



黑龙江省地方计量技术规范

JJF(黑) XX—XXXX

氧化还原电位（ORP）测定仪校准规范

Calibration Specification for Oxidation-reduction Potential Meters

（审定稿）

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

氧化还原电位 (ORP) 测定仪校准规范

Calibration Specification for
Oxidation-reduction Potential Meters

JJF (黑) XX—XXXX

归口单位：黑龙江省市场监督管理局

起草单位：黑龙江省计量检定测试研究院

黑龙江省大庆生态环境监测中心

黑龙江省绥化生态环境监测中心

本规范委托黑龙江省计量检定测试研究院负责解释

本规范主要起草人：

张 涛（黑龙江省计量检定测试研究院）
温东亮（黑龙江省绥化生态环境监测中心）
柳 淼（黑龙江省大庆生态环境监测中心）
漆胜群（黑龙江省绥化生态环境监测中心）
张葳葳（黑龙江省计量检定测试研究院）
原 赫（黑龙江省计量检定测试研究院）
尹丽珣（黑龙江省大庆生态环境监测中心）

参加起草人：

吴辰虢（黑龙江省计量检定测试研究院）
巴彩一（黑龙江省计量检定测试研究院）
卢炳瑄（黑龙江省计量检定测试研究院）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语.....	(1)
3.1 指示电极.....	(1)
3.2 参比电极.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(1)
5.1 电位示值误差.....	(1)
5.2 近似等效输入阻抗.....	(2)
5.3 电位示值重复性.....	(2)
5.4 温度示值误差.....	(2)
5.5 仪器示值重复性.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 计量标准器及主要配套设备.....	(2)
7 校准项目和校准方法.....	(2)
7.1 外观和功能性检查.....	(2)
7.2 电位示值误差.....	(3)
7.3 近似等效输入阻抗.....	(3)
7.4 电位示值重复性.....	(3)
7.5 温度示值误差.....	(4)
7.6 仪器示值重复性.....	(4)
8 校准结果表达.....	(5)
8.1 校准记录.....	(5)
8.2 校准结果的处理.....	(5)
9 复校时间间隔.....	(6)
附录 A 氧化还原电位 (ORP) 测定仪校准原始记录格式 (推荐性)	(7)
附录 B 氧化还原电位 (ORP) 测定仪校准证书内页格式 (推荐性)	(9)
附录 C 氧化还原电位 (ORP) 测定仪电位示值误差校准结果的不确定度评定示例	(10)

引 言

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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范主要参考了 JJG 119—2018《实验室 pH（酸度）计》、JJG 757—2018《实验室离子计》、JJF 1030—2023《温度校准用恒温槽技术性能测试规范》。

本规范为首次发布。

氧化还原电位(ORP)测定仪校准规范

1 范围

本规范适用于氧化还原电位(ORP)测定仪的校准。其他具备此参数的仪器可参照本规范执行。

2 引用文件

本规范引用了以下文件：

JJG 119—2018 实验室 pH（酸度）计

JJG 757—2018 实验室离子计

JJF 1030—2023 温度校准用恒温槽技术性能测试规范

SL 94—1994 氧化还原电位的测定（电位测定法）

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 术语

以下术语和定义适用于本规范。

3.1 指示电极 indicator electrode

响应待测试液中特定离子的活度（或浓度），并通过其电极电位的变化来指示该离子活度（或浓度）的电极。

3.2 参比电极 reference electrode

在特定条件下（如温度、浓度固定）能保持电极电位长期稳定、可逆且不随待测溶液组成变化而改变的电极。

4 概述

氧化还原电位（ORP）测定仪（以下简称测定仪）是一种用于测量溶液中氧化还原电位的仪器，主要由电计和电极两部分组成。其指示电极和参比电极在被测溶液中构成原电池，溶液中氧化态和还原态物质的浓度变化会使电极之间产生电位差，此电位差由测定仪测量并转化为对应的 ORP 值显示出来。该仪器广泛应用于食品、化工、制药、环境监测等领域。

5 计量特性

5.1 电位示值误差

电位示值误差不超过 $\pm 1.0\%$ FS。

5.2 近似等效输入阻抗

近似等效输入阻抗不小于 $3 \times 10^{10} \Omega$ 。

5.3 电位示值重复性

电位示值重复性不超过 1 mV。

5.4 温度示值误差

温度示值误差不超过 ± 1.0 °C。

5.5 仪器示值重复性

仪器示值重复性不超过 2 mV。

注：以上指标不作为合格性判断标准，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： (23 ± 10) °C；

