



# 浙江省地方计量技术规范

JJF (浙) 1183—2021

---

## 油水界面探测仪校准规范

Calibration Specification for Oil/Water Interface Detector

2021-08-03 发布

2021-11-03 实施

---

浙江省市场监督管理局 发布

# 油水界面探测仪校准规范

Calibration Specification for Oil/Water

Interface Detector

JJF (浙) 1183—2021

归口单位：浙江省市场监督管理局

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

舟山市质量技术监督检测研究院

本规范技术条文由起草单位负责解释

**主要起草人：**

陈 欢（浙江省计量科学研究院）

潘孙强（浙江省计量科学研究院）

洪 辉（舟山市质量技术监督检测研究院）

**参与起草人：**

刘 欢（舟山市质量技术监督检测研究院）

潘 潞（浙江省计量科学研究院）

寿 侠（浙江省计量科学研究院）

郝华东（舟山市质量技术监督检测研究院）

# 目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(2)
4.1 探头响应范围.....	(2)
4.2 探头测量示值误差.....	(2)
4.3 探头测量重复性.....	(2)
4.4 反应时间.....	(2)
4.5 测量尺示值误差.....	(2)
4.6 探头工作面到零位刻尺线的距离.....	(2)
5 校准条件.....	(2)
5.1 环境条件.....	(2)
5.2 校准项目和主要校准器具.....	(2)
6 校准方法.....	(3)
6.1 探头响应范围.....	(3)
6.2 探头测量示值误差.....	(3)
6.3 探头测量重复性.....	(4)
6.4 反应时间.....	(4)
6.5 测量尺示值误差.....	(4)
6.6 探头工作面到零位刻尺线的距离.....	(4)
7 校准结果的表达.....	(4)
8 复校时间间隔.....	(4)
附录 A 探头测量示值误差测量结果的不确定度评定示例.....	(5)
附录 B 测量尺示值误差测量结果的不确定度评定示例.....	(8)
附录 C 油水介质密度配置方法.....	(12)
附录 D 校准证书或校准报告内容.....	(13)

# 引 言

JJF (浙) xxxx-202x 《油水界面探测仪校准规范》的编写是以 JJF1071-2010 《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》为基础和依据、新制定的计量技术规范。

本规范为首次发布。

# 油水界面探测仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于测量上限至 30m 的油水界面探测仪的校准。

## 2 引用文件

CB/T 4182-2011 船用油水界面探测器要求

JJG4-2015 钢卷尺检定规程

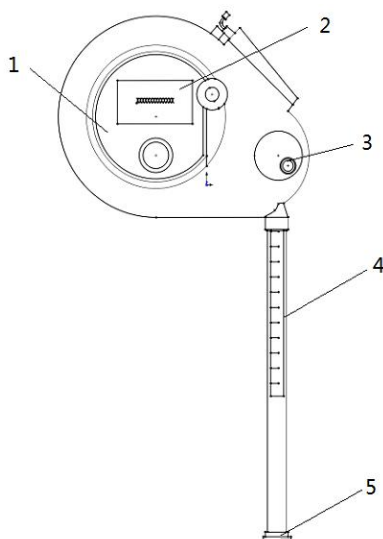
凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

## 3 概述

油水界面探测仪是一种采用线纹测量原理对油水界面的深度进行测量的仪器。油水界面探测仪由探头、测量尺、尺盒、显示器和卷尺清洁器等组成。

探头内置的传感器在不同的液体介质中，传感器接收到反馈信号也不同。当探头从一种液体介质到另一种液体介质时，可测量出液体介质分界处的位置深度。

油水界面探测仪有 5m, 10m, 15m, 20m, 30m 等各种规格，也可根据用户的特殊需要制成其他规格。其结构示意图如图 1 所示。



1—尺盒；2—显示器；3—卷尺清洁器；4—测量尺；5—探头

图 1 油水界面探测仪结构示意图

## 4 计量特性

### 4.1 探头响应范围

探头在测量介质密度差为 $(0.06\sim 0.25)\text{g}/\text{cm}^3$ 范围内的试验样液中能正常工作响应。

### 4.2 探头测量示值误差

探头测量示值最大允许误差 MPE:  $\pm 5\text{mm}$ 。

### 4.3 探头测量重复性

探头测量重复性不大于  $1.5\text{mm}$ 。

### 4.4 反应时间

反应时间不大于  $1\text{s}$ 。

### 4.5 测量尺示值误差

测量尺示值最大允许误差 MPE:  $\pm (0.3\text{mm} + 2 \times 10^{-4}L)$ 。

### 4.6 探头工作面到零位刻尺线的距离

探头工作面到零位刻尺线的距离应符合:  $(10\sim 50)\text{cm}$ 。

注:校准工作不判断合格与否,上述计量特性的指标仅供参考。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

