**《冲击试验低温仪校准规范》实验报告**

**2024.09.15**

**《冲击试验低温仪校准规范》实验报告**

**一、冲击试验低温仪的校准方法**

湖南省计量检测研究院作为湖南省最高法定计量技术机构，一直关注冲击试验低温仪的技术发展，致力于解决冲击试验低温仪超低温量值溯源难题。

冲击试验低温仪是夏比摆锤冲击试验机的关键配套设备，一般采用液氮冷却技术，依据热平衡原理对试样进行自动均匀冷却，确保各项温度指标符合国家标准规定，为材料冲击试验提供低温场测试条件。

目的：对冲击试验低温仪设备温度的量值传递提供技术保障，统一和规范冲击试验低温仪设备温度的校准工作。

意义：在全省范围内统一冲击试验低温仪设备温度的校准方法，解决冲击试验低温仪设备温度计量参数在计量校准过程中规范的适用性问题，统一对冲击试验低温仪设备温度开展量值传递技术标准。

相关技术规范水平现状和发展趋向：冲击试验低温仪设备暂无国家标准。JJF 2019-2022《液体恒温试验设备温度性能测试规范》主要适用于温度范围为（-80～300）℃的液体恒温试验设备温度性能的测试；JJF 1030-2010《恒温槽技术性能测试规范》，主要适用于检定、校准各类玻璃温度计、铂热电阻、热电偶和其他各类温度传感器的恒温槽开展校准工作，主要计量参数为温度波动性和均匀性。而对于冲击试验低温仪，在计量检定工作中发现，冲击试验低温仪广泛使用于各大企事业单位，是一类重要的温度工作设备。冲击试验一般是确定军用、民用设备在经受外力冲撞或作用时产品的安全性、可靠性和有效性的一种试验方法。试样的温度是一个关键因素，按温度来分， 冲击试验分为：常温冲击试验， 在常温下进行试验，一般在23±5℃，低温冲击试验：在低温介质下保存一定时间, 使温度达到要求后快速取出完成冲击试验。冲击试验低温仪的温度示值误差、均匀度、波动度，对工业生产、测试实验、能力验证至关重要，为使冲击试验低温仪的温度量值溯源工作更加规范化，给冲击试验低温仪生产企业和使用单位提供明确而规范的技术标准，进而统一全省的冲击试验低温仪温度量值传递工作，提出制订冲击试验低温仪校准规范。

**二、冲击试验低温仪校准思路**

参照JJF 2019-2022《液体恒温试验设备温度性能测试规范》；JJF 1030-2022《恒温槽技术性能测试规范》，采用温度巡检仪对冲击试验低温仪进行校准，校准根据工作空间大小进行布点测试。

**三、标准器描述**

温度测量标准，测量范围：-196~100℃，分辨力不低于0.01℃，最大允许误差为±（0.15℃+0.002∣t|）。

**四、实验数据方案**

将对五个生产厂家进行长期试验，积累试验数据进行分析。选用仪器厂家和型号（见表3）：

表3 实验仪器厂家和型号

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **单位** | **仪器型号** | 有效工作空间（长×高×宽） |
| 济南联工测试技术有限公司 | LDW-100T | 760×440×220mm，约73L |
| 济南联工测试技术有限公司 | CDW-196S | 150×150×150mm，约3.3L |
|  济南泰思特仪器有限公司 | DWC—60A | 170×120×100mm ，约2.0L |
|  济南泰思特仪器有限公司 | CDW-100 |  275×160×120mm，约5.4L |
| 济南科盛试验设备有限公司 | DWC-80 | 150×150×240mm，约5.4L |

**五、实验数据处理**

1 校准数据经过近一年试验，从中选取3个有代表性的厂家，5个型号，每个型号测试温度三个温度点（上限、下限、中间点）。

2 温度偏差试验

表4 5种冲击试验低温仪温度偏差试验汇总数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 型号 | 布点方式 | 被检温度点/℃ | 温度偏差最小值/℃ | 温度偏差最大值/℃ |
| CDW-196S | 5点 | 0 | -0.21 | 0.32 |
| -50 | -0.22 | 0.41 |
| -100 | -0.62 | 0.43 |
| DWC—60A | 3点 | 0 | -0.22 | 0.31 |
| -100 | -0.25 | 0.43 |
| -196 | -0.62 | 0.52 |
| CDW-100 | 3点 | 0 | -0.12 | 0.32 |
| -50 | -0.12 | 0.32 |
| -100 | -0.42 | 0.52 |
| DWC-80 | 5点 | 0 | -0.38 | 0.24 |
| -50 | -0.12 | 0.24 |
| -80 | -0.25 | 0.33 |
| LDW-100T | 9点 | 0 | -0.12 | 0.33 |
| -50 | -0.45 | 0.52 |
| -100 | -0.62 | 0.43 |

工作平面布点*i*(*i*=1，2，3，……)在规定时间30min内(*j*=1，2，3…，16) 16次测量中的最高温度和最低温度与设定温度的差值分别为温度上、下偏差，计算公式如下：

$ ∆T\_{max}=max(T\_{ij}+∆T\_{i})−T\_{s}$ (1)

$ ∆T\_{min}=min(T\_{ij}+∆T\_{i})−T\_{s}$ (2)

