

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1571-20XX

海水浊度测量仪

校准规范

Calibration Specification for Seawater Turbidity Analyzers

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局

发 布

海水浊度测量仪校准规范

Calibration Specification for

Seawater Turbidity Analyzers

JJF 1571-20XX

归口单位：全国海洋专用计量器具计量技术委员会

起草单位：国家海洋标准计量中心

深圳市朗诚科技股份有限公司

山东省科学院海洋仪器仪表研究所

本规范委托全国海洋专用计量器具计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

王爱军（国家海洋标准计量中心）

王 聪（国家海洋标准计量中心）

石超英（国家海洋标准计量中心）

参与起草人：

陈 瑶（深圳市朗诚科技股份有限公司）

黄永健（深圳市朗诚科技股份有限公司）

张盈盈（山东省科学院海洋仪器仪表研究所）

目 录

1	范围	1
2	引用文件	1
3	概述	1
4	计量特性	2
4.1	示值误差	2
4.2	测量重复性	2
5	校准条件	2
5.1	校准环境条件	2
5.2	测量标准及其他设备	2
6	校准项目和校准方法	2
6.1	校准项目	2
6.2	校准方法	3
6.2.1	示值误差	3
6.2.2	测量重复性	4
7	校准结果表达	4
7.1	校准记录	4
7.2	校准结果处理	4
8	复校时间间隔	5
附录 A	海水浊度测量仪校准记录表	6
附录 B	海水浊度测量仪校准证书内页格式	8
附录 C	海水浊度测量仪示值误差的不确定度评定示例	9

引 言

引 言

本规范以 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》和 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》为基础型系列规范进行制定。

与 JJF1571—2016 相比，本规范除编辑性修改外，有关技术部分的变化主要如下：

- 删除了零点漂移（见第 4 章 4.1 和第 6 章 6.2.1）；
- 明确了校准点的设置，完善传感器距校准桶的尺寸（见第 6 章 6.2.1）；
- 修改了示值误差的表示方式（见第 6 章 6.2.1.4）；
- 修改了校准结果的不确定度评定示例过程（见附录 C）。

本规范的历次版本发布情况：

- JJF1571—2016

海水浊度测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于海水浊度测量仪的校准。

2 引用文件

本规范引用以下文件：

JJG 880 浊度计检定规程

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

海水浊度测量仪（以下简称仪器）用于测量悬浮于海水中的不溶性颗粒物质所产生的光散射程度，并定量表征这些悬浮颗粒物质含量。

该类仪器是由浊度传感器通过水密接插件连接到主机、可直接置于海水中测量的设备，一般集成在温盐深测量仪或浮标等海洋观测设备上，具有原位实时连续测量、不需取样等特点。浊度传感器是由光源发射系统、光电检测系统组成，其工作原理是光源呈锥形区域发出特定波长的光照射海水，海水中的颗粒物粒径、形状和反射率会影响光的散射程度，与光源同侧的光电检测系统可接收的后向散射光，并将其转换成光电信号，然后由主机对光电信号进行模数转换和数据处理后显示浊度量值，单位 NTU。其中浊度传感器的光源发射方向有侧向（见图 1）和垂直向下（见图 2）两种形式。

