

润滑油磨损性能测定法  
(法莱克斯轴和 V 形块法)

代替 ZB E34 005—87

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了用法莱克斯试验机测定润滑油磨损性能的具体方法。

本标准适用于测定润滑油的抗磨损性能。如果试验条件改变，磨损值可能改变。润滑油的相对评级也可能不同。

## 2 引用标准

- GB/T 259 石油产品水溶性酸及碱测定法
- GB/T 260 石油产品水分测定法
- GB/T 265 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法
- GB/T 267 石油产品闪点与燃点测定法(开口杯法)
- GB/T 511 石油产品和添加剂机械杂质测定法(重量法)
- GB 1922 溶剂油
- GB/T 3535 石油倾点测定法
- SH 0114 航空洗涤汽油
- SH/T 0117 灯用煤油色度测定法(重铬酸钾溶液比色法)
- SH 0164 石油产品包装、贮运及交货验收规则
- SH/T 0415 石油产品紫外吸光值检验法

## 3 方法概要

试验是一个钢制轴被浸没在润滑油里的两个钢制 V 形块夹住，并以旋转速度  $290\text{r}/\text{min} \pm 10\text{r}/\text{min}$  转动。用棘轮装置施加和维持压力。以规定的试验时间和试验加载来测定试样的磨损性能。

## 4 仪器和设备

- 4.1 法莱克斯(轴和 V 形块)润滑油试验机如图 1 和图 2 所示。
- 4.2 镶嵌有直径 10mm 布氏球的固定螺丝。
- 4.3 支撑塞。
- 4.4 标有布氏硬度(HB 37~39)的软铜标准试件。
- 4.5 带有刻度的测量显微镜，分度值 0.01mm。
- 4.6 温度计：分度值 1℃。
- 4.7 钢尺(长约 150mm)。
- 4.8 秒表。
- 4.9 标准精压 V 形块<sup>1)</sup>：夹角  $96^\circ \pm 1^\circ$ ，材料 AISI C-1137 钢，洛氏硬度 HRC 20~24，表面光洁度  $1.3 \times 10^{-7} \sim 2.5 \times 10^{-7}\text{m}$  均方根值。

4.10 试验轴<sup>1)</sup>：外圆直径 6.35mm( $\frac{1}{4}$  in)，长 31.75mm( $1\frac{1}{4}$  in)，材料 AISI 3135 钢，磨光平面的洛氏硬度 HRB 87~91，表面光洁度  $1.3 \times 10^{-7} \sim 2.5 \times 10^{-7}$  m 均方根值。

4.11 锁紧销<sup>1)</sup>：材料  $\frac{1}{2}$  H 黄铜，符合 ASTM B16《螺钉机用快速切削黄铜条、棒及型材规格》。

注：1) 本标准精密密度值是用 ASTM D 2670—81 规定的试件测定，国内尚无完全相同试件。本标准可以用其他材料试件进行测定，但在报告中应该注明。

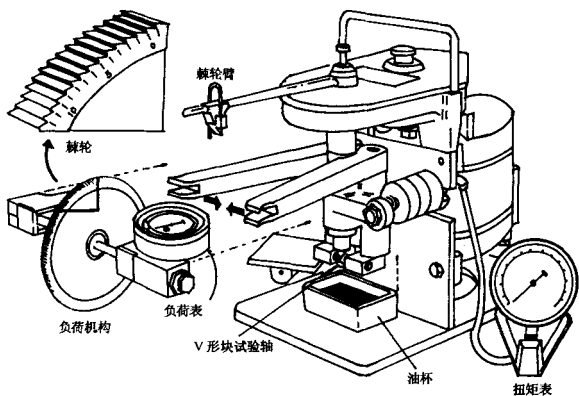


图1 法莱克斯润滑油试验机示意图

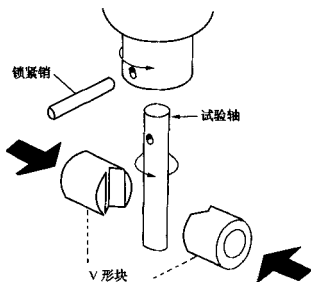


图2 法莱克斯润滑油试验机试件组成

## 5 试剂和材料

- 5.1 石油醚：60~90℃，分析纯，或符合 GB 1922 中的 90 号要求。
- 5.2 洗涤汽油：符合 SH 0114 要求。
- 5.3 硫：光谱纯。
- 5.4 白油(附录 A)。

## 6 标准试样的制备

6.1 标准试样由光谱纯硫和白油配制而成。一份含有 0.10% (质量) 硫与 99.90% (质量) 白油的混合物, 在玻璃容器内加热至 115~120℃, 同时用玻璃搅拌器搅拌 15min, 把此份混合物标为 A。

