

# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 1063—2010

---

## 电液伺服万能试验机

Electro-hydraulic Servo Universal  
Testing Machines

2010—12—30 发布

2011—04—01 实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布



# 电液伺服万能试验机检定规程

Verification Regulation of  
Electro-hydraulic Servo Universal  
Testing Machines

JJG 1063—2010

---

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2010 年 12 月 30 日批准，并自 2011 年 4 月 1 日起施行。

归口单位：全国力值硬度计量技术委员会

主要起草单位：山东省计量科学研究院

参加起草单位：广东省计量科学研究院

济南试金集团有限公司

济南中路昌试验机制造有限公司

绍兴市肯特机械电子有限公司

本规程委托全国力值硬度计量技术委员会负责解释

**本规程主要起草人：**

李万升（山东省计量科学研究院）

赵玉成（山东省计量科学研究院）

马 晓（山东省计量科学研究院）

**参加起草人：**

彭丹阳（广东省计量科学研究院）

姜德志（济南试金集团有限公司）

孙云海（济南中路昌试验机制造有限公司）

李招海（绍兴市肯特机械电子有限公司）

## 目 录

1	范围	(1)
2	引用文献	(1)
3	概述	(1)
4	计量性能要求	(1)
4.1	试验机的分级	(1)
4.2	拉伸试验夹持装置的加力同轴度	(1)
4.3	零点漂移	(2)
4.4	测力系统的鉴别力阈	(2)
4.5	变形测量系统	(2)
4.6	控制系统	(2)
4.7	噪声	(2)
5	通用技术要求	(2)
5.1	外观	(2)
5.2	加力系统	(2)
5.3	测力系统	(3)
5.4	控制系统	(3)
6	计量器具控制	(3)
6.1	检定条件	(3)
6.2	检定项目和检定方法	(4)
6.3	检定结果的处理	(9)
6.4	检定周期	(9)
附录 A	电液伺服万能试验机检定记录	(10)
附录 B	电液伺服万能试验机检定证书内页格式	(12)
附录 C	电液伺服万能试验机检定结果通知书内页格式	(13)

## 电液伺服万能试验机检定规程

### 1 范围

本规程适用于最大试验力不大于 3 MN 的电液伺服万能试验机（以下简称试验机）的首次检定、后续检定和使用中检验。电液伺服压力试验机也可参照执行。

### 2 引用文献

本规程引用下列文献：

GB/T 2611—2007 试验机通用技术要求

GB/T 16826—2008 电液伺服万能试验机

GB/T 16825.1—2008 静力单轴试验机的检验 第 1 部分：拉力和（或）压力试验机测力系统的检验与校准

JJG 762—2007 引伸计检定规程

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

### 3 概述

电液伺服万能试验机是以液压方式施加力值，具有闭环控制功能，采用计算机系统，测量材料力学性能参数的试验机，适用于金属、非金属材料的拉伸、压缩、弯曲和剪切等力学性能试验。

### 4 计量性能要求

#### 4.1 试验机的分级

试验机分为 0.5 级和 1 级两个级别，其各项技术指标见表 1 至表 4。

表 1 试验机测力系统的各项技术指标

试验机级别	最大允许值/%				
	示值误差 $q$	示值重复性 $b$	示值进回程差 $u$	零点误差 $f_0$	相对分辨力 $a$
0.5	±0.5	0.5	±0.75	±0.25	0.25
1	±1.0	1.0	±1.5	±0.5	0.5

