

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

可控释放排放量标准装置校准规范

Calibration Specification for Controlled Released Emission Standard Facility

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

可控释放排放量标准 装置校准规范

Calibration Specification for Controlled
Released Emission Standard Facility

JJF XXXX-XXXX

归口单位：全国生态环境监管专用计量测试技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

郑州计量先进技术研究院

中国环境监测总站

参加起草单位：广东省计量科学研究院

辽宁省计量科学研究院

上海市计量测试技术研究院

本规范委托全国碳达峰碳中和计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

张亮（中国计量科学研究院）

鲁贵祥（郑州计量先进技术研究院）

师耀龙（中国环境监测总站）

参加起草人：

郭虎林（郑州计量先进技术研究院）

周军红（广东省计量科学研究院）

董亮（辽宁省计量科学研究院）

李海洋（上海市计量测试技术研究院）

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.....	2
5 计量特性.....	3
5.1 示值误差.....	3
5.2 重复性.....	错误!未定义书签。
6 校准条件.....	3
6.1 环境条件.....	3
6.2 测量标准及其他设备.....	4
7 校准项目和校准方法.....	5
7.1 校准项目.....	5
7.2 校准方法.....	5
8 校准结果表达.....	8
9 复校时间间隔.....	8
附录 A 校准原始记录表.....	10
附录 B 校准证书（内页）参考格式.....	14
附录 C 不确定度评定及示例.....	错误!未定义书签。

引 言

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》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范参考 JJG 1132-2017《热式气体质量流量计》、JJG 643-2003《标准表法流量标准装置》、GB/T 5274.1-2018《气体分析校准用混合气体的制备第 1 部分：称量法制备一级混合气体》编制而成。

本规范为首次发布。

可控释放排放量标准装置校准规范

1 范围

本规范适用于基于可控释放原理的气体排放量（包含大气污染物和温室气体等）计量标准装置的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 1071 国家计量校准规范编写规则

JJG 643 标准表法流量标准装置

JJG1132 热式气体质量流量计

GB/T 5274.1 气体分析校准用混合气体的制备第 1 部分：称量法制备一级混合气体

GB/T 5274.7 气体分析动态体积法制备校准用混合气体 第 7 部分：热式质量流量控制器

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本，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 术语和定义

3.1.1 排放量 emission

排放量指的是指在一定时间内向环境中释放的某种物质的数量。

3.2 计量单位

3.2.4 流速单位：米每秒，符号 m/s。

3.2.5 流量单位：立方米每[小]时，符号 m³/h；千克每[小]时，符号 kg/h。

3.2.6 压力单位：帕[斯卡]，符号 Pa；或千帕，符号 kPa。

3.2.7 温度单位：摄氏度，符号 $^{\circ}\text{C}$ ；或开尔文，符号 K 。

3.2.8 湿度单位：体积比，符号 $\%$ 。

3.2.9 浓度单位：体积分数，符号 $\%$ 或 $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ；或毫克每立方米，符号： mg/m^3 。

3.2.10 排放量单位：毫克每秒，符号 mg/s ；克每秒，符号 g/s ；千克每秒，符号 kg/s ，千克每[小]时，符号 kg/h 。

4 概述

4.1 用途

可控释放排放量标准装置（以下简称：标准装置）是用于产生标准排放量的装置，可用于对测量无组织排放量的仪器设备进行校准。

4.2 原理

标准装置按定量原理可分为质量法和流量法。质量法是通过天平称量混合气释放前后罐体的质量变化和释放时间来计算排放量；流量法是通过使用质量流量计控制标准气体的输出流量实现目标气体的定量释放。