6.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ ；

6.1.3 附近无明显的机械振动和强电磁干扰。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 测量标准

pH/离子计检定仪（以下简称检定仪）：0.003 级。

6.2.2 其他设备

6.2.2.1 温度计：测量范围（0~50） °C，分度值 0.1 °C；

6.2.2.2 恒温水槽：控温范围（0~60） °C，温度均匀性不超过 0.2 °C，温度波动性不超过 0.2 °C/10min；

6.2.2.3 天平：测量范围（0~180） g，分度值不大于 0.1 mg，①级；

6.2.2.4 邻苯二甲酸氢钾 pH 有证标准物质， $U=0.01$ ， $k=2$ ；

6.2.2.5 容量瓶：1000 mL，A 级；

6.2.2.6 氢醌：分析纯。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观和功能性检查

测定仪应有仪器名称、制造厂、型号、编号、测量范围、计量单位等标识；应能正

常显示, 按键、开关能正常使用。

7.2 电位示值误差

连接测定仪和检定仪, 检定仪高阻断开。调节检定仪, 使其输入直流电压信号, 首先输入 0mV 读取测定仪示值作为起始电势, 后续校准点为: ± 10 mV, ± 20 mV, ± 50 mV, ± 100 mV, ± 200 mV, ... ± 1000 mV, 记录各点示值。输出电位递增和递减的方法各测量 1 次, 各测量值分别扣除起始电势后, 取平均值, 按式 (1) 计算, 取最大结果作为电位示值误差。

$$\Delta E = \frac{\bar{E} - E_S}{E_F} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

ΔE ——氧化还原电位示值误差, %FS;

\bar{E} ——两次测量平均值, mV;

E_S ——输入电位的标准值, mV;

E_F ——满量程值, mV。

7.3 近似等效输入阻抗

连接测定仪和检定仪, 检定仪高阻断开, 检定仪输入被检测定仪的起始电势+300 mV, 记录测定仪示值 E_0 ; 检定仪接入高阻(1 G Ω), 相同条件下, 记录测定仪示值 E_1 。各测量 3 次取平均值 \bar{E}_0 和 \bar{E}_1 , 按式 (2) 计算近似等效输入阻抗。若 $\bar{E}_0 = \bar{E}_1$, 则以显示单元分辨力的一半代入公式计算。

$$r = \frac{\bar{E}_0 R}{|\bar{E}_1 - \bar{E}_0|} \quad (2)$$

式中:

r ——近似等效输入阻抗, Ω ;

\bar{E}_0 ——接入高阻前测量的平均值, mV;

\bar{E}_1 ——接入高阻后测量的平均值, mV;

R ——检定仪高阻, 1 G Ω 。

7.4 电位示值重复性

连接测定仪和检定仪, 检定仪高阻断开。调节检定仪使输入到测定仪的直流电压信

号为 600 mV 和 -600 mV，接入 1 G Ω 高阻，分别记录 E_i 示值，然后重复该方法操作 10 次，记录示值。按公式 (3) 计算电位示值重复性。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E}_i)^2}{n-1}} \quad (3)$$

式中：

s ——电位示值重复性，mV；

n ——测量次数， $n=10$ ；

E_i ——单次测量值，mV；

\bar{E}_i ——测量值平均值，mV。

7.5 温度示值误差

将测定仪的温度传感器同电计部分连接后，与标准温度计置于同一恒温水槽中，标准温度计和温度传感器尽量靠近。分别控制恒温槽温度为 20 $^{\circ}\text{C}$ 、25 $^{\circ}\text{C}$ 、30 $^{\circ}\text{C}$ 、35 $^{\circ}\text{C}$ ，同时读取标准温度计测量值和测定仪温度传感器测量值，按公式 (4) 计算单次测量的温度示值误差。

$$\Delta T = T_i - T_s \quad (4)$$

式中：

ΔT ——温度示值误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

T_i ——测定仪温度传感器单次测量值， $^{\circ}\text{C}$ ；

T_s ——标准温度计测量值， $^{\circ}\text{C}$ 。

每个温度点重复测量 3 次，计算 3 次温度示值误差的算术平均值为测定仪温度测量的示值误差。

7.6 仪器示值重复性

将邻苯二甲酸氢钾标准物质配制成 1000mL 缓冲溶液，加入 10g 氢醌，会有少量氢醌未溶解，以达到饱和状态，将配制好的混合溶液置于 25 $^{\circ}\text{C}$ 恒温水槽中待其稳定。在测定仪正常工作条件下测量溶液电位示值，重复操作 6 次。按式 (5) 计算仪器示值重复性 s 。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_{\text{orp}_i} - \overline{E_{\text{orp}}})^2}{n-1}} \quad (5)$$

式中:

s ——仪器示值重复性, mV;

E_{orp_i} ——待测标准溶液第 i 次测量值($i=1, 2, 3, \dots, 6$), mV;

