



河北省地方计量检定规程

III 类) 062—2023

工业电导率仪

Industry Electrolytic Conductivity Meters

2023 - 08 - 02 发布

2023 - 11 - 01 实施

河北省市场监督管理局 发布

工业电导率仪检定规程
Verification Regulation of
Industry Electrolytic Conductivity Meters

JJG(冀) 062—2023
代替 JJG(冀) 062—2004

归口单位：河北省市场监督管理局

主要起草单位：河北省计量监督检测研究院

参加起草单位：河北省计量检测技术中心

河北科瑞达仪器科技股份有限公司

本规范主要起草人：

张 锐（河北省计量监督检测研究院）

杨 雪（河北省计量检测技术中心）

任 为（河北省计量监督检测研究院）

参加起草人：

王召林（河北省计量监督检测研究院）

王 婧（河北省计量监督检测研究院）

王晓冰（河北省计量监督检测研究院）

郝立辉（河北科瑞达仪器科技股份有限公司）

郝拴菊（河北科瑞达仪器科技股份有限公司）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量性能要求.....	(1)
5 通用技术要求.....	(1)
5.1 外观及通电检查.....	(1)
5.2 电极检查.....	(1)
6 计量器具控制.....	(2)
6.1 检定条件.....	(2)
6.2 检定用设备.....	(2)
6.3 检定项目.....	(2)
6.4 检定方法.....	(3)
6.5 检定结果处理.....	(6)
6.6 检定周期.....	(6)
附录 A 电导率标准溶液浓度及其电导率值.....	(7)
附录 B 检定原始记录示例.....	(8)
附录 C 检定证书/检定结果通知书内页信息及格式.....	(11)

引 言

本规程依据JJF 1001-2011 《通用计量术语及定义》、JJF 1002-2010 《国家计量检定规程编写规则》和JJF 1059. 1-2012 《测量不确定度评定与表示》的规定进行修订。

在本规程的修订过程中,参考了JJG376-2007《电导率仪》、GB/T 11007-2008《电导率仪试验方法》、GB/T 26800-2011《电导电极》、JB/T 6855-2017《工业电导率仪》和DL/T677-2018《发电厂在线化学仪表检验规程》中的部分内容。

与JJG (冀) 062-2004相比,除编辑性修改及章节顺序调整外,主要技术变化如下:

——增加了“引用文件”部分(见2章);

——在“概述”中增加了“仪器的组成”(见3章);

——根据最新版本引用文件,文中的电导、电导率、电导池常数分别采用 G 、 κ 、 K_{cell} 表示;

——“电极常数误差”修改为“电导池常数示值误差”、“温度补偿误差”修改为“温度系数示值误差”,并更改了相应的检定方法及计算公式(见6.4.2.3、6.4.2.4);

——修改了“示值稳定性”、“仪器引用误差”的检定方法(见6.4.2.5、6.4.3.1);

——增加了“温度测量示值误差”检定项目及检定方法(见6.3、6.4.3.3)。

本规程历次版本发布情况为:

——JJG (冀) 062-2004

工业电导率仪

1 范围

本规程适用于工业电导率仪的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 376-2007 电导率仪

GB/T 11007-2008 电导率仪试验方法

GB/T 26800-2011 电导电极

JB/T 6855-2017 工业电导率仪

DL/T 677-2018 发电厂在线化学仪表检验规程

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

工业电导率仪（以下简称仪器）可连续实时监测生产过程中水质的电导率，广泛应用于制药、化工、食品、环保、核能、电厂等行业。仪器主要由电子单元和传感器单元两部分组成。电子单元可实现电导池常数调节和温度补偿等功能。传感器单元主要实现电信号的传输，并测量溶液温度。

