

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—202X

液体计量泵流量参数校准规范

Calibration Specification for

Flow Parameter of Liquid metering Pump

（征求意见稿）

202X-XX-XX发布 XXXX-XX-XX实施

国家市场监督管理总局 发 布

液体计量泵流量参数校准规范

JJF XXXX—202X

Calibration Specification for

Flow Parameter of Liquid metering Pump

归 口 单 位：××××

主要起草单位：××××

参加起草单位：××××

本规范委托××××技术委员会（由起草单位）负责解释

本规范主要起草人：

×××（起草人所在单位名称）

参加起草人:

×××（起草人所在单位名称）

目 录

[引言 （Ⅱ）](#_Toc46677260)

[1 范围 （1）](#_Toc46677260)

[2 引用文件 （1）](#_Toc46677261)

[3 术语和计量单位 （1）](#_Toc46677262)

[3.1 术语 （1）](#_Toc46677263)

[3.2 计量单位 （2）](#_Toc46677264)

[4 概述 （3）](#_Toc46677265)

[4.1 工作原理 （3）](#_Toc46677266)

[4.2 结构形式 （3）](#_Toc46677267)

[5 计量特性 （3）](#_Toc46677268)

[5.1 流量计量准确度 （3）](#_Toc46677269)

[5.2 测量不确定度 （3）](#_Toc46677275)

[6 校准条件 （4）](#_Toc46677271)

[6.1 环境条件 （4）](#_Toc46677272)

[6.2 运行工作条件 （4）](#_Toc46677273)

[6.3 校准的装置和设备 （4）](#_Toc46677274)

[7 校准项目和校准方法 （6）](#_Toc46677276)

[7.1 校准项目 （6）](#_Toc46677277)

[7.2 校准方法 （6）](#_Toc46677278)

[8 校准结果 （10）](#_Toc46677279)

[9 复校时间间隔 （10）](#_Toc46677284)

[附录A 校准记录内容格式 （11）](#_Toc46677286)

[附录B 校准证书内页内容格式 （13）](#_Toc46677287)

[附录C 测量不确定度评定示例 （14）](#_Toc46677288)

引 言

本规范依据JJF1071-2010《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》的规定制~~定~~订，并结合我国计量泵的技术水平及行业现状编写而成。

本规范所用术语，除在本规范专门定义外，均采用JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和JJF 1004-2004《流量计量名词术语及定义》。

本规范~~是~~为首次~~制定~~发布。

液体计量泵流量参数校准规范

# 1 范围

本规范适用于黏度为0.3mm2/s～2000mm2/s的液体柱塞计量泵和隔膜计量泵(以下简称“计量泵”)流量参数的校准。

# 2 引用文件

JJF1001 通用计量术语及定义

JJF1004 流量计量名词术语及定义

JJF1059.1 测量不确定度评定与表示

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

GB/T 3214-2007 水泵流量的测定方法

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 术语和计量单位

## 3.1 术语

3.1.1 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）指示机构（或设备）上的指示值精确地进行调节和输送流体的泵。

3.1.2 柱塞计量泵 plunger metering pump

工作腔内做直线往复位移的原件是柱塞（活塞）的计量泵。

3.1.3 隔膜计量泵 diaphragm metering pump

工作腔内做周期性挠曲变形的元件是薄膜状弹性元件的计量泵。

3.1.4 工作腔 working chamber

位移元件（活塞、柱塞等）或弹性元件（隔膜等）在其中做往复位移或周期性挠曲变形，从而能直接改变其中容积的密闭空腔。

3.1.5 流量校准 flow calibration

在额定工况或实际工况条件下的一组操作，确定由测量标准测量的流量值与计量泵输出理论流量值之间的关系，用此信息确定由示值获得测量结果的关系，这里测量标准提供的流量值与计量泵流量值都具有测量不确定度。

