



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 860—2015

压力传感器（静态）

Pressure Transducer (Static)

2015-01-30 发布

2015-07-30 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布



压力传感器（静态）检定规程

Verification Regulation of Pressure

Transducer (Static)

JJG 860—2015

代替 JJG 860—1994

归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：北京长城计量测试技术研究所

陕西省计量科学研究院

参加起草单位：新疆维吾尔自治区计量测试研究院

中国计量科学研究院

太原市太航压力测试科技有限公司

皓格集团有限公司

本规程委托全国压力计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

盛晓岩（北京长城计量测试技术研究所）

李鑫武（北京长城计量测试技术研究所）

王鸿雁（陕西省计量科学研究院）

参加起草人：

吕中平（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

张国春（中国计量科学研究院）

闫晋平（太原市太航压力测试科技有限公司）

吴 浩（皓格集团有限公司）

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 | (2) |
| 5 计量性能要求 | (2) |
| 5.1 准确度等级及基本误差限 | (2) |
| 5.2 重复性 | (2) |
| 5.3 迟滞 | (2) |
| 5.4 线性 | (2) |
| 5.5 零点漂移 | (2) |
| 5.6 周期稳定性 | (3) |
| 5.7 静压影响 | (3) |
| 5.8 曲线符合度 | (3) |
| 6 通用技术要求 | (3) |
| 6.1 外观 | (3) |
| 6.2 密封性 | (3) |
| 6.3 绝缘电阻 | (3) |
| 7 计量器具控制 | (3) |
| 7.1 检定条件 | (3) |
| 7.2 检定项目 | (5) |
| 7.3 检定方法 | (5) |
| 7.4 检定结果处理 | (12) |
| 7.5 检定周期 | (12) |
| 附录 A 高度差修正方法 | (13) |
| 附录 B 压力传感器 (静态) 检定记录格式 | (14) |
| 附录 C 压力传感器 (静态) 检定证书/检定结果通知书内页格式 | (15) |

引 言

JJF 1002《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1008《压力计量名词术语及定义》共同构成本规程修订工作的基础性系列规范。

本规程结合我国国情，在 JJG 860—1994《压力传感器（静态）》检定规程的基础上，采用了 GB/T 15478—1995《压力传感器性能试验方法》、GB/T 18459—2001《传感器主要静态性能指标计算方法》、GB/T 18806—2002《电阻应变式压力传感器总规范》、GB/T 20522—2006《半导体器件第 14-3 部分：半导体传感器—压力传感器》的部分内容，在保留 JJG 860—1994 行之有效内容的前提下，进行修订的。

本规程与 JJG 860—1994《压力传感器（静态）》相比，除编辑性修改外，主要变化如下：

- 重新规定了压力传感器准确度等级的划分；
- 细化了检定条件和检定方法；
- 扩展了压力传感器的计量性能要求和通用技术要求；
- 增加了检定项目内容；
- 理顺了检定项目和检定方法的顺序；
- 在附录中增加了高度差修正的计算。

压力传感器（静态）检定规程

1 范围

本检定规程适用于测量范围为（-0.1~500）MPa（表压、差压或绝压）的压力传感器（静态）的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

本规程引用下列文件：

JJF 1008—2008 压力计量名词术语及定义

GB/T 15478—1995 压力传感器性能试验方法

GB/T 18459—2001 传感器主要静态性能指标计算方法

GB/T 18806—2002 电阻应变式压力传感器总规范

GB/T 20522—2006 半导体器件第 14-3 部分：半导体传感器—压力传感器

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 静态压力 static pressure

在所研究的领域内，不随时间变化或随时间变化而缓慢变化的压力。[JJF 1008—2008 定义 1.8]

3.1.2 压力传感器 pressure transducer

能感受压力信号，并能按照一定的规律将压力信号转换成可用的输出电信号的器件或装置。[JJF 1008—2008 定义 5.1]

3.1.3 零点漂移 zero drift

在规定的条件下和时间间隔内，零点输出值的变化量。

3.1.4 灵敏度 sensitivity

传感器输出变化量与相应的输入变化量之比。[GB/T 18459—2001 定义 2.3.2]

