制造技术是实现

其在可穿戴智能织物领域应用的关键, 而通过剪切加工手段引入纤维结构是一种有效的实现路径。在本篇报告中, 我们在剪切加工及半导体纤维基柔性晶体管器件领域主要进行了以下三个方面的工作: (1) 半导体纳米纤维薄膜微纳结构调控: 通过“紫外光诱导-层流剪切”协同效应获取液晶态高取向共轭聚合物纳米纤维流体; (2) 大面积、高取向柔性薄膜晶体管器件的微流印刷制备: 基于“微流剪切取向成膜”思路, 搭建高精度微流印刷设备, 通过剪切及流形设计, 实现纳米纤维基柔性晶体管阵列的印刷制备; (3) 半导体纤维长丝制备: 提出“微流剪切-质子交换成纤”的微纳结构调控思路, 实现了半导体杂化纤维的千米级连续制备, 实现了其在信号放大、逻辑运算等领域的独特应用。

16:30-16:45 D09-32

基于动态或联合双网络的改性海藻基凝胶纤维(膜)材料研究

张鸿*

大连工业大学

摘要内容:

为增强增韧海藻(SA)纤维, 设计了VSNP动态交联聚丙烯酸(PAA)和SA双网络结构, 在不加交联剂情况下, VSNP不仅通过活性双键与AA单体一起聚合成线性长链, 而且通过与SA和PAA卷曲链的局部形成动态氢键, 形成动态交联, 生成特殊的类似化学交联第一网络, SA又通过钙钠离子交联形成离子交联第二网络。VSNP动态交联SA/PAA双网络的协同作用使SA纤维的力学性能得到大幅提升, 其断裂强度达到3.68cN/dtex, 断裂伸长率达到13.65%, 相比于纯SA纤维分别提高了83.08%和65.45%。为弥补SA和羧甲基壳聚糖(CMC)凝胶制品机械性能不足, 以SA、CMC、淀粉(Starch)、多巴胺(DA)为原料, 利用迈克尔加成和希夫碱反应制备了联合双网络薄膜, 最佳抗拉强度和断裂伸长率分别为90.54Mpa和4.36%, 相比于纯海藻酸钙(CA)薄膜的20.75Mpa和2.24%分别提升了336%和95%。以环丙沙星为模拟药物, 以联合双网络薄膜为载体制备了具有缓释性能和pH敏感性的载药薄膜, 对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌有明显的抑制生长的作用, 细胞相对活力在80%以上, 可以安全使用。

16:45-17:00 D09-33

负载金属单原子氧化锰纳米纤维的制备及其催化机制研究

李小鹏*

东华大学纤维材料改性国家重点实验室以及材料科学与工程学院

摘要内容:

基于金属活性物种的催化剂是多相催化的核心。当金属物种尺寸从纳米粒子(>1 nm)下降至只含有数个原子的金属亚纳米团簇以及单原子时, 金属的电子结构与几何结构急剧变化, 呈现出新颖的催化行为。由于单原子与原子簇具有高的表面能、容易团聚的特点, 该类催化剂的可控合成, 并在催化反应过程中保持稳定是一项重大挑战。本次报告将主要介绍(1)单原子与金属团簇的精准制备; (2)负载金属单原子氧化锰纳米纤维在电催化氧气还原、生物质选择性氧化等反应中的应用; (3)单原子与邻近载体位点的协同催化机制研究。

17:00-17:15 D09-34

柔性机电能量转换材料与器件

蒲雄^{1,2,3*}

¹中科院北京纳米能源与系统研究所, 北京101400

²中国科学院大学纳米科学与技术学院, 北京100049

³广西大学纳米能源研究中心, 南宁 530004

摘要内容:

机电能量转换技术在历史上推动了第二次工业革命,在当下仍然是现代电力工业的基础之一。随着近年来柔性电子、仿生电子等新兴领域的发展,开发新型的柔性机电能量转换技术具有新的意义:(1)用于俘获环境低品位机械动能,以作为电源器件驱动低功耗电子;(2)人体对外信息的传达主要依赖于“说、写”等机械振动或动作,柔性机电能量转换器件可作为力敏类传感和交互器件。然而传统的电磁发电等机电能量转换技术难以实现柔性化,且在低频、低幅机械刺激下输出有限。因此,本报告将介绍我们基于纤维织物材料、弹性体聚合物材料开发的柔性机电能量器件、及集成的自驱动系统;将介绍我们开发的分别基于介电材料、半导体材料和电解质材料的动态界面的新型柔性机电能量转换器件,以及在固态离子导电弹性体材料方面的最新研究进展。

17:15-17:30 D09-35

气纺丝制备柔性陶瓷纤维材料

贾超^{1,2}, 李磊², 伍晖²

¹东华大学材料学院,纤维材料改性国家重点实验室,上海, 201620

²清华大学材料学院,新型陶瓷与精细工艺国家重点实验室,北京, 100084

摘要内容:

由于陶瓷纤维材料具有耐高温、耐腐蚀等优点而被广泛应用于热绝缘、高温空气过滤、水处理等领域。然而,传统的陶瓷纤维材料一般是由陶瓷氧化物颗粒制备而得,陶瓷材料固有的脆性极大地限制了它们的实际应用。因此,开发具有良好柔韧性和耐高温性能的陶瓷纤维材料具有重要的意义。我们面向国家在国防、航空航天、高温烟气过滤等重要领域对轻质、耐高温陶瓷材料的重大需求和柔性陶瓷纤维材料制备效率低、成本高的问题,采用气纺丝技术开发了多种柔性、耐高温陶瓷纤维材料,实现了柔性陶瓷纤维材料的结构可控制备,得到了二维的陶瓷纤维纸和三维的陶瓷纤维气凝胶材料,并探索了它们在高温隔热、吸音降噪、空气过滤、电池热防护等领域的应用。

17:30-17:45 D09-36

液体成型碳纤维增强环氧树脂基复合材料层间结构与性能分析

张辉^{1,2,3}, 黄壮^{1,2}, 阳泽豪^{1,2}, 薛锋^{1,2}, 李朝阳^{1,2}, 刘勇^{1,2,3}

¹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,上海, 201620

³上海市轻质结构复合材料重点实验室,上海, 201620

摘要内容:

碳纤维增强环氧树脂基(CF/EP)复合材料因其优异的比强度和比模量以及良好的耐疲劳性能有着广泛应用。制约复合材料更大规模应用的一个因素是其成型工艺所占成本较高。液体成型技术可显著降低复合材料的制造成本,是当今复合材料研究领域的重点方向。环氧树脂作为液体成型工艺比较典型的一种树脂,由于其固化过程中高度交联导致以环氧树脂为基体的复合材料韧性较低,限制了其在某些高要求领域的应用。改善CF/EP复合材料韧性最为便捷的方式是通过对液体成型复合材料层间的结构进行设计,将高韧性的材料直接置于复合材料的层间既不影响复合材料的液体成型工艺性能,又能显著提高复合材料的层间性能。本文选择高性能热塑性树脂,通过调控其在液体成型树脂层间的不同结构形式,实现了复合材料层间性能的改善,同时没有降低复合材料的其他性能。

17:45-18:00 D09-37

基于有机/无机复合电解质的高性能柔性锂电池

时秋伟^{1*}, 孙健其², 王宏志²

¹南京信息工程大学,化学与材料学院

²东华大学,材料科学与工程学院

摘要内容:

因可穿戴技术的发展,柔性电子材料与器件获得了大量关注,目前可穿戴领域的研究相继展示了“佩戴”形式的柔性器件,但多数仍缺乏柔韧性、或不可拉伸、难以编织,其主要作为服装的附加品,缺乏穿着舒适性。

相比之下,纤维作为常用的服装材料是更合适的电学功能物理载体,有望成为更理想的可穿戴功能集成平台。鉴于此,我们认为纤维将成为新一代柔性器件形态,基于纤维电子与织物电子的智能服装产品在不久的将来会进入人们的生活。我们利用界面自组装、熔融纺丝和静电纺丝等连续化工艺制备了一系列纤维、织物电子材料与器件,特别是实现了多组分多界面电学纤维的米级至千米级制备,解决了纤维状电子器件难以连续化大规模稳定制备的问题。进一步通过演示实验验证了这些新型电子器件在智能交互、环境特征因子检测与体征传感等领域的应用价值。

单元 D09-4: 7月11日上午

主持人: 暴宁钟

08:30-08:50 D09-38

聚合物多组分体系的超级复合强韧化

谢续明, 王翠芳, 罗宇程

清华大学化学工程系

摘要内容:

实现多元聚合物共混物的相容,不仅可以拓展制备新型高性能聚合物材料的途径,还可将其应用于塑料废弃物的回收再利用,以解决日趋严重的白色污染等环境问题。难点在于如何制备一种“通用多相增容剂”能同时增容三种或三种以上不同的聚合物。在对多单体熔融接枝的长期研究中,我们发展了具备这种潜力的增容剂,结果已经表明通过多单体接枝方法制备的多相增容剂可以给出一个良好的解决方案并获得超级复合效应。所谓“超级复合”指体系多元复合、功能协同、具有多级能量耗散机制,外场作用下体系内多层级界面可以从弱到强逐次破坏导致能量的有效耗散,达成性能成倍或量级提高。

本研究通过设计增容剂的分子结构及反应性,探讨多相增容剂的有效制备,对多元共混体系的增容和相结构演化规律及其性能调控,尤其关注多相增容剂作用下多元体系中各种组份间多层级界面形成对共混物力学性能的影响机制,多层级界面的协同作用对多元体系强韧化的贡献,实现多元聚合物共混物有效增容和形成多层级界面的超级复合,制备获得了相容性好、强韧化的四元聚合物共混物。结果表明不同强度的界面的存在和界面数量的增长使多元共混聚合物的力学性能得以成倍或数量级的提高、体现了“超级复合”的意义和内涵,为多元聚合物共混体系的增容、强韧化,以及废弃塑料的高值化回收再利用打下了基础。

08:50-09:10 D09-39

纳米碳-蚕丝复合材料的制备与智能纤维应用

张莹莹

清华大学

摘要内容:

柔性可穿戴器件在国防、健康、信息等领域具有重要应用,是下一代电子和信息产业发展的战略方向之一。新型柔性可

穿戴材料的开发是发展柔性可穿戴器件的重要基础。其中，纤维和电子织物是可穿戴器件的理想形态之一。纳米碳材料兼具轻质、导电、柔性、高稳定性等优点，在柔性可穿戴应用方面具有独特优势，而蚕丝是一种具有悠久历史的天然纤维材料，广泛用于传统穿戴领域。过去几年，我们课题组基于纳米碳材料和蚕丝材料开展研究，力图发展新型柔性可穿戴材料。探索了添食法和 3D 打印法用于制备纳米碳-蚕丝功能复合纤维与电子织物；建立并发展了通过碳化天然蚕丝制备大应变碳织物基柔性器件的策略，实现了具有高灵敏度和大应变范围的柔性应变传感器、织物基汗液分析贴片等高性能器件的制备；制备了蚕丝电子皮肤、蚕丝/石墨烯电子纹身、蚕丝基导电纤维、蚕丝-纳米碳导电油墨等新型柔性可穿戴材料与器件，展示了其在人体健康检测中的应用。我们期望这些探索有助于赋予蚕丝这种古老纤维材料新的生机，将其从传统纺织行业推广到下一代可穿戴电子设备与智能织物。

09:10-09:30 D09-40

纳米纤维复合纺织材料的阻隔过滤性能

房宽峻¹，牛海涛¹，申春苗²，赵亚茹²，范全城²

¹ 青岛大学纺织服装学院/生态纺织省部共建协同创新中心/生物多糖纤维成形与生态纺织省部共建国家重点实验室/山东省生态纺织协同创新中心

² 山东黄河三角洲纺织科技研究院有限公司

摘要内容：

现有无纺布、聚四氟乙烯膜和聚氨酯涂层膜等过滤阻隔材料，由于透气透湿性差，人体散发的湿气不能及时排出到外部环境中，穿戴舒适性欠佳。此外，熔喷无纺布等静电过滤材料的性能会随着静电消除而衰减，使用寿命较短。因此，研发透气透湿性好、使用寿命长的阻隔过滤材料，满足疫情防控和日常防护需求，具有重要意义。本研究采用静电纺丝法制备了纳米纤维复合织物，探究了复合织物对颗粒物和细菌的阻隔过滤效果，表征了复合织物的透湿透气性。结果表明，采用纳米纤维复合织物生产口罩等防护用品和过滤材料，不仅能有效防止细菌病毒传染，而且透湿透气性好，佩戴舒适，使用寿命长，应用前景广阔。

09:30-09:50 D09-41

石墨烯复合纤维可控制备及应用探索研究

邵元龙^{1,2}

¹ 苏州大学能源学院，苏州大学能源与材料创新研究院，江苏 苏州 215006

² 北京石墨烯研究院，北京 100095

摘要内容：

纤维在人类社会中扮演着重要的角色，从国防科技到航空航天，从城市基建到休闲用品都有纤维的身影。随着社会不断的进步发展，人们对高性能、多功能纤维的需求与日俱增。石墨烯是一种由碳原子 sp^2 杂化方式结合形成的单原子层厚度的二维纳米材料，由石墨烯纳米片层组装得到石墨烯纤维，可以实现石墨烯在纳米尺度优异的力、电、热等优异特性传递到宏观尺度。作为碳基纤维领域的最新成员，石墨烯纤维在初次制备至今一直广受关注，并已在能量转换、能量存储、传感响应等多功能领域开发相关应用。

本报告将结合石墨烯优异的本征特性，详细介绍本研究团队借助湿法纺丝基础，以石墨烯/ V_2O_5 纳米线复合纤维以及石墨烯/角蛋白复合纤维体系为研究实例，探索分析石墨烯在复合纤维体系内增强机制。通过对石墨烯片层表面化学结构修饰，形成共价接枝结构，亦或调控复合纤维体系的流变学形成，形成高度取向且结构致密纤维，增强复合纤维力学、导电及电化学特性，简要分析石墨烯复合纤维体系的前沿策

略以及关键挑战。随着石墨烯材料以及纤维制备工艺优化，有望推进石墨烯复合纤维规模化制备以及在国防军工、航空航天等高精尖领域的广泛应用。

09:50-10:05 D09-42

分子结构及聚集态结构对聚乳酸降解性能的影响研究

张须臻，温馨，黄文健

浙江理工大学

摘要内容：

长期以来，生物可降解聚酯如聚乳酸等面临降解周期不可控、材料内部结构与降解性能影响关系不清晰、共聚单体选择范围小等诸多问题，本文以无规开环共聚法，嵌段开环共聚法以 LLA 与 DVL 为反应单体合成了不同单体比例的聚(L-丙交酯-co- δ -戊内酯)共聚物(PVLA-R 及 PVLA-B)，并以此为对象围绕无规及嵌段聚合方式下共聚物结晶、亲水性、晶体裂纹等因素对聚乳酸降解规律展开了研究。降解 8 周后，高戊内酯含量的 PVLA-R 样品表面变软粘连在一起，其他共聚物表面形貌未发生明显变化。PVLA-R 和 PVLA-B 中的 DVL 链段表现出不同的降解速率：PVLA-B 中的 DVL 链段降解速率慢于 LLA 链段；PVLA-R10 中的 DVL 链段降解速率与 LLA 链段降解速率相当，但 DVL 含量较低的 PVLA-R2.5、PVLA-R5 和 PVLA-R7.5 中 DVL 链段降解速率快于 LLA 链段。当共聚物中 DVL 含量较低时，无规共聚物的降解速率低于嵌段共聚物；当共聚物中 DVL 含量提高至 7.5 % 后，无规共聚物的降解速率远高于嵌段共聚物。PVLA-R 的结晶结构耐水解程度低于 PLLA 的结晶结构，故在降解的过程中 PVLA-R 的结晶度先升高而后降低，而 PLLA 的结晶度不断提高；PVLA-B 的结晶结构耐水解程度高于 PLLA 的结晶结构，故 PVLA-B 在降解过程中的结晶度高于 50 %，而 PLLA 的结晶度始终在 50% 以下。PVLA-R 和 PVLA-B 的降解基本满足本体降解的规律，样品的质量损失率与其吸水率呈正相关关系，在结晶度相近时，吸水率越高，质量损失率越高。

主持人：谢续明

10:05-10:25 D09-43

高性能纤维超级电容器

暴宁钟

南京工业大学

摘要内容：

高性能纤维超级电容器具有轻质柔性、长循环稳定性、高功率密度等优势，在新能源、可穿戴设备等领域具有重要的战略意义。针对传统纤维因无序微结构、低电化学活性等造成离子传输和存储受阻，所导致的低能量密度关键难题，本文从微观基元材料本征特性，介观纤维组装通道设计、宏观织物多功能调控出发，构筑出具有高能量密度的纤维超级电容器。创新提出了化学键桥接、元素掺杂、原位界面耦合的原理和方法，构建了三维网络、表面吸附位点和反应活性区域，解决二维材料基元层间电导、易堆垛、低界面电荷迁移率的难题；建立了高比表面积纤维的微流控设计方法，制备出取向多孔、垂直排列、高电活性的纳微离子通道，强化离子传输和存储效应，实现储能纤维高面积能量密度；开发了 3D 打印技术一体化制备出高机械柔性、可弯曲折叠、大体积能量密度柔性电极超级电容器，实现了在大形变、高/低温、持续运动等条件下的供电需求；将纤维超级电容器与智能电子设备高效集成，获得了自供电、可穿戴、健康监测等多项功能，为推动新能源储能纤维材料的科技进步、可穿戴供电应用和资源可持续发展提供了理论基础与技术参考。

10:25-10:40 D09-44

纤维材料表面图案化构筑、特性及应用研究

徐昭^{1,2}, 杨丽丽¹, 葛邓腾²

¹ 东华大学材料科学与工程学院

² 东华大学功能材料中心

摘要内容:

自然界中生物体表面形形色色的图案赋予其减阻、强黏附、超疏水等多样的功能特性。纤维材料表面的图案化构筑、特性及应用研究尚处于起步阶段。受自然界的启发,本文总结了目前纤维材料表面图案化的构筑方法,简述了三种“自下而上”策略的图案化成型机制,重点讲述作者通过等离子渐变交联在纤维表面获得褶皱结构的研究成果;另外分析了纤维材料表面图案化对其功能的影响,展望了纤维材料表面图案化的潜在应用;最后对构筑方法、形成机制、应用领域提出了展望。

10:40-10:55 D09-45

微流控制备可控复合纤维生物材料

孔焱焱

深圳大学

摘要内容:

微流控指操纵流体在微米尺寸下层流特性的技术,利用该技术,可在微流控芯片内产生多层同轴鞘流,这些鞘流不仅可由聚合物水溶液组成,还可以包括乳液、泡沫、界面活性物质等组成部分。基于这些多相流鞘流作为模板,可制备一系列形态、结构及组成各异的微米级复合纤维材料,其具有形态、结构、尺寸精准可控的特点,且材料组合方式多元化。微流控技术不仅实现了在微米尺度下对纤维材料性质的精确调控,可制备出种类繁多,性质各异的复杂纤维材料,还具有制备简单,成本低,批次间差异小等特点。在微流控制备复杂微纤维基础上,还可引入外加电场来引发多相流射流的电不稳定性,将复杂纤维尺寸的调控范围扩大到纳米级,并通过调控电压,获得形态随电压变化、弯曲度可控的纳米纤维。这些复杂纤维材料可作为多功能载体,用以负载不同功能分子或细胞,可用于细胞共培养、组织再生修复、组织体外构建,在材料化学、组织工程以及再生医学等领域具有重要应用前景。

