发 布

**山西省仪器仪表学会**

**团 体 标 准**

ICS 17.020

CCS A 61

**T/SXICS**

T/SXICS XXX─20XX

多参数水质分析仪校准规范

Calibration specification for multiparameter water quality analyzers

xxxx-xx-xx发布 xxxx-xx-xx实施

T/SXICS XXX-20XX

Ⅰ

目 次

前言……………………………………………………………………………………………………… Ⅱ

1 范围…………………………………………………………………………………………………… 1

2 规范性引用文件……………………………………………………………………………………… 1

3 概述…………………………………………………………………………………………………… 1

4 一般要求……………………………………………………………………………………………… 1

5 计量特性……………………………………………………………………………………………… 2

6 校准条件……………………………………………………………………………………………… 2

6.1 环境条件………………………………………………………………………………………… 2

6.2 测量标准及其他设备…………………………………………………………………………… 2

7 校准项目和校准方法………………………………………………………………………………… 2

7.1 校准项目………………………………………………………………………………………… 2

7.2 校准方法………………………………………………………………………………………… 3

8 校准结果表达………………………………………………………………………………………… 7

9 校准间隔……………………………………………………………………………………………… 8

附录A（资料性） 校准用水的制备…………………………………………………………………… 9

附录B（资料性） 氧在不同水温、大气压力的水中饱和浓度值及内插法计算水中饱和溶解氧浓度………………………………………………………………………………………………………… 10

附录C（资料性） pH示值误差的不确定度评定示例………………………………………………… 13

附录D（资料性） 氧化还原示值误差的不确定度评定示例………………………………………… 16

附录E（资料性） 电导率示值误差的不确定度评定示例…………………………………………… 18

附录F（资料性） 溶解氧示值误差的不确定度评定示例…………………………………………… 21

附录G（资料性） 浊度示值误差的不确定度评定示例……………………………………………… 24

附录H（资料性） 温度示值误差的不确定度评定示例……………………………………………… 27

Ⅱ

本文件按照GB/T 1.1─2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由山西省仪器仪表学会提出并归口。

本文件起草单位：山西仲测计量研究院有限公司、晋中市综合检验检测中心、山西鼎诺科技开发有限公司、山西中福检测服务股份有限公司。

本文件主要起草人：杨伟敏、李荣、武国强、李玉刚、许涛、蔚辰刚、刘阳、田永亮、芦思尧。

前 言

T/SXICS XXX-20XX

T/SXICS XXX-20XX

多参数水质分析仪校准规范

1 范围

本文件规定了多参数水质分析仪（以下简称仪器）的一般要求、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果表达等要求。

本文件适用于测定pH、电导率、浊度、溶解氧、氧化还原和温度的多参数水质分析仪的校准。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JJG 119 实验室pH（酸度）计

JJG 376 电导率仪

JJG 291 溶解氧测定仪

JJG 880 浊度计

JJF（辽）474—2021 氧化还原电位（ORP）测定仪校准规范

3 概述

多参数水质分析仪广泛应用于环保监测和环境监测领域，它的工作原理基于光学原理、电化学原理和物理原理来检测水质中的多个参数。仪器通过测量光的吸收或散射来显示浊度和电导率，通过电极上的电流来显示pH、电位以及溶解氧的浓度，另外通过热敏电阻来测量水样的温度。

仪器主要由测量单元、信号转换单元、信号传输单元、数据处理单元等组成。

4 一般要求

4.1 仪器应标明制造单位名称、型号、出厂编号、制造日期，附件应齐全并附有仪器使用说明书。

4.2 仪器应网管完好、显示清晰完整，电极引线连接可靠，各紧固件无松动。

4.3 传感器无破损和污染。

1

T/SXICS XXX-20XX

5 计量特性

多参数水质分析仪的计量性能要求见表1。

表1 计量性能要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准项目 | pH | 氧化还原电位 | 电导率 | 溶解氧 | 浊度 | 温度 |
| 示值误差 | ±0.03 | ±10 mV | ±1.0%FS | ±0.50 mg/L | ±10% | ±0.5 ℃ |
| 重复性 | ≤0.01 | ≤1% | ≤0.40%FS | ≤0.15 mg/L | ≤2% | ≤0.1 ℃ |

