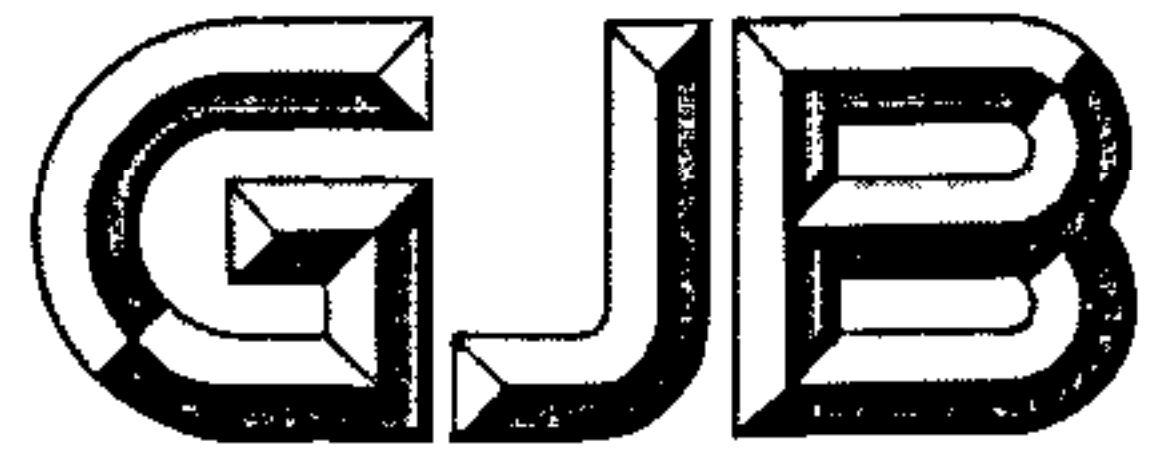




中华人民共和国国家军用标准

FL 0150

GJB 5020—2003

温度、湿度、振动 综合试验设备校准方法

Calibration method for combined
temperature/humidity/vibration testing equipments

2003—07—21 发布

2003—10—01 实施

中国人民解放军总装备部 批准

目 次

前言 Ⅲ

1 范围 1

2 引用文件 1

3 术语和定义 1

4 三综合试验设备的校准框图和校准项目 1

4.1 综合试验设备的校准框图 1

4.2 校准项目 2

5 三综合试验设备校准时的环境条件和标识要求 2

5.1 三综合试验设备校准时的环境条件 2

5.2 三综合试验设备的标识要求 2

6 校准用仪器 2

7 校准方法 3

7.1 三综合试验设备工作环境条件的检查 3

7.2 振动试验系统工作时最大噪声的测量 3

7.3 振动台台面漏磁的校准 3

7.4 振动试验系统控制仪频率示值的校准 3

7.5 振动试验系统随机信号的校准 3

7.6 振动试验系统加速度信噪比的校准 4

7.7 振动试验系统频率响应特性的校准 4

7.8 振动试验系统台面加速度谐波失真度的校准 4

7.9 振动试验系统台面幅值均匀度的校准 5

7.10 振动试验系统台面横向振动比的校准 5

7.11 扫频定振允差限的校准 6

7.12 加速度幅值示值稳定性的校准 6

7.13 振动试验系统台面加速度、速度、位移示值的校准 6

7.14 振动试验系统正弦推力的校准 7

7.15 振动试验系统动态范围的校准 7

7.16 振动试验系统加速度总均方根值的校准 7

7.17 加速度谱密度示值的校准 8

7.18 振动试验系统加速度总均方根值和谱密度控制允差限的校准 8

7.19 振动试验系统随机推力的校准 9

7.20 环境试验箱温度示值的校准 10

7.21 环境试验箱温度偏差的校准 11

7.22 环境试验箱内最大温度差的校准 11

7.23 相对湿度示值误差和相对湿度偏差的校准 11

7.24 三综合试验设备温度、湿度和振动参数的校准 11

7.25 温度变化速率的校准 12

7.26 环境试验箱温度循环随机振动控制允差限的校准 12

8 校准周期 13

附录 A (资料性附录) 随机信号的检验 14

附录 B (资料性附录) 温度、湿度、振动综合试验设备技术要求 17

附录 C (规范性附录) 温度、湿度、振动综合试验设备校准用仪器 22

附录 D (规范性附录) 干湿球方法测量相对湿度的操作方法 24

前 言

本标准规定了温度、湿度、振动综合试验设备的校准方法,为温度、湿度、振动综合试验设备的校准及实验室间的能力测试和比对提供依据。

附录 A 提供了配合本标准参考使用的随机信号的检验方法,是资料性附录。

附录 B 提供了配合本标准参考使用的温度、湿度、振动综合试验设备的技术要求,是资料性附录。

附录 C 提供了配合本标准使用的温度、湿度、振动综合试验设备校准用仪器,是规范性附录。

附录 D 提供了配合本标准使用的干湿球法测量相对湿度的操作方法,是规范性附录。

本标准的提出部门:中国人民解放军总装备部电子信息基础部。

本标准的归口单位:中国人民解放军总装备部技术基础管理中心。

本标准的起草单位:中国航空工业第 304 研究所。

本标准的主要起草人:洪宝林、曾 吾、宋庆国。

温度、湿度、振动
综合试验设备校准方法

1 范围

本标准规定了温度、湿度、振动综合试验设备的校准方法。

本标准适用于装备(产品)温度、湿度、振动综合环境下试验设备(以下简称三综合试验设备)的校准及能力测试。对同类试验设备也可参考此标准进行校准。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本标准的条款。凡注日期或版次的引用文件,其后的任何修改单(不包括勘误的内容)或修订版本都不适用于本标准,但提倡使用本标准的各方探讨使用其最新版本的可能性。

- GJB 2715-1996 国防计量通用术语
- JJG 948-1999 数字式电动振动试验系统
- GB 2298-80 机械振动、冲击的名词术语

3 术语和定义

GJB 2715-1996 和 GB 2298-80 确立的术语和定义适用于本标准。

4 三综合试验设备的校准框图和校准项目

4.1 三综合试验设备的校准框图

三综合试验设备是由温度、湿度环境试验箱(简称环境试验箱)和产生振动环境的振动试验系统(JJG 948-1999 中概述)(简称振动试验系统)组合而成的。

校准框图如图 1 所示。

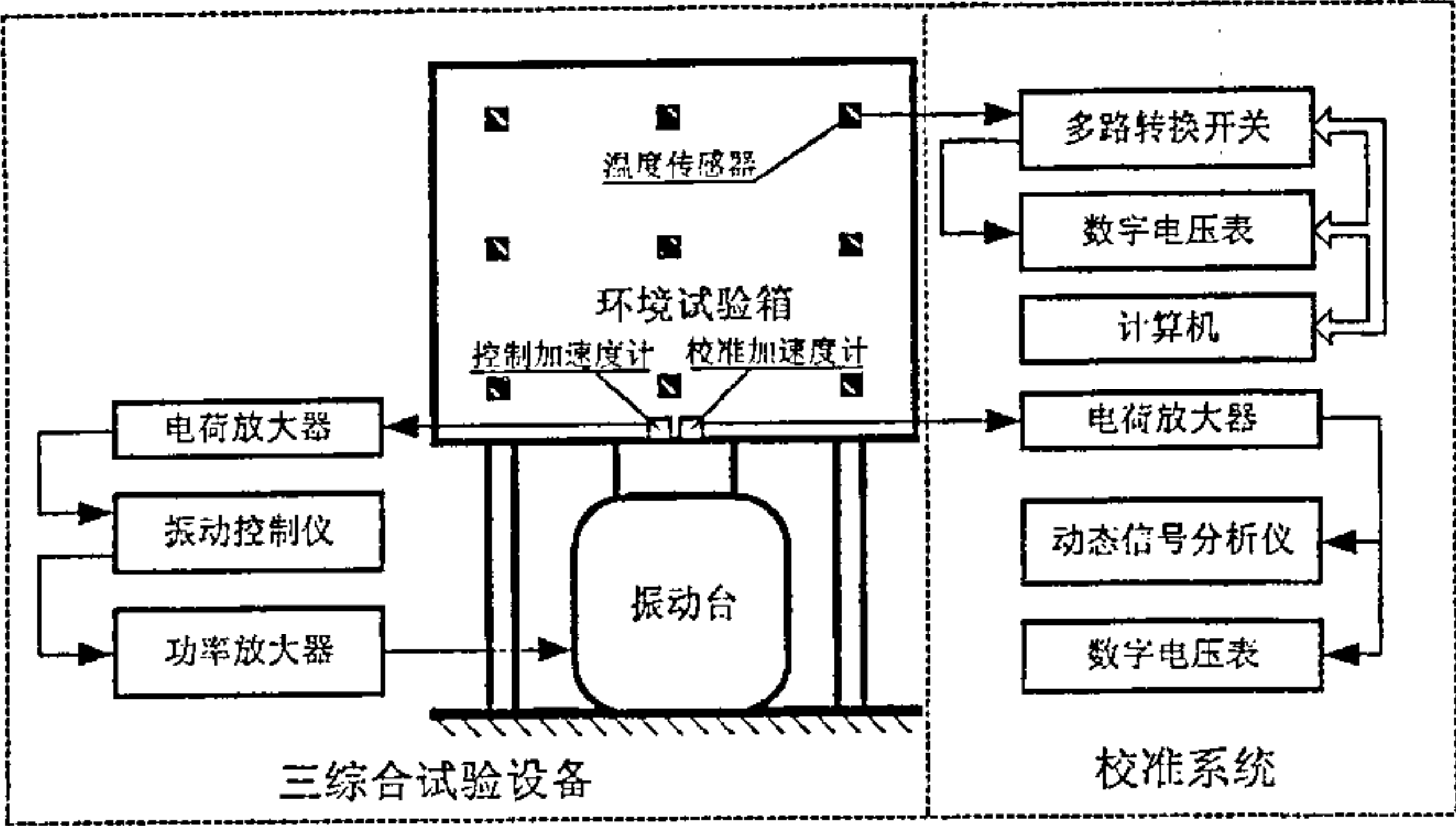


图 1 三综合试验设备校准框图

4.2 校准项目

4.2.1 三综合试验设备工作环境条件；

4.2.2 三综合试验设备工作时最大噪声；

4.2.3 振动试验系统校准

4.2.3.1 振动试验系统振动台台面漏磁；

4.2.3.2 振动试验系统控制仪频率示值；

4.2.3.3 振动试验系统随机信号；

4.2.3.4 振动试验系统加速度信噪比；

4.2.3.5 振动试验系统频率响应特性；

4.2.3.6 振动试验系统台面加速度谐波失真度；

4.2.3.7 振动试验系统台面振动幅值均匀度；

4.2.3.8 振动试验系统台面横向振动比；

4.2.3.9 振动试验系统扫频定振允差限；

4.2.3.10 振动试验系统加速度幅值示值稳定性；

4.2.3.11 振动试验系统台面加速度、速度、位移示值；

4.2.3.12 振动试验系统正弦推力；

4.2.3.13 振动试验系统动态范围；

4.2.3.14 振动试验系统加速度总均方根值；

4.2.3.15 振动试验系统加速度谱密度示值；

4.2.3.16 振动试验系统控制允差限；

4.2.3.17 振动试验系统随机推力；

4.2.4 环境试验箱校准

4.2.4.1 环境试验箱温度示值；

4.2.4.2 环境试验箱温度偏差；

4.2.4.3 环境试验箱内最大温度差；

4.2.4.4 环境试验箱相对湿度示值和相对湿度偏差；

4.2.4.5 环境试验箱温度变化速率；

4.2.5 三综合试验设备综合校准

4.2.5.1 三综合试验设备动态范围、加速度总均方根值和加速度谱密度示值、控制允差限；

4.2.5.2 环境试验箱温度循环条件下振动试验系统随机振动控制允差限。

5 三综合试验设备校准时的环境条件和标识要求

5.1 三综合试验设备校准时的环境条件

5.1.1 三综合试验设备应根据有关的技术要求条件进行安装；

5.1.2 三综合试验设备校准时的环境温度为 $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 90%；

