

中华人民共和国工业和信息化部 石油和化工计量技术规范

JJF（石化）XXXX—20XX

润滑脂宽温滴点测定仪校准规范

Calibration Specification of Lubricating Grease Wide Temperature
Dropping Point Testers

（报批稿）

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

润滑脂宽温滴点测定仪校准规范

Calibration Specification of Lubricating
Grease Wide Temperature Dropping Point
Testers

JJF(石化) XXXX—20XX

归口单位：中国石油和化学工业联合会

主要起草单位：上海市质量监督检验技术研究院

参加起草单位：得利特(北京)科技有限公司

广东万慕仪器有限公司

本规范委托全国石油和化工行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

庞永敏 （上海市质量监督检验技术研究院）
费媛媛 （上海市质量监督检验技术研究院）
阮张锋 （上海市质量监督检验技术研究院）
姚志鹏 （上海市质量监督检验技术研究院）
陶笑昱 （上海市质量监督检验技术研究院）
曾宪钰 （上海市质量监督检验技术研究院）

参加起草人：

曲立文 （得利特(北京)科技有限公司）
翁春华 （广东万慕仪器有限公司）

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
3.1 观测滴点	(1)
3.2 温度均匀度	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 测量标准及其他设备	(3)
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)
8 校准结果	(5)
8.1 校准记录	(5)
8.2 校准证书	(6)
8.3 不确定度	(6)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 校准原始记录参考格式	(7)
附录 B 校准证书内页参考格式	(9)
附录 C 润滑脂宽温滴点测定仪温度示值误差测量不确定度评定示例	(10)

引 言

本规范依据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》等基础性系列规范进行编制。

本规范主要参考 GB/T 3498—2008《润滑脂宽温度范围滴点测定法》，JJF 1366—2012《温度数据采集仪校准规范》，JJF 1101—2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》。

本规范为首次发布。

润滑脂宽温滴点测定仪校准规范

1 范围

本规范的校准方法适用于温度范围（0~400）℃的润滑脂滴点测定仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则

GB/T 3498—2008 润滑脂宽温度范围滴点测定法

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 术语和定义

以下术语和定义适用于本规范。

3.1 观测滴点 Observed dropping point

第一滴润滑脂从脂杯中滴落到试管底部时，温度计显示的温度。

3.2 温度均匀度 Temperature uniformity

对于多通道润滑脂宽温滴点测定仪，在被检设备温度稳定状态下，各通道在规定的时间间隔内，在工作区域上任意两测量点温度之差的最大值的算术平均值。

4 概述

润滑脂宽温滴点测定仪用于测量润滑脂产品的滴点。滴点为加热后的润滑脂试样在规条件下达到一定流动性时的最低温度。

润滑脂宽温滴点测定仪一般包括单通道式和多通道式，多通道式可同时对多个润滑脂试样进行试验。润滑脂宽温滴点测定仪主要由加热金属浴、温度控制系统、温度采集系统、光学监测系统及试管套件、脂杯等部分组成，见图 1。润滑脂宽温滴点测定仪通过对铝块炉加热，使润滑脂在试管脂杯中升温，通过光学系统监测当润滑脂从脂杯中滴落第一滴或

成柱状触及试管底部的瞬间，通过温度采集系统，记录试管内观测滴点温度和铝块炉温度，并计算出润滑脂的滴点。润滑脂的滴点按下列公式(1)计算：

$$D = T_0 + (T_1 - T_0)/3$$
 (1)

