

**(石化)**

20XX–XX–XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部

石油和化工计量技术规范

JJF（石化）XXXX—20XX



加油站油气回收测试仪

校准规范

Calibration Specification for Detector of Gasoline

Station Vapor Recovery

（报批稿）

20XX–XX–XX 发布

**中华人民共和国工业和信息化部发 布**



Calibration Specification for Detector of Gasolion Station Vapor Recovery

加油站油气回收测试仪

校准规范

**JJF(石化)** XXXX—20XX

归 口 单 位：中国石油和化学工业联合会

主要起草单位：中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院

参加起草单位：青岛市计量技术研究院

山东恒量测试科技有限公司

本规范委托全国石油和化工行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

李明哲（中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院）

魏新明（中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院）

姜素霞（中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院）

高 翔（中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院）

参加起草人：

夏 春（青岛市计量技术研究院）

王 婷（青岛市计量技术研究院）

岳宗龙（山东恒量测试科技有限公司）

目 录

[引言 (II](#_Toc37933173))

1 [范围 1](#_Toc37933174)

2 [引用文件 1](#_Toc37933175)

3 [概述 1](#_Toc37933176)

4 [计量特性 2](#_Toc37933177)

5 [校准条件](#_Toc37933178) 3

5.1 [环境条件](#_Toc37933181) 3

5.2 [测量标准及其他设备](#_Toc37933188) 3

6 [校准项目和校准方法 4](#_Toc37933189)

6.1 [校准项目 4](#_Toc37933193)

6.2 [校准方法 4](#_Toc37933204)

7 [校准结果 6](#_Toc37933223)

7.1 [校准记录 6](#_Toc37933223)

7.2 [校准证书 6](#_Toc37933223)

7.3 [不确定度 6](#_Toc37933223)

8 [复校时间间隔 6](#_Toc37933224)

[附录A 校准记录格式 8](#_Toc37933225)

[附录B 校准证书（内页）格式 10](#_Toc37933227)

[附录C 压力零位漂移的校准结果不确定度评定示例 11](#_Toc37933229)

[附录D 压力示值误差的校准结果不确定度评定示例 13](#_Toc37933242)

[附录E 压力回程误差的校准结果不确定度评定示例](#_Toc37933256) 15

[附录F 流量示值误差的校准结果不确定度评定示例](#_Toc37933269) 17

[附录G 流量重复性的校准结果不确定度评定示例](#_Toc37933269) 19

[附录H 计时误差的校准结果不确定度评定示例 21](#_Toc37933269)

# 引 言

本规范依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》等基础性系列规范进行编写。

本校准规范为首次发布。

加油站油气回收测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于采用差压式或容积式流量测量原理、数字式压力测量原理的加油站油气回收测试仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则。

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 概述

加油站油气回收测试仪（以下简称测试仪）是用于加油站油气回收系统密闭性、液阻、气液比等3项参数检测的仪器，采用流量计和压力传感器测量油气的流量及油气管路压力，并结合加油流量可自动计算气液比、密闭性测试结果及液阻结果。

