



中华人民共和国工业和信息化部
有色金属计量技术规范

JJF（有色金属）XXXX—20XX

管路式海水冲刷腐蚀试验机校准规范

（送审稿）

Calibration Specification for
Pipeline-type Seawater Erosion Corrosion Testing Machines

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

管路式海水冲刷腐蚀试验机 校准规范

Calibration Specification for
Pipeline-type Seawater Erosion Corrosion
Testing Machines

JJF（有色金属）XXXX—20XX

归口单位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：广东省科学院工业分析检测中心

参加起草单位：中船黄埔文冲船舶有限公司

广船国际有限公司

中国船级社广州分社

西安汉唐分析检测有限公司

国标（北京）检验认证有限公司

广州计量检测技术研究院

西南铝业（集团）有限责任公司

中国有色金属工业标准计量质量研究所

本规范委托有色金属行业计量技术委员会进行解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(2)
4.1 流量计	(2)
4.2 温度测量系统	(2)
5 校准条件	(3)
5.1 环境条件	(3)
5.2 测量标准	(3)
6 校准项目和校准方法	(3)
6.1 校准项目	(3)
6.2 校准方法	(3)
7 校准结果表达	(6)
8 复校时间间隔	(6)
附录 A 校准原始记录参考格式	(7)
附录 B 校准证书内页参考格式	(8)
附录 C 管路式海水冲刷腐蚀试验机温度偏差校准结果测量不确定度评定示例	(9)

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》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范参考了 GB/T 35138-2017《封闭管道中流体流量的测量 渡越时间法液体超声流量计》和 GB/T 42654-2023《铜及铜合金海水冲刷腐蚀试验方法》的技术内容。

