



# 河北省地方计量技术规范

JJF(冀) 161-2019

---

## 遥感式在用汽车排气污染物检测仪

Equipment for Exhaust Pollutants from Vehicle by Remote Sensing

2019-04-18 发布

2019-07-01 实施

---

河北省市场监督管理局 发布

# 遥感式在用汽车排气污染物 检测仪校准规范

Calibration Specification for Equipment for  
Exhaust Pollutants from Vehicle by Remote Sensing

JJF(冀) 161—2019

归口单位：河北省市场监督管理局

主要起草单位：河北省计量监督检测研究院

参加起草单位：承德市质量技术监督检验所

本规范委托河北省计量监督检测研究院负责解释

本规范主要起草人：

邢 鹏（河北省计量监督检测研究院）

郭宏杰（承德市质量技术监督检验所）

胡晓辰（河北省计量监督检测研究院）

参加起草人：

苏肖宇（河北省计量监督检测研究院）

陈志宇（河北省计量监督检测研究院）

# 目 录

引 言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
3.1 遥测仪 Equipment for Exhaust Pollutants from Vehicle by Remote Sensing .....	(1)
3.2 不透光度 N absorptance N.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(1)
5.1 排放污染物浓度分析系统.....	(1)
5.2 排放污染物不透光度分析系统.....	(2)
5.3 测速装置.....	(2)
5.4 气象仪器.....	(2)
6 校准条件.....	(3)
6.1 环境条件.....	(3)
6.2 标准物质及其他设备.....	(3)
7 校准方法.....	(3)
7.1 排放污染物浓度分析系统.....	(3)
7.2 排放污染物不透光度分析系统.....	(5)
7.3 测速装置示值误差.....	(5)
7.4 气象仪器.....	(6)
8 校准结果的处理.....	(8)
附录 A 推荐的校准证书内容.....	(9)
附录 B 气体标准物质浓度要求.....	(10)
附录 C 不确定度分析示例.....	(11)

# 引 言

本规范以 JJF 1001-2015《通用计量术语及定义》、JJF 1071-2017《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2015《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行制定。

本规范主要参考 HJ 845-2017《在用柴油车排气污染物测量方法及技术要求(遥感检测法)》、JB/T 11996-2014《机动车尾气遥测设备通用技术要求》、DB 13/2323-2016《在用汽车排气污染物限值及检测方法(遥测法)》、JJG 688-2017《汽车排放气体测试仪》、JJG 976-2010《透射式烟度计》编制而成。

本规范为首次制定。

# 遥感式在用汽车排放污染物检测仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于遥感式在用汽车排气污染物检测仪(以下简称遥测仪)的校准。

## 2 引用文件

HJ 845 《在用柴油车排气污染物测量方法及技术要求(遥感检测法)》

JB/T 11996 《机动车尾气遥测设备》

DB 13/2323-2016 《在用汽车排气污染物限值及检测方法(遥测法)》

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 术语和计量单位

### 3.1 遥测仪 Equipment for Exhaust Pollutants from Vehicle by Remote Sensing

利用光学原理远距离感应, 对正常行驶中的汽车排放污染物浓度或不透光度进行测量的仪器。

### 3.2 不透光度 N absorbance N

从光源发出的光通过烟气, 其吸收的光通量与入射光通量之比。

## 4 概述

遥测仪是应用遥测技术来对行驶中的汽车排放污染物浓度或不透光度进行测量的仪器, 可在不影响汽车正常行驶的情况下测量汽车排放的气态污染物和颗粒物量值。

遥测仪的测量原理是遥测仪主机发出光束, 穿过驶过测量区域的汽车排出的污染物后, 其光谱、强度或特征会发生变化, 接收端根据这种变化测得污染物的浓度或者颗粒物的不透光度。

