

# 影响CNG加气机现场检定准确性因素分析

□ 克拉玛依市燃气有限责任公司 (834000) 魏文飞 宋印强

**摘 要:** CNG加气机计量准确性直接关系到与用户结算的公平性。为了保证公平交易, 监督管理部门要强制检定CNG加气机。影响CNG加气机现场检定准确性的因素有很多, 本文就以这些因素进行探讨分析, 并提出相应的对策。

**关键词:** 压缩天然气 加气机 计量 准确性因素

## 1 引言

作为汽车燃料的压缩天然气(CNG)与汽(柴)油相比, 具有污染物排放少、运行成本低等优点, 越来越受到用户青睐。为汽车充装天然气的CNG加气机现已全面应用于CNG加气站, 计量的准确性直接影响到经营者与消费者的合法权益。为了保证公平交易, 监督管理部门须强制检定CNG加气机。本文以影响CNG加气站现场检定准确性因素进行探讨分析, 并提出相应的提高加气机检定准确性的措施。

## 2 加气机计量检定方法介绍

CNG加气机是一个售气计量系统, 包括: 微机控制器、显示器、键盘、流量计、安全阀、加气枪、高压管路等部分。

加气机的计量仪表是其核心部件, 目前多采用的是高质量的CNGC专用质量流量计、容积式流量计或涡轮流量计, 我公司加气站使用的是科里奥利质量流量计。

质量流量计是直接测量质量流量, 具有计量精确度高(可达 $\pm 0.2\% \sim 0.5\%$ ), 仪表范围度宽(可达50:1~100:1), 可测量范围广泛, 适用于各种气体、

液体及两相流等介质, 对流体速度分布不敏感等优点。国家质量监督检验检疫总局于2012年颁布了国家计量检定规程JJG996-2012《压缩天然气加气机检定规程》, 规定了质量流量和密度的检定项目和检定方法。目前针对CNG加气机质量流量计检定, 常用的计量检定方法有质量法和标准表法两种。

### 2.1 质量法检定

此方法为静态法检定, 就是测量同时通过加气机的气体质量(或体积量)和标准容器的气体质量, 进行直接对比, 以得到加气机计量准确度的结果, 如图1。

首先精确测量空标准容器的质量 $M_{1i}$ , 然后加气机计数器清零, 将加气枪接入标准容器, 开启加气机加气, 当容器压力达到20MPa时, 关闭加气枪, 取下加气枪, 再次测量标准容器的质量 $M_{2i}$ , 同时读取加气机显示气体体积量 $V_{ji}$ , 则通过加气机的气体质量为:

$$M_i = M_{2i} - M_{1i}$$

读取加气机中所采用的天然气绝对密度 $G_r$ (该密度为天然气在标准状态下的真实密度, 由气质组分分析数据计算得到), 则 $M_i$ 对应的体积值为:  $V_i = \frac{M_i}{G_r}$

$$\text{加气机的示值误差为: } E_i = \frac{V_{ji} - V_i}{V_i} \times 100\%$$

$$\text{重复性为: } \delta = \frac{E_{max} - E_{min}}{d_n} \times 100\%$$

## 2.2 标准表法检定

通过测量加气机的气体体积量和标准表的气体体积量进行直接比对,得到加气机计量准确度的结果,如图2。标准表采用与加气机中所用流量计同种类型的仪表。

首先连接标准表、加气枪、气瓶,然后加气机计数器清零,开启加气机加气,当加气机显示达到指定值时,关闭加气枪,读取加气机的气体体积量 $V_{ji}$ ,读取标准表体积量 $V_i$ ,加气机的示值误差为:

$$E_i = \frac{V_{ji} - V_i}{V_i} \times 100\%$$

$$\text{重复性为: } \delta = \frac{E_{max} - E_{min}}{d_n} \times 100\%$$

当检定误差范围超过国家计量检定规程JJG996-2012《压缩天然气加气机检定规程》规定的:“加气

机的最大允许误差为 $\pm 1\%$ ,重复性应不超过0.5%”,则通过调整脉冲系数或是质量流量计进行调整。作为精密机械,按其相关规定,须半年检定一次以保证其计量准确度。

