



中华人民共和国工业和信息化部 军工民品计量技术规范

JJF（军工民品） 0033—2024

碳平衡法汽车燃料消耗量 检测仪校准规范

Calibration Specification for Fuel Consumption Instrument

Based on Carbon Balance Method

（报批稿）

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

碳平衡法汽车燃料消耗量 检测仪校准规范

Calibration Specification for Fuel
Consumption Instrument Based
on Carbon Balance Method

JJF（兵工民品） 0033—2024

归口单位：中国兵器工业标准化研究所

主要起草单位：内蒙古北方重工业集团有限公司

参与起草单位：包头市检验检测中心

国防科技工业 1511 二级计量站

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

任绍卿（内蒙古北方重工业集团有限公司）

薛 燕（包头市检验检测中心）

高君斌（包头市检验检测中心）

参加起草人：

张荔萍（内蒙古北方重工业集团有限公司）

乔永盛（国防科技工业 1511 二级计量站）

冯向辉（包头市检验检测中心）

王卫东（国防科技工业 1511 二级计量站）

林一杉（内蒙古北方重工业集团有限公司）

目 录

引言.....（Ⅱ）

1 范围.....（1）

2 引用文件.....（1）

3 术语和计量单位.....（1）

4 概述.....（1）

5 计量特性.....（2）

5.1 示值误差.....（2）

5.2 重复性.....（2）

6 校准条件.....（2）

6.1 环境条件.....（2）

6.2 测量标准及其他设备.....（2）

7 校准项目和校准方法.....（2）

7.1 校准项目.....（2）

7.2 校准方法.....（3）

8 校准结果表达.....（5）

9 复校时间间隔.....（5）

附录 A 碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪校准记录.....（6）

附录 B 校准证书内页格式.....（7）

附录 C 碳平衡法检测仪示值误差测量不确定度评定示例.....（8）

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》编写。

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（以下简称碳平衡法检测仪）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JT/T 1013-2015 碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪

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

JT/T 1013—2015 界定的术语和定义适用于本规范。

3.1

碳平衡法 carbon balance method

根据燃料在发动机中燃烧后排气中的碳质量总和与燃料燃烧前的碳质量总和相等的质量守恒定律测算汽车燃料消耗量的方法。

4 概述

4.1 原理

通过收集汽车排放的废气，利用汽车燃料在发动机中燃烧后排气中的碳质量总和与燃料燃烧前的碳质量总和相等的质量守恒定律，从而准确的测量汽车燃料消耗量。

4.2 结构

碳平衡法检测仪主要由含碳气体浓度测量装置、稀释排气流量测量装置、排气稀释收集装置和测控系统等组成（如图1）。

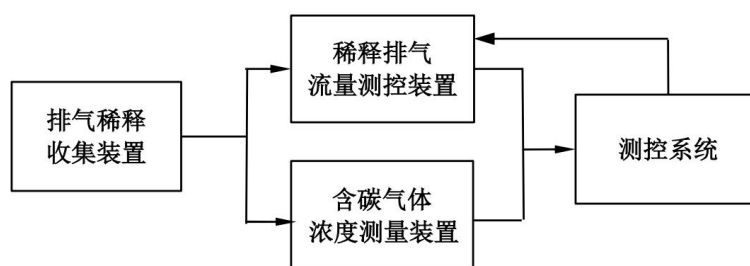


图1 碳平衡法检测仪组成结构

5 计量特性

5.1 示值误差

示值误差不大于 $\pm 4\%$ 。

5.2 重复性

重复性不大于 1.5% 。

注：上述计量特性，不作为合格判定的依据。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(0\sim 40)^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度：不大于 85% 。

6.1.3 供电电源：电压 $(220\pm 22)\text{V}$ ，频率 $(50\pm 1)\text{Hz}$ 。

6.1.4 校准应在无污染、无振动、无电磁场干扰的环境下进行。

6.1.5 工作场所应通风良好。

6.2 测量标准及其他设备

校准用测量标准及设备应经过计量技术机构检定或校准，满足校准使用要求，并在有效期内。校准用测量标准及设备要求见表1。

表1 校准用测量标准及设备要求

测量标准名称	测量范围	主要技术指标
电子天平	最大称量不小于 20kg	$d\leq 0.1\text{g}$ ，Ⅱ级及以上。
CO_2 标准气体	——	$\geq 99.99\%$
浮子流量计	$(0.25\sim 2.5)\text{m}^3/\text{h}$	不大于4.0级
气体减压阀	——	——

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

碳平衡法检测仪的校准项目见表2。

表 2 碳平衡检测仪校准项目一览表

序号	校准项目	校准用测量标准及设备
1	外观及附件检查	——
2	示值误差	电子天平、CO ₂ 标准气体、浮子流量计、气体减压阀
3	重复性	电子天平、CO ₂ 标准气体、浮子流量计、气体减压阀

