



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）XXX-XXXX

# 易燃液体持续燃烧试验仪校准规范

Calibration Specification for Sustained combustibility test for  
flammable liquids  
(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

# 易燃液体持续燃烧试验仪 校准规范

Calibration Specification for  
Sustained combustibility test for  
flammable liquids

JJF（石化）XXX-XXXX

归口单位：中国石油和化学工业联合会

主要起草单位：浙江省化工产品质量检验站有限公司

参加起草单位：宁波海关技术中心

浙江方易检测技术有限公司

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：**

许丹红（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

陈佳怡（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

任 斌（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

吴燕芳（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

方 路（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

宋志杨（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

王焕维（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

**参加起草人：**

俞雄飞（宁波海关技术中心）

黄秋华(浙江方易检测技术有限公司)

饶正梁(浙江方易检测技术有限公司)

目 录

引言..... II

1 范围..... 1

2 引用文件..... 1

3 概述..... 1

4 计量特性..... 3

5 校准条件..... 3

5.1 环境条件..... 3

5.2 测量标准及其他设备..... 3

6 校准项目和校准方法..... 3

6.1 校准项目 ..... 3

6.2 校准方法..... 3

7 校准结果..... 5

7.1 校准记录..... 5

7.2 校准证书..... 5

7.3 不确定度 ..... 5

8 复校时间间隔..... 5

附录 A 易燃液体持续燃烧试验仪校准记录格式 ..... 6

附录 B 易燃液体持续燃烧试验仪校准证书的内页格式 ..... 7

附录 C 温度示值误差测量结果不确定度评定示例 ..... 8

附录 D 计时器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》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》等基础性系列规范进行编制。

本规范主要参考 GB/T 21622-2008《危险品 易燃液体持续燃烧试验方法》、GB 19521.2-2004《易燃液体危险货物危险特性检验安全规范》、SN/T 2175-2008《危险品 易燃液体持续燃烧试验方法》和联合国《试验和标准手册》（第七修订版）制定。

本规范为首次发布。

# 易燃液体持续燃烧试验仪校准规范

警告：实验人员应有实验室工作的实践经验，操作时应按要求佩戴防护器具。实验过程应在防爆环境中进行，实验用仪器应配有自然空气流通和爆炸缓冲装置。

## 1 范围

本规范适用于对易燃液体持续燃烧试验仪（以下简称试验仪）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

联合国《试验和标准手册》（第七修订版）

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 概述

依据联合国《试验和标准手册》（第七修订版），试验仪主要由燃气喷嘴、试样槽、计时器等组成。将试样槽加热到规定温度，将规定数量的试验物质放进试样槽中，在规定条件下施加标准火焰，随后移去，观察实验物质是否能够持续燃烧。试验仪主要结构示意图见图 1，试验槽示意图见图 2，燃气喷嘴和火焰示意图见图 3。

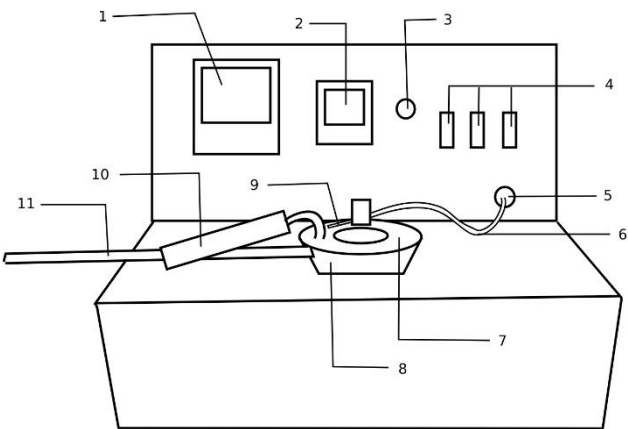


图 1 易燃液体持续燃烧试验仪示意图

1—温度显示器；2—计时器；3—点火开关；4—升温/计时/总电源；5—燃气出口；6—气路；7—试验杯；8—加热腔；  
9—试验气体喷嘴；10—手柄；11—温度计

