

国产气体超声流量计的推广与应用

刘泽玲

上海维思仪器仪表有限公司 上海市 201615

摘要：气体超声流量计产品的开发和应用填补了我国利用超声波原理进行气体流量测量的空白，2005 年该产品被科技部列入国家火炬计划项目。作者作为该科研项目的负责人，对气体超声流量计产品的开发和推广作了回顾和总结，对国产气体超声流量计与其他流量计性能特点进行了比较，并分析了国产气体超声流量计与国外同类产品之间的差距和优势，最后介绍气体超声流量计在不同的领域推广和应用情况，以及今后超声气体流量计研发和生产的前景。

关键词：气体超声流量计；推广；应用

1 前言

随着天然气的大量使用，其贸易结算对流量计提出了很高的要求。特别是大口径的气体流量计对原有的机械式和差压式的气体流量计提出了挑战。从 70 年代在国际上开始研制气体超声流量计技术，到 90 年代工业化成熟的应用，期间走过了 20 个年头。随着我国西气东输项目中天然气贸易计量的开始，主输气管线上已大量使用国外气体超声流量计。中核浦原总公司下属子公司上海维思仪器仪表有限公司从 2002 年成立起，与同济大学声学所进行的气体超声流量计开发合作项目，历经 3 年进行产业化工作。2005 年初取得了样机型式认证，2005 年底取得了生产许可证。2006 年开始将产品发往西北、华东和东北地区，提供给不同的用户进行试用，同年底正式开始销售，目前已经销售 30 多台气体超声流量计产品。针对不同的用户，在产品的改型和定型方面做了大量的前期工作，成为我国唯一的具有自主知识产权和成熟定型产品的生产厂家，为推广气体超声流量计在国内不同的领域应用打下了基础。

表 1 维思气体超声流量计与其他气体流量计的比较

	超声波流量计	孔板流量计	涡轮流量计	腰轮流量计
口径	DN80-2200mm	DN50-1000mm	一般不超过 600mm	一般为 DN50-250mm
测低频脉动气流	可以	不可以	不可以	不可以
测双向气流	可以	不可以	不可以	不可以
精度	高	低	一般	较高
对直管段要求	前 10D，后 5D	与孔径比（ β 值）及管道内流场有关，最高前直管达 100D 以上	前 2D，后 1D	不需要
压损	无	有	有	有
对气体介质要求	低	高	高	极高
量程范围	宽（1: 100）	窄（1:5）	窄（1: 10）	窄（1: 5）
在线维护	可在线更换探头	一般须停气检修	须停气检修	须停气检修
自诊断功能	有	无	无	无
温度和压力补偿	带	一般不带	一般不带	一般不带
储存数据	可存历史操作数据	不可以	可存历史操作数据	可存历史操作数据
远程传输	可以	不可以	可以	可以

2 气体超声流量计和机械式、差压式气体流量计的比较

气体超声流量计具有精度高、量程比大、可测双向流、无内阻的优点，在能源紧张的今天，在一些特殊场合，具有不可替代的优点，因此气体超声流量计在欧洲已被指定为燃气贸易结算的唯一计量器具，气体超声流量计与其他气体流量计的优缺点比较表 1。

气体超声流量计之所以在国内还没有广泛的被使用，主要是进口产品的价格太高，一般情况下，0.5 级精度的产品随着口径的不同价格在 25 万元—50 万元之间，另一方面由于气体超声流量计对安装条件较高，也部分限制了部分原有产品的替代。

3 进口产品与国内产品的差别

1) 目前国外主要气体超声流量计的供应厂商有：DANIAL、SICK、INSTROMET、韩国昌民以及 GE 公司，其产品的主要特点是 0.5 级精度的流量计为四通道（多为直通型），1.0 级的表大多为二通道（一次反射 V 字型），其产品的超声频率大多在 100KHz 以上，优点是抗声、电的干扰强（一般干扰信号都在 50KHz 以下），接收信号发生掉波时误差小，精度高；缺点是超声波因为频率高，在气体中的衰减大，在低压力气体条件下，因为信号衰减不能进行工作，所以进口产品要在防爆换能器的条件下，只能在 5kg/cm² 以上的气体压力条件下工作，低压或负压的条件下就不能正常使用。上海维思气体超声流量计与国外同类产品的比较见表 2：

