

户外挂表环境温度影响的应对实验研究

郑州华润燃气有限公司(450006) 邓立三

1 研究目的

为配合郑州燃气实施户外挂表安装方式,我们在实验室对膜式燃气表进行了两项重点实验研究:一是研究环境温度对普通膜式燃气表计量性能的影响,二是研究机械温度补偿型燃气表在实验室中的补偿效果。实验结果表明:普通膜式燃气表受环境温

度影响较大,随着环境温度的下降,仪表的未修正示值误差呈单边下降的趋势。在 -10°C 时,最大误差可达到 $-10\%\sim-15\%$,见图1。机械温度补偿型燃气表可以实现对环境温度的修正补偿,示值误差基本可以修正到 $\pm 5\%$ 以内,在低温状态下,补偿效果尤为明显,见图2。

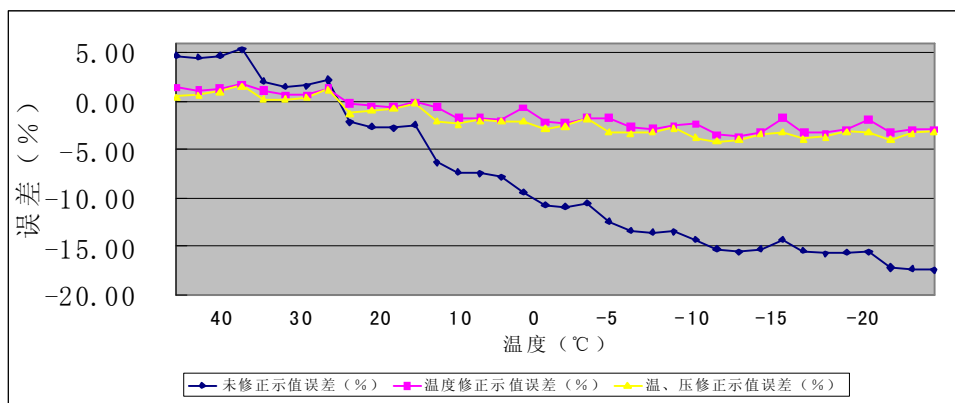


图1 普通膜式燃气表温度特性曲线

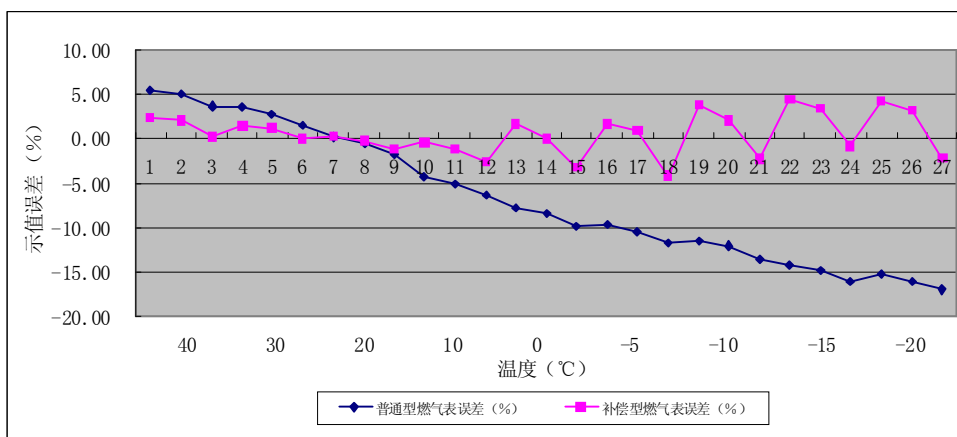


图2 机械温度补偿型膜式燃气表温度特性曲线

以上两项实验都是在实验室恒温箱中进行的,并不能完全符合仪表工作现场的实际情况,机械温度补偿型燃气表的准确性、稳定性、可靠性、有效性需要进一步验证,同时,为探索降低环境温度影响的有效途径,考虑对普通表的仪表壳体外敷隔热材料,以观察是否可以达到降低温度影响的效果。