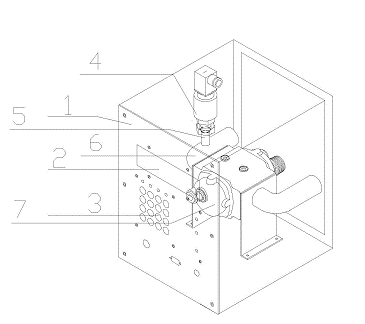
测试仪一般由数字压力计、流量计、显示单元、操控面板、管路、电池等组成。

密闭性是考察加油站油气回收系统在一定气体压力状态下密闭程度的指标，通过比较油气回收系统在施加500pa压力下保持5min的压力变化值与规定值而得出；

液阻是表征油气通过油气回收管道时由于凝析或其他原因产生阻力的指标，通过规定流量下氮气通过该系统管线产生的压力值来衡量。

气液比是指加油时收集的油气体积与同时加入油相内的油品体积的比值，其中收集的油气体积通过测试仪得出，油品体积由加油机显示器直接读取。

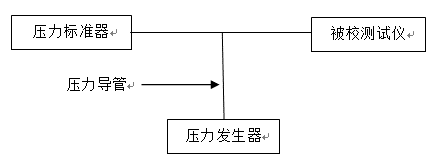
测试仪检测连接如图1所示：



**图1 测试仪检测连接示意图**

1-仪器面板；2-仪器显示单元；3-仪器按键控制单元；4-压力传感器；5-压力传感器与流量传感器连接口；6-仪器进气及出气口；7-流量计；

测试仪压力示值误差校准及气密性检查连接如图2所示：



**图2 测试仪压力示值误差校准及气密性检查连接示意图**

4 计量特性

具体计量特性见表1。

**表1 计量特性一览表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目** | | **技术要求** |
| 1 | 压力零位漂移 | | 1h内不超过±6Pa |
| 2 | 压力示值误差 | | ±13Pa |
| 3 | 压力回程误差 | | ±13Pa |
| 4 | 流量示值误差 | 累积流量 | ±2.5% |
| 瞬时流量 | ±2.5% |
| 5 | 流量重复性 | | 不超过0.8% |
| 6 | 计时误差 | | 计时5min误差不超过±0.5s |

**注：以上所有指标不适用于合格性判别，仅供参考。**

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 温度条件

环境温度：（10~30）℃；

5.1.2 湿度条件

相对湿度：≤85%；

5.1.3 气压条件

大气压：（86～106）kPa。

5.1.4 其他条件

校准时，应避免机械振动、电磁场对测试仪的使用造成干扰。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表2。

**表2 加油站油气回收测试仪校准项目及校准设备**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | | 设备名称及计量特性 |
| 1 | 压力示值误差 | | 压力校准器：可选用补偿式微压计和数字压力计。  选用的压力标准器测量范围应满足被校测试仪的要求，且其测量范围应覆盖（0~2500）Pa，分辨力1.0Pa，其最大允许误差绝对值应不超过被较测试仪的1/3。 |
| 2 | 压力零位漂移 | |
| 3 | 压力回程误差 | |
| 4 | 流量示值误差 | 累积流量 | 流量标准器：可选用钟罩式气体流量标准装置、音速喷嘴气体流量标准装置等适用的流量标准装置。  流量标准器的测量范围应满足被校测试仪的要求，且应覆盖（10~150）L/min，流量标准器引入的扩展不确定度（k=2）分量应不超过被较测试仪最大允许误差绝对值的1/3 |
| 瞬时流量 |
| 5 | 流量重复性 | |
| 6 | 计时误差 | | 秒表：分辨力0.1s，最大允许误差不超过±0.10s/h |

5.2.2 配套设备

5.2.2.1 温度计：量程（0~50）℃，分度值0.1℃。

5.2.2.2 大气压计：数显压力计的分辨力10Pa以下，水柱式压力计的分度值在20Pa以下。

5.2.2.3 湿度计：湿度测量范围（20～90）%RH。

5.2.2.4 压力发生装置：可产生稳定气体压力输出的装置，一般为氮气或空气气瓶及配套的减压阀。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

仪器的校准项目见表1。

6.2 校准方法

6.2.1 校准前检查

6.2.1.1 外观检查

测试仪管路连接部分牢固可靠，并标明进口、出口；测试仪铭牌上应注明仪器名称、型号、出厂编号、制造单位、防爆标识等信息并清晰可见；测试仪通电后，面板显示部分应清晰，各功能按键均可正常操作。

6.2.1.2 气密性

将压力主标准器与被校测试仪并联，缓慢启动压力发生装置至压力主标准器示值为750Pa±10Pa，切断压力源，通过泄压阀调节压力至500Pa，待数值稳定后，开启秒表计时3min，计时结束后记录压力数值，剩余压力数值应不低于495Pa。

