



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 882—2004

压力变送器

Pressure Transmitter

2004-06-04 发布

2004-12-01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

压力变送器检定规程

Verification Regulation of
the Pressure Transmitter

JJG 882—2004
代替 JJG 882—1994

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2004 年 06 月 04 日批准，并自 2004 年 12 月 01 日起施行。

归口单位：全国压力计量技术委员会

主要起草单位：上海市计量测试技术研究院

参加起草单位：杭州天元仪表有限公司

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：

朱家良 （上海市计量测试技术研究院）

屠立猛 （上海市计量测试技术研究院）

参加起草人：

李 元 （杭州天元仪表有限公司）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(2)
4.1 测量误差	(2)
4.2 回差	(2)
4.3 静压影响	(2)
5 通用技术要求	(3)
5.1 外观	(3)
5.2 密封性	(3)
5.3 绝缘电阻	(3)
5.4 绝缘强度	(3)
6 计量器具控制	(4)
6.1 定型鉴定(或样机试验)	(4)
6.2 首次检定、后续检定和使用中检验	(4)
附录 A 压力变送器检定时的设备连接方式	(9)
附录 B 定型鉴定(或样机试验)试验项目和方法	(11)
附录 C 压力变送器检定记录格式	(17)
附录 D 不确定度分析实例	(18)
附录 E 检定证书、检定结果通知书(内页)格式	(21)

压力变送器检定规程

1 范围

本规程适用于压力（包括正、负表压力，差压和绝对压力）变送器的定型鉴定（或样机试验）、首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

JJF 1015—2002 计量器具型式评价和型式批准通用规范

JJF 1016—2002 计量器具型式评价大纲编写导则

JJG 875—1994 数字压力计检定规程

GB/T 17614.1—1998 工业过程控制系统用变送器 第1部分：性能评定方法

GB/T 17626.3—1998 射频电磁场辐射抗扰度试验

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

压力变送器是一种将压力变量转换为可传送的标准化输出信号的仪表，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）。主要用于工业过程压力参数的测量和控制，差压变送器常用于流量的测量。

压力变送器有电动和气动两大类。电动的标准化输出信号主要为 0mA ~ 10mA 和 4mA ~ 20mA（或 1V ~ 5V）的直流电信号。气动的标准化输出信号主要为 20kPa ~ 100kPa 的气体压力。不排除具有特殊规定的其他标准化输出信号。

压力变送器通常由两部分组成：感压单元、信号处理和转换单元。有些变送器增加了显示单元，有些还具有现场总线功能。压力变送器的结构原理如图 1 所示。

压力变送器按原理可分为电容式、谐振式、压阻式、力（力矩）平衡式、电感式和应变式等。

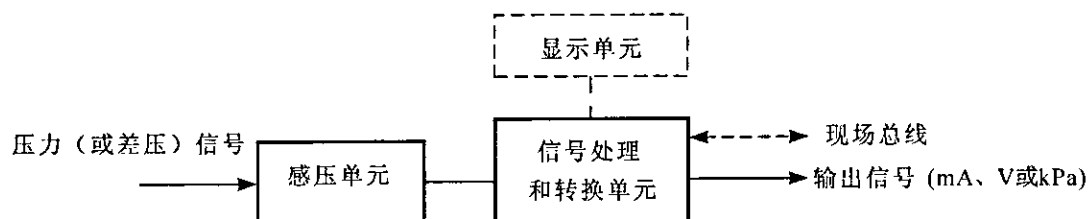


图 1 压力变送器原理框图

4 计量性能要求

4.1 测量误差

压力变送器的测量误差按准确度等级划分，应不超过表 1 规定。

表 1 准确度等级及最大允许误差、回差

准确度等级	最大允许误差/%		回差/%	
	电动	气动	电动	气动
0.05	±0.05	-	0.05	-
0.1	±0.1	-	0.08	-
0.2 (0.25)	±0.2 (±0.25)	-	0.16 (0.20)	-
0.5	±0.5	±0.5	0.4	0.25
1.0	±1.0	±1.0	0.8	0.5
1.5	±1.5	±1.0	1.2	0.75
2.0	±2.0	±2.0	1.6	1.0
2.5	-	±2.5	-	1.25

注：最大允许误差和回差是以输出量程的百分数表示。

4.2 回差

首次检定的压力变送器，其回差应不超过表 1 规定。后续检定和使用中检验的压力变送器，其回差应不超过最大允许误差的绝对值。

4.3 静压影响

静压影响只适用于差压变送器。并以输出下限值和量程的变化来衡量。

4.3.1 力平衡式差压变送器的静压影响应不超过表 2 规定。

表 2 力平衡式差压变送器静压影响要求

项目		准确度等级			
		0.5	1.0	1.5	2.0
		指标 (输出量程的%)			
下限值 及量程 变化	$p_w \leq 6.4$	2.0	2.5	3.0	3.0
	$p_w \leq 6.4$ (差压量程 $\leq 6\text{kPa}$)	3.0	3.5	4.0	-
	$6.4 < p_w \leq 16$	3.0	3.5	4.0	-
	$6.4 < p_w \leq 16$ (差压量程 $\leq 6\text{kPa}$)	4.0	4.5	5.0	-
	$16 < p_w \leq 25$	3.5	4.0	4.5	-
	$25 < p_w \leq 32$	4.5	5.0	5.5	-
	$32 < p_w \leq 40$	5.0	5.5	6.0	-

