

ICS 75. 100
E 34

SH

中华人民共和国石油化工行业标准

NB/SH/T 0189—2017

代替 SH/T 0189—1992

润滑油抗磨损性能的测定 四球法

Standard test method for wear preventive characteristics of lubricating
fluid—four-ball method

2017-12-27 发布

2018-06-01 实施

国家能源局 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 SH/T 0189—1992《润滑油抗磨损性能测定法（四球机法）》，本标准与 SH/T 0189—1992 相比的主要差异如下：

——标准名称修改为《润滑油抗磨损性能的测定 四球法》。

——本标准增加了采用美钢 S-205 试验条件的“试验条件 C（1800r/min，54℃，60min，196N）”。

——本标准第 4 章增加了一条注“四球试验机可在其他不同于表 1 的参数下运行，但第 12 章规定的精密度可能会不同。本标准未以水基液作为试验油进行精密度统计试验”。

——增加了规范性附录 A“注意事项”。

——增加了资料性附录 B“实验室间协作试验结果”。

本标准采用重新起草法修改采用美国试验与材料协会标准 ASTM D4172-94（2016）《润滑油抗磨损性能测定法（四球法）》。

在采用 ASTM D4172-94（2016）时，本标准做了一些修改。本标准与 ASTM D4172-94（2016）的主要差异及其原因如下：

——为了方便使用，将引用标准修改为我国相应的国家标准和行业标准。

——增加了采用美钢 S-205 试验条件的“试验条件 C”的相关内容。

——删除了 ASTM D4172-94（2016）中提供的 Falex 公司的试验设备的信息。

——增加了规范性附录 A“注意事项”。

本标准由中国石油化工集团公司提出。

本标准由全国石油产品和润滑剂标准化技术委员会石油燃料和润滑剂分技术委员会（SAC/TC280/SC1）归口。

本标准起草单位：中国石油天然气股份有限公司兰州润滑油研究开发中心、中国石油化工股份有限公司石油化工科学研究院、中国石化润滑油有限公司北京研究院。

本标准主要起草人：李彤、雷爱莲、丁芳玲、杨鹤、胡刚。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——SH/T 0189—1992。

润滑油抗磨损性能的测定 四球法

警告：本标准涉及某些有危险的材料、操作和设备，但是无意对与此有关的所有安全问题都提出建议。因此，用户在使用本标准之前应建立适当的安全和防护措施，并确定相关规章限制的适用性。详见附录 A。

1 范围

本标准规定了使用四球试验机测定润滑油抗磨损性能的方法。

本标准适用于评价润滑油的抗磨损性能，包括 A、B、C 三种试验条件。其中试验条件 C 主要用于评价工业闭式齿轮油 L-CKD 的抗磨损性能，也可以用于评价其他润滑油的抗磨损性能。使用相同的试验机评价润滑脂抗磨损性能的方法详见 SH/T 0204。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 308.1—2013 滚动轴承 球 第 1 部分：钢球

GB 1922—2006 油漆及清洗用溶剂油

GB/T 15894 化学试剂 石油醚

GB/T 17754—2012 摩擦学术语

SH/T 0204 润滑脂抗磨损性能测定法（四球机法）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

磨损 wear

由于摩擦造成表面的变形，损伤或表层材料逐渐流失的现象和过程。

[GB/T 17754—2012 中定义 2.3 条]

4 方法概要

三个直径为 12.7mm 的钢球被夹紧在一个油盒中，并被试验油浸没，将另一个同一直径的钢球置于三球正顶部，施加规定的负荷，受试验力的作用，与油盒中三个下钢球形成“三点接触”。当试验油达到规定的试验温度时，顶球以规定的转速旋转 60min 后试验结束，测定三个下钢球的磨斑直径，取其磨斑直径的平均值来评价润滑油的抗磨损性能。

