

[补充信息]

纳米碳管/石墨烯导电硅脂的性能

吴礼宁¹, 夏延秋^{1,✉}, 吴浩¹, 陈中山¹, 曹亚楠^{1,2}, 侯冲³

1 华北电力大学能源动力与机械工程学院, 北京 102206

2 内蒙古科技大学机械工程学院, 包头 014010

3 国网北京市电力公司房山供电公司, 北京 102400

[Supplementary Information]

Properties of Carbon Nanotubes/Graphene Conductive Silicone Grease

WU Lining¹, XIA Yanqiu^{1,✉}, WU Hao¹, CHEN Zhongshan¹, CAO Yanan^{1,2}, HOU Chong³

1 School of Energy Power and Mechanical Engineering, North China Electric Power University, Beijing 102206, China

2 School of Mechanical Engineering, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, China

3 State Grid Beijing Fangshan Electric Power Company, Beijing 102400, China

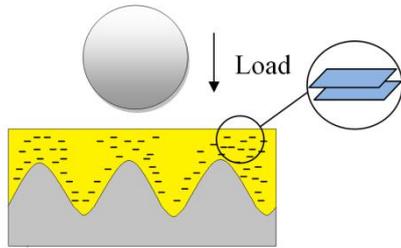
实验试剂与仪器

本实验中用到的二甲基硅油、聚四氟乙烯、正己烷、石油醚是从阿拉丁试剂有限公司购买, 石墨烯、纳米碳管从南京先丰纳米材料科技有限公司购买。

添加剂对硅脂摩擦学性能的影响研究

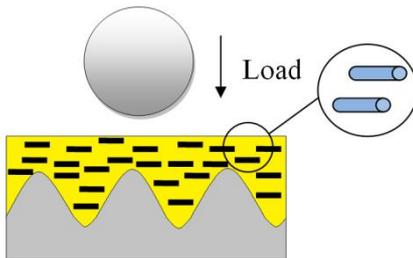
石墨烯具有非常薄的纳米层状结构, 且具有高的机械强度、弹性模量和热导率, 适合作为高性能液体润滑添加剂。石墨烯易吸附在摩擦表面形成连续的物理摩擦吸附膜, 阻止摩擦对偶表面直接接触, 而且石墨烯层状结构使得层与层之间在摩擦过程中易产生相对滑动, 如图S1所示, 因而在试验中可以降低润滑脂的摩擦系数, 提高润滑脂的抗磨能力。但超过某一临界值时, 石墨烯将堆积在摩擦副间, 形成磨粒, 使油膜变得不连续, 导致干摩擦和磨粒磨损, 即润滑域发生了转变, 从而抗磨性能变差。

纳米碳管根据尺寸效应吸附在摩擦表面, 被填充到摩擦副表面的微凸体中, 使得表面的粗糙度降低, 摩擦表面更加光滑, 润滑状态变为边界润滑, 使得润滑脂的减摩性能得到提升, 如图S2所示, 纳米碳管润滑过程中处于受力状态时, 由于自身管状结构易承担较长时间摩擦, 阻碍或者减缓了摩擦副表面结构直接接触, 因而提升了润滑脂的抗磨性能。但纳米碳管添加量的上升导致纳米碳管彼此聚集, 从而在润滑脂中分散不均匀, 破坏润滑层, 使得摩擦力反而上升, 最终导致抗磨减摩性能下降。



S1 石墨烯制备润滑脂摩擦原理图

Fig.S1 Friction schematic of grease prepared by grapheme



S2 纳米碳管制备润滑脂摩擦原理图

Fig.S2 Friction schematic of grease prepared by carbon nanotubes