

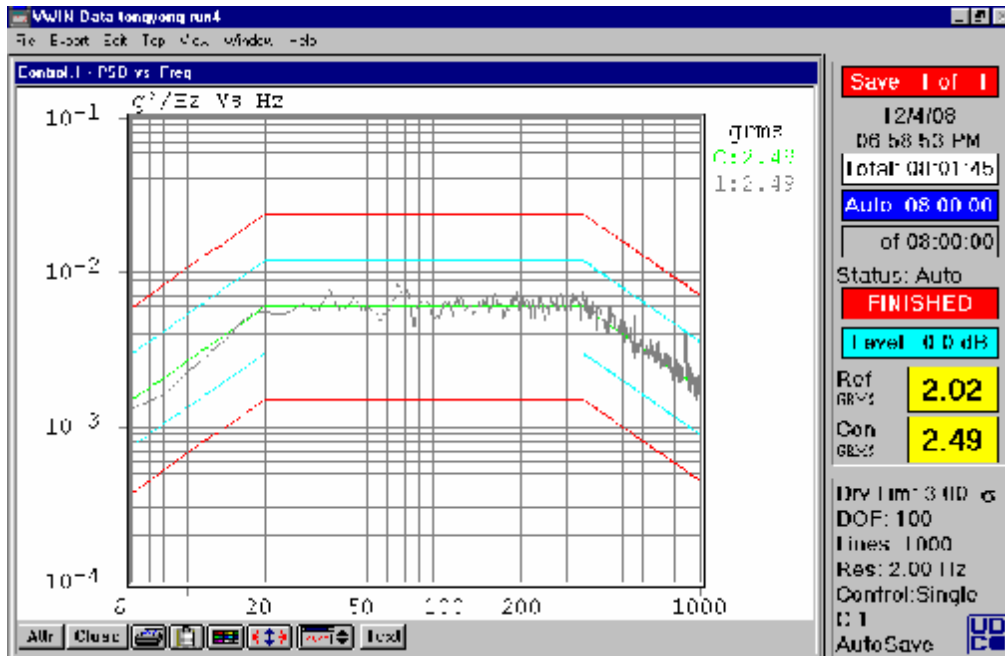
随机振动—试验人员必须了解的参数及设置

江苏省电子信息产品质量监督检验研究院 谢杰

一. 简述

近年来，随机振动试验在我院所有振动试验中的比例越来越高，原因有三：1、科学进步，此类设备的软件大量普及，一般只需在原来的电磁振动台加上一套控制软件及配套设备就可实行。2、企业随着国际标准的大量采用，许多振动试验都采用随机振动。3、随机振动相对传统的正弦振动有着无法比拟的优点，它能模拟各种实际运输条件下可能遇到的振动情况，如模拟公路运输，模拟铁路运输，模拟海运运输等等。本文主要介绍对于试验人员来说必须了解的随机振动参数及设置要求。

二. 随机振动数据



上图是某一随机振动试验后的试验数据，对于试验人员来说，必须了解其中的一些参数含义。

曲线中，横坐标是频率，纵坐标是 PSD，一般简称为频谱曲线。

PSD: Power spectrum density 功率谱密度

PSD 单位有二种: g^2/Hz , $(m^2/Hz)^2/Hz$, 二者之间换算: $1 g^2/Hz = 96(m^2/Hz)^2/Hz$

PSD 是随机振动中的重要参数，可理解为每频率单位中所含振动能量的大小，其值越大，相对应的频率段振幅值会变大，在试验中提高最低频率的 PSD 值可明显感觉到振幅增大。

频谱曲线的特点：1、它是对数坐标，主要是为了表述画线方便。2、它有一条平线或多条平线及斜线组成，平线和斜线之间首尾相连组成。3、试验条件中，PSD 值不变的是平线，用 + dB/oct 表示向上的斜线，用 - dB/oct 表示向下的斜线。如 -3 dB/oct 表示每增加一倍频率，PSD 值下降一半。

