

福建省地方计量技术规范

JJF (闽) 1105—2020

加油站油气回收装置校准规范

Calibration Specification of Gasoline Vapor
Recovery Device of Gasoline Filling Station

2020-05-19 发布

2020-05-19 实施

福建省市场监督管理局 发布

加油站油气回收装置校准规范

Calibration Specification of Vapor Recovery
Device of Gasoline Filling Station

JJF (闽) 1105—2020

本规范经福建省市场监督管理局于2020年05月19日批准，并自
2020年05月19日起施行。

归口单位：福建省市场监督管理局

主要起草单位：福清市计量检测所

参加起草单位：福建省计量科学研究所

本规范主要起草人：

陈国文（福清市计量检测所）

王开平（福清市计量检测所）

林建辉（福清市计量检测所）

参加起草人：

刘晨耘（福建省计量科学研究所）

王 燕（福清市计量检测所）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
5.1 液阻.....	(2)
5.2 密封性.....	(2)
5.3 气液比.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 校准用的测量标准及其他设备.....	(3)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
7.1 校准项目.....	(3)
7.2 校准方法.....	(3)
7.2.1 校准要求.....	(3)
7.2.2 校准前的准备.....	(3)
7.2.3 液阻校准.....	(4)
7.2.4 密封性校准.....	(4)
7.2.5 气液比较准.....	(5)
8 校准结果表达.....	(7)
9 复校时间间隔.....	(7)
附录 A 加油站油气回收装置密封性校准最小剩余压力限值.....	(8)
附录 B 加油站油气回收装置校准原始记录格式 (参考).....	(9)
附录 C 校准证书内页格式 (参考).....	(12)
附录 D 不确定度评定实例 (参考).....	(13)

引 言

本规范是依据JJF 1001-2011《通用计量名词术语与定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》的规定制定的。

本规范主要参考GB/T 9081-2008《机动车燃油加油机》、GB 20952-2007《加油站大气污染物排放标准》、GB 50156-2014《汽车加油加气站设计与施工规范》、HJ/T 431-2008《储油库、加油站大气污染治理项目验收检测技术规范》编制而成。

本规范为首次制定。

加油站油气回收装置校准规范

1 范围

本规范适用于加油站油气回收装置的现场校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 9081-2008 机动车燃油加油机

GB 20952-2007 加油站大气污染物排放标准

GB 50156-2014 汽车加油加气站设计与施工规范

HJ/T 431-2008 储油库、加油站大气污染治理项目验收检测技术规范

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 加油站油气回收装置 vapor recovery device for gasoline filling station

加油站油气回收装置（以下简称回收装置）由卸油油气回收系统、汽油密闭储存、加油油气回收系统、在线监测系统和油气排放处理装置组成。该装置的作用是将加油站在卸油、储油和加油过程中产生的油气，通过密闭收集、储存和送入油罐汽车的罐内，运送到储油库集中处理回收变成汽油。

3.2 液阻 dynamic back pressure

凝析液体滞留在油气管线内或因其他原因造成气体通过管线时的阻力。

3.3 密封性 vapor recovery system tightness

回收装置在一定气体压力状态下的密封程度。

3.3 气液比 air to liquid volume ratio

加油时收集的油气体积与同时加入油箱内的汽油体积的比值。

4 概述

回收装置的工作示意图如图1。回收装置由加油油气回收系统、卸油油气回收系统、汽油密闭储存系统、在线监测系统和油气排放处理组成。加油油气回收系统由加油机、同加油软管、油气回收型加油枪、真空泵、回气管、埋地油罐、压力/真空阀（P/V阀）等部