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度一般控制在（18~22）℃，相对湿度30%~85%。

6.2 测量标准及其他设备

所使用测量标准及其他设备见表2。

表2 测量标准及其他设备一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 测量标准及其他设备 | 技术要求 |
| 1 | pH溶液标准物质 | *U*≤0.01pH （*k*=3） |
| 2 | 电导率溶液标准物质 | *U*rel≤0.25% （*k*=2） |
| 3 | 浊度溶液标准物质 | *U*rel≤3% （*k*=2） |
| 4 | 恒温水槽 | 温度范围（5~50）℃，温度均匀性不大于±0.1 ℃，温度波动度不大于±0.1 ℃ |
| 5 | 空盒气压表 | 最大允许误差不超过±2.5 hPa |
| 6 | 标准温度计 | 温度范围（0~50）℃，最大允许不超过±0.15 ℃ |

允许使用满足不确定度要求的其他校准设备。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表3。

2

表3 校准项目一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | |
| 1 | 外观 | |
| 2 | 示值误差 | pH示值误差 |
| 氧化还原电位示值误差 |
| 电导率示值误差 |
| 溶解氧浓度示值误差 |
| 浊度示值误差 |
| 温度示值误差 |
| 3 | 重复性 | |

7.2 校准方法

7.2.1 外观

目力观察。

7.2.2 示值误差

7.2.2.1 pH示值误差

选择三种标准溶液（pH范围在3~10）置于恒温水槽中恒温。在仪器正常工作条件下，用标准溶液进行调校，之后测量另一种校准时未使用的标准溶液。重复上述操作6次，按公式（1）进行计算pH示值误差ΔpHS。校准溶液与待测溶液的pH之差以不超过3为宜。

 ……………………( 1 )

式中：

 ——待测标准溶液6次测量平均值；

——标准溶液pH值。

7.2.2.2 氧化还原电位示值误差

选择三种标准溶液置于恒温水槽中恒温。在仪器正常工作条件下，用标准溶液进行调校，之后测量另一种校准时未使用的标准溶液。重复上述操作6次，按公式（2）进行计算仪器示值误差。

 ……………………( 2 )

式中：

 ——仪器示值误差，mV；

 ——待测标准溶液6次测量平均值，单位为mV；

T/SXICS XXX-20XX

3

4

T/SXICS XXX-20XX

 ——标准溶液电位，单位为mV。

7.2.2.3 电导率示值误差

a）电导池常数的校准

1）将电子单元与传感器单元连接。调节电导池常数为*K*cell R（通常为1.000 cm-1），温度系数设定为0.00%或“不补偿”。

2）在两个量程内分别选择标准溶液1和标准溶液2，置于温度为TR（通常为25.0℃）的恒温槽中。

3）将传感器单元充分洗涤后放入标准溶液1中，达到平衡后，读取仪器电导率测量值*k*M1，根据公式（3）计算电导池常数*K*cell 1；将传感器单元充分洗涤后放入标准溶液2中，达到平衡后，读取仪器电导率测量值*k*M2，根据公式（4）计算电导池常数*K*cell 2：

 ……………………( 3 )

 ……………………( 4 )

式中：

 ——标准溶液1在参考温度TR下的电导率值，μS/cm；

 ——标准溶液2在参考温度TR下的电导率值，μS/cm。

1. 重复步骤3），测量三次，分别计算三次测量得到的电导池常数的算数平均值和。
2. 按公式（5）计算和的平均值作为电导池常数：

 ……………………( 5 )

b）电导率示值误差

1）调节电导池常数为，其他设置不变，测量标准溶液1.仪器测量值为*k*M1。重复操作并测量6次，取其平均，按公式（6）计算测量标准溶液1时的引用误差：

 ……………………( 6 )

1. 仪器设置不变，测量标准溶液2，得到仪器对标准溶液2的测量平均值，并按公式（7）计算测量标准溶液2时的引用误差。

 ……………………( 7 )

7.2.2.4 溶解氧浓度示值误差

按附录A的要求制备饱和溶氧水，将恒温水浴的温度分别调节至10 ℃、20 ℃、30 ℃左右。在每一温度点，将电极由空气中放入恒温水浴并轻轻摆动，稳定后读取示值。重复测量6次，计算仪器测量平均值，按公式（8）计算溶解氧浓度示值误差。

 ……………………( 8 )

式中：

 ——溶解氧浓度示值误差，单位为mg/L；

 ——仪器测量平均值，单位为mg/L；

 ——溶解氧浓度参考值，查表（附录B）与内插法计算，单位为mg/L。

7.2.2.5 浊度示值误差

选择同一瓶福尔马肼标准溶液，在量程上限不大于50NTU范围内，均匀选取3个测零点，准确稀释配制相应浊度值的标准溶液*T*s，每个浓度值测定6次，得到测量值,按公式（9）分别计算上述3种浓度下仪器的示值相对误差。

 ……………………( 9 )

