

长输天然气管道计量误差分析与解决措施

张 辉 潘 巧 姜付森 杨 阳

(西气东输苏浙沪输气分公司无锡作业区, 江苏 南京 210000)

摘 要: 针对长输天然气管道计量误差问题, 本次研究首先对长输天然气管道计量管理现状进行分析, 对长输天然气管道计量误差进行探讨, 最后, 开展长输天然气管道计量误差解决措施研究, 为降低长输天然气管道的计量误差奠定基础。研究表明: 尽管我国在天然气计量领域的发展速度相对较快, 但是在开展计量工作的过程中出现误差问题的概率仍然相对较大, 仪表漂移、环境因素、安装位置及方式、仪表维护都是引发计量误差的重要原因, 因此, 需要从消除脉动流、规范孔板加工、增强工作日常管理以及拓展量程范围等角度出发, 分别采取多项有效措施, 全面降低长输天然气管道计量误差, 保障天然气交易的公平性。

关键词: 长输天然气管道; 计量误差; 管理现状; 误差分析; 解决措施

0 前言

天然气作为重要的能源资源, 其计量准确性直接关系到能源交易的公平性和经济性, 计量误差可能导致出现不公平交易问题, 同时, 准确的计量是对天然气资源进行有效管理的基础, 精确的计量能够帮助能源公司更好地了解资源的使用情况, 做出科学决策, 合理规划能源供应和需求, 推动能源资源的可持续利用, 计量误差可能导致天然气供应商无法获得应有的收入, 长期累积的误差可能会造成巨大的财务损失, 影响公司的盈利能力和可持续发展^[1]。

本次研究主要是对长输天然气管道计量误差出现的原因及解决措施进行研究, 为保障能源的公平交易奠定基础。

1 长输天然气管道计量管理现状分析

计量技术在不断发展, 新的传感器、仪表和自动化系统的引入提高了计量的准确性和稳定性, 但是一些老旧的管道系统可能仍在使用较为陈旧的计量设备, 导致计量误差较大, 长输天然气管道通常覆盖广泛的地理区域, 需要大量的数据采集和处理, 现代的数据采集技术可以实时监测管道流量和压力等参数, 但数据管理和处理的复杂性可能会影响计量的准确性, 一些管道系统已经实现了远程监控和自动化控制, 这有助于减少人为干预引起的误差, 通过远程监控, 管道运营人员可以实时监测和调整流量, 降低计量误差的风险, 计量设备的定期校准和维护对于保持准确性至关重要, 部分管道系统可能由于设备老化或维护不足, 导致计量误差逐渐增大^[2]。

常见的长输天然气管道计量设备可以分为五种类

型, 分别是超声波流量计、涡轮流量计、磁性流量计、压差流量计以及质量流量计。超声波流量计利用超声波在流体中传播的速度来测量流量, 通过测量超声波在流体中传播的时间来计算流速, 再与管道截面积相乘得到流量, 该种类型流量计在使用的过程中不受流体成分影响, 适用于多种介质, 准确性较高。涡轮流量计利用流体通过特殊设计的涡街体时产生的涡旋效应来测量流量, 传感器测量涡旋频率与流速成正比, 该种流量计在使用的过程中能耗低, 结构简单, 但是对管道直径和流速范围有限制。磁性流量计利用导电液体通过磁场时产生的电压来测量流量, 通过测量液体在磁场中感应的电压来计算流速。质量流量计直接测量流体通过管道的质量, 基于流体的质量和密度来计算流量。压差流量计利用管道中流体通过局部节流装置产生的压差来计算流量^[3]。

2 长输天然气管道计量误差分析

2.1 仪表漂移

仪表漂移是指计量仪表的测量值与实际值之间的差异随着时间逐渐增大, 仪表漂移问题可能会导致长输天然气管道计量误差的产生, 影响计量的准确性和稳定性^[4]。长时间的运行可能导致仪表材料的腐蚀和老化, 使其性能发生变化, 材料的腐蚀和老化可能导致仪表的测量部件失去原有的精度, 天然气的组分可能因供应源、地理位置等因素而变化, 不同的气体组分具有不同的密度、压缩因子等性质, 可能导致仪表对不同组分的响应不同, 长输天然气管道中的压力和温度可能随着时间和工况的变化而波动, 压力和温度变化可能影响仪表内部部件的性能, 仪表的损坏或受

到振动可能导致内部部件的移位或破损,影响仪表的准确性和稳定性,一些仪表可能存在设计或技术问题,导致其在长时间运行后容易出现漂移,这可能与仪表的稳定性、精度衰减等因素有关。