6.2.2 压力零位漂移

通电预热15min后，在大气压下，数字压力计有调零装置的可将初始值调到零，每隔15min记录一次显示值直到1h，各显示值与初始值的差值中，绝对值最大的数值为零位漂移。

6.2.3 压力示值误差

选取（40，90，155，300，500，1000，1250）Pa作为校准点，用压力发生器从零位开始缓慢均匀加压，使压力标准器达到第1个校准点，待压力稳定后，读取标准器示值与被校测试仪压力示值，逐渐升压，依次对各点校准。在最后一个校准点耐压3min，然后缓慢均匀减压，按原校准点行程校准，直至回到零位，重复测量2次取其算术平均值，作为测量结果。用公式（1）计算压力示值误差。

 （1）

式中：

—压力示值误差，Pa；

—测试仪压力表示值，Pa；

—标准器测定值，Pa；

6.2.4 压力回程误差

在7.2.1.2校准过程中，于同一校准点上，反行程与正行程压力示值之差的绝对值为回程误差。

6.2.5 累积流量示值误差

校准开始前，被校测试仪应通气预运行，应在最大流量下通流5min。

串联流量标准器与被校测试仪，选取（20.0，30.0，45.0）L/min进行累积流量示值测量。分别调节流量到选定的校准点，待仪器稳定后测量，记录被校测试仪和流量标准器的初始数值，运行180s后，同时停止被检流量计和流量标准器，记录标准器和被校测试仪的最终数值，每个流量校准点重复测量3次，取算术平均值按公式（2）计算各校准点的示值误差：

 （2）

式中：

Ei—第i校准点测试仪相对示值误差，%

—第i校准点测试仪显示的累积流量平均值值，L；

—第i校准点标准器累积流量平均值，L。

i—校准点，i=1、2、3

6.2.6 瞬时流量示值误差

试验开始前，被校测试仪应预热稳定并在最大流量下通流5min。选取（18.0，28.0，38.0，100.0）L/min进行瞬时流量示值测量。分别调节流量到选定的校准点，待数值稳定后测量，同时读取流量标准器和测试仪的瞬时流量值，每个校准点重复测量3次，取算术平均值按公式（3）计算各校准点的示值误差：

 （3）

式中：

Ei—第i校准点测试仪的流量示值误差，%

—第i校准点被校测试仪的瞬时流量值，L/min；

—第i校准点标准器瞬时流量值，L/min。

i—校准点，i=1、2、3、4

6.2.7 流量重复性

选取30.0L/min校准点重复校准6次后，采用极差法，按公式（4）计算重复性。

 （4）

式中：

—流量重复性，%；

—重复测量中的最大相对示值误差，%；

—重复测量中的最小相对示值误差，%；

dn—极差系数为2.53，n=6。

6.2.8 计时误差

被校测试仪进入测量界面，测试仪显示的时间刷新时，同步启动计时误差标准器的计时，运行5min时，同步停止计时误差标准器计时，记录计时误差标准器累计读数与测试仪时间累计读数，重复测量3次，按下列公式（5）计算计时误差，取校准中误差绝对值最大者作为校准结果。

 (5)

 （6）

式中：

——测量次数；=1、2、3；

—单次校准计时误差s；

—校准误差最终结果，s

—计时误差标准器测量值，s；

—被校测试仪时间测量值，s。

7 校准结果

7.1 校准记录

校准记录应详尽记录校准数据和计算结果。推荐的仪器校准记录格式见附录A。

7.2 校准证书

经校准的仪器应出具校准校准证书。校准证书内容应符合JJF 1071-2010中的5.12要求。推荐的仪器校准证书（内页）格式参见附录B。

7.3 不确定度

校准证书应给出各校准项目的扩展不确定度，评定示例见附录C、附录D、附录E、附录F、附录G、附录H。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用频率、使用环境、仪器本身质量等诸因素所决定，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