#### 4.2 拉伸试验夹持装置的加力同轴度

试样夹持装置在任意位置，上、下夹头的加力同轴度应符合表 2 的规定。

表 2 同轴度最大允许值

试验机级别	0.5	1
同轴度最大允许值/%	12	15

#### 4.3 零点漂移

试验机使用前，预热时间不应超过 30 min；预热后 15 min 内的零点漂移应符合表 3 的规定。

表 3 零点漂移允许值

试验机级别	0.5	1
零点漂移 $z/\%$	$\pm 0.5$	$\pm 1$

#### 4.4 测力系统的鉴别力阈

试验机测力系统的鉴别力阈应符合以下规定：

0.5 级试验机：不大于试验机各挡测量范围下限值的 0.25%；

1 级试验机：不大于试验机各挡测量范围下限值的 0.5%。

#### 4.5 变形测量系统

变形测量系统应符合 JJG 762—2007《引伸计检定规程》的规定。

#### 4.6 控制系统

试验机对于应力（力）速率和应变（变形）速率的控制能力应符合表 4 的规定。

表 4 应力（力）和应变（变形）速率控制的各项技术指标

试验机级别	最大允许值/%			
	应力（力）速率控制误差	应力（力）保持误差	应变（变形）速率控制误差	应变（变形）保持误差
0.5	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 1$	$\pm 1$
1	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 2$

#### 4.7 噪声

试验机工作时噪声声压级应符合以下规定：

最大试验力  $\leq 1$  MN：不应大于 75 dB (A)；

最大试验力  $> 1$  MN：不应大于 80 dB (A)。

### 5 通用技术要求

#### 5.1 外观

5.1.1 试验机应有铭牌，铭牌上应有：名称、型号、规格、准确度等级、制造厂名、出厂编号及日期。

5.1.2 试验机各种开关、按钮应操作灵活可靠，各部分的连接应牢固、可靠、无松动，数字显示清晰、无误。

#### 5.2 加力系统

5.2.1 试验机机架应具有足够的试验空间，以便于装卸试样、试样夹具、标准测力仪以及其他辅助装置。

5.2.2 试验机施加和卸除试验力应平稳，无冲击和振动现象，不得有漏油、渗油现象。

5.2.3 试验机上、下压板中心线应重合，球面支撑应灵活。

### 5.3 测力系统

#### 5.3.1 一般要求

5.3.1.1 在施加和卸除力的过程中，随着力的增加和减少，力的示值应连续稳定变化。

5.3.1.2 测力系统应能实时、连续、准确地指示施加到试样上的试验力值。

5.3.1.3 试验机应能记录和存储试验过程中的数据或最大力值。

5.3.1.4 试验机测力系统应具有调零和（或）清零的功能，当卸除力并在所指示的最大试验力消失后，力的示值应回零位，其零点误差  $f_0$  应符合表 1 的规定。

5.3.1.5 若力测量装置分挡，则力的测量放大器衰减倍数应从 1, 2, 5, 10, 20… 数系中选取，不得少于四挡。

#### 5.3.2 力指示装置

5.3.2.1 测力系统的计算机显示器或数字式指示装置应以力的单位直接显示力值。显示的数据和（或）图形应清晰、完整、易于读取，并应能显示各示值范围的零点和最大值以及力的方向（例如：“+”或“-”）。

5.3.2.2 力指示装置分辨力的确定方法：当试验机的电动机、驱动机构和控制系统均启动，在零试验力的情况下，若示值的变动不大于一个增量，则分辨力  $r$  为一个增量；若示值的变动大于一个增量，则分辨力  $r$  为变动范围的一半加上一个增量。

### 5.4 控制系统

5.4.1 控制系统应具有应力（力）控制、应变（变形）控制和位移控制三种闭环控制方式，在不同控制方式转换过程中，试验机运行应平稳，无影响试验结果的振动和过冲。

5.4.2 试验机的控制软件除能实现试验机的全部功能以外，还应具有供检定（或）校准使用的功能。

## 6 计量器具控制

### 6.1 检定条件

#### 6.1.1 环境条件

试验机应在温度（10~35）℃、湿度不大于 80%RH 的条件下检定。检定过程中温度波动不大于 2℃。

#### 6.1.2 检定用标准器具

6.1.2.1 检定 0.5 级试验机使用 0.1 级的标准测力仪或最大允许误差在 ±0.1% 以内的专用砝码；检定 1 级试验机选用 0.3 级标准测力仪或最大允许误差在 ±0.1% 以内的专用砝码。

