

膜式燃气表户外挂实验研究

□ 郑州华润燃气有限公司 (450006) 尚旭 柴峰 付峰利

1 前言

郑州市自1986年开始使用天然气以来,经历23年的发展,年供气规模已达到近5亿 m^3 ,民用户近90万户。家用燃气表过去一直采用户内安装方式,近几年为方便用户,也为了便于管理、防止偷盗气等原因,郑州燃气大力推行户外挂表安装方式,目前户外挂表已经占有近20%的比例。温度参数对气体计量的影响十分敏感,计量时的燃气温度是由燃气的原有温度、表前管道和表体与周围环境温度的换热程度所决定的,表前管道越长越接近于周围环境温度,必然影响到计量,周围环境温度对计量的影响有多大?而且,不同厂家不同型号的燃气表的哪一种对温度的反应最为敏感?另外,现已有部分厂家为适应户外挂表的需求,开始推出机械温度补偿表这一新产品,其计量效果如何?以上这些问题是值得我们进行研究的。

2 研究目的

此次实验,我们无意将任何一个品牌的燃气表分出性能优劣,仅是希望通过此次实验我们能够对以下问题得到解答:

(1) 选取典型表,经过模拟不同流量点运行后,各表的计量特性有无变化及特点。

(2) 以户外挂的方式,经过一个自然年份的温度变化,各种仪表其计量结果的差异。

(3) 在户外不同温度条件下,各类燃气表的计量特性或误差。

(4) 户外挂表计量所造成的燃气购销差。

3 规程依据

《膜式煤气表检定规程JJG577-2005》

大地提高了计量部门对大流量燃气表的强制检定率,装置移动方便,便于车载,实现了燃气表的在线实流检测,测量准确度高,稳定性好,流量范围宽,环保、不污染大气。

参考文献

- 1 JJG557-2005膜式燃气表[S]
- 2 EN1359-1999 Gas Meter[S]

- 3 OIML R 31-1995 Diaphragm Gas Meters[S]
- 4 JJG198-1994 速度式流量计[S]
- 5 JJG633-1990 气体腰轮流量计[S]
- 6 JJG643-1994 标准表法流量标准装置[S]
- 7 纪建英.流量容量计量标准技术报告[M].中国计量出版社,2009
- 8 王自和,范砧.气体流量标准装置[M].中国计量出版社,2005

4 实验方法与计划步骤

(1) 实验气源压力，模拟用户灶前压力 2 700Pa。

(2) 选取典型表型作为测试对象，该典型表应十分普及。

表1

生产厂家	规格型号	数量
甲公司	补偿型2.5m³/h	4台
	J型表2.5m³/h	6台
乙公司	G型表2.5 m³/h	5台
	改进型2.5 m³/h	5台

(3) 实验前，在实验室对所选表具进行误差和重复性测试。

(4) 将被检表分为A、B、C、D 4个实验组。每组5台表，其中作为参照标准表的一台，放入实验室内，另外4台表置于室外表箱，模拟户外挂表。

(5) 使用多路温度巡检仪，分别记录：实验室内温度、户外温度、户外表气体进口温度。

(6) 测量每块表的进气压力。

(7) 将流量调节装置设在户外实验表末端，参照普通居民用气量，分别将4组实验表的流量按表2进行设定：

表2

组别	流量 (m³/h)	对应流量点	流量选取说明
A	0.8	0.2Q _{max}	模拟家用双眼灶同时工作时的最大流量
B	0.6	0.15Q _{max}	模拟家用双眼灶同时工作时一大一小火力时的燃气流量
C	0.4	0.1Q _{max}	模拟家用双眼灶只使用单眼时的最大流量
D	2.5	0.6Q _{max}	模拟家用双眼灶与8L燃气热水器同时工作时的最大流量

