

“双硬相结构”诱导机械强 和室温自愈的聚氨酯弹性体

吴先坤, 王钟, 汪钟凯*

¹安徽农业大学生物质分子工程中心, 安徽合肥, 230036

*Email: wangzk6@ahau.edu.cn

具有机械强韧性的自愈弹性体在前沿领域具有广阔的应用前景^[1], 如何在弹性体中高效集成机械坚韧和优异自愈是领域内共同面临的重大挑战^{[2]-[3]}。化学交联或有序晶体域可以提供高机械强度, 但往往会以失去自主愈合为代价。这些来自不同分子机制的愈合效率和机械鲁棒性的组合通常是相悖的^[4]。基于此, 我们开发了一种涉及“双硬相结构”的策略, 通过在硬段中引入植物油衍生的脂肪酸长链来增强自愈合聚氨酯弹性体。悬垂的脂肪酸链段不仅允许硬段结构域的节段运动, 而且能有效抑制聚氨酯结晶行为, 使大尺度晶体(微米级)域向小尺度(纳米级)转化, 从而作为聚氨酯弹性体的第二硬相。定制化的“双硬相结构”和动态链运动使其具有优异的力学性能(抗拉强度达 21.8 MPa, 韧性达 131.6 MJ m⁻³)和室温自修复能力(修复效率约 100%)。弹性体断裂界面在室温下重组后 3 秒内即可愈合, 24 小时完全愈合。此外, 该方法还简便地构建了具有环境条件下自动修复能力的多功能机械坚固柔性导体。这项工作代表了一种新的油脂基分子设计策略, 同时整合了弹性体的机械强度、耐久性、高弹性和自愈合能力, 可应用于皮肤启发的可穿戴设备, 进而拓宽了植物油脂的应用领域, 为调和材料高力学强度和高愈合效率之间的固有矛盾提供了一种新的解决思路, 促进了木本油脂的高值化利用。

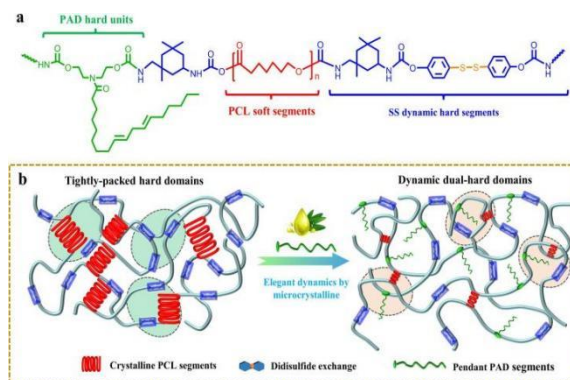


Fig. 1. (a) The chemical structure design of PU elastomers. (b) Schematic demonstration of the proposed ideal dual-hard phase structures for the tough elastomers with autonomous self-healing capability.

关键词: 聚氨酯弹性体, 长链脂肪酸, 双硬相, 自愈合, 机械强韧

参考文献

- [1] L. Song, T. Zhu, L. Yuan, J. Zhou, Y. Zhang, Z. Wang and C. Tang, *Nat. Commun.*, **2019**, **10**: 1315.
- [2] X. Wu, H. Li, P. C. J. Zhang, M. Li, S. Zhao, Z. Wang and Z. Wang, *J. Mater. Chem. A.*, **2023**, **11**: 6286.
- [3] C. Ma, W. Liu, X. Zhou, J. He, Z. Wang and Z. Wang, *ACS Sustainable Chem. Eng.*, **2022**, **10**: 6775.
- [4] M. Wu, L. Yuan, F. Jiang, Y. Zhang, Y.-Z. You, C. Tang and Z. Wang, *Chem. Mater.*, **2020**, **32**: 8325.