\*



黑龙江省地方计量技术规范

JJF（黑）XX—2024

小流量计量泵校准规范

Calibration Specification

for Small-flow Metering Pump

（审定稿）

2024-XX-XX发布 2024-XX-XX实施

黑龙江省市场监督管理局 发 布

小流量计量泵校准规范

JJF（黑）XXX—2024



JJF（黑）XX—2024

Calibration Specification

for Small-flow Metering Pump

归口单位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：黑龙江省计量检定测试研究院

本规范委托黑龙江省计量检定测试研究院负责解释

本规范主要起草人：

田 钢（黑龙江省计量检定测试研究院）

高 旭（齐齐哈尔市检验检测中心）

康春生（黑龙江省质量监督检测研究院）

李 昊（黑龙江省计量检定测试研究院）

王 杰（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

宋明谦（齐齐哈尔市检验检测中心）

陈 犁（黑龙江省计量检定测试研究院）

参加起草人：

高 崴（黑龙江省计量检定测试研究院）

崔文雅（黑龙江省计量检定测试研究院）

陈宝亮（黑龙江省市场监督管理审核查验中心）

目 录

[引言 (Ⅱ](#_Toc5451))

[1 范围 (1](#_Toc9390))

[2 引用文件 (1](#_Toc32511))

[3 术语 (1](#_Toc4626))

[3.1 计量泵 (1](#_Toc115))

[3.2 计量腔 (1](#_Toc115))

[3.3 最大行程长度 (1](#_Toc115))

[3.4 相对行程长度 (1](#_Toc115))

[3.5 标准状态流量 (1](#_Toc115))

[3.6 工作状态流量 (2](#_Toc115))

[3.7 累积流量Q (2](#_Toc115))

[4 概述 (2](#_Toc21877))

[5 计量特性 (2](#_Toc7530))

[5.1 准确度等级和最大允许误差 (2](#_Toc1253))

[5.2 重复性 (3](#_Toc145))

[6 校准条件 (3](#_Toc17120))

[6.1 环境条件 (3](#_Toc14572))

[6.2 测量标准及其他设备 (3](#_Toc18703))

[7 校准项目和校准方法 (3](#_Toc1603))

[7.1 校准项目 (3](#_Toc30849))

[7.2 校准方法 (3](#_Toc3115))

[8 校准结果的表达 (6](#_Toc6702))

[9 复校时间间隔 (6](#_Toc15501))

[附录A](#_Toc14829) [校准记录格式（推荐性） (7](#_Toc30536))

[附录B](#_Toc4145) [校准证书结果内页格式（推荐性） (8](#_Toc3950))

[附录C](#_Toc13752) 相对示值误差[测量结果不确定度评定示例 (9](#_Toc11530))

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》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

小流量计量泵校准规范

# 1 范围

本规范适用于50m3/h以下小流量计量泵的校准。

# 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 643 标准表法流量标准装置

JJG 667 液体容积式流量计

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

GB/T 7782—2020 计量泵

GB/T 7784—2018 机动往复泵试验方法

GB/T 7785—2013 往复泵分类和名词术语

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 术语

3.1 计量泵 metering pump

能够通过流量（或行程长度）调节机构（或设备），按流量（或相对行程长度）显示机构（或设备）上的示值精确地调节和输送流体的泵。

3.2 计量腔 metering room

计量泵内已知容积的腔室。

3.3 最大行程长度 maximum length of stroke

具有行程长度调节机构的计量泵的行程长度允许调节的最大值单位：勒克斯，符号：lx。

3.4 相对行程长度 relative length of stroke

具有行程长度调节机构的计量泵的任一行程长度与最大行程长度的比值。一般隔膜式计量泵行程长度调节机构的刻度值用相对行程长度表征。

3.5 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。

3.6 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。

3.7 累积流量Q integrated value

在一定时间内流过流量计的流量值。

# 4 概述

小流量计量泵（以下简称为计量泵）是一种定量输送流体的设备，通过计量腔充满和排放流体的次数或位移来测量排出流体的流量，实现调节、计量液体流量的功能。其突出特点是可以保持与排出压力无关的恒定流量。使用计量泵可以同时完成输送、计量和调节的功能，从而简化生产工艺流程。使用多台计量泵，可以将几种介质按准确比例输入工艺流程中进行混合。计量泵主要由动力源、传动机构、计量腔、调节机构和显示机构等部分组成。计量泵按照计量腔结构可分为隔膜式和柱塞式，结构见图1和图2所示。