建议复校时间间隔不超过1年。如果对仪器的校准数据有怀疑或仪器更换了主要部件及修理后可能影响仪器准确度时，应对仪器重新校准。

附录A

加油站油气回收测试仪校准原始记录格式

1. 基本信息：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 基本信息 | | | | | | | | | | | |
| 委托单位 | |  | | 原始记录号 | |  | | | 校准证书号 | |  |
| 仪器名称 | |  | | 规格型号 | |  | | | 设备编号 | |  |
| 制造厂商 | |  | | 环境温度 | | ℃ | | | 相对湿度 | | % |
| 校准前检查 | | | | | | | | | | | |
| 1.外观完好 是□ 否□ | | | | | | | | | | | |
| 2.气密性完好 是□ 否□ | | | | | | | | | | | |
| 标准器 | | | | | | | | | | | |
| 名称 | 编号 | | 证书号 | | 测量范围 | | | 有效期 | | 不确定度或准确度等级或最大允许误差 | |
|  |  | |  | |  | | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | | |  | |  | |
|  |  | |  | |  | | |  | |  | |
| 校准依据 |  | | | | | | | | | | |
| 校准地点 |  | | | | | | 校准日期 年 月 日 | | | | |
| 备注 |  | | | | | | | | | | |

三、压力校准：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 零位漂移： | | | | | |
| 标准值（Pa） | 测得值（Pa） | | 压力示值误差（%FS） | 回程误差（%FS） | 测量结果不确定度度 |
| 正行程 | 反行程 |
| 40 |  |  |  |  |  |
| 90 |  |  |  |  |  |
| 155 |  |  |  |  |  |
| 300 |  |  |  |  |  |
| 500 |  |  |  |  |  |
| 1000 |  |  |  |  |  |
| 1250 |  |  |  |  |  |

四、流量校准：

累积流量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 流量点 | 被校仪器累积流量（L） | | | 标准器累积流量（L） | | | 平均示值误差（%） | 测量结果不确定度 |
| 20.0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30.0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 45.0 |  |  |  |  |  |  |  |  |

瞬时流量

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准值（L/min） | 测量值（L/min） | | | 平均示值误差（%） | 测量结果不确定度 |
| 18.0 |  |  |  |  |  |
| 28.0 |  |  |  |  |  |
| 38.0 |  |  |  |  |  |
| 100 |  |  |  |  |  |

五、流量重复性：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准值  （L/min） | 测量值（L/min） | | | | | | 重复性（%） |
| 30.0 |  |  |  |  |  |  |  |

六、计时误差：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 标准值（s） | 测量值（s） | 计时误差（s） |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

附录B

加油站油气回收测试仪校准证书/报告内页参考格式

**校准结果**

证书编号：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 校准项目 | 技术要求 | 校准结果 |
| 压力零位漂移 | ±13Pa |  |
| 压力示值误差 | ±6Pa |  |
| 压力回程误差 | ±13Pa |  |
| 累计流量示值误差 | ±2.5% |  |
| 瞬时流量示值误差 | ±2.5% |  |
| 流量重复性 | 不超过0.8% |  |
| 计时误差 | 计时5min误差不超过±0.5s |  |

附录C

压力零位漂移的校准结果不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 校准方法：按照本校准规范对仪器进行校准。

C.1.2 环境条件：符合本校准规范规定的环境条件。

C.1.3 被校仪器：加油站油气回收测试仪，测量范围（0～1500）Pa

C.2 测量模型

零位漂移测量模型：

**  （C.1）



式中：

—第i次零位显示值，Pa；

—校准后，仪器零位显示值，Pa。

C.3 不确定度来源分析

影响零位漂移测量不确定度的因素有：

1. 压力主标准器引入的不确定度；
2. 环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素引入的不确定度。
3. 仪器分辨力引入的不确定度；