3.1.5 符合度 conformity

正、反行程实际平均特性曲线相对于参比曲线的最大偏差，用满量程输出的百分比来表示。[GB/T 18459—2001 定义 2.3.6]

3.2 计量单位

压力传感器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。压力传感器的输出主要有电压（V、mV）、电流（mA）或频率（Hz）等。

4 概述

压力传感器通常由压力敏感元件和信号处理单元组成。按不同的测试压力类型，压力传感器可分为表压传感器、差压传感器和绝压传感器。压力传感器的结构原理如图 1 所示。

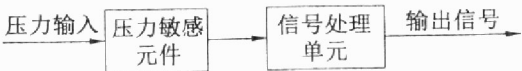


图 1 压力传感器原理框图

5 计量性能要求

5.1 准确度等级及基本误差限

压力传感器的准确度等级及基本误差限应符合表 1 规定。

表 1 准确度等级及基本误差限

| 准确度等级 | 基本误差/限 (%) (以满量程输出值的百分数表示) |
|----------|-------------------------------|
| 0.01 | ± 0.01 |
| 0.02 | ± 0.02 |
| 0.05 | ± 0.05 |
| 0.1 | ± 0.1 |
| 0.2/0.25 | $\pm 0.2/\pm 0.25$ |
| 0.5 | ± 0.5 |
| 1.0 | ± 1.0 |
| 1.5 | ± 1.5 |
| 2.0/2.5 | $\pm 2.0/\pm 2.5$ |
| 4.0 | ± 4.0 |

5.2 重复性

压力传感器的重复性不得大于基本误差限的绝对值。

5.3 迟滞

压力传感器的迟滞不得大于基本误差限的绝对值。

5.4 线性

压力传感器的线性的绝对值不得大于基本误差限的绝对值。非线性压力传感器对此不作要求。

5.5 零点漂移

压力传感器的零点漂移不得大于基本误差限绝对值的 1/2。绝压传感器对此不作要求。

5.6 周期稳定性

本次检定的灵敏度与上一周期的灵敏度差值的绝对值，与本次检定的灵敏度的比值为灵敏度周期稳定性，通常以百分数表示，该值不得大于基本误差限绝对值。

5.7 静压影响

静压影响只适用于差压传感器，静压零位变化不得大于基本误差限绝对值。

5.8 曲线符合度

曲线符合度只适用于非定点使用的非线性传感器，曲线符合度不得大于基本误差限绝对值。

6 通用技术要求

6.1 外观

6.1.1 压力传感器的铭牌应完整、清晰，应具有出厂编号、型号规格、测量范围等信息；产品名称、准确度等级、制造厂的名称或商标、额定工作电压（或电流）、输出信号、最大过载压力、制造计量器具许可标志及编号等信息可以根据情况在铭牌上增加，或在附带的技术文件中进行完整说明；差压传感器的高压（+或 H）和低压（-或 L）接嘴应有明确的永久性标志。

6.1.2 压力传感器的配套零部件应完好无损，外观不应有影响计量性能的锈蚀或损伤。各部件应装配牢固，不应有松动、脱焊或接触不良等现象。

6.1.3 压力传感器的电源输入端和信号输出端应有明确的区别标志，在附带的技术文件中应对各端子连线进行完整说明。

6.1.4 使用中的压力传感器应有上一周期的检定证书，新制造的压力传感器应有出厂合格证书。

6.2 密封性

压力值下降（或上升）不得超过试验压力的 1%。

6.3 绝缘电阻

传感器各组端子（包括外壳）之间的绝缘电阻应不小于 $10\text{ M}\Omega$ 。

7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检查。

7.1 检定条件

7.1.1 检定设备

检定时所需的计量标准器具及配套设备可按被检压力传感器的规格，参照表 2 进行选择并组合成套。对 0.1 级以下的被检压力传感器，整套检定设备检定时引入的扩展不确定度 U 应不超过被检压力传感器基本误差限绝对值的 $1/4$ ；对 0.1 级和 0.05 级被检压力传感器，由此引入的扩展不确定度 U 应不超过被检压力传感器基本误差限绝对值的 $1/3$ ；对 0.05 级以上的被检压力传感器，由此引入的扩展不确定度 U 应不超过被检压力传感器基本误差限绝对值的 $1/2$ 。

