

油水体系中碳钢腐蚀磨损行为研究取得重要进展

有杆泵采油具有结构简单、操作方便、经济实用等特点,是一种常用的机械采油方式,其使用过程中最大问题是油管和抽油杆之间的腐蚀和磨损。中国科学院金属研究所摩擦学研究组以金属表面的吸附状态为切入点,研究油/水双相体系的性质对金属腐蚀磨损行为的影响,探讨碳钢在油/水体系中的腐蚀磨损机制。该文发表在《Tribology Transaction》2014 年第 2 期。

论文首先介绍了自行研制的用于测量油/水双相流体体系中金属表面润湿状态的装置。该装置使流体均匀地流过试验样品表面,可以控制流体的油/水比例和流动速度。利用镶嵌在试验样品表面的微型电导传感器,测量金属表面液膜的电导,由于油与水的电导率存在显著差别,测量结果可以反映金属表面的润湿状态。

接着,作者开展了油/水流体冲刷下碳钢的纯腐蚀、纯磨损和腐蚀磨损 3 类试验研究。腐蚀介质为 3% 的 NaCl 水溶液,油/水体系中的 NaCl 水溶液(纯磨损试验时为蒸馏水)质量分数分别为 10% 和 20%,流体流速分别为 0.2 m/s 和 0.35 m/s;磨损条件:载荷为 300 N、往复频率 0.5 Hz、行程 50 mm,时间为 2 h;试验对象为平板碳钢样品,对磨副为 Φ 3 mm 碳钢销。试验结果见图 1。

在文中试验条件下,油/水体系中样品的腐蚀与磨损存在明显的交互作用,且其作用量为负值,作用的大小与油/水体系性质密切相关。图 2 显示了平板碳钢样品在含水量 20%、流速 0.2 m/s 体系中纯磨损、腐蚀和磨损腐蚀 3 种试验后的表面形貌

中纯磨损、腐蚀、腐蚀磨损等 3 种试验后的表面形貌。可见在文中的腐蚀磨损条件下,材料的去除机制与纯磨损不同,它以微切削和剥落为主,而纯磨损以塑性变形、犁沟为主,腐蚀抑制了磨损;此外,摩擦氧化促进了钝化膜的形成,摩擦也在一定程度上抑制了腐蚀。

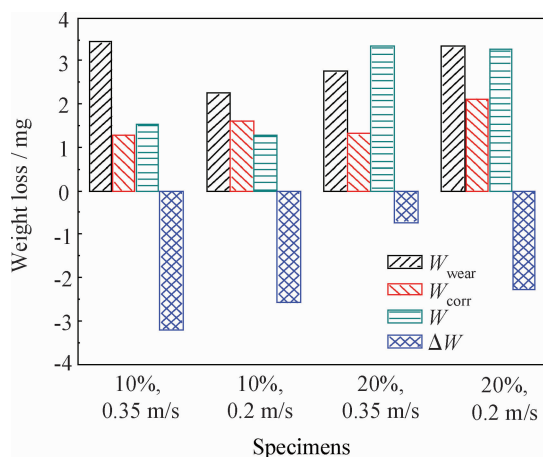


图 1 碳钢样品在不同油/水体系中的磨损、腐蚀及其交互作用量

作者指出,在油水体系中,金属表面水润湿率随流体中水含量的增加而增加,随流速的增加而减小;碳钢的腐蚀失重随表面水润湿率增加而增加;碳钢的磨损由表面润湿膜和反应膜共同决定;碳钢的腐蚀磨损量与表面反应膜密切相关,反应膜的性质决定于摩擦反应和电化学钝化反应,其损伤机制为磨粒磨损和选择性腐蚀。

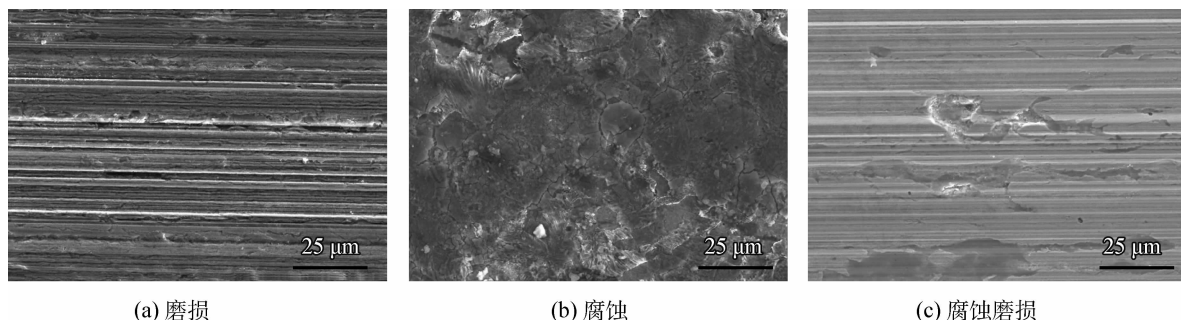


图 2 平板碳钢样品在含水量 20%、流速 0.2 m/s 体系中纯磨损、腐蚀和磨损腐蚀 3 种试验后的表面形貌

(中国科学院金属研究所 李曙 供稿)