

ICS19.060
N73
备案号:



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 8288—2001
代替 JB/T 8288—1995

液压振动台

Hydraulic vibration generator system

2001-12-04 发布

2002-03-01 实施

中国机械工业联合会 发布

前 言

本标准代替 JB/T 8288—1995《液压振动台》。

本标准与 JB/T 8288—1995 相比主要变化如下：

- 增加了前言；
- 增加了对油箱中油温的要求并规定了试验方法(见 5.2 和 6.3)；
- 增加了随机振动试验系统和其试验方法(见 5.9 和 6.18~ 6.21)；
- 增加了冲击试验系统和其试验方法(见 5.10、6.22 和 6.23)；
- 调整了振动台基本参数系列型谱表,修改了额定工作下限频率:从 0Hz 改为 0.1Hz(见表 1)；
- 修改了工作环境湿度范围:从 10℃~30℃改为 5℃~40℃(见 5.1)；
- 适当提高了频率示值误差的要求(见表 2)。

与本标准相关的其他型式振动台的国家标准有：

- GB/T 13309—1991 机械振动台 技术条件；
- GB/T 13310—1991 电动振动台 技术条件。

本标准由全国试验机标准化技术委员会提出。

本标准由全国试验机标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:北京机械工业自动化研究所、长春试验机研究所。

本标准参加起草单位:苏州试验仪器总厂、西北机器厂。

本标准主要起草人:王敬永、王学智、关镇国、文祖祥、王晓华。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

本标准第一版于 1989 年 3 月以国家标准编号 GB 10861—1989 首次发布(1992 年 11 月经原国家技术监督局清理整顿后调整为推荐性机械行业标准),于 1996 年 4 月经原机械工业部按行业标准重新编号为 JB/T 8288—1995 并发布,同时废止了原国家标准编号。

液压振动台

1 范围

本标准规定了液压振动台的基本参数和主要技术条件。

液压振动台由液压振动发生器、液压源系统、伺服控制装置和振动控制仪及附属设备组成。它应能产生正弦波、随机波、典型冲击波激励中的任何一种或几种。

本标准适用于单台液压振动台(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, ISO 2041:1990, Vibration and shock—Vocabulary, NEQ)

GB/T 2611—1992 试验机通用技术要求

GB/T 3768 噪音源声功率级的测定—简易法

GB/T 10179—1988 液压伺服振动试验设备特性的描述方法(ISO 8682:1989, NEQ)

JB/T 6147—1992 试验机包装、包装标志、储运、技术要求

3 术语和定义

本标准使用 GB/T 2298 中的术语和定义,同时确立了下列术语和定义。

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,在等加速度段,设置均匀加速度功率谱密度时所能达到的最大激振力。

4 基本参数

4.1 振动台参数系列应符合表 1 的规定,并优先选用表 1 的参数。

表 1

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
最大位移 mm	±5、±10、±12.5、±25、±30、±50、±80、±100、±150、±200
最大速度 cm/s	10、20、30、50、100、150、200
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
注:表中的最大速度为单峰值。	

4.2 振动台的技术文件应给出下列基本参数:

- 额定负载;
- 额定正弦激振力;
- 额定正弦加速度;
- 最大速度;
- 最大位移;
- 额定频率范围;
- 最大允许偏心力矩。

5 技术要求

5.1 工作条件

振动台在下列条件下应能正常工作:

- 环境温度 5℃~40℃;
- 相对湿度不大于 85%;
- 电源电压变化在额定电压的±10%以内;
- 周围无腐蚀性介质和影响振动台技术性能的振动存在。

5.2 油温

振动台油箱中的油温应为 10℃~45℃。

5.3 连续工作时间

振动台连续工作时间不应小于 4 h。

5.4 外观

振动台外观质量应符合 GB/T 2611—1992 中第 8 章的规定。

5.5 振动台噪声

制造者应给出振动台噪声(A 计权)的测量值。

5.6 安装要求

振动台的基础振动与振动台主振方向的额定加速度之比不应大于 5%。

5.7 振动控制仪

5.7.1 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

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
$0.1 \leq f \leq 10$	± 0.05 Hz	—
$1 \leq f \leq 10$	—	± 0.1 Hz
$10 < f \leq 1\,000$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$