表 2 计量标准器具及配套设备

| 序号 | 仪器设备名称 | 技术要求 | 用途 |
|----|--|--|----------------------|
| 1 | 压力标准器可在下列仪器中选择：活塞式压力计（包括单、双活塞式压力真空计及气体活塞式压力计）、液体压力计、数字压力计、自动标准压力发生器、浮球式压力计 | 按 7.1.1 的要求，通过不确定度分析确定 | 向压力传感器提供标准压力信号 |
| 2 | 读数记录装置 | 按 7.1.1 的要求，通过不确定度分析确定 | 压力传感器输出信号的测量 |
| 3 | 直流稳压（稳流）电源 | (0~30) V, (0~10) mA, 允许误差±1% | 直流供电电源（输出信号与供电电源不相关） |
| | | (0~30) V, (0~10) mA, 稳定度按 7.1.1 的要求，通过不确定度分析确定 | 直流供电电源（输出信号与供电电源相关） |
| 4 | 压力测量仪表 | 不低于 1.0 级 | 密封性试验 |
| 5 | 绝缘电阻表 | 输出电压：直流 100 V 不低于 10 级 | 检定绝缘电阻 |
| 6 | 高低温试验箱 | 温度调节范围不小于传感器温度范围，温度波动度不超过±0.5℃，温度均匀度不超过±2.0℃ | 高、低温压力传感器的检定 |
| 7 | 气源 | 输出压力应稳定，无油无灰尘，露点稳定并低于传感器壳体 10℃ | 气体介质传感器检定用气源 |
| 8 | 真空机组 | 机械泵、扩散泵的真空度应符合要求 | 绝对压力传感器及负压传感器的压力源 |

7.1.2 环境条件

a) 检定时的环境温度视被检压力传感器的准确度等级而定，应符合表 3 要求。

表 3 检定环境温度要求

| 准确度等级 | 温度 |
|--------------------------|---------|
| 0.01 级、0.02 级 | (20±1)℃ |
| 0.05 级 | (20±2)℃ |
| 0.1 级、0.2 (0.25) 级、0.5 级 | (20±3)℃ |
| 1.0 级及以下等级 | (20±5)℃ |

- b) 相对湿度：小于 80%；
- c) 所处环境应没有影响压力传感器稳定输出的机械振动和外磁场（地磁场除外）。

7.2 检定项目

压力传感器首次检定、后续检定和使用中检查的检定项目见表 4。

表 4 检定项目

| 检定项目 | 首次检定 | 后续检定 | 使用中检查 |
|-----------|------|------|-------|
| 6.1 外观 | + | + | + |
| 6.2 密封性 | + | — | — |
| 6.3 绝缘电阻 | + | + | — |
| 5.1 基本误差限 | + | + | + |
| 5.2 重复性 | + | + | + |
| 5.3 迟滞 | + | + | + |
| 5.4 线性 | + | + | + |
| 5.5 零点漂移 | + | + | + |
| 5.6 周期稳定性 | — | + | — |
| 5.7 静压影响 | + | + | — |
| 5.8 曲线符合度 | + | + | — |

注：表中“+”表示应检定项目，“—”表示可不检定项目。

7.3 检定方法

7.3.1 外观检查

用目力观测，应符合 6.1 的要求。

7.3.2 检定前准备

7.3.2.1 设备的连接与安装

检定前，压力传感器应在检定环境条件下放置 2 h 以上，方可进行检定。

将压力传感器按要求与压力标准装置连接，对采用液体为传压介质的压力标准器，安装时应排除管路中的空气。压力传感器、激励电源、读数记录装置等仪器设备按规定连接方式连接，使其处于正常工作位置和状态。安装压力传感器时，应尽量使压力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，对于由高度差引起的误差，可参照附录 A 进行修正。