5.1.3 三综合试验设备应保持清洁，周围无强烈振动、冲击、电磁干扰，无腐蚀性气体、液体；

5.1.4 电源电压的变化应在额定电压的 $\pm 10\%$ 范围内，电源频率为 $(50 \pm 1)\text{Hz}$ ；

5.1.5 三综合试验设备不应受到阳光直射和其它冷热源的直接辐射。

5.2 三综合试验设备的标识要求

三综合试验设备各组成部分应有标识，标明型号、规格、制造厂、出厂编号和日期。

6 校准用仪器

6.1 校准三综合试验设备工作环境条件用仪器

- 6.1.1 温、湿度计
 - 6.1.2 交流电压表
 - 6.2 校准三综合试验设备工作时最大噪声用仪器
 - 6.2.1 声级计
 - 6.3 校准振动试验系统用仪器
 - 6.3.1 特斯拉计
 - 6.3.2 数字频率计
 - 6.3.3 动态信号分析仪
 - 6.3.4 数字电压表
 - 6.3.5 秒表
 - 6.3.6 电荷放大器
 - 6.3.7 加速度计及三向加速度计
 - 6.4 校准环境试验箱用仪器
 - 6.4.1 温度传感器
 - 6.4.2 湿度传感器
 - 6.4.3 数字电压表
 - 6.5 三综合试验设备综合校准用仪器
 - 6.5.1 与校准振动试验系统和环境试验箱所用仪器相同。
- 仪器的技术要求参照附录 C。

7 校准方法

三综合试验设备在校准时,振动台一般处在垂直状态;除有要求外,台面应空载、环境试验箱应无负载。

7.1 三综合试验设备工作环境条件的检查

对三综合试验设备的外观进行检查,用温湿度计和交流电压表对环境试验箱和振动试验系统的工作环境条件进行检查。

7.2 三综合试验设备工作时最大噪声的测量

在规定的工作范围内,在距三综合试验设备工作面 1m 远,离地面 1.5m 高处用声级计(A 计权)测量,并记录噪声的最大声压级。

7.3 振动台台面漏磁的测量

当振动台系统励磁装置处于工作状态时,用特斯拉计测量台面安装螺孔的最大分布圆直径的 1/4 高度处的整个平面上的磁通密度。所有安装螺孔的上方位置都应作为测量点。

7.4 振动试验系统控制仪频率示值的校准

振动控制仪正弦自闭环控制如图 2 所示,将振动控制仪信号发生器的输出端接数字式频率计或动态信号分析仪。在振动控制仪的工作频率范围内,选取三个频率值(包括工作频率上、下限频率值),分别在适当的量级上控制。用动态信号分析仪测量时,采用矩形窗函数,频率分辨力要小于被测量值允许误差的 1/10。分别记录振动控制仪的频率示值和数字式频率计或动态信号分析仪的测量值,计算频率示值误差。

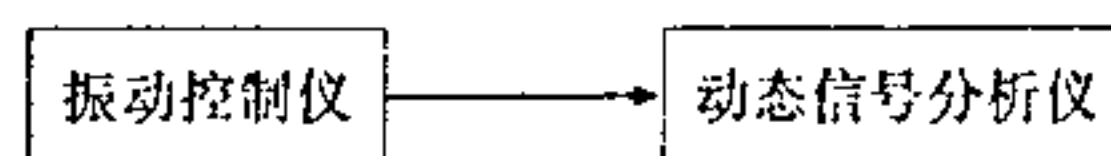


图 2 振动控制仪校准框图

7.5 振动试验系统随机信号的校准

振动控制仪采用随机振动控制,设置图 3 谱形并在适当量级上做随机自闭环控制,信号输出端接动态信号分析仪,如图 2 所示。动态信号分析仪采用矩形窗函数。观察其时域波形、自相关函数、概率密度和概率分布函数。时域波形应无周期性,自相关函数幅值逐渐衰减,概率密度和分布曲线与理论正态分布概率密度和分布曲线相比较,观察其一致性,形状应无严重畸变。

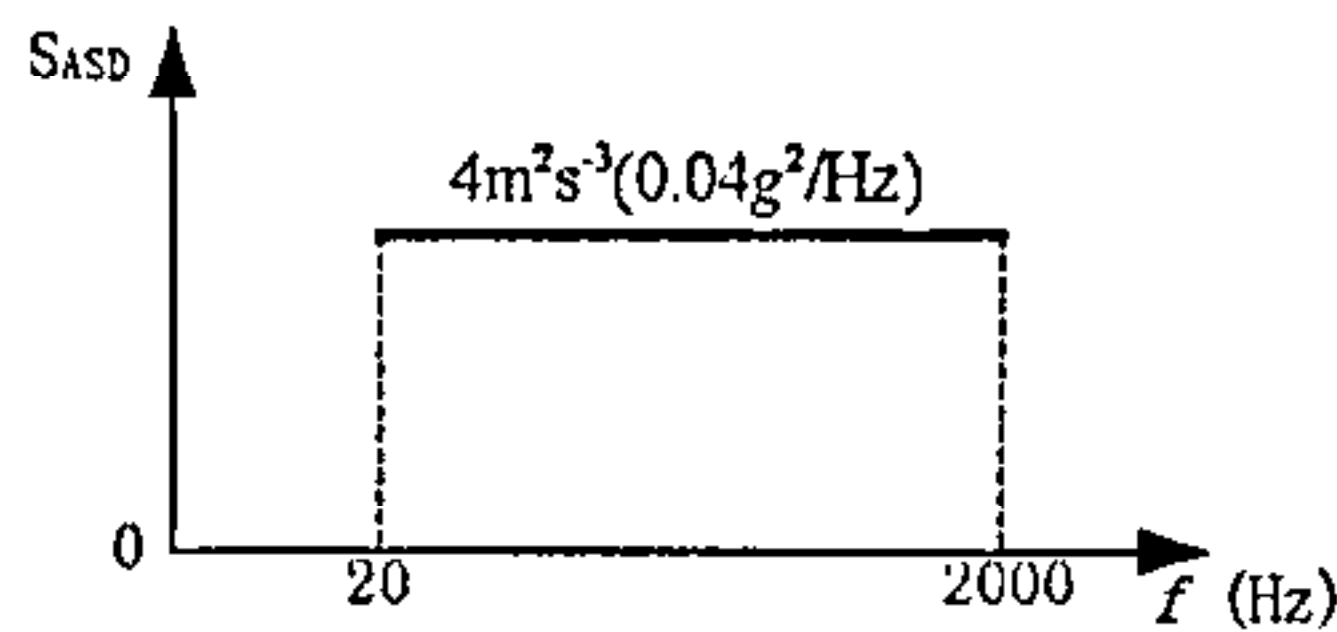


图 3 随机信号校准的谱形设置

7.6 振动试验系统加速度信噪比的校准

将加速度计刚性连接在振动台台面中心(或尽可能靠近控制加速度计),其输出通过电荷放大器连接数字电压表。当振动试验系统处于工作状态,控制仪输出信号幅值为零,功率放大器增益调至最大,测量台面中心的加速度值 a_0 ,并按式(1)计算出系统加速度信噪比 M 。

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

式中:

- $a_{\max}$ ——振动台系统额定最大加速度有效值;
- a_0 ——动圈无激励信号输入时,台面中心处的加速度总均方根值。

7.7 振动试验系统频率响应特性的校准

7.7.1 按第 7.6 条安装加速度计,振动台频率响应特性测量如图 4 所示。动态信号分析仪的信号发生器输出端输出频率大于振动台上限工作频率的白噪声随机信号,经功率放大器使振动台振动。采用动态信号分析仪测量振动台的加速度谱密度。幅值采用对数坐标,测量其共振频率。

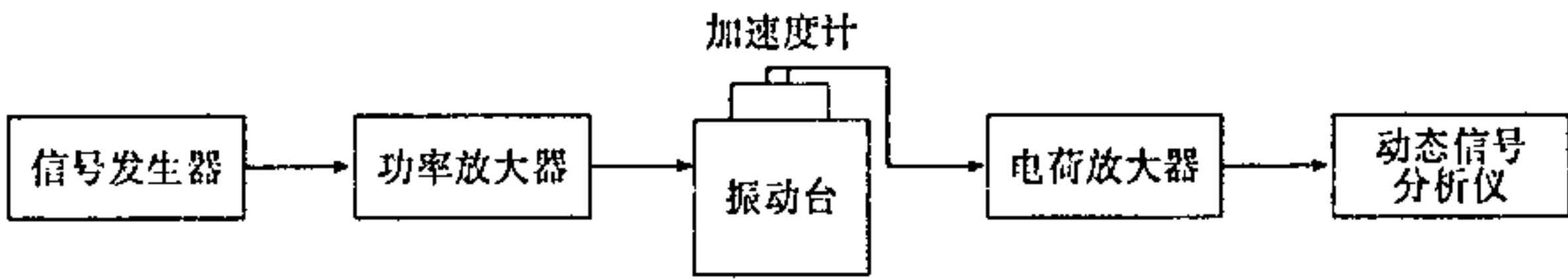


图 4 振动台频率响应特性校准框图

7.7.2 按 7.7.1 条测量共振频率后,动态信号分析仪的信号发生器输出端输出正弦信号,在共振频率附近改变信号的频率,反复寻找共振峰值对应的频率值。

7.8 振动试验系统台面加速度谐波失真度的校准

按第 7.6 条安装加速度计,振动台系统台面加速度谐波失真度的校准如图 5 所示。

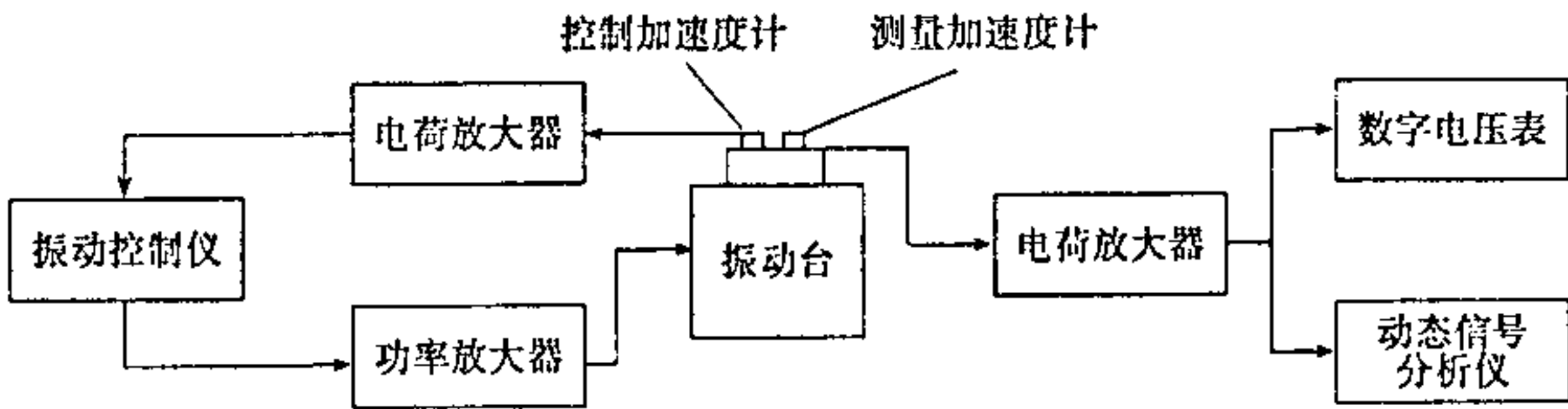


图 5 加速度谐波失真度的校准框图

7.8.1 在振动试验系统的工作频率范围内,按倍频程选取不少于 10 个频率值(包括上、下限频率值),测量所选频率下最大振动幅值 50% 的加速度谐波失真度。动态信号分析仪采用平顶窗函数,测量其基波和至少五次谐波,按式(2)计算谐波失真度。

$$\gamma = \frac{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + \dots}}{A_1} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- A_1 ——基波幅值
- $A_2, A_3, A_4, \dots$ ——为 A_1 的二次,三次,四次等谐波幅值

