



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1948—2021

油气回收检测仪校准规范

Calibration Specification for Gasoline Vapor Recovery Detectors



2021-12-28 发布

2022-06-28 实施

国家市场监督管理总局 发布

版权声明

中国标准在线服务网(www.spc.org.cn)是中国标准出版社委托北京标科网络技术有限公司负责运营销售正版标准资源的网络服务平台,本网站所有标准资源均已获得国内外相关版权方的合法授权。未经授权,严禁任何单位、组织及个人对标准文本进行复制、发行、销售、传播和翻译出版等违法行为。版权所有,违者必究!

中国标准在线服务网
<http://www.spc.org.cn>

标准号: JJF 1948-2021
购买者: 托肯恒山科技(广州)有限公司
订单号: 0100230417123869
防伪号: 2023-0417-0944-3771-4409
时 间: 2023-04-17
定 价: 26元

中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 技 术 规 范
油 气 回 收 检 测 仪 校 准 规 范
JJF 1948—2021

国家市场监督管理总局发布

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2021年12月第一版

*

书号: 155066·J-3996

版权专有 侵权必究

油气回收检测仪校准规范

Calibration Specification for
Gasoline Vapor Recovery Detectors

JJF 1948—2021

归口单位：全国流量计量技术委员会液体流量分技术委员会

主要起草单位：河北省计量监督检测研究院

中国计量科学研究院

广东省计量科学研究院

参加起草单位：河北省计量检测技术中心

青岛市计量技术研究院

青岛崂应环境科技有限公司

本规范委托全国流量计量技术委员会液体流量分技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

方 静（河北省计量监督检测研究院）

王 龙（河北省计量监督检测研究院）

高 峰（中国计量科学研究院）

崔厚祥（广东省计量科学研究院）

参加起草人：

李同波（河北省计量检测技术中心）

夏 春（青岛市计量技术研究院）

陈仲辉（青岛崂应环境科技有限公司）

托肯恒山科技（广州）有限公司

目 录

引言	(1)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 术语	(1)
3.2 计量单位	(1)
4 概述	(2)
5 计量特性	(2)
5.1 压力计量特性	(2)
5.2 流量计量特性	(2)
5.3 计时误差	(3)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 测量标准装置及配套设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准前检查	(3)
7.2 压力计量特性	(4)
7.3 流量计量特性	(5)
7.4 计时误差	(7)
8 校准结果表达	(7)
9 复校时间间隔	(7)
附录 A 压力示值误差测量结果的不确定度评定示例	(8)
附录 B 检测仪累积流量示值误差测量结果的不确定度评定示例	(10)
附录 C 检测仪瞬时流量示值误差测量结果的不确定度评定示例	(13)
附录 D 油气回收检测仪校准原始记录格式	(16)
附录 E 校准证书(内页)参考格式	(18)

引 言

本规范依据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》等规范编写。

本规范的主要技术指标参考了 GB 20952《加油站大气污染物排放标准》，校准方法的制定依据 JJG 633—2005《气体容积式流量计》、JJG 640—2016《差压式流量计》和 JJG 875—2019《数字压力计》等技术文件。

本规范为首次发布。

油气回收检测仪校准规范

1 范围

本规范适用于流量测量原理为差压式、容积式，压力测量为数字压力计的油气回收检测仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 633—2005 气体容积式流量计

JJG 640—2016 差压式流量计

JJG 875—2019 数字压力计

GB 20952 加油站大气污染物排放标准

凡是注明日期的引用文件，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

JJG 633—2005、JJG 640—2016、JJG 875—2019 和 GB 20952 界定的以下术语和定义适用于本规范。

3.1.1 油气 gasoline vapor [GB 20952—2007, 3.2]

加油站加油、卸油和储存汽油过程中产生的挥发性有机物（非甲烷总烃）。

3.1.2 油气回收 gasoline vapor recovery

将挥发的油气进行密闭收集，通过吸收、吸附、冷凝等方法，将油气-空气混合气进行分离，达到回收利用目的的过程。

3.2 计量单位

计量单位见表 1。

表 1 计量单位

量的名称	单位	单位符号
体积	升	L
	立方米	m ³
流量	升每分	L/min
	立方米每 [小] 时	m ³ /h

表 1 (续)