3.1.6 额定工况 rated operating condition

设计规定的泵应达到的工作状况。

3.1.7 实际工况 operating condition

泵在实际运行中的工作状况。

3.1.8 额定压差 rated differential pressure

泵的额定排出压力与泵的额定吸入压力之差。

3.1.9 有效净正吸入压力NPSHa net positive suction head available

泵入口处流体所具有的超过该流体输送温度下饱和蒸汽压的能量，由泵的安装条件确定。

3.1.10 必须的净正吸入压头NPSHr net positive suction head required

在额定条件下，泵制造厂通过试验确定的泵正常运行时所需要的静压吸入压头（不包括加速度头）。

3.1.11 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。

3.1.12 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，用百分数表示。

## 3.2 计量单位 measurement unit

~~3.2.1~~ 瞬时流量~~单位~~：升每小时或立方米每小时，符号L/h或m3/h。

~~3.2.5~~ 累积流量（体积）~~单位~~：立方米或升或毫升，符号m3或L或mL。

~~3.2.6~~ 累积流量（质量）~~单位~~：千克或克，符号kg或g。

~~3.2.2~~ 压力~~单位~~：帕[斯卡] 或千帕，符号Pa或kPa。

~~3.2.3~~ 长度~~单位~~：米或毫米，符号m或mm。

~~3.2.4~~ 温度~~单位~~：摄氏度，符号℃。

~~3.2.7~~ 时间~~单位~~：秒或分钟或小时，符号s或min或h。

~~3.2.8~~ 密度~~单位~~：千克每立方米，符号kg/m3。

# 4 概述

## 4.1 工作原理

计量泵是一种定量输送流体的设备，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）指示机构（或设备）上的指示值准确地进行调节和输送液体。

## 4.2 结构形式

计量泵主要由动力源、传动机构、工作腔、调节机构和显示机构等部分组成。柱塞计量泵工作腔内做直线往复位移的原件是柱塞（活塞）；隔膜计量泵工作腔内做周期性挠曲变形的元件是薄膜状弹性元件。

# 5 计量特性

## 5.1 流量计量最大允许误差

泵在额定条件下的实际流量值应不低于泵的额定流量值，调节范围应不小于额定值。泵的流量计量最大允许误差见表1。

表1 流量计量最大允许误差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量参数 | 最大允许误差值 / % | | |
| 0.5级 | 1级 | 2级 |
| 流量值 | ±0.5 | ±1.0 | ±2.0 |
| 线性度 | ±0.5 | ±1.0 | ±2.0 |
| 稳定性 | ±0.5 | ±1.0 | ±2.0 |
| 复现性 | ±0.5 | ±1.0 | ±2.0 |

注：以上指标不用于合格性判别，仅供参考。

5.2 测量不确定度

当使用的校准方法、标准设备均遵照本规范时，则获得的测量结果可代表当时被测量的~~真值的~~最佳估计值。实验人员应尽可能在试验之前确定~~可以~~允许的不确定度范围，仅当测量结果完全得出时才能计算测量不确定度。

不确定度通常具有95%置信水平，包含因子一般取*k*=2。

凡是通过校准或参照其他标准已知其测量~~的~~系统的不确定度不超过~~的~~最大允许值的仪表设备或方法，均可进行校准使用，但这些仪表或方法还应~~为~~被有关各方所认可。计量泵流量试验系统的扩展不确定度应不大于被测计量泵最大允许误差绝对值的1/4。

# 6 校准条件

## 6.1 环境条件

6.1.1 大气环境条件一般应满足：

环境温度：（5～45）℃；相对湿度：35%～95%；大气压力：（86～106）kPa。

6.1.2 外界磁场、机械振动环境和噪声应小到对计量泵的影响可忽略不计。

6.2 运行工作条件

6.2.1 校准过程中均应保证装置的有效净正吸入压力（NPSHa）大于泵的必须的净正吸入压头（NPSHr）。

6.2.2 额定试验工况下，泵的排出压力应不低于泵的额定压力，泵的排出压力与吸入压力差不低于泵的额定压差。

6.2.3 校准时，确认泵运转达到稳定工况后所有仪表读数应同时记录。

6.2.4 所有的测量均应在稳定工况下进行，被测参数的测量仪器、仪表指示值的容许波动范围应符合表2的规定：

表2 流量参数的允许波动范围

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 被测参数 | 容许波动范围 / % | | |
| 0.5级 | 1级 | 2级 |
| 流量 | ±0.5% | ±1% | ±2% |

6.2.5 一般情况下，应以0℃～50℃的清水或乳化液为试验介质，同一台泵的同一个试验项目试验介质温差应不超过±2℃。

6.3 校准的装置和设备

6.3.1 应保证装置和设备的正确性及功能适合性。所有测量装置和设备均应附有证明他们符合不确定度要求的报告或证书，该证明应是通过检定或校准获得。

6.3.2 泵的排出管路上应设置安全阀或其他超压保护装置。在进行高压泵试验时，应配备必要的安全措施以保证实验人员的人身安全。

6.3.3 排出管路允许承受的压力应与被试泵的最大排出压力相适应，吸入管路的各连接处不应泄漏，以防外界空气进入管路。

6.3.4 为保证压力和流量等测量仪表的指示值的变动范围符合测量要求，管路上可设置足够大的空气室或其他脉动抑制装置。

6.3.5 装置中管路系统不应产生共振或异常声响，应采取隔离或其他方法消除管路振动或脉动对数据测量的影响。泵的试验管路系统应与泵型、泵参数相适应，出口管路调节装置全开时，泵的排出压力应不高于额定值的25%或2MPa，两者取小值。

