



中华人民共和国工业和信息化部
机械计量技术规范

JJF（机械）xxx—2023

机动车变温密闭蒸发舱校准规范

Calibration Specification for Variable Temperature Sealed Evaporative

Chamber of Motor Vehicles

（报批稿）

2023—**—**发布

2023—**—**实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

机动车变温密闭蒸发舱 校准规范

Calibration Specification for
Variable Temperature Sealed

Evaporative Chamber of Motor Vehicles

JJF (机械) XXX—2023

本规范经中国机械工业联合会于 20**年**月**日批准，并自 20**年**月**日起施行。

归口单位：中国机械工业联合会

主要起草单位：上海机动车检测认证技术研究中心有限公司

南京市计量监督检测院

襄阳达安汽车检测中心有限公司

参加起草单位：中汽研汽车检验中心（天津）有限公司

本规范委托中国机械工业联合会负责解释

本规范主要起草人：

沈 莉（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

郝 亮（南京市计量监督检测院）

涂远扬（襄阳达安汽车检测中心有限公司）

王 栋（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

参加起草人：

郝春法（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

冯晓枫（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

王海军（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

严晓东（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

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)
6 校准条件	(2)
7 校准项目及方法	(3)
7.1 校准项目	(3)
7.2 校准方法	(3)
8 校准结果表达	(7)
9 复校时间间隔	(7)
附录 A 密闭室温度误差校准结果不确定度评定	(8)
附录 B 密闭室密闭性测量结果的不确定度评定	(12)
附录 C 校准证书内容	(16)
附录 D 密闭蒸发舱校准原始记录格式	(18)

引言

本规范以 JJF1071《国家计量校准规范编写规则》规定的规则编制、以 JJF1001《通用计量术语及定义》和 JJF1059《测量不确定度评定与表示》作为校准规范制定工作的基础，以 GB 18352.6-2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法》（中国第六阶段）附录 F（规范性附录）作为编制技术依据。

本规范为首次制定。

机动车变温密闭蒸发舱校准规范

1 范围

本规范适用于点燃式机动车蒸发污染物排放试验用变温密闭蒸发舱的校准。

2 引用文件

JJF 1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》

GB 18352.6-2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法》(中国第六阶段)

GB 18285-2018《汽油车污染物排放限值及测量方法》

凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本规则;凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规则。

3 术语和计量单位

3.1 碳氢化合物 hydrocarbon

碳氢化合物是由碳和氢两种元素组成的有机化合物。按照 GB18285 规定,碳氢化合物(HC)以碳当量(C)表示。

3.2 蒸发污染物 evaporative emissions

汽车排气管排放之外,从汽车的燃料(汽油)系统损失的碳氢化合物蒸气,包括:

(1) 燃油箱呼吸损失(换气损失):由于燃油箱内温度变化排放的碳氢化合物(用 $C_1H_{2.33}$ 当量表示)。

(2) 热浸损失:在汽车行驶一段时间以后,静置汽车的燃料系统排放的碳氢化合物(用 $C_1H_{2.20}$ 当量表示)。

3.3 背景污染物质量 Weight of background pollutant

密闭室内含有可释放出碳氢化合物的物质。

3.4 碳氢化合物残留质量 Hydrocarbon residual weight

密闭室内注入一定量碳氢化合物,静置一段时间后余留碳氢化合物质量。

4 概述

机动车变温密闭蒸发舱是一个专门用来进行点燃式发动机车辆蒸发排放物的整体性检测系统,其中包括:密闭室、温度控制系统、容积补偿系统、碳氢化合物分析仪及附件设施组成。

5 计量特性

计量特性表见表 1

表 1 计量特性表

序号	项目	校准参数	测量范围	技术指标
1	温度	密闭室室内温度	(0~60) °C	MPE: ±1.0 °C
2	浓度	气体分析仪浓度	(0~21.0) × 10 ⁻²	00 级
3	质量	背景污染物质量	(0~2) g	≤0.05g
		碳氢化合物残留质量	(0~2) g	MPE: ±2% (5 分钟内)
				MPE: ±3% (24 小时内)