10:55-11:10 D09-46

烯碳/芳纶III复合纤维的可控制备及性能研究

焦琨

北京大学化学学院

摘要内容:

芳香族聚酰胺纤维(简称芳纶纤维)是典型的高性能高分子纤维,具有高强度、高模量、低密度和优异的耐热性等性能。杂环芳纶纤维(我国称芳纶III)是目前国内已批量生产的高性能纤维中性能最好的一种,其主链含有杂环第三单体。杂环芳纶纤维的强度达到甚至超过碳纤维 T700,在航空航天结构材料、装甲防护、防弹头盔等军工领域显示出不可替代的优势。但由于成本高、生产难度大,长期以来,杂环芳纶纤维一直为俄罗斯等一些发达国家所垄断。我国虽然在 21 世纪初就实现了芳纶III纤维的工业化制备,但由于技术上的不足,近几十年难以实现突破,纤维性能改善缓慢。

烯碳材料,主要包括石墨烯和碳纳米管,具有高比强度和大比表面积等特点,是理想的复合材料填料。通过将烯碳材料添加到聚合物中,来实现材料的高性能化,已被认为是行之有效的有效手段。然而,目前文献报道中石墨烯或碳纳米管改性芳纶纤维多采用表面修饰的方法,主要用以改善纤维复合性能,对其本身机械性能的提升并不显著。因此,本工作拟采用原位聚合的方法制备烯碳/芳纶III复合纤维,实现芳纶III纤维机械性能的有效提升。

在复合材料制备技术中,增强体与基体的界面设计以及增强

体的分散一直是复合材料性能提升的瓶颈所在。本工作通过构筑特定的石墨烯/芳纶III界面结构,增强芳纶III分子链间相互作用,达到提升芳纶III纤维力学性能的目的。烯碳材料与芳纶III分子链的机械互锁模式可以有效改善应力在复合纤维中的传递方式,减少芳纶III纤维因劈裂而导致的疲劳损伤。同时,通过烯碳材料的尺寸控制及功能化处理,可以实现其在芳纶III体系中的均匀、稳定分散,确保复合纤维具有良好的可纺性。此外,烯碳材料的添加还将有效改善芳纶III纤维的疏水性能,减缓纤维在潮湿环境下的老化降解。烯碳/芳纶III复合纤维制备技术的开发为推动我国芳纶III纤维的产业化发展,提升我国高性能纤维的国际地位奠定坚实基础。

11:10-11:25 D09-47

仿生贝蛋白分子设计用于 PET 织物持久湿管理与抑菌

王元丰*¹、忻浩忠²

1. 深圳大学

2. 香港理工大学

摘要内容:

具有先进湿管理性能的功能性纺织品可以增强人体舒适度和有益于生理健康。然而,用于纺织品的常规湿整理工艺通常是高度污染的并且显示出较差的坚牢度。受到贻贝基于阳离子- π 相互作用的强大的水下粘合性能的启发,我们设计了一种新型的超亲水性聚合物分子,该分子在聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)织物上具有极强的界面附着力和胶材内聚力。阳离子- π 亲水剂(CPHA)可以有效地将疏水性 PET 织物转变为超亲水性织物,并且其超亲水性可以承受 150 次家庭洗衣循环。另外,CPHA 中的阳离子部分可自粘到 PET 织物上,无需添加任何污染性的整理助剂。由于 CPHA 具有很强的附着力,因此可以通过喷涂和固化方法应用于 PET 织物的一侧,从而形成 Janus 疏水性/超亲水性织物,能够像二极管一样单向汗水运输(正向运输能力为 11154%,逆向运输能力为-15098%)。此外,Janus 织物抑制了细菌的繁殖和入侵,同时保持了皮肤表面微生物群的生态平衡。这项工作为在纺织品湿法加工中开发粘合剂以开发更多样化,更智能的应用(例如速干运动服,防护服或空调织物)开辟了道路。

11:25-11:40 D09-48

多功能静电纺纳米纤维制备及应用

卢晓峰*

吉林大学

摘要内容:

静电纺纳米纤维材料具有尺寸小、电子和质量传输优异的突出优点,在精细过滤、光电器件、催化和电催化、能源、环境以及生物医学领域具有重要应用[1,2]。我们利用静电纺丝技术可控制备了一系列多功能纳米纤维基复合材料,调控其组成和界面结构,期待利用各组分之间的协同效应实现了其催化和能源转换性能的大幅度提高。在本报告中,我们首先介绍一系列功能静电纺丝纳米纤维的可控制备,进一步研究其在化学催化、模拟酶催化以及电催化分解水中的应用,探析功能静电纺纳米纤维组成和结构与其性能之间的构效关系,为其实际应用奠定基础[3-10]。

单元 D09-5: 7 月 11 日下午

主持人: 郭静

13:00-13:20 D09-49

仿生手性超分子水凝胶

冯传良*

上海交通大学

摘要内容:

生物医用材料在器官移植、组织修复、心血管重大疾病治疗等领域有着不可替代的作用。但由于生物医用材料仿生还原生物物质的功能、性能和结构等方面还存在很多瓶颈,其功能性、免疫性等是亟待攻克的重重大难题。其中,手性结构作为生命体内物质基本属性是决定材料免疫性特征的一个关键因素,手性特征对生命体系的影响也被美国 Science 杂志列为 125 个科学前沿难题之一。生物医用材料能高效仿生生命体物质的手性特征既是前沿基础科学问题,又是调控材料免疫效应的关键,是新一代生物医用材料的核心。基于此,开展了生物材料的手性定制研究,攻克了生物材料组装过程中手性特征从分子水平向超分子水平、再到材料宏观水平多重传递的难题,实现了水凝胶材料从无手性到多层级手性结构精准构筑的新跨越,揭示了手性凝胶材料制备中手性传递放大及调控的规律和机制,发现了手性结构与组织细胞选择性作用的构效关系。同时可定制手性结构为获取高效偏振光识别、缓释等开辟了新的研究思路。

13:20-13:40 D09-50

智能纤维的连续化构筑与交互机制研究

王宏志

纤维改性材料国家重点实验室, 东华大学材料学院

摘要内容:

因可穿戴技术的发展,柔性电子材料与器件获得了大量关注,目前可穿戴领域的研究相继展示了“佩戴”形式的柔性器件,但多数仍缺乏柔韧性、或不可拉伸、难以编织,其主要作为服装的附加品,缺乏穿着舒适性。

相比之下,纤维作为常用的服装材料是更合适的电学功能物理载体,有望成为更理想的可穿戴功能集成平台。鉴于此,我们认为纤维将成为新一代柔性器件形态,基于纤维电子与织物电子的智能服装产品在不久的将来会进入人们的生活。我们利用界面自组装、熔融纺丝和静电纺丝等连续化工艺制备了一系列纤维、织物电子材料与器件,特别是实现了多组分多界面电学纤维的米级至千米级制备,解决了纤维状电子器件难以连续化大规模稳定制备的问题。进一步通过演示实验验证了这些新型电子器件在智能交互、环境特征因子检测与体征传感等领域的应用价值。

13:40-13:55 D09-51

溶塑发泡石墨烯气凝胶

庞凯、高超*

浙江大学

摘要内容:

石墨烯气凝胶是一种重要的石墨烯宏观组装形式,主要由纳米石墨烯壁和三维孔隙结构组成,具有超轻的密度和极高的比表面积,在能量储存、催化、隔热、传感及复合材料领域均展现出了广阔的应用前景。目前石墨烯气凝胶的制备方法分为两种:“溶胶-凝胶”法及模板法。但是,传统的气凝胶制备方法存在干燥工艺复杂、结构控制困难、连接缺陷多等基础性难题,从而导致其工业化进程相比聚合物泡沫还存在较大的差距。

本团队针对以上问题,提出了溶塑发泡法制备气凝胶材料,建立了发泡过程中结构控制的本征关系,开展了气凝胶材料中结构曲率维度的研究,证明了溶塑发泡石墨烯气凝胶中具有紧密的正高斯曲率的双曲面连接,拓展了石墨烯气凝胶在人工智能、聚合物复合材料、纳米载体及吸声等多个领域的应用研究。

13:55-14:10 D09-52

静电纺丝构筑智能可穿戴纤维器件

杨升元

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

摘要内容:

近年来,随着智能可穿戴式电子产品的快速发展,纤维基柔性器件引起了广泛的关注。基于纤维的能量转换、储存及传感元件作为可穿戴电子设备的重要组成部分,在人体运动检测、个性化健康监测以及智能人机交互等领域有着巨大的应用前景。高分子复合纤维基柔性器件因其柔韧性好、质量轻、可折叠弯曲、可编织以及比表面积大等特点已成为柔性器件研究的重要方向之一。通过对纤维材料进行甄选并采用新的制备技术和设计思路有望获得综合性能优异的柔性器件。静电纺丝作为一种简单的、低成本的、可连续的方法,通过改进的“纳米纤维涂覆纱线”(Nanofibers Coated Yarns, NCY)工艺可成功制备出具有良好机械柔性和可纺性的一维纱线基太阳能电池、超级电容器、传感器等单一或兼具多种功能的智能可穿戴器件。

14:10-14:25 D09-53

电纺材料的设计构筑及其能源应用

彭生杰

南京航空航天大学材料科学与技术学院

摘要内容:

能量转换与存储材料是实现新能源转化利用和发展新能源技术的关键材料。随着新能源材料产业应用领域的不断扩大,能量转换与存储材料科学研究与技术创新显得更加突出重要。纳米材料,特别是一维纳米纤维在能源器件中提供了独特的物理和化学性能,显著地提高了其电化学性能。本报告介绍了一种简单、通用的单针头静电纺丝技术,制备了一系列复杂结构的一维材料,包括碳复合材料和尖晶石复合氧化物。研究发现,前驱体的种类及热处理参数等都可影响产物的结构,尤其是通过电纺方法得到了高强度柔性自支撑电极。其次,报告一维功能材料的电催化与储能应用研究,主要是介绍不同结构的电极材料中各类反应位点的电化学活性,结构及缺陷对于电催化与储能性能的影响因素,以及各组分相互之间的协同作用;结合理论计算,研究活性位点上氢/氧的吸附和脱附过程,以期揭示其电催化活性来源及机理,并反馈指导电极材料的设计。最后,介绍柔性电极的器件应用。柔性电极的三维网格可以增加疏气性,便于表面形成的气泡脱附,从而加快电催化反应动力学过程,并且直接应用于锌-空电池,展现了优异的充放电性能和循环稳定性。

14:25-14:40 D09-54

分子量离散分布诱导制备高强度共聚酰胺纤维

周家良,王倩倩,贾超, Mugaanire Tendo Innocent, 潘伟楠, 相恒学*, 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

摘要内容:

聚合物纤维的力学性能既取决于分子链化学结构,又决定于凝聚态结构。对化学结构和凝聚态结构的有效调控,有助于揭示聚合物纤维结构与性能的内在关系,制备性能优化的纤维材料。因此,本报告以 PA6 为研究对象,对比研究了分子链中共聚 PA66 组分和共混高分子量 PA6 组分对 PA6 纤维的结晶结构和力学性能的影响关系。研究表明,不管在分子链中调节 PA66 组分含量或者提高其分子量,还是在张力牵伸作用下诱导纤维形成小尺寸的晶粒和较高的晶体取向,因为分子链规整性的破坏影响了氢键密度和高分子量分子链缠结影响了拉伸诱导性能,因此纤维的力学性能提高的程度是有限的。而在常规分子量共聚酰胺中掺杂少量的高分子量组

分,可以诱导分子链间形成拓扑约束,该结构可以有效抑制牵伸过程的分子链滑移诱导 γ - α 晶型转变,又可以抑制纤维退火过程分子链的解缠结对结晶结构的破坏作用,从而为共聚纤维纤维提供一个高强度力学性能的状态。

14:40-14:55 D09-55

低温真空辅助在碳纤维表面生长碳纳米管对复合材料界面性能的影响

姚志强、王成国*

山东大学材料科学与工程学院

摘要内容:

为了提高碳纤维复合材料的界面性能,本实验设计了一种新颖的真空辅助化学气相沉积方法,在 400℃ 低温、0.01MPa 的压力下,在碳纤维(CF)表面生长了一层均匀分布的碳纳米管(CNTs)。采用短梁法测量了不同 CF 增强环氧树脂复合材料的层间剪切强度(ILSS)。结果表明,以 9 L/min 的 H₂ 流量制备的 CF-CNTs 增强体的增强效果最好,其复合材料的 ILSS 达到 74.9MPa,比未生长 CNTs 的 CF/环氧树脂复合材料的 ILSS 提高 19.50%。界面性能的提高可以归因于纤维表面的 CNTs 能够刺入树脂基体,增强纤维与树脂之间的机械互锁,诱导形成了纤维与树脂之间的界面相。同时,通过扫描电镜对复合材料断面的微观结构观察,发现了 CNTs 的两种失效模式,一是 CNTs 从树脂基体中拔出,二是 CNTs 发生自身断裂。这两种失效模式都可以在复合材料破坏过程中吸收额外的能量,从而增加纤维与树脂的分离难度。另外,DMA 测试结果表明 CF-CNTs/环氧树脂复合材料的玻璃化转变温度(T_g)升高,说明聚合物分子链在复合材料相间的运动受到 CNTs 的限制,这也有助于复合材料界面性能的提高。

14:55-15:10 D09-56

智能水凝胶纤维的连续化构筑及应用

侯恺*,危培玲,陈国印,陈涛,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

摘要内容:

水凝胶是一类具有三维交联结构的软湿性材料,其高含水、高孔隙率、溶胀而不溶解等特性与人体器官高度匹配。模拟人体纤维状组织,制备兼具高力学性能及智能响应特性的各向异性水凝胶纤维,在组织工程和生物医药领域具有重要意义。然而由于凝胶单体分子量及交联结构的限制,水凝胶纤维连续化构筑仍是难题。本研究建立了动态交联、“聚合-拉伸”等纺丝策略,在纺丝过程中同步实现凝胶网络成形,建立了凝胶纤维纺丝新方法,解决了凝胶纤维成形难的问题,并揭示了纺丝液流变行为及反应动力学对可纺性的影响规律,构建了系列结构可控、性能可调的智能凝胶纤维,探索了其在深层组织光热癌症治疗、光遗传学及智能检测领域的应用。

主持人:冯传良

15:10-15:30 D09-57

基于海洋生物质的聚电解质复合体系的构建与应用

郭静,张芮,吴静,巩学勇,曹政

大连工业大学

摘要内容:

构建海藻酸钠(SA)与磷虾蛋白(AKP)复合体系,研究复合体系盐值、盐类型等对复合体系氢键作用类型和蛋白质二级结构的影响,发现氢键作用与复合体系的流变性、热性质、热稳定性、力学性能和纤维形态的影响规律,揭示其机

理及作用机制。盐浓度与聚电解质复合体系的分子间相互作用及纤维性能的研究结果表明 SA/AKP 复合体系中存在分子内氢键和分子间氢键,分子间氢键的强度随复合材料中盐浓度的增加而增强,不同盐浓度复合溶液的黏度对剪切速率($\dot{\gamma}$)的敏感性不同,剪切速率增加,溶液的表观黏度减小,表现出切力变稀现象;盐浓度增加,溶液的表观黏度呈现先减后增的趋势,NaCl 的浓度为 1 g/L 时,体系的黏度最小。盐浓度的增加使 SA/AKP 复合材料的结晶度增加。SA/AKP 纤维 SEM 照片显示复合纤维轴向分布着沟槽结构,沟槽结构的宽度以及数目不同,纤维表面存在岛式聚集物,尺寸大小分布不均匀,随着复合体系中盐浓度的增加,纤维表面沟槽结构逐渐减少。随 NaCl 含量的增加复合纤维的断裂强度呈现先增后减的趋势,NaCl 的浓度在 2.3 g/L 时复合纤维的断裂强度达到最大(2.01 cN/dtex)。AKP 在 SA/AKP 复合体系中呈完全取向状态。盐浓度对 SA/AKP 纤维中蛋白质二级结构的影响结果表明发现盐通过影响 SA/AKP 复合体系的分子间相互作用以及交联度从而使蛋白质的二级结构发生变化。当盐含量在一定区间内,蛋白质的二级结构是可控的。随着盐含量的增加,结晶性和热稳定性呈现升-降-升的趋势,导热系数、力学性能和取向度呈先升高后降低趋势。同时,复合纤维的导电性与其结晶性有关,纤维表面形貌也与盐含量有关。盐种类对 SA/AKP 复合纤维性能以及分子间相互作用的影响结果表明:醋酸钠,氯化钠,硫酸钠三种钠盐对于 SA/AKP 复合体系的作用机理不同,氯化钠存在的体系中分子间氢键最大。但是由于受纤维的交联程度,成纤的均匀化程度和体系中 β -折叠链含量的综合影响,醋酸钠存在的纤维力学强度最佳。综合认为:SA 和 AKP 最佳配比为 1:5,复合体系中盐种类为醋酸钠,盐浓度为 2.3g/L,溶液 pH 值为 6,纤维综合性能最优。为提高 SA/AKP 纤维的力学性能和耐盐性,利用 GO 中含有大量的官能团实现纤维的增强改性,发现随着 GO 浓度的增加,复合体系分子间氢键和结晶度呈现先增加后降低的趋势。当 GO 浓度为 0.4wt 时,纤维的性能最佳。

15:30-15:50 D09-58

纳米纤维材料在能量收集与存储中的应用

方剑

苏州大学纺织与服装工程学院,江苏苏州

摘要内容:

静电纺丝纳米纤维材料因其制备工艺简便、纳米尺寸纤维直径、纤维结构丰富、高比表面积和功能多样性而在各个研究领域得到广泛应用。本报告将介绍纳米纤维材料在能量收集和能量存储中的相关应用。首先,得益于静电纺丝工艺中的高倍纤维牵伸和高静电场,由压电高聚物制得的纳米纤维能够在纤维成型过程中收到机械牵伸和电场极化而具有良好的压电性,无需任何后续加工即可用于机械能收集与柔性传感应用。此外,聚丙烯腈纳米纤维经过碳化处理后可获得碳纳米纤维网膜,其自支撑结构和可调节电催化性能是制备新型无粘结剂电池电极的可靠选择。

15:50-16:05 D09-59

反应浸渗法短切碳纤维增强碳化硅复合材料

魏晓霖、卜爱明、张永福、向艳、杨赞杰、马奔、陈为为*、程焕武、王鲁

北京理工大学

摘要内容:

本文中,用反应浸渗法成功地制备出了一种短切碳纤维增强碳化硅陶瓷复合材料,该方法制备周期短,原料来源广泛,具有很好的市场前景。利用 SEM 观察了纤维的分布状态,短切纤维能较为均匀地分散在基体中。本文采用短切纤维代

替常见的碳纤维平纹布,短切纤维的随机分布保证了材料的各向同性,使复合材料不会因受力方向的不同而产生不同的应变现象,进而扩展复合材料的应用领域,减少应用过程中的限制条件。复合材料的力学性能较好,弯曲强度可达63MPa,压缩强度可达256MPa。热重结果表明,复合材料在1400℃下仍有较好的热稳定性。

16:05-16:20 D09-60

新型纤维状多功能材料及器件

何思斯*^{1,2}、彭慧胜²

1. 哈尔滨工业大学(深圳)

2. 复旦大学

摘要内容:

可穿戴设备应运而生,并快速地从概念设计走进了现实生活,在基础研究和产业化发展方面赢得了各国研究者的青睐和政府的大力支持。现阶段绝大多数的可穿戴设备中,除了表带部分,传感器和供能组件仍呈块状结构,由刚硬元件组合而成,无法很好贴合人体皮肤,用户的舒适性远远达不到要求。为了提高可穿戴设备的舒适性和功能性等,必须对构建器件的材料和结构进行优化,提出一套系统的、具有可操作性的理论和方法去实现高度柔性多功能的材料和器件,从而可进一步提高可穿戴设备的应用范围和实用性,具有重要的科学价值和社会意义^[1]。我们通过设计新型纤维状柔性材料,结合“原子结构调控-纳米结构构筑-界面优化”协同设计原则,发展一系列新型纤维状高性能响应器件和能源器件^[2,3]。通过对碳纳米管纤维的表面进行原子结构调控,提出并发展了与水分子具有良好界面的碳纳米管纤维的普适性方法,构建了高性能的水/水汽响应的纤维状驱动器件^[4];通过对纳米结构的构筑,构建了高性能的电响应的纤维状驱动器件^[5];通过构建碳纳米管-异质原子微观结构,揭示了新型取向碳纳米管纤维与水的固-液界面电荷转移机制,实现了化学能与电能的转换^[6,7]。

16:20-16:35 D09-61

高弹性 CNTs/SEBS/F127 取向纤维膜的制备及其各向异性应变传感性能研究

黄云鹏、董建成、刘天西*

江南大学

摘要内容:

柔性可穿戴应变传感器因可集成到织物或接触皮肤进行人体活动的实时监测,在健康医疗、物联网和人机交互等可穿戴智能设备领域拥有巨大的应用前景。针对目前柔性应变传感器响应范围窄和复杂应变传感性能弱等问题,本工作结合共混纺丝和取向接收工艺制备了超亲水、高取向、超高拉伸的SEBS/F127复合取向纤维膜,以其为柔性基体使用超声辅助浸渍法实现了酸化CNTs在纤维表面的均匀紧密负载。得益于一维CNTs和超亲水弹性体纤维之间的强界面作用力,本工作成功实现了基体自适应的可形变CNTs导电网络在弹性基体表面的可控构筑,获得的CNTs/SEBS/F127复合取向纤维膜展现出优异的各向异性应变传感性能,在平行和垂直于取向方向分别具备极宽的响应区间(1300%)和超高的灵敏度(700%拉伸下GF值高达3564)。以该复合取向纤维膜组装的柔性可穿戴应变传感器还能实现人体微弱生理信号(如发声、脉搏、心跳等)和大幅度运动(如行走、奔跑、跳跃等)的实时监测。本工作为新型高性能应变传感器的开发提供了新思路。

16:35-16:50 D09-62

丝蛋白纳米纤维电子皮肤的制备及其火灾预警应用研究

曹雷涛、刘强、任婧、凌盛杰*

上海科技大学

摘要内容:

纳米纤维材料因具有结构设计性强、超薄灵活、透气性好等特点,在电子皮肤领域表现出良好的应用前景,但目前制备纳米纤维电子皮肤所采用的静电纺丝方法仍面临产量过低以及材料环保性能差等问题。本文以天然丝蛋白与石墨烯为原材料,通过采用一种高效的气流辅助静电纺丝方式制备了力学性能优良,且导电性具有湿度及温度响应的纳米纤维离子导体材料;此纳米纤维离子导体材料具有良好的自贴附性能,可牢固贴附于金属、塑料、纸张以及木材表面;因其良好的耐火阻燃及火焰下的电阻快速响应(可在接触火焰2s内释放特征信号),该纳米纤维离子导体可设计成为超薄型电子皮肤,其在接触火焰等刺激时可作为激励,从而触发被保护对象的躲避刺激及报警等一系列安全响应行为。

16:50-17:05 D09-63

聚铝硅氮烷的合成及纺丝性能探究

陈建军*、李海龙

浙江理工大学

摘要内容:

氮化硅(Si₃N₄)陶瓷纤维因其具有高强度、高模量、耐高温、抗氧化等良好性能,是高性能陶瓷基复合材料的理想增强体,受到研究者的关注。在Si₃N₄纤维的先驱体聚硅氮烷中引入少量铝元素,可以改善聚硅氮烷的分子结构,有利于陶瓷纤维高温烧结。通过聚硅氮烷液态低聚物和乙酰丙酮铝热聚合反应制备了一系列聚铝硅氮烷(PASZ)先驱体。PASZ经熔融纺丝、空气预氧化处理和高温裂解后得到连续SiAlCN(O)纤维。采用FT-IR、GPC、SEM等测试手段对PASZ和SiAlCN(O)纤维进行了分析表征。合成PASZ的重均分子量M_w为7191~11275 g/mol,其中,乙酰丙酮铝质量分数为0.2%制备的PASZ在熔融状态下表现为剪切变稀,纺丝性良好,可实现连续纺丝。

17:05-17:20 D09-64

控制双生长因子释放的仿生血管支架促进内皮化和平滑肌细胞渗透

吴桐

青岛大学神经再生与康复研究院,青岛大学青岛医学院

摘要内容:

天然血管的主要结构由三个同心层组成,包括内膜、中膜和外膜。内膜主要由连续的单层内皮细胞组成,中层为密集的、圆周取向排列的平滑肌细胞(SMCs),能够维持血管壁结构并赋予血管弹性。外膜主要为成纤维细胞和含有胶原的天然细胞外基质。血管组织再生中需要模拟其分层结构和恢复血管功能,包括内腔内皮化、抑制血栓形成、SMCs的圆周取向排列和三维向内生长,特别是修复小口径血管更具挑战性。针对上述问题,本研究制备了具有缓释血管内皮生长因子(VEGF)和血小板衍生生长因子(PDGF)功能的仿生血管支架,用于大鼠腹部主动脉损伤后的组织修复研究。血管支架的内层由静电纺聚乳酸己内酯共聚物和胶原蛋白(PLCL/COL)复合纳米纤维组成,并负载了均匀分布的VEGF。血管支架的外层则由圆周取向的PLCL/COL纳米纤维纱线组成,这些纱线负载了空间梯度的PDGF,使PDGF的含量从支架最外层向内部逐渐增加。体外实验结果表明,内层纳米纤维能够促进内皮祖细胞的募集和快速内皮化,功能化的纳米纤维纱线外层能够诱导SMCs的取向排列,其多孔的结构和梯度PDGF提供的趋化作用更能够促进SMCs的三维生长。体外缓释结果表明,在近一个月的持续时间内,两种生长因子的释放表现出连续的差异。血管支架植入大鼠腹主动脉缺损模型两个月后,在内腔表面有连续的内皮组织形成,外层平滑肌细胞

圆周取向排列并渗透生长入血管壁,特别是血管支架的最外层产生了富含胶原纤维的松散结缔组织。综上所述,本研究提出了一种结构和功能上仿生的双层血管支架。通过双层支架不同结构的设计可以达到 VEGF 和 PDGF 的差异释放,增强原位快速内皮化和平滑肌细胞渗透,更贴近理想的血管组织修复过程,表明该种血管支架有利于原位血管组织修复或再生。

17:20-17:35 D09-65

微流控纺丝技术构筑先进微/纳纤维材料

陈苏*

南京工业大学

摘要内容:

纤维材料的功能化、复合化、智能化是当今材料领域的重要研究课题。微流控纺丝以其独特的优势成为生产各向异性有序微纤维的理想微反应器平台。近年来,以微流体纺丝为代表的微/纳纤维材料以其纤维结构可控、功能可调等优异特性受到广泛关注。本文系统介绍了一系列基于微流体纺丝构筑多功能微/纳纤维材料的最新研究。以微流体纺丝技术为手段,采用高分子聚合物为载体,单分散聚合物微球、量子点、石墨烯等为构筑单元,制备了一系列有序微纳纤维材料并提出了“纺丝化学”新理论,此方法可以在纺丝过程中实现化学反应,即在微纳纤维受限空间中原位实现功能纳米材料(如量子点、MOFs 等)的合成,从而原位构筑形貌功能可控的微/纳纤维材料。基于微流控纺丝技术,我们成功实现了纤维形貌(阵列型、Janus 型、竹节型、异质型、螺旋型、)和功能(荧光、刺激响应性、导电、生物相容性、可控释放)的调控,并构筑了一系列微纳纤维(导电石墨烯复合纤维,Janus 型和竹节型荧光纤维,光子晶体纤维、聚合物/凝胶纤维膜,光子晶体纤维膜等),基于纤维材料卓越的荧光,电化学和光学性能,成功实现了其在微反应器、荧光编码、光学传感、柔性可穿戴器件和人造皮肤等领域的应用。

17:35-17:50 D09-66

二维(Mo,W) S₂ 及其复合材料微纳结构设计及柔性热电性能调控

李佳慧*¹、谢燕楠¹、王宏志²

1. 南京邮电大学

2. 东华大学

摘要内容:

近年来,科学家们一直在积极研究开发能与人体皮肤密切接触产生能量的柔性热电装置以解决诸如可穿戴医疗设备、植入式医疗器械等柔性可穿戴设备的自供电问题。然而,现有的柔性热电材料多为二维结构,只能收集平面内的热量,无法匹配人体与环境的热流方向,难以实现持续供电与肢体动作的兼容性,从而限制热电器件的可穿戴应用。针对以上问题,我们提出通过设计二维材料基复合柔性材料的微纳结构,可有效提高法向功率因子($PF=\alpha^2\sigma$)和热电优值($ZT=\alpha^2\sigma T/\kappa$)。以二硫化钼(MoS₂)为例,为了有效降低纳米片自堆叠、热导并提高载流子迁移率,引入一维碳纳米管(CNTs),借助真空冷冻干燥技术,通过调控组分比例和复合方式,获得自支撑、高强度的三维楼层状纳米结构薄膜。薄膜法向输出功率得到有效提升,其中二维 MoS₂ 纳米片作为骨架结构,片层间被一维 CNTs 撑开,不仅可以有效提高法向电导率(σ)还可降低法向热导率(κ),同时法向温差也得到了拓宽。因此,在相同条件下,三维多孔楼层状结构的复合薄膜的 PF 和 ZT 都获得了有效的提高。

墙报

D09-P01

升温可卷曲的电纺纳米纤维的制备与表征

张锦中

纤维材料改性国家重点实验室,材料科学与工程学院,东华大学,上海 201620

最终交流类型:墙报

摘要内容:

升温可卷曲的温度响应性电纺纳米纤维在微驱动器等领域具有潜在的应用价值。本文以 N-异丙基丙烯酰胺和丙烯酰氧基二苯甲酮合成的共聚物以及用甲基丙烯酸缩水甘油酯改性的聚乙烯醇为成纤聚合物,用水为溶剂分别配制纺丝液,然后采用并列静电纺丝技术并结合紫外光交联工艺制备具有并列结构的电纺纳米纤维。用扫描电镜和透射电镜确证了纳米纤维的并列结构,用傅里叶变换红外光谱和核磁共振波谱表征了纳米纤维的化学结构。通过考察纺丝液浓度和纺丝工艺条件对电纺纳米纤维并列结构的影响,结果发现两种纺丝液的浓度均为 18wt%,两种纺丝液的流速均为 0.3ml/h,纺丝电压为 22kV,接收距离为 15cm,制得的电纺纳米纤维的并列效率最高。将得到的纳米纤维膜浸在水中,在 300rpm 速度下震荡 2h,质量损失仅为 1%,表明构成它的并列纳米纤维在水中具有良好的稳定性。用高速均质乳化机将浸在叔丁醇中的纳米纤维切短,再经过冷冻干燥后分散在水中,使用光学显微镜观察升温过程中(25℃~40℃)切短的纳米纤维的形态变化,结果证实制得的电纺纳米纤维具有升温可卷曲的温度响应性。

D09-P02

基于 3D 打印制备高强度低收缩齿科杂化修复材料的研究

赵梦露

东华大学

最终交流类型:墙报

摘要内容:

流动型齿科修复树脂可通过光固化 3D 打印技术实现超精准、有效地打印牙齿模型,但由于其打印方式对材料的局限性,此类材料粘度较低[1-3],因此其力学强度达不到对修复树脂弯曲强度 80 MPa 的最低要求[4]。而高粘度半流动状态的光敏复合树脂可通过直接墨水书写技术进行 3D 打印,但由于其成型与固化方式,其打印针头的直径会直接影响其打印精度,因此其打印精度有待进一步提高[5]。本研究以高粘度的双酚 a 甘油二甲基丙烯酸酯和多尺度硅基无机粒子的混合浆料为原料,通过直接墨水书写 3D 打印技术,对硅基杂化树脂复合材料的 3D 打印条件以及固化方式进行调控,制备了力学性能优异、聚合收缩率低、生物相容性好及精度高的齿科修复树脂。

我们采用不同尺寸的喷嘴对浆料进行打印,其有限元分析与实验结果均表明,具有逐渐收缩通道的金属喷嘴能够成功且顺畅地打印此类树脂浆料。且通过预固化的操作,可在特定的打印压力、速度和适当的喷嘴直径下,构造出具有高保真度和优异层间结合力的打印样品。同时当打印样品经过初步逐层固化时,其打印样品并不会发现翘曲变形,后续凝胶态的树脂可利用自身的流动弥补上一层树脂固化过程中产生的少量收缩,进而降低复合树脂的综合体积收缩率,仅显示出 $2.58\pm 0.11\%$ 的低收缩率。杂化复合树脂中有机-无机结构单元,能够将强度和韧性相结合,再通过 3D 打印纵横交错层的样品,使其能有效地防止裂纹扩展,从而显示出比传统模具成型品更优异的机械性能(弯曲强度为 120.8 ± 4.1 MPa,弯曲模量为 8.8 ± 0.3 GPa,抗压强度为 323.6 ± 5.6 MPa)。且当相邻层为 45° - 135° 的打印方向时,其样品的弯曲强度甚至达到了 145.5 ± 8.7 MPa。3D 打印的分层打印,

层层固化提升了有机单体的双键转化率,打印的支架较普通模具法制备的支架生物相容性更优,考虑到单体的充分交联可降低残留单体在培养环境中的释放,从而减少了其对细胞的毒性。此杂化复合树脂已成功用于打印牙冠,有望实现个性化牙齿部位的修复。

D09-P03

“湿法-动态聚合”一体化纺丝新方法制备新型水凝胶光纤及其应用研究

陈国印

东华大学

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

水凝胶是一种具有三维交联网络结构的软湿性材料,具有良好的组织相容性,由于其具有较高的交联度,结晶度往往较低而呈现无定形态,光透过性优异,是一种极佳的光导介质。而基于水凝胶构筑的光纤因其具有类组织力学性能、良好的光导特性,已在生物传感器、光遗传等领域取得一定的应用。但是,目前水凝胶光纤的制备仍然受限模板法,需在毛细管中进行凝胶的聚合,并经过脱模、涂层等后处理过程,其制备复杂耗时,长度有限,难以满足今后的实用化及产业化发展,并且水凝胶的三维交联网络结构限制了其成纤性,难以实现纤维的连续化、可控构筑。因此急需一种简便、高效的连续化制备方法。本项目研究目的是解决智能水凝胶光纤的连续化构筑难题,并探索其在生物体中对光信号及能量的传输性及其在生物医疗领域的应用。

D09-P04

竹纤维织物耐久阻燃研究

张耀文

四川大学

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

纤维素是世界上含量最丰富的有机聚合物,纤维素材料具有生物可再生性、生物降解性、力学性能好、储存量大等优点,在日常生活中得到广泛应用。在竹子中,纤维素含量超过26%,且竹子生长迅速,目前竹纤维材料已经广泛应用于室内装饰、家具等领域。然而,较低的极限氧指数(LOI \approx 20.0%)限制了其更广泛的应用。为了解决竹纤维易燃性,我们合成了一种新型高效的磷-氮协效阻燃剂,通过共价键将其接枝在竹纤维上,从而制备出阻燃竹纤维织物。采用垂直燃烧、极限氧指数、锥形量热测试对改性竹纤维织物进行测试。结果表明,纯竹纤维织物在点燃后迅速燃烧、几乎无残留;改性后的样品在点燃后快速自熄,炭长小于5厘米,其LOI值也提升至50.2%,且在水洗后依旧保持在44.5%(B-0级)。在锥形量热测试中,峰值放热率(PHRR)和总热释放率(THR)分别下降了95.0%和68.3%,表明了该阻燃剂在竹纤维织物中具有广阔的应用前景。本项目得到NASF基金(U183010085)资助。

D09-P05

基于层状聚苯胺的喷墨打印柔性电致变色器件

黄翔宇、范苏娜、张耀鹏*

东华大学

摘要内容:

电致变色材料在外加电场作用下能够可逆地改变光学状态,在智能窗、彩色显示等领域的重要性日益凸显。喷墨打印是一种适用于大规模印刷的成型技术,可实现电致变色材料的图案化,但墨水配方复杂、针头易堵塞、打印材料性能不佳等问题仍有待解决。本工作以高度规整的层状非晶导电聚苯

胺为基础材料,调控墨水配方,使其稳定分散,并通过喷墨打印技术制备图案化的柔性电致变色器件。研究表明,以适当的助剂(pH $<$ 3)协助分散,可获得稳定分散与储存的墨水,其流变性能优异,可形成稳定喷射的墨滴,喷墨打印图案无明显咖啡渍效应;所得电致变色器件具有良好的光学对比度(67%, 720 nm)、快速响应(着色1.2 s、褪色3.8 s,切换电压1.5/-1.5V)和高着色效率(177.9 cm² C⁻¹),且具有良好的柔性,经多次弯折后仍保持97%的光学对比度。该聚苯胺喷墨打印墨水及其柔性器件在光电材料领域具有较大的应用潜力。

D09-P06

小尺寸氧化亚铜纳米杂化材料制备及其抗菌应用

王雅萍

东华大学

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

在HNTs表面原位还原小尺寸(约4nm)Cu₂O,合成了氧化亚铜-埃洛石纳米管纳米复合材料(Cu₂O@HNTs)。结果表明,Cu₂O@HNTs具有良好的广谱抗菌活性,这种优越的抑菌效果得益于HNTs和Cu₂O的协同作用,从而使氧化亚铜更好的分散。我们还发现Cu₂O@HNTs具有高效的灭活能力,Cu₂O对大肠杆菌的灭活率在2min内达到94.5%,在10min内达到完全灭活,这是由于HNTs既是纳米粒子的载体,也是一种穿透细菌细胞外膜的“纳米飞镖”,对细菌起到物理抗菌作用,所以HNTs的物理破坏和Cu₂O的化学抑菌特性的协同作用起到抑菌效果。最后,考虑到Cu₂O@HNTs具有较弱的细胞毒性、可逆性较高的抗菌活性和失活效率,我们探索了其在抗菌PET纤维中的应用,证明其是很有前途的抗菌纤维候选材料。

D09-P07

氧化亚铜/聚乙二醇/埃洛石纳米管复合材料合成、抗菌及热调控功能研究

翟冕、周家良、相恒学、朱美芳*

东华大学

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

纳米Cu₂O因其优异的抗菌性能,良好的环境友好性,以及相对低廉的制备成本成为当下抗菌材料的研究热点。本文通过化学沉积的方式,制备了Cu₂O@HNTs复合材料,其纳米管状结构具有良好的分散性和抗菌性,而且其独特的管状结构使其热能储存的重要材料,基于这样的特性,本文将Cu₂O@HNTs作为无机基底材料封装了聚乙二醇(PEG)。通过抗菌测试,最小抑菌浓度(MIC)结果显示,在PEG/Cu₂O@HNTs纳米管中极低的Cu₂O负载可实现优异的抗菌性能。样品的热性能和热稳定性通过差示扫描量热仪和热重法进行测试,被测样品表现出了固-液相变到固-固相变的转变,不仅具有较高的热焓值和耐热温度,而且在50次模拟热循环处理,仍能显示优越的相变稳定性。并且Cu₂O纳米粒子的引入提高了复合材料的导热系数,与PEG协同更好实现了相变功能。因此,本研究工作中的复合材料在抗菌、储能多功能纤维制品上有着极好的应用和发展前景。

