

北京市地方计量技术规范

JJF（京） XX—XXXX

微差压表校准规范

Calibration Specification for Differential Micro-pressure Gauge

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

微差压表校准规范

Calibration Specification for
Differential Micro-pressure Gauge

JJF(京) xx—xxxx

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

本规范委托 XXX 负责解释

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 术语.....	1
3.2 计量单位.....	1
4 概述.....	1
5 计量性能要求.....	2
5.1 示值误差.....	2
5.2 零位误差.....	2
5.3 回程误差.....	2
5.4 轻敲位移.....	2
5.5 指针偏转平稳性.....	2
6 校准条件.....	2
6.1 环境条件.....	2
6.2 标准器.....	2
6.3 其它仪器和辅助设备.....	3
7 校准项目和校准方法.....	3
7.1 零位.....	3
7.2 示值误差.....	3
7.3 回程误差.....	4
7.4 轻敲位移.....	4
7.5 指针偏转平稳性.....	4
8 校准结果表达.....	4
9 复验时间间隔.....	4
附录 A 校准原始记录参考格式.....	5
附录 B 校准证书内页信息及格式.....	6
附录 C 微差压表测量不确定度评定.....	7
附录 D 微差压表测量不确定度评定.....	8

引 言

制定本规范的基础性规范由 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》、JJF1008-2008《压力计量名词术语及定义》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成。

本规范参照国家计量检定规程 JJG52-2013《弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表》进行定制，针对微差压表的技术指标进行了细化、补充和修改。

微差压表校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围不大于（-1000～1000）Pa 的差压表的实验室及现场校准。

2 引用文件

本规程引用下列文件：

GB5007-2013 《洁净厂房设计规范》

JB/T12015-2014 《膜片式差压表》

JJG 2071-2013 《（-2.5～2.5）kPa 压力计量器具检定系统表》

JJG52-2013 《弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表》

JJG49-2013 《弹性元件式精密压力表和真空表》

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 差压表 differential pressure gauge

可直接测量、指示两个相关压力之间差值的弹性元件式压力表。

3.1.2 弹性元件式压力表（统称压力表）elastic element pressure gauge

以弹性敏感元件为感压元件的测量压力的仪表。

3.1.3 差压 differential pressure

两个相关压力之间的差值。

3.1.4 高压端 high pressure

标有“+”或“H”符号的一端，即为差压表的高压连接端

3.1.5 低压端 low pressure

标有“-”或“L”符号的一端，即为差压表的低压连接端

3.2 计量单位

微差压表使用的法定计量单位为 Pa（帕斯卡），或是它的十进倍数单位：kPa 等。

4 概述

微差压表主要用于洁净室（区）与非洁净室（区）的压力差监测。

微差压表的工作原理是利用膜片类弹性敏感元件，在高压测量端与低压测量端压力差作用下产生弹性形变，其形变量的大小与作用的压力差成一定的线性关系，通过磁力

传动机构,由指针在分度盘上指示出被测的压力,其测量范围通常不大于 $(-1000\sim 1000)$ Pa。

5 计量性能要求

5.1 示值误差

微差压表示值误差一般不超过表 1 规定的范围

表 1 最大允许误差

测量范围 p	最大允许误差
测量范围(p)<60Pa	$\pm 2.4\text{Pa}$
$60\text{Pa}\leq\text{测量范围}\leq 250\text{Pa}$	满量程的 $\pm 4\%$
测量范围 $> 250\text{Pa}$	满量程的 $\pm 2.5\%$

5.2 零位误差

当仪表的高压端与低压端相连通时,仪表的指针偏离零分度线的位置一般不大于仪表的允许误差限的绝对值。

5.3 回程误差

微差压表的回程误差一般不大于最大允许误差限的绝对值。

5.4 轻敲位移

轻敲表壳前与轻敲表壳后,微差压表的指针示值变动量一般不大于最大允许误差绝对值的 1/2。

5.6 指针偏转平稳性

在测量范围内,指针偏转应平稳,无跳动或卡针现象。

6 校准条件

6.1 环境条件

- a) 环境温度: $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$;
- b) 环境湿度: $\leq 85\%\text{RH}$;
- c) 环境压力: 大气压力;

仪表在校准前,应在以上规定的环境条件下至少静置 2h。

仪表在校准过程中,不能有影响校准读数的震动或空气扰动。

6.2 标准器

标准器最大允许误差绝对值应不大于被校微差压表最大允许误差绝对值的 1/3。

标准器可在下列仪器中选择:

- a) 气体活塞式压力计;
- b) 液体式压力计;
- c) 标准压力发生器;
- d) 数字式压力计;
- e) 补偿式微压计;
- f) 其他符合要求的标准器。

6.3 其他仪器和辅助设备

- a) 压力发生器。

7 校准项目和校准方法

7.1 零位误差

在 6.1 规定的环境条件下,将微差压表的高压端和低压端与大气相通,并按正常工作位置放置(垂直放置),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。

7.2 示值误差

校准前调整标准装置或被校压力仪表,尽量使两者的参考位置在同一水平面上。当两者的参考位置不在同一水平面上时,因参考位置高度差引起的校准附加误差应不大于被校微差压表最大允许误差的五分之一,否则,应进行附加误差修正,修正方法见附录 C。

(a) 有调零装置的微差压表,在示值校准前允许调零,但在整个校准过程中不允许调整微差压表零位。

(b) 将标准器测量端(或高压端),与被校微差压表的高压端连接。将被校微差压表低压端与大气压相通连接示意图如图 1 所示。(如果标准器为差压类仪表,此时应将标准器的低压端与微差压表低压端相通如图 2 所示。)

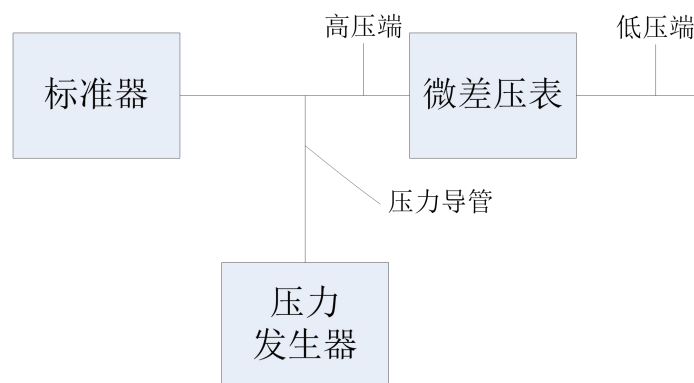


图 1 标准器为表压类仪表的微差压表校准连接示意图

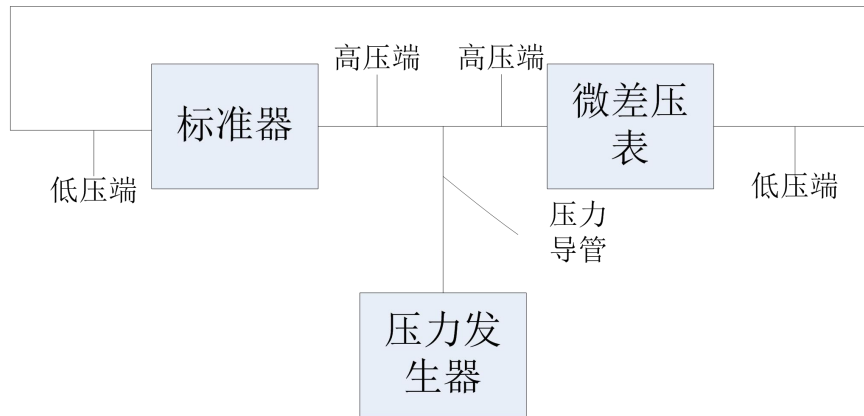


图 2 标准器为差压类仪表的微差压表校准连接示意图

c) 以标有量值数字的分度线作为校准点。校准时，从零点开始均匀缓慢地加压至第一个校准点（即标准器的示值），然后读取被校微差压表的示值（按分度值 1/5 估读），接着用手轻敲一下压力表外壳，再读取被检微差压表的示值并进行记录，轻敲前、后被校微差压表示值与标准器示值之差即为该校准点的示值误差；如此依次在所选取的校准点进行测量直至测量上限，保持上限压力，耐压 3min 后，再依次逐点进行降压校准直至零位。有正负两个压力量程的微差压表应分别进行正负两个压力量程的示值误差校准。

