

**中华人民共和国工业和信息化部**

**石油和化工计量技术规范**

JJF(石化)XXX-XXXX

润滑油泡沫特性测试仪校准规范

**Calibration Specification for**

**Lubricating Oils Foaming Characteristics Tester**

（报批稿）

20××—××—××发布 20××—××—××实施

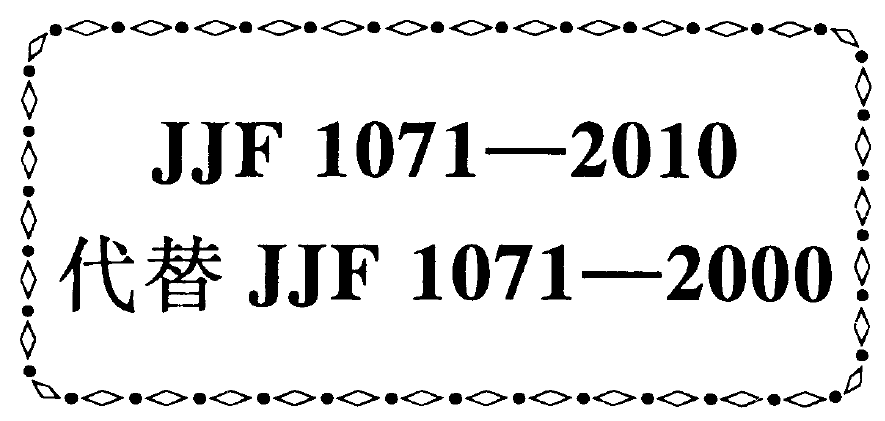
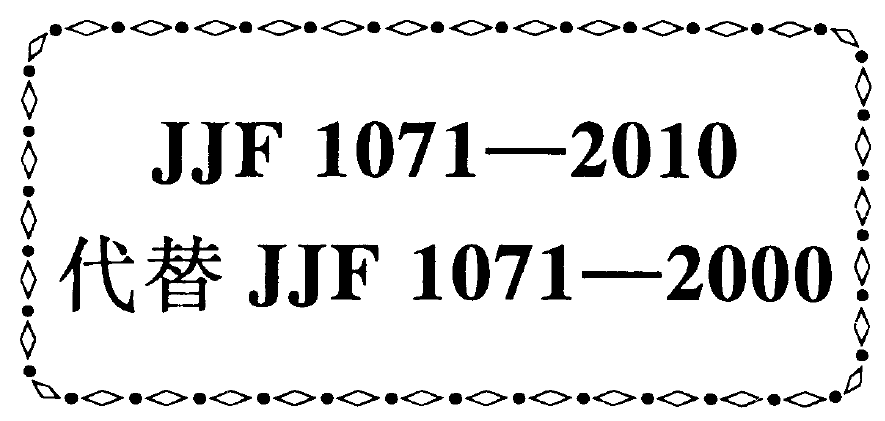
**中华人民共和国工业和信息化部**发 布

润滑油泡沫特性测试仪

校准规范

Calibration Specification for

Lubricating Oils Foaming Characteristics Tester



**J****JF**（石化）**XXX—XXXX**

归 口 单 位 ：中国石油和化学工业联合会

主要起草单位：宁波海关技术中心、瑞丽海关综合技术中心

参加起草单位：宁波中盛产品检测有限公司、茂名市质量计量监督检测所、[泉州市全通光电科技有限公司](http://qtgd2153.86mai.com/)

本规范委托全国石油和化工行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

王群威（宁波海关技术中心）

陈 瑶（宁波海关技术中心）

李秀林（瑞丽海关综合技术中心）

王夏天（宁波海关技术中心）

参加起草人：

王巧英（宁波中盛产品检测有限公司）

马宏园（茂名市质量计量监督检测所）

郑忠生（[泉州市全通光电科技有限公司](http://qtgd2153.86mai.com/)）

目 录

引言（Ⅱ）

1 范围（1）

2 引用文件（1）

3 术语与定义（1）

4 概述（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（3）

7.1 校准前检查（3）

7.2 试验浴温校准（5）

7.3 流量示值误差校准（5）

7.4 时间示值误差校准（6）

8 校准结果（6）

8.1 校准记录（6）

8.2 校准证书（6）

8.3 不确定度（6）

9 复校时间间隔（6）

附录A 润滑油泡沫特性测试仪校准记录（7）

附录B 润滑油泡沫特性测试仪校准结果内页格式（8）

附录C 试验浴温示值误差不确定度评定示例（9）

附录D 浴温波动性测量结果不确定度评定示例（11）

附录E 流量示值误差不确定度评定示例（13）

附录F 时间示值误差不确定度评定示例（15）

引 言

本规范是依据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》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》等国家规范进行制定。

