

天然气管线高精度测量系统

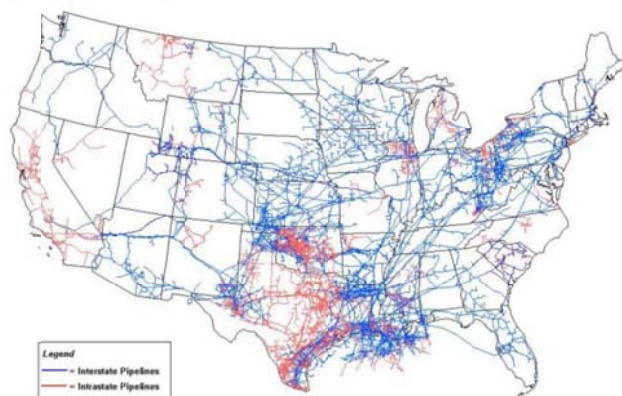
作者：罗伯特·麦克大卫

来源：美国Turbines, Inc.公司

在美国全境，大约有2,400,000英里长的能源分配及传输管网。对于与这些天然气管网利益攸关的各方来说，精确可靠的测量天然气流量就变得至关重要。在整个管网系统中，有超过17400个传输节点，其中包括：源头生产企业与管道公司之间、管道公司再到当地分销商及最终用户（商业企业、工业企业、居民区和能源再生企业）---而管道公司与分销企业及最终用户的节点占绝大多数。

在成千上万个天然气钻井平台到主管道之间铺设传输管道是整体布局的重要组成部分。页岩气田用压裂法采集天然气而非燃烧天然气，能进一步给相关各方带来可观的经济收入。

U.S. Natural Gas Pipeline Network, 2009



Source: Energy Information Administration, Office of Oil & Gas, Natural Gas Division, Gas Transportation Information System

该图为2009年美国天然气管网 蓝线表示州际管网 红线表示州内管网

气体测量

为了更好的测量天然气的流量，天然气计量站的位置具有战略意义，均设在关键节点，以便更好的测量气量及气体组份。通过计量站的数据还可以确定天然气中的混合物，比如硫化氢、水等以及他们的流量。测量体积流量，或许是计量站最重要的功能。如果没有这一数据，分销到各地的气量便不得而知，更不要说天然气的市场价值。

与主流的天然气管网不同的是，“中游管网结构”增强了输气管线的承载能力，直达油气田钻井平台，用油罐车或轨道车运输天然气或石油。目前“中游管网结构”的需求成明显的增长趋势。

根据美国州际天然气协会(INGAA)的数据显示：以5美元/MMBtu到6美元/MMBtu(百万英热单位)计算，天然气价格虽趋于高位，但该价格还不至于抑制市场增长，反而能刺激更多供给。市场的这种增长，结合地区供给与需求不断变化的现状，为“中游管网结构”的发展创造了有利的市场环境。¹

天然气放空燃烧的原因之一是缺乏相应的基础设施建设。这会对油田所有者带来一定的经济损失，同时放空燃烧也会对当地及国家环保部门制定环保法规产生一定的影响。

北达科他州的油田放空燃烧占到全美的28%²。当然随着这些边远地区基础设施的逐渐完善,有部分天然气也慢慢被收集利用了起来。

虽然国家对天然气放空燃烧有严格的限制,然而尤其是在油气田完井试油初期,放空燃烧现象仍非常严重。稳步爬升的天然气价格、燃烧放空的逐步减少、偏远地区管线建设的增加,都使得精确测量所带来的经济效益对相关各方更具吸引力。

美国每年消耗掉约7079.2亿立方米的天然气³。准确测量天然气气量的难度在于:流量计的系统误差和计算实际流量的不确定性。这会对整个供应链上的各个利益方产生重要影响:不亚于他们对收益和费用的考量。由于潜在的利润损失差十分巨大,在包括部分闲置的输气管线在内的全部分销管网中的各个关键节点,采用精准的测量技术就成为当务之急。

流量测量技术

流量测量技术通常是用在气站,采用超声波、孔板和涡轮流量计,这取决于不同管道公司的不同需求。目前市场上普遍应用的流量测量技术中,涡轮流量计内部设计特点使之更适合测量天然气。在油气田现场测量和监控流量及非监护运输等情况下,涡轮流量计技术更具适应性。虽然孔板流量计也可以准确测量,但孔板开孔处易磨损,后期维护费用高,需定期更换孔板。