7.2 校准方法

7.2.1 外观及附件

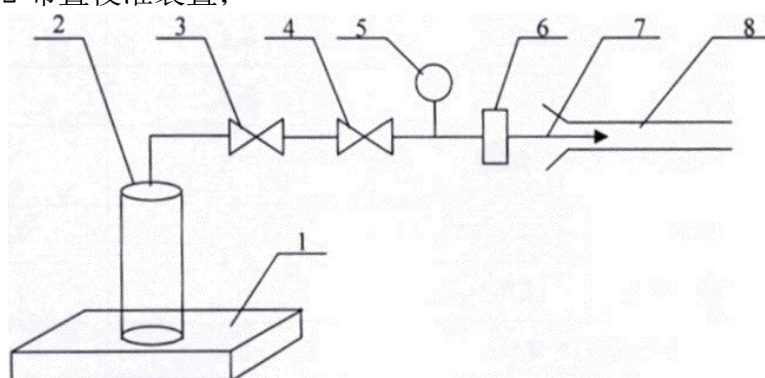
用目测和手动方法进行检查，仪器应无影响正常工作的损伤，各开关、旋钮或按键能正常操作和控制，各管路连接牢固，无泄漏，仪器上应标明名称、规格型号、制造单位、出厂编号等。检查结果记入原始记录表中，原始记录表格式见附录 A。

7.2.2 示值误差

校准方法如下：

a) 碳平衡检测仪示值误差采用二氧化碳喷射法，以规定时间内 CO₂ 标准气体喷出质量作为标准值，选取碳平衡检测仪流量测量装置量程的 20%、50%、80%为测试点；

b) 按照图 2 布置校准装置；



1—电子天平；2—CO₂气瓶；3—气瓶阀门；4—减压阀；5—压力表；
6—浮子流量计；7—软管；8—排气稀释收集管

图 2 校准装置示意图

c) 碳平衡检测仪及电子天平预热到正常工作状态；

d) 碳平衡检测仪进行调零，并测量环境空气中 CO₂ 气体浓度，进入测量状态；

e) 打开装有 CO₂ 标准气体气瓶的减压阀，向碳平衡检测仪排气稀释收集管喷入 CO₂ 标准气体，观察碳平衡检测仪 CO₂ 气体稀释浓度，调节减压阀，使稀释后 CO₂ 浓度小于 3%，并保持气瓶压力、流量稳定；

f) 待 CO₂ 浓度示值稳定后，碳平衡检测仪采样 20s，采样过程中，CO₂ 体积分数波动范围不得超过 $\pm 300 \times 10^{-6}$ ，记录采样开始至采样结束电子天平测得的 CO₂ 标准气体喷出

质量, 作为标准值, 同时读取碳平衡检测仪采样 20s 时间内 CO₂ 累计质量示值, 作为测量值;

g) 每个测试点重复测量 3 次, 按公式 (1) 计算各点单次测量的相对示值误差, 按公式 (2) 计算各点相对示值误差;

$$\delta_{ij} = \frac{M_{ij} - (M_s)_{ij}}{(M_s)_{ij}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\delta_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \delta_{ij} \quad (2)$$

式中:

δ_{ij} ——碳平衡法检测仪第 i 点第 j 次测量的相对示值误差, %;

M_{ij} ——碳平衡法检测仪第 i 点第 j 次测量值, g;

$(M_s)_{ij}$ ——电子天平第 i 点第 j 次测量值, g;

δ_i ——第 i 点相对示值误差, %;

n ——测量次数, $n=3$ 。

h) 碳平衡法检测仪的相对示值误差按式 (3) 计算;

$$\delta = \pm |\delta_i|_{\max} \quad (3)$$

式中:

δ ——碳平衡法检测仪相对示值误差, %。

i) 将测量及计算结果记录在校准原始记录, 示值误差的测量不确定度评定按照 JJF 1059.1-2012 的规定执行。

7.2.3 重复性

在 7.2.2 相对示值误差校准的基础上, 对每个测试点按公式 (4) 计算示值误差重复性。碳平衡检测仪重复性按公式 (5) 计算。

$$S_i = \frac{(\delta_{ij})_{\max} - (\delta_{ij})_{\min}}{C} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

S_i ——碳平衡检测仪第 i 测试点的重复性, %;

C ——极差系数, 取 1.69。

$$S = (S_i)_{\max} \quad (5)$$

式中:

S ——碳平衡法检测仪的重复性。

8 校准结果表达

校准结束后出具校准证书，推荐校准证书内页格式见附录B。校准证书应准确、客观的报告校准结果。校准结果用校准数据的形式给出，并给出测量不确定度，不确定度评定示例见附录C。校准证书至少包含以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名，以及签发日期；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定，一般不超过12个月。

附录 A

碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪校准记录

证书编号：

委托方全称				校准地点				
仪器名称				规格型号				
出厂编号				制造厂				
环境条件	温度	℃	湿度	%RH	大气压	kPa		
校准技术依据								
计量标准器	标准器名称	出厂编号	不确定度/准确度等级/最大允许误差			证书有效期至		
校准结果								
一、外观及附件检查：								
二、碳平衡检测仪的示值误差：								
测试点	20%			50%			80%	
喷射前示值（g）								
喷射后示值（g）								
测量值（g）								
喷射前、后之差（g）								
单次相对示值误差 δ_{ij} （%）								
各测试点相对示值误差 δ_i （%）								
示值误差 δ （%）								
三、碳平衡检测仪的重复性								
测试点	20%			50%			80%	
各测试点重复性 S_i								
重复性 S								
示值误差的测量不确定度 $U=$ （ $k=2$ ）								