7.3.2.2 通电预热

检定系统正确安装、连接后，至少需通电预热 30 min。

7.3.2.3 检定前预压

对检定系统加压至预压压力，稳定 1 min 后，缓慢通大气，连续进行 3 次。

预压压力：正表压传感器为其测量范围上限；负表压传感器为测量范围下限或当地

大气压的 90% 以上疏空度；差压传感器为额定工作压力；绝压传感器及正负压复合量程传感器为测量范围上限和下限（或当地大气压力 90% 以上疏空度）两个压力点。

7.3.3 密封性检查

将压力传感器和压力测量仪表安装在压力标准器上，平稳地升压（或疏空），使压力传感器测量室压力达到密封性检查压力，关闭压力源，待压力稳定后，耐压 15 min，在最后 5 min 内通过压力测量仪表观察，其压力值下降（或上升）不得超过试验压力的 1%。

密封性检查压力：正表压传感器为其测量范围上限；负表压传感器为测量范围下限或当地大气压的 90% 以上疏空度；差压传感器为额定工作压力；绝压及正负压复合量程传感器取测量范围上限和下限（或当地大气压力 90% 以上疏空度）偏离当前大气压较大者。

差压传感器在进行密封性检查时，高低压力容室连通，并同时引入额定工作压力进行观察。

7.3.4 绝缘电阻检定

在环境温度为 15℃~35℃，相对湿度为 45%~75% 时，在被检传感器不施加激励电源的条件下，用输出电压为直流 100 V 的绝缘电阻表，将电源端子和输出端子分别短接，用绝缘电阻表分别测量电源端子与接地端子（外壳）、电源端子与输出端子、输出端子与接地端子（外壳）之间的绝缘电阻。测量时，应稳定 10 s 后读数。

7.3.5 零点漂移检定

在规定的环境条件下，传感器通电预热及预压后，记录零点初始输出值 y_0 ，然后每隔 15 min 记录一次零点输出值 y_i ($i=1, 2, 3, \dots$)，从开始记录起连续进行的时间不得少于 1 h，零点漂移 d_z 按公式 (1) 计算，其值应符合 5.5 的要求。

$$d_z = \frac{|y_i - y_0|_{\max}}{y_{FS}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$|y_i - y_0|_{\max}$ ——各零点输出值与初始零点输出值差值绝对值的最大值；

y_{FS} ——满量程输出值。

7.3.6 输出值检定

检定首先从测量下限（或选取的检定下限点）开始，逐点平稳地升压至测量上限，依次记录各检定点正行程输出值；然后使输入压力在测量上限处产生一明显的波动，待压力稳定后记录压力传感器在测量上限处的反行程输出值，再逐点平稳地降压至测量下限（或选取的检定下限点），倒序记录各检定点反行程输出值。检定过程中应平稳地升压或降压，避免出现超调或回调现象。

准确度等级低于 0.1 级（含 0.1 级）的压力传感器，应在测量范围内至少均匀或合理地选取 6 个检定点（包括零点）。

准确度等级高于 0.05 级（含 0.05 级）的压力传感器，应在测量范围内至少均匀或合理地选取 9 个检定点（包括零点）。

正行程和反行程检定往返一次为一个循环。压力传感器应至少进行三个循环的

检定。

对于输出信号与供电电源相关的压力传感器,由于输出信号值受供电电源影响较大,在选择供电电源时,供电电源除了满足上述要求外,还应将供电电压(或电流)精确调整到传感器生产厂家规定的供电电压(或电流)值。在检定工作开展前及结束后,应分别检查供电电源是否符合要求,并记录电源输出值,如超过传感器对电源的要求,则应重新调整电源达到要求后,重新进行检定。

7.3.7 压力传感器工作直线的计算

7.3.7.1 校准曲线的确定

压力传感器在整个测量范围内有 m 个检定点,并进行 n 次循环检定。

各检定点的正、反行程检定输出值的算术平均值,分别按公式(2)、(3)计算:

$$\bar{y}_{Li} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_{Lij} \quad (i=1, 2, \dots, m)(j=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$\bar{y}_{Di} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_{Dij} \quad (i=1, 2, \dots, m)(j=1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

式中:

y_{Lij} ——正行程第 i 个检定点第 j 次检定输出值;

y_{Dij} ——反行程第 i 个检定点第 j 次检定输出值。

分别由 \bar{y}_{Li} 、 \bar{y}_{Di} ($i=1, 2, \dots, m$) 所连接的曲线,称为正行程校准曲线和反行程校准曲线。

各检定点的正行程和反行程检定输出值的算术平均值,按公式(4)计算:

$$\bar{y}_i = \frac{1}{2}(\bar{y}_{Li} + \bar{y}_{Di}) \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (4)$$

