JJF（机械）1041-2020

**中华人民共和国工业和信息化部**

**机械计量技术规范**



**中华人民共和国工业和信息化部** 发布

**2021—01—01实施**

**2020—xx—xx发布**

**高频脉冲耐电晕试验仪校准规范**

**Calibration Specification for High**

**frequency impulse voltage tester**

（报批稿）

高频脉冲耐电晕试验仪

校准规范

Calibration Specification for High

frequency impulse voltage tester

**JJF(机械)1041—2020**



本规范经中国机械工业联合会于2020年xx月xx日批准，并自2020年1月1日起施行。

归 口 单 位：全国机械汽车专业计量技术委员会

负责起草单位：上海国缆检测中心有限公司

参加起草单位：铜陵精达特种电磁线股份有限公司/长沙湘鸿仪器机械有限公司/ 常州威远电工器材有限公司/宁波金田新材料有限公司/上海迪安电工器材有限公司/浙江诚峰有色金属股份有限公司/浙江长城电工科技股份有限公司/浙江长城电工新材科技有限公司

本规范委托全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

范洪欣（上海国缆检测中心有限公司）

张 毅（上海国缆检测中心有限公司）

朱海伦（上海国缆检测中心有限公司）

彭春斌（铜陵精达特种电磁线股份有限公司）

夏 克（常州威远电工器材有限公司）

梁学昊（长沙湘鸿仪器机械有限公司）

郭才福 (宁波金田新材料有限公司)

参加起草人：

叶贤忠（上海迪安电工器材有限公司）

张建军（浙江诚峰有色金属股份有限公司）

朱伟清（上海国缆检测中心有限公司）

陆赛坤（上海国缆检测中心有限公司）

吕金哲（上海国缆检测中心有限公司）

赵子璈（上海国缆检测中心有限公司）

姚桂华（浙江长城电工科技股份有限公司）

苏保信（铜陵精达特种电磁线股份有限公司检测中心）

嵇凤祥（浙江长城电工新材科技有限公司）

本规范委托全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

**目 录**

引言

1 范围 1

2 引用文件 1

3 概述 1

4 术语和计量单位 1

5 计量特性 2

6 校准项目、校准条件和测量标准 3

7 校准方法 4

7.1一般检查 5

7.2校准试验稳态冲击电压（Ua） 5

7.3校准脉冲频率 5

7.4校准脉冲上升时间/校准脉冲下降时间 6

7.5校准脉冲尖峰电压(Ub) 6

7.6校准正或负脉冲宽度与脉冲周期的比值 6

7.7高温试验箱温度偏差的校准 7

7.8热滞后时间的测量 7

7.9高温试验箱校准结果的处理 7

8 校准结果的处理和复校时间间隔 8

附录A电压校准结果测量不确定度评定 10

附录B时间、频率校准结果测量不确定度评定 13

附录C温度校准结果测量不确定度评定 16

附录D校准记录格式... 19

附录E校准证书内页格式 21

**引 言**

本规范依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》的规定，以JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF1094-2002《测量仪器特性评定》为基础性法规，参考GB/T 4074.21-2018《 绕组线试验方法 第21部分：耐高频脉冲电压性能》、JB/T 4279.1－2008 《漆包绕组线试验仪器设备检定方法 第1部分：总则》等进行制定。

本规范为首次发布。

**高频脉冲耐电晕试验仪校准规范**

1范围

本校准规范适用于漆包绕组线用耐高频脉冲电压试验仪（室温及高温）的校准。

2引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

JJF1001《通用计量术语及定义》

JJF1071《国家计量校准规范编写规则》

JJF1059.1《测量不确定度评定与表示》

JB/T 4279.1－2008 《漆包绕组线试验仪器设备检定方法 第1部分：总则》

JB/T 4279.11－2008 《漆包绕组线试验仪器设备检定方法 第11部分：击穿电压试验仪》

GB/T 4074.21-2018 《绕组线试验方法 第21部分：耐高频脉冲电压性能》

GB/T 21707-2018 《变频调速专用三相异步电动机绝缘规范》

3概述

高频脉冲耐电晕试验仪是采用高频脉冲电压测定绕组线在高温空气中的耐高频脉冲电压性能的专用仪器，以电气强度的变化作为失效判据，试验结果可用于评定电气设备绝缘结构用绕组线的性能。

