

广西壮族自治区地方计量技术规范

JJF（桂） xx-20xx

体积修正型气体涡轮流量计校准规范

Calibration Specification for Gas Turbine Flowmeters with

Volume Correction

（征求意见稿）

20xx-xx-xx发布 20xx-xx-xx实施

广西壮族自治区市场监督管理局 发布

体积修正型气体涡轮流量计

JJF（桂）xx-2024

校准规范

Calibration Specification for

Gas Turbine Flowmeters with Volume Correction

|  |  |
| --- | --- |
| 归 口 单 位： | 广西壮族自治区市场监督管理局 |
| 主要起草单位： | 广西壮族自治区计量检测研究院 |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

本规范委托广西壮族自治区计量检测研究院负责解释。

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

[引 言 III](#_Toc6715)

[1 范围 1](#_Toc26730)

[2 引用文件 1](#_Toc32365)

[3 术语和定义 2](#_Toc2379)

[3.1 术语 2](#_Toc28723)

[3.2 计量单位 3](#_Toc27815)

[4 概述 3](#_Toc1074)

[4.1 工作原理 3](#_Toc30090)

[5 计量性能要求 4](#_Toc7562)

[5.1 准确度等级 4](#_Toc1445)

[5.2 重复性 4](#_Toc28789)

[5.3 密封性 4](#_Toc15439)

[6 通用技术要求 4](#_Toc4815)

[6.1 随机文件 4](#_Toc1105)

[6.2 铭牌和标识 5](#_Toc10035)

[6.3 外观 5](#_Toc5384)

[7 计量器具控制 6](#_Toc21003)

[7.1 校准条件 6](#_Toc10666)

[7.2 校准用标准装置和配套设备 6](#_Toc20551)

[7.3 流量元件校准介质 9](#_Toc1973)

[8 校准项目和校准方法 9](#_Toc1164)

[8.1 校准项目 9](#_Toc30159)

[8.2 校准方法 10](#_Toc14110)

[9 校准结果表达 18](#_Toc3740)

[10 复校时间间隔 18](#_Toc26064)

[附录 A 19](#_Toc30553)

[附录 B 20](#_Toc13404)

[附录 C 23](#_Toc14780)

[附录 D 24](#_Toc26495)

[附录 E 28](#_Toc2488)

[附录 F 31](#_Toc1147)

[附录 G 36](#_Toc29630)

# 引 言

本规范是根据JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》规定的要求，遵循科学、可操作性的原则，依据JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1004—2004《流量计量名词术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、GB/T 18940—2003/ISO 9951:1993《封闭管道中气体流量的测量 涡轮流量计》、GB/T 21391-2022《用气体涡轮流量计测量天然气流量》、GB/T 36242-2018《燃气流量计体积修正仪》、GB/T 17747.1—2011《天然气压缩因子的计算 第1部分：导论和指南》、GB/T 17747.2—2011《天然气压缩因子的计算 第2部分：用摩尔组成进行计算》、GB/T 17747.3—2011《天然气压缩因子的计算 第3部分：用物性值进行计算》、JJG 1037—2008《涡轮流量计》、JJG 875—2019《数字压力计》、JJG 882—2019《压力变送器》、 JJF 1183-2007《温度变送器》、JJG 1003—2016《流量积算仪》，结合我国体积修正型气体涡轮流量计的技术水平及行业现状进行修订。

本规范首次制定。

体积修正型气体涡轮流量计校准规范

# 1 范围

本规范适用于基于压力温度补偿的体积修正型气体涡轮流量计的首次校准和后续校准。

# 2 引用文件

下列标准、规范所包含的条文，通过引用而构成本规范的条文。

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

JJF1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

GB/T 18940—2003/ISO 9951:1993 封闭管道中气体流量的测量 涡轮流量计

GB/T 21391-2022 用气体涡轮流量计测量天然气流量

GB/T 36242-2018 燃气流量计体积修正仪

GB/T 17747.1 天然气压缩因子的计算 第1部分：导论和指南

GB/T 17747.2 天然气压缩因子的计算 第2部分：用摩尔组成进行计算

GB/T 17747.3 天然气压缩因子的计算 第3部分：用物性值进行计算

JJG 633—2005 气体涡轮流量计

JJG 875—2019 数字压力计

JJG 882—2019 压力变送器

JJF 1183—2007 温度变送器

JJG 1003—2016 流量积算仪

凡是注明日期的引用文件，仅注明日期的版本适用于本规范；凡是不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

# 3 术语和定义

## 3.1 术语

本规范除引用JJF 1001、JJF1004的术语外，还使用下列术语。

### 3.1.1 流量元件 flow test element

能够精确测出气体流量体积的器件。

### 3.1.2 压力元件 pressure test element

能够精确测出气体压力的器件。

### 3.1.3 温度元件 temperature test element

能够精确测出气体温度的器件。

### 3.1.4 体积修正仪 electrical volume corrector

可对流量元件提供的工作状况（以下简称工况）下气体体积流量进行温度、压力和压缩因子修正，得到标准状况（以下简称标况，即温度为20℃，压力为101.325kPa）下的气体体积流量和总量的一种电子设备。

### 3.1.5 涡轮流量计 turbine flowmeters

涡轮流量计是一种流量测量仪表，流动流体的动力驱使涡轮叶片旋转，其旋转速度与体积流量近似成比例。通过流量计的流体体积示值是以涡轮叶轮转数为基准的。

### 3.1.6 表体 body of transducer

安装流量元件、压力元件、温度元件和体积修正仪等部件的管段。

### 3.1.7 *K*系数 *K*-cofficient

单位体积的流体流过流量元件时，流量元件发出的脉冲数。也称仪表系数或流量计系数。

### 3.1.8 流动调整器 flow conditioner

能减少旋涡和改善 速度分布的部件。

### 3.1.9 分界流量 transitional flow-rate

在最大流量和最小流量之间的流量值，它将流量范围分割成最大允许误差的不同的两个区，即“高区”和“低区”。

## 3.2 计量单位

### 3.2.1 流量单位

流量计显示累积体积流量单位应是立方米、升，符号：m3、L。

流量计显示瞬时体积流量单位可以是立方米每小时、升每分钟等，符号：m3/h、L/min。

### 3.2.2 压力单位

流量计显示压力单位是帕（斯卡）、千帕、兆帕，符号：Pa、kPa、MPa。

### 3.2.3 温度单位

流量计显示温度是摄氏度，符号：℃。

# 4 概述

## 4.1 工作原理

体积修正型气体涡轮流量计（以下简称流量计）由流量元件、压力元件、温度元件和体积修正仪组成。体积修正仪接收流量元件、压力元件、温度元件的信号，计算并显示工况瞬时流量、标况瞬时流量和标况累积流量（见图1）。

