

# 山东省地方计量技术规范

JJF（鲁）122—2021

---

## 口罩呼吸阻力测试仪校准规范

Calibration Specification for Mask Breathing Resistance Testers

2021—12—04 发布

2021—12—10 实施

---

山东省市场监督管理局 发布

# 口罩呼吸阻力测试仪校准规范

Calibration Specification for mask

Breathing Resistance Testers

---

**JJF (鲁) 122-2021**

归口单位：山东省市场监督管理局

主要起草单位：青岛市计量技术研究院

参加起草单位：青岛众瑞智能仪器股份有限公司

青岛市食品药品检验研究院

本规范委托山东省医学计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

宋述古（青岛市计量技术研究院）

张 明（青岛市计量技术研究院）

陈全森（青岛市计量技术研究院）

**参加起草人：**

何春雷（青岛众瑞智能仪器股份有限公司）

杜广文（青岛众瑞智能仪器股份有限公司）

杨晓云（青岛市食品药品检验研究院）

# 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 流量示值误差.....	(1)
4.2 流量重复性.....	(1)
4.3 压力示值误差.....	(2)
4.4 呼吸管道截面尺寸偏差.....	(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.....	(2)
6.1 流量示值误差.....	(2)
6.2 流量重复性.....	(3)
6.3 压力示值误差.....	(3)
6.4 呼吸管道截面尺寸偏差.....	(4)
7 校准结果表达.....	(5)
8 复校时间间隔.....	(5)
附录 A 校准原始记录格式.....	(6)
附录 B 校准证书内页格式.....	(8)
附录 C 流量示值误差校准结果不确定度评定示例.....	(10)
附录 D 压力示值误差校准结果不确定度评定示例.....	(10)

## 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》、JJF 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。

本规范主要参考 JJG 875-2019《数字压力计》、GB 2626-2019《呼吸防护 自吸过滤式防颗粒物呼吸器》、GB/T 32610-2016《日常防护型口罩技术规范》、GB/T 38880-2020《儿童口罩技术规范》等编制。

本规范是首次制定。

# 口罩呼吸阻力测试仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于口罩呼吸阻力测试仪的校准。

## 2 引用文件

JJG 875-2019 数字压力计

GB 2626-2019 呼吸防护 自吸过滤式防颗粒物呼吸器

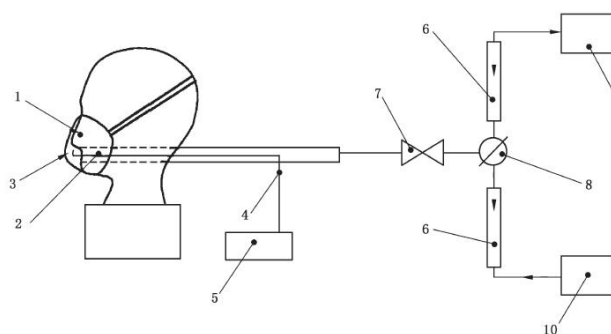
GB/T 32610-2016 日常防护型口罩技术规范

GB/T 38880-2020 儿童口罩技术规范

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

口罩呼吸阻力测试仪用于检测口罩在规定条件下的吸气和呼气阻力。其工作原理是通过抽气泵或空压机形成穿过头模佩戴口罩的吸气或呼气气流，测量规定流速下口罩内外的压力差即为呼吸阻力。测试仪由头模、流量系统和测压系统组成，如图 1 所示。



- 1—被测样品 6—流量计  
2—试验头模呼吸管道 7—调节阀  
3—试验头模上装有检测面罩内压力用的采样口附件 8—切换阀  
4—测压管 9—抽气泵（用于吸气阻力检测）  
5—微压计 10—空气压缩机（用于呼气阻力检测）