4.3 结构

质量法标准装置主要由称重天平、罐体、阀门、管路、释放口等组成，如图 1 所示。

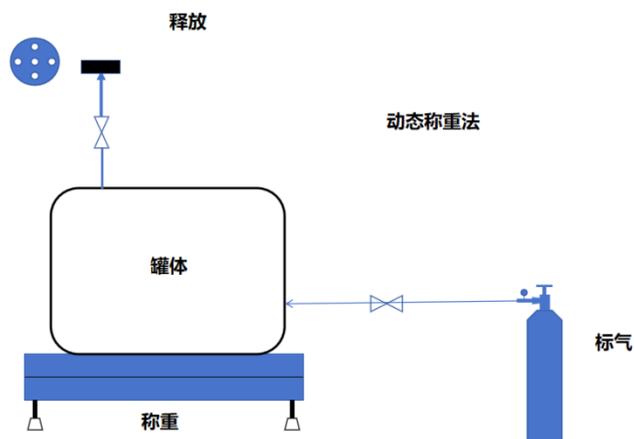


图 1 质量法标准装置示意图

流量法标准装置主要由质量流量控制器、电磁阀、管路、释放口等组成，如图 2 所示。

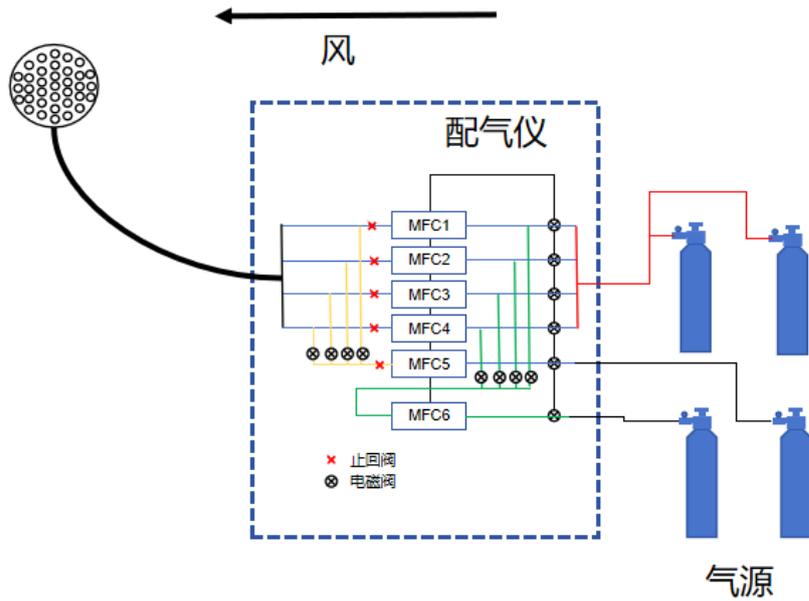


图 2 流量法标准装置示意图

5 计量特性

5.1 排放量示值误差

排放量示值误差通常用相对误差表示，示值最大允许误差见表 1。

表 1 准确度等级与最大允许误差

标准装置准确度等级	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0
最大允许误差	±0.5%	±1.0%	±2.0%	±3.0%	±5.0%

5.2 排放量重复性

标准装置重复性不得超过相应准确度等级规定的最大允许误差绝对值的 1/2。

5.3 排放量稳定性

标准装置稳定性不得超过相应准确度等级规定的最大允许误差绝对值。

5.4 计时器

计时器的最小读数值为 0.001 s，计时器示值误差绝对值不超过 0.01s。

注：以上指标不适用于合格判据，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

校准应在周围的污染、振动、电磁干扰对校准结果影响可忽略的环境下进行。

6.2 标准器及配套设备

6.2.1 质量法主标准器

表 1 质量法主标准器一览表

序号	设备名称	技术要求	用途
1	标准砝码	最大允许误差小于等于载荷最大允许误差的 1/3	校准天平
2	标准计时器	分辨力：不低于 0.001s	校准计时器

6.2.2 流量法主标准器

主标准器为活塞式流量计，主标准器应满足表 2 要求。

表 2 体积法主标准器一览表

序号	设备名称	技术要求	用途
1	活塞式流量计	测量范围：(0.0005~100) L/min 最大允许误差：±0.25%	测量气体流量
2	气体分析仪	O ₂ : (0-25) ×10 ⁻² (mol/mol) CO: (0-10000) ×10 ⁻⁶ (mol/mol) CO ₂ : (0-40) ×10 ⁻² (mol/mol) NO: (0-3000) ×10 ⁻⁶ (mol/mol) NO ₂ : (0-500) ×10 ⁻⁶ (mol/mol) SO ₂ : (0-3000) ×10 ⁻⁶ (mol/mol) CH ₄ : (0-10000) ×10 ⁻⁶ (mol/mol) MPE: ±2%	测量气体浓度

