

具有拒水性、自清洁和抗结冰能力的碳纤维增强复合材料

朝家齐^{1,2}, 陈发泽^{1,2*}, 王福军^{1,2}, 田延岭³, 张大卫^{1,2}

1 天津大学机械工程学院, 天津 300072

2 天津大学机械工程学院机构理论与装备设计教育部重点实验室, 天津 300072

3 华威大学工程学院, 英国 考文垂 CV4 7DL

*Email: faze.chen@tju.edu.cn

摘要 碳纤维增强复合材料 (CFRP) 因其出色的高强度和刚度而被广泛应用于各行各业。然而, CFRP 的本征亲水性水接触角小于 90° 使得其表面极易被润湿从而限制了应用价值。为了使 CFRP 获得疏水性, 这里采用皮秒激光直写对 CFRP 表面的环氧树脂层进行改性, 使 CFRP 表面具有一定的微纳米多层级结构, 再将样品浸泡于质量分数 1% 的氟硅烷乙醇溶液降低其表面能, 最终获得水接触角大于 150° 且滚动角小于 10° 的超疏水 CFRP。实验表明, 撞向样品的水滴可以产生多次弹跳, 在高低温环境下 (-15°C 至 200°C) 储存 1 小时之后, 样品仍表现出良好的超疏水性。此外, 样品经不同高度落砂撞击、酸碱盐溶液浸泡或者有机溶剂浸泡之后, 均能保持较好的疏水性能。出色的超疏水性能同时赋予该样品良好的自清洁功能和抗结冰能力。超疏水 CFRP 与原本亲水 CFRP 的抗拉伸测试表明, 对 CFRP 的改性几乎不会影响到其原本的抗拉伸能力。该研究结果对功能性 CFRP 表面的设计提供了一些参考价值, 并且可能改善 CFRP 在灰尘、雨水和寒冷等复杂环境下的应用前景。

关键词 CFRP, 超疏水, 激光直写, 抗结冰, 自清洁

参考文献

- [1] L. Liu, C. Jia, J. He, F. Zhao, D. Fan, L. Xing, M. Wang, F. Wang, Z. Jiang, Y. Huang, Interfacial Characterization, Control and Modification of Carbon Fiber Reinforced Polymer Composites, *Compos. Sci. Technol.*, 121, 56-72(2015).
- [2] X. Yao, S.C. Hawkins, B.G. Falzon, An Advanced Anti-Icing/De-Icing System Utilizing Highly Aligned Carbon Nanotube Webs, *Carbon*, 136, 130-138(2018).
- [3] A.W. Zia, Y.Q. Wang, S. Lee, Effect of Physical and Chemical Plasma Etching on Surface Wettability of Carbon Fiber-Reinforced Polymer Composites for Bone Plate Applications, *Adv. Polym. Tech.*, 34, 21480(2015).
- [4] Y. Si, Z. Dong, L. Jiang, Bioinspired Designs of Superhydrophobic and Superhydrophilic Materials, *ACS Central Science*, 4, 1102-1112(2018).
- [5] Y. Lu, S. Sathasivam, J. Song, C.R. Crick, C.J. Carmalt, I.P. Parkin, Robust Self-Cleaning Surfaces that Function When Exposed to Either Air or Oil, *Science*, 347, 1132-1135(2015).
- [6] J. Song, Y. Li, W. Xu, H. Liu, Y. Lu, Inexpensive and Non-Fluorinated Superhydrophobic Concrete Coating for Anti-Icing and Anti-Corrosion, *J. Colloid Interf. Sci.*, 541, 86-92(2019).
- [7] S. Srinivasan, J.A. Kleingartner, J.B. Gilbert, R.E. Cohen, A.J.B. Milne, G.H. McKinley, Sustainable Drag Reduction in Turbulent Taylor-Couette Flows by Depositing Sprayable Superhydrophobic Surfaces, *Phys. Rev. Lett.*, 114, 14501(2015).
- [8] F. Chen, Y. Lu, X. Liu, J. Song, G. He, M.K. Tiwari, C.J. Carmalt, I.P. Parkin, Table Salt as a Template to Prepare Reusable Porous PVDF-MWCNT Foam for Separation of Immiscible Oils/Organic Solvents and Corrosive Aqueous Solutions, *Adv. Funct. Mater.*, 27, 1702926(2017).
- [9] M. Liu, S. Wang, L. Jiang, Nature-Inspired Superwettability Systems, *Nature Reviews Materials*, 2, 17036(2017).

*第一作者 (报告人) 联系方式: 朝家齐 16629301171 chaojiaqi_tj@tju.edu.cn