JJF（沪苏浙皖）

沪苏浙皖地方计量技术规范

JJF（沪苏浙皖）XXXX—2023

自吸过滤式呼吸器呼吸阻力检测仪校准规范

Calibration Specification for Respiratory Resistance of Detectors of Non-powered Air-purifying Particle Respirator

（送审稿）

2023—XX—XX 发布　　2023—XX—XX 实施

上海市市场监督管理局
江苏省市场监督管理局　发布
浙江省市场监督管理局
安徽省市场监督管理局

自吸过滤式呼吸器呼吸阻力检测仪校准规范

JJF（沪苏浙皖）XXXX—2023

Calibration Specification for Respiratory Resistance of Detectors of Non-powered Air-purifying Particle Respirator

归 口 单 位：上海市市场监督管理局

江苏省市场监督管理局

浙江省市场监督管理局

安徽省市场监督管理局

主要起草单位：滁州市技术监督检测中心

参加起草单位：安徽省计量科学研究院

合肥市计量测试研究院

本规范委托安徽省热工计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

姬兴志（滁州市技术监督检测中心）

胡志鹏（安徽省计量科学研究院）

樊承彪（滁州市技术监督检测中心）

马琳琳（滁州市技术监督检测中心）

宇　超（滁州市技术监督检测中心）

参加起草人：

史历伟（滁州市技术监督检测中心）

杨叶坤（滁州市技术监督检测中心）

方文莉（合肥市计量测试研究院）

目　　录

引言.....II
1　范围.....(1)
2　引用文件.....(1)
3　术语.....(1)
4　概述.....(2)
5　计量特性.....(2)
6　校准条件.....(3)
6.1　环境条件.....(3)
6.2　标准器及配套设备.....(3)
7　校准项目和校准方法.....(3)
7.1　外观检查.....(3)
7.2　流量示值误差.....(4)
7.3　流量示值重复性.....(4)
7.4　压力零位漂移.....(5)
7.5　零位误差.....(5)
7.6　压力示值误差.....(5)
7.7　压力回程误差.....(6)
8　校准结果表达.....(6)
9　复校时间间隔.....(7)
附录A 校准记录参考格式.....(8)
附录B 校准证书内页格式.....(9)
附录C 示值误差不确定度评定示例.....(10)

引　　言

本规范是依据 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》以及 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首次发布。

自吸过滤式呼吸器呼吸阻力检测仪校准规范

1 范围

本规范适用于自吸过滤式防颗粒物呼吸器呼吸阻力检测仪、防毒面具等呼吸阻力检测仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 875-2019 数字压力计

JJG 1169-2019 烟气采样器

JJG 49-2013 弹性元件式精密压力表和真空表

GB 2626-2019 呼吸防护 自吸过滤式防颗粒物呼吸器

GB 2890 呼吸防护 自吸过滤式防毒面具

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

凡是注明日期的引用文件，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（包括所有的修订单）适用于本规范。