图 1 口罩呼吸阻力测试仪结构示意图

## 4 计量特性

### 4.1 流量示值误差

最大允许误差： $\pm 3\%$ 。

### 4.2 流量重复性

不大于 1%。

### 4.3 压力示值误差

最大允许误差：±1%FS。

### 4.4 呼吸管道截面尺寸偏差

不超过±5%。

注：以上指标不适用于仪器设备的合格性判定，仅供参考。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：(20±5) °C。

5.1.2 相对湿度：不大于 75%。

5.1.3 大气压：(86~106) kPa。

5.1.4 周围无影响正常校准工作的机械振动和空气对流。

### 5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 标准流量计：测量范围 (0~100) L/min，准确度等级不低于 1.0 级。

5.2.2 补偿式微压计：测量范围 (-1500~1500) Pa，准确度等级二等。

5.2.3 游标卡尺：测量范围 (0~150) mm，示值最大允许误差±0.03mm。

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 流量示值误差

吸气流量和呼气流量按 6.1.1、6.1.2 分别校准。流量校准点为 85L/min 和 45L/min。

#### 6.1.1 吸气流量示值误差

将标准流量计与仪器的进气口相连，确保标准流量计和被测仪器之间无旁路和泄漏。设定仪器吸气流量为 85L/min，待仪器示值稳定后，读取标准流量计示值，重复测量 6 次，取 6 次平均值，根据公式 (1) 计算吸气流量示值误差。

$$E = \frac{q_0 - \bar{q}_s}{\bar{q}_s} \times 100\% \quad (1)$$

式中：E ——吸气（或呼气）流量示值误差，%；

$q_0$  ——吸气（或呼气）测量条件下，被测仪器工作点流量，L/min；

$\bar{q}_s$  ——吸气（或呼气）测量条件下，标准流量计 6 次测量结果的算术平均值，L/min。

设定仪器流量 45 L/min，待仪器示值稳定后，读取标准流量计示值，重复测量 6 次，

取 6 次平均值, 根据公式 (1) 计算吸气流量示值误差。

### 6.1.2 呼气流量示值误差

将标准流量计与仪器的出气口相连, 确保标准流量计和被测仪器之间无旁路和泄漏。设定仪器呼气流量为 85L/min, 待仪器示值稳定后, 读取标准流量计示值, 重复测量 6 次, 取 6 次平均值, 根据公式 (1) 计算呼气流量示值误差。

设定仪器呼气流量为 45 L/min, 待仪器示值稳定后, 读取标准流量计示值, 重复测量 6 次, 取 6 次平均值, 根据公式 (1) 计算呼气流量示值误差。

## 6.2 流量重复性

### 6.2.1 吸气流量重复性

按 6.1.1 连接标准流量计, 设定仪器吸气流量为 85L/min, 待仪器运行稳定后, 读取标准流量计示值, 重复测量 6 次, 按公式 (2) 计算吸气流量重复性。

$$s = \frac{1}{q_s} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_{s,i} - \bar{q}_s)^2}{n-1}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:  $s$  ——流量重复性, %;

$n$  ——测量次数;

$q_{s,i}$  ——第  $i$  次测量标准流量计示值, L/min;

$\bar{q}_s$  ——标准流量计 6 次测量结果的算术平均值, L/min。

### 6.2.2 呼气流量重复性

按 6.1.2 连接标准流量计, 设定仪器呼气流量为 85L/min, 待仪器运行稳定后, 读取标准流量计示值, 重复测量 6 次, 按公式 (2) 计算呼气流量重复性。

