

论坛三：生物质材料论坛

分论坛主席：邱学清 金永灿 张军

03-01

天然高分子生物基化学品与材料形成产品的产业化探索

黄进*,甘霖

西南大学化学化工学院软物质材料化学与功能制造重庆市重点实验室

纤维素纳米晶具有一维棒状不对称形貌、高结晶性、刚性、高比表面积、生物相容等特点，切合材料可持续性与来源生物质资源化。为实现纤维素资源的高值化利用，持续探索了基于纤维素纳米晶的新材料构建策略。首先探索了该类生物相容纳米颗粒的棒状形貌与结晶结构及其关联的维度效应[1]、结构多级次有序性在材料领域应用的独特优势[2]，进而发展并丰富了表面结构与理化性质可控的表面修饰方法学及立构效应调控的分子工程[3]，创新了多组分/复杂相体系基于物质间作用模式调控的协同高性能化和功能创建方法[4]，最后展望了未来纤维素纳米晶新材料的设计思路与构建方法。

关键词：纤维素纳米晶；表面分子工程；纳米复合改性；材料高性能化与功能化

参考文献：

- [1] Shuyu Zheng, Siyuan Liu, Bo Xiao, Liu Liu, Xinjie Wan, Yanbin Gong, Siqi Wei, Chenglong Luo, Lin Gan, Jin Huang. Integrate nanoscale assembly and plasmonic resonance to enhance photoluminescence of cellulose nanocrystals for optical information hiding and reading. Carbohydr. Polym., 2021, 253(1), 117260.
- [2] Dong Li, Yuhuan Wang, Fen Long, Lin Gan, Jin Huang. Solvation-controlled elastication and shape-recovery of cellulose nanocrystal-based aerogels. ACS Appl. Mater. Interfaces, 2020, 12(1), 1549-1557.
- [3] Lin Gan, Ya Wang, Meng Zhang, Xuehuan Xia, Jin Huang. Hierarchically spacing DNA probes on bio-based nanocrystal for spatial detection requirements. Sci. Bull., 2019, 64(13), 934-940.
- [4] Shufang Li, Yi He, Xian Ye, Xuejiao Fu, Yue Hou, Huafeng Tian, Jin Huang, Lin Gan. Improved piezoelectricity of porous cellulose material via flexible polarization-initiate bridge for self-powered sensor. Carbohydr. Polym., 2022, 298, 120099.

03-02

纤维素室温磷光材料

张金明*, 尤晶璇, 尹春春, 张军

中国科学院化学研究所, 北京, 100190

有机室温磷光材料由于具有长发射寿命、高信噪比、无背景荧光和散射光干扰等优势，在生物成像、信息加密、信息防伪、识别检测、光学显示、激光等领域具有重要应用。有机室温磷光材料的制备需要同时满足系间窜越系数的提高和非辐射跃迁的抑制。为此，有机磷光材料通常需要形成结晶结构、超分子组装体、包覆结构或交联网络结构，以限制分子或基团的运动，同时隔绝氧气，才可能实现磷光发射。但是，这些策略导致所得有机室温磷光材料的加工成型变得困难，难以适应各种材料形式的需求，并且还缺少响应性，这也限制了其更加广泛的应用。

纤维素是一类来源广泛、储量丰富、生物相容性、可完全生物降解性和可再生性的天然高分子材料。特别是纤维素分子链上具有大量的羟基基团，可以形成强的氢键网络，可以有效抑制三重态激子的非辐射跃迁，是一种理想的有机室温磷光基体。发展纤维素基室温磷光材料不仅能实现纤维素的高值化利用，而且可以丰富有机室温磷光材料的种类，构建新型环境友好的有机室温磷光材料，促进室温磷光材料的发展和应用。本论文以纤维素作为有机室

温磷光的基体材料,通过化学修饰对纤维素链上丰富的羟基进行衍生化,结合纤维素链间的强相互作用力,设计并制备了系列不同结构、功能性且易加工的纤维素基有机室温磷光材料。

参考文献:

- [1] X. Zhang, C.C. Yin, J.X. You, R.Q. Li, J.M. Zhang*, Y.H. Cheng, Y.R. Wang, J. Zhang, Cellulose-based ultralong roomtemperature phosphorescence nanomaterials with tunable color and high quantum yield via nano-surface confining effect. Research, 2023, 2023, Article 0029
- [2] X. Zhang, Y.H. Cheng, J.X. You, J.M. Zhang*, C.C. Yin, J. Zhang*, Ultralong phosphorescence cellulose with excellent anti-bacterial, water-resistant and ease-to-process performance, Nature Communications, 2022, 13, 1117.

03-03

桐油为原料制备线性 1,19-十九烷二酸二甲酯的研究

杭阳, 汪钟凯

(安徽农业大学林学与园林学院, 生物质分子工程中心, 合肥 230036)

作者简介: 杭阳, 男, 博士生, E-mail: hangyang@ahau.edu.cn

联系人: 汪钟凯, 男, 教授, E-mail: wangzk6@ahau.edu.cn

线性 1,19-十九烷二酸二甲酯 (C19 α - ω 二酯) 单体可以共聚成脂肪族聚酯或聚酰胺, 有望成为新型绿色原料代替日益枯竭的化石原料来生产高分子聚合物。目前, 合成线性 C19 α - ω 二酯单体主要利用油酸甲酯双键异构化/功能化法。然而, 油酸主要来源于菜籽油、葵花籽油等可食用油。本文以非粮植物油脂桐油作为原料, 首先建立温和光催化体系将桐油甲酯选择性氢化生成单不饱和脂肪酸甲酯 (C18:1), 再对 C18:1 双键异构化、功能化得到线性 C19 α - ω 二酯单体。氢化产物中 C18:1 含量高达 90.1%, C18:0 含量只有 3.7%。线性 C19 α - ω 二酯纯度为 96%, 这对推动由非粮植物油脂作为原料制备高附加值化学品具有十分重要的意义。

关键词: 桐油; 光催化; 1,19-十九烷二酸二甲酯

Linear dimethyl 1,19-nonadecanedioate from tung oil

HANG yang, WANG Zhongkai

(Biomass Molecular Engineering Center, School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Linear dimethyl 1,19-nonadecanedioate (C19 α - ω diester) monomers have potential as green raw materials for the production of aliphatic polyesters or polyamides, serving as a replacement for fossil fuels. Currently, isomerisation/functionalisation of the double bond of methyl oleate is the main method used to produce linear C19 α - ω diester monomers. However, oleic acid is mainly derived from edible oils such as rapeseed oil and sunflower oil. In this work, we established a mild photocatalytic system for the selective hydrogenation of tung oil into monounsaturated fatty acid methyl ester (C18:1), followed by double bond isomerization and functionalization of C18:1 to obtain a linear C19 α - ω diester monomer. The hydrogenated product contains 90.1% C18:1 and only 3.7% C18:0. In addition, the linear C19 α - ω diester has a purity of 96%, which is great significance in promoting the preparation of high value-added chemicals from non-food plant oils.

