



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）110×-2023

隔膜式压力表校准规范

Calibration Specification for
Isolation Diaphragm Pressure Gauge
(报批稿)

20**—**—**发布

20**—**—**实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

隔膜式压力表校准规范

Calibration Specification for

Isolation Diaphragm Pressure Gauge

JJF (机械) 110×—2023

归口单位：全国机械汽车专业计量技术委员会

主要起草单位：机械工业洛阳计量测试中心站

参加起草单位：第一拖拉机股份有限公司

中航长城计量测试（天津）有限公司

沈阳国仪检测技术有限公司

本规范委托全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

张秋阳 （机械工业洛阳计量测试中心站）

刘盟盟 （机械工业洛阳计量测试中心站）

贾艳艳 （机械工业洛阳计量测试中心站）

参加起草人：

李 蕾 （第一拖拉机股份有限公司）

马健童 （中航长城计量测试（天津）有限公司）

高 鑫 （中航长城计量测试（天津）有限公司）

倪宏祥 （沈阳国仪检测技术有限公司）

目 录

引言.....	(III)
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 准确度等级及最大允许误差.....	(2)
5.2 零位误差.....	(2)
5.3 示值误差.....	(2)
5.4 回程误差.....	(2)
5.5 轻敲位移.....	(2)
5.6 指针偏转平稳性.....	(2)
5.7 耐热性能.....	(2)
5.8 耐压性能.....	(3)
6 校准条件.....	(3)
6.1 校准环境条件.....	(3)
6.2 校准用标准器.....	(3)
6.3 其他仪器和辅助设备.....	(3)
6.4 校准用工作介质.....	(4)
7 校准项目和校准方法.....	(4)
7.1 外观检查.....	(4)
7.2 零位误差校准.....	(4)
7.3 示值误差校准.....	(4)
7.4 回程误差校准.....	(5)
7.5 轻敲位移校准.....	(5)
7.6 指针偏转平稳性校准.....	(5)
7.7 耐热性能实验.....	(5)
7.8 耐压性能实验.....	(5)
8 校准结果表达.....	(5)
9 复校时间间隔.....	(5)

附录 A	隔膜式压力表校准记录	(6)
附录 B	隔膜式压力表校准证书或校准报告内容/校准证书内页格式	(7)
附录 C	隔膜式压力表示值误差测量结果的不确定度评定	(9)

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》等编制。

本规范为首次发布。

隔膜式压力表校准规范

1 范围

本规范适用于新制造、使用中和维修后的隔膜式压力表的校准。

2 引用文件

本规范引用文件

JJF1008-2008《压力计量名词术语及定义》

JJG 52—2013《弹性元件式一般压力表、压力真空表和真空表检定规程》

GB/T 1226-2017《一般压力表》

JB/T 8624-1997《隔膜式压力表》

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

3.1 术语

3.1.1 隔膜式压力表 isolation diaphragm pressure gauge

用隔膜装置使弹性敏感元件中的介质与测量压力介质隔离的压力表。[JJF 1008-2008 定义 4.18]

3.1.2 油/气、油/水隔离器 oil/gas、oil/water isolator

用于隔离两种介质又能传递压力的部件。[JJF 1008-2008 定义 4.34]

3.2 计量单位

隔膜式压力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、MPa 等。

4 概述

隔膜式压力表是由隔膜装置将指示部分与被测介质隔离的一类压力表，其特点是通过隔膜装置隔离工作介质，通过所灌装的工作液体传递压力。隔膜式压力表适用于需要避免强腐蚀性的测量介质直接进入压力仪表和沉淀物易积聚不易清洗的场合压力的测量，主要用于石油化工、化纤、食品、卫生系统和制碱等工业部门生产过程中测量流体介质的压力。

5 计量特性

5.1 准确度等级及最大允许误差

隔膜式压力表的准确度等级及最大允许误差见表 1。

表 1 准确度等级及最大允许误差

准确度等级 (级)	最大允许误差/%			
	零 位		测量上限的 (75~100) %部分	其余部分
	带止销	不带止销		
1.0	1.0	± 1.0	± 1.6	± 1.0
1.6 (1.5)	1.5	± 1.5	± 2.5	± 1.5
2.5	2.5	± 2.5	± 4.0	± 2.5
4.0	4.0	± 4.0	± 4.0	± 4.0
注：隔膜式压力表最大允许误差应按其量程百分比计算。				