遥测仪一般由排放污染物浓度分析系统、排放污染物不透光度分析系统、测速装置、气象仪器、电子拍照装置、车辆牌照辨识系统和自动控制管理系统等组成。

## 5 计量特性

### 5.1 排放污染物浓度分析系统

#### 5.1.1 测量范围、示值误差(见表1)

表1 排放污染物浓度分析系统测量范围及示值误差

序号	气体种类	测量范围	示值误差	
			绝对误差	相对误差
1	CO	$(0.00\sim 5.00)\times 10^{-2}$	$\pm 0.25\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
2	CO <sub>2</sub>	$(0.0\sim 16.0)\times 10^{-2}$	$\pm 0.25\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
3	NO	$(0\sim 4000)\times 10^{-6}$	$\pm 50\times 10^{-6}$	$\pm 10\%$
4	HC(丙烷)	$(0\sim 2000)\times 10^{-6}$	$\pm 50\times 10^{-6}$	$\pm 10\%$
	HC(1, 3 丁二烯)	$(0\sim 10000)\times 10^{-6}$	$\pm 10\times 10^{-6}$	$\pm 10\%$

注：表中所列绝对误差和相对误差，满足其中一项要求即为符合要求。

5.1.2 重复性不大于示值误差的模的 1/2

5.2 排放污染物不透光度分析系统

5.2.1 测量范围：(0~100)%。

5.2.2 分辨力：0.1%。

5.2.3 示值误差：绝对误差 $\pm 2.0\%$ 。

5.2.4 重复性不大于示值误差的模的 1/2。

5.3 测速装置

5.3.1 测量范围：(10~120)km/h

5.3.2 示值误差： $\leq 50$  km/h 时 $\pm 2$  km/h， $> 50$  km/h 时 $\pm 4\%$

5.4 气象仪器

测量范围及示值误差(见表 2)

表 2 气象仪器测量范围及示值误差

序号	项目	测量范围	示值误差	
			绝对误差	相对误差
1	温度仪	$(-30\sim 60)$ °C	$\pm 1$ °C	—
2	湿度仪	(0~95)%	—	$\pm 10\%$
3	大气压力计	(86~106) kPa	—	$\pm 5\%$
4	风速仪	(0~20) m/s	—	$\pm 10\%$

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(0~40)℃。

6.1.2 环境湿度：≤85%RH。

6.1.3 供电电源：电压(220±22)V；频率(50±1)Hz。

6.1.4 大气压力：(86~106)kPa。

6.1.5 环境风速：(0~5)m/s。

### 6.2 标准物质及其他设备

#### 6.2.1 气体标准物质

6.2.1.1 标准气体 CO、CO<sub>2</sub>、HC（丙烷、1，3 丁二烯）、NO 值的扩展不确定度应不大于 2%， $k=2$ 。

6.2.1.2 气体标准物质的浓度见附录 B(校准不同型号的遥测仪时根据其测量原理选用表 B1、表 B2 规定的气体标准物质)。

#### 6.2.2 标准滤光片

3 片不透光度分别为 30%、50%、70%左右的标准滤光片，其几何尺寸应符合被校仪器要求，扩展不确定度应不大于 0.6%， $k=2$ 。

#### 6.2.3 其他校准用设备（见表 3）

表 3 其他校准用设备

序号	名称	技术指标
1	标准速度计	速度范围：(0~120)km/h      MPE: ±0.8km/h
2	环境测试仪	温度范围：(-30~60)℃      MPE: ±0.2℃
		相对湿度范围：(0~95)%      MPE: ±5%
		大气压力范围：(86~106)kPa      MPE: ±0.2 kPa
3	风速仪	风速范围：(0~20)m/s      MPE: ±10%
4	风机	/

