

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 6076—92

振动台选择指南

1992-05-05发布

1993-07-01实施

中华人民共和国机械电子工业部

发布

振动台选择指南

1 主题内容与适用范围

本标准规定了主要类型振动台的选择方法和基本要求。
本标准适用于用户根据试验要求选择振动台。

2 引用标准

GB 2298	机械振动、冲击术语
GB 7670	电动振动试验设备特性的描述方法
GB 10179	液压伺服振动试验设备特性的描述方法
GB/T 11353	振动发生器辅助台设备特性的描述方法
JJG 189	机械式振动试验台试行检定规程
JJG 190	电动式振动试验台系统试行检定规程
JJG 638	液压式振动试验台国家计量检定规程

3 振动台的主要类型和基本参数

用于产生振动并将其传递到其他结构或设备上的机器称为振动发生器。振动发生器和必需的附属设备所组成的系统称为振动发生器系统，亦称为振动台。

3.1 振动台的主要类型

根据原理和结构的不同，振动台的主要类型有机械振动台、电动振动台、液压振动台、电磁振动台、压电振动台、磁致伸缩振动台和共振振动台等。经常使用的是机械振动台、电动振动台和液压振动台。

3.1.1 机械振动台

具有机械振动发生器的振动台称为机械振动台。机械振动台主要有直接驱动振动台和反作用式振动台两种类型。

3.1.1.1 直接驱动振动台

直接驱动振动台是由连杆或凸轮等传动机构直接驱动的振动台，其位移振幅一般不随负载和频率变化。根据驱动机件的不同可分为曲柄连杆式（见图1）、摇架式（见图2）和凸轮式（见图3）。

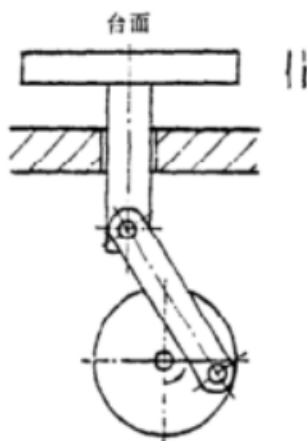


图1 曲柄连杆式机械振动台

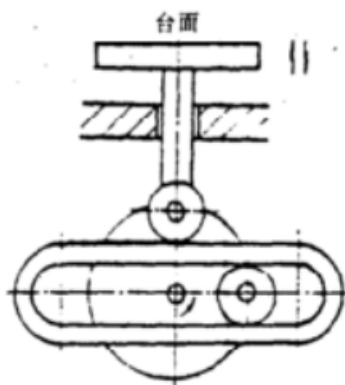


图2 摇架式机械振动台

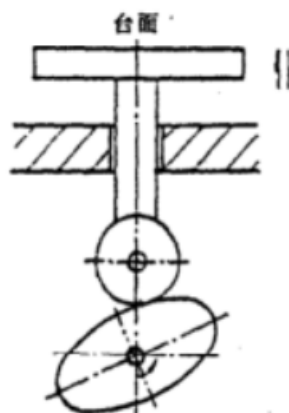


图 3 凸轮式机械振动台

3.1.1.2 反作用式振动台

反作用式振动台是由不平衡质量的旋转或往复运动产生激振力的振动台 (见图 4)。

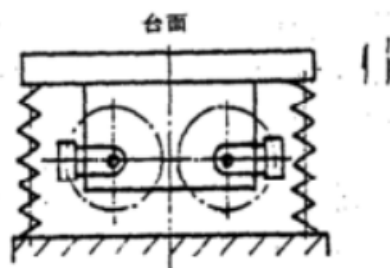


图 4 反作用式振动台

3.1.2 电动振动台

由固定的磁场和位于磁场中并通有一定交变电流的可动线圈的相互作用所产生的激振力来驱动的振动发生器,称为电动振动发生器,其典型结构见图 5。图 6。具有电动振动发生器的振动台称为电动振动台,其方框图见图 7。

