

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 556—2011

轴向加力疲劳试验机

Axial Force Fatigue Testing Machines

2011-11-30 发布

2012-05-30 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

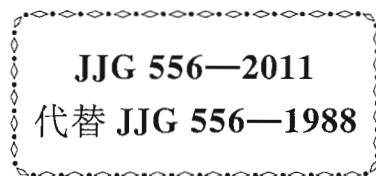


轴向加力疲劳试验机

检定规程

Verification Regulation of Axial

Force Fatigue Testing Machines



本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2011 年 11 月 30 日批准，并自 2012 年 5 月 30 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：中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所

参加起草单位：中国计量科学研究院

深圳万测试验设备有限公司

长春仟邦测试设备有限公司

中国航空工业集团公司北京航空材料研究院

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：

秦海峰 中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所

田 峰 中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所

参加起草人：

胡 刚 中国计量科学研究院

安建平 深圳万测试验设备有限公司

宋一兴 长春仟邦测试设备有限公司

杨宗英 中国航空工业集团公司北京航空材料研究院

目 录

| | |
|--------------------------|------|
| 1 范围 | (1) |
| 2 引用文件 | (1) |
| 3 术语和计量单位 | (1) |
| 3.1 术语 | (1) |
| 3.2 符号、单位与说明 | (1) |
| 4 概述 | (4) |
| 5 计量性能要求 | (4) |
| 5.1 试验机计量特性 | (4) |
| 5.2 与试验机配套的引伸计系统的计量特性 | (5) |
| 6 通用技术要求 | (6) |
| 6.1 外观 | (6) |
| 6.2 试验机性能 | (6) |
| 6.3 计数器 | (6) |
| 6.4 安全保护装置 | (6) |
| 6.5 噪声 | (6) |
| 7 计量器具控制 | (6) |
| 7.1 检定条件 | (6) |
| 7.2 检定项目和检定方法 | (7) |
| 8 检定结果的处理 | (14) |
| 9 检定周期 | (15) |
| 附录 A 检定证书内页格式 | (16) |
| 附录 B 检定记录 | (17) |
| 附录 C 受力同轴度检定用标准试验棒常用尺寸参考 | (21) |

轴向加力疲劳试验机检定规程

1 范围

本规程适用于新制造、使用中和修理后的各种轴向加力疲劳试验机（以下简称为试验机）的首次检定、后续检定和使用中的检查，包括电液伺服疲劳试验机、液压脉动疲劳试验机、机械式疲劳试验机、电磁共振式疲劳试验机的检定。

2 引用文件

JIG 475—2008 电子式万能试验机

JIG 762—2007 引伸计

GB/T 2611—2007 试验机 通用技术要求

GB/T 3075—2008 金属材料 疲劳试验 轴向力控制方法

ISO 4965: 1979 轴向加荷疲劳试验机—动态力校准—应变计技术 (Axial load fatigue testing machines—Dynamic force calibration—Strain gauge technique)

ASTM E467-2008 轴向疲劳试验系统中检定恒幅动态力的标准操作 (Standard Practice for Verification of Constant Amplitude Dynamic Force in an Axial Fatigue Testing System)

ASTM E1012-2005 在拉伸和压缩轴向载荷下检验试验机和试样同轴度的标准操作 (Standard Practice for Verification of Test Frame and Specimen Alignment Under Tensile and Compressive Axial Force Application)

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 术语

3.1.1 循环力 cyclic force

周期性变化的力。

3.1.2 平均循环力 mean cyclic force

循环力峰值和循环力谷值的代数平均值。

3.1.3 循环力范围 cyclic force range

循环力峰值和循环力谷值的代数差。

3.1.4 循环力幅 cyclic force amplitude

循环力范围之半。

3.1.5 循环力频率 frequency of cycle force

力循环试验中，每秒钟内循环力变化的周期数。

3.2 符号、单位与说明

本规程使用的符号、单位与说明见表1，力循环示意图1。

表 1 符号、单位与说明

| 符 号 | 单 位 | 说 明 |
|-------------------------------|--------------------|---|
| a | % | 试验机力指示装置的相对分辨力 |
| B | mm/mm [*] | 最大弯曲应变 |
| b_1, b_2, b_3, b_4 | mm/mm [*] | 同一横截面四个位置的局部弯曲应变 |
| e | % | 受力同轴度 (最大弯曲应变百分比) |
| F_a | N | 试验机施加的循环力幅 |
| F_{amax} | N | 试验机的最大循环力幅 ($F_{amax} = \frac{1}{2} F_{Rmax}$) |
| F_{Cp} | N | 循环力检定时, 试验机力指示装置指示的循环力峰值示值 |
| F_{Cv} | N | 循环力检定时, 试验机力指示装置指示的循环力谷值示值 |
| F_D | N | 静态力进程检定时, 试验机力指示装置的示值 |
| F_i | N | 惯性力 |
| F_L | N | 静态力的测量范围下限值 |
| F_m | N | 循环力试验时, 试验机施加的平均循环力 |
| F_m / F_{max} | | 平均循环力比 |
| F_{max} | N | 试验机的最大力 |
| F_{min} | N | 试验机的最小力 |
| $\overline{F_p}$ | N [*] | 循环力检定时, 力检定装置指示的循环力峰值示值的算术平均值 |
| F_{pj} | N [*] | 第 j 个力循环时, 力检定装置指示的循环力峰值示值 ($j=1, 2, 3, \dots, 10$) |
| F_{pmax} | N [*] | 循环力检定时, 力检定装置循环力峰值示值的最大值 |
| F_{pmin} | N [*] | 循环力检定时, 力检定装置循环力峰值示值的最小值 |
| $(F_{pj} - F_{vj})_{max}$ | N [*] | 循环力检定时, 由力检定装置示值得到的循环力范围的最大值 |
| $(F_{pj} - F_{vj})_{min}$ | N [*] | 循环力检定时, 由力检定装置示值得到的循环力范围的最小值 |
| F_{p10j} | N | 10 min 循环力变动性检定时, 试验机力指示装置 10 次循环力峰值示值的第 j 次读数 |
| $(F_{p10j} - F_{v10j})_{max}$ | N | 10 min 循环力变动性检定时, 计算得到的 10 组循环力范围的最大值 |
| $(F_{p10j} - F_{v10j})_{min}$ | N | 10 min 循环力变动性检定时, 计算得到的 10 组循环力范围的最小值 |
| F_{p10max} | N | 10 min 内试验机力指示装置指示的循环力峰值的最大值 |