(8) 每日抄表一次，间隔24小时，抄表时间固定为8: 30。

(9) 实验时间2008年12月~2009年11月。

(10) 实验结束后，在实验室对参加实验的表再

次进行误差和重复性检测。

(11) 数据分析。

5 试验组别分类

共分为4组，每组表型的配合与代号见表3。

表3 试验组别

组别	户内表		户外表			
	改进型2.5	A0	J型2.5	改进型2.5	补偿型2.5	G型2.5
A	A1	A2	A3	A4		
B	B0	B1	B2	B3	B4	
C	C0	C1	C2	C3	C4	
D	D0	D1	D2	D3	D4	

6 实验数据统计与分析

6.1 数据统计

(1) 温度统计

通过一个自然年份的温度记录（2008.12~2009.11），我们得知，在这一年度内，日最高气温出现在6月25日，37.2℃，日最低气温出现在1月24日，-1.6℃；月平均最高气温为7月，30.9℃，月平均最低气温为1月，3.15℃。

此模拟实验目的在于模拟燃气表在户外的实际工作状态，由于缺少燃气实际温度数据和燃气与周围环境的热交换数据，故只对压力的影响进行修正。

(2) 流量统计

由于选取样本有限，我们在进行流量统计时，分别对4种表型的计量误差进行了修正。我们将流量数据按照以月为单位进行分类统计。每块表的累计流量同本组第一块表（即参照标准表）的累计流量相比较，进行误差计算，并绘制出曲线图（其中最后一个点为全年流量总的累计误差）。

6.2 数据分析

(1) 同种型号不同流量点的比较，见图1。

由图1可以看出，这4种表型在流量不同时，误差是不一样的。总体来看，小流量（0.1Q_{max}）误差最

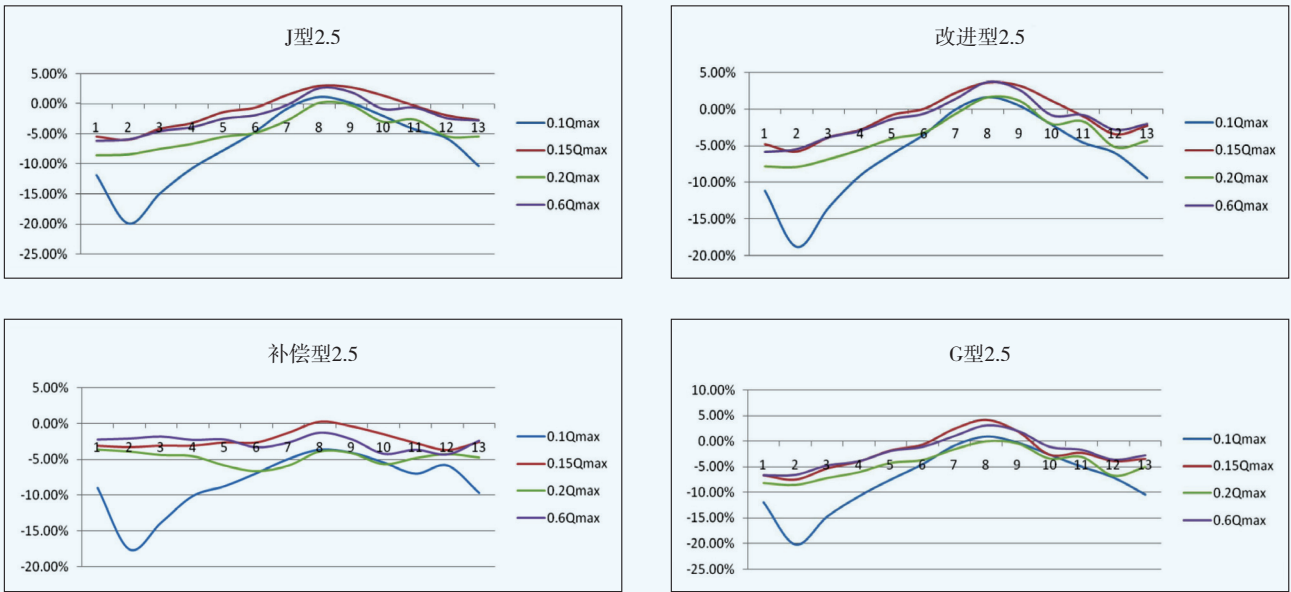


图1 同种型号不同流量点的比较

大，大流量（0.6Q_{max}）误差最小，且与温度变化相关，如在第2点（对应1月份），都有一个骤然下降过程，尤其是小流量误差曲线最为明显，主要原因是温度下降导致。同时也可以看出，小流量时对温度最为敏感，随着流量的增大，曲线越平缓，对温度的敏感度越低，这是一个值得关注的现象。