6.2 用上述相同的方法制备一份含有 0.20% (质量) 硫与 99.80% (质量) 白油的混合物, 把此份混合物标为 B。

6.3 这些混合物即标准试样, 将在 7.2 条中使用。

## 7 试验准备

### 7.1 负荷表的校对

7.1.1 对 3559N(800lbf) 或 13345N(3000lbf) 表的校对。

7.1.1.1 将右钳口内的固定螺丝和直径 12.7mm 钢球移出 (图 3)。

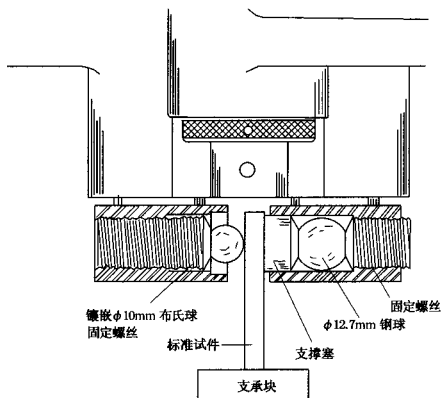


图 3 法莱克斯润滑油试验机校正示意图

7.1.1.2 把镶嵌直径 10mm 布氏球的固定螺丝装入左钳口内, 并使球突出钳口约 4mm。

7.1.1.3 将支撑塞装入右钳口内, 并使其突出钳口约 0.8mm。

7.1.1.4 用支承块支托标有硬度的软钢标准试件 (以下称标准试件)。使标准试件上边低于钳口上表面约 2.5mm。横着放一把钢尺于钳口面上。调节镶嵌直径 10mm 布氏球的固定螺丝, 直至两钳口面与钢尺平行, 并且标准试件处于要压印的位置。

7.1.1.5 将带有棘轮机构的负荷表装置安装在加载臂上。

7.1.1.6 把棘轮臂放在棘轮上并开动电动机, 容许电机转动直至负荷表指示 890N(200lbf)。由于球陷入标准试件, 有必要轻轻地上紧棘轮以保持负荷。负荷在 890N 保持 1min, 使其形成压痕。

7.1.1.7 关掉机器, 卸除负荷直至标准试件从钳口上松动, 把标准试件推进约 9.5mm, 使新的压痕与原压痕分开, 其最小距离应为原压痕直径的 2.5 倍。检查钳口的位置是否变动, 重复前述操作, 分别以 1779、2669 和 3559N(400、600 和 800lbf) 表负荷在标准试件上压痕。如果用的是 13345N(3000lbf) 表, 则在 3559、6670 和 11120N(800、1500 和 2500lbf) 负荷下, 进行压痕重复操作。

7.1.1.8 卸下负荷表装置和标准试件, 并用显微镜测量每个压痕直径, 测准到 0.01mm, 旋转标准试件, 作三次直径测量, 确保两次测量不在相同直径上, 算出每个压痕三次测量结果的平均值并作记录。

7.1.1.9 在双对数坐标纸上画出这四个压痕读数对表负荷读数的函数曲线。从此曲线确定对应于直径 3.30mm 压痕的表负荷读数。一般说，此表负荷读数约为 3114N(700lbf)。该表负荷在第 8 章的试验步骤中使用。图 4 为几种表的压痕直径与表负荷读数曲线示例。双对数坐标纸采用上海记录纸厂货号 4312 双对数坐标纸。

7.1.2 对 20000N(4500lbf)表的校对。

方法和步骤与 7.1.1 相同，但压痕在 1334、2224、3336 和 4450N(300、500、750 和 1000lbf)表负荷下进行。绘制压痕读数曲线后，确定对应于直径 3.30mm 处压痕表负荷。一般说，这一表负荷读数约为 4003N(900lbf)。在第 8 章的试验步骤中使用这一负荷(图 4)。

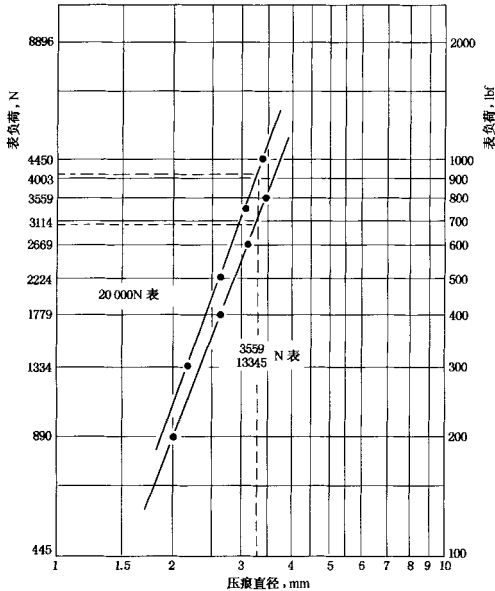


图 4 负荷表读数与压痕直径的关系

## 7.2 试验设备的校正

使用第 6 章中的标准试样，按第 8 章的试验步骤对设备进行校验，标准试样三次重复试验结果的平均值应在下列范围内：

混合物	三次重复试验平均磨损齿数
A	36 ~ 71
B	101 ~ 127

## 7.3 仪器准备

7.3.1 彻底清洗各试验件(V形块、试验轴和锁紧销)、试验油杯以及 V 形块与试验轴的夹具等，总之，凡与试样接触的部分，均应先使用洗涤汽油清洗干净，再用石油醚冲洗，最后在空气中自然干燥。