4 计量性能要求

仪器的检定项目和计量性能应符合表1的规定。仪器按照电子单元引用误差的检定结果分为0.5级、1.0级、1.5级、2.0级、2.5级5个级别。

5 通用技术要求

5.1 外观及通电检查

仪器的铭牌应清晰完整，标明其名称、规格型号、出厂编号、制造厂名、出厂日期。仪器外表应光洁平整，紧固件无松动。通电后，各功能键、显示部分工作正常。

5.2 电极检查

电极表面应无变形或腐蚀，铂黑电极的镀层应色泽均匀、不得疏松脱落。电导池常数的标志应清晰、牢固。

表 1 计量性能要求

计量性能		仪器级别				
		0.5级	1.0级	1.5级	2.0级	2.5级
电子单元 检定	电子单元引用误差 (%FS)	±0.5	±1.0	±1.5	±2.0	±2.5
	电子单元重复性 (%FS)	≤0.2	≤0.3	≤0.5	≤0.7	≤0.8
	电导池常数示值误差 (cm ⁻¹)	±0.005	±0.010	±0.010	±0.010	±0.020
	温度系数示值误差 (%°C ⁻¹)	±0.08	±0.15	±0.15	±0.15	±0.30
	示值稳定性 (%FS/1.5h)	±0.25	±0.5	±0.75	±1.0	±1.25
整机 检定	仪器引用误差 (%FS)	±0.8	±1.5	±2.0	±2.5	±3.0
	仪器示值重复性 (%FS)	≤0.4	≤0.7	≤1.0	≤1.2	≤1.5
	温度测量示值误差 (°C)	±0.4	±0.6	±0.8	±1.0	±1.2

6 计量器具控制

计量器具控制包括：首次检定、后续检定和使用中检查。

6.1 检定条件

6.1.1 环境温度：(0~40) °C；

6.1.2 相对湿度：≤85%；

6.1.3 供电电源：电压(220±22) V，频率(50±1) Hz，或满足仪器说明书要求。

6.2 检定用设备

6.2.1 溶液电导模拟装置：交流电阻值的不确定度应优于被检仪器电子单元引用误差的 1/3。准确度等级满足 0.05 级的溶液电导模拟装置可满足各级别工业电导率仪电子单元的检定要求。

6.2.2 温度补偿模拟电阻：模拟温度传感器与电子单元连接，用于调节电子单元温度显示值。

6.2.3 电导率溶液标准物质：相对不确定度不大于 0.3% ($k=2$)。或使用氯化钾电导率固体标准物质按附录 A 的规定配制。

6.2.4 恒温装置：测量范围(0~50) °C，均匀性不大于 0.2°C，波动度不超过±0.1°C。

6.2.5 精密温度计：测量范围(0~50) °C，最大允许误差不超过±0.1°C。

6.2.6 精密电导率仪（带温度补偿功能）：测量不确定度应优于被检仪器引用误差的 1/3。

6.3 检定项目

仪器的首次检定、后续检定和使用中检查的检定项目见表2。

表 2 检定项目一览表

序号	检定项目	检定类别		
		首次检定	后续检定	使用中检查
1	电子单元引用误差 (%FS)	+	+	+
2	电子单元重复性 (%FS)	+	+	+

序号	检定项目	检定类别		
		首次检定	后续检定	使用中检查
3	电导池常数示值误差 (cm ⁻¹)	+	+	+
4	温度系数示值误差 (%°C ⁻¹)	+	+	-
5	示值稳定性 (%FS/1.5h)	+	-	-
6	仪器引用误差 (%FS)	+	+	+
7	仪器示值重复性 (%FS)	+	+	+
8	温度测量示值误差 (°C)	+	+	+

注：表中“+”表示应检定；“-”表示可不检定。

6.4 检定方法

6.4.1 通用技术要求检查

按照5.1、5.2的规定进行检查。

6.4.2 电子单元检定

设置条件：按图1所示接线，将电子单元温度系数设置为“不补偿”或“0.00%”；对于无法手动设置温度系数的仪器可用温度补偿模拟电阻调节，使温度显示为25.0°C。调节电导池常数为 K_{cellR} （通常为 1.000 cm⁻¹）。

