

JJF (浙)

浙江省地方计量技术规范

JJF (浙) 1182—2021

碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪 校准规范

Calibration Specification for Carbon Balance

Vehicle Fuel Consumption Tester

2021-08-03 发布

2021-11-03 实施

浙江省市场监督管理局 发布

碳平衡法汽车燃料消耗量 检测仪校准规范

Calibration Specification for Carbon Balance

Vehicle Fuel Consumption Tester

JJF(浙) 1182-2021

归口单位：浙江省市场监督管理局

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

参加起草单位：杭州市余杭区机动车辆综合性能检测站

本规范委托浙江省计量科学研究院负责解释

本规范主要起草人： 俞醒言（浙江省计量科学研究院）
冯敏杰（浙江省计量科学研究院）
周天龙（浙江省计量科学研究院）

参加起草人：程中州（浙江省计量科学研究院）
欧阳冰（浙江省计量科学研究院）
金鑫（杭州市余杭区机动车辆综合性能检测站）
余崇皓（浙江省计量科学研究院）

目 录

引言	II
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
4.1 测量范围	(1)
4.2 分辨力	(1)
4.3 仪器漂移	(1)
4.4 示值误差	(1)
4.5 重复性	(1)
5 校准条件	(1)
5.1 环境条件	(1)
5.2 测量标准及其他设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
7 校准结果的表达	(2)
8 复校时间间隔	(3)
附录A 碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪校准记录	(4)
附录B 校准证书(内页)格式	(5)
附录C 碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪示值误差测量不确定度	(6)

引 言

本规范以 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行制定。

国家标准GB/T 18566-2011《道路运输车辆燃料消耗量检测评价方法》提出对汽车燃料经济性进行检测，检测时采用碳平衡法油耗仪。

本规范为首次发布。

碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪校准规范

1 范围

本规范适用于碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪（以下简称检测仪）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

GB/T 18566-2011 道路运输车辆燃料消耗量检测评价方法

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 概述

碳平衡法是利用燃油经发动机燃烧后排气中碳质量总和与燃油燃烧前的碳质量相等的质量守恒定律测算汽车燃料消耗量的方法。

检测仪主要由排气稀释装置、稀释排气温度和压力测量装置、流量测量装置和气体浓度测量装置等组成。

4 计量特性

4.1 分辨力

分辨力不低于 0.1g。

4.2 仪器漂移

仪器漂移不超过 $\pm 1\text{g}$ 。

4.3 示值误差

示值误差不超过 $\pm 4\%$ 。

4.4 重复性

重复性不大于 1.5%。

注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 温度：（0~40）℃。

5.1.2 相对湿度：不大于 85%。

5.1.3 校准应在周围的污染、振动、电磁干扰对校准结果无影响的环境下进行。

5.2 测量标准及其他设备见表 1。

表 1 碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪测量标准及其他设备

序号	测量标准	主要技术指标
1	CO ₂ 气体标准物质	相对扩展不确定度应为（或优于）1%
2	电子天平	测量范围：（0~10）kg 准确度等级：⑩级
3	浮子流量计	测量范围：（1~10）m ³ /h 准确度等级：4.0 级

6 校准项目和校准方法

6.1 分辨力

将被校检测仪按使用说明书要求，按规定开机预热后，观察检测仪分辨力。

6.2 仪器漂移

将被校检测仪调整零位后，开风机抽气，每隔 5min 观察一次示值并记录，共取 3 次示值，偏离零点的最大变化量作为仪器漂移。

6.3 示值误差

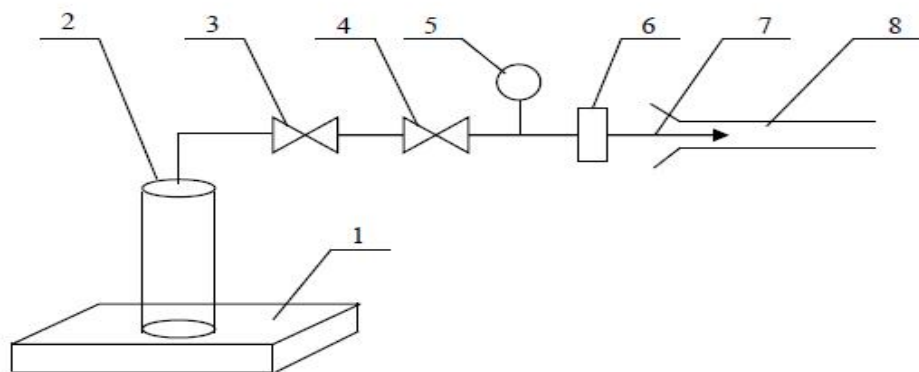
a) 接通电源，按检测仪说明书规定的时间预热。

b) 预热完成检漏通过后启动气泵，检测仪调零后将气泵关闭。

c) 将 CO₂ 标准气体的气瓶放置在电子天平上，记录测量值 C₁。

d) 按校准装置布置图（图 1）连接好装置和仪器，向检测仪排气稀释管喷入 CO₂ 标准气体，检测仪至少采样 100s，结束时确保仪器管道内无 CO₂ 标准气体残留，记录检测仪测量示值 C_{di}。