4 术语和计量单位

* 1. 双极脉冲

电压脉冲，其极性从正极到负极或从负极到正极交替。

* 1. 脉冲电压频率(单位：kHz)

无论单极性或正极性脉冲，在相同时间间隔下，两个连续完整脉冲之间时间的倒数。

* 1. 脉冲上升时间（1.25tr） (单位：ns)

电压从零-峰值电压的10%上升到90%所需时间的1.25倍（见图1）。

* 1. 脉冲下降时间（1.25tr） (单位：ns)

电压从峰-零值电压的90%下降到10%所需时间的1.25倍。

* 1. 脉冲峰值电压（UP）（单位：V）

单极式冲击电压期间达到的最大电压值（见图1）。

注：对于双极性脉冲电压，脉冲峰值电压是脉冲峰-峰值电压（UPK/PK）的一半，脉冲峰-峰值电压（UPK/PK）（见图1）。

* 1. 稳态冲击电压（Ua）（单位：V）

冲击电压的终值（见图1）。

* 1. 尖峰电压（Ub）（单位：V）

超过稳态冲击电压的峰值电压值（见图1）。

* 1. 脉冲宽度（单位：ms）

到达规定冲击幅值或规定阈值冲击瞬时值得第一瞬间和最后瞬间的时间差。

* 1. 温度偏差（单位：℃）

在同一时刻不同位置间（空间温度偏差）和同一位置不同时刻（时间温度波动）存在的温度偏差。

* 1. 工作空间（单位：mm）

在箱内空间中符合有关漆包绕组线试验方法标准规定的温度范围用于放置试样的空间，工作空间不小于试样所占有的空间，其界面平行于箱内空间界面。



U—电压；t—时间；Up—脉冲峰值电压；Ua—稳态冲击电压；Ub—尖峰电压；1.25tr—脉冲上升时间。

图1 双极性对称型冲击电压波形

5 计量特性

1. 一般要求
   * 1. 试验仪的安全措施应符合高压试验设备的有关规定，试验箱门应有安全联锁装置。
     2. 试验时每个试样应采用独立电源。
     3. 当被测试样发生短路时，耐高频脉冲电压试验仪的计时装置应能停止计时，并应能保持测试值。
     4. 耐高频脉冲电压试验仪的脉冲电压波形应为双极性对称方波。
   1. 试验脉冲电压频率

（2～20）kHz，示值误差为±1%。

* 1. 试验脉冲上升时间（带负载）

（50～100）ns；示值误差为±10%。

* 1. 试验脉冲下降时间（带负载）

（50～100）ns；示值误差为±10%。

* 1. 试验电压的稳态冲击电压（Ua）

（0～±3000）V；示值误差为±3%。

* 1. 试验电压的尖峰电压

不应超过相对于稳态冲击电压（Ua）的+2%。

* 1. 正或负脉冲宽度与脉冲周期的比值

50%；误差±2%。

* 1. 在强迫通风条件下高温试验的烘箱其工作空间温度偏差

误差±3 ℃

* 1. 热滞后时间（时间常数）

测试温度为（200±5）℃，不超过660 s。

6 校准项目、校准条件和测量标准

1. 校准项目如表1所示。
2. 校准条件：环境温度为（15±35）℃，相对湿度（45～75）%。
3. 测量标准如表2所示。

表1 校准项目

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 校准项目 | 测试项目 |
| 1 | 一般检查 | —— | √ |
| 2 | 试验脉冲电压频率 | √ | —— |
| 3 | 试验脉冲上升时间 | √ | —— |
| 4 | 试验脉冲下降时间 | √ | —— |
| 5 | 试验电压的稳态冲击电压 | √ | —— |
| 6 | 试验电压的尖峰电压 | —— | √ |
| 7 | 正或负脉冲宽度与脉冲周期的比值 | —— | √ |
| 8 | 在强迫通风条件下高温试验的烘箱其工作空间温度偏差 | √ | —— |
| 9 | 热滞后时间（时间常数） | —— | √ |