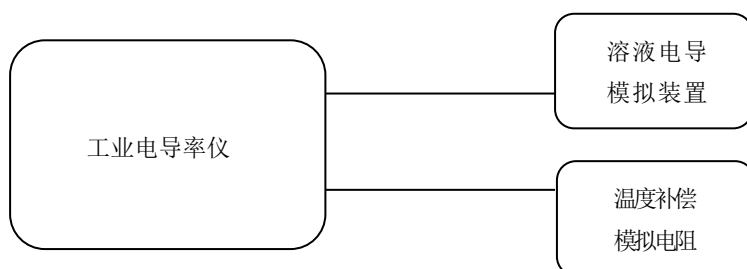


图1 电子单元检定接线示意图

6.4.2.1 电子单元引用误差

接入标准电导 G_s ，相应的标准电导率 $\kappa_s = K_{\text{cellR}}G_s$ ，读取被检仪器对应的电导率测量值 κ_M ，按式（1）计算电子单元引用误差。

$$\delta_{\text{电}} = \frac{\Delta\kappa}{\kappa_F} = \frac{\kappa_M - \kappa_s}{\kappa_F} \times 100\% \quad (1)$$

$\delta_{\text{电}}$ —— 电子单元引用误差，%FS；

κ_M —— 被检仪器电导率测量值， $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ；

κ_F —— 工业电导率仪被检量程的上限值， $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。

每一量程检定三个点，且这三个点在量程范围内均匀分布。以绝对值最大者作为电子单元引用误差的检定结果。

6.4.2.2 电子单元重复性

接入任一量程中间点标准电导 G_s (如 $100\mu\text{S}$) 作为输入量, 读取被检仪器对应的电导率测量值 κ_{Mi} , 重复测量7次, 按式 (2) 计算电子单元重复性 s_κ 。

$$S_\kappa = \frac{1}{\kappa_F} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^7 (\kappa_{Mi} - \overline{\kappa_M})^2}{6}} \times 100\% \quad (2)$$

κ_{Mi} ——第 i 次测量的电导率示值, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$;

$\overline{\kappa_M}$ ——7次测量值的算术平均值, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。

6.4.2.3 电导池常数示值误差

接入任一标准电导 G_s (如 $100\mu\text{S}$) 作为输入量, 读取被检仪器对应的测量值为 κ_{MR} 。将电导池常数由 K_{cellR} 调节至 $K_{\text{cellL}}=0.8\times K_{\text{cellR}}$ 处, 读取测量值 κ_{ML} , 按式 (3) 计算设定电导池常数示值误差 ΔK_{cellL} 。

$$\Delta K_{\text{cellL}} = K_{\text{cellR}} \times \frac{\kappa_{ML}}{\kappa_{MR}} - K_{\text{cellL}} \quad (3)$$

然后将电导池常数调节至 $K_{\text{cellH}}=1.2\times K_{\text{cellR}}$ 处, 读取测量值 κ_{MH} , 按式 (4) 计算设定电导池常数的示值误差 ΔK_{cellH} 。取 ΔK_{cellL} 和 ΔK_{cellH} 中绝对值较大者作为电导池常数示值误差的检定结果。

$$\Delta K_{\text{cellH}} = K_{\text{cellR}} \times \frac{\kappa_{MH}}{\kappa_{MR}} - K_{\text{cellH}} \quad (4)$$

κ_{ML} 、 κ_{MH} ——调节电导池常数 K_{cellR} 至0.8或1.2倍后的电导率测量值, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$;

K_{cellL} 、 K_{cellH} ——调节电导池常数 K_{cellR} 至0.8或1.2倍后的电导池常数, cm^{-1} 。

注: 对于无常数调节或显示功能的仪器可免检此项。

6.4.2.4 温度系数示值误差

接入任一标准电导 G_s (如 $100\mu\text{S}$) 作为输入量, 分别设置电子单元温度系数 α 为 $1.50\% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 、 $2.00\% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 和 $2.50\% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 在每一个温度系数下, 通过调节温度补偿模拟电阻, 使温度 T 分别为 15°C 和 35°C , 同时读取每种温度下的电导率测量值 κ_{MV} , 按式 (5) 计算温度系数示值误差 $\Delta\alpha$ 。以绝对值最大者作为温度系数示值误差的检定结果。

$$\Delta\alpha = \frac{\kappa_{MR} - \kappa_{MV}}{\kappa_{MV}(T - T_R)} \times 100\% \quad (5)$$