表 1 (续)

| 符 号 | 单 位 | 说 明 |
|----------------------|-----|---|
| $F_{p10 \min}$ | N | 10 min 内试验机力指示装置指示的循环力峰值的最小值 |
| F_R | N | 循环力试验时, 试验机施加的循环力范围 |
| $\overline{F_R}$ | N· | 循环力检定时, 由力检定装置指示的循环力峰值和谷值示值计算得到的平均循环力范围 |
| $F_R/F_{R\max}$ | | 循环力范围比 |
| $F_{R\max}$ | N | 循环力试验时, 试验机施加的最大循环力范围 |
| $\overline{F_{R10}}$ | N | 10 min 循环力变动性检定时, 10 组循环力范围的平均值 |
| $\overline{F_s}$ | N· | 静态力进程检定时, 力检定装置 3 次示值的算术平均值 |
| $\overline{F_s}'$ | N· | 静态力回程检定时, 力检定装置 3 次示值的算术平均值 |
| $F_{s\max}$ | N· | 静态力进程检定时, 力检定装置 3 次示值中的最大值 |
| $F_{s\min}$ | N· | 静态力进程检定时, 力检定装置 3 次示值中的最小值 |
| F_{vj} | N· | 第 j 个力循环时, 力检定装置指示的循环力谷值示值 ($j=1, 2, 3, \dots, 10$) |
| F_{v10j} | N | 试验机力指示装置 10 次循环力谷值示值的第 j 次读数 |
| F_0 | N | 卸除力以后, 试验机力指示装置的残余示值的最大值 |
| F_{0d} | N | 15 min 内, 试验机零试验力示值变化的最大值 |
| f | Hz | 试验机的工作频率 |
| f_0 | % | 回零差 |
| H_s | % | 静态力示值进回程差 |
| m | kg | 惯性质量, 即力检定装置质心与试验机力传感器质心之间, 位于试验机加力轴线上所有部件的质量之和 |
| n_D | | 试验机设定的循环次数 |
| n_s | | 通用计数器的读数 |
| R_p | % | 循环力峰值示值重复性 |
| R_{p10} | % | 10 min 循环力峰值的示值变动性 |
| R_R | % | 循环力范围示值重复性 |
| R_{R10} | % | 10 min 循环力范围的示值变动性 |
| R_s | % | 静态力示值重复性 |
| r | N | 试验机力指示装置的分辨力 |
| X | mm | 惯性质量的位移 |
| Z_d | % | 试验机力的零点漂移 |

表 1 (续)

| 符 号 | 单 位 | 说 明 |
|--|--------|---|
| ϵ_a | mm/mm* | 平均轴向应变 |
| $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \epsilon_4$ | mm/mm* | 分别为同一横截面位置 1, 2, 3, 4 的 3 次应变测量值的各自平均值 (参见图 2a) |
| δ_n | % | 试验机计数器示值相对误差 |
| δ_p | % | 循环力峰值示值相对误差 |
| δ_R | % | 循环力范围示值相对误差 |
| δ_s | % | 静态力示值相对误差 |

* 也可使用其他单位, 如以毫伏 (mV)、毫伏每伏 (mV/V)、毫米 (mm) 或毫米每毫米 (mm/mm) 等单位表示。

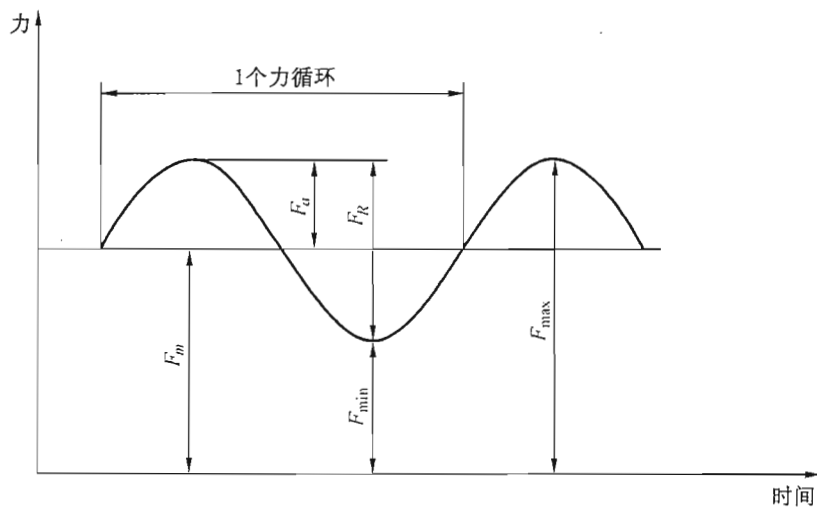


图 1 力循环示意图

4 概述

轴向加力疲劳试验机是指采用电液伺服、液压脉动、机械式、电磁共振、电动式、气动式等激振方式, 配置合适的控制系统, 可在一定的频率范围内, 对试样施加轴向循环力的试验机。

