



新疆维吾尔自治区地方计量校准规范

**JJF（新）13－2023**

插入式涡轮流量计校准规范

**Calibration Specification for Insertion Turbine Flowmeter**

2023-\*\*-\*\*发布 2023-\*\*-\*\*实施

**新 疆 维 吾 尔 自 治 区 市 场 监 督 局**  发 布

**JJF（新）13—2023**

插入式涡轮流量计校准规范

**Calibration Specification for**

**Insertion Turbine Flowmeter**

归 口 单 位:新疆维吾尔自治区市场监督管理局

主要起草单位：新疆维吾尔自治区计量测试研究院

本规范委托新疆维吾尔自治区流量容量计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

 陶 梅 (新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

马君刚 (新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

李晓宇 (新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

**参加起草人：**

甄兴虎（哈密市质量与计量检测所）

顾永超（中国石化西北油田分公司）

邢静芳(河北省计量监督检测研究院）

田 刚（黑龙江省计量检定测试研究院）

**目 录**

引 言 II

1 范围 1

2 引用文献 1

3 术语和计量单位 1

4 概述 2

4.1 工作原理 2

4.2 用途 2

4.3 结构和组成 2

4.4 信号输出方式 2

5 计量特性 3

5.1 准确度等级及最大允许误差 3

5.2 重复性 3

6 通用技术要求 3

7 校准条件 3

7.1 环境条件 3

7.2 测量标准及其他设备 4

8 校准项目和校准方法 4

8.1 校准项目 4

8.2 校准方法 4

8.3 流量计的相对示值误差 6

8.4 流量计的重复性 6

8.5 流量计特征系数调整 7

9 校准结果 7

9.1 校准记录 7

9.2 校准证书 7

10 复校校准间隔 7

附录A 插入式涡轮流量计校准原始记录 8

附录B 插入式涡轮流量计校准证书的内容 9

附录C 插入式涡轮流量计测量结果不确定度评定书（标准表法水流量装置） 11

# 引 言

本规范以JJF1001-2011《通用计量术语及定义技术规范》、JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1-2012《测量不确定评定与表示》为主要技术依据，共同构成了规范制定的基础性系列规范。

本规范参考了JJG 1037-2008 《涡轮流量计》、JJG 1033-2007 《电磁流量计》、JJG 643-2003 《标准表法流量标准装置》的相关内容，结合工作实际制定。

本规范为首次发布。

**插入式涡轮流量计校准规范**

# 范围

本规范适用于非贸易结算的插入式涡轮流量计（以下简称流量计）的实验室校准。

# 引用文献

本规范引用下列文献：

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

JJG 1037 涡轮流量计

JJG 1033 电磁流量计

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范/方法；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/方法。

# 术语和计量单位

* 1. 术语

本规范除引用JJF 1004-2004 流量计量名词术语及定义之外还使用下列术语。

3.1.1 插入式涡轮流量计 insertion turbine flowmeter

采用液体流经插入式叶轮，使叶轮旋转来测量流量的流量计。

3.1.2 标准状态流量 the standard state flow-rate

又称标况流量，是指压力为101325 Pa，温度为20 ℃状态下的体积流量。

3.1.3 工作状态流量 the working state flow-rate

又称工况流量，是指在当前工作压力和温度状态下的体积流量。

3.1.4 累积流量*Q* integrating value

在一定时间内流过流量计的流量值。

3.1.5 *K*系数 *K*-coefficient

 单位体积的液体流过流量计时流量计发出的脉冲数。

3.2 计量单位

3.2.1 体积单位（或累积流量单位）

立方米，符号m3；或升，符号L；立方分米，符号dm3；或毫升，符号mL。

3.2.2 瞬时流量单位

立方米每小时，符号m3/h；升每分钟，符号L/min；毫升每分钟，符号mL/min。

# 概述

## 工作原理

插入式涡轮流量计是一种通过叶轮旋转快慢来反映流量大小的累积式流量仪表或瞬时流量仪表。当液体流过流量仪表时，叶轮受液体流动的冲击而旋转，其旋转速度与液体的流速相关，流量与叶轮转速成正比关系。

## 用途

插入式涡轮流量计主要用于纯水机净水工程、水处理和再生领域、水量监测、食品与饮料加工、工业过程控制、过滤系统、泵保护等粘稠度较低的液体体积流量的测量。

## 结构和组成

插入式涡轮流量计由传感器和转换显示仪组成，传感器采用多叶片的叶轮感受流体的平均流速，属于具有水轮结构的切向叶轮流量计，见图1所示。



图1 插入式涡轮流量计结构示意图

## 信号输出方式

信号输出主要包括脉冲、模拟量或数字通信方式。

# 计量特性

## 准确度等级及最大允许误差

流量计在规定的流量范围内的准确度等级、最大允许误差符合表1的规定。流量计误差使用相对示值误差。

表1 准确度等级及最大允许误差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 准确度等级 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 |
| 最大允许误差（%） | ±0.5 | ±1.0 | ±1.5 | ±2.0 |

