



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 373—1997

四球摩擦试验机

Four-ball Friction Testing Machine

1997-06-26 发布

1998-01-01 实施

国家技术监督局 发布

四球摩擦试验机检定规程

Verification Regulation of

Four-ball Friction Testing Machine



JJG 373—1997

本检定规程经国家技术监督局于 1997 年 06 月 26 日批准，并自 1998 年 01 月 01 日起施行。

归口单位：山东省技术监督局

起草单位：山东省计量科学研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释

本规程主要起草人：

吴德礼 （山东省计量科学研究所）

李万升 （山东省计量科学研究所）

张铭云 （济南试验机制造总公司“集团”）

目 录

一 概述	(1)
二 技术要求	(1)
三 检定条件	(3)
四 检定项目和检定方法	(3)
五 检定结果的处理与检定周期	(5)
附录 1 检定证书内页格式	(6)
附录 2 四球摩擦试验机检定记录	(7)
附录 3 四球摩擦试验机检定用参考油	(8)
附录 4 几何精度的检定	(9)

四球摩擦试验机检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的四球摩擦试验机（以下简称试验机）的检定。

一 概 述

四球摩擦试验机是四个钢球按等边四面体排列，通过液压系统由下向上加载，在试验过程中四个钢球的接触点都浸没在润滑剂中，试验后测量油盒内每一个钢球的磨痕直径，直到求出代表润滑剂承载能力的评定指标。

二 技 术 要 求

1 外观

1.1 试验机应有铭牌，铭牌上应标明产品名称、型号、规格、出厂编号、出厂日期、制造厂名。

1.2 试验机外观应清洁、无机械损伤。

2 安全装置

2.1 当试验力超过额定试验力的5%时，试验机停止施加试验力。

2.2 当摩擦力、试验时间、主轴转数超过设定值时，主轴迅速停转。

2.3 当试样烧结时，主轴自动停转。

3 试验力施加装置

3.1 应保证加卸试验力的平稳，不应有冲击现象。

3.2 试验力保持时间应不小于3 min，试验力示值变动范围不超过1%FS。

4 试验力测量装置

4.1 试验力测量装置应有调零机构，其试验力显示分辨力不低于0.02%FS，并能显示正负方向。

4.2 数显式试验机在预热30 min后测量试验力零点漂移，30 min内其漂移不超过 $\pm 0.1\%$ FS。

5 摩擦力测量装置

5.1 摩擦力测量装置应有调零机构，其摩擦力显示分辨力不低于0.1%FS，并能显示正负方向。

5.2 摩擦力零点示值在30 min内的漂移不超过 $\pm 0.1\%$ FS。

6 试件夹持装置

6.1 在试验过程中，主轴锥孔与弹簧夹头、夹头与其内部的标准钢球，不应产生相对

滑动。

6.2 在试验过程中，固定在油盒内的 3 个钢球，不应产生相对移动和滚动。

6.3 在 400 N 试验力作用下，用规定的检定参考油运转 30 min，3 个钢球的平均磨痕直径与任一钢球的磨痕直径之差不应大于 0.04 mm。

7 油盒与加热装置

7.1 油盒与加热装置应接触紧密、绝缘良好，其绝缘电阻不应小于 20 M Ω 。

7.2 油盒温度从室温升至 200 $^{\circ}$ C 的时间不得超过 40 min，不得有渗油现象。油盒温度升至 75 $^{\circ}$ C 时，自动保温 10 min，其油温变动值不超过 ± 2 $^{\circ}$ C。

8 计时显示装置

试验机应有计时显示装置，所选单位“分”与“秒”能够相互切换。

9 主轴转速

试验机的主轴转速误差不应超过 ± 15 r/min。

10 试验机的噪声声压级不应超过 75 dB (A 计权网络)。

11 试验机的试验力示值准确度应符合表 1 要求。

表 1 试验力示值准确度

项 目	示值相对误差		重 复 性	
	<4%额定 试验力	\geq 4%额定 试验力	<4%额定 试验力	\geq 4%额定 试验力
准 确 度 准 确 度 等 级				
1	$\pm 0.05\%$ FS	$\pm 1\%$	0.05% FS	1%
2	$\pm 0.08\%$ FS	$\pm 2\%$	0.08% FS	2%