本规范主要参考GB/T 12579 《润滑油泡沫特性测定法》、SH/T 0722 《润滑油高温泡沫特性测定法》、JJG 160《标准铂电阻温度计》、JJF1589 《浮子流量计型式评价大纲》、JJG 257《浮子流量计》、JJG 237《秒表检定规程》、JJF 1030《恒温槽技术性能测试规范》编制。

本规范为首次发布。

润滑油泡沫特性测试仪校准规范

1. 范围

本规范适用于含有试验浴、气体扩散头、流量计等部件的润滑油泡沫特性测试仪（以下简称测试仪）的校准。

1. 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

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。

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 扩散头 diffuser

将气体扩散到液体里的部件。

3.2 泡沫 foam

在液体内部或表面聚集起来的气泡，从体积上考虑，其中空气是主要组成部分。

1. 概述

润滑油泡沫特性测试仪主要用于测定润滑油在中等温度下的泡沫倾向，泡沫稳定性。

测试仪原理为：润滑油在规定的温度下，气体通过浸没在润滑油里面的扩散头吹起泡沫。泡沫不停的产生和破裂，最终观察在规定时间通气后量筒中泡沫的体积来体现润滑油的泡沫产生和消除特性。测试仪由量筒，扩散头，试验浴，空气源，流量计，计时器等组成（见图1）。

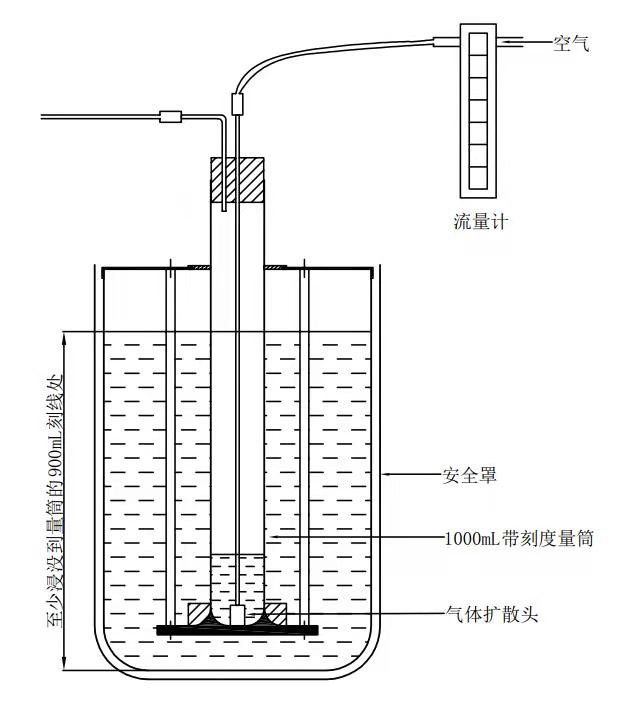


图1润滑油泡沫特性测试仪示意图

1. 计量特性

具体技术计量特性见表1。

表1 润滑油泡沫特性测试仪计量特性一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术要求 |
| 1 | 温度示值误差 | MPE: ±0.3℃ |
| 2 | 浴温波动性 | MPE: ±0.5℃ |
| 3 | 流量示值误差 | MPE: 5mL/min |
| 4 | 时间示值误差 | MPE: ±1s |
| 注：以上所有的技术参数不作为合格性判别的依据。 | | |

1. 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度条件

环境温度：20±5℃。

6.1.2 湿度条件

相对湿度：不大于85%。

6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表2。

表2 润滑油泡沫特性测试仪校准项目和校准设备

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 测量标准名称及技术要求 |
| 1 | 温度示值误差 | 二等标准铂电阻温度计 |
| 2 | 浴温波动性 | 二等标准铂电阻温度计 |
| 3 | 流量示值误差 | 标准流量计，测量范围(0～300)mL/min，准确度等级2.5级 |
| 4 | 时间示值误差 | 秒表，测量范围(0～10000) s，分辨力0.1s，准确度等级一等 |

