

北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX-XXXX

加氢机

Hydrogen Dispensers

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

加氢机

Hydrogen Dispensers

JJF(京) XXXX-XXXX

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

参加起草单位：厚普清洁能源股份有限公司

北京海德利森科技有限公司

北京三盈氢能源装备有限公司

本规范委托北京市计量检测科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

XX

参加起草人：

XX

目 录

引 言.....	(II)
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	(2)
4 概述.....	(2)
4.1 构造	(2)
4.2 原理	(2)
5 计量特性.....	(3)
5.1 流量示值误差	(3)
5.2 流量重复性	(3)
6 校准条件.....	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 主标准器及配套设备	(3)
7 校准项目和校准方法.....	(4)
7.1 校准项目	(4)
7.2 校准方法	(4)
8 校准结果的表达.....	(10)
9 复校时间间隔.....	(10)
附录 A.....	(11)
附录 B.....	(12)
附录 C.....	(13)

引 言

本规范的编制基于压缩氢气加气机使用和现场检测的主要技术条件，参考 GB/T 31138《加氢机》、GB/T 31130《科里奥利质量流量计》、GB/T 19237《汽车用压缩天然气加气机》等文件，对计量特性指标、技术要求及试验方法进行编制。

本规范所用术语，除在本规范中专门定义的外，均采用 JJF 1001《通用计量术语及定义》和 JJF 1004《流量计量名词术语及定义》。

本规范为首次发布。

加氢机校准规范

1 范围

本规程适用于额定工作压力为 35MPa/70MPa 的加氢机的校准。

2 引用文件

- GB/T 31138 加氢机
- GB/T 31130 科里奥利质量流量计
- GB/T 19237 汽车用压缩天然气加气机
- GB/T 24499 氢气、氢能与氢能系统术语
- GB 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气
- GB 8979 纯氮 高纯氮和超纯氮
- GB/T 13277.1 压缩空气 第 1 部分：污染物净化等级
- GB/T 13277.2 压缩空气 第 2 部分：悬浮油含量测量方法
- GB/T 13277.3 压缩空气 第 3 部分：湿度测量方法

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

JJF 1001、JJF 1004 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1.1

加氢机 hydrogen dispensers [3.1 GB/T 31138-2022]

为氢能汽车、氢能船舶、氢能有轨电车、氢能飞行器、氢能工程车辆、氢能发电装置等提供氢气充装服务，并带有控制、计量和计价等功能的专用设备。

3.1.2 加氢枪 nozzle [3.3 GB/T 31138-2022]

安装在加氢机加氢软管末端，用于连接车载储氢系统加注接口的部件。

3.1.3 加氢口 receptacle [3.4 GB/T 31138-2022]

车辆上与加氢枪相连接的部件总成。

注：通常也称受气口。

3.1.4 车载储氢系统 onboard hydrogen storage system [3.2 GB/T 31138-

2022]

从氢气加注口至压力调节器进口，与高压氢气加注、储存、输送、供给和控制有关的装置。

3.1.5 拉断阀 breakaway device [3.5 GB/T 31138-2022]

安装在加氢软管上的装置，当加氢过程出现超过张拉极限的情况时，断开加氢机上的加氢软管，并防止氢气从加氢机中泄漏。

3.1.6 加氢软管 dispenser hose [3.6 GB/T 31138-2022]

加注氢燃料的软管，加氢软管一端与拉断阀相连，一端与加氢枪相连。

3.1.7 目标压力 target pressure

加注正常结束时，储氢气瓶内预期压力值。

3.1.8 加注速率 fueling speed [3.8 GB/T 31138-2022]

氢气加注时的氢气流量或储氢气瓶内压力升高的速率。

3.1.9 科里奥利质量流量计 coriolis mass flow meter [3.1.1 GB/T 20728]

