

影响水流量标准装置性能的关键问题研究

张四化 罗家兴

(宁波华旭流量设备有限公司, 浙江宁波, 315202)

摘要: 流量计量是计量科学技术的重要组成部分, 流量的准确测量对提高产品的质量与产量, 保障生产安全, 改进操作工艺, 改善生产条件及科学实验等方面具有重要意义。本文针对影响水流量标准装置性能的关键问题进行研究。

关键词: 水流量标准装置; 性能; 关键问题

1. 流量不稳定性的影响

装置在检定速度式流量计的过程中, 用一段时间之内的平均流量值来表示瞬时流量值, 这样做的前提是装置流量绝对稳定, 随时间不发生变化, 而这一点在实际中是很难做到的, 流量的稳定性会受到各种因素的影响。

离心泵是水流量标准装置的动力源, 也是造成装置流量不稳定的主要原因。离心泵在工作过程中产生的压力不是静态的, 而是随时间变化的, 表现为有规律的周期脉动和混有周期信号的随机脉动两种形式。随机脉动一般认为由叶片转动造成的流动紊乱和汽蚀引起, 频率接近于白噪声。周期性脉动又分为轴频及其倍频脉动和叶频及其倍频脉动两种。离心泵压力脉动幅度与其工作状态有关, 在离心泵工作曲线的最高效率点附近, 随机脉动达最小值, 压力脉动以叶频倍频脉动为主, 水泵出口处压力脉动可以看作是以叶频脉动为周期的周期性脉动, 在最高效率点之后, 随流量的增大, 各类压力脉动值都相应增大。此外, 离心泵电机电源压力不稳定引起离心泵转速变化、叶片泵端面磨损及密封件处液体漏失等因素也会造成压力波动, 使流量不稳定。除离心泵之外, 储水箱的水面高度随检定过程的进行会发生变化, 安装在管道上的阀门等流动阻力件会造成流动的紊乱, 阀门快速开关动作引起的水击和气穴等也会引起流量的波动。检定过程中装置流量随时间变化的程度用稳定性(稳定度)来表示。目前, 稳定性不作为装置的考核指标, 但流量计的检定规程中对准确度和重复性都做了相应规定。流量计的重复性表示在一定条件下对同一被测量进行多次测量所得结果的一致程度。如果装置的稳定性没有量化的要求, 那么流量计的重复性要求是很难得到满足的。流量计的准确度表示其测量结果与被测量真值之间的接近程度, 有的装置或者自身的稳定性和准确性相差很大, 或者与其它装置准确度一致但稳定性相差很大, 作为流量的传递标准, 这些差异会引起流量量值的不统一。因此, 应该对装置流量的稳定性有所要求。水表检定规程中规定, 水表上游的压力变化不超过 10%, 各次试验期间流量的相对变化(不包括启动和停止)在低区应不超过 $\pm 2.5\%$, 在高区应不超过 $\pm 5\%$ 。目前一般认为装置的稳定性应等于或小于其所检定流量计的重复性指标。

1. 水流量标准装置

水流量标准装置是用于流量计检定的标准设备, 该设备包含的种类众多: 按照水源划分包括: 稳压水源标准装置、非稳压水源标准装置; 按照基准器划分包括: 容积法、称量法以及基准表法; 按照水量与时间的控制关系划分包括: 动态法、静态法。这些方法适用的场合不同, 在检定时应当根

据情况进行科学选择。对我国而言, 大型水流量标准装置多为水塔稳压静态容积法。在进行检定时, 利用水泵将水输送到水塔中, 借助溢流来调节水塔压头, 保证系统稳定。在实验开始前利用流量调节阀控制流量贴近预期数值, 并稳定流通一段时间。在试验时通过换向器的控制来启动计时控制器, 实现时间与水量的同步监测。当水量达到预设值时, 通过控制器调节换向器, 结束计时。通过对时间数据与水量数据的收集就能够得到该段时间中的平均流量。

2. 水流量标准装置的性能评价

国内外针对水流量标准装置的性能评价都有对应的检定规程, 这就能够为检定工作提供一定的标准依据。但是在对水流量标准装置的精度评价上, 国内外还没有得到统一看法, 这就使得评定方法具有一定的差异性, 而国内的相关标准同样存在诸多差异。