校准环境条件见表 1。

表 1 校准环境条件

序号	环境项目	条件要求
1	实验室温度/ $^{\circ}\text{C}$	$20\pm 5$
2	室温变化/ $(^{\circ}\text{C}/\text{h})$	$\leq 1$
3	实验室湿度/%RH	$25\sim 75$
4	校准前探测仪在室内等温时间/h	$\geq 12$

### 5.2 校准项目和主要校准器具

校准项目和主要校准器具见表 2。

表 2 校准项目和主要校准器具

序号	校准项目	标准器及其他设备	计量性能
1	探头响应范围	密度计	MPE: $\pm 0.0002\text{g/cm}^3$
2	探头测量示值误差	立式图像测量仪 电动升降台	MPE: $\pm 0.1\text{mm}$ 速度: $1\text{mm/s}$
3	探头测量重复性		
4	反应时间	秒表 电动升降台	MPE: $\pm 0.5\text{s/d}$ 速度: $1\text{mm/s}$
5	测量尺示值误差	标准钢卷尺 钢卷尺检定台	MPE: $\pm (0.03\text{mm} + 3 \times 10^{-5}L)$ 摩擦力 $\leq 4\text{N}$
6	探头工作面到零位刻尺线的距离	钢直尺	MPE: $\pm (0.10 \sim 0.15)\text{mm}$

## 6 校准方法

### 6.1 探头响应范围

试验用油和试验用水按配置要求（见附录 C），以观察和试验方法，测试探头在试验样液的工作响应状态。

### 6.2 探头测量示值误差

试验用油和试验用水按配置要求（见附录 C），分别混合成 12 种试验样液，每种试验样液的油水混合比例约为 1: 8。每种试验样液在透明容器中混合后，用立式图像测量仪测量油/水界面相对于空气/油界面的标准高度差，记录为  $\Delta H$ 。将油水界面探测仪的探头固定在电动升降台上，探头在样液中以  $1\text{mm/s}$  的速度由上往下（空气-油-水）匀速垂直移动。测量到空气/油界面的高度读数，记录为  $h_{iA}$ ；测量到油/水界面的高度读数，记录为  $h_{iB}$ 。

各试验样液的测量高度差和标准高度差的差值为该试验样液的探头测量示值误差：

$$\Delta = (h_{iB} - h_{iA}) - \Delta H$$

式中： $h_{iA}$ —各试验样液中空气/油界面的高度读数；

$h_{iB}$ —各试验样液中油/水界面的高度读数；

$\Delta H$ —各试验样液的标准高度差。



### 6.3 探头测量重复性

按 6.2 的条件及实验方法, 选取一种试验样液, 对该试验样液进行测量高度差的测量, 重复测量 10 次, 计算这 10 个高度差值的实验标准差用作为仪器的探头测量重复性。

### 6.4 反应时间

按 6.2 的条件下, 将油水界面探测仪的探头置于试验样液的油/水界面上区域, 以 1mm/s 的速度由上往下匀速垂直移动, 用秒表对探测仪的反应时间连续测量 5 次, 取最大值作为仪器的反应时间。

### 6.5 测量尺示值误差

校准方法按照 JJG 4-2015 《钢卷尺检定规程》中 II 级钢卷尺示值误差的检定方法执行。

### 6.6 探头工作面到零位刻尺线的距离

用钢直尺进行测量。

示值误差允许采用满足测量不确定度要求的其他方法测量。

## 7 校准结果的表达

经校准的油水界面探测仪发给校准证书, 内容见附录 D。

## 8 复校时间间隔

油水界面探测仪的校准时间间隔, 由于复校时间间隔的长短是由油水界面探测仪的使用情况、使用者、油水界面探测仪本身质量等因素所决定的, 可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