## 7 校准方法

### 7.1 排放污染物浓度分析系统

#### 7.1.1 示值误差

7.1.1.1 接通电源，按照遥测仪说明书使仪器进入正常工作状态。

7.1.1.2 将专用标准气罐放置在光路中，其轴心应与光轴重合。

读取遥测仪背景值，然后向专用标准气罐通入标准气体，监测专用标准气罐中 O<sub>2</sub> 含量小于  $0.1 \times 10^{-2}$  时，记录遥测仪示值；用 N<sub>2</sub> 将专用标准气罐中气体排空。附录 B 中的四种标准气体按上述方法各重复测量 3 次，按公式(1)、(2) 计算遥测仪示值误差。

$$\Delta_i = \overline{C_{di}} - C_s \quad (1)$$

式中：

$\Delta_i$ ——第  $i$  ( $i=1,2,3,4$ ) 校准点的示值绝对误差；

$\overline{C_{di}}$ ——第  $i$  校准点 3 次测量结果的平均值；

$C_s$ ——标准气体浓度值；

CO、CO<sub>2</sub> 通道单位为  $10^{-2}$ 、其他通道为  $10^{-6}$ 。

$$\delta_i = \frac{\Delta_{is}}{C_s} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\delta_i$ ——第  $i$  校准点的示值相对误差，%。

## 7.1.2 重复性

按 7.1.1.2 步骤向专用标准气罐通入附录 B 中的 2 号的标准气体，共重复测量 6 次。按公式(3)、(4) 计算重复性，结果应符合 5.1.2 要求。

$$s_A = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (C_i - \overline{C})^2} \quad (3)$$

式中：

$s_A$ ——重复性(以实验标准偏差表示)；

$C_i$ ——第  $i$  ( $i=1,2,3,4,5,6$ ) 次通入标准气体浓度值；

$\overline{C}$ ——6 次测量的平均值；

$n$ ——重复性试验次数；

CO、CO<sub>2</sub>通道单位为 10<sup>-2</sup>、其他通道为 10<sup>-6</sup>。

$$s_a = \frac{s_A}{C} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$s_a$ ——重复性(以相对标准偏差表示)，%。

## 7.2 排放污染物不透光度分析系统

### 7.2.1 示值误差

遥测仪读取背景值，将标准滤光片放置在光路中，其轴心应与光轴重合，记录仪器测定值。按上述方法将 6.2.2 中要求的三种滤光片各重复测量 3 次。按公式(5)计算示值误差：

$$\Delta_N = \overline{N_{di}} - N_s \quad (5)$$

式中：

$\Delta_N$ ——第  $i$  ( $i=1,2,3$ ) 校准点的绝对示值误差，%；

$\overline{N_{di}}$ ——第  $i$  校准点 3 次测量结果的平均值，%；

$N_s$ ——标准滤光片不透光度值，%。

### 7.2.2 重复性

按 7.2.1 方法使用不透光度值约为 50% 的标准滤光片，共重复测量 6 次。按公式(6)计算重复性。

$$s_{NA} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (N_i - \overline{N})^2} \quad (6)$$