由流量检测元件（一次装置）和变送器（二次装置）组成，利用流体与振动管振动的相互作用测量质量流量和密度的装置。

注：科里奥利流量计也可测量振动管内的温度。

3.1.10 最小质量变量 minimum quality variable

加氢机显示质量的最小变化量。

3.2 计量单位

3.2.1 质量：千克，符号：kg。

3.2.2 流量：千克每分钟，符号：kg/min。

3.2.3 压力：兆帕，符号：MPa。

3.2.4 温度：摄氏度，符号：℃。

4 概述

4.1 构造

加氢机为储氢气瓶提供氢气燃料充装服务，一般由气体过滤器、进气阀、质量流量计、流量调节装置、换热器（可选）、拉断阀、加氢软管、加氢枪等组成。

4.2 原理

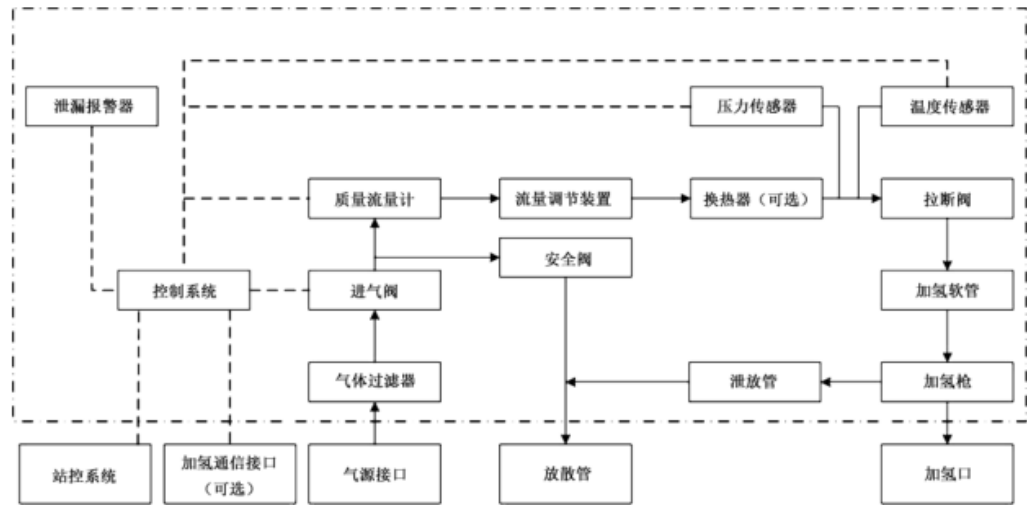


图1 加氢机典型系统组成

氢气从气源接口进入加氢机进气管路，依次经过气体过滤器、进气阀、质量流量计、流量调节装置、换热器（可选）、拉断阀、加氢软管、加氢枪后通过加氢口充入储氢气瓶。加氢机的控制系统自动控制加氢过程，并与加氢站站控系统、加氢通信接口（可选）等实时通信。

5 计量特性

5.1 流量示值误差

加氢机计量的最大允许误差不应超过 $\pm 1.5\%$ 。

5.2 流量重复性

加氢机的计量重复性不应超过相应最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。

注：以上指标不作为合格性判定。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(-40\sim 50)$ $^{\circ}\text{C}$ ；

6.1.2 相对湿度： $20\sim 95\%$ ；

6.1.3 大气压力： $(80\sim 110)$ kPa。

6.2 主标准器及配套设备

6.2.1 主标准器

一般采用标准表法流量校准装置（简称：标准表法装置）校准，也可采用质量法校准标准装置（简称：质量法装置）校准。

标准表法装置流量范围：（0.1~8）kg/min，不确定度优于被检器具的1/3。

质量法装置采用电子天平作为主标准器，准确度等级不低于⑩级，检定分度值不高于2g，最大量程依据加气量储氢气瓶、管路及支架等的总质量确定。

6.2.2 配套设备

配套设备见表1。

表1 配套设备

序号	设备名称	技术要求	用途
	储氢气瓶	公称工作压力满足加氢机公称工作压力要求，容积应不小于50L，同时满足压力容器监管要求	存储高压气体
1	压力传感器或压力表	压力范围满足加氢机公称工作压力要求，准确度等级不低于0.25级。	读取储氢气瓶压力值

