

天然气集输系统计量输差原因与控制措施研究

黄立磊 袁庭宇 周晶晶

(国家管网集团西气东输公司苏浙沪输气分公司, 江苏 南京 210000)

摘要: 针对天然气集输系统计量问题, 本次研究首先对天然气集输系统计量输差出现的原因进行系统分析, 在此基础上, 开展天然气集输系统计量输差控制措施研究, 为保障天然气集输系统计量准确率奠定基础。研究表明: 仪表精度因素、气体组分变化、管道系统泄漏、管存因素以及操作因素等属于天然气集输系统计量输差问题出现的重要原因, 因此, 需要从完善计量流程、确保气质组分录入及时、加强管道保护、合理调配外输气、动态误差标定以及提高人员操作水平等角度出发, 分别采取多项有效措施, 确保天然气集输系统的计量准确性。

关键词: 天然气集输系统; 计量输差; 原因分析; 控制措施; 计量流程

天然气集输系统是将采集的天然气从生产井口运送到处理厂的关键环节, 在进行天然气集输作业的过程中, 计量输差问题成为一个备受关注的话题。计量输差是指从天然气产出到处理厂之间的天然气流量差异, 通常表现为介质的损失, 这一问题不仅可能导致经济损失, 还可能影响能源市场的稳定性和能源供应的可靠性, 因此, 深入研究天然气集输系统计量输差的原因和控制措施至关重要^[1]。本研究旨在深入探讨天然气集输系统计量输差问题的根本原因, 明确各种因素对输差的影响以及采取的控制措施, 以减少计量输差并提高集输系统的计量准确性。

1 天然气集输系统计量输差控制的必要性

计量输差的控制确保了资源的公平分配, 只有当计量数据准确无误时, 资源生产商和集中处理站才能确保他们按照实际使用量或供应量支付或收取费用, 这有助于维护资源市场的公平竞争和均衡, 准确的计量数据允许资源提供商更好地了解资源的使用情况, 这有助于优化资源的供应链和生产过程, 以满足需求减少浪费, 并提高资源的有效利用率, 资源管理涉及对天然气储备的有效管理, 准确计量输差可以确保储备数据的准确性, 帮助资源提供商更好地规划和维护储备^[2]。计量输差的控制可以减少资源损失, 未控制的计量输差可能导致未计量出的气体量, 从而损害生产者和集中处理站的经济利益, 通过减少这种损失, 可以节省宝贵的资源, 提高经济效益, 不准确的计量数据可能导致不必要的运营成本, 例如如果计量输差不受控制, 可能需要额外的资源来弥补不准确的计量, 通过控制计量输差, 可以降低这些额外成本, 提高运营效率。

2 天然气集输系统计量输差原因分析

2.1 仪表精度因素

天然气集输系统中使用的流量计可能存在精度不足的问题, 这些流量计用于测量天然气的流量, 如果其精度较低, 就会导致测量误差, 进而影响计量准确性, 流量计和其他仪表设备需要定期校准, 以确保其准确性。如果校准不足或不及时, 仪表的测量精度可能会下降。仪表在长时间运行中可能会出现漂移, 即测量结果随时间变化, 这是由于仪表磨损、老化或其他因素引起的, 漂移会导致计量误差。天然气的密度受温度和压力变化的影响, 如果流量计和其他仪表未能正确补偿这些变化, 就会导致测量误差, 这特别是在变化较大的气象条件下尤为重要, 不正确的仪表维护和保养可能导致仪表性能下降, 例如污垢、沉积物或损坏的仪表部件可能会降低仪表的准确性^[3]。选择不适当的仪表设备也可能是问题的根本原因, 如果仪表不符合实际操作条件的要求就会导致测量误差。

2.2 气体组分变化

天然气中的组分包括甲烷、乙烷、丙烷、丁烷等碳氢化合物, 以及一些杂质气体如氮气、二氧化碳等, 这些组分在不同地点和时间可能会有波动, 导致气体的组分不稳定, 天然气集输系统通常从不同的井口和地点收集气体, 这些来源可能具有不同的气体组分, 混合不同来源的气体可能导致组分变化, 从而影响计量准确性。天然气在收集和运输过程中可能需要经过处理和加工, 例如去除杂质气体、液态烃和水分, 这些处理步骤可能会改变气体的组分, 天然气的组分在不同季节可能会发生变化, 特别是在冬季和夏季, 季节性变化可能受到气温、湿度和压力等因素的影响。

