



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 637—2006

高频标准振动台

High Frequency Standard Vibrator

2006—09—06 发布

2007—03—06 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

高频标准振动台 检定规程

Verification Regulation of
High Frequency Standard Vibrator

JJG 637—2006
代替 JJG 637—1990

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2006 年 9 月 6 日批准，并自 2007 年 3 月 6 日起施行。

归口单位：全国振动冲击转速计量技术委员会

起草单位：中国航空工业第一集团公司第三〇四研究所

本规程委托全国振动冲击转速计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

薛景锋 （中国航空工业第一集团公司第三〇四研究所）

何天祥 （中国航空工业第一集团公司第三〇四研究所）

参加起草人：

胡春艳 （中国航空工业第一集团公司第三〇四研究所）

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 频率分辨力和示值误差·····	(1)
4.2 频率和加速度的稳定度·····	(2)
4.3 加速度信噪比·····	(2)
4.4 加速度总谐波失真度·····	(2)
4.5 加速度均匀度·····	(2)
4.6 横向振动比·····	(2)
5 通用技术要求·····	(3)
5.1 外观及附件·····	(3)
5.2 高频台的安装·····	(3)
5.3 高频台的环境噪声·····	(3)
5.4 生产厂家应给出的技术指标·····	(3)
6 计量器具控制·····	(3)
6.1 检定条件·····	(3)
6.2 检定项目·····	(4)
6.3 检定方法·····	(5)
6.4 检定结果的处理·····	(8)
6.5 检定周期·····	(8)
附录 A 检定证书内页格式 ·····	(9)
附录 B 检定结果通知书内页格式 ·····	(10)

高频标准振动台检定规程

1 范围

本规程适用于频率(0.8~50) kHz、加速度(10~20000) m/s²范围内,用于振动检定和校准的高频压电式标准振动台(以下简称高频台)的首次检定、后续检定和使用中的检验。高频电动式标准振动台的校准可参照本规程执行。

2 引用文献

- GB/T 2298—1990 机械振动 冲击 术语
- GB/T 13823—2005 振动与冲击传感器的校准方法 第1部分:基本概念
- GB/T 13823—1992 振动与冲击传感器的校准方法
- GB/T 13823—1992 激光干涉法振动绝对校准(一次校准)
- GB/T 13823—1992 振动与冲击传感器的校准方法
- GB/T 13823—1992 正弦激励比较法校准(二次校准)
- JJG 233—1996 压电加速度计
- 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 概述

高频振动校准装置的仪器配置如图1所示。高频台是高频振动校准装置的主要部件,它产生高频正弦振动激励被校振动传感器。高频台应包含固定配套的信号源、功率放大器和用于调谐的可变电容与可变电感。有的高频台还带有内装加速度计。图1所示的与高频台配套的激光干涉仪为简单的迈克尔逊干涉仪,它用于贝塞尔函数法校准,如果改用正交迈克尔逊干涉仪或外差式干涉仪,除贝塞尔函数法校准外,还可进行振动正弦逼近法的校准。