单位为毫米

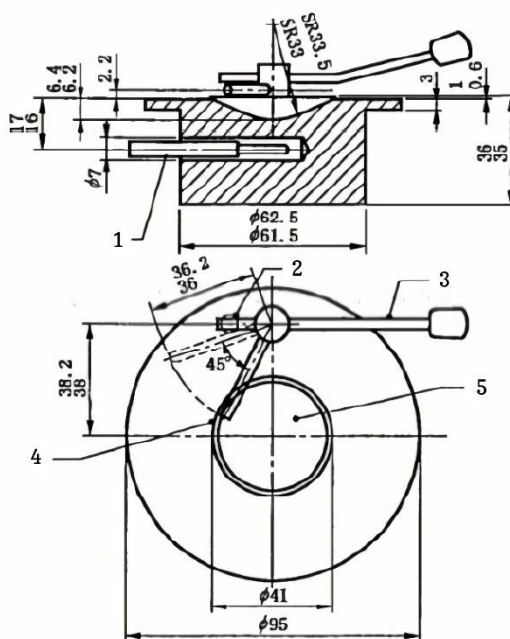


图 2 试验槽示意图

1—温度计；2—勺；3—手柄；4—试验气体喷嘴；5—试验槽

单位为毫米

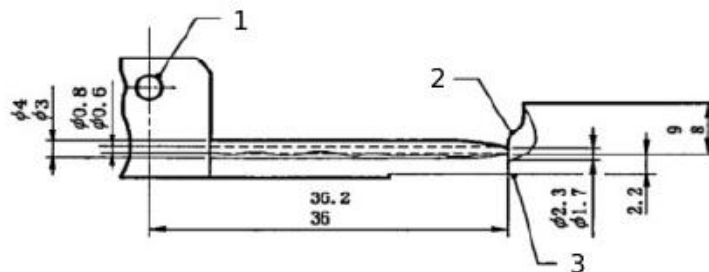


图 3 燃气喷嘴和火焰示意图

1—燃气进口；2—试验火焰；3—试样槽

## 4 计量特性

具体计量特性见表 1。

表 1 试验仪计量特性一览表

序号	项目	技术要求	
1	温度示值误差/℃	60.5	MPE: ±1
		75	
2	计时器示值误差/s	30	MPE: ±0.5
		60	
注 1: MPE 为最大允许误差。			
注 2: 以上指标不是用于合格性判别, 仅供参考。			

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

#### 5.1.1 温度条件

环境温度: (5~30) ℃。

#### 5.1.2 湿度条件

相对湿度: 不大于 85 %。

### 5.2 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	数字测温仪: 测量范围 (-35~100) ℃, 分辨力: 0.01 ℃
2	计时器示值误差	电子秒表: 测量范围 (0~99999) s, 分辨力 0.01 s, MPE 为 $\pm 0.07$ s

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 校准项目

试验仪的校准项目见表 2。

### 6.2 校准方法

#### 6.2.1 校准前准备

##### 6.2.1.1 仪器和设备

游标卡尺: 测量范围 (0~150) mm, 分辨率 0.01 mm, 误差 0.02 mm;



上述所有仪器和设备应通过检定或校准符合要求。

#### 6.2.1.2 外观检查

检查试验仪的外壳表面，不应有脱落现象，控制器件和各连接部件应配套齐全、完好，能正常运转，使用游标卡尺确认尺寸参数与图 2、3 要求一致。

#### 6.2.1.3 燃气喷嘴检查

确认燃气喷嘴与试样槽顶部的间距为 2.2mm，连接气路，调节气流控制旋钮，使火焰大小可以保持在长度 8mm~9 mm，宽约 5mm。

#### 6.2.2 温度示值误差

分别选择 60.5 °C 和 75 °C 对试验仪的温度示值误差进行校准。将数字测温仪的测温探头放置在仪器测温位置，试验仪按需要设定温度值，启动升温程序，待试验仪上升至指定温度并且温度数值不再波动，可认为其处于热稳定状态，此时记录数字测温仪温度示值  $T_1$  和试验仪温度示值  $T_2$ ，试验仪的示值误差：

$$\Delta T = T_2 - T_1 \quad (1)$$

式中：

$\Delta T$  ——温度示值误差，°C；

$T_1$  ——数字测温仪温度示值，°C；

$T_2$  ——试验仪温度示值，°C。

重复测量 3 次，计算出 3 次测量结果的算术平均值，结果保留到 0.1°C。

#### 6.2.3 计时器示值误差

分别选择 30 s 和 60 s 对试验仪的计时器示值误差进行校准，同时记录电子秒表时间示值  $t_1$  和试验仪计时器记录的时间示值  $t_2$ ，试验仪计时器的示值误差：