T_R ——参考温度 (通常为 25°C)。

注: 仅首次检定时测量温度系数 α 为 $1.50\% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 、 $2.50\% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 的示值误差。

6.4.2.5 示值稳定性

接入任一量程中间点标准电导 G_s (如 $100\mu\text{S}$) 作为输入量, 待被检仪器示值稳定后, 记录此时电导率值为起始值 κ_0 , 每隔 15min 读取示值一次, 共记录 7 次, 按式 (6) 计算仪器的示值稳定性。

$$\eta_{\text{仪}} = \frac{\kappa_{\text{max}} - \kappa_0}{\kappa_F} \times 100\% \quad (6)$$

κ_{max} —— 7 次测量值中电导率最大值, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$;

κ_0 —— 被检仪器示值稳定后电导率起始值, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。

6.4.3 仪器整机检定

6.4.3.1 仪器引用误差

a) 对于可拆卸的仪器, 将传感器单元充分洗涤后与电子单元连接, 调节电导池常数为 K_{cellR} (通常为 1.000cm^{-1}), 温度系数设为“ 0.00% ”或“不补偿”, 对于无温度系数设置的仪器可用温度补偿模拟电阻调整, 使温度显示为 25.0°C 。在仪器测量范围内分别选择两种标准溶液, 置于温度为 T_R (通常为 25°C) 的恒温装置中, 并将传感器单元分别置入两种标准溶液中, 达到平衡后, 读取电导率测量值 κ_{M1} 和 κ_{M2} , 按式 (7) 计算电导池常数。

$$K_{\text{cell1}} = K_{\text{cellR}} \times \frac{\kappa_{s1}}{\kappa_{M1}} \text{ 或 } K_{\text{cell2}} = K_{\text{cellR}} \times \frac{\kappa_{s2}}{\kappa_{M2}} \quad (7)$$

重复上述步骤三次, 分别计算三次测量得到的电导池常数的算术平均值 $\overline{K_{\text{cell1}}}$ 和 $\overline{K_{\text{cell2}}}$, 再计算两者的平均值 $\overline{K_{\text{cell}}} = \frac{\overline{K_{\text{cell1}}} + \overline{K_{\text{cell2}}}}{2}$ 。调节被检仪器的电导池常数为 $\overline{K_{\text{cell}}}$, 其他设置不变, 分别测量所选的两种标准溶液三次, 得到测量平均值 $\overline{\kappa_{M1}}$ 和 $\overline{\kappa_{M2}}$, 按式 (8) 计算仪器整机引用误差 $\delta_{\text{机}}$ 。

$$\delta_{\text{机}} = \frac{\overline{\kappa_{M1}} - \kappa_{s1}}{\kappa_F} \times 100\% \text{ 或 } \delta_{\text{机}} = \frac{\overline{\kappa_{M2}} - \kappa_{s2}}{\kappa_F} \times 100\% \quad (8)$$

以两次测量的绝对值较大者作为仪器整机引用误差的检定结果。

$\overline{\kappa_{M1}}$ 、 $\overline{\kappa_{M2}}$ —— 被检仪器三次测量结果的平均值, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$;

κ_{s1} 、 κ_{s2} —— 标准溶液在参考温度下的电导率值, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。

注: 对于电导池常数为 0.01cm^{-1} 和 0.1cm^{-1} 的电极, 须在密封且溶液流动的状态下测量。

b) 对于不可拆卸的仪器, 将精密电导率仪的传感器单元就近接入被检仪器所在的管路中, 调整管路内水样流速保持相对稳定。被检仪器所有参数保持工作状态不变, 精密电导率仪温度补偿方式根据被测介质的特性进行选择, 待仪器显示稳定后, 连续记录精密电导率仪示值 κ_S 和被检仪器示值 κ_M , 分别记录三次并计算平均值, 按式 (9) 计算仪器引用误差 $\delta_{\text{机}}$ 。

$$\delta_{\text{机}} = \frac{\overline{\kappa_M} - \overline{\kappa_S}}{\kappa_F} \times 100\% \quad (9)$$