1. 校准项目和校准方法

7.1 校准前检查

7.1.1 外观检查

校准前检查测试仪的按键、开关和指示灯等，应均可正常工作；测试仪应有铭牌，铭牌上应标明型号、规格、编号、出厂日期和制造厂商。

7.1.2 仪器状态

测试仪应水平放置，显示流量装置表面应透明洁净，示值归零位，计时器显示应清晰完整，示值归零位。空气应为干燥无烃空气。

7.1.3 扩散头检查

7.1.3.1 技术要求

扩散头应清洁无污染，且最大孔径和渗透率应符合表3要求

表3 扩散头技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | | 技术要求 |
| 1 | 扩散头最大孔径 | 非金属 | ≤80μm |
| 金属 | ≤60μm |
| 2 | 扩散头渗透率 | | (3000-6000) mL/min |

7.1.3.2 最大孔径检查

用接头和一根长1.0m，内径8mm的管子与空气源连接，并将清洁的扩散头浸入量筒中的液面下100mm处，浸泡至少2min。如果扩散头是非金属的，则量筒的液体是水。如果扩散头是金属的，则量筒里的液体是异丙醇。将进气管与空气连接，以约490Pa/min(50mmH2O/min)的空气压力增加，直到扩散头冒出第一个气泡，并在液体中上升。读取压力计两臂上的液面位置，并记录其差值*P。*扩散头最大孔径(μm)和(μm)的计算如下：

(1)

(2)

式中：

——非金属扩散头的最大孔径，μm；

——金属扩散头的最大孔径，μm；

——液体压差计两臂液面之差，mm。

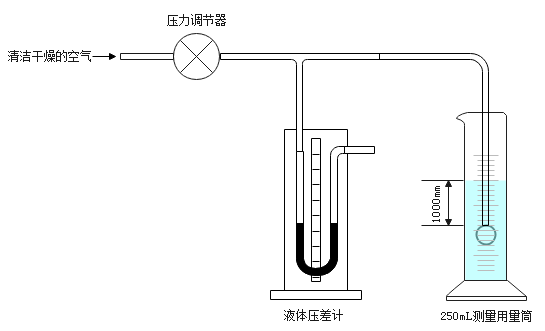


图2最大孔径校准示意图

7.1.3.3 渗透率检查

用长1.0m，内径8mm的管子将清洁干燥的扩散头与空气源连接，并将它放入吸滤瓶中。该吸滤瓶与标准流量计通过一根长0.5m，内径8mm的管子连接，将压力差调到2.45kPa(250mmH2O)，用湿式流量计测量每分钟流过扩散头的气体体积(mL)，即为渗透率。

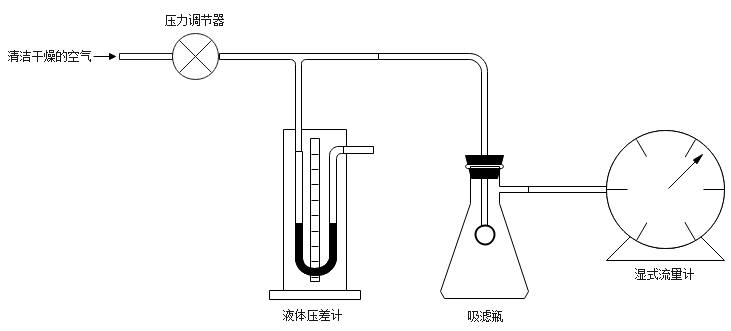


图3渗透率校准示意图

7.2 试验浴温校准

7.2.1 浴温示值误差测试

将试验浴的温度设定在工作温度点（24℃、93.5℃或150℃），用标准铂电阻温度计插入试验浴中量筒100mL刻度深度位置，待试验浴温度达到设定温度后稳定至少10min，在10min内，每隔3min测量1次，共测量3次，分别记录铂电阻温度计示值与试验浴温度示值，准确至0.1℃，分别计算平均值，温度示值误差为试验浴显示温度平均值与标准温度计示值平均值之差。

7.2.2 浴温波动性测试

将试验浴的温度设定在工作温度点（24℃、93.5℃或150℃），用标准铂电阻温度计插入液体中量筒100mL刻度深度位置，待试验浴温度达到设定温度后稳定至少10min，以每分钟至少2次的均匀间隔读取示值，持续5min，取最大值与最小值的差，准确至0.1℃，即为试验浴此温度状态下相应时间间隔内的波动性。同理测试其它工作温度下的波动性。

7.3 流量示值误差校准

串联转子流量计和标准流量计，往转子流量计中通入干燥空气，控制空气流量在94mL/min，比较两个流量计的测试值。

(3)