通过表4我们看到，补偿表在低温时确实具有温度补偿功能，最低不超过-18%，随着温度升高，其仅在温度最高时的7月份且在流量点0.15Q_{max}时变为正误差，其余时间和各流量点均在零轴以下运行。相对来说，G型2.5型波动区间最大，对温度变化最敏感。

表4 4种表型的温度对流量的影响

	J型2.5	改进型2.5	补偿型2.5	G型2.5
波动区间	-20% ~ +3%	-19% ~ +4%	-18% ~ +0.2%	-20% ~ +5%
误差变化率/度	0.82%	0.82%	0.65%	0.89%

(2) 同一流量点不同表型的比较，见图2。

很明显，补偿表（第3台表）相对普通表曲线波动平缓，对温度最不敏感，但其流量点的累计误差表现的不尽人意。相较而言，改进型2.5型表（第2台

表）的误差是4种表中最好的，其各流量点的误差均小于其他3台表。同时也可看出，各表型随着流量的增大，其误差呈现减小趋势。

另外，补偿表在0.2Q_{max}以上流量条件下，随着温度升高有背离趋势，尤其在春秋季节更为明显，这一点需要向厂家进一步了解，分析。

不同流量条件下对温度的敏感度是不一样的，一年中流量误差随温度波动的区间范围有很大差别。流量越小，峰谷差越大，对温度敏感度越高，流量在0.2Q_{max}以上时，对温度的敏感度相近。

表5 4种表型的全年流量误差

全年误差	J型2.5	改进型2.5	补偿型2.5	G型2.5
0.1Q _{max}	-10.33%	-9.45%	-9.7%	-10.43%
0.15Q _{max}	-2.74%	-2.29%	-2.6%	-3.39%
0.2Q _{max}	-5.42%	-4.32%	-4.71%	-5.01%
0.6Q _{max}	-2.78%	-2.04%	-2.39%	-2.76%

表6 4种表型的温度

	0.1Q _{max}	0.15Q _{max}	0.2Q _{max}	0.6Q _{max}
波动区间	-20% ~ +2%	-8% ~ +5%	-9% ~ +2%	-7% ~ +4%
误差变化率/度	0.78%	0.46%	0.39%	0.39%