7.8.2 在振动试验系统工作频率范围内,采用动态信号分析仪,反复寻找加速度谐波失真度较大的频率点,并测量该频率下最大振动幅值 50% 的加速度谐波失真度和所对应的频带宽度。

7.9 振动试验系统台面振动幅值均匀度的校准

将不少于 5 只加速度计刚性连接在振动台台面中心和不同直径的安装螺孔分布圆周上,如图 6 所示。加速度计通过电荷放大器再接到动态信号分析仪的各通道。

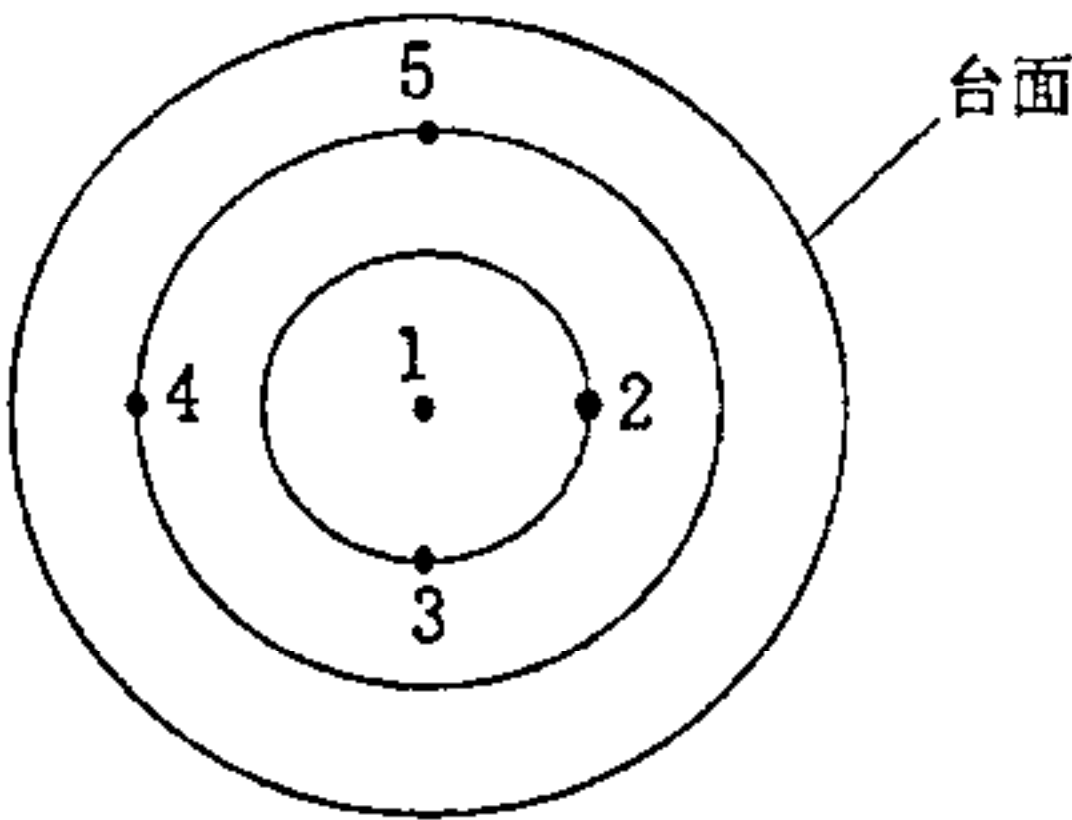


图 6 安装螺孔分布图

7.9.1 在振动试验系统工作频率范围内,按倍频程至少选取 10 个频率值(包括上、下限频率值)及相应频率下的最大振动幅值的 50% 以上进行测量,在同次测量中,采用动态信号分析仪(如图 5 所示)依次测得各个位置的振动加速度幅值,并按(3)式计算出加速度幅值均匀度 N 。

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

式中:

- a ——同次测量中,中心点的加速度幅值
- $|\Delta a_{\max}|$ ——同次测量中,各点加速度值与中心点加速度幅值的最大偏差

7.9.2 在振动试验系统的工作频率范围内,测出振动台台面最大加速度幅值 50% 的台面均匀度和所对应的频带宽度。

7.10 振动试验系统台面横向振动比的校准

将三轴向加速度计刚性连接在振动台台面中心,加速度计通过电荷放大器分别接多通道动态信号分析仪。

7.10.1 在振动试验系统工作频率范围内,振动控制仪在主振方向上采用平直谱密度随机闭环控制(如图 3 所示),采用动态信号分析仪测量横向加速度频率响应特性 $H_x(f)$ 和 $H_y(f)$,并测量最大横向振动比及所对应的频带宽度。

7.10.2 在振动试验系统规定的工作频率范围内,按倍频程选取 10 个频率值(包括上、下限频率值),在所选频率下以振动台主振方向所允许最大振动幅值的 50% 以上进行的振动,从动态信号分析仪上依次测量三个方向的加速度幅值,按式(4)计算出横向振动比 T 。

$$T = \frac{\sqrt{a_x^2 + a_y^2}}{a_z} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：
 a_x, a_y ——垂直于主振方向的两个互相垂直轴的加速度幅值分量
 a_z ——主振方向的加速度幅值

7.11 扫频定振允差限的校准

将加速度计刚性连接在振动台台面中心,加速度计经电荷放大器输出到动态信号分析仪。在振动试验系统工作频率范围内,振动幅值为额定工作特性曲线幅值的 80% 作定振扫频振动。定位移到定速度交越频率 f_1 和定速度到定加速度交越频率 f_2 按式(5)计算。

$$\left. \begin{aligned} f_1 &= \frac{v}{0.00314d} \\ f_2 &= \frac{1.56g_n}{v} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

式中：
 d ——峰-峰位移 (mm)
 v ——振动速度 (m/s)
 g_n ——加速度值,单位为 $g(g=9.8m/s^2)$

7.11.1 振动试验系统以 1oct/min 的速率作定振扫频振动,用动态信号分析仪记录其幅频曲线,测量其定振允差限。

7.11.2 振动试验系统以 1oct/min 的速率作定振扫频振动,按式(6)计算理论扫描时间 t_n ,用秒表测量振动台扫频时间 t ,按式(7)计算扫频时间误差 δ_t 。

$$t_n = \frac{\lg(f_H/f_L)/\lg 2}{1\text{oct/min}} \dots\dots\dots (6)$$

$$\delta_t = \frac{t - t_n}{t_n} \dots\dots\dots (7)$$

式中：
 f_L ——振动试验系统工作频率下限值
 f_H ——振动试验系统工作频率上限值

7.12 加速度幅值示值稳定性的校准

按图 5 方法安装加速度计及连接测量仪器,预选某一频率值,加速度幅值调至此频率下最大加速度幅值的 80%,连续考察 1hour,每隔 5min 记录一次动态信号分析仪加速度幅值示值,加速度幅值示值稳定性按式(8)计算。

$$S = \frac{|\Delta a_{\max}|}{a_0} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中：
 a_0 ——加速度幅值设定值
 $\Delta a_{\max}$ ——各次测量中,动态信号分析仪加速度幅值示值相对于加速度幅值设定值的最大偏差

7.13 振动试验系统台面加速度、速度、位移示值的校准

按图 5 方法安装加速度计及连接测量仪器,在规定的工作频率范围内,选取高中低三个频率值,在振动台额定工作特性曲线的位移、速度交越频率下选取低频率值,在速度、加速度交越频率下选取中间频率值,在速度、加速度交越频率上选取高频率值。在所选频率下取大、中、小三个振动幅值进行测量,按式(9)计算示值误差 δ_A 。

$$\delta_A = \frac{A_d - A_s}{A_s} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中：
A_d——振动试验系统的振动幅值示值
A_s——动态信号分析仪实测振动幅值

7.14 振动试验系统正弦推力的校准

将振动台的密实性负载质量刚性安装在振动台台面的中心部位,按图 5 方法安装振动加速度计和连接测量仪器。在振动台额定工作特性曲线的定加速度段选取一个频率值(如 160Hz),按式(10)计算在此负载下的加速度峰值。振动试验系统按此加速度峰值振动 5min,采用动态信号分析仪或数字电压表测量实际的加速度幅值 a ,则最大推力按式(11)计算。

