



# 天津市地方计量技术规范

JJF(津)XX-2024

## 总溶解固体(TDS)测定仪校准规范

Calibration Specification for  
Total Dissolved Solid(TDS)Meters  
(报批稿)

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

# 总溶解固体 (TDS) 测定仪校准 规范

Calibration Specification for Total  
Dissolved Solid (TDS) Meters

JJF(津) XX-2024

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院负责解释

**本规范主要起草人：**

李 君（天津市计量监督检测科学研究院）

李红亮（天津市计量监督检测科学研究院）

刘广荔（天津市计量监督检测科学研究院）

**参加起草人：**

付 迪（天津市计量监督检测科学研究院）

# 目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(1)
6 校准条件.....	(2)
7 校准项目和校准方法.....	(2)
7.1 温度示值误差.....	(2)
7.2 仪器示值误差.....	(2)
7.3 仪器重复性.....	(3)
8 校准结果.....	(3)
9 复校时间间隔.....	(4)
附录 A 标准溶液的配制方法.....	(5)
附录 B 校准记录推荐格式.....	(6)
附录 C 校准证书页推荐格式.....	(8)
附录 D 温度示值误差的不确定度评定示例.....	(9)
附录 E 仪器示值误差的不确定度评定示例.....	(11)

# 引 言

JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

# 总溶解固体（TDS）测定仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于总溶解固体（TDS）测定仪的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 6682-2008 分析实验室用水规格和试验方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。

## 3 术语和计量单位

### 3.1 总溶解固体 total dissolved solids

又称溶解性固体总量，表明 1L 水中溶解性固体的质量，测量单位为毫克每升(mg/L)。

## 4 概述

总溶解固体（TDS）测定仪（以下简称“测定仪”）是用来检测水中溶解性固体总量的一种电化学仪器，测定仪通过电极间施加电压使得带电荷离子移动形成电流，通过电信号转换测得溶液中 TDS 浓度。

测定仪主要由电计和传感器部分组成。电计通常包括测量单元及读数单元，部分测定仪具有 TDS 系数转换调节器、温度补偿系数调节器；传感器由 TDS 测量电极和温度传感器构成，从而实现电信号在溶液和电计单元之间的传输，并测量溶液温度。

## 5 计量特性

测定仪计量特性见表 1。

表 1 仪器计量特性

计量性能	技术要求
温度示值误差	$\pm 1.0^{\circ}\text{C}$
仪器示值误差	$\pm 4\%\text{FS}$
仪器重复性	$\leq 2\%$
注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。	

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 温度：（15~35） $^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度： $\leq 80\%$ 。

6.1.2 电源电压：交流（220 $\pm$ 22）V，频率（50 $\pm$ 1）Hz。

6.1.3 无影响测定仪正常工作的电磁场干扰和震动，无腐蚀气体。

### 6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 水中溶解性固体总量标准物质：国家有证标准物质， $U_{\text{rel}} \leq 1\%$ ， $k=2$ 。

6.2.2 恒温槽：（0~50） $^{\circ}\text{C}$ 可调，温度均匀性不超过 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，温度波动度不大于 $0.2^{\circ}\text{C}$ 。

6.2.3 标准温度计：在（0~50） $^{\circ}\text{C}$ 范围，示值误差不超过 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 温度示值误差

将测定仪的温度传感器与标准温度计置于同一恒温槽，标准温度计应和温度传感器尽量靠近。控制恒温槽温度为 $25^{\circ}\text{C}$ ，同时读取温度标准值和仪器测量值，相同条件下重复测量3次，按式（1）计算温度示值误差。

$$\Delta T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_{\text{Mi}} - T_{\text{Si}}) \quad (1)$$

式中：

$\Delta T$ ——温度示值误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

$T_{\text{Mi}}$ ——第 $i$ 次温度测量值， $^{\circ}\text{C}$ ；

$T_{\text{Si}}$ ——第 $i$ 次温度标准值， $^{\circ}\text{C}$ ；

$n$ ——测量次数。

### 7.2 仪器示值误差

按照测定仪说明书进行标定后，分别测量标准值为满量程 20%、50%、80%的标准溶

液，重复上述操作，每点测量 3 次，按式（2）计算各测量点的仪器示值误差。

$$\Delta C = \frac{\bar{C} - C_s}{C_F} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\Delta C$ ——仪器示值误差，%FS；

