

差压变送器的计量问题研究

郑显锋¹ 张建斌¹ 郑颖² 常莹¹ 黄建明¹ 汪啸¹

(1. 西安航天计量测试研究所 西安 710100; 2. 西安航空学院 西安 710065)

摘要:随着科研生产中差压变送器准确度等级越来越高,量程范围越来越小,现行 JJG882-2004《压力变送器检定规程》已不能很好的解决差压变送器计量与使用中量值传递的相关问题,对径向角度引起的差压变送器的零位输出问题进行研究,研究结果显示径向角度对差压变送器的输出影响比较严重,微小的径向角度都可能造成测量误差超出最大允许误差的情况。针对以上引入的误差的情况进行分析,从技术角度保证差压变送器的正确使用和计量,保证量值传递的准确可靠。

关键词:差压变送器;计量;误差;调修;角度

中图分类号: TN0 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 410.55

Research on the measurement of differential pressure transmitter

Zheng Xianfeng¹ Zhang Jianbin¹ Zheng Ying² Chang Ying¹ Huang Jianming¹ Wang Xiao¹

(1. Measuring and Testing Institute Under Xi'an Aerospace Corporation, Xi'an 710100, China;

2. Xi'an Aeronautical University, Xi'an 710165, China)

Abstract: In scientific research and production, the accuracy of the differential pressure transmitter is higher and higher, range is smaller and smaller, the current verification regulation of JJG882-2004 "Verification regulation of pressure transmitter" has not been able to solve the dissemination of value of quantity in the measurement and use of the differential pressure transmitter. The zero output problem of differential pressure transmitter caused by radial Angle is studied. The results showed that the radial Angle serious impact on the output of the differential pressure transmitter. Small radial Angle may cause measuring error exceed the maximum permissible error. In view of the introduction of error is analyzed, ensure the correct use and measurement of differential pressure transducer by a technical point, ensure the dissemination of accurate and reliable.

Keywords: differential pressure transmitter; measurement; error; repair; angle

1 引言

在差压变送器的计量和使用过程中,很多现实问题在现行的 JJG882-2004《压力变送器检定规程》(以下简称《规程》)中是没有涉及的^[1-2]。如高精度、小量程范围的差压变送器,零位输出如何确定。本文以使用最为广泛的二线制差压变送器为例,对零位输出的问题进行分析研究^[2-5]。

2 差压变送器的原理

二线制差压变送器(以下简称变送器)主要由感压单元、信号处理与转换单元以及显示单元(有些不包含)组成,如图1所示。其供电电压为包含有 24 V DC 的一个直

流电压范围,在使用和计量过程中都默认为 24 V DC 供电,其输出信号为 4~20 mA。

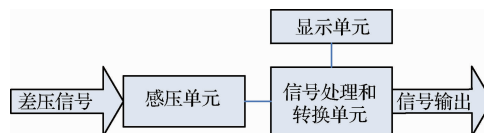


图1 二线制差压变送器组成示意图

变送器的信号输出连接方式如图2所示,在计量过程中有时会用过程仪表校验器替代电源、直流电流表部分。

变送器的输入部分连接如图3所示,计量过程中往往会将压力1选择直接通大气。使用过程中只有压力1、压力2,没有压力源部分。

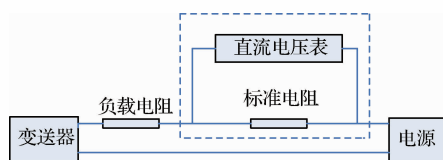


图2 变送器信号输出连接示意图

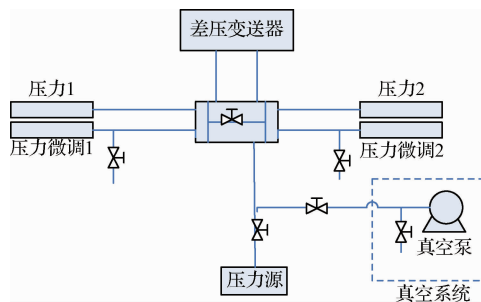


图3 差压变送器输入连接示意图

3 差压变送器的计量

根据《规程》要求,在规定的条件下逐项完成外观检查、密封性检查、绝缘电阻、绝缘强度、基本误差、回程误差、静压影响的计量检定项目,密封性和绝缘强度仅在首次检定中进行,后续检定可以不做。静压影响也是在首次检定中进行,后续检定在必要时进行^[1,6]。

