

# 仿生功能力学高分子材料

刘明杰\*

北京航空航天大学化学学院

\*liumj@buaa.edu.cn

**摘要:** 自然界中的生物组织利用多组分生物大分子的协同实现多种生命学功能。聚合物的多组分复合已经成为发展高性能高分子材料的一种卓有成效的途径,是高分子材料领域一个重要前沿课题。我们通过限域空间内高分子聚合、结晶及链运动调控,制备了一系列高力学性能弹性体及纳米复合材料,并开展了其在软体机器人、柔性传感及能源领域的交叉应用。例如,受肌肉组织启发,将传统水凝胶概念拓展至多相复合凝胶,率先提出并设计制备了油水凝胶、聚合物流体凝胶等新结构凝胶材料,实现了高强韧、高形变、高阻尼等高力学性能,该材料解决了柔性智能器件的环境适应性与安全抓取等问题。揭示了限域环境下凝胶表面的超铺展特性,基于此发展了一种流体剪切取向纳米片的普适性方法,实现了高强度层状结构复合材料的大面积可控制备,并提出了无机纳米限域空间内高分子链运动受限是导致复合材料超高力学性能的科学机理。

**关键词:** 仿生高分子材料、多相限域、油水凝胶、力学可控、超铺展

## 参考文献

代表性论文: [1] C. Zhao, P. Zhang, J. Zhou, S. Qi, Y. Yamauchi, R. Shi, R. Fang, Y. Ishida, S. Wang, A.P. Tomsia, L. Jiang, M. Liu. Layered nanocomposites by shear-flowinduced alignment of nanosheets. *Nature* 2020, 580(7802): 210. [2] L. Chen, C. Zhao, J. Huang, J. Zhou, M. Liu. Enormous-stiffness-changing polymer networks by glass transition mediated microphase separation. *Nat. Commun.* 2022, 13(1): 6821. [3] J. Huang, Y. Xu, S. Qi, J. Zhou, W. Shi, T. Zhao, M. Liu. Ultrahigh energy-dissipation elastomers by precisely tailoring the relaxation of confined polymer fluids. *Nat. Commun.* 2021, 12(1): 3610. [4] S. Zhuo, C. Song, Q. Rong, T. Zhao, M. Liu. Shape and stiffness memory ionogels with programmable pressure-resistance response. *Nat. Commun.* 2022, 13(1): 1743. [5] L. Zhang, H. Yan, J. Zhou, Z. Zhao, J. Huang, L. Chen, Y. Ru, M. Liu. High-performance organohydrogel artificial muscle with compartmentalized anisotropic actuation under microdomain confinement. *Adv. Mater.* 2023, 2202193. [6] S. Zhuo, Z. Zhao, Z. Xie, Y. Hao, Y. Xu, T. Zhao, H. Li, E.M. Knubben, L. Wen, L. Jiang, M. Liu. Complex multiphase organohydrogels with programmable mechanics toward adaptive soft-matter machines. *Sci. Adv.* 2020, 6(5): eaax1464. [7] Y. Ru, R. Fang, Z. Gu, L. Jiang, M. Liu. Reversibly thermosecreting organogels with switchable lubrication and anti-icing performance. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2020, 59(29): 11876-11880.

## 简介



**刘明杰** 长江学者特聘教授，国家杰出青年科学基金获得者，国家重点研发计划首席科学家。目前担任北航化学学院院长，第十六届北京市人大代表，第八届教育部科技委化学化工学部委员，首届中国化学会会士，中国化学会理事。主要致力于仿生功能力学高分子复合材料的设计制备及应用研究，学术成果以第一及通讯作者在 *Nature*, *Nat. Rev. Mater.*, *Nat. Commun.*, *Sci. Adv.*, *Angew.*, *Adv. Mater.*, *JACS* 等期刊发表论文 190 余篇。2022 年获中国化学会-英国皇家化学会青年化学奖，2019 年获国际仿生工程学会杰出青年奖等。在国际国内学术会议做邀请报告、主题报告等 70 余次，这些成果被 *Science China Chemistry* 等期刊专栏评述报道。目前担任国际期刊《*Giant*》执行编辑，《*Polymer*》、《高分子学报》等期刊编委。