

微热量式燃气表及其试验装置的研究

□ 山东省计量科学研究院 (250014) 纪建英

摘要: 对家用燃气计量的创新型新产品微热量式燃气表进行剖析, 并对具有自主知识产权的微热量式燃气表温度试验装置进行研究。微热量式燃气表可实现流量、温度、温差、压力、密度等量的测量, 并具有数据传输和计算功能, 可用热能值对燃气进行结算; 微热量燃气表试验装置是针对微热量式燃气表在工况下进行温度变换检测的试验装置。

关键词: 计量学 微热量 燃气表 试验装置

The Study on Microcalorimetry Gas Meter and Test Device

Shandong Institute of Metrology Ji Jianying

Abstract: A domestic new microcalorimetry gas meter was studied in details and a corresponding gas meter temperature testing devices with independent intellectual property were developed. The measurements of components, temperature, pressure, flow quantity etc. can be achieved by the microcalorimetry gas meter, which possesses the data transmission and calculation function, may settle with the heat value of gas. The temperature variation of the microcalorimetry gas meter under the working condition can be measured by testing device developed.

Keywords: metrology microcalorimetry gas meter testing device

1 概述

能源是产生能量的物质, 其价值在于产生能量的多少。当今世界最先进的天然气计量是天然气能量计量, 是以天然气体积与单位体积发热量的乘积来量度。在全球能源紧缺的大形势下, 在能源贸易计量中实行能量计量势在必行。

现代信息技术的三大基础是信息采集(即传感器技术)、信息传输(通信技术)和信息处理(计算机技

术)。微热量式燃气表是集三种技术于一体的智能新型燃气表, 根据微热量原理监测燃气的标准流量, 在任意温度和海拔下, 更好地控制能耗, 保证准确计量。燃气表采用COMS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 半导体传感技术, 通过M-Bus通信和无线模块实现先进的数据传输, 经过终端数据处理, 有效提供能源计费, 满足可持续利用珍贵能源的需求, 为家庭自动化和智能网络的实现铺平道路, 为家庭燃气计量开创了一个崭新的局面。微热量燃气表试验装置是针对微热量燃气表,

在实际工况下进行温度变换检测的试验装置。

2 微热量式燃气表结构及工作原理

2.1 微热量式燃气表结构 (如图1)

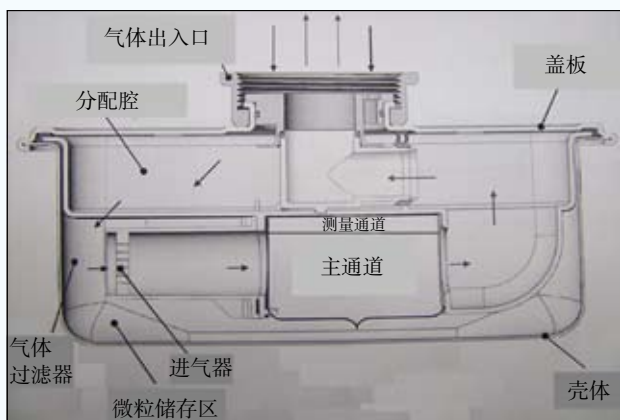


图1 微热量式燃气表结构

微热量式燃气表的结构与膜式燃气表结构截然不同，微热量式燃气表内部无活动部件，无磨损，由气体出入口、盖板、壳体、分配腔、气体过滤器、微粒储存区、进气器、测量通道和传感器等部分组成。

2.2 微热量式燃气表工作原理 (如图2)

微热量式燃气表工作原理是基于微热量测量、温度和压力补偿原理。COMS半导体在驱动芯片驱动下，利用其物理性质随温度变化的规律，把温度转换为电信号。位于燃气表旁路管道的CMOS半导体传感器，包含一个位于两个传感器之间的发热单元。发热单元加热，温度均匀分布，但在有气体通过时，温度分布有变化，因此就在两个传感器之间产生温度差异。此差异信号通过一个处理器，经温度、压力转换，传输为一个流量值，并因此确定一个标准体积。