式中：

D —滴点，℃；

T_0 —观测滴点温度，℃；

T_1 —试样滴落时铝块炉的温度，℃。

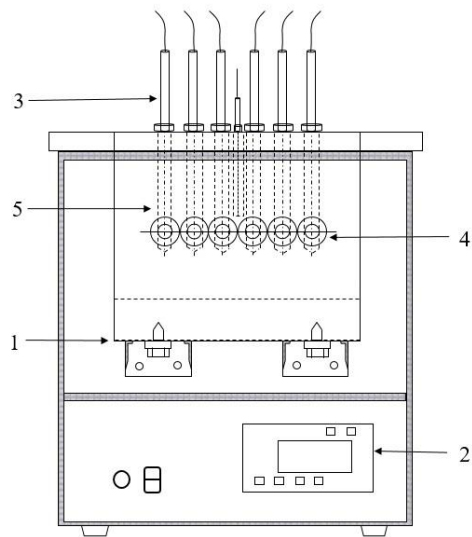


图 1 润滑脂宽温滴点测定仪结构示意图

1-加热金属浴；2-温度控制系统；3-温度采集系统；4-光学监测系统；5-试管套件、脂杯

5 计量特性

润滑脂宽温滴点测定仪计量特性见表1。

表 1 计量特性一览表

序号	项目	测量范围	技术要求
1	温度示值误差	(0~400)℃	≤±1.0℃
2	温度均匀度 ^①	(0~400)℃	≤1.5℃
注：①温度均匀度仅在校准多通道润滑脂宽温滴点测定仪时进行。			
②以上技术指标不用于合格性判定,仅供参考。			

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度条件

环境温度：（15~30）℃。

6.1.2 湿度条件

相对湿度：不大于 85%。

校准环境无明显机械振动和强电磁干扰；校准过程中应避免强烈辐射和对流对校准装置的干扰；应无强烈振动及腐蚀性气体存在，环境温度避免剧烈波动。

6.2 测量标准及其他设备

测量标准及配套设备的技术要求见表 2。

表2 校准项目和测量标准

序号	校准项目	测量标准名称及技术要求	备注
1	温度示值误差	标准铂电阻温度计：测量范围（0~419.527）℃，二等标准	也可使用误差不大于被检设备最大允许误差的 1/3 的其它测量标准
		电测设备：测量范围应与铂电阻温度计相适应，准确度等级不低于 0.02 级	
		恒温设备：测量范围（0~400）℃，温度均匀性不超过 0.10℃，温度波动性不超过 0.05℃/10min	/
2	温度均匀度	标准温度校准装置：测量范围（0~400）℃，测量扩展不确定度不大于被检设备最大允许误差的 1/3	由若干个精密温度传感器和数据采集仪组成

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

润滑脂宽温滴点测定仪的校准项目见表 2。

7.2 校准方法

7.2.1 外观检查

目测检查被校润滑脂宽温滴点测定仪。被校仪器应标有名称、型号、制造厂、出厂编

号等标识。被校仪器外观应无锈蚀、变形，按键功能应完好，指示屏应显示正常，无叠字、乱码、缺笔画等可见缺损。被校仪器照明功能应完好，测试观察窗应清洁。

仪器配套试管应干净无残留，无碎裂缺口或裂纹。脂杯应清洁无残留物，脂杯内电镀层应完好，无磨损。

7.2.2 温度示值误差校准

a) 按照仪器使用说明书要求开机预热并设置相关参数。

b) 校准温度点可根据仪器量程和客户要求进行选取，通常应不少于三个温度点，仪器常用的校准温度点有 121℃，232℃，288℃，316℃，343℃等。

c) 将标准温度计和多个被校温度传感器（包括观测滴点传感器和铝块炉温度传感器）按规定插入恒温槽中，使被校温度传感器与标准温度计尽可能靠近，并使每个测温头都处于同一水平面。恒温槽恒定温度偏离校准点不超过 0.2℃，以标准温度计为准。待恒温槽温度稳定 20min 以后，开始读数，其顺序为：

标准→被校 1→被校 2→…→被校 n
↓
标准←被校 1←被校 2←…←被校 n

分别读取标准温度计和被校温度传感器的示值，取两次循环读数的平均值作为测量结果，计算观测滴点温度示值误差和铝块炉温度示值误差。

d) 当使用标准铂电阻温度计和电测设备整体作为测量标准时，被校温度传感器的测量误差按公式(2)计算：

$$\Delta t = \bar{t}_i - \bar{t}_0 \quad (2)$$

式中：

Δt —在每一校准点上，被校温度传感器的示值误差，℃；

\bar{t}_i —在每一校准点上，被校温度传感器显示值的平均值，℃；

\bar{t}_0 —在每一校准点上，标准温度计测得值的平均值，℃。

7.2.3 温度均匀度校准

a) 温度均匀度校准的温度点一般选择仪器温度中间范围的常用温度点，也可根据用户要求选择温度点。

b) 将标准温度校准装置的温度传感器放置在每个润滑脂测试通道中，在试管中按仪器要求安装脂杯支架和脂杯，将标准温度校准装置的温度传感器插入专用软木塞中，按仪器说明书要求调整软木塞和温度计插入试管的位置，使每个标准温度传感器测温头在脂杯测试区所在的几何中心位置（见图2），并使软木塞紧紧塞住试管。

