

# 天然气贸易计量的准确性与可靠性保障措施

王博\*

新疆新捷燃气有限责任公司, 830000 新疆乌鲁木齐

**摘要** 介绍国内天然气贸易计量的现状和发展趋势,分析计量站场设备选型、工艺安装、环境及辅助设施、气质条件等因素对天然气贸易计量的影响,结合对现场贸易计量系统进行性能评价、开展现场计量监督检查等技术手段,提出保障天然气贸易计量准确性与可靠性的实施措施,保证天然气贸易计量各环节处于可靠受控的状态,确保天然气贸易计量的准确性与可靠性。

**关键词** 贸易计量 准确性 可靠性 性能评价

## 1 引言

天然气是一种优质的燃料和化工原料,由于它燃烧完全,单位发热量大,燃烧后的产物对环境污染小,因而被人们视为清洁能源而深受青睐。随着国民经济的快速增长,我国天然气工业步入一个高速发展时期 国内天然气年产量于2011年已突破  $1000 \times 10^8 \text{m}^3$ , 中亚年进口量  $300 \times 10^8 \text{m}^3$ , LNG 年进口量超过  $280 \times 10^8 \text{m}^3$ , 中缅年进口量  $300 \times 10^8 \text{m}^3$ , 中俄规划年进口  $600$  至  $700 \times 10^8 \text{m}^3$ , 煤制气、煤层气、页岩气进入天然气管网投入利用,全国天然气消费量从1976年的  $100 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$  增加到2013年的  $1600 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ , 与此同时全国性的天然气输送管网正在形成。由于天然气贸易量的极大增加,确保天然气贸易计量的准确性和可靠性就成为一件非常重要的工作。

## 2 天然气贸易计量的现状和质量控制

上个世纪我国贸易计量主要以孔板计量为主,近年来孔板流量计所占比例逐渐减少,超声流量计和涡轮流量计所占比例逐渐增大,小型计量站采用小口径旋进漩涡、孔板、涡轮流量计居多,贸易计量方式80%采用体积计量,随着气源的多元化,特别是随着中亚、中缅和中俄管道天然气以及LNG进口业务的快速发展,我国现行的天然气计量交接方式——体积计量已不能充分反映天然气的实际价值。国际上天然气计量方式以能量计量为主,体积计量为辅,能量计量以流量和发热量乘积的方式获取。

国内已经开始重视对天然气贸易计量准确度和

可靠性质量控制方法的研究,许多国内天然气贸易交接计量场站都在积极实施定期的贸易计量系统的性能评价,具体的方法主要是控制天然气贸易交接计量的各个环节,根据各个贸易交接计量站场的不同特点和管理要求制定天然气贸易交接计量准确性和可靠性保障措施,并形成管理制度和规则。

## 3 影响贸易计量准确性与可靠性的因素

### (1) 设备选型

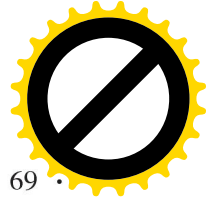
根据贸易计量的压力、测量流量范围、流量波动范围、气质等确定选择的流量计选择是否合适,压力温度仪表或变送器是否合适,具体选型应参考 Q/SY 196-2013《用于天然气贸易计量的流量计选型指南》;

### (2) 工艺安装

工艺安装从两个方面影响流量仪表的计量性能: ①涡轮、超声等速度式流量计和孔板、喷嘴等差压式流量计,都要求被测介质在进入流量计入口处时,达到充分发展或特定的速度分布,尽可能避免速度畸变、旋涡流和脉动流,而影响来流的因素包括管路的走向及布置形式、流量计前后阻流件形式、前后直管段长度及整流器形式、离脉动源的距离等; ②科氏力质量流量计等对安装应力、机械震动比较敏感,不当安装所造成的多余应力会影响到流量计振动管的自由振动,影响流量计的频率输出,机械震动也会干扰输出信号的检测,从而影响流量计的示值。

确保工艺安装流量计所需最短的上、下游直管段

\*作者简介: 电气工程师, 2001-07 毕业于西南石油学院自动化系检测技术及仪器仪表专业



长度要求,对管道内流体有强干扰的设备、管件,在满足工艺要求和整体布置的前提下,应尽量安装在流量计的下游直管段外。避免对其入口速度剖面的干扰,确保计量准确。控制和测量的环境条件应适宜和稳定,应消除振动。如果天然气气源有回流现象发生,应考虑安装单流阀或类似装置,以避免因天然气回流而引起的测量值误差;