天然气中的水合物含量会受到地下储层条件的影响,水合物含量的变化可能导致气体组分的不稳定性^[4]。

2.3 管道系统泄漏

管道系统泄漏是天然气集输系统计量输差的一个潜在原因,尤其是在泄漏事件发生时,未能正确记录或控制泄漏量可能会导致输差。如果管道系统中存在未被及时检测到的泄漏,这些未记录的天然气量将导致计量输差,泄漏可能由管道腐蚀、机械损坏、焊接缺陷或操作不当等原因引发,即使检测到了泄漏,但如果未能有效地控制泄漏量,也会导致计量输差,这主要是由于缺乏紧急响应措施、设备故障或不足的培训等原因造成的。在泄漏事件的紧急情况下,进行泄漏量的实时计量可能会存在误差,这涉及到流量计的准确性、数据采集和记录的问题,在某些条件下可能未能准确记录或识别,未记录的原因可能会导致对泄漏事件的深入调查和改进措施的缺失,泄漏修复所需的时间也会对计量输差产生影响,较长的修复时间会导致泄漏期间未记录的天然气量增加^[5]。

2.4 管存因素

管存指的是天然气在运输和储存过程中的损失或多余量。天然气在长距离输送过程中通常需要压缩成高压气体,然后在目的地解压缩,这个过程可能会导致部分天然气的损失,尤其是在解压缩过程中。管道系统中的管道和连接点可能会发生渗漏,导致天然气的损失,同时管道也可能受到渗透的影响,使地下水进入管道,进而减少天然气的数量,管道系统中的腐蚀问题可能导致管道壁的损坏,使天然气泄漏或渗透到地下,腐蚀也可能导致管道壁的厚度减小,进而影响管道的容量和计量准确性,有些管道系统可能未能准确记录管存的数量,或者管存量可能被低估,这会导致计量输差,因为未记录的气体量未能被正确计量。天然气在管道系统中可能需要花费一定的时间才能从生产地点运送到最终用户,这个运输时间可能会导致计量输差,因为气体的成分和量在运输过程中可能会发生变化。

2.5 操作因素

操作因素可以影响计量准确性和系统的整体性能。操作员的不当操作可能导致计量输差,例如错误的开关操作、阀门设置不当或不适当的流量控制都可能导致计量误差,操作员缺乏必要的培训和经验可能会导致计量输差,培训不足可能导致操作员无法正确理解和执行程序。在不同时间和地点,操作员执行相同任务的方式可能不一致,这种不一致性可能导

致计量误差,因为不同的操作可能会影响流量和压力,如果操作员未能按照标准操作程序执行任务可能导致计量输差。在出现异常情况时,如泄漏、故障或管道问题,未能及时响应可能会导致计量输差,快速而适当的应急响应至关重要,不准确的数据记录和报告也可能导致计量输差,操作员未能正确记录流量、压力和温度等数据可能会引发问题,不合规操作可能涉及到操作员未能遵守安全和法规要求,这可能导致计量输差和安全风险。

3 天然气集输系统计量输差控制措施研究

3.1 完善计量流程

制定并遵守标准化的操作程序,以确保在不同地点和时间执行相同的任务时具有一致性,包括流量计的操作、校准、维护和数据记录等,使用高精度的流量计和其他仪表设备,确保计量准确性,定期校准和维护这些仪表设备,以确保其性能不受影响,部署实时监测系统,以连续监测气流、温度和压力等参数,这些系统可以提供实时数据,帮助及时检测问题并采取措施。考虑采用自动化计量系统,减少人工干预,提高计量数据的准确性和一致性,自动化系统可以减少潜在的人为误差。定期对流量计和其他仪表设备进行校正和校验,确保仪表设备保持高度精确。定期清洁管道系统,以减少污垢和杂质的积聚,确保流通的畅通。保持准确的数据记录和审查数据,以确保数据的完整性和准确性,包括记录流量、温度、压力和组分等信息,对操作员进行培训,确保他们了解计量流程和仪表设备操作,操作员可能需要获得相关的认证,以确保他们具备必要的技能和知识。管理和控制管存因素,包括压缩和膨胀损失、泄漏和渗透、管道腐蚀等,减少管存因素有助于减少计量输差。

3.2 确保气质组分录入及时

气质组分对天然气的密度、体积和能值等计量参数产生直接影响,因此必须确保气质数据的及时录入和准确性。部署自动化数据采集系统,以实时监测气质组分,这些系统可以连续记录气体组分,减少手动录入错误的可能性,进行定期的实验室气质分析,以确保气质组分的准确性,实验室分析通常是最可靠的方法,可用于校准在线监测系统,安装高精度的在线气体分析仪,以实时监测气质组分。这些仪器可以提供准确和持续的气质数据。实施可靠的数据传输和集成系统,确保实验室分析结果或在线监测数据能够及时传输到计量系统中,设立专门的数据审核和校验程序,以检查气质组分数据的准确性,如果发现异常或