式中：

$s_{NA}$ ——重复性(以实验标准偏差表示)，%；

$N_i$ ——遥测仪第  $i$  ( $i=1,2,3,4,5,6$ ) 次测量的示值，%；

$\overline{N}$ ——6 次测量的平均值，%。

## 7.3 测速装置示值误差

在试验车上安装好标准测速仪，调整至正常工作状态。选取 20km/h 及安装使用路段

限速值做为校准点。试验车匀速驶过遥测仪监测区域，同步读取并记录标准测速仪、遥测仪的速度值。每个校准点重复测量 3 次，按公式(7)、(8) 计算示值误差。

$$\Delta v = \bar{v}_i - \bar{v}_0 \quad (7)$$

$$\delta_v = \frac{\Delta v}{v_0} \times 100\% \quad (8)$$

式中：

$\Delta v$ ——速度示值误差，km/h；

$\bar{v}_i$ ——遥测仪第  $i$  ( $i=1,2$ ) 校准点速度示值平均值，km/h；

$\bar{v}_0$ ——标准测速仪第  $i$  校准点速度示值平均值，km/h；

$\delta_v$ ——速度示值相对误差，%。

#### 7.4 气象仪器

##### 7.4.1 温度示值误差

将温度标准装置放置在与被测传感器同一空间位置，稳定 30min 后分别读取两者示值各三次，每两次间隔时间不少于 30min。按公式(9) 计算示值误差。

$$\Delta_w = \bar{W} - \bar{W}_0 \quad (9)$$

式中：

$\Delta_w$ ——温度示值误差，℃；

$\bar{W}$ ——温度测量装置 3 次测量的示值平均值，℃；

$\bar{W}_0$ ——温度标准装置示值平均值，℃。

##### 7.4.2 湿度示值误差

将湿度标准装置放置在与被测传感器同一空间位置，稳定 30min 后分别读取两者示值各三次，每两次间隔时间不少于 30min。按公式(10) 计算示值误差。

$$\delta_s = \frac{\bar{S} - \bar{S}_0}{\bar{S}_0} \times 100\% \quad (10)$$

式中：

$\delta_s$ ——湿度示值误差，%；

$\bar{S}$ ——湿度测量装置 3 次测量的示值平均值，%；

$\bar{S}_0$ ——湿度标准装置示值平均值，%。

#### 7.4.3 大气压力示值误差

将大气压力标准装置放置在与被测传感器同一空间位置，稳定 30min 后分别读取两者示值各三次，每两次间隔时间不少于 30min。按公式(11) 计算示值误差。

$$\delta_Q = \frac{\bar{Q} - Q_0}{Q_0} \times 100\% \quad (11)$$

式中：

$\delta_Q$ ——大气压力示值误差，%；

$\bar{Q}$ ——大气压力测量装置 3 次测量的示值平均值，%；

$Q_0$ ——大气压力标准装置示值，%。

#### 7.4.4 风速仪示值误差

将标准风速仪和被校风速仪固定在风源中心对称的空间位置，选取 1 m/s、3 m/s、5 m/s 附近的 3 个测量点，每个测量点各读取 3 组测量值。按公式(12) 计算示值误差。

$$\delta_{CB} = \frac{\bar{H}_C - H_B}{H_B} \times 100\% \quad (12)$$

式中：

$\delta_{CB}$ ——风速示值误差，%；

$\bar{H}_C$ ——被校风速仪第  $i$  ( $i=1,2,3$ ) 次测量的示值平均值，m/s；

$H_B$ ——标准风速仪示值，m/s。

## 8 校准结果的处理

对经校准的遥测仪出具校准证书，内容见附录 A。

汽车排气污染物遥测仪的复校时间间隔建议为一年。

复校时间间隔的长短由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，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

## 推荐的校准证书内容

根据客户要求对以下数据进行校准：				
1. 排放污染物浓度分析系统示值误差、重复性				
通道	CO	CO <sub>2</sub>	NO	HC
绝对误差				
相对误差				
重复性				
2. 排放污染物不透光度分析系统示值误差、重复性				
示值误差				
重复性				
3. 测速装置示值误差				
≤50 km/h 时				
>50 km/h 时				
4. 气象仪器				
温度示值误差				
湿度示值误差				
大气压力示值误差				
风速仪示值误差				
测量结果的不确定度：				

## 附录 B

## 气体标准物质浓度要求

B.1 气体标准物质应具有国家市场监督管理总局批准的标准物质证书，并应在有效期内使用。

B.2 气体标准物质的浓度以体积比的百分数（ $10^{-2}$ ）、百万分数（ $10^{-6}$ ）或摩尔比的百分数（ $10^{-2}$ ）、百万分数（ $10^{-6}$ ）表示。

B.3 气体标准物质的标准值应不超过表 B.1、表 B.2 所规定标准值的 $\pm 15\%$ 。

表 B.1 气体标准物质浓度（使用  $C_3H_8$ ）

标准气体	1 号	2 号	3 号	4 号
CO( $\times 10^{-2}$ )	0.50	1.00	2.70	5.00
CO <sub>2</sub> ( $\times 10^{-2}$ )	14.8	14.3	13.2	11.8
NO( $\times 10^{-6}$ )	3000	2000	500	250
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ( $\times 10^{-6}$ )	500	2000	3000	6000