校准员：

核验员：

校准日期：

附录 B

校准证书内页格式

校准结果

1. 外观及附件检查：
2. 示值误差：
3. 重复性：
4. 示值误差的测量不确定度：

以下空白

附录 C

碳平衡法检测仪示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 测量对象：碳平衡法汽车燃料油耗量检测仪。

C.1.2 校准用计量标准器具：标准气体、电子天平。

C.1.3 测量方法

用纯度 $\geq 99.99\%$ 的 CO_2 气体对检测仪进气管喷射，记录检测仪测量值。充装高纯 CO_2 气体（纯度 $\geq 99.99\%$ ）的气瓶放置在电子天平上，记录气瓶喷射前后电子天平示值，以气瓶喷射前后电子天平示值之差作为标准值。通过标准值和检测仪测量值计算检测仪的示值误差。

C.2 测量模型

测量模型见公式（C.1）。

$$\delta_i = \frac{M_i - M_{si}}{M_{si}} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中：

δ_i ——碳平衡法检测仪第 i 次测量的相对误差，%；

M_i ——碳平衡检测仪第 i 次测量值，g；

M_{si} ——电子天平第 i 次测量值，g。

C.3 不确定度来源

不确定度来源主要有：

- a) 由测量结果重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(M_i)$ ；
- b) 环境中 CO_2 浓度引入的标准不确定度分量 $u_2(M_i)$ ；
- c) 标准气体浓度引入的标准不确定度分量 $u_3(M_i)$ ；
- d) 由电子天平引入的标准不确定度分量 $u(M_{si})$ 。

C.4 各输入量的标准不确定度评定

C.4.1 测量结果重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(M_i)$

测量结果重复性可以采用 A 类评定方法进行评定。在相同的条件下，选取任一点对其测量三次，测得的检测仪示值误差为 2.4%、2.7%、2.9%，得单次实验标准差为：

$$s(M_i) = 0.29\%$$

则测量结果重复性引入的标准不确定度为：

$$u_1(M_i) = s(M_i) \div \sqrt{3} = 0.17\%$$

C.4.2 环境中 CO₂ 浓度引入的标准不确定度分量 $u_2(M_i)$

环境中 CO₂ 浓度变化按 $\pm 0.1\%$ 计，由此引入的标准不确定分量，按均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ，则引入的标准不确定度分量 $u_2(M_i)$ 为：

$$u_2(M_i) = \frac{0.1\%}{\sqrt{3}} = 0.058\%$$

C.4.3 标准气体浓度引入的标准不确定度分量 $u_3(M_i)$

相关行业标准规定，标准气体的相对扩展不确定度应不大于 2% ($k=2$)，由标气引入的标准不确定度分量 $u_3(M_i)$ 为：

$$u_3(M_i) = \frac{2\%}{2} = 1\%$$

C.4.4 电子天平引入的标准不确定度分量 $u(M_{si})$

电子天平称量的最大允许误差为 $\pm 1.0\text{g}$ ，按均匀分布处理，取 $k = \sqrt{3}$ ，可以采用 B 类评定方法进行评定，因此其称量 150 g 气体时由电子天平称量引入的标准不确定度分量 $u(M_{si})$ 为：

$$u(M_{si}) = \left(\frac{1.0}{150} \times 100\% \right) \div \sqrt{3} = 0.38\%$$

C.5 标准不确定度分量

标准不确定度分量见表 C.1。

表 C.1 标准不确定度分量一览表

序号	标准不确定度来源	符号	标准不确定度	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u_i(x)$
1	测量结果重复性引入的标准不确定度分量	$u_1(M_i)$	0.17%	-	0.17%
2	环境中 CO ₂ 浓度引入的标准不确定度分量	$u_2(M_i)$	0.058%	1	0.058%
3	标准气体浓度引入的标准不确定度分量	$u_3(M_i)$	1%	1	1%
4	电子天平测量引入的标准不确定度分量	$u(M_{si})$	0.38%	-1	0.38%

C.6 合成标准不确定度

以上各输入量互不相关，所以合成标准不确定度为 u_c ：

$$u_c = \sqrt{c_1^2 \cdot u_1^2(M_i) + c_2^2 \cdot u_2^2(M_i) + c_3^2 \cdot u_3^2(M_i) + c_4^2 \cdot u^2(M_{si})} = 1.1\%$$

C.7 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，则碳平衡法检测仪示值误差校准结果的扩展不确定度为：

$$U = ku_c = 2.2\%(k = 2)$$

中华人民共和国工业和信息化部
兵工民品计量技术规范
碳平衡法汽车燃料消耗量检测仪校准规范
JJF（兵工民品）0033—2024
版权所有 不得翻印