天然气超声波流量计误差分析及解决方法研究

王　非（新疆博瑞能源有限公司，新疆　库尔勒　841000）

摘　要：针对超声波流量计计量误差问题，本次研究首先对超声波流量计的种类以及天然气计量方法的类型进行分析，在此基础上，开展超声波流量计计量准确性对天然气买卖双方的影响研究，对超声波流量计计量误差出现的原因进行探讨，对超声波流量计计量误差解决方法进行研究，为推动我国天然气计量领域的进一步发展奠定基础。研究表明：常见的超声波流量计主要可以分为五种类型，其计量误差对于天然气买卖双方都会产生重要影响，流体特性、安装位置、仪表故障、校准校验等因素属于引发超声波流量计计量误差的重要原因，因此，需要根据误差出现的原因，采取合理的控制措施，以此保障超声波流量计的计量准确性。

关键词：超声波流量计；种类分析；影响研究；计量误差；解决方法

Abstract: In view of the measurement error of ultrasonic flowmeter,this study first analyzes the types of ultrasonic flowmeter and the types of natural gas measurement methods.On this basis,the influence of the measurement accuracy of ultrasonic flowmeter on the buyers and sellers of natural gas is studied.The causes of the measurement error of ultrasonic flowmeter are discussed,and the solutions to the measurement error of ultrasonic flowmeter are studied,which lays a foundation for promoting the further development of natural gas measurement in China.The research shows that the common ultrasonic flowmeter can be divided into five types,and its measurement error will have an important impact on both buyers and sellers of natural gas.Fluid characteristics,installation location,instrument failure,calibration and other factors are important reasons for the measurement error of ultrasonic flowmeter.Therefore,it is necessary to take reasonable control measures according to the causes of errors to ensure the measurement accuracy of ultrasonic flowmeter.

Key words:ultrasonic flowmeter;species analysis;impact study;measurement error;solutions

0 前言

超声波流量计是一种常用于测量天然气流量的仪器，对于天然气行业来说，精确的流量测量是至关重要的，因为它直接关系到生产、传输和计费等环节。超声波流量计的计量误差直接影响到实际测量结果的准确性，对于天然气买卖双方来说，准确的流量测量是确保公平计费和合同履行的基础，研究计量误差可以帮助评估流量计的准确性，并采取相应的校正和修正措施，确保计量结果的准确性[1]。本次研究主要是对超声波流量计的类型、天然气计量方法、计量准确性对于买卖双方的影响等进行分析，对超声波流量计计量误差及解决措施进行研究，为推动我国天然气计量领域的进一步发展奠定基础。

1 超声波流量计的种类分析

超声波流量计是根据超声波在流体中传播和测量原理设计的流量计，根据其工作原理和传感器类型的不同，超声波流量计可以分为五种主要类型（见下图1–5）：

①传统超声波流量计，传统超声波流量计使用超声波在流体中的传播时间差来测量流速，它通常使用两个超声波传感器，一个作为发送器，另一个作为接收器，超声波在流体中的传播速度受到流速的影响，因此测量传播时间差可以计算出流体的流速；

图1　传统超声波流量计

图 2 声速差流量计

图 3 声路倾斜流量计

②声速差流量计，声速差流量计使用多普勒效应测量流体中的颗粒（如气泡或颗粒悬浮物）对超声波的回波频率变化，它发送超声波脉冲，并通过接收回波的频率变化来计算流速；

③声路倾斜流量计，声路倾斜流量计是一种改进型的传统超声波流量计，它在传感器之间设置倾斜的声路，这种设计可以提高测量的准确性，尤其在存在流速剖面不均匀或泡沫等情况下；

④声频谱分析流量计，声频谱分析流量计利用超声波在流体中传播时的频率和能量特征来测量流速，它通过分析超声波信号的频谱，识别特定频率成分并计算出流速；

⑤双通道超声波流量计，双通道超声波流量计采用两个独立的声道或传感器来测量流体的流速，通过同时进行多个声道的测量，可以提高测量的准确性和稳定性[2]。

图 4 声频谱分析流量计

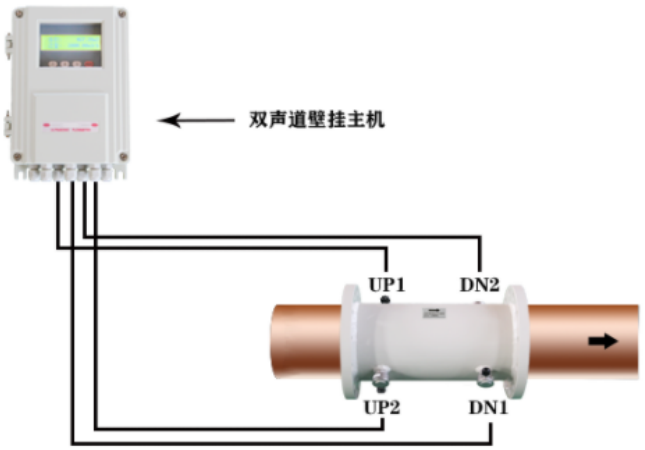

图 5 双通道超声波流量计

天然气计量分类分析：

天然气计量方法主要可以分为体积计量和能量计量两种类型。体积计量是根据天然气的体积来进行计量的方法，通常以标准条件下的体积为基准，其中，超声波流量计就属于体积计量方法的一种类型[3]。能量计量是根据天然气的能量含量来进行计量的方法，通常以热值为基准。