7.3 回程误差

回程误差的校准是在示值误差校准时进行，同一校准点升压、降压轻敲表壳后被校压力表示值之差的绝对值即为微差压表的回程误差。

7.4 轻敲位移

轻敲位移的校准是在示值误差校准时进行，同一校准点轻敲微差压表外壳前与轻敲后指针位移变化所引起的示值变动量即为微差压表的轻敲位移。

7.5 指针偏转平稳性检查

在示值误差校准的过程中，目力观测指针的偏转情况。

8 校准结果的表达

校准完成后，出具校准证书，并给出数据。当某个项校准项目的结果不满足规范建议的技术指标时，应在校准证书中予以注明。

9 复校时间间隔

根据使用的实际情况确定，用户可自行确定仪器复校时间间隔，建议不超过 1 年。

附录 A

校准原始记录参考格式

送校单位：_____；被校仪表名称：_____；
 生产厂家：_____；出厂编号：_____；测量范围：_____；
 标准器名称：_____；测量范围：_____；准确度等级_____；
 校准温度：_____℃；相对湿度：_____%

1.零位误差：_____；2.指针偏转平稳_____；

4.示值误差

单位：（Pa）

标准器 的压力 值	轻敲表壳后被校表 示值		轻敲位移		最大示 值误差	回程 误差	测量结果扩 展不确定度 $U, k=2$
	升压	降压	升压	降压			

校准员：_____复核员：_____。

校准时间：_____年 月 日

附录 B

校准证书内页信息及格式

校 准 结 果

1. 零位误差:
2. 轻敲位移:
3. 指针偏转平稳性:
4. 示值误差:

标准器的 压力值 (Pa)	升压 (Pa)	降压 (Pa)	测量结果 扩展不确 定度 $U, k=2$

以下空白

附录 C

工作介质高度差引起的校准附加误差修正方法

校准前应调整标准装置或被校微差压表，尽量使两者的参考位置在同一水平面上。当两者的参考位置不在同一水平面上时，因参考位置高度差引起的校准附加误差应不大于被校微差压表最大允许误差的五分之一，即当高度差不大于公式（1）的计算结果时，引入的误差可以忽略不计。

$$h = \frac{a}{20\rho g} \quad (1)$$

式中： ρ ——传压介质密度， kg/m^3 ；

g ——校准当地的重力加速度， m/s^2 ；

h ——取压口不在同一水平面上的高度差， m ；

a ——被校压力仪表最大允许误差 Pa ；

否则，应进行附加误差修正，附加误差修正值按公式（2）计算。

$$\Delta p = \rho g h \quad (2)$$

式中： Δp ——因高度差引起的附加误差修正值， Pa ；

附录 D

微差压表测量不确定度评定

D.1 测量方法

由上一级补偿式微压计通过直接比较法对下一级微差压表进行测量。通过对微差压表的满量程范围内压力点进行六次测量，得出结果。进行各点不确定度分量的计算，并得出最终的测量不确定度。

D.2 测量条件

环境温度：（20±5）℃；

环境湿度：不大于 85%RH；

环境大气压：（100.2～100.4）kPa；

标准器：测量范围为（-2.5～2.5）kPa 的二等补偿式微压计；

被测仪表：测量范围为（0～60）Pa 的微差压表。

D.3 数学模型

$$\Delta p = p' - p \dots\dots \text{（公式 1）}$$

Δp —— 微差压表示值误差，单位为 Pa；

p' —— 微差压表示值，单位为 Pa；

p —— 补偿式微压计示值，单位为 Pa；

D.4 测量不确定度来源

- （1）被测微差压表重复性引入的不确定度 $u_1(p')$
- （2）被测微差压表分辨力引入的不确定度 $u_2(p')$
- （3）环境偏离参考温度引入的不确定度分量 $u_1(p)$
- （4）补偿式微压计作为标准器引入的不确定度 $u_2(p)$
- （5）补偿式微压计与被测微差压表高度差修正不完善引入的不确定度 $u_3(p)$

D.5 不确定度分量评定

D.5.1 被测微差压表 p' 引入的不确定度 $u(p')$ 评定

D.5.1.1 微差压表测量重复性引入的不确定度分量 $u_1(p')$

对微差压表进行三个循环的测量,对不同点均有 6 个读数,取平均值作为测量结果,则标准不确定度用实验标准偏差来评估,校准数据见表 1:

表 1

标准压力 值(Pa)	微差压表示值(Pa)					
	第一次测量		第二次测量		第三次测量	
	正行程	反行程	正行程	反行程	反行程	反行程
10	10.4	10.0	10.4	10.0	10.4	10.0
20	20.0	20.4	20.0	20.4	20.0	20.4
30	29.2	30.0	29.6	30.0	29.6	30.0
40	39.2	38.8	39.2	39.2	39.2	39.2
50	50.4	50.4	50.4	50.8	50.4	50.8
60	60.0	60.0	60.0	60.0	60.4	60.4