D09-P08

面向神经突触仿生的低功耗丝素蛋白生物忆阻器的研究

张艺、范苏娜、张耀鹏*

东华大学

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

忆阻器是一种基于“记忆”外加电压或电流历史而动态改变其内部电阻状态的器件，因其在逻辑运算、非易失性记忆和神经突触模拟等方面的潜在应用而受到广泛关注。本文基于丝素蛋白材料，通过银离子掺杂和乙醇后处理相结合的方法调控丝素蛋白的凝聚态结构，构筑了具有仿生神经突触功能的低功耗丝素蛋白-金属离子复合生物忆阻器。研究表明，银离子掺杂和乙醇后处理可有效促进丝素蛋白微晶的生成，进而可诱导载流子沿相对固定的短路径传输，从而有效降低忆阻器的开关电压（0.7 V）、功耗（0.7 μ W），同时提高器件的稳定性与耐久性。通过调控丝素蛋白功能层的结构及组分，可进一步调节器件的忆阻性能。该丝素蛋白基复合忆阻器的忆阻机理符合空间电荷限制传导（SCLC）机制。更重要的是，该丝素蛋白基忆阻器具有仿神经突触的非线性传输特性，可为仿生构建神经网络提供物质基础及理论依据，有望应用于生物电子领域。

D09-P09

丝素蛋白纤维及功能化材料的设计与构筑

陈杰

东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

随着环境污染、资源枯竭和医疗健康问题的加剧，研发同时满足特定使用性能、安全性及可再生性的新型材料成为当前的发展趋势。而丝素蛋白材料正是以天然蚕丝为基本原材料，经一定的加工和功能化而形成的具有特殊结构、独特性能和广泛应用的生物质材料。近年来在生物医药、生物电子、智能传感等领域展现出巨大的应用潜力。本文从丝素蛋白纤维的仿生制备及力学增强、生物支架材料的构筑及功能化、智能电子材料的设计及构筑、丝素蛋白功能基元的原位设计及功能材料构筑 4 个方面阐述了丝素蛋白纤维及功能化材料的研究进展。进一步指出实现丝素蛋白材料的规模化应用仍面临的挑战：丝素蛋白结构和性能的精确调控；丝素蛋白微观结构的精细表征及相关机理研究；丝素蛋白基功能材料的功能性及稳定性提升。同时对丝素蛋白功能材料的未来发展进行了展望，以期对功能化、智能化丝素蛋白材料的设计提供指导和借鉴。

D09-P10

用于温度管理和动态显示织物的热致变色蚕丝纤维

王洋

上海科技大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

与聚合物合成纤维相比，天然动物丝纤维具有优异的力学性能以及良好的光泽、透气性和透湿性。然而，蚕丝纤维连续功能化生产中仍然有很多问题亟需解决。为此，本研究开发了一种低成本、有效且可扩展的策略，通过将纱线纺纱技术和浸涂技术相结合，建立理论模型并优化相关生产参数，实现表面涂层均匀性的提升，最终获得高性能热致变色蚕丝纤维（TCSs）的连续生产（>10 km）。此外，利用溶剂对蚕丝表面进行可控部分溶解，增强热致变色涂料与蚕丝纤维的界面结合作用，并保持了丝纤维的多层级结构和优异的力学性能（强度达 443.1 MPa、韧性达 56.0 MJ/m³）。因此，利用 TCSs 优异的可编织性能，以及快速且可编程的热致变色响应（1s 内），我们展示了 TCS 织物在温度管理和动态显示织物中的应用，确定了其在智能织物、可穿戴设备、柔性显示器和人机交互界面等领域具有广阔的应用前景。

D09-P11

多孔三氮唑类聚离子液体用于电子废水中金的回收

李星浩，张卫懿，廖耀祖

东华大学 材料科学与工程学院

最终交流类型：墙报

摘要内容：

电子工业的迅速发展产生了大量的电子废物，但电子废物中含有大量的有价值金属。其中所含有的金被广泛应用于催化、珠宝、电子器件等领域^[1,2]。目前主要采用湿法工艺将电子废物中有价金属转移到溶液当中，形成电子废水。然后将吸附剂投入到电子废水当中，以选择性地吸收目标金属离子。但是现有的大部分吸附剂对金的选择性吸附差、吸附量低，且较低稳定性也不利于金的有效回收^[3]。三氮唑类聚离子液体由于其特殊的结构，其所包含的卡宾位点与某些贵金属有着很强的相互作用，可以对金属起到很好的稳定作用^[4]。

基于此，我们选择了具有特定“阳离子-亚甲基-乙腈”序列的三氮唑聚离子液体，通过氨交联得到一种具有较高比表面积的多孔材料。该吸附剂对金离子具有很好的选择吸附性，其最大吸附量可达 2.395g/g，吸附效率几乎不受溶液 PH 的影响，且吸附后解析效率可达 90%以上。此吸附剂吸附效率高且可回收利用，与其他新兴材料相比具有明显的优势。

D09-P12

仿生界面设计增韧碳纳米管纤维

董少君¹、任婧¹、李宾^{2,3,1}、凌盛杰*¹

1. 上海科技大学

2. 中国科学院上海应用物理研究所

3. 中国科学院上海高等研究院

最终交流类型：墙报

摘要内容：

制备出兼具优异机械强度、韧性和导电性的碳纳米管纤维仍然是一项具有挑战性的任务。受生物结构材料纳米界面设计的启发，我们开发了一种利用导电离子丝素蛋白来调节碳纳米管与管之间界面的方法，提高碳纳米管纤维的韧性和耐损伤性能。所制备的碳纳米管-丝素蛋白复合纤维的机械性能得到显著改善，从而实现了强度和韧性的最佳组合。碳纳米管-丝素蛋白复合纤维的强度可达 209 MPa，大约是原始碳纳米管纤维的两倍，其断裂伸长率可增加到 14%，大约是原始碳纳米管纤维的三倍。此外，时间分辨 X 射线小角散射实验结果表明，添加丝素蛋白之后，在拉伸断裂过程中由于碳纳米管的滑动和剪切受到限制，碳纳米管-丝素蛋白复合纤维表现出显著的耐损伤性能。同时由于丝素蛋白具有较高的电导率，碳纳米管-丝素蛋白复合纤维的电导率得到保持，为 $4.4 \times 10^4 \text{ S m}^{-1}$ ，与相同尺寸的原始碳纳米管纤维相当。此外，碳纳米管-丝素蛋白复合纤维的电阻表现出对拉伸应力的线性响应，这表明碳纳米管-丝素蛋白复合纤维可代替常规的应变传感器，直接用于应力传感器中。出色的机械性能和高导电性展示了碳纳米管-丝素蛋白复合纤维在柔性和可穿戴设备（如可穿戴传感器，智能纺织品，人造肌肉和人机界面）领域的广泛应用前景。

D09-P13

自粘附、不规则表面自适应的丝素蛋白/石墨烯纳米纤维离子皮肤

张月华、董少君、任婧、曹雷涛、凌盛杰*

上海科技大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

纳米纤维人造皮肤具有良好的透气性和舒适性，在柔性可穿

戴电子产品中具有广阔的应用前景。然而，常用的静电纺丝制备纳米纤维的方法对含盐离子溶液的纺丝能力较差；此外，纤维膜附着在不规则物体上时往往缺乏自粘和自适应性能，这大大阻碍了其实际应用。本研究通过使用高效率的气流辅助的静电纺丝技术成功制备了自粘可收缩的丝素蛋白/石墨烯纳米离子皮肤。气流辅助电纺丝技术可以有效克服纺丝射流的不稳定性，其纺丝速率至少可达 5 mL h^{-1} 。所制备的纳米纤维离子皮肤具有良好的拉伸性能，其具有自粘附性和自适应性，可通过自收缩适应贴敷于不规则表面。此外，由于丝素蛋白纳米纤维骨架中石墨烯薄片分散良好，所获得的纳米纤维离子皮肤的导电性表现出湿度稳定性，这表明其作为高可拉伸应变传感器具有良好的应用潜力。在此基础上，本研究还建立了一个压阻模型并成功预测传感器对应力的响应。本研究提出的设计和制造理念对高产量离子纳米纤维的发展和自适应人工皮肤的设计具有一定的启发作用

D09-P14

NiO/CoO/NiCo/C Hollow Nanocages for non-enzyme glucose detection

汪李超*、俞昊、侯成义

东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

Herein, we report a novel strategy for the preparation of nanocomposites containing mixed metal/metal oxide/carbon (NiO/CoO/NiCo/C) using a derivative (NiO-NiCo₂O₄) generated from bimetallic Ni-Co PBA as a precursor template with a hydrothermally generated organic carbon source by calcination-reduction treatment. And further as a bifunctional electrocatalyst for glucose oxidation in alkaline solution, where the unique structure provides a large accessible surface area, while the uniformly distributed CoO, NiO, NiCo, and C effectively catalyze and facilitate the glucose reaction, with a wide linear concentration range of $0.1 \mu\text{M} - 600 \mu\text{M}$, sensitivity of $340.4 \mu\text{A mM}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ and limit of detection of $0.03 \mu\text{M}$. While good selectivity, excellent reproducibility, and long-term stability for the analytes.

D09-P15

用于柔性传感器的超拉伸、自粘附、透明离子导电有机凝胶

孙川越¹、侯成义¹、张辉¹、李耀刚²、张青红*²、王宏志¹

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

2. 教育部先进眼镜制造技术工程研究中心，东华大学，上海，201620

最终交流类型：墙报

摘要内容：

导电水凝胶是一种理想的生物集成软材料，在柔性传感器中显示出巨大的潜力。然而，开发具有优异的环境稳定性和机械性能的导电凝胶传感器仍是巨大的挑战。在本研究中，我们通过单宁酸、聚丙烯酰胺和聚乙烯醇之间构建的多个交联键，合成了一种具有优异的环境稳定性和紫外线阻隔性能的透明、自粘附、导电有机凝胶。乙烯基杂化二氧化硅纳米粒子的添加可以促进聚合物网络的动态交联，并赋予有机凝胶优异的机械性能 ($> 1800\%$, 320 kPa) 同时，包含水和乙二醇的二元溶剂系统使有机凝胶能够适应不同的应用环境 ($-40^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C}$)。值得注意的是，通过掺入单宁酸，有机凝胶显示出持久且可重复的附着力 (80 kPa)，以及良好的紫外线阻隔性 ($> 90\%$)。此外，这些具有高应变敏感性的导电有机凝胶被用作应变传感器，以监视和区分在不同温度下的大动作（软机器人动作）和微妙的人体动作（微笑和心电图

信号）。因此，这种导电有机凝胶在医疗保健监测和智能可穿戴软电子设备中具有巨大潜力。

D09-P16

同时实现空气和水中隔热的仿北极熊毛超疏水织物

邵子钰、王玉洁、柏浩*

浙江大学化学工程与生物工程学院

最终交流类型：墙报

摘要内容：

尽管海水等水下环境中的温度通常不会像陆地环境一样达到零下几十度的极低温度，但水下环境中由于对流传热所导致的热量损失远远大于空气流动所导致对流传热损失，因此对于水下管道、建筑以及潜水人员的隔热保温十分重要。作为在寒冷环境中生存的两栖哺乳动物，北极熊具有特殊的毛发，使其能够在寒冷的空气及水环境中生存，本研究模仿北极熊独特的中空多孔的毛发微结构以及疏水的毛发表面，通过冷冻纺丝结合表面疏水处理的方法，发展了一种超疏水多孔织物。在空气中时，这种织物取向多孔的结构可以使其实现良好的保温效果，当进入水中时，粗糙的超疏水织物表面可以在水下良好的捕获空气，隔绝织物与水之间的直接传热，大大减少在水中的热量损失，从而同时实现水中和空气中的良好保温。本研究探索了织物表面接触角，编织成织物的纤维粗细对其水下隔热的影响，并考察了这一织物在不同PH，水温度以及静水压下的保温性能的变化。

D09-P17

水基铜镓锌氧化物薄膜晶体管的预热刷涂制备

张晨鸿¹、陈彦平¹、侯成义¹、王刚¹、张青红²、李耀刚*²、王宏志¹

1. 纤维材料改性国家重点实验室，材料科学与工程学院，东华大学

2. 先进玻璃制造技术教育部工程研究中心，东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

金属氧化物晶体管薄膜由于高稳定性、高载流子迁移率、高透明性等特点受到了广泛的关注。然而金属氧化物薄膜较高的热处理温度 ($> 500^\circ\text{C}$) 阻碍了其进一步的实际应用。申请人开发了一种高效工艺简便的水溶液热辅助刷涂成膜法，可用于制备铜镓锌氧化物薄膜晶体管的有源层。对成膜过程的多种表征研究发现热辅助和刷涂工艺的协同作用可加速前驱溶剂的蒸发并降低制备薄膜的表面粗糙度，从而改善薄膜的电学性能。利用热辅助刷涂工艺制备的薄膜器件，在 300°C 下进行 5 分钟和 10 分钟的短时退火后的迁移率分别可达到 1.58 和 $2.10 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ ，开关比达到了 3×10^5 。该工艺能有效提升短时退火器件的电学性能并降低制备成本。另外该刷涂工艺可用于连续化薄膜制备，提高薄膜制备效率。

D09-P18

具有湿热稳定性和舒适性的摩擦/铁电协同电子织物材料

杨伟峰、龚维、侯成义*、苏云、郭隐彝、张伟、李耀刚、张青红、王宏志

东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

开发具有优良穿戴性能的织物基电子产品是人们对可穿戴技术的迫切需求。尽管最新的可穿戴器件在织物电子领域表现出独特的优势，但仍然无法在单个织物器件上同时达到出色的电学性能和穿戴舒适性，难以真正实现“能源衣”的目标。在这里，我们报告了一种具有湿热稳定性和舒适性的全纤维摩擦/铁电协同电子织物材料。基于铁电聚合物纳米纤维的

摩擦/铁电协同效应，电子织物在低频运动下的最大峰值功率密度达到 5.2 W m^{-2} ，在透气性摩擦发电织物中，是目前报道最高纪录的 7 倍。此外，亲疏水梯度的多级纳米纤维网络实现了电子纺织品吸湿排汗的功能，这有助于改善其热湿舒适性。这种全纤维电子纺织品能适应多种复杂的工作环境，是“能源衣”的思想原型。

D09-P19

具有高灵敏度和宽响应范围的 MXene/棉织物基压力传感器的制备及性能研究

郑燕君、刘虎*、刘春太

郑州大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

近年来，柔性可穿戴压力传感器在人体健康监测、电子皮肤、人工智能等领域受到广泛关注。然而，采用简便的方法制备同时兼具优异压力传感性能和穿戴舒适性的压力传感器一直是研究者关注的问题。本工作选择无纺棉织物 (Cotton fabric) 作为柔性基底材料，二维 MXene 分散液作为导电材料，采用简单的浸涂法制备 MXene 修饰的导电棉织物 (MXene/cotton fabric, MCF)，并将其与聚二甲基硅氧烷薄膜和叉指电极层组装成具有“三明治”结构的 MCF 基压力传感器。棉织物表面具有丰富的羟基基团，同时 MXene 表面也富含官能团，这有助于 MXene 纳米片在相互缠结的棉纤维上粘附以构筑有效的导电网络结构。利用棉织物良好的柔性和三维多孔结构，以及 MCF 基压力传感器特殊的“三明治”结构，该传感器展示出高的灵敏度 (在 $0-1.30 \text{ kPa}$ 范围内灵敏度为 5.30 kPa^{-1})、宽的传感响应范围 ($0-160 \text{ kPa}$)、快的响应/回复时间 ($50 \text{ ms}/20 \text{ ms}$)、优异的稳定性和耐久性。该传感器可以用于监测和区分不同的人体健康信息，包括手指运动、早期帕金森静态震颤和腕部脉搏等；同时，该 MCF 基压力传感器组装的电子皮肤可以识别不同的触觉信号，展示出其在下一代可穿戴电子中的应用潜能。

D09-P20

基于气纺丝的陶瓷颗粒组装超轻绝热陶瓷纳米纤维隔热海绵

张晗^{1,2}、贾璐娜^{1,2}、刘奕博^{1,2}、于璐²、李盼^{1,2}、李勃*^{1,2}

1. 清华大学材料学院新型陶瓷与精细工艺国家重点实验室

2. 清华大学深圳国际研究生院

最终交流类型：墙报

摘要内容：

兼具良好弹性的超轻、多孔材料在吸附、隔热、隔音以及负载等领域有着丰富的应用，诸如多孔结构的碳、聚合物和金属海绵已经被广泛研究和报道。但是，高温氧环境下使用的超轻、弹性多孔材料的开发仍然面临着挑战。陶瓷具有良好的高温稳定性和机械性能，可满足高温环境下的使用，但是其脆性及高的强度对制备具有高弹性和多孔结构的陶瓷海绵制造了障碍。在这项研究中，我们报道了一种高效的、适合大规模陶瓷纤维制备的气纺丝技术，以聚丙烯腈 (PAN) 为模板，利用气纺丝技术和烧结工艺将 SiO_2 纳米颗粒组装成具有三维网络结构的超轻、高弹性、高隔热性的纳米纤维海绵。纤维由陶瓷纳米颗粒烧结而成，直径约为 500 nm ，通过自然沉积相互缠绕形成三维海绵结构，其密度低至 5.9 mg/cm^3 。海绵具有良好的柔性，可以在室温和火焰灼烧下进行 180° 的弯折而不断裂。压缩测试表明，海绵在经过 70% 的应变后可以迅速恢复至原状，并且在进行 10 个循环后，70% 应变下的抗压强度仅降低了 20%。隔热性能测试表明，海绵表现出优异的隔热性能，其室温热导率低至 0.038

$\text{W/m} \cdot \text{K}$ 。因此，气纺丝可以用于大规模制备超轻绝热陶瓷纳米纤维海绵，其对于航天设备的减重隔热和电子设备的局部柔性填充热管理具有重要的应用价值。

D09-P21

耐脏污耐摩擦尼龙织物的绿色制备

余明清、吕伟、廖耀祖*

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，上海 201620

最终交流类型：墙报

摘要内容：

尼龙是一类重要的纺织用高分子纤维材料，其优点是耐用、耐磨、透气性强，但是由于酰胺键强极性的特点，存在吸湿性强、尺寸稳定性差、不耐脏污等缺点。赋予尼龙抗湿性、拒水拒油、耐脏污和易清洗等特征有望极大地提升其应用潜力。目前，市场上通常采用 C8 类含氟拒水拒油剂对尼龙织物进行后整理，一定程度提高了其抗湿性和耐污性，但这些整理剂价格昂贵且具有一定的生物毒性，极难降解。

本研究工作提出选择绿色经济的 C6 类含氟硅烷以及灵活的原位生长法修饰尼龙织物，以期解决上述问题。实验结果表明，通过我们的方法改性后，尼龙织物具有良好的拒液性，水滴接触角为 $\sim 160^\circ$ ，十二烷接触角为 $\sim 120^\circ$ 。通过 50 次标准洗涤和 30000 次机械磨损，改性尼龙仍然能维持原始疏水疏油特性。即使化学损坏之后，还可以通过短时间的热处理来恢复其超强的拒液性。当被生活中常见的污渍沾染时，无需使用任何清洁剂和化学试剂，即可轻松擦净织物。这种简便高效的处理方法具有一定的普适性，有望扩展到其他高分子织物的耐脏污表面处理，对指导自清洁功能织物的研制具有重要的科学价值。