件组成。其工作时，将加油产生的油气，在真空泵作用下，利用加油枪上的回气孔通过回气管到埋地油罐内，达到油气收集的目的。

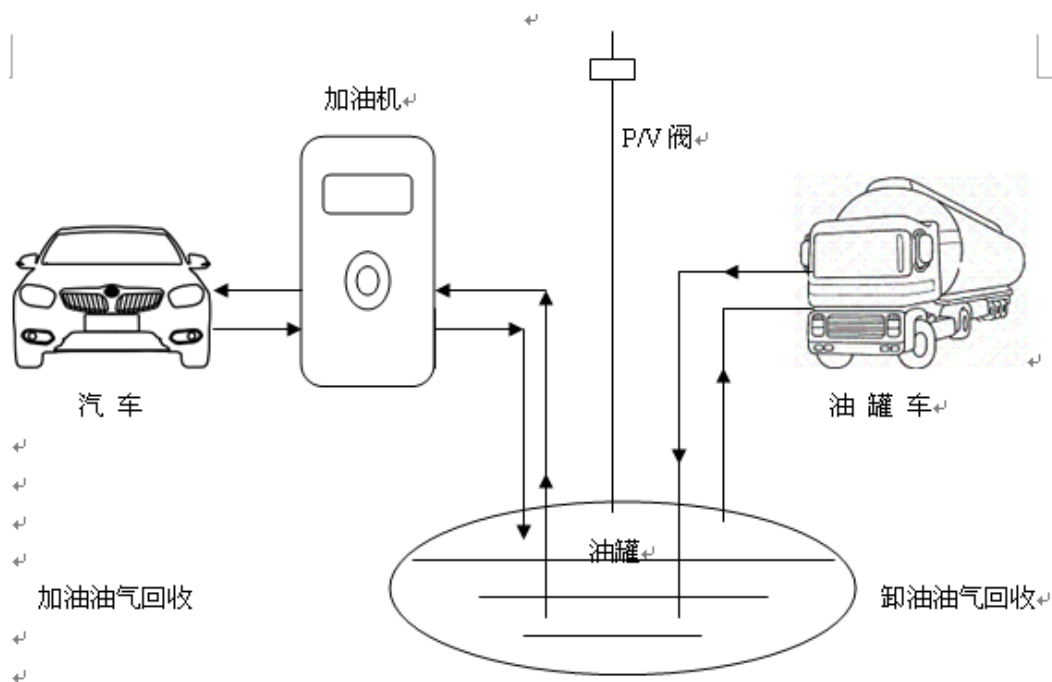


图1 加油站油气回收装置工作示意图

5 计量特性

5.1 液阻

以规定的流量向回收装置内充入氮气，加油油气回收管线液阻值应小于表1规定的最大压力限值。

表1 加油站油气回收管线液阻最大压力限值

通入氮气流量 (L/min)	最大压力 (Pa)
18.0	40
28.0	90
38.0	155

5.2 密封性

对回收装置施加不大于500Pa的工作压力，5min后系统压力值应大于或等于附录A规定的最小剩余压力限值。

5.3 气液比

回收装置的气液比一般在（1.0~1.2）范围内。

注：上述计量特性技术指标来源于GB 20952-2007，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：(-25~55) °C

相对湿度：(30~90) %

大气压力：(86~106) kPa

6.2 校准用的测量标准及其他设备（见表2）

表 2 校准用的测量标准及其他设备

序号	仪器设备名称	测量范围	技术要求	用途
1	油气回收检测仪	压力 (0~5) kPa; 流量: (10~100) L/min	压力: 0.2级; 流量: 1.5级	测量液阻、密封性、气液比
2	气体减压器	(0~0.6)MPa; (0~25) MPa	2.5 级	控制氮气流量
3	机械秒表		分度值为0.2s	计时
4	玻璃温度计	(-25~55) °C	分度值为0.2°C	测量温度

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

回收装置校准项目有：液阻；密封性；气液比。

7.2 校准方法

7.2.1 校准要求

对具有油气回收功能的加油机的封印应完整，应预留丝接三通，安装应无渗漏和腐蚀。

申请回收装置校准的单位应向校准机构提供油气回收改造完工后的加油机有效期内的计量检定证书，确保加油机的计量性能符合要求。

7.2.2 校准前的准备

7.2.2.1 液阻校准前应开启对应油罐的卸油油气回收系统油气接口阀门，使油罐端处于开放状态并与大气连通。在油气回收装置中，若油气回收线上使用气体单向阀，应打开带有切断阀的短接管路。如果回收装置有油气排放处理装置，应关闭油气排放处理装置的电源。