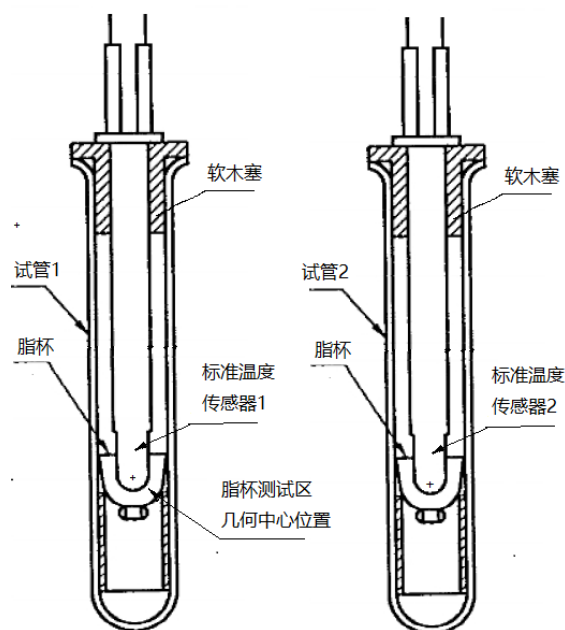


图2：温度均匀度测量示意图

c) 将仪器设定至校准温度点，开启运行，待仪器达到稳定状态 20min 后，分别记录标准温度校准装置各通道传感器的温度实测值，记录间隔 2min，记录时间不少于 10min。取实测最高温度与最低温度之差的算术平均值，按公式(3)计算温度均匀度 ΔT_B ：

$$\Delta T_B = \sum_{i=1}^n (T_{imax} - T_{imin}) / n \quad (3)$$

式中：

ΔT_B ——温度均匀度，℃；

T_{imax} ——各测量点在 i 次测得的最高温度，℃；

T_{imin} ——各测量点在 i 次测得的最低温度，℃。

8 校准结果

8.1 校准记录

校准记录应详尽记录校准数据和计算结果。推荐的仪器校准记录格式见附录A。

8.2 校准证书

经校准的仪器应出具校准证书。校准证书内容应符合JJF 1071—2010中的5.12要求。推荐的仪器校准证书（内页）格式参见附录B。

8.3 不确定度

校准证书应给出校准项目的扩展不确定度，评定示例见附录C。

9 复校时间间隔

复校时间间隔是由仪器的使用频率、使用环境、仪器本身质量等诸因素所决定，因此，用户可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议不超过1年。

附录 A

校准原始记录参考格式

基本信息							
委托单位					证书编号		
仪器名称		规格型号		设备编号			
制造厂商		环境温度	℃	相对湿度	%		
校准依据							
校准地点			校准日期	年 月 日			
标准器							
名称	编号	证书号	测量范围	有效期	不确定度或准确度等级或最大允许误差		
校准前检查							
1. 外观检查： 符合要求 <input type="checkbox"/> 不符合要求 <input type="checkbox"/>							
校准结果							
1. 温度示值误差：							
传感器 编号	校准点 (℃)	标准器示值 (℃)	平均值 (℃)	被检示值 (℃)	被检平均值 (℃)	示值误差 (℃)	扩展不确定度 U (℃) ($k=2$)
观测 滴点1							
观测 滴点n							
铝块炉							

2.温度均匀度：（设定温度： ）							
次数	各通道实测温度值（℃）						
	通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	通道 5	通道 6	最大值-最小值
1							
2							
3							
4							
5							
温度均匀度（℃）							
备注：							
校准员：				核验员：			