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (2)$$

式中：

$\Delta t$  ——设备计时器的示值误差，s；

$t_1$  ——电子秒表时间示值，s；

$t_2$  ——试验仪计时器时间示值，s。

重复测量 3 次，计算出 3 次测量结果的算术平均值，结果保留到 0.1s。

## 7 校准结果

### 7.1 校准记录

校准记录应详尽记录测量数据和计算结果，推荐的校准记录格式见附录 A。

### 7.2 校准证书

经校准的易燃液体持续燃烧试验仪应出具校准证书，校准结果应在校准证书上反映。校准证书包括的信息应符合 JJF 1071-2010 中 5.12 的要求，推荐的校准证书的内页格式见附录 B。

### 7.3 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。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由易燃液体持续燃烧试验仪的使用情况、使用者、易燃液体持续燃烧试验仪本身质量等诸多因素决定的。因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间间隔，建议一般不超过 1 年。

## 附录 A

## 易燃液体持续燃烧试验仪校准记录格式

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			设备编号	
制造厂商			环境温度	℃		相对湿度	%
校准前检查							
外观	1. 仪器外壳表面无脱落现象 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>						
	2. 控制器件和连接部件齐全、完好 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>						
	3. 尺寸参数正确, 能正常运转 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>						
燃气喷嘴	喷嘴位置, 火焰大小满足要求 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>						
校准结果							
项目			1	2	3	平均值	扩展不确定度 (k=2)
温度示值 误差/℃	60.5	$T_1$				/	/
		$T_2$				/	/
		$\Delta T$					
	75	$T_1$				/	/
		$T_2$				/	/
		$\Delta T$					
计时器示 值误差/s	30	$t_1$				/	/
		$t_2$				/	/
		$\Delta t$					
	60	$t_1$				/	/
		$t_2$				/	/
		$\Delta t$					
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		
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

## 易燃液体持续燃烧试验仪校准证书的内页格式

证书编号××××××—××××					
校准机构授权说明					
校准的技术依据 JJF (石化) XXX-XXXX 《易燃液体持续燃烧试验仪校准规范》					
校准环境条件及地点					
地点					
环境温度	℃	相对湿度	%	其他	
校准使用的计量（基）标准装置					
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量（基）标准证书编号	有效期至	
校准结果					
序号	项目	技术要求		校准结果	
				测量值	扩展不确定度 (k=2)
1	温度示值误差/℃	60.5	MPE: ±1		
		75			
2	计时器示值误差/s	30	MPE: ±0.5		
		60			
备注					

## 附录 C

## 温度示值误差测量结果不确定度评定示例

## C.1 校准方法

校准方法如本规范的 6.2.2。

## C.2 测量模型

温度示值误差的测量模型见式（C.1）：

$$\Delta T = T_2 - T_1 \quad (\text{C.1})$$

式中：

$\Delta T$  ——温度示值误差，℃；

$T_1$  ——数字测温仪温度示值，℃；

$T_2$  ——试验仪温度示值，℃。

方差和灵敏系数：

由式（C.1）得方差传播公式：

$$u^2(\Delta T) = c_1^2 u^2(T_1) + c_2^2 u^2(T_2) \quad (\text{C.2})$$

式中：

$u(\Delta T)$  ——温度示值误差的测量不确定度；

$u(T_1)$  ——数字测温仪引入的不确定度；

$u(T_2)$  ——试验仪引入的不确定度。

$$\text{因为 } c_1 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_1} = -1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_2} = 1,$$

所以式（C.2）简化为：

$$u_c^2(\Delta T) = u_1^2(T_1) + u_2^2(T_2) \quad (\text{C.3})$$

令  $u_c = u(\Delta T)$ ,  $u_1 = u(T_1)$ ,  $u_2 = u(T_2)$ ,

则式（C.3）简化为：

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 \quad (\text{C.4})$$

式中:

$u_c$  ——温度示值误差的测量不确定度;

$u_1$  ——数字测温仪引入的不确定度分量;

$u_2$  ——试验仪引入的不确定度分量。

### C.3 温度示值误差测量结果不确定度的评定

#### C.3.1 标准不确定度来源

易燃液体持续燃烧试验仪温度示值误差的标准不确定度来源主要有试验仪引入的标准不确定度分量  $u_1$  和数字测温仪最大允许误差引入的标准不确定度分量  $u_2$  组成。

#### C.3.2 试验仪引入的标准不确定度分量 $u_1$

##### C.3.2.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_{11}$

以 75 °C 对试验仪的温度示值误差进行校准。待试验仪温度达到并处于热稳定状态后, 记录数字测温仪温度示值  $T_i$ , 重复 10 次测量结果见表 C.1。

表 C.1 温度示值测量结果

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
数字测温仪温度示值 $T_i/^\circ\text{C}$	74.9	74.8	75.2	75.0	75.0	75.0	75.2	75.0	74.9	74.8
温度示值误差 $\Delta T_i/^\circ\text{C}$	-0.2	-0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	-0.2	-0.2

计算示值误差的算术平均值:

$$\overline{\Delta T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta T_i = 0.04 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.5})$$

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差  $s(\Delta T_i)$ :

$$s(\Delta T_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta T_i - \overline{\Delta T})^2}{n-1}} = 0.15 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.6})$$

式中:

$\Delta T_i$  ——第  $i$  次测量结果,  $^\circ\text{C}$ ;

$\overline{\Delta T}$  ——10 次测量结果的平均值,  $^\circ\text{C}$ ;

$n$ ——测量次数。

实际测量以 3 次测量的平均值作为测量结果，故标准不确定度：

$$u_{11} = \frac{s(\Delta T_i)}{\sqrt{3}} = 0.10 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C. 7})$$

#### C. 3. 2. 2 分辨力引入的标准不确定度 $u_{12}$

试验仪的分辨力为  $0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，区间半宽度为  $0.05 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，估计为均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，故：

$$u_{12} = \frac{0.05 \text{ } ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.03 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C. 8})$$

$$u_1 = \sqrt{u_{11}^2 + u_{12}^2} = 0.10 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C. 9})$$

#### C. 3. 3 数字测温仪最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_2$

数字测温仪给出的最大允许误差为  $\pm 0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，区间半宽度为  $0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，估计为均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，故：

$$u_2 = \frac{0.1 \text{ } ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.06 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C. 10})$$

#### C. 3. 4 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量汇总见表 C. 2。

表 C. 2 标准不确定度分量表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值/ $^\circ\text{C}$
$u_1$	试验仪引入的不确定度	0.10
$u_2$	数字测温仪最大允许误差引入的不确定度	0.06

#### C. 4 合成标准不确定度

各标准不确定度分量相互独立，合成标准不确定度为：

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \\ &= \sqrt{0.10^2 + 0.06^2} \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C. 11}) \\ &= 0.12 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

#### C. 5 扩展不确定度

扩展不确定度  $U = ku_c$  , 取包含因子  $k=2$  , 测量结果的扩展不确定度为:

$$U = ku_c = 2 \times 0.12 \text{ } ^\circ\text{C} = 0.24 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ } (k=2) \text{ } \text{(C.12)}$$



## 附录 D

## 计时器示值误差测量结果不确定度评定示例

## D.1 校准方法

校准方法如本规范 6.2.3。

## D.2 测量模型

计时器示值误差的数学模型见式 (D.1)：

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (\text{D.1})$$

式中：

$\Delta t$  ——计时器示值误差, s；

$t_1$  ——电子秒表时间示值, s；

$t_2$  ——试验仪计时器示值, s。

方差和灵敏系数：

由式 (D.1) 得方差传播公式：

$$u^2(\Delta t) = c_1^2 u^2(t_1) + c_2^2 u^2(t_2) \quad (\text{D.2})$$

式中：

$u(\Delta t)$  ——计时器示值误差的测量不确定度；

$u(t_1)$  ——电子秒表引入的不确定度；

$u(t_2)$  ——试验仪计时器引入的不确定度。

$$\text{因为 } c_1 = \frac{\partial \Delta t}{\partial t_1} = -1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta t}{\partial t_2} = 1,$$