3 术语

3.1 自吸过滤式呼吸器 non-powered air-purifying respirator

靠佩戴者呼吸克服部件气流阻力的过滤式呼吸器。

3.2 自吸过滤式防毒面具 non-powered air-purifying gas mask

靠佩戴人员自主呼吸克服部件阻力,防御有毒有害气体或蒸气、颗粒物(如毒烟、毒雾)等危害其呼吸系统或眼面部的净气式防护用品。

3.3 日常防护口罩 daily protective mask

在日常生活中空气污染环境下滤除颗粒物所佩戴的防护型口罩。

3.3 儿童防护口罩 children protective mask

防止微生物、飞沫、粉尘,花粉等颗粒物吸入,具备较强防护性能的儿童口罩。

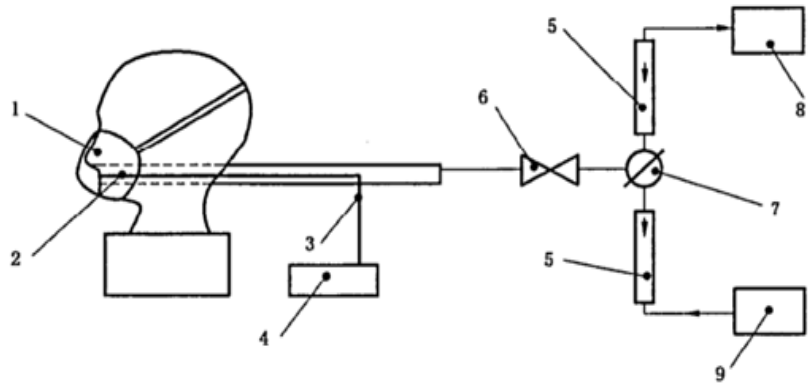
3.4 儿童卫生口罩 children hygiene mask

阻隔微生物、飞沫、粉尘,花粉等颗粒物传播,具备卫生阻隔性能的儿童口罩。

4 概述

自吸过滤式防颗粒物呼吸器、防毒面具呼吸阻力检测仪（下称检测仪）是以差压传感器或数字压力计为感压元件，检测自吸过滤式防颗粒物呼吸器、防毒面具、日常防护型口罩，儿童口罩等呼、吸阻力大小的仪器或装置，一般也可称为呼吸阻力测试仪、呼气阻力机、阻力测试仪等。

检测仪由流量计、差压计（数字压力计）、气体动力源（抽气泵和空气压缩机）、调节阀、切换阀和连接管道等元件组成，结构示意图见图1。



1— 被测样品；2—试验头模呼吸管道；3—测压管；4—差压计（数字压力计）；5—流量计；6—调节阀；7—切换阀；8—空气动力源（抽气泵、用于吸气阻力检测）；9—空气动力源（空气压缩机、用于呼气阻力检测）

图1 自吸过滤式呼吸器呼吸阻力检测仪示意图

工作时，开启气体动力源，调整调节阀调至规定气体流量，流量固定的检测仪，选取相应固定流量点，模拟呼、吸气流。差压计或数字压力计测得的压力值即为被测样品呼气或吸气阻力值。

5 计量特性

5.1 流量示值误差

在流量范围内示值误差不超过±3%。

5.2 流量示值重复性

流量示值重复性不大于 1%。

5.3 压力示值误差

分度值或分辨力不大于 1 Pa，示值误差不超过±1%FS。

5.4 压力回程误差

压力回程误差不大于最大允许误差的绝对值。

5.5 压力零位漂移

数字方式显示压力值的检测仪，压力零位漂移量在 1 h 内不大于最大允许误差绝对值的 1/2。

5.6 零位误差：

模拟方式显示压力值的检测仪，压力零位误差不超过±1% FS。

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度：（20±5）℃。

6.1.2 相对湿度：不大于 75%。

6.1.3 所处环境应无影响输出稳定的机械振动，无明显空气流动。

6.1.4 校准用设备和检测仪在校准环境条件下一般静置 1 h，以达到热平衡状态。

6.1.5 检测仪使用工作气体应为清洁、干燥的空气。

6.2 标准器及配套设备

6.2.1 校准所需的标准器及配套设备可以从表 1 中参考选择。允许使用满足测量不确定度要求的其它测量设备进行校准。

表1 校准用设备和主要技术要求

序号	设备名称	技术要求
1	气体流量计	测量范围不低于（0～200）L/min，最大允许误差不超过±1.0%
2	数字压力计	测量范围不低于（-2000～+2000）Pa，年稳定性合格，最大允许误差绝对值应不大于被校准检测仪压力最大允许误差绝对值的 1/3

6.2.2 配套设备

a)压力源：气瓶、压力(真空)泵、空气压缩机等；

b)调压器；

c)三通及导压管等。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观检查

7.1.1 检测仪应有铭牌，铭牌上应标有设备名称、规格型号、制造厂名、出厂编号、生产日期等。

7.1.2 检测仪开关、按钮操作灵活，各部分的连接应牢固、可靠、无松动、数字显示清晰全面。

7.1.3 检测仪启动和停止功能正常，运行过程中应平稳，无冲击和振动现象。

7.2 流量示值误差

在测量范围内均匀选取（3～5）个流量点进行校准。流量固定的检测仪，选取该固定流量点，也可根据客户要求选择流量点进行校准。

把标准气体流量计与检测仪的流量计相连，打开检测仪提供气流，在各校准点上待流量稳定后，同步读取标准气体流量计和检测仪流量计的示值，一般重复测量 3 次。按公式(1)和(2)计算各校准点的平均流量示值误差，在各流量点的示值误差中取绝对值最大者作为检测仪的流量示值误差。分别进行检测仪吸气以及呼气的示值误差校准。