表 B.2 气体标准物质浓度（使用 1, 3-丁二烯）

标准气体	1 号	2 号	3 号	4 号
CO( $\times 10^{-2}$ )	0.50	2.00	5.00	8.00
CO <sub>2</sub> ( $\times 10^{-2}$ )	14.7	13.6	11.5	9.4
NO( $\times 10^{-6}$ )	0	1000	2500	4000
1, 3-丁二烯( $\times 10^{-6}$ )	0	40	90	160

B.4 N<sub>2</sub>: 浓度 99.99%。

## 附录 C

## 不确定度分析示例

## C.1 排放污染物浓度分析系统

## C.1.1 测量方法(依据 JJF(冀)\*\*—2019 遥感式在用汽车排气污染物检测仪)

按照校准规范要求,使用与被测遥感式在用汽车排气污染物检测仪(以下简称遥测仪)测量气体相同种类的一组标准气体对仪器进行测量,读取对应示值并计算出绝对误差和相对误差。根据规范的要求对绝对误差的扩展不确定度进行分析并计算相对扩展不确定度。

下面以 1 号气体标准物质对常见分辨力为 CO:0.01% 的遥测仪进行分析。

## C.1.2 测量模型

测量遥测仪时,标准器为标准气体。按照测量规程要求,通入一定浓度的标准气体,读取遥测仪示值,按下列公式计算遥测仪示值误差。

$$\Delta = X - x \quad (\text{C.1.1})$$

式中:  $\Delta$ ——遥测仪示值误差 (mol/mol);

$X$ ——遥测仪示值 (mol/mol);

$x$ ——标准气体浓度 (mol/mol)。

## C.1.3 方差和传播系数

因为各分量  $X, x$  互不相关,由不确定度传播律:

$$u_c^2(\Delta) = C_X^2 u^2(X) + C_x^2 u^2(x) \quad (\text{C.1.2})$$

对式 (1.1) 求导可得:

$$C_X = \frac{\partial \delta}{\partial X} = 1, C_x = \frac{\partial \delta}{\partial x} = -1$$

故有:

$$u_c^2(\Delta) = u^2(X) + u^2(x) \quad (\text{C.1.3})$$

## C.1.4 标准不确定度一览表

表 C.1.1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量		不确定度来源	标准不确定度值	$c_i$	$ c_i u(\Delta)$
与计量标准有关	$u(x)$	标准气体引入	0.005%	-1	0.005%
与遥测仪有关	$u(X)$	与遥测仪有关	0.003%	1	0.003%
	$u_1(X)$	示值重复性引入	0.002%		0.002%
	$u_2(X)$	量化误差引入	0.003%		0.003%
$u_c(\Delta) = 0.006\%$					

## C.1.5 输入量的标准不确定度评定

C.1.5.1 由计量标准引入的不确定度分量  $u(x)$ 

标准气体是由国家标准气体研究中心定值，其不确定度为  $U = 2\%$ ,  $k = 2$ 。则其引入的不确定度分量如下：

$$u(x) = \frac{U}{2} = 0.005\% \quad (\text{C.1.4})$$

C.1.5.2 由遥测仪示值引入的不确定度分量  $u(X)$ C.1.5.2.1 由示值重复性引入的不确定度分量  $u_1(X)$ 

对遥测仪取规范规定测量点进行等精度的 10 次重复性测量，测量结果如下：

表 C.1.5 CO 重复性实验

测量点	1 号
1	0.50
2	0.50
3	0.50
4	0.50
5	0.50
6	0.50
7	0.49

8	0.50
9	0.50
10	0.50

据单次测量实验标准差  $s(X) = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$  有  $s = 0.003\%$

实际测量时，每个测量点测量 3 次，则可得不确定度分量为：

$$u_1(X) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.002\% \quad (\text{C.1.5})$$