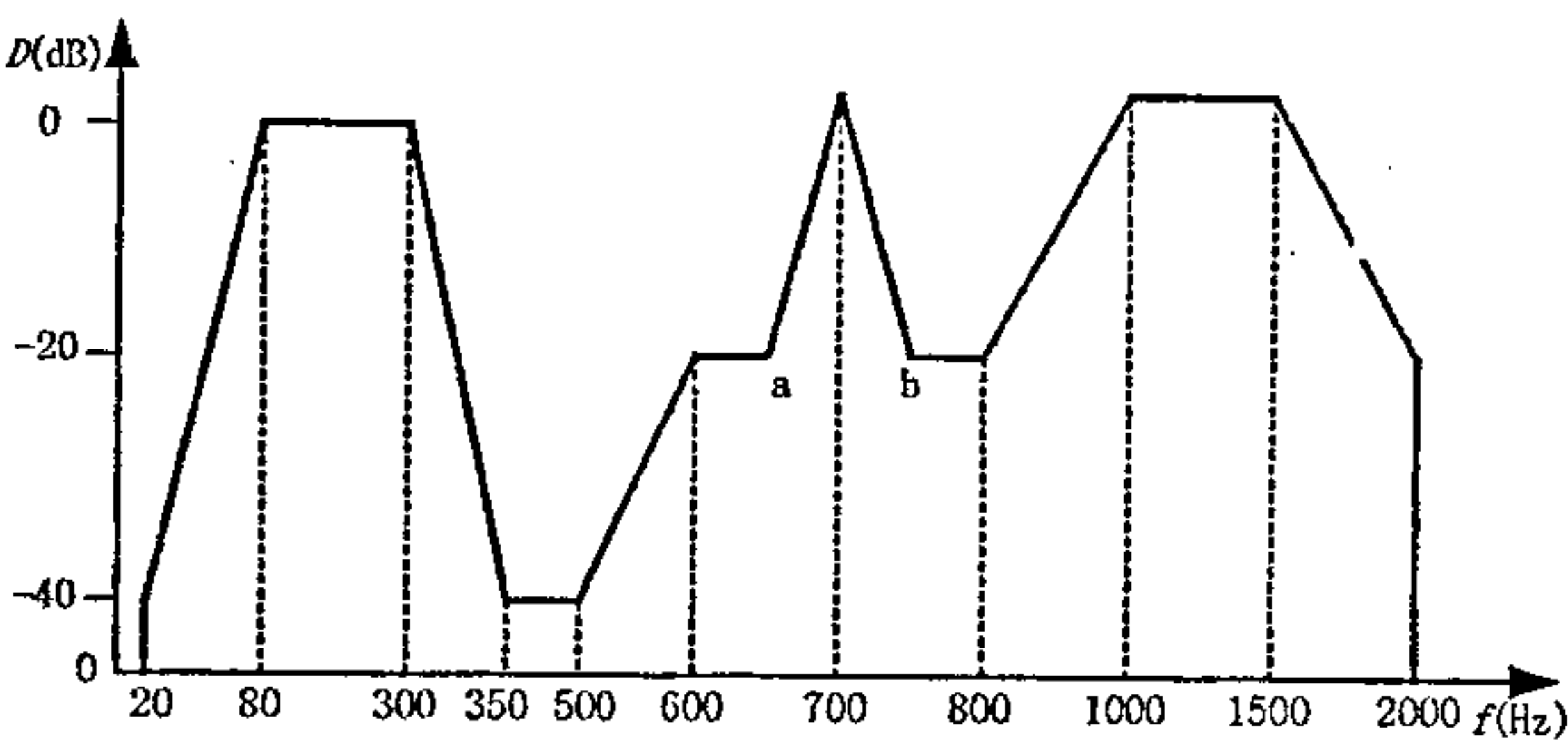
$$a_{max} = \frac{F_{max}}{m_s + m_d} \dots\dots\dots (10)$$

$$F_{max} = (m_s + m_d) \cdot a \dots\dots\dots (11)$$

式中：
F_{max}——振动台最大推力
m_d——振动台动圈质量
m_s——振动台负载质量

7.15 振动试验系统动态范围的校准

按图 5 安装加速度计和联接测量仪器,振动控制仪采用随机振动控制模式。控制仪上设置如图 7 谱形,其加速度总均方根值要大于 8g,振动控制系统均衡控制,采用动态信号分析仪测量振动台台面的控制谱动态范围,动态信号分析仪采用海宁窗函数,取平均次数 100 次以上,幅值采用对数坐标,量取动态范围值并记录图形。



注:a,b 段频率差值要求不大于 40Hz。

图 7 动态范围谱形设置

7.16 振动试验系统加速度总均方根值的校准

按图 5 安装加速度计和连接测量仪器,振动试验系统设置图 8 谱形,并均衡控制。采用下列方法之一测量加速度总均方根值及带外、带内加速度总均方根值之比。

7.16.1 测量加速度计经电荷放大器再接低通滤波器后接数字电压表。低通滤波器截止频率放置在 2kHz,数字电压表平均时间放置在 3s。同时读取数字电压表和振动控制仪的总均方根值示值 20 次以上,分别计算其示值平均值 A_a 和 A_b,按式(12)计算示值误差。

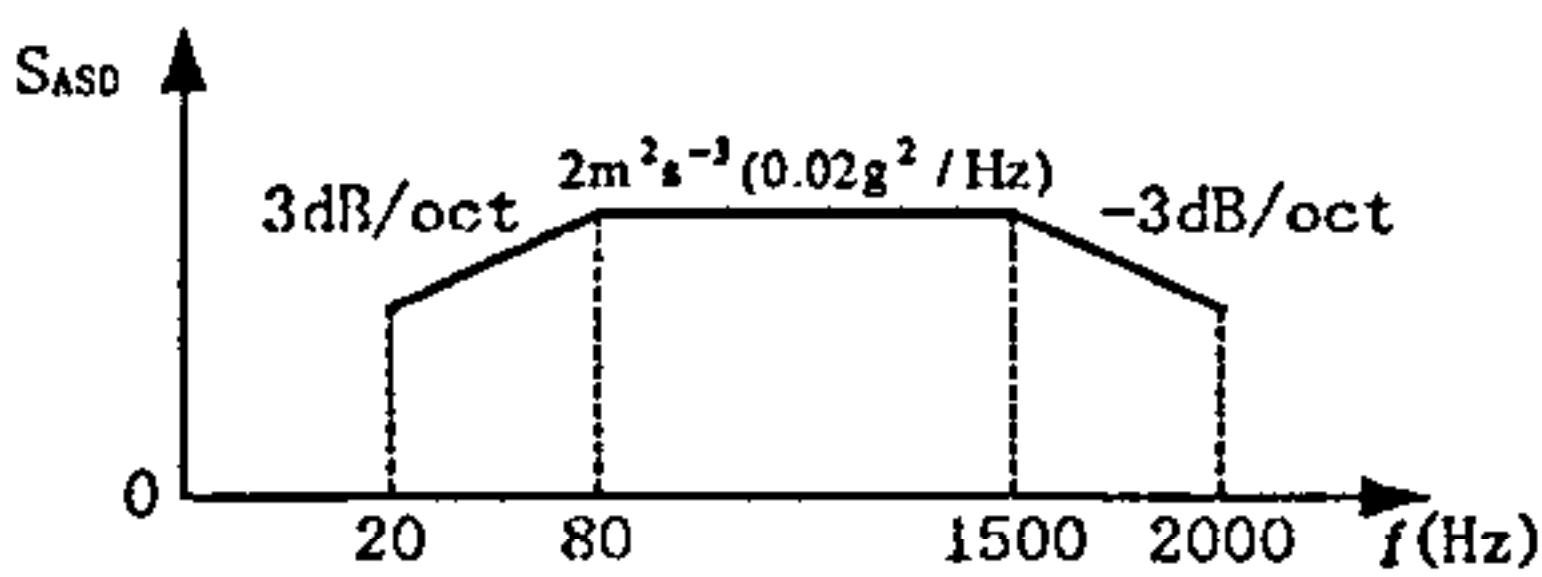


图 8 校准加速度总均方根值的谱形设置

$$\delta_A = \frac{A_b - A_s}{A_s} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

式中：

- A_s——数字电压表示值平均值
- A_b——振动试验系统示值平均值

将低通滤波器截止频率设置为 10kHz,数字电压表平均时间放置在 3s,读取数字电压表总均方根值示值 20 次以上,计算其平均值 A_{Ay},按式(13)计算频带外加速度总均方根值和频带内加速度总均方根值之比。

$$\delta_{Ay} = \frac{A_{Ay} - A_s}{A_s} \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

7.16.2 采用动态信号分析仪测量加速度谱密度,幅值采用线性坐标,基带分析,海宁窗函数,平均次数 100 以上,上限频率放置在 2kHz,按式(14)计算其加速度总均方根值。

$$A_s = \sqrt{\int_{20}^{2000} S(f)df} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

- S(f)——加速度谱密度函数

按 7.16.1 方法读取并计算振动试验系统加速度总均方根值示值平均值 A_b,按式(12)计算其示值误差。

将动态信号分析仪上限频率放置在 10kHz,经平均 120 次以上后,分别按式(15)、(16)计算频带内外加速度总均方根值 A'_s和 A'_{ay},按式(17)计算频带外加速度总均方根值与频带内加速度总均方根值之比 δ_{Ay}。

$$A'_s = \sqrt{\int_{20}^{2000} S(f)df} \dots\dots\dots (15)$$

$$A'_{ay} = \sqrt{\int_{2000}^{10000} S(f)df} \dots\dots\dots (16)$$

$$\delta_{Ay} = \frac{A'_{ay}}{A'_s} \times 100\% \dots\dots\dots (17)$$

7.17 加速度谱密度示值的校准

采用图 5 安装加速度计和连接测量仪器,振动试验系统按图 8 谱形设置,并均衡。采用动态信号分析仪测量振动台台面的加速度谱密度。动态信号分析仪设置海宁窗函数,幅值采用线性坐标,取平均次数 120 次,在谱形的平直段任取 3 个频率值,测量各频率处的加速度谱密度值,重复 10 次,计算其平均值 S_{ASD},同时记录振动控制仪谱密度示值的平均值 S'_{ASD},按式(18)计算加速度谱密度示值误差。

$$\delta_{ASD} = \frac{S'_{ASD} - S_{ASD}}{S_{ASD}} \times 100\% \dots\dots\dots (18)$$

7.18 振动试验系统加速度总均方根值和谱密度控制允差限的校准

采用图 5 安装加速度计和连接测量仪器,振动试验系统按图 8 谱形设置,并均衡。

7.18.1 用数字电压表测量振动试验系统的加速度总均方根值,每次测量取 10 个读数,每隔 2min 测量一次,共测 5 次。分别计算每次测量的平均值,按式(19)分别计算每次加速度总均方根值的控制允差限。

$$C_A = 20 \lg \frac{A}{A'} (\text{dB}) \dots\dots\dots (19)$$

式中:

A ——各次测量加速度总均方根值的平均值
A' ——振动台系统设置的加速度总均方根值

7.18.2 振动试验系统加速度谱密度控制允差限的校准可以采用 A 或 B 的方法进行校准。

a) 在图 8 谱形的平直段任取一频率值,采用动态信号分析仪测量该频率值的加速度谱密度。动态信号分析仪的上限频率设置为 2000Hz、海宁窗函数、平均次数设为 10,每次测量取 5 个读数,每隔 2min 测量一次,共测 5 次。分别计算每次测量的平均值,按式(20)分别计算每次加速度谱密度控制允差限。取最大值作为加速度谱密度控制允差限。

$$C_D = 10 \lg \frac{\bar{S}_{ASD}}{S'_{ASD}} (\text{dB}) \dots\dots\dots (20)$$

式中:

$\bar{S}_{ASD}$ ——各次测量加速度谱密度值的平均值
 S'_{ASD} ——振动试验系统设置的加速度谱密度值

b) 动态信号分析仪的上限频率设置为 2000Hz、海宁窗函数、平均次数设为 64 次,测量振动试验系统各谱线处的加速度谱密度值 S_{ASD} 。按式(21)计算,对各谱线处计算结果 C'_D 取绝对值并排序,舍去 10% 较大的值。剩余计算值 C'_D 中取最大值作为其控制允差限。

$$C'_D = 10 \lg \frac{S_{ASD}}{S'_{ASD}} (\text{dB}) \dots\dots\dots (21)$$

式中:

S_{ASD} ——各测量加速度谱密度值
 S'_{ASD} ——振动试验系统设置的加速度谱密度值

7.19 振动试验系统随机推力的校准

将振动台的密实性质量负载刚性安装在振动台台面的中心部位,按图 5 方法安装加速度计和测量仪器,振动控制仪工作在随机模式下。按式(22)计算在此负载下最大加速度总均方根值。按式(23)计算加速度谱密度 S_{ASD} 。

$$a_{rms} = \frac{F}{m_d + m_e} \dots\dots\dots (22)$$

式中:

F ——振动台额定随机推力
 m_d ——振动台动圈质量
 m_e ——振动台负载质量

$$S_{ASD} = \frac{a^2}{1980} \times 1.02 \dots\dots\dots (23)$$

控制仪按图 9 设置谱形,并均衡控制,连续振动 5min,采用动态信号分析仪或数字电压表测量其加速度总均方根值 a' ,按式(24)计算随机推力。

$$F = (m_d + m_e) \cdot a' \dots\dots\dots (24)$$

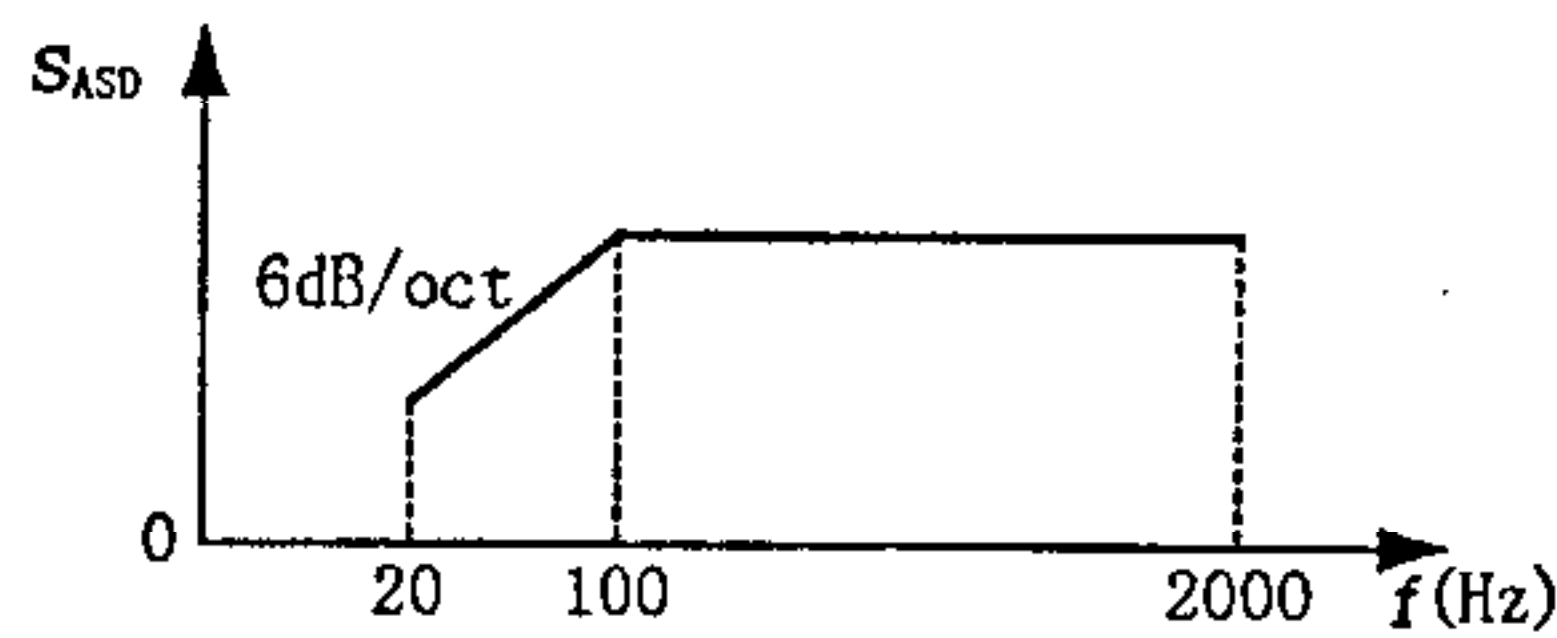


图9 随机推力谱形设置

7.20 环境试验箱温度示值的校准

环境试验箱温度测量点为9个,如图10所示。其中1个温度测量点布置在环境试验箱的几何中心点,其余8个测量点的位置布置在环境试验箱8个角的位置,与工作室内壁的距离是各自边长的1/8。如果有特殊要求可以在箱内增加测量点。其中A、B、C、D、O、Q、R、V、U为温度测量点,甲、乙和丙为相对湿度测量点,测量点O为工作空间的几何中心点。

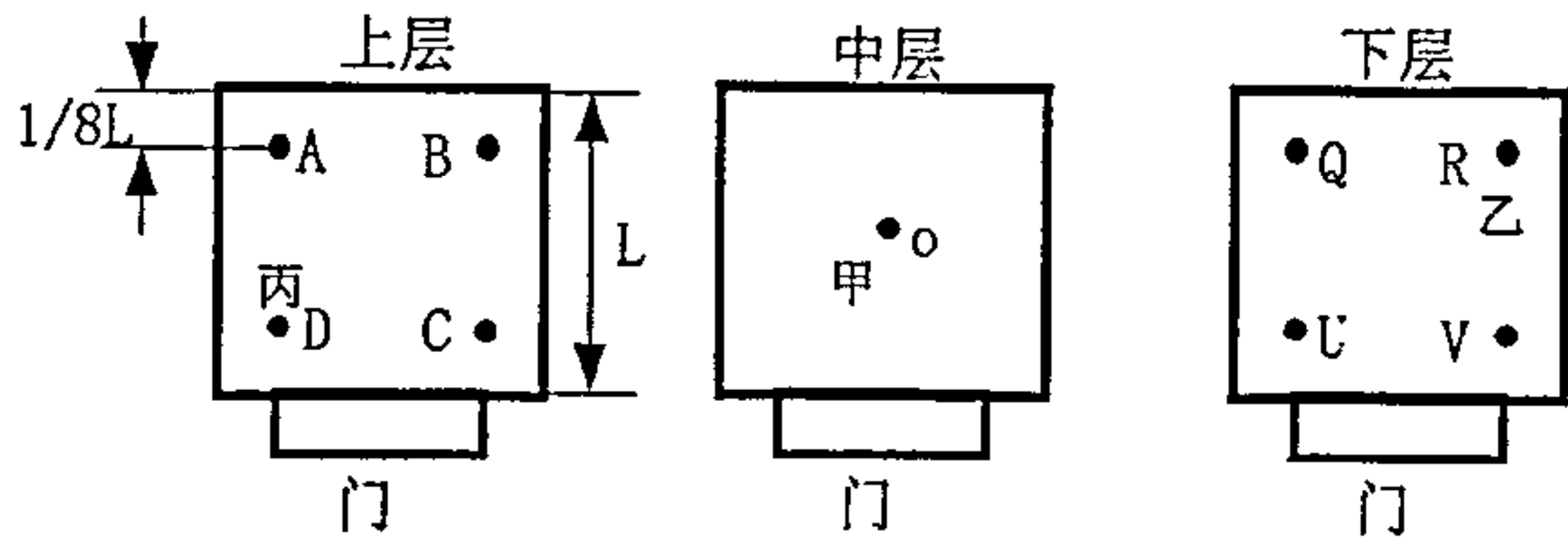


图10 温度和湿度测量点的布置

一般温度示值的校准分别在70℃和在-55℃下进行,高温校准值也可根据具体情况选取。

当环境试验箱第一次达到温度标称值之后30min,开始每隔2min记录一次各测量点的温度值 T_{ij} 和试验箱温度示值 T_D ,共测16次。分别计算其平均值 T_0 和 T_D :

$$T_0 = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M T_{ij} \dots\dots\dots (25)$$

$$T_D = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N T_D \dots\dots\dots (26)$$

式中:

N 为测量次数, M 为测量点数。

按式(27),(28)分别计算其试验标准偏差 S_m 和 S_m :

$$S_m = \sqrt{\frac{1}{M \times N - 1} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (T_{ij} - T_0)^2} \dots\dots\dots (27)$$

$$S_m = \sqrt{\frac{1}{N - 1} \sum_{j=1}^N (T_D - T_D)^2} \dots\dots\dots (28)$$

然后计算式(29)和(30),按格拉布斯准则判断:

$$G_{ij} = \frac{T_{ij} - T_0}{S_m} \quad (i = 1, 2 \dots N; j = 1, 2 \dots M) \dots\dots\dots (29)$$

$$G_D = \frac{T_D - T_D}{S_m} \quad (j = 1, 2 \dots M) \dots\dots\dots (30)$$

若 G_{ij} 或 G_D 大于3.0,则所对应的测量值 T_{ij} 或 T_D 被剔除,剔除后重新计算 T_0 和 T_D 。

按式(31)计算温度示值误差:

$$\Delta T_D = T_D - T_0 \dots\dots\dots (31)$$

7.21 环境试验箱温度偏差的校准

采用 7.20 的方法找出剔除后的 T_j 的最高温度值和最低温度值 $T_{\max}, T_{\min}$ 。温度偏差为最高温度值和最低温度值 $T_{\max}, T_{\min}$ 与温度标称值 T 之差,如式(32)所示。

$$\left. \begin{aligned} \Delta T_1 &= T_{\max} - T \\ \Delta T_2 &= T_{\min} - T \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (32)$$

取式(32)中绝对值最大者为环境试验箱温度偏差。

7.22 环境试验箱内最大温度差的校准

环境试验箱内最大温度差的校准按 7.21 的方法,采用 $T_{\max}, T_{\min}$ 计算最大温度差 $\Delta T_{\max}$,如式(33)所示。

$$\Delta T_{\max} = T_{\max} - T_{\min} \dots\dots\dots (33)$$

7.23 相对湿度示值误差和相对湿度偏差的校准

采用湿度传感器测量相对湿度。若不具备条件时可采用干湿球法测量相对湿度,具体操作参照附录 D。

相对湿度偏差的校准时,温度标称值为 70℃,相对湿度标称值为 95%。

7.23.1 将环境试验箱的温度稳定在校准温度标称值,环境试验箱开始加湿,到环境试验箱测量点的相对湿度第一次达到标称值 30min 后,每隔 2min 记录一次测量点的相对湿度值和环境试验箱的示值。按 7.20 的方法剔除异常值后,按式(34)计算相对湿度示值误差。

$$\begin{aligned} \bar{U}_s &= \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M U_{sj} \\ \bar{U}_D &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N U_{Di} \\ \Delta U &= \bar{U}_D - \bar{U}_s \dots\dots\dots (34) \end{aligned}$$

式中:

N 为测量次数, M 为测量点数;

ΔU ——环境试验箱相对湿度示值误差, %;

$\bar{U}_s$ ——测量点相对湿度测量平均值, %;

$\bar{U}_D$ ——环境试验箱相对湿度示值平均值, %。

7.23.2 按 7.20 的方法剔除异常值后,确定最大相对湿度 $U_{\max}$ 和最小相对湿度 $U_{\min}$ 值,按式(35)分别计算与相对湿度标称值 U 之差,取绝对值最大者为环境试验箱的相对湿度偏差。

$$\left. \begin{aligned} \Delta U_1 &= U_{\max} - U \\ \Delta U_2 &= U_{\min} - U \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (35)$$

