

ICS 19.060  
N 73



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 21116—2007

## 液 压 振 动 台

Hydraulic vibration generator systems

2007-10-11 发布

2007-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 前 言

本标准非等效采用 IEC 60068-2-6:1995《环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc:振动(正弦)》中对试验设备的要求。

按本标准制造的液压振动台同时满足 MIL-STD-810F《环境工程考虑和实验室试验》对振动试验设备的要求。

本标准是以 JB/T 8288—2001《液压振动台》为基础制定的。

与本标准相关的其他型式振动台的国家标准有:

——GB/T 13309—2007《机械振动台 技术条件》;

——GB/T 13310—2007《电动振动台》。

本标准自实施之日起,机械行业标准 JB/T 8288—2001《液压振动台》自行废止。

请注意本标准的某些内容有可能涉及专利。本标准的发布机构不应承担识别这些专利的责任。

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/TC 122)归口。

本标准负责起草单位:苏州试验仪器总厂、长春试验机研究所。

本标准参加起草单位:北京机械工业自动化研究所、西安捷盛电子科技有限公司。

本标准主要起草人:徐立义、王学智、王敬永、乔歧安、胡新华。

本标准为首次发布。

# 液 压 振 动 台

## 1 范围

本标准规定了液压振动台的基本参数、技术要求、检验方法和检验规则等。  
本标准适用于额定正弦激振力不大于 1 000 kN 的液压振动台(以下简称振动台)。

## 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 2298 机械振动与冲击 术语(GB/T 2298—1991, neq ISO 2041:1990)  
GB/T 2611—2007 试验机 通用技术要求  
GB/T 10179—1988 液压伺服振动试验设备特性的描述方法  
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

GB/T 2298 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

**额定负载 rated mass**  
有关技术文件规定的最大试验负载。

### 3.2

**额定正弦激振力 rated excitation force under sinusoidal conditions**  
额定试验负载下的最大正弦激振力。

### 3.3

**额定正弦加速度 rated sinusoidal acceleration**  
额定激振力和额定负载下的最大加速度值。

### 3.4

**极限特性 limit characteristic**  
在额定试验负载下随频率变化的加速度的极限值,一般用极限曲线表示。

### 3.5

**额定频率范围 rated frequency range**  
极限特性曲线的最低频率至最高频率的范围。

### 3.6

**扫描定振准确度 sweep accuracy under fixed sinusoidal vibration level**  
在每分钟一倍频程的扫描速度下,按额定加速度的 80% 进行定振时所测得的各扫描点控制准确度的最大值。

### 3.7

**额定随机激振力 rated random excitation force**  
在额定负载条件下,设置均匀加速度功率谱密度时所能达到的最大激振力。该力与频率上、下限之间的均匀加速度功率谱密度对应。

#### 4 振动台的组成

振动台由以下部分组成：

- a) 液压振动发生器；
- b) 液压源系统；
- c) 伺服控制装置；
- d) 振动控制仪(可按用户要求配置)；
- e) 辅助设备。

#### 5 基本参数与参数系列

##### 5.1 振动台应给出下列基本参数：

- a) 额定正弦激振力；
- b) 额定频率范围；
- c) 额定正弦加速度；
- d) 额定速度；
- e) 额定位移；
- f) 额定负载；
- g) 额定允许偏心力矩。

##### 5.2 振动台参数系列见表1,并优先选用表1的参数。

表1 振动台参数系列表

额定负载 kg	50,100,200,500,1 000,1 500,2 000,2 500,5 000
额定正弦激振力 kN	2,5,10,50,80,100,200,300,500,800,1 000
额定位移(p-p) mm	10,20,25,50,60,100,160,200,300,400
额定速度 m/s	0,1,0,2,0,3,0,5,1,0,1,5,2,0
额定频率范围 Hz	0,1(1)~10,0,1(1)~20,0,1(1)~50,0,1(1)~100,0,1(1)~150,0,1(1)~200,0,1(1)~350,0,1(1)~500,0,1(1)~1 000

#### 6 技术要求

##### 6.1 环境与工作条件

振动台在下列环境与工作条件下应能正常工作：

- a) 环境温度 5℃~40℃；
- b) 相对湿度不大于 85%；
- c) 电源电压的变化在额定电压的±10%范围内；
- d) 周围无腐蚀性介质和影响振动台技术性能的振动源。

