



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）××××-202×

燃料实际胶质测定仪校准规范

Calibration Specification for the Instruments of Determining
Existent Gum Content in Fuels

（报批稿）

202×-××-××发布

202×-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部发

燃料实际胶质测定仪
校准规范

Calibration Specification for the Instruments of
Determining Existent Gum Content in Fuels

JJF（石化）××××-202×

归口单位： 中国石油和化学工业联合会

主要起草单位： 济宁市质量计量检验检测研究院

滨州市特种设备检验研究院

山东恒量测试科技有限公司

国网四川电力服务有限公司

参加起草单位： 山东省计量科学研究院

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：

赵 鑫（济宁市质量计量检验检测研究院）

孙 奇（济宁市质量计量检验检测研究院）

薛梦晴（滨州市特种设备检验研究院）

岳宗龙（山东恒量测试科技有限公司）

程 博（国网四川电力服务有限公司）

朱琳琳（济宁市质量计量检验检测研究院）

参加起草人：

马 嫣（山东省计量科学研究院）

郑佳莹（山东恒量测试科技有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和定义	(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	(4)
7.1 校准项目	(4)
7.2 校准方法	(4)
8 校准结果表达	(5)
8.1 校准记录	(5)
8.2 校准证书	(5)
8.3 不确定度	(5)
9 复校时间间隔	(5)
附录 A 燃料实际胶质测定仪校准记录格式	(6)
附录 B 燃料实际胶质测定仪校准证书内页格式	(8)
附录 C 温度示值误差测量结果不确定度评定示例	(9)
附录 D 流量示值误差测量结果不确定度评定示例	(12)

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《测量不确定度评定及表示》等基础性系列规范进行编制。

本规范的校准方法参考 GB/T509-1988《发动机燃料实际胶质测定法》和 GB/T8019-2025《燃料胶质含量的测定 喷射蒸发法》制定。

本规范为首次发布。

燃料实际胶质测定仪校准规范

1 范围

本规范适用于喷射蒸发法燃料实际胶质测定仪和发动机燃料实际胶质测定仪的校准。

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/T8019-2025 燃料胶质含量的测定 喷射蒸发法

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

3.1 实际胶质 existent gum

在规定的试验条件下，军用柴油、航空燃料或发动机燃料未经进一步处理的蒸发残渣。

[来源：GB/T 8019-2025，3.1，有修改]

4 概述

燃料实际胶质测定仪（以下简称测定仪）是用于测定燃料中实际胶质含量的仪器。测定仪由加热部分、温度控制部分和流量控制部分等组成。将试样在指定温度和空气流量条件下蒸发，测得燃料蒸发后的实际胶质含量，用 mg/100mL 表示。喷射蒸发法燃料实际胶质测定仪结构示意图见图 1，发动机燃料实际胶质测定仪结构示意图见图 2。

表 1 测试仪计量特性一览表

序号	项目	技术要求		
1	温度示值误差/℃	喷射蒸发法	155	MPE:±5
			232	MPE:±3
			247	MPE:±3
		发动机燃料实际 胶质测定法	150	MPE:±3
			180	MPE:±3
			250	MPE:±5
2	流量示值误差	喷射蒸发法 mL/s	166	MPE:±16
			292	MPE:±25
			459	MPE:±41
			600	MPE:±90
			1000	MPE:±150
		发动机燃料实际 胶质测定法 L/min	20	MPE:±2
			55	MPE:±5

注： 以上各项指标不适用于合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度

环境温度：（15~35）℃。

6.1.2 湿度条件

相对湿度：≤75 %。

6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 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
1	温度示值误差	标准水银温度计：测量范围（0-300）℃，分度值为 0.1℃；或测温仪：测量范围（0-300）℃，MPE:±（0.15℃+0.002 t ）。