图 1 校准装置连接示意图



图中：1、电子天平 2、二氧化碳气瓶 3、流量计 4、减压阀 5、压力表 6、气瓶阀门 7、软管 8、油耗仪排气稀释管

- e) 将 CO₂ 标准气体的气瓶放置在电子天平上, 记录测量值 C₂。
- f) 重复测量 3 次, 取三次测量结果示值误差的平均值作为示值误差。

按公式 (1) (2) 计算示值误差。

$$\delta_i = \frac{C_{di} - (C_1 - C_2)}{C_1 - C_2} \times 100\% \quad (1)$$

$$\bar{\delta}_i = (\delta_1 + \delta_2 + \delta_3) / 3 \quad (2)$$

式中:

C_{di} ——检测仪 CO₂ 测量值, g;

C_1 ——CO₂ 标准气体喷入前气瓶质量, g;

C_2 ——CO₂ 标准气体喷入后气瓶质量, g;

δ_i ——第 i 次测量示值误差;

$\bar{\delta}_i$ ——三次测量结果示值误差平均值。

6.4 重复性

a) 按 6.3 规定的方法进行试验, 在示值误差校准基础上, 再重复测量 3 次, 读取 CO₂ 标准气体喷入前后的气瓶质量和检测仪测量的 CO₂ 质量, 计算示值误差 δ_i 。

b) 计算重复性误差。

按公式 (3) 和 (4) 计算重复性误差:

$$s_A = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\delta_i - \bar{\delta}_i)^2} \quad (3)$$

式中: s_A ——重复性 (以实验标准偏差表示);

δ_i ——第 i 次测量示值误差;

$\bar{\delta}_i$ ——6 次测量示值误差的算术平均值;

n ——测量的次数, $n = 6$ 。

$$s_a = \frac{s_A}{\bar{\delta}_i} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

s_a ——重复性 (以相对标准偏差表示);

s_A ——重复性 (以实验标准偏差表示);

$\bar{\delta}_i$ ——6 次测量示值误差的算术平均值。

7 校准结果的表达

检测仪经校准后出具校准证书, 校准证书信息应符合 JJF1071-2010 中 5.12 的要求, 校准记录及证书内页格式可参考附录 A、附录 B。碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪示值误

差测量不确定度评定的实例见附录 C。

8 复校时间间隔

碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪复校时间间隔建议一般不超过 1 年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，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。

附录 A

碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪校准记录

送校单位		型号规格		出厂编号	
生产厂家		样品名称		出厂日期	
环境温度		环境相对湿度			

一、分辨力

项目	技术要求	校准结果
分辨力	不低于 0.1g	

二、示值误差

次数	CO ₂ 喷射前气瓶质量 C ₁ (g)	CO ₂ 喷射后气瓶质量 C ₂ (g)	CO ₂ 质量 标准值 C ₁ -C ₂ (g)	CO ₂ 测量值 C _{di} (g)	示值误差 $\Delta b = \frac{C_{di} - (C_1 - C_2)}{C_1 - C_2} \times 100\%$ (%)	示值误差平均值 (%)	相对扩展不确定 U _{rel} (k=2) (%)
第 1 次							
第 2 次							
第 3 次							

三、重复性

重复性	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	算术平均值 $\bar{\delta}_i$	标准偏差 s _A	重复性 s _a $s_A / \bar{\delta}_i \times 100\%$
	g	g	g	g	g	g	g	g	%

校准:

审核:

校准日期:

附录 B

校准证书(内页)内容

校准项目		技术要求	校准结果
1	分辨力	不低于 0.1g	
2	仪器漂移	不超过 ± 1 g	
3	示值误差	不超过 $\pm 4\%$	
4	重复性	不大于 1.5%	
示值误差的测量不确定度:			

附录 C

碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪示值误差测量不确定度

1、测量方法:

接通电源,按检测仪说明书规定的时间预热,预热完成检漏通过后启动气泵,检测仪调零后将气泵关闭。将 CO₂ 标准气体的气瓶放置在电子天平上,记录测量值。连接好校准装置和仪器,向检测仪排气稀释管喷入 CO₂ 标准气体,检测仪至少采样 100s,结束时确保仪器管道内无 CO₂ 标准气体残留,记录检测仪测量示值。将 CO₂ 标准气体的气瓶放置在电子天平上,记录测量值。计算电子天平测得的 100s 气瓶喷出的 CO₂ 质量作为标准值,重复测量 3 次,取平均值做为示值误差。

