

烯烃功能润滑油添加剂减摩性能的试验研究(I)

郑永军 周 强 陈又玲

(中国农业大学机械工程学院)

摘 要 将具有较高化学活性和烯烃功能的润滑油添加剂 NP, SMA 和 ABD (含有烯基) 的单剂和复合剂分别添加到基础油中, 用 Am sler 摩擦试验机考察其减摩性能, 并初步探讨了具有烯烃功能的润滑油添加剂的减摩抗磨作用机理。

关键词 减摩抗磨; 烯基; 添加剂; 滑动摩擦

分类号 TE 624. 82

Experimental Study on the Lubrication Capacity of Alkeno-additives in Sliding Friction (I)

Zheng Yongjun Zhou Q iang Chen Youling

(College of Machinery Engineering, CAU)

Abstract Using additives is an important method to extract the resistance of lubricating. The tribological properties of alkeno-compounds and their compounds adding in based oil are studied with the help of Am sler test machine, and the mechanism of alkeno-additives on friction-reducing and antiwear has been suggested.

Key words friction-reducing & antiwear; alkeno-additive; sliding friction

使用添加剂可以改善和提高润滑油性能。近年来的一些研究发现, 有些添加剂由于摩擦作用而发生物理-化学反应, 在接触表面形成各种聚合物膜或沉积^[1,2], 在生成润滑膜改善润滑的同时, 还会对磨损部位进行填充, 起到修复磨损表面的作用。有关文献^[3]指出, 一些具有烯基基团的极性有机物在润滑过程中有明显的减摩抗磨效果。笔者选择 NP, SMA 和 ABD 3 种润滑油添加剂, 研究它们的减摩性能并初步探讨它们在润滑过程中的减摩抗磨作用机理。

1 试验材料与方 法

1.1 试验材料及装置

基础油采用 N 32 号机械油; 添加剂 NP, SMA 和 ABD 均为具有烯烃化学活性的物质, ABD 还是一种含有双羧基的强极性物质。试验机为 Am slerMM -200 型磨损试验机, 该机经过机电一体化改造: 使用 QPS-稳速装置对电机进行控制, 保证试验过程中电机/试件转速恒定; 用一电机带动一蜗轮蜗杆装置通过压缩弹簧给试件加载。为增加储油面积, 试验用滑动摩擦副采用面接触形式(图 1)。试件材料为 45 钢, 表面粗糙度为 0.6~ 0.8 μm , 硬度 HV = 202。

收稿日期: 1999-11-22

国家自然科学基金资助项目

郑永军, 北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)42 信箱, 100083

1.2 试验方法

试验前试件在低速、低载荷下磨合 10 min, 用丙酮清洗、干燥。试验时下试件由电机带动, 转速为 $250 \text{ r} \cdot \text{m} \cdot \text{min}^{-1}$, 上下试件相对滑动线速度为 $0.524 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。由链条携油润滑, 润滑剂循环使用。试验加载周期为 3 min, 每次加载 98 N, 加载后至少 10 s 后再读取相对稳定的摩擦力矩 T 值, 直至摩擦副破坏。

2 试验结果

2.1 单一添加剂试验

将 NP, SMA 和 ABD 按不同体积分数分别添加到基础油中, 进行摩擦磨损性能测试, 摩擦力矩 T 随载荷 P 变化情况见图 2, 添加剂对摩擦副破坏载荷的影响见表 1。由图 2(a), (b) 可见, 基础油在分别添加 NP 和 SMA 后所表现出的性