## 附录 A

## 探头测量示值误差测量结果的不确定度评定示例

## A.1 概述

A.1.1 测量依据：依据 JJF (浙) ××××-202× 《油水界面探测仪校准规范》。

1.2 环境条件：温度 (20±5) °C。

1.3 测量标准：立式图像测量仪，MPE: ±0.1mm。

1.4 被测对象：试验样液界面的高度差，测量范围 (0~100) mm。

1.5 测量过程：

在规定的环境条件下，用立式图像测量仪测量的标准高度差和被校油水界面探测仪探头测量的试验样液高度差进行比较测量，试验样液的测量高度差和标准高度差的差值为该试验样液的探头测量示值误差。

## A.2 测量模型

2.1 测量模型：

$$\Delta = (h_{iB} - h_{iA}) - \Delta H$$

式中： $h_{iA}$ —各试验样液中空气/油界面的高度读数；

$h_{iB}$ —各试验样液中油/水界面的高度读数；

$\Delta H$ —各试验样液的标准高度差。

## A.3 不确定度来源分析

3.1 测量重复性引入的不确定度  $u_1$ ；

3.2 反应时间引入的不确定度  $u_2$ ；

3.3 读数分辨力引入的不确定度  $u_3$ ；

3.4 立式图像测量仪示值误差引入的不确定度  $u_4$ 。

## A.4 输入量的标准不确定度分量评定

4.1 测量重复性引入的不确定度  $u_1$

用立式图像测量仪测量的标准高度差和被校油水界面探测仪探头测量的试验样液高度差进行比较测量，重复测量 10 次，100.1mm，100.2mm，100.2mm，100.2mm，100.1mm，100.3mm，100.2mm，100.1mm，100.2mm，100.2mm。

根据  $s = \sqrt{\frac{\sum (H_i - \bar{H})^2}{n-1}}$  公式可得： $s=0.06\text{mm}$

$$u_1 = s_1 = 0.06\text{mm}.$$

#### 4.2 反应时间引入的不确定度 $u_2$

探测仪探头测量空气/油界面时,以 1mm/s 的速度由上往下均匀垂直移动,按测量反应时间不超过 1s,假设服从均匀分布,故:

$$u_{21} = \frac{1 \times 1}{\sqrt{3}} = 0.58\text{mm}$$

探测仪探头测量油/水界面时,以 1mm/s 的速度由上往下均匀垂直移动,按测量反应时间不超过 1s,并认为其服从均匀分布,故:

$$u_{22} = \frac{1 \times 1}{\sqrt{3}} = 0.58\text{mm}$$

$$u_2 = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2} = 0.81\text{mm}$$

#### 4.3 读数分辨力引入的不确定度 $u_3$

被检数显探测仪的数字分辨力为 0.1mm,故:

$$u_3 = \frac{0.1}{2 \times \sqrt{3}} = 0.03\text{mm}$$

#### 4.4 立式图像测量仪示值误差引入的不确定度 $u_4$

校准用的立式图像测量仪的最大允许误差不大于 $\pm 0.1\text{mm}$ ,并认为其服从均匀分布,故:

$$u_4 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.06\text{mm}$$

### A.5 合成标准不确定度的评定

#### 5.1 标准不确定度汇总表

标准不确定度汇总表			L=100mm	
标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 ( $\mu\text{m}$ )	$c_i$	$ c_i  \times u(x_i)$ ( $\mu\text{m}$ )
$u_1$	测量重复性引入的不确定	0.06	1	0.06
$u_2$	反应时间引入的不确定度	0.81	-1	0.81
$u_3$	读数分辨力引入的不确定度	0.03	-1	0.03
$u_4$	立式图像测量仪示值误差引入的不确定度	0.06	-1	0.06

5.2 合成标准不确定度 $u_c$ 

输入量彼此独立不相关，所以合成标准不确定度可按下式得：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.82\text{mm}$$

A.6 扩展不确定度的评定 ( $L=100\text{mm}$  时)