表2 测量标准

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 测量标准及其他设备 |
|
| 1 | 一般检查 | 目测 |
| 2 | 试验脉冲电压频率 | 1、高压差分衰减器或探头  测量范围：≥3kV；  输入阻抗：≥20 MΩ；  上升时间：≤3.5ns；  带宽：≥100MHz；  最大允许误差小于被校误差的1/3。  2、数字示波器  输入阻抗：1MΩ；  带宽：≥100MHz；  时基：≤5ns/div；  上升时间：≤5ns；  灵敏度：≤1mV/div；  最大允许误差小于被校误差的1/3。 |
| 3 | 试验脉冲上升时间 |
| 4 | 试验脉冲下降时间 |
| 5 | 试验电压的稳态冲击电压 |
| 6 | 试验电压的尖峰电压 |
| 7 | 正或负脉冲宽度与脉冲周期的比值 |
| 8 | 在强迫通风条件下高温试验的烘箱其工作空间温度偏差 | 温度测量一般选用多通道温度显示仪表或多路温度测量装置，传感器通常选用四线制铂热电阻温度计，通道传感器数量不少于9个，测量范围0℃～300℃。分辨力：不低于0.01℃，最大允许误差：±0.15℃。 |
| 9 | 热滞后时间（时间常数） | 热滞后时间试件、秒表（一等） |

7 校准方法

1. 一般检查
2. 目测。试验箱门应有安全联锁装置。
3. 将差分探头与示波器配合接到试验仪，目测输出波形是否为双极性对称方波。
4. 将发生短路的被测试样接入试验仪的高压输出端和低电位端，开启耐高频脉冲电压试验仪的计时装置，目测是否能保持测试值。
5. 校准试验稳态冲击电压（Ua）

将差分探头与示波器配合接到试验仪的高压输出端和低电位端，在频率10kHz或20kHz时，对整数位指示值各校准两次。

按式（1）计算示值误差：

 …………………………………………（1）

式中： δ——指示电压相对误差，%；

U0——试验仪的指示电压，V；

U——实测电压，V.

1. 校准脉冲频率

将差分探头与示波器配合接到试验仪的高压输出端和低电位端，在电压指示值为1.5 kV时，对2 kHz、5kHz、10 kHz、15 kHz、20 kHz指示值各校准两次。

按式（2）计算示值误差：

 ……………………………………（2）

式中：ρ——指示相对误差，%；

F0——脉冲指示频率，kHz ；

F——脉冲实测频率，kHz。

1. 校准脉冲上升时间/校准脉冲下降时间

将差分探头与示波器配合接到试验仪的高压输出端和低电位端，同时接入负载，分别在稳态冲击电压1.5kV、脉冲频率10kHz时，及在稳态冲击电压1.5kV、脉冲频率20kHz时，进行脉冲上升或下降时间的校准。

按式（3）计算示值误差：

 ………… …………………………………（3）

式中：η——指示相对误差，%；

T0——脉冲指示上升/下降时间，ns；

T——脉冲实测上升/下降时间，ns。

1. 校准脉冲尖峰电压(Ub)

将差分探头与示波器配合接到试验仪的高压输出端和低电位端，同时接入负载，分别测出在稳态冲击电压1.5kV、脉冲频率10kHz时的脉冲尖峰电压(Ub)和稳态冲击电压（Ua），各校准两次。

按式（4）计算误差：

 …………………………………………（4） 式中：γ——尖峰电压误差百分率；

Ub——脉冲尖峰电压，V；

Ua——脉冲稳态冲击电压，V。

1. 校准正或负脉冲宽度与脉冲周期的比值

将差分探头与示波器配合接到试验仪的高压输出端和低电位端，同时接入负载，分别在稳态冲击电压1.5kV、脉冲频率10kHz时，及在稳态冲击电压1.5kV、脉冲频率20kHz时，进行正或负脉冲宽度与脉冲周期比值的校准。