试验机通常包括加力系统、测力系统、引伸计系统、控制系统和数据采集系统。此外, 根据试验机的不同用途, 还可以选配各种附件。

轴向加力疲劳试验机主要用于测定金属、非金属材料及其构件 (如操作关节、连接件、螺旋运动副等) 的拉伸、压缩或拉压交变力的疲劳特性或疲劳寿命, 以及进行预制裂纹及裂纹扩展试验。

5 计量性能要求

5.1 试验机计量特性

试验机计量特性见表 2。

表 2 试验机计量特性

| 序号 | 项 目 | | 要求 | 备 注 |
|----|---------------|------------|-------|-----------------------|
| 1 | 受力同轴度 | | 8%* | 圆棒夹具连接， 带万向机构的夹具连接 |
| | | | 12%** | 螺纹连接及其他连接方式 |
| 2 | 零点漂移 | | ±1.0% | — |
| 3 | 鉴别力阈 | | 1.0r | — |
| 4 | 相对分辨力 | | 0.5% | — |
| 5 | 回零差 | | ±0.5% | — |
| 6 | 静态力示值相对误差 | | ±1.0% | — |
| 7 | 静态力示值重复性 | | 1.0% | — |
| 8 | 静态力示值进回程相对误差 | | ±1.5% | — |
| 9 | 循环力范围示值相对误差 | | ±2% | A |
| | | | ±3% | B |
| 10 | 循环力范围示值重复性 | | 2% | A |
| | | | 3% | B |
| 11 | 循环力峰值示值相对误差 | | ±2% | A |
| | | | ±3% | B |
| 12 | 循环力峰值示值重复性 | | 2% | A |
| | | | 3% | B |
| 13 | 10 min 循环力变动性 | 循环力范围示值变动性 | 2% | A |
| | | | 3% | B |
| | | 循环力峰值示值变动性 | 2% | A |
| | | | 3% | B |


注：* 为最低要求，实际检定时应根据试验方法要求的不同，按用户需要确定此项目指标，具体可选择 5% 和 6%；
** 为最低要求，实际检定时应根据试验方法要求的不同，按用户需要确定此项目指标，具体可选择 5%、6%、8% 和 10%；
A 适用于电液伺服疲劳试验机；
B 适用于液压脉动疲劳试验机、机械式疲劳试验机、电磁共振型疲劳试验机及其他形式的试验机。

5.2 与试验机配套的引伸计系统的计量特性

与试验机配套的引伸计系统的计量特性见 JJG 762—2007 中第 4 条。

6 通用技术要求

6.1 外观

6.1.1 试验机应有铭牌，铭牌上应标明：试验机的名称、制造厂（或厂标）、型号、规格、出厂编号、出厂日期、标志等。

6.1.2 试验机应水平安装在稳固的基础上，其安装水平度不应超过 0.2/1 000，且具有良好的隔振措施。

6.1.3 试验机及其附件的表面不应有影响技术性能的缺陷，附件应齐全，并应标明相应的编号或标识。

6.1.4 试验机周围应留有不小于 0.7 m 的空间，其工作环境应清洁，周围无较强电磁场，无震动，无腐蚀性介质。试验机的电源电压的波动应在额定电压的 $\pm 10\%$ 以内。

6.2 试验机性能

6.2.1 试验机可移动部件（如动横梁、丝杠等）应动作灵活而无爬行现象；液压系统在工作频率范围内不应产生影响试验结果的振动、冲击和停滞现象。试验机各紧固件，在试验中不应松动。

6.2.2 试验机各开关、旋钮，以及各监控、报警、安全保护装置等应动作灵敏、可靠。

6.2.3 试验机的液压系统应有排气装置和可靠的密封，且不应有漏油现象。

6.2.4 试验机循环力输出波形不应有明显畸变，指示和记录装置应清晰、准确。

6.3 计数器

6.3.1 试验机配置的循环计数器，示值误差不应超过 $\pm 1\%$ ；容量不低于 9×10^8 次，循环次数可预置。

6.3.2 试验过程中，计数器工作应连续、可靠；试样破断后应立即停止计数。

6.3.3 在预置循环次数的工作状态下，当循环次数达到预置值时，试验机应自动停机。

6.4 安全保护装置

6.4.1 试验机的限位机构应灵敏可靠；当施加的试验力超过满量程的 10% 时，试验机应立即停止施加试验力；试样破断后，试验机应立即自动停机。

6.4.2 试验机在试验力达到最大试验力的 110% 超载状态下，各部位均应正常无损。

6.4.3 电器设备应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 噪声

对于力值测量上限为 300 kN 及其以上的电磁共振型疲劳试验机，试验机工作时噪声声级应满足出厂说明书的要求，其余的试验机工作时噪声声级不超过 75 dB (A)。

7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检验。

7.1 检定条件

7.1.1 环境条件

试验机应在 $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 80% 的环境下检定，检定过程中温度波动不大于 $2^\circ\text{C}/\text{h}$ 。

