

液体润滑剂摩擦系数测定法  
(MM—200法)

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了用 MM—200 磨损试验机测定轧制油、拉延油、乳化油及其相似的液体润滑剂摩擦系数的具体方法。

本标准适用于测定轧制油、拉延油、乳化油及其相似液体润滑剂的摩擦系数。

## 2 引用标准

GB 443 L—AN 全损耗系统用油

GB 1922 溶剂油

## 3 方法概要

利用安装在试验机上一对直径不同、转速不同的球面钢制试辊，在接触面间加入试样，两个试辊处于滚动滑动复合摩擦的条件下，通过对试辊施加负荷而得到摩擦力矩，进而计算出试样的摩擦系数。

## 4 仪器与材料

## 4.1 MM—200 磨损试验机

本试验机由转速分别为  $2870\text{r}/\text{min} \pm 20\text{r}/\text{min}$  和  $1440\text{r}/\text{min} \pm 10\text{r}/\text{min}$  的双速电动机带动，试验机压力负荷范围为  $0 \sim 1960\text{N}$  ( $0 \sim 200\text{kgf}$ )。上试辊转速：高速时为  $360\text{r}/\text{min}$ ，低速时为  $180\text{r}/\text{min}$ ；下试辊转速：高速时为  $400\text{r}/\text{min}$ ，低速时为  $200\text{r}/\text{min}$ 。试验机上备有压力负荷值指示标尺和摩擦力矩值指示标尺(见图 1)。

试验机要求水平安装在牢固的地基上，防止震动。

## 4.2 试辊

上、下试辊为圆环状，接触面为曲率半径与圆环最大半径相等的球面，上辊直径为  $40_{-0.05}^0\text{mm}$ ，下辊直径为  $50.8_{-0.05}^0\text{mm}$ ，辊厚为  $10\text{mm} \pm 0.02\text{mm}$ ，内孔径为  $16_{+0.015}^0\text{mm}$ (见图 2)。

试辊材质为 40CrMnMo，硬度 HRC48~54，粗糙度要求：摩擦面  $\sqrt{0.4}$ ，内孔  $\sqrt{0.8}$ ，侧面  $\sqrt{1.6}$ 。

## 4.3 恒温水浴

最高使用温度：95℃。进出口循环水管用  $\phi 7 \times 2$  的乳胶管与  $\phi 6 \times 1$  的紫铜管制成的加热盘管相联接，盘管大小以能方便进出油箱为准。

## 4.4 油箱及油盒罩(见图 3、图 4)。

## 4.5 搅拌桨(见图 5)。

## 4.6 电吹风机：220V、450W。

## 4.7 金相砂纸：W10 号。

## 4.8 机械油：符合 GB 443 中的 N32。

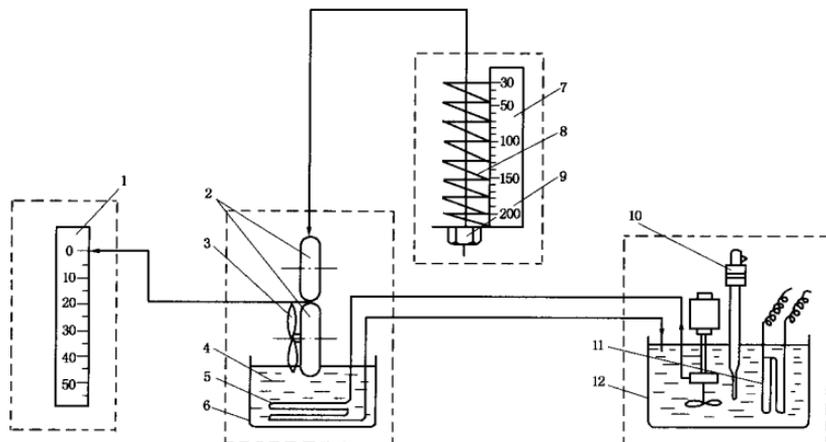


图1 MM-200 磨损试验机测定摩擦系数示意图

1—摩擦矩标尺；2—上下试辊；3—搅拌桨；4—试样；5—加热盘管；6—油盒；7—负荷指示标尺；  
8—加载弹簧；9—加载螺母；10—接点温度计；11—电加热盘管；12—恒温水浴