式中：

 ——配置的标准溶液标称值，单位为NTU；

——浊度标准溶液测量平均值，单位为NTU；

——示值相对误差，%。

对于多量程的仪器，在其他量程，再选定一个浊度为量程中间点的标准溶液按上述方法进行校准。

7.2.2.6 温度示值误差

将标准温度计和仪器温度探头放置恒温水槽中，在正常使用温度范围内均匀选取3个温度点。待标准温度计示值稳定后可进行读数，分别读取标准温度计和仪器温度探头示值各6次，计算标准温度计示值的平均值和仪器温度探头示值的平均值。按公式（10）计算仪器温度示值误差。

 ……………………( 10 )

式中：

 ——仪器的温度示值误差，单位为℃；

 ——仪器温度示值平均值，单位为℃；

 ——温度计示值平均值，单位为℃。

T/SXICS XXX-20XX

5

T/SXICS XXX-20XX

 ——温度计示值平均值，单位为℃。

7.2.3 重复性

7.2.3.1 pH

按照7.2.2.1的“测量”步骤，对未参与校准的标准溶液重复测量6次，按公式（11）计算仪器测量重复性。

 ……………………( 11 )

式中：

 ——单次测量的标准偏差；

——第*i*次测量的仪器示值；

——*n*次测量的平均值。

7.2.3.2 氧化还原电位

按照7.2.2.2的“测量”步骤，对未参与校准的标准溶液重复测量6次，按公式（12）计算仪器测量重复性。

……………………( 12 )

式中：

 ——待测标准溶液第i次测量值，单位为mV；

 ——待测标准溶液6次测量平均值，单位为mV；

 ——测量次数，*n*=6。

7.2.3.3 电导率

使用7.2.2.3a）的方法测量所得电导池常数，重复测量与仪器现场监测值接近的标准溶液6次，按公式（13）计算仪器测量重复性。

……………………( 13 )

6

式中：

 ——第i次测量的示值；

 ——电导率仪被检量程的上限

7.2.3.4 溶解氧

按照7.2.2.4的“测量”步骤，对20 ℃左右的饱和溶氧水重复测量6次，按公式（11）计算仪器测量重复性。

7.2.3.5 浊度

按照7.2.2.5的“测量”步骤，对示值误差测量点的中间浊度点重复测量6次，按公式（11）计算仪器测量重复性。

7.2.3.6 温度

按照7.2.2.6的“测量”步骤，对示值误差测量点的中间温度点重复测量6次，按公式（11）计算仪器测量重复性。

8 校准结果表达

经校准的多参数水质分析仪出具校准证书，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：

1. 标题：“校准证书”；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
4. 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
5. 客户的名称和地址；
6. 被校对象的描述和明确标识；
7. 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；
8. 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
9. 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
10. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
11. 校准环境的描述；
12. 校准结果及其测量不确定度的说明；
13. 对校准规范的偏离的说明；
14. 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
15. 校准结果仅对被校对象有效的声明；

当用户要求时，可以根据用户提供的计量特性最大允许误差进行符合性判定，并将结论列入校准证书。

T/SXICS XXX-20XX

7

1. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

当用户要求时，可以根据用户提供的计量特性最大允许误差进行符合性判定，并将结论列入校准证书。

9 校准间隔

多参数水质分析仪校准间隔不宜超过1年。

T/SXICS XXX-20XX

8

附 录 A

（资料性）

校准用水的制备

在恒温水浴内灌入2/3容积的新鲜蒸馏水（约8 L），将多孔塑料浮盖浮于水面。水温调节到校准时所需的温度，开动搅拌器搅拌水样，同时加鼓泡器（空气泵）向水中连续曝气60 min以上。