取包含因子  $k=2$

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.82 = 1.7\text{mm}$$

## 附录 B

### 测量尺示值误差测量结果的不确定度评定示例

#### B.1 概述

B.1.1 测量依据：依据 JJF (浙) ××××-202× 《油水界面探测仪校准规范》。

1.2 环境条件：温度 (20±5) °C。

1.3 测量标准：标准钢卷尺，MPE: ± (0.03mm+3×10<sup>-5</sup>L)。

1.4 被测对象：油水界面探测仪测量尺，测量范围 (0~5) m。

1.5 测量过程：

在规定的环境条件下，用经检定合格的标准钢卷尺和被校油水界面探测仪测量尺同时放在钢卷尺检定台上进行比较测量（钢卷尺检定台面与被校尺的摩擦力应≤4N）。

#### B.2 测量模型

2.1 测量模型：

$$\Delta L = \Delta e$$

式中： $\Delta L$ —油水界面探测仪测量尺示值误差，mm；

$\Delta e$ —(0~5) m 在标准钢卷尺所对应的偏差读数值，mm。

#### B.3 不确定度来源分析

3.1 测量重复性引入的不确定度 $u_1$ ；

3.2 油水界面探测仪测量尺与标准尺的对零位压线引入的不确定度 $u_2$ ；

3.3 读数视力引入的不确定度 $u_3$ ；

3.4 拉力误差引入的不确定度 $u_4$ ；

3.5 标准钢卷尺的示值误差引入的不确定度 $u_5$ ；

3.6 标准钢卷尺与油水界面探测仪测量尺温差引入的不确定度 $u_6$ ；

3.7 标准钢卷尺与油水界面探测仪测量尺间线胀系数引入的不确定度 $u_7$ 。

#### B.4 输入量的标准不确定度分量评定

4.1 测量重复性引入的不确定度 $u_1$

将油水界面探测仪测量尺安放在检定台上，使其与标准钢卷尺平行，并使油水界面探测仪测量尺和标准钢卷尺零位对齐，然后将测量尺拉到 5m 处与标

准钢卷尺零位对齐, 读出 5m 处示值误差, 作为一次过程。在重复性条件下连续测量 10 次, 得到单次标准偏差  $s = 0.015\text{mm}$ , 得

$$u_1 = s_1 = 0.015\text{mm}$$

#### 4.2 油水界面探测仪测量尺与标准尺的对零位压线的不确定度 $u_2$

油水界面探测仪测量尺与标准尺的对零位压线误差估计在 0.10mm, 并服从三角形分布, 故:

$$u_2 = \frac{0.10}{\sqrt{6}} = 0.040\text{mm}$$

#### 4.3 读数引入的不确定度 $u_3$

读数引入的不确定度分项是由读数显微镜示值误差引入。读数显微镜 MPEV = 10um 并服从均匀分布, 故:

$$u_3 = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.005\text{mm}$$

#### 4.4 拉力误差引入的不确定度 $u_4$

在 5m 处由拉力引入的误差给出的标准不确定度分项:

$$\delta = L \times 10^3 \times \Delta_p / (9.8 \times E \times F)\text{mm}$$

式中: L——钢卷尺长度, 以 m 为单位取值;

$\Delta_p$ ——拉力偏差, 由标准钢卷尺检定规程得知  $\Delta_p \leq 0.5\text{N}$

E——弹性系数,  $E=2000\text{kg}/\text{mm}^2$

F——钢卷尺的横截面积, 该尺的横截面积宽度为 10mm, 其厚度为 2.7mm ( $F = 10 \times 0.27$ )  $\text{mm}^2$

$$\delta = 5.1 \times 10^{-4}L$$

拉力误差  $\Delta p$  以相等的概率出现在半宽为 0.5N 的区间, 认为其服从均匀分布, k 取  $\sqrt{3}$ 。由于试验中, 标准钢卷尺和油水界面探测仪测量尺都需要拉力, 故拉力误差在测量过程中影响 2 次, 得

$$u_4 = \frac{\sqrt{2} \times \delta}{\sqrt{3}} = 0.004\text{mm}$$

#### 4.5 标准钢卷尺的示值误差引入的不确定度 $u_5$ 。

标准钢卷尺的示值误差引入的不确定 $u(L_C)$ 度分项评定

校准用的标准钢卷尺的最大允许误差不大于 $\pm(0.03\text{mm}+3\times 10^{-5}L)$ ，并认为其服从均匀分布，故包含因子 $k$ 取 $\sqrt{3}$ ，当 $L=5\text{m}$ 时

$$u_5 = \frac{0.03 + 3 \times 5000 \times 10^{-5}}{\sqrt{3}} = 0.104\text{mm}$$

4.6 标准钢卷尺与油水界面探测仪测量尺温差引入的不确定度 $u_6$ ；。

标准钢卷尺与被样品的温度差不超过 $0.3^\circ\text{C}$ ，服从均匀分布，线膨胀系数为 $11.5\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ，当 $L=5\text{m}$ 时，

$$u_6 = \frac{L \times \alpha \times \Delta t}{\sqrt{3}} = \frac{5000 \times 11.5 \times 10^{-6} \times 0.3}{\sqrt{3}} = 0.010\text{mm}$$