##### 6.2 油温

振动台油箱中的油温应为 10℃~45℃。

##### 6.3 连续工作时间

振动台在正常工作条件下连续工作时间不少于 4 h,各项功能应正常无误。

#### 6.4 外观

振动台外观质量应符合 GB/T 2611—2007 中第 10 章的规定。

#### 6.5 振动台最大工作噪声

制造者应给出振动台的最大工作噪声。

#### 6.6 安装要求

振动台基础振动的加速度与振动台主振方向的额定加速度之比不应大于 5%。

#### 6.7 振动控制仪

6.7.1 振动控制仪在规定的频率范围内,其频率示值误差应符合表 2 的规定。

表 2 振动控制仪频率示值误差

频率范围 Hz	振动控制仪频率示值误差的最大允许值	
	正弦振动	随机振动
$0.1 \leq f \leq 10$	$\pm 0.05$ Hz	—
$1 \leq f \leq 10$	—	$\pm 0.1$ Hz
$10 < f \leq 1\ 000$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$

6.7.2 振动控制仪自闭环加速度功率谱控制动态范围不小于 40 dB。

6.7.3 振动控制仪随机信号应满足平稳、正态分布和各态历经性要求。

#### 6.8 正弦振动

6.8.1 振动台加速度信噪比不小于 50 dB。

6.8.2 振动台加速度波形失真度不大于 25%,允许个别点大于 50%,但应记录说明。测量加速度波形失真度应包括振动台额定上限频率 5 倍的谐波。在额定频率范围内,若有失真度超过 25%的频带,该频带累计带宽不能超过额定频率范围的 30%。

6.8.3 振动台位移波形失真度不大于 5%。

6.8.4 振动台工作时,台面加速度幅值均匀度不大于 25%。

在额定频率范围内,允许有 1~2 个均匀度较大的频带,在该频带内最大加速度幅值均匀度不应超过 50%,频带宽度应在最大均匀度对应频率的  $\pm 10\%$  以内。

6.8.5 振动台台面横向运动比(横向加速度幅值与主振方向加速度幅值之比)不大于 25%。

在额定频率范围内,允许有 1~2 个横向运动比较大的频带,在该频带内最大横向运动比不超过 50%,频带宽度应在最大横向运动比对应频率的  $\pm 10\%$  以内。

6.8.6 振动台振动幅值示值最大允许误差为  $\pm 10\%$ 。

6.8.7 振动台扫频定振控制最大允许误差为  $\pm 1.5$  dB。

6.8.8 振动台加速度幅值在 30 min 内的稳定度为  $\pm 10\%$ 。

#### 6.9 随机振动

6.9.1 振动台随机加速度功率谱控制动态范围不小于 35 dB。

6.9.2 振动台加速度总均方根值示值最大允许误差为  $\pm 10\%$ 。

6.9.3 振动台随机振动工作频率范围外加速度总均方根值与工作频率范围内加速度总均方根值之比不大于 10%。

6.9.4 振动台随机振动加速度功率谱密度示值最大允许误差为  $\pm 20\%$ 。

6.9.5 在 90%置信度下,对振动台随机振动加速度总均方根值的控制应准确到  $\pm 1$  dB。

6.9.6 在 90%置信度下,对振动台随机振动加速度功率谱密度的控制应准确到  $\pm 3$  dB。

#### 6.10 冲击脉冲波形及允许误差

振动台在规定的工作范围内,应能产生与图 4 中用虚线表示的 a) 半正弦波、b) 三角波、c) 后峰锯齿波、d) 梯形波等 4 种“标称:加速度:时间曲线”冲击脉冲波形(或其中一种波形)。实际冲击脉冲波形应限

GB/T 21116—2007

制在用两条实线表示的容差范围内。

7 检验方法

振动台应在安装标准试验负载(其质量为额定负载)的条件下进行试验。标准试验负载的几何形状、尺寸及与振动台台面的连接,应符合 GB/T 10179—1988 附录 C 中 C3 的试验要求。

