

ICS 19.060
N 71



中华人民共和国国家标准

GB/T 16826—2008

代替GB/T 16826—1997

电液伺服万能试验机

Electro-hydraulic servo universal testing machines

2008—06—30 发布

2009—01—01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布

中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准是对原国家标准 GB/T 16826-1997《电液式万能试验机》的修订。

本标准代替 GB/T 16826-1997《电液式万能试验机》。

本标准的结构和编写方法符合 GB/T 1.1-2000《标准化工作导则 第1部分：标准结构和编写规则》的规定。

本标准与 GB/T 16826-1997 相比主要变化如下：

- 在第2章“规范性引用文件”中增加引用了 GB/T 22066—2008，修改了引用文件的导语，并且所有的引用文件都使用了最新版本（1997年版的第2章；本版的第2章）；
- 增加了对试验机术语和定义与符号的规定（本版的第3章）；
- 取消“2级、3级”这两级别的试验机（1997年版的4.2；本版的5.2）；
- 增加了对钳口的硬度和弯曲压头及其支承硬度的要求（本版的5.3.3.4和5.3.5.4）；
- 对于分档的力的测量放大器，分档数由原来的不得少于“三档”，修改为不得少于“四档”（1997年版的4.4.1.6；本版的5.4.1.6）；
- 修改了有关配备电液伺服万能试验机应力速率和应变速率的控制装置的规定（1997年版的4.4.1.8；本版的5.4.1.8）；
- 增加了电液伺服万能试验机配用传感器的要求（本版的5.4.1.9）；
- 增加了对试验机的控制软件要提供“检验（或校准）功能”的要求（本版的5.4.1.10）；
- 增加了对试验机配用的计算机数据采集系统进行评定的要求（本版的5.4.1.11）；
- 修改了电液伺服万能试验机测力系统鉴别力阈的技术指标（1997年版的4.4.3；本版的5.4.3）；
- 修改了引伸计示值误差的计算方法和相应的技术指标（1997年版的4.5.2；本版的5.5.2）；
- 增加了噪声修正值（本版的表9）；
- 第7章中，新增电液伺服万能试验机可替代电液伺服压力试验机的规定（本版的7.3.3）。

与本标准相关的金属力学试验方法国家标准主要有：

- GB/T 228《金属材料 室温拉伸试验方法》；
- GB/T 232《金属弯曲试验方法》；
- GB/T 7314《金属材料 室温压缩试验方法》。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国试验机标准化技术委员会（SAC/TC122）归口。

本标准负责起草单位：浙江三新检测校准有限公司、长春试验机研究所有限公司。

本标准参加起草单位：上海华龙测试仪器有限公司、浙江电力职业技术学院、浙江竞远机械设备有限公司、济南试金集团有限公司、承德市精密试验机有限公司、天水红山试验机有限公司。

本标准主要起草人：方红梅、王学智、霍振宇、李瑞、贾莉蓓、姜德志、赵凌云、张建卫。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 16826-1997。

电液伺服万能试验机

1 范围

本标准规定了以液压为力源，采用电子测控技术测量力学性能参数的电液伺服万能试验机的主参数系列、技术要求、检验方法、检验规则、标志与包装等内容。

本标准适用于金属、非金属材料的拉伸、压缩、弯曲和剪切等力学性能试验用的最大试验力不大于 3 000kN 的电液伺服万能试验机(以下简称试验机)。

本标准也适用于电液伺服压力试验机。

最大试验力大于 3 000kN 的试验机也可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用的这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 2611—2007 试验机通用技术要求

GB/T 16825.1—2002/ ISO7500—1:2004 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（ISO7500—1:2004, Metallic materials—Verification of static uniaxial testing machines—Part 1: Tension/compression testing machines—Verification and calibration of the force—measuring system, IDT）