7.24 三综合试验设备温度、湿度和振动参数的校准

三综合试验设备温度、湿度和振动参数的校准按图 11 中所示剖面进行。测量加速度计要牢固地安装在振动台面上,电缆和螺纹连接插头要完全密封。

7.24.1 按 7.15 的方法测量振动试验系统的动态范围。

7.24.2 按 7.16 的方法测量振动试验系统的加速度总均方根值。

7.24.3 按 7.17 的方法测量振动试验系统的加速度谱密度示值。

7.24.4 按 7.18 的方法测量振动试验系统的控制允差限。

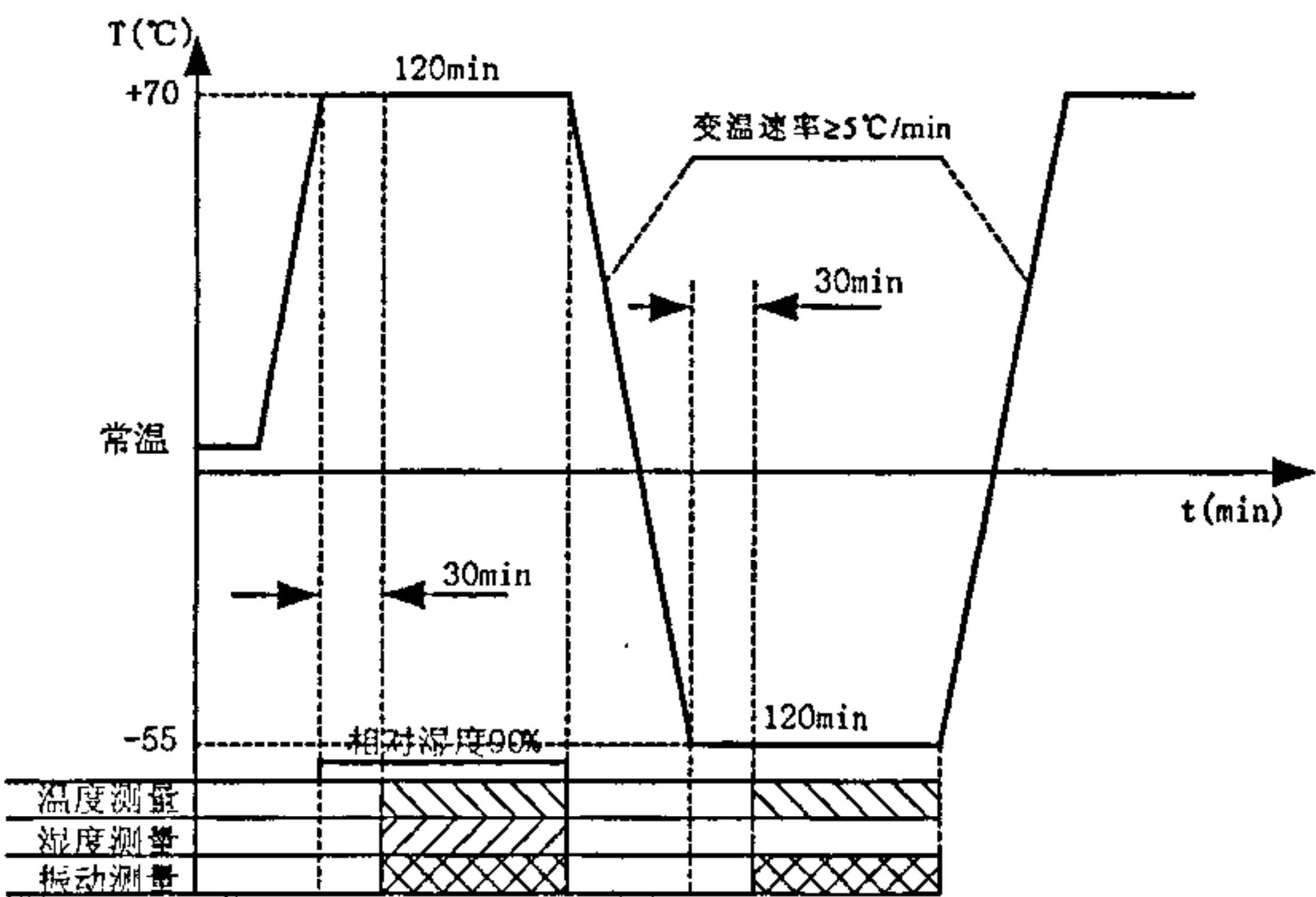


图 11 环境试验箱温度、湿度和振动试验剖面图

7.25 温度变化速率的校准

温度变化速率的校准应在有负载条件下进行。负载可以是钢件或其他材料,但要考虑与钢件热容量的比例关系。环境试验箱每 1m³ 容积内,负载重量一般为 50kg。负载体积与环境试验箱工作室的体积之比不大于 1:5。负载在主送风方向截面积之和的最大值约为环境试验箱工作室同一截面面积的 1/3。温度变化速率的测量点位于环境试验箱工作空间的几何中心点。

7.25.1 温度变化速率 V 按式(36)计算,如图 12 所示。

$$V = \frac{(T_2 - T_1) \times 80\%}{\Delta t} \dots\dots\dots (36)$$

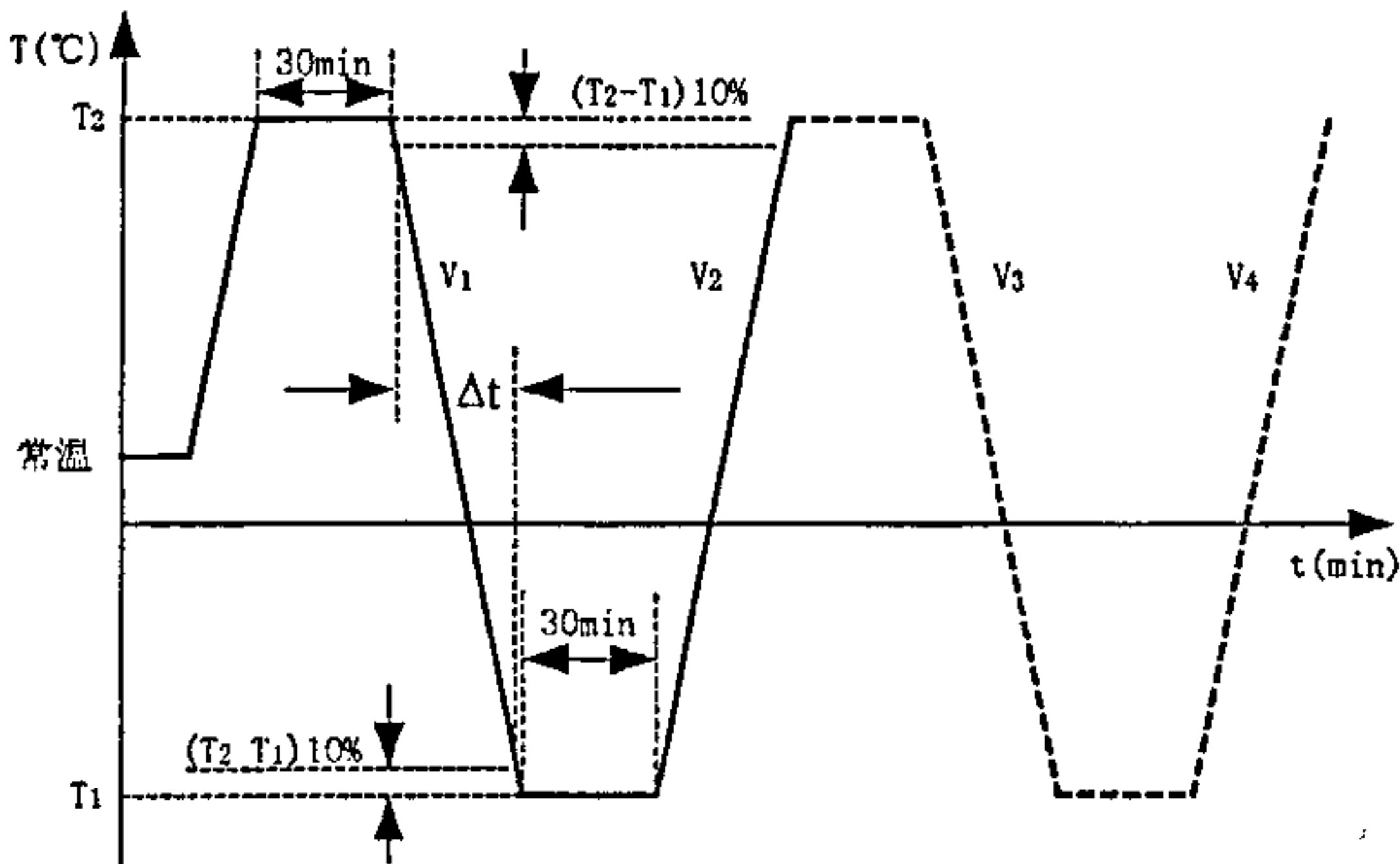


图 12 温度变化速率

- 7.25.2 环境试验箱的温度降(升)至温度范围的低端温度(高端温度),低端温度推荐采用 -55℃,高端温度推荐采用 70℃,稳定 30min。
- 7.25.3 环境试验箱以最快的速度降(升)温。
- 7.25.4 用秒表记录 降(升)温时间 Δt,按式(36)计算升(降)温速率。
- 7.25.5 V₃、V₄ 可以根据环境试验箱的实际条件选择测量。
- 7.26 环境试验箱温度循环随机振动控制允差限的校准

环境试验箱温度循环控制如图 13 所示,随机振动采用图 8 谱形控制。按 5.3.18 条的方法测量在温度循环条件下的随机振动控制允差限。

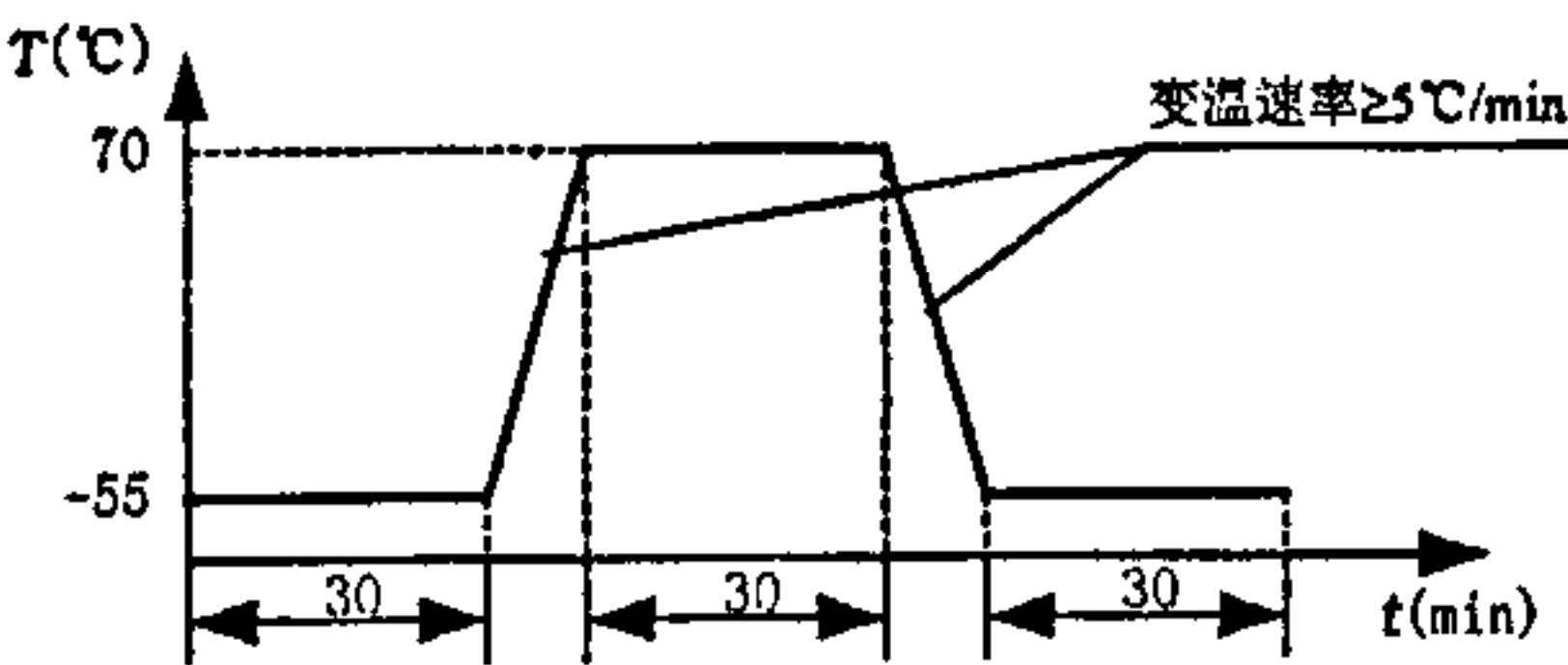


图 13 环境试验箱温度循环控制图

8 校准周期

除另有要求外,三综合试验设备校准周期一般为 2 年。

附 录 A
(资料性附录)
随机信号的检验

A.1 随机信号平稳性检验

A.1.1 定性检验方法

采用动态信号分析仪观察数字式振动控制仪的时域输出波形,若信号的平均值波动很小,波形的峰谷变化比较均匀及频率结构比较一致,而且从不同的时间样本记录测得的均方值等效,则可认为被测随机信号是平稳的。