6.2.3 校准介质

校准介质为压缩氢气、压缩氮气或压缩空气，并充满管道及流量计。气体介质分别符合GB37244、GB 8979、GB13277要求。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

表2 校准项目一览表

序号	校准项目
1	流量示值误差
2	流量重复性

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

7.2.1.1 外观与结构检查

加氢机的外观和结构应符合下列要求。

a) 整机外表面涂层应光泽、均匀，无剥落、开裂等缺陷，镀铬件及标牌等外露件不应有漆污，表面涂层、镀层不应有明显的机械损伤。

b) 整机内零件与零件之间的同形状结合面的边缘、侧板及顶盖之间的结合面边缘应整齐、匀称，不应有明显的错位。外露件、装饰件不应有损伤、剥落、锈蚀等缺陷。

c) 各滑动、转动部件运动应轻便、灵活、平稳，无阻滞现象。

d) 紧固件应连接牢靠，无松动。连接导线应压接或焊接良好。各电气设备外壳地线与整机接地线应连接良好，牢固。接插件应接触良好，应有防误插的互联结构，并有防脱拔措施。

e) 对直接影响计量准确度的部件和装置应有可靠的铅封或其他锁定装置。

f) 应有供客户查看的显示器，用于显示加氢量、加注金额、单价等信息，显示器应字符完整、清晰。

h) 加氢机应配置入口手动截止阀和泄放手动截止阀。

i) 封闭式加氢机外壳在顶部氢气易聚集处应设有排气孔，排气孔的位置和尺寸应能防止堵塞，且总面积不应小于 20cm^2 。

j) 机柜应采取措施防止在下陷或凹陷处积水。

k) 加氢机机柜应当为氢气管道及电气设备的现场连接预留空间。加氢机安装后，应设置用于连接以及检查和调试的开口，开口应需要钥匙或工具才能打开。

l) 加氢枪应设置安全的支撑及保护措施，以避免其因外来物质的积聚（例如雪、冰或沙子）而影响操作。加氢枪应避免空气进入车载储氢系统或者加氢站设备。

加氢机铭牌一般注明以下内容：

- 1) 制造商名称（商标）、产品名称及型号规格；
- 2) 制造日期、出厂编号；
- 3) 流量范围、准确度等级或最大允许误差；
- 4) 电源电压、最大工作压力；
- 5) 防爆标志和防爆合格证编号等。
- 6) CPA 标志及计量器具型式批准证书编号（新产品预留相应内容位置）

7.2.1.2 流量范围检查

加氢机的最大氢气流量应不大于 7.2kg/min。

7.2.1.3 压力等级检查

加氢机压力等级应满足表 3。

表 3 加氢机压力等级

加氢机工作压力等级 (HSL)	公称工作压力 (NWP) / MPa	最大工作压力 (1.25NWP) /MPa	最大允许工作压力 (1.375NWP) /MPa
H35	35	43.75	48.125
H70	70	87.5	96.25