5.7.2 振动控制仪自闭环加速度功率谱控制动态范围不应小于 40 dB。

5.7.3 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。

5.8 正弦振动试验系统

5.8.1 试验系统加速度信噪比不应小于 50 dB。

5.8.2 试验系统加速度波形谐波失真度不应大于 25%。允许个别点大于 50%,但应记录说明。

5.8.3 试验系统位移波形谐波失真度不应大于 5%。

5.8.4 试验系统工作时,台面加速度幅值均匀度不应大于 25%。允许个别点大于 25%,但应记录说明。

5.8.5 试验系统台面横向振动比(横向加速度幅值与主振方向加速度幅值之比)不应大于 25%。

5.8.6 试验系统振动幅值示值最大允许误差为 $\pm 10\%$ 。

5.8.7 试验系统扫描定振控制准确度为 ± 1.5 dB。

5.8.8 试验系统加速度幅值在 30 min 内的稳定度为 $\pm 10\%$ 。

5.9 随机振动试验系统

5.9.1 试验系统随机加速度功率谱控制动态范围不应小于 35 dB。

5.9.2 试验系统加速度总均方根值示值最大允许误差为 $\pm 10\%$ 。

5.9.3 试验系统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应大于 10%。

5.9.4 试验系统随机振动加速度功率谱密度示值最大允许误差为 $\pm 20\%$ 。

5.9.5 试验系统随机振动在 90%置信度控制下,加速度均方根值控制的准确度为 ± 1 dB。

5.9.6 试验系统随机振动在 90%置信度控制下,加速度功率谱密度控制的准确度为 ± 3 dB。

5.10 冲击试验系统

5.10.1 基本冲击加速度波形(半正弦波、三角波、后峰锯齿波、梯形波)脉冲宽度的最大允许误差为 $\pm 20\%$ 。

5.10.2 基本冲击加速度波形(半正弦波、三角波、后峰锯齿波、梯形波)脉冲幅值的最大允许误差为 $\pm 20\%$ 。

6 试验方法

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—1998 附录 C 第 C3 章的试验要求。

6.1 试验仪器

仪验仪器应符合表 3 的要求。

表 3

序号	名称	技术要求
1	干湿温度计	分辨力 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
2	交流电压表	准确度优于 $\pm 2\%$
3	声级计	准确度优于 $\pm 2\text{ dB}$
4	数字式频率计	准确度优于 $\pm 0.1\%$
5	测振仪(包括压电加速度计、具有积分网络及滤波器的放大器显示器)	压电加速度计横向灵敏度比不大于 3% 测量加速度幅值的最大允许误差为 $\pm 3\%$ 测量位移幅值的最大允许误差为 $\pm 5\%$ 测振仪本身失真度不大于 1%
6	多通道测振仪	技术要求同序号 5
7	三轴向加速度计	各轴向加速度计横向灵敏度比不大于 3%
8	失真度测量仪	准确度优于 $\pm 10\%$
9	电平记录仪(或其它相应记录仪器)	准确度优于 $\pm 0.5\text{ dB}$
10	频谱分析仪	加速度谱密度测量准确度为 $\pm 10\%$
11	概率密度分析仪	—

6.2 试验条件

振动台应在 5.1 规定的工作条件下进行试验。

用于湿温度计和交流电压表对试验条件进行检查,其结果应符合 5.1 的规定。

6.3 油温的测定

将温度计的测头放在油箱里出油口附近,系统工作热平衡后测出的油温应满足 5.2 的要求。

6.4 连续工作时间的测定

采用定频定加速度控制,加速度值取空载下额定加速度的 80%。正常工作时间应满足 5.3 的要求。

6.5 外观检查

振动台的外观质量通过目测检查,应满足 5.4 的要求。

6.6 振动台工作时最大噪声声功率级的测定

振动台在额定工作频率范围内,以额定加速度幅值作扫频振动,用声级计(A 计权)测量并记录声功率级最大值。

声功率级的测量按 GB/T 3768 进行,并按 5.5 的要求给出振动台噪声。

6.7 振动控制仪频率示值误差的测定

采用下列方法测定试验系统的频率示值:

- a) 正弦试验系统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,分别记录试验系统的频率示值和频率计或分析仪的测量值,两者之差应满足 5.7.1 的要求;
- b) 随机试验系统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器的输出端,测量尖峰处的频率值,分别记录试验系统的频率示值和分析仪的测量值,结果应满足 5.7.1 的要求。

6.8 振动控制仪自闭环加速度功率谱控制动态范围的测定

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。

$f_1 \sim f_{13}$ 的值由供需双方根据不同振动台的额定工作频率范围协商给定,且 a、b 段频率差值应尽量小。测量结果应满足 5.7.2 的要求。

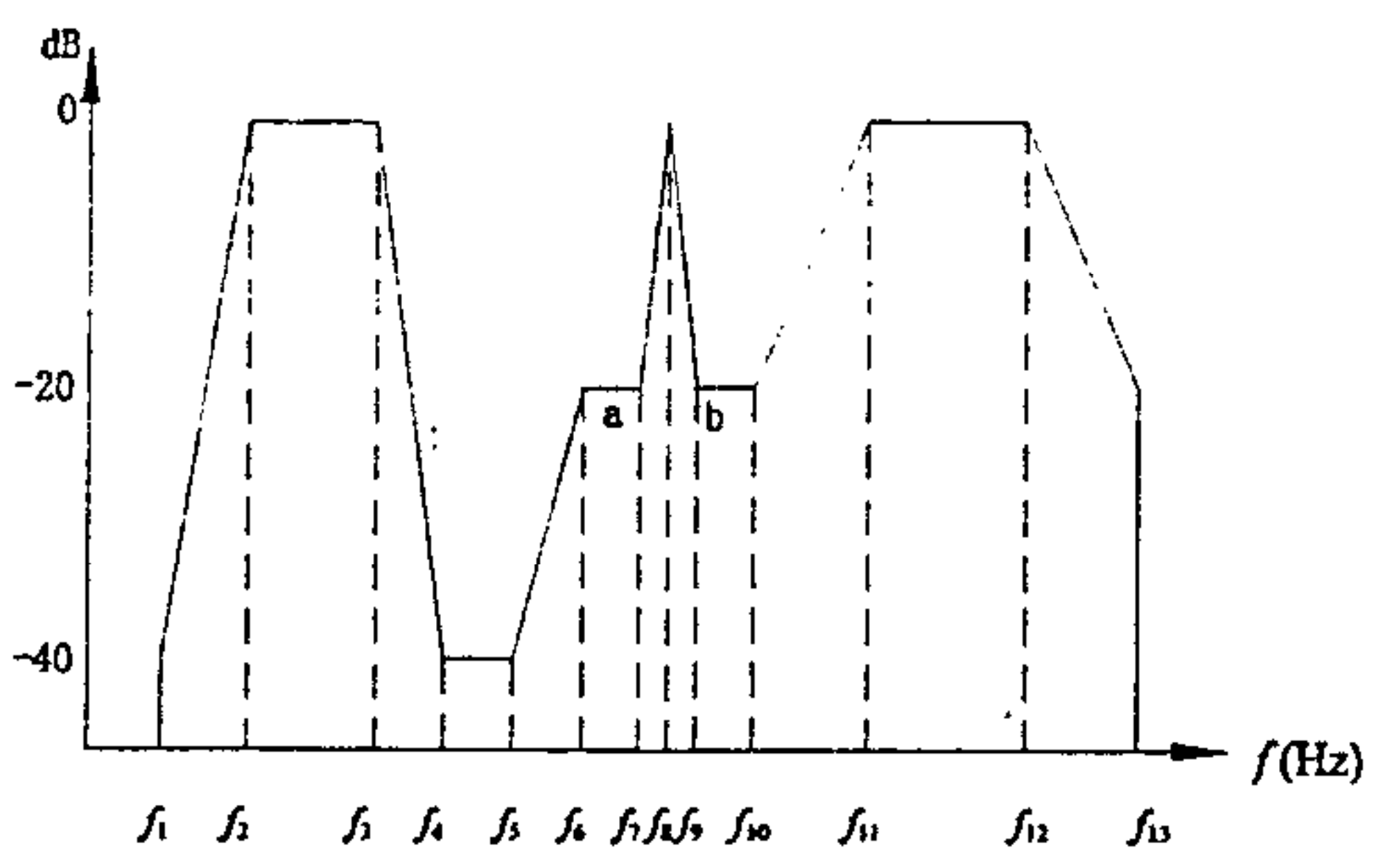


图 1

6.9 振动控制仪随机信号的检验

用概率密度分析仪(或具有概率密度分析功能的其他仪器)测量试验系统的输出信号,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 5.7.3 的要求。