5.2 零位误差

5.2.1 带有止销的隔膜式压力表，在隔膜装置通大气的条件下，指针应紧靠止销，“缩格”应不得超过表 1 规定的最大允许误差绝对值。

5.2.2 没有止销的隔膜式压力表，在隔膜装置通大气的条件下，指针应位于零位标志内，零位标志宽度应不超过表 1 规定的最大允许误差绝对值 2 倍的宽度。

5.3 示值误差

隔膜式压力表的示值误差应不超过表 1 规定的最大允许误差。

5.4 回程误差

在测量范围内，隔膜式压力表的回程误差应不大于表 1 规定的最大允许误差绝对值。

5.5 轻敲位移

轻敲表壳前和轻敲表壳后，压力表的示值变动量应不大于表 1 规定的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。

5.7 耐热性能

隔膜装置在通大气的条件下应能承受 100℃（使用温度超过 100℃时，为最高使用温度）的耐热性实验，被校准隔膜式压力表的零点示值每 1℃变化率应不大于表 2 的规定。

表 2 耐热性能

测量上限/MPa	变化率/ (%/℃)
≤ 0.25	0.06%
0.4~1	0.04%
≥ 1.6	0.02%
注：每 1℃变化率的值，以量程上限的百分数表示。	

5.8 耐压性能

隔膜式压力表应在表 3 规定的压力负荷下保持计量性能符合要求，示值误差应不超过表 1 规定的最大允许误差。

表 3 耐压性能实验负荷

时间/min	负荷（测量上限的）/%
10	(95~100)
5	(110~115)

6 校准条件

6.1 校准环境条件

环境温度：(20±5)℃；

相对湿度： $\leq 85\%$ ；

环境压力：大气压力；

隔膜式压力表在校准前应在以上规定的环境条件下静置不低于 2h。

6.2 校准用标准器

标准器最大允许误差绝对值应不大于被校准隔膜式压力表最大允许误差绝对值的 1/4。

可供选择的标准器有：

- a) 弹性元件式精密压力表或真空表；
- b) 活塞式压力计；
- c) 活塞式压力真空计；
- d) 标准液体压力计；
- e) 0.05 级及以上数字压力计（年稳定性合格）。

6.3 其他仪器和辅助设备

- a) 压力(真空)校验器;
- b) 压力(真空)泵;
- c) 油-气、油-水隔离器;
- d) 温度波动度不大于 0.1°C 的恒温水槽/恒温油槽;
- e) 秒表。

6.4 校准用工作介质

6.4.1 测量上限不大于 0.25MPa 的禁油隔膜式压力表, 工作介质为清洁的空气或无毒、无害和化学性能稳定的气体。

6.4.2 测量上限大于 0.25MPa 到 100MPa 的隔膜式压力表, 工作介质为无腐蚀性的液体或根据标准器所要求使用的工作介质。

7 校准项目和校准方法

7.1 外观检查

利用目力对隔膜式压力表外观进行观测, 隔膜式压力表的外观检查应符合以下规定:

- a) 隔膜式压力表装配牢固、无松动现象;
- b) 隔膜式压力表的可见部分应无明显瑕疵、划伤, 连接件应无明显的毛刺和损伤;
- c) 指示部分、隔膜装置和传压导管之间的连接应稳定可靠, 各旋合面和贴合面无明显损伤, 隔膜无明显损伤, 工作液无渗漏现象。

7.2 零位误差校准

在 6.1 规定的条件下, 将隔膜式压力表隔膜装置与大气相通, 并按正常工作位置放置, 用目力观察。

7.3 示值误差校准

7.3.1 隔膜式压力表的示值误差校准是采用标准器的示值与被校准隔膜式压力表的示值直接比较的方法, 隔膜式压力表示值误差校准连接示意图如图 1 所示:

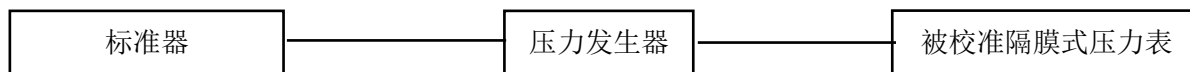


图 1 隔膜式压力表示值误差校准连接示意图

7.3.2 隔膜式压力表有数字的标度线作为校准点。校准时逐点逐渐平稳地升压, 读数应在指示平稳后进行, 读取每一个校准点的示值(按分度值的 $1/5$ 估读), 被校准隔膜式压力表的示值与标准器的示值之差即为该校准点的示值误差。

7.3.3 当示值达到测量上限后，切断压力源，耐压 3min，然后按原校准点逐点由高到低平稳地降压直至零位，倒序进行回程校准。

7.3.4 真空隔膜式压力表应按当地大气压 90%以上疏空度进行耐压 3min。

7.4 回程误差校准

在 7.3 的校准中，同一校准点升压、降压轻敲表壳之后示值之差的绝对值即为回程误差。

7.5 轻敲位移校准

轻敲位移校准与 7.3 示值误差校准同时进行，同一校准点轻敲表壳前后被校准隔膜式压力表的示值变动量即为轻敲位移数。

7.6 指针偏转平稳性校准

在示值误差的校准过程中，目力观测指针的偏转平稳性。

7.7 耐热性能实验

将隔膜装置放入恒温水槽/恒温油槽中，并按照 5.7 的规定恒温 30 min 后观测零点示值，此时零点示值每 1℃变化率应不大于表 2 的规定。变化率按公式 (1) 计算：

$$\eta = \frac{P_0}{P_m \times T} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

P_0 ——零点示值变化量，MPa；

P_m ——最大量程，MPa；

T ——实验温度，℃。

7.8 耐压性能实验

在 5.8 规定的条件下施加负荷，压力降为零之后停放 5min，对测量上限值 (90～100)%范围内的任意一点进行校准，该校准点的示值误差即为耐压性能。

8 校准结果表达

经校准后的隔膜式压力表出具校准证书，内容见附录 B。

9 复校时间间隔

可根据使用环境及使用频繁程度确定，一般不超过 6 个月。

附录 A

隔膜式压力表校准记录

委托单位 _____

样品名称 _____

制造厂 _____

准确度等级 _____

环境温度 _____℃

标准器 _____

技术依据 _____

校准日期 _____年____月____日

测量范围 _____MPa

出厂编号 _____

外观检查 _____

环境相对湿度 _____

标准器编号 _____

校准证书编号 _____

MPa

标准 压力	轻敲表壳后 被校准表示值		轻敲位移		示值误差		回程 误差	扩展不确定度 (<i>k</i> =2)
	升 压	降 压	升 压	降 压	升 压	降 压		
耐热性能								
零点示值变化量：_____		实验温度：_____ °C			耐热性能：_____ %/°C			
耐压性能								
校准点：_____		示值误差即耐压性能：_____						
备注：								

核验员：

校准员：

附录 B

隔膜式压力表校准证书或校准报告内容/校准证书内页格式

B.1 校准证书或校准报告内容

校准证书应至少包含以下信息：

- 1) 标题：“校准证书”；
- 2) 实验室名称和地址；
- 3) 进行校准的地点；
- 4) 证书编号、页码和总页码；
- 5) 送校单位的名称和地址；
- 6) 被校对象的名称、生产单位、型号规格和编号；
- 7) 校准员、核验员和批准人的签字；
- 8) 样品接收日期、校准日期、发布日期；
- 9) 校准环境条件；
- 10) 使用本规范作为校准依据的说明；
- 11) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- 12) 校准结果及测量不确定度的说明；
- 13) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- 14) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

B.2 校准证书内页格式

本次校准的技术依据（代号、名称）：					
校准所使用的主要计量标准器具：					
名称	编号	测量范围	不确定度/ 准确度等级/ 最大允许误差	溯源单位/证书号	有效日期
校准地点及环境条件：					
地点： 温度： 相对湿度：					

