



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 0716—2002

润滑脂抗微动磨损性能测定法

Test method for fretting wear protection
by lubricating greases

2002-05-31 发布

2002-07-01 实施

国家石油和化学工业局 发布

SH/T 0716—2002

前 言

本标准等效采用美国试验与材料协会标准 ASTM D 4170-97《润滑脂抗微动磨损标准试验方法》。

本标准与 ASTM D 4170-97 的主要技术差异为：

- 1) 本标准增加了一台变频器。
- 2) 本标准只采用正庚烷做溶剂。

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：田忠利、陈大鹏。

中华人民共和国石油化工行业标准

润滑脂抗微动磨损性能测定法

SH/T 0716—2002

Test method for fretting wear protection
by lubricating greases

1 范围

- 1.1 本标准规定了测定润滑脂抗微动磨损性能的试验方法。
- 1.2 以国际单位表示的数值是标准数值，其他数值单位仅供参考。
- 1.3 本标准涉及某些危险性的材料、操作和设备，但是无意对与此有关的所有安全问题提出建议。因此，用户在使用本标准之前应建立适当的安全和防护措施，并确定适用性的管理制度。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过引用而构成本标准的一部分，除非在标准中另有明确规定，下述引用标准都是现行有效标准。

GB/T 11117.2 爆震试验参比燃料 参比燃料正庚烷

3 定义

本标准采用下列定义。

微动磨损 fretting wear

由摩擦面磨掉的细小颗粒作特定振幅下的振动或摇摆运动而产生的一种磨损形式。

注：由于微动磨损产生的磨损颗粒在空气中会迅速氧化，此外，环境的湿气也可能产生氢氧化物。如果在铁金属摩擦掉的情况下，氧化的磨屑是铁锈状的能加速磨损的三氧化二铁，上述现象有时被称为微动腐蚀和摩擦氧化。然而与此相关的不同现象常常伴随微动磨损产生。当轴承滚动物相对于轴承座圈作小幅度的振动或摆动运动时，可产生局部微动磨损即假布氏磨损。磨损产生的机理过程分为：1)表面凸起烧结，然后剥离，形成磨屑，紧接着磨屑被氧化；2)由于小幅度的运动，氧化的磨屑不能立即排出，因其具有磨损性，故可加速磨损；最后，这种磨损损伤在轴承座圈中就形成了。这种磨损损伤与静压载荷下的布氏磨损损伤相似。虽然假布氏磨损可能在本试验中出现，但这不是本试验典型的磨损，而只是包括在微动磨损测定中的一种磨损现象。

4 方法概要

两套装有试验脂的推力球轴承在弧度为 $0.21(12^\circ)$ 、摆动频率为 $30.0\text{Hz}(1800\text{cpm})$ ，负荷为 $2450\text{N}(550\text{lb})$ ，以及室温条件下作摆动运动，试验时间为 22h 。以两套轴承座圈的质量损失之和的平均值(单位为 mg)作为试验润滑脂抗微动磨损性能的评定。

注：弧度、频率和负荷都是厂家规定的操作条件，不应当改动。加载弹簧的常数在一定的时间之后，可能会发生变化，因而弹簧的校准应当定期进行。如果需要，可用加一个合适的垫片的办法来调节弹簧长度，以便得到需要的载荷($\pm 3\%$)。

5 意义和用途

本试验方法用于评定轴承摆动时润滑脂抗微动磨损的特性。本方法适用于规定的场合及试验条

SH/T 0716—2002

件下，区分不同润滑脂低、中、高的抗微动磨损能力。此试验已应用于预测长途运输中的汽车车轮轴承润滑脂的抗微动磨损性能。本试验结果不一定与其他类型的磨损现象相关联；但是使用者有责任判定本试验结果与其他类型的磨损现象的相关性。