6.10 试验系统加速度信噪比的测定

把加速度计刚性地连接在振动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)计算出加速度信噪比 M :

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

式中:

- $a_{\max}$ ——振动台额定加速度值(有效值);
- 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)。

其测量结果应满足 5.8.1 的要求。

6.11 试验系统加速度波形谐波失真度的测定

按本标准 6.10 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。

其测量结果应满足 5.8.2 的要求。

6.12 试验系统位移波形谐波失真度的测定

在振动台台面上将台面位移信号接失真度测量仪(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。

其测量结果应满足 5.8.3 的要求。

6.13 试验系统台面加速度幅值均匀度的测定

振动台空载,将 5 只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,在额定工作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)计算出振动幅值均匀度 N :

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

式中:

$|\Delta a|$ ——同次测量中,各点振动幅值与中心振动幅值的最大偏差的绝对值;

a ——同次测量中,中心点的振动幅值。

其测量结果应满足 5.8.4 的要求。

6.14 试验系统横向振动比的测定

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%额定加速度值下振动,从振动仪上依次测量 3 个方向的振动幅值,按公式(3)计算出横向振动比 T :

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

式中:

a_x, a_y ——垂直于主振方向的两个相互垂直的振动幅值分量;

a_z ——主振动方向振动幅值。

其结果应满足 5.8.5 的要求。

6.15 试验系统振动幅值示值误差的测定

按本标准 6.10 的方法安装加速度计,其输出接测振仪,在额定工作频率范围内,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 δ_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。

其结果应满足 5.8.6 的要求。

6.16 试验系统扫描定振准确度的测定

按本标准 6.10 的方法安装加速度计,其输出经测振仪接电平记录仪,在扫频频率范围内以 1 倍频程/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。在电平记录仪上记录的振幅曲线的平直度应满足 5.8.7 的要求。

6.17 试验系统加速度幅值稳定度的测定

按本标准 6.10 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%额定加速度值,各连续振动 30min,每隔 10min 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:

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

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;