停止曝气，水静止30 min后即可用于校准。

T/SXICS XXX-20XX

9

T/SXICS XXX-20XX

10

B.1 氧在不同水温、大气压力的水中饱和浓度值见表B.1。

表B.1 氧在不同水温、大气压力的水中饱和浓度值表 mg/L

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 温度/℃ | 大气压/hPa | | | | | | | | | |
| 800 | 833 | 867 | 900 | 933 | 967 | 1000 | 1013 | 1033 | 1066 |
| 0 | 11.53 | 12.01 | 12.49 | 12.98 | 13.46 | 13.94 | 14.43 | 14.62 | 14.91 | 15.39 |
| 1 | 11.21 | 11.68 | 12.15 | 12.62 | 13.09 | 13.56 | 14.03 | 14.22 | 14.50 | 14.97 |
| 2 | 10.90 | 11.36 | 11.82 | 12.27 | 12.73 | 13.19 | 13.65 | 13.83 | 14.10 | 14.56 |
| 3 | 10.61 | 11.05 | 11.50 | 11.94 | 12.39 | 12.84 | 13.28 | 13.46 | 13.73 | 14.17 |
| 4 | 10.33 | 10.76 | 11.20 | 11.63 | 12.06 | 12.50 | 12.93 | 13.11 | 13.37 | 13.80 |
| 5 | 10.06 | 10.48 | 10.91 | 11.33 | 11.75 | 12.18 | 12.60 | 12.77 | 13.02 | 13.45 |
| 6 | 9.80 | 10.22 | 10.63 | 11.04 | 11.46 | 11.87 | 12.28 | 12.45 | 12.69 | 13.11 |
| 7 | 9.56 | 9.96 | 10.37 | 10.77 | 11.17 | 11.57 | 11.98 | 12.14 | 12.38 | 12.78 |
| 8 | 9.33 | 9.72 | 10.11 | 10.51 | 10.9 | 11.29 | 11.69 | 11.84 | 12.08 | 12.47 |
| 9 | 9.10 | 9.48 | 9.87 | 10.25 | 10.64 | 11.02 | 11.41 | 11.56 | 11.79 | 12.17 |
| 10 | 8.88 | 9.26 | 9.64 | 10.01 | 10.39 | 10.76 | 11.14 | 11.29 | 11.51 | 11.89 |
| 11 | 8.68 | 9.04 | 9.41 | 9.78 | 10.15 | 10.51 | 10.88 | 11.03 | 11.25 | 11.61 |
| 12 | 8.48 | 8.84 | 9.20 | 9.56 | 9.92 | 10.27 | 10.63 | 10.78 | 10.99 | 11.35 |
| 13 | 8.29 | 8.64 | 8.99 | 9.34 | 9.69 | 10.04 | 10.40 | 10.54 | 10.75 | 11.10 |
| 14 | 8.10 | 8.45 | 8.79 | 9.14 | 9.48 | 9.82 | 10.17 | 10.31 | 10.51 | 10.86 |
| 15 | 7.93 | 8.26 | 8.60 | 8.94 | 9.28 | 9.61 | 9.95 | 10.08 | 10.29 | 10.62 |
| 16 | 7.76 | 8.09 | 8.42 | 8.75 | 9.08 | 9.41 | 9.74 | 9.87 | 10.07 | 10.40 |
| 17 | 7.59 | 7.92 | 8.24 | 8.56 | 8.89 | 9.21 | 9.54 | 9.67 | 9.86 | 10.18 |
| 18 | 7.43 | 7.75 | 8.07 | 8.39 | 8.70 | 9.02 | 9.34 | 9.47 | 9.66 | 9.98 |
| 19 | 7.28 | 7.59 | 7.91 | 8.22 | 8.53 | 8.84 | 9.15 | 9.28 | 9.46 | 9.77 |
| 20 | 7.13 | 7.44 | 7.75 | 8.05 | 8.36 | 8.66 | 8.97 | 9.09 | 9.28 | 9.58 |
| 21 | 6.99 | 7.29 | 7.59 | 7.89 | 8.19 | 8.49 | 8.79 | 8.92 | 9.10 | 9.40 |
| 22 | 6.85 | 7.15 | 7.45 | 7.74 | 8.04 | 8.33 | 8.63 | 8.74 | 8.92 | 9.21 |
| 23 | 6.72 | 7.01 | 7.30 | 7.59 | 7.88 | 8.17 | 8.46 | 8.58 | 8.75 | 9.04 |