7.1.2 检定用标准器具

- a) 分度值不超过 0.02 mm/m 的水平仪；
- b) 测量范围不小于 2 m 的钢卷尺；
- c) 准确度不低于 0.5% 的通用示波器；
- d) 通用计数器（误差不大于 1×10^{-5} ）；
- e) 准确度等级不低于 10 级的绝缘电阻测量仪；
- f) 1 级或 2 级声级计；
- g) 准确度等级不低于 1 级的引伸计系统，或相同准确度等级的电阻应变计式的受
力同轴度检定仪；
- h) 同轴度检验用标准试验棒（规格尺寸见附录 C）；
- i) 1 g~1 kg 的 F₂ 等级标准砝码一组；
- j) 力检定装置
 - (1) 组成：标准测力仪或电阻应变计式的校验棒；
 - (2) 准确度等级：不低于 0.3 级；
 - (3) 频率响应：在工作频率范围内，频率响应的变化不超过 ± 0.1 dB；或固有频率
不低于被检试验机最高工作频率的 15 倍的力检定系统；
 - (4) 采样频率：不低于检定频率的 50 倍；
 - (5) 噪音与外干扰：在试验力为零及给定静态力的条件下，检定装置峰值显示与静
态显示的示值差，在相同条件下应在装置量程的 $\pm 0.02\%$ 以内；
- 注：当使用电阻应变计式的校验棒时，应符合相应准确度等级的标准测力仪的技术指标要求。
- k) 游标卡尺或工具显微镜（满足 JJG 762—2007 要求）；
- l) 引伸计标定器（满足 JJG 762—2007 要求）。

7.1.3 连接和预热

7.1.3.1 力检定装置的测力元件应采用合适的连接夹具与试验机连接，并应保证足够的连接刚度。

7.1.3.2 力检定装置测力元件的安装，应保证其轴线与试验机的加力轴线相重合，使倾斜力和偏心力的影响减至最小。

7.1.3.3 正式检定前，试验机及力检定装置的测量仪器应按说明书标明的时间通电预热，说明书中未说明的，预热时间不宜少于 30 min。

7.2 检定项目和检定方法

7.2.1 试验机的首次检定、后续检定及使用中检查项目见表 3。

表 3 试验机检定项目一览表

| 序号 | 检定项目 | 首次检定 | 后续检定 | 使用中检查 |
|----|-------|------|------|-------|
| 1 | 外观 | + | + | + |
| 2 | 试验机性能 | + | - | - |
| 3 | 计数器 | + | - | - |

表 3 (续)

| 序号 | 检定项目 | 首次检定 | 后续检定 | 使用中检查 |
|----|---------------|------|----------------|-------|
| 4 | 安全保护装置 | + | — | — |
| 5 | 噪声 | + | — | — |
| 6 | 受力同轴度 | + | + | + |
| 7 | 零点漂移 | + | — | — |
| 8 | 鉴别力阈 | + | — | — |
| 9 | 相对分辨力 | + | — | — |
| 10 | 回零差 | + | + | — |
| 11 | 静态力示值相对误差 | + | + | + |
| 12 | 静态力示值重复性 | + | + | + |
| 13 | 静态力示值相对进回程差 | + | 根据用户需 要进行检定 | — |
| 14 | 循环力范围示值相对误差 | + | + | + |
| 15 | 循环力范围示值重复性 | + | + | + |
| 16 | 循环力峰值示值相对误差 | + | + | + |
| 17 | 循环力峰值示值重复性 | + | + | + |
| 18 | 10 min 循环力变动性 | + | — | — |
| 19 | 引伸计系统 | + | + | — |

注：+表示需检项目，—表示不需检项目。

7.2.2 通过目测和相应的通用计量器具检查试验机的外观，检查结果应满足 6.1 的要求。

7.2.3 试验机性能

7.2.3.1 移动试验机的动横梁或升降液压缸活塞，在试验机上安装好常用的试样，使试验机在常规工作状态下运行 1 h，检查试验机的工作状态，检查结果应满足 6.2.1~6.2.3 的要求。

7.2.3.2 使用示波器检查试验机的力循环输出波形，检查结果应满足 6.2.4 的要求。

7.2.4 计数器

7.2.4.1 将通用计数器串接于力检定装置的信号输出端，并开机预热。

7.2.4.2 启动试验机，连接合适量程的力检定装置，并按以下试验条件进行循环力试验：

- a) 循环力幅：不小于最大循环力范围的 20%；
- b) 峰值：不小于最大循环力峰值的 40%；

c) 频率：常用工作频率；

d) 循环次数：设定值不小于 200 次。

7.2.4.3 当试验机达到设定的循环次数并自动停止循环试验时，分别读取试验机计数器和通用计数器的示值。按公式 (1) 计算试验机计数器示值相对误差，其结果应满足 6.3 的要求。

$$\delta_n = \frac{n_D - n_s}{n_s} \times 100\% \quad (1)$$

注：7.2.3.2 和 7.2.4 也可在循环力检定时同步进行。

7.2.5 安全保护装置

7.2.5.1 使动横梁以最快速度移动到极限位置，检查试验机的限位机构。连接一合适的试样，对其缓慢加力直到试验机最大试验力的 110%，观察试验机的工作状态并查看试验机的各部位，检查结果应满足 6.4.1 和 6.4.2 的要求。

7.2.5.2 用绝缘电阻测试仪在动力电路导线和保护联结电路（如机壳）间施加直流电压 500 V，测得的绝缘电阻应满足 6.4.3 的要求。绝缘电阻试验可以在整台电气设备的单独部件上进行。

7.2.6 噪声

7.2.6.1 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)，应按声级计使用说明书对测试数据进行处理。

7.2.6.2 检定时，使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少于 6 点，以各测量点测得的最大值作为试验机的噪声，其结果应满足 6.5 的要求。

7.2.7 受力同轴度

7.2.7.1 在试验机使用的最大量程挡，检定上下夹头的受力同轴度。

7.2.7.2 先对标准试样施加约为试验机最大力的 0.5% 的拉向力，此时在 1 和 3 方向（见图 2 (a)）装夹引伸计，再对标准试样施加试验机最大力的 1% 的力，此时将引伸计指示装置清零，施加力至试验机最大力的 10%，对引伸计进行预拉。至少对引伸计进行 2 次预拉。