Key words: tung oil; photocatalytic; dimethyl 1,19-nonadecanedioate

03-04

细菌纤维素在汽车领域的应用前景

钟春燕

海南光宇生物科技有限公司, 海南海口, 570216

新能源汽车技术的创新和颠覆性能源技术的突破已经成为持续改变世界新能源汽车的格局，开启全球各国碳中和行动的关键手段。从天然资源中分离、改造出高产工程菌发酵得到的细菌纤维素具有绿色低碳、强度高、密度低、纯度高、热膨胀系数低、结构稳定性好、无需复杂分离过程等一系列优点，可制备更强、更轻和更可持续的复合材料，有望取代塑料和部分金属，助力汽车轻量化和绿色化。细菌纤维素膜可替代汽车内饰皮类材料的膜材、显示器的透明玻璃和塑料。在多元化材料复合的基础上，细菌纤维素作为塑料的增强材料可制成各种形状且热稳定性好、强度高的复合材料，用于大量的汽车零件，包括仪表板、保险杠、侧板甚至车身等。加入纳米抗菌分子材料的细菌纳米纤维素仿皮具有纳米级尺寸和网状结构，绿色环保，不添加有机溶剂，且具有真皮质感、防水透气、耐磨耐用、安全防火。随着复合材料制造技术的不断创新，未来细菌纤维素复合材料将不断出现，将大量应用于汽车领域中，使汽车产品设计、制造及环保低碳等方面产生质的飞跃。

关键词：细菌纤维素，汽车，复合材料，轻量化，绿色低碳

03-05

天然高分子生物基化学品与材料形成产品的产业化探索

黄进*,甘霖

西南大学化学化工学院软物质材料化学与功能制造重庆市重点实验室

*通讯作者邮箱: huangjin2015@swu.edu.cn

纤维素纳米晶具有一维棒状不对称形貌、高结晶性、刚性、高比表面积、生物相容等特点，切合材料可持续性与来源生物质资源化。为实现纤维素资源的高值化利用，持续探索了基于纤维素纳米晶的新材料构建策略。首先探索了该类生物相容纳米颗粒的棒状形貌与结晶结构及其关联的维度效应[1]、结构多级次有序性在材料领域应用的独特优势[2]，进而发展并丰富了表面结构与理化性质可控的表面修饰方法学及立构效应调控的分子工程[3]，创新了多组分/复杂相体系基于物质间作用模式调控的协同高性能化和功能创建方法[4]，最后展望了未来纤维素纳米晶新材料的设计思路与构建方法。

关键词：纤维素纳米晶；表面分子工程；纳米复合改性；材料高性能化与功能化

参考文献：

[1] Shuyu Zheng, Siyuan Liu, Bo Xiao, Liu Liu, Xinjie Wan, Yanbin Gong, Siqi Wei, Chenglong Luo, Lin Gan, Jin Huang. Integrate nanoscale assembly and plasmonic resonance to enhance photoluminescence of cellulose nanocrystals for optical information hiding and reading. Carbohydr. Polym., 2021, 253(1), 117260.

[2] Dong Li, Yuhuan Wang, Fen Long, Lin Gan, Jin Huang. Solvation-controlled elastication and shape-recovery of cellulose nanocrystal-based aerogels. ACS Appl. Mater. Interfaces, 2020, 12(1), 1549-1557.

[3] Lin Gan, Ya Wang, Meng Zhang, Xuehuan Xia, Jin Huang. Hierarchically spacing DNA probes on bio-based nanocrystal for spatial detection requirements. Sci. Bull., 2019, 64(13), 934-940.

[4] Shufang Li, Yi He, Xian Ye, Xuejiao Fu, Yue Hou, Huafeng Tian, Jin Huang, Lin Gan. Improved piezoelectricity of porous cellulose material via flexible polarization-initiate bridge for self-powered sensor. Carbohydr. Polym., 2022, 298, 120099.

03-06

纤维素室温磷光材料

张金明*, 尤晶璇, 尹春春, 张军

中国科学院化学研究所, 北京, 100190

有机室温磷光材料由于具有长发射寿命、高信噪比、无背景荧光和散射光干扰等优势，在生物成像、信息加密、信息防伪、识别检测、光学显示、激光等领域具有重要应用。有机室温磷光材料的制备需要同时满足系间窜越系数的提高和非辐射跃迁的抑制。为此，有机磷

光材料通常需要形成结晶结构、超分子组装体、包覆结构或交联网络结构，以限制分子或基团的运动，同时隔绝氧气，才可能实现磷光发射。但是，这些策略导致所得有机室温磷光材料的加工成型变得困难，难以适应各种材料形式的需求，并且还缺少响应性，这也限制了其更加广泛的应用。

纤维素是一类来源广泛、储量丰富、生物相容性、可完全生物降解性和可再生性的天然高分子材料。特别是纤维素分子链上具有大量的羟基基团，可以形成强的氢键网络，可以有效抑制三重态激子的非辐射跃迁，是一种理想的有机室温磷光基体。发展纤维素基室温磷光材料不仅能实现纤维素的高值化利用，而且可以丰富有机室温磷光材料的种类，构建新型环境友好的有机室温磷光材料，促进室温磷光材料的发展和应用。本论文以纤维素作为有机室温磷光的基体材料，通过化学修饰对纤维素链上丰富的羟基进行衍生化，结合纤维素链间的强相互作用力，设计并制备了系列不同结构、功能性且易加工的纤维素基有机室温磷光材料。

参考文献：

[1]X. Zhang, C.C. Yin, J.X. You, R.Q. Li, J.M. Zhang*, Y.H. Cheng, Y.R. Wang, J. Zhang, Cellulose-based ultralong roomtemperature phosphorescence nanomaterials with tunable color and high quantum yield via nano-surface confining effect. Research, 2023, 2023, Article 0029

[2]X. Zhang, Y.H. Cheng, J.X. You, J.M. Zhang*, C.C. Yin, J. Zhang*, Ultralong phosphorescence cellulose with excellent anti-bacterial, water-resistant and ease-to-process performance, Nature Communications, 2022, 13, 1117.

03-07

桐油为原料制备线性 1,19-十九烷二酸二甲酯的研究

杭阳，汪钟凯

(安徽农业大学林学与园林学院，生物质分子工程中心，合肥 230036)

作者简介：杭阳，男，博士生，E-mail: hangyang@ahau.edu.cn

联系人：汪钟凯，男，教授，E-mail: wangzk6@ahau.edu.cn

线性 1,19-十九烷二酸二甲酯 (C19 α - ω 二酯) 单体可以共聚成脂肪族聚酯或聚酰胺，有望成为新型绿色原料代替日益枯竭的化石原料来生产高分子聚合物。目前，合成线性 C19 α - ω 二酯单体主要利用油酸甲酯双键异构化/功能化法。然而，油酸主要来源于菜籽油、葵花籽油等可食用油。本文以非粮植物油脂桐油作为原料，首先建立温和光催化体系将桐油甲酯选择性氢化生成单不饱和脂肪酸甲酯 (C18:1)，再对 C18:1 双键异构化、功能化得到线性 C19 α - ω 二酯单体。氢化产物中 C18:1 含量高达 90.1%，C18:0 含量只有 3.7%。线性 C19 α - ω 二酯纯度为 96%，这对推动由非粮植物油脂作为原料制备高附加值化学品具有十分重要的意义。

关键词：桐油；光催化；1,19-十九烷二酸二甲酯

Linear dimethyl-1,19-nonadecanedioate from tong oil

HANG yang, WANG Zhongkai

(Biomass Molecular Engineering Center, School of Forestry and Landscape Architecture, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: Linear dimethyl 1,19-nonadecanedioate (C19 α - ω diester) monomers have potential as green raw materials for the production of aliphatic polyesters or polyamides, serving as a replacement for fossil fuels. Currently, isomerisation/functionalisation of the double bond of methyl oleate is the main method used to produce linear C19 α - ω diester monomers. However, oleic acid is mainly derived from edible oils such as

rapeseed oil and sunflower oil. In this work, we established a mild photocatalytic system for the selective hydrogenation of tung oil into monounsaturated fatty acid methyl ester (C18:1), followed by double bond isomerization and functionalization of C18:1 to obtain a linear C19 α - ω diester monomer. The hydrogenated product contains 90.1% C18:1 and only 3.7% C18:0. In addition, the linear C19 α - ω diester has a purity of 96%, which is great significance in promoting the preparation of high value-added chemicals from non-food plant oils.