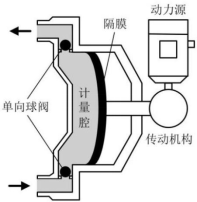


图 1 隔膜式计量泵结构示意图

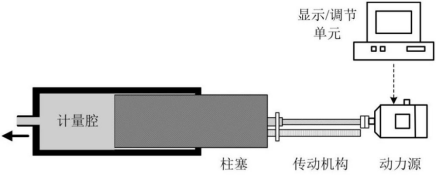


图 2 柱塞式计量泵结构示意图

# 5 计量特性

5.1 计量泵在规定范围内的输出流量准确度等级和最大允许误差见表1。

表 1 准确度等级及最大允许误差对应表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |

5.2 重复性

计量泵的重复性应不超过最大允许误差绝对值的1/3。

注：

1以上所有计量特性技术指标仅提供参考，不适用于合格性判定。

2数显式计量泵采用上述级别判定，非数显式计量泵按照说明书进行校准。

# 6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度：（5～35) ℃；湿度：（35～85)%RH；大气压力：（86～106）kPa。

6.1.2 校准介质一般为水。水为单相的稳定流体。

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 测量标准及其他设备一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 测量范围 | 准确度等级或最大允许误差 |
| 1 | 水流量标准装置 | （0～50）m3/h | 0.15级及以上 |
| 2 | 电子天平 | （0.01～600000）g | 级及以上 |
| 3 | 标准金属量器 | 1L,2L,5L,20L,50L,100L | 二等及以上 |
| 4 | 温度计 | （0～50） ℃ | MPE：±0.2 ℃ |
| 5 | 密度计 | (650～1500)kg/m3 | 二等及以上 |
| 6 | 秒表 | （0～1）h | ±0.01 s/h |
| 7 | 量筒 | （0～1）L | ±10 ml |
| 8 | 量杯 | （0～1）L | ±10 ml |

# 7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

7.1.1 计量泵输出流量相对示值误差的校准。

7.1.2 计量泵输出流量重复性的校准。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

校准前使计量泵通电预热，在校准流量下运行10 min，排出管路内的气体，等待流体温度、压力和流量稳定后进行校准。

7.2.2 计量泵输出流量的校准

7.2.2.1 校准点与校准次数

校准点应根据被校仪器的实际适用范围按用户需要确定。当用户无要求时，在相对行程长度为100 %、50 %、20 %处校准计量泵的输出流量。每个点至少校准3次。

7.2.2.2 校准步骤

校准操作应在工况条件下进行。将计量泵的行程调节机构置于校准点位置，待流体温度、压力和流量稳定后，从加注口处将介质开始注入标准金属量器或称重容器，同时启动秒表开始计时。运行一段时间后停止加注，同时停止计时。注入时间不小于1min。

使用容量比较法校准时，应按规定提前润湿标准器内壁，并记录试验过程中标准金属量器内的介质温度。

使用衡量法校准时，应在每次试验后记录介质密度。

使用标准表法校准时，提前润滑其泵的内壁，并记录标准器和计量泵处的温度。

7.2.3 数据处理

7.2.3.1 衡量法

在第个校准点，第次试验中，计量泵排出液体流量的实际值按式（1）计算。

 （1）

式中：

——第个校准点，第次试验，电子天平测得液体的质量，kg；

——第个校准点，第次试验，称量容器内液体的密度，kg/m3；

——第个校准点，第次试验的试验时间，s；

——浮力修正因子，按式（2）计算。

  （2）

式中：

——电子天平检定时所用标准砝码的密度，kg/m3;

——空气密度，kg/m3。

——第个校准点，第次试验，称量容器内液体的密度，kg/m3；

7.2.3.2 容量比较法

在第个校准点，第次试验中，计量泵排出液体流量的实际值按式（3）计算。

  （3）

式中：

——第个校准点，第j次试验，标准金属量器读出的容积，L；

——第个校准点，第j次试验，标准金属量器内的液体温度，℃；

——标准金属量器的体膨胀系数，℃-1。

——第个校准点，第j次试验的试验时间，s；

7.2.3.3 标准表法

在第个校准点，第次试验中，计量泵排出液体流量的实际值按式（3）计算。

  （4）

7.2.3.4 示值误差

在第个校准点，第次试验中。计量泵输出液体流量按公式（1）或（3）或（4）计算，单次测量相对示值误差按公式（5）计算

 （5）

式中：

——第个校准点，第次校准，计量泵输出流量相对示值误差，%；

——第个校准点，第次校准，计量泵设定的输出流量值，m /h。

第 i 个校准点，计量泵输出流量的平均相对示值误差 Ei 按式（6）计算。

 （6）

式中：

n——校准次数；

——第个校准点，第次校准，计量泵输出流量相对示值误差，%；

7.2.3.5 重复性计算

第i个校准点，计量泵输出流量的重复性按式（7）计算。

 （7）

式中：

——第个流量点，计量泵输出流量相对示值误差的最大值；

——第个流量点，计量泵输出流量相对示值误差的最小值；

——极差系数，其值见表3。

表3 极差系数数值表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准次数n | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 极差系数 | 1.69 | 2.06 | 2.33 | 2.53 |

