

外夹式超声流量计在流量表检定中的应用

Using Clamp-on ultrasonic flowmeter to calibrate online flow meter

(SIEMENS 自动化与驱动集团传感器与通讯部过程仪表部, 北京) 王水山

摘要: 本文介绍了一种对于大口径在线安装式流量计(或小口径、无法拆卸的流量计)的检定、核查方法, 对于现场仪表在线运行的计量精度进行检查, 解决了部分在线运行的无法拆除的流量计的标定问题。

关键词: 外夹式超声流量计

Abstract: This paper introduces that clamp-on ultrasonic flowmeter can be used to calibrate online flowmeter, make sure that online flowmeter's accuracy is working in normal condition.

Key words: Clamp-on ultrasonic flowmeter

1. 项目简介

目前, 随着石油、石化、水利行业管线的大规模建设, 超声、电磁流量计等(或管道安装式流量计)由于其测量范围宽、精度高、无可动部件、无压力损失等特点, 在工业现场得到了广泛应用。此类流量计多数情况下用于贸易结算计量, 根据我国计量法规的要求, 用于贸易结算计量的工作计量器具属于强制检定的范畴, 必须进行周期检定, 并执行国家有关的计量检定规程或标准; 由于此类流量计多数情况下无法按照传统的方式在检定周期内进行拆卸, 送到检定站进行离线检定, 仪表的在线检定显得越来越重要。

辽宁省计量科学研究院东北国家计量测试中心, 针对此问题专门作为研究课题, 开展了大量的调研工作, 进行了许多试验, 最后选择于 SIEMENS 公司过程仪表部合作, 经过西门子的专业技术人员与辽宁省计量测试中心的专家的多次沟通、测试和协调, 针对该问题提出了一套完整的解决方案。

辽宁省计量科学研究院东北国家计量测试中心是集计量测定、校准、检验、科研、开发等为一体的科学研究院机构, 隶属于辽宁省质量技术监督局, 是国家依法设置的法定计量检定机构, 东北国家计量检测中心所在地负责为行政管理部门、行政执法部门、监督管理部门提供技术保障; 建立东北地区最高社会公用计量标准, 进行量值传递, 确保本地区计量单位制的统一和量值的准确一致; 承担政府部门的监督检验、仲裁检验、新产品鉴定、样机试验、进口计量器具检验等工作。由于该部门的权威性, 此方案具有非常高的推广价值。

2. 方案构成

目的:

检定口径: DN15~1500mm 的电磁流量计、超声流量计; 计量精度: 0.5% (在流速 $0.6 \text{ m/s} \leq V \leq 12 \text{ m/s}$);

现场条件: 对于 DN300 及以下的被检流量计, 现场有超过 20D 长度的直管段, 仅需要单声道; 对于 DN300 以上的被检流量计选择双声道;

方案构成:

如图 1 所示, 整个系统由标准流量计、被检流量计、流量计算机、控制系统、数据输出设备组成。标准流量计为高精度的外夹式超声流量计; 流量计算机负责采集被检流量计、标准流量计的流量、温度、压力信号, 进行数据的简单处理; 控制系统及配套的数据输出设备(打印机、笔记本电脑等)负责与流量计算机通讯, 通过流量计算机控制检定程序的启动、停滞, 完成从设备安装、标定及数据处理的全部过程。

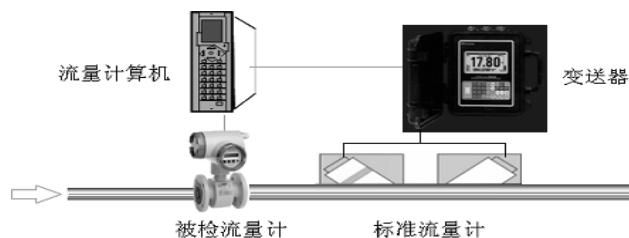


图 1

控制流程:

如图(1)所示, 首先将作为标准流量计的外夹式超声流

量传感器探头安装到被检流量计管线上（尽可能靠近被检流量计），然后将标准流量计信号通过变送器送至流量计算机、被检流量计的信号也送至流量计算机、管线上压力及温度信号（如果提供）也送至流量计算机内，通过流量计算机的控制程序同时采集标准流量计和被检流量计信号，根据相应计量检定规程的要求，将采集到的被检表体积和标准表的体积累计量进行比较，确认在该流量设定点下的误差。根据实际工艺流量波动范围，选择相应的流量点进行标定。当所有流量点按照检定规程的要求标定完成后，对被检流量计的计量精度进行整体的确认。使用笔记本电脑的软件平台和流量计算机进行通讯，控制流量计算机的检定流程，获取流量计算机的数据信息，同时进行检定结果的数据处理，生成最后的检定报告，输出到打印机、存储到内存中以备查询。

主要设备配置：

- 标准流量计 SIEMENS FUP1010(双声道主机), 7ME3511-2AA00-0AA0....1(套)
- FUP1010 便携式通用换能器.....4 (对)，其中：
- 7ME3951-LB00: (1 对)，测量范围：12.7~51mm;
- 7ME3951- LD00: (1 对)，测量范围：51~305mm;
- 7ME3951-LF00 (2 对)，测量范围：254~6096mm;
- 流量计算机、控制系统及打印机：检测中心自配

3. 计量准确度的确认

对于此方案构成的便携式在线流量检定系统，其准确度的构成包括两个方面，首先是标准流量计的准确度，其次是流量计算机数据采集和数据处理系统的准确度。由于计算机数据采集和数据处理系统的合成误差为 0.015%，根据误差合成的均方根处理方法，对于系统准确度等级为 0.5% 的标准检定系统，该误差可以忽略。因此，对于标准流量计计量性能的确认就成为完成该系统的关键。标准流量计的考核包括技术特性、能否适应现场条件及计量准确度三个方面。