式中：

—— 流量示值误差，L/min；

—— 转子流量计示值，L/min。

7.4 时间示值误差校准

将秒表和仪器上的计时器同时开启，当秒表到达300s时，同时停止，比较两者显示的时间差值是否在要求范围内。

(4)

式中：

—— 仪器计时示值误差，s；

—— 实测秒表计示值，s。

1. 校准结果

8.1 校准记录

校准记录应详尽记录校准数据和计算结果。推荐的测试仪校准记录格式见附录A。

8.2 校准证书

经校准的测试仪应出具校准证书。校准证书包括的信息应符合JJF 1071-2010中5.12的要求，推荐的黏度计校准结果（内页）格式见附录B。

8.3 不确定度

校准证书应给出各校准项目的扩展不确定度，评定示例见附录C、附录D、附录E、附录F。

1. 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由测试仪的使用频率、使用环境、测试仪本身质量等诸因素所决定。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，建议不超过1年。

附录A

润滑油泡沫特性测试仪校准记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 基本信息 | | | | | | | | | | | | | | |
| 委托单编号 | | | |  | | | | 证书编号 | | | |  | | |
| 委托单位 | | | |  | | | | 设备名称 | | | |  | | |
| 规格型号 | | | |  | | | | 设备编号 | | | |  | | |
| 制造厂商 | | | |  | | | | 校准依据 | | | |  | | |
| 校准环境条件 | | | | 温度： ℃ 相对湿度： %RH 其他： | | | | | | | | | | |
| **校准前检查** | | | | | | | | | | | | | | |
| 显示装置：浴温显示器：数字清晰完整是□ 否□  流量计：数字清晰完整，数字归零位是□ 否□  计时器：数字清晰完整，数字归零位是□ 否□  扩散头：扩散头最大孔径：非金属头≤80μm是□ 否□，金属头≤60μm是□ 否□  扩散头渗透率：在(3000-6000) mL/min范围内是□ 否□ | | | | | | | | | | | | | | |
| **校准结果** | | | | | | | | | | | | | | |
| 项目 | | | | | 1 | 2 | | | 3 | | 算术  平均值 | | | 测量结果的扩展不确定度(*k*=2) |
| 温度示值误差/℃ | 24℃ | | 实测值 | |  |  | | |  | |  | | |  |
| 示值误差 | |  |  | | |  | |  | | |
| 93.5℃ | | 实测值 | |  |  | | |  | |  | | |  |
| 示值误差 | |  |  | | |  | |  | | |
| 150℃ | | 实测值 | |  |  | | |  | |  | | |  |
| 示值误差 | |  |  | | |  | |  | | |
| 浴温波动性/℃ | 24℃ | | 实测值 | |  |  | | |  | |  | | |  |
| 示值误差 | |  |  | | |  | |  | | |
| 93.5℃ | | 实测值 | |  |  | | |  | |  | | |  |
| 示值误差 | |  |  | | |  | |  | | |
| 150℃ | | 实测值 | |  |  | | |  | |  | | |  |
| 示值误差 | |  |  | | |  | |  | | |
| 流量示值误差/mL/min | 94mL/min | | 实测值 | |  |  | | |  | |  | | |  |
| 示值误差 | |  |  | | |  | |  | | |
| 时间示值误差/ s | 300s | | 实测值 | |  |  | | |  | |  | | |  |
| 示值误差 | |  |  | | |  | |  | | |
| **标准器** | | | | | | | | | | | | | | |
| 名称 | | 型号 | | | 证书编号 | | 测量范围 | | | 有效期 | | | 不确定度或准确度等级或最大允许误差 | |
|  | |  | | |  | |  | | |  | | |  | |
|  | |  | | |  | |  | | |  | | |  | |
|  | |  | | |  | |  | | |  | | |  | |
|  | |  | | |  | |  | | |  | | |  | |
| 备注：□非金属扩散头的最大孔径计算公式：  □金属扩散头的最大孔径计算公式： | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准人员 | | | |  | | | 核验人员 | | | | |  | | |
| 校准日期 | | | |  | | | 核验日期 | | | | |  | | |

附录B

润滑油泡沫特性测试仪校准结果内页格式

证书编号：

校准结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 温度示值误差/℃ | 设定温度 | 校准值 | 扩展不确定度/(*k*=2) |
| 24℃ |  |  |
| 93.5 ℃ |  |  |
| 150 ℃ |  |  |
| 2 | 浴温波动性/℃ | 24℃ |  |  |
| 93.5 ℃ |  |  |
| 150 ℃ |  |  |
| 3 | 流量示值误差/ mL/min | 设定流量 |  |  |
| 94 mL/min |  |  |
| 4 | 时间示值误差/ s | 设定时间 |  |  |
| 300 mL/min |  |  |
| 备注 |  | | | |

