

液体润滑剂摩擦系数测定法
(法莱克斯销与 V 形块法)

1 主题内容与适用范围

本标准规定了用法莱克斯销与 V 形块试验机测定液体润滑剂摩擦系数的方法。

本标准适用于评定各种液体润滑剂在规定的试验条件下的润滑性能。

2 引用标准

GB 1922 溶剂油

GB/T 6683 石油产品试验方法精密度的确定和应用

3 方法概要

将钢制试验销对着浸没于液体润滑剂试样里的两个静止 V 形块的 V 形槽面，以 $290\text{r}/\text{min} \pm 10\text{r}/\text{min}$ 转速回转。用棘轮机构施加一定的负荷，用扭矩表测定试验销回转的摩擦扭矩，以校正的真实扭矩和真实负荷计算摩擦系数。

4 仪器设备与材料

4.1 仪器设备

4.1.1 法莱克斯销与 V 形块试验机试件组成示意图如图 1 所示。

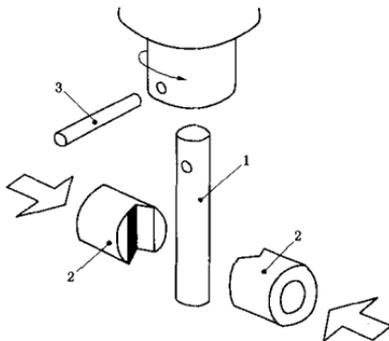


图 1 试验件组成示意图

1—试验销；2—V 形块；3—剪切销

4.1.2 秒表。

4.1.3 定位螺钉：带有直径为 10mm 的布氏硬度计用钢球。

- 4.1.4 支撑塞。
- 4.1.5 标准检验铜块(简称标准块):退火软铜,布氏硬度 HB 37~39。
- 4.1.6 显微镜:带刻度,分度值为 0.01mm。
- 4.1.7 温度计:0~100℃,分度值为 1℃。
- 4.1.8 钢板尺:长度 150mm。
- 4.1.9 扭矩校正机构,如图 2 所示。

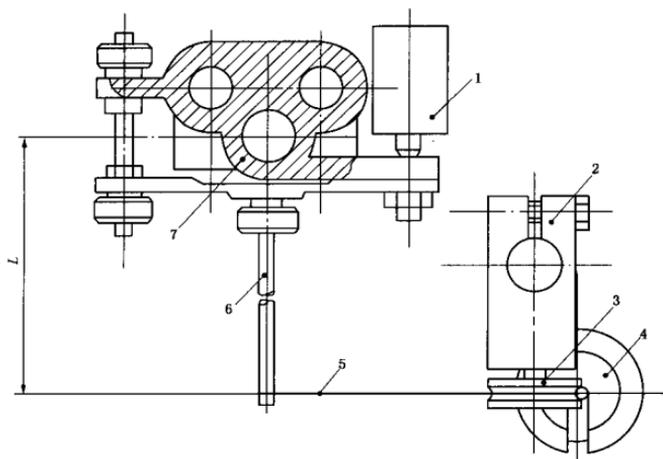


图 2 扭矩校正机构安装示意图

1—扭矩传感器; 2—滑轮架; 3—滑轮; 4—砝码; 5—拉线; 6—力臂杆; 7—转动体

4.2 材料

- 4.2.1 V形块:易切削结构钢制,洛氏硬度 HRC20~24,表面粗糙度 0.13~0.25 μm (均方根值),几何尺寸如图 3 中 a 所示,主要化学成分见表 1。
- 4.2.2 试验销:合金结构钢制,洛氏硬度 HRB87~90,表面粗糙度 0.13~0.25 μm (均方根值),几何尺寸如图 3 中 b 所示,主要化学成分见表 1。
- 4.2.3 剪切销:黄铜,几何尺寸如图 3 中 c 所示,主要化学成分见表 1。
- 4.2.4 溶剂油:符合 GB 1922 中 190 号要求。
- 4.2.5 溶剂油:符合 GB 1922 中 90 号,或石油醚 60~90℃,分析纯。

表 1 试验件材料的主要化学成分

成分, %	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni
V形块	0.32~0.39	<0.20	1.35~1.65	0.08~0.13	<0.04	—	—
试验销	0.33~0.38	0.20~0.35	0.60~0.80	<0.040	<0.040	0.55~0.75	1.10~1.40
剪切销	含铜 95.0~97.0, 铁 0.10						