按式（5）计算误差：

………… ……………………………………（5）

式中：ω——正或负脉冲宽度与脉冲周期的比值误差百分率；

w——正或负脉冲宽度，ms；

W——脉冲周期，ms。

1. 高温试验箱温度偏差的校准
2. 高温试验箱温度测试空间应包含放置试样的电极和试样所占有的空间，其界面平行与箱内空间的界面。
3. 用九支热电偶测量被测空间九个测点的温度，一个测点为被测空间的中心点，其余八个测点分别为被测空间的八个顶点，各测点的热电偶在试验箱内的长度不少于300 mm。
4. 调节试验箱温度，使试验箱温度不偏离试验要求温度±3 ℃。
5. 试验箱温度稳定后1 h开始校准，迅速记录九个测点热电偶的热电势或温度，每隔5 min校一次（第0、5、10、15、20 min）完成五次校准。
6. 热滞后时间的测量
7. 调节试验箱温度，使箱内距箱体几何中心位置25 mm内的热电偶的温度为（200±3）℃。
8. 试验箱达到热稳定至少1小时后，在不切断试验箱电源情况下，将试验箱门成90°打开，迅速将热滞后时间试件挂在试验箱几何中心。热电偶的另一个结点悬挂在离铜棒80 mm处。，试验箱门打开（60±1）s，然后关上试验箱门，立刻至少每10 s记录一次，由这温差热电偶的两个节点产生温差电势，直到记得最大温差电势。继续至少每30 s记录一次温差电势直至该温差电势的温度为最大温差电势温度的1/10。
9. 高温试验箱校准结果的处理
10. 计算温度偏差
11. 计算空间温度偏差

分别计算九个测点五次测量值的各自温度的平均值。

以被测空间中心点平均温度为基准，按式（6）计算各测点平均温度与中心点平均温度的空间温度偏差（精确到0.1 ℃）。

 ai= ……………………………………………………（6）

式中：ai——被测空间第i个顶点的空间温度偏差，i=1～8，℃；

ti——被测空间第i个顶点的平均温度，i=1～8，℃；

to——被测空间中心点平均温度，℃。

1. 计算时间温度波动

按式（7）计算被测空间八个顶点在五次测量中各自的最高温度与最低温度的差值，得被测空间时间温度波动（精确到0.1 ℃）。

=  ……………………………………………………（7）

式中：bi ——第i个顶点时间温度波动，i=1～8，℃；

bimax——第i个顶点最高温度，i=1～8，℃；

bimin——第i个顶点最低温度，i=1～8，℃

1. 计算温度偏差

温度偏差由空间温度偏差与时间温度波动合成，按式（8）计算温度偏差（精确到0.1℃）。

………………………………………………………（8）

式中：△ti——第i个温度偏差，i=1～8，℃；

Ai ——第i个空间温度偏差，i=1～8，℃；

Bi ——第i个时间温度波动，i=1～8，℃。

检查第7.9.1.3条计算结果（保留一位有效数字），若最大温度偏差符合5.8条规定，则该测试空间为工作空间。

1. 热滞后时间曲线的绘制

根据关上试验箱门的时间与热电势绘制热滞后时间曲线。以时间为横轴，单位为s；温度差为纵轴，单位为℃。将最大的温差除以10，记做T10，并以T10做一横线。然后根据热滞后时间曲线，计算从最大温差时刻到温差跌到T10所需时间。

8 校准结果的处理和复校时间间隔

1. 本部分不包括试验箱温度指示仪表（或温度计）的校准，对于试验温度由温度指示仪表显示，而该仪表感温元件无法位于工作空间中心位置的试验箱，校准结果中应给出在校准温度下指示仪表值与工作空间中心实际温度的误差。
2. 经校准的耐高频脉冲电压试验仪发给校准证书，证书内容见附录D。
3. 测量结果不确定度的评定方法见附录A、附录B、附录C。
4. 应根据测量系统的稳定性的时限进行复校，建议复校时间间隔设为一年。

-------------------------------------------------------

附录A

电压校准结果测量不确定度评定

1. 引言

本附录以电压校准项目的测量不确定度评定为例，说明耐高频脉冲电压试验仪电压校准项目的测量不确定度评定的程序。由于校准方法和所用仪器设备相同或近似，关于电压校准结果的测量不确定度评定也相同或近似。

