

多种流量计小信号切除的针对性及合理切除值确定

纪波峰 上海同欣自动化仪表有限公司 (200070)

摘要: 大多数流量计都存在零点漂移,有的产生“无中生有”现象,借助智能化仪表的小信号切除功能,掩盖了零漂的缺陷。涡街流量计虽然不存在零漂的现象,但仍然需要小信号切除来消除虚假信号的干扰。在用于贸易交接的流量仪表中,小信号切除显得更为重要,既要保证流量为 0 时稳定指示零点,又要使被切除的流量最小,以体现计量的公平公正。各种流量计的小信号切除的意义不尽相同,合理确定切除值需要由流量计的特点来决定。

关键词: 流量计 小信号切除 零漂 准确度 量程比

0. 引言

智能化流量计已经在各行各业得到应用,它不仅使测量准确度大大提高,而且提供了友好的人机界面和各类输出模式,这是传统非智能化流量计所不可比拟的。其中小信号切除是智能化所做的贡献之一。

对小信号切除的重要性,我们从一个案例说起。上海张江某热力公司对张江科技园区内各用户供蒸汽,其中某家企业设计用汽量较大,蒸汽管道通径 DN200,选用了横河 DY150 涡街流量计,测量范围 0-20t/h。工厂在淡季时用汽量减小,流量计经常指示 0。热力公司员工反映当时虽然流量示值为 0,但蒸汽还在使用,从温度、压力值看,蒸汽保持微过热状态。

对流量计检查后发现,该流量计确实有涡街脉冲信号产生,但是被小信号切除了,切除点设置在 1.12t/h。经热力公司同意后,将小信号切除值减小到 560kg/h,之后流量计显示流量为 800kg/h。

从这个案例可以看出,小信号切除在过程控制和贸易交接的计量中都有重要意义,提高了流量计应用水平,不仅体现了计量的公平、公正,也为供方挽回了损失。

1. 差压流量计的小信号切除

差压流量计是历史最悠久、应用最广泛的一种流量计,它具有结构简单、性能可靠、测量对象范围广、造价低等特点,而且已经实现了标准化^[1],即只要按照标准设计、制造、检验、安装和使用,无需实流标定就可得到规定的准确度。

但是它的缺点也很明显,就是量程比窄,小流量时测量准确度下降^[2],这是由差压式流量计的流量方程式决定的^[1],如式(1)所示:

$$q_m = \frac{C}{\sqrt{1-\beta^4}} \cdot \varepsilon_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \sqrt{2\Delta p \cdot \rho_1} \quad (1)$$

式中 q_m —— 质量流量, kg/s;

C —— 流出系数;

β —— 直径比, $\beta = d/D$;

- D —— 管道内径, m;
- ε_1 —— 节流件正端取压口平面上的可膨胀性系数;
- d —— 工作条件下节流件的开孔直径, m;
- Δp —— 差压, Pa;
- ρ_1 —— 节流件正端取压口平面上的流体密度, kg/m^3 。

差压式流量计中,小信号切除尤为重要,是因为 $q_m = k\sqrt{\Delta p}$ 曲线接近零点处,曲线斜率为无穷大。

ΔP 由差压变送器测量得到。早期的差压变送器准确度只有 0.5%FS,当流量为 10%FS 时,差压值为 1%FS。由 0.5%准确度等级的变送器,从引用误差换算到示值误差,最大达到测量值的 50%,这样的测量准确度就不能令人满意了。差压变送器另一个误差源是零漂,对 0.5 级准确度的差压变送器来讲,零点漂移 0.5%,所对应的流量为 7.1%FS。所以当时流量计制造商推荐的小信号切除值为差压上限的 1%,对应的流量为流量上限的 10%。

随着仪表制造技术的进步,现在的差压变送器的测量准确度已经达到 0.04%FS。差压流量计采用一体化结构后,差压信号传递失真也可忽略。

对由单台差压变送器构成的差压流量计,小信号切除值可降低到 3% q_{max} ,对高低量程两台差压变送器组成的双量程差压式流量计,小信号切除值可降低到 1% q_{max} [3]。