7.2.1.4 安全阀检查

加氢机的加注管道上应设置全启式安全阀和相应的安全泄放措施。

7.2.1.5 气密性检查

a) 将气源系统、加氢机以及计量性能试验设备相连接，加氢机通过加氢软管和加氢枪与试验设备连接，见图 2；

b) 关闭试验设备中储氢气瓶前端的阀门，缓慢打开加氢机前端入口阀，试验介质应充满整个管路系统；

c) 观察试验设备上压力传感器或压力表示值，当压力值达到试验要求的压力值时，关闭加氢机前端入口阀；

d) 保持压力 10min，再次观察压力传感器或压力表示值，压力变化不应超过 0.1MPa，管路系统各连接处应无泄漏。

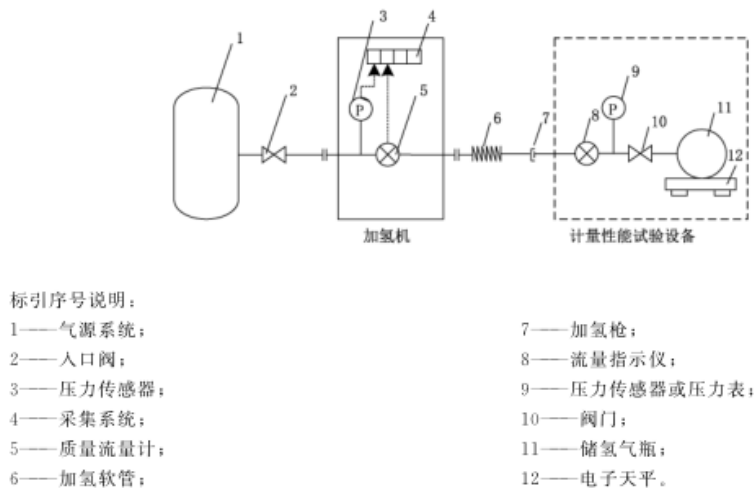


图 2 加氢机计量性能测试原理图

7.2.2 流量示值误差

7.2.2.1 校准流量区

检定流量按加氢机的额定工作压力分不同流量区进行试验，分别是 R

(1)、R(2)、R(3)和R(4)，每个流量区分别校准3次。各流量区的充装压力控制范围见表4。

表4 各流量区的充装压力控制范围

加氢机额定工作压力	流量区	储氢气瓶起始压力	储氢气瓶终止压力
35MPa	R(1)	(2~5) MPa	(30~35) MPa
	R(2)	(10~15) MPa	(30~35) MPa
70MPa	R(3)	(2~10) MPa	(60~70) MPa
	R(4)	(20~30) MPa	(60~70) MPa

7.2.2.2 校准步骤

7.2.2.2.1 标准表法装置校准步骤

- 1) 环境条件应符合6.1条要求。
- 2) 标准表法装置及加氢机应良好接地，通电预热时间不少于30 min。
- 3) 根据需要清除储氢气瓶表面的霜和水。
- 4) 按照图3方式连接好被检加氢机和标准表法装置。打开入口阀、加氢枪阀、储氢气瓶阀，使校准介质充满管道。观察标准表法装置上的压力传感器示值，当储氢气瓶的压力达到某实验区间要求的起始压力，停止加气，关闭阀门，断开加氢机与标准表法装置的连接。
- 5) 将加氢机示值回零，同时将校准装置回零（或记录校准装置初始值），开始数据采集。
- 6) 开启加氢机，打开加氢枪阀和储氢气瓶阀进行加气，观察精密压力传感器示值，当储氢气瓶阀的压力达到流量区要求的终止压力时，停止加气，关闭加氢枪阀门和储氢气瓶阀。**同步采集**被校加氢机的累积质量流量和校准装置的质量流量。可以采用启停法或者动态采样法（同步拍照方式获取被检加气机和标准装置的示值）进行检测。
- 7) 按照各流量区要求的试验次数，重复以上步骤。