燃气表标准体积值：

$$V_n = V_b \frac{P_b T_n}{P_n T_b} \dots\dots\dots (1)$$

式中： V_b -燃气表修正前的值，L； P_n -标准绝对压力，Pa； T_n -标准热力学温度，K； P_b -燃气表进口端绝对压力，Pa； T_b -燃气表进口端热力学温度，K。

由检测到的温差判定燃气流量，由压损确定燃气密度，通过计算处理可以得到天然气的体积发热

量，一段时间内的体积发热量与该时间内流过的标准体积值的乘积即为流过的燃气的热能值。

$$\text{燃气表热值: } Q = V_n \cdot H_{o,n} \dots\dots\dots (2)$$

$H_{o,n}$: 燃气发热量；

$$\text{即: } Q = f(\Delta T = F \cdot T, \lambda, T) \dots\dots\dots (3)$$

式中： $\Delta T = FT$: 由时间传导确定的温差的微积分； λ : 热系数； T : 绝对温度。

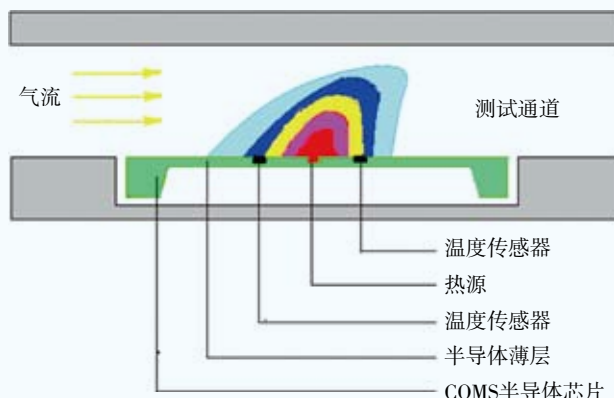


图2 微热量式燃气工作原理气相图

气流进入腔体，通过压阻件，使气体压力降低，使约1%的气体量进入发热单元所在的管路，发热单元每间隔2s，加热1ms，检测气体经过管路时两个半导体热电阻传感器之间的温度差值。温差可确定气体流量，由燃气表进出口压损的测量，可确定通过气体的密度，判定流过的介质是空气还是可燃气。

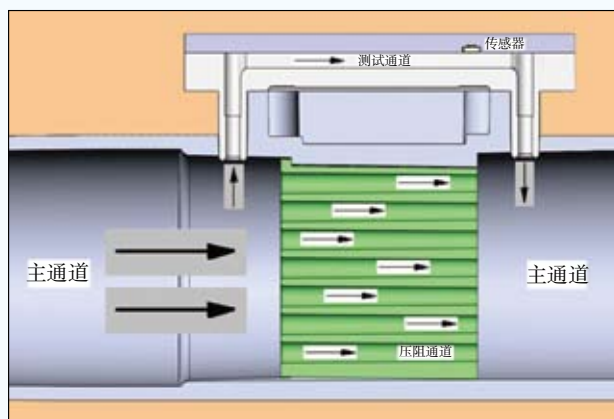


图3 气体流向

燃气表中的COMS半导体传感器定位在测试通

道，该传感器是基于微热量测量原理，由加热体及加热体两边的两个温度传感器组成。加热体提供了一个均匀的温度分布，通过气体流，气体被加热，两个温度传感器之间产生温差。测量信号由微处理器将光信号转换成电信号，处理成流量和体积值，信号发送给LCD驱动芯片，LCD驱动芯片将信号转换成LCD显示屏的驱动信号后，发送给LCD显示屏，驱动将其显示出来。

CMOS数字集成电路基本单元，将逻辑运算的功能转变成接收外界光线后转化为电能，再通过芯片上的模数转换器（A/D）将获得的电讯号转变为数码讯号输出，其功耗很低。LCD驱动芯片驱动LCD显示屏直接输出压力和温度转换后燃气的标准体积。