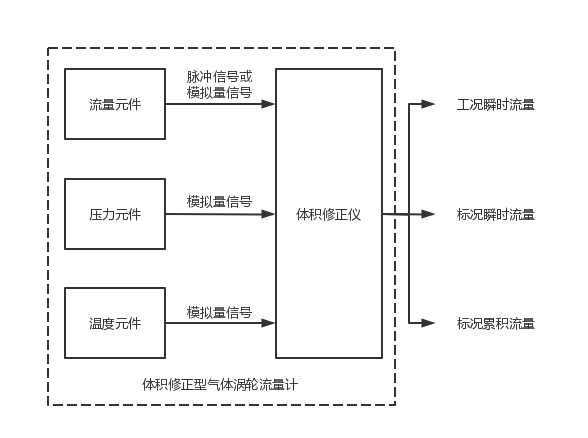


图1流量计工作原理示意图

# 5 计量性能要求

## 5.1 准确度等级

流量计按等级划分。

在规定的流量范围内，流量计准确度等级及对应最大允许误差应符合表1要求。分界流量规定见表2。

表1 准确度等级及最大允许误差

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 流量计准确度等级 | | 1.0级 | 1.5级 | 2.0级 | 2.5级 |
| 流量元件最大允许误差 | ≤≤ | ±0.5% | ±1.0% | ±1.5% | ±2.0% |
| ≤*＜* | ±1.0% | ±2.0% | ±3.0% | ±4.0% |
| 压力元件最大允许误差 | | ±0.2% | ±0.2% | ±0.2% | ±0.2% |
| 温度元件最大允许误差 | | ±0.5℃ | ±0.5℃ | ±0.5℃ | ±0.5℃ |
| 体积修正仪最大允许误差 | | ±0.1% | ±0.1% | ±0.1% | ±0.1% |
| 注：若被测流量计的一个或多个部件的准确度等级与表1中其对应准确度等级的要求不一致，则该部件按实际准确度等级进行校准。 | | | | | |

表2 分界流量

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 量程比 | 5:1 | 10:1 | 20:1 | 30:1 | ≥50:1 |
| 分界流量 | / |  |  |  |  |

## 

## 5.2 重复性

流量元件的重复性不得超过相应准确度等级规定的最大允误差绝对值的1/3。

注：5.1、5.2中所有指标不用于合格性判别，仅提供参考。

## 5.3 密封性

流量计应在1.1倍最大工作压力下不渗漏。

6 通用技术要求

## 6.1 随机文件

流量计应附有使用说明书。周期校准的流量计，还应有前次的校准证书。

## 6.2 铭牌和标识

### 6.2.1 流量计应有明显的流向标识。

### 6.2.2 流量计应有铭牌。表体或铭牌上应注明：

### a.制造厂名；

b.产品名称及型号规格；

c.出厂编号；

d.公称压力；

e.适用工作压力和工作温度范围；

f.流量范围；

g.准确度等级；

h.制造年月；

以及其他有关技术指标。

## 6.3 外观

6.3.1 新制造的流量计应有良好的表面处理，不得有毛刺、划痕、裂痕、锈蚀、霉斑和涂层剥落现象。流量计内部应清洁，涡轮转子转动应灵活。密封面应平整，不得有损伤。

6.3.2 流量计表体的连接部分的焊接应平整光洁，不得有虚焊、脱焊等现象。

6.3.3 接插件必须牢固可靠，不得因振动而松动或脱落。

6.3.4显示的数字应醒目、整齐，表示功能的文字符号和标志应完整、清晰、端正。

6.3.5 按键应手感适中，没有粘连现象。

6.3.6 流量计各项标识正确读数；读数装置上的防护玻璃应有良好的透明度，没有使读数畸变等妨碍读数的缺陷。

# 7 计量器具控制

## 7.1 校准条件

### 7.1.1 环境条件

#### 7.1.1.1 校准时环境温度一般为（5～45）℃；相对湿度一般为（15～95）%；大气压力一般为（70～106）kPa。

#### 7.1.1.2 交流电源电压应为（220±22）V，电源频率应为（50±2.5）Hz。直流电源电压应为（0～30）V，直流电压波纹＜1%。也可根据流量计的要求，使用合适的交流或直流电源。

#### 7.1.1.3 外界磁场应小到对流量计的影响可忽略不计。

#### 7.1.1.4 机械振动和噪声应小到对流量计的影响可忽略不计。

### 7.2 校准用标准装置和配套设备

### 7.2.1 校准用流量标准装置

#### 7.2.1.1 标准装置计量性能

流量标准装置应有有效的检定或校准证书，流量标准装置的扩展不确定度（*k*=2）应不大于流量元件最大允许误差绝对值的1/3。在每个校准流量点的校准过程中，装置压力波动应不超过±0.5%。

#### 7.2.1.2 流量标准装置类型

校准用流量标准装置有标准表法气体流量标准装置（包括临界流文丘里喷嘴气体流量标准装置）、钟罩式气体流量标准装置和活塞式气体流量标准装置等。

#### 7.2.1.3 测量时间

每次测量时间应不少于标准装置的最短测量时间，且对于按累积流量校准的流量计应保证一次校准中流量元件输出累积值的分辨率应不大于被测流量元件最大允许误差绝对值的1/10；对于按系数校准的流量计应保证一次校准中流量计输出的脉冲数的测量结果由分辨率带来的相对不确定度不大于被测流量元件最大允许误差绝对值的1/10。

#### 7.2.1.4 流体温度测量

需要测量流经流量计表体的流体温度时，可直接从流量计表体上的测温孔测温。如流量计表体上无测温孔，应根据流量计本身要求和有关规定确定温度的测量位置，如无特殊要求，应将温度测量位置设在流量计的下游。所用温度仪表的测量误差对校准结果造成的影响应小于流量元件最大允许误差绝对值的1/5。所用温度仪表应有有效的检定或校准证书。