附 录 B

（资料性）

氧在不同水温、大气压力的水中饱和浓度值及内插法计算水中饱和溶解氧浓度

11

T/SXICS XXX-20XX

表B.1（续） mg/L

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 温度/℃ | 大气压/hPa | | | | | | | | | |
| 800 | 833 | 867 | 900 | 933 | 967 | 1000 | 1013 | 1033 | 1066 |
| 24 | 6.59 | 6.88 | 7.16 | 7.45 | 7.73 | 8.02 | 8.30 | 8.42 | 8.59 | 8.87 |
| 25 | 6.47 | 6.75 | 7.03 | 7.31 | 7.59 | 7.87 | 8.15 | 8.26 | 8.43 | 8.71 |
| 26 | 6.35 | 6.62 | 6.90 | 7.18 | 7.45 | 7.73 | 8.00 | 8.11 | 8.28 | 8.55 |
| 27 | 6.23 | 6.50 | 6.77 | 7.05 | 7.32 | 7.59 | 7.86 | 7.97 | 8.13 | 8.40 |
| 28 | 6.12 | 6.38 | 6.65 | 6.92 | 7.19 | 7.45 | 7.72 | 7.83 | 7.99 | 8.25 |
| 29 | 6.01 | 6.27 | 6.53 | 6.80 | 7.06 | 7.32 | 7.59 | 7.69 | 7.85 | 8.11 |
| 30 | 5.90 | 6.16 | 6.42 | 6.68 | 6.94 | 7.20 | 7.46 | 7.56 | 7.71 | 7.97 |
| 31 | 5.80 | 6.05 | 6.31 | 6.56 | 6.82 | 7.07 | 7.33 | 7.43 | 7.58 | 7.84 |
| 32 | 5.69 | 5.95 | 6.20 | 6.45 | 6.70 | 6.95 | 7.20 | 7.31 | 7.46 | 7.71 |
| 33 | 5.59 | 5.84 | 6.09 | 6.34 | 6.59 | 6.84 | 7.08 | 7.18 | 7.33 | 7.58 |
| 34 | 5.50 | 5.74 | 5.99 | 6.23 | 6.48 | 6.72 | 6.97 | 7.07 | 7.21 | 7.46 |
| 35 | 5.40 | 5.64 | 5.89 | 6.13 | 6.37 | 6.61 | 6.85 | 6.95 | 7.09 | 7.34 |
| 36 | 5.31 | 5.55 | 5.79 | 6.03 | 6.26 | 6.50 | 6.74 | 6.84 | 6.98 | 7.22 |
| 37 | 5.22 | 5.46 | 5.69 | 5.93 | 6.16 | 6.40 | 6.63 | 6.73 | 6.87 | 7.10 |
| 38 | 5.13 | 5.36 | 5.60 | 5.83 | 6.06 | 6.29 | 6.53 | 6.62 | 6.76 | 6.99 |
| 39 | 5.04 | 5.27 | 5.50 | 5.73 | 5.96 | 6.19 | 6.42 | 6.52 | 6.65 | 6.88 |

注：引用ISO 5814:2012《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》表A.4、A.5数据。未在表上列出的水中饱和溶解氧浓度通过内插法计算得到。

B.2 内插法计算水中饱和溶解氧浓度示例

计算温度20.3 ℃，大气压力1020 hPa下的水中饱和溶解氧浓度：

查表得到20 ℃、1013 hPa饱和溶解氧浓度为9.09 mg/L，21 ℃、1013 hPa饱和溶解氧浓度为8.92 mg/L，20 ℃、1033 hPa饱和溶解氧浓度为9.28 mg/L，21 ℃、1033 hPa饱和溶解氧浓度为9.10 mg/L。

（20~21）℃附近、1013 hPa下，温度每升高1 ℃，饱和溶解氧浓度变化量：

（8.92 mg/L-9.09 mg/L）÷1 ℃=-0.17 mg·L-1·℃-1

（20~21）℃附近、1033 hPa下，温度每升高1 ℃，饱和溶解氧浓度变化量：

（9.10 mg/L-9.28 mg/L）÷1 ℃=-0.18 mg·L-1·℃-1

20.3 ℃、1013 hPa下的饱和溶解氧浓度：

9.09 mg/L+（-0.17 mg·L-1·℃-1）×（20.3 ℃-20 ℃）=9.039mg/L

T/SXICS XXX-20XX

12

20.3 ℃、1033 hPa下的饱和溶解氧浓度：

9.28 mg/L+（-0.18 mg·L-1·℃-1）×（20.3 ℃-20 ℃）=9.226mg/L

20.3 ℃下，（1013~1033）hPa，大气压力每升高1 hPa，饱和溶解氧浓度变化量：

（9.226 mg/L-9.039 mg/L）÷1 hPa=0.00935 mg·L-1·hPa-1

20.3 ℃下，1020 hPa下的水中饱和溶解氧浓度：

9.039 mg/L+0.00935 mg·L-1·hPa-1×（1020 hPa-1013 hPa）=9.10 mg/L

即在温度20.3 ℃，大气压力1020 hPa下，水中饱和溶解氧浓度为9.10 mg/L。

附 录 C

（资料性）

pH示值误差的不确定度评定示例

C.1 被测对象

多参数水质分析仪：分辨率0.01，测量范围（0～14）。

C.2 校准条件

（18~22）℃，相对湿度30%~85%。

C.3 标准器

pH溶液有证标准物质，*U*≤0.01pH （*k*=3）。

C.4 校准方法

依据本文件中的规定。

C.5 测量模型

pH示值误差：



式中：

 ——待测标准溶液6次测量平均值；

——标准溶液pH值。

C.6 合成标准不确定度和灵敏系数

各分量均无明显相关性,则合成标准不确定度：



灵敏系数：

；

C.7 标准不确定度的来源和评定

C.7.1 标准不确定度一览表

标准不确定度一览表见表C.1。

T/SXICS XXX-20XX

13

T/SXICS XXX-20XX

14

表C.1 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |  |  |
|  | 测量重复性 | 0.0029 | 1 | 0.0029 |
|  | 分辨力 | 0.0029 | 1 | 0.0029 |
|  | 标准物质 | 0.0033 | -1 | 0.0033 |
|  | 液接界电势 | 0.0058 | -1 | 0.0058 |

