

中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 0721—2002

润滑脂摩擦磨损性能测定法 (高频线性振动试验机法)

Standard test method for measuring friction and wear properties of lubricating grease using a high-frequency, linear-oscillation (SRV) test machine

2002-05-31 发布

2002-07-01 实施

前 言

本标准等效采用美国材料与试验协会标准 ASTM D 5707-98《润滑脂摩擦磨损性能测定法(高频线性振动试验机(SRV)法)》。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由中国石油化工股份有限公司提出。

本标准由中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院归口。

本标准起草单位：中国石油化工股份有限公司重庆一坪润滑油分公司。

本标准主要起草人：陈大鹏、田中利、颜自力。

中华人民共和国石油化工行业标准

润滑脂摩擦磨损性能测定法 (高频线性振动试验机法)

SH/T 0721—2002

Standard test method for measuring friction and wear
properties of lubricating grease using a high-frequency,
linear-oscillation(SRV) test machine

1 范围

1.1 本标准规定了在高频线性振动下用高频线性振动试验机(SRV)测定润滑脂摩擦系数和磨损性能的方法。

1.2 本标准适用于在给定温度和负载条件下测定润滑脂的摩擦系数和磨损性能。

本标准方法的试验条件为：室温～280℃温度范围，负荷200N，频率50Hz，冲程振幅1.00mm，持续时间为2h。如有特殊要求也可采用其他条件：负荷10N～1400N，频率5Hz～500Hz，冲程振幅0.1mm～3.3mm。本试验方法的精密度是以规定参数和50℃、80℃的试验温度为基础建立的。试验测定并报告试验球上的平均磨痕直径和摩擦系数。

注：平均磨痕直径是指按9.11条两次测量的平均值。

1.3 本标准也适用于测定其他液体润滑剂在上述条件下的摩擦系数和磨损性能。

1.4 本标准涉及某些有危险性的材料、操作和设备，但并不对与此有关的所有安全问题都提出建议。因此，用户在使用本标准前，应建立适当的安全防护措施，并确定措施的适用范围。

2 引用标准

下列标准包括的条文，通过引用而构成本标准的一部分。除非标准中另有明确规定，下述引用标准都应是现行有效标准。

DIN 17230 滚动轴承钢

DIN 51834 润滑剂试验：在振动摩擦试验机上的机械——动力试验

3 术语

本标准采用下列术语。

3.1

磨合 break-in

在新建立的摩擦副中出现的一种初始转变过程，常常伴有摩擦系数或磨损率的瞬变，或两者同时发生变化。这不代表摩擦系统的长期行为特征。

3.2

摩擦系数 coefficient of friction

两个物体间的摩擦力与压在这两个物体上的正压力之间的无因次比。

3.3

赫兹接触面积 hertzian contact area

两个不一致的固体互相挤压产生的表观接触面积，可用赫兹弹性变形方程式计算。

3.4

赫兹接触压力 hertzian contact pressure

在赫兹接触面中任何指定位置的应力大小，可用赫兹弹性变形方程式计算。

3.5

润滑剂 lubricant

加到两相对运动表面间能减小摩擦或降低磨损的物质。

3.6

润滑脂 lubricating grease

将稠化剂分散在液体润滑剂中所形成的一种稳定的半流体到固体的产物。

注：稠化剂分散时形成一个两相系统，并通过表面张力和其他的物理力使液体润滑剂不流动，通常包含提供特殊性能的其他成分。

3.7

稠化剂 thickener

在润滑脂中，微小分散的颗粒组成的物质分散在液体润滑剂中能形成骨架结构。

注：不溶解或者最多只有少量溶解在液体润滑剂中的稠化剂可以是纤维状(如各种金属皂)或片状或球状(如一些非皂稠化剂)。对稠化剂的一般要求是固体颗粒要极小，均匀分散并能够与液体润滑剂形成相对稳定的凝胶状结构。

