

天然气计量输差的影响因素分析及策略

李宏强（中国石油天然气股份有限公司天然气销售北京分公司，北京 100101）

摘要：在天然气交接计量工作中，计量输差对企业经济效益具有显著影响。当前，天然气计量输差的问题主要体现在管理不够细致、设备精度不高、操作不规范等方面。对输差的认识应从其概念和分类入手，通过提高计量管理水平、增强设备维护和校准频次、规范操作流程等措施，可以有效控制计量输差。优化资源配置、利用现代化技术手段进行数据监控和分析，也是降低输差、提升企业经济效益的有效途径。通过这些综合措施，为企业提供解决计量输差问题的有效对策。

关键词：天然气；计量输差；影响因素

随着天然气作为绿色能源在我国能源结构中的比重逐渐增加，天然气交接计量的准确性变得尤为重要。准确的天然气计量不仅关系到企业的经济效益，也是能源管理和节能减排的重要环节。因此，提高天然气计量的准确率，降低计量误差，减少天然气损耗，对于提升企业的经济效益和促进能源的可持续发展具有重要意义。企业需要采取有效措施，如采用先进的计量设备、加强计量人员的培训、完善计量流程和监控系统等，以确保天然气交接计量的准确性和可靠性，进而提高企业的经济效益和市场竞争力。

1 天然气计量输差控制的必要性

天然气输差的管理对于确保计量的准确性与降低能源损失至关重要。绝对输差指的是不同测量点之间气量的绝对数值差异，而相对输差则是指这种差异相对于总气量的比例，通常用于评估输差的严重程度。在天然气输送过程中，因技术、环境等多种因素影响，不可避免地会产生一定的输差，天然气计量输差控制是天然气行业中计量管理的重要组成部分。企业定期校验计量仪表，确保仪表的准确性和可靠性^[1]。

同时，通过对井口气量、接收气量、外输气量等关键数据点的仔细监测，可以准确识别和分析输差产生的原因。建立完善的数据记录和分析系统，能够有效追踪计量数据的变化趋势，帮助企业及时发现异常情况，采取相应的措施进行调整和优化。减少计量误差，企业实现技术升级，优化操作流程，例如，引入更高精度的计量设备，改进气体流量的测量方法，或是通过信息化手段，实现数据的实时监控和分析，以提高天然气计量的整体准确性。通过对输差的科学管理和精确控制，不仅能够提高天然气计量的准确度，还能够有效减少能源损失，从而提高企业的经济效益和市场竞争力。

2 天然气计量输差的影响因素

2.1 环境影响因素

气体体积受温度和压力的影响极为显著，这一点在天然气计量中尤为关键。温度和压力的变化不仅会直接影响天然气的物理状态，还会间接影响计量仪表的性能。例如，温度的降低可能导致计量设备的材料收缩，进而影响设备的计量精度。此外，计量仪表在极端温度下的稳定性降低，可能导致数据读数偏低，增加计量误差。

针对这些问题，可以采用温度补偿和压力补偿的技术，确保在不同的温度和压力条件下，计量数据的准确性。计量设备的选型和维护也是保证计量准确性的关键。选择适合特定环境条件的计量仪表，可以减少环境变化对计量结果的影响。同时，定期对计量设备进行维护和校准，保证其性能稳定，也是确保计量准确性的重要措施^[2]。此外，采用先进的计量技术，如智能化、网络化的计量系统，可以实时监控计量过程，及时发现和纠正计量误差，进一步提高天然气计量的准确度和可靠性。

2.2 计量系统误差

在天然气行业，选择合适的流量计是确保计量准确性的关键因素之一。每种流量计都有其独特的工作原理和适用范围，因此在选择时必须考虑天然气的流动特性、温度、压力以及计量环境等因素。涡轮流量计因其响应速度快、精度高而被广泛应用于天然气计量中。但是，它对气体的干净度和流速有一定要求，颗粒物质或液滴会影响其测量精度。标准孔板流量计是一种简单可靠的设备，但其精度相对较低，对安装环境的要求较高。

旋进漩涡流量计能够在较宽的流速范围内提供准确的测量结果，但其性能可能受到气体组成变化的影

响。超声波流量计不受流体物理和化学性质的影响, 计量稳定性好, 但在高压或高流速环境下的性能需要详细评估。为了减少附加误差, 正确安装和定期校准流量计是必要的。安装过程中必须确保流量计与管道匹配, 避免产生涡流或死区。同时, 长期运行中的流量计需要定期校准, 以确保其计量准确性不受时间和环境因素的影响。通过结合现场实际条件, 选择合适的流量计并进行科学管理, 可以有效降低天然气计量过程中的误差, 保障企业效益。