#### 7.2.1.5 静压力测量

流量计至少应提供一个取压孔，以便能在检定条件下测量（对于不可能提供取压孔的流量计允许间接测量）涡轮叶片处的静压力。该取压口的接头处应有“”标志，如果流量计上由多个取压孔，则各取压孔处压力读数的差值在密度为1.2kg/m3空气的最大流量时应在100Pa以内。

#### 7.2.1.6 流体压力测量

需要测量流经流量计的流体压力时，可直接从流量计表体上的取压孔取压。如流量计表体上无取压孔，应根据流量计本身要求确定压力的测量位置。所用压力仪表的测量误差对校准结果造成的影响应小于流量元件最大允许误差绝对值的1/5。所用压力仪表应有有效的检定或校准证书。

#### 7.2.1.7 配套设备

配套仪表如表3所示。所用配套仪表应有有效的检定或校准证书。

表3 配套仪表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 仪器设备名称 | 主要技术要求 | 用途 |
| 1 | 温度仪表 | ±0.1℃ | 测量标准器处、流量计处流体温度 |
| 2 | 压力仪表 | 0.1级 | 测量标准器处、流量计处流体压力 |
| 3 | 大气压力仪表 | ±0.07kPa | 测量大气压力 |
| 4 | 湿度计 | 相对湿度在20%~90%的范围内误差限为±5%RH | 测量环境相对湿度 |
| 5 | 计时器 | ±10ms | 测量校准时间 |
| 6 | 直流电源 | （0～30）V，直流电压波纹＜1% | 为流量计供电 |

### 7.2.2 校准用压力标准装置

#### 7.2.2.1 标准装置计量性能

压力标准装置应有有效的检定或校准证书，压力标准装置的扩展不确定度（*k*=2）应不大于压力元件最大允许误差绝对值的1/5。

#### 7.2.2.2 压力标准装置类型

校准用压力标准装置有活塞式压力计、数字压力计和其他符合要求的压力标准器。

### 7.2.3 校准用温度标准装置

#### 7.2.3.1 标准装置计量性能

温度标准装置应有有效的检定或校准证书，温度标准装置的扩展不确定度（*k*=2）应不大于温度元件最大允许误差绝对值的1/5。

#### 7.2.3.2 温度标准装置类型

校准用流量标准装置有标准铂电阻温度计、水银温度计和其他符合要求的温度标准器。

### 7.2.4 校准用体积修正仪标准装置

#### 7.2.4.1 主要标准装置

主要标准装置如表4所示。所用主要标准装置应有有效的检定或校准证书。

表4 主要标准装置

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 仪器设备名称 | 主要技术要求 | 用途 |
| 1 | 标准电流表 | 最大允许误差小于被测体积修正仪允许误差限的1/5 | 测量电流 |
| 2 | 标准电压表 | 最大允许误差小于被测体积修正仪允许误差限的1/5 | 测量电压 |
| 3 | 通用计数器 | 计数范围：0～99999；分辨力：1个字 | 记录脉冲 |
| 4 | 标准电阻箱 | 最大允许误差小于被测体积修正仪允许误差限的1/5 | 搭配标准电流（电压）表使用 |
| 5 | 计时器 | 分辨力由于0.01s | 测量校准时间 |

#### 7.2.4.2 配套设备

配套设备如表5所示。所用配套设备应有有效的检定或校准证书。

表5 配套设备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 仪器设备名称 | 主要技术要求 | 用途 |
| 1 | 直流信号源 | 可输出三路DC(0～20)mA[或DC(0～5)V]连续可调信号，稳定度：0.05%/2h。 | 模拟流量、压力、温度电流信号 |
| 2 | 频率信号发生器 | 频率范围：(0～100)kHz，最大允许误差：±1×10-5。 | 模拟流量脉冲信号 |
| 3 | 毫伏发生器 | 输出范围：DC(0～50)mV，最大允许误差：±1×10-4。 | 模拟电压信号 |
| 4 | 直流电源 | （0～30）V，直流电压波纹＜1% | 为体积修正仪供电 |

## 7.3 流量元件校准介质

### 7.3.1 通用条件

校准介质应为单相、稳定、充满管道、无杂质的流体，应与实际使用介质的密度、粘度等物理参数相接近。

### 7.3.2 校准用气体

校准用气体应无游离水或油等杂质存在。在每个校准流量点的每次校准过程中，气体温度的变化不应超过±0.5℃。在每个校准流量点的每次校准过程中，气体压力的变化不应超过±0.5%。

# 8 校准项目和校准方法

## 8.1 校准项目

流量计校准项目见表6。

表6 校准项目表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 首次校准 | 后续校准 |
| 1 | 外观 | + | + |
| 2 | 密封性 | + | + |
| 3 | 流量元件示值误差 | + | + |
| 4 | 流量元件重复性误差 | + | + |
| 5 | 压力元件示值误差 | + | + |
| 6 | 温度元件示值误差 | + | + |
| 7 | 体积修正仪示值误差 | + | + |
| 注：“+”表示需校准、检查。 | | | |

## 8.2 校准方法

### 8.2.1 随机文件和外观检查

8.2.1.1 检查随机文件，其结果应符合第6.1的要求。

8.2.1.2 用目测方法检查流量计的外观，其结果应符合第6.3的要求。

### 8.2.2 密封性检查

通入校准介质到1.1倍最大工作压力，其结果应符合第5.3的要求。

### 8.2.3 流量元件示值误差和重复性误差

#### 8.2.3.1 流量计安装

流量计的安装应符合使用说明书的要求，或按流量计上安装标记进行安装；定位使用的，按定位状态进行安装。安装流量计的试验管道通径应与流量计一致，安装后流量计轴线与管道轴线目测应同轴，流量计入口端的密封件不应突入管内，管道内壁应清洁无积垢。湿式气体流量计内部液温与校准介质温度和环境气温相差不应超过1℃。