7.2.7.3 预拉完成后，对标准试样施加试验机最大力的 1% 的力，此时引伸计清零，再缓慢以递增方式施加力至试验机最大力的 4%，6%，8%，10%，检定中使用的最大力不应使标准试样产生塑性变形，逐点读取试样 1 和 3 方向上的弹性变形量，此过程进行 3 遍。

7.2.7.4 用同样的方法，读取试样 2 和 4 方向（见图 2 (a)）上的弹性变形量。每一检定点的受力同轴度 e 按式 (5) 计算，计算所得的受力同轴度应符合图 2 (b) 中 A, B, C 曲线的走势（曲线 A 对应螺纹连接夹具，曲线 B 对应圆试样夹具，曲线 C 对应带万向节连接的夹具）。若计算所得的受力同轴度走势为曲线 D，则需要检定试验机满量程内的受力同轴度。最后，以检定所得到的最大受力同轴度值作为试验机的受力同轴度，其结果应满足表 2 的要求。

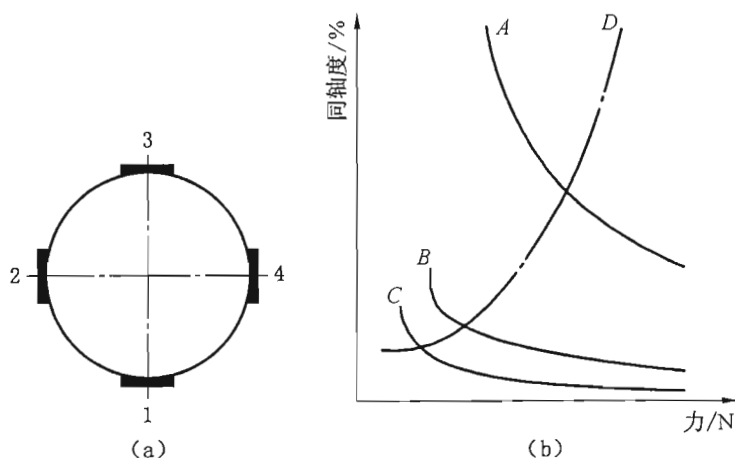


图2 引伸计安装（或同轴度检测仪贴片）方向和受力同轴度走势

7.2.7.5 按下述方法计算受力同轴度：

平均轴向应变按公式（2）计算：

$$\epsilon_a = (\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 + \epsilon_4) / 4 \quad (2)$$

局部弯曲应变按公式（3）计算：

$$\begin{aligned} b_1 &= \epsilon_1 - \epsilon_a \\ b_2 &= \epsilon_2 - \epsilon_a \\ b_3 &= \epsilon_3 - \epsilon_a \\ b_4 &= \epsilon_4 - \epsilon_a \end{aligned} \quad (3)$$

最大弯曲应变按公式（4）计算：

$$B = \frac{1}{2} \sqrt{(b_1 - b_3)^2 + (b_2 - b_4)^2} \quad (4)$$

受力同轴度（最大弯曲应变百分比）按公式（5）计算：

$$e = (B / \epsilon_a) \times 100\% \quad (5)$$

7.2.7.6 采用电阻应变计式受力同轴度检测仪时，在如图2（a）所示的四个方向上贴上电阻应变片（一般沿检测仪校验棒的轴向贴三层应变片），检定时读取检测仪上四个方向的弹性变形量，其预拉、加载和计算按7.2.7.1~7.2.7.5进行。

7.2.7.7 需要时，按7.2.7.1~7.2.7.6对试验机压向同轴度进行检定。

7.2.8 零点漂移

试验机预热后，对于分挡的试验机选择最小量程挡，调整零点，观察并记录15 min内试验机零点的变化。按公式（6）计算零点漂移 Z_d 。

$$Z_d = \frac{F_{0d}}{F_L} \times 100\% \quad (6)$$

7.2.9 鉴别力阈

选择最小量程挡，在零试验力状态下，当施加1.0r的力以后，试验机力指示装置应产生明显的示值增量变化。

7.2.10 相对分辨力

7.2.10.1 试验机在启动状态下,需要时,选择试验机最小量程挡,在零负荷的情况下,如果数字示值的变动不大于一个增量,则分辨力 r 为数字示值的一个增量;如果数字示值变动大于一个增量,则分辨力 r 为变动范围的一半加上一个增量。

7.2.10.2 试验机的力指示装置的相对分辨力 a 由公式 (7) 计算,其结果应满足表 2 的要求。

$$a = \frac{r}{F_L} \times 100\% \quad (7)$$

7.2.11 试验机静态力

7.2.11.1 检定点的选择

a) 对于分挡的试验机:各量程力的检定点不得少于五个,尽量均匀分布,一般可选择各量程的 20%,40%,60%,80%,100% 等作为检定点;

b) 对于不分挡的试验机:在满量程的 20%~100% 范围内,可选择 20%,40%,60%,80%,100% 等作为检定点;对于测量下限值小于 20% 满量程的试验机,应选择 10%,5%,2% 作为检定点。试验机的测量下限应不小于满量程值的 2%。

