

科研性实验项目

纳米材料在润滑油中的应用

实 验 指 导 书

上海海事大学

纳米粒子用做润滑油添加剂的摩擦学性能实验

一. 实验目的:

根据纳米粒子小尺寸效应以及表面改性等作用,在润滑油中添加纳米材料制成的润滑剂可显著提高其润滑性能和承载能力,降低摩擦系数,减少摩擦阻力,延长机器的寿命;为了检验纳米粒子作为润滑油添加剂在润滑油中的作用,本试验将分别测试其具有代表性的三个摩擦学方面的性能,即极压性能、抗磨性能和减摩性能。这三个方面的性能可以用最大无卡咬负荷 P_{BI} 磨斑直径 d 和摩擦系数 μ 来检验。

二. 实验要求:

了解实验仪器、设备的使用方法;了解纳米材料的加入方法;验证纳米材料作为添加剂的作用与机理。

三. 实验设备:

1. 济南试金集团产 MRS—1J 机械式四球长时抗磨损试验机(见图 1. 1)
2. 上海市大南化工油脂有限公司提供的四球机专用钢球,材质为 GCr15,类似于 ANSI(美国钢球学会)标准钢 No. E—52100 制成,直径为 12,7mm (0. 5in.), 64—66HRC, 等级为 25EP(超光);
3. 上海光学仪器五厂产 15J 测量显微镜;上海大华仪表厂产 LMI4—204 自动平衡记录仪。

四球磨损试验机的工作原理如图 1. 2(四球机油盒装置示意图 1. 3)所示,顶球由主轴带动旋转,在下面三个钢球上磨出三个磨斑,根据磨斑情况判断油品在该负荷下是否失效,然后读出最大无卡咬负荷 P_B 值。

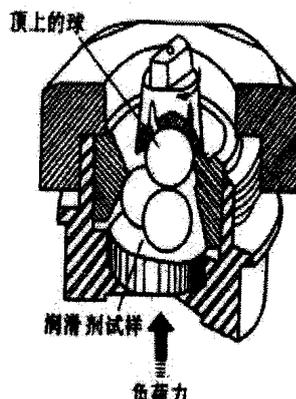
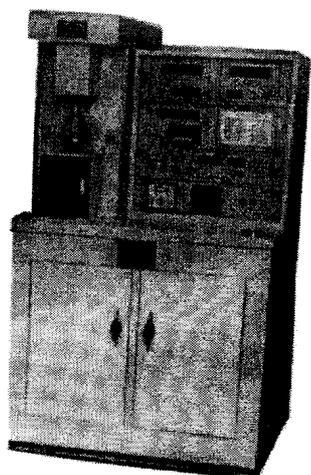
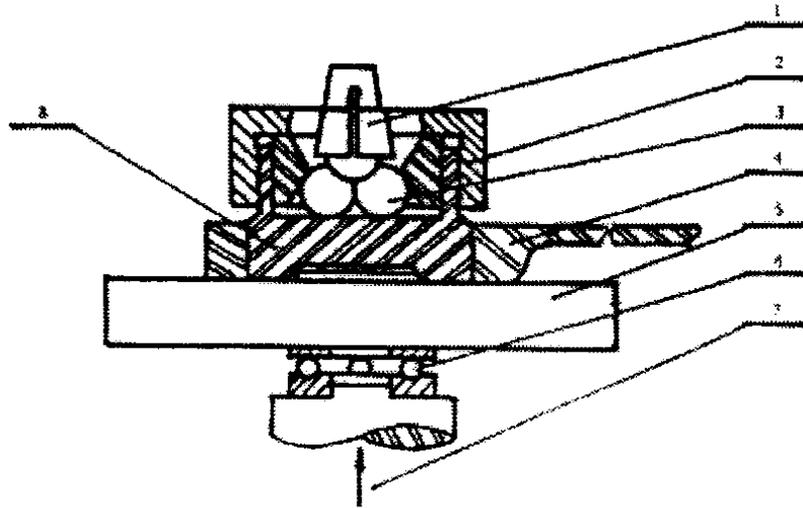


图 1. 1 MRS—IJ 机械式四球长时抗磨损试验机

图 1. 2 四球机工作原理图



1—项球夹头； 2—螺母； 3—试验钢球； 4—摩擦力杆； 5—隔板；
6—止推轴承； 7—负荷； 8—油盒

图 1. 3 四球机油盒装置示意图

四. 实验步骤:

(一) 具体的纳米粒子添加剂配制步骤如下:

- (1) Tween—20、Tween—60、Span—20 按 2: 2: 1 的比例搅拌均匀。
 - (2) 将混合表面活性剂与聚醚以 5: 1 的比例混合后加入纳米粒子，放于 70—80℃ 电热恒温水浴锅中搅拌约 10 分钟左右；
 - (3) 将混合表面活性剂加入到油中后置于 KQ218 型超声波振荡器中振荡 20 分钟，使纳米粒子充分分散；
 - (4) 将油品放在 H97—AJ 巨温磁力搅拌器中搅拌 2 个小时左右，温度控制在 80℃，速度为 1300r / min；
- 多次重复(3)和(4)步骤，具体的分散、搅拌时间要根据纳米粒子的添加量而定。

(二) 极压性能最大无卡咬负荷 PB 试验步骤如下:

1. 用洗涤汽油和石油醚(60—90℃，符合 GB1922 中的 NY—90 要求)仔细清洗四个试验用钢球、上球卡具、油盒以及与试验油样接触的各个部件，然后吹干备用。清洗后的试验钢球应光洁无锈斑。
2. 打开电源，调整主轴转速到 1760i40r / min，空转 2—3 分钟，调整好计时器。
3. 把三个试验钢球放在油盒内，并把压紧环放在试验钢球上面用螺母上紧，把试验油样倒入油盒内，使其浸没钢球并超过顶部 3mm。
4. 将一个试验钢球装到夹头中，并把夹头装在主轴上。

5. 把组装好的试验油盒装在四球试验机上的试验座上。
6. 试样温度控制在 18—35℃。
7. 启动液压油泵，油盒上升，使下面三个试验钢球与上面的试验钢球接触，缓慢地加载荷。
8. 启动电机，运转 10 ± 0. 2s(四球机主轴的制动时间不计算在内)。
9. 取下油盒和夹头，并卸下夹头中的试验钢球。
10. 将试验钢球放在显微镜下观察，如果磨斑已经扭曲，不是表现为比较完整的圆形，则下次试验就在低一级的负荷下进行；如果磨斑为规则的圆形或椭圆形，则下一次试验就可以加大负荷。这样反复试验，直到确定出最大 P9 值为止。

(三) 磨斑直径和摩擦系数的测定步骤如下：

1. 用洗涤汽油和石油醚(60—90℃，符合 GB1922 中的 NY—90 要求)仔细清洗四个试验钢球、上球卡具、油盒以及与试验油样接触的各个部件，然后吹干备用。清洗后的试验钢球应光洁无锈斑。
2. 将一个试验钢球装到夹头中，并把夹头装在主轴上。
3. 把三个试验钢球放在油盒内，并把压紧环放在试验钢球上面用螺母上紧，把试验油样倒入油盒内，使其浸没钢球并超过顶部 3mm。
4. 开电源，调整主轴转速到 1200 ± 30r / min，空转 10 分钟左右，调整好计时器。
5. 将油盒放在油盒座上，缓缓施加载荷至 392N。
6. 加热试验油样并调节到 75±2℃。
7. 在试验温度下，开动电机驱动主轴旋转。
8. 试验时间达到 60 ± 1min 时，停止加热和关掉电机，除去负荷取出油盒，将试验油样倒出。
9. 用显微镜测量油盒中三个下球上的磨斑直径，测量精度为 0. 01mm，每个球上的磨斑直径测量两次，一次沿着油盒中心射线方向，另一次与第一次垂直。以毫米为单位报告三个钢球六次测量的磨斑直径算术平均值。测量时的观察线应垂直磨斑表面。如果磨斑是一个椭圆，则在磨痕方向做一次测量，另一次测量与磨痕方向垂直。
10. 如果一个下球的两次测量的平均值与所有的六次测量平均值大于 0. 04mm，则应该检查上球与油盒的轴心对中情况。

五. 实验结果与分析：

通过最大无卡咬负荷 PBI 磨斑直径 d 和摩擦系数 U 的实验数据，可以看到加入纳米粒子的基础油比没有加的基础油最大无咬合 PB 值有了很大的提高，磨斑直径 d 有所减小，摩擦系数 U 有所降低。这说明纳米粒子提高了润滑油的承载性能，增强了润滑油的减磨抗磨性能，总体上提高了润滑油的质量，达到了实验的目的。