注： p_w ——静压值，MPa。

4.3.2 气动差压变送器的静压影响应不超过表 3 规定。

4.3.3 其他类型差压变送器的静压影响应不超过制造厂技术说明书或企业标准的规定。

表 3 气动差压变送器静压影响要求

项 目		准确度等级			
		0.5	1.0	1.5	2.0
		指标 (输出量程的%)			
下限值 及量程 变化	$p_w \leq 2.5$	0.75	1.0	-	-
	$p_w \leq 2.5$ (差压量程 $\leq 2.5\text{kPa}$)	1.5	2.0	-	1.5
	$p_w \leq 6.4$	1.0	1.5	1.5	-
	$2.5 < p_w \leq 6.4$ (差压量程 $\leq 6\text{kPa}$)	1.5	2.0	-	-
	$6.4 < p_w \leq 16$	1.5	2.5	2.5	-
	$16 < p_w \leq 25$	2.0	3.0	3.0	-
	$25 < p_w \leq 32$	2.5	3.5	3.5	-
	$32 < p_w \leq 40$	4.0	5.0	5.0	-

注: p_w ——静压值, MPa。

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 变送器的铭牌应完整、清晰,并具有以下信息:产品名称、型号规格、测量范围、准确度等级、额定工作压力等主要技术指标;制造厂的名称或商标、出厂编号、制造年月、制造计量器具许可证标志及编号;防爆产品还应有相应的防爆标志。差压变送器的高、低压容室应有明显标记。

5.1.2 变送器零部件应完好无损,紧固件不得有松动和损伤现象,可动部分应灵活可靠。有显示单元的变送器,数字显示应清晰,不应有缺笔画现象。

5.1.3 首次检定的变送器的外壳、零件表面涂覆层应光洁、完好、无锈蚀和霉斑。

5.2 密封性

压力变送器的测量部分在承受测量压力上限时(差压变送器为额定工作压力),不得有泄漏现象。

5.3 绝缘电阻

在环境温度为 $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$,相对湿度为 $45\% \sim 75\%$ 时,变送器各组端子(包括外壳)之间的绝缘电阻应不小于 $20\text{M}\Omega$ 。

二线制的变送器只进行输出端子对外壳的试验。

5.4 绝缘强度

在环境温度为 $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$,相对湿度为 $45\% \sim 75\%$ 时,变送器各组端子(包括外壳)之间施加表 4 所规定的频率 50Hz 的试验电压,历时 1min 应无击穿和飞弧现象。

表 4 试验电压

压力变送器端子标称电压 U/V	试验电压/ V
$0 < U < 60$	500
$60 \leq U < 250$	1000

二线制的变送器只进行输出端子对外壳的试验。因结构上的原因（如电容式变送器）制造厂有特殊规定时，可不进行该项试验。

6 计量器具控制

计量器具控制包括定型鉴定（或样机试验）、首次检定、后续检定和使用中检验。

6.1 定型鉴定（或样机试验）

定型鉴定（或样机试验）应按 JJF 1015—2002《计量器具型式评价和型式批准通用规范》和 JJF 1016—2002《计量器具型式评价大纲编写导则》要求进行，其试验项目应按 GB/T 17614.1—1998《工业过程控制系统用变送器 第 1 部分：性能评定方法》中有关试验条款进行（见附录 B）。

6.2 首次检定、后续检定和使用中检验

6.2.1 检定条件

6.2.1.1 检定设备

检定时所需的标准仪器及配套设备可按被检压力变送器的规格参照表 5 进行选择并组合成套。成套后的标准器，包括整个检定设备在内检定时引入的扩展不确定度 U_{95} 应不超过被检压力变送器最大允许误差绝对值的 $1/4$ ；对 0.1 级和 0.05 级被检压力变送器，由此引入的 U_{95} 应不超过被检压力变送器最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。可参照附录 D 进行分析。

6.2.1.2 环境条件

- 环境温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，每 10min 变化不大于 1°C ；相对湿度：45% ~ 75%。
- 压力变送器所处环境应无影响输出稳定的机械振动。
- 电动压力变送器周围除地磁场外，应无影响其正常工作的外磁场。

6.2.1.3 其他条件

a) 电源：交流供电的压力变送器，其电压变化不超过额定值的 $\pm 1\%$ 、频率变化不超过额定值的 $\pm 1\%$ ；直流供电的压力变送器，其电压变化不超过额定值的 $\pm 1\%$ 。

b) 气源：气动压力变送器的气源压力为 140kPa，变化不超过 $\pm 1\%$ 。气源应无油无灰尘，露点稳定并低于压力变送器壳体 10°C 。

注：压力变送器如需在现场检定，而现场的环境条件和动力条件不符合上述要求时，则必须经不确定度评定来确定。只有在新的条件下，经分析因标准器及配套设备引入的扩展不确定度 U_{95} 仍不超过被检压力变送器允许误差绝对值的 $1/3 \sim 1/4$ ，方可进行现场检定。

6.2.2 检定项目

压力变送器首次检定、后续检定和使用中检验的检定项目见表 6。

表 5 标准仪器及配套设备

序号	仪器设备名称	技术要求	用途
1	压力标准器： 活塞式压力计 或液体压力计 或数字压力计 或标准压力发生器	0.2 级 ~ 0.01 级。按 6.2.1.1 的要求，通过不确定度分析确定	向压力变送器输入端提供标准压力信号； 作为气动变送器输出信号的测量标准
	标准高静压差压活塞式压力计		用于差压变送器定型鉴定、首次检定和强制检定时向输入端提供标准压力信号
2	直流电流表	0mA ~ 30mA 0.01 级 ~ 0.05 级	电动变送器输出信号的测量标准
3	直流电压表	0V ~ 5V、0V ~ 50V 0.01 级 ~ 0.05 级	直流电压表可作为电动变送器电压输出信号的测量标准； 二者组合取代直流电流表作为电动变送器电流输出信号的测量标准
4	标准电阻	100Ω (250Ω) 不低于 0.05 级	
5	压力表	不低于 1.6 级	密封性试验
6	绝缘电阻表	输出电压：直流 500V、100V 10 级	检定绝缘电阻
7	耐电压测试仪	输出电压：交流 0V ~ 1500V 频率：45Hz ~ 55Hz 输出功率：不低于 0.25kW	检定绝缘强度
8	真空机组	机械泵、扩散泵的真空度应符合要求	绝对压力变送器及负压力变送器的压力源
9	交流稳压源	220V，50Hz，稳定度 1%，功率不低于 1kW	变送器的交流供电电源
10	直流稳压源	24V，允许误差 ± 1%	变送器的直流供电电源
11	气源装置及定值器	稳定输出压力：126kPa ~ 154kPa，允许误差 ± 1%，无油无灰尘，露点稳定并低于变送器壳体 10℃	气动变送器的气源

