·中国学者海外论文摘要·

蛇纹石矿物添加剂形成摩擦反应膜的摩擦学性能研究取得进展

超细粉体润滑油添加剂得到摩擦学工作者的广泛关注，而蛇纹石天然矿物材料作为添加剂的研究更是当前热点。但目前关于蛇纹石添加剂形成摩擦学反应膜的结构、微纳力学特征，特别是膜层本身的摩擦学性能研究较少。装甲兵工程学院的于鹤龙等人考察了蛇纹石超细粉体作为矿物基础油添加剂的摩擦学性能，利用纳米压痕仪表征了摩擦反应膜的力学性能，研究了氧化物颗粒嵌入对膜微观机械性能的影响，同时建立了矿物基础油/普通磨损表面和矿物基础油/摩擦反应膜两种润滑体系的 Stribeck 曲线。

作者以 GCr15 钢球/45 钢圆盘作为摩擦配副，对比考察了空白油样和含 1.5%表面修饰蛇纹石超细粉体的 500SN 矿物基础油的摩擦学性能，采用 SEM、EDS、TEM、纳米压痕仪等手段表征了蛇纹石形成的摩擦反映膜的微观结构、化学组成和力学性能。同时，通过改变转速和载荷获得较大范围的速度/载荷比，考察蛇纹石添加剂形成的摩擦反应膜和基础油润滑下的普通磨损表面在不同润滑状态下的摩擦学性能，并获得矿物基础油与不同磨损表面作用时的 Stribeck 曲线。

研究得到，同矿物基础油相比，含 1.5%蛇纹石粉体润滑油的摩擦因数及其润滑下试样磨损率显著降低。

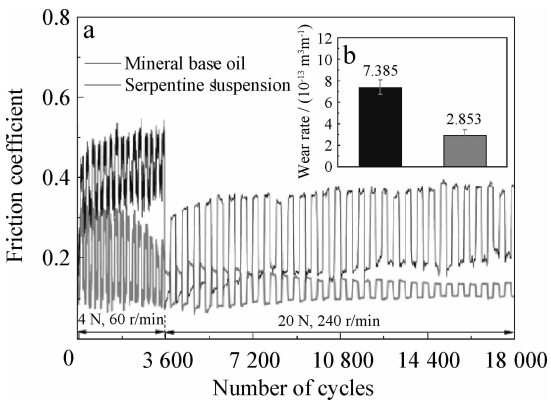

图 1 基础油与含蛇纹石润滑油的摩擦学性能

蛇纹石超细粉体作为润滑油添加剂可在摩擦表面形成具有纳米晶结构的摩擦反应膜，其平均厚度约为 500～600 nm，主要组成包括 Fe_3O_4、FeSi、SiO_2、AlFe 和 Fe_3C 等。摩擦反应膜中纳米晶结构及其复杂的组成结构导致膜层具有较高的纳米硬度(100 nm 深度内约为 8 GPa)以及与金属材料接近的弹性模量(100 nm 深度内小于 240 GPa)。

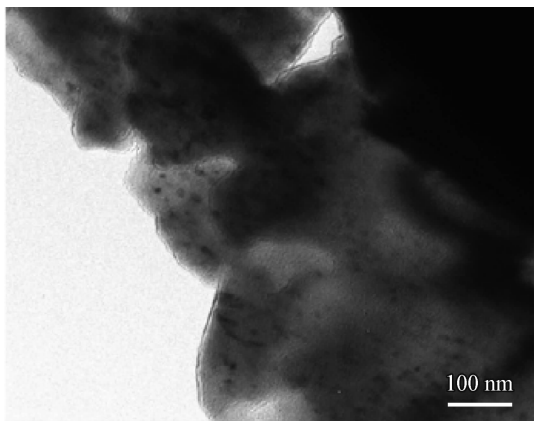

图 2 摩擦反应膜截面的显微形貌

作者指出，大量微米尺度的氧化铝颗粒镶嵌在摩擦反应膜表面，进一步改善了膜层的机械性能并起到储油和捕获磨粒的双重作用，使摩擦反应膜在边界和混合润滑状态下表现出优异的摩擦学性能。

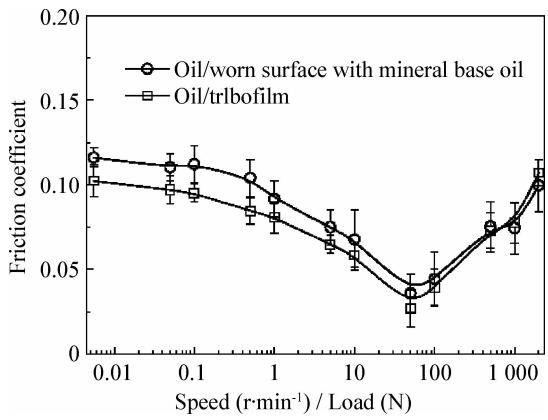

图 3 基础油和含蛇纹石润滑油的 Stribeck 曲线

(装甲兵工程学院 于鹤龙 供稿)

英文全文见 Yu H L, Xu Y, Shi P J, et al. Microstructure, mechanical properties and tribological behavior of tribofilm generated from natural serpentine mineral powders as lubricant additive [J]. Wear, 2013, 297 (1/2): 802-810.