

天津市地方计量技术规范

JJF (津) 3043-2025

热变形/维卡软化温度测定仪校准规范

Calibration Specification of Heat Deflection and Vicat Softening
Temperature Testers

2025-09-29 发布

2025-11-01 实施

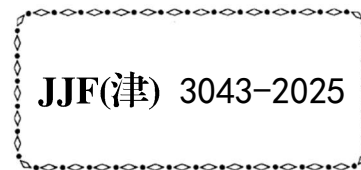
天津市市场监督管理委员会 发布

热变形/维卡软化温度 测定仪校准规范

Calibration Specification of Heat

Deflection and Vicat Softening

Temperature Testers



归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

河北省计量监督检测研究院

北京市计量检测科学研究院

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

王晓丹（天津市计量监督检测科学研究院）

李强光（天津市计量监督检测科学研究院）

孙 鹏（河北省计量监督检测研究院）

吴 健（北京市计量检测科学研究院）

参加起草人：

余松林（天津市计量监督检测科学研究院）

王 喆（天津市计量监督检测科学研究院）

贺 胜（天津市计量监督检测科学研究院）

刘惠文（天津市计量监督检测科学研究院）

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语.....	1
3.1 负荷变形温度.....	1
3.2 维卡软化温度.....	1
3.3 温度示值误差.....	1
3.4 升温速率误差.....	1
3.5 温度均匀度.....	1
3.6 位移示值误差.....	1
3.7 加载砝码的误差.....	2
4 概述.....	2
5 计量特性.....	2
6 校准条件.....	2
6.1 环境条件.....	2
6.2 测量标准及其他设备.....	2
7 校准项目和校准方法.....	3
7.1 校准项目.....	3
7.2 校准方法.....	3
7.3 数据处理.....	4
8 校准结果表达.....	5
9 复校时间间隔.....	6
附录 A	7
附录 B	9
附录 C	10
附录 D	12
附录 E	14
附录 F	15

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011 《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范作为京津冀共建规范，为首次发布。

热变形/维卡软化温度测定仪校准规范

1 范围

本规范适用于温度范围为室温~300℃热变形/维卡软化温度测定仪（以下简称测定仪）的校准。其他类似设备的校准也可参照本规范。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 1633—2000 热塑性塑料维卡软化温度（VST）的测定

GB/T 1634.1—2019 塑料 负荷变形温度的测定 第1部分：通用试验方法

GB/T 8802—2001 热塑性塑料管材、管件维卡软化温度的测定

JB/T 12723—2016 热变形/维卡软化温度测定仪 技术规范

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

3.1 负荷变形温度 temperature of deflection under load

随着试验温度的增加，试样挠度达到标准挠度值时的温度。

[来源：GB/T 1634.1-2019, 3.7]

3.2 维卡软化温度 Vicat softening temperature VST

使用选定的均匀升温速率，在规定的负荷下，压针头刺入试样表面1 mm深时的温度。

3.3 温度示值误差 temperature indication error

在规定的升温速率下，测定仪显示温度与温度标准器测得温度的差值。

3.4 升温速率误差 error of heating rate

在规定的升温速率下，测定仪设定升温速率与实际升温速率的差值。

3.5 温度均匀度 temperature uniformity

测定仪液浴槽中各测温点在同一时刻温差的最大值。

3.6 位移示值误差 error of displacement indication

测定仪位移显示值与标准量块标称值之差。

3.7 加载砝码的误差 error of loading weights

加载砝码的称量值与电子天平的标称值之差。

4 概述

测定仪用于非金属材料（如塑料、橡胶、尼龙、电绝缘材料等）的负荷变形温度及维卡软化温度的测定，一般由试验架、砝码、加热系统和测控软件四部分组成。试验架包括负载杆、位移测量装置、压头或压针、砝码托盘和试样支架等部分。加热系统由液浴槽、控温系统和测温系统组成。

5 计量特性

测定仪的计量特性包括温度示值误差、升温速率误差、温度均匀度、位移示值误差、加载砝码的误差。测定仪的计量特性要求见表 1。

表 1 测定仪的计量特性要求

序号	项目		计量特性要求
1	温度示值误差		$\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
2	升温速率误差	升温速率 $50\text{ }^{\circ}\text{C/h}$	$\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C/h}$
		升温速率 $120\text{ }^{\circ}\text{C/h}$	$\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C/h}$
3	温度均匀度		$\leq 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
4	位移示值误差		$\pm 0.005\text{ mm}$
5	加载砝码误差		$\pm 1\%$