A.1.2 轮次检验方法

A.1.2.1 采用动态信号分析仪采集数字式振动控制仪输出信号的一个样本记录,把此样本记录分成等间距的N个子段,测量每段的均方值。

A.1.2.2 确定该组均方值的中间值。

A.1.2.3 采用+,-号区别测量值,大于中间值记为(+)号,小于中间值记为(-)号。

A.1.2.4 按原来的时间顺序排列用(+)和(-)标出的测量值,计算出轮次数目。

A.1.2.5 按表 A.1 判断随机信号的平稳性,其中 α 为显著水平。

表 A.1 判断随机信号的平稳性

N	$\alpha=0.10$		$\alpha=0.05$		$\alpha=0.01$	
	下 限	上 限	下 限	上 限	下 限	上 限
8	3	6	—	—	—	—
10	4	7	3	8	—	—
12	4	9	4	9	3	10
14	5	10	4	11	4	11
16	6	11	5	12	4	13
18	7	12	6	13	5	14
20	7	14	7	14	5	15
22	7	16	7	16	5	18
24	8	17	7	18	6	19
26	9	18	8	19	7	20
28	10	19	9	20	7	22
30	11	20	10	21	8	23
32	11	22	11	22	9	24
34	12	23	11	24	10	25
36	13	24	12	25	10	27
38	14	25	13	26	11	28
40	15	26	14	27	12	29
50	19	32	18	33	16	35
60	24	37	22	39	20	41

A.2 随机信号周期性检验

A.2.1 定性检验方法

采用动态信号分析仪测量数字式振动控制仪输出信号的自相关函数,若其自相关函数在时间延持很大时接近于零,则认为被测信号无周期信号。若自相关函数衰减为重复的周期振荡,则被测信号含有周期分量。

A.2.2 方差检验方法

A.2.2.1 采用动态信号分析仪测量数字式振动控制仪 T_s 长的输出信号,观察其功率谱密度曲线是否有陡峰。若有一个或多个陡峰,按下述方法检验。

A.2.2.2 把记录的样本分成等间距的 N 个子段,测量每段的均方值(一般限制 $N < 0.1BT$)。

A.2.2.3 假设测量的样本信号是随机的,按式(A.1)计算期望的标准化方差:

$$\epsilon^2 = \frac{1}{BT_s} \dots\dots\dots (A.1)$$

其中 B 为分析仪滤波器带宽; $T_s = T/N$ 。

A.2.2.4 按式(A.2)计算均方测量值实际的标准化方差:

$$\hat{\epsilon}^2 = \frac{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{i=1}^N (\hat{G}_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{G}_i)^2 \right]}{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{G}_i \right)^2} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$\hat{G}_i$ 为第 i 段均方测量值。

A.2.2.5 按式(A.3)计算实际的与期望的标准化方差之比:

$$R_\epsilon = \frac{\hat{\epsilon}^2}{\epsilon^2} \dots\dots\dots (A.3)$$

若在统计上 R_ϵ 等效于 1,则认为功率谱密度曲线陡峰是由窄带随机信号引起的;若 R_ϵ 显著地小于 1,则认为功率谱密度曲线陡峰是由周期分量引起的。判断 R_ϵ 等效于 1 的标准为:

$$\begin{aligned} R_\epsilon &> \frac{\chi_{1-\alpha}^2(N-1)}{N-1} && \text{则 } R_\epsilon = 1 \\ R_\epsilon &< \frac{\chi_{1-\alpha}^2(N-1)}{N-1} && \text{则 } R_\epsilon < 1 \end{aligned}$$

式中:

$\chi_{1-\alpha}^2(N-1)$ 为自由度 $(N-1)$ 的卡埃平方分布;

α 为判断的显著性水平。

A.3 随机信号正态性检验

A.3.1 定性检验方法

采用动态信号分析仪测量振动控制仪输出信号的概率密度曲线,并与理论正态概率密度分布曲线相比较。若曲线呈现对称钟形,且其上没有断痕和尖峰,则被测信号概率密度为正态分布。

A.3.2 卡埃平方拟合优度检验方法

A.3.2.1 采用动态信号分析仪测量振动控制仪输出信号的 1 个样本,按递增次序排列:

$$x_1 \leq x_2 \leq x_3, \dots, \leq x_n$$

A.3.2.2 按子样大小确定分组区间 k :

当 $n = 200$ 时 $k = 18 \sim 20$

当 $n = 400$ 时 $k = 25 \sim 30$

当 $n = 1000$ 时 $k = 35 \sim 40$

A.3.2.3 按 $P = 1/k$ 确定每个区间的概率,并由标准正态概率分布表查出每个区间限所要求的 Z_α 值。

A.3.2.4 由式(A.4)计算样本均值和方差:

$$\left. \begin{aligned} \bar{X} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \\ S^2 &= \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (A.4)$$

A.3.2.5 按 $x = SZ_\alpha + \bar{X}$ 计算标准化区间限。

A.3.2.6 把区间限用到样本记录上,确定频数 f_i 。

A.3.2.7 由式(A.5)计算每个分组区间频数偏离期望频数 F 的标准化平方偏差和:

$$X^2 = \sum_{j=1}^k (F - f_j)^2 / F \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:
 $F = n/k$

A.3.2.8 选取自由度为 $(k - 3)$,显著性水平 α ,查卡埃平方分布表确定接受域,判断是否接受正态性假设。

附录 B
(资料性附录)
温度、湿度、振动综合试验设备技术要求

本附录的分级仅用于表示设备不同技术参数的分级,不用于设备定级,也不表示对设备综合能力的分级,但可以作为能力测试评定的依据。

本附录中所列 A、B、C 级技术指标是:A 级用于特殊试验、B 级用于要求比较严格的试验、C 级用于一般试验的温度、湿度、振动综合试验。

B.1 振动试验系统励磁装置处于工作状态时,距台面安装螺孔的最大分布圆直径 1/4 高度处的整个平面上,漏磁应满足表 B.1 的要求。

表 B.1 台面漏磁要求

	台面漏磁
A 级	$\leq 1\text{mT}$
B 级	$\leq 2\text{mT}$
C 级	$\leq 5\text{mT}$

B.2 振动试验系统加速度信噪比应满足表 B.2 的要求。

表 B.2 加速度信噪比要求

	信 噪 比
A 级	$\geq 60\text{dB}$
B 级	$\geq 50\text{dB}$
C 级	$\geq 40\text{dB}$

B.3 振动试验系统在规定的频率范围内,其示值误差如表 B.3 所示。

表 B.3 频率示值误差

A 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f < 100\text{Hz}$	$f \geq 100\text{Hz}$
	示值误差	$\pm 0.05\text{Hz}$	$\leq 0.05\%$
B 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f < 50\text{Hz}$	$f \geq 50\text{Hz}$
	示值误差	$\pm 0.5\text{Hz}$	$\leq 1\%$
C 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f < 50\text{Hz}$	$f \geq 50\text{Hz}$
	示值误差	$\pm 1\text{Hz}$	$\leq 2\%$

B.4 振动试验系统空台频响特性要和出厂时相一致,共振频率偏差应满足表 B.4 的要求。

表 B.4 共振频率偏差要求

	共振频率偏差
A 级	$\leq 1\%$
B 级	$\leq 2\%$
C 级	$\leq 5\%$

B.5 振动试验系统工作时台面加速度谐波失真度应满足表 B.5 的要求。在 20Hz 以上允许有 1~2 个

失真度较大的频带,在该频带内最大失真度不大于 25% ,频带宽度不超过最大失真度对应频率的 ±10%。

表 B.5 加速度谐波失真度要求

A 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 20\text{Hz}$	$f > 20\text{Hz}$
	谐波失真度	$\leq 15\%$	$\leq 10\%$
B 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 20\text{Hz}$	$f > 20\text{Hz}$
	谐波失真度	$\leq 20\%$	$\leq 10\%$
C 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 20\text{Hz}$	$f > 20\text{Hz}$
	谐波失真度	$\leq 25\%$	$\leq 10\%$

B.6 振动试验系统工作时,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)应满足表 B.6 的要求。在 2000Hz 以下频率,允许有 1~2 个横向振动比较大的频带,在该频带内最大横向振动比不应大于 100% ,频带宽度不超过横向振动比对应频率的 ±10%。

表 B.6 台面横向振动比

A 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 20\text{Hz}$	$20\text{Hz} < f < 500\text{Hz}$	$f \geq 500\text{Hz}$
	台面横向振动比	$\leq 20\%$	$\leq 10\%$	$\leq 20\%$
B 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 20\text{Hz}$	$20\text{Hz} < f < 500\text{Hz}$	$f \geq 500\text{Hz}$
	台面横向振动比	$\leq 25\%$	$\leq 15\%$	$\leq 25\%$
C 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 20\text{Hz}$	$20\text{Hz} < f < 500\text{Hz}$	$f \geq 500\text{Hz}$
	台面横向振动比	$\leq 25\%$	$\leq 15\%$	$\leq 50\%$

B.7 振动试验系统工作时,台面加速度幅值均匀度应满足表 B.7 的要求。在 2000Hz 以内的频率允许有 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大于 50% (小台面)及 150%或给出实际测量值(大台面),频带宽度不超过最大均匀度对应频率的 ±10% 。

表 B.7 台面加速度幅值均匀度

小 台 面	A 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 500\text{Hz}$	$500\text{Hz} < f \leq 1500\text{Hz}$	$f > 1500\text{Hz}$
		均匀度	$\leq 10\%$	$\leq 20\%$	$\leq 25\%$
	B 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 500\text{Hz}$	$500\text{Hz} < f \leq 1500\text{Hz}$	$f > 1500\text{Hz}$
		均匀度	$\leq 15\%$	$\leq 25\%$	$\leq 30\%$
	C 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 500\text{Hz}$	$500\text{Hz} < f \leq 1500\text{Hz}$	$f > 1500\text{Hz}$
		均匀度	$\leq 15\%$	$\leq 25\%$	$\leq 35\%$
大 台 面	A 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 500\text{Hz}$	$500\text{Hz} < f \leq 0.7 f^* \text{ Hz}$	$f > 0.7 f^* \text{ Hz}$
		均匀度	$\leq 15\%$	$\leq 25\%$	$\leq 30\%$
	B 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 500\text{Hz}$	$500\text{Hz} < f \leq 0.7 f^* \text{ Hz}$	$f > 0.7 f^* \text{ Hz}$
		均匀度	$\leq 20\%$	$\leq 30\%$	$\leq 50\%$
	C 级	频率范围	$5\text{Hz} \leq f \leq 500\text{Hz}$	$500\text{Hz} < f < 0.7 f^* \text{ Hz}$	$f > 0.7 f^* \text{ Hz}$
		均匀度	$\leq 25\%$	$\leq 50\%$	$\leq 70\%$