注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

校准时外界环境温度为 (20±5) °C；湿度小于 85%RH。

6.2 测量标准及其他设备：

测量标准及其他设备一览表（见表 2），校准时可选用所列的测量标准，也可以选用符合要求的其他测量标准。

表 2 测量标准及其他设备一览表

序号	名称	测量范围	准确度/最大允许误差/不确定度
1	压力测量装置	(-7~7) kPa	±0.5%FS
2	标准温度测量装置	(0~70) °C	±0.3 °C
3	电子天平	(0~50) g	Ⅹ级
4	钢卷尺	(0~3) m	II 级
5	标准气体	HC、CO、CO ₂ 、NO、O ₂	相对扩展不确定度不大于 1%
6	标准气体	丙烷	一级(纯度不低于 99.5%)

7 校准项目及校准方法

7.1 校准项目

各系统应性能良好，无影响校准的缺陷

表 3：密闭蒸发舱校准项目一览表

序号	校准项目	参数	校准条款
1	密闭室温度	温度误差	7.2.1
		温度波动度	
		温度均匀度	
2	气体分析仪浓度	示值误差	7.2.2
3	蒸发污染物质量	背景质量	7.2.3.1
		残留质量	7.2.3.2

7.2 校准方法

7.2.1 密闭室温度

7.2.1.1 校准点的选择

校准温度点的范围：一般取 20℃，30℃，35℃校准点，或者根据用户试验的需要选择实际的温度点。

7.2.1.2 测试点的位置

测试点的位置应分布放在密闭室内的三个校准面上，简称上、中、下三层。根据密闭室的特殊性，中层测量点离地高 $0.9\text{m} \pm 0.2\text{m}$ ，其余层面均匀分布。测试点从两侧壁面的垂直中心线往室内伸进约 0.1m。

7.2.1.3 测试点的数量

测试点为 15 个，E、O、N 分别位于上、中、下层得几何中心，如图 1

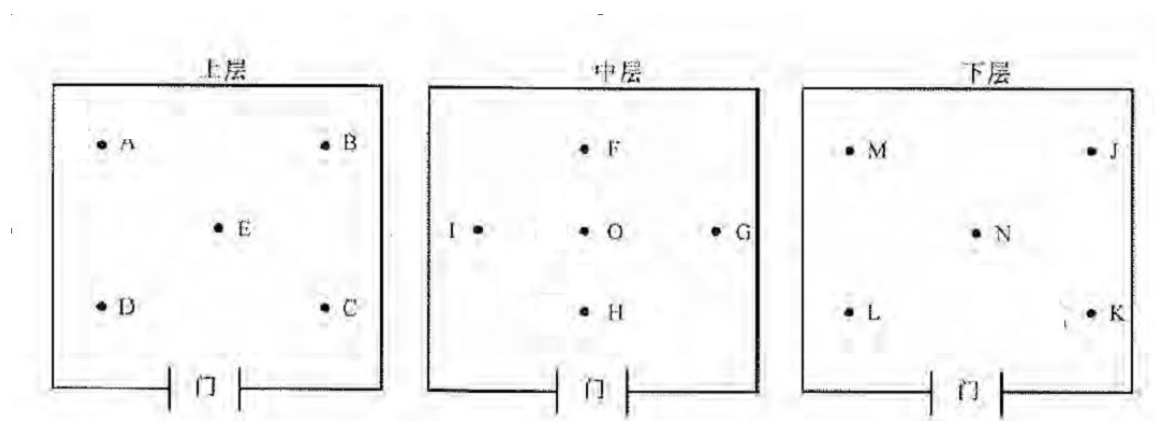


图 1：密闭室温度校准测试点布置图

7.2.1.4 校准过程

按照图 1 规定摆放温度传感器,将密闭室的温度控制器设定到所要求的标称温度(设定温度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 之内),使设备正常工作。稳定后每 2min 密闭室温度采集记录仪开始记录,同时密闭室内所有测试点的温度通过标准设备显示温度一次并记录,在 30min 内共测试 15 次。