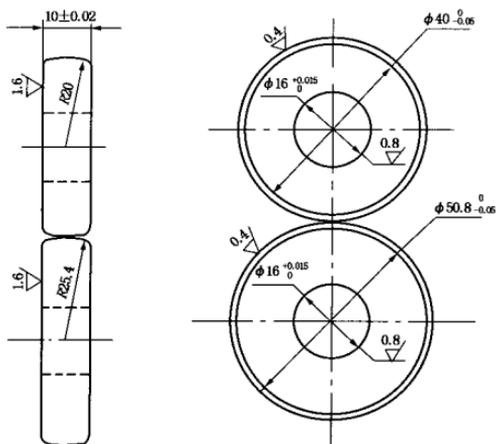


图2 上、下试辊

材质：40CrMnMo 硬度：HRC48~54

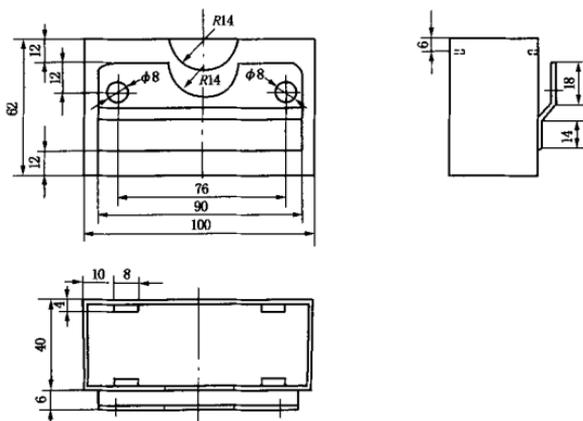


图3 油盒

材质：镀锌铁皮，厚度：0.75mm

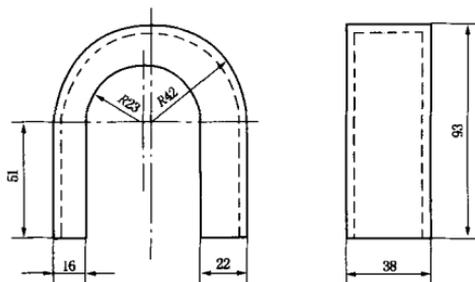


图4 油盒罩

材质：有机玻璃，厚度：3mm

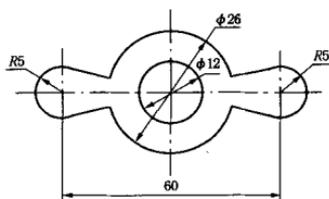


图5 搅拌桨

材质：镀锌铁皮，厚度：0.75mm

两叶片按顺时针扭转 30°

## 5 试剂

- 5.1 溶剂油：符合 GB 1922 中 190 号。  
5.2 石油醚：60~90℃，分析纯。

## 6 准备工作

- 6.1 用 190 号溶剂油清洗上下试辊、油盒、油盒罩、搅拌桨以及加热盘管等与试样相接触的部件，再用石油醚清洗一次，然后用电吹风机吹干。  
6.2 更换使用新试辊时，需用 W10 号金相砂纸在试验机低速条件下对上下试辊的球面研磨 5min，再在 1960N(200kgf) 负荷下，用 N32 号机械油为润滑剂磨合 30min，用参考油标定后，方可正式做试验。  
6.3 检查恒温水浴水面高度，联接好加热盘管，调整接点温度计至规定温度，接通电源加热开关，并启动电动泵开关，使水循环。  
6.4 试验前用手扳动摩擦力矩飞轮使轴空转两周，然后启动电动机，试验机空转 2min 后停机。