$$E_{ij}=\frac{q_{ij}-(q_s)_{ij}}{(q_s)_{ij}}\times 100\% \tag{1}$$

式中：

E_{ij}——第 i 流量点第 j 次校准时相对误差，%；

q_{ij}——第 i 流量点第 j 次校准时被校检测仪流量计的瞬时流量值，L/min 或 mL/min；

$(q_s)_{ij}$——第 i 流量点第 j 次校准时标准气体流量计的瞬时流量值，L/min 或 mL/min。

$$E_i=\frac{\sum_{j=1}^{n}E_{ij}}{n} \tag{2}$$

式中：

E_i——第 i 校准点的流量相对误差，%；

n——测量次数。

7.3 流量示值重复性

根据流量示值误差的校准结果，按公式(3)计算流量示值重复性。分别进行吸气和呼气的流量重复性校准。

$$E_{\mathrm{n}}=\frac{E_{\mathrm{imax}}-E_{\mathrm{imin}}}{d_n} \tag{3}$$

式中：

E_{n}——第 i 流量点流量示值重复性，%；

E_{imax}——第 i 流量点示值误差最大值， %；

E_{imin}——第 i 流量点示值误差最小值，%；

d_n——极差系数，其值见表 3。

表 2　极差系数

测量次数 n	3	4	5	6	7	8	9	10
极差系数 d_n	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97	3.08

按上式计算各流量校准点的重复性，在各流量校准点的重复性中取最大值作为该检测仪的流量示值重复性。

7.4 压力零位漂移

数字方式显示压力值的检测仪通电预热 30 min 后，在通大气压力时，记录检测仪压力部分初始示值(有调零装置的在通大气的条件下可将初始示值调到零)，然后每隔 15 min 记录一次显示值，直到 1 h。各显示值与初始显示值的差值中，绝对值最大的数值为压力零位漂移。

7.5 零位误差

模拟方式显示压力值的检测仪，将显示装置与大气相通，用目力观察。零位误差校准应在示值误差校准前后各做一次。

7.6 压力示值误差

将检测仪差压计（数字压力计）、压力标准器、压力(真空)泵通过三通连接。调整压力标准器的 (安装)位置，尽可能使压力标准器和检测仪的受压点在同一水平面上。将检测仪压力显示装置通过手动或内置校准程序将压力示值调整至最佳值(有调零装置的可将初始值调至零)，再进行示值误差校准。校准过程中用压力(真空)泵造压，校准点不少于 5 个(包含零点)，所选取的校准点应均匀地分布在全量程范围内，也可根据客户要求选择压力校准点。

示值误差校准前应做 （1～2）次升压 (或疏空)预压试验，校准过程中升压 (或疏空)

和降压（或增压)应平稳,避免有冲击和过压现象。依次逐点升压、降压(或疏空)至校准点，待示值稳定后读数。升压、降压做 1 次循环后，分别计算升压和降压压力示值误差，以绝对值最大者作为该校准点压力示值误差。压力示值误差按公式(4)计算。

$$\Delta P = \frac{P_R - P_S}{P_{FS}} \times 100\% \tag{4}$$

式中：

ΔP——检测仪差压计（数字压力计）各校准点示值误差，%；

P_R——检测仪差压计（数字压力计）各校准点示值，Pa；

P_S——标准器各校准点的标准示值，Pa；

P_{FS}——检测仪差压计（数字压力计）的量程，Pa。

7.7 压力回程误差

回程误差可利用示值误差校准的数据进行计算。取同一校准点正、反行程最大示值之差的绝对值作为该检测仪的压力回程误差。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

a)标题：“校准证书”；

b)实验室名称和地址；

c)校准地点(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。

其中，“本次校准所用的测量标准的溯源性及有效说明”中应包括标准器的名称、型号规格、测量范围及不确定度(或准确度等级、最大允许误差)、有效日期等说明。

“校准结果及其测量不确定度的说明”中应给出每个被校准参数对应的示值误差以及相应的扩展不确定度和包含因子，如各被校点的扩展不确定度相差不大，可以取最大的代替。

9 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，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，一般建议为 1 年。

附录 A

校准记录参考格式

委托单位/单号		记录编号	
仪器名称		型号规格	
出厂编号		制造厂	
校准地点		校准依据	
测量范围			

本次校准所用主要标准器具

标准器名称	型号规格	出厂编号	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	溯源证书号	有效期至

校准环境：温度：　　℃　　相对湿度：　　%

校准项目	校准结果
外观检查	

流量示值误差校准/（L/min）			标准值	被测值	误差值%	标准值	被测值	误差值%	标准值	被测值	误差值%	重复性%	误差值%
	流量点1	呼											
		吸											
	流量点2	呼											
		吸											
	流量点3	呼											
		吸											
	流量点4	呼											
		吸											
	流量点5	呼											
		吸											

