

环境试验设备相关计量方法介绍

一、概述

1、军工产品在生产，储存，运输和使用过程中不可避免的要随环境条件的侵袭，这种环境条件侵袭通常有三种情况：

- 1) 气候环境条件———高温，低温，湿度，霉菌，盐雾，砂尘，淋雨日照等
- 2) 飞行环境条件———低温低气压，高温低气压，温度冲击，加速度，振动，冲击
- 3) 运输环境条件———碰撞，振动，冲击等

为了适应和经受这些环境条件的侵袭，国内外生产厂家不断推出自己最好的环境试验设备以满足市场的需求。

“九五”期间，七个地区北京，上海，成都，西安，沈阳，武汉，广州国防系统等 60 多单位投入环境试验设备几百余台（箱），统计分析其中 80 年代投入使用占 61%，70 年代投入使用占 29%，60 年代投入使用占 10%，这些试验设备都较充分的发挥了作用。

2、现在实行的军用标准

- 美军标 MIL-STO-810
- GJB150~20-86 军用设备环境试验方法
- GB/T5170-96 电工电子产品环境试验设备基本参数检定方法
- GB 2423 电工电子产品基本环境试验
- GB10592-89 高低温试验箱技术条件
- GB10589-89 低温试验箱技术条件
- GB10586-89 湿热试验箱技术条件

二、环境试验设备若干计量问题

1、温度冲击试验及温度变化试验

温度冲击试验：这种试验特点是仅在试验前后对产品性能进行初始检测和最终检测，以判断产品是否能耐受温度的急剧变化，不要求产品在温度变化过程中工作并达到性能要求，高低温箱在试验过程中高低温转换一般规定此转换时间小于5分钟（这同时也是计量所要求达到的指标）。

温度变化试验：考核产品在温度变化期间耐抗能力和正常工作能力的试验，用一个试验箱对温度变化的速率作出限制。如：10°C/min 15°C/min 20°C/min

2、温度容差

在众多的环境试验方法标准中，试验条件容差是一项重要的技术指标，它反映了环境试验对设备的控制水平的要求，体现了环境试验的规范性。因此，正确理解有头标准对试验条件容差的规定，从而提高环境试验结果的可靠性和科学性是至关重要的。

国标GB2423.1 低温试验方法中规定了温度允许偏差范围 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ，在这里 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 并不是指那一个点或是在那一时间，而是对整个工作空间的各点的要求。

还应指出的另一问题是 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 这个温度容差是允许偏差的概念，GJB150 军标温度梯度最大 2.2°C 时，对温度场均匀性要求是某一瞬间温度场各点温度之间的关系。 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 这个温度容差，决不能看作是标称值的设定范围。例 $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$

此处 60°C 是标称值， $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 则是容差在设定环境条件参数值时，温度设定值只能是 60°C ，而不能是 62°C ，或 58°C ，由于控制系统漂移调整中的误差及试验箱温度场的不均匀性，试验温度的实测结果不可能是 60°C ，允许偏差但范围是不超过 62°C

或不低于 58°C

3、环境试验设备中相对湿度的测量

相对湿度在环境试验中是一个很重要的参数，合理而准确地测量相对湿度，对于保证环境条件具有重要意义。

所谓相对湿度，就是空气中水蒸气分压力和同温度下饱和水蒸气分压力之比

$$u = e/e_s * 100\%, RS$$

试验箱中相对湿度通常无法由测量空气中水蒸气分压和饱和水蒸气分压得到，是通过测量干球温度并加以换算而得到

$$e = e_{tw} - A(p_t - t_w)$$

利用干湿球法测量相对湿度的基础是空气状况，如果温度变化阶段用干湿球法测量相对湿度是不准确，只能作为参考，在空气状态稳定的情况下，相对湿度只受A值的影响

$$A = 0.000165 + 6.75/V$$

公式上看A值的大小取决于流过湿球的空气流速，所以流过湿球的空气流速是影响相对湿度测量的重要因素，实验证明，当空气流速大于 2.5 m/s 时，对相对湿度的影响已不明显，但试验箱是在密闭条件下，在检定时要求在工作空间布置多个相对湿度测量点。这样在工作空间一般 $< 1 \text{ m}^3$ 内，将存在多个能产生局部气流速度大于 2.5 m/s 风源，这将破坏试验箱原来的工作状态，显然不合适

结论：

- 用干湿球法测量相对湿度。以上因素是带来测量相对湿度准确性的影响因素。

● 用干湿球法测量相对湿度的过程，流过湿球的气流速度是影响结果的重要因素，保持 2.5 m/s 以上，而实际试验箱 0.6m/s 左右，如不能满足要求，可使用相应气流速度的相对湿度查算表。

干湿球测量相对湿度的方法：

- 1) 选用两支型号相同，特性基本一致的湿球温度计，两支温度计传感器的轴凡线应平行，温度计之间的距离应不小于湿球传感器总直径的 3 倍（包括湿球纱套）
- 2) 水杯最好带盖，并盖满蒸馏水，水杯中水面到湿球底部的距离为 30mm。
- 3) 湿球水的渗透高（70~80）mm。（ZBY157-83 要求）
- 4) 分别读出干湿球温度计的示值，算出干湿球温度计差值，根据 GB6999-86 查出该温度下的相对湿度值。

4、环境试验设备检定中的标称值

工作空间环境参数标称值是环境试验设备的重要特征之一，是计算环境参数偏差的依据，是环境试验设备检定工作的基础。

- 1) 标称值的定义：标注在量具上用以表明其特性或指导其使用的量值称为标称值。
- 2) 标称值的特点：它是一个测量结果，是计量器具所特有，一个已知给出的值。
- 3) 标称值在环境试验设备检定工作中的作用：环境试验中要求的环境条件是由试验设备提供，而试验方法标准中规定的环境条件标称值一个理想值，在实际试验中由于多种因素，影响试验设备提供的环境条件的实际值，只能接近标称值而无法达到标称值，接近的程度取决于试验设备控制系统的准确度，它的作用体现在两个方面：

- 标称值是试验设备控制系统设定值的依据。
- 标称值是计算试验设备工作空间各点环境条件偏差的依据。

到 huanyu17.cn 交流讨论:第二部分 环境试验设备相关计量方法介绍

三、环境试验箱的计量项目、方法、计算

1、名词解释：

- 1) 波动度：环境试验设备在稳定状态下，工作空间中心点参数随时间的变化量。
- 2) 均匀度：环境试验设备在稳定状态下，工作空间某一时刻各测试点（温湿度）之间的差异。
- 3) 偏差：设备在稳定状态下，工作空间各测量点的实测最高值和实测最低值与标称值的上下偏差。

2、计量特性：温湿度偏差、温湿度波动度、温湿度均匀性

3、计量方法：

- 1) 计量在空载条件下进行。若带有负载，应在证书中说明负载情况。
- 2) 计量湿度点一般应选择设备使用范围的上限、下限及中心点，也可根据用户需要选择实际常用的温湿度点
- 3) 计量点的位置：
 - 设备容积小于 2m³ 时，温度点 9 个，湿度点 3 个
 - 设备容积大于 2 m³，温度点 15 个，湿度点 4 个

计算（以温度为例）

波动度： $\Delta t_f = \pm (t_{\max} - t_{\min}) / 2$

均匀度： $\Delta t_u = \sum_{I=1}^{n} (t_{\max} - t_{\min}) / n$

I=1

偏差： $\Delta T_{\max} = T_{\max} - T_{\text{标}}$

$\Delta T_{\min} = T_{\min} - T_{\text{标}}$