4 计量性能要求

4.1 频率分辨力和示值误差

在高频台的工作范围内,高频台的频率连续可调,频率分辨力应优于0.1% f (f 为校准点的频率值),频率示值误差应优于 $\pm 1\%$ 。

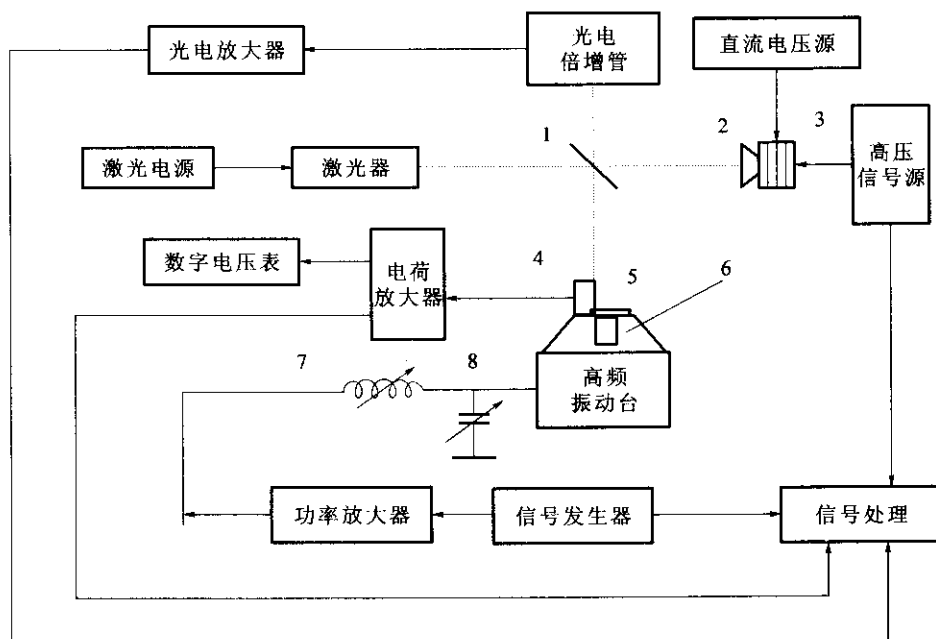


图1 高频台及干涉仪简化配置图

1—分光镜；2—固定反射镜；3—压电叠堆；4—被校加速度计；
5—运动反射镜；6—内装加速度计；7—可变电感；8—可变电容

4.2 频率和加速度的稳定度

在高频台的工作范围内，连续工作 20min，在任意两分钟内，频率的变化不大于 0.1%，振动加速度的变化不大于 0.3%。

4.3 加速度信噪比

高频台台面的振动加速度信噪比，在 $(0.8 \sim < 3)$ kHz 范围内，应高于 50dB；在 ≥ 3 kHz 的范围内，应高于 70dB。

4.4 加速度总谐波失真度

在高频台的工作范围内，高频台台面中心的加速度波形的总谐波失真度不应超过 2%，允许有 1 或 2 个频段，加速度波形的总谐波失真度大于 2%，但大于 2% 的频带宽度不应超过该频段最大失真频率的 $\pm 5\%$ ，但对可能被作为校准参考灵敏度的频率，比如 2kHz，总谐波失真度不应超过 2%。

4.5 加速度均匀度

在高频台的工作范围内，台面各点加速度幅值的均匀度不应超过 $\pm 5\%$ 。

4.6 横向振动比

台面中心的横向振动比，在 1kHz 及 1kHz 以下，不应超过 10%，在 1kHz 以上，不应超过 20%。在每个频段，允许一个频带的横向振动比超过上述规定值，但超过规定

值的频率宽度不应超过该频段最大横向振动比频率值的 $\pm 5\%$ ，但对可能被做为校准参考灵敏度的频率，比如 2kHz，横向振动比不应超过 10%。

5 通用技术要求

5.1 外观及附件

5.1.1 高频台的外壳上应有铭牌，标明产品名称、型号（规格）、制造厂家、出厂日期及编号。

5.1.2 高频台安装加速度计的表面应光滑平整，不应有划痕和机械损伤。高频台及其内装加速度计的输入和输出插座，以及连结导线等附件应配套齐全、完好、可靠。

5.2 高频台的安装

高频台应安装在有良好隔振措施的基础上，能隔除较高频率的干扰振动。

5.3 高频台的环境噪声

高频台及其附属设备处于工作状态，但高频台无激励信号输入时，在距台面中心 0.6m，离地面高 1.5m 处，以及距控制柜 0.4m，离地面高 1.2m 处用声级计（A 计权网络）测量的声压级均不应大于 65dB。

5.4 生产厂家应给出的技术指标

高频台生产厂家应给出高频台的其他技术指标，如频率范围、加速度范围、位移范围、台体运动部分的一阶共振频率、台体外形尺寸、最大负载、安装螺纹尺寸。如有内装加速度计，还应给出内装加速度计的灵敏度、共振频率、绝缘电阻、电容、极性、配套电缆的电容值等。