C.4 输入量的标准不确定度评定

C.4.1 压力主标准器引入的不确定度***u1***。

压力主标准器为一等补偿式微压计，最大允许误差±0.50Pa，测量范围（0～2500）Pa，均匀分布，即。那么标准压力表本身所引入的不确定度为：

u1==0.289P （C.2）

C.4.2 零位漂移重复性引入的相对标准不确定度***u2***评定。

由环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素引入的相对标准不确定度，可采用A类评定。评定结果如表F.1所示。

×100% （C.3）

表C.1 重复测量10次引入的相对不确定度A类评定结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第*i*次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 压力/Pa | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 第*i*次测量 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 压力/Pa | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |

=1.8 Pa，s=0.421Pa

所以零位漂移引入的不确定度为：

===Pa （C.4）

C.4.3 仪器分辨力引入的相对不确定***u3***评定。

仪器分辨力为1.0Pa，服从均匀分布，区间半宽度为a=0.5Pa。

Pa （C.5）

C.5 合成标准不确定度***u***

各输入量之间相互独立，互不相关，因此：

=0.43Pa （C.6）

C.6 扩展不确定度

取扩展因子*k*=2，故：

*U*==0.86Pa （C.7）

附录D

压力示值误差校准结果的不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1校准方法：按照本校准规范对仪器进行校准。

D.1.2环境条件：符合本校准规范规定的环境条件。

D.1.3被校仪器：加油站油气回收测试仪，测试范围：（0～1500）Pa

压力测量模型：

 （D.1）

式中：

—压力示值误差，Pa；

—测试仪压力表示值，Pa；

—标准器测定值，Pa；

D.2 不确定度来源分析

A类不确定度：被校测试仪器重复性引入的不确定度

B类不确定度：被校测试仪压力计分辨力引入的不确定度和标准压力表本身引入的不确定度

D.3 不确定度分量的评定

D.3.1 仪器重复性引入的不确定度

油气回收测试仪，压力范围（0～1250）Pa，选定压力为500 Pa，重复测量10次，测得结果见表D.1.

表D.1 重复10次测量结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第*i*次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 压力/Pa | 500 | 501 | 499 | 498 | 502 |
| 第*i*次测量 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 压力/Pa | 501 | 500 | 501 | 499 | 502 |

=500.2Pa，s=1.229Pa

因校准中以2次测量结果的平均值作为测量结果：

u1==0.872Pa （D.2）

D.3.2 被校测试仪压力计分辨力引入的不确定度

数字压力计的分辨力为1Pa，区间半宽度为0.50Pa，按均匀分布，，压力表引入的不确定度为：

u2==0.289Pa （D.3）

D.3.3 标准压力表本身所引入的不确定度

标准压力表为一等补偿式微压计，最大允许误差±0.50Pa，测量范围（0～2500）Pa，均匀分布，即。那么标准压力表本身所引入的不确定度为：

u3==0.289Pa （D.4）

D.4 合成不确定度：

*urel*==0.99Pa （D.5）

取包含因子为*k*=2，则相对扩展不确定度为：

*U*==1.98Pa （D.6）

附录E

压力回程误差校准结果的不确定度评定示例

E.1 概述

E.1.1校准方法：按照本校准规范对仪器进行校准。

E.1.2环境条件：符合本校准规范规定的环境条件。

E.1.3被校仪器：加油站油气回收测试仪，测试范围：（0～1500）Pa

压力测量模型：

 （E.1）

式中：

—回程误差，Pa；

—压力正行程测定值，Pa；

—压力反行程测定值，Pa；

E.2 不确定度来源分析

A类不确定度：被校测试仪器重复性引入的不确定度

B类不确定度：被校测试仪压力计分辨力引入的不确定度和标准压力表本身引入的不确定度

E.3 不确定度分量的评定

E.3.1 仪器重复性引入的不确定度

油气回收测试仪，压力范围（0～1250）Pa，选定压力为500 Pa，重复测量10次，测得结果见表E.1.