2.3 气体流量变化影响

天然气流量的波动对计量精度产生影响是不容忽视的问题, 尤其是在天然气输送和交接过程中。当气流变化太大时, 可能会产生气流冲击, 这种冲击会在管道中产生脉动流或旋转流。这些非稳态流动现象会影响流量计的测量稳定性, 导致测量数据波动, 从而影响流量计的准确度。在保证流量计能够准确测量上限流量的同时, 如果气流变化幅度过大, 低限流量可能低于流量计的最小测量限度, 导致低流速时无法准确计算流量, 这会使得整体的计量数据存在偏差, 影响计量结果的可靠性。如果气流变化幅度过大, 而流量计的设置是为了确保测量下限流量的准确性, 在高流速时可能会超出流量计的测量范围上限。这不仅可能造成流量计损坏, 还会导致高流速下的计量数据失去准确性。选用具有宽广量程的流量计, 能够应对气流变化大的情况。

在系统中安装流量调节器或稳定器, 减少流动的脉动和旋转, 确保气流相对稳定。在天然气系统的设计中考虑流量变化, 设计合理的管道直径和布局, 避免产生气流冲击和脉动流。定期对流量计进行校准和维护, 确保其在整个量程内的准确性和稳定性。降低气流变化对天然气计量准确度的影响, 提高天然气交接计量的准确性和可靠性。

2.4 人为影响因素

人为因素是天然气计量输差的主要影响因素, 天然气计量自动化程度虽高, 但仍需操作人员进行监控、调整与维护, 人员的参与必不可少, 这也就使得人为影响因素虽一直在规避仍没有较好的效果。操作人员若缺乏必要的专业知识或安全意识不足, 在工作中可能出现疏忽或者遗漏, 导致违章操作或误操作, 从而产生人为原因的输差。例如, 操作人员未按照操作规程进行设备调整、维护不当导致设备故障或计量数据错误录入等, 都会直接影响天然气的计量准确性。

3 天然气计量输差的控制策略

3.1 正确选择流量计

正确的流量计型号、量程和精度的选择, 直接影响到计量结果的可靠性。在选择流量计时, 应充分考虑天然气流量的波动范围、工作温度和压力等因素, 确保选用的流量计能够在实际工作条件下稳定可靠地运行。对于量程的选择, 应根据管道中气体流量的最小值和最大值来确定, 确保流量计在整个工作范围内都能保持较高的测量精度^[3]。在满足测量需求的前提下, 选择量程较小的流量计可以提高测量的灵敏度和精度。

同时, 考虑到长期运行中可能出现的压力和温度变化, 流量计的选型还应有一定的预留范围, 以适应未来可能的变化。定期对流量计进行校验和维护, 是确保其长期准确运行的关键。通过校验, 可以及时发现并纠正流量计可能出现的偏差, 减少计量误差。同时, 维护工作可以确保流量计的正常运行, 预防因设备老化或损坏造成的计量失准。应用先进的流量计校验技术和方法, 如采用标准气体或标准流量计对现场流量计进行在线校验, 不仅可以提高校验效率, 还可以确保校验过程的精确性和可靠性。

3.2 合理应用流量计

为确保流量计的准确性和延长其使用寿命, 应当在流量计适应的外界温度范围内进行使用, 通常在 -25°C 至 55°C 之间。超出此温度范围可能会对流量计的性能产生不利影响^[4]。如果工作环境温度超出这一范围, 应与流量计制造商协商, 寻求专门的解决方案或使用特定设计的流量计以适应极端温度条件。在安装流量计时, 正确的安装位置和方式对保证其计量准确性至关重要。应尽量避免管路安装产生的应力对流量计造成影响, 因为这些应力可能导致流量计的结构变形, 影响其正常工作。

同时, 在安装过程中应避免液体在流量计或测量管路中积聚, 因为液体积聚可能会改变通过流量计的气体流速和压力, 进而影响其计量准确度。合理的温度控制和正确的安装方式是确保流量计准确性的关键因素, 通过采取上述措施, 可以有效降低温度变化和安装因素对流量计准确度的影响, 从而减小天然气计量的输差, 保证计量数据的可靠性。

3.3 保持外输量的平稳

为确保天然气外输过程中的计量准确性, 保持外输量的平稳性至关重要。当外输量发生剧烈波动时,

不仅可能超出流量计的测量范围,引发计量误差,还可能对流量计的长期稳定性和可靠性产生不利影响。在工况允许的情况下,采取措施确保天然气外输流量的稳定性,是提高计量准确度、确保天然气计量系统长期稳定运行的有效策略。优化天然气输送管网的调度和管理,合理规划天然气的输送计划,避免在短时间内发生大幅度的流量变化。例如,通过预测和分析天然气消费需求的趋势,提前调整输气策略,使天然气输送过程更加平稳。