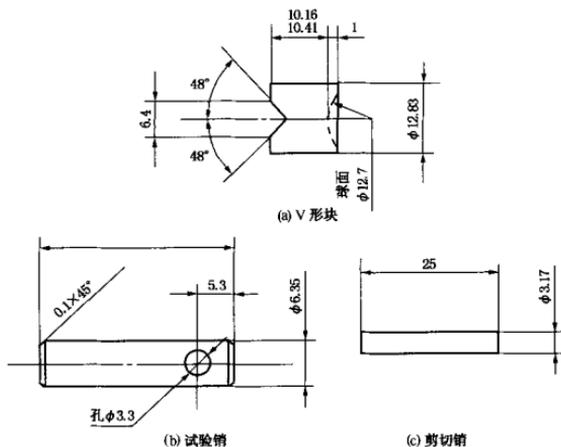


图3 试验件尺寸

5 负荷表校正

5.1 真实负荷曲线的制备。在双对数坐标纸(二级双对数纸)上,以负荷[N(lbf)]为纵坐标;以压痕直径(mm)为横坐标,用以下数据绘制一条直线。将该线标以“真实负荷”,如图4所示。

纵坐标 负荷, N(lbf)	横坐标 压痕直径, mm
890(200)	1.92
1779(400)	2.58
2669(600)	3.09
3559(800)	3.49

5.2 负荷表标定

5.2.1 拆下左钳口孔内的定位螺钉和直径12.7mm的钢球。

5.2.2 把带直径为10mm布氏球的定位螺钉装在左钳口孔内并使布氏球突出钳口约4mm(见图5)。

5.2.3 将支撑塞装在右钳口孔内,使其端面突出钳口面约0.8mm(见图5)。

5.2.4 用支撑体托住标准块,使标准块的上边缘低于钳口上表面2.5mm左右(见图5)。用总成左边的锁紧螺母锁住回转体。在两个钳口面上横放一把钢板尺,调节带布氏球的定位螺钉,直至两个钳口面与钢板尺平行并使布氏球与标准块接触。

5.2.5 当标准块处于第一个压痕位置时,将负荷表总成装在加载杠杆臂上。

5.2.6 将棘爪搭在棘轮上,启动电动机,自动加载,直至负荷表指示890N(200lbf)为止,将棘爪与棘轮脱开。由于布氏球陷入标准块,需用手轻轻转动棘轮,以保持负荷890N不变,持续1min,使其形成压痕。

5.2.7 停下电动机,卸掉负荷并使布氏球与标准块脱离,把标准块推进10mm左右,待压痕位置与原压痕距离至少为原压痕直径的2.5倍。检查钳口位置是否符合5.2.4要求。分别以1779N(400lbf)、2669N(600lbf)和3559N(800lbf)表负荷重复上述压痕操作步骤。

