

中华人民共和国国家标准

电工电子产品环境试验设备
基本参数检定方法
振动（正弦）试验用电动振动台

UDC 621.3
.002.6-79
:534.6
GB 5170.14-85

Inspection methods for basic parameters
of environmental testing equipments
for electric and electronic products
Electrodynamic vibrating type machines
for vibration (sinusoidal) test

本标准规定了按GB 2423.10《电工电子产品基本环境试验规程 试验Fc：振动（正弦）试验方法》进行振动试验用电动振动台系统（以下简称振动台）基本参数的检定方法。

振动台由振动台台体、激磁电源、功率放大器、控制和测量装置、水平工作台（当试验系统需要时）组成。

1 检定项目

1.1 额定参数

1.1.1 推力

1.1.2 频率范围

- a. 空载频率范围；
- b. 满载频率范围。

1.1.3 载荷

- a. 最大载荷；
- b. 负载偏心矩；
- c. 水平负载矩；
- d. 最大抗颠力矩（当带有水平工作台时）。

1.1.4 振动幅值

- a. 空载最大加速度幅值；
- b. 满载最大加速度幅值；
- c. 最大速度幅值；
- d. 最大位移幅值。

1.2 加速度波形失真度

1.3 横向振动

1.4 台面加速度幅值均匀度

1.5 频率指示误差

1.6 频率稳定度

1.7 振幅指示误差

1.8 本底噪声加速度

- 1.9 定振精度
- 1.10 辐射噪声最大声级
- 1.11 台面漏磁
- 1.12 台面温度
- 1.13 连续工作时间
- 1.14 扫频速率误差

2 检定用主要仪器

- a. 加速度计；
- b. 三向加速度计；
- c. 正弦振动测试仪（以下简称测振仪，应包括多通道放大器、选频器、运算器和显示器）；
- d. 频率计；
- e. 失真度测量仪；
- f. 电平记录仪；
- g. 低频示波器；
- h. 声级计；
- i. 高斯计；
- j. 表面温度计。

3 一般规定

3.1 检定用负载

检定用负载应由金属材料制成外形对称的刚性体，其质量、质心高及安装偏心距应符合有关规定，并符合以下要求：

- a. 应在所有可利用的安装位置使用固定螺栓；
- b. 固定螺钉头和螺纹约束部分之间的长度，应使其安装共振频率在试验频率范围以外；
- c. 接触面平面度允差为0.1/1000，光洁度为7级；
- d. 应避免使用薄的负载，厚度与直径（或对角线尺寸）的比应大于0.4，其最大直径（或对角线尺寸）应不大于振动台面的直径。

3.2 加速度计

- a. 加速度计的安装谐振频率应大于5倍振动台运动部件的一阶共振频率；
- b. 应尽量选用质量小的加速度计。

3.3 对于带有水平工作台的振动台，检定项目中除频率指示误差、频率稳定度、扫频速率误差、振幅指示误差、台面温度外，其余均应参照检定方法中的相应条款进行检定。

4 检定方法

4.1 振动台额定参数的检定方法

振动台的额定参数包括：

- a. 推力；

推力对应于特定的试验载荷 m_t ，由下式计算得出：

$$F_{omt} = (m_e + m_t) a \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中： F_{omt} ——推力，N；

m_e ——振动台运动部件的等效质量（见产品说明书或参考附录A推荐的方法测定），kg；

m_t ——试验载荷的质量，kg；

a ——振动加速度幅值, g 。

b. 频率范围;