D09-P22

二维 MXene 复合膜的构筑及其性能调控

神领弟*、张雨婷

江苏师范大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

MXene 是一类新型的过渡金属碳/氮化物二维层状材料，具有特殊的微观结构和优异的理化性质，作为高性能膜分离材料在废水处理领域展现出良好的应用前景。然而 MXene 膜在实际水处理过程中存在易发生溶胀和膜结构不稳定等问题，这主要是由于其纳米片层之间的较弱分子间作用力。为解决这些问题，本文采用柔性聚电解质改性 MXene 纳米片层，聚合物在连接纳米片层的同时调节其片层间距。具体是以聚氧化乙烯 (PEI) 改性 MXene 为功能层，以聚丙烯腈 (PAN) 静电纺丝纳米纤维为基膜，通过抽滤方式制备 PEI 改性 MXene/PAN 纳米纤维基复合滤膜。研究表明，PEI 分子可将 MXene 纳米片的片层间距控制在 14.24 \AA 左右，亲水性也得到了很大的改善，接触角从 71.5° 降到 54.5° 。制备的复合滤膜表现出对印染废水优异的分选性能，在 0.2 MPa 下，对直接红染料的截留率为 99%，通量高达 $381.85 \text{ L m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ 。

D09-P23

气纺堇青石陶瓷微纳米纤维及性能研究

贾璐娜^{1,2}、张晗^{1,2}、刘奕博^{1,2}、李勃*^{1,2}

1. 清华大学材料学院新型陶瓷与精细工艺国家重点实验室

2. 清华大学深圳国际研究生院

最终交流类型：墙报

摘要内容：

堇青石陶瓷热膨胀系数低,具有良好的抗热震性和化学稳定性,被广泛应用于保温隔热、高温烟气过滤和催化剂载体等领域。然而,陶瓷材料固有的脆性和强度使其加工变的困难,限制了其在实际工程中的应用。本研究以乙酸镁($C_4H_8MgO_4$)、九水合硝酸铝($Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$)、正硅酸乙酯($C_4H_{10}O_2Si$)为原料,聚乙烯醇缩丁醛(PVB)为助纺剂,利用气纺丝方法成功制备出一种柔性、轻质的堇青石陶瓷纤维,同时兼具良好的柔性和弹性。通过控制前驱体溶液的成分,实现了纤维直径在 $500\text{ nm}^2 \sim \mu\text{m}$ 范围内的调控。采取不同的收集方式可以将堇青石组装成纤维棉或纤维膜等形态,以满足不同场景的应用。获得的堇青石纤维膜在室温和火焰灼烧下依然可以保持良好的柔性,而纤维海绵具有良好的回弹性、超低的密度和超高的孔隙率。堇青石纤维表现出与块体陶瓷一样的良好抗热震性,可以承受温度的急剧变化而不发生碎裂。同时,气纺丝的制备方法可以实现堇青石纤维的大规模生产和原位沉积,以满足其在高温烟气过滤和催化载体等领域的工业化应用。

D09-P24

有机无机杂化 $m\text{-Cu}_2\text{O}$ 的构筑及高效抗菌 PA_6/Cu_2O 纤维的制备

沈静、胡余宗、纪晓寰、孙宾*

东华大学

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

抗菌纤维能够抑制微生物引发的疾病或交叉感染,在伤口敷料、手术服和手术缝合线等领域中有巨大的应用需求,并且在日常生活中发挥重要作用。 Cu_2O 因具有稳定、长效和广谱抗菌效果,而成为抗菌领域的研究重点。工业上通常选用熔融共混法制备抗菌 PA_6 纤维,但涉及高温高压,易造成 Cu_2O 团聚、抗菌功能表达受限和稳定性差等问题。基于此,我们利用超支化聚合物作为有机配体,原位化学还原制备出微纳结构的有机无机杂化 $m\text{-Cu}_2O$ 抗菌剂,超支化聚合物丰富的极性基团降低了纳米粒子的团聚同时提高了 Cu_2O 的热稳定性,内部空腔有效辅助构筑了微纳结构,杂化型 $m\text{-Cu}_2O$ 对常见细菌、真菌以及超级细菌具出显著的抗菌效果,远优于市售微米级 Cu_2O 。此外,通过熔融纺丝法制备出 PA_6/Cu_2O 抗菌纤维, $m\text{-Cu}_2O$ 在纤维中分散均匀且未影响纤维的热稳定性,抗菌纤维对金黄色葡萄球菌和白色念珠菌的抑菌率达到 99.99%,表现出优异的抗菌性能。这项工作促进了过渡金属氧化物微纳结构形成机理的发展,同时进一步推动了抗菌纤维的研究与实际应用。

D09-P25

熔融复合法构建 MCC 高含量的 PBS/MCC 复合单丝

张阳、张玉梅*

东华大学

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

随着高分子材料产业的快速发展,在给人们带来各种生活便利的同时,废弃高分子材料的“白色污染”问题已成为全世界共同关注的环境问题。为了制备生产过程无污染,完全绿色环保且纤维素含量高的聚丁二酸丁二醇酯/微晶纤维素(PBS/MCC)复合纤维,采用高剪切的熔融捏合方式直接将 PBS 与 MCC 进行共混后挤出成型连续化生产制备得到了 MCC 含量最高为 25wt% 的 PBS/MCC 复合单丝,然后采用热空气拉伸工艺对复合单丝进行了性能增强。本工作选用 FITR 测试表征复合单丝熔融共混过程中 PBS 和 MCC 的相互作用,结果表明 PBS 和 MCC 之间存在强氢键作用;利用 SEM, LSCM 和显

微 CT 研究了 MCC 含量对复合单丝结构和性能的影响,表明 MCC 在 PBS 基质中均匀分散,且当 MCC 含量不低于 15wt% 时,复合单丝在牵伸过程中能产生均匀分布的孔洞结构,孔洞之间能观察到 PBS 的粘结存在,这是影响复合单丝性能的重要因素; WAXD 证明复合单丝的取向度和 PBS 的结晶度随 MCC 含量的增加明显降低, PBS/MCC 复合单丝的各向异性程度逐渐降低;同时, PBS / MCC 复合单丝的屈服强度在 MCC 含量不高于 20wt% 时,不受 MCC 添加量的影响,与纯 PBS 单丝的屈服强度持平,均在 120MPa 左右。

D09-P26

高性能聚苯胺/纤维素纳米纤维气凝胶吸附剂的制备及其性能研究

李加强、吕伟、于俊荣、廖耀祖*

东华大学材料科学与工程学院

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

当下,大量重金属离子,芳香族酚类和纺织染料等有害的有机污染物从工业释放到水生环境中,在世界范围内造成了严重的污染。聚苯胺(PANI)由于其具有合成简单、性质稳定且具有丰富的活性基团和可逆的酸碱掺杂-脱掺杂等特性,常被作为吸附剂用于有机污染物的处理。然而,粉末状吸附剂难分离的特点一定程度上限制了吸附剂的实际工业应用,因此研究制备高性能易分离聚苯胺吸附剂具有重要意义。

本研究采用原位交联和酸诱导原位聚合的两步法策略,可控制备得到由聚苯胺纳米纤维(PANI-NFs)和纤维素纳米纤维(CNFs)超分子自组装的 PANI/CNF 复合纳米纤维气凝胶(PCNFA)吸附剂。研究结果表明制备得到的 PCNFA 具有良好的压缩力学性能,其对重金属离子 $Cr(VI)$ 、阴离子染料 ARG 以及阳离子染料 MB 的最大吸附容量分别达到 298.5、600.7 和 1369.6 mg g^{-1} 。多次再生实验结果表明,PCNFA 对 $Cr(VI)$ 、ARG 和 MB 的吸附能力在十次再生循环后分别保持在 85%、84% 和 70% 以上。因此,结合其 3D 网络结构,出色的吸附性能和绿色可重复使用性,PCNFA 对含有机染料以及重金属离子污染物废水的高效分离吸附处理具有潜在的应用价值。

D09-P27

纳米复合水凝胶改性的玄武岩纤维及其复合材料研究

王坤、高绪瀚、刘贝贝、李欢军*

北京理工大学

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

玄武岩纤维因绿色环保,具有优异的力学性能、热稳定性、化学稳定性以及抗腐蚀性,逐渐成为高性能纤维领域的研究热点。发展新型的高性能玄武岩纤维专用浸润剂是实现其在各种复合材料中实际应用的关键^[1-2]。本文在前期氢氧化铝纳米粒子交联的高强度水凝胶研究的基础上^[3],发展了一种新型的单宁酸-三价铁离子络合物作为动态氧化还原催化剂,实现了纳米复合水凝胶的快速聚合制备,预聚液胶化时间小于 10s。基于这种水凝胶快速聚合的特点,我们成功实现了水凝胶在玄武岩纤维表面的原位聚合包覆改性,水凝胶中的氢氧化铝纳米粒子可与玄武岩纤维表面的羟基基团强力结合,而水凝胶中的有机组分聚丙烯酸和聚丙烯酰胺与各种树脂基体有较好的相容性。研究结果表明,水凝胶改性后的玄武岩纤维与水性聚氨酯复合后,得到的复合材料具有明显改善的力学性能。这表明纳米复合水凝胶可作为一种高效的玄武岩纤维浸润剂,为开发高性能玄武岩纤维浸润剂提供了新的思路。

D09-P28

不同钠硅比高硅氧玻璃纤维前驱体的制备及其老化性能研究

张帅明^{1,2,3}、汪庆卫*^{1,2,3}

1. 东华大学纤维材料改性国家重点实验室
2. 先进玻璃制造技术教育部工程研究中心
3. 中国轻工业特种玻璃及搪瓷重点实验室

最终交流类型：墙报

摘要内容：

通过高温黏度仪，对三种不同钠硅比的硅酸盐玻璃的高温黏度进行了分析，结合成纤过程的实际拉丝温度，确定了不同钠硅比玻璃的成纤温度区间。此外，通过扫描电镜、EDS 等分析手段，研究了不同 Al_2O_3 含量纤维的耐湿热老化性能，并对其机理进行了探讨，结果显示： SiO_2-Na_2O 二元系玻璃成纤的黏度在 $10^{1.5}-10^2 Pa \cdot s$ 之间， $SiO_2:Na_2O$ 质量比为 80:20 的 SiO_2-Na_2O 二元系玻璃的成纤温度在 1200-1320℃ 之间。 SiO_2-Na_2O 二元系玻璃纤维在湿热环境中的稳定性较差，纤维内部的 Na^+ 会析出到纤维的表面，在纤维表面形成一层碱性的 Na_2CO_3 ，侵蚀玻璃网络体结构，使得纤维的力学性能快速降低，但可以通过提高 Al_2O_3 的含量有效的提高纤维的耐湿热老化性能。

D09-P29

导电高分子基纤维状弹性水凝胶的制备及其应用研究

刘贺、吕伟、孙宾、廖耀祖*

东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

近年来，随着人们对生活品质需求的提高以及科技的发展，柔性可穿戴电子设备的需求量大幅提高。设计和开发高品质柔性材料是柔性可穿戴电子设备发展的关键，受到科研工作者的广泛关注。其中水凝胶作为一种具有良好生物相容性、柔性弹性和刺激响应等优点被认为是一种极具潜力的柔性材料。相比于块状与片状水凝胶来说，纤维状水凝胶兼具水凝胶材料的优点有具有纤维的各向异性、高长径比、各向异性、易于编织等特点。其中，导电高分子基弹性水凝胶纤维同时具有导电高分子的电学性能、高机械性能、容易制备和可加工性等优异性能，又具备水凝胶纤维的生物相容性、透气性、可编织性等优点，在柔性可穿戴领域备受关注。

本文采用模板法以聚苯胺(PANI)作为导电活性材料，聚乙烯醇(PVA)作为水凝胶弹性基体，3-氨基苯硼酸(ABA)作为化学交联剂，通过改变苯胺和 ABA 的含量制备了一系列不同浓度的水凝胶纤维(PPFH)。其中，ABA 提供动态硼酸酯键作为化学交联点将 PANI 分子链与 PVA 连接起来，扫描电子显微测试结果表明 PPFH 水凝胶纤维具有独特的拉花结构，进而使得该纤维材料具有高机械性能(强度为 0.55 MPa，断裂伸长率为 530%)和电学性能。采用离子溅射仪对冻干后的 PPFH 水凝胶纤维进行金的溅射(集流体)后，对其进行电化学测试，结果表明在 0.5 A/g 电流密度下其比电容可高达为 400 F/g。此外，由于其良好的机械性能，PPFH 作为应变传感器时在 0-50% 的拉伸下其 GF 为 2.57，50-100% 时为 4.27。由此可见，PPFH 水凝胶纤维在超级电容器和传感器领域具有潜在的应用前景。

D09-P30

锂电池用复合固态电解质的结构设计性能研究

孙健其¹、时秋伟²、王宏志*¹

1. 东华大学
2. 南京信息工程大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

固态电解质(SSE)由于其合适的离子电导率、优异的电化学稳定性和机械稳定性被认为是匹配锂金属负极、构筑高能量密度电池的有力候选者。但由于固态电解质与电极之间存在着棘手的固-固界面(物理接触、电学稳定)问题，导致所构筑的固态电池体系在容量表达、循环稳定性以及复杂服役环境中的表现并不理想。相较于单纯的无机固态电解质和聚合物电解质体系而言，复合固态电解质在一定程度上兼顾了无机固态电解质优良的电化学稳定性、聚合物电解质的柔性和灵活的加工特性，进而使得电解质的综合性能有了显著的提升。本团队利用静电纺丝技术及合理调控热处理制度参数，制备了具有高长径比的一维石榴石($Li_{0.75}La_{0.25}Zr_{0.75}Nb_{0.25}O_{12}$, LLZN)纳米线，并将其作为填料引入至聚合物/锂盐体系中得到了电化学性能优良的复合固态电解质。在复合固态电解质中，由于界面接触(vs. 锂金属)的主体仍然是聚合物基质，使得固态电解质体相与界面相的电化学性质相差较大，因此导致的界面极化问题会进一步引发锂金属的不均匀沉积和电镀，最终引起锂枝晶过度生长，电池失效。基于上述问题，本团队通过对复合固态电解质进行合理的界面修饰及结构设计，制备了具有双层异质和梯度结构的复合固态电解质。这类电解质在维系原先复合固态电解质良好电化学性能的基础上又较好地解决了相对于锂金属负极的物理接触问题和化学反应不稳定性，实现了界面处的化学-电学双平衡。基于该类电解质所构筑的锂金属电池展现出理想的能量密度以及优异的循环稳定性。得益于聚合物基体的不燃性、阻燃添加剂和热稳定性无机填料的使用，利用该电解质所组装的软包电池展现出极佳的使用安全性和极端环境耐用性。

D09-P31

具有一维到二维过渡结构的碳纳米材料薄膜致动器及其在智能服装上的应用

景暘珉、王宏志*

东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

柔性致动材料在软体机器人和可穿戴设备中扮演着重要的角色。为了满足智能电子和智能织物日益增长的需求，探索一种提升致动材料强度、灵敏度和可控性的途径成为了研究人员的努力方向。为此，我们连续抽滤了碳纳米管和氧化石墨烯悬浮液，制备了一种具有过渡结构的非对称薄膜致动器。由于 π 堆叠作用，碳纳米管会依附在氧化石墨烯纳米片表面，形成类似于纤维增强的过渡结构，不仅改善了碳纳米管层与氧化石墨烯层之间的界面问题，同时也在一定程度上增强了薄膜材料的机械性能。通过改变两种组分抽滤时的体积，可以很轻易地调控致动器的输出力和灵敏度。该薄膜致动器可以被水汽和电热驱动，驱动电压仅需 1~2 伏特，在 0.4 秒达到最大形变响应，输出应力最高可达 15.1 兆帕，是哺乳动物骨骼肌的 40 倍以上，经过 1000 次循环或超过 8 小时的工作后仍能保持良好的稳定性。受折纸技术的启发，通过简单的应力设计处理后可以实现螺旋的变形行为。基于其水汽湿度响应特性，将其与织物复合，开发了一种既可以自发调节又可以人为控制的人体湿热管理织物。

D09-P32

独立双响应 Janus 变色纤维

位艳芳¹、张伟²、侯成义¹、张青红¹、李耀刚¹、王宏志*¹

1. 东华大学
2. 上海肿瘤研究所

最终交流类型：墙报

摘要内容：

户外活动中，皮肤暴露于紫外和红外辐射下会癌变和老化。对紫外和红外辐射强度实时监测可增强个人防护。我们利用微流控纺丝技术成功制备了具有轴向对称性皮芯结构 Janus 变色纤维。芯层两半分别对紫外和红外敏感。用该纤维编织纺织品，其颜色能随光照强度发生显著梯度变化，且可循环工作几百次。我们设计的三线条纹纺织品可缝在衣服上，用作紫外线指数和红外辐射的可穿戴无能耗、实时、可视化监测，增强个人防护。该纤维的成本约为 11.65/500 g。

D09-P33

聚丙烯腈凝固丝测试方法的建立

和淑倩、张玉梅*

东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

以聚丙烯腈 (PAN) 为原料制备碳纤维的工艺路线长、工序繁琐，每一道工序都会对最终碳纤维的结构和性能产生影响，凝固丝的结构性能是影响最终原丝性能的关键之一。然而凝固丝是一种未完全成形状态的丝，一些用于测试成品丝的方法不可直接用于测试凝固丝。为此，以聚丙烯腈凝固丝为研究对象，建立一套适合凝固丝结构性能的检测方法。结果发现，测量凝固丝三组分含量时，利用索氏提取器提取凝固丝中的残留溶剂，用紫外分光光度计测定萃取液的吸光度，结合称重法可以得到凝固丝中的三组分含量；凝固丝表面溶液处理采用擦拭法，不同擦拭次数对溶剂残留率有影响，未擦拭的凝固丝的溶剂残留率具有较大的波动性，擦拭 4 次以上时，溶剂残留率波动性较小；提取时间为 3h 以上时才能将残留溶剂完全提取出来。利用纤维双折射仪来测试凝固丝的取向程度时，需要对凝固丝进行水洗，用不同水温的去离子水水洗对实验结果没有太大的影响。在表征 PAN 凝固丝可拉伸性时，对比凝固丝的 S-S 曲线及其在水浴中的最大拉伸比，利用 S-S 曲线上获得的自然拉伸倍数与模拟水浴中的拉伸倍数有正相关性。凝固丝的可拉伸性，可以理解为在后续拉伸过程既有足够承受拉伸应力的能力、又有一定的拉伸倍数，因此可以用 S-S 曲线上屈服强度、自然拉伸倍数作为凝固丝可拉伸性的衡量指标。

D09-P34

基于动力学模拟的双组分并列复合纤维界面特性及结构控制研究

廖壑*

东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

针对并列复合双组分纤维的界面结合与卷曲结构难以控制的问题，采用有限元法对双聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 复合纤维的纺丝过程进行数值模拟，以扩散系数衡量聚合物间相容性，并提出以组分间法向应力差差异预测纤维卷曲程度。模拟结果表明：相容性聚合物的界面结合良好，其本质是形成了较厚的界面扩散层；扩散系数与流速差的增大都能增强组分间的界面结合；入口流量差与纺丝速度的提升都能增大两组分间的法向应力差差异，使得纤维的卷曲程度进一步提高。