#### C.1.5.2.2 由数显量化误差引入的不确定度分量 $u_2(X)$

遥测仪分辨力的量化误差以等概率分布（矩形分布）落在宽度为分辨力一半的区间内。其引入的标准不确定度为：

$$u_2(X) = \frac{\sigma/2}{\sqrt{3}} = 0.003\% \quad (\text{C.1.6})$$

#### C.1.5.2.3 合成不确定度

取重复性误差和数显量化误差中大者作为遥测仪引入的不确定度分量

$$u(X) = u_2(X) = 0.003\%$$

#### C.1.6 合成标准不确定度的评定

由  $u_c^2(\Delta) = u^2(X) + u^2(x)$  可得：

$$u_c(\Delta) = \sqrt{u^2(X) + u^2(x)} \quad (\text{C.1.7})$$

$$u_c(\Delta) = 0.006\%$$

#### C.1.7 扩展不确定度的评定

取包含因子  $k = 2$ ，据  $U = k \times u_c(\Delta)$  可得扩展不确定度：

$$U = 0.012\%$$

由  $\delta = \frac{\Delta}{x} \times 100\%$  可知示值相对误差的扩展不确定度为：

$$U_{rel} = 2.4\%$$

#### C.1.8 测量不确定度的报告

按上述方法对遥测仪四个通道用四种气体标准物质进行分析，可得遥测仪排放污染物

浓度分析系统示值误差测量结果的相对扩展不确定度为

$$\text{氮中丙烷标准气体 } U_{rel} = 2.1\%, k = 2$$

$$\text{氮中一氧化碳标准气体 } U_{rel} = 2.4\%, k = 2$$

$$\text{氮中二氧化碳标准气体 } U_{rel} = 2.1\%, k = 2$$

$$\text{氮中一氧化氮标准气体 } U_{rel} = 2.1\%, k = 2$$

## C.2 排放污染物不透光度分析系统

### C.2.1 测量方法依据 JJF (冀) \*\*—2019 遥感式在用汽车排气污染物检测仪

按照校准规范要求,使用标准滤光片对遥感进行测量,读取对应示值并计算出绝对误差和相对误差。根据规范的要求对绝对误差的扩展不确定度进行分析并计算相对扩展不确定度。

下面以常见分辨力 0.1% 的遥测仪进行分析。

### C.2.2 数学模型

校准遥测仪时,标准器为标准滤光片。按规范中规定的测量点选取合适的滤光片,读取遥测仪示值,按下列公式计算遥测仪示值误差。

$$\Delta = T - \tau \quad (\text{C.2.1})$$

式中:  $\Delta$ ——遥测仪示值误差 (%) ;

$T$ ——遥测仪示值 (%) ;

$\tau$ ——标准测力仪示值 (%) 。

### C.2.3 方差和传播系数

因为各分量  $T, \tau$  互不相关,由不确定度传播律:

$$u_c^2(\Delta) = C_T^2 \times u^2(T) + C_\tau^2 \times u^2(\tau) \quad (\text{C.2.2})$$

对式 (2.1) 分别对  $T, \tau$  求导可得:

$$C_T = \frac{\partial \delta}{\partial T} = 1, C_\tau = \frac{\partial \delta}{\partial \tau} = -1$$

故有:

$$u_c^2(\Delta) = u^2(T) + u^2(\tau) \quad (\text{C.2.3})$$

## C.2.4 标准不确定度一览表

表 C.2.1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量		不确定度来源	标准不确定度值	$c_i$	$ c_i u(\Delta)$
与计量标准有关	$u(\tau)$	标准滤光片引入	见表 C.2.2	-1	见表 C.2.2
与遥测仪有关	$u(T)$	与遥测仪有关	见表 C.2.6	1	见表 C.2.6
	$u_1(T)$	示值重复性引入	见表 C.2.5		见表 C.2.5
	$u_2(T)$	量化误差引入	0.0289		0.0289
见表 C.2.7					