## 6.3 压力示值误差

### 6.3.1 正向压力示值误差

在压力发生器的输出端接一个三通, 其中一端接补偿式微压计, 另一端接仪器差压计的高压端, 仪器差压计的低压端通大气。调节输出压力分别至各校准点, 同时记录标准器压力示值和仪器压力示值, 上下行程各一次, 选择各校准点上下行程中偏差大的仪器示值用公式 (3) 计算各校准点压力示值误差。校准点不少于 5 个点(含零点), 所选取的校准点应均匀地分布在全量程范围内。



$$\Delta p = \frac{p - p_s}{p_f} \times 100\% \quad (3)$$

式中： $\Delta p$ ——仪器各校准点压力示值误差，%；

$p$ ——仪器各校准点压力示值，Pa；

$p_s$ ——标准器各校准点压力示值，Pa；

$p_f$ ——被检仪器压力量程值，Pa。

### 6.3.2 负向压力示值误差

将仪器差压计的高压端通大气，低压端则通过三通分别与补偿式微压计和压力发生器相连。调节输出压力分别至各校准点，同时记录标准器压力示值和仪器压力示值，上下行程各一次，选择各校准点上下行程中偏差大的仪器示值用公式（3）计算各校准点压力示值误差。校准点不少于 5 个点(含零点),所选取的校准点应均匀地分布在全量程范围内。

### 6.4 呼吸管道截面尺寸偏差

在头模嘴部使用游标卡尺测量图 2 所示呼吸管道截面尺寸，在相互垂直的方向上各测量一次，取其平均值，按公式（4）计算尺寸偏差。

$$\Delta L = \frac{\bar{L} - L_s}{L_s} \times 100\% \quad (4)$$

式中： $\Delta L$ ——尺寸偏差，%；

$\bar{L}$ ——相互垂直方向上两次测量结果的平均值，mm；

$L_s$ ——如图 2 中的设计尺寸，mm。

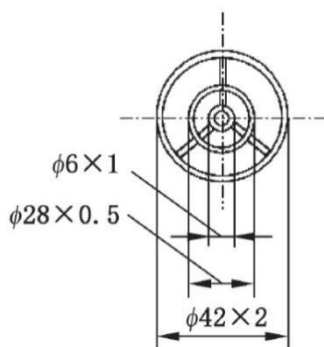


图 2 呼吸管道截面尺寸

## 7 校准结果表达

校准结果应在校准证书（报告）上反映，校准证书（报告）应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“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) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- 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和应用有关时，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。

校准原始记录格式见附录 A，校准证书（报告）内页格式见附录 B。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短由仪器的使用情况、使用者和仪器本身质量等诸多因素决定，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。在相邻两次校准期间，如对仪器的检测数据有怀疑或仪器更换主要部件及修理后应对仪器重新校准。

## 附录 A

## 校准原始记录格式

委托单位：

地址：

仪器名称		型号规格	
制造厂		出厂编号	
校准依据		温度	℃
校准日期		相对湿度	%
校准员		校准地点	
		核验员	

## 1 流量示值误差：

标准器		证书号		有效期	
测量范围		不确定度/最大允许误差/准确度等级			

## 1.1 吸气流量示值误差及重复性：

流量设定值： 85L/min	测量值 (L/min)						平均值 (L/min)	示值误差 (%)	重复性 (%)
	1	2	3	4	5	6			
标准流量计示值									
流量设定值： 45L/min	测量值 (L/min)						平均值 (L/min)	示值误差(%)	
	1	2	3	4	5	6			
标准流量计示值									

## 1.2 呼气流量示值误差及重复性：

流量设定值： 85L/min	测量值 (L/min)						平均值 (L/min)	示值误差 (%)	重复性 (%)
	1	2	3	4	5	6			
标准流量计示值									
流量设定值： 45L/min	测量值 (L/min)						平均值 (L/min)	示值误差 (%)	
	1	2	3	4	5	6			
标准流量计示值									