由 \bar{y}_i 所连接的曲线称为压力传感器的校准曲线。

7.3.7.2 工作直线的确定

本规程规定可采用端点平移直线和最小二乘直线作为压力传感器的工作直线,但必须在检定证书中予以注明。

a) 端点平移直线 y_{SE} 计算

端点连线方程 y_{EP} 可用公式(5)表示:

$$y_{EP} = \bar{y}_1 + \frac{\bar{y}_m - \bar{y}_1}{p_m - p_1}(p - p_1) \quad (5)$$

式中:

p_m ——实际检定上限点的压力值, Pa;

p_1 ——实际检定下限点的压力值, Pa;

\bar{y}_m ——实际检定上限点输出值的平均值;

\bar{y}_1 ——实际检定下限点输出值的平均值;

p ——压力传感器在其测量范围内的压力值, Pa。

通过公式(6)、(7)计算各检定点正、反行程算术平均值与端点连线方程的差值

$$(\Delta y_{LH})_{Li} = \bar{y}_{Li} - y_{EPi} \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (6)$$

$$(\Delta y_{\text{LH}})_{\text{Di}} = \bar{y}_{\text{Di}} - y_{\text{EPi}} \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

从公式 (6)、(7) 的数据中, 找出最大正偏差 $\Delta y'_{\text{LH}}$ 和最大负偏差 $\Delta y''_{\text{LH}}$, 则端点平移线的截距 a , 按公式 (8) 计算:

$$a = \bar{y}_1 + \frac{1}{2}(|\Delta y'_{\text{LH}}| - |\Delta y''_{\text{LH}}|) \quad (8)$$

端点平移线的斜率与端点连线的斜率相同, 按公式 (9) 计算:

$$b = \frac{\bar{y}_m - \bar{y}_1}{p_m - p_1} \quad (9)$$

压力传感器工作直线为端点平移直线的方程, 按公式 (10) 计算:

$$y_{\text{SE}} = a + b(p - p_1) = \bar{y}_1 + \frac{1}{2}(|\Delta y'_{\text{LH}}| - |\Delta y''_{\text{LH}}|) + \frac{\bar{y}_m - \bar{y}_1}{p_m - p_1}(p - p_1) \quad (10)$$

b) 最小二乘直线 y_{LS} 计算

压力传感器工作直线采用最小二乘直线的方程, 按公式 (11) 计算:

$$y_{\text{LS}} = a' + b'p \quad (11)$$

式中截距 a' 、斜率 b' 分别按公式 (12)、(13) 计算:

$$a' = \frac{\sum_{i=1}^m p_i^2 \sum_{i=1}^m \bar{y}_i - \sum_{i=1}^m p_i \sum_{i=1}^m \bar{y}_i p_i}{m \sum_{i=1}^m p_i^2 - (\sum_{i=1}^m p_i)^2} \quad (12)$$

$$b' = \frac{m \sum_{i=1}^m \bar{y}_i p_i - \sum_{i=1}^m p_i \sum_{i=1}^m \bar{y}_i}{m \sum_{i=1}^m p_i^2 - (\sum_{i=1}^m p_i)^2} \quad (13)$$

7.3.8 传感器技术指标的计算

7.3.8.1 灵敏度 b

压力传感器的灵敏度为工作直线的斜率。

注: 如采用端点平移直线则取斜率 b , 如采用最小二乘直线则取斜率 b' , 以下均统一采用 b 表示。

7.3.8.2 满量程输出值 y_{FS}

压力传感器的满量程输出值, 按公式 (14) 计算:

$$y_{\text{FS}} = |b(p_{\text{max}} - p_{\text{min}})| \quad (14)$$

式中:

p_{max} ——测量范围上限压力值, Pa;

p_{min} ——测量范围下限压力值, Pa。

7.3.8.3 重复性 ξ_{R}

按公式 (15)、(16) 计算在各检定点上正、反行程子样标准偏差。

$$s_{\text{Li}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (y_{\text{Li}j} - \bar{y}_{\text{Li}})^2} \quad (15)$$

$$s_{\text{Di}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (y_{\text{Di}j} - \bar{y}_{\text{Di}})^2} \quad (16)$$