C.7.2 测量重复性引入的标准不确定度

按本文件中规定的校准方法，对未校准的标准溶液进行6次测量，以单次测量的实验标准偏差

表示测量重复性引入的标准不确定度为：

C.7.3 分辨力引入的标准不确定度

已知仪器分辨力为0.01，服从均匀分布，由分辨力引入的标准不确定度为



本次测量重复性引入的不确定度取参与合成标准不确定度的计算。

C.7.4 标准物质引入的标准不确定度

标准物质的不确定度为：*U*=0.01（*k*=3），则标准物质引入的标准不确定度为：



C.7.5 液接界电势引入的标准不确定度

pH值在3~10范围内，液接界电势的最大变化量为0.01，服从均匀分布，则液接界电势引入的标准不确定度为：





C.8 计算合成标准不确定度

15

T/SXICS XXX-20XX

由于各标准不确定度不相关，则合成标准不确定度为



C.9 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：



T/SXICS XXX-20XX

16

D.1 被测对象

多参数水质分析仪：分辨率1 mV，测量范围（-2000～2000）mV。

D.2 校准条件

（18~22）℃，相对湿度30%~85%。

D.3 标准器

pH溶液有证标准物质，*U*≤0.01pH （*k*=3）。

D.4 校准方法

依据本文件中的规定。

D.5 测量模型

氧化还原示值误差：



式中：

 ——仪器示值误差，mV；

——待测标准溶液6次测量平均值，mV；

 ——标准溶液电位，mV。

D.6 合成标准不确定度和灵敏系数

各分量均无明显相关性,则合成标准不确定度：



灵敏系数：

；

D.7 标准不确定度的来源和评定

D.7.1 标准不确定度一览表

标准不确定度一览表见表D.1。

附 录 D

（资料性）

氧化还原示值误差的不确定度评定示例

17

T/SXICS XXX-20XX

表D.1 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |  |  |
|  | 测量重复性 | 0.243 mV | 1 | 0.243 mV |
|  | 分辨力 | 0.29 mV | 1 | 0.29 mV |
|  | 标准物质 | 0.004 mV | -1 | 0.004 mV |

D.7.2 测量重复性引入的标准不确定度

按本文件中规定的校准方法，对未校准的标准溶液进行10次测量，以单次测量的实验标准偏差

表示测量重复性引入的标准不确定度为：



D.7.3 分辨力引入的标准不确定度

已知仪器分辨力为1 mV，服从均匀分布，由分辨力引入的标准不确定度为



由于＜，所以取参与合成标准不确定度的计算。

D.7.4 标准物质引入的标准不确定度

标准物质的不确定度为：*U*=0.01（*k*=3），则标准物质引入的标准不确定度为：



由JJG 119-2018《实验室pH（酸度）计检定规程》可得，25℃时的能斯特方程理论斜率为0.059157 V，则

D.8 计算合成标准不确定度



D.9 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：



T/SXICS XXX-20XX

18

E.1 被测对象

多参数水质分析仪：分辨率0.01 μS/cm/0.1 μS/cm/1 μS/cm，测量范围（0～200）mS/cm。

E.2 校准条件

（18~22）℃，相对湿度30%~85%。

E.3 标准器

电导率溶液有证标准物质，*U*rel≤0.25%（*k*=2）。

E.4 校准方法

依据本文件中的规定。

E.5 测量模型

电导率示值误差：



式中：

——示值误差；

 ——标准电导率仪，；

——电导率3次测量的平均值；

 ——电导率仪被测量程的上限。

E.6 合成标准不确定度和灵敏系数

各分量均无明显相关性,则合成标准不确定度：



灵敏系数：

；

E.7 标准不确定度的来源和评定

E.7.1 标准不确定度一览表

标准不确定度一览表见表E.1。

附 录 E

（资料性）

电导率示值误差的不确定度评定示例

19

T/SXICS XXX-20XX

标准不确定度一览表见表E.1。

表E.1 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |  |  |
|  | 测量重复性 | 2.741μS/cm | 0.0005 μS/cm-1 | 0.0014 |
|  | 分辨力 | 0.29 μS/cm | 0.0005 μS/cm-1 | 0.0001 |
|  | 标准物质 | 1.762 μS/cm | -0.0005 μS/cm-1 | -0.0009 |
|  | 温度计 | 1.628 μS/cm | -0.0005 μS/cm-1 | -0.0008 |

