

高分子优秀青年学者专题

前言

青年是高分子科学事业的未来. 为助力青年学者展现学术风采, 《高分子学报》自2020年起, 每年推出“高分子优秀青年学者”专辑/专题. 青年学者思维活跃、根基扎实, 敢于突破范式、跨越学科边界, 彰显出蓬勃的创新活力与创造潜能. 今年, 本专题荣幸地邀约了9位优秀青年学者, 本期收录7篇学术论文, 集中呈现相关领域最新研究进展与前沿成果.

基于超支化含氟聚合物的复合电解质及其在锂金属电池中的应用

锂金属固态电池因高能量密度和高安全性而备受关注, 但固态电解质与锂金属之间的界面问题制约了其发展. 昆山杜克大学林欣蓉等通过光催化可逆失活自由基聚合(RDRP), 将聚乙二醇甲醚甲基丙烯酸酯(PEGMA)、甲基丙烯酸六氟丁酯(HFBMA)和2-溴-3,3,3-三氟丙烯(BTP)共聚, 合成了超支化含氟聚合物(HBPs), 并与 $\text{Li}_{6.4}\text{La}_3\text{Zr}_{1.4}\text{Ta}_{0.6}\text{O}_{12}$ (LLZTO)纳米颗粒复合, 制备复合固态电解质(HBPs-LLZTO-SPE). 将该电解质应用于锂金属电池中, 电池在60 °C下表现出优异的倍率性能与稳定的长期循环性能, 这为解决固态电解质与锂金属之间的界面问题提供了新思路.

组分光学调控实现高效稳定全无机钙钛矿/有机叠层太阳能电池

全无机钙钛矿/有机叠层太阳能电池(TSCs)有望突破单结 Shockley-Queisser 极限. 然而, 宽带隙钙钛矿前电池的滤光效应会引起光生电流失配及有机后电池载流子动力学改变, 造成严重的能量损失, 限制了叠层器件性能的提升. 苏州大学张若鹏和陈炜杰等提出一种组分光学调控策略: 通过提高有机体异质结(BHJ)中的受体组分含量, 增强了薄膜在滤光条件下的近红外光子捕获能力, 使前后电池光电流更加平衡, 有效地降低了TSCs的光学损失. 该策略还可提供额外的电子传输路径, 平衡了空穴与电子迁移率, 进而抑制双分子复合、促进激子解离, 使该器件展现出良好的工作稳定性. 这项研究为实现多结光伏器件效率与稳定性的同步提升提供了新的设计思路.

硫辛酸增强的双网络丝素蛋白水凝胶敷料的制备及性能研究

单一网络的丝素蛋白水凝胶缺少力学强度及其他生物活性. 北京化工大学李杨和徐福建等通过光聚合制备甲基丙烯酰化改性的丝素蛋白(SFMA)水凝胶, 与硫辛酸(LA)、精氨酸(Arg)共混一步浸泡法热聚合制备双网络复合水凝胶(SFLA). 在丝素蛋白单网络水凝胶中引入LA交联的次级网络可以增强水凝胶的力学强度和黏附性能, 同时通过LA和Arg的协同作用赋予了水凝胶优异的抗氧化及抗菌能力. 该方法丰富了丝素蛋白水凝胶的综合性能, 为天然丝素蛋白水凝胶的功能化开发提供了参考与借鉴.

Janus型有机-无机薄层复合膜的制备及其高盐含油废水膜蒸馏性能

膜蒸馏技术是废水脱盐的有效手段之一, 但在面对高盐含油时传统疏水微孔膜面临膜润湿和污染的风险. 浙江大学杨皓程和徐志康等提出了一种用于膜蒸馏的Janus型有机-无机薄层复合膜的制备策

略. 该膜由有机-无机复合亲水致密薄层和疏水多孔支撑层构成, 其中支撑层为聚丙烯微滤膜, 亲水薄层通过多巴胺和聚乙烯亚胺的气-液界面反应形成, 并进一步诱导其表面二氧化硅矿化. 亲水薄层具有优异的亲水性和水下疏油性能, 复合薄层的存在能有效抵抗油污与乳化剂浸润. 这一研究为面向复杂废水体系的膜蒸馏用膜的设计提供了新思路.

基于最小热阻路径的聚合物/片状填料复合材料导热模型研究

基于有效介质理论的传统导热模型建立在单一颗粒的假设之上, 难以刻画填料粒子因距离靠近产生的相互作用及其引起的热流方向变化, 因此无法有效表达导热逾渗行为, 在高填充条件下预测偏差显著. 为此, 四川大学吴凯等在前期工作的基础上进一步提出将最小热阻路径的思想拓展至片状填料复合体系. 通过将高度无序、空间关联复杂的片状填料分布等效为可解析的简化热阻网络结构, 并引入最小热阻路径理论的方向性选择机制, 刻画热流的矢量属性, 从而能够有效捕捉由片状填料彼此靠近、搭接及网络贯通所引起的逾渗及各向异性导热行为. 该模型为聚合物/片状填料复合材料体系导热性能的预测提供了一种高效可靠的工具, 也为理解聚合物复合材料的导热逾渗行为提供了一定的理论依据.

侧链调控苯并三氮唑类非富勒烯受体的结构与光伏性能

在Y系列非富勒烯受体的多种分子设计策略中, 侧链修饰对于调控活性层的纳米级形貌及器件性能具有至关重要的作用. 临沂大学尤龙震和中国科学院大学的蔡芸皓等以Y11分子为基础, 通过在主链噻吩并噻吩单元的 β 位引入线性正十一烷基和二维3-己基-苯基2种侧链, 合成了2种新型苯并三氮唑类非富勒烯受体材料YTz-C11和YTz-PhC6, 并系统研究了侧链取向对其光电性质与分子聚集行为的影响. YTz-PhC6器件在 J_{sc} ($26.31 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$)和FF (71.07%)方面表现优异, 主要归因于其更优化的形貌、更高的结晶度以及更平衡的载流子迁移率($\mu_h/\mu_e \approx 1.05$). 这项研究凸显了侧链结构重要性, 为设计高性能苯并三氮唑类非富勒烯受体提供了新的思路.

高强韧细菌纤维素膜及块体材料

细菌纤维素(BC)因其高纯度纳米纤维网络结构、可再生及可生物降解性, 在高性能材料领域展现出重要应用潜力. 然而, 原生BC膜中存在的结构疏松与杂质残留问题, 导致其力学性能和尺寸稳定性受限, 限制了其在高强度结构材料中的进一步应用. 中国科学技术大学孔胜文和赵创奇等通过优化碱处理过程, 制备了高强韧的细菌纤维素薄膜, 拉伸强度达到(645.50 ± 14.70) MPa, 断裂韧性达到(40.10 ± 1.90) MJ/m³. 此外, 细菌纤维素薄膜通过层压工艺可以制备成块体材料, 所制备的块体材料抗弯强度可达(206.10 ± 5.50) MPa. 这一高效的细菌纤维素制备策略为生产坚固、可生物降解的高性能生物基结构材料提供了新途径.

在本专题的编辑出版过程中, 我们得到了审稿人的支持、专业编辑的配合. 另外, 还有2位青年学者的文章将在后续刊期中出版. 由衷地感谢各位同仁的辛勤付出, 特别感谢这些优秀青年学者, 很高兴分享你们的优秀成果, 这也让我们对中国高分子科学的未来充满信心与期待.



杨万泰
《高分子学报》主编



李子臣
《高分子学报》常务副主编