2	流量示值误差	流量标准装置：测量范围（6-60）L/min，应优于被校流量计最大允许误差的 1/2。
---	--------	---

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

测定仪校准项目见表 2。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

7.2.1.1 仪器外观检查

目测检查测定仪的名称、型号、制造商、出厂编号等标识。测定仪维护良好，能正常运行。

7.2.2 温度示值误差

将标准水银温度计或测温仪插放在浴箱测量孔中，根据测定仪测定方法选择校准温度点。将测定仪设定到校准温度点，并开启运行设备，待其达到设定温度，并处于稳定状态后，开始记录标准温度计（或测温仪）温度值 T_0 和测定仪温度示值 T_s ，应每两分钟测量一次，按公式（1）计算温度示值误差 ΔT 。重复测量 3 次，取 3 次计算结果中绝对值最大值作为温度示值误差。计算结果保留到 0.1 °C。

$$\Delta T = T_s - T_0 \quad (1)$$

式中：

ΔT ——温度示值误差；

T_s ——测定仪温度示值；

T_0 ——测量标准温度计（或测温仪）温度示值。

7.2.3 流量示值误差

将测定仪流量计的出口与标准流量计的入口串联，根据测定仪测定方法选择校准流量点。打开气源，通入空气，将测定仪流量计调节到校准流量点，处于稳定状态后，开始记录标准流量计示值 q_N 和测定仪流量计示值 q_s 。按公式（2）计算校准点示值误差 Δq ，每点测 3 次，取 3 个计算结果中绝对值最大值作为流量示值误差。计算结果保留到1

mL/s或0.1L/min。

$$\Delta q = q_S - q_N \quad (2)$$

式中：

Δq ——流量示值误差，mL/s 或 L/min；

q_S ——测定仪流量示值；mL/s 或 L/min；

q_N ——标准流量计流量示值，mL/s 或 L/min。

8 校准结果表达

8.1 校准记录

校准记录应详尽记录测量数据和计算结果。推荐的测定器校准记录格式见附录A。

8.2 校准证书

经校准的测定器应出具校准证书。校准证书包括的信息应符合JJF1071—2010 中 5.12 的要求，推荐的测定器校准证书内页格式见附录B。

8.3 不确定度

校准证书应给出各校准项目的扩展不确定度，评定示例见附录C、附录D。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定，因此仪器使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔不超过 12 个月。如果对仪器的检测数据有怀疑或仪器更换主要部件及修理后对仪器重新校准。

附录 A

燃料实际胶质测定仪校准记录格式

共 页 第 页

基本信息							
委托单位		原始记录号		校准证书号			
仪器名称		规格型号					
制造厂商		出厂编号					
设备编号		环境温度		℃	相对湿度		%
校准前检查							
1.1 仪器外观检查：仪器各部件齐全且连接正确，开关、按键正常。 是 ☐ 否 ☐							
校准结果							
项目		测量结果					
2. 温度示值误差/℃		测量次数			$\Delta T_{\max}$	扩展不确定度 $U_{k=2}$	
校准点		1	2	3			
	T_s						
	T_0						
	ΔT						
	T_s						
	T_0						
	ΔT						
	T_s						
	T_0						
	ΔT						
3. 流量示值误差 mL/s 或 L/min		测量次数			$\Delta q_{\max}$	扩展不确定度 $U_{k=2}$	
		1	2	3			
	q_s						
	q_N						

	Δq					
	q_s					
	q_N					
	Δq					
标准器						
名称	编号	测量范围	溯源单位	证书号	有效期	不确定度或准确度等级或最大允许误差
技术依据						
校准地点				校准日期	年 月 日	
备注						

校准员：

核验员：

附录 B

燃料实际胶质测定仪校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX					
校准机构授权说明					
校准的技术依据 JJF（石化）XX-XXXX《燃料实际胶质测定仪校准规范》					
校准环境及地点					
地点					
环境温度		环境湿度			
校准使用的标准器					
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	溯源单位	证书号	有效期至
序号	校准项目	校准结果			
1	校准前检查				
2	温度示值误差		示值误差的扩展不确定度 ($k=2$)		
3	流量示值误差		示值误差的扩展不确定度 ($k=2$)		
备注					

附录 C

温度示值测量结果的不确定度评定示例

C.1 测量方法

校准方法见本规范 7.2.2。

C.2 测量模型

温度示值误差测量模型见式（C.1）：

$$\Delta T = T_s - T_0 \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔT ——温度示值误差；