注：以上计量特性要求不用于合格判定。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度： $(10\sim 30)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 80\%$ ，周围环境无影响仪器正常工作的机械振动和电磁场干扰。

6.2 测量标准及其他设备

校准时，可选用表 2 所列的测量标准及其他设备。

表 2 测量标准及其他设备

序号	名称	测量范围	技术要求	用途
1	数字测温仪	(0~300) °C	分辨力不低于 0.01 °C MPE: ± 0.10 °C	用于温度示值误差、升温速率和温度均匀度的测量
2	秒表	(0~24) h	分辨力不低于 0.1 s MPE: ± 0.5 s/d	用于升温速率的测量
3	量块	0.3 mm 、 1.0 mm	五等或以上	用于位移的测量
4	电子天平	(0.5~5000) g	Ⅱ级	用于加载砝码质量的测量

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

温度示值误差、升温速率误差、温度均匀度、位移示值误差、加载砝码误差。

7.2 校准方法

7.2.1 温度示值误差的校准

校准前,将温度测量标准传感器放在测定仪的温度传感器位置附近(如有多个试样架,则在每个试样架布设温度测量标准)并固定。设定测定仪的上限温度和升温速率,温度低于27 °C时启动运行,温度测量标准的示值达到40°C时,开始计时,并每隔 6 min分别记录测定仪和温度测量标准的示值,直至达到设定温度,记录结束时间和温度。

7.2.2 升温速率误差的校准

升温速率误差的校准和温度示值误差的校准同时进行,最后一次温度测量标准的示值与初始温度示值的差值除以相应升温时间即为测定仪的升温速率。

7.2.3 温度均匀度的校准

将温度测量标准传感器放在测定仪的温度传感器位置附近(如有多个试样架,则在每个试样架布设温度测量标准)并固定。设定测定仪的上限温度和升温速率,温度低于27 °C时启动运行,温度测量标准的示值达到40°C时,开始计时,计算每组温度测量标准的最大温度差值,取各组计算结果的最大值作为测定仪的温度均匀度。

7.2.4 位移示值误差的校准

将测定仪的位移测量装置调零，并用标准量块对装置进行测量，读取并记录测定仪位移测量装置的示值。

7.2.5 加载砝码误差的校准

电子天平按要求进行预热并对示值清零，然后对加载砝码逐一进行称量，记录加载砝码的质量。

7.3 数据处理

7.3.1 温度示值误差的计算

按式（1）计算温度示值误差

$$\Delta t_{ki} = t_{xki} - t_{ski} \quad (1)$$

式中：

Δt_{ki} ——k号试样架在第i个校准点测定仪示值误差，℃；

t_{xki} ——k号试样架在第i个校准点测定仪指示值，℃；

t_{ski} ——k号试样架在第i个校准点温度测量标准指示值，℃。

7.3.2 升温速率误差的计算

按式（2）计算升温速率

$$v_s = \frac{t_s - t_1}{T} \quad (2)$$

式中：

v_s ——测定仪升温速率，℃/h；

t_s ——达到温度设定时温度测量标准指示值，℃；

t_1 ——初始记录时温度测量标准指示值，℃；

T ——初始记录到温度设定值所用的时间，h。

按式（3）计算升温速率误差

$$\Delta v = v_x - v_s \quad (3)$$

式中：

Δv ——升温速率误差，℃/h；

v_x ——设定的升温速率，℃/h；

v_s ——实际测得的升温速率， $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

7.3.3 温度均匀度的校准

按式（4）计算温度均匀度

$$\Delta t = \max(t_{j\max} - t_{j\min}) \quad (4)$$

式中：

Δt ——温度均匀度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_{j\max}$ ——第j个6 min温度测量标准记录的各测温点最高温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_{j\min}$ ——第j个6 min温度测量标准记录的各测温点最低温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