目前,克拉玛依市质量技术监督局对我公司加气机检定采用的是标准表法。

## 3 影响加气机检定准确性因素

### 3.1 密度和当量的输入

车用压缩天然气加气机的计量系统核心是质量流量计,国家计量检定规程明确其主显示值为千克(kg)。但物价部门在对天然气定价时采用的计量单位是立方米( $m^3$ ),所以需要得到天然气的标准状况

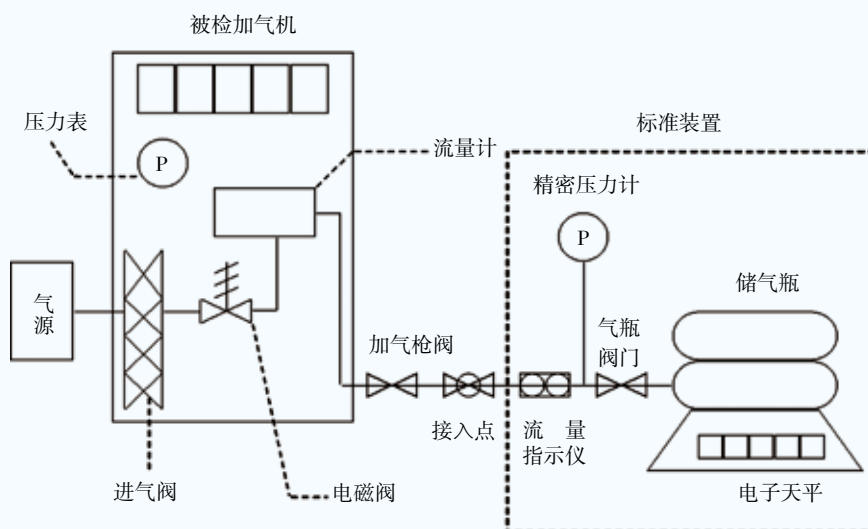


图1 质量法检定

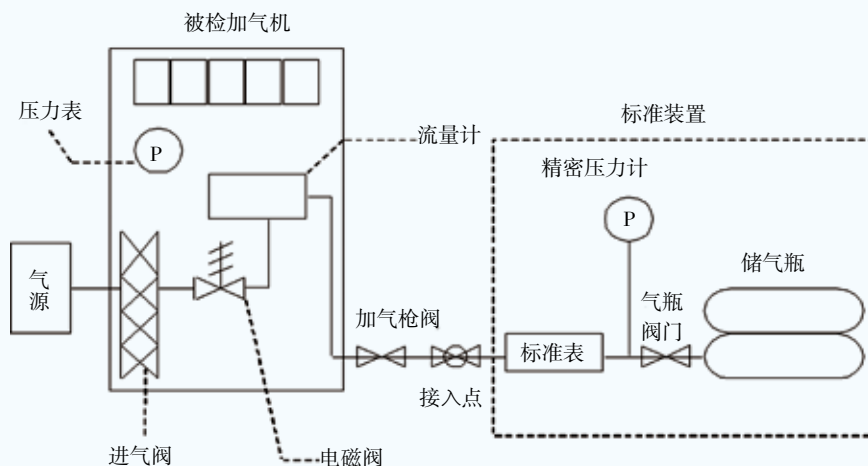


图2 标准表法检定

(101.325kPa, 20℃)下的实际密度值,把测量所得的质量值转换成体积值(即 $V=m/\rho$ )。也就是说,当质量为定数时,密度大小与体积大小成反比的。而当前的技术条件下,加气机本身还不具备自动测量天然气密度的功能,只能靠人为输入。所以如果输入的密度值不准确,就会严重影响加气机计量准确度,给加气站或者用户造成损失。例如,就曾有CNG加气站在2015年10月份检定时因检定人员密度值输入错误,对用户计量偏差较大,引起用户投诉,给加气站声誉及形象造成恶劣的影响。