6.2.3 检定方法

6.2.3.1 外观检查

用目力观测和通电检查，应符合 5.1 的要求。

表 6 检定项目

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
5.1 外观	+	+	+
5.2 密封性	+	-	-
5.3 绝缘电阻	+	+	-
5.4 绝缘强度	+	-	-
4.1 基本误差	+	+	+
4.2 回差	+	+	-
4.3 静压影响	+	*	*

注：表中“+”表示应检定，“*”表示必要时应检定，“-”表示可不检定。

6.2.3.2 密封性检查

平稳地升压（或疏空），使压力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），关闭压力源。密封 15min，应无泄漏。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%（也可通过变送器输出信号的等效变化来观察）。

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。

6.2.3.3 测量误差的检定

a) 设备的连接与安装

检定设备和被检变送器为达到热平衡，必须在检定条件下放置 2h；准确度低于 0.5 级的变送器可缩短放置时间，一般为 1h。

检定设备和被检变送器按附录 A 的要求连接，并使导压管中充满传压介质。首次检定、后续检定和使用中检验的差压变送器，静态过程压力可以是大气压力（即低压力容室通大气）；强制检定的差压变送器，检定时的静态过程压力应保持在工作压力状态。

传压介质为气体时，介质应清洁、干燥；传压介质为液体时，介质应考虑制造厂推荐的或送检者指定的液体，并使变送器取压口的参考平面与活塞式压力计的活塞下端（或标准器取压口的参考平面）在同一水平面上。当高度差不大于式（1）的计算结果时，引起的误差可以忽略不计，否则应予修正。

$$h = \frac{|a\%| p_m}{10\rho g} \quad (1)$$

式中：h——允许的高度差，m；

a——变送器的准确度等级指数；

p_m ——变送器的输入量程，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的导管做成的气阻，后接20cm³的气容。

b) 通电预热

电动变送器除制造厂另有规定外，一般需通电预热15min。

c) 选择检定点

检定点的选择应按量程基本均布，一般应包括上限值、下限值（或其附近10%输入量程以内）在内不少于5个点。优于0.1级和0.05级的压力变送器应不少于9个点。

对于输入量程可调的变送器，首次检定的压力变送器应将输入量程调到规定的最小、最大分别进行检定；后续检定和使用中检验的压力变送器可只进行常用量程或送检者指定量程的检定。

d) 检定前的调整

检定前，用改变输入压力的办法对输出下限值和上限值进行调整，使其与理论的下限值 and 上限值相一致。一般可以通过调整“零点”和“满量程”来完成。具有现场总线的压力变送器，必须分别调整输入部分及输出部分的“零点”和“满量程”，同时将压力变送器的阻尼值调整为零。

绝对压力变送器的零点绝对压力应尽可能小，由此引起的误差应不超过允许误差的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ 。

e) 检定方法

从下限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；然后反方向平稳改变压力信号到个各检定点，读取并记录输出值直至下限，这为一次循环。如此进行两个循环的检定。

强制检定的压力变送器应至少进行上述三个循环的检定。

在检定过程中不允许调整零点和量程，不允许轻敲和振动变送器，在接近检定点时，输入压力信号应足够慢，避免过冲现象。

f) 测量误差的计算

压力变送器的测量误差按公式(2)计算。

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

式中： Δ_A ——压力变送器各检定点的测量误差，mA，V或kPa；

A_d ——压力变送器上行程或下行程各检定点的实际输出值，mA，V或kPa；

A_s ——压力变送器各检定点的理论输出值，mA，V或kPa。

误差计算过程中数据处理原则。小数点后保留的位数应以舍入误差小于压力变送器最大允许误差的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{20}$ 为限。判断压力变送器是否合格应以舍入以后的数据为准。

注：具有显示单元的变送器，其显示部分示值误差的检定按JJG 875—1994进行。

6.2.3.4 回差的检定

回差的检定与测量误差的检定同时进行。回差按式(3)计算，结果应符合4.2的

要求。

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

式中： ΔA ——压力变送器的回差，mA，V 或 kPa；

A_{d1} ， A_{d2} ——压力变送器上行程及下行程各检定点的实际输出值，mA，V 或 kPa。

6.2.3.5 静压影响的检定

a) 下限值变化的检定。将密封性检查后的差压变送器高、低压力容室连通，从大气压力缓慢输入至额定工作压力，保持 3min 后释放至大气压力。期间分别测量大气压力和额定工作压力状态下的输出下限值；并计算下限值的变化。

b) 量程变化的检定。将差压变送器的高、低压力容室连通，输入额定工作压力，并测量输出下限值；然后关闭平衡阀，将低压力容室的压力降低，使高、低压力容室的压差为差压上限值，同时测量输出上限值。计算额定工作压力状态下的输出量程（输出上、下限值之差）；与大气压力状态下的输出量程比较，计算量程的变化。

c) 考虑到高静压下测量输出量程变化的困难，后续检定和使用中检验的差压变送器，可只进行下限值变化的检定；定型鉴定（或样机试验）和首次检定的差压变送器应进行下限值和量程变化的检定。当差压变送器的静态过程压力大于 4MPa，因试验设备的原因使输出量程变化试验有困难时，可以降低压力。但不应低于 4MPa。

