



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

汽车排放试验环境检测设备（气象站）校准规范

（征求意见稿）

Specification for calibration of environmental inspection equipment
(weather station) for automobile emission test

202X—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

汽车排放试验环境检测设 备（气象站）校准规范

Specification for calibration of
environmental inspection equipment
(weather station) for automobile

JJF (机械)XXX—2022

归口单位：中国机械工业联合会

主要起草单位：中汽研汽车检验中心（天津）有限公司

参加起草单位：上海机动车检测认证技术研究中心有限公司

襄阳达安汽车检测中心有限公司

中汽研汽车检验中心（广州）有限公司

中汽研汽车检验中心（常州）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：

王海军（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

万辅君（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

邸少伟（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

苏 衡（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

参加起草人：

沈 莉（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

涂远扬（襄阳达安汽车检测中心有限公司）

王凤滨（中汽研汽车检验中心（广州）有限公司）

于津涛（中汽研汽车检验中心（常州）有限公司）

目 录

引言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量特性	1
4.1 外观及一般要求	1
4.2 计量性能要求	2
5 校准条件	2
5.1 环境条件	2
5.2 测量标准及其他设备	2
6 校准项目和校准方法	3
6.1 校准项目	3
6.2 校准方法	3
6.2.1 外观检查	3
6.2.2 气象站温度校准	3
6.2.3 气象站湿度校准	4
6.2.4 气象站大气压校准	5
7 校准结果表达	6
8 复校时间间隔	7
附录 A（资料性）气象站温度示值误差的不确定度评定示例	8
附录 B（资料性）气象站湿度示值误差的不确定度评定示例	10
附录 C（资料性）气象站大气压示值误差的不确定度评定示例	13

引 言

本规范依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首次发布。

汽车排放试验环境监测设备（气象站）校准规范

1 范围

本规范适用于新制造、使用中和维修后汽车排放试验环境检测设备（气象站）的校准，其它类似设备（如：手持式气象站、手持式气象仪、温湿度记录仪、温湿度显示仪等）可参照本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF1071 - 2010 国家计量校准规范编写规则

JJF1001 - 2011 通用计量术语及定义

JJF1059.1 - 2012 测量不确定度评定与表示

JJF1076 - 2020 数字式温湿度计校准规范

JJG1084 - 2013 数字式气压计检定规程

GB18352.6-2016 轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)

GB17691-2018 重型柴油车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段)

GB/T27840-2011 重型商用车燃料消耗量测量方法》

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 概述

汽车排放试验环境检测设备（气象站）是专门用于汽车整车及动力单元在试验过程中，现场试验环境条件的监测仪器。环境监测设备（气象站）主要是由温度测量单元、湿度测量单元、大气压力测量单元、数据传输系统、数据显示或记录系统组成。