7.2.1.5 数据处理

温度误差计算公式

$$\Delta T_o = T_d - T_o \quad (1)$$

式中: ΔT_o ——温度误差, $^{\circ}\text{C}$;

T_o ——中心点(0 点)在 15 次测量平均温度, $^{\circ}\text{C}$;

T_d ——密闭室显示平均温度, $^{\circ}\text{C}$

温度波动度计算公式

$$\Delta T_f = \pm(T_{o\max} - T_{o\min})/2 \quad (2)$$

式中: ΔT_f : 温度波动度, $^{\circ}\text{C}$

$T_{o\max}$: 中心点(0 点)15 次测量中的最高温度, $^{\circ}\text{C}$

$T_{o\min}$: 中心点(0 点)15 次测量中的最低温度, $^{\circ}\text{C}$

温度均匀度计算公式

$$\Delta T_u = \sum_{i=1}^n (T_{i\max} - T_{i\min})/n \quad (3)$$

式中: ΔT_u ——温度均匀度, °C;

n ——测量次数;

$T_{i\max}$ ——各校准点同时在第 i 次测得的最高温度, °C;

$T_{i\min}$ ——各校准点同时在第 i 次测得的最低温度, °C。

7.2.2 气体分析仪浓度

7.2.2.1 示值误差

启动气泵, 调节气体分析仪使示值为零位, 再将气泵关闭。向气体分析仪通入标准气体, 待示值稳定后, 记录气体分析仪相应示值。启动气泵, 排出气体分析仪中标准气体至气体分析仪回复零位, 气泵关闭。测量 3 次。按公式 (4) 计算示值误差。

$$\Delta C = \overline{C_d} - C_s \quad (4)$$

ΔC ——标准气体通入时, 气体分析仪示值误差;

$\overline{C_d}$ ——标准气体通入时, 3 次示值的平均值;

C_s ——标准气体的标称值。

7.2.3 蒸发污染物质量

7.2.3.1 背景质量

在背景气体取样前, 清空密闭室, 开启混合风扇, 直至在排放分析仪上得到稳定的碳氢化合物读数。密闭室内环境温度应在 $35^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, 测量背景初始读数碳氢化合物的浓度 $C_{HC,i}$ 、温度 T_i 和大气压力 P_i 。密闭室内在无干扰下, 开动混合风扇 4 小时。4 小时后, 用同一套装置分别测量密闭室内碳氢化合物的浓度 $C_{HC,f}$ 、温度 T_f 和大气压力 P_f 的最终读数。根据公式 4 计算整个试验过程中密闭室内碳氢化合物质量的变化。

$$M_{HC} = k \times V \times 10^{-4} \times \left(\frac{C_{HC,f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{HC,i} \times P_i}{T_i} \right) \quad (5)$$

式中:

M_{HC} —— 碳氢化合物质量, g,

C_{HC} —— 密闭室内碳氢化合物浓度, 碳当量=ppm 丙烷 $\times 3$,

V —— 密闭室容积, m^3 ,

T —— 密闭室内环境温度, K

P —— 大气压, kPa,

k —— 系数 (根据 GB 18352.3—2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法》此

处 k 取常数 17.6)

此处: 下标 i 为初始读数, 下标 f 为最终读数。

密闭室内部容积的确定: 变温密闭蒸发舱说明书提供的密闭室内尺寸减去敞开车窗和行李箱后汽车体积即为密闭室的内部容积。

注: 根据 GB 18352.3—2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法》一般以 1.42m^3 代替敞开车窗和行李箱后汽车的体积。