c. 振动幅值。

4.1.1 测试条件

振动台空载和满载。台面（或负载顶面）中心刚性连接加速度计，其输出经测振仪接频率计（见图1）。

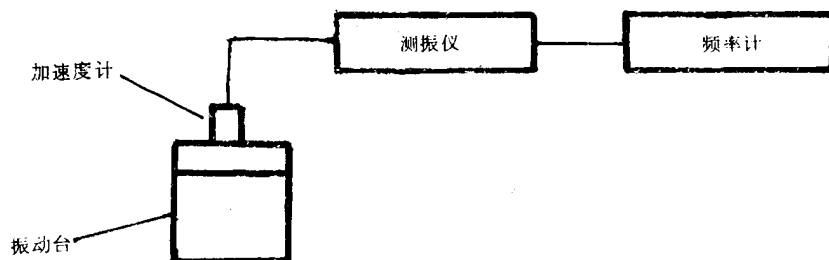


图 1

4.1.2 测试方法

振动台空载和满载。在空载和满载频率范围内各任选10个频率，将振幅调至最大，测得的振动幅值均应符合规定的最大振动幅值。

4.2 加速度波形失真度的检定方法

4.2.1 测试条件

振动台空载，台面中心刚性连接加速度计，其输出经测振仪接失真度测量仪和示波器（见图2）。

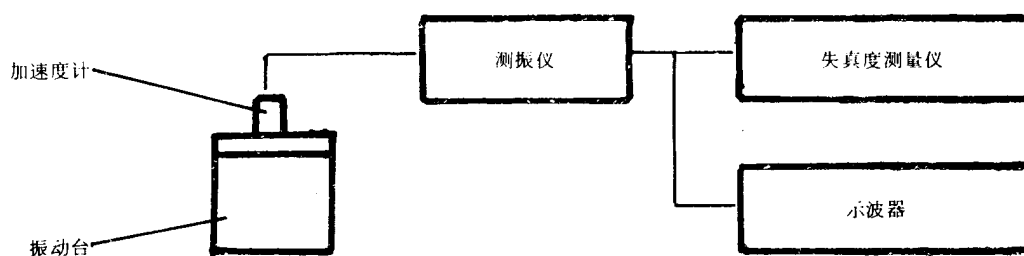


图 2

4.2.2 测试方法

a. 在规定的空载频率范围内均匀选取10个频率，振动幅值为相应频率上规定的最大振幅（最大位移幅值或最大速度幅值或空载最大加速度幅值），测量加速度波形失真度。

b. 在规定的空载频率范围内，用扫频振动法反复寻找加速度波形较差的频率，并测量其加速度波形失真度。如果有失真度超过规定误差的频率，则应同时测量超过失真度误差的带宽。

4.3 横向振动的检定方法

4.3.1 测试条件

振动台空载，台面中心刚性连接三向加速度计，其输出分别接测振仪各输入通道。测振仪输出（指检测横向振动的对应通道）接电平记录仪（见图3）。

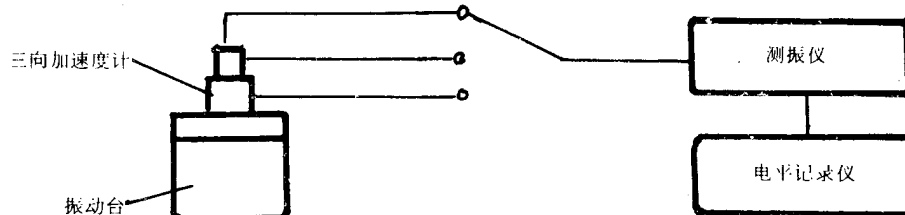


图 3

4.3.2 测试方法

a. 用扫频振动法寻找横向振动较大处的频率。

在规定的频率范围内,主振方向恒振幅扫频振动,由记录仪测得的横向振动频响特性 $H_x(f)$ 及 $H_y(f)$ 确定横向振动较大处的频率。

b. 在规定的空载频率范围内任选10个频率(包括4.3.2款a确定的频率),台面主振方向的加速度幅值为相应频率上规定的最大振幅,测得三个方向上的加速度幅值。

4.3.3 横向振动比按下式计算:

$$T = \frac{\sqrt{a_x^2 + a_y^2}}{a_z} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: a_z ——同次测量中主振方向的加速度幅值, g ;