7.2.2.2 密封性校准之前24h内应不能进行气液比较准。在校准之前3h内或在校准过程中，

不得卸油；在校准之前30min和校准过程中不得为汽车加油，且校准过程只允许使用气态氮气给系统加压。

7.2.2.3 如果有其他加油枪与被校加油枪共用一个真空泵，气液比较准应在其他加油枪都没有被密封的情况下进行。用一个替代喷管与气液比适配器连接，对气液比适配器进行一次校准前泄漏检查。产生1245Pa的真空压力后，开启秒表开始计时，并在接触面和其他潜在的泄漏点喷上泄漏探测溶液，应没有气泡生成，或3min之后真空压力保持在1230Pa以上。没有通过泄漏检查的校准装置不能用于气液比较准。

7.2.3 液阻校准

7.2.3.1 打开被校准加油机的底盆，将氮气瓶和油气回收检测仪（以下简称检测仪）接地，将检测仪与丝接三通接口连接起来。

7.2.3.2 如校准新、改、扩建加油站，应在油气管线覆土、地面硬化施工之前向管线内注入10L汽油。

7.2.3.3 开启氮气瓶，调整气体减压器使其输出压力为35kPa。

7.2.3.4 调节气体减压器阀门，分别控制流量在18L/min、28L/min、38L/min三个瞬时流量点，每个校准点稳定30s后，读取检测仪的压力显示值。

7.2.4 密封性校准

7.2.4.1 记录每个埋地油罐当前的储油量，用每个埋地油罐的实际容积减去当前的储油量，计算出每个埋地油罐的油气空间。

7.2.4.2 将氮气瓶和检测仪接地。

7.2.4.3 打开短接管线上的切断阀后读取初始压力，如果压力大于125Pa，则通过泄压阀释压，直至压力不超过125Pa为止。计时30min后，才能再向油气回收装置充入氮气。

7.2.4.4 向回收装置（或独立子装置）充压。打开氮气瓶阀门，调整气体减压器使其输出压力为35kPa，调节氮气流量在（30~100）L/min范围内任一流速点，同时开启秒表，充压至约550Pa。在充压过程中如果充压到500Pa所需的时间超过公式（1）计算值的2倍，则停止校准，说明系统不具备校准条件。

$$t = \frac{V}{(265)F} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

t —将系统中油气空间的压力提高至500Pa所需的最少时间，min；

V —校准所影响的油气空间, L;

F —充入系统的氮气流量, L/min;

265—压力和油气空间转换系数。

7.2.4.5 向具备校准条件的回收装置充压至约550Pa时关闭氮气阀门, 调节泄压阀使压力降至500Pa初始压力时开启秒表, 稳定3min之后记录回收装置压力, 5min后记录回收装置压力。如果实际油气空间数值处于附录A中所列两油气空间数值之间时, 用内插公式(2)计算最小剩余压力限值。

$$P = \frac{(V - V_n)(P_{n+1} - P_n)}{V_{n+1} - V_n} + P_n \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P —实际油气空间对应的最小剩余压力限值, Pa;

V —实际油气空间数值, L;

V_n —附录A中小于且与实际油气空间数值 V 相邻的值, L;

V_{n+1} —附录A中大于且与实际油气空间数值 V 相邻的值, L;

P_n —附录A中与 V_n 对应的最小剩余压力限值, Pa;

P_{n+1} —附录A中与 V_{n+1} 对应的最小剩余压力限值, Pa。

7.2.4.6 如果回收装置由若干独立的油气回收子装置组成, 那么每个独立子装置都应做密封性校准。

7.2.5 气液比校准

7.2.5.1 将油桶和检测仪接地, 向油桶中注入不少于15L的汽油。

7.2.5.2 连接气液比适配器和加油枪喷管, 将加油枪的油气收集孔包裹起来, 确保连接紧密。用软管将检测仪进气口与油桶出气口相连接, 并用软管连接检测仪出气口与气液比适配器。

7.2.5.3 记录每次校准之前检测仪的最初读数; 将秒表复位; 将加油机上的示值归零。

7.2.5.4 安装在线监测系统的加油站, 将加油枪分别开启至加油机现场允许的最大流量和(20~30) L/min范围内的某一流速, 每把加油枪记录2个气液比; 未安装在线监测系统的加油站, 将加油枪开启至加油机现场允许的最大流量, 每把加油枪记录1个气液比。然后开始往校准用油桶中加油, 确保在加油过程中加油枪喷管与校准用油桶(确定已经接地)

