

压力变送器检定规程

JJG 882—1994

压力变送器检定规程

Verification Regulation of
Pressure Transmitters

JJG 882—1994

本检定规程经国家技术监督局于1994年09月06日批准，并自1995年02月01日起施行。

归口单位：上海市技术监督局

起草单位：上海市计量技术研究所

杭州市质量计量监测中心

本规程技术条文由起草单位负责解释

本规程主要起草人：

朱家良（上海市计量技术研究所）

李 行（杭州市质量计量监测中心）

高柏柱（杭州市技术监督检查所）

屠立猛（上海市计量技术研究所）

参加起草人：

李 元（杭州钱江仪器仪表厂）

目 录

一 概述	1180
二 技术要求	1180
三 检定条件	1182
四 检定项目和检定方法	1183
五 检定结果处理和检定周期	1187
附录 1 检定装置测量总不确定度的评定	1187
附录 2 压力变送器检定记录（格式）	1188

压力变送器检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的压力变送器（以下简称变送器）的检定。

一 概 述

压力变送器是一种将压力变量转换为可传送的统一输出信号的仪表，而且其输出信号与压力变量之间有一给定的连续函数关系，通常为线性函数。

压力变量包括正、负压力，差压和绝对压力。

压力变送器有电动和气动两大类。电动的统一输出信号为0~10mA，4~20mA（或1~5V）的直流电信号。气动的统一输出信号为20~100kPa的气体压力。

压力变送器按不同的转换原理可分为力（力矩）平衡式、电容式、电感式、应变式和频率式，等等。

二 技 术 要 求

1 外观

1.1 变送器的铭牌应完整、清晰、应注明产品名称、型号、规格、测量范围等主要技术指标，高、低压腔室应有明显标记。还应标明制造厂的名称或商标、出厂编号、制造年月。

1.2 变送器零部件应完整无损，紧固件不得有松动和损伤现象，可动部分应灵活可靠。

1.3 新制造的变送器的外壳、零件表面涂覆层应光洁、完好、无锈蚀和霉斑，内部不得有切屑、残渣等杂物。使用中和修理后的变送器不允许有影响使用和计量性能的缺陷。

2 密封性

变送器的测量部分在承受测量上限压力（差压变送器为额定工作压力）时，不得有泄漏和损坏现象。

3 基本误差

变送器基本误差应不超过表1规定。

表 1

准确度等级		基本误差 / (%) [*]		回程误差 / (%) [*]	
电动	气动	电动	气动	电动	气动
0.2 (0.25)		±0.2 (±0.25)		0.16 (0.2)	
0.5	0.5	±0.5	±0.5	0.4	0.25
1.0	1.0	±1.0	±1.0	0.8	0.5
1.5	1.5	±1.5	±1.5	1.2	0.75
2.5	2.5	±2.5	±2.5	2.0	1.25

4 回程误差

新制造的变送器回程误差应不超过表1规定。使用中和修理后的变送器回程误差应不大于表1中基本误差的绝对值。

* 以输出量程的百分数表示，以后各表中的百分号含意相同。

5 静压影响

5.1 力平衡式差压变送器静压影响应不超过表 2 规定。

表 2

项 目		准确度等级				
		0.5	1.0	1.5	2.5	
静压影响	p_s —静压值/MPa	指标/(%)				
	下限值 变化量	$p_s \leq 6.4$	± 2.0	± 2.5	± 3.0	± 3.0
		$p_s \leq 6.4$ (差压量程 $\leq 6\text{kPa}$)	± 3.0	± 3.5	± 4.0	—
		$6.4 < p_s \leq 16$	± 3.0	± 3.5	± 4.0	—
		$6.4 < p_s \leq 16$ (差压量程 $\leq 6\text{kPa}$)	± 4.0	± 4.5	± 5.0	—
		$16 < p_s \leq 25$	± 3.5	± 4.0	± 4.5	—
		$25 < p_s \leq 32$	± 4.5	± 5.0	± 5.5	—
$32 < p_s \leq 40$	± 5.0	± 5.5	± 6.0	—		