## 重复性

流量计的重复性应不超过相应准确度等级规定的最大允许误差绝对值的1/3。

**注：以上指标不做合格判定依据，仅供校准及测量不确定度评定时参考。**

# 通用技术要求

流量计铭牌或表体应清晰标明：

1. 产品及制造厂名称；
2. 产品规格及型号；
3. 出厂编号；
4. 准确度等级；
5. 适用管径；
6. 最大工作压力；
7. 流速范围；
8. 流量计特征系数；

 流量计应外观良好，密封性好，不得有裂纹、锈蚀等现象，管道与底座焊接处平整光滑；电气连接处应牢固不得松动脱落。

# 校准条件

## 环境条件

环境温度：（5～45）℃

相对湿度：15%～95%

大气压力：（86～106）kPa

## 测量标准及其他设备

7.2.1 流量标准装置

 应选用标准表法水流量标准装置或静态质量法水流量标准装置，标准装置的测量范围应与被校准流量计的流量范围、口径相适应，其扩展不确定度优于被检插入式涡轮流量计最大允许误差绝对值的1/3。

7.2.2 校准用液体

校准用液体一般可采用无夹杂空气、无纤维颗粒及其他可见颗粒等物质的清洁水。校准过程中液体应充满密闭管道且稳定。校准用液体温度范围应在（4～35）℃，且在每个流量点校准过程中，液体温度变化不超过±0.5 ℃。

7.2.3 安装要求

 插入式涡轮流量计必须按照说明书中的方式进行正确安装，以确保其准确性和稳定性。说明书中若无明确要求，安装位置应满足离上游任何扰动部件15倍公称直径，离任何下游扰动部件5倍公称直径的直管段中，安装同轴度符合流量计说明书要求，涡轮流量计的流向与水流一致。管道流速大于等于0.5 m/s时，流量计插入深度一般为1/5倍的公称管径处或延出底座外3 mm；流速小于0.5 m/s时，流量计插入深度为公称管径的（1/2～1/3）处。

# 校准项目和校准方法

## 校准项目

校准项目包括相对示值误差及相对示值误差的重复性。

## 校准方法

在校准前应在0.7*q*max～*q*max流量下运行至少5min，待流量稳定后调节校准实际流量至设定流量值。标准表法校准时，待流量稳定后校准时间不少于30s；静态质量法校准时，流量稳定后所累积流量不得小于校准流量下60s所对应的累积流量。

8.2.1 校准流量点

按照客户要求的校准点进行，当客户无要求时按照0.2*q*max，0.4*q*max，*q*max三个校准点进行校准。校准时确保每个流量点的实际流量与设定流量偏差不超过±5%。每个流量点校准次数不得少于3次，取3次相对示值误差的平均值作为该流量点的相对示值误差。