## C.2.5 输入量的标准不确定度评定

C.2.5.1 由计量标准引入的不确定度分量  $u(\tau)$ 

由证书知标准滤光片的不确定度为  $U_{rel} = 0.5\%$ ,  $k = 2$ , 其引入不确定度分量为:

$$u(\tau) = \frac{0.5\% \times \tau_i}{2} \quad (\text{C.2.4})$$

式中:  $\tau_i$ ——遥测仪第  $i$  测量点 ( $i = 1, 2, 3$ ) 标准滤光片透射比 (%), 按规范分别对应 50%、70%、80%, 由证书知三点标准值分别为 52.8%、72.8%、78.1%。

表 2.2  $u(\tau)$  单位: %

测量点	30	50	70
$u(\tau)$	0.075	0.125	0.175

C.2.5.2 由遥测仪示值引入的不确定度分量  $u(T)$ C.2.5.2.1 由示值重复性引入的不确定度分量  $u_1(T)$ 

对遥测仪按规范进行等精度的 3 组各 10 次重复性测量, 测量结果如下:

表 C.2.3 重复性实验 单位: %

测量点	30	50	70
1	29.3	50.1	70.7
2	29.5	50.9	70.8
3	29.7	50.8	70.9

4	29.7	50.8	70.0
5	29.3	50.0	70.9
6	29.3	50.4	70.6
7	29.3	50.6	70.2
8	29.4	50.2	70.3
9	29.7	50.2	70.8
10	29.3	50.3	70.7

据单次测量实验标准差  $s(T) = \sqrt{\frac{\sum(T_i - \bar{T})^2}{n-1}}$  有

表 C.2.4  $s$ 

单位：%

测量点	30	50	70
$s$	0.184	0.323	0.314

实际校准时，每个校准点测量 3 次，则可得不确定度分量为：

$$u_1(T) = \frac{s}{\sqrt{3}} \quad (\text{C.2.5})$$

表 C.2.5  $u_1(T)$ 

单位：%

测量点	30	50	70
$u_1(T)$	0.106	0.186	0.181

#### C.2.5.2.2 由数显量化误差引入的不确定度分量 $u_2(T)$

遥测仪的分辨力为 0.1%，其引入的不确定度分量为：

$$u_2(T) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \quad (\text{C.2.6})$$

#### C.2.5.2.3 合成不确定度

由于重复性误差大于数显量化误差，故取重复性误差作为遥测仪引入的不确定度分量：

$$\text{由 } u(T) = u_1(T) \text{ 可得} \quad (\text{C.2.7})$$

表 C.2.6  $u(T)$ 

单位：%

测量点	30	50	70
$u(T)$	0.106	0.186	0.181

## C.2.6 合成标准不确定度的评定

由  $u_c^2(\Delta) = u^2(T) + u^2(\tau)$  可得：

$$u_c(\Delta) = \sqrt{u^2(T) + u^2(\tau)} \quad (\text{C.2.8})$$

则有：

表 C.2.7  $u_c(\Delta)$ 

单位：%

测量点	30	50	70
$u_c(\Delta)$	0.130	0.224	0.252

## C.2.7 扩展不确定度的评定

取包含因子  $k = 2$ ，据  $U = k \times u_c(\Delta)$  可得扩展不确定度：

表 2.8  $U$ 

单位：%

测量点	30	50	70
$U$	0.260	0.448	0.504

## C.2.8 测量不确定度的报告

遥测仪排放污染物不透光度分析系统示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U = 0.5\%, k = 2$$

## C.3 遥感式在用汽车排放污染物检测仪测量不确定度的报告

遥测仪排放污染物浓度分析系统示值误差测量结果的相对扩展不确定度为

氮中丙烷标准气体  $U_{rel} = 2.1\%, k = 2$

氮中一氧化碳标准气体  $U_{rel} = 2.4\%, k = 2$

氮中二氧化碳标准气体  $U_{rel} = 2.1\%, k = 2$

氮中一氧化氮标准气体  $U_{rel} = 2.1\%, k = 2$

遥测仪排放污染物不透光度分析系统示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U = 0.5\%, k = 2$$