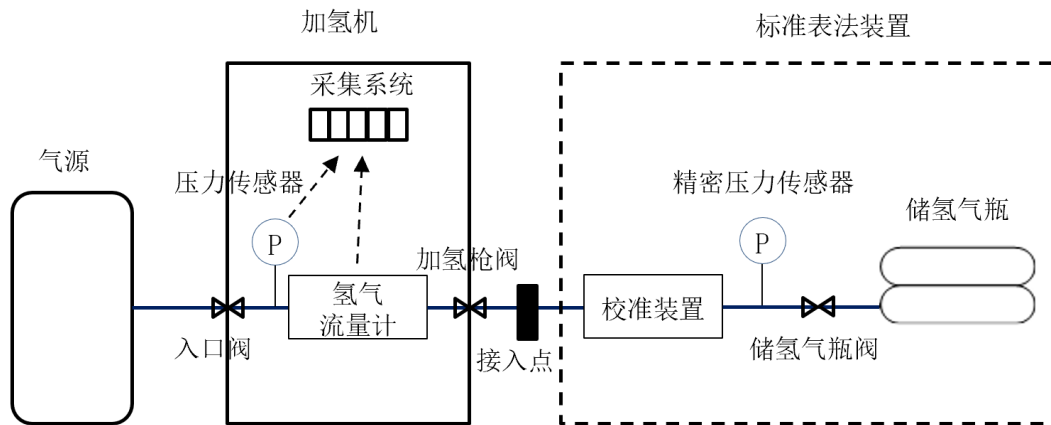


图3 标准表法装置工作原理图

7.2.2.2.2 质量法装置校准步骤

- 1) 环境条件应符合 6.1 条要求。
- 2) 质量法装置及加氢机应良好接地，通电预热时间不少于 30 min。
- 3) 根据需要清除储氢气瓶表面的霜和水。
- 4) 按照图 4 方式连接好被检加氢机和质量法装置。打开入口阀、加氢枪阀、储氢气瓶阀，使校准介质充满管道。观察质量法装置上的压力传感器示值，当储氢气瓶的压力达到某实验区间要求的起始压力，停止加气，关闭阀门，断开加氢机与质量法装置的连接。
- 5) 将加氢机示值回零，同时将质量法装置回零（或记录校准装置初始值），开始数据采集。
- 6) 开启加氢机，打开加氢枪阀和储氢气瓶阀进行加气，观察精密压力传感器示值，当储氢气瓶的压力达到流量区要求的终止压力时，停止加气，关闭加氢枪阀门和储氢气瓶阀。
- 7) 按照各流量区要求的试验次数，重复以上步骤。