8.2.2 相对示值误差计算

（1）使用累积流量计算示值误差

流量计各流量点单次校准的相对示值误差为：

  （1）

式中：

——第 校准点第 次校准时被校流量计的相对示值误差，%；

——第 校准点第 次校准时被校流量计显示的累积流量值，m3；

——第 校准点第 次校准时标准装置换算到被校流量计状态时的累积流量值，m3。

（2）使用瞬时流量计算示值误差

  （2）

式中：

——第 校准点第 次校准时被校流量计的相对示值误差，%；

——第 校准点第 次校准时被校流量计显示的瞬时流量值或一次校准过程中多次读取瞬时流量的平均值，m3/h；

——第 校准点第 次校准时标准装置换算到被校流量计状态时的瞬时流量值，m3/h。

其中，当被校流量计使用脉冲输出时，可按下式计算：

  （3）

式中：

——第*i*校准点*j*次校准时被校流量计所输出的脉冲数；

*K* ——被校流量计系数（m3）-1，由流量计生产单位提供。

当被校流量计使用模拟信号输出时，应按被校流量计生产说明书中规定的方法进行计算；若输出信号为电流信号毫安时，可按下式计算；

 （4）

式中：

——第*i*校准点*j*校准时输出的电流信号值mA，计算时可取累积时间段内的平均值；

——被检流量计输出电流信号的下限值，一般为4mA，若有特殊规定可在流量计说明书中获得；

——被检流量计输出电流信号的上限值，一般为20mA，若有特殊规定可在流量计说明书中获得；

——被检流量计流量范围上限值，m3/h；。

8.2.3 流量计各校准流量点的相对示值误差

流量计各校准流量点的相对示值误差按下式计算：

  （5）

式中：

——第 校准点被校流量计的相对示值误差，%；

*n* ——第 校准点被校流量计校准次数。

## 流量计的相对示值误差

被校流量计的相对示值误差*E*为被校流量计各校准流量点的相对示值误差中绝对值最大的相对示值误差。

## 流量计的重复性

每个校准点重复校准次时，使用相对示值误差的流量计的重复性按下式计算：

  （6）

式中：

——流量计次校准以后第校准点的重复性。

## 流量计特征系数调整

 校准过程中如需调整流量计的特征系数，原系数与新系数应在原始记录和校准证书中注明。

## 校准结果

## 9.1 校准记录

校准记录应尽可能详尽地记载测量数据和计算结果，记录格式见附录A。

## 9.2 校准证书

经校准的流量计应出具校准证书，校准证书应包括的信息及推荐的校准证书内页格式见附录B。

当客户要求时，可以根据计量特性进行符合性判定，并将结论列入校准证书。进行符合性判定应考虑测量不确定度。

## 10 复校校准间隔

建议复校时间间隔为1年，使用特别频繁时应适当缩短。在使用过程中经过修理、更换重要器件等的一般需要重新校准。

由于复校时间间隔的长短是由环境试验设备的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定的，因此，用户可根据实际使用情况确定复校时间间隔。

**附录A**

## **插入式涡轮流量计校准原始记录**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 送检单号： |  |  | 证书编号： |  |
| 委 托 方： |  |  | 型号/规格： |  |
| 生产厂家： |  |  | 仪表编号： |  |
| 流量范围： |  |  | 环境温度： |  |
| 准确度等级： |  | 级 |  | 口径(DN)： |  |
| 校准技术依据： |  |  | 环境湿度： |  |
| 主要计量标准器具： |  |  | 型号规格： |  |
| 测 量 范 围： |  |  | 准确度等级： |  | 级 |
| 计量标准器证书号： |  |  | 计量标准器有效： |  |
| **校准结果与数据** |
| 1、随机文件及外观： |  | 2、功能性： |  |
| 4、校准结果和数据： |  |
| 校准用介质： |  | 校准方法： |  |  |  |  |
| 校准点 | 校准点流量 | 被校表电流 | 示值流量 | 标准质量 | 校准时间 | 标准流量 | 介质压力 | 介质温度 | 相对示值 | 示值误差 | 重复性 | 示值误差的测量不确定度 |
| (%) | (m³/h) | 示值(mA) | (m³/h) | (kg) | (s) | (m³/h) | （Mpa） | (℃) | 误差(%) | (%) | (%) | *U*rel (%) （*k=2*） |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 原系数： |  | 新系数： |  |  | 校准地点： |  |
| 校 准： |  | 核 验： |  |  | 校准时间： |  |

**附录B**

## **插入式涡轮流量计校准证书的内容**

B.1 校准证书的内容

校准证书至少包括以下信息：

1. 标题：“校准证书”；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点；
4. 校准证书编号，页码及总页数的标识；
5. 校准单位校准专用章；
6. 委托单位的名称和联络信息；
7. 被校计量器具的描述和明确标识：制造单位、名称、型号及出厂编号；
8. 校准日期；
9. 校准所依据的技术规范的名称及代号；
10. 本次校准所用的主要计量标准器具的名称、测量范围、不确定度或准确度等级或最大允许误差、证书编号及有效期；
11. 校准时的环境温度、相对湿度、校准用液体物性参数；
12. 校准人与核验人的签名；
13. 校准证书批准人的签名与职务；
14. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
15. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

 B.2 校准证书（内页）格式

1. **校准条件：**

1、校准介质：

2、介质温度：

3、流量范围：

4、介质压力：

1. **校准结果：**
2. 随机文件及外观：
3. 功能性：

3、示值误差、重复性及测量不确定度：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 校准点流量(m3/h) | 示值误差(%) | 重复性(%) | 示值误差的测量不确定度*U*rel（%）（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

校准内容结束

**附录C**

## **插入式涡轮流量计测量结果不确定度评定书（标准表法水流量装置）**

**C.1 概述**

**C.1.1 测量依据：**JJF（新）13-2023《插入式涡轮流量计校准规范》

**C.1.2 环境条件**

大气温度为（25.5±0.5）℃；大气相对湿度为（42±1）%；大气压为（93.0±0.5）kPa，校准用介质温度（19.2±0.2）℃；电源电压为（220±22）V，电源频率为（50±2.5）Hz；