7.2.3.2 残留质量

清扫密闭室, 使密闭室室内碳氢化合物的浓度达到稳定后, 打开环境温度控制系统, 调整初始温度稳定在 $35^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 后, 封闭密闭室, 测量初始读数背景污染物浓度 C_{HCi0} 、温度 T_{i0} 和大气压力 P_{i0} 。将 $2\text{g} \pm 0.04\text{g}$ 的丙烷分多次定量喷入密闭室内 (喷射过程中需反复对丙烷进行称重)。对可变容积密闭室, 锁定/解除名义容积。待密闭室内气体混合 5 分钟后测量喷射后碳氢化合物浓度 C_{HCf5} 、温度 T_{f5} 和大气压力 P_{f5} 读数。根据公式 5, 算出实际喷入密闭室内的丙烷质量。

然后, 按照表 4 规定的温度变化范围, 开始 24 小时的环境温度循环过程, 即从 35.6°C 至 22.2°C 再回到 35.6°C 。(温度偏差 $\pm 2^\circ\text{C}$)。24 小时循环期完成后, 测定并记录最终的碳氢化合物浓度 C_{HCf24} 、温度 T_{f24} 和大气压力 P_{f24} 。利用公式 5 和丙烷喷射密闭室内气体混合 5 分钟后测量取得的数据 C_{HCf5} 、 T_{f5} 、 P_{f5} , 计算出密闭室 24 小时循环试验后丙烷的剩余质量。密闭室校准 24 小时昼间环境温度变化见表 4。也可根据实际情况或用户需求选择温度循环时间。

表 4: 密闭室校准 24 小时昼间环境温度变化表

时间 (小时)	温度 ($^\circ\text{C}$)	时间 (小时)	温度 ($^\circ\text{C}$)
0	35.6	13	22.9
1	35.3	14	22.6
2	34.5	15	22.2
3	33.2	16	22.5
4	31.4	17	24.2
5	29.7	18	26.8
6	28.2	19	29.6
7	27.2	20	31.9

8	26.1	21	33.9
9	25.1	22	35.1
10	24.3	23	35.4
11	23.7	24	35.6
12	23.3	/	/

8 校准结果表达

经校准的密闭蒸发舱，出具相应校准报告。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户自定，建议按 GB 18352.3—2016《轻型汽车污染物排放限值及测量方法》规定执行。

附录 A 密闭室温度示值误差校准结果不确定度分析示例

A.1 概述

温度测量设备由温度传感器和数字温度显示仪组成，该套设备具有温度修正值。温度误差是指设备温度显示仪表示值与中心点实际温度之差。

A.2 数学模型

$$\Delta T_d = T_d - T_o - \Delta T_o \quad (\text{A1})$$

式中： ΔT_d – 温度误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

T_d – 密闭室温度显示仪表显示温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

T_o – 标准数字温度显示仪读数， $^{\circ}\text{C}$ ；

ΔT_o – 标准传感器及温度记录仪修正值， $^{\circ}\text{C}$ ；

A.3 方差与灵敏系数

式（A1）中 T_o, T_d ，互为独立，因而得

$$c_1 = \frac{\partial \Delta T_d}{\partial T_d} = 1, c_2 = \frac{\partial \Delta T_d}{\partial T_o} = -1, c_3 = \frac{\partial \Delta T_d}{\partial \Delta T_o} = -1$$

$$\text{故} \quad u_c^2 = u^2(T_d) + u^2(T_o) + u^2(\Delta T_o) \quad (\text{A2})$$

A.4 不确定度来源及分析

A.4.1 由 T_d 引入的不确定度

对密闭室温度作 15 次独立重复测量，从设备显示仪上读取 15 次显示值，记为 $T_{d1}, T_{d2}, \dots, T_{d15}$ ，平均值记为 \bar{t}_d ，其测量列如表 A-1 所示。