D09-P35

抗菌防霉聚酯工业丝结构与性能的研究

范瑞玲*

东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

由高粘聚酯切片熔融纺丝制得的纤维具有强度高、模量大、伸长小等优点可广泛应用于高压水龙带、工业布、帘子布和其他增强材料等，是许多工业用纺织品的良好材料。然而，由于纤维通常比表面积大，织物具有许多孔隙，易滋生细菌和发霉。在一些工业用材料中，如防护服、帐篷等，抗菌防霉性能会影响材料的使用寿命，此时若材料具有良好的抗菌性则可大大延长服役时间。抗菌改性聚酯的方法众多，考虑到后续纺丝工艺、纤维力学性能以及工业化生产的可能性，本文采取母粒共混的方法进行抗菌改性。为减少改性过程中力学性能的损失，本次研究采用先将防霉抗菌剂分散在聚酯基中制成防霉抗菌母粒，再将固相增粘后的高粘聚酯切片与之共混纺丝。进而达到保证力学性能的同时获得抗菌剂分散良好、性能均一的聚酯纤维。通过一系列性能测试实验证明，所制备的聚酯工业丝抗菌性能稳定，抗菌剂分散均匀，抑菌率可长期维持在 99%，防霉等级为 0 级，并且强度可达 7.6 cN/dtex 以上，断裂伸长率达 $13 \pm 2.0\%$ ，干热收缩率达 $7 \pm 1.5\%$ 。此外，抗菌剂的添加起到异相成核的作用，有利于提高聚酯工业丝的结晶度。

D09-P36

喷头拉伸比变化引起 Lyocell 纤维力学性能变化的多层次结构因素探讨

崔世强、张阳、张玉梅*

东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

为了探讨喷头拉伸比变化引起 Lyocell 纤维力学性能变化的多层次结构因素，本文通过力学性能测试，电镜测试 (SEM)、广角 X 射线散射 (WAXS)、小角 X 射线散射 (SAXS) 以及原纤化测试等对不同牵伸倍率 Lyocell 纤维的力学性能和微观结构进行了研究。综合 Lyocell 纤维力学性能和微观结构随牵伸比的变化规律，纤维的结构性能变化可以分为三个阶段，低牵伸倍率阶段 (1-5 倍)，高牵伸倍率阶段 (6-11 倍) 和过高牵伸倍率阶段 (12-20 倍)；随牵伸比的增大，纤维直径和内部微孔体积分数的减小，以及纤维表观密度的增大贯穿于三个阶段；在低牵伸倍率阶段，纤维的结晶度和取向度不断增加，且结晶度的增加的原因除了是形成更多的晶区之外，还有沿垂直于 (002) 晶面方向晶粒尺寸的增加；在高牵伸倍率阶段，纤维的结晶度和晶区取向度基本不变，此时主要是无定形区取向度的增加，这也是纤维的强度和模量在这两个阶段逐渐增大的原因；过高牵伸倍率阶段，纤维的结晶度和取向度保持不变，而已经高度结晶、取向的微原纤在拉伸作用下会发生滑移，使 Lyocell 纤维的原纤化程度增加，原纤平均长度增大，从而造成纤维模量和屈服强度的下降。

D09-P37

基于静电纺丝的柔性钛酸锶基材料的制备及热电性能研究

赵伟^{1,2}、王连军²、江莞^{2,3}

1. 东华大学

2. 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

3. 东华大学功能材料研究中心

最终交流类型：墙报

摘要内容：

含氧热电材料特别是钛酸锶 (STO)，具有成本低、无毒、高温稳定无需封装的优点。当前对 STO 的研究主要集中在热电材料 ZT 值的优化上，然而脆性问题限制了其在柔性电

子领域的进一步发展。静电纺丝技术能够实现具有大的长径比的纳米纤维的大面积制备，结合溶胶凝胶法，通过调控煅烧工艺，有利于实现陶瓷氧化物的柔性。并且静电纺丝技术制备出的多孔纳米纤维毡，能够有效降低材料的热导，同时低维度纳米化有望提升材料的热电性能。本研究从增大陶瓷纤维长径比和降低纤维缺陷角度出发，利用溶胶凝胶法结合静电纺丝工艺，制备陶瓷纤维前驱体，通过调整煅烧工艺，制备出具有大的长径比和表面缺陷少的掺杂 STO 纤维，有利于大面积柔性陶瓷氧化物的制备。通过掺杂和制造氧空位调控 STO 的载流子浓度，纳米工程化有利于在晶界处进行声子散射，同时纤维间空隙也有利于降低材料热导，测试范围内，电导率从 600 提高到 1600 S/m，最大功率因子达 $19\mu\text{W}/\text{m}^2\text{K}^2$ 。

D09-P38

静电纺丝制备 PEDOT:PSS 基柔性热电复合材料

吴鑫*

东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

本文采用静电纺丝方法制备了柔性、自支撑 PVA/PEDOT:PSS/DMSO 纳米纤维热薄膜，研究了纺丝液中 PVA 含量对该体系可纺性的影响，当 PVA 共混浓度为 5-8wt% 时，静电纺丝稳定，可以得到连续均匀的纳米纤维，随着 PVA 浓度的增加，纳米纤维的平均直径和分别范围会有所增加。同时还研究了退火处理对纳米纤维膜抗溶解性的影响，原始纳米纤维膜抗溶解性差，在水中浸泡后不能完整地维持纤维结构，研究表明，通过退火处理可以有效改善纳米纤维膜的抗溶解性，然而随着退火温度的升高，纳米纤维表面会变得粗糙甚至发生断裂。退火处理可以有效地使 PVA/PEDOT:PSS/DMSO 纳米纤维膜在保持纤维结构不变形的情况下，大幅度增加纳米纤维膜的结晶度，获得良好的抗溶解性，确立了静电纺丝制备 PEDOT:PSS 基纳米纤维膜的最佳条件。在此基础上，通过化学氧化聚合在 5wt% PVA/PEDOT:PSS/DMSO 纳米纤维膜表面包覆、沉积 PEDOT 导电层，探究了不同反应条件对热电纳米纤维膜的性能影响。研究表明，包覆、沉积 PEDOT 层可以有效提高纳米纤维膜的导电性，并赋予纳米纤维一定的热电性能。

D09-P39

卟啉基共轭微孔聚合物海绵及其海水淡化性能研究

石玉、王悦、程中桦、余明清、廖耀祖*

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

最终交流类型：墙报

摘要内容：

利用光热转换机制实现海水淡化是解决全球淡水资源短缺问题的有效途径。具有 π -共轭结构的材料由于其电子激发能降低，吸收波长发生红移，因此具有独特的光热、光电转换功能。我们通过 Buchwald-Hartwig 偶联反应合成了一种基于卟啉/苯胺连接的新型共轭微孔聚合物(PACMPs)，并通过生物有机盐溶液浸涂 PACMPs 制备了高效光热转换性能的聚氨酯海绵(PACSS)。由于 PACMPs 独特的光热效应、高比表面积以及热稳定性，通过优化 PACMPs 的浸涂比例，在标准太阳能照射下，PACSS 具有优越的太阳光热转换效率。在 1 kW m^{-2} 辐照下，PACSS 对海水的蒸发速率可达 $1.31\text{ kg m}^{-2}\text{ h}^{-1}$ ，光热转换效率高达 80.4%，分别是纯聚氨酯海绵的 3 倍和 2.56 倍。此外，PACSS 对海水淡化和染料脱色也有显著的效果，可去除超过 99.9% 的盐分和 99.2% 的染料。PACSS 具有自浮性、易回收和耐用等优越性质，在海水淡化

和污水净化方面具有良好的发展前景和应用价值。

D09-P40

共轭微孔聚合物锚固 Ni 或 Co 单原子用于光催化析氢

杨晨、程中桦、钱成、廖耀祖*

东华大学

最终交流类型：墙报

摘要内容：

氢能被誉为 21 世纪最具发展潜力的清洁能源，光催化分解水析氢是制备氢能的主要路径之一。其中通过简单方法制备单原子光催化剂是实现高效光催化析氢的关键挑战。本文我们通过气体扩散策略使用吡啶基共轭微孔聚合物 (PCMP) 的固有纳米孔锚固镍 (Ni) 或钴 (Co) 原子构建单原子光催化剂。通过电镜和光谱表征，探究了 PCMP 锚固 Ni 或 Co 单原子光催化剂的形貌和结构变化。实验结果表明，Ni 或 Co 以单原子的形式与共轭微孔聚合物中的吡啶氮结合，从而改变 PCMP 电子结构，使金属原子的电荷密度离域以促进质子吸附，降低了光催化水分解能垒。在可见光照射下，PCMP 锚固 Ni 或 Co 单原子光催化剂的光催化析氢性能相较于纯 PCMP 提升超过 200%，最佳的光催化析氢速率为 $1.72\text{ mmol g}^{-1}\text{ h}^{-1}$ ，在 420 nm 处 AQE 为 2.05%，并且长期循环(25 小时)后其析氢速率几乎没有降低，稳定性良好。本文为能源和环境相关应用的单原子光催化剂提供了一种新的制备策略。

D09-P41

用于高硅氧玻璃纤维前驱体的淀粉型浸润剂的制备与性能研究

刘郑威^{1,2,3}、汪庆卫^{*1,2,3}、罗理达^{1,2,3}

1. 东华大学纤维材料改性国家重点实验室

2. 先进玻璃制造技术教育部工程研究中心

3. 中国轻工业特种玻璃及搪瓷重点实验室

最终交流类型：墙报

摘要内容：

玻璃纤维是一种性能优异的无机非金属材料，具有耐高温、强度高、绝缘性好等一系列优点而被广泛应用。浸润剂在玻璃纤维生产中起到了关键作用。与传统的石蜡型浸润剂相比，淀粉型浸润剂由于其原料易得、成本低、环保无毒等特点具有良好的应用前景。本文以直链玉米淀粉作为原料，以 NaOH 溶液作为糊化剂，制备了淀粉型浸润剂，研究了淀粉型浸润剂对高硅氧玻璃纤维前驱体的力学性能的影响以及浸润剂浓度对成膜效果的影响等，并通过 SEM 来表征涂膜表面形貌。结果表明，通过涂覆淀粉型浸润剂可以提高高硅氧玻璃纤维前驱体的力学性能，同时通过调节浸润剂的浓度可以改变浸润剂在玻璃纤维上的成膜效果。

D09-P42

高硼硅玻璃耐海水侵蚀能力及在深海探测中的应用

徐亚楠^{1,2,3}、汪庆卫^{*1,2,3}、罗理达^{1,2,3}

1. 东华大学纤维材料改性国家重点实验室

2. 先进玻璃制造技术教育部工程研究中心

3. 中国轻工业特种玻璃及搪瓷重点实验室

最终交流类型：墙报

摘要内容：

人类早已开始对深海这片神秘领域的探索，然而，目前为止还没有一款适用于承载海底探测仪器的材料。在本次研究中，我们通过失重率、透过率、表面形貌等对比了 GG-17、K9、Borofloat33 三种高硼硅玻璃的耐海水侵蚀的能力，同时通过组分优化使玻璃达到高透紫外性能。在失重率方面 SCHOTT Borofloat33 略优于国产 GG-17，两者都远优于 K9，且随时

间延长失重率增加,失重速率减小。在透过率方面,Borofloat33 虽在长波紫外区以及可见光区都略有下降,但相较于 GG-17 和 K9 表现出优异的光学性能,GG-17 的透光率在紫外区以及可见光区都表现出明显的下降,K9 尤甚。通过光学显微镜和扫描电子显微镜观察玻璃表面侵蚀形貌,发现 K9 侵蚀层更为密实,GG-17 最为稀疏,三种高硼硅玻璃都表现为层层侵蚀,层层剥落的形式。此外,通过在组分中增加碳粉和柠檬酸,并通入还原气氛控制 Fe 的价态来达到深海探测玻璃高透紫外的目的

D09-P43

热处理制度对玄武岩纤维析晶及性能的影响

闫坦^{1,2,3}、罗理达^{2,3,4}、汪庆卫^{*2,3,4}

1. 东华大学材料科学与工程学院
2. 东华大学纤维材料改性国家重点实验室,上海 201620
3. 先进玻璃制造技术教育部工程研究中心,上海 201620
4. 中国轻工业特种玻璃及搪瓷重点实验室,上海 201620

最终交流类型:墙报

摘要内容:

玄武岩纤维是一种以天然玄武岩矿石为原料在 1450°C 熔融后,通过铂铈合金拉丝漏板高速拉制而成的连续纤维。它是一种新型、绿色、环保高性能无机纤维。本文研究了热处理制度对玄武岩连续玄武岩纤维的基本性能(结构和析晶)和应用性能(化学稳定性)的影响。连续玄武岩纤维的析晶受热处理制度影响,对玄武岩纤维进行热处理后,纤维在表面和内部析晶,主要结晶产物为透辉石。由于表面产生了一层透辉石相晶体,纤维的化学稳定性尤其是耐海水性能显著提升。

D09-P44

不同钛含量对仿月岩纤维性能的影响

刘月月、汪庆卫*、罗理达、闫坦、张帅明

东华大学

最终交流类型:墙报

摘要内容:

月球表面存在很多的月海玄武岩,月海玄武岩最突出的特点是钛含量的波动很大,可分为高钛玄武岩,低钛玄武岩和极低钛玄武岩,因此对月海玄武岩表面 Ti 的研究尤其重要。本次实验以山东的灰色火山岩为原料,将其球磨成粉末,在含 1.40% TiO₂ 的基础上,分别外加 0%, 2%, 4%, 6%, 8% 的 TiO₂ 进行模拟月壤。研究了模拟月壤的密度,结构状态、熔体高温粘度、铁还原指数和纤维的拉伸强度。结果表明:随 TiO₂ 含量的增加,仿月岩玻璃的密度增加,抗拉强度增加,粘度和成型温度增加,当外加 8% TiO₂ 的时候,纤维的连续性不好,流量很小。且随着 TiO₂ 含量的增加,铁还原指数有显著变化。

D09-P45

柔性硒化银基热电薄膜制备及其性能研究

刘艳、张可忆、王连军、江莞*

东华大学

最终交流类型:墙报

摘要内容:

当前基于柔性热电材料在可穿戴电子设备的制备在热电材料研究领域越来越受欢迎,而无机热电薄膜在热电性能上具有更大的优势,其 ZT 值较高,但大部分组成元素含量匮乏,像目前商业化的 Bi₂Te₃ 其 ZT 值虽高,但其组成元素 Te 较为稀缺,成本昂贵且毒性较大。低温相的硒化银是一种窄带隙半导体,在 0 K 时,其带隙为 0.07 eV,本身热导率较低。低温相硒化银属于半导体特性,且具有较高的电导率和塞贝

克系数,而逐渐成为无机热电薄膜材料中新的宠。本研究利用喷墨打印制备硒化银热电薄膜,研究了硒化银纳米粉体的合成条件、墨水配制、打印工艺对热电薄膜性能的影响,在此基础上,制备了柔性薄膜热电器件。具体工作如下:采用化学溶液法合成硒化银基纳米粉体,所合成的纳米粉体纯度高、成分可控、且分散性好;通过优化各元素的初始配比和粉体形貌,可制备出具有较高热电性能的硒化银纳米粉体,再将所述纳米粉体与溶剂、分散剂、粘结剂混合均匀,配制稳定的墨水,利用喷墨打印技术将所述墨水打印在柔性基底上,最后对打印后的样品进行热处理,获得柔性热电薄膜,室温下的电导率为 55 S/cm,塞贝克系数为 -87 μV/K。进一步制备了硒化银及其复合热电薄膜,室温下的电导率接近 100 S/cm,塞贝克系数可达 -110 μV/K,使得该材料室温下的功率因子提升了近 3 倍。该喷墨打印工艺简明,成本低廉,适合大规模工业化生产,同时制备得到的薄膜不仅拥有良好的热电性能,而且柔韧性好,可以弯曲,能够应用于可穿戴电子器件领域。

D09-P46

聚酯纤维织物基体电沉积坡莫合金

杨赞杰、卜爱明、张永福、向艳、魏晓霖、马奔、陈为为*、程焕武、王鲁

北京理工大学

最终交流类型:墙报

摘要内容:

电磁干扰(EMI)是电子电器产品经常遇到的问题,被认为是现代航空电子设备性能的主要不良影响之一。屏蔽和减少电磁干扰的巨大需求,促进了一系列屏蔽技术的发展。传统上,单纯使用铜、镍或不锈钢的金属合金是首选。然而,由于其密度较高,比屏蔽效率较低,因此最近的研究重点转移到可以在宽频带上工作的轻质柔性屏蔽材料。

本文中,我们用电镀技术成功地制备了一种 PET 织物为基体的聚酯纤维柔性宽频屏蔽材料。电镀制备的 Ni-Fe 合金镀层能够完整均匀的覆盖基体。其饱和磁矩最大可达 93.16 emu/g。选出了磁导率最高的工艺根据不同工艺制备的样品。磁导率随着镀层 Fe 含量的上升先上升后下降。最高磁导率的镀层相主要为 Ni₃Fe。通过模拟发现 Ni-Fe 合金层在内和 Cu 层在外的屏蔽效能优于这两层翻转。用得到的最优工艺制备了屏蔽织物。其在 10KHz 磁场屏蔽效能可达 28.4 dB,在 100K~10MHz 磁场中屏蔽效能最高可达 80 dB。在 30M~18GHz 电磁场中屏蔽效能均大于 85 dB,最高可达 110 dB。屏蔽织物抗拉伸性能优异,断裂强度可达 2.565 KN。

D09-P47

柔性双硫二氧化硅纳米纤维膜的制备及其油雾过滤性能研究

陈际旺、仲兆祥*、邢卫红

南京工业大学

最终交流类型:墙报

摘要内容:

工业过程中矿物燃料燃烧以及烹饪行业常常伴随着油性气溶胶污染物的释放,对环境和身体健康造成危害。膜过滤是最常见的气体净化手段之一,然而,传统滤膜一般表现为亲油性,易被油性物质渗入,形成污染和阻塞,最终导致其过滤性能降低、寿命缩短。对此,我们制备了一种 1H, 1H, 2H, 2H-全氟癸基三乙氧基硅烷(FAS)改性的柔性双硫二氧化硅(SiO₂)纳米纤维膜,用于空气中油性气溶胶的高效过滤。

本研究通过将正硅酸乙酯(TEOS)在酸性条件下水解形成的溶胶-凝胶进行静电纺丝制备柔性 SiO₂ 纳米纤维膜,再将

SiO₂ 纳米纤维膜浸渍于改性溶液中进行 FAS 接枝, 并探究了改性液浓度、浸渍时长与次数对 SiO₂-FAS 膜双疏性能的影响。实验数据表明, 双疏 SiO₂-FAS 纳米纤维膜水接触角 (WAC) 和油接触角 (OAC) 最高可达 141° 和 135°。改性前后 SiO₂ 纳米纤维膜的形貌、孔径和通气量无明显变化。在 5.33 cm/s 的气速下, 厚度为 60 μm 的 SiO₂-FAS 膜对粒径~0.3 μm 油性气溶胶具有较高的过滤效率 99.10% 和较低的阻力 258 Pa。在连续过滤过程中, 双疏 SiO₂-FAS 纳米纤维膜未发现明显油堵塞孔道现象。研究工作为用于油雾过滤的高效、低阻双疏膜的开发提供了一种可行的新思路。