4 计量特性

4.1 外观及一般要求

4.1.1 气象站应有铭牌或标志，应标明设备名称、型号、规格、出厂编号等。

4.1.2 气象站的有关技术特征如外观、电气、安全等应满足相应技术文件（如有关的国家标准，说明书等）的要求。

4.2 计量性能要求

4.2.1 温度示值误差：不超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

4.2.2 湿度示值误差：不超过 $\pm 3\%\text{RH}$

4.2.3 大气压力示值误差：不超过 $\pm 0.4\text{kPa}$

注：以上指标不提供合格性判别，仅供技术参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

温度： $(25 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ ；

湿度：不大于 $85\%\text{RH}$ ；

大气压力： $(50 \sim 120)\text{kPa}$ ；

周围无影响设备正常工作的机械振动和电磁干扰。

5.2 测量标准及其他设备

校准用测量标准及其他设备一览表（见表1）

表1 校准用测量标准器及其他设备一览表

序号	测量标准器	测量范围		技术指标
1	数字式温度计	(-40 ~ 160)℃		最大允许误差为 ± 0.1℃
2	精密露点仪	(-40 ~ 90)℃ (露点或霜点温度)		最大允许误差为±0.2℃ (露点或霜点温度)
3	数字气压表	标准器的量程范围应覆盖被校准气象站大气压力测量单元的范围		标准器最大允许误差的绝对值应不大于被校准气压计最大允许误差绝对值的三分之一
4	便携式温度标准箱	(-40 ~ 60)℃		均匀度不大于 0.3℃,
				波动度不超过 ± 0.2℃
5	湿度发生器	湿度	(10% ~95%) RH	均匀度不大于 1.0% RH
				波动度不超过 ± 1.0% RH
		温度	(5 ~ 50)℃	均匀度不大于 0.3℃
				波动度不超过 ± 0.2℃
6	气体压力控制装置	一般由压力源、真空源、压力调节器组成，必要时包括气压箱		

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

汽车排放试验环境监测设备（气象站）校准项目（见表 2）。

表2 汽车排放试验环境监测设备（气象站）校准项目

序号	校准项目	校准条款
1	外观检查	6.2.1
2	温度的示值误差	6.2.2
3	湿度的示值误差	6.2.3
4	大气压的示值误差	6.2.4

6.2 校准方法

6.2.1 外观检查

环境监测设备（气象站）的温度测量单元、湿度测量单元、大气压力测量单元均应干净、整洁无损伤，且无影响其监测试验环境的情况；数据传输系统能够正常连接并传输相应信息；数据显示或记录系统应显示清晰，无迟滞及卡顿现象。