6.2.3.6 绝缘电阻的检定

断开压力变送器电源，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 5s 后读数。

注：电容式压力变送器试验时，应使用输出电压为 100V 的绝缘电阻表。

6.2.3.7 绝缘强度的检定

断开压力变送器电源，将电源端子和输出端子分别短接。按 5.4 的要求在耐电压试验仪上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）之间的绝缘强度。测量时，试验电压应从零开始增加，在 5s ~ 10s 内平滑均匀地升至规定值（误差不大于 10%），保持 1min 后，平滑地降低电压至零，并切断试验电源。

注：压力变送器在试验时，可使用具有报警电流设定的耐电压试验仪。设定值一般为 10mA。使用该仪器时，以是否报警作为判断绝缘强度合格与否的依据。

6.2.4 检定结果的处理

按本规程要求检定合格的压力变送器，出具检定证书；检定不合格的压力变送器，出具检定结果通知书，并注明不合格项目。

6.2.5 检定周期

压力变送器的检定周期可根据使用环境条件、频繁程度和重要性来确定。一般不超过 1 年。

附录 A

压力变送器检定时的设备连接方式

A.1 输出部分的连接

A.1.1 二线制电动压力变送器 (图 A-1)

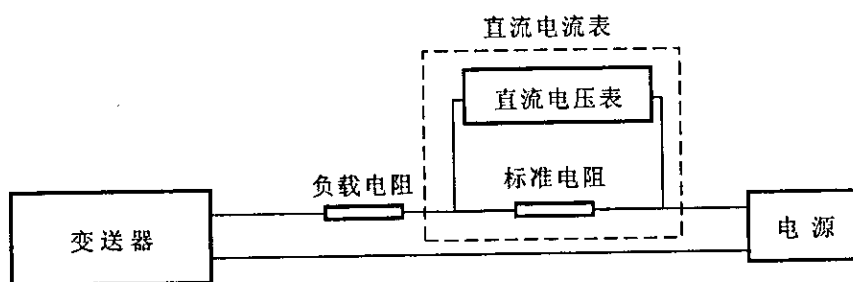


图 A-1 二线制电动压力变送器输出部分的连接

A.1.2 四线制电动压力变送器 (图 A-2)

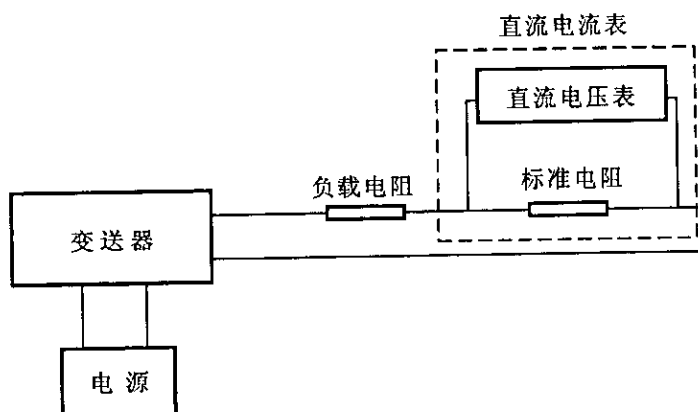


图 A-2 四线制电动压力变送器输出部分的连接

A.1.3 气动压力变送器 (图 A-3)

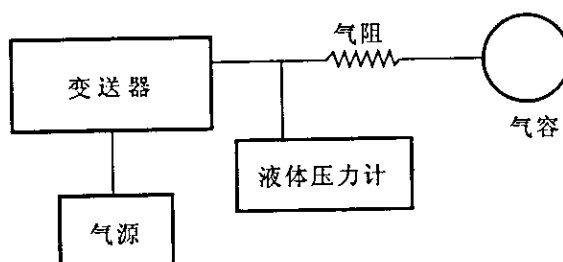


图 A-3 气动压力变送器输出部分的连接

A.2 输入部分的连接

A.2.1 压力变送器 (图 A-4)

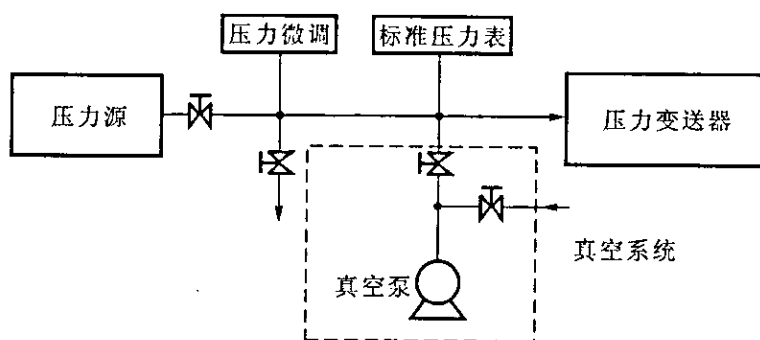


图 A-4 压力变送器输入部分的连接

A.2.2 差压变送器 (图 A-5)