量的名称	单位	单位符号
压力	帕 [斯卡]	Pa
	百帕	hPa
	千帕	kPa
时间	秒	s
	分	min
	[小] 时	h

4 概述

油气回收检测仪（以下简称“检测仪”）是通过测量加油站油气回收系统中的流量、压力等参数，判定油气回收系统的密闭性、液阻、气液比等技术指标是否满足规定要求的仪器。

检测仪一般由数字压力表、流量计、调节阀、管路和显示单元等部件组成，基本结构如图 1 所示，流量计可采用气体容积式流量计和气体差压式流量计。

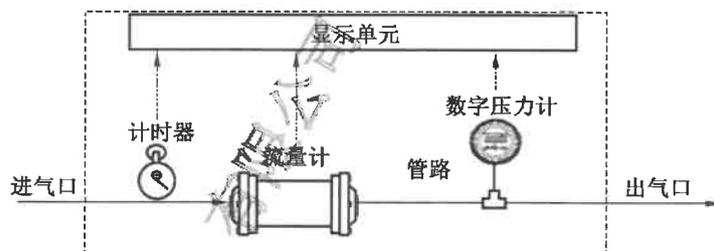


图 1 油气回收检测仪基本结构

5 计量特性

5.1 压力计量特性

检测仪的压力计量特性见表 2。

表 2 压力计量特性

量程	最大允许误差	零位漂移	回程误差
$(-2.5 \sim 2.5) \text{ kPa}$	$\pm 0.5\% \text{ FS}$	1 h 内不大于最大允许误差绝对值的 1/2	不大于最大允许误差的绝对值
$(-5.0 \sim 5.0) \text{ kPa}$	$\pm 0.2\% \text{ FS}$		

5.2 流量计量特性

5.2.1 示值误差

最大允许误差为 $\pm 2.5\%$ 。

5.2.2 重复性

重复性不超过最大允许误差绝对值的 1/3。

5.3 计时误差

计时 30 min 误差应不超过 ± 0.2 s。

注：以上指标一般不用于符合性判定。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(15~25) °C。

6.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ 。

6.1.3 大气压：一般为 (86~106) kPa。

6.1.4 无明显的电磁干扰、无明显的机械振动。

6.2 测量标准装置及配套设备

6.2.1 测量标准装置

6.2.1.1 压力标准装置

压力标准装置测量范围应大于或等于被校检测仪压力的测量范围，其最大允许误差绝对值应不大于被校检测仪压力表最大允许误差绝对值的 1/3。

6.2.1.2 流量标准装置

流量标准装置可采用钟罩式气体流量标准装置、活塞式气体流量标准装置和标准表法气体流量标准装置等。流量标准装置的测量范围应与被校检测仪流量测量范围相适应，扩展不确定度应不大于被校检测仪最大允许误差绝对值的 1/3。

6.2.2 配套设备

配套设备应符合表 3 的规定。

表 3 配套设备

名称	技术指标
电子秒表	最大允许误差 ± 0.10 s/h，分辨力 0.01 s
温度计	最大允许误差 ± 0.2 °C
气压表	测量范围 (860~1 060) hPa，最大允许误差 ± 2.5 hPa
数字压力计	测量范围 (0~5) kPa、(-5~0) kPa，准确度等级 0.05 级

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前检查

检测仪在校准前应进行气密性检测。方法为：用三通将数字压力计、压力发生器和被校检测仪按图 2 所示连接。将被校检测仪的出气口用适配器密封，在进气口处用压力发生器向被校检测仪内加压到 $(1\ 245 \pm 10)$ Pa，将调节阀调整到关断状态。3 min 内压力下降应不大于 15 Pa。