3.8

磨损 wear

固体表面的一种损伤，由于表面与一个或多个接触物体之间的相对运动，使得材料逐渐损失。

3.9 **Ra**

用于测定表面粗糙度，在规定距离内从平均线到所有侧面点绝对距离的算术平均值。

3.10 **Rz**

用于测定表面粗糙度，在评定的长度中所有的 R_y 值(峰顶到峰谷高度)的平均值。

3.11 **Ry**

用于测定表面粗糙度，在粗糙剖面的一个取样长度内，最高峰顶部与最深谷底部之间的垂直距离。

3.12 **SRV**

振动、摩擦、磨损的德文首字符的组合。

3.13

卡咬 seizure

试件摩擦表面之间金属的局部熔化。

注：摩擦系数和磨损的增加或出现异常噪音和振动往往表明有卡咬发生。本方法中，摩擦系数的增加是通过记录器描绘的曲线从稳态升高来显示。

4 方法概要

4.1 本标准是在高频线性振动试验机(SRV)上用一个试验球，在恒定负荷下对着试验盘进行往复振动。

注：振动频率、振幅、试验温度、试验负荷及试验球和试验盘材料等可以与本标准的规定不同。试验球通常产生赫兹点接触几何形状。若要得到线或面接触，可以用不同形状的试件来代替试验球。

4.2 测定试验球的磨痕和摩擦系数。如果采用表面形貌测定仪，可通过测定试验盘上的磨痕获得附加的磨损信息。

5 意义和用途

本标准适用于测定在给定温度和负载条件下润滑脂的磨损性能和摩擦系数。特别适用于初始高赫兹点接触压力下并长期处于高速振动或停—开运动的润滑脂磨损性能和摩擦系数的测定。本标准适用于检验使用在汽车前轮驱动的恒速球节润滑脂和用于滚柱轴承的润滑脂。本标准使用者应确定试验结果与实际使用性能或其他应用之间是否有相关性。

6 仪器

6.1 高频线性振动试验机(SRV), 如图 1、图 2 所示。

6.2 显微镜 配备有刻线的目镜, 刻度为 0.01mm, 或配备可读至 0.01mm 的测微仪, 应有足够的放大倍数以便测量, 一般为 1 倍~10 倍的放大倍数。

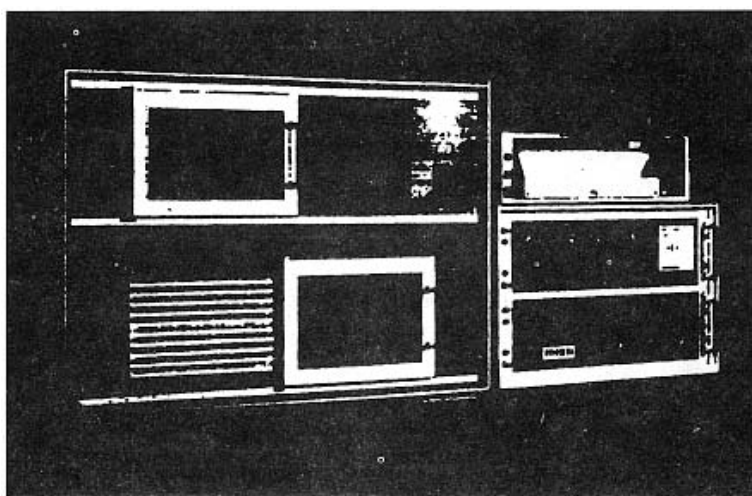


图 1 SRV 试验机

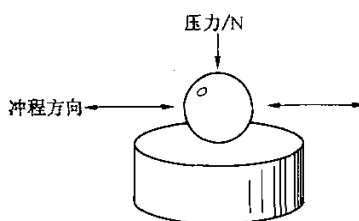


图 2 试验件说明

7 试剂与材料

7.1 试验球 52100 钢, 硬度 R_c 为 60 ± 2 , 表面粗糙度 R_a 为 $\frac{0.030}{0.020}$, 直径为 10mm。

7.2 试验盘 52100 钢, 硬度 R_c 为 60 ± 2 , 研磨表面粗糙度 R_z 为 $\frac{0.66}{0.46}$, 直径为 24mm, 厚度为 7.85mm。