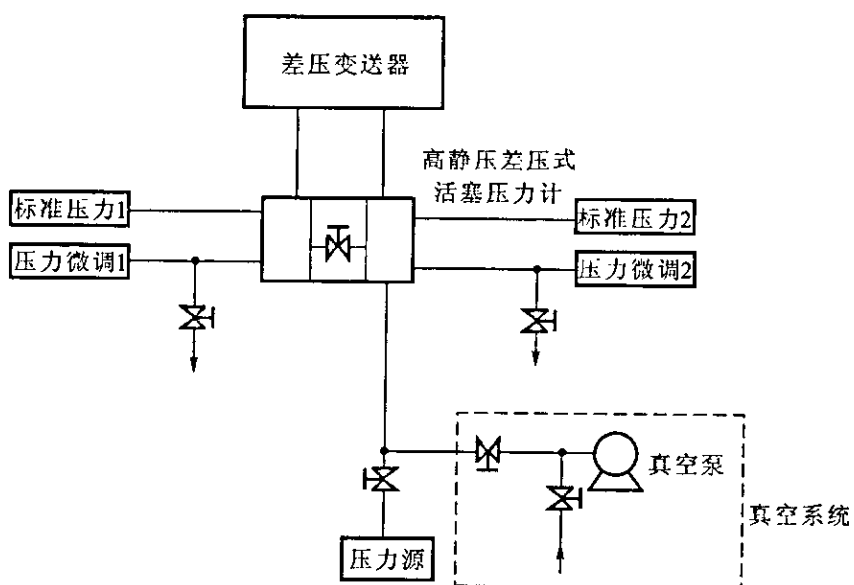


图 A-5 差压变送器输入部分的连接

附录 B

定型鉴定（或样机试验）试验项目和方法

定型鉴定（或样机试验）的试验按 GB/T 17614.1—1998《工业过程控制系统用变送器 第 1 部分：性能评定方法》的相关条款进行。根据压力变送器的特点应选择以下项目进行试验，技术指标应考虑变送器制造厂的技术规范。对有些试验项目因试验设备等原因需要简化程序时，应与制造厂协商，并在试验报告中予以说明。

B.1 外观

按本规程 5.1 的要求，用目力观测；有显示单元的变送器，在通电时检查显示功能。

B.2 密封性

按本规程 6.2.3.2 的方法进行。

B.3 测量误差

在本规程 6.2.1 的检定条件下按本规程 6.2.3.3 的检定方法进行。

B.4 端基一致性

端基一致性是指变送器输出的实际误差曲线与一直线在范围的上、下限值重合时，实际误差曲线（上行程和下行程读数的平均值）与该直线的最大偏差。

端基一致性的结果可以按如下方法得到：在测量误差试验的基础上画一直线，使其在测量范围上限值和下限值上与实际误差曲线相重合，计算上、下行程平均误差曲线与直线的最大偏差。

B.5 回差

按本规程 6.2.3.4 进行。

B.6 重复性

在本规程 6.2.1 的检定条件下按本规程 6.2.3.3 的检定方法进行三个循环的测量。在每一个测量点上计算相同行程的试验标准偏差。取最大值作为该仪表的重复性。

B.7 死区

试验是在测量范围的上限值、下限值和 50% 量程三个点上进行。缓慢增加或减少输入信号，直至观察到一个可察觉的输出变化，记录输入的增量。该增量即为死区。

B.8 静压影响（仅适用于差压变送器）

按本规程 6.2.3.5 进行。

B.9 环境温度影响

在制造厂规定的最高和最低工作环境温度下，测量变送器的输出下限值和量程的数值变化。如果工作环境温度范围包括下列温度，则还应在这些环境温度下进行测量，温度变化顺序为：20℃，40℃，55℃，最高温度，20℃，0℃，-10℃，-25℃，最低温度，20℃。试验应在高低温试验箱中进行，每一个试验温度的允许偏差为 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。在到达试验温度后应保持 1h~2h 使变送器各部分温度稳定，才可进行下限值和量程的测量。试验期间变送器不应作任何调整。气动变送器的气源温度应与变送器的试验温度相同。

B.10 湿度影响 (不适用气动压力变送器)

变送器在试验环境条件下放置 4h, 以输出量程 20% 的间隔进行一组参比测量。然后变送器应在大气压下, 温度 $40 \pm 2^\circ\text{C}$, 相对湿度 90%, 95% 的试验箱内至少保持 48h 的一个周期。变送器在上述周期的最后 4h 应通电, 并在该周期结束后立即以输出量程的 20% 的间隔进行测量。

变送器仍处于工作状态, 使温度在不少于 1h 内下降到 25°C 以下。试验箱保持关闭, 从而在这段时间内到达饱和。应确定并记录由于这一条件所引起的范围下限值和量程的最大变化。

试验结束以后, 应进行目测, 查看一下是否有跳火花痕迹, 冷凝水聚集, 元件损坏等。

在环境条件下再经过 24h 以后, 立即以上升和下降信号约量程的 20% 的间隔确定变送器的误差, 并与先前在环境条件下测得的误差作比较, 记录误差的变化值。

B.11 安装位置影响

应测量并记录从制造厂规定的位置倾斜 $\pm 10^\circ$ 所引起的范围下限值和量程的变化。对互成直角的两个平面的倾斜共进行 4 次测量。

B.12 倾跌

可按面倾跌的方法实施。程序如下。

变送器按其正常的使用位置放置在平整、坚硬的水泥或钢质的刚性平面上沿一底边倾斜, 使其对边与试验平面间的距离为 25, 50 或 100mm (其值由制造厂与用户商选择), 或者使变送器底部与试验平面的夹角为 30° , 从中选择一种要求较低的条件, 然后让其自由倾跌到试验平面上。

变送器的四个底边各经受一次倾跌。

本试验后, 检查变送器有无损坏。记录范围下限值和量程的任何变化。并应核实变送器能否重新调整到原先的性能。

B.13 振动影响

本试验的目的首先是测量在工作中可能遇到的机械振动所造成的下限值和量程的变化, 其次是保证变送器的强度能满足要求。

除制造厂另有规定外, 本试验根据下列规则进行。

1) 振动试验在变送器具有正常能源 (电源或气源) 和 50% 的输入时进行。

2) 变送器应按制造厂的安装说明书的规定安装在振动台上, 在三个互相垂直的轴线上承受正弦振动, 其中一个轴线为垂直方向。振动台、安装板和用来支撑变送器的安装架的刚度应该能使传递到变送器上的冲击损失减至最小。

本试验分成三个不同的阶段。

第一阶段: 寻找初始谐振

这一阶段的目的是调查变送器对振动的响应, 确定谐振频率, 并收集最后谐振寻找所需的数据, 如有必要, 还要收集谐振频率下的耐久性数据。

扫频期间, 应注意引起下列情况的频率。

a) 输出信号发生显著变化;

b) 机械谐振。

应记录出现这些影响的所有振幅和频率，以便与下面规定的在寻找最终谐振时发现的振幅和频率加以比较。

应按对数规律连续扫频，扫频速率约为每分钟 0.5 倍频程。评定变送器所用的频率范围应根据工作条件的类型和安装类别从表 B-1 中选取。

第二阶段：耐久性适应

变送器应在三个相互垂直的平面上各承受半小时的振动，其中一个平面为垂直方向。每一平面上的试验，应在初始谐振寻找期间产生最大机械谐振的频率上进行，如果没有找到谐振频率，那就在该工作条件和安装类型所规定的最大频率上进行。