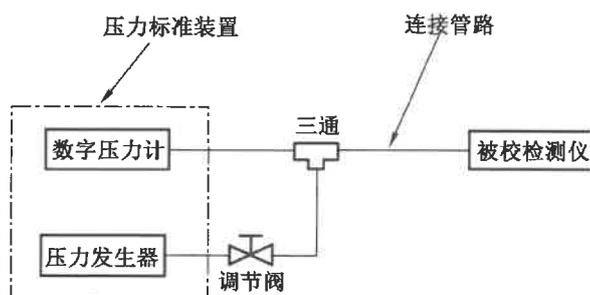


图2 气密性检测连接示意图

7.2 压力计量特性

7.2.1 零位漂移

检测仪通电预热 30 min，在环境条件下，记录压力初始示值。检测仪连续运行 1 h，每间隔 15 min 记录 1 次压力示值，按公式 (1) 计算压力漂移值，绝对值最大的数值为零位漂移。

$$\Delta p_i = p_i - p_0 \quad (1)$$

式中：

Δp_i ——压力漂移值，Pa；

p_0 ——检测仪压力初始示值，Pa；

p_i ——检测仪每隔 15 min 记录的的压力示值，Pa。

7.2.2 示值误差

压力校准时管路连接方式同图 2。在全量程范围内均匀选取不少于 5 个点，用压力发生器从零位开始加压，使被校检测仪与压力标准装置达到第 1 个校准点，待压力稳定后，同时读取压力标准装置示值与被校检测仪压力示值，依次对各点进行正行程校准，直至测量上限。然后缓慢均匀减压，按原校准点进行反行程校准，直至回到零位，按公式 (2) 计算压力示值误差。

$$\delta_1 = \frac{p_R - p_s}{p_{\max}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

δ_1 ——压力示值误差，%FS；

p_R ——被校检测仪压力表示值，Pa；

p_s ——压力标准装置测定值，Pa；

p_{\max} ——被校检测仪的压力量程值，Pa。

7.2.3 回程误差

在 7.2.2 操作过程中，同一校准点上，按公式 (3) 计算压力回程误差。

$$\delta_2 = \frac{p_1 - p_2}{p_{\max}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

δ_2 ——压力回程误差，%FS；

p_1 ——校准过程中读取的被校检测仪正行程示值，Pa；

p_2 ——校准过程中读取的被校检测仪反行程示值，Pa。

7.3 流量计量特性

7.3.1 流量校准连接方式

流量测量时按图 3 或图 4 方式连接气源、稳压罐、流量标准装置、数字压力计、温度计、被校检测仪、减压阀和调节阀。

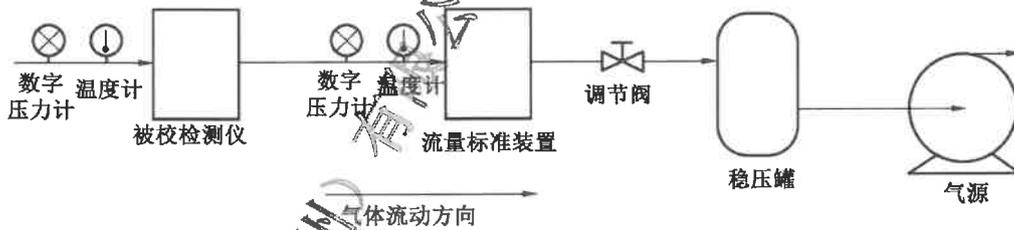


图 3 流量校准连接示意图（负压法）

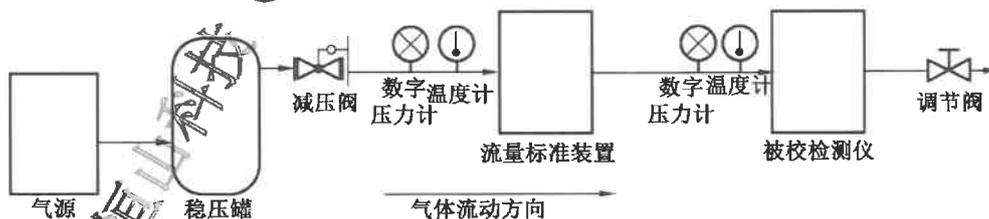


图 4 流量校准连接示意图（正压法）

7.3.2 流量校准点的选择

依据 GB 20952 选择 18 L/min、28 L/min 和 38 L/min 3 个流量点进行校准，或依据检测仪的最大流量选择 q_{\max} （最大流量）、 $0.2q_{\max}$ 和 q_{\min} （最小流量）3 个流量点进行校准。进行校准时分别调节流量到选定的校准点附近，各流量点的实际流量与规定校准流量偏差不超过 5%。