本规范为首次发布。

管路式海水冲刷腐蚀试验机校准规范

1 范围

本规范适用于管路式海水冲刷腐蚀试验机（以下简称试验机）的校准。

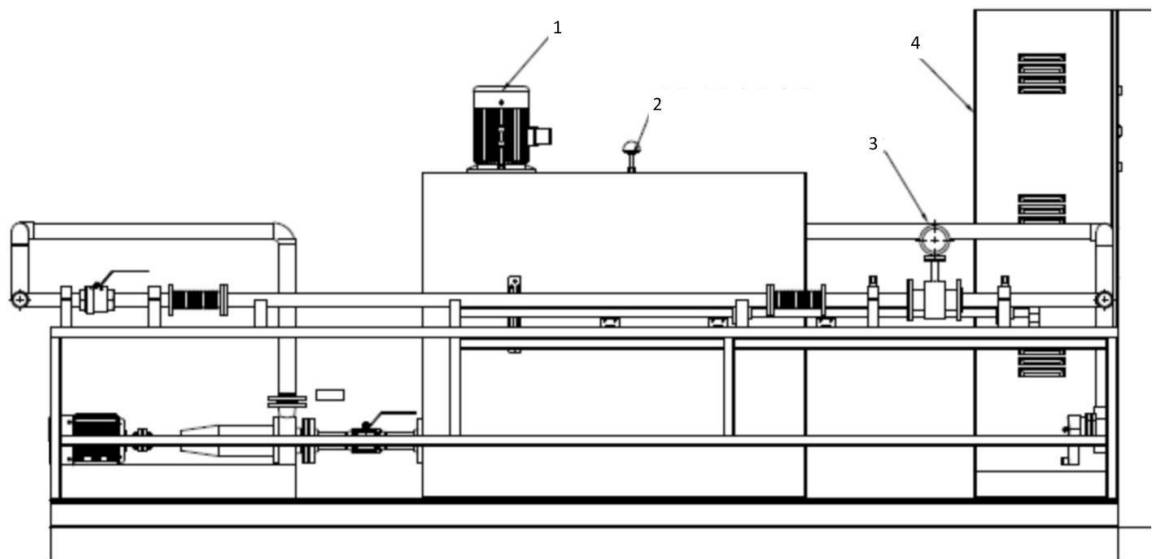
2 引用文件

本规范无引用文件。

3 概述

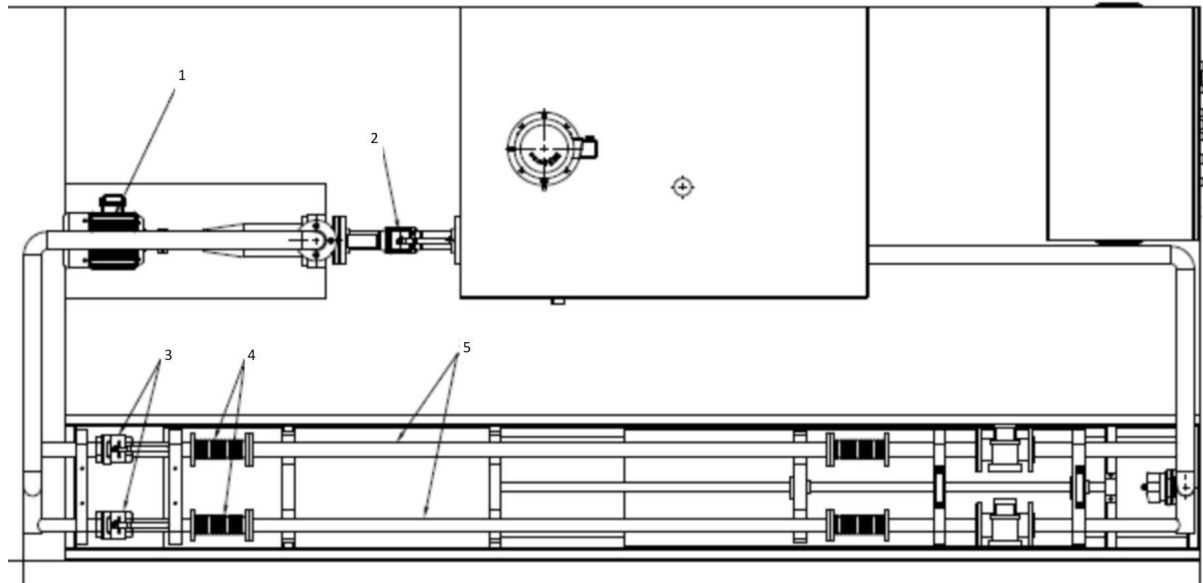
管路式海水冲刷腐蚀试验机主要用于铜合金等管材耐海水冲刷腐蚀性能的测定。通过压力驱动使以氯化钠为主要成分的冲刷介质冲刷样品表面，在设定的流速、温度下冲刷规定的时间，根据试验后试样的腐蚀失重率，评价产品的耐冲刷腐蚀性能。

试验机的主视图、俯视图如图 1、图 2 所示。



1—电机；2—液位及温度传感器；3—流量计；4—控制柜。

图 1 管路式海水冲刷腐蚀试验机主视图



1—离心泵；2—手阀；3—球阀；4—波纹管；5—检测管。

图 2 管路式海水冲刷腐蚀试验机俯视图

4 计量特性

4.1 流量计

流量计计量特性见表 1。

表 1 流量计计量特性

校准项目	技术要求
流速示值误差	$\pm 5\%$
流速重复性	$\leq 1\%$

4.2 温度测量系统

温度测量系统计量特性见表 2。

表 2 温度测量系统计量特性

校准项目	技术要求
温度偏差	$\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
温度波动度	$\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
温度均匀度	$\leq 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度：（10~35）℃，相对湿度：≤80%，校准过程中温度波动≤2℃。

5.2 测量标准

测量标准及技术要求见表3。

表3 测量标准及技术要求

序号	测量标准	测量范围	技术要求
1	超声流量计	（0.03~5.00）m/s	MPE：±1%
2	温度巡检仪（含Pt电阻）	（0~100）℃	MPE：±0.1℃

注：校准时可选用以上测量标准，也可以选用符合技术要求的其它测量装置。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表4。

表4 管路式海水冲刷腐蚀试验机校准项目表

序号	项目
1	流速示值误差
2	流速重复性
3	温度偏差
4	温度波动度
5	温度均匀度

6.2 校准方法

6.2.1 流速的校准

校准点依据送校单位要求进行选择，测点速度间隔取0.5 m/s，最大不超过1 m/s。将超声流量计安装在试验机检测管上。启动试验机，待稳定后分别对标准流量计和被校流量计进行读数，每2 min至少记录所有校准点的流速值一次，在10 min内至少记录5次。亦可根据送校单位校准需求确定时间间隔和记录数据。