6.1.2.2 最大允许误差为 ±2% 的同轴度自动测试仪或其他相当准确度的测量装置。

6.1.2.3 电子秒表。

6.1.2.4 分度值 0.02 mm/m 的水平仪。

6.1.2.5 2 级声级计（A 计权网络）。

6.1.2.6 引伸计标定器：标定器的误差不应大于引伸计允许误差的 1/3。

6.1.2.7 钢制的同轴度检验试样（标距不小于 100 mm，标距部分直径通常不小于

10 mm 或 12 mm，标距部分与两头部的同轴度为  $\Phi 0.02$  mm)。

6.1.2.8 其他通用计量器具。

6.2 检定项目和检定方法

检定项目见表 5。

表 5 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
通用技术要求	+	—	—
同轴度	+	+*	—
零点漂移	+	+	+
鉴别力阈	+	—	—
零点误差	+	—	—
试验力示值误差	+	+	+
试验力示值重复性	+	+	+
试验力示值回程差	+	—	—
试验力示值相对分辨力	+	—	—
变形测量系统	+	+	+
控制系统	+	—	—
噪声	+	—	—

注：+ 表示需要检定的项目；— 表示不必检定的项目。\* 限 0.5 级

6.2.1 通用技术要求的检查

操作试验机，通过目测、手感和相应的通用计量器具检查 5.1~5.4 条，经检查符合要求后再进行其他项目的检定。

6.2.2 同轴度的检定

使用同轴度测试仪（或其他相应准确度的测量装置）进行检定。检定时，先将检验试样夹持在夹头上并施加试验机最大试验力 1% 的初始力，调整同轴度测量仪的零点，再施加试验力至最大试验力的 4%，检验中使用的最大力不应使检验试样产生塑性变形，测量试样相对两侧的弹性变形，在相互垂直的方向上各测 3 次。同轴度按公式 (1) 计算。每次检定的结果均应满足表 2 的要求。

$$e = \frac{\Delta L_{\max} - \overline{\Delta L}}{\Delta L} \times 100\% \quad (1)$$

式中：e——加力系统中上、下夹头的中心线与试验机加力轴线的同轴度；

$\overline{\Delta L}$ ——在同一测量点，同一次测量中，检验试样两侧变形的算术平均值；

$\Delta L_{\max}$ ——在同一测量点，同一次测量中，检验试样变形较大一侧的变形值。

6.2.3 零点漂移的检验

试验机预热后，选择试验机最小测量范围一档，调整好零点，在 15 min 内检验零



点漂移, 其结果应满足表 3 的要求。

零点漂移  $z$  按公式 (2) 计算:

$$z = \frac{F_{0d}}{F_L} \times 100\% \quad (2)$$

式中:  $z$ ——测力系统的零点漂移;

$F_{0d}$ ——测力系统的零点漂移示值;

$F_L$ ——力指示装置各挡测量范围的下限值。

#### 6.2.4 鉴别力阈的检验

选择试验机最小的测量范围, 在零试验力状态下:

对于 0.5 级试验机, 应施加不大于试验机该挡测量范围下限值的 0.25% 的力;

对于 1 级试验机, 应施加不大于试验机该挡测量范围下限值的 0.5% 的力;

这时指示装置至少应产生一个数字增量的变化。

#### 6.2.5 相对分辨力的检验

力的指示装置的相对分辨力  $a$  由公式 (3) 计算:

$$a = \frac{r}{F_L} \times 100\% \quad (3)$$

式中:  $a$ ——试验机电力指示装置的相对分辨力;

$r$ ——力指示装置的分辨力;

$F_L$ ——力指示装置各挡测量范围的下限值。

结果满足表 1 的要求。

#### 6.2.6 力值各项允许误差的检定

6.2.6.1 标准测力仪应在试验机所在的空间放置足够的时间使其达到稳定的温度。需要时, 应对读数进行温度修正。

6.2.6.2 在试验机上安装拉式标准测力仪时, 应使任何弯曲效应减至最低程度。安装压式标准测力仪时, 应保证在试验机和标准测力仪之间只有一个球座。

6.2.6.3 试验机应至少施加 3 次最大试验力作为预压或预拉。

6.2.6.4 检定试验机时宜采用如下方法: 对试验机施加由其力指示装置指示的力值  $F_i$ , 同时记录标准测力仪的示值  $F$ 。如果不能采用上述方法, 则对试验机施加由测力仪指示的力  $F$ , 记录被检试验机电力指示装置指示的力  $F_i$ 。