7.1 检验用仪器

检验用仪器应符合表 3 的规定。

表 3 检验用仪器

序号	检验项目	检验用仪器	
		名称	性能特性
1	环境与工作条件	干湿温度计	最大允许误差±0.5℃
2	油温	温度计	最大允许误差±0.5℃
3	最大工作噪声	声级计(A计权)	2级
4	控制仪频率示值误差	数字式频率计	最大允许误差±0.1%
5	控制仪加速度功率谱动态范围	频谱分析仪	幅值测量最大允许误差±1%
6	控制仪随机信号	频谱分析仪	幅值测量最大允许误差±1%
7	加速度信噪比	真有效值数字电压表	最大允许误差0.1%
8	加速度波形失真度	失真度测量仪	最大允许误差±0%
9	位移波形失真度	多通道测振仪(包括加速度计)	测量加速度最大允许误差±3% 测量位移最大允许误差±5% 失真度最大允许误差±1%
10	台面加速度幅值均匀度	多通道测振仪	同 8
11	台面横向运动比	三轴向加速度计	各轴向最低横向灵敏度 3%
12	振动幅值示值误差	多通道测振仪	同 8
13	扫频准确度	多通道测振仪	同 8
		记录仪	最大允许误差±0.5 dB
14	加速度幅值稳定度	数字式频率计	同 4
		失真度测量仪	同 8
		多通道测振仪	同 8
15	随机振动加速度控制谱动态范围	多通道测振仪	同 8
		频谱分析仪	同 5
16	加速度总均方根值示值误差	多通道测振仪 频谱分析仪	同 15
17	加速度功率谱密度示值误差		
18	加速度总均方根值和功率谱密度控制准确度		
19	冲击波形脉冲宽度		
20	冲击波形脉冲幅值		
21	连续工作时间	秒表	量程不小于 12 h

## 7.2 检验条件

振动台应在 6.1 规定的环境与工作条件下进行试验。

## 7.3 油温

系统工作热平衡后用温度计的探头放在油箱里出油口附近,测出的油温应满足 6.2 的要求。

## 7.4 连续工作时间的测定

用秒表计时,使振动台采用定频定加速度控制,并选加速度值为空载下额定加速度的 80% 的加速度连续工作 4 h 后,检查其各项功能并应满足 6.3 的要求。连续工作时间也可按供需双方商定的条件考核。

## 7.5 外观

目测检查振动台各部分的外观及外部标志并应满足 6.4 的要求。

## 7.6 振动台最大工作噪声

振动台空载,在额定频率范围内,以额定加速度幅值做扫频振动,选取距离振动台台体边缘 1.0 m、离地面高 1.5 m 的不少于 6 个测量点,用声级计(A 计权)测量振动台工作时的噪声,6 点中的最大值为振动台最大工作噪声,并按 6.5 的要求给出此噪声值。

## 7.7 振动控制仪频率示值误差

采用下列方法测量振动台的频率示值:

- 振动台正弦振动工作频率范围内的高、中、低不同频段至少分别设置并输出一正弦信号,用频率计或频谱分析仪测量其频率示值,分别记录振动台的频率示值和频率计或频谱分析仪的测量值,两者之差应满足 6.7.1 的要求;
- 振动台随机振动工作频率范围内的高、中、低不同频段至少分别设置 1 个具有 20 dB 以上尖峰的连续谱形(最好用伪随机信号设置)。将频谱分析仪输入端接随机振动控制仪的输出端,测量尖峰处的频率值,分别记录振动台的频率示值和频谱分析仪的测量值,其结果应满足 6.7.1 的要求。

## 7.8 振动控制仪自闭环加速度功率谱控制动态范围

振动控制仪采用图 1 所示的谱形,在适当量级上做随机自闭环控制,信号发生器的输出端接频谱分析仪,测量振动控制仪所能均衡的动态范围。测量结果应满足 6.7.2 的要求。