6.2.3 配套设备

配套设备见表 3。

表 3 配套设备一览表

序号	设备名称	技术指标	用途
1	气压计	0.1 级以上	测量大气压
2	温度计	最大允许误差：±0.1℃	测量温度
3	湿度计	最大允许误差：±5%	测量湿度
4	秒表	最大允许误差：±0.1s/h	测量时间

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

排放量的示值误差、重复性、稳定性。

7.2 质量法标准装置校准

7.2.1 一般检查

外观检查标准装置中各部件的标识牌须牢固可靠，不易擦涂，修改、破坏或拆卸。字迹清晰，大小适中，尺寸规范。

其中天平标识牌内容应具有制造商或商标、产品名称、型号、用一个椭圆和椭圆里面符号字表示的准确度等级、最大称量（Max）、最小称量（Min）、实际分度值（d）、检定分度值（e）、出厂编号、型式批准标志、最大安全载荷、温度界限、电源电压、电源频率、出厂日期等。

新生产、新进口的天平表面镀层或涂层色泽应均匀，不得有露底、脱皮、起层、起泡、起毛、水渍、斑痕、毛刺、裂纹及显见的划痕和擦伤。有防风罩的天平，防风罩应平稳，不得有明显的歪斜、变形、裂、划伤等缺陷。门窗应具有良好的密闭性，启闭轻便灵活，不得过紧或过于松动。

7.2.2 天平校准

在使用量程范围内至少取 10 个均匀分布点（ $j=1, 2, \dots, m, m \geq 10$ ）。用标准砝码从 $j=1$ 逐步加装到 $j=m$ ，完成一次校准；再从 $j=m$ 逐步加装到 $j=1$ ，完成第二次校准，分别记录各点的加载质量、卸载质量和读数。重复进行 n （ $n \geq 10$ ）次校准。

7.2.3 计时器校准

按使用情况连接计时器和标准计时器，并使二者计时的启、停信号同步。以装置使用的最短测量时间 t_{\min} (s) 为时间间隔，启、停计时器，读取计时器值 t_i (s) 和标准计时器值 t_{0i} (s)，完成 1 次检定。重复进行（ $n \geq 10$ ）次检定。

7.2.4 示值误差

标准装置示值误差按式（1）计算。

$$\Delta_Q = \sqrt{\left(\frac{\Delta_m}{2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_t}{2}\right)^2} \quad (1)$$

式中：

Δ_Q ——排放量示值误差，%；

Δ_m ——天平示值误差，%；

Δ_t ——计时器示值误差，%。

7.2.5 重复性

将标准装置排放量设定为满量程的 50%，待标准装置示值稳定后，每隔 60s 记录一次天平示值，连续记录 10 次，按式（2）计算标准装置排放量重复性。

$$s(E_m) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_{mi} - \bar{E}_m)^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$E_{mi} = \frac{m_i - m_{i-1}}{t} \quad (3)$$

式中：

$s(E_m)$ ——标准装置排放量重复性，kg/h；

E_{mi} ——标准装置第 i 次排放量测量值，kg/h；

\bar{E}_m ——标准装置 10 次排放量测量平均值，kg/h；

m_i ——标准装置天平第 i 次读数，kg；

t ——标准装置天平读数时间间隔， $t=60,s$ ；

n ——测量次数， $n=10$ 。

7.3 流量法标准装置校准

7.3.1 一般检查

外观检查确定标准装置中质量流量控制器的标识清晰明确（制造厂家、型号、出厂编号、气体种类、校准系数、流量范围等）。

7.3.2 校准前准备

- 1) 确认校准的气体种类和质量流量控制器的范围；
- 2) 连接标准装置中质量流量控制器进口与相应气体进行连接；
- 3) 将活塞式流量计与标准装置中待校质量流量控制器进行串联。

7.3.3 流量校准

1) 打开气瓶，并打开气体质量流量控制器。分别控制流量值为 $1.1Q_{\min}$ 、 $(0.4\sim 0.6)Q_{\max}$ 、 $0.9Q_{\max}$ ；

2) 待读数稳定后, 读取并记录活塞式流量和质量流量控制器示值。

3) 重复测量 3 次。

7.3.4 浓度校准

a) 校准点选取

分别在标准装置最低排放量和最高排放量进行校准。

b) 校准步骤

1) 将标准装置的气体释放口与气体分析仪连接;

