

用标准喷嘴流量计测量天然气

1. 问题的提出

我国天然气用量在高速增加，终端用户在不断扩大的同时需求向多样化发展。开发计量性能稳定、检定周期长、价格及运行成本低的流量仪表是我们刻不容缓的任务。

我国在用天然气流量仪表数量十分庞大，每年需要定期检定的仪表达数十万台，目前，我国现有天然气实流标准装置远不能满足大量在用及新投用仪表检定的需要，天然气计量仪表的维护成本、校验成本及校验工作量问题日益突出，这个现实问题不容回避。据国际仪表权威机构综合分析，天然气输气管线流量仪表应为三大主力仪表：孔板流量计、涡轮流量计和气体超声流量计。实践证明，这三种仪表各项性能指标各有优劣：

1) 孔板流量计

应用广泛，历史长，使用经验丰富；但测量范围小（传统上认为3:1），孔板入口锐角容易钝化，检定周期短（一年），阻力损失大。

2) 涡轮流量计

测量范围宽，应用广；但检定周期短，仪表送检困难，有运动部件，抗介质冲击性能差，维护工作量大。

3) 超声气体流量计

测量范围宽、始动流量低、无运动部件；但价格昂贵，仅在输气干线或大型门站上应用。

2. 关于标准节流装置

2.1 历史回顾

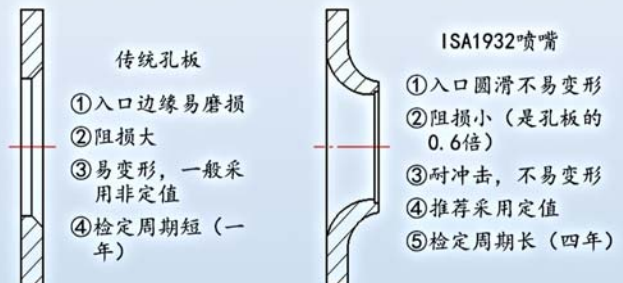
我国早期天然气计量仪表以孔板为主，90年代就制定 SY/T6143-1996 《用标准孔板流量计测量天然气流量》（石油部颁标准），2008年升为国家标准（标准号：GB/T21446-2008），这个标准在我国天然气计量中发挥了极为重要的作用（曾获重要奖项）。在一个时期内，孔板流量计成为节流装置的代表，其它标准节流件（如喷嘴、文丘里管）未引起足够的重视，（早期喷嘴类的产品受到加工工艺的限制）使其特有的优势没有得到充分发挥。

2.2 标准节流装置的特点：

- (1) 结构形式和技术要求有国际标准、国家标准支持；
- (2) 标准给出节流件的流出系数和可膨胀性系数及计算公式，可几何检定；
- (3) 现场影响量的研究深入且国际通用，历史悠久，应用经验丰富，应用广泛（占在用仪表60%）；
- (4) 传统标准孔板测量范围小、阻损大、检定周期短、系统构成和维护复杂。

2.3 标准喷嘴流量计

标准喷嘴流量计属标准节流装置，具有标准孔板流量计的特点，同时因其为廓形节流件，无尖锐棱角，结构形状耐高流速冲击与磨损，流量特性能保持长期稳定，因而检定周期长（四年），且其压损小，所以，喷嘴流量计应是比较孔板流量计更为优越的流量计。特别是，近些年喷嘴流量计在通用气体，特别是蒸汽计量上大面积应用，引起了业内高度关注。



3. 《用标准喷嘴流量计测量天然气流量》国家标准的制定

为适应我国天然气高速发展的需要，国家标准化技术委员会将《用标准喷嘴流量计测量天然气流量》列入2012年第二批国家标准计划，由油气计量分技术委员会组织实施并以通过审定；北京博思达新世纪测控技术有限公司作为第一起草单位承担了主要工作。目前，该标准已通过国家标准化技术委员会审定（等待发布）。

《用标准喷嘴流量计测量天然气流量》对标准喷嘴流量计工作原理的理论及影响测量天然气准确计量的各种因素分析的基础上,通过一系列验证实验,以国家标准形式对标准喷嘴流量计提出了计算、检定以及现场安装和使用等方面的技术要求,主要包括:

- (1) 增加了定值喷嘴的内容。定值喷嘴也是标准喷嘴,即一种公称管径只选取有限个喉部直径值,方便加工及检验,有利于提高产品的一致性,所以在标准中作为重点推荐。
- (2) 增加了天然气物性值(粘度、等熵指数、密度、压缩系数等)、流量、能量及不确定的计算公式。
- (3) 增加了“天然气流量计算机系统基本技术要求”。
- (4) 增加了“定值喷嘴及实流检定”的内容,给出了定值喷嘴检定数据的回归公式及不确定度计算公式。
- (5) 增加了天然气物性值(粘度、等熵指数、密度、压缩系数等)、流量、能量及不确定的计算实例。