7.2.11.2 力检定装置应在试验机上放置足够的时间,使其达到稳定的温度。检定前应调好零点,检定时加卸力应平稳、缓慢。

7.2.11.3 缓慢预加量程上限的最大力 3 次,并卸回至零负荷。

7.2.11.4 逐级递增施加力,检定进程;逐级递减卸除力,检定回程。卸至零负荷后约 60 s 记录零点。此过程至少进行 3 次。

7.2.11.5 试验机的回零差按公式 (8) 计算,其结果应满足表 2 的要求。

$$f_0 = \frac{F_0}{F_L} \times 100\% \quad (8)$$

7.2.11.6 检定时以试验机的力指示装置为准,在力检定装置上读数,分别按公式 (9)、公式 (10) 和公式 (11) 计算试验机的静态力示值相对误差、示值重复性和示值进回程差。

$$\delta_s = \frac{F_D - \overline{F_s}}{\overline{F_s}} \times 100\% \quad (9)$$

$$R_s = \frac{F_{s\max} - F_{s\min}}{\overline{F_s}} \times 100\% \quad (10)$$

$$H_s = \frac{\overline{F_s'} - \overline{F_s}}{\overline{F_s}} \times 100\% \quad (11)$$

7.2.11.7 需要时选择试验机其他量程挡,并按 7.2.11.3~7.2.11.6 对各测量点进行检定。

7.2.12 试验机循环力

7.2.12.1 循环力级的选择

a) 对于分挡的试验机:根据试验机的类型,可按表 4、表 5 和表 6 给出的平均循环力比和循环力范围比,对各挡量程对应的平均力级和循环力级进行检定。

表 4 $F_{\sigma\max} < F_{\max}$ ($F_{\sigma\max} \approx 0.5F_{\max}$) 的拉伸 (或压缩) 试验机

| F_m/F_{\max} | 0.2 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.8 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $F_R/F_{R\max}$ | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| | (0.4) | 0.4 | 0.4 | 0.4 | (0.4) |
| | | 0.6 | 0.6 | 0.6 | |
| | | (0.8) | 0.8 | (0.8) | |
| | | | (1.0) | | |

注：试验机如果不能达到括号中规定的循环力范围时，可将循环力范围改为该平均循环力下的最大循环力范围。

表 5 $F_{\sigma\max} < F_{\max}$ ($F_{\sigma\max} \approx 0.5F_{\max}$) 的拉压试验机

| F_m/F_{\max} | -0.5 | -0.25 | 0.0 | 0.25 | 0.5 |
|-----------------|-------|-------|-----|------|-------|
| $F_R/F_{R\max}$ | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| | (1.0) | 1.0 | 1.0 | 1.0 | (1.0) |

注：试验机如果不能达到括号中规定的循环力范围时，可将循环力范围改为该平均循环力下的最大循环力范围。

表 6 $F_{\sigma\max} = F_{\max}$ 的拉压试验机

| F_m/F_{\max} | -0.6 | -0.4 | -0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.4 | 0.6 |
|-----------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| $F_R/F_{R\max}$ | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| | | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | |
| | | | 0.8 | 0.8 | 0.8 | | |
| | | | 1.0 | | | | |

b) 对于不分挡的试验机：根据试验机的类型，除了按上述要求选择平均循环力比和循环力范围比外，还需按表 7、表 8 和表 9 给出的平均循环力比和循环力范围比进行检定，将检定合格的最小循环力范围作为该试验机循环力范围的测量下限，循环力范围的测量下限应不低于 $200r$ 。

表 7 $F_{\sigma\max} < F_{\max}$ ($F_{\sigma\max} \approx 0.5F_{\max}$) 的拉伸 (或压缩) 试验机

| F_m/F_{\max} | 0.02 | 0.05 | 0.1 |
|-----------------|----------------|---------------|--------------|
| $F_R/F_{R\max}$ | 0.02 (0.04) | 0.05 (0.1) | 0.1 (0.2) |

注：试验机如果不能达到括号中规定的循环力范围时，可将循环力范围改为该平均循环力下的最大循环力范围。

表 8 $F_{\text{amax}} < F_{\text{max}}$ ($F_{\text{amax}} \approx 0.5F_{\text{max}}$) 的拉压试验机

| | |
|-----------------------|------|
| F_m/F_{max} | 0.0 |
| $F_R/F_{R\text{max}}$ | 0.02 |
| | 0.05 |
| | 0.10 |

表 9 $F_{\text{amax}} = F_{\text{max}}$ 的拉压试验机

| | |
|-----------------------|------|
| F_m/F_{max} | 0.0 |
| $F_R/F_{R\text{max}}$ | 0.02 |
| | 0.05 |
| | 0.10 |

c) 对后续检定和使用中检验的试验机, 可以仅在一个平均循环力下进行循环力的检定。平均循环力的选择如下:

- (1) 对 $F_{\text{amax}} < F_{\text{max}}$ ($F_{\text{amax}} \approx 0.5F_{\text{max}}$) 的拉伸 (或压缩) 试验机取 $F_m/F_{\text{max}} = 0.5$;
- (2) 对 $F_{\text{amax}} < F_{\text{max}}$ ($F_{\text{amax}} \approx 0.5F_{\text{max}}$) 的拉压试验机取 $F_m/F_{\text{max}} = 0$;
- (3) 对 $F_{\text{amax}} = F_{\text{max}}$ 的拉压试验机取 $F_m/F_{\text{max}} = 0$ 。

7.2.12.2 频率的选择

a) 对电液伺服疲劳试验机、液压脉动疲劳试验机、机械式疲劳试验机和其他形式的试验机: 若试验机仅使用几个特定的工作频率 (离散的), 则循环力仅在这几个特定的工作频率下检定; 若试验机在一个变化的频率范围内使用, 则选取 3 个频率 (包括该频率范围的下限和上限) 作为循环力的检定频率。

b) 对电磁共振型疲劳试验机: 将力检定装置连接到试验机后, 在参振部分质量、刚度以及按 7.2.12.1 选择的循环力的综合作用下, 以系统的共振频率作为循环力的检定频率。

