

JJF（有色金属）XXX—XXXX

中华人民共和国工业和信息化部

有色金属计量技术规范

中国人民共和国工业和信息化部发布

202X-XX-XX实施

202X-XX-XX发布

电极式盐水比重计校准规范

**Calibration Specification for**

**Electrode Type Salt Water Salinometer**

（讨论稿）



电极式盐水比重计校准规范

**Calibration Specification for**

**Electrode Type Salt Water Salinometer**

（征求意见稿）

**JJF（有色金属）XXX-XXXX**

归 口 单 位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：西南铝业（集团）有限责任公司

参加起草单位：

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

目 录

[引言 II](#_Toc9613)

[1 范围 1](#_Toc17486)

[2 引用文件 1](#_Toc20828)

[3 术语和定义 1](#_Toc20828)

[4 概述 1](#_Toc24560)

[5 计量特性 1](#_Toc32234)

[5.1 示值误差 1](#_Toc17930)

[5.2 测量重复性 1](#_Toc18929)

[6 校准条件 1](#_Toc8728)

[6.1 校准环境条件 2](#_Toc17406)

[6.2 测量标准及其他设备 2](#_Toc7533)

[6.3 通用技术要求](#_Toc22826)

[7 校准项目和校准方法 2](#_Toc32137)

[7.1 校准项目 2](#_Toc14999)

[7.2 校准方法 2](#_Toc12832)

[8 校准结果表达 3](#_Toc30682)

[9 复校时间间隔 4](#_Toc14427)

[附录A](#_Toc15805) [电极式盐水比重计校准记录参考格式 5](#_Toc9494)

[附录B](#_Toc25594) [电极式盐水比重计校准证书内页参考格式 6](#_Toc30256)

[附录C](#_Toc2525) [海水比重与盐度换算表](#_Toc2846) 7

[附录D](#_Toc16625) [电极式盐水比重计标准溶液配制方法](#_Toc26471) 8

[附录E](#_Toc16625) [电极式盐水比重计示值误差校准结果的不确定度评定示例](#_Toc26471) 10

引 言

本规范依据国家计量技术规范JJF 1071-2010《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》编制。

本规范参考了JJG 761-2016《电极式盐度计检定规程》的相关内容。

本规范为首次发布。

电极式盐水比重计校准规范

1. 范围

本规范适用于测量范围（1.000～1.099）电极式盐水比重计（以下简称“盐水比重计”）的校准。

1. 引用文件

本规范没有引用文件。

1. 术语和定义
   1. 比重 proportion

比重也称[相对密度](https://baike.so.com/doc/2751462-2903816.html" \t "https://baike.so.com/doc/_blank)，固体/液体比重是该物质的密度与在标准大气压，3.98℃时纯H2O下的密度(999.972 kg/m3)的比值。比重是[无量纲量](https://baike.so.com/doc/2137879-2262009.html" \t "https://baike.so.com/doc/_blank),即比重是无单位的值。

* 1. 盐度 sailinity

表征海水中溶解盐类多少的量。

注：盐度有绝对盐度和实用盐度之分。如无特殊说明，盐度一般指实用盐度。

1. 概述

盐水比重计用于快速测定含盐（氯化钠）溶液相对密度的一种仪器，广泛应用于制盐、食品、饮料、冶金等工业部门及农业生产和科研中，通常由传感器、测量电路和数据处理装置组成。