#### 8.2.3.2 预运行

在试验开始之前，被测流量计应通气预运行。原则上应在可达到的最大流量的70%～100%范围内运行至少5min，待流体温度、压力和流量稳定后方可进行正式校准。

#### 8.2.3.3 流量校准点和校准次数

a）流量校准点（以下简称流量点）应包含、0.4、0.2和。若流量计以划分流量范围，则流量点应包含、和。流量元件准确度等级优于0.5级的流量计，应增加0.70和0.25。流量元件准确度等级优于0.5级，且量程比大于20:1的流量计，应增加0.10。若被测流量计用户有对指定流量点的校准需求，也可在满足上述要求的同时增加指定流量点。在校准过程中，每调整一个流量点，都应待流体温度、压力和流量稳定后方可进行校准。流量点实际流量与设定流量的偏差应不超过±5%。

b）每个流量点的校准次数应不少于3次，对于流量元件准确度等级优于0.5级的流量计，每个流量点的校准次数不应少于6次。

#### 8.2.3.4 温度测量

流过被测流量计的气体温度，应在每一试验流量一次误差测量过程中测量2次以上，取其平均值。

#### 8.2.3.5 压力测量

流过被测流量计的气体压力，在每一试验流量一次误差测量过程中测量1次。

#### 8.2.3.6 差压测量

必要时，应在各试验流量下测量被测流量计入口和出口间的压力差（差压）。

#### 8.2.3.7 流量元件校准程序

a）把流量调到规定的流量值，稳定后，启动装置（或装置的记录功能）和被测流量计流量元件（或被测流量计流量元件的输出功能）。

b）记录标准装置和被测流量计流量元件的初始值，按照装置操作要求运行一段时间后，同时停止标准装置（或标准装置的记录功能）和被测流量计流量元件（被测流量计流量元件的输出功能）。

c）记录标准装置和被测流量计流量元件的最终示值。

d）分别计算被测流量计流量元件和标准装置记录的累积流量值或瞬时流量值。

#### 8.2.3.8 流量元件示值误差

一次试验过程中，流量计的流量元件起、停应处在同一位置；给定气量或设定脉冲数应等于回转体积的整倍数，或设定的给定气量大到足以使由回转体积变化带来的影响可忽略不计。单次测量的示值误差，按式（1）计算：

 （1）

式中：

——第*i*流量点第*j*次校准时流量元件的相对示值误差，%；

——第*i*流量点第*j*次校准时流量元件的累积流量值，m3或L；

——第*i*流量点第*j*次校准时与同一温度和压力状态下的标准装置累积流量值，m3或L。

当标准器内气体状态参数与进入被测流量计的状态参数不同时，应按式（2）将标准器的累计流量示值换算成被测流量计入口状态下的值，然后再将按式（2）计算得到的值带入式，以计算流量计的示值误差。

 （2）

式中：

—— 第*i*流量点第*j*次校准时标准装置测得的累积流量值，m3或L；

——大气压力，Pa；

——第*i*流量点第*j*次校准时标准装置标准器处的气体温度，℃；

——第*i*流量点第*j*次校准时流量计入口处的气体温度，℃；

——第*i*流量点第*j*次校准时标准装置标准器处的气体相对压力，Pa；

——第*i*流量点第*j*次校准时流量计入口处的气体相对压力，Pa；

——第*i*流量点第*j*次校准时标准装置标准器处的气体相对湿度，%RH；

——第*i*流量点第*j*次校准时流量计入口处的气体相对湿度，%RH；

——第*i*流量点第*j*次校准时标准装置标准器处的饱和水蒸汽压力（附录A可查），Pa；

——第*i*流量点第*j*次校准时流量计入口处的饱和水蒸汽压力，Pa；

——第*i*流量点第*j*次校准时标准装置标准器处的气体压缩系数；

——第*i*流量点第*j*次校准时流量计入口处的气体压缩系数。

注：当标准装置与流量计间的压差小于1个大气压力时，可认为；湿式气体流量计试验时无论是作为标准表还是作为被测表，均按该流量计封液温度与出口气体温度的平均值作为流过流量计的气体温度。

各流量点的示值误差为多次独立测量误差的算术平均值（尽量不要在相同的流量下进行连续的误差测量），按式（3）计算：

 （3）

式中：

*Ei*——第*i*流量点流量元件的相对示值误差，%；

*n*——第*i*流量点的校准次数。

对输出频率信号的流量计，每一个流量点单次校准的流量计系数按式（4）计算：

 (4)

式中：

——第*i*流量点第*j*次校准的流量计系数，1/m3或1/L；

——第*i*流量点第*j*次校准的脉冲数。

各流量点的平均系数按式（5）计算：

 （5）

式中：

——第*i*流量点的平均流量计系数，1/m3或1/L；

——第*i*流量点的测量次数。

流量元件的平均系数按式（6）计算：

 （6）

式中：

——平均流量计系数，1/m3或1/L；

——流量元件在到流量范围各流量点的平均系数中的最大值，1/m3或1/L；

——流量元件在到流量范围各流量点的平均系数中的最小值，1/m3或1/L。

流量元件的示值误差式（7）或式（8）计算：

 （7）

或  （8）

式中：

——流量元件的线性度，其含义与相同。

注：对流量范围分为高区、低区的流量计，允许用点的值计算低区的值。

#### 8.2.3.10 流量元件重复性误差

a）按累积流量校准流量元件的示值误差。其各流量点的重复性按式（9）计算：

 （9）

式中：——第*i*流量点流量元件的重复性，%。

流量元件的重复性按式（10）计算：

 （10）

式中：——流量元件的重复性，%。

b）按系数校准流量元件的示值误差。其重复性按式（11）计算：

 （11）

流量元件的重复性按式（10）计算。

#### 8.2.3.11 流量元件系数修正

流量元件经校准后，可按合适的方法对流量元件进行系数修正。新流量系数置入流量元件后，应在以下及以上分别选至少一个流量点进行测试，以确认其修正效果，并将新流量系数在校准证书中写明。

### 8.2.4 压力元件示值误差

#### 8.2.4.1 确认压力技术方案类型

校准开始前应确认流量计压力部分的技术方案类型，并在原始记录和校准证书上注明。

常见的流量计压力技术方案类型有：

1. 绝压变送器：绝压变送器直接测量管道内气体的绝对压力值。
2. 差压变送器：将预设的大气压力值和差压变送器测得管道内气体的相对压力值相加，得到管道内气体的绝对压力值。

当流量计的压力技术方案为差压变送器方案时，原始记录和证书应注明预设的大气压力值。

#### 8.2.4.2 校准前准备

压力元件校准前应做1～2次升压（或疏空）试验。

#### 8.2.4.3 压力校准点和校准循环次数

压力校准点（以下简称压力点）的选取应均匀地分布在全量程范围内，点数不少于5点（含零点）。若用户有对指定压力点的校准需求，也可在满足上述要求的同时增加指定压力点。升压、降压校准循环次数为一次。