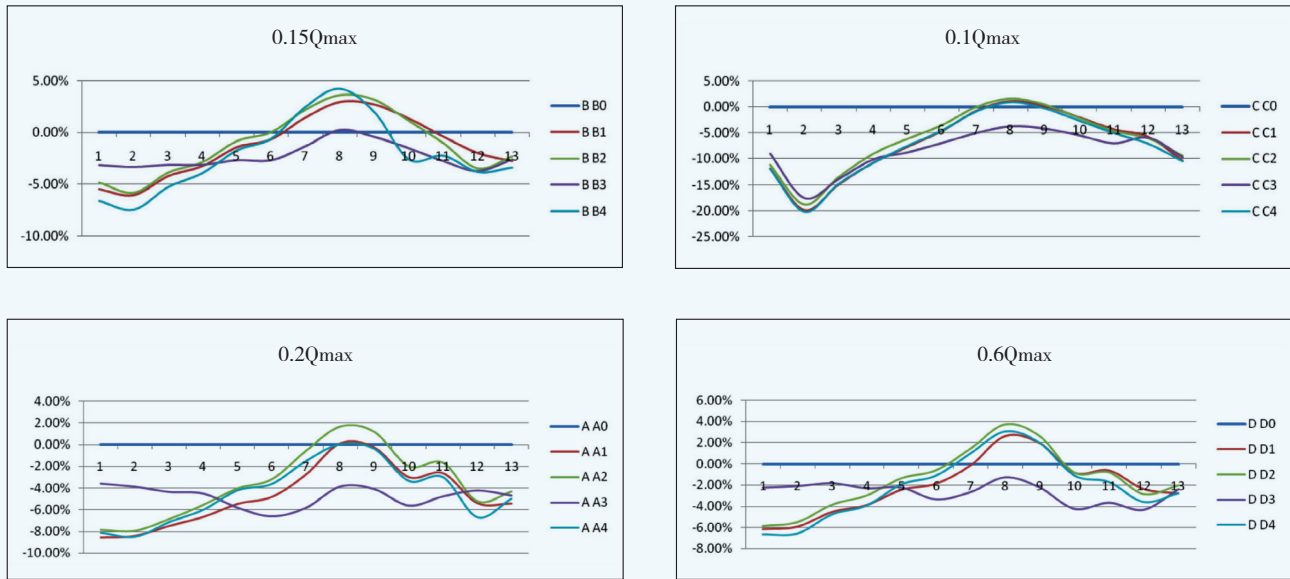


图2 同一流量点不同表型的比较

(3) 不同季节气候条件下，燃气表的误差特性为验证上面的分析结果，我们将全年根据气象学所称的冬季（10℃以下）、春秋季节（10℃~22℃之间）、夏季（22℃以上）划分为3个时间段，并将此时间段内的累计流量进行统计和误差曲线绘制。

其中，冬季133天，夏季110天，春秋两季合计122天。通过不同流量条件下绘制的12张误差曲线图，结果见表7、表8、表9，可以得出以下结论：

a. 从整体来讲，温度补偿表的曲线相对于普通

表9 春秋季节误差

春秋季节误差	J型2.5	改进型2.5	补偿型2.5	G型2.5
0.1Qmax	-6.48%	-5.4%	-7.99%	-6.58%
0.15Qmax	-1.31%	-0.92%	-2.63%	-1.92%
0.2Qmax	-4.71%	-3.41%	-5.63%	-4.03%
0.6Qmax	-2%	-1.25%	-2.9%	1.84%

表在低温时与零轴距离最近，实际工况下补偿效果较好，冬季尤为明显。同时也可以清晰的看到，温度补偿表无论哪个季节，误差始终处于负值，尤其在春秋出现与温度背离，所造成的结果是流量计量一直“跑慢”。因此，该类表有待技术改进。

b. 普通表的误差曲线，完全随着温度的变化而变化，呈正相关。春秋季节、冬季均为负误差，只有夏季为正误差，与全年的总计量误差为负值相印证，符合气体对温度的变化规律。

c. 以上各表型在0.15Qmax流量点时，不管何种季节与其他流量点相比均为较好值，值得关注。

表7 冬季误差

冬季误差	J型2.5	改进型2.5	补偿型2.5	G型2.5
0.1Qmax	-13.53%	-12.63%	-11.27%	-13.6%
0.15Qmax	-5.03%	-4.62%	-3.25%	-6.17%
0.2Qmax	-7.94%	-7.33%	-4%	-7.77%
0.6Qmax	-5.31%	-4.84%	-2.19%	-5.73%

表8 夏季误差

夏季误差	J型2.5	改进型2.5	补偿型2.5	G型2.5
0.1Qmax	0.0014%	0.52%	-4.41%	-0.2%
0.15Qmax	3.31%	2.88%	-0.6%	2.98%
0.2Qmax	-1.25%	0.51%	-4.82%	-0.79%
0.6Qmax	1.25%	3.45%	-2.12%	1.89%

7 结论

7.1 各类表的质量比较

(1) J型2.5有跑快趋势，6块表中有1块严重超

差,在 $0.6Q_{max}$ 时为+20%,在 $0.2Q_{max}$ 时为-19%,估计已经损坏。其余5块在规定范围内。在实验过程中共计发现2次在紧邻2天中,突然出现超出正常的峰谷值,之后归于正常的现象,峰谷值的平均值与前后数据相比是合理的。主要在冬季小流量条件下发生。