上的加油管之间是密封的。当加油机开始加油时开启秒表。

7.2.5.5 加入汽油（15~20）L后，同时停止秒表计时和加油。记录检测仪的最初读数（单位：L），加油机的最初读数（单位：L），检测仪的最终读数（单位：L），加油机的最终读数（单位：L）。

7.2.5.6 计算出气液比

气液比按公式（3）计算：

$$A/L = \frac{y(V_f - V_i)}{G_f - G_i} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

A/L —气液比，无量纲；

y —检测仪的修正因子，见公式（5）；

V_i —检测仪的最初读数，L；

V_f —检测仪的最终读数，L；

G_i —加油机的最初读数，L；

G_f —加油机的最终读数，L。

气液比较准过程中的加油流量计算公式：

$$Q_g = \frac{G_f - G_i}{t} \times 60 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

Q_g —加油流量，L/min；

G_i —加油机的最初读数，L

G_f —加油机的最终读数，L；

t —加油时间，s；

60—分钟和秒的转换因子，s/min。

修正检测仪观测值的修正因子计算公式：

$$y = \left[\frac{V_r}{V_m} \right] \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

y —检测仪观测值的修正因子,无量纲;

V_r —检测仪当前校准的真实体积, L;

V_m —检测仪相应的观测值, L。

7.2.5.7 在每次校准之后,将检测仪和校准用油桶部件之间软管,以及气液比适配器和检测仪之间软管中凝结的汽油排净。

7.2.5.8 按照以上方法,依次对每一把加油枪进行气液比较准。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包含以下内容:

- a) 标题:“校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点;
- d) 证书的唯一性标识(如编号),每页及总页数的标识;
- e) 被校单位的名称和地址;
- f) 被校参数的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期;
- h) 校准所依据的技术规范的标识,包括名称和代号;
- i) 校准所使用的测量标准的溯源性及有效性说明;
- j) 校准环境的描述;
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- l) 对校准规范偏离说明;
- m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识;
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- o) 未经实验室批准,不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

建议回收装置复校时间间隔为12个月,使用单位可根据实际情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

加油站油气回收装置密封性校准最小剩余压力限值 单位 (Pa)

储罐油气空间 (L)	受影响的加油枪数				
	1~6	7~12	13~18	19~24	>24
1893	182	172	162	152	142
2082	199	189	179	169	159
2271	217	204	194	184	177
2460	232	219	209	199	192
2650	244	234	224	214	204
2839	257	244	234	227	217
3028	267	257	247	237	229
3217	277	267	257	249	239
3407	286	277	267	257	249
3596	294	284	277	267	259
3785	301	294	284	274	267
4542	329	319	311	304	296
5299	349	341	334	326	319
6056	364	356	351	344	336
6813	376	371	364	359	351
7570	389	381	376	371	364
8327	396	391	386	381	376
9084	404	399	394	389	384
9841	411	406	401	396	391
10598	416	411	409	404	399
11355	421	418	414	409	404
13248	431	428	423	421	416
15140	438	436	433	428	426
17033	446	443	441	436	433
18925	451	448	446	443	441
22710	458	456	453	451	448
26495	463	461	461	458	456
30280	468	466	463	463	461
34065	471	471	468	466	466
37850	473	473	471	468	468
56775	481	481	481	478	478
75700	486	486	483	483	483
94625	488	488	488	486	486

注：
1 如果各储罐油气管线连通，则受影响的加油枪数等于汽油加油枪总数。否则，仅统计通过油气管线与被校准储罐相联的加油枪数。
2 本表数据来源于GB 20952-2007，仅供参考。

附录 B

加油站油气回收装置校准原始记录格式 (参考)

使用单位				记录编号	
器具名称				型号规格	
制造单位				出厂编号	
校准用的测量标准					
名称	型号规格	编号	技术特征	证书号	
校准依据					
环境条件	温度: ℃; 相对湿度: %	地 点			

液阻校准结果:

加油机 编号	汽油 标号	是否与 大气相连	是否开 切断阀	减压器 输出压力 (Pa)	30s后液阻压力 (Pa)		
					18.0 L/min	28.0 L/min	38.0 L/min

校准结果扩展不确定度	$U=$, $k=2$						

密封性校准结果:

加油油气回收装置 设备参数	各油罐的油气管线是否连通: 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>				
	是否有处理装置: 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>				
操作参数	1号油罐服务的加油枪数: _____; 2号油罐服务的加油枪数: _____; 3号油罐服务的加油枪数: _____; 4号油罐服务的加油枪数: _____。				
油罐编号	1	2	3	4	连通油罐
汽油标号					
油罐容积 (L)					
汽油体积 (L)					
油气空间 (L)					
初始压力 (Pa)	500	500	500	500	500
3min之后的压力 (Pa)					
5min之后的压力 (Pa)					
最小剩余压力限值 (Pa)					
校准结果扩展不确定度	$U=$, $k=2$				

气液比较准结果:

校准前泄漏检查		初始/最终压力(Pa): 1245/ _____				气液比限值范围		1.0~1.2	
校准后泄漏检查		初始/最终压力(Pa): 1245/ _____							
加油枪 编号	加油枪 品牌和 型号	加油 体积 (L)	加油 时间 (s)	实际加 油流量 (L/min)	气体流量 计最初读 数 (L)	气体流量 计最终读 数 (L)	回收油 气体积 (L)	气液比	平均值
校准结果扩展不确定度		$U=$ _____ , $k=2$							
校准员:		核验员:							
校准日期:									

附录 C

校准证书内页格式 (参考)

1、密封性

油罐编号	1	2	3	4	连通油罐
5min之后的压力 (Pa)					
最小剩余压力限值 (Pa)					
校准结果扩展不确定度	$U=$, $k=2$				

2、液阻

加油机编号	汽油标号	液阻压力 (Pa)		
		18.0L/min	28.0L/min	38.0L/min
校准结果扩展不确定度		$U=$, $k=2$		

3、气液比

加油机编号	加油机型号	汽油标号	实际加油流量 (L/min)	气液比
校准结果扩展不确定度		$U=$, $k=2$		

建议下次校准日期： 年 月 日。

附录 D

加油站油气回收装置测量结果的不确定度评定 (参考)

D.1 加油站回收装置密封性测量结果的不确定评定

D.1.1 概述

D.1.1.1 环境条件: 温度: $(-25\sim 55)$ °C, 相对湿度: $(30\sim 90)$ %。

D.1.1.2 测量标准: 油气回收综合检测仪 (以下简称检测仪), 型号: YQJY-1, 压力准确度等级: 0.2级, 流量准确度等级: 1.5级。

D.1.1.3 测量过程: 将检测仪与加油机的三通检测接头相连, 再与已接地的氮气的氮气出口相连, 开启对应油罐的卸油油气回收系统油气接口阀门, 然后开启氮气瓶, 设置一定压力 (35kPa), 调节氮气流量在 $(30\sim 100)$ L/min 范围内任一流量点, 同时开启秒表, 充压至约 550Pa 时关闭氮气阀门, 调节泄压阀使压力降至 500Pa 初始压力时开启秒表, 稳定 3min 后, 记录系统压力值, 5min 后, 记录最终的系统压力变化。

D.1.2 测量模型

测量模型为:

$$P = P_i \quad (1)$$

式中: P ——被检回收装置的密封性最小压力限值;

P_i ——检测仪的示值。

D.1.3 方差和灵敏系数:

$$\text{方差: } u_c^2 = \sum \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i) = \sum c_i^2 u_i^2 \quad (2)$$

由 (1) 式可得:

$$\text{灵敏系数: } c_P = \frac{\partial P}{\partial P_i} = 1$$

则 $u_P = u_{P_i}$

D.1.4 标准不确定度分量评定

D.1.4.1 测量重复性引入的不确定度

选择一台回收装置作为测量对象, 其储罐油气空间为 18478L, 在气体流量为 35.0L/min, 时间为 5min 的条件下, 测量 10 次, 其结果如下:

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
压力 (Pa)	464	458	455	455	448	466	461	459	455	452

$$\text{根据 } u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}}$$

可得 $u_1=5.46\text{Pa}$

D. 1. 4. 2 检测仪压力准确度引进的不确定度 u_2

检测仪压力的准确度等级为 0.2 级，最大允差为 $\pm 0.2\%$ ，因密封性最低限值不大于 500Pa，假设为均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_2=500 \times 0.2\% / \sqrt{3}=0.58\text{Pa}$$

D. 1. 4. 3 由检测仪压力计分辨率引进的不确定度 u_3

检测仪压力计的分辨力为 1Pa，按均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_3=0.5 / \sqrt{3}=0.29\text{Pa}$$

由于 $u_1 > u_3$ ，所以检测仪分辨率的影响可忽略。

D. 1. 5 标准合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{5.46^2 + 0.58^2} \text{ Pa} = 5.5 \text{ Pa}$$

D. 1. 6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 2 \times 5.5 \text{ Pa} = 11\text{Pa}$$

D. 2 加油站油气回收装置气液比测量结果的不确定度评定

D. 2. 1 概述

D. 2. 1. 1 环境条件：温度： $(-25 \sim 55)^\circ\text{C}$ ，相对湿度： $(30 \sim 90)\%$ 。

D. 2. 1. 2 测量标准：检测仪，型号：YQJY-1，压力准确度等级：0.2级，流量准确度等级：1.5级。

D. 2. 1. 3 测量过程：将检测仪与加油机的喷管正确相连，将加油枪的油气回收孔包裹起来，确保紧密，并按照要求进行加油操作，分别读取检测仪所计量的气体体积和加油机的示值，然后算出气液比。

D. 2. 2 测量模型

测量模型为:

$$A/L = \frac{y(V_f - V_i)}{G_f - G_i} \quad (1)$$

其中, $V_f - V_i$ ——可表示为 ΔV ;

$G_f - G_i$ ——可表示为 ΔG

公式 (1) 可变换为: $A/L = \frac{y\Delta V}{\Delta G} \quad (2)$

D. 2. 3 方差和灵敏系数:

方差: $u_c^2 = \sum \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i) = \sum c_i^2 u_i^2 \quad (3)$

由 (2) 式可得:

$$c_1 = \frac{\partial \left[\frac{A}{L} \right]}{\partial \Delta V} = \frac{y}{\Delta G} \dots\dots (L^{-1}) \quad (4)$$

$$c_2 = \frac{\partial \left(\frac{A}{L} \right)}{\partial \Delta G} = -\frac{y\Delta V}{\Delta G^2} \dots(L^{-1}) \quad (5)$$

D. 2. 4 标准不确定度分量评定

D. 2. 4. 1 测量重复性引入的不确定度。

选择一台回收装置作为测量对象, 在流量为 45.0L/min 的条件下测量 10 次, 气液比结果分别如下:

		加油机体积 (L)	回收油气体积 (L)	气液比 A/L (无量纲)
次数	1	20.00	21.12	1.06
	2	20.00	21.00	1.06
	3	20.00	20.52	1.02
	4	20.00	20.08	1.00
	5	20.00	21.33	1.07

	6	20.00	20.81	1.04
	7	20.00	20.81	1.04
	8	20.00	21.06	1.05
	9	20.00	21.04	1.05
	10	20.00	20.66	1.03
平均值		20.00	20.84	1.04

加油机体积平均值 $\overline{\Delta G}$ 为 20.00L, 回收油气体积测量平均值 $\overline{\Delta V}$ 为: 20.84L, 气液比测量平均值为 1.04。

测量重复性引起的标准不确定度 u_1 , 利用贝塞尔公式得出气液比实验标准差:

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i/L_i - \overline{A/L})^2}{n-1}}, \quad \text{可得 } u_1 = 2.1 \times 10^{-2}$$

D. 2. 4. 2 检测仪准确度引进的不确定度 u_2

检测仪流量的准确度等级为 1.5 级, 最大允差为 $\pm 1.5\%$, 假设为均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则:

$$u_2 = 1.5\% / \sqrt{3} \times \overline{\Delta G} = 1.5\% / \sqrt{3} \times 20.84 \text{ (L)} = 18.05 \times 10^{-2} \text{ (L)}$$