6.2.2 气象站温度校准

6.2.2.1 气象站温度校准点的选择

选取被校准设备适用范围的上限、下限和中间点，选择 3~5 个校准点，也可以根据实际情况或用户需求选择校准点。

6.2.2.2 气象站温度示值误差校准过程

按照下图连接气象站温度测量单元与数字式温度计和便携式温度标准箱。

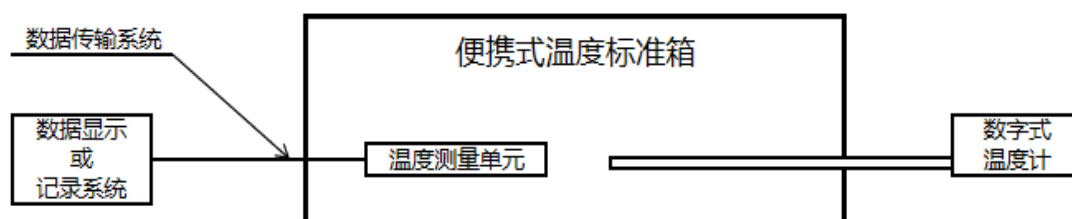


图 1 温度测量单元校准连接示意图

将被校准气象站的温度测量单元和数字式温度计放入便携式温度标准箱中。设置便携式温度标准箱进行升温或者降温，用以模拟被校准环境的温度。

校准顺序一般为由低向高进行，先校准较低温度点，然后校准较高温度点。

每个校准点在温度达到设定值且平衡后，每隔 2 min 左右记录数字式温度计温度示值和气象站温度显示值，共记录 3 组数据。重复以上步骤，完成每个校准点的校准。

按照以下公式计算温度示值误差：

$$\Delta T_i = \bar{T}_i - T_{si} \quad (1)$$

式中：

ΔT_i —第 i 点温度示值误差，℃；

\bar{T}_i —第 i 点被校气象站 3 次温度示值平均值，℃；

T_{si} —第 i 点数字式温度计温度示值，℃；

6.2.3 气象站湿度校准

6.2.3.1 气象站湿度校准点的选择

选取被校准设备适用范围的上限、下限和中间点，选择 3~5 个校准点，也可以根据实际情况或用户需求选择校准点。

6.2.3.2 气象站湿度示值误差校准过程

按照下图连接气象站温度测量单元与精密露点仪和湿度发生器。

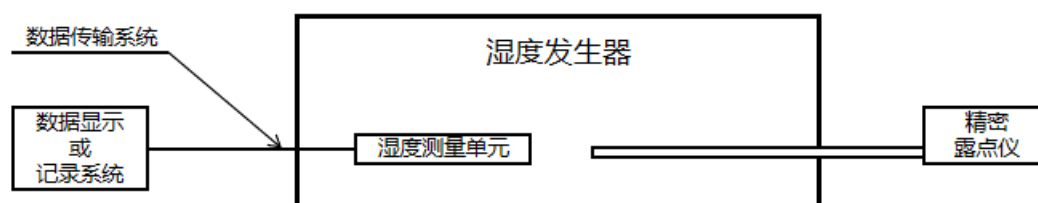


图 2 湿度测量单元校准连接示意图

将被校准气象站的湿度测量单元和精密露点仪传感器放入湿度发生器中。将湿度发生器温度设定到 20℃，设置湿度发生器进行参数的设定，用以模拟被校准环境的湿

度。

校准顺序一般为由低向高进行，先校准较低湿度点，然后校准较高湿度点

每个校准点在相对湿度达到设定值并稳定后，每隔 2min 左右记录精密露点仪相对湿度值和气象站相对湿度显示值，共记录 3 组数据。重复上述步骤，完成每个校准点的校准。按以下公式计算相对湿度示值误差：

$$\Delta H_i = \overline{H}_i - H_{si} \quad (2)$$

式中：

ΔH_i —第 i 点相对湿度的示值误差,%RH;

\overline{H}_i —第 i 点被校气象站 3 次相对湿度示值平均值, %RH;

H_{si} —第 i 点精密露点仪相对湿度示值, %RH。

6.2.4 气象站大气压力校准

6.2.4.1 气象站大气压力校准点的选择

选取被校准设备使用地点平均大气压力点、当地较低大气压力点、当地较高大气压力点，选择 3~5 个校准点，也可以根据实际情况或用户需求选择校准点。

6.2.4.2 气象站大气压力示值误差校准过程

按照下图连接气象站温度测量单元与数字气压表和气体压力控制系统。

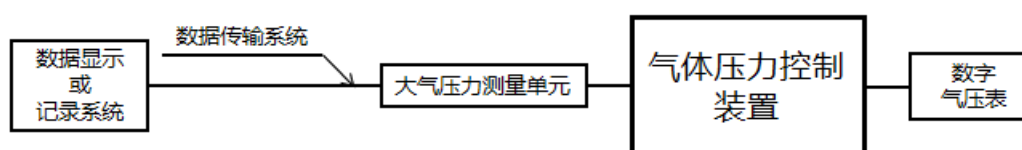


图3 大气压力测量单元校准连接示意图

将被校准气象站的大气压力测量单元和数字气压表与气体压力控制装置进行密封连接。根据校准需求，设定气体压力控制装置压力值的大小，用以模拟被校准环境的大气压力。

校准顺序一般为由低向高进行，先校准较低大气压力点，然后校准较高大气压力点。

气体压力控制装置与气象站大气压力测量单元紧密连接并达到平衡后, 每个 2min 左右记录数字气压表和被校气象站大气压力示值, 共记录 3 组数据。重复上述步骤, 完成每个校准点的校准。

计算大气压力示值误差。

$$\Delta P_i = \bar{P}_i - P_{si} \quad (3)$$

式中:

ΔP_i —第 i 点大气压力示值误差, kPa;

\bar{P}_i —第 i 点被校气象站 3 次大气压力示值平均值, kPa;

P_{si} —第 i 点数字气压表大气压力示值, kPa;

7 校准结果表达

经校准的气象站应出具校准证书或校准报告, 并注明校准项目、校准用测量标准的溯源性及有效性说明。校准证书至少应包括以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点 (如果与实验室的地址不同);
- d) 证书的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- 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应用有关时, 应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 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、职务或等效标识；
- 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，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此使用单位可以根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。气象站的复校时间间隔建议不超过 1 年。

资料性附录 A

气象站温度示值误差的不确定度评定示例

A.1 测量方法

以 FLUKE 生产的 1552A 型数字温度计为标准器，被校气象站的温度测试模块放入便携式环境箱内，由环境箱创造出近似于温度校准点的试验环境，在环境箱内温度稳定 10 分钟后，每隔 2 分钟左右记录标准数字温度计示值和被校气象站温度示值，记录 3 组数据后取平均值，两者之差即为被校温度修正值。