GB/T 22066—2008 静力单轴试验机计算机数据采集系统的评定

JB/T 6146—2007 引伸计技术条件

JB/T 6147—2007 试验机包装、包装标志、储运技术要求

3 术语和定义与符号

3.1 术语和定义

本标准使用了国家标准《试验机词汇 第 1 部分：材料试验机》确立的术语和定义。

3.2 符号

本标准使用的符号、单位和说明见表 1。

4 试验机主参数系列

试验机的主参数为最大试验力并按此划分试验机规格。试验机主参数系列应符合表 2 的规定。每种规格试验机的主参数应从表 2 的优先数系中选取。

表 1 符号

符 号	单 位	说 明
b	%	力的测量系统的示值重复性相对误差
e	%	试验机力施加系统的同轴度
f_0	%	零点相对误差
F_L	N	试验机力测量范围下限值
F_N	N	试验机力指示装置各档测量范围的最大容量
F_{0d}	N	零点指示的漂移值
$\overline{\Delta L}$	mm	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
ΔL_{\max}	mm	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
N_b	dB(A)	背景噪声值
N_c	dB(A)	噪声修正值
$N_{i\max}$	dB(A)	试验机工作时测量的最大噪声值
q	%	力的测量系统的示值相对误差
q_e	%	引伸计示值相对误差
q_{Le}	%	引伸计标距相对误差
q'_e	μm	引伸计示值绝对误差
r	N	力指示装置的分辨力
r_e	μm	引伸计绝对分辨力
u	%	引伸计示值进回程相对误差
z	%	零点漂移允许值
α	%	力指示装置的相对分辨力
α_e	%	引伸计相对分辨力
v	%	力的测量系统的示值进回程相对误差
η	dB(A)	试验机噪声

表 2 试验机主参数系列

试验机	主 参 数 系 列
最大容量 kN	50、100、200(300)、500(600)、1000、2000
注: 括号“()”内的参数为不优先推荐的参数。	

5 技术要求

5.1 环境与工作条件

在下列环境与工作条件下试验机应能正常工作:

- a) 环境温度 10℃~35℃；
- b) 相对湿度不大于 80%；
- c) 周围无震动、无腐蚀性介质和无较强电磁场干扰的环境中；
- d) 电源电压的波动范围在额定电压的±10%以内；
- e) 在稳固的基础上正确安装，水平度为 0.2/1000。

5.2 试验机的分级

试验机按表 3 规定的力的各项指标划分三个级别。

当试验机具有多个力的测量范围，而每个范围的级别不同时，则应按其中最低的级别来表征试验机级别；或者分别按每个力的测量范围确定其级别。

表 3 试验机力的各项允许误差

试验机级别	最大允许值 %				
	示值相对误差 q	示值重复性相对误差 b	示值进回程相对误差 v	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

5.3 力的施加系统

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 试验机机架应具有足够的刚性和试验空间，便于进行各种试验并易于装卸试样、试样夹具、辅具以及试验机附件和标准测力仪。

5.3.1.2 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。

5.3.2 液压系统和装置

试验机液压系统和装置应符合 GB/T 2611—2007 中第 8 章的有关规定。

5.3.3 拉伸试验夹持装置

5.3.3.1 在施加力的过程中，拉伸试验夹持装置在任意位置上，其上下夹头和试样钳口的中心线与试验机拉力轴线应同轴。根据试验机的不同级别、使用不同夹头同轴度应分别符合表 4 的规定。

5.3.3.2 夹头应夹持可靠，在夹持部分的全长内应均匀地夹紧试样，并在试验过程中试样在钳口内不应产生相对滑移。

5.3.3.3 施加试验力或拉断试样后，钳口各部位应无损伤。

5.3.3.4 钳口应具有互换性，其硬度应在 (55~65) HRC 之间。

表 4 同轴度

试验机级别	同轴度最大允许值 %
0.5	12
1	15

5.3.4 压缩试验装置

5.3.4.1 上、下压板的中心线应与机架的中心线重合。

5.3.4.2 下压板的工作面应清晰地刻有试样定位用的不同直径的同心圆或互成 90°角的刻线，刻线的最小深度和宽度以易于观察，并不影响试验结果为准。

5.3.4.3 压板的工作表面应光滑、平整，表面粗糙度参数 R_a 的最大值为 $0.80 \mu\text{m}$

5.3.4.4 压板的球面支承应配合良好，活动自如。

5.3.4.5 压板的硬度不应低于 55HRC。

5.3.5 弯曲试验装置

5.3.5.1 弯曲压头与两个弯曲支座之间应平行。

5.3.5.2 两个弯曲支座的高度应一致。

5.3.5.3 弯曲试验装置上的标尺零线应与施加力的中心线重合。

5.3.5.4 弯曲压头及两支承的硬度不应低于 50HRC。

5.4 力的测量系统

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 在施加力的过程中，试验力的指示应平稳，无冲击和跳动现象。