附录C

试验浴温示值误差不确定度评定示例

C.1 校准方法

用铂电阻温度计测量润滑油泡沫特性仪的试验浴温度，结果保留至0.1℃(以24 ℃的试验浴温为例)。

C.2 测量模型

试验浴温度示值误差测量模型见式（C.1）：

(C.1)

式中：

——试验浴温示值误差，℃；

——实测铂电阻温度计示值，℃。

C.3 试验浴温测量结果不确定度的评定

C.3.1 标准不确定度来源

对试验浴温度示值误差的不确定度由测量重复性引入的标准不确定度分量和标准铂电阻温度计最大允许误差引入的标准不确定度分量组成。

C.3.2 测量重复性引入的标准不确定度分量

以24℃的试验浴温为例，用标准铂电阻温度计对试验浴温进行10次测量，测量结果见表C.1。

表C.1 重复10次测量结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 实测铂电阻温度计示值/℃ | 24.1 | 24.2 | 24.2 | 24.1 | 24.2 | 24.2 | 24.1 | 24.1 | 24.2 | 24.2 |
| 示值误差*ΔTi*/℃ | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 |

示值误差的平均值。

采用贝塞尔公式计算单次测量的实际标准偏差

(C.2)

式中：

——第i次测量结果，℃；

——10次测量结果的平均值，℃；

n——测量次数。

实际测量以3次测量的平均值作为测量结果，故标准不确定度：

(C.3)

C.3.3 标准铂电阻温度计最大允许误差引入的标准不确定度分量

以测量范围(-50~1300)℃，分度值0.1℃的标准铂电阻温度计测量试验浴温，已知标准铂电阻温度计的最大允许误差为±0.1℃，区间半宽为0.1℃，假设为均匀分布，则：

(C.4)

C.3.4 标准不确定度分量表

标准不确定度分量表见表C.2。

表 C.2 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度值/℃ |
|  | 测量重复性引入的不确定度 | 0.030 |
|  | 标准铂电阻温度计最大允许误差  引入的不确定度 | 0.058 |

C.3.5 合成标准不确定度

各输入量之间相互独立，互不相关，因此：

(C.5)

C.3.6 扩展不确定度*U*

取包含因子，24℃的试验浴温测量结果的扩展不确定度为：

(C.6)

附录D

浴温波动性测量结果不确定度评定示例

D.1 测量方法

按照7.2.2描述的方法测量持续10min内的浴温数据，取最大值与最小值的差，即为此温度状态下时间间隔内的浴温波动性(以24 ℃的试验浴温为例)。

D.2 测量模型

浴温波动性测量模型见式（D.1）：

(D.1)

式中：

——浴温波动性，℃；

——实测浴温最小值，℃；

——实测浴温最大值，℃。

D.3 浴温波动性测量结果不确定度的评定

D.3.1 标准不确定度来源

对浴温波动性测量结果的不确定度由测量重复性引入的标准不确定度分量和标准铂电阻温度计最大允许误差引入的标准不确定度分量组成。

D.3.2 测量重复性引入的标准不确定度分量

以24℃的试验浴温为例，用标准铂电阻温度计对试验浴温进行10次测量，测量结果见表D.1。

表D.1 重复10次测量结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 浴温波动性  ΔTs*i*/℃ | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |

浴温波动性的平均值。

采用贝塞尔公式计算单次测量的实际标准偏差

(D.2)

式中：

——第i次测量结果，℃；

——10次测量结果的平均值，℃；

n——测量次数。

实际测量以1次测量的值作为测量结果，故标准不确定度：

(D.3)

D.3.3 标准铂电阻温度计最大允许误差引入的标准不确定度分量

以测量范围(-50~1300)℃，分度值0.1℃的标准铂电阻温度计测量试验浴温，已知标准铂电阻温度计的最大允许误差为±0.1℃，区间半宽为0.1℃，假设为均匀分布，则：

(D.4)

D.3.4 标准不确定度分量表

标准不确定度分量表见表D.2。

表 D.2 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度值/℃ |
|  | 测量重复性引入的不确定度 | 0.070 |
|  | 标准铂电阻温度计最大允许误差  引入的不确定度 | 0.058 |