$\overline{\kappa_M}$ —— 被检仪器三次测量结果的平均值, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$;

$\overline{\kappa_s}$ ——精密电导率仪三次测量结果的平均值, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ 。

6.4.3.2 仪器示值重复性

在6.4.3.1条件下,待被检仪器示值稳定后,连续记录仪器示值,重复记录7次,按式(2)计算仪器示值重复性。

6.4.3.3 温度示值误差

a) 对于可拆卸的仪器,将被检仪器的温度传感器同电子单元连接后,与精密温度计置于同一恒温装置中,精密温度计和温度传感器尽量靠近。控制恒温装置的温度为仪器参考温度 T_R (通常为 25°C),同时读取精密温度计示值 T_{S1} 和被检仪器温度示值 T_M ,按式(10)计算温度测量示值误差 ΔT 。

$$\Delta T = T_M - T_{S1} \quad (10)$$

重复操作三次,计算三次温度测量示值误差的平均值作为检定结果。

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

注:仅首次检定时测量温度 15°C 和 35°C 的示值误差。

b) 对于不可拆卸的仪器,在6.4.3.1 b)条件下,待温度示值显示稳定后,同时读取精密电导率仪温度示值 T_{S2} 与被检仪器温度示值 T_M ,按式(11)计算温度测量示值误差 ΔT 。

$$\Delta T = T_M - T_{S2} \quad (11)$$

重复操作三次,计算三次温度测量示值误差的平均值作为检定结果。

6.5 检定结果处理

经检定符合本规程要求的发给检定证书,并注明仪器级别;不符合要求的发给检定结果通知书,并注明不合格项目。

6.6 检定周期

检定周期可根据使用的具体情况确定,一般不超过1年。

附录 A

电导率标准溶液浓度及其电导率值

溶液 编号	标准溶液 KCL g /1000mL 溶液 (20℃ 室温)	电导率(S·cm ⁻¹)				
		15℃	18℃	20℃	25℃	35℃
1	74.2457	0.09212	0.09780	0.10170	0.11131	0.13110
2	7.4365	0.010455	0.011163	0.011644	0.012852	0.015353
3	0.7440	0.0011414	0.0012200	0.0012737	0.0014083	0.0016876
4	将 3 号溶液 100mL 稀释至 1000mL	0.0001185	0.0001267	0.001322	0.0001465	0.0001765

注：应用上述标准溶液时必须遵守如下条件：

- 1 表中所列标准值扣除了配制标准溶液的水的电导率。
- 2 电导率固体标准物质在 110℃下烘烤 4h 后才能配制标准溶液。
- 3 按照规定的环境条件配制电导率标准溶液。
- 4 推荐使用 A 级 1000mL 容量瓶、分度值为 0.1mg 的天平。

附录 B

检定原始记录示例

客户名称			
客户地址			
检定地点			
仪器型号		出厂编号	
制造单位		检定日期	
检定员		核验员	
温度		相对湿度	
检定依据			
结论		证书编号	

检定使用的计量标准装置							
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/ 最大允误差	计量标准证书号	有效期至			
检定使用的主要计量标准器和配套设备							
名称	规格型号	测量范围	出厂编号/ 设备号	不确定度/准 确度等级/最 大允误差	溯源证书号	有效期至	上级溯源 机构

1 通用技术要求:

2 电子单元检定 (被检电导率仪电导池常数参考值 K_{cellR} : _____ cm^{-1} , 参考温度 T_R _____ $^{\circ}\text{C}$)

2.1 电子单元引用误差: _____ 电导率 ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)