7.2.12.3 检定波形的选择

一般选取正弦波作为检定波形。

7.2.12.4 检定刚度的选择

试验机检定时的系统刚度, 应尽量与试验机安装常用试样时的系统刚度相符。推荐采用相当刚度的连接件模拟。

7.2.12.5 对循环力检定装置的采样频率进行设置, 其采样频率至少为检定频率的 50 倍。

7.2.12.6 逐个频率、逐个力级地施加循环力。每个频率和力级下, 在指示装置的示值稳定后, 读取 10 个连续循环周期的循环力峰值示值和循环力谷值示值, 并按公式 (12) 和公式 (13) 计算各个频率及循环力级下的循环力范围平均值和循环力峰值平均值。

$$\overline{F_R} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} (F_{pj} - F_{vj}) \quad (12)$$

$$\overline{F_p} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} F_{pj} \quad (13)$$

7.2.12.7 以试验机力指示装置为准,在力检定装置上进行读数,分别按公式(14)、(15)、(16)和(17)计算试验机循环力范围示值相对误差、循环力范围示值重复性、循环力峰值示值相对误差和循环力峰值示值重复性。

$$\delta_R = \frac{(F_{Cp} - F_{Cv}) - \overline{F_R}}{\overline{F_R}} \times 100\% \quad (14)$$

$$R_R = \frac{(F_{pj} - F_{vj})_{\max} - (F_{pj} - F_{vj})_{\min}}{\overline{F_R}} \times 100\% \quad (15)$$

$$\delta_p = \frac{F_{Cp} - \overline{F_p}}{\overline{F_R}} \times 100\% \quad (16)$$

$$R_p = \frac{F_{p\max} - F_{p\min}}{\overline{F_R}} \times 100\% \quad (17)$$

7.2.12.8 对试验机的循环力一般应进行修正,惯性力 F_i 按公式(18)计算:

$$F_i = -m(2\pi f)^2 X \quad (18)$$

7.2.12.9 修正后的试验机循环力范围示值相对误差、循环力范围示值重复性、循环力峰值示值相对误差、循环力峰值示值重复性应满足表2的要求。

7.2.13 10 min 循环力变动性

7.2.13.1 10 min 循环力变动性在最大量程挡、常用频率下检定,循环力的峰值和谷值分别取试验机最大静态力的60%和20%。

7.2.13.2 试验机装上合适的试样后,使试验机按选定条件运行,保持10 min,每隔1 min记录一次试验机力指示装置所显示的循环力峰值和循环力谷值示值,同时记录下10 min内循环力峰值示值出现的最大值和最小值。

7.2.13.3 按公式(19)和(20)分别计算出试验机10 min内的循环力范围的示值变动性和循环力峰值的示值变动性,计算结果应满足表2的要求。

循环力范围的示值变动性

$$R_{R10} = \frac{(F_{p10j} - F_{v10j})_{\max} - (F_{p10j} - F_{v10j})_{\min}}{\overline{F_{R10}}} \quad (19)$$

式中

$$\overline{F_{R10}} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} (F_{p10j} - F_{v10j})$$

循环力峰值的示值变动性

$$R_{p10} = \frac{F_{p10\max} - F_{p10\min}}{\overline{F_{R10}}} \times 100\% \quad (20)$$

7.2.14 引伸计系统

按JJG 762—2007对试验机的引伸计系统进行检定,检定的结果应满足JJG 762—2007的要求。

8 检定结果的处理

按本规程检定合格的试验机发给检定证书,检定不合格的试验机发给检定结果通知

书，并注明不合格项目。

9 检定周期

试验机的检定周期一般不超过一年。对新制造的或修理后的试验机，第一个检定周期一般为半年。



附录 A

检定证书内页格式

使用的计量标准器具

| 名称 | 编号 | 测量范围 | 准确度等级/ 不确定度 | 证书编号 | 有效日期 |
|----|----|------|----------------|------|------|
| | | | | | |
| | | | | | |

所依据技术文件（代号、名称）：

环境条件 空气温度：_____℃ 相对湿度：_____%

检定结果

| 力检定结果（方向：_____） | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------|--|
| 量程 () | 静态力 (范围：_____) | 回零差 (%) | |
| | | 相对分辨力 (%) | |
| | | 示值相对误差 (%) | |
| | | 示值重复性 (%) | |
| | | 示值进回程差 (%) | |
| | 循环力 (范围：_____) | 循环力范围示值相对误差 (%) | |
| | | 循环力范围示值重复性 (%) | |
| | | 循环力峰值示值相对误差 (%) | |
| | | 循环力峰值示值重复性 (%) | |
| | | | |
| 量程 () | 静态力 (范围：_____) | 回零差 (%) | |
| | | 相对分辨力 (%) | |
| | | 示值相对误差 (%) | |
| | | 示值重复性 (%) | |
| | | 示值进回程差 (%) | |
| | 循环力 (范围：_____) | 循环力范围示值相对误差 (%) | |
| | | 循环力范围示值重复性 (%) | |
| | | 循环力峰值示值相对误差 (%) | |
| | | 循环力峰值示值重复性 (%) | |
| | | | |
| 量程 () | 静态力 (范围：_____) | 回零差 (%) | |
| | | 相对分辨力 (%) | |
| | | 示值相对误差 (%) | |
| | | 示值重复性 (%) | |
| | | 示值进回程差 (%) | |
| | 循环力 (范围：_____) | 循环力范围示值相对误差 (%) | |
| | | 循环力范围示值重复性 (%) | |
| | | 循环力峰值示值相对误差 (%) | |
| | | 循环力峰值示值重复性 (%) | |
| | | | |
| 外观 | | | |
| 试验机性能 | | | |
| 安全保护装置 | | | |
| 噪声/dB (A) | | | |
| 零点漂移 (%) | | | |
| 鉴别力阈/N | | | |
| 受力同轴度 (%) | | | |
| 10 min 循环力变动性 (%) | | | |
| 引伸计系统 | | | |