D. 2. 4. 3 加油机的准确度引进的不确定度 u_3

检定合格的加油机的准确度等级为 0.3 级, 最大允差为 $\pm 0.3\%$, 假设为均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则:

$$u_3 = 0.3\% / \sqrt{3} \times \overline{\Delta V} = 0.3\% / \sqrt{3} \times 20.00 \text{ (L)} = 3.46 \times 10^{-2} \text{ (L)}$$

D. 2. 5 合成标准不确定度

D. 2. 5. 1 灵敏系数

$$c_1 = 1$$

由 (4) 式可得 $c_2 = \frac{\partial \left[\frac{A}{L} \right]}{\partial \Delta V} = \frac{y}{\Delta G} = \frac{1}{20.00L} = 0.050L^{-1}$

由 (5) 式可得 $c_3 = \frac{\partial \left[\frac{A}{L} \right]}{\partial \Delta G} = \frac{y \Delta V}{\Delta G^2} = \frac{20.84L}{(20.00L)^2} = 0.052L^{-2}$

D.2.5.2 各不确定度分量汇总及计算表

标准不确定度 u_i	不确定度来源	标准不确定度值	灵敏系数 c_i	合成标准不确定度分量 $ c_i \times u_i$
u_1	测量重复性	2.1×10^{-2}	1	2.1×10^{-2}
u_2	检测仪准确度	$18.05 \times 10^{-2} \text{ L}$	0.050 L^{-1}	9.0×10^{-3}
u_3	加油机准确度	$3.46 \times 10^{-2} \text{ L}$	0.052 L^{-2}	1.8×10^{-3}

D.2.5.3 合成标准不确定度计算

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2} = \sqrt{0.021^2 + 0.009^2 + 0.0018^2} = 2.3 \times 10^{-2}$$

D.2.6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 2 \times 2.3 \times 10^{-2} = 4.6 \times 10^{-2}$$

D.3 加油站油气回收装置液阻测量结果的不确定度评定

D.3.1 概述

D.3.1.1 环境条件：温度：(-25~55) °C，相对湿度：(30~90)%。

D.3.1.2 测量标准：油气检测仪，型号：YQJY-1，压力准确度等级：0.2级，流量准确度等级：1.5级。

D.3.1.3 测量过程：将检测仪与加油机的三通检测接头相连，再与已接地的氮气瓶的氮气出口相连，开启对应油罐的卸油油气回收系统油气接口阀门，然后开启氮气瓶，设定一定压力，并按照规范要求，分别检测3个流量对应的液阻。

D.3.2 测量模型

测量模型为：

$$P = P_i \quad (4)$$

式中： P ——被检加油机的液阻；

P_i ——检测仪的示值。

D.3.3 方差和灵敏系数：

由(4)式可得：

$$c_P = \frac{\partial P}{\partial P_i} = 1$$

则 $u_P = u_{P_i}$

D.3.4 标准不确定度分量评定

D.3.4.1 测量重复性引入的不确定度 u_1 。

选择一台回收装置作为测量对象，在气体流量为 28.0L/min 的条件下测量 10 次，其结果如下：

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
压力 (Pa)	17	25	19	20	18	26	24	18	20	22

$$\text{根据 } u_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}}$$

可得 $u_1 = 3.18\text{Pa}$

D.3.4.2 检测仪压力计准确度引进的不确定度 u_2

检测仪压力的准确度等级为 0.2 级，最大允差为 $\pm 0.2\%$ ，液阻最大限值为 90Pa，假设为均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_2 = 90 \times 0.2\% / \sqrt{3} = 0.10\text{Pa}$$

D.3.4.3 由检测仪压力计分辨力引进的不确定度 u_3

检测仪压力计的分辨力为 1Pa，按均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_3 = 0.5 / \sqrt{3} = 0.29\text{Pa}$$

D.3.5 合成标准不确定度的计算

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = \sqrt{3.78^2 + 0.10^2 + 0.29^2} = 3.8\text{Pa}$$

D.3.6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 2 \times 3.8\text{Pa} = 7.6\text{Pa}$$