Key words: tung oil; photocatalytic; dimethyl 1,19-nonadecanedioate

03-08

细菌纤维素在汽车领域的应用前景

钟春燕

海南光宇生物科技有限公司，海南海口，570216

新能源汽车技术的创新和颠覆性能源技术的突破已经成为持续改变世界新能源汽车的格局，开启全球各国碳中和行动的关键手段。从天然资源中分离、改造出高产工程菌发酵得到的细菌纤维素具有绿色低碳、强度高、密度低、纯度高、热膨胀系数低、结构稳定性好、无需复杂分离过程等一系列优点，可制备更强、更轻和更可持续的复合材料，有望取代塑料和部分金属，助力汽车轻量化和绿色化。细菌纤维素膜可替代汽车内饰皮类材料的膜材、显示器的透明玻璃和塑料。在多元化材料复合的基础上，细菌纤维素作为塑料的增强材料可制成各种形状且热稳定性好、强度高的复合材料，用于大量的汽车零件，包括仪表板、保险杠、侧板甚至车身等。加入纳米抗菌分子材料的细菌纳米纤维素仿皮具有纳米级尺寸和网状结构，绿色环保，不添加有机溶剂，且具有真皮质感、防水透气、耐磨耐用、安全防火。随着复合材料制造技术的不断创新，未来细菌纤维素复合材料将不断出现，将大量应用于汽车领域中，使汽车产品设计、制造及环保低碳等方面产生质的飞跃。

关键词：细菌纤维素，汽车，复合材料，轻量化，绿色低碳

03-09

纤维素氨基甲酸酯体系生产人造纤维的研究进展

周金平

武汉大学化学与分子科学学院，武汉 430072

E-mail: zhoupj325@whu.edu.cn

过去的十多年，本课题组对纤维素氨基甲酸酯(CC)的合成、溶解以及湿法纺丝进行了系统研究。我们开发了微波加热快速合成和低尿素含量下常规加热合成CC的新方法。然后，以NaOH/ZnO水溶液为溶剂，通过低温冷冻-解冻溶解CC得到纺丝液，证明在NaOH溶液中加入少量ZnO即可显著提高CC的溶解性和纺丝液稳定性，并阐明其溶解机理。最后，通过中试和工业化装备进行湿法纺丝制备出性能优良的再生纤维素纤维。我们所制备的人造纤维具有很好的白度和圆形的截面形貌，结构均匀致密，完全不同于黏胶纤维的荷叶状截面和皮芯结构。新型纤维具有良好的柔顺性和蚕丝般的光泽，无有毒、有害元素残留，其力学性能已达到黏胶连续纺长丝一等品指标(GB/T 13758-2008)，并具有极好的染色性能和染色均匀度。本技术生产周期短、过程绿色环保，符合国家产业发展目标及规划。尤其，能最大限度地利用原有黏胶生产设备，对我国黏胶工业的改造升级具有非常重要的意义。

03-10

碳中和背景下林木纤维的可持续化开发

陈文帅

黑龙江省哈尔滨市东北林业大学

在国家双碳战略背景下,低质林木废弃物资源的高值化利用已成为林业工程领域的热点议题。树木经过在地球上的漫长进化,具备了极强的适应自然环境变化的能力。树木主要由高结晶度的纤维所支撑,这种纤维是自然界中储量最为丰富的聚合物纳米纤维材料,因其可持续性和独特的纳米结构与性能优势而受到广泛关注。在报告中,将会介绍树木的多层级纳米复合结构。在此基础上,介绍植物纤维素纤维的解纤方法及其纳米结构特征,以及如何利用林木纤维开发多元化的可持续结构材料。最后,将会重点介绍林木纤维重组材料在空气集水、除湿、吸湿发电、湿热驱动等领域的应用进展。

03-11

淀粉基可降解塑性材料(HPSA)的制备与应用

邸勇、刘传荣

泰安赛露纤维素醚技术研究所 山东 泰安 271000 cellulose@163.com

木薯淀粉分散在 IPA 中,通过有机碱的催化,与环氧丙烷进行反应,通过调整环氧丙烷的配方量制备不同摩尔取代度的羟丙基淀粉 HPS,然后在二氯乙烷溶剂体系中,与乙酸酐反应制备不同克分子取代度的羟丙基淀粉醋酸酯 HPSA,羟丙基取代度: 0.2-2 可调整,乙酰基取代度: 0.2-3 可调整,软化点: 40°C~90°C,羟丙基淀粉醋酸酯是一种热塑性塑性材料,添加增塑剂后可以部分或者全部替代普通不可降解的塑性材料,广泛应用在纸代塑、地膜和口香糖胶基材料,以及木材胶合板的粘结材料。

关键词: 木薯淀粉、羟丙基淀粉、羟丙基淀粉醋酸酯、HPSA、纸代塑、口香糖胶基、木材粘合剂

03-12

锌离子电容器用木质素基多孔炭正极的结构设计

简文斌¹, 邱学青¹, 张文礼^{1*}

(¹ 广东工业大学 轻工化工学院, 广东 广州 510006)

水合 Zn^{2+} 离子具有较大的水合半径(5.5 Å), 阻碍其在较小的微孔内有效地储存, 导致锌离子电容器具有低的电容和差的倍率性能, 极大地降低多孔炭的储存锌离子效率。因此, 寻找出适宜的多孔炭孔径储存锌离子对提高储锌效率有着重要的意义。以木质素为碳源, 采用氯化铵熔融盐碳化策略制备出 7.5 Å 孔径为主的多孔炭和含微介孔的多孔炭。并采用氨气活化法的方法制备出 6.0 Å 微孔为主的多孔炭。通过电化学方法和分子动力学模拟分析了具有不同孔结构的多孔炭对水合 Zn^{2+} 离子储存的影响。小于 6.0 Å 的微孔阻碍水合 Zn^{2+} 离子的扩散, 导致锌离子电容器具有低的电容和差的倍率性能。大于 7.5 Å 的孔表现出较低的扩散能垒。水合 Zn^{2+} 离子可在大于 7.5 Å 的孔内有效地扩散和储存, 提高了储锌的效率。此外, 介孔不仅可以通过提高水合 Zn^{2+} 离子的扩散速率来提高倍率性能, 而且还可以通过暴露电化学吸附活性位点来提高电容。本研究为锌离子电容器和超级电容器多孔炭电极材料的孔结构设计提供借鉴。

关键词: 锌离子电容器; 多孔炭; 微孔; 倍率性能; 储锌效率

03-13

溶剂法纤维素膜产业化摘要

贾锋伟 许丽丽

山东中科恒联生物基材料有限公司

溶剂法纤维素膜以天然纤维素为原料,采用新型环境友好型溶剂——离子液体直接溶解喷膜制备而成,纤维素溶解与再生过程属于物理反应,生产过程无废气废水排放,实现了离子液体和水的高效回收使用,真正实现了原料可再生、过程无污染、产品可降解的全生命周期的绿色化,属于高效、环境友好的清洁化生产新工艺。溶剂法纤维素膜项目从新型离子液体合成、纤维素溶解、成膜、到离子液体回收和循环利用,实现了全产业链集成创新。主要创新点如下:

1、建成年产千吨级纯度为 99%的 1-烯丙基-3-甲基咪唑氯盐 (AmimCl) 生产装置,在国际上首次实现 AmimCl 离子液体用于纤维素膜清洁生产的产业化应用,纤维素膜生产线单线产能 2000 吨/年。

2、发明了离子液体 AmimCl 溶剂过滤、蒸发、脱色、纯化耦合技术,实现了 AmimCl 的高效分离和纯化回收,回收率达 99.5%,实现了超过 800 次的循环使用。

3、开发了适合于纤维素溶解的干燥脱水-螺杆挤出脱挥等专用装备、纤维素溶胶专用挤出喷膜组件,以及适配的拉伸、洗涤、烘干系统,实现了产品的聚合度可控,并扩大了纤维素原料的应用范围。

4、开创了纤维素新溶剂的快速溶解成型工艺,相较于传统粘胶工艺,生产周期缩短 88% 以上,产品成本降低 20%以上。

溶剂法纤维素膜的主要应用领域有:封箱胶带、食品包装、医药包装、可视类产品视窗/盖膜、外卖包装、标签、烟花爆竹包装等。

溶剂法纤维素膜产业化开启了纤维素膜行业的技术革新,解决了传统纤维素膜工艺重污染、高能耗、工艺复杂冗长、高成本的难题,具有显著的环保和节能特点,符合国家低碳环保、节约资源能源的发展要求。

