

新疆维吾尔自治区地方计量校准规范

**JJF（新）12－2023**

液体流量计在线校准规范

**Online Calibration Specification for Liquid Flowmeter**

2023-00-00发布 2023-00-00实施

新 疆 维 吾 尔 自 治 区 市 场 监 督 管 理 局 发 布

**JJF（新）12—2023**

液体流量计在线校准规范

**Online Calibration Specification for Liquid 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：

闫好奎（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

赵志方（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

王 杰（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

参加起草人：

魏晓斌（昌吉州计量检定所）

于洪波（独山子石化公司信息网络公司）

谢怀彪（克拉玛依市质量与计量检测所）

 **目 录**

引 言 II

1 范围 1

2 引用文件 1

3 术语和计量单位 1

4 概述 2

4.1 液体流量计在线校准 2

5 计量特性 3

5.1 示值误差 3

5.2 重复性 3

6 校准条件 3

7 校准项目和校准方法 4

7.1 校准项目 4

7.2 校准方法 4

8 校准结果 7

9 复校时间间隔 7

附录 A 8

液体流量计校准记录内页格式 8

附录 B 9

校准证书内页格式 9

附录 C 10

测量结果不确定度评定实例 10

附录 D 14

#

# 引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支持本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

**液体流量计在线校准规范**

# 范围

本规范适用于串联在封闭管道上的液体流量计的在线校准。液体流量计介质一般为水或者其他液体。包括电磁流量计、超声流量计、涡街流量计、涡轮流量计等。

# 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG1030 超声流量计

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

JJF1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF1358 非实流法校准DN1000～DN15000液体超声流量计校准规范

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。

# 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 在线校准 online calibration

校准人员携带测量标准到客户现场， 为确定测量仪器在线使用时所指示的量值与对应的测量标准所复现的量值之间关系的一组操作。

3.1.2 流量计特征系数 meter characteristic coefficient

可通过修改其数值而改变流量计计量性能的参数。

3.2 计量单位

 体积单位：立方米，m3；

流量单位：立方米每小时，m3/h；

压力单位：千帕或兆帕，kPa 或 MPa；

温度单位：摄氏度，℃；

时间单位：小时，h；分钟，min；秒，s；

# 概述

## 液体流量计在线校准

液体流量计是用于测量液体流量的一种测量设备。在实际工作中，相当数量的液体流量计安装到工作现场后，由于拆卸不便、工艺流程不能中断等原因，无法做到按期到技术机构实验室进行校准，需进行在线校准。

4.1.1 外夹超声在线校准方法

在现场条件允许的情况下，保证外夹超声流量计安装直管段条件下，可以使用外夹超声流量计开展在线校准，超声在流动的液体中传播时，其传播时间或者相位可以载上液体流速信息，通过在液体中传播的超声可以检测出液体流速。在线校准时，将便携式超声流量计安装在被测液体流量计附近的直管段上，进行量值的比较。现场安装示意图如图1。

 图1 便携式超声流量计现场校准示意图

4.1.2 移动式液体流量标准装置在线校准方法

在现场条件允许的情况下，可以使用移动式液体流量标准装置开展在线校准。移动式液体流量标准装置的工作原理和使用方法如图2所示。如果移动式液体流量标准装置无法和被检液体流量计串联，可以将移动式液体流量标准装置布置在现场附近，短时间内把被检液体流量计从管道上拆下，使用移动式液体流量标准装置校准液体流量计，然后把被检液体流量计装回管道。



图2 移动式液体流量标准装置现场校准示意图

# 计量特性

## 示值误差

液体流量计在规定的流量范围内准确度等级、最大允许误差见表1。

**表1 液体流量计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 | 2.5 |
| 最大允许误差/% | ± 0.5 | ± 1.0 | ± 1.5 | ±2.0 | ±2.5 |

## 重复性

液体流量计的示值重复性不超过最大允许误差绝对值的1/3。

\*注：以上指标不用于合格判据， 仅供参考。

# 校准条件

6.1 校准环境条件

环境温度：（-20～45）℃

大气压力：（86～106）kPa

环境相对湿度：（10～85）%

6.1.2 应无影响流量计正常工作的外界磁场和机械振动。

6.1.3 液体介质不应夹杂气体，试验管段保持满管状态。场地满足安全操作要求。电源满足现场工况要求。直管段应满足被检流量计对直管段的要求。

6.2 计量标准及配套设备

校准中使用的计量标准及配套设备见表2。

**表2 标准器及配套设备**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准表法(外夹式超声流量计 ) | 设备名称 | 测量范围 | 最大允许误差或 准确度等级 |
| 主要设备 | 超声流量计 | DN(50~3000)mm | 不低于1.0级 |
| 配套设备 | 游标卡尺 | 300 mm | ±0.04 mm |
| 钢卷尺 | 20 m | 不低于1级 |
| 电子秒表 | 0~1 h | ±0.5 s |
| 测厚仪 | 0~100 mm | ±0.1 mm |
| 串联移动式校准装置 | 主要设备 | 装置流量范围应与被校流量计的流量范围相适应，装置的扩展不确定度应小于或等于被校流量计最大允许误差绝对值的1/2。 |
| 配套设备 | 压力测量、数据采集、信号处理、数据处理及通讯不确定度所引起的流量测量不确定度应不超过移动式装置扩展不确定度的1/5。否则，装置合成标准不确定度应考虑压力测量、数据采集、信号处理、数据处理及通讯不确定度 。 |