A.2 气象站温度示值误差数学模型

通过下式计算，被校气象站的温度测试模块温度修正值：

$$\Delta T = T_B - T_S \quad (\text{A.1})$$

式中： ΔT ——被校气象站的温度测试模块温度修正值，℃

T_B ——标准器温度示值，℃

T_S ——被校气象站的温度测试模块温度示值，℃

A.3 不确定度来源与量化分析

根据上述测量模型，修正值的测量结果应包括以下不确定度来源

$$u_c = \sqrt{u^2(T_B) + u^2(T_S)} \quad (\text{A.2})$$

标准值引入的不确定度 $u(T_B)$ 。

示值引入的不确定度 $u(T_S)$ 。

温度修正值的不确定度评定 $u(\Delta T)$

温度仪器示值引入的不确定度 $u(T_S)$

A.4 分辨力引入的不确定度 $u(T_{S1})$

由于温湿度计的温度示值重复性很好，因此用分辨力引入的不确定度分量作为仪器示值引入的不确定度。被校准温湿度计的温度分辨率为 0.1℃，不确定度区间半宽为 0.05℃，服从均匀分布

$$u(T_S) = u(T_{S1}) = \frac{0.05^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.029^\circ\text{C} \quad (\text{A.3})$$

A.5 温度标准示值引入的不确定度 $u(T_B)$

根据标准温度计的校准证书, 标准温度计的最大允许误差为 $\pm 0.05^\circ\text{C}$, 所以其引入的不确定度为

$$u(T_B) = \frac{0.05^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.029^\circ\text{C} \quad (\text{A.4})$$

采用便携式环境箱创造恒温环境时, 由于其内腔空间很小, 且标准温度计与被校温度测试模块位置十分接近, 因此认为环境箱的温度均匀度和波动度引入的不确定度可以忽略。

A.6 温度修正值的合成不确定度 $u_c(\Delta T)$

$$u_c(\Delta T) = \sqrt{u^2(T_B) + u^2(T_S)} = \sqrt{0.029^2 + 0.029^2} = 0.04^\circ\text{C} \quad (\text{A.5})$$

A.7 温度修正值的扩展不确定度 $U(\Delta T)$

取包含因子 $k=2$, 则温度修正值的扩展不确定度 $U(\Delta T)$ 为:

$$U(\Delta T) = k u_c(\Delta T) = 2 * 0.04^\circ\text{C} = 0.08^\circ\text{C} \approx 0.1^\circ\text{C} \quad (\text{A.6})$$

资料性附录 B

气象站湿度示值误差的不确定度评定示例

B.1 测量方法

将被校准气象站的湿度传感器放入湿度发生器,根据校准点设定相对湿度控制单元,当湿度发生器相对湿度达到校准点时(以 60%为例),读取湿度发生器相对湿度示值和被校气象站相对湿度示值,按公式(1)计算其示值误差。

B.2 气象站湿度示值误差测量模型

$$\Delta H = \bar{H} - H_s \quad (\text{B.1})$$

式中:

ΔH --相对湿度的示值误差, %;

\bar{H} --被校气象站 3 次相对湿度示值平均值, %;

H_s --校准装置相对湿度示值, %。

B.3 差和灵敏系数

由式(1)得方差:

$$u_c^2(\Delta H) = c_1^2 u^2(\bar{H}) + c_2^2 u^2(H_s) \quad (\text{B.2})$$

$$\text{灵敏系数: } c_1 = \frac{\partial(\Delta H)}{\partial(\bar{H})} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial(\Delta H)}{\partial(H_s)} = 1$$