03-14

海洋生物质新材料

蔡杰

武汉大学化学与分子科学学院, 武汉, 430072

*Email: caijie@whu.edu.cn

甲壳素是含量仅次于纤维素的天然高分子,也是最丰富的海洋生物质资源。甲壳素经过强碱或酶脱乙酰化处理后可得到壳聚糖。甲壳素和壳聚糖具有诸多理化性质和优异的生物活性、生物相容性、生物降解性,在材料、能源、健康、环境等领域有广泛的应用前景。然而,由于现有溶剂体系的局限性,甲壳素和壳聚糖尚未得到有效开发和利用。我们率先提出并实现甲壳素和壳聚糖在 KOH/尿素水溶液中的快速溶解,通过跨尺度结构表征研究甲壳素和壳聚糖的多级结构转变,以及甲壳素和壳聚糖与溶剂的相互作用,阐明去溶剂化-插层溶解新机理。进一步,通过多尺度结构调控构建出高性能和多功能的甲壳素和壳聚糖新材料,阐明构效关系。基于 KOH/尿素水溶液的新溶剂将成为甲壳素和壳聚糖材料制备和功能化的基础。**关键词:** 甲壳素, 壳聚糖, 绿色溶剂, 溶解机理, 构效关系

参考文献

- [1] J. Huang, Y. Zhong, L. Zhang, J. Cai, *Macromolecules*, **2020**, 53, 5588
- [2] J. Huang, Y. Zhong, L. Zhang, J. Cai, *Green Chem.*, **2021**, 23, 3048
- [3] Yi Zhong, Xi Zhang, Qing Zhang, Jie Cai, *Green Chem.*, **2023**, DOI: 10.1039/D3GC02231E

- [4] D. Xu, J. Huang, D. Zhao, B. Ding, L. Zhang, J. Cai, *Adv. Mater.*, **2016**, 28, 5844
- [5] J. Huang, Y. Zhong, L. Zhang, J. Cai, *Adv. Funct. Mater.*, **2017**, 27, 1701100
- [6] Y. Chen, Q. Zhang, Y. Zhong, P. Wei, X. Yu, J. Huang, J. Cai, *Adv. Funct. Mater.*, **2021**, 31, 2104368
- [7] Q. Zhang, Y. Chen, P. Wei, Y. Zhong, C. Chen, J. Cai, *Mater. Today*, **2021**, 51, 27-38.
- [8] H. Xu, Z. Fang, W. Tian, Y. Wang, L. Zhang, J. Cai, *Adv. Mater.*, **2018**, 30, 201801100.
- [9] F. Xie, L. Jiang, X. Xiao, Y. Lu, R. Liu, W. Jiang, J. Cai, *Small*, **2022**, 18, 2104885

03-15**木质素基生物活性材料及其应用**

金永灿, 祁双, 王一霖, 吴丹丹, 姜波, 吴文娟, 张超锋

南京林业大学轻工与食品学院, 南京 210037

木质素含有多种官能团, 其改性或降解产物可作为用途广泛的天然活性物质。本工作重点介绍了木质素在农林业、生态建设及生物医学领域等的多种应用潜力。研究结果显示, 低分子量氧-碱木质素具有促进植物光合色素、碳水化合物和蛋白质的合成的功能, 具有刺激作物早期生长的作用; 木质素的脲醛缩聚产物具有良好的固沙和促进生态恢复、土壤改良等功效; 低浓度磺化木质素可有效抑制 α -淀粉酶的活性, 并且有利于肠道益生菌的增殖; 对木质素进行去甲基化和磺化改性可获得对肿瘤微环境的高水平谷胱甘肽反应性, 促进活性氧物质的产生, 并导致 HepG2 细胞的凋亡而不损害正常细胞。基于木质素良好的生物相容性, 上述成果为提升和利用木质素的生物活性提供了新的途径。

03-16**圣泉集团生物质材料之纤维素开发与产业化**

张 希

济南圣泉集团股份有限公司, 山东济南, 250204

在我国努力实现双碳目标的大背景下, 立足于解决当前经济绿色发展和农林废弃物焚烧排碳等热点问题, 面向农林废弃物资源高值利用和清洁生产的重大需求, 济南圣泉集团股份有限公司致力于打造国际领先的生物质精炼一体化综合利用产业集群。

历经 40 年积淀, 研发出“圣泉法”生物质精炼一体化技术, 并列国家发展改革委绿色技术推广目录。该技术绿色环保、节能高效、突破了生物质中纤维素、半纤维素、木质素三素高效分离和高值化利用的行业难题。其中纤维素部分, 可以生产纤维素基系列可降解制品、纳米纤维素、溶解浆、燃料乙醇、生物质石墨烯等; 半纤维素部分, 既可生产糠醛, 又可生产木糖、L-阿拉伯糖等健康食品添加剂; 木质素部分, 可生产道路用沥青乳化剂、染料分散剂、生物航煤等; 此外, 生物质树脂炭颗粒度均一, 堆积密度大, 可生产硬碳负极材料应用于锂钠离子电池等。

本报告将介绍圣泉集团在植物秸秆全组分精细分离与高值化利用方面取得的突出成绩, 重点介绍研发的纳米纤维素及纤维素基可降解材料的工程转化及产业布局, 将助推我国基于农林废弃物资源的生物质精炼产业链发展更为完善、生产更为绿色、市场更为广阔。

关键词:植物秸秆; 生物质; 纤维素; 产业化

03-17**植物油基非异氰酸酯聚氨酯制备及性能研究**

张超群*

生物基材料与能源教育部重点实验室
华南农业大学材料与能源学院，广州，510642

* Email: zhangcq@scau.edu.cn, nwpuzcq@gmail.com

自工业化时代以来，CO₂ 作为一种主要的温室气体排放量不断增加，气候变化是人类面临的全球性问题。随着各国二氧化碳排放，温室气体猛增，对生命系统形成威胁。在这一背景下，我国提出碳达峰和碳中和目标。高效利用 CO₂ 资源，成为材料领域的热门问题。

聚氨酯因其卓越的性能而被广泛应用于国民经济众多领域，被誉为“第五大塑料”。但传统聚氨酯的生产以高毒性的异氰酸酯为原料，对人体健康和环境造成严重的危害。因此，制造出非异氰酸酯聚氨酯既符合行业流行趋势，更符合国家发展要求，有着极大的经济效益和发展潜力[1]。

制备非异氰酸酯聚氨酯的一种绿色可行的策略是利用多官能环碳酸酯与多元胺发生氨解反应以形成氨基甲酸酯结构。合成环状碳酸酯最广泛的方法是利用 CO₂ 与环氧化物的偶联反应，该方法使用无毒，可再生，丰富且廉价的 CO₂ 资源合成环碳酸酯[2]，达到降低碳足迹的目的。植物油作为一种典型的可再生资源用于开发高性能聚氨酯在应对环境污染和化石能源的枯竭方面具有重要意义[3-4]。植物油价格低廉，其活性位点为制备非异氰酸酯聚氨酯的主要原料环碳酸酯提供了平台。植物油中长的柔性脂肪酸链结合到聚合物网络中可使聚氨酯具有良好的弹性和机械强度以及耐磨性[5]。目前，许多科研工作者都致力于非异氰酸酯聚氨酯的制备，并取得了一定的成果。

本文以 CO₂ 与可再生植物油环氧亚麻籽油为原材料，利用 CO₂ 插入法通过控制开环反应时长调控亚麻油基环碳酸酯的官能团数量，制备了一系列生物基五元环状碳酸酯，再与有机胺进行聚合反应合成非异氰酸酯聚氨酯，利用共价键和非共价键协同作用，构建强韧一体化生物基高分子材料。系统研究了反应时间，物料摩尔比以及官能团数量对材料性能的影响。结果表明反应 12h，环碳酸酯官能团转化率达到 80%，所制得的新型非异氰酸酯聚氨酯涂膜具有更优异的热力学性能和机械性能，最高拉伸强度可达约 41 MPa。这项工作通过可持续性、经济驱动性反应及 CO₂ 的资源化利用，不仅符合环保材料的要求，还响应了国家提出的碳中和理念，有利于满足对更具“可持续性”原料需求的增加，可再生替代品取代化石材料，缓解石油资源的消耗，助力“碳达峰”“碳中和”目标的实现。