表 2 上海维思气体超声流量计与国外同类产品比较

	维思	DANIEL	SICK	INSTROMET	韩国昌民
口径	DN80-2200mm	DN100-900mm	DN80-400mm	DN100-1600mm	DN150-600mm
声道走向	两次反射式，直射式	直射式	直射式	两次反射+直射式	直射式
声道数	1-4	1, 2, 4	1-4	3-5	2, 4, 6
精度 (%)	0.5-2	0.3	0.5-2	0.3	0.5(示值)
重复性	≤0.2%	0.2%	≤0.2%	0.1%	≤0.2%
工作压力 (MPa)	0-6.4	1.0-27	0.5-10	0.8-15	0.5-5
对气体介质要求	低	偏高	偏高	偏高	偏高
量程比	1:30-1:116	1:100	最大 1:125	高压状态下 1:20	最大 1:70
在线维护	可在线更换探头	可在线更换探头	可在线更换探头	可在线更换探头	不可以
自诊断功能	有	有	有	有	
储存数据	可存历史操作数据	可存历史操作数据	可存历史操作数据	可存历史操作数据	
远程传输	可以	可以	可以	可以	

2) 我国的气体流量计的标定都为空气常压标定，天然气高压标定站只有石油部下属的成都华阳标定站，其每年的检测标定量也只有 300 台，因此国内大多数使用气体超声流量计的用户通常还是在空气常压下定标，在高压下使用。而国外的气体超声流量计，在进口时已在外国标定，在国内采取抽样检验使用的方式。国内的常压空气标定不能满足其工作条件，所以这也是制约国外产品在国内大量使用的原因之一。

3) 国外的气体超声流量计起步较早，有大量的现场应用数据和基础研究数据的支撑（如各种压力，

各种气体在不同温度下的声速,各种工况条件下的超声衰减变化,各种工况下流速的变化等),因此软件上对故障的诊断功能较强,国内的气体超声流量计起步较晚,缺少大量的现场应用数据的支持,以及现成和完善的试验条件,所以目前的软件诊断能力较薄弱,只有靠以后在各种工况条件下的使用过程中积累经验数据不断改进。

4)进口产品都是定型产品其科研机构都在国外,往往不能满足现场的各种特殊要求,上海维思公司则可以根据用户的特殊要求(如断电保护,断电报警,天线远传,负压工况条件等),可以在较快的时间内做出反应,以满足客户的要求,并且产品的售后服务和技术支持相对可靠快捷。而进口产品其高昂的售后服务费用往往是国内用户使用过程中沉重的负担。

4 产品的推广与使用

在我国气体超声流量计作为一种高科技的新产品,早在20年前已有多家科研院所开始了研制工作,但大都因为各种技术难点和研制的条件制约没有成功,而且都已下马。维思公司能走到今天除了原有的技术原理本身较为可靠外和中核浦原总公司在资金和人力上的大量投入是分不开的。通过五年的努力组建了一支可靠的专业研发队伍,对产品的产业化和使用推广做了大量的工作。

我们从业务能力强,技术较为突出的科研人员中挑选出骨干,建立了一支专业的销售队伍和技术支持队伍。把对内进行人才的培养和对外全方位的服务作为企业的中心工作去做,全心全意地为客户服务。产品已先后在上海燃气公司、沈阳燃气公司、成都燃气公司、西宁燃气公司、新疆和中原油田使用。而且,在产品的推广使用中,既满足了客户的需要,也拓宽了我们产品功能。虽然在产品的使用过程中出现了一些问题,但是这些问题都是特殊条件下功能的不完善造成的,最后也都得到了解决,取得了客户的信任已批量使用。