表 B-1 工作条件的类型和安装类别与振幅的选取

安 装	振动频率 /Hz	峰振幅 /mm	峰加速度 / $m \cdot s^{-2}$
控制室（一般应用） 现 场（低振动级）	10 ~ 60	0.07	
	60 ~ 150		9.8
现 场（一般应用） 管 道（低振动级）	10 ~ 60	0.14	
	60 ~ 500		19.6
管 道（低振动级） 极端振动级	10 ~ 60	0.21	
	60 ~ 2000		29.4

注：恒定振幅和恒定加速度之间的交越频率通常为 60Hz。

第三阶段：寻找最终谐振

寻找最终谐振的方法及振动特性应与寻找初始谐振的方法相同，并用相同的频率范围和振幅或加速度。所得出的谐振频率和使输出产生显著变化的频率应与第一阶段得出的频率仔细对比。非弹性变形引起谐振频率的差异，可能导致机械结构的破裂。

最终检查：振动试验后，应检查变送器的机械状态是否良好。并在检定条件下测量变送器的输出误差，仍应符合要求。

B.14 过范围

本试验通过测量在最小和最大量程上过范围而引起的下限值和量程的变化来进行。

输入信号缓慢从范围下限值增加到制造厂规定的最大过范围值。

过范围 1min 后，输入信号下降至正常范围下限值。再经过 5min 后，测量变送器输出的下限值和量程。

如果变送器在两个方向上作过范围影响试验，如差压变送器的输入信号可能既低于范围下限值又高于范围上限值的变送器，就要进行上述试验。首先进行范围上限值以上过范围试验，然后进行范围下限值以下过范围试验，应记录在两个方向上作过范围后确定的范围下限值和量程。

对于某些型式的变送器，试验程序应与制造厂共同确定。

注：如果过范围产生显著的热效应，则施加过范围的持续时间应相继增加。

B.15 稳定性

B.15.1 始动漂移

本试验通过测量变送器接通能源（电源或气源）后的一段时间内产生的输出变化来进行。试验前，变送器应在大气环境条件下或制造厂提出的条件下放置 24h，但不能接能源。

给变送器施加一个 10% 的输入信号，接通能源，并在 5min、1h 和 4h 后记下输出值。然后断开变送器的能源，在大气环境条件下至少放置 24h 以后，以 90% 的输入信号重复试验。记录测量结果，以表明变送器的短时漂移特性。

B.15.2 长期漂移

变送器以一个相当于量程的 90% 的稳定输入信号工作 30d，每天测量输入和输出，通过对任何微小输入变化的计算来确定和修正输出漂移。必须注意，除了时间以外，由于周围环境条件引起的变化不要掩盖长期漂移的影响。在 30d 试验周期的前后应及时测量并记录范围下限值和量程。

B.15.3 加速工作寿命试验

由机械或电气—机械部件组成的变送器，应按正常工作状态连接，施加一个峰—峰幅值等于量程的一半，且中心处于范围上限值和下限值平均值的初始交变输入信号，其频率应该是不使增益降低到 0.8 以下。除非与制造厂另有协议外，变送器应承受 10^5 次测量循环。在试验前后应测量范围下限值、量程和量程中点的回差，并记录任何变化。

B.16 电源畸变影响（不适用气动压力变送器）

B.16.1 主电源变化

变送器在规定的负载电阻下，电源作下列组合变化（即交流电源的 9 组测量和直流电源的 3 组测量），测量由此引起的下限值和量程的变化如下。

电压：

- a) 标称值；
- b) +10%（或制造厂规定的较小极限值）；
- c) -15%（或制造厂规定的较小极限值）。

频率：

- a) 标称值；
- b) +2%、-10%（或制造厂规定的较小极限值）。

在低电压/低频率条件下，应进行一次检查，并在输入为范围上限值时，输出不限定于其范围上限值的情况下加以确定。

B.16.2 电源中断

本试验的目的是确定由规定电源切换到备用电源时，变送器的性能。输入应保持在量程的 50%。

直流电源应中断 5, 20, 100, 200, 500ms，交流电源应在交越点上中断 1, 5, 10, 25 周。

记录下列数值。

- a) 输出的最大正、负瞬时变化；
- b) 重新接通电后，输出达到其稳态值的 99% 所需的时间；
- c) 输出的任何永久变化。

如果切换发生在随机相位上，此试验应重复 10 次；如果切换发生在交越点上，只需进行三次试验。两次试验的间隔时间至少应等于试验持续时间的 10 倍。

B.16.3 电源低降

变送器的输出设定在范围上限值，电源电压降低到标称值的 75%，历时 5s。记录输出变化与瞬态的幅值和持续时间。

B.16.4 主电源瞬时过电压

尖峰电压应叠加在主电源上。峰值能量应为 0.1J，尖峰幅值为 100%、200% 和 500% 过电压（标称主电源均方根电压的百分数）。尖峰电压可以通过电容放电或利用能给出等效波形的任何装置产生。

电源线应采用适合的抑制滤波器保护，它至少应包含一个能承载线电源的 500 μ H 的扼流圈。

应施加与主电源峰值电压相同的每种幅值的两个脉冲，或者施加至少 10 个相对于主电源为随机相位的脉冲。应记录变送器输出上出现的任何瞬变或直流输出变化。

B.17 射频干扰影响（不适用气动压力变送器）

变送器以一个相当于量程的 90% 的稳定输入信号，然后按 GB/T 17626.3—1998 中的要求进行试验。选择的严酷度等级，一般为 2 级（频率 80MHz ~ 1GHz，电场强度 3V/m）。观察并记录射频干扰对输出的影响。