(2) G型2.5有跑慢趋势,5块表均在规定误差范围内。在实验过程中共计发现9次在紧邻2天中,突然出现超出正常的峰谷值,之后归于正常的现象,峰谷值的平均值与前后数据相比是合理的。主要在 $0.15Q_{max}$ 流量条件下发生。

(3) 改进型2.5有跑慢趋势,但没有G型表明显,5块表均在规定范围内,且误差特性要好于G型。在实验过程中共计发现7次在紧邻2天中,突然出现超出正常的峰谷值,之后归于正常的现象,峰谷值的平均值与前后数据相比是合理的。主要在小流量条件下的春秋季节发生。

(4) 补偿型2.5均有跑慢趋势,实验过程中损坏2块,共计使用了6块。各检定流量点无论在实验前后均有超差现象,若使用这类表,初次检定就不合格。在实验过程中共计发现3次在紧邻2天中,突然出现超出正常的峰谷值,之后归于正常的现象,峰谷值的平均值与前后数据相比是合理的。主要在大流量条件下发生。

7.2 各类表所造成的计量偏差影响

目前郑州市的民用用户近90万户,每户每月平均理论用气量 $15m^3$ 。由于各个用户的用气习惯不同,无法得知其实际使用天然气时的流量参数,对此,我们将各流量点的示值误差进行累计,而后得出修正误差。

郑州市目前主要使用J型2.5和G型2.5这两种表,数量相当。若以这两种表的平均误差为0,就得到补偿表和改进表分别多计量2.03%和3.33%(见表10),

表10 各类表的全年误差

全年误差	0.1Q _{max}	0.15Q _{max}	0.2Q _{max}	0.6Q _{max}	修正误差
J型2.5	-10.33%	-2.74%	-5.42%	-2.78%	0
改进型2.5	-9.45%	-2.29%	-4.32%	-2.04%	3.33%
补偿型2.5	-9.7%	-2.6%	-4.71%	-2.39%	2.03%
G型2.5	-10.43%	-3.39%	-5.01%	-2.76%	0

若更换为此两种新表型,则平均每户每年可多计量 $3.7m^3$ 和 $6m^3$,经济效果并不明显。并且,这两种新型表的计量性能还不太稳定,在实验过程中发现易于损坏和计量性能突变次数频繁现象,质量方面有待进一步提高。

7.3 关于各型式燃气表应用的一些看法

(1) 小流量条件下即 $0.4m^3/h$ 流量,温度敏感度最强,流量误差也最大,所以,经常使用小流量的用户建议安装使用 $1.6m^3/h$ 及以下的表型。

随着天然气的预期涨价,使用燃气热水器或燃气壁挂炉的用户会相对减少,转而使用电能、太阳能等热水器,这些用户可视为小流量用户,因此,推广使用小流量仪表对燃气公司是有利的。

(2) G型2.5型对温度变化最敏感,不建议将此型表列入户外表,安装在户内较为有利,尤其对大流量用户更是如此。

(3) 户外挂表的用表选择

从技术角度,通过前面流量误差的分析,我们认为户外挂表还没有较优的选择。在温度不同的条件下,各型表在各个流量点均有优缺点,而用户的用气习惯也是千差万别,那么,在户外挂表选型之前,应抽取充分的样本进行本地模拟实验,得到可靠数据后再做选择。

从经济角度,无论是补偿型还是改进型表的价格肯定要比普通型高,燃气公司作为一个经济组织,需要统筹考虑。

欢迎使用《城市燃气》投稿系统

简单

在“燃气在线”(www.gas800.com)
网站首页,点击《城市燃气》在线投稿图标即可。

方便

专为作者设计的“稿件查询”系统,
让作者可以随时查询到所投稿件的审核状态。

投稿系统网址: www.gas800.com