D09-P48

基于异质网络结构的导电凝胶纤维用于稳定高性能可穿戴应变传感器

陈涛、危培玲*、陈国印、刘红梅、Innocent T.Mugaanire、侯恺、朱美芳
东华大学

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

可穿戴电子产品由于其灵活和便携的特性, 在过去几年中引起了人们的兴趣。其中, 基于水凝胶的应变传感器因为它们表现出了优异的特性, 如拉伸性、皮肤顺应性、离子传递能力和生物相容性等显示出了巨大的优势。然而, 与自然组织相比, 其强度较低, 在水环境中引起的溶胀使得传感性能不稳定, 以及松散的交联网络引起的相对较低的响应率, 仍然给其进一步的应用带来诸多挑战。本文报道了具有异质结构网络的高强度纳米复合水凝胶纤维用于可拉伸、稳定和高性能的可穿戴应变传感器。在该凝胶纤维中, 以黏土/P(MEO2MA-co-OEGMA-co-NIPAM) 纳米复合凝胶纤维基底上构建第二层聚苯胺(PANI) 疏水导电聚合物网络, 获得了具有高导电性(87.99 S m⁻¹) 和良好抗溶胀性的韧性杂化凝胶纤维。此外, 异质结构凝胶纤维之间的多分子相互作用使其具有较高的断裂能(172.43 kJ m⁻²) 和良好的拉伸强度(7.21 MPa)。这种混合凝胶纤维可以通过编织集成到传统织物中, 在多种环境(空气/潮湿条件或水下)中快速、灵敏地监测人体运动和生理信号。这种混合凝胶纤维将为健康监测、创新电子产品和人机交互的可穿戴和可植入传感器的设计和制造创造新的机遇。

D09-P49

以废旧腈纶为原料制备高性能电池负极材料

续安鼎, 张申魁, 夏琪, 吴松平*, 严玉蓉*
华南理工大学

摘要内容:

废弃腈纶的高值化利用是实现材料可持续发展的重要途径。研究以废弃腈纶毛线为原料, 采用静电纺丝技术和掺杂技术制备杂化微纳米纤维, 利用低温碳化工艺制备可用于碱金属电池的负极材料并研究其独特的性能优势。

D09-P50

酰氯化小尺寸石墨烯/芳纶 III 复合纤维的连续化可控制备及其增强机理研究

肖志华, 温焯焯, 罗家俊, 张锦*
北京大学化学与分子工程学院

摘要内容:

芳纶 III 是由芳环和杂环组成的一种改性芳香族聚酰胺对位芳纶, 具有高强度、高模量、轻质、耐腐蚀等物化特性。然而, 芳纶 III 特有的皮芯结构以及较弱的分子链间作用力, 导致分子链之间容易滑移, 从而使得芳纶 III 纤维的实际强度仅为理论值的 1/30。石墨烯一直被认为是理想的聚合物增

强材料, 由于它独特的 sp² 结构, 表现出优异的力学性能。因此, 将少量的酰氯化小尺寸多孔石墨烯作为芳纶 III 的增强体, 采用原位聚合的添加方式, 通过酰氯基团同芳纶 III 分子的-NH₂ 形成化学键, 以达到增强芳纶 III 的分子链间作用力效果; 同时, 小尺寸化石墨烯不仅具有很好的分散性, 而且还能有效地填充纤维内部的缺陷结构, 使其致密化, 从而期望全面提高芳纶 III 纤维的力学性能。鉴于此, 本文将商用氧化石墨烯(GO) 作为原料, 采用空气还原法, 通过调节 GO 在空气中的煅烧时间, 得到具有不同 C/O 比、比表面积和孔体积的多孔石墨烯, 在均质机下进行不同时间高压低温的均质粉碎, 再结合酰氯化改性处理, 得到具有不同尺寸大小的酰氯化多孔石墨烯。最后, 将该石墨烯和芳纶 III 通过原位聚合、湿法纺丝以及热拉伸等处理方法, 实现了高性能石墨烯/芳纶 III 复合纤维的连续可控制备。其中, 当酰氯化小尺寸多孔石墨烯的添加量为 0.075 wt% 时, 复合纤维的力学性能最佳, 其断裂强度为 6.18 Gpa, 弹性模量为 167 Gpa, 断裂伸长率为 4.32%, 相比于芳纶 III 纤维, 分别提升了 23.6%, 26.5% 和 13.7%。此外, 本文还详细地探讨了石墨烯的添加量、尺寸、C/O、比表面积、孔体积等因素对复合纤维的力学性能影响。并利用扫描电镜、透射电镜、示差扫描量热仪、万能拉伸机、二维 XRD 等对石墨烯的尺寸、添加量、官能团以及复合纤维的取向度、结晶度、力学性能等进行多尺度表征与测试, 并阐明了酰氯化多孔石墨烯和芳纶 III 之间的作用机制。

D09-P51

石墨烯对杂环芳纶纤维力学增强效果的尺寸选择性研究

温焯焯, 肖志华, 罗家俊, 张锦*
北京大学 化学与分子工程学院

摘要内容:

杂环芳纶纤维是高分子主链中含有杂环第三单体的对位芳香族聚酰胺纤维, 是一种具有轻质高强、高韧性、抗冲击、阻燃等优异性能的高性能纤维, 可作为特种纤维装备在高性能武器系统的发动机壳体、防弹头盔、航空航天结构材料中。极端条件下的应用需求对杂环芳纶纤维的性能提出了高的要求, 但由于纤维内部存在的结构缺陷以及高分子链间弱的相互作用力, 目前杂环芳纶纤维的力学性能与理论预测水平仍存在巨大差异。石墨烯是一种具有高杨氏模量、强度以及高比表面积的新型碳纳米结构材料, 以其为填充剂可高效调控增强体与复合材料基体间的界面特性, 通过有效的应力传递实现复合材料的力学增强。采用复合增强技术制备石墨烯/杂环芳纶复合纤维, 有望通过石墨烯结构设计, 提高芳纶分子链间的相互作用实现高性能复合纤维的制备。对于具有二维片层结构的石墨烯纳米材料, 其尺寸大小是一重要结构特征。本研究采用多种改性的 Hummers 方法, 以不同尺寸的石墨粉为原料, 制备了具有不同尺寸大小的石墨烯量子点 (~10nm), 氧化石墨烯 (~100nm, ~1μm, ~10μm)。通过液相还原制得还原氧化石墨烯, 在控制石墨烯材料化学结构相近的前提下, 讨论石墨烯尺寸对其在杂环芳纶体系分散性的影响。进一步研究石墨烯尺寸对复合纤维结构(结晶度、取向度等)的影响以及力学性能的增强规律, 从而开发高性能石墨烯/杂环芳纶纤维的制备方法。

D09-P52

石墨烯改性间位芳纶

高振飞¹, 史述宾¹, 杨欣玥¹, 焦琨², 张锦²
1 北京石墨烯研究院, 石墨烯纤维技术研究所
2 北京大学, 化学与分子工程学院

摘要内容:

间位芳纶纤维, 即聚间苯二甲酰间苯二胺纤维(PMIA)纤维,

具有优异的阻燃性、耐高温性、绝缘性和化学稳定性，广泛应用于防火材料、高温防护织物等隔热领域。但由于分子链中酰胺和苯环键之间缺乏共轭作用，且内旋能较低，使得 PMIA 纤维段具有良好的柔韧性和较低的结晶度，限制了其在高强度防护领域的广泛应用。石墨烯作为新型增强材料被广泛应用于聚合物增强领域，通过有效的尺寸调控与界面设计，可将其有效分散在聚合物纤维基体中进行增强与功能改性。本文中，我们利用微波化学气相沉积制备的石墨烯具有尺寸小（100~500 nm）、结晶度高、无杂质等特点，通过物理共混将其与间位芳纶纤维复合，可使得 1 wt% 石墨烯添加量下的 PMIA 复合纤维的强度增加 58%，断裂伸长率增加 91%。表征结果显示石墨烯在聚合物基体中具有良好的分散性，未发现明显的团聚现象。此外，微波石墨烯的添加还可以有效减少 PMIA 纤维的孔隙率，使得纤维原纤结构更紧密。WAXD 等测试结果也表明石墨烯的加入有效地促进了 PMIA 聚合物链的微观排列和取向度，提升了复合纤维结构完整性。

D09-P53

基于原位聚合工艺的高性能氨基化石墨烯/杂环芳纶复合纤维的制备与研究

周航, 张锦*

北京大学, 化学与分子工程学院

摘要内容:

杂环芳纶，作为典型的高性能有机纤维，其高模量、高强度的特性决定了杂环芳纶在军事和航空航天领域有着重要的作用。本文研究了一种通过原位聚合方式制备氨基化石墨烯/杂环芳纶复合纤维的工艺与性能。通过对苯二胺对氧化石墨烯进行氨基化改性，可以在氧化石墨烯上引入氨基，制备的氨基化石墨烯在有机溶剂 DMAc 中能够形成稳定分散液。配置的氨基化石墨烯分散液可参与杂环芳纶的聚合。此过程中，氨基化石墨烯通过原位聚合的方式与杂环芳纶复合，在石墨烯与杂环芳纶分子链间形成共价键。制备的聚合液可通过传统的湿法纺丝工艺获得氨基化石墨烯/杂环芳纶复合纤维。这种基于原位聚合的氨基化石墨烯/杂环芳纶复合纤维的制备工艺可避免石墨烯在芳纶中的团聚，并且不会引入杂质。通过红外光谱表征可观察到石墨烯与杂环芳纶分子链间形成了共价键，扫描电镜表明制备的复合纤维结构致密，表面光滑平整。氨基化石墨烯/杂环芳纶复合纤维的结晶度较纯芳纶有小幅提升。使用氨基含量为 3.2% 的氨基化石墨烯进行复合时，复合纤维的拉伸强度可达到 5.8GPa，杨氏模量可达到 160GPa，较纯杂环芳纶纤维分别提高了 16% 和 23%。

D09-P54

连续定向碳纳米管增强杂环芳纶 III 复合纤维

罗家俊, 张锦*

北京大学 化学与分子工程学院

摘要内容:

碳纳米管由于其优异的机械性能而在复合材料中引起了很多关注。杂环芳纶 III 纤维，即对位杂环芳族聚酰胺纤维，具有优异的综合性能，包括良好的化学稳定性和耐热性，高模量和强度以及低比密度，是航空航天，防弹保护等领域不可替代的关键材料，对国防，军事产业和国民经济发展有重要影响。在这里，我们提出了一种新的碳纳米管增强杂环芳纶 III 复合纤维的模型。结合聚合和纺丝工艺的优化，我们开发了碳纳米管增强杂环芳纶 III 复合纤维的可控制备方法。在杂环芳纶 III 纤维单体的聚合过程中，选择性端口胺基化改性的碳纳米管作为特定单体参与共聚。碳纳米管的端口与杂环芳纶 III 聚合物链通过形成酰胺键来键合。由于

界面诱导结晶效应，碳纳米管增强的杂环芳纶 III 复合纤维具有更高的取向度和结晶度。这些复合纤维不仅更好地发挥碳纳米管在纤维中的取向作用，而且由于较强的界面效应，使应力传递更有效。这些因素的共同作用，使复合纤维的拉伸强度得到提高。与纯芳纶 III 纤维相比，当碳管添加量为 0.5% 时，复合纤维的拉伸强度提高了 15%，达到 6 GPa 以上。通过建立界面结构与复合纤维力学性能之间的结构-性质关系，探讨了碳纳米管从微观到宏观的优异性能转移规律，阐明了碳纳米管增强杂环芳纶 III 复合纤维的强化增韧机理。

D09-P55

碳纳米管纤维的高性能化研究

卢士超¹, 李丽君¹, 塞木强^{*1}, 张锦^{*1,2}

1 北京石墨烯研究院

2 北京大学

摘要内容:

轻质高性能材料是材料发展的永恒追求之一。碳纳米管纤维是由碳纳米管定向组装而成的一维连续纤维材料，有望实现其优异性能从微观到宏观的有效传递，为先进纤维材料的发展提供了方向。碳纳米管纤维具有低密度、高强度、高韧性、高导电导热等特性，但纤维中一般存在较多空隙，且管间作用力弱，影响载荷的有效传递和电子/声子的快速输运，使其力/电/热性能普遍低于其本征性能。本工作在浮动催化化学气相沉积法制备碳纳米管纤维过程中，将纤维与芳纶 III 聚合溶液原位复合，制备碳纳米管/芳纶 III 复合纤维。实验发现，芳纶 III 分子可以有效填充碳纳米管纤维内部空隙，且不影响碳纳米管内部网络的连接和取向。借助两者之间良好的界面相互作用，碳纳米管纤维的力学性能得到有效提升，且其电导率仅稍有降低。氯磺酸被证明是碳纳米管的良好溶剂，用其处理碳纳米管纤维可使其发生明显的体积膨胀，再辅以牵伸过程可以有效提高纤维中碳纳米管的取向，从而提升纤维的性能。在氯磺酸处理碳纳米管纤维的同时，引入微波电弧放电法制备的小尺寸、高品质石墨烯，依靠石墨烯对碳纳米管管间作用力的提高及其致密化作用提升纤维性能。研究发现，碳纳米管/石墨烯复合纤维的力学强度达到 4.28 GPa，相比于碳纳米管纤维提高 42.7%；碳纳米管/石墨烯复合纤维的电导率达到 1.8×10^6 S/m。上述工作为碳纳米管纤维的高性能化提供了切实可行的方案，有助于推动高性能碳纳米管纤维的规模化制备与应用进程。

D09-P56

各向异性石墨烯三维导电网络构筑及其电磁屏蔽环氧树脂复合材料结构与性能

张伊帆、陆承志、骆佳美、薛怿、刘勇、张辉*

东华大学材料科学与工程学院

最终交流类型：墙报

摘要内容:

电磁屏蔽材料已成为减少电磁污染的重要途径，其中碳基复合材料是电磁屏蔽材料研究领域的重要方向。石墨烯因其独特的结构和优异的性能，在电磁屏蔽应用方面有很大潜力。但石墨烯在聚合物基体中存在分散性差及填料含量过高问题。因此构筑石墨烯在聚合物基体中的三维连续传导网络高效形成至关重要。本论文采用还原自组合法制备了石墨烯水凝胶，再经定向冷冻和冷冻干燥制备了具有高度取向网络结构的各向异性石墨烯气凝胶，通过控制冷冻方式调控气凝胶在轴向和径向两个方向上具有不同的微观结构和性能特征，并采用高温热处理修复石墨烯片层缺陷，提高石墨化程度，最终经过真空浸渍的方法构筑环氧树脂/石墨烯复合材料。分析表明：基于高温热处理的各向异性石墨烯气凝胶制备的

环氧树脂复合材料, 具有优异的各向异性的导电、电磁屏蔽性能以及力学性能; 其中, 经 1600 °C 热处理的 0.8 wt% 各向异性石墨烯气凝胶显著提高了环氧树脂导电和电磁屏蔽性能, 在径向方向上测得电磁屏蔽效能高达 30 dB, 轴向方向上为 25 dB, 相比各项同性石墨烯气凝胶环氧树脂复合材料提升 25%, 基本能够满足高于 20dB 的实际应用需求。

D09-P57

Cl- 嵌入化学助力高性能生物相容结晶态苯胺四聚体柔性超级电容器

佟晓玲、邵元龙*

苏州大学

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

柔性可穿戴和可植入电子设备的发展对生物相容能量存储系统提出了更高的要求。导电聚合物, 如聚苯胺, 由于其固有的分子链段结构柔韧性、优异的生物相容性、合成简单以及较高的电化学活性在生物相容性储能领域中具有广阔的应用前景^[1]。然而, 基于聚苯胺质子掺杂/脱掺杂的氧化还原储能机制, 电解液通常为强酸体系(如: H₂SO₄、H₃PO₄), 对人体不友好, 而且电化学过程和机械结构不稳定, 储能特性和机械柔性逐步衰减^[2,3]。此外, 聚苯胺长链段的无序结构降低了电子电导率, 进一步降低了电化学性能。

在本项工作中, 我们通过湿化学法合成了结晶态苯胺四聚体纳米片, 借助高分辨球差透射显微镜分析所合成的四聚体纳米片具有高结晶特性, 电子电导率高达 8.37 S cm⁻¹, 明显优于无定型态聚苯胺(1.78 S cm⁻¹)。结晶苯胺四聚体电极材料在 NaCl 电解液中, 呈现出 Cl- 嵌入氧化还原赝电容的储能机制, 容量达到 601 F g⁻¹, 远高于聚苯胺电极(399 F g⁻¹)。将这一电极在生理电解液中进行电化学测试, 单位面积容量仍可以达到~414 mF cm⁻², 循环 4000 次后, 电容保持率仍达到 94.5%, 这一优异的循环稳定性超过了之前报道的所有生理电解质中电化学储能电极体系。本工作中, 我们将结晶苯胺四聚体与聚乙烯醇复合, 构筑了具有自愈合特性的柔性电极, 在红外光照 60 min 后自愈合效率可达 92.5%。与此同时, 我们结合 Fe³⁺/聚丙烯酸钠/0.9 wt% NaCl 凝胶电解质, 组装得到全自愈合超级电容器, 3 次断裂/愈合循环后, 面电容仍保留在 81.5 mF cm⁻², 自愈合效率达到 77.8%。这一工作对苯胺类电极材料用于生物相容性柔性可穿戴超级电容器领域具有显著意义。

D09-P58

片层取向法制备增强离子传导和电容存储的纳米流体 MXene 纤维

李硕¹、邵元龙*^{1,2}

1. 苏州大学能源学院

2. 北京石墨烯研究院

最终交流类型: 墙报

摘要内容:

近年来, 限域空间纳米流体传质领域取得显著进展, 特别是一维碳纳米管以及二维纳米结构组成尺寸均一的纳米及次纳米尺度离子通道, 孔隙内部微观结构和表面化学特性更为可控, 是制备高功率纳米流体离子导体的理想材料结构体系。受自然界独特的微观结构的启发, 将二维材料通过简单的湿法纺丝重新组装成具有纳米尺度间隙的纤维结构。重组后形成的二维材料层与层之间的限域空间可以充当分子和离子运输的二维通道。Ti₃C₂T_x 作为二维材料 MXene 中发展最成熟的材料之一, 具有薄层二维结构, 丰富的表面官能团以及极性溶剂高分散等特性, 还具有较高的电子电导率(~10000 S cm⁻¹), 是制备高导电纳米流体纤维的理想材料。但是由于

Ti₃C₂T_x 较大的长径比以及柔性片层结构, 在湿法纺丝过程中片层易褶皱、堆叠, 造成结构缺陷, 显著降低纤维力学、导电特性, 阻碍离子在纤维结构内部传导, 从而制约了 Ti₃C₂T_x 纤维在传感、储能、制动等多种功能领域的应用。本项工作通过控制湿法纺丝过程的喷丝口断面结构以及拉伸速率, 诱导液晶 Ti₃C₂T_x 形成取向结构, 促使纤维内部片层排列更加紧密, 消除片层间不规则孔隙, 加速电子传导, 降低电荷转移电阻和电能损耗。与此同时, 我们采用多价镁离子交联进一步提升 Ti₃C₂T_x 纤维的力学性能。镁离子进入层间后与 Ti₃C₂T_x 片层表面含氧官能团产生静电相互作用, 减弱片层间双电层的厚度, 增强层与层之间相互作用力。经过交联之后的纤维力学强度高达 118 MPa, 电导率提升至 7200 S cm⁻¹, 实现优异的电子传导。纤维内部片层的紧密桥联作用, 致使纤维同样具有优异的热传导特性, Ti₃C₂T_x 纤维在低功率下能够快速升温到 108 °C, 导热速率为 780 °C s⁻¹。定向纤维内部片层能够互相结合构成连续的层状通道, 在这种电解质离子约束场景下, 局部库仑有序排列被打破, 层状受限孔隙可实现离子的高效快速传导以及最大限度地提升比电容, Ti₃C₂T_x 纤维最高容量达 1360 F cm⁻³。组装制备得到的准固态柔性纤维超级电容器兼具高电化学性能和机械柔性, 可以直接嵌入集成于柔性织物内, 这一工作对智能可穿戴等领域具有显著启发意义。