4、标准喷嘴流量计特点:

4.1 标准喷嘴流量计系统构成

4.2 系统不确定度与量程范围

节流件水检定: 1.0%

量程范围: 20: 1 (配双差变)

量程范围: 6: 1 (配单差变)。

节流件几何检定: 1.5%

量程范围: 20: 1 (配双差变)

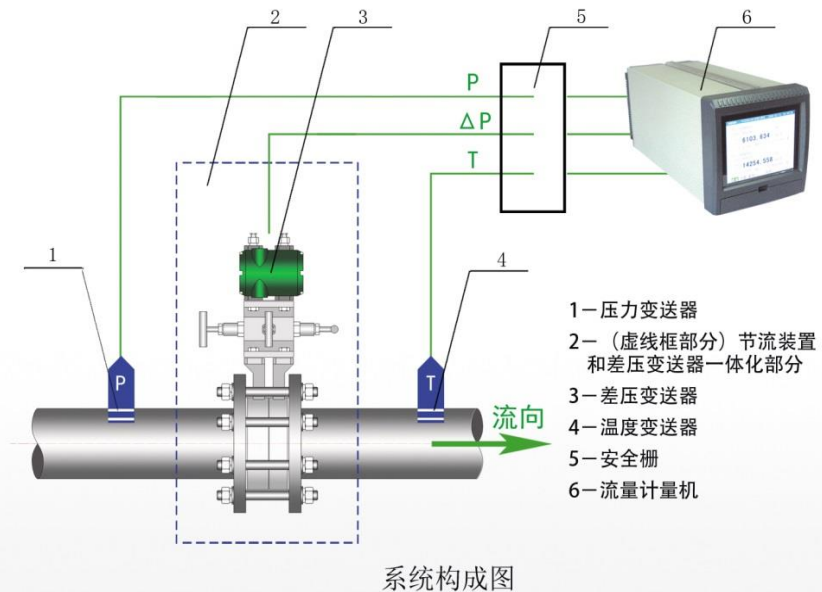
量程范围: 6: 1 (配单差变)。

4.3 配套流量计算机主要功能:

支持体积流量、质量流量、能量流量的计算,具有显示、存储、报警、通信等功能。

流量计算机三个主要功能:

- (1) 天然气物性值计算: 天然气压缩因子计算符合GB/T17747.2-1999标准(等同AGA8号报告);
- (2) 宽量程运算: 实时计算流出系数C和可膨胀系数 ϵ 等流量参数;
- (3) 天然气能量计量: 天然气发热量计算: 符合GB/T11062-1998标准。(可支持远程进行参数设置和实时介质物性参数赋值)

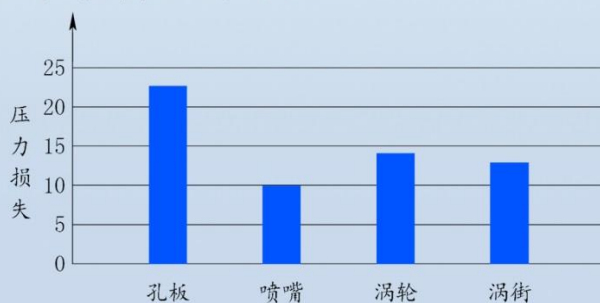


5、与其它流量计综合比较

5.1 标准喷嘴流量计与传统孔板流量计比较

	传统孔板	标准喷嘴流量计
准确度	1.0	1.0、1.5
范围度	3:1	6:1~20:1
阻力损失	大	小
检定周期	一年	四年
检定介质	非实流	非实流; 实流(可用水)
抗冲击与耐磨损	差	好

5.2 几种流量计永久压力损失比较



5.3 三种天然气流量计主要性能对照

性能	一体化喷嘴流量计	气体涡轮流量计	气体超声流量计
准确度等级	1.0(需实流标定)、1.5(不需实流标定)	1.0\1.5(均需实流标定)	1.0(需实流标定)
始动流量	一般	一般	较小
量程比	6:1或20:1(采用双差压变送器)	6:1	100:1
智能温压补偿	有	有	有
可动部件	无	有	无
结构	简单	结构较复杂	结构复杂
价格	一般	比较贵(一般为进口)	很贵
安装要求	一体方式,安装方便	前后直管段、清理、过滤等	安装时禁止带表焊接
气质要求与影响	无	有(避免用于介质压力剧烈波动、气流扰动严重、气体中含有固体颗粒状和液体杂质及需要间歇性运动的场合)	有(不能用于测量含有固体颗粒状和液体杂质的气体)
检定周期	一般不超过4年	一般2年,1.0级表为1年	一般不超过2年
使用维护	简单	清理前置过滤\现场吹拆卸洗	较简单
使用寿命	长	较短	较长
运行成本	低	高	高

