



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 475—2008

电子式万能试验机

Electronic Universal Testing Machine

2008—06—12 发布

2008—12—12 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

电子式万能试验机

检定规程

Verification Regulation of Electronic
Universal Testing Machine

JJG 475—2008
代替 JJG 475—1986

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2008 年 6 月 12 日批准，并自 2008 年 12 月 12 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

中国计量科学研究院

上海市计量测试研究院

参加起草单位：湖北省计量测试研究院

吉林省计量测试研究院

钢铁研究总院

深圳市新三思材料检测有限公司

绍兴市肯特机械电子有限公司

上海华龙测试仪器有限公司

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）

胡 刚（中国计量科学研究院）

赵玉成（山东省计量科学研究院）

张贵仁（上海市计量测试技术研究院）

参加起草人：

胡 翔（湖北省计量测试研究院）

曲 卓（吉林省计量测试研究院）

周巍松（钢铁研究总院）

雷庆安（深圳市新三思材料检测有限公司）

李钊海（绍兴市肯特机电电子有限公司）

李明义（上海华龙测试仪器有限公司）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 分辨力	(1)
3.2 鉴别力阈	(1)
3.3 本规程使用的符号、单位与定义	(1)
4 概述	(2)
5 计量性能要求	(3)
5.1 试验机的分级	(3)
5.2 加力系统	(3)
5.3 测力系统	(3)
5.4 位移测量允许误差	(4)
5.5 变形测量系统	(4)
6 通用技术要求	(4)
6.1 外观	(4)
6.2 试验机性能	(4)
6.3 移动横梁	(5)
6.4 测力系统	(5)
6.5 安全保护装置	(5)
6.6 噪声	(5)
7 计量器具控制	(5)
7.1 检定条件	(5)
7.2 检定项目和检定方法	(6)
7.3 检定结果的处理	(9)
7.4 检定周期	(9)
附录 A 电子万能试验机检定记录	(10)
附录 B 电子万能试验机检定证书内页格式	(13)

电子式万能试验机检定规程

1 范围

本规程适用于电子式万能试验机（以下简称试验机）的首次检定、后续检定和使用中检验。型式评价以及电子拉力（或压力）试验机的检定可参照本规程执行。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

GB/T 2611—1992《试验机通用技术要求》

GB/T 16491—1996《电子式万能试验机》

GB/T 16825.1—2002《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 139—1999《拉力、压力和万能试验机》

JJG 762—2007《引伸计》

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 术语和计量单位

3.1 分辨力 resolution

指示装置可有意义地辨别被指示量两相邻值的能力。

3.2 鉴别力阈 discrimination threshold

使试验机的示值上产生一个不可觉察变化响应的最大输入变化。

3.3 本规程使用的符号、单位与定义

见表1。

表1 符号、单位与定义

符 号	单 位	定 义
F_N	N	试验机力指示装置各挡测量范围的最大容量
F_i	N	被检试验机力指示装置的进程示值
F'_i	N	被检试验机力指示装置的回程示值
F	N	标准测力仪进程指示的力的真值
F'	N	标准测力仪回程指示的力的真值
$\bar{F}_i$	N	几次测量中力的同一测量点示值 F_i 的算术平均值
$\bar{F}$	N	几次测量中力的同一测量点力的真值 F 的算术平均值
$F_{i\max}$	N	同一测量点示值 F_i 的最大值
$F_{i\min}$	N	同一测量点示值 F_i 的最小值

表 1 (续)

符 号	单 位	定 义
F_{max}	N	同一测量点力的真值 F 的最大值
F_{min}	N	同一测量点力的真值 F 的最小值
F_D	N	卸除力以后被检试验机力指示装置的残余示值
r	N	试验机指示装置的分辨力
a	%	试验机指示装置的相对分辨力
b	%	试验机测力系统的示值重复性相对误差
f_0	%	零点相对误差
q	%	试验机测力系统的示值相对误差
u	%	示值进回程相对误差
ΔL_{max}	mm	在同一测量点, 同一次检测中, 检验试样变形较大一侧的变形量
$\overline{\Delta L}$	mm	在同一测量点, 同一次检测中, 检验试样两侧变形的算术平均值
$\bar{v}_i$	mm/min	同一移动横梁速度, 3 次实测速度的算术平均值
v	mm/min	横梁移动速度的标称值
F_r	N	测量下限的试验力
F_{LO}	N	测力系统零点漂移示值
D_i	mm	同一位置的 3 次测量中, 位移示值的算术平均值
D	mm	对应所测量的横梁位移, 检验的百 (或千) 分表或钢直尺指示的位移真值
e	%	试验机加力系统的同轴度
w	%	横梁速度相对误差
z	%	测力系统零点漂移误差
q_0	%	横梁位移示值相对误差