5.2 气动差压变送器静压影响应不超过表 3 规定。

表 3

项 目		准确度等级				
		0.5	1.0	1.5	2.5	
静压影响	p_s —静压值/MPa	指标/(%)				
	下限值 变化量	$p_s \leq 2.5$	± 0.75	± 1.0	—	—
		$p_s \leq 2.5$ (差压量程 $\leq 2.5\text{kPa}$)	± 1.5	± 2.0	—	± 1.5
		$2.5 < p_s \leq 6.4$	± 1.0	± 1.5	± 1.5	—
		$2.5 < p_s \leq 6.4$ (差压量程 $\leq 6\text{kPa}$)	± 1.5	± 2.0	—	—
		$6.4 < p_s \leq 16$	± 1.5	± 2.5	± 2.5	—
		$16 < p_s \leq 25$	± 2.0	± 3.0	± 3.0	—
$25 < p_s \leq 32$	± 2.5	± 3.5	± 3.5	—		
$32 < p_s \leq 40$	± 4.0	± 5.0	± 5.0	—		

5.3 其他类型差压变送器静压影响应不超过制造厂企业标准的规定值。

6 电动变送器的电性能

6.1 输出开路影响

力平衡式变送器开路试验后, 恢复正常接线。变送器的输出量程变化不得超过表 4 规定, 并仍符合基本误差和回程误差的要求。

表 4

准确度等级	输出量程变化/(%)	准确度等级	输出量程变化/(%)	准确度等级	输出量程变化/(%)
0.2 (0.25)	0.1	1.0	0.4	2.5	1.0
0.5	0.25	1.5	0.6		

6.2 输出交流分量

输出为 0~10mA 的变送器, 在 200 Ω 取样电阻两端的交流电压有效值应不大于 20mV。

输出为 4~20mA 的变送器, 在 250 Ω 取样电阻两端的交流电压有效值应不大于 50mV (力平衡式应不大于 150mV)。

6.3 绝缘电阻

在环境温度为 15~35 $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 45%~75% 时, 变送器各端子之间的绝缘电阻应不小于下列值:

输出端子—接地端子 (机壳): 20M Ω

电源端子—接地端子 (机壳): 50M Ω

电源端子—输出端子: 50M Ω

6.4 绝缘强度

在环境温度为 15~35 $^{\circ}\text{C}$, 相对湿度为 45%~75% 时, 变送器各端子之间施加下列频率为 50Hz 的正弦交流电压, 历时 1min, 应无击穿和飞弧现象。

输出端子—接地端子 (机壳): 500V

电源端子—接地端子 (机壳): 1000V

电源端子—输出端子: 1000V

二线制的变送器, 电压为 500V。

电容式变送器及制造厂有特殊规定的变送器可不进行该项检定。

7 气动变送器的气源压力变化影响

变送器的气源压力由 140kPa 变化到 154kPa 及 140kPa 变化到 126kPa 时, 其输出的变化不大于表 5 规定。

表 5

准确度等级	气源压力变化影响	过范围影响	准确度等级	气源压力变化影响	过范围影响
	输出变化/(%)	输出下限值和量程变化/(%)		输出变化/(%)	输出下限值和量程变化/(%)
0.5	0.5	0.25	1.5	0.75	0.75
1.0	0.5	0.5	2.5	1.25	1.25

8 气动变送器的过范围影响

变送器在经受过范围值为输入量程的 25% 过范围试验后, 其输出下限值和量程变化应不大于表 5 的规定。

三 检 定 条 件

9 检定设备

选用的标准器及配套设备所组成的检定装置, 其测量总不确定度应不大于被检变送器允许误差的 1/4。检定装置测量总不确定度的评定方法见附录 1。检定时所需的标准器及设备可参见表 6。

10 环境条件

10.1 温度为 (20 \pm 5) $^{\circ}\text{C}$, 每 10min 变化不大于 1 $^{\circ}\text{C}$; 相对湿度为 45%~75%。