a_x 、 a_y ——同次测量中垂直于主振方向且相互垂直的横向加速度幅值, g 。

注: 对于带水平工作台的振动台水平振动时,还必须对距台面中心最远的一处安装点同时进行横向振动的测量。

4.4 台面加速度幅值均匀度的检定方法

4.4.1 测试条件

振动台空载。在台面中心及每个安装螺栓圆周上各任选一安装点(需作必要的工程判断,使该点的加速度幅值相对于台面中心点加速度幅值的偏差的绝对值为最大),刚性连接加速度计,各加速度计输出分别接测振仪各输入通道(见图4)。

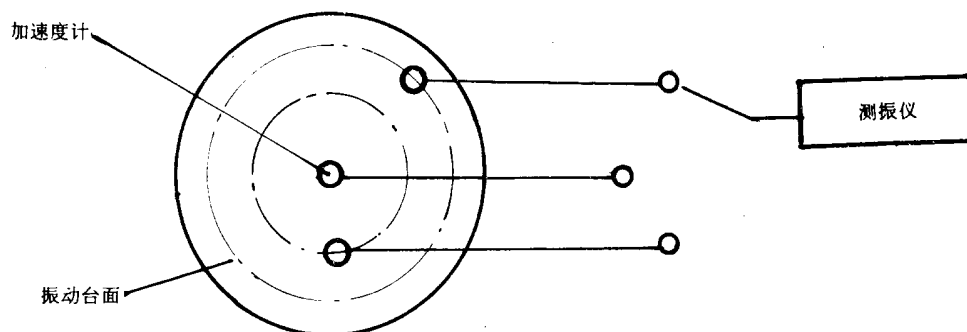


图 4

4.4.2 测试方法

在规定的空载频率范围内任选10个以上频率,台面中心点加速度幅值为相应频率上规定的最大振幅,分别测量各点加速度幅值。

4.4.3 台面加速度幅值均匀度按下式计算:

$$N = \frac{|\Delta a_{\max}|}{a} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: a ——同次测量中台面中心点的加速度幅值, g ;

$|\Delta a_{\max}|$ ——同次测量中台面各安装点的加速度幅值相对于中心点的加速度幅值最大偏差的绝对值, g 。

4.5 频率指示误差的检定方法

4.5.1 测试条件

振动台信号发生器的输出接频率计(见图5)。

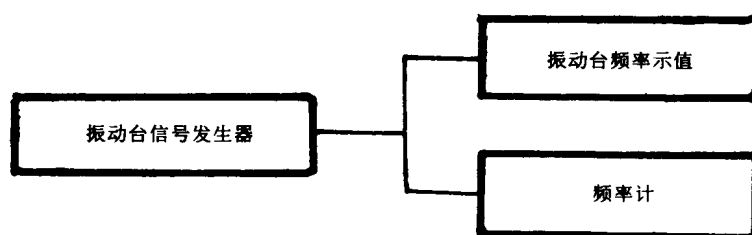


图 5

4.5.2 测试方法

在规定的空载频率范围内，均匀选取10个频率进行测量，记录振动台频率示值及频率计示值并计算其误差。

4.6 频率稳定度的检定方法

4.6.1 测试条件（同4.5.1）

4.6.2 测试方法

在规定的空载频率范围内的最高和最低频率上（或任选2个频率），各连续工作4h，每隔15min记录1次频率示值。

4.6.3 频率稳定度按下式计算：

$$\frac{\Delta f_{\max}}{f_0} \times 100\% \text{ 或 } \Delta f_{\max} \dots\dots\dots (4)$$

