

宁波材料所在高阻隔生物可降解聚酯材料领域取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4248.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

宁波材料所在高阻隔生物可降解聚酯材料领域取得进展。由不可降解塑料造成的“白色污染”已经蔓延到地球上的每一个角落。据报道，全世界每年使用的塑料袋数量多达5万亿个，如果将它们并排展开，可以覆盖相当于2个法国的面积。然而迄今为止，世界上生产的90亿吨塑料中，只有9%被回收利用，剩余的都被扔进了填埋场、垃圾场或自然环境中。发展生物基生物可降解材料，不仅可以从根本上解决“白色污染”问题，还可以减少材料产业对石油的消耗，缓解石化资源压力。石油基PBAT聚酯在可降解农用地膜、包装、塑料袋等领域有较好的应用，但其阻隔性能差、抗撕裂强度低、强度模量不足的缺陷限制其进一步发展。呋喃二甲酸基聚酯因含有呋喃环结构而展示出优异的阻隔、力学、耐热等性能被认为是最有发展前景的生物基芳香聚酯。近期，中国科学院宁波材料技术与工程研究所生物基高分子团队研究员张若愚与朱锦以呋喃二甲酸基聚酯为基体，通过引入短链二元酸、乳酸、聚乙二醇等一系列可降解结构，在探索呋喃基共聚酯阻隔、力学、结晶、降解等性能与结构组成关系方面进行多种尝试和探究，取得系列研究进展，为制备新型高阻隔生物可降解聚酯材料提供了新的方法和途径。

1.通过引入短链二元脂肪酸实现高阻隔可降解材料的制备

高分子材料较高的链段刚性以及较小的自由体积是确保其具有优异阻隔性能的结构基础。研究人员利用丁二酸(DMS)、丙二醇(PDO)以及呋喃二甲酸(FDCA)制备了具有潜在纺丝、包装等用途的共聚酯PPSF，其CO₂和O₂阻隔性能分别达到PBAT的10倍及20倍以上(European Polymer Journal 2018, 102, 101-110)。更进一步，团队利用DMS新戊二醇(NPG)以及FDCA制备了综合性能非常优异的共聚酯PNSF。这种共聚酯具有非常有趣的性质，即在很宽的组成范围内，其阻隔性能基本维持不变，这种性质也被称为智能阻隔性(Smart Barrier Property)，如图1a(ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2019, 7, (4), 4255-4265)。该团队把二氧化碳来源的碳酸二甲酯(DMC)、丁二醇(BDO)、FDCA进行共聚，得到了降解性能良好且相结构均一的共聚物PBCF，如图1b。这种共聚物的特点是其机械性能可以通过热处理，在一个较大范围内进行调节，如图1c(ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2018, 6, (6), 7488-7498)。此外，利用环己二甲酸(CHDA)、BDO以及DMC合成了具有较强结晶能力和快速降解的PBCCE共聚酯(Polymer Chemistry 2019, DOI: 10.1039/C9PY00083F)，拓展了生物可降解材料在组织工程领域的潜在应用。

2.通过引入羟基脂肪酸大幅提升芳香族聚酯的降解性能

聚乳酸(PLA)是近年来生物基、生物可降解领域研究比较热门的绿色高分子材料。乳酸作为PLA的组成单元，可以在酶催化及水解条件下发生水解，实现聚合物链段的断裂，最终实现材料降解

。该团队合成含有乳酸(LA)链段的可降解共聚酯PBFLA。并且发现这种共聚酯在乳酸含量超过20%即可发生明显的水解行为。PBFLA共聚酯弹性模量超过1GPa，拉伸强度超过40MPa，断裂伸长率超过230%，具有超过大多数降解材料的强度模量，45倍于聚乳酸的拉伸韧性，如图2。此外，由于含有LA链段，这种共聚酯有望用于与PLA的共混，以制备综合性能优异的共混合金(Ind. Eng. Chem. Res. 2018, 57, (32), 11020-11030)。

3.通过引入聚乙二醇提升水解能力，有望用于海水降解材料

亲水性聚乙二醇(PEG)有助于提升共聚酯水解性能。该团队通过系统调控PEG分子量、质量分数等方式，发现PEG质量分数在40%以上能发生明显的中性水解行为，质量分数在20%以上发生碱性水解行为，并且发现共聚物的相分离状态可以由PEG的分子量进行调控，如图3(European Polymer Journal 2018, 106, 42-52)。制备的聚醚酯弹性体模量均可超过100MPa，拉伸强度超过30MPa，断裂伸长率可达到500%以上，是一种力学性能优异的可降解聚醚酯弹性体材料。

以上工作得到国家自然科学基金委(51773218)、中科院青促会(2018338)以及科技部重点研发计划(2017YFB0303000)等的支持。此外，上海同步辐射光源16B线站在SAXS/WAXS的测试上也给予了很大的帮助。

图1 (a)PNSF共聚酯单体侧链影响示意图;(b)聚酯薄膜气体阻隔示意图;(c)PBCF共聚酯循环示意图

图3 PBF-PEG的共聚物在PBS缓冲溶液中的降解过程：(a) 降解前的表面;(b) 降解5周后的表面;(c) 降解前的宏观状态;(d)降解后的宏观状态

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发