6 设备

6.1 费夫纳摩擦氧化试验机：型号为 11636(或法莱克斯(Falex)微动磨损试验机，型号为 F-1581)，结构见图 1、图 2。

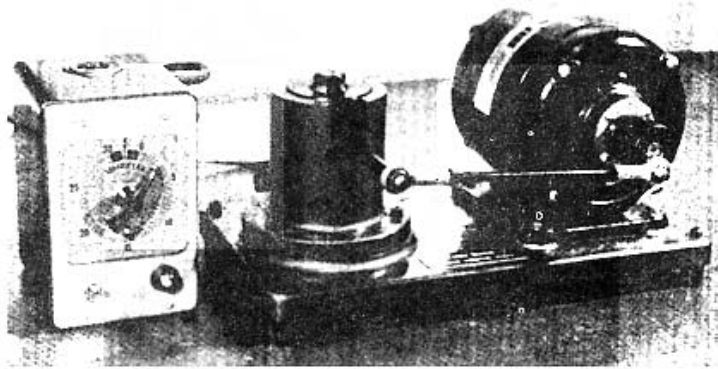


图 1 费夫纳摩擦氧化试验机外形结构

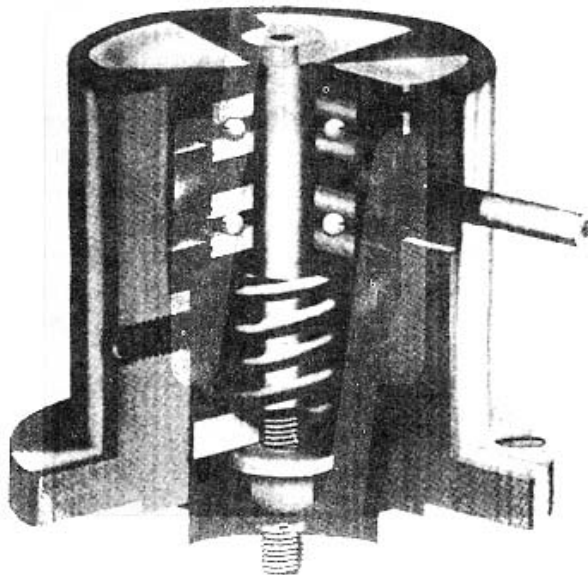


图 2 夹具和腔体的装配结构剖面

6.2 弹簧导向筒：尺寸见图 3。

6.3 推力球试验轴承：内径 $16.00\text{mm} \pm 0.025\text{mm}$ ，外径 $35.69\text{mm} \pm 0.025\text{mm}$ ，装配高度 $15.75\text{mm} \pm 0.25\text{mm}$ ，保持器装有 9 个直径 7.142mm 的钢球，保持器以外的所有表面均磨削。商业轴承提供不同的表面加工精度，表面磨削的轴承是有光泽的；而未磨好的轴承表面有些灰暗。应使用按 6.3 条要

SH/T 0716—2002

求的磨削轴承座圈以便得到正确的试验结果；如果座圈未磨好，经重新磨削后，也可使用。用放大镜检查轴承座圈，以判断其是否经过磨削；而带部件号的轴承座圈是经过磨削的。在 ASTM RR: D 02-1159中给出了完整的、详细的尺寸及规格的试验轴承图。

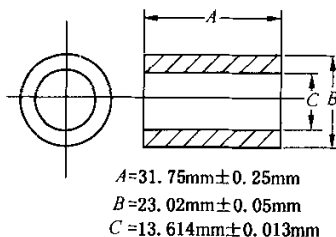


图3 弹簧导向筒设计尺寸

- 6.4 试验机机架。
- 6.5 时钟。
- 6.6 分析天平：量程为 100g，感量为 0.1mg。
- 6.7 超声波清洗器。
- 6.8 变频器：范围 0Hz ~ 100Hz。

7 试剂

正庚烷：分析纯或符合 GB/T 11117.2 要求。

警告：易燃、对身体有害。

8 准备工作

8.1 在每个轴承座圈的外圆表面打磨出一个适合于固定螺钉的平面，尺寸约为 $8\text{mm} \times 4\text{mm} \times 0.5\text{mm}$ 。平面必须是矩形的，以防在紧固螺钉时座圈翘起来。

注：用手或砂轮打磨一个矩形平面是相当困难的，可将轴承座圈嵌压在一个 V 型块中用平面磨床打磨就会获得比较好的效果。

8.2 用刻字机在轴承座圈的外部平台面上刻上合适的标识以区分上轴承座圈和下轴承座圈。标识不要刻在座圈的背面或外圆面。

8.3 轴承的清洗

往超声波清洗器水箱中倒入 30mm ~ 40mm 深的蒸馏水，再将两套轴承放入一个盛有约 125mL 正庚烷的容积为 250mL 的烧杯中；然后盖好烧杯，并放入超声波浴池中，清洗 10min ~ 15min 后，把轴承配件放入第二个盛有 125mL 正庚烷的烧杯中，清洗 8min ~ 10min 后，再重复操作两次，每次冲洗 4min ~ 5min。并且要求每次使用新的正庚烷和冲洗烧杯。