7.3.4 位移示值误差计算

按式（5）计算位移示值误差

$$\Delta l = l_i - l_d \quad (5)$$

式中：

Δl ——位移示值误差，mm；

l_i ——测定仪位移示值，mm；

l_d ——量块的标称值，mm；

7.3.5 加载砝码误差计算

按式（6）计算加载砝码误差

$$\Delta m = m_i - m_d \quad (6)$$

式中：

Δm ——加载砝码的误差，g；

m_i ——电子天平对加载砝码的称量值，g；

m_d ——测定仪上加载砝码的标称值，g。

8 校准结果表达

经校准的实验室出具校准证书，校准证书至少应包括以下信息：

a) 标题：“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

- c) 进行校准的地点;
- d) 证书的唯一性标识 (如证书编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识 (如型号、产品编号等);
- g) 进行校准的日期, 如果与校准结果的有效性和应用相关时, 应说明被校对象的接收日期;
- h) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称和代号;
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- j) 校准环境的描述;
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- l) 对校准规范的偏离的说明;
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- o) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书或报告的声明。

9 复校时间间隔

复校时间间隔受仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素影响, 送校单位可根据实际情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔不超过 1 年, 使用特别频繁时应适当缩短。

附录 A

热变形/维卡软化温度测定仪校准原始记录格式

第 页 共 页

委托单位		原始记录编号	
单位地址		仪器名称	
仪器型号		出厂编号	
制造单位		校准依据	
环境温度	℃	湿度	%RH

校准用计量标准器

名称	型号规格	不确定度/准确度等级/最大允许误差	出厂编号	证书编号	有效期

1. 温度示值误差和均匀度的校准

示值误差 均匀度	显示值 (℃)	温度测量标准 示值 (℃)	温度示值 误差 (℃)	示值误差不确定度 U (℃) $k=2$
1 号试样架				
2 号试样架				
3 号试样架				
最大温差	$U =$ °C $k=2$			
1 号试样架				
2 号试样架				
3 号试样架				
最大温差	$U =$ °C $k=2$			
1 号试样架				
2 号试样架				
3 号试样架				
最大温差	$U =$ °C $k=2$			
1 号试样架				
2 号试样架				
3 号试样架				
最大温差	$U =$ °C $k=2$			
温度均匀度	$U =$ °C $k=2$			

2. 升温速率误差的校准

设定升温速率: °C/h

时间	0min	6min	12min	18min	24min
显示值/℃					
测量值/℃					

时间	30min	36min	42min	48min	54min
显示值/°C					
测量值/°C					
时间	60min	66min	72min	...	设定上限温度 时间_____min
显示值/°C					
测量值/°C					
升温速率 (°C/h)					
升温速率误差 (°C/h)					
升温速率误差不确定度 U (°C/h) $k=2$					

3. 位移示值误差的校准

样品架号	量块标称值 (mm)	测定仪位移示值 (mm)	位移示值误差 (mm)	平均值 (mm)
1 号试样架				
2 号试样架				
3 号试样架				
位移示值误差测量不确定度：U= mm k=2				

4. 加载砝码误差的校准

样品架号	砝码标称值（g）	电子天平称量值（g）	加载砝码误差（g）	平均值（g）
1 号试样架				
2 号试样架				
3 号试样架				
加载砝码误差测量不确定度：U= g k=2				

校准人员: _____ 核验人员: _____ 校准日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

附录 B

校准证书内页参考格式

一、温度示值误差和均匀度

校准点 (°C)					
温度示值误差 (°C)					
温度示值误差测量不确定度: $U =$ °C $k=2$					
温度均匀度					
不确定度 U (°C) $k=2$					

二、升温速率误差

设定升温速率 (°C/h)	
升温速率误差 (°C/h)	
不确定度 U (°C/h) $k=2$	

三、位移示值误差的校准

试样架号	位移示值误差 (mm)
1 号试样架	
2 号试样架	
3 号试样架	
位移示值误差测量不确定度: $U =$ mm $k=2$	

四、加载砝码误差的校准

试样架号	加载砝码误差 (g)
1 号试样架	
2 号试样架	
3 号试样架	
加载砝码误差测量不确定度: $U =$ g $k=2$	

附录 C

热变形/维卡软化温度测定仪温度示值误差不确定度分析示例

C.1 被校对象

热变形/维卡软化温度测定仪，温度指示分辨力：0.01 °C。

C.2 测量标准

温度巡检仪，温度测量范围：(0~300) °C，分辨力0.01 °C，最大允许误差：±0.10 °C。

C.3 校准方法

校准前，将温度巡检仪传感器放在测定仪的温度传感器位置附近（如有多个试样架，则在每个试样架布设传感器）并固定。设定测定仪的上限温度和升温速率，温度低于27 °C时启动运行，温度巡检仪的示值达到40 °C时，开始计时，并每隔6 min分别记录测定仪和温度巡检仪的示值，直至达到设定温度，记录结束时间和温度。