5.4.1.2 指示装置和记录装置应能随时、准确地指示出施加在试样上的试验力值。

5.4.1.3 试验力保持时间应不少于 30s，在此期间内，力的示值变动范围应不超过试验机最大试验力的 0.2%。

5.4.1.4 试验机应能准确地指示出试样断裂时或卸除试验力之前的最大力值。

5.4.1.5 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，其零点相对误差应符合表 3 的规定。

5.4.1.6 若力的测量系统需分档的话，则力的测量放大器衰减倍数应从 1、2、5、10、20 数系中选用，不得少于四档。

5.4.1.7 试验机使用前，预热时间不应超过 30min；在 15min 内的零点漂移应符合表 5 的规定。

5.4.1.8 试验机应有加力速度的指示装置。

5.4.1.9 试验机宜采用力传感器进行测力。

注：如使用液压式压强传感器应考虑温度对示值的影响。

表 5 漂移允许值

试验机 级别	零点漂移允许值 z %
0.5	± 0.1
1	± 0.2

5.4.2 力的指示装置

5.4.2.1 数字式指示装置显示的数字应清晰、易于读数，并应以力的单位直接显示力值。

5.4.2.2 数字式指示装置的分辨力为在零试验力下，若数字示值的变动不大于一个增量，则分辨力为

数字示值的一个增量；若数字示值变动大于一个增量，则分辨力为变动范围的一半加上一个增量。

5.4.2.3 力指示装置的分辨力应以力的单位（例如，N、kN）表示。

5.4.3 试验机测力系统的鉴别力阈

试验机通过指示装置和记录装置测力时，其鉴别力阈不应大于测量范围下限值 F_L 的 0.25%。

5.4.4 试验力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、示值重复性相对误差、示值进回程相对误差(仅在用户需要时检验)、零点相对误差和相对分辨力按试验机的不同级别应分别符合表 3 的规定。

5.5 变形测量系统

变形测量系统由变形传感器和试验机变形信号测量显示单元组成，以下统称为引伸计。

引伸计是指位移测量装置并包括指示或记录该位移的系统。

5.5.1 一般要求

5.5.1.1 引伸计的一般要求应符合 JB/T 6146-2007 中 5.2 的规定。

5.5.1.2 引伸计应有调零和（或）清零的功能，变形测量过程中应能连续地指示出试样的变形量。

5.5.1.3 变形放大器衰减倍数应从 1、2、5、10 数系中选用，不得少于四档。

5.5.2 引伸计允许误差

各级别引伸计的标距相对误差 q_{Le} 、示值相对误差 q_e 、示值绝对误差 q'_e 和分辨力的最大允许值应符合表 7 的规定。

5.6 控制系统

5.6.1 一般要求

控制系统应采用闭环控制方式，应具有应力、应变两种控制方式，并能绘制力—变形、力—时间、力—位移、变形—时间及应力—应变曲线，在控制方式之间应能实现无冲击切换。

5.6.2 应力（力）、应变（变形）控制

有关应力（力）、应变（变形）控制的要求应符合表 6 规定。

表 6 应力、应变控制的各项允许误差

试验机 级别	应力控制速率 相对误差 %	应力保持 相对误差 %	应变控制速率 相对误差 %	应变保持 相对误差 %
0.5	±1	±1	±1	±1
1	±2	±2	±2	±2

5.6.3 制造者应给出应变（变形）速率的范围。

5.6.4 试验机的控制软件除能满足试验机的全部功能以外，还应有供检验（或校准）使用的软件。

5.7 计算机数据采集系统

试验机的计算机数据采集系统，在新产品投产前、型式评价时及软件升级后均应按 GB/T 22066-2008 对计算机数据采集系统进行评定并出具评定报告。

5.8 安全保护装置

- 5.8.1 试验机的安全装置应灵敏、可靠，当施加的力超过试验机最大容量的 2%~5% 时，安全装置应立即动作，自动停机。
- 5.8.2 当试样断裂后，试验机应能自动停机。
- 5.8.3 移动横梁到达极限位置时，限位装置应立即动作，使其停止移动。

表7 引伸计允许误差

引伸计 级 别	引伸计的最大允许值					
	标 距 相对误差 q_{Le} (%)	分辨力 ^a		示值误差 ^a		示值回程 相对误差 u (%)
		相对 $\alpha_e = r_e/l_i$ (%)	绝对 r_e μm	相对误差 q_e (%)	绝对误差 $q'_e = l_i - l_t$ μm	
0.2	±0.2	0.10	0.2	±0.2	±0.6	±0.30
0.5	±0.5	0.25	0.5	±0.5	±1.5	±0.75
1	±1.0	0.50	1.0	±1.0	±3.0	±1.50
2	±2.0	1.0	2.0	±2.0	±6.0	±3.0