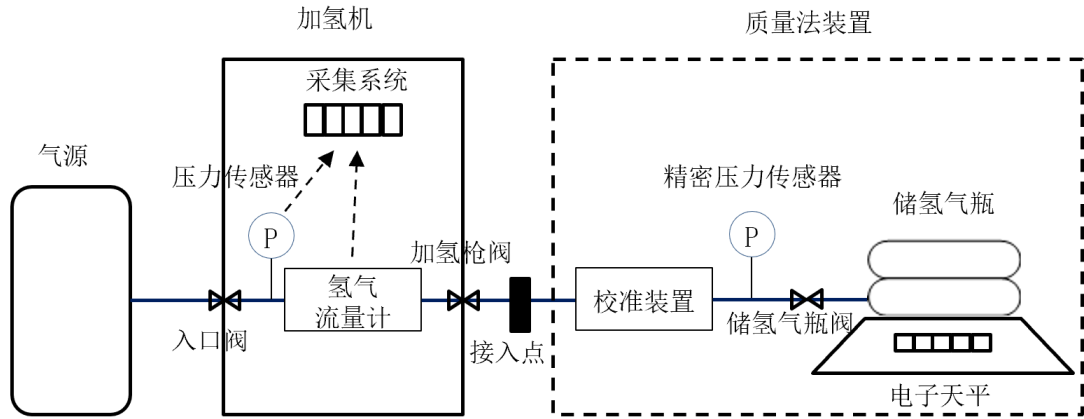


图4 质量法装置工作原理图

加气完成后，记录加氢机累积流量示值，同时记录校准装置累积流量示值，用公式（2）计算加氢机的单次测量示值相对误差 E_{ij} ：

$$E_{ij} = \frac{(m_J)_{ij} - (m_B)_{ij}}{(m_B)_{ij}} \times 100\% \quad (2)$$

式中： $(m_J)_{ij}$ —— i 流量区第 j 次测量时加氢机面板显示的累积流量示值，kg；

$(m_B)_{ij}$ —— i 流量区第 j 次测量时标准装置的累积流量示值，kg；

E_{ij} —— i 流量区第 j 次测量的单次示值相对误差，%。

7.2.2.3 流量示值误差

1) i 流量区 3 次测量完成后，取 3 次示值相对误差的平均值作为该流量点的示值误差 E_i ，见（3）式。

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^n E_{ij}}{n} \quad (3)$$

式中： E_i —— i 流量区的示值误差，%；

n ——测量次数， $n = 3$ 。

2) 取各流量区中示值误差绝对值最大的值作为加氢机的示值误差。

7.2.3 流量重复性

1) 重复性 E_r 用公式（4）计算：

$$(E_r)_i = \frac{E_{max} - E_{min}}{C_n} \quad (4)$$

式中： $(E_r)_i$ ——为*i* 试验区间加氢机的测量重复性；

E_{max} ——为*i* 试验区间加氢机单次示值误差的最大值；

E_{min} ——为*i* 试验区间加氢机单次示值误差的最小值；

d_n ——极差系数，见表 5 ；

表 5 极差系数表

n	3	4	5	6	7	8
C_n	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85

2) 取各流量区中重复性最大的值作为加氢机的重复性。

$$E_r = [(E_r)_i]_{max}$$

8 校准结果的表达

校准证书应给出校准结果及测量不确定度，校准证书格式见附录 A，原始记录格式见附录 B，不确定度评定示例见附录 C。

9 复校时间间隔

加氢机复校时间间隔建议不超过 1 年。

注：由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定的，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

校准记录的参考格式

记录编号: _____ 校准证书编号: _____ 第 _____ 页/共 _____ 页

委托单位: _____ 证书单位: _____

型号/规格: _____ 出厂编号: _____ 准确度等级: _____ 级 流量范围: _____ kg/min

制造厂家: _____

标准器名称: _____ 标准器型号/规格: _____ 标准器编号: _____

标准器证书编号: _____ 标准器有效期至: _____ 标准器测量范围: _____ kg/min

校准依据文件: _____

校准环境参数: 温度: _____ °C 相对湿度: _____ % 大气压力: _____ kPa 校准介质: _____

流量区	校准次数	加氢机示值 kg	校准装置示值 kg	相对误差 %	平均误差 %	重复性 %	流量区	校准次数	加氢机示值 kg	校准装置示值 /kg	相对误差 %	平均 误差	重复 性
R(1)	1						R(2)	1					
	2							2					
	3							3					
校准结果	示值误差 (%):			重复性 (%):			测量结果不确定度						

校准员: _____ 核验员: _____ 校准日期: _____ 签发日期: _____ 校准地点: _____

附录 B

校准证书的（内页）参考格式

B.1 校准依据

B.2 校准地点

B.3 环境条件、介质

温度（℃）：

相对湿度（%）：

大气压力（kPa）：

校准介质：

B.4 校准所用主要标准器

名称：

准确度等级或测量不确定度或最大允许误差：

有效期至： 年 月 日

B.5 校准结果

附录 C

加氢机测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被校计量器具

名称：加氢机

C.1.2 标准器

标准器信息见表 D.1

表 D.1 标准器

名称	标准表法气体流量标准装置
测量不确定度	$U_{rel}=0.30\% (k=2)$
测量范围	$(0.1\sim 8) \text{ kg/min}$

C.1.3 校准环境条件

校准时环境温度：22.0℃，相对湿度：50 %。

C.2 不确定度分析

C.2.1 数学模型

加氢机流量相对示值误差按式 (C.1) 进行计算：

$$E_i = \frac{m_J - m_B}{m_B} \times 100\%$$

(C.1)

式中： E_i — i 流量区的相对示值误差，%；

m_J — i 流量区测量时加氢机面板显示的累积流量示值，kg；

m_B — i 流量区测量时标准装置的累积流量示值，kg。

C.2.2 测量不确定度来源和传播公式

从式 (D.1) 可得，影响测量不确定度的因素主要有：标准装置的累积流量示值引入的不确定度分量 $u_r(m_B)$ 和加氢机面板显示的累积流量示值引入的不确定度分量 $u_r(m_J)$ ，各不确定度分量互不相关。