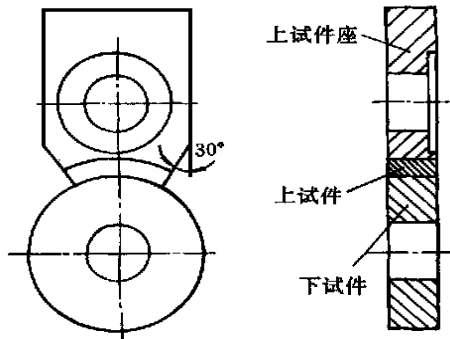


图 1 试验试件图

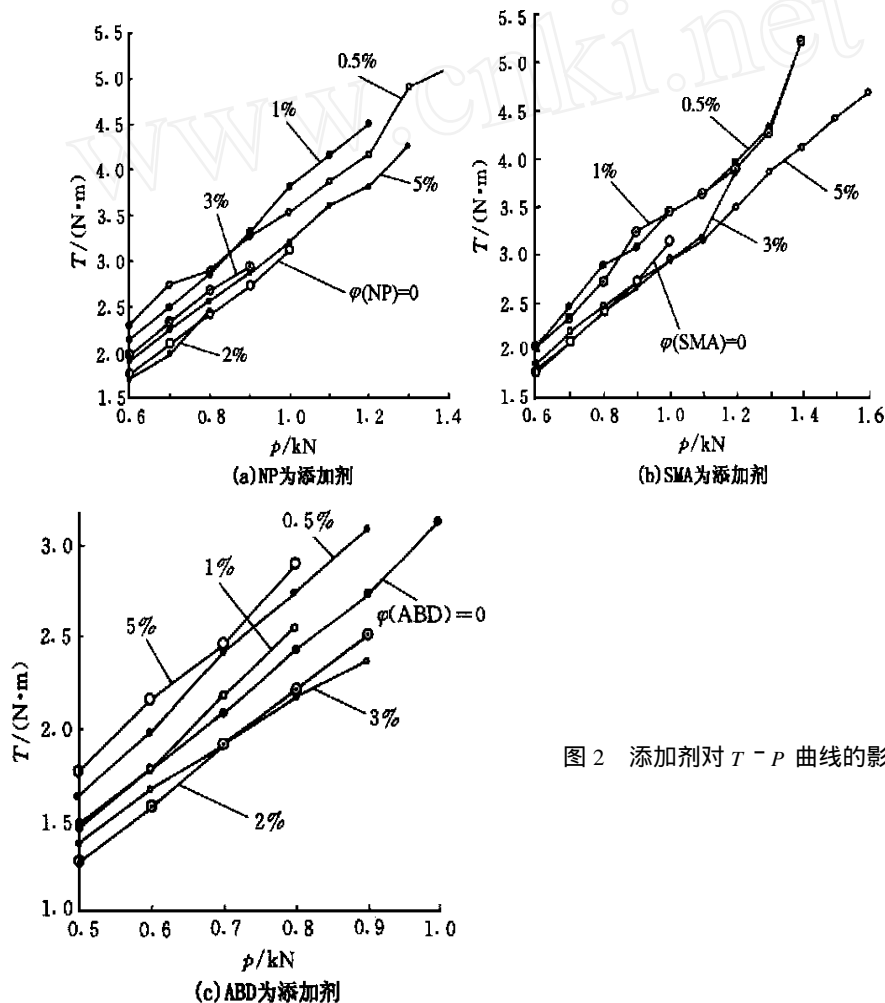


图 2 添加剂对 $T - P$ 曲线的影响

表 1 加入不同添加剂时摩擦副的破坏载荷 P kN

添加剂	添加剂的体积分数 $\varphi/\%$					
	0	0.5	1	2	3	5
NP	1	1.4	1.2	0.8	0.9	1.3
SMA	1	1.4	1.4		1.2	1.6
ABD	1	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8

能比较相似: 承载能力均有一定的提高, 但摩擦力矩有所增大。当添加剂 NP 和 SMA 的体积分数分别为 0.5%, 1%, 5% 时表现较为明显。图 2(c) 是以 ABD 为添加剂时摩擦力矩 T 随载荷 P 变化的情况: 当 ABD 的体积分数分别为 2% 和 3% 时, 表现出一定的减摩效果, 摩擦力矩较小; 添加量偏少或过多时, 摩擦力矩反而增大, 摩擦副的破坏载荷下降, 试验破坏形式主要表现为摩擦副突然咬死。

2.2 复合添加剂试验

将 NP 和 SMA 2 种单剂分别与极性烯基化合物 ABD 复合调配, 添加到基础油中, 采用相同的试验方法考察它们的润滑性能。主要试验结果见图 3。

复合添加剂在一定配比时效果突出, 润滑油减摩性能和承载能力有较大幅度的提高, 试验摩擦副无明显的磨损现象。

3 分析与讨论

NP 和 SMA 的化学活性较大, 试验中在摩擦副接触面上微凸体之间挤压和变形过程中产生的瞬间高压、高温等因素的作用, 使得分散在润滑油中的 NP 和 SMA 单体在进入摩擦表面之后, 烯炔官能键被破坏 (剪

