



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF xxxx—202x

口罩阻力测试仪校准规范

Calibration Specification of Mask Resistance Testers

(征求意见稿)

202x—xx—xx 发布

202x—xx—xx 实施

国家市场监督管理总局发布

口罩阻力测试仪校准规范

Calibration Specification of
Mask Resistance Testers

JJF XXXX-202X

归口单位：全国医学计量技术委员会

主要起草单位：山东省计量科学研究院

中国计量科学研究院

参加起草单位：青岛众瑞智能仪器股份有限公司

本规范委托全国医学计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

秦霄雯（山东省计量科学研究院）

崔 涛（山东省计量科学研究院）

张 鹏（中国计量科学研究院）

参加起草人：

郭 亮（青岛众瑞智能仪器股份有限公司）

张正澍（中国计量科学研究院）

申 栋（山东省计量科学研究院）

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.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
5.1 流量.....	(2)
5.2 压力.....	(2)
5.3 口罩测试区直径.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 测量标准及其他设备.....	(3)
6.3 校准介质.....	(3)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
7.1 外观及功能性检查.....	(3)
7.2 流量.....	(3)
7.3 压力.....	(4)
7.4 口罩测试区直径.....	(5)
8 校准结果.....	(5)
9 复校时间间隔.....	(6)
附录 A 校准原始记录格式（推荐性表格）.....	(7)
附录 B 校准证书格式（推荐性表格）.....	(7)
附录 C 口罩阻力测试仪流量示值误差测量不确定度评定示例.....	(9)
附录 D 口罩阻力测试仪压力示值误差测量不确定度评定示例.....	(13)

引言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和 JF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范的制定参考了 YY 0469-2011《医用外科口罩》、YY/T 0969-2013《一次性使用医用口罩》、EN 14683:2019《医用口罩要求和检测方法》（Medical face masks - Requirements and test methods）。

本规范为首次发布。

口罩阻力测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于口罩阻力测试仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

YY 0469-2023 医用外科口罩

YY/T 0969-2023 一次性使用医用口罩

EN 14683:2019 医用口罩要求和检测方法（Medical face masks - Requirements and test methods）

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

YY 0469-2023 和 YY/T 0969-2013 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 通气阻力 airflow resistance

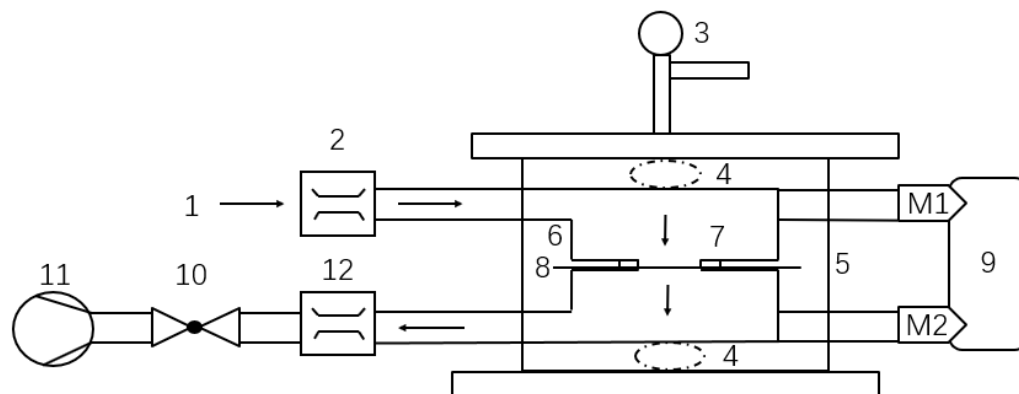
口罩在规定面积和规定流量下的阻力，用单位面积压力差表示。单位为 Pa。

[来源：YY 0469-2023，3.6；YY/T0969-2023，3.2]

4 概述

口罩阻力测试仪（以下简称测试仪）通过测定口罩在特定气流条件下进行气体交换的通气阻力，以评价口罩的“透气性”。其工作原理是空气以恒定流量穿过口罩表面，测量口罩上、下游的压差并除以气流穿过的口罩面积得到通气阻力。

测试仪主要由口罩夹具、流量控制系统和压力测量系统组成，如图 1 所示。



- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1—进气口 | 7—金属环 |
| 2—流量计 | 8—过滤材料 |
| 3—机械夹紧杆 | 9—差压计或 M1 和 M2 压力计 |
| 4—调压系统（顶部或底部） | 10—阀 |
| 5—确保两个样品夹持部分对齐的系统 | 11—带压力缓冲罐的真空泵 |
| 6—带金属密封的样品加持机构 | 12—检查泄露的流量计（可选） |