另外,由于天然气的组分经常发生变化,引起密度值的变化,造成计量不准确。我国CNG在大气压力为101.325kPa、温度为20℃的情况下,密度在(0.64~0.74) kg/m<sup>3</sup>之间,则相对误差为:

$$(7.4-6.4) / 6.4 \times 100\% = 15.63\%$$

仅此差值就超过国家规定的“加气机的最大允许误差为±1%”准确度的要求,所以密度值的管理与控制需要引起足够的重视。

### 3.2 阀门开启与标准表清零顺序

实际检定过程中,阀门的开启状态与标准表清零顺序也会对检定准确性造成影响。如图3所示,将加气机加气枪阀门设定为A阀门,标准表后的阀门设定为B阀门,高压气瓶前的气瓶开关设定为C阀门。则阀门开启与标准表清零顺序有以下方式:

(1) 直充后表法: A、B、C阀门打开,标准表清零,开机加气;

(2) 先表直充法: 标准表清零, A、B、C阀门

打开,开机加气;

(3) 平衡加气法: A、B阀门打开,标准表清零,开机加气,开启C阀门。

通常检定程序是:加满气瓶后,关闭C阀门,取下加气枪,等待给下一辆汽车加气。这时串联在一起的加气机加气枪管段,标准装置质量流量计,标准装置加气枪管段都充满了20MPa的高压气体,如:

按第一种方法直充后表法,将C阀门打开,然后标准表清零,此时管路中的高压气体就流入了气瓶但标准表没有记录,这就会引起误差。

第二种方法先表直充法,先将标准表清零,标准装置处于等待检定状态,然后开启C阀门,开机加气。这时在开机加气前虽然流入气瓶一些气体,但在气瓶加满气后,这部分气体又补充回了管路中,虽然对检定结果影响不大,但在开机前标准表已显示有气体流入,容易引起纠纷。

第三种方法平衡加气法,先将标准表清零,开机加气,再开启C阀门,这种方法在加气前后始终保持管路中有20MPa的高压气体,检定前后条件一致,是比较理想的检定方法。

而通常检定过程中,检定人员及加气站监督人员会忽视了阀门开启与标准表清零顺序。

### 3.3 温度和压力影响

当来气温度或环境温度高时,气体的密度相对来说会变小,造成测量值比实际值偏大,对经营者来说较为有利;当气体压力大时,气体密度也变大,造成测量值比实际值要偏小,对消费者来说较为受益。

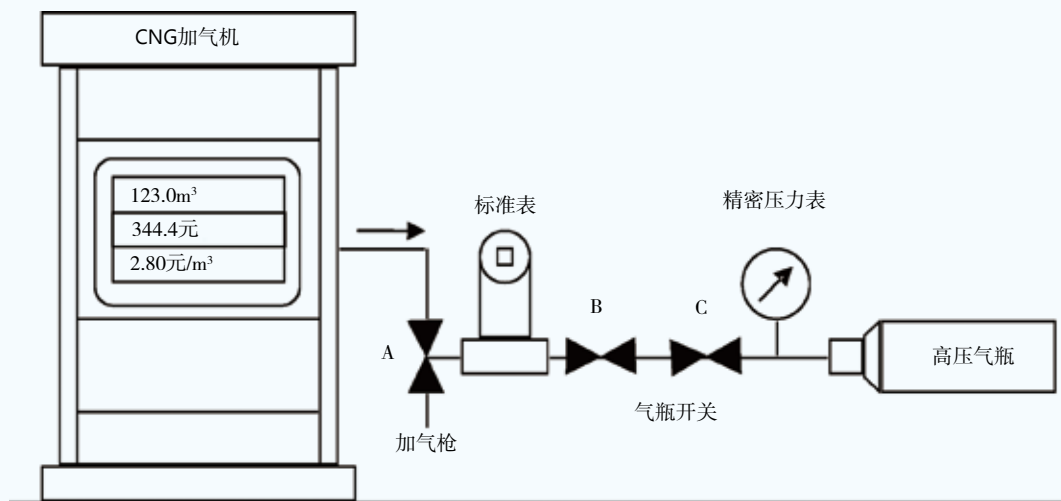


图3 阀门开启与标准表清零顺序

### 3.4 加气机自身影响

在检定过程中,由于加气机的质量影响,进而会影响到加气机的计量。由于加气机的组成零件较多,比如电子计控器、电磁阀以及质量流量计等零件,如果不能都保证这些组成零件的质量,将会影响到加气机的质量,从而对加气机的计量产生影响。例如,如果所使用的电磁阀质量存在着问题,就会导致加气机的电子计控器在还没开始工作的情况下,加气机的气枪就已经开始进行加气,这样的情形肯定会对加气机的计量造成相当大的影响,导致加气机的计量出现不准的情形。