根据贝塞尔公式计算出实验标准差,测量重复性引入的不确定度分量见表 2:

$$u_1(p') = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P'_i - \bar{P}')^2}{n(n-1)}}$$

表 2

标准压力值(Pa)	示值平均值(Pa)	$u_1(p')$ (Pa)
10	10.4	0.09
20	20.0	0.09
30	29.6	0.13
40	39.2	0.07
50	50.4	0.08
60	60.0	0.08

D.5.1.2 微差压表分辨力引入的不确定度分量 $u_2(p')$

(0~60) Pa 微差压表最小分度值为 2Pa, 按照分度值得 1/5 进行估读。在区间内按均匀分布计算: 取 $k = \sqrt{3}$, 所以 $u_2(p') = \frac{a}{k} = \frac{2}{5\sqrt{3}} = 0.23\text{Pa}$ 。

D.5.1.3 标准不确定度 $u(p')$ 的合成

由于 $u_1(p')$ 和 $u_2(p')$ 两者强相关, 因此取其大者因此 $u(p')$ 结果见表 3

表 3

标准压力值(Pa)	示值平均值(Pa)	$u(p')$ (Pa)
10	10.4	0.23
20	20.0	0.23
30	29.6	0.23
40	39.2	0.23
50	50.4	0.23
60	60.0	0.23

D.5.2 补偿式微压计 p 引入的不确定度 $u(p)$ 评定

D.5.2.1 环境偏离参考温度引入的不确定度分量 $u_1(p)$

补偿式微压计在使用过程中需要根据规程 JJG158-2013 进行温度补偿和修正, 因此环境温度影响可忽略。

$$u_1(p) \approx 0 \text{ Pa}$$

D.5.2.2 补偿式微压计作为标准器引入的不确定度 $u_2(p)$

二等补偿式微压计的在(0~60)Pa 测量范围内, 其最大允许偏差为 $\pm 0.8 \text{ Pa}$, 在区间内按均匀分布计算: 取 $k = \sqrt{3}$, 所以

$$u_2(p) = \frac{a}{k} = \frac{0.8}{\sqrt{3}} = 0.46 \text{ Pa}$$

D.5.2.3 补偿式微压计与被测微差压表高度差修正不完善引入的不确定度 $u_3(p)$

在校准之前, 已经调整了补偿式微压计和微差压表之间的相互位置, 使二者的压力参考平面基本位于同一水平面上, 参考位置高度差测量误差 1cm, 其引起的误差为 ρgh , 属于均匀分布, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$, 重力加速度取 9.8 m/s^2 , 大气压下空气密度约为 1.2 kg/m^3 , 由高度差修正引入的标准不确定度如下:

$$u_3(p) = \frac{\rho gh}{\sqrt{3}} = 0.07 \text{ Pa}$$

D.5.2.3 标准不确定度 $u(p)$ 的合成

由于 $u_1(p)$ 、 $u_2(p)$ 和 $u_3(p)$ 三者均不相关, 因此合成标准不确定度

$$u(p) = \sqrt{u_1(p)^2 + u_2(p)^2 + u_3(p)^2} = 0.47 \text{ Pa}$$

D.6 合成标准不确定度 $u_c(\Delta p)$

根据数学模型，不确定度分量 $u(p')$ 与 $u(p)$ 的灵敏度系数分别为 $c_1=1$ ， $c_2=-1$ ，且两量相互不相关。因此合成标准不确定度 $u_c(\Delta p)$ 结果见表 4

$$u_c(\Delta p) = \sqrt{c_1^2 u(p')^2 + c_2^2 u(p)^2}$$

表 4

标准压力值(Pa)	示值平均值(Pa)	$u_c(\Delta p)$ (Pa)
10	10.4	1.06
20	20.0	1.06
30	29.6	1.08
40	39.2	1.05
50	50.4	1.06
60	60.0	1.06

D.7 扩展不确定度

合成标准不确定接近正态分布，取 $k=2$ 。

$$U = 2 \times u_c(\Delta p)$$

表 5

标准压力值(Pa)	示值平均值(Pa)	$U(k=2)$ (Pa)
10	10.4	2.0
20	20.0	2.0
30	29.6	2.0
40	39.2	2.0
50	50.4	2.0
60	60.0	2.0