2) 打开标准装置, 设置标准装置排放量至目标值;

3) 待标准装置和气体分析仪示数稳定后, 记录标准装置和气体分析仪的浓度值, 重复操作 3 次。

7.3.5 重复性

将标准装置排放量设定为满量程的 50%, 待标准装置示值稳定后, 分别测量标准装置流量值和浓度值, 重复测量 10 次, 按式 (4) 计算标准装置排放量重复性。

。

$$s(E_Q) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_{Qi} - \bar{E}_Q)^2}{n-1}} \quad (4)$$

$$E_{Qi} = C_i \cdot Q_i \quad (5)$$

式中:

$s(E_Q)$ ——标准装置排放量重复性, kg/h;

E_{Qi} ——标准装置第 i 次排放量测量值, kg/h;

\bar{E}_Q ——标准装置 10 次排放量测量平均值, kg/h;

C_i ——标准装置第 i 次测量浓度值, kg/m³;

Q_i ——标准装置第 i 次测量流量值, m³/h;

n ——测量次数, $n=10$ 。

7.4 稳定性

7.4.1 首次校准

选取标准装置满量程的 50% 做为测量点, 每个月进行一次排放量测量, 至少测量 3 次。

标准装置稳定性按式（6）计算。

$$S_0(E) = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{d_n} \quad (6)$$

式中：

$S_0(E)$ ——标准装置首次校准排放量的稳定性，kg/h；

E_{\max} ——标准装置 3 次排放量最大测得值，kg/h；

E_{\min} ——标准装置 3 次排放量最小测得值，kg/h；

d_n ——极差系数，n=3 时， $d_n = 1.69$ 。

7.4.2 后续校准

选取标准装置满量程的 50% 做为测量点，对标准装置进行一次排放量测量，标准装置排放量稳定性按式（7）计算。

$$S(E) = \frac{E_s - E_p}{d_n} \quad (7)$$

式中：

$S(E)$ ——标准装置后续校准排放量的稳定性，kg/h；

E_s ——标准装置本次排放量测得值，kg/h；

E_p ——标准装置上一周期排放量测得值，kg/h；

d_n ——极差系数，n=2 时， $d_n = 1.13$ 。

8 校准结果表达

标准装置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，校准证书内页格式参见附录 B，不确定评定示例参见附录 C

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般不超过 12 个月。如果装置或其主要测量模块出现了维修或更

换的情况，需要及时校准。

附录 A 质量法校准原始记录

质量法校准原始记录

标准器:	标准砝码、标准计时器				
最大称量:		最小称量:		标气种类:	
外观检查		等级标志			
温度		湿度		大气压力	
时间		地点			
生产厂家		仪器型号		出厂编号	
天平校准					
校准次数	加载次数	加载值	天平示值		
1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
.....	1				
	2				
	3				

	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
	10	1		
		2		
		3		
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

重复性校准

排放量	测量次数	流量标准值	流量测量值	重复性
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			

排放量稳定性

测量时间	测量次数	排放量标准值	排放量测量值	稳定性

附录 B 流量法校准原始记录表

流量法校准原始记录表

标准器:	活塞式流量计, 气体分析仪																																						
流速范围:		最大体积:		标气种类:																																			
温度		湿度		大气压力																																			
时间		地点																																					
生产厂家		仪器型号		出厂编号																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">校准点</th> <th colspan="3">气体标准流量</th> <th colspan="3">被校质量流量控制器示值</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						校准点	气体标准流量			被校质量流量控制器示值			1	2	3	1	2	3	1							2							3						
校准点	气体标准流量			被校质量流量控制器示值																																			
	1	2	3	1	2	3																																	
1																																							
2																																							
3																																							
浓度校准																																							
校准点	气体浓度		标准装置示值																																				
	测量次数	标准值																																					
1	1																																						
	2																																						
	3																																						
2	1																																						
	2																																						
	3																																						
3	1																																						
	2																																						
	3																																						