B.4 标准不确定度评定

a 被校气象站相对湿度校准引入的标准不确定度

被校气象站示值的不确定度主要来源于气象站相对湿度测量结果重复性及数显仪器的分辨力。由于气象站相对湿度测量重复性引入的标准不确定度与数显仪器的分辨力引入的标准不确定度属于同一种效应导致的不确定度,因此取二者的较大者。

b 相对湿度测量重复性引入的不确定度

测量结果重复性可以通过连续重复测量得到的测量列,采用 A 类评定方法进行。

在校准装置的相对湿度控制单元及被校气象站正常工作条件下,等精度重复测量 10 次,

数据如下：

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H/%	60.1	58.1	58.2	59.3	58.5	60.2	59.3	58.3	58.4	58.0

$$\bar{H} = 58.8\%$$

被校气象站单次测量实验标准差为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (H_i - \bar{H})^2}{n-1}} = 0.82\% \quad (\text{B.3})$$

实际测量时，在重复条件下连续测量 3 次，以 3 次测量的算术平均值作为测量结果，则可得气象站的测量结果重复性引入的标准不确定度为：

$$u_A(\bar{H}) = \frac{s(H)}{\sqrt{3}} = 0.47\% \quad (\text{B.4})$$

B.5 不确定度分量评定

B.5.1 被校气象站相对湿度数显分辨率引入的标准不确定度

气象站相对湿度分辨力为 0.1%，其量化误差以等概率分布落在宽度为 0.05% 的区间内，按均匀分布考虑。其引入的标准不确定度为：

$$u_1(\bar{H}) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029\% \quad (\text{B.5})$$

以上两项取大者，则： $u(\bar{H}) = 0.47\%$

B.5.2 钢直尺示值引入的标准不确定度分量 $u(L_b)$

根据挤压试验设备校准规范要求钢直尺示值误差为 $\pm 0.27\text{mm}$ ，假设服从均匀分布，可认为区间半宽度为 0.27mm，故

$$u(L_b) = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{0.27\text{mm}}{\sqrt{3}} = 0.1559\text{mm} \quad (\text{B.6})$$

B.5.2 湿度发生器的相对湿度控制模块的标准不确定度

a 湿度发生器的相对湿度控制模块引入的标准不确定度

根据校准装置的相对湿度控制模块要求， $U=1.2\%$ （校准证书上） $k=2$ 。则：

$$u_1(H_s) = \frac{1.2}{2} = 0.6\% \quad (\text{B.7})$$

b 湿度发生器的相对湿度分辨力引入的不确定度

湿度发生器的相对湿度分辨力为 0.1%，其半宽度为 0.05%，按均匀分布考虑。由此引入的不确定度为：

$$u_3(H_s) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029\% \quad (\text{B.8})$$

不考虑上述各分量相关性，则：

$$u(H_s) = \sqrt{0.6^2 + 0.29^2 + 0.29^2} \quad (\text{B.9})$$

B.6 合成标准不确定度

不确定度分量汇总见表 1。

表 1 不确定度分量汇总表

不确定度分量 $u(H_i)$	不确定度来源	标准不确定 度值	c_i	$ c_i u(H_i)$
$\overline{u(H)}$	被校气象站引入的标准不确定度分量	0.47%	1	0.47%
$u(H_s)$	校准装置的相对湿度控制模块引入的不确定分量	0.67%	1	0.67%

合成标准不确定度为：

$$u_c(\Delta H) = \sqrt{u^2(H) + u^2(H_s)} = \sqrt{0.47^2 + 0.67^2} = 0.82\% \quad (\text{B.10})$$

B.7 校准结果的扩展不确定度

扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则：

$$U = k \cdot u_c(\Delta H) = 2 \times 0.82 = 1.7\% \quad (\text{B.11})$$

资料性附录 C

气象站大气压示值误差的不确定度评定

C.1 测量方法

将被校准气象站放入校准装置的试验舱，根据校准点设定大气压力控制单元，当试验舱内大气压力达到校准点时（以 100 kPa 为例），读取校准装置大气压力示值和被校气象站大气压力示值，按公式（3）计算其示值误差。

C.2 气象站大气压示值误差测量模型

$$\Delta p = \bar{p} - p_s \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δp --大气压力的示值误差，kPa；