以下空白

表 B.3 循环力

| | | | | |
|-----------------|-------------------|---------------|--------|--------------|
| 试验机示值 | 波形： | | 频率： | |
| | 量程： | | 平均循环力： | |
| | 峰值： | | 谷值： | |
| | 循环力范围： | | | |
| 检定数据 | 力检定装置循环力读数 () | | | 循环力范围 () |
| | 次数 | 峰 值 | 谷 值 | |
| | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| | 4 | | | |
| | 5 | | | |
| | 6 | | | |
| | 7 | | | |
| | 8 | | | |
| | 9 | | | |
| | 10 | | | |
| | 平均值 | | | |
| | 最大值 | | | |
| 最小值 | | | | |
| 惯性质量 (kg)： | | 惯性质量的位移 (mm)： | | |
| 循环力范围示值重复性 (%) | | | | |
| 循环力范围示值相对误差 (%) | | | | |
| 循环力峰值示值重复性 (%) | | | | |
| 循环力峰值示值相对误差 (%) | | | | |
| 备注 | | | | |

表 B.4 10 min 循环力变动性

| 时间 min | 循环力峰值 () | 循环力谷值 () | 循环力范围 () |
|----------------------|--------------|--------------|----------------------|
| 0 | | | |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| — | 最大值： 最小值： | — | 最大值： 最小值： 平均值： |
| 10 min 循环力变动性 (%) | | — | |
| 备注 | | | |

表 B.5 噪声

| | 第一点 | 第二点 | 第三点 | 第四点 | 第五点 | 第六点 |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 噪声实测值/dB (A) | | | | | | |
| 背景噪声/dB (A) | | | | | | |

表 B.6 检定结论

| 检定结论 | | | | | |
|----------|---|------|--|------------|--|
| 证书编号 | | | | | |
| 检定 装置 | 1 | 名称 | | 编号 | |
| | | 测量范围 | | 准确度等级/不确定度 | |
| | | 证书编号 | | 有效期 | |
| | 2 | 名称 | | 编号 | |
| | | 测量范围 | | 准确度等级/不确定度 | |
| | | 证书编号 | | 有效期 | |
| | 3 | 名称 | | 编号 | |
| | | 测量范围 | | 准确度等级/不确定度 | |
| | | 证书编号 | | 有效期 | |
| 备注 | | | | | |

附录 C

受力同轴度检定用标准试验棒常用尺寸参考

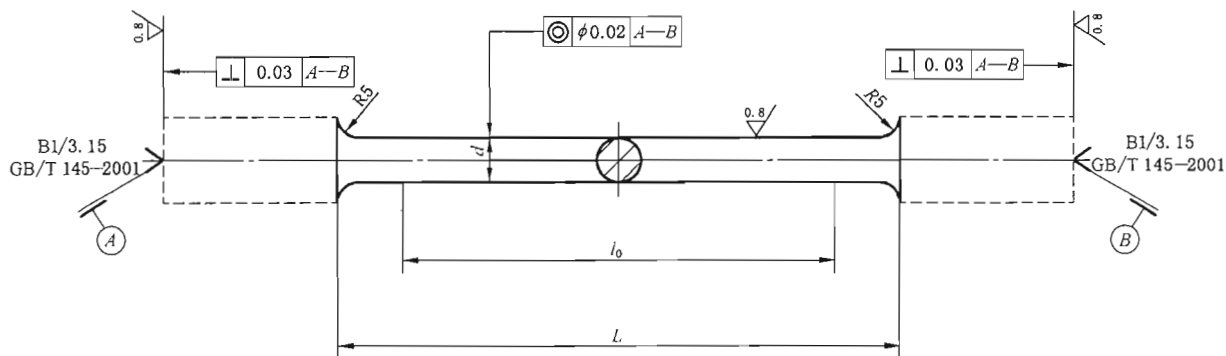


图 C.1 受力同轴度检定用标准试验棒常用尺寸参考图

表 C.1 受力同轴度检定用标准试验棒试验尺寸及材质

| 试验机最大试验力 F_{max} kN | 试样尺寸 mm | | | 材质 |
|-----------------------------------|------------|-------|-----|-------|
| | d | l_0 | L | |
| $1\ 500 \leq F_{max} \leq 2\ 500$ | 21 | 100 | 130 | 40Cr |
| $F_{max} = 1\ 000$ | 14 | 100 | 130 | 40Cr |
| $300 \leq F_{max} \leq 500$ | 10 | 100 | 130 | 40Cr |
| $100 \leq F_{max} \leq 250$ | 10 | 100 | 130 | 45# 钢 |
| $F_{max} < 100$ | 10 | 100 | 130 | 合金铝 |

注：

- 若两端为螺纹，则 (1) 公制螺纹按 6g (外螺纹) 或 6H (内螺纹) 误差加工；(2) 英制螺纹按 2 级精度加工。
- 两端圆棒 (或螺纹) 连接部分与 A—B 的同轴度分别为 $\phi 0.02\text{ mm}$ 。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 检 定 规 程
轴 向 加 力 疲 劳 试 验 机

JJG 556—2011

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国质检出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

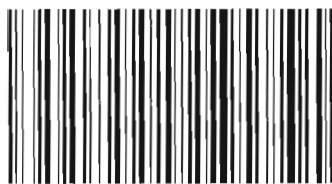
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 47 千字
2012年2月第一版 2012年2月第一次印刷

*

书号: 155026·J-2662 定价 27.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



JJG 556-2011