表 6

序号	仪器设备名称	技术要求	用途
1	活塞式压力计	准确度等级和测量范围由附录 1 计算后选定	变送器输入的压力标准器。序号 2 和 4 又是气动变送器的输出信号测量标准。精密压力表还用来检定密封性和静压影响
2	液体压力计 (及配套气源)		
3	数字式压力发生器		
4	数字式压力计 (及配套的压力发生器)		
5	精密压力表等		
6	直流电流表	测量范围 0—20mA。准确度等级由附录 1 计算定	电动变送器输出电流测量标准
7	直流电压表	输入电阻大于 5M Ω 。准确度等级由附录 1 计算定	两者配合作为电动变送器输出电流的测量标准
8	精密电阻	100 Ω , (250 Ω), 0.05 级以上	
9	绝缘电阻表	输出直流电压为 500V, 测量范围为 0—500M Ω , 10 级 (电容式变送器用输出直流电压 100V 的表)	测量绝缘电阻
10	耐电压试验仪	输出交流电压大于 1500V 功率不低于 0.5kW	绝缘强度试验
11	直流电阻箱	0.1 级以上, 测量范围不小于 0—1.5k Ω , 允许通过的电流大于 20mA	负载电阻
12	交流毫伏表	2.5 级以上, 输入阻抗大于 100k Ω	测量交流分量
13	真空机组	机械泵 (和扩散泵) 的要求根据被检变送器的测量范围和准确度等级按 14.4 条规定选择	绝对压力变送器及负压力变送器的压力源
14	交流稳压器	220V, 50Hz, 稳定度 1%, 功率不低于 1kW	变送器的交流供电电源
15	直流稳压器	24V, 允许误差 $\pm 1\%$, 纹波小于 0.1%, 功率不低于 30W	变送器的直流供电电源
16	气源装置及定值器	稳定输出压力: 126—154kPa, 允许误差 $\pm 1\%$, 无油无灰尘, 露点低于变送器壳体 10 $^{\circ}$ C	气动变送器的气源

10.2 变送器所处环境应无影响输出稳定的机械振动。

10.3 电动变送器周围除地磁场外, 应无影响变送器正常工作的外磁场。

10.4 测量上限值不大于 0.25MPa 的变送器, 传压介质为空气或其他无毒、无害、化学性能稳定的气体。

测量上限值大于 0.25MPa 的变送器, 传压介质一般为液体。

四 检定项目和检定方法

11 检定项目

检定项目见表 7。表中“+”表示应检定,“-”表示可不检定,“/”表示无此项目。

表 7

检定项目	检定类别					
	电 动			气 动		
	新制造	修理后	使用中	新制造	修理后	使用中
外观	+	+	+	+	+	+
密封性	+	+	+	+	+	+
基本误差	+	+	+	+	+	+
回程误差	+	+	+	+	+	+
静压影响*	+	+	-	+	+	-
输出开路影响**	+	+	-	/	/	/
输出交流分量	+	+	-	/	/	/
绝缘电阻	+	+	+	/	/	/
绝缘强度	+	+	-	/	/	/
气源压力变化影响	/	/	/	+	+	-
过范围影响	/	/	/	+	+	-

12 外观检查

用手感和目力观察的方法进行检查。

13 密封性检查

平稳地升压（或疏空），使变送器测量室压力达到测量上限值（或当地大气压力 90% 的疏空度）后，切断压力源，密封 15min，在最后 5min 内通过压力表观察，其压力值下降（或上升）不得超过测量上限值的 2%。

差压变送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。

14 基本误差的检定

14.1 按图 1、图 2 的连接原则，将变送器按规定工作位置安放，并与压力标准器、输出负载及检测装置连接起来（具体连接方式见使用说明书），并使导压管中充满传压介质。

当传压介质为液体时，应使变送器取压口的几何中心与活塞式压力计的活塞下端面（或标准器取压口的几何中心）在同一水平面上。高度差应不大于式（1）的计算结果。

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

式中： h ——允许的高度差，m；

a ——变送器准确度等级指数；

p_m ——变送器输入量程，Pa；

ρ ——传压介质的密度， kg/m^3 ；

g ——当地的重力加速度， m/s^2 。

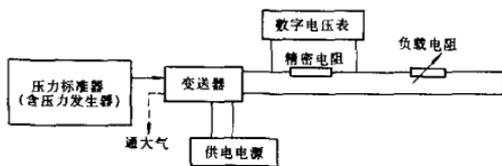
输出负载按制造厂规定选取，如规定值为两个以上的电阻值，则对直流电流输出的变送器应取最大值，对直流电压输出的变送器应取最小值。气动变送器的负载为内径 4mm、长 8m 导管做成的气阻，后接 20cm^3 的气容。