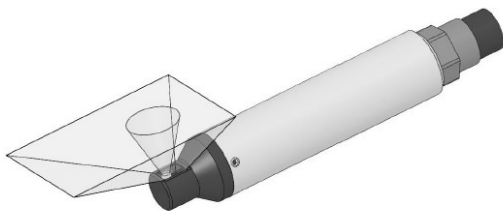


图 1 侧向发光的海水浊度测量仪、光源区域（锥形）及检测器接收区域（矩形）示意

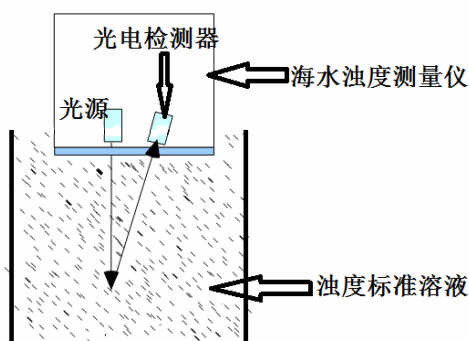


图2 垂直向下发光的海水浊度测量仪

4 计量特性

4.1 示值误差

示值相对误差不超过 2NTU 或读数的 $\pm 10\%$ 。

4.2 测量重复性

当对同一样品重复进行测量时，测量值的相对标准偏差不大于 2%。

注：以上所有指标不是用于合格性判别，仅提供参考。

5 校准条件

5.1 校准环境条件

环境温度： $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ ；

相对湿度：不大于 80%；

其它：周围无影响仪器正常工作的机械振动、电磁干扰、其他光源干扰等。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 浊度标准物质：采用国家水质浊度标准溶液（ U 不大于 3%， $k=2$ ）；

5.2.2 容量瓶和移液管：A 级，其中容量瓶 5 000 mL、2 000 mL，移液管 100 mL、50 mL、25mL 等；

5.2.3 浊度校准桶：尺寸应符合 6.2.1 的要求，内壁黑色。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

示值误差

测量重复性

6.2 校准方法

首先检查外仪器外观，确定没有影响计量特性的因素后再进行校准。

6.2.1 示值误差

6.2.1.1 选用水质浊度标准物质，按照仪器操作说明对仪器进行校准；在仪器量程范围或常用测量范围，均匀设置 5 个校准点，按比例准确稀释配制相应浊度值的标准使用液。

6.2.1.2 若传感器光源发射方向是垂直向下时，当校准点溶液 ≤ 20 NTU 时，可选用直径 19 cm、高 19 cm 的校准桶；当校准点溶液 > 20 NTU 时，可选用直径 10 cm、高 20 cm 的校准桶，将传感器浸没于浊度标准使用液不小于 2 cm 处；

6.2.1.3 若传感器光源发射方向是侧向时，选用直径 19 cm、高 19 cm 的校准桶，将其浸没于浊度标准使用液下不小于 10 cm 处。

6.2.1.4 按照浊度标准使用液的浓度从小到大顺序依次校准，每更换一次浊度标准使用液需用零浊度水清洗并擦干浊度传感器。

6.2.1.5 将仪器置于浊度标准使用液中，开启仪器 10 min 后，连续采集稳定的 10 个数据，用该组数据求其算术平均值作为该校准点的测量值 \overline{Z}_j 。

6.2.1.6 示值误差计算

按公式（1）计算仪器的示值误差：

$$\Delta Z_j = \overline{Z}_j - Z_{js} \quad (1)$$

式中：

ΔZ_j ——仪器在第 j ($j=1\sim 5$) 个校准点时的示值误差；

\overline{Z}_j ——仪器在第 j 个校准点时的浊度测量平均值，NTU；

Z_{js} ——浊度标准使用液第 j 个校准点的浊度标准值，NTU。

按公式（2）计算仪器的相对误差：

$$\Delta Z_{jrel} = \frac{\Delta Z_j}{Z_{js}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

ΔZ_{jrel} ——仪器在第 j ($j=1\sim 5$) 个校准点时的相对误差；

ΔZ_j ——仪器在第 j ($j=1\sim 5$) 个校准点时的示值误差；

Z_{js} ——浊度标准使用液第 j 个校准点的浊度标准值，NTU。

6.2.2 测量重复性

按照仪器的操作要求，在最大浊度校准点重复测量 10 次，按照公式（3）计算重复性测量的实验标准偏差。

$$\Delta Z_j = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n=10} (Z_j - \bar{Z})^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$S_{rel} = \frac{S}{\bar{Z}} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