2.2 环境因素

环境因素可以对长输天然气管道的计量误差产生影响。温度变化会影响天然气的密度和体积,进而影响仪表测量结果,随着温度的升高,气体的体积会扩大,从而导致测量的体积流量值偏大,而温度下降则会导致体积流量值偏小,如果没有对温度变化进行适当的修正,就会引发计量误差。

环境中的气压变化也会影响天然气的密度和压缩因子,进而影响测量值,高压条件下,气体的密度增大,而低压条件下则减小,长输天然气管道中可能存在水分,水分的存在会影响天然气的密度和体积,湿度变化可能导致天然气的密度和体积发生变化,强电磁干扰可能干扰仪表的正常运行,影响测量结果,电磁干扰可能导致仪表传感器误读或数据传输错误,环境中存在的灰尘、颗粒物、化学污染物等可能附着在仪表表面或内部部件上,影响其正常工作和准确性,进而引发误差^[5]。

2.3 安装位置及方式

安装位置及方式在长输天然气管道计量中起着重要作用,不合适的安装可能会导致计量误差的产生。如果仪表安装位置选择不当,例如安装在管道的弯曲处、突变处或分支口,可能会导致气体流动不均匀,造成流速分布不均匀,在这种情况下,仪表测量的局部流速可能与整体流速不符,仪表的安装位置可能会受到进口和出口的限制,特别是在紧凑的场地条件下,如果进口和出口的流动条件不良,例如存在压力损失或湍流,可能会影响仪表的测量准确性。不适当的安装位置可能会使仪表受到振动和震动的影响,特别是在靠近振动源或机械设备的情况下,振动和震动可能导致仪表内部部件移位或损坏,安装位置可能会影响气体的流动状态,如湍流程态、流速分布等,不合适的流动状态可能导致计量仪表在设计范围外运行,仪表的安装位置可能会引入额外的阻力,从而影响管道的流动特性,阻力的增加可能导致压力降低,仪表在安装过程中可能存在定位不准确的情况,例如存在倾斜、偏移等,定位问题可能导致流体流过仪表时无法正常接触测量部件,仪表安装在管道上可能受到管道本身的振荡影响,管道的振荡可能传递给仪表,影响

其性能和准确性。

2.4 仪表维护

定期的校准是确保仪表准确性的关键,如果仪表的校准不足或不合理,可能会导致测量值偏离实际值,产生计量误差,仪表在长时间运行中可能会受到振动、冲击或其他外部因素的影响,导致内部零部件的损坏或磨损,损坏和磨损可能导致仪表的性能下降。仪表的外部 and 内部部件需要定期清洁,以确保正常运行,如果清洁不足,可能导致灰尘、污染物积累,影响仪表的准确性和稳定性,一些仪表需要在特定部位进行润滑,以保持正常运行,如果润滑不足或不适当,可能导致摩擦增加。在维护过程中更换的零部件如果不合适或不匹配,可能会影响仪表的性能和准确性,维护周期的选择要考虑仪表的工作环境、使用频率和性能要求,维护周期不当可能导致仪表在维护间隔内逐渐失效,维护过程中的不正确操作、误操作可能导致仪表损坏或性能下降,缺乏完整的维护记录可能导致对仪表维护历史的不了解,影响对仪表性能变化的判断。

3 长输天然气管道计量误差解决措施研究

3.1 消除脉动流

安装流体稳定器可以平滑流体的流动,减小脉动流的影响,流体稳定器可以在流体通过之前减小流速的变化,从而降低脉动流的幅度,安装滤波器可以去除流体中的颗粒物和杂质,减小流体脉动的可能性,滤波器可以平滑流体流动,降低流速变化的频率和振幅。膨胀器可以通过调节管道的几何形状,降低流体流速的变化,膨胀器可以将流体脉动转化为压力波动,从而减小脉动流的影响,使用多点采样或多个流量计进行流量平均可以降低脉动流对计量的影响,通过将多个测量值进行平均,可以消除部分脉动流带来的误差。

脉动流常常伴随着压力和温度的变化,通过采取调压和调温措施,可以减小压力和温度变化对流体密度和体积的影响,在流体流动中加入缓冲物质,如气体、液体,可以减小脉动流的幅度,缓冲物质可以吸收流体脉动的能量,减缓流速变化,选择适合应用的高精度仪表,并对其进行准确的校准,可以降低脉动流引起的计量误差,一些仪表具有抗脉动流干扰的能力,可以更好地适应脉动流条件。进行流体力学分析可以预测和模拟脉动流的特性,从而更好地理解脉动流对计量的影响,采取相应的措施进行修正和校准。