压力零位漂移/（Pa）	0 min	15 min	30 min	45 min	60 min	零位漂移

压力示值误差/（Pa）	压力标准值	检测仪显示值		压力示值误差	压力回程误差
		升压	降压		

零位误差/（Pa）	

本次校准结果的扩展不确定度：流量示值误差：　　压力示值误差：

校准员：＿＿＿＿＿＿＿＿　核验员：＿＿＿＿＿＿＿＿　校准日期：＿＿＿＿＿＿＿＿

附录 B

校准证书内页参考格式

校准项目		校准结果
外观检查		
流量示值误差	吸气	
	呼气	
流量示值重复性	吸气	
	呼气	
压力零位漂移		
压力示值误差		
压力回程误差		
零位误差		
本次校准结果的扩展不确定度：流量示值误差：　　压力示值误差：		

以下空白

附录C

示值误差不确定度评定示例

C.1 测量方法

依据本校准规范的要求，分别将标准数字压力计、流量计和被校准检测仪连接好，确保气路无漏气，启动检测仪测量气体流量值，校准压力示值误差，按照规范中的方法计算出误差值。并对检测仪流量示值误差和压力示值误差的测量结果不确定度进行评定，本次评定以被校准检测仪的流量为固定流量 85 L/min,压力测量范围为（-1500～+1500）Pa 为例进行评定。

本次校准所用标准器具为：气体流量计，最大允许误差为：±1.0%，数字压力计，测量范围为：（-2.5～+2.5）kPa，准确度等级为：0.05 级

C.2 测量模型

流量示值误差：$E_i = q_i - (q_s)_i$

压力示值误差：$\Delta P = P_R - P_S$

式中：

E_i ——85 L/min 流量点第 i 次校准的示值误差，L/min；

q_i ——85 L/min；

$(q_s)_i$ ——85 L/min 流量点第 i 次校准标准气体流量计的瞬时流量值，L/min；

ΔP ——检测仪差压计（数字压力计）各压力校准点示值误差，Pa；

P_R ——检测仪差压计（数字压力计）各压力校准点示值，Pa；

P_S ——标准器各压力校准点的标准示值，Pa；

C.3 灵敏系数及方差

C.3.1 灵敏系数：

流量：$c_1 = \frac{\partial E_i}{\partial q_i} = 1$　　$c_2 = \frac{\partial E_i}{\partial (q_s)_i} = -1$

压力：$c_1 = \frac{\partial \Delta P_i}{\partial P_R} = 1$　　$c_2 = \frac{\partial \Delta P_i}{\partial P_S} = -1$

C.3.2 方差传播公式：

由于以上各个量互不相关，则：

流量：$u^2(E_i)=c_1^2u^2(q_i)+c_2^2u^2((q_s)_i)$

压力：$u^2(\Delta P)=c_1^2u^2(P_R)+c_2^2u^2(P_S)$

C.4 测量不确定度分量

C.4.1 流量示值误差的测量结果不确定度评定

C.4.1.1 由标准流量计引入的标准不确定度$u((q_s)_i)$

C.4.1.1.1 由标准流量计的分辨力引入的标准不确定度$u_1((q_s)_i)$

标准流量计为数显，分辨力为0.01 L/min，设为均匀分布，则标准流量计的分辨力引入的标准不确定度：

$$u_1((q_s)_i)=0.005\ \text{L/min}\ /\sqrt{3}=0.0029\ \text{L/min}$$

C.4.1.1.2 由标准流量计的最大允许误差引入的标准不确定度$u_2((q_s)_i)$

本次校准所用的标准流量计的最大允许误差为：±1.0%，该流量计在该流量点的最大允许误差为：±0.85 L/min，设其为均匀分布，则：

$$u_2((q_s)_i)=0.85\ \text{L/min}/\sqrt{3}\ =0.49\ \text{L/min}$$

以上两个量互不相关，则标准流量计引入的标准不确定度

$$u((q_s)_i)=\sqrt{u_1^2((q_s)_i)+u_2^2((q_s)_i)}=0.50\ \text{L/min}$$

C.4.1.2 由被校准检测仪引入的标准不确定度$u(q_i)$

C.4.1.2.1 由被校准检测仪的测量重复性引入的标准不确定度$u_1(q_i)$

将流量计和被校准检测仪连接好，确保气路无漏气，在校准点上待流量稳定后，同步读取标准气体流量计和检测仪流量计的示值，重复测量3次,测量结果如下：

(L/min)

测量次数	1			2			3		
测量结果	标准值	被测值	误差值	标准值	被测值	误差值	标准值	被测值	误差值
	85.58	85.0	-0.58	85.63	85.0	-0.63	85.68	85.0	-0.68