2 超声波流量计计量准确性对买卖方的影响研究

2.1 对买方的影响分析

超声波流量计的计量准确性对天然气买方具有重要影响。天然气买方通常按照实际消耗的天然气量进行计费，如果超声波流量计的计量准确性较低，可能导致测量结果偏离实际流量，进而导致买方被过度计

费或者无法准确了解其实际的天然气消耗情况，准确的计量可以确保买方按照实际使用量支付费用，实现公平计费，准确的天然气流量计量对于买方来说是管理和控制能源资源的重要手段，通过实时监测和记录天然气的流量，买方可以精确了解天然气的使用情况，并进行合理的能源管理和规划，如果流量计量准确性不高，买方可能难以准确把握天然气消耗的情况，从而导致能源管理的困难。

2.2 对卖方的影响分析

在天然气供应合同中，计量准确性通常是卖方与买方之间的重要约定，如果超声波流量计的计量准确性存在问题，可能影响卖方履行合同的能力，进而损害卖方的信誉，准确的计量结果可以作为卖方履行合同的依据，有助于确保供应量的准确记录和争议解决，天然气的计量准确性对于卖方的定价和竞争力也有影响。准确的流量计量可以提供准确的供应数据，有助于卖方制定合理的价格和供应策略，如果计量准确性较低，可能导致价格定价偏差或供应数据的不准确，进而影响卖方在市场竞争中的地位和竞争力。

2.3 对提质增效的影响分析

准确的超声波流量计可以提供实时和准确的天然气流量数据，帮助天然气提供商了解天然气的供应和消耗情况，通过对天然气流量的精确监测，可以优化天然气供应链和运输流程，实现资源的高效利用，准确的计量结果可以帮助提升天然气提质增效的资源利用效率。准确的超声波流量计计量数据可以为天然气提供商提供可靠的数据支持，支持数据分析和决策制定，基于准确的计量结果，可以进行精确的数据分析、趋势预测和需求预测，为供应商提供关键的决策支持，帮助其做出合理的供应和调度决策，实现天然气提质增效。

3 超声波流量计计量误差及解决方法研究

3.1 计量误差分析

超声波流量计的计量误差可能受到流体特性的影响，例如流体中的气泡、颗粒物或悬浮物可能会干扰超声波的传播，导致计量误差，此外，流体的温度、压力和密度等参数的变化也可能对超声波流量计的计量准确性产生影响。超声波流量计的安装位置和条件也可能对其计量准确性产生影响，如果安装位置存在管道弯曲、不均匀流动或其他流体动力学异常情况，可能会导致计量误差，此外，超声波流量计的安装角度、距离和对准度等因素也可能影响计量准确性。超声波流量计本身的故障或老化也可能导致计量误差，例如传感器的损坏、电子元件的失效或传输线路的故障等都可能对计量准确性产生影响，定期维护和校准超声波流量计是确保其准确性的重要措施。超声波流量计的校准和校验也是影响计量准确性的重要因素，如果校准不准确或校验不及时，可能会导致计量误差，定期进行校准和校验，并按照标准程序进行调整和修正，可以提高超声波流量计的计量准确性。

3.2 解决方法研究

定期进行超声波流量计的校准和校验是确保计量准确性的重要步骤，校准可以通过与标准流量计进行比对，对超声波流量计进行调整和修正，以确保其准确性。校验则可以验证超声波流量计的计量准确性，并检查是否出现了计量误差，校准和校验的频率和方法应根据具体情况和相关标准进行确定。确保超声波流量计的安装环境符合要求，避免环境因素对计量准确性的影响，例如减少电磁干扰、震动和温度变化等因素的影响，可以通过选择适当的安装位置、采取隔离措施或使用抗干扰的设备来实现。针对流体中可能存在的气泡、颗粒物或悬浮物等干扰因素，可以采取预处理措施来减少其对超声波的影响，例如安装气泡分离器、过滤器或沉淀池等设备，以净化流体并降低干扰。随着科技的发展，超声波流量计的技术不断改进和升级，新一代的设备可能具有更高的计量准确性和抗干扰能力，对于长期存在计量误差问题的情况，考虑采用更新的技术和设备可能是解决方法之一。

4 结论

超声波流量计属于天然气计量中的重要设备，该种类型流量计的计量准确度对于天然气的买卖双方以及天然气领域的提质增效都将会产生严重影响，影响该种流量计计量误差问题的因素相对较多，需要根据误差出现的原因，采取多种类型的解决措施，以此保障计量准确性。

参考文献：

[1] 任大呈，魏华彤，刘岩，等．探头扰流对多声道超声波流量计测量结果影响研究 [J]. 仪表技术与传感器，2022(02):110-114.

[2] 周杨，王从友，宋佳．超声波流量计在南水北调淮安四站的应用 [J]. 江苏水利，2022(12):68-72.

[3] 梁柱志．南水北调中线配套工程中超声波流量计的应用研究 [J]. 河北水利，2022(08):46-47.