6 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

6.1 检定条件

6.1.1 环境条件

1) 温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

2) 湿度： $\leq 80\% \text{RH}$ 。

3) 电源电压的波动量不应超过额定值的 $\pm 10\%$ ，电源频率的波动量不应超过额定值的 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。

4) 检定现场不应有强电磁场的干扰，以及腐蚀性气体和液体。

6.1.2 检定用仪器

各个检定项目所用的仪器设备如下：

- 1) 失真度测量仪或频率分析仪：最少要测量到最高振动频率的 5 次谐波，失真度测量范围，0.1%~30%， “失真度测量不确定度 10% ($k=2$)”。
- 2) 频率计：频率测量范围，(0.8~50)kHz， “频率测量不确定度 0.001% ($k=2$)”。
- 3) 测振仪（包括加速度计、适调器和指示器）：频率测量范围，(0.8~50)kHz；加速度测量范围，(10~20000) m/s^2 ， “加速度测量不确定度 5% ($k=2$)”。其中的加速度计可用内装加速度计代替。
- 4) 激光干涉测幅仪：振动位移分辨率和振动位移的测量不确定度，均优于 $2 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ ($k=2$)。
- 5) 用于测量横向振动比的正立方体（约 8mm×8mm×8mm）（多个）平面反射镜。
- 6) A 计权声级计，“声压级测量不确定度 1dB”。

6.2 检定项目

首次检定、后续检定和使用中检验的检定项目见表 1。

表 1 首次检定、后续检定和使用中检验的项目

序号	项目	首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观及附件	+	+	+
2	频率分辨率及示值误差	+	+	+
3	频率稳定度	+	+	+
4	加速度幅值稳定度	+	+	+
5	加速度信噪比	+	+	-
6	加速度波形总谐波失真度	+	+	-
7	加速度均匀度	+	-	-
8	横向振动比	+	-	-
10	环境噪声	+	-	-
11	台体运动部分一阶共振频率	+	-	-
12	加速度（或位移）范围	+	-	-

注：“+”为需检项目，“-”为不需检项目。

6.3 检定方法

6.3.1 外观及附件

对高频台的外观、加速度计的安装面的情况、铭牌、插座、各个连接件以及隔振措施等通过目测进行检查,检查结果应符合本规程 5.1 和 5.2 条的要求。

6.3.2 频率分辨力和示值误差的检定

在高频台的工作频率范围内,均匀选取 3 个频率点,包括最高和最低频率以及一个中间频率。在选取的频率点上,调节高频台信号发生器的频率旋钮得到具有最小增量的下一个频率值。频率分辨力按下式计算:

$$\Delta f_i = |f'_i - f_i| \quad (1)$$

式中: Δf_i ——频率分辨力;

f_i ——选取的频率值;

f'_i ——具有最小增量的下一个频率值。

在工作频率范围内,均匀选取 5 个频率点,包括最高和最低频率。在选取的频率点上,用频率计测量安装在台面中心的(或内装)加速度计输出信号的频率值。频率示值误差按下式计算

$$\alpha_i = \frac{f_{i1} - f_{i0}}{f_{i0}} \% \quad (2)$$

式中: α_i ——第 i 点的频率示值误差;

f_{i0} ——第 i 点频率计指示的频率值;

f_{i1} ——第 i 点高频台信号源显示器显示的频率值(或标称值)。

测得的所有 Δf_i 和 α_i 值应符合本规程 4.1 的要求。

6.3.3 频率和加速度稳定度的检定

选定某一频率(推荐 20 Hz),激励高频台并使其达到额定的最大加速度值,连续振动 20 min,每隔两分钟记录一次高频台振动的加速度值和频率值,连续记录 11 次。加速度幅值和频率在两分钟的稳定度分别按 (3) 和 (4) 式计算:

$$\delta_a = N \frac{|\Delta a(i, i+1)|}{a_i + a_{i+1}} \times 100 \% \quad (3)$$

式中: δ_a ——两分钟内的加速度幅值的稳定度;