5.2.8 拆下负荷表总成和标准块。用显微镜测定标准块上每个压痕直径,精确至0.01mm。每个压

痕要测量三个不同方位的直径，计算其平均值。

5.2.9 在按 5.1 条步骤制做的坐标图上，用上述四个压痕直径数据，绘制一条直线，把该直线标以“表负荷”(见图 4)。

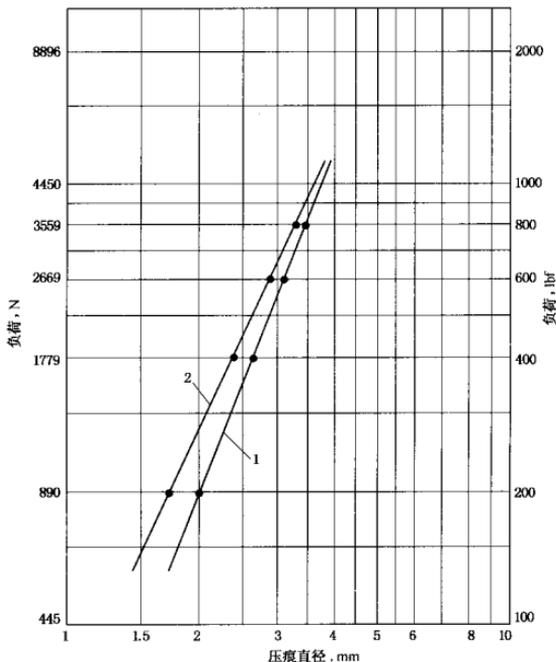


图 4 3559N(800lbf) 负荷表校正曲线

1—真实负荷；2—表负荷

5.2.10 在“真实负荷”线上找出试验用负荷值的坐标点，过该点作垂直于横坐标的直线与“表负荷”线相交，其交点对应的负荷值即试验用表负荷值。

6 扭矩表校正

6.1 将扭矩校正机构安装在试验机上，如图 2 所示。在不挂砝码托盘时，启动电动机，将扭矩表指示调至零点，停下电动机。

6.2 挂上砝码托盘，加砝码 200g 启动电动机，让扭矩表自动记录砝码和托盘重力所产生的力矩，运转 15min，停下电动机。

6.3 分 5 级增加砝码，每级增加 200g 重复上述步骤，分别计算每次扭矩表记录的平均值，称为表扭矩值。

6.4 按下列公式计算真实扭矩值 $T(\text{N}\cdot\text{m})$ ：

$$T = g \cdot L(Q + W) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：Q——砝码托盘质量，kg；

W——砝码质量，kg；

g——重力加速度， 9.81m/s^2 ；

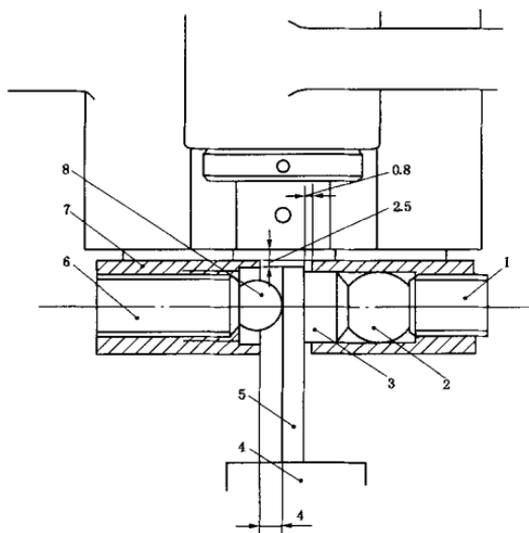


图5 校正负荷表附件安装示意图

1—定位螺钉；2— $\phi 12.7\text{mm}$ 钢球；3—支撑塞；4—支承体；
5—标准块；6—校正定位螺钉；7—钳口；8— $\phi 10\text{mm}$ 布氏球

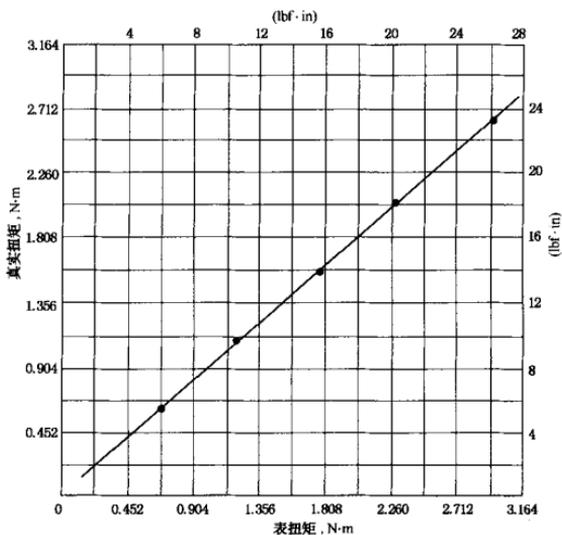


图6 扭矩校正曲线

L ——力臂, m。

6.5 以真实扭矩值为纵坐标, 表扭矩值为横坐标, 用 6.2, 6.3 和 6.4 条所得数据绘制一条校正曲线, 如图 6 所示。在计算摩擦系数时, 用该扭矩校正曲线, 将表扭矩值校正为真实扭矩值。