D.3.5 合成标准不确定度

各输入量之间相互独立，互不相关，因此：

(D.5)

D.3.6 扩展不确定度*U*

取包含因子，24℃的浴温波动性测量结果的扩展不确定度为：

(D.6)

附录E

流量示值误差不确定度评定示例

E.1 校准方法

按照7.3描述的方法测量，串联流量计和标准流量计，往流量计中通入干燥空气，比较两个流量计的测试值。

E.2 测量模型

流量示值误差测量模型见式（E.1）：

(E.1)

式中：

*ΔQ*——流量示值误差，mL/min；

*Q*——转子流量计示值，mL/min。

E.3 流量示值误差不确定度的评定

E.3.1 标准不确定度来源

对流量示值误差的不确定度由测量重复性引入的标准不确定度分量和标准流量计最大允许误差引入的标准不确定度分量组成。

E.3.2测量重复性引入的标准不确定度分量

以标准流量94mL/min为例，用转子流量计进行10次测量，测量结果见表E.1。

表E.1 重复10次测量结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 转子流量计示值/℃ | 95 | 95 | 93 | 94 | 97 | 93 | 95 | 98 | 94 | 94 |
| 示值误差  ΔQi/℃ | 1 | 1 | -1 | 0 | 3 | -1 | 1 | 4 | 0 | 0 |

示值误差的平均值。

采用贝塞尔公式计算单次测量的实际标准偏差：

(E.2)

式中：

——第i次测量结果，mL/min；

—— 10次测量结果的平均值，mL/min；

——测量次数。

实际测量以1次测量的值作为测量结果，故标准不确定度：

(E.3)

E.3.3 标准流量计最大允许误差引入的标准不确定度分量

以分辨力1mL/min的标准流量计进行测量，已知标准流量计的最大允许误差为±1mL/min，区间半宽为1mL/min，假设为均匀分布，则：

(E.4)

E.3.4 标准不确定度分量表

标准不确定度分量表见表E.2。

表 E.2 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度值/mL/min |
|  | 测量重复性引入的不确定度 | 1.619 |
|  | 标准流量计最大允许误差  引入的不确定度 | 0.577 |

E.3.5合成标准不确定度

各输入量之间相互独立，互不相关，因此：

(E.5)

E.3.6 扩展不确定度*U*

取包含因子，流量示值误差测量结果的扩展不确定度为：

(E.6)

附录F

时间示值误差不确定度评定示例

F.1校准方法

按照7.4描述的方法测量。将秒表和仪器上的计时器同时开启，当秒表到达300s时，同时停止，比较两者显示的时间差值是否在要求范围内。

F.2 测量模型

时间示值误差测量模型见式（F.1）：

(F.1)

式中：

——时间示值误差，s；

——实测秒表示值，s。

F.3时间示值误差不确定度的评定

F.3.1 标准不确定度来源

对时间示值误差的不确定度由测量重复性引入的标准不确定度分量和秒表最大允许误差引入的标准不确定度分量组成。

F.3.2 测量重复性引入的标准不确定度分量

以秒表到300s时，仪器计时器显示的结果为测试结果的方式，进行10次测量，测量结果见表F.1。

表F.1 重复10次测量结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 实测秒表示值/℃ | 300.1 | 300.1 | 300.3 | 300.2 | 300.1 | 300.0 | 300.2 | 300.2 | 300.2 | 300.3 |
| 示值误差 Δt*i*/℃ | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.3 |

计时器读数的平均值。

采用贝塞尔公式计算单次测量的实际标准偏差：

(F.2)

式中：

——第i次测量结果，s；

——10次测量结果的平均值，s；

——测量次数。

实际测量以1次测量的值作为测量结果，故标准不确定度：

(F.3)

F.3.3 秒表最大允许误差引入的标准不确定度分量

以测试范围(0～1000)s，分辨力0.1s的秒表进行测量，已知秒表的最大允许误差为±0.1s，区间半宽为0.1s，假设为均匀分布，则：

(F.4)

F.3.4 标准不确定度分量表

标准不确定度分量表见表F.2。

表F.2 标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度值/s |
|  | 测量重复性引入的不确定度 | 0.095 |
|  | 秒表最大允许误差  引入的不确定度 | 0.058 |

F.3.5合成标准不确定度

各输入量之间相互独立，互不相关，因此：

(F.5)

F.3.6 扩展不确定度*U*

取包含因子，时间示值误差测量结果的扩展不确定度为：

(F.6)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

JJF (石化) XXX- XXXX