表 A-1 重复测量列

$T_{di}(^{\circ}\text{C})$	组数 j			
i 次数	1	2	3	4
1	30.1	30.1	30.1	30.1
2	30.1	30.1	30.0	30.1
3	30.1	30.1	30.0	30.0
4	30.1	30.1	30.1	30.1

5	30.1	30.1	30.1	30.1
6	30.1	30.1	30.1	30.1
7	30.0	30.1	30.1	30.1
8	30.1	30.1	30.0	30.1
9	30.1	30.1	30.1	30.1
10	30.1	30.0	30.1	30.0
11	30.1	30.1	30.1	30.1
12	30.1	30.1	30.1	30.1
13	30.1	30.1	30.0	30.1
14	30.0	30.0	30.1	30.1
15	30.1	30.1	30.1	30.0
标准差 $s(\overline{T_d})$	0.035	0.035	0.046	0.041

根据公式

$$s(\overline{T_d}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{di} - \overline{T_d})^2}{n(n-1)}} \quad (\text{A3})$$

计算得算术平均值 $\overline{t_d}$ 的实验标准差 $s(\overline{t_d}) = 0.039^{\circ}\text{C}$ 。密闭室的温度显示值是由两个位置的温度的平均值作为室内温度，所以

$$s'(\overline{T_d}) = s(\overline{T_d}) / \sqrt{2} \quad (\text{A4})$$

通过 m 组测量，可以使用合并样本标准差，公式如 (A5)

$$s_p(\overline{T_d}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m s'(\overline{T_d})^2}{m}} \quad (\text{A5})$$

则由 15 次独立重复测量引入的标准不确定度分量 $u_1 = s_p(\overline{T_d}) = 0.03^{\circ}\text{C}$ 。

A.4.2 由 T_0 引入的不确定度

对密闭室作 15 次独立重复测量，从标准温度显示仪上读取 15 次显示值，记为

$T_{01}, T_{02}, \dots, T_{015}$, 平均值为 $\overline{T_0}$, 其测量列如表 A-2 所示。

表 A-2 标准温度显示仪重复测量列

$T_{ti}(^{\circ}\text{C})$	组数			
i 次数	1	2	3	4
1	29.8	29.8	29.8	29.8
2	29.8	29.8	29.8	29.8
3	29.8	29.8	29.8	29.8
4	29.8	29.8	29.8	29.8
5	29.8	29.8	29.8	29.7
6	29.8	29.8	29.8	29.8
7	29.8	29.8	29.8	29.8
8	29.7	29.8	29.8	29.8
9	29.8	29.8	29.8	29.8
10	29.8	29.7	29.8	29.7
11	29.8	29.8	29.8	29.8
12	29.8	29.8	29.8	29.8
13	29.8	29.8	29.8	29.8
14	29.8	29.7	29.7	29.8
15	29.8	29.8	29.8	29.7
标准差 $s(\overline{T_t})$	0.026	0.035	0.026	0.041

根据公式 (A6)

$$s(\overline{T_o}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{oi} - \overline{T_o})^2}{n(n-1)}} \quad (\text{A6})$$

计算得算术平均值 $\overline{T_o}$ 的实验标准差 $s(\overline{T_o})$ 。

通过 m 组测量，可以使用合并样本标准差，公式如（A7）

$$s_p(\overline{T_o}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m s(\overline{T_o})^2}{m}} \quad (\text{A7})$$

则由 15 次独立重复测量引入的标准不确定度分量 $u_2 = s_p(\overline{T_0}) = 0.03^\circ\text{C}$ 。

A.4.3 由标准传感器及记录仪引入的不确定度

从校准证书知：校准用标准传感器及温度记录仪的扩展不确定度 $U=0.10^\circ\text{C}$ ($k=2$)，
 $u_3=0.10^\circ\text{C}/2=0.05^\circ\text{C}$ 。

A.5 不确定度分量一览表

表 A-3 不确定度分量

序号	来源	符号	u_i
1	密闭室显示仪读数重复性	u_1	0.03°C
2	标准温度测量装置读数重复性	u_2	0.03°C
3	标准温度传感器及温度记录仪 引入的测量不确定度	u_3	0.10°C