2 研究方向

为解决户外挂表受环境温度影响的问题,首先要考虑的是使用机械温度补偿型燃气表,但国内大多数生产厂家不生产此类表型,仅有丹东热工小批量生产,实际应用时间较短,我们在实验室已有试验结果,但没有经过实际长期运行,其次要考虑如何避免环境温度对仪表造成影响,为此,拟采取仪表外敷隔热材料的方法,以期降低温度的影响。因此,本次实验有两项内容:一:探索现场工作条件下,机械温度补偿型燃气表的补偿效果;二:探索普通表外敷隔热材料对降低温度影响的实际效果。

3 机械温度补偿型燃气表工作原理

普通燃气表具有固定的回转体积,基本不随温度变化而变化,机械温度补偿型燃气表是利用热敏双金属元件的热胀冷缩效应,通过改变皮膜的位移量来实现回转体积的微小变化,进而达到调整示值误差的需要。热敏双金属元件由线膨胀系数不同的两片薄金属焊在一起构成的。当温度改变时,由于两片膨胀不同,双金属片将产生弯曲。如果将其一端固

定,则另一端将产生位移,其位移的大小与温度的高低成正比。

4 试验过程

2008年11月,我们经过反复查找,最后在红河熙园选取了6户外挂表用户,这些用户具有以下优越性:①壁挂炉用户,冬季用气量大,便于统计计算;②用户位置相近,方便仪表安装,使用表箱简单;③是近期发展的用户,仪表和管道比较新;④地理位置较佳,方便每天抄表记录。

为了尽可能降低仪表本身的误差影响,把原来用户使用的旧表更换为性能优异的进口BK表,安装前对所有仪表都重新检定和校准。隔热材料使用10mm厚的橡塑海绵,除表嘴和计数器面板外,其余部位全部包扎紧裹,见图3。

仪表安装采取铝塑复合管串联连接,每一只表箱安装3台试验表,用户的仪表位置不变,见图4。

2008年12月,6台试验表安装完毕,其中3台为机械温度补偿型燃气表,3台为外敷隔热材料普通表。自2009年1月1日起,每两天抄表一次,环境温度为郑州市发布的当天平均温度。

5 数据处理和分析

为了方便表格的编排,仅取4户仪表的原始记录进行统计分析,分为机械温度补偿型和普通表外敷隔热材料两类,每类分为两组,对每一组表统计到月度累积量和月度平均值。在表1和表2中,分别显



图3 仪表外敷隔热材料示意图



图4 仪表安装位置图

示了机械温度补偿型燃气表月度气量误差和普通表外敷隔热材料月度气量误差,对应于图 5 和图 6,分别绘制了两种仪表的温度修正趋势曲线,图中可以清晰地观察到仪表误差随时间(环境温度)变化的趋势,通过两种不同的变化曲线,可以清晰观察到两种试验情况下的温度补偿效果。

在表 1 和表 2 中,用户表和试验表的体积量为当月仪表显示累积值,误差计算公式为:

$$E_i = \frac{V_{\text{试验表}} - V_{\text{用户表}}}{V_{\text{用户表}}} \times 100\%$$

按照误差的定义,把用户表的读数视为真值,把试验表读数视为测量值,误差的大小表示试验表对温度的修正补偿效果。在计算误差时,由于试验表 and 用户表距离较近,不考虑两台表之间的压力差异。

在数据处理过程中,没有对每个月的每次读数进行比对,是因为每次统计量数值较小,环境温度又比较接近,其误差在实验记录里可以观察到,因此,不再对此进行具体分析,分析的重点应放在月度的累积量和月度误差上面,主要任务是观察仪表的连续补偿效果。

