

基于超声波燃气计量技术 在燃气商业用户中的智能化应用

王亮宏（无锡华润燃气有限公司，江苏 无锡 214024）

摘要：随着社会的进步和技术的快速发展，以超声波技术为核心的商用超声波燃气表得到了长足发展。作为新一代燃气计量技术，商用超声波燃气表以其精度高、量程宽等特点，与传统膜式燃气表相比，具有明显优势，可以较好的满足燃气企业在减少燃气供销差、降低人工投入以及精细化管理等方面的需求，同时增加了燃气企业安全用气的防范手段，较大得提升了燃气企业的运营质量和管理水平。

关键词：超声计量；精准计量；安全预警；安全分级管理；经济效益

1 超声波计量技术应用

自 20 世纪 90 年代，超声波计量技术开始广泛应用在以美国、日本为代表的发达国家。超声波燃气表由于其全电子结构特点，与传统机械表相比，在噪音、精度、量程、可重复性以及维护性上等等都有绝对优势。如现在市面上的超声波流量计，是一种间接、非接触式的测量仪表，具有测量精度高、量程宽、体积小、重量轻、重复性好、压损小、便于安装等特点。

1.1 工作原理及其特点

超声波计量技术原理主要利用了时差计量，通过上游的传感器发出超声波给下游的传感器，测量时间（T1），再由相反方向从下游的传感器向上游的传感器发出超声波，测量时间（T2），通过这两个由超声波传感器得到的时间可以计算出气体的流速（V）。计算公式如下：

$$T1 = \frac{L}{C + V \cos \theta} \quad (1)$$

$$T2 = \frac{L}{C - V \cos \theta} \quad (2)$$

联立公式（1）、（2），解方程可得：

$$V = \frac{L}{2 \cos \theta} \left(\frac{1}{T1} - \frac{1}{T2} \right)$$

$$Q = KSV$$

其主要特点如下：

1.1.1 计量精度高

超声波燃气表可实现对全量程的精确计量，超声波燃气表采用分段独立调校误差的设计方案，实现大、中、小流量均衡的计量精度，可以解决小流

量、大流量计量准确性的问题，计量精度符合 1.0 级的标准，较膜式燃气表的计量误差曲线，尤其是大、小流量段的计量精度有明显优势。超声波燃气表不存在可移动部件，完全没有机械部分或其他运动部件，不存在机械磨损，膜式燃气表随着薄膜材料的老化和机械转换部件的磨损，很难长期保持计量精度。

1.1.2 带温压补偿

燃气表计量结算标准工况是压力为 101.325kPa，环境温度为 20℃。我国疆域广阔，实际使用工况与标准工况相差较大，温度和压力会对燃气计量精度产生一定的影响。不同地域、不同类型用户、不同环境挂表，计量效果差异较大。膜式燃气表由于技术原因，难以实现温度压力补偿，而超声波燃气表技术上完全实现了温度、压力修正，确保了计量的准确性。

1.1.3 宽量程

与传统的机械膜式燃气表较窄的量程比，新型超声波燃气表可以较好的满足大面积厨房用气、供暖用气等计量。目前超声波民用表温度使用范围大都可达 -25~65℃，流量测量范围为 0.016~10m³/h，较宽的流量范围度以及极低的始动流量，实现高性价比、高精度燃气计量。

1.2 超声波燃气表的智能化发展

超声波燃气表早期类型为 IC 卡表，仅具备抄表和充值功能。随着物联网技术的快速发展，已扩展为具备物联网功能的超声波燃气表，具备了安全监控功能，为用气安全提供了技术条件。自动采集表具信息，进行分析统计，提升管理水平，实时

监控燃气使用情况，实现对终端表具的远程监控。同时，还可以为燃气公司建立企业级的信息管理系统，为燃气大数据提供数据基础，提升燃气公司的整体信息化水平，提供准确的供销差计算，区域、时间段等多维度用量统计。除此之外，还具有空中充值功能，可以通过网银、手机银行、支付宝等多种渠道实现空中充值，做到足不出户完成充值缴费等。

2 无锡华润商用超声波燃气表的应用

随着无锡智慧城市建设的推进和用户规模的不断扩大，为提高管理效率，满足新的管理要求，结合超声波燃气表的诸多优点和特性，无锡华润燃气有限公司在商用超声波燃气表（NB-IOT 物联网技术）使用方面进行了大胆的尝试和探索，结合近年的使用实际情况，形成了一套基于物联网超声波智能燃气表的可实现精准计量、安全预警、安全分级三位一体的管理模式，极大得提升了商业用户的整体智能化管控水平。