简单介绍变送器计量过程中的几个容易出错的方面。

1) 检定点的选择: 检定点的选择应按量程基本均匀分布,一般应包含上限值、下限值(或其附近输入量程10%以内),不少于5个点。准确度等级优于0.1级的变送器应不少于9个点。

2) 每个检定的标准输出值 A_i 的确定,如式(1)所示:

$$A_i = 4 + \frac{P_i - P_0}{P_{\text{MAX}} - P_C} (2D - 4) \quad (1)$$

式中: P_i 为第 i 个检定点的压力值,单位 Pa/kPa/MPa; P_0 为下限点的压力值,单位 Pa/kPa/MPa; P_{MAX} 为上限点的压力值,单位 Pa/kPa/MPa。

4 差压变送器计量中的问题研究^[7-8]

在日常计量中,发现变送器在计量中还存在一些《规程》中未涉及到,但是对计量和科研生产却存在较大影响的问题,如变送器零位输出受安装角度影响的问题。

在实验室计量过程中,尤其是高精度、小量程(尤其是微压范围)的变送器计量过程中,零位输出如何确定,这类现象就容易出现。

以某品牌某型号的变送器为例进行说明^[9]。被选择的变送器的稳定性和重复性都很好,环境因素不发生变化(主要是安装角度)的情况下,6 h 内输出飘移小于 0.001 mA,回程误差及重复性误差都小于 0.002 mA。其准确度等级为 0.075%,测量范围 0~100 kPa,供电电压 24 V DC,输

出 4~20 mA,输出最大允许误差为 $\pm 0.012 \text{ mA}^{[10]}$ 。将变送器的 H 端安装在压力源上,检定介质为空气,L 端通大气,当压力源压力为 0 时,变送器标准值调整为零,标准输出调整为 4.000 mA。安装变送器的位置由于外力影响发生了微小角度的径向偏转,瞬间输出就发生了很大的变化(甚至出现超差),而且想再找回 4.000 mA 输出的位置就比较难了。

为了验证变送器的位置变化对变送器输出的影响。就以此变送器为实验样本做了以下几组实验^[11-12],实验地点:力学实验室,环境温度:20℃,实验中 6 h 内温度变化不大于 1℃,相对湿度 57% RH,压力源:5~250 kPa,0.02 级活塞式压力计 1 台,3 等水平仪 1 只。实验中使用水平仪对安装位置径向水平进行测量,横向保持不变。

实验一对实验样本安装(用水平仪保证水平)在标准压力源上,使用 HART 手操器进行零点和满量程的调整后,分别进行两次测量(间隔 1 h)。测量结果如表 1 所示。

表1 实验一测量数据

标准压力值 /kPa	理论输出值 /mA	实际输出值/mA			
		第1次测量		第2次测量	
		上行程	下行程	上行程	下行程
0	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
20	7.200	7.201	7.201	7.201	7.201
40	10.400	10.402	10.402	10.402	10.402
60	13.600	13.601	13.601	13.601	13.601
80	16.800	16.800	16.801	16.801	16.801
100	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000

实验二在实验一第 2 次测量完之后,在 L 端所在的仪表与支撑物接触面之间加入一张 A4 纸(用水平仪测量,仍然保持水平位置),分别进行两次测量(两次间隔 1 h)。测量结果如表 2 所示^[12-13]。

表2 实验二测量数据

标准压力值 /kPa	理论输出值 /mA	实际输出值/mA			
		第1次测量		第2次测量	
		上行程	下行程	上行程	下行程
0	4.000	4.002	4.002	4.002	4.002
20	7.200	7.202	7.203	7.203	7.203
40	10.400	10.403	10.403	10.403	10.403
60	13.600	13.603	13.603	13.603	13.603
80	16.800	16.802	16.802	16.802	16.803
100	20.000	20.001	20.001	20.001	20.001

实验三在实验二第 2 次测量完成之后,去掉 L 端加入的 A4 纸,在 H 端所在的仪表与支撑物接触面之间加入一张 A4 纸(用水平仪测量,仍然保持水平位置),分别进行

两次测量(间隔1 h)。测量结果如表3所示。

表3 实验三测量数据

检定点 标准压力值 /kPa	理论输出值 /mA	实际输出值/mA			
		第1次测量		第2次测量	
		上行程	下行程	上行程	下行程
0	4.000	3.998	3.998	3.998	3.998
20	7.200	7.199	7.199	7.199	7.199
40	10.400	10.399	10.399	10.399	10.399
60	13.600	13.599	13.599	13.599	13.599
80	16.800	16.798	16.799	16.798	16.799
100	20.000	19.998	19.998	19.998	19.998