##### 6.2.6.5 检定点的选择

a) 对于分挡的试验机: 每挡的检定点不得少于 5 个, 一般按每挡的 20%, 40%, 60%, 80%, 100% 均匀分布。

b) 对于不分挡的试验机: 在最大试验力的 2%~100% 范围内近似等间隔分布选择 8 个检定点。对于低于满量程 20% 的检定点应选择近似等于 10%, 5%, 2%。

c) 对于自动换挡的试验机: 在每一分辨力不变化的范围内至少选择两个检定点。

6.2.6.6 应以递增力进行三组测量。每组测量前应调整零点, 零点读数应在力完全卸除 30 s 后读取。

零点误差按公式 (4) 计算:

$$f_0 = \frac{F_{i0}}{F_L} \times 100\% \quad (4)$$

式中： $f_0$ ——测力系统的零点误差；

$F_{i0}$ ——卸除力以后被检试验机力指示装置的残余示值；

$F_L$ ——力指示装置各挡测量范围的下限值。

结果应符合表 1 的要求。

#### 6.2.6.7 示值误差和示值重复性

计算每个检定点 3 次测量的算术平均值。并由式 (5)、(6) 计算示值误差和示值重复性：

(a) 以试验机的指示装置为准在标准测力仪上读数时，示值误差  $q$  和示值重复性  $b$  按公式 (5) 和 (6) 计算：

$$q = \frac{F_i - \bar{F}}{\bar{F}} \times 100\% \quad (5)$$

式中： $q$ ——测力系统的示值误差；

$F_i$ ——被检试验机力指示装置的进程示值；

$\bar{F}$ ——对同一力点， $F$  3 次测量的算术平均值。

$$b = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\bar{F}} \times 100\% \quad (6)$$

式中： $b$ ——测力系统的示值重复性；

$F_{\max}$ ——对同一力点， $F$  的最大值；

$F_{\min}$ ——对同一力点， $F$  的最小值；

$\bar{F}$ ——对同一力点， $F$  3 次测量的算术平均值。

(b) 以标准测力仪为准在试验机的指示装置上读数时，示值误差  $q$  和示值重复性  $b$  按公式 (7) 和 (8) 计算：

$$q = \frac{\bar{F}_i - F}{F} \times 100\% \quad (7)$$

式中： $q$ ——测力系统的示值误差；

$\bar{F}_i$ ——对同一力点， $F_i$  3 次测量的算术平均值；

$F$ ——递增力时，标准测力仪的示值。

$$b = \frac{F_{i\max} - F_{i\min}}{F} \times 100\% \quad (8)$$

式中： $b$ ——测力系统的示值重复性；

$F_{i\max}$ ——对同一力点， $F_i$  的最大值；

$F_{i\min}$ ——对同一力点， $F_i$  的最小值；

$F$ ——递增力时，标准测力仪的示值。

其结果应满足表 1 的要求。

#### 6.2.6.8 示值进回程差的检定

在试验机最大和最小量程上，在同一检定点先以递增力再以递减力来检定示值进回程差，并按公式 (9) 或 (10) 计算：

(a) 以试验机的指示装置为准在测力仪上读数时:

$$u = \frac{F - F'}{\bar{F}} \times 100\% \quad (9)$$

式中:  $u$ ——测力系统的示值进回程差;

$F$ ——递增力时, 标准测力仪的示值;

$F'$ ——递减力时, 标准测力仪的示值;

$\bar{F}$ ——对同一力点, 进程检定时  $F$  3 次测量的算术平均值。

(b) 以标准测力仪为准在试验机的指示装置上读数时:

$$u = \frac{F'_i - F_i}{F} \times 100\% \quad (10)$$

式中:  $u$ ——测力系统的示值进回程相对误差;