8.4 将轴承部件放到干净的玻璃盘或铝盘中让其自然干燥。轴承应当靠着盘的边放好以便空气流通。清洗轴承时不准旋转轴承或用空气吹。不准把轴承放在不干净的玻璃或金属表面上。不准用裸手接触轴承；要使用镊子或夹具，或者戴上医用手套。

8.5 当轴承干燥后，将盛有轴承的盘子放入干燥器中干燥，至少放置 30min。

8.6 分别称取上、下两套轴承座圈的质量，精确到 0.1mg(每套轴承含顶、底两个座圈)。

9 试验步骤

9.1 在清洁的环境下，将试验润滑脂装入未用过的，已洗净并称量后的两套轴承中。

9.1.1 将试验润滑脂填入轴承座圈的钢球滚道中。用合适的刮刀把润滑脂涂抹成与轴承台阶相水平。轴承背面和轴承座必须保证无润滑脂和颗粒杂质。可以用一块无绒抹布沾湿正庚烷后轻轻擦洗

SH/T 0716—2002

干净。

9.1.2 用试验润滑脂认真填满保持架两面的钢球周围的所有空隙。并刮掉保持架孔和边上多余的润滑脂，但允许凹侧面保留过剩的润滑脂。要求把每个轴承的加脂量控制在 $1.0g \pm 0.05g$ 范围以内。

9.2 夹具的装配见图4。按照图4指定的次序进行装配。在拧紧固定螺钉时只需使用最小的力。轴承座圈打磨的平面位置正对固定螺钉。使用固定螺钉的目的是防止座圈转动。为了预防将螺钉拧得过紧，宜用小柄内六角扳手，而不要用杠杆臂扳手。如果固定螺钉在试验期间松动，可用一种低浓度厌氧密封剂(MIL-S-22473D中H级或相当的产品)涂在螺纹上，而不要用过大的劲去拧紧。轴承座圈必须安装在轴承底座中，可以通过视觉和触觉来检查。在拧紧固定螺钉时，如果螺钉与平面不成垂直线或者固定螺钉未对准轴承座圈的接触平面，都可能使轴承产生上翘，从而导致不均匀磨损。

注：小心——在紧固固定螺钉时，固定螺钉与平面不成垂直线或者固定螺钉平面与轴承座圈接触平面不是矩形的，都可能使轴承翘起来，从而引起不均匀磨损。由于轴承座圈的爬行影响，松动了含有油或润滑脂的轴承背面和底座的螺钉，在润滑脂缺少的情況下可能会导致试验结果误差。

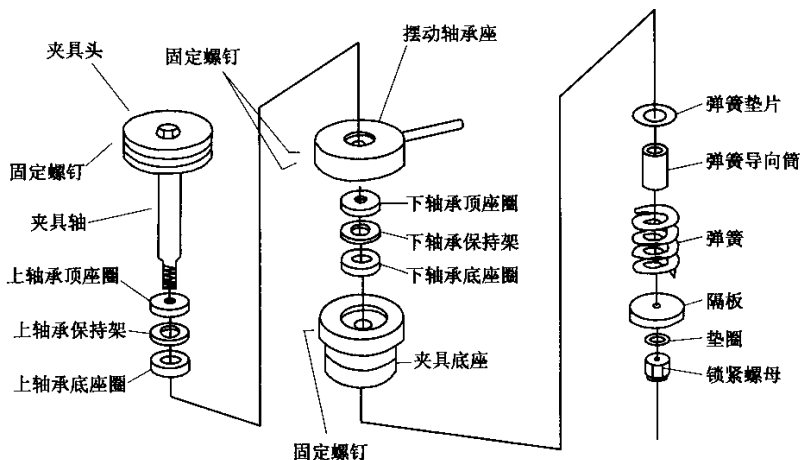


图4 夹具装配

9.2.1 将上轴承顶座圈装入夹具头中，并用最小的力拧紧固定螺钉

9.2.2 将夹具头倒过来放入台钳夹紧。

9.2.3 把上轴承保持架放入夹具头的顶座圈上。装配时凹面朝上(操作时，凹面朝下)。

9.2.4 将上轴承底座圈装入摆动轴承座中，用最小的力拧紧固定螺钉(所有轴承的固定螺钉均应同向。在摆动轴承座摇臂的下侧作上永久的标记。然后在同向装配下轴承座圈时要始终安装在相同的底座中)。