7.3.3 流量示值误差

7.3.3.1 校准要求

单次测量时间不少于装置和被校检测仪允许的最短测量时间，且应保证单次校准中被校检测仪流量的累积值分辨力不大于最大允许误差绝对值的 1/10。

每个流量点的测量过程中，气体温度变化不超过 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，压力波动不超过 $\pm 0.5\%$ 。

7.3.3.2 校准方法

a) 累积流量法

流量校准开始前，被校检测仪应通气预运行，应在明示的最大流量下通气 5 min，分别调节流量到选定的校准点。稳定后记录流量标准装置和被校检测仪的累积流量、温度、压力，完成第一个流量点的一次流量示值误差校准。

重复以上过程至少 3 次，完成第一个流量点示值误差的校准。

按流量校准点调节流量，重复下一流量点示值误差的校准。

重复以上过程，完成所有流量点示值误差的校准。

b) 瞬时流量法

流量校准开始前，被校检测仪应通气预运行，应在明示的最大流量下通气 5 min，分别调节流量到选定的校准点。稳定后记录流量标准装置和被校检测仪的瞬时流量、温度、压力，完成第一个流量点的一次流量示值误差校准。

重复以上过程至少 3 次，完成第一个流量点示值误差的校准。

按流量校准点调节流量，重复下一流量点示值误差的校准。

重复以上过程，完成所有流量点示值误差的校准。

7.3.3.3 数据处理

a) 流量示值误差计算

被校检测仪流量示值误差按公式 (4) 计算。

$$E = \frac{Q_m - Q}{Q} \times 100\% \text{ 或 } E = \frac{q_m - q}{q} \times 100\%$$

式中：

E ——检测仪流量示值误差，%

Q_m ——被校检测仪显示的累积流量值，L；

Q ——标准装置累积流量值换算成被校检测仪流量计入口状态的累积值，L；

q_m ——被校检测仪的瞬时流量值，L/min；

q ——标准装置瞬时流量值换算成被校检测仪流量计入口状态的瞬时流量值，L/min。

当流量标准装置内气体状态参数与进入被校检测仪气体参数不同时，测量期间应同时记录相应的温度、压力等参数，按公式 (5) 将标准装置的累积流量值或瞬时流量值换算成被校检测仪入口状态下的流量值，再代入公式 (4) 计算流量示值误差。

$$Q = \frac{T_m}{T_s} \cdot \frac{p_s}{p_m} \cdot Q_s \text{ 或 } q = \frac{T_m}{T_s} \cdot \frac{p_s}{p_m} \cdot q_s \quad (5)$$

式中：

Q_s ——标准装置的累积流量值，L；

q_s ——标准装置的瞬时流量值，L/min；

p_s 、 p_m ——分别为标准装置和被校检测仪的气体绝对压力，Pa；

T_s 、 T_m ——分别为标准装置和被校检测仪的气体绝对温度，K。

被校检测仪各流量点的示值误差为独立测量误差的算术平均值。

b) 流量重复性计算

采用极差法，按公式 (6) 计算各流量点的重复性。

$$E_r = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{d_n} \quad (6)$$

式中：

- E_r ——各个校准点流量重复性，%；
 E_{\max} ——各个校准点重复测量中的最大示值误差，%；
 E_{\min} ——各个校准点重复测量中的最小示值误差，%；
 d_n ——极差系数，按表 4 选取相应数值。

表 4 d_n 数值表

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_n	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97	3.08

7.4 计时误差

被校检测仪进入测量界面，检测仪显示的时间刷新时，同步启动电子秒表的计时，运行 30 min 后，同步停止电子秒表计时，记录电子秒表累计读数 t_s 与被校检测仪时间累计读数 t_m ，重复测量 3 次，按公式 (7) 计算计时误差。

$$\Delta t = t_m - t_s \quad (7)$$

式中：

- Δt ——计时误差，s；
 t_s ——电子秒表测量值，s；
 t_m ——被校检测仪时间测量值，s。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映，详见附录 D。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般不超过 1 年，如果仪器经维修、更换重要部件或对仪器性能有怀疑时，应随时校准。

附录 A

压力示值误差测量结果的不确定度评定示例

A.1 测量方法

在全量程范围内均匀选取不少于 5 个点，用压力发生器从零位开始加压，使被校检测仪与压力标准装置达到第 1 个校准点，待压力稳定后，同时读取压力标准装置示值与被校检测仪压力示值，依次对各点进行正行程校准，直至测量上限。然后缓慢均匀减压，按原校准点进行反行程校准，直至回到零位。被校检测仪压力表示值与压力标准装置测定值的差，即为被校检测仪的压力示值误差。