### (3) 环境和辅助设施

天然气是一种可压缩气体,在相同流速下,不同温度、压力下的天然气换算到标准状态的流量是不同的。流量仪表的操作条件或运行条件直接影响计量性能,因此要考虑环境温湿度是否在流量计运行允许范围内、夏季计量器具具有无遮阳降温设施、冬季计量器具具有无保温加热设施等。

为确保贸易计量准确可靠,还要考虑流量计直管段规定长度的上下游有无阻流件、上下游阀门的关闭是否完全、是否有旁通、旁通有无加铅封管理等;

### (4) 气质条件

天然气是由甲烷,乙烷,丙烷等烃类组分和氮气、二氧化碳非烃类组成的复杂混合物,其组分含量并不相同,不同国家的天然气组分含量也可能有所不同。即使是在同一地区同一气田的天然气组成的也有差异。天然气各组分含量是天然气计量的基础参数,当选用的计量方式与天然气组分有关时,若未对计量系统进行实时的在线修正,则势必造成很大的计量误差。以涡轮流量计为例,其特性易受介质物性和流体流动特性的影响,愈是高准确度,其影响愈敏感,例如介质脏污、结垢使叶片及通道发生变化,流量计特性亦随之改变,轴承磨损使特性偏移等。当天然气中含有酸性气体时,在集输过程中由于温度和压力的变化会使水蒸气从天然气中析出液态水。当液态水溶解了酸性气体后,会对设备内壁产生腐蚀,减少其使用寿命,这就使得计量设备及其配套仪器、仪表的材质、性能、维护、保养的要求较高。

## 4 评价贸易计量准确性与可靠性的技术手段

### 4.1 计量系统现场性能评价

对现场贸易计量系统进行性能评价是判断贸易计量准确可靠的重要手段,通过对流量计、配套仪表、流量计算机和数据通道、色谱仪、计量用软件系统的评价可以确认该计量系统能否在国家规程规定的范围内正常工作,其工作压力范围、测量范围等能

否满足现场贸易计量的要求等。

#### (1) 对流量计进行性能评价

在有条件的地方,可采用核查流量计的方法来对现场流量计的测量性能进行监测和评价。核查流量计和现场流量计串联装,可以是永久串联安装或短期串联安装,安装方式应使两台流量计间无相互影响。通过对每个流量计的输出和关键参数进行监测和比较,来确定两台流量计之间的一致性。推荐使用工作原理不同的流量计作为核查流量计。

对于无法安装核查流量计的地方,但具备自诊断功能的智能流量计,可以通过对现场流量计量四个环节的检查,可以对流量计的状态、性能给出具体评价。见图1;

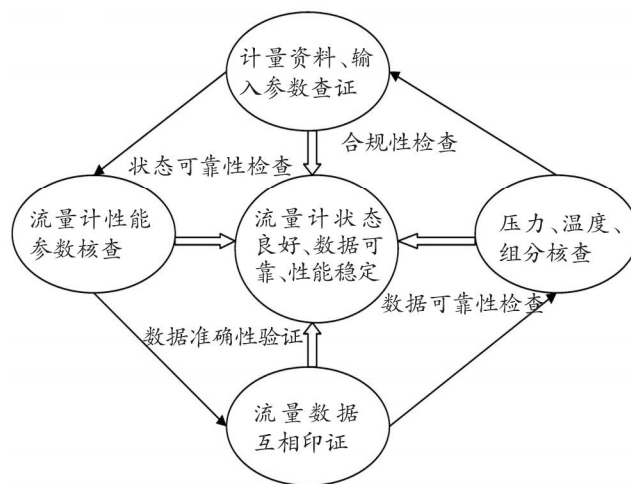


图1 流量计性能评价示意图

#### (2) 对配套仪表进行性能评价

主要检查评价配套仪表其是否在有效检定周期内,合格证标示填写是否规范,有无明显的外观破损和其他损坏,有无铅封或铅印,量程选用范围是否正确,有无抗雷击或屏蔽缺陷,有无明显的示值显示异常,有无定期校验记录,校验满足变送器检定规程及现场准确度要求等。如有必要,则使用标准设备对现场压力温度变送器和压力温度通道进行检查,并按检定记录的标准填写相关记录;