根据不确定度传播律可得

$$u_r(E_i) = \sqrt{c_r^2(m_B)u_r^2(m_B) + c_r^2(m_J)u_r^2(m_J)}$$

其中，各分相对量灵敏系数为：

$$c_r(m_B) = -1; c_r(m_J) = 1.$$

C.2.3 不确定度评定

a) 标准装置的累积流量示值引入的不确定度分量 $u_r(m_B)$

标准表法气体流量标准装置的扩展不确定度 $U_{rel}=0.30\%(k=2)$ ，则相对标准不确定度为

$$u_r(m_{B1}) = \frac{0.30\%}{2} = 0.150\%$$

标准装置的最小分度读数为 0.001kg，设定每次校准时，加氢机的加注量取 5kg，则标准装置的最小分度读数引入不确定度分量为

$$u_r(m_{B2}) = \frac{0.29 \times 0.001}{5} \times 100\% = 0.0058\%$$

综上，标准装置的累积流量示值引入的标准不确定度分量 $u_r(m_B)$ 为

$$\begin{aligned} u_r(m_B) &= \sqrt{u_r^2(m_{B1}) + u_r^2(m_{B2})} \\ &= \sqrt{(0.150\%)^2 + (0.0058\%)^2} = 0.1501\% \end{aligned}$$

b) 加氢机面板显示的累积流量示值引入的不确定度分量

加氢机的最小分度读数为 0.001kg，设定每次校准时，加氢机的加注量取 5kg，则加氢机的最小分度读数引入不确定度分量为

$$u(m_{J1}) = \frac{0.29 \times 0.001}{5} \times 100\% = 0.0058\%$$

对一台稳定性好的加氢机按加注量取 5kg 进行检定，共测量 10 次，获得数据如表 C.2 所示：

表 C. 2

示值 (kg)	相对示值误差 (%)										平均值 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	0.48	0.47	0.72	0.67	0.56	0.58	0.51	0.62	0.60	0.68	0.59%

根据贝塞尔公式计算可得标准偏差:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}{n-1}} = 0.086\%$$

因此, 计算可得加氢机测量重复性带来的不确定度分量为:

$$u(m_{J2}) = s = 0.086\%$$

经实验测算, 加氢机的数据采集系统带来的时间不同步值最大为 80ms, 其分布可视为均匀分布, 取 $k = \sqrt{3}$, 设定加氢机单次连续加注时间不应少于 3 分钟的要求, 每次数据采集时间应至少为 1 分钟, 则

$$u_r(m_{J3}) = \frac{80}{\sqrt{3} \times 60 \times 10^3} \times 100\% = 0.077\%$$

综上, 加氢机面板显示的累积流量示值引入的不确定度分量为

$$u_r(m_j) = \sqrt{u_r^2(m_{J1}) + u_r^2(m_{J2}) + u_r^2(m_{J3})} = \sqrt{(0.0058\%)^2 + (0.086\%)^2 + (0.077\%)^2} = 0.1156\%$$

C. 2. 4 合成相对标准不确定度

标准不确定度分量一览表见表 C. 3

表 C. 3 标准不确定度分量一览表

序号	符号	不确定度分量来源	相对灵敏系数 $ c_i $	相对标准不确定度 %
1	$u_r(m_B)$	标准装置的累积流量示值引入的标准不确定度分量	-1	0.1501
2	$u_r(m_j)$	加氢机面板显示的累积流量示值引入的不确定度分量	1	0.1156
合成标准不确定度 u_r				0.189

合成标准不确定度与各分量无关, 则漏风量校准结果的合成标准不确定度为

$$u_r(E_i) = \sqrt{c_r^2(m_B)u_r^2(m_B) + c_r^2(m_J)u_r^2(m_J)} = \sqrt{(0.1501\%)^2 + (0.1156\%)^2} = 0.189\%$$

C.2.5 计算扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，其测量结果的扩展不确定度为

$$U_r = 2 \times u_r(E) = 0.38\%$$