6.3.6 装置或试验现场不应有对数据采集有影响的干扰源，或已经证明干扰源对数据采集的干扰已经被消除。

6.3.7 装置应能保证数据采集的实时性和同步性，采用数据采集处理一体化系统时，应能证明传感器与数据终端的一致性满足不确定度的要求。

6.3.8 校准装置的种类一般采用流量计法、容积法或质量法。采用流量计法测量流量时，应保证进入流量测量装置的液流是稳压流。测量黏性或挥发性液体时，应采用合适的容积式流量计。采用容积法测量流量时，容器上应标有刻度，自动采集数据时可不受此限制，测量时高液位与低液位之差不小于200mm，计量泵测量系统的量器检定的绝对误差与测量容积之比应不大于0.05%。测量难以排出气体的液体时，应采用质量法。采用质量法测量流量时，衡器的感量应小于被测质量的0.5%，计量泵实验时衡器的感量与量程之比应不大于0.05%。

6.3.9 测量流量时，计时装置或计数装置与流量计、容器液位测定装置、液流换向装置之间应采用电器或机械联锁，以保证两者之间同步。用容积法、质量法和数字流量计测量流量时，时间间隔应不少于20s，计量泵试验时间间隔应不少于30s。

6.3.10 主标准器及配套设备

主标准器及配套设备应满足表3要求，但不仅限于表3所列内容。

表3 主标准器及配套设备一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 测量范围 | 准确度等级或最大允许误差 |
| 1 | 电子天平 | （0.01～150000）g | Ⅲ级及以上 |
| 2 | 标准金属量器 | 1L,2L,5L,20L,50L,100L | 二等及以上 |
| 3 | 标准表 | （0～50）m3/h | 0.2级及以上 |
| 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 | / | MPE：±0.01s |
| 7 | 量筒或量杯 | （0～1）L | 0.01mL |

# 7 校准项目和校准方法

## 7.1 校准项目

7.1.1 输出流量值

对计量泵输出流量值误差和重复性的校准。

7.1.2 计量准确度

稳定性、复现性、线性度。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 被校计量泵应具有仪器名称、生产厂家、型号、出厂编号等标识。

7.2.1.2 被校计量泵应结构完整，无影响正常工作和妨碍读数的缺陷及机械损伤。

7.2.1.3 被校计量泵运行时，传动与调节机构工作平稳，动力端应无异常声响并可靠工作，各部件无泄漏现象。

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

7.2.2 计量泵输出流量值校准

7.2.2.1 校准点与校准次数

校准点应根据被校计量泵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%、75%、50%、30%、10%处校准计量泵的输出流量，依次测量五组流量数据，各处流量点测量值应不少于3次。

7.2.2.2 校准过程

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。

使用称量法校准时，应在每次试验后记录介质密度。使用标准表法校准时，记录开始前标准表的瞬时流量应相对稳定。使用容量法校准时，应按规定提前润湿标准器和计量泵内壁，并记录试验过程中标准金属量器内的介质温度。

7.2.2.3 数据处理

a）称量法数据处理

在第*i*个校准点，第*j*次试验时，计量泵输出液体流量的实际值（*q*s）ij按公式（1）计算：

……………………………（1）

式中：

——第*i*个校准点，第*j*次试验，电子天平测得液体的质量，kg；

——第*i*个校准点，第*j*次试验，称量容器内液体的密度，kg/m3；

 ——第*i*个校准点，第*j*次试验的试验时间，s；

 ——浮力修正因子，由式（2）求得：

 ………………………（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。

b）容量法数据处理

在第*i*个校准点，第*j*次试验时，计量泵输出液体流量的实际值（*q*s）ij按公式（3）计算：

………………………（3）

式中：

——第*i*个校准点，第*j*次试验，标准金属量器读出的容积，L；

——第*i*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。

c）标准表法数据处理

在第*i*个校准点，第*j*次试验时，计量泵输出液体流量的实际值（*q*s）ij按公式（4）计算：

……………………………………（4）

式中：

n——第*i*个校准点的试验次数。

d）示值误差的数据处理

在第*i*个校准点，第*j*次试验时，计量泵输出液体流量的实际值（*q*s）ij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*i*个校准点，第*j*次试验，计量泵输出流量相对示值误差，%；