频谱曲线中，中间一条是设定曲线，上面二条和下面二条是设备的保护及中断线，附加在中间设定值上的变化曲线是振动台实际控制曲线。

三. 频率的选择

频率是随机振动的另一个重要参数，其单位是 Hz，频率的选择一般与实践使用范围有关。例如：海运试验条件频率较低，一般从 1~100Hz，而且低频 PSD 值较大，随机振动的感觉像乘海轮，振幅大，频率低。铁路运输试验条件，频率是 5~150Hz，也是低频的 PSD 值大，随机振动给人的感觉如同乘坐火车旅行，有趣的事，有时感到声音也非常相似。高频随机振动，一般高频至 2000Hz 时，振动时噪声非常刺耳，感觉与飞机刚起飞或到达目的地下降时相似，高频振动一般应用于飞机运输或者其它有高频场合的地方。

对于频率，试验人员必须注意最高频率和最低频率值。高频时，有些试验附加台面有可能不符合要求，不能使用；最低频率时，要了解其振幅是否要超过振动台的最大允许值，不注意的话有可能损伤台面，使振动试验无法进行下去。

四. 试验时间

试验时间在随机振动试验数据中位于图中右上方。

试验时间有二项：Total 和 Auto。Auto 是试验要做的时间，Total 是设备运行的时间，Total 比 Auto 多的原因是：随机振动试验时计算机要进行预处理，才能产生符合试验要求的频谱曲线，预处理的时间一般为 2~4 分钟，而在正弦振动中是不需要的。

试验时间的选择，在 GJB150.16 标准中，它给出了 1 小时的随机振动相当于运输多少公里的价值，这给试验人员进行试验时间的选择提供了方便。

随机振动与正弦振动有许多不同之处，如正弦振动中一般三个方向的试验条件和试验时间都是相同的，而在随机振动中，三个试验方向的条件和试验时间都可能会不同，一般来说，垂直方向的条件最大，试验时间也最长。

PSD、频度和试验时间组成**随机振动三要素**，有了这三个条件就可以进行随机振动试验。

五. 均方根加速度 Grms

试验人员必须了解均方根加速度 Grms。

均方根加速度 Grms：它是通过计算频谱曲线下面的面积后再开根号求出。如 PSD 是一平线，则其计算公式为： $Grms = \sqrt{wf}$ ，其中 W 是 PSD 值，f 是频率值，其值等于最高频率-最低频率。一般试验标准中会给出相关值，给试验人员参考。

Grms 值与正弦振动的 g 值有类似的作用，它与设备的最大推力有关，是选择设备的重要参数。

六. 设备的选用

了解频谱曲线的特点与 Grms 值后，就可以针对样品选用试验设备。目前我院有振动试验设备 4 套，除了机械振动无法进行随机振动外，其它三台都可以进行随机振动试验，试验人员必须了解它们的性能，才能根据试验条件及样品作出选择。下面是我院振动 3 台试验设备的具体性能：

Item 名称 (Description)	Type 型号 (Model)	dimensions 尺寸、(cm)	Test Range 试验范围	Manufacturer 生产厂家
Electromagnetic Vibration Test Systems 电动振动台	G-0145	台面 12.5× 12.5	450kg, 120g 空载, 25mmp-p, 5~ 3500Hz	Shinken CO.,LTD JAPAN 日本振研
Electromagnetic Vibration Test Systems 电动振动台	CV-300-1.5	台面 80× 80	300kg, 40mmp-p, 2~ 2000Hz	IMV LAB CO.,LTD JAPAN 国际振研
Vibration Test Systems 电动振动台	SAI30-R16C	台面 垂直 80× 140, 水平 140×150	4500kg, 100g 正弦, 60g 随 机, 51mmp-p, 2100Hz, 负载 680kg. 动圈 45.4kg 动圈直径 445mm, 垂直 台面 238kg 水平 284kg	Unholtz-Dickie Corporation 美国 UD 公司

一般原则是可以：小试验样品尽量安排在小振动台上做，大样品及大试验条件安排在大的振动台进行试验。

七. 试验人员必须了解的其它设置参数

随机振动试验设置中，试验人员还必须了解传感器的灵敏度，Drv Lim, Lines 等值。试验中每一个传感器的灵敏度都不同，必须注意不能搞错。Drv Lim 是随机振动时对振幅的限制，一般选取 3σ 。Lines 是频谱线，它对随机振动的模拟的精确度相关，一般越大，精度越高。正常情况下可取最高频度值即可。

2008 年 12 月 18 日