6、关于喷嘴流量计运行与检定成本

- 标准喷嘴流量计具有耐磨损、结构牢固、性能长期保持稳定、维修量小等特点，可降低仪表运行成本和延长仪表使用寿命。
- 由于我国天然气实流标准装置难以满足大量仪表检定的需求。新的国家标准不仅支持喷嘴流量计了在天然气实流标准装置进行检定，同时也规定：
 - 几何检定（JJG640差压式流量计检定规程规定孔板检定周期为一年，喷嘴流量计检定周期四年）；
 - 以水为介质的实流检定。
 这A、B两项规定对节约仪表运行和检定成本，具有广泛的社会意义。
- 以某炼化公司为例，该公司测量天然气和燃气流量计近50台，按检定规程要求，每年可以节约约60-80万元检定费(不包括运输及人工费)。

7、应用举例

7.1 中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司

2014年3月装置大修期间，加氢裂化装置天然气管线上安装YJLB一体化喷嘴流量计(见图)，同时加装了温度、压力补偿仪表及配套专用流量计算机。流量计安装前在中国石油化工股份有限公司镇海炼化分公司流量标定装置进行检定，准确度为1.0级。通过HART通讯协议，读取现场三组数据，不仅接线简洁，还可减少模拟信号传输误差。如图所示：



使用仪表：YJLB一体化喷嘴流量计；
 使用地点：I加氢裂化装置；
 介质名称：天然气；管径：DN50；
 流量范围：最大流量10000 Nm³/h、
 常用流量4000 Nm³/h；
 工作温度：40℃；工作压力：0.6MPa；
 仪表配置：YJLB一体化喷嘴流量计，
 FC2000-IAE(G)流量计算机

7.2. 中国石油化工股份有限公司燕山分公司

使用仪表：YJLB一体化喷嘴流量计；

使用地点：中石化燕山分公司下游用户天然气流量计量；

介质名称：天然气； 管径：DN200、DN250、DN300、DN350；

工作温度：常温； 工作压力：0.3MPa；

仪表配置：YJLB一体化喷嘴流量计，FC2000-IA流量计算机

使用情况：

1999年中石化燕山分公司天然气分输站需对化工一厂等五个用户输送天然气，需要分别对各用户用气量进行计量，并定期与上游总表进行输气量比对。上游供气单位是中国石油天然气公司凤凰亭门站，下游计量总站是燕山天然气分输站，仪表配备的是一台孔板阀和一台美国丹尼尔流量计算机。

从1999年至今，这五台下游天然气流量仪表一直运行稳定。燕山天然气分输站总表显示与下游五个仪表显示总量基本一致（输差在0.2%左右）。

上述仪表使用时间已超过15年，2015年开始逐步更换新的仪表（仍采用喷嘴流量计）。

结束语

《用标准喷嘴流量计测量天然气流量》国家标准的制定，是我国流量测量领域的重要成果，对用标准喷嘴流量计测量天然气流量的设计计算、配置要求、计量检定（可用水替代天然气进行实流标定）、安装使用等技术条件进行了规范，必将对标准喷嘴流量计在天然气计量中的推广应用发挥重要作用。

实验研究表明：标准喷嘴流量计具有耐磨损、结构牢固、性能长期稳定、维修量小等特点，可降低仪表运行成本和延长仪表使用寿命；标准喷嘴流量计的检定周期长（4年），可大大减少仪表用户送检仪表工作量和检定费用，同时可以缓解我国需实流检定装置少的矛盾；由于喷嘴流量计具有独特优势，必然在我国天然气流量计量等领域占有重要地位。



北京博思达新世纪测控技术有限公司

销售中心、生产中心

地址：北京市昌平区昌平路97号新元科技园C座602

邮编：102206 传真：010-84648082

电话：010-84637969、010-84638065

Web: www.polestar.com.cn

研发中心

地址：北京市海淀区龙翔路30号801

邮政编码：100191

电话：010-82026340 010-82026341

Email:sales@polestar.com.cn