附录 C 校准证书（内页）参考格式

校准证书（内页）参考格式

流速范围：		最大体积：		标气种类：																																	
温度：		湿度：		大气压力：																																	
<p>气体质量流量控制器</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">工况</th> <th style="width: 30%;">校准点 m³/h</th> <th style="width: 20%;">重复性%</th> <th style="width: 40%;">标准不确定度%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>浓度校准</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">工况</th> <th style="width: 30%;">校准点 m³/h</th> <th style="width: 20%;">重复性%</th> <th style="width: 40%;">标准不确定度%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						工况	校准点 m ³ /h	重复性%	标准不确定度%	1				2				3				工况	校准点 m ³ /h	重复性%	标准不确定度%	1				2				3			
工况	校准点 m ³ /h	重复性%	标准不确定度%																																		
1																																					
2																																					
3																																					
工况	校准点 m ³ /h	重复性%	标准不确定度%																																		
1																																					
2																																					
3																																					
<p>重复性为： 稳定性为： 排放量校准结果扩展不确定度：$U_r =$ % ($k=2$)</p>																																					
<p>复校时间间隔建议：12 个月</p>																																					

附录 D 不确定度评定方法及示例

不确定度评定方法及示例

D.1 概述

a) 标准器

表 D.1 标准器技术参数

序号	设备名称	技术要求	用途
1	活塞式流量计	测量范围：(0.0005~100) L/min 最大允许误差：±0.25%	测量气体流量
2	气体分析仪	O ₂ : (0-25) ×10 ⁻² (mol/mol) CO: (0-10000) ×10 ⁻⁶ (mol/mol) CO ₂ : (0-40) ×10 ⁻² (mol/mol) NO: (0-3000) ×10 ⁻⁶ (mol/mol) NO ₂ : (0-500) ×10 ⁻⁶ (mol/mol) SO ₂ : (0-3000) ×10 ⁻⁶ (mol/mol) CH ₄ : (0-10000) ×10 ⁻⁶ (mol/mol) MPE: ±2%	测量气体浓度

b) 被测对象：可控释放标准排放量标准装置。

c) 采用方法：流量法。

D.2 不确定分析

D.2.1 测量模型

排放量计算模型为：

$$E = Q \cdot C \quad (D.1)$$

式中：

E ——排放量，kg/h；

Q ——流量值，m³/h；

C ——浓度值，kg/m³。

各输入量彼此独立不相关，合成相对标准不确定度可按 (D.2) 计算。

$$u_r(E) = \sqrt{u_r^2(Q) + u_r^2(C)} \quad (D.2)$$

D.2.2 不确定度来源

经分析，排放量测量不确定度主要来源有，活塞式流量计本身特性引入的不确定度

和流量测量重复性引入的不确定度，以及气体分析仪本身特性引入的不确定度和浓度测量重复性引入的不确定度。

D.3 不确定度评定示例

D.3.1 校准条件

D.3.1.1 校准条件

介质为浓度为 20%的 CO₂ 气体，环境温度为 25℃，湿度为 42%RH，大气压力

99.7kPa。

D.3.1.2 标准器

流量测量使用活塞式流量计，最大允许误差为 0.25%，气体分析仪最大允许误差为 2%。

D.3.2 校准过程

D.3.2.1 标准装置排放量校准

将 20%CO₂ 气体与标准装置连在一起，将标准装置出口与活塞式流量计相连，活塞式流量计出口与气体分析仪相连。形成一个串联。打开标准装置阀门，将排放量调节到标准装置 1.1 倍最小排放量附近，50%最大排放量附近以及 0.9 倍最大排放量附近。待示数稳定，读取并记录活塞式流量计和气体分析仪示数。重复测量 3 次。测量数据如表 D.2 所示。

表 D.2 测量数据

序号	活塞式流量计示值 (L/min)	气体分析仪数据 (%)
1	1.23	19.98
2	1.15	19.98
3	1.18	19.99
4	50.23	19.99
5	50.11	19.98
6	50.26	19.99
7	90.14	19.98
8	90.17	19.99
9	90.12	19.99

D. 3. 2. 2 标准装置排放量重复性校准

将标准装置排放量值设定在 50%最大排放量处，重复测量 10 次，数据见表 D. 3。

表 D. 3 重复性数据

序号	活塞式流量计示值 (L/min)	气体分析仪数据 (%)
1	50.22	19.99
2	50.17	19.98
3	50.26	19.99
4	50.15	19.99
5	50.22	20.00
6	50.20	19.99
7	50.27	19.99
8	50.24	19.99
9	50.14	19.98
10	50.13	19.99