应用高精度、宽量程的流量计,能够有效应对流量变化较大的情况,减少因流量波动引起的计量误差。定期对流量计进行校准和维护,确保其测量准确性和稳定性。建立完善的数据监测和分析系统,实时监控天然气输送过程中的流量变化,一旦发现异常波动,及时采取措施进行调整,降低流量波动对计量准确性的影响。保持外输量的平稳,减少因流量波动引起的计量误差,还能够提高天然气输送系统的运行效率,确保天然气供应的稳定性,从而为天然气企业的经济效益和可持续发展提供支持。

3.4 天然气计量输差的智能化管理

随着“智慧管网”的发展,天然气行业迎来数字化和智能化的革新,在线检定和校准技术的应用尤为关键。在天然气集输过程中,流量计量仪表和气质分析仪表的准确性直接关系到天然气贸易的公正性,实现这些仪表的在线检定和校准,是提高天然气能量计量准确性的重要一步^[5]。流量计在天然气传输过程中的作用不容忽视,但长期运行和各种腐蚀性成分的存在会影响其准确性。

传统的离线检定方法难以完全模拟实际工况,在线校准技术的发展受到了极大关注。虽然在线校准技术在液体介质中已有较为成熟的应用,但在天然气领域,尤其是在复杂多变的天然气工况条件下,这一技术的推广应用仍面临挑战。天然气在线色谱仪的检定也是确保气质分析准确性的重要环节。由于气质组成的多样性和变化性,以及现有检测技术的局限性,传统的周期检定方法已经难以满足实际需求。因此,开发适应天然气复杂多变工况的动态校准技术显得尤为重要,如基于质量流量计、音速喷嘴或二者耦合技术的在线动态稀释多点在线校准方法,这些技术的应用将大大提升在线色谱仪的校准精度和分析效率。

3.5 提升天然气计量管理的精细化水平

加强员工的职业道德教育和技能培训,不仅能够

提高员工的工作效率和准确性,还能增强员工对于工作重要性的认识,从而减少人为因素导致的计量误差。组织定期的职业道德教育,增强员工的安全意识和责任感^[6]。通过案例分析、角色扮演等方式,让员工深刻理解操作失误和违规操作可能带来的严重后果,从而提高员工的规范操作意识。随着计量技术的不断进步,员工需要掌握新的操作技能和维护知识。通过理论学习和实践操作相结合的培训方式,确保员工能够熟练掌握天然气计量仪表的操作和维护技能,有效应对各种工作情况。设定明确的考核标准和考核周期,定期对员工的工作表现进行评估,对于表现优秀的员工给予奖励,对于操作不当或违规行为的员工进行处罚,以此激励员工不断提升自身的业务水平和职业素养。提升员工的职业道德和业务技能,从而为天然气计量管理的精细化提供坚实的人力资源支持。这不仅有助于降低天然气计量过程中的误差,还能促进企业的稳定发展和经济效益的提升。

4 结语

综上所述,天然气流量计量的发展需求日益增长,面对当前计量技术及管理存在的问题,必须采取多方面的措施来提升天然气计量的准确性和有效性。通过加强技术培训、引进和研发新技术、完善计量管理体系,以及积极发展自动化、远程化计量技术,不仅能够提升我国天然气计量的科学性和规范性,而且对于确保天然气贸易的公正性、增强能源管理的有效性具有重要意义。全面优化天然气计量体系,创新计量管理方式,对于推动我国能源行业的可持续发展和保障国家能源安全至关重要。

参考文献:

- [1] 田凯. 天然气计量方式及输差控制措施 [J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (03): 116-118.
- [2] 王恒. 天然气计量管理与输差控制方法分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(10): 50-52.
- [3] 郭永, 孟虎林, 朱兴艳等. 长输天然气管道输差分析及改进探讨 [J]. 石油化工自动化, 2022, 58(05): 51-53+90.
- [4] 郭卫涛, 康柱. 天然气计量仪表与输差控制策略 [J]. 化学工程与装备, 2022, (09): 116-117+105.
- [5] 杨宇星. 天然气计量管理计量仪表与输差控制 [J]. 石化技术, 2022, 29(04): 198-200.
- [6] 陈明辉. 天然气计量管理计量仪表与输差控制 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(13): 104-105.