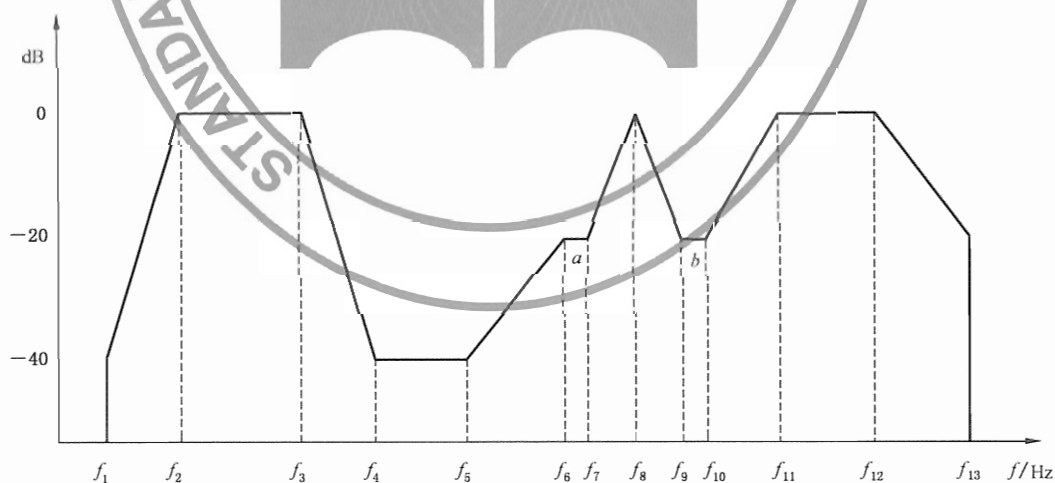


图 1 振动控制仪随机振动加速度控制谱动态范围谱形设置

## 7.9 振动控制仪随机信号

用频谱分析仪(或具有概率密度分析功能的其他仪器)测量振动台的输出信号,将测出的概率密度曲线与理论正态分布概率密度曲线比较,观察其一致性,其形状应无严重畸变,平稳性检验可采用轮次

检验等方法进行。测量结果应满足 6.7.3 的要求。

7.10 振动台加速度信噪比

把加速度计刚性地连接在振动台台面(或负载顶面)中心,测量用加速度计与控制用加速度计的安装位置应尽量靠近,其输出接测振仪。当振动台处于工作状态,控制装置的输出信号为零时,测量台面或负载顶面中心的加速度有效值  $a_0$ ,并按公式(1)计算加速度信噪比  $M$ :

$$M = 20\lg\left(\frac{a_{\max}}{a_0}\right) \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$a_{\max}$ ——振动台空载时额定加速度值(有效值),单位为米每二次方秒( $m/s^2$ );

$a_0$ ——控制装置输出信号为零时,台面或负载顶面中心的加速度值(有效值),单位为米每二次方秒( $m/s^2$ )。

测量结果应满足 6.8.1 的要求。

7.11 台面加速度波形失真度

按 7.10 的方法安装加速度计,其输出经测振仪接失真度测量仪。振动台在额定速度及加速度控制段内,均匀选取不少于 6 个频率值,在额定振动幅值下振动,依次测量在所选频率下的加速度波形谐波失真度。测量结果应满足 6.8.2 的要求。

7.12 台面位移波形失真度

在振动台台面上将台面位移信号接失真测量仪(或频谱分析仪),在额定位移工作频率范围内,任选 4 个以上频率值(包括最低、最高频率),测量所选频率值下额定振动幅度的位移波形失真度。测量结果应满足 6.8.3 的要求。

7.13 台面加速度幅值均匀度

振动台空载,将 5 个加速度计分别安装在台面中心及距中心最远的 4 个均匀分布的安装点上,对于圆形台面则应按阿基米德螺旋线将加速度计安装在台面中心和不同极径、不同相位处。在振动台额定速度和加速度控制段内,均匀地或按倍频程选取 6 个以上的频率值,在额定加速度值下振动。加速度计的输出接多通道测振仪,对额定频率范围内所选取的 6 个以上频率值以及相应频率下的额定加速度(位移)幅值进行测量。从测振仪上依次测得各个位置的振动幅值,并按公式(2)计算振动幅值均匀度  $N$ :

$$N = \frac{|\Delta a|}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$|\Delta a|$ ——同次测量中,各点加速度与中心点加速度振动幅值的最大偏差的绝对值;

$a$ ——同次测量中,中心点加速度的振动幅值。

其测量结果应满足 6.8.4 的要求。

7.14 台面横向运动比

在振动台额定速度和加速度控制范围内,均匀地或按倍频程选取或任意选取 6 个以上的频率值,在 80%额定振动幅值下振动,从测振仪上测量 3 个方向的振动幅值,按公式(3)计算横向运动比  $T$ :

$$T = \frac{\sqrt{a_x^2 + a_y^2}}{a_z} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$a_x, a_y$ ——垂直于主振动方向的两个相互垂直的振动幅值分量;