$F'_i$ ——被检试验机力指示装置的回程示值;

$F_i$ ——对同一力点,  $F_i$  3 次测量的算术平均值;

$F$ ——递增力时, 标准测力仪的示值。

其结果应满足表 1 的要求。

#### 6.2.7 变形测量系统的检测

按照 JJG 762—2007《引伸计检定规程》进行。

#### 6.2.8 控制系统的检测

6.2.8.1 选择合适试样进行应力(力)速率控制和应变(变形)速率控制试验, 并在试验过程中变换控制方式。试验结束后, 检查应力—时间曲线和应力—应变曲线, 其结果应满足本规程第 5.4 条的要求。

6.2.8.2 在应力(力)—时间曲线上选取检测点, 该点宜选在应力(力)速率控制段的 10% 和 90% 附近, 计算出试验机控制的实际应力(力)速率和其与应力(力)速率设定值的相对误差, 每次测量的应力(力)速率  $\delta_i$  按公式 (11) 计算:

$$\delta_i = \frac{F_{ei}}{S_0 t_i} \quad (11)$$

式中:  $F_{ei}$ ——同一测量值, 第  $i$  次测量中从预加试验力至试样的弹性变形阶段施加的试验力;

$S_0$ ——试样平行长度部分的原始横截面积;

$t_i$ ——同一测量值, 第  $i$  次测量中从预加试验力至  $F_{ei}$  所需的加力时间。

应力速率误差  $\theta$  按公式 (12) 计算:

$$\theta = \frac{\delta_N - \bar{\delta}_i}{\bar{\delta}_i} \times 100\% \quad (12)$$

式中:  $\bar{\delta}_i$ ——同一测量值, 3 次  $\delta_i$  的算术平均值;

$\delta_N$ ——试验机给定的应力速率值。

结果应满足表 4 的要求。

6.2.8.3 在应变(变形)—时间曲线上选取检测点, 该点宜选在应变(变形)速率控制段的 10% 和 90% 附近, 计算出试验机控制的实际应变(变形)速率和其与应变(变形)速率设定值的相对误差, 每次测量的应变(变形)速率  $E_{L,ei}$  按公式 (13) 计算:

$$E_{Le_i} = \frac{\Delta L_i}{L_e t_{ei}} \quad (13)$$

式中： $\Delta L_i$ ——同一测量值，第  $i$  次测量中分离拉伸试样的变形量；

$L_e$ ——引伸计标距的标称值；

$t_{ei}$ ——同一测量值，第  $i$  次测量中拉伸到  $\Delta L_i$  所需的试验时间。

应变速率误差  $\phi$  按照公式 (14) 计算：

$$\phi = \frac{\overline{E_{LeN}} - \overline{E_{Le_i}}}{\overline{E_{Le_i}}} \times 100\% \quad (14)$$

式中： $\overline{E_{Le_i}}$ ——同一测量值，3 次测得  $E_{Le_i}$  的算术平均值；

$\overline{E_{LeN}}$ ——试验机给定的应变速率值。

结果应满足表 4 的要求。

6.2.8.4 选择合适试样做应力保持和应变保持控制试验，试验结束后，分析应力—时间曲线和应变—时间曲线，分别按照公式 (15) 和公式 (16) 计算出对于设定的应力值保持的相对误差  $\delta_{RH}$  和应变值保持的相对误差  $\delta_{eH}$ ：

$$\delta_{RH} = \frac{R_{\max} - R}{R} \times 100\% \quad (15)$$

式中： $R_{\max}$ ——试验机在规定时间内偏离设定的应力保持值的最大值；

$R$ ——试验机设定的应力保持值。

$$\delta_{eH} = \frac{\epsilon_{\max} - \epsilon}{\epsilon} \times 100\% \quad (16)$$