12 试验机的摩擦力准确度应符合表 2 要求。

表 2 摩擦力准确度

项 目	示值相对误差	重 复 性
准 确 度	$\pm 3\%$	3%

13 几何精度

13.1 试验机主轴锥孔的径向圆跳动不大于 0.01 mm。

13.2 试验机主轴与加力活塞的同轴度不大于 0.3 mm。

13.3 试验机主轴与加力活塞上平面的垂直度不大于 0.05 mm。

三 检 定 条 件

14 检定环境条件

- 14.1 室温 10~35 ℃。
- 14.2 周围无腐蚀性介质、无强磁场干扰。
- 14.3 电压波动不超过额定电压的 ±10%。
- 14.4 试验机应水平安装在稳固的基础上。

15 检定仪器和工具

- 15.1 0.3 级标准测力仪。
- 15.2 分度值为 0.01 s 的秒表。
- 15.3 准确度为 ±1 r/min 的数字式转速表。
- 15.4 分度值不大于 1 ℃ 的 0~250 ℃ 的温度计。
- 15.5 准确度不低于 0.01 mm 的测量显微镜。
- 15.6 千分表及其他通用工具。
- 15.7 声级计 (A 计权网络)。
- 15.8 准确度为 ±0.01% 的专用砝码及摩擦力测试专用工具。
- 15.9 1 级兆欧表 0~500 MΩ, 500 V。
- 15.10 检定参考油 (见附录 3)。
- 15.11 钢球试件: $d=12.7$ mm, 硬度: 64~66 HRC, 2 级钢球。

四 检定项目和检定方法

16 外观用目测检定, 应符合第 1 条的要求。

17 安全装置的检定

通过试验观测, 应符合第 2 条要求。

18 试验力施加装置的检定

- 18.1 目测检查试验力的平稳性。
- 18.2 加至额定试验力, 稳定后保持 3 min, 观测试验力变化, 其结果应符合 3.2 款要求。

19 试验力测量装置的检定

- 19.1 目测检查试验力分辨力应满足 4.1 款要求。
- 19.2 试验机预热 30 min 后, 观测 30 min 内零点漂移, 应满足 4.2 款要求。