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.11^\circ\text{C} \quad (\text{A8})$$

A.6 扩展不确定度

$$U = ku_c = 0.11 \times 2 = 0.22^\circ\text{C} \approx 0.3^\circ\text{C} \quad (k=2)$$

同理,对 20°C 、 35°C 各点进行不确定度分析，结果见下表

表 A-4 不确定度汇总表

校准点	扩展不确定度 ($k=2$)
20°C	0.3°C
30°C	0.3°C
35°C	0.3°C

附录 B

密闭室残留质量示值误差测量结果的不确定度评定示例

B.1 数学模型

校准时, 将 2g 的丙烷分多次定量喷入密闭室内。待密闭室室内气体混合 5 分钟及 24 小时后分别测量喷射后碳氢化合物浓度 C 、温度 T 和大气压力 P 读数。根据公 4, 算出实际喷入密闭室内的丙烷质量同时判断质量变化量。因此, 数学模型即为:

$$\Delta M = M_0 - M_i \quad (\text{B1})$$

式中:

ΔM =标准气体丙烷质量差, g,

M_0 =丙烷喷射初始质量, g ,

M_i =丙烷喷射混合 i 时间后密闭室内气体质量, g ,

灵敏系数: $C_1 = \partial \Delta M / \partial M_0 = 1$ (B2)

$$C_2 = \partial \Delta M / \partial M_i = -1 \quad (\text{B3})$$

B.2 不确定度来源分析

根据数学模型, 被校质量差的测量不确定度取决于输入量 M_0 、 M_i 的不确定度。主要不确定度来源有:

- B2.1 由被测对象重复性引起的标准不确定度 u_1
- B2.2 由密闭蒸发室室内温度测量带来的标准不确定度 u_2
- B2.3 由密闭蒸发室室内压力测量带来的标准不确定度 u_3
- B2.4 由密闭蒸发室室内气体分析仪测量带来的标准不确定度 u_4
- B2.5 由密闭室室内容积测量带来的标准不确定度 u_5
- B2.6 由注入密闭室室内初始气体质量带来的标准不确定度 u_6
- B2.7 由密闭舱标准气体混合不均匀带来的标准不确定度 u_7
- B2.8 由环境因素带来的标准不确定 u_8

B.3 标准不确定度评定

B3.1 由被测对象重复性引起的标准不确定度 u_1 的评定

不确定度 u_1 主要是测量重复性引起的, 采用 A 类方法进行评定。温度 24 小时循环变化等因素均包含在重复性中, 因此不在重复考虑。

表 B-1 重复性数据

序号	初始气体注入量 M_0 (g)	标准气体混合 5 分钟后 测量数据 M_5 (g)	质量差 M_0-M_5 (g)	标准气体混合 24 小时后测量 数据 M_{24} (g)	质量差 M_0-M_{24} (g)
第一组	1.98	1.96	0.02	1.96	0.02
第二组	2.02	1.99	0.03	1.99	0.03
第三组	2.01	1.98	0.03	1.99	0.02
第四组	2.03	2.02	0.01	2.01	0.02
第五组	1.99	1.97	0.02	1.96	0.03
第六组	2.02	2.01	0.01	2.00	0.02

$$\text{初始气体注入量平均值 } \bar{M}_0 = \frac{\sum_{i=1}^n M_{0i}}{n} = 2.008\text{g}$$

$$\text{标准气体混合 24 小时后质量差, 标准差 } S_{m_5} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_{24i} - \bar{M}_{24})^2}{n-1}} = 0.005\text{g}。 \text{ 即 } u_1=0.005\text{g, 转}$$