14.2 电动变送器除制造厂另有规定外，一般需通电预热 15min。

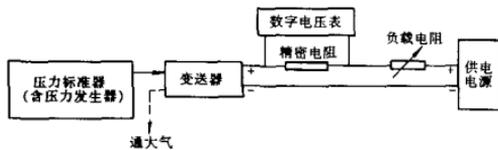
14.3 检定点应包括上、下限值（或其附近 10% 输入量程以内）在内不少于 5 个点。检定

* 只有差压变送器需增加此检定项目。

** 只有力平衡式的变送器需增此检定项目。



(a)



(b)

图1 电动变送器检定接线示意图
(虚线部分为差压变送器的低压室通大气以下同)
(a) 四线制电动变送器; (b) 二线制电动变送器

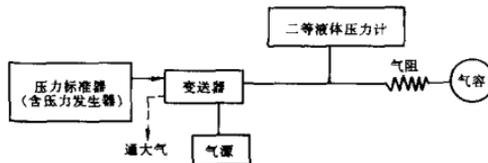


图2 气动变送器检定接线示意图

点应基本均匀地分布在整个测量范围上。

对于输入量程可调的变送器，使用中和修理后的，可只进行常用量程或送检者指定量程的检定，而新制造的则必须将输入量程调到规定的最小、最大分别进行检定。检定前允许进行必要的调整。

14.4 检定前，用改变输入压力信号的办法在整个测量范围内作三个循环的操作。在此过程中可对输出下限值和上限值进行调整，使其与理论的下限值和上限值相吻合。

绝对压力变送器的零点压力必须抽至允许误差的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ 。

14.5 检定时，从下限值开始平稳地输入压力信号到各检定点，读取并记录输出值直至上限；然后反方向平稳地改变压力信号到各检定点，读取并记录输出值直至下限。以这样上、下行程的检定作为1次循环。有疑义及仲裁时需进行3次循环的检定。在检定过程中不允许调零点和量程，不允许轻敲或振动变送器。在接近检定点时，输入压力信号应足够慢，须避免过冲现象。

上限值只在上行程时检定，下限值只在下行程时检定。

14.6 变送器的基本误差按公式 (2) 计算。

$$\Delta_A = A_d - A_s \quad (2)$$

式中: Δ_A ——变送器各检定点的基本误差值 (以绝对误差方式表示, mA 或 kPa);

A_d ——变送器上行程或下行程各检定点的实际输出值, mA 或 kPa;

A_s ——变送器各检定点的理论输出值, mA 或 kPa。

15 回程误差的检定

检定变送器的回程误差与检定变送器的基本误差同时进行。

回程误差可按公式 (3) 计算。

$$\Delta_h = |A_{d1} - A_{d2}| \quad (3)$$

式中: Δ_h ——回程误差值 (用绝对误差方式表示), mA 或 kPa;

A_{d1} , A_{d2} ——分别表示各检定点上、下行程的实际输出值, 3 次循环时分别取算术平均值, mA 或 kPa。

16 静压影响的检定

16.1 将差压变送器高、低压力容室连通后通大气, 并测量输出下限值。

16.2 引入静压力, 从大气压力缓慢改变到额定工作压力。稳定 3min 后, 测量输出下限值, 并计算其对大气压力时输出下限值的差值。

16.3 具有输入量程可调的变送器, 除有特殊规定外, 应在最小量程上进行静压影响的检定。检定后应恢复到原来的量程。

17 电动变送器的电性能检定

17.1 输出开路影响的检定

17.1.1 输入量程 50% 的压力信号。依次将各输出端子断开 5min。

17.1.2 恢复接线, 按第 14 条的方法进行一次循环的基本误差检定 (检定前仅允许作零点调整), 按式 (2)、(3) 计算基本误差和回程误差, 视结果是否仍符合要求。同时需按公式 (4) 计算输出的量程变化量。

$$\Delta A_r = |(A'_{dmax} - A'_{dmin}) - (A_{dmax} - A_{dmin})| \quad (4)$$

式中: ΔA_r ——输出开路影响引起的量程变化量, mA;