图1 口罩阻力测试仪的结构组成

5 计量特性

5.1 流量

最大允许误差： $\pm 2.5\%$ ；

重复性：不大于 0.8% 。

5.2 压力

测量范围： $(-0.5 \sim 0.5)$ kPa；

最大允许误差（按量程的百分数计算）： $\pm 1.0\%FS$ 。

5.3 口罩测试区直径

口罩测试区直径为 25 mm，最大允许误差： ± 1 mm。

注：以上指标不适用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： (20 ± 5) °C；

6.1.2 环境湿度： $\leq 75\%RH$ ；

6.1.3 其它：仪器应远离振动、电磁干扰，环境中无影响测量结果的干扰。

注：上述条件与制造商的产品规定不一致时，以产品规定为准。

6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备应符合表 1 的要求。

表 1 测量标准及其他设备

测量设备		测量范围	最大允许误差/准确度等级
流量标准器		(2~20) L/min	1.0 级及以上
压力标准器	补偿式微压计	(-1.0~1.0) kPa	二等及以上
	数字压力计		0.05 级及以上且年稳定性合格
	其他压力标准器		最大允许误差绝对值 $\leq \frac{1.0}{3}\%FS$
压力发生器（配数字压力计用）		(-1.0~1.0) kPa	/
三通及连接管路等		/	/
游标卡尺		(0~70) mm	MPE: $\pm 0.10mm$

6.3 校准介质

校准介质应为清洁、干燥的空气。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观及功能性检查

7.1.1 被校测试仪应有铭牌，铭牌应注明仪器名称、制造厂商、型号/规格、出厂编号等。

7.1.2 被校测试仪应结构完整，各部分连接件应牢固、可靠，无影响正常工作的缺陷和机械损伤；开关按钮操作灵活，数字显示清晰完整。

7.2 流量

根据被校测试仪的说明书，进入流量校准界面。如测试仪具有零点校准功能，应首先进行零点校准。

将流量标准器与被校测试仪的进气口相连，确保测试仪与流量标准器之间无旁路和泄漏。启动测试仪，测试仪的流量设置为 8.0 L/min。待示值稳定后，分别读取

测试仪的测量值和流量标准器的测量值，重复测量 6 次，根据公式（1）计算流量示值误差，根据公式（2）计算流量重复性。

$$\Delta Q = \frac{Q_M - Q_T}{Q_T} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

ΔQ ——流量示值误差，%；

Q_M ——测试仪 6 次流量测量值的平均值，L/min；

Q_T ——流量标准器 6 次测量值的平均值，L/min。

$$s = \frac{1}{Q_T} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{s,i} - Q_T)^2}{n-1}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

s ——流量重复性，%；

n ——测量次数；

$Q_{s,i}$ ——流量标准器第 i 次测量值，L/min；

Q_T ——流量标准器 6 次测量值的平均值，L/min。

7.3 压力

根据被校测试仪的说明书，进入压力校准界面。如测试仪具有零点校准功能，应首先进行零点校准。

按照图 2 连接压力标准器和被校测试仪，连接管路一端接压力标准器，另一端接测试仪的高压端，测试仪的低压端通大气。

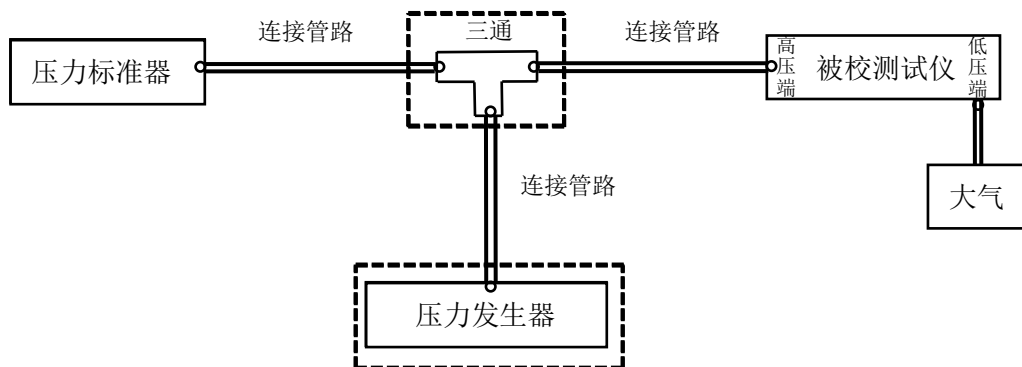


图 2 压力校准连接示意图

在（0~500）Pa 范围内，均匀选取 5 个校准点（含零点）。调节输出压力至各校准点，按照正反行程逐点升压和降压进行 1 个循环的测量。待示值稳定后，分别读取并记录升压和降压过程中测试仪的测量值和压力标准器的测量值。