$$\text{化为相对量为 } u_{1\text{rel}} = \frac{0.005}{2.008} \times 100\% = 0.25\%$$

B3.2 由密闭室室内温度测量带来的标准不确定度 u_2

由密闭室室内温度测量带来的标准不确定度 u_2 主要由标准温度测量装置带来。采用 B 类方法进行评定。标准温度传感器经上级计量部门校准合格使用, 在 40℃ 校准不确定度为

$$U=0.2^\circ\text{C}, k=2。 \text{ 即 } u_2 = \frac{U}{k} = \frac{0.2}{2} = 0.1^\circ\text{C}。 40^\circ\text{C} \text{ 转化为相对形式为 } u_{\text{rel}40} = \frac{0.1}{40} \times 100\% = 0.25\%。 u_2 \text{ 即}$$

$$u_{2\text{rel}}=0.25\%。$$

B3.3 由密闭蒸发舱压力测量带来的标准不确定度 u_3

密闭蒸发舱压力测量带来的标准不确定度 u_3 主要由标准压力测量装置带来。标准压力测量装置经上级计量校准部门校准合格使用, 校准不确定度为 $U_{\text{rel}}=0.16\%, k=2。 u_{3\text{rel}}=$

$$\frac{U_{\text{rel}}}{k} = \frac{0.16\%}{2} = 0.08\%。$$

B3.4 由气体分析仪测量带来的标准不确定度 u_4

气体分析仪测量带来的标准不确定度 u_4 主要由标准气体分析仪带来。标准气体分析仪经

专业计量部门校准合格使用, 校准不确定度为 $U_{rel}=1.5\%$, $k=2$ 。 $u_{4rel}=\frac{U_{rel}}{k}=\frac{0.15\%}{2}=0.075\%$ 。

B3.5 由容积测量带来的标准不确定度 u_5

密闭舱容积测量带来的标准不确定度 u_5 主要由密闭蒸发舱容积测量引起。在 30°C 时候, 名义容积的测量重复性在报告值的 $\pm 0.5\%$ 以内。因此, $u_{5rel}=0.5\%/\sqrt{3}=0.29\%$ 。

B3.6 由注入初始气体质量带来的标准不确定度 u_6

注入密闭舱初始气体质量带来的标准不确定度 u_6 主要由喷射甲烷气体质量称重引起。标准天平经计量检定合格为 ⑩ 级, 在 2 g 左右点校准不确定度为 $U=0.3\text{mg}$, $k=2$ 。 $U=\frac{U}{k}=\frac{0.3}{2}=0.15\text{mg}$ 。转为相对值 $u_{6rel}=\frac{0.15\text{mg}}{2\text{g}}\times 100\%=0.0075\%$ 。

B3.7 由标准气体混合不均匀带来的标准不确定度 u_7

密闭室内设有的一个或多个风扇或鼓风机, 用来充分混合密闭舱内的气体。测量期间, 密闭室内的温度和碳氢化合物的浓度必须均匀。因此, 密闭舱标准气体混合不均匀带来的标准不确定度 u_7 根据经验约为标准气体质量偏差的 $1/10$, 即 $e=\pm 3\%\times 1/10=\pm 0.3\%$, 均匀分布, $k=\sqrt{3}$, $u_{7rel}=\frac{0.3\%}{\sqrt{3}}=0.17\%$ 。

B4 合成标准不确定及不确定度各分量一览表

表 B-2 各不确定度汇总表

序号	标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度
1	u_1	由被测对象重复性引起的标准不确定度 u_1	0.25%
2	u_2	由密闭蒸发舱温度测量带来的标准不确定度 u_2	0.25%
3	u_3	由密闭蒸发舱压力测量带来的标准不确定度 u_3	0.08%
4	u_4	由密闭蒸发舱气体分析仪测量带来的标准不确定度 u_4	0.075%
5	u_5	由密闭舱容积测量带来的标准不确定度 u_5	0.29%
6	u_6	由注入密闭舱初始气体质量带来的标准不确定度 u_6	0.0075%
7	u_6	由密闭舱标准气体混合不均匀带来的标准不确定度 u_7	0.17%