单次测量标准偏差：

$$s=\frac{E_{\text{imax}}-E_{\text{imin}}}{1.69}=0.06\ \text{L/min}$$

测量次数为3次，则：

$$u_1(q_i)=s/\sqrt{3}=0.03\ \text{L/min}$$

C.4.1.2.2 由被校准检测仪的分辨力引入的标准不确定度$u_2(q_i)$

被校准的检测仪的输出流量为固定流量85 L/min，其为数显，分辨力为0.1 L/min，设为均匀分布，则由被校准检测仪引入的标准不确定度：

$$u_2(q_i)=0.05\ \text{L/min}\ /\sqrt{3}=0.029\ \text{L/min}$$

$u(q_i)$取$u_1(q_i)$和$u_2(q_i)$中较大者，所以：

$$u(q_i)=u_1(q_i)=0.03\ \text{L/min}$$

C.4.1.3 合成标准不确定度：

以上各个量互不相关，则：

$$u_c=\sqrt{c_1^2u^2(q_i)+c_2^2u^2((q_s)_i)}=0.51\ \text{L/min}$$

C.4.1.4 扩展不确定度：

$$U=ku_c=1.1\ \text{L/min}\qquad（k=2）$$

$$U_r=1.3\%\qquad（k=2）$$

C.4.2 压力示值误差的测量结果不确定度评定：

本次评定以500 Pa压力点为例。

将检测仪差压计（数字压力计）、压力标准器、压力(真空)泵通过三通连接，再将检测仪压力显示装置通过手动或内置校准程序将压力示值调整至最佳值(有调零装置的可将初始值调至零)，再进行示值误差校准，校准过程中用压力(真空)泵造压，逐步使数字压力计升至500 Pa压力点，并读取被校准检测仪的示值。

C.4.2.1 由0.05级数字压力计引入的标准不确定度$u(P_S)$

C.4.2.1.1 由0.05级数字压力计的最大允许误差引入的标准不确定度$u_1(P_S)$

本次校准所用标准器具为数字压力计，测量范围：（-2.5～+2.5）kPa，准确度等级：0.05级，该数字压力计的最大允许误差:±（5000×0.0005）Pa=±2.5 Pa，设为均匀分布，则：

$$u_1(P_S)=2.5\ \text{Pa}/\sqrt{3}=1.45\ \text{Pa}$$

C.4.2.1.2 由0.05级数字压力计的分辨力引入的标准不确定度$u_2(P_S)$

0.05级数字压力计的分辨力为0.1Pa，设为均匀分布，则：

$$u_2(P_S)=0.05\ \text{Pa}/\sqrt{3}=0.029\ \text{Pa}$$

以上各量互不相关，则由0.05级数字压力计引入的标准不确定度：

$$u(P_S)=\sqrt{u_1^2(P_S)+u_2^2(P_S)}=1.46\ \text{Pa}$$

C.4.2.2 由被校准检测仪引入的标准不确定度$u(P_R)$

C.4.2.2.1 由被校准检测仪的测量重复性引入的标准不确定度$u_1(P_R)$

按照上述方法连续测量10次，10次测得数据如下：

(Pa)

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量结果	502	502	503	503	503	502	504	504	504	504

单次测量标准偏差：$$s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(q_i-\bar{q})^2}{n-1}}=0.88\ \text{Pa}$$

实际测量时，测量次数为2次，则：$u_1(P_R)=\text{s}/\sqrt{2}=0.62\ \text{Pa}$

C.4.2.2.2 由被校准检测仪的分辨力引入的标准不确定度$u_2(P_R)$

被校准的检测仪的分辨力为1 Pa，设为均匀分布，则由被校准检测仪分辨力引入的标准不确定度：

$$u_2(P_R)=0.5\ \text{Pa}/\sqrt{3}=0.29\ \text{Pa}$$

$u(P_R)$取以上两个较大者，故：

$$u(P_R)=u_1(P_R)=0.62\ \text{Pa}$$

C.4.2.3 合成标准不确定度：

以上各个量互不相关，则：

$$u_c=\sqrt{c_1^2u^2(P_S)+c_2^2u^2(P_R)}=1.6\ \text{Pa}$$

C.4.2.4扩展不确定度：

$$U=ku_c=3.2\ \text{Pa}\qquad（k=2）$$

$$U_{\text{r}}=0.7\%\qquad（k=2）$$

C.5 不确定度评定报告：

流量示值误差的扩展不确定度：$U_{\text{r}}=1.3\%$　　（$k=2$）

压力示值误差的扩展不确定度：U_r=0.7%　　（k=2）

JJF （沪苏浙皖）XXXX—2023