7 试验准备

7.1 依次用溶剂油、石油醚彻底清洗 V 形块、试验销、剪切销、油杯和加载钳及其他与试样接触的部件, 并在空气中干燥。

7.2 小心处置清洗干净的试验件, 防止污染, 特别要避免 V 形块和试验销接触面与手指接触。

7.3 把试验销插在试验机主轴下端套管内, 用黄铜剪切销锁住, 如图 1 所示。

7.4 把 V 形块插在加载钳孔内, 让 V 形块与试验销接触, 使 V 形槽与试验销轴线对正。

7.5 将 60mL 试样倒入油杯, 并将油杯放在试验机加热托板上, 使试验件浸没在试样中。如果试样粘度高, 则要稍微张开钳口, 使试样覆盖摩擦面。

7.6 把负荷表棘轮加载总成装在加载杠杆臂上。

8 试验步骤

8.1 启动电动机, 啮合加载棘爪与棘轮, 自动增加负荷, 直至真实负荷达到 890N(200 lbf)为止, 将棘爪脱离棘轮, 在该负荷下磨合 5min。

8.2 停下电动机, 卸去负荷, 测定油杯中试样温度。如果温度低于 52℃, 则用加热托板将试样加热到 55℃±3℃。如果温度高于 58℃, 则在空气中降至 55℃±3℃。

8.3 用手转动加载棘轮, 消除加载机构的松弛状态, 使负荷表读数为零, 扭矩表读数也为零或调至零。

8.4 启动电动机, 啮合加载棘轮, 自动增加负荷, 直至真实负荷 1334N(300 lbf)为止, 脱离棘爪, 在该负荷下运转 15min, 让扭矩表自动记录扭矩。必要时, 用手轻轻转动棘轮, 以保持负荷不变。

8.5 试验结束, 卸掉负荷, 停下电动机, 取下油杯, 倒掉试样, 拆除负荷表棘轮加载机构及试验件, 清洗试验机。

注: 6 个月以上未做试验, 或每做 10 次试验后应进行试验机的检验标定, 其方法见附录 A。

9 计算

9.1 计算扭矩表记录的平均值, 用 6.5 条制备的扭矩校正曲线, 将该平均值变换成真实扭矩值。

9.2 摩擦系数 μ 按下列公式计算:

$$\mu = \frac{116.8T}{L_d} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: T ——真实扭矩值, N·m;

L_d ——真实负荷值, N。

由于试验用真实负荷为 1334N, 故式(2)可以简化为式(3):

$$\mu = 0.08765T \quad \dots\dots\dots (3)$$

注: 当负荷、扭矩使用英制单位, 即分别用磅力、磅力·时时, 则计算公式为:

$$\mu = \frac{2.9726T}{L_d}$$

10 精密度

按下述规定判断试验结果的可靠性(95%置信水平)。

10.1 重复性：同一操作者，在同一实验室使用同一设备，连续两次试验结果之差，不应超过算术平均值的 7%。

10.2 再现性：不同操作者，在不同实验室使用同类型的设备，试验结果之差，不应超过算术平均值的 10%。

注：本标准的精密度是根据 1987 年用 9 个试样，在 6 个实验室的统计实验数据，按照 GB/T 6683 进行数理统计，推导确定的。

11 报告

取连续两次试验结果的算术平均值，作为试验结果，填写在附录 B 所示的报告单上。

附录 A
试验机检验标定
(补充件)

用 FL 和 FH 两种标准油, 按本标准第 7~9 章规定连续两次试验结果的算术平均值在下列范围内, 则认为试验机状态正常, 试验条件和试验操作方法正确。

标定油样	摩擦系数
FL	0.083 ~ 0.092
FH	0.154 ~ 0.170

附录 B
试验记录表
(参考件)

表 B1

编号	试样名称			
委托单位	日期	年 月 日		
项 目	第一次	第二次	平 均	
室温, °C				
初始油温, °C				
表负荷, N (lbf)				
真实负荷, N (lbf)				
表扭矩, N·m (lbf·in)				
真实扭矩, N·m (lbf·in)				
摩擦系数				
备注				
试验人员(签名)				

附加说明:

本标准由石油化工科学研究院技术归口。

本标准由石油化工科学研究院负责起草。

本标准主要起草人臧振庸。

编者注: 本标准中引用标准的标准号和标准名称变动如下:

原标准号	现标准号	现标准名称
GB/T 6683	GB/T 6683	石油产品试验方法精密密度数据确定法