



黑龙江省地方计量技术规范

JJF（黑）XX—2025

差压传感器校准规范

Calibration Specification for Differential Pressure Transducer

（审定稿）

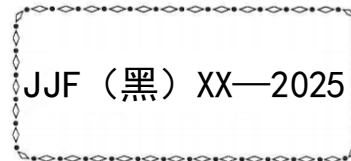
2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

差压传感器校准规范

Calibration Specification for
Differential Pressure Transducer



归口单位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：哈尔滨市计量检定测试院

参加起草单位：黑龙江省龙兴国际资源开发有限公司

本规范委托哈尔滨市计量检定测试院负责解释

本规范主要起草人：

苏海燕（哈尔滨市计量检定测试院）

孟令娟（哈尔滨市计量检定测试院）

张 慧（哈尔滨市计量检定测试院）

伍 琳（哈尔滨市计量检定测试院）

王婷婷（哈尔滨市计量检定测试院）

王 萌（哈尔滨市计量检定测试院）

郭洪波（哈尔滨市计量检定测试院）

参加起草人：

刘 昊（黑龙江省龙兴国际资源开发有限公司）

牛 墨（哈尔滨市计量检定测试院）

朱晓丹（哈尔滨市计量检定测试院）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
3.1 术语.....	(1)
3.2 计量单位.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
5.1 示值误差.....	(2)
5.2 回程误差.....	(2)
5.3 绝缘电阻.....	(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.....	(2)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
7.1 校准前的准备工作.....	(3)
7.2 示值误差.....	(3)
7.3 回程误差.....	(3)
7.4 绝缘电阻.....	(4)
8 校准结果表达.....	(4)
8.1 校准记录.....	(4)
8.2 校准结果的处理.....	(4)
9 复校时间间隔.....	(5)
附录 A 差压传感器校准记录格式(推荐性)	(6)
附录 B 差压传感器校准证书内页参考格式(推荐性)	(7)
附录 C 差压传感器示值误差校准结果的不确定度评定示例	(9)

引 言

JJF1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF1008—2008《压力计量名词术语及定义》、JJF1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》、JJF1071—2010《国家计量校准规范编写规则》共同构成支撑校准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范的主要技术指标和试验方法参考了 JJG875—2019《数字压力计》、JJG882—2019《压力变送器》和 MT/T 393—1995《矿用差压传感器通用技术条件》的相关内容。

本规范为首次发布。

差压传感器校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围不超过 $(-50\sim 100)$ kPa 的差压传感器的校准，矿用差压传感器相应的计量性能可参照本规范校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG875—2019 数字压力计

JJG882—2019 压力变送器

JJF1008—2008 压力计量名词术语及定义

MT/T393—1995 矿用差压传感器通用技术条件

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

JJF1008—2008 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 术语

3.1.1 差压 differential pressure

任意两个相关压力之差。

[JJF1008—2008, 1.2]

3.1.2 差压传感器 differential pressure transducer

测量差压的传感器。

[JJF1008—2008, 5.3]

3.2 计量单位

差压传感器使用的法定计量单位为 Pa、hPa、kPa 等。

4 概述

差压传感器(以下简称传感器)是一种用于测量两个压力点之间压力差值的传感器，在许多领域都有广泛的应用。它通常有两个压力端口（高压端和低压端），其工作原理是利用差压元件测量两个端口之间的压力差，通过压力信号处理单元、显示单元，在显

示压力值的同时输出模拟信号或数字信号。

5 计量特性

5.1 示值误差

传感器的示值误差按准确度等级划分,应符合表 1 的规定。

表 1 计量特性

准确度等级	最大允许误差/% (按量程的百分数计算)
0.1	± 0.1
0.2	± 0.2
0.5	± 0.5
1.0	± 1.0
2.0	± 2.0
3.0	± 3.0

5.2 回程误差

传感器的回程误差应不大于最大允许误差的绝对值。

5.3 绝缘电阻

传感器各组端子(包含外壳)之间的绝缘电阻不小于 $20\text{M}\Omega$ 。

注:以上指标不作为合格性判断标准,仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度: $(15\sim 25)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度: $\leq 75\%$ 。

6.1.3 所处环境应无影响输出稳定的机械振动,应无明显的气体流动和电磁场干扰。

6.2 测量标准及其他设备

校准时,压力标准器的测量范围应不小于被校差压传感器的测量范围,压力标准器的最大允许误差绝对值应不大于被校差压传感器最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。测量标准及其他设备见表 1,也可使用满足要求的其他测量标准或设备。

表 2 测量标准及其他设备

序号	测量设备	计量性能要求
1	可供选择的压力标准器有： 数字压力计； 自动标准压力发生器	0.05 级及以上，年稳定性合格
2	绝缘电阻表	输出电压 500 V，准确度级别不低于 10 级
3	直流稳压电源	最高输出电压不低于 30 V。最大允许误差：±1.0%
4	压力源：气瓶、压力（真空） 泵等	/