A.2 测量模型

$$\Delta p_1 = p_R - p_s \quad (\text{A.1})$$

式中：

Δp_1 ——压力示值误差，Pa；

p_R ——被校检测仪压力表示值，Pa；

p_s ——压力标准装置测定值，Pa。

A.3 测量不确定度来源和传播公式

从式 (A.1) 可以看出，影响测量不确定度的因素主要有：被校检测仪重复性引入的不确定度，被校检测仪分辨力引入的不确定度和压力标准装置引入的不确定度，各不确定度分量互不相关。

根据不确定度传播律：

$$u_c^2(\Delta p_1) = c^2(p_R)u^2(p_R) + c^2(p_s)u^2(p_s)$$

$$\text{其中：} c(p_R) = \frac{\partial \Delta}{\partial (p_R)} = 1, c(p_s) = \frac{\partial \Delta}{\partial (p_s)} = -1$$

A.4 标准不确定度分量的评定

A.4.1 测量重复性引入的不确定度

校准压力点选择 1 000 Pa，重复测量 10 次，仪器的读数分别为（单位为：Pa）：1 002、1 001、1 001、1 002、1 003、1 002、1 001、1 001、1 002、1 002

$$\bar{p}_R = 1 001.7 \text{ Pa}, s(p_R) = 0.675 \text{ Pa}$$

根据测量结果，测量重复性引入的不确定度为：

$$u_1 = \frac{s(p_R)}{\sqrt{1}} = \frac{0.675 \text{ Pa}}{\sqrt{1}} = 0.675 \text{ Pa}$$

A.4.2 被校检测仪压力表分辨力引入的不确定度

压力表的分辨力为 1 Pa，服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，压力表引入的不确定度为：

$$u_2 = \frac{1 \text{ Pa}}{2\sqrt{3}} = 0.289 \text{ Pa}$$

A.4.3 压力标准装置引入的不确定度

压力标准装置准确度等级 0.05 级，测量范围 (0~5 000) Pa，服从均匀分布，取

$k = \sqrt{3}$ 。那么压力标准装置引入的不确定度为：

$$u_3 = \frac{5\,000\text{ Pa} \times 0.05\%}{\sqrt{3}} = 1.443\text{ Pa}$$

A.5 标准不确定度汇总表

标准不确定度汇总表见表 A.1。

表 A.1 标准不确定度汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度
u_1	测量重复性	0.675 Pa
u_2	压力表分辨力	0.289 Pa
u_3	压力标准装置	1.443 Pa

A.6 合成标准不确定度

$$u_c(\Delta p_1) = \sqrt{c^2(p_R)u^2(p_R) + c^2(p_s)u^2(p_s)} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 1.62\text{ Pa}$$

A.7 扩展不确定度

取包含因子为 $k = 2$ ，压力示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U(\Delta p_1) = 2 \times u_c(\Delta p_1) = 3.3\text{ Pa}$$

附录 B

检测仪累积流量示值误差测量结果的不确定度评定示例

B.1 测量方法

流量校准开始前,被校检测仪应通气预运行,应在明示的最大流量下通气 5 min,分别调节流量到选定的校准点。稳定后记录流量标准装置和被校检测仪的累积流量、温度、压力,完成第一个流量点的一次流量示值误差校准。重复以上过程至少 3 次,完成第一个流量点示值误差的校准。

B.2 测量模型

校准时环境温度控制在 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$,因流量稳定后,一次校准在 10 min 内可完成,可认为流量标准装置入口的气体温度与被校检测仪流量计入口的气体温度一致,即气体流动过程可视为等温过程。由于压力损失,标准装置入口与被校检测仪入口的压力不同,被校检测仪示值误差按公式 (B.1) 进行计算:

$$E = \frac{Q_m - Q}{Q} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

$$Q = \frac{T_m}{T_s} \cdot \frac{p_s}{p_m} \cdot Q_s \quad (\text{B.2})$$

式中:

E ——检测仪流量示值误差, %;

Q_m ——被校检测仪显示的累积流量值, L;