量程 κ_F	标准电导率 κ_S	测量值 κ_M	误差 $\Delta\kappa$	引用误差 $\delta_{\text{电}} = \frac{\Delta\kappa}{\kappa_F}$

2.2 电子单元重复性:

标准电导率 κ_s	量程 κ_F	测量值 κ_M						标准偏差 s	重复性 s_κ
		1	2	3	4	5	6		

2.3 电导池常数示值误差:

K_{cellR} 对应电导率 $\kappa_{MR}(\mu S \cdot cm^{-1})$	电导池常数设定值(cm^{-1}) K_{cellL}/K_{cellH}	电导率测量值 $\kappa_{ML}/\kappa_{MH}(\mu S \cdot cm^{-1})$	电导池常数 实际值(cm^{-1})	电导池常数示值 误差 $\Delta K_{cell}(cm^{-1})$

2.4 温度系数示值误差:

无温补时的 电导率 κ_{MR}	温度系数设定 值 $\alpha(\% ^\circ C^{-1})$	温度示值 $T(^\circ C)$	电导率测量 值 κ_{MV}	温度系数实 际值($\% ^\circ C^{-1}$)	温度系数示值误差 $\Delta \alpha(\% ^\circ C^{-1})$

2.5 仪器示值稳定性 (1.5h)

量程 κ_F	仪器测量值 K_M						起始值 κ_0	稳定性 $\eta_{仪}$
	1	2	3	4	5	6		

3 整机检定:

3.1 引用误差 a)

标定	量程 κ_F	溶液 标准值 κ_s	仪器测量值 κ_{M1} 或 κ_{M2}			电导池常数(cm^{-1}) $\overline{K_{cell1}}$ 或 $\overline{K_{cell2}}$	$\overline{K_{cell}}$ (cm^{-1})
			1	2	3		
测量	量程 κ_F	溶液	量程 κ_F			电导率平均值 $\overline{\kappa_M}$	引用误差 $\delta_{机}(\%)$
			1	2	3		

引用误差b)

参考	量程 κ_F	测量值 κ_S			平均值	引用误差 $\delta_{机}$ (%)
测量	量程 κ_F	测量值 κ_M			平均值	

3.2 仪器示值重复性

量程	仪器测量值						平均值 $\overline{\kappa_M}$	标准偏差 s	重复性 s_κ
	1	2	3	4	5	6			

3.3 温度示值误差

(°C)

设定值	测量次数	标准温度计示值 T_S 或 标准电导率温度示值 T_R	被检仪器 温度示值 T_M	温度示值误差 ΔT	示值误差平均值
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				
	1				
	2				
	3				

附录 C

检定证书/检定结果通知书内页信息及格式

C.1 检定证书/检定结果通知书内页包含以下信息：

C.1.1 检定证书/检定结果通知书编号

C.1.2 检定所用计量基准或计量标准信息

C.1.2.1 计量标准名称

C.1.2.2 测量范围

C.1.2.3 不确定度/准确度等级/最大允许误差

C.1.2.4 证书编号

C.1.2.5 检定证书有效期

C.1.3 检定条件

C.1.3.1 环境条件：温度、相对湿度等

C.1.3.2 检定地点

C.1.4 被检项目及检定结果

C.1.5 检定不合格项说明（只用于检定结果通知书内页格式）

C.1.6 页码

C.1.7 附加说明

以上信息，除C.1.7条为可选择项，其余均为必备项。

C.2 检定证书检定结果页式样

C.2.1 检定证书第3页格式

证书编号××××××-××××

检定结果

一、通用技术要求检查:

二、计量性能检定结果:

序号	检定项目	检定结果	检定结论
1	电子单元引用误差 (%FS)		
2	电子单元重复性 (%FS)		
3	电导池常数示值误差 (cm^{-1})		
4	温度系数示值误差 ($\% ^\circ\text{C}^{-1}$)		
5	示值稳定性 (%FS)		
6	仪器引用误差 (%FS)		
7	仪器示值重复性 (%FS)		
8	温度测量示值误差 ($^\circ\text{C}$)		

以下空白

第×页 共×页