$\bar{C}$ ——3 次测量算术平均值，mg/L；

$C_s$ ——标准溶液标准值，mg/L；

$C_F$ ——量程上限值，mg/L。

### 7.3 仪器重复性

按照测定仪说明书进行标定后，对标准值为满量程 50% 的标准溶液重复测量 6 次，按式（3）计算仪器重复性。

$$s = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

$s$ ——仪器重复性；

$X_i$ ——第  $i$  次仪器测量值，mg/L；

$\bar{X}$ ——6 次测量算术平均值，mg/L；

$n$ ——测量次数。

## 8 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)；
- d) 校准证书编号、页码及总页数的标识；
- e) 客户单位名称和地址；
- f) 被校仪器的制造单位、名称、型号及编号；
- g) 校准单位校准专用章；



- h) 进行校准的日期;
- i) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称和代号;
- j) 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) 校准结果及测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范偏离的说明(如果有);
- n) “校准证书”的签发人员的签名或等效标识;
- o) 校准结果仅对被校仪器有效的声明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制校准证书的声明。

## 9 复校时间间隔

建议校准时间间隔不超过 12 个月, 维修或者更换电极等重要部件后应及时校准, 此外, 使用单位可以根据仪器的使用状况自主决定校准时间间隔。

## 附录 A

### 标准溶液的配制方法

#### A.1 配制标准溶液所需的试剂及器具

A.1.1 配制用水：使用 GB/T 6682 规定的一级水，电导率（25℃） $\leq 0.01$  mS/m；

A.1.2 移液管、容量瓶：经计量检定为 A 级。

#### A.2 标准溶液的配制

选取适当规格的移液管、容量瓶，使用移液管吸取一定量的标准物质，转移至容量瓶中，加入超纯水稀释至刻度并充分混匀，计算稀释后的标准溶液浓度，用时应现配。

## 附录 B

## 总溶解固体 (TDS) 测定仪校准原始记录参考格式

记录编号:

证书编号:

委托单位						
地址/联系电话						
仪器名称		测量范围				
型号/规格		出厂编号				
仪器接收时间		制造厂/商				
校准依据						
环境条件						
校准日期		环境温度	°C	湿度	RH%	
校准地点						
使用的计量标准信息						
名称	出厂编号	测量范围	不确定度/准确度等级 /准确度等级	证书编号	有效期至	溯源机构

校准人员:

核验人员:

## 1.温度示值误差:

设定值/°C	标准温度计示值/°C	仪器温度示值/°C	温度示值误差/°C	扩展不确定度 $U$ ( $k=2$ )

## 2.仪器示值误差:

量程上限值 /mg · L <sup>-1</sup>	标准值 /mg · L <sup>-1</sup>	实测值/mg · L <sup>-1</sup>			测量平均值 /mg · L <sup>-1</sup>	示值误差 /%FS	扩展不确定 度 $U(k=2)$
		1	2	3			

## 3.仪器重复性:

实测值/mg · L <sup>-1</sup>						仪器重复性 /%
1	2	3	4	5	6	

## 附录 C

## 校准结果内页推荐格式

校准项目		校准结果
1	温度示值误差/°C	
2	仪器示值误差/%FS	
3	仪器重复性/%	

温度示值误差校准结果的扩展不确定度：\_\_\_\_\_ ；

仪器示值误差校准结果的扩展不确定度：\_\_\_\_\_ 。

以下空白

## 附录 D

## 温度示值误差的不确定度评定示例

## D.1 概述

D.1.1 测量标准：数字温度计，最大允许误差为 $\pm 0.05^\circ\text{C}$

D.1.2 被测对象：总溶解固体（TDS）测定仪

D.1.3 温度：（15~35） $^\circ\text{C}$ ，相对湿度： $\leq 80\%$

D.1.4 测量方法：控制恒温槽温度为  $25^\circ\text{C}$ ，同时读取测定仪的温度测量值和温度计示值，相同条件下重复测量 3 次并记录数据。

## D.2 建立数据模型

## D.2.1 温度示值误差

温度示值误差按公式 D.1 计算

$$\Delta T = T_M - T_S \quad (\text{D.1})$$

式中：

$\Delta T$ ——温度示值误差， $^\circ\text{C}$ ；

$T_M$ ——3 次测得温度示值平均值， $^\circ\text{C}$ ；

$T_S$ ——3 次测得标准温度平均值， $^\circ\text{C}$ 。

根据求导公式得出灵敏系数  $c_1$  和  $c_2$ ：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_M} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_S} = -1。$$