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前的准备工作

传感器应在校准环境条件下放置 2h 后方可进行校准，准确度低于 0.5 级的传感器可调整放置时间，一般为 1 h。传感器在校准前应进行密封性检查。将传感器按要求与压力标准装置连接，尽量使传感器的感压面与压力标准器的参考平面在同一水平面上。平稳地将传感器升压至测量上限值，关闭压力源，保压 15min，观察是否有泄漏现象。

7.2 示值误差

传感器使用直流稳压电源供电。接通电源，按照传感器的说明书要求进行预热，一般不少于 15min。然后将传感器的高、低压端通大气，校准零点。在此后的校准过程中不得再次调整。

校准点的选择应按量程均匀分布，一般包括上限值、下限值在内的不少于 5 个点。校准前应做 1~2 次升压（或疏空）试验，从下限开始平稳地升压到各校准点，读取并记录传感器的显示值至测量上限，然后平稳地降压到各校准点，读取并记录传感器的显示值至测量下限，示值误差应符合 5.1 的要求。

传感器示值误差按公式（1）进行计算。

$$\Delta p = p_R - p_S \quad (1)$$

式中：

Δp ——传感器各校准点示值误差，kPa；

p_R ——传感器各校准点正、反行程示值，kPa；

p_S ——标准器各校准点的标准示值，kPa。

7.3 回程误差

回程误差校准与示值误差校准同时进行，按照公式（2）进行计算。取各校准点最

大的回程误差作为该传感器的回程误差，回程误差应符合 5.2 的要求。

$$\Delta p_d = |p_z - p_F| \quad (2)$$

式中：

Δp_d ——传感器的回程误差，kPa；

p_z ——传感器各校准点正行程示值，kPa；

p_F ——传感器各校准点反行程示值，kPa；

7.4 绝缘电阻

在传感器不施加激励电源的条件下，用绝缘电阻表分别测量电源正极、负极、信号输出端与其外壳裸露金属件之间的绝缘电阻，绝缘电阻应符合 5.3 的要求。

8 校准结果表达

8.1 校准记录

校准记录格式（推荐性）见附录 A。

8.2 校准结果的处理

校准证书由封面和校准数据组成。校准证书内页格式（推荐性）见附录 B。证书上的信息至少包括以下内容：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室地点不同）；
- 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) 被校仪器的描述和明确标识（如型号、产品编号等）；
- g) 进行校准的日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- i) 校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度说明；
- l) 校准员及核验员的签名；
- m) 校准证书批准人的签名、职务或等效说明；

- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- o) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明;
- p) 对校准规范的偏离的说明。

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。

附录 A

差压传感器校准记录格式 (推荐性)

委托单位		记录编号	
仪器名称		温度	
型号规格		相对湿度	
出厂编号		校准依据	
制造厂		校准地点	
校准人员		校准日期	
核验人员		备注	

校准使用的计量标准器具

标准器名称	型号/规格	测量范围	不确定度/ 准确度等级/ 最大允许误差	证书编号及 有效期

1. 密封性:
2. 示值误差:

kPa

标准器示值	被校仪器示值		示值误差	回程误差	扩展不确定度 U ($k=2$)
	正行程	反行程			

3. 回程误差:
4. 绝缘电阻:

附录 B

差压传感器校准证书内页格式（推荐性）

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器：				
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

- 1. 密封性：
- 2. 示值误差：

kPa			
标准器示值	被校仪器示值	示值误差	扩展不确定度 $U(k=2)$

- 3. 回程误差：
- 4. 绝缘电阻：

以下空白

附录 C

差压传感器示值误差校准结果的不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被校仪器：差压传感器，测量范围：(0~10) kPa，准确度等级 1.0 级。

C.1.2 测量标准：过程校验仪，测量范围：(-100~100) kPa，准确度等级 0.02 级。

C.1.3 环境条件：温度 20.0℃，相对湿度 48.0 %。

C.1.4 测量方法：符合本规范要求。

C.2 测量模型

示值误差测量模型：

$$\Delta p = p_R - p_S \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δp ——传感器各校准点示值误差，kPa；

p_R ——传感器各校准点正、反行程示值，kPa；

p_S ——标准器各校准点的标准示值，kPa。

C.3 方差和灵敏系数

$$u_c^2(\Delta p) = \left(\frac{\partial \Delta p}{\partial p_R}\right)^2 u^2(p_R) + \left(\frac{\partial \Delta p}{\partial p_S}\right)^2 u^2(p_S) \quad (\text{C.2})$$