表E.1 重复10次测量结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第*i*次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 压力/Pa | 500 | 501 | 500 | 499 | 500 |
| 第*i*次测量 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 压力/Pa | 501 | 500 | 501 | 498 | 500 |

=500.0Pa，s=0.942Pa

因校准中以单次测量误差作为结果：

u1=s=0.942Pa （E.2）

E.3.2 被校测试仪压力计分辨力引入的不确定度

数字压力计的分辨力为1Pa，区间半宽度为0.50Pa，按均匀分布，，压力表引入的不确定度为：

u2==0.289Pa （E.3）

E.3.3 标准压力表本身所引入的不确定度

标准压力表为一等补偿式微压计，最大允许误差±0.50Pa，测量范围（0～2500）Pa，均匀分布，即。那么标准压力表本身所引入的不确定度为：

u3==0.289Pa （E.4）

E.4 合成不确定度：

*u*==1.02Pa （E.6）

取包含因子为*k*=2，则相对扩展不确定度为：

*U*=*ku*=2.04Pa （E.6）

附录F

**流量示值误差校准结果的不确定度评定示例**

F1 概述

流量计校准主要依据JJG633－2005《气体容积式流量计》进行。以高等级的气体流量标准器为标准器，使气体在相同的时间间隔内连续流过被检流量计和标准器，比较同一状态下两者的输出值，从而确定被校流量计的示值误差。

以中国石化青岛安全工程研究院ALT-103型油气回收测试仪为例进行不确定度评定。使用流量标准器进行校准，校准时将被校准流量计与流量标准器串联，在流量为20L/min下进行校准，测量三次，校准时要在标准器流量稳定后进行，测量出流量计的示值误差。

F2 测量模型

被校流量计示值误差计算的公式为:

 （F.1）

式中:

——流量计的示值误差；

——流量计显示的累积流量值， L；

——与同流量点下的标准器累积流量值，L；

F3 不确定度来源分析

A类不确定度：测试仪仪器重复性引入的不确定度

B类不确定度：测试仪分辨力引入的不确定度和标准器表本身引入的不确定度

F4 不确定度分量评定

F 4.1 考虑测试仪重复性引入的标准不确定度分量

油气回收测试仪，流量范围（10～150）L/min，选定流量为20.0L/min，累计3min，重复测量10次，测得结果见表F.1.

表F.1 重复10次测量结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第*i*次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 压力/Pa | 59.6 | 60.3 | 59.7 | 59.8 | 60.4 |
| 第*i*次测量 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 压力/Pa | 60.0 | 60.3 | 59.6 | 59.8 | 6 |

算得单次的实验标准差 s=0.309L，实验平均值x=60.0Pa

校准结果取3次测量值的平均值, 故标准不确定度为:

 （F.2）

F4.2 标准器体积测量引入的标准不确定度分量

以20L/min校准点为例，流量累计3min，体积约60L，标准器即便携式气体采样仪校准装置，流量范围在（7.0~250）L/min的不确定度U=0.32%（k=2），则有：

 （F.3）

F4.3 测试仪显示的累积流量值引入的不确定度

测试仪在20L/min校准流量点，最小分辨力为0.01L，单次测量时间为3min，累计流量值为60L，服从均匀分布，则有：

 （F.4）

F 4.4计时引入的标准不确定度分量

校准时间为3min，计时误差为0.2s，按均匀分布，则有：

 （F.5）

F5 合成标准不确定度的评定

 （F.6）

取*k*=2，流量计测量结果的相对扩展不确定度为：

*U*= *k·*=20.335%=0.67% （F.7）

附录G

**流量重复性校准结果的不确定度评定示例**

G1 概述

流量计校准主要依据JJG633－2005《气体容积式流量计》进行。以高等级的气体流量标准器为标准器，使气体在相同的时间间隔内连续流过被检流量计和标准器，比较同一状态下两者的输出值，从而确定被校流量计的示值误差。

以中国石化青岛安全工程研究院ALT-103型油气回收测试仪为例进行不确定度评定。使用流量标准器进行校准，校准时将被校准流量计与流量标准器串联，在流量为30L/min下进行校准，测量六次，校准时要在标准器流量稳定后进行，测量出流量计的重复性。