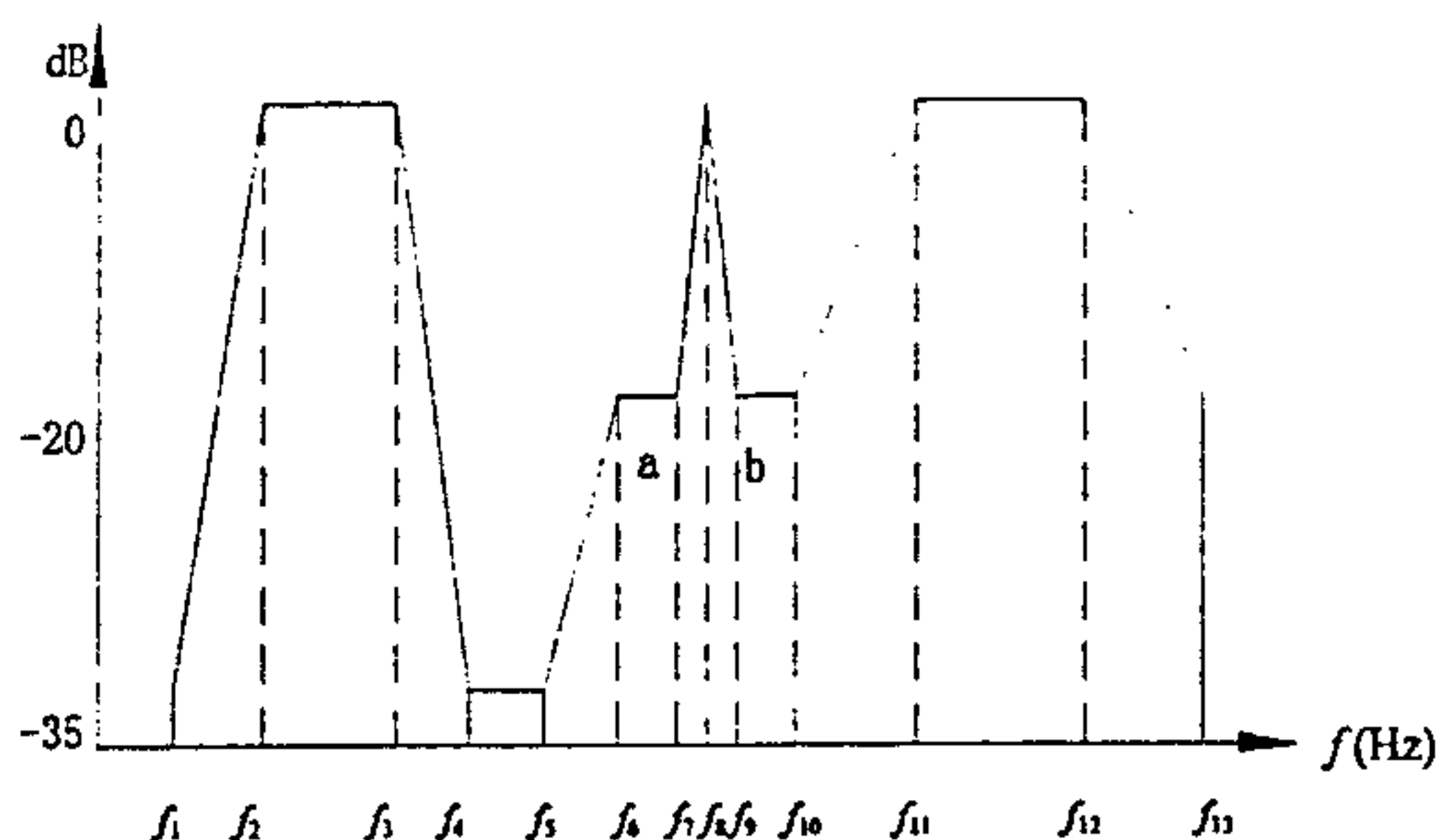
a_k ——加速度幅值的设定值。

其结果应满足 5.8.8 的要求。

6.18 试验系统随机加速度功率谱控制动态范围的测定

振动台加额定负载,把加速度计(它与试验系统本身的测控加速度计尽可能靠近)刚性连接在尽可能

靠近振动台台面中心,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,电荷放大器的输出接到频谱分析仪,检测试验系统所能均衡的动态范围,测量结果应满足 5.9.1 的要求。