1. 计量特性
   1. 示值误差

示值误差应不超过±2%FS。

* 1. 测量重复性

测量重复性应不超过1%FS。

1. 校准条件
   1. 校准环境条件

环境温度：（10～35）℃；

环境湿度：≤80%RH。

* 1. 测量标准及其他设备

6.2.1标准物质

校准盐水比重计的标准物质可在下列两种中任选其一：

a）中国系列标准海水：盐度5、20、30、35、40，*U*=0.003，*k* =2。

b）氯化钠纯度标准物质：质量分数99.99%，*Urel*=0.02%，*k* =2；

二级实验室纯水：电导率小于1uS/cm（25℃时）。

6.2.2配套设备

恒温槽：（0～50）℃，温度偏差不超过±0.2℃，温度均匀度不超过0.02℃，温度波动度不超过±0.01℃/h

电子天平：（0～500）g，级，实际分度值0.1mg。

电热鼓风干燥箱：（30～550）℃，控温精度不超过±3℃。

备注：电子天平和电热鼓风干燥箱用于实验室标准海水的配制，选用中国系列标准海水作为标准物质时，可不配备。

* 1. 通用技术要求

a）盐水比重度计应有下列标记：名称和型号、制造厂名、出厂编号等。

b）仪表外露部件（按钮、面板等）不应松动、破损；数字指示面板不应有影响读数的缺陷。

c）仪表显示值应清晰、无叠字、亮度均匀，不应有不亮、缺笔划等现象。

1. 校准项目和校准方法
   1. 校准项目

示值误差、测量重复性。

* 1. 校准方法

7.2.1 示值误差校准

将装有标准溶液的烧杯置于恒温槽中，恒温槽设定为25℃，待温度稳定后，将盐水比重计插入盐度35标准溶液中（或依据盐水比重计使用说明书要求），直到溶液略低于浸入线，轻轻搅动几下电极，不让电极上有气泡，对盐水比重计进行定标。定标完成后，分别测量盐度值为5、20、30、40的溶液，每个盐度校准点测量3次，取3次测量算数平均值作为该盐度校准点的盐水比重计示值，通过附录C得到相应盐度对应的比重标准值，按式（1）计算盐水比重计示值误差：

 （1）

式中：

Δ*P*——盐水比重计示值误差 ；

**——盐水比重计三次测量的平均值；

*P标* ——查表或通过公式计算得到的相应标准溶液盐度对应的比重标准值 。

注：在测量不同标准溶液前，将盐水比重计插入酒精中，来回摆动进行清洗，清洗完毕后，晾干电极再插入标准溶液中进行测量。校准完毕后，用清水清洗电极。

7.2.3 测量重复性

任选盐度值为5、20、30、40的溶液中的一种进行重复性测量，对该溶液的盐度测量6次，按式（2）计算测量重复性。

 （2）

式中：

*s*——盐水比重计测量重复性；

**——盐水比重计第*i*次测量示值；

** ——盐水比重计示值的算数平均值；

——盐水比重计测量次数，此处=6；

1. 校准结果表达

经校准的盐水比重计出具校准证书，校准原始记录参考格式见附录A，校准证书（报告）参考格式见附录B。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. 校准证书签发人的签名或等效标识；
15. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
16. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。
17. 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。送校单位可根据使用情况自主决定复校时间间隔，在使用过程中盐水比重计经过修理、更换重要部件的需要重新校准。

附录A

电极式盐水比重计校准记录参考格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 记录编号 |  | 证书编号 |  |
| 送校单位 |  | 仪器制造厂 |  |
| 仪器名称 |  | 仪器编号 |  |
| 型号*/*规格 |  | 校准地点 |  |
| 环境条件 | ℃ %RH | 校准依据 |  |

校准用测量标准

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 规格型号 | 设备编号 | 技术指标 | 校准机构/证书编号 | 有效期至 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 示值误差 | | | | | | | | | | | | |
| 校准点 | 标准比重值 | 测量结果 | | | | | | | | | 示值误差 | 扩展不确定度*U,k* = 2 |
| 1 | | 2 | | | 3 | | 平均值 | |
|  |  |  | |  | | |  | |  | |  |  |
|  |  |  | |  | | |  | |  | |  |  |
|  |  |  | |  | | |  | |  | |  |  |
|  |  |  | |  | | |  | |  | |  |  |
| 2 测量重复性 | | | | | | | | | | | | |
| 校准点 | 测量次数 | | | | | | | | | | | 测量重复性 |
| 1 | | 2 | | 3 | 4 | | 5 | | 6 | |
|  |  | |  | |  |  | |  | |  | |  |