G2 测量模型

 （G.1）

式中：

—流量重复性，%；

—重复测量中的最大相对示值误差，%；

—重复测量中的最小相对示值误差，%；

dn—极差系数为2.53

G3 不确定度来源分析

A类不确定度：测试仪仪器重复性引入的不确定度

B类不确定度：测试仪分辨力引入的不确定度和标准器表本身引入的不确定度

G4 不确定度分量评定

G 4.1 考虑测试仪重复性引入的标准不确定度分量

油气回收测试仪，流量范围（10～150）L/min，选定流量为30.0L/min，累积3min，重复测量10次，测得结果见表G.1.

表G.1 重复10次测量结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第*i*次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 压力/Pa | 89.6 | 90.3 | 89.7 | 89.7 | 90.2 |
| 第*i*次测量 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 压力/Pa | 90.4 | 90.6 | 89.6 | 89.8 | 89.6 |

算得单次的实验标准差 s=0.384L，实验平均值x=90.0L

校准结果取6次测量值最大与最小值进行计算, 故标准不确定度为:

 （G.2）

G4.2 标准器体积测量引入的标准不确定度分量

以30L/min校准点为例，流量累计3min，体积约90L，标准器即便携式气体采样仪校准装置，流量范围在（7.0~250）L/min的不确定度*U*=0.32%（*k*=2），服从均匀分布，取*k*=，则有：

 （G.3）

G4.3 测试仪显示的累积流量值引入的不确定度

测试仪在30L/min校准流量点，最小分辨力为0.01L，单次测量时间为3min，累计流量值为90L，服从均匀分布，则有：

 （G.4）

**G 4.4 计时引入的标准不确定度分量**

校准时间为3min，计时误差为0.2s，按均匀分布，则有：

 （G.5）

G5 合成标准不确定度*U*的评定

 （G.6）

取*k*=2，流量计测量结果的相对扩展不确定度为：

*U*= *k·*=20.343%=0.69% （G.7）

附录H

计时误差的校准结果不确定度评定示例

H.1 概述

H.1.1 校准方法：按照本校准规范对仪器进行校准。

H.1.2 环境条件：符合本校准规范规定的环境条件。

H.1.3 设备：秒表，分辨力0.01s。

H.1.4 被校仪器：ALT-103型加油站油气回收测试仪。

H.2 测量模型：

计时误差测量模型：

（H.1）

H.3 不确定度来源分析

影响计时误差不确定度的因素有：

1. 设备引入的不确定度；
2. 环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素引入的不确定度。

H.4 输入量的标准不确定度评定

H.4.1 秒表量值溯源引入的不确定度*u*1评定, 用B类评定。

上级检定单位检定装置最大允许误差为0.003s, 由此引起的标准不确定度*u*1，服从三角分布，为

s （H.2）

H.4.2 设备引入的标准不确定度*u*2评定，用B类评定。

由说明书可知，测量设备为直读数显式仪器，分辨力为0.01s，服从均匀分布，区间半宽度为a=0.05s。由此引起的标准不确定度*u*2为：

s （H.3）

H.4.3 随机误差引入的不确定度*u*3评定，用A类评定。

由环境条件、人员操作和被校仪器等各种随机因素引入的相对标准不确定度，可采用A类评定。



表H.1 随机误差引入的不确定度A类评定结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第*i*次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 时间/s | 300.2 | 299.8 | 299.1 | 300.1 | 300.2 |
| 第*i*次测量 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 时间/s | 300.2 | 300.1 | 300.2 | 300.1 | 300.1 |

按本规范实际校准中，计时误差重复测量3次，故

=0.083s （H.4）

H.5 合成标准不确定度

各输入量之间相互独立，互不相关，因此：

s （H.5）

H.6 扩展不确定度

取扩展因子*k*=2，故：

*U*=*ku*=0.168s （*k*=2） （H.6）