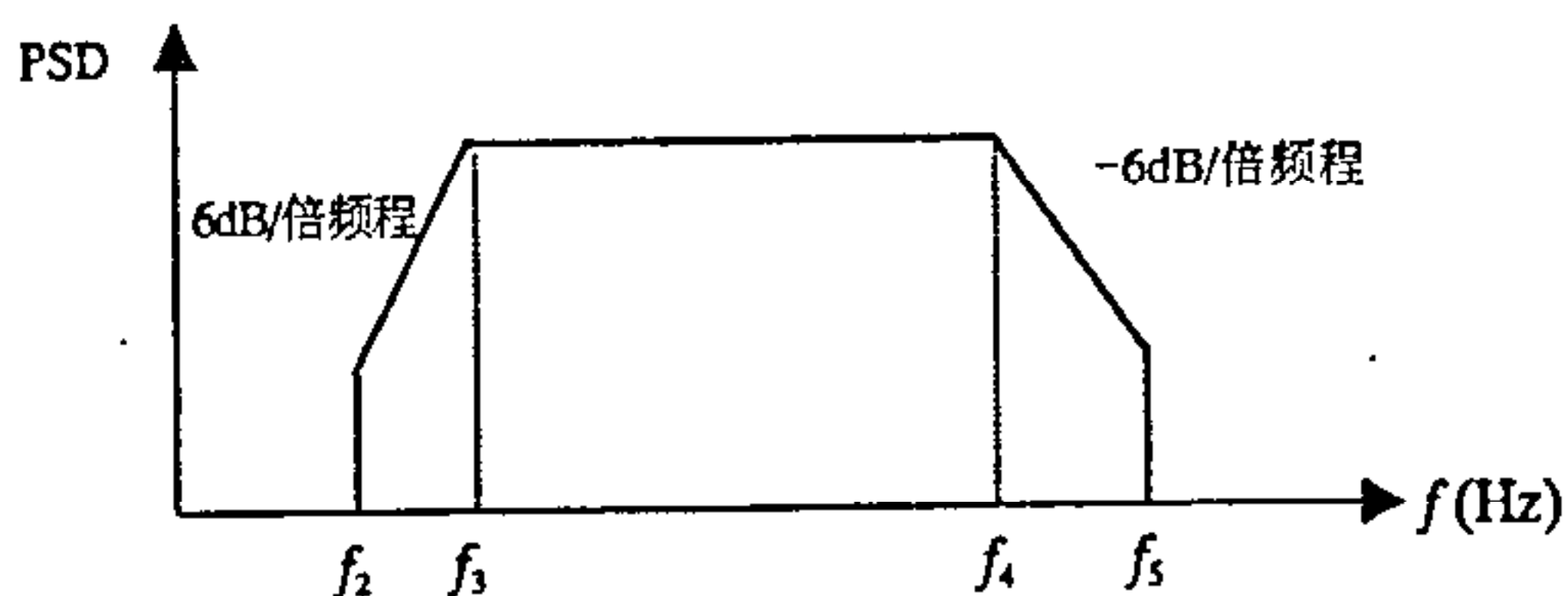


$f_1 \sim f_{13}$ 的值由供需双方根据不同振动台的额定工作频率范围协商给出,且 a, b 段频率差值应尽量小。若试验系统难以设置图 2 谱形,允许适当修改,但应给出所用谱形。

图 2

6.19 试验系统加速度总均方根值的测定

振动台加额定负载,加速度计的安装同 6.18,由试验系统设置,均衡并产生图 3 所示谱形的振动。



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

图 3

采用下列方法之一测量其加速度总均方根值:

6.19.1 采用全套测振仪测量其加速度总均方根值。低通滤波器截止频率放置在 2kHz,真均方根值电压表平均时间放置在 3s。加速度总均方根值示值误差 A_s 按公式(6)计算:

$$A_s = \frac{A_s - A_b}{A_b} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

A_s ——试验系统示值;

A_b ——测量仪实测值。

A_s 、 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 $f_s \sim 10f_s$ 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 5.9.2 和 5.9.3 的要求。

6.19.2 采用频谱分析仪测量加速度谱密度,计算出频带内和频带外加速度总均方根值,并且按照公式 (6) 计算误差。测量结果应满足 5.9.2 和 5.9.3 的要求。

6.20 试验系统随机振动加速度功率谱密度示值误差的测定

振动台加额定负载,加速度计的安装同 6.18。由试验系统设置、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,用频谱分析仪测量各频率处的加速度谱密度值。分析仪的频率分辨力取 $(1/3 \sim 1/5)\Delta f$,同时记录试验系统的示值,计算其相对误差。

测量结果应满足 5.9.4 的要求。

6.21 试验系统加速度总均方根值和功率谱密度控制准确度的测定

试验系统控制准确度在 90%置信度下取足够的自由度,按 6.19 和 6.20 观测 10 min,每 2 min 测量 1 次。测量结果应满足 5.9.5 和 5.9.6 的要求。

6.22 基本冲击波形脉冲宽度误差的测定

按图 4 安装加速度计和连接测量仪器,试验系统分别设置脉冲宽度 D ,脉冲高度 A 的半正弦波、三角波、后峰锯齿波、梯形波基本冲击加速度波形(如图 5 所示),并均衡。当被控制波形纳入容差带后,采用频谱分析仪分别测量各个波形。首先寻找波形左端的过零点,然后寻找右端的过零点,两零点之间的时间差 t 为此波形的脉冲宽度。按公式 (7) 计算误差 δ_1 ,并用记录仪记录其波形。测量结果应满足 5.10.1 的要求。