根据公式（3）分别计算各校准点的压力示值误差，取示值误差最大值计算满量程示值误差。

$$\Delta p = p - p_s \quad (3)$$

式中：

Δp ——压力示值误差，Pa；

p ——被校测试仪测量值，Pa；

p_s ——压力标准器测量值，Pa；

7.4 口罩测试区直径

使用游标卡尺测量口罩夹具内径以确定口罩测试区直径。在相互垂直的方向上各测量一次，取其平均值作为校准结果。

8 校准结果

8.1 校准原始记录

校准原始记录推荐格式参见附录 A。

8.2 校准结果的处理

校准证书内页推荐格式参见附录 B，校准证书应至少包括以下内容：

- 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的有效声明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的说明。

9 复校时间间隔

复校时间间隔建议为12个月。

由于复校时间间隔的长短是由系统的使用情况、使用者、系统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

校准原始记录格式

(推荐性表格)

委托单位		地址	
仪器名称		制造厂商	
型号规格		出厂编号	
标准器名称		标准器测量范围	
标准器证书号		标准器有效期至	
温度		湿度	
校准依据			
记录编号		校准日期	
校准员		核验员	

一、外观及功能性检查：_____

二、流量

设定值 8L/min	测量值/ (L/min)						平均值 / (L/min)	示值误差 /%	重复性 /%
	1	2	3	4	5	6			
测试仪									
流量标准器									

三、压力

标准器测量值/Pa	测试仪测量值/Pa		示值误差/Pa		测试仪满量程 /Pa	示值误差%FS
	升压	降压	升压	降压		

四、口罩测试区直径

方向 1/mm	方向 2/mm	平均值/mm

测量结果的不确定度：

附录 B

校准证书内页格式

(推荐性表格)

证书编号 XXXXXX-XXXX

<校准机构授权说明>				
校准结果不确定度的评估和表述均符合 JJF1059.1 的要求。				
校准环境条件及地点：				
温度	℃	地点		
相对湿度	%	其它		
校准所依据的技术文件（代号、名称）：				
校准所使用的主要测量标准：				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)

证书编号 XXXXXX-XXXX

校准结果

序号	校准项目	技术要求	校准结果
1	外观及功能性检查	规范 7.1 条	
2	流量示值误差	$\pm 2.5\%$	
3	流量重复性	$\leq 0.8\%$	
4	压力测量范围	$(-0.5 \sim 0.5)$ kPa	
5	压力示值误差	$\pm 1.0\%FS$	
6	口罩测试区直径	(25 ± 1) mm	

测量结果的不确定度：

以下空白

说明：

根据客户要求和校准文件的规定，通常情况下个月校准一次。

声明：

1. 仅对加盖“XXXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。

校准员：核验员：

附录 C

口罩阻力测试仪流量示值误差测量不确定度评定示例

C.1 测量方法

根据被校测试仪的说明书，进入流量校准界面。如测试仪具有零点校准功能，应首先进行零点校准。将流量标准器与被校测试仪的进气口相连，确保测试仪与流量标准器之间无旁路和泄漏。启动测试仪，测试仪的流量设置为 8.0 L/min。待示值稳定后，分别读取测试仪的测量值和流量标准器的测量值，重复测量 6 次，根据公式 (C.1) 计算流量示值误差。

环境温度：21.5℃；

环境湿度：45.5%RH；

传压介质：清洁、干燥的空气；

被测设备：口罩阻力测试仪；

流量标准器：孔口流量计，测量范围为 (2~20) L/min，1.0 级。

C.2 测量模型

$$\Delta Q = \frac{Q_M - Q_T}{Q_T} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔQ ——流量示值误差，%；