式中： $\epsilon_{\max}$ ——试验机在规定时间内偏离设定的应变保持值的最大值；

$\epsilon$ ——试验机设定的应变值。

其结果应满足表 4 的要求。

### 6.2.9 噪声的检测

6.2.9.1 测量试验机噪声前，应先测量背景（环境）噪声，其值应比试验机噪声声级至少低 10 dB (A)。若相差小于 3 dB (A)，则测量结果无效。若相差 (3~10) dB (A) 时，应根据表 6 选取相应修正值按公式 (17) 进行修正。

6.2.9.2 检定时，启动试验机，施加试验机最大试验力 80% 以上的力，然后将声级计的传声器面向声源水平放置，距试验机 1.0 m，距地面高度 1.5 m 的几个位置上进行测量，绕试验机四周测量不应少于 6 点，以各测量点中测得的最大值作为试验机噪声的检定结果，应满足本规程第 4.7 条的要求。

表 6 噪声修正值 分贝 [dB (A)]

$N_{i,\max} - N_b$	3	4~5	6~9	10
修正值 $N_c$	3	2	1	0.5

试验机噪声修正公式：

$$\eta = N_{i,\max} - N_c \quad (17)$$

式中： $\eta$ ——试验机工作时的噪声；

$N_{i,\max}$ ——试验机工作时测量的最大噪声；

$N_c$ ——试验机工作室的噪声  $\eta$  的修正值。

### 6.3 检定结果的处理

经检定合格的试验机发给检定证书；不合格的试验机发给检定结果通知书并注明不合格项目。

### 6.4 检定周期

试验机检定周期不超过 12 个月，对于经调修后合格的试验机检定周期不超过 6 个月。





电液伺服万能试验机检定记录

证书号：

应变（变形）速率控制					
检定点 ( )	应变（变形） 时间	应变（变形） 时间	应变（变形） 时间	平均速率 ( )	相对误差/%
应变（变形）保持					
检定点 ( )	应变（变形） 时间	应变（变形） 时间	应变（变形） 时间	平均速率 ( )	相对误差/%
应力（力）速率控制					
检定点 ( )	应力（力） 时间	应力（力） 时间	应力（力） 时间	平均速率 ( )	相对误差/%
应力（力）保持					
检定点 ( )	应力（力） 时间	应力（力） 时间	应力（力） 时间	平均速率 ( )	相对误差/%
同轴度					
前				检定结果/%	
后					
同轴度/%					
左					
右					
同轴度/%					
其他项目					
噪 声					

检定员：

核验员：

附录 B

电液伺服万能试验机检定证书内页格式  
检定结果

外观	相对分辨力	零点漂移	零点误差	鉴别力阈	同轴度
力值检定结果（方向：      ）					
最大试验力	试验力	示值相对误差	示值重复性	进回程误差	
控制系统					
速率控制		相对误差			
应力（力）速率控制					
应力（力）保持					
应变（变形）速率控制					
应变（变形）保持					
其他项目					
噪 声					



附录 C

电液伺服万能试验机检定结果通知书内页格式

外观	相对分辨力	零点漂移	零点误差	鉴别力阈	同轴度
力值检定结果（方向：      ）					
最大试验力	试 验 力	示值相对误差	示值重复性	进 回 程 误 差	
控制系统					
速率控制		相对误差			
应力（力）速率控制					
应力（力）保持					
应变（变形）速率控制					
应变（变形）保持					
其他项目					
噪 声					

不合格项：

\_\_\_\_\_

中华人民共和国  
国家计量检定规程  
电液伺服万能试验机  
JJG 1063—2010  
国家质量监督检验检疫总局发布

\*

中国计量出版社出版  
北京和平里西街甲2号  
邮政编码 100013  
电话(010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

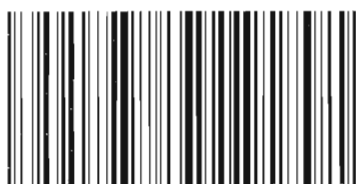
版权所有 不得翻印

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 19 千字

2011年3月第1版 2011年3月第1次印刷

书号: 155026·J-2568 定价 21.00 元



JJG 1063-2010