4 概述

电子万能试验机是机械加力的用计算机控制及测量的试验机, 主要用于金属和非金属材料进行拉伸、压缩、弯曲和剪切等力学性能试验。

5 计量性能要求

5.1 试验机的分级

试验机级别和各项允许误差见表2。

表2 试验机级别和各项允许误差

试验机级别	最大允许值/%				
	示值相对误差 δ	示值重复性 相对误差 δ_1	示值回程 相对误差 δ_2	零点相对 误差 f_0	相对分 辨力 a
0.5	± 0.5	0.5	± 0.75	± 0.05	0.25
1	± 1.0	1.0	± 1.5	± 0.1	0.5
2	± 2.0	2.0	± 3.0	± 0.2	1.0

5.2 加力系统

5.2.1 拉伸试验夹持装置

拉伸试验的试样夹持装置在任意位置上和施加力的过程中，上、下夹头和试样钳口的中心线应与试验机的加力轴线同轴，其同轴度：

- 对于最大试验力不大于5kN的试验机不应超过 $\phi 2$ mm；
- 对于最大试验力不大于5kN的试验机应符合表3的规定。

表3 同轴度最大允许值

试验机级别	0.5	1	2
同轴度最大允许值/%	12	15	20

5.2.2 移动横梁

5.2.2.1 横梁移动速度范围在 $(0.005 \sim 1\,000)$ mm/min内选定。当采用分级调速时，通常宜按下列两个数系之一分级：

- 1×10^n , 2×10^n , 5×10^n
- 1×10^n , 2×10^n , 3×10^n , 5×10^n

$n=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$ 。

供选用的横梁速度不宜少于10级。

5.2.2.2 在零试验力条件下，横梁速度与选定速度标称值相对误差应符合表4的规定。

表4 横梁速度相对误差

试验机级别	0.5	1	2
横梁速度相对误差/%	± 0.5	± 1	± 2

5.3 测力系统

5.3.1 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 5 的规定。

表 5 零点漂移

试验机级别	0.5	1	2
零点漂移	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.5\%$

5.3.2 鉴别力阈

试验机测力系统的鉴别力阈不应大于 $1.0 r_e$ 。

5.3.3 各项允许误差和相对分辨力

试验机测力系统的示值相对误差 q 、示值重复性相对误差 b 、示值回程相对误差 u 、零点相对误差 f_0 和相对分辨力 a 应符合表 2 的要求。

5.4 位移测量允许误差

5.4.1 移动横梁位移指示装置的分辨力应不大于 0.02mm 。

5.4.2 移动横梁位移示值相对误差 q_D 不超过 $\pm 0.5\%$ 。

5.5 变形测量系统

变形测量系统，即：由不同准确度的变形传感器和试验机变形测量单元所组成的引伸计系统（以下简称引伸计）。按 JJG 762—2007 各级别引伸计的示值误差的最大允许值见表 6。

表 6 引伸计的示值误差

引伸计级别	示值误差 ^a	
	绝对误差/ μm	相对误差/%
0.2	± 0.6	± 0.2
0.5	± 1.5	± 0.5
1	± 3.0	± 1.0
2	± 6.0	± 2.0

6 通用技术要求

6.1 外观

6.1.1 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、标志、出厂编号及日期。

6.1.2 试验机应安装在稳固的基础上，其安装水平度不应超过 $0.2/1000$ 。试验机周围应留有不小于 0.7m 的空间，其工作环境应清洁，周围无震动、无腐蚀性介质和无较强电磁场干扰，电源电压的变化在额定电压的 $\pm 10\%$ 以内。

6.1.3 试验机电器控制应安全、可靠、灵活。数据测量、传输、计算、显示与打印系统应准确无误。

6.2 试验机性能

试验机机架应具有足够的刚性和试验空间，应能方便地进行各种试验并便于试样、

试样夹持装置和试验机附件以及标准测力仪的安装与使用。试验机在施加和卸除力的过程中应平稳、无冲击和振动现象。试验机的附件应符合 GB/T 16491—1996 及相关试验方法的要求。