1. 电压校准结果测量不确定度评定
2. 测量方法

将差分探头与示波器配合接到耐高频脉冲电压试验仪的高压输出端和低电位端，从示波器上读出输出电压。下面以3kV点的示值误差为例，进行测量结果不确定度评定

1. 测量模型

∆=UX-U0  （A.1）

式中：

∆ -----------被校仪器电压绝对误差，V

UX --------电压的实测值，V

U0----------被校仪器的指示电压，V

1. 测量中可能导致不确定度的来源
   1. 测量重复性引入的标准不确定度分量ua(U)。
   2. 测量仪器的最大允许误差引入的不确定度分量ub1（U）。
   3. 测量仪器的分辨率引入的不确定度分量ub2（U）。
2. 标准不确定度评定
   * 1. 测量重复性引入的标准不确定度分量ua(U)

测量重复性引入的标准不确定度通过多次重复测量进行A类评定。用贝塞尔公式（A.2）计算实验标准差：

s（Ui）=

式中： ----被校仪器电压多次测量结果的平均值；

Ui----被校仪器电压第i次测量结果；

n----重复测量的次数，此处n=10。

表A.1电压3kV设定值重复测量数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第i次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值（V） | 3002 | 3005 | 3015 | 3023 | 3017 | 3007 | 3009 | 3025 | 3020 | 3021 |

根据表A.1中的数据，可由公式（A.2）计算出电压3kV测量重复性的实验标准差：

s（Ui）=8.1V

取其平均值的实验标准差为标准不确定度，则

ua(U)==2.6V

则自由度

vi=n-1=9

* + 1. 测量仪器的最大允许误差引入的不确定度分量ub1（U）

测量仪器不确定度引起的测量不确定度，由于本次测量采用的测量仪器是数字示波器、差分探头，其最大示值允许误差±1.0%，属于B类评定，服从均匀分布，则在3kV这一点的不确定度为：

ub1（U）==17.32（V）

估计其可靠性为90%，则自由度

vb1=50

* + 1. 测量仪器的分辨率引入的不确定度分量ub2（U）

测量时读数引起的不确定度。由于采用的是数字示波器，其分辨力引起的测量变化为1 V，设读数变化区间的半宽为分辨力的一半，则a==0.5（V），属于B类评定，服从均匀分布，则由测量时读数引起的标准不确定度为：

ub2（U）===0.29（V）

估计其其可靠性为90%，则自由度

vb2=50

1. 标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 评定方法 | 分布特性 | 灵敏系数 | 分量不确定度贡献 | 标准不确定度的值 | 自由度 |
| ua(U) | A | 正态 | 1 | 2.6V | 2.6V | 9 |
| ub1（U） | B | 均匀 | -1 | 17.32V | 17.32V | 50 |
| ub2（U） | B | 均匀 | -1 | 0.29V | 0.29V | 50 |

1. 合成标准不确定度

其合成不确定度为：

uc===17.5（V）

1. 扩展不确定度

取包含因子 *k*=2，则扩展不确定度为：

U=*k*uc=2uc=35（V）

1. 测量不确定度报告

测量结果为：被测仪器在指示3kV时，测量结果的扩展不确定度为：

*U*= 35（V），*k*=2

---------------------------------------------

附录B

时间、频率校准结果测量不确定度评定

1. 引言

本附录以时间校准项目的测量不确定度评定为例，说明耐高频脉冲电压试验仪时间、频率校准项目的测量不确定度评定的程序。由于校准方法和所用仪器设备相同或近似，关于时间、频率校准结果的测量不确定度评定也相同或近似。

1. 电压校准结果测量不确定度评定
2. 测量方法

将差分探头与示波器配合接到耐高频脉冲电压试验仪的高压输出端和低电位端，从示波器上读出输出脉冲的上升时间。下面以100ns点的示值误差为例，进行测量结果不确定度评定