C.4 测量模型

温度示值误差测量模型：

$$\Delta t = t_x - t_s \quad (C.1)$$

式 (C.1) 中：

Δt ——测定仪温度示值误差，°C；

t_x ——测定仪温度指示值，°C；

t_s ——温度巡检仪的测得值，°C。

不确定度来源：被校仪器测量重复性及指示分辨力引入的标准不确定度分量，温度巡检仪最大允许误差引入的标准不确定度分量。

C.5 标准不确定度分量

C.5.1 测量重复性及指示分辨力引入的标准不确定度分量 u_1

a) 测量重复性引入的不确定度分量

在100 °C校准点重复测量 10 次，标准偏差 s 用下式计算：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.034^\circ\text{C}$$

故 $u_{11}=0.034^\circ\text{C}$ 。

b) 被校仪器温度指示分辨力引入的不确定度分量

被校仪器温度指示分辨力 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，分辨力引入的不确定度分量 u_{12} 用下式计算：

$$u_{12} = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} = 0.003\text{ }^{\circ}\text{C}$$

c) 由于 u_{11} 和 u_{12} 相关，因此 u_1 取二者中较大者，则

$$u_1 = 0.034\text{ }^{\circ}\text{C}$$

C.5.2 温度巡检仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

温度巡检仪温度分辨力为 $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，不确定度区间半宽 $0.005\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量：

$$u_2 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.003\text{ }^{\circ}\text{C}$$

C.5.3 温度巡检仪最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_3

温度巡检仪最大允许误差： $\pm 0.10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量：

$$u_3 = \frac{0.10}{\sqrt{3}} = 0.058\text{ }^{\circ}\text{C}$$

C.6 标准不确定度分量汇总表见表 C.1

表 C.1 温度示值误差标准不确定度分量汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度
u_1	温度测量重复性及指示分辨力	$0.034\text{ }^{\circ}\text{C}$
u_2	温度巡检仪分辨力	$0.003\text{ }^{\circ}\text{C}$
u_3	温度巡检仪最大允许误差	$0.058\text{ }^{\circ}\text{C}$

C.7 合成标准不确定度

温度示值误差校准合成标准不确定度 u_c 计算：

由于 u_1 、 u_2 、 u_3 相互独立，则合成标准不确定度 u_c 按下式计算：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.067\text{ }^{\circ}\text{C}$$

C.8 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，温度示值误差扩展不确定度为： $U = k \times u_c = 0.13\text{ }^{\circ}\text{C}$

附录 D

热变形/维卡软化温度测定仪升温速率误差不确定度分析示例

D.1 被校对象

热变形/维卡软化温度测定仪。

D.2 测量标准

温度巡检仪，温度测量范围：(0~300)℃，分辨力0.01℃，最大允许误差：±0.10℃。

秒表，分辨力0.1 s，最大允许误差：±0.5 s/d。

D.3 校准方法

升温速率误差的校准和温度示值误差的校准同时进行，最后一次温度巡检仪的读数与初始温度读数值的差值除以相应升温时间即为测定仪的升温速率，计算升温速率误差，单位℃/h。