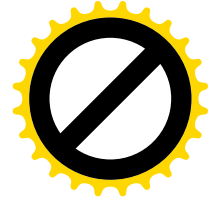
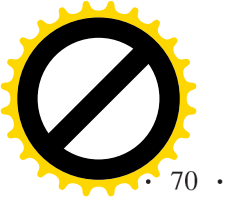
#### (3) 对流量计算机和数据通道进行性能评价

对流量计算机和数据通道的评价应参考 GB/T18603《天然气计量系统技术要求》的要求,采用经过计量技术机构认证的专用计量系统对在用计量系统及通道进行核查。流量计算机的流量计算误差不超过上 0.05%,日流量累积时间的误差不超过土 0.05%,日累计流量次数的误差不超过  $\pm 0.002\%$ ;

#### (4) 对在线色谱仪进行性能评价

天然气取样系统设计应符合 GB/T 13609《天然气





取样导则》,计量系统同时设置离线和在线取样口时,两个取样口应尽量靠近。取样探头的位置应在阻流件的下游至少20倍管径处,并在水平管上部,取样探头应插到管径1/3处。对于在线气质分析设备,由取样口到分析设备的样品管线需架空铺设,并尽量减小取样管线长度。在线取样系统、在线气质分析设备应安装在计量系统场内计量系统的入口管线处。

气相色谱仪分在线型和离线性两种,在线型应至少每月用合格标气校准一次,离线型应在使用前进行校准。气相色谱仪分离度、重复性、再现性要求按GB/T 13610《天然气的组成分析—气相色谱法》进行。同一管线天然气气质分析周期不超过3个月。如相邻两次的密度变化超过1%,应缩短分析周期,气源发生变化应立即进行取样分析。

在检定周期内,应至少每3个月采用离线分析仪器对在线分析仪器进行一次核查,核查无误的方可继续使用;否则,以离线分析数据作为质量交接依据,在线分析仪器重新检定后使用;

#### (5)对计量用软件系统进行性能评价

计量软件系统算法评价应使用经国家相关机构验证合格的中立机构的算法软件来对现场计量系统的计量算法进行验算,两种算法软件计算值误差应在0.05%以内。计量软件系统其他性能也需要进行检查评价,具体包括:系统登录安全性、历史数据记录、查询功能历史参数记录、历史事件记录、数据远传功能、是否具有报警功能、对那些参数提供报警功能、是否保存报警事件等。

### 4.2 现场计量监督检查

贸易交接计量需要严格控制计量资料的填报、录入、保存等工作,制定严格周密的贸易计量监督管理制度能够确保贸易计量准确可靠受控。当计量系统性能由于外界因素而发生变化时,或者由于某些外在因素造成计量出现偏差时,计量监督管理制度将及时发现这些变化并通告计量管理人员,计量管理人员根据现场的计量资料反映的情况作出处理,杜绝问题积累造成大的损失。

#### (1)贸易计量所需的计量资料

贸易计量资料应包括贸易计量数据保存、计量参数设置、计量器具档案、计量装置清洗记录、使用中检验报告、仪表零位记录检查等;

#### (2)贸易计量的监督管理制度

贸易计量主管部门应按相关规定定期组织对天然气销售计量站的计量配置、安装和使用,计量器具的检

定及流量计算办法,计量资料等进行监督检查。天然气计量监督管理应特别重视计量数据管理,天然气流量计量数据作为统计业务、会计核算的重要依据,任何单位或个人不得以任何名义采用假计量、假数据。监督管理制度的制定可以参考中油质字[2001]214《中国石油天然气集团公司计量管理办法》。

### 5 贸易计量准确性与可靠性的控制措施

(1)正确选型:任何流量计和配套仪表都有其自身的测量范围,各计量站应根据现场实际情况(包括计量管路流量和压力的大小、变化波动情况、腐蚀、洁净、操作和维护及经济合理等因素)正确选择对应器具,从而保证天然气计量的科学性与公正性;

(2)严格执行标准规范:根据流量计量准确性的影响因素,在仪表、设备的选择、设计、安装、使用及计算方面,必须严格执行管理规程中维修和定期检验要求,使计量装置符合工艺技术要求;