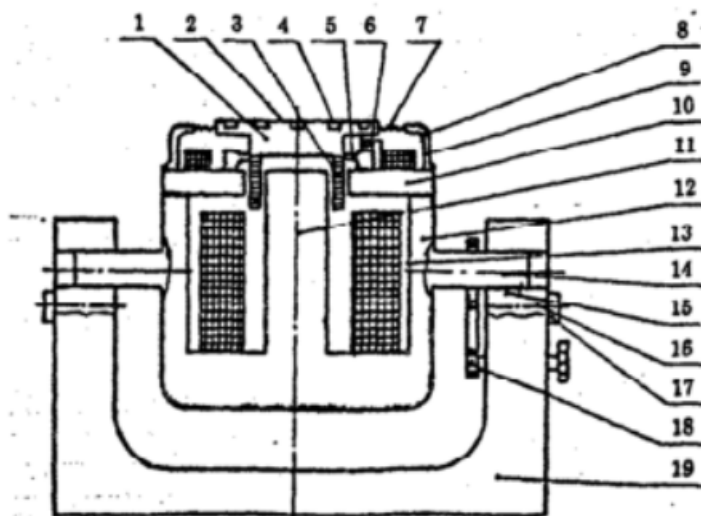


图 5 具有工作台的电动振动发生器的典型结构

1—骨架;2—工作台;3—动圈;4—安装螺栓套;5—运动部件的悬挂和导向;6—极限制动器;

7—弹性密封;8—外罩;9—消磁线圈;10—外部极片;11—中心极片;12—台体外壳;13—励磁线圈;

14—耳轴;15—支撑;16—振动发生器悬挂;17—悬挂锁紧装置;18—振动发生器定向装置;19—底座

注: 运动部件包括骨架、工作台和动圈。

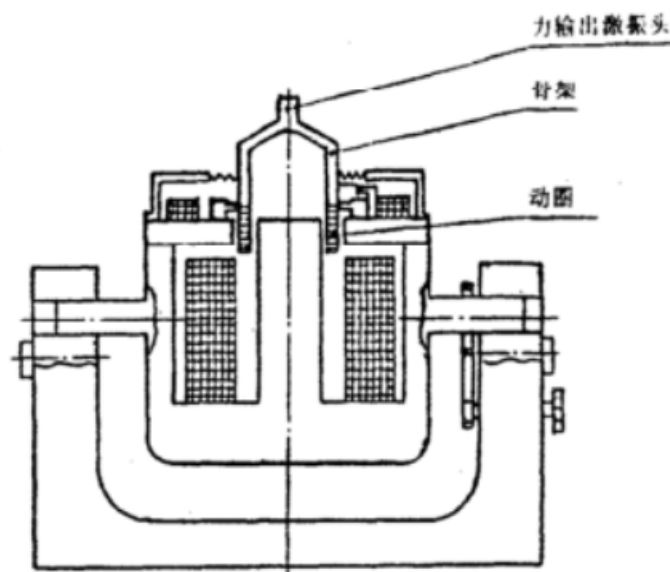


图 6 具有力输出激振头的电动振动发生器典型结构

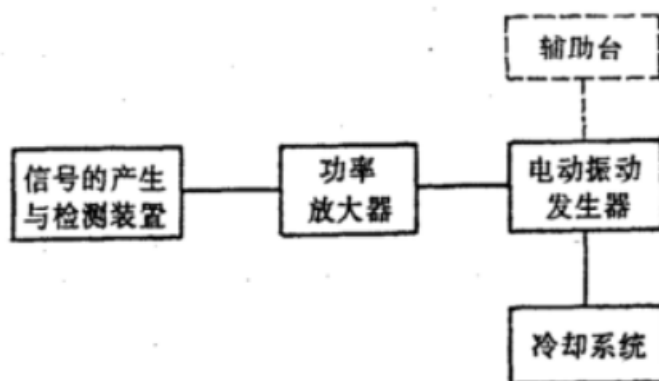
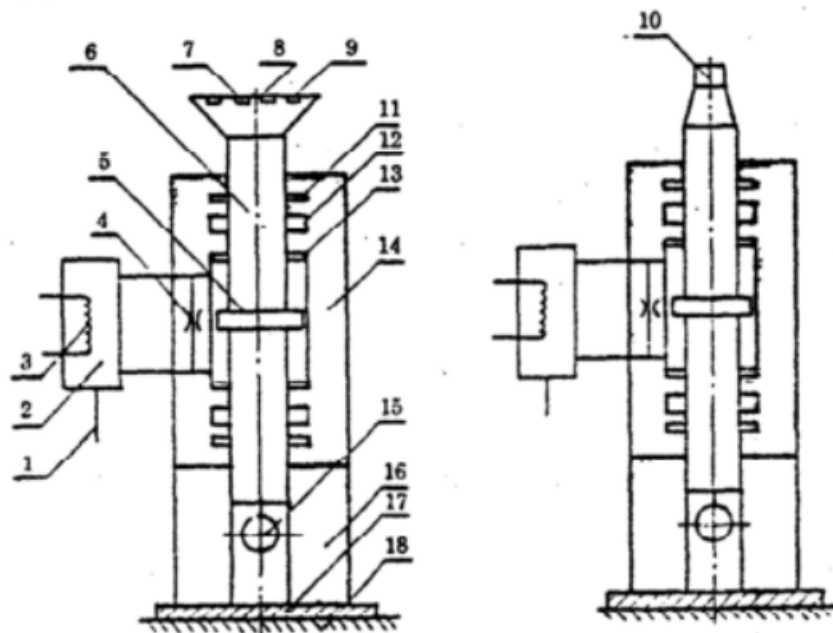