D09-P59

Reusable polyacrylonitrile-sulfur extractor of heavy metal ions from drinking water

侯静¹, 李鹏^{1*}, 陈萍², 王立章¹, 高晨²

1. 中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏, 徐州 221116;

2. 东华理工大学水资源与环境工程学院, 江西, 南昌

330013

摘要内容:

针对吸附法重金属离子废水处理稳定性差、吸附剂再生困难、无法实现重金属离子资源化的问题, 本研究开发制备简单、价格低廉的聚丙烯腈-硫含硫聚合物(PAN-S)进行废水中重金属离子吸附性能、吸附操作方法及资源化回收的研究。研究表明 PAN-S 废水中 Hg²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺ 及 Cd²⁺ 的吸附容量分别为 158.43, 120.68, 46.23 及 28.94 mg/g, PAN-S 对金属离子的吸附可归因为 C=N, C-N 及 C-S-S-C 键对 Hg²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺ 及 Cd²⁺ 的亲和性, 并表现出显著的吸附选择性; 采用热粘附的方法以 PVDF 为粘剂可将 PAN-S 纳米颗粒稳固粘附于三聚氰胺海绵(ML foam), 形成 PAN-S@海绵材料, 该材料保持海绵的多孔特性及 PAN-S 的重金属离子的吸附性, 可批量处理 Hg²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺ 及 Cd²⁺ 废水。采用电化学解吸方法, 可将吸附后的重金属离子解吸, 并在阴极处形成零价金属的沉积, 实现了 PAN-S@海绵材料的再生和废水中重金属离子的回收。

仅发表论文

D09-L1

高产率 MXene 分散液的制备及对天然蚕丝织物的多功能整理

闫彪彪、王平*、王强

江南大学

摘要内容:

二维碳化钛 (Ti_3C_2Tx MXene) 是当今研究最广泛的二维材料之一。但是普遍存在制备产率低、浓度不高的缺点,限制了其大规模的应用。采用延长刻蚀时间与水分子插层膨润的方式,成功制备出高产率(90%以上)、高浓度(最高可达44.6 mg/mL)、分散性好的MXene分散液。将分散液应用到天然蚕丝织物的功能整理,经简单浸渍涂覆后的织物保有良好的透气性的同时具有优异的光热、电热性能:在光强度400 mw/cm^2 时,织物表面温度在80 s即可达到70 °C以上;自然光照射下,120 s内即可达到60 °C左右;受益于MXene优异的导电性,织物可实现焦耳加热的功能,在10 V电压下,120 s内可达到60 °C;另外,利用MXene的光热性能在20 min内对大肠杆菌的抑菌率可达到99.99%。高产率的MXene分散液在制备多功能性纺织品方面具有广阔的应用前景。

D09-L2

酸度效应对一锅法制备聚苯胺纳米纤维结构和储能性能的影响

徐娴*

东华大学

摘要内容:

聚苯胺因其独特的结构和掺杂机制、原料易得、合成方法简单,特别是理论上高达2000 F/g的比电容值,使得它作为超级电容器电极材料具有广泛的应用潜力。特别是一维聚苯胺纳米纤维,因其具有较高的比表面积和电荷传导能力而倍受重视。作为无模板法之一的种子聚合物法,因其本身无需任何软硬模板或借助溶剂,还可以在较高苯胺浓度下高产率地制备聚苯胺纳米纤维而受到关注,其中又以苯胺低聚体为种子因其可以直接参与聚苯胺的生长而最受欢迎。通常采用苯胺二聚体或在碱性溶液中制备齐聚物作为种子,但这些种子因分子量过小或非导电结构,对其共聚苯胺生长的影响有限。本工作先在不同酸度溶液中制备种子,而后在强酸环境中进行聚苯胺纳米纤维生长。这种“一锅法”的制备方式既保证了种子的苯醌结构,又可以更加有效地诱导聚苯胺纳米纤维的生长。本工作通过场发射扫描电子显微镜和透射电镜、紫外可见光谱和傅里叶变换红外光谱法以及X射线衍射光谱法,研究酸度效应对聚苯胺种子和所对应的纳米纤维的形貌和结构的影响。进而通过电化学测试来评估聚苯胺纳米纤维的储能能力,研究表明在pH=3的盐酸条件下制备的聚苯胺纳米纤维,在电流密度为1 A/g时,比电容值达到561.6 F/g;经过1000次循环后,其比电容值仍可保持初始值的76%。这表明我们所提出的“一锅法”制备出的聚苯胺纳米纤维具有高的比表面积、良好的导电性和优异的储能能力,为高性能聚苯胺基超级电容器电极材料的制备提供了一条有效途径。

D09-L3

I型热致液晶聚芳酯纤维的热老化研究

田慧新、王燕萍*、夏于旻、王依民、魏旭萍、万海、季成
东华大学

摘要内容:

热致液晶聚芳酯(Thermotropic Liquid Crystalline Polyarylate, TLCPAR纤维)是一种具有高强高模、耐辐射、耐高温和抗蠕变等优异性能的高性能纤维。TLCPAR按其耐热性可分为I型、II型和III型,其中I型耐热性最好,可应用高温环境中。为探究I型热致液晶聚芳酯纤维的耐热老化性,在180°C和200°C下对其初生纤维和热处理纤维进行热老化处理,利用EDS、DSC、XRD、SEM和单丝强力仪等方法研究热老化对纤维结构和性

能的影响。结果表明,I型TLCPAR初生纤维24h内强度损失率极低,前20h内其强度甚至有所上升,这是因为在热老化温度下TLCPAR初生纤维发生了再结晶,晶体结构更加完善;120h热老化后纤维的强度损失率均在16.7%以下,说明TLCPAR初生纤维在200°C以下的耐热老化性均良好。热处理后I型TLCPAR纤维的熔点有所升高,热老化120h后,纤维的强度损失率均低于17.1%,且强度仍达16.8cN/dtex,说明TLCPAR热处理纤维在200°C以下的耐热老化性均良好。EDS和SEM表明热老化后纤维表面发生氧化反应,纤维表面出现划痕且损伤程度随热老化温度升高而加重。

D09-L4

硅烷偶联剂处理热致液晶聚芳酯纤维的表面改性

魏旭萍、王燕萍*、夏于旻、王依民、田慧新、季成、万海
东华大学

摘要内容:

热致液晶聚芳酯(Thermotropic liquid crystal polyarylate, TLCPAR)纤维具有高比强度、比模量、优异的耐湿热性和耐化学药品性等优异性能,其增强的复合材料在航空航天、军事及体育等领域具有广泛的应用价值。但TLCPAR纤维表面几乎没有反应基团,与树脂基体的界面结合力弱,其增强的复合材料无法实现应力传递和能量吸收机制,极大地限制了TLCPAR纤维增强材料的应用范围。因此需要采取有效的措施对TLCPAR纤维进行表面改性。本文采用硅烷偶联剂KH-560表面处理以改善纤维表面性能,进而提高其复合材料的界面剪切强度。通过设计正交试验,系统讨论硅烷偶联剂含量、温度、时间对纤维表面性能及其复合材料界面剪切强度的影响,得出硅烷偶联剂的最佳处理条件为:硅烷偶联剂的质量分数为30%,反应温度为30°C,处理时间为10min。采用扫描电子显微镜、傅里叶变换红外光谱、EDS能谱仪、纤维接触角测量仪和电子单纤维强力机对改性前后TLCPAR纤维进行表征。结果表明:TLCPAR纤维表面存在Si元素,证明硅烷偶联剂引入纤维表面上。在纤维的本体性能未受到损伤的情况下,偶联剂处理增加了纤维的表面粗糙度和极性,纤维与水的接触角由106.1°降至89.5°,浸润性变好。硅烷偶联剂处理后,纤维与环氧树脂基体的界面剪切强度由5.18MPa提高至8.04MPa,提高了55.2%。

D09-L5

兼顾保温与力学性能的仿北极熊毛核壳纤维与织物

吴明瑞^{1,3}、邵子钰³、赵妮芳³、高微微²、柏浩*³

1. 浙江大学玉泉校区化学工程与生物工程学院

2. 浙江大学高分子科学与工程学系

3. 浙江大学化学工程与生物工程学院

摘要内容:

保温纤维为了获得优异的隔热性能,往往具有高孔隙率的特点,但是这会导致纤维力学强度大幅度下降,也限制了纤维的实际应用范围。北极熊的毛发具有特殊的中空多孔结构,它的内核具有垂直于毛发生长方向取向的孔,能够提供良好的保温性能;致密的外壳保证了毛发的力学性能,所以北极熊可以在寒冷的北极地区生存。本研究模仿了北极熊毛独特的核壳结构,首先以壳聚糖为原料通过冷冻纺丝获得具有取向孔结构的多孔纤维,然后通过浸涂在纤维外均匀涂覆一层热塑性聚氨酯得到核壳纤维。这种纤维保持良好隔热性能的同时,强度提升10倍以上,而且可以承受超过原长15倍的拉伸。由于壳层的保护,这种纤维可以进行机织加工,得到的纺织品既保持了柔软的特性还具有耐用性和防水性。本研究探索了不同壳层厚度对纤维整体力学性能和隔热性能的影响,为新型实用隔热织物的研究发展提供了思路。

D09-L6

仿北极熊毛耐高温隔热聚酰亚胺纤维织物

卜晓辰、高微微、柏浩*

浙江大学

摘要内容:

北极熊毛拥有特殊的中空多孔结构,展示出优异的保温隔热性能。模仿北极熊毛结构制备的多孔纤维能够兼顾高效隔热与轻便舒适,有望替代羽绒服、棉服等传统保温方式,成为下一代高性能保温服装的首选策略。然而,随着纤维孔隙率的提升,其力学性能会不可避免地产生下降,另一方面,针对消防、军事等特种领域,传统隔热纤维无法满足高温环境下的应用,开发耐高温的高性能隔热纤维具有重要的研究意义。本研究通过仿生设计,将聚酰亚胺前驱体水溶液进行同轴冷冻纺丝,结合冷冻干燥及热酰亚胺化处理,制备出具有仿北极熊毛结构的高温隔热纤维。这种纤维保持了聚酰亚胺本身高强度、耐高温以及阻燃的特性,同时通过仿生结构获得了优异的隔热性能。通过条件优化,得到的纤维拉伸强度可达 100 MPa,热分解温度高于 400℃,可以进行机织、针织等加工,在特种防护领域有广阔的应用前景。

D09-L7

BTCA 在增塑作用下的交联机制及相应整理工艺

胡涵昌、孟臣、蔡亭伟、徐佳妮、何瑾馨*

东华大学

摘要内容:

丁烷四羧酸是目前为止防皱效果最好的多元羧酸整理剂。传统的 BTCA 防皱整理工艺需要较高烘焙温度,这不仅大大降低了整理后织物的强力保留率,还增加了企业的生产成本,并消耗大量的能源。本文根据 BTCA 与棉织物的酯化交联机理,在整理液中添加适量的高沸点溶剂,使交联在棉织物增塑状态下进行。结果表明,在增塑状态下棉纤维素能够与 BTCA 形成更多的交联酯键,使其具备更优异的防皱性能,有利于工业化的应用。极性高沸点溶剂可以有效减弱交联剂分子与分子间、纤维素大分子链与链之间的相互作用,促进游离 BTCA 在交联过程中的扩散,并形成活性更高的酸酐中间体参与后续反应。同时,纤维素大分子在交联过程中的热运动也得到了显著加强,有利于接枝 BTCA 的交联反应。在以上两种因素的共同影响下,增塑工艺明显提升了 BTCA 的整理效果。

D09-L8

聚三氮唑高分子功能材料

张卫懿*

东华大学

摘要内容:

聚离子液体 (PILs) 高分子是一种以离子液体为前体的新型聚电解质材料,最初在 20 世纪 90 年代开始被开发出来并开始研究。与传统的聚电解质材料相比,聚离子液体具有玻璃化转变温度低,在有机溶剂中溶解性好,导电性提高的特点。近年来,随着各个领域对高端材料的要求日益提高,合成功能性高分子成为了提升相关材料性能的有力途径,其中就包括功能性聚离子液体。因此,我们开发出了一种新型的三氮唑类聚离子液体高分子材料。此类材料表现出了非常独特的化学性质和胶体特性,特别是在之后的研究中发现三氮唑类聚离子液体在弱碱条件下会生成聚卡宾结构,能被用于稳定金属簇,和制作梯度卡宾-膜驱动材料。另外,离子液体被作为储能器件的电解质部分研究已久,由于其异常宽的电化学窗口,能带来很高的储能密度,同时由于其较低的凝固点(某些离子液体凝固点低于零下 50 度),能被用于低温储

能。聚离子液体在继承离子液体大部分性质的同时还有高分子的优点(柔性,易塑型等),因而可用作储能器件的固态电解质。回国之后也开展了一些新结构的离子液体/聚离子液体的设计合成,尝试打通结构-设计-性质-性能的一条链。参考文献: [1] Zhang, W.; Yuan J. *, et al., ACS Nano, 2016, 10, 7731. [2] Sun, J. -K. #; Zhang, W. #; Yuan, J. *, et al. Nat. Commun., 2018, 9, 1717. [3] Zhang, W.; Yuan, J. *, et al., Polymer, 2016, 107, 509. [4] Zhang, W.; Zhao, Q. *, et al. ACS Nano, 2019, 13, 10261.

D09-L9

高反射太阳能双玻组件无机涂层的制备与性能表征

施王明^{1,2,3}、罗理达^{1,2,3}、刘津^{1,2,3}、汪庆卫^{1,2,3}*

1. 东华大学纤维材料改性国家重点实验室

2. 先进玻璃制造技术教育部工程研究中心

3. 中国轻工业特种玻璃及搪瓷重点实验室

摘要内容:

近年来,光伏单玻组件开始逐渐被双玻组件替代,双玻组件背板玻璃上涂覆有反射涂层,可以提高太阳能利用率 10% 以上。目前已有研究的反射涂层反射率不高,提高反射涂层的平均反射率及化学稳定性还存在着一定的挑战。提出了双涂层策略,底层为质量分数 75% 的二氧化钛层,外层为玻璃釉料层,研究了制备反射涂层工艺条件对反射率的影响。反射涂层经过反射率测试,在 400-700 nm 波长内的平均反射率可以达到 85%,用锐钛矿晶型 TiO₂ 与金红石晶型 TiO₂ 掺杂后,可以明显提高反射涂层的平均反射率。无机反射涂层经过 SEM 表征、XRD 表征、耐酸性检测,表明其具有良好的化学稳定性,经过百格测试,反射涂层的附着力达到 0 级。

D09-L10

湿法纺制复合纤维电极用于纤维状锂离子电池

夏洲、邵元龙*

苏州大学

摘要内容:

便携式智能设备的发展极大地改善了人们的生活水平。智能手机,智能手表,谷歌眼镜等,在有限的负载空间上实现了越来越丰富的功能。目前智能设备采用的能源装置均为刚性设备,其不可弯折性极大地限制了智能设备可穿戴性。^[1-3] 所以设计研发柔性可穿戴的能量存储设备是目前亟需解决的问题。柔性电池具有较好的能量密度和循环稳定性是实现可穿戴储能设备的有力途径。一维的纤维状电池可以实现与织物的融合,可以最大化的提升穿戴的舒适性,让可穿戴器件越发贴合人体。^[4] 目前研究者们致力于各类纤维状储能体系的器件研究,如纤维状碱金属电池,纤维状锂离子电池,纤维状超级电容器,纤维状空气电池等等。由于低成本、高操作安全性和环境友好性等优点,水性可充电电池作为柔性/可穿戴电子设备中最有前途的储能系统之一受到越来越多的关注。此外,与非水电解质相比,水电解质具有更高的离子电导率,因此水可充电电池通常具有更高的功率密度。其中锂离子电池因为锌阳极具有低氧化还原电位、高理论容量和良好的水稳定性,有望成为柔性可穿戴设备的供能器件,但是纤维状锂离子电池受限于较低的活性材料负载量,无法实现高的能量输出,限制了纤维状锂离子电池的实际应用。在本项工作中,我们通过湿法纺制的方法利用氧化石墨烯(GO)和五氧化二钒(V₂O₅)的协同作用,在双扩散的作用下凝固形成一维纤维,实现活性材料高负载率(90 wt%)的纤维状锂离子电池电极。随着 GO 添加量的增加,在纤维的纺制过程中二维结构的 GO 会不断诱导 V₂O₅ 沿着纤维轴线分布,提升纤维取向度的同时 GO 与 V₂O₅ 的界面也会不断增加,从而促进了离子传输和电子传导,显著提升纤维电

极的电化学性能,在 0.1 A g^{-1} 的电流密度下实现了 490 mAh g^{-1} 的容量发挥,同时在 5 A g^{-1} 的电流密度下循环 1500 圈后容量保持率为 80%。构建的纤维电池具有很好的电压保持,在不同的弯折角度下,电压保持不变,并且具有很好的集成效果,可以实现较好的串并联效果。这一工作有效解决了纤维状锌离子电池负载量低的问题,同时构建一体化纤维,有效提升活性材料与电极的结合力,对可穿戴的锌离子电池具有重要的指导意义。

D09-L11

湿法纺制复合纤维电极用于纤维状锌离子电池

Siyi Bi^a, Yumeng Xu^a, Fatemeh Davar^b, Yu Bai^a, Yinxiang Lu^{*a}

^a Department of Materials Science, Fudan University, Shanghai 200433, China

^b Department of Chemistry, Isfahan University of Technology, Isfahan, 84156-83111, Iran.

摘要内容:

In this work, novel fiber-based sensing-shielding integrated multilayer composites (PCS) was fabricated by UV laser scribing and electroless plating. APTMS (silane coupling agent, 3-Aminopropyl)trimethoxysilane modified carbon nanotubes exposed on PET substrate were used as the active layer for alloy deposition, and the carbon nanotube-silica gel mixture was considered as the shielding layer in the multilayer structure of composite. The microstructures and morphologies of composites were characterized by scanning electron microscope, X-ray diffraction spectrum, Fourier transform infrared spectrum and X-ray energy spectrum, respectively. Electrochemical performance and electromagnetic shielding effectiveness (SE) were investigated to show the sensing and shielding properties of composites. The conductive composite demonstrated satisfactory electrocatalytic performance for glucose oxidation under optimized conditions, with linear range (LR) of $1.0 \text{ mM} - 5.5 \text{ mM}$ and sensitivity of $6699.0 \mu\text{A mM}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ at high concentrations, while LR of $10 \mu\text{M} - 60 \mu\text{M}$ and sensitivity of $7140.0 \mu\text{A mM}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ at low concentrations. Simultaneously, the composite exhibited admirable SE up to 43.64 dB in electromagnetic band of 30-6000 MHz. In addition, tensile test was conducted to validate excellent serviceability and stretchability of the composite. Such multilayer composites with integrated sensing-shielding function endow great potential in personal healthcare including physiology monitoring and electromagnetic interference (EMI) shielding.