式中：\$f_0\$——给定的试验频率示值，Hz；

\$\Delta f_{\max}\$——各次测量中，频率示值对给定频率值的最大偏差，Hz。

4.7 振幅指示误差的检定方法

4.7.1 测试条件

振动台空载。台面中心刚性连接加速度计，其输出接测振仪（见图6）

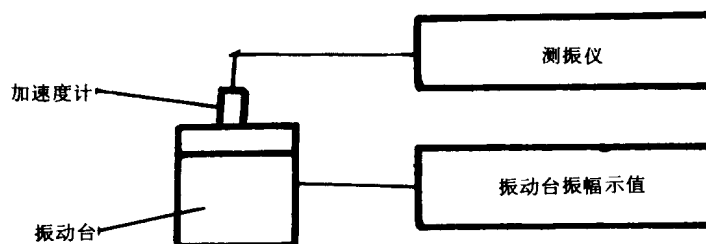


图 6

4.7.2 测试方法

在规定的空载频率范围内，均匀选取不少于3个频率，在各频率点上选5个振幅值依次测量，记录振动台振幅示值及测振仪示值。

4.7.3 振幅指示误差按下式计算：

$$\frac{a_1 - a_0}{a_0} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：\$a_0\$——同次测量中，测振仪的振幅示值，mm；

\$a_1\$——同次测量中，振动台振幅示值，mm。

4.8 本底噪声加速度的检定方法

4.8.1 测试条件（同4.7.1）

4.8.2 测试方法

接通振动台电源，激磁和冷却装置及功率放大器均处于工作状态，控制装置的输出信号为零，测得台面噪声加速度有效值。

4.9 定振精度的检定方法

4.9.1 测试条件

振动台空载和满载。台面（或负载顶面）中心刚性连接加速度计，其输出经测振仪接电平记录仪（见图7）。

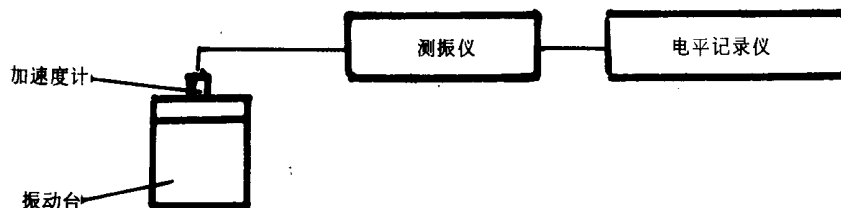


图 7

4.9.2 测试方法

振动台空载和满载。在规定的频率范围内，以1倍频程/分的扫频速率，分别以振动台容许的最大加速度和最小加速度幅值定位移一定加速度往复扫频振动，电平记录仪测得定振频率特性的最大不平坦度即为定振精度。

4.10 辐射噪声最大声级的检定方法

振动台空载。在规定的频率范围内，以振动台容许的空载最大振幅作扫频振动，在距振动台体边缘1m远的人体高度内用声级计（A计权网络）测量并记录声级最大值。

4.11 台面漏磁的检定方法

振动台的激磁装置处于工作状态，用高斯计测量距台面为最大安装螺栓圆直径（或对角线尺寸）的1/4且平行于台面的平面及该平面以上空间的磁通密度。所有安装螺套的上方位置都应作为测量点，测得各点的漏磁场强度取其最大值。

4.12 台面温度的检定方法

振动台面空载。在机电共振频率上以空载最大加速度幅值作定频振动，按规定的连续工作时间连续运行，测量台面温度的最大值。

4.13 连续工作时间的检定方法

4.13.1 空载试验

振动台空载。台面中心刚性连接加速度计，其输出经测振仪接电平记录仪。

在规定的空载频率范围内，以1倍频程/分的扫频速率和规定的空载最大加速度幅值及相应的位移幅值定位移一定加速度往复扫频振动，按规定的连续工作时间连续运行，振动台应正常工作，定振精度符合规定要求。

4.13.2 负载试验

振动台满载。在规定的最大位移幅值的上限频率上以最大位移幅值定频振动，分别在垂直和水平方向上按规定的连续工作时间连续运行，振动台应正常工作。

4.14 扫频速率误差的检定方法

（待定）

附录 A

运动部件等效质量的测量方法

(参考件)