$a_z$ ——主振动方向的振动幅值。

测量结果应满足 6.8.5 的要求。



7.15 振动幅值示值误差

按 7.10 的方法安装加速度计,其输出接测振仪,在额定频率范围内,均匀选取高、中、低 3 个频率值,并在所选的频率点上取大、中、小 3 个振动幅值依次测量。振动幅值的示值误差  $\delta_a$  按公式(4)计算:

$$\delta_a = \frac{a_a - a_b}{a_b} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$a_a$ ——同次测量中振动台控制仪的振动幅值的示值;

$a_b$ ——同次测量中测振仪的振动幅值的示值。

测量结果应满足 6.8.6 的要求。

7.16 扫频定振准确度

按 7.10 的方法安装加速度计,其输出经测振仪接记录仪,在扫频频率范围内以 1 oct/min 的速度,以振动幅度为额定工作特性曲线的 80% 作定振扫频振动。在记录仪上记录的振幅曲线的平直度应满足 6.8.7 的要求。

7.17 加速度幅值稳定度

按 7.10 的方法安装加速度计及连接测振仪,在振动台额定速度和加速度控制范围内任选 2 个频率值,在选定的各频率点上,以 80% 额定振动幅值,各连续振动 30 min,每隔 10 min 记录 1 次测振仪的加速度幅值示值,其示值稳定度  $S_a$  按公式(5)计算:

$$S_a = \frac{\Delta a_{max}}{a_h} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

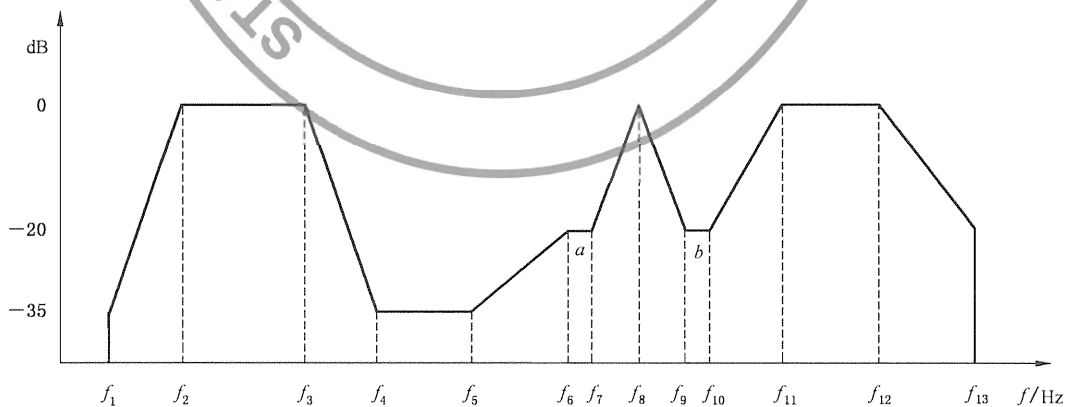
$\Delta a_{max}$ ——各次测量中,测振仪加速度幅值示值与加速度幅值设定值的最大偏差;

$a_h$ ——加速度幅值的设定值。

测量结果应满足 6.8.8 的要求。

7.18 随机加速度功率谱控制动态范围

振动台加额定负载,把加速度计(它与振动台本身的测控加速度计尽可能靠近)刚性连接在台面中心,输出接电荷放大器。在控制仪上设置图 2 所示谱形,均衡并在适当量级上振动,用频谱分析仪检测振动台所能均衡的动态范围,其结果应满足 6.9.1 的要求。

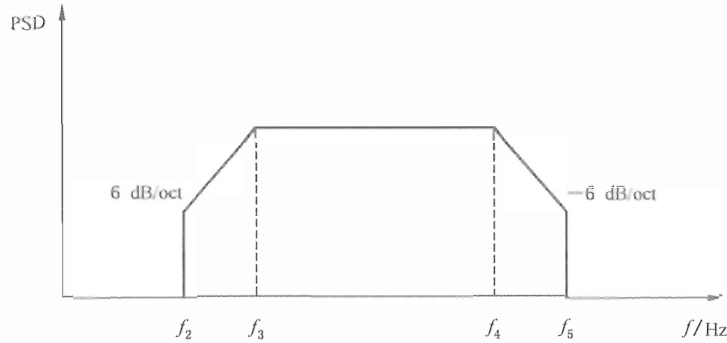


若难以设置图 2 谱形,允许适当修改,但应给出所用谱形。

图 2 振动台加速度功率谱控制动态范围谱形

7.19 加速度总均方根值示值误差

振动台加额定负载,加速度计的安装同 7.18,由振动台设置,均衡并产生图 3 所示谱形的振动。



PSD 表示功率谱密度 $[(m/s^2)^2/Hz]$ 。

注:  $f_2 \sim f_5$  的意义见 GB/T 10179—1988 中 5.5.8.2。

图 3 测量加速度总均方根值的谱形

采用下列方法之一测量其加速度总均方根值:

- a) 用测振仪测量其加速度总均方根值。低通滤波器截止频率设置在 2 kHz,其均方根值电压表平均时间设置在 3 s。加速度总均方根值示值误差  $A_e$  按公式(6)计算:

$$A_e = \frac{A_a - A_b}{A_b} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

式中:

$A_a$ ——振动台示值;

$A_b$ ——测振仪实测值。

$A_a$ 、 $A_b$  应尽量同时读数。

频带外加速度总均方根值应包括上限频率  $f_5 \sim 10f_5$  或到 1 kHz(取其中较大者)内的加速度总均方根。一般可用高通及低通滤波器组合测出,也可通过测量总均方根值和试验频带内总均方根值计算出频带外加速度总均方根值。测量结果应满足 6.9.2 和 6.9.3 的要求。

- b) 采用频谱分析仪测量加速度谱密度,计算出频带外和频带内加速度总均方根值,并按公式(6)计算误差。测量结果应满足 6.9.2 和 6.9.3 的要求。

7.20 随机振动加速度功率谱密度示值误差

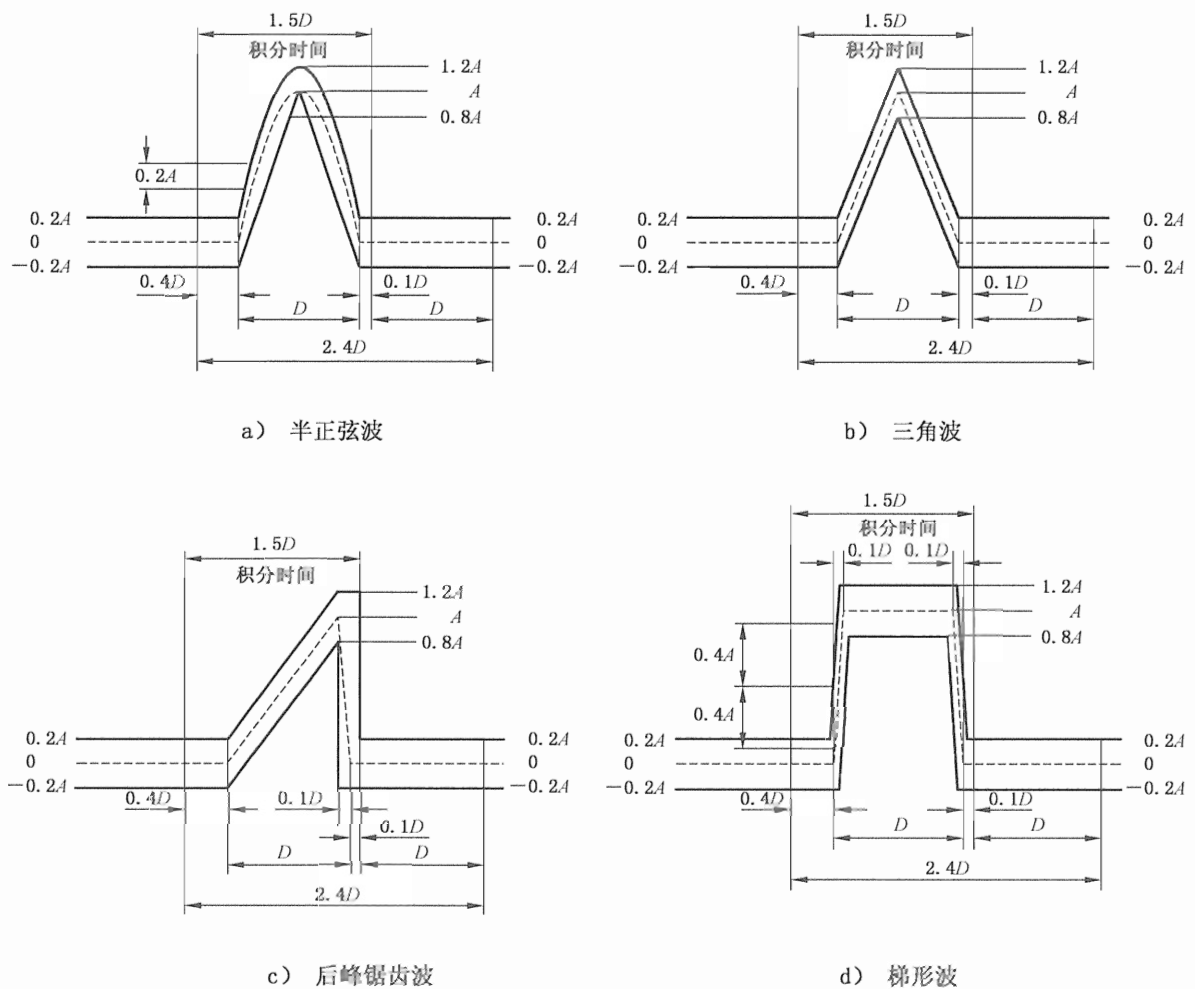
振动台加额定负载,加速度计的安装同 7.18。由振动台设置、均衡并产生如图 3 所示谱形的振动。在谱形的平直段任取 3 个频率值,用频谱分析仪测量这些频率处的加速度谱密度值。频谱分析仪的频率分辨率取  $1/3\Delta f \sim 1/5\Delta f$ ,同时记录振动台加速度功率谱密度的示值,并计算其相对误差。测量结果应满足 6.9.4 的要求。