E.7.2 测量重复性引入的标准不确定度

按本文件中规定的校准方法，对1410 μS/cm的标准溶液进行6次测量，以单次测量的实验标准偏差表示测量重复性引入的标准不确定度为：



E.7.3 分辨力引入的标准不确定度

已知仪器分辨力为1 μS/cm，服从均匀分布，由分辨力引入的标准不确定度为



由于＞，所以取参与合成标准不确定度的计算。

E.7.4 标准物质引入的标准不确定度

标准物质的不确定度为：*U*rel=0.25%（*k*=2），则标准物质引入的标准不确定度为：



E.7.5 温度计引入的标准不确定度

由氯化钾电导率标准物质的标准物质证书可知氯化钾电导率的温度系数约为2 %/℃，温度计最大允许误差为±0.1℃，按均匀分布计算，取包含因子*k*=。则温度

计引入的标准不确定度为：



T/SXICS XXX-20XX

20



E.8 计算合成标准不确定度



E.9 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：



附 录 F

（资料性）

溶解氧示值误差的不确定度评定示例

F.1 被测对象

多参数水质分析仪：分辨率0.01 mg/L，测量范围（0～20）mg/L。

F.2 校准条件

（18~22）℃，相对湿度30%~85%。

F.3 标准器

表F.1 标准设备一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 型号 | 测量范围 | 准确度等级/不确定度 |
| 溶氧仪检定槽 | LSYB-III | （10～30）℃ | 温度均匀性：±0.2 ℃  温度波动度：±0.1 ℃ |
| 空盒气压表 | DYM3 | （800～1060）hPa | MPE：±2.5 hPa |

F.4 校准方法

依据本文件中的规定。

F.5 测量模型

溶解氧示值误差：

**

式中：

——溶解氧浓度示值误差，单位为mg/L；

——仪器测量平均值，单位为mg/L；

——溶解氧浓度参考值，单位为mg/L。

F.6 合成标准不确定度和灵敏系数

各分量均无明显相关性,则合成标准不确定度：



灵敏系数：

；

T/SXICS XXX-20XX

21

T/SXICS XXX-20XX

22

F.7 标准不确定度的来源和评定

F.7.1 标准不确定度一览表

标准不确定度一览表见表F.1。

表F.1 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |  |  |
|  | 测量重复性 | 0.028 mg/L | 1 | 0.039 mg/L |
|  | 分辨力 | 0.0029 mg/L | 1 | 0.0029 mg/L |
|  | 标准物质 | 0.009 mg/L | -1 | 0.009 mg/L |
|  | 温度计 | 0.03 mg/L | -1 | 0.03 mg/L |

F.7.2 测量重复性引入的标准不确定度

按本文件中规定的校准方法，对10℃的溶氧水进行10次测量，以单次测量的实验标准偏差（6次测量的算术平均值的实验标准偏差）表示测量重复性引入的标准不确定度为：

F.7.3 分辨力引入的标准不确定度

已知仪器分辨力为0.01 mg/L，服从均匀分布，由分辨力引入的标准不确定度为



由于＜，所以取参与合成标准不确定度的计算。

F.7.4 空盒气压表引入的标准不确定度

由JJG 291-2018《溶解氧测定仪检定规程》可知，当 928 hPa、10 ℃时水中饱和溶解氧为10.35 mg/L。空盒气压表的最大允许误差为±2.5 hPa。根据内插法可得区间半宽为0.029 mg/L。可认为在区间内误差服从均匀分布。所以由空盒气压表引入的不确定度为