合成不确定度为:

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^7 u_i^2} = 0.49\%$$

B5 扩展不确定度

扩展不确定度为 $U_{rel}=ku_c=2 \times 0.49\%=1.0\% \quad k=2$

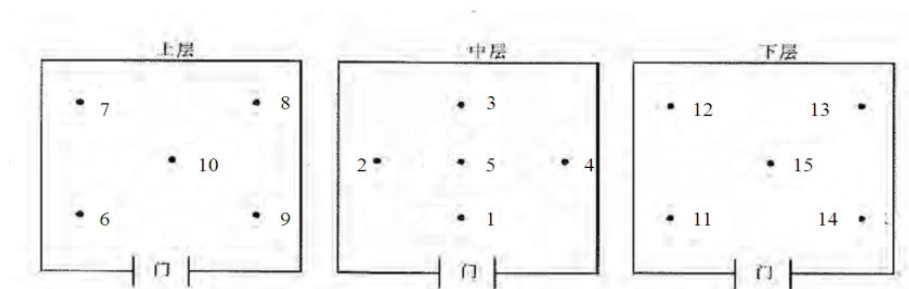
附录 C

校准证书内容

1. 密闭室室内温度：

显示值 \bar{x} (℃)	实际值 \bar{x} (℃)	误差 (℃)	波动度 (℃)	均匀度 (℃)
校准不确定度：				

测试点分布：



图中数字 115 温度传感器位置，其中 5 为中心点位置

测试点与壁距离 (mm)

前	后	左	右	上	下

2. 气体分析仪浓度

气体种类	标准值	平均值	示值误差
校准不确定度：			

3. 碳氢化合物质量校准：

密闭室容积（由设备制造商提供）			
测量次数	1	2	3
测量日期			
测量时间			
碳氢化合物质量理论值（g）			
碳氢化合物质量实际值（g）			
偏差（g）			
偏差（%）			
校准不确定度			

附录 D

原始记录样张

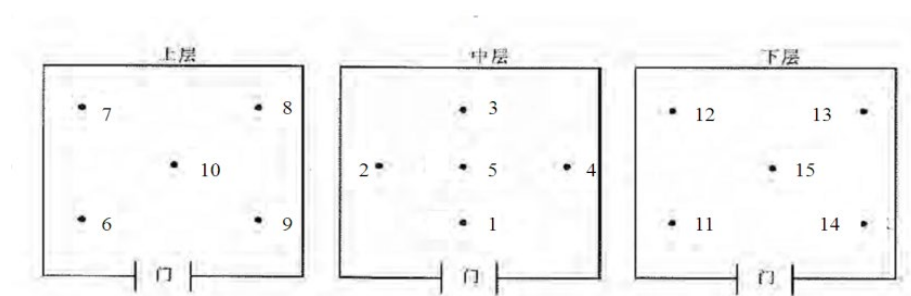
1. 密闭室室内温度

时 间 min	次 数	仪	实际温度值 / °C															(°C)	
		°C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	最 大 值	最 小 值
	1																		
	2																		
	14																		
	15																		

本次准结果:

显示值 \bar{x} (平均)	实际值 \bar{x} (平均)	误差	波动度	均匀度
校准不确定度:				

测试点分布:



图中数字 1~15 温度传感器位置, 其中 5 为中心点位置

测试点与壁距离 (mm)

前	后	左	右	上	下

2. 气体分析仪浓度

气体种类	标准值	测量值				示值误差
		1	2	3	平均值	
校准不确定度:						

3. 碳氢化合物残留质量校准:

密闭室容积 (由设备制造商提供)			
测量次数	1	2	3
测量日期			
测量时间			
碳氢化合物浓度 (ppm)			
温度 (°C)			
压力 (kPa)			
校准结果:			
碳氢化合物质量理论值 (g)			
碳氢化合物质量实际值 (g)			
偏差 (g)			
偏差 (%)			
校准不确定度			