#### 8.2.4.4 校准程序

从下限开始平稳地输入压力信号到各校准点，并读取并记录输出值至测量上限，然后反方向平稳改变压力信号到各个校准点，读取并记录输出值至测量下限，此为一个循环。

#### 8.2.4.5 压力元件示值误差计算

实验室条件允许时，可将流量计的压力元件和体积修正仪进行组装，体积修正仪作为压力元件的压力指示器进行整体校准。此法无需对体积修正仪上对应的压力信号通道进行另外校准。

压力元件单独校准时，应依据JJG 1003《流量积算仪》对体积修正仪上对应的压力信号通道进行校准。

压力元件示值误差，按式（12）计算：

 （12）

式中：——各校准点正、反行程压力元件的相对示值误差，%；

——各校准点正、反行程压力元件的压力示值，Pa，kPa，MPa；

——各校准点正、反行程压力标准器的标准压力示值，Pa，kPa，MPa。

### 8.2.5 温度元件示值误差

#### 8.2.5.1 温度校准点

温度校准点（以下简称温度点）一般不少于3点，一般选取测量范围的上、下限值及中间点。若用户有对指定温度点的校准需求，也可在满足上述要求的同时增加指定温度点。

#### 8.2.5.2 校准程序

选择与校准温度点相对应的温度源，当温度源的温度达到并稳定在校准温度点上时，插入被测温度元件和标准温度计，并尽可能使两者接近。恒温至少20min后，轮流读取标准温度计和被测温度元件的温度示值，反复读取6次。

#### 8.2.5.3 温度元件示值误差计算

实验室条件允许时，可将流量计的温度元件和体积修正仪进行组装，体积修正仪作为温度元件的温度指示器进行整体校准。此法无需对体积修正仪上对应的温度信号通道进行另外校准。

温度元件单独校准时，应依据JJG 1003《流量积算仪》对体积修正仪上对应的温度信号通道进行校准。

温度元件示值误差，按式（13）计算：

 （13）

式中：——各温度点温度元件的示值误差，℃；

——各温度点温度元件显示温度值的平均值，℃；

——各温度点标准温度计显示温度值的平均值，℃；

——各温度点标准温度计显示温度值的修正值，℃；

——用标准水银温度计作为标准仪器时，在每次校准后，标准温度计零位的变化值。不以标准水银温度计作为标准仪器时，该项为零。

### 8.2.6 体积修正仪示值误差

#### 8.2.6.1 信号通道校准

流量计日常工作中使用到的标准信号通道应依据JJG 1003《流量积算仪》进行校准。

#### 8.2.6.2 体积修正仪示值误差校准点

体积修正仪示值误差校准点按表7选取。

表7 体积修正仪示值误差校准点

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 工况瞬时流量（*q*） | 工作压力（*p*） | 工作温度（*t*） |
| *q*max | *p*max | *t*max |
| 0.5*q*max | 0.5*p*max | 0.5*t*max |
| 注：1.*q、t、p*可由流量计配套的流量、压力、温度元件提供，也可采用标准信号源输入，标准信号源的不确定度应不大于体积修正仪最大允许误差绝对值的1/5。  2.若用户有对指定流量、压力、温度有校准需求，也可在不超出流量计工作范围的情况下依照用户要求进行试验。 | | |

#### 8.2.6.3 校准程序

选择需要的工况瞬时流量、压力、温度，调整设备使体积修正仪三个参数的示值达到预设值，待三个参数的示值稳定后，读取一段时间（一般不少于10min）的标况流量累积量，并计算体积修正仪示值误差。

#### 8.2.6.4 体积修正仪示值误差计算

体积修正仪示值误差，按式（14）计算：

 （14）

式中：——体积修正仪的相对示值误差，%；

——体积修正仪显示的标况累积流量值，m3或L；

——体积修正仪显示的标况累积流量理论计算值，m3或L。

其中：

 （15）

式中：——体积修正仪显示的工况累积流量值，m3或L；

——体积修正仪显示的绝对压力值，Pa；

——体积修正仪显示的温度值，℃；

——气体在标准状态（标况）下的气体压缩系数；

——气体在工作状态（工况）下的气体压缩系数。

注：对于天然气，压缩系数应符合GB/T 17747的要求，对于其他介质的气体，应符合相应的压缩系数模型。

# 9 校准结果表达

经校准的流量计出具校准证书，校准结果应校准证书上反映。校准证书至少应包含以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室名称和地址；

c）实施校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d）证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）送校单位的名称和地址；

f）被校对象的描述和明确标识；

g）进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h）如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；

i）对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j）本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k）校准环境的描述；

l）校准结果及测量不确定度的说明；

m）对校准规范的偏离的说明；

n）校准证书报告签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；

o）校准结果仅对被校对象有效的声明；

p）未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

校准原始记录参考格式见附录C，校准证书内页参考格式见附录D，不确定度评定示例可考附录E～附录H提供的示例。

# 10 复校时间间隔

复校时间间隔的长短由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素决定。送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议不超过2年。更换重要部件、维修、重新安装或对仪器性能有怀疑时，应随时校准。

附录 A

水的饱和蒸气压

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *t*/℃ | *p*/Pa | *t*/℃ | *p*/Pa |
| 1 | 657.27 | 21 | 2486.42 |
| 2 | 705.26 | 22 | 2646.40 |
| 3 | 758.59 | 23 | 2809.05 |
| 4 | 813.25 | 24 | 2983.70 |
| 5 | 871.91 | 25 | 3167.68 |
| 6 | 934.57 | 26 | 3361.00 |
| 7 | 1001.23 | 27 | 3564.98 |
| 8 | 1073.23 | 28 | 3779.62 |
| 9 | 1147.89 | 29 | 4004.93 |
| 10 | 1227.88 | 30 | 4242.24 |
| 11 | 1311.87 | 31 | 4492.88 |
| 12 | 1402.53 | 32 | 4754.19 |
| 13 | 1497.18 | 33 | 5030.16 |
| 14 | 1598.51 | 34 | 5319.47 |
| 15 | 1705.16 | 35 | 5623.44 |
| 16 | 1817.15 | 36 | 5940.74 |
| 17 | 1937.14 | 37 | 6275.37 |
| 18 | 2063.79 | 38 | 6619.34 |
| 19 | 2197.11 | 39 | 6991.30 |
| 20 | 2338.43 | 40 | 7375.26 |