所以式 (D.2) 简化为：

$$u^2(\Delta t) = u^2(t_1) + u^2(t_2) \quad (\text{D.3})$$

令  $u_c = u(\Delta t)$ ,  $u_1 = u(t_1)$ ,  $u_2 = u(t_2)$ ,

则式 (D.3) 简化为：

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 \quad (\text{D.4})$$

式中：

$u_c$ ——计时器示值误差的测量不确定度；

$u_1$ ——电子秒表引入的不确定度分量；

$u_2$ ——试验仪计时器引入的不确定度分量。

### D.3 测量结果不确定度的评定

#### D.3.1 标准不确定度的来源

计时器示值误差的标准不确定度来源主要有试验仪计时器引入的不确定度分量  $u_1$  和电子秒表引入的标准不确定度分量  $u_2$ 。

#### D.3.2 试验仪计时器引入的标准不确定度分量 $u_1$

##### D.3.2.1 测量重复性引入的不确定度 $u_{11}$

以 60 s 对试验仪的计时器示值误差进行校准，记录电子秒表时间示值  $t_1$ ，10 次测量结果见表 D.1。

表 D.1 计时器示值测量结果

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
电子秒表时间示值 $t_1/s$	60.12	60.17	60.13	60.15	60.02	60.08	60.12	60.11	60.14	60.06
计时器示值误差 $\Delta t/s$	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1

计算示值误差的算术平均值：

$$\overline{\Delta t} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta t_i = 0.11 \text{ s} \quad (\text{D.5})$$

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差  $s(t_{21})$ ：

$$s(\Delta t_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta t_i - \overline{\Delta t})^2}{n-1}} = 0.04 \text{ s} \quad (\text{D.6})$$

式中：

$\Delta t_i$ ——第  $i$  次测量结果,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\overline{\Delta t}$  ——10 次测量结果的平均值,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n$ ——测量次数。

实际测量以 3 次测量的平均值作为测量结果, 故标准不确定度:

$$u_{11} = \frac{s(\Delta t_i)}{\sqrt{3}} = 0.01 \text{ s} \quad (\text{D. 7})$$

#### D. 3. 2. 2 计时器分辨力引入的标准不确定度 $u_{12}$

计时器读数的分辨力为 0.01s, 区间半宽为 0.005s, 估计为均匀分布,  $k=\sqrt{3}$ , 故:

$$u_{12} = \frac{0.005 \text{ s}}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ s} \quad (\text{D. 8})$$

$$u_1 = \sqrt{u_{11}^2 + u_{12}^2} = 0.01 \text{ s} \quad (\text{D. 9})$$

#### D. 3. 3 电子秒表引入的标准不确定度分量 $u_2$

电子秒表的最大允许误差为  $\pm 0.07 \text{ s}$ , 区间半宽度为 0.07 s, 估计为均匀分布,  $k = \sqrt{3}$ , 故:

$$u_2 = \frac{0.07 \text{ s}}{\sqrt{3}} = 0.04 \text{ s} \quad (\text{D. 10})$$

#### D. 3. 4 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量汇总见表 D. 2。

表 D. 2 标准不确定度分量表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值/s
$u_1$	试验仪计时器引入的不确定度	0.01
$u_2$	电子秒表引入的不确定度	0.04

#### D. 4 合成标准不确定度

各标准不确定度分量相互独立, 合成标准不确定度为:

$$\begin{aligned}u_c &= \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \\&= \sqrt{0.01^2 + 0.04^2} \text{ s} \quad (\text{D. 11}) \\&= 0.04 \text{ s}\end{aligned}$$

#### D.5 扩展不确定度

扩展不确定度  $U = ku_c$ ，取包含因子  $k=2$ ，测量结果的扩展不确定度为：

$$U = ku_c = 2 \times 0.04 \text{ s} = 0.08 \text{ s} \quad (k = 2) \quad (\text{D. 12})$$

---