关键词：环氧亚麻籽油；CO₂；非异氰酸酯聚氨酯聚氨酯

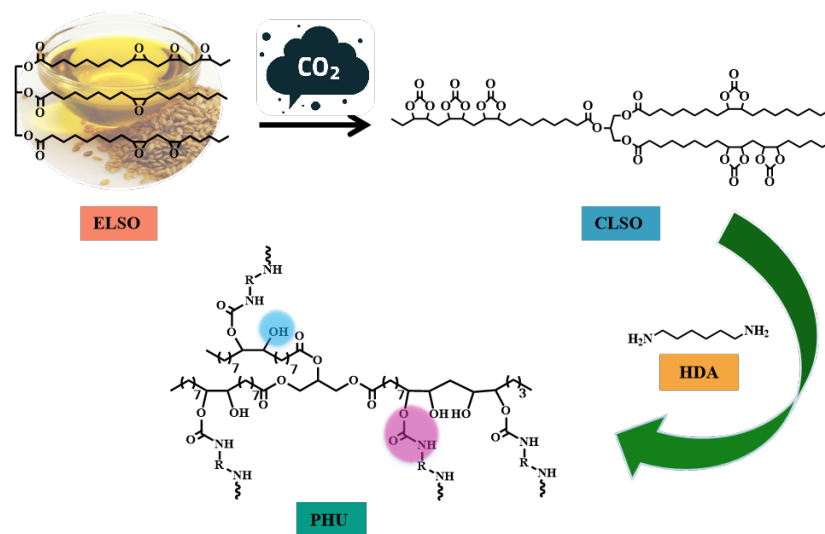


图 1 利用环氧亚麻籽油制备无异氰酸酯聚氨酯合成路线

参考文献:

- [1] H.-W. Engels, H.-G. Pirkel, R. Albers, R. W. Albach, J. Krause, A. Hoffmann, H. Casselmann and J. Dormish, *Angew. Chem., Int. Ed.*, 2013, 52, 9422–9441.
- [2] A. Cornille, R. Auvergne, O. Figovsky, B. Boutevin and S. Caillol, *Eur. Polym. J.*, 2017, 87, 535-552.
- [3] C. Zhang, Y. Li, R. Chen, M.R. Kessler, *Polyurethanes from Solvent-Free Vegetable Oil-Based Polyols*, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2 (2014) 2465-2476.
- [4] C.Q. Zhang, M.R. Kessler, *Bio-based Polyurethane Foam Made from Compatible Blends of Vegetable-Oil-based Polyol and Petroleum-based Polyol*, *Acs Sustainable Chemistry & Engineering*, 3 (2015) 743-749.
- [5] 李祥龙, 水性非异氰酸酯聚氨酯的制备及性能研究[J]. *广东化工*, 2013, 40(11):50-51,47.

03-18

纤维素摩擦电材料

聂双喜*, 王双飞*

广西大学轻工与食品工程学院, 中国南宁 530004

在低碳经济下化工绿色发展趋势的推动下, 先进木质纤维功能材料在分布式能量收集与转化、自驱动传感等新兴领域发挥了重要作用。纤维素具备独特的多尺度结构、优异的机械性能和丰富的化学反应位点, 可通过化学改性和结构工程实现纤维素摩擦电材料的定制。本研究通过解析木质纤维微组分微结构, 明确了多尺度控制纤维素解离、提取与化学功能化的关键要点, 阐明了羟基偶极子调控改善纤维素极化性能的机理, 拓展了适用于纤维素极化性能调控的品质因数理论; 揭示了纤维素润湿性对其极化性能的影响机制, 提出了液-固界面传质的强化策略, 构筑了仿生的纤维素功能材料。系列基础研究解决了纤维素材料结构与性能关系不明确的关键科学问题, 实现了先进纤维素功能材料的定制与应用, 为我国造纸行业可持续发展提供了有力的科学支撑。

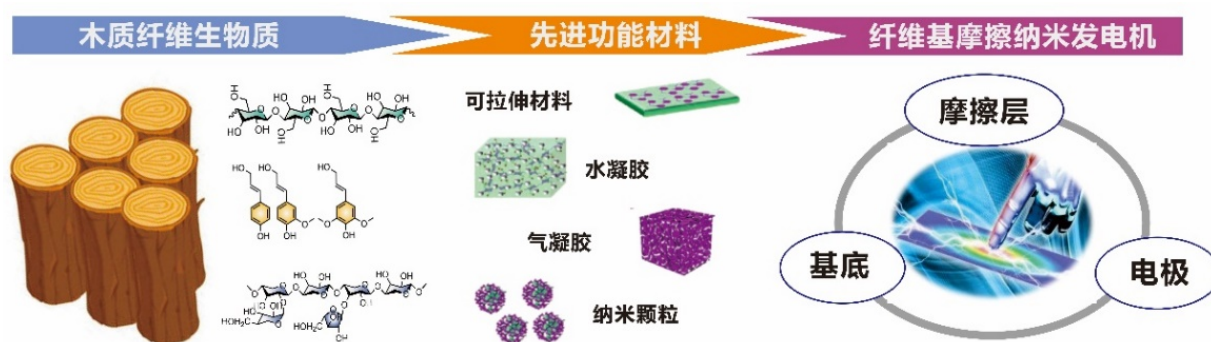


Figure 1. Wood-cellulose-fiber-based functional materials for triboelectric nanogenerators

参考文献:

- [1] Song Zhang, Mingchao Chi, Jilong Mo, Tao Liu, Yanhua Liu, Qiu Fu, Jinlong Wang, Bin Luo, Ying Qin, Shuangfei Wang, Shuangxi Nie. *Nature Communications* 2022, 13(1): 4168.

[2] Dengjun Lu, Tao Liu, Xiangjiang Meng, Bin Luo, Jinxia Yuan, Yanhua Liu, Song Zhang, Chenchen Cai, Cong Gao, Jinlong Wang, Shuangfei Wang, Shuangxi Nie. *Advanced Materials* 2023, 35(7): 2209117.

[3] Ying Qin, Jilong Mo, Yanhua Liu, Song Zhang, Jinlong Wang, Qiu Fu, Shuangfei Wang, Shuangxi Nie. *Advanced Functional Materials* 2022, 32(27): 2201846.

03-19

绿竹木质素基活性生物炭的制备及应用

刘明华

莆田学院

以氢氧化钾为提取液，从绿竹中提取木质素原料，通过曼尼希胺化反应引入氮，最后通过对碱木质素进行一步活化和碳化，得到具有高吸附效率的新型氮掺杂木质素基活性生物炭，其比表面积高达 2238 m² g⁻¹。将生物炭应用于去除孔雀石绿的研究中，具有极佳的吸附效率，最大吸附容量为 1372.5 mg g⁻¹。吸附机理研究表明，吸附过程是一个自发的放热反应，主要受静电作用、氢键作用和 π - π 键作用的控制。生物炭再生实验发现，经过 4 次再生后，MG 的去除率仍能达到 81.5%，这使其在污染物去除方面具有广阔的应用前景。

03-20

聚氨基酸及聚硫酯作为大品种可持续高分子材料

陶友华

随着低碳和可持续发展时代的来临，未来的高分子工业将更多的使用可再生资源，以替代传统石油资源。氨基酸是一种天然可再生资源，中国目前年产赖氨酸超过 300 万吨，谷氨酸超过 400 万吨。尤其，赖氨酸的价格(7000-8000 元/吨)与乙烯、丙烯相当，颠覆了氨基酸价格昂贵的传统观念。作为多官能度、侧基丰富的的手性分子，氨基酸是理想的低碳高分子的构筑基元。因此，基于廉价而丰富的氨基酸，将其高效转化为低碳、可持续的氨基酸聚合物是高分子合成化学重要的方向之一。理论上，聚氨基酸有望与聚乳酸一样，通过开环聚合实现高效合成，并成为大品种的可持续高分子材料。但是，目前聚氨基酸的合成还存在诸多挑战，严重限制了聚氨基酸的规模化生产及应用。我们发展了非光气法合成氨基酸环状单体的新方法，为把氨基酸聚合物发展成类似于聚乳酸的大品种可持续高分子材料奠定了基础。正在与中国石油化工股份有限公司合作，开展环状赖氨酸单体及氨基酸高分子的合成与产业化研究，拟在巴陵石化建立环状氨基酸单体及其聚合物的中试装置。另一方面，塑料的闭环回收正成为全世界科学界关注的焦点。在前期发展的非光气法合成氨基酸环状单体的基础上，利用氨基酸易于衍生化的结构特点，将氨基酸高效转化为巯基酸，高效合成了具有温和条件下近平衡热力学的六元交硫酯单体，交硫酯可以以廉价易得的乙醇酸为原料高效制备，单体的成本不会超过 6000 元/吨，且所得聚合物具有很好的结晶性，具有与聚烯烃媲美的物理化学性质。因而，交硫酯聚合物有望成为具有重大应用前景的可闭环回收高分子。

参考文献

[1] Li, M.; Tao, Y.; et al. *Nature Synthesis*. **Doi:** 10.1038/s44160-022-00142-0

[2] Wang, Y.; Li, M.; Wang, S.; Tao, Y.; Wang, X. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2021**, **60**, 10798.