附录 B

原始记录参考格式

原始记录编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 委托单位 |  | | | | | 校准依据 | | | |  | | | | |
| 制 造 厂 |  | | | | | 校准地点 | | | |  | | | | |
| 型号规格 |  | | 主标准器 | | |  | | | | 主标准器  出厂编号 | | |  | |
| 出厂编号 |  | | 主标准器型号规格 | | |  | | | | 主标准器  证书编号 | | |  | |
| 校准员 |  | | 环境温度 | | | ℃ | | | | 大气压力 | | | kPa | |
| 核 验 员 |  | | 相对湿度 | | | % | | | | 校准日期 | | |  | |
| 外观检查： | | | | | | 密封性： | | | | | | | | |
| 流量元件校准： 量程范围： | | | | | | | | | | | | | | |
| 流量点（） | 被测流量示值（） | | | | 标准流量测量值（） | | | | | | 示值  误差  % | 平均示  值误差  % | | 重复性  % |
| *P*m | *T*m | | *Q*m | *P*s | | *T*s | *Q* | *Q*s | |
|  |  |  | |  |  | |  |  |  | |  |  | |  |
|  |  | |  |  | |  |  |  | |  |
|  |  | |  |  | |  |  |  | |  |
|  |  |  | |  |  | |  |  |  | |  |  | |  |
|  |  | |  |  | |  |  |  | |  |
|  |  | |  |  | |  |  |  | |  |
|  |  |  | |  |  | |  |  |  | |  |  | |  |
|  |  | |  |  | |  |  |  | |  |
|  |  | |  |  | |  |  |  | |  |
|  |  |  | |  |  | |  |  |  | |  |  | |  |
|  |  | |  |  | |  |  |  | |  |
|  |  | |  |  | |  |  |  | |  |
| 不确定度 |  | | | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 压力元件校准： 量程范围： | | | | | | |
| 压力点  （） | 正行程 | | | 反行程 | | |
| 被测值  （） | 标准值  （） | 示值误差  （） | 被测值  （） | 标准值  （） | 示值误差  （） |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 不确定度 |  | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 温度元件校准： 量程范围： | | | | | |
| 温度点 | 被测值（） | | 标准值（） | | 示值误差（） |
| 单次测量 | 平均值 | 单次测量 | 平均值 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 不确定度 |  | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 体积修正仪校准： | | | | |
| 校准点 | | 标况累积流量值（） | 标况累积流量理论计算值（） | 示值误差  （） |
| 工况瞬时流量（） |  |  |  |  |
| 工作压力（） |  |
| 工作温度（） |  |
| 工况瞬时流量（） |  |  |  |  |
| 工作压力（） |  |
| 工作温度（） |  |
| 不确定度 |  | | | |

# 附录 C

校准证书内页参考格式

C.1 校准证书内页格式

C.1.1 校准项目及校准结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准结果（应包含测量不确定度） |
| 1 | 外观 |  |
| 2 | 密封性 |  |
| 3 | 流量元件示值误差 |  |
| 4 | 流量元件重复性误差 |  |
| 5 | 压力元件示值误差 |  |
| 6 | 温度元件示值误差 |  |
| 7 | 体积修正仪示值误差 |  |

# 附录 D

体积修正型气体涡轮流量计流量元件示值误差

测量结果不确定度评定示例

## D.1 概述

### D.1.1 校准方法

按本规范给出的校准方法，正确安装流量计让其与标准装置串联，并完成校准前的准备工作。根据实际要求通气运行一段时间，并记录该段时间内流量计累积流量值和标准装置累积流量值。通过计算流量计累积流量值和标准装置累积流量值之差与标准装置累积流量值的比值即可得到相对示值误差。

### D.1.2 测量标准

本示例中所用测量标准名称及技术指标见表D.1。

表D.1 测量标准信息

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 测量范围 | 不确定度 |
| 临界流文丘里喷嘴  气体流量标准装置 | （1～7000）m3/h | *U*r=0.3%，*k*=2 |

### D.1.3 被测对象

本示例中所用被测对象名称及技术指标见表D.2。

表D.2 被测对象信息

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 测量范围 | 精度等级 |
| 气体涡轮流量计  (流量元件) | （13～250）m3/h | 1.5% |

## D.2 测量模型

对于单次测量，流量计示值误差的测量模型如式（D.1）：

 （D.1）

式中：

——被校流量计示值误差，%；

——流量计累积流量值，m3；

——标准装置累积流量值，m3。

## D.3 不确定度传播率

引起示值误差不确定度的和分量彼此独立，互不相关，则由式（D.2）可得：

 （D.2）

式中：

；

——流量计示值误差的相对不确定度，%；

——流量计累积流量值的相对标准不确定度，%；

——标准装置累积流量值的相对标准不确定度，%。

## D.4 不确定度评定

因流量计累积流量值引入的标准不确定度可忽略不计，同时测量重复性引入的标准不确定度对校准结果的测量不确定度有较大影响，故流量计示值误差的标准不确定度主要来源于：

a）标准装置引入的相对标准不确定度；

b）测量重复性引入的相对标准不确定度。

流量元件示值误差的相对合成标准不确定度公式如式（D.3）：

 （D.3）

式中：

；

——测量重复性引入的相对标准不确定度，%。

### D.4.1 标准装置引入的相对标准不确定度

临界流喷嘴气体流量标准装置的相对扩展不确定度*U*r=0.3%，*k*=2，则标准装置引入的相对标准不确定度及其相对灵敏系数分别为：





### D.4.2 测量重复性引入的相对标准不确定度

用临界流喷嘴气体流量标准装置对涡轮流量计进行校准，以250m3/h为校准流量点测3次，以3次校准示值误差的平均数作为该流量点的示值误差，重复性用贝塞尔公式计算，校准数据见表D.3。

表D.3 校准数据

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 流量点  （m3/h） | 流量计累积流量值  （m3） | 标准装置累积流量值  （m3） | 单次示值误差  （%） | 平均示值误差  （%） | 重复性  （%） |
| 250 | 2.4331 | 2.4269 | +0.26% | +0.33% | 0.07% |
| 2.4313 | 2.4218 | +0.39% |
| 2.4327 | 2.4247 | +0.33% |

