

JJF(浙)

浙江省地方计量技术规范

JJF(浙) 1204-2024

总溶解固体 (TDS) 测试仪校准规范

Calibration Specification for Total Dissolved Solids (TDS) Meters

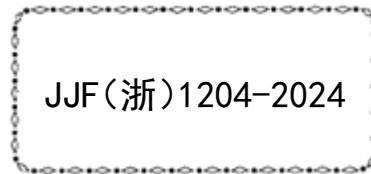
2024-01-23 发布

2024-04-23 实施

浙江省市场监督管理局 发布

总溶解固体 (TDS) 测试仪校准规范

Calibration Specification for Total
Dissolved Solids (TDS) Meters



归口单位：浙江省市场监督管理局

主要起草单位：台州市计量技术研究院

宁波市计量测试研究院

参加起草单位：台州市计量设备技术校准中心

金华市质量技术监督检测院

本规范委托台州市计量技术研究院负责解释

本规范主要起草人：

王苏玲（台州市计量技术研究院）

王 超（台州市计量技术研究院）

施江焕（宁波市计量测试研究院）

参加起草人：

管灵通（台州市计量技术研究院）

金 鑫（台州市计量设备技术校准中心）

郑 辉（台州市计量技术研究院）

陈勇杰（台州市计量设备技术校准中心）

应慧娟（金华市计量质量科学研究院）

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	1
4.1 示值误差（TDS）.....	1
4.2 测量重复性.....	1
4.3 温度示值误差.....	1
5 校准条件.....	2
5.1 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 仪器的校正.....	2
6.2 示值误差（TDS）.....	2
6.3 测量重复性.....	3
6.4 温度示值误差.....	3
7 校准结果.....	4
8 复校时间间隔.....	4
附录 A 校准记录格式.....	5
附录 B 校准证书内页格式.....	7
附录 C.1 TDS 测试仪示值误差测量不确定度评定示例.....	8
附录 C.2 TDS 测试仪温度示值误差测量不确定度评定示例.....	11

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《通用计量名词术语与定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范参考了 JJG376-2007《电导率仪检定规程》等技术文件。
本规范为首次发布。

总溶解固体（TDS）测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于总溶解固体（TDS）测试仪（以下简称 TDS 测试仪）的校准。

2 引用文件

JJG376-2007《电导率仪检定规程》

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

TDS 测试仪是一种电化学分析仪器，用于测量水体中总溶解性固体含量的仪器。该仪器的工作原理是通过在两个电极之间施加电压，使得带正电荷的离子向负极移动，带负电荷的离子向正极移动，离子的定向移动在电极间形成了电流，通过电信号转换，可以读取总溶解固体物（TDS）的浓度值。

TDS 测试仪主要由电子单元和传感器两部分组成，电子单元通常包括信号发生器、测量单元、检波器、读数部分等，部分测试仪还有 TDS 常数调节器、温度补偿器和测温功能单元等。传感器单元主要包括 TDS 测量池、部分还带有温度传感器。

4 计量特性

4.1 示值误差（TDS）

示值误差（TDS）不超过 $\pm 4\%FS$ 。

4.2 测量重复性（TDS）

测量重复性（TDS）不大于 2%。

4.3 温度示值误差

温度示值误差不超过 $\pm 0.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

注:以上计量特性指标仅供参考，不是用于合格性判别。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：（15~30）℃。

5.1.2 相对湿度：（30~85）%。

5.1.3 供电电源：（220±22）V，（50±1）Hz。

5.1.4 周围无明显影响校准系统正常工作的机械振动和电磁干扰。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 有证标准物质

水中溶解性固体总量溶液标准物质，相对不确定度不大于 1%（ $k=2$ ）。

5.2.2 恒温水槽

控温范围：（5~50）℃，温度均匀性不超过±0.2℃，温度波动度不超过 0.2℃/30 min。

5.2.3 标准温度计：测量范围（5~50）℃，最大允许误差不大于±0.1℃。

5.2.4 吸量管、容量瓶：A 级。

5.2.5 分析实验室用水（二级）。

6 校准项目和校准方法

6.1 仪器的校正

仪器预热进入正常工作状态后，按照仪器使用说明书的要求用相应的标准溶液对仪器进行校正。

6.2 示值误差（TDS）

在使用测量量程范围内选取 3 个测量点（分别为测量量程的 20%、50%和 80%），将 5.2.1 水中溶解性固体总量溶液标准物质用实验用水准确稀释配制成相应浓度的标准溶液，将标准溶液置于温度为 T_R （通常为 20℃）的恒温槽中，待标准溶液温度达到平衡后，每个测量点重复测量 3 次，记录相应读数 C_i ，求其平均值 \overline{C}_i 。按公式（1）分别计算相应浓度的示值误差 ΔC ：

$$\Delta C = \frac{\overline{C}_i - C_s}{C_F} \times 100\% \quad (1)$$

式中: ΔC —— TDS 示值误差, %FS;