$\overline{E_{\text{orp}}}$ ——待测标准溶液 6 次测量平均值, mV;

n ——测量次数, $n=6$ 。

8 校准结果表达

8.1 校准记录

校准记录推荐格式参见附录 A。

8.2 校准结果的处理

校准证书由封面和校准数据组成。校准证书内页推荐格式见附录 B。证书上的信息至少包括以下内容:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如果与实验室地点不同);
- 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) 被校仪器的描述和明确标识(如型号、产品编号等);
- g) 进行校准的日期;
- 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) 校准结果及其测量不确定度说明;
- l) 校准员及核验员的签名;
- m) 校准证书批准人的签名、职务或等效说明;
- 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, 不得部分复制证书的声明;

p) 对校准规范的偏离的说明。

9 复校时间间隔

复校时间间隔建议为 12 个月。

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，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

氧化还原电位(ORP)测定仪校准记录格式(推荐性)

委托单位		记录编号	
仪器名称		温 度	
型号规格		相对湿度	
出厂编号		校准依据	
制 造 厂		校准地点	
校准人员		校准日期	
核验人员		备 注	

校准使用的计量标准器具

标准器名称	型号/规格	测量范围	不确定度/ 准确度等级/ 最大允许误差	证书编号及 有效期

1.外观和功能性检查

2.电位示值误差

标准值 mV	测量值/mV			电位示值 误差 %FS	标准值 mV	测量值/mV			电位示值 误差 %FS
	1	2	\bar{E}			1	2	\bar{E}	
0					-10				
10					-20				
20					-50				
50					-100				
100					-200				
200					-300				
300					-400				
400					-500				
500					-600				
600					-700				
700					-800				
800					-900				
900					-1000				
1000					---				
电位示值误差校准不确定度					$U=$, $k=2$.				

3.近似等效输入阻抗

测量值/mV				近似等效输入阻抗/ Ω
1	2	3	平均值	

4. 电位示值重复性

mV

电位信号	电计示值					平均值	重复性
+600							
-600							

5. 温度示值误差

℃

设定值	标准温度计示值	测定仪温度示值	温度示值误差	示值误差平均值
20				
25				
30				
35				

6. 仪器示值重复性

mV

测量值						平均值	重复性
1	2	3	4	5	6		

以下空白

附录 B

氧化还原电位 (ORP) 测定仪校准证书内页格式 (推荐性)

校准项目	校准结果
外观和功能性检查	
电位示值误差	
电位示值重复性	
近似等效输入阻抗	
温度示值误差	
仪器示值重复性	
仪器电位示值误差校准结果的扩展不确定度： $U=$, $k=2$ 。	

以下空白

附录 C

氧化还原电位(ORP)测定仪电位示值误差校准结果的不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被测对象：氧化还原电位(ORP)测定仪。

C.1.2 测量标准：pH/离子计检定仪，0.0006级。

C.1.3 环境条件：在温度(23±10)℃，相对湿度不大于85%的条件下进行校准。

C.1.4 测量方法：依据本规范规定进行校准。

C.2 测量模型

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

式中：

ΔE ——氧化还原电位示值误差，%FS；

\bar{E} ——两次测量平均值，mV；

E_S ——输入电位的标准值，mV；

E_F ——满量程值，mV。

C.3 方差和灵敏系数

不确定度传播律：

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

灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta E}{\partial \bar{E}} = \frac{1}{E_F} \quad c_2 = \frac{\partial \Delta E}{\partial E_S} = -\frac{1}{E_F}$$

C.4 标准不确定度分量评定

C.4.1 电位示值重复性引入的不确定度分量 $u(\bar{E})$

用pH/离子计检定仪对测定仪600mV点重复测量10次，测得数据（单位：mV）为：602，602，602，601，602，602，602，602，602，601。

根据贝塞尔公式，单次测量实验标准差：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2}{n-1}} = 0.42 \text{ mV}$$

在示值误差的校准时，校准结果采用重复测量 2 次的算术平均值：

$$u(\bar{E}) = \frac{s}{\sqrt{2}} = 0.30 \text{ mV}$$

C.4.2 计量标准器引入的不确定度分量 $u(E_s)$

pH/离子计检定仪为 0.0006 级，直流电压输出范围为 $\pm 2000 \text{ mV}$ ，MPE: $\pm 0.2 \text{ mV}$ ，服从均匀分布，因此得到标准器引入的不确定度分量：

$$u(E_s) = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.12 \text{ mV}$$

C.5 合成标准不确定度

C.5.1 标准不确定度汇总

标准不确定度汇总见表 C.1。

表 C.1 标准不确定度汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数 c_i
$u(\bar{E})$	测量重复性引入的标准不确定度	0.30 mV	0.0005 mV^{-1}
$u(E_s)$	计量标准器引入的标准不确定度	0.12 mV	-0.0005 mV^{-1}

C.5.2 合成标准不确定度

因各输入量彼此独立不相关：

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{E}) + c_2^2 u^2(E_s)} = 0.017\%$$

C.6 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，则电位示值误差校准结果的扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 0.017\% = 0.04\%$$