D.4 测量模型

升温速率误差测量模型：

$$\Delta v = v_x - v_s \quad (\text{D.1})$$

式 (D.1) 中：

Δv —— 升温速率误差，℃/h；

v_x —— 测定仪设定升温速率的标称值，℃/h；

v_s —— 实际测得的升温速率，℃/h。

不确定度来源：升温速率测量重复性引入的标准不确定度分量，温度巡检仪分辨力引入的标准不确定度分量，温度巡检仪最大允许误差引入的标准不确定度分量。

D.5 标准不确定度分量

D.5.1 升温速率测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1

重复测量 10 次，标准偏差 $s=0.07$ ℃/h，故 $u_1=0.07$ ℃/h。

D.5.2 温度巡检仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

温度巡检仪分辨力（0.01 °C/h）引入的不确定度分量 u_2 ，区间半宽为 0.005 °C/h，服从均匀分布，则：

$$u_2 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.003 \text{ °C}$$

D.5.3 温度巡检仪最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_3

温度巡检仪最大允许误差：±0.10 °C，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量：

$$u_3 = \frac{0.10}{\sqrt{3}} = 0.058 \text{ °C}$$

D.6 标准不确定度分量汇总表

表 D.1 升温速率误差标准不确定度分量汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度
u_1	测量重复性	0.07 °C/h
u_2	温度分辨力	0.003 °C/h
u_3	温度巡检仪最大允许误差	0.058 °C/h

D.7 合成标准不确定度

由于 u_1 、 u_2 、 u_3 相互独立，则合成标准不确定度 u_c 按下式计算：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.091 \text{ °C}$$

D.8 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，升温速率误差扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 0.18 \text{ °C/h}$$

附录 E

位移示值误差测量不确定度评定示例

E.1 被校对象

温度范围（室温～300）℃的热变形/维卡软化温度测定仪。

以位移为 1.0mm 时测定仪位移指示误差测量结果的不确定度为例进行评定。

E.2 测量标准

5 等量块测量的不确定度： $U=0.5\mu\text{m}+5\times 10^{-6}\times l_n$ ， $k=2.58$ 。

E.3 校准方法

将标称值为 1.0mm 的量块放在位移传感器下面，读取测定仪的位移示值。

E.4 测量模型

位移示值误差测量模型

$$\Delta l = l_i - l_d \quad (\text{E.1})$$

式 (E.1) 中：

Δl ——位移示值误差，mm；

l_i ——测定仪位移的指示值，mm；

l_d ——量块的标称值，mm；

不确定度来源：位移测量重复性引入的标准不确定度分量，测定仪位移分辨力引入的标准不确定度分量，量块传递不确定度，量块最大允许误差引入的不确定度分量。

E.5 标准不确定度来源及大小、分量及合成不确定度一览表

来源	标准不确定度				灵敏系数 $ c_i $	标准不确定度分量 $u_i(y)$
	大小	分布	包含因子	u_i		
位移的测量重复性	13 μm	/	/	13 μm	1	13 μm
5 等量块不确定度	0.505 μm	正态	2.58	0.20 μm	1	0.20 μm
位移显示器的分辨力	10 μm	均匀	$\sqrt{3}$	2.89 μm	1	2.89 μm
合成不确定度 u_c	13.3 μm					

E.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，在校准位移为 1.0 mm 时的位移指示误差扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 0.03 \text{ mm}$$

附录 F

测定仪加载砝码误差测量不确定度评定示例

F.1 被校对象

温度范围（室温～300）℃的热变形/维卡软化温度测定仪。

以加载砝码 3000 g 时测定仪加载砝码误差测量结果的不确定度为例进行评定。

F.2 测量标准

电子天平：测量范围（0.5～5000）g，MPE: ± 0.15 g。

F.3 校准方法

将 3000 g 加载砝码放置在电子天平上进行测量。

F.4 测量模型

加载砝码误差测量模型

$$\Delta m = m_i - m_d \quad (\text{F.1})$$

式（F.1）中：

Δm ——加载砝码的误差，g；

m_i ——电子天平对加载砝码的称量值，g；

m_d ——测定仪上加载砝码的标称值，g。

不确定度来源：测量重复性引入的标准不确定度分量，电子天平最大允许误差引入的标准不确定度分量，电子天平分辨力引入的标准不确定度分量。

F.5 标准不确定度来源及大小、分量及合成不确定度一览表

标准不确定度					灵敏系数 $ c_i $	标准不确定度分量 u_i (y)
来源	数值	分布	包含因子	u_i		
重复性	0.15 g	/	/	0.03 g	1	0.03 g
最大允许误差	± 0.15 g	均匀	$\sqrt{3}$	0.09 g	1	0.09 g
分辨力	0.01 g	均匀	$\sqrt{3}$	0.006 g	1	0.006 g
合成不确定度 u_c		0.095 g				

F.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，测定仪在加载砝码为 3000 g 时的加载误差测量结果的不确定度为：

$$U = k \times u_c = 0.19 \text{ g}$$