附录 B

校准证书内页参考格式

证书编号 XXXXXX—XXXX					
校准机构授权说明					
校准的技术依据					
校准环境条件及地点					
地点					
环境温度	℃	相对湿度	%	其他	
主要测量设备					
名称/型号	编号	测量范围	不确定度或准确等级或最大允许误差	证书编号及有效期	溯源机构名称
校准结果					
1. 外观:					
2. 温度示值误差:					
传感器编号	校准点(℃)	示值误差(℃)	扩展不确定度 $U(℃) (k=2)$		
观测滴点					
铝块炉					
3. 温度均匀度: (℃) (设定温度:)					
备注:					

以下空白

附录 C

润滑脂宽温滴点测定仪温度示值误差测量不确定度评定示例

C.1 被测对象

以分辨力为 0.1°C 的润滑脂宽温滴点测定仪为例，用二等标准铂电阻温度计和 1529 电测仪表作为测量标准进行校准。评定被校仪器的温度传感器在校准点 121.0°C 时温度示值误差的不确定度。

C.2 测量模型

C.2.1 数学模型

被校仪器测量误差的数学模型为

$$\Delta t = \bar{t}_i - \bar{t}_0 \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δt ——在每一校准点上，被校温度传感器的测量误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

\bar{t}_i ——在每一校准点上，被校温度传感器显示值的平均值， $^{\circ}\text{C}$ ；

\bar{t}_0 ——在每一校准点上，标准温度计测得值的平均值， $^{\circ}\text{C}$ 。

C.2.2 灵敏系数

\bar{t}_i 的灵敏系数：

$$c_1 = \partial \Delta t / \partial \bar{t}_i = 1 \quad (\text{C.2})$$

\bar{t}_0 的灵敏系数：

$$c_2 = \partial \Delta t / \partial \bar{t}_0 = -1 \quad (\text{C.3})$$

C.2.3 方差

方差公式为

$$u_c^2(\Delta t) = c_1^2 u^2(\bar{t}_i) + c_2^2 u^2(\bar{t}_0) \quad (\text{C.4})$$

C.3 标准不确定度来源

C.3.1 输入量 \bar{t}_i 导致的标准不确定度 $u(\bar{t}_i)$

输入量 \bar{t}_i 导致的标准不确定度 $u(\bar{t}_i)$ 由以下 2 个分量构成：

- a) 被校温度传感器测量重复性引入的标准不确定度 $u(\bar{t}_{i1})$
- b) 被校温度传感器分辨力引入的标准不确定度 $u(\bar{t}_{i2})$ 。

C.3.2 输入量 \bar{t}_0 导致的标准不确定度 $u(\bar{t}_0)$

输入量 \bar{t}_0 导致的标准不确定度 $u(\bar{t}_0)$ 由以下 4 个分量构成：

- a) 二等标准铂电阻温度计量值溯源引入的标准不确定度 $u(\bar{t}_{01})$ ；
- b) 电测设备测量误差引入的标准不确定度 $u(\bar{t}_{02})$ ；
- c) 二等标准铂电阻温度计自热引入的标准不确定度 $u(\bar{t}_{03})$ ；
- d) 恒温槽温度场不均匀引入的标准不确定度 $u(\bar{t}_{04})$

C.4 标准不确定度的评定

C.4.1 $u(\bar{t}_i)$ 的评定

C.4.1.1 $u(\bar{t}_{i1})$ 的评定

恒温槽的温度波动、被校温度传感器的短期不稳定性等均会导致被校温度传感器示值的不重复，采用 A 类评定方法。

对被校温度传感器在重复性条件下做 10 次测量，测量值 t_{i1} 分别为：121.4℃，121.3℃，121.4℃,121.3℃,121.4℃,121.3℃,121.4℃,121.4℃,121.3℃,121.4℃。平均值为 121.36℃，则单次测量的标准偏差为

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (t_{i1} - \bar{t}_{i1})^2}{10-1}} = 0.052^\circ\text{C} \quad (\text{C.5})$$