S ——重复性测量的实验标准偏差，NTU；

S_{rel} ——重复性测量的相对实验标准偏差；

Z_j ——仪器第 j 次浊度测量值，NTU；

\bar{Z} ——仪器 n 次测量的算术平均值，NTU；

n ——测量次数， $n=10$ 。

7 校准结果表达

7.1 校准记录

校准记录格式参见附录 A。

7.2 校准结果处理

校准证书由封面和内页组成。校准证书内页格式参见附录 B。

校准证书至少包含以下内容：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），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；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

- i) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识、校准员和核验员的签名;
- o) 校准结果仅对被校对象有效的说明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

- a) 新购置或修理后的仪器, 建议及时校准;
- b) 在使用过程中, 如对仪器的技术指标产生怀疑, 建议重新校准;
- c) 为确保仪器准确可靠, 通常情况下建议仪器出海前后校准。
- d) 复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定, 推荐为 1 年。

附录 A

海水浊度测量仪校准记录表

计量器具名称			证书编号		
主机型号/规格			出厂编号		
传感器型号/规格			传感器编号		
仪器测量范围		最大允许误差		分辨力	
送校单位					
传感器制造单位					
校准依据					
外观检查	仪器外壳无明显锈蚀、碰损之痕迹 <input type="checkbox"/> 铭牌清晰，有型号、出厂编号、制造厂商等 <input type="checkbox"/> 各紧固件、接插件不应有松动现象 <input type="checkbox"/> 通电后正常工作 <input type="checkbox"/>				
校准所使用的主要计量器具					
名 称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	证书编号	有效期至	
校准时间、地点及其环境条件					
地 点		时 间	年 月 日		
环境温度	℃	相对湿度			
校 准 结 果					

海水浊度测量仪校准记录表

示值误差						
标准值 NTU		仪器测量值 NTU			示值误差 NTU	
测量重复性						
标准值 NTU	仪器示值 NTU					实验标准偏差 NTU
	1	2	3	4	5	
	6	7	8	9	10	
备注						

校准员

核验员

核验日期

附录 B

海水浊度测量仪校准证书内页格式

校准项目：浊度

校准中使用的主要计量器具				
名称	测量范围	最大允许误差/不确定度/ 准确度等级	证书编号	有效期至
校准日期，地点及环境条件				
地点：		日期：		
环境温度： °C		相对湿度：		
(浊度)测量结果				
序号	标准值 NTU	仪器测量值 NTU	示值误差 NTU	
1				
2				
3				
4				
5				
校准项目		校准结果		
测量重复性				
校准结果的相对扩展不确定度为： $U_{rel} =$, $k =$				
以 下 空 白				

1. XXXXX 仅对加盖“XXXXX 校准专用章”并签字的完整证书负责。
- 2 本证书的校准结果仅适用于对应的被校准计量器具。
- 3 被校准仪器修理后，应立即进行校准。
- 4 在使用过程中，如对被校准计量器具的技术指标产生怀疑，请重新进行校准。

附录 C

海水浊度测量仪校准结果的测量不确定度评定

C.1 测量模型

$$\Delta Z_j = \overline{Z_j} - Z_{js} \quad (C.1)$$

式中：

ΔZ_j ——仪器在第 j ($j=1\sim 5$) 个校准点时的示值误差，NTU；

$\overline{Z_j}$ ——仪器在第 j 个校准点时的浊度测量平均值，NTU；

Z_{js} ——浊度标准溶液第 j 个校准点的浊度标准值，NTU。

灵敏系数：

$$c(\overline{Z_j}) = \frac{\partial(\Delta Z_j)}{\partial(\overline{Z_j})} = 1 \quad (C.2)$$

$$c(Z_{js}) = \frac{\partial(\Delta Z_j)}{\partial(Z_{js})} = -1 \quad (C.3)$$

C.2 测量不确定度来源分析

根据公式 (C.1)，可知海水浊度测量仪示值误差不确定度 $u(\Delta Z_j)$ 主要由两个分量组成：

- 1) 浊度标准使用液配制引入的标准不确定度 $u(Z_{js})$ ；
- 2) 被校浊度测量仪引入的标准不确定度 $u(\overline{Z_j})$ 。