7.21 加速度总均方根值和功率谱密度控制准确度

振动台随机振动控制在 90%置信度下,取足够的自由度,按 7.19 和 7.20 的方法观测 10 min,每 2 min 测量 1 次。测量结果应满足 6.9.5 和 6.9.6 的要求。

7.22 峰值加速度、相应冲击脉冲持续时间与冲击脉冲波形

将加速度计固定在台面中心,其输出接测振仪,在规定的工作范围内,测量各严酷等级的峰值加速度、相应冲击脉冲持续时间及其冲击脉冲波形,测量结果应满足 6.10 的要求。



说明:

---- 标称脉冲线;

—— 容差范围线;

A—— 标称脉冲的峰值加速度;

D—— 标称脉冲的持续时间(标称脉冲的宽度)。

图 4 基本冲击脉冲波形

## 8 检验规则

### 8.1 检验分类

振动台检验分出厂检验和型式检验。

### 8.2 出厂检验

出厂检验可根据用户要求从第 6 章规定的项目中选定,用户不需要的功能可不作为出厂检验项目,经用户同意,6.3 可不检测。振动台检验合格后方可出厂,并附有产品质量合格证明文件。

### 8.3 型式检验

型式检验应根据振动台的功能对第 5 章和第 6 章规定的项目全部进行检验。检验时,在同型号振动台中随机抽取样机 1 台进行检验。当所有检验项目都合格时,则该样机的检验方为合格,并判定该型号振动台为合格批。

## GB/T 21116—2007

## 9 标志与包装

## 9.1 标志

9.1.1 振动台应在适当位置固定产品铭牌。

9.1.2 铭牌应包括下列内容：

- a) 产品型号、名称；
- b) 主要技术参数；
- c) 出厂编号、制造日期；
- d) 制造者名称或标志。

9.1.3 包装箱上标志应包括下列内容：

- a) 产品型号、规格、名称、数量；
- b) 箱体最大外形尺寸(长×宽×高),mm；
- c) 净重与毛重,kg；
- d) 收发货单位和地址；
- e) 制造者名称。

9.1.4 包装箱上的储运图示标志应符合 JB/T 6147—2007 中第 6 章的规定。

## 9.2 包装

9.2.1 振动台的包装为防潮、防锈、防尘组合的复合防护包装。

9.2.2 振动台的包装应符合 JB/T 6147—2007 中 5.1、5.4、5.6.2、5.6.4 和 5.6.6 的规定。

## 10 随行技术文件

随振动台应提供下列技术文件：

- a) 装箱单；
- b) 合格证；
- c) 使用说明书(对执行本标准的产品应注明本标准的编号和名称)等。

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
液 压 振 动 台  
GB/T 21116—2007

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

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 字数 21 千字  
:2008年1月第一版 2008年1月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-30352

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)68533533



GB/T 21116—2007