从表 1、表 2 和图 5、图 6 中可以看出:
机械温度补偿型燃气表具有很好的环境温度修

正功能,在冬季的修正误差达到 6%~8%,全年(统计时间 10 个月)累计修正误差达到 4%~5%。而我们过去进行的户外挂表区域计量输差试验中,年度累计误差约为-7%,因此,通过使用机械温度补偿型燃气表,可以使输差修正到-2%左右,补偿效果达到 80%以上,同时,从图 6 可以看到,两台表的误差曲线变化趋势基本一致,说明仪表的温度补偿有较好的一致性,通过近一年的试验,仪表稳定可靠,没有出现故障,说明仪表的稳定性和可靠性基本满足现场使用要求。

普通表外敷隔热材料不具有很好的环境温度修正功能,在冬季和夏季的修正误差不明显,一般在 0.5%~1%之间,试验最终表明,仪表不能依靠隔热材料来改善计量准确性,其原因是气体流速非常低,表接头以及连接管道已使气体发生了充分的热交换,气体经过仪表时,其热交换已不受隔热材料限制。

6 试验结论

实验表明:机械温度补偿型燃气表可以通过机械的方法改变环境温度对仪表的影响,从而使仪表不遵守气体状态方程,实现燃气表的温度补偿,补偿

表 1 机械温度补偿型燃气表月度气量误差

试验时间(月份)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
月平均温度(℃)		1.5	5.3	9.1	15.5	21.7	26.7	28.3	25.6	21.0	18.4	5.4	2	15.04
第一组	试验表(m³)	257.208	145.277	66.710	13.758	10.733	14.090	17.825	14.875	9.950	11.703	14.781	72.332	649.242
	用户表(m³)	238.397	136.429	63.846	13.743	10.917	14.545	18.332	15.172	9.941	11.611	13.984	67.649	614.566
	误差(%)	7.89	6.49	4.49	0.11	-1.69	-3.13	-2.77	-1.96	0.09	0.79	5.70	6.92	5.64
第二组	试验表(m³)	451.230	339.936	243.795	55.502	10.318	9.961	9.221	9.651	10.079	16.645	251.042	394.497	1 801.877
	用户表(m³)	425.884	326.374	236.896	54.686	10.388	10.128	9.321	9.693	10.012	16.380	237.755	375.659	1 723.086
	误差(%)	5.95	4.16	2.91	1.49	-0.67	-1.65	-1.07	-0.43	0.67	1.62	5.57	5.01	4.57

表 2 普通表外敷隔热材料月度气量误差

试验时间		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
平均温度(℃)		1.5	5.3	9.1	15.5	21.7	26.7	28.3	25.6	21.0	18.4	5.4	2	17.3
第三组	试验表(m³)	176.586	72.358	24.909	26.257	23.164	20.465	19.942	16.356	16.553	19.908	91.638	176.382	684.518
	用户表(m³)	174.804	71.722	24.742	26.024	22.924	20.224	19.781	16.228	16.445	19.782	91.020	175.284	678.980
	误差(%)	1.02	0.89	0.68	0.90	1.05	1.09	0.81	0.79	0.66	0.64	0.68	0.63	0.82
第四组	试验表(m³)	433.593	332.076	46.184	23.300	9.556	8.662	24.194	19.882	12.006	10.943	52.375	79.177	1 051.948
	用户表(m³)	431.347	329.503	45.825	23.041	9.450	8.553	23.942	19.650	11.868	10.829	52.057	78.558	1 044.641
	误差(%)	0.52	0.78	0.78	1.12	1.12	1.27	1.05	1.18	1.16	1.05	0.61	0.79	0.70