A'_{dmax} , A'_{dmin} ——分别表示输出开路恢复后测得的上限输出值和下限输出值, mA;

A_{dmax} , A_{dmin} ——分别表示基本误差检定时得到的上、下限输出值, 3 次循环时分别取算术平均值, mA。

17.2 输出交流分量的检定

17.2.1 在输出回路的负载电阻中串联一个规定的取样电阻。

17.2.2 分别输入量程 10%, 50% 及 90% 的压力信号, 并使负载电阻为最大和最小, 在取样电阻上测得交流电压的有效值。

17.3 绝缘电阻的检定

将变送器电源断开, 短接各电路自身端钮, 按 6.3 条规定的部位, 用绝缘电阻表测量, 稳定 10s 后读数。

17.4 绝缘强度的检定

将变送器电源断开, 短接各电路自身端钮, 按 6.4 条规定的部位, 用耐电压试验仪测量。测量时, 试验电压由零平稳地上升到规定值, 保持 1min, 观察是否出现击穿和电弧,

最后将电压平稳地降至零，并切断设备电源。

为了试验时操作安全和尽量避免变送器损坏，可在耐电压试验仪上设定，制造厂所规定的泄漏报警电流值并以绝缘回路泄漏电流是否超过电流规定值作为裁定绝缘强度检定结果的依据。

18 气动变送器气源压力变化影响的检定

将变送器的输出稳定在上限值。在气源压力分别由 140kPa 变化到 154kPa 及由 140kPa 变化到 126kPa 时，读取输出信号，并计算其变化量。

19 气动变送器过范围影响的检定

平稳地升压（或疏空），使变送器测量室压力达到规定的压力值，保持 10min，然后将输入压力降至下限值，5min 后测量输出下限值和上限值。计算输出下限值和量程的变化量。量程的变化量可按式（4）计算。

五 检定结果处理和检定周期

20 检定结果的处理

20.1 基本误差（3 个测量循环时应取最大误差值）、回程误差以及影响量引起的输出下限值、量程变化均应符合规程中各自允许误差的要求。允许误差用绝对误差方式表示时，可按公式（5）计算。

$$\Delta = \pm A_m \cdot C\% \quad (5)$$

式中： Δ ——用绝对误差方式表示的允许误差，mA 或 kPa；

A_m ——变送器规定的输出量程，mA 或 kPa；

C ——表 1 至表 5 中规定的允许误差指数。

20.2 检定所得数据，经公式计算后需进行修约，修约所引起的舍入误差应小于变送器允许误差的 1/20。修约的进舍规则是：拟舍弃数字最左一位小于 5 时舍去；大于 5 时（包括等于 5 而其后尚有非零的数）进 1，即保留的末位数加 1；拟舍数字最左一位为 5，且其后无数字或皆为 0 时，所保留的末位为奇数，则进 1，为偶数，则舍弃。检定结果的判定以修约后的数据为准。

20.3 经检定合格的变送器出具检定证书；不合格的出具检定结果通知书，并标明不合格项目。

21 检定周期

属强制检定的变送器，检定周期为半年，其他使用场合的变送器可根据使用的条件和重要程度以及变送器自身的稳定性灵活确定，但一般为 1 年。

附录 1

检定装置测量总不确定度的评定

检定时，压力标准器及输出信号检测仪器的不确定度均会对变送器的检定结果带来影响。根据误差理论，由这些仪器组成的检定装置，其测量总不确定度对于线性函数关系的变送器而言，可以用以下（1）～（3）式来评定。