Q ——标准装置累积流量值换算成被校检测仪流量计入口状态的累积值, L;

Q_s ——标准装置的累积流量值, L;

p_s 、 p_m ——分别为标准装置内和被校检测仪的气体绝对压力, Pa;

T_s 、 T_m ——分别为标准装置内和被校检测仪的气体绝对温度, K。

B.3 测量不确定度来源和传播公式

从公式 (B.1) 和公式 (B.2) 可以看出,影响测量不确定度的因素主要有:流量标准装置引入的不确定度、被校检测仪分辨力引入的不确定度和时间测量引入的不确定度,各不确定度分量互不相关。

根据不确定度传播律可得:

$$u_c(E) = \sqrt{c^2(Q_m)u^2(Q_m) + c^2(Q)u^2(Q)} \quad (\text{B.3})$$

其中,各分量灵敏系数为:

$$c(Q_m) = \frac{\partial E}{\partial Q_m} = \frac{1}{Q} \quad c(Q) = \frac{\partial E}{\partial(Q)} = -\frac{Q_m}{Q^2}$$

根据油气回收检测仪校准规范的计量特性要求,流量示值误差不超过 $\pm 2.5\%$,可认为 $Q_m \approx Q$,所以公式 (B.3) 可简化为:

$$u_c(E) = \sqrt{u_r^2(Q_m) + u_r^2(Q)} \quad (\text{B.4})$$

B.4 标准不确定度分量的评定

B.4.1 流量标准装置引入的不确定度 $u_r(Q)$ B.4.1.1 压力测量引入的不确定度分量 $u_r(p_s)$ 和 $u_r(p_m)$

p_s 、 p_m 均为大气压和所测得的表压之和，校准时大气压值为 100 730 Pa，标准表的表压 1 400 Pa，被校检测仪的表压 1 150 Pa。大气压力测量选用空盒气压表，MPE 为 ± 2.5 hPa；表压测量采用数字压力计，MPE 为 ± 2.5 Pa。服从均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ 。则 $u_r(p_s)$ 、 $u_r(p_m)$ 分别为：

$$u_r(p_s) = \frac{\sqrt{250^2 + 2.5^2}}{\sqrt{3} \times (100\,730 + 1\,400)} = 0.142\%$$

$$u_r(p_m) = \frac{\sqrt{250^2 + 2.5^2}}{\sqrt{3} \times (100\,730 + 1\,150)} = 0.142\%$$

B.4.1.2 标准装置引入的不确定度分量 $u_{r1}(Q)$

校准流量点选择 18 L/min，流量累计 10 min，标准装置为 0.5 级，服从均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ 。则有：

$$u_{r1}(Q) = \frac{0.5\%}{\sqrt{3}} = 0.289\%$$

综上，流量标准装置引入的标准不确定度 $u_r(Q)$ 为：

$$\begin{aligned} u_r(Q) &= \sqrt{u_r^2(p_s) + u_r^2(p_m) + u_{r1}^2(Q)} \\ &= \sqrt{(0.142\%)^2 + (0.142\%)^2 + (0.289\%)^2} = 0.352\% \end{aligned}$$

B.4.2 测量重复性引入的不确定度 $u_{r1}(Q_m)$

在重复性条件下进行 10 次测量，数据见下表

单位：L

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	180.34	179.68	180.42	179.92	180.68	180.05	179.86	180.99	180.17	179.79

算得单次的实验标准差 $s(Q_i) = 0.313$ L， $\bar{x} = 180.09$ L。

根据测量结果，测量重复性引入的不确定度为：

$$u_{r1}(Q_m) = \frac{s(Q_i)}{180.09} \times 100\% = \frac{0.313}{180.09} \times 100\% = 0.174\%$$

B.4.3 被校检测仪分辨力引入的不确定度 $u_{r2}(Q_m)$

校准点选择 18 L/min，被校检测仪在该流量点显示分辨力为 0.31 L，单次测量时间为 10 min，累计流量值为 180 L，服从均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ 。则有：

$$u_{r2}(Q_m) = \frac{0.31}{2\sqrt{3} \times 180} \times 100\% = 0.050\%$$

B.5 标准不确定度汇总表

标准不确定度汇总表见表 B.1。

表 B.1 标准不确定度汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度
$u_r(Q)$	标准装置	0.352%
$u_{r1}(Q_m)$	测量重复性	0.174%
$u_{r2}(Q_m)$	被校检测仪分辨率	0.050%