$\Delta a(i, i+1)$ ——10 个相邻两次加速度差值中的最大差值;

a_i, a_{i+1} ——与最大差值对应的第 i 次和 $i+1$ 次的加速度幅值。

$$\delta_f = 2 \frac{|\Delta f(i, i+1)|}{f_i + f_{i+1}} \times 100\% \quad (4)$$

式中: δ_f ——两分钟内的频率稳定度;

$\Delta f(i, i+1)$ ——10 相邻两次频率差值中的最大差值;

f_i, f_{i+1} ——与最大差值对应的第 i 次和 $i+1$ 次的频率值。

上述两项检定结果均应符合本规程 4.2 的要求。

6.3.4 加速度信噪比检定

在高频台的工作频率范围内, 选取最低频率和一个稍高于 3kHz 的频率。在选取的频率点上, 当高频台处于工作状态和信号源输出电压为零时, 先测量安装在台面中心的加速度计或内装加速度计 (通过电荷放大器) 的输出电压。然后, 启动高频台并使其达到额定的最大加速度值, 再测量加速度计的输出, 按下式计算高频台的加速度信噪比:

$$M = 20\lg(u_M/u_0) \quad (5)$$

式中: M ——高频台的加速度信噪比;

u_0 ——高频台处于工作状态但不振动时, 加速度计输出的电压幅值;

u_M ——高频台在最大加速度时, 加速度计输出的电压幅值。

在两个频率测量的 M , 应符合本规程 4.3 条的要求。

6.3.5 加速度总谐波失真度检定

将安装在高频台台面的加速度计 (或内装加速度计) 的输出供给示波器及失真度仪 (或频率分析仪), 首先用示波器观察高频台各个频率下的加速度波形, 找出加速度波形失真较大的 3 个频率点。在这些频率点上, 用失真度 (或频率分析仪) 测量在最大振动下的加速度总谐波失真度值。如有超过规定值的频率, 还要测量出加速度总谐波失真度超过规定值的频带宽度。

测量失真度时, 要仔细调节可变电感和可变电容, 使高频台处于共振状态。

加速度总谐波失真度的测量结果应符合本规程

4.4 的要求。

6.3.6 加速度均匀度检定

如果高频台台体上没有标记, 检定时, 要在台体的侧面作一永久性的标记。按图 2 所示的测点位置在高频台台面中心安装一加速度计 (也可使用内装加速度计), 在台面边缘同一半径的圆周上均匀

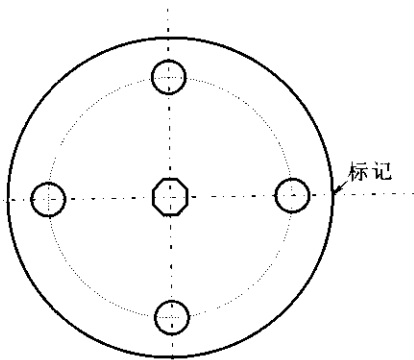


图 2 台面镜片和加速度计的布置

粘贴四个平面反射镜，并且，其中一个反射镜要靠近标记。在高频台的工作频率范围内，均匀选取 5 个频率点，包括最低和最高频率点。在选取的频率点上，用激光测幅仪的光束依次对准 4 个反射镜并测量高频台的振动位移。调节高频台的振级，使 4 次用激光测幅仪测得的振动位移相等。在调节高频台到相同位移时，读出中心加速度计的输出。高频台的加速度均匀度 N 按下式计算：

$$N = \frac{\Delta u_M}{\bar{u}} \times 100\% \quad (6)$$

式中： $\bar{u}$ ——4 次测量加速度计的输出电压的平均值；

Δu_M ——4 次加速度计输出电压值中与平均值的最大偏差。

所有 5 个频率点的测量结果均应符合本规程 4.5 的要求。

6.3.7 横向振动比检定

在高频台的侧面成 90° 的方向粘贴两个反射镜，或用一个正立方体安装在高频台台面的中心，并在两个成 90° 的侧面上粘贴两个反射镜。在高频台的工作频率范围内，均匀选择 3~5 个频率点，包括最高和最低频率。在选取的频率点上，使用高频台自身的激光干涉仪或内装加速度计测量轴向振动位移（没有内装加速度计和干涉仪的高频台可在台面中心安装一只加速度计，测量轴向振动位移），使用便携式激光干涉测幅仪测量两个相互垂直方向的横向振动位移。高频台的（最大）横向振动比 TRA 按下式计算：