# 校准项目和校准方法

## 校准项目

 校准项目及对应的校准方法条款见表3。

**表3 校准项目一览表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准方法 |
| 1 | 环境、工况及参数检查 | 7.2.1 |
| 2 | 示值误差 | 7.2.2 |
| 3 | 重复性 | 7.2.3 |
| 注：可根据实际应用需要，选择需要校准的项目。 |

## 校准方法

7.2.1 环境、工况及参数检查

查看液体流量计的铭牌或者说明书。液体流量计安装地点的温度、湿度应符合要求。介质压力应符合要求。液体流量计安装地点应没有明显的机械振动和电磁干扰。液体流量计应该安装在直管段上，前后直管段长度满足使用要求，在直管段范围内不应该安装阀门、三通、过滤器、单向阀等结构。查看液体流量计内部参数设置，例如介质类型、介质温度、介质密度、管径等，参数设置应该和现场情况一致。液体流量计附近管段如果有变径，则测量标准和被检液体流量计的管径设置应该不同。液体流量计内部参数设置如果有温度和压力修正的，进行检查及设置，和现场情况保持一致。

7.2.2 示值误差

7.2.2.1校准前的准备工作。

标准表安装管段外直径*D*的测量。用游标卡尺或钢卷尺在换能器安装位置附近测量。测量位置如果有防腐层或者铁锈，应该去除防腐层或者铁锈，打磨光滑后进行测量。进行*n*(*n*≥3)次测量，其测量结果按公式(1)计算。

 (1)

标准表安装管段壁厚*d*的测量。在换能器安装位置附近分散选择*n*(*n*≥5)个测量点，清除油漆、铁锈等覆盖物，使用测厚仪测量管道壁厚*d*，其测量结果按公式 (2)计算。

 (2)

对无法测量的参数，如管道材质、衬里材料、厚度等，可以要求客户提供技术资料，现场查明确认。

7.2.2.2示值误差的校准

根据现场实际情况确定校准流量点。如果现场流量可以进行调节，在调节范围内选择3个流量点，或者根据客户指定，选择其常用的流量点。如果现场不能自由调节流量值，可在不同的时间段进行不同流量点的校准。以上条件均无法满足的，则进行单点流量校准。每个流量点校准次数不少于10次。测量前应对超声流量计的零点进行检查，确定超声流量计零点无漂移后，可采用累积流量或瞬时流量两种方法进行校准。安装到位后，超声流量计测量至少5 min，待流量稳定后进行测量。

采用瞬时流量时，则至少分别读取10个数值，读数间隔不小于10 s，取其平均值。每次校准，当流量计的流量稳定，其流量最大值与最小值之差小于5%时，同时读取并记录液体流量计和标准流量计的示值。

单次校准示值误差见公式（3）。

  （3）

式中：

 — 第i测量点第j次测量的示值误差，%；

 — 第i测量点第j次测量的液体流量计示值，m3/h；

 — 第i测量点第j次测量的标准值，m3/h；

采用累积流量校准时,应同步采集测量标准与被检液体流量计的起止时间，读取6个以上累计数值，每次累计时间不少于5 min，读数间隔不小于3 min。

单次校准示值误差见公式（4）。

  （4）

式中：

 — 第i测量点第j次测量的示值误差，%；

 — 第i测量点第j次测量的液体流量计累计量示值，m3；

 — 第i测量点第j次测量的标准值累计量，m3；

各校准点的示值误差见公式（5）。

 （5）

液体流量计示值误差为各检定点示值误差的绝对值为最大的检定点的示值误差。

7.2.3 示值重复性

在第i个流量点，示值误差的重复性*Eri*按式(6)计算：

  （6）

液体流量计的重复性计算按式(7)计算

 （7）

式中： — 液体流量计的重复性；

## 8 校准结果

校准原始记录格式见附录A。依据本规范校准后的液体流量计出具校准证书，校准证书格式见附录B。

## 9 复校时间间隔

复校时间间隔由液体流量计使用实际工况、仪器设计性能等诸多因素所决定，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，一般复校时间间隔不超过1年。