**C.1.3 测量标准**

标准表法水流量标准装置，校准介质：循环水；准确度等级：0.2级。

**C.1.4 测量对象**

依据JJF(新)13-2023 插入式涡轮流量计校准规范，装置测量结果的扩展不确定度应不大于被校流量计最大允许误差绝对值的1/3，所以标准表法水流量标准装置能够开展2.0级插入式涡轮流量计的校准，此次开展校准实验的插入式涡轮流量计口径为DN50mm。

**C.1.5 测量过程**

在规定的环境条件下，将插入式涡轮流量计安装在标准表法水流量标准装置上，以循环水为校准介质。使校准液体流过插入式涡轮流量计，且处于正常运行状态，待流量稳定后进行正式校准。

依据本规范，插入式涡轮流量计流量点分别为0.2*q*max，0.4*q*max，*q*max，每个流量点重复校准3次，取3次相对示值误差的平均值作为该流量点的测量结果。把流量调到规定的流量值，等流量稳定后按装置操作要求运行一段时间，同时停止标准器记录功能和被校流量计输出功能，记录标准器和被校流量计的最终示值。分别取流量计和标准器的平均瞬时流量值，最终计算出各流量点的相对示值误差。在每次校准中，应读取并记录流量计显示仪表的示值、标准装置的示值和校准时间，还应根据需要测量并记录流体的温度和压力等。

**C.1.6 评定结果的使用**

符合上述条件下的测量结果，一般可直接使用本不确定度的评定结果。对于其它插入式涡轮流量计，可根据其口径和等级，参照本不确定度的评定方法。

**C.2测量模型**

**C.2.1 测量模型**

 …………………………………（C.1）

式中：

——第 校准点第 次校准时被校流量计的相对示值误差，%。

——第 校准点第 次校准时被校流量计显示的瞬时流量值，可以取一次校准过程中多次读取瞬时流量的平均值，m3/h。

——第 校准点第 次校准时标准装置换算到被校流量计状态时的瞬时流量，m3/h。

**C.2.2 灵敏系数**

对上式中各参量求偏导，得到灵敏系数如下：

.............................................................................................（C.2）

….............................................................（C.3）

**C.2.3 传播率**

根据上述测量模型，建立传播率

.........（C.4）

**C.3全部输入量的标准不确定度评定**

C.3.1 测量重复性引入的标准不确定度的评定

输入量的标准不确定度来源主要是被校流量计测量的重复性，可以通过连续测量得到一组测量列、……，从而得到一组示值误差的测量列，采用A类方法进行评定。

取一台口径DN50mm、流量范围（0.5～40）m3/h、准确度等级为2.0级的插入式涡轮流量计，流量点选择为，即40m3/h。用标准装置测量流量计，连续测量10次，得到一组测量值，见表C.1：

表C.1 重复测量的观测值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号n** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 测得值 | 39.66  | 39.70  | 39.73  | 39.57  | 39.49  | 39.62  | 39.49  | 39.37  | 39.67  | 39.53  |
| 测得值 | -1.42  | -1.54  | -1.79  | -1.83  | -1.75  | -1.48  | -1.89  | -1.67  | -1.41  | -1.38  |

单次测量的实验标准差：

=0.19%（*n*=10）………………........……....……（C.5）

实际测量情况，在重复性条件下连续测量3次，以3次测量算术平均值为测量结果，则可得到相对标准不确定度为：

 ……………...…………....…..（C.6）

C.3.2 标准装置引入的标准不确定度的评定

输入量标准不确定度主要来源于标准装置的扩展不确定度，采用B类方法评定。

依据检定证书，标准表法水流量标准装置的相对扩展不确定度为：*U*rel=0.20%，*k*=2，所以其标准不确定度为：=0.20%/2=0.10%。

根据以上标准不确定度分量汇总见下表C.2：

表C.2 标准不确定度分量表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量*ui* | 不确定度来源 | 相对标准不确定度 % | 灵敏系数 | 概率分布 |
|  | 被测流量计的重复性 | 0.11 | 1 | 正态分布 |
|  | 标准装置引入的不确定度 | 0.10 | 1 | 正态分布 |

**C.4 合成标准不确定度的评定**

根据公式（C.4），计算合成标准不确定度为：



**C.5 扩展不确定度的评定**

 取包含因子*k* = 2，则相对扩展不确定度*U*rel *=k*×*=*0.30%

**JJF（新）13－2023**

**新疆维吾尔自治区**

**地方计量校准规范**

插入式涡轮流量计校准规范

**JJF(新)13－2023**

**新疆维吾尔自治区市场监督管理局发布**

\*

**版权所有 不得翻印**

\*

**880mm×1230mm 16开本**

**2024年2月第1版 2024年2月第1次印刷**

**印数 1-100**