F.7.5 恒温槽引入的标准不确定度

23

T/SXICS XXX-20XX

由溶解氧检定槽说明书可得，溶解氧检定槽的波动度为±0.1℃。根据内插法可得

区间半宽为 0.024mg/L。可认为在区间内误差服从均匀分布，则温度计引入的标准不确定度为：



F.7.6 标准不确定度的合成



F.8 计算合成标准不确定度



F.9 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：



T/SXICS XXX-20XX

24

G.1 被测对象

多参数水质分析仪：分辨力0.1 NTU/1 NTU，测量范围（0～400）NTU。

G.2 校准条件

（18~22）℃，相对湿度30%~85%。

G.3 标准器

水质浊度溶液有证标准物质，*U*rel=3%（*k*=2）。

G.4 校准方法

依据本文件中的规定。

G.5 测量模型

浊度示值误差：



式中：

——示值误差；

 ——配置的标准溶液标称值，单位为NTU；

——浊度标准溶液测量平均值；单位为NTU。

G.6 合成标准不确定度和灵敏系数

各分量均无明显相关性,则合成标准不确定度：



灵敏系数：

；

G.7 标准不确定度的来源和评定

G.7.1 标准不确定度一览表

附 录 G

（资料性）

浊度示值误差的不确定度评定示例

25

T/SXICS XXX-20XX

标准不确定度一览表见表G.1。

表G.1 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |  |  |
|  | 测量重复性 | 0.055 NTU |  | 0.0343 |
|  | 分辨力 | 0.029 NTU |  | 0.0018 |
|  | 标准物质 | 1.5% |  | 0.0156 |
|  | 稀释溶液 | 0.29% |

G.7.2 测量重复性引入的标准不确定度

按本文件中规定的校准方法，对16 NTU的标准溶液进行10次测量，以单次测量的实验标准偏差（6次测量的算术平均值的实验标准偏差）表示测量重复性引入的标准不确定度为：

G.7.3 分辨力引入的标准不确定度

已知仪器分辨力为0.1 NTU，服从均匀分布，由分辨力引入的标准不确定度为



由于＞，所以取参与合成标准不确定度的计算。

G.7.4 标准物质引入的标准不确定度

标准物质的不确定度为：*U*rel=3%（*k*=2），则标准物质引入的标准不确定度为：



G.7.5 稀释标准溶液过程中引入的标准不确定度

稀释过程：用移液管准确地吸取400 NTU水质浊度标准溶液4 mL，置于100 mL容量瓶中，用

零浊度水定容至刻度，制成16 NTU校准用标准溶液。

JJG 196-2006《常用玻璃量器检定规程》中给出5 mL移液管（A级），其最大允许误差为±0.025 mL，区间的半宽度*a*=0.025 mL，服从均匀分布；100 mL容量瓶（A级），其最大允许误差为±0.10 mL，区间的半宽度*a*=0.10 mL，服从均匀分布。则移液管刻度不准引入的标准不确定度

T/SXICS XXX-20XX

26





容量瓶刻度不准引入的标准不确定度





G.7.6 标准不确定度的合成





G.8 计算合成标准不确定度





G.9 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：



附 录 H

（资料性）

温度示值误差的不确定度评定示例

H.1 被测对象

多参数水质分析仪：分辨力0.1 ℃，测量范围（-20～120.0）℃。

H.2 校准条件

（18~22）℃，相对湿度30%~85%。

H.3 标准器

标准水银温度计，MPE：±0.15 ℃。

H.4 校准方法

依据本文件中的规定。

H.5 测量模型

温度示值误差：



式中：

 ——温度示值误差，单位为℃；

 ——仪器6次温度测量值的平均值，单位为℃；

 ——标准温度计6次温度测量值的平均值，单位为℃；

H.6 合成标准不确定度和灵敏系数

各分量均无明显相关性,则合成标准不确定度：



灵敏系数：

；

H.7 标准不确定度的来源和评定

H.7.1 标准不确定度一览表

标准不确定度一览表见表H.1。

T/SXICS XXX-20XX

27

T/SXICS XXX-20XX

28

表H.1 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度 | 不确定度来源 | 标准不确定度值 |  |  |
|  | 测量重复性 | 0.056 ℃ | 1 | 0.056 ℃ |
|  | 分辨力 | 0.029 ℃ | 1 | 0.029 ℃ |
|  | 标准温度计 | 0.087 ℃ | -1 | 0.087 ℃ |
|  | 恒温槽 | 0.082 ℃ | -1 | 0.082 ℃ |

H.7.2 测量重复性引入的标准不确定度

按本文件中规定的校准方法，对10℃的标准溶液进行6次测量，以单次测量的实验标准偏差表示测量重复性引入的标准不确定度为：

H.7.3 分辨力引入的标准不确定度

已知仪器分辨力为0.1 ℃，服从均匀分布，由分辨力引入的标准不确定度为



由于＜，所以取参与合成标准不确定度的计算。

H.7.4 标准温度计引入的标准不确定度

标准温度计的MPE：±0.15 ℃，则标准温度计引入的标准不确定度为：



H.7.5 恒温水槽引入的标准不确定度

恒温槽的波动度MPE：±0.1 ℃，均匀性MPE：±0.1 ℃，按均匀分布计算，取包含因子*k*=。则溶氧仪检定槽引入的标准不确定度为：



29

T/SXICS XXX-20XX



H.8 计算合成标准不确定度



H.9 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为：