附录 A

**液体流量计校准记录内页格式**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点（m3/h） | 标准流量(m3/h或m3 ) | 被校表流量(m3/h或m3) | 示值误差% | 平均误差% | 重复性% | 示值误差的扩展不确定度%(*k*=2) |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 测量值(mm) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 |
| 外径 *D* |  |  |  |  |  |  |
| 壁厚 *d* |  |  |  |  |  |  |

附录 B

**校准证书内页格式**

一、外观检查：

二、校准结果：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准流量点(m3/h) | 示值误差(%) | 重复性(%) | 示值误差测量结果不确定度*U (k=2)* |
| 1 |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |

 校准内容结束

**附录 C**

**测量结果不确定度评定实例**

C.1 概述

C 1.1 测量依据

依据本校准规范所描述的方法，在规定的环境条件对液体流量计进行校准。

C 1.2 环境条件

温度为（-20～45）℃，相对湿度（10～85）%，大气压力为（86～106）kPa。

C 1.3 测量标准

便携式超声流量计，准确度0.5级。

C 1.4 被测对象

液体流量计，型号：JD-LS6，测量范围（0～300）m3/h，准确度2.0级

C.2 测量模型

C.2.1 测量模型



式中： 液体流量计的示值误差（%）；

 液体流量计的示值（m3/h）；

 标准装置的示值（m3/h）；

C.2.2 灵敏系数

 根据示值误差的测量模型可知，灵敏系数：

 

在实际测量过程中，*q*和*q*s的值非常接近，即*q*≈*q*s，则有：

 

C.2.3 传播率公式

因为各输入量彼此独立不相关，所以



=

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*u*（*q*）

由于在实际的测量过程中，测量结果不一致的原因，一方面来自于测量标准的重复性，另一方面来自于管道内流体自身的流量波动，且其数值往往会大于测量标准的重复性。因此，为了准确评估测量标准重复性引入的不确定度，去除管道内流体流量波动的影响，选择在实验室环境下，在液体流量标准装置上进行重复性实验。流量点选择为150 m3/h。液体流量标准装置的流量稳定在150 m3/h，稳定5 min后，使用便携式超声流量计连续测量10次，得到一组示值的测量列，见表C.1：

表C.1 重复测量的观测值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 示值m3/h | 150.3  | 150.9  | 150.5  | 150.3  | 150.6  | 151.0  | 151.0  | 150.6  | 150.3  | 150.6  |

单次测量的实验标准差：

0.2767 m3/h，n=10

实际校准时以10次测量平均值作为测量结果，则标准不确定度为：

m3/h

C.3.2 标准装置引入的标准不确定度*u1*（*q*s）

在选定测量点，测量标准的示值最大允许误差为±（150×0.005）m3/h，所以其标准不确定度为：

 m3/h

C.3.3便携式超声流量计入射角α的测量值引入的不确定度

入射角α的测量值引入的不确定度主要影响便携式超声流量计的示值，和测量重复性引入的不确定度重叠，故不作考虑。

C.3.4人工读数误差引入的不确定度*u2*（*q*s）

在现场进行校准时，人工读数误差引入的不确定度，在150 m3/h这个测量点，读数跳变为1 m3/h，读数误差为±0.5 m3/h，则其引入的不确定度为

 m3/h



所以，在选定测量点，



=0.5206 m³/h

C.3.5标准不确定度汇总表

表C.2标准不确定度汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度 | 概率分布 |
| *u*（*q*） | 测量重复性 | 0.0277 m3/h | 正态 |
| *u*（*q*s） | 标准装置引入的不确定度*u1*（*q*s） | 0.5206 m3/h | 均匀 |
| 人工读数误差引入的不确定度*u2*（*q*s） |

C.4合成标准不确定度的评定

按照传播率公式，

 =

 ≈ 0.35%

 C.5扩展不确定度的评定

取包含因子*k* = 2，则扩展不确定度为：

 0.70%

附录 D

时差法超声波流量计安装方法(推荐)

D.1 确定安装地点

应将时差法超声波流量计(以下简称标准表)串联安装在被校流量计上游(或下游)直管段中，最好是上游侧。安装时应尽量保证换能器前10D后5D为直管段。当上游存在泵、阀等设备时，直管段的长度应尽量保证达30D以上。

D.2 确定安装尺寸

选定安装位置后应将管道外壁的锈蚀、油漆、防腐、保温清除干净且打磨光滑。按[7.2.2.1](https://6.3.2.2)的方法测量的管道外径和管道壁厚度参数输入标准表内，计算出换能器安装距离，在管道上划线定位，以便准确安装。

D.3 安装

(1)标准表的换能器要尽量安装在管道侧面的正侧线上。

(2)在换能器表面均匀涂以耦合剂，将换能器上定位标记对准安装位置，使其发射面与管壁紧密接触，然后用紧固件将换能器固定在管道上。将换能器信号传输电缆连接到传感器上，将信号调试到最佳状态。