

技术交流--

油性剂和摩擦改进剂

两个摩擦表面的负荷增加或速度降低时，流体润滑就会遭到破坏而进入边界润滑状态：在边界润滑状态下，凡是能使润滑油在摩擦表面上形成定向吸附膜，从而改善摩擦性能，降低运动部件之间的摩擦和磨损的添加剂都叫油性剂和摩擦改进剂。早期文献对改善润滑性的添加剂称油性剂，而目前将具有降低摩擦系数的添加剂称摩擦改进剂。

(1)油性剂和摩擦改进剂作用

两金属表面互相作用发生润滑摩擦运动时，如承受较大或冲击性振动性负荷，则不易保持液体润滑，而呈边界润滑状态。也就是说油膜厚度薄到 $0.0002\mu\text{m}$ 以下，或不能保持完整的连续油膜时，润滑油表现的润滑性能几乎和黏度无关，而主要取决于润滑油的“油性”的好坏。就是说润滑油（加油性剂）中的一些带有极性原子，例如 S、O、N、P 等，或极性基团，如 -OH、-COOH、-COOR、-COR、-CN、-CHO、-NCS、-NH₂、-NHCH₃、-NROH 等。这些与金属表面亲和活性较强的组分和金属表面分子，依靠范德华力而发生物理吸附(吸附热约为 20kJ/mol)。分子或几个分子的薄层，其最低部一层的极性端，实质上与金属表面的氧化层发生了半化学和半物理性的吸附。脂肪酸类化合物可与金属表面形成暂时性的脂肪酸金属皂。如硬脂酸在金属表面上发生电子转移形成的化学吸附（吸附热为 40kJ/mol 以上），可形成单分子层的半化学结合油性润滑膜，有时也能起到防烧结效果。

油性剂的非极性基部分多数是长链的烷基，烷基链长度与极性基的位置是非常重要的。极性基最适合的位置是在烷基的链的最末端，这样长链状的油性剂分子的极性基端垂直地吸附金属表面上，这样作用就大。另外，油性剂的烷基长短、种类在应用于不同的基端油中的效果也不一样。

油性剂和摩擦改进剂加入到润滑油中，可以在摩擦表面形成物理吸附膜或化学吸附膜，从而降低摩擦系数，减少摩擦阻力，以节约动力能源，同时在较低负荷情况下，也有显著降低磨损的功能。

(2)油性剂和摩擦改进剂种类

油性剂包括动植物油、脂肪酸及其衍生物、硫化脂肪等类型。摩擦改进剂包括非油溶性和油溶性的摩擦改进剂。有机钼摩擦改进剂主要有硫磷酸钼和硫代氨基甲酸钼，最近国内还推出非硫磷型钨钼化合物(T473)摩擦改进剂。非油溶性产品指的是石墨、二硫化物和聚四氟乙烯树脂等。

动植物油具有良好的润滑性，黏附性，缺点是抗氧化性和在矿油中的溶解度较差。发展趋势是适用油脂化学品代替动植物油。动植物油多用于轧制油。

脂肪酸及其衍生物主要包括脂肪酸、脂肪醇、脂肪酸酯、脂肪酸胺盐等。脂肪酸例如油酸或硬脂酸，对于降低摩擦系数效果显著，润滑性很好，可以防止导轨在高负荷低速条件下出现的黏一滑。缺点是油溶性差，长期存放产生混浊或沉淀，对金属还有一定的腐蚀作用。脂肪酸可用于硅钢板或铜轧制油中。为弥补脂肪酸的缺点，发展了脂肪醇或脂肪酸酯。有代表性的二聚酸、油酸乙二醇酯、油酸三乙醇胺和苯三唑脂肪胺盐。

硫化脂肪油化油酸、硫化棉籽油和硫化鲸油等。由于在分子中引进了硫原子，不仅能形成物理吸附膜，而且能形成比较牢固的化学吸附膜。可用于主轴油，导轨油和切削油中。硫化烯烃植物油是硫化鲸油的代用品，我国有两个品种 T405 和 T405A。

有机钼摩擦改进剂主要有硫磷酸钼和硫代氨基甲酸钼，硫磷酸钼国内牌号为 T461、T471 和 T472。非硫磷型钨钼化合物(T473)摩擦改进剂，用于内燃机油中，其磨损的铁含量、活塞磨损、活塞环和缸套磨损、连杆轴颈与轴瓦磨损等指标，均低于未加改进剂的内燃机油。