注: 允许采用以 100 号 Crb 钢(DIN 17230)制造的试验件。

7.3 正庚烷 分析纯。

警告：易燃，对身体有害。

7.4 异丙醇 分析纯。

警告：易燃，对身体有害。

7.5 甲苯 分析纯。

警告：易燃，对身体有害。

7.6 清洗溶剂 正庚烷，异丙醇和甲苯的等体积混合物。

警告：易燃，对身体有害。

8 仪器的准备

8.1 接通试验机和记录仪，试验开始前预热 15min。

8.2 根据制造商的说明书调节仪器使摩擦数据出现在试验机最大峰值位置。

注：在大多数情况下，通常可采用将电子卡 No291.35.20E 上的滑动开关(面板后面电路板的前侧)和位于控制单元背板上的滑动开关锁定来完成。

8.3 旋转振幅旋钮至“零”。

8.4 将冲程开调节至自动位置。

8.5 按照制造商的说明书设定频率为 50Hz，时间为 2h00min30s。

8.6 按照制造商的说明书设定所需量程并校正记录仪，设定记录器走纸速度。

9 试验步骤

9.1 用带有清洗溶剂的绸布擦拭试验球和试验盘表面，反复擦拭直至绸布上没有黑色残留物。将试验球和试验盘浸入含清洗溶剂的烧杯中用超声波振动 10min，用干净的绸布擦干试验球和试验盘，确保表面上没有条纹出现。

9.2 将少量(大约 0.1g~0.2g)润滑脂试样放在干净的试验盘没有磨痕的区域内，以避免与原来产生的磨斑重叠。

9.3 将干净的试验球置于试样中心，使试样可以在试验球和试验盘之间形成圆形的均匀薄层。

9.4 在确认试验机器没有负荷(负荷表读数指示为 -13N 或 -14N)情况下，小心地将装有试样和试验球的试验盘放置到试验平台面上。

9.5 上紧试验球和试验盘的夹具，直到恰好上紧为止。加载到 100N 后，拧紧试验球和试验盘的夹具至扭矩达 2.5N·m 时，将负荷减少到 50N 以便磨合。

9.6 打开加热控制器，设定所需的温度。

9.7 当温度稳定后，打开记录器走纸开关并放下记录笔，压下拨动式开关直到计时器开始计数，然后调节冲程振幅旋钮至 1.00mm。

9.8 当数字计时器达到 30s 时，在慢速档将负荷调至 200N，在此负荷下运转 $2\text{h} \pm 15\text{s}$ ，试验机将自动停止。

9.9 试验结束后，关闭加热控制器，重新接通电源，将负荷减至 -13N 或 -14N 以便拆卸。

注：试验结束时电源自动断开。

9.10 拆下试验球和试验盘，按 9.1 条进行清洗。

9.11 把试验球放到一个合适的架子上，并用显微镜测量，最小磨痕宽度读至 0.01mm，后与首次测量成 90°角的方位再测量一次。从记录器曲线图上读取最小摩擦系数值(参见附录 A)。

9.12 当要求进行附加的磨损分析时，可以按表面形貌仪制造商的说明书对试验盘上的磨痕进行表面形貌测量。

10 报告

10.1 报告下列试验参数：

- 10.1.1 试验温度,℃;
 - 10.1.2 磨合负荷, N;
 - 10.1.3 试验负荷, N;
 - 10.1.4 试验冲程, mm;
 - 10.1.5 试验频率, Hz;
 - 10.1.6 试验球材料;
 - 10.1.7 试验盘材料;
 - 10.1.8 试样名称。
- 10.2 报告试验球磨痕的两个测量值和平均磨痕直径。
- 10.3 报告最小摩擦系数。当规格要求时, 报告应包括摩擦系数试验记录的复印件。
- 10.4 如果进行了表面形貌的测定, 应报告试验盘上磨痕的深度。