(3)保证设备的环境条件要求:加装必要的保温和降噪设施,防止计量设备在极端气候条件下或振动、大噪音的情况下工作;

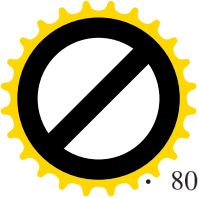
(4)定期送计量机构进行检定:气体流量仪表是被列入《国家强制检定的计量器具目录》的计量器具,因此,每台流量仪表安装前均必须首检,并严格遵照各流量仪表检定规程规定的检定周期和现场天然气气质条件综合确定各仪表的检定时间,保证计量仪表的计量准确度及其稳定性;

(5)定期进行计量系统现场性能评价:当计量系统性能由于外界因素而发生变化时,如果质量控制不到位,没有对计量系统采取相应的性能评价测试,就不能及时发现上述变化给计量系统带来的影响,而不能及时采取相应质量控制措施,造成计量偏差。通过定期进行计量系统现场性能评价可以确认该计量系统能否在国家规程规定的范围内正常工作,其输出数据的准确性和可靠性能否满足现场贸易计量的要求;

(6)加强人员培训:由于技术的发展,天然气计量已逐步向在线、实时、智能靠近,同时依靠网络技术实现远程化通讯、监控和管理,提高计量维护人员的技术水平是及时发现问题、解决问题的有力保障;

(7)完善并严格执行监督管理制度:监督管理制度不仅仅是针对计量器具的管理,还包括数据管理、人员的管理、设备管理和用户的管理。对重点用户加强数据监控,确保数据统计的规范性,当发生故障时

(下转第80页)



2 邢晓宇.家文化——企业可持续发展的精神动力.中国商界, 2010,(3):86~87

责任编辑:周江  
收稿日期:2016-05-17

(上接第70页)

也有一套相应的数据处理方案;确保计量检定设备、计量设备有完善的计量资料,在加强计量设备的日常维护的同时,确保计量设备提供数据的准确性、可靠性和科学性;加强用户的管理,及时了解用户的用气数据与计量系统的适应状况,从而做出相应的调整。

## 6 小结

由于影响贸易计量准确性和可靠性的因素是极其复杂的,因此天然气贸易计量的准确性与可靠性的保障措施也是一系列复杂精密的工作的组合。为了保证贸易计量的准确可靠,既需要计量设备配置合理科学,也需要定期精确严谨的对现场计量系统性能进

行评价,还需要周密全面的监督管理制度设计和严格的计量资料管理。各个环节措施的严密实施配合才能保障天然气贸易计量的准确性和可靠性。

## 参考资料

- 1 GB/T 18603-2001.天然气计量系统技术要求
- 2 JJG 1030-2007.超声流量计检定规程
- 3 中国石油西南油气田公司.天然气计量操作手册.2005-9
- 4 中油质字[2001]214.中国石油天然气集团公司计量管理办法

责任编辑:周江  
收稿日期:2016-07-04

## JLHW119井8级分段压裂成功实施

2016年8月27—29日,由开发公司统一部署、新疆油田公司工程技术研究院组织施工,顺利完成了JL-HW119水平井的8级分段压裂施工。

JLHW119井位于准噶尔盆地西部隆起中拐凸起金龙10井区。该井水平段天然裂缝较发育,裂缝有效性较好。工程院压裂酸化研究所设计人员在充分掌握该井地质资料的基础上,大量分析邻井的压裂情况与试油情况,不断优化排量、规模、前置液比例、加砂比等施工参数,最终确定了该井的储层改造方案。

JLHW119井采用现场连续混配技术,共用压裂液 $5\,160\text{m}^3$ ,加支撑剂陶粒 $326\text{m}^3$ 。在施工的3d中,现场每一位工作人员都坚守岗位,各尽其职,在荒芜的大戈壁上,他们冒酷暑、顶风沙,却毫无怨言,用实际行动诠释了“在岗一分钟、尽职六十秒”的“压裂人”精神,从而确保了各级压裂滑套顺利开启和安全加砂。

JLHW119井的成功压裂极大的丰富了施工人员水平井多级压裂的现场施工经验,对该类储层改造及类似压裂施工具有重要的指导意义。

孟雪