B.18 磁场干扰影响（不适用气动压力变送器）

本试验的目的是确定主电源频率的交变磁场对变送器输出的影响。

变送器应暴露在 400A/m（均方根）磁场中，磁场对准变送器的主要轴向。确定输出信号为量程的 10% 和 90% 时，磁场对直流电平和输出波纹含量的影响。本试验还应在磁场对准与第一个轴向相互垂直的另外两个轴向上重复进行。

注：在一个直径为 1m，承载 5A 电流，80 匝的环形线圈的中心或附近可获得近似 400A/m 的磁场。

B.19 输出开路 and 短路影响（不适用气动压力变送器）

依次将每个电输出连接中断 5min，记录跨接输出端子的稳态电压值及达到这些值的时间，并应在电输出端一起短路时进行类似的试验后，检查变送器的输出曲线是否产生任何永久性变化或损坏。

B.20 输出负载影响

B.20.1 电动变送器输出负载

本试验通过测量负载电阻从制造厂规定的最小值到最大值而引起的范围下限值和量程的变化来进行。输出变化用输出量程的百分数表示。

B.20.2 气动变送器输出负载

本试验应在输入设定在量程的 10%、50% 和 90% 的情况下进行。首先改变从变送器输出接头排出的空气流量，测量每个输气量下的输出压力。然后改变充入变送器输出

接头的空气流量，再测量每个排气量下的输出压力。最后根据上述试验结果计算下列数值。

- a) 最大输气量 (20kPa 输出);
- b) 最大排气量 (100kPa 输出);
- c) 输气量从 $0.2\text{m}^3/\text{h}$ 变为 $0.4\text{m}^3/\text{h}$ 时 (在标准条件下), 输出压力的变化;
- d) 排气量从 $0.2\text{m}^3/\text{h}$ 变为 $0.4\text{m}^3/\text{h}$ 时 (在标准条件下), 输出压力的变化。

整个试验期间, 气源压力应保持在标称值上。

流量特性的突变称为“输出继动死区”, 此突变的阶跃高度应以输出量程的百分数表示。还应记录相应的空气流量 (输气或排气)。

B.21 气源变化影响 (仅适用气动压力变送器)

气源压力在标称值变化 $\pm 10\%$ 时, 记录变送器上限值的变化。

B.22 阶跃响应

应按下述规定将一系列阶跃变化施加到变送器的输入上, 阶跃输入的上升时间应相对小于变送器的响应时间。记录下述的时间。

- a) 施加相当于输出量程 80% 的阶跃信号, 从 10% 到 90%, 然后从 90% 到 10%;
- b) 施加相当于输出量程 10% 的阶跃信号, 按下列顺序上升和下降: 5% ~ 15%、45% ~ 55%、85% ~ 95%。

对每一种试验条件, 应测量出到达并保持其稳态值在量程的 1% 以内的时间。

如果有时滞和过冲, 应列入报告。

注: 如果是指数响应, 也可以使用相当于输入阶跃的 63% 和 95% 的时间。

B.23 频率响应

当施加到输入上的正弦信号的峰 - 峰幅值保持一个相当低的值 (不超过量程的 20%) 时, 应足以允许进行有效测量。输入信号的频率应从一个足够低的接近于零频条件的初始值 (不超过 0.005Hz), 以增量方式增加到一个较高的频率, 在此频率下, 输出约衰减到其初始幅值的一半。

在每一频率阶跃上至少应记录一个完整的输入和输出循环。

将这些试验的结果在对数坐标上画出。

- a) 幅频特性。相对于零频增益的增益对频率的曲线;
- b) 相频特性。输入与输出间的相位滞后对频率的曲线。

B.24 绝缘电阻 (不适用气动压力变送器)

按本规程 6.2.3.6 进行。

B.25 绝缘强度 (不适用气动压力变送器)

按本规程 6.2.3.7 进行。

附录 D

不确定度分析实例

规程中要求检定用标准器,包括整个检定设备在检定过程中引入的扩展不确定度 U_{95} 应不超过被检压力变送器最大允许误差绝对值的 1/4。现以检定压力变送器为例,首先进行测量不确定度的分析,并由此进一步分析标准器选择的符合性。

D.1 被检压力变送器的规格

测量范围: 0MPa ~ 2.5MPa

准确度等级: 0.2 级

输出电流: 4mA ~ 20mA

D.2 测量误差的数学模型和灵敏系数

压力变送器测量误差的数学模型为

$$\Delta I = I - \left(\frac{I_m}{p_m} \cdot p + I_0 \right)$$

式中: ΔI ——压力变送器的输出误差, mA;

I ——压力变送器输出电流值, mA;

I_m ——压力变送器输出量程, mA;

p ——压力变送器输入压力值, Pa;

p_m ——压力变送器输入量程, Pa;

I_0 ——压力变送器输出起始值, mA。

输入压力对压力变送器输出误差的灵敏系数为

$$c_1 = \frac{\partial \Delta I}{\partial p} = - \frac{I_m}{p_m} = - \frac{16}{2.5} = -6.4 \text{ mA/MPa}$$

输出电流对变送器输出误差的灵敏系数为

$$c_2 = \frac{\partial \Delta I}{\partial I} = 1$$

D.3 测量的环境

环境温度: 22℃

相对湿度: 65% RH

D.4 选用的标准器

D.4.1 标准压力发生器

标准压力发生器的输出范围为 0MPa ~ 3MPa, 最大允许误差为 $\pm 0.02\% FS$ 。使用时, 环境温度超过 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 时的温度影响为 $\pm 0.001\% FS/^\circ\text{C}$ 。