注 1:振动台台面最外圈安装螺栓分布圆直径大于 400mm 的振动台为大台面。

注 2: f^* 为试验台的一阶共振频率。

B.8 振动试验系统的振动位移、速度、加速度幅值示值误差应满足表 B.8 的要求。

表 B.8 振动位移、速度、加速度幅值示值误差

	幅值示值误差
A 级	$\leq 5\%$
B 级	$\leq 8\%$
C 级	$\leq 10\%$

B.9 振动试验系统在规定的频率范围内作扫频振动,扫频方式为对数形式,扫频速率为 1oct/min,扫频速率误差和定振允差限应满足表 B.9 的要求。

表 B.9 扫频速率误差和定振允差限

	扫频速率误差	定振允差限(dB)
A 级	$\leq 4\%$	± 0.4
B 级	$\leq 6\%$	± 0.6
C 级	$\leq 10\%$	± 1.0

B.10 随机信号应满足正态、平稳、各态历经性要求。

B.11 振动试验系统随机控制谱动态范围应满足表 B.10 的要求。

表 B.10 随机控制谱动态范围

	控制谱动态范围 D_{Δ} (dB)
A 级	$41 \geq D_{\Delta} \geq 39$
B 级	$39 > D_{\Delta} \geq 35$
C 级	$35 > D_{\Delta} \geq 20$

B.12 振动试验系统加速度总均方根值示值误差应满足表 B.11 的要求。

表 B.11 加速度总均方根值示值误差

	加速度总均方根值示值误差
A 级	$\leq 5\%$
B 级	$\leq 10\%$
C 级	$\leq 20\%$

B.13 振动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的比 R 应满足表 B.12 的要求。

表 B.12 加速度总均方根值的比 R

	总均方根值之比 R
A 级	$\leq 5\%$
B 级	$\leq 10\%$
C 级	$\leq 20\%$

B.14 振动试验系统随机振动加速度谱密度示值误差应满足表 B.13 的要求。

表 B.13 加速度谱密度示值误差

	加速度谱密度示值误差
A 级	$\leq 10\%$
B 级	$\leq 20\%$
C 级	$\leq 30\%$

B.15 振动试验系统随机振动在 90% 置信度控制下,加速度总均方根值和加速度谱密度控制允差限应满足表 B.14 的要求。

表 B.14 加速度总均方根值和加速度谱密度控制允差限

	总均方根值控制允差限	加速度谱密度控制允差限
A 级	$\pm 0.5\text{dB}$	$\pm 1\text{dB}$
B 级	$\pm 1\text{dB}$	$\pm 2\text{dB}$
C 级	$\pm 1.5\text{dB}$	$\pm 3\text{dB}$

B.16 环境试验箱温度示值经修正后,其示值误差应满足表 B.15 的要求。

表 B.15 温度示值误差

	温度示值误差
A 级	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
B 级	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
C 级	$\pm 0.8^{\circ}\text{C}$

B.17 环境试验箱在温度从 -55°C 到 70°C 范围内,在稳定状态下各测量点在规定的时间内温度偏差应满足表 B.16 的要求。

表 B.16 温度偏差

	温度偏差
A 级	$\pm 1^{\circ}\text{C}$
B 级	$\pm 1.5^{\circ}\text{C}$
C 级	$\pm 2^{\circ}\text{C}$

B.18 环境试验箱内循环气流进口的中心,沿中心方向距箱壁距离为试验箱对边距离的 $1/8$ 处,其上升或下降温度变化速率应满足表 B.17 的要求。

表 B.17 温度变化速率

	温度变化速率
A 级	$\geq 15^{\circ}\text{C}/\text{min}$
B 级	$\geq 10^{\circ}\text{C}/\text{min}$
C 级	$\geq 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$

B.19 环境试验箱相对湿度示值经修正后,其示值误差应满足表 B.18 的要求。

表 B.18 相对湿度示值误差

	相对湿度示值误差
A 级	$\pm 3\%$
B 级	$\pm 4\%$
C 级	$\pm 5\%$

B.20 环境试验箱稳定状态下,工作空间几何中心点在规定的时间内,其相对湿度偏差应满足表 B.19 的要求。

表 B.19 相对湿度偏差

	相对湿度偏差
A 级	$\pm 3\%$
B 级	$\pm 4\%$
C 级	$\pm 5\%$

附录 C
(规范性附录)

温度、湿度、振动综合试验设备校准用仪器

- C.1 用于附录 B 中技术要求为 A 级的试验设备见表 C.1
- C.2 振动测量还需要电荷放大器(最大允许误差 $\leq 1\%$)、加速度计和三向加速度计(灵敏度最大允许误差 $\leq 2\%$)。
- C.3 环境试验箱校准用多路转换开关通道数 ≥ 12 。
- C.4 加速度计的温度响应灵敏度和温度瞬变灵敏度要满足温度测量范围内相应技术指标要求。

表 C.1 校准用仪器

序号	校准项目	校准用仪器	
1	工作环境条件	干湿温度计	最大允许误差 $\leq 0.5^{\circ}\text{C}$
		交流电压表	最大允许误差 $\leq 2\%$
2	最大噪声	声级计	最大允许误差 $\leq 1.5\text{dB}$
3	台面漏磁	特斯拉计	最大允许误差 $\leq 2\%$
4	频率示值	数字频率计或动态信号分析仪	最大允许误差 $\leq 0.01\%$
5	随机信号	动态信号分析仪	自相关幅值测量最大允许误差 $\leq 4\%$
6	加速度信噪比	数字电压表	最大允许误差 $\leq 1\%$
7	振动台频响特性	动态信号分析仪	同表中 2,3
8	谐波失真度	动态信号分析仪	幅值测量最大允许误差 $\leq 0.1\%$
9	加速度幅值均匀度	动态信号分析仪	同表中 2,4
10	横向振动比	动态信号分析仪	同表中 2,4
11	扫频定振允差限	动态信号分析仪	对数幅值分辨力 $\leq 0.1\text{dB}$
12	扫频速率	秒表	分辨力 $\leq 0.1\text{s}$
13	加速度幅值示值稳定性	动态信号分析仪	同表中 2,4
14	振动幅值示值	动态信号分析仪	同表中 2,4
15	正弦推力	动态信号分析仪或数字电压表	幅值测量最大允许误差 $\leq 0.1\%$
16	控制谱动态范围	动态信号分析仪	对数幅值分辨力 $\leq 0.1\text{dB}$
17	加速度总均方根值	动态信号分析仪或数字电压表	幅值测量最大允许误差 $\leq 0.1\%$
18	加速度谱密度示值误差	动态信号分析仪	幅值测量最大允许误差 $\leq 1\%$
19	控制允差限	数字电压表	交流电压测量最大允许误差 $\leq 0.1\%$
		动态信号分析仪	对数幅值分辨力 $\leq 0.1\text{dB}$
20	随机推力	动态信号分析仪或数字电压表	幅值测量最大允许误差 $\leq 0.1\%$
21	环境试验箱温度示值	数字电压表	直流测量最大允许误差 $\leq 0.01\%$
	环境试验箱温度偏差	温度传感器	最大允许误差 $\leq 0.1^{\circ}\text{C}$,响应时间 $\leq 20\text{s}$
22	环境试验箱温度变化速率	数字电压表	直流测量最大允许误差 $\leq 0.01\%$
		温度传感器	最大允许误差 $\leq 0.1^{\circ}\text{C}$,响应时间 $\leq 5\text{s}$

表 C. 1(续)

序号	校准项目	校准用仪器	
23	环境试验箱相对湿度示值	数字电压表	直流测量最大允许误差 $\leq 0.01\%$
	环境试验箱相对湿度偏差	湿度传感器	2%RH

附录 D
(规范性附录)

干湿球法测量相对湿度的操作方法

选用两支型号相同、最大允许误差相等、正负偏差相近的温度传感器,分别作为干湿球,两支温度计之间的距离约 25mm。湿球纱布采用 120 号气象纱布,长约 100mm。湿球用水为蒸馏水或去离子水。水杯带盖并盛满蒸馏水,水杯中水面到湿球底部的距离约 30mm。采用纱布包扎湿球时,用纱布上的纱线把纱布无皱纹服贴包围在湿球上。重叠部分不超过湿球周长的 1/4,不要扎的过紧,剪掉多余纱布。湿球纱布应清洁、柔软和潮湿,每次校准时更换。相对湿度值可由干湿球测量温度查表得到。

中 华 人 民 共 和 国
国家军用标准
温度、湿度、振动
综合试验设备校准方法
GJB 5020-2003

*

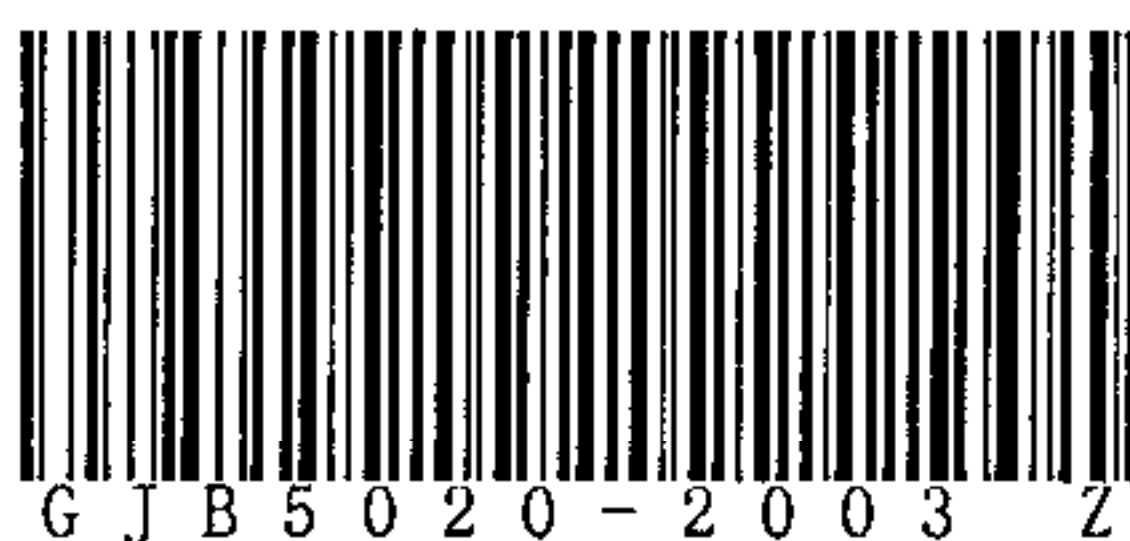
总装备部军标出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
总装备部军标出版发行部印刷车间印刷
总装备部军标出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 58 千字
2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月第 1 次印刷
印数 1-400

*

军标出字第 5150 号



G J B 5 0 2 0 - 2 0 0 3 Z