注：对于小标距（≤25mm）和小应变，用户宜选用级别较高的那一级引伸计。

a 取其较大者。

5.9 噪声

试验机工作时声音应正常，噪声声级应符合表 8 的规定。

表8 噪声声级

最大试验力 kN	噪声声级 dB(A)
≤1 000	≤75
>1 000	≤80

5.10 耐运输颠簸性能

试验机在包装条件下，应能承受运输颠簸试验而无损坏。试验后试验机不经调修(不包括操作程序准许的正常调整)仍应符合本标准的全部技术要求。

5.11 电器设备质量、装配质量和外观质量要求

试验机电器设备质量、装配质量、机械安全和外观质量等要求应分别符合 GB/T 2611-2007 第 4 章、第 7 章和第 10 章的有关规定。

6 检验方法

6.1 检验条件

试验机应在 5.1 规定的环境与工作条件下进行检验。

6.2 检验用器具

检验用仪器、量具和检具包括：

- 0.1 级或 0.3 级标准测力仪；
- 准确度为 ±2% 的同轴度自动测试仪或其他相当准确度的测量装置；

- c) 表面粗糙度测试仪;
- d) 洛氏硬度计;
- e) 分辨力为 1/100s 的秒表;
- f) 百分表、千分表和表架;
- g) 0.02mm/m 的水平仪;
- h) 2 级声级计 ;
- i) 符合 JB/T 6146-2007 规定的引伸计标定器 ;
- j) 通用量具及检具;
- k) 钢制同轴度检验试样;
- l) 绝缘电阻测试仪。

6.3 力的施加系统的检测

6.3.1 在施加和卸除试验力过程中观测检测 5.3.1.1 和 5.3.1.2 。

6.3.2 液压系统和装置应按 GB/T 2611-2007 中第 8 章的规定进行观测检查。

6.3.3 使用同轴度自动测试仪或其他相当准确度的测量装置,对应每种夹具用同轴度检验试样进行检测。检测时,先将同轴度检验试样夹持在夹头上,施加试验机最大力的 1%的力作为初始点。然后按顺序在不同试验力下检测五点,测量检验试样相互垂直两方向上的弹性变形,共测二次。检测中使用的最大试验力不应超过检验试样的弹性极限。每次检测的结果均应满足表 4 的要求。

同轴度 e 按公式(1)计算 :

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

6.3.4 用试验机最大试验力的 80% 以上的力对每种钳口作一根试样的拉断试验,观测检查 5.3.3.2、5.3.3.3 和 5.8.2。

6.3.5 用洛氏硬度计检测 5.3.3.4、5.3.4.5 和 5.3.5.4。

6.3.6 通过实际测量和观测检查 5.3.3.4、5.3.4.1、5.3.4.2、5.3.4.4 和 5.3.5.1~5.3.5.3。

6.3.7 用表面粗糙度测试仪检测 5.3.4.3。

6.4 力的测量系统的检测

6.4.1 一般要求的检测

在试验机上施加最大试验力,当示值趋于稳定后,用秒表检测试验力保持时间并观测示值变动范围,检测结果应满足 5.4.1.3 的要求;同时观测检查 5.4.1.1、5.4.1.2、5.4.1.4、5.4.1.5 (不含零点相对误差)、5.4.1.6、5.4.1.8、5.4.1.9、5.6.3 和 5.6.4。

6.4.2 零点漂移的检测

试验机经规定时间的预热后,使其处于良好的工作状态。在力的最小量程上分别调整好零点,在规定时间内检测零点漂移,其结果应满足 5.4.1.7 的要求。

零点漂移 z 按公式(2)计算:

$$z = \frac{F_{0d}}{F_N} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

6.4.3 力的指示装置的检测

通过目测对 5.4.2.1、5.4.2.2 进行检查。

6.4.4 鉴别力阈的检测

在试验机最小的测量范围，施加 $0.25\%F_L$ 的力时，指示装置要有可见的数字增量。

6.4.5 试验机力的各项允许误差和相对分辨力的检测

试验机力的测量系统使用标准测力仪进行检测（或校准），检测（或校准）时宜合理选用测力仪，应使其测量误差的最大允许值不大于被检测试验机示值误差最大允许值的三分之一。

5.4.4 试验机测力系统示值相对误差、示值重复性相对误差、示值进回程相对误差、零点相对误差和相对分辨力，按 GB/T 16825.1-2002 中 6.5 规定的方法进行检测和计算。

6.5 引伸计的检测

6.5.1 按要求对 5.5.1.2 和 5.5.1.3 进行目测检查。

6.5.2 引伸计一般要求和允许误差应按 JB/T 6146-2007 的第 6 章进行检测，其结果应满足 5.5.1.1 和表 5 的要求。

6.6 控制系统的检测

6.6.1 选择一种合适试样进行应力应变控制试验，并在试验过程中变换控制方式。试验结束后，检查应力—应变曲线，应符合 5.6.1 的要求。

6.6.2 在应力（力）—时间曲线上取点，取点位置为应力（力）控制段的 10%和 90%附近，计算实际的应力（力）控制速率和控制速率的相对误差，应满足 5.6.2 有关应力速率的要求。