\bar{C}_i —— 每个浓度三次读数平均值, mg/L;

C_s —— 配制的标准溶液参考值, mg/L;

C_F —— 测量量程的上限值, mg/L。

其他测量量程可参考上述步骤进行测量计算。

6.3 测量重复性 (TDS)

在 6.2 条件下, 选用被测量程 50% 的标准溶液, 重复测量 6 次并记录读数, 按公式(2)计算测量重复性。

$$RSD = \frac{1}{\bar{C}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (2)$$

式中: RSD —— 测量重复性, %;

C_i —— 第 i 次读数值, mg/L;

\bar{C} —— 6 次读数平均值, mg/L;

n —— 测量次数 ($n=6$)。

其他测量量程可参考上述步骤进行测量计算。

6.4 温度示值误差

将 TDS 测试仪温度传感器同电子单元连接后, 与标准温度计置于同一恒温槽中, 标准温度计和温度传感器尽量靠近。

控制恒温槽温度为 T_R (通常为 20 °C), 待温度平衡后, 同时读取标准温度计读数值 T_s 和 TDS 测试仪温度读数值 T_m , 按公式(3)计算单次测量的温度示值误差。

$$\Delta T = T_m - T_s \quad (3)$$

式中: ΔT —— 温度示值误差, °C;

T_m —— TDS 测试仪读数值, °C;

T_s —— 标准温度计读数值, °C。

按上述步骤重复操作 3 次, 计算 3 次温度示值误差的算术平均值作为该点温度示值误差。

分别控制恒温槽温度为 15°C 和 35°C，重复上述步骤，计算对应温度的示值误差。

注：没有温度测量功能的测试仪，此项免校。

7 校准结果

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- 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），每页及总页数的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- 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) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- i) 校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o) 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书或校准报告的声明。

8 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、仪器本身质量等诸因素所决定的，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，一般不超过 1 年。

20°C				
35°C				
本次校准结果的测量不确定度：TDS 示值误差： 温度示值误差：				
校准人：	核验人：		校准日期	

附录 C.1

TDS 测试仪示值误差测量不确定度评定示例

C.1.1 测量方法

对一台测量量程上限为（0~2000）mg/L 的 TDS 测试仪按照仪器说明书要求校正好，将水中溶解性固体总量溶液标准物质（20g/L）用实验用水稀释配制测量所需浓度（1000mg/L），置于 20℃ 的恒温槽中，待温度平衡后，重复测量 3 次，按公式（C.1）计算仪器示值误差。

C.1.2 测量模型

$$\Delta C = \frac{\bar{C} - C_s}{C_F} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔC ——示值误差（TDS），%；

\bar{C} ——三次读数平均值，mg/L；

C_s ——配制的标准溶液参考值，mg/L；

C_F ——被测量程的上限值，mg/L。

C.1.3 方差和灵敏系数

$$u_c^2(\Delta C) = c^2(\bar{C}) u^2(\bar{C}) + c^2(C_s) u^2(C_s)$$

式中：

$$c(\bar{C}) = \frac{\partial \Delta C}{\partial \bar{C}} = \frac{1}{C_F}$$

$$c(C_s) = \frac{\partial \Delta C}{\partial C_s} = -\frac{1}{C_F}$$

C.1.4 标准不确定度评定

C.1.4.1 输入量 \bar{C} 的标准不确定度 $u(\bar{C})$ 评定

输入量 \bar{C} 的不确定度来源主要是仪器的测量重复性和仪器的分辨力，可以通过连续测量得到测量列，采用 A 类方法进行评定。

在重复性测量条件下，测量 TDS 值为 1000 mg/L 的标准溶液，连续测量 10 次，得到测量列（mg/L）：1009，1012，1011，1018，1015，1016，1020，1021，

1018, 1015, 计算实验标准偏差:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} = 3.92 \text{ mg/L}$$

