

全国物理化学计量技术委员会（MTC17）

快速筛查型呼气酒精检测仪校准规范
不确定度评定报告

2026 年 08 月

本规范拟评定快速筛查型呼气酒精检测仪示值误差校准结果的不确定度。

一、快速筛查型呼气酒精检测仪示值误差校准结果不确定度评定的示例

1.1 测量过程简述

快速筛查型呼气酒精检测仪示值误差试验时，快筛仪正对测试装置出气口距离为 5 cm，以 15 L/min 的流量，分别通入浓度约为 20 mg/100mL、40 mg/100mL、60 mg/100mL 对应的乙醇标准气体，记录快筛仪示值，测量 6 次，6 次算术平均值与乙醇标准气体的差值为快速筛查型呼气酒精检测仪的示值误差。

1.2 测量模型和不确定度计算公式

1.2.1 测量模型

$$\Delta C = \bar{C} - C_0$$

式中：

C_0 ——乙醇标准气体浓度值，mg/100 mL；

$\bar{C}$ ——快筛仪6次测量示值的算术平均值，mg/100 mL；

ΔC ——示值误差，mg/100 mL；

1.2.2 不确定度传播律：

根据测量模型，发生源产生的乙醇气体不确定度的合成标准不确定度由下式计算

$$u_c(\Delta C) = \sqrt{[c_1 \cdot u(\bar{C})]^2 + [c_2 \cdot u(C_0)]^2}$$

$$\text{灵敏系数：} c_1 = \frac{\partial \Delta C}{\partial \bar{C}} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta C}{\partial C_0} = -1$$

1.3 标准不确定度的评定

1.3.1 快筛仪重复性引入的不确定度 $u(\bar{C})$

1.3.1.1 选取一台快速筛查型呼气酒精检测仪，在重复性条件下，通入浓度约为 20 mg/100mL、40 mg/100mL、60 mg/100mL 的乙醇标准气体，进行 10 次测量，得到测量值为下表 1 所示：

表 1 测量结果 (mg/100 mL)

标准值	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值	示值误差
20	18	19	22	23	24	19	23	21	22	18	20.9	0.9
40	41	38	42	44	41	43	39	40	38	42	40.8	0.8
60	60	58	61	60	63	59	63	64	62	61	61.1	1.1

$$\text{单次实验标准偏差: } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}}$$

实际测量中是在重复性条件下测量 6 次, 取其算术平均值为测量结果。

$$\text{则 } u_1(\bar{C}) = \frac{s}{\sqrt{6}}$$

重复性引入的不确定度见表 2

表 2 重复性引入的不确定度

标准值 mg/100 mL	标准偏差 mg/100 mL	重复性引入的不确定度 $u_1(\bar{C})$ mg/100 mL
20	2.23	1.0
40	2.04	0.9
60	1.91	0.8

1.3.1.2 快筛仪的分辨力为 1 mg/100 mL, 其引入的标准不确定为:

$$u_2(\bar{C}) = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29 \text{ mg/100 mL}$$

为避免重复计算, 计算 $u(\bar{C})$ 时取 $u_1(\bar{C})$ 与 $u_2(\bar{C})$ 较大者, 即重复性引入的不确定度。

1.3.2 呼气酒精发生装置的准确度引入的不确定度 $u(C_0)$

呼气酒精发生装置, 扩展不确定度 $U_{\text{rel}}=5\%$ ($k=2$), 其引入的标准不确定度为:

$$u(C_0) = C_0 \times \frac{U_{\text{rel}}}{k} = \frac{5\%}{2} \times C_0 = 2.5\% \times C_0$$

呼气酒精发生装置发生呼气乙醇标准气体不确定度结果见表 3

表 3 呼气乙醇标准气体引入的不确定度

标准值 mg/100 mL	$u(C_0)$ mg/100 mL
20	0.5
40	1.0
60	1.5

1.4 合成标准不确定度

1.4.1 标准不确定度汇总表，见表 4。

表 4 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 mg/100 mL	c_i	$ c_i u(x_i)$ mg/100 mL
$u(\bar{C})$	测量重复性	1.0	1	1.0
		0.9		0.9
		0.8		0.8
$u(C_0)$	呼气乙醇标准气体	0.5	-1	0.5
		1.0		1.0
		1.5		1.5

1.4.2 合成标准不确定度的计算：

由于输入量 $\bar{C}$ 与 C_0 彼此独立，互不相关，

$$u_c(\Delta C) = \sqrt{[c_1 \cdot u(\bar{C})]^2 + [c_2 \cdot u(C_0)]^2}$$

1.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则 $U=k \cdot u_c$ ，扩展不确定度结果见表 5。

表 5 扩展不确定度汇总表

标准值 mg/100mL	标准不确定度分量 (%)		合成标准不 确定度 u_c mg/100 mL	扩展标准不 确定度 U_{rel} ($k=2$) mg/100 mL	相对扩展标 准不确定度 U_{rel} (%) ($k=2$)
	$u(\bar{C})$ mg/100 mL	$u(C_0)$ mg/100 mL			
20	1.0	0.5	1.1	3	15

40	0.9	1.0	1.4	3	7.5
60	0.8	1.5	1.7	4	6.7