例如在标准 ISO 4185—1980 中是用系统误差和随机误差来评定装置性能的。系统误差包括基准器即称重装置的系统误差, 换向器系统误差, 计时器系统误差, 密度测量系统误差, 浮力修正误差。随机误差包括称重装置的随机误差, 换向器随机误差和密度测量随机误差, 随机误差置信概率为 95%。JJG164—75 是用累积流量精度和瞬时流量精度来评定装置性能的。瞬时流量精度包括基准器即工作量器最大平均值极限相对误差, 一等量器误差, 计时器误差, 流量不稳定性误差和换向器系统误差。累积流量精度包括工作量器最大极限相对误差, 一等量器的精度, 换向器极限相对误差和换向器系统误差。瞬时流量精度和累积流量精度的随机分量置信概率为 99%。JJG164—2000 是用准确度和流量稳定来评定装置性能的。准确度包括工作量器最大极限相对误差, 一等量器的准确度, 计时器系统误差和随机误差, 换向器系统误差和随机误差。装置准确度的随机分量置信概率为 95%。

综上, 常用的三个规程主要在下列方面存在区别: 第一, 密度测量误差。ISO 4185—1980 中考虑了密度测量误差, 而在 JJG164—75 和 JJG164—2000 中却未考虑。尽管 ISO 4185—1980 用于称量法, 而后者用于容积法, 然而在标准装置直接给出的流量单位与被校流量计刻度单位不一致, 或被校流量计为节流装置时, 无论是称量法还是容积法, 该项测量误差是不可避免的; 第二, 置信概率。JJG164—75 中精度公式各随机分量置信概率取 99%, 而 ISO 4185—1980 和 JJG164—2000 中取 95%。根据统计学理论, 对每个随机分量, 用 JJG164—75 评价将比用 ISO 4185—1980 和 JJG164—

(下转第 108 页)

(上接第 106 页)

2000 评价大 30 %左右,也就是说我国大流量标准装置的性能数据是偏保守的;第三,流量稳定性的处理方法。ISO 4185—1980 认为“测量的目的是确定在测量时间上的平均流量,因此流量不稳定性影响就不需要考虑,只要流量不稳定性不严重到影响换向器系统的操作”。JJG164—75 和 JJG164—2000 中均考虑了装置的不稳定性误差。JJG164—75 将装置流量不稳定性误差并入瞬时流量精度, JJG164—2000 将该误差作为装置的一个独立性能指标。目前国内水流量标准装置检定证书上都列有该项性能指标。在各项误差分量中,该项数值一般相对较大,导致标准装置检定结果变差。然而流量不稳定性误差究竟该如何考虑,还很难作出统一的评定。首先,就装置的测量目的是获得测量时间内的平均流量而言,稳定性误差似乎没有必要考虑;其次,就装置的标定对象而言,稳定性误差有时又必然存在,如被校流量计为涡轮流量计或水表时,流量计显示的测量时间内的累积流量,此时稳定性误差亦可略去不计。当被校流量计为节流装置时,其中的差压计反应的是瞬时流量,如果将节流装置的某个瞬时流量标准装置给出的平均流量比较,或评价该节

流装置的流量系数时,稳定性误差必须计入。JJG164—2000 将标准装置的流量不稳定性误差单独列出,可同时照顾到以上两方面的情况。

结束语

由于国际国内水流量标准装置评价标准不完全相同,因此对同一标准装置用不同标准评价将有不同结果。现行标准其性能与国际水平相比还有一定差距。主要是基准器的准确度低。因为国内采用的是容积法,而在同等条件下容积法的准确度总比称重法低。所以,必须建立高精度称重装置。

参考文献

- [1] 孟涛,王池,唐蕾,等.利用实验室内部比对进行流量装置期间核查[J].计量技术,2016(06)
- [2] 孟涛,唐蕾,邢超,等.水流量装置比对的准备与思考[J].计量技术,2011(11)

作者信息 1 张四化,性别男(1978.2—),民族汉,籍贯河南,学历高中,职称中级,研究方向:水流量标准装置,水表检定装置

2 罗家兴,性别男(1991.3—),民族汉,籍贯河南,学历高中,研究方向:水流量标准装置,水表检定装置