**JJF**

湖南省地方计量校准规范

JJF（湘）××－××××

**柱式液压平板硫化机校准规范**

Calibration Specification for

**Column Hydraulic Type Flat Vulcanizing Machine**

（不确定度评定实例）

附录C

**立柱式平板硫化机温度偏差测量不确定度评定实例**

C.1 被校对象

选用一台加热板尺寸2000mm×2000mm的立柱式液压平板硫化机实施校准，设备温度分辨力为0.1℃，校准温度为165℃。本实例以上加热板的温度上偏差作为考察对象。

C.2 测量标准

温度传感器选用A级铂电阻温度计，测量范围（0~300）℃，最大允许误差±0.15℃。

电测设备选用多通道温度巡检仪，温度测量范围（0~300）℃，最大允许误差±0.1℃。

C.3 校准方法

根据本规范对温度偏差的校准要求，按图2、图3完成温度传感器的布置并连接电测设备。运行设备至设定温度，待温度稳定后进行读数，记录时间间隔为2min，重复记录不少于6次。计算上下热板各测温点最高温度与设定温度的差值为温度上偏差，各测温点最低温度与设定温度的差值为温度下偏差。

C.4 数学模型

测力系统示值误差数学模型：

$∆t\_{max}=t\_{max}-t\_{S}$ (C.1)

式中：

$∆t\_{max}$—温度上偏差，℃；

$t\_{max}$--各测量点规定时间内测量的最高温度，℃；

$t\_{S}$—设备设定温度，℃

C.5 灵敏系数

由数学模型可以得到灵敏系数：

$c\_{1}=\frac{∂∆t\_{max}}{∂t\_{max}}$=1

$c\_{2}=\frac{∂∆t\_{max}}{∂t\_{S}}$=-1

C.6标准不确定度分量

C.6.1温度测量重复性引入的标准不确定度$u\_{1}$

以165℃为校准点，取上加热板中心点重复测量10次，测量数据为：166.73℃、166.18℃、165.82℃、164.71℃、166.49℃、165.28℃、164.84℃、166.47℃、165.90℃、166.39℃。

则实验标准偏差：

$s=\sqrt{\frac{\sum\_{i=1}^{10}（ x\_{i}-\overbar{x}）^{2}}{9}}=0.72℃=u\_{1}$ (C.2)

C.6.2 标准器引入的标准不确定度$u\_{2}$

A级铂电阻温度计，测量范围（-100~300）℃，最大允许误差±0.15℃，误差服从均匀分布，则有：

$u\_{2}=\frac{0.15}{\sqrt{3}}=0.087 ℃$ (C.3)

C.6.3 电测设备引入的标准不确定度$u\_{3}$

专电测设备温度测量范围（-100~300）℃，最大允许误差±0.1℃，误差服从均匀分布，则有：

$u\_{3}=\frac{0.1}{\sqrt{3}}=0.056 ℃$ (C.4)

C.7合成标准不确定度

C.7.1标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 不确定度值（℃） |
| $$u\_{1}$$ | 测量重复性 | 0.72 |
| $$u\_{2}$$ | 标准器 | 0.087 |
| $$u\_{3}$$ | 电测设备 | 0.056 |

C.7.2 合成标准不确定度$u\_{c}$

$u\_{c}=\sqrt{u\_{1}^{2}+u\_{2}^{2}+u\_{3}^{2}}$=0.73℃ (C.5)

C.8 扩展不确定度*U*

取包含因子*k*=2，温度上偏差扩展不确定度*U*为：

*U*=$0.73×2≈1.5$℃

C.9 校准结果不确定度表达

立柱式液压平板硫化机上加热板165℃校准点温度上偏差校准结果的扩展不确定度为*U*=1.5℃ （*k*=2）。

附录D

**立柱式液压平板硫化机加压平行度不确定度评定实例**

**D.1 测量过程**

用数显游标卡尺（量程：（0 ～150）mm；分辨率：0.01mm；最大允许误差: ±0.03mm）测量被压后的各铅条中心位置厚度，铅条最大最小厚度之差即为加压面平行度。

**D.2 数学模型**

试针直径测量数学模型：

$P=R\_{max}-R\_{min}$ (D.1)

式中：

*P*——加压平行度（mm）；

$R\_{max}、R\_{min}$——分别为被压铅条中心位置的最大、最小厚度值（mm）。

**D.3 灵敏系数**

由数学模型可以得到灵敏系数：

$c\_{1}=\frac{∂P}{∂R\_{max}}$=1

$c\_{2}=\frac{∂P}{∂R\_{min}}$=-1

故：

$$u\_{c}^{2}=u^{2}(R\_{max})+u^{2}(R\_{min})$$

**D.4 输入量标准不确定度**

D.4.1 标准不确定度来源

因为$R\_{max}$和$R\_{min}$为同一精度测量，所以*u*$(R\_{max})$*=u*$(R\_{min})$，下面以*u*$(R\_{max})$进行分析。被压铅条中心位置的最大厚度值测量结果的不确定度由测量重复性引入的标准不确定度分量$u\_{1}(R\_{max})$、游标卡尺分辨力引入的标准不确定度分量$u\_{2}(R\_{max})$及游标卡尺最大允许误差引入的标准不确定度分量$u\_{3}(R\_{max})$组成。