运动部件的等效质量 m_e ，可按以下方法测量：

A.1 确定振动台空载悬挂共振频率 f_{s0}

振动台恒速度扫频振动（频率范围一般在 1~100 Hz 间），测得运动线圈电流最小处的频率即为 f_{s0} 。

A.2 确定振动台在规定载荷下的一阶共振频率 f_{m1}

振动台在规定的载荷下恒电压扫频振动，加速度幅值最大处的频率即为 f_{m1} 。

A.3 振动台面空载。频率为 f （ f 应为 $3f_{s0} \sim 1/3f_{m1}$ 之间选定），对应运动线圈参考电流为 I ，测得空载台面加速度 a_1 。

A.4 振动台满载。载荷质量 m_t 已知，对应于 A.3 条中相同的频率 f 和电流 I ，测得满载加速度 a_2 。

A.5 等效质量按下式计算：

$$m_e = \frac{1}{\left(\frac{a_1}{a_2} - 1\right)\left(1 - \frac{f_{s0}^2}{f^2}\right)} \cdot m_t$$

附 录 B
检定项目的选择
(参考件)

振动台作定型鉴定、出厂检验及定期检定时, 如果有关标准没有其他规定, 可按下表选择检定项目。

序 号	检 定 项 目 名 称	定型鉴定	出厂检验	定期检定	参考条款
1	振动台额定参数: a. 推力 b. 空载频率范围 c. 满载频率范围 d. 空载最大加速度幅值 e. 满载最大加速度幅值 f. 最大速度幅值 g. 最大位移幅值	○	○		4.1
2	加速度波形失真度	○	○	○	4.2
3	横向振动	○	○	○	4.3
4	台面加速度幅值均匀度	○	△	○	4.4
5	频率指示误差	○	○	○	4.5
6	频率稳定度	○	△	△	4.6
7	振幅指示误差	○	○	○	4.7
8	定振精度	○	○	○	4.9
9	本底噪声加速度	○	○	△	4.8
10	台面漏磁	○	△	△	4.11
11	辐射噪声最大声级	○			4.10
12	台面温度	○	△		4.12
13	连续工作时间	○	△		4.13
14	扫频速率误差	○	○	○	4.14

注: 符号“○”表示必须检定的项目; 符号“△”表示抽样检验或视情况选择检定(指检定方或被检方中任何一方提出需检定)的项目。

附 录 C
基本参数误差要求
(参考件)

振动台进行定期检定时, 基本参数误差要求可参照下表。

序 号	检 定 项 目	误 差 要 求	备 注
1	加速度波形失真度	频率低于20Hz和超过2000Hz, 不大于25% 频率从20Hz到2000Hz, 不大于15%	
2	横向振动	频率低于或等于500Hz, 不大于25% 频率超过500Hz, 不大于50%	如达不到误差要求时, 将数值记录在案
3	台面加速度幅值均匀度	频率低于或等于500Hz, 不大于15% 频率超过500Hz, 不大于25%	如达不到误差要求时, 将数值记录在案
4	频率指示误差	小于5Hz, $\pm 20\%$ 5Hz到50Hz, $\pm 1\text{Hz}$ 大于50Hz, $\pm 2\%$	
5	频率稳定度	小于5Hz, 每4h $\pm 20\%$ 5Hz到50Hz, 每4h $\pm 1\text{Hz}$ 大于50Hz, 每4h $\pm 2\%$	
6	振幅指示误差	$\pm 10\%$	
7	定振精度	$\pm 1\text{dB}$	
8	扫频速率误差	$\pm 10\%$	

附加说明:

本标准由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会提出。

本标准由环境试验设备基本参数检定方法工作组负责起草。

本标准主要起草人电子工业部七〇九厂潘兴洪。