1. 测量模型

∆=tX-t0  （B.1）

式中：

∆ -----------被校仪器输出脉冲上升时间的绝对误差，s

tX -------- 输出脉冲上升时间的实测值，s

t0----------被校仪器输出脉冲上升时间的指示值，s

1. 测量中可能导致不确定度的来源
   1. 测量重复性引入的标准不确定度分量ua(t)。
   2. 测量仪器的最大允许误差引入的不确定度分量ub1（t）。
   3. 测量仪器的分辨率引入的不确定度分量ub2（t）。
2. 标准不确定度评定
   * 1. 测量重复性引入的标准不确定度分量ua(t)

测量重复性引入的标准不确定度通过多次重复测量进行A类评定。用贝塞尔公式（B.2）计算实验标准差：

s（ti）= （B.2）

式中： ----被校仪器输出脉冲上升时间多次测量结果的平均值；

ti----被校仪器输出脉冲上升时间第i次测量结果；

n----输出脉冲上升时间重复测量的次数，此处n=10。

表B.1电压100ns设定值重复测量数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第i次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值（ns） | 101.1 | 101.6 | 101.8 | 101.5 | 101.3 | 101.3 | 101.5 | 101.5 | 101.2 | 101.2 |

根据表B.1中的数据，可由公式（B.2）计算出输出脉冲上升时间100ns测量重复性的实验标准差：

s（ti）=0.216ns

取其平均值的实验标准差为标准不确定度，则

ua(t)==0.068ns

则自由度

vi=n-1=9

* + 1. 测量仪器的最大允许误差引入的不确定度分量ub1（t）

测量仪器不确定度引起的测量不确定度，由于本次测量采用的测量仪器是数字示波器、差分探头，其最大示值允许误差为±0.5ns，由测量仪器本身随环境条件的变化而带来的不确定度忽略不计，属于B类评定，服从均匀分布，则在100ns这一点的不确定度为：

ub1（t）==0.289（ns）

估计其可靠性为90%，则自由度

vb1=50

* + 1. 测量仪器的分辨率引入的不确定度分量ub2（t）

测量时读数引起的不确定度。由于采用的是数字示波器，其分辨力引起的测量变化为0.1ns，属于B类评定，服从均匀分布，则由测量时读数引起的标准不确定度为：

ub2（t）===0.058（ns）

估计其其可靠性为90%，则自由度

vb2=50

1. 标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 评定方法 | 分布特性 | 灵敏系数 | 分量不确定度贡献 | 标准不确定度的值 | 自由度 |
| ua(t) | A | 正态 | 1 | 0.216ns | 0.216ns | 9 |
| ub1（t） | B | 均匀 | -1 | 0.289ns | 0.289ns | 50 |
| ub2（t） | B | 均匀 | -1 | 0.058ns | 0.058ns | 50 |

1. 合成标准不确定度

其合成不确定度为：

uc===0.37（ns）

1. 扩展不确定度

取包含因子 *k*=2，则扩展不确定度为：

*U*=*k*uc=2uc=0.74（ns）

1. 测量不确定度报告

测量结果为：被测仪器在指示3kV时，测量结果的扩展不确定度为：

*U*= 0.74（ns），*k*=2

---------------------------------------------

附录C

**温度校准结果测量不确定度评定**

1. 引言

本附录以温度校准项目的测量不确定度评定为例，说明耐高频脉冲电压试验仪温度校准项目的测量不确定度评定的程序。本次测量采用的测量仪器是数字万用表、热电偶。

1. 温度校准结果测量不确定度评定
2. 测量方法

将热电偶组放入高频脉冲电压试验仪箱体，从热电偶补偿端读出热电偶的温度值。下面以155℃点的示值误差为例，进行测量结果不确定度评定

1. 测量模型

∆=TX-T0  （C.1）

式中：

∆ -----------被校仪器箱体内温度的绝对误差，℃

TX -------- 箱体内温度的实测值，℃

T0----------被校仪器箱体温度的指示值，℃

1. 测量中可能导致不确定度的来源
2. 测量重复性引入的标准不确定度分量ua(T)。
3. 测量仪器的最大允许误差引入的不确定度分量ub1（T）。
4. 测量仪器的分辨率引入的不确定度分量ub2（T）。
5. 标准不确定度评定
6. 测量重复性引入的标准不确定度分量ua(T)