2、建立测量模型

利用二氧化碳喷射法测量时,其示值误差的测量模型为:

$$\Delta a = C_i - (M_i - M_0) \quad (1)$$

式中: Δa —碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪示值误差;

C_i —碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪测量值, g;

M_i —CO₂ 喷射前气瓶质量, g

M_0 —CO₂ 喷射后气瓶质量, g。

因为各分量 C_i 、 M_i 、 M_0 互不相关,由不确定度传播律:

$$u_c^2(\Delta a) = c^2(C_i)u_c^2(C_i) + c^2(M_i)u_c^2(M_i) + c^2(M_0)u_c^2(M_0) \quad (2)$$

2.1 灵敏系数

$$\begin{aligned} c(C_i) &= 1 \\ c(M_i) &= -1 \\ c(M_0) &= 1 \end{aligned} \quad (3)$$

根据上述公式 (1) (2) (3) 得出标准不确定度: $u_c^2(\Delta a) = u_c^2(C_i) + u_c^2(M_i) + u_c^2(M_0)$

3、输入量的标准不确定度评定

(1) 被校碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪测量结果重复性的标准不确定度评定

被校碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪测量结果示值误差重复性不确定度主要来源于碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪绝对示值误差测量结果重复性及数显仪器的示值量化误差。绝对示值误差测量结果重复性可以通过连续测量得到测量列,采用 A 类方法进行评定。

在相同条件下,对同一台仪器进行 10 次重复示值误差测量,10 次示值误差分别为:

绝对示值误差 (g)										\bar{C}_i (g)	实验标准差(g)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
+0.4	+0.9	-0.4	+0.4	-0.2	+0.6	-0.3	+0.5	+0.3	-0.5	0.17	0.481

单次实验标准差利用贝塞尔公式得出 $s(C_1) = 0.481g$:

实际测量时,测量 3 次作为测量结果的平均值,则可得标准不确定度为:

$$u(C_1) = s(C_1)/\sqrt{3} = 0.278g$$

(2) 被校碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪的数显量化误差的标准不确定度评定

碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪的分辨力为 0.1g, 其量化误差以等概率分布(矩形分布)落在宽度为 0.05g 的区间内。考虑其引入的标准不确定度为

$$u(C_2) = 0.05g/\sqrt{3} = 0.028g$$

为避免重复计算, 只计最大影响量, 舍弃 $u(C_2)$ 。

(3) 电子天平引入的标准不确定度评定

本次校准采用的电子天平为 ①级。校准时, 喷射前后都采用电子天平称取气瓶质量, 评定时天平所引入的标准不确定度可能会重复计算, 或者相互抵消, 为了避免上述问题, 本次评定直接采用 CO_2 的喷射质量, 校准时单次 CO_2 的喷射量一般为 1kg 以下, ①级天平在该测量范围内最大允许误差为 $\pm 0.5g$, 考虑其为矩形分布, 则引入的标准不确定度为: $u(M_{i1}) = 0.5g/\sqrt{3} = 0.289g$,

(4) CO_2 气体标准物质引入的标准不确定度评定

CO_2 气体标准物质的标准证书给出的 $U_{rel}=1\%$, $k=2$, 其纯度为 99%, 则一定质量的 CO_2 标准物质中只有 99% 为纯的 CO_2 , 1% 为其他气体, 校准时释放的 CO_2 标准值为 115.8g, 故考虑引入的标准不确定度分量为:

$$u(M_{i2}) = 115.8g \times 1\%/2 = 0.579g$$

4、输出量的标准不确定度分量一览表

序号	输入量估计值的标准不确定度评定			输出量估计值的标准不确定度分量	
	来源	符号	数值	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(x)$
1	测量结果重复性引入的标准不确定度评定	$u(C_1)$	0.278g	1	0.278g
2	电子天平引入的标准不确定度评定	$u(M_{i1})$	0.289g	-1	-0.289g
3	CO_2 气体标准物质引入的标准不确定度评定	$u(M_{i2})$	0.579g	-1	-0.579g

5、合成标准不确定度的计算

由于各标准不确定度分量相互无关, 故合成标准不确定度为

$$u_c(\Delta a) = \sqrt{c^2(C_i)u_c^2(C_i) + c^2(M_i)u_c^2(M_i) + c^2(M_0)u_c^2(M_0)} = \sqrt{0.278^2 + 0.289^2 + 0.579^2} = 0.71g$$

6、扩展不确定度的计算

取包含因子 $k=2$, 则

$$U = k \times u_c(\Delta a) = 2 \times 0.71g = 1.42g$$

7、相对扩展不确定度的计算

$$U_{rel} = \frac{1.42g}{115.8g} \times 100\% = 1.3\% \quad k=2$$

8、测量不确定度报告

由上述分析得到检测仪示值误差的相对扩展不确定度为： $U_{rel}=1.3\%$ ， $k=2$ 。