[3] Wang, Y.; Li, M.; Chen, J.; Tao, Y.; Wang, X. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2021**, **60**: 22547.

03-21

天然高分子溶解及天然高分子凝胶电解质

谢海波

贵州大学材料与冶金学院，高分子材料与工程

贵阳市花溪区贵州大学西校区，550025

Email: hbxie@gzu.edu.cn

凝胶聚合物电解质是由液体电解质和聚合物基体构成，兼具液体电解质的特性和固态聚合物骨架机械特征的一种准固态电解质。凝胶聚合物电解质不但克服了液体电解质易泄露、封装困难等缺点，还具有液体电解质的高离子电导率和固体电解质的良好力学性能的双重性质，因而在便携式电子设备、固定电力系统和混合动力汽车等领域显示出广阔的应用前景。从经济和环境的角度考虑，以天然高分子材料为凝胶聚合物电解质骨架的研究发展迫在眉睫。而天然高分子存在溶解加工难题，本文旨在研究开发资源丰富、价格低廉、易降解的纤维素、明胶、壳聚糖等天然高分子作为凝胶聚合物电解质，以超级电容器为应用模型，研究凝胶电解质的构筑策略，阐明材料的物理、化学结构与电化学性能之间的关联性，最终建立以离子液体、CO₂ 基础溶剂体系为材料构建平台的天然高分子基凝胶电解质的可控制备新原理与新技术。

参考文献：

1. Antai Zhu, Qinqin Xu,* Jun Huang, Yue Li, Fazhi Zhang, Shangdong Qin, Shizhao Li, Chao Wan, Haibo Xie,* ACS Appl. Mater. Interfaces 2023, 15, 35, 41483–41493;
2. Hailiang Sheng, Antai Zhu, Lihua Zhang*, Jun Huang, Tongjun Yang, Shangdong Qin, Fazhi Zhang, Qinqin Xu, Haibo Xie*, Green Chem. 2023, 25(8), 3046-3056;
3. Antai Zhu, Jun Huang, Haibo Xie*, Wang Yue, Shangdong Qin, Fazhi Zhang, Qinqin Xu*, Chemical Engineering Journal 446 (2022) 137032

03-22

蛋白质可控聚集与界面粘附

杨鹏

陕西师范大学 化学化工学院 应用表面与胶体化学教育部重点实验室

调控材料表界面化学和物理结构是实现材料高新技术用途的一个关键环节。特别是对于高分子材料，其由大量 C-H 键所形成的低表面能导致聚烯烃的表面极性和功能化难题。鉴于这些原因，表面改性被列为新世纪需重要发展的新方向。从实际应用的角度考虑，一套适合于各类制品的表面反应，其最理想的情况应该是在制品表面涂覆界面材料层，并要求所形成的涂层可与原制品形成牢固的附着力，且能够提供所需要的后续化学反应和功能化位点，同时需要合成方法简单、温和及材料成本低。满足上述条件的界面改性体系事实上目前进展不大。本次报告将汇报基于蛋白质淀粉样积聚体的材料表界面改性，以发展简单、温和、高效、多功能的适合于各种材料种类和形态的普适性表界面功能化体系。该体系有望解决材料表界面改性和功能化的关键难题：第一，突破高分子链很难实现长程有序性排列的传统认知，利用核壳纳米晶介观自组装构建了大尺寸生物大分子单晶（介晶过程）；第二，提出超快速类淀粉样蛋白质积聚的新策略，实现了低成本、快速和批量制备相转变溶菌酶积聚体，证实该材料具有优异的无色透明性、界面粘附稳定性和生物相容性，建立了有望代替聚多巴胺等经典仿生表面化学的普适性材料表界面改性新体系；第三，系统研究了相转变溶菌酶积聚体的界面活性和反应性，发展了其在生物医用涂层等方面的特色应用。

03-23

木质素基新型多功能可生物降解弹性体

朱东雨*, 江嘉馨, 邱学青*

广东工业大学轻工化工学院, 广州, 510006

*Email: Zdy16@gdut.edu.cn; qxq@gdut.edu.cn

木质素是自然界中仅次于纤维素的第二大丰富的天然高分子, 其具有众多不同种类的活性官能基和刚性的多级结构, 但由于其组成复杂, 与其他高分子的相容性较差, 木质素在高分子材料中的高值化利用依然面临挑战。传统废旧橡胶制品的不可降解性造成的“黑色污染”给环境带来巨大的承载负荷, 采用绿色生物质原料开发新型可生物降解橡胶弹性体迫在眉睫, 也是双向协同促进“双碳”目标实现的重要举措。本文研究利用全生物质资源木质素和硫辛酸开发了一种新型多功能可生物降解的橡胶弹性体。硫辛酸是一种含有羧基和二硫键的天然短链脂肪酸, 在高温下即可开环聚合, 无需使用任何引发剂。因此, 该弹性体可采用高温熔融的方法制备, 过程简单, 易实现工业化。该弹性体的力学性能可与丁苯橡胶相媲美, 并且具有自增强功能, 自增强效率可达到 67%; 该弹性体具有光热效应, 可以光驱动实现材料的自修复性能和形状记忆功能, 其自修复效率可达到的 92%, 形状固定率 R_f 和形状恢复率 R_r 分别为 92% 和 85%。同时具有抗老化性能, 在老化 7 天后抗拉强度略有增加, 并保持优异的弹性。该材料作为一种多功能弹性体在生物医学设备和软致动器等方面有重要的应用前景。

03-24

纤维素/半纤维素基变色室温磷光材料

吕保中, 彭锋*

北京林业大学, 北京 100083

在信息加密和防伪技术领域, 相比于大多数静态室温磷光材料, 激发波长和延迟时间依赖性变色磷光材料展现出显著的优势。然而, 构建变色室温磷光材料过程中激发态调控机制是当前的挑战性前沿科学问题。我们提出“簇重构”、“纤维素非均相反应”、“限域调制簇聚”等策略, 调控簇聚诱导发光及激发态性质, 可控构建纤维素/半纤维素基变色室温磷光材料。探究材料核心制备技术, 揭示其分子及聚集态结构与磷光性能的构效关系, 阐明所提出策略对磷光性能的调控机制, 以获得长寿命及多波段可调的室温磷光材料, 并进一步挖掘此类材料在多级防伪和信息安全等领域的应用价值。我们的研究有助于揭示有机室温磷光的激发态调控内在机理, 为实现有机室温磷光材料的结构和性能创新提供科学依据和技术支撑。

03-25

木质素基单离子聚合物电解质的制备及性能研究

王品惠, 刘昱含, 呼微*

东北师范大学 吉林省长春市人民大街 5268 号

邮箱: huw884@nenu.edu.cn

锂离子电池具有工作电压高、循环稳定性好、自放电概率低等突出优势, 高柔韧性、高安全性的固态聚合物电解质 (SPEs) 是下一代高性能高安全性锂电池发展的关键方向。木质素是自然界中储量仅次于纤维素的天然高分子, 是绿色环保、可再生、可降解的低成本材料 [1,2]。本研究首先将木质素磺酸盐通过分子结构设计合成了同时含有磺酸锂基团和三氟甲基磺酰亚胺锂基团的木质素锂盐 (L-Li), 将其与 PVDF-HFP 通过静电纺丝制备出具有高孔隙率、锂盐均匀有序分布的木质素基单离子聚合物电解质 (L-Li/PVDF)。该电解质具有的高孔隙率三维网络结构, 能促进增塑剂的浸润, 提高吸液率, 降低电池内部阻抗, 使 Li^+ 传输更