测量重复性引入的标准不确定度通过多次重复测量进行A类评定。用贝塞尔公式（C.2）计算实验标准差：

s（Ti）= （C.2）

式中： ----被校仪器箱体内温度多次测量结果的平均值；

Ti----被校仪器箱体内温度第i次测量结果；

n----箱体内温度重复测量的次数，此处n=10。

表C.1温度155℃设定值重复测量数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第i次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值（℃） | 155.3 | 155.5 | 155.8 | 155.5 | 155.3 | 155.3 | 155.5 | 155.5 | 155.1 | 155.2 |

根据表C.1中的数据，可由公式（C.2）计算出箱体内温度155℃测量重复性的实验标准差：

s（Ti）=0.71℃

取其平均值的实验标准差为标准不确定度，则

ua(U)==0.225℃

则自由度

vi=n-1=9

1. 测量仪器的最大允许误差引入的不确定度分量ub1（T）

测量仪器不确定度引起的测量不确定度，由于本次测量采用的测量仪器是数字万用表、热电偶，其带来的最大示值允许误差分别为±0.1℃，由测量仪器本身随环境条件的变化而带来的不确定度忽略不计，属于B类评定，服从均匀分布，则在155℃这一点的不确定度为：

ub1（T）==0.058（℃）

估计其可靠性为90%，则自由度

vb1=50

1. 测量仪器的分辨率引入的不确定度分量ub2（T）

测量时读数引起的不确定度。由于采用的是数字万用表、热电偶，其读取温度的分辨力分别为0.05℃，属于B类评定，服从均匀分布，则由测量时读数引起的标准不确定度为：

ub2（U）===0.029（℃）

估计其其可靠性为90%，则自由度

vb2=50

1. 标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 评定方法 | 分布特性 | 灵敏系数 | 分量不确定度贡献 | 标准不确定度的值 | 自由度 |
| ua(T) | A | 正态 | 1 | 0.225℃ | 0.225℃ | 9 |
| ub1（T） | B | 均匀 | -1 | 0.058℃ | 0.058℃ | 50 |
| ub2（T） | B | 均匀 | -1 | 0.029℃ | 0.029℃ | 50 |

1. 合成标准不确定度

其合成不确定度为：

uc===0.23（℃）

1. 扩展不确定度

取包含因子 *k*=2，则扩展不确定度为：

*U*=*k*uc=2uc=0.46（℃）

1. 测量不确定度报告

测量结果为：被测仪器在指示155℃时，测量结果的扩展不确定度为：

*U*= 0.46（℃），*k*=2

---------------------------------------------

附录D **校准记录格式（一）**

缆专检号：校准依据：

测件型号：

测件名称：送检单位：

校准地点: □器具/□设备编号：

校准日期：年月日测件生产厂：

━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━

|  |
| --- |
|  |

一、一般检查：

|  |
| --- |
|  |

二、脉冲稳态冲击电压校准：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试样通道 | 1＃ | 2＃ | 3＃ | 4＃ | 5＃ |
| 标称值（V） |  |  |  |  |  |
| 测量值（V） |  |  |  |  |  |
| 测量值（V） |  |  |  |  |  |
| 平均值（V） |  |  |  |  |  |

|  |
| --- |
|  |

三、脉冲上升时间校准：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试样通道 | 1＃ | 2＃ | 3＃ | 4＃ | 5＃ |
| 标称值（ns） |  |  |  |  |  |
| 实测值（ns） |  |  |  |  |  |