图 1 所示是一个因小信号切除点设置不当引起总表示值与分表示值之和不符的例子。

山东淄博有一石化企业所属热电厂,对三个小用户供汽,来自蒸汽总管的一根 DN100 管道上,装有一套孔板流量计,三路分管上均装有涡街流量计。

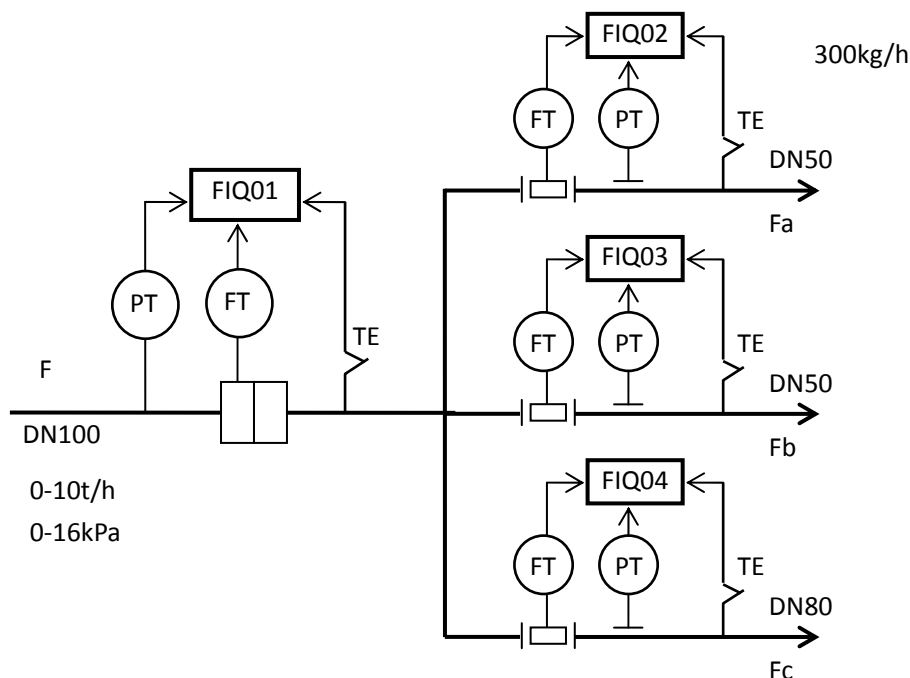


图 1 蒸汽计量系统图

据对口工程师介绍,分表有流量显示,而总表流量示值却为 0。笔者察看了现场,认为四套流量计安装合理。同时发现三套分表中的两套为停用状态,在用的一套 Fa 指示 300kg/h 流量,而总表流量示值为 0。经进一步调查,得知总表流量测量范围为 0-10t/h,差压上限 $\Delta p_{\text{max}}=16\text{kPa}$,小信号切除值为 100Pa,经计算知,小信号切除值对应的流量为 7.9% q_{max} ,约为 790kg/h。所以 300kg/h 的流量被总表切掉了。

后来笔者建议他们将小流量切除值修改到 $2\% q_{\text{max}}$, 对应 6.4Pa , 但是由于这付孔板的差压上限取得太低, 有可能按此切除值设置后, 会出现“无中生有”的情况, 所以孔板的设计也存在欠合理之处。

2. 涡街流量计的小信号切除

涡街流量计从原理上讲不存在零点漂移, 因为当流速为 0 或者 $Re_d < 5000$ 时, 旋涡发生体后不产生旋涡。然而, 虽然没有旋涡产生, 干扰却会进入脉冲信号放大器中, 如管道振动产生的干扰、射频干扰、电路中电源的纹波干扰等, 由于信号放大器是变增益放大, 输入信号幅度越小, 放大的增益越大^[4], 所以干扰信号就放大了成了流量信号。这些虚假信号就必须用小信号切除的方法来消除, 以保证稳定指示零点。

涡街流量计小信号切除有两种方法。

第一种方法是设置触发电平调整 (TLA)。流体流过旋涡发生体产生的涡街信号被检测器检测到, 其中包含有管道等振动产生的噪声信号, 这些噪声信号在流量为 0 时产生“无中生有”的现象。这时可设置一个触发电平, 当旋涡产生的电平或噪声电平低于设定值时, 即认为没有流量, 不输出流量信号。如果管道振动等原因, 在流量为 0 仍有输出信号时, 可增大 TLA 的设定值, 来消除干扰信号。这种方法实际操作难度大, 对普通用户并不推荐使用。