压力传感器在整个测量范围内的标准偏差,按公式(17)计算:

$$s = \sqrt{\frac{1}{2m} \left(\sum_{i=1}^m s_{Hi}^2 + \sum_{i=1}^m s_{Di}^2 \right)} \quad (17)$$

压力传感器的重复性表示为其随机误差的极限,按公式(18)计算:

$$\xi_R = \frac{3s}{y_{FS}} \times 100\% \quad (18)$$

7.3.8.4 迟滞 ξ_H

计算各检定点中,同一检定点正行程输出值的算术平均值与反行程输出值的算术平均值之差,按公式(19)计算:

$$\Delta y_{Hi} = \bar{y}_{Hi} - \bar{y}_{Di} \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (19)$$

传感器迟滞按公式(20)计算:

$$\xi_H = \frac{|\Delta y_H|_{\max}}{y_{FS}} \times 100\% \quad (20)$$

式中:

$|\Delta y_H|_{\max}$ ——差值 Δy_{Hi} 中绝对值的最大值。

7.3.8.5 线性 ξ_L

计算各检定点输出值的算术平均值 \bar{y}_i 与选定工作直线 y_i (y_{SEi} 或 y_{LSi}) 的差值,按公式(21)计算:

$$\Delta y_{Li} = \bar{y}_i - y_i \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (21)$$

传感器的线性按公式(22)计算:

$$\xi_L = \frac{\Delta y_{L\max}}{y_{FS}} \times 100\% \quad (22)$$

式中:

$\Delta y_{L\max}$ ——取输出值的算术平均值与选定工作直线的最大偏差。

7.3.8.6 压力传感器的基本误差 A

线性压力传感器的基本误差,按公式(23)计算:

$$A = \pm (\xi_R + \xi_{LH}) \quad (23)$$

式中,压力传感器系统误差 ξ_{LH} 计算如下:

a) 采用端点平移直线为工作直线的压力传感器,其系统误差按公式(24)计算:

$$\xi_{LH} = \frac{\frac{1}{2} (|\Delta y'_{LH}| + |\Delta y''_{LH}|)}{y_{FS}} \times 100\% \quad (24)$$

b) 采用最小二乘直线为工作直线的压力传感器,计算各检定点正行程输出值的算术平均值和反行程输出值的算术平均值,分别与最小二乘直线相应的 y_{LSi} 之间差值,按公式(25)、(26)计算:

$$(\Delta y_{LH})_{Hi} = \bar{y}_{Hi} - y_{LSi} \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (25)$$

$$(\Delta y_{LH})_{Di} = \bar{y}_{Di} - y_{LSi} \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (26)$$

(25)、(26) 两式所有数据中找出绝对值的最大值为 $|\Delta y_{LH}|_{\max}$, 则采用最小二乘

直线的系统误差,按公式(27)计算:

$$\xi_{\text{LH}} = \frac{|\Delta y_{\text{LH}}|_{\text{max}}}{y_{\text{FS}}} \times 100\% \quad (27)$$

注:若比较用不同工作直线计算出的压力传感器的基本误差,以准确度低的作为压力传感器定级的依据。

7.3.9 周期稳定性的检定

本次检定与上次检定应采用同一种工作直线计算公式。

本次检定的灵敏度与上一周期的灵敏度差值的绝对值,与本次检定的灵敏度的比值为灵敏度周期稳定性;按公式(28)计算,应符合5.6的要求。

$$S_b = \frac{|b - b_0|}{|b|} \times 100\% \quad (28)$$

式中:

S_b ——灵敏度周期稳定性;

b ——本次检定传感器灵敏度;

b_0 ——上一周期传感器灵敏度。

7.3.10 检定几种不同类型压力传感器的要求

7.3.10.1 差压传感器

a) 静压影响的检定

差压传感器静压影响的检定可在密封性检查时进行,将高压端(+)与低压端(-)相连通,输入额定工作压力,待压力稳定后,读取压力传感器的零位输出,连续进行3次。此时零位输出值与压力传感器未加压(通大气)时零位输出值之间的最大差值的绝对值为静压零位变化,应符合5.7的要求。

b) 单向差压传感器输出值检定

低压端(-)通大气,高压端(+)加压,按本规程7.3.1~7.3.9的方法进行差压范围的输出值检定。

c) 双向差压传感器输出值检定

首先低压端(-)通大气,高压端(+)加压,然后高压端(+)通大气,低压端(-)加压,分别按本规程7.3.1~7.3.9的方法进行差压范围的输出值检定。

7.3.10.2 非线性传感器

非线性传感器的重复性和迟滞技术指标依据线性传感器的计算方法计算。

a) 曲线符合度的检定

曲线符合度的检定仅适用于非定点使用的非线性传感器。按照本规程7.3.6的方法进行输出值检定,采用传感器生产单位或使用单位提供的曲线拟合方法,根据传感器实际输入值与输出值,求取参比曲线: $y_Q = f(p)$, 该非线性传感器的曲线符合度,按公式(29)、(30)计算:

$$\Delta y_c = \bar{y}_i - y_{ci} \quad (29)$$

$$\xi_c = \frac{|\Delta y_c|_{\text{max}}}{y_{\text{FS}}} \times 100\% \quad (30)$$

式中:

ξ_c ——非线性传感器的曲线符合度;

$|\Delta y_c|_{\max}$ ——传感器实际特性曲线与参比曲线的最大偏差;

\bar{y}_i ——传感器在第 i 个检定点输出值的算术平均值;

y_{ci} ——传感器在第 i 个检定点的参比特性值。

非定点使用的非线性传感器的曲线符合度,应符合 5.8 的要求。

b) 非定点使用的非线性传感器的基本误差

非定点使用的非线性传感器的系统误差,按公式 (31) 计算:

$$\xi_{CH} = \frac{|\Delta y_{CH}|_{\max}}{y_{FS}} \times 100\% \quad (31)$$

式中:

ξ_{CH} ——非定点使用的非线性传感器的系统误差;

$|\Delta y_{CH}|_{\max}$ ——传感器正行程实际平均值和反行程实际平均值相对于参比曲线的最大偏差。

非定点使用的非线性传感器的基本误差,按公式 (32) 计算:

$$A = \pm (\xi_R + \xi_{CH}) \quad (32)$$

注:非线性传感器的曲线拟合方法和工作曲线可能有多种,实际应依据生产单位或使用单位提供的方法。只有在采用相同的拟合函数时,才可以比较不同的传感器的曲线符合度。

c) 定点使用的非线性传感器的基本误差

定点使用的非线性传感器不计算曲线符合度,其基本误差按公式 (33) 计算:

$$A = \pm \left(\xi_R + \frac{1}{2} \xi_H \right) \quad (33)$$

注:对定点使用的非线性传感器基本误差指标仅对检定点适用。

7.3.10.3 压电式压力传感器

a) 压电式压力传感器按要求与配套的电荷放大器相连(除非传感器本身带有阻抗变换器),调整电荷放大器的灵敏度,检定过程中不允许重新调整。按本规程 7.3.1~7.3.9 的方法进行检定。

b) 对于输入阻抗较低(电荷无法保持,输出不能稳定)的压电式压力传感器,允许采用以下方法检定。检定时,均由零值(通大气)开始加压至预定检定点,记录传感器输出值,然后降压回零值(通大气)。再从零值加压至下一个检定点,这样依次由小到大,再由大到小逐点检定为一个循环。按本规程 7.3.1~7.3.9 的方法进行检定。

采用此种方法检定压电式压力传感器只计算其线性,必须在检定证书中说明采用“复零检定”方法。

7.3.10.4 定温度点使用的压力传感器

按额定工作温度或实际工作温度的要求,将传感器(包括尽可能多的电缆线)置于符合要求的高低温试验箱内,将传感器在确定的温度点定温,试验箱内的温度达到目标温度后充分稳定至少 2 h,按本规程 7.3.1~7.3.9 的方法进行检定。其在特定温度点的基本误差应不大于基本误差限。