图 7 电动振动台方框图

3.1.3 液压振动台

利用液体压力作为激振力的振动发生器称为液压振动发生器(见图 8)。具有液压振动发生器的振动台称为液压振动台,其方框图见图 9。



a 具有工作台的液压振动发生器 b 具有力输出端的液压振动发生器

图 8 液压振动发生器

1—高压源;2—伺服阀;3—伺服阀控制线圈;4—可调旁通阀;5—活塞;6—活塞杆;7—工作台体;
8—工作台面;9—螺纹衬套;10—力输出端;11—密封与泄漏收集器;12—导向系统;13—限位器;
14—液压缸体;15—位移传感器;16—底座;17—基板;18—基础或反作用质量

注: ① 运动部件包括活塞、活塞杆、工作台体(或力输出端)。
② 液压缸体与底座可采用柱铰或球铰连接。

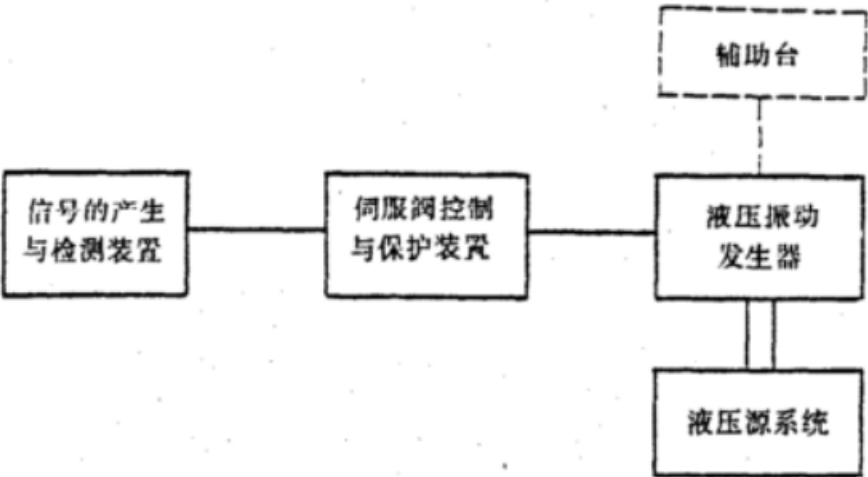


图 9 液压振动台方框图

3.2 振动台基本参数

3.2.1 机械振动台的基本参数见表 1。

表 1 机械振动台的基本参数

最大负载 kg	基 本 参 数		
	频率范围 Hz	最大位移 mm	满负载下最大加速度 m/s ²
5	5~100	±5	150
25	5~100	±5	150
50	5~100	±5	100
100	5~80	±3	100
250	5~80	±3	50
500	5~80	±3	50
1000	5~80	±2.5	50