注 1：鉴于不同四球试验机存在制造差异，应在使用本方法前参照设备使用说明，明确特定试验机在设备配置、操作方面与标准方法的适用性。

注 2：四球试验机可在其他不同于表 1 的参数下运行，但第 12 章规定的精密度可能会不同。本标准未以水基液作为

试验油进行精密度统计试验。

5 方法应用

本试验方法能够用来评价在本标准规定的滑动条件下，润滑油的相对抗磨损性能，本试验方法的使用者可自行考察由本方法获得的试验结果与润滑油的实际使用性能或其他台架试验之间的关联性。

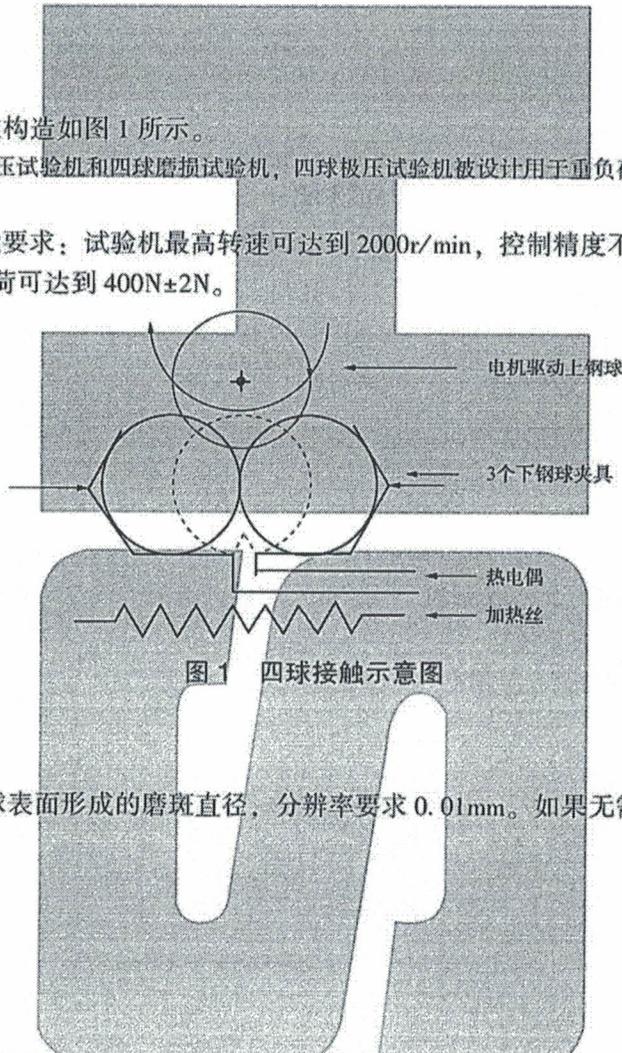
6 试验设备

6.1 四球磨损试验机

6.1.1 四球机试验部位构造如图 1 所示。

注：首先应区分四球极压试验机和四球磨损试验机，四球极压试验机被设计用于重负荷下的试验敏感度较磨损试验机低。

6.1.2 四球试验机性能要求：试验机最高转速可达到 2000r/min，控制精度不低于 5%；试验油控制温度可达到 80℃；试验负荷可达到 400N±2N。



6.2 显微镜

能够测量三个下钢球表面形成的磨斑直径，分辨率要求 0.01mm。如果无需从油盒中取出钢球而直接测量，则效率会更高。

7 试剂与材料

7.1 试验钢球

材质符合美国 ANSI 标准中 E-52100 铬合金钢球或符合 GB/T 308.1—2013 中高碳铬轴承钢钢球，直径为 12.7mm，硬度为 HRC 61~66。

7.2 清洗溶剂

符合 GB 1922—2006 中 2 号溶剂油要求的溶剂油和符合 GB/T 15894 要求的石油醚。

8 试验条件

试验条件见表 1。

表 1 三种试验条件

| 参 数 | 条件 A | 条件 B | 条件 C |
|------------|---------|---------|---------|
| 温度/℃ | 75±2 | 75±2 | 54±2 |
| 速度/(r/min) | 1200±60 | 1200±60 | 1800±60 |
| 时间/min | 60±1 | 60±1 | 60±1 |
| 负荷/N | 147±2 | 392±2 | 196±2 |