$$\delta_1 = \frac{t-D}{D} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

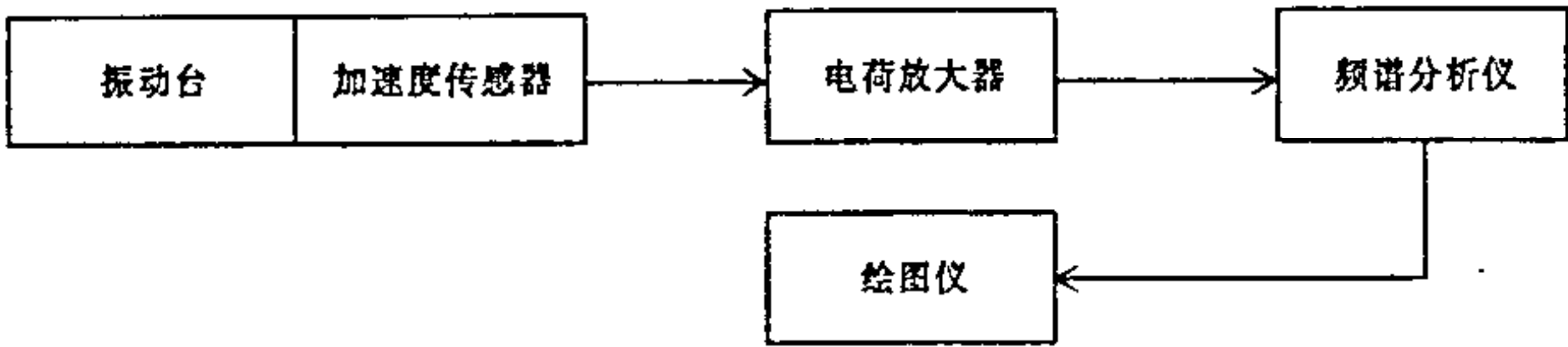


图 4

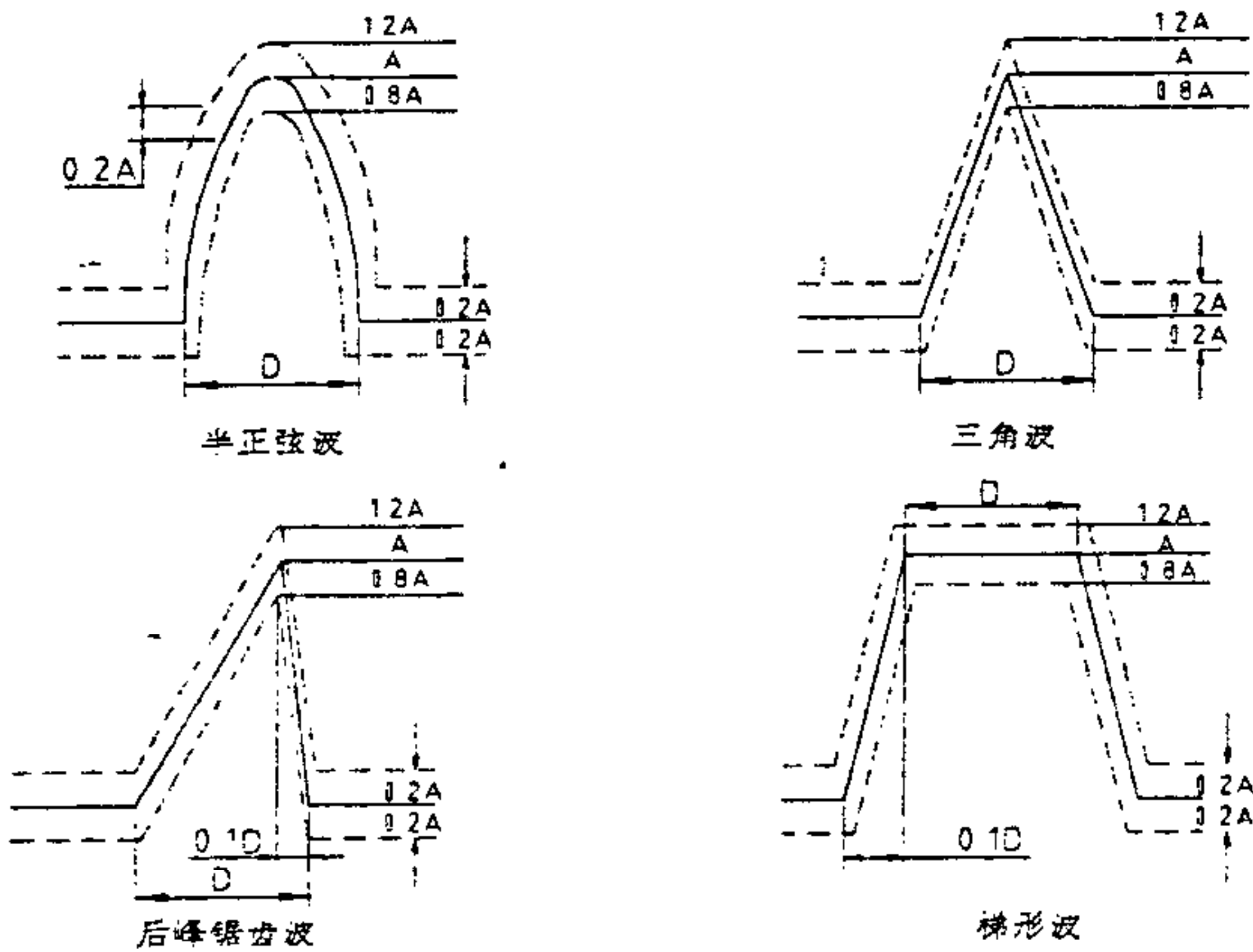


图 5

6.23 基本冲击波形脉冲幅值误差的测量

按 6.22 测量各冲击波形。采用频谱分析仪测量从零点到波形顶端的脉冲高度 A_m , 若顶部波形有振荡产生, 测量从过零点到顶部振荡的中线脉冲为高度 A_m 。按公式(8)计算其误差 δ_{Am} , 并用记录仪记录其波形。测量结果应满足 5.10.2 的要求。

$$\delta_{Am} = \frac{A_m - A}{A} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(8)$$

7 检验规则

7.1 出厂检验

振动台必须经检验合格后方能出厂, 并应附有产品质量合格证书。振动台出厂试验项目, 根据需方的要求, 在第 5 章规定的项目中选定。

- a) 若需方仅要求正弦振动时, 则 5.7 中的随机振动部分、5.9、5.10 的项目不必进行试验;
- b) 若需方仅要求随机振动时, 则 5.8、5.10 的项目不必进行试验;
- c) 若需方仅要求冲击时, 则 5.7 中的随机振动部分、5.8、5.9 的项目不必进行试验;
- d) 若需方同意, 5.3 可不测定。

7.2 型式检验

7.2.1 型式检验应根据振动台的功能对第 4 章和第 5 章规定的项目全部进行检查。

7.2.2 有下列情况之一时, 应对振动台进行型式检验:

- a) 新产品试制或老产品转厂生产的定型鉴定;