9.2.5 将下轴承顶座圈装入摆动轴承座中，用最小的力拧紧固定螺钉。

9.2.6 将摆动轴承座安装在轴上，以便于上轴承装配正确。

9.2.7 将下轴承保持架放入摆动轴承座里的座圈上，凹面位置朝上。

9.2.8 将下轴承底座圈装入夹具底座中，用最小的力拧紧固定螺钉。

9.2.9 把夹具底座装入夹具轴上。

9.2.10 将弹簧导向筒、弹簧、弹簧垫片(如果需要)、隔板、垫圈及锁紧螺母按顺序装在轴上，用手握着夹具底座和摆动轴承座以防旋转，紧固锁紧螺母，直到隔板底部靠在轴肩上。

注：弹簧的校准可能会影响磨损程度，为了确保弹簧的校准，可在弹簧上作一个参考记号，以后安装弹簧时始终用记号对准夹具底座中的固定螺钉。

9.2.11 将装好的夹具取下，松动所有轴承座圈的固定螺钉。一手持夹具底座，另一手用一支0.5kg左右的木榔头敲击轴顶，使轴承就位。最后轻轻拧紧所有的固定螺钉。

SH/T 0716—2002

9.2.12 将薄薄一层润滑脂涂抹到与腔体接触的夹具表面上。

注：可使用任意低微动磨损的润滑脂。

9.2.13 将夹具平稳地装入腔体，拧紧腔体边上的固定螺钉。

注：已供给的有些夹具底座没有固定螺钉平面。如果夹具底座没有平面，就要预先打磨一个尺寸约 9.5mm × 9.5mm × 0.5mm 且与腔体固定螺钉相一致的矩形平面。

9.2.14 将连接杆接到摆动轴承座的摇臂上，并给连接杆两端的轴承加一滴滴润滑油，然后装上防护装置。

注：随着长期的使用，试验机的某些零件可能会磨损或损坏。每次试验之前，检查连杆末端的轴承是否磨损，在出现第一次松动的征兆时，应用新轴承替换，经常润滑（自动传动液是合适的）可延长轴承寿命。检查夹具顶部的 O 形圈是否膨胀或其他损坏。如果需要，应用新的 O 形圈替换。

9.3 将试验机安放在防振的机架上。

注：试验机可放在一整块防振垫板上（或相当的）。通过在试验机每个支脚下放上尺寸合适的垫板（约 75mm × 75mm），就可以更有效地利用且能达到更好的防振效果。如果垫板的纹路是交错的，则也可改善振动控制。

9.4 接通电源，启动变频器和电机，并用时钟开始计时，试验运转时间为 22h ± 0.1h。

9.5 试验结束后，关停变频器和电机，分解试验机，拆除夹具中所有的轴承部件。

9.6 先用干净的软布擦掉轴承上的大部分润滑脂，然后按 8.3 条 ~ 8.5 条清洗、干燥轴承。

9.7 按 8.6 条分别称取上、下两套轴承座圈的质量，精确至 0.1mg。

10 计算和报告

10.1 分别计算上、下两套轴承座圈的质量损失，不包括钢球和保持架的质量损失。然后再计算上、下两套轴承座圈质量损失的平均值。

10.2 报告上、下两套轴承座圈质量损失的平均值，以 mg 为单位，精确到 0.1mg 作为试验结果。

10.3 计算质量损失比率即上套轴承座圈质量损失与下套轴承座圈质量损失之比。

11 精密度和偏差

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 重复性

同一操作者用同一台设备在相同的操作条件下对相同的试验材料，按照试验方法进行正确操作所得的两次试验结果之差不应大于下列数值(见表 1)。

$$\text{重复性} = 1.4\sqrt{\bar{X}}$$

式中：

\bar{X} ——两次试验的质量损失的平均值，mg。

11.1.2 再现性

不同操作者在不同实验室对相同的试验材料，按照试验方法进行正确操作所得的两个单独的试验结果之差不应大于下列数值(见表 1)。

$$\text{再现性} = 3.0\sqrt{\bar{X}}$$

式中：

\bar{X} ——两次单独试验的质量损失的平均值，mg。

表 1 重复性和再现性

平均值/mg	重复性/mg	再现性/mg
5	3.1	6.7
10	4.4	9.5
20	6.3	13.4
40	8.8	19.0

SH/T 0716—2002

11.1.3 质量损失比率不需进行精密度分析，但在实验室之间的试验中对质量损失比率进行了测定，所得质量损失比率处于下列范围：

	比率范围
中心 90%	0.56 ~ 3.27
中心 80%	0.61 ~ 1.90
中心 50%	0.73 ~ 1.26

11.2 偏差

按本试验方法操作没有偏差，因为微动磨损值仅仅是根据试验方法条件来确定的。