6.2.2 温度的校准

校准温度点一般应选择设备使用范围的上限、下限及中间点，也可根据试验方法中的要求选择具体试验温度点。

如图 3 所示，分别在工作区域的上、下、左、右布置测温点（1、2、3、4），亦可根据实际工作区域进行布点。

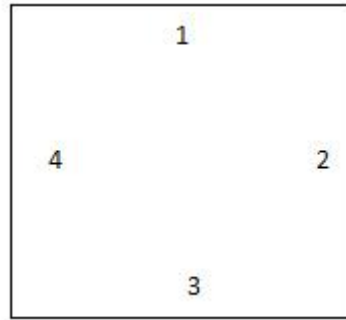


图 3 温度传感器布点示意图

校准通常在空载状态下进行。为防止温度传感器被腐蚀，校准前应将腐蚀性介质更换为水介质，液面高度应满足试验要求。按图 3 布放温度传感器，将试验机的温度控制器设定至所需校准的温度，使试验机的温度稳定 10 min 后开始读数，每 2 min 至少记录所有测温点的温度值一次，在 30 min 内至少记录 15 次。亦可根据送校单位需求确定时间间隔和记录数据。

6.2.3 校准数据的处理

6.2.3.1 流速示值误差和重复性

计算每个校准点 5 次测量的算术平均值，并由下式计算流速示值相对误差和示值重复性。

$$\delta = \frac{v_a - v_b}{v_b} \times 100\% \quad (1)$$

$$b = \frac{v_{b\max} - v_{b\min}}{\bar{v}_b} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

δ ——流速示值相对误差，%；

v_a ——被校流量计示值，m/s；

v_b ——超声流量计示值，m/s；

b ——流速重复性，%；

$v_{b\max}$ ——标准流速最大值, m/s;

$v_{b\min}$ ——标准流速最小值, m/s;

$\bar{v}_b$ ——流速平均值, m/s。

6.2.3.2 温度偏差

各测温点 i 温度上偏差和温度下偏差的计算公式见公式 (3) 和公式 (4)。

$$\Delta t_{i\max} = t_{i\max} - t_N \quad (3)$$

$$\Delta t_{i\min} = t_{i\min} - t_N \quad (4)$$

式中:

$\Delta t_{i\max}$ ——测温点 i 的温度上偏差, °C;

$t_{i\max}$ ——测温点 i 在规定时间内 n 次测量的最高温度, °C;

t_N ——校准标称温度, °C;

$t_{i\min}$ ——测温点 i 在规定时间内 n 次测量的最低温度, °C;

$\Delta t_{i\min}$ ——测温点 i 的温度下偏差, °C。

取 4 个测温点中 $\Delta t_{i\max}$ 和 $\Delta t_{i\min}$ 绝对值最大者作为温度上偏差和温度下偏差。

6.2.3.3 温度波动度

在 6.2.2 的 n 次测量中, 计算同一测温点在 n 次测量中测得的最高温度和最低温度之差, 取 4 个测温点中变化量最大值的一半, 并冠以“±”号, 作为温度波动度, 计算公式见公式 (5)。

$$\Delta t_i = \pm \max(t_{i\max} - t_{i\min}) / 2 \quad (5)$$

式中:

Δt_i ——温度波动度, °C;

$t_{i\max}$ ——测温点 i 在 n 次测量中的最高温度, °C;

$t_{i\min}$ ——测温点 i 在 n 次测量中的最低温度, °C。

6.2.3.4 温度均匀度

在 6.2.2 的 n 次测量中, 取 4 个测温点在同一次测量中测得的最高温度和最低温度之差的平均值作为温度均匀度, 计算公式见公式 (6)。

$$\Delta t_u = \sum_{i=1}^n (t_{i\max} - t_{i\min}) / n \quad (6)$$

式中:

Δt_u ——温度均匀度, °C;

$t_{i\max}$ ——在第*i*次测量中 4 个测温点的最高温度, °C;

$t_{i\min}$ ——在第*i*次测量中 4 个测温点的最低温度, °C;

n ——测量次数。

7 校准结果表达

经校准的试验机出具校准证书, 校准证书至少应包括以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 实施校准活动的地点, 包括客户设施、实验室固定设施以外的地点;
- d) 证书的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和联络信息;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准活动的日期, 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和证书发布日期;
- h) 对校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- i) 本次校准所用的测量标准和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的说明 (给出整个测量范围校准结果测量不确定度的最大值);
- l) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识, 以及签发日期;
- m) 校准人和核验人签名;
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- o) 未经校准实验室书面批准, 不得部分复制校准证书的声明。

校准原始记录参考格式见附录 A, 校准证书内页参考格式见附录 B。

8 复校时间间隔

复校时间间隔的长短取决于其使用情况, 使用单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间, 建议复校时间间隔为 1 年。