## 4 提高计量检定准确性措施

### 4.1 确定合理的密度

CNG密度值输入不准确,则会对加气站及用户的合法权益造成较大影响。密度值输入过大,加气机气体体积量则会偏小,加气站则会受损;密度值输入过小,加气机气体体积量则会偏小,则会使加气站受益,用户权益受损,造成投诉量增多,影响加气站信

誉,客户流失。合理确定CNG密度值,则对CNG加气站计量检定工作具有重要意义。

对比近两年天然气分析报告,可发现北郊路加气站天然气密度在 $0.69\text{kg}/\text{m}^3 \sim 0.72\text{kg}/\text{m}^3$ 之间波动。

对加气站近两年密度变化进行损益分析,见表1。

当前密度下,每季度加气站损益波动性如图4。

鉴于最小密度、最大密度是相对发展的,若以最小密度设定为加气机密度值,则当期损耗在年度反映上可盈利为15万元以上;而目前的加气机设定值在 $0.71\text{kg}/\text{m}^3$ ,自2015年10月份检定调整过后,已经过两次监督部门检定,均未对密度值进行调整,对此进行损益分析,则会发现加气站实则为亏损状态,这也是众多加气司机反映我公司加气站加气耐烧的基本道理吧。若在检定时按照检定报告进行适当调低,按目前加气站一年加气量为 $450\text{万}\text{m}^3$ 计算,仅密度值一项,经过损益分析发现就会造成 $4\text{万}\text{m}^3 \sim 20\text{万}\text{m}^3$ 气量的波动。因此,若要使加气站受益,建议检定时在合理范围内适当选取较小的绝对密度值设定为加气机天然气的绝对密度,“微小数值的变化有大效益”,当慎重再慎重。

表1 2014年~2016年加气站天然气密度变化损益分析

年份	季度	密度值		选最小密度损益分析				当前密度损益分析			
		相对密度	绝对密度/ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	选最小密度 相对误差	每季度 气量损耗 ( $\text{m}^3$ )	每季度 损益费用 (元)	每年预测 损益费用 (元)	当前密度 相对误差	每季度 气量损耗 ( $\text{m}^3$ )	每季度 损益费用 (元)	每年预测 损益费用 (元)
2014年	第四季度	0.6046	0.7165	0.0270	29 493	82 582	330 327	0.0091	9 922	27 781	111 124
2015年	第一季度	0.6018	0.7131	0.0223	24 300	68 039	209 830	0.0044	4 819	13 492	-7 269
	第二季度	0.5958	0.7060	0.0121	13 170	36 876		-0.0056	-6 117	-17 127	
	第三季度	0.6084	0.7210	0.0335	36 542	102 318		0.0154	16 848	47 173	
	第四季度	0.5892	0.6982	0.0008	927	2 597		-0.0166	-18 146	-50 808	
2016年	第一季度	0.5887	0.6976	0	0	0	154 776	-0.0175	-19 057	-53 359	-61 363
	第二季度	0.6034	0.7150	0.0250	27 268	76 349		0.0071	7 735	21 657	
	第三季度	0.6012	0.7124	0.0212	23 187	64 923		0.0034	3 725	10 430	
	第四季度	0.5913	0.7007	0.0044	4 823	13 504		-0.0131	-14 318	-40 091	
最小密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )		0.6976	最大密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )		0.7210	每日最低加气量 ( $\text{m}^3$ )		12 000	当前密度值		0.71
相对误差=(测定值-额定值)/额定值×100%											