B.6 合成标准不确定度

$$u_c(E) = \sqrt{u_r^2(Q_m) + u_r^2(Q)} = \sqrt{(0.352\%)^2 + (0.174\%)^2 + (0.050\%)^2} = 0.396\%$$

B.7 扩展不确定度

取包含因子为 $k=2$ ，检测仪累积流量示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U(E) = 2 \times u_c(E) = 2 \times 0.396\% = 0.8\%$$

附录 C

检测仪瞬时流量示值误差测量结果的不确定度评定示例

C.1 测量方法

流量校准开始前,被校检测仪应通气预运行,应在明示的最大流量下通气 5 min,分别调节流量到选定的校准点。稳定后记录流量标准装置和被校检测仪的瞬时流量、温度、压力,完成第一个流量点的一次流量示值误差校准。重复以上过程至少 3 次,完成第一个流量点示值误差的校准。

C.2 测量模型

校准时环境温度控制在 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$,因流量稳定后,一次校准在 10 min 内可完成,可认为流量标准装置入口的气体温度与被校检测仪流量计入口的气体温度一致,即气体流动过程可视为等温过程。由于压力损失,标准装置入口与被校检测仪入口的压力不同,被校检测仪示值误差按公式 (C.1) 进行计算:

$$E = \frac{q_m - q}{q} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

$$q = \frac{T_m}{T_s} \cdot \frac{p_s}{p_m} \cdot q_s \quad (\text{C.2})$$

式中:

E ——检测仪流量示值误差, %;

q_m ——被校检测仪的瞬时流量值, L/min;

q ——标准装置瞬时流量值换算被校检测仪流量计入口状态的瞬时流量值, L/min;

p_s 、 p_m ——分别为标准装置内和被校检测仪的气体绝对压力, Pa;

T_s 、 T_m ——分别为标准装置内和被校检测仪的气体绝对温度, K;

q_s ——标准装置的瞬时流量值, L/min。

C.3 测量不确定度来源和传播公式

从公式 (C.1) 和公式 (C.2) 可以看出,影响测量不确定度的因素主要有:流量标准装置引入的不确定度、被校检测仪分辨力引入的不确定度和时间测量引入的不确定度,各不确定度分量互不相关。

根据不确定度传播律可得:

$$u_c(E) = \sqrt{c^2(q_m)u^2(q_m) + c^2(q)u^2(q)} \quad (\text{C.3})$$

其中,各分量灵敏系数为:

$$c(q_m) = \frac{\partial E}{\partial q_m} = \frac{1}{q} \quad c(q) = \frac{\partial E}{\partial (q)} = -\frac{q_m}{q^2}$$

根据油气回收检测仪校准规范的计量特性要求,流量示值误差不超过 $\pm 2.5\%$,可认为 $q_m \approx q$,所以公式 (C.3) 可简化为:

$$u_c(E) = \sqrt{u_r^2(q_m) + u_r^2(q)} \quad (\text{C.4})$$

C.4 标准不确定度分量的评定

C.4.1 流量标准装置引入的不确定度 $u_r(q)$ C.4.1.1 压力测量引入的不确定度分量 $u_r(p_s)$ 和 $u_r(p_m)$

p_s 、 p_m 均为大气压和所测得的表压之和，校准时大气压值为 100 730 Pa，标准表的表压 1 400 Pa，被校检测仪的表压 1 150 Pa。大气压力测量选用空盒气压表，MPE 为 ± 2.5 hPa；表压测量采用数字压力计，MPE 为 ± 2.5 Pa。服从均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ 。则 $u_r(p_s)$ 、 $u_r(p_m)$ 分别为：

$$u_r(p_s) = \frac{\sqrt{250^2 + 2.5^2}}{\sqrt{3} \times (100\,730 + 1\,400)} = 0.142\%$$

$$u_r(p_m) = \frac{\sqrt{250^2 + 2.5^2}}{\sqrt{3} \times (100\,730 + 1\,150)} = 0.142\%$$