2.1 无锡华润商用超声波燃气表精准计量技术

无锡华润燃气根据自身情况，联合厂家开发定制出一款超声波燃气安全表，其结合了超声波计量技术+燃气安全预警技术+物联网远程通讯技术三大功能模块于一体，目前已投运超过 2000 台。该超声波燃气安全表融合物联网技术，能够支持数据实时上传、安全流量监测、自诊断、异常报警、表端安全预警、泄漏关阀等远传控制功能，实现后台智能化应用。通过与物联网通讯技术的深度融合，采集终端运行数据，实现精准到表的计量模式。通过精准划分各个区域用户情况及用气特性，系统直观的分析出无锡各区域的用气情况。

表 1 无锡各区域超声波表用户用气情况分析

区域	标况累计总量	工况累计总量	片区平均压力 (kPa)	片区平均温度 (℃)	累计补偿 (立方)	补偿系数
新吴区	483626	472404	105.45	12.42	11222	2.40%
锡山区	581527	565211	104.34	12.12	16316	2.90%
惠山区	587698	564637	104.21	12.61	18546	4.00%
经开区	58019	56330	104.09	13.14	6204	3.00%
滨湖区	367704	353103	104.23	12.74	14601	4.10%
梁溪区	398617	383573	104.17	12.70	15044	3.90%
合计	2477191	2395258	104.40	12.60	81933	3.4%

基于精准的用气数据分析后发现，作为老城区的新吴区、锡山区补偿情况较差，通过每小时运行数据分析发现，主要原因归结为设计用量与实际使用量（表具选型）不匹配，存在大马拉小车或小马拉大车现象，该现象直接导致表具计量偏差的产生。

表 2 用量异常分析清单

用户号	单位	地址	表具型号	表号	情况类型	实际使用量 /m³
2080927	无锡大枫火锅	南下塘 1955	G4+	50001843	严重超量运行	12
2156279	谭兴记翟饭店	龙塘家园 49 号	G4+	50003850	严重超量运行	10
2125285	玉祁品味来面馆	扳祁路 2-4 号	G4+	50002703	严重超量运行	11
2119683	滨湖区佳杰黄焖鸡米饭店	案小园路 5	G4+	50003066	严重超量运行	10
2118934	来一味小吃店	健康路 217	G4+	50003862	严重超量运行	11

2.2 无锡华润商用超声波燃气表安全预警应用

随着城镇“瓶改管”用户的大力发展，商业用户的用气安全显得尤为重要。“瓶改管”用户用气量大、用气不固定、用气环境复杂，且人员密集，安全问题不容忽视。对此，无锡华润燃气对“瓶改管”用户的管理从表端智能化、安全化出发，通过对表端进行瞬时流量、管道压力检测，配合可燃气体检测，主动发现用户端安全隐患。

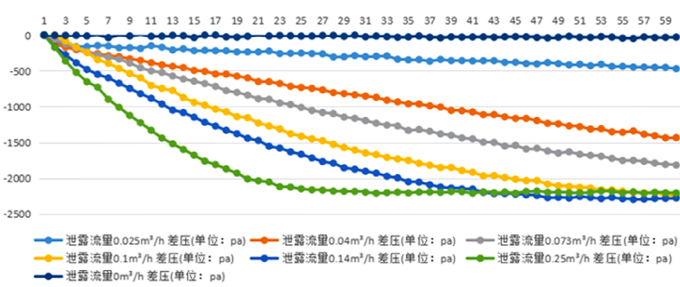


图 1 不同压力泄漏测试差值曲线图

内置阀门对可能存在的表后端漏气及非用气时间段用气异常情况及时预警、关阀切断，提供了远传智能干预手段。为安全用气隐患进行大数据分析提供数据支撑，实现用户端管控的前移，解决了燃气用户最后 1km 的安全保障问题。无锡华润通过表后端模拟不同流量泄露，关阀保压后测试后端压