D.4.2 直流电流表

直流电流表的最大允许误差为 $\pm (0.02\% \text{ 读数} + 1\mu\text{A})$ 。使用时, 环境温度超过 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 时温度影响为 $\pm 1.2\mu\text{A}/^\circ\text{C}$ 。

D.5 测量不确定度来源

D.5.1 输入量 p 的标准不确定度

p 的标准不确定度的主要来源是标准压力发生器。环境温度影响可忽略。
标准压力发生器的最大误差不超过 $\pm 0.6\text{kPa}$ 。

按均匀分布估计, 则

$$u(p) = u(p_1) = \frac{0.6}{\sqrt{3}} = 0.35\text{kPa}$$

$u(p_1)$ 的相对标准不确定度估计 95%, 则自由度 $\nu_1 = 200$ 。

D.5.2 输入量 I 的标准不确定度

I 的标准不确定度的主要来源是直流电流表的示值误差和测量重复性。环境温度影响可忽略。

a) 直流电流表的示值误差不超过 $\pm 5\mu\text{A}$ 。

按均匀分布估计, 则

$$u(I_1) = \frac{5}{\sqrt{3}} = 2.89\mu\text{A}$$

$u(I_1)$ 的相对标准不确定度估计 95%, 则自由度 $\nu_{21} = 200$ 。

b) 测量重复性。

对压力变送器进行三个循环的测量, 在输入相同的压力下, 输出电流值不尽相同, 取平均值作为测量结果。则标准不确定度 (A 类) 可以用试验标准偏差来评估。

按规程要求, 测量点应不少于 6 个。每个测量点均有 6 个读数, 由此计算出试验标准偏差, 取最大值。本例中 $s = 4\mu\text{A}$ 。

$$u(I_2) = \frac{s}{\sqrt{6}} = 1.63\mu\text{A}$$

自由度 $\nu_{22} = 5$ 。

由于 $u(I_1)$ 和 $u(I_2)$ 相互独立, 因此

$$u(I) = \sqrt{u^2(I_1) + u^2(I_2)} = 3.32\mu\text{A}$$

自由度 $\nu_2 = 69$ 。

将上述不确定度列于表 D-1。

表 D-1 不确定度汇总

i	x_i	a_i	k_i	$u(x_i)$	$ c_i $	$u_i(\gamma)$	ν_i
1	输入量 p 的标准不确定度分量			0.35kPa	6.4 $\mu\text{A}/\text{kPa}$	2.24 μA	200
1.1	标准压力发生器	0.6kPa	$\sqrt{3}$	0.35kPa			
2	输入量 I 的标准不确定度分量			3.32 μA	1	3.32 μA	69
2.1	直流电流表	5 μA	$\sqrt{3}$	2.89 μA		2.89 μA	200
2.2	测量重复性	-	-	1.63 μA		1.63 μA	5

表 D-1 (续)

表中： i ——不确定度来源序号；
 x_i ——不确定度来源；
 a_i —— x_i 的误差分散区间半宽或误差限；
 k_i ——包含因子；
 $u(x_i)$ ——标准不确定度；
 c_i ——灵敏系数；
 $u_i(y)$ ——变送器输出的标准不确定度分量，为 $c_i u(x_i)$ ；
 ν_i ——自由度。

D.6 合成标准不确定度

由于 $u(p)$ 和 $u(I)$ 彼此间相互独立，因此合成标准不确定度 $u_c(\Delta I)$ 及有效自由度 ν_{eff} 分别为

$$u_c(\Delta I) = \sqrt{u^2(p) + u^2(I)} = 4.00 \mu\text{A}$$

$$\nu_{\text{eff}} = \frac{u_c^4(\Delta I)}{\frac{u^4(p)}{\nu_1} + \frac{u^4(I)}{\nu_2}} = 136$$

ν_{eff} 取整为 100。

D.7 扩展不确定度

合成标准不确定度接近正态分布。按置信概率 95% 估计，包含因子可以查 t 分布得到 $k_{95} = t_{95}(\nu_{\text{eff}}) = 1.98$ 。

扩展不确定度由下列计算获得。

$$U_{95} = k_{95} u_c(\Delta I) = 1.98 \times 4.00 = 7.9 \mu\text{A}$$

D.8 标准器选择和符合性

从表 D-1 可以看出，由标准器带来的合成标准不确定度（不包括压力变送器测量的重复性） $u_c(\Delta I)$ 为 $3.66 \mu\text{A}$ ，自由度 376，取整为 100。合成标准不确定度 $u_c(\Delta I)$ 接近正态分布，同样可以查 t 分布得到 $k_{95} = 1.98$ 。因此，检定时由标准器带来的扩展不确定度为

$$U_{95} = 1.98 u_c(\Delta I) = 7.2 \mu\text{A}$$

被检压力变送器的允许误差为 $\pm 32 \mu\text{A}$ 。规程中要求检定用标准及配套设备在检定中引入的扩展不确定度 U_{95} 应不超过被检压力变送器允许误差绝对值的 1/4，即 $8 \mu\text{A}$ 。本例的 U_{95} 为 $7.2 \mu\text{A}$ ，因此标准器的选择符合规程要求。

附录 E

检定证书、检定结果通知书（内页）格式

E.1 检定证书（内页）格式

1 型号规格

测量范围：

输出范围：

2 检定环境

温 度： ℃

相对湿度： %RH

3 检定地点

4 检定结果

检定项目	允许误差	结论 (或实际最大误差)
外观		
密封性		
绝缘电阻		
绝缘强度		
测量误差		
回差		
静压影响		

E.2 检定结果通知书（内页）格式

格式同上，另要求指出不合格项。

中华人民共和国
国家计量检定规程

压力变送器

JJG 882—2004

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

E-mail jifxb@263.net.cn

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

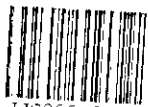
版权所有 不得翻印

*

880 mm × 1230 mm 16开本 印张 1.75 字数 30千字

2004年11月第1版 2004年11月第1次印刷

印数 1—2 000



JJG882-2004