3.2 规范孔板加工

规范孔板是一种常用于流体流量计量的设备,其加工和安装质量会影响计量准确性。规范孔板的加工需要精密进行,孔的直径、位置和形状都需要符合标准要求,采用高精度加工工艺和设备,确保孔的几何特征达到设计要求,规范孔板的材料应符合标准要求,能够适应管道中的流体性质、温度和压力条件,正确选择材料可以减少腐蚀、磨损等因素对孔板的影响。规范孔板的孔应当具有光滑的内表面,以减小流体流过时的阻力和湍流,平滑的表面能够提供准确的测量条件,孔板的孔边缘应当光滑且无毛刺,避免产生额外的流体阻力或干扰,边缘修整可以确保流体流过孔板时不产生不必要的扰动,在孔板的加工过程中,需要进行严格的质量控制,包括尺寸测量、形状检查等,通过严格的质量控制,确保每个规范孔板的性能一致性和准确性,加工完的孔板需要经过标定和校验,以验证其实际性能是否符合设计要求,定期的标定和校验可以发现孔板的性能变化,并采取相应措施进行调整和修正。孔板的正确安装和定期维护是确保计量准确性的关键,安装过程中需要遵循标准要求,确保孔板的位置和方向正确,定期维护可以发现孔板损坏、腐蚀等问题。在选择孔板时,需要根据流量范围和流体性质选择合适的孔板尺寸,合适的尺寸可以在不同流量下保持良好的测量准确性。

3.3 增强工作日常管理

建立明确的计量标准和工作流程,包括仪表选型、安装、校准、维护等方面,标准和流程可以统一操作规范,减小人为因素引发的误差,对工作人员进行定期培训,提高其对计量原理、设备使用和维护的理解和认识,确保操作人员具备相关资质认证,能够熟练操作和维护仪表。建立仪表定期维护和校准计划,确保仪表性能始终稳定和准确,定期的维护和校准可以有效降低仪表漂移和性能衰减引发的误差,建立数据分析和监测系统,实时监测计量数据,及时发现异常情况和趋势变化,数据分析可以帮助发现潜在的计量误差问题,并采取相应措施进行纠正。定期进行风险评估,识别可能引发计量误差的风险因素,采取预防性措施,减少风险发生的可能性,确保计量过程的稳定性和准确性,建立完整的记录和文档管理体系,包括维护记录、校准记录、操作记录等,记录可以帮助追溯问题的来源,为问题解决提供依据。当出现计量误差或问题时,及时进行问题解决和改进措施,通过

分析问题原因,采取措施进行改进,防止类似问题再次发生,在日常管理中加强不同部门之间的合作与沟通,确保计量过程中的信息流通和协调,强化合作可以促进问题的及时解决和知识的共享。

3.4 拓展量程范围

选择具有多个量程范围的仪表,能够适应不同流量条件,这些仪表可以在不同范围内工作,保持较高的测量准确性,一些先进的仪表具有自适应功能,可以根据流量变化自动调整工作范围,这样可以确保仪表在不同工况下都能提供准确的计量结果,在某些情况下,可以通过外部修正和校准的方式来拓展仪表的量程范围,这需要依靠其他测量设备对计量仪表的输出值进行修正,以保持准确性。智能仪表具有更强大的数据处理能力,能够对不同范围内的流量进行更精确的计算和处理,这有助于在不同工况下保持较高的计量准确性,对于受温度和压力变化影响较大的仪表,可以采用温度和压力补偿技术,以消除这些因素对计量的影响,分析长输天然气管道在不同工况下的流量特性,了解流量的变化范围和趋势,根据工况分析,选择合适的仪表和拓展量程范围的策略,不断关注和应用新的技术,如微机电系统、先进传感器等,这些技术可以提供更广泛的量程范围,并在不同工况下提供更高的准确性。

4 结论

计量误差是引发能源交易公平性的重要原因,对于长输天然气管道而言,尽管已经采用了较为先进的计量技术及设备,但是受到多方面因素的联合影响,导致出现计量误差问题的概率相对较大,需要根据计量误差出现的原因采取合理的控制措施,以此提高长输天然气管道的计量精度。

参考文献:

- [1] 杨建华. 浅析长输天然气管道计量误差分析与解决[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2021(03):42-44.
- [2] 史新云. 降低天然气管道交接计量误差的技术探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019,39(20):243-244.
- [3] 马钢, 李俊飞, 戴政, 等. 天然气计量误差和能量计量方法的应用分析[J]. 炼油与化工, 2018,29(06):56-58.
- [4] 李全朋, 廖强. 降低长输天然气管道交接计量误差的技术探讨[J]. 化工管理, 2014(30):73.
- [5] 苏帅, 苏磊, 王振环. 天然气管道标准孔板流量计计量误差的分析[J]. 石油化工应用, 2007(05):26-29.