20 摩擦力测量装置的检定

- 20.1 检查摩擦力显示分辨力应满足 5.1 款要求。
- 20.2 观测摩擦力显示装置的零点在 30 min 内的漂移应满足 5.2 款要求。

21 试件夹持装置的检定

在试验过程中观测夹持装置，应符合 6.1、6.2 款的要求。用试验的方法检查夹持装置，应满足 6.3 款的要求。

22 油盒与加热装置的检定

22.1 用兆欧表检查油盒与加热装置的绝缘电阻，应符合 7.1 款的要求。

22.2 接通加热电源，加热至 75 ℃，保温 10 min，观察油温变动值，其结果应符合 7.2 款要求。

23 目测检查计时装置应符合第 8 条的要求。

24 用转速表检定主轴转速，试验机转速示值与转速表示值之差应符合第 9 条的要求。

25 试验机噪声的检定

把声级计的传声器面向声源，与水平面平行，离地面高 1.5 m，离试验机 1 m，在试验机的四周选不少于 6 点，测噪声声压级应符合第 10 条的要求。

26 试验力准确度的检定

26.1 试验力的示值误差与示值重复性，检定点为额定试验力的 0.4%，1%，4%，10%，20%，40%，60%，80%，100% 各点。

26.2 将标准测力仪安放在试验机上，重复施加试验力 3 次至额定试验力，卸除试验力后将试验力指示调零，然后开始逐点检定。

26.3 试验力准确度按进程对示值连续检定 3 次。

26.4 试验力准确度的检定以标准测力仪为依据，在试验机上读数，示值相对误差、重复性按下式计算：

$$\delta = \frac{\bar{F}_i - F_i}{F_i} \times 100\% \quad (1)$$

$$R = \frac{F_{i\max} - F_{i\min}}{F_i} \times 100\% \quad (2)$$

式中： δ ——试验力示值相对误差；

R ——试验力示值重复性；

F_i ——标准测力仪力值标称值；

\bar{F}_i ——试验力 3 次读数算术平均值；

$F_{i\max}$ ——试验力 3 次读数中的最大值；

$F_{i\min}$ ——试验力 3 次读数中的最小值。

注：当试验力低于额定值的 4% 时，(1)、(2) 式中分母取为额定试验力。

26.5 试验力准确度检定以试验机显示值为依据，在标准测力仪上读数时，示值相对误差和示值重复性按下式计算：

$$\delta = \frac{D_i - \bar{D}_i}{\bar{D}_i} \times 100\% \quad (3)$$

$$R = \frac{D_{i\max} - D_{i\min}}{\bar{D}_i} \times 100\% \quad (4)$$

式中： \bar{D}_i ——测力仪 3 次示值的算术平均值；

D_i ——测力仪证书中的进程示值；

$D_{i\max}$ ——测力仪 3 次示值中的最大值；

$D_{i\min}$ ——测力仪 3 次示值中的最小值；

δ ——示值相对误差；

R ——示值重复性。

注：试验力小于 4% 额定试验力时，分母上的 \bar{D}_i 为与额定试验力对应的测力仪示值。

26.6 试验力的准确度应满足第 11 条的要求。

27 摩擦力的检定

27.1 在试验机上装好摩擦力的专用工具，添加全部砝码，然后将砝码卸除，重复 3 次，调零后开始检定。

27.2 从最大摩擦力的 20% 至 100% 检定 5 点，均匀分布、连续检 3 次，摩擦力示值相对误差、示值重复性按公式 (5)、(6) 计算。

$$\text{示值相对误差: } \delta_f = \frac{\bar{F}_f - F_f}{F_f} \times 100\% \quad (5)$$

$$\text{示值重复性: } R_f = \frac{F_{f\max} - F_{f\min}}{F_f} \times 100\% \quad (6)$$

式中： δ_f ——摩擦力示值相对误差；

R_f ——摩擦力示值重复性；

F_f ——专用砝码的标称力值；

$F_{f\max}$ ——摩擦力 3 次读数中的最大值；

$F_{f\min}$ ——摩擦力 3 次读数中的最小值；

\bar{F}_f ——摩擦力 3 次读数的平均值。

其检定结果应符合第 12 条的要求。

28 几何精度的检定

几何精度的检定按附录 4 进行，其检定结果应符合第 13 条的要求。

五 检定结果的处理与检定周期

29 经检定符合本规程要求的试验机发给检定证书；不符合本规程要求的试验机发给检定结果通知书。

30 试验机的检定周期为 1 年。

附录 1

检定证书内页格式

项 目		检 定 结 果	单 项 结 论
主轴转速		r/min	
停止加热 10 min 后油温变动值		℃	
试验力示值相对误差		%	
摩擦力示值相对误差		%	
几 何 精 度	主轴锥孔径向跳动	mm	
	主轴与施力活塞同轴度	mm	
	主轴与施力活塞上平面垂直度	mm	

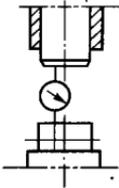
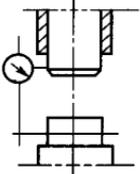
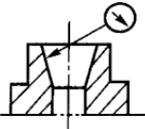
附录 3

四球摩擦试验机检定用参考油

试样号	试样名称	最大无卡咬负荷 P/N	烧结负荷 P 级别	综合磨损值 ZMZ
1	8号航空润滑油, 兰州炼油厂生产	417	14	18.5
2	20号航空润滑油加3%硫化烯	1044	18	52.3
3	18号双曲线齿轮油, 抚顺石油一厂生产	1621	20.5	85.5
4	7075脂, 石油化工研究院研制		16	22.0

附录 4

几何精度的检定

简 图	检定项目	检定工具	检定方法
	主轴锥孔的 径向圆跳动	磁力表座千分表	千分表测头垂直触 及在主轴锥孔的锥面 上,使主轴缓慢转动, 千分表上读数的最大 值就是主轴径向圆跳 动误差
	主轴与施力 活塞的同轴度	磁力表座千分表	把千分表座固定在 主轴上,使千分表的 测头垂直触及在活塞 外圆的表面上,使主 轴转动一周,测得对 应点的读数差值,活 塞上升一段距离重测, 各截面差值中最大值 是主轴与加力活塞的 同轴度
	主轴与施力活塞 上平面的垂直度	磁力表座千分表	把千分表表架固定 在主轴上,使千分表的 测头垂直触及活塞 的上平面上,使主轴 缓慢转动一周,千分 表读数的最大差值就 是主轴与施力活塞平 面的垂直度