11 精密度和偏差

十八位操作者在 SRV 试验机上对八种润滑脂进行了试验, 平均最小摩擦系数范围为: 0.056 ~ 0.122, 试验球平均磨痕直径范围为: 0.50mm ~ 0.90mm。本试验方法的精密度是通过试验室之间在负荷 200N、频率 50Hz、冲程 1mm、温度 50℃ 和 80℃ 下的试验结果统计检验确定的。

11.1 精密度

按下述规定判断试验结果的可靠性(95%置信水平)。

11.1.1 球的平均磨痕直径

11.1.1.1 重复性: 同一操作者, 在规定的操作条件下用同一仪器对同一试样进行测定, 所得的两次试验结果之差不应超过 0.07mm。

11.1.1.2 再现性: 不同操作者在不同试验室, 用不同的仪器对同一试样进行测定, 所得单个的或独立的试验结果之差不应超过下列数值:

50℃ 下的试验: 0.29mm。

80℃ 下的试验: 0.24mm。

11.1.2 最小摩擦系数

11.1.2.1 重复性: 同一操作者, 在规定的操作条件下用同一台仪器对同一试样进行测定, 所得的两次试验结果之差不应超过下列数值:

50℃ 下的试验: 0.012。

80℃ 下的试验: 0.008。

11.1.2.2 再现性: 不同操作者在不同试验室, 用不同的仪器对同一试样进行测定, 所得单个的或独立的试验结果之差不应超过下列数值:

50℃ 下的试验: 0.031。

80℃ 下的试验: 0.032。

附 录 A
(提示的附录)
摩擦系数的测量

A1 除最小值外的其他摩擦系数值可以从摩擦记录图表上读取，摩擦系数记录和计算的例子发表在德国标准 DIN51834 SRV 方法中，见图 A1。在这个方法中报告试验的最小和最大摩擦系数及在 15min、30min 和 90min 时的平均摩擦系数和试验球的磨痕直径 W_k 。

A1.1 根据 DIN51834，摩擦和磨损测量的精密度是：

	重复性	再现性
摩擦系数 f	0.02	0.04
试验球的磨痕直径 W_k	0.1mm	0.2mm

A1.2 这些精密度数据是由三种润滑油：一种抗磨液压油、一种发动机油、一种极压齿轮油，在 22 个实验室之间的统计试验结果中得到的。

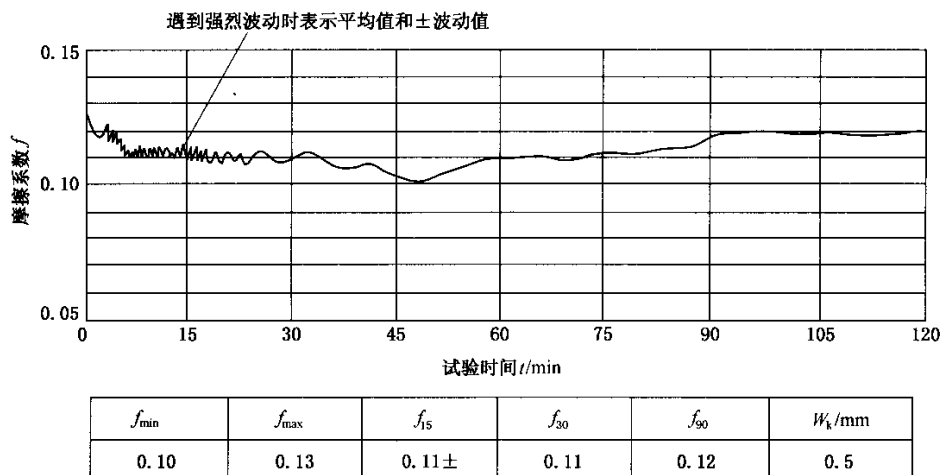


图 A1 摩擦系数的记录和计算