2.2 微热量式燃气表性能

2.2.1 压力损失

由于微热量式燃气表内部结构无活动部件、无磨损，所以燃气表压力损失低。由大量试验数据分析得出，密度低压力损失小；反之可根据压损值，判定流过的气体密度（如图4）。

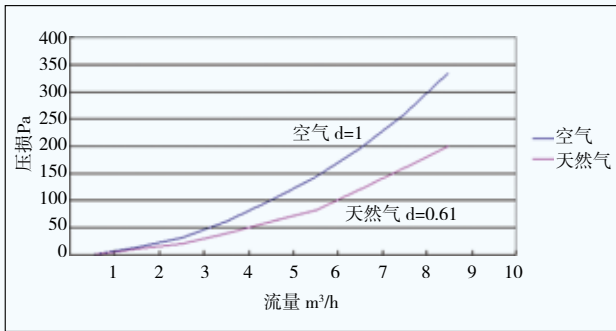


图4 微热量式燃气表压损曲线

2.2.2 误差特性

与普通家用膜式燃气表相比，微热量式燃气表小流量误差较小，可以准确计量所用燃气，气流连续高速情况下，流量误差平稳（如图5）。

2.2.3 参数影响量

在我国寒冷的东北地区，燃气体积收缩；在低大气压的青藏高原，燃气体积膨大。使用一般的燃气表，燃气实际热值与燃气表的容积示值体现的热值有较大的区别。根据大量的试验数据，微热量式燃气表，无论是在炎热的55℃，寒冷地区的-25℃，高

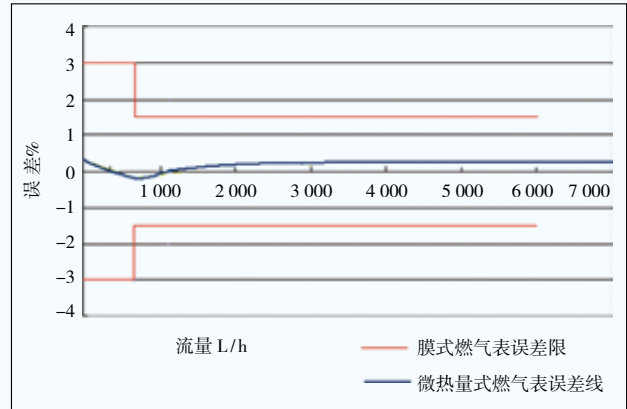


图5 微热量式燃气表误差曲线

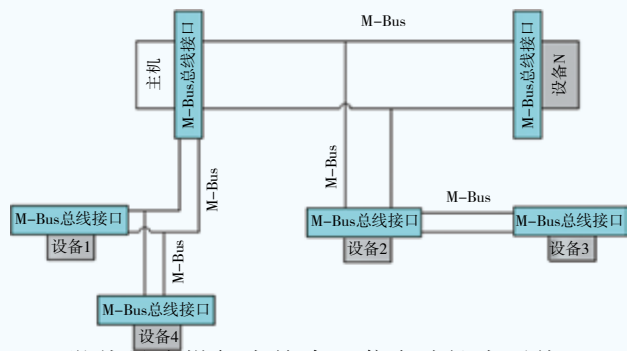
山或低地山谷深处，试验表明燃气表温度补偿可达0.3%，微热量式燃气表更适用于偏冷及低地势地区。

微热量式燃气表重复性小，稳定性好，即使在流量非常小的情况下，也能够准确测量压力和温度，准确传输其转换量。微热量式燃气表采用紧凑型设计，体积为普通燃气表的1/2~1/3，节省空间且安装简单。

2.3 通信系统 M-Bus (Meter-Bus) 总线 (如图6)

M-Bus标准是欧洲为仪表数据传输而设计的总线系统。微热量式燃气表采用M-Bus或Radio M-Bus智能通讯标准和方式。

现场采集的流量、温度、压力等信号通过模/数转换、通讯接口或网络实现传输。支持光学接口IRDA (Infrared Data Association) 的微热量式燃气表，可以无线地向支持IRDA通信的其它设备如笔记本电脑或终端系统传输信息。通过无线电或电缆集成有线M-Bus或无线M-Bus通信，使得天然气计量方便、公平、快速、自动计费。