稳定高效；30 °C时 L-Li/PVDF 电导率可达到 2.12 mS cm⁻¹。L-Li/PVDF 中阴离子被固定在木质素骨架上，锂离子迁移数高达 0.87，能有效地抑制锂枝晶生长。组装的 Li/L-Li10/PVDF//LFP 电池具有优异的循环性能，在 0.2 C 电流密度下初始放电比容量可达到 157 mAh g⁻¹。进一步通过静电纺丝/喷涂和热压相结合的方法，制备出一种超薄能量密集型的全固态复合聚合物电解质，以 L-Li/PVDF 为纳米纤维骨架，并将 PEO/LiTFSI 填充到纤维空隙。具有良好的界面相容性，并有效提高了 Li⁺电导率，室温可达 0.13 mS cm⁻¹。L-Li/PVDF 骨架提供了良好机械性能，降低 PEO 结晶度，避免锂盐团聚，实现 Li⁺快速传输。组装的 Li/L-Li/PVDF-PEO/Li//LFP 电池 0.2 C 下首次放电比容量达到 158 mAh g⁻¹，循环 730 次可逆容量为 106 mAh g⁻¹，且库伦效率约 100%。组装的锂对称电池在 0.5 mA cm⁻²，13 mV 下实现稳定循环 7000 h，显著抑制了锂枝晶增长，实现电池安全运行。

关键词：木质素；聚合物电解质；锂电池

致谢：本研究由国家自然科学基金（52073044）资助。

参考文献：

[1] Zhang, S.; Li, S.; Zhou, W.; et al. Chem. Phys. 2015, 135: 14304. Tran. H. K, Babulal, L. M, et al. ACS. Appl. Energy Mater. 2021, 4(8): 8016.

[2] Wu. H. P, Cao. Y, Su. H. P, Wang. C. Angew. Chem. Int. Ed. 2018, 57: 1361.

03-26

基于仿生策略构建的木质素碳点生物炭基太阳能蒸发器用于高效海水淡化

李志礼，李子晨，葛圆圆

广西大学化学化工学院、广西石化资源加工及过程强化技术重点实验室，南宁

Email: lizhili@gxu.edu.cn

海水资源占地球总水量的 97 % 以上，是解决淡水资源短缺的理想来源。太阳能作为一种可再生能源，可进一步推动海水淡化技术的发展。太阳能驱动的海水淡化技术在获得清洁安全水资源以及缓解全球淡水短缺方面具有突出的优势。低蒸发速率、低光热转换效率和盐析等问题阻碍着太阳能蒸发器的发展。受到植物蒸腾作用和顶端优势的启发，设计了一款生物炭太阳能蒸发器。该蒸发器通过木质素碳量子点改性壳聚糖碳气凝胶提升生物炭材料的蒸发性能；通过纸带输水、珍珠棉隔热提升了光热转换效率；通过气凝胶自清洁、定点析盐和物理除盐实现了广谱海水淡化。该蒸发器打破了界面蒸发系统的极限，在一个太阳光强下蒸发速率可达 2.32 kg m⁻² h⁻¹，具有强耐盐性（在 20 wt% 盐水中连续蒸发 8 h 无明显盐结晶）和优异的自清洁能力（在 15 分钟内将 0.3g NaCl 重新溶解回 15 wt% 盐水）。此外，该蒸发器实现了盐晶体的局部结晶并实现了简易物理收集（15 wt% 盐水中，盐结晶收率为 171.6 g m⁻² h⁻¹）。该蒸发器具有优越的蒸发性能，从模拟海水中获得了符合 WHO 饮用标准的冷凝水，并实现了对含有重金属离子、纳米塑料和染料的工业废水的有效处理。本课题从环境友好的生物质原材料出发，通过双重仿生设计，构筑出可用于解决淡水资源短缺的高性能太阳能海水蒸发器，具有很大的应用前景。

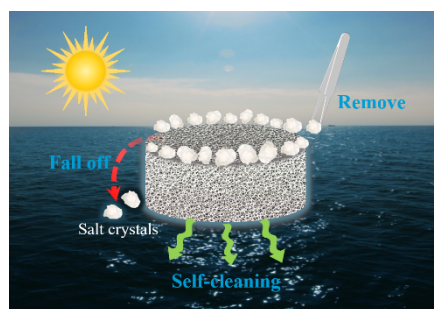


Fig.1 Bioinspired carbonized lignin carbon dots-modified chitosan aerogel with self-cleaning and local crystallization for desalination

参考文献

1. S. Lin, H. Zhao, et al., Desalination, 498 (2021).
2. M. Elimelech, W.A. Phillip, et al., Science, 333 (2011) 712-717.
3. Z. Li, S. Wei, et al., Science of the total environment, 858 (2023) 160003-160003.
4. Y. Xu, X. Xiao, et al., Journal of Materials Chemistry A, 8 (2020) 24108-24116.
5. X. Lu, J. Tang, et al., Solar Energy, 231 (2022) 828-836.
6. S. Liu, C. Huang, et al., Journal of Materials Chemistry A, 7 (2019) 17954-17965.
7. X. Han, S. Ding, et al., Journal of Materials Chemistry A, 9 (2021) 18614-18622.
8. S. Luo, Z. Li, et al., Chemical Engineering Journal, 454 (2023) 140286.
9. C. Chang, C. Yang, et al., ACS Applied Materials & Interfaces, 8 (2016) 23412-23418.
10. Y. Shi, R. Li, et al., Joule, 2 (2018) 1171-1186.

03-27

纳米纤维素绿色制备与高值化应用

姚献平

- 1.杭州市化工研究院 2.国家造纸化学品工程技术研究中心 3.浙江省生物基全降解及纳米材料创新中心 4.浙江杭化新材料科技有限公司 310014

纳米纤维素制备工艺有生物法、化学法、机械法等,但单一的制备技术通常存在污染重、能耗高、浓度低等问题。针对上述问题,本研发团队利用学科交叉技术,开发了高浓绿色制备新工艺。该工艺能耗低,无废水排放。产品具有高含固量、高长径比等特点,已建成 210 kg/d(绝干)纳米纤维素绿色制备中试示范线,正在建设 1000 kg/d(绝干)纳米纤维素产业化示范线。高值化应用方面,在纸基功能材料、阻隔材料、全降解材料、化妆品、涂料、3D 打印材料、高吸水性树脂等领域均取得一定进展,特别是在造纸领域,纳米纤维素基转移印花涂料已实现商品化应用;通过纳米纤维素提高纸张强度,节约木浆纤维方面取得明显效果,展示出良好的市场前景。

关键词: 纳米纤维素, 绿色制备, 高值化应用

03-28

纳米纤维素基光学材料基础研究

徐雁

吉林大学 无机合成与制备化学国家重点实验室, 长春 130012

圆偏振光在光学加密、医疗及编码等重要领域备受关注。目前,基于可持续原料和易量产途径构建高效圆偏振光学材料是该领域的挑战性问题。我们发现(1)手性向列型纤维素纳米晶(CNC)基薄膜将与其光子禁带匹配的自发辐射转化为高不对称因子右旋圆偏振荧光[1a,b];(2)成功构筑双手性圆偏振反射光、双手性圆偏振荧光的 CNC 基薄膜[2];(3)实现了带中室温右旋圆偏振磷光、带边室温左旋圆偏振磷光的二氧化硅手性向列型薄膜的构筑[3];(4)实现了红外二区右旋圆偏振荧光 CNC 基薄膜的构筑,其右旋圆偏振光可用于辨别小鼠的转移癌组织并人体胃癌组织[4a,4b];(5)构建了具有偏振态加密能力的纳米纤维素基光学波片[5]。我们将进一步探究光学调控的介观相机机制及构效关系、为开发可持续易量产高效圆偏振光学材料提供科学依据。

参考文献:

- [1] (a) H.Z. Zheng, W.R. Li, W. Li, X.J. Wang, Z.Y. Tang, S.X.A. Zhang*, Y. Xu*, Adv. Mater. 2018, 30, 1705948. (b) H.Z. Zheng†, B. Ju†, X.J. Wang, W.H. Wang, M.J. Li, Z.Y. Tang,

- S.X.A. Zhang*, Y. Xu*, Adv. Optical Mater. 2018, 6, 1801246.
[2] J.W. Tao, C. Zou, H.J. Jiang, M. Li, D. Lu, S. Mann*, Y. Xu*, CCS Chem 2020, 3, 932.
[3] D. Zhang, H.Z. Zheng, X.T. Ma, L.N. Su, X.Q. Gao, Z.Y. Tang*, Y. Xu*, Adv. Optical Mater. 2022, 10, 2102015.
[4] (a) D. Lu, M.F. Li, X.Q. Gao*, X. Yu, L.H. Wei, S.J. Zhu*, Y. Xu*, ACS Nano 2023, 17, 461;
(b) D. Lu, X. Yu, S.J. Zhu*, Y. Xu*, Cellulose 2023, 30, 8325.
[5] X. Yu, D. Zhang, M.D. Xu, G.J. Song, Y. Xu*, J. Mater. Chem. C 2023, 11, 1684.