本规范以 20 NTU 校准点为例，进行海水浊度测量仪校准结果的不确定度评定。

C.3 不确定度分量的评定

C.3.1 被校浊度测量仪引入的标准不确定度 $u(\overline{Z_j})$

被校海水浊度测量仪的分辨力多为 0.01NTU，仪器分辨力引入的标准不确定度分量为 0.0029 NTU。

在 20 NTU 这一校准点上，取被校浊度仪连续测量的平均值作为最佳估计值，重复测量 10 次，得到如表 C.1 所示的数值。

表 C.1 海水浊度测量仪的重复性测量数据

次数	1	2	3	4	5
----	---	---	---	---	---

测量值	19.96	20.02	20.48	20.33	20.05
次数	6	7	8	9	10
测量值	20.14	20.14	20.14	20.04	20.07

$S(\overline{Z_j})=0.16\text{NTU}$ ，因实际校准中重复测量 10 次的平均值为测量结果，则测量重复性引入的标准不确定度分量为：

$$u(\overline{Z_j}) = \frac{S(\overline{Z_j})}{\sqrt{n}} = \frac{0.16}{\sqrt{10}} = 0.05 \text{ NTU} \quad (\text{C.4})$$

被校海水浊度测量仪分辨力引入的标准不确定度分量明显小于测量重复性引入的标准不确定度分量，因此本规范认为被校海水浊度测量仪引入的标准不确定度分量为测量重复性引入的标准不确定度分量

C.3.2 浊度标准使用液配制的相对标准不确定度 $u(Z_{js})$

由于浊度标准物质的浓度较大，校准所用浊度标准使用液需按式 (C.5) 进行定容稀释：

$$Z_{js} = \frac{S \times V_{\text{标}}}{V} \quad (\text{C.5})$$

式中：

Z_{js} ——校准时所用浊度标准使用液的浊度值，NTU；

V ——定容体积，毫升 (mL)；

$V_{\text{标}}$ ——所需浊度标准物质的体积，毫升 (mL)；

S ——浊度标准物质的浊度值，NTU。

所以，浊度标准使用液配制的不确定度主要包括浊度标准物质和配制浊度标准使用液时的定容稀释。

C.3.2.1 浊度标准物质引入的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(S)$

采用水质浊度标准溶液， $U_{\text{rel}}(S)=3\%$ ，包含因子 $k=2$ ，则标准物质引入的相对标准不确定度为：

$$u_{\text{rel}}(S) = \frac{0.03}{2} = 1.5\% \quad (\text{C.6})$$

C.3.2.2 浊度标准使用液定容稀释引入的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(x)$

由公式 (C.5) 看出，配制 5L 20 NTU 的浊度标准使用液，需要用 400 NTU 的浊度标准物质 250mL，故用 100 mL 移液管 2 次、50mL 移液管 1 次、5 000 mL 量瓶。

C.3.2.2.1 容量瓶容积引入的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(x_1)$

配制浊度标准使用液 20 NTU 用到 100 mL 移液管 2 次、50mL 移液管 1 次, 根据检定证书给出最大允许误差分别为 ± 0.08 mL、 ± 0.05 mL, 属于 B 类评定, 按矩形分布, 包含因子 $k=\sqrt{3}$ 。由于用到 2 次同一支 100mL 移液管, 所以其相关系数为+1, 故由 2 次 100mL 移液管带来的不确定度分量是单支 100mL 移液管不确定度分量的代数和。5 000 mL 量瓶的最大允许误差为 ± 1.2 mL, 属于 B 类评定, 按矩形分布, 包含因子 $k=\sqrt{3}$ 。则容积引入的相对标准不确定度分别为:

$$u_{\text{rel}}(x_{1-100}) = \frac{0.08}{100 \times \sqrt{3}} \times 2 = 0.093\% \quad (\text{C.7})$$

$$u_{\text{rel}}(x_{1-50}) = \frac{0.05}{50 \times \sqrt{3}} = 0.058\% \quad (\text{C.8})$$

$$u_{\text{rel}}(x_{1-5000}) = \frac{1.2}{\sqrt{3} \times 5000} = 0.014\% \quad (\text{C.9})$$

$$u_{\text{rel}}(x_1) = \sqrt{[u_{\text{rel}}(x_{1-100})]^2 + [u_{\text{rel}}(x_{1-50})]^2 + [u_{\text{rel}}(x_{1-5000})]^2} = 0.12\% \quad (\text{C.10})$$