第二种方法是按某一流量的门限值设定切除点, 低于该门限值的流量都予以切除。引言中的案例就是这个方法, 原来的小信号切除值是出厂前设定的, 该值是流量计制造商承诺的最小可测流量。其实, 如果涡街流量传感器安装现场无明显振动, 小流量切除值可以设得更小, 最小切除点可设定为出厂设定值的一半。所以切除值改小后, 大于这个值的流量就显示出来了。

3. 电磁流量计的小信号切除

电磁流量计具有较高的测量准确度, 所以其零漂虽小, 却也能指示出来。其零漂产生的原因有以下几个^[5] :

- 1) 电极表面被粘附了一层绝缘物质;
- 2) 流体的电导率有明显变化;
- 3) 受到外界干扰;
- 4) 电极送出的毫伏信号, 在放大和转换过程中出现零漂;
- 5) 流量测量管上下游某一段管内未充满液体, 而管道压力有波动, 使得平均流量为 0, 而流经电极的轴向流速却有一定幅度的摆动。这种摆动幅值虽然很小, 但由于电磁流量计准确度高, 仍能观察到。

上海世博园场馆内安装了不少能量计, 由电磁流量计和温度传感器组成, 测量为场馆提供的热量或冷量。在春秋季节供热或供冷的淡季时, 热水或冷冻水的流量非常小, 经常会指示 0。场馆的运营商感到很为难, 因为不少场馆的能量计指示为 0, 但总表却还指示一个可观的数值。实际上, 热水 (冷冻水) 还在流动, 只是进入了小信号切除区。电磁流量计的测量准确度较高, 其小信号切除点一般在 $2\%FS$ 。场馆运营商希望流量小时也能稳定指示, 于是将电磁流量计的小信号切除值降到 $0.5\%FS$, 流量又能稳定指示了。

4. 流量小信号切除的意义和切除值的确定

流量计小信号切除的目的，主要是克服仪表零漂造成的“无中生有”的现象，二是提高系统流量测量精度、符合满足流量计制造商承诺的准确度。

几乎所有类型的流量计都存在零漂的问题，有的大的有的小，但从测量技术上讲都无法克服。比如科氏力质量流量计，准确度极高，经常作为标准器使用，但零漂的问题始终无法克服。

流量计都有承诺的测量准确度，但这个准确度其实只在一定流量范围内能保证，即量程比范围^[6]，当流量低于量程比的下限时，准确度会降低^[2]。

以上两个缺陷用小信号切除的方法可以得到解决。

那么小信号切除值该用多少才合适呢？从小信号切除的目的看，它具有两面性，一方面掩盖了流量计零漂，另一方面又使一部分有用信号被切除了。从本文的三个案例可以看出，仪表的使用方在确保不出现“无中生有”的前提下，总是尽量降低小信号的切除点。

5. 结束语

(1) 流量计小信号切除是仪表制造商的重要技术手段，解决了仪表自身的零漂缺陷所造成的问题。

(2) 各种流量计小信号切除的意义略有不同。

(3) 小信号切除值的确定是把双刃剑，为保证计量的公平公正，应合理确定切除值。

(4) 要使流量计小信号切除值合理，工程上要从参数变化，不同种类流量仪表的特性综合考虑。

参考文献

1. 上海工业自动化仪表研究所. GB/T 2624-2006 用安装在圆形截面管道中的差压装置测量满管流体流量[S]. 北京：中国标准出版社，2007.
2. 纪波峰、纪纲. 一体化标准差压流量计不确定度估算实例[J]. 仪表世界，2015，(12)：31-33.
3. 陈勇、马璐文、陈新亮等. 双量程孔板流量计不确定度及量程比[J]. 石油化工自动化，2013,49(5)：52-56.
4. 姜仲霞，姜川涛，刘桂芳. 涡街流量计[M]. 北京：中国石化出版社，2006：80.
5. 刘政利，纪纲. 流量计小信号切除的最优化[J]. 自动化仪表，2007, 28(10)：51-54.
6. 张宝良，纪波峰，纪纲. 基于 HART 总线的双量程差压流量计[J]. 自动化仪表，2016, 37(8): 93-95