孔板流量计通常用于测量2"到12"的工艺管道上,而涡轮流量计经常用在分销及中游管线中,利用 $\frac{1}{2}$ "到2"的小口径管道进行测量。一英里小口径管道的成本,直径在每英寸的造价在20,000美元到70,000美元之间,而主管道每英里相同口径下的造价要在155,000美元左右,二者差距相当之大。⁴

当流量在200-300立方米/日之间或达到2000立方米/日的时候,通常是涡轮流量计测量槽车交接气量的理想测量范围。在低流量情况下使用交接计量仪表会使成本增加过高,而且通常也无需使用。

拥有工业级强度的涡轮流量计内部包括:一个轴向安装在不锈钢传动轴上的转子和一个带保护的滚珠轴承。当气体通过流量计,带动转子以一定速率转动,该速率与流经流量计的气体流量成正比关系—流量越大,流速越高。随着转子转动,旋转的叶片切割磁力线,周期性的改变着线圈的磁通量,从而使线圈两端感应出电脉冲信号,此信号经过放大器的放大整形,形成有一定幅度的连续的矩形脉冲波,可远传至显示仪表,显示出流体的瞬时流量和累计量。

涡轮流量计也可根据客户需求定制。有多种材质可选以适应特殊的工况条件:温度、压力、流量等。流量计材质的选择标准是:较长使用寿命、防腐蚀、符合管道条件及价格。

另外,气体涡轮流量计能在特定流量范围内达到标准要求精度,即精度不小于 $\pm 1.0\%$,重复性 $\pm 0.1\%$,线性度 $\pm 1.0\%$ (视密度而变化)。根据安装地点及季节的变化,气体涡轮流量计可在-73°C到150°C之间工作。管道口径一定程度上决定了实际流量,但大致范围是在0.5-250立方英尺/分钟之间,相当于21-10195立方米/日。

虽然有很多涡轮流量计的生产商和销售商,但并非所有的涡轮流量计都能达到较高的精度和认证标定。承诺全方位设计、生产、标定及随时随地的服务的流量计制造商能对质量、可靠性、准确度及寿命提供可靠保证。与这样的制造商合作才是至关重要的。

如之前所述,制造瑕疵或测量不够准确会对交易各方造成巨大的经济损失。因此,对于用气单位来说,能够看到一个独立的第三方标定结果是非常重要的。一个精益求精的流量计生产商,不仅能出具第三方证明文件,还能提供属于每台流量计的K系数。(K系数至关重要,因为它能够反映流量显示器是否已经调整到位,能够达到规定的测量精度。)

实验室是否有能力能够模拟复制现场条件对K系数的确定非常重要。如果涡轮流量计制造商能够出具NIST认证的,高精度的流量计标定报告,就说明该制造商生产的涡轮流量计性能良好,测量范围准确。

有效监控

高精度的测量必须配备本地显示仪表才能准确计算及显示进入分输管线的气量或放空燃烧量。该显示器需具备接收温度、压力功能,并持续不断的计算气体的压缩率。

温度、压力的实时校正功能直接影响流量测量结果。流量显示器会根据这些数值计算补偿流量,提高系统整体精度。本地流量显示器的电池要求在正常运转期间能保证数月不断,无需在现场插电为设备充电,这样不但节约成本,且操作方便。

结论

像涡轮测量系统这种能够带补偿流量显示的装置不仅价格有竞争力,且精度高,能为各方带来可量化的切实利益。随着天然气价格攀升压力的下降,管道公司及各单位都需要找到能够准确、经济的测量气体的解决办法。带温压补偿的涡轮流量测量系统标定过程可靠,测量范围广,测量剪度高,同时整个系统设计紧凑、安全性高,是保证使用者精准收益的精明之选。

关于作者:罗伯特·麦克大卫是 TI 公司的全球战略销售部总经理。TI 公司经营范围广泛,从石油石化到各种气体测量,到深冷液体测量,再到交付计量。TI 公司产品质量上乘、合同交付及时可靠、对客户诚实守信,服务热情。TI 公司已成为业界的领导者。

¹ <http://www.ingaa.org/File.aspx?id=21498>

² <http://northdakotapipelines.com/natgasfacts/>

³ http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/sec4_2.pdf

⁴ <http://www.ingaa.org/File.aspx?id=21498>

⁵ K系数是涡轮流量计输出脉冲频率与流量的比值。美国国家标准研究所(NIST)可对不同K系数进行测试证明。