C.3.2.2.2 容量瓶和溶液的温度与体积校准时的温度不一致引入的相对标准不确定度 $u(x_2)$

根据证书容量瓶是在 20 °C 进行校准, 而配制校准溶液的实验室温度在 (20 ± 5) °C, 水的体积膨胀系数为 2.1×10^{-4} °C⁻¹, 按矩形分布, 包含因子 $k=\sqrt{3}$, 由 100 mL 移液管、50 mL 移液管、5 000 mL 量瓶溶液体积因温度影响而引入的相对标准不确定度分别为:

$$u_{\text{rel}}(x_{2-100}) = \frac{2.1 \times 10^{-4} \times 5 \times 100}{100 \times \sqrt{3}} \times 2 = 0.13\% \quad (\text{C.11})$$

$$u_{\text{rel}}(x_{2-50}) = \frac{2.1 \times 10^{-4} \times 5 \times 50}{50 \times \sqrt{3}} = 0.061\% \quad (\text{C.12})$$

$$u_{\text{rel}}(x_{2-5000}) = \frac{2.1 \times 10^{-4} \times 5 \times 5000}{5000 \times \sqrt{3}} = 0.061\% \quad (\text{C.13})$$

$$u_{\text{rel}}(x_2) = \sqrt{[u_{\text{rel}}(x_{2-100})]^2 + [u_{\text{rel}}(x_{2-50})]^2 + [u_{\text{rel}}(x_{2-5000})]^2} = 0.16\% \quad (\text{C.14})$$

则浊度标准使用液定容稀释时引入的相对标准不确定度为:

$$u_{\text{rel}}(x) = \sqrt{[u_{\text{rel}}(x_1)]^2 + [u_{\text{rel}}(x_2)]^2} = 0.20\% \quad (\text{C.15})$$

浊度标准使用液配制的相对标准不确定度 $u_{\text{rel}}(Z_{js})$, 可用公式 (C.16) 计算:

$$u_{\text{rel}}(Z_{js}) = \sqrt{[u_{\text{rel}}(S)]^2 + [u_{\text{rel}}(x)]^2} = 1.52\% \quad (\text{C.16})$$

20NTU 浊度标准使用液配制的标准不确定度 $u(Z_{js})$ 为:

$$u(Z_{js}) = 20 \times 1.52\% = 0.30 \quad \text{NTU} \quad (\text{C.17})$$

C.4 合成相对标准不确定度

表 C.2 相对标准不确定度一览表

不确定度来源	符号	标准不确定度 NTU	灵敏系数
浊度标准使用液	$u(Z_{js})$	0.30	-1
测量重复性	$u(\overline{Z_j})$	0.05	1

由于上述分量各自独立，互不相关，故海水浊度测量仪校准结果的合成标准不确定度按公式（C.18）计算：

$$u(\Delta Z_j) = \sqrt{u(\overline{Z_j})^2 + u(Z_{js})^2} = 0.31 \quad (\text{C.18})$$

C.5 相对扩展不确定度 U

校准试验中，包含因子取 $k=2$ ，因此扩展不确定度 U 为：

$$U(\Delta Z_j) = 2 \times u(\Delta Z_j) = 2 \times 0.31 = 0.7 \quad (\text{C.19})$$

C.6 评定结果报告

海水浊度测量仪在 20 NTU 校准点上的扩展不确定度列于表 C.3。

表 C.3 海水浊度测量仪在 20 NTU 校准点上的扩展不确定度

扩展不确定度 $U(\Delta Z_j)$	包含因子 k
0.7	2