9 仪器的准备

- 9.1 启动驱动电机，调整主轴转速至试验条件规定的转速，在试验中精度控制应为 $\pm 60\text{r}/\text{min}$ 。
- 9.2 调节油温控制器，使试验油温为规定的试验温度，在试验中精度控制应为 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。
- 9.3 采用自动计时器时，在 60min 试验中计时精度应为 $\pm 1\text{min}$ 。
- 9.4 在所有试验钢球和试验油盒及加热套就位的情况下，加载机构应平衡在零位。载荷测量机构应能检测到增加或减少 19.6N 的力时加载机构的变化。

10 试验步骤

- 10.1 按 7.2 条规定的清洗溶剂的要求，先用溶剂油，再用石油醚仔细清洗四个试验钢球、上钢球夹具、油盒以及与试验油接触的各部位，试验钢球最后可用干净的绸布或未使用过的脱脂棉球擦拭。钢球一旦被洗净，不得用手触摸，钢球上不得沾有溶剂残渍。
- 10.2 将一个清洁钢球安装在主轴下端的夹具中。
- 10.3 将另外的清洁的三个钢球装在油盒中，并用专用扳手上紧，上紧力矩约为 $33.8\text{N}\cdot\text{m}\sim 67.7\text{N}\cdot\text{m}$ 。
- 10.4 将试验油倒入油盒，并使试验油超过钢球顶部至少 3 mm。隔一段时间后，待试验油充满油杯组件空隙后，观察试验油液面，确保其满足要求。在实验室间循环比对试验时，未研究试验油液面对试验油摩擦磨损性能影响的相关问题。
- 10.5 将油盒放在油盒座上。慢慢施加试验负荷至试验条件规定的负荷，避免产生冲击。
- 10.6 启动加热器，加热试验油至试验温度 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。加热电压以及比例控制器偏差应能保证温度控制精度在上述要求范围内。
- 10.7 试验温度达到后，开动电机，使主轴转速达到设定的试验条件所规定的转速。采用比例自动控制的四球机会在未达到试验温度时自动开始试验。比例控制的范围设定应保证控制器在接近试验油温至少 2°C 时启动试验。
- 10.8 试验时间达到 $60\text{min}\pm 1\text{min}$ 时，停止加热并关闭电机，卸掉负荷取出油盒，倒去试验油。
- 10.9 用显微镜测量油盒中三个下钢球的磨斑直径，测准至 0.01mm。可任选下述两个方法进行测量：
 - 10.9.1 方法一：用纸巾将磨斑区域擦拭干净，将油杯放置在专用显微镜上。对每个钢球上的磨斑直径测量两次，一次沿着磨痕方向，另一次与第一次垂直。以 mm 为单位报告三个钢球六次测量的磨斑直径算术平均值。
 - 10.9.2 方法二：将钢球从油杯中卸下并将磨斑区域擦拭干净，对每个钢球上的磨斑直径测量两次，一次沿着磨痕方向，另一次与第一次垂直。如果磨斑呈椭圆形，沿磨痕平行方向测量一次磨斑直径，并垂直磨痕方向再测量一次磨斑直径。在测量过程中应确保视线方向和测量表面垂直。如 10.9.1 一样，以 mm 为单位报告三个钢球六次测量的磨斑直径算术平均值。
 - 10.9.3 如果任意一个钢球两次测量磨斑直径的算术平均值与六次测量平均值偏差大于 0.04mm，应检

查上钢球与油盒的轴对中情况。

11 结果报告

报告 10.9 条中磨斑直径六次测量结果的算术平均值，以毫米为单位，准确到 0.01mm。应注明试验转速、负荷、温度和试验时间。

12 精密度和偏差

12.1 精密度

按下述规定判断试验结果的可靠性（95%置信水平）。

注：本标准精密度数据是在 13 个实验室对 5 个试验油，按照第 8 章规定的试验条件 A 和试验条件 B 进行试验得到的。试验油的详细信息及在两个试验条件下得到的平均磨斑直径数据参见附录 B。经试验验证，试验条件 C 也能够达到本精密度的规定。