C.4.1.2 标准装置引入的不确定度分量 $u_{r1}(q)$

校准流量点选择 18 L/min，标准装置为 0.5 级，服从均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ 。则有：

$$u_{r1}(q) = \frac{0.5\%}{\sqrt{3}} = 0.289\%$$

综上，流量标准装置引入的不确定度 $u_r(q)$ 为：

$$\begin{aligned} u_r(q) &= \sqrt{u_r^2(p_s) + u_r^2(p_m) + u_{r1}^2(q)} \\ &= \sqrt{(0.142\%)^2 + (0.142\%)^2 + (0.289\%)^2} = 0.352\% \end{aligned}$$

C.4.2 测量重复性引入的不确定度 $u_{r1}(q_m)$

在重复性条件下进行 10 次测量，数据见下表。

单位：L/min

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	18.12	18.09	18.10	18.14	18.18	18.12	18.08	18.09	18.14	18.10

算得单次的实验标准差 $s(q_i) = 0.31$ L/min， $\bar{x} = 18.116$ L/min。

根据测量结果，测量重复性引入的不确定度为：

$$u_{r1}(q_m) = \frac{s(q_i)}{18.116} \times 100\% = \frac{0.313}{18.116} \times 100\% = 0.172\%$$

C.4.3 被校检测仪分辨力引入的不确定度 $u_{r2}(q_m)$

校准点选择 18 L/min，被校检测仪分辨力为 0.1 L/min，服从均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ 。则有：

$$u_{r2}(q_m) = \frac{0.1}{2\sqrt{3} \times 18} \times 100\% = 0.017\%$$

C.5 标准不确定度汇总表

标准不确定度汇总表见表 C.1。

表 C.1 标准不确定度汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度
$u_r(q)$	标准装置	0.352%
$u_{r1}(q_m)$	测量重复性	0.172%
$u_{r2}(q_m)$	被校检测仪分辨率	0.017%

C.6 合成标准不确定度

$$u_c(E) = \sqrt{u_r^2(q_m) + u_r^2(q)} = \sqrt{(0.352\%)^2 + (0.172\%)^2 + (0.017\%)^2} = 0.393\%$$

C.7 扩展不确定度

取包含因子为 $k=2$ ，检测仪瞬时流量示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U(E) = 2 \times u_c(E) = 2 \times 0.392\% = 0.8\%$$

托肯恒山科技 (广州)

附录 D

油气回收检测仪校准原始记录格式

客户名称		仪器型号		证书编号	
仪器名称		仪器编号		温(湿)度	℃ %RH
生产厂家		测量范围		大气压	kPa
校准地点			客户地址		
校准依据					

标准器名称	型号规格	编号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	检定/校准证书编号	有效期至	上级溯源机构名称

1 校准前检查

2 压力零位漂移

量程: _____ Pa

持续观测时间/min	0	15	30	45	60	压力零位漂移/Pa
测量值/Pa						

3 压力示值误差、回程误差

量程: _____ Pa

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
	正行程	反行程			

4 流量示值误差 (□差压式 □容积式)

4.1 累积流量

序号	1			2			3			4		
标准值/L												
测量值/L												
标准器计压/Pa												
仪器计压/Pa												
相对误差/%												
示值误差/%												
测量结果 不确定度												

4.2 瞬时流量

序号	1			2			3			4		
标准流量/L/min												
测量值/L/min												
标准器计压/Pa												
仪器计压/Pa												
相对误差/%												
示值误差/%												
测量结果不 确定度												

5 流量重复性

5.1 累积流量重复性

d_n 值	各个校准点的流量重复性/%	流量重复性/%

5.2 瞬时流量重复性

d_n 值	各个校准点的流量重复性/%	流量重复性/%

6 计时误差

测量次数	标准值/s	测量值/s	计时误差/s
1			
2			
3			

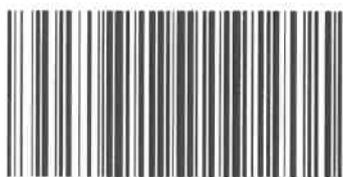
校准员：_____ 核验员 _____ 校准日期 _____

附录 E

校准证书（内页）参考格式

校准结果

校准项目	校准点	校准结果	测量结果不确定度
压力零位漂移			
压力示值误差			
压力回程误差			
流量示值误差			
流量重复性			
计时误差			



JJF 1948-2021

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·J-3996