7.4 检定结果处理

按本规程要求，经检定合格的压力传感器，出具检定证书；检定不合格的，出具检定结果通知书，并注明不合格项目和内容；周期稳定性不合格的，可相应缩短检定周期。

7.5 检定周期

检定周期一般不超过一年。对于周期稳定性不合格的压力传感器，检定周期一般不超过半年。

附录 A

高度差修正方法

检定时,标准器与压力传感器的参考位置应在同一水平面上,当高度差不大于公式(A.1)的计算结果时,引入的误差可以忽略不计,否则应予以修正。修正值按公式(A.2)计算。

$$h = \frac{|a\%| p_{FS}}{10\rho g} \quad (\text{A.1})$$

$$\Delta p = \rho g h \quad (\text{A.2})$$

式中:

Δp ——因高度差引起的压力修正值, Pa;

ρ ——传压介质的密度, kg/m^3 ;

g ——检定当地的重力加速度, m/s^2 ;

h ——参考位置的高度差, m;

a ——传感器的准确度等级指标;

p_{FS} ——传感器的输入量程, Pa。

附录 B

压力传感器（静态）检定记录格式

| | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------|-------|------------|-----|-----------|------|---------|--|--|
| 送检单位 | | | | | | 检定日期 | | | |
| 仪器信息 | 被检器 | | | | | 标准器 | | | |
| 仪表名称 | | | | | | | | | |
| 型号规格 | | | | | | | | | |
| 制造单位 | | | | | | | | | |
| 仪器编号 | | | | | | | | | |
| 测量范围 | | | | | | | | | |
| 准确度等级 | | | | | | | | | |
| 依据文件 | | | | | | 有效期 | | | |
| 环境温度 | | 相对湿度 | | | 检定员 | | 核验员 | | |
| 外观检查 | | 密封性检查 | | | 绝缘电阻 | | | | |
| 零点 | 时间/min | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 计算值 (%) | | |
| 漂移 | 输出值 () | | | | | | | | |
| 标准压力值 () | 实际输出值 () | | | | | | | | |
| | 第一次检定 | | 第二次检定 | | 第三次检定 | | | | |
| | 正行程 | 反行程 | 正行程 | 反行程 | 正行程 | 反行程 | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 静压影响 | 零位输出值 (不加压) | | 零位输出值 (加压) | | | 计算值 | | | |
| | | | | | | | | | |
| 灵敏度 | $b =$ | | 周期稳定性 | | $S_b =$ | | | | |
| 工作直线 (曲线) 方程 | 采用_____直线作为工作直线方程 | | | | | | | | |
| 重复性 | $\xi_R =$ | | 迟滞 | | $\xi_H =$ | | | | |
| 线性 (曲线符合度) | $\xi_L (\xi_C) =$ | | 供电电压 (或电流) | | | | | | |
| 基本误差 | $A =$ | | | | | | | | |
| 检定结论 | | | | | | | | | |

附录 C

压力传感器（静态）检定证书/检定结果通知书内页格式

压力传感器（静态）检定证书检定结果页格式

证书编号 ××××××—×××××

检定结果

1. 外观：

2. 密封性：

3. 绝缘电阻：

4. 零点漂移：

5. 灵敏度：

6. 周期稳定性：

7. 重复性： %

8. 迟滞： %

9. 线性（曲线符合度）： %

10. 基本误差： %

11. 静压影响：

12. 工作直线（曲线）方程：

采用_____直线作为工作直线方程。

检定结论：符合____级

注：以上项目在传感器供电电压（或电流）为_____时进行检定。

以下空白

压力传感器（静态）检定结果通知书检定结果页格式

证书编号 ××××××-××××

检定结果

- 1. 外观：
- 2. 密封性：
- 3. 绝缘电阻：
- 4. 零点漂移：
- 5. 灵敏度：
- 6. 周期稳定性：
- 7. 重复性： %
- 8. 迟滞： %
- 9. 线性（曲线符合度）： %
- 10. 基本误差： %
- 11. 静压影响：
- 12. 工作直线（曲线）方程：
采用_____直线作为工作直线方程。

检定结论：

检定不合格项目和内容：

注：以上项目在传感器供电电压（或电流）为_____时进行检定。

以下空白

中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 检 定 规 程
压 力 传 感 器 (静 态)

JJG 860—2015

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国质检出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 36 千字
2015年6月第一版 2015年6月第一次印刷

*

书号: 155026·J-3023 定价 24.00 元

;

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107



JJG 860-2015