6.3 移动横梁

6.3.1 移动横梁的水平度应在 0.2/1 000 以内。移动横梁在工作行程内移动时应平稳。

6.3.2 移动横梁或夹头的导向部件无明显的磨损或缺陷。

6.3.3 立柱和固定横梁的安装无松动。

6.4 测力系统

6.4.1 测力系统应能随时连续地指示施加到试样上的试验力。在施加或卸除试验力的过程中力的指示应平稳，不应有冲击、停滞和异常跳变。

6.4.2 试验机应能准确地指示和保留试样断裂或卸除之前的最大试验力。

6.4.3 测力系统应具有调零或清零的功能。

6.4.4 测力系统一般应具有方便检定的校准程序。

6.4.5 指示装置

6.4.5.1 显示的数字应清晰、易于读数，应能显示出其示值范围的零点和最大值以及表示加力方式的符号（如“+”或“-”），并应以力的单位直接显示试验力值。

6.4.5.2 分辨力的判定

——试验机的电机和控制系统均启动，且在空载的情况下，如果数字式指示装置的示值变动不大于一个增量，则认为其分辨力为一个增量。

——若示值变动大于一个增量，则认为此时的分辨力等于变动范围的一半加上一个增量。

6.4.6 记录装置

试验机通过记录装置应能绘制力—变形、力—位移、力—时间曲线；根据用户需求还可绘制应力—应变曲线等。

6.5 安全保护装置

6.5.1 试验机的安全装置应灵敏、可靠，当试验力超过每个测量范围最大试验力的 2%~10% 时，安全装置应立即动作，自动停机。

6.5.2 电器设备安全可靠无漏电现象，其电源线与机壳间绝缘电阻应大于 $2\text{M}\Omega$ 。

6.5.3 试样破断后，试验机应自动停机。试验机的移动横梁移动至其工作范围的上、下极限位置时，限位装置应立即动作，使其自动停止移动。

6.6 噪声

试验机工作时噪声声压级，对于最大试验力小于 500 kN 的试验机不应超过 70 dB (A)；对于最大试验力不小于 500 kN 的试验机不应超过 75 dB (A)。

7 计量器具控制

7.1 检定条件

7.1.1 环境条件

试验机应在 (10~35)℃ 室温，相对湿度不大于 80% 的条件下检定。检定过程中温

度波动不大于 2°C 。

7.1.2 检定用标准器具

7.1.2.1 检定 0.5 级试验机使用 0.1 级的标准测力仪或复现力值误差在 $\pm 0.1\%$ 以内的专用砝码。检定 1、2 级试验机选用 0.3 级标准测力仪或复现力值误差在 $\pm 0.1\%$ 以内的专用砝码。

7.1.2.2 准确度为 $\pm 2\%$ 的同轴度测试仪（或准确度与其相当的其他测量装置）或重锤。

7.1.2.3 分辨力为 0.01s 的秒表。

7.1.2.4 (0~30)mm 量程的一级百分表、(0~1)mm 量程的一级千分表和磁力表座，量程为 1000 mm 误差为 $\pm 0.2\text{ mm}$ 的钢直尺。

7.1.2.5 分度值 0.02 mm/m 的水平仪。

7.1.2.6 声级计（A 计权网络）。

7.1.2.7 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。

7.1.2.8 10 级绝缘电阻测量仪。

7.1.2.9 钢制或铜与铝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，标距部分与两头部的同轴度为 $\pm 0.02\text{ mm}$ ）。

7.2 检定项目和检定方法

表 7 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观、性能及安全装置	+	—	—
同轴度	+	+	—
横梁移动速度	—	—	—
横梁位移示值相对误差	+	—	—
零点漂移	+	—	—
鉴别力阈	+	—	—
零点相对误差	+	—	—
试验力示值相对误差	+	+	+
试验力示值重复性相对误差	+	+	+
试验力示值回程相对误差	+	—	—
试验力示值相对分辨力	+	—	—
引伸计示值误差	+	+	+
噪声	+	—	—
+——需要检定的项目；———不必检定的项目。* 限 0.5 级			

7.2.1 通用技术要求的检查

通过目测、手感和相应的通用计量器具检查 6.1~6.4 项，经检查符合要求后再进

行其他项目的检定。

7.2.2 同轴度的检定

同轴度应分别采用下述两种方法检定：

a) 对于不大于 5 kN 的试验机使用重锤法检验。检验时拉伸空间应不小于 500 mm，在上受力中心吊一重锤，重锤的中心应处在以下受力中心为圆心的直径 2mm 的圆内。

b) 对大于 5 kN 的试验机，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，一般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 3 的要求。

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

7.2.3 横梁移动速度的检验

在横梁移动速度范围内，选择最高、最低和中间 3 个测量点（低于 0.05mm/min 的速度可不进行检验），使用秒表并按速度的大小分别选用千分表、百分表或钢直尺之一进行测量，检测 3 遍，其结果应满足表 4 的要求。