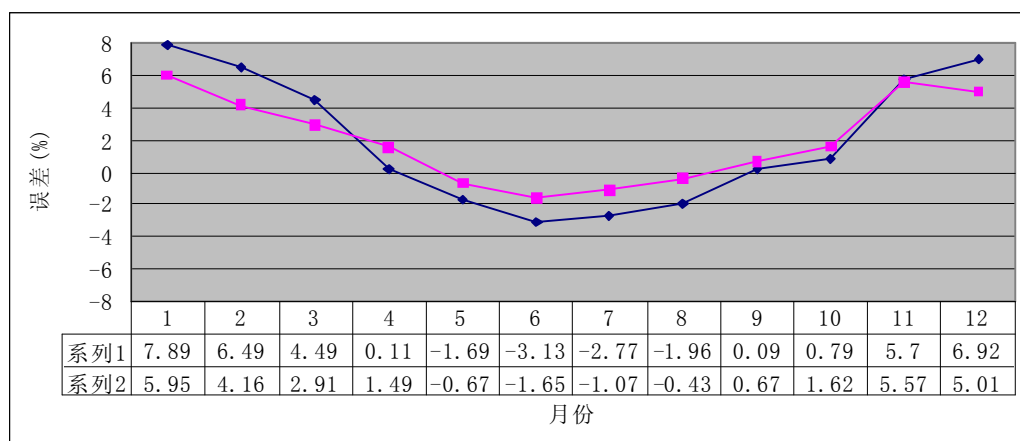


图5 机械温度补偿型燃气表月度气量误差曲线

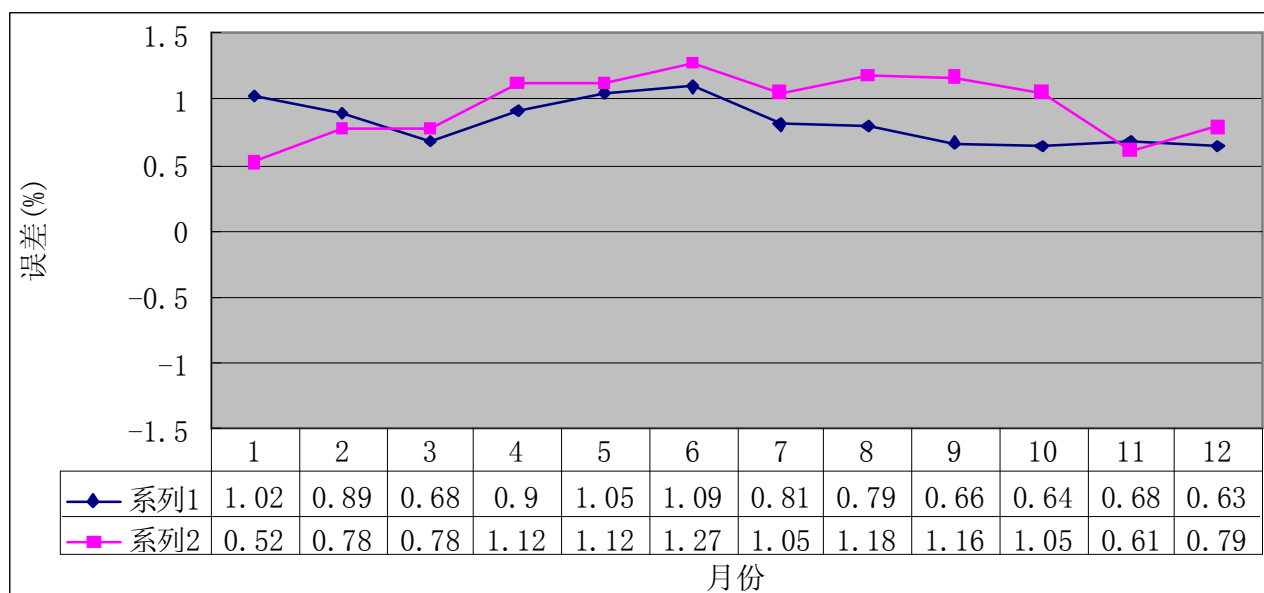


图6 普通表外敷隔热材料月度气量误差曲线

效果在全温度范围内有效可靠,补偿效果的准确性、一致性、稳定性、有效性均可以满足要求,建议小批量试装。

依靠隔热材料不能改善仪表受环境温度的影响,对环境温度的补偿效果不明显,建议不采用此类方法。