4.7 标准钢卷尺与油水界面探测仪测量尺间线胀系数差引入的不确定度 $u_7$

由于两者线膨胀系数不同，线膨胀系数之差为 $\Delta\alpha = 3.2\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ，服从均匀分布，温度变化不超过 $2^\circ\text{C}$ ，当 $L=5\text{m}$ 时

$$u_7 = \frac{L \times 10^3 \times \Delta\alpha \times \Delta t}{\sqrt{3}} = \frac{5000 \times 10^3 \times 3.2 \times 10^{-6} \times 2}{\sqrt{3}} = 0.018\text{mm}$$

## B.5 合成标准不确定度的评定

### 5.1 标准不确定度汇总表

标准不确定度汇总表				$L=5\text{m}$
标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 ( $\mu\text{m}$ )	$c_i$	$ c_i  \times u(x_i)$ ( $\mu\text{m}$ )
$u_1$	测量重复性引入的不确定	0.015	1	0.015
$u_2$	油水界面探测仪测量尺与标准尺的对零位压线引入的不确定度	0.040	-1	0.040
$u_3$	读数视力引入的不确定度	0.005	-1	0.005
$u_4$	拉力误差引入的不确定度	0.004	-1	0.004
$u_5$	标准钢卷尺的示值误差引入的不确定度	0.104	-1	0.104
$u_6$	标准钢卷尺与油水界面探测仪测量尺温差引入的不确定度	0.010	-1	0.010
$u_7$	标准钢卷尺与油水界面探测仪测量尺间线胀系数引入的不确定度	0.018	-1	0.018

5.2 合成标准不确定度 $u_c$ 

输入量彼此独立不相关，所以合成标准不确定度可按下式得：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 + u_6^2 + u_7^2} = 0.114\text{mm}$$

B.6 扩展不确定度的评定 ( $L=5\text{m}$  时)

取包含因子  $k=2$

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.114 = 0.23\text{mm}$$



## 附录 C

## 油水介质密度配置方法

本附录规定可通过加铅的车用汽油 RQ70、轻柴油 0 号、原油、燃料油中一种分别和淡水、淡盐水、盐水混合，配置油水介质时应将试验用油缓慢注入相应的水溶液中，并不断搅拌。配置过程中液体温度不能超过 40℃，否则应停止配置，待冷却后在继续进行。新制备的溶液必须稳定 12h 后才能使用。另外油水介质由于油料的挥发性，应注意人身安全和环境污染。

混合试样是用于试验的试样尽可能地代表整个样品所必须的步骤，在混合操作中应始终注意保持样品的完整性。

## 试验用油

序号	试验用油
1	加铅的车用汽油 RQ70
2	轻柴油 0 号
3	原油
4	燃料油

## 非石油产品

序号	非石油产品
1	淡水（密度为 1.00 g/cm <sup>3</sup> ）
2	淡盐水（密度为 1.012 g/cm <sup>3</sup> ）
3	盐水（密度为 1.025 g/cm <sup>3</sup> ）

## 主要配套设备

序号	主要配套设备
1	内径 90mm~100mm，高 450mm~500mm 玻璃桶若干
2	200g 以上电子天平
3	(0~50)℃，分度值为 0.1 的水银温度计或数显温度计
4	恒温水槽

## 附录 D

### 校准证书或校准报告内容

#### D.1 校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准日期，如果与校准结果的有效性应用有关时，应说明被校对象的接受日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用计量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

#### D.2 推荐的校准证书内页格式见表 D.1 。

表 D.1 校准证书内页格式

证书编号：

校准环境条件	温度：℃  相对湿度： %	地点：  其他：
序号	校准项目	校准结果
1	探头响应范围	
2	探头测量示值误差	
3	探头测量重复性	
4	反应时间	
5	测量尺示值误差	
6	探头工作面到零位刻尺线的距离	
测量不确定度：		

校准员：

核验员：