实际测量中以 4 次测量值的平均值作为测量结果，则

$$u(\bar{t}_{i1}) = s/\sqrt{4} = 0.026^\circ\text{C} \quad (\text{C.6})$$

C.4.1.2 $u(\bar{t}_{i2})$ 的评定

被校温度传感器分辨力为0.1℃，采用 B 类评定方法。

则区间半宽 $a = 0.05^\circ\text{C}$ ，该分布服从均匀分布，故

$$u(\bar{t}_{i2}) = 0.05^{\circ}\text{C}/\sqrt{3} = 0.029^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.7})$$

C.4.1.3 被校温度传感器分辨力引入的标准不确定度 $u(\bar{t}_{i2})$ 大于重复性引入的标准不确定度 $u(\bar{t}_{i1})$ ，则取 $u(\bar{t}_{i2})$ 的值作为输入量 \bar{t}_i 导致的标准不确定度。故 $u(\bar{t}_i) = 0.029^{\circ}\text{C}$ 。

C.4.2 $u(\bar{t}_0)$ 的评定

C.4.2.1 $u(\bar{t}_{01})$ 的评定

$u(\bar{t}_{01})$ 由标准铂电阻温度计的量值溯源引入，121.0℃时二等标准铂电阻温度计的不确定度为 $U = 0.005^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)，则

$$u(\bar{t}_{01}) = 0.005^{\circ}\text{C}/2 = 0.003^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.8})$$

C.4.2.2 $u(\bar{t}_{02})$ 的评定

用 1529 电测仪表测量二等标准铂电阻温度计，电阻最大允许误差为 $\pm 0.005\%$ ，采用 B 类评定方法。

121.0℃时二等标准铂电阻温度计的标称值为 $37.0\ \Omega$ ，估计为均匀分布，则标准不确定度为

$$u(\bar{t}_{02}) = (5 \times 10^{-5} \times 37.0 \times 10.36)/\sqrt{3} = 0.011^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.9})$$

C.4.2.3 $u(\bar{t}_{03})$ 的评定

按二等标准铂电阻温度计检定规程要求，温度计自热不得超过4mK，但由于该项已经包含在其量值溯源引入的标准不确定度之中了，在此可忽略不计。

C.4.2.4 $u(\bar{t}_{04})$ 的评定

恒温槽在121.0℃时，均匀性为 0.02°C ，采用 B 类评定方法。估计为均匀分布，则标准不确定度为

$$u(\bar{t}_{04}) = 0.02^{\circ}\text{C}/\sqrt{3} = 0.012^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.10})$$

C.4.2.5 以上各分量彼此相互独立，则

$$u(\bar{t}_0) = \sqrt{u^2(\bar{t}_{01}) + u^2(\bar{t}_{02}) + u^2(\bar{t}_{03}) + u^2(\bar{t}_{04})} = 0.017 \quad (\text{C.11})$$

C.5 合成标准不确定度的评定

C.5.1 标准不确定度分量一览表见表 C.1。

表 C.1 标准不确定度分量一览表

符号	不确定度的来源	数值 °C	分布	灵敏系数 c_i	标准不确定度 分量 $ c_i u(x_i)/^{\circ}\text{C}$	备注
$u(\bar{t}_i)$		0.029		1	0.029	
$u(\bar{t}_{i1})$	1) 被校重复性引入	0.026	正态			两者取大者
$u(\bar{t}_{i2})$	2) 被校分辨力引入	0.029	均匀			
$u(\bar{t}_0)$		0.017		-1	0.017	
$u(\bar{t}_{01})$	1) 标准铂电阻量值溯源引入	0.003	正态			
$u(\bar{t}_{02})$	2) 电测设备引入	0.011	均匀			
$u(\bar{t}_{03})$	3) 标准铂电阻自热引入	忽略	均匀			
$u(\bar{t}_{04})$	4) 恒温槽不均匀引入	0.012	均匀			

C.5.2 合成标准不确定度的计算

输入量 \bar{t}_i 、 \bar{t}_0 彼此之间相互独立，则合成标准不确定度为

$$u_c(\Delta t) = \sqrt{[c_1 u(\bar{t}_i)]^2 + [c_2 u(\bar{t}_0)]^2} = 0.034^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.12})$$

C.6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为

$$U = k \times u_c(\Delta t) = 2 \times 0.034^{\circ}\text{C} \approx 0.1^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.13})$$