微热量式燃气表综合通信自动抄表系统AMR
图6 M-Bus连接图

(Automatic Meter-Reading System)，无线模块，有线或无线M-Bus接口，开放式手抄器操作系统OMS (Open Mobile System)，用于小区的无线燃气表智能采集系统。有线、无线数据传输符合EN13757标准，M-Bus保证自动和安全的数据流，并建立自动抄表和智能计数的完善的数据库(如图7)。

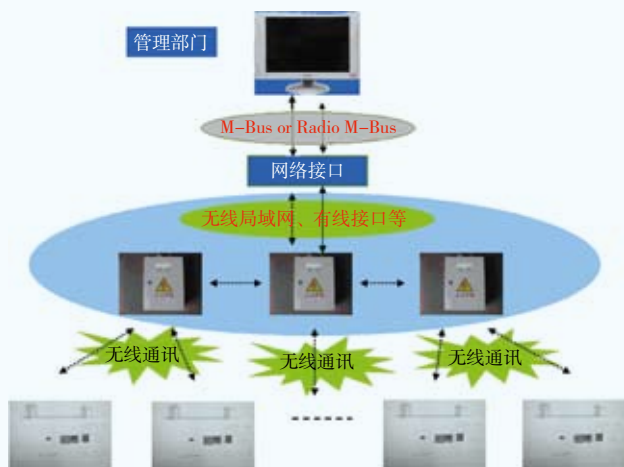


图7 微热量式燃气表远传系统

3 微热量式燃气表温度试验装置的研制

3.1 背景

目前已有膜式燃气表温度试验装置，换能器放置于高低温试验箱中，以气体为介质对换能器内的气体进行升温或降温，升降温效果较慢。国际建议R31中要求标准表处气体温度为20℃，燃气表入口温度为-25℃或+55℃。经过换能器的气体，压力损失很大，换能器出口的气体温度、流量、压力很难达到要求，且难以控制。在低温试验时，其换能器入口流量64m³/h时，出口流量还不及10m³/h。

3.2 具体实施方式

参照OIML R31和OIML R137，燃气表在低温(如-25℃)或高温(+55℃)运行的试验情况下，测定其示值。

微热量式燃气表温度试验装置，包括通过管路相连接的稳压气源、标准表、空调系统及高低温试验箱组成，高低温试验箱内设被检表，标准表和被检表信号连接控制及显示仪表，在被检表前侧的管路上安装

空调系统，空调系统具有独特的换热功能。装置具有在高低温条件下，对燃气表进行试验的功能，使燃气表入口温度达到-25℃或+55℃，符合国际建议的要求，极大地降低气体压力损失，且体积小、造价低，时间更短、更快地达到设定的温度、压力和流量的要求，弥补了现有技术的缺陷。

稳压气源的气体输入至标准流量计，对标准流量计入口处气体的温度、压力进行测量，气体经过空调系统，达到要求的温度、压力和流量，进入被检燃气表，对各燃气表入口处气体的温度、压力进行测量，所有测量数据传输至控制系统，进行数据处理。整套装置设计专用软件，自动设定温度和压力，自动调控流量大小，自动采集、处理数据，流量传感器、燃气表与计算显示器实现信号传输。