输入量 p_R 的灵敏系数： $c_1 = \frac{\partial \Delta p}{\partial p_R} = 1$

输入量 p_S 的灵敏系数： $c_2 = \frac{\partial \Delta p}{\partial p_S} = -1$

则： $u_c^2(\Delta p) = u^2(p_R) + u^2(p_S)$

式中：

$u_c(\Delta p)$ ——示值误差的测量不确定度；

$u(p_R)$ ——该点测试压力示值引入的不确定度分量；

$u(p_s)$ ——压力标准器引入的不确定度分量。

C.4 标准不确定度评定

C.4.1 压力标准器引入的标准不确定度 $u(p_s)$

使用的标准器过程校验仪测量范围为 (-100~0) kPa、(0~100) kPa，准确度等级为 0.02 级，根据被检传感器测量范围，选择 (0~100) kPa 模块，其最大允许误差为 ± 0.02 kPa，服从均匀分布，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则标准器数字压力计引入的标准不确定度为：

$$u(p_s) = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 0.012 \text{ kPa}$$

C.4.2 测试压力示值引入的不确定度分量 $u(p_R)$

C.4.2.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(p_R)$

对传感器依次校准 2.00kPa、4.00kPa、6.00kPa、8.00kPa、10.00kPa 点，每个校准点重复测量 10 次。具体测量数据列于表 C.1。

表 C.1 各校准点测量数据

标准值	传感器示值										kPa
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2.00	2.04	2.05	2.04	2.06	2.05	2.06	2.05	2.05	2.04	2.06	
4.00	4.06	4.07	4.07	4.08	4.07	4.08	4.07	4.09	4.08	4.08	
6.00	6.07	6.07	6.07	6.08	6.07	6.08	6.08	6.08	6.09	6.09	
8.00	8.08	8.08	8.08	8.09	8.09	8.08	8.09	8.08	8.09	8.09	
10.00	10.08	10.09	10.08	10.08	10.09	10.09	10.09	10.09	10.09	10.09	

各校准点分别按式 (C.3) 计算标准偏差。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (p_{Ri,j} - \overline{p_R})^2}{10-1}} \quad (\text{C.3})$$

式中:

$p_{Ri,j}$ ——第 i 个校准点的测试压力的第 j 个示值;

$\overline{p_R}$ ——第 i 个校准点的测试压力的示值平均值。

各校准点的标准偏差 s 与标准不确定度 $u(p_R)$ 的计算结果见表 C.2。

表 C.2 各校准点的标准偏差 s 与标准不确定度 $u_1(p_R)$ 的计算结果

标准值	示值平均值	s	$u_1(p_R)$
2.00	2.05	0.007	0.007
4.00	4.08	0.008	0.008
6.00	6.08	0.008	0.008
8.00	8.09	0.005	0.005
10.00	10.09	0.005	0.005

kPa

C.4.2.2 传感器分辨力引入的不确定度 $u_2(p_R)$

传感器的分辨力为 0.01 kPa, 由其所引入的标准不确定度 $u_2(p_R)$ 采用 B 类评定方法评定, 假设可能值在区间内为均匀分布, 查表得 $k = \sqrt{3}$, 则由分辨力引入的不确定度为:

$$u_2(p_R) = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} = 0.003 \text{ kPa}$$

由于传感器分辨力引入的标准不确定度分量小于重复性引入的标准不确定度分量, 两个分量取最大值, 故在计算合成标准不确定度时不需考虑分辨力引入的标准不确定度分量。

C.5 合成标准不确定度

C.5.1 标准不确定度汇总

标准不确定度汇总见表 C.3。

表 C.3 标准不确定度汇总表

不确定度来源	输入量标准不确定度				灵敏系数	输出量标准不确定度分量/kPa
	符号	数值/kPa				
标准器	$u(p_S)$	0.012			1	0.012
被校仪器测量重复性	$u_1(p_R)$	校准点	2.00	0.007	1	0.007
			4.00	0.008		0.008
			6.00	0.008		0.008
			8.00	0.005		0.005
			10.00	0.005		0.005

C.5.2 合成标准不确定度

合成标准不确定度 $u_c(\Delta p)$ 按下式计算：

$$u_c(\Delta p) = \sqrt{u^2(p_R) + u^2(p_S)}$$

表 C.4 各校准点合成标准不确定度一览表

校准点/kPa	合成标准不确定度 $u_c(\Delta p)$ /kPa
2.00	0.014
4.00	0.015
6.00	0.015
8.00	0.013
10.00	0.013

C.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则各校准点示值误差的扩展不确定度按下式计算：

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

表 C.5 各校准点扩展不确定度一览表

校准点 /kPa	扩展不确定度 U ($k=2$) /kPa
2.00	0.03
4.00	0.03
6.00	0.03
8.00	0.03
10.00	0.03