附录B

## 电极式盐水比重计校准证书内页参考格式

**校准结果**

1.示值误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 校准点 | 标准比重值 | 示值误差 | 校准结果的扩展不确定度 *U*，*k* =2 |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

2.测量重复性

*s*=

附录C

表C.1 海水比重与盐度换算表（t=17.5℃）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 比重P | 盐度S（‰） | 比重P | 盐度S（‰） | 比重P | 盐度S（‰） |
| 1.0015 | 2.00 | 1.0141 | 18.44 | 1.0239 | 31.26 |
| 1.0016 | 2.03 | 1.0152 | 19.89 | 1.0244 | 31.98 |
| 1.0020 | 2.56 | 1.0160 | 20.97 | 1.0250 | 32.74 |
| 1.0030 | 3.87 | 1.0171 | 22.41 | 1.0254 | 33.26 |
| 1.0040 | 5.17 | 1.0182 | 23.86 | 1.0260 | 34.04 |
| 1.0050 | 6.49 | 1.0185 | 24.22 | 1.0265 | 34.70 |
| 1.0060 | 7.79 | 1.0195 | 25.48 | 1.0271 | 35.35 |
| 1.0070 | 9.11 | 1.0200 | 26.20 | 1.0280 | 36.65 |
| 1.0081 | 10.42 | 1.0211 | 27.65 | 1.0285 | 37.30 |
| 1.0090 | 11.73 | 1.0215 | 28.19 | 1.0290 | 37.95 |
| 1.0100 | 12.85 | 1.0222 | 29.09 | 1.0295 | 38.60 |
| 1.0115 | 15.01 | 1.0229 | 29.97 | 1.0305 | 39.90 |
| 1.0130 | 17.00 | 1.0235 | 30.72 | 1.0315 | 41.20 |

几个常用公式：

在不同温度下，海水比重与盐度的计算见式（C.1）、式（C.2）、式（C.3）、式（C.4）。

C.1 水温高于17℃时

 （C.1）

 （C.2）

C.2 水温低于17℃时

 （C.3）

 （C.4）

式中：

*S*——盐水的盐度值，‰；

*P*——盐水的比重值，无量纲；

*t*——盐水的温度，℃ 。

附录D

电极式盐水比重计标准溶液配制方法

**D.1 配制前准备工作**

1. 取出适量氯化钠纯度标准物质在（500±10）℃下干燥6小时。
2. 提前1小时制备完成电导率小于1uS/cm的实验室二级水，放入试验室待用。
3. 电子天平按说明书要求提前开机预热30分钟。

**D.2 溶液配制**

1. 盐度值为5的盐水配置示例
2. 将用于装取氯化钠纯度标准物质的容器放在天平上去皮清零。
3. 用小勺取适量干燥完的氯化钠纯度标准物质放入已经去皮的容器中，称取0.5g氯化钠纯度标准物质。
4. 将用于装取实验室二级水的烧杯放在天平上去皮清零。
5. 缓慢往烧杯中倒入已经制备好的实验室二级水，称取99.5g实验室二级水。
6. 将0.5g氯化钠纯度标准物质缓慢倒入实验室二级水烧杯中，并用玻璃棒不断搅拌。
7. 搅拌均匀后，做好盐度标记，放入一旁待用。
8. 其他盐度配制计算公式

所需氯化钠纯度标准物质质量=盐度值/10

所需实验室二级水质量=100g-盐度值/10

注：此公式用于配制完的盐度溶液为100g计算，如需增加或减少，按比例进行计算。

附录E

盐水比重计示值误差校准结果的不确定度评定示例

E.1 概述

本次评定是对采用中国系列标准海水为标准物质对盐水比重计进行校准的校准结果的不确定度评定，本评定方法遵循JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》。