微热量式燃气表温度试验装置(如图9)，在OIML膜式燃气表温度试验装置(如图8)的基础上进行创新和改造，由于装置空调系统的设计独特，具有使气体

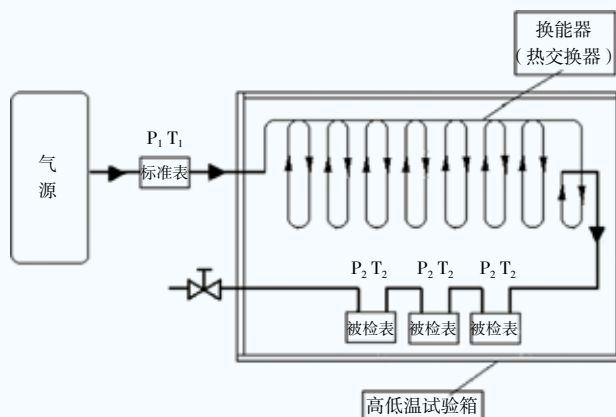


图8 膜式燃气表OIML温度试验装置结构示意图

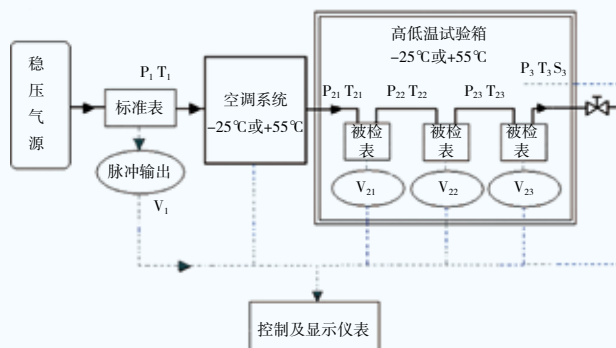


图9 微热量式燃气表温度试验装置结构示意图(专利)

快速升降温功能。装置满足OIML R31和OIML R137的技术要求。

4 总结

在能源贸易结算中，采用能量计量比体积计量更科学、更合理。微热量式燃气表无噪音，无损耗，准确，重复性好，长期稳定，即使在非常低的流速下，也能准确测量压力和温度，并传输其测量转换量。燃气表试验装置能够创建面向未来的燃气计量和智能能源数据管理的基础。总之，微热量式燃气表为客户提供完全透明的消费，并建立改善服务的基础，使我们能够实现当今时代经济和生态要求的个性化解决方案。

参考文献

- 1 纪建英. 燃气表温度试验装置[P]. 中国 ZL 2012 2 0119160.4, 2012.11.07
- 2 刘大壮等. 一种微热量式燃气表[P]. 中国 ZL 2012 2 0678611.8, 2013.07.17
- 3 王池等. 天然气能量计量系统及方法[J]. 计量学报, 2008; 5
- 4 吴焕芬等. 基于网络平台的天然气能量计量方法研究[J]. 传感器与微系统, 2011年; 9
- 5 游明定. 天然气能量计量[J]. 天然气与石油, 1998; 3
- 6 陈学林等. 微热量热法测定导热系数的原理及其理论推导[J]. 含能材料, 1993; 3
- 7 梁国伟等. 热式气体流量计原理及影响因素分析研究[J]. 中国计量学院学报, 2008; 9

其它消息

“爱心书籍” 情暖南戴河中学师生

2015年1月20日上午，秦皇岛市燃气总公司压缩天然气分公司工作人员将爱心书籍送到了南戴河中学。

从媒体上得知南戴河中学缺少课外读物消息后，压缩天然气分公司立即向全体职工发出倡议，得到广大职工的积极响应，有的捐出家里的书籍，有的专门到书店购买。经过精挑细选，共捐献365本适合中学生阅读的书籍，他们希望学生们365天每天都努力学习，开拓视野，不断进步。

多年来，压缩天然气分公司一直倡导“捐资助教”，尤其关注贫困学生群体的教育问题。每位职工用他们微薄的工资，每年坚持对秦皇岛市特教学校的孩子们进行资助，并陪孩子们过“六一节”，送去一些书籍和学习用具。同时，为卢龙县陈官屯乡前官地小学送去了价值2.6万元的新桌椅，改善贫困小学的学习条件。分公司广大职工奉献爱心、热心公益已经形成了一种好习惯。

南戴河中学初三学生王玉婷家住南戴河村，



她非常喜欢看书，最喜欢读小说、科幻、百科类的，可家里只有用于学习的工具书。南戴河这边没有大型书店，一些小书店大多销售练习册等学习书籍，要想看课外书只能到市区的图书馆，非常不方便，学校里能建起图书室是她和很多同学的心愿。看到压缩天然气分公司捐献的书籍，她开心的说：“这下可好了，我和我的同学们终于能看到喜欢的课外读物了。”

(宋丽萍 周绍伟 常非)