综合上述3组实验的测量数据,可以明确得到结论:此类差压变送器零位输出受安装角度影响很大,3组实验的测量数据都基于此变送器水平位置安装(水平仪的误差范围内),测量得到的。但同一测量点的测量数据的最大差值达到了0.004 mA,而其最大允许误差为 ± 0.012 mA,6 h内输出飘移小于0.001 mA。因此引入的误差对计量和科研生产的影响就可想而知了。

5 差压变送器的正确计量与使用

在日常计量工作中,经常会出现这样的问题,将变送器水平安装在压力源上,压力源压力为0时,变送器零位输出严重超差,将变送器径向微调一个角度,变送器输出值恢复正常,这种状态下,完成整个计量检定过程,检定结果为合格。为了保证变送器的正确使用,作为计量人员,这一情况应及时与变送器的用户进行沟通。一般有两种情况:

1)跟用户沟通后,确定用户使用位置是活动的,且用户不要求对变送器的输出进行调整,微调径向安装角度,保证零位输出正常,完成计量检定,应在检定证书中体现水平位置零点输出值,给出备注,使用中安装完成后,对零点进行测量,保证零点输出在某点的某一允许误差范围内才能正常使用。

2)跟用户沟通后,确定用户可以保证水平安装,对变送器在水平状态下进行零点和满量程的调整,完成计量检定,需要在检定证书中体现水平位置未调整之前零点的输出值,给出备注,此变送器使用中安装使用,必须保证径向水平,保证零点输出值在某一允许误差范围内才能正常使用。

6 结论

由于差压变送器的计量和使用中存在零位输出受安装角度影响的问题,现有《规程》中没有明确规定,对计量

和使用都存在一些误读和误导。所以有必要对差压变送器单独设立检定规程,或设立对应的技术规范对现有规程进行补充,对差压变送器安装的径向角度做出相应规定,保证差压变送器计量量值传递准确可靠,为科研生产保驾护航。

参考文献

- [1] 全国压力计量技术委员会. JJG882-2004《压力变送器检定规程》[S]. 北京:中国计量出版社,2004:1-10.
- [2] 许富景,马铁华,李新娥. 压力传感器加速度效应的系统辨识与建模研究[J]. 仪器仪表学报,2015,36(6):1236-1243.
- [3] 张鉴,戚昊琛,杨文华,等. 一种用于胎压监测的MEMS压力传感器设计[J]. 电子测量与仪器学报,2015,29(10):1424-1430.
- [4] 沈竞,吴舒辞,吴谨绎. 振弦式传感器压力测量系统的优化设计[J]. 电子测量技术,2014,37(11):80-85.
- [5] 王昊,陈仁文. 基于SP37和MSP430的汽车轮胎压力监测系统的设计[J]. 国外电子测量技术,2014,33(10):67-71.
- [6] 易杰. 《压力变送器检定规程》的探讨[J]. 上海计量测试,2012,3(299):67-71.
- [7] 司德鹏. 压力变送器检定,使用中的问题及解决方法[J]. 检定,使用与调修,2010,44(11):109-110.
- [8] 石紫峰,高彬. 压力变送器检定,使用中的问题及解决方法[J]. 广西轻工业,2011,147(2):49-56.
- [9] 李森斌. 压力传感器、变送器最大测试/校准系统的研制[D]. 成都:电子科技大学,2008:1-47.
- [10] 国防科工委科技与质量司. 力学计量(上)[M]. 北京:原子能出版社,2002:434-446.
- [11] 袁南香. SBCC/SBYC电容式差压/压力变送器检定过程中的调修技巧[J]. 计量与测试技术,2008,35(3):56-58.
- [12] 裴全斌,乔实,陈福权,等. 对天然气站场用压力变送器不同检定方法的分析比较[J]. 计量与测试技术,2011,38(6):54-58.
- [13] 戴春丽. 压力变送器自动检定系统的开发. [J]. 计量测试与检定,2015,25(3):38-40.

作者简介

郑显锋,1985年出生,工学硕士,工程师,主要研究方向为液体火箭发动机计量保障、力学计量检测。
E-mail:wjxfzheng@163.com