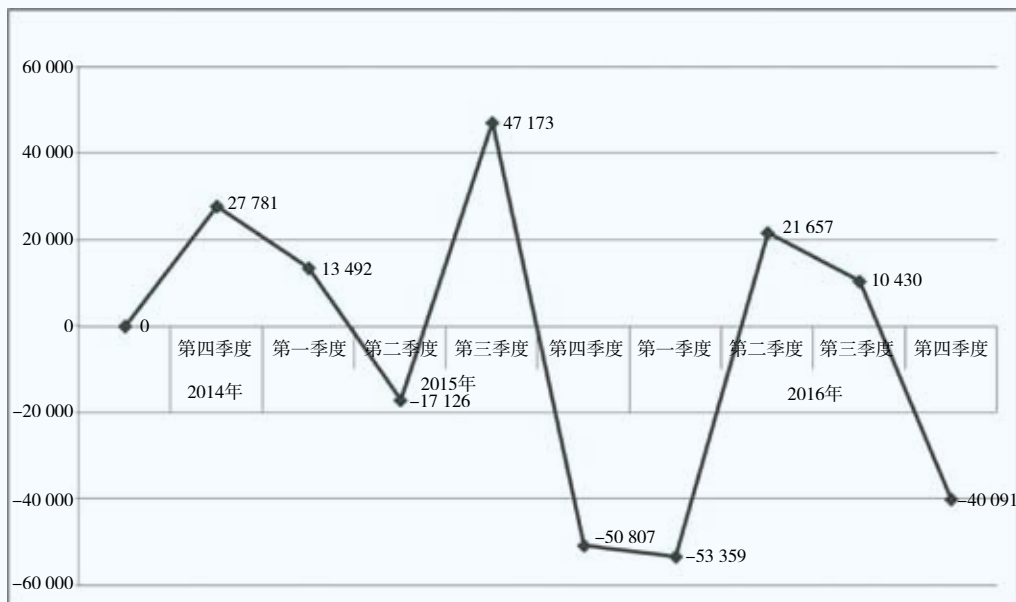


图4 当前密度每季度损益波动图

#### 4.2 调整阀门开启与标准表清零顺序

在实际检定工作中,使用第一种直充后表法检定的还比较普遍。通过以上分析,在今后的检定过程中,直充后表法检定过程不建议再采用;第二种先表直充法,在开机前,标准表已显示有气体流入,容易引起纠纷;建议采用第三种平衡加气法,提高检定过程准确性。

#### 4.3 降低温度和压力影响

质量流量计工作中,不受压力、温度和黏度变化的影响,且在GB/T19237-2003《汽车用压缩天然气加气机》中明确说明CNG密度是大气压力为101.325kPa,温度为20℃的情况下的统一状态下的密度。环境温度及压力影响的是检定当时天然气的密度,与提前输入加气机的密度值难免会有偏差。因此,检定时最好参照近期天然气气质分析报告设定加气机密度值,减少环境温度对密度值造成的影响;同时检定前应使标准装置通电充分预热。

#### 4.4 解决加气机自身问题

要提高加气机的计量准确度,就要确保加气机的组成零件质量,不能因为加气机自身问题对检定结果造成影响。因此,在选购加气机组成零件的时候,应该选择信誉良好的厂家,保障零配件能够长期稳定运行;同时要作好加气机的定期维护保养,与零配件的检查维修等。在加气机检定前要保证设备完好,正常运行。

### 5 结束语

压缩天然气加气机的计量检定是一项关系到贸易结算双方利益的严谨工作,是保证计量准确可靠、公平公正的工作;加气站更是作为公司创利盈收的重要单位,能否创造更大效益也至关重要。本文结合以往CNG加气站加气机检定过程中存在密度、温度和压力和其它可能遇到的影响计量准确性的各种因素进行了分析,提出了适当选取较小密度值,采用平衡加气法检定及解决加气机自身问题对检定结果造成的影响等措施,以求实现在公平、合理的情况下,为加气站创造更多的价值收益的同时,也为以后加气机实际检定工作提供参考。

#### 参考文献

- 1 史世雄. CNG加气机的检定、操作问题及解决[J]. 化工管理, 2016; 08: 331
- 2 李建. 标准表检定CNG加气机存在的问题和解决方法. 中国计量, 2015; 7: 67-68
- 3 王本草. CNG加气机检定中阀门开启与标准表清零顺序对误差的影响[J]. 工业计量, 2015; 25(6): 86-87
- 4 邓立三. CNG加气机计量检定方法探讨[J]. 城市燃气, 2005; 1: 10-14