03-29

生物质基包装材料产业发展现状分析

郭家奇、宋君龙、朱文远、金永灿

南京林业大学 轻工与食品学院

随着环保意识的不断提高,生物质基包装材料逐渐成为了包装行业的热门话题。生物质基包装材料是指以天然生物质为原料制成的包装材料,具有可再生、可降解、无毒无害等特点,是一种环保型的包装材料,如今已经成为了包装行业的重要组成部分

生物质基包装材料的应用范围非常广泛,可以用于食品、医药、化妆品等多个领域的包装。其中,食品包装是生物质基包装材料的主要应用领域之一。生物质基包装材料可以有效地保护食品的品质和安全,同时也可以减少对环境的污染。生物质基包装材料的优点不仅在于其环保特性,还在于其可塑性和可加工性。生物质基包装材料可以通过不同的加工方式制成不同形状和尺寸的包装材料,满足不同领域的需求。此外,生物质基包装材料还具有良好的物理性能和化学稳定性,可以有效地保护包装物。尽管生物质基包装材料具有许多优点,但其在应用过程中仍然存在些问题。例如,生物质基包装材料的成本较高,生产过程中需要消耗大量的能源和水资源。此外,生物质基包装材料的降解速度较慢,需要一定时间才能完全降解。

03-30

纤维素的高值化利用研究

杨轩

浙江大学化学工程与生物工程学院

纤维素作为储量最丰富的生物质材料,科学开发及其应用推广十分契合我国“双碳减排”的发展战略需求。以植物纤维作为原料制备的纸产品和纤维制品已成为生活和工业的必需品,而如何进一步开发终端产品的高值化应用是研究热点。

我们的工作针对植物的微纳多级结构和化学组分进行系统分析,巧妙设计不同的分离方法,得到性能优异的纳米纤维素,之后再通过调控其组装过程,制备具有特殊结构与性能的新一代纸和纤维产品,并探索其高值化利用。

03-31

可再生碳资源高效定向转化制备重要化学品

刘会贞*

中国科学院化学研究所, 北京, 100190

*Email: liuhz@iccas.ac.cn

木质素是自然界中存储量最大的无定形三维芳香聚合物碳资源,每年造纸行业也会产生大量的木质素,但是目前木质素的利用率不足 10%,实现木质素的高值化利用具有重要意义,我们通过耦合水解、加氢反应,采用 Pd/C 为催化剂,通过无机盐表面电子修饰以及溶剂调控,实现了木质素重要衍生物芳香醚类化合物转化制备环己酮及其衍生物。通过 RhCl₃、

LiI 以及 LiBF₄ 的协同催化, RhCl₃ 催化羰基化反应, LiI 与 LiBF₄ 催化醚键的断裂, 实现了芳香甲基醚类转化制备苯甲酰酯类化合物。此外, 以真实的木质素作为原料制备重要化学品具有更重要的意义, 然而木质素直接解聚往往得到混合物, 后续分离困难, 我们提出了一条木质素中甲氧基选择性利用的新思路, 实现了以真实木质素为原料制备重要化学品乙酸。

5-羟甲基糠醛(HMF)是生物质中重要平台化合物, 其定向转化制备重要化学品引起了人们的广泛关注。我们通过构筑特殊反应界面, 实现了 HMF 选择性氢解制备 5-甲基糠醛 (MF)。

关键词: 木质素; 5-羟甲基糠醛; 选择性氢解

参考文献

- [1] Mei, Q.; Liu, H.; Shen, X.; Meng, Q.; Liu, H.; Xiang, J.; Han, B., *Angew. Chem. Int. Ed.* **2017**, *129*, 14868.
- [2] Meng, Q.; Hou, M.; Liu, H.; Song, J.; Han, B., *Nat. Comm.* **2017**, *8*, 14190.
- [3] Mei, Q.; Yang, Y.; Liu, H.; Li, S.; Liu, H.; Han, B., *Sci. Adv.* **2018**, *4*, eaaq0266.
- [4] Li, S.; Dong, M.; Yang, J.; Cheng, X.; Shen, X.; Liu, S.; Wang, Z.; Gong, X.; Liu, H.; Han, B., *Nat. Comm.* **2021**, *12*, 584.
- [5] Liu, S.; Dong, M.; Wu, Y.; Luan, S.; Xin, Y.; Du, J.; Li, S.; Liu, H.; Han, B., *Nat. Comm.* **2022**, *13*, 2310.

03-32

海鞘纤维素纳米晶的有序排列与水凝胶材料的功能化

常春雨

武汉大学化学与分子科学学院, 武汉武昌珞珈山 430072

纳米纤维素作为地球上最丰富的结晶多糖纳米材料, 预计将在本世纪用于制造高科技材料和产品, 在应对全球气候变化和塑料污染方面具有重大意义。海鞘纤维素作为唯一动物来源纳米纤维素, 由其制备而成的纳米晶体具有高结晶度、高长径比的纤维素纳米。报告将主要介绍利用外场(电场、磁场、牵伸力、剪切力)控制纳米纤维素在复合材料中有序(取向、梯度、螺旋)排列, 制备人工肌肉、软驱动器、防伪器件等智能材料。此外, 报告将简要介绍课题组利用天然高分子开发三类医疗器械的研究进展。

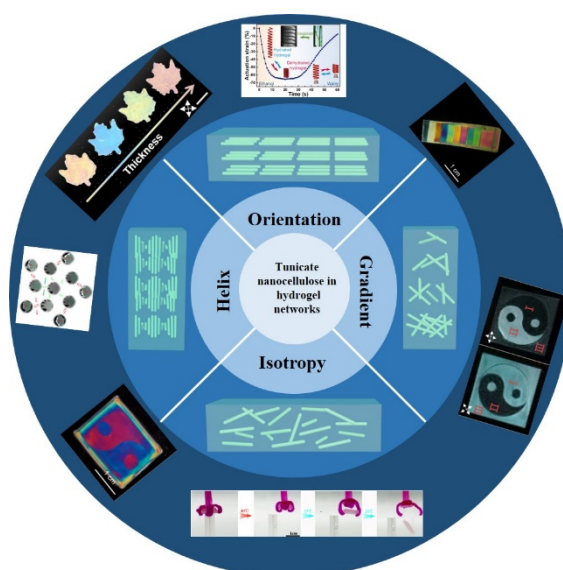


图 1. 纳米纤维素的有序排列与水凝胶的功能化

参考文献:

- [1] M. Chen, Y. Cui, C. Chang* *Chemical Engineering Journal* 2023, 453, 139893.
- [2] J. Wang, Q. Liu, J. Zhou, C. Chang*, D. Zhang* *Small* 2022, 18, 2202235.
- [3] Y. Cui, D. Li, C. Gong, C. Chang* *ACS Nano* 2021, 15, 13712.
- [4] N. Peng, D. Huang, C. Gong, Y. Wang,* J. Zhou, **C. Chang*** *ACS Nano* 2020, 14, 16169.