电动变送器检定装置：

$$\Delta A_s = \sqrt{\Delta I_o^2 + (A_m/p_m)^2 \cdot \Delta p_i^2} \quad (1)$$

或

$$\Delta A_s = \sqrt{\left(\frac{\Delta V_o}{R}\right)^2 + \left(\frac{V_o \Delta R}{R^2}\right)^2 + (A_m/p_m)^2 \cdot \Delta p_i^2} \quad (2)$$

气动变送器检定装置:

$$\Delta A_s = \sqrt{\Delta p_o^2 + (A_m/p_m)^2 \cdot \Delta p_i^2} \quad (3)$$

式中: ΔA_s ——检定装置的测量总不确定度, mA 或 kPa;

ΔI_o ——输出电流测量的极限误差, mA;

Δp_o ——输出压力测量的极限误差, kPa;

R ——输出端测量用精密电阻阻值, Ω ;

V_o ——精密电阻 R 两端测得的电压值, mV;

ΔR ——精密电阻 R 的极限误差, Ω ;

ΔV_o —— V_o 的测量极限误差, mV;

A_m ——变送器输出量程, mA 或 kPa;

p_m ——变送器输入量程, kPa 或 MPa;

Δp_i ——输入压力的测量极限误差, kPa 或 MPa。

例: 被检变送器测量范围 0~2.5MPa, 准确度等级为 0.5, 输出电流范围 0~10mA。

选用的标准装置为 0.1~6MPa 二等活塞式压力计; 100 Ω 0.05 级精密电阻器; 4 $\frac{1}{2}$ 位数字电压表, 其准确度为 \pm (读数 0.02% + 2 字)。

根据选用的检定仪器可以估计出测量总不确定度为:

$$\Delta A_s = \sqrt{\left(\frac{\Delta V_o}{100}\right)^2 + \left(\frac{1000 \cdot \Delta R}{100^2}\right)^2 + \left(\frac{10}{2.5}\right)^2 \cdot \Delta p_i^2}$$

其中: $\Delta R = \pm 1.1 \times 100 \times 0.05\% = \pm 0.055\Omega$;

(1.1 倍是考虑了环境温度的影响)

$\Delta V_o = \pm (1000 \times 0.02\% + 0.2) = \pm 0.4\text{mV}$;

$\Delta p_i = \pm 2.5 \times 0.05\% = \pm 0.00125\text{MPa}$

则

$$\begin{aligned} \Delta A_s &= \sqrt{\left(\frac{0.4}{100}\right)^2 + \left(\frac{1000 \times 0.055}{10000}\right)^2 + (4 \times 0.00125)^2} \\ &= 0.0084 \text{ mA} \end{aligned}$$

该变送器的允许误差为:

$$\Delta = \pm 10 \times 0.5\% = \pm 0.05\text{mA}$$

由于 ΔA_s 小于 $\frac{|\Delta|}{4}$, 所以选用的检定装置符合检定条件。

附录 2

压力变送器检定记录 (格式)

送检单位 _____ 型号 _____ 测量范围 _____

压力检定点 /()	输出理论值 /()	实际输出值/()		基本误差/()		回程误差 /()
		上行程	下行程	上行程	下行程	

基本误差：允许值_____ 实际最大值_____

回程误差：允许值_____ 实际最大值_____

量程变化量：允许值_____ 实际值_____

6. 输出交流分量（电动）：

负 载	输出交流分量/mV		
	10%量程处	50%量程处	90%量程处
最小负载			
最大负载			

7. 绝缘电阻及绝缘强度（电动）：

试验部位	绝缘电阻/MΩ	绝缘强度（报警电流_____mA）	
		试验电压/V	检定结果
输出端子—接地端子			
电源端子—接地端子			
电源端子—输出端子			

8. 气源压力变化影响（气动）：

气源压力/kPa	126	140	154
输出压力/kPa			

输出变化量：允许值_____ 实际最大值_____

9. 过范围影响（气动）：

	输出上限值/kPa	输出下限值/kPa	实际输出量程/kPa
试验前			
试验后			

输出下限值变化量：允许值_____ 实际值_____

输出量程变化量：允许值_____ 实际值_____

检定结果：_____

检定员_____ 复核员_____ 检定日期_____年_____月

_____日