T_s ——测定仪温度示值；

T_0 ——测量标准温度计（或测温仪）温度示值。

方差和灵敏系数：

由式（C.1）得方差传播公式：

$$u^2(\Delta T) = c_1^2 u^2(T_s) + c_2^2 u^2(T_0) \quad (\text{C.2})$$

式中：

$u(\Delta T)$ ——温度示值误差的测量不确定度；

$u(T_s)$ ——测定仪引入的不确定度；

$u(T_0)$ ——测温仪引入的不确定度。

$$\text{因为： } c_1 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_s} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_0} = -1,$$

所以式（C.2）简化为：

$$u_c^2(\Delta T) = u^2(T_s) + u^2(T_0) \quad (\text{C.3})$$

C.3 温度示值误差测量不确定度的评定

C.3.1 不确定度来源

温度示值误差测量的不确定度来源主要有测量设备（多通道巡检仪与 N 型热电偶）引入的不确定度分量和温度示值的测量重复性引入的不确定度分量。环境条件、人员操作等各种随机因素，体现在温度示值的测量重复性引入的不确定度分量。

C.3.2 测量设备引入的不确定度分量 $u(T_0)$

采用多通道巡检仪与 N 型热电偶测量设备引入的不确定度，主要体现在由热电偶修正值引入的不确定度。修正值相对扩展不确定度为 $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，包含因子 $k=2$ 。则测量设备引入的不确定度分量为：

$$u(T_0) = \frac{a}{k} = \frac{0.3^{\circ}\text{C}}{2} = 0.15^{\circ}\text{C} \quad (\text{C. 4})$$

C.3.3 测量重复性引入的不确定度分量 $u(T_s)$

当测定仪升温到 155°C 和 232°C 时，恒温 10 min 后，重复测量 10 次。具体测量数据列于表 C.1。

表 C.1 温度示值测量结果

单位： $^{\circ}\text{C}$

测温仪示值	测定仪示值									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
155.1	155.1	155.4	155.2	155.6	155.3	155.5	155.4	155.6	155.7	155.8
232.2	232.4	232.5	232.6	232.5	232.1	232.8	232.5	232.3	232.1	232.9

各校准点分别按式 (C.5) 计算实验标准偏差，相应各校准点的不确定度可按式 (C. 6) 计算

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (T_i - \bar{T})^2}{10-1}} \quad (\text{C.5})$$

$$u(T_s) = s \quad (\text{C.6})$$

各校准点的标准偏差 s 与不确定度 $u(T_s)$ 的计算结果见表 C.2。

表 C. 2 各校准点的标准偏差 s 与不确定度 $u(T_s)$ 的计算结果

单位： $^{\circ}\text{C}$

测温仪示值	测定仪示值平均值	s	$u(T_s)$
-------	----------	-----	----------

155.1	155.5	0.22	0.22
232.2	232.5	0.26	0.26

C3.4 不确定度分量汇总

不确定度分量汇总见表 C.3。

表 C.3 不确定度分量表

单位：℃

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	
$u(T_0)$	测量设备引入的不确定度	0.15	
$u(T_s)$	测量重复性引入的标准不确定度	校准点 155.1	0.22
		校准点 232.2	0.26

C.4 合成标准不确定度

由测量模型，合成标准不确定度 $u_c(\Delta T)$ 可按 (C.7) 和 (C.8) 计算。

$$\text{校准点 } 155.1^{\circ}\text{C}: u_c(\Delta T) = \sqrt{u^2(T_s) + u^2(T_0)} = \sqrt{0.22^2 + 0.15^2} = 0.27^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.7})$$

$$\text{校准点 } 232.2^{\circ}\text{C}: u_c(\Delta T) = \sqrt{u^2(T_s) + u^2(T_0)} = \sqrt{0.26^2 + 0.15^2} = 0.30^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.8})$$

C.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则各校准点示值误差的扩展不确定度按式 (C.9) 和 (C.10) 计算:

$$\text{校准点 } 155.1^{\circ}\text{C}: U = k \cdot u_c(\Delta T) = 2 \times 0.27 \approx 0.6^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.9})$$

$$\text{校准点 } 232.2^{\circ}\text{C}: U = k \cdot u_c(\Delta T) = 2 \times 0.30 = 0.6^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.10})$$