——第*i*个校准点，第*j*次试验，计量泵设定的输出流量值，m3/h。

第*i*个校准点，计量泵输出流量的平均相对示值误差按公式（6）计算：

 ……………………………（6）

e）重复性计算

第*i*个校准点，计量泵输出流量的重复性按公式（7）计算：

 ……………………（7）

式中：

——第*i*个校准点，计量泵输出流量相对示值误差的最大值，%；

——第*i*个校准点，计量泵输出流量相对示值误差的最小值，%；

*d*n ——极差系数，取值见表4。

表4 极差系数dn取值表

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

7.2.3 计量准确度试验

7.2.3.1 稳定性

流量稳定性试验应在额定条件下测定，相对行程长度在100%、75%、50%、30%、10%处，依次测量五组流量数据，各相对行程长度处取单个流量测量值应不少于3次。当泵在小的相对行程长度处无流量或流量不正常时，则应从开始有正常流量的相对行程长度下一次测定若干组流量数据。

稳定性 *E*s是在某一相对行程位置连续测的一组流量测量值对最大流量的相对极限误差，按式（8）计算，用百分数表示。

 ……………………………（8）

式中：

——一组流量数据的最大值，单位为升每小时（L/h）；

——一组流量数据的最小值，单位为升每小时（L/h）；

 ——泵的最大流量，是指泵在最大相对行程长度（100%）处所测得的单个流量测量值的算术平均值，由式（9）计算；

 ………………………（9）

式中：

 ——单个流量测量值的次数；

——在额定条件下，最大行程长度处测得的单个流量测量值，单位为升每小时（L/h）。

7.2.3.2 复现性

复现性试验还应分别在以下行程长度时非连续测取流量值：

①在行程长度的100%处，测量不少于3个流量值；

②在行程长度的75%和50%处，测量不少于2个流量值；

③在行程长度的30%和10%处，测量不少于1个流量值。

复现性 *E*ra是间接测得的一组流量测量值连同稳定性试验测得的一组流量值，同时对最大流量的相对极限误差值，按式（10）计算，用百分数表示。

……………………………（10）

式中：

——同一行程位置不连续测得的一组包括稳定性测得的单个流量测量值的最大值，单位为升每小时（L/h）；

——同一行程位置不连续测得的一组包括稳定性测得的单个流量测量值的最小值，单位为升每小时（L/h）。

7.2.3.3 线性度

将稳定性试验和复现性试验中测取的所有数据进行数理统计和计算。线性度*EL*是在已测量过的某一相对行程长度处测得的任何一个单个流量测量值和对应的标定流量值之差相对最大流量之比值，按式（11）计算，用百分数表示。

 …………………………（11）

式中：

 ——稳定性和复现性试验，在同一*S*re行程处测得的一组单个流量的某一测量值，在计算时，取偏离标定流量值*q*c最远的值，单位为升每小时（L/h）；

 ——在流量标定曲线上对应于相对行程的流量值，单位为升每小时（L/h）。

8 校准结果

计量泵校准完成后，根据校准原始记录出具校准证书，并给出校准结果的不确定度报告。

校准原始记录格式见附录A，校准证书（内页）格式见附录B，测量不确定度评定示例见附录C。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由计量泵的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定，因此，申请校准的单位可根据实际使用要求、质量管理保障程度等合理决定复校时间间隔。一般建议不超过1年。更换重要部件、维修、重新安装或对仪器性能有怀疑时，应随时申请校准。

# 附录A

校准记录参考格式

记录编号： 校准证书编号：

送校单位：

计量泵名称： 制造厂：

计量泵型号： 出厂编号：

其他信息：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准器 | 名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 溯源证书号 | 有效期至 |
|  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 主要配套设备 | 名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 溯源证书编号 | 有效期至 | 上级溯源机构名称 |
|  |  |  |  |  |  |