Q_M ——测试仪 6 次流量测量值的平均值，L/min；

Q_T ——流量标准器 6 次测量值的平均值，L/min。

C.3 合成标准不确定度计算公式

依据不确定度传播率，当各不确定度间不相关时， $u_c^2 = \sum_{i=1}^N c^2(x_i)u^2(x_i)$ ，则

$$u_c = \sqrt{c_{Q_M}^2 u_{Q_M}^2 + c_{Q_T}^2 u_{Q_T}^2} \quad (\text{C.2})$$

由公式 (C.1) 得

$$c_{Q_M} = \frac{\partial \Delta Q}{\partial Q_M} = \frac{1}{Q_T}, \quad c_{Q_T} = \frac{\partial \Delta Q}{\partial Q_T} = -\frac{Q_M}{Q_T^2}$$

C.4 测量不确定度来源

不确定度来源包括：

(1) 输入量 Q_M 引入的标准不确定度 u_{Q_M} ，包括测试仪流量测量重复性引入的标准不确定度 $u_{Q_{M1}}$ 和测试仪流量分辨力引入的标准不确定度 $u_{Q_{M2}}$ ；

(2) 输入量 Q_T 引入的标准不确定度 u_{Q_T} ，包括流量标准器测量重复性引入的标准不确定度 $u_{Q_{T1}}$ 、流量标准器分辨力引入的标准不确定度 $u_{Q_{T2}}$ 和流量标准器最大允许误差引入的标准不确定度 $u_{Q_{T3}}$ 。

C.5 标准不确定度分量评定

C.5.1 输入量 Q_M 引入的标准不确定度分量 u_{Q_M} 评定

C.5.1.1 测试仪流量测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_{Q_{M1}}$

根据测量方法，读取测试仪流量测量值，重复 10 次。测量结果见表 C.1。

表 C.1 测试仪流量重复性测量结果

校准项目	测量值 (Q_{M_i})									
流量 (L/min)	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.1	8.0	8.0

则单次测量结果的标准差 $s(Q_M)$ 如下：

$$s(Q_M)(8L/min) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Q_{M_i} - Q_M)^2 / (n - 1)} \approx 0.032 \text{ L/min}$$

实际校准时测量 6 次，以 6 次测量的算术平均值作为结果，则由测试仪测量重复性引入的标准不确定度分量为：

$$u_{Q_{M1}}(8L/min) = \frac{s(Q_M)}{\sqrt{6}} \approx 0.013 \text{ L/min}$$

C.5.1.2 测试仪流量分辨力引入的标准不确定度分量 $u_{Q_{M2}}$

测试仪流量的最小分辨力为 0.1 L/min，区间半宽 $a=0.05 \text{ L/min}$ ，按均匀分布处理，取包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，由此引入的标准不确定度分量为：

$$u_{Q_{M2}}(8L/min) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} \text{ L/min} \approx 0.029 \text{ L/min}$$

C.5.2 输入量 Q_T 引入的标准不确定度分量 u_{Q_T} 评定

C.5.2.1 流量标准器测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_{Q_{T1}}$

根据测量方法，读取测试仪流量测量值，重复 10 次。测量结果见表 C.2。

表 C.2 流量标准器重复性测量结果

校准项目	测量值 (Q_{T_i})									
流量 (L/min)	7.93	7.93	7.93	7.93	7.93	7.93	7.93	7.93	7.94	7.93

则单次测量结果的标准差 $s(Q_T)$ 如下:

$$s(Q_T)(8L/min) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{M_i} - Q_M)^2}{n-1}} \approx 0.003 \text{ L/min}$$

实际校准时测量 6 次, 以 6 次测量的算术平均值作为结果, 则由流量标准器测量重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_{Q_{M_1}}(8L/min) = \frac{s(Q_M)}{\sqrt{6}} \approx 0.001 \text{ L/min}$$

C.5.2.2 流量标准器分辨力引入的标准不确定度分量 $u_{Q_{T_2}}$

流量标准器的最小分辨力为 0.01 L/min, 区间半宽 $a=0.005 \text{ L/min}$, 按均匀分布处理, 取包含因子 $k=\sqrt{3}$, 由此引入的标准不确定度分量为:

$$u_{Q_{T_2}}(8L/min) = \frac{0.005}{\sqrt{3}} \text{ L/min} \approx 0.0029 \text{ L/min}$$