\bar{p} --被校气象站 3 次大气压力示值平均值，kPa；

p_s --校准装置大气压力示值，kPa。

C.3 方差和灵敏系数

由式（1）得方差：

$$u_c^2(\Delta p) = c_1^2 u^2(\bar{p}) + c_2^2 u^2(p_s) \quad (\text{C.2})$$

$$\text{灵敏系数: } c_1 = \frac{\partial(\Delta p)}{\partial(\bar{p})} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial(\Delta p)}{\partial(p_s)} = 1$$

C.4 标准不确定度评定

C.4.1 被校气象站引入大气压力示值的标准不确定度

被校气象站大气压力示值的不确定度主要来源于气象站大气压力测量结果重复性及数显仪器的分辨力。由于气象站大气压力测量重复性引入的标准不确定度与数显仪器的分辨力引入的标准不确定度属于同一种效应导致的不确定度，因此取二者的较大者。

C.4.2 测量重复性引入的不确定度

测量结果重复性可以通过连续重复测量得到的测量列，采用 A 类评定方法进行。

在校准装置的大气压力控制单元及被校气象站正常工作条件下，等精度重复测量 10 次，数据如下：

测量 次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
p /kPa	100.3	100.4	100.5	100.7	100.3	100.5	100.1	100.8	100.4	100.8

$$\bar{p} = 100.5 \text{ kPa}$$

被校气象站单次测量实验标准差为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (p_i - \bar{p})^2}{n-1}} = 0.23 \text{ kPa} \quad (\text{C.3})$$

实际测量时，在重复条件下连续测量 3 次，以 3 次测量的算术平均值作为测量结果，则可得气象站大气压力测量结果重复性引入的标准不确定度为：

$$u_A(\bar{p}) = \frac{s(\bar{p})}{\sqrt{3}} = 0.13 \text{ kPa} \quad (\text{C.4})$$

C4.3 被校气象站大气压力数显分辨力引入的标准不确定度

气象站大气压力的分辨力为 0.1 kPa，其量化误差以等概率分布落在宽度为 0.05 kPa 的区间内，按均匀分布考虑。其引入的标准不确定度为：

$$u_1(\bar{p}) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{ kPa} \quad (\text{C.5})$$

以上两项取大者，则： $u(\bar{p}) = 0.13 \text{ kPa}$

C4.4 校准装置的大气压力控制模块的标准不确定度

根据校准装置的大气压力控制模块要求，U=0.1 kPa k=2。则：

$$u_1(p_s) = \frac{0.1}{2} \cdot 0.05 \text{ kPa} \quad (\text{C.6})$$

C4.5 校准装置的大气压力分辨力引入的不确定度

校准装置的大气压力分辨力为 0.1 kPa，其半宽度为 0.05 kPa，按均匀分布考虑。由此引入的不确定度为：

$$u_3(p_s) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{ kPa} \quad (\text{C.7})$$

不考虑上述各分量相关性，则：

$$u(p_s) = \sqrt{0.05^2 + 0.029^2} = 0.057 \text{ kPa} \quad (\text{C.8})$$

C.6 合成标准不确定度

不确定度分量汇总见表 1。

表 1 不确定度分量汇总表

不确定度分量 $u(p_i)$	不确定度来源	标准不确定度 值	c_i	$ c_i u(p_i)$
$\overline{u(p)}$	被校气象站大气压力参数引入的 标准不确定度分量	0.13kPa	1	0.13kPa
$u(p_s)$	校准装置的大气压力控制 模块引入的不确定分量	0.057kPa	1	0.057kPa

合成标准不确定度为：

$$u_c(\Delta p) = \sqrt{u^2(p) + u^2(p_s)} = \sqrt{0.13^2 + 0.057^2} = 0.2 \text{ kPa} \quad (\text{C.9})$$

C.7 校准结果的扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则：

$$U = k \cdot u_c(\Delta p) = 2 \times 0.2 = 0.4 \text{ kPa} \quad (\text{C.10})$$