校准地点： 环境温度： ℃ 湿度： %RH

A.1 校准结果： 校准依据： 压力：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准项目 | 相对行程  % | 设定或指示流量  （L/h） | 介质密度  （kg/m3） | 介质温度（℃） | 试验时间  （s） | 标准器示值  （kg或L） | 实测流量（L/h） | 误差  % | 平均误差  % | 重复性  % | 扩展不确定度*U*r(*k*=2) | 稳定性*E*ra  % | 线性度*E*L  % |
| 输出流量值和计量准确度 | 100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 75 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 泵在最大相对行程长度（100%）处所测得的单个流量测量值的算术平均值*q*max（L/h） | | | | | | | | | |  | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准项目 | 相对行程  % | 设定或指示流量（L/h） | 介质密度  （kg/m3） | 介质温度（℃） | 试验时间  （s） | 标准器示值（kg或L） | 实测流量（L/h） | 计量准确度% | |
| 复现性*E*s | 线性度*E*L |
| 计量准确度 | 100 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 75 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 泵在最大相对行程长度（100%）处所测得的单个流量测量值的算术平均值*q*max（L/h） | | | | | | |  | |

A.2其它：

校准员： 核验员： 校准日期：

# 附录B

校准证书（内页）参考格式

1 校准依据

2 校准所用的主要标准器及配套设备

3 校准地点： 环境条件：

4 校准结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 相对行程  % | 实测流量值L/h | 输出流量误差  % | 重复性  % | 扩展不确定度*U*r （*k*=2） | 计量准确度 | | |
| *E*ra  % | *E*s  % | *E*L  % |
| 100 |  |  |  |  |  |  |  |
| 75 |  |  |  |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |  |  |  |
| 30 |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |

注：校准介质： ；温度： ；密度： ；压力： 。

5 其他参数：

6 复校时间间隔建议：

附录C

不确定度评定示例

C.1 校准条件

C.1.1 校准依据：

JJFXXXX-20XX《液体计量泵流量参数校准规范》。

C.1.2 环境条件

温度：（21±0.5）℃；相对湿度：51%；大气压：99kPa。

C.1.3 主要标准器及配套设备

二等金属量器：50L、20L、10L。

温度计：最大允许误差±0.1℃。

秒表：最大允许误差±0.01s。

C.1.4 被校对象

计量泵类型：机械式隔膜计量泵；准确度等级：1级。

C.1.5 校准参数

计量泵设定输出流量的相对示值误差。

C.2 数学模型

 …………………（C.1）

式中:

*E*---相对示值误差，%；

*q*i---根据计量泵的行程与流量参数设定或指示输出的瞬时流量，L/h；

*q*s---标准器测得的实际瞬时流量，L/h。

C.3 不确定度传播律

从数学模型可知，流量测量误差不确定度与以下主要因素有关：行程对应流量值的换算、标准装置瞬时流量测量值的。

不确定度传播律： …………………（C.2）

式中：

，；，

输入量彼此独立不相关，则 。

C.4 输入量的标准不确定度评定

C.4.1 对应某一行程的流量值的重复性引入的相对标准不确定度分量

例如，校准某一行程点（对应流量1000 L/h），连续分别校准瞬时流量值3次，每次60s，采用极差法计算校准流量值的重复性为0.3%，以3次的算术平均值作为测量结果，则重复性引入的相对标准不确定度分量

 ………………… （C.3）

C.4.2标准器流量测量准确度引入的相对标准不确定度分量

例如，标准器的扩展不确定度*U*r=0.05%，*k*=2，则

 ………………… （C.4）

C.4.3温度计引入的不确定度分量

温度计最大允许误差为±0.1℃，按均匀分布，介质温度为20.1℃，则温度引入的不确定度分量

 …………… （C.5）

灵敏系数c（T）=0.05L/（h·℃）, 相对灵敏系数cr（T）=0.001

C.4.4秒表引入的不确定度分量

秒表最大允许误差为±0.01s，每次测量时间60s，按均匀分布，则测量时间引入的不确定度分量

 …………… （C.6）

灵敏系数c（t）=16.7L/（h·s）, 相对灵敏系数cr（t）=1

C.5 相对合成标准不确定度的评定

C.5.1 各输入量相对标准不确定度估算结果汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 不确定度来源 | 输入量的相对标准不确定度% | 相对灵敏系数 | % |
| 1 | 重复性 | 0.18 | 1 | 0.18 |
| 2 | 标准器准确度 | 0.025 | -1 | -0.025 |
| 3 | 温度计误差 | 0.29 | 0.001 | 0.00029 |
| 4 | 秒表误差 | 0.01 | 1 | 0.01 |

C.5.2 相对合成标准不确定度

输入量彼此独立不相关，所以相对合成标准不确定度可按下式得到：

 …………………（C.7）

C.6 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为：

*U*r=2🞪0.19%=0.38%