不一致,需要进行调查和校正。对参与气质数据录入和监测的工作人员进行培训,确保他们了解气质分析的重要性和正确的数据录入程序,使用标准化的数据格式和命名约定,以确保气质组分数据的一致性和易于处理,定期备份气质组分数据,以防止数据丢失或损坏,同时确保数据的可用性和完整性,建立持续监测和报告机制,以确保气质组分数据在整个运输和计量过程中的连续性和可靠性。

3.3 加强管道保护

管道的完整性和安全性对于保持计量准确性至关重要,需要建立管道腐蚀管理计划,包括定期检查和评估管道的腐蚀状况,使用防腐涂层、阴极保护和其他腐蚀控制方法,确保管道的完整性。安装高效的泄漏检测系统,包括气体传感器、压力监测设备和数据分析工具,以及早检测和定位泄漏,建立应急响应计划,以确保在泄漏事件发生时能够迅速采取措施控制泄漏量,减少计量输差。定期检查和维持管道的防腐覆盖层,以防止腐蚀和物理损伤,确保管道的保护性涂层有效,实施定期的管道巡检,包括使用无损检测技术,以检查管道的内外部状况。

3.4 合理调配外输气

合理调配外输气是减少计量输差的关键控制措施之一。在这一方面,需要建立实时监测系统,以连续监测外输气流量和压力等参数,根据监测结果进行调整,以确保外输气分配的准确性,定期校准外输气流量计,确保其准确性,不准确的流量计可能导致外输气分配误差。进行外输气的采样和气质分析,以确保外输气的组分准确无误,外输气的组分可能在不同时间和地点发生变化,因此需要定期分析,使用高度精确的流量分配系统,确保外输气按比例分配给不同的用户或市场,这些系统应能够实现灵活的调整,以应对外部需求的变化。建立可靠的数据传输和通信系统,以确保流量数据能够及时传输到计量系统中,这样可以减少数据延迟或错误对外输气调配的影响,管理外输气的合同和协议,确保合同中的流量分配规定得到遵守,及时更新合同以反映变化的需求和条件。

3.5 动态误差标定

动态误差标定涉及对流量计和仪表设备的定期校准和调整,以反映实际工作条件下的性能。需要对关键的流量计和仪表设备进行定期校准和验证,确保它们在不同工作条件下的性能符合预期,开发和实施动态误差标定程序,以在实际运行条件下对流量计和仪表设备进行标定,这些程序应该模拟实际的工作情况,

包括不同的流量、压力和温度。考虑使用自动化标定系统,以提高标定的效率和准确性,自动化系统可以根据实时数据自动调整仪表设备,记录标定过程的数据,并进行详细的分析,这些数据可用于识别任何流量计或仪表设备的性能变化,并采取相应的措施。对不同类型的流量计进行性能评估,以确定哪种流量计最适合特定的工作条件,这有助于选择合适的仪表设备。确定流量计和仪表设备的校准频率,考虑到其性能稳定性和工作环境的变化,对于关键仪表设备,可能需要更频繁的校准,确保备有适当的仪表备件,以确保及时更换或修复出现问题的仪表设备,以减少停机时间。

3.6 提高人员操作水平

提供系统化的培训和教育计划,确保操作人员了解计量设备、仪表和系统的原理和操作,培训包括课堂培训、现场培训和在线培训,制定标准操作程序,明确操作人员在不同情况下应采取的步骤,操作程序包括设备操作、数据记录和异常处理等方面的详细指南。提供模拟训练环境,允许操作人员模拟不同情况下的操作,这有助于他们在实际场景中更好地应对问题和应急情况。给予操作人员足够的实际操作经验,以提高他们的技能水平和自信心,定期对操作人员的绩效进行评估和反馈,这有助于识别培训需求并提供进一步支持。

4 结论

计量作业属于天然气集输作业的重要组成部分,在开展计量作业的过程中需要使用大量的计量仪表,受到多种因素的联合影响,最终导致集输系统出现计量输差问题的概率相对较大,计量输差问题可能会导致大量的经济损失,因此,需要根据计量输差问题出现的原因,采取多种类型的控制措施,以此提高整个天然气集输系统的计量准确率。

参考文献:

- [1] 杜志波.天然气管道输送计量输差的控制探讨[J].科技风,2021(01):97-98.
- [2] 郭东,黄伟杰,王猛.天然气集输系统计量输差原因及控制对策[J].化工设计通讯,2020,46(07):197-198.
- [3] 熊雅琴.天然气集输系统计量输差原因与控制措施[J].化工管理,2020(18):7-8.
- [4] 刘玉杰,马雨廷,王伟等.天然气长输管道输差分析及控制[J].当代石油石化,2019,27(12):35-38.
- [5] 吕其,彭吕军,汪彦军.天然气集输系统计量输差原因分析与控制措施[J].石化技术,2017,24(09):251.