3.2.2 电动振动台的基本参数见表 2。

表 2 电动振动台的基本参数

正弦激振力 N	基 本 参 数				
	频率范围 Hz	最大位移 mm	最大负载 kg	无负载下 最大加速度 m/s ²	工作台面尺寸 mm
100	5~5000	±8	1	250	> φ 50
500	5~5000	±8	5	300	> φ 100
1000	5~5000	±8	15	300	> φ 120
2500	5~5000	±12	30	500	> φ 150
5000	5~3000	±12	50	500	> φ 200
10000	5~3000	±12	100	1000	> φ 240
		±25			
20000	5~2500	±12	200	1000	> φ 320
		±25			
50000	5~2000	±12	500	1000	> φ 400
		±25			
100000	5~2000	±12	1000	1000	> φ 500
		±25			
200000	5~1600	±12	2000	8000	> φ 650
		±25			

3.2.3 液压振动台的基本参数见表 3。

表 3 液压振动台的基本参数

正弦激振力 N	基 本 参 数			
	频率范围 Hz	最大位移 mm	额定负载 kg	额定负载下 最大加速度 m/s ²
5000	DC~1000	±10	50	100
10000	DC~1000	±10	100	100
20000	DC~1000	±10	200	100
50000	DC~500	±10	500	100
100000	DC~500	±10	1000	100
	DC~100	±150		
200000	DC~500	±10	2000	100
	DC~100	±125		
500000	DC~20	±100	5000	100

注: ① 额定负载的重力一般取激振力的1/10~1/20。

② 表中正弦激振力、频率范围、最大位移均为额定负载条件下的数据。

4 三种类型振动台主要性能的比较

三种类型振动台主要性能的比较见表 4。

三种类型振动台的频率和振幅的常用区域见图 10。

表 4 三种类型振动台主要性能的比较

项 目	种 类		
	机 械 振 动 台	电 动 振 动 台	液 压 振 动 台
最大推力	小	中	大
最大位移	小	中	大
频率范围	窄	宽	较宽,可从直流开始
波形种类	正弦	正弦、随机	正弦、三角、矩形、随机
波形失真度	较大	小	较小
自动编程	不能	能	能
控制参数	位移	位移、速度、加速度	位移、速度、加速度
抗偏载能力	小	中	大
控制精度	差	波形再现较好	随机波形再现好
		功率谱再现好	功率谱再现较好
性能价格比	高	小推力时高	小推力时低
		大推力时低	大推力时高