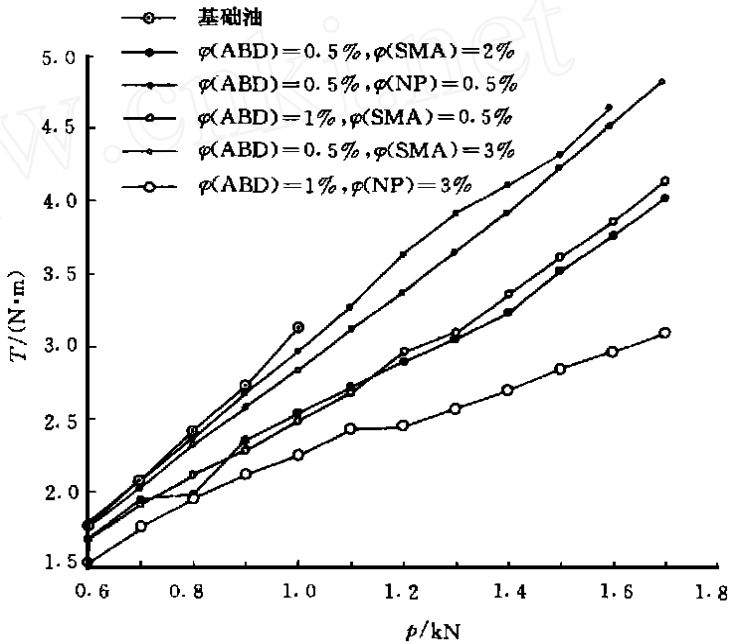


图 3 复合添加剂对 $T - P$ 曲线的影响

断), 产生了具有化学活性的碳键, 单体分子在这些碳键的相互作用下链接在一起, 聚合形成大分子物质。新生成物与摩擦金属表面形成了较坚韧的聚合物膜, 增大了油膜的强度, 并避免了摩擦表面金属 (微凸体) 之间的直接接触, 抑制了微凸体之间的焊接现象, 有效地降低了磨损; 同时 NP 和 SMA 又是链状分子, 在摩擦过程中活性碳键的连接也形成链状结构。这些链状结构物质分子的特点^[4]是: 在低温时卷曲成紧密的小球状, 与其他分子间作用力小, 故润滑剂的内摩擦小; 当摩擦过程中产生大量热量使润滑油温度升高时, 链状分子膨胀伸展, 使润滑剂分子间作用力增强, 内摩擦增大, 润滑油的粘度也相应增大, 摩擦力矩也会有所增大。

极性烯基化合物ABD的分子结构中含有羧基,会与摩擦副发生强烈吸附作用,在金属表面形成吸附膜,从而阻碍了润滑剂与摩擦副表面油膜的进一步形成,因此添加ABD时润滑油膜在载荷变化时容易破坏,从而造成摩擦副干摩擦,导致严重磨损,使摩擦副承载能力下降。

NP, SMA与ABD调配的复合添加剂与摩擦副表面接触时,ABD的强极性使得它优先与金属表面相吸附,形成一层致密的吸附膜,这层膜阻止了其他物质分子与金属表面进一步吸附。而NP或SMA随润滑油进入摩擦界面后,在摩擦作用下,其烃基活性基团发生一定的聚合反应,反应生成的高分子聚合物或者铺展在ABD膜上形成弹性膜,或者填充在摩擦面的凹坑中,既保护了ABD吸附膜,弥补了ABD吸附膜强度低、承载能力差的缺点,又进一步隔离了摩擦面的凸峰,避免了摩擦副间微凸体的直接接触,抑制了微观点焊现象,从而有效地降低了滑动摩擦副的粘接磨损并减小了摩擦过程的摩擦力矩。上述过程中还存在以下可能性,即润滑剂中的ABD会对新产生的磨屑进行吸附,产生包覆作用,明显降低磨屑对摩擦表面的磨粒效应;当被包覆磨粒在摩擦面间运动经过凹坑时,会镶嵌在填充在其中的聚合物中,从而避免磨粒对摩擦副的进一步磨损。可见,复合添加剂明显改善了基础油的减摩性能和摩擦副的承载能力。

4 结 论

- 1) 以SMA和NP为添加剂可以提高润滑油膜的强度,提高摩擦副的破坏载荷,并有一定的减摩效果;
- 2) 以ABD为单一添加剂会降低润滑油膜的强度,对润滑油的减摩性能有副作用;
- 3) ABD与NP及SMA复配,可以改善润滑性能,降低摩擦力矩,提高润滑油膜的承载能力。

参 考 文 献

- 1 莫易敏, 邹 岚, 赵 源 磨损自补偿的摩擦学原理 1998(5): 32~ 34
- 2 陈卓君, 杨文通, 李庆忠, 等 原位摩擦聚合膜磨损性能的研究 摩擦学学报, 1997, 17(4): 375~ 379
- 3 郑永军 烯基添加剂滑动摩擦润滑性能的试验研究: [学位论文] 北京: 中国农业大学, 1999
- 4 欧 风, 李 晓 应用摩擦化学的节能润滑技术 北京: 中国标准出版社, 1991. 98