差有无变化情况。从不同泄漏量的压力下降曲线分析,满足泄露量越大,压力下降越快,验证了保压测漏原理可以实现后端泄露的检测。

通过上述泄漏算法,我司商用超声波表运行至今,已经发现百余起因燃气表后管老化或软管腐蚀等因素造成的大流量或微流量燃气泄露现象,以及五十多起用气异常情况,在燃气安全管理中发挥了举足轻重的作用,有效保障了用户的人身财产安全。

2.3 无锡华润商用超声波燃气表安全分级技术

伴随上述“瓶改管”智能化解决方案的出现,为燃气安全管理提供了新的一体化解决思路——隐患安全分级管理:通过对用气环境、表具安全情况和使用年限等安全相关数据的智能分析,对海量用户的安全情况进行分类分级,并以“健康码”的形式展现,可精准定位到可能存在安全隐患的用户,及时干预处理,保障用户用气安全,实现安全隐患智能化分级管理。

3 商用超声波燃气表使用经济效益分析

鉴于超声波燃气表精度高、量程宽、体积小、重量轻、免维护、自带电子温压补偿等优势,超声波燃气表在中小商业、公福单位等燃气计量实际运用中,可以做到事半功倍,实现降本增效,为燃气公司创造可观的经济效益。以下根据中小商业用户户外挂表、用气量大、分散安装等特点和实际情况,以与膜式燃气表的对比为例,分析使用综合成本和效益。

针对小商业不同的用气场景和用气需求,行业内 G16 以下一般采用膜式燃气表外加智能控制器的方式。我们以 G6、G10、G16 的商业超声波燃气表为例,从表具、安装、维护、计量精度输差等多方面的成本与膜式燃气表进行对比分析。

3.1 价格成本

商业超声波表与商业膜式表本身价格相差不大。

3.2 工程成本

商业膜式表体积大、质量重,尺寸和重量是同等规格商业超声波燃气表的 3 倍以上,搬运、运输困难,对安装空间要求高,需要至少 2 人以上进行安装,人力成本高。超声波燃气表体积小、重量轻,运输方便,1 人可单独安装,安装价格约为同等规格商业皮膜燃气表的一半。

3.3 维护成本

商业燃气表的检定周期为 3 年。在实际应用中,

3 年以上商业皮膜表复检合格率低,报废率高。如复检不合格,基本无法维修,需替换新表,重新复检。超声波燃气表为全电子计量,复检合格率非常高,如出现问题,易维修、易替换。

3.4 安全性和防偷盗气

中小商业用气量大,区域分散,易发生技术性偷盗气情况且难以发现。一旦发生,燃气公司损失巨大。超声波燃气表因其计量方式的特性以及全电子结构,可以进行瞬时流量监测,完美应对各类技术性偷盗气手段,并提高用气安全。

综上所述,在商业超声波燃气表和商业皮膜表同等规格和功能齐备的情况下,商业超声波的综合成本更低,并且易安装、易维护、安全性高,可以实现更好的经济效益和价值。

4 总结

超声波燃气表融合物联网技术,能够支持数据实时上传、安全流量监测、自诊断、异常报警、远传控制等功能,完成表端安全预警,实现后台预付费功能,满足用户多样化定制化的缴费渠道需求。

①实现精准计量:超声波燃气表使用全电子化计量方式,无任何机械机构,不存在老化计量失准,保证长期运行的稳定性;②安全预警监测:超声波燃气表数据监控准确性达到 100%、预警报警反应能力能有效避免安全事故的发生,保障用户安全;③隐患安全分级管理:超声波燃气表隐患识别准确率高,其云平台对隐患分级分类准确性高、隐患治理方案有效性高;④实现降本增效:智能超声波燃气表结合物联网技术,可以自动上告标段使用情况数据,可以有效降低人工抄表成本、运营成本、维护成本等。同规格的超声波燃气表体积小、质量轻,安装更加便捷,可有效提高安装效率,真正利用技术实现了降本增效。

参考文献:

- [1] 张子霖,张东平.超声波物联网燃气表的应用[J].煤气与热力,2017(06).
- [2] 冯宝庭,唐所臣.天然气超声波流量计的应用[J].煤气与热力,2006(01).
- [3] 王秀桥,黎红军,赵晓军,方炯,胡良传.智能超声波燃气表的技术研究[J].煤气与热力,2017(08).

作者简介:

王亮宏(1990-),汉族,江苏无锡人,本科,单位:无锡华润燃气有限公司,研究方向:燃气计量管理,计量仪表运维管理,供销差管理。