

楔形亲油轨道-超疏水复合图案化表面 液滴引导及润滑增效研究

陈佳伟, 李晓莹, 郭世理, 张辉*

(西安交通大学 现代设计及转子轴承系统教育部重点实验室, 西安 710049)

摘要: **目的** 实现液滴及润滑油在超疏水表面定向引导, 并将其运用于机械摩擦副, 改善摩擦润滑性能。**方法** 提出一种简单的超疏水高疏油涂层制备方法, 即在硅烷耦合剂作用下利用 1H,1H,2H,2H-全氟癸基三乙氧基硅烷 (FAS-17) 改性气相纳米二氧化硅, 经交联固化处理后制得具有超疏水高疏油特性的涂层。通过 FT-IR 分析涂层成分、SEM 观测涂层形貌, 验证了涂层制备方案的有效性。通过纳秒激光在疏油涂层上加工亲油楔形图案化表面, 进行表面流体引导实验。通过开展球-盘标准摩擦实验和滚动轴承温升实验来验证楔形亲油图案化表面流体引导, 用于实现机械摩擦润滑增效的有效性。**结果** 通过对涂层表面进行成分分析, 验证了 C-F 键长链在二氧化硅粒子表面上的成功枝接。通过对涂层表面进行形貌观测, 验证了表面微纳米粗糙结构的成功构建。所制备得到涂层表面去离子水、PAO4、石蜡油、白油、PAO6、齿轮油接触角分别为 157°、142°、143°、144°、136°、145°。相比之下, 普通铝板表面去离子水、PAO4、石蜡油、白油、PAO6、齿轮油接触角分别为 46°、16°、17°、20°、15°、24°, 涂层具有优异的超疏水高疏油特性。通过液滴引导实验, 确定液滴引导的楔形最优参数 (长度 $L=30$ mm, 间距 $d=0.3$ mm、宽度 $W=0.9$ mm), 并且楔形亲油图案化表面能够实现液滴的曲线以及逆重力定向运输。球-盘摩擦实验表明, 楔形亲油图案化表面在不同工况下均可以有效降低摩擦因数, 在低速重载条件下摩擦因数降低了 16%。轴承温升实验表明, 在转速相同的情况下, 带有楔形亲油图案化表面的轴承温升均明显低于普通轴承。**结论** 本文制备的涂层展现出超疏水、高疏油特性, 同时设计的楔形亲油图案化表面成功实现了对水、润滑油的定向引导, 使得润滑增效。

关键词: 超疏水高疏油涂层; 亲油楔形图案; 纳秒激光; 液体单向引导; 润滑增效

中图分类号: TH117; O647 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3660(2023)11-0040-09

DOI: 10.16490/j.cnki.issn.1001-3660.2023.11.003

Wedge-shaped Oleophilic Track-superhydrophobic Composite Patterned Surface for Droplet Guidance and Lubrication Synergy

CHEN Jia-wei, LI Xiao-ying, GUO Shi-li, ZHANG Hui*

(Key Laboratory of Education Ministry for Modern Design and Rotor-Bearing System, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

ABSTRACT: To realize the directional guidance of droplets and lubricating oil on the superhydrophobic surface and apply it to

收稿日期: 2023-07-25; 修订日期: 2023-11-01

Received: 2023-07-25; Revised: 2023-11-01

基金项目: 国家自然科学基金 (52075418)

Fund: National Natural Science Foundation of China (52075418)

引文格式: 陈佳伟, 李晓莹, 郭世理, 等. 楔形亲油轨道-超疏水复合图案化表面液滴引导及润滑增效研究[J]. 表面技术, 2023, 52(11): 40-48.

CHEN Jia-wei, LI Xiao-ying, GUO Shi-li, et al. Wedge-shaped Oleophilic Track-superhydrophobic Composite Patterned Surface for Droplet Guidance and Lubrication Synergy[J]. Surface Technology, 2023, 52(11): 40-48.

*通信作者 (Corresponding author)