6.6.3 在应变（变形）—时间曲线上取点，取点位置为应变（变形）控制段的 10%和 90%附近，计算实际的应变（变形）控制速率和控制速率的相对误差，应满足 5.6.2 有关应变速率的要求。

6.6.4 选择一合适试样进行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、应变—时间曲线，计算应力值保持相对误差、应变值保持相对误差，其结果应满足 5.6.2 有关的要求。

6.7 计算机数据采集系统的评定

试验机的计算机数据采集系统应按 GB/T 22066-2008 对 5.7 进行评定，并出具评定报告。

6.8 安全保护装置的检测

6.8.1 安装一个在最大力下不产生屈服的压缩（或拉伸）试样，启动试验机缓慢施加力，当施加的力超过试验机最大容量的 2%~5%时，安全装置应满足 5.8.1 的要求。

6.8.2 启动试验机使横梁移动，当横梁达到其工作范围的上、下极限位置时，限位装置应满足 5.8.3 的要求。

6.9 噪声的检测

6.9.1 检测试验机噪声时，启动试验机，施加试验机最大试验力 80%以上力；然后将声级计的传声器面向声源水平放置，距试验机 1.0m，距地面高度为 1.5m，绕试验机四周测量不少于 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 5.9 的要求。

6.9.2 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 10dB(A)。若相差小于 3dB(A),则测量结果无效。当相差 3dB(A)~10dB(A)时,应根据表 9 选取相应修正值按公式(3)进行修正。

试验机噪声 η 按公式(3)计算:

$$\eta = N_{\text{imax}} - N_c \dots \dots \dots (3)$$

表 9 噪声修正值

单位为分贝(A计权网络)

$N_{\text{imax}} - N_b$	3	4~5	6~9	10
N_c	3	2	1	0.5

6.10 耐运输颠簸性能的试验

将试验机包装件装到载重量不小于 4t 的载重汽车车厢后部,以 25km/h~40km/h 的速度在三级公路的中级路面上进行 100km 以上的运输试验。试验机经运输颠簸试验后,不经调修,按本标准要求全面进行检测,其结果应满足 5.10 的要求。

6.11 电器设备质量、装配质量和外观质量的检查

试验机电器设备质量使用绝缘电阻测试仪检测,装配质量和外观质量等要求应通过测量和观测检查,并应满足 5.11 的要求。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 出厂检验项目为除 5.10 和 5.7 以外的全部项目。产品取得合格证方能出厂。

7.1.2 出厂检验主要项目的实测数据应记入出厂合格证中。

7.2 型式检验

7.2.1 型式检验应按本标准规定的所有技术要求对试验机进行全性能检验。

7.2.2 有下列情况之一时应进行型式检验:

- 新产品试制或老产品转厂生产的试制定型鉴定和型式评价;
- 产品正式生产后,其结构设计、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- 产品长期停产后,恢复生产时;
- 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.3 判定规则

7.3.1 对于出厂检验,每台试验机出厂检验项目的合格率应达到 100%方为合格。

7.3.2 对于型式检验,当批量不大于 50 台时,抽样 2 台,若检验后有 1 台不合格,则判定该批产品为不合格批;当批量大于 50 台时,抽样 5 台,若检验后样本中出现 2 台或 2 台以上的不合格品,则判定该批产品为不合格批。

7.3.3 对于型式检验,电液伺服万能试验机可替代电液伺服压力试验机,而电液伺服压力试验机不能替代电液伺服万能试验机。

8 标志与包装

8.1 标志

8.1.1 试验机应有铭牌，其内容包括：

- a) 名称；
- b) 型号；
- c) 出厂日期、编号；
- d) 试验机最大容量；
- e) 试验机级别 (或测量范围与级别)；
- f) 制造者名称。

8.1.2 对于执行本标准的产品，应在产品或产品使用说明书上标明本标准编号和名称。

8.2 包装

8.2.1 试验机的包装为防水、防潮、防锈组合的复合防护包装。

8.2.2 试验机的包装应符合 JB/T 6147-2007 中 5.6.1、5.6.2 和 5.6.4 的规定。

9 随行技术文件

随试验机应提供下列技术文件：

- a) 装箱单；
 - b) 合格证；
 - c) 使用说明书。
-