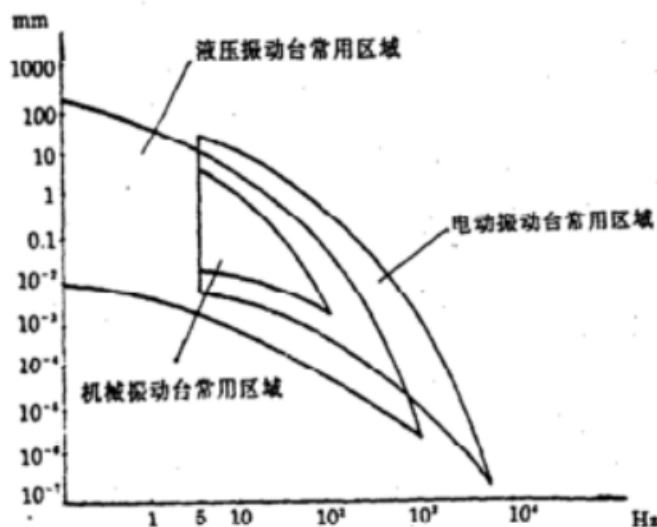


图 10 三种类型振动台频率、振幅的常用区域比较

5 振动试验对振动台的基本要求

选用的振动台各项性能指标应能满足试验规范的要求。

5.1 正弦振动的极限特性

振动试验所要求的特性曲线应在振动台处于相应的试件质量时的极限特性曲线之下。

振动台在不同试件质量下的位移、速度和加速度的极限特性，一般以图 11 所示的正弦振动的极限特性曲线形式给出。

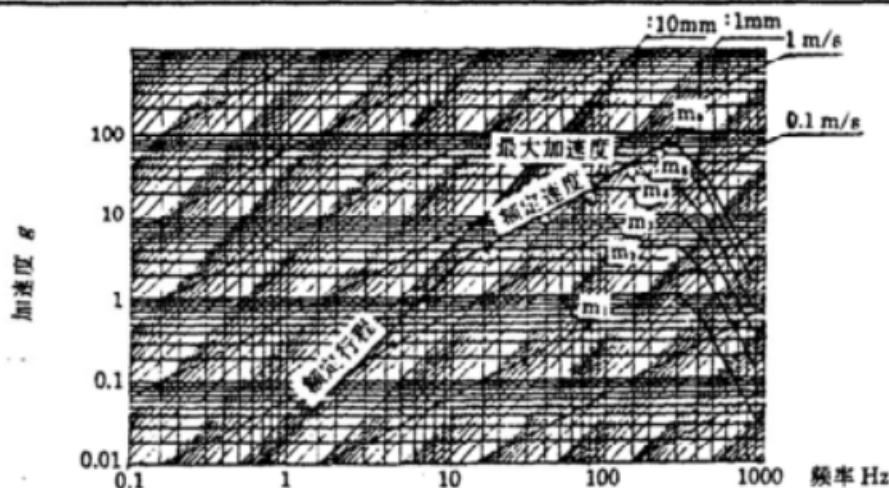


图 11 正弦条件下振动台极限特性曲线

5.2 随机振动的极限特性

振动试验规范中的随机特性曲线应在振动台处于相应的试件质量时的极限特性曲线之下。

振动台在不同的试件质量下的加速度功率谱密度 (PSD) 极限, 一般以图 12 所示的曲线形式给出。

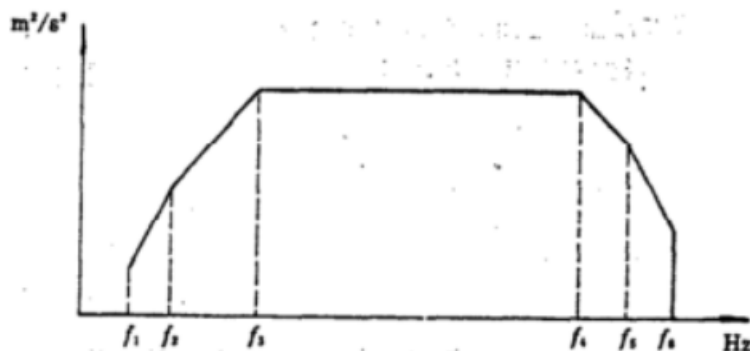


图 12 振动台功率谱密度曲线

振动台的随机性能估算及随机振动控制系统的基本参数见附录 A (参考件)。

5.3 其他要求

下列振动台性能亦应满足振动试验规范要求:

- 静负荷;
- 频率范围;
- 抗偏载能力;
- 连续工作时间;
- 总失真度;
- 工作台面横向运动;
- 工作台面加速度均匀度;
- 本底噪声;
- 频率稳定度;
- 定振精度和辐射噪声的最大声级。

5.4 辅助台

使用辅助台的振动试验, 应按 GB/T 11353 来选择性能参数, 并使其满足振动试验规范要求。

6 振动台性能参数测试检定对试验负载的要求

6.1 机械振动台性能参数测试检定按 JJG 189 进行。

6.2 电动振动台性能参数测试检定按 JJG 190 进行。

6.3 液压振动台性能参数测试检定按 JJG 638 进行。

6.4 对试验负载的要求按 GB 10179 中附录 C 的规定。

附录 A

振动台的随机性能估算及随机振动控制系统的基本参数

(参考件)

A1 振动台的随机性能估算

A1.1 电动振动台的随机性能校核

A1.1.1 电动振动台的两个传递特性

加速度对电流的频率响应函数 $H_i(f)$ 为:

$$H_i(f) = A(f)/I(f) \quad \text{.....(A1)}$$

加速度对电压的频率响应函数 $H_u(f)$:

$$H_u = A(f)/U(f) \quad \text{.....(A2)}$$

式中: $A(f)$ ——电动振动台台面输出的加速度 a 的傅里叶变换; $I(f)$ ——电动振动台功率放大器输出电流 i 的傅里叶变换; $U(f)$ ——电动振动台功率放大器输出电压 u 的傅里叶变换。

上述两个传递特性是随负载质量的不同而变化的,可以计算求出,也可以通过试验得出。

A1.1.2 电流校核

$$G_i(f) = G_a(f) / |H_i(f)|^2 \quad \text{.....(A3)}$$

$$I_{RR} = \left\{ \int_{f_1}^{f_2} G_i(f) df \right\}^{1/2} \quad \text{.....(A4)}$$