由表D.3中的重复性，可计算得出测量重复性引入的相对标准不确定度及其相对灵敏系数分别为：





## D.5 合成标准不确定度

### D.5.1 标准不确定度汇总

各相对标准不确定度分量相互独立，其一览表见表D.4。

表D.4 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 来源 | 符号 | 灵敏系数 | 标准不确定度值 | 不确定度评定方法 |
| 标准装置引入的相对标准不确定度 |  | -1 | 0.15% | B类 |
| 测量重复性引入的相对标准不确定度 |  | 1 | 0.0495% | A类 |

### D.5.2 合成标准不确定度计算

两个标准不确定度分量彼此独立，计算相对合成标准不确定度时不需要考虑彼此间相关性。由式（D.3）可得相对合成标准不确定度：



## D.6 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，可得相对扩展不确定度：



# 附录 E

体积修正型气体涡轮流量计压力元件示值误差

测量结果不确定度评定示例

## E.1 概述

### E.1.1 校准方法

按本规范给出的校准方法，正确将压力元件与标准装置安装，并完成校准前的准备工作。从下限开始平稳地输入压力信号到各校准点，并读取并记录正行程压力元件的压力示值和标准器的标准压力示值，直至测量上限，然后反方向平稳改变压力信号到各个校准点，读取并记录负行程压力元件的压力示值和标准器的标准压力示值，直至测量下限。通过计算压力元件的压力示值和标准器的标准压力示值之差与标准器的标准压力示值的比值即可得到相对示值误差。

### E.1.2 测量标准

本示例中所用测量标准名称及技术指标见表E.1。

表E.1 测量标准信息

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 测量范围 | 准确度等级 |
| 活塞式压力计 | （0.04～0.6）MPa | 0.02级 |

### E.1.3 被测对象

本示例中所用被测对象名称及技术指标见表E.2。

表E.2 被测对象信息

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 测量范围 | 精度等级 |
| 气体涡轮流量计  (压力元件) | （0～0.5）MPa | 0.2% |

## E.2 测量模型

对于单次测量，压力元件示值误差的测量模型如式（E.1）：

 （E.1）

式中：

——压力元件的相对示值误差，%；

——压力元件的压力示值，kPa；

——压力标准器的标准压力示值，kPa。

## E.3 不确定度传播率

引起示值误差不确定度的和分量彼此独立，互不相关，则由式（E.2）可得：

 （E.2）

式中：

；

——压力元件示值误差的合成相对不确定度，%；

——压力元件压力示值的相对标准不确定度，%；

——压力标准器压力示值的相对标准不确定度，%。

## E.4 不确定度评定

因压力元件压力示值引入的标准不确定度可忽略不计，故压力元件示值误差的标准不确定度主要来源于：

a）压力标准器引入的相对标准不确定度。

压力元件示值误差的合成相对标准不确定度公式如式（E.3）：

 （E.3）

### E.4.1 压力标准器压力示值引入的相对标准不确定度

0.02级活塞式压力计标准装置的准确度等级为0.02级，按均匀分布考虑，包含因子，则压力标准器压力示值引入的相对标准不确定度及其相对灵敏系数分别为：





## E.5 合成标准不确定度

### E.5.1 标准不确定度汇总

各标准不确定度分量相互独立，其一览表见表E.4。

表E.4 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 来源 | 符号 | 灵敏系数 | 标准不确定度值 | 不确定度评定方法 |
| 压力标准器压力示值引入的相对标准不确定度 |  | -1 | 0.0115% | B类 |

### E.5.2 合成标准不确定度计算

由式（E.3）可得合成相对标准不确定度：



## E.6 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，可得相对扩展不确定度：



# 附录 F

体积修正型气体涡轮流量计温度元件示值误差

测量结果不确定度评定示例

## F.1 概述

### F.1.1 校准方法

按本规范给出的校准方法，完成校准前的准备工作。选择与校准温度点相对应的温度源，当温度源的温度达到并稳定在校准温度点上时，插入被测温度元件和标准温度计，并尽可能使两者接近。恒温至少20min后，轮流读取标准温度计和被测温度元件的温度示值，计算各温度点温度元件显示温度值的平均值和各温度点标准温度计显示温度值的平均值，从而计算出示值误差。

### F.1.2 测量标准

本示例中所用测量标准名称及技术指标见表F.1。

表F.1 测量标准信息

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 测量范围 | 准确度等级 |
| 标准铂电阻温度计 | （-200～+420）℃ | 二等 |
| 恒温槽 | （-80～+95）℃ | ±0.01℃/30min |

### F.1.3 被测对象

本示例中所用被测对象名称及技术指标见表F.2。

表F.2 被测对象信息

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 测量范围 | 精度等级 |
| 气体涡轮流量计  (温度元件) | （-20～80）℃ | 0.3% |

## F.2 测量模型

对于单次测量，温度元件示值误差的测量模型如式（F.1）：

 （F.1）

式中：

——各温度点温度元件的示值误差，℃；

——各温度点温度元件显示温度值的平均值，℃；

——各温度点标准温度计显示温度值的平均值，℃；

——各温度点标准温度计显示温度值的修正值，℃；

——用标准水银温度计作为标准仪器时，在每次校准后，标准温度计零位的变化值。不以标准水银温度计作为标准仪器时，该项为零。

## F.3 不确定度传播率

引起示值误差不确定度的和分量彼此独立，互不相关，和为常数，则由式（F.2）可得：

 （F.2）

式中：

；

——温度元件示值误差的标准不确定度，mK；

——温度元件压力示值的标准不确定度，mK；

——温度标准器压力示值的标准不确定度，mK。

## F.4 不确定度评定

因温度元件温度示值引入的标准不确定度可忽略不计，故温度元件示值误差的标准不确定度主要来源于：

1. 标准铂电阻温度计引入的标准不确定度；
2. 标准铂电阻温度计自热效应引入不确定度；
3. 恒温槽波动性引入的标准不确定度；
4. 恒温槽温度场不均匀引入的标准不确定度。