横梁速度相对误差 w 按公式（2）计算：

$$w = \frac{v - v_i}{v_i} \times 100\% \quad (2)$$

7.2.4 横梁位移示值相对误差的检定

在移动横梁的工作范围内任意位置选择最大位移的 1% 和 50% 两个测量范围进行检定，每个测量范围检定 3 次，检定结果应符合 5.4 条的要求。

横梁位移示值相对误差 q_D 按公式（3）计算：

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

7.2.5 零点漂移的检验

试验机预热后，对于分挡的试验机选择试验力最小量程，调整好零点，在规定时间内检验零点漂移，其结果应满足表 5 的要求。

零点漂移 z 按公式（4）计算：

$$z = \frac{F_{0d}}{F_N} \times 100\% \quad (4)$$

对于不分挡的试验机可将测量下限的 5 倍作为 F_N 。

7.2.6 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，当施加 1.0r 的力以后数显式指示装置至少应产生一个数字增量的变化。

7.2.7 相对分辨力的检验

力的指示装置的相对分辨力 α 由公式（5）计算：

$$a = \frac{r}{F_s} \times 100\% \quad (5)$$

其结果满足表 2 的要求。

7.2.8 各项允许误差的检验

7.2.8.1 测力仪应在试验机上放置足够的时间使其达到稳定的温度。必要时,应对读数进行温度修正。

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

7.2.8.3 试验机连同安装好的测力仪应从零开始至少施加 3 次最大试验力。

7.2.8.4 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给定力 F_i 记录测力仪指示的真实力 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真实力 F ,记录被检试验机电力指示装置指示的力 F_i 。

7.2.8.5 检定点的选择。

a) 对于多量程试验机:每个测量范围的检定点不得少于 5 个,一般按每个量程的 20%, 40%, 60%, 80%, 100% 均匀分布。

b) 对于单量程的试验机:在满量程的 20%~100% 范围内近似等间隔分布选择 5 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%, 1%, 0.5%, 0.2% 和 0.1%...直到量程的下限。

注:量程的下限用分辨力的倍数确定:

——0.5 级: $400r$;

——1 级: $200r$;

——2 级: $100r$ 。

c) 对于自动变换量程的试验机:在每一分辨力不变化的范围内至少选择 2 个检定点。

7.2.8.6 应以递增力进行 3 组测量。每组测量前应调整零点,零点读数应在力完全卸除约 60 s 后读取。

零点相对误差按式 (6) 计算:

$$f_0 = \frac{F_0}{F_N} \times 100\% \quad (6)$$

7.2.8.7 示值相对误差和示值重复性相对误差

计算每个检定点 3 次测量的算术平均值。并由下式计算示值相对误差和示值重复性相对误差。

(a) 以试验机的指示装置为准在测力仪上读数时,示值相对误差 q 和示值重复性相对误差 b 按以下公式计算:

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

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

(b) 以测力仪为准在试验机的指示装置上读数时, 示值相对误差 q 和示值重复性误差 b 按以下公式计算:

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

$$b = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{F} \times 100\% \quad (10)$$

7.2.8.8 示值进回程相对误差的检定

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相对误差, 并按下式计算:

(a) 以试验机的指示装置为准在测力仪上读数时:

$$u = \frac{F' - F}{F} \times 100\% \quad (11)$$

(b) 以测力仪为准在试验机的指示装置上读数时:

$$u = \frac{F'_i - F_i}{\bar{F}_i} \times 100\% \quad (12)$$

7.2.9 引伸计示值误差的检定

按照 JJG 762—2007 进行。

7.2.10 安全保护装置的检验

7.2.10.1 启动检验机, 在施加 $(102\% \sim 110\%)F_N$ 试验力的范围内, 安全装置应满足本规程 6.5.1 的要求。

7.2.10.2 用绝缘电阻测量仪测量电源线与机壳间绝缘电阻, 应满足本规程 6.5.2 的要求。

7.2.10.3 启动试验机, 当横梁达到其工作范围的设定位置时, 限位装置应满足本规程 6.5.3 的要求。

7.2.11 噪声的检验

7.2.11.1 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 $(3 \sim 10)$ dB(A) 时, 应按声级计使用说明书对测试数据进行处理。

7.2.11.2 检验时, 让试验机处于正常工作状态, 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, 绕试验机四周测量不应少于 6 点, 以各测量点测得的最大值作为试验机的噪声, 测量结果应满足本规程第 6.6 条的要求。

7.3 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。

7.4 检定周期

试验机检定周期一般不超过 1 年。对于经调修后合格的试验机检定周期不超过半年。

电子万能试验机检定记录

证书号:

[illegible]

核验员:

电子万能试验机检定记录

证书号:

位 移 (分辨率:)					
检定点/mm	仪器示值/mm				相对误差/%
	1	2	3	平均值	

速 度					
检定点 /(mm/min)	位移/mm 时间	位移/mm 时间	位移/mm 时间	平均速度/ (mm/min)	相对误差/%

备注:

检定员:

核验员:

电子万能试验机检定证书内页格式

檢定結果

13