# 8 校准结果表达

经校准的小流量计量泵出具校准证书，给出校准结果以及校准不确定度。校准原始记录格式（推荐性）见附录A，校准证书内页的信息和格式（推荐性）见附录B。

# 9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由小流量计量泵的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定，因此使用单位可根据实际使用情况决定复校时间间隔，建议复校时间间隔不超过1年。

附录A  
 校准原始记录格式（推荐性）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 委托单位 |  | | | 证书编号 | |  |
| 器具名称 |  | | | 制 造 厂 | |  |
| 型号规格 |  | | | 校准地点 | |  |
| 出厂编号 |  | | | 技术依据 | |  |
| 介质温度 |  | | | 流量范围 | |  |
| 温 度 |  | | | 相对湿度 | |  |
| 校准人员 |  | | | 核验人员 | |  |
| 校准日期 |  | | | 备 注 | |  |
| 校准使用的计量标准器 | | | | | | |
| 标准器名称 | | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/  最大允许误差 | | 证书编号及有效期 | |
|  | |  |  | |  | |
|  | |  |  | |  | |

校准记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点 | 校准流量  m3/h | 指示流量  m3/h | 校准时间  s | 流量泵压力kPa | 流量泵温度  ℃ | 标准器压力  kPa | 标准器温度  ℃ | 单次示值误差  % | 相对示值误差  % | 重复性% | 扩展不确定度*U*rel，*k*=2 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

附录B  
校准证书内页格式（推荐性）

1、校准时介质温度： ℃

2、校准流量范围：（ ～ ）m3/h

3、校准结果：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 流量点（m3/h ） | 相对示值误差（%） | 重复性  （%） | 相对示值误差的扩展不确定度*U*rel（%），*k*=2 |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |

附录C  
相对示值误差测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被校仪器：机械式隔膜计量泵；准确度等级：1.0 级。

C.1.2 测量标准：二等金属量器，50 L、20 L、10 L。

C.1.3 环境条件：温度25. ℃；湿度42%RH；大气压 93.0kPa；介质温度（19.4±0.2）℃。

C.1.4 测量方法：依据本规范中的规定。

C.2 测量模型



式中：

——第 校准点第 次校准时被校计量泵的相对示值误差，%。

——第 校准点第 次校准时被校计量泵显示的累积流量值，m3。

——第 校准点第 次校准时标准装置换算到被校计量泵状态时的累积流量值，m3。

C.3 不确定度传播率和灵敏系数

根据上述测量模型，建立传播率



各影响量的灵敏系数计算： 



C.4 各输入量的标准不确定度评定

C.4.1 测量重复性引入的标准不确定度

取一台口径DN32 mm、流量范围（0.5～40）m3/h、准确度等级为1.0级的计量泵，流量点选择为0.2，即10 m3/h。用标准装置测量计量泵，连续测量10次，在室温20.2 ℃下，每次测量时间60 s，得到一组测量值，见表C.1：

表C.1 重复测量的测得值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测得值 | 0.166 | 0.17 | 0.191 | 0.168 | 0.167 | 0.196 | 0.169 | 0.17 | 0.188 | 0.187 |

单次测量的实验标准差：

=0.0012 m3

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：

m3

其相对标准不确定度

C.3.2 标准装置引入的标准不确定度

C.3.2 1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。

依据溯源证书，流量标准装置的相对扩展不确定度为：*U*rel=0.05 %，*k*=2，所以其相对标准不确定度为：=0.05 %/2=0.025 %。

根据以上计算标准不确定度分量汇总表见 表2

表2 标准不确定度分量表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 相对标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 相对标准不确定度 % | 灵敏系数 |
|  | 被测计量泵的重复性 | 0.42 |  |
|  | 标准装置引入的不确定度 | 0.025 | - |

C.4 合成标准不确定度

合成相对标准不确定度为：

C.5相对示值误差的扩展不确定度

取包含因子 *k*=2，扩展不确定度为：

JJF（黑）xx—2024