1)上海燃气公司使用了四台大口径(直径为700mm—1000mm四通道)气体超声流量计。九十年代向国外招标,因其压力低,气体含水和焦油量高,气质较差等特点,没有一家企业竞标。同济大学在九十年代末安装了四台气体超声流量计作为试用,经常出现故障,维护十分频繁,在上海的雷雨季节经常遭雷击,从2002年以来已有三次遭遇雷击,转换器全部报废。2007年中,我们维思公司的产品替代了原有试用产品,重新更换了换能器、转换器以及应用软件,增加了远程电话拨号上网查调和下载设定时间段的各类数据,经过7月多月的使用证明我们的产品完全满足用户提出的各项功能要求。而且通过这四台大口径流量计的实际应用,取得了常压下水煤气气质条件下的大量数据。去年的雷雨季节,上海市进口的四台气体超声流量计中有两台被雷电击坏,同济大学以前安装的气体超声流量计全部被雷电击坏,我维思公司产品完好运行没出任何问题。目前我们还承担了上海燃气公司委托的现场日常维护。优良的产品,日常24小时不间断的维护,深得用户满意,现已成为外地客户来沪参观我们产品的样板基地。同时,通过这个工程我们提高了对配件、附件的质量控制,完善了质量认证体系中的不足之处。

2)沈阳燃气公司的燃气计量原先小口径用的是涡轮气体流量计,大口径用的是孔板流量计。从06年开始试用我们的产品,到07年已安装使用了7台。沈阳的流量计大多是双向流进行管网内的调配,输送场站计量,部分用于学校,小区的场站计量。由于沈阳燃气公司的技术人员技术水平比较高,对超声流量计的使用比较精通,除了转换器中PC104工业计算机的电子盘有部分损坏外,没有发生其他故障。我们针对客户对数据的使用频率,查找电子盘损坏原因,除了对电子盘进厂质量进行严格把关外,我们也修改了软件,延长了电子盘的使用寿命,杜绝了电子盘再次损坏的可能。2007年底在沈阳安装和调试的一套气体超声流量计,出现流量计的供电电源质量很差的情况,经过查找和分析原因发现该现场直接提供了工业电网的电源,而没有安装仪表行业的要求提供经过处理的照明用电,因而电源中噪声干扰信号很大,用户在现场告诉我们,他们只有这种电源条件,请我们帮助解决。信息反馈到公司后,我们马上组织力量研究解决,找到了专业生产净化电源的厂家,用他们的产品在模拟的流量计现场使用条件下,做了大量的验证试验,确保电源不会受到电噪声的影响后马上派人到厂家安装调试,目前用户反映很好。发生这件事情

后，我们马上和生产净化电源的厂家联系，请他们为我们生产的气体超声流量计配备专用的小型低功率的产品，同时也降低了用户的使用成本。

3) 2007 年 10 月，西宁燃气公司和我们进行了技术交流后，有使用我们产品的愿望。西宁地处青海高原，没有使用气体超声流量计的先例。因为其地理环境较为独特，大气压只有 74kpa，对平原地区的 90-100kpa 的大气压来说是负压操作。同时，他们还提出要求流量计要有断电保护系统和断电报警系统，并要求交货期一个月。我们从断电报警和保护系统的研制，以及相应的软件开发时间十分紧张，没有时间和条件做大量的低压实验，仅按照现有的条件做了 90kPa 的测试数据。现场安装后发现信号衰减的十分明显，根本无法使用。我们马上调动设计技术人员在现场做测试，按照现场测试的数据情况改动线路板，调整换能器，使各种数据满足大气压力和工作压力的要求。回到公司后立即进行产品的软件进行了调整，在春节前派软件工程师到现场调试和检测，保证了春节前两台流量计的正常使用。目前，客户反映良好。