两个输入量独立不相关，标准不确定度  $u_c(\Delta T)$  按公式 D.2 合成：

$$u_c(\Delta T) = \sqrt{c_1^2 u^2(T_M) + c_2^2 u^2(T_S)} \quad (\text{D.2})$$

## D.2.2 不确定度分量评定

温度示值误差不确定度来源主要有：测量重复性引入的不确定度  $u(T_M)$ ；标准温度计引入的不确定度  $u(T_S)$ 。

D.2.2.1 测量重复性引入的不确定度  $u(T_M)$ 

电极传感器放入  $25^\circ\text{C}$  恒温槽，重复测量 10 次，测量结果为（单位： $^\circ\text{C}$ ）：24.9、24.9、24.9、24.9、25.0、25.1、25.1、25.1、25.2、25.2。

计算得到算术平均值： $T_M = 25.03^\circ\text{C}$

标准偏差:  $s = \sqrt{\sum_i^n (T_i - \bar{T})^2 / (n-1)} = 0.13 \text{ } ^\circ\text{C}$

按照实际测量次数 3 次计算,  $u_1(T_M) = s / \sqrt{3} = 0.075 \text{ } ^\circ\text{C}$

#### D.2.2.2 标准温度计引入的不确定度 $u(T_S)$

数字温度计的最大允许误差为  $\pm 0.05 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 考虑其为均匀分布, 包含因子  $k = \sqrt{3}$ , 则标准温度计引入的不确定度  $u(T_S) = 0.05 / \sqrt{3} = 0.029 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

#### D.2.3 标准不确定度的合成

将以上参数结果带入公式 D.2 中将合成标准不确定度为:

$$u_c(\Delta T) = \sqrt{c_1^2 u^2(T_M) + c_2^2 u^2(T_S)} = 0.08 \text{ } ^\circ\text{C}。$$

#### D.2.4 扩展不确定度的评定

取包含因子  $k=2$ , 则校准结果的扩展不确定度为:  $U = k u_c(\Delta T) = 0.16 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

## 附录 E

## 仪器示值误差的不确定度评定示例

## E.1 概述

E.1.1 测量标准：水中溶解性固体总量标准物质， $U_{rel} \leq 1\%$ ， $k=2$

E.1.2 被测对象：总溶解固体（TDS）测定仪

E.1.3 环境条件：温度：（15~35）℃，相对湿度：≤80%

E.1.4 测量方法：按照仪器说明书对测定仪进行标定后，分别测量标准值为仪器满量程 20%、50%、80%的标准溶液，每点重复测量 3 次并记录数据。

## E.2 建立数学模型

## E.2.1 仪器示值误差

仪器示值误差  $\Delta C$  按公式 E.1 计算

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

式中：

$\Delta C$  —— 仪器示值误差，%FS；

$\bar{C}$  —— 3 次测量算术平均值，mg/L；

$C_s$  —— 标准溶液标准值，mg/L；

$C_F$  —— 量程上限值，mg/L。

根据求导公式得出灵敏系数  $c_1$  和  $c_2$ ：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta C}{\partial \bar{C}} = \frac{1}{C_F}, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta C}{\partial C_s} = -\frac{1}{C_F}。$$

两个输入量独立不相关，标准不确定度  $u_c(\Delta C)$  按公式 E.2 合成：

$$u_c(\Delta C) = \sqrt{c_1^2 u^2(C_s) + c_2^2 u^2(\bar{C})} \quad (\text{E.2})$$