3.1 技术特性

SIEMENS 外夹式超声流量计技术特性如下：

- 容易安装，无需切割管道和停流；
- 最小的维护，外部换能器不需要周期性清洗；
- 无可动部件，无磨蚀，比较涡轮和 PD 仪表具有明显的优势；
- 无压力损失，节能，比较孔板类；
- 大的动态量程比；
- 可选 1、2、4 声道；
- 单通道，采用 V 法反射型安装，有效补偿流场（涡流、横向流）；
- 多通道提供更高的精度，尤其在直管段不足，或流态恶劣；
- Wide-Beam 技术在大的流速和压力范围内能够提高精度；
- Zeromatic 自动调零，不停流，特别是对于小流量；

- 对湿气工况不敏感；
- 免受阀门噪声影响；

3.2 适应性测试

现场适应性测试：选择铁岭市污水处理厂 DN1020 作为测试现场，测试目的：确认外夹式超声流量计在较恶劣的条件下能够正常工作并且具有非常好的计量性能。现场探头安装的位置前 1 米处为 DN900 的缩径，同时伴有旁通，被测介质为初级过滤的污水。如图 (2) 所示，将流量计探头夹装到污水管线上，流量计显示的信号强度为 58: 1，仪表屏指示瞬时流量值为 2372m³/h，完全能够正常工作。经过近 1 小时的观察，将流量计显示的瞬时流量值与工艺实际的流量值进行比较，结果非常接近。



图 2

实验室适应性测试：选择辽宁省水流量检测中心 DN80 作为测试现场，将流量计探头夹到管线上，流量计显示的瞬时流量值与标定精度为 0.2% 的标准表的流量值进行比较，结果如表 1 所示；仪表安装测试如图 3 所示

表1

测试结果

序号	外夹式 (M3/H)	标准表 (M3/H)	偏差 (%)
1	168.4	167.6	0.47
2	114.8	114.3	0.43
3	110	109.6	0.36
4	108.1	107.6	0.46
5	97	96.8	0.2
6	95.4	95	0.42
7	59.1	58.9	0.33

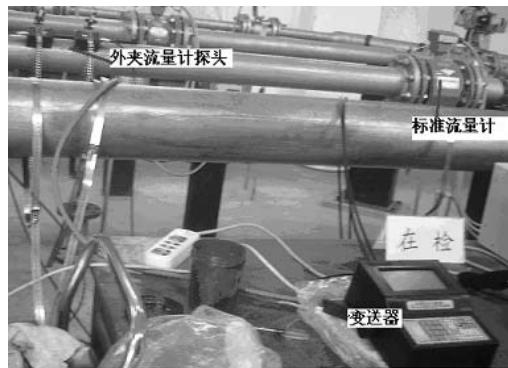


图 3

3.3 计量精度的标定

选择河南开封国家大流量检测中心水流量标定站

DN1000 和 DN600 两条管线作为测试现场，将两对 7ME3951-LF00 系列探头夹到 DN1000 管线上（测试完成后，在拆卸下来夹到 DN600 管线上），检定方法为静态容积法，即在一个设定的时间内，流入到标准容器内的容积值，除以设定的时间，得到该时间内的平均流量；同时，在设定时间内，获取外夹超声流量计的信号，将外夹超声的流量也进行该时间段内的平均；最后，将流量计的被检流量值与标准流量值进行比较，得到最后的误差。结果如表 2 所示；仪表安装测试如图 4 所示；



图 4

表2

大流量实测结果					
序号	管径 (mm)	仪表值 (m3/h)	标准值 (m3/h)	流速 (m/s)	误差 (%)
1	1000	6996	6906	2.4	1.3
2	1000	5520	5454	1.9	1.3
3	1000	3940	3882	1.3	1.5
4	1000	2544	2502	0.8	1.7
1	600	3068	3000	2.9	2.26
2	600	2417	2369	2.3	2.02
3	600	1692	1655	1.6	2.23
4	600	1047	1033	1	1.35

备注：本结果为 2 组探头在不同管径下测试的最终结果。

从以上结果可以看出，对于型号 7ME3951-LF00 系列的探头，当设定仪表系数为 1.8% 时，其误差表现如表 3：

表3

大流量实测结果					
序号	管径 (mm)	仪表值 (m3/h)	标准值 (m3/h)	流速 (m/s)	误差 (%)
1	1000	6996	6906	2.4	-0.5
2	1000	5520	5454	1.9	-0.5
3	1000	3940	3882	1.3	-0.3
4	1000	2544	2502	0.8	-0.1
1	600	3068	3000	2.9	0.44
2	600	2417	2369	2.3	0.22
3	600	1692	1655	1.6	0.43
4	600	1047	1033	1	-0.45

备注：本结果为 2 组探头在不同管径下测试的最终结果。

4. 总结

从现场测试到计量站标定，确认外夹式超声流量计具有安装简单、使用范围宽、计量精度高等优点，具有脉冲、电流输出端口，能够为流量计算机提供瞬时流量信号，具有现场显示功能，变送器自身能够进行数据存储功能。以 SIEMENS 外夹式超声流量计作为标准表的便携式流量检定装置，必将在管线上流量计的在线标定发挥更大的作用。目前，计量测试中心的工程师们正在使用该装置进行在线流量计的核查和标定，并准备将这种方法写入到检定规范中。这样，必将为我们外夹式超声流量计的推广应用起到非常好的作用。

参考文献：

- | | |
|-----------------------|----------------|
| 1. SIEMENS 超声波流量计产品目录 | Version02/2007 |
| 2. 速度式流量计检定规程 | JJG198-1994 |
| 3. 标准表法流量检定装置 | JJG643-94 |