## 2 压力示值误差:

标准器		证书号		有效期	
测量范围		不确定度/最大允许 误差/准确度等级			

## 2.1 正向压力示值误差(补偿式微压计接高压端):

标准值 (Pa)	仪器示值 (Pa)		上行程偏 差 (Pa)	下行程偏 差 (Pa)	最大偏差 (Pa)	量程 (Pa)	示值误差 (%)
	上行程	下行程					

## 2.2 负向压力示值误差(补偿式微压计接低压端):

标准值 (Pa)	仪器示值 (Pa)		上行程偏 差 (Pa)	下行程偏 差 (Pa)	最大偏差 (Pa)	量程 (Pa)	示值误差 (%)
	上行程	下行程					

## 3 呼吸管道截面尺寸偏差:

标准器					证书号			有效期		
测量范围					不确定度/最大允许 误差/准确度等级					
尺寸项目	测量结果（mm）				尺寸项目	测量结果（mm）				
	第一次	第二次	平均值	偏差		第一次	第二次	平均值	偏差	
$\phi 42\text{mm}$					2mm					
$\phi 28\text{mm}$					0.5mm					
$\phi 6\text{mm}$					1mm					

附录 B

校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

<div>&lt;校准机构授权说明&gt;</div>				
<div>校准结果不确定度的评估和表述均符合 JJF1059.1 的要求。</div>				
<div>校准环境条件及地点：</div>				
温度	℃	地点		
相对湿度	%	其它		
<div>校准所依据的技术文件（代号、名称）：</div>				
<div>校准所使用的主要测量标准：</div>				
名称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	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	吸气流量示值误差 (%)				
2	呼气流量示值误差 (%)				
3	吸气流量重复性 (%)				
4	呼气流量重复性 (%)				
5	压力示值误差 (%)				
6	呼吸管道截面尺寸偏差 (%)				
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：

第 X 页共 X 页

## 附录 C

### 流量示值误差校准结果不确定度评定示例

#### C.1 概述

C.1.1 测量依据：本规范。

C.1.2 环境条件：温度  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 75%。

C.1.3 测量标准：标准流量计，准确度等级 1.0 级。

C.1.4 被测对象：口罩呼吸阻力测试仪。

C.1.5 测量方法：本规范条款 6.1，以吸气流量 85L/min 为例。

#### C.2 测量模型

C.2.1 建立数学模型

$$E = \frac{q_0 - \bar{q}_s}{\bar{q}_s} \times 100\%$$

式中：E —— 吸气流量示值误差，%；

$q_0$  —— 吸气测量条件下，被测仪器工作点流量，L/min；

$\bar{q}_s$  —— 吸气测量条件下，标准流量计 6 次测量结果的算术平均值，L/min。

C.2.2 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial E}{\partial q_s} = -\frac{q_0}{(\bar{q}_s)^2}, \quad c_2 = \frac{\partial E}{\partial q_0} = \frac{1}{q_s}$$

#### C.3 测量不确定度来源

(1) 标准流量计引入的标准不确定度  $u_1$

(2) 测量重复性引入的标准不确定度  $u_2$

#### C.4 输入量标准不确定度评定

C.4.1 标准器引入的不确定度  $u_1$

使用的标准流量计准确度等级为 1.0 级，则有：

$$u_1 = \frac{1.0\%}{\sqrt{3}} \times 85 = 0.49 \text{ L/min}$$

C.4.2 测量重复性引入的标准不确定度  $u_2$

将标准流量计与被测仪器进气口相连。启动仪器，调节仪器流量点至 85L/min。待流

量稳定后, 读取标准流量计示值, 重复 6 次。测量数据详见表 C-1。

表 C-1 流量重复性测量数据, 单位: L/min

流量设定值: 85L/min	1	2	3	4	5	6	平均值
标准流量计示值	85.2	85.2	85.2	85.2	85.3	85.3	85.2

按贝塞尔公式分别计算标准偏差, 则有:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (q_{si} - \bar{q}_s)^2}{6-1}} = 0.052 \text{ L/min}$$

由于示值误差以 6 次测量结果的平均值为计算依据, 则有:

$$u_2 = \frac{0.052}{\sqrt{6}} = 0.02 \text{ L/min}$$

表 C-2 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
$u_1$	标准器	0.49 L/min
$u_2$	重复性	0.02 L/min