实际测量中, 以三次测量平均值作为测量结果, 得到 $u_1(\bar{C})$ 为

$$u_1(\bar{C}) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 2.26 \text{ mg/L}$$

TDS 测试仪的显示最小分辨力为 1 mg/L, 按均匀分布 $k=\sqrt{3}$, 得到

$$u_2(\bar{C}) = \frac{1}{2\sqrt{3}} = 0.29 \text{ mg/L}$$

由于重复性引入的不确定度和分辨力引入的不确定度不重复计算, 故取大值, 即取重复性分量。

$$u(\bar{C}) = u_1(\bar{C}) = 2.26 \text{ mg/L}$$

C.1.4.2 输入量 C_s 的标准不确定度 $u(C_s)$ 的评定

在测量时需要用水中溶解性固体分析标准物质 (20 g/L)、5mL 单标线吸量管和 100ml 容量瓶配置 1000 mg/L 的标准溶液, 所以输入量 C_s 的不确定度来源主要有标准物质引入的不确定度分量 $u_{r1}(C_s)$ 、吸量管引入的不确定度分量 $u_{r2}(C_s)$ 和容量瓶引入的不确定度分量 $u_{r3}(C_s)$ 。

C.1.4.2.1 标准物质引入的相对不确定度分量 $u_{r1}(C_s)$

所用水中溶解性固体分析标准物质由中国计量科学研究院研制生产, 其溯源证书上的相对扩展不确定度为: $U=1\%$, $k=2$, 则其引入的标准不确定度分量为

$$u_{r1}(C_s) = \frac{1\%}{2} = 0.5\%$$

C.1.4.2.2 吸量管引入的相对不确定度分量 $u_{r2}(C_s)$

标称容量为 5ml 的 A 级吸量管的容量允差为 $\pm 0.015\text{mL}$, 按三角分布 $k=\sqrt{6}$, 则其引入的标准不确定度分量为

$$u_{r2}(C_s) = \frac{0.015}{5 \times \sqrt{6}} \times 100\% = 0.122\%$$

C.1.4.2.3 容量瓶引入的相对不确定度分量 $u_{r3}(C_s)$

标称容量为 100 ml 的 A 级容量瓶的容量允差为 $\pm 0.10\text{mL}$ ，按三角分布 $k=\sqrt{6}$ ，则其引入的标准不确定度分量为

$$u_{r3}(C_s) = \frac{0.10}{100 \times \sqrt{6}} \times 100\% = 0.041\%$$

以上各输入量彼此独立，则输入量 $u(C_s)$ 的标准不确定度为：

$$u(C_s) = \sqrt{u_{r1}^2(C_s) + u_{r2}^2(C_s) + u_{r3}^2(C_s)} \times 1000 = 5.16\text{mg/L}$$

表 C.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量 u_i	不确定度来源	u_{rel}	u_i	c_i	$ c_i \cdot u_i$
$u(\bar{C})$	被测仪器的测量重复性	/	2.26mg/L	$\frac{1}{C_F}$	0.11%
	被测仪器的分辨力	/	忽略	/	/
$u(C_s)$	标准物质不确定度	0.5%	5.16mg/L	$-\frac{1}{C_F}$	0.26%
	吸量管引入的不确定度	0.122%			
	容量瓶引入的不确定度	0.041%			

C.1.4.3 合成标准不确定度的计算

$$u_c(\Delta C) = \sqrt{c^2(\bar{C}) u^2(\bar{C}) + c^2(C_s) u^2(C_s)} = 0.28\%FS$$

C.1.5 扩展不确定度

取 $k=2$ ，则 TDS 测试仪在测量量程上限为 2000mg/L 时，在 1000mg/L 校准点的 TDS 示值（引用）误差的扩展不确定度为

$$U = k \cdot u_c(\Delta C) = 0.6\%$$

附录 C.2

TDS 测试仪温度示值误差测量不确定度评定示例

C.2.1 测量方法

将 TDS 测试仪温度传感器同电子单元连接后,与标准温度计置于同一恒温槽中。控制恒温槽温度为 20 °C,待温度平衡后分别读数,按公式 (C.2) 计算温度示值误差。

C.2.2 测量模型

$$\Delta T = T_m - T_s \quad (\text{C.2})$$

式中:

ΔT ——温度示值误差, °C;

T_m ——TDS 测试仪读数值, °C;