$$\text{TRA} = \frac{\text{Max}(a_x, a_y)}{a_z} \times 100\% \quad (7)$$

式中： $\text{Max}(a_x, a_y)$ ——测量得到的最大横向振动加速度；

a_z ——高频台的轴向振动加速度。

对于横向振动比超过规定值的频率，还应测量超过规定值的频带宽度，TRA 的测量的结果应符合本规程 4.6 的要求。

6.3.8 台体运动部分一阶共振频率的测量

对于压电式高频台，将电压表与高频台的可变电容器并联，频率从低到高激励高频台，在各频率点保持台面振动位移不变，测量供电电压为极小值的最低的一个频率即为台体运动部分一阶共振频率，其结果应符合出厂技术指标的要求。

6.3.9 高频台环境噪声的测量

在高频台及其附属设备处于工作状态和无激励信号输入时，用声级计（A 计权）测量距高频台 0.6m、离地面 1.5m，以及距控制柜 0.4m，离地面高 1.2m 处的声压级，其结果应符合本规程 5.3 的要求。

6.3.10 高频台加速度（或位移）范围的检验

除测量失真度的频率点外，根据生产厂家提供的高频台可以输出的加速度（或位移）范围，再选择2~5个有代表性的频率点检验加速度（或位移）范围。比如：给出的是位移范围，要选择较高的频率；给出的是加速度范围，则要选择较低的频率。此外，还要选择一些重要频率，比如2000Hz等。注意不要选择总谐波失真度和横向振动比检定时已超过规定值的频率点。在选定的频率点，将高频台开到最大的振动值（加速度或位移），测量加速度失真度，其值应小于3%。如超过，则要改变振动值或频率，重新测量，以得到高频台的最大加速度（或位移）范围。

6.4 检定结果的处理

按本规程规定和要求检定合格的高频台，发给检定证书；经检定不合格的高频台，出具检定结果通知书，并注明不合格的项或原因。检定证书和检定结果通知书的格式见附录A和附录B。

如果高频台的频率、加速度或位移范围，或与上次检定的指标有变化，但变化后仍有较宽的工作频率和加速度（或位移）范围，仍可发给检定证书，但要注明工作范围的变化。

6.5 检定周期

高频台的检定周期为2年。但根据使用要求和实际情况（频度和重要性），可适当缩短检定周期。

附录 A

检定证书内页格式

高频标准振动台检定结果

1. 外观_____ ;
2. 频率分辨力 (最大值) _____ Hz;
3. 频率 (最大) 示值误差 _____ %;
4. 频率稳定度 (最大值) _____ %;
5. 加速度幅值稳定度 (最大值) _____ %;
6. 加速度信噪比 (3kHz 以下) _____ dB; (3kHz 以上) _____ dB;
7. 加速度 (最大) 总谐波失真度 _____ %;
超过规定值的频率和带宽: _____ kHz, 带宽 _____ %; _____ kHz, 带宽 _____ %;
8. 加速度均匀度 (最大值) _____ %;
9. 横向振动比 (最大值) _____ %;
超过规定值的频率和带宽: _____ kHz, 带宽 _____ %; _____ kHz, 带宽 _____ %;
10. 环境噪声 _____ dB。
11. 台体运动部分一阶共振频率: _____ kHz;
12. 工作频率范围 _____ kHz; 加速度 (或位移) 范围 _____ m/s^2 (μm)。
检定结果 _____ 可作为 _____ 使用。
检定环境条件: 温度 _____ $^{\circ}\text{C}$; 相对湿度 _____ %。

注: 下次检定请带此证书。

附录 B

检定结果通知书内页格式

检 定 结 果

经检定共有_____项不合格，不合格项目为：

序号	项目名称	规程要求	检定结果
注：须修理后重新检定。			

注：修理后重新检定请带此通知书