- b) 产品正式生产后, 其结构设计、材料、包装、工艺以及关键配套元器件有较大改变能够影响产品性能时;
- c) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- d) 国家质量监督检验机构提出质量检验要求时。

7.3 判定规则

7.3.1 对于出厂检验, 每套振动台出厂检验项目的合格率达到 100% 方为合格。

7.3.2 对于型式检验, 每批至少抽样 1 套, 若检验后该样品为合格品, 则判定该检验批产品为合格批, 若检验后该样品为不合格品, 则判定该检验批产品为不合格批。

8 标志、包装、贮存

8.1 标志

振动台应有铭牌, 并应标明下列内容:

- a) 名称;
- b) 型号;
- c) 主要技术参数(额定负载, 额定正弦激振力, 最大位移, 额定工作频率范围);
- d) 制造者名称;
- e) 出厂编号;
- f) 制造日期。

8.2 包装

振动台的包装应符合 JB/T 6147—1992 中第 4 章的规定。

8.3 贮存

振动台应贮存于防潮通风的库房中, 库房不得有腐蚀性气体和化学物品存在。

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准

液压振动台

JB/T 8288—2001

*

机械工业仪器仪表综合技术经济研究所出版

北京市广安门外大街甲 397 号

邮政编码:100055

电 话:63490314,63261816

廊坊市光达胶印厂印刷

机械工业仪器仪表综合技术经济研究所发行

*E-mail:sditei@public.gb.com.cn

网址: <http://www.itei.com.cn/content.htm>

*

2002 年 7 月第一版 2002 年 7 月第一次印刷

*