T_s ——标准温度计读数值, °C。

C.2.3 方差和灵敏系数

$$u_c^2(\Delta T) = c^2(T_m) u^2(T_m) + c^2(T_s) u^2(T_s)$$

式中:

$$c(T_m) = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_m} = 1$$

$$c(T_s) = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_s} = -1$$

C.2.4 标准不确定度评定

C.2.4.1 输入量 T_m 的标准不确定度 $u(T_m)$ 评定

输入量 T_m 的不确定度来源主要是仪器的测量重复性和仪器的分辨力,可以通过连续测量得到测量列,采用 A 类方法进行评定。

在重复性测量条件下,设定恒温槽温度为 20°C,在恒温槽温度稳定后,连续用 TDS 测试仪测量 10 次,得到测量列 (°C): 20.1, 20.1, 20.0, 20.1, 20.1, 20.1, 20.1, 20.0, 20.1, 20.2 计算实验标准偏差:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{mi} - \bar{T}_m)^2}{n-1}} = 0.057^{\circ}\text{C}$$

实际测量中，以三次测量平均值作为测量结果，得到 $u(T_m)$ 为

$$u_1(T_m) = \frac{0.057}{\sqrt{3}} = 0.033^{\circ}\text{C}$$

TDS 测试仪温度显示的最小分辨力为 0.1°C ，按均匀分布 $k=\sqrt{3}$ ，得到

$$u_2(T_m) = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.03^{\circ}\text{C}$$

由于重复性引入的不确定度和分辨力引入的不确定度不重复计算，故取大值，即取重复性分量。

$$u(T_m) = u_1(\bar{T}_m) = 0.033^{\circ}\text{C}$$

C.2.4.2 输入量 T_s 的标准不确定度 $u(T_s)$ 的评定

输入量 T_s 的不确定度来源主要有 3 个来源，第一是温度计引入的不确定度分量 $u_1(T_s)$ ，第二是恒温槽温度波动性引入的不确定度分量 $u_2(T_s)$ ，第三是恒温槽温度均匀性引入的不确定度分量 $u_3(T_s)$ 。

C.2.4.2.1 温度计引入的不确定度分量 $u_1(T_s)$

所用温度计的最大允许误差为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，则其引入的标准不确定度分量为

$$u_1(T_s) = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058^{\circ}\text{C}$$

C.2.4.2.2 恒温槽温度波动性引入的不确定度分量 $u_2(T_s)$

根据校准证书所得，恒温槽温度波动性的测量不确定度为 $U=0.004^{\circ}\text{C}$ ， $k=2$ 。

$$u_2(T_s) = \frac{0.004}{2} = 0.002^{\circ}\text{C}$$

C.2.4.2.3 恒温槽温度均匀性引入的不确定度分量 $u_3(T_s)$

根据校准证书所得，恒温槽温度均匀性的测量不确定度为 $U=0.003^{\circ}\text{C}$ ， $k=2$ 。

$$u_3(T_s) = \frac{0.003}{2} = 0.0015^\circ\text{C}$$

以上各输入量彼此独立，则输入量 $u(T_s)$ 的标准不确定度为：

$$u(T_s) = \sqrt{u_1^2(T_s) + u_2^2(T_s) + u_3^2(T_s)} = 0.058^\circ\text{C}$$

表 C.2 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量 u_i	不确定度来源	u_i	c_i	$ c_i \cdot u_i$
$u(T_m)$	被测仪器的测量重复性	0.033 $^\circ\text{C}$	1	0.033 $^\circ\text{C}$
	被测仪器的分辨力	/	忽略	/
$u_1(T_s)$	温度计引入的不确定度	0.058 $^\circ\text{C}$	-1	0.058 $^\circ\text{C}$
$u_2(T_s)$	恒温槽温度波动性引入的不确定度			
$u_3(T_s)$	恒温槽温度均匀性引入的不确定度			

C.2.4.3 合成标准不确定度的计算

$$u_c(\Delta T) = \sqrt{c^2(T_m) u^2(T_m) + c^2(T_s) u^2(T_s)} = 0.067^\circ\text{C}$$

C.2.5 扩展不确定度

取 $k=2$ ，则 TDS 测试仪温度测量示值误差的扩展不确定度为

$$U = k \cdot u_c(\Delta T) = 0.13^\circ\text{C} \approx 0.2^\circ\text{C}$$