式中：

$∆T\_{max}$——温度上偏差，℃；

$∆T\_{min}$——温度下偏差，℃；

$T\_{ij}$——温度测量标准在布点*i*第*j*次测量的温度读数，℃；

$∆T\_{i}$——温度测量标准对应通道布点*i*的温度修正值，℃；

$T\_{s}$——设定温度，℃。

 从上述5种不同规格的冲击试验低温仪校准的温度偏差来看，当被校准的温度与环境温度之差越大，其温度偏差越大，主要是因为低温槽与周边环境产生热交换。因此从数据和使用的要求，对冲击试验低温仪温度偏差采取分段式给出参考值。如表 5 所示。

表5 校准规范给出的温度偏差范围值

|  |  |
| --- | --- |
| 温度范围 | 偏差 |
| -80℃~常温 | ±0.6℃ |
| -196℃~-80℃ | ±1.0℃ |

3 温度均匀度试验

表6 5种冲击试验低温仪表面温度均匀度试验汇总数据

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 型号 | 布点方式 | 被检温度点/℃ | 温度均匀度/℃ |
| CDW-196S | 5点 | 0 | 0.09 |
| -50 | 0.31 |
| -100 | 0.42 |
| DWC—60A | 3点 | 0 | 0.06 |
| -100 | 0.22 |
| -196 | 0.73 |
| CDW-100 | 3点 | 0 | 0.12 |
| -50 | 0.38 |
| -100 | 0.55 |
| DWC-80 | 5点 | 0 | 0.11 |
| -50 | 0.26 |
| -80 | 0.28 |
| LDW-100T | 9点 | 0 | 0.07 |
| -50 | 0.22 |
| -100 | 0.39 |

取工作空间各布点测量修正后的最高温度与最低温度之差，共计16次差值的算术平均值作为该校准点的温度均匀度，计算公式如下：

$ ∆T\_{u}=\sum\_{j=1}^{16}\left(T\_{jmax}−T\_{jmin}\right)/16$ (4)

$ T\_{jmax}$=$max(T\_{ij}+∆T\_{i})$ (5)

$ T\_{jmin}=min(T\_{ij}+∆T\_{i}) $ (6)

式中：

$∆T\_{u}$——温度均匀度，℃；

$T\_{jmax}$——温度测量标准第*j*次测量各布点修正后的最高温度，℃；

$ T\_{jmin}$——温度测量标准第*j*次测量各布点修正后的最低温度，℃；

表7 校准规范给出的温度均匀度范围值

|  |  |
| --- | --- |
| 温度范围 | 温度均匀度 |
| -80℃~常温 | 0.3℃ |
| -196℃~-80℃ | 0.5℃ |

4 温度波动度试验

表6 5种冲击试验低温仪表面温度波动度试验汇总数据

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 型号 | 布点方式 | 被检温度点/℃ | 温度波动度/℃ |
| CDW-196S | 5点 | 0 | 0.05 |
| -50 | 0.22 |
| -100 | 0.34 |
| DWC—60A | 3点 | 0 | 0.06 |
| -100 | 0.18 |
| -196 | 0.41 |
| CDW-100 | 3点 | 0 | 0.09 |
| -50 | 0.26 |
| -100 | 0.45 |
| DWC-80 | 5点 | 0 | 0.09 |
| -50 | 0.22 |
| -80 | 0.28 |
| LDW-100T | 9点 | 0 | 0.07 |
| -50 | 0.18 |
| -100 | 0.36 |

工作空间上各布点16次实测最高温度与最低温度之差，作为该校准点的温度波动度，计算公式如下：

$ ∆T\_{f}=max(T\_{imax}−T\_{imin})$ (3)

式中：

$ ∆T\_{f}$——温度波动度，℃；

$T\_{imax}$——温度测量标准在布点*i*的16次测量中的最高温度读数，℃；

$T\_{imin}$——温度测量标准在布点*i*的16次测量中的最低温度读数，℃。

表8 校准规范给出的温度波动度范围值

|  |  |
| --- | --- |
| 温度范围 | 温度波动度 |
| -80℃~常温 | 0.3℃ |
| -196℃~-80℃ | 0.5℃ |

**六、实验小结**

对济南联工测试技术有限公司三家公司5种不同型号的冲击试验低温槽的校准试验数据进行分析，温度偏差随着被校准对象的温度降低，其与环境之间产生的热交换越多，其温度偏离设定温度的值越大，于是项目组将-80℃以内，以酒精为主要介质的低温槽，和-80℃~-196℃以液氮为主要载体的低温槽进行区分，两者之间的温度偏差分别为±0.5℃和±1.0℃。从上述试验数据来看，试验数据满足技术要求。需要注意的是本校准数据采取的标准器读数均进行修正后的数据。

根据校准试验数据计算，低温槽的均匀度分别设置为偏差数据的1/2比较合理，因此对-80℃以内和-80℃~-196℃低温槽，分别设置均匀度为0.3℃和0.5℃。从上述试验数据分析，试验数据满足技术要求。

根据校准试验数据计算，低温槽的波动度分别设置为偏差数据的1/2比较合理，因此对-80℃以内和-80℃~-196℃低温槽，分别设置波动度为0.3℃和0.5℃。从上述试验数据分析，试验数据满足技术要求。