## E.2.2 不确定度分量评定

仪器示值误差不确定度来源主要有：测量重复性引入的不确定度  $u(\bar{C})$ ；标准溶液引入的不确定度  $u(C_s)$ 。

E.2.2.1 测量重复性引入的不确定度  $u(\bar{C})$ 

对标准值为 500mg/L 的标准溶液重复测量 10 次，测量结果为（单位：mg/L）：503、



505、506、508、510、505、503、505、508、501。

计算得到算数平均值： $\bar{C} = 505.4\text{mg/L}$ 。

标准偏差： $s = \sqrt{\sum_i^n (C_i - \bar{C})^2 / (n-1)} = 2.72\text{mg/L}$ 。

按照实际测量次数 3 次计算， $u(\bar{C}) = s / \sqrt{3} = 1.6\text{mg/L}$ 。

#### E.2.2.2 标准溶液引入的不确定度 $u(C_S)$

以 500mg/L 标准溶液的配制过程为例。需使用 5mL 分度吸量管先移取 2.5mL 浓度为 20g/L 的标准物质，转移至 100mL 容量瓶中定容。因此标准溶液引入的不确定度  $u(C_S)$  主要由稀释前标准物质引入的不确定度  $u_1$ 、稀释过程中转移引入的不确定度  $u_2$  和定容引入的不确定度  $u_3$  组成。

##### E.2.2.2.1 稀释前标准物质引入的不确定度 $u_1$

由标准物质证书可知，标准物质的标称值为 20g/L，相对扩展不确定度为 1%， $k=2$ ，则稀释前标准物质引入的不确定度  $u_{1\text{rel}} = 1\% / 2 = 0.5\%$ 。

##### E.2.2.2.2 稀释过程中转移引入的不确定度 $u_2$

用一支 5mL A 级分度吸量管移取待稀释的标准物质，忽略分度吸量管刻度读数的不确定度，主要考虑以下两个分量：

(1) 分度吸量管引入的不确定度分量：A 级分度吸量管允许误差为  $\pm 0.025\text{ mL}$ ，考虑其为三角分布，包含因子  $k = \sqrt{6}$ ，则  $u = 0.025 / \sqrt{6} = 0.010\text{mL}$ 。

(2) 温度变化引入的不确定度分量：转移时溶液的温度变化范围为  $\pm 4^\circ\text{C}$ ，近似于均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，取  $20^\circ\text{C}$  水的膨胀系数为  $2.1 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$ ，则：

$$u = 2.1 \times 10^{-4} \times 2.5 \times 4 / \sqrt{3} = 0.0012\text{mL}。$$

因此，标准物质转移过程中引入的不确定度：

$$u_2 = \sqrt{0.010^2 + 0.0012^2} = 0.010\text{mL}$$

$$u_{2\text{rel}} = 0.010 / 2.5 \times 100\% = 0.4\%$$

##### E.2.2.2.3 稀释过程中定容引入的不确定度 $u_3$

使用 100mL A 级容量瓶定容，容量瓶刻度读数引入的不确定度影响较小，忽略不计，主要考虑以下两个分量：

(1) 容量瓶引入的不确定度分量：A 级容量瓶允许误差为  $\pm 0.10\text{ mL}$ ，考虑其为三角分

布, 包含因子  $k=\sqrt{6}$ , 则  $u=0.10/\sqrt{6}=0.041\text{mL}$ ;

(2) 温度变化引入的不确定度分量: 定容时水的温度变化范围为 $\pm 4^{\circ}\text{C}$ , 近似于均匀分布, 包含因子  $k=\sqrt{3}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ 水的膨胀系数为  $2.1\times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ , 则:

$$u=2.1\times 10^{-4}\times 100\times 4/\sqrt{3}=0.048\text{mL}$$

因此, 定容过程引入的不确定度:

$$u_3=\sqrt{0.041^2+0.048^2}=0.063\text{mL}$$

$$u_{3\text{rel}}=0.063/100\times 100\%=0.063\%$$

综上, 标准溶液引入的不确定度:

$$u_{\text{rel}}(C_S)=\sqrt{u_1^2+u_2^2+u_3^2}=\sqrt{0.5\%^2+0.4\%^2+0.063\%^2}=0.64\%$$

$$u(C_S)=u_{\text{rel}}(C_S)\cdot C_S=3.2\text{mg/L}$$

### E.2.3 标准不确定度的合成

将以上参数结果带入公式 E.2 中合成标准不确定度得:

$$u_c(\Delta C)=\sqrt{c_1^2 u^2(\bar{C})+c_2^2 u^2(\bar{C}_S)}=0.36\%\text{FS}$$

### E.2.4 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ , 则校准结果的扩展不确定度为:  $U=ku_c(\Delta C)=0.7\%\text{FS}$ 。