C.5.2.3 流量标准器最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_{Q_{T_3}}$

流量标准器最大允许误差为 $\pm 1\%$, 通过表C.2计算可知, 流量标准器测量平均值 $Q_T(8L/min)$ 为7.93L/min, 按均匀分布处理, 包含因子取 $k=\sqrt{3}$, 则流量标准器最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_{Q_{T_3}}$ 为:

$$u_{Q_{T_3}}(8L/min) = \frac{1\% \times 7.93}{\sqrt{3}} \text{ L/min} \approx 0.046 \text{ L/min}$$

C.5.3 灵敏度系数的计算

通过表C.1和表C.2进行计算可知, $Q_M(8L/min)$ 为8.01L/min, $Q_T(8L/min)$ 为7.93L/min, 则灵敏度系数的计算结果如下:

$$c_{Q_M}(8L/min) = \frac{\partial \Delta Q}{\partial Q_M} = \frac{1}{Q_T} = \frac{1}{7.93} (\text{L/min})^{-1} \approx 0.13 (\text{L/min})^{-1}$$

$$c_{Q_T}(8L/min) = \frac{\partial \Delta Q}{\partial Q_T} = -\frac{Q_M}{Q_T^2} = -\frac{8.01}{7.93^2} (\text{L/min})^{-1} \approx -0.13 (\text{L/min})^{-1}$$

C.6 标准不确定度一览表

标准不确定度一览表见表 C.3。

表 C.3 流量测量结果标准不确定度一览表

不确定度来源		标准不确定度分量	灵敏系数
输入量 $Q_M(8L/min)$ / 测试仪	流量测量重复性	0.013 L/min	$0.13 (L/min)^{-1}$
	流量分辨力	0.029 L/min	
输入量 $Q_T(8L/min)$ / 流量标准器	测量重复性	0.001L/min	$-0.13 (L/min)^{-1}$
	分辨力	0.0029 L/min	
	最大允许误差	0.046 L/min	

C.7 合成标准不确定度

由于各不确定度间互不相关，则由公式（C.2）可得合成标准不确定度 u_c 为：

$$u_c(8L/min) = \sqrt{c_{Q_M}^2 (u_{Q_{M_1}}^2 + u_{Q_{M_2}}^2) + c_{Q_T}^2 (u_{Q_{T_1}}^2 + u_{Q_{T_2}}^2 + u_{Q_{T_3}}^2)} \times 100\% = 0.73\%$$

C.8 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度 U 为：

$$U(8L/min) = k \times u_c(8L/min) = 1.5\%$$

附录 D

口罩阻力测试仪压力示值误差测量不确定度评定示例

D.1 测量方法

根据被校测试仪的说明书，进入压力校准界面。如测试仪具有零点校准功能，应首先进行零点校准。连接压力标准器和被校测试仪，连接管路一端接压力标准器，另一端接测试仪的高压端，测试仪的低压端通大气。调节输出压力至 200Pa，待示值稳定后，分别读取测试仪的测量值和数字式压力计的测量值。根据公式 (D.1) 计算该校准点的压力示值误差。根据测试仪量程，计算满量程示值误差。

环境温度：21.5℃；

环境湿度：42.5%RH；

传压介质：空气；

被测设备：口罩阻力测试仪，压力测量范围为 (-1.5~1.5) kPa；

压力发生器：(-2.5~2.5) kPa；

压力标准器：数字压力计，压力测量范围为 (-2.5~2.5) kPa，0.05 级。

D.2 测量模型

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

式中：

Δp ——压力示值误差，%；

p ——测试仪测量值，Pa；

p_s ——数字式压力计测量值，Pa；

D.3 合成标准不确定度计算公式

依据不确定度传播率，当各不确定度间不相关时， $u_c^2 = \sum_{i=1}^N c^2(x_i)u^2(x_i)$ ，则

$$u_c = \sqrt{c_p^2 u_p^2 + c_{p_s}^2 u_{p_s}^2} \quad (\text{D.2})$$

由公式 (D.1) 得

$$c_p = \frac{\partial \Delta p}{\partial p} = 1, \quad c_{p_s} = \frac{\partial \Delta p}{\partial p_s} = -1$$

D.4 测量不确定度来源

不确定度来源包括：

(1) 输入量 p 引入的标准不确定度 u_p ，包括测试仪压力测量重复性引入的标准不

确定度 u_{p1} 和测试仪压力分辨力引入的标准不确定度 u_{p2} ；

(2) 输入量 p_s 引入的标准不确定度 u_{p_s} ，包括数字压力计测量重复性引入的标准不确定度 $u_{p_{s1}}$ 、数字压力计分辨力引入的标准不确定度 $u_{p_{s2}}$ 和数字压力计最大允许误差引入的标准不确定度 $u_{p_{s3}}$ 。