附录 D

流量示值误差测量结果的不确定度评定示例

D.1 校准方法

校准方法见本规范 7.2.3。

D.2 测量模型

流量示值误差测量模型如式（D.1）：

$$\Delta q = q_S - q_N \quad (\text{D.1})$$

式中：

Δq ——流量示值误差，mL/s 或 L/min；

q_S ——测定仪流量示值；mL/s 或 L/min；

q_N ——标准流量计流量示值，mL/s 或 L/min。

方差和灵敏系数：

由式（D.2）得方差传播公式：

$$u^2(\Delta q) = c_1^2 u^2(q_S) + c_2^2 u^2(q_N) \quad (\text{D.2})$$

式中：

$u(\Delta q)$ ——流量示值误差的测量不确定度；

$u(q_S)$ ——测定仪引入的不确定度；

$u(q_N)$ ——标准流量计引入的不确定度。

$$\text{因为： } c_1 = \frac{\partial \Delta q}{\partial q_S} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \Delta q}{\partial q_N} = -1,$$

所以式（D.3）简化为：

$$u_c^2(\Delta q) = u^2(q_S) + u^2(q_N) \quad (\text{D.3})$$

D.3 测量不确定度的评定

D.3.1 测量不确定度来源

流量示值误差测量的不确定度来源主要有标准流量计引入的不确定度分量和流量示值的测量重复性引入的不确定度分量。环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素,体现在流量示值的测量重复性引入的不确定度分量。

D.3.2 标准流量计引入的不确定度分量 $u(q_N)$

校准流量计的标准装置为差压式流量计,其扩展不确定度为 $U_{\text{rel}}=1.0\%(k=2)$,则标准器引入的不确定度为:

$$600\text{mL/s 校准点: } u(q_N) = \frac{1\% \times 600}{2} = 3 \text{ mL/s} \quad (\text{D.4})$$

$$1000 \text{ mL/s 校准点: } u(q_N) = \frac{1\% \times 1000}{2} = 5 \text{ mL/s} \quad (\text{D.5})$$

D.3.3 测量重复性引入的不确定度分量 $u(q_S)$

用差压式流量计对流量计 600 mL/s 和 1000mL/s 两个点重复测量 10 次。具体测量数据列于表 D.1。

表 D.1 流量示值测量结果

单位: mL/s

流量 实际值	差压式流量计示值									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
600	597.5	599.0	598.7	598.7	597.6	601.3	599.3	599.6	599.6	601.2
1000	1001.3	1001.1	1000.7	1000.8	1000.9	1001.3	1001.5	1001.4	1001.8	1001.6

各校准点分别按式(D.6)计算标准偏差,相应各校准点的不确定度可按式(D.7)计算

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (q_i - \bar{q})^2}{10-1}} \quad (\text{D.6})$$

$$u(q_S) = s \quad (\text{D.7})$$

各校准点的标准偏差 s 与不确定度 $u(q_S)$ 的计算结果见表 D.2。

表 D.2 各校准点的标准偏差 s 与标准不确定度 $u(q_S)$ 的计算结果

单位: mL/s

流量实际值	流量计示值平均值	s	$u(q_s)$
600	599.3	1.3	1.3
1000	1002.8	1.3	1.3

D.3.8 不确定度分量汇总

不确定度分量汇总见表 D.3。

表 D.3 不确定度分量表

单位：mL/s

不确定度分量		不确定度分量的值	不确定度来源
$u(q_N)$	600	3	标准流量计引入的不确定度
	1000	5	
$u(q_s)$	600	1.3	测量重复性引入的不确定度
	1000	1.3	

D.4 合成标准不确定度

由测量模型，合成标准不确定度 $u(\Delta q)$ 可按 (D.8) 计算：

$$u_c(\Delta q) = \sqrt{u^2(q_s) + u^2(q_N)} \quad (\text{D.8})$$

600 mL/s 校准点： $u_c(\Delta q) = 3.3 \text{ mL/s}$ 。

1000 mL/s 校准点： $u_c(\Delta q) = 5.2 \text{ mL/s}$ 。

D.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则各校准点示值误差的扩展不确定度按式 (D.9) 计算：

$$U = k u_c(\Delta q) \quad (\text{D.9})$$

600mL/s 校准点： $U = k \cdot u_c(\Delta q) = 2 \times 3.3 = 6.6 \text{ mL/s}$ 。

1000 mL/s 校准点： $U = k \cdot u_c(\Delta q) = 2 \times 5.2 = 10.4 \text{ mL/s}$ 。