要求

$$I_{RR} < I_{SP} \quad \text{.....(A5)}$$

式中: f_1, f_2 ——工作频率的下限、上限, Hz; $G_a(f)$ ——加速度功率谱密度函数, G^2/Hz ; $G_i(f)$ ——电流的功率谱密度函数, G^2/Hz ; I_{RR} ——随机电流峰值, A; I_{SP} ——正弦电流峰值, A。本附录中,第一个下脚标 S 表示正弦条件、R 表示随机条件;第二个下脚标 R 表示均方根值、P 表示峰值。一般情况下,对任意满足正态分布的随机变量 Y 有:

$$Y_{RP} = 3Y_{RR} \quad \text{.....(A6)}$$

A1.1.3 电压校核

$$G_u(f) = G_a(f) / |H_u(f)|^2 \quad \text{.....(A7)}$$

$$U_{RR} = \left\{ \int_{f_1}^{f_2} G_u(f) df \right\}^{1/2} \quad \text{.....(A8)}$$

要求

$$U_{RR} < U_{SP} \quad \text{.....(A9)}$$

A1.1.4 加速度校核

$$A_{RR} = \left\{ \int_{f_1}^{f_2} G_a(f) df \right\}^{1/2} \quad \text{.....(A10)}$$

要求

$$A_{RR} < A_{SP} \quad \text{.....(A11)}$$

A1.1.5 速度校核

$$G_v(f) = \frac{g^2 G_a(f)}{(2\pi f)^2} \quad \text{.....(A12)}$$

式中: $g=9.81 \text{ m/s}^2$

$$V_{RR} = \left\{ \int_h^h G_v(f) df \right\}^{1/2} \quad \text{.....(A13)}$$

$$V_{RR} < V_{SR} \quad \text{.....(A14)}$$

要求

A1.1.6 位移校核

$$G_x(f) = \frac{g^2 G_a(f)}{(2\pi f)^4} \quad \text{.....(A15)}$$

$$X_{RP} = 3 \left\{ \int_h^h G_x(f) df \right\}^{1/2} \quad \text{.....(A16)}$$

$$X_{RP} < (X_{SP} - D) \quad \text{.....(A17)}$$

式中: D ——加上负载质量后电动振动台的初始位移, mm.

A1.2 液压振动台的随机性能校核

液压振动台随机性能校核和电动振动台一样, 由于液压振动台采用液压放大, 所以一般情况下仅需校验随机位移、速度和加速度的峰值。

A2 随机振动控制系统的基本参数

随机振动控制系统分为模拟式控制系统与数字式控制系统, 以数字式控制系统为主。

随机振动数字式控制系统的基本参数为循环时间和均衡时间、频率分辨率、动态范围和控制精度等。

A2.1 循环时间和均衡时间

循环时间是对输出谱形进行一次修正所需的时间。均衡时间是指随机振动试验开始后使控制点的谱达到控制精度所需的时间。

均衡时间与频率分辨率、动态范围、控制精度有关。

A2.2 频率分辨率

频率分辨率是指在某个确定的频率区域内对随机信号进行分析时所用的频率间距。频率分辨率越高, 达到规定控制精度的均衡时间越长。

A2.3 动态范围

动态范围是指在给定的频率范围内, 随机振动控制系统最大输出的功率谱密度与本底噪声的功率谱密度之比取对数, 以分贝表示。动态范围越大, 控制效果越好。

A2.4 控制精度

控制精度是指随机试验所控制信号的功率谱密度在整个试验频率范围内的最大偏离。控制精度以分贝数表示, 分贝数越小, 控制精度越高, 所需均衡时间越长。

附加说明:

本标准由机械电子工业部郑州机械研究所提出并归口。

本标准由机械电子工业部北京机械工业自动化研究所负责起草。

本标准主要起草人赵树绩、华瑞霞、王志杰、史亮、史群尧。

中 华 人 民 共 和 国

机 械 行 业 标 准

振动台选择指南

JB/T 6076—92

机械电子工业部机械标准化研究所出版发行

机械电子工业部机械标准化研究所印刷

(北京 8144 信箱 邮编 100081)

版权专有 不得翻印

开本 880 × 1230 1/16 印张 3/4 字数 18,000

1993 年 5 月第一版 1993 年 5 月第一次印刷

印数 00,000 - 500 定价 2.40 元

编号 0547