E.1.1 环境条件

温度为（20～30）℃，湿度不超过80%RH。

E.1.2 测量标准

测量标准技术指标如表E.1所示。

表E.1 测量标准技术指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 测量标准或设备 | 主要技术指标 |
| 1 | 中国系列标准海水 | 盐度5、20、30、35、40，*U*=0.003，*k* =2 |

E.1.3 被校对象

盐水比重计，其测量范围为（1.000～1.099）；分辨力为0.001。

E.1.4 校准方法

按本规范的方法进行，盐水比重计提前置于规定的校准环境条件下，待稳定后，用盐度35的标准海水对盐水比重计进行定标，或依据盐度计使用说明书要求，对盐水比重计进行定标。定标完成后，分别测量盐度值为5、20、30、40的标准海水，每个盐度校准点测量3次，取3次测量算数平均值作为该盐度检定点的盐度计示值，按公式计算盐水比重计示值误差。

E.2 测量模型和灵敏系数

E.2.1 测量模型

盐度计示值误差计算见式（C.1）：

 （E.1）

 （E.2）

式中：

Δ*P*——盐水比重计示值误差，无量纲；

**——盐水比重计三次测量的平均值，无量纲；

*P标* ——查表或通过公式得到的相应盐度对应的比重标准值，无量纲；

*S*——标准海水的盐度值，‰；

*t*——标准海水的温度，℃ 。

E.2.2 灵敏系数







E.3 测量不确定度的来源分析

示值误差测量不确定度来源有：

1. 被校盐水比重计测量重复性引入的标准不确定度；
2. 被校盐水比重计分辨力引入的标准不确定度；
3. 中国系列标准海水引入的标准不确定度；
4. 恒温槽温度引入的标准不确定度。

E.4 测量不确定度评定

E.4.1 盐水比重计示值误差的不确定度评定

E.4.1.1 被校盐水比重计测量重复性引入的标准不确定度

按照A类评定其不确定度，在环境温度（20～30）℃，湿度不超过80%RH的条件下，对盐水比重计进行定标后，测量盐度值为20中国系列标准海水的溶液，重复测量10次，得到的数据如下：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 读数 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| *P* | 1.015 | 1.016 | 1.016 | 1.016 | 1.016 | 1.016 | 1.016 | 1.016 | 1.016 | 1.016 |
|  | 1.0159 | | | | | | | | | |

则实验标准偏差为：



由于最终结果是取三次测量结果的平均值，因此测量重复性引入的标准不确定度：



E.4.1.2 被校盐水比重计分辨力引入的标准不确定度

被校盐水比重计分辨力为0.001，取其区间半宽，其服从均匀分布，则包含因子，由此可知，被校盐水比重计分辨力引入的不确定度分量为：



E.4.1.3 中国系列标准海水引入的标准不确定度

由证书可知，中国系列标准海水，扩展不确定度，则其引入的标准不确定度为：



C.4.1.4 恒温槽温度引入的标准不确定度

由于恒温槽的温度偏差为±0.2℃，半宽*a*=0.2℃，其服从均匀分布，包含因子，则恒温槽温度引入的标准不确定度为：



恒温槽温度均匀性、温度波动度引入的标准不确度可忽略不计。

E.4.1.5 标准不确定度汇总

标准不确定度汇总见表E.2所示：

表E.2 标准不确定度汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度分量 | 标准不确定度 | 灵敏系数 |
| 测量重复性 |  | 0.00019 | 1 |
| 被校盐水比重计分辨力 |  | 0.00029 | 1 |
| 中国系列标准海水 |  | 0.0015 | 0.00077 |
| 恒温槽温度引入的标准不确定度 |  | 0.116℃ | -0.00023℃-1 |

E.4.1.5 合成标准不确定度

被校盐水比重计显示分辨力引入的不确定度分量与测量重复性引入的不确定分量，二者取大值，测量重复性引入的不确定分量较小，故舍弃不用。

由于各分量相互独立，互不相关，故合成标准不确定度为：



E.4.1.6 扩展不确定度

取*k*=2，得到扩展不确定度为：