4.2最大厚度值测量重复性引入的标准不确定度分量$u\_{1}$

取下被压铅条，用游标卡尺测量被压后的铅条中心位置厚度，重复测量10次，测量数据如下：1.18mm，1.19mm，1.18mm，1.17mm，1.18mm，1.19mm，1.17mm，1.18mm，1.19mm，1.18mm。其实验标准偏差为：

$s=\sqrt{\frac{\sum\_{i=1}^{10}(x\_{i}-\overline{x})}{9}}=0.0074mm=u\_{1} $ (D.2)

D.4.2 由标准器分辨力引入的标准不确定度分量$u\_{2}$

游标卡尺的分度值为0.01mm，读数时服从三角分布，由此引入标准不确定度分量为：

$u\_{2}=\frac{0.01}{2\sqrt{6}}mm=0.0020mm$ (D.3)

D.4.3 由标准器引入的标准不确定度分量$u\_{3}$

根据JJG 30-2012《通用卡尺检定规程》表6的规定，测量范围(0～200)mm的游标尺最大允许误差为±0.03mm，其误差服从均匀分布，由此引入标准不确定度分量为：

$u\_{3}=\frac{0.03}{\sqrt{3}}mm=0.0173mm$ (D.4)

**D.5 合成标准不确定度**

D.5.1标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 不确定度值（mm） |
| $$u\_{1}$$ | 测量重复性 | 0.0074 |
| $$u\_{2}$$ | 分辨力 | 0.0020 |
| $$u\_{3}$$ | 标准器 | 0.0173 |

D.5.2 合成标准不确定度*u*$(R\_{max})$

测量重复性和分辨力引入的不确定度分量中两者取大值，$u\_{1}$﹥$u\_{2}$，则：

$u(R\_{max})=\sqrt{u\_{1}^{2}+u\_{3}^{2}}=0.019mm$ (D.5)

$u\_{c}= \sqrt{u^{2}(R\_{max})+u^{2}(R\_{min})}$=$0.027mm$ (D.6)

**D.6扩展不确定度*U***

取*k*=2，则扩展不确定度*U*为：*U*=$u\_{c}$×*k*=0.06mm

**D.7 测量结果报告**

加压面平行度测量的扩展不确定度为*U*=0.06mm（*k*=2）。

附录E

**立柱式液压平板硫化机计时测量不确定度评定实例**

**E.1 测量过程**

用电子秒表（量程：（0～60）min ，最大允许误差: ±0.1s）进行测量，硫化开始时计时，硫化结束并泄压停止计时，重复测量3次，取平均值为测量结果。计时器设定值与电子秒表测得的实际值之差即为计时器的示值误差。

**E.2 数学模型**

计时测量数学模型：

$∆T=t\_{s}-t\_{0}$ (E.1)

式中：

$∆T$——计时器示值误差（s）；

$t\_{s}$ ——计时器设定时间，通常为900（s）；

$t\_{0}$ ——电子秒表测得的实际时间（s）。

**E.3 灵敏系数**

由数学模型可以得到灵敏系数：

$c\_{1}=\frac{∂∆T}{∂t\_{s}}$=1

$c\_{2}=\frac{∂∆T}{∂t\_{0}}$=-1

故：

$u\_{c}^{2}=u^{2}(t\_{s})+u^{2}(t\_{0})$ (E.2)

其中$t\_{s}$为设定值，对不测定度评定结果不产生影响，所以

 $u\_{c}=u(t\_{0})$

**E.4 输入量标准不确定度**

E.4.1 标准不确定度来源

计时测量结果的不确定度由测量重复性引入的标准不确定度分量$u\_{1}(t\_{0})$、电子秒表最大允许误差引入的标准不确定度分量$u\_{2}(t\_{0})$组成。

E.4.2计时测量重复性引入的标准不确定度分量$u\_{1}$

用电子秒表测量立柱式液压热板硫化机的计时器900s，重复测量10次，测量数据如下：899.92 s，899.96 s，900.17 s，900.11 s，900.12 s，899.89 s，900.17 s，900.18 s，900.08 s，900.06 s。其实验标准偏差为：

$s=\sqrt{\frac{\sum\_{i=1}^{10}(x\_{i}-\overline{x})}{10-1}}=0.11s$ (E.3)

$$u\_{1}=\frac{s}{\sqrt{3}}=0.064s$$

E.4.3 由标准器引入的标准不确定度分量$u\_{2}$

根据JJG 237-2010《秒表检定规程》表1的规定，测量间隔为(0～60)min的秒表最大允许误差为±0.10s，其误差服从均匀分布，由此引入标准不确定度分量为：

$u\_{2}=\frac{0.1}{\sqrt{3}}mm=0.058s$ (E.4)

**E.5 合成标准不确定度**

E.5.1标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 不确定度值（s） |
| $$u\_{1}$$ | 测量重复性 | 0.064 |
| $$u\_{2}$$ | 标准器 | 0.058 |

E.5.2 合成标准不确定度$u(t\_{0})$

$u\left(t\_{0}\right)=\sqrt{u\_{1}^{2}+u\_{2}^{2}}=0.087s $ (E.5)

$$u\_{c}=u(t\_{0})=0.087s$$

**E.6扩展不确定度*U***

取*k*=2，则扩展不确定度*U*为：*U*=$u\_{c}$×*k*=0.2s

**E.7 测量结果报告**

加压面平行度测量的扩展不确定度为*U*=0.2s（*k*=2）。