D. 3. 2. 3 标准装置排放量稳定性校准

每个月进行一次测量，连续进行三个月。稳定性数据见表 D. 4。

表 D. 4 稳定性数据

序号	活塞式流量计示值 (L/min)	气体分析仪数据 (%)
1	50.23	19.99
2	50.15	19.98
3	50.10	19.99

D. 3. 3 标准装置流量不确定度分量

D. 3. 3. 1 流量不确定度

流量 B 类不确定度，由最大允许误差，按均匀分布得到：

$$u_{rB}(Q) = \frac{0.25\%}{\sqrt{3}} = 0.14\%$$

流量 A 类不确定度，由测量重复性引入，重复性采用极差法计算：

$$u_{rA1}(Q) = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{1.69 \times \sqrt{3} \times \bar{Q}} = \frac{0.08}{1.69 \times \sqrt{3} \times 1.19} = 2.30\%$$

$$u_{rA2}(Q) = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{1.69 \times \sqrt{3} \times \bar{Q}} = \frac{0.14}{1.69 \times \sqrt{3} \times 50.20} = 0.10\%$$

$$u_{rA3}(Q) = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{1.69 \times \sqrt{3} \times \bar{Q}} = \frac{0.05}{1.69 \times \sqrt{3} \times 90.14} = 0.02\%$$

$$u_{rA}(Q) = \max(u_{rAi}(Q)) = 2.30\%$$

$$u_r(Q) = \sqrt{u_{rA}^2(Q) + u_{rB}^2(Q)} = \sqrt{(2.30\%)^2 + (0.14\%)^2} = 2.30\%$$

D. 3. 3. 2 浓度不确定度

气体浓度 B 类不确定度，由仪器最大允许误差，按均匀分布计算得到：

$$u_{rB}(C) = \frac{2\%}{\sqrt{3}} = 1.15\%$$

气体浓度 A 类不确定度，由测量重复性引入：

$$u_{rA1}(C) = \frac{C_{\max} - C_{\min}}{1.69 \times \sqrt{3} \times \bar{Q}} = \frac{0.01\%}{1.69 \times \sqrt{3} \times 19.99\%} = 0.02\%$$

$$u_{rA2}(C) = \frac{C_{\max} - C_{\min}}{1.69 \times \sqrt{3} \times \bar{Q}} = \frac{0.01\%}{1.69 \times \sqrt{3} \times 19.99\%} = 0.02\%$$

$$u_{rA3}(C) = \frac{C_{\max} - C_{\min}}{1.69 \times \sqrt{3} \times \bar{Q}} = \frac{0.01\%}{1.69 \times \sqrt{3} \times 19.99\%} = 0.02\%$$

$$u_{rA}(C) = \max(u_{rAi}(C)) = 0.02\%$$

$$u_r(C) = \sqrt{u_{rA}^2(C) + u_{rB}^2(C)} = \sqrt{(0.02\%)^2 + (1.15\%)^2} = 1.15\%$$

D. 3. 3. 3 排放量不确定度

排放量不确定度由流量不确定度和浓度不确定度按式 D. 2 合成得到。

$$u_r(E) = \sqrt{u_r^2(Q) + u_r^2(C)} = \sqrt{(2.30\%)^2 + (1.15\%)^2} = 2.57\%$$

D. 3. 4 合成相对不确定度

D. 3. 4. 1 相对不确定度一览表见表 D. 5

表 D. 5 不确定度一览表

相对不确定度来源	符号	相对不确定度
流量相对不确定度	$u_r(Q)$	2.30%
流量 A 类不确定度	$u_{rA}(Q)$	2.30%
流量 B 类不确定度	$u_{rB}(Q)$	0.14%
浓度相对不确定度	$u_r(C)$	
浓度 A 类不确定度	$u_{rA}(C)$	0.02%
浓度 B 类不确定度	$u_{rB}(C)$	1.15%
排放量相对不确定度	$u_r(E)$	2.57%

D.3.5 排放量相对扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则标准装置排放量的相对扩展不确定度为：

$$U_r = k \cdot u_r(E) = 2 \times 2.57\% = 5.1\%$$