## 7 试验步骤

- 7.1 将加热盘管放进油盒中，把油盒安装在试验机上，将约 180mL 摇动均匀的试样倒入油盒中，使下试辊浸入试样约 3mm 深左右。

注：测定油类润滑剂摩擦系数时，如果试样量少于 180mL，也可以采用涂油的方法，即用干净的滤纸把试样涂在上下试辊上，所测得摩擦系数数值同样可靠，但室温应在规定试验温度范围内。

- 7.2 联接加载机构，用手调节上部加载螺丝，使上下试辊相距约 2mm，安装好油盒罩。  
7.3 当试样温度升至规定温度后，启动电动机，并按下列要求选择试验条件：

测油类润滑剂的摩擦系数：转速选用低速档，上辊转速为 180r/min，下辊转速为 200r/min，试验温度为  $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。

测乳化液的摩擦系数：转速选用高速档，上辊转速为 360r/min，下辊转速为 400r/min；试验温度为  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

- 7.4 用加载扳手连续不停地施加负荷，要求在 3min 内加到 1960N(200kgf)，分别记录 490N(50kgf)、980N(100kgf)、1470N(150kgf) 和 1960N(200kgf) 负载下的摩擦力矩值。1960N 负荷下保持 1min 后再记录一次摩擦力矩值，观察摩擦力矩变化情况(试验记录表格见下表)。

MM-200 磨损试验机试验记录表

负 荷 N	摩擦力矩 N·cm	摩擦系数 $\mu$
490		
980		
1470		
1960		
1960(1min 后)		
试验温度, $^{\circ}\text{C}$		
转速, r/min		
备 注		

- 7.5 摩擦力矩值记录完后,用加载扳手卸下负荷,关机,停电。
- 7.6 取下油盒,倒出试样,油盒、试辊和加热盘管按规定程序先用溶剂油,然后用石油醚清洗干净,再用电吹风风吹干,以备下次试验用。

## 8 结果计算

- 8.1 按刚加至 1960N(200kgf)负荷下记录的摩擦力矩值计算试样的摩擦系数。
- 8.2 试验的摩擦系数值  $\mu$ ,按式(1)计算:

$$\mu = \frac{M}{P \cdot R} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $M$ ——摩擦力矩, N·cm;

$P$ ——负荷, N;

$R$ ——下试辊半径, cm。

由于试验负荷  $P$  为 1960N,下试辊半径为 2.54cm,故计算摩擦系数的公式可简化为式(2):

$$\mu = 0.000201M \quad \dots\dots\dots (2)$$

## 9 精密度

按下述规定判断试验结果的可靠性(95%置信水平)。

### 9.1 重复性

同一操作者,按规定的试验条件,在同一台试验机上连续时间内测定同一个试样的两次结果之差,不大于平均值的 3%。

### 9.2 再现性

不同操作者,按规定的试验条件在两个试验室测定同一个试样的结果之差,不大于平均值的 11%。

## 10 报告

- 10.1 报告被测试样的摩擦系数值,精确到 0.001。

**附录 A**  
**参 考 油 样**  
(补充件)

使用新试辊或试辊做 100 次试验后,需用参考油样进行标定。参考油样有两种: A 油、B 油。

A 油: 大连石油化工公司生产,符合 GB 443 中 N22 要求。

B 油: 上海延安油脂厂生产的油酸,符合沪 Q/HG—102—65《油酸》。

两种参考油的摩擦系数范围如下:

	低 速	高 速
A 油:	$0.083 \pm 0.003$	$0.075 \pm 0.003$
B 油:	$0.058 \pm 0.003$	$0.049 \pm 0.003$

**附加说明:**

本标准由石油化工科学研究院技术归口。

本标准由洛阳石油化工工程公司炼制研究所负责起草。

本标准主要起草人范垂凡。