四、脉冲下降时间校准：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试样通道 | 1＃ | 2＃ | 3＃ | 4＃ | 5＃ |
| 标称值（ns） |  |  |  |  |  |
| 实测值（ns） |  |  |  |  |  |

|  |
| --- |
|  |

五、脉冲频率校准：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试样端号 | 1＃ | 2＃ | 3＃ | 4＃ | 5＃ |
| 标称值（kHz） |  |  |  |  |  |
| 实测值（kHz） |  |  |  |  |  |

|  |
| --- |
|  |

六、尖峰电压校验：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试样通道 | 1＃ | 2＃ | 3＃ | 4＃ | 5＃ |
| 实测值（mV） |  |  |  |  |  |
| 误差（%） |  |  |  |  |  |

|  |
| --- |
|  |

七、占空比校验：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试样通道 | 1＃ | 2＃ | 3＃ | 4＃ | 5＃ |
| 占空比（%） |  |  |  |  |  |

|  |
| --- |
|  |

━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━

室温：℃湿度：％校准：校 核：

附录D **校准记录格式（二）**

缆专检号：校准依据：

测件型号：

测件名称：送检单位：

校准地点: □器具/□出厂编号：

校准日期：年月日测件生产厂：

━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一、校准前后检查： | | | | | | | | |  | | |
| 二、测试条件  测试温度： ℃；规定温度偏差： ± ℃；通风方式：  试验箱尺寸（mm）： 工作空间尺寸（mm）：  热电偶型号： 冷端温度（℃）：  工作空间位置（mm）离左箱壁 离上箱壁 离前箱壁 | | | | | | | | | | | |
| 离右箱壁 离下箱壁 离后箱壁 | | | | | | | | |  | | |
| 三、试验箱温场的校准： | | | | | | | | |  | | |
| 项 目 | 测 量 数 据 | | | | | | | | | |
| 顶 | | | | 中心点 | 底 | | | | |
| 前 | | 后 | | 前 | | 后 | | |
| 第1次测量值mV |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 第2次测量值mV |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 第3次测量值mV |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 第4次测量值mV |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 第5次测量值mV |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 测点平均电势mV |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 测点平均温度℃ |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 测点空间温度偏差℃ |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 测点电势变化量mV |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 测点时间温度波动℃ |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
| 测点温度偏差℃ |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |

|  |  |
| --- | --- |
| 校准结果：最大的测点温度偏差± ℃ |  |
| 注：测点的温度偏差=±(测点空间温度偏差+测点时间温度波动/2) |  |

四、热滞后时间（时间常数）： s

━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━

室温：℃湿度：％校准：校 核：

附录E **校准证书内页格式**

证书编号 ××××××—××××

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准机构授权说明 | | | | |
| 校准环境条件及地点 | | | | |
| 温 度 | ℃ | 地 点 |  | |
| 相对湿度 | % | 其 他 |  | |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称）： | | | | |
| 校准所使用的主要测量标准： | | | | |
| 名称 | 测量范围 | 不确定度/  准确度等级/  最大允许误差 | 检定/校准  证书编号 | 证书有效期至 |
|  |  |  |  |  |

注：

1. ×××××仅对加盖“×××××校准专用章”的完整证书负责。

2.本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。

3.未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

第×页 共×页

证书编号 ××××××—××××

**校 准 结 果**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一、一般检查：  二、脉冲频率校准：   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序 号 | 1＃ | 2＃ | 3＃ | 4＃ | 5＃ | | 标称值（kHz） |  |  |  |  |  | | 实测值（kHz） |  |  |  |  |  |   三、脉冲稳态冲击电压VP-P校准：   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序 号 | 1＃ | 2＃ | 3＃ | 4＃ | 5＃ | | 标称值（V） |  |  |  |  |  | | 实测值（V） |  |  |  |  |  |   四、脉冲上升时间校准：   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序 号 | 1＃ | 2＃ | 3＃ | 4＃ | 5＃ | | 上升沿时间（ns） |  |  |  |  |  |   五、脉冲下降时间校准：   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序 号 | 1＃ | 2＃ | 3＃ | 4＃ | 5＃ | | 下降时间（ns） |  |  |  |  |  |   六、脉冲占空比校测试：   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序 号 | 1＃ | 2＃ | 3＃ | 4＃ | 5＃ | | 标称值（%） |  |  |  |  |  | | 实测值（%） |  |  |  |  |  |   七、尖峰电压满足试验要求。  八、试验箱的温度偏差在标称测试温度下校准：最大的测点温度偏差：±\*℃。  九、热滞后时间测试： s。  校准不确定度的评定和表述均符合JJF\*\*\*的要求。 |

校准员： 校核员：

第×页 共×页