12.1.1 重复性， r

同一操作者在同一实验室使用同一仪器，按照相同的方法对同一试样进行连续测定，得到的两个试验结果之差不应超过 0.12mm。

12.1.2 再现性， R

不同操作者在不同实验室使用不同的仪器，按照相同的方法对同一试样进行测定，得到的两个单一、独立试验结果之差不应超过 0.28mm。

12.2 偏差

本标准中的磨斑直径是由本试验方法来定义的，因此本标准方法无偏差。

附录 A
(规范性附录)
注意事项

A.1 石油醚

- A.1.1 有害，蒸气会引起闪燃；
- A.1.2 远离热、火花和明火；
- A.1.3 存放于密闭容器；
- A.1.4 避免产生蒸气，远离火源，尤其电器及热源；
- A.1.5 避免长期吸入蒸气；
- A.1.6 避免长期与皮肤接触。

A.2 清洗溶剂

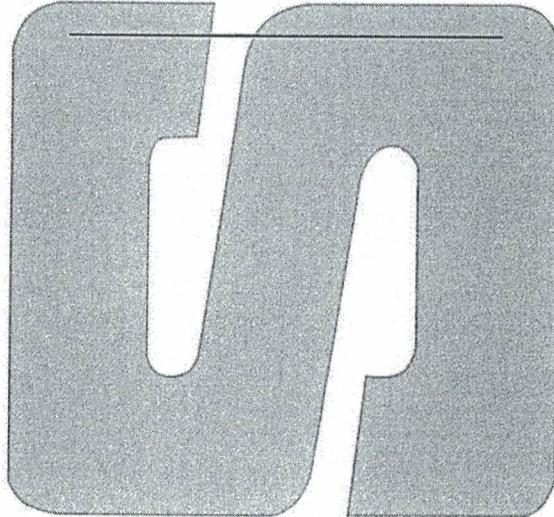
- A.2.1 蒸气会引起闪燃；
- A.2.2 远离热、火花和明火；
- A.2.3 存放于密闭容器；
- A.2.4 避免产生蒸气，远离火源，尤其电器及热源；
- A.2.5 避免长期吸入蒸气；
- A.2.6 避免长期与皮肤接触。

附录 B
(资料性附录)
实验室间协作试验结果

B.1 实验室间协作试验结果见表 B.1。

| 表 B.1 实验室间协作试验结果 | | | |
|------------------|--------------------------------------|-------------|-------------|
| 编号 | 样品 描述 | 磨斑直径/mm | |
| | | 条件 A (147N) | 条件 B (392N) |
| LX12-1 | 矿物油, 40°C 的黏度为 46mm ² /s | 0.56 | 0.72 |
| LX12-2 | LX12-1 加入 1% (质量分数) ZDT ^a | 0.27 | 0.42 |
| LX12-3 | LX12-1 加入 2% (质量分数) S/P ^b | 0.28 | 0.35 |
| LX12-4 | 合成烃 | 0.53 | 0.76 |
| LX12-5 | 磷酸三甲苯酯 | 0.54 | 0.59 |

^a二烷基硫代磷酸锌盐。
^b包含硫和磷的添加剂。



中华人民共和国石油化工
行业标准
润滑油抗磨损性能的测定 四球法

NB/SH/T 0189—2017

*

中国石化出版社出版发行
地址：北京市朝阳区吉市口路9号
邮编：100020 电话：(010) 59964500
石化标准编辑部电话：(010) 59964080
发行部电话：(010) 59964526
<http://www.sinopec-press.com>
E-mail: press@sinopec.com
北京艾普海德印刷有限公司印刷
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 0.75 印张 16 千字
2018年6月第1版 2018年6月第1次印刷

*

书号：155114·1463 定价：25.00 元