温度元件示值误差的合成标准不确定度公式如式（F.3）：

（F.3）

### F.4.1 标准铂电阻温度计引入的标准不确定度

根据JJG160－2010《标准铂电阻温度计检定规程》中规定和上级机关标准证书计算给出，标准铂电阻温度计的准确度等级为二等，稳定性最大允许误差在 5mK，按均匀分布考虑，包含因子，则标准铂电阻温度计引入的标准不确定度及其相对灵敏系数分别为：





### F.4.2 标准铂电阻温度计自热效应引入不确定度

标准温度计本身通过1mA 电流时产生的热量，按规程要求不超过4mK，按均匀分布，，并且一般在0℃温度范围测量时有影响，其它温度范围的不确定度忽略。





### F.4.3 恒温槽波动性引入的标准不确定度

根据上级机关标准证书计算给出，温度波动性测量不确定度为6mK，*k*=2，则：





### F.4.4 恒温槽温度场不均匀引入的标准不确定度

根据上级机关标准证书计算给出，温度波动性测量不确定度为5mK，*k*=2，则：





## F.5 合成标准不确定度

### F.5.1 标准不确定度汇总

各标准不确定度分量相互独立，其一览表见表F.4。

表F.4 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 来源 | 符号 | 灵敏系数 | 标准不确定度值 | 不确定度评定方法 |
| 标准铂电阻温度计引入的标准不确定度 |  | 1 | 2.89mK | B类 |
| 标准铂电阻温度计自热效应引入不确定度 |  | 1 | 2.31mK | B类 |
| 恒温槽波动性引入的标准不确定度 |  | 1 | 6mK | B类 |
| 恒温槽温度场不均匀引入的标准不确定度 |  | 1 | 5mK | B类 |

### F.5.2 合成标准不确定度计算

由式（F.3）可得合成标准不确定度：

F.6 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，可得扩展不确定度：



# 附录 G

体积修正型气体涡轮流量计体积修正仪示值误差

测量结果不确定度评定示例

## G.1 概述

### G.1.1 校准方法

按本规范给出的校准方法，完成校准前的准备工作。选择需要的工况瞬时流量*q*、压力*p*、温度*t*，调整设备使体积修正仪三个参数的示值达到预设值，待三个参数的示值稳定后，读取一段时间（一般不少于10min）的标况流量累积量，并计算体积修正仪示值误差。

### G.1.2 测量标准

本示例中所用测量标准名称及技术指标见表G.1。

表G.1 测量标准信息

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 测量范围 | 不确定度 | 用途 |
| 便携式流量积算仪校准器 | 输出频率：  (0～50000)Hz | 0.01% | 为*q*提供模拟信号 |
| 输出直流电流：  (0～22)mA | 0.01% | 为*p、t*提供模拟信号 |

### G.1.3 被测对象

本示例中所用被测对象名称及技术指标见表G.2。

表G.2 被测对象信息

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 测量范围 | 精度等级 |
| 气体涡轮流量计  (体积修正仪) | / | 0.1% |

## G.2 测量模型

对于单次测量，体积修正仪示值误差的测量模型如式（G.1）：

 （G.1）

式中：

——体积修正仪的相对示值误差，%；

——体积修正仪显示的标况累积流量值，m3或L；

——体积修正仪显示的标况累积流量理论计算值，m3或L。

其中体积修正仪显示的标况累积流量理论计算值的公式如式（G.2）：

 （G.2）

式中：

——体积修正仪显示的工况累积流量值，m3或L；

——体积修正仪显示的绝对压力值，Pa；

——体积修正仪显示的温度值，℃；

——气体在标准状态（标况）下的气体压缩系数；

——气体在工作状态（工况）下的气体压缩系数。

## G.3 不确定度传播率

引起示值误差不确定度的、分量彼此独立，互不相关，则由式（G.1）可得：

 （G.3）

式中：

；

——体积修正仪示值误差的相对不确定度，%；

——体积修正仪显示标况累积流量值的相对标准不确定度，%；

——体积修正仪显示标况累积流量理论计算值的相对标准不确定度，%。

## G.4 不确定度评定

因体积修正仪显示标况累积流量值引入的相对标准不确定度可忽略不计，故体积修正仪示值误差的相对标准不确定度主要来源于：

1. 体积修正仪显示的工况累积流量值引入的相对标准不确定度；
2. 体积修正仪显示的绝对压力值引入的相对标准不确定度；
3. 体积修正仪显示的温度值引入的相对标准不确定度。

体积修正仪示值误差的相对合成标准不确定度公式如式（G.4）：

 （G.4）

### G.4.1 体积修正仪显示的工况累积流量值引入的标准不确定度

体积修正仪显示的工况累积流量值由便携式流量积算仪校准器输出的频率脉冲提供，不确定度为0.01%，按均匀分布考虑，包含因子，则体积修正仪显示的工况累积流量值引入的标准不确定度及其相对灵敏系数分别为：





### G.4.2 体积修正仪显示的绝对压力值引入的标准不确定度

体积修正仪显示的绝对压力值由便携式流量积算仪校准器输出的直流电流提供，不确定度为0.01%，按均匀分布考虑，包含因子，则体积修正仪显示的绝对压力值引入的标准不确定度及其相对灵敏系数分别为：





### G.4.3 体积修正仪显示的温度值引入的标准不确定度

体积修正仪显示的温度值由便携式流量积算仪校准器输出的直流电流提供，不确定度为0.01%，按均匀分布考虑，包含因子，则体积修正仪显示的温度值引入的相对标准不确定度及其相对灵敏系数分别为：





## G.5 合成标准不确定度

### G.5.1 标准不确定度汇总

各标准不确定度分量相互独立，其一览表见表G.4。

表G.4 标准不确定度一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 来源 | 符号 | 灵敏系数 | 标准不确定度值 | 不确定度评定方法 |
| 体积修正仪显示的工况累积流量值引入的相对标准不确定度 |  | 1 | 0.0058% | B类 |
| 体积修正仪显示的绝对压力值引入的相对标准不确定度 |  | 1 | 0.0058% | B类 |
| 体积修正仪显示的温度值引入的相对标准不确定度 |  | -1 | 0.0058% | B类 |

### G.5.2 合成标准不确定度计算

由式（G.4）可得相对合成标准不确定度：



## G.6 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，可得相对扩展不确定度：



JJG（桂）\*\*-2024

广西壮族自治区

地方计量技术规范

体积修正型气体涡轮流量计校准规范

JJG（桂）\*\*-2024

广西壮族自治区市场监督管理局发布