### C.5 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2}$$

$$= \sqrt{\left[ -\frac{85 \text{ L/min}}{(85.2 \text{ L/min})^2} \right]^2 \times (0.49 \text{ L/min})^2 + \left[ \frac{1}{85.2 \text{ L/min}} \right]^2 \times (0.02 \text{ L/min})^2} = 0.58\%$$

### C.6 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ , 流量示值误差的扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c = 1.2\%$$



## 附录 D

## 压力示值误差校准结果不确定度评定示例

## D.1 概述

D.1.1 测量依据：本规范。

D.1.2 环境条件：温度  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，湿度不大于 75%RH。

D.1.3 测量标准：二等补偿式微压计，测量范围为  $(-1500 \sim 1500)\text{Pa}$ 。

D.1.4 被测对象：口罩呼吸阻力测试仪，压力测量范围为  $(-1000 \sim 1000)\text{Pa}$ 。

D.1.5 测量方法：在压力发生器的输出端接一个三通，其中一端接补偿微压计，另一端接被校差压计高压端，被校差压计低压端通大气。调节输出压力至  $250\text{Pa}$ ，同时记录标准器压力示值和仪器压力示值，上下行程各一次，选择上下行程中偏差大的仪器示值用公式 (D.1) 计算各校准点压力示值误差。

## D.2 测量模型

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

式中： $\delta$ ——压力示值误差，Pa；

$p$ ——被校仪器压力示值，Pa；

$p_s$ ——标准器压力示值，Pa。

## D.3 测量不确定度来源

(1) 标准器引入的标准不确定度  $u(p_s)$

(2) 被校准仪器重复性引入的标准不确定度  $u(p)$

## D.4 输入量标准不确定度评定

D.4.1 标准器引入的不确定度  $u(p_s)$ 

根据检定证书，二等补偿式微压计符合 JJG 158-2013 要求。查检定规程，其最大允许误差为  $\pm 0.8\text{Pa}$ ，则  $a = 0.8\text{Pa}$ ，按均匀分布  $k = \sqrt{3}$ ，则其标准不确定度为：

$$u(p_s) = \frac{a}{k} = \frac{0.8}{\sqrt{3}} = 0.46\text{Pa}$$

D.4.2 被校准仪器重复性引入的标准不确定度  $u(p)$ 

升压至 250Pa，稳定后记录被校仪器示值，继续升压至最大量程后降压至 250Pa，重复 6 次，测量数据详见表 D-1。

表 D-1 250Pa 校准点重复性测量数据，单位：Pa

	1	2	3	4	5	6	平均值
上行程	251.0	251.2	251.3	250.8	250.7	251.2	251.0
下行程	251.0	251.3	251.3	250.8	250.7	251.3	251.1

按贝塞尔公式分别计算上下行程重复性标准差，则

$$s_u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (p_i - \bar{p})^2}{6-1}} = 0.24\text{Pa}$$

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (p_i - \bar{p})^2}{6-1}} = 0.27\text{Pa}$$

合并样本标准偏差  $s_p$  为

$$s_p = \sqrt{\frac{1}{2}(s_u^2 + s_d^2)} = 0.37\text{Pa}$$

实际测量过程为 1 次测量，则可得到

$$u(p) = s_p = 0.37\text{Pa}$$

表 D-2 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	$c_i$	$ c_i  \times u$
$u(p_s)$	标准器	0.46Pa	-1	0.46Pa
$u(p)$	重复性	0.37Pa	1	0.37Pa

## D.5 合成标准不确定度

输入量  $p$  和  $p_s$  的标准不确定度不相关，根据不确定度传播定律，其合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u^2(p) + u^2(p_s)} = 0.59 \text{Pa}$$

#### D.6 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，压力示值误差的扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 1.2 \text{Pa}$$

相对扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = \frac{U}{p} \times 100\% = \frac{1.2}{250} \times 100\% = 0.5\%$$

---