附录 A

校准原始记录参考格式

管路式海水冲刷腐蚀试验机校准原始记录

委托方_____ 校准日期_____

原始记录编号_____ 证书编号_____

仪器名称_____ 型号规格_____ 仪器编号_____

制造厂_____ 校准地点_____

环境温度_____℃ 相对湿度_____ % 其他_____

依据_____ 其他_____

主要测量	名称	型号规格	精度等级	编号	有效期至
标准					年 月 日
					年 月 日

1、流速示值误差和重复性

	校准值 m/s						示值相对误差 %	重复性 %
	1	2	3	4	5	平均值		
标准流速								
被校流速								
不确定度 ($k=2$)	_____							

2、温度校准

设定值: _____℃															
实测值 (℃)															
1															
2															
3															
4															
校准结果	温度上偏差				温度下偏差				温度波动度				温度均匀度		
不确定度 ($k=2$)															

附录 B

校准证书内页参考格式

证书编号××××××—××××

校准结果

1、流速示值误差和重复性

	校准值 m/s						示值相 对误差 %	重复性 %
	1	2	3	4	5	平均值		
标准流速								
被校流速								
不确定度 ($k=2$)	—							

2、温度校准

设定值： °C															
实测值 (°C)															
1															
2															
3															
4															
校准结果	温度上偏差				温度下偏差				温度波动度				温度均匀度		
不确定度 ($k=2$)															

附录 C

管路式海水冲刷腐蚀试验机温度偏差校准结果测量不确定度评定示例

C.1 概述

管路式海水冲刷腐蚀试验机的校准项目均为直接测量量，用相应测量标准直接测量。本附录以温度偏差作为示例，对其进行测量不确定度评定。其他校准项目可参照本附录作类似评定。

C.1.1 测量依据

测量依据本规范 6.2.2。

C.1.2 测量标准

温度巡检仪测量范围为（0~100）℃，最大允许误差为±0.1℃。

C.2 测量模型

$$\Delta t_i = t_i - t_N$$

式中：

Δt_i ——温度偏差，℃；

t_i ——实测温度，℃；

t_N ——标称温度，℃。

C.3 不确定度来源

- （1）被校试验机温度重复性引入的不确定度分量 u_1 ；
- （2）被校试验机温度分辨力引入的不确定度分量 u_2 ；
- （3）温度巡检仪标准不确定度引入的不确定度分量 u_3 ；
- （4）温度巡检仪温度示值分辨力引入的标准不确定度分量 u_4 。

C.4 标准不确定度分量评定

C.4.1 被校试验机温度重复性引入的不确定度分量 u_1

被校试验机温度重复性引入的标准不确定度通过多次重复测量进行 A 类评定。根据试验方法要求，在 40℃点进行测量，连续测量 10 次，测量结果见表 C.1。

表 C.1 温度重复测量数据

测量序号 i	测量值 x_i ℃	平均值 $\bar{x}$ ℃	标准偏差 $s(x_i)$ ℃
1	40.2	40.2	$s(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2} = 0.16$
2	40.3		
3	40.0		
4	40.4		
5	40.5		
6	40.2		
7	40.2		
8	40.3		
9	40.1		
10	40.0		

根据 6.2.2 得知，每次校准均对温度进行 15 次测量，则

$$u_1 = \frac{s(x_i)}{\sqrt{15}} = 0.042^\circ\text{C}$$

C.4.2 被校试验机温度分辨力引入的不确定度分量 u_2

被校试验机的分辨力为 0.1°C ，半宽度为 $0.1/2$ ，服从均匀分布，则

$$u_2 = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.029^\circ\text{C}$$

$u_2 < u_1$ ，则 u_2 舍去。

C.4.3 温度巡检仪标准不确定度引入的不确定度分量 u_3

由温度巡检仪的校准证书可知，其扩展不确定度为： $U = 0.1^\circ\text{C}$ ($k = 2$)，则

$$u_3 = \frac{0.1}{2} = 0.05^\circ\text{C}$$

C.4.4 温度巡检仪温度示值分辨力引入的标准不确定度分量 u_4

温度巡检仪的分辨力为 0.1°C ，半宽度为 $0.1/2$ ，服从均匀分布，则

$$u_4 = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.029^\circ\text{C}$$

C.5 合成标准不确定度 u_c

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.072^\circ\text{C}$$

C.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，其扩展不确定度为

$$U = k \cdot u_c = 0.2^{\circ}\text{C}$$