D.5 标准不确定度分量评定

D.5.1 输入量 p 引入的标准不确定度分量 u_p 评定

D.5.1.1 测试仪压力测量重复性引入的标准不确定度分量 u_{p1}

根据测量方法，读取测试仪压力测量值，重复 10 次。测量结果见表 D.1。

表 D.1 测试仪压力重复性测量结果

校准项目	测量值 (p_i)									
压力 (Pa)	199.1	199.2	199.0	198.7	198.9	198.9	198.7	198.9	198.7	198.9

则单次测量结果的标准差 $s(u_p)$ 如下：

$$s(u_p) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - p)^2 / (n - 1)} \approx 0.17 \text{ Pa}$$

实际校准时测量 1 次，则由测试仪测量重复性引入的标准不确定度分量为：

$$u_{p1} \approx 0.17 \text{ Pa}$$

D.5.1.2 测试仪压力分辨力引入的标准不确定度分量 u_{p2}

测试仪压力的最小分辨力为 0.1 Pa，区间半宽 $a=0.05 \text{ Pa}$ ，按均匀分布处理，取包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，由此引入的标准不确定度分量为：

$$u_{p2} = \frac{0.05}{\sqrt{3}} \text{ Pa} \approx 0.029 \text{ Pa}$$

D.5.2 输入量 p_s 引入的标准不确定度分量 u_{p_s} 评定

D.5.2.1 数字压力计测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_{p_{s1}}$

根据测量方法，读取数字压力计压力测量值，重复 10 次。测量结果见表 D.2。

表 D.2 数字压力计压力测量重复性测量结果

校准项目	测量值 (p_{si})									
压力 (Pa)	200.3	200.4	200.4	200.4	200.4	200.3	200.4	200.3	200.2	200.2

则单次测量结果的标准差 $s(u_{p_s})$ 如下:

$$s(u_{p_s}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_{si} - p_s)^2 / (n - 1)} \approx 0.053 \text{ Pa}$$

实际校准时测量 1 次, 则由数字压力计测量重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_{p_{s1}} \approx 0.053 \text{ Pa}$$

D.5.2.2 数字压力计分辨力引入的标准不确定度分量 $u_{p_{s2}}$

数字压力计的最小分辨力为 0.1 Pa, 区间半宽 $a=0.05 \text{ Pa}$, 按均匀分布处理, 取包含因子 $k=\sqrt{3}$, 由此引入的标准不确定度分量为:

$$u_{p_{s2}} = \frac{0.005}{\sqrt{3}} \text{ Pa} \approx 0.029 \text{ Pa}$$

D.5.2.3 数字压力计最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_{p_{s3}}$

数字压力计最大允许误差为 $\pm 0.05\%$, 量程为 5000 Pa, 按均匀分布处理, 包含因子取 $k=\sqrt{3}$, 则数字压力计最大允许误差引入的标准不确定度分量 $u_{p_{s3}}$ 为:

$$u_{p_{s3}} = \frac{0.05\% \times 5000}{\sqrt{3}} \text{ Pa} \approx 1.44 \text{ Pa}$$

D.6 标准不确定度一览表

标准不确定度一览表见表 D.3。

表 D.3 压力测量结果标准不确定度一览表

不确定度来源		标准不确定度分量	灵敏系数
输入量 p /测试仪	压力测量重复性	0.17Pa	1
	压力分辨力	0.029 Pa	
输入量 p_s /数字式压力计	测量重复性	0.053Pa	-1
	分辨力	0.029 Pa	
	最大允许误差	1.44Pa	

D.7 合成标准不确定度

由于各不确定度间互不相关, 则由公式 (D.2) 可得合成标准不确定度 u_c 为:

$$u_c = \sqrt{c_p^2(u_{p1}^2 + u_{p2}^2) + c_{p_s}^2(u_{p_{s1}}^2 + u_{p_{s2}}^2 + u_{p_{s3}}^2)} = 1.45 \text{ Pa}$$

D.8 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则扩展不确定度 U 为:

$$U = k \times u_c = 2.9 \text{ Pa}$$

测试仪的测量范围为 3000 Pa，其扩展不确定度 U 为：

$$U = 0.1\%FS \quad k = 2$$