7.3.2 清洗干净的试件，特别是 V 形块和试验轴的试验表面不得污染和留有指痕。

## 8 试验步骤

- 8.1 将试验轴装在试验机主轴上，并用新的锁紧销锁住，如图 2。
- 8.2 将两个 V 形块分别装入钳口的孔里，然后使 V 形块与试验轴相接触，要使 V 形槽与试验轴平行，如图 2。
- 8.3 向试验油杯内倒入约 60mL 试样，并将其放在试验机的加热托板上，使试样升温至  $24^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ，升高杯子，使 V 形块浸没在试样中。
- 8.4 把带有棘轮机构的负荷表装置装在加载臂上。
- 8.5 用手转动棘轮，消除装置的松弛。此时，扭矩表应当指零或者将此起始状态视作零。
- 8.6 开动电动机，置棘轮臂于棘轮上，增加负荷直到相当于在标准试件上产生直径 2.10mm 压痕的表负荷值。对于 3559N(800lbf)或 13345N(3000lbf)负荷表，一般约为 1112N(250lbf)；如果使用 20000N(4500lbf)表，一般约为 1246N(280lbf)。取开棘轮臂，停止加载并启动秒表计时，让试验机在该负荷下运转 5min。
- 8.7 重新置棘轮臂于棘轮上，加载到标准试件上产生直径 3.30mm 压痕的表负荷(参看第 7 章)。当达到该负荷时，脱开棘轮臂，启动秒表并记录棘轮齿数。在试验期间，磨损会引起负荷下降，当 3559N(800lbf)负荷表下降 22N(5lbf)，20000N(4500lbf)负荷表下降 222N(50lbf)时，要用棘轮上紧负荷，以保持试验期间负荷接近不变。运转 15min 后，使负荷降低 445N(100lbf)，然后用棘轮恢复到试验负荷，立即在棘轮上划线测定磨损齿数。停下电动机。

## 9 试验结果的判断和测量

- 9.1 对承载能力低的试样，试验时 V 形块与试验轴会发生卡咬，此时应停止试验。
- 9.2 把一支铅笔横放在加载臂上，在棘轮上划线，就能迅速地确定齿数。试验开始棘轮齿数与试验结束时棘轮齿数之差表示总磨损齿数。

## 10 精密度

- 10.1 由下列数值判断试验结果的可靠性(95%置信水平)。
  - 10.1.1 重复性：由同一操作者用同一设备，用相同的试验材料，规定的操作条件和试验方法，两次连续试验结果的差值，不得超过平均值的 22%。
  - 10.1.2 再现性：由工作在不同实验室的不同操作者用相同的试验材料，相同的操作条件和试验方法，两次单独试验结果的差值，不得超过平均值的 49%。

## 11 报告

- 11.1 如果 V 形块与试验轴发生卡咬，报告为卡咬。
- 11.2 报告磨损齿数。

**附录 A**  
**白油规格**  
(补充件)

本产品为润滑油经切割、酸碱精制、抽提、水洗、白土精制等工艺调制而成。

本产品是法莱克斯标准试样的基础油。

**A1 技术要求**

项 目	质量指标	试验方法
运动粘度(40℃), mm <sup>2</sup> /s	70~75	GB/T 265
闪点(开口), ℃	不低于 200	GB/T 267
倾点, ℃	不高于 -10	GB/T 3535
水溶性酸或碱	无	GB/T 259
水 分	无	GB/T 260
色度(重铬酸钾溶液), 号	不大于 1	SH/T 0117
机械杂质	无	GB/T 511
紫外吸光度, 260~350nm	不大于 0.1	SH/T 0415
硫含量, %	无	库仑法
砷及铅含量	无	原子吸收光谱

**A2** 本产品的包装、标志、贮存、运输、交货验收及采样等项规定均按 SH 0164 要求进行。

**附加说明:**

本标准由石油化工科学研究院技术归口。

本标准由兰州炼油化工总厂负责起草。

本标准主要起草人胡在勤。

本标准等效采用美国试验与材料协会标准 ASTM D2670-81《液体润滑剂磨损性能测定法》。