4) 中原油田从 2007 年初开始，先后使用了我们多套中压力的气体超声流量计产品，由于他们选用的流量计产品的使用压力为 2.0MPa 左右，气体介质又非常干净，现场的维护量很小，使用效果非常好。但用户认为我们流量计的转换器和传感器部分分开安装，并且每次安装均需要生产厂家派人去接线太麻烦，所以提出希望能够提供一体型的产品（转换器和表体合为一体）以便于安装。针对用户提出的要求，我们马上组织技术人员进行实施方案的研究，最终提出在表体上安装支架将转换器直接安装在表体上并设计了防爆接线盒的方案，用户在现场安装时仅需将电源线和需要的信号线接到防爆接线盒中的接线端子上即可，不用厂家派人到现场。2007 年我们将发往中原的产品全都改为一体型，受到客户的好评，同时公司也节约了现场安装的人员成本。

5) 2006 年和 2007 年公司多套气体超声流量计按照客户的要求送到四川国家原油大流量计量站成都天然气流量分站进行带压实流检定，检定结果得到用户和有关部门的认可，其中的两台表的检定结果见下表：

仪表规格	基本误差 (%)	流量计重复性 (%)	流量计相对示值 误差 (%)	备注
DN200	±0.46	0.06	-0.36	q _t 以上
	±0.33	0.15	0.21	q _t 以下
DN250	±0.36	0.15	-0.26	q _t 以上
	±0.32	0.15	-0.20	q _t 以下

从以上的推广使用中，我们感觉气体超声流量计的全面推广和使用还有很多工作要做。一方面，客户反映国外的产品使用 5-6 年后故障已开始发生，维护维修工作量增加，国外的售后服务价格高，周期长，已不能满足国内客户的需求。中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司已有用国内超声替代进口气体超声流量计产品的的愿望。另一方面，我们的产品应用业绩太少，还没有在中石油、中石化的长输管线上应用，作为生产厂家，感到既是个机遇，又感到其产品开发的艰辛和困难，国内高校没有相应的专业，专业人才只有企业自身培养，周期较长，成才率低。作为厂家，不属于天然气行业，很多现场条件无法模拟，只有靠现场使用表去摸索数据，开发研制周期较长，我们认为：我们的产品开发，推广使用的方向是正确的，只有先在国外的气体超声流量计无法使用的工况条件下，先期开发推广我们的产品。随着应用经验的积累逐步扩大使用范围，直至替代国外产品。

5 预期和展望

随着气体超声流量计在国内的推广和使用，越来越多的用户已逐渐认识到了该产品的优点，如：沈阳燃气公司认为，一台双向流的气体超声流量计可替代 3-4 台涡轮流量计，其性价比还是很好的。再则，我们的气体超声流量计价格只有进口表的 50%左右。随着技术发展，产品需求数量的增加，还有一定的降价空间，如果在大口径上能替代孔板流量计，中小口径上替代进口涡轮流量计则有着广阔的发展前景。

我们面临着一个替代进口表的大好形势，目前，急迫的问题是一些企业已习惯了进口表的使用模式，

上位机集中控制平台已经建立，我们一方面按照进口气体超声流量计的模式研制产品，努力做到国外有的我们也有，国外没有的我们也在做，另一方面在可靠性稳定性上下功夫，在同国外产品挑战的同时，也要迎接国内生产厂家的挑战。目前我们已经在上海松江区大港建立了自己的仪表生产基地，并正在建设全国最大气体流量标定装置，逐步提高我们的生产和研发能力。我们将在竞争中生存，在竞争中成长和壮大，为气体超声流量计在国内的普及和应用，为社会制造更多的财富而努力！

参考文献：

- 1 朱德祥，流量仪表原理和应用，华东化工学院出版社，1992 年。
- 2 DANIEL、SICK MAIHAK、INSTROMAT、韩国昌民等公司产品样本。