校准结果：

MPa				
标准值	示值误差	轻敲位移	回程误差	扩展不确定度 ($k=2$)
耐热性能/ (%/°C)				
耐压性能				

以 下 空 白

附录 C

隔膜式压力表示值误差测量结果的不确定度评定

C.1 概述

C.1.1 测量方法：使用本规范规定的标准器和辅助设备，依据本规范规定的方法。

C.1.2 环境条件：(15~25)℃。

C.1.3 测量标准：精密压力表（精度 0.4 级）。

C.1.4 被测对象：2.5 级隔膜式压力表。

C.1.5 测量过程：用符合 JJG49-2013《弹性元件式精密压力表和真空表检定规程》中 0.4 级精密压力表，依照本规范对隔膜式压力表示值误差进行校准。

C.1.6 评定结果的使用：在符合上述条件下的测量，一般可直接使用本不确定度的评定结果。

C.2 数学模型

$$\Delta_P = P_c - P_s$$

式中： Δ_P — 隔膜式压力表的示值误差，MPa

P_c — 隔膜式压力表的示值，MPa

P_s — 精密压力表的示值，MPa

C.3 不确定度传播率

$$u_c(\Delta_P) = \sqrt{c_1^2 u^2(P_c) + c_2^2 u^2(P_s)}$$

式中： $c_1 = \frac{\partial \Delta_P}{\partial P_c} = 1$

$c_2 = \frac{\partial \Delta_P}{\partial P_s} = -1$

C.4 输入量的标准不确定度评定

C.4.1 由被测量隔膜式压力表的测量重复性（或分辨力）引入的标准不确定度分量

$u(P_c)$

C.4.1.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(P_c)$ 评定

在一台压力校验仪上用一块 0~16MPa 的精密压力表对隔膜式压力表 8MPa 测量点进行连续 10 次测量，得到一测量列为 8.1MPa，8.1MPa，8.2MPa，8.1MPa，8.0MPa，8.1MPa，8.0MPa，7.9MPa，8.0MPa，8.2MPa。

采用贝塞尔公式计算试验标准差:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 8.1 \text{MPa}$$

$$S(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.095 \text{MPa}$$

故测量重复性引入的标准不确定度为:

$$u_1(P_c) = S(x) = 0.095 \text{MPa}$$

C.4.1.2 被校准压力表分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(P_c)$ 的评定

最小分度值为 0.5MPa, 可以估读到最小分度值的 1/5 即 0.1MPa, 区间半宽 $a=0.05 \text{MPa}$, 假设服从均匀分布, 则由被校准压力表分辨力引入的标准不确定度分量为:

$$u_2(P_c) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{MPa}$$

取测量重复性引入的标准不确定度和分辨力引入的标准不确定度的较大者作为标准不确定度 $u(P_c)$, 由于 $u_1(P_c) > u_2(P_c)$, 因此, 取测量重复性引入的标准不确定度分量作为被测量隔膜式压力表的测量重复性(或分辨力)引入的标准不确定度分量。

$$u(P_c) = u_1(P_c) = 0.095 \text{MPa}$$

C.4.2 精密压力表的准确度引入的标准不确定度分量 $u(P_s)$ 的评定

根据精密压力表的检定规程得知, 0.4 级、0~16 MPa 精密压力表, 最大允许误差 $\pm(0.4\% \times 16) = \pm 0.064 \text{MPa}$, 假设服从均匀分布, 精密压力表的准确度引入的标准不确定度分量为:

$$u(P_s) = \frac{16 \times 0.4\%}{\sqrt{3}} = 0.037 \text{MPa}$$

C.5 标准不确定度分量一览表

不确定度来源	c_i	$u(P_i)$
隔膜式压力表的测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(P_c)$	1	0.095MPa
精密压力表的准确度引入的标准不确定度分量 $u(P_s)$	-1	0.037MPa

C.6 合成标准不确定度 $u_c(\Delta P)$

$$u_c(\Delta P) = \sqrt{c_1^2 u^2(P_c) + c_2^2 u^2(P_s)} = \sqrt{0.095^2 + 0.037^2} = 0.10 \text{MPa}$$

C.7 扩展不确定度 U 的评定

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度

$$U = ku_c(\Delta P) = 0.2\text{MPa}$$

C.8 测量不